



从校园到职场

——数控机床维修入门与精通

数控机床故障诊断 与维修实例

严峻 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

从校园到职场——数控机床维修入门与精通

数控机床故障诊断与维修实例

严 峻 编著



机械工业出版社

本书汇集了数控车床、铣床、加工中心、镗铣床、磨床和电火花线切割机床等国内现有种类进口和国产数控加工设备控制系统发生故障的现象、原因和解决方法,整理和收集了故障诊断和维修实例 500 多例,可供维修人员借鉴,并可从中得到启发,拓展对故障分析处理方法的思路,避免维修过程出现差错而造成损失。

本书内容翔实全面,还部分地给出了数控机床故障诊断和维修的算法。书中有许多作者的独立见解和研究成果,是一本实用性较强的数控技术用书。可供从事数控维修的技术人员使用,也可供高等技术院校相关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修实例 / 严峻编著. —北京: 机械工业出版社, 2011.6
(从校园到职场·数控机床维修入门与精通)
ISBN 978-7-111-33822-2

I. ①数… II. ①严… III. ①数控机床—故障诊断—基本知识②数控机床—维修—基本知识 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 046205 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 周国萍 责任编辑: 周国萍 李建秀

版式设计: 霍永明 责任校对: 申春香

封面设计: 路恩中 责任印制: 杨 曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20.5 印张·502 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-33822-2

定价: 49.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

策划编辑 (010) 88379733

电话服务

社服务中心: (010) 88361066

销售一部: (010) 68326294

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

网络服务

门户网: <http://www.cmpbook.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着数控机床应用的普及，对数控机床的有效利用率要求越来越高，这一方面要求数控机床的可靠性要高，另一方面要求数控机床出现故障后能尽快排除。所以要求数控机床的维修人员不但要有理论知识，而且要有快速发现问题、解决问题的能力和丰富的实际经验。对此，企业急需掌握数控设备维修技术的技术人员。同时，数控设备的操作人员、维修技术人员也急切希望提高自己的技术水平，以适应数控设备故障诊断和维修工作的需要。

目前我国使用的数控机床、数控系统种类繁多，为了使维修技术人员能有针对性地掌握数控机床控制系统故障诊断和维修的技术，本书介绍了数控车床、数控铣床、数控加工中心、数控镗铣床、数控磨床和数控电火花线切割机床等相关知识，介绍配置 FANUC 数控系统机床、SIEMENS 数控系统机床以及其他数控系统机床的故障诊断与维修实例。

本书依据数控机床的产品说明书，结合生产实践，整理收集了 500 多例数控机床故障诊断与维修实例，深入浅出地探讨了数控机床故障诊断与处理方法。一些诊断方法和维修技巧是作者在维修实践中摸索出来的，非常实用，可供维修技术人员借鉴，并可从中得到启发，拓展对故障分析处理方法的思路，避免维修过程出现差错而造成损失。

本书既是数控加工设备维修技术人员的参考书，也可作为数控系统维修人员的培训用书。希望数控机床维修行业的有识之士能够对本书提出宝贵意见，以提高作者的技术水平，达到共同提高的目的。

书中的疏漏和错误之处，敬请读者指正。

作 者

目 录

前言

第 1 章 数控车床维修实例 1

1.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断 与维修 1

1.1.1 CNC 系统故障实例与诊断 1

1.1.2 伺服系统故障实例与诊断 8

1.1.3 主轴系统故障实例与诊断 15

1.1.4 刀架系统故障实例与诊断 19

1.1.5 机电部分故障实例与诊断 25

1.2 配置 SIEMENS 数控系统 故障诊断与维修 31

1.2.1 CNC 系统故障实例与诊断 31

1.2.2 伺服系统故障实例与诊断 40

1.2.3 主轴系统故障实例与诊断 44

1.2.4 刀架系统故障实例与诊断 47

1.2.5 机电部分故障实例与诊断 50

1.3 配置其他数控系统故障诊断 与维修 56

1.3.1 CNC 系统故障实例与诊断 56

1.3.2 伺服系统故障实例与诊断 59

1.3.3 主轴系统故障实例与诊断 63

1.3.4 刀架系统故障实例与诊断 64

1.3.5 机电部分故障实例与诊断 69

第 2 章 数控铣床维修实例 72

2.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断 与维修 72

2.1.1 CNC 系统故障实例与诊断 72

2.1.2 伺服系统故障实例与诊断 74

2.1.3 主轴系统故障实例与诊断 77

2.1.4 工作台系统故障实例与诊断 79

2.1.5 机电部分故障实例与诊断 85

2.2 配置 SIEMENS 数控系统 故障诊断与维修 88

2.2.1 CNC 系统故障实例与诊断 88

2.2.2 伺服系统故障实例与诊断 96

2.2.3 主轴系统故障实例与诊断 100

2.2.4 工作台系统故障实例与诊断 108

2.2.5 机电部分故障实例与诊断 114

2.3 配置其他数控系统故障诊断 与维修 119

2.3.1 CNC 系统故障实例与诊断 119

2.3.2 伺服系统故障实例与诊断 124

2.3.3 主轴系统故障实例与诊断 130

2.3.4 工作台系统故障实例与诊断 132

2.3.5 机电部分故障实例与诊断 133

第 3 章 数控加工中心维修实例 138

3.1 配置 FANUC 数控系统 故障诊断与维修 138

3.1.1 CNC 系统故障实例与诊断 138

3.1.2 伺服系统故障实例与诊断 142

3.1.3 刀库、机械手部分故障实例 与诊断 148

3.1.4 工作台部分故障实例与诊断 156

3.1.5 主轴系统故障实例与诊断 157

3.2 配置 SIEMENS 数控系统 故障诊断与维修 162

3.2.1 CNC 系统故障实例与诊断 162

3.2.2 伺服系统故障实例与诊断 166

3.2.3 刀库、机械手部分故障实例 与诊断 168

3.2.4 工作台部分故障实例与诊断 170

3.2.5 主轴系统故障实例与诊断 177

3.3 配置其他数控系统故障诊断 与维修 181

3.3.1 CNC 系统故障实例与诊断 181

3.3.2 伺服系统故障实例与诊断 183

3.3.3 刀库、机械手故障实例 与诊断 187

3.3.4 工作台部分故障实例与诊断	190	故障诊断与维修	249
3.3.5 主轴系统故障实例与诊断	194	5.2.1 CNC 系统故障实例与诊断	249
第 4 章 数控镗铣床维修实例	200	5.2.2 伺服系统故障实例与诊断	261
4.1 配置 FANUC 数控系统		5.2.3 主轴系统故障实例与诊断	268
故障诊断与维修	200	5.2.4 辅助装置故障实例与诊断	274
4.1.1 CNC 系统故障实例与诊断	200	5.3 配置其他数控系统故障诊断	
4.1.2 伺服系统故障实例与诊断	203	与维修	288
4.1.3 主轴系统故障实例与诊断	206	5.3.1 CNC 系统故障实例与诊断	288
4.1.4 机电部分故障实例与诊断	209	5.3.2 伺服系统故障实例与诊断	292
4.2 配置 SIEMENS 数控系统		5.3.3 主轴系统故障实例与诊断	293
故障诊断与维修	211	第 6 章 数控电火花线切割机床数控	
4.2.1 CNC 系统故障实例与诊断	211	系统维修实例	295
4.2.2 伺服系统故障实例与诊断	212	6.1 配置 FANUC 数控系统	
4.2.3 主轴系统故障实例与诊断	220	故障诊断与维修	295
4.2.4 机电部分故障实例与诊断	224	6.1.1 CNC 系统故障实例与诊断	295
4.3 配置其他数控系统故障诊断		6.1.2 脉冲电源系统故障实例与诊断	297
与维修	229	6.1.3 机电部分故障实例与诊断	299
4.3.1 CNC 系统故障实例与诊断	229	6.2 配置 SIEMENS 数控系统	
4.3.2 伺服系统故障实例与诊断	232	故障诊断与维修	302
4.3.3 主轴系统故障实例与诊断	233	6.2.1 CNC 系统故障实例与诊断	302
4.3.4 机电部分故障实例与诊断	236	6.2.2 脉冲电源系统故障实例与诊断	305
第 5 章 数控磨床维修实例	238	6.2.3 机电部分故障实例与诊断	310
5.1 配置 FANUC 数控系统		6.3 配置其他数控系统故障诊断	
故障诊断与维修	238	与维修	312
5.1.1 CNC 系统故障实例与诊断	238	6.3.1 CNC 系统故障实例与诊断	312
5.1.2 伺服系统故障实例与诊断	242	6.3.2 脉冲电源系统故障实例与诊断	315
5.1.3 主轴系统故障实例与诊断	246	6.3.3 机电部分故障实例与诊断	318
5.1.4 辅助装置故障实例与诊断	247	参考文献	319
5.2 配置 SIEMENS 数控系统			

第 1 章 数控车床维修实例

1.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断与维修

1.1.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 1-1】 CF5225 立式车床，采用 FANUC 7CT 数控系统对其左刀架进行数控改造。FANUC 7CT 系统“死机”故障。

故障现象：“死机”故障初期，起动 NC 柜时不是很容易。一般要起、停 2~3 次才能成功。这样一直持续了 2~3 个月。后来，无论如何也不能进入监控程序，处于“死机”状态。无任何报警信息。

故障检查与分析：构成 FANUC 7CT 有 7 个主要单元板：CPU（中央处理单元）板、MEM（存储器）板、I/O（输入/输出）板、MDI/DPL（手动数据输入/数码显示）板、电源单元、位置控制板、附加位置控制板。造成“死机”故障一般由时钟和 CPU 部分（含监控程序）等电路故障引起。这几部分都在 CPU 板上。监控程序 EPROM 封固完好，一般不会坏。对 CPU 的时钟电路进行分析和测试。其结果是 CPU 在起动机器时 4 片 2901 有时钟，经 2s 左右又消失，但时钟电路正常。造成这种时钟消失的原因是 CPU 部分工作不正常，由硬逻辑封锁时钟。所以 CPU 部分有故障。

FANUC 7CT 数控系统采用的是位片式结构：主 CPU 是用 4 片 2901 构成的 16 位 CPU，主 CPU 指令系统又是由微程序定序器支持，微程序定序器由 2 片 2911 构成，其原理框图如图 1-1 所示。

对于这种位片式 CPU 结构，CPU 故障包括：位片式微处理器 2901（4 片）、微程序定序器 2911（2 片）、微处理器监控程序、微程序定序器监控程序。分析至此，以防万一，我们又在在线测试仪上测试了以上四部分以外的元器件，都正常。对于这四部分，做如下分析：构成 CPU 的四部分，

很难确定是哪一部分出故障。对于微处理器监控程序和微程序定序器监控程序分别固化在 17 片和 9 片 1 位 EPROM 芯片上（有一位是 P/V 校验），一般很难丢失，不易发生故障。至于主

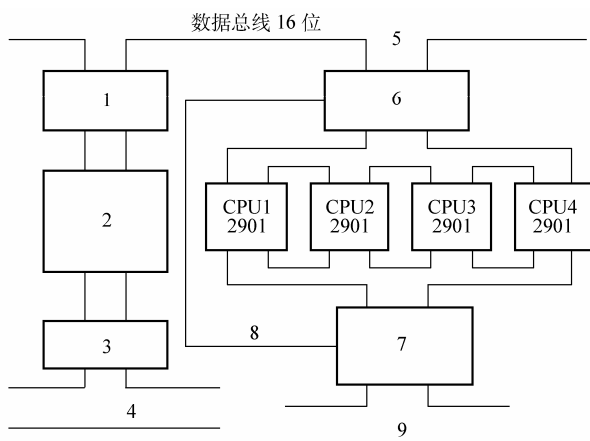


图 1-1 微程序定序器原理框图

1—指令寄存器及 O.E 映射 2—微程序定序器 2911 及其监控程序
3—中断处理 4—控制总线 5—数据总线 16 位 6—数据总线接口寄存器
7—地址锁存接口寄存器 8—主 CPU 侧 9—地址总线 16 位

CPU, 它采用的是双极性位片式微处理器, 发热量大, 容易出现热损坏, 所以决定另购 4 片 2901。

故障处理: 更换 2901 后重新送电起动 NC 柜正常。对 FANUC 7CT 的常用操作功能 AUTO、EDIT、MDI、JOG、HANDWHEEL 进行检验, 一切正常。

【例 1-2】 运动指令不能执行故障。

故障现象: 某配套 FANUC 0T 系统的数控车床, 在自动加工时, 按下“循环起动”键, 程序中的 M、S、T 指令正常执行, 但运动指令不执行。

故障检查与分析: 由于程序中的 M、S、T 指令正常执行, 机床手动、回参考点工作正常, 证明系统、驱动器工作均正常。而引起运动指令不执行的原因一般有以下几种: ①系统的“进给保持”信号生效; ②轴的“进给倍率”为零; ③坐标轴“互锁”信号生效。

因此检查重点放在上述三种信号上, 即重点检查系统的“进给保持”信号、“进给倍率”、坐标轴“互锁”信号。

维修和诊断的步骤:

1) 按 MDI 面板上的[SYSTEM]键, 再按“诊断”软键, 显示系统的诊断页面, 检查状态显示为“1”的项。如图 1-2 所示, 检查该机床的“进给保持”状态(见图 1-2 中 a 处)、“进给倍率是否为零”状态(见图 1-2 中 b 处), 均为“0”, 信号正确, 而机床锁定项的状态为“1”(见图 1-2 中 c 处), 因此初步判断产生问题的原因与坐标轴的“互锁”信号有关。

号	信息	显示
000	WAITING FOR FIN SIGNAL	:0 ← 等待完成信号 FIN
001	MOTION	:0 ← 运动中
a. 002	DWELL	:0 ← 暂停
003	IN-POSITION CHECK	:0 ← 到位检测
b. 004	FEEDRATE OVERRIDE 0%	:0 ← 进给倍率为 0%
c. 005	INTERLOCK/START LOCK	:0 ← 互锁状态
006	SPINDLE SPEED ARRIVAL CHECK	:0 ← 主轴速度到达检查
010	PUNCHING	:0 ← 数据输出中(穿孔)
011	READING	:0 ← 数据输入中(读入)
012	WAITING FOR(UN) CLAMP	:0 ← 等待放松(夹紧)
013	JOG FEEDRATE OVERRIDE 0%	:0 ← 连续进给倍率为 %
014	WAITING FOR RESET,ESP,RRW OFF	:0 ← 等待复位、急停信号结束
015	EXTERNAL PROGRAM NUMBER SEARCH	:0 ← 外部程序号搜索

图 1-2 FANUC 系统诊断页面

2) 依次按[SYSTEM]键→[PMC]键→[PMCDGN]键→[STATUS]键, 进入可程序机床控制器(PMC)接口状态显示画面, 发现系统坐标轴的“互锁”信号*IT(地址 G8.0)的状态为“0”, 表明机床处于坐标轴锁定状态。

3) 进一步检查机床的可程序逻辑控制器(PLC)程序设计, 发现引起坐标轴“互锁”的原因是刀架不到位, 重新调整刀架位置后, 机床恢复正常。

【例 1-3】 FANUC 10T 系统 OT001~OT003 软超程报警。

故障现象: 日本西铁城公司的 F12 数控车床, 其数控系统为 FANUC 10T 系统。由于编程时操作失误而发生 OT001~OT003 软超程报警, 机床停止运行。

故障检查与分析: 此故障有时以超程方向的反方向运动而解除报警, 若此办法无效时,

可按如下方法解除：

- 1) 同时按下[-]和[.]键并起动力源。
- 2) CRT 上显示 IPL（系统启动）方式及以下内容：

```

1 CUMP MEMORY
2 —
3 CLEAR FILE
4 SETTING
5 —
6 END IPL

```

- 3) 按下[4]、[INPUT]键去选择“4 SETTING”。

- 4) 按下[N]键之后，显示“CHECK SOFT AT POWER ON?”

5) 第 1) 项的内容再次显示出之后按下[6]、[INPUT]键，则改变了 IPL 方式且报警自然消除。

【例 1-4】 FANUC 3T-A 系统“NOT READY”故障的处理。

故障现象：在加工一产品零件时，机床发出报警信号，CRT 显示“NOT READY”，机床不能工作。

故障检查与分析：CK7815/1 型数控车床采用日本 FANUC 公司的 3T-A 闭环 CNC 控制系统。进给伺服机构采用 FANUC-BESK 直流伺服电动机（FB-15 型）。主轴驱动采用 FANUC-BESK 直流主轴电动机，可在宽范围内实现无级调速和恒速切削。机床顺序控制由 3T-A 系统内装的可编程序控制器来实现。

出现上述故障时，调故障自诊断程序。按下[ALARM]键，CRT 上没有显示报警内容，这说明控制单元或伺服系统中有一个没有准备好。检查机床系统的梯形图（见图 1-3）发现没有机床准备好的信号输出，由此可以针对信号 CK24、CK100、MRDY-M 进行检测。调 PLC 的输入输出接口（见图 1-4），检查输出地址号 00.7 无信号，即系统没有检测到 AC 100V 电压信号，故伺服系统不工作，产生“NOT READY”报警。检查提供交流 100V 电源电路（见图 1-5），在 300 和 301、300 和 302、300 和 303 两端用万用表测得 100V 交流电压，再检查 PLC 板上端子 M18 的 36P，测出直流 24V 电压。至此，机床 AC 100V 信号已进入 PLC 板的输入接口，可是在地址 00.7 却没有信号，说明这一路 RV 损坏。

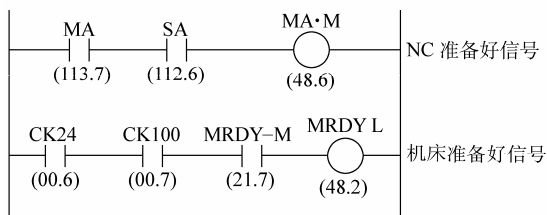


图 1-3 机床系统的梯形图（部分）

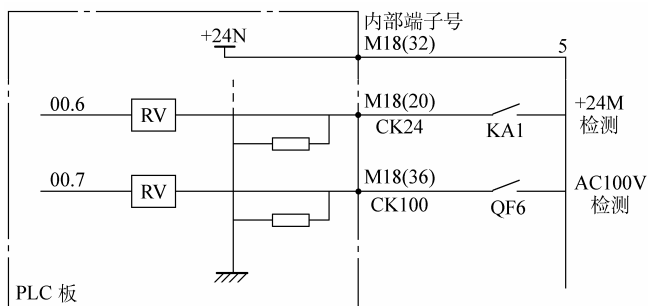


图 1-4 机床 PLC 输入输出接口（部分）

故障排除：解决办法有三种：①更换 PLC 板，这样最简单，但是不经济；②更换损坏回路所在的集成元件；③更改检测 AC 100V 信号的地址。

【例 1-5】 瑞士 SORAUBLIN110 数控车床 510 号报警的排除方法。

故障现象：开动机床回参考点时 CRT 显示 510 号报警。

故障检查与分析：SORAUBLIN 110 CNC 数控车床是瑞士 SCRAUBLIN 公司的系列产品，系统为 FANUC 0TC 系统。

首先把检查的重点放在与 X 坐标有关的三个位置传感器上。通过最简单的方法，即在手动运行机床的状态下，由电箱中的 PLC 显示来直接观察三个位置传感器的工作状态。观察中发现：当机床向 $-X$ 方向运行时，在 $-X$ 极限位置处，X3073.1 (RefX) 闪烁一下又常亮（表明 SB150 到位并有一负脉冲输出，从而证明其工作正常），继续沿该方向向前运行一小段距离后，X3073.6 ($-X$) 闪烁一下又常亮（表明 SB145 到位并有一负脉冲输出，从而证明其工作正常）。此后机床将自动停机并显示 1012 号报警（提示内容为可能碰撞）。

重新起动机床并向反方向（即向 $+X$ 方向）运行，直至超过 $+X$ 方向的极限位置而出现 510 号报警（ $+X$ 超程）且停机时，X3073.1 (RefX) 和 X3073.7 ($+X$) 均一直常亮并未闪烁过。为了进一步确认该两传感器（SB150 和 SBA148）工作状态的好坏（实际上，前面的一个检测步骤已经证实了 SB150 的工作是正常的），可以将该两只传感器由工作位置上拆下来，用靠近铁质物体的方法来检查，证明两只传感器的工作都是正常的。这样一来，就出现了这样一种情况，即虽然出现了 510 号报警，但三只传感器的工作却都是正常的。

这样的现象，粗看似乎不容易发现，但只要仔细分析前面提到的前、后两种测试过程就不难发现，后面一个测试中，两只传感器（SB150 和 SB148）虽一直常亮未闪烁，但机床却出现了 510 号报警，并且已经知道两只传感器工作是正常的。那么就只存在着一种可能来解释这种现象：就是表面上虽然超过了极限位置而且出现了超程报警，而实际上是两只传感器均未到达极限位置。出现这种情况看来只有一种可能，即机床硬件所限定的极限位置与机床软件所设定的极限位置间产生了误差，从而导致出现 510 号报警（如果为 $-X$ 方向超程将出现 511 号报警）。

上述的设想与分析可以用图 1-6 所示的示意图来予以说明。

由图 1-6 可以看出，这种故障实际上是机床硬件所限定的 X 行程（由 SB145、SB148 和 SB150 所决定）与机床软件所设定的 X 行程（ $+X$ 的位置由参数 700 决定， $-X$ 的位置由参数 704 决定）间偏移了一个误差带而产生的。因此，解决的方法可以有两种，即软件的方法和硬件的方法：软件的方法是修改机床的软件参数（参数 700 和 704），将软件所设定的 X 行程区间向 $+X$ 方向移动一个误差带，使之与机床硬件所限定的 X 行程区间相对应；硬件的方法是将机床硬件所限定的 X 行程区间向 $-X$ 方向移动一个误差带，使之与机床软件所设定的 X 行程

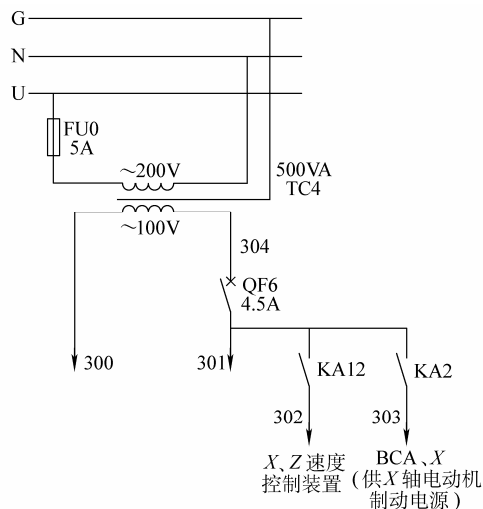


图 1-5 交流电源电路

区间相对应。这两种方法的前提都是保证机床原有的 X 行程不变。

比较两种方法,软件方法简单易行,实施方便;而硬件的方法实施较为麻烦。但是由于是在维修场合,必须考虑机床原有的工作状态,即引起机床故障的根本原因。经仔细向操作者了解方得知,在一次运行机床至 $+X$ 极限超程位置并死机后,操作者曾自己用手工的方法将 X 坐标的滚珠丝杠向 $+X$ 方向调整了一段距离使之退出超程位置。

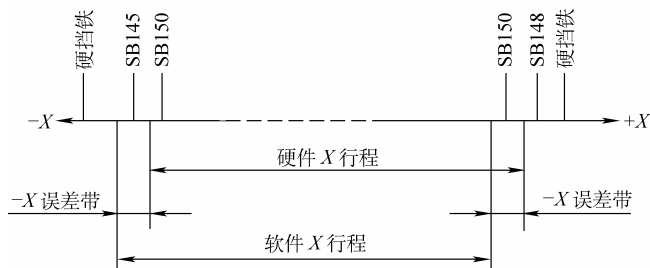


图 1-6 机床软、硬件行程偏差示意图

这样一来问题就十分清楚了,故障是由人为因素的错误调整而造成的。在这种情况下,如采用上面所介绍的软件方法来改变机床参数虽简单易行,但却容易造成机床参数的混乱而带来不必要的麻烦;采用硬件的方法虽然调整过程稍显繁琐,但却可使机床真正恢复到原有的正确状态。因此应考虑采用硬件的方法,即调整 X 坐标丝杠使之恢复到原有的位置。

故障处理:①按照机床机械维修手册中的介绍,拆下 X 坐标滑枕最下方的端盖;②用一内六角扳手插入端部外露的丝杠端面的内六角孔中,旋转丝杠,可使台面向上移动;③打开机床开关,并按下[E-STOP]键,仔细观察电柜中的PLC显示;④旋转丝杠,使台面(滑枕)向上($+X$ 方向)运动一段距离(每次调整量以10mm左右为宜);⑤松开[E-STOP]键,用手动方式使机床向 $+X$ 方向运行至极限位置且出现510号报警,此时应特别留意观察PLC中X3073.1是否闪烁过一下(原为常亮);⑥如出现510号报警而X3073.1常亮不闪烁时,应使机床向 $-X$ 方向运行退回,并再次旋转丝杠使台面向 $+X$ 方向移动一段后再重复上述操作,注意观察;⑦反复调整丝杠使台面移动,机床在手动运行状态下达到,在 $+X$ 方向上:X3073.1闪烁一下,而X3073.7常亮不闪;

在 $-X$ 方向上:X3073.1闪烁一下,而X3073.6常亮不闪为止。

如果在 $+X$ 方向上出现X3073.1闪烁一下后X3073.7也闪烁一下时,则为丝杠调整过头,应使台面向反方向($-X$ 方向)调整。

如果在 $-X$ 方向上出现X3073.1闪烁一下后X3073.6也闪烁一下时,则为丝杠调整不足,应继续向 $+X$ 方向调整台面。

至此,调整操作即告完成。

重新启动机床,510号报警消除,机床恢复正常运行。

【例 1-6】 一台数控车床加工程序执行不下去。

数控系统:FANUC 0TC 系统。

故障现象:在执行自动加工程序时,程序执行不下去。

故障检查与分析:观察程序的运行发现,在程序执行到G01 Z-8.5 F0.3时,程序就不往下运行了。因为机床回零点,手动移动 X 、 Z 轴和在这段程序开头时的G00快移指令正常执行都没有问题,并且也没有报警,所以伺服系统应该没有问题。用MDI功能测试,G00快移也没有问题,但G01、G02、G03都不运行,因为这几个指令都必须指定进给速率F,故障现象很像设定的F数值为零。使F为零有以下几种可能:

1) 在程序中 F 设定为 0, 这种可能检查加工程序后很容易就排除了。

2) 进给速率的倍率开关设定到 0, 或者倍率开关出现问题, 但检查这个开关并没有发现问题; 当旋转这个旋钮时, PMC 的输入 X21.0~X21.3 都变化, G121.0~G121.3 的状态也跟随变化, 说明倍率开关正常, 没有问题; 另外, 诊断参数 700 号的第五位 COVZ 为“0”, 也指示倍率开关没在 0 位上。

3) 在机床数据设定中, 将切削速度的上限设定到最小, 但检查机床数据 No.527, 发现设定的数值是 5000, 为正常值, 也没有问题(将另一台好的机床的这个数据更改成最小值 6, 运行程序时确实出现过这个现象)。

4) CNC 的控制部分出现问题, 但将机床设定到空运行时, 程序还能运行, 只是速度很慢, 说明控制系统也没有什么问题。

进一步研究机床的工作原理发现, 这台机床 X 轴和 Z 轴的进给速度与主轴速度有关, 检查主轴在进给之前确实已经旋转, 主轴达速信号也已经置“1”, 没有问题; 再仔细观察显示器上主轴的速度显示, 在主轴旋转时发现 S 的值为“0”, 没有显示主轴的实际转速, 为此确认为没有主轴速度反馈; 当打开机箱检查主轴编码器时发现, 主轴与编码器连接的牙带断开, 主轴旋转时, 主轴转速编码器并没有旋转。

故障处理: 更换新的牙带, 机床故障消除。

因为这台机床的工件切削速度与主轴的旋转速度成比例, 主轴旋转没有反馈, 导致进给速度变成 0, 出现 G01、G02、G03 指令都不运行的问题。

【例 1-7】 一台数控车床开机屏幕没有显示。

数控系统: FANUC 0TC 系统。

故障现象: 这台机床在长期停用后重新使用时, 通电开机系统屏幕没有显示。

故障检查与分析: 因为机床长期停用, 所以怀疑系统后备电池电量不足使系统数据丢失, 造成系统无法起动。

故障处理: 在系统通电的同时, 按[Reset]+[Delete]两个按键, 系统强行起动, 这时系统恢复正常显示, 但系统数据被恢复成默认数据, 机床不能工作。为此, 必须重新输入原机床数据, 使机床恢复正常功能。

输入机床数据可采用两种方法:

1) 手动输入法, 通过键盘将原机床数据逐个输入。这种方法比较简单, 但工作量比较大, 并且容易出错。

2) 使用计算机将备份数据文件传回系统, 在数控系统和用于传输数据的计算机都断电的状态下, 将通信电缆分别连接到数控系统和计算机的 RS-232C 串行通信接口上。计算机开机进入 PCIN 数据传输软件, 设置通信协议参数, 如所用计算机的通信口号、数据起始位、数据位、传输速率、奇偶校验位等。通信协议参数的设置应与机床数控系统通信参数的设置保持一致, 否则传输工作不能正常进行。

机床侧的操作顺序如下:

- 1) 打开机床总电源。
- 2) 按下机床急停按钮。
- 3) 打开机床程序保护锁。
- 4) 将机床操作状态设置为 EDIT 状态。

5) 按功能键 DGNOS/PARAM, 出现参数设置页面, 将 PWE 设定为 1, 并设定下列通信参数:

ISO=0

I/O=0

数据设置如下:

No. 2.0=1

No. 2.7=1

No. 552=10

No. 553=10

No. 250=10

No. 251=10

6) 手工输入机床数据 No.900 及其后的保密参数。输入 No.900 数据时, 系统显示器上出现 000P/S 报警, 这是正常的。输入 No.901 数据时, 系统显示器上出现下列信息:

WARNING (警示):

YOU SET No.901 #01, THIS PARAMETER DESTORY NEXT FILE IN MEMORY FROM 0001 TO 0015, NOW NECESSARY TO CLEAR THESE FILE, WHICH DO YOU WANT? (你设置 No.901#01 这个数据, 将会损坏存储器后面 0001~0015 的文件, 现在必须清除这些文件, 你要做哪一项?)

“DELT (删除)”: CLEAR THESE FILE; (清除这些文件)

“CAN (取消)”: CANCEL (取消)

PLEASE KEY-IN “DELT” OR “CAN” (请按[DELT]或[CAN]键)

按显示器下方对应的[DELT]软键, 重新显示机床数据画面; 依次输入其后的保密数据后, 关闭机床系统电源, 数分钟后重新开机。

7) 按系统显示器下方的[PARAM]键。计算机一侧进入 PCIN 的 OUT 数据输出菜单, 调入备份的机床数据文件作为待输出文件, 按回车键后, 等待机床侧数据输入操作。

8) 按 NC 系统面板上的[INPUT]键, 这时, NC 数据开始输入。

9) NC 数据输入后, 接着输入 PMC 数据, 重复操作步骤 7) 和 8) (只是在计算机侧要将备份的 PMC 数据调到输出文件中)。

上述步骤完成后, 将 PWE 参数设置为 0, 关闭系统电源, 数分钟后开机, 机床数据恢复完毕。

FANUC 0C 系统数据 0900~0939 为保密参数, 是 FANUC 系统的一些选择功能的设定。在正常传输时, 这些参数是不能传输到计算机中进行备份的。在系统出现故障、参数丢失时, 只能通过 MDI 方式手动输入, 不能同其他参数一起用计算机输入。下面介绍的方法可以使这些参数与其他参数一起全部传出保存, 输入参数时就可以与其他参数一起输入。方法如下:

1) 将操作方式开关设定到 EDIT 状态。

2) 按[PARAM]键, 选择显示参数的页面。

3) 将外部传输设备设定在准备接收数据状态。

4) 按[EOP]键不放开, 再按[OUTPUT]键。

这时系统全部参数, 包括保密参数即可全部传出。

系统数据安装结束后,关机数分钟后开机,机床恢复正常工作。

【例 1-8】 一台数控车床开机不回参考点。

数控系统: FANUC 0TC 系统。

故障现象: 这台机床一次开机回参考点时 X 轴不走,但显示屏幕上 X 轴的坐标数值一直在变。

故障检查与分析: 手动移动 X 轴也是滑台不动,只是屏幕坐标数值在变化,并且没有报警。试验 Z 轴也是如此。对机床操作面板进行检查,发现一个按钮被按下,这个按钮是进给保持按钮,恰巧这个按钮的指示灯损坏,所以机床操作人员没有注意到这个误操作。

故障处理: 将进给保持按钮开启后,机床进给恢复正常。

【例 1-9】 一台双轴数控车床更换存储器板后出现报警。

数控系统: FANUC 0TDII 系统。

故障现象: 这台机床存储器板损坏,更换并恢复 NC 系统后,开机时屏幕出现如下显示:

1>LOAD FROM I10

3>RUN

4>RUN WITHOUT PMC

选择 1 或 3 后,系统提示“LADDER NOT EXIST (梯形图不存在)”。

故障检查与分析: 此故障的发生是由于某种原因导致 PMC 程序无法加载,该机使用的 PMC 类型是 PMC-L,其程序被固化在两块 EPROM 芯片上,芯片应安装在存储板上标明为 OE1 和 OE2 的芯片槽内,但检查新更换的存储板上根本没有这两个芯片,而且原损坏的存储板上也没找到。

故障处理: 按照纸版程序通过 ANEX86E1 软件手工录入,然后再利用 FANUC 专用 EPROM 写入器编译并烧录两块 EPROM 芯片后,将其装入存储板上,再试机,机床恢复正常运行。

1.1.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 1-10】 GF NDM25/100 全功能数控车床, CNC 系统采用 FANUC 6TB 系统。 X 轴自动抖动故障的排除, X 轴无规律振动故障。

故障现象: X 轴无进给命令自动上下抖动, X 轴无规律振动。

故障检查与分析: 该机床为 GF NDM25/100 全功能数控车床, CNC 系统采用 FANUC 6TB 系统。伺服系统采用全闭环伺服控制方式。其进给系统如图 1-7 所示。根据系统的组成,全闭环伺服控制系统框图如图 1-8 所示。

由图 1-7 和图 1-8 可以看出,该系统具有位置和速度两个控制环节。根据其故障现象,由系统稳定性判据条件定性分析,查知光栅、速度放大、测速发电机、位置放大环节均正常。观察机床工作状况,在伺服准备好状况下, X 轴无进给命令自动上下抖动,有进给命令时偶尔发生 410 跟随误差报警,故而断定问题出在机械传动部分。

该机床为 GF NDM25/100 全功能数控车床,该故障在低速时触摸有振动感觉,快速时感觉不明显。加工工件尺寸正常。但在车削圆锥面,即 X 轴有插补进给时,工件表面有沟痕出现,且无任何报警。根据图 1-7 和图 1-8,应用稳定性的判定原理分析,故障不在位置环,而

应在速度环，检查速度环发现测速发电机个别电刷已全部磨损。

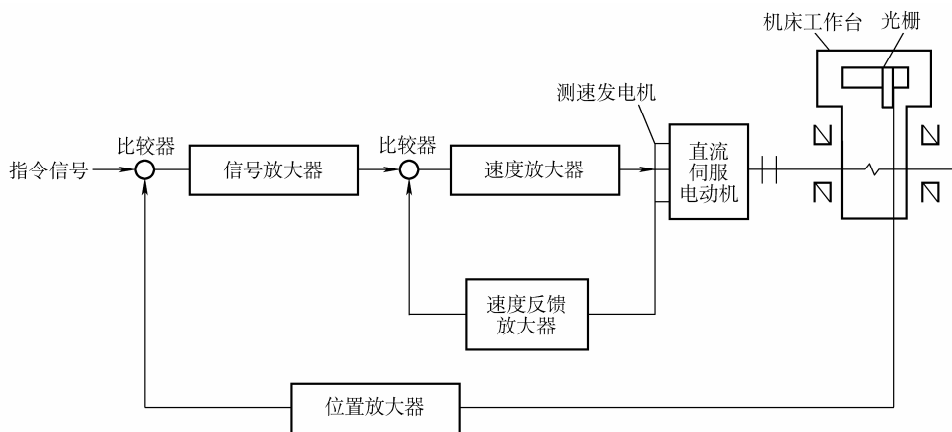


图 1-7 全闭环伺服进给系统图

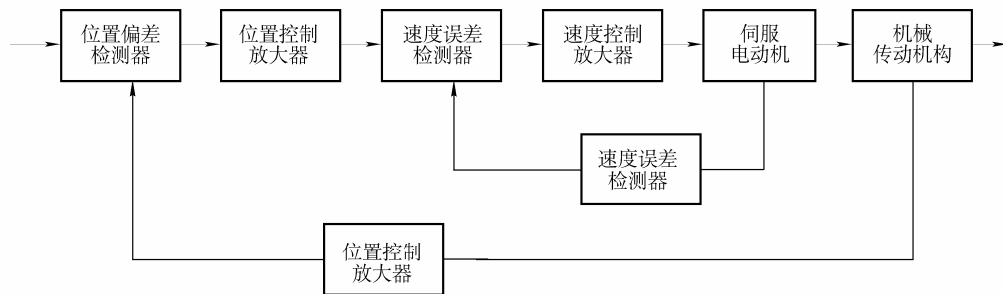


图 1-8 全闭环伺服控制系统框图

故障处理：经查 X 坐标轴向定位松动，机械处理后，故障排除。更换新电刷后故障排除。

说明：通过对全闭环直流伺服系统的理论分析与实践处理，可认为理论对实践的指导作用是不可忽视的。在此条件下，可以减少盲目性，提高准确性，缩短维修时间。可以说，这种理论与实践的结合对于维修工程师是行之有效的方法。

【例 1-11】 配备 FANUC 数控系统的数控车床，进给驱动为直流伺服电动机和晶闸管逻辑无环流可逆调速装置。

故障现象： Y 轴正向进给正常，反向进给有时移动、有时停止，采用手摇脉冲发生器进给时也是如此。

故障检查与分析：通过用交换法诊断，将故障定位在 Y 轴的驱动位置上。如图 1-9a 所示为 FANUC 系统晶闸管逻辑无环流可逆调速装置控制线路简图。用手摇脉冲发生器让 Y 轴正、反向进给，将示波器测试棒接 CH19 和 CH20 两测试端，观察电动机电流波形，如图 1-9b 所示。从图看出，反向波形有时为一条直线，偶尔闪出几个负向波形，可见电动机负向供电不正常。用万用表测量速度调节器输出端 CH8 点电压，其极性随正、反向进给而改变，无断续现象。测方向控制电路脚电压，正向进给时为 0V，反向进给时为 6.6V，方向控制输入电压正常。再测该电路输出脚 9 和 10 端电压，正向进给时 SGA 为低电平，SGB 为高电平；反向进给时 SGA 为高电平，SGB 为低电平，但有时会出现 SGA 和 SGB 皆为高电平的异常现象，

这时反向就停止。

对逻辑无环流可逆控制系统,不允许正、反面组晶闸管同时导通,在该逻辑切换电路中,切换过程是电源向电容 C20 充电产生延时而获得的。可见故障是由于 M7 印制电路板外围电容 C20 不良引起的,从而产生 SGA 和 SGB 同时为高电平的异常现象。

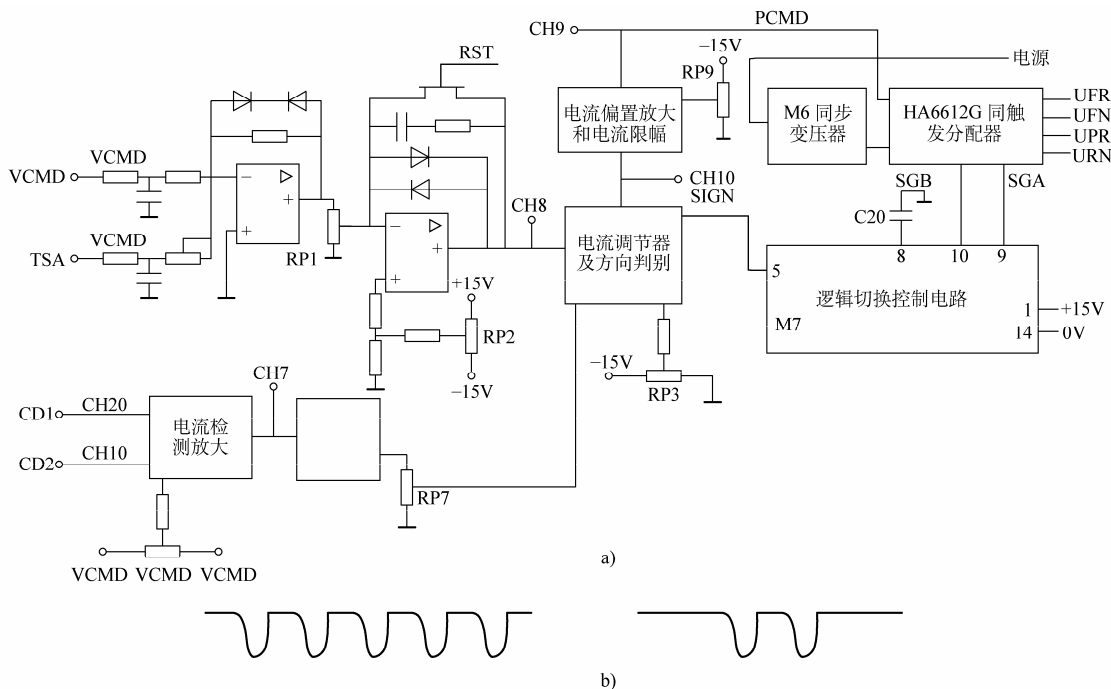


图 1-9 FANUC 系统晶闸管逻辑无环流可逆调速装置控制线路

a) 控制线路简图 b) 电动机电流波形

故障处理: 经调换印制电路板外围电容 C20, 故障排除。

【例 1-12】 FANUC 0TE 系统 401 号报警故障。

故障设备: 济南第一机床厂 MJ-50 型数控车床, 采用 FANUC 0TE-A2 数控系统, 轴进给为交流伺服。

故障现象: X 轴伺服板 PRDY (位置准备) 绿灯不亮, 0V (过载)、TG (电动机暴走) 两报警红灯亮, CRT 显示 401 号报警。通过自诊断 DGNOS 功能, 检查诊断数据 DGN23.7 为“1”状态, 无“VRDY” (速度准备) 信号; DGN56.0 为“0”状态, 无“PRDY”信号。X 轴伺服不走。断电后, NC 重新送电 DGN23.7 为“0”, DGN56.0 为“1”, 恢复正常, CRT 上无报警。按 X 轴正、负方向点动, 能运行, 但走后约 2~3s, CRT 又出现 401 号报警。

故障检查与分析: 因每次送电时, CRT 不报警, 说明 NC 系统主板没有问题, 故障可能发生在伺服系统。采用交换法, 先更换伺服电路板, 即 X 轴与 Z 轴伺服板交换 (注意: 短路棒 S 的位置)。交换后, X 轴可走, 但不久出现 400 号报警, 而 Z 轴不报警, 说明故障在 X 轴上, 继续更换驱动部分 (MCC) 后, X 轴正、负方向走动正常并能加工零件, 但加工第二个零件时, 又出现 400 号报警。

查 X 轴机械负载, 卸传动带, 查丝杠润滑, 用手可使刀架上下运动, 确认机械负载正常,

变伺服电动机, 绝缘正常, 电动机电缆、插接头绝缘正常, 用钳形电流表测量 X 轴伺服电动机电流, 电流值在 $6\sim 11\text{A}$ 范围内变动。查说明书, X 轴伺服电动机为 A06B-0512-B205 为 05 型, 额定电流为 6A , 而现空载电流已大于 6A , 但机械负载正常, 只能怀疑是制动抱闸没有松开。电动机带抱闸转动。用万用表检查, 果然制动电源 90V 没有, 查保险管又未熔断, 再查, 发现保险座锁紧螺母松动, 板后保险管座的引线脱落, 造成无制动电源。

故障处理: 将上述部位修复后, 故障排除。

说明: 由于 X 轴电动机刚抱闸还能转动, 容易误认为抱闸已松开, 可实际是过载。因伺服电动机电流过大, 造成电流环报警, 引起 NC 系统出现 “PRDY” (位置准备) 信号没有, 接触器 MCC 不作用又使 “VRDY” (速度准备) 信号没有, 从而出现 401 号报警及 0V 和 TG 红灯亮。当电流大到一定程度就会出现 400 号报警。因此, 不能单纯按照说明书检查步骤去查, 而应从原理上思考分析后, 去伪存真, 抓住本质解决问题, 以免走弯路。

【例 1-13】 数控车床数字伺服系统故障。

故障设备: 美国 CS-42 数控车床, 采用 FANUC 0TB 数控系统。

故障现象: 随机性报警停车, CRT 上显示信息为 401 SEVO ALARM (VRDY OFF) 414 SEVO ALARM X 轴 DETECT ERR 424 SEVO ALARM Z 轴 DETECT ERR 434 SEVOALARM 3 轴 DETECT ERR, 伺服板上 HC 二极管发亮显示报警。

故障检查与分析: 根据报警内容, 判断 401 号报警的原因可能是数字伺服控制单元上的电磁接触器 MCC 未接通, 数字伺服控制单元没有加上 100V 电源, 数字伺服控制板或主控制板接触不良。414、424、434 号报警是 X 轴、 Z 轴和第 3 轴数字伺服系统有故障, 很可能是这三个轴的输入电源电压太低, 伺服电动机不能正常运转。而 HC 报警的主要原因是伺服板上有电流穿过伺服放大器。根据以上分析, 检测 MCC 接触器的线圈、连接导线、浪涌吸收器等元件均无异常。进一步检测观察, 发现热保护动作有问题。

故障处理: 调整 MCC 热保护开关, 使其完全复位。

【例 1-14】 FANUC 0TD 系统误差的排除。

故障现象: 机床运转正常, CRT 显示器参考点位置没变, 但每次按程序加工时, Z 轴方向总是相差 5mm 左右。

故障检查与分析: 该机床为沈阳第三机床厂生产的 S3-241 数控车床, 数控系统原为美国 DYNAPATN 系统, 后改造为日本 FANUC 0TD 系统。故障产生的这 5mm 误差显然不能由刀具补偿来解决, 肯定有不正常因素。经调查了解到, 前一天加工时, 因 Z 轴护挡板坏了, 中间翘起, 迫使 Z 轴走不到位 (Z 轴丝杠转不动) 而停机。修好护挡板, 开机时就出现此故障。

检查: 轴的减速开关、挡铁都未松动, 实际参考点位置与 CRT 显示值也相差 5mm 左右, 而丝杠的螺距是 8mm , 因此正好差半圈左右。NC 发令 Z 轴电动机运转, 而 Z 轴丝杠因挡板卡住而转不动, 很可能造成联轴器打滑。打滑后机床返回参考点时, 减速开关释放后, 找编码器栅格 “1 转” PC 信号。原来转小半圈就找到了 “1 转” 信号, 而现在估计要转大半圈才找到 “1 转” PC 信号 (见图 1-10)。这样参考点尺寸位置就相差半个螺距了。

故障处理: 松开 Z 轴联轴器, 转动 Z 轴电动机轴半圈 (丝杠轴不动)。再试返回参考点, 出现有时小于 5mm , 有时大于 5mm 的现象。我们估计 “1 转” 信号处于临界位置, 再松开联轴器, 再转 $1/4$ 圈, 再试返回参考点和各程序动作, 位置尺寸正常, 实践与分析一致, 故障排除。

【例 1-15】 NH-1 型数控螺杆车床进给失控故障的解决。

故障现象：在进行螺杆铣削加工时，发生进给失控的故障。Z 轴进给速率呈现无规律状态，经过一段时间后或者停机后重新开机，恢复正常工作状态。

故障检查与分析：该机床为 NH-1 型数控螺杆车床，数控系统采用 FANUC 6TB。

机床在进行螺纹切削加工时，伺服轴的进给量与主轴速度存在一定的关系，进给速率采用每转毫米数为单位。主轴位置由主轴脉冲编码器进行测量，进给轴位置由进给轴位置检测装置进行测量，同时输入主板进行位置控制。为了比较直观地分析故障时主轴位置与 Z 轴位置之间的关系，利用拓印出加工件表面刀具轨迹拓印图的方法，从拓印图上直观地分析主轴与 Z 轴之间的位置关系（见图 1-11）。

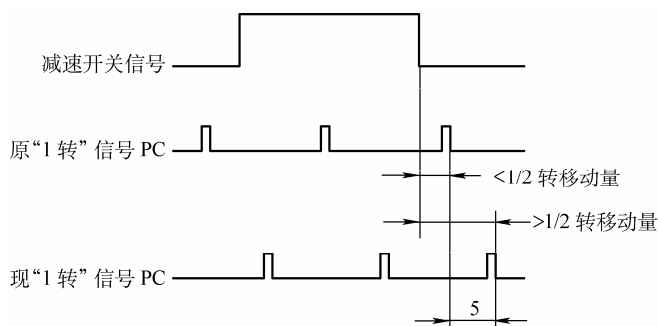


图 1-10 编码器“1 转”信号与丝杠螺距关系图

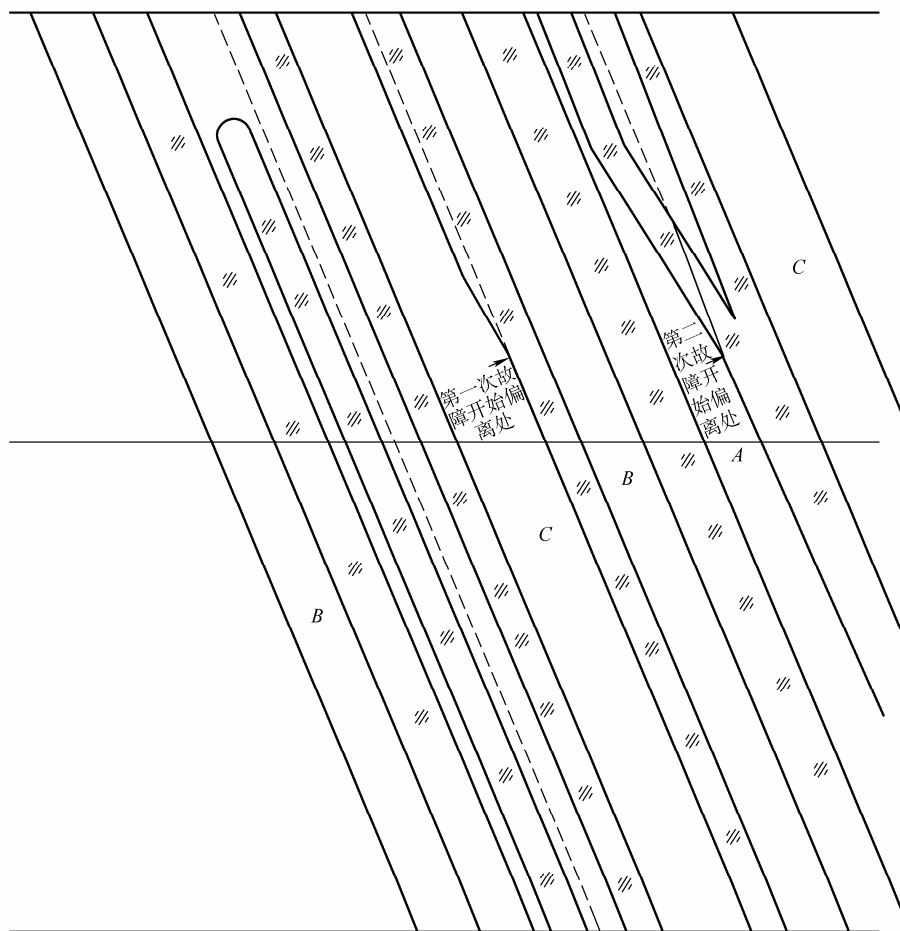


图 1-11 故障表面轨迹拓印图

发生故障时机床的切削条件也是必须考虑的因素之一。当时的切削条件为：主轴转速为 0.12r/min，Z 轴进给速率 $f=140\text{mm/r}$ ，程序号为 00046，螺纹线数为 3。故障发生后重新核对了加工程序，与原输入程序完全相符。该程序已被加工实践证明正确无误，且故障发生在一个程序段执行过程之中，所以程序方面的原因可以排除。

从分析拓印图刀具轨迹可以看出，两次故障开始发生时的主轴位置相同。第一次故障从开始到恢复正常，主轴转动约 80.8° ，历时约 1.87min，螺纹在 Z 轴方向向前偏移 17mm。第二次故障从开始到恢复正常，主轴转动约 38.86° ，历时约 0.90min，螺纹在 Z 轴方向向前偏移 6.5mm。从刀具轨迹还可以看出，故障期间刀具在 Z 轴方向的运动与主轴位置之间呈无规律状态。

从两次故障开始发生时主轴位置相同，Z 轴进给速率 f 值增大（螺纹在 Z 轴方向向前偏移）这两点，我们认为故障的原因是丢失了主轴脉冲所致。导致主轴脉冲编码器丢失脉冲，可能的原因是由于主轴转速太低（主轴转速为 0.12r/min），主轴脉冲编码器每转脉冲数为 1024，在这样低的主轴转速下，主轴脉冲编码器每秒钟发出的脉冲数为 2.05，在这样低的频率下比较容易由于某种原因使脉冲波形（幅度和脉冲比）产生变化而造成脉冲丢失，引起上述故障，一直到主轴脉冲波恢复正常为止，故障自动消失。

故障处理：基于上述对该故障产生原因的推论，我们采取的对策是：在加工工艺允许的条件下，尽量提高主轴的转速，以提高主轴脉冲的频率来提高其抗干扰性。在以往的加工过程中，出现这类故障都是发生主轴处于最低转速档进行铣削加工时。在进行车削加工和较高主轴转速的铣削加工时，均未出现过上述故障。

【例 1-16】 日本 NT-150K 型数控车床 410、416 报警。

故障现象：该机床用 FANUC 0TC 系统控制，配用 FANUC S 系列交流速度控制单元。机床在手动方式移动 X 轴时，有时会出 410 或 416 报警，多数是 410 报警。在自动方式进行加工程序循环，一般在半小时内就会出现上述两种报警。

故障检查与分析：410 报警表示 X 轴停止时位置偏差量超出了由参数 593 所设定数值。检查参数 593，和 Z 轴一样，为 150，没有改变。考虑到 X 轴在大部分时间是正常的，无需如维修手册提示那样对 X 轴伺服参数重新进行初始设定。用诊断参数 DGN800 检查 X 轴实际位置偏差量，发现有时停止时要比 Z 轴 DNG801 大得多。416 报警表示 X 轴位置检测反馈信号断线或短路，这是位置偏差量过大的常见原因之一。和另一台同型号机床交换 X 轴电动机编码器至轴卡 M35 插座的 J220 电缆，然而故障依旧。又交换了轴卡，还不能排除故障。再检查速度单元和伺服电动机。断开 NC 电源，脱开电动机三相插头，再接通电源（如垂直轴要有防落措施），用万用表直流电压档测量 X 轴速度单元板上给电动机供电的三相相间电压，都有电压，这说明故障在电动机侧。检查电动机线和电动机，发现有一相接线似断非断，重新焊接，安装好后开机，运行正常，故障被排除。

【例 1-17】 一台数控车床出现 400 号和 401 号报警。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：这台机床开机就显示报警“400 SERVO ALARM: 1.2TH OVERLOAD（伺服报警第一、二轴过载）”和“401 SERVO ALARM: 1.2TH AXIS VRDY OFF（伺服报警第一、二轴没有 VRDY 信号）”，指示 Z 轴伺服有问题。

故障检查与分析：因为系统开机就出现 400 号报警，指示一、二轴过载，两个轴都没有

动,说明这个报警并不是真实的过载报警。系统说明书关于 401 号报警的解释,为数控系统没有得到伺服控制的准备好(Ready)信号。

根据机床控制原理图进行检查,伺服系统电源模块上没有三相电源输入,进一步检查发现,接触器 MCC 没有吸合,而 MCC 是受伺服系统的电源模块控制的,检查模块的供电没有问题,因此怀疑伺服系统的电源模块损坏,采用互换法与另一台机床的电源模块对换,证明确实是伺服电源模块损坏。

故障处理:将损坏的电源模块维修后,机床恢复了正常工作。

【例 1-18】 一台数控车床出现报警 414 SERVO ALARM (X AXIS DETECT ERR)(伺服报警 X 轴检测错误)。

数控系统: FANUC 0TC 系统。

故障现象:屏幕显示 414 号报警,指示 X 轴伺服有故障。

故障检查与分析:查阅 FANUC 数控系统诊断手册得知,在伺服出现 414 报警时,通过诊断数据 DGN N0720 可以查看一些故障的具体原因,利用系统的诊断功能调出诊断数据 DGN N0720 进行查看,发现第 5 位变为了“1”,通常没有报警时应该为“0”,第 5 位变为“1”表示伺服驱动过电流。

这台机床的伺服装置采用 FANUC α 系列数字伺服装置,在出现报警时检查伺服系统,发现伺服驱动模块的数码管上显示“8”。查阅 FANUC 伺服系统技术手册得知,伺服驱动的“8”号报警同样也表示伺服轴过电流。将该伺服驱动模块安装到其他机床上,也显示同样的报警,说明这个伺服驱动模块出现问题。

故障处理:对损坏的伺服驱动模块进行检查发现,其上几只 IGBT 损坏,更换新的后机床故障排除。

【例 1-19】 一台数控车床出现报警 424 SERVO ALARM (Z AXIS DETECT ERR)(伺服报警 Z 轴检测错误)。

数控系统: FANUC 0TC 系统。

故障现象:屏幕显示 424 号报警,指示 Z 轴伺服有故障。

故障检查与分析:这台机床采用 FANUC α 系列数字伺服装置, X 轴和 Z 轴使用一块双轴伺服驱动模块,在出现报警时检查伺服系统发现,伺服驱动模块的数码管上显示“9”。查阅 FANUC 伺服系统技术手册得知,伺服驱动的“9”号报警指示第二轴 Z 轴过电流。

查阅数控系统报警手册,424 报警为 Y 轴的数字伺服系统有错误,在伺服出现 424 报警时,通过诊断数据 DGN N0721 可以查看一些故障的具体原因,利用系统的诊断功能调出诊断数据 DGN N0721 进行查看,发现第 4 位变为了“1”,通常没有报警时应该为“0”,第 4 位变为“1”表示伺服驱动出现异常电流。

出现这个报警的原因分析:

1) Z 轴负载是否有问题,将 Z 轴伺服电动机拆下,手动转动滚珠丝杠,发现很轻没有问题,这时开机,只让伺服电动机旋转,也出现报警,所以不是机械故障。

2) 伺服电动机是否有问题,将 X 轴伺服电动机与 Z 轴伺服电动机对换,还是 Z 轴出现报警,证明伺服电动机没有问题。

3) 伺服驱动模块是否有问题,与其他机床互换伺服驱动模块,故障转移到另一台机床上,这台机床恢复正常,证明是伺服驱动模块出现故障。

将伺服模块拆开进行检查,发现Z轴W相的晶体管模块损坏。

故障处理:更换W相晶体管模块后,故障排除。

1.1.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 1-20】 日本西铁城 F12 数控机床,其数控部分采用的是 FANUC 10T 系统。主轴分度控制装置错误故障的排除。

故障现象:在加工过程中,主轴不能按指令要求进行正常的分度,主轴分度控制装置上的 ERROR(错误)灯亮,主轴慢慢旋转不能完成分度。除非关断电源,否则主轴旋转而不停止。

故障检查与分析:该机床的最大加工直径为 $\phi 12\text{mm}$,带有棒料自动进给装置,主轴最高转速为 10000 r/min ,因为有主轴分度装置,且刀台上有工具主轴,故可进行二次加工。

此故障多与检测主轴分度原点用的接近式开关以及与分度相关的限位开关等有关电气部件以及机械上的传动及执行元件有关。

首先依照维修说明书上的关于该故障的排除流程图依次进行如下检查:梯形图中 $y000.2=1$;与分度相关的除液压缸动作良好;与分度相关的滑移齿轮啮合良好;通过诊断功能检查 LSCSEL 的开关状态。

DGN $\times 1.6=0$

以上均为正常状态,按流程图要求应该与制造商联系。但为慎重起见,又进行如下工作:

1) 检查主轴分度原点用接近开关,确认该开关与感应档铁的间隙在 0.7mm 左右,符合说明书所说的其间隙在 1mm 以内的要求,故障仍然存在。

2) 由于故障未排除,又进一步地更换主轴分度控制装置 IDN-10A 以及分度用步进电动机、编码器、数控箱内的 DI/DOS3 A16B-1210-0322A 板等,并检查有关的电气连线,仍未解决问题。

正当感到无从下手时,曾随意地将一垫铁放在接近开关的感应端面上,则机床突然地完成了主轴分度动作,由此可判断是该接近开关的灵敏度降低了。

故障处理:将该接近开关与感应档铁的间隙调整到 0.1mm 左右,则机床恢复正常,故障排除。

说明:工作中要尽量想得全面、周到、仔细、认真些,本着先简后繁、先易后难、逐步深入的原则,避免经验主义的错误,以免走弯路。

【例 1-21】 主轴高速飞车故障。

故障设备:国产 CK6140 数控车床,采用 FAXUC 0TE 数控系统。

故障现象:该机床主轴为 V57 直流调速装置,当电源接通时,主轴就高速飞车。

故障检查与分析:造成主轴高速飞车的原因有以下几种:

- 1) 装在主轴电动机尾部的测速发电机故障。
- 2) 励磁回路故障,弱磁电流太小。
- 3) 速度设定错误。

根据以上分析,在停电状态下,用手旋转测速发电机,测速发电机反馈电压正常,在开机瞬间,测量励磁电压也正常。而主轴给定电压测得为 14.8V (正常时最高给定电压为 $\pm 10\text{V}$),故初步诊断为 NC 主板硬件故障。

故障处理：该主板上与给定电压有关的电路较多，除电阻、电容、二极管等常规元器件外，还有很多集成电路，不可能把所有有关的线路一一分割进行试验。但由于给定输出为 14.8V，因此怀疑是 15V 电源通过元件加到了输出上。由于无该数控系统主板的原理图等资料，采用最基本的测电阻的方法，从外到里逐个元件测量对 15V 电源的电阻值，最终发现一块运算放大器损坏，其输出与 15V 短接。更换后运行正常。

【例 1-22】 主轴运行中急停故障。

故障设备：美国 CS-42 数控车床，采用 FAXUC 0TB 数控系统。

故障现象：机床在运行中主轴急停，并出现报警信息，CRT 显示 1008SP INDLE UNIT FAULT，主轴伺服板上显示 AL-12。

故障检查与分析：从 AL-12 报警信息分析，很可能是速度控制系统主回路的直流电流过大引起，原因有以下三种：

- 1) 主轴电动机绕组短路。
- 2) 主轴驱动板上逆变器用的晶体管模块损坏。
- 3) 印制电路板故障。

首先检测主轴电动机绕组，阻值正常。接着检测驱动板输出信号，发现三项输出电压信号有偏差，卸下驱动板，检测逆变器晶体管模块，发现已损坏。

故障处理：更换晶体管模块，故障排除。

【例 1-23】 主轴点动时运转不停，且操作失灵故障。

故障设备：美国 CS-42 数控车床，采用 FANUC 0TB 数控系统。

故障现象：机床在开机启动时，主轴运转不停且操作失灵，但无任何报警信息。

故障检查与分析：操作失灵一般有以下两个原因：

- 1) 操作面板失电。
- 2) 系统内软件出现错误。

此故障出现时 X 轴、Z 轴、T 转塔均可操作移动，只是主轴点动运转起来后停不下来，说明操作面板各键工作正常，故障出在主轴伺服单元的软件上。进一步分析技术资料，确定主轴伺服控制板上的 NVRAM 中软件出现错乱。

故障处理：首先利用主轴伺服控制板上的短路销设置，清除芯片现存内容，并对其进行初始化，然后依照机床设定参数，重新调整主轴速度参数后故障排除。

【例 1-24】 主轴速度波动故障。

故障设备：济南第一机床厂 MJ-50 数控车床，采用 FANUC 0T 系统。

故障现象：机床主轴运转当中突然出现速度往下大幅度波动，从实际转速和 CRT 实际检测值显示也可以看出，故障初发时，很快又恢复正常，但一段时间后，故障重复出现，已不能继续加工，无任何报警显示。

故障检查与分析：分析故障现象，应该是主轴驱动部分有故障。用转速表检测主轴故障的实际转速与 CRT 显示值相符，但比设定值小得多（一半以上），说明检测元件没问题。打开电气柜，检查主驱动部分各指示灯无异常，再检查电动机电线各接线端子等，发现与主电动机相连的 U、V、W 三相电缆中，其中有一相与主轴伺服单元的功率板连接处已烧成炭黑状。仔细观察，发现连接螺钉松开，属严重接触不良所致。由于接触不良，机床切削中遇到大的振动，接触不良加剧，阻值增大，引起发热，并伴随输出功率减小，转速下降，随着时

间推移,故障越来越明显。

故障处理:将功率板取下,清除炭化部分,换下接线端子重新连接后,机床运转正常。

【例 1-25】 主轴驱动故障。

故障设备:某第三机床厂 CSK3163P 数控车床,采用 FANUC 5T 数控系统,主轴驱动系统为湖北襄樊机床电气传动设备厂生产的 KBS-III-300A 晶闸管调速系统。

故障现象:机床接通电源后,在手动、手动数据输入和自动状态时起动主轴,出现主轴过电流报警。

故障检查与分析:操作者反映,该机床在工作中突然出现主轴电动机打火,同时主轴驱动柜的报警灯点亮,主回路电源跳闸。主轴报警的原因很多,诸如熔断器熔断、磁场没有电流、电流反馈回路断线、空气开关跳闸、主轴电动机有问题、继电器动作不对、主轴驱动有问题等,都能导致主轴报警。

从主轴过电流报警分析,产生过电流的原因一般有电动机过电流、短路外,还有晶闸管反向击穿、逆变失败、触发电路被封锁等。对以上产生过电流的原因,采取从比较直观的部分入手,再对比较复杂的部分一一检查。对所有的熔断器、强电电路及该机床的 NC 系统进行检查,发现一切正常。测量电动机电枢绕组正常,拆下电动机电刷并进行处理,将电动机换向器用纯酒精清理干净,检查机械传动部分正常,将电动机装好试车,故障依旧。又对 B5-300A 晶闸管调速系统进行检查,拆下晶闸管后面的连接线,将装有晶闸管整流器、散热器、脉冲传输装置、阻容吸收装置的抽屉拔出,检查每一个晶闸管元器件反向击穿现象。又对其分立元器件进行检查,没有发现损坏现象。检查电流反馈回路连线正常。通过以上检查,判断故障可能出在触发器以前的电路中,封锁了触发脉冲,使得系统出现主轴报警,主轴驱动结构如图 1-12 所示。

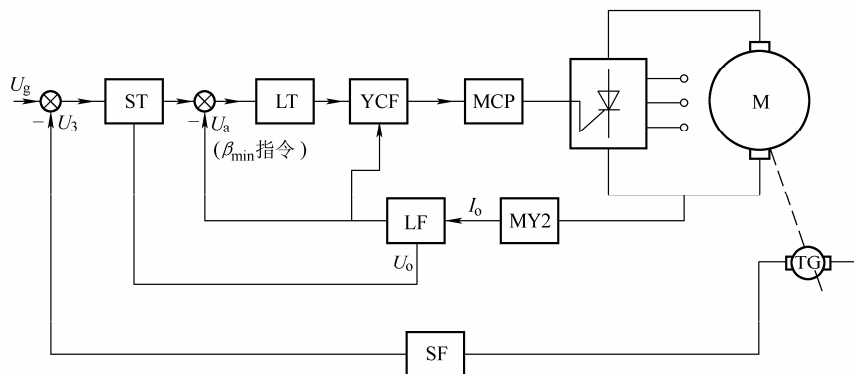


图 1-12 主轴驱动结构

ST—速度调节器 LT—电流调节器 YCF—移动触发器 MCP—脉冲分配器

LF—电流反馈 SF—速度反馈 TG—测速发电机 MY2—电流检测整流桥

以图 1-12 所示为依据进行事故分析,主轴过电流时, I_o 增大, U_a 增大,加于电流调节器 LT 输入部分,以封锁回路控制通道。这时电流调节器 LT 输出负向限幅值,并封锁触发脉冲,同时使保护继电器 JJ 动作,接通能耗制动,使主回路电源跳闸,并将过电流信号送到自饱和电路,点亮主轴过电流报警灯。根据以上分析,初步判定电流反馈电路有问题。电流反馈电路是由切换逻辑开关 LK I (电压极性鉴别器)和逻辑开关 LK II (电流极性鉴别器)组成,

它的作用是在无环流控制可逆线路中切换正、反组晶闸管桥，其输入信号（见图 1-12）有两个：

1) 极性输入信号 U_o ，它取自速度调节器的 3 脚，并输入到 LK I 插脚 2。

2) 零电流输入信号 I_o ，它取自 MY2 单元电流检测整流桥输出电路的二极管 D18 两端，输入到 LK II 的插脚 19。

切换逻辑就是根据这两个信号控制正、反组晶闸管的通断，来实现可逆运转和再生制动的。切换逻辑的输出有三个（见图 1-12）：

1) 正组触发脉冲通断电子开关（LK II 中的 BG19）。

2) 反组触发脉冲通断电子开关（LK II 中的 BG17）。

3) $\beta_{\min}$ 指令 A，即主回路控制通道封锁信号 U_a ，此信号由 LK I 的端子 19 输出，LK I 还附有软换向装置，以减少电动机在起、制动时带来的机械冲击，软换向对减小电动机打火有一定作用。软换向指令信号由 LK I 的 4 脚输出，软换向电流波形的高度由 4W 调节，宽度由 2W、3W 调节，并且 2W、3W、4W 均位于 LK I 抽屉的面板上。

故障处理：通过以上分析，借助于示波器观察其移项触发器的波形，试调 4W，试车，观察到电动机打火明显减少，又对 4W、3W、2W 进行重新调整，使移动触发器 YCF 的波形达到正确的波形（见图 1-13），再试车，故障排除。

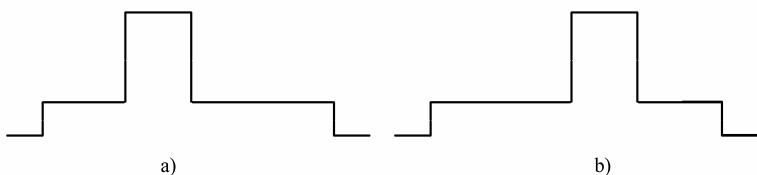


图 1-13 移动触发器 YCF 的波形

a) 给定电压未加时 b) 给定电压加上时

说明：对于任何设备，合理的维护和检修是保证长期可靠运行的基本因素之一，晶闸管调速装置也不例外，CSK3163P 已使用多年，尽管制造厂采取了过滤等措施，但少量灰尘的逐日积累，由少到多，日子长久，沉积下来的灰尘还是相当可观的。这种故障就是因为环境灰尘多，机床工作时间长，温度较高，使得主轴驱动印制电路板上的某些元件参数漂移所致。这说明，设备的定期清扫是完全必要的。

【例 1-26】 一台数控车床开机出现报警 409 SERVO ALARM (SERIAL ERROR) (伺服报警，串行主轴错误)。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：这台机床开机后，起动主轴时出现 409 报警，主轴旋转速度只有 20r/min 左右，并且有异响。

故障检查与分析：因为报警指示主轴系统有问题，并且转速不正常，说明是主轴系统的故障。这台机床的主轴控制装置采用 FANUC α 系列交流数字伺服控制器，检查主轴控制器，控制器的数码管显示 31 号报警，根据报警手册，31 号报警是速度检测信号断开报警。但检查反馈信号电缆没有问题，与其他机床互换驱动模块也没有解决问题。

根据主轴电动机的控制原理，在电动机内有一个磁性测速开关作为转速反馈元件，将这个硬件拆下检查，发现由于安装距离过近，将检测头磨坏，说明磁性测速开关损坏。

故障处理：更换磁性测速开关，机床恢复正常工作。

【例 1-27】 一台数控车床主轴转速不稳。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：在机床切削加工过程中，主轴转速不稳定。

故障检查与分析：利用 MDI 方式起动主轴旋转时发现，主轴稳定旋转没有问题，而自动切削加工时，却经常出现转速不稳的问题。

在加工时仔细观察屏幕，除了主轴实际转速变化外，主轴速度的倍率数值也在变化。检查主轴转速倍率设定开关没有问题，对电气连线进行检查发现，主轴倍率开关的电源连线开焊，在加工时由于振动导致电源线接触不良，有时能够接触上，有时接触不上，最后造成主轴转速不稳；而在 MDI 方式，没有进行加工，没有振动，所以电源线连接良好，倍率没有变化，主轴转速也就稳定。

故障处理：将该开关上的电源线焊接上后，主轴转速恢复稳定旋转。

【例 1-28】 一台数控车床主轴速度不稳定。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：这台机床在主轴旋转时突然出现速度大幅度下降的现象，没有任何故障报警。故障检查与分析：观察故障现象，主轴转速不稳定，系统显示的主轴转速与实际相符，速度下来之后一会儿还可能恢复上去。这台机床的主轴控制系统采用 FANUC α 系列交流数字伺服驱动装置，在出现故障时，对主轴驱动装置进行检查，没有报警显示。检查主轴电动机的电缆连接时发现，三相电源中其中一相的电源电缆在主轴驱动模块的连接端子上已烧成炭黑状。仔细检查发现连接螺栓松动，导致严重接触不良。

故障处理：将功率模块拆开，清除炭化部分，换下接线端子重新连接后，机床恢复稳定运行。

【例 1-29】 一台数控车床主轴停车时间变长。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：这台机床在主轴停车时，主轴停机时间变长，无报警显示，只是影响机床的使用效率。

故障检查与分析：首先对机床数据进行检查，没有发现问题，那么问题可能出在主轴控制器上。这台机床采用的是交流伺服主轴，对主轴控制系统进行检查，拆下控制板，发现板上一只制动电阻烧坏。

故障处理：更换新的电阻后，机床故障消除。

1.1.4 刀架系统故障实例与诊断

【例 1-30】 瑞士 SCHAUBLIN 公司生产的 SCHAUBLINI10 数控车床，数控系统为 FANUC 0TC 系统。刀架旋转失控故障。

故障现象：加工中突然出现转塔刀架旋转失控现象。发生故障时转塔刀架可能旋转多圈而不能停止到位，且故障时有时无，没有规律。发生故障时，有时会显示 444 号（提示内容为第四轴伺服系统故障）或 410 号（提示内容为第四轴停止位置偏差大于程序设定值）报警。

故障检查与分析：故障现象不仅时有时无，且在手动状态下运行时，每点动一下，转塔刀架往往连续运转多步而不停，且不论正、反向均如此。并且随着时间的增加，故障的频率

增加很快，只是偶然能正常工作。根据有时出现的 444 号报警与 410 号报警提示，可确定为转塔刀架运动系统故障无疑。经现场仔细观察，发现转塔刀架正常工作的一个全过程为：接收到转位信号→转塔刀架弹起→转过一个刀位（仍在弹起状态）→转塔刀架落下复位（准备执行下一个转位动作）。而故障状态下的运行过程为：接收到转位信号→转塔刀架弹起→转过多个刀位一直不落下。根据故障现象分析，不论有无故障发生，其转塔刀架转位信号的接收都是正常的，且与转塔刀架旋转方向无关。同时观察到在走参考点时，PLC 中 X3073.0 显示正常，因此可以排除参考点传感器 SB141、转塔刀架旋转方向动作控制（旋转方向控制仅在手动状态下有效）和转塔刀架转位信号的传输故障，应把重点放在与转位动作有关的几个元件上。首先，仍采用传统的方法，即观察 PLC 中各元件动作的信号显示来帮助确定故障部位。由于该故障时有时无，正好有可能为我们提供正常和异常两种情况下的信号状态。表 1-1 列出了转塔刀架各转位元件在上述两种情况下的信号状态。

表 1-1 信号状态

转塔动作 工作状态	转塔弹起	旋转（弹起状态）	吸进复位
正常	X3073.4=1 X3073.5=0 X3206.1=1	X3073.4=1 X3073.5=0 X3206.1=1	X3073.4=0 X3073.5=1 X3206.1=0
异常	X3073.4=1 X3073.5=1 X3206.1=1	X3073.4=1 X3073.5=1 X3206.1=1	X3073.4=1 X3073.5=1 X3206.1=1

从表 1-1 中可以看到，在转塔刀架弹起和转塔旋转（弹起状态）两个动作中，正常和异常的信号状态区别在于 X3073.5（SB143）和 X3206.1（YV243）两个元件状态均处于异常情况。而 YV243（电磁阀）是一个输出执行元件，它的动作受输入元件（SB143）的状态控制。所以问题的关键是进一步确认 SB143（转塔刀架锁定传感器）的工作状态是否正常。拆下转塔刀架端子板 X81 的一上盖板上的 4 只螺钉，卸下盖板，可见到转塔刀架 3 个位置传感器 SB141、SB142、SB143 和接线端子 X81。

首先在手动状态下点动转塔刀架，可观察到三只位置传感器根部的 LED 显示，判断出其工作基本正常（只是 SB143 在输出高电平时 LED 显示较亮，而输出低电平时 LED 显示有时较暗一些）。为了进一步确定其工作状态，用万用表测量接线端子 X81 上的 2、5 两端电平，发现当 SB143 上 LED 显示较暗时其 5 端输出仍为高电平（正常状态低电平输出时 LED 应不发光，而不是较暗）。至此，转塔刀架锁定传感器 SB143 工作异常。拆下 SB143 检查，证实其确已损坏。

由此可见，本例故障的关键是由于转塔刀架锁定传感器 SB143 工作异常不稳定。当其失效时，输出不受机床动作的控制，而一直输出高电平，这就迫使电磁阀 YV243（位于机床左侧上部的阀门组件板上）长期通电不能释放，最终导致转塔刀架不能落下复位。

故障处理：更换传感器 SB143 后故障排除。

【例 1-31】 济南第一机床厂的 MJ-50 数控车床，所配系统为 FANUC 0TC。刀架转位不正常故障及排除。

故障现象：在机床调试过程中，无论手动、MDI 或自动循环，刀架有时转位正常，有时

出现转位故障，刀架不锁紧，同时“进给保持”灯亮，刀架停止运动。

故障检查与分析：该转位刀架是济南第一机床厂的专利产品，是液压控制夹紧、松开，由液压马达驱动转位的。因此，刀架有机械问题的可能性很小。

应确认转位刀架 PLC 控制程序有问题，尤其是刀架控制程序中延时继电器的时间设定不当，有可能出现这种故障。因为刀架装上刀具以后，各刀位回转的时间就不一样了，有可能延时时间满足了回转较快的刀位，而满足不了回转较慢的刀位，出现转位故障，不过这种故障是有规律可循的，而这台机床转位刀架故障找不到这种规律。根据每次转位刀架出现故障时，“进给保持”灯亮这一点，从 PLC 梯形图上分析，反推故障点，但查不到原因。机床厂提供的两年前 PLC 梯形图上，“进给保持”灯与转位刀架故障信号无关。显然，机床厂提供的这份 PLC 程序梯形图与机床实际控制程序不符。

由于程序与梯形图不符，无法分析，只能完全依靠 I/O 诊断画面来分析故障原因。在反复手动刀架转位中，我们逐渐找到了规律，那就是奇数刀位很少出故障，故障大多发生在偶数刀位且无规律可循，为此，重点查看刀架奇偶校验开关信号 X14.3，发现在偶数刀位时，奇偶校验开关信号 X14.3 时有时无，于是断定找到了故障原因。因为该刀架设计为偶数奇偶校验，在偶数刀位时，如果奇偶校验开关 X14.3 有信号，奇偶校验通过，刀架结束转位动作并夹紧；如果 X14.3 无信号，则奇偶校验出错，发出报警信号，“进给保持”灯亮，刀架不能结束转位动作，保持松开状态。而在奇数刀位时不受奇偶校验影响，因而转位正常。

故障处理：拆开转位刀架后罩，检查奇偶校验开关及接线均正常，接着检查由开关到数控系统 I/O 板的线路，发现电箱内接线端子板上 X14.3 导线与端子压接不良，导线在端子内是松动的，重新压好端子，故障排除，刀架位正常。

【例 1-32】 中国台湾大冈 TNC-20N 数控车床，系统型号为 FANUC 0T。刀库刀具编码混乱故障处理。

故障现象：该机床发生碰撞事故后，刀架在垂直导轨方向上偏差 0.9mm，刀架在原方向上旋转 90°，用另一组定位销定位刀架后，偏位故障排除，但刀塔转了 90°。刀具号在原刀号上增加了“3”，即选择一号刀时实际到位刀是四号刀，这使操作工极易产生误操作。

故障检查与分析：该刀架的换刀过程如下：选择刀号发出换刀指令→NC 选择刀架旋转方向→刀架旋转→编码器输出刀码→要换刀具到位，PLC 指令刀架定位销插入→刀架夹紧。

最终选择的刀具是由编码器输出刀码决定的。重新安装刀架时转 90°后定位。而编码器并没有旋转，还停在原来的刀码位置，这是造成乱刀的原因。

故障处理：由于编码器输出 4 位开关信号，PLC 以二进制码对刀具绝对编码，改 PLC 程序可以调整刀码，但要请机床制造厂家来完成，花费大，维修周期长，此法不考虑。

除此之外采用以下两种方法均可使刀号调整正常：一是让刀架固定在某刀具号 A 上，脱开编码器与刀架驱动电动机之间的齿轮连接，旋转编码器使其编码与刀架固定的刀号 A 一致，再将编码器与刀架连接即可；二是固定编码器输出某个刀具编码 A，脱开编码器与刀架驱动电动机之间的齿轮连接，拔出刀架定位销，用手盘动刀架，使指定刀号与编码号一致。采用上述第一种方法时，由于编码器在约 15°范围内转动时，输出码不变化，均与指定刀码一致，所以往往要多次调整其位置才能使刀架准确定位。采用第二种方法时，刀架是靠定拉销插入定位槽来定位，每个指定刀位对应一个定位槽，一次即可完成定位。

用上述两种方法时，系统起动，但急停开关一定要按下，以防发生事故。

【例 1-33】 数控车床，出现报警 2007 “TURRET INDEXING TIME UP”（刀塔分度超时）。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：刀塔旋转起动后，刀塔旋转不停，并出现 2007 报警，指示刀塔旋转超时。机床复位后，刀塔旋转停止，但出现报警 2031 “TURRET NOT CLAMP”（刀塔没有卡紧），指示刀塔没有卡紧。

故障检查与分析：观察故障现象，发现刀塔根本没有回落的动作，根据刀塔的工作原理和电气原理图，PMC 输出 Y48.2 通过继电器控制刀塔推出电磁阀。因此，首先怀疑数控系统没有发出刀塔回落命令，但利用 DGNOS PARAM 功能观察 PMC 输出 Y48.2，在刀塔旋转找到第一把刀后，Y48.2 的状态变成 0，说明刀塔回落的命令已发出，检查刀塔推出电磁阀的电源已断开，但刀塔并没有回落，说明电磁阀有问题。

故障处理：更换新的电磁阀，故障排除。

【例 1-34】 数控车床，出现报警 2031 “TURRET NOT CLAMP”（刀塔没有夹紧）。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：刀塔旋转后出现 2031 报警，指示刀塔没有夹紧，不能进行自动加工。

故障检查与分析：因为报警指示刀塔没有夹紧，所以，首先对刀塔进行检查，发现已经夹紧，没有问题。根据机床工作原理，如图 1-14 所示，刀塔夹紧是通过开关 PRS13 检测的，接入 PMC 输入 X2.6，

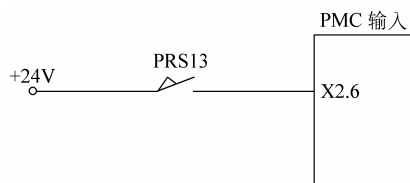


图 1-14 PMC 输入 X2.6 的连接图

利用系统 DGNOS PARRAM 功能检查 PMC 输入 X2.6 的状态，发现为 0，PMC 没有接收到夹紧信号。怀疑可能是检测开关有问题，将刀塔后盖打开，检查检测开关，确实有问题。

故障处理：更换夹紧检测开关，机床恢复正常。

【例 1-35】 南京机床厂 FANUC 0T 系统刀架奇偶报警的排除。

故障现象：刀架奇偶报警。

故障检查与分析：该机床为南京机床厂生产的数控车床，其控制系统采用 FANUC 0T 系统。机床在使用过程中发生刀架奇偶报警，奇数刀能定位，而偶数刀不能定位，此时，机床能正常工作。从宏观上分析，FANUC0T 系统无故障。从机床电气线路图上看，从机床侧输入 PLC 信号中，角度编码器有 5 根信号丝，见图 1-15。

这是一个 8421 编码，它们分别对应 PLC 的输入信号 X06.0、X06.1、X06.2、X06.3、X06.6。在刀架的转换过程中，四个输入信号根据刀架的变化而进行不同的组合，从而输出刀架的奇偶信号。根据故障现象，若当角度编码器最低位 634 号线信号恒为“1”时，则刀架信号将恒为奇数，而无偶数信号，故产生报警。根据上述分析，将 CRT 上 PLC 输入参数调出观察，该信号果然恒为“1”。而其

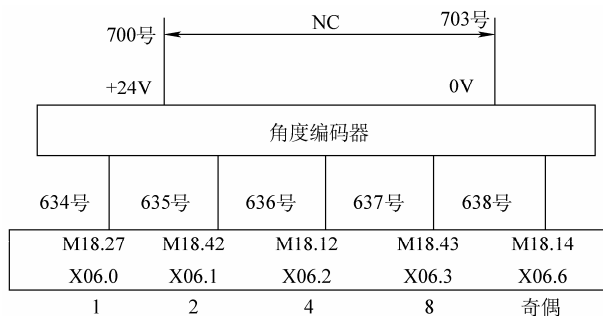


图 1-15 回转刀架二进制码

余4根线的信号,则根据刀架的变化情况或“0”或“1”。检查NC输入电压正常,证实了角度编码器发生故障。拆开角度编码器,绘制出其电气原理图(部分),如图1-16所示。

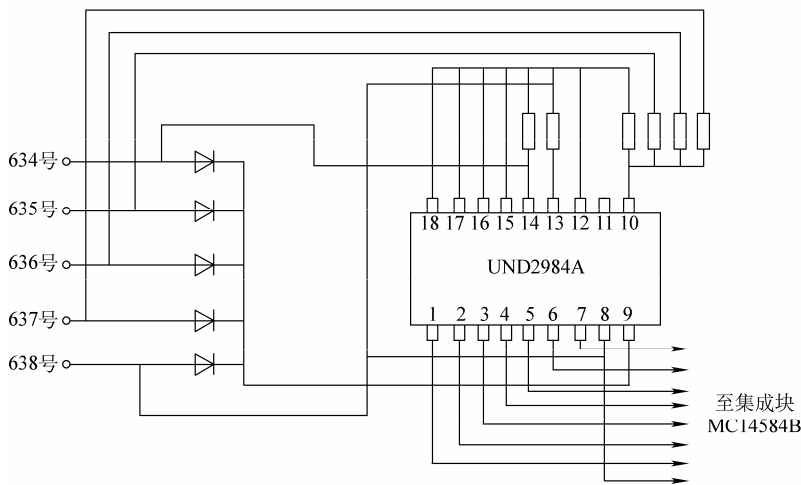


图 1-16 角度编码器电气原理图(部分)

根据电路图可以看出,634号线与集成电路块UND2984A的14脚直接相连,检查该集成电路块,14脚信号输出恒为“1”,说明集成电路损坏。

故障原因:集成电路块UND2984A损坏,使其14脚输出信号不管刀架怎样变化均恒为“1”,从而造成上述故障。

故障处理:更换一新的集成电路块后,故障排除。

【例 1-36】沈阳SK630数控车床刀架故障的处理。

故障现象:换刀时,刀架转几周后才能定位到所需的刀号位置。加工时刀架一边换刀,一边按程序编的轨迹运动。

故障检查与分析:沈阳第三机床厂生产的SK630型数控车床是两坐标连续控制万能型CNC车床,其控制系统为FANUC 5T系统,刀架采用继电器逻辑控制,电动换刀和行程开关编码。由于继电器逻辑控制方式可靠性差,易出故障,我们用日本产OMRON C20P型可编程程序控制器对其进行了电气改造。改造后,提高了机床的工作效率,增强了机床的可靠性。

由图1-17所示刀架换刀流程可知,数控柜发出的信号经由PLC来控制刀架电动机,因此,引起刀架失控的原因可能有以下几方面:①CNC通过PLC发出误动作信号,CNC来的信号通过PLC内部运算后,由输出端输出控制中间继电器,再由中间继电器控制接触器来控

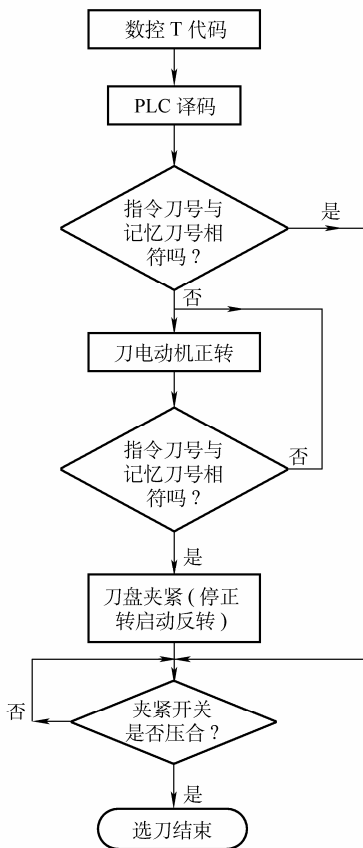


图 1-17 刀架换刀流程

制刀架电动机,用 PC 编程机观察可编程序控制器 PLC 的输入/输出点均正常,说明 CNC 并没有发出错误信号;②PLC 程序有误,用同①的检查方法,对照 PLC 的梯形图,反复观察 PLC 的输入/输出信号均为正常,说明 PLC 的程序无误;③用万用表测量刀架电动机在执行换刀程序时 PLC 的输出电压,发现此时电压值属正常,但换刀电压保持时间过长,使刀架不停地旋转,这可能是中间继电器有问题,换上备用中间继电器后,试车发现故障仍然存在;④打开刀架体后盖,反复观察刀架的运动,发现 KX1 由于冷却水透进,有生锈现象,用万用表测量发现常开触点时断时闭,换上备用 KX1 后第一故障排除,第二故障仍旧;⑤观察刀架的夹紧动作,发现刀架在反转夹紧过程中,将 KX2 压得过紧,经测量发现开关弹簧已压坏,其常开触点成为常闭触点。在此情况下,无论刀架是转位还是夹紧,都给 PLC 输入一个刀架夹紧符合信号(FIN),使得机床在运行程序时出现边走边直线运动、边转刀的危险现象,这是要特别注意的。换上新 KX2,并将其位置调整适中,第二故障排除。

【例 1-37】 一台数控车床出现报警 2007 TURRET INDEXING TIME UP (刀塔分度超时)。数控系统: FANUC 0TC 系统。

故障现象:这台机床第一次出现故障,在旋转刀塔时,出现 2007 报警,指示刀塔旋转超时。

故障检查与分析:观察故障现象,在起动刀塔旋转时,刀塔根本没有旋转。根据刀塔旋转的工作原理,起动刀塔旋转时,首先刀塔浮起,然后进行旋转。

刀塔推出电磁阀是由 PMC 输出 Y48.2 通过直流继电器控制电磁阀 YV7 完成的,如图 1-18 所示。利用系统 DGNOSPARAM 功能观察 PMC 输出 Y48.2 的状态,在起动刀塔旋转时,其状态变为“1”,没有问题,但电磁阀上没有电压,可能是继电器 K7 损坏,但更换继电器 K7 后,并没有解决问题,而检查 K7 的触点确实没有吸合,检查继电器板上 K7 线圈上的电压只有 16V 左右,电压过低,再检查继电器板上端子 P24V 的电压时也为 16V 左右。为此查找电压低的故障原因,发现整流电源上的电源输出端子虚接,造成接触不良。

故障处理:将电源端子紧固好后,机床故障消除。

【例 1-38】 一台数控车床出现报警 2048 TURRET ENCODER ERROR (刀塔编码器错误)。数控系统: FANUC 0TC 系统。

故障现象:这台机床第一次出现故障,旋转刀塔后,出现 2048 报警,指示刀塔编码器有问题。

故障检查与分析:根据机床工作原理,这台机床使用编码器检查刀塔的刀号,编码器采用 8421 码对刀号进行编码,刀号的 8421 码接入 PMC 的 X6.0、X6.1、X6.2、X6.3、X6.4,刀塔转换信号接入 PMC 的 X6.5,首先用 DGNOS PARAM 功能检查 X6.5 的状态,发现变化异常,这种现象表明编码器位置可能有问题,需要调整。将刀塔拆开,对编码器进行调整,发现刀号变化和 X6.5 的变化都不正常,说明编码器有问题。

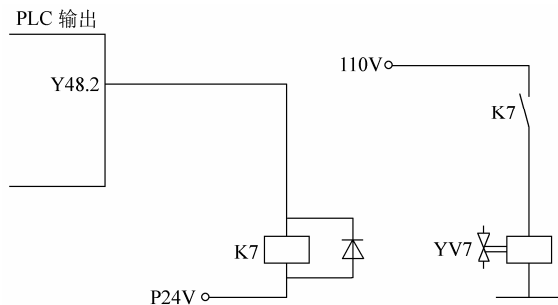


图 1-18 刀塔推出电气控制原理图

故障处理：因为没有备件，将编码器拆开进行检查，发现内部有很多油将码盘部分遮盖了，所以使编码器工作不正常，用清洗剂将编码器清洗，安装好后调整好位置，重新开机，机床故障消除。

1.1.5 机电部分故障实例与诊断

【例 1-39】 液压电动机互锁引起的急停故障维修。

故障现象：某配套 FANUC 0T 的数控车床，开机后出现“NOT READY”显示，且按下“液压起动”按钮后，液压电动机不工作，“NOT READY”报警无法消除。

故障检查与分析：经了解，该机床在正常工作情况下，在液压起动后，CNC 的“NOT READ-Y”应自动消除，CNC 转入正常工作状态。

故障处理：对照机床电气原理图检查，得知机床的外部“急停”输入（X21.4）由“急停”开关、X/Z 轴“超程保护”开关、液压电动机过载保护自动开关、伺服电源过载保护自动开关的常闭触点串联而成。

依照线路，逐个检查这些开关信号，发现液压电动机过载保护自动开关已跳闸。通过测试，确认液压电动机无短路，液压系统无故障，合上空气开关后，机床正常工作，且未发生跳闸现象。

【例 1-40】 参考点位置不稳定的故障维修。

故障现象：某配套 FANUC 0 系统的数控车床，回参考点动作正常，但参考点位置随机性大，每次定位都有不同的值。

故障检查与分析：由于机床回参考点动作正常，证明机床回参考点功能有效。进一步检查发现，参考点位置虽然每次都在变化，但却总是处在参考点减速档块放开后的位置上。因此，可以初步判定故障的原因是由于脉冲编码器“零脉冲”不良或丝杠与电动机间的连接不良引起的故障。

为确认问题的原因，鉴于故障机床伺服系统为半闭环结构，维修时脱开了电动机与丝杠间的联轴器，并通过手压参考点减速档块，进行回参考点试验。多次试验发现，每次回参考点完成后，电动机总是停在某一固定的角度上。

以上证明，脉冲编码器“零脉冲”无故障，问题的原因应在电动机与丝杠的连接上。仔细检查发现，该故障是由于丝杠与联轴器间的弹性胀套配合间隙过大，产生连接松动。修整胀套，重新安装后机床恢复正常。

【例 1-41】 南京机床厂 FANUC 0T 系统数控车床尾座套筒报警的处理。

故障现象：尾座套筒报警。

故障检查与分析：该机床为南京机床厂生产的数控车床，其控制系统采用 FANUC 0T 系统。查阅机床电气线路图知：尾座套筒的伸缩由 FANUC 0T 系统中的 PLC 控制。其尾座套筒 PLC 控制原理如图 1-19 所示。

检查尾座套筒的工作状态，当脚踏尾座开关顶紧时，系统产生报警。在系统诊断状态下，调出 PLC 输入参数，在 X04.2 上看到，当脚踏向前开关时，PLC 状态为“1”；X17.3 尾座套筒转换开关信号为“1”，尾座工向保护区信号为“1”；输入信号正常。在 PLC 输出参数 Y49.0 上，当脚踏向前开关时，Y49.0 为“1”，同时，电磁换向阀 14-Y1 也导通，这说明系统 PLC 输入/输出状态均正常。

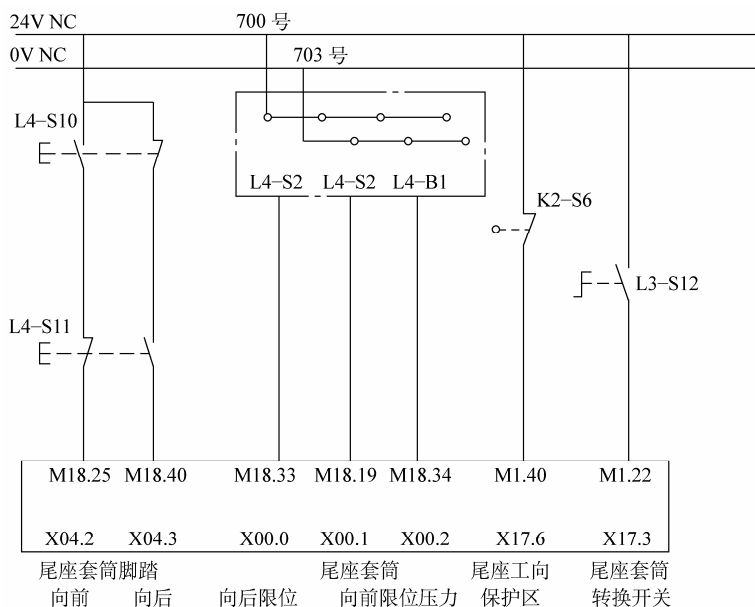


图 1-19 尾座套筒 PLC 控制原理

分析尾座套筒液压系统图（见图 1-20）。当电磁换向阀 L4-Y1 导通后，液压油经溢流阀、流量控制阀、单向阀进入尾座套筒液压缸，使其向前顶紧工件。松开脚踏开关后，此时电磁换向阀 L4-Y1 处于中间位置，油路停止供油，由于单向阀的作用，尾座套筒向前时的油压得到保持，该油压使压力继电器常开触点接通，在系统 PLC 输入信号中 X00.2 为“1”。然而，检查系统 PLC 输入信号 X00.2 为“0”，说明压力继电器触点信号不正常。

故障原因：检查压力继电器，其触点开关损坏，从而造成 PLC 输入信号为“0”，系统认为尾座套筒未顶紧而产生报警。

故障处理：更换新的压力继电器，故障排除。

【例 1-42】 瑞士 SCHAU BLIN 110 数控车床 510 号报警的消除。

故障现象：开动机床走参考点时，出现 510 号报警。

故障检查与分析：SCHAU BLIN 110CNC 数控车床是瑞士 SCHAU BLIN 公司的系列产品。该机床的主要控制单元均采用日本 FANUC 公司的产品，其中包括 0TC-CNC 系统、交流主轴驱动和坐标轴交流伺服单元以及 PLC 可编程序控制器。而主要电器元器件多为德国产品。

经现场检查，当机床开机走参考点时，经常发生刀架向+X 方向运动时（该机床的主要坐

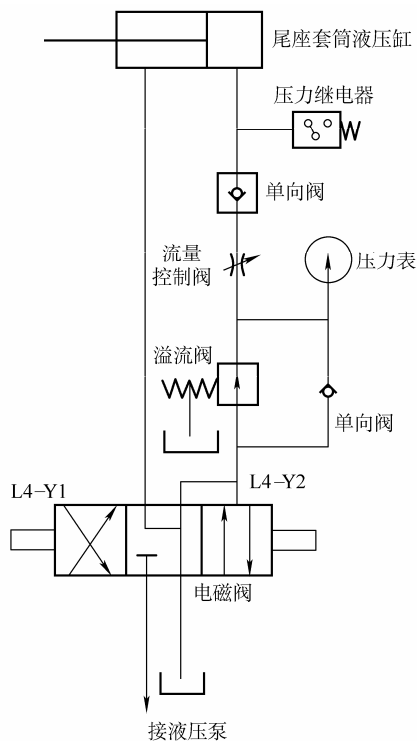


图 1-20 尾座套筒液压系统图

标方向定义如图 1-21 所示), 尚未到达极限位置 (CRT 显示尚有 12mm 左右距离) 系统就出现 510 号报警, 而向 $-X$ 方向运动时, 则未出现过此类报警。

根据经验分析, 出现这类报警一般均与该坐标的位置传感器有关。而故障报警提示为 $+X$ 方向超程, 因此应把检查的重点放在 $+X$ 极限和 X 参考点两只位置传感器的工作状态上。

首先打开机床后部的电气控制箱, 找到 PLC 中编号为 A132 的部件, 然后运行机床, 通过 PLC 观察到: 当向 $+X$ 方向运行时, X3073.7 为常亮, 到达 $+X$ 极限位置附近时, X3073.7 闪烁一下后又常亮; 而向 $-X$ 方向运行机床时, X3073.6 的情况与 X3073.7 的相类似, 即一直常亮, 在 $-X$ 极限位置附近时闪烁一下后又常亮; 而 X 参考点传感器 SB150 (X3073.1) 在向 X 两个方向运行时则始终不亮, 仅偶然出现过无规则闪烁。故由此初步判断 SB150 工作可能异常。

为了进一步确定故障, 可将位于机床正面工作仓中溜板滑枕上的下端盖板打开, 有关各位置传感器在机床中的位置如图 1-22 所示。

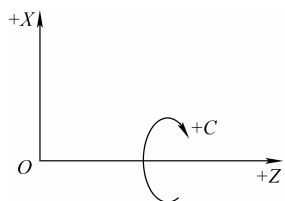


图 1-21 机床主要坐标定义简图

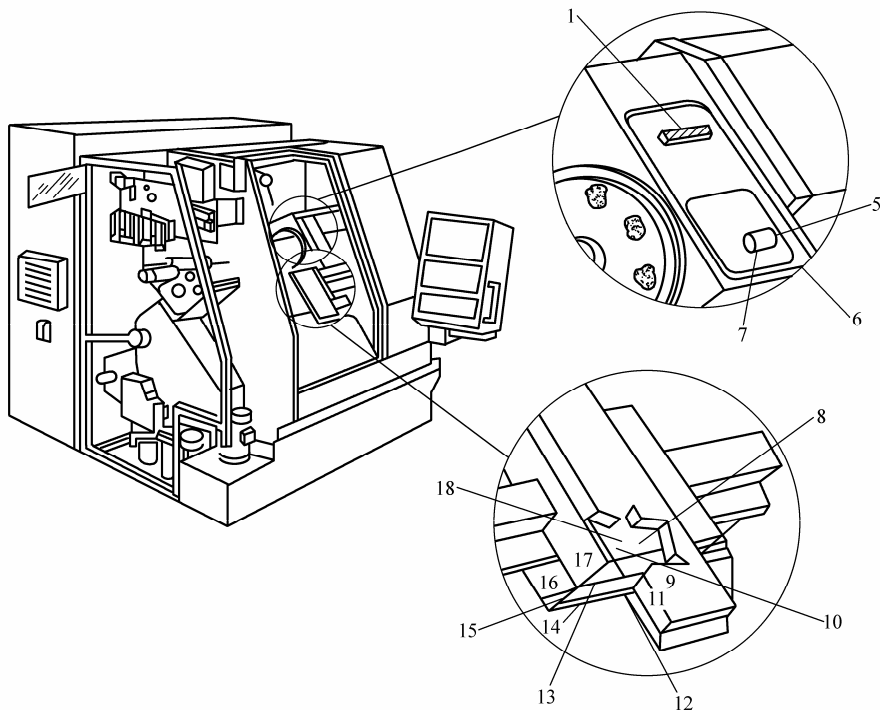


图 1-22 各位置传感器在机床中的位置示意图

- 1—端子板 2—转塔刀架释放传感器固定螺钉 3—转塔刀架锁定传感器固定螺钉 4—转塔刀架参考点传感器固定螺钉
5—转塔刀架参考点传感器 SB141 6—转塔刀架锁定传感器 SB143 7—转塔刀架释放传感器 SB142 8— X 极限传感器 SB145
9— X 极限传感器固定螺钉 10— X 坐标参考点传感器 SB150 11— X 坐标参考点传感器固定螺钉 12—端子板 X95
13— Z 坐标参考点传感器 SB153 14— Z 坐标参考点传感器固定螺钉 15— $+Z$ 极限传感器 SB151
16— $+Z$ 极限传感器固定螺钉 17— $+X$ 极限传感器固定螺钉 18— $+X$ 极限传感器 SB148

注: 2~4 位置在多个零件之中, 图中未标。

传感器工作电压为 DC24V 正常。而在机床运动状态下分别测量 X95.3、X95.4 及 X95.5 三个端子相对于 X95.2 的电压。结果发现 X95.3 和 X95.4 平时输出均为高电平，当运行至+X 极限位置附近时，X95.4 变为低电平后又回复到高电平，而运行至-X 极限位置附近时，X95.3 输出一低电平后又回复到高电平。但测量 X95.5 时则一直为低电平（偶然无规则出现过电平）。由此可进一步判定 X 参考点传感器 SB150 工作异常。

故障处理：更换了故障传感器 SB150 后，机床一切工作正常。

【例 1-43】 一起断线故障的判断和分析。

故障现象：在机床完成一段加工工序退回准备换刀时，中断加工程序，有时中断控制回路电压。当机床中断瞬间，CRT 面板上出现 XOV L 报警一闪，很快就消失了。

故障检查与分析：该机床为沈阳第三机床厂生产的 CK3225 数控车床，采用 FANUC 0TE 系统。根据故障现象，首先排除加工程序的问题。从机床中断瞬间出现 X 轴超程报警显示，问题应该和超程有关，查 PLC 梯形图（超程报警关系局部梯形图如图 1-23 所示）。

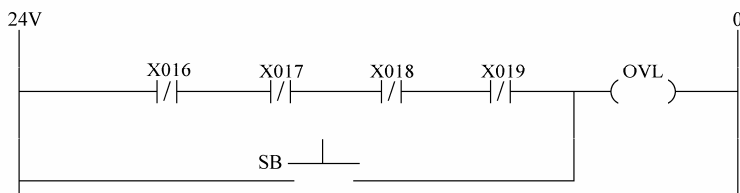


图 1-23 超程报警关系局部梯形图

4 个行程开关相“与”后再“或”上一个手动按钮输出到 PLC 内部超程继电器 OVL。由图 1-23 可知 OVL 超程状态是 0，状态有效。4 个行程开关的输入点是使用的常闭点，正常时 OVL 的状态为 1，只有行程开关在+X、-X、+Z、-Z 任一方向撞上档铁，OVL 状态由 1 变为 0，机床超程报警，停止工作。按下 SB 按钮，同时按下手动方向键就可将机床反方向拉回正常工作范围，消除超程报警。基于上述分析，查 PLC 梯形图观察 X016、X017、X018、X019 四个工作状态，发现在机床自动加工循环中断瞬间 X017 由 1 变 0 但马上又回到状态 1，X017 为 X 轴正向超程开关输入点，由此可判断 X 轴正向超程开关或连线有问题。

故障处理：因机床中断 X 轴处于正常行程范围内，检查 X 轴超程开关至 PLC 输入点间连线正常，最后在 PLC 输入端将 X 轴正向超程短接后故障排除。从 X017 在中断瞬间由 1 变 0 又回到 1，我们确定为 X 轴正向超程开关至 PLC 输入点间的连线在随走刀架运动中断后随即又接通，即连线断点处于断与不断的的状态，更换此线后，故障得到了解决。

【例 1-44】 FANUC 11T 数控车丝机 SV001 故障的处理。

故障现象：SV011 报警。

故障检查与分析：该机床为美国 PMC 公司的数控车丝机。系统采用 FANUC 11T 系统。SV11X (Z) LS1 OVERFLOV 报警在使用中出现的次数最多，同时在伺服控制器的电源板或控制板上也有报警。FANUC 资料指出：“位置偏差超过 ± 32767 或 D/A 转换器的速度指令值超出 $-8192 \sim +8192$ 的范围，这个错误通常是由于不适当的参数设定所引起的。”但是修改参数设定不能解决问题。归纳起来主要有伺服电源板过热、伺服柜内温度高、伺服电动机与丝杠联轴器松动、丝杠托动的机械传动部分阻力过大、润滑不良、光栅尺的反馈信号失控等原因。因 SV011 报警时把伺服控制板、光栅尺、EXE 放大器、CNC 主板都换了也没解决问题，

最后确认故障是由伺服电源板下面的风扇不工作、电源板内吸浮的灰土油污较多、不能良好的散热造成的。

故障处理：清理排气扇电动机后，报警消失。

【例 1-45】 FANUC 11T 数控车丝机 Z 轴进给不稳定故障的排除。

故障现象：Z 轴进给不稳定。

故障检查与分析：该机床为美国 PMC 公司的数控车丝机，系统采用 FANUC 11T。Z 轴在加工中进给速度不稳定，严重时产生主轴系统报警，而不稳定因素又是随机的，所以与系统的调整无关。在 PMC 公司的指导下，换伺服电源、伺服控制器，重新调光栅尺，换全套位置检测装置和主轴编码器的反馈装置，可以说与伺服有关的元件都换了也没解决问题。我们又把所有的接线端子全部紧一遍还是不行，然后对照原理图重点检查 CNC 到伺服系统的电缆插头及过渡的连线及端子，发现 51A24 号指令线虚接，端子拧紧后不到位，更换端子试车正常。此信号线是 CNC 发出的进给指令到伺服系统控制电动机进给，如果虚接，外界稍有振动会造成进给指令瞬间变化，导致机床抖动，若此时正好处于切削状态即产生打刀损坏工件的现象。

故障处理：将故障部位 51A24 号线接好，故障排除。

【例 1-46】 中国台湾 WL-3MAX 数控车床电源故障的处理。

故障现象：机床在加工过程中突然断电，电源单元上 PIL 绿灯和 ALM 红灯同时亮。重新起动，又能正常运行，不久又出现同样故障。有时开机时上述两灯同时亮，系统电源无法接通。

故障检查与分析：机床用 FANUC 0TD 系统控制，配用 AI 型电源单元，其开关电源电路图如图 1-24 所示。

上述故障一般有以下几种原因：

1) 外部报警信号如液压泵电动机过载，使电源单元 CP3 插头上的 AL 和 OFF 两端接通，从而使内部 RY5 继电器吸合，停止开关电源振荡，同时点亮红灯，禁止电源起动。

2) 该电源输出+24V、+15V、-15V、+5V 各档电压，如果外部负载电流过大，使输出电压跌至下限，从而触发报警。最常见的是为机床输入、输出信号提供电源的-24E，机床上的开关进水，电缆被铁屑烫坏，继电器线圈或并联的吸收二极管烧坏等都有可能造成过载，严重短路时还会使 F14 熔断器熔断，产生 950 号报警。

3) 电源单元本身性能不良，带负载能力不强，内部元器件热稳定性不好或接触不良。

我们采用了比较简单的办法，和另一台机床交换电源单元，很快地确定为电源单元不良。拆下电源单元，另接交流输入电源，检查启停按钮和临时负载。发现电源起动不稳定，常出红灯。测量开关电源振荡频率，只有 200kHz 多一点，比图 1-24 所示 300kHz 小得多。将振荡电阻 R21 调小至 12kΩ，使振荡频率升至 270kHz 以上，检查各档电压正常。

上机试用，开机不久又出同样故障。重新拆下电源单元进行检查，发现该电源在+5V 不接负载时，起动不稳定。检查虚拟电阻 R56，其阻值已变大，调换后，起动稳定。将电源单元安装到机床上使用，经长时间运行，原故障不再发生。

【例 1-47】 一台数控车床在自动加工时出现报警 2021 CHUCK UNCLAMP（卡盘没有夹紧）。

数控系统：FANUC 0TC 系统。

故障现象：这台机床在自动加工时，突然出现 2021 报警，不能继续进行自动加工。

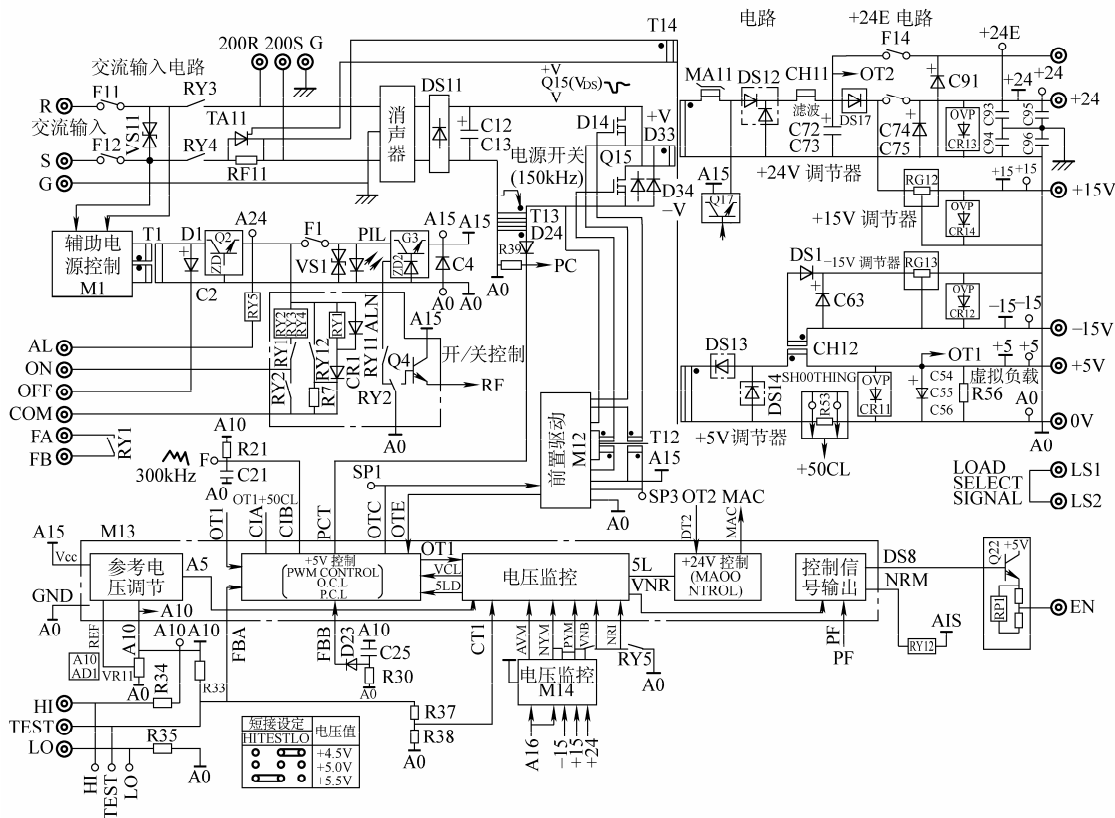


图 1-24 AI 型开关电源电路图

故障检查与分析：机床 2021 报警指示卡盘没有夹紧，检查机床工件确实没有夹紧，因此自动加工不能进行。根据机床工作原理，PMC 输出 Y48.1 通过直流继电器 K5 控制电磁阀 YV5，YV5 控制卡盘夹紧，如图 1-25 所示。通过系统 PMC 的 DGNOSPARAM 状态显示功能检查 PMC 输出 Y48.1 的状态，发现为“1”，没有问题，检查夹紧电磁阀 YV5 线圈上也有电压，对线圈进行检查发现夹紧电磁阀线圈烧坏。

故障处理：更换电磁阀的线圈后，机床恢复正常工作。

【例 1-48】 一台数控车床在自动加工时经常出现报警 911Main RAM parity（存储器校验错误）。

数控系统：FANUC 0TD 系统。

故障现象：这台机床在自动加工过程中经常出现 911 报警，指示系统有问题。

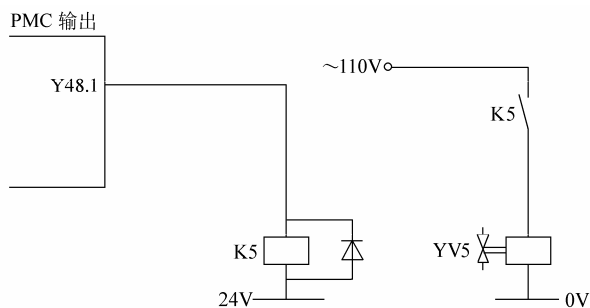


图 1-25 卡盘控制原理图

故障检查与分析：因为不经常发生，所以首先认为可能是干扰问题，检查供电电源，制作良好的接地系统，都没能解决问题。反复观察故障现象，在机床不进行加工时，机床通电之后静止，从来不出报警。编制测试程序，X轴和Z轴分别运动和插补运动都不出现故障。那么是不是与主轴有关系呢？在测试程序中加入主轴旋转的指令，运行测试程序，这时故障出现了，而且故障都是发生在主轴旋转的过程中。这台机床的主轴电动机采用普通三相交流电动机，采用Y/△方式起动，为了排除其接触器的电磁干扰问题，在接触器三相进线端接入阻容滤波，但故障依旧。最后对主轴电动机进行检查，拆开主轴箱的防护罩，检查电动机的电源接线没有问题，但发现主轴制动电磁线圈的连接电线有一处磨破，当主轴旋转时，有时与床身短接，破损处恰好为系统I/O的24V电源，从而造成电源短路，引起911报警。

故障处理：对破损的电线进行绝缘处理，并采取防磨措施，开机测试，再也没有出现这个报警，机床恢复正常工作。

【例 1-49】 CK7815/1 型数控车床采用日本 FANUC 公司的 3T-A 闭环 CNC 控制系统。CRT 无显示故障。

故障现象：在调试一零件程序过程中，将机床锁住进行空运行时，按下起动按钮，显示器无任何显示，也无光栅。

故障检查与分析：进给伺服机构采用 FANUC-BESK 直流伺服电动机（FB-15 型）。主轴驱动采用 FANUC-BESK 直流主轴电动机，可在宽范围内实现无级调速和恒速切削。机床顺序控制由 3T-A 系统内装的可编程序控制器（PC-D）来实现。

检查 NC 柜中电源板无 24V 直流电压输出，关掉机床电源，将 PCB 主板上与直流 24V 电源相连的接插件 PC3 拔下，然后给机床通电，电源板有直流 24V 电压，此时 CRT 有光栅，这说明在 PCB 主板或与其相连的插口及印制电路板中有短路的地方。关掉电源，将与 PCB 连接的输入/输出接口 M1、M2 和 M18 拔下，把 PC3 插口恢复，通电试车，CRT 显示正常。关掉电源，逐一连接 M1、M2 和 M18，查出输入接口 M1 和与 PLC 板连接的 M18 中均有短路的地方，至此，排除了 PCB 主板和 PLC 板，说明故障出现在机床侧。检查 M1 和 M18 中的 32P 均与地短路，查 32P 接线，都是 5 号（即系统直流 24V 电源），通过分线盒与强电柜中的 5 号端子相连，将 5 号端子上的信号线逐一用万用表测量，有一条线与地短路，顺此线查明故障发生在刀盘接线盒内的刀位开关上，重新调整刀位开关和接线，故障排除了，机床恢复正常工作。

1.2 配置 SIEMENS 数控系统故障诊断与维修

1.2.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 1-50】 德国 PITTler 公司的双工位专用数控车床装配西门子 810T 系统，自动关机故障。

故障现象：自动加工时，右工位的数控系统经常出现自动关机故障，重新启动后，系统仍可工作，而且每次出现故障时，NC 系统执行的语言也不尽相同。

故障检查与分析：机床数控系统采用德国西门子公司的 SIN810/T，每工位各用一套数控系统。伺服系统也是采用西门子的产品，型号为 6SC6101-4A。

西门子 810 系统采用 24V 直流电源供电, 当这个电压幅值下降到一定数值时, NC 系统就会采取保护措施, 迫使 NC 系统自动切断电源关机。该机床出现此故障时, 这台机床的左工位的 NC 系统并没有关机, 还在工作。而且通过图样进行分析, 两台 NC 系统共用一个直流整流电源。因此, 如果是由于电源的原因引起这个故障, 那么肯定是出故障的 NC 系统保护措施比较灵敏, 电源电压下降, 该系统就关机。如果电压没有下降或下降不多, 系统就自动关机, 那么不是 NC 系统有问题, 必须调整保护部分的设定值。

这个故障的一个重要原因为系统工作不稳定。但由于这台机床的这个故障是在自动加工时出现的, 在不进行自动加工时, 并不出现这个故障, 所以确定是否为 NC 系统的问题较困难。为此首先对供电电源进行检查。测量所有的 24V 负载, 但没有发现对地短路或漏电现象。在线检测直流电压的变化, 发现这个电压幅值较低, 只有 21V 左右。长时间观察, 发现在出现故障的瞬间, 这个电压向下波动, 而右工位 NC 系统自动关机后, 这个电压马上回升到 22V 左右。故障一般都发生在主轴吃刀或刀塔运动的时候。据此认为 24V 整流电源有问题, 容量不够, 可能是变压器匝间短路, 使整流电压偏低, 当电网电压波动时, 影响了 NC 系统的正常工作。为了进一步确定我们的判断, 用交流稳压电源将交流 380V 供电电压提高到 400V, 这个故障就再也没有出现。

故障处理: 为了彻底消除故障, 更换一个新的整流变压器, 使机床稳定工作。

【例 1-51】 德国 VDF. BOEHRINGER 公司生产的 PNE480L 数控车床, 数控系统为西门子 SYSTEM 5T 系统, READY (准备好) 指示灯不亮的处理。

故障现象: 机床合上主开关起动数控系统时, 在显示面板上除 READY 灯不亮外, 其余所有各指示灯全亮。

故障检查与分析: 因为故障发生于开机的瞬间, 因此应检查开机清零信号*RESET 是否异常。又因为主板上的 DP6 灯亮, 而且它又是监视有关直流电源的, 因此也需要对驱动 DP6 的相关电路以及有关直流电源进行必要的检查, 其步骤如下:

1) 因为 DP6 灯亮属报警显示, 首先对 DP6 的相关电路进行检查, 经检查确认是驱动 DP6 的双稳态触发器 LA10 逻辑状态不对, 已损坏。用新件更换后, 虽然 DP6 指示灯不亮了, 但故障现象仍然存在, 数控系统还是不能起动。

2) 对*RESET 信号及数控系统箱内各连接器的连接情况进行检查, 连接状况良好, 但*RESET 信号不正常, 发现与其相关的 A38 位置上的 LA01 与非门电路逻辑关系不正确。但我们没有轻易更换此件, 而对各直流电流进行了检查。

3) 检查 $\pm 15V$ 、 $\pm 5V$ 、 $+12V$ 、 $+24V$, 发现 $-5V$ 电压值不正常, 实测为 $-4.2V$, 已超出 $\pm 5\%$ 的误差要求。进一步检查发现该电路整流桥后有一滤波用大电容 C19 ($10000\mu f/25V$) 焊脚处印制电路板铜箔断裂。将其焊好后, 则电压正常, LA01 电路逻辑关系及*RESET 信号正确, 故障排除, 数控系统能正常起动。

【例 1-52】 一台配备 SINUMERIK 5T 系统的数控机床。当按下 CNC 起动按钮时, 系统开始自检, 在显示器上出现基本画面时, 数控系统马上失电, 这种现象与 CNC 系统+24V 直流电压有关, 当+24V 直流电压下降到一定数值时, CNC 系统采取保护措施, 自动切断系统电源。由稳压电源输出的+24V 直流电压除了供 CNC 系统使用外, 还作为限位开关的外部电源、中间继电器线圈及伺服电动机中电磁制动器线圈的驱动电源, 因此它们中的任何一个短路, 均可使其他元件失电。

在不通电的情况下,经测量确认 CNC 系统的电源模块与中间继电器线圈无短路、漏电现象。逐个断开 X、Y 和 Z 轴各两个限位开关共同的电源线时, CNC 系统供电正常,检查限位开关,确认没有对地短路现象。为进一步确认故障,将 6 个开关逐个接到电源上并处于工作状态。其中 X 轴和 Y 轴的限位开关接上电源后, CNC 上电正常,但 Z 轴的 2 个限位开关接到电源后,出现:

- 1) 主轴箱没有到达+Z 和-Z 方向的限位位置时, CNC 系统就供不上电。
- 2) 当主轴箱到达+Z 或-Z 限位位置并压上其中一个限位开关时,系统就能供上电。

本例中机床 Z 轴伺服电动机配有电磁制动器,如图 1-26 所示。电磁制动器具有得电运行、失电制动的特性。

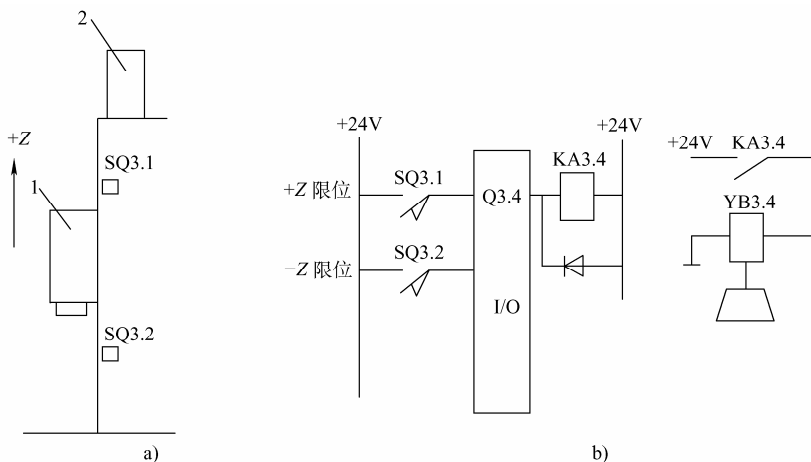


图 1-26 Z 轴伺服电动机电磁制动器的控制

a) Z 轴限位开关位置 b) 电磁制动器控制

1—主轴箱 2—带电磁制动器的 Z 轴伺服电动机

分析 Z 轴的伺服条件,在正常运行的情况下,+Z 或-Z 限位开关均未压上, PLC 的 I/O 模块输出 Q3.4 为“1”,中间继电器 KA3.4 线圈得电,KA3.4 触点闭合,电磁制动器 YB3.4 线圈得电,抱闸松开,Z 轴伺服电动机驱动。当碰到+Z 或-Z 其中一个限位开关时,Q3.4 为“0”,KA3.4 线圈失电,KA3.4 触点释放,电磁制动器 YB3.4 线圈失电,Z 轴伺服电动机制动。现 Z 轴两个限位开关未压上,YB3.4 线圈应得电,但 CNC 失电,而其中一个限位开关压上时,YB3.4 线圈应失电,但 CNC 上电正常,分析和故障现象相吻合。很显然,电磁制动器 YB3.4 线圈+24V 短路,从而引起 CNC 系统的失电,经测量 YB3.4 线圈对地电阻后,证实判断的正确性。

【例 1-53】 数控系统起动失败,操作键失效。

故障现象:一配置 SINUMERIK 820T 数控系统的车床在通电后,数控系统起动失败,所有功能操作键都失效,CRT 上只显示系统页面并锁定,同时,CPU 模块上的硬件出错红色指示灯点亮。

故障检查与分析:

(1) 故障了解 经过对现场操作人员的询问,了解到故障发生之前,有维护人员在机床通电的情况下,曾经按过系统位控模块上伺服轴位置反馈的插头,并用螺钉拧紧了插头的紧

固螺钉，之后就造成了上述故障。

(2) 故障分析 无论在断电或通电的情况下，如果用带电的螺钉旋紧或人的肢体去触摸数控系统的连接接口，都容易使静电窜入数控系统而造成电子元器件的损坏。在通电的情况下紧固或插拔数控系统的连接插头，很容易引起连接插件短路而造成数控系统的中断保护或电子元器件的损坏，故判断故障是由上述原因引起的。

故障处理：

1) 在机床通电的状态下，一手按住电源模块上的复位按钮（RESET），另一手按数控系统起动按钮，系统即恢复正常，页面可翻转。另一种方法是，在按下系统起动按钮的同时，按住系统面板上的“眼睛键”，直到 CRT 上出现页面，该方法同样适用于 810 系统。

2) 通过 INITIAL CLEAR（初始化）及 SET UP END PW（设定结束）两键操作，进行系统的初始化，系统即进入正常运行状态。

如果上述解决方法无效，则说明系统已损坏，必须更换相应的模块甚至系统。

故障总结：

- 1) 安装、调试和维修人员必须熟悉相关数控系统及技术资料。
- 2) 安装、调试和维修人员必须严格按规范操作。
- 3) 记录故障发生的经过，以便能及时查找故障原因。

【例 1-54】 数控车床，在自动加工过程中，有时系统自动关机。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障现象：这是一台从德国进口的双工位数控车床，每个工位采用一台西门子 810T 系统进行控制。这台机床右手工位的数控系统在机床加工过程中经常自动断电关机，每次关机时，工件的加工位置不尽相同，而系统重新启动后还可以正常工作。

故障检查与分析：根据故障现象，首先怀疑系统的硬件有问题，将两套系统的控制板对换后，还是右面的系统出现问题。根据数控系统的工作原理，如果供电系统的 24V 直流电源电压过低，系统检测到后会自动关机。因此，对系统的供电电压进行检查。这台机床的两套数控系统共用一套直流电源，其电压有些偏低，接近 24V。而在数控系统上测量供电电压，左面的系统电压在 23V 左右，右面的系统却在 22V 左右。根据电气原理进行分析，由于稳压电源在电气柜中，而数控系统在机床前面的操作位置，供电线路较长，产生了线路压降，而右面的供电线路更长，所以压降更大。实时检查右面系统的供电电压，发现在加工的过程中，由于机床的负载加大，电压还要向下波动，当系统自动断电后，电压又恢复到 22V 以上，因此，认为是系统的供电电压过低引起系统工作不稳定。

故障处理：为了妥善解决这个问题，考虑到是供电线路压降造成供电电压过低，因此，加大供电线路的线径，以减少线路压降，使右面系统的供电电压达到 23V 以上。这台机床再也没有出现此故障。

【例 1-55】 数控车床，开机后屏幕没有显示。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障现象：机床在正常加工中突然掉电，按系统起动按钮，系统起动不了，面板上的指示灯一个也不亮。

故障检查与分析：在系统起动时观察系统的 CPU 板，其上的发光二极管在起动按钮按下时，闪一下就熄灭了。测量系统电源的 5V 直流电源，在起动按钮按下瞬间，电压上升，然

后立即下降至 0。因此,首先怀疑系统电源模块有问题,但换上备用电源模块,故障依旧,说明电源模块没有问题,可能是其他模块使 5V 电源短路,电源模块通电检测到短路后,为避免损坏电源模块,立即关闭电源。首先拔下图形控制模块和接口模块,都没有解决问题,但拔下测量模块时,通电后系统正常上电,说明问题出在测量模块上。为进一步确定故障,把测量模块的电缆插头拆下,然后重新将测量模块插回,再通电测试,系统正常上电,说明测量模块没问题。将电缆插头逐个插到测量模块上,当将 X121 插头插到测量模块,通电开机时,系统又起动不起来了。问题肯定出在 X121 的连线上。根据系统接线图,X121 连接主轴脉冲编码器,对主轴编码器进行检查,发现其连接电缆破皮损坏,使电源线对地短路,引起故障。

故障处理:对主轴编码器电缆采取处理措施后,系统通电起动,正常。

【例 1-56】 西门子 5T 系统操作面板 SV 故障报警的排除。

故障现象:机床操作面板上 SV 故障报警指示灯亮,机床停止正常工作。

故障检查与分析:PN E480L 数控车床是德国 VDF. BOEHRINGER 公司的产品,它采用西门子 SYSTEM 5T 控制系统。当 5T 柜面板上 ALARM 灯亮时,用 NUMBER 键寻址,当 SV 位置显示为“1”时,则表示测量回路及伺服系统有故障。该故障产生的原因比较复杂,而且涉及面也比较广,因此应按如下步骤检查:

1) 首先应检查直流伺服电动机及变压器是否过热,如果过热则表示超载,应立即停电查找故障原因进行排除。

2) 外观检查接口箱 CRU 板上 D208、D107、D528、D320、D210、D211 等发光二极管的显示是否正常。正常情况应该是 D208 亮,它表示电源接通;如不亮则表示 CPI 电流板有问题。D107 应不亮,如亮则表示电流超过限制值。D528 在电动机不转时亮,电动机转时则不亮,否则表示该环节有问题。D320 应该亮,否则表示有关信号没准备好。D210、D211 表示电动机正反转的桥路选择,正常运转时,只能其中之一亮,否则表示该环节有问题。实践证明 X、Z 轴的 CRU 板、ASU 板、CPI 板、晶闸管板均可对应互换,由此可证明某一轴的相关板是否有故障。

3) 若前两项检查无问题,应进一步区分是位移脉冲编码盘有问题,还是 5T 柜内有问题。为此以 X 轴为例应做如下检查:

① 解开 X 轴进给驱动板 CRU 的 5、8 号线,将接线端子短接(避免由于外界的干扰信号而使机床运行),在 5、8 号线上接入一直流电压表,进给率旋钮置于 200 或操作“快速进给”,若 5T 柜内 PCB.A 板上的 ALARM 灯不亮,则电压表应有 5V 左右的指示;若亮则表示 PCB.A 板上的位置测量回路有问题。

② 若 5T 柜无问题,可取下位移脉冲编码盘来回转动其轴,则电压表应有所指示,其值在 0V 左右来回摆动。若无指示则表示位移脉冲编码盘有问题或有关电缆有断线情况(注意在重新装入编码盘时,一定按要求调整好机床参考点,以保证加工精度)。

4) 若 5T 柜内 PCB.A 板的位置检测环节有问题,可做如下检查:

① 检查+5V、+5D、+15V、+12V、+24V、-15V、-5V 等各点电压值是否正常。

② 若以上各点电压值正常,则应接上 5、8 号线,测量 TSAL、VCMDL 的电压值应为 0V,其允许漂移不大于 10mV。若漂移值超过允许范围,应调节有关电位器。

③ 如果前两项无问题,则断开 5、8 号线,对位置测量环节进行检查,如图 1-27 所示。

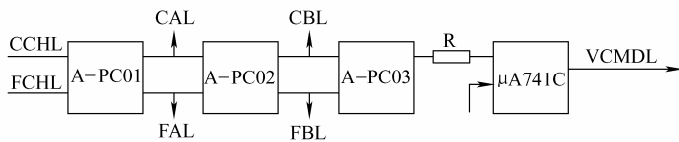


图 1-27 位置测量环节

图中 A-PC01 为 D/A 转换开关, A-PC02 为 D/A 转换器, A-PC03 为放大器, $\mu A741C$ 为运算放大器。根据几次测量结果, 正常情况应该是 CAL 最大有效值为 2.7V 左右的矩形波, FAL 最大有效值为 3.7V 左右的矩形波。FBL 最大有效值为 10V 左右的正弦波, CBL 最大有效值为 1.5V 左右的正弦波。故障时测 CBL 仅为 0.37V 左右, 由此可判断 A-PC02 有问题, 它输出低而导致 VCMDL 输出低, 即反应滞后量过大而产生测量部分超差。更换该元件后, 则故障排除。

【例 1-57】 大型数控车床 810T 系统不能起动故障的处理。

故障现象: CK61160 经数控改造车床配用西门子 810T 数控系统。在自动加工过程中, 突然停机, 再次开机, 系统无显示, 机床无法重新起动。

故障检查与分析: 西门子 810 系统的不能起动故障一般按下列方法进行:

1) 检查 CNC 的+24V 输入电源是否正常, 若不正常, 可先断开+24V 对 PLC 输入、输出回路的供电, 如果+24V 恢复了正常, 说明 PLC 的外围电器或电缆有短路现象。另外, 按 810 系统的有关手册规定+24V 档电压不得低于 20V, 但有的机器在 21V、22V 就不能正常工作。

图 1-28 是 810 系统 6EV3055-0DC 电源前面板图。

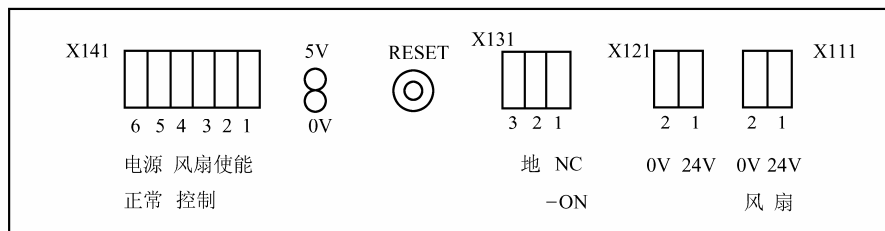


图 1-28 电源前面板图

2) 如果+24V 正常, 可短接 CNC 电源模块上的 NC-ON 两端, 若系统能够起动, 说明强电起动回路在起动时没有接通 NC-ON。

3) 通过电源模块上的两个+5V 测量孔, 用万用表检查+5V 电压, 如果电压正常, 且“电源正常”两端接通, 说明电源模块是好的; 如果无稳定的+5V 电压, 可关机, 将电源模块向前拔出一点, 使其和负载脱开, 然后开机, 检查+5V 电压, 若无, 则电源模块已坏; 若有稳定的+5V 电压, 且“电源正常”两端接通, 这时应考虑是否是外部负载短路, 造成电源单元过载保护。另外, 主框架排风扇不良, 也会造成电源无输出。当以热敏电阻为传感器的风机监控电路响应后 1min 内, 通过风机控制端使电源使能端断开, 关断电源。

4) 为了确定短路部位, 可逐一拔下各模块的外部电缆插头(拔时应关机), 并对系统进行接通试验。若外部无短路, 可逐一拔下各模块进行试验。在 810 系统的维修工作中, 我们曾碰到过当拔下主轴编码器电缆插头后, 系统能正常起动。其原因是主轴编码器电缆被拉断, 发生短路而造成系统不能起动。

5) 810 系统在起动过程中若发生 CPU 监控响应,也会使系统无法正常起动。通常,在电源接通时 CPU 模块上的 FAULT 红灯闪亮,数秒钟后应熄灭,如果一直亮着,则表示软件或硬件出错。有时面板上方的 4 个指示灯同时亮,表示系统自检通不过。对于上述情况,可先采用强行起动方法:在控制装置通电同时,按住系统面板上的诊断键,直至屏幕上出现初始化菜单,然后按“SETUP END PW”软键,控制软件触发“电源接通复位”并进入基本显示页面。如强行起动无效,可进一步进行初始化重装操作,因为当系统内部数据丢失会造成 CPU 监控响应。本实例中,按以上方法排除了硬件故障的可能性,强行起动也无法使系统处于正常状态,于是进行初始化重装操作。

故障处理:将装有 PCIN 通信软件、S5 PLC 编程软件和备份的笔记本电脑与主机连接,进行初始化重装,先装机器参数、PLC 参数等数据,再装 PLC 程序,然后结束系统初始化,机床重新起动并进入基本显示页面,故障被排除。

【例 1-58】 西门子 810T 系统数控车床参数和 PLC 程序丢失故障的处理。

故障现象:用西门子 810T 改造的 CK61160 型数控车床,在运行中出现 PLC 停止故障,断电重新起动机床,开始几天尚可用此方法使机床恢复正常。后来,断电再开机床也不能正常工作了。经检查,发现机床参数和 PLC 用户程序都已丢失。

故障检查与分析:反复起动机床易将参数和程序丢失,备份电池不良也会造成参数丢失。在机床参数和 PLC 程序丢失后,只能进行起始化重装。重装前先检查和调换备份电池。

西门子 810 系统起始化屏幕的菜单树基本内容如图 1-29 所示。

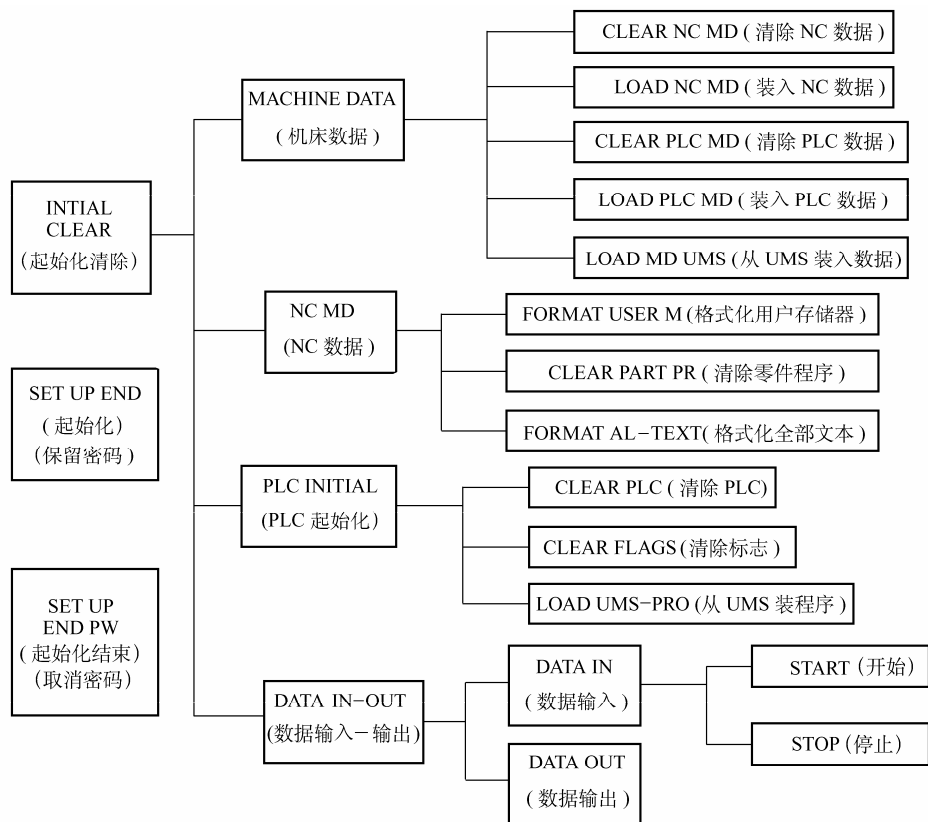


图 1-29 西门子 810 系统起始化屏幕的菜单树示意图

起始化重装的步骤如下:

1) 将装有西门子通信软件 PCIN 和 S5PLC 编程软件以及该机床备份的笔记本电脑 COM1 串口通过如图 1-30 所示的通信电缆, 连至 810T 的 NC CPU 模块的 X121 口(中部 1 号串口)。



图 1-30 通信电缆接线图

2) 810 系统通电的同时按住面板上的“诊断”(眼睛)键, 直至屏幕上出现起始化页面。

3) 按“INITIAL CLEAR”(起始化清除)软键。

4) 按“MACHINE DATA”(机床数据)软键。

① 按“CLEAR NC MD”(清除 NC 数据)软键, 该行前出现“√”, NC 机床数据被清除。

② 按“LOAD NC MD”(装入 NC 数据)软键, 装入标准的 NC 机床数据。

③ 按“CLEAR PLC MD”(清除 PLC 数据)软键, PLC 机床数据被清除。

④ 按“LOAD PLC MD”(装入 PLC 数据)软键, 装入标准的 PLC 机床数据。

5) 按“^”键, 返回到基本显示页面。

6) 按“NC DATA”(NC 数据)软键。

① 按“FORMAT USER M.”(格式化用户存储器)软键。清除设定数据、R 参数、刀具补偿、零点补偿、输入缓冲器(MIB)参数。输入缓冲器参数按 NCMD5 和 MD8 标准值格式化。

② 按“CLEAR PART PR”(清除零件程序)软键, 零件程序存储器被格式化。

③ 如果按“FORMAT AL-TEXT”(格式化全部文本)软键, 当 NC MD5012bit7=1 时, 则 PLC 报警文本%PCA 被清除。

7) 按“^”键, 返回到基本显示页面。

8) 按“DATA IN-OUT”(数据输入-输出)软键。

① 在设定数据位页面设定: 5010=00000000, 5011=11000111, 5016=00101000。

② PCIN V24-INI 设定菜单如图 1-31 所示。

③ 按“DATA IN”(数据输入)软键, 屏幕显示如图 1-32 所示。

将光标移动到屏幕上“口”方框中, 输入数字“1”, 再按“START”(开始)软键, 屏幕上出现“IDO”字符, 等待数据输入。

④ 操作 PCIN 至“DATA OUT”(数据输出)页面, 选择要输入的机床参数文件名, 起动发送。输入开始后, CNC 屏幕上出现“%TEAL”, PCIN 屏幕上逐行显示输出内容。送完后再输 PLC 机床参数等。如传送时出现通信故障, 可用“STOP”(停止)软键清除, 再重新开始。

COMNUMBER:	1
BAURATE:	9600
PARITY:	EVEN
2	STOPBITS
7	DATABITS
XON/XOFF	SETUP
END_W_M30	OFF
ETX	OFF
TIMEROUT	OS
BIN FILE	OFF
TURBOMODE	OFF
DON'TCHECK	DSK

图 1-31 PCIN V24-INI 设定菜单

DATA INPUT	
Available memory:	characters
Data type:	
Interface No.for data in:	☐
Interface allocation:	1=RTS-LIME
	2=RTS-LIME

图 1-32 数据输入页面

9) 按“PLC INITIAL”(PLC 起始化)软键。

① 按“CLEAR PLC”(PLC 清除)软键,将 PLC 用户程序、输入输出接口映像、NC-PLC 接口、全部定时器、计数器和数据块全部清除。

② 按“CLEAR FLAGS”(清除标志)软键,清除全部 PLC 标志。

10) 按“^”键,返回到基本显示页面。

11) 传送 PLC 程序前,按“DATA IN -OUT”(数据输入-输出)软键,再返至设定数据位页面,将 SD5010 改为“00000100”,SD5016 改为“00000000”。

① 按“DATA IN”(数据输入)软键,选择 Interface number 1,显示:“1=PLC-PROG”。

② 按“START”(启动)软键,激活 NC 接口。

③ 打开计算机中的 S5-PLC 编程软件,进入 PROJECT、SETTINGS、PAGE1(预设页面 1),在“PROGRAM FILE”(程序名)中选择该机床 PLC 用户程序(*S5D)。按 F4 键至预设页面 2,光标定位在“MODE”(方式)上,按 F3 键,使“OFFLINE”(离线)变成“ON LINE”(在线)。

④ 返至 S5-PLC 基本菜单后,进入 BLOCK、TRANSFER、FILE-PLC 页面,选择“ALL BLOCK”(全部)段,最后按“TRANSFER”(传送)键,这样 PLC 用户程序就传输到了机床系统中。

12) 按“SET UP END PW”(起始化结束)软键,控制软件触发“电源接通复位”并进入机床基本显示页面。

13) 按“SETTING DATA”(设定数据)软键,选择“SETTING BITS”(设定位),将 SD5010

改为“00000000”，SD5016 改为“00101000”，再通过 PCIN 将设定数据(%SEA)、R 参数(%RPA)、刀具补偿(%TOA)、零点补偿(%ZOA)、主程序(%MPF)、子程序(%SPF)等输入到机床系统中。

故障排除：通过上述起始化重装，机床恢复了正常。

【例 1-59】 一台数控车床系统起动不了。

数控系统：西门子 810D 系统。

故障现象：这台车床在通电起动后，经过一系列自检操作，最后 CCU3 模块的数码管显示“2”，系统不能起动，面板上所有指示灯闪亮。

故障检查与分析：关机再开还是起动不了，但有时 CCU3 模块的数码管显示“5”。正常情况下，系统通电经过自检，CCU3 模块的数码管应该显示“6”，表示系统起动正常，软、硬件没有问题。现在显示“2”或“5”，说明系统有问题。为了进一步确认故障，采用互换法把系统主板与另一台机床互换，故障转移到另一台机床上，说明主板损坏。

故障处理：更换一块新的主板，并下载 NCK 和 PLC 数据、程序后，系统恢复正常运行。

1.2.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 1-60】 德国 VDF. BOE-HRINGER 公司生产的 PNE710L 数控车床，其数控系统为西门子 5T 系统。失控故障的处理、硬件连接故障诊断与排除。

故障现象：在正常加工过程中，突然出现拖板高速移动，曾发生撞坏工件、卡盘和刀架的严重事故。这种故障是随机的，从早期的几个月一次，发展到每天几次，出现故障时必须按急停按钮才能停止。

故障检查与分析：

1) 因为机床已经过较长时间使用，并且是自动运行的，因此故障不是出自编程和操作者；
2) 数控柜根据内部程序发出的 X、Z 坐标移动指令，是由 A 板输出接到机床侧驱动板的 5 号、8 号输入端子，如能测量这一点的电压情况，便可判断故障所在，但由于故障的偶然性，测量很困难。

3) 根据随机故障现象，极有可能是机床驱动板接触不良引起。驱动板在机床侧以底板为基础，上有两块插件板（见图 1-33），一块为 CRU，一块为 ASU，其中 CRU 板完成驱动器的速度调节、电流限制、停车监视、测速反馈及三相同步等功能。三相同步不良点引起失控的可能性最大，该板的三相同步电源是由底板三相电源变压器通过两组插头引至该板的，是引起接触不良的关键点。为此把数控柜发出移动指令的输出线断开，即在驱动板的一侧断开 5 号、8 号线，用绝缘物体在机床正常送电的情况下，敲击驱动板的插

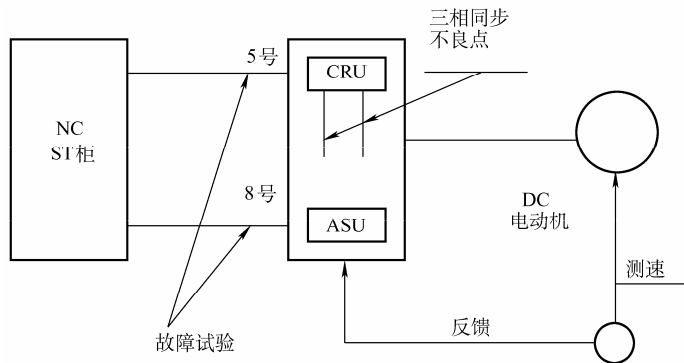


图 1-33 故障诊断分析图

头部位,此时会出现拖板高速移动故障,可断定根源就在此处。

故障处理:记录驱动板的型号,为了便于维修和更换,把印制电路板设计成插接式,其中 CRU 板有两组多芯插头与底板 CPI 相连。实践证明,进口机床的电子元件本身损坏率极低,只要采用焊接连线的方法替代原插头连接式,问题便得到解决。经过焊接后的印制电路板,再振动也不会发生失控故障,运行两年多一直正常。

说明:

1) 敲击再现故障时,要把工件、刀具卸下,拖板移至中间位置,使之留有失控时安全移动距离及人为紧急停车时间。

2) 失控时的移动速度极高,出现烧掉 80A 驱动板保险的情况,因此不宜多试。

3) 本故障多发生在夏季,其插头的可靠性与环境温度、湿度有关。

【例 1-61】 一台数控车床出现报警 6016 SLIDE POWER PACK NO OPERATION (滑台电源模块没有操作)。

数控系统:西门子 810T 系统。

故障现象:这台机床开机就出现 6016 报警,伺服系统起动不了。

故障检查与分析:这台机床的伺服系统采用西门子 6SC610 交流模拟伺服驱动系统。因为报警信息指示伺服控制系统有问题,所以首先对伺服系统进行检查,发现电源模块 G0 上无指示灯亮,怀疑 G0 板有问题,对 G0 板进行检查,发现其上的熔丝和几个器件已经烧断路,说明确实是 G0 板损坏。

故障处理:更换 G0 板,机床恢复正常工作。

【例 1-62】 一台数控车床出现报警 1121 Clamping monitoring (夹紧监控)。

数控系统:西门子 810T 系统。

故障现象:这台机床的伺服系统采用的是西门子 6SC610 交流模拟伺服驱动装置,一次在开机回参考点时,出现 1121 报警,指示 Z 轴运动出现问题。

故障检查与分析:关机之后重开报警消失,但回参考点时还是出现这个报警。为了观察故障现象,手动移动 Z 轴,当按下+Z 按键时,屏幕上显示的 Z 轴坐标值发生变化,但轴实际上没有动,直到屏幕上的 Z 轴坐标值变到+14 左右时,系统产生 1121 报警,屏幕上 Z 轴的坐标值又恢复到 0。负向运动时,当坐标值变到-14 左右时也出现 1121 报警。

根据故障现象分析,数控系统让 Z 轴运动,但实际上 Z 轴并没有运动,数控装置发出命令,但伺服电动机并没有执行。为了确认故障,检查伺服装置的输入控制信号,当 Z 轴手动运动按钮按下时,伺服系统 N1 板上端子 56、14 间有电压变化,而控制 Z 轴伺服电动机的驱动功率模块上的输出端子却没有电压变化,说明问题出在伺服控制系统上。

故障处理:为了进一步确认故障,更换伺服装置的伺服控制板 N1,故障消除。说明是控制板 N1 损坏。这个故障的原因是伺服控制装置接到 Z 轴运动信号后,因为 N1 板损坏,没有使 Z 轴伺服电动机旋转,系统也就没有得到移动的反馈,跟随误差变大而产生了 1121 报警。

【例 1-63】 一台数控车床出现报警 6015 SLIDE AXIS MOTOR TEMPERATURE (滑台伺服电动机温度)。

数控系统:西门子 810T 系统。

故障现象:这台机床开机就出现 6015 报警,伺服系统不能工作。

故障检查与分析:这台机床的伺服系统采用西门子 6SC610 交流模拟伺服驱动装置,在

出现报警时,对伺服系统进行检查发现,伺服装置的控制板 N1 上第二轴的电动机超温报警灯亮。第二轴是机床的 Z 轴,检查 Z 轴伺服电动机并不热,对热敏电阻进行检查也正常没有问题,将 X 轴伺服电动机的反馈电缆与 Z 轴的伺服电动机反馈电缆在控制板上交换插接,发现故障报警灯还是第二轴的亮,说明伺服控制板 N1 有问题。

故障处理:更换 N1 板,报警消除,机床恢复正常工作。

【例 1-64】 一台数控车床开机出现报警 6000 Servo not ok (伺服有问题)。

数控系统:西门子 810T 系统。

故障现象:这台机床一次开机起动系统时,出现 6000 报警,指示伺服系统有问题。

故障检查与分析:这台机床的伺服系统采用西门子 611A 交流模拟伺服驱动装置,检查伺服装置,发现电源模块上的 5V 电源指示灯没有亮,检查电源模块输入 380V 交流没有问题,但直流母线无 600V 直流电压。脱开主轴驱动模块和伺服驱动模块后,故障现象依旧,为此判断伺服电源模块 6SN1145-1 BA00-0DA0 有故障。

故障处理:拆开电源模块进行检测,发现大功率晶体管没有问题,只有几只 $2M\Omega$ 的电阻开路,更换损坏的器件,将伺服电源安装到机床,开机后机床恢复正常工作。

【例 1-65】 一台数控车床 X 轴偶尔有振动现象。

数控系统:西门子 810T 系统。

故障现象:这台机床在自动运行时,X 轴偶尔会出现剧烈振动的现象,关机再开,机床还可以工作。

故障检查与分析:在出现振动故障时,检查 X 轴的跟随误差,发现误差在 $0\sim 0.1\text{mm}$ 范围内波动,此值与滑台的实际振幅相同,由此确定数控系统的位置反馈系统正常。

这台机床的伺服系统采用西门子 6SC610 交流模拟伺服驱动装置,为了确定故障部位,逐步缩小范围,将 X 轴和 Z 轴的功率模块和伺服电动机分别进行了对换,伺服系统的控制模块 N1 也与其他机床的进行了对换,但故障依旧,还是 X 轴经常出现振动。更换数控系统的测量模块也没能解决问题。

检查伺服电动机的动力电缆也没有发现问题,根据图 1-34 检查伺服电动机的测速反馈电缆,发现该电缆 11 号线线间电阻过大,对电缆进行检查发现电缆弯曲有折断现象,拆开检查发现确实 11 号线折断,造成接触不良。11 号线连接测速电动机的 R 相测速信号,11 号线时断时连使速度反馈信号不稳,造成伺服系统产生振动。

故障处理:将 11 号线重新连接并加固定后,机床开机恢复正常工作。

【例 1-66】 一台数控车床 X 轴运动出现报警 1160 X axis contour monitoring (轮廓监控)。

数控系统:西门子 840C 系统。

故障现象:这台机床开机,X 轴回参考点时出现 1160 报警,并且 X 轴滑台没有动。

故障检查与分析:手动移动 X 轴也出现 1160 报警,根据故障现象和报警信息,机床的 X 轴得到运动指令后,实际上并没有移动,所以产生 1160 报警。因为 X 轴滑台没有动,所以首先检查 X 轴伺服电动机的驱动电压,在让 X 轴运动时,伺服电动机没有驱动电压,说明伺服电动机没有问题。

这台机床的伺服控制采用德国 INDRAMAT 交流模拟伺服驱动装置,在起动 X 轴运动时,检测 X 轴伺服控制装置端子 1、2 之间的给定电压,有电压输入,说明数控系统已经输出了运动指令值,但检查 7 号端子的使能信号时,却发现没有使能信号。



图 1-34 西门子 6SC610 伺服系统控制模块速度反馈接口连接图

查看这台机床的电气图样，分析使能的给定原理，这台机床除了系统给出使能外，PLC 也给出了使能信号，如图 1-35 所示，其使能信号连接如图 1-36 所示。

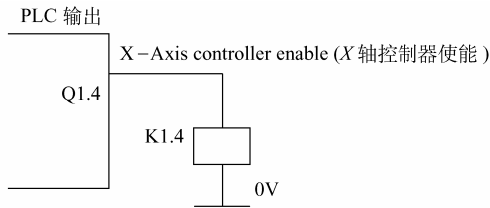


图 1-35 X 轴伺服使能输出信号

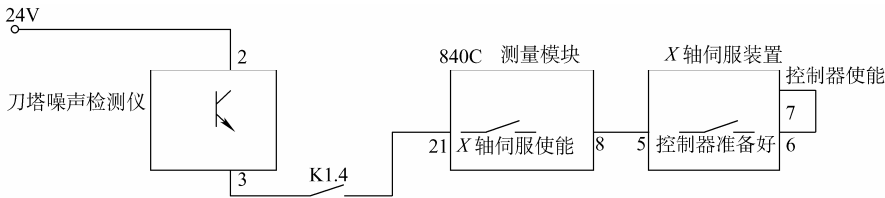


图 1-36 X 轴伺服使能信号连接图

首先检查 PLC 的 X 轴使能信号 Q1.4 为“1”没有问题，继电器 K1.4 的触点也闭合了。根据图 1-36 所示的连接图进行逐个检测，840C 测量模块 X 轴伺服使能信号没有问题，X 轴伺服控制器准备好信号也正常，只是发现刀塔噪声监测仪的触点没有闭合，发现该监测仪有报警信号。

故障处理：复位刀塔噪声监测仪的故障信号，这时机床 X 轴进给运动恢复正常。

【例 1-67】 一台数控车床出现报警 300101 No drive found（没有发现驱动）。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床一次出现故障，系统显示 300101 报警，指示没有发现驱动。

故障检查与分析：这台机床的伺服系统采用西门子 611D 交流数字驱动装置，X 轴和 Z 轴使用一个双轴驱动模块，检查驱动装置，发现其上报警红灯亮。检查驱动直流母线电压正常，查看驱动数据，发现读驱动数据特别慢，读出来后里面什么也没有，全是“#”号，用“下翻”键看里面全是 0。为此，认为可能是驱动数据丢失，重新装载驱动数据，几次都不成功，装载到一半就出错了，改变波特率也装载不了。检查总线连接没有问题，使用临时总线也没有解决问题。与其他机床互换驱动控制模块后，故障转移到其他机床，说明驱动控制模块损坏。

故障处理：更换新的驱动控制模块后，机床恢复正常工作。

1.2.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 1-68】 西门子 5T 系统自动工作时主轴故障的处理。

故障现象：用 MDI 方式不能将有关 M 指令输入到计算机中去；自动运行程序时主轴时转时不转，切削液时有时无。

故障检查与分析：PPNE480L 数控车床是德国 VDF. BOEHRINGER 公司的产品。它采用西门子公司 SYSTEM 5T 作为它的控制系统。操作面板上有 OT（超程）、SV（测量回路超差及伺服系统故障）、TH（奇偶错）、TV（句法错）、PIS（程序错）5 个基本故障报警指示灯。制造厂有它专用的检测仪器及诊断纸带对计算机系统的故障进行诊断。但有些故障，特别是接口及外设部分的故障则必须靠我们的分析判断以及必要的测量方法去诊断排除。

从上述故障现象可看出是有关 M 指令变换信号或相关电路存在问题。因此可从最末级开始逐级前推以查出问题之所在。以 M40、M04 指令为例，其诊断方法可按图 1-37 所示流程图进行。

故障处理：根据流程图检查，机床的故障为微型继电器 RLY1.2 的 01.0804 触点间接触不良从而使得 M 变换信号（MF）时有时无所致。更换该元件后，故障排除。

【例 1-69】 主轴驱动器为 SIEMENS 6SE1 133-4WB00 交流变频驱动器是额定功率 33kW 的主轴驱动。

故障现象：该驱动器无输出且有电压不正常的故障提示（F2），维修过程如下：

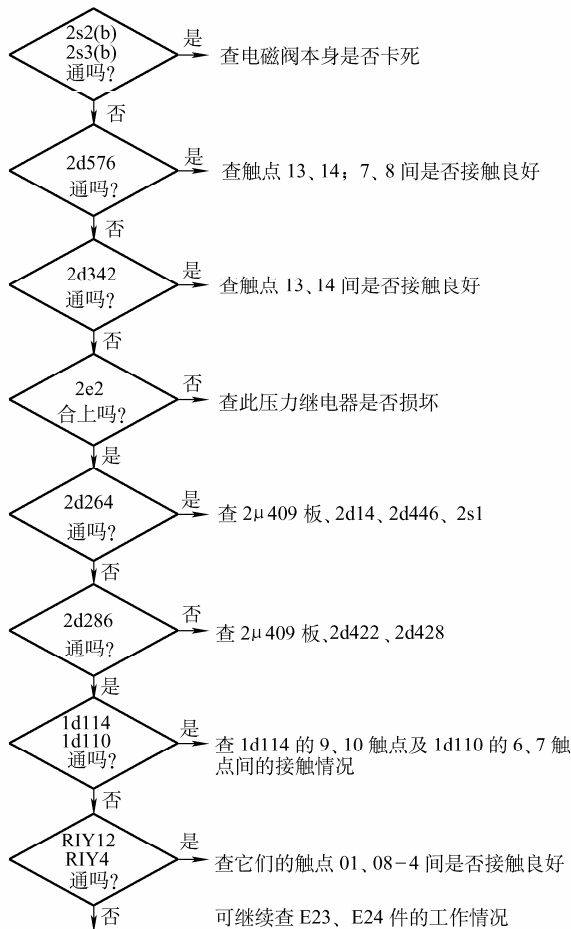


图 1-37 诊断方法流程图

1) 送上三相交流电, 检查中间直流电压, 发现无直流电压, 说明整流滤波环节出故障。断电, 进一步检查主回路, 如图 1-38 所示。发现熔丝及阻容滤波的电阻都已损坏, 换上相应的元器件, 中间直流电压正常。但此时勿急于通电, 应再检查逆变主回路 (如要测试整流、滤波环节是否正常, 最好断开点 *A* 或点 *B* 后再测量)。

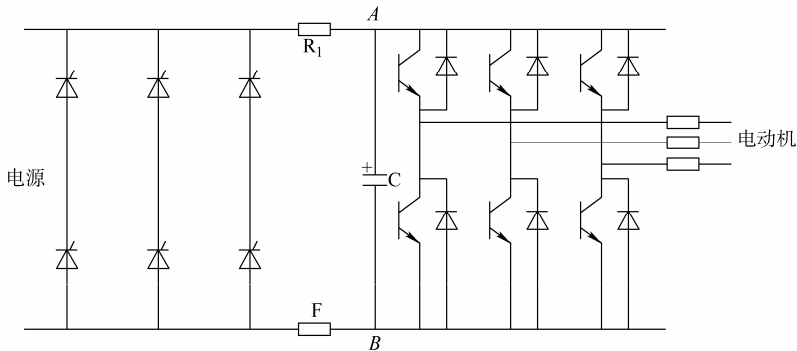


图 1-38 整流滤波电路

2) 检查逆变器主回路, 发现有一组功率模块的 C、E 之间已击穿短路, 换上功率模块后, 逆变主回路已正常。但凡由模块损坏的必须检查相应的前置放大回路。

3) 找到损坏回路的光耦输入端及前置放大输出端, 断开所有控制输入/输出端与主回路的连接。加上控制电源后, 发现该回路的一块厚膜组件及一电阻损坏, 更换后, 进一步在光耦处加上正信号, 模拟测试 6 路控制回路状态均相同。此时可判定控制回路已正常。

4) 接好测试时拆下的线路, 接上所有的外围线路, 通电试车, 驱动器已正常。

【例 1-70】 一台数控车床主轴电动机在旋转过程中突然停转, 并出现报警 6010 Spindle controller not ok (主轴控制器故障)。

数控系统: 西门子 810T 系统。

故障现象: 这台机床在主轴旋转时, 主轴电动机突然停止转动, 并出现 6010 报警, 指示主轴控制系统故障。

故障检查与分析: 这台机床的主轴控制系统采用西门子 6SC650 伺服控制装置, 在出现故障时发现, 主轴控制装置上有 F15 报警, 指示主轴电动机超温。检查主轴电动机温度确实很高, 超过 150℃, 怀疑主轴过负荷。待主轴电动机温度恢复正常, 重新开机工作, 监视主轴电动机的工作电流, 结果正常。但主轴电动机温度过一段时间又开始发热, 检查发现电动机的冷却风扇不转。进一步检查发现, 冷却风扇过滤网太脏, 被灰尘堵住, 不能转动。

故障处理: 拆下冷却风扇并清洗, 然后重新安装, 并换上干净的过滤网, 开机测试机床恢复正常工作。

【例 1-71】 一台数控车床出现报警 6015 Spindle controller not ok (主轴控制器故障)。

数控系统: 西门子 810T 系统。

故障现象: 这台机床在起动主轴时, 出现 6015 报警, 指示主轴控制器故障。

故障检查与分析: 这台机床的主轴采用西门子 611A 交流模拟主轴伺服驱动装置, 主轴电动机采用西门子 1PH6 系列伺服电动机。出现故障时检查伺服装置发现, 主轴控制模块的液晶显示器上显示 F09 报警。

查阅西门子 611A 手册, F09 报警为编码器有问题。这台机床的主轴电动机使用电动机内

置编码器作为速度检测元件,检查编码器连接没有问题,与其他机床互换主轴驱动控制模块,没有排除问题,那么肯定是主轴电动机的编码器损坏。

故障处理:更换主轴编码器,机床恢复正常。

【例 1-72】 一台三轴数控自动车床主轴定位时摇摆。

数控系统:西门子 810T 系统。

故障现象:主轴定位时摇摆,无法准确定位,没有任何报警。

故障检查与分析:因为这台机床主轴具有定位功能,使用编码器进行角度反馈,为了区分是位置环的问题还是速度环的问题,先执行 M03 或 M04 功能发现,主轴一会儿左转,一会儿右转,不停摇摆,检查相序及速度指令皆正常,因执行的 M03 或 M04 指令纯粹走的是速度环,与位置环无关,怀疑速度环有问题。这台机床的主轴采用西门子 611A 交流模拟主轴控制装置控制,根据先易后难的原则,先更换驱动控制板,故障依旧,再检查测量速度反馈线正常,最后确认驱动功率模块有问题。

故障处理:更换主轴驱动功率模块后机床恢复正常运行。

【例 1-73】 一台数控车床起动主轴运转,有时延迟一段时间才旋转。

数控系统:西门子 810T 系统。

故障现象:时好时坏,出现故障时,起动主轴后,经过十几秒后主轴才开始起动,并能持续整个主轴旋转过程,没有报警。

故障检查与分析:手动进行测试发现偶尔也会出现这个故障,起动主轴时,利用系统 Diagnosis(诊断)功能监视主轴控制器使能信号 Q100.6 的状态,无论是否出现故障,发现每次都是立即变为 1。

这台机床的主轴控制器采用西门子 611A 交流模拟伺服控制装置,在起动主轴时监视给定信号端子 56 和 14,以及使能端子 65 和 9,如图 1-39 所示。在没有出现故障时,给定端子得到指令信号 3V(视系统主轴设定转速不同而不同)的同时,使能端子 65 和 9 也立即接通;而出现故障时,指令信号出现后,使能信号还没有接通,说明问题可能出在数控系统上。将主轴控制装置上的 65 和 9

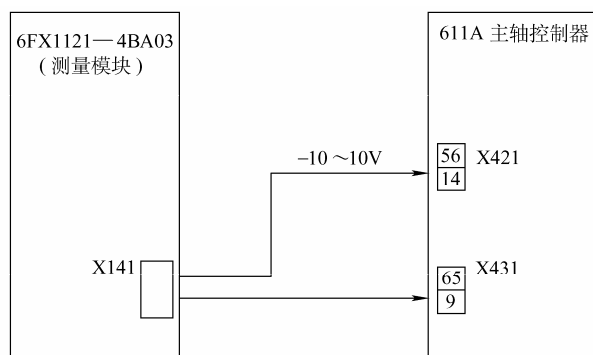


图 1-39 主轴控制连接图

号端子短接,主轴可以正常运行,这也说明是系统方面出现了问题。将系统测量模块与其他机床互换,证明确实是系统测量模块出现了问题。

故障处理:由于测量模块除了主轴使能信号有问题外,其他功能完全正常,更换或者维修这个模块都需要时间和成本。为此采取补救措施,因为 PLC 还有备用输出 Q15.7 没有使用,可以通过 PLC 的输出给出使能信号。

修改 PLC 梯形图,在输出 Q100.6 上再并联一个输出 Q15.7,使 Q15.7 与 Q100.6 同时动作。修改控制线路,连接 PLC 输出 Q15.7 控制一继电器 K15.7,将原使能信号从主轴控制装置上拆下,将继电器 K15.7 的动合触点连接在主轴控制器的使能端子上,如图 1-40 所示,这

时使机床恢复稳定工作。

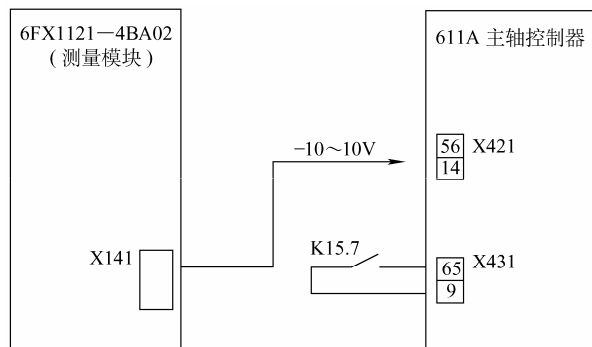


图 1-40 主轴改进控制连接图

1.2.4 刀架系统故障实例与诊断

【例 1-74】 德国 PITTLER 公司的双工位专用数控车床，其数控系统采用西门子 SIN810/T。刀架转动不到位故障修理。

检查整个伺服系统，在最初发生这个故障时是在机床工作了 2~3h 之后，在自动加工换刀时，刀架转动不到位，这时手动找刀，也不到位。后来在开机确定零号刀时，就出现故障，找不到零刀位，确定不了刀号。

故障检查与分析：刀架计数检测开关、卡紧检测开关、定位检测开关出现问题都可引起这个故障，但检查这些开关，并没有发现问题，调整这些开关的位置也没能消除故障。刀架控制器出现问题也会引起这个故障，但更换刀架控制器并没有排除故障，这个可能也被排除了。仔细观察发生故障的过程，发现在出现故障时，NC 系统产生 6016 号报警“SLIDE POWER PACK NO OPERATION”，该报警指示伺服电源没有准备好。分析刀架的管理原理，刀架的转动是由伺服电动机驱动的，而刀架转动不到位就停止并显示 6016 伺服电源不能工作的报警，显然是伺服系统出现了问题。西门子 810 系统的 6016 号报警为 PLC 报警，通过分析 PLC 的梯形图，利用 NC 系统 DIAGNOSIS 功能，发现 PLC 输入 E3.6 为 0，使 F102.0 变 1，从而产生了 601.6 号报警，如图 1-41 所示。

PLC 的输入 E3.6 接的是伺服系统 GO 板的“READY FOR OPERATION”信号，即伺服系统准备操作信号，该输入信号变为 0，表示伺服系统有问题，不能工作。检查伺服系统，在出现故障时，N2 板上[Imax]t 报警灯亮，指示过载。引起伺服系统过载的第一种可能为机械装置出现问题，但检查机械部分并没有发现问题；第二种可能为伺服功率板出现问题，但更换伺服功率板，也未能消除故障，这种可能也被排除了；第三种可能为伺服电动机出现问题，对伺服电动机进行测量，并没有发现明显问题，但与另一工位刀架的伺服电动机交换，这个工位的刀架故障消除，故障转移到另一工位上。为此确认伺服电动机的问题是导致刀架不到位的根本原因。

故障处理：用备用伺服电动机更换，使机床恢复正常使用。

【例 1-75】 德国 DMG 生产的 MD51T 车削中心，西门子 810T 系统。刀架故障，编码器损坏。

故障现象：一号刀架出现了偶尔找不到刀的故障。刀架处在自由转动状态，有时输入换

刀指令时，出现刀架没有动，而且发生刀架锁死现象，CRT 显示刀号编码错误信息；刀架锁死后，更换任何刀都没动作。不管断电还是带电，都无法转动刀架，只有在拆除刀架到位信号线后再送电才能转动刀架。

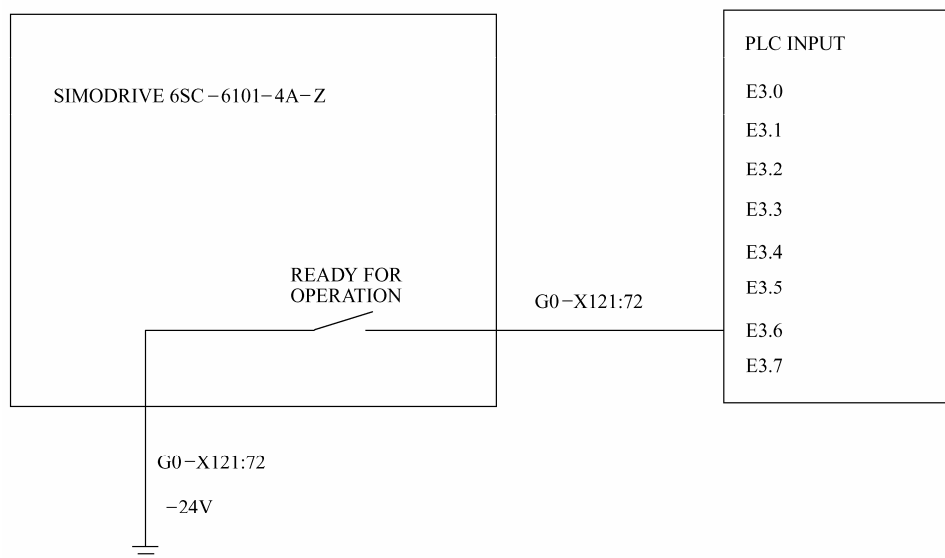


图 1-41 PLC 接口分析图

故障检查与分析：从上述现象看，可能由两种情况所致，一种是编码器接线接触不良；另一种是编码器损坏。通过检查编码器连线，未发现接线松动现象，接线良好。排除接触不良因素，再结合刀架卡死现象分析：由于刀架夹紧之后，编码器出现故障，发出了错误的二进制编码，即计算机不能识别的代码，所以，计算机处在等待换刀指令状态，而且刀架到位信号一直有效，刀架被锁死，到此可以认为是编码器损坏。

故障处理：在刀架卡锁死的情况下，必须把刀架到位信号线断开（注：在机床断电以后）。然后机床再通电，任意选一刀号，输入换刀指令，让刀架松开，此时刀架处在自由转动状态。断电，拆下原来的编码器，按原来的接法把新编码器与机床的连线接好，刀架与编码器轴连接好，不要固定编码器。然后机床送电，一边观察 CRT 显示的编码器编码，即 PLC 的输入刀号信息，一边用手转动刀架，需要说明一下，此机床上有 2 个刀架，每个刀架有 12 个刀位。对应的编码由 4 位二进制组成，由一个 8 位 PLC 输入口显示其状态，如下所示：

7	6	5	4	3	2	1	0

第 7 位：刀架旋转准备好信号；第 6 位：刀架锁位信号；第 5 位：在位信号；第 3、2、1、0 四位：为 12 个刀号编码；10 号编码为 0001，2 号编码为 0010，依次类推。

在转动刀架时，手握住编码器，只让刀架带动编码器轴转动，使 1 号刀对准工作位置。然后用手旋转编码器，直到 CRT 显示刀号编码为 0001；按同样方式再转动刀架，让 2 号刀对准工作位置，使 CRT 显示编码为 0010；至此，其余 10 把刀与其编码一一对应，最后固定编码器，更换编码器工作结束。试车，故障排除。

【例 1-76】 数控车床，刀塔不转。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障现象：加工过程中，换刀时刀塔不转。

故障检查与分析：这台机床的刀塔的旋转是伺服电动机带动的，在启动刀塔旋转时，测量伺服控制器的给定信号，没有问题，伺服放大器也输出驱动电流。将刀塔保护罩拆开，发现伺服电动机通过同步齿带带动刀塔旋转，而同步齿带已经断裂，不能带动刀塔旋转。

故障处理：更换同步齿带，刀塔恢复正常。

【例 1-77】 数控车床，出现报警 6027 Turret limit switch（刀塔限位开关）。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障现象：机床在加工过程中，出现 6027 报警，加工程序中断。

故障检查与分析：因为报警指示刀塔有问题，对刀塔进行检查，发现刀塔没有落下。根据刀塔工作原理，刀塔旋转时，首先由液压控制使刀塔浮起，然后伺服电动机带动旋转，到位后，刀塔落下，完成找刀过程。因为刀塔没有落下，所以

程序不能进行。根据机床控制原理，如图 1-42 所示，刀塔落下是受电磁阀 Y41 控制的，而电磁阀又是由 PLC 输出 Q4.1 通过直流继电器 K41 控制的。利用西门子 810 系统 DIAGNOSIS 功能，检查 PLC 输出 Q4.1 的状态为 1，已经发出落下指令，但电磁阀上并没有电压，可能是直流继电器 K41 损坏。对这个继电器进行检查，发现确实是触点损坏。

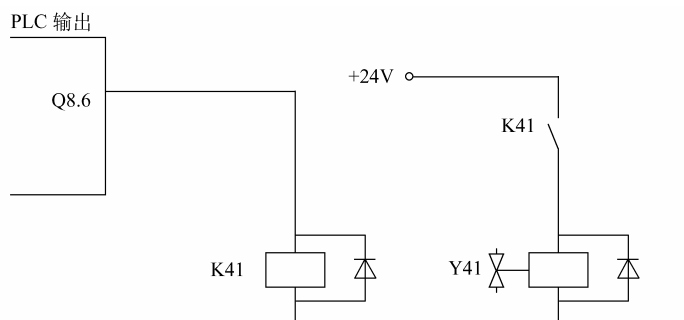


图 1-42 刀塔落下电气控制原理图

故障处理：更换新的继电器后，机床恢复正常。

【例 1-78】 数控车床，出现报警 9177 Tool collision（刀具碰撞）。

数控系统：西门子 840C 系统。

故障现象：在刀塔运转时出现 9177 报警，无法进行自动加工。

故障检查与分析：为了防止机床意外损坏，这台机床安装了传感器，监视刀塔的运行，如果发生碰撞，立即停机，防止进一步的损坏。如图 1-43 所示，U415 为声波传感器，检测碰撞的噪声信号，U45 为反馈信号处理电路，碰撞信号输入到 PLC 的 I9.0，手动旋转刀塔就出现这个报警，根本就没有碰撞的可能。在刀塔旋转时，利用系统 DIAGNOSIS 功能，检查 PLC 输入 I9.0 的状态，确实变为 1，说明检测

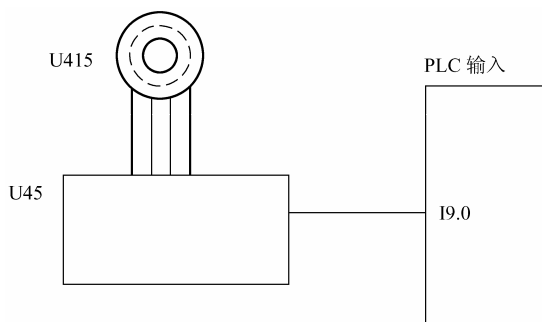


图 1-43 刀塔碰撞信号检测连接图

反馈回路有问题。利用互换法与另一台机床的反馈信号处理板对换，这台机床恢复正常，而另一台机床出现报警，说明是反馈信号处理板损坏。

故障处理：更换备件后，机床恢复正常。

【例 1-79】 一台数控车床刀塔旋转不停。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床在工作过程中，刀塔先是偶尔发生不能准确换刀，不论手动还是自动，刀具定位与给定的换刀指令不符。后来故障逐渐加重，在执行换刀指令时，刀塔旋转不停。

故障检查与分析：这台机床的刀塔采用意大利 Duplomatic 编码器检测刀号，刀塔有 8 个刀位。根据机床工作原理，刀塔编码器采用 8421 码编码，接入相应 PLC 输入 I36.4、I36.5、I36.6 和 I36.7。手动转动刀塔时，利用系统 DIAGNOSIS 功能观察 IB36 的状态，发现 I36.7、I36.6、I36.5 和 I36.4 的状态一直为 0101，没有随刀塔的转动而变化，说明刀塔编码器或者连接电缆出现问题，检查刀塔编码器的连接电缆没有发现问题，因此，怀疑刀塔编码器故障。

故障处理：更换刀塔编码器后，机床刀塔恢复正常工作。

1.2.5 机电部分故障实例与诊断

【例 1-80】 一台数控车床机械手位置有偏差。

数控系统：西门子 840C 系统。

故障现象：这台车床开机各轴回参考点后，发现上料机械手与中心夹具有位置偏差。故障检查与分析：这台车床的机械手是直线轴 Q 轴带动的，Q 轴由伺服电动机驱动，使用增量编码器作为位置反馈元件。按照车床的工作原理，Q 轴返回参考点后，Q 轴上料机械手恰好停在夹具中心，工作时上料机械手抓住工件停在这个位置，主轴夹具在工件的垂直上方下移，到达工件位置，夹紧工件，同时机械手松卡，主轴夹紧带动工件到加工位置进行加工。因为这次故障，上料机械手与主轴夹具中心有大概 7~8mm 的偏差，如果此时主轴夹具下降去抓工件，必将撞到工件上。反复进行 Q 轴回参考点的操作，发现机械手的位置并不发生改变，分析可能是因为机械原因使机械手的参考点发生变化。

故障处理：为了纠正机械手的位置，可以修改 Q 轴参考点的位置补偿数据，将 Q 轴参考点补偿数据 MD2442 调出，原数值为 76mm，经几次调整，修改到 66.8mm 时，偏差被纠正。

【例 1-81】 一台数控车床排屑器不转。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障现象：这台车床的排屑器正向不运动，反向运动正常。

故障检查与分析：根据故障现象，排屑器能够反转，说明排屑器电动机没有问题，排屑器电气控制原理如图 1-44 所示。检查控制排屑器电动机正转的接触器 K5，在正转按钮按下时没有吸合。根据机床工作原理，排屑器正转是通过 PLC 输出 Q2.1 控制的，通过机床的 DIAG-NOSIS 功能检查 Q2.1 的状态，当正转按钮按下时，其状态从“0”变成“1”，系统没有问题，K1 和 K2 继电器也闭合，但 K5 线圈上没有电压，进一步检查发现 K1 的触点上没有电压，当检查 PLC 输出端子板时，发现 PLC 接口板到端子板的电缆插头有些松动，测量端子排连接端子 Q2.1 的电压为 0V。

故障处理：把电缆接头重新插接好，开机测试，排屑器恢复正常。

【例 1-82】 一台数控车床出现报警 6013 CHUCK PRESSURE SWITCH(夹紧压力开关)。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障现象：这台车床在夹紧工件时出现 6013 报警，指示夹紧压力不够。

故障检查与分析：因为报警指示工件夹紧压力不够，对工件夹紧进行检查，发现已夹紧

没有问题，检查夹紧压力也没有问题，那么可能是检测卡盘夹紧压力开关有问题。根据车床工作原理，压力开关 B05 检测工件夹紧压力，接入 PLC 的输入 I0.5（见图 1-45）。

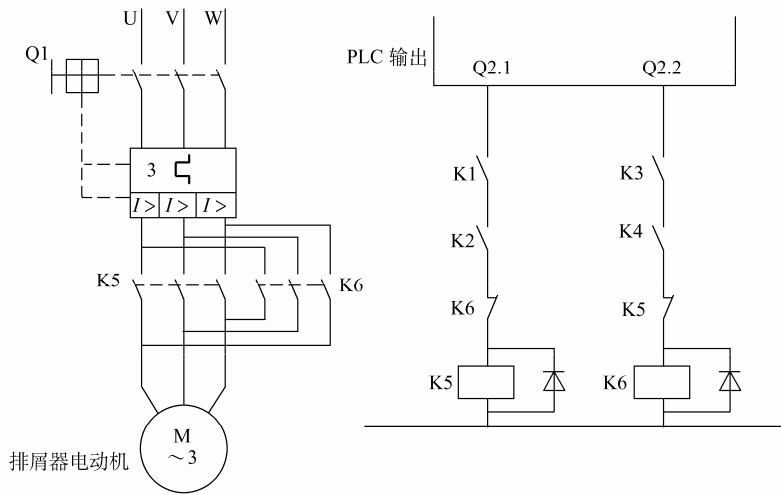


图 1-44 排屑器电气控制原理

利用系统 DIAGNOSIS 功能检查 I0.5 的状态为“0”，说明压力检测信号确实没有，检查压力开关，发现已损坏。

故障处理：更换压力开关，机床故障消除。

【例 1-83】 一台数控车床夹具松不开。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障现象：这台车床工件加工完后，夹具松不开，工件拿不下来。

故障检查与分析：根据故障现象，在自动加工时，工件松不开，在手动状态下，踩脚踏开关松夹具也松不开。根据机床工作原理（见图 1-46），工件夹紧是由电磁阀 Y14 控制的，电磁阀 Y14 受 PLC 输出 Q1.4 的控制。利用系统 DIAGNOSIS 功能检查 PLC 输出 Q1.4，在踩脚踏开关时，Q1.4 的状态为“0”，没有变为“1”，说明 PLC 并没有给出夹具松开的信号。

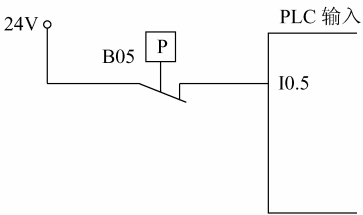


图 1-45 工件夹紧压力检测开关连接图

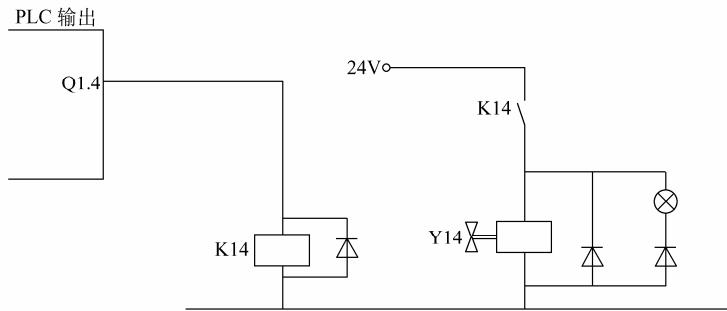


图 1-46 夹紧松开电气控制原理图

关于夹紧松开控制的 PLC 输出 Q1.4 的梯形图如图 1-47 所示，利用系统 DIAGNOSIS 功

能检查各个元件的状态,发现标志位 F141.2 和 F146.2 的状态为“0”,使 PLC 输出 Q1.4 的状态不能置位。

标志位 F141.2 的梯形图如图 1-48 所示,观察其置位的各个元件的状态,发现标志位 F146.2 的状态为“0”使标志位 F141.2 不能置位。

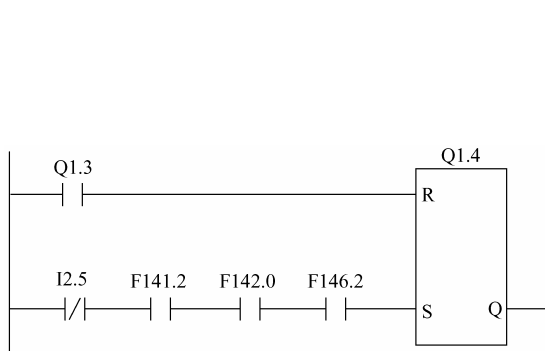


图 1-47 PLC 输出 Q1.4 的梯形图

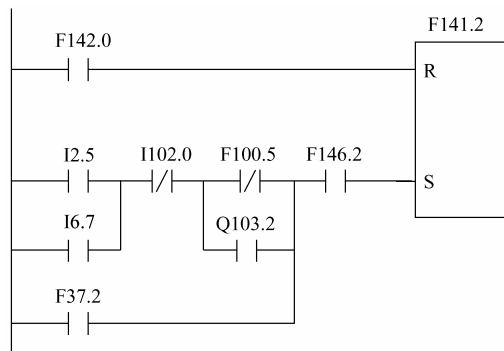


图 1-48 标志位 F141.2 的梯形图

由此发现 PLC 输出 Q1.4 和标志位 F141.2 不能置位的根本原因都是标志位 F146.2 的状态为“0”。关于标志位 F146.2 的梯形图如图 1-49 所示。检查各个元件的状态,发现 PLC 输入 I4.7 的状态为“0”,使 F146.2 的状态为“0”。PLC 输入 I4.7 是主轴静止信号,接入主轴控制单元,如图 1-50 所示。检查工件主轴已经停止。测量 PLC 输入 I4.7 的端子确实没有电压,但断电测量 K5 闭合没有问题,检查主轴 24V 输入端子 14 上就没有电压信号,继续检查发现接线端子 65 松动,使电源线虚接,所以即使主轴静止继电器已经动作,PLC 还是没有得到信号。

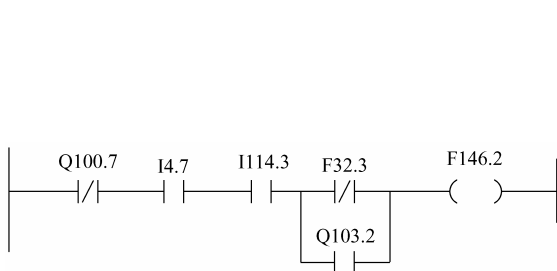


图 1-49 标志位 F146.2 的梯形图

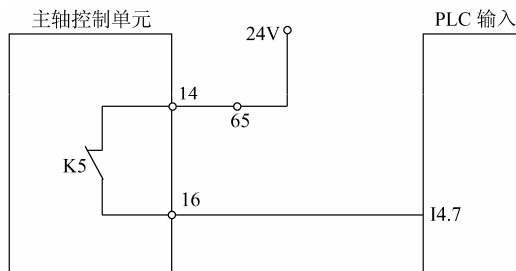


图 1-50 PLC 输入 I4.7 的电气连接图

故障处理: 将电源线连接端子紧固好后,这时机床恢复正常工作。

【例 1-84】 一台数控车床出现报警 6012 CHUCK CLAMP. PATH FAULT (夹具夹紧途径错误)。

数控系统: 西门子 810T 系统。

故障现象: 这台机床在加工期间,突然出现 6012 报警,不能进行加工。

故障检查与分析: 因为报警指示工件夹紧途径错误,为防止工件夹不紧,主轴旋转时工件飞出,系统禁止加工进行。

6012 报警是 PLC 报警,根据西门子 810T 系统报警机理,标志位 F101.4 是 6012 的报警标志,利用系统 DIAGNOSIS 功能检查标志位 F101.4 确实也是“1”。

关于标志位 F101.4 的梯形图如图 1-51 所示。检查各个元件的状态,发现 T4 的状态为“1”,使报警标志位 F101.4 置位。

有关定时器 T4 的梯形图如图 1-52 所示。由于 F142.0 的状态为“1”和 F142.4 的状态为“0”,使定时器 T4 有电,标志位 F142.0 是检测夹紧压力是否正常的标志,为“1”是正常的。关于标志位 F142.4 的梯形图如图 1-53 所示,故障原因是 PLC 输入 I0.6 的状态为“0”。

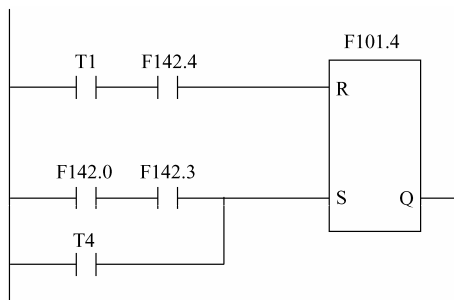


图 1-51 标志位 F101.4 的梯形图

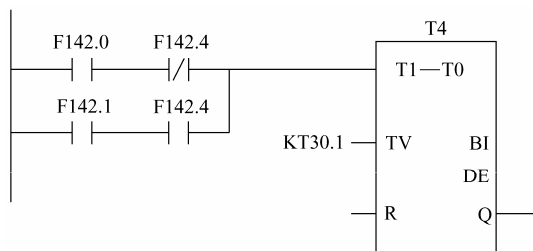


图 1-52 定时器 T4 的梯形图

根据机床工作原理,如图 1-54 所示,PLC 输入 I0.6 连接的开关 S06 检测夹具的机械位移是否到位,但检查机械位置已经到位,没有问题。那么是不是开关 S06 有问题,检查该开关发现已经损坏。

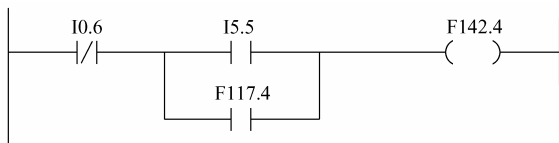


图 1-53 标志位 F142.4 的梯形图

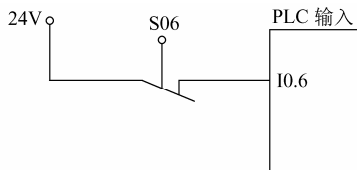


图 1-54 PLC 输入 I0.6 的连接图

故障处理: 更换检测开关 S06, 机床故障消除。

【例 1-85】 一台数控车床零点出现一个螺距的偏差。

数控系统: 西门子 840D 系统。

故障现象: 这台机床在执行返回参考点操作后,加工工件时发现,X 轴产生 8mm 的偏差。

故障检查与分析: 为了确定故障原因,多次执行返回参考点的操作,发现有时零点不变,有时零点发生变化,而且都是相差 8mm,恰好为滚珠丝杠的螺距。所以认为编码器零点脉冲与零点开关碰块太近,因为这台机床的编码器采用伺服电动机的内置编码器,伺服电动机通过联轴器直接连接滚珠丝杠,编码器单独调整不方便。检查 X 轴零点开关碰块,发现有些磨损,但固定很牢靠,没有移动迹象,说明是碰块磨损后,使零点开关的位置发生了变化。

故障处理: 将 X 轴零点开关碰块移动 4mm 左右,固定牢靠,这之后机床稳定运行,再也没有出现这个故障。

【例 1-86】 一台数控车床加工时没有冷却。

数控系统: 西门子 810T 系统。

故障现象: 这台机床在自动加工时,发现没有切削液喷淋。

故障检查与分析: 在手动操作状态下,用手动按钮控制也没有切削液喷淋。根据机床控

制原理（见图 1-55），机床的切削液喷淋是通过 PLC 输出 Q6.2 控制切削液电动机的，切削液电动机带动冷却泵工作，产生流量和压力，进行喷淋。

为了诊断故障，首先手动将起动切削液电动机的按钮按下，利用系统 DIAGNOSIS 功能检查 PLC 输出 Q6.2 的状态（见图 1-56），发现为“1”，没有问题，接着检查接触器 K62 也吸合了。因此怀疑切削液电动机有问题，对切削液电动机进行检查，发现线圈绕组已经烧坏。

故障处理：维修切削液电动机后，冷却系统恢复正常工作。

【例 1-87】 一台数控车床的排屑器不能正转。

数控系统：西门子 810T 系统。

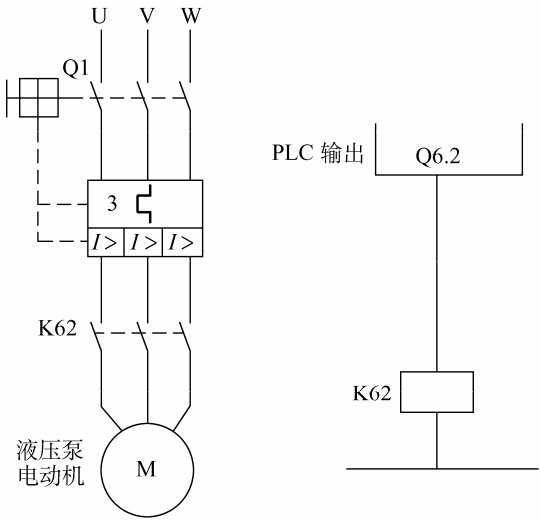


图 1-55 切削液电动机电气控制原理图

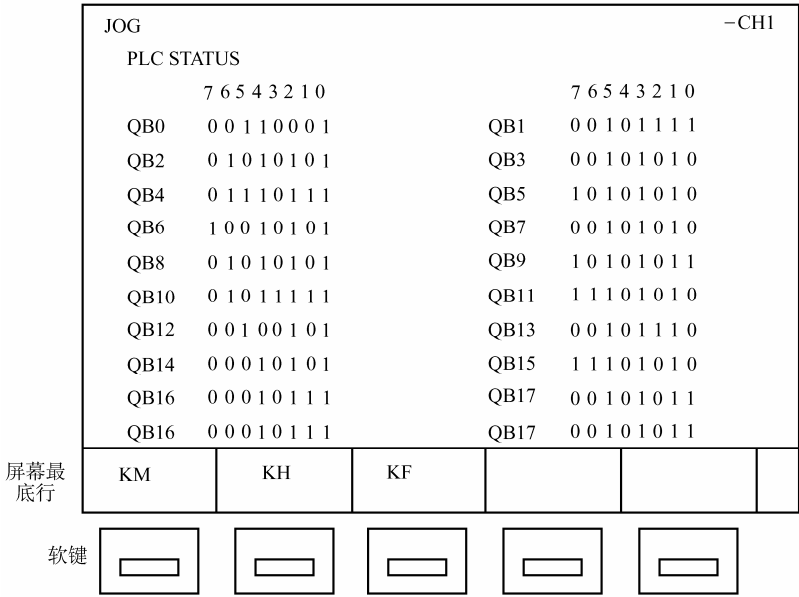


图 1-56 西门子 810T 系统 PLC 输出状态显示

故障现象：这台机床在起动排屑器时，排屑器不能正转。

故障检查与分析：根据机床工作原理，排屑器是由电动机 M9 带动的，虽然没有正转，但可以反转，说明电动机没有问题。根据机床的控制原理，排屑器正转是 PLC 输出 Q2.1 通过接触器 K21 控制的，如图 1-57 所示。利用系统 DIAGNOSIC 功能检查 PLC 输出 Q2.1 的状态，在起动排屑器正转时为“1”，没有问题，但接触器 K21 并没有吸合。检查接触器线圈上并没有电压，说明问题不在接触器上，在 PLC 输出 Q2.1 的端子上也没有检测到电压，说明

可能是 PLC 的输出接口损坏。

故障处理：使用 PLC 备用接口 Q6.7 替换 Q2.1（见图 1-58），将接触器 K21 的线圈控制线连接到 PLC 输出 Q6.7 上，利用编程器将 PLC 梯形图中所有 Q2.1 更改为 Q6.7，这时起动排屑器正转，排屑器正常工作，说明确实是 PLC 接口 Q2.1 损坏。

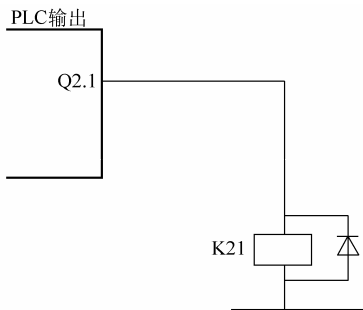


图 1-57 排屑器正转控制原理图

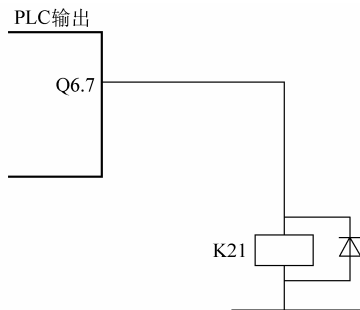


图 1-58 PLC 使用备用接口 Q6.7 的连接图

【例 1-88】 一台数控车床出现报警 300608 Axis Z speed controller at limit (Z 轴速度控制器达到极限)。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床在 Z 轴运动时出现 300608 报警，指示 Z 轴伺服有问题。

故障检查与分析：查阅 840D 系统的帮助信息，300608 报警故障原因有机械负载过重原因和电气两种。为了区分机械原因还是电气原因，将 Z 轴伺服电动机和滚珠丝杠脱开，只运行伺服电动机，这时没有报警，说明可能是机械原因。对滚珠丝杠进行检查，发现滚珠丝杠螺母锁紧背母松动，当丝杠螺母旋转到某一速度时，锁紧背母蹭到端盖，造成转矩过大，引起报警。

故障处理：将滚珠丝杠螺母锁紧背母锁紧后，运行机床，机床正常。

【例 1-89】 一台数控车床出现报警 300613 Axis Z maximum permissible motor temperature exceeded (Z 轴电动机超温)、300614 Axis Z time monitoring of motor temperature (Z 轴电动机温度监控时间)。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床在自动运行时经常出现 300613 和 300614 报警，指示 Z 轴伺服电动机超温。

故障检查与分析：因为报警指示 Z 轴伺服电动机超温，对 Z 轴伺服电动机进行检查，确实发现温度很高。伺服电动机超温可能原因很多，为了区分机械故障还是电气故障，将伺服电动机拆下，直接转动滚珠丝杠，发现阻力很大，故障原因应该是机械问题。经过检查发现，Z 轴导轨的“镶条”与导轨配合间隙太小，造成阻力过大，引起伺服电动机运行时过载发热。

故障处理：重新调整“镶条”后开机，机床稳定运行，故障被排除。

【例 1-90】 一台数控立车出现报警 380500 fault on drive X axis (X 轴驱动错误)。

数控系统：西门子 802 D 系统。

故障现象：这台机床一移动 X 轴就出现 380500 报警，指示 X 轴驱动错误。

故障检查与分析：这台机床的伺服驱动采用西门子 611U 交流伺服驱动装置。在出现故

障时检查驱动模块,发现X轴驱动模块上有608报警,查阅西门子611U驱动手册,608报警的含义为伺服控制器的输出已达到极限。分析故障原因可能是伺服电动机过电流,检查伺服电动机和电缆连线都没有问题,检查X轴滑台时发现,X轴左侧的组合轴承爆裂在里面使滑台卡死,属于机械故障。

故障处理:更换轴承后,机床故障消除。

1.3 配置其他数控系统故障诊断与维修

1.3.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 1-91】 南京江南机床数控工程公司的 JN 系列机床数控系统用于经济型数控车床。零件加工程序不能选择故障的处理。

故障现象:调用零件加工程序时,不能进行选择。系统只给出第一个零件加工程序的内容。

故障检查与分析:根据故障报警的内容,检查数控系统内零件加工程序全部均存在,引导程序也存在。执行系统给出的那个零件加工程序时,也能够进行正常的加工,这说明整个数控系统没有问题。为什么会出现上述奇怪的故障现象呢?查阅系统使用说明书知:程序的调用必须在 N 的序号后输入程序号才能进行。检查操作者调用加工程序的过程,发现其并未输入 N 的序号,而是直接输入程序号进行调用,故产生了上述故障现象。

故障处理:纠正操作者的操作方法后,故障排除。

说明:该故障产生的主要原因是操作者对机床的操作方法不熟悉。这种操作不当造成的故障在维修过程中常常都会遇到。

【例 1-92】 匈牙利 EE N-400 数控车床 EPROM 报警的处理。

故障现象:在调试中出现 EPROM 报警,此报警无法用删除按钮消除,出现这个报警以后机床的一切动作均无法执行,包括用零压按钮接通控制。

故障检查与分析:EEN-400 匈牙利数控车床(380×1250)是由匈牙利西姆公司生产的。配置的数控系统型号为 HU NORPNC721,由匈牙利电子测量设备厂生产。故障是在合闸检查主驱动板 LD14 相序指示是否正确时,发现主驱动板上 LD10 速度正反馈报警灯亮,是因为紧急关断电气柜主电源开关后引起的。机床操作程序上明文规定合闸程序:先接通主电源开关,再旋转急停按钮使其释放,后起动零压;关机时应先压下急停(带自锁)按钮。当时是因为发现了速度反馈接错,怕出现飞车事故而急于拉闸,引起了对 EPROM 内接口程序的干扰,冲乱了系统软件程序,故障原因是操作不当引起干扰。

故障处理:重新输入接口程序,EPROM 报警解除;交换主驱动单元上 XT18 号、9 号测速发电机反馈信号线,使错误的正反馈改为正确的负反馈。

【例 1-93】 南京东方 CORINC0800 系统自动加工中复位问题的解决。

故障现象:用“自动加工”功能进行自动加工,在执行换刀指令过程中,控制系统时常出现自动复位现象。CRT 显示屏回到初始画面,自动加工中断,使自动加工无法正常运行。

故障检查与分析:该简易数控车床用 C1616 车床改造。控制系统选用南京东方数控公司产 CORINC0800,驱动系统为 CORINC0600,四工位刀架,混合步进电动机,CRT 显示,具

有人机对话功能。

由于问题出现在“自动加工”换刀过程中,因此对以下两方面做了认真、必要的检查:

1) 在检查外围线路均正常的情况下,更换控制系统控制板,用来排除控制系统内存有的错误信息或干扰信号所造成的误动作。结果问题依然存在。

2) 对刀架控制盒内电路做了认真检查。发现用来控制刀架电动机正、反转的中间继电器 KA1、KAZ 线圈两端未加续流二极管,因刀架控制盒电流来自控制系统,这样,在换刀过程中 KAL、KAZ 所产生的反电动势,造成了控制系统的复位误动作。

故障处理:打开刀架控制盒,在中间继电器 KA1、KA2 线圈两端加设续流二极管 VD1、VD2,这样就消除了换刀时,由 KA1、KA2 线圈所产生的反电动势,使问题得到了解决。

【例 1-94】 南京 JN 系列数控系统 02 号—0080 报警的解决。

故障现象:在输入新程序时,发生 02 号—0080 报警。

故障检查与分析:该机床系采用南京江南机床数控工程公司的 JN 系列机床数控系统改造的经济型数控车床。故障发生后查阅其编程说明书,从出错表中知,02 号报警为编辑方式中错误报警。表中列出了 02 号报警所包含的 14 种出错分号的内容及处理意见,但却无 0080 出错分号的内容。因此,该故障无帮助信息可供参考。考虑到故障发生在输入新程序的过程中,故怀疑是编程出错。着重从程序方面进行检查。首先,检查新程序无故障,调用其他程序来检查也无故障;其次,检查系统的程序输入情况,发现存入数控系统的零件加工程序已达 6 个之多。考虑到 JN 系列机床数控系统为经济型数控系统,虽然可存储若干个零件加工程序,但其掉电保护内存只有 8KB。如果输入的零件加工程序过多,将导致发生溢出报警。为此,确定故障的原因为:存入数控系统的零件加工程序过多。

故障处理:将暂时不用的程序删除后,重新输入新的加工程序,故障排除。

说明:该例故障的产生主要是操作者对系统的原理及使用不熟悉而为,对于经济型数控系统而言,因其 RAM 为 16 位芯片,存储容量较小,装入过多的加工程序将产生溢出报警。希望使用经济型数控系统的操作人员和维修人员对此加以重视。

【例 1-95】 匈牙利 EEN-400 数控车床 Z 轴回零不准故障。

故障现象:机床的 Z 轴回零不准,产生误差,误差在 0.37mm 左右,无定值,无规律,无任何系统报警,无驱动单元故障指示。

故障检查与分析:EEN-400 匈牙利数控车床(380mm×1250mm)是由匈牙利西姆(SEIN)公司生产的,数控系统型号为 HUNOR PNC 721,由匈牙利电子测量设备厂(ENGJ)生产,选用四象限操作脉宽调制晶体管伺服放大器作伺服驱动单元,其型号为 CVT48R21A1 由奥地利的 STROMAG 厂生产,伺服电动机由匈牙利的 EVIG 厂生产并带有位置编码器,构成半闭环伺服控制系统。分析认为:①误差是随机的,开始是偶发的,消除后重走,一切恢复正常,以后故障明显,达到每次运动均有误差产生。表现形式:当给定 Z 轴+100mm,会出现运行显示到+99.654mm,系统就停止了,如果从这个值开始再给定-100mm,则会在运行到-0.021mm 停止;②用替换法将系统的坐标分配板 1MUX 与 1MUZ 互换,故障无变化;③检查所有 Z 轴的连接电缆、插头插座、信号线,均无异常;④检查 Z 轴位置编码器也正常;⑤与另一台同型号数控车交换伺服系统 XE1 板,故障转移。进一步交换此板中的集成电路块逐一测试,找出了损坏的集成块。

故障处理:更换损坏的集成电路,故障排除。

说明：根据故障现象，按常规分析，似乎系统坐标分配板或位置编码器有故障的可能性较大，但为什么故障却发生在伺服单元内呢？分析后认为，位置编码器是绝对式位置测量元件，常被用来做主轴准停装置而替代传统的机械定向装置，在 EEN-400 数控车床上用它来作为伺服系统的位置反馈元件，形成半闭环控制系统。当 MPU（计数单元）向伺服单元发出了指令后，如果收不到编码器反馈的准确到达的信息，那么计数无法停止，而要使编码器有正确的反馈，则丝杠必须转动给定的圈数和角度，所以伺服单元的运动应属正常。下面就应分析显示电路的问题了。从脉冲宽度跟踪细分原理图里可以看出，显示电路是由控制电路来输出的，控制电路的一路输出及显示电路的故障均会造成显示器的显示值发生错误，而实际上正是上述故障现象。

【例 1-96】 匈牙利 EEN-400 数控车床主轴 AC、ERR 缺相报警。

故障现象：操作者在晚上 12 点以后开机操作，运行不到 10min 突然一切运行停止，同时出现 AC、ERR 缺相报警。

故障检查与分析：EEN-400 匈牙利数控车床（380mm×1250mm）是由匈牙利西姆（SEIN）公司生产的，配置的数控系统型号为 HUNOR PNC721，由匈牙利电子测量设备厂（ENGJ）生产，主驱动单元 EFG380-105 也由 ENG 厂生产。通过调查得知，晚上因电站故障停电，当晚恢复送电以后，整个厂区基本无负荷，估计电压在 440V 左右。此系统对电网电压波动的要求是 380V+（10%~15%）范围内。电压低于 15%尚有欠压保护，对过电压无任何保护措施。根据 AC、ERR 报警查 EFG 主电动机驱动单元报警指示灯 LD12 亮，指示熔丝断。

故障处理：①更换电路的快速熔断器，故障未消除；②又查 EFG 主驱动单元内部控制保险熔断，更换后故障仍不能排除；③再查，场效应管损坏两个，用国产管替代，在电平的转换上稍做处理，故障排除。

说明：该厂供电质量差，电网电压波动大。数控机床对电网电压要求相对其他机床要严，其安全运行范围为+10%~-15%。对±24V 要求小于±10%，±15V 小于±10%，+5V 小于±5%。当电网电压波动超过规定范围后，必定影响电子元器件的寿命。购买了适合数控机床使用的 SkWY3-30kVA 三相交流净化稳压电源后无故障率大大降低，基本上再无元器件烧坏的恶性事故发生。

【例 1-97】 匈牙利 EEN-400 数控车床 RECOST 报警的排除。

故障现象：系统开机后出现 RECOST 报警。

故障检查与分析：EEN-400 匈牙利数控车床（380mm×1250mm）是由匈牙利西姆（SEIN）公司生产的，数控系统型号为 HUNOR PNC721，由匈牙利电子测量设备厂（ENGJ）生产。分析认为：①查操作手册，RECOST 报警内容是新语句被禁止，原因是中央集中润滑系统中液压油压不足；②经机械检查，润滑系统没发现什么问题；③查接口显示，润滑输出高电平，正常；④查接口显示，润滑压力经电器反馈输入信号不稳定。

故障处理：清洗润滑系统，检查调整压力继电器，报警消除，机床恢复正常运行。

说明：此故障是在投入运行后不久发生的，润滑油箱内有原来带来的润滑油，也有本厂添加的润滑油，两种油质稍有差别，遇气温突然下降油液变稠，两种油混合后产生的脏物使油路不畅，故而引起压力继电器反馈输入信号不稳定。

【例 1-98】 D015 数控车床加工程序偶失原因的处理方法。

故障现象：加工程序输入 RAM 后，起动主轴时，程序不能被执行，TP801 单板机出现

“P”显示。同时 RAM 内的加工程序、刀补均丢失。

故障检查与分析：D015 经济型数控车床选用的控制系统是西安微电动机研究所生产的 JWK-2-3A 型数控装置，主要用于被动齿轮的精车。这种现象是偶发的，给操作者带来很大不便。由于是偶然发生的故障，因此判断、检查非常困难，根据培训资料，TP801 单板机在程序执行中突然出现“P”，是由于干扰引起的。但通过对干扰源的检查，不能发现什么问题。根据预防干扰的措施，决定采用重复、加强接地、接零的方法。

故障处理：从电源引线管的接地螺栓上再加接一根到数控柜接地点的接地线。（D015 车床床身上的接地点已经与电源引线管接地螺栓有良好的连接）做重复接地、接零后，故障排除。

说明：①为预防加工程序的丢失，在重复接地后，又解决了操作程序的输入问题，逐步为其主要零件程序，固化了 ROM 块。至此故障排除；②通过接地线故障的分析、处理、提示，数控机床由于它的特殊性，对干扰信号的敏感性，使一些对普通机床不产生影响的问题在此出现了问题。数控机床必须在抗干扰上采取特殊措施，有条件的，应安装三相交流稳压净化隔离电源，没条件的，至少要把好接地及信号线的屏蔽关。对数控柜直接重复接地、接零是一个可采用的办法。

1.3.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 1-99】 一台数控车床，采用三菱 L3A 数控系统。

故障现象：在使用过程中多次出现“S0 伺服报警 0032”。

故障检查与分析：0032 报警表示伺服系统过电流报警。晶体管模块十有八九已被击穿，除了更换晶体管模块之外，还应找出引起模块损坏的起因，经现场检查，特别要检查机床使用电压、接地情况，电气柜的灰尘以及电动机工作时的电流，并对不合格地方予以改进。但经一个月使用又出现上述报警。再次到现场经仔细检查，发现电动机动力线的连接器有许多切削液，经清除并加装防水装置，该故障再也没有发生。

【例 1-100】 X 轴定位不准故障。

故障设备：经济型数控车床，采用南京江南机床数控工程公司的 JN 系列数控系统。

故障现象：运行中发现 X 轴定位不准。

故障检查与分析：故障发生后，重点检查 X 轴的重复定位精度，驱动 X 轴正、负方向进行重复定位，每一次的误差均在 0.1mm 以上，且连续重复几次后，误差便累计到 1mm 左右。为判断是 X 轴驱动单元故障，还是数控系统主板故障，采用交换法，将 X 轴驱动板与 Z 轴驱动板互换，结果，故障就转移到 Z 轴，而 X 轴定位恢复正常，说明故障源在 X 轴驱动板上，而不在数控系统主板上。

故障处理：更换一块新的驱动板后，故障排除。

说明：由于目前经济型数控系统已经普遍采用模块化结构，因此，对于经济型数控系统方面的故障，可采用试探交换法进行处理，这样可以迅速、准确地判明故障，从而将故障排除。

【例 1-101】 C6140 数控车床系统外壳接地不良的故障。

故障现象：沈阳第三机床厂生产的 C6140 经济型数控车床，采用南京大方公司生产的 JWK 15T 经济型数控装置，四工位电动刀架，出现 Z 轴不能工作现象。

故障检查与分析：经检查发现 Z 轴功放板熔断器烧毁，进一步查找，发现有 4 个功放管被击穿。根据操作者反映，损坏前一个月来，在操作时接触系统外壳有触电现象。据此判断可能情况如下：

- 1) 机械负载过重，使步进电动机电流过大将功放管烧毁。
- 2) 步进电动机本身绝缘损坏。
- 3) 印制电路板、功放板及机床供电系统本身问题。

故障排除：

1) 首先检查车床轴机械部分。用手盘绕电动机后端螺钉，没有感到力量过大、不均匀现象，排除机械故障。

2) 用万用表和绝缘电阻表检查。轴步进电动机绕组和绝缘情况都很好，排除步进电动机本身问题。

3) 将 Z 轴步进电动机连到 X 轴功放板上进行控制，一切正常，说明除功放板损坏外无其他元件损坏。

4) 仔细检查输入电源，发现系统外壳对地有 150V 交流电压；仔细检查连线，发现系统外壳对地电阻很大，500V 的绝缘电阻表在 $0.5M\Omega$ 左右，这就是故障原因。

因为系统接地不好，造成系统在高低压变化时或断电停车瞬间反向电动势升高，超过功放管的反向击穿电压，将功放管烧毁。将系统接地重新处理，故障排除。更换新功放板，机床恢复正常工作。

【例 1-102】 常州 CCS-8 型数控系统 X 轴故障的处理。

故障现象：步进速度高时 X 轴乱走，步进速度低时 X 轴停在某处振荡。

故障检查与分析：CKJ6136A 经济型数控车床采用常州电动机电器总厂研制的 CCS-8 型数控系统，伺服系统为步进电动机驱动。该系统采用 8031 单片机作为控制器；驱动电源采用高压恒流斩波的驱动方式；系统最高运行频率不低于 12.5kHz；供存放零件加工程序的存储容量为 6kB。

首先检查 X 轴的步进电动机及连接电缆确定无问题。然后检查系统。开机后在系统后盖部分的 CCS-8-4A 印制电路板上测量 300V “+”、“-” 两端子，测得直流电压 300V；在方波处测量，得频率为 1000kHz，幅度为 12V，占空比为 1:1 的方波，在后盖 CCS-8-4B 印制电路板上测量光电隔离用电源 12V “+”、“-” 之间直流电压，则得直流电压为 11.6V；在 CH6-3 插孔 1、2、3 脚分别对 4 脚测量光电隔离板输出到功放板的方波信号 X_A 、 X_B 、 X_C 测出 X_A 方波的幅度只有 0.5V，而 X_B 、 X_C 方波的幅度为 1.0V。

关机拆下 X 轴的功放板，再开机在 CH6-3 插孔测量 X_A 方波（见图 1-59d）， X_A 方波的幅度为 1.0V。用万用表测量拆下的功放板的输入端 X_A 、 X_B 、 X_C 对地电阻， X_A 端对地电阻为 $50k\Omega$ ， X_B 、 X_C 对地电阻均为 $80k\Omega$ 。从以上测量可得出结论：直流电压 300V、12V 为正常；光电隔离板输出到功放板幅度为 1.0V 的 X_A 、 X_B 、 X_C 方波为正常。X 轴步进电动机乱走是由于功放板上从信号的通道不正常造成的。

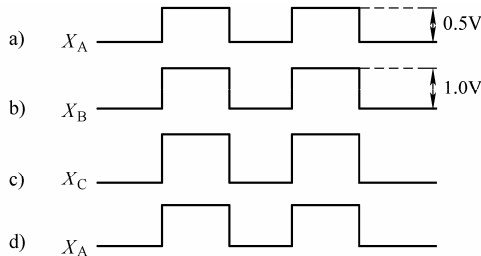


图 1-59 光电隔离板输出信号

X 轴 A 相功放原理图（见图 1-60），它采用的是高压恒流斩波的方式，前级放大采用低

功耗低失调电压四比较器 LM339。LM339 集成电路的内部方框图如图 1-61 所示, 功率晶体管 VT_2 、 VT_3 、 VT_4 、 VT_5 作为末级放大。当从有步进信号输入时, VT_2 、 VT_3 、 VT_4 、 VT_5 导通工作, 加在步进电动机绕组 L 上的电源使绕组中的电流上升, 当绕组中的电流升到额定值以上时, 从恒流采样电阻 R_L 上取一电压输入到比较器 1 的 2 脚, 比较器 1 的 1 脚输出低电平, 比较器 2 的 13 脚输出低电平, 使晶体管 VT_2 、 VT_3 截止, 也就关闭了加在步进电动机绕组的电源。这样在绕组 L 中产生反电势。由于 VT_5 仍导通, 故这时的反电势可通过 VT_5 、 R_L 、 VD_2 等元件进行泄放, 当电流降到额定值以下时, 在恒流采样电阻 R_L 取一电压使 VT_2 、 VT_3 导通, 电源又加在绕组 L 上, 使其电流上升。根据以上对 A 相功放电路原理的分析, 开机对比较器各脚状态进行测量, 发现比较器 2 的 13 脚状态异常, 不管 X_A 是否有步进方波输入, 比较器 2 的 13 脚始终为低电平, 故判断集成电路 LM339 内部短路。

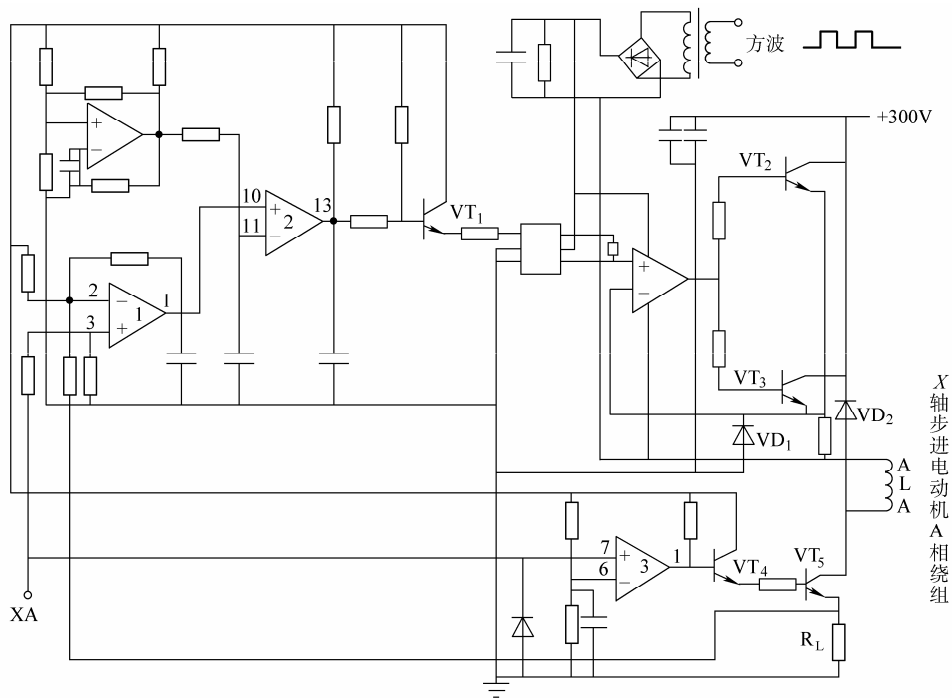


图 1-60 X 轴 A 相功放原理图

关机将集成电路 LM339 从功放板上拆下, 用万用表测量 LM339 的 13 脚对地的阻值。用万用表的红表棒接地, 黑表棒接 13 脚, 13 脚对地阻值为 0Ω ; 再用黑表棒接地, 红表棒接 13 脚, 13 脚对地阻值也为 0Ω 。而正常的 LM339, 第一项的 13 脚对地阻值为 $6.5k\Omega$, 第二项的 13 脚对地阻值应为无穷大。根据以上测量结果, 可断定是由于集成电路 LM339 的 13 脚对地短路造成 X 轴 A 相功放输出异常, 致使 X 轴步进电动机乱走。

故障处理: 更换低功耗低失调电压四比较器 LM339, 开机测量比较器 2 的 13 脚, 状态恢复正常。X 轴步进电动机乱走故障排除。

【例 1-103】 西安 BKC 数控车床 Z 轴熔断器熔断的处理。

故障现象: Z 轴移动时, Z 轴步进电动机功放柜 A 相熔体迅速熔断。

故障检查与分析: C630 经济型数控车床是陕西省咸阳陕西机械研究所改造的。选用的是

西安微电动机研究所（简称西微所）生产的 BKC（总线机）数控系统控制器，X 轴、Z 轴均采用 5 相 10 拍供电的功率步进电动机，功放柜及步进电动机均由西微所生产。经了解，此机床主导轨磨损较为厉害，虽经刮研，但机械阻力仍较大。但从熔芯熔断的速度和状态看，不像过载而是短路。车间电维修已多次更换熔芯，并换过损坏的功放管，但故障未能排除。检查 X 轴步进电动机，单脉冲运行不稳定，丝杠、手柄带电时有时无。检查伺服驱动高低压电源正常，X 轴、Z 轴步进电动机绕组正常。故障应在功放柜的前置放大板及功率放大板上。

故障处理：①首先将 X 轴步进电动机与负荷脱离，脱离后发现步进电动机轴头上连接齿轮定位销脱落。电动机与齿轮的连接是松动的；②去掉齿轮，单独运行步进电动机，发现电动机因缺相产生抖动，查功放输出，5 相输出缺 A、D 二相，故而电动机来回抖动，测前置放大板脉冲变压器侧，对应二相无输出，更换 A、D 二相 CC4069 反相器及 CD4098BE 单稳后，前置输出正常；③前置正常后，功率板还是没有输出。查得前置输出插接件虚接。分析认为这就是损坏集成块的原因，经处理后，X 轴步进电动机恢复正常运行，同时记录各测试点参数；④以 Z 轴前置板插入 X 前置板部位，先不带电动机，以同法检查 Z 轴前置输出，更换集成元件不能解决问题，使用对比法也未找出异常处，只得对前置三极管拆掉焊脚进行测量，终于发现了损坏的晶体管，更换之，Z 轴前置完好；⑤用对比测量法对 Z 轴功放板进行检查，发现换过的功率管由于故障没有排除前通电试过车，所以又重新损坏了，再次更换；⑥以修复的 Z 轴前置与 Z 轴功放组合起来，先带 X 轴步进电动机，正常后，复查 Z 轴步进电动机绕组及连线，确认无问题，又试 Z 轴机械阻力，尚可，决定三者连接，对 Z 轴通电试车，一次成功；⑦装上 X 轴步进电动机连接齿轮、锥销，并使其与齿轮副啮合良好。两轴驱动均恢复正常，经过试运行，证明故障排除，机床恢复正常运行，交付使用。

说明：①因为没有备件板，更没有试验台，对于这种多故障点的检查分析相对单一故障更需要谨慎一些，要逐一检查，逐一排除，冷静对待，避免故障扩大；②机床的保养应加强，对于任务紧的机床，应抓紧生产的间隙，提前做好准备工作，见缝插针进行检修保养；③检修保养是在宽松的气氛中进行的。抢修是在高度紧张有压力的情况下进行的，我们应选择前者。

【例 1-104】 南京 JN 系列数控系统 X 轴定位不准故障。

故障现象：X 轴定位不准。

故障检查与分析：该机床为采用南京江南机床数控工程公司的 JN 系列机床数控系统而改造的经济型数控车床。该故障发生后，重点检查 X 轴的复位定位精度。驱动 X 轴正、负方向进行重复定位，每次的误差均大于 $10\mu\text{m}$ ，且连续重复几次后，误差便积累到了 1mm 左右。判断是 X 轴驱动单元故障，还是数控系统主板故障。采用替换法，将 X 轴驱动板与 Z 轴驱动板互换。即用 X 轴控制信号去控制 Z 轴驱动板，而用 Z 轴控制信号去控制 X 轴驱动板。结果，

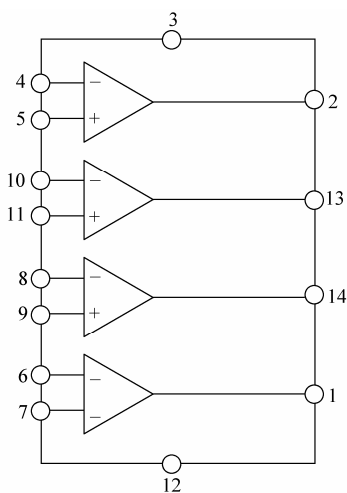


图 1-61 LM339 集成电路的内部方框图

故障便转移到了Z轴，而X轴定位恢复正常。根据经济型数控机床的原理框图，说明故障源在X轴驱动板上，而不在数控系统主板上。

故障处理：更换一块新的驱动板后，故障排除。

说明：由于目前经济型数控系统已经普遍采用模块化结构，因此，对于数控系统方面的故障，可采用替换法进行处理，这样可以迅速准确地判明故障，从而将其排除。本例故障的检查思路是这样的，因Z轴驱动板肯定是好的，用它去替换X轴驱动板，如果故障仍然反应在X轴，说明故障源不在X轴驱动板上；如果故障反应在Z轴，说明换到Z轴去的X轴驱动板是坏的。

1.3.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 1-105】 主轴转速不稳故障。

故障设备：某机床厂 TND360 数控车床，采用 TX-8 系统。

故障现象：机床开机后，前 10min 左右主轴速度上不去，无具体报警信号指示或显示，10min 后可以正常工作。一个多月后，这种现象的时间稍延长，且机床正常运行中也会出现主轴转速不稳，并出现 A16 号报警。

故障检查与分析：在机床出现故障而无报警显示的情况下，只检查主驱动部分的主电源电压、连接电缆、焊接件、主电动机电刷及测速元件等，均正常，其他基本无从查起。出现 A16 号报警后，查报警内容为低于最低场励磁或者运行前没有准备。但机床开机后，前 10min 各部分运行准备正常，只是主轴速度上不去，而主轴速度与场励磁有关，所以重点检查场励磁部分。检查主轴电动机、测速发电机接线端子、电枢线圈、电刷、连接电缆等均正常。再检查场励磁部分的电源（见图 1-62）。发现磁场调节部分用电源变压器原电压交流 380V 正，二次侧交流 20V 电压有波动，励磁线圈的电压也跟着波动，当励磁电压快减到 0V 时，出现 A16 号报警，因励磁线路本身正常，所以故障应在磁场调节电源板上。取下印制电路板，仔细观察测量发现变压器副边 15 脚有裂痕，用手触动，出现明显接触不良状态，究其原因是由于温度影响，开机 10min 后，焊点随温度升高而膨胀。接触良好，关机冷却后，接触不好，反复如此工作中设备若有大的振动，故障就会出现。

故障处理：重新焊接 15 脚，故障排除。

【例 1-106】 匈牙利 EEN-400 数控车床解除主传动禁止的方法探讨和故障处理。

故障现象：起动主轴驱动，无论是正转，还是反转，都不转。LED 显示 S•READY？用消除键能除去。

故障检查与分析：EEN-400 匈牙利数控车床（380mm×1250mm）是由匈牙利西姆（SEIN）公司生产的。配置的数控系统型号为 HUNOR PNC721，由匈牙利电子测量设备厂（ENGJ）生产，主驱动单元 EFG380-105 也由 ENG 厂生产。

查操作手册，揭示 S•READY？意为主传动不能被作用，可能是电源异常或失调；在连接线上相序错误；相序滞后或电压失效；主传动击穿破坏等。检查上述部位一切都正常，找不

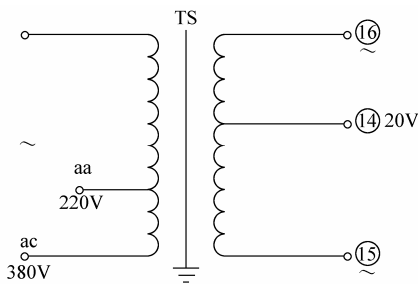


图 1-62 磁场调节电源板变压器

到故障点，同时伺服驱动也不响应。

根据以往调试进口设备的经验，进口精密机床总是会在调试的第一步、第二步上设置某些人为的硬件故障，以防调试人员在没有全部掌握本机床之前盲目开动。现在提示的既然是主轴准备好了没有，那么原因还应在主轴上。检查主轴转速系统给定的主轴转速为 40r/min，这是主轴的最低速，但在实际切削中无实用价值。应该把它设置到加工切削时的正常速度。

故障处理：鉴于以上的分析，考虑在找不到更好的处理方法时，可用改变主轴转速的设制来试一试，改设转速 120r/min，此时正转、反转、停均能达预期效果，报警信号消除，故障排除，同时伺服驱动也正常。

说明：①当再度设主轴 40r/min，驱动能正常执行，也即第一次修改转速以后，一切都恢复正常，在其余二台数控车调试中也出现同样情况，都是通过改变一次主轴转速的设定后才能实现主驱动及伺服运动；②这次故障的排除有它的偶然性，也有它的必然性，偶然性是在我们并不了解报警的内涵，也不掌握处理方法，故障的排除只是碰巧，它的必然性是总结了以往调试进口机床的经验，以及对金属切削加工规律的了解，判断出既然能为精密的机床设置人为的硬件故障，那么也完全可以为 CNC 系统机床设置软件故障；③系统在为主驱动编制的程序中，很可能设置了一个计数器，必须在第二次接到 40r/min 的指令后才能执行 40r/min 或是必须接到主轴转速修改指令后才能执行主驱动，否则就显示 S•READY? 并禁止主驱动。如果系统已被打开并实现过主驱动的，只需在出厂装箱前重新输入一遍程序，则禁令又可被执行。这也是一种保护程序及保护机床的方法。只有在禁令被解除后，CNC 系统才向主驱动单元输出准备好的信号，主驱动板上的 LDI 灯亮，主电动机才能被起动。

【例 1-107】 一台数控车床主轴旋转出现报警 1068 ALARM-A SPEED DEVIATION TOO LARGE SPDL（主轴转速偏差太大）。

数控系统：日本 OKUMA OSP 7000L 系统。

故障现象：这台机床更换主轴轴承后，开机起动主轴时出现 1068 报警，主轴转不起来。

故障检查与分析：因为是维修主轴之后出现的这个报警，首先怀疑主轴没有维修好，但进行检查没有发现问题。用低速旋转主轴，可以转起来，但机床主轴负载表显示负载率为 180%，过高，此时屏幕没有显示主轴速度。因此怀疑转速检测环节有问题，检查主轴速度检测传感器发现，由于安装不良，使传感器表面划伤，造成传感器损坏。

故障处理：更换传感器后，主轴恢复正常工作。

1.3.4 刀架系统故障实例与诊断

【例 1-108】 南京 JN 系列数控系统电动刀架定位不准故障的处理。

故障现象：电动刀架定位不准。

故障检查与分析：该机床是采用南京江南机床数控工程公司的 JN 系列机床数控系统而改造的经济型数控车床。其刀架是常州市武进机床数控设备厂为 JN 系列数控系统配套生产

的 LD4-1 型电动刀架。其故障发生后，检查电动刀架的情况如下：电动刀架旋转后不能正常定位，且选择刀号出错。根据上述检查判断，怀疑是电动刀架的定位检测元件——霍尔开关损坏。拆开电动刀架的端盖，检查霍尔元件开关，发现该元件的印制电路板是松动的。由电动刀架的结构原理知：该印制电路板应由刀架轴上的锁紧螺母锁紧，在刀架旋转的过程中才能准确定位。

故障处理：重新将松动的印制电路板按刀号调整好，即将4个霍尔元件开关与感应元件逐一对应，然后锁紧螺母，故障排除。

说明：在电动刀架中，霍尔元件是一个关键的定位检测元件，它的好坏对于电动刀架准确地选择刀号，完成零件的加工有十分重要的作用。因此，对于电动刀架的定位故障，首先应考虑检查霍尔元件。

【例 1-109】 匈牙利西姆(SEIN)公司生产的 EEN-400 匈牙利数控车床(380mm×1250mm)，数控系统型号 HUNOR PNC 721，刀架定位不准的解决。

故障现象：刀架可装6把刀，刀架定位不准。

故障检查与分析：经检查定位不准的主要原因是刀架部分的机械磨损较严重，已不能通过常规的调整、刀补间隙补偿等手段来解决，需考虑进行整体更换。如购同型号的原生产厂家的刀架需外汇，且价格昂贵，订货、购件手续多，时间长，影响生产。经了解，国内的数控刀架生产厂家已能生产相同性能的卧式6刀位刀架，做适当的处理，就可以替代进口备件。

说明：进口设备备件国产化已提到议事日程上来，国内的一些数控机床生产厂家及配套件生产厂家已经在这方面做了大量细致的工作，为数控机床用户提供了方便。只是信息的沟通方面尚需加强，才能使生产厂家产品有销路，使用单位有地方购买。

【例 1-110】 加工中刀具损坏故障。

故障设备：经济型数控车床，采用某机床数控工程公司 JN 系列数控系统，刀架为某机床数控设备厂为 JN 系列数控系统配套生产的 LD4-1 型电动刀架。

故障现象：加工过程中，刀具损坏。

故障检查与分析：检查机床 NC 系统，X、Z 轴均工作正常。检查电动刀架，发现当选择3号刀时，电动刀架便旋转不停，而在1、2、4号刀位置均选择正常。采用交换法，将1、2、4号刀的控制信号任意去控制3号刀，3号刀位均不能定位，而3号刀的控制信号却能控制1、2、4任意刀号，故判断是3号刀失控。由于3号刀失控，导致加工过程中刀具损坏。根据电动刀架驱动电气原理检查+24V电压正常，1、2、4号刀所对应的霍尔元件正常，而3号刀所对应的霍尔元件不正常。

故障处理：更换不正常的霍尔元件，故障排除。

【例 1-111】 加工尺寸不能控制故障。

故障设备：经济型数控车床，采用某机床数控工程公司 JN 系列数控系统，刀架为某机床数控设备厂为 JN 系列数控系统配套生产的 LD4-I 型电动刀架。

故障现象：在产品加工过程中，发现有加工尺寸不能控制的现象，操作者每次在系统中修改参数后，数码显示器显示的尺寸与实际加工出来的尺寸相差悬殊，且尺寸的变化无规律可循。即使不修改系统参数，加工出来的产品尺寸也在不停地变化。

故障检查与分析：该机床主要进行内孔加工，因此，尺寸的变化主要反应在X轴上。为了确定故障部位，采用交换法，将X轴的驱动信号与Y轴的驱动信号进行交换，故障依然存在，说明X轴的驱动信号无故障，也说明故障源应在X轴步进电动机及其传动机构、滚珠丝杠等硬件上。但检查上述传动机构、滚珠丝杠等硬件均无故障。进一步检查X轴轴向重复定位精度也在其技术指标之内。是什么原因产生X轴加工尺寸不能控制呢？发现分析故障原因时忽略了一个重要部件——电动刀架。

检查电动刀架的每一位刀架的重复定位精度，故障源出现了，即电动刀架定位不准。分

析电动刀架定位不准的原因,若是电动刀架自身的机械定位补偿不准,故障应该是固定不变的,不应该出现加工尺寸不能控制的现象,定有其他原因。检查电动刀架的转动情况,发现电动刀架抬起时,有一铁屑卡在那里,铁屑使刀架定位不准,这就是故障源。

故障处理:拆开电动刀架,用压缩空气将电动刀架定位齿盘上的铁屑吹干净,重新装配好电动刀架,故障排除。

提示:在经济型数控机床中,电动刀架定位齿盘内常会进入一些细小的铁屑,这些铁屑在定位盘内是随着电动刀架的转动而移动的。因此,故障现象表现为加工尺寸变化不定。对此故障的预防,就是要定期对电动刀架进行清洁处理,包括拆开电动刀架,对定位齿盘进行清扫,才能保证机床正常工作。

【例 1-112】 德州 SAG210/2NC 数控车床刀架不转故障。

故障现象:上刀体抬起但不转动。

故障检查与分析:该机床为德州机床厂生产的 CKD6140 及 SAG210/2NC 数控车床,与之配套的刀架为 LD4-1 四工位电动刀架。根据电动刀架的机械原理分析,上刀体不能转动,可能是粗定位销在锥孔中卡死或断裂。根据分析,拆开电动刀架更换新的定位销后,上刀体仍然不能旋转。在重新拆卸时发现在装配上刀体时,应与下刀体的四边对齐。牙齿盘须啮合,按上述要求装配后,故障排除。

【例 1-113】 德州 SAG210/2NC 数控车床刀架转动不停的故障修理。

故障现象:系统发出换刀指令后,上刀体连续运转不停或在某规定刀位不能定位。

故障检查与分析:该机床为德州机床厂生产的 CKD6140 及 SAG210/2 NC 数控车床,与之配套的刀架为 LD4-1 四工位电动刀架。

分析故障产生的可能原因:

- 1) 发信盘接地线断路或电源线断路。
- 2) 霍尔元件断路或短路。
- 3) 磁钢磁极反相。
- 4) 磁钢与霍尔元件无信号。

根据上述原因,去掉上罩壳,检查发信装置及线路,发现是霍尔元件损坏。

故障处理:更换霍尔元件后,故障排除。

【例 1-114】 D015 经济型数控车床换刀命令不执行的处理方法。

故障现象:机床在自动加工过程中,当运行到换刀程序段时,TP801 单板机显示 T2、T3 或 T4,但刀架不换刀,经过一段时间后,刀架能继续执行换刀程序以后安排的运动指令,直至最后,并能再次起动。

故障检查与分析:D015 经济型数控车床选用的是 JWK-2-3A 型数控装置。采用陕西省机械研究所生产的 WZD4-II C 型自动回转刀架。

此机床原刀架是陕西省机械研究所生产的 WZD4-II A、B 型。控制按钮站上设有刀架运动方式选择开关,有绝对、手动、延时三种方式。选择在手动方式时,可用刀位选择开关选择刀位。自动时,需把它旋到绝对位置,延时方式没有接。所以当单板机发生 2 号刀位的指令后,必须在接到 2 号刀位到位的信号后,才能进行下一程序段的运行。新换的 C 型刀架是该所在自动刀架全国联合设计后推出的改型换代新机种。此刀架控制箱电源开关的右端有一扳把开关,扳向下方,即“相对”位置。手动、延时将此开关扳向下方。此机在出现上述故

障时,手动换刀仍可进行。那么就是机械研究所用刀架控制小箱的开关来改变了回答信号。根据新刀架提供的接线图,将绝对换刀信号改成了延时换刀信号。

当单板机发生换刀指令后,不管刀架是否已按指令旋转,只要刀位延时回答接口在预定的时间后,能检测到刀位信号,则不管它是哪号刀的刀位到位信号,都以收到回答信号来处理。由于刀架没有旋转,刀位到位点是闭合的,所以程序继续向下执行。刀架顶部的到位“发信号盘”在延时控制方式中起的是另一个作用。当刀架抬起作水平旋转时按钮可以松开,刀架自己继续向前滑动直至碰到第一个 90° 位置,即到位开关闭合后就能反转,下落锁紧。如果要旋转 180° ,则需按住按钮不放,等它转过 90° ,越过到位开关后才能松开按钮,或分两次旋转。通过对刀架运动及单板机处理换刀程序方式的分析,此故障现象是单板机发生的换刀信号,刀架控制箱没有收到。

故障处理:查换刀信号,在微机柜的航空插头处找到了脱焊的点,重新焊接后,故障排除。

说明:

1) 因原刀架控制箱装在刀架大拖板下方的进给齿轮箱留下的空档内,随机床一起运动,所以微机柜给刀架控制箱的换刀信号及回答信号必须随其他控制信号一起先到机床配线插接处,再由机床配线处到按钮站,由按钮站经过手动、绝对的转换后再到控制箱。这两根信号线,连接环节特别多,是故障多发部位。再加控制箱在床鞍上随刀架的移动及切削力的振动和中滑板润滑油的下滴,一直是以往故障的多发处。现重换的C型刀架,把刀架控制箱从床身上分出来了,可直接放在机床床头前单做的支架上,也可放在总线机的微机箱上面,避免了振动、移动和油污。但是对这两根信号线没有做更好的处理。可以把这两根信号线直接从刀架控制箱连到微机柜。

2) 此机床的刀架到位回答信号由发信盘到刀架控制箱后,还需进行电子的转换。刀架背箱后有一扳把开关,分别接通高电平与低电平。如果这个开关位置放错了,则单板机会因收不到回答信号而等待,并出现08报警。

【例 1-115】 D015 经济型数控车床换刀后运行停止的处理方法。

故障现象:机床在自动加工中,有时在换刀前,有时在换刀后,TP801 单板机出现“P”显示。当换刀动作完成后,机床不再进给,停止在换刀位。

故障检查与分析:D015 经济型数控车床选用的控制系统是西安微电动机研究所生产的JWK-2-3A 型数控装置。刀架使用的是咸阳陕西省机械研究所生产的WZD4-II C 型自动回转刀架。

根据以前此机床曾出现过“P”显示的经验。重点检查接地线:

1) 检查机床接地线被人为拆走,重新接上,故障未能排除。检查接地线的其他环节,从母线槽地线引线点开始,由于欠保养,各处都或多或少地发现一些问题,同时也发现了当年单纯通过机床接地给数控柜引接地线而在主轴启动时产生干扰的真正原因。并在故障检查、分析的同时对数控柜进行了清扫保养、检修,但仍不能解决问题。

2) 通过仔细观察,发现故障总是发生在换刀运动中,特别是刀台落下,随着“咔”的一声单板机显示“P”。此时对刀架部分进行彻底的检查,并回绕换刀信号的屏蔽进行跟踪。刀架信号电缆线与刀架三相交流电动机线同穿一根蛇形管,刀架信号电缆线有屏蔽层。此屏蔽网在连着刀架控制箱的一端没接地,那接地端应该在刀架侧,屏蔽线的接地电阻经检测良好,

是否会虚接呢？只有拆开刀架，找到接地点，才能用探触法做彻底检查。

3) 拆下刀架。刀架信号电缆在此没有接线端或插头座那样的连接处，刀架信号电缆的屏蔽网在此，露出部分很短，与穿线蛇形管及刀架有接触，但没有固定手段，它的接地是虚的，再加这段蛇形管与刀架连接的一段已被拉开，刀架一运动，屏蔽接地就有可能脱开，三相感性负载的干扰就会窜入单板机，造成了“P”的出现。

故障处理：把刀架一端的屏蔽接地彻底去除，将刀架信号电缆的屏蔽层的另一端接在刀架控制箱上，此箱的接地有专线与数控柜接地线相连。经此处理后，“P”信号不再出现，故障排除。

说明：感性负载在接通或断开时产生的反电势，前沿很陡，属于迅速变化的强脉冲。触点通断时产生的电火花，属于一种高频振荡信号。频带很宽，幅值又大。它们或以辐射的形式直接干扰敏感电路，或通过布线间的分布电容耦合到被干扰电路上，或通过传输导线间的电磁耦合，干扰敏感电路，除了对干扰源采取抑制措施外，对被干扰线路要用屏蔽层保护。此刀架信号电缆屏蔽层接地虚设，所以使干扰信号窜入了单板机，造成了程序的中断及丢失。由此可以得出：屏蔽与接地一样重要，不可忽略。屏蔽线的接地端与地线的接触必须保证良好。应采用焊接或单独压接端子。

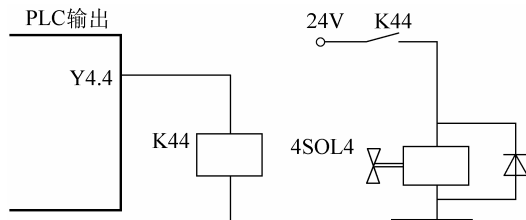


图 1-63 刀塔浮起控制原理图

【例 1-116】一台数控车床刀塔不旋转。

数控系统：日本 MITSUBISHI MELDAS L3 系统。

故障现象：这台车床一次出现故障，起动刀塔旋转时，刀塔不转，也没有报警显示。

故障检查与分析：根据刀塔的工作原理，刀塔旋转时，首先靠液压缸将刀塔浮起，然后才能旋转。观察故障现象，当手动按下刀塔旋转的按钮时，刀塔根本没有反应，也就是说，刀塔没有浮起。根据刀塔浮起控制原理图（见图 1-63），PLC 的输出 Y4.4 控制继电器 K44 来控制电磁阀，电磁阀控制液压缸使刀塔浮起，首先通过系统 DIAGN 菜单下的 PLC-I/F 功能（见图 1-64），

[PLC-I/F]						DIAGN 3									
						(SET DATA X0008=0001 Y0015=0000									
						X000A=0001 D0005=0053									
7 6 5 4 3 2 1 0 HEX						7 6 5 4 3 2 1 0 HEX									
Y0040	0	0	0	1	0 1 0 0	14	D005	0	0	0	0	0	0	0	0
Y0048	0	0	1	1	0 0 0 1	31		0	1	0	1	0	1	1	53
Y0050	1	0	0	0	0 0 1 0	82	D006	0	0	0	0	0	0	0	00
Y0058	0	0	1	0	1 1 1 1	2F		0	0	0	0	0	1	0	04
Y0060	0	0	0	0	0 0 0 0	00	D007	0	0	0	0	0	0	0	00
Y0068	0	0	0	0	0 0 0 0	00		1	0	0	0	0	1	0	84
Y0070	0	0	0	0	0 0 0 0	00	D008	0	0	0	0	0	0	1	02
Y0078	0	0	0	0	0 0 0 0	00		1	1	0	0	0	0	0	C0
DEVICE	DATA	MODE					DEVICE	DATA	MODE						
()	()	()					()	()	()						
ALARM						SERVO	PLC I/F	NC-SPC						MENU	

图 1-64 MITSUBISHI MELDAS L3 系统 PLC 输出显示

观察 Y4.4 的状态，当按下手动刀塔旋转按钮时，其状态变为“1”，没有问题，继续检查发现，是电磁阀 4SOL4 损坏。

故障处理：更换新的电磁阀，刀塔恢复了正常工作。

1.3.5 机电部分故障实例与诊断

【例 1-117】 南京 JN 系列数控系统 Z 轴出错故障。

故障现象：Z 轴出错，致使刀具损坏。

故障检查与分析：该机床为采用南京江南机床数控工程公司的 JN 系列机床数控系统而改造的经济型数控车床。根据故障现象，首先检查 Z 轴，在手动状态下，Z 轴只有正向移动，而无负向移动。仔细观察步进电动机的情况，在 Z 轴的正、负状态下步进电动机均工作正常，说明 Z 轴步进电动机及其驱动系统无故障。而滚珠丝杠在正方向时能转动，负方向时不转动。检查发现丝杠与电动机的连接销脱落，因而导致 Z 轴只有正向移动，而无负向移动。又由于 Z 轴丝杠只有正向移动，故电动刀架只能前进不能后退，以致使加工尺寸出错，将刀具损坏。

故障处理：将脱落的销子重新连接后，故障排除。

【例 1-118】 脉冲编码器感应光电盘损伤导致加工件加工尺寸误差。

故障现象：CNC 862 数控 20 车床 X 向切削零件时尺寸出现误差，达到 0.30mm/250mm，CRT 无报警显示。

故障检查与分析：本机床的 X 轴、Z 轴为伺服单元控制直流伺服电动机拖动，用光电脉冲编码器作为位置检测。据分析造成加工尺寸误差的原因一般为：

1) X 向滚珠丝杠与丝母副存在比较大的间隙或电动机与丝杠相连接的轴承受损，导致实际行程与检测到的尺寸出现误差；

2) 测量电路不良。

根据上述分析，经检查发现丝杠与丝母间隙正常，轴承也无不良现象，测量电路的电缆连线 and 接头良好，最后我们用示波器检查编码器的检测信号，波形不正常。于是我们拆下编码器，打开其外壳，发现光电盘不透光部分不知什么原因出现三个透明点，致使检测信号出现误差。因为 CNC 862 系统的自诊断功能不是特别强，因此在出现这样的故障时，机床不停机，也无 NC 报警显示。

故障处理：更换编码器，问题解决。

【例 1-119】 匈牙利 EEN-400 数控车床 RECOST 报警的排除。

故障现象：系统开机后出现 RECOST 报警。

故障检查与分析：EEN-400 匈牙利数控车床（380mm×1250mm）是由匈牙利西姆（SEIN）公司生产的，数控系统型号 HUMOR PNC721，由匈牙利电子测量设备厂（ENGJ）生产。

1) 查操作手册，RECOST 报警内容是新语句被禁止。原因是中央集中润滑系统中液压油压不足。

2) 经机械检查，润滑系统没发现什么问题。

3) 查接口显示，润滑输出高电平，正常。

4) 查接口显示，润滑压力经电器反馈输入信号不稳定。

故障处理：清洗润滑系统，检查调整压力继电器，报警消除，机床恢复正常运行。

说明：此故障是在投入运行后不久发生的，润滑油箱内有原来带来的润滑油，也有本厂添加的润滑油，两种油质稍有差别，遇气温突然下降油液变稠，两种油混合后产生的脏物使油路不畅，故而引起压力继电器反馈输入信号不稳定。

【例 1-120】 C6140 数控车床系统外壳接地不良的故障。

故障现象：Z 轴不能工作。

故障检查与分析：沈阳三机床生产的 06140 经济型数控车床采用南京大方公司生产的 JWK15T 经济型数控装置，四工位电动刀架。经检查发现 Z 轴功放板保险烧毁，进一步查找发现有 4 个功放管被击穿。根据操作者反映在损坏前一个月，在操作时触换系统外壳有触电现象。据此判断可能情况如下：①机械负载过重，使步进电动机电流过大将功放管烧毁；②步进电动机本身绝缘损坏；③印制电路板、功放板及机床供电系统本身有问题。

故障处理：首先检查车床 Z 轴机械。用手盘绕电动机后端螺钉，没有感到力量过大和不均匀现象，排除机械故障。用万用表和摇表检查 Z 轴步进电动机绕组和绝缘情况都很好，排除步进电动机本身问题。将 Z 轴步进电动机连到 X 轴功放板上进行控制，一切正常说明除功放板损坏外无其他元件损坏。仔细检查输入电源发现系统外壳对地有 150V 交流电压，仔细检查连线发现系统外壳对地电阻很大，500V 的欧姆表在 $0.5\text{M}\Omega$ 左右。这就是故障原因。因为系统接地不好，造成系统在高低压变化时或断电停车瞬间反向电动势升高，超过功放管的反向击穿电压，将功放管烧毁。将系统接地重新处理，故障排除，更换新功放板，机床恢复正常工作。

【例 1-121】 一台数控车床出现 1207 Alarm-A EC overload FRM8 oil pump motor for spindle headstock (FRM8 主轴液压泵过载)。

数控系统：日本 OKUMA OSP 7000L 系统。

故障现象：这台机床在运行时出现这个报警，主轴无法起动。

故障检查与分析：因为报警指示主轴润滑液压泵过载，所以对液压泵进行检查发现，液压泵电动机没有问题，而是液压泵损坏，致使液压泵电动机旋转时产生过载信号，PLC 检测出这个信号后进行报警，并由 NC 系统显示报警信息。

故障处理：更换新的液压泵，机床恢复正常使用。

【例 1-122】 一台数控车床卡盘工件夹不上。

数控系统：日本 OKUMA OSP7000L 系统。

故障现象：卡盘工作不正常，夹不住工件。

故障检查与分析：根据机床工作原理，卡盘的夹紧、松开是电磁阀控制的，卡盘夹紧是 PLC 输出 OUT3 的 bit3 “CHCLO”控制的，松开是 PLC 输出 OUT3 的 bit2 “CHOPO”控制的。在手动操作方式下，试验卡盘的松开和夹紧，利用系统 CHECK DATA (检查数据) 功能调用如图 1-65 所示的 PLC 状态显示画面，踩脚踏开关，信号“CHCLO”和“CHOPO”状态交替变化，说明 PLC 输出控制信号没有问题。检查夹紧电磁阀，发现线圈烧断。

故障处理：更换电磁阀的电磁线圈，机床恢复正常工作。

【例 1-123】 美国 AB 公司数控系统 X 轴来回摆动故障的处理。

故障现象：开机后 X 轴来回摆动。

故障检查与分析：该车床配置的 AB Bandit 数控系统是美国 AB 公司的经济型数控系统。故障发生后检查位置控制和推动板无问题，检查电动机发现电动机有润滑油浸出，打开电动机用布擦干后摆动减小，但故障仍未排除，故怀疑是电动机有故障。

故障处理：更换电动机的同时把对油垫圈和可能向电动机涌油的各种机械部件进行处理后，故障排除。

CHECK DATA									
		FIELD				NET I/O		PAGE 11	
No.	hex	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
In 1	00	IN2017	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	IN2010
In 2	00	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE	SPARE
In 3	02	IN18	IN17	IN16	IN15	IN14	IN13	IN12	IN11
In 4	00	IN48	IN47	IN46	IN45	IN44	IN43	IN42	IN41
No.	hex	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Out1	00	USMG	USMF	USME	USMD	USMC	USMB	USMA	USM9
Out2	00	OT18	OT17	OT16	OT15	OT14	OT13	OT12	OT11
Out3	04	SPARE	SPARE	SPARE	FMSN	CHCLO	CHOPO	TADO	TRDO
Out4	00	OT2047	OT2046	OT2045	OT2044	OT2043	OT2042	OT2041	OT2040
PROGRAM		ACTUAL	PART	BLOCK			CHECK		
SELECT		POSIT	PROGRAM	DATA	SEARCH		DATA	[EXTEND]	

F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8

图 1-65 日本 OKUMA OSP7000L 的 PLC 状态显示

第2章 数控铣床维修实例

2.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断与维修

2.1.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 2-1】 一台日立精机数控铣床，配置 FANUC 11MA 数控系统。CRT 无显示，并产生“F”报警。

故障现象：机床在运行时，CRT 突然无显示，主控制板上产生“F”报警。

故障检查与分析：先从系统的 CRT 无显示来分析。检查 CRT 单元本身、与 CRT 单元有关的电缆连接、输入 CRT 单元的电源电压以及 CRT 控制板等均未发现问题。再按照主板上提示的“F”报警来分析，其可能的原因有：连接单元的连接有故障、连接单元有故障、主控制板以及 I/O 板有故障。但经认真检查，上述原因都排除了，后发现是由于外加电源+5V 电压没有加上造成的。

【例 2-2】 日本三井精机生产的一台数控铣床，用 FANUC 6M 系统。爬行现象故障并产生过载报警。

故障现象：过载报警和机床有爬行现象。

故障检查与分析：引起过载的原因无非是：机床负荷异常，引起电动机过载；速度控制单元上的印制电路板设定错误；速度控制单元的印制电路板不良；电动机故障；电动机的检测部件故障等。最后确认是电动机不良引起的。至于机床爬行现象，先从机床着手寻找故障原因，结果认为机床进给传动链没有问题，随后对加工程序进行检查时发现工件曲线的加工是采用细微分段圆弧逼近来实现的，而在编程时采用了 G61 指令，也即每加工一段就要进行一次到位停止检查，从而使机床出现爬行现象。当将 G61 指令改用 G64 指令（连续切削方式）之后，上述故障现象立即消除。

说明：从这一故障的排除过程可以看出，一旦遇到故障，一定要开阔思路，全面分析。

一定要将与本故障有关的所有因素，无论是数控系统方面还是机械、气、液等方面的原因都列出来，从中筛选找出故障的最终原因。像本例故障表面上是机械方面原因，而实际上是由于编程不当引起的。

【例 2-3】 数控铣床，配置 FANUC 6M 系统。

故障现象：当用手摇脉冲发生器使两个轴同时联动时，出现有时能动、有时却不动的现象，而且在不动时，CRT 的位置显示画面也不变化。

故障检查与分析：发生这种故障的原因有手摇脉冲发生器故障、连接故障或主板故障等多种原因。为此，一般可先调用诊断画面，检查诊断号 DGN100 的第 7 位的状态是否为 1，也即是否处于机床锁住状态。但在本例中，由于转动手摇脉冲发生器时 CRT 的位置画面不发生变化，不可能是因机床锁住状态致使进给轴不移动，所以可不检查此项。可按下述几个步

骤进行检查:

- 1) 检查系统参数 000~005 号的内容是否与机床生产厂提供的参数表一致。
 - 2) 检查互锁信号是否已被输入(诊断号 DGN096~099 及 DGN119 号的第 4 位为 0)。
 - 3) 方式信号是否已被输入(DGN105 号第 1 位为 1)。
 - 4) 检查主板上的报警指示灯是否点亮。
 - 5) 如以上几条都无问题,则集中力量检查手摇脉冲发生器和手摇脉冲发生器接口板。
- 最后发现是手摇脉冲发生器接口板上 RV05 专用集成块损坏,经调换后故障消除。

【例 2-4】 CRT 不显示故障。

故障设备:某第一机床厂产 XK5040-1 型数控立铣,采用 FANUC 3T 数控系统。

故障现象:机床通电开机后,CRT 无显示。

故障检查与分析: CRT 显示电路与普通黑白电视机显示电路相差无几,根据维修手册,首先检查 CRT 高压电路、行输出电路、场输出电路及 I/O 接口,以上部位均无异常。并且,该机床除 CRT 不显示外,各种加工程序和动作均正常。从以上检查情况分析,该故障可能发生在数控系统内部。使用仪器检查,发现 PC-2 模板上 CRT 释放电路无输出电压,怀疑是 PC-2 模板内部故障。采用交换法,用相同功能模板 PC-2 替换怀疑有故障的 PC-2 模板,CRT 恢复显示。

故障处理:更换 PC-2 模板,故障排除。

【例 2-5】 数控系统运行中断且无报警故障。

故障设备: XK715F 数控铣床,采用 FANUC 7CM 数控系统。

故障现象:机床自动或手动运行约 15min 系统即发生中断,无报警显示。停机一段时间后重新开机,又能工作数分钟,然后故障重现,系统无法正常工作。

故障检查与分析:数控系统运行中断且无报警信号,一般是 CPU 控制系统异常。检查位控板(01GN710),发现印制电路板(PCB)上 LED 故障显示发光,提示位控板或 CPU 及其连接电路发生故障。经检查连接电路无异常,更换位控板后故障仍存在,推断 CPU 板(01GN700)有故障。由于 NC 能正常工作十多分钟,这就表明是板上某个元器件存在热稳定性差的问题。打开数控柜门,采用风冷散热后试机,NC 果然能延长工作达数小时。采用测温及降温法,确诊故障部位在 CPU 板上的 ROM 存储器集成电路(型号 MB7122E)。

故障处理:更换 ROM 上热稳定性差的集成电路,故障排除。

【例 2-6】 一台数控铣床出现系统不能起动的故障。

数控系统: FANUC 0TC 系统。

故障检查与分析:观察故障现象,在按下起动按钮后系统没有任何反应,检查电气柜内没有异常情况,通电试机,发现当按下系统起动按钮后,控制系统电源的继电器吸合正常,观察 24V 电源时,发现 24V 电源上的灯非常暗,原来是负载有短路的地方,立刻断电。询问机床操作人员得知,Y 轴总是移动到一定位置时,系统就会黑屏。因此初步判断是由于 Y 轴的移动造成线路短路。拆开防护罩检查,果然是行程开关的电缆由于长期和润滑油路的分配器相摩擦,电线裸露对地短路,造成 24V 电源保护,所以系统黑屏。

故障处理:对裸露的电线进行绝缘处理,并采取防护措施,防止电线与其他装置摩擦,这时通电起动系统,机床恢复正常工作。

【例 2-7】 一台数控三轴铣床 A 轴不回参考点。

数控系统：FANUC 0MB 系统。

故障现象：这台机床开机第 4 轴即 A 轴（旋转轴）不能找参考点，点动也不运行，其他轴运行正常，系统无任何报警。

故障检查与分析：点动时按压机床控制面板上 A+或 A-按钮，观察诊断信号 DGN119.2 或 DGN119.3 无响应，检查按钮是好的，面板与系统 I/O 板的连线也正常，怀疑某些条件未满足，仔细询问操作者，反映故障发生前曾更换过起动按钮，测量相关信号，发现 X8.1 与地之间有 10V 左右电压，这是不对的，X8.1 为双手起动按钮之一的信号，而此时按钮并没压下，进一步检查输入信号电路，确认为一润滑浮子开关漏电所致。

故障处理：对润滑浮子开关进行绝缘处理后，再试机恢复正常运行。

2.1.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 2-8】 某数控立铣，配备 FANUC 3MA 数控系统，位置检测装置为与伺服电动机同轴连接的编码器。

故障现象：在运行过程中，Z 轴产生 31 号报警。

故障检查与分析：查维修手册，31 号报警为误差寄存器的内容不正确。根据 31 号报警提示，把误差设定值放大，将 31 号报警对应的机床参数由 2000 改为 5000，然后用手摇脉冲发生器驱动 Z 轴，31 号报警消除，但又产生了 32 号报警。32 号报警表示为 Z 轴误差寄存器的内容超过 ± 32767 ，或数/模转换的命令值超出了 $-8192 \sim +8191$ 的范围。为此将设定的机床参数由 5000 再改为 3000，32 号报警消除，但 31 号报警又出现。反复修改机床参数，均不能排除故障。误差寄存器是用来存放指令值与位置反馈值之差的，当位置检测装置或位置控制单元发生故障时，就会引起误差寄存器的超差，为此，将故障定位在位置控制上。位置控制信号可以用诊断号 800（X 轴）、801（Y 轴）和 802（Z 轴）来诊断。将三个诊断号调出，发现 800 号 X 轴的位置偏差在 -1 与 -2 间变化，801 号 Y 轴的位置偏差在 +1 与 -1 间变化，而 802 号的 Z 轴位置偏差为 0，无任何变化，说明 Z 轴位置控制有故障。为进一步定位故障是在 Z 轴控制单元还是在编码器上，采用交换法，将 Z 轴和 Y 轴驱动装置和反馈信号同时互换，Z 轴和 Y 轴伺服电动机不动，此时，诊断号 801 数值变为 0，802 号数值有了变化，这说明 Z 轴位置控制单元没有问题，故障出在与 Z 轴伺服电动机同轴连接的编码器上。

故障处理：更换编码器，故障排除。

【例 2-9】 数控铣床伺服电动机声响异常故障实例分析及处理。

故障现象：自动或手动方式运行时，发现机床工作台 Z 轴运行振动异响现象，尤其是回零点快速运行时更为明显。故障特点是，有一个明显的劣化过程，即此故障是逐渐恶化的。故障发生时，系统不报警。

故障检查与分析：该机床为上海第四机床厂生产的 XK715F 型工作台不升降数控立式铣床，数控系统采用了 FANUC 7CM 数控系统。

1) 由于系统不报警，且 CRT 及现行位置显示器显示出的 Z 轴运行脉冲数字的变化速度还是很均匀的，故可推断系统软件参数及硬件控制电路是正常的。

2) 由于振动异响发生在机床工作台 Z 轴方向（主轴上下运动方向），故可采用交换法进行故障部位的判断。经交换法检查，可确定故障部位在 Z 轴直流伺服电动机与滚珠丝杠传动链一侧。

3) 为区别机、电故障部位,可拆除轴电动机与滚珠丝杠间的挠性联轴器,单独通电测试轴电动机(只能在手动方式操作状态进行)。检查结果表明,振动异响故障部位在Z轴直流伺服电动机内部(进行此项检查时,须将主轴部分定位,以防止平衡锤失调造成主轴箱下滑运动)。

4) 经拆机检查发现,电动机内部的电枢电刷与测速发电机转轴电刷磨损严重(换向器表面被电刷粉末严重污染)。

故障处理:将磨损电刷更换,并清除粉末污染影响。通电试机,故障消除。

【例 2-10】 FANUC 3M 系统数控铣床轴向伺服故障处理。

故障现象:机床在加工或快速移动时,X轴与Y轴电动机声音异常,Z轴出现不规则的抖动,并且当主轴起动后,此现象更为明显。

故障检查与分析:当机床在加工或快速移动时,Z轴、Y轴电动机声音异常,Z轴出现不规则的抖动,而且在加工时主轴起动后此现象更为明显。从表面看,此故障属干扰所致。分别对各个接地点和机床所带的浪涌吸收器件作了检查,并做了相应处理。起动机床并没有好转。之后又检查了各个轴的伺服电动机和反馈部件,均未发现异常。又检查了各个轴和CNC系统的工作电压,都满足要求。只好用示波器查看各个点的波形,发现伺服板上整流块的交流输入电压波形不对,往前循迹,发现一输入匹配电阻有问题,焊下后测量,阻值变大,换一相应电阻后机床正常。

【例 2-11】 XK71 SF 数控铣床 Y 轴电动机故障的处理。

故障现象:机床按程序加工切削运行时,Y轴存在正方向运行正常,而反方向声响异常的故障现象,系统不报警。

故障检查与分析:数控系统配置FANUC 7CM系统,伺服电动机采用FANUC公司的大惯量无环流直流伺服电动机。分析认为:①由于系统不报警,且CRT显示出来的Y轴正、反向位移脉冲的数字变化速率是均匀的,故可排除系统软件参数及硬件控制电路的故障;②检测加工件尺寸基本符合图样要求,只是表面粗糙度略大,故又可排除伺服速度控制单元电路故障;③在外部检查中,发现Y轴直流伺服电动机温升较高,测其负载电流又远低于额定设定值参数,可排除电动机负载过重的故障;④为区别机械、电气故障,拆开电动机与滚珠丝杠间的弹性联轴器,单独通电试Y轴电动机,结果表明,故障部位在电动机一侧;⑤用手盘动电动机转子时,能明显地感觉到正转时手感轻松,而反转时手感较重,且有一种阻滞的感觉;⑥将电动机拆卸解体检查,发现定子永久磁钢有一块松动脱落,与转子有摩擦痕迹;⑦经检查,电动机定子的永久磁钢是采用强力胶贴接的,故使用中应严禁撞击或振动,尤其是拆装检修过程中更应注意,以防发生此类故障。

故障处理:采用环氧树脂胶或其他强力胶,将脱落的磁体贴牢,故障消除。

【例 2-12】 XK715F 数控铣床的伺服系统故障诊断。

故障现象:手动方式工作中,当轴向选择Y轴运行操作时,手摇脉冲发生器(与倍率选择开关档位及手摇速度无关),系统即发生07号、25号故障报警,同时可明显地观察到工作台Y轴运行速度特别高,机床无法工作。

故障检查与分析:XK715F数控铣床配置的FANUC 7CM系统。07号、25号ALARM提示Y轴停止过程中误差量超过了允许值(Y轴停止时误差过大),故而引起速度控制单元发生异常。由于故障轴向明显,故可直接采用交换法以快速判断故障部位。此例故障可先采用交

换法的第二项检查内容,即“伺服直流电动机与速度控制单元故障判断方法”进行检查。经检查后可知,故障部位在Y轴伺服电动机一侧。经拆卸解体检查,测速电机线组、旋转变压器线阻、内部线路连接、电动机转子线阻、电刷接触情况及外部航空插件等均无明显故障,故重新装配后空载试车(将电动机与滚珠丝杠的挠性联轴器脱开)故障仍旧存在。由于此故障部位仅局限在Y轴电动机上,故重新拆机检查。经分析,故障现象是Y轴停止,速度误差超限,肯定与速度环或位置环有关,反映在电动机内部即与测速发电机旋转变压器有关。为了快速判断故障部位,可继续采用交换法进行检查,即分别将X轴伺服电动机的旋转变压器、测速发电机与Y轴电动机的交换。当拆开X轴电动机的罩壳,准备拆卸测速发电机时,意外发现此电动机测速发电机的电刷架位置与Y轴的不同,正好相差一个 90° 的角度。因X轴电动机正常,故将Y轴电动机测速发电机的电刷架按X轴电动机的位置重新安装调整好,经通电试车(只能在手动方式下试车),Y轴运行正常。

故障处理:将Y轴电动机装于机床上,安装调好挠性联轴器,通电试车,故障排除。

说明:据了解,发生此类故障的原因,系维修人员在电动机维护保养时,不慎将此位置弄错。事实上这一类问题在维护保养过程中是极易发生的错误。应采用外部刻线标记加以避免。

【例 2-13】 数控立式铣床 05、07 号故障报警的处理。

故障现象:自动方式运行中,系统因电网瞬间跳闸而中断,恢复供电后,NC 重新通电开机时,当伺服单元主接触器(MCC)刚一吸合,即发生 05、07 号报警,经复位操作,系统无法正常(此类故障以前也时有发生,不同的是,经复位操作后能使系统恢复正常)。

故障检查与分析:该机床为上海第四机床厂生产的 XK715F 型数控立式铣床,数控系统采用了日本 FANUC 7CM 系统。05、07 号 ALARM 系数控机床伺服系统发生异常,其故障原因很多,在外观检查中发现,Z 轴逆变交流回路熔断器(30A)与控制熔断器(1.3A)同时断两相的故障现象,显然 Z 轴伺服控制电路内存在严重的短路性故障。采用分割法与电阻法检测时发现,有一块大功率逆变可控晶闸管模块(A50L=5000-0017、50A/400V)击穿短路。经分析,引起逆变模块烧损的原因,不外乎是电源电压瞬间过压、模块的触发电路异常、负载过重或短路以及组件质量欠佳。由于有些问题一时难下结论,例如:逆变组件的质量、电源瞬间过压等,又不能轻易更换价格昂贵的逆变模块,以免造成不必要的损失。经分析,该模块使用多年无异常,器件质量欠佳暂可排除,电网因故瞬间跳闸问题,以前也时有发生,估计还有其他原因。经详查,果然发现接触器(MCC)的放电常闭触点存在严重的烧蚀现象。估计此触点在断电瞬间因粘连不易脱开,从而引发负载电路的短路性故障的可能性极大。实际上起动接触器(MCC)触点的烧蚀有一个劣化过程,当其不太严重时,虽然也会导致系统中断,引发 05、07 号 ALARM,但还不至于烧损模块。这就是上述故障现象中提示的,故障时有发生且能恢复的原因,当然,久而久之必然导致上述恶果。因此,检修中对 MCC 触点的检查,应是个不容忽视的环节。

故障处理:更换逆变模块的同时,将接触器(MCC)也同时更换,故障排除。

说明:事实表明,在维修中对于那些一时难以确定的疑难故障,为避免器件受损,应提倡采用原理分析法,势必找出“病症”的根源,这对于防范故障扩大,避免不必要的损失尤为重要。

另外,对于 PCB 板上损坏的元器件的更换问题,建议切勿盲目采用熔开焊点拆除原器件

的更换方法。这是由于数控系统上广泛采用的 PCB 板,大多采用多层敷铜板,而板上器件的安装是在制造厂经特殊工艺(如压接成形、波峰焊接等)完成的,其内部电路走向及元器件的内部连接关系极为复杂,弄不好极易造成故障的扩大。为确保更换板上元器件的可靠进行,可采用下述经实践证明确实可行的方法。

对于多引脚的集成电路块,可在原损坏的集成电路引脚根部,用锋锐的小刀或薄锯片来回划几下,一般即可轻易地将其引脚折断(事实表明,对于一般的集成电路的引脚看似粗大,实际上其根部与塑封处的连接极为薄弱)。然后将新器件的引脚采用无感电烙铁(或普通电烙铁断电后使用)上好焊锡,再按电路要求分别焊在原折断的引脚上,检查一遍无虚焊或短路后,全部更换工作便告完成,而对于其他分立器件的更换(如阻容、电感、变压器、半导体器件等)就更简便了。因为一般分立元器件的开距都较大,故只需剪断原损坏器件的引脚,然后将新器件的引脚分别对齐原剪断的引脚焊好就行了。

2.1.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 2-14】 一台日本本田公司的数控铣床,配置有 FANUC 11M-A4 系统。

故障现象:空载运行 2h 后,主轴偶然发生停车,且显示 AL-12 或 AL-2 报警。

故障检查与分析:从所发生的报警号来看,引起本故障的原因可能是电动机速度偏离指令值(如电动机过载、再生回路故障、脉冲发生器故障等)以及直流回路电流过大(如电动机绕组短路、晶体管模块损坏等)。但从机床运行情况看,又不像是上述问题,因为电动机处于空载,并不发生在加减速期间,并且能运行 2h 才出故障。经检查,上述原因均可排除。再从偶发性停车现象着手,可分析出有些器件工作点处于临界状态,有时正常,有时不正常,而这与器件的电源电压有关,所以着重检查直流电源电压。发现+5V,±15V 均正常,而+24V 却在+(18~20)V 之间,处于偏低状态。进一步检查发现,交流输入电压为 190~200V,而电压开关却设定在 220V 一档。因此将电压设定开关设定在 200V 之后系统即恢复正常。

说明:造成报警号与实际故障不一致的原因是因为该主轴伺服单元的报警号还不全面,没有+24V 电压太低的报警,而只有+24V 电压太高的报警,所以只好用其他报警号来显示伺服单元处于不正常的状态。

【例 2-15】 XK715F 数控铣床速度控制单元故障检查与分析及处理。

故障现象:机床自动工作中,系统因瞬间跳闸而停机,恢复供电后,重新通电开机,系统即发生 05、07 号故障报警。

故障检查与分析:05 号报警系急停信号起作用,故障排除,即可恢复正常。07 号 ALARM 系速度控制单元异常故障报警。按步骤检查,发现 Z 轴逆变交流输入回路熔断器(30A)、控制信号熔断器(1.3A)同时断两相的严重故障。一般主回路(30A)熔断器熔断,该相上的控制信号熔断器(1.3A)也会同时断,这一点请予注意。按理保护回路应存在严重的相间短路或相对地短路故障,但经实际检测,没有发现此类短路故障,故更换上述管芯,重新通电开机。当伺服速度控制单元起动接触器(MCC)刚一吸合(无法保持),CRT 显示 07 号 ALARM (但不断保险),系统无法投入运行。

参照“FANUC 7CM 维修手册”07 号 ALARM 处理方法逐项检查,把怀疑重点放在了“速度控制单元以及控制印制电路板的故障”这一栏中。在不断电报警状态下,打开 NC 柜门,检查速度控制单元时,发现 Z 轴速度控制单元 PCB 板上的“OVC”警示 LED 发光,提示该

单元板有异常。经查 FANUC 7CM 直流伺服单元维修说明书得知,“OVC”报警其故障原因如下:①异常负载检测报警(RV12 设定);②直流电动机负载过重;③电动机的运行有振动倾向或发生移动与晃动;④负载惯性过大,位置环增益过高;⑤交流输入电压过低。

经分析,由于伺服速度控制单元起动接触器(MCC)此时尚未吸合,Z轴直流电动机尚未通电转动,故上述直流电动机负载过重,电动机运动中有振动或晃动及负载惯性过大等原因引起的故障报警不复存在,同时检测交流输入电压也属正常,故第⑤项故障原因也不成立,因此,继续检查的重点放在了第①项(异常负载检测报警)故障原因上。

首先检查伺服速度控制单元 PCB 板上的异常负载检测设定报警电位器 RV12 及其相关电路无异常,并根据速度控制单元电路原理及调整方法,反复调节 RV12 进行报警设定,无法排除报警。

然后根据 Z 轴与 Y 轴同是不带电源速度控制单元电路这一原理,采用轴向交换法,即可判定故障部位在 Z 轴速度控制单元的功率驱动板上。功率驱动板主要由两块三相大功率晶闸管模块(型号为:A50L-5000-0017-50A/400V)组成,其主回路电路原理如图 2-1 所示。为进一步确诊故障部位,检查速度控制单元及其他电路是否正常,可采用暂时拆除保险电路管芯,通电试验以判断“OVC”报警是否消除的方法。试验结果表明,NCC 通电开机后,MCC 吸合,“OVC”报警解除,进一步说明此故障部位仅局限在两块模块上。

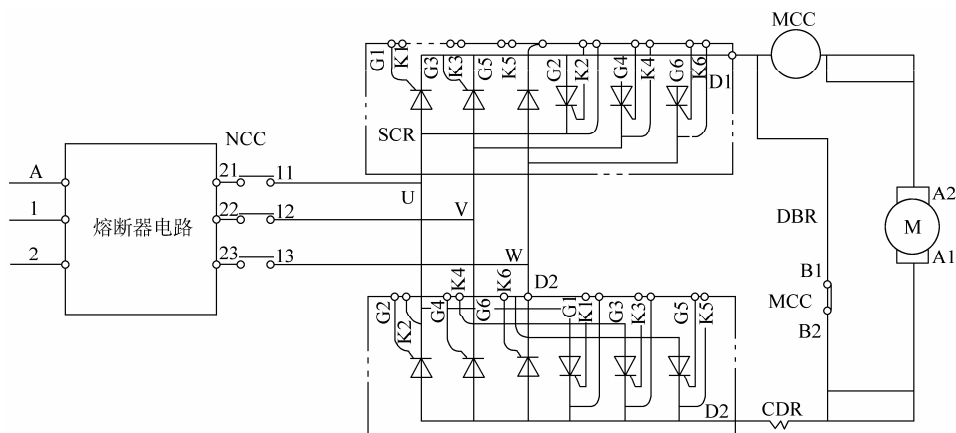


图 2-1 主回路电路原理

拆卸功率驱动板,用 500 型万用表“RXIK”电阻档检测晶闸管模块时,发现一块模块的 W 相对 D2 或 D1 端子正反向均被击穿,至此,此故障的原因被找到。通过原理分析可知,当速度控制单元起动接触器(MCC)刚一吸合时,从伺服电源变压器某相来的交流电将通过模块 W 相击穿点直接加到 Z 轴直流电动机上而产生异常负载检测报警。

故障处理:经更换新的晶闸管模块后,“OVC”报警消除,系统恢复正常。

说明:引起此类大功率模块烧损的原因,一般不外乎是供电电源瞬间过压,模块触发电路异常,散热不良或过负荷使用,输出负载短路及模块质量欠佳等。由于电源过压是瞬间即逝,不易测量,可采用适当规格的扼流圈串在三相交流电源输入端予以改进,能有效地抑制瞬间过压造成的危害,具有实用效果。其他各项原因可通过观察、测量与实际考机等维修方法检查后加以改进,故此类故障一般均可避免,当然也有例外。下面介绍的情况是个值得重

视的问题。

从速度控制单元主回路电路图中可知,并接在直流电动机两端的起动接触器(MCC)的常闭触点,是为直流电动机断电后,通过续流电阻(DBR)使该电动机形成放电回路而专门设计的,具有电源瞬间断电时,防止直流电动机反电势脉波对晶闸管模块的冲击影响。在维修中一旦发现晶闸管功率模块击穿烧损时,需首先检测此MCC常闭触点动作是否灵活,触点表面是否存在烧蚀粘连现象(即使是平时维护也应作为检查重点)。这是因为,此触点一旦发生烧蚀或粘连故障时,哪怕是轻度烧蚀粘连,或触点动作反应迟钝,都有可能在速度控制单元瞬间断电再次开机时,功率模块通过此触点而短路或瞬时短路,这是很危险的,极易引起功率模块击穿烧损。因此,必须引起足够重视,以避免不必要的损失。

【例 2-16】 一台数控立式铣床主轴无高速。

数控系统: FANUC 0MB 系统。

故障现象: 主轴运行时无高速,低速时(1000r/min 以下)正常,无任何报警。

故障检查与分析: 拆开主轴齿轮箱前护罩,对主轴传动进行检查发现,连接转速编码器的齿轮固定螺钉已松脱,紧固后再试机有高速,但运行没多久,操作人员反映又没高速了,再次拆开检查,未发现明显异常,进一步分析电路,检查高速切换信号 Y48.2 及相应继电器动作皆正常,断电,在电控柜侧测量高速离合器线圈绕组,发现开路,排除外部线路问题后,进一步检查为主轴齿轮箱内高速离合器接线柱上有一根线老化折断。

故障处理: 重新连接电磁离合器连线后,机床恢复正常运行。

【例 2-17】 一台数控三轴铣床出现主轴报警。

数控系统: FANUC 0MB 系统。

故障现象: 这台机床自动运行时主轴驱动频繁出现“AL02 速度误差过大”报警。

故障检查与分析: 本机使用的主轴驱动系统采用发那科交流数字 S 系列驱动装置。AL02 报警的原因是,主轴电动机的实际速度与指令速度的误差值超过允许值,一般是起动时电动机没有转动或速度上不去。检查导致该报警的相关因素,如速度反馈电缆、电动机相序等皆正常,更换主轴驱动板,故障现象依旧;然后仔细监测电气柜内主轴高、低速档位切换继电器的动作情况,确认高速档继电器有一触点接触不良。

故障处理: 更换继电器后试机,设备恢复正常运行。

2.1.4 工作台系统故障实例与诊断

【例 2-18】 XK715F 数控铣床工作台动作异常故障检查与分析处理。

故障现象: 自动或手动方式运行时,发现工作台 Y 轴方向位移过程中产生明显的机械抖动故障,故障发生时系统不报警。

故障检查与分析: XK715F 型工作台不升降数控立式铣床,规格: 500mm×2000mm,所配数控系统为 FANUC 7CM 系统。该机床已使用近 10 年。现经常发生一些工作台轴向动作异常的故障,其中与机械有关的故障也不乏其例。

1) 因故障发生时系统不报警,同时观察 CRT 显示出来的 Y 轴位移脉冲数字量的变化速率均匀(通过观察 X 轴与 Z 轴位移脉冲数字量的变化速率比较后得出),故可排除系统软件参数与硬件控制电路的故障影响。

2) 因故障发生在 Y 轴方向,故可采用交换法判断故障部位。

3) 经交换法检查判断, 故障部位在 Y 轴直流伺服电动机与丝杠传动链路一侧。

4) 为区别机电故障, 可拆卸电动机与滚珠丝杠间的挠性联轴器, 单独通电试电动机检查判断 (在手动方式状态下进行试验检查)。检查结果表明, 电动机运转时无振动现象, 显然故障部位在机械传动链路内。

5) 脱开挠性联轴器后, 可采用扳手转动滚珠丝杠进行手感检查。通过手感检查, 也可感觉到这种抖动故障的存在, 且丝杠的全行程范围均有这种异常现象。故怀疑滚珠丝杠副及有关支承有问题。

6) 将滚珠丝杠拆卸检查, 果然发现丝杠+ Y 方向的平面轴承 (8208) 有问题, 在其轨道表面上呈现明显的压印痕迹。

7) 将此损伤的轴承替换后故障排除。

8) 经分析, Y 轴方向上的平面轴承出现的压印痕迹, 只有在受到丝杠的轴向冲击力时才有可能产生, 反映在现场的表现上, 即只有在+ Y 轴方向发生超程时才可能产生。据了解, 此机床在运行过程中确实发生过超程报警。

9) 为防止上述故障再次发生, 须仔细检查+ Y 轴方向上的减速、限位行程开关是否存在机械松动或电气失灵故障。

故障处理: 采用同型号规格的轴承替换后, 故障排除。

说明: 由于上述故障是常见易发故障, 此故障一旦发生还容易造成滚珠丝杠、支承的损伤, 故必须加强日常维护检查, 避免轴向超程的故障危害。

【例 2-19】 XK715F 数控立式铣床联动时工作台 X 轴向抖动故障检查与分析及处理。

故障现象: 机床在 X 轴、 Y 轴及 Z 轴分别回机床系统原点, 再 3 轴同时联动快速回圆心 (即机床机械零点) 过程中, 工作台 X 轴向时有振动或抖动现象, CRT 没有报警信号显示。

故障检查与分析: 该机床系上海第四机床厂生产的 500 系列工作台不升降数控立式铣床, 系统选用了 FANUC 7CM, 由于工作台台的 X 轴、 Y 轴及 Z 轴三个轴向在单独快速回机床系统原点时不产生机械振动或抖动现象, 基本可以排除伺服系统及机械传动链路的故障。显然, 此故障与 3 轴联动有关。为判别故障部位, 在多次进行工作台 3 轴联动快速回圆心运行的过程中发现, 无论 X 轴向出现振动或抖动现象与否, CRT 或现行位置显示器上显示的 X 轴运动脉冲数字的变化速度与其他两个轴向的变化速度基本相同, 这又说明系统控制正常, 问题很可能还是出在伺服速度控制单元电路及其伺服电动机上。采用交换法进行逐项检查判断中, 当进行伺服直流电动机与速度控制单元检查时, 意外发现故障自行消除, 经多次试验 3 轴联动同时快速回圆心动作, 故障均没有再次发生 (进行此项试车时, 应将 X 轴向与 Y 轴向的限位减速行程开关组同时更换, 否则会引发事故, 须格外注意)。而恢复 X 轴与 Y 轴电动机的外部航空插头后, 此故障又时有发生, 因此, 怀疑两轴尤其是 X 轴的航空插头是否有接触不良或断线隐患。在手动方式试车时, 当工作台 X 轴向运行时, 有意用手轻轻摇动电动机引线电缆与航空插头, 果然发现此故障在单轴运行时也时有发生, 其他 Y 轴与 Z 轴均没有发生此类故障。由此, 不难推断, 故障点就在 X 轴电动机的航空插头或引线电缆上。经查, 果然在航空插头内发现了此断头。由于插头内的软引线经外卡固定成束, 故此断头受其影响会经常发生时断时通现象。又因 X 轴伺服电动机是固定在 Y 轴的床鞍上, 一旦 Y 轴电动机运行, 势必带动 X 轴电动机的引线电缆来回摆动, 因此, 3 轴联动或 X 轴与 Y 轴 2 轴联动时必然会引起轴电动机的断头产生时断时通现象, 故而造成联动时工作台 X 轴向时有抖动故障。

故障处理：将断头焊好，故障排除。为克服Y轴运行时拖动X轴电动机引线电缆来回摆动引发的断线故障隐患，可采用活动链带架固定引线电缆的办法进行。

【例 2-20】 XK715F 数控立式铣床 07 号故障分析及处理。

故障现象：机床自动或手动操作运行中，系统经常因故发生 07 号故障报警。

故障检查与分析：该机床系上海第四机床厂制造的工作台不升降数控立式铣床，数控部分采用 FANUC 7CM 系统。机床工作台行程为：X 轴向行程（纵向行程）为 1400mm，Y 轴向行程（横向行程）为 500mm，Z 轴向行程（垂直行程）为 600mm。

1) 07 号 ALARM 系伺服系统未准备好（异常故障报警），其故障原因，很多事实上，这是 FANUC 7CM 系统中一类极为常见的故障报警。

2) 经上述方法检查，发现 Z 轴直流伺服电动机的过流保护热继电器（MOL）脱扣，同时发现 Z 轴电动机壳体表面温升很高。经检测，电动机运转电流较大，超过 MOL 的整定刻度。显然，此故障属 Z 轴电动机过负载引起。

3) 从维修实践可知，Z 轴直流伺服电动机过负荷运行，其原因是：①Z 轴伺服电动机驱动电路失控，使其始终处于制动制动状态；②主轴箱平衡锤配重失调，使其电动机一个方向运动时因负载偏重引起的过电流故障；③导轨面缺油或研伤，以及导轨两端的塞铁调整不当等原因，使其工作台运动过程中的阻力增大；④传动链路内的齿轮啮合不好，滚珠丝杠副与螺母的预加载荷调整超差及螺母滚动弹子与轨道研伤滑动不畅，以及丝杠支承调整不当或损坏等原因，均可引起电动机过载故障；⑤Z 轴直流伺服电动机转动过程中存在机械摩擦或支承损坏等原因，也会引起过载故障。

4) 为区别机电故障，可采用 Z 轴电动机与丝杠传动齿轮脱开进行试机的方法（具体实施时，为防止主轴箱配重失调造成的自重下滑运动，须将主轴装置定位后，才允许脱开进行检查，这一点须引起注意）。经过 Z 轴电动机单独通电试机检查表明，电动机的空运转各项指标（转速、声响、空载电流、温升等）均属正常。显然，故障部位在机械传动链路内。

5) 参照随机技术文件有关传动结构图，按机修工艺逐项检查，发现此例故障原因属导轨楔铁单侧调整不当以及导轨面部分研伤所致。

故障处理：按机修工艺要求重新铲刮导轨，调整导轨塞铁，装上 Z 轴电动机，拆除定位棒，同时将过流保护热继电器（MOL）复位，通电试机，故障排除。

【例 2-21】 XK5040-1 型数控铣床防相序接反措施及故障处理。

故障现象：机床一通电起动，工作台就立即发生强烈的振动。

故障检查与分析：XK5040-1 型数控铣床的数控部分采用了 FANUC 3MA 系统。发生上述故障时，根据维修经验，一般只需把机床三相供电电源动力线任意两根对调一下，使相序反过来，此故障就能自行消除。

这样做虽然排除了故障，但工作台巨大的振动毕竟对机床的精度不利，所以应当避免以后再次出现这种故障。为此，就要把正常的相序测量和记忆下来，当维修或调整了供电部分，例如：本数控铣床搬迁或增添及修理了稳压器时，与正常的相序比较，使其与正常情况下的相序正反一致。

测量交流供电的相序可用示波器，这就需要用交流供电来使示波器同步，而现场中交流供电电压常含有较强的干扰成分，使示波器同步不良，妨碍观测。为此，设计制作了一个小电路，由 220V、50Hz 交流供电，输出的脉冲信号接到示波器的“外触发”，这样，示波器就

能稳定地同步，使观测容易进行。该附加电路如图 2-2 所示。

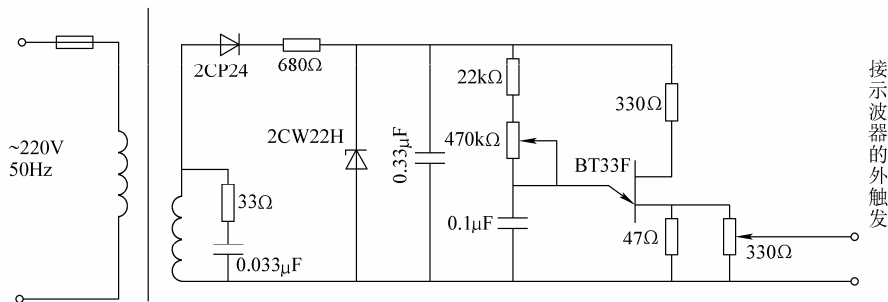


图 2-2 稳定示波器同步信号的附加电路图

在图 2-2 中, 电源变压器初级电压为 220V, 次级电压为 21V。如果有初级电压为 380V、次级电压为 36V 的 BK-50 型控制变压器, 可直接用, 使用时初级实际供电电压为 220V。图 2-2 中的固定电阻器每只额定功率是 1W, 每只电位器的额定功率是 0.25W, 固定电容器用耐压 63V 的, 熔断器用 1A 的。调试这个小电路时, 先把 330 Ω 电位器与示波器的“外触发”断开, 旋转 470k Ω 电位器, 使本电路在交流供电每个周期里输出的第一个脉冲尽量强, 而同一周期里输出的第二个脉冲尽量弱。330 Ω 电位器在该电路真正投入应用时用于调节输送给示波器的同步脉冲幅度, 以满足示波器的需要。

用示波器观测交流电的相序比较直观，能具体比较电路里各处电压彼此间的位相关系。可是，如上所述，得把同步问题解决好，其抗干扰性、电气耐用性、价格和搬动起来的方便程度（质量、大小）都不如下述的方法。当然，下述方法也有其局限的一面，就是只能测三相交流供电相序的正反，尽管如此，它仍然有一定的实用性，并且多次使用它，该电路图如图 2-3 所示。

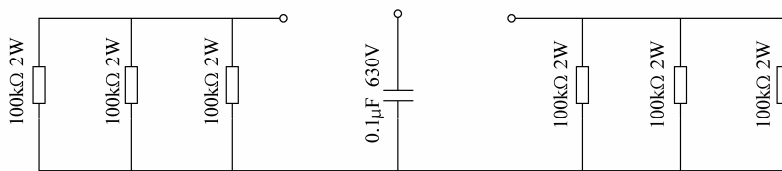


图 2-3 相序测量用电路图

图 2-3 中画的是一个电阻器、电容器组成的中点悬空的星形电路。制作时，宜把 6 只固定电阻器合理搭配，恰当地分成两组，使一组 3 只并联总欧姆数与另一组 3 只并联总欧姆数尽量相等。固定电容器用涤纶、金属化纸介或纸介、油浸纸介的。图 2-3 中的 3 个端子分别接三相 380V、50Hz 交流电压的 3 根火线。典型的电压数据（交流有效值）是线电压：380V、相电压：220V；一组电阻器两端电压：330V；另一组电阻器两端电压：88V；电容器两端电压：295V；阻容衔接点对供电网零线的电压：139V。

改变给该电路供电的三相交流电相序的正反时，图 2-3 中两边电阻器上的电压数据彼此交换。把数控铣床正常供电情况下，此电路 3 个端子分别接在何处以及其中哪个电阻器上的电压数据具体是多少伏都记录下来，就相当于记住了相序的正反。

【例 2-22】 数控铣床回零故障检查与分析及处理。

故障现象：机床工作台回零不正确

故障检查与分析：XK715S 数控立铣，控制系统是日本 FANUC 7M 系统。当天操作工反映：“刀具在切削流道时把叶片的一部分也带着切削掉了。好像是工件移动了一个小角度”。操作工怀疑回零不正确，又重复做了几次回零操作，但问题依然存在。为此，我们做了以下的检查：①利用程序回工作零点，用千分表校验叶轮的圆心圆孔，结果仅差 0.02mm。所以可以排除叶片被过切是由于 X、Y 轴的偏移引起的推测；②利用手摇脉冲发生器使数控回转台转动，校验叶轮的圆心，结果证明工件的圆心与回转台的旋转中心是一致的，所以叶片过切也不是由工件中心偏离旋转中心而引起；③前一天切削的 17 个叶片等分是否正确呢？用手摇脉冲发生器每次使回转台转 360° 的 $1/17$ ，结果也正确；④用单段开关检验，走子程序，切削流道的起始点，检验坐标是否正确，结果也证明数控按程序进行的切削轨迹是完全正确的；⑤叶轮四周有 4 个压板，压力足够，且有定位，不论是 X、Y 轴向的位移都是不可能的，连圆周位移都令人难以置信。

结论：工件圆心虽然与回转台旋转中心一致，但工件已经相对于前一天的位置发生了圆周位移，所以发生了过切。问题是这个圆周位移是怎样造成的？如果压板压得足够紧，工件不可能相对于回转台移位一个角度的话，那么原因只能是：数控回转台回零没有回正确，因而造成圆周流道基准点相对前一天的基准点偏移了一定距离。经过多次重复做回零操作，证实当天的回零是正确的，所以最后的结论是：前一天的回零操作有问题。问题出在什么地方呢？数控回转台周围大量小片状的切屑给了我们启示：这些小切屑完全有可能被切削油粘附在回转台外圆的回零限位撞块上，从而使机械原点偏离一个栅格的距离。原来的 17 个叶片和 5 个流道是在一个错误的“基准零点”上加工出来的。“今天”的回零倒是正确的，只是要弄清原因，然后将过切补偿回来。

现在让我们来分析一下 FANUC 7M 系统回零的机制，弄清它是如何建立坐标原点的。

首先，当操作者选用了回零模式，选择了回零的轴，按了正向运动键后，轴就以较高的速率（2000mm/min）向参考点限位撞块移动，当限位开关常闭触头因滚轮碰到撞块斜面而脱开的一瞬间（ t_1 ），该低脉冲使该轴立即减速至 104 号参数规定的 FL 低速率（200mm/min）继续向前运动。当滚轮从撞块的另一斜面滑下时，脱开的常闭触头在某瞬间（ t_2 ）又闭合，这个正脉冲被数控系统收到后命令驱动暂停，轴制动，然后仍以 FL 速率向前运动到最近的一个栅格点位置时停止运动（ t_3 ）。这个栅格点位置就是参考点，与此同时数控输出“参考点到达”信号，指示灯亮，屏幕显示的轴坐标值显示全 0。机床上各轴的参考点就是这样建立起来的。所谓栅格点，在使用闭环系统中感应同步器的情况下，是感应同步器的周期（2mm）的零点；在半闭环系统旋转变压器的情况下，是每转 2000 个脉冲的零点脉冲（见图 2-4）。

现在，设想在撞块的右边斜面上粘上了一片切屑，限位开关的滚轮原本可以在 A 点使常闭触头再度闭合的，现在就只能平移一段距离在 B 点闭合了，于是原本可以在最近一个栅格点 MZ 处建立的参考点不得不在 B 点之后的栅格点 MZ' 处建立，MZ 和 MZ' 的距离就是一个栅格的距离，也就是故障当天回零建立的参考点与前一天回零建立的参考点之间的圆周偏差（见图 2-5）。

现在我们来计算这个偏差，对于数控回转台来说，究竟偏移了多少？以期在程序上作修改补偿。

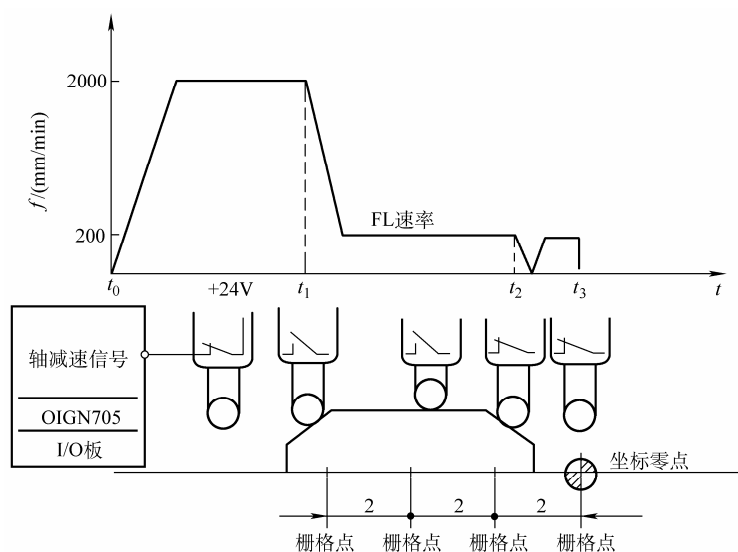


图 2-4 机床回零操作的过程

回转台蜗杆蜗轮传动速比是 1 : 120, 伺服电动机反馈系数是 3 : 1 (电动机转一圈, 旋转变压器转三圈), 回转台的转角当量是每个脉冲 1.8s。如此, 每当旋转变压器转一整圈, 发出 2000 个脉冲的同时, 电动机转了 1/3 转, 回转台转了 $360^\circ \times \frac{1}{120} \times \frac{1}{3} = 1^\circ$ 。也就是说旋转变压器在一个栅格的检测周期中发出 2000 个脉冲 $\left(\frac{1^\circ}{1.8''} = 2000\right)$, 相当于回转台转 1° 。这

正是该机床第 13 号参数 (每个栅格的长度, 单位为 $1\mu\text{m}$ 或 0.001°) 中给回转轴所规定的数值: 1000 (1000 个 0.001°)。

故障处理: 经过计算我们可以确切地说: 如果由于这一类原因造成回零偏差, 那么偏差值必定是 1° 的整数倍 (或 2mm 的整数倍)。事实上, 由于切屑较薄, 这次故障只造成了 1° 的偏移, 我们仅改变了 G54 工作零点中回转轴 C 的零点偏置值, 使之增加 1° 就解决了问题, 继续加工完了所有的流道。

说明: 现在我们再回过头来分析这种回零方式的优缺点。其所以要在减速过程中电平由低到高的瞬间暂停驱动, 又继续前进到最近的一个栅格点才建立参考点, 是因为这样才能避免以下的弊病: 限位开关由于弹簧的弹性变形造成电平变化的瞬间不在同一位置, 从而不能精确建立参考点。不论在什么斜面位置, 电平由低变高后总可以低速向一个固定的位置趋近并精确定位, 而不足之处也是可以想见的。设想如果不了解建立参考点的机制, 装配机床时将限位撞块的位置装得不太正确, 或者说机床使用久了, 撞块稍有松动, 从而使撞块斜面的位置正好使限位触头由脱开转到闭合的瞬间处于栅格点位置, 或者距栅格点相当近, 那么就

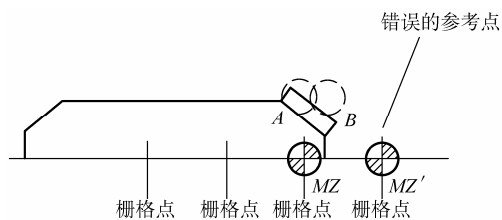


图 2-5 当撞块或者滚轮粘有异物时的回零情况

可能造成二次回零操作建立不同的参考点,其偏差值往往就是一个栅格距离。

2.1.5 机电部分故障实例与诊断

【例 2-23】 XK5040-1 数控立铣 Z 轴滚珠丝杠副卡死的修理。

故障现象: Z 轴电动机转不动,一开动 Z 轴电动机就报警,工作台在最低位置不能上升。

故障检查与分析:因修理拆卸 Z 轴电动机机尾部的测速电动机,对结构性能不了解,工作台底部到地面未采取任何措施,工作台快速降到底部极限位置,产生严重故障。因为机床在此故障前工作台能升降,机床立柱与升降工作台燕尾、镶条接触面间隙正常,润滑正常,因此在该处卡死可能性小;拆卸 Z 轴电动机:Z 轴滚珠丝杠副底座紧固螺钉,用两个同规格液压千斤顶在工作台底部将工作台往上顶,连底座将滚珠丝杠副取出,该丝杠副滚珠处滚道被挤扁是丝杠对螺母不能转动的原因。

故障处理:拆卸间隙调整压板,取出 U 形外滚道钢管,就能轻松地旋出滚珠丝杠或螺母,修整 U 形外滚道管。U 形外滚道管是由壁厚 0.5mm 铬钢管制成,直径 $\phi 5\text{mm}$ 、内径 $\phi 4\text{mm}$,要求 $\phi 4\text{mm}$ 钢球装进去能从另一头倒出来。U 形管压扁压伤变形后, $\phi 4\text{mm}$ 钢球通不过管道内孔,造成丝杠不能转动,从 U 形管变形处近的一端装入 $\phi 4\text{mm}$ 钢球,管口向上,用 $\phi 4_{-0.1}^0\text{mm}$ 的淬火钢棒放进管口冲 $\phi 4\text{mm}$ 钢球,下去一段后取出钢棒,又加入钢球冲,如此反复,直到另一管口不断出钢球。且冲力逐渐减小,还是达不到一口装入钢球能从另一口滑出的程度,但钢球在管内紧的部分越来越少了。用工具钢车制一 $\phi 4.1\text{mm}$ 的钢球,火焰淬火后放在管口冲下去,再放入标准 $\phi 4\text{mm}$ 钢球冲压,直到车制的 $\phi 4.1\text{mm}$ 钢球从另一管口出来后,U 形外滚道管内孔也就能完全通过 $\phi 4\text{mm}$ 标准钢珠了。用薄片磨石除各部分毛刺,清洁煤油清洗好全部钢球、U 形管、滚珠螺母、丝杠后,再检查一次批标准钢珠是否能在全部 U 形管内畅通。完毕进行装配调整滚珠丝杠副,调整间隙压板到支承好螺母,丝杠副垂直位置,丝杠靠自重力自动向下转动时,间隙压板再稍稍紧固下就可以了。把各部件及 Z 轴电动机全部组装完毕,撤去千斤顶试车,机床升降运行正常,故障排除。

说明:

1) 该机床工作台升降系统没有自锁机构,自锁力是靠 Z 轴电动机内锁,电动机连接的齿轮与滚珠丝杠上端面处齿轮啮合,电动机正反向旋转带动齿轮使丝杠副正反向旋转,达到工作台升降运动,电动机失电时电动机内制动动作,工作台升降停止。

2) 该电动机尾部的测速电动机实际上是检测升降位置距离的,拆离位置后电动机制动失去作用,造成事故。

3) 修理数控机床时,机电人员应密切配合,电气人员要了解机床结构特性,机械修理人员要了解数控原理,方能在数控机床修理中减少失误和杜绝失误,顺利地做好维修工作。

【例 2-24】 新日本工机 HF-12M 6X27m 数控龙门铣床 ATT 故障的修理。

故障现象:该机床在自动运行 09022 卸 AAT 宏程序时,当机床主轴带着 38 号附件运行至横梁最左侧的 5 号附件位上方时,运行中断,屏幕上出现“MC0119#38 ATT NOT RETURN”即 38 号附件不能返回。操作者不知何意,一时也无法排除,最后将机床断电,重新起动。NC 起动后,按 READY 绿灯按钮,该绿灯一直闪,15s 后也不转为常亮。屏幕上出现以下 PMC 报警:

EX 0037 LEFT BALANCER VALVE ALARM 即左平衡阀报警;

EX 0038 RIGHT BALANCER VALVE ALARM 即右平衡阀报警。

此时，机床处于死机状态，所有轴都不能动。

故障检查与分析：该机床由 FANUC 15iMA 系统控制，采用 NB6 型 PMC 控制器。工作台为 6MX27M，是目前国内最大的工作台移动式数控龙门铣床。横梁采用液压平衡系统，由左右两个步进电动机驱动的数字液压伺服阀控制。

从上述 EX0037 和 EX0038 两个报警提示来看，内容比较笼统，无法确定具体原因，必须找出产生这两个报警的相关 PMC LADDER 回路。通过该机床的 LADDER 图中的 MESSAGE DATA 表，查得：

EX 0037 LEFT BALANCER VALVE ALARM [W, R994.4];

EX 0038 RIGHT BALANCER VALVE ALARM [W, R994.5]。

可见，是由于 R994.4 和 R994.5 两个内部继电器被置位后出现了上述报警。进一步查得使这两个内部继电器置位的 PMC 控制回路，如图 2-6 所示。

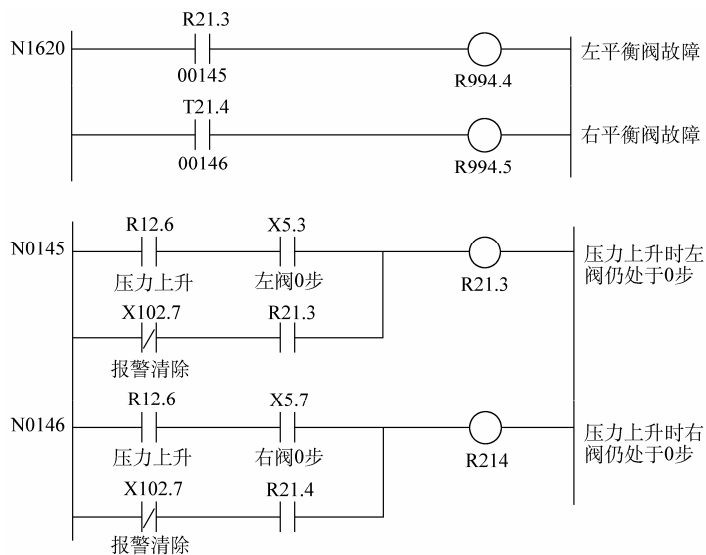


图 2-6 PMC 控制回路

通过以上 LADDER 图分析原因就清楚了，由于机床断电时装着 38 号大附件的主轴正处于横梁最左侧，一旦重新起动，横梁无法再次获得平衡，只要设法将主轴移动至横梁中间区域再起动力，就可再次获得平衡。为此，先暂时将左右两个数字液压伺服阀上的步进电动机的 0 步信号 X5.3 和 X5.7 断开，再起动力床，这时 EX0037 和 EX0038 不再发生，于是将主轴移动至横梁中间区域，然后断电，将两个 0 步信号恢复，重新起动力床，EX0037 和 EX0038 不再出现。

然而，机床主轴上的 38 号附件还未卸掉，试图将 38 号附件架吊至工作台上，再用手动方式卸掉，但是主爪松开按钮灯不亮，无法松开主爪，这说明手动卸附件的条件还未满足。查询有关的 PMC 程序，发现只有内部继电器，R0750.5 (ATT 装卸位置确认)=1 才能满足卸附件的条件，也就是说只有在五个 ATT 位置才能卸下附件。然而在 R0750.5 触点的 LADDER 图上有一个保持继电器 K022.7 触点并联，而此触点是可设置的，只要设 K022.7=1，

R0750.5=1 的连锁条件也就满足了。设置卸 ATT 不管 X、Y、Z、W 位置保持继电器 K022.7 的步骤如下:

1) 选择 MDI 方式和按紧急停止钮, 使系统处于紧停状态。

2) 在 NC 设定屏下将 PRM8000#0 PWE 位和 PRM8000#2 PRA 位都改为 1。

3) 按[SYSTEM]键, 再按[PMC]软键, 在 PMC 基本菜单下按[PMEPRM]软键, 然后按[KEEPRL]软键, 在显示器上出现保持继电器显示屏: 即显示“PMC PARAMETER (KEEP RELAY)”。

4) 将屏中的 K22.7 位从 0 改为 1, 这样就可任何位置卸下附件。

在手动方式下按主爪放松键, 不久该按钮中绿灯亮, 表明主爪已处于放松状态。卸下附件后将 K22.7 位和 PRM8000 恢复原值。

然而, 卸下了 38 号附件, 但原先运行 09022 宏程序中断的故障原因尚未排除, 因此, 在接下去的自动运行 09021 装附件宏程序, 安装 5 号台位的 32 号附件时又发生了中断, 并出现“MC 0120 NO ATTACHMENT”即找不到 32 号附件。

MC***是 FS15i 的宏程序报警号, 如果对报警的信息提示不清楚, 无法找出故障原因, 就要分析所运行的宏程序。如对上述运行 09021 程序时出现 MC0120 号报警, 列出有关该报警的宏程序段如下:

09021 (AT MOUNT)

.....

IF [#1035 AND [15*16*16*16*16] EQ#10*65536] COTO 0080

GOTO 3120

(交换位置 5 上无指令的 ATT 架)

.....

.....

N3120#3000=120 (NO ATTACHMENT)

.....

上述宏指令语句的含义是: 5 号交换台上的四个附件识别无触点开关 X21.0~X21.3 信号通过#1035 接口信号系统变量与存放指令附件号的本地变量#10 进行运算、比较, 如不相符, 转至 N3120 行, 通过宏指令报警系统变量#3000 显示 MC 0120 号报警。

于是检查 5 号交换台上四个无触点开关 X21.0~X21.3, 在正常时对于 32 号附件, 应 X21.1 为 1, 其余都为 0。经检查发现 X21.1 因位置变化而为 0, 经过调整, 使其为 1。重新运行 09021 宏程序, 不再发生中断。故障被排除。

【例 2-25】 参考点发生整螺距偏移的故障维修。

故障现象: 某配套 FANUC 0M 的数控铣床, 在批量加工零件时, 某天加工的零件产生批量报废。

故障分析与处理: 经对工件进行测量, 发现零件的全部尺寸相对位置都正确, 但 X 轴的全部坐标值都相差了整整 10mm。分析原因, 导致 X 轴尺寸整螺距偏移(该轴的螺距是 10mm)的原因是由于参考点位置偏移引起的。

对于大部分系统, 参考点一般设定于参考点减速档块放开后的第一个编码器的“零脉冲”上; 若参考点减速档块放开时刻, 编码器恰巧在零脉冲附近, 由于减速开关动作的随机性误差, 可能使参考点位置发生一个整螺距的偏移。这一故障在使用小螺距滚珠丝杠的场合特别

容易发生。

对于此类故障，只要重新调整参考点减速档块位置，使得档块放开点与“零脉冲”位置相差在半个螺距左右，机床即可恢复正常工作。调整步骤为：

- 1) 用手动方式回参考点，记录下停在参考点时的位置显示值。
- 2) 以低速反向移动轴，直到碰上档块并记下此时的位置显示值。
- 3) 求出上述两个位置显示值之差。

4) 调整档块位置使该差值约为半个丝杠螺距。在 FANUC 数控系统中，可通过设定栅格偏移量（Grid Shift）而不需要调整档块位置，该栅格屏蔽量相当于将档块延长。

本机床经以上处理后，故障排除，机床恢复正常，全部零件加工正确。

【例 2-26】 一台曲轴数控立式铣床开机后屏幕无显示。

数控系统：FANUC 0MB 系统。

故障现象：这台机床开机后 CRT 屏幕无显示，有时敲击高压包侧板会显示，有时又不行。

故障检查与分析：拆卸印制电路板，在其 R4 和 S4 端子上接入 220V 电压，检测高压包各焊点对地电压，发现 H（即灯丝）对地无电压（该灯丝电压是从高压包引出的）。

静态测量灯丝对地电阻为 $16\sim 17\Omega$ ，属正常；进一步检查发现行推动管未工作，顺线路检查，有一电容虚焊。

故障处理：将这只电容焊好后再试机，灯丝电压恢复正常。

装机时又出现一奇怪现象：将印制电路板临时放在机架内试机，显示正常，而全部安装到位后又不显示。再次拆卸，排查其原因为高压包侧印制电路板上有一螺钉未装，导致与外壳未联通，即未正常接地，将螺钉拧上后，再通电，CRT 显示恢复正常。

2.2 配置 SIEMENS 数控系统故障诊断与维修

2.2.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 2-27】 德国科堡 S20-10FP450CNC 数控龙门铣床加工程序输入故障修理。

故障现象：该机床由西门子 880M 系统控制，配用西门子 DSG3.5 型磁盘阅读机，安装在悬吊操作箱下部，输入加工程序十分方便。但是由于使用日久，加上车间现场尘埃较多，磁盘阅读机上的两个 A、B 软盘驱动器都先后损坏，而外购的个人计算机上常用的新型 3.5 英寸软盘驱动器无法修改设置，不能代用。因此机床无法通过 DSG3.5 型磁盘阅读机输入加工程序。

故障检查与分析：实际上输入加工程序的方法不少，如台式个人计算机或笔记本电脑，安装了西门子 PCIN 通信软件，就可输入，但总不如使用磁盘阅读机方便。后来我们选用了一种国产 CPJ2 型通用磁盘阅读机代用，效果不错，操作更方便、实用。

CPJ2 型通用磁盘阅读机采用 4×16 液晶字符显示器和 13 键封闭式键盘以及 3.5 英寸计算机通用磁盘驱动器，可发送、接收、存储 ISO、EIA 和 ASCII 代码的加工程序、系统参数及专用数据，也可按原代码传送系统控制或检查程序，并具有边加工边传送程序的在线功能，对程序长度没有限制。

该机设有 RS-2320 串行接口一个，应用于带有此标准接口的 FANUC、SIEMENS、MITSUBICHI、TOSNUC、DANAPATH、A/B 等数据系统。另设有并行接口一个，应用于仅

具有光电阅读机并行口的数控系统，如日本 FANUC7、日本田中 TNC -100、德国梅萨 MG12、MG16、德国依萨 NCE500、NCE510、原东德 CNC600 等数控系统。该机除标准型外，可按特殊要求配 20MA 电流环串行口、RS422 接口、并行输入接口或远程数据传送接口等。其外形尺寸为（高×宽×长）：119mm×220mm×200mm。

CPJ2 机与 Siemens 800 系列控制系统连接时采用的通信电缆接法如图 2-7 所示。在与本机 880M 系统相连时，原接口和通信有关的设定参数不变，只要设置 CPJ2 机参数与其一致就可以了。

CPJ2 机的参数设定及显示如下：

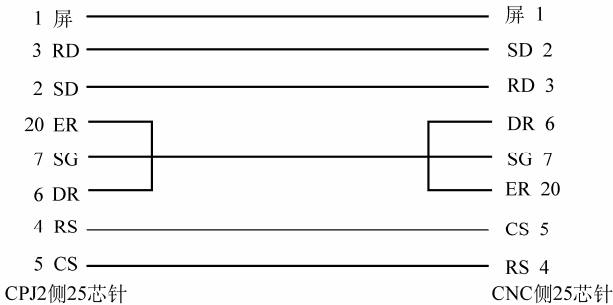


图 2-7 通信电缆接法

1) 串行或并行接口设定及显示
按 11 键，再按 ↓ 键。显示：“SET IO INTERFACE”及“0 0R 1__”，此时按 0 键，显示：“SERIAL I/O”，设定串行口。

2) 串行接口参数设定及显示，按 12 和 ↓ 键。显示：“SERSIAL CONTROL__”，此时可设定串口传输控制方式，按 3 和 ↓ 键，显示：“RST/CTS LEADS”方式。

再按 ↓ 键，显示：“BAUD RATE__”，此时可设定串行传输波特率。按 1 和 ↓ 键，显示：“9600”。

再按 ↓ 键，显示：“DATA BITS”及“7 0R 8__”此时可设定串口数据位，按 7 和 ↓ 键，显示“7”位。

再按 ↓ 键，显示：“STOP BITS”及“1 0R 2__”，此时设定串口停止位，按 2 和 ↓ 键，显示：“2”位。

再按 ↓ 键，显示：“PARITY”及“0=N 1=E2=0”，此时可设定串口数据校检方式。按 1 和 ↓ 键，显示：“EVEN”偶校。

3) 数据传输代码转换设定，按 10 和 ↓ 键，显示：“CODE CONVERSION”及“0, 10R 2”，此时按 0 和 ↓ 键，显示：“BINFILE”原码输出。

4) 设定参数断电保护，按 14 和 ↓ 键，显示“PARAMS→EEPROM”，参数已全部存入。
输入加工程序时，880M 侧先作好输入准备：按“DATA IN-OUT”软键，按“INTERF.1+2”软键，选 1 号接口，再按“DATA IN”软键，按“START”软键，屏幕上出现“IDO”字符，表示正处于等待输入状态。此时 CPJ2 机侧按 3 或 4 键，再按 ↓ 键，然后选择要输入的文件号或文件名，再按 ↓ 键，“准备”和“发送”灯都亮。发送结束后灯暗。

表 2-1 列出了西门子 800 系列数控系统和 CPJ2 磁盘阅读机或 PCIN 软件的通信参数设定值。

检查 1 号串口通信设定参数 5010、5011 分别为 00000000 和 11000111，设定正确。将 3 号串口通信设定参数 5030、5031 分别改为 00000000 和 11000111，并将通信电缆改插至 3 号接口，通过 3 号串口输入，输入正常，说明 1 号接口电路已损坏。

【例 2-28】 武汉重型机床厂 XK2120A 数控龙门铣床西门子 880M 系统黑屏故障处理。
故障现象：该机开机起动后，屏幕不亮，880M 主框下部主电源面板上的“电源正常”绿

灯在起动过程中一亮即暗，这时主框上各模块上的所有指示灯都不亮。再次断电，重新起动，故障依旧。

表 2-1 通信参数设定值

西门子 数控系统 型号	810 850 880		850 880		设定参数 设定值	CPJ2 磁盘机或 PCIN 侧设定
接口号	1	2	3	4		
设备码（入）	5010	5018	5030	5038	00H	
格式（入）	5011	5019	5031	5039	C7H	
设备码（出）	5012	5020	5032	5040	00H	
格式（出）	5013	5021	5033	5041	C7H	
专用位	5016	5024	5036	5044	2AH	
专用位	5017	5025	5037	5045	00H	

故障检查与分析：从主电源面板上的“电源正常”绿灯在起动过程中一亮即暗，说明此时主电源已停止工作，禁止输出。使主电源停止工作的原因有：①U 和 V/N 两端的 230V 交流输入电源中断；②NC-ON 电源起动信号不能自保；③主电源不良；④主电源外部负载短路。

可先测量 230V 交流输入电压是否正常，如正常，可关机，将电源模块向前拔出一点，使其和负载脱开，然后开机，检查+5V 电压，若无，则电源模块已坏。若有稳定的+5V 电压，这时应考虑是否是外部负载短路造成电源单元过载保护。按上述方法检查，确定故障是由主电源外部负载短路所造成的。为了确定短路部位，逐一拔下主框上各模块（拔时应关机），并对系统进行接通试验。

当拔去 NC CPU 模块后，再接通系统，主电源面板上的“电源正常”绿灯常亮，这说明 NC CPU 模块上存在着短路。经检查，发现印制电路板上有一个电容不良，调换相同规格的电容后，将模块插入主框，开机后原故障消除。由于在上述故障检查过程中拔下过主框架上不少重要模块，造成系统数据和程序丢失，必须对系统进行起始化重装操作。该机床 880 系统起始化菜单树基本内容如图 2-8 所示。

起始化重装的步骤如下：

1) 将装有西门子通信软件 PCIN 和 S5 PLC 编程软件以及该机床备份的笔记本电脑通过如图 2-9 所示的通信电缆，连至 880M 的 COM CPU 模块的 X121 口（中部口）。

2) 将 COM CPU 模块上的旋转开关从“0”转至“1”，开机，进入起始化屏幕。

3) 按“INUIAL CLEAR”（起始化清除）软键。

4) 按“MACHINE DATA”（机床数据）软键。

① 按“CLEAR NC MD”（清除 NC 机床数据）软键，该行前出现“√”（下同），NC 机床数据被清除。

② 按“LOAD NC MD”（装入 NC 机床数据）软键，装入标准的 NC 机床数据。

③ 按“CLEAR PLC MD”（清除 PLC 机床数据）软键，PLC 机床数据被清除。

④ 按“LOAD PLC MD”（装入 PLC 机床数据）软键，装入标准的 PLC 机床数据。

⑤ 按“CLEAR CYC MD”和“LOAD IAR MD”软键。

- 5) 按“^”键，返回到基本显示页面。
- 6) 按“NC DATA”(NC 数据) 软键。

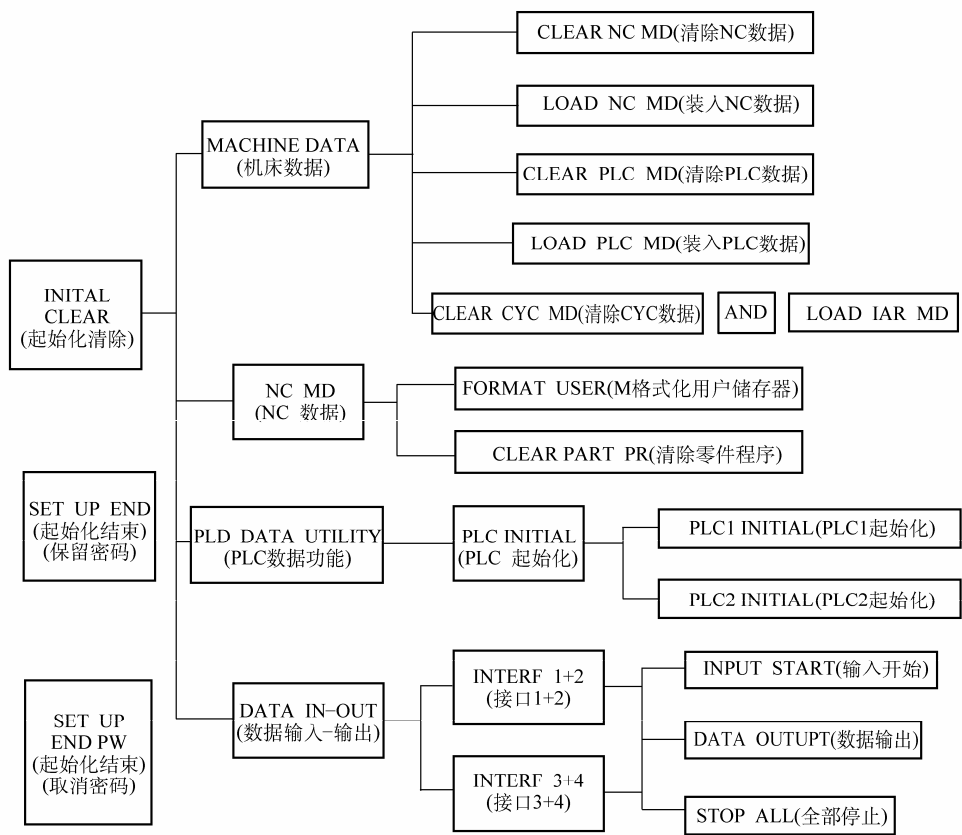


图 2-8 880 系统初始化菜单树

① 按“FORMAT USER M.”(格式化用户存储器) 软键。清除了设定数据 (%SEA)、R 参数 (%RPA)、刀具补偿(%TOA)、零点补偿(%ZOA)、输入缓冲器参数。以下数据按标准值预置：

- 串口 3 设定数据；
- 输入缓冲器参数按 NC MD4 和 MD5 标准值格式化；
- 刀具补偿存储器按选择位和 NC MD210-226 标准值格式化；
- 工作范围限定至最大；
- 主轴速度限定 S100。

② 按“CLEAR PART PR”(清除零件程序) 软键，零件程序存储器被格式化。

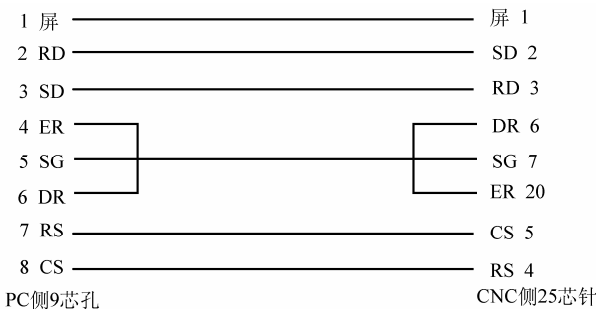


图 2-9 通信电缆接线图

- 7) 按“^”键，返回到基本显示页面。
- 8) 按“DATA IN -OUT”（数据输入-输出）软键。
- ① 在设定数据位页面设定：5030=00000000，5031=11000111，5036=00101000。
- ② 在 PCIN V24-INI 设定页面，如图 2-10 所示。

COM NUMBER:	1
BAURTRE:	9600
PARITY:	EVEN
2	STOPBITS
7	DATABITS
XON/XOFF	SETUP
END_W_M30	OFF
ETX	OFF
TIMEROUT	OS
BIN FILE	OFF
TURBOMODE	OFF
DON'TCHECK	DSK

图 2-10 PCIN V24-INI 设定页面

- ③ 按起始化页面上的“INTERF. 3+4”（接口 3 或 4）软键，选 3 号接口。
- ④ 按“DATA IN”（数据输入）软键，再按“START”（开始）软键，屏幕上出现“IDO”字符。
- ⑤ 操作 PCIN 至“DATA OUT”（数据输出）页面，选择要输入的机床参数文件名。输入开始后，CNC 屏幕上出现“%TEAL”，PCIN 屏幕上逐行显示输出内容。输入完后再输入 PLC 机床参数 TEA2、IAR 机床参数 TEA3、CYC 循环机床参数 TEA4 等。如传送时出现通信故障，可用“STOP”（停止）软键清除，再重新开始。
- 9) 按“NC DATA”（NC 数据）软键。
- ① 按“FORMAT USER M.”（格式化用户存储器）软键。
- ② 按“CLEAR PART PR”（清除零件程序）软键。
- 10) 按“^”键，返回到基本显示页面。
- 11) 按“PLC DATA UTILITY”（PLC 数据功能）软键。
- ① 按“PLC INITIAL”（PLC 起始化）软键。
- ② 按“PLC1 INITIAL”（PLC1 起始化）软键。
- 12) 按“^”键，返回到基本显示页面。
- 13) 传送 PLC 程序前，先返至设定数据页面，将 SD5030 改为“00000100”，SD5036 改为“00000000”，然后再回到数据输入开始状态。

① 打开计算机中的 S5-PLC 编程软件，进入 PROJECT, SETTINGS, PAGE1（预设页面 1），在“PROGRAM FILE”程序名中选择该机床 PLC 用户程序（*S5 功。按 F4 键至预设页面 2，光标定位在“MODE”（方式）上，按 F3 键，使“OFF LINE”（离线）变成“ON LINE”（在线）。

② 返至 S5-PLC 基本菜单后，进入 BLOCK, TRANSFER, FILE-PLC 页面，选择“ALL BLOCK”（全部）段，最后按“TRANSFER”（传送）键，这样 PLC 用户程序就传输到了机

床系统中。

14) 将 COM CPU 模块上的旋转开关从“1”转至“0”，按“SET UP END PW”（起始化结束）软键，控制软件触发“电源接通复位”并进入基本显示页面。

15) 按“SETTING DATA”（设定数据）软键，选择“SETTING BPTS”设定位，将 SD5030 改为“00000000”，SD3036 改为“00101000”，再通过 PCIN 将设定数据（%SEA）、R 参数（%RPA）、刀具补偿（%TOA）、零点补偿（%ZOA）、主程序（%MPF）、子程序（%SPF）等输入到机床系统中。

故障排除：通过上述起始化重装，机床恢复了正常。

【例 2-29】 一台立式铣床经常死机。

数控系统：西门子 3M 系统。

故障现象：这台机床在使用过程中经常无规律地出现死机、系统无法正常起动等故障。

机床出现故障后，断电进行重新起动，有时可以正常起动，有时起动不了，需要等待一段时间才能起动，但系统只要正常起动，就可以进行正常工作。

故障检查与分析：根据故障现象，只要系统正常起动后，机床就可以恢复正常工作，而且故障无规律出现，有时工作几天才出现一次故障，有时只能工作数小时或几十分钟，故障发生的随机性比较大，无任何规律可循，说明系统构成模块应该没有什么问题。故障原因可能是系统温度问题、干扰问题或者电源问题。

首先对系统的冷却风扇进行检查，风扇工作正常，而且有时出故障后，断电重起系统还可以正常工作数天，说明系统没有超温。

为了排除干扰问题，对数控系统、机床、车间的接地系统进行了认真检查，发现并纠正了部分接地不良点；对系统的电缆屏蔽连接、电缆的走线、安装进行了整理归类；对系统模块的安装、连接进行了检查和固定。做了这些工作后，故障频次有所减少，但故障仍旧发生，说明根本问题还没有解决。

其后对系统的供电电源进行检查，机床三相电源稳定正常；根据机床的电气图样进行分析，为数控系统供电的 24V 直流电源使用的是普通的二极管桥式整流，这样电源工作不稳定，受电网和负载变化的影响较大，难以保障系统电源稳定的要求。

故障处理：采用标准的稳压电源取代了原机床的普通直流电源后，机床正常工作，再也没有发生过类似故障。

【例 2-30】 数控铣床，加工程序不执行。

数控系统：西门子 3TT 系统。

故障现象：起动加工程序时，程序不执行，并且没有故障报警。

故障检查与分析：这是一台三工位双主轴的数控铣床，有两个 NC，分别控制粗铣工位和精铣工位。加工循环起动后，刚一运行就突然中断，屏幕上没有报警显示，面板上进给保持红灯亮，这个故障并不是每次加工时都出现。

观察 NC1，粗铣的程序是执行之后中断的，而观察 NC2，精铣的程序根本就没有运行，所以，可能是因为 NC2 的程序没有运行而使 NC1 的程序中断，进给保持灯亮。因为 NC1 的程序可以运行，两个工位的程序是一起起动的，说明起动按钮没有问题。用 PC 功能检查 PLC 与 NC 的接口信号 Q75.7（NC 起动信号）和 Q75.6（NC 开始使能信号），在起动按钮按下后，都变成 1 信号脉冲，说明起动信号已传入 NC。仔细观察 Q75.5（读入使能信号），发现在出

现故障时不变成 1；而不出现故障时，循环起动后，该信号就变成 1。说明是因为 PLC 的程序读入信号有问题。NC 起动后，因为没有读入信号，NC 没有读入程序，故不执行。图 2-11 是该机床关于这一部分的 PLC 梯形图，用 PC 功能逐个检查每个元件的状态，发现是状态标志位 F137.4 没有变成 1，而使 Q75.5 没有变成 1。F137.4 的梯形图见图 2-12，继续观察，发现是状态标志位 F113.2 为 0 没有变化。按照图 2-13 继续跟踪，发现是输入 I15.0 没有变成 1 导致 F113.2 没有变化，I15.0 是二工位 3 号主轴速度检测信号，这个信号没有变成 1，说明铣刀没有旋转，所以加工程序没有执行。但检测主轴，并没有问题，起停主轴，都没有问题，速度检测传感器也没有问题。根据电气原理图，速度检测传感器信号接入速度监视器，检测这个监视器，其输入信号正常，但有时没有输出信号，将该监视器拆开进行检查，发现一中间继电器的常开触点接触不良，说明是继电器损坏。



图 2-11 读入使能信号 Q75.5 的梯形图

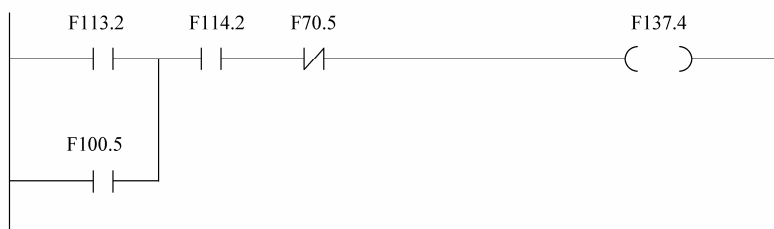


图 2-12 F137.4 的梯形图

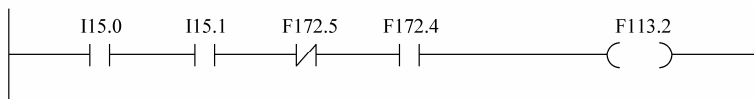


图 2-13 F113.2 的梯形图

故障处理：换上新的继电器后，机床稳定运行，再也没有发生这个故障。

【例 2-31】 西门子 802D 系统 PROFIBUS 连接出错报警。

故障现象：配套西门子 802D 系统的数控铣床，开机时显示器上出现报警：ALM380500、ALM400015、ALM400000、ALM025201、ALM026102、ALM025202，驱动器显示报警号 ALM599。

技术准备：查阅系统诊断说明书，获知以上报警的内容如下：

ALM380500：PROFIBUS DP 驱动器连接出错；

ALM400015：PROFIBUS DPI/O 连接出错；

ALM400000：PLC 停止；

ALM025201：驱动器 1 出错；

ALM025202：驱动器 1 出错，通信无法进行；

ALM026102：驱动器不能更新；

ALM599: 802D 与驱动器之间的循环数据转换中断。

故障检查与分析: 由于本机床的系统报警数较多, 维修时必须分清主次, 否则维修工作难以开展。根据以上报警内容与发生故障时的现象观察, 首先进行了如下分析:

1) 开机时, 伺服驱动器可以显示“RUN”, 表明伺服驱动系统可以通过自诊断, 驱动器的硬件应无故障。

2) 系统初始化完成后, 驱动器“使能”信号尚未输出, 系统就出现报警, 并且驱动器也随之报警。

3) 根据以上两点, 可以暂时排除伺服驱动器的原因, 而且由于伺服驱动的使能信号尚未加入, 从而排除了由于电动机励磁产生的干扰, 由此判定故障是由系统引起的。

4) 系统报警 ALM400015 (PROFIBUS DP I/O 连接出错) 属于硬件故障报警, 如果系统的 I/O 单元工作正常, 即使是 PLC 停止报警也不会引起系统产生硬件报警。

综上分析, 检查的重点应针对 I/O 单元 (PP72/48) 进行。

故障处理:

1) 检查发现, 该机床的 I/O 单元指示灯“POWER”不亮, 表明 I/O 单元无 24V。

2) 测量外部供电 DC24V 正常, I/O 单元内部全部熔断器都正常。由此判断故障原因在 DC24V 的输入回路或外部 DC24V 与 I/O 单元连接上。

3) 检查 I/O 单元与外部 24V 的连接, 发现 I/O 单元电源连接端子的接触不良。

4) 重新连接后, I/O 单元的“POWER”、“READY”指示灯亮, 系统报警消失, 机床恢复正常。

【例 2-32】 一台数控铣床开机屏幕不显示。

数控铣床: 西门子 3TT 系统。

故障现象: 这台机床通电后, 系统屏幕没有显示, 检查数控系统发现 PLC 的 CPU 模块报警灯亮。

故障检查与分析: 西门子 3 系统的 PLC 采用单独的 S5-135W 的 CPU 模块。这台机床采用的 3TT 系统, 由于使用双 NC, 各种模块较多, 所以系统使用两个框架, 每个框架都有一个电源模块。通过故障现象分析, PLC 的 CPU 模块报警灯亮, 说明 PLC 没有启动起来。所以, 首先与另一台机床的 CPU 模块对换, 这台机床的故障依旧, 另一台机床正常, 说明 PLC 的 CPU 模块没有问题。检查输入模块、输出模块、耦合模块都没有发现问题; 检查电源模块输入、输出电压也正常没有问题, 但这台机床的 PLC 电源模块与另一台机床的互换, 故障转移到另一台机床, 说明虽然电源模块输入、输出电压都正常, 但还是有其他问题使 PLC 的 CPU 模块启动不了。

故障处理: 更换新的电源模块后, 机床恢复正常工作。

【例 2-33】 一台数控铣床经常出现报警 2001 PLC has not started up (PLC 没有启动)。

数控系统: 西门子 840D 系统。

故障现象: 这台机床经常出现 2001 PLC 没有启动的报警, 关机再开报警消失, 机床还可以工作。

故障检查与分析: 引起 PLC 不能启动的原因很多, 如系统机床数据、PLC 用户程序全部丢失或部分丢失、外部的电磁干扰或电源干扰、PLC 电源不稳定、机床数据 MD10120 设置不合理等。

根据故障现象时有时无,判断可能是系统工作不稳定或者由于干扰引起的。为此首先检查数控系统接地情况,经过全面排查发现 NCK 模块的接地电缆松动,系统接地不良,使得外部干扰不能有效地被屏蔽,当电磁干扰强烈时,引起系统或 PLC 程序运行错误,导致 PLC 的停止。

故障处理:重新连接接地线后,系统恢复稳定运行,再也没有出现相同的故障。

2.2.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 2-34】 数控铣床,出现报警 222 Servo loop not ready (伺服环不准备)。

数控系统:西门子 3M 系统。

故障现象:机床开机,在 X 轴回参考点时,出现 222 号报警,指示伺服环出现问题。复位后,故障报警消除,手动运动 Y 轴和 Z 轴正常,都不出现报警,而手动运动 X 轴就出现 222 报警。

故障检查与分析:根据故障现象分析,肯定是 X 轴伺服控制部分有问题。这台机床的伺服系统采用的是西门子 6SC610 系统。对伺服系统进行检查,在出现故障时,N1 板上的第 1 轴的 [Imax] t 报警灯亮,电源板 GO 上的 COMMON FAULT (总故障)灯亮。N1 板上的第 1 轴的 [Imax] t 报警灯亮,指示 X 轴伺服控制器故障报警,原因可能是伺服驱动损坏、伺服电动机有问题,也可能是伺服控制板 N1 有问题产生的错误报警。为了确认是否是伺服控制板 N1 的问题,采用互换法,与另一台机床的 N1 板互换,这台机床故障依旧,而另一台机床没有问题,说明 N1 板没有问题。当采用备件置换法将 X 轴伺服驱动板 A3 换下后,故障消失。说明是伺服驱动板损坏。

故障处理:检查伺服驱动板,发现几个功放晶体管损坏,更换新的器件后,将该板安装到伺服单元上,通电开机,机床恢复正常。

【例 2-35】 交流进给伺服单元故障。

故障设备:法国产 SH1600B 数控铣床,经全面技术改造,数控系统采用 SINUMERIK820M 系统,坐标进给采用西门子 611A 交流伺服系统。

故障现象:加工零件切削量稍大时,机床向+Y1 方向间歇窜动,并显示 1041 报警(内容为 YIDAC limit),但可用 RESET 键消除,后来发展到只要系统开机就报警,各坐标不能移动。

故障检查与分析:由于机床新近改造,并且是在自动运行状态,故首先排除编程或操作失误的可能性。因向 Y1 方向窜动,先查看 Y1 坐标的伺服驱动系统。打开伺服柜,发现伺服坐标 Y1 的 A 灯报警,初步判断是伺服故障,用交换法将 Y1 的伺服驱动与 Z1 的伺服驱动调换,重新送电,起动机床,发现伺服坐标 Y1 的 A 灯报警消失,而伺服坐标 Z1 的 A 灯报警。由此可见,此伺服故障属于外部故障。

故障处理:打开 Y1 的电动机防护罩检查,发现与 Y1 伺服电动机连接的位置反馈电缆插头松动,将松动插头拧紧,故障排除。

【例 2-36】 SH1600B 数控铣床交流进给伺服单元窜动故障。

故障现象:据操作工人反映,在加工零件时,切削量稍大时,机床向+Y 方向间歇窜动,并显示 1041 报警,但可用 RESET 键清除。后来只要系统开机就报警,各坐标不能移动。

故障检查与分析:SH1600B 数控铣床是法国 FORSET 公司 1972 年生产的大型机床,具有立卧两主轴,数控系统采用西门子公司 820M 系统,坐标进给采用西门子 611A 交流伺服

系统,分析认为:①因机床在自动运行状态,切削量稍大时出现报警,故排除编程或操作失误;②打开伺服柜,发现Y方向伺服报警灯亮,故障出在伺服系统;③判断是伺服系统内部还是电动机故障,用交换法排除。同时交换伺服电动机Y、Z的测速反馈电缆、位置反馈电缆、电动机的动力电缆;④重新启动机床,观察伺服驱动系统,发现伺服Y坐标的伺服报警灯灭,而Z坐标伺服报警灯亮。由此可以判断,此伺服故障属于电动机故障。

故障处理:打开Y轴的电动机防护罩检查,发现与电动机相连接的位置反馈电缆插头松动。将松动插头拧紧,并将伺服驱动系统恢复原接线,机床恢复正常运转。

【例 2-37】 德国科堡 S20-10FP450 数控龙门铣床伺服电源的故障处理。

故障现象:该机床由西门子 880M 系统控制,配用 611A 型进给伺服系统,Y、Z1 和 Z2 三个轴进给模块共用一个可控电源模块(6SNI145-I BA00-0DA0)。开机通电后第二 CRT 上出现下列报警:

0946 TER: SUPPLY/RECOVERY UNIT READY Y/Z BP084 E58.0,机床不能正常运行。

故障检查与分析:从第二 CRT 上的上述 0946 号报警可知为 Y、Z 轴共用的可控电源模块未准备好。一般可先观察、检查该电源模块以及 Y、Z1、Z2 进给伺服模块上的 LED 管的显示状态,并按指示的报警信息确定故障部位。经检查发现 Y 轴与 Z 轴公用电源模块上故障信息显示区的 $\pm 15V$ LED 红灯亮,这表明内部 $\pm 15V$ 档电源有故障。另外,Z1 进给模块上的七段 LED 数码管显示“2”,这又表示从 Z1 电动机速度/转子位置传感器来的信号有故障。同时又发现 Y 轴和 Z1 轴进给模块上有电气箱顶部的空调冷凝水进入模块内部。立即关机,将两模块拆下,打开侧盖板,发现印制电路板上有不少水浸入,由此可见是由于空调冷凝水进入进给模块,造成电路短路而引发报警。

故障排除:取出有水浸入的两块印制电路板,用吸水纸吸干板上的水滴,然后放入 70℃ 的电烘箱内干燥 1h 后重新安装好,同时将漏水的电柜制冷空调重新调整,接妥排水通道,擦干电柜顶部的漏水处。然后开机通电,故障不再出现,机床能正常运行。

【例 2-38】 德国科堡 S20-10FP450CNC 龙门铣床 1160 号报警故障的处理。

故障现象:该机床在工作过程中,当工作台(X轴)运行时,CRT 上出现 1160 报警:Contour monitoring,即 X 轴轮廓监控报警。

故障检查与分析:该机床由西门子 880M 系统控制,配用 611A 进给驱动装置,X 轴为半闭环控制。1160 号 X 轴轮廓监控报警表明:X 轴的运行在速度高于机床参数 MD3360 所规定的轮廓监控门槛速度后,超过了机床参数 MD3320 所规定的轮廓监控允差带;或者 X 轴升速或减速时,不能在伺服增益系数规定的时间内达到新的速度。1160 号轮廓监控报警是西门子系统机床比较常见的故障之一。一般可先通过 CNC 的伺服跟踪误差显示屏来检查跟踪误差的大小和稳定性,有时为了便于观察伺服跟踪性能,避免报警,可放大 MD3360 或 MD3320 的值。由于跟踪误差过大造成轮廓监控报警的常见原因有以下几方面:

(1) 机械负载过大 当轴在加减速结束后作恒速运动时,通常跟踪误差变化不大,因为负载的少量变化由速度调节器取得平衡。如果机械负载过大,会使速度下降,位置反馈减小,使跟踪误差变大,一旦大于轮廓监控相关值,就会报警。数控机床进给轴机械负载过大常见的有以下几种情况:

1) 大型数控机床进给轴常采用静压系统,如工作台的静压系统。当静压压力过低,毛细孔堵死,温度升高油质变薄,地基变形,工件压载不均等都会造成负载过大,这时进给电动

机的工作电流要比往常大。有些工作台可装机械手摇装置,摇起来就会很吃力。

2) 数控龙门铣床的横梁和垂直滑枕一般装有液压平衡系统,若平衡不良,也会过载,常表现为单方向过载。

3) 滑台润滑不良或塞铁太紧,传动齿轮变形,轴承咬住等都可能造成过载。有时润滑不良,加润滑油后,可先放大 MD336*所规定的轮廓监控速度或 MD332*的轮廓监控允差带,然后使轴往复运行数次,如跟踪误差趋于正常,再将参数改为原值。

4) 机床加工下来的铁屑、磨床的砂轮屑,若不及时清除,有可能阻碍滑台的移动,造成负载过大。

(2) 测量环路不良 在位置测量环路中,任何一个环节如果造成位置反馈脉冲丢失,都会使反馈量减小,跟踪误差变大,一旦大于轮廓监控相关值,就会报警。常见的有:

1) 位置编码器不良或其联轴器松,联轴器裂开,齿形传动带松,编码器电缆不良或插头松。

2) 光栅尺脏,壳体连接处不良;光栅头不良或固定光栅头的螺钉变松;EXE 不良以及连接电缆不良或插头变松。当 136*号光栅脏或 132*测量回路硬件故障报警和 116*号报警同时出现时,应先检查光栅部分。

3) 机械传动间隙过大,如滚珠丝杠轴向窜动或反向间隙过大而未补偿,对于安装光栅尺的全闭环来说,都会造成位置反馈量不足而引发报警。这种原因常常表现为在轴改变方向时发生报警。

4) 测量板不良。如果该板的位置反馈脉冲计数电路计算错误,会使跟踪误差变化很大,造成报警。可和其他轴的测量板交换来判别好坏。

(3) 速度控制器的性能下降或优化不良 导致伺服电动机输出转矩变小,承受负载能力下降,在负载不变的情形下转速变低,使位置反馈变小,跟踪误差变大;又如不合适的速度环比例增益和积分时间常数还会造成轴在移动时出现抖动、过冲现象,使跟踪误差波动过大而导致报警。伺服单元、伺服电动机不良所引起的报警往往会反映在伺服单元的 LED 显示器上,例如我们曾碰到过因速度控制器内部接触不良而导致 1160 号报警。故障发生时 611A 驱动模块上的七段 LED 显示器显示“7”,其含义是“电动机的实际电流为零,电动机线连接不良”。当打开驱动模块后发现一电气螺钉连接处有跳火烧黑的痕迹,紧固该螺钉后故障不再发生。

故障排除:本故障也是如此,当 1160 号报警出现时,检查 X 轴伺服单元出现报警号 2,为旋转编码器监控响应。检查 X 轴伺服电动机及反馈系统,发现电动机接线处有切削液进入,经局部清洗和干燥后,故障排除。

【例 2-39】 一台数控铣床系统起动后,出现报警 1161 Contour monitoring (轮廓监控)。

数控系统:西门子 810M 系统。

故障现象:这台机床在系统通电起动后,就出现 1161 报警,并且 Y 轴自动慢走,屏幕上数值也发生变化。

故障检查与分析:根据故障现象分析,这个故障与数控系统、伺服控制和伺服电动机都有关系。这台机床的伺服系统采用西门子 611A 交流模拟伺服驱动装置,在伺服装置上检查 Y 轴的运动给定信号,开机时为 0,这时 Y 轴就运动,说明与数控部分没有关系。将 Y 轴的伺服模块与 Z 轴的伺服模块互换(两模块型号相同),故障仍然是 Y 轴,说明伺服模块也没有问

题。将Y轴伺服电动机与Z轴伺服电动机互换,这时故障转移到Z轴上,说明原Y轴伺服电动机有问题。

故障处理:将损坏的伺服电动机拆开检查,发现一传感器有问题,更换新的传感器,将伺服电动机重新组装并安装到机床上,这时系统通电,机床恢复正常工作。

【例 2-40】 一台数控铣床起动伺服系统时出现报警 101、111 Clamping check (夹紧检查)。

数控系统:西门子 3TT 系统。

故障现象:这台机床在开机后,起动伺服系统时出现 101 和 111 报警,在产生报警的同时,X轴和Z轴都产生了位移。

故障检查与分析:这台机床的伺服系统采用西门子 6SC610 交流模拟伺服装置,在起动伺服系统时,检查伺服系统上的指令信号,没有指令电压,说明数控系统没有问题,问题出在伺服系统上。而在起动伺服系统时,观察系统屏幕,屏幕上两个轴的坐标值也发生了变化,说明位置反馈也正常没有问题。

对伺服系统进行检查,发现GO板上的指示灯若隐若现,亮度不够,测量其端子上的15V电压很低。在检查伺服系统的供电电压时发现有一相没有电压,检查供电端的熔断器,发现有一个熔断器烧断,对系统进行检查没有发现其他问题。

故障处理:更换供电熔断器后,机床恢复正常工作。

【例 2-41】 一台五轴联动数控龙门铣床出现伺服报警。

数控系统:西门子 840D 系统。

故障现象:这台机床在通电开机后出现报警“300402 伺服接口系统错误,错误代码 10771”、“300500 A(C、X1、X2、Y、SP1)轴伺服与驱动错误,错误代码 00000035 H、00000060H; 300500Z 轴伺服与驱动错误,错误代码 00000034H、0000261H”。

故障检查与分析:因为7个轴都出现300500报警,但Z轴的错误代码与其他轴的不同,因此怀疑可能是Z轴伺服出现问题。这台机床的伺服系统采用西门子 611D 交流数字伺服驱动装置,将Y轴和Z轴伺服控制模块进行互换,故障报警依旧,只是错误代码“00000034H、0000261H”转移到Y轴报警信息上,因此确认为Z轴伺服控制模块损坏。

故障处理:更换新的伺服控制模块后,机床故障被排除。

【例 2-42】 一台多功能数控铣床出现报警 300503 Axis Y3 error in phase current S of motor current transducer (Y3 伺服电动机电流传感器相电流 S 出错)。

数控系统:西门子 840D 系统。

故障现象:这台机床在开机后没有加工工件时,突然出现报警 300503,指示 Y3 轴伺服电动机电流异常。

故障检查与分析:这台机床的伺服系统采用西门子 611D 交流数字伺服控制装置,出现故障时,检查伺服驱动装置,发现Y3轴的伺服模块上的红灯亮,关闭电源重新起动,报警依然存在。

因为报警指示Y3轴伺服电动机电流异常,并且Y3轴伺服驱动模块有报警,所以首先对Y3轴伺服电动机进行检查,发现其绕组对地短路,为此确诊故障原因为Y3轴伺服电动机损坏。

故障处理:更换Y3轴伺服电动机后,机床恢复正常运行。

2.2.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 2-43】 济南第二机床厂 XK2418 型数控龙门铣主轴故障的处理。

故障现象：该数控龙门铣由西门子 840D 系统控制，采用 611D 驱动装置和 1PH7163-2NF33-0BC0 主轴电动机。当起动机床主轴时出现以下报警：

25000 主轴编码器硬件故障。当前有效实际值编码器信号消失，没有相同相位或显示接地/短路；

300504 主轴电动机变换器故障发生信号错误或电动机编码器的信号级太少；

700010 电源模块未准备好；

同时主轴控制模块上的红灯亮，电源模块上 V3 绿灯和 V4 黄灯同时亮。

故障检查与分析：上述 25000 号和 300504 号两个报警指示可能的故障原因均为电动机编码器、电动机编码器反馈电缆及轴控制模块。700010 号是由上述两报警引起的电源模块未能使 PLC 伴随报警。由于西门子 1PH7 系列的主轴电动机编码器是安装在主轴电动机的后端盖内，如要检查编码器，必须拆下主轴电动机，再拆去散热风扇，打开后盖，才能直接见到编码器，费时费力。为了确定故障原因，应遵循“先易后难”的原则，首先排除上述后两个可能的故障原因。

1) 将备用的电动机反馈电缆和主轴电动机编码器反馈电缆调换，故障依旧。

2) 再将主轴和 X 轴的闭环控制模块互换，故障还是依旧。

可见是电动机编码器 ERN1381 出了问题。该主轴电动机是倒装的，即出轴端朝上。拆下主轴电动机，发现有许多油脂。对主轴电动机单独通电驱动，我们发现当主轴电动机垂直于地面倒置时，主轴一起动就会出现上述故障；而当电动机水平于地面放置时，主轴可起动并可正常运转。根据这一现象，我们基本断定主轴电动机的编码器并未坏，而是被侵入的油脂污染了。

由于有大量的油脂进入电动机和编码器，因此必须打开电动机。图 2-14 是 1PH7 型主轴电动机编码器结构示意图。其编码器的安装方式以及拆装方法和西门子 1FT6/1 FK6 型进给电动机是一样的，但 1PH6 型主轴电动机对编码器的安装没有相位要求。

故障处理：拆下编码器，打开了主轴电动机的前后盖，发现电动机内部有大量的润滑油，甚至在编码器内部也有不少润滑油。本例中的主轴电动机由于是垂直倒装的，机床滑枕顶部的润滑油很容易顺着主轴电动机的转轴渗到位于底部的编码器里。主电动机的防护等级是 IP55，编码器的防护等级是 IP40，都不能防止油脂渗入。电动机中的润滑油不断流到编码器玻璃光栅片上，造成光栅片污染，引起编码器数据丢失，发生报警。取出转子，对电动机内部进行清洗。用工业酒精清洗编码器内部和光栅玻璃盘。然后，全部按原样装好。

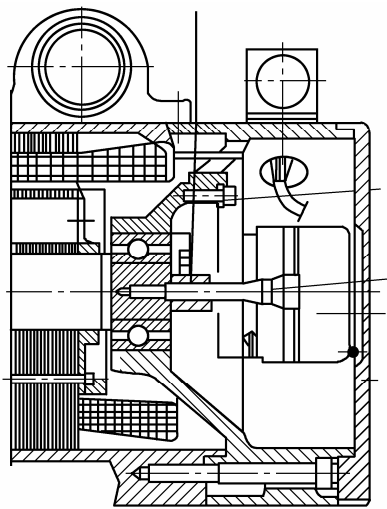


图 2-14 1PH7 型主轴电动机
编码器结构示意图

为了防止以后油脂再次进入电动机编码器,此次采用以下三个措施:

- 1) 对电动机连接表面采用密封措施,减少漏油渗入。
- 2) 检修主轴变速箱及其液压管系,捉漏、堵漏。
- 3) 在编码器和电动机后盖最低点钻泄油孔,使油不会在编码器内积存。

重新安装好主轴电动机后,开机通电,转动主轴,原故障不再出现,但由于拆装了电动机及其编码器,主轴 M19 的位置已经变动,需要重新调整主轴参考点偏移/绝对位移编码偏移机床参数 MD34090 [0, AX4] 的值。调整时先执行主轴定位 M19 动作,发现主轴定位停止时超过了零位若干度,这时用手将主轴转回到零位,注意屏幕上 C 轴的实际值变化了 6.131,然后将 MD34090 的值减去此值,就是要设置的值。使新值生效后,重新进行主轴定位,再检查是否准确停止在零位上,如还有偏差,应进一步调整,直至定位正确。

【例 2-44】 武汉重型机床厂 XK2120A 数控龙门铣床横梁不能移动故障的处理。

故障现象:当横梁移动时,出 W1 轴伺服驱动装置报警:调节器模块 N₁ 上 V₂ 红灯亮,电源模块 G₀ 上 V₁ 红灯和 V₄ 绿灯亮,机床无法运行。

故障检查与分析:XK2120A 机床由西门子 880M 数控系统控制,X、Y、Z、W₁、W₂、V 六轴采用 SIEMENS 6SC610 交流伺服驱动装置,除 V 轴外,其他轴装有海德汉 LB326 型光栅尺,作全闭环控制。上述 N₁、V₂ 和 G₀、V₁ 红灯亮表示速度调节器输出达到极限,这是该机床 6SC610 驱动装置最常见的一种故障。故障原因和检查方法如下:

1) 1FT5 电动机的电枢或三相电源线断线。可用万用表检查装置一侧的 U、V、W 三相间的电阻值是否一致来判断是否断线。如因修理拆过电动机线,则应检查相序连接是否正确。

2) 电动机至调节器模块 N₁ 或 N₂ 的反馈信号不良或电缆断线、短路。首先应检查 N₁、N₂ 模块上的蓝色反馈插头是否松,若非此原因,可拔下插头,用万用表检查,通常测速机的三相交变信号 TACHO R、S、T 端间的电阻值在 350Ω 左右,它们和 TACHO MP 端的电阻值都为 180Ω 左右。转子位置信号 RLG R、S、T 端间的电阻值为∞。上述所有信号和地都是不通的,TACHO MP 和地短路从而导致 N₁、V₂ 报警。

电动机反馈故障有时还要用轴交换法来判断,如 W₁ 轴和 W₂ 轴或 X 轴进行交换,看故障的转移情况,可较快地判断出电动机的反馈部分是否存在故障。

按图 2-15 所示的测试电路可检查出 1FT5 系列电动机的测速反馈信号和转子位置传感器上的霍尔感应开关信号波形是否准确。测试时将它串接在电动机反馈电缆和调节器模块的反馈插座上,接通驱动装置电源,在驱动未使能的情况下,用手慢慢地转动电动机轴,三个指示转子位置 RLG 的 LED 会依次点亮、熄灭,若有一个不亮或常亮,则表示该相霍尔开关已损坏。用手转动电动机时,还可通过示波器观察测速机和转子位置 RLG 的各相波形,以及各相定子绕组间的电动势波形(须拆下三相电动机线)。它们的波形及相位关系如图 2-16 所示。可通过调整测速机定子或 RLG 开关的安装角度找准图 2-16 所示的相位关系。

3) 调节器模块和功率模块之间或各功率模块之间的扁平带状电缆不良。有的功率模块三个 16 芯插座装在一起,在调换功率模块时容易插错,从而发生 N₁、V₂ 报警。

4) 功率模块不良。这是 N₁、V₂ 报警中最常见的原因。6SC610 系统是西门子早期代替直流调速系统的产品,其主回路三相桥臂上的各组功率开关是由多个大功率晶体管并联进行工作的,如 A92 型功率模块,三块印制电路板上如 BUX98P 等型大功率管多达 200 多个,而且采用较低的直流母线电压(210V),工作电流较大,一旦框架上部风扇不转或风量不足(无

风量监控电路), 极易损坏大功率管, 造成 N_1 、 V_2 报警。常见的是大功率管或二极管短路。检查时可脱开功率模块上的 L_1 、 L_2 、 L_3 和 M200、P200, 用万用表测量是否短路, 也可和其他轴的相同功率模块交换来判断是否有故障。

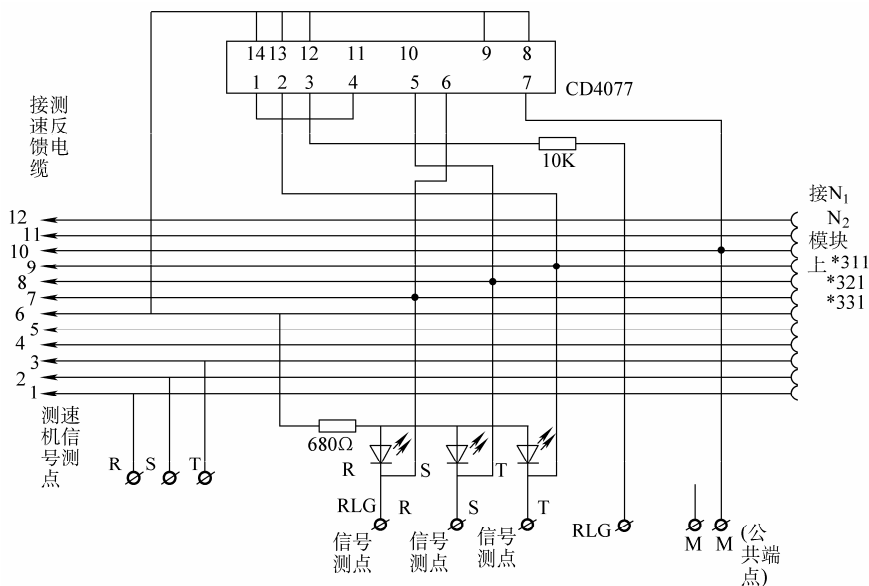


图 2-15 测试电路

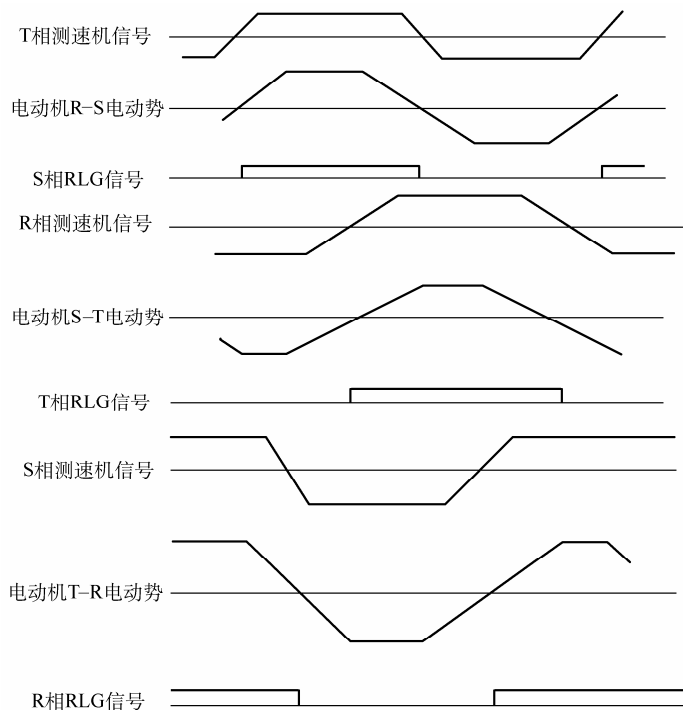


图 2-16 波形及相位关系图

5) 机械部分负载过大。要判断伺服电动机的负载是否过大,可测量其电流实际值,方法是:用万用表的直流电压档,测量调节器模块 N_1 或 N_2 上该轴电流实际值测量孔中的电压,“+”表笔插测量孔 $M15$,“-”表笔插测量孔 W 。该电压值在 $0 \sim \pm 10V$ 范围内,10V 对应于调节器模块设定的电流最大值 $I_{\max}$ 。例如该机床的 W 轴电动机为 1FT5134-0AC01,其额定电流 $I_0=107.0A$,功率模块为 A92 (120/240A),调节器模块设定的最大电流为 $I_{\max}=240A$,若从 W 轴测量孔测得的电压值为 1.0V,那么电动机的实际工作电流为 240A 的十分之一,即 24A。 W 轴电动机在正常连续工作时的电流不应大于 107.0A,瞬间(如起动或制动时)电流不应大于最大电流 240A。

本故障实例中,按以上方法测量 W_1 和 W_2 轴电动机的工作电流,发现在横梁上下移动时, W_1 轴电动机的电流波动很大,而过大时就会发生报警。估计是机械部分阻塞造成,检查横梁水平情况,发现横梁严重歪斜,造成歪斜的原因是 W_1 轴滚珠丝杠上下窜动造成。

故障排除:调换已破裂的止推盖,使滚珠丝杠不再轴向窜动,调整横梁水平。开机,重新返参考点后故障排除。

【例 2-45】 武汉重型机床厂 XK2120A 数控龙门铣床滑枕(Z轴)下落故障的处理。

故障现象:该机床经搬迁,调试时发现机床存在着一个很不正常的现象,当关机床主液压泵或 Z 轴碰到极限行程开关时,Z 轴会忽然落下 0.4~5mm 距离,并出 1122 号夹紧监控报警,这不仅使 Z 轴位置不对,还会造成刀具和工件受损,甚至会危机人身安全。

故障检查与分析:该机床由西门子 880M 系统控制,配用 610 进给驱动装置和 1FT5 伺服电动机。垂直轴下落常见的原因有平衡液压缸压力不足或电动机制动不良。我们在排除上述可能性之后,分析了 Z 轴电动机制动的动作过程,并和德国科堡的 880M 控制的龙门铣相应电路对比,发现两者在可靠性方面是不一样的。如图 2-17 所示的是 Z 轴电动机制动控制回路,虚线框内是改进后增加的部分。原先仅用一个 82K03.7 继电器的常开触点来控制制动线圈。该继电器是通过 PLC 程序 PB42 N_1 段中 DB32.DBX8.14 Z 位置控制激活信号来控制 Q10.7,使其吸合或释放。Z 轴在正常位置控制时 $Q10.7=1$,继电器 82K03.7 吸合,Z 轴制动释放,轴可正常运行。当按主液压泵停止按钮或 Z 轴极限行程开关被压时,脉冲使能信号继电器 82K03.0 ($Q10.0$) 和调节器使能信号继电器 82K03.2 ($Q10.2$) 都释放,从而断开 Z 轴伺服电源,使 Z 轴电动机失电。同时 DB32.DBX8.14 从“1”→“0”,使 $Q10.7=0$,82K03.7 释放,Z 轴电动机制动断电抱紧。由于存在着时间差,Z 轴就会因自重而落下。如图 2-17 所示,我们在制动控制回路中串入 82K03.0 和 82K03.2 两使能信号继电器常开触点,这样一旦使能信号取消,在 Z 轴电动机失电同时就断开 Z 轴电动机制动供电,抱紧 Z 轴。另外,图 2-17 中并联在制动线圈两端的一段 RC 吸放元件效果不明显,我们增加了 Murr eletrownte MKS-V10/24 专用吸收器,加速制动线圈电磁能量的释放。通过上述改进,Z 轴不再发生忽然落下的故障。

【例 2-46】 德国科堡 S20-10FP450 数控龙门铣床 Z 轴不能运行的故障处理。

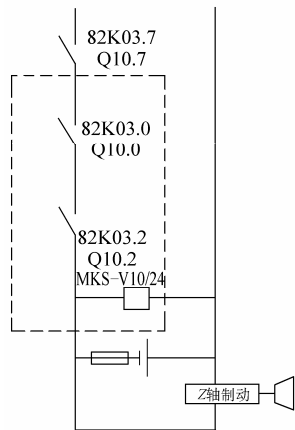


图 2-17 Z 轴电动机制动控制回路

故障现象：该机床由西门子 880M 系统控制，配用 611-A 型进给伺服系统和海德汉 LB326 光栅尺。在工作过程中出现 Z 轴不能运行，在第二 CRT 上显示以下报警：

0129 TER: FT MONITORING Z PB003 E40.1;

0130 TER: MOTOR TEMPERATURE DRIVE>MAX Z PB003 E40.2;

0131 TER: TACHO/CONTROL MONITORING Z PB003 E40.3。

故障检查与分析：首先从第二 CRT 上的上述三个报警提示，并查看 Z 轴进给模块电气图，可检查 Z 轴进给模块的三个故障报警继电器不能满足 PLC 三个输入口 E40.1、E40.2、E40.3 处于正常状态的原因。

图 2-18 为 Z 轴 611-A 进给模块报警信号继电器 X341 接口图。在正常情况下，611A 型进给模块 X341 插座上 U299-289、U296-289、U293-289 间的电压值均因内部继电器触点接通而为 0V，当用万用表测得三处电压均为 22V，故 E40.1、E40.2、E40.3 皆为“0”状态，从而造成 0129、0130、0131 三个报警。为了进一步确定 Z 轴进给模块是否有故障，与同型号的 Y 轴进给模块进行交换（参数板不交换），这时第二 CRT 上出现了有关 Y 轴的 081、082、083 三个同类型的报警，于是可确定 Z 轴进给模块有故障。拆下 Z 轴进给模块并打开，检查三个故障报警继电器皆正常，再检查相关印制电路板，发现 293 等处的印制电路板连线断，故造成三个继电器触点不通而引发报警。

故障排除：将印制电路板断处用引线重新焊接，使其接通，安装好进给模块，开机后故障排除。

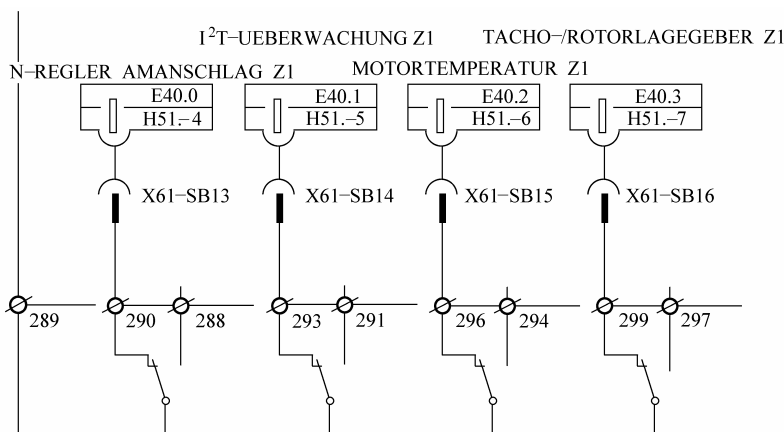


图 2-18 611-A 进给模块报警信号继电器 X341 接口

【例 2-47】 德国基根 PF-H-125KW 数控龙门铣床横梁不能移动的故障处理。

故障现象：该机床在移动横梁（W 轴）时出现以下故障报警：

报警号：25201 W 轴驱动 4 故障；

300504 W 轴驱动 4 电动机变换器故障；

300508 W 轴驱动 4 电动机测量系统零号监控。

在 NC 复位后或机床断电重新启动后可消除，但 W 轴只能以极低的速度（100mm/min）运动，速度高一点就会再次出现此类故障。

故障检查与分析：该机床原采用西门子 8M 系统控制，后经改造后由西门子 840D 数控系

统控制, 配有 611D 数字伺服驱动装置。 W 轴由单个 1FT6108-8SF71-1AG2 型交流伺服电动机驱动, 左右立柱上各装一根海德汉 BI382C 型光栅尺, 作全闭环控制。上述 25201 号报警表明驱动发出 1 级严重故障信号 (ZK1), 但它是伴随报警, 主要看后两个报警。

300504 号和 300508 号报警指示可能的故障原因都是电动机编码器、电动机编码器反馈电缆、闭环控制模块。为了确定故障原因, 首先将备用的电动机反馈电缆和 W 轴电动机编码器反馈电缆调换, 故障依旧; 再将 W 轴和 X 轴闭环控制模块交换, 故障还是依旧, 可见是电动机编码器出了问题。因此, 必须调换 W 轴电动机的编码器。

对于 1FT6、1FK6 型交流伺服电动机, 电动机编码器的拆装比较特殊, 而且编码器和电动机在安装上有相位要求, 因此, 拆前应做好标记。如果在拆下电动机编码器前忘做标志或安装时标志不清, 只好拆下电动机, 按图 2-19 所示的方法, 来校正编码器和电动机轴的相对位置。

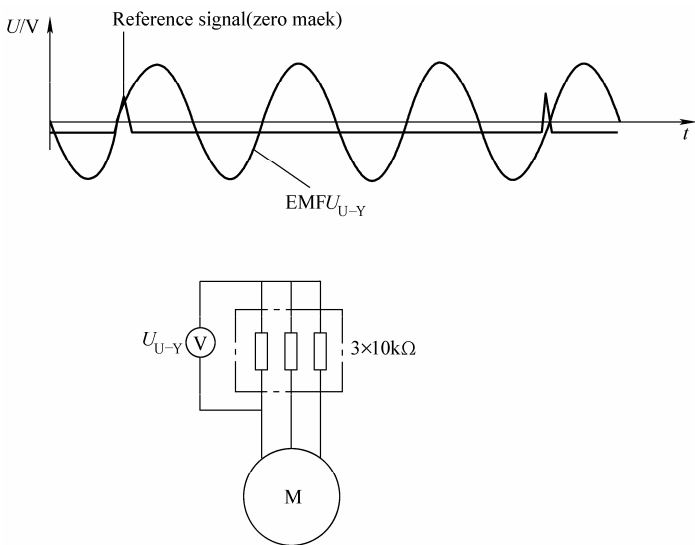


图 2-19 编码器位置校正用图

校正的步骤如下:

- 1) 用三个 $10\text{k}\Omega$ 电阻, 按图接好。
- 2) 用双线示波器, A 线测电动机 U 相电阻两端波形; B 线测编码器零位脉冲波形 (事先应对编码器 P-encoder 和 M-encoder 两端提供 +5V 电源)。
- 3) 一边顺时针 (面对输出轴) 转动电动机轴, 一边观察波形。用手转动电动机难以观察到稳定的波形, 可用另一个电动机带动。
- 4) 反复调整编码器和电动机轴之间相对位置, 直至获得图 2-19 所示的波形。

如果编码器的安装位置不正确, 电动机装到机床上后开机将出 25201 号和 300608 号 (速度控制器处于极限) 等报警或轴不能高速移动 (将出 25050 号轮廓监控等报警)。

故障排除: 调换 W 轴电动机编码器后, 原故障被排除。

【例 2-48】 一台数控铣床主轴电动机转速不稳。

数控系统: 西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床在工作时发现主轴转速不稳定，时快时慢。

故障检查与分析：这台机床的主轴电动机采用西门子 1PH7 主轴电动机，使用西门子 611D 交流数字伺服驱动装置控制。

分析主轴转速不稳的原因有以下几个方面：

1) 主轴驱动装置的机床数据调整不当，没有进行优化，使主轴驱动装置没有达到最佳工作状态。由于这台机床在出现故障前，主轴工作一直很稳定，可以将这种可能排除。

2) 由于干扰原因引起的，但机床其他部分工作正常，因此这种可能性也不大。

3) 转速反馈回路有问题，即主轴编码器有问题、编码器连接电缆有问题或者主轴伺服控制模块有问题等造成主轴控制环工作不稳定。为此，首先对编码器的电缆连接进行检查，

发现编码器电缆插头 X413 连接松动，导致了主轴电动机转速不稳。

故障处理：将主轴编码器的电缆连接插头紧固后，机床故障消除，主轴稳定旋转。

【例 2-49】 数控铣床自动加工循环自行中断故障的处理。

故障现象：机床在自动循环加工过程中，工件已加工完毕，工作台正要旋转，主轴还没退到位，此时第二工位主轴停转，自动循环中断。还经常伴有故障报警 F97 号“SPINDLE1 SPEED NOT OK STATION2”和 F98 号“SPINDLE2 SPEED NOT OK STATION2”。

故障检查与分析：该机床是从德国 EX-CELL-0 公司进口的专用数控铣床，具有三工位双主轴，其中有两工位是加工工位，另一工位是上、下活工位，可实现工件批量加工。每个加工工位都有两个主轴，可同时加工两个工件，以提高机床的工作效率。数控系统采用德国西门子公司生产的 SINUMERIK SYSTEM 3/TT 系统，为双 CPU 主板结构，每个 CPU 主板控制一个加工工位。PLC 采用西门子公司公司的 SIMATIC S5 130W/B。

根据故障现象，自动加工程序中断肯定与主轴停转有关。两个主轴分别由 B1、B2 两个传感器来检测转速。F97 号和 F98 号报警就是因这两个传感器检测主轴转速不正常而产生的。为此对主轴系统进行检查，并对机械传动部分进行检修。因主轴是由普通交流异步电动机带动的，检查主轴电动机及过载保护都没有发现问题，故障也没消除。

主轴电动机是由 PLC 输出 Q32.0 控制接触器来起停的。检查 Q32.0 的状态为 0，所以主轴电动机断电，主轴停转。我们用机外编程器跟踪梯形图的状态变化，Q32.0 在 PLC 程序块 PB7.8 中，梯形图如图 2-20 所示，在出现故障时，F111.7 闭合，而 F112.0 断开，致使 Q32.0 状态为 0，因此主轴停转。F112.0 的断开是由于 B1、B2 检测主轴速度不正常所致，是正常的。既然主轴本身系统没问题，会不会是由于其他问题导致主轴停转的呢？主轴被动停车也可能使 B1、B2 检测不正常。为此我们用机外编程器，仔细观察梯形图 PB7.8 中 3 个元素的实时变化，经反复动态观测，发现故障没有出现时，F112.0 和 F111.7 都闭合，PLC 输出 Q32.0 状态为 1，主轴旋转。而当出现故障时，F111.7 瞬间断开，Q32.0 随着变成 0，主轴电动机断电，之后 F111.7 又马上闭合，断开的很短。而由于主轴电动机断电后，电动机的电磁抱闸起作用，转速急剧下降，B1、B2 两传感器检测到主轴转速不正常，而使 F112.0 变成 0，维持 Q32.0 状态为 0，主轴停转。据此分析 F111.7 的断开是主轴停转的根本原因。主轴起动的条件 F111.7 受多方面因素的制约，其程序在 PB8.4 块中，梯形图如图 2-21 所示，用编程器监视该段梯形图的状态变化，发现主轴运行信号 F111.6 的瞬间变为 0，致使 F111.7 产生瞬间变化的。继续监测 PLC 梯形图 PB8.3（见图 2-22），发现刀具卡紧标志 F115.1 瞬间变 0，促使 F111.6 发生变化，由此可见是主轴保护起作用使主轴停转。继续跟踪梯形图 PB13.7 的状态变化（见

图 2-23), 仔细观察发现: 在出现故障时, I21.1 瞬间断开, 使 F115.1 瞬间变 0, 最后导致主轴停转。PLC 输入 I21.1 接的是刀具液压卡紧压力检测开关 F21.1, 它的状态为 0, 指示刀具卡紧力不够, 为安全起见, PLC 采取保护措施, 迫使主轴停转。为此我们对液压系统进行检查, 发现液压系统工作不稳定, 出现故障时, 恰好其他液压元件动作, 而造成液压系统压力瞬间降低, 刀具液压卡紧压力检测开关 F21.1, 检测到压力降低, 将压力不够信号反馈给 PLC, 以致主轴停转, 最后导致加工程序中断。



图 2-20 主轴起动局部梯形图

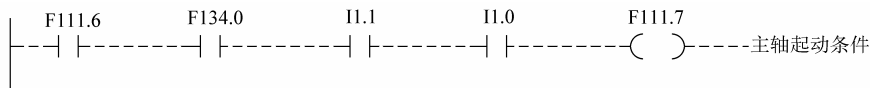


图 2-21 主轴起动条件的局部梯形图

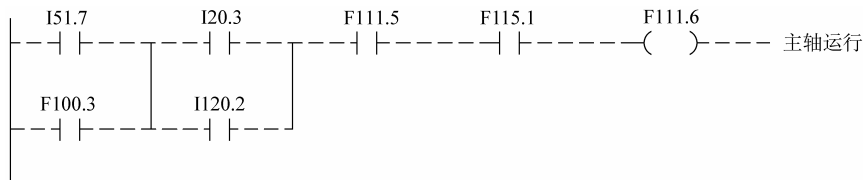


图 2-22 主轴运行信号局部梯形图

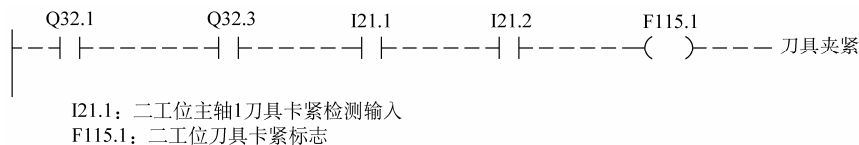


图 2-23 刀具夹紧局部梯形图

故障处理: 调整液压系统, 使液压压力保持稳定, 机床正常使用, 故障被排除。

说明: ①这个故障如果分析不准确或没有编程器的动态观测, 是很难进行诊断的; ②这类故障属非数控系统故障, 是外部故障。这类故障相对来说出现的几率较大, 一般由检测元件, 执行元件的损坏, 或液压、气动系统出现问题, 引起这类故障; ③发现问题是解决问题的第一步, 而且是最重要的一步。特别是数控机床出现的外部故障, 有时诊断过程比较困难、复杂, 一旦发现问题所在, 解决起来比较轻松。对外部故障的诊断, 我们总结出两点经验, 首先应熟练掌握机床的工作原理和动作顺序, 出现故障时, 要搞清故障现象, 其次要熟练运用厂方提供的 PLC 梯形图, 充分利用 NC 系统的状态显示功能, 如西门子 SYSTEM3 的 PC 菜单的 STATUSPLC 功能和 SINUMERIK810 的 DIAGNOSIS 功能, 来观察 PLC 一些状态信

息,在故障比较复杂时,最好采用机外编程器,在线监测 PLC 梯形图运行的状态。而 FANUC 0 系统可直接通过 NC 系统 DGNOSPARAM 功能直接在线观测梯形图的变化。只要做到以上两点,一般数控机床的外部故障都会迎刃而解。

2.2.4 工作台系统故障实例与诊断

【例 2-50】 一台数控三工位铣床开机回参考点不动。

数控系统: 西门子 3TT 系统。

故障现象: 这台机床在开机回参考点时,轴不动,手动也不走。

故障检查与分析: 根据故障现象分析,可能是总的伺服使能没有加上。根据系统工作原理,PLC 输出 Q66.7 是二工位(NCI)伺服使能,Q76.7(NC2)为三工位伺服使能。利用系统 PC 功能的状态显示功能,检查这两个 PLC 输出都为“0”,说明确实是伺服使能没有加上。

因为伺服使能条件是 PLC 的用户程序通过采集现场反馈信号进行逻辑判断的,所以应该根据梯形图进行分析。关于总进给使能 Q66.7 和 Q76.7 的梯形图如图 2-24 所示,检查标志位的状态,发现标志位 F112.3 为“0”是总使能不能为“1”的原因。

标志位 F112.3 是伺服释放的条件,关于 F112.3 的梯形图如图 2-25 所示。检查各个元件的状态,发现标志位 F114.0 的状态为“0”是 F112.3 的状态为“0”的原因。

关于标志位 F114.0 的梯形图如图 2-26 所示。根据这个梯形图进行检查,发现标志位 F89.6 的状态为“1”使标志位 F114.0 的状态为“0”。

关于标志位 F89.6 的梯形图如图 2-27 所示。检查各个元件的状态,发现 F123.5 的状态为“0”使 F89.6 没有复位。

关于 F123.5 的梯形图如图 2-28 所示。检查发现 PLC 输入 I9.5 和 I9.6 的状态都为“0”。PLC 输入 I9.5 和 I9.6 各连接一个接近开关,检查二、三工位的分度装置是否归位,如为“0”说明没有归位,检查分度装置确实没有归位。

根据机床控制原理,分度装置是由液压系统驱动的,电磁阀 Y1.5 控制分度装置返回,如



图 2-24 总进给使能 Q66.7 和 Q76.7 的梯形图

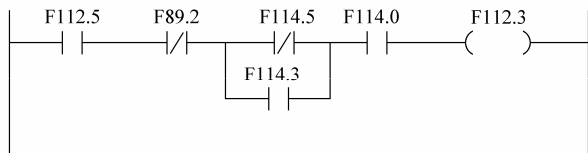


图 2-25 标志位 F112.3 的梯形图

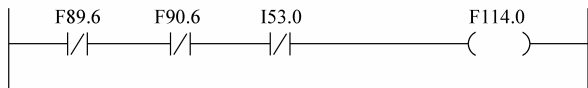


图 2-26 标志位 F114.0 的梯形图

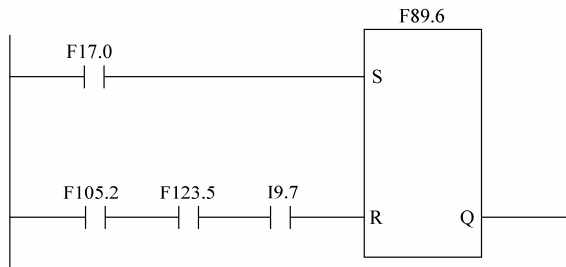


图 2-27 标志位 F89.6 的梯形图

图 2-29 所示, 检查电磁阀 Y1.5 线圈没有电压, 而观察 PLC 输出 Q1.5 的状态为“1”没有问题, 说明可能中间继电器 K1.5 损坏, 检查发现确实是其线圈烧断。

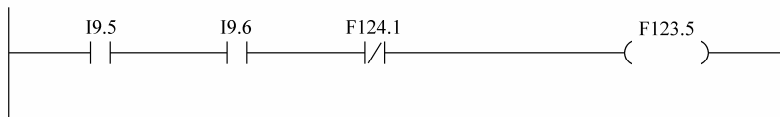


图 2-28 标志位 F123.5 的梯形图

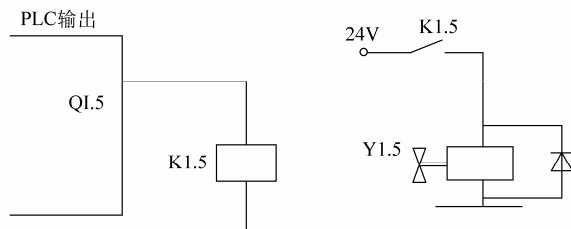


图 2-29 分度装置返回控制原理图

故障处理: 更换继电器后, 分度装置归位, 这时机床正常返回参考点没有问题。

【例 2-51】 数控球道铣床, 出现 F61 报警。

数控系统: 西门子 3TT 系统。

故障现象: 机床在正常加工时, 出现报警 F61 “CYCLE TIME PART INDEX UP” (分度升起超速), 自动循环中止。

故障检查与分析: 报警指示分度装置分度有问题, 手动分度也不执行。根据机床分度装置的工作原理, 在分度时首先使分度装置浮起, 然后再进行分度。报警指示分度没有浮起, 检查分度装置, 确实没有浮起。

根据机床控制原理, 如图 2-30 所示, 电磁阀 Y80 控制分度装置浮起, PLC 输出 Q8.0, 通过一直流继电器 K80 控制电磁阀 Y80 的动作。在起动分度时, 使用系统 PC 功能检查 PLC 输出 Q8.0 的状态, 为 1, 没有问题。而检查电磁阀 Y80 线圈, 却没有电压, 说明继电器 K80 损坏, 检查 K80, 其线圈已烧断。

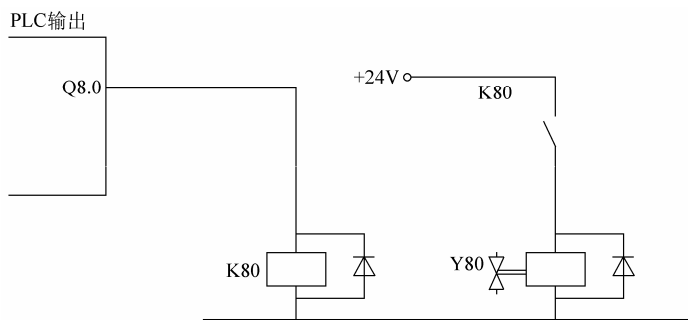


图 2-30 分度器落下机床控制原理图

故障处理: 更换继电器后, 机床恢复正常。

【例 2-52】 一台数控铣床工作台不旋转。

数控系统: 西门子 3TT 系统。

故障检查与分析: 这台机床在刚投入使用的时候, 有一次出现工作台不旋转的问题, 并有 F22 报警, 将该报警信息调出, 显示信息为 “Index required to start groove (分度到起始槽)”。分析机床的工作原理, 发现这个问题与分度装置有关。为了安全起见, 只有分度装置在起始

位置时,该机床的工作台才能旋转。为此对分度装置进行操作,使其停在起始位置,这时工作台旋转正常进行。这是因为操作人员对机床操作不熟悉所致。

【例 2-53】 数控球道铣床,分度装置不工作。

数控系统: 西门子 3TT 系统

故障现象: 机床分度装置不分度,没有报警显示。

故障检查与分析: 分析机床的工作原理,分度装置分度时,首先将分度的齿板与齿轮啮合,这个动作是由液压装置完成的,是由 PLC 输出 Q1.4 控制电磁阀 Y1.4 来执行的。利用 NC 系统 PC 菜单的 PLC STATUS 功能,实时查看 Q1.4 的状态,发现其状态为 0。控制 PLC 输出 Q1.4 的梯形图见图 2-31,根据该梯形图继续检查,发现 F123.0 的状态为 0 是 Q1.4 状态为 0 的原因。根据图 2-32 关于 F123.0 的梯形图继续检查各元件的状态,发现 F105.2 为 0 是 F123.0 的状态为 0 的原因。根据图 2-33 所示的关于 F105.2 的梯形图查找原因,发现 PLC 输入 I10.2 为 0 是 F105.2 的状态为 0 的原因。根据机床的控制原理,PLC 输入 I9.3、I9.4、I10.2、I10.3 分别连接四个无触点检测开关,检测分度齿板和齿轮是否啮合,这四个无触点开关都应该闭合。现在 I10.2 连接的检测开关没有闭合,有可能是机械部分或者开关有问题。检查机械机构,没有问题,而无触点开关已损坏。



图 2-31 Q1.4 的梯形图

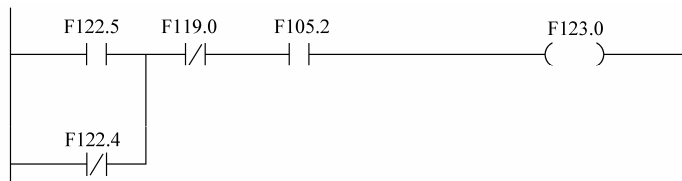


图 2-32 标志位 F123.0 的梯形图

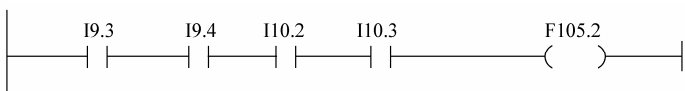


图 2-33 标志位 F105.2 的梯形图

故障处理: 更换无触点开关,机床故障排除。

【例 2-54】 数控铣床,工作台旋转时出现 F50 报警。

数控系统: 西门子 3TT 系统。

故障现象: 机床旋转工作台时,旋转不停,出现报警 F50“CYCLE TIME TURN FORW.ROT TABLE”(工作台向前旋转超时)。

故障检查与分析: 这是一台三工位的数控铣床,一工位装、卸工件;二工位粗铣;三工位精铣。在一工位,工件卡装到旋转工作台的卡具上后,旋转到粗铣工位,开始加工。在出现故障时,旋转工作台开始旋转之后不停,从而出现 F50 报警,手动旋转也不停。根据机床

工作原理,工作台的旋转是液压控制的,向前旋转是 PLC 输出 Q1.6 控制电磁阀 Y1.6 来完成的,利用系统 PC 菜单下的 PC STATUS 功能检查 PLC 输出 Q1.6 的状态,一直为 1,所以旋转不停。检查这部分的梯形图,Q1.6 的梯形图在 PB10 的 15 段中,见图 2-34。



图 2-34 关于 PLC 输出 Q1.6 的梯形图

根据机床控制原理,标志位 F121.3 是自动操作方式的标志,F100.1 是手动操作方式的标志。因为手动、自动旋转都不正常,所以,问题肯定出在标志位 F141.2 上。检查 F141.2 的状态,一直为 1,所以工作台一直旋转不停。图 2-35 是关于 F141.2 的梯形图,检查每个元件的状态,F105.5、F121.6、I4.4 的状态为 1,Q66.7、Q76.7、I4.3 的状态为 0、使 F141.2 的状态为 1。根据机床工作原理,其他状态都是正确的,只有 F121.6 的状态在工作台到位时应该变为 0。标志位 F121.6 的梯形图见图 2-36,其中标志位 F121.2 是工作台旋转的停止条件,其状态一直为 0,所以使 F121.6 的状态一直为 1。F121.2 的梯形图见图 2-37,检查梯形图各元件的状态,F91.1 的状态一直为 1,而 PLC 输入 I5.0 却一直为 0,没有变化。根据如图 2-38 所示的机床电气原理图,PLC 输入 I5.0 连接检测工作台到达停止位置的检测开关 S5.0,其状态一直为 0,说明开关可能有问题。打开机床保护罩,对开关进行检查,发现旋转工作台停止检测的碰块松动,已经串位,压不上检测开关,所以工作台一直旋转不停。

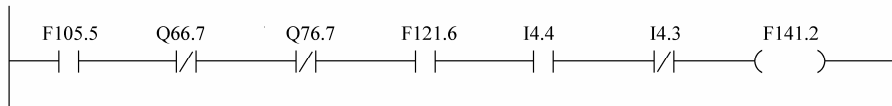


图 2-35 标志位 F141.2 的梯形图

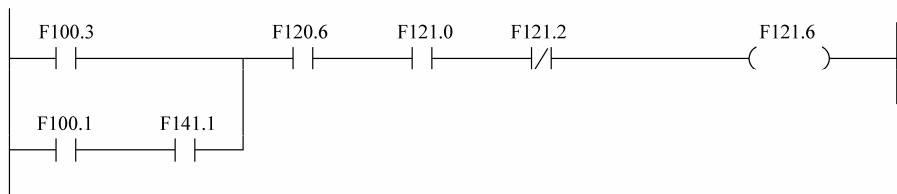


图 2-36 标志位 F121.6 的梯形图



图 2-37 标志位 F121.2 的梯形图

故障处理：将碰块移回原位，并紧固，工作台旋转恢复正常。

【例 2-55】 一台数控球道铣床工作台不旋转。

数控系统：西门子 3TT 系统。

故障现象：旋转工作台不旋转。

故障检查与分析：这台机床是一台三工位的数控铣床，在一工位装、卸工件；二工位粗铣；三工位精铣，工作台可以旋转。根据工作台的控制原理，旋转时首先将工作台浮起，这个动作是气动控制的，浮起之后才能由液压系统控制旋转。工作台浮起是气动电磁阀 Y1.2 由 PLC 输出 Q1.2 控制，利用系统 PC 功能下的 PLC STATUS（PLC 状态）功能检查 PLC 输出 Q1.2 的状态，在旋转时为“0”没有变为“1”。为此以 Q1.2 为线索，利用机外编程器在线跟踪相关梯形图的运行状态。

梯形图在线跟踪：将编程器 PG685 连接到数控系统上，查找关于 Q1.2 的梯形图，Q1.2 的梯形图在 PB20 的第 2 段中（见图 2-39），标志位 F97.0 的触点没有闭合是 PLC 输出 Q1.2 没电的原因。



图 2-39 工作台浮起控制的梯形图

继续观察 PB20 的 9 段中关于标志位 F97.0 的梯形图（见图 2-40），发现标志位 F120.6 的触点没有闭合，使 F97.0 没有置位。继续观察 PB20 的 3 段中关于 F120.6 的梯形图（见图 2-41），发现标志位 F120.6 没电是因为标志位 F120.4 的触点没有闭合。

故障根本原因尚未找到，继续跟踪梯形图 PB20 的 3 段（见图 2-42），发现工作台旋转的先决条件标志位 F120.3 的触点没有闭合是标志位 F120.4 没电的原因。向下查看 PB15 的 5 段中关于 F120.3 的梯形图（见图 2-43），标志位 F122.3 和 F121.5 触点都未闭合，导致 F120.3 没电。

根据机床工作原理，标志位 F121.5 是工作台到位信号，断开是正常的，只有分度头都在起始位置的标志位 F122.3 触点没有闭合影响 F120.3 得电。

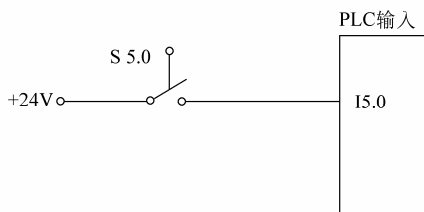


图 2-38 PLC 输入 I5.0 连接图

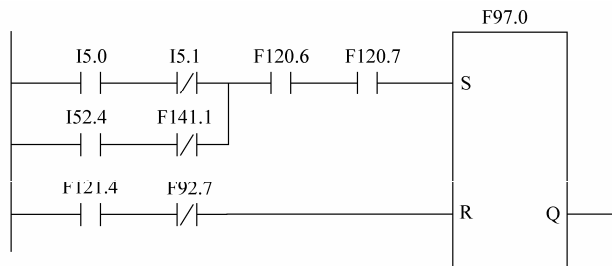


图 2-40 标志位 F97.0 的梯形图

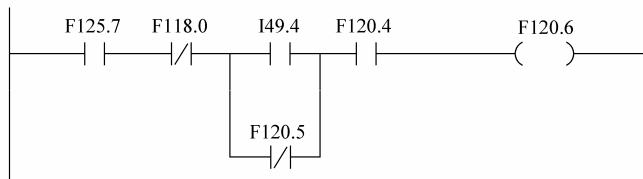


图 2-41 标志位 F120.6 的梯形图

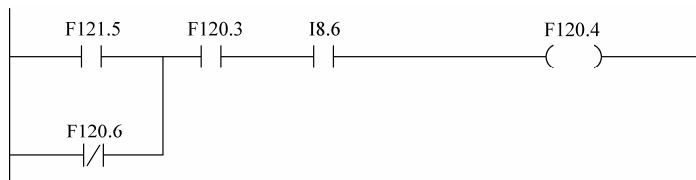


图 2-42 标志位 F120.4 的梯形图

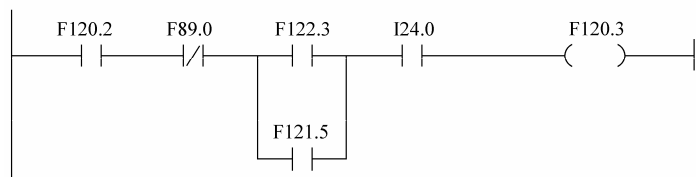


图 2-43 标志位 F120.3 的梯形图

因机床安全的要求，只有两个加工工位的分度头都在起始位置时，工作台才能旋转。但分度头无论怎样分度，这个标志都为“0”，为此继续跟踪 PB21 的 4 段关于 F122.3 的梯形图（见图 2-44），发现 PLC 输入 I9.7 的触点没有闭合，故标志位 F122.3 总是没电。PLC 输入 I9.7 和 I10.6 连接的接近开关用来检测反映二、三工位分度头是否在起始位置，正常情况下二者应该同步动作，但分度时 I9.7 和 I10.6 状态总是相反，进一步检查发现三工位分度头产生机械错位，是机械问题引起机床不能正常工作。

故障处理：调整三工位分度机械机构，使两个工位分度同步进行，这时机床恢复正常使用。



图 2-44 标志位 F122.3 的梯形图

【例 2-56】 一台数控铣床旋转工作台出现故障。

数控系统：西门子 3TT 系统。

故障现象：旋转工作台旋转时不落下。

故障检查与分析：根据 PLC 的梯形图进行检查，发现故障原因是标志位 F97.0 的状态为“1”，利用机外编程器在线观察图 2-45 所示的梯形图，发现标志位 F97.0 置位的条件已经撤销，但没有进行复位，所以状态一直为“1”，而没有复位的原因是标志位 F121.4 的状态为“0”，检查 F121.4 的梯形图，发现因为出现故障后断电重开，已无法变为“1”。

故障处理：利用系统的 PC 功能调出标志位 F97.0 的状态显示，然后强行输入“0”，使标志位 F97.0 复位，这时机床恢复了正常使用。

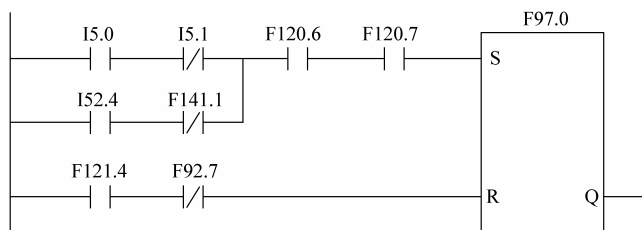


图 2-45 标志位 F97.0 的梯形图

2.2.5 机电部分故障实例与诊断

【例 2-57】 一台数控铣床经常出现报警 2001 PLC has not started up (PLC 没有起动)。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床经常出现 2001 PLC 没有起动的报警，关机再开报警消失，机床还可以工作。

故障检查与分析：引起 PLC 不能起动的原因很多，如系统机床数据、PLC 用户程序全部丢失或部分丢失、外部的电磁干扰或电源干扰、PLC 电源不稳定、机床数据 MD10120 设置不合理等。

根据故障现象时有时无，判断可能是系统工作不稳定或者由于干扰引起的。为此首先检查数控系统接地情况，经过全面排查发现 NCK 模块的接地电缆松动，系统接地不良，使得外部干扰不能有效地被屏蔽，当电磁干扰强烈时，引起系统或 PLC 程序运行错误，导致 PLC 的停止。

故障处理：重新连接接地线后，系统恢复稳定运行，再也没有出现相同的故障。

【例 2-58】 数控铣床，在回参考点时，出现报警 103 Contour monitoring (轮廓监视)。

数控系统：西门子 3TT 系统。

故障现象：机床开机后，回参考点时，出现 103 报警。

故障检查与分析：该机床考虑安全因素，在 Z 轴运动时，X 轴必须在干涉区外。在回参考点时，X 轴必须压到非干涉开关，表示不在干涉区内，Z 轴才回参考点，Z 轴回参考点后，X 轴再回参考点。观察发生故障的过程，在开机回参考点时，X 轴正向运动，但非干涉开关一直没有起作用，一直到 X 轴不能运动，产生 103 报警。检查机床 X 轴非干涉开关和撞块，发现撞块位置已经发生变化，X 轴始终压不上非干涉开关。另外，限位开关也移位了，使限位不起作用，直到撞到机械锁定装置，不能运动，产生 103 报警而停止运动。

故障处理：根据机床的要求，重新调整好非干涉撞块和限位撞块的位置后，回参考点正常。

说明：当开机后，回参考点的命令不执行，手动运动时轴也不动，故障的原因一般都是伺服轴的伺服使能条件没有准备好。遇到这类问题，就要根据机床工作原理和 PLC 的程序，逐步检查，才能确定故障原因。

【例 2-59】 武汉重型机床厂 XK2120A 数控龙门铣床 PLC 输出回路不稳定故障修理。

故障现象：该机床由 SIEMENS 880M 系统控制，在搬迁、重装后，进行调试时发现机床常会发生一些原因不明的故障，时好时坏，报警号大都是 6000 号以后的 PLC 报警，而且每次故障发生报警号也不一样。有时停机一会儿，又可清除报警，重新工作；有时重新开机又恢复正常并无元器件损坏。

故障检查与分析：该机床的液压系统比较复杂且有泄漏现象，这种随机发生的故障常和液压系统不稳定有关，对液压系统进行检查后未找到故障原因。在一次正常运行中，工作台多头泵电动机控制接触器 22K14.1 忽然释放，机床因此中断运行。当用旋具将接触器触点向里压时，该接触器又吸合了，可见是电磁铁吸力不足。该接触器由 PLC 输出点 Q3.1 控制，当 Q3.1=“1”，正常时输出 24V 电压使该接触器吸合。用万用表测量其线圈电压只有 15V，再测其他 PLC 输出 ON 的继电器线圈电压也只有 15V 左右。检查 DC24V 电源，输出电压大

大低于 24V, 可见是 24V 供电电源不良所造成。该直流电源是一个带变压器的三相整流器, 由于所选容量过小, 在额定负载电流时, 输出电压就严重下降。另外, 该 DC24V 电源要为 PLC 输入、输出模块、控制继电器、部分接触器和安装在机床上的一些电器供电, 十分重要, 但原电路无高、低压监控电路, 一旦电压严重下降也不会报警, 会使机床处于上述不稳定和危险的状态下工作, 影响了数控机床的可靠性。

故障排除: 我们按实际负载增加一个 24V、6A 的直流开关电压保证大量继电器的可靠动作, 另外对该档电压增加了高低压监控环节, 使机床控制电气可靠性又提高了一步。

【例 2-60】 德国科堡 S20-10FP450CNC 数控龙门铣床 PLC 停止故障的处理。

故障现象: 机床在运行中发生如下报警: “43 PLC CPU FAULT”即 PLC CPU 出错。S5 155U CPU 模块上 “RUN” 灯暗, “STOP” 灯亮, 表明 PLC 已经停止, 机床无法运行。断电重新启动机床, 依然如此。

故障检查与分析: 该机床由西门子 880M 系统控制, 配有 S5 155U 型 PLC 控制器, PLC 的用户程序固化在 EPROM 子模块中。故障发生后用常规的冷热起动方法都无法使 PLC 起动运行。因为当时手头上没有西门子 S5 编程设备, 仅用交换法, 先后调换了 PLC 主电源模块、接口电源模块、PLC、CPU 模块, 都不能使 PLC 从停止状态转为运行状态。

后来, 在进行 PLC 冷热起动的同时, 结合 880M 系统的 “RESET” 按钮, 终于使 PLC 的起动获得了成功。

故障排除: 图 2-46 为该机的 PLC、CPU 面板图。处理 PLC 停止故障的操作步骤如下:

1) 将 155U PLC、CPU 模块上的 RESET/OVER ALL RESET 开关从中位按至下位 (OVER ALL RESET 位), 并用手指保持住。

2) 同时将 PLC RUN/STOP 开关转至 STOP 位, 再转至 RUN 位, 然后放开 RESET/OVERALL RESET 开关, 该开关自动从下位弹回中位。此时 STOP 红灯快速闪烁。

3) 在 STOP 灯快闪时, 按 880M 主电源面板上的 RESET 按钮。

4) 将 RESET/OVERALL RESET 开关按至上位 (RESET 位), 并保持住。

5) 将 RUN/STOP 开关按至 STOP 位, 再按至 RUN 位, 然后放开 RESET/OVERALL RESET 开关, 并自动弹回中位, 此时 STOP 灯暗, RUN 灯亮, PLC 进入正常运行状态, PLC 停止故障被排除。

以后, 该机床发生过多类似次的 PLC 停止故障, 若无软件或硬件损坏, 一般都用上述方法来起动 PLC, 有时一次不行, 可再操作一遍。

【例 2-61】 武汉重型机床厂 XK2120A 数控龙门铣床 6082 号 PLC 报警故障的处理。

故障现象: 该机床由 SIEMENS 880M 系统控制, 主轴采用国产的 SIMOREG-V57 可控硅直流调速装置。机床在正常运行中发生 6082 号报警, 无报警提示。

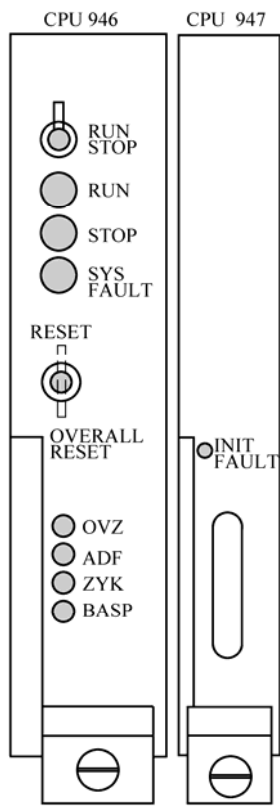


图 2-46 PLC、CPU 面板

故障检查与分析：880 系统的 6000~6095 号是由机床制厂提供的 PLC 报警，这类报警比较多而且常会发生，如果报警文本提示不明确或无提示的，就要找出相关的 PLC 程序并进行分析。现以本故障实例说明这类故障的查找过程。

1) 首先要知道报警号和 NC/PLC 接口信号的关系。这类信号分布在数据段 DB10 的 DW6~DW11 中（见表 2-2）。

表 2-2 报警号与接口信号的关系

DW6.15	DW6.14	DW6.13	DW6.12	DW6.11	DW6.10	DW6.9	DW6.8
6007	6006	6005	6004	6003	6002	6001	6000
DW6.7	DW6.6	DW6.5	DW6.4	DW6.3	DW6.2	DW6.1	DW6.0
6015	6014	6013	6012	6011	6010	6009	6008
DW7.15	DW7.14	DW7.13	DW7.12	DW7.11	DW7.10	DW7.9	DW7.8
6023	6022	6021	6020	6019	6018	6017	6016
DW7.7	DW7.6	DW7.5	DW7.4	DW7.3	DW7.2	DW7.1	DW7.0
6031	6030	6029	6028	6027	6026	6025	6024
DW8.15	DW8.14	DW8.13	DW8.12	DW8.11	DW8.10	DW8.9	DW8.8
6039	6038	6037	6036	6035	6034	6033	6032
DW8.7	DW8.6	DW8.5	DW8.4	DW8.3	DW8.2	DW8.1	DW8.0
6047	6046	6045	6044	6043	6042	6041	6040
DW9.15	DW9.14	DW9.13	DW9.12	DW9.11	DW9.10	DW9.9	DW9.8
6055	6054	6053	6052	6051	6050	6049	6048
DW9.7	DW9.6	DW9.5	DW9.4	DW9.3	DW9.2	DW9.1	DW9.0
6063	6062	6061	6060	6059	6058	6057	6056
DW10.15	DW10.14	DW10.13	DW10.12	DW10.11	DW10.10	DW10.9	DW10.8
6071	6070	6069	6068	6067	6066	6065	6064
DW10.7	DW10.6	DW10.5	DW10.4	DW10.3	DW10.2	DW10.1	DW10.0
6079	6078	6077	6076	6075	6074	6073	6072
DW11.15	DW11.14	DW11.13	DW11.12	DW11.11	DW11.10	DW11.9	DW11.8
6087	6086	6085	6084	6083	6082	6081	6080
DW11.7	DW11.6	DW11.5	DW11.4	DW11.3	DW11.2	DW11.1	DW11.0
6095	6094	6093	6092	6091	6090	6089	6088

从表 2-2 可知，6082 号所对应的数据位是 DB10 数据段的 DW11.10（DW11.A）。当该位被置位时，就发生 6082 号报警。

2) 接下去要查为什么 DB10 的 DW11.A 位会被置位。先可通过该机床 PLC 的 Cross Referance List（如无此表，可用 S5 编程软件从 PLC 程序中生成）中查到 DW11.A 在 PLC 程序中的位置：

D@ 11.A: PB 30: 9*（PB30 程序段调用了 DB10 数据段，其中第 9 段使 DW11.10 置位

或复位)。

3) 接着可查找 PB30 的 Segment 9, 其中有一语句: AN F 45.2=D11.10 其含义是当 F45.2 为“0”时, 使 DW11.10 为“1”。

4) 辅助继电器 F45.2 为何会是“0”呢? 再用 PLC Cross Reference List 查找 F45.2 辅助继电器线圈在 PLC 程序中的位置:

F45.2: PB12 3*→

5) 打开 PB12 Segment 3 的控制语句如下:

: AI 15.1 (可控硅装置准备好, 正常为“1”)

: AI 15.6 (装置散热风机正常时为“1”)

: AN F 45.0 (装置过流, 正常时为“0”)

: AN F 45.1 (装置超速、失磁, 正常时为“0”)

: =F45.2

检查后发现是装置散热风机故障, 使 I15.6 由“1”变成“0”, 又使 F45.2 由“1”变成“0”从而引发了 6082 号报警。

故障排除: 调换一个新的散热风机后故障排除。

【例 2-62】 武汉重型机床厂 XK2120A 数控龙门铣床 8240 号 PLC 报警故障的处理。

故障现象: 该机床由 SIEMENS 880M 系统控制, 采用 6SC610 交流伺服驱动装置和海德汉 LB326 型光栅尺。机床在正常运行中发生 8240 号报警, 无报警提示。

故障检查与分析: 880 系统的 8200~8275 号是由机床制厂提供的 PLC 报警, 这类报警比较多而且常会发生, 如果报警文本提示不明确或无提示的, 就要找出相关的 PLC 程序并进行分析。现以本故障实例说明这类故障的查找过程。

1) 首先要知道报警号和 NC/PLC 接口信号的关系。这类信号分布在数据段 DB32 的 DW3~DW95 中, 下面仅列出常用的四个轴:

第一轴 X (K=0)

DW3.15	DW3.14	DW3.13	DW3.12	DW3.11	DW3.10	DW3.9	DW3.8
8207	8206	8205	8204	8203	8202	8201	8200
DW3.7	DW3.6	DW3.5	DW3.4	DW3.3	DW3.2	DW3.1	DW3.0
8215	8214	8213	8212	8211	8210	8209	8208

第二轴 Y (K=4)

DW7.15	DW7.14	DW7.13	DW7.12	DW7.11	DW7.10	DW7.9	DW7.8
8227	8226	8225	8224	8223	8222	8221	8220
DW7.7	DW7.6	DW7.5	DW7.4	DW7.3	DW7.2	DW7.1	DW7.0
8235	8234	8233	8232	8231	8230	8229	8228

第三轴 Z (K=8)

DW11.15	DW11.14	DW11.13	DW11.12	DW11.11	DW11.10	DW11.9	DW11.8
8247	8246	8245	8244	8243	8242	8241	8240
DW11.7	DW11.6	DW11.5	DW11.4	DW11.3	DW11.2	DW11.1	DW11.0
8255	8254	8253	8252	8251	8250	8249	8248

第四轴 W ($K=12$)

DW15.15	DW15.14	DW15.13	DW15.12	DW15.11	DW15.10	DW15.9	DW15.8
8267	8266	8265	8264	8263	8262	8261	8260
DW15.7	DW15.6	DW15.5	DW15.4	DW15.3	DW15.2	DW15.1	DW15.0
8275	8274	8273	8272	8271	8270	8269	8268

从上述可知, 8240 号报警所对应的数据位是 DB32 数据段的 DW11.8, 当该位被置位时, 就发生 8240 号报警。

2) 接下去要查为什么 DB32 的 DW11.8 位会被置位。先可通过该机床 PLC 的 Cross Reference List (如无此表, 可用 S5 编程软件从 PLC 程序中生成) 中查到 DW11.8 在 PLC 程序中的位置:

DW11.8-PB 42 3* (PB42 程序段调用了 DB32 数据段, 其中第 3 段使 DW11.8 置位或复位)

3) 接着从 PLC 程序中查找 PB42 的 Segment 3, 其中有一语句:

: AN F 26.0

: = DW 11.8

其含义是当 F26.0 为“0”时, 使 DW11.8 为“1”。

4) 辅助继电器 F26.0 为何会是“0”呢? 再用 PLC Cross Reference List 查找 F26.0 辅助继电器线圈在 PLC 程序中的位置:

F26.0-PB1 4* (有“*”者为线圈)

PB41 3

5) 打开 PB 1 Segment 4, 有关的控制语句如下:

: A F 25.1 (供液压泵开, 正常为“1”)

: A I 8.3 (前给泵未过载, 正常为“1”)

: = Q 2.3 (前给泵开, 正常为“1”)

: A Q 2.3

: A I 10.2 (前给泵已开, 正常为“1”)

: = F 26.0

6) 通过按“Diagnosis”诊断软键, 可实时读出上述 PLC 的 I、Q、F 的信号状态, 如果条件允许, 用 PG 或装有 S5 编程软件的笔记本电脑进行在线测试, 将更为方便, 特别是诊断逻辑关系复杂的 PLC 程序。通过诊断, 发现前给泵过载保护开关跳掉, 使 I8.3 由“1”变成“0”, 也使 Q2.3 和 F26.0 为“0”, 从而触发了 8240 号报警。

故障排除: 上述前给泵过载是因为压力过高, 合上保护开关, 将压力调至正常, 8240 号报警不再发生。

【例 2-63】 一台数控铣床系统经常自动关机。

数控系统: 西门子 3TT 系统。

故障现象: 这台机床在工作时经常自动关机, 过一会儿再开系统还可以工作一段时间。

故障检查与分析: 出故障时恰好为夏季天气很热, 上午刚开始工作时, 系统可以工作很长时间才出现自动关机的故障, 而下午就比较频繁。因此怀疑是系统超温引起系统自动关机。

对系统的冷却风扇进行检查,发现还可以工作,但系统的温度确实偏高。因此怀疑冷却风扇老化,冷却通风能力下降。

故障处理:更换新的冷却风扇,机床恢复稳定工作。

【例 2-64】 一台数控铣床出现在回参考点时 F123 报警。

数控系统:西门子 3TT 系统。

故障现象:这台机床回参考点时出现报警 F123 X axis endposition plus (X 轴正向限位),指示压 X 轴正向限位开关。

故障检查与分析:根据这台机床的工作原理,为了防止发生意外,在开机回参考点时 X 轴首先运动,当 X 轴运动到安全区域时, Z 轴进行返回参考点操作,然后再进行 X 轴回参考点操作。

将限位取消开关打开,把 X 轴走回,再进行回参考点操作,发现 X 轴一直向正方向运动,直到压上限位开关。

根据机床工作原理,在 X 轴正向限位撞块的前方有一非干涉区撞块,非干涉位置开关压上撞块后,系统即认为已经达到安全区域,停止运动。检查撞块发现位置正常没有问题,检查位置开关发现失灵。

故障处理:更换位置开关后,机床恢复正常工作。

【例 2-65】 一台数控铣床经常出现打刀故障。

数控系统:西门子 3TT 系统。

故障现象:这台机床在手动换刀后,加工工件时经常打刀,观察工件铣削过深。

故障检查与分析:因为是换新刀之后打刀,询问操作人员,对刀准确没有问题。再向操作人员了解换刀过程,在换刀时,为了方便操作,操作人员利用系统自动返回参考点功能,让滑台回到零点进行换刀。为了确诊故障,让操作人员换刀时,不使用返回参考点操作,而是手动移动到零点附近换刀,这样换刀后再也没有出现打刀的问题。

但后来又出现打刀的故障,并且也是铣削过深,询问操作人员,也是回参考点之后出现的。

根据这些现象分析,故障原因可能是回参考点时, Z 轴零点不准,而且每次打刀时, Z 轴都是多进给了 8mm 左右,所以认为编码器的零点脉冲与减速开关太近。

故障处理:将 Z 轴编码器拆下,手动转动约半圈,然后重新安装,这之后再也没有出现类似问题。

2.3 配置其他数控系统故障诊断与维修

2.3.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 2-66】 数控仿形铣床,系统工作不稳定。

数控系统:德国 HEIDENHAIN 公司的 TNC 155 系统。

故障现象:关机后机床数据经常丢失,且有时在自动加工时程序中断,系统死机。

故障检查与分析:这台机床在投入使用两年左右后,开始出现问题,电池虽然是新换的,但关机后机床数据经常丢失,工作时有时死机。而且夏天不出问题,冬季时则逐年严重。根

据故障现象分析,一种可能是干扰;第二种可能是接触,由于温度、湿度的变化,导致一些接插件接触不良。为此,首先检查系统接地系统,并且关掉所有干扰源,但故障依然存在。在检查系统控制板接触问题时,首先将外部插接元件进行处理,没有解决问题,然后检查系统机箱,该系统在总线槽插接三块控制板,其中主板已弯曲变形,可能导致印制电路板断线或者接触不良。

故障处理:将主板校直,并采取加固措施,安装好后开机试验,系统恢复稳定工作,再也没有出现这个故障。

【例 2-67】 XK715F 数控铣床系统参数丢失原因及对策。

故障现象:机床在正常加工过程中,系统经常因故同时发生 05 号、07 号、20 号、21 号、22 号及 24 号故障报警。

故障检查与分析: XK715F 型数控立式铣床系上海第四机床 20 世纪 70 年代末在新设计的 500 系列工作台不升降立式铣床的基础上,再配上北京机床厂所生产的 FANUC-BESK 7CM 数控系统,设计制造出来的具有较高水平的国产化数控机床。经查 FANUC-BESK 7CM 直流伺服单元维修说明书可知:05 号 ALARM 系紧急停止信号发生作用(一旦故障排除,此警示自行消失),07 号 ALARM 系伺服速度控制单元未准备好(出现异常报警),20 号、21 号、22 号及 23 号 ALARM 系 X 轴、Y 轴、Z 轴及附加轴(B 轴)等位置控制误差过大报警。

经分析,发生上述一系列 ALARM 的根本原因,常和数控系统 TE 参数丢失或异常变化,以及存储器内文件内的分配失调有关。这时由于 FANUC-BESK 7CM 系统在软件中断请求上按控制功能的要求共分 6 个优先权等级(见表 2-3),由表 2-3 可知,第六级软件中断请求(4ms 实时时钟请求)具有高于其他等级中断请求的优先权,常用于伺服系统位置控制的处理。显然,当机床数控系统一旦发生 TE 数据丢失或异常时,必然首先反映或显示那些与伺服系统位置控制异常有关的故障诊断号。

表 2-3 7CM 系统软件中断功能表

级 别	主 要 功 能	中 断 源
1	数控指令译码处理,刀具中心轨迹计算,显示器控制	软件,16ms 定时
2	NC 键盘监控,I/O 信号处理,穿孔机控制	软件,16ms 定时
3	外部操作面板和电传机处理	硬件,8ms 软件定时
4	插补运算,终点判别及转段处理	软件,8ms 定时
4	纸带阅读机阅读纸带处理	硬件或软件(需要时)
5	伺服系统位置控制的处理	4ms 时钟

事实上这是一类常见的故障报警。由于 7CM 系统内存容量较小,约 4K 字(8192 个字符),约 20MB 纸带,平时存储器内文件区的分配较为紧凑,故容易受到内部或外部的干扰影响,一旦存储器文件区的数据分配发生失调或紊乱,必然会引起系统 TE 参数的丢失或部分丢失,造成系统无法工作。

在实际维修中,若发生上述 ALARM 时,可直接检查 TE 数据是否丢失,存储器内文件区的主程序(MP)、子程序(SP)以及校正程序(PC)等数据的分配是否适当。通常制造厂为兼顾各种程序数据量的需要,出厂前已将存储器文件区的数据作了适当安排,详见表 2-4。如检查中发现 CRT 显示数据与表 2-4 分配不符,则应首先给予处理。否则,系统参数纸带数

据难以输入或修改。

具体操作方法如下:

1) 数据检查方法依次按压设定键[SF]→地址键[F]→程序号递增键[N⁺], 则 CRT 会显示表 2-4 格式与数据。若发现显示出的数据与表 2-4 不符, 则必须首先予以修改。

表 2-4 存储器文件区的数据分配表

MP (02)	SP (05)	PC (04)
4000	4000	0192

2) 数据修改方法如通用显示器 (DPL) 此时显示 02 字符, 则可对 02 区 (MP) 输入表 2-4 数据, 即依次按压数字键[4][0][0][0]→输入键[↔], 则刚输入的数据会在 CRT 上显示表 2-4 格式的 02 区里。如发现 02 区无法输入数据 (CRT 显示没有反映), 则可按程序号递增键[N⁺], 使 DPL 显示 03 字符。此时再从 03 区输入 4000 数据, 方法同上, 然后再输入 04 区 0192 数据, 最后再输入 02 区 4000 数据。上述操作必须在操作方式开关 (1FK) 处于“程序输入”位置, 且程序锁定开关处于解锁状态下进行才能有效。上述操作完成以后, 即可将 TE 数据参数纸带通过阅读机输入, 然后修正必要的机床参数, 程序锁定后, 整个操作结束。

事实表明, TE 数据丢失的主要原因, 一般不外乎是存储器数据保持电池接触不良或失效 (发现 0 号报警时应及时更换电池); 机床内部 (如触点火花干扰, 接触故障等) 或外部干扰影响尤其是高频干扰影响; 电网供电幅值波动过大、瞬间跳闸断电、限位失灵以及操作失误引起的异常故障报警等。例如: 快速进给或手动操作过程中, 某个伺服电动机轴向速率选择过大引起的速度异常或超程故障报警等, 均较易引发 TE 数据丢失, 因此, 必须予以避免。

3) 预防措施应针对故障原因, 采取必要的防患措施予以避免: ①加强设备电气的日常维修保养, 防止触点故障, 及其他原因引起的干扰影响, 杜绝限位失灵与失效隐患; ②为确保存储器数据保持电池的接触可靠, 杜绝失效故障, 采用了双电源供电措施; ③为防止外界干扰, 尤其是高频脉冲及雷电干扰影响, 在电源回路上串以 LC 滤波网络, 以及在设备外壳与机内接地点上采取了重复接地等技术措施; ④为防止电网电压波动影响, 在机床的进线电源上采取了专线电缆供电, 经稳压装置后供电等措施; ⑤加强对数控机床操作人员的岗位操作技能培训, 不合格人员不准上岗操作, 并制定了严格的设备操作规程, 严防误操作给设备造成的危害。

故障处理: 按操作步骤对存储器内文件区的程序数据进行了必要的分配 (按表 2-4 格式数据分配), 然后将系统 TE 参数数据纸带按要求重新输入, 调整必要的机床数据, 如反向间隙补偿值、螺距误差补偿量、轴向漂移补偿值及 KV 系数等。

重新通电开机, 故障排除。

【例 2-68】 FANUC-BESK 7CM 系统 6 号参数与 X 轴电动机发热。

故障现象: 机床工作台工作时发现 X 轴电动机严重发热, 无法正常使用。经测试: 电动机枢电流工作时约为额定电流的 60%, 但不工作时其电流也有 40% 左右。

故障检查与分析: 该机床的数控系统是北京机床研究所引进日本 FANUC 公司技术制造 FANUC-BESK 7CM 系统。由于采用了各种先进技术, 故具有很高的可靠性。电动机虽然发热严重, 但由于电动机温升指标高, 电流也没有超过额定电流, 因此数控系统并不发出任何报警信号。

对于这样一种现象算不算故障, 各个机电维修人员意见是相当分歧的。经过争论, 大家有了一个初步的意见: X 轴电动机的负载比 Y 轴电动机 (驱动横向拖板的直流伺服电动机)

的负载要小的多，但 Y 轴电动机并不发热，由此可以认为 X 轴电动机发热应该算是一种故障现象，至少是不正常的。

电气常识告诉我们：直流电动机电流过大，很可能是机械方面的阻力较大，造成电动机负载转矩过大而引起的。问题是：为什么工作台不运动时，电动机里也会流过那么大的电流呢？根据这一现象断定故障源在电气部分。

为了解决这个疑问，我们在逻辑上提出了一系列问题。首先是，在电动机中有较大电流的时候，机床工作台真的没有丝毫的运动吗？经用百分表检验，证明确实没有任何位移。其次是，在电动机中有较大电流的时候，电动机真的也没有丝毫的转动吗？经拆卸电动机罩盖后立即可以看到工作台不运动时，电动机轴上的旋转变压器传动齿轮在来回转动（更确切地说是在来回晃动一个可以用肉眼明显观察到的角度），而其他电动机却不能观察到这一明显的晃动。接下来我们就要查明：究竟是 NC 系统有指令要 X 轴电动机转动呢，还是电动机自己在晃动？

FANUC-BESK 7CM 系统数控装置可以在 CRT 显示装置上显示系统的各个参数，当查验表征伺服电动机状态的 23 号参数时，发现各轴 23 号参数值其个位数字都在迅速闪动变化，即使机床不运动时也如此。由于 23 号参数是速度指令值，所以就容易得出二点结论：第一，在我们错认为“机床不运动，电动机也不运动”的时候，电动机其实始终没停止过运动；第二，电动机是在做微量的来回晃动。

直流电动机伺服系统是一个闭环系统，电动机没有绝对平衡的状态（除非切断电源），电动机总是要朝着消除偏差的方向运动，运动过头了，它又得返回，直至位置误差等于零或近似为零为止（7M 系统用软件规定运动定位位置与指令位置之差值必须小于 0.01mm ）。直流伺服电动机在不断的运动中达到跟踪误差为零的相对平衡状态，这种特性在参数检查时就表现为，机床无位移指令时，速度命令值仍不会为零，末位有闪动，但始终在某一个很小的范围内变化。

到此为止，问题就清楚了：纵向工作台即使不处于运动状态时，电动机仍在做微量的转动，但电流如此大，很可能是负载转矩太大的缘故，这应该仍服从一般直流电动机的规律。问题是，纵向工做台既然未做切削加工，又无位移量， X 轴电动机的负载转矩从何而来？仔细查阅了机床的机械传动机构，并分析了 NC 系统中设定的各个跟 X 轴运动有关的参数。6 号参数引起了我们的注意。在 7M 系统中，这是个反向间隙补偿量。设定值 X 轴为 0.28mm ， Y 轴为 0.22mm ， Z 轴为 0.03mm ，回转台为 0.008mm 。从机械传动机构来分析， X 轴是直线轴中最简单的，电动机通过柔性联轴器跟滚珠丝杠直连，然后通过滚珠丝杠螺母副使纵向工作台移动，它不像别的直线轴那样要经过齿轮副等传动机构。然而， X 轴的反向间隙补偿量却比传动机构比它复杂得多的 Z 轴大 9 倍，比负载转矩大得多的 Y 轴还大。

显而易见，这个反向间隙设定值是在极不正常的条件下测定后设置的。应当说明的是，7M 系统中的 6 号参数，即反向间隙补偿量，应理解为齿轮间隙传动链中其他间隙、丝杠与螺母间隙、工作台负荷、工作台所处的位置等各种因素的综合结果。有些从事数控机床工作的人员把工作台负荷、工作台所处的位置这两个重要因素跟反向间隙的设定根本没联系起来，设想当你在工作台上压上一个极重的工件时，你要让工作台移动 0.01mm ，电动机将转过比相对于 0.01mm 更大的角度。滚珠丝杠也相应地要做更大的扭转去推动螺母带动工作台运动。在这个重负载条件下测定反向间隙，所测得的数值必定会比轻负载时大。这是因为滚珠丝杠

在重负载下产生了弹性扭转变形的缘故。假使丝杠螺距是 6mm, 那么, 每发生 1° 的扭转变形, 就少了相当于 0.017mm 的直线位移量。这种现象叫失动, 而少走的距离就叫做失动量。电动机选型正确、机械调整良好的机床, 失动量会小到可以忽略的程度; 机械调整不良的机床, 即使刚性良好的传动机构也会发生一定的形变而造成失动。

根据这一原理, 从机械传动图上立即分析出, X 轴电动机的较大负载转矩只能来自纵向工作台导轨上的压板或者是导轨侧面的塞铁 (假设轴承是好的)。

为了避免判断错误使机械上做太大的调整, 同时也为了证实上面的设想, 做了两个试验。一是机床只通电源, 但不做回零操作, 因此, 由于没有建立起绝对坐标, 6 号参数就不起作用。在这种情况下, 通电 2~3h, 机床不做任何运动, 观察 X 轴电动机是否发热; 第二个试验是机床通电, 机床做回零操作, 让 6 号参数起作用, 但只留下 Y 、 Z 轴和第四轴的反向间隙补偿值, 而人为地把 X 轴的值设定为零, 仍让机床通电 2~3h, 机床不作运动, 观察 X 轴电动机是否发热。

试验的结果是一样的: X 轴电动机与其他电动机一样, 温度始终正常。

经过这两个试验, 证明调整机械的工作是相当重要了。在调整了纵向工作台的压板螺钉和塞铁的松紧之后, X 轴电动机的电流立即降低了。

现在我们可以将 X 轴电动机发热的原因给予更深入的解释了。数控机床制造厂家在出厂之前进行调试时, 机械调试人员为了确保机械运动精度不超差, 特别是纵向工作台在运动到行程极限位置时仍能保持工作台面和主轴中心线的垂直度, 所以他们倾向于将工作台压板螺钉旋得紧一点, 将塞铁也旋得紧一点。这样, 纵向工作台在极限位置时不至于下垂太多而超差。但是, 这样一来就给下一步的反向间隙测量和设定留下了反常的测量条件, 即由于压板和塞铁的正压力乘上摩擦系数所得的摩擦力太大, 人为地制造了一个多余的阻转矩, 所以测得的反向间隙比正常情况下的数值要大。由于这种电动机发热现象并不报警, 所以极易被忽视而让机床出厂, 到了用户手里就成了百思不得其解的难题。机床一旦通电, 做过回零操作后, 绝对坐标就建立了, 6 号参数也就开始有效。这意味着电动机只要开始反转, 它就必定要多转一个相当于 6 号参数值的角度作为反向间隙补偿。在 X 轴的传动环节中, 由于压板和塞铁太紧, 又由于 X 轴滚珠丝杠特别长, 弹性扭曲变形更易产生, 所以, 错误条件下设定的 6 号参数间隙值要比 X 轴的丝杠螺母之间的实际间隙大得多。一般滚珠丝杠螺母副的间隙在经过预加载荷处理后最多只有 0.01~0.02mm, 而 X 轴的 6 号参数竟有 0.28mm, 这就意味着, 伺服电动机虽未得到运动指令, 仅在原位左右做来回晃动时, 每一次产生反转动作都必定会使滚珠丝杠螺纹面跟螺母副的螺纹面强烈地贴合摩擦, 由于压板、塞铁太紧, 电动机的电流必定很大。这种情况只需维持 2~3h, 那怕工作台不运动, 大电流产生的热量足以使电动机发烫。

故障处理: 分析以上情况后, 我们做了以下两项工作:

1) 正确设置 6 号参数。FANUC 7CM 系统中的 6 号参数, 反向间隙补偿值既然是传动链间隙工作台负荷、工作台位置等诸因素的综合结果, 所以在设定 6 号参数时, 不应该机械地测量正反运动之间的间隙, 然后将间隙补偿到“零对零”, 即将间隙补偿到极限值。我们的做法是, 除非有加工圆弧变换象限时要保证型面光滑的要求或者是其他精度上的高要求, 一般情况下, 我们都设置到欠补偿的状态。各轴的 6 号参数值全部按该原则重新调整。

2) 正确调整各轴压板、塞铁等部件的紧松。各个轴, 除了回转轴外, 均有由于压板和塞

铁等机械零件产生的摩擦力而加到电动机上的负载转矩。压板、塞铁松紧调整的依据是什么？我们认为既不能太紧，太紧了造成电动机负荷太大；也不能太松，太松了机床运动精度不能保证，产品质量也受影响。经过长期摸索，我们采用一边让钳工调整压板、塞铁的松紧，与此同时由电气人员在伺服板的检测端子上测量电动机电流的方法进行机电参数匹配的调整。每个轴在以 101 号参数（手动快速进给率参数）为标准速度运动时，相应的伺服电动机中流过的电流都应根据电动机的负载转矩大小定出一个数据，然后依据这一数据调整压板和塞铁的紧松。这种调整应该成为数控铣床二级保养中的重要项目之一。

在做了上述工作后，这台数控铣床各个轴的电动机再也没有发生过异常的发热现象。对运动最频繁的 X、Y 轴电动机进行过多次抽查检验，在切削叶轮零件最大负荷时刻或在快速行程时，电枢电流也不过是额定电流的三分之一左右。我们认为以上的工作对机床维护保养是极为有益的。

【例 2-69】 LJ10M 系统电源故障的维修。

故障现象：电源模块上无-15V、+5V 电压输出。

故障检查与分析：该机床为自贡长征机床厂生产的 RAM8 数控立铣，其控制系统为辽宁精密仪器厂生产的 LJ10M 系统。从故障现象看，该例故障好像是电源模块损坏。检查电源模块，全部元件均正常，在空载情况下，测得+5V、-15V、+15V、+24V 电压全部存在。但当带上负载后，-5V、-15V 电压就消失。这说明是电源负载上有短路现象存在。根据维修经验，一般短路故障均发生在系统的输入/输出接口及其系统外部负载。检查机床外部输入/输出元件，发现一开关接线对地短路。将短路故障排除后，机床仍不能正常工作。证明系统内部存在短路故障，而且最有可能是系统输入/输出模块故障。

故障排除：采用替换法，用一完好的系统输入/输出模块更换原机床上的系统输入/输出模块后，系统恢复正常，故障排除。

说明：通过以上故障的排除，我们可以看到：替换法虽然简单，但它却是一种行之有效的迅速排除故障的方法，尤其是在有两台以上相同数控机床的情况或有备件模块时，这种方法能很方便地帮助维修人员准确地确定故障范围和性质，并迅速排除，以减少数控机床的平均故障修复时间，提高其可靠性。

2.3.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 2-70】 X 轴漂移故障。

故障设备：意大利 BTM-4000 数控仿形铣床，采用意大利 FEDIA CNC10 数控系统。伺服采用西门子公司产品。

故障现象：X 轴按指令停在某一位置时，始终停不下来。

故障检查与分析：故障发生时，出现大约 ± 0.0007 振幅偏差，而这种振动的频率又较低，直观地可以看到丝杠在来回旋动。根据以上情况，初步断定这不是控制回路的自激振荡，有可能是定尺（磁尺）和动尺（读数头）之间有误差所引起。经调整定尺和动尺之间的配合间隙，情况大有好转。

故障处理：重新调整定尺和动尺之间的配合间隙，同时配合调整了机床的静态几何精度，故障消除。

提示：维修时遇到问题要仔细分析，若盲目地去调整增益或反馈信号或修改参数，可能

导致故障的扩大。

【例 2-71】 Z 轴伺服单元故障。

故障设备：某机床厂产 RAM 8 数控铣床，采用辽宁精密仪器厂数控中心开发的 LJ10AM 铣削机床用数控系统，其直流伺服单元为 FANUC-BESK。

故障现象：Z 轴伺服准备接触器不能吸合，产生 OVC 报警。

故障检查与分析：查 FANUC-BESK 直流伺服单元维修说明书，OVC 报警有如下内容：

①异常负载检测报警（由 RV12 设定）；②电动机负载过重；③电动机的运行有振动倾向；④交流输入电压过低。对上述报警内容进行分析，②、③项因伺服准备好接触器 MCC 未吸合，故不存在电动机负载过重和电动机的运行有振动倾向的问题。对于第④项，用万用表检查交流电压正常，也予以排除，遂将检查重点放在第①项上。

根据 FANUC-BESK 直流伺服单元电路原理，首先对 RV 12 进行了更新调整，不能排除故障。后又将 Z 轴伺服单元的熔断器撤除，通电后 OVC 报警消失，MCC 吸合。通过上述检查，将故障定位到可控硅主回路及直流电动机等部位。用万用表测电动机电枢和励磁均正常，且电动机转动灵活，不存在堵转现象。这样一来，就将故障点进一步定位到可控硅主回路上，检查可控硅模块，发现 V 相对 D1 点已经击穿。

故障处理：更换新模块，OVC 报警消失，直流电动机恢复正常。

【例 2-72】 数控铣床伺服电动机声响异常故障实例分析及处理。

故障现象：自动或手动方式运行时，发现机床工作台 Z 轴运行振动异响现象，尤其是回零点快速运行时更为明显。故障特点是，有一个明显的劣化过程，即此故障是逐渐恶化的。故障发生时，系统不报警。

故障检查与分析：该机床为上海第四机床厂生产的 XK715F 型工作台不升降数控立式铣床，数控系统采用了 FANUC-BESK 7CM 数控系统。分析认为：①由于系统不报警，且 CRT 及现行位置显示器显示出的 Z 轴运行脉冲数字的变化速度还是很均匀的，故可推断系统软件参数及硬件控制电路是正常的；②由于振动异响发生在机床工作台 Z 轴（主轴上下运动方向），故可采用交换法进行故障部位的判断；③经交换法检查，可确定故障部位在 Z 轴直流伺服电动机与滚珠丝杠传动链一侧；④为区别机、电故障部位，可拆除 Z 轴电动机与滚珠丝杠间的挠性联轴器，单独通电测试 Z 轴电动机（只能在手动方式操作状态进行）。检查结果表明，振动异响故障部位在 Z 轴直流伺服电动机内部（进行此项检查时，须将主轴部分定位，以防止平衡锤失调造成主轴箱下滑运动）；⑤经拆机检查发现，电动机内部的电枢电刷与测速发电机转轴电刷磨损严重（换向器表面被电刷粉末严重污染）。

故障处理：将磨损电刷更换，并清除炭粉污染影响，通电试机，故障消除。

【例 2-73】 XK715F 数控铣床 Y 轴电动机故障的处理。

故障现象：机床按程序加工切削运行时发现，工作台 Y 轴位移过程中，存在正方向运行正常，而反方向声响异常的故障现象，系统不报警。

故障检查与分析：XK715F 型工作台不升降数控铣床，系上海第四机床厂 1986 年生产制造的产品，数控系统配置 FAUNC-BESK 7CM 系统。该机床伺服电动机全部采用 FANUC 公司的大惯量无环流直流伺服电动机。分析认为：①由于系统不报警，且 CRT 显示出来的 Y 轴正、反向位移脉冲的数字变化速率是均匀的，故可排除系统软件参数及硬件控制电路的故障；②检测加工件尺寸基本符合图样要求，只是表面粗糙度大点，故又可排除伺服速度控制单元

电路故障；③在外部检查中，发现 Y 轴直流伺服电动机温升较高。测其负载电流又远低于额定设定值参数（反向电流略高于正向运转电流），故可排除电动机负载过重的故障；④经分析，电动机在正常工作电流状态产生过热故障现象，那只有一种解释，即电动机转动时产生了不正常的机械摩擦；⑤为区别机、电故障部位，拆开电动机与滚珠丝杠间的挠性联轴器，单独通电试 Y 轴电动机，试验结果表明，故障部位在电动机一侧；⑥用手盘动电动机转子时，也能明显地感觉到正转时手感轻松，而反转时手感较重，且有一种阻滞的感觉；⑦将电动机拆卸解体检查，果然发现定子永久磁钢有一块松动脱落，且转动了一定角度，该磁体与转子有摩擦痕迹，由此，故障的根本原因已很清楚了；⑧经查，电动机定子的永久磁钢是采用强力胶贴接的，故使用中应严禁撞击或振动，尤其是拆装检修过程中更应注意，以防发生此类故障。

故障处理：采用环氧树脂胶或其他强力胶，将脱落的磁体贴牢在原位置上，重新装机试车，故障消除。

【例 2-74】 XK715F 数控铣床伺服故障报警分析与处理。

故障现象：机床无论处于自动方式或手动方式工作时，一旦连续使用数十分钟，系统极易发生 07 号故障报警（经观察，正常连续使用时间与环境温度有关，一般外界环境温度高，则连续使用周期短，反之亦然），而断电停机一段时间后（10~15min）机床又能重新起动使用，然后不时又会重现上述故障，机床无法投入正常使用。

故障检查与分析：XK715F 工作台不升降数控铣床，系上海第四机床厂 1986 年制造出厂的产品。07 号 ALARM（故障报警）系伺服速度控制单元异常故障报警，其故障原因很多，参照“FANUC-BESK 7CM 系统维修手册”有关内容，一般此类报警与以下故障原因有关：

1) 伺服电动机过载（工作台轴向传动链路负载过重）其故障原因为：①机床工艺加工中因切削用量或进给量等项工艺参数选择过大；②伺服电动机制动线圈、控制电路、传动支承存在故障以及电动机定子永久磁钢脱落等电动机故障；③机床导轨塞铁调整不当，滚珠丝杠螺母副预加载荷调整不当，导轨缺油或异物引起的研伤，致使导轨摩擦阻力过大，滚珠丝杠支承调整不当或失效等机械故障。

2) 过载检测用热继电器（MOL）脱扣，其故障原因为：①过载检测用热继电器参数设定错误；②伺服电动机过负载运行；③线路电缆及控制元器件存在故障等。

3) 速度控制用电源变压器的热动开关（TOH）脱扣，其故障原因为：①伺服控制柜散热通风不良或外界环境温度过高；②速度控制单元存在漏电或低过载故障（伺服电动机过载）；③电源变压器负载过重或存在质量欠佳。

此外，速度控制单元 PCB（印制电路板）的调整或设定错误；速度控制单元的电源保险、控制保险及输入交流保险等因故熔断；线路电缆与接插件存在接触不良；起动接触器（MCC）因故无法吸合等均可引发此类报警。

故障发生后，检修伺服速度控制单元的一般步骤，应该是根据故障报警显示号内容，本着“先外后内”的检修原则进行，即首先通过外部的观察与检测，确定故障的伺服轴向（可通过外部检查 CRT 故障报警号、位控板（01GN710）报警、速度控制 PCB 板的“OVC”与“TGLS”报警显示及轴向保险电路、过流保护与过热保护等电路判别）。然后采用轴向“交换法”确定故障部位。由于此类故障的特殊性，采用上述方法检修时没有发现明显的轴向故障，例如：检查外部连接电缆与接插件无异常，位置控制板无警示，各伺服轴的速度控制单

元及其熔断保护、热元件（MOL）保护等均属正常，甚至通电起动后，测量各伺服轴的电压波形，输入输出电压及电动机空载电流，有载电流等也属正常，因此，一时难以确定故障的伺服轴向，更难判断故障部位了。为此，只能依据以上所述的故障原因，采用逐项检查的方法进行诊断。

按上述所列故障原因进行逐项检查中，发现 X 轴与 Y 轴共用的速度控制单元的电源变压器的温升异常，用手触摸变压器线包表面温度很高，显然，此故障的原因系电源变压器过热引起内部温度检测热动开关（TOH）脱扣所致。经分析，上述故障报警的原因，是由于使用中电源变压器的温升因故超限，故而引起热动开关脱扣所致，而故障停机后冷却一段时间，热动开关复位，故又能起动使用。

由上可知，引起电源变压器温升超限，致使热动开关脱扣的原因，不外乎是伺服控制柜散热不良或外界环境温度过高，电源变压器负载过重，端子板出线连接错误或内在质量欠佳等。经查，柜内散热条件良好，环境温度不高，单独检查变压器内在质量也无异常，故把检测重点放在变压器输出负载电路上。经详查，由于 X 轴与 Y 轴速度控制单元的各项参数及其动作均很正常，线路电缆也不存在短路或漏电，后经变压器及输出负载的容量计算，才发现电源变压器的容量太小，显然不可能同时带动两个轴向单元连续工作。为判别上述故障推论是否正确，将 X 轴与 Y 轴速度控制单元的电源进线分开， Y 轴控制仍接原处， X 轴与附加轴（ B 轴）公用（因 B 轴是圆工作台，平时很少使用）。经线路改接后，此故障彻底消除。

故障处理：因此类故障涉及设备制造质量问题，经与厂家联系，另补发一只伺服控制电源变压器。经安装调试后投入使用，故障彻底排除。

【例 2-75】 XK5040-1 数控铣床伺服电动机异常杂音故障的处理。

故障现象： Z 轴电动机一运转就会发现“哒哒哒”的连续响声，不报警。

故障检查与分析：该机为北京第一机床厂生产，数控系统为：FANUC-BESK 3MA，机床使用 FANUC-BESK 系列直流伺服电动机。

一次，操作人员反映机床在进行零件加工时， Z 轴一动作就有“哒哒哒”的连续响声，将“快速倍率开关”调至 25%，声音的间隔就稍微长一些； X 轴、 Y 轴单独运动，两轴联动都没有这种声音，而且 Z 轴的声响也不大，机床仍能继续进行零件加工，CRT 显示器无任何报警信息显示。经查看，发现声音来自伺服电动机部分，用电子手轮（手摇脉冲发生器）使 Z 轴运动时非常明显。将增量进给开关调至 1mm，声音间隔很短，将增量进给开关调至 0.001mm，声音间隔很长。分析可能为电动机内部问题或为其机械连接部分问题。因为伺服电动机内部检修比较麻烦，故首先检查机械连接部分。经检查，发现 Z 轴丝杠的传动齿轮和过渡齿轮的配合间隙过大，将其调小后，检查各处轴承和机械连接没有问题，开车试验响声仍然出现，这时可以断定为 FB25 伺服电动机的内部故障了。

借助传声器仔细测听，发现声音在伺服电动机中间部位，电动机（见图 2-47）的中部是电动机定子（磁钢 8）和转子电枢 9。此电动机的激磁方式为永磁式，定子为固定磁极（材料为铁氧体），电枢 9 由矽钢片叠成。

分析故障有以下几种可能：①电动机永磁体粘接不良，使磁体局部与电动机转子相蹭；②某些磁钢因质量问题破裂了一小块；③由于某些不确定因素，而使电动机轴产生弯曲变形使电枢与永磁体相蹭；④电动机轴两端的轴承（11、12）有问题，因轴承滚道或钢珠有剥落的地方，使电动机在运转时发生声响；⑤某一块永磁体因粘接不良而脱落，但因 FB25 伺服

电动机轴向方向有两块永磁体（因电动机磁极很长，故每一磁极由两段磁钢组成），一块磁体脱落，将使电动机磁场减弱一些，但电动机短时间还能工作，也无电动机过载报警。

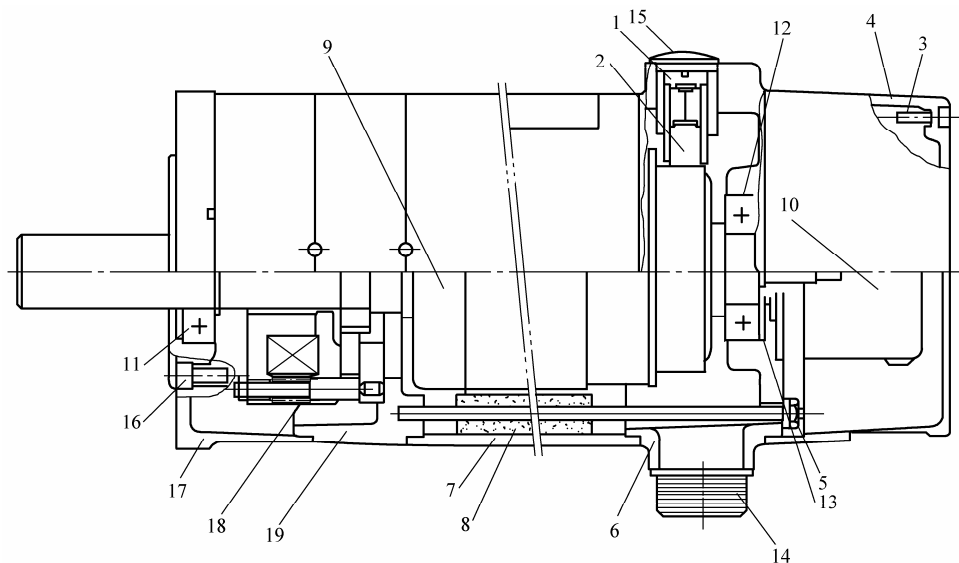


图 2-47 带制动器的 15 型和 25 型电动机结构图

- 1—电刷盖 2—电刷 3—螺钉 4—电动机后罩 5—螺母 6—电刷架 7—电动机壳
8—磁钢 9—电枢 10—脉冲编码器 11、12—轴承 13—O 形圈 14—航空插头 15—橡胶盖
16—螺钉 17—法兰盖 18—制动器装配 19—制动器架

因 Z 轴电动机带有断电制动器，故先用枕木垫起工作台后拆下电动机，查阅北京数控设备厂提供的电动机使用维修说明后按技术要求仔细进行拆卸：首先打开电刷盖 1，并把电刷全部取出；然后在电刷架 6 和电动机壳 7 之间做一记号，以便安装时能正确地装回原位（如果电刷架和电动机壳之间的相对位置不正确，将会引起换向不良，对此类拆卸应特别注意做好记号）；拆下电动机后罩 4，将脉冲编码器 10 拆下，拆卸时切忌用力敲打编码器，以免造成损伤，松掉固定刷和机壳的螺母 5 后，拆卸电刷架 6，拆卸时，不得用力敲击，而使电刷架歪斜，以免碰伤换向器表面，使电动机运行时产生噪声或换向失常，拆下电动机壳 7，因磁体与电枢之间存在强吸力，要用力才能将其拔出。仔细检查定子磁极，发现后端磁体有一块脱落，这就是“异常杂音”的故障根源。按电动机使用说明，磁体脱落，必须送原厂维修，但因生产上的需要，我们决定自己进行粘接。要进行粘接首先需要确定用何种粘结剂，确定粘结剂后，进行待粘表面的处理清洗、脱脂、机械处理、化学处理。粘接时必须控制涂胶量，保证胶层厚为 0.07~0.10mm，粘接后必须加温固化，以增加胶粘效果，固化时应施加一恒定压力。

故障处理：第一次使用 XH 甲乙双组分粘结剂进行胶粘试验，粘好后将电动机装好试车，试了几分钟，电动机就不正常了，将电动机再次拆开，发现相邻两块磁体端部破损，胶粘的磁钢脱落，后来采用了一种三组分的有机粘结剂将磁体和机壳粘好，装好后试车电动机振动很大。将电动机换到另一台铣床试验，振动很小。将两机床 Z 轴速度控制单元交换，无振动发生，判断为外部连接问题。将连接器重新紧固一遍，再开机，故障消除。电动机运行两个

月没有问题,证明了电动机粘接修复的成功。一个多月后,电动机的磁极又掉了一块,再次粘接后,电动机工作又正常了。我们经过分析认为粘接磁钢应使用有机类粘结剂——环氧类三组分成品粘结剂(牌号为ET,主要成分为环氧、丁腈、咪唑)。固化条件:压力50~100kPa,179℃,2h。磁钢粘接时应注意相接两块的等高及两块之间的接缝,还应注意磁钢在圆周等高,以免造成电枢铁心对定子的气隙不同,甚至造成电枢和磁钢局部相蹭,影响电动机的使用。

最后,值得注意的是,对直流永磁伺服电动机,拆卸时需要避免对电动机重力敲打,以防力量传向磁钢使其受冲击振动而产生“退磁”(磁力衰减);需将转子抽出时,应用铁磁材料使永磁磁极短路,以防永磁体“退磁”,而使电动机传动转矩降低。

【例 2-76】 XK715F(B) 数控铣床报警故障分析。

故障现象:起动机床数控系统后,CRT上显示05、07号报警。

故障检查与分析:该机床采用的是FANUC-BESK 7CM系统。分析认为:①首先查X、Y、Z三个坐标速度控制单元板上的熔断器,发现X坐标控制回路熔断器断,换新的后,重新启动数控系统,CRT上仍然显示05、07号故障报警;②检查系统内部PGN710位置控制板上X、Y、Z三个坐标测试点TP上的伺服准备信号DC24V正常;③检查系统内部X、Y、Z三个坐标速度控制单元MCC主回路接触器不吸合,显示速度控制单元正常的绿色发光二极管指示灯不亮,系统不能完成初始化过程;④无应答信号;⑤查接口诊断信号005T, RD2为“1”,表示数控机床伺服准备好;而RD1为“0”,正常情况它应该为“1”,表示数控机床控制电器准备好,这说明机床控制电路里的继电器、开关、连线等有接触不良、脱焊或断线等情况;⑥我们的思路转向查找可能引起05号故障报警的原因,主要针对急停控制电路。粗略看继电器的动作关系是对的,用万用表仔细测量KA39继电器的两组常开触点,在KA39吸合时测其中一组触点应将+24V电源通过电缆插头XC19送入系统GN705输入输出板,作为该板的逻辑电路的工作电压之一,检查结果发现该组触点无电压输出。

故障处理:我们将触点修整后,+24V电源能正常输入GN705板。再一次启动数控系统,CRT显示器上05、07号故障报警消失,机床恢复正常。

【例 2-77】 LJ-10AM 系统伺服单元故障诊断与处理。

故障现象:X、Y、Z轴均不能移动。

故障检查与分析:LJ-10AM系统是辽宁精密仪器厂数控中心所开发的用于铣削机床的数控系统。该系统为自贡长征机床厂RAM8数控立式升降台铣床配套所用,它带有一个可编程控制器(PLC111)。整个系统采用模块化结构,电源及所有的模块和接口连接插座均集中在系统模块框架整装结构上。

该系统除具有一般数控系统的自诊断功能、运转诊断功能、补偿功能以及随机换刀功能外,还具有一个较为显著的特点,就是该系统利用矩阵原理,将CNC操作程序与PLC扫描信号进行组合,即CNC操作程序利用开关矩阵直接询问专用的循环功能,PLC用行列扫描信号对指定开关进行扫描。行列矩阵如图2-48所示。在机床维修中,利用这个开关矩阵就可以给系统故障的检修带来很大的方便。

该故障发生后,X、Y、Z坐标均不能移动,CRT上无任何报警显示。观察数控系统内各模块上无任何显示报警。

查LJ10AM系统使用说明书电气部分得知:在系统操作面板后面的连接插座J11-1至J3-1之间有一短接线。从LJ10AM系统手册上了解到:CNC操作程序进行的开关扫描主要是针对

连接插座 J10 和 J11；而 PLC111 进行的开关扫描主要是针对连接插座 J12 至 J15。这一短接线就是 CNC 与 PLC 信号的组合部（循环起动信号）。

行8	DSW1 -X点动	DSW2 +X点动	DSW3 -Y点动	DSW4 +Y点动	DSW5 -Z点动	DSW6 +Z点动	DSW7	DSW8
行9	DSW9 进给速度 倍率电位 器接通	SDW10 备用	DSW11 移动停止	DSW12 回送	DSW13 手轮 X选择	DSW14 手轮 Y选择	DSW15 手轮 Z选择	DSW16 手轮辅助 选择
	0	1	2	3	4	5	6	7
行10	ASW1 循环起始	ASW2	ASW3	ASW4	ASW5	ASW6	ASW7	ASW8
行11	ASW9	ASW10	ASW11	ASW12	ASW13	ASW14	ASW15	ASW16
行12	ASW17	ASW18	ASW19	ASW20	ASW21	ASW22	ASW23	ASW24
行13	ASW25	ASW26	ASW27	ASW28	ASW29	ASW30	ASW31	ASW32
	列0	列1	列2	列3	列4	列5	列6	列7

图 2-48 机床操作面板开关的行列矩阵

根据开关矩阵的原理，我们怀疑是连接插座 J11-1 和 J3-1 之间的短接线开路。经检查，这两插座之间的连线完好无损。于是我们又根据该原理，从使用手册电气部分得知：点动 X 的负方向信号是由插座 J10-1 和 J2-1 组成；该系统行列矩阵的第 0 列控制点动 X 负方向信号和循环起动信号。因此，我们从 CRT 上将 PLC111 开关接口调到屏幕上，观察点动 X 负方向的变化情况，发现 X 点动负方向信号在开关接通和导开时均表现为零。在确认开关完好的基础上，这现象说明行列矩阵的第 0 列无信号，从而导致 X 点动负方向和循环起动无信号输入，此为故障源之所在。

故障处理：为了检查行列矩阵的第 0 列是何原因无信号，我们将操作面板后面的连接插座 J1 拔下检查其与 MTB 面板（开关面板）的连线时，发现第 0 列线在插座 J1 附近处折断。将该线焊接好后，再检查 X 点动负方向，在 PLC 真值表上显示为接通为 1，断开为 0。这说明行列矩阵的第 0 列线已经接通，根据行列矩阵的原理，循环起动信号也应接通。开机试车，果然 X 、 Y 、 Z 轴均恢复正常。至此。故障排除。

2.3.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 2-78】 主轴控制电流自动掉闸故障。

故障设备：意大利 BTM-4000 数控铣床，采用意大利 FEDIA CNC 10 数控系统。

故障现象：在 X 轴与 Y 轴联动工作时，当主轴执行 M03 指令时，突然出现 V24 控制电流自动掉闸现象。

故障检查与分析：故障发生时，CRT 显示 CNC 038 SPINDE IDRTM SET FATAL ERROR，初始判断为主轴运行参数发生了变化，先将内存全部清除，重装了一次系统及主轴参数。但机床起动运行不到半小时又出现上述故障，同时数控柜内主轴伺服板伴随出现 F26 提示 Current cannot be reauced。针对这一信息，又检查主轴伺服板到电动机间的连线及伺服板的供电电源，都未发现异常。故分析有可能是测速发电机电刷瞬间接触不良，丢失反馈信号所致。

故障处理：拆洗测速发电机，修整了电刷后，故障消除。

【例 2-79】 RAM8 数控铣床主轴故障分析及处理。

故障现象：低速起动时，主轴抖动很大，高速时却正常。

故障检查与分析：LJ10AM 系统使用的主轴系统为台湾生产的交流调速器。在检查确认机械传动无故障的情况下，我们将检查重点放在交流调速器上。

先采用分割法，将交流调速器装置的输出端与主轴电动机分离。在机床主轴低速起动信号控制下，用万用表检查交流调速装置的三相输出电压，测得三相输出端电压参数分别为 U 相 50V、V 相 50V、W 相 220V。旋转调速电位器，U、V 两相电压值能随调速电位器的旋转而变化，W 相则不能被改变，仍为 220V。这说明交流调速器的输出电压不平衡（主要是 W 相失控），从而导致主轴电动机在低速时三相输入电源电压不平衡产生抖动，而高速时主轴运转正常的现象。

根据交流变频调速器装置的工作原理分析：该装置除驱动模块输出为强电外，其余电路均为弱电，且 U、V 两相能被控制。因而可以认为：交流变频调速器装置的控制系统正常，产生交流电输出电压不平衡的原因应是变频器驱动模块有故障。

交流变频器驱动模块原理示意图如图 2-49 所示。根据该原理示意图将驱动模块上的引出线全部拆除，再用万用表检查该驱动模块各级，发现模块的 W 端已导通，即 W 相晶体管的集电极与发射极已短路，造成 W 相输出电压不能被控制。将该模块更换后，故障排除。

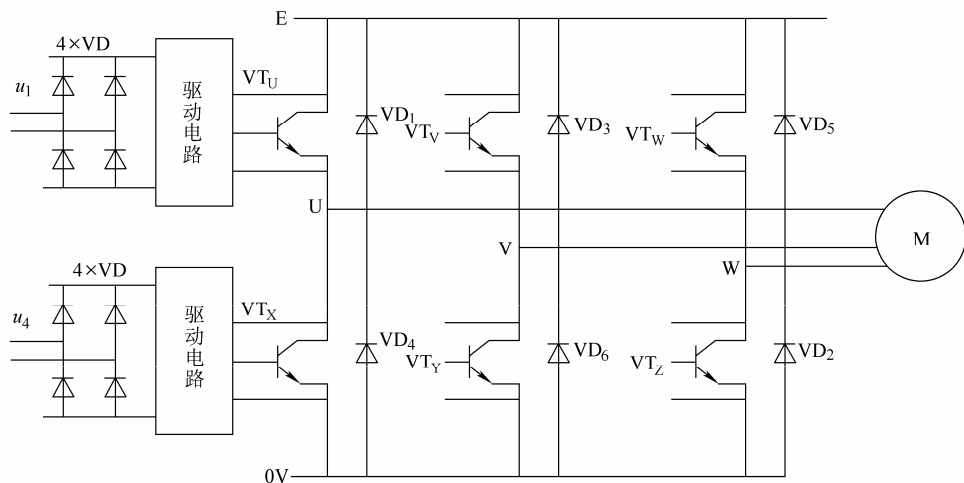


图 2-49 交流变频器驱动模块原理示意图

2.3.4 工作台系统故障实例与诊断

【例 2-80】 XK715F 数控铣床工作台动作异常故障分析与处理。

故障现象：自动或手动方式运动时，发现工作台 Y 轴方向位移过程中产生明显的机械抖动故障，故障发生时系统不报警。

故障检查与分析：XK715F 型工作台不升降数控立式铣床（规格：500mm×2000mm），所配数控系统为 FANUC-BESK 7CM 系统。该机床已使用近 10 年，现经常发生一些工作台轴向动作异常的故障，其中与机械有关的故障也不乏其例。分析认为：①因故障发生时系统不报警，同时观察 CRT 显示出来的 Y 轴位移脉冲数字量的变化速率均匀（通过观察 X 轴与 Z 轴位移脉冲数字量的变化速率比较后得出），故可排除系统软件参数与硬件控制电路的故障影响；②因故障发生在 Y 轴方向，故可采用交换法判断故障部位；③经交换法检查判断，故障部位在 Y 轴直流伺服电动机与丝杠传动链路一侧；④为区别机电故障，可拆卸电动机与滚珠丝杠间的挠性联轴器，单独通电试机进行电动机检查判断（在手动方式状态下进行试验检查），检查结果表明，电动机运转时无振动现象，显然故障部位在机械传动链路内；⑤脱开挠性联轴器后，可采用扳手转动滚珠丝杠进行手感检查，通过手感检查，也可感觉到这种抖动故障的存在，且丝杠的全行程范围均有这种异常现象，故怀疑滚珠丝杠副及有关支承有问题；⑥将滚珠丝杠拆卸检查，果然发现丝杠+Y 方向的平面轴承（8208）有问题，在其轨道表面上呈现明显的压印痕迹；⑦将此损伤的轴承替换后，故障排除；⑧经分析，Y 轴方向上的平面轴承出现的压印痕迹，只有在受到丝杠的轴向冲击力时才有可能产生，反映在现场的表现上，即只有在+Y 轴方向发生超程时才可能产生，据了解，此机床在运行过程中确实发生过超程报警；⑨为防止上述故障再次发生，须仔细检查+Y 轴方向上的减速、限位行程开关是否存在机械松动或电气失灵故障。

故障处理：采用同型号规格的轴承替换后，故障排除。

说明：由于上述故障是常见易发故障，此故障一旦发生还容易造成滚珠丝杠、支承的损伤，故必须加强日常维护检查，避免轴向超程的故障危害。

【例 2-81】 XK715F 型数控铣床工作台 Y 轴轴向抖动故障分析及处理。

故障现象：手动方式运行时，发现工作台 Y 轴方向运行时存在明显的抖动（振动）现象，CRT 没有报警信号显示。

故障检查与分析：该机床系上海第四机床厂生产的工作台不升降数控立式铣床，数控系统采用了 FANUC-BESK 7CM 系统。因故障发生时，虽然 CRT 没有报警信号显示，但伺服轴向故障明显，故可采用交换法判断故障部位。经检查，不难确定故障部位在 Y 轴伺服电动机与该轴向的机械传动链路内。为区别机电故障，按上例方法，拆开 Y 轴电动机与滚珠丝杠间的挠性联轴器，单独通电测试电动机。经检查，伺服速度控制单元及 Y 轴伺服电动机正常，显然此抖动根源在机械传动链路一侧。参照随机技术文件中的“机床传动系统图”可知，Y 轴的机械传动链路内只有滚珠丝杠螺母副及其支承，故将工作台拆下，按滚珠丝杠副的修理工艺，仔细检查，发现滚珠丝杠螺母中两滚道的钢球直径不一致，（因该滚珠丝杠副刚维护保养不久）估计维修人员在拆卸、保养清洗及装配过程中，不慎将两螺母中的滚动弹子弄乱（实际上两螺母滚道中的滚珠在制造厂是进行过严格选配的，这一点须特别引起重视）。以致造成螺母在丝杠副上转动不畅，时有卡死现象，故而引起机械传动过程中的振动或抖动现象。

故障处理：此类故障原因虽经查明，但修复还须格外仔细。参照滚珠丝杠副的修理工艺，应先将滚动弹子逐粒测量选配后，再按工艺步骤重新装配，调整预加载荷。经装机调试后，故障消除。

2.3.5 机电部分故障实例与诊断

【例 2-82】 XK5040 数控铣床液压转矩放大器失灵原因及处理。

故障现象：Z 轴液压转矩放大器随动阀经拆卸检查再装上后控制失灵。不是直接给油快速运动，就是打不开油路，没有进给。

故障检查与分析：XK5040 数控铣床是北京第一机床厂 20 世纪 70 年代的产品。1988 年由西安庆安公司用 MNCZ-80 改造了原数字控制柜，保留了功放部分及步进液压转矩放大器。分析认为：

1) 此步进液压转矩放大器经过长期的使用，特别是 Z 轴，负载最大，出现了随动超差及带不动现象，交由机修车间进行机械大修。当机修车间机械大修人员拆下随动阀进行了清洗、检查装机试车时，即出现了上述现象。当把随动阀杆装在前端接通油路时，液动机在一起动液压电动机后，就直接带动丝杠快速前进。拆下重装，将随动阀杆装在关闭油路的位置后再装上，液动机又不能开启了，步进电动机的旋转打不开随动阀口。

2) 机修人员要求电修人员帮助解释这样一个问题：既然阀口的开启、开启时间、开启量由步进电动机控制，那么丝杠控制的随动阀的关闭运动是否也应由步进电动机的反转来关闭？机修人员认为：步进电动机只在需要正转的时候发正转脉冲序列，需要反转的时候发反转脉冲序列，不发脉冲的时候就停住。不存在停止运动时关闭阀口的反向运动。

3) 从机械装配图上也很难看清这种关系。XK5040 数控铣的 Y 轴、X 轴是与 Z 轴同样结构的步进液压转矩放大器，可以通过观察处在正常状态的液压随动阀杆来找到问题的答案。记住原始位置，做好必要的记号，拆下 X 轴随动阀后首先发现随动阀杆既不在前端，也不在后端，而是在中间位置。再用烟吹油路进口，发现与哪一个孔都不通，但只要轻轻的一旋阀杆，向前接通的是正向油路，向后接通的是反向油路，灵敏度极高。但是关闭靠什么？在确定了程序中不会有关闭脉冲后，仔细观察随动阀杆与液动机的连接，发现二者之间是靠十字头相接的。那么当步进电动机一旦停止运动，液动机内油的反压力就能通过十字头给随动阀杆一个反转矩。由于步进电动机的不动，使随动阀杆产生一个反运动，加上随动阀的高灵敏度，马上就关闭了开启的阀口。正常运动的时候，步进电动机产生的转矩就一直在克服油的这个反压力，使阀口保持开启。当步进电动机速度高时，就能使阀口开启得大些，丝杠运动就快些。反之，则小而慢，步进电动机运动时间就是油路通断时间，只是存在一定的随动误差。

故障处理：在仔细观察 X 轴随动阀，并掌握了调整方法以后，对 Z 轴随动阀也进行了仔细的调整，使它在关闭向上、向下两个阀口的中间位置状态下装入十字头，使之良好连接，注意不影响刚调好的阀杆状态。并更换损坏了的油封后，装上 Z 轴步进电动机。恢复 X 轴的步进—液压转矩放大器，试车。经过清洗、更换油封的 Z 轴随动误差达到要求范围，失灵现象消除，故障排除。

【例 2-83】 XK715F 数控铣床输出接口电路故障分析及处理。

故障现象：系统通电开机后，机床按零件纸带程序进行切削加工过程中，经常出现无故

停机或主轴转速不稳及主轴换档失灵等故障现象, 出现动作异常时常伴有继电器吸合不稳的吱吱响声。此故障一般在用电高峰期间极易发生, 而供电正常时, 继电器吸合动作过程偶尔才会出现吱吱响声, 且响声较为短暂。

故障检查与分析: 由于故障涉及的部位较多, 且在供电正常时故障又不易出现, 故检查选择在用电高峰期间供电幅值较低时进行。调出接口诊断画面观察信号状态, 发现引起机床主轴转速异常的那些输入或输出接口信号也会出现相应的变化。考虑到故障发生时常伴有继电器吸合不稳的异常声响, 估计问题可能出在输出接口电路的执行继电器回路上。经仔细观测强电柜中继电器的吸合状况, 发现有些小型继电器在吸合过程中, 确实会发出吱吱地响声, 透过罩壳可以明显地发现其触点接合处有火花亮点。测量线圈吸合电压仅有 13V, 远低于正常值的 24V。顺迹查找, 发现桥式整流回路有一断线, 故输出半波整流电压, 经修复后吸合电压可达 26V, 约高于正常值。通电试机, 再没有发现异常现象。检查接口诊断画面的信号状态, 显示也基本正常, 只是信号状态偶尔也会出现闪动不稳现象, 但此时机床工作正常, 似乎没有什么影响。

接口诊断显示闪动的信号状态, 说明系统仍然存在接触不稳的潜在故障隐患, 必须予以重视。经分析, 估计问题还在接口电路内, 如小型继电器触点不好, 可能会引起此类现象。经仔细观察, 在外界可见度较低的情况下观察触点动作状况, 可以发现, 其动触点处仍有轻微的跳火现象。停机拆下检查, 果然发现其触点颜色变黑, 且接触电阻较大。事实表明, 触点间形成的接触电阻, 一般在强电(即高压大电流)电路中造成的影响不很大, 估计触点表面的氧化物或碳化层形成的接触电阻容易被击穿, 而在弱电(即低电压小电流)电路中就容易造成接触不良故障, 影响系统的正常工作。上述因触点接触电阻引起 CRT 显示接口诊断信号状态不稳即是一例。为何在接口信号显示不稳的状态下, 机床仍能运行正常呢? 其原因可能是由于动作时差造成的。CPU 每隔 16ms 便会定时地对所有按钮、开关及数据扫描一遍, 其运行速度极快, 远大于机械动作速度, 虽然系统显示状态存在轻微不稳, 但因机械动作速度太慢, 故而来不及反映而已。当然此类故障隐患, 若不及时消除, 此后必成后患。

故障处理: 经停机拆下全部继电器检查, 均普遍存在触点烧黑及烧蚀现象。经用酒精擦洗(对烧蚀严重的触点可采用细砂纸打磨后清洗处理), 故障彻底排除。建议维修人员应定期检查, 形成制度, 这对于消除故障隐患极为有利。

综上所述, 接口诊断显示信号不仅能方便、可靠、迅速地帮助判断查找故障原因, 有时还能反映一些实际存在的故障隐患。

【例 2-84】 XK715F 数控铣床光电阅读机故障的处理。

故障现象: NC 通电开机后, 光电阅读机即发生异常报警, 即: 自动卷盘(AUTO)、故障报警(ALARM)、正绕(FORWARD)、停止(STOP)、反绕(REWIND)等指示同时发光, 制带电磁铁常吸, 故压带盒无法正常打开, 但维持通电状态一段时间, 然后采用复位操作机器有时能恢复正常。

故障检查与分析: 该机床系上海第四机床厂制造, 数控系统选用 FANUC-BESK 7CM 系统。因无电路图分析, 故采用电阻法检测光电阅读机相关的连接电路, 保护环节及接插件无异常, 怀疑控制板(A20B - 0006-0060/07A)有问题, 因无备板更换, 故采用外观检测及在线电压法、电阻法测试电路与在板元器件是否正常, 检查中发现该板电源电压异常, 且发现稳压源滤波电容(470 μ F/200V)外壳出现较明显的膨胀变形。估计电压异常与滤波电容容量

减退有关。为判断分析正确与否,可采用升温法或替换法检查,因一时找不到电容替换,经给该电容局部升温后(由试验可知,电解电容器的容量在一定的范围内随温度上升而增加)机器能恢复正常。由此推断,该故障确系滤波电容容量减退所致。经更换后故障消除。

事实表明,在维修中对于那些状态变化的疑难故障现象,采用升温法,实际上就是人为地升高某些器件的局部温度,加速改变其参量,促使“病症”的发生,从而达到诊断故障的目的,这也是一种使用广泛且简便的维修方法。

【例 2-85】 LJ10AM 系统 CRT 无显示故障的处理。

故障现象: CRT 无显示

故障检查与分析: LJ10AM 系统是辽宁精密仪器厂数控中心所开发的数控系统。

根据 CRT 的工作原理, CRT 无显示一般有三种原因: ①电源电路存在故障; ②射频电路存在故障; ③CRT 电路存在故障。

根据上述三种情况逐一进行检查。首先检查电源电路,用表测得在 CRT 工作时,电压只有 5V,而在空载时为+12V。在 CRT 开机状态下检查电源电路发现三端稳压电源 AN7812 输入端电压正常,而输出端电压不正常,空载下再检查三端稳压管 AN7812 输出端又趋于正常。为此,判断为 AN7812 损坏。将其更换后, CRT 电源恢复了正常。

其次检查射频电路,将射频信号引入一台完好的 CRT 显示器(临近的一台数控机床的显示器内)。通过替换,上述故障仍不能排除。这说明故障源自系统,属于系统的复合视频信号不正常。

从 LJ10AM 系统安装手册知:系统的复合视频信号来自系统模块 MTB 面板。于是我们将该模块取下检查其复合视频信号电路(用万用表进行在线粗测),检查到该电路中 $C_{12}(437P)$ 电容严重漏电。更换一新电容后,该显示器恢复了正常,这说明系统的射频电路已无故障。但 CRT 只有光栅,没有图像。这说明 CRT 电路仍有故障存在。根据 CRT 电路原理图(见图 2-50)。用示波器检查 5 号线上的射频输入信号,首先将 5 号线断开,检查到 5 号线上有射频输入信号,这说明射频电路正常,而 CRT 同步分离电路存在短路故障。在检查同步分离电路的过程中,先将电容器 C_9 断开 5 号线接上。用示波器检查 5 号线,该线上仍未有射频信号,这说明故障不在 C_9 及其后续电路中,然后将电容 C_9 接通,电阻 R_1 断开,用示波器检查射频信号,在 C_9 、BG105、BG104 以及 6 号、9 号同步分离输出端均能观察到射频信号。于是判断是电阻 R_1 以后的电路存在短路故障。

对这部分电路采用分割法,将对地部分电路逐一断开分别用示波器检查其射频信号。当将电阻 R_2 断开后,在 R_1 、BG101、BG102、BG103 输出端均观察到了该射频信号。故判断是电阻 R_2 对地短路。将其更换后, CRT 仍无图像显示,但在 8 号线端已能观察到射频信号。根据电路图继续用示波器跟踪寻找,在电容 C306 处发现信号消失(在 8301 处,已无射频信号,而 W311 处该信号仍存在),从电路上分析应为电容 C306 开路,将其更换后, CRT 恢复正常工作,故障彻底排除。

【例 2-86】 XK5040 型数控立式铣床电源单元故障的处理。

故障现象:系统不能起动(或起动后瞬间便掉电), CRT 无任何显示,同时也无报警信号。

故障检查与分析:该机系北京第一机床厂生产, CNC 系统采用 FANUC-BESK3 MA。从故障现象分析,这是一例电源故障。因系统无电源就不能起动,同时 CRT 以及 NC 也就无法报警、显示。打开机床数控柜检查,发现系统电源单元输出端 PB 无信号输出,致使交流接

触器 MCC 不能吸合, 从而使机床侧强电电路无法自锁, 造成上述故障。系统起、停电路如图 2-51 所示。

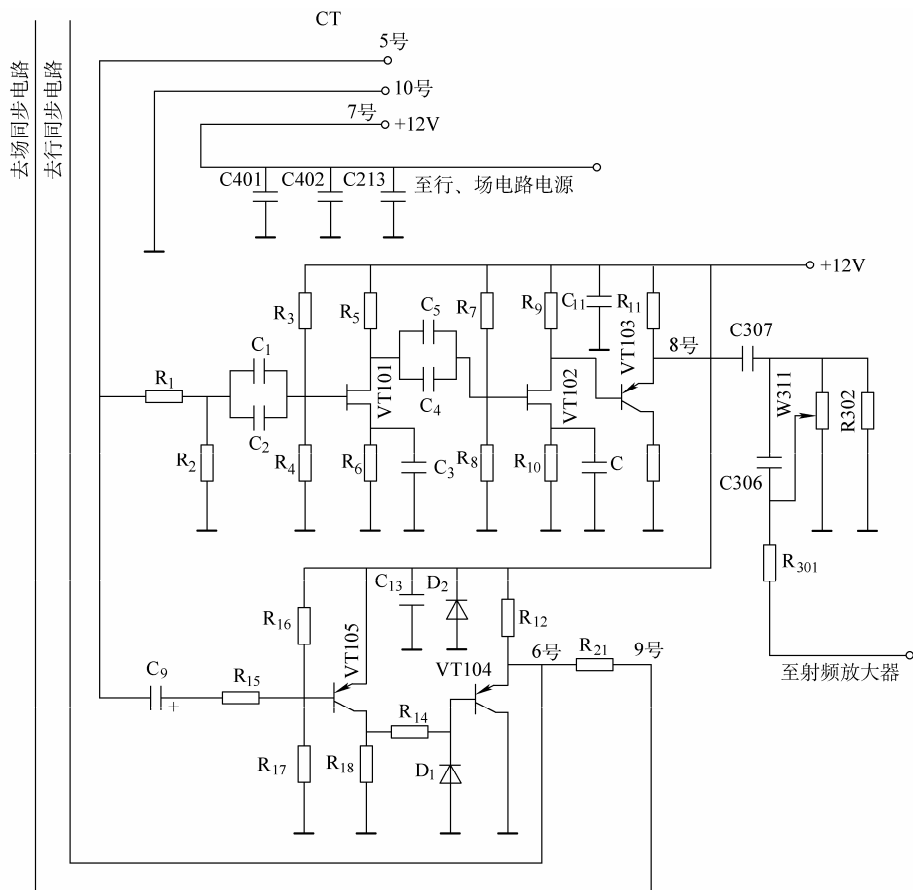


图 2-50 CRT 电路原理图 (部分)

查询 FANUC-BESK 3MA 维修说明书得知: PB 为电源单元输入保持信号。当系统内 ENABLE 信号为低电平时, 则 PB 无信号输出。而 ENABLE 信号是一个 TTL 电平信号, 它指示所有的直流输出被正常传送, 当任何电路中有输出故障时, ENABLE 就为低电平。

在该系统电源单元中, 有一电压监控电路。该电路总是监控输出电压和辅助电源电压, 检测其故障。若上述电压出现故障, 电压监控电路就切断 ENABLE 信号, 并且切断电源。

现 ENABLE 信号为低电平, 说明输出电压或辅助电源电压发生了故障。根据上述分析, 我们检查了电源单元的全部输出直流电压和辅助电源电压。其结果如下: +5V、-15V 和 A15V 电压正常, 而 +24V 和 +15V 电压异常, 只有 5、6V 左右, 故判断为 +24V、+15V 电源电压的

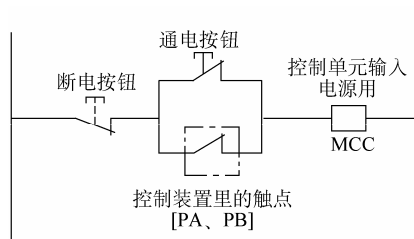


图 2-51 系统起、停电路示意图

故障。

根据系统电源单元框图（见图 2-52），我们应用分割法，首先检查 T31 变压器+24V 绕组上是否有交流输出，以期从此处将该电源单元一分为二，把故障范围缩小，进而定点。在阻抗器 MA 与变压器 731 端测得交流输出为正常值，而在 MA 与 DS22 之间测得为异常值，再检查阻抗器 MA 无异常。这样，我们就将故障分割到了 DS22、+24V 控制电路及其后续电路上。继续应用分割法，检测出+24V 基本正常，只是略有偏高，从而把故障又进一步缩小到了+24V 控制电路中。对+24V 控制电路中的元件逐一进行在线检测，检查到一只 $330\mu\text{F}/25\text{V}$ 的电解电容器呈开路状态，其余元件均无异常。因此，判断故障源即为该电解电容器。

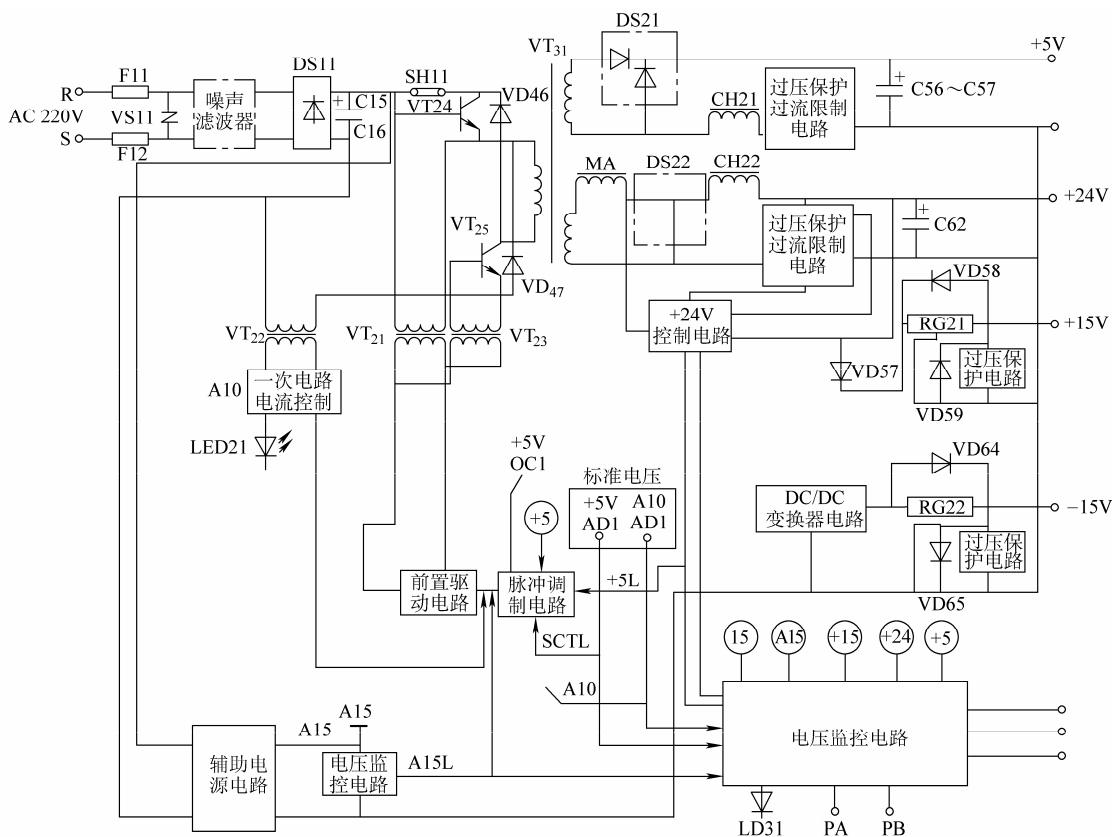


图 2-52 系统电源单元框图

故障处理：用一只同型号的新电解电容器将其更换后，+24V、+15V 输出正常，系统恢复。从上例可以看出 FANUC-BESK 系统的故障维修并非困难，关键是要熟读系统的维修手册，并根据现场的情况，仔细地分析故障现象，熟练地运用电路理论知识和故障维修的方法就能迅速、准确的判断故障，并将其排除。

第3章 数控加工中心维修实例

3.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断与维修

3.1.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 3-1】 FANUC 0MC 系统 ALM911 报警。

故障现象：某配套 FANUC 0MC 的加工中心，系统电源接通后，显示器出现系统报警 ALM911，同时，显示页面不能正常转换。

技术准备：查阅 FANUC 0MC 系统诊断手册，可知系统出现 ALM911 报警的原因是系统 RAM 出现奇偶校验错误。

故障检查与分析：系统出现奇偶校验报警多发生于系统电池失效或采用了不正确的方法更换电池之后，但偶尔也有因电池的安裝不良、外部干扰、电池单元连线的碰壳、连接的脱落等偶然因素影响 RAM 数据。按照先软后硬的诊断原则，首先对系统的用户存储器进行初始化操作，然后根据初始化操作后系统的情况再作进一步分析和检测。

故障处理：通过查阅系统的操作手册和维修手册，得知系统用户存储器的初始化操作方法，依次按其所所述的步骤进行：同时按住系统操作面板上的[DELETE]与[RESET]键，接通系统电源，对系统 RAM 进行初始化处理，重新输入参数与程序，机床恢复正常。

【例 3-2】 急停按钮引起的故障维修。

故障现象：某配套 FANUC 0M 的加工中心，开机时显示“NOT READY”，伺服电源无法接通。

故障检查与分析：FANUC 0M 系统引起“NOT READY”的原因是数控系统的紧急停止“*ESP”信号被输入而引起，这一信号可以通过系统的“诊断”页面进行检查。

故障处理：进入系统诊断页面检查，发现 PMC 到 CNC 急停信号（DGN 121.4）为“0”，证明系统的“急停”信号被输入。再进一步检查，发现系统 I/O 模块的外部“急停”输入信号为“0”。对照机床电气原理图检查，发现机床刀库侧的手动操纵盒上的急停按钮断线，重新连接，复位急停按钮后，再按[Reset]键，机床即恢复正常工作。

【例 3-3】 FANUC 6M 回参考点时发生 ALM091 报警的维修。

故障现象：某配套 FANUC 6M 的卧式加工中心，在回参考点时发生 ALM091 报警。

故障检查与分析：FANUC 6M 发生“ALM091”的含义是“脉冲编码器同步出错”，在 FANUC 6M 中可能的原因有两个方面：①编码器“零脉冲”不良；②回参考点时位置跟随误差值大于 $128\mu\text{m}$ 。维修时对回参考点的跟随误差（诊断参数 DGN800）进行了检查，检查发现此值为 $200\mu\text{m}$ 左右，达到了规定的值。进一步检查该机床的位置环增益为 16.67s^{-1} ，回参考点速度设置为 200mm/min ，属于正常范围，因此初步排除了参数设定的原因。可能的原因是脉冲编码器“零脉冲”不良。经测量，在电动机侧，编码器电源（+5V 电压）只有 +4.5V

左右,但伺服单元上的+5V 电压正确。因此,可能的原因是线路压降过大而导致的编码器电压过低。进一步检查发现,编码器连接电线的+5V 电源线中只有一根可靠连接,其余 3 根虚焊脱落,经重新连接后,机床恢复正常。

【例 3-4】 软件限位设定不当引起的故障维修。

故障现象:某配套 FANUC 0MD 系统的立式加工中心,回参考点过程中出现 ALM520 和 Y 轴过行程报警。

故障检查与分析:经检查,机床“回参考点减速”开关以及 CNC 的信号输入均正常。仔细观察 Y 轴回参考点动作过程,发现“回参考点减速”开关还未压到,CNC 就出现了 ALM520 报警。ALM520 报警的意义是:机床到达“软件限位”位置,即机床移动距离值超过了系统参数设定的软件行程极限值。因此初步判断故障原因是由于参数设定不当引起的。

故障处理:此类故障可以通过重新设定参数进行解决,处理方法如下:

- 1) 将机床运动到正常位置,进行手动回参考点,并利用手动方式压上“回参考点减速”开关,进行回参考点,验证回参考点动作的正确性。
- 2) 在确认回参考点动作正确后,通过 MDI/CRT 面板,修改软件限位参数(为了方便,可以直接将其改为最大值 ± 99999999)。
- 3) 再次执行正常的手动回参考点操作,机床到达参考点定位停止。
- 4) 恢复软件限位参数(由 ± 99999999 改回原参数值)。
- 5) 再次执行正常的手动回参考点操作,机床动作正常,报警消除。

【例 3-5】 一台由大连机床厂生产的 TH6263 加工中心,配 FANUC 7M 系统。

故障现象:机床起动后在 CRT 上显示 05、07 号报警。

故障检查与分析:首先应检查机床参数及加工零件的主程序是否丢失,因它们一旦丢失即发生 05、07 号报警,如未丢失,则故障出在伺服系统。检查发现,轴速度控制单元上的 TGLS 报警灯亮,其含义是速度反馈信号没有输入或电动机电枢连线故障。检查电动机电枢线连接正确且阻值正常。据此可断定测速发电机反馈信号有问题。将 X 轴电动机卸下,通直流电单独试电动机,用示波器测量测速发电机输出波形不正常。拆下电动机,发现测速发电机电刷弹簧断了。

故障处理:更换测速发电机电刷弹簧,机床恢复正常。

【例 3-6】 FANUC 7 系统 NC 电源无输出。

故障现象:TH6350 卧式加工中心在工作中多次发生掉电故障,有时甚至无法起动。

故障检查与分析:经检查发现故障在 NC 柜电源单元上(见图 3-1)。按电源启动按钮 ON,交流接触器 KM 吸合后,并联在 ON 上的常开触头 KA1、KA2 闭合自保使整机起动供电。继电器 KA1、KA2 吸合条件是:电源盘上的继电器 RY 31 吸合,其并联在输出端子 XP2、XP3 上的常开触头闭合后才能使主接触器 KM 吸合自保。从图 3-1 中看出,开关电源进电端 XQ1、XQ2 是通过主接触器 KM 常开触头闭合后,接到交流 220V 电源上的。继电器 RY31 受电压状态监控器 M32 控制,当电源板上输出直流电压 $\pm 15V$ 、+5V 及+24V 均正常时,RY31 继电器也吸合正常,一旦有任何一项电压不正常时,RY31 继电器即释放,使主接触器失电释放。

拆下电源板单板试验,在 XQ1、XQ2 及 XQ1、XP1 端子上直接接入 220V 交流电压,在输出端测得+15V(A15S 端子)和-15V(X_X)均正常,而 X_Y 的+15V 和 X_Y 的+24V 及 X_S 的+5V 端电压均为 0。从图 3-1 上往前检查,在电容器 C32 两端量得电压约为 310V,说明供电

电源部分正常；再用示波器检查 M21 提供的 20KC 触发脉冲，在触发器 D27 输入端及推动变压器 VT₂₁ 一次 CP3 上均能测到波形，但开关管 VT₂₅、VT₂₆ 不工作，若用一旋具触碰 VT₂₁ 二次 V₁ 端时，能够激励工作一段时间，可见故障原因是开关电路不工作。拆下 VT₂₅、VT₂₆，用万用表的 h_{FE} 档检查两只管子，发现其电流放大系数大小不一致（一只 30，另一只是 40）。由于在市场上未买到原型号的 2SC2245A 管，故改用特性相似的 2SC3306 管代替，因外形不一样，故在安装时做了一些改动。至此故障排除，运行多年来电源板没再发生此类故障。

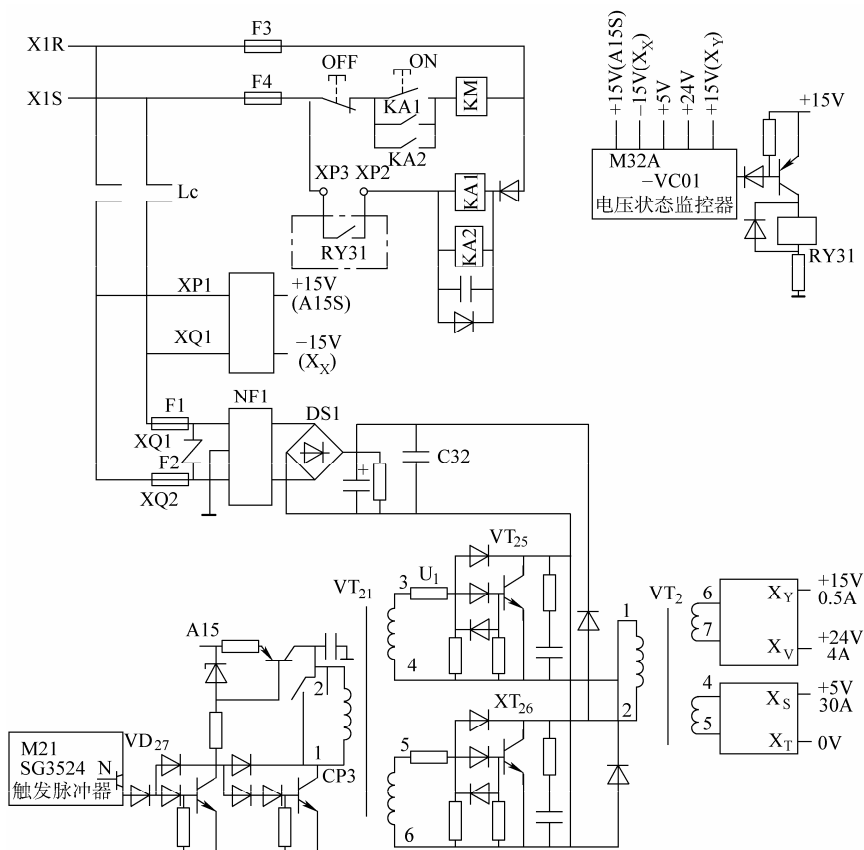


图 3-1 NC 柜电源原理图

【例 3-7】 日本本田 TAC-20M 立式加工中心 PMC 故障的处理。

故障现象：该加工中心由 FANUC 18iT 系统控制，采用 RB5 型 PMC 装置。机床经拆开、搬迁、重装后，通电调试时发现 PMC I/O 单元全部模块都不工作，机床处于死机状态。

故障检查与分析：因为该机床重新安装、接线，故首先应该再检查 PMC 部分接线是否正确，供电是否正常，其次，要考虑 PMC 参数和程序是否丢失。经检查接线正确，对 PMC I/O 单元的 24V 供电也正常，如重装需有备份。

该机床在拆机搬迁前，因原先机床制造厂所提供的备份 FA 存储卡已丢失，因此拆机前必须做好全部重要数据和程序的备份，它们包括：零件程序、机床参数、宏参数、工件坐标系、刀具偏置表、螺距误差补偿表、PMC 参数、PMC 程序等。

由于是 PMC I/O 单元全部模块都不工作故障，经检查接线正确，对 PMC I/O 单元的 24V

供电也正常,怀疑 PMC 参数和程序是否丢失,对 PMC 参数和程序进行了重装,但是故障还是存在。因此需进一步做硬件部分检查。

该机床 PMC I/O UNTT 与主机的连接采用光缆,光缆连接如图 3-2 所示。

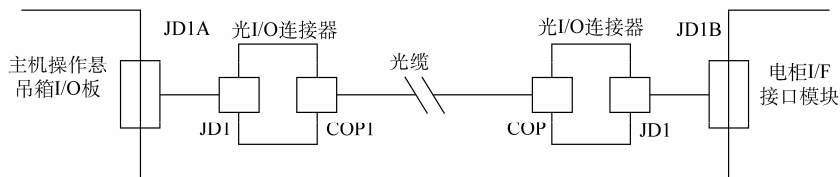


图 3-2 光缆连接

经检查,发现 PMC I/O 单元部分 I/F 接口模块上的 PWR 指示灯亮, LINK 灯不亮,其原因有光缆断或光缆 I/O 连接器和插头不良。因光缆采用玻璃材质,安装时一不小心极易折断。小心地拆下光缆,进行下述检查:光缆的一端用手电将光线照入孔内,如果光缆不断,在另一端应能看到亮的光点。检查后发现该光缆已断,通常是很难再接好使用。由于光缆折断,从而造成后端的整个 PMC I/O 单元无法工作。

故障排除:将日本 SNK TMS -35V 加工中心上的备用光缆 A66L -6001-0026#130R03 换上,故障排除。

【例 3-8】有一台加工中心,采用 FANUC 7CM 数控系统。

故障现象:机床通电起动后,能正常操作,但荧屏显示器无显示。

故障检查与分析: CRT 无显示说明该显示装置及其相关电路有故障。因无有关资料,故采用常规方法检查。发现显示器的控制熔断器(1.0A)管芯炸断。经分析,管芯炸断显然是控制回路存在大电流冲击影响,怀疑有短路或漏电故障,但对控制回路进行检测未发现异常(此回路较简单,被保护的电源变压器电路与普通电路基本一样,未发现短路且绝缘也符合要求)。但换上一只普通 1.0A 速熔熔断器管芯后,通电后又立即熔断。为了检查其原因,将电流表串在回路内通电测量,结果表明回路空载电流极小,仅为 20mA,加载时也不过 460mA(采用 500 型万用表测量),而且 CRT 显示也正常。但当拆除电流表恢复熔断器管芯后,故障又再次发生。后考虑到电源变压器一次线圈通电瞬间由于电感影响,其浪涌电流可能达到稳态值的 20 倍以上(其幅值与变压器接通时的初相角有关),所以通电时易炸熔管,而回路中串接电流表后又为正常,这是由于电流表的表头线圈抑制了通电瞬时的浪涌电流。

但原来显示器上用的 1.0A 熔管为什么能数年长期地维持正常工作而不发生熔断呢?为此,对原管芯做仔细检查发现在管芯碎片堆里有一个类似小电感的東西,估计是串接在熔断回路中起抑制“涌流”作用的。为此,自制了几种熔断管芯,如图 3-3 所示,将它们分别装

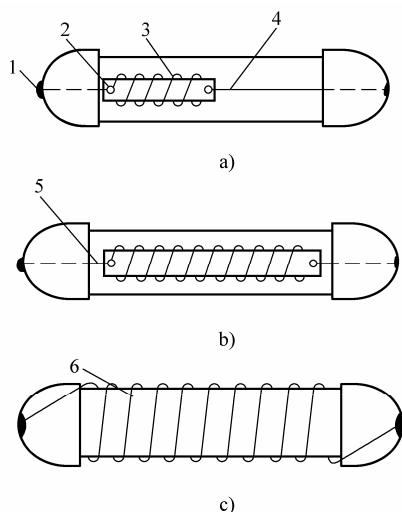


图 3-3 自制熔断器管芯结构

1—焊点 2—绝缘体 3—纱包线或漆包线
4—熔丝 5—铜芯硬引线 6—表面用树脂胶粘牢

于 CRT 上试用, 均能正常使用。

故障处理: 因一时找不到这种特殊规格的熔断器管芯, 故采用电话机专用的合金熔丝(规格参数为 1.0~1.3A) 参照图 3-3 中结构制作, 在管芯上绕 10~20 圈后, 将两端线头焊牢即可代用。经实际使用, 效果不错。

3.1.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 3-9】 FANUC α 伺服驱动器出现报警“8”的故障维修。

故障现象: 采用 FANUC 0M 数控系统的立式加工中心, 在加工过程中, CRT 上出现 ALM414 报警, 伺服驱动器上显示报警“8”。

故障检查与分析: 该机床采用的是 FANUC α 系列数字伺服驱动系统, 通过查阅系统维修手册可知, 系统 ALM414 报警的含义为“X 轴的数字伺服系统错误”, 驱动器上显示“8”, 表示 L 轴(在机床上为 X 轴) 过电流。

根据报警显示内容, 通过机床自诊断功能, 检查诊断参数 DGN 720, 发现其第 4 位为“1”, 即 X 轴出现过电流(HCAL) 报警。

FANUC 数字伺服 X 轴产生 HCAL 报警的原因主要有:

- 1) X 轴伺服电动机的电枢线产生错误。
- 2) 伺服驱动器内部的晶体管模块损坏。
- 3) X 轴伺服电动机绕组内部短路。
- 4) 伺服驱动器的主板 PCB 损坏。

根据故障情况, 由于发生故障前机床可以正常工作, 故基本可以排除 X 轴伺服电动机连接错误的可能性。

故障处理: 测量 X 轴伺服电动机的电枢绕组, 发现三相绕组电阻相同, 阻值在正常的范围, 故可以排除电动机绕组内部短路的原因。检查伺服驱动器内部的晶体管模块, 用万用表测得电源输入端的相间电阻只有 6Ω , 低于正常值, 因此, 可以初步判定驱动器内部晶体管模块损坏。经检查确认晶体管模块已经损坏, 更换晶体管模块后, 故障排除。

【例 3-10】 脉冲编码器 A 相信号错误导致轴运动产生振动。

故障现象: FAUNUC 6ME 系统双面加工中心在运动的过程中产生振动, 并且在 CRT 上出现 NC416 报警。

故障检查与分析: 根据故障现象, 分析引起故障的原因可能有以下几种:

- 1) 速度控制单元出现故障。
- 2) 位置检测电路不良。
- 3) 脉冲编码器反馈电缆的连线 and 连接不良。
- 4) 脉冲编码器不良。
- 5) 机床数据是否正确。
- 6) 伺服电动机及测速机故障。

故障处理: 针对上述分析出的原因, 对速度控制单元、主电路板、脉冲编码器反馈电缆的连接和连线进行检查, 发现一切正常, 机床数据正常, 然后将电动机与机械部分脱开, 用手转动电动机, 观察 713 号诊断状态。713 号诊断内容为: 713.3 为 X 轴脉冲编码器反馈信号, 如果断线, 此位为“1”; 713.2 为 X 轴编码器反馈一转信号; 713.1 为 X 轴脉冲编码器 B 相反

馈信号；713.0 为 X 轴脉冲编码器 A 相反馈信号。713.2, 713.1, 713.0 正常时电动机转动应为“0”、“1”不断变化, 在转动电动机时, 发现 713.0 信号只为“0”不变“1”; 用示波器检测脉冲编码器的 A 相、B 相和一转信号, 发现 A 相信号不正常, 因此通过上述检查可判定调轴脉冲编码器不良, 经更换新编码器, 故障解决。

【例 3-11】 Z 轴伺服异常故障。

故障设备：中国台湾 MCV1020 加工中心, 采用 FANUC 0M 数控系统。

故障现象：加工过程出现 AL434 报警, 即 Z 轴伺服异常。

故障检查与分析：查维修手册, 434 号报警表示 Z 轴伺服异常, 详细内容可检查诊断号 DGN722。通过检查诊断号 DGN722, 发现当 Bit 2 变为 1 时, 即出现 DCAL 报警。按[RESET]键, 报警消失, 机床正常。但工作一段时间后又出现 AL434 报警, 工作时间长短无规律。分析 DCAL 报警主要原因有以下几种：

1) 再生放电晶体不良或伺服放大器板故障, 可通过电源开关接通后是否立即出现 AL434 报警确认。

2) 伺服放大器功能开关设定错误。

3) 加减速频率太高。

4) 分离式再生放电单元连接不良。根据报警时有时无, 考虑该机床使用时间不长的实际情况, 检查伺服放大器功能开关设定及加减速频率参数没变, 故怀疑是再生放电单元连接不良引起 AL434 报警。拆下 Z 轴伺服放大器, 逐个紧定压线螺钉, 发现再生放电电阻的压线螺钉松动。

故障处理：紧定松动的螺钉, 复原电路后, 机床故障排除。

【例 3-12】 Y 轴伺服一进入准备状态就出现过电流报警（报警号 SV003）故障的处理。

故障现象：CNC 通电起动完成后, 伺服系统一进入准备状态, 立即出现 SV003 报警, 内容为 YAXIS EXCESS CURRENT IN SERVO。

打开控制电柜门, 观察 X、Y、Z 轴三个伺服放大器的状态, 发现 Y 轴伺服单元的控制板上的过电流报警灯 HC（红色）点亮。意思是 Y 轴伺服放大器的 DC（直流）回路出现过电流。

故障检查与分析：KMC-300SD 龙门式加工中心, 配用日本 FANUC 15MA 数控系统。三个坐标轴的驱动是 FANUC 交流伺服系统。采用 SPWM 技术, 其交流伺服系统主回路结构见图 3-4。

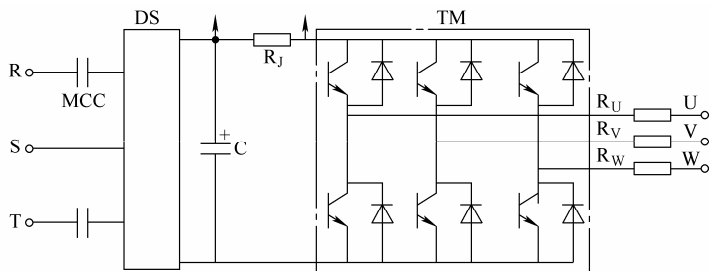


图 3-4 交流伺服主回路结构

左边一组三相整流桥 DS 将 R、S、T 三相电源整流成直流电, 经电容 C 滤波后给逆变桥 TM 提供逆变电源, 这部分就是 DC 回路。R_i 电阻是直流回路的电流采样电阻, R_U、R_V、R_W

是交流回路采样电阻。

该故障比较明显，一定在 Y 轴驱动器本身或伺服电动机上。首先在伺服电动机端子上拆除 U、V、W 三根线。重新起动系统，故障依然出现，说明问题不在伺服电动机上。为进一步缩小故障范围，在恢复 Y 轴伺服电动机接线后，又交换了 Y 轴和 Z 轴的伺服控制板，HC 报警随之移到 Z 轴，至此故障定位到 Y 轴控制板上。

参看图 3-4，故障可能出现在以下几个环节：

- 1) 印制电路板上与“直流回路电流采样电阻 R_I 相关”的电流检测、反馈部分损坏。
- 2) 逆变桥大功率晶体管 GTR 的驱动回路损坏。

上述两点的确认，使印制电路板的检修范围大大缩小，从而提高检修效率。

使用 BW4040 在线测试仪的 VI 曲线分析功能，同时进行 Y 轴故障板和 Z 轴好板的相关节点比较，很快找到了故障原因：有两个驱动 GTR 的厚膜集成电路（型号 DV47HA6640）损坏。从图 3-4 可以看出，它使同一列中的两个 GTR 同时导通，造成直流回路短路，因而在 MCC 吸合给主回路加电时，在 DC 回路中产生过电流，伺服控制板检测到报警后，自身的报警逻辑即自动切断 MCC。

故障处理：更换两个损坏的厚膜集成电路 DV47HA6640 后，故障排除。

【例 3-13】 测速发电机连接松动，轴进给时速度不稳。

故障现象：TH5632-4 立式加工中心，FANUC 6ME 系统。该机 X 坐标轴在运动时速度不稳，当停止的指令发出后，在由运动到停止的过程中，在指令停止位置左右出现较大幅度的振荡位移。有时振动几次后可稳定下来，有时干脆就停不下来，必须关机才行。振荡频率较低，没有异常声音出现。

故障检查与分析：从现象上看故障当属伺服环路的增益过高所致，结合振荡频率很低、X 轴拖板可见明显的振荡位移来分析，问题极有可能出在时间常数较大的位置环或速度环增益方面。首先检查位置环增益设置正常，其次人为将 X 轴伺服放大器上的速度环增益电位器调至最低位置。故障依然存在，而且没有丝毫改善。

既然伺服环路的增益没有问题，故障就可能来自伺服执行部件及反馈元件上。拆开伺服电动机，对测速发电机和电动机换向器用压缩空气进行清理，故障没有消除。用数字表准备检查测速发电机绕组情况时，发现测速发电机转子部件与电动机轴之间的连接松动（测速机转子铁心与伺服电动机轴之间的连接是用胶粘接在一起的）。由于制造上存在缺陷，在频繁的正、反向运动和加、减速冲击下，粘接部分脱开，使测速发电机转子和电动机转动轴之间出现相对运动，这就是导致 X 轴故障的根源。

故障处理：认真清洁粘接表面后，用 101 组胶重新粘接，故障消除。

【例 3-14】 某立式加工中心，配备 FANUC 0 系统及 α 系列伺服驱动单元，出现驱动过载故障。

故障现象：加工中心不能正常工作，CRT 显示 414 号报警。同时 α 伺服驱动单元报警显示号码“9”。

故障检查与分析：①查阅 FANUC 0 数控系统出错代码可知：414 号报警为“X 轴的伺服系统有错误，当错误的信息输出至 DGNOS N0720 时，伺服系统报警”；②根据 414 号报警显示内容，检查机床参数 DGNOS N0720 上的信息，发现第 4 位为“1”，正常情况下，该位应为“0”；③查阅技术资料得知 DGNOS N0720 第 4 位由“0”变“1”，表示伺服系统异常电流

报警；④根据 α 系列伺服驱动单元报警显示号码“9”，查阅伺服系统维修资料得知“9”号报警表示过电流，原因一般为晶体管模块损坏。因此检查伺服驱动单元晶体管模块，用万用表测得电动机电源输入端阻值只有 6Ω ，低于正常值的 10Ω ，故障为伺服驱动单元晶体管模块损坏。

故障处理：更换相同的晶体管功率模块，若没有相同的备件，可选择工作电流、反向截止电压、频率、功耗等参数相近晶体管模块替代。

【例 3-15】 KMC-300SD 龙门式加工中心，装配日本 FANUC 公司的 15MA 数控系统。三个坐标轴的驱动是 FANUC 的交流伺服系统。

故障现象：随机出现“速度准备好信号断开”故障，报警号为 SV013。正常加工过程中，CRT 界面上突然出现 SV013 报警，报警信息是：Y AXIS IMPROPER V-READY OFF（Y 轴速度没准备好）。

故障检查与分析：FANUC 数控系统与伺服单元之间的联系如图 3-5 所示。观察伺服单元，发现 Y 轴伺服板上的 VRDY 发光二极管熄灭，也就是说 Y 轴伺服单元上的“速度准备好”信号断开。该故障随机出现，频度逐渐增高。CNC 通电并起动完成后，首先发出位置环准备好信号 MCON 到伺服单元，伺服单元收到该信号后，使其自身的接触器 MCC 吸合，主触点给伺服单元主回路通电。如伺服单元工作正常（指没有过流、过压、过热、测速反馈断开等故障），MCC 就保持吸合，其上的一个辅助触点闭合送回 CNC。对伺服单元而言，这就是“伺服单元准备好”信号 VRDY；对 CNC 而言是“速度环准备好”信号 V-READY。CNC 收到这个回答信号后，整个系统的准备过程完成，进入可操作状态。

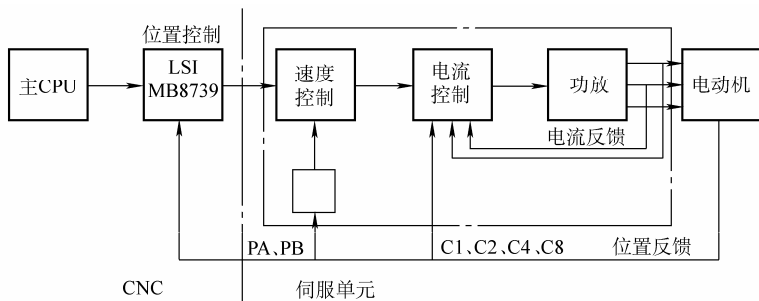


图 3-5 FANUC 数控系统与伺服单元之间的联系

上述故障的实质就是指 MCC 的辅助触点出了意外断开，原因可能产生于：

- 1) 伺服单元自身故障。
- 2) 伺服电动机或驱动模块故障导致主回路过电流报警使 MCC 脱开。
- 3) CNC 与伺服单元之间的连接不良。

仔细观察 Y 轴伺服控制板，除 VRDY 发光二极管熄灭，没有其他的报警 LED 点亮，因此可排除上述原因②。在检查完 CNC 和伺服板之间的连接电缆没有发现问题后，采用替换法检验伺服板是否损坏，交换了 Y 轴和 Z 轴伺服放大器最上层的控制板，故障依旧。接着又交换了下层的主回路板，该印制电路板上含有 MCC 接触器，交换后故障从 Y 轴移至 Z 轴，说明故障在此板。

故障处理：该板上 MCC 接触器的线圈直接通过插接式连接器的一个脚 CN3-11 与上层控

制板相连。直接通过 100B 和 CN 3-11 这两个脚给线圈加 110V 交流控制电压, 过一段时间后却发现 MCC 有失电现象, 说明线包有缺陷。重新绕制线圈后机床恢复正常。

【例 3-16】 “X 轴驱动模块损坏”的故障检查与分析。

故障现象: 414 号报警、同时伺服单元报警显示“9”。

故障检查与分析: 该机床为北京机床研究所生产的 KT400V 加工中心, 采用 FANUC 0M 数控系统。

从 CRT 上显示的信息和伺服驱动单元的警示, 可以看出该故障应为伺服驱动单元的故障。查阅机床技术资料得知: 414 号报警的内容为“X 轴的数字伺服系统有错误, 当错误的细节被输出给 DGNOS NO 720 时, 数字伺服系统报警。”根据报警显示内容, 用机床自诊断功能 DGN 检查 NO 720 上的错误细节, 发现第 4 位为“1”, 即第 4 位发生了报警。查阅有关技术资料得到如下信息:

DGN NO 720~723 伺服系统警示内容:

7	6	5	4	3	2	1	0
OVL	LV	OVC	HCAL	HVAL	DCAL	FBAL	OFAL

其中: NO720: X 轴; NO721: Y 轴; NO722: Z 轴; NO723: 第 4 轴。

0 OFAL: 溢出警示信号发生;

1 FBAL: 断线警示信号发生;

2 DCAL: 再生放电电路警示信号发生;

3 HVAL: 过电压警示信号发生;

4 HCAL: 异常电流警示信号发生;

5 OVC: 过电流警示信号发生;

6 LV: 电压不足警示信号发生;

7 OVL: 过载警示信号发生。

从上述资料可以看出: DGNOS NO 720 第 4 位报警为异常电流警示信号发生。其 HCAL 报警的故障原因为: ①X 轴伺服驱动电动机电源线接错; ②伺服驱动单元晶体管模块损坏; ③X 轴伺服驱动电动机线圈内部短路; ④伺服驱动单元板 PCB 损坏。

对于原因①因从未有人任意动过 X 轴伺服驱动电动机电源线, 故不可能存在。对于原因③, 检查 X 轴伺服驱动电动机线圈内部无短路, 也可排除。对于原因②, 检查伺服驱动单元晶体管模块, 用万用表测得电源输入端阻抗只有 6Ω , 远远低于正常值 10Ω 。因而可判定为伺服驱动单元晶体管模块损坏。检查 U、V、W 三相, 确认为 U 相短路。

故障原因: 因工厂电源电压不稳定, 而该机床又没有配备稳压电源, 致使伺服驱动单元晶体管模块损坏, 造成异常电流报警, DGNLOS NO 720 第 4 位输出报警信息细节, 从而产生 414 号报警。

故障处理: 更换一晶体管模块后, 故障排除。

【例 3-17】 因 PC 参数变动引起 X 轴电动机强烈振动故障。

故障现象: 在整机起动完成、进入可操作状态后, X 轴只要一运动 (包括回零过程), 无论是在运动中还是停下来之后, X 轴电动机即出现强烈振动, 噪声很大, 频率很高, 没有任何报警。

故障检查与分析: KMC-3000SD 龙门加工中心, 采用 FANUC 15MA 系统。故障出现后,

仔细观察 X 轴拖板, 感觉不到有振荡位移。打开 X 轴伺服电动机后罩, 可看到转子以很小的幅度极高的频率在振动, 且振动的噪声来自 X 轴伺服电动机。考虑到振动无论是在运动中还是静止时均发生, 肯定与运动速度无关, 基本上排除了测速发电机和位置反馈编码器损坏的可能性。极有可能是伺服环路的增益调整过高所致。而从振动频率很高这点来看, 时间常数较小的电流环可能性最大。

故障处理: FANUC 15MA 数控系统已将速度环、电流环的 PID 运算数字化, 有关的一些调整全是以参数形式存放在 CNC 中的。为此我们调出参数画面, 并与原机配置的参数表对照, 重点查伺服环路增益方面的参数。很快就发现 1852 号参数和 1825 号参数严重超出正常值, 正常值与当前值的比较如下:

参数号	正常值	当前值
1852	1000	3414
1825	2000	2770

将上述参数改正后, 系统即恢复运行。

【例 3-18】 新日本工机门式加工中心 X 轴位置反馈系统故障处理。

故障现象: 该加工中心每次开机几乎都发生以下报警:

“EX14 X AXIS FEED SERVO FAULT” 即 X 轴进给伺服系统故障;

“SV015 FEEDBACK DISCONNECTED ALARM” 即反馈断线报警。

故障检查与分析: 该机床由 FANUC 15M 系统控制, 采用 FANUC α 型交流伺服电动机和海德汉 LB326 型光栅尺, 做全闭环控制。因此, X 轴的位置环测量装置不采用 X 轴电动机上的脉冲编码器, 而是安装在工作台下的光栅尺。

在故障出现时按机床操作面板上的 SERVICE 键数次, 直至出现伺服设定屏, 然后按键, 显示伺服调整屏, 其中有关报警位显示如下: ALARM1 00000010 ALARM2 10011001, 即 ALARM1#2 (FBA) =1, ALARM2#4 (EXP) =1, ALARM2#7 (ALD) =1, 从 FANUC α 型交流伺服电动机维修手册指出, 此时应为 “分离型脉冲编码器断线 (硬件)”, 这里具体指的是 X 轴光栅测量系统存在着故障, 可能的原因有: LB326 型光栅尺和光栅头、EXE、I/F 模块以及反馈电缆, 但从以往的维修经验和以下两点来看光栅头污染的可能性最大: ①每次开机几乎都发生报警, 但也有不报警的; ②发生报警与 X 轴的位置无关, 几乎在 X 轴全程都可能发生报警, 因此首先应从光栅尺中抽出光栅头并进行清洁。

对于 LB326 钢带型光栅尺, 只能从一端 (非拉簧端) 抽出光栅头, 该端正好在床身中部, 必须暂时取消报警, 以便移动工作台。要开动工作台的方法之一就是将光栅测量系统取消, 改为半闭环, 同时可进一步确认故障是否在光栅部分。改环和拆装光栅头的步骤如下:

1) 按紧停。

2) 按 SERVICE 键数次, 直至出现参数设定屏, 然后将 PRM8000#0 (PWE 位) 从 0 改为 1。

3) 将 PRM1807#3、PRM1815#1 都从 1 改为 0, 将 PRM1978 从 1 改为 100。

4) 将机床断电, 然后再开, 此时轴处于半闭环控制, SV015 号等报警消失, 可正常开动工作台, 从而也确认了故障在光栅部分。

5) 先将工作台朝-X 方向开至接近极限位置, 然后断电, 脱开光栅头的电缆插头, 拆去头上的两个固定螺钉, 这时光栅头就可在尺体上自由移动。再通电, 将工作台朝+X 方向移动,

直至留在-X端的光栅头出现。

6) 光栅头装拆步骤: 先拧松橡皮条压板上的螺钉, 拧去端盖上的三螺钉, 取下端盖和压板, 小心地将头移出壳体。

7) 用长纤维脱脂棉球蘸无水酒精, 轻擦光栅头上的受光玻璃, 使玻璃上无任何痕迹或污点。然后与拆卸时步骤相反将光栅头装好, 并移动工作台, 将它固定在原支架上。

8) 连接光栅头电缆时机床要断电, 断电前将原先改动的 PRM1978 等参数恢复原值。然后将电缆插头按原样连接好。

机床重新起动后, 原故障不再出现, 以最高速度全程移动工作台, 也正常, 表明故障已被排除。

3.1.3 刀库、机械手部分故障实例与诊断

【例 3-19】 在自动加工中机械手不换刀故障。

故障设备: 国产 KT1400 立式加工中心, 采用 FANUC 0 系统。

故障现象: 机床在自动加工中, 机械手在自动控制方式下不换刀, 也无任何报警。而在手动方式下能换刀, 换刀后又能继续进行自动加工。

故障检查与分析: 由于机械手在手动方式下能换刀, 换刀后又能继续进行自动加工, 判定 NC 系统、伺服系统均无故障。考虑到刀库电动机及机械手的动作由富士变频器单独控制, 故重点检查变频器。观察手动状态时刀库和换刀动作均准确无误, 自动状态时刀库旋转正常, 而换刀不正常。检查 NC 控制信号已经发出, 且控制接触器也已吸合, 说明换刀信号已送入变频器。检查变频器的工作情况, 发现在手动换刀时, 其工作频率为 35Hz, 而在自动换刀时, 其工作频率只有 2Hz, 在这样低的频率下, 机械手当然不能执行换刀动作。查明故障产生的原因为机械手正在换刀时, 电网突然停电, 造成换刀时机械手卡死, 恢复供电后, 便出现上述故障。

故障处理: 将自动换刀时的工作频率重新设定为 35Hz 后, 机械手换刀恢复正常, 故障消除。

【例 3-20】 卧式加工中心 756/2 配用 FANUC 6MB 数控系统。机械手无法从主轴和刀库中取出刀具。

故障现象: 换刀过程中动作中断, 报警 (ALARM) 指示灯闪烁, CRT 显示器报警显示, 报警号为 2012 显示内容为 “ARM EXPANDING TROUBLE” (机械手伸出故障)。

故障检查与分析: 机床操作面板上状态显示灯 TC 一直亮着, 表示仍在换刀过程中。此灯只有当结束换刀程序时才熄灭。很显然, 根据 “报警内容”, 机床是因为无法执行换刀第 4) 步 (从主轴和刀库中取出刀具), 而使换刀过程中断并报警。

换刀详细程序如下:

- 1) 主轴箱回到换刀 (Z、Y 轴回零点), 同时主轴定位。
- 2) 机械手夹爪同时抓住主轴和刀库中的刀具松开。
- 3) 液压系统把卡紧在主轴和刀库中的刀具松开。
- 4) 机械手从主轴和刀库中取出刀具 (机械手伸出)。
- 5) 机械手旋转 180°, 交换新旧刀具。
- 6) 将更换后的刀具插入主轴和刀库。

7) 分别夹紧主轴和刀库中的刀具。

8) 机械手松开主轴和刀库中的刀具。

当机械手夹爪松开刀具, 接近松开位置后, 接近感应开关发出“换刀结束”信号, 主轴自由, 可以进行加工。程序第4)步未动作, 是因为第3)步未完成; 或者执行第4)步时, 本身条件无法建立。

产生故障的原因有:

1) “松刀”感应开关失灵。在换刀过程中, 各动作的完成信号均由感应开关发出, 只有上一个动作完成后才能进行下一个动作。第三步“刀库松刀”和“主轴松刀”, 如果有一个感应开关未发信号, 则机械手“拔刀”电磁阀就不会动作。检查两感应开关, 信号正常。

2) “松刀”电磁阀失灵。刀具与主轴的“松刀”是由电磁阀接通液压缸来完成的。如电磁阀失灵, 则液压缸未进油, 刀具就“松”不了。检查刀库和主轴的“松刀”电磁阀动作均正常。

3) “松刀”液压缸因液压系统压力不够或漏油而不动作, 或行程不到位。检查刀具库“松刀”液压缸, 动作正常, 行程到位; 打开主轴箱后盖, 检查主轴“松刀”液压缸, 发现也已到达松刀位置, 油压也正常, 液压缸无漏油现象。

4) 机械手系统有问题。建立不起“拔刀”条件, 其原因可能是: “拔刀”电磁阀失灵或“拔刀”液压缸有故障。检查结论: “拔刀”电磁阀已激磁, “拔刀”液压缸系统正常。

5) 主轴系统有问题。主轴结构示意图如图3-6所示, 刀具是靠碟簧通过拉杆、锥套压迫6个钢球而将刀具柄尾端的拉钉拉紧的, 松刀时, 液压缸的活塞杆顶压顶杆, 顶杆通过空心螺钉推动拉杆, 一方面使钢球松开刀具的拉钉, 另一方面又顶动拉钉使刀具左移而在主轴锥孔中变“松”。主轴系统不松刀的原因估计有以下四个:

1) 刀具尾部拉钉的长度不够, 致使液压缸虽已运动到位, 而仍未将刀具顶“松”。

2) 拉杆尾部空心螺钉位置起了变化, 使液压缸行程满足不了“松刀”的要求。

3) 顶杆出了问题(曾出现过折断)而使刀具无法松开。

4) 主轴装配调整时, 刀具左移量(使刀具在锥孔中松开)调得太小, 致使在使用过程中一些综合因素导致不能满足“松刀”条件。

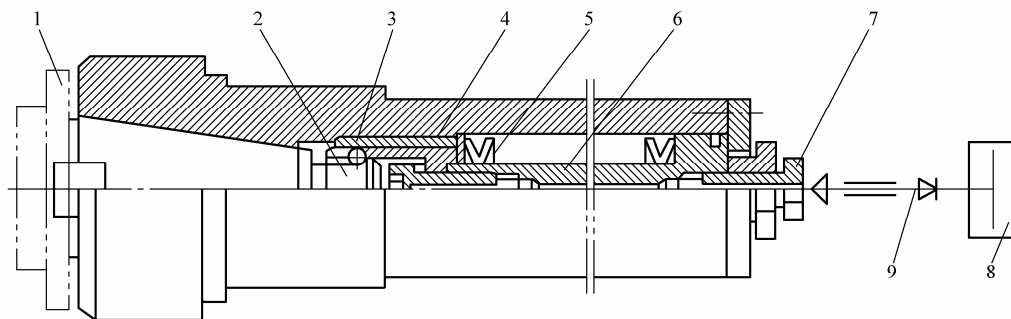


图 3-6 主轴结构示意图

1—刀具 2—拉钉 3—钢球 4—锥套 5—碟簧 6—拉杆
7—空心螺钉 8—液压缸 9—顶杆

由于结构设计上的缺陷, 以上原因, 无法简便地检查确定, 因刀具取不出来, 空心螺钉

在主轴箱中,松刀液压缸不易拆卸。如果能方便地拆下液压缸,则修正液压缸端盖可增大液压缸行程,从而间接排除某些故障原因,可能一举解决“松刀”问题。

具体调整步骤如下:

1) 主轴系统的拆检与调整。

2) 将在拆卸主轴系统时影响到的其他部位进行相应调整。

3) 换刀参考点的检查与修正。在下列情况下必须检查 Y 坐标零点位置并做必要的修正,以确保换刀的正常进行:刀库或机械手拆过;主轴箱拆卸过;Y 向档块或限位开关拆卸过;Y 向感应同步器重新安装;Y 向丝杠重新调过。

重新检测:令主轴箱回到 Y 坐标零点,测得其与换刀正确位置之间的差值为 5mm 左右,于是移动 Y 向回零档块后再测,差值为 0.7mm 左右,已经接近,则将此差值以 0.001mm 为单位补入 NC 参数“#83”中。

用手动方式分解换刀动作,检查换刀的正确性;再以自动换刀运转,检查主轴松刀、机械手松紧刀的情况,并应确保在主轴转动时,刀柄不与机械手相摩擦;最后使用考机程序,使机床进行 500 次连续自动换刀,要求不得出现任何故障。

【例 3-21】 一台配有 FANUC 0M 系统的加工中心。

故障现象:在自动方式运转时突然出现刀库、工作台同时旋转。经复位、调整刀库、工作台后工作正常。但在断电重新起动机床时,CRT 上出现 410 号伺服报警。

故障检查与分析:

1) 查 L/M 轴伺服 PRDY、VRDY 两指示灯均亮。

2) 进给轴伺服电源 AC 100V、AC 18V 正常。

3) X、Y、Z 轴伺服单元上的 PRDY 指示灯均不亮,三个 MCC 也未吸合。

4) 测量其上电压发现 $\pm 24V$ 、 $\pm 15V$ 异常。

5) 发现 X 轴伺服单元上电源熔断器电阻大于 $2M\Omega$,远远超出规定值 1Ω ,经更换后,直流电压恢复正常,重新运行机床,401 号报警消失。

【例 3-22】 换刀故障 23 号报警。

故障现象:自动换刀时发生故障,报警显示 23 号。

故障检查与分析:该机床为北京机床研究所生产的 JCS-018 立式加工中心,其数控系统为 FANUC 7M 系统。查阅机床操作说明书,得到与换刀有关的行程开关故障分类,即 23 号报警为机械手 75° 回转的行程开关发生故障。首先对机械手 75° 回转的两个行程开关进行检查,该行程开关完好无损,动作准确可靠。并且用刀库开关上的极限开关 SQ4、SQ5 和操作板上的 SA14 选择开关控制也同样产生该号报警。这样,就排除了行程开关有故障的问题。然后,运用“先外部后内部,先机械后电气”的检修方法,对机械手 75° 回转的行程开关连线、接线柱以及 I/O 接口均进行了认真地检查,上述部位均无故障。从以上检查情况和机床数控系统原理分析,该故障可能出现在 PLC 内部,且为 PLC 模块硬件损坏造成。根据数控系统普遍采用积木式结构的特点,用替换法来进一步缩小故障范围。从数控系统电气原理图上看, 75° 转的两行程开关的插座 CN3、CN10 均与 PLC-C 模块相连,且 CN3 插座上的 41 号、42 号线号分别为 A75、A75R;CN10 插座上的 37 号、38 号线号分别为 A75RIS、A75IS。故确定是 PLC-C 功能模块损坏,用一完好的 PLC-C 功能模块替换被怀疑有故障的 PLC-C 模块后,23 号报警消除,数控机床恢复正常运行。

【例 3-23】 利用梯形图和状态指示灯排除加工中心机械手故障。

故障现象：有一次机床在加工叉车变速器的过程中，当机床按程序自动加工时，机械手把刀拔出后，继而向上升起，然后进行 180°顺时针方向旋转，此时发生报警。查报警内容为机械手旋转不到位。

故障检查与分析：MPA-R100A 加工中心是日本三菱公司广岛工机工厂生产的高精度机床，所配 CNC 系统为 FANUC 6M-MODEL B，工作台尺寸为 1000mm×1000mm。检查 NC 系统、PLC 指示的发光二极管，均很正常。用手强制电磁换向阀动作，机械手能够 180°或 0°顺时针或逆时针方向自由旋转，并且经手动换向阀后，一切动作又恢复正常，这时故障并没有排除，还处于隐蔽状态。当多次发生这种故障时，发现电磁阀上的发光二极管不亮，说明交流 100V 电压没有供给电磁阀或者发光管损坏。打开电磁阀测量检查，确实无交流 100V 电压，而接线并不松动，插头也完好，发光管也没损坏，其他各接线盒内端子板上的接线也均无松动，但 PLC 输出指示器上有表示机械手 180°顺时针旋转指示。测量的结果表明，从 PLC 的输出到电磁阀的连线是通的，并无断线处。那么按照一般的 PLC 控制理论来讲，只要 PLC 的输出发光二极管燃亮，就说明 PLC 有输出，电磁阀就应该有电，相应的机械手动作就应该执行。另外 PLC 的输出发光二极管亮，则说明 NC 有信号到达 PLC，即是说输入信号是正确的，并且送不同的动作指令，PLC 均有相应的指示，这说明来自 NC 的信号是完全没有问题的，故障不会发生在 NC 部分。由于没有 PLC 各指示部分的电路图，给分析故障带来了一定的困难。由于该控制柜是板后接线，所有的控制插板均需拆下，再按照板上的元件和印制电路板上的印制电路，对照插座细细查找，这是很费时间的，也是很困难的。PLC 部分共有 6 块印制电路板，一块 CPC 板、一块 ROM 板、一块电源板，还有 3 块输出板，即 NP-44 板、NN-62 板、AC-3 板。根据故障的现象，可不考虑前 3 块板，问题只能出在其余的 3 块板上。而且接控制机械手旋转输出的是 AC-3 板，因此首先应查找这块印制电路板。日方提供给我们的资料中只有梯形图和电路的大致框图，而无其他图样，因此只好就事论事进行分析。根据说明书上提供的插头号，对照印制电路板上的插座号，再沿印制电路板上的印制电路，查到机械手旋转输出继电器 Y23.2，这时检查 PLC 输出指示器，发现表示 Y23.2 的发光二极管燃亮，而测试 Y23.2 其管角不通，即不能供出交流 100V 电压。因此判断问题出在 Y23.2 这个固体继电器上，以及与之相连接的元件上，或者这个继电器之前的电路上某个元件损坏所致。此时通过手动方式送机械手动作指令，PLC 输入指示器上有关的发光管燃亮，说明输入正常。通过 PLC 指示器检查与机械手旋转有关的内部继电器 0111.5 和 0111.4，当送机械手 0°逆时针旋转指令时，发现 0111.4 有电而 0111.5 无电。梯形图中电路的接法正好是 0111.4 常开点与 0111.5 的常闭点串联，然后驱动输出继电器 Y23.3，这时 Y23.3 通电动作，说明电路工作正常。此时 PLC 输出指示器上表示 Y23.3 的指示灯燃亮，经测试 Y23.3 的负载端也确有交流 100V 电压输出，电磁阀动作，其上的指示灯燃亮，机械手完成 0°逆时针旋转。而当送机械手 180°顺时针旋转指令时，经检查 0111.5 有电，而 0111.4 无电，由于 0111.5 的常开点与 0111.4 的常闭点串联，说明电路是通的，而由 0111.5 和 0111.4 驱动的输出继电器 Y23.2 就应该有电。检查 PLC 输出指示器，发现表示 Y23.2 的指示灯亮，而测试 Y23.2 继电器的输出端，并没有交流 100V 电压，其输出只在零点几伏。这说明该继电器已损坏，换上一个同型号的继电器，故障即排除。

【例 3-24】 VA-45 型立式加工中心刀库错位的处理。

故障现象：设备在正常运转时，操作工突然发现调出的刀具不对，经停机检查，发觉调出的刀具和实际刀号不符，而且始终是相差一位，即欲调 1 号刀具，而调出的是 2 号刀具。

故障检查与分析：VA-45 型立式加工中心系日本日立精机株式会社生产的数控机床，它的数控系统属 FANUC 10M 系列，刀库有 40 个刀位。

经重新设定参数或调整刀具刀位，均不能消除故障，且参数表所显示的刀号完全正确而调出的刀具总是不对。修理人员遍查所有资料仍无法消除故障，只好向日本询问。对方答复如下：请再次确认微机-8（PC）的设定有否错误，即：①将刀库 1 号刀位调至待机位置；②将微机-8 主印制电路板上的写入开关设至“ON”；③键盘输入 30 INP 30 A9 INP 01 INP；④将写入开关设至“OFF”。

以上操作为刀库刀位号的清零作业。

然后，对照刀位号与刀具做全数输入 40 INP 01 01…（输入时为单独模式），并请参照使用说明书。

经按此法操作，故障排除。

【例 3-25】 换刀与开门不合拍。

故障现象：机械手给主轴装刀后逆时针 84°不执行，死机。无报警信号。

故障检查与分析：日本牧野公司 MC 1210 加工中心，数控系统为 FANUC 15M。由于该故障只是有时发生，怀疑是机械手转动不灵活或机械手被卡住。关掉液压用手搬动机械手，转动灵活，在手动模式下操作换刀时，故障不发生。反复多次手动操作，故障均不出现，只是在 MDT 及 AUTO 模式时，故障才发生。说明故障不在液压及机械转动方面。

在 MDT 模式下，操作换刀，观察换刀过程发现，该机床设计时为了节省换刀时间，在刀库还未完全打开时，机械手就顺时针转 84°抓刀，开始换刀；在换刀还未结束，机械手 84°逆时针未回位前，门就已经开始关。故障每次发生时，机械手 84°没有返回，门离完全关闭约 400mm，而此时门限位开关 LS135 刚脱开。

对此分析，按这种设计，为了不发生碰撞，在机械手换刀完成之前，门应保持在离完全关闭还有某一距离之外，即 LS135 不能在换刀完成前脱开，否则就出现故障。换刀动作时序图如图 3-7 所示。

从图 3-7 中分析，故障在 a 处发生即允许换刀门信号 LS135 脱开时，而此时换刀结束信号 LS70 上沿 b 还未到来。

造成这种故障有两种可能：①门关得太早了；②机械手动作慢了。观察机械手运行正常，不用调整。而调节关门限位 LS135 使关门动作晚一拍，故障果然排除。

说明：由于换刀门是由液压缸推动的，液压压力大小及关门时的阻力大小影响开关门速度，如门关的快就会出现该故障，因此调整压力改变关门速度也可排除故障。但由于液压大小，及关门阻力每次都可能不同，所以要彻底解决该故障，调整 LS135 限位是最好的办法。

【例 3-26】 JOG 方式时，送刀盒无法与主轴刀具相交换。

故障现象：机床在 JOG 状态下加工工件时送刀盒将刀具送往主轴侧，但不能与主轴上的刀具相交换，过一会儿机床出现报警。

故障检查与分析：BX-110P 加工中心，采用 FANUC 11 系统。刀具不能正常交换说明相关信号不能满足，PLC 设定换刀动作时间无法得到保证，超过设定的时间，就发生报警，并锁定机床。按此思路，查看梯形图，发现刀库侧的 LS917、LS918 两红外线光电感应开关上

覆盖了一层油膜,影响了光电信号的接收,擦洗后,机床恢复正常。

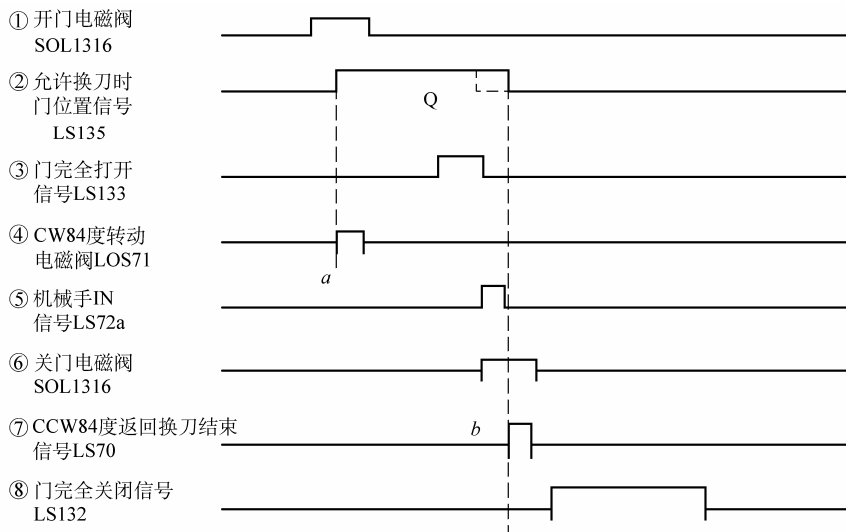


图 3-7 换刀动作时序图

【例 3-27】 JOG 方式时,机械手在取送刀具时,不能缩爪。

故障现象:机床在 JOG 状态下加工工件时,机械手将刀具从主刀库中取出送入送刀盒中,不能缩爪,但却不报警,将方式选择到 ATC 状态,手动操作都正常。

故障检查与分析:BX-110P 加工中心, FANUC 11 系统由日本公司制造。经查看梯形图,原来是限位开关 LS916 没有压合,调整限位开关位置后,机床恢复正常。但过一段时间后,再次出现此故障,检查 LS916 并没松动,但却没有压合,由此怀疑机械手的液压缸拉杆没伸到位,经查发现液压缸拉杆顶端锁紧螺母的顶丝松动,使液压缸伸缩的行程发生了变化,调整了锁紧螺母并拧紧顶丝后,此故障排除。

【例 3-28】 自动换刀时刀链运转不到位。

故障现象:当进行到自动换刀程序时,刀库开始运转,但是所需要换的刀具没有传动到位,刀库就停止运转了。3min 后机床自动报警。

故障检查与分析:MPA-H100A 加工中心是日本三菱公司广岛工机工厂生产,所配 CNC 系统为 FANUC 6M-MODEL B,工作台尺寸为 1000mm×1000mm,60 把刀具。由上述故障查报警知道是换刀时间超出。此时在 MDI 方式中,无论用手动输入刀库顺时针旋转还是逆时针旋转动作指令,刀库均不动作。检查电气控制系统,没有发现什么异常,PLC 输出指示器上的发光二极管燃亮,表明 PLC 有输出,刀库顺时针和逆时针转动,电磁阀上的逆时针一侧的发光二极管燃亮,表明电磁阀有电,此时刀库不动作,那么问题应该发生在液压系统或者其他方面。但是液压系统的压力正常,各油路均畅通并无堵塞现象,检查各个液压阀的液压元件也没有发现什么问题,估计故障可能出在液压马达上。为此,我们拆除了防护罩,卸下了液压马达,能拆卸检查的部位,我们都做了检查,也没有发现什么问题,我们仍不放心,又把液压马达送到大连组合机床研究所去鉴定,最后经组合所液压测试台的测试,其结论是液压马达是完好的。经在场的同志们仔细分析研究后认为,问题只能有一个,那就是机械方面的故障,但刀库的各部位,各个零部件均无明显的损伤痕迹,因此机械损坏故障可排除在外。

最后问题归结为一点，即刀库负载太重，或者有抗劲的部位，以致液压马达带不动所致。

故障处理：事实上的确如此。我们在加工 10t 叉车箱体时，由于工件较复杂，加工面较多，所用刀具多达 40 多把，而且大的刀具，长的刀具（最长的刀具达 550mm）、重的刀具（最重的刀具达 25kg 以上）用量都很大，而且我们忽略了刀具在刀库上的分布情况，重而长的刀具在刀库上没有均匀分布，而是集中于一端，以致造成刀库的链带局部拉得太紧，变形较大，并且可能有抗劲现象，所以机床的液压马达带不动。最后我们把刀库链带的可调部分稍松了一些，结果一切都恢复正常，说明问题的确是出在机械上。但是刀库的链带又不能调得太松，因机械手在刀库侧抓刀时，当把刀具拔出后，然后上升进行 180° 旋转时，突然会把刀具甩出去，这是相当危险的。分析这起故障的原因，就是因为刀库链带太松的缘故。该机床机械手的两个卡爪是靠向下的推力而被刀柄的外径向外挤开，然后靠弹簧的张力来夹紧刀具的。当机械手向下抓刀时，由于链带太松，链带也随着机械手向下的推力而向下拱曲，结果机械手的卡爪只抓住刀柄的一多半，并没有完全抓靠、抓牢，当机械手旋转时，由于刀具很重，在离心力的作用下，刀具就沿切线方向甩出去。经把链带稍微紧了一下，就再也没有发生类似情况。

说明：刀库的驱动系统不外乎有两类，一类是机械传动，另一类是液压传动。MPA-H100A 加工中心是 20 世纪 80 年代初的产品，采用液压传动方式，即采用液压马达、电磁阀、流量控制阀等来驱动刀库的运转。应该说采用液压传动较之采用变频调速电动机驱动刀库来讲，就其电气控制系统而言，要简单得多，也比较直观，一般不容易出现故障。但也有它的特殊性，随着设备的使用环境、加工条件、工件的复杂程序、所用刀具的多少而有所变化，尤其是刀具的长度、刀具的质量以及刀具在刀库的分布情况也是一个很重要的因素。

【例 3-29】 机械手撞击主轴事故的分析及处理。

故障现象：出现了一次非常严重的换刀臂撞击主轴事故，使换刀机械手夹爪撞弯，换刀臂严重变形。

故障检查与分析：中国台湾高明精机生产的 KMC-3000SD 加工中心，其数控系统为 FANUC 15MA 控制器。这次事故是在自动换刀出现“换刀臂下降不到位”故障维修中出现的。分析此事故的原因，必须先了解 KMC 机自动换刀系统的程序动作。图 3-8 所示是 KMC3000SD 的自动换刀系统示意图。起始状态是：①主轴-抓刀；②换刀臂位置-B，换刀臂升降-上；③刀库-下支刀具已定位。

自动换刀主要程序如下：①换刀臂左移（ $A \leftarrow B$ ）；②换刀臂下降（从刀库中拔刀）；③换刀臂右移（ $A \rightarrow B$ ）；④换刀臂上升（ATC 指令）防水门打开；⑤换刀臂右移（ $B \rightarrow C$ ），主轴液压缸下降（松刀）；⑥换刀臂下降（从主轴拔刀）；⑦换刀臂旋转 180°CW（CCW）两刀具交换位置；⑧换刀臂上升（装刀），主轴液压缸上升（抓刀）；⑨换刀臂左移（ $B \leftarrow C$ ），防水门关闭；⑩刀库转动（找出上支刀具位置）；⑪换刀臂下降；⑫换刀臂左移（ $A \leftarrow B$ ）；⑬换刀臂上升（返还上支刀具给刀库）；⑭换刀臂右移（ $A \rightarrow B$ ）；⑮刀库转动（找下支刀具）。

换刀臂在中间 B 点等待位置（机械手行程中位），可左移从刀库抓新刀[程序①]，或右移抓主轴上旧刀[程序⑤]。事故发生在从主轴抓旧刀时，此时应从自动换刀程序⑤执行至⑩，而程序一起动，换刀臂在中间位置[第④程序位置]突然旋转 180°，换刀臂左端夹爪上的刀具旋转向右端，因而在执行第 5 程序时，换刀臂上的刀具与主轴相撞，发生了事故。操作说明书上特别提示：当换刀臂在等待位置时，换刀臂右侧绝对不可有刀具，否则，将会干涉到自

动门，并发生碰撞。

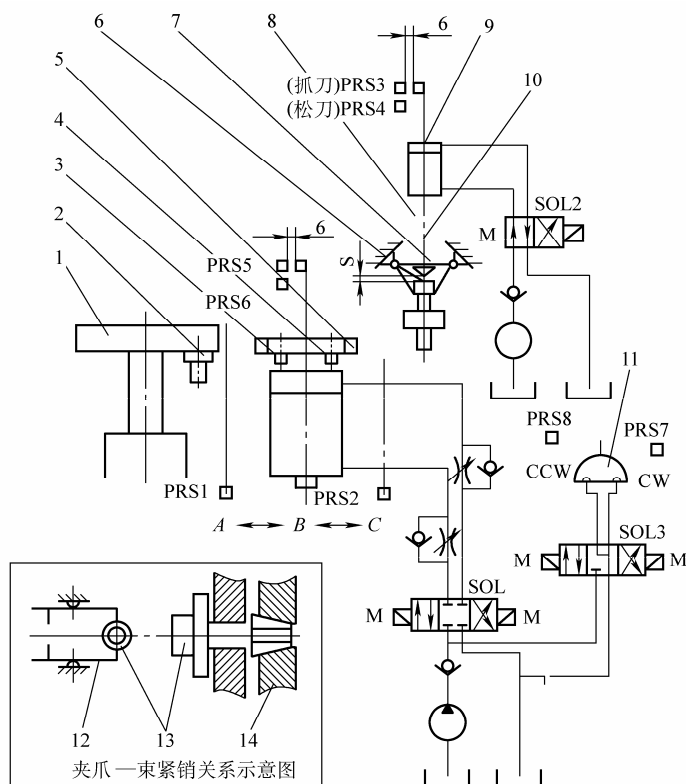


图 3-8 KMC3000SD 的自动换刀系统

1—刀库 2—刀具 3、13—束紧销 4—换刀臂 5、12、14—夹爪 6—刀具拉钉
7—抓爪 8—主轴 9—浮动松刀液压缸 10—拉杆 11—换刀臂摆动缸

事故原因显然是换刀臂在执行第⑤程序前的突然旋转。分析认为：事故原因为随机故障。因为换刀臂旋转时，前一个动作必须为换刀臂下移至最低位置（低位），但这次换刀臂旋转却在第④程序换刀臂处于高位时，故可能电气程序紊乱产生误动作。

但是，仔细分析自动换刀流程图，认为此故障不可能为电气问题。详细询问操作人员和维修人员得知：第一次自动换刀时，换刀臂下降从主轴拔刀后就中断了自动换刀程序，只得用手动方式操作，使换刀臂移到中间等待位置（高位），但是换刀臂靠主轴侧夹爪上已夹有刀具，将会干涉自动换刀程序执行，故操作人员将换刀臂在其高位强行扳转 180°，使刀具夹爪靠向刀库一侧，再令执行⑤~⑮自动换刀程序，结果出了问题。由此分析，事故原因就是机械手方向人为调换了。换刀臂的正反旋转是靠两个接近感应开关 PRS7、PRS8 控制的（见图 3-8），当上次自换刀为正转（CW）时，下次自动换刀就为反转（CCW），以此类推，如果第一次换刀时 PRS7 开关感应发出了正转到位信号，下一次电脑记忆就会反转，但在人为扳刀臂转动后，原电脑原记忆无法消除，故程序起动后，换刀臂应自动复原，从而造成了事故。机床修好后，不带刀又做了试验，多次重复了事故的动作，证明了此分析完全正确。

事故产生的精度损伤：①换刀臂升降液压缸缸盖外圆表面出现了一道长 10mm、深 2mm

的槽，并使其配合的外套筒内孔拉出 100mm 以上的一道长沟；②换刀臂水平破坏，靠主轴一侧机械手偏高 1.5mm。

精度损伤的维修与试验：①钳工修复缸盖和外套筒的拉伤（大致），重新组装换刀系统，在不带刀的情况下进行了 400 次自动换刀试验，无程序差错或中断，说明电气程序、升降液压缸、摆动液压缸工作正常；②在机械手上装上刀具，用“手动”换刀方式左右移动，对刀库和主轴进行插刀检查，检查机械手与刀库和主轴的“同轴度”，发现偏差很大，用调整与换刀臂相连的刀库地脚螺钉，使换刀臂恢复水平，调节使换刀臂左右移动的组合液压缸这两个措施，无法纠正以上“同轴度”偏差，分析认为：换刀臂左右移动导轨可能撞弯，换刀系统损伤严重，不易修复，需采用别的方法；③检查换刀臂夹爪中心与 Y 轴换刀参考点距离，误差达 8mm 之多，根据维修手册对机械手组件拆卸后，换刀参考点必须调整，调出 CRT 显示坐标系相关参数（Data No. 1200~1260）如表 3-1 所示，表中#1，1240 为机器坐标系中第 1 原点坐标值，#2，1241 为第 2 原点坐标值，即换刀原点的参数，修改其 Y、Z 之值，即可改变换刀原点；④调歪换刀原点参数，经多次试调，Y 值由“235300”改为“235900”，Z 值由“-12000”改为“-9300”后，“手动”换刀正常，但在对换刀臂正反转进行观察时，又发现换刀臂并不在换刀臂转轴与主轴两轴线所决定的那个平面内，于是修磨和调整限制换刀臂摆动液压缸摆动幅度的两个限位块，从而使换刀臂夹爪与主轴的“同轴度”基本达到“换刀”要求；⑤进行自动换刀正规试验，并未发现其他问题，一切正常，于是，机器可以重新运行。

表 3-1 CRT 显示坐标系相关参数

PARAMETER（参数）	COORDINATE（坐标）	N0000
1240RET POINT#1	X	0
	Y	0
	Z	0
	C	0
		0
1241REF POINT#2	X	0
	Y	235300
	Z	-12000
	C	0
		0

3.1.4 工作台部分故障实例与诊断

【例 3-30】 M60 指令失控，工作台转动失常故障。

故障设备：日本 HC-800 卧式加工中心，采用 FANUC 11 数控系统。

故障现象：M60 是加工准备工作的一个重要指令，其动作程序是：防护罩打开，机械手自动伸出将原 B 轴工作台拉回，与备用工作台一起旋转 180°；再将装有工件的备用工作台送到加工工位，机械手收回，防护罩关闭；互换完成，程序结束。故障发生时，此程序在走到右转 180°时突然停步，但过了一段时间后又突然起步旋转，这种现象时有时无。

故障检查与分析：转动停止又起步的原因是由于 M60 指令并未删除，而不规则的延时绝不可能是什么延时保护动作，应该是执行元件有问题才造成这种失控现象。因此排除是程序软件有关参数引起故障，而将目标定在执行元件上。首先让程序单步运行，由最末端的机械负载、液压系统、电磁阀、行程开关、连接电缆一直到电控箱内的各执行元件一步步检测，把正常信号和失控信号的参数分别记录下来，进行比较，发现固态继电器输入信号与指令同步，而输出信号时有时无，进一步了解其原理，证明该元件因负载电流增大造成内部可控硅元件失控，但还未完全损坏，当电流小于其承受能力时还正常工作。

故障处理：更换这一性能下降的元件，调整了负载，保证了额定电流下正常工作，故障排除。

【例 3-31】 工作台回零不旋转故障。

故障现象：TH6263 加工中心，控制系统为 FANUC 0MC。开机后工作台回零不旋转且出现 05 号、07 号报警。

故障检查与分析：利用梯形图和状态信息首先对工作台夹紧开关 8Q6 的状态进行检查，138.0 为“1”，正常。手动松开工作台时，138.0 由“1”变为“0”表明工作台能松开。回零时，工作台松开了，地址 211.1TABSC 由“0”变为“1”，211.2TABSCI 也由“0”变为“1”，二者均由“0”变为“1”。211.3TABSC2 也由“0”变为“1”然而经过 2000ms 延时后，由“1”变成“0”，致使工作台旋转信号无。是电动机过载，工作台机械故障（将工作台拆开检查鼠齿盘），还是工作台液压有问题？经过反复试验，发现工作台液压存在问题。正常工作压力为 4.0~4.5MPa，在工作台松开抬起时，液压由 4.0MPa 下降到 2.5MPa 左右，泄压严重，致使工作台未完全抬起，松开延时后，无法旋转，产生过载。

故障处理：将液压泵检修后，保证正常的工作压力，故障消除。

【例 3-32】 亚威 PC3060 加工中心，控制系统为 FANUC 0MC，分度头过载报警。

故障现象：开机后报警，第四轴过载。

故障检查与分析：数控分度头即第四轴过载多为电动机缺相，反馈信号与驱动信号不匹配或机械负载过大引起。就此故障做了如下检查：

1) 打开电气柜，先用万用表检查第四轴驱动单元控制板上的熔断器、断路器和电阻是否正常。

2) 因 X、Y、Z 轴和第四轴的驱动控制单元均属同一规格型号的印制电路板，把第四轴的驱动单元和其他任一轴的驱动单元对换，开机，断开第四轴（关闭操作面板上的 4NG 按钮），测试与第四轴对换的那根轴运行是否正常，若正常证明第四轴的驱动控制单元是好的，否则证明第四轴的驱动控制单元是坏的，更换后再继续检查以下项目：

① 检查第四轴内部驱动电动机是否缺相。

② 检查第四轴内的蜗轮、蜗杆传动是否灵活，是否有咬死现象。

③ 检查第四轴与驱动单元的连接电缆是否完好。由于连接电缆长期浸泡在油中老化以及随着机床来回运动折断，最后导致电路短路而造成开机后报警，第四轴过载。

故障处理：更换此连接电缆后故障排除。

3.1.5 主轴系统故障实例与诊断

【例 3-33】 主轴低速指令不起作用故障。

故障设备：国产 JCS018 立式加工中心，采用 FANUC 6 数控系统。

故障现象：主轴低速指令不起作用。

故障检查与分析:经检查,从键盘上输入时速指令 S 时,在地址 R01~R12 上能读到相应的二进制代码,主轴能够运转,只是在低于 120r/min 时, S 指令无效。当转速指令给定为 0 时,主轴竟按 120r/min 转速运转。显然是有一额外的模拟指令电压在起作用。通过对主轴板上数模转换集成块 DAC80 的测量,发现其输出端 15、18 也即 CH2 对地有 0.5V 的电压。如表 3-2 所示,可看出该电压基本符合 120r/min 时的模拟指令电压,显然该集成块已有故障,因而产生了这一额外电压。

表 3-2 指令、电压、转速对应表

二进制转速指令	模拟输出电压/V	电动机转速/（r/min）
0000 0000 0000	0	0
0000 0101 1011	0.222	50
0000 1011 0110	0.444	100
—	—	—
1111 1111 1111	9.999	2250

故障处理：我们将图 3-9 中的短路棒 S4 撤除，改为串入一只硅二极管，利用其管压抑制住多出的 0.5V 电压，故障排除，主轴低速能够达到所需的 50r/min，使低速加工工序得以完成。

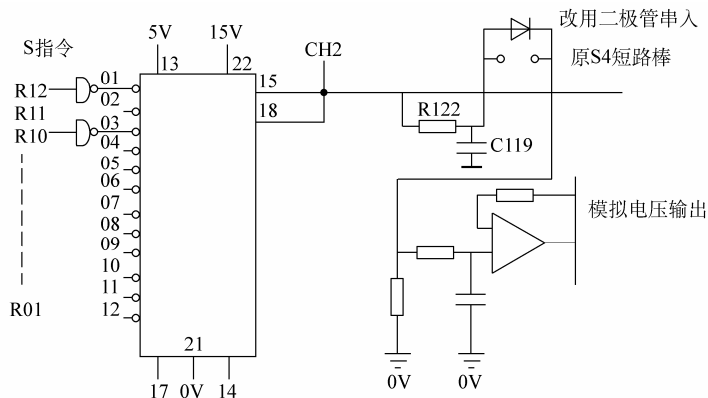


图 3-9 故障点及故障排除方法

【例 3-34】 主轴起动不了和正常运转中突然停转故障。

故障设备: 匈牙利 YBM90N/100 型加工中心, 采用 FANUC 11 ME-F 数控系统。

故障现象：起动主轴时，CRT 偶尔出现 EX 15 报警，主轴起动/停止故障。偶尔还发生主轴正常运转中突然停转的现象，此时 CRT 也显示 EX 15 报警。随着使用时间的增加，此故障出现越来越频繁。

故障检查与分析：经过对该设备的长期观察，发现 CRT 出现 EX15 报警时有两种现象。其一，在设备送电后，未起动主轴，有时主轴伺服板显示器有干扰，显示主轴较高的转速，起动主轴时 CRT 会显示 EX15 报警，主轴起动不了。此时用手晃动由主轴编码器至主轴伺服

板的电缆插头 CN2, 会使主轴伺服板显示器的干扰信号消失, 将系统复位, 有时 EX15 报警会消失, 主轴可以起动。通过 CRT 观察由主轴输入至 PC 的有关主轴转动的参数 X1.1 也证实了这一点。正常情况下, 当主轴未转动时, X1.1 为 1, 当主轴转动时, X1.1 为 0。而在未起动主轴, 有干扰信号时 X1.1 为 0。可以判断这种 EX15 报警是由干扰信号引起的。反复检查 CN2 插头和电缆, 最终发现该电缆屏蔽线的接地线虚焊 (当用手晃动插头, 接地线接触好时, 干扰信号会消失)。其二, 有时因干扰信号造成 EX15 报警, 但将干扰信号消除, 系统复位后仍消除不了 EX15 报警, 主轴起动不了。通过 CRT 观察有关参数, 看出起动主轴后虽然主轴转不了, 但 PLC 送至 NC 有关速度的地址指令 G24、G25 均正常, NC 送至 PLC 的有关参数 F10、F11 也无问题, 说明 PLC 与 NC 均正常。当在主轴板上测量速度指令信号 VCMD 和由 NC 来的转速模拟信号指令 DA2, 发现有 DA2 信号而无 VCMD 信号, 这说明虽然 PLC 与 NC 均正常, 还需满足其他条件主轴才能转动。经分析原理和图样, 主轴转动的必备条件为除 PLC 与 NC 正常外, 机床准备信号 MRDY1 与 MRDY2 都必须接通, 而 MRDY1 与 MRDY2 接通必须具备以下三个条件:

- 1) PLC 输出至机床的信号 Y10.2=1 时, N35 的触点 1 和 3 闭合, 启用信号接通。
- 2) PLC 输出至机床的信号 Y1.4=1 时, K1 的触点 13 和 14 接通, 变频器接通。
- 3) 机床电源开关 D₁-Q₂ 的辅助触点 11 与 14

接通, 如图 3-10 所示。经查以前的多次记录, 了解到出现 EX 15 报警时, 主轴虽不转动, PLC 的输出 Y1.4 和 Y10.2 均为 1 (正常), 重点怀疑到电源开关 D₁-Q₂ 的辅助触点有问题。经检查, 该电源开关 D₁-Q₂ 的辅助触点接触不良, 致使主轴功率驱动部分的晶体管模块频繁通断, 从而造成晶体管模块损坏, 由此断定是主电源辅助触点接触不良造成的上述故障。

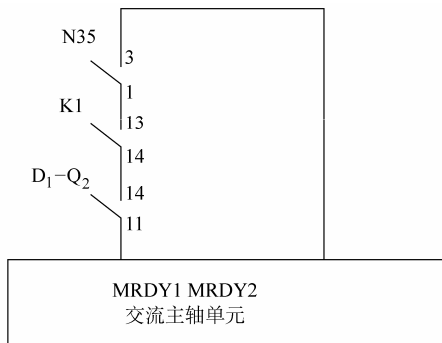


图 3-10 交流主轴单元电路图 (局部)

故障处理: 将插头 CN2 和电缆屏蔽线的接地线重新焊好, 并修理电源开关 D₁-Q₂ 的辅助触点, 主轴起动不了和正常运转中突然停转的两种故障均消失。

【例 3-35】 主轴拉不紧刀故障。

故障设备: 中国台湾 VMC-65A 加工中心, 采用 FANNUC 0M 数控系统。

故障现象: 使用半年, 主轴拉不紧刀, 机床无任何报警信息。

故障检查与分析: 主轴拉不紧刀的主要原因有:

- 1) 主轴拉紧碟簧变形或损坏。
- 2) 拉紧液压缸动作不到位。
- 3) 拉杆与刀柄夹头间的螺纹连接松动, 刀柄夹头随着刀具的插拔发生旋转, 后退约 1.5mm。一般来说, 拉杆与刀柄夹头间的连接应非常牢固, 通常采用螺纹连接, 外加螺母锁紧、锁紧螺钉锁紧或连接时采用螺纹锁回密封胶防松。而该机床的拉杆与刀柄夹头间没有任何防松措施。在插拔刀具时, 若刀具中心与主轴锥孔稍有偏差, 拉杆与刀柄夹头间就存在一个偏心摩擦。刀柄夹头在这种摩擦与冲击的共同作用下, 时间一长, 螺纹松动退扣, 出现主轴拉不紧刀的现象。

故障处理：将主轴拉杆与刀柄夹头的螺纹连接，用螺纹锁固、密封胶锁固及用锁紧螺母锁紧后，故障排除。

【例 3-36】 一台 HAMAI 公司生产的加工中心，配置 FANUC 10M 系统。

故障现象：在运行过程中突然停电之后，造成主轴伺服单元不能工作。

故障检查与分析：对主轴伺服单元进行检查，发现三个交流电源输入熔断器全部烧毁。按照系统维修说明书的维修指示内容去检查，均未发现异常。按交流主轴伺服单元的工作原理进行分析，因故障是在正常工作时突然停电造成的，而在突然停电时，主轴电动机内的电感能量必然要立即释放。由于能量释放时产生的反电势太高，可能会造成能量回收回路损坏。根据上述分析，检查有关回路部分，果然发现两个晶闸管损坏，经更换之后，机床恢复正常。

【例 3-37】 主轴不转故障维修。

故障现象：一台配置 FANUC 0MD 的立式加工中心，机床主轴在自动及 MDI 方式下均不旋转，CRT 上无报警信息，主轴伺服单元上无报警。

故障检查与分析：遇到这类故障，应首先查找控制主轴旋转的内部继电器。

1) 根据机床 CRT 上显示的梯形图并参照实用说明书，主轴正转输入地址为 X4.3，根据 X4.3 依次查找（见图 3-11）。由于 Y48.2 为主轴正转输出继电器地址，因此判断 G229.5 为主轴正转输出的内部继电器。根据故障现象，初步判断故障原因应是主轴旋转的条件未满足。

2) 依据梯形图查找发现 G120.5 无输入，进一步查找发现定位销插入信号 X22.4 有输入。该机床采用定位销进行主轴定向，如图 3-12 所示。

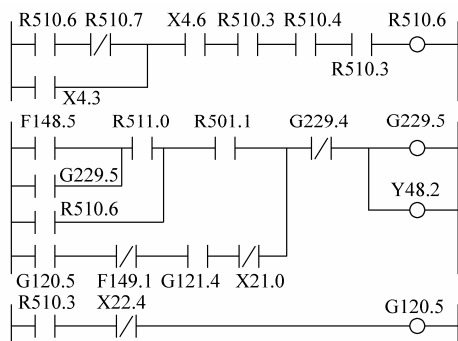


图 3-11 主轴旋转控制梯形图

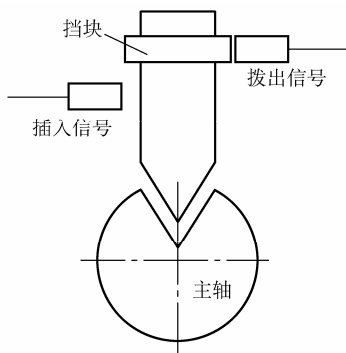


图 3-12 主轴定向结构示意图

3) 用手旋转主轴可以转动，表明定位销并未插入。

4) 拆开主轴箱发现，定位销上的挡块松动。在进行主轴定向时，定位销拔出，信号接通后接着消失，挡块滑到插入位置，因此机床未出现报警，但定位销插入时主轴无法旋转。处理办法：调整挡块位置并固定，机床故障消失。

【例 3-38】 BX 110P 卧式加工中心，配 FANUC 11ME 系统。AC 主轴 AL-02 报警。

故障现象：当执行 M06 换刀时，主轴定向过程中发生报警，控制柜上的 ALARM 点亮，指示 SPINDLE 报警。当执行 M19 定向时，也发生同样故障。在这之前曾经偶尔发生加工过程中速度突然变慢，而后又恢复正常的现象。

故障检查与分析：根据报警现象，判断故障在主轴伺服单元上，经查主轴伺服单元印制电路板上显示 AL-02 报警，内容为速度偏差超过指令值，伺服与电动机控制接线不良。为了

观察主轴箱定向与运转情况,把主轴箱下降到最低点时,起动主轴又能转动起来,这说明故障是有位置的,当用手摇脉冲发生器到Y轴(主轴箱)某一位置时,又发生同样报警。由此分析,伺服与电动机信号控制断线,接触不良的可能性非常大。拆开HD,轻轻拉一下接线头,有一线脱落,由于有其余线连着有时还接触,所以有时又通路。

故障处理:焊接修复后,主轴运行正常。

【例 3-39】 AC 主轴无法起动,不报警。

故障现象:手动、自动方式主轴均不起动且无报警,显示正常。当使用MDI方式时,SYCLE, START 显示点亮。查NC参数正常,说明NC信号已发,但伺服不执行。

故障检查与分析:该机床为XH754型卧式加工中心(青海一机厂制造),采用FANUC 6M系统。根据现象看,可能信号没满足,查PC图,观看参数变化,主轴起动条件已满足,最后将故障缩小在主轴伺服单元上。由于NC来的是数字信号,到伺服单元要转换成模拟信号,数模转换是一环节。将数模转换芯片拔下发现有一插脚蚀断,芯片型号为DAC80-0B1,由于CMOS集成块抗静电能力差,焊接时一定要在烙铁不带电的情况下焊接。修复插脚后,机床使用正常。

【例 3-40】 主轴油冷却器故障,报警不能消除。

故障现象:开机后出现报警EX026 SPINDLE COOLANT DEFECT,即主轴冷却损坏。按[RESET]键,报警不能消除,机床各轴也无法运动。

故障检查与分析:该机床是台湾高明精机公司的龙门式加工中心KMC-3000SD,系统为FANUC 15M。为了减小温度对加工精度的影响,该机床采用了主轴恒温控制。由冷却系统对主轴油进行冷却,将冷却后的主轴油送入主轴箱,从而达到对主轴的降温。冷却器自身带有自动控温装置。温度可在 $+10^{\circ}\text{C}\sim-10^{\circ}\text{C}$ 之间调节,根据报警提示,查看冷却系统,听到压缩机间断工作正常,发现PUMP灯未亮,说明主轴液压泵未起动,按冷却控制器上的ON/OFF按钮,PUMP灯亮,听到了主轴液压泵起动声音,报警消除。运行机床,各种功能正常。关掉机床重新起动,报警再次发生。再次起动主轴液压泵,报警又可消除。

多次试验,现象依旧。由于用手动起动主轴液压泵后报警消除,机床运行正常,用手动关掉主轴液压泵后故障又出现,这说明:①只要主轴液压泵起动此故障就消失;②手动操作主轴液压泵起动正常,冷却系统与主轴液压泵均正常;③控制系统起动,恢复ESP开关时,主轴液压泵没有起动。

由以上三点得出结论,故障可能是由于控制系统不能对主轴液压泵遥控起动造成的。检查控制柜与冷却系统之间的连线,发现只有三相220V交流电源连线、5V直流电源线及报警线AL,而无其他控制线连接(见图3-13)。

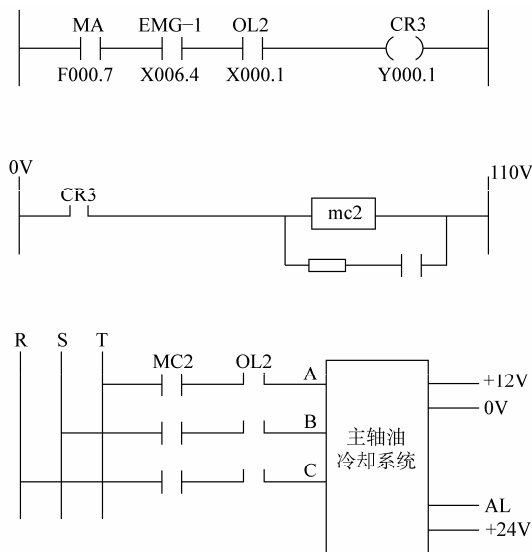


图 3-13 主轴油冷却系统电气原理图

当控制系统起动, EMG-1 接通后, CR3 及 MC2 随后接通, 侧冷却系统控制箱 A、B、C 三线电压正常, +5V 也正常, 但油冷却器控制箱 CN11 接触器未接通, 主轴液压泵不能起动。报警 AL 信号产生。

故障处理: 这说明故障出在冷却器控制电路本身。拆下冷却器控制板, 可以看到两组设定开关 SW1 和 SW2, 在 SW1 上有一开关旁注有 REMOTE ON, 经检查开关在 ON 位和 OFF 位时均断开。将 REMOTE 开关短接后机床恢复正常, 故障排除。

说明: 该部分控制电路图如图 3-14 所示。从图可以看出, REMOTE 开关是用来进行遥控和手动转换的, 只要 REMOTE 断, AL 报警就一直有, 而液压泵电动机也只能靠手动 ON/OFF 来起动。因机床起动后主轴油就必须一直有, CN11 也应一直接通, 实际上手动功能在此无用, 所以短路 REMOTE 就可以了, 不用更换开关组 SW1。

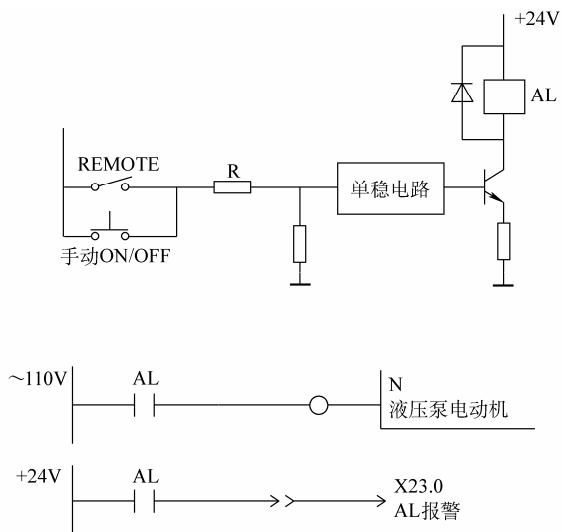


图 3-14 油冷却器控制电路图

3.2 配置 SIEMENS 数控系统故障诊断与维修

3.2.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 3-41】 W 轴在停止状态下抖动故障

故障设备: 德国维尔纳公司制造的 TC800 卧式加工中心, 其控制系统是西门子 850M。

故障现象: 机床使用一年后发现, 在停止状态下刀链(W 轴)来回小范围抖动。该轴的驱动与其他各轴一样采用交流伺服系统, 其位置检测为角度脉冲发生器。开始时抖动不很严重, 后来越来越厉害并报警停机。

故障检查与分析: 在机床制动停机后, 通过测量伺服驱动的指令值, 发现该输入电压值“+”“-”不断变化, 与抖动周期一致, 从屏幕也发现 W 轴的实际位置不断地发生增、减变化, 这说明位置反馈是好的。那么 NC(数控)部分、伺服驱动、电动机这几个环节哪一个有故障呢? 首先考虑到是零点漂移, 但经调整无效。由于是闭环的数控系统, 各环节互相控制、互相制约, 分析起来比较复杂。而西门子 850M 系统可分为硬件和软件两大部分, 软件部分有许多用户可以干预的参数, 关于伺服轴的参数也不少。因此决定先从修改参数入手。

故障处理: 经几次调整参数, 最后将 NC 机床参数 2604(W 轴多项增益)从 25500 改至 15000 后, 抖动立即停止。为使系统有比较高的速度和较宽的稳定余量, 经几次试验将该参数定为 20000, 以后刀链一直正常运行至今, 故障排除。

说明: 抖动原因是元件老化, 系统参数发生变化, 而且伺服系统回路的增益太大。理论

上在闭环系统里开环增益过大,系统的稳定余量就小。由于系统某些原因引起参数发生变化或干扰造成系统振荡或不稳定。在全由硬件组成的系统里可以调整某一环节增益得以校正,而在现代计算机控制的加工中心,往往可以通过修改某一个相关参数而收到事半功倍的效果。

【例 3-42】 德国制造的 ECOCUT1.6 卧式加工中心,配置西门子 8MC 数控系统。Y 轴反馈信号断线故障。

故障现象: 当 X 轴运动到某一点时,液压自动释放,且出现报警:Y 轴测量环故障。此故障给人的第一感觉是不可理解的,X 轴运动时为何 Y 轴报警?且 X 轴每次都运动到一个固定点附近出现此故障,个别情况下 X 轴可通过此点。断电再通电也正常,但来回运动 X 轴几次后均出现此故障。

故障检查与分析:

1) 此故障是第一次出现的,因此考虑是否系统有误,可能是 X 轴测量环的故障。当拔下 X 轴测量反馈回路的信号电缆时,屏幕出现 X 轴测量环故障,因此排除了系统有错误的可能。

2) 该故障为 X 轴运动到某一点时出现,检查此点位置及附近位置对 Y 轴测量装置均无影响,其他外部信号一切正常。

3) 检查 Y 轴电缆插头、读数头固定情况和光栅尺状况,未发现异常现象。

4) 因该设备属大型加工中心,电缆较多,配电柜与机床之间的电缆长度大约在 15 m 左右,所有电缆固定在电缆架上,随机床来回移动,机床移动的不同位置电缆弯曲的部位不同,根据上述分析,电缆断线的可能性最大。

5) 在 X 轴运动至出现故障点位置时,测量 Y 轴反馈测量信号线的断路情况,结果发现其中一根信号线开路。

故障处理: 因电缆很长,更换工作量大,用查电气线路图法发现电缆内有备用线,用其替代断线后,机床恢复正常。

【例 3-43】 西门子 810M 系统 FB62 无法运行的故障维修。

故障现象: 某配套西门子 810M 的立式加工中心,在 PLC 程序调试时,发现 PLC 功能模块 FB62 无法运行。

故障检查与分析: 西门子 810M 系统的 PLC 功能模块 FB62 的作用是进行 PLC 与 CNC 之间的数据交换与传送,该功能通常用于机床制造厂家,以实现特殊控制动作。通过本功能可以将 PLC 数据直接写入 CNC 的 R 参数中,同样 PLC 程序亦可以直接读取 CNC 的 R 参数。

在西门子 810M 系统中,PLC 数据与 CNC 的数据传送为选择功能,它需要通过指定的参数予以生效。该参数为 NC-MD5015 bit0,当 NC-MD5015 bit0=1 时,功能允许。在本机床上,通过设定以上参数后,PLC 与 CNC 间的数据传送正常。

【例 3-44】 垂直进给轴限位保护引起急停的故障维修。

故障现象: 某配套西门子 810M 的立式加工中心,开机后显示“ALM2000”机床无法正常启动。

故障检查与分析: 西门子 810M 系统出现 ALM2000(急停)的原因是 CNC 的“急停”信号生效。在本系统中,“急停”信号是 PLC 至 CNC 的内部信号,地址为 Q78.1。通过 CNC 的“诊断”页面检查,发现 Q78.1 为“0”,从而引起了系统急停。

进一步检查机床的 PLC 程序 Q78.1 为“0”的原因是由于系统 I/O 模块中的“外部急停”输入信号为“0”引起的。对照机床电气原理图,该输入信号由各进给轴的限位行程开关的常

闭触点串联而成。经检查、测量,发现机床故障的原因是Z方向限位开关触点断开,使限位保护动作,Z工作台亦处于限位位置。

由于该机床Z轴为垂直进给轴,伺服电动机带有制动器,无法简单地利用机械手动操作退出Z轴,维修时通过将机床的“Z限位”信号进行暂时短接,在取消了限位保护后,手动移动机床Z轴,退出限位保护位置,然后再恢复限位功能,机床恢复正常工作。

【例 3-45】 闭环电路检测信号线折断,导致控制轴运行故障。

故障现象:西门子8系统卧式加工中心有一次正在工作过程中,机床突然停止运行,CRT出现NC报警104,关断电源重新起动,报警消除,机床恢复正常,然而工作不久,又出现上述故障,如此反复。

故障检查与分析:查询NC104报警,其内容为:X轴测量闭环电缆折断短路、信号丢失、不正确的门槛信号、不正确的频率信号。本机床的X、Y、Z三轴采用光栅尺对机床位移进行位置检测,进行反馈控制形成一个闭环系统。

故障处理:根据故障现象和报警,先检查读数头和光栅尺,发现光栅尺密封良好,里面洁净,读数头和光栅尺没有受到油污和灰尘污染,并且读数头和光栅尺正常;继续检查差动放大器和测量印制电路板,经检查未发现不良现象,因此可以判断检测元件硬件没有问题,下一步的检查重点应放在反馈电缆上。测量反馈端子,发现13号线的电压不稳,停电后继续测量13号线,发现其电阻较大,经仔细检查,发现此线在X向随导轨运动的一段有一处将要折断,似接非接,造成反馈值不稳,偏离其实际值,从而导致电动机工作异常。经对断线重新接线,起动机床,故障消除。

【例 3-46】 捷克TOS公司WHN110Q加工中心PLC停止故障的处理。

故障现象:开机出43号PLC CPU not ready for operation (PLC CPU没有做好运行准备)报警,PLC CPU模块上的红灯亮,表明PLC已处于停止状态,机床无法运行。

故障检查与分析:该机床由西门子840C系统控制,PLC采用DMP分布式结构。43号PLC CPU没有准备好是840C系统一个比较常见的故障。故障发生时PLC处于停止状态,机床的所有动作都不能执行,其原因大部分与PLC有关。引起PLC停止的原因很多,要确定究竟是什么原因造成的。

对于810、850、880系统,通常用PG或装有S5编程软件的笔记本电脑与主机连接,调用编程器的“OUT ISTACK”功能,读出在PLC停止发生时的控制位、中断栈以及用于中断分析的附加出错信息,即伪地址为F0000~F0004的存储器的内容。而840C系统可直接通过面板操作来读取F0000~E0004的内容,方法是:Diagnosis→Service display→PLC Service (低于SW3版本的为:Diagnosis→NC diagnosis→Service display→PLC error detection)。PLC停止原因代码即可显示。

本例中通过上述操作,读出的伪地址为F0000~F0004的存储器内容依次为:006、0400、0003、0015、0001。通过查840C诊断手册中有关PLC出错号和附加出错信息表,可知上述代码的含义是:006F表示起动时I/O故障;0400表示采用DMP分布式PLC外设;0003表示接口模块号;0015表示DMP模块号为15;0001表示DMP线号。上述表明PLC停止是由于DMP模块号15的手持单元故障引起的。检查手持单元,发现无+24V供电电压,再查与手持单元连接的分配盒,当打开分配盒,发现与+24V串联的二极管和印制电路烧断。

故障排除:调换分配盒中已烧毁的二极管,连接好已烧断的印制电路,装好后开机,43

号报警不再出现，机床可正常运行。

【例 3-47】 捷克 TOS 公司 WHN110Q 加工中心西门子 840C 系统死机故障的处理。

故障现象：该机床开机通电后，首先 840C 系统按图 3-15 所示的屏幕逐行进行自检。此页面结束后，在接下去的页面上出现“ERROR LOADING OS”，此后屏幕一直不变，机床系统处于死机状态。这时 MMC 模块上的 LED 数码管显示“9”，NC CPU、PLC CPU、CSB 模块上的红灯都亮。PLC DMP 输出指示灯全不亮。

386 Modular BIOS v3.05acf,MR0 1.45 Copyright (c)1984-90 Award Software Inc. (c)1991-92 SIEMENS AG ERLANGEN		
TESTING INTERRUPT CONTROLLER #1	PASS	
TESTING INTERRUPT CONTROLLER #2	PASS	
TESTING CMOS BATTERY	PASS	
TESTING CMOS CHECKSUM	PASS	
TESTING EXTENDED CHECKSUM	PASS	
SIZING SYSTEM MEMORY	640K	FOUND
TESTING SYSTEM MEMORY	PASS	
CHECKING UNEXPECTED INTERRUPTS AND STUCK NMI	PASS	
TESTING PROTECTED MODE	PASS	
SIZING EXTENDED MEMORY	3072K	FOUND
TESTING MEMORY IN PROTECTED MODE	3072K	PASS
TESTING PROCESSOR EXCEPTION INTERRUPTS	PASS	
BIOS SHADOW RAM	ENABLED	
VIDEO SHADOW RAM	ENABLED	

图 3-15 840C 自检页面

故障检查与分析：从以上所显示的屏幕看，MMC 系统的自检已完成，并且都通过，接下去应该是读硬盘，但在读盘时出现“ERROR LOADING OS”即安装操作系统出错，从而使接下去的安装工作无法继续进行下去。读硬盘发生错误可能有以下几种原因：①硬盘 CMOS 参数丢失；②硬盘中操作系统损坏；③硬盘或 MMC 模块不良。

另外从故障发生时 MMC 模块上 LED 数码管显示“9”，其含义是“State which causes removal of the driver”，指的是“驱动器被移去”，也就是系统找不到驱动器。可见接下去应先检查硬盘的 CMOS 参数是否丢失。

检查硬盘的 CMOS 参数步骤如下：

1) 关机，将一个 PC 机用的 101 键盘插入 MMC 模块上的键盘插孔，开机。

2) 系统出现如图 3-15 所示的自检页面时，注意在自检完成后的屏幕下方出现进入 CMOS 设置的提示字符时，同时按键盘上的 Ctrl、Alt、Esc 三键，即运行 BIOS SETUP 程序，出现 CMOS 设置菜单。

3) 在 CMOS 设置菜单下，用→←↑↓键选择，第一硬盘类型代号 48 显示为：

48 762 0 39 170 761

将“762”改为“1050”，“0”改为“16”，“39”改为“63”。

以上表明原来的硬盘参数已丢失，重新输入该硬盘参数。然后按 F10 和 F5 键，存储修改后的硬盘参数并退出 SETUP 设置。按 MMC 模块上的“RESET”按钮，重新引导系统，系统在自检完成后，不再出现“ERROR LOADING OS”报警，且能正常地从硬盘中安装数据和程序，

直至出现机床基本画面，一切恢复正常。

该机床 840C 系统曾出现过多次上述的硬盘 CMOS 参数丢失故障，开始总以为硬盘或 MMC 模块不良，急于调换硬件，其实硬件并未损坏，只是硬盘的 CMOS 参数丢失而已。

3.2.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 3-48】 Z 轴抖动故障。

故障设备：德国 TC1000 卧式加工中心，采用 SINUMERIK 850M 数控系统。

故障现象：机床 Z 轴（立柱移动方向）因位置环发生故障，在移动 Z 轴时立柱突然以很快的速度向反方向冲去。位置检测回路修复后 Z 轴只能以很慢的速度移动（倍率开关置 20% 以下），稍加快点 Z 轴就抖动，移动越快抖动越严重。

故障检查与分析：先是考虑伺服系统有故障，但更换伺服驱动装置和速度环等器件均告失效。由于驱动电动机有很多保护环节，暂不考虑其有故障，因而怀疑机械传动有问题。通过检查润滑、轴承、导轨、导向块等均良好，且用手转动滚珠丝杠，立柱移动也轻松自如，滚珠丝杠螺母与立柱连接良好，滚珠丝杠螺母副也无轴向间隙，预紧力适度，进而怀疑在位置环发生故障时，由于撞车时速度很快，滚珠丝杠承受的轴向力很大，可能引起滚珠丝杠弯曲。低速时由于转矩和轴向力都不大，所以影响不大，而高速时由于转矩和轴向力都较大，加剧了滚珠丝杠的弯曲，使阻力大增，以致使 Z 轴不稳定，引起抖动。

故障处理：换上滚珠丝杠备件后试车，故障消除。经检测，原滚珠丝杠的弯曲超过了 0.15mm/m。

【例 3-49】 一卧式加工中心，采用 SINUMERIK 8 系统，带 EXE 光栅测量装置。运行中出现 114 号报警，同时伴有 113 号报警。

故障检查与分析：从报警的原因看，由于 114 号报警，引起 113 号报警，故障部位定位在位置测量装置。114 号报警有两种可能：一是电缆断线或接地；二是信号丢失，前者可通过外观检查和测量来诊断，对后者主要是信号漏读，如果由于某种原因，使光栅尺输出的正弦信号幅度降低，在信号故障处理中，影响到被处理信号过零的位置，严重时会使输出脉冲挤在一起，造成丢失。因为光电池产生的信号与光照强度成正比，信号幅度下降无非是因为光源亮度下降或光学系统脏污所致。从尺身中抽出扫描单元，分解后看到，灯泡下的透镜表面呈毛玻璃状，指示光栅表面也有一层雾状物，灯泡和光电池上也有这种污物，这些污物导致了光源发光率下降和输出信号降低，通过对光栅的清洗可消除故障。

为了有效避免检测装置发生问题而导致机床出现故障，因此，在日常工作中，我们要注意对位置检测装置进行维护。如对光电编码器，我们一方面要防止它与主轴之间的连接出现松动；另一方面，还要为它防振、防污。对光栅主要是防振和防污。同样对于其他的位置检测装置，我们也必须采取相应的维护措施，以保证位置检测系统的可靠工作，从而减少或避免故障的发生。

【例 3-50】 数控加工中心，出现报警 1120、1121 “Clamping monitoring”（卡紧监视）。

数控系统：西门子 810M 系统。

故障现象：机床在开机回参考点时，运动 X、Y 轴，各出现 1120 报警和 1121 报警，但 Z 轴运动正常。在按下 X 轴、Y 轴运动按钮时，屏幕上的坐标数值不变，实际上伺服轴也没有动。

故障检查与分析：因为伺服轴没有动，因此，怀疑伺服系统有问题。对伺服系统进行检查。这台机床使用的是西门子 SIMODRIVE 611 伺服控制器，X 轴、Y 轴共有 1 个伺服放大器模块，在按下 X 轴或 Y 轴运动按钮时，检查到伺服放大器有输入没有输出，确认是伺服放大器模块损坏。

故障处理：更换新的伺服放大器，机床恢复正常。

【例 3-51】 数控加工中心，出现报警 1042 “DAC limit reached”（达到 DAC 极限）。

数控系统：西门子 810M 系统。

故障现象：机床一运动 Z 轴就出现 1042 报警。

故障检查与分析：西门子 810 系统的 1042 号报警是系统关于 Z 轴的伺服报警，指示 DAC 设定值比机床数据 MD2682（最大 DAC 设定值）的值大。出现这个报警后，DAC 的设定值不能再增加，因此，首先检查机床数据 MD2682、MD3642 和 MD3682，都正常。

根据经验，这个故障多半是伺服电动机不转或者反馈回路有问题。

这台机床的伺服系统采用的是西门子 SIMODRIVE 611 系统，在起动 Z 轴时检查伺服系统的指令输入信号，电压很高，但观察到 Z 轴并没有动，屏幕上 Z 轴的数值也没有变化。说明系统部分没有问题，位置反馈也没有问题。因为 X 轴和 Y 轴运动正常，说明伺服系统的电源模块没有问题。更换 Z 轴伺服放大器，故障依旧，说明放大器也没有问题。那么，能不能是伺服放大器上的参数设定板有问题呢？采用互换法与 X 轴的参数设定板对换，这时机床 X 轴运动时，出现 1040 报警，故障转移到 X 轴上，说明原 Z 轴的参数设定板损坏。

故障处理：更换参数设定板，机床恢复正常。

【例 3-52】 英国 G60RTX 加工中心 X 轴抖动故障的处理。

故障现象：该机床原系英国的二手加工中心，后经西门子 840D 改造，X、Y、Z、W、B 等轴配用 611D 驱动装置和 1 FK6 型伺服电动机，其中 X、Y、W 三轴配用海德汉 LB382 型光栅尺，作全闭环控制。该机床 X 轴在运行时出现了抖动、过冲，停止时会来回振荡，使机床无法正常加工。打开 X 轴电动机输出传动部分罩壳，发现在 X 轴停止时，X 轴电动机会大幅度来回摆动。

故障检查与分析：该机床在数控系统改造后 X 轴运行一直比较稳定，这次突然出现抖动和振荡现象，伺服参数发生变动的可能性较小，硬件上的故障可能性较大，常见的有以下几种原因：

1) 速度控制器不良。这只要和其他轴相同的驱动模块进行交换就可确定。

2) 光栅测量系统不良。可暂时取消光栅测量系统，改全闭环为半闭环。对 611D 型驱动系统，一般只要修改该轴有关参数以及该轴 PLC 程序段对测量系统的设定，无须改动硬件，如：

① 如将 X 轴光栅测量系统暂时取消，改全闭环为半闭环，应对以下参数进行修改：

先输入如下口令：Start up→Set Password→SUNRISE→OK→Machine Data。

标准轴参数修改：Axis MD→用 Axis+或 Axis-选择各轴页面→设置：

MD30200 NUM-ENCS 编码器数目从 2 改为 1；

MD30240 [1] ENC-TYPE 编码器类型从 1 改为 0；

MD31040 [1] ENC-IS-DIRECT 编码器直接安装在机床上从 1 改为 0。

上述参数修改后，机床要断电，重新起动，参数才有效。

② 修改该轴 PLC 程序段对测量系统的设定。

a) 将装有 SINUMERIK STEP S7 PLC 编程软件的笔记本电脑, 通过 PC 适配器与 840D 的 NCU 单元上的 X122 接口相连。

b) 运行 STEP S7 编程软件, 先进行 PC 设置:

Option→Set PG/PC Interface→选择 PC 适配器 (MPI)→Select→PC 适配器→Install→确定, Y→Close→Properties→Local Connection→选择通信口 COM1, 波特率 19200→确定。并将 PC 适配器上的拨动开关拨至 19200 位。

c) 在 STEP S7 编程软件下, 打开该机床 STEP S7 PLC 程序文件, 并在其 BLOCKS 子目录下打开 X 轴的 PLC 程序段 FC45, 在 Network 1 下有两句:

```
SET
=DB31.DBX    1.6 //System 2 (位置环为第二测量系统光栅尺)
CLR
=DB31.DBX    1.5 //System 1
```

改为:

```
SET
=DB31.DBX    1.5 //System 1 (位置环为第一测量系统电动机编码器)
CLR
=DB31.DBX    1.6 //System 2
```

d) 然后点选 Online→PLC→Download, 将修改后的 FC45 程序段下载到 840D 系统的 PLC 中, 这样 X 轴将以半闭环的方式运行。

3) 机械反向间隙变大。如果机械反向间隙过大, 常会成为全闭环振荡的主要原因。本故障实例中, 先按第 2) 点所述的方法暂时取消 X 轴的光栅测量系统, 改全闭环为半闭环后, X 轴不再出现抖动和振荡现象, 但检查 X 轴的反向间隙, 竟达 22 丝。进一步检查发现是由于 X 轴的滚珠丝杠轴承座中的轴向推力轴承的紧固螺母松动造成丝杠窜动, 从而导致反向间隙变大。

故障排除: 将 X 轴的滚珠丝杠轴承座中的轴向推力轴承的紧固螺母锁紧, 使丝杠窜动量在 1 丝左右。恢复 X 轴光栅测量系统和全闭环控制, 将 X 轴在各种速度下运行, 不再出现抖动和振荡现象, 故障被排除。

3.2.3 刀库、机械手部分故障实例与诊断

【例 3-53】 机械手不能手动换刀。

故障现象: 机床的机械手不能手动换刀。

故障检查与分析: U FZ6 加工中心采用西门子 880 系统。该机床刀库配有 120 把刀位, 刀具的人工装卸是通过脚踏开关控制气阀的动作来夹紧和松开刀具。此故障发生时, 气阀不动作。根据我们多年的维修经验知道, 对于局部的可直接控制的动作利用 PLC 程序来判断故障是最有效的方法。由电路图我们知道气阀是由 N-K8 控制, N-K8 继电器由 A27.6 的输出来控制。根据机床制造厂家提供的机床 PLC 程序手册, 查出 PB156-1 为控制输出 A27.6 的程序, 内容如下:

U M 123.3

U M 165.3

U E 26.0

U E 2S.7

=A 27.6

注：程序中字母为德文。

由上述程序知道，M123.2 和 M165.3 为 PLC 内部的程序中间继电器，输入 E26.0 由脚踏开关 N-S06 控制，输入 E26.7 是一套由机械和电气联锁装置组成的刀库门控制信号，上述 4 部分内容组成一个与门电路关系，控制输出 A27.6。因此，从 PLC 输入状态检查 E26.0 和 E26.7 的状态。其中 E26.0 为 1，满足条件；E26.7 为 0，条件不满足，因此断定刀库门控制盒内部有问题。

故障处理：拆开刀库门控制盒后发现盒内连接刀库门的插杆滑动块错位，致使刀库门打开时，盒内联锁开关状态不变化，输出信号 E26.7 始终不变。将插杆滑块位置复原后，打开刀库门时，E26.7 为 1，输出 A27.6 也为 1，则气阀动作，手动换刀正常。

【例 3-54】 机械手不能自动换刀。

故障现象：机械手进入刀座后自动中断，CRT 显示“读禁止”。

故障检查与分析：德国 SHW 公司生产的 U FZ6 加工中心，配置西门子 880 控制系统。此机床较大，刀库与主轴相距较远（约 3m），机械手由液压驱动在导轨上滑动传送刀具。主轴位置分立式、卧式两种换刀方式，因此机械手可上、下翻转，满足主轴换刀位置的需要。机械手换刀共分 28 步，每一步均有相应的接近开关检测其位置，大多数接近开关都安装在机械手不同的部位，随机手拖架来回运动，较易松动，且存在损坏的危险。此台机床是新购进设备，断线及电缆老化的可能性极小。各接近开关上指示灯正常，故供电电源也正常。因此只有从查各接近开关的位置入手。

此故障停止在步序 2，机械手进入刀座准备拔刀时，因此首先检查机械手是否到位。通过 PLC 接口显示，输入 E24.6 状态为 1，说明机械手到刀库的开关 S07 已动作。下一步应该夹刀，但未动作。经手动试验机械手各动作正常，因此查 PLC 梯形图，检查各开关量的制约关系了解到，接近开关 S17 在机械手接近刀库约 300mm 范围内均应动作，否则换刀中断。查开关 S17 的 PLC 接口 E25.5，状态为 0，即此开关未动作，其他是此开关由于电缆移动造成松动，感应铁块与接近开关距离过大，感应不到信号。

故障处理：调整 S17 开关的位置后，自动换刀正常。

【例 3-55】 利用 SIN810/820CNC 系统菜单功能排除加工中心自动换刀机故障。

故障现象：当换刀机某一信号不到位而发生故障，使整机不能运行时（SIN810/820 系统出现故障时，一般无面板恢复功能），采用常规修理方法需熟悉换刀机液动或气动控制原理，还要熟悉换刀机 PLC 控制信号，进而查到控制某一动作的阀。因为换刀机控制较复杂，在进行手动操纵换向阀时，危险性较大。但用菜单操作方法排除换刀机故障，操作非常简单，修理周期非常短。

故障检查与分析：以下详述 SIN810/820 系统如何使换刀装置恢复到起始位置（即单步动作）的 CRT 菜单功能。

- 1) 使设备（如加工中心）进入单独运动模式（模式开关至 MDI-AUTOMATIC 状态）。
- 2) 按诊断（识别键）“∧”或“∨”至 PLC 状态（PLC STATUS）。

3) 选择 FW（按 FW 软键）出现 FB 菜单。

4) 光标移至 FB 119，将 FB119 设定为 1。

5) 切换至 JOG（手动）状态，按“∧”或“∨”键至 TOOL-C MOTIONS 状态（单独换刀程序，见图 3-16 所示的 CRT 菜单），按选择键（CRT 下面的软键）完成所需的动作。

JOG				
Individual motions tool changer				
FUNCTION ACKNOWLEDGE SP1 SP2				
1.GRIPPER CLAW LOCKED/UNL 0/1 %				
TOOL CLAMP LOCKED/UNL 0/1 %				
0.INTERLOCK LOCKED/UNL 0/1 %				
0.STROKE UP/DOWN 1/0 %				
GRIPPER ARM 0/180 1/0 %				
ATTENTION: CHECK TOOL TABLES!!!				
CELECT	UNLOCKED/ TOP	LOCK/ BOTTOM	0/ DGR	180/ DGR

图 3-16 CRT 换刀机手动操作菜单

6) 将 FB119 调为 0。

7) 按诊断（识别键）回复至正常菜单。

8) 按下停止按钮，关断总电源以后打开起动机床，检查机床是否处于正常状态。

说明：FB119 为换刀机手动，自动切换 PLC 参数；如 PLC 参数不能修改，可向制造厂索取修改码；操纵该菜单时，需合格的操作人员；操作时需细心，如换刀机一定要降下时，才能旋转等。

可以利用该功能快速修复了加工中心刀具拉紧不到位，机械手机件损坏，刀具进刀库不到位等故障，受到事半功倍的效果。

3.2.4 工作台部分故障实例与诊断

【例 3-56】 工作台不能移动故障。

故障设备：匈牙利 MKC-500 卧式加工中心，采用 SINUMERIK 820M 数控系统。

故障现象：工作台不能移动，7020 号报警。

故障检查与分析：查机床使用说明书，7020 号报警为工作台交换门错误，检查工作台交换门行程开关未发现异常，在 CRT 上调用机床 PLC 输入/输出接口信息表可以看出 E10.6、E10.7 为“0”。在正常情况下 E10.6 应为“1”，而 E10.6 正是工作台交换门行程开关之一。对应机床 PLC 输入/输出信息对 E10.6 进行检查，发现 SQ35 行程开关压得不好，即接触不良，以致造成故障报警。

故障处理：将 SQ35 行程开关修理后，故障排除。

【例 3-57】 旋转工作台在升降或旋转过程中，发生奇数定位正确，偶数定位不准故障。

故障设备：匈牙利 MKC-500 卧式加工中心，采用 SINUMERIK 820M 数控系统。

故障现象：旋转工作台在升降或旋转过程中，发生奇数定位正确，偶数定位不准，机床无任何报警。当定位不准时，将工作台重新升降一次后，定位又准确了，机床又能继续工作。

故障检查与分析：根据故障现象，怀疑是旋转工作台电动机上的旋转编码器松动或定位不准所造成。但反复调节旋转编码器及修改与旋转编码器有关的参数，均不能排除故障。

该机床工作台电动机驱动系统与刀库电动机驱动系统相同，采用交换法检查，当将刀库驱动系统换到旋转工作台后，故障消除。而将旋转工作台驱动系统换到刀库后，刀库便发生找不到正确刀号的故障。通过交换检查，确定是旋转工作台驱动系统发生了故障。该驱动系统为 SIMODRIVE 611-A 进给驱动装置。通过查阅该驱动系统手册及对该驱动系统故障的分析，认为该驱动装置无硬件故障。故障的原因，主要是由于长期运行后机械运动部件磨损和电气元件性能变化，引起伺服系统与被拖动的机械系统没有实现最佳匹配。由技术资料可知，这种情况可以通过调节速度控制器的比例系数 K_P 和积分时间 T_N ，来使伺服系统达到既有较高的动态响应特性而又不振荡的最佳状态。

故障处理：参考刀库电动机驱动装置上的 K_P 刻度和 T_N 刻度，对旋转工作台驱动系统进行微调后，故障排除。

【例 3-58】 自动加工过程中，A、B 工作台无交换动作。

故障设备：匈牙利 MKC-500 卧式加工中心，采用 SINUMERIK 820M 数控系统。

故障现象：机床加工程序已执行完 L60 子程序中的 M06 功能，门帘已开，但 A、B 工作台无交换动作，程序处于停止状态，且数控系统无任何报警显示。

故障检查与分析：从机床工作台交换流程图可以看出，当 A、B 工作台交换时，必须满足两个条件：一是门帘必须打开，二是工作台应处于放松状态并升起。检查上述两个条件，条件一满足，条件二不满足，即工作台仍处于夹紧状态。由机床使用说明书可知，旋转工作台的夹紧与放松均与 SP03 压力继电器有关，且 SP03 压力继电器所对应的 PLC 输入点为 E9.0，当机床处于正常加工状态时，旋转工作台被夹紧（ $E9.0=1$ ）；当机床处于交换状态时，旋转工作台被夹紧（ $E9.0=0$ ），准备进行 A、B 工作台交换。根据其工作原理，要使 A、B 工作台交换，需使 $E9.0=0$ ；要使工作台放松，即要使 SP03 压力继电器断开。经检查发现 SP03 压力继电器因油污而导致失灵，致使故障发生。

故障处理：清洗修复 SP03 压力继电器，调整到工作台交换时， $E9.0=0$ ；工作台加工时， $E9.0=1$ ，故障消除。

【例 3-59】 双工作台交换过程动作混乱故障。

故障设备：瑞典 HMC-40 加工中心，采用 SINUMERIK 840C 数控系统。

故障现象：机床双工作台在交换过程中动作混乱或动作未完成就停止。

故障检查与分析：检查故障时一次传感元件（接近开关或碰撞开关）的输入不正常，但拆线进一步检查均正常。检测一次元件连接电缆有短路现象，进一步检查线路发现电缆中间有一插头插座被切削液浸湿。但该插头插座是安装在电气柜内，与切削加工的密封仓是隔开的。仔细观察后发现该连接座上有一固定插座没有用皮孔堵住，而该孔恰与切削加工的密封仓连通，天长日久，切削液慢慢渗入，从而引起线路短路。

故障处理：取下被浸湿的插座，用酒精清洗后，用电吹风吹干，重新装上后，故障排除。

【例 3-60】 工作台不能回转到位，中途停止。

故障现象：输入指令要工作台转 118° 或回零时，工作台只能转约 114° 左右的角度就半途

停下来,当停顿时用手用力推动,工作台也会继续转下去,直到目标为止,但再次起动分度动作时,仍出现同样故障。

故障检查与分析: C W 800 卧式加工中心, 西门子 840C 系统。在 CRT 显示器上检查回转状态时,发现每次工作台在转动时,传感器 B57 总是“1”(它表示工作台已升到规定高度),但每次工作台半途停转或晃动工作台时, B57 不能保持“1”,显然,问题是出在传感器 B57 不能恒定维持为“1”之故。拆开工作台,发现传感器部位传动杆中心线偏离传感器中心线距离较大。我们稍作校正就解决了故障。但在拆装工作台时,曾反复了几次,由于机械与电气没有调整好,出现了一些故障现象,这也是机电一体化机床经常遇到的事情。

【例 3-61】 加工中心不能进行手动托盘转动。

故障现象: 该机床在装夹工件时,不能进行手动托盘转动。

故障检查与分析: 西门子 840C 系统,德国产 CWK500 型加工中心机床在装夹工件时,可通过手动托盘松开按钮 E81 S04 给 PLC 送入托盘释放信号,由 PLC 控制在托盘处于可松开状态时发出电动机抱闸松开和托盘锁紧销释放信号,控制机床使托盘可自如地进行手动转动。

其转动原理框图如图 3-17 所示。当机床出现故障,托盘不能进行手动转动时,对照机床电气原理图逐步检查,发现电动机抱闸线圈电源的 6A 熔断器损坏,电动机抱闸线圈内部短路,阻值变小,电动机内部抱闸用整流印制电路板上的整流管损坏。重新绕制线圈并更换相应元件后,机床恢复正常。但此故障不止一次出现,两台 CW K500 型机床均出现过此故障。仔细分析故障产生的原因后认为:由于机床操作者按下托盘松开按钮松开托盘之后,常常在夹紧工件后也不卡紧托盘,导致托盘长时间不断电,使电动机抱闸线圈长期通电,造成内部极度高温,使抱闸线圈短路损坏。此时,首先烧坏 6A 熔断器。若直接换上熔断器,通电再试,则会烧坏电动机内部的整流电路中的整流管,造成进一步损坏。

所以规定:在操作者松开托盘,使托盘转至所需位置后,必须立即锁紧托盘,在需要转动托盘时再次松开。有此规定后,机床使用了一年多,未再出现此故障。

假如操作者违反规定,再次出现托盘松不开的现象时,则应首先检查电动机抱闸线圈,这样可避免整流管的损坏。

当然,托盘松不开也不仅仅是抱闸线圈短路所致。最近又出现一次托盘松不开故障,现场检查发现 6A 熔断器没有烧,则断定不是线圈短路原因。进一步检查锁紧销信号,发现信号已给出,但由于长时间机床未用,又被水淹,销有锈死现象,电磁阀带不动。经进行相关处理后,机床恢复正常。

【例 3-62】 数控转台角位移故障的分析与处理。

故障现象: 打开主电源后,液压及辅助功能正常工作,起动 NC 控制装置系统断开,伺服出现 444 报警,机床不能工作。

故障检查与分析: TH6363 加工中心采用的是全闭环控制系统;所用系统为西门子 820

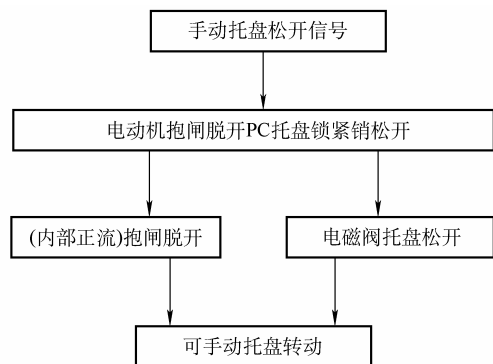


图 3-17 手动托盘转动原理框图

数控系统。主轴采用大惯量直流电动机，伺服控制电动机为直流永磁式电动机，位置检测采用直线和旋转式感应同步器（X、Y、Z轴为直线式，转台B轴为圆式）。

查维修手册得知，444报警是第4轴（即B轴）的旋转变压器/感应同步器位置检测系统故障。设备正常工作时，通过CRT面板输入位置指令信号（即旋转角度），NC装置将指令信号转换成指令脉冲，指令脉冲与检测到的实际位置信号进行比较，产生位置偏差量，此位置偏差量控制速度单元，按设定的转速旋转，使位置偏差量为零，达到要求的位置。以上故障现象的出现可以认为是位置检测有问题。造成位置检测不正确有以下三种因素：

- 1) 位置控制板出现问题，不能给圆感应同步器定尺提供励磁信号。
- 2) 位置反馈放大器出现故障，使反馈的位置信号不能进入位置控制板。

3) 圆感应同步器本身问题，不能产生位置反馈信号。查找方法：首先，将X轴的感应同步器连同反馈放大器，接到转台B轴的控制接口上，此时，轴感应同步器上的励磁信号为B轴控制板上的励磁信号，B轴上的励磁信号为X轴上的励磁信号，结果X轴正常，B轴不正常，可证明B轴控制板无问题。然后将两轴的反馈放大器互换，结果一样，可证明B轴反馈放大器也没有问题，问题可能在尺子本身。

圆感应同步器是应用电磁感应原理制成的高精度角度检测元件，它是由定尺和转尺两部分组成，为非接触式。定尺上有两组互相独立的线圈A、B和一组内部耦合变压器线圈C，A组加正弦励磁信号，B组加余弦励磁信号，C为感应输出。转尺上有一组与耦合变压器相对应的线圈，定尺与转尺相对运动时，转尺首先从定尺上感应到信号，再将感应到的信号通过耦合变压器感应到定尺的耦合线圈上。从定尺输出感应信号，其工作原理与直线式基本一致，只是圆感应同步器多了一组耦合变压器线圈。

依据上述工作原理，判断圆感应同步器的好坏，发现励磁信号正常，旋转转尺感应信号微弱但无变化，去掉转尺，此感应信号仍存在（很微弱），证明此信号为定尺本身感应出来的信号（因励磁信号和输出信号都在定尺上），而不是真正的输出信号，说明转尺有问题。于是将转尺外线圈割断，测量耦合变压器线圈，发现耦合变压器线圈断路，至此故障原因找到。

故障处理：圆感应同步器是安装在机床上的感应部件，由于使用环境较差，感应同步器要防水、防油，所有线头连接部分都固有环氧树脂，去掉环氧树脂层后重新焊接，焊完后重新固化环氧树脂，修复工作结束。由于考虑到维修时所用导线与生产厂家使用导线直径不同，担心检测精度差，经广州机床研究所专用设备鉴定，精度为 $\pm 2.6''$ ，完全达到了设计性能指标。重新装上机床后，性能良好，机床正常工作。

【例 3-63】 匈牙利 MKCS00 卧式加工中心，所用系统为西门子 820 数控系统。工作台分度盘不回落故障。

故障现象：工作台分度盘不回落，7035 号报警。

故障检查与分析：查该机床技术资料，工作台分度盘不回落与工作台下面的 SQ25、SQ28 传感器有关。我们从 CRT 上调用机床状态信息观察到上述传感器工作状态 SQ28 即 E10.6 为“1”，表明工作台分度盘旋转到位信号已经发出。SQ25 即 E10.0 为“0”，说明工作台分度盘未回落，故输出接口 A4.7 就始终为“0”。因而 KM32 接触器未吸合，YS06 电磁阀不吸合，工作台分度盘就不能回落。检查液压系统工作正常，手动 YS06 电磁阀，工作台分度盘能回落，松开 YS06 电磁阀，工作台分度盘又上升。通过上述检查说明故障发生在 PLC 内，用 PG650 编程器调出该工作梯形图，发现 A4.7 这条线路中的 F173.5 未复位，致使该梯形图中的 RS 触

发器不能翻转,造成上述故障报警。

故障处理:将 A4.7 这条线路中的 F173.5 强行复位,故障排除。

【例 3-64】 CW800 加工中心回转工作台故障的维修。

故障现象:该加工中心由 SINUMERIK 880ME 系统控制。据操作工反映:在指令要工作台转 180° 或回零时,工作台常常只转了约 114° 的角度就半途停下来,当操作工在停顿位置将工作台按原转动方向用力推动,或旋动一下后,工作台也会继续转下去,直到目标值为止。但是再次起分度指令后,同样的故障往往会再次发生。所以这不是偶然的故障,必须查出原因加以解决。

故障检查与分析:对于数控机床直线轴的机械零点和电气零点方面的原理我们都比较清楚,但对于回转轴,由于其驱动的传动链较直线轴长,且回转工作台既要完成分度动作。又要满足与待命工作台进行交换等要求,机械结构上显然比直线轴复杂,因而对于以下几个问题人们往往会感到难以精确回答,什么是回转轴的机械零点?什么是回转轴的电气零点?这两个点的物理含义是什么?这两个点应该是重合的吗?怎样才算是重合了?怎么去重合?如果没有搞清这些问题,也不了解回转工作台的控制原理,那么,一旦数控机床回转轴部分出了故障,要排除故障几乎是不可能的。

这台从德国海克特公司进口的 CW800 欧式加工中心,工作台尺寸为 $800\text{mm}\times 800\text{mm}$,它可以进行以 1° 为单位的整数度旋转动作(简称分度),在工件加工完毕后,与之配套的回转交换器不能用交换叉把工作台托起,转过 180° ,连同已加工好的零件安放在机床外侧。同时将机床外侧已装上待加工工件的另一工作台转进工作区位置(简称工作台交换)。

如果我们从多维坐标系去考虑,就会得出以下几项条件:

1) 工作台在机床坐标系的 XY 平面内应处于零点。

2) 工作台台面在机床坐标系的 Y 轴方向上应处于 Y 轴坐标的某一个固定位置,而工作台台面处于这个位置时,传感器 B52 应="1";且这个时候的工作台面应与 X 轴、 Z 轴导轨面平行。

3) 工作台是可能旋转的,所以在 XZ 平面内的极坐标系中,工作台应转到使工作台面上两个定位销孔中心连线与主轴中心线垂直的位置。

同时符合以上三个条件,从机械上来说,回转轴就处于它的机械零点。

我们随即按以上三个条件逐项检查。

对于第一条,由于回转工作台中心线是在机床上的固定地点,所以该项条件是自然满足的。对于第二条,我们将主轴箱升到某一高度,并测量主轴中心线与工作台面之间的距离。这个距离是工件坐标系里的已知值。测量结果证实工作台面现在比原先高了约 2.5mm 。所以 B52="0",此外,转动 X 轴、 Z 轴后还发现工作台是倾斜的。对于第三条,我们在定位销孔里插进直径相同的圆柱销,将一个百分表装在主轴刀杆上,转动 X 轴,检查主轴中心线是否与圆柱销外圆切线相垂直。测量结果证实工作台是倾斜的,不垂直度约为 $4/600$,所示系统提示:"工作台不在起始位置"。

那么,在第一次将提升法兰套回回转工作台轴芯之后的一段时间里究竟发生了什么事而造成了以上这些现象?经查问,原来在这段时间里,在反复做 B 轴回零操作的过程中,操作工不但强力扳动过工作台,甚至在机床断电情况下也试着用外力扳动过工作台,"想借正工作台的位置"。我们知道数控机床的伺服电动机只要处于通电状态,只要无运动指令它们就不会

转动,用外力强使其运动时,系统会立即报警,而一旦断电,且人为地用外力拖动工作台时,就会倒拖电动机,正由于此原因,造成了更严重的故障状态。

故障虽然变得严重了,但经过拆卸机床,对回转工作台内部的机构认识也更深刻了,所以根据以上的报警信息可以立即推断出机床目前的状态是:

1) 提升法兰上端面那根长键销此刻必定与工作台下面的定位键槽脱开错位,提升法兰的旋转已经不能与工作台保持一致,二者不同步。

2) 压紧板上的十二个齿目前已与工作台下端的十二个齿错位,再也不能做回转变换动作,否则机床损坏。

3) 目前的工作台虽有下降动作,但下降没到位,压力继电器 B70=“1”是由于上下鼠牙盘齿顶之类的部位互相顶着而造成的“工作台已压紧”的假象。

正由于这一故障变得严重了,才使我们想到:不仅要考虑什么是回转轴的机械零点,同时也要考虑机械零点必须与电气零点重合。不然为什么每次我们做回零动作时,CRT上显示B轴坐标值为 0° (电气零点已到达),但是否回转工作台的机械状态永远也不能符合以上说的三个条件?在定位长键销和压紧板处于非正常的情况下是再也做不好回零动作的,也绝不允许做交换动作。于是我们决定拆卸工作台做深入检查。工作台拆离工作区后,检查发现:长键销侧面已经被定位槽锋口削去了约 0.20mm ,但其余零部件包括鼠牙盘基本无损伤。在无工作台的情况下,我们做了B轴回零的动作,检查长键销的几何位置。根据工作台下端环形面上缺口的位置及机械零件加工的惯例,我们知道:提升法兰上端面这根长键槽的中心线应该通过下鼠牙盘的中心合线(至少应平行),且与主轴中心线垂直。但我们用百分表校对后发现在键全长上有 0.30mm 的偏差。经过计算和测量,我们发现如果没有此偏差,工作台下端面的缺口与长键销啮合后,工作台上两个定位销孔的中心线是可以与主轴中心线垂直的。

由此得知,目前状态下,CRT显示器上显示的B轴为 0° ,原来是错误的电气零点。如果电气零点位置没有错误,那么必定是在第一次拆卸过程中,将提升法兰套回去时,使160牙大齿轮与20牙齿轮的啮合位置搞错了。那么,长键销侧面被削去 0.20mm 左右的现象也可以得到解释了。

如此我们再次检查当时做的一些记号,这才发现,160牙/20牙齿轮啮合的位置即使发生较大偏差,而在直径很大的圆周上偏差却是很小的。我们的记号做得不够细,又忽略了20牙齿轮侧面上曾做过的一个记号,于是造成了这个误差。

因此现在必须在电气上搞清楚B轴回零的机制后才能再套回提升法兰,让160牙齿轮与20牙齿轮在某个固定的、不可任意挑选的位置啮合,这样才能使机械/电气的零点吻合。

CW800加工中心回转轴回零的原理如图3-18所示。B轴在接到回参考零点的指令后,很快升速至机床数据MD2963号规定的回零速率运动,在旋转过程的末段,提升法兰上的限位撞块(见图3-19)碰到了限位开关S50,S50由“1”变成“0”,B轴电动机立即减速,以机床数据MD2843号规定的低速率($300^{\circ}/\text{min}$)继续旋转,在减速限位撞块脱离S50的时刻,S50由“0”变成“1”,在此时刻之后B轴电动机所发出的第一个零位脉冲(伺服电动机每转一整圈均发出一个零位脉冲)开始,电动机做极短暂的制动,然后继续以MD2843号速率旋转。从S50脱离减速撞块后电动机发出的第一个零位脉冲的上升沿算起,共计再转过 $2000+7900$ 个脉冲单位(合角度 $0.001^{\circ}\times 9900=9.9^{\circ}$)就停止。这个停止点才是B轴真正的电气零点。

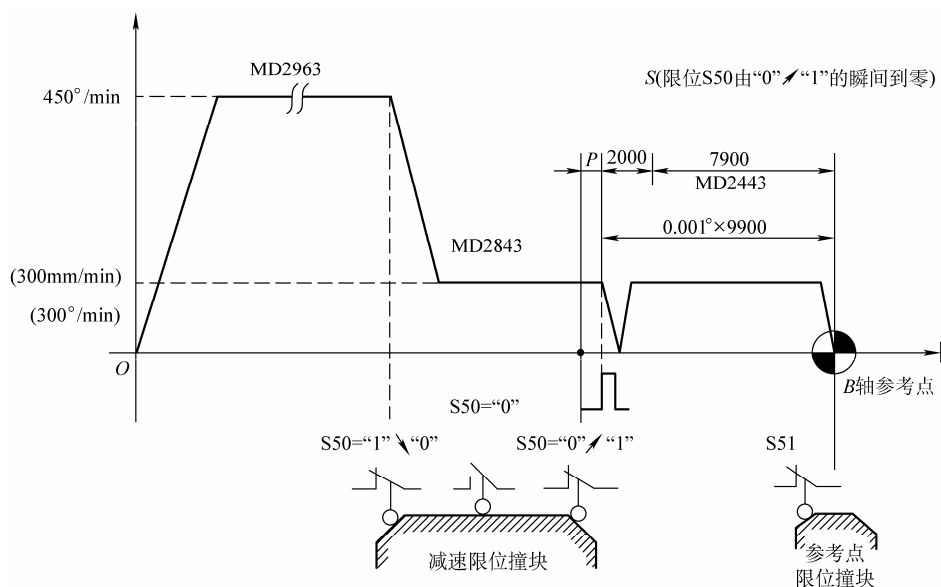


图 3-18 CW800 加工中心回转轴回零原理图

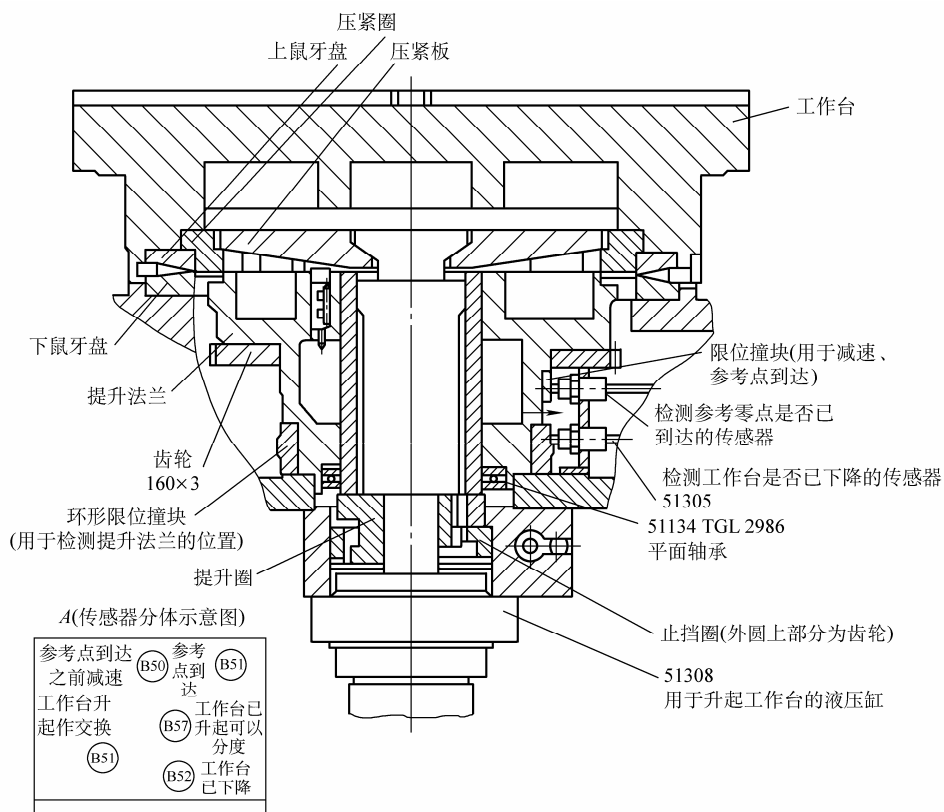


图 3-19 回转工作台简图

以上的 B 轴回零机制告诉我们：如果 B 轴电动机转子轴上的齿轮以及以后的传动齿轮没有发生圆周偏移，如果提升法兰上的减速限位撞块没有发生圆周偏移，那么限位开关 $S50$ 由“0”，变“1”的瞬间到电动机随后产生的第一个零脉冲上升沿这段距离 S 也必定是固定值。若是 S 不固定，那么参考点的位置也变成不固定了。

这个结论证明我们拆卸工作台套回提升法兰之前所做的模拟电气回零动作是错误的。当时我们输入了回零指令， B 轴电动机一旦转动，我们就用手模拟减速块将 $S50$ 按下，过一会儿再松开（模拟限位开关 $S50$ 离开撞块，状态由“0”变“1”），然后电动机再转过一小段距离，CRT 显示 $B=0^\circ$ ，我们就误以为电气零点到达了。

因为我们当时根本不知道“第一个零位脉冲”何时产生，也不知道这个“ S ”是固定值，所以就没有把应该与 160 牙齿轮啮合的某一牙（我们当时曾在它的侧面做过粗略的记号）转到正确的位置。

换言之，在实际操作上，欲使电气回到它的参考零点，并使工作台装配回去后机械也在机械零点位置，必须在模拟回零时，正确地把握好手指按住 $S50$ 后再松开的这一瞬间。

幸运的是当时我们曾做过记号，这个记号不管怎么粗略，但一旦知道上面的原则，就很容易达到目的，否则就有可能要把 20 牙齿轮每一只齿都试验过，这样就会耗费大量人力和时间。实际操作时，我们反复按、放限位开关 $S50$ ，直到有记号的那只齿露出在有记号线的地方，就达到了我们预想的目的。吸取前面的教训，我们把 $B57$ 传感器正对弹簧杆，再次作适量的调整，减少了它的偏心量，然后是再次将提升法兰、压紧板和工作台等装配回去。

经反复调试，回转工作合一切功能均恢复正常。

3.2.5 主轴系统故障实例与诊断

【例 3-65】 西门子 6SC6508 交流变频调速系统停车时出现 F41 报警。

故障现象：该变频调速系统安装在 CWK800 卧式加工中心作主轴驱动用。

在主轴停车时出现 F41 报警（内容为“中间电路过电压”），按复位后消除，加速时正常。试验几次后出现 F42 报警（内容为“中间电路过电流”）并伴有响声，断电后打开驱动单元检查，发现 A1 板（功率晶体管的驱动板）有一组驱动电路严重烧坏，对应的 V1 模块内的大功率晶体管基射极间电阻明显大于其他模块，而且并联在模块两端的大功率电阻 R100（3.90、50W）烧断、电容 C100、C101（22pF、1000V）短路，中间电路熔断器 F7（125A、660V）烧断。

故障检查与分析：通过查阅 6SC6508 调速系统主回路电路图，知道该系统为一个高性能的交流调速系统，采用交流→直流→交流变频的驱动形式，中间的直流回路电压为 600V，而制动则采用最先进、对元件要求最高的能馈制动形式。在制动时，以主轴电动机为电动机，将能量回馈电网。而大功率晶体管模块 V1 和 V5 就在制动时导通，将中间直流回路的正负端逆转，实现能量的反向流动。因此该系统可实现转矩和转向的 4 个象限的工作状态，以及快速的起动和制动。该系统出厂时内部参数设置中加速时间和减速时间均为 0。估计故障发生的过程如下：由于 V1 内的大功率三极管基射极损坏而无法在制动时导通，制动时能量无法回馈电网，引起中间电路电容组上电压超过允许的最大值（700V）而出现 F41 报警，在做多次起停试验后，中间电路的高压使电容 C100、C101，V1 内的大功率晶体管集射结击穿，导致中间电路短路，烧断熔断器 F7、电阻 R100，在主回路中流过的大电流通过 V1 中大功率晶体管串入控制回路引起控制回路损坏。

故障处理：更换大功率模块 V1、V5，电容 C100、C101，电阻 R100，熔断器 F7 及驱动板 A1 后，调速器恢复正常。为保险起见，把起动和制动时间（参数 P16、P17）均改为 4s，以减少对大功率器件的冲击电流，降低这一指标后对机床的性能并无影响。

说明：交流调速系统出现故障后一定要马上停机仔细检查，找出故障原因，切忌对大功率电路进行大的电流或电压冲击，以免造成进一步的损坏。

【例 3-66】 主轴不能变速故障。

故障现象：当键入主轴高速 M42、M03、S300（220r/min 以上）指令时，机床做高速旋转动作正常；当键入主轴低速指令时，主轴不转但有细微蠕动，过一段时间后出现可编程控制器 8 号报警。

故障检查与分析：该机床是由英国 KEARNS RICHARDS 公司引进的 NC130 型加工中心，数控系统为 SINUMERIK 8MCE 系统。针对上述故障做如下分析判断：①当键入 M42、M03、S300 指令后，主轴能作 300r/min 的高速旋转，可以初步判定数控系统 NC 和可编程控制器 PLC 工作正常；②从主轴换档机械结构及原理分析，机床变速机构高、低、空档间的转换是由电磁阀组合控制，用液压来驱动两套分别独立的液压缸及液压缸活塞杆上相连的两个拨叉，拨叉带动两套不同的齿轮机构进行变档，估计故障出在机床变速机构或其液压系统上。为此做了如下检查：

1) 首先分析键入主轴或面盘的旋转指令后，系统是按怎样的程序工作的，与变档有关的各种信号及原理如图 3-20～图 3-23 所示。

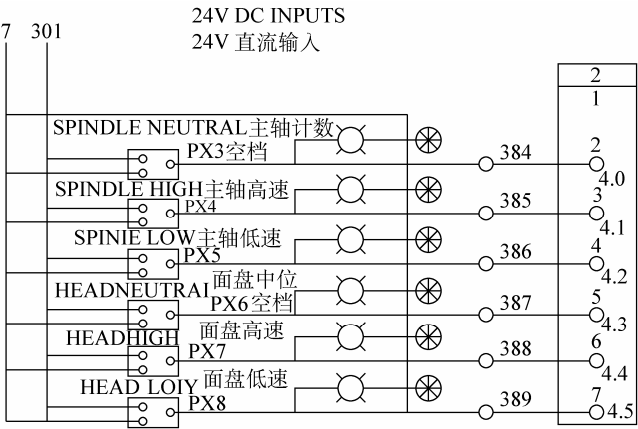


图 3-20 无触点开关的 PLC 输入信号

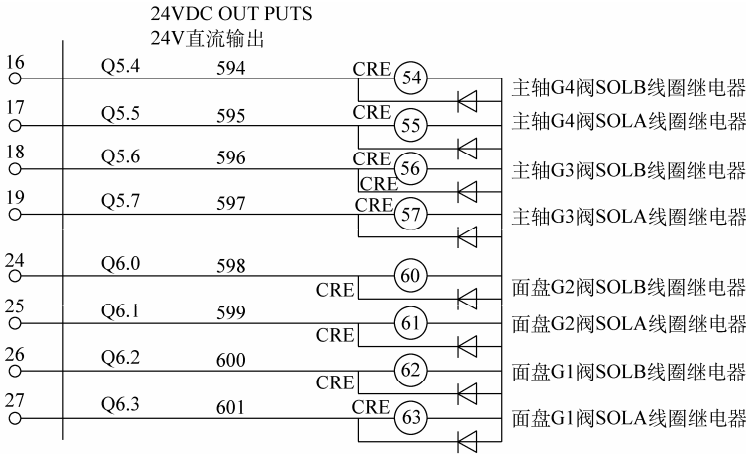


图 3-21 PLC 输出控制各阀的继电器信号

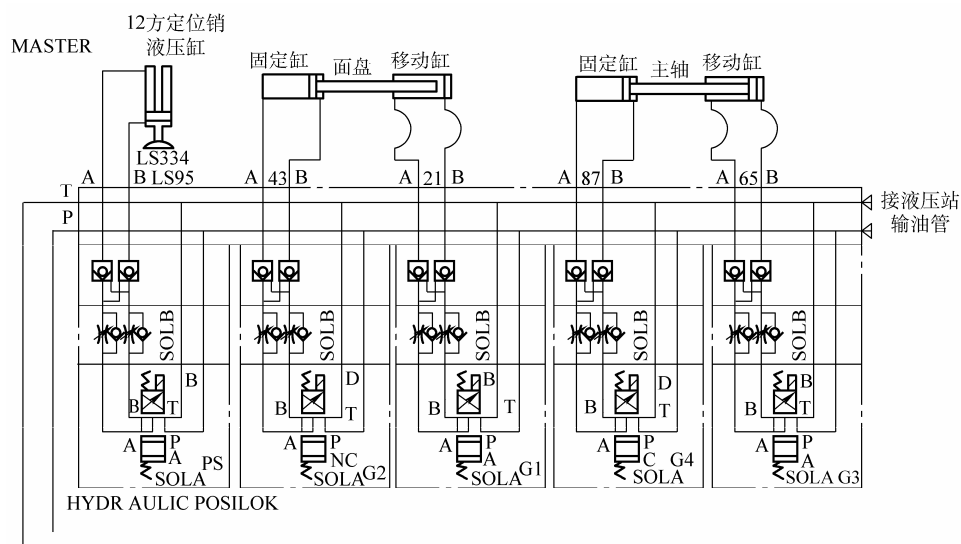


图 3-22 面盘与主轴换挡液压原理图

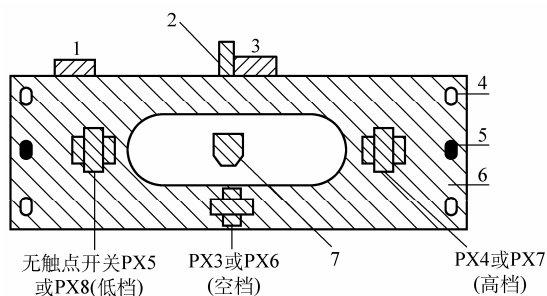


图 3-23 面盘与主轴挂档机构正视图

1—固定缸 2—拨叉 3—移动缸 4—止动螺钉

5—止动销 6—固定铁 7—移动感应铁块

将编程器 PG685 与机床的 PLC 接口板连接，以观察 PLC 适时的输入、输出信号 E4.0～E4.5 及 Q5.4～Q6.3，分别键入主轴和面盘高、低速指令（见表 3-3）。

由此可以推断键入主轴或面盘运转指令后，阀 G1～G4 的 SOLB 线圈瞬时通电，液压系统将主轴和面盘先置中间位置的空档，接近开关感应到中位信号输入 PLC，由 PLC 执行程序输出信号控制两个中间继电器，其常开触点闭合控制两个电磁阀线圈通电，通过液压系统由拨叉拨动相应齿轮组挂入相应的档位。

主轴置高档运转时，55、56CRE 吸合控制 G4 阀的 SOLA 线圈，从 G3 阀的 SOLB 线圈通电的情况看，可以推断主轴置低档，应是 PLCQ5.4、Q5.7 为“1”，使 54、57CRE 吸合控制 G4 的 SOLB 线圈，G3 阀的 SOLA 线圈通电，面盘的挂档应与此类似。

2) 在图 3-22 中，液压缸、拨叉及接近开关的位置分布和机构的动作情况是确定故障的关键。分析机床结构，拆下机床外侧的防护板，看见了上、下两套结构完全一样的装置，如

图 3-21 所示。

表 3-3 键入不同指令机床的有关情况

机床情况 键入指令	PLC 输入	PLC 输出	中间继电器	电磁阀线圈	运动状况
主轴高速	E4.1=1	[1]Q5.4, Q5.6, Q6.0, Q6.2 瞬时为高电平“1”	[1]54CRE, 56CRE, 60CRE 62CRE 瞬时吸合一下	[1]G1~G4 的 SDLB 线圈瞬时得电	
	E4.3=1	[2]Q5.4~Q6.3 全为低电平“0”	[2]54~63CRE 全部失电	[2]G1~G4 的 入电磁阀线圈全部失电	
		[3]Q5.5, Q5.6 一直为高电平“1”	[3]55CRE , 56CRE 一直吸合	[3]G4 的 SDLA 线圈, G3 的 SDLB 线圈一直得电	主轴作高速旋转
主轴低速	同主轴高速	[1]同上面的第[1]步			主轴不转, 延迟数秒出现 PLC 8 号报警
		[2]同上面的第[2]步			
面盘高速	同主轴高速	同主轴高速时的第[1]、[2]、[3]步			面盘不转, 主轴作高速旋转
面盘低速	同主轴高速	同主轴低速时的第[1]、[2]步			面盘、主轴都不转, 延迟数秒出现 PLC 8 号报警

注：表中所示[1]、[2]、[3]为键入指令后机床的动作顺序。

人为地用铁片来感应 6 个接近开关，从 PG685 中观察到 PLC 有输入信号且反应正常，用手分别按下 54~63CRE 继电器，使之常开触点闭合，8 个电磁阀线圈都可通电，同时按下两个中间继电器来观察电磁阀及拨叉的动作情况（见表 3-4）。

表 3-4 同时按下两个中间继电器的情况

动作情况 继电器号	电磁阀线圈	拨叉	PLC 输入	档位情况
54CRE 57CRE	G4 的 SUB 得电 G3 的 SDLA 得电	上, 下拨叉都不动	F4.1=1 E4.3=1	主轴在高档 面盘在中档
55CRE 56CRE	G4 的 SDLA 得电 G3 的 SDLB 得电	上, 下拨叉都不动	F4.1=1 E4.3=1	主轴在高档 面盘在中档
60CRE 63CRE	G2 的 SDLB 得电 G1 的 SDLA 得电	上拨叉向左移动下拨叉不动	E4.1=1 E4.5=1	主轴在高档 面盘移向低档
61CRE 62CRE	G1 的 SUB 得电 G2 的 SDLA 得电	上拨叉向左移动下拨叉不动	E4.1=1 E4.4=1	主轴在高档 面盘移向高档

可以判定，故障就出在主轴挂档机构或它的液压系统上，它总是置在右边的高档位置不动而不能回中位空档位置，造成主轴及面盘其他三种动作失效。

3) 将阀 G3、G4 的 4 根输出油管中的 3 根油管拆下，分别按 54~57CRE，都可喷射出油且有足够的压力（35kPa），证明阀及阀以前的液压回路正常；再在机床侧将主轴固定缸及移动缸的 3 根输入油管拆下，按 54~57CRE，可喷油，则可断定故障的根源就在液压缸及活塞组件上，卡死导致动作失灵。

故障处理：仔细将主轴挂档机构拆下，发现固定缸的活塞杆的定位销断裂，落下的铁屑使液压缸及活塞组件卡死导致动作失灵，经过自制修复，清洗装配后，键入主轴及面盘动作指令，4个档位的变档动作正常。

3.3 配置其他数控系统故障诊断与维修

3.3.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 3-67】 立卧转换动作中断故障。

故障设备：德国产 MH800G 镗铣加工中心，采用飞利浦公司 CNC5000 数控系统。

故障现象：执行 M53 指令时，立卧转换动作中断。出现报警 E116 “TOOL CHANG POS ZNCORR · AT MAG RUN”（刀库运行时换刀位置不正确）。

故障检查与分析：CNC 执行 M53 指令时，正常情况下，完成 X、Y、Z 回零到位，换刀机械手臂移出，夹手张开，立铣头摆动等，直到机床各动作的初始复位，立卧转换过程完毕。现不能连续完成，中途停止。原因有三点，一是机械故障，二是反馈信号中断，三是 RAM 随机存取存储器程序丢失。检查时先用手推压液压阀芯，用每一机械动作完成到位的方法检查机械动作的分解过程，结果机械部分正常。测量反馈信号均正常，判断故障是 RAM 程序丢失造成。

故障处理：逐项把 RAM 存储器中的内容传出暂存在微机中，拆掉 CNC 存储器后备电池连线，更换电池，再接好电池连线，把程序重新装入存储器，机床恢复立卧转换功能。

【例 3-68】 CNC 电源无输出故障。

故障设备：某机床厂产 XH754 加工中心，采用美国 AB8400 数控系统。

故障现象：机床送电，CRT 无显示，查 NC 电源+24V、+15V、-15V、+5V 均无输出。

故障检查与分析：由于没有图样资料，只能按印制电路板上的元件、印制电路边测量边绘制原理图，逐步从电源的输入端开始查起，当查到保险后的电噪声滤波器时发现性能不良，拆开噪声滤波器外壳，发现里面已烧焦。

故障处理：更换损坏的噪声滤波器，故障排除。

【例 3-69】 FANUC-BESK 7CM 系统 9999 号报警。

故障现象：系统“死机”，9999 号报警。

故障检查与分析：查机床操作手册，JCS-018 立式加工中心的 9999 号报警是一种指示存储器的奇偶校验的专门报警。当该报警产生后，数控系统不能正常执行工作。数控系统停止了全部功能，也不能从手动数控输入/显示灯面板进行控制，即整个系统“死机”。

从机床技术资料知：对于 9999 号报警，一般可分为两种情况：第一种是 ROM 发生硬件故障。此时可从通用数据显示器上显示出错的 ROM 在印制电路板上的安装位置编号，第二种是 ROM 内部参数出错。

第一种情况的处理：当系统发生 9999 号报警后，按下“数码增大键”NO+1，通用数据显示器就将顺次显示 C、N、R、T 诊断信息，左边第三位起显示地址参数和数据参数，见图 3-24。

C：表示中央处理器和存储器印制电路板 01 GN700 上的 CMOS 存储器发生故障。

N: 表示中央处理器和存储器印制电路板 01 GN700 上的 NMOS 存储器发生故障。

R: 表示中央处理器和存储器印制电路板 01 GN700 或字符显示接口印制电路板 01GN820 上只读存储器发生故障。此时, 通用数据显示器数据位的后 3 位数字, 指示出有故障的只读存储器在印制电路板上的编号。

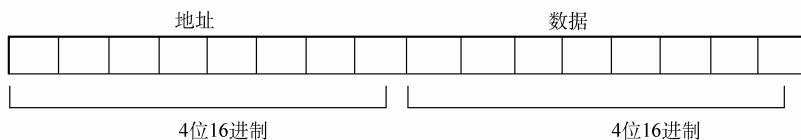


图 3-24 地址参数和数据参数

T: 表示纸带存储器印制电路板 01GN715 的存储器发生故障。

对于 C、N、T 地址指示器而言, 在通用数据显示器的地址部分, 显示出来的 4 位 16 进制数给出的是出错的存储器地址; 而通用数据显示器的数据部分, 显示出来的 4 位 16 进制数指示出读入存储器的写入数据的结果。

在 7CM 系统中, 诊断地址指示器时用三种写入数据, 即 0000X、FFFFX 和 1234X, 将上述写入数据与读出的结果进行比较。若写入数据和读出的结果一致, 则故障出在奇偶位 (第 P 位); 若写入数据和读出结果不一致, 则不一致那位就是存储器出错的位。根据通用数据显示器显示出的地址和比较出来的出错的位, 就可以从维修手册上找到有关的存储器。将其更换后, 重新输入机床参数即可将故障排除。

当 9999 号报警发生后, 按 NO+1 键, 通用数据显示器上若不是显示上述字符与数字, 而是一些无规律的字符或数字, 一般而言, 当属第二种情况, 应按如下方法处理:

1) 当检查不是存储器硬件故障后, 首先关机, 然后在起动机床的同时, 按 R、S 两键, 即三键同时按下。这种操作为 7CM 系统的附加操作, 在此操作下, 将清除系统内存中 0-3FF 单元 CMOS 及 RAM 的全部数据和纸带缓冲器、纸带存储器内的全部数据。执行此操作后, 系统“死机”状况将排除, 而 9999 号报警也将消除, 同时将产生 00 号系统报警, 从 CRT 上可显示出“07 伺服未准备好”以及其他一些报警号。这是由于存储器被清零后, 伺服驱动单元的接触器 (MCC) 未吸合的缘故。

2) 用纸带输入机将机床参数重新输入, 此时, 上述系统报警将消除。

3) 将纸带存储器中的零件程序主程序 MP, 子程序 SP 和校正程序 PC 按要求重新分配。

4) 输入零件加工程序, 重新设置参考点。

至此, 机床就可恢复正常运行。

根据上述情况, 在 9999 号报警发生后, 我们查看通用数据显示器上显示信息, 指示是 ROM 硬件 223 号芯片损坏, 属第一种故障报警。但据我们的经验, 该类故障另有一个主要原因是由于芯片经长期使用后产生氧化膜, 从而导致接触不良, 系统也认为是存储器硬件故障, 产生 9999 号报警。

故障处理: 根据通用数据显示器上的信息, 在系统柜中找到该 ROM 芯片, 将其取下用酒精或细砂纸清洗打磨干净, 重新装上。此时, 因 ROM 已经掉电, 机床参数将出现错误报警, 成为第二种故障, 须按第二种故障的方法处理, 才能使机床恢复正常。

【例 3-70】 电池异常, 显示 9999 号报警。

故障现象：机床开机，显示 9999 号报警。

故障检查与分析：JCS-013 卧式加工中心，采用 FANUC-BESK 7CM 系统。9999 号报警为存储器奇偶报警，显然存储器中的参数有丢失现象，查为电池坏，换过电池后对存储区进行全部清除操作，重新输入参数，发现有下列不正常情况：①手摇 Z 轴不动作；②手摇 Y 轴时，不正常高速动作。

因该故障是换电池后重新输入参数才发生的，因此，首先怀疑输入参数。重新核对参数表发现下面两参数值设定不正确：①TE4X 中 Z 设为零，（原记录值为 8000）；②TE 13X 中 Y 设为 2000，（原记录值为 2000）。

故障处理：修改成原记录值再试，机床正常。

说明：①TE 4X 参数中设定值为各轴速度上限值，显然设为零时，轴不动；②TE13X 中设定伺服机构位置检测器 1 波长，设定的目的是保证机床位移与位置检测器的一个周期相一致。调整该参数表明：该参数值的变化不仅影响相应轴的移动速度，而且还影响该轴的实际移动距离。

【例 3-71】 CRT 无显示。

故障现象：NC 起动就断电，CRT 无显示。

故障检查与分析：PC50 卧式加工中心，英国 CINDD，INGS&LEWS 公司制造，采用该公司自己研制的 CNC800 数控系统。初步分析机床可能某处接地不良，经过对各个接地点的认真处理，故障依旧。之后我们检查了 CNC 各个板的电压，用示波器测量发现数字接口板（DIGIZING INTERFACE）上集成电路的工作电压在 NC 起动时有较强纹波，经查电源低频滤波电容正常。我们在电源两端并接一小容量滤波电容，起动机床正常，本故障属 CNC 系统电源设计抗干扰能力不强所致。

3.3.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 3-72】 X 轴运行中抖动故障。

故障设备：美国 T-30 加工中心，采用 ACRAMATIC 950（A950）数控系统。

故障现象：机床在工作过程中，当 X 轴以 G00 的速度运动时，机床抖动得厉害，而且加工过程中，随着进给倍率增加，机床也有抖动感，但 CRT 没有任何报警信息。

故障检查与分析：首先确认伺服驱动单元并没有任何报警，初步怀疑反馈环节有问题，造成系统超调、振荡。在 MD1 状态下，输入指令 G01 X100F200，此时观察 X 轴移动时动态跟随误差 $S=115\text{mm}$ ，增益 K 约为 1.7，原设定值 1.5，偏高 14%，有轻微抖动，连续按下屏幕上的“增益一”使增益降至 1.5，此时显示动态跟随误差为 133mm 左右，抖动消失，观察 X 轴静止状态时，静态跟随误差 $0\pm 1\text{mm}$ ，属正常范围，再以 G00 速度移动 X 轴，抖动已无明显感觉。经过几天运转发现，虽然抖动现象消失，但 X 轴响应速度明显减慢，拆下 X 轴护罩，检查电动机传动部分发现，X 轴导轨侧面有一辊式滚动块损坏，造成 X 轴运动阻力增大，电动机转速降低，位置反馈跟踪慢，造成数字调节器净输入信号过大引起系统振荡，故障产生。

故障处理：更换新滚动块并调整后，X 轴运行平稳。

【例 3-73】 天津一台立式加工中心机床，使用三菱公司 MELDAS 50M 数控系统。

故障现象：在加工过程中，Z 轴经常向下窜动，发生撞刀事件。

故障检查与分析：首先了解机床是在何种情况下出现撞刀事件的。结果发现，撞刀前，操作人员都是先按[FEED HOLD]键进行工件检查，然后再起动程序，就出现了 Z 轴下窜，发生撞刀。由此可判断，每次暂停时，机床的工件坐标变化。因此检查手动绝对值插入信号 Y230（由 PC 送 NC 的信号）为 0，也就是说，手动绝对值插入有效，所以工件坐标变化，一旦将此开关外部信号设置为 1 无效，再重复以前的操作，再无撞刀现象发生。

说明：三菱系统的此功能与日本 FANUC 公司系统中使能的状态信号是否有效正好相反，设定时一定要注意这点。

【例 3-74】 Z 轴正方向超过换刀点后失控。

故障现象：Z 轴正方向超过换刀点后，不管按 Z+或 Z-，Z 轴都继续往上窜，甚至平衡缸上部的安全螺钉射出。重新关机再开机，情况依旧。

故障检查与分析：LFG1250 加工中心系西班牙扎伊尔公司生产，数控系统为 FAGOR8050M。

针对上述机床出现的故障分析如下：

1) 机床 Z 轴超过了光栅尺的读数范围，：轴读不到反馈信号，机床不知道当前位置，所以不管按 Z+或 Z-，Z 轴只会按参考点的方式继续往上窜。

2) Z 轴往上窜，平衡缸上部的油压增加，当超过一定值后，安全螺钉被射出。

故障处理：针对以上分析的原因，具体解决办法如下：

1) 把机床 Z 轴回复到参考点以下，再重新开机，执行 G74 回参考点。

2) 把安全螺钉装回。

3) 用双频激光干涉仪校正 Z 轴的定位精度和重复定位精度。

经过以上措施，机床恢复正常。

【例 3-75】 CNC 起动完成，Y 轴就快速运动到极限位置。

故障现象：从日本 MAZAK 公司引进的立式加工中心，型号 VQC20/50B，配用 MAZAK 自己研制开发的 MAZATROL M-2 数控系统，坐标驱动采用 PWM 技术的直流伺服系统，使用 SONY 磁尺（也可用旋转变压器）构成全闭环（或半闭环）系统。CNC 起动完成，伺服一进入准备状态，Y 轴即快速向负方向运动，直到撞上极限开关，快速移动过程伴有较强烈的振动。

故障检查与分析：这种故障有很大的破坏性，不允许做更进一步的观察试验。为安全起见，没有压急停，而是迅速切断了整机电源，因而无法得知 CNC 是否提供了报警信息。从没有给运动指令 Y 轴即产生运动来看，问题可能出在：

1) CNC 故障。通电后 CNC 送出了不正常的速度指令。

2) 伺服放大器故障。从伴有较强烈的振动来看，伺服单元出问题的可能性最大。

用新的备件驱动器直接替换了 Y 轴伺服驱动器。起动 CNC 系统，Y 轴恢复正常，说明判断是正确的。为了进一步缩小检查的范围，将 Y 轴移至正方向靠近极限的位置，将已确定损坏的伺服放大器上的控制板换到新的伺服驱动器上。给 CNC 通电后，故障再次出现，问题被定位在控制板上。下面就伺服单元控制板作进一步的分析：

1) 涉及的原理。这个伺服放大器采用脉宽调制一直流电动机调速系统（PWM-D）。图 3-25 是主回路示意图，由 4 个大功率晶体管 GTR 构成桥式可逆电路，4 个二极管除对 GTR 实行反压保护外，还用来形成再生制动通路，以满足电动机的四象限运行。

当 VT1 和 VT2 导通时, 电枢加正向电压, 实现正转, 改变控制脉冲的宽度就可以改变转速。VT3、VT4 导通时, 电枢加反压, 电动机反转。需注意一点, 伺服系统工作时, 包括电动机在静止状态, 4 个 GTR 上同时都加有驱动脉冲 (见图 3-26)。当 VT1、VT2 导通时间大于 VT3、VT4 导通时间, 即占空比 $> 50\%$ 时, 电枢两端平均电压为正, 电动机正转。反之亦然。而当两组 GTR 导通时间各占 50% 时, 电动机两端平均电压为零, 电动机静止。

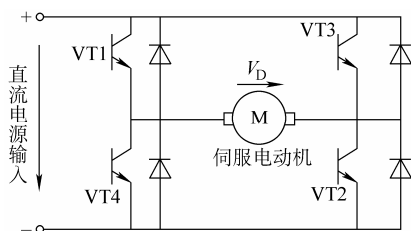


图 3-25 PWM-D 调速系统主回路

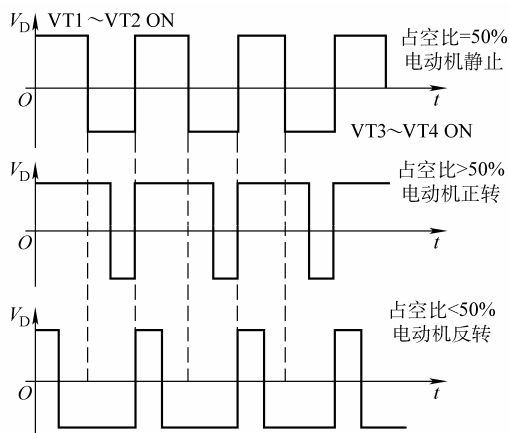


图 3-26 桥路工作时序图

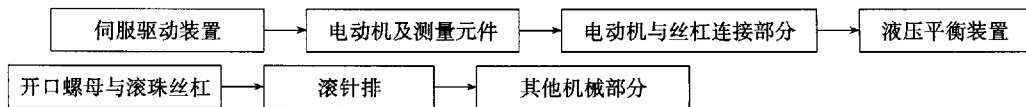
2) 故障部位分析。据上述工作原理, 我们认为 4 个 GTR 的驱动回路出现损坏的可能性最大。假如在速度环或电流环出现故障, 也就是说在指令电压为零时, 电流环的输出不为零, 它虽然也能使伺服电动机产生运动, 但不应出现振动。

故障处理: 使用 BW4040 在线测试仪, 重点对板上与驱动模块有关的节点进行检查、比较, 很快就发现有一个厚膜驱动块 (型号 DK421B) 损坏。更换之后, 伺服放大器恢复正常。

【例 3-76】美国辛辛那提公司 T30 加工中心, 数控系统采用 A950MC。Y 轴滚珠丝杠窜动故障的排除。

故障现象: 起动液压系统后, 手动移动 Y 轴时, 液压系统自动中断, CRT 显示报警, 驱动失败。其他各轴正常。

故障检查与分析: 此故障涉及电气、机械、液压等部分, 任一环节有问题均可导致驱动失败。故障检查顺序如下:



- 1) 检查驱动装置外部接线及内部元件的状态良好, 电动机与测量系统正常。
- 2) 拆下 Y 轴, 液压系统, 抱闸后情况也正常, 将电动机与丝杠间的同步传动带脱离, 手摇 Y 轴丝杠感觉很吃力。
- 3) 检查 Y 轴液压平衡缸、调节阀等, 一切正常, 滚珠丝杠上轴承座也正常。
- 4) 脱开 Y 轴螺母, 手摇丝杠仍很紧。
- 5) 拆开滚珠丝杠下轴承座后发现, 轴向推力轴承的紧固螺母与轴瓦抱住, 致使手摇丝杠

吃力。正常状态下,左右转动丝杠力应大致均衡,且较省力。

由于紧固螺母松动,导致滚珠丝杠上下窜动,造成伺服电动机转动带动丝杠空转约一圈。在数控系统中,当 NC 指令发出后,测量系统应有反馈信号,若间隙的距离超出了数控系统所规定的范围,即电动机空走若干个脉冲信号后光栅尺无任何反馈信号,则数控系统必报警,导致驱动失败,机床不能运行。

故障处理:拧好紧固螺母,滚珠丝杠不再窜动,则故障排除。

【例 3-77】 VQC15/40 加工中心 X 轴不执行回参考点动作的原因及排除。

故障现象:当机床通电后,各轴需首先都回到参考点处机床才以正常工作。所有各轴均能回到参考点,只有 X 轴不执行回参考点动作。

故障检查与分析:该机床采用日本 MAZATROL CAM-2 系统。若排除 X 轴伺服驱动模块的自身原因外,根据梯形图的分析,很多情况与回零相关的其他一些因素有关。应重点检查如下各项内容:①因为 X 轴的回参考点动作和活动工作台有关,因此我们首先要检查活动工作台操作盘上的各指示灯状态是否正确,各转换开关的位置是否正确,各转换开关及各指示灯座处是否有断线及接触不良等情况;②检查活动工作台的夹紧,松开动作是否正常,若不正常,请检查有关检测夹紧到位的接近开关 PRS-98 (I/O 接口信号检查中的 H02-6),松开到位的接近开关 PRS-99 (H02-7),以及夹紧用电磁阀 SOL-22A,松开用电磁阀 SOL-22B 的工作状况是否正常;③正常情况应该是活动工作台装入到位时,接近开关 PRS-83 (H02-2) 上的发光二极管亮,当活动工作台卸出到位时,接近开关 PRS-84 (H02-3) 上的发光二极管亮,若不正常,请调整有关的接近开关,直到正常为止。若活动工作台仍无动作,则需进一步检查装入用电磁阀 SOL-82A (H41-5) 及卸出用电磁阀 SOL-82B (H41-6);④X 轴运行超过限位也是 X 轴不执行回参考点动作的多发原因之一。

【例 3-78】 I/O 继电器异常、X 轴假超程。

故障现象:X 轴超程。

故障检查与分析:XH754 卧式加工中心系青海第一机床厂制造,配置美国 AB8400 系统。

按一般故障处理方法只要将 X 轴用手轮向超程的反方向摇回超程点,故障就能解除。但此次不同,它是 I/O 地址故障造成的超程。正常时 X 轴正向 8049,负向 8050,均应是高电平信号。当 8049 继电器该点有故障时 8049 就变成低电平信号,CNC 就认为它超程。排除故障的方法是用地址空余的继电器换一下就解决了。

【例 3-79】 Y 轴速度异常,05 号、07 号和 37 号报警的处理。

故障现象:Y 轴速度异常,05 号、07 号和 37 号报警。

故障检查与分析:JCS-018 立式加工中心系北京机床所制造,配置 FANUC BESK 7M 系统。查阅 FANUC BESK 7M 系统维修手册,05 号系紧急停车信号接通;07 号系速度控制单元报警;37 号系 Y 轴位置控制偏移过大。从维修手册中查得,05 号报警是由紧急停车造成,排除其报警并不困难,对于 07 号报警,维修手册指出:任意一轴的速度控制单元处于报警条件,或电动机电源线的接触器断路,产生该报警,可考虑下列原因:①电动机过载;②速度控制的电源变压器过热;③速度控制电源变压器的电源熔丝断;④在控制部分电源输入端子上,接线座 X1 的 EMGIN1 和 EMGIN2 之间的触点开路;⑤在控制部分电源输入支架上,交流 100V 熔丝 (F5) 断;⑥连接速度控制单元与控制部分之间的信号电缆断开或从触头中脱落;⑦由于某种原因其他伺服机构报警,电动机电源线上的接触器 (MCC) 断开。

我们经过对以上的分析,认为 07 号报警与 05 号报警均是由于 Y 轴速度异常之后,我们采用紧急停车手段所引起。因此,把检查的重点放在 37 号报警上。从维修手册查得,37 号报警有两条原因:①伺服电动机电源线断线;②位置检测器和伺服电动机之间的连线松动。分析原因①,伺服电动机有转速,说明电源线未断。与此同时,我们又将位置控制环内的偏移补偿量调到 CRT 显示器上,与正常值进行比较,也无异常。从而排除了 Y 轴位置偏移量过大的问题。对于②,我们根据“先外后内”的维修原则,用分段判定法对 NC 系统的 01GN710 位置控制器进行了详细的检查,具体步骤如下:①根据 X、Y、Z 三个伺服驱动系统的结构和参数完全一致的特点,将 Y、Z 两个伺服驱动系统的 NC 中位置控制器的连线 XC(Z 轴)和 XF(Y 轴)以及测速反馈线 XE(Z 轴)与 XH(Y 轴)对调,即在机床控制中,用 Y 轴信号控制 Z 轴,用 Z 轴信号控制 Y 轴,以检查 NC 系统的好坏。调换后故障依然存在,说明 NC 系统无故障;②将标准电柜中 Y、Z 轴伺服驱动系统进行对调,即用 Z 轴控制信号去驱动 Y 轴,故障同样存在,又排除了伺服驱动系统的问题,将故障范围缩小到 Y 轴直流伺服电动机中。

拆开直流伺服电动机,发现测速发电机与伺服电动机之间的连接齿轮松动。由于在自动控制系统中测速发电机是一种产生加速或减速信号和对旋转机械作恒速控制的元件。故它与伺服电动机之间的连接松动便造成对恒速控制不准,甚至对 CNC 产生加速信号,从而造成 Y 轴速度异常。

故障处理:将其连接齿轮紧固,故障排除。

【例 3-80】 Z 轴运行不稳定。

故障现象:Z 轴运行时,半圈快、半圈慢,经测量伺服系统运行时,给定和反馈均不稳定。

故障检查与分析:PC50 卧式加工中心系英国 GINDDINGS&LEWS 公司制造,系统配备了该公司 CNC800 数控系统。交换伺服单元、电动机、测速发电机后,均没有好转。我们又检查了 CNC 部分,用示波器对比正常轴检测控制板上的信号发现 Z 轴位置反馈用的感应同步尺上的激磁信号不正常,经对该板上进行信号循进,发现 Z 轴控制位置一集成电路 BE0790 管脚电压不正常,换之后,机床正常。

【例 3-81】 Z 轴伺服电动机运转一会儿接线盒处冒烟。

故障现象:Z 轴伺服电动机起动转一会儿,接线盒处冒烟、机床停止,并有故障显示。

故障检查与分析:PC50 卧式加工中心系英国 GINDDINGS&LEWS 公司制造,系统配有该公司 CNC800 数控系统。经对电动机换向器绝缘处理,机床正常。后来我们在查原因时发现电动机靠近油池,长期运行油雾进入电动机内,电动机运行时,换向器表面温度升高、油雾汽化、体积增大、加之电动机密封很严,故产生冒烟。

3.3.3 刀库、机械手故障实例与诊断

【例 3-82】 机械手自动换刀时不换刀的故障。

故障现象:机械手自动换刀时不换刀。

故障检查与分析:JCS-018 立式加工中心,采用 FANUC BESK 7CM 系统。故障发生后检查机械手的情况,机械手在自动换刀时不能换刀,而在手动时又能换刀,且刀库也能转位。机床除机械手在自动换刀时不换刀这一故障外,全部动作均正常,无任何报警。

检查机床控制电路无故障;机床参数无故障;硬件上无任何警示。考虑到刀库电动机

旋转及机械手动动作均由富士变频器所控制，故将检查点放在变频器上。观察机械手在手动时的状态，刀库旋转及换刀动作均无误。观察机械手在自动时的状态，刀库旋转时，变频器工作正常；而机械手换刀时，变频器不正常，其工作频率由 35Hz 变为 2Hz。检查 NC 信号已经发出，且变频器上的交流接触器也吸合，测量输入接线端上 X1、X2 的电压在手动和自动时均相同，并且，机械手在手动时，其控制信号与变频无关。因此，考虑是变频器设定错误。从变频器使用说明书上知：该变频器的输出频率有三种设定方式，即 01、02、03。对 X1、X2 输端而言，01 方式为 X1 ON X2 OFF；02 方式为 X1 OFF X2 ON；03 方式 X1 ON X2 ON。检查 01 方式下，其设定值为 0102，故在机械手动动作时输出频率只有 2Hz，液晶显示屏上也显示为 02。

故障原因：操作者误将变频器设定值修改，致使输出频率太低，不能驱动机械手工作。

故障处理：将其按说明书重新设定为 0135 后，机械手动动作恢复正常。

【例 3-83】 主轴定向后，机械手无换刀动作。

故障现象：主轴定向后，ATC 无定向指示，机械手无换刀动作。

故障检查与分析：JCS-018 立式加工中心，FANUC-BESK 7CM 系统，北京机床研究所制造。该故障发生后，机床无任何报警产生，除机械手不能正常工作外，机床各部分都工作正常。用人工换刀后机床也能进行正常工作。根据故障现象分析，认为是主轴定向完成信号未送到 PLC，致使 PLC 中没有得到换刀指令。查机床连接图，在 CN1 插座 22 号、23 号上测到主轴定向完成信号，该信号是在主轴定向完成后送至刀库电动机的一个信号，信号电压为 +24V。这说明主轴定向信号已经送出。

在 PLC 梯形图上看到，ATC 指示灯亮的条件为：①AINI（机械手原位）ON；②ATCP（换刀条件满足）ON。首先检查 ATCP 换刀条件是否满足。查 PLC 梯形图，换刀满足的条件为：OREND（主轴定向完成）ON；INPI（刀库伺服定位正常）ON；ZPZ（Z 轴零点）ON。

以上三个条件均已满足，说明 ATCP 已经 ON。其次检查 AINI 条件是否满足。从 PLC 梯形图上看，AINI 满足的条件为：①A75RLS（机械手 75°回行程开关）ON；②INPI（刀库伺服定位正常）ON；③180RLS（机械手 180°回行程开关）ON；④AUPLS（机械手向上行程开关）ON。

检查以上三个行程开关，发现 A75 RLS 未压到位。

故障处理：调整 A75RLS 行程开关挡块，使之刚好将该行程开关压好。此时，ATC 指示灯亮，机械手恢复正常工作，故障排除。

【例 3-84】 刀库换刀位置错误故障。

故障设备：德国 MH800C 加工中心，采用飞利浦公司 CNC5000 系列数控系统。

故障现象：换刀系统在执行某步换刀指令时不动作，CRT 显示 E98 报警“换刀系统在机械臂位置检测开关信号为 0”和 E116 报警“刀库换刀位置错误”。

故障检查与分析：从 CRT 提供的信息判断故障发生在换刀系统和刀库两部分，相应的位置检测开关无信号送到 CNC 单元的输入接口，从而导致机床自我保护，中断换刀。造成开关无信号输出的原因有：

1) 出于液压或机械上的原因造成动作不到位而使开关得不到感应。

2) 开关失灵。根据机床结构情况，先查开关。首先检查刀库部分，用一薄铁片去感应开关，结果正常。接着检测装在换刀系统机械手内部的两个开关。发现机械臂停在行程中间位

置上,“臂移出”开关 21S1 和“臂缩回”开关 21S2 均得不到感应,造成输出信号为 0 (“臂移出”开关信号应为 1,换刀系统才有动作)。用螺钉旋具顶相应的 21Y2 电磁阀芯把机械臂缩回至“臂缩回”位置,机床恢复正常。分析产生故障的原因,考虑到机床在此之前换刀正常,手控电磁阀能使换刀系统回位,说明液压或机械部分是正常的,为此怀疑换刀动作与程序换刀指令不协调是造成故障的原因。机床操作员手册中要求“连续运行中,两次换刀间隔时间不得小于 30s”。

经计时发现,引发故障的程序段两次换刀间隔时间仅为 21s。

故障处理:修改了相应的程序,故障排除。

【例 3-85】 刀链不执行校准回零。

故障现象:开机,待自检通过后,起动液压系统,执行轴校准,其后在执行机械校准时出现以下两个报警:

ASL40	ALERT	CODE	16154
	CHAIN	NOT	ALIGNED
ASL40	ALERT	CODE	17176
	CHAIN	POSITION	ERROR

故障检查与分析:美国辛辛那提·米拉克龙公司的 T40 卧式加工中心,其 CNC 部分采用该公司的 A950 系统。T40 刀链校准是在 NC 接到校准指令后,使电磁阀 3SOL 的电控制液压马达驱动刀链顺时针转动,同时 NC 等待接收刀链回归校准点(HOMEPOSITION)的接近开关 3PROX(常开)信号。收到该信号后电磁阀 3SOL 失电,并使电磁阀 1SOL 得电,刀链制动销插入,同时 NC 再接收到制动销插入限位开关 US(常开)信号,刀链校准才能完成。

据此分析故障范围在以下三个方面:

- 1) 刀链因故未能转到校准位置(HOMEPOSITION)就停止。
- 2) 刀链确已转到了校准位置,但由于接近开关 3PROX 故障,NC 没有接收到到位信号,刀链一直转动,直到 NC 在设定接收该信号的时间范围到时产生以上报警,刀链才停止校准。
- 3) 刀链在转到校准位置时,NC 虽然接到了到位信号,但由于 1SOL 故障,导致制动销不能插入,限位开关 1LS 信号没有,而且 3SOL 因惯性使刀链错开回归点,接近开关信号又没有。

故障处理:根据以上分析,首先检查接近开关 3PROX 正常。再通过该机在线诊断功能发现在机械校准操作时 1LS 信号 I0033 (LS APIN_ADV) 和 SPROX 信号 I0034 (PR-CHNA_HOME) 状态一直都为 OFF,观察刀链在校准过程中确实没有到位就停止转动,而且发现每次校准时转过的刀套数目也没有规律,怀疑电磁阀 3SOL 或者液压马达有问题。进一步查得液压马达有漏油现象,拆下更换密封圈,漏油排除,但仍不能校准,最后更换电磁阀 3SOL 后故障排除。

说明:由于用万用表测量电磁阀电压及阻值基本正常,而且每次校准时刀链也确实转动,因此在排除了其他原因后,最后才更换性能不良的电磁阀。

【例 3-86】 刀库门已打开,但中断换刀。

故障现象:机床在执行工作头立卧转换时,刀库门已打开,但换刀系统接下去的动作中断,CRT 显示 E 100 报警“刀库门打开信号为 0”。

故障检查与分析:M H800C 加工中心由德国马豪公司制造,计算机部分为飞利浦公司

CNC5000 系统。从 CRT 信息分析着手,从机械不到位或检测开关失灵两方面来判断刀库门打开信号送不出来的原因。首先使用控制机 IOB 菜单键在显示屏上“翻阅”PC 接口的输入信号,发现 1214 输入接口无信号。从电气原理图上查到相应开关为 21S12,使用万用表测量开关电源电压+24V 正常,然后用铁片感应此开关无反应,判定是开关失灵。换上新开关,故障排除。

【例 3-87】 刀库伺服报警。

故障现象:机床在运行过程中突然出现刀库伺服系统有故障报警信号,且 X、Y、Z 轴伺服系统接触器不能吸合,致使全机床不能工作。

故障检查与分析:北京机床所生产的 JCS-018A 加工中心,采用 FANUC BESK 6M 系统。此故障经打开电气柜一查,发现刀库伺服板无任何指示灯亮(按正常,绿灯亮表示正常,红灯亮表示有故障),但简易位置控制板红灯亮,无法判断到底是伺服板坏,还是简易位置控制板坏。这一次就直接把刀库带电源伺服板和 Y 轴带电源伺服板作调换,试机后,故障转移,成了“401”报警,简易位置控制板绿色指示灯亮,证明,刀库伺服板坏,处理办法,还是用好板和坏板进行逐点参数比较,测得两块厚膜电阻击穿(B8244),经更换后,上机调试,故障依旧,后继续对伺服板进行测试,又发现板上电源边上两个 0.47Ω 的金属膜电阻呈无穷大,经更换后,故障排除。

3.3.4 工作台部分故障实例与诊断

【例 3-88】 V 轴(工作台)刻度盘不能对齐,落不下去。

故障现象:工作台(旋转)位置不准,无法落下,伺服出现 TG 报警。

故障检查与分析:XH754 卧式加工中心系青海第一机床厂制造,配置美国 AB 公司 8400 系统。由于回零碰块偶尔发生错误,或调试安装过程中可能出现类似的故障。排除方法是将电动机与编码器脱开,手动打开电磁阀让工作台抬起,压下急停按钮之后,直接转动电动机联轴器,使工作台向对齐的方向转动。当位置对齐时装上编码器,落下工作台,释放急停按钮,重新回零。如工作台刻度盘还没对齐,重复上述方法,直到对齐,故障就能排除。其目的是让 CNC 重新记住工作台位置,一般调整只能在 5° 之内时可以,过大的调整只能通过改变回零碰块的位置来解决。此方法适合配置美国 AB 公司 8400 系统的加工中心使用。

【例 3-89】 V 轴(工作台)抬起后不转动。

故障现象:输入 M85 指令转台抬起后无动作。

故障检查与分析:XH754 卧式加工中心(青海第一机床厂制造),采用美国 AB8400 系统。当输入 M85 时 I/O 固态继电器 8021 地址灯点亮,电磁阀 XT05 动作,完成转台抬起动作。由于保护装置起作用使这一动作中断。当查到 8082 地址时发现有一速熔保险(1A)熔断,原因是电磁阀短路造成,更换后熔断器及电磁阀后一切正常。

【例 3-90】 工作台伺服装置安装调试时烧保险。

故障现象:有一台 TH6350 卧式加工中心,采用美国 AB8400 系统。工作台旋转和刀库驱动两台电动机共用一套伺服驱动装置,安装调试时出现:不论是转换开关选择在工作台或是选择在刀库位置,在完成相应运动时,均出现电动机“爆转”故障,并烧坏该伺服板熔断器。

故障检查与分析:出现这种故障,说明伺服电动机回路电流较大。可能情况是:①晶闸

管击穿；②电动机有开焊或匝间短路；③线路有短路；④伺服单元调节失灵；⑤各种反馈环节出故障等。

故障处理：根据上述分析，我们首先检查电动机和相关线路，均正常。其次，检查伺服单元，并将该伺服单元用在 X 轴上，结果正常，说明伺服单元调节失灵不可能。再次，对晶闸管进行检查，结果正常。所以，故障范围应出现在反馈环节上。对于该系统由位置环、速度环、电流环构成的三环系统，电流环在内层，属内环；位置环在最外层，属外环。该环出故障会出现定位不准，但一般不会出现“爆转”；问题的焦点应在速度环，速度环在电流环和位置环之间，属中环。如速度环接成正反馈或负反馈线断，则可出现“爆转”故障。

测速机和伺服板之间用一根 20 芯的电缆连接，检查该电缆连接正常。在选择工作台旋转和刀库工作时有一切换关系，其切换结构如图 3-27 所示。

该加工中心的切换是在电枢回路中实现的。两电动机的信号电缆并未参与切换，而是同时在简易电位板上。所以，电枢回路接线不对，是造成测速电动机极性和电源极性不匹配的根本原因。我们倒换 5-6 和 7-8 的极性，更换新熔断器：首先，手动试刀库，刀库能动作，但出现过载报警。调整伺服板电流限幅限位 RV12，消除之。重复手动试刀库，正常。在 MDI 方式下，试换刀分解动作正常，切换到转台，在 MDI 方式下，试转台分解动作正常。

不管是刀库的分解动作和工作台分解动作，还是程序控制换刀和程序分度都能正常工作。

【例 3-91】 B 轴编码器反馈故障。

故障现象：在开机接通 NC 电源后，系统要进行 8 步自诊断，只有全部通过时屏幕才能出现操作显示画面，允许进入下一步操作。该机在开机运行时未能通过自诊断，屏幕显示内容为：NOT ENOUGH GOOD BOARDS。

故障检查与分析：美国辛辛那提·米拉克龙公司生产的 T40 卧式加工中心，计算机部分采用该公司 A950 系统。用该系统辅助诊断 TOOLBOX 功能测得下列控制板异常：

SLOT	PASS/FAIL	BOARD TYPE
2	FATIFD	SV2
3	MISSING	SV2
4	FALLDE	SV2
7	FALLED	CPU

由于 SLOT 7 和 SLOT 10 插板型号、设定等完全相同，SLOT 10 显示正常，故断电交换两块位置，开机诊断，发现原 SLOT 7 上板在 SLOT 10 位置时工作正常，而原在 SLOT 10 位置上正常的 MCPU 板插到 SLOT 7 位置时有故障。因此可以认为这两块 MCPU 没有问题，而是由其他问题导致 SLOT 7 中 MCPU 板没有正常工作。由于在 SLOT2、SLOT3 和 SLOT4 三

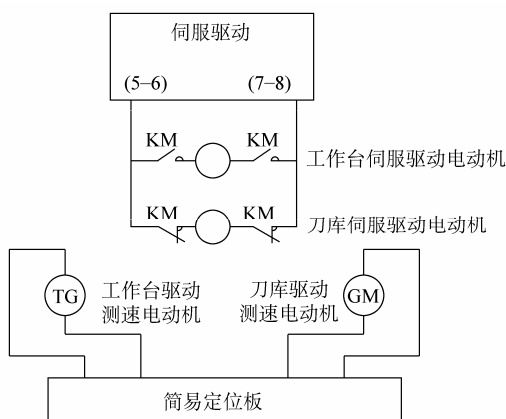


图 3-27 工作台刀库切换结构图

块 SV2 块中, SLO T 2 和 SLO T 4 未通过, SLO T 3 被认为没插上, 但其确已装在 SLO T 3 位置, 在只有一块备件的情况下, 无法同时更换, 考虑到 3 块同时坏的可能性很小, 关机后拿下 SLO T 2、SLO T 3 和 SLO T 4 板, 重新起动, 初诊断通过, 屏幕出现准备工作画面, 但随后即出现 SLO T 2 伺服错误报警, 此后在断电时插上, 取下 SV2 板, 依次装入, 只要不在 SLO T 3 中装入 SV2 板, 自诊断即能通过, 而一旦在 SLO T 3 中有板, 自诊断就无法通过, 因此判断故障与 SLO T 3 有关。进一步查得与 SLO T 3 有关的插头为 J40 和 J43。关机, 交换 J43 和 J40 插头, 开机用 TOOLBOX 诊断结果变为 SLO T 2 MISSING, 而 SLO T 3 PASSED, 同理, 交换 J40 与 J43 时故障如初。由此断定故障来自 J43 插头。

J43 是 B 轴旋转编码器的反馈信号经前置放大器整形、放大送到 NC 系统。将 J43 插头中第 14 脚 ALARM 信号与 15 脚+5V 相接, 使来自编码器的报警信号无法进入 NC, 拆下 Z 轴托板罩壳, 露出 B 轴电动机, 用套筒扳手转动 B 轴电动机, 再用示波器监测 J43 处 A、B 两组波形, 发现当 B 轴转到某些角度时波形正常, 再转时又会不正常。因而认为前置放大器正常, 问题在于编码器。

故障处理: 先拆开旋转工作台, 再拆下旋转编码器检查, 发现其密封有问题, 光栅玻璃面上受油、气、水等污染, 导致其无法正常工作, 经用小注射器注入无水酒精小心冲洗, 用镜头纸、脱脂棉等处理后, 改进其原密封结构, 确保其密封无误, 再依拆卸时所做组装记号全部复位, 机床故障排除。

【例 3-92】 B 轴跟随误差超出。

故障现象: 在指令 B 轴回转分度时, 无论是用手摇脉冲发生器或手动快速移动, 只要指令 B 轴以较快速度运动时即出现 2005 号报警, 具体内容如下:

B AXIS EXCESS ERROR

手册中提供了如下解释:

THE B AXIS FOLLOWING ERROR EXCEED ITS EXCESS ERROR LIMIT 即 B 轴跟随误差超出极限。

涉及原理: 美国辛辛那提·米拉克龙公司的 T40 卧式加工中心, 控制系统是该公司自行开发研制的 A950 系统, 四轴的坐标驱动采用的是德国西门子伺服系统。并用德国海德海因公司光栅尺作为位置检测部件构成全闭环系统。

1) 跟随误差示意图如图 3-28 所示, 曲线 1 是直线插补时坐标轴的位置指令输入与时间的关系曲线, 其斜率代表该坐标轴的恒定进给速度。曲线 2 是坐标轴实际运动的位置—时间关系曲线, 我们来看几个关键的点。

t_1 时刻之间, 指令位置首先发出, 坐标轴的实际运动由于受机械惯性的影响有所滞后, 也就是说指令位置和实际位置之间出现了差异 E , 这就是通常所说的跟随误差。 $t_1 \sim t_2$ 之间, 电动机的转速已经达到指令速度, 系统进入

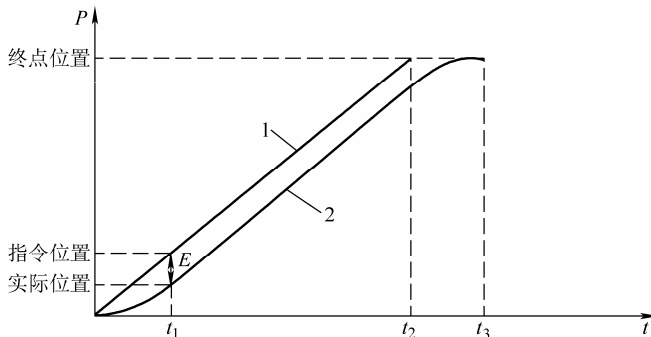


图 3-28 跟随误差示意图

稳态,因而两条曲线斜率相同,跟随误差保持不变。 $t_2 \sim t_3$ 之间,这时指令位置已到终点,没有新的位置指令送出。实际的坐标位置在反馈作用下向着终点坐标位置继续运动,直到实际位置=指令位置,即跟随误差为0时为止。

2) 两个结论:①对一个具体的机床而言,位置环的惯量是确定的,环路增益也是固定的,跟随误差的大小就取决于指令的速度。指令进给速度越高,电动机从零转速到达指令转速所需的时间越长,即跟随误差越大,反之亦然;②在CNC中跟随误差常放在一个“固定偏差计数器”中,指令位置脉冲不断使其累加,位置反馈脉冲不断从中减去,固定偏差计数器中的值就代表了跟随误差的大小。

故障检查与分析:当一个机床的最大运行速度和结构确定以后,跟随误差的最大值也就随之而定,并用参数加以限定。如果固定偏差计数器中的值超过了参数限定的范围时,说明CNC的位置伺服出现故障,就会产生上述跟随误差报警。

本例故障在低、中速范围内指令B轴运行时,运行正常,只有高速运行才出现这个报警,故障很可能是参数设置偏小所致。

故障处理:调出B轴的伺服跟随误差参数,适当加大一些之后,故障消失。

【例3-93】 工作台回转中心偏差的调整。

在箱体类零件的加工中,工作台回转中心的位置精度直接影响到加工零件的同轴度和孔距等精度,而且在实际使用中由于机床定位精度和重复定位精度的影响,工作台回转中心的位置精度发生偏差是经常出现的,常误认为是故障。所以在精密加工前,有必要进行调整和设置。本例所述是瑞士MIKRONWF74VH立卧加工中心,配有HEIDENHAI数控系统。

调整步骤如下:①找正工作台回转中心(X、Y轴),工作台面的水平(A轴),工作台T形槽相对于X轴的平行(C轴);②记下此位置机床坐标系的坐标位置;③选MOD功能,输入密码95148,进入机床参数表;④查找参数MP950,并输入相应的测量值,各轴所对应的参数为MP950.1——X轴,MP950.2——Y轴,MP950.3——Z轴,MP950.4——C轴,MP950.5——A轴。

【例3-94】 B轴超差报警的检查与处理。

故障现象:一次加工主轴箱体过程中,B轴(工作台)回转落位时出现超差报警,致使电控系统断电关机。

故障检查与分析:XB408加工中心,配用美国DYNAPATH 10M数控系统。当时,我们认为可能是B轴参考点开关或脉冲编码器联轴节松动,致使工作台回转后上、下鼠牙盘无法对正,落位时超过机床参数界定的偏差值而报警。但经过我们认真检查,发现参考开关及撞块均正常,脉冲编码器也连接可靠,可以将其排除。于是我们又检查了机床参数。发现原设定值也没变化,但用千分表配合其他检测仪器测量工作台,与要求回转的角度比较,确实有了 $2^\circ \sim 3^\circ$ 的偏差。为进一步观察,我们重新修改了B轴单脉冲偏值参数04E2~04E5的设定值。调整好B轴回参考点的准确位置,又反复回转了几次,发现定位均很准确,故而安排操作者继续加工工件。但在加工工件过程中,B轴却又出现了同样的报警现象。这次在CRT上观察B轴伺服调整坐标值,发现如仅回转B轴则一切正常,但如果移动Z轴,则意外的出现B轴工作台尽管在落下位置因其被锁紧而不能动,但CRT上的伺服调整坐标值却随之累加(X、Y轴却例外)的情况。而这些累加的数值,则在工作台再次抬起回转时,却被优先执行。这就是加工工件时工作台反复回转出现超差报警的原因所在。

为何会出现这样的现象？我们一方面认为可能是 Z 轴与 B 轴电控系统有短接的地方，另一方面则还可能是干扰所致。经认真检查驱动单元和控制单元，我们排除了第一条。进一步用示波器观察，B 轴脉冲编码器的 A、B、Z 脉冲波形，转动 Z 轴时发现杂波，证实 Z 轴对 B 轴确实形成了干扰。但为何 X、Y 轴不能形成干扰？比较后我们看出，Z 轴运动、停止时振动较大，且 Z 轴又直接托载着 B 轴，而 X、Y 轴则运行较平稳，故我们又先调整了 Z 轴的加减速常数 4AB、4A9，使之运行较平稳后，症状明显减轻，但仍不能完全排除干扰。

故障排除：最后我们认定是脉冲编码器及信号检测回路抗干扰能力差造成的。经检查信号电缆，发现既没有靠近强电干扰源，也无其他异常。再进一步检查编码器却发现编码器处的屏蔽线焊点断开。将其重新焊接牢固后，又查知，该编码器的 $\bar{A}$ 、 $\bar{B}$ 、 $\bar{Z}$ 脉冲信号的原设计未能送入 DYNAPATH 10M 系统的位控板，而依据光电脉冲编码器的安装要求，我们认为这也是抗干扰能力差的原因所在。为此我们又在位控板上调整了短路棒，将编码器 $\bar{A}$ 、 $\bar{B}$ 、 $\bar{Z}$ 的脉冲信号一同接入后，通电试车，一切转为正常。

通过此例说明，作为数控机床电气维修人员，应当对电控系统的屏蔽线引起足够的重视。

3.3.5 主轴系统故障实例与诊断

【例 3-95】 主轴不转故障。

故障设备：XH755 卧式加工中心，采用保加利亚 KEMPOC 主轴伺服装置。

故障现象：机床通电后加上速度给定信号，主轴不转，伺服单元出现 FL 及 EE 报警。

故障检查与分析：造成 FL 报警的原因很多，应着重查励磁部分。使主驱动通电，测得励磁电压为 8.7V，励磁电流为 0.2A（正常值为 28V、1A 左右），RO 灯亮时励磁电压为 0V，用 1K 电阻档测主电路输入电压 R、S、T 与 FL 的输出 F1、F2 之间的电阻值，测得 F2 与 T 的电阻值为“0”，测量 T 回路的可控硅后，发现 VS6 击穿，造成 F2 与交流 T 短路，无 FL 电压输出，更换后，RO 灯亮时，励磁电压增大，但 FL 报警仍在。根据励磁回路原理图，用示波器测 140，锯齿波正常，113、114 的方波信号不正常，根据原理图分析，查得励磁回路采样电阻无信号输出，经检查，采样电阻接地线断开。

故障处理：焊上断开的接地线，励磁电压及电流恢复正常，故障消除。

【例 3-96】 主轴超载，过流报警。

故障现象：由于操作者失误，在主轴旋转过程中使其撞到工作台上，从而致使主轴工作不正常。只要一开始运行加工程序，主轴指令转速在 150r/min 以上直接起动时，主轴控制器 FR-SE 内的断路器 CBI 就跳闸，其报警指示灯 AL8（LED13）、AL4（LED14）、AL2（LED15）、AD（LED16）的显示为 1100（这里的 1 表示指示灯亮，0 表示指示灯灭）。

故障检查与分析：VQC15/40 型加工中心是从日本 MAZAK 公司购进的，该机床的数控系统是 MAZATROL CAM-2 系统。根据上述报警指示灯的显示，按说明书查知是主轴变频器的主回路逆变器部分检测到了过电流，多半为大功率晶体管组件损坏，建议买件更换。但是，我们买了新件，甚至是逐一进行简单替换之后，故障并未排除。由此分析到大功率晶体管组件损坏是该故障现象的原因之一，但不是唯一的原因。应做进一步的试验及测量，以查出故障的真正原因。故障处理如下：

1) 首先断开接往主轴电动机的 3 根线，做主轴旋转的试验。若报警指示仍然存在，则说明电动机本身没问题，故障在主轴控制装置上。之后将 3 根线接回原处进行手动操作，看主

轴在 0~6000r/min 内能否正常地进行正、反转。例如：从 1 r/min 起旋转并缓慢升至任意转速，若主轴根本不能旋转，则说明大功率晶体管组件损坏了。如果能进行正反转，而且转速值也正确，则说明大功率晶体管组件并没损坏。然后以 MDI 方式用指令输入 500r/min、1000r/min 逐一试验予以起动，若主轴不能旋转，断路器 CBI 跳开，报警指示仍然存在，则说明故障乃由其他原因所致，仍需进一步查找。

2) 因为主轴转速检测用传感器及其前置放大器部分的参数，波形调整的不合理将直接影响到主轴控制器的特性及功能，为此应首先检查该前置放大器部分。若不正常，须进行调整。拆开主轴电动机端盖，可看见 PLG PCB 板，其调整用电位器分布位置如图 3-29 所示。调整方法：

① 电动机以 1800r/min 正转时(从主轴侧看为逆时针方向)，通过 VR1~VR4 的调整，应得到如图 3-30 所示的波形；

② 电动机以 1800r/min 反转时(从主轴侧看为顺时针方向)通过 VR1~VR4 的调整，应得到如图 3-31 所示的波形。

3) 若按上述要求进行调整后故障仍未排除，则需对主回路部分带有霍尔元件的电流检测用互感器进行检查。可进行外观检查或与其他电流互感器进行对比性测量，机床的故障原因正在于此。由于撞车后主轴电动机严重超载，其瞬间冲击电流过大而烧毁了此电流互感器 RO-2。将该元件更换后则故障排除。

【例 3-97】 换刀时撞击刀夹故障。

故障现象：主轴去进行换刀时，有撞击刀夹现象，有时会把刀夹撞碎。

故障检查与分析：VQC15/40 型加工中心是日本 MAZAK 公司产品。该机床的控制系统是 MAZATROL CAM-2 系统，其刀库容量为 30 把刀。此故障多与主轴定向的位置及位置检测元件或刀库中刀夹的机械精度有关。根据故障的具体原因做不同的处理如下：

1) 根据以往的工作经验，我们首先检查并调整了主轴定向位置。通常，主轴定向位置调整好了，此故障即可排除。按要求主轴端面的驱动键与 Y 轴的平行度应在 0.05mm 范围内。如果大于该值就容易产生上述故障。鉴于主轴定向的精度是需要经常进行检查和调整的，所以我们将其调整方法详述如下：在机床开关柜面板上的具体调整步骤：①用 MDI 方式执行

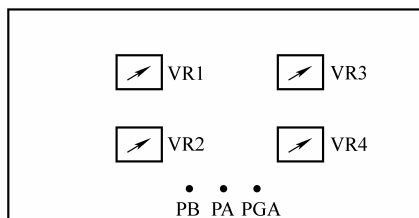


图 3-29 PLG PCB 板调整用电位器分布位置

VR1—A 相零点调整 VR2—A 相增益调整
VR3—B 相零点调整 VR4—B 相增益调整

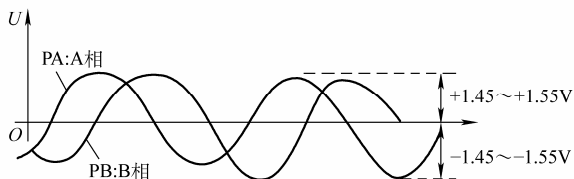


图 3-30 主轴正转波形图

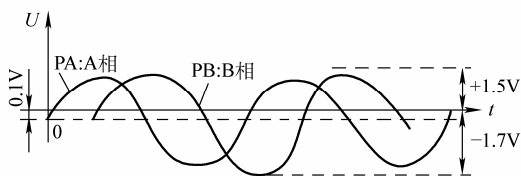


图 3-31 主轴逆转波形图

M19 指令, 进行主轴定向动作, 在定向停位置时, 应使主轴端面的“0”型标记对向刀库侧; ②将定向环增益开关 SW3-3、4 拨向下面, 设定主轴定向速度环增益调节开关 SW8 在刻度 4 的位置上, 将定向设定常规/测试开关 SW6-1 拨向下面; ③用定向位置调整开关 SW15、SW14、SW 13 等进行精调, 若需要可进行中调、粗调; ④按压定向复位开关 ST1; ⑤按压带有 CRT 显示的操作面板上的 RESET 按钮; ⑥按压定向测试开关 ST2。

这样, 主轴就停在所调整的定向位置上, 之后进行驱动键与 Y 轴平行度的测量。若没有达到要求, 可继续进行步骤③~⑥的调整, 直到符合要求为止。最后将 SW4-3、4、SW6-1、SW8 恢复原位。

2) 按以往的工作经验, 进行上述调整并满足要求后, 取刀时撞击刀夹的故障即可排除。如果刚刚调整好了之后进行几次定向试验, 主轴定向停位置又改变了, 总是不稳定, 则应拆下主轴定向位置检测用脉冲编码器进行检查, 通常是编码器转动轴上的键与键槽之间磨损严重造成间隙过大而使定向停位置不稳定。只需配制一个新键, 重新对主轴定向停位置进行调整, 则故障即可排除。如果问题仍然存在, 也可检查编码器或采用替换法, 以排除编码器自身的原因。

3) 如果进行上述两项检查后仍发现有个别撞击刀夹现象, 应对各个刀夹的高度进行检查。以刀库中与主轴内刀具配合最好的刀夹为基准。刀库中其他各刀夹与此基准刀夹的高度差应在 $\pm 0.2\text{mm}$ 范围内。

【例 3-98】 主轴 12 号报警。

故障现象: JCS-018 型加工中心, 配用美国 DYNAPATH 10M 数控系统。主轴 12 号报警。

故障检查与分析: 查阅 JCS-018 型加工中心交流主轴系统说明书知: 主轴 12 号报警为直流电路电流过大, 故障原因有以下 3 种情况: ①输出端或电动机绕组短路; ②功率晶体管不良; ③印制电路板故障。在确认输出端或电动机绕组无短路的情况下, 断开电源, 检查晶体管组件。检查方法如下: 打开印制电路板, 拆去电动机动力线, 用万用表 $\times 10\Omega$ 档检查晶体管组件的集电极 (C1、C2) 和发射极 (E1、E2) 之间、集电极 (C1、C2) 和基极 (B1、B2) 之间以及基极 (B1、B2) 和发射极 (E1、E2) 之间的电阻值。晶体管组件的正常数值见表 3-5。

晶体管组件损坏时, C~E, C~B 之间成短路状态。检查发现 C1~E1 之间短路, 即晶体管组件已烧毁。

为确定故障源, 又对印制电路板上晶体管回路进行了检查。检查情况如下: ①将直流耦合熔断器 F7 拆下, 合上交流电源, 输入正转指令; ②测定 8 个晶体管 (型号为 ET191), U、V、W 相再生回路的基极—射极电压 (CN6、CN7 上测量)。CN6、CN7 插座参数见表 3-6。

以发射极为基准, 测量 B~E 正常值一般在 2V 左右, 有问题的回路与正常回路不同, 发现了就可以判定。检查 C1~B1 之间为短路, 即 C~B 极击穿, 同时二极管 D27 也击穿。

在更换上述部件后, 主轴报警变为 19 号报警。查阅有关资料知: AL-19 报警为 U 相电流检测电路偏置过流报警。

表 3-5 晶体管组件的正常数值

测试端	万用表测笔	正常值
C~E	正端接 C	几百欧
	负端接 C	∞
C~B	正端接 C	几百欧
	负端接 C	∞
B~E	正端接 C	几百欧
	负端接 C	∞

表 3-6 CN6、CN7 插座参数

CN6											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5C	5B	5E	6C	6B	6E	7C	7B	7E	8C	8B	8E

CN7											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1C	1B	1E	2C	2B	2E	3C	3B	3E	4C	4B	4E

对控制回路的电源进行检查,印制电路板绘制出 PCB 电源电路如图 3-32 所示。检查印制电路板上电源测试端子 19A—CT 为 AC19V; 19B—CT 为 AC19V; 交流输入电源正常。直流输出+24V、+15V、+5V 正常,而-15V 电压为“0”。说明三端稳压管 7915 电源异常,检查 7915 三端稳压管已被击穿。

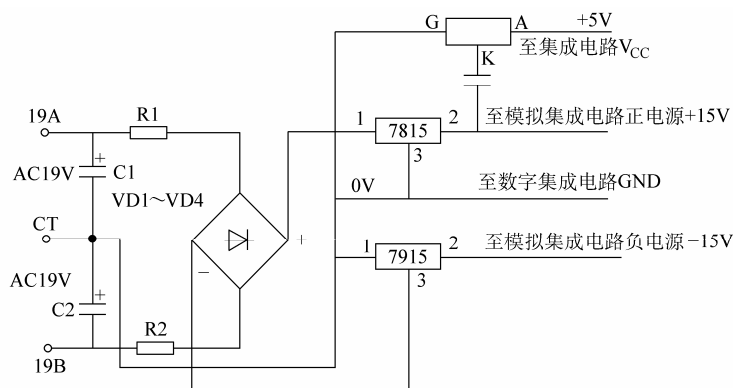


图 3-32 主轴 PCB 电源电路

故障处理: 更换 7915 后, -15V 输出电压正常, 主轴 AL-19 报警消除。同时, 主轴 AL-12 号报警也消除, 机床恢复正常。

【例 3-99】 主轴电动机过热, 信号开路。

故障现象: 2001 号、409 号报警。

故障检查与分析: 该机为北京机床研究所生产的 KT1400V 立式加工中心, 采用美国 DYNAPATH 10M 数控系统。故障发生后, CRT 上显示 2001#SPDL SERVO ALARM; 409#SERVO ALARM; (SERIACERR) 报警信息。同时, 主轴伺服单元 PCB 上显示: AL-01 报警。AL-01 为主轴电动机过热报警信号。上述报警能用清除键清除, 清除后有时系统能够起动, 也能执行各轴的参考点返回, 但驱动 Z 轴向下移动时, 便发生上述报警, 而此时主轴电动机并没有动作, 同时也不发热。

从机床技术资料上不能查阅到上述报警的有关信息。从 CRT 的提示信息上以及主轴伺服驱动单元的报警上分析, 并考虑到主轴电动机是伴随着 Z 轴一起上下移动, 因而怀疑故障范围应在主轴和 Z 轴这个部位。反复观察 Z 轴上、下移动的情况: 当 Z 轴向上移动时, 无论移动多长的距离, 均不发生报警; 而向下移动时, 每次到达主轴电动机电缆被拉直时, 便发生报警。因此, 说明该报警是主轴电动机电缆接触不良所致。打开主轴电动机接线盒, 发现盒

内接线插头上有一根接线因松动而脱落。

故障原因：主轴电动机电缆连线活动余地太小，当 Z 轴向下移动到一定距离后，电缆便被张力拉直而松动脱落，而该线刚好是主轴电动机热控开关的连线。热控开关的输入信号断开，模拟了电动机过热，从而产生主轴电动机过热故障报警。

故障处理：从电气控制柜中将主轴电动机电缆拉出一部分，使其达到 Z 轴向下移动时的最大距离。同时，将松动、脱落的连线焊好，故障排除。

【例 3-100】 主轴无法定向负载超出。

故障现象：JCS-018 立式加工中心，采用美国 DYNAPATH 10M 数控系统。主轴不能定向，负载表指针达红区，08 号报警。

故障检查与分析：查阅机床维修手册，08 号报警为主轴定向故障。根据维修手册的要求，我们打开机床电源柜，在交流主轴控制器印制电路板上，找到了 7 个发光二极管（6 绿 1 红）。这 7 个指示灯（从左到右）分别表示：①定向指令；②低速档；③磁道峰值检测；④减速指令；⑤精定向；⑥定向停完成（以上为绿色）；⑦试验方式。

观察这 7 个指示灯的情况如下：1 号灯亮，3 号、5 号灯闪烁。这表明定向指令已经发出，磁道峰值已检测到，定向信号也检测到，但是系统不能完成定向，主轴仍在低速运行，故 3 号、5 号灯不断闪烁，调节主轴控制器上电位器 RV5、RV6、RV7，仍不能定向。

从以上情况分析，怀疑是主轴箱上的放大器有问题。打开主轴防护罩检查放大器时，发现主轴上的刀具夹紧液压缸软管盘绕成绞形，缠绕在主轴上。分析这个不正常的现象，我们判断就是该软管盘绕致使主轴定向偏移而不能准确定向，造成 08 号报警。

故障处理：将该软管卸下回直后装好，又将主轴控制器中的调节器 RV11（定向点偏移）进行了重新调节。故障排除，报警消失，机床恢复正常运行。

【例 3-101】 机床剧烈抖动，主轴 AL-04 报警。

故障现象：机床出现剧烈抖动声。01 号报警。

故障检查与分析：JCS-018 立式加工中心，采用美国 DYNAPATH 10M 数控系统。从机床使用手册得知：01 号报警为主轴伺服报警。从机床侧电控柜中，主轴驱动单元上观察到报警显示为 AL-04。

查阅 JCS-018 立式加工中心交流主轴系统说明书：04 号故障为交流耦合电路中的 F1、F2、F3 熔断器熔断。故障原因有：①交流电源阻抗过高；②功率晶体管烧毁；③二极管或可控硅组件烧坏；④浪涌吸收器和电容器损坏。

对上述故障原因逐一进行由简到繁的检查。首先检查交流电源，在交流主轴伺服装置的电源输入端测得 R 相电压为 220V、S 相电压为 220V、T 相电压为 120V。这表明三相电源不平衡，检查电源匹配变压器上的三相电源也不平衡，再检查机床侧总输入电源三相也不平衡。至此，已说明故障根源不在机床本身。检查开关柜上 JCS-018 机床的三相熔断器，发现有一相阻抗高达数百欧姆。将其拆开检查，发现该熔断片接线螺钉松动，而造成三相电源不平衡。

故障处理：更换一新熔断器，且将熔断片接线螺钉拧紧后，故障排除。

【例 3-102】 主轴定向无反馈信号。

故障现象：该机床为一台进口二手加工中心，在一次机床通电（主伺服也通电）时，没有键入 M、S 辅助机能代码，主轴便按 M04（逆时针）方向以 100r/min 的转速自行旋转。此

时如再键入 M03 或 M04 及 S* * (转速代码) 后, 系统不予执行, 也不报警, 即主轴通电后便处在失控状态。

故障检查与分析: 该机床配用的是美国 DYNAPATH 系统, 内含 PLC 可编程接口控制器。分析后我们认为, 该现象应先从 PLC 梯形图查起。由梯形图初始化程序查知, 主伺服通电后主轴应立即定向, 以便更换刀具, 而此时主轴旋转不停, 且不予执行 M、S 代码, 表面现象为主轴失控, 而仔细分析后我们认为根源应在于主轴定向装置有问题。于是我们就从主轴定向查起, 由 PLC 初始化程序分析得出: 通电后 PLC 输出口的 W9-8 应置为“1”, 再由该口控制外部继电器 KA15, KA15 的触点作为控制主伺服定向的开关信号。经检查该信号为“1”, 正常。KA15 也吸合且触点闭合良好, 说明主轴定向控制部分正常。同时, 主轴能旋转也能说明这一点。估计问题可能就出在定向检测回路。而该回路的检测元件为旋转变压器 (分解器)。故我们又用示波器测试了旋转变压器的 3 个输入、输出信号波形。发现均无异常现象, 且信号电缆也能正常地连接到主伺服 8 号印制电路板插脚, 再仔细检查, 发现印制电路板插脚因年久失修, 铜片氧化已相当严重, 所以我们认为问题可能就在于此。经清洗插脚, 插上 8 号板通电试车, 却发现故障依旧存在, 最后认定故障极大可能就在 8 号印制电路板, 拔下后沿着旋转变压器信号插脚检查, 发现处理这些信号的双运放集成块 CA747 烧坏, 致使信号无法输出。更换一个后, 通电试车一切正常。

【例 3-103】 加工中心立卧转换故障的调整。

故障现象: 当机床自动换刀时, 机床主轴定位键不处于换刀位置, 机床无法自动换刀。

故障检查与分析: 该机床为瑞士 MIKRONWF74YH 型立卧转换加工中心, 其控制系统为 HEIDENHAI 系统。如何恢复主轴定位键原位? 其调整步骤如下: ①关闭刀库; ②使主轴处于卧轴状态; ③选 MOD 功能, 输入密码 2501, 进入手动立卧转换操作; ④按 ENT 键后, 机床处于卧轴状态, 花键在前置位置, 块功能打开, 即 BLOCK: ON、HEAD: UP、COUPLING: BACK; ⑤关闭块功能, 即按 X+钮的同时, 旋 C 轴开关向右, 此时 BLOCK 为 OFF; ⑥拨动拉杆 (在卧轴滑枕右侧), 转动花键后, 手动调整卧轴主轴定位键的位置; ⑦手动卧轴为立轴, 即按 Z-钮的同时, 旋 C 轴开关向左, 此时卧轴换为立轴, HEAD 为 BELOW, 若未归位, 可再按 Z+钮的同时, 旋 C 轴开关向左, 使立轴到位; ⑧拨动拉杆, 转动花键后, 手动调整立轴主轴定位键的位置; ⑨手动立轴为卧轴, 即按 Z-钮的同时, 旋 C 轴开关向右, 此时立轴换为卧轴, HEAD 为 UP, 若未归位, 可再按 Z+钮的同时, 旋 C 轴开关向左, 使卧轴到位; ⑩重复步骤⑥、⑦、⑧、⑨, 直到机床立卧主轴定位键恢复原位, 可用步骤⑩进行观察; ⑪在调整过程中, 可用 END 软键退出 MOD 功能, 执行 M21 指令检测立卧主轴定位键的位置; ⑫注意机床调整后若处于立轴状态时, 应使花键处于前置位置, 即按 Y+钮的同时, 旋 C 轴开关向右, 此时 COUPLING 为 FRONT; ⑬按 END 软键, 退出 MOD 功能。

第4章 数控镗铣床维修实例

4.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断与维修

4.1.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 4-1】 系统显示“NOT READY”信息，机床不能运行故障。

故障现象：某大型数控龙门镗铣床 NCXT2025 送电起动时，屏幕显示：

FANUC SYSTEM 6M MODEL B
SERIRS MA3 UERS 15
NOT READY

NC 不能正常运行。

故障检查与分析：NCXT2025 龙门镗铣床数控采用 FANUC 6M 系统，“NOT READY”主要指伺服系统或控制装置没有准备好。

故障处理：

- 1) 查伺服系统，基本正常。
- 2) 查控制回路有关的电气元件，也没有找到可疑点。但偶尔试送电起动时，也能正常运行，但再断电，送电起动，多数都不能正常起动。
- 3) 根据上面的现象，重点检查电源部分。结果发现供 PC 输出所用的 24V 电源只有 12V 左右。而拆去电源所带的所有负载，测量电压又恢复到 24V。
- 4) 对 24V 稳压电源做加载试验，证明其带载能力明显降低。
- 5) 采用备件法，用一块和原来参数（输入交流 110V，电流 415A，输出直流 24V）差不多的稳压直流电源替代原来那一块，试机，结果一切正常。

【例 4-2】 日本 HF-12M 6X27m 数控龙门镗铣床加工程序输入故障处理。

故障现象：该机床由 FANUC 15iM 系统控制，加工程序输入采用 FANUC Handy File 手持式文件盒。送加工程序时将该装置与悬吊操作箱上的串行口相连，然后再将软盘上的加工程序送入系统。由于经常带电插拔串行口插头，造成手持式文件盒的 RS232C 串行口损坏，无法再通过 FANUC 手持式文件盒为机床输入加工程序。

故障检查与分析：将加工程序磁盘文件送入数控系统，常用一台旧电脑，安装 PCIN 通信软件后进行输入，虽管用，但不太方便，而且经常插拔难免造成通信口损坏。后来我们选用了一种国产 CPJ2 型通用磁盘阅读机代用，并将它安装在 F15iM 的悬吊操作箱下部，效果不错，操作更方便，也更可靠，更实用。图 4-1 是 CPJ2 型通用磁盘阅读机的前面板示意图。

CPJ2 型通用磁盘阅读机全部操作命令见表 4-1。

图 4-2 是 CPJ2 型通用磁盘机与常用 FANUC 数控系统进行串行通信的 CNC 参数设置及电缆接线图，也可供其他通信装置或通信软件连接时参考。

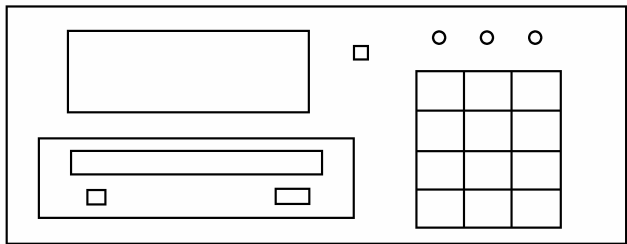


图 4-1 CPJ2 型通用磁盘阅读机的前面板

表 4-1 CPJ2 型通用磁盘阅读机全部操作命令表

命令	功 能
1 ↓	显示软盘中文件名，对文件编号
2 ↓	显示软盘信息，如：文件数、卷标、空区等
3 ↓	按文件序号输出文件
4 ↓	按文件名输出文件
5 ↓	按文件序号显示文件内容
6 ↓	按文件名显示文件内容
7 ↓	将数据输入并存盘
8 ↓	软盘格式化
9 ↓	专用功能（通用型无）
10 ↓	数据传输代码转换设定
11 ↓	串行或并行接口设定及显示
12 ↓	串行接口参数设定及显示
13 ↓	并行接口参数设定及显示
14 ↓	设定参数断电保护

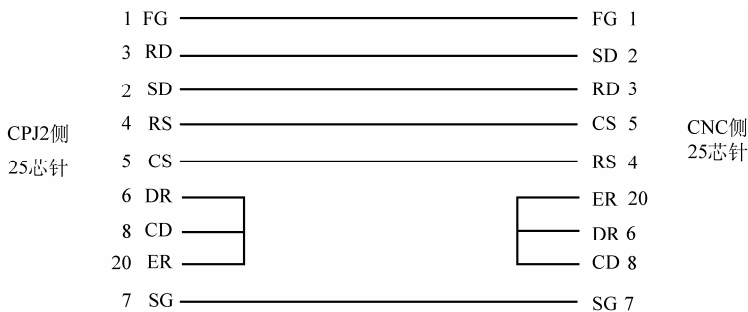


图 4-2 CPJ2 型通用磁盘机通信的 CNC 参数设置及电缆接线图

本机床 FANUC 15iM 系统与 CPJ2 机相连时，CPJ2 机的串行口通过上述电缆和显示单元的 JD36A 口连至箱外的 RS232C3 串行口相连。FS15i 系统的通信设置如下：

- 1) 按操作面板上的[OFFSET SETTING]功能键。
- 2) 按[COM SETTING]键，在出现的通信设置屏幕上的设置如图 4-3 所示。

BASIC SETTING		RS232C, RS422 SETTING	
TV CHECK	= OFF	CHANNEL	RS232C RS232C RS232C RS232C
TV (COMMENT)	= OFF	NAME	CHANNEL1 CHANNEL2 CHANNEL3 CHANNEL3
IN/OUT CODE	= ISO	DEVICE	
EOB CODE	= LF	TYPE	3
F. G. INPUT	= RS232C C3	STOP BIT	2
OUTPU	= RS232C C3	BAUD RATE	9600
		(BPS)	

图 4-3 通信设置屏幕上的设置

【例 4-3】 一台数控镗铣床执行加工程序时出现报警 057 No solution of block end (程序段结束没有计算)。

数控系统: FANUC 0MC 系统。

故障现象: 这台机床在起动加工程序时, 出现 057 报警, 程序执行不下去。

故障检查与分析: 这个报警的含义是某段程序的结束点与图样不符, 即计算的结果不对。但检查程序重新计算并没有发现问题, 检查刀补也没有发现错误, 重新对刀也没有解决问题。单步执行程序发现程序总是在执行 G01 Z0.4 F18 时出现报警, 这个语句是执行直线运动, 不会出现这个报警, 下个语句是 A128X48.22, 执行的是铣削倒角的功能, 肯定 NC 系统在执行这个语句之前进行计算, 发现执行倒角功能后, 结束点与程序给出的结束点 X48.22 差距太大, 所以出现报警, 而对这几个数据进行计算, 没有误差。在出现报警时, 使用软键功能“下一语句 (NEXT)”功能发现, 屏幕上显示下一个语句的结果为 A.128X59.03, 显然 A.128 的数据不对, 重新检查程序, 发现语句 A128 X48.22 中的 A128 后没有加小数点, 这时 NC 系统认为是 0.128, 所以计算后的结果肯定不对。

故障处理: 在数据 128 后面加上小数点后, 程序正常运行。

【例 4-4】 一台数控镗铣床在执行程序时出现报警 41 Interference in CRC (CRC 干涉)。

数控系统: FANUC 0MC 系统。

故障现象: 在起动加工程序时, 出现 41 号报警, 程序执行中断。

故障检查与分析: 根据系统故障说明书中的解释, 41 号报警是在刀尖半径补偿中, 将会出现过切削现象, 采取的措施是修改程序。为进一步确认故障点, 用单步功能执行程序, 当执行到语句 Z-65 R1 时, 机床出现报警, 程序中断。核对程序没有发现错误, 因此怀疑刀具补偿有问题。对加工程序进行检查, 在执行上述语句时, 使用的是 4 号刀 2 号补偿。

故障处理: 重新校对刀具补偿, 输入后运行程序, 再也没有发生故障。这是由于刀具补偿设定不合理造成的。

【例 4-5】 一台数控镗铣床出现 2050 号报警。

数控系统：FANUC 0MC 系统。

故障现象：这台数控车床在开机之后回参考点时出现报警 2050 X AXIS OVER TRAVEL (X 轴超行程)，并停机。

故障检查与分析：观察故障现象，在机床开机之后，回参考点时，X 轴先走，按+X 键后 X 轴正向运动，屏幕上显示 X 轴运动的数值，在压上零点开关后，X 轴减速后一直运动直到压上限位开关，出现 2050 报警。因为能减速运动说明零点开关没有问题，那么可能是 X 轴脉冲编码器有问题，更换编码器故障依旧。更换数控系统的伺服轴控制模块，故障也没有消除。重新分析回参考点的工作原理，在回参考点时，压上零点开关后，开始减速，在离开零点开关之后，再接收编码器的零点脉冲，以确定参考点。压上零点开关能减速只能说明减速开关能够压上断开，用 DGNOS PARAM 功能检查 X 轴零点开关的输入 X15.3 的状态，压上零点开关后其状态从“1”变成“0”，但离开开关后没有马上变回“1”，而是在报警出现之后才变成“1”。说明零点开关有问题，常闭触点能断开，但可能簧片弹性有问题不能及时闭合，将开关拆开检查，发现机床的切削液进入开关内，使开关失灵。

故障处理：将零点开关内的油污清除，把开关修复。零点开关重新安装上后，机床故障消除。

【例 4-6】 一台二手台湾产配置 FANUC 3M 系统的数控镗铣床。

故障现象：用户购买后无法正常开机，数控系统 CRT 无任何显示。

故障检查与分析：首先断开强电各部分断路器，测量强电部分的各路供电电压，待各点电压正常后，再逐步通电测量下一级电源部分的输出电压（空载），待电柜内部所有测量点全部正常后，开机试验，CRT 上仍然无任何显示，基于此现状遂采取以下分步措施：

1) 检测 CRT 单元后面 XT1 端子排上直流 24V、5V 供电电压正常。

2) 断开 CRT 单元上的信号线插头，再开机时 CRT 屏幕上有绿色亮底出现，证明 CRT 显示器本身正常。

3) 仔细检查 MDI 电缆两端后发现其中一端电缆插头有明显的压痕，经测量并重新正确焊接后再开机观察，CRT 屏幕出现“C-MOS PARITY”报警。

4) 将参数保护开关置“ON”，开机时同时按下“RESET”和“DELETE”键清除存储器，再开机观察“C-MOS PARITY”报警依旧不变。

5) 断电仔细检查主板元件，发现有一片“HM4315P”存储器芯片安装时有一个管脚未完全接触实，重新安装焊接后，开机进行存储器全清并重新输入正确的参数，机床恢复正常。

故障原因分析：鉴于二手机床本身所具有的一些特性，比如说资料不全、经手人员众多且技术水平参差不齐、机床机械和液压部分常常处于待调整状态等等。所以对二手机床电气的维修和调整，更要综合考虑上述一切因素，灵活运用相关知识和经验，逐步进行机床的维修恢复工作。

4.1.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 4-7】 一台配置 FANUC 0 系统的数控镗铣床出现过载报警[400]~[402]。

故障检查与分析：伺服放大器侧具有过载检查的功能，过载信号是通过常闭开关传输的。当放大器的温度升高引起常闭开关动作时即产生报警。一般情况下，该常闭开关和变压器的过热常闭开关以及外置放电单元的过热常闭开关串联在一起。当过载检查信号的状态有效时，

伺服系统通过 PWM 指令电缆通知给系统, 如图 4-4 所示。

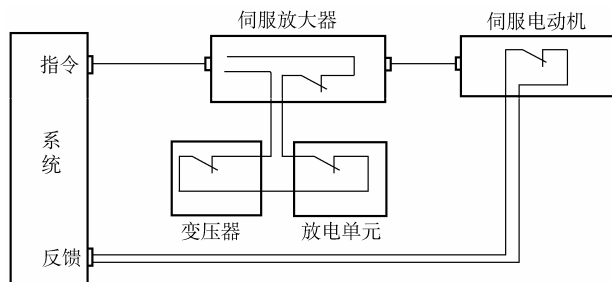


图 4-4 过载报警检测电路

伺服电动机过载常闭开关是用于检查伺服电动机是否过热, 当伺服电动机过热时, 该常闭开关动作产生报警, 并通过电动机反馈电缆通知系统。

处理步骤:

- 1) 根据系统维修手册, 查出产生报警的轴。
- 2) 检查伺服电动机或伺服驱动器是否过热。
- 3) 如果伺服放大器、变压器、放电单元或伺服电动机过热, 按照先机械后电气的原则, 检查故障是否是由于机械负载过大、切削量过大、加减速的频率过高等原因引起。
- 4) 如果伺服单元或者电动机不过热, 检查外置型放电单元的过热信号线的连接是否可靠, 各信号的接口是否正常, 各过热开关能否正常动作。

【例 4-8】 可以少量运动且电动机发热的故障维修。

故障现象: 一台配套 FANUC 0M 的二手数控镗铣床, 采用 FANUC S 系列三轴一体型伺服驱动器, 开机后, X 轴、Y 轴工作正常, 但手动移动 Z 轴, 发现在较小的范围内, Z 轴可以运动, 但继续移动 Z 轴, 系统出现伺服报警。

故障检查与分析: 根据故障现象, 检查机床实际工作情况, 发现开机后 Z 轴可以少量运动, 不久温度迅速上升, 表面发烫。

分析引起以上故障的原因, 可能是机床电气控制系统故障或机械传动系统的不良。为了确定故障部位, 考虑到本机床采用的是半闭环结构, 维修时首先松开了伺服电动机与丝杠的连接, 并再次开机试验, 发现故障现象不变, 故确认报警是由于电气控制系统的不良引起的。

由于机床 Z 轴伺服电动机带有制动器, 开机后测量制动器的输入电压正常, 在系统、驱动器关机的情况下, 对制动器单独加入电源进行试验, 手动转动 Z 轴, 发现制动器已松开, 手动转电动机轴平稳、轻松, 证明制动器工作良好。

为了进一步缩小故障部位, 确认 Z 轴伺服电动机的工作情况, 维修时利用同规格的 X 轴电动机在机床侧进行了互换试验, 发现换上的电动机同样出现发热现象, 且工作时的故障现象不变, 从而排除了伺服电动机本身的原因。

为了确认驱动器的工作情况, 维修时在驱动器侧, 对 X 轴、Z 轴的驱动器进行了互换试验, 即将 X 轴驱动器与 Z 轴伺服电动机连接, Z 轴驱动器与 X 轴电动机连接。经试验发现故障转移到了 X 轴, Z 轴工作恢复正常。

根据以上分析, 可以确认以下几点:

- 1) 机床机械传动系统正常, 制动器工作良好。

- 2) 数控系统工作正常; 因为当 Z 轴驱动器带 X 轴电动机时, 机床无报警。
- 3) Z 轴伺服电动机工作正常, 因为将它在机床侧与 X 轴电动机互换后, 工作正常。
- 4) Z 轴驱动器工作正常, 因为通过 X 驱动器 (无故障) 在电柜侧互换, 控制 Z 轴电动机后, 同样发生故障。

综合以上判断, 可以确认故障是由于 Z 轴伺服电动机的电缆连接引起的。

仔细检查伺服电动机的电缆连接, 发现该机床在出厂时电动机的电枢线连接错误, 即驱动器的 L/M/N 端子未与电动机插头的 A/B/C 连接端一一对应, 相序存在错误, 重新连接后故障消失, Z 轴可以正常工作。

【例 4-9】 自动加工过程中, 机床出现暂停, 过后又会自动运行的现象。

故障现象: 一台配置 FANUC 0i 的数控镗铣床在自动加工过程中, 经常出现偷停现象。特别是在 Z 轴移动后, 出现偷停现象比较多。在出现此现象后, 加工程序就不往下执行了, 但可能几十秒后, 加工程序又重新往下执行, 有时又不行, 机床就一直停在那里没有发出任何的报警信息。

故障检查与分析: 在无任何报警信息的情况下, 按 MDI 面板上的[SYSTEM]键, 再按[诊断]软键, 调出系统的诊断功能画面, 希望从中找到一点故障的线索。在对诊断功能画面进行查看时, 发现诊断号 003 信号为“1”, 表明系统正在进行到位检测。于是查看诊断号为 300 的各伺服轴实时指令与实际位置偏差量, 发现 Z 轴此项值为 50。定位的容许偏差值 (到位宽度) 由参数 1826 设定的, 只要各伺服轴实时指令与实际位置偏差量不超过参数 1826 中所设定的值, 系统就认为伺服轴的定位完成, 否则系统认为伺服轴的定位未完成, 需要反复执行定位, 加工程序也就无法往下执行。

检查这台机床的参数 1826 的值, 发现参数设定 Z 轴的到位宽度值是 4, Z 轴的实际位置偏差量大于参数设定的到位宽度值, 于是出现了此故障现象。

故障处理: 参数 1825 是各轴的伺服环增益, 与位置偏差量的关系为:

$$\text{位置偏差量} = \text{进给速度} / 60 \times \text{伺服环增益}$$

根据此公式, 可以将 Z 轴的伺服环增益值适当减少, 从而减少位置偏差量。在对参数 1825 进行适当的调整之后, Z 轴的位置偏差量减少为 1, 即位置偏差量小于参数 1826 的设定值, 故障排除。

【例 4-10】 一台数控立式镗铣床出现报警 409 SERVO ALARM (SERIALERROR) (伺服报警, 串行主轴错误)。

数控系统: FANUC 0MC 系统。

故障现象: 系统显示 409 号报警, 指示主轴伺服有问题。

故障检查与分析: 这台机床的伺服系统采用 FANUC α 系列交流数字伺服驱动装置, 在出现故障时, 对主轴驱动装置进行检查发现, 其数码管上有 01 报警。

根据伺服系统报警手册说明, 01 报警为主轴电动机过热。关机重开, 报警消除, 但在各轴回参考点, Z 轴向下运动时, 又出现 409 报警。这时主轴并没有旋转, 检查主轴电动机也没有过热。观察机床的运动, 主轴电动机随 Z 轴上下运动, 因此怀疑 Z 轴运动时带动主轴电动机的电缆运动, 导致主轴电动机电缆连接出现问题。打开主轴电动机的接线盒进行检查发现, 接线盒内端子上的主轴电动机热敏电阻接线松动。

故障处理: 重新连接热敏电阻连线后, 机床恢复正常运行。

【例 4-11】 一台数控立式镗铣床在加工循环中偶尔出现报警 409 SERVO ALARM (SER-IAL ERROR) (伺服报警, 串行主轴错误)。

数控系统: FANUC 0MC 系统。

故障现象: 这台机床在自动循环加工中偶尔出现故障, 系统显示 409 号报警, 指示主轴伺服有问题。

故障检查与分析: 这台机床的主轴控制系统采用 FANUC 系列交流数字伺服驱动装置, 在出现故障时, 对主轴驱动装置进行检查, 发现其数码管上显示有 41 号报警。41 号报警属于主轴编码器报警, 检查参数无误, 接线准确, 更换编码器后, 故障依旧。

仔细检查发现, 主轴编码器连接电缆有些紧, 在 Y 轴上下移动时带动主轴编码器电缆一起移动, 怀疑 Y 轴快速移动时, 电缆可能出现瞬间接触不良的现象。

故障处理: 将走线槽中备用线拽出一部分, 保证电缆线在 Y 轴上下极限位置都有余量, 这时开机测试机床工作稳定, 故障消除。

4.1.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 4-12】 主轴发热, 旋转精度下降故障维修。

故障现象: 一台配套 FANUC 0M 的立式数控镗铣床镗孔精度下降, 圆柱度超差, 主轴发热, 噪声大, 但用手拨动主轴转动阻力较小。

故障检查与分析: 通过将主轴部件解体检查, 发现故障原因如下:

1) 主轴轴承润滑脂内混有粉尘和水分, 这是因为该机床用的压缩空气无精滤和干燥装置, 故气动吹屑时有少量粉尘和水气窜入主轴轴承润滑脂内, 造成润滑不良, 导致发热且有噪声; 主轴内锥孔定位表面有少许碰伤, 锥孔与刀柄锥面配合不良, 有微量偏心。

2) 前轴承预紧力下降, 轴承游隙变大。

3) 主轴自动夹紧机构内部分碟形弹簧疲劳失效, 刀具未被完全拉紧, 有少许窜动。

故障处理:

1) 更换前轴承及润滑脂, 调整轴承游隙, 轴向游隙 0.003mm, 径向游隙 ± 0.002 mm。

2) 自制简易研具, 手工研磨主轴内锥孔定位面, 用涂色法检查, 保证刀柄与主轴定心锥孔的接触面积大于 85%。

3) 更换碟形弹簧。

4) 将修好的主轴装回主轴箱, 用千分表检查径向圆跳动, 近端小于 0.006mm, 远端 150mm 处小于 0.010mm。

5) 试加工, 主轴温升和噪声正常, 加工精度满足加工工艺要求, 故障排除。

【例 4-13】 一台配置 FANUC 0i 的数控镗铣床主轴部件的拉杆钢球损坏。

故障现象: 某主轴内刀具自动夹紧机构的拉杆钢球和刀柄拉紧螺钉尾部锥面经常损坏。

故障检查与分析: 检查发现, 主轴松刀动作与机械手拔刀动作不协调。这是因为限位开关挡铁装在气压增压缸的气缸尾部, 虽然气缸活塞动作到位, 增压缸活塞动作却没有到位, 致使机械手在刀柄还没有完全松开的情况下强行拔刀, 损坏拉杆钢球及拉紧螺钉。

故障处理: 清洗增压液压缸, 更换密封环, 给增压液压缸注油, 气压调整至 0.5~0.8MPa, 试用后故障消失。

【例 4-14】 主轴部件的定位键损坏 (准停位置不准)。

故障现象: NCXT2025 龙门镗铣床数控采用 FANUC 6M 系统, 换刀时冲击响声大, 主轴前端拨动刀柄旋转的定位键局部变形。

故障检查与分析: 响声主要出现在机械手插刀阶段, 故障初步确定为主轴准停位置误差和换刀参考点漂移。本机床采用霍尔元件检测定向, 引起主轴准停位置不准的原因可能是主轴准停装置电气系统参数变化、定位不牢靠或主轴径向圆跳动超差。

首先检查霍尔元件的安装位置, 发现固定螺钉松动, 机械手插刀时刀柄键槽未对正主轴前端定位键, 定位键被撞坏。主轴换刀参考点接近开关的安装位置同样有松动现象, 使换刀参考点微量下移, 刀柄插入主轴锥孔时锥面直接撞击主轴定心锥孔, 产生异响。

故障处理: 调整霍尔元件的安装位置后拧紧并加防松胶。重新调整主轴换刀参考点接近开关的安装位置, 更换主轴前端的定位键, 故障消失。

【例 4-15】 Y 轴运动中断故障维修。

故障现象: 一台配置 FANUC 0i 系统的辛辛那提 (CINCINNATI) 立式镗铣床, Y 轴运动到某点后中断。

故障检查与分析: 经检查, Y 轴断路器跳闸, 复位后 Y 轴仍不能运动。初步确定为 Y 轴卡死或伺服驱动系统故障。首先检查 Y 向滑座导轨及镶条间隙, 无问题。断电后用手不能转动 Y 轴滚珠丝杠螺母机构, 确认系因日常维护保养不当, 致使 Y 轴丝杠螺母卡死。

故障处理: 取出 Y 轴滚珠丝杠螺母副, 找一合适的钳台夹紧, 将锁紧螺母退松, 用手转动滚珠丝杠。彻底清洗后重装并调整丝杠螺母副的预紧力。预紧力一般为最大载荷的 1/3, 它是靠测量预紧后增加的摩擦力矩换算得到的。将滚珠丝杠螺母副装回加工中心, 检查并调整丝杠两端向心推力组合轴承的预紧力, 用手转动滚珠丝杠的松紧程度以初定预紧力大小, 重新调整滑座导轨及镶条间隙。试车后故障排除。

【例 4-16】 X、Y 两轴插补加工圆台 (或内孔) 时, 圆度误差超差。

故障现象: 一台配置 FANUC 0i 的 CINCINNATI 数控镗铣床 X、Y 两轴联动加工圆台时误差大, 工件圆台在过象限处有一较明显的起伏。

故障检查与分析: 初步判断是 X、Y 轴的定位精度差或是 X、Y 轴有关位置补偿参数变化。调出 CNC 系统 X、Y 轴位置补偿参数检查, 均在要求范围之内。在 JOG 模式下低速转动 Y 轴, 用千分表检查, 发现 Y 轴轴向窜动达 0.2mm。检查 Y 轴进给传动链前、后支承座, 丝杆电动机支架及电动机轴承无异常, 丝杠轴承座内轴承游隙及预紧正常, 但轴承座压盖轻微松动。

故障处理: 调整丝杠轴承座压盖, 使其压紧轴承外圈端面, 拧紧锁紧螺母。重新检测 Y 轴轴向窜动, 小于 0.005mm。重装后试加工, 故障排除。

【例 4-17】 FANUC 7CM 系统 23 号参数与 Z 轴电动机振荡。

故障现象: 一台配置 FANUC 7CM 系统的立式数控镗铣床主轴箱下降到位停止后, Z 轴电动机就会发出电磁噪声和齿轮撞击声。

故障检查与分析: 故障得到顺利解决的关键首先在于如何判断故障源来自机械系统还是电气系统, 对数控机床的机电参数的深刻理解在划清机电故障界线时具有重要意义。

在调试运行初期, 每当铣头主轴箱下降到位停止后, Z 轴电动机就产生令人讨厌的电磁噪声和齿轮撞击声, 断断续续, 久久不能消除。虽然 Z 轴定位精度仍相当精确, 机床也无任何报警信号出现, 但近乎 80dB 的噪声确实令人十分烦恼。维修人员当时还没认识到这是电

动机振荡，而称之为 Z 轴噪声。

我们打开 Z 轴电动机后罩盖以及有关齿轮箱罩盖，发现 Z 轴电动机上的旋转变压器齿轮确实在来回晃动，而跟 Z 轴电动机相连的齿轮也在来回晃动，晃动速度快，幅度也大。噪声就是从这里发出的。查看了 Z 轴的 23 号参数状态。这一次发现该参数在大幅度范围内迅速变化。绝对值达 20，变化的频率跟噪声频率一致。由于 23 号参数是速度命令值，那么，是 NC 系统命令 Z 轴转动，还是由于别的什么原因呢？

既然 Z 轴电动机运动到任何位置，主轴箱定位精度都是正确的，那么 NC 系统是不应该再发出任何速度命令值了，可见 Z 轴电动机的振荡是别的原因引起的。

现在让我们来看一下 Z 轴部分的机械传动系统图（见图 4-5），并进行初步的分析。

我们从实物大小上首先有一个感觉：平衡锤比铣头主轴箱轻得多。这样，由于滚珠丝杠传动副没有自锁作用，因而 Z 轴电动机不论停止在哪个位置，它都会因主轴箱下降重力而被拖动，一旦被拖动的距离超出软件规定的伺服系统定位公差，电动机又得反方向旋转一定角度，接着电动机又被主轴箱下降重力所拖动，再反转，如此反复，便形成了电动机振荡和噪声。

如果这种分析是正确的，那么就要求从机械部分进行修理；但如果是电气系统出了毛病，使电动机来回振荡，以致使齿轮撞击发出噪声，那么我们的初步分析就是倒因为果了。

根据 Z 轴电动机上齿轮的齿数、模数，计算出节圆直径和节圆周长，将百分表表头置于节圆处的齿侧面，测出晃动的弧长、折算出电动机转角值，即可以求出相应的直线位置偏差。

实验结果是齿轮晃动约 1° ，相当于直线位置偏移 $16.6\mu\text{m}$ ，乘以 $1.15V_{\text{eLo}}/\mu\text{m}$ 后，相应的 23 号参数值应为 $19V_{\text{eLo}}$ ，而 CRT 上 23 号参数变化的绝对值在 20 左右。

现在我们有充分证据认为开始的分析是正确的，故障源在机械部分。

故障处理：我们发现从机械部分解决是极为困难的：平衡锤加重后才够呢？即便知道了这个数值，拆卸、装配、加重的工程量也是很大的。再者，配重增加后还有可能缩短 Z 轴的行程。这些困难促使我们考虑通过其他途径解决 Z 轴振荡。

显然，23 号参数是不能人为地使它为零的，但是在目前这个特殊情况下，NC 系统产生速度指令值 V_{CMD} ，目的是要维持电动机的平衡，反抗较重的主轴箱对它的倒拖作用。 V_{CMD} 不过是个数字量，当它变为模拟量 V_{p} ，并再进一步转变为电枢电压时，还要经过许多中间环节。

我们从伺服控制原理图上可以看到：从速度指令值 V_{CMD} 到速度指令电压 V_{p} 要经过速度指令寄存器、脉冲宽度调制器、D/A 变换器和滤波放大器这几个环节，这统统由大规模集成电路 MB8720 芯片包括了，所以我们不能从这些环节着手的。而从速度指令电压 V_{p} 转变为电动机电枢上的电压所经过的环节就多了，全部在速度控制单元的板子上，让我们来看一看

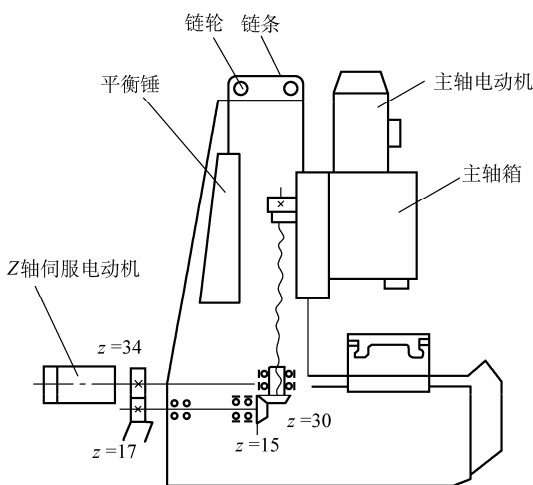


图 4-5 Z 轴机械传动系统图

它的框图（见图4-6）。

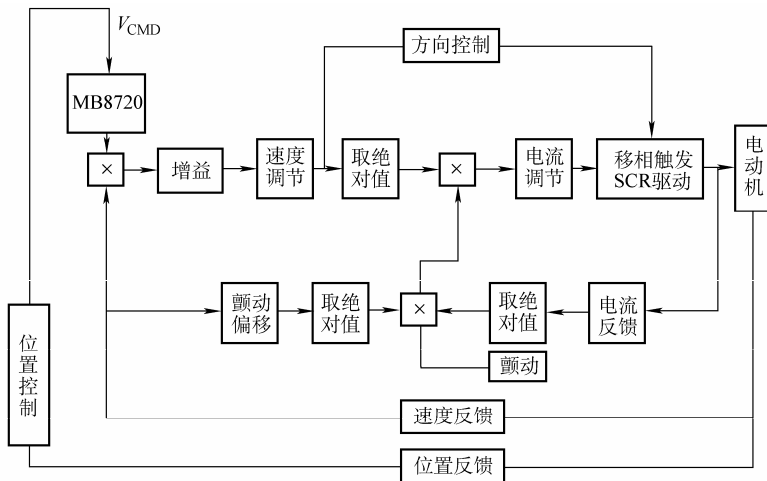


图 4-6 伺服系统框图

从上述框图中不难看出，在速度控制单元上原来有许多正、负反馈环节。电动机由于受到主轴箱下降重力的影响，因此，当 NC 系统没有位移指令时，速度环和位置环的反馈量可以使电动机有输出，如果把这些反馈量加以调节，使总的正反馈量比原来小些，负反馈量大些，目的是使得输出到电动机上的电压和电流正好能让电动机克服主轴箱的下降力，得到相对平衡，那么问题就可以解决了。

余下的事情就是分清哪些是正反馈量，哪些是负反馈量，将几只电位器仔细加以调节。故障排除，问题解决。

4.1.4 机电部分故障实例与诊断

【例 4-18】 FANUC 系统 ALM414、ALM411 报警故障维修。

故障现象：某配套 FANUC 0i 系统、 α i 系列伺服驱动的立式数控镗铣床，在自动加工过程中突然出现 ALM414、ALM411 报警。

故障检查与分析：FANUC 0i 系统发生 ALM411 报警的含义是“移动过程中位置偏差过大”；ALM414 的含义是“数字伺服报警”（Z-Axis DETECTION SYSTEM ERROR）。

检查 Z 轴驱动器显示“8”，表明 Z 轴 IPM 报警，可能的原因是 Z 轴过电流、过热或 IPM 控制电压过低。利用系统诊断参数 DGN200 检查发现 DGN200 bit5=“1”，表明 Z 轴驱动器出现过电流报警。

根据以上诊断、检查，可以初步确认故障原因为 Z 轴过电流。考虑到机床的伺服进给系统为半闭环结构，维修时脱开了电动机与丝杠间的联轴器，手动转动丝杠，发现该轴运动十分困难，由此确认故障原因在机械部分。

进一步检查机床机械部分，发现 Z 轴导轨表面无润滑油，检查机床润滑系统的定量分油器，确认定量分油器不良。更换定量分油器后，通过手动润滑较长时间，保证 Z 轴导轨润滑良好后，再次开机试验，报警消失，机床恢复正常工作。

【例 4-19】 “1010 空气压力异常”报警故障诊断。

故障现象：一台配置 FANUC 0i 的数控镗铣床在自动运行状态下进行加工生产时，显示器屏幕上突然出现“1010 空气压力异常”报警。

技术准备：查阅该机床维修手册，得知“1010 空气压力异常”报警发生的原因是进入机床的压缩空气压力未能达到机床的要求（压缩空气压力不得低于 0.4MPa），手册给出的故障排除建议是保证供给的机床压缩空气压力不得低于 0.4MPa。

故障检查与分析：

1) 根据手册的建议，检查压缩空气的压力，发现压力监测表上的压力为 0.5MPa，在机床要求的范围内。

2) 查阅电气图样得知，压缩空气压力是由一只压力开关（地址是 X2.3）进行检测的，当压力在机床允许的范围内时（0.4~0.6MPa），压力开关的触点闭合，状态为“1”；当压力低于 0.4MPa 时，压力开关的触点便断开，状态为“0”，该状态输入到 PMC 中进行逻辑判定处理后，认为不能满足机床正常运行，便在屏幕上报出错误代码和报警信息。

3) 压缩空气的压力正常，而屏幕出现压力异常报警，初步判断可能是压力检测开关出现问题。

故障处理：检查压缩空气的压力检测开关，发现其触点被卡死，导致触点一直处于断开状态。更换检测开关，重新给机床通电并运行，故障排除。

【例 4-20】 手摇脉冲发生器系统发生 07 号、25 号故障报警。

故障现象：手动方式工作中，当轴向选择 Y 轴运行操作时，手摇脉冲发生器（与倍率选择开关档位及手摇速度无关），系统即发生 07 号、25 号故障报警，同时可明显地观察到工作台 Y 轴运行速度特别高，机床无法工作。

故障检查与分析：配置 FANUC 0i 的数控镗铣床在手动方式工作中，当轴向选择 Y 轴运行操作时，手摇脉冲发生器系统发生 07 号、25 号故障报警，ALARM 提示 Y 轴停止过程中误差量超过了允许值（Y 轴停止时误差过大），故而引起速度控制单元发生异常。由于故障轴向明显，故可直接采用交换法以快速判断故障部位。此例故障可先采用“伺服直流电动机与速度控制单元故障判断方法”进行检查。经检查后可知，故障部位在 Y 轴伺服电动机一侧上。经拆卸解体检查，测速发电机线组、旋转变压器线阻、内部线路连接、电动机转子线阻、电刷接触情况及外部航空插件等均无明显故障，故重新装配后空载试车（将电动机与滚珠丝杠的挠性联轴器脱开）故障仍旧存在。由于此故障部位仅局限在 Y 轴电动机上，故重新拆机检查。经分析，故障现象是 Y 轴停止速度误差超限，肯定与速度环或位置环有关，反映在电动机内部即与测速发电机旋转变压器有关。为了快速判断故障部位，可继续采用交换法进行检查，即分别将 X 轴伺服电动机的旋转变压器、测速发电机与 Y 轴电动机的进行交换。当拆开 X 轴电动机的罩壳，准备拆卸测速发电机时，意外发现此电动机测速发电机的电刷架位置与 Y 轴的不同，正好相差一个 90°的角度。因 X 轴电动机正常，故将 Y 轴电动机测速发电机的电刷架按 X 轴电动机的位置重新安装调整好，经通电试车（只能在手动方式下试车），Y 轴运行正常。

故障处理：将 Y 轴电动机装于机床上，安装调好挠性联轴器，通电试车，故障排除。据了解，发生此类故障的原因，系维修人员在电动机维护保养时，不慎将此位置弄错。事实上这一类问题在维护保养过程中是极易发生的错误，应采用外部刻线标记加以避免。

故障处理：更换新的手轮后，机床手轮恢复正常。

【例 4-21】 一台数控镗铣床手轮工作不正常。

数控系统：FANUC 0i 系统。

故障现象：这台镗铣床当用手摇脉冲发生器（手轮）工作时，出现有时能动，有时不动的现象。

故障检查与分析：观察故障现象，发现摇动手轮滑台不动时，屏幕上相应轴的坐标数值也不发生变化。根据故障现象判断，可能是手摇脉冲发生器出现故障或者系统主板有问题。

因为转动手轮时，有时系统工作正常，可以排除机床锁定、系统参数、轴互锁信号、方式选择信号等方面的故障。为此重点检查手摇脉冲发生器和手摇脉冲发生器接口电路。

进一步检查发现，故障原因是手摇脉冲发生器接口板上 RV05 专用集成电路有问题。

故障处理：更换新的 RV05 集成电路，机床恢复正常工作。

4.2 配置 SIEMENS 数控系统故障诊断与维修

4.2.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 4-22】 一台数控镗铣床系统通电但系统屏幕没有显示。

数控系统：西门子 880 系统。

故障现象：这台机床在正常工作时，突然系统断电，再起动系统时，屏幕没有显示，不能进行任何操作。

故障检查与分析：因为系统起动不了，首先检查系统是否过热，系统温度正常没有过热现象；然后检查系统的供电电源也正常；那么可能是负载短路问题，将所有系统连接电缆全部拆除，也没有解决问题，说明不是外部问题；可能是系统模块出现问题引起的故障，将系统模块逐个拔下进行测试，首先拔下测量模块，这时通电系统可以正常起动，屏幕显示正常画面。

故障处理：对测量模块进行测试检查，发现一只 $47\mu\text{F}$ 电解电容漏电严重，更换新的电容，将测量模块重新安装到系统上，通电测试，系统恢复正常工作。

【例 4-23】 一台数控立式镗铣床在加工时出现报警 120202 Waiting for a connection to NC（等待与 NC 连接）。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床在加工时出现 120202 报警，页面空白，软键灰色，数据不能加载。

故障检查与分析：因为报警指示等待与 NC 连接，说明 MMC 与 NCK 的通信中断。先检查 PCU50 显示的 MMC、NCK、PLC 地址和波特率，再检查总线电缆、手轮均正常，因此怀疑 NCU 模块有问题。

故障处理：更换 NCU 模块后报警解除，重新装入 NC 与 PLC 的数据和文件备份后机床恢复正常运行。

【例 4-24】 一台数控镗铣床系统屏幕没有显示。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床在加工过程中屏幕突然关闭，没有显示。

故障检查与分析：在出现故障时，按操作面板上的任何按键屏幕都没有反应，排除了屏

幕保护的问题。

这台机床的 MMC 单元使用的是 PCU20 控制单元和 OPO10 显示操作单元,引起这个故障的原因可能是 PCU20 控制单元故障、OPO10 显示操作单元故障、电源故障或者系统软件进入死循环。关机重开,系统屏幕没有任何反应,排除了软件死机的可能;接着检查 PCU20 控制单元的直流 24V 电源的输入端子,没有 24V 电压,进一步检查发现 MMC 操作面板的 24V 电源端子松动,接触不良。

故障处理:对电源端子进行处理后,系统屏幕显示恢复正常。

【例 4-25】 一台数控卧式镗铣床出现报警 104 Control Loop Hardware (控制环硬件)。

数控系统:西门子 3M 系统。

故障现象:这台机床在一次工作过程中,突然出现 104 报警,机床停止运行,机床断电重新起动,报警消除,机床恢复正常,但工作一段时间又出现上述故障。

故障检查与分析:因为西门子 3M 系统的 104 报警指示 X 轴测量系统出现问题,可能测量系统连接电缆折断短路、信号丢失、不正确的门槛信号、不正确的频率信号。这台机床的 X 轴的位置检测元件采用光栅尺,形成全闭环位置控制系统。

根据报警信息和故障现象,首先检查光栅尺的读数头和光栅尺。光栅尺密封良好,读数头和光栅尺没有受到油污和灰尘污染,并且光栅尺工作也正常。然后检查 EXE 板和测量板,都没有发现问题。最后对连接电缆进行检查,发现 13 号线电压不稳,断电测量 13 号线的电阻,发现阻值较大,仔细检查发现该线在 X 轴随导轨运动的一段有一处将要折断,似接非接,造成连接不好,信号不稳定,从而出现 104 号报警。

故障处理:对断线部分进行重新连接,开机测试,机床工作正常,故障消除。

【例 4-26】 一台数控镗铣床出现报警 25001 Axis Y hardware fault of passive encode (Y 轴从动编码器故障)。

数控系统:西门子 840D 系统。

故障现象:这台机床开机就出现 25001 报警,指示 Y 轴编码器有问题。

故障检查与分析:这台机床采用全闭环位置控制系统,位置反馈采用光栅尺,伺服系统转速反馈采用伺服电动机的内置编码器。在驱动模块上将 X 轴伺服电动机的动力电缆和编码器电缆对换,开机系统出现 X 轴报警,说明与系统和驱动模块没有问题。检查 Y 轴编码器的电缆发现在伺服电动机上的插接有些松动。

故障处理:重新插接编码器反馈电缆插头,并拧紧,机床通电开机,故障消除。

4.2.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 4-27】 一台数控镗铣床 X 轴运动时出现报警 25040 Axis X1 standstill monitoring (X1 轴静态监控)。

数控系统:西门子 840D 系统。

故障现象:这台机床 X 轴运动时出现 25040 报警,指示 X1 轴静态监控。

故障检查与分析:观察故障现象,移动 X 轴时出现 25040 报警,移动其他两个轴时出现报警 300607 Axis X1 current controller at limit (X1 轴电流控制器处于极限),因此确定 X 轴伺服驱动有问题。首先对 X 轴伺服电动机的连接电源线进行检查,没有发现问题;更换 X 轴伺服驱动功率模块也没有解决问题;与其他轴互换伺服电动机(型号相同),发现故障转移到其

他轴,说明是伺服电动机损坏。

故障处理:更换新的伺服电动机后,机床恢复正常工作。

【例 4-28】 一台数控镗铣床出现报警 25050 Axis Y contour monitoring (Y 轴轮廓监控)。

数控系统:西门子 840D 系统。

故障现象:这台机床开机后回参考点时出现 25050,指示 Y 轴有问题。

故障检查与分析:这台机床开机并没有故障报警,手动移动 Y 轴或 Y 轴返回参考点时出现报警,其他轴正常没有问题。关机再开,报警消失,但一移动 Y 轴就又出现报警,观察 Y 轴其实根本就没有动。

根据这些现象分析可能是 Y 轴伺服控制模块、驱动模块或者伺服电动机有问题。检查 Y 轴伺服电动机没有发现问题,与其他轴互换伺服控制模块也没有解决问题。当与 X 轴互换伺服驱动功率模块时,故障转移到 X 轴上,说明原 Y 轴伺服驱动功率模块损坏。

故障处理:更换 Y 轴的伺服驱动功率模块后,机床恢复正常工作。

【例 4-29】 一台数控立式镗铣床出现报警 25050 Axis X1 contour monitoring (X1 轴轮廓监控)和 25040 Axis X1 standstill monitoring (X1 轴静态监控)。

数控系统:西门子 840D 系统。

故障现象:这台机床在 X 轴光栅尺损坏后,用伺服电动机的编码器直接进行位置反馈,在运行时出现 25050 报警和 25040 报警。

故障检查与分析:这台机床原 X 轴使用光栅尺作为位置反馈元件,一次出现故障,在开机回参考点时出现报警 20002 Channel 1 axis X zero reference mark not found (通道 1 的 X 轴零参考标记没有找到),经诊断为光栅尺损坏。因光栅尺没有备件,订货需要周期。为此将系统 X 轴改为半闭环控制,使用 X 轴伺服电动机的内置编码器作为位置反馈元件。

对 PLC 的程序进行如下修改:

```
M009: S      M59.1 (X 轴进给使能,机床准备归零)
      A      I37.7 (读取限位行程开关的输入信号)
      =DB31.DBX12.7 (开始寻找零脉冲信号)
      R      DB31.DBX2.1
      R      DB31.DBX21.7
      R      DB31.DBX1.6 (第二测量系统无效)
      S      DB31.DBX1.5 (第一测量系统有效)
```

修改 X 轴的机床数据 MD32700 (由 1 改为 0),取消 X 轴的螺距误差补偿 (全闭环时才需要),测量 X 轴的反向间隙并补偿到 X 轴的 Backflash (0) 中。

这时开机测试,机床可以运行,但 X 轴运行时出现 25050 和 25040,指示超程报警。将 X 轴的机床数据 MD36400 Contoures Tol 数据值由原来的 0.02 调整为 0.03,将 X 轴的机床数据 MD36030 Standstill_pos_Tol 数据值由原来的 0.02 调整为 0.03,虽然机床精度有所降低,但可以满足工件加工精度要求,系统没有报警正常运行。

【例 4-30】 一台数控镗铣床出现报警 1042 DAC limit reached (达到 DAC 极限)。

数控系统:西门子 810M 系统。

故障现象:这台机床一移动 Z 轴就出现 1042 报警,指示 Z 轴伺服有问题。

故障检查与分析:西门子 810M 系统的 1042 号报警是系统关于 Z 轴的伺服报警,指示

DAC 设定值比机床数据 MD2682 (最大 DAC 设定值) 的值大时出现这个报警。出现这个报警后, DAC 的设定值不能再增加。为此首先检查机床数据 MD2682、MD3642 和 MD3682 都正常没有问题。

根据经验, 这个故障多半是伺服电动机不转或者反馈回路有问题。这台机床的伺服系统采用的是西门子 611A 交流模拟伺服控制装置, 在起动 Z 轴时检查伺服系统的指令输入信号, 电压很高, 但观察 Z 轴并没有动, 屏幕上 Z 轴的数值也没有变化。说明系统部分没有问题, 位置反馈也没有问题。因为 X 轴和 Y 轴运动正常, 说明伺服系统的电源模块没有问题。更换 Z 轴伺服驱动模块, 故障依然如故, 说明驱动模块也没有问题。那么能不能是伺服驱动的参数设定板有问题呢? 采用互换法与 X 轴的参数设定板对换, 这时机床 X 轴运动时, 出现 1040 报警, 故障转移到 X 轴上, 说明原 Z 轴的参数设定板损坏。

故障处理: 更换参数设定板, 机床恢复正常工作。

【例 4-31】 17m 数控龙门镗铣床同步轴的调整。

故障现象: 17-10GM300/NC 数控龙门镗铣床采用西门子 8M 数控系统, 运行几年后, 机床的 X 轴在回参考点等高速进给行走时出现 PLC0101 “X 轴实际转矩大于预置转矩”、NC 101 “X 轴的测速反馈电压过低、静态容差” 等故障报警。

故障检查与分析 (控制结构如图 4-7 所示):

1) 从机床结构分析, X 轴分为 X_1 和 X_2 同步轴 (其中 X_1 轴为主动轴、 X_2 轴为辅助轴), 分别由两台相同型号的电动机作为运行动力, 这两台电动机是由两台西门子 V5 直流进给伺服单元驱动。两台电动机的测速反馈分别送回到 V5 伺服 A2 板的 55 号和 13 号端子, 但 NC 的位置检测单元 (光栅尺) 安装在 X_1 主动轴上, NC 发出 X 轴移动指令的同时送到 X_1 和 X_2 轴上 (即 X_1 轴主动直流伺服单元的 56 号、14 号端子和 X_2 轴辅助直流伺服单元的 56 号、14 号端子得到同一个给定)。

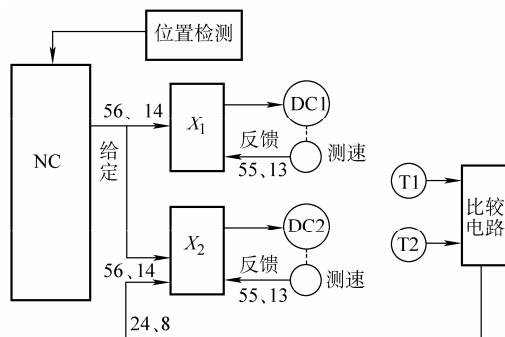


图 4-7 控制结构图

T1 和 T2 两个旋转变压器产生的 X_1 轴和 X_2 轴的位置差值 (即附加值) 通过一比较放大电路送到 X_2 轴辅助直流伺服单元的 24 号和 8 号端子上, 使 X_2 轴输出电压产生相应的变化与 X_1 轴的输出电压平衡, 这样对 X 轴来说就存在三个反馈环:

- ① 用于直流伺服单元调整的测速反馈。
- ② 用于同步调整的旋转变压器比较反馈。
- ③ 用于 NC 调整的实际位置反馈。

2) 由于三个反馈交织在一起, 因此给 X 轴的总体调试带来了很大的困难。单独调整任何一个反馈环, 其他运行环节都会产生报警信号, 并关闭整台机床。

故障处理:

1) 首先将 DC1 和 DC2 两台直流电动机负载线断开, 再拆去由 NC 来的 56 号和 14 号端子线, 用导线将直流伺服单元上的 56 号和 14 号端子短接。反复调整 V5 直流伺服单元 A2 板上的 R31, 观察直流电动机转动情况, 直到电动机不转动为止。这样就消除了直流伺服单元自身的各种干扰。

2) 将电压表接入到附加给定值端子 57 号和 69 号上, 反复调整 V5 直流驱动器 A2 板上的 R28 电位器值, 使电压表上显示的电压值最小, 并且电压显示值在 X 轴运行时比较稳定, 消除 X 轴来回运动中产生的误差。

3) 将 NC 数控系统的维修开关打到第二位, 观察机床数据 N820 的跟踪误差, 反复调整机床数据 N230 内的数据, 使 N820 显示的数据最小为止。经反复调整后故障排除。

【例 4-32】 位置反馈回路接触不良故障。

故障现象: 该机床多次出现 NC 报警 1322, 内容为“Z 轴控制环硬件故障”, 重新通电后往往能恢复正常, 该故障经常在使用过程中随机出现, 用示波器观察各波形信号未发现异常, 更换 Z 轴和 Y 轴的测量系统, 发现报警变成 1321 “Y 轴控制环硬件故障”, 证实故障不在 NC 的测量板上。

故障检查与分析: 该设备为武汉重型机床厂生产的 XK2120A 型数控龙门镗铣床, 安装西门子公司 880M 系统, 采用德国海德汉(Heidenhain)公司的 LB326 直线式光栅尺及 FXF808 插补及数字化器。由于该机床为较大型, 附件多, 系统各部分之间连线长、接插件也多, 所以首先应检查这些部分。检查后发现从 EXE808 到 NC 间有一转接用连接器松动, 致使测量回路接触不好。我们把电缆线直接焊在一起, 并确保接触良好, 屏蔽可靠, 则故障排除。特做如下说明: ①数控机床的测量系统大量采用光栅尺, 德国海德汉公司生产的光栅尺及配套的插补及数字化器是较为常用的型号。LB326 型光栅尺采用新型的金属带反射式光栅, 读数头设计精巧, 能较灵活地适应各种不同的安装状态。要使光栅尺有比较好的测量精度应在安装时特别注意安装表面的平面度及安装表面与导轨的平行度应满足生产厂家说明书的要求, 另外应正确调节读数头的支座使读数头与光栅尺保持平行。②还有很重要的一点是应保持光栅尺的工作环境, 避免灰尘和油雾进入光栅尺而引起故障, 当系统工作环境较差或相对湿度大于 80% 时, 可以考虑为光栅尺加装空气净化系统。方法如下: 拆开光栅尺一端(垂直安装时应为上部)的专用螺钉, 从该处通入干燥、洁净的压缩空气(压力约为 1Pa)。加装该系统后, 能令光栅尺的工作环境大大改善, 从而有效地减少故障。③海德汉公司生产的光栅尺及配套的插补及数字化器是该公司光栅尺的配套产品, 可以实现对光栅信号做 25 倍细分后再发送到 NC, 该装置虽然在信号输出端加入信号驱动电路, 但仍对联接到 NC 的电缆长度有一定要求(如 EXE808 的连线不可长于 50m)。因此插补及数字化器到光栅尺以及到 NC 的连线均应尽量缩短, 而且要避免中间的转接, 防止由于接触不良引起线路阻抗增大, 导致故障。同时应保证良好、合理的屏蔽及接地。④此外还可以通过示波器观察, 调节 8140、8142、8144、8147 四只电位器, 以改善输出的 U_{e1} 、 U_{e2} 两组信号, 保证其相位相差 90° 。⑤另外该公司生产的插补及数字化器有专门用于西门子系统的型号和专门用于 FANUC 系统的型号, 这一点在设备改造时应特别注意。

【例 4-33】 测量回路报警原因及改进方法。

故障现象: 机床在使用一段时间后, 再次利用大角度铣头时, 当 Y 轴停止时, 故障 114 号报警, 其内容是跟踪误差超差。由于报警出现使机床不能正常工作。

故障检查与分析: RAPID-6K/8MC 型数控转子镗铣床由德国 WOTAN 公司引进, 采用西门子 8M 控制系统。由于是 Y 轴测量系统出现报警, 故应首先对 Y 轴从机械方面入手。

机床在使用大角度铣头时, 由于工作转矩大, 在机床设计中为防止振动和保证加工精度, 液压夹紧系统将自动投入工作。分析认为: ①因为机床使用大角度铣头后才产生这种现象,

故障可能是由油压夹紧装置工作不正常而引起的。所以决定对 Y 轴的油压夹紧装置进行拆卸清洗,但仍不能消除报警的产生。②对 Y 轴进行监测。将千分表放在立柱导轨面上,千分表表头顶在主轴箱上,这时让 Y 轴油压夹紧系统进行夹紧、放松动作,当夹紧时主轴箱下沉 0.05~0.15mm,再次放松时又恢复到原位,此时故障点已清楚,究其原因是:在不使用大角度铣头时,即使 Y 轴停止时,其电动机仍处于控制状态,同时不会产生主轴箱下沉情况,而一旦使用大角度铣头,由于铣头自重较大,在油压系统尚未完成夹紧工作之前,电动机停止工作而电动机抱闸还没有将电动机抱紧的瞬间,主轴箱立即下沉到位置允差以外,促使数控系统发出跟踪误差超过允差的故障报警。

故障处理:对于油压夹紧系统已无法再加快它的动作速度,于是采取加速电动机抱闸的速度。具体采取两种措施:①在电路中增加一小型继电器 B26-K₂(见图 4-8),当 Y 轴停止时,PLC 点 A9.6 输出为零,B26-K₂立即断电,其触点瞬时断开 B21-K₂以加快电的抱闸速度;②在将原有的 B21-K₃的触点 43、44,串在电动机抱闸线圈回路中,在系统不允许控制回路工作时,它将在 B21-K₅之前先一步切断电路,使电动机快速抱闸。

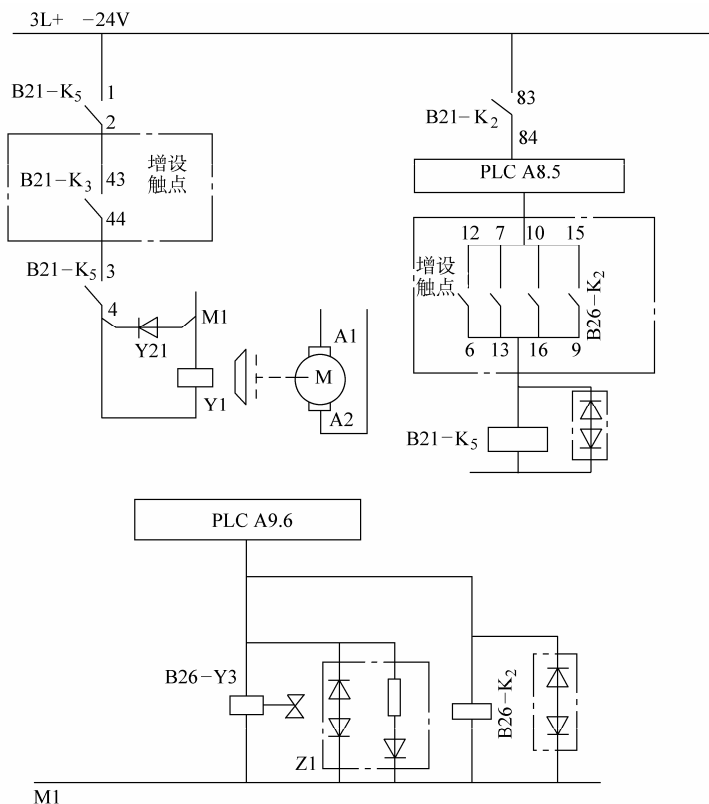


图 4-8 电动机快速抱闸改进图

由图 4-8 可以看出, B21-K₅ 与 1、2、3、4 触点和 B21-K₃ 与 43、44 触点任何一个断开都可以使电动机快速抱闸。实践证明,采用这两种措施以后,该故障得到彻底解决,机床运行多年来再也没有发生此类故障。

【例 4-34】 X 轴伺服电动机过电流的原因和对策。

故障现象: RAPID 6K 转子铣出现 X 轴伺服电动机电流过大,造成伺服电动机的电刷和

刷架的烧坏。

故障检查与分析：RAPID 6K 型数控转子镗铣床由德国 WATAN 公司引进，采用西门子 8M 控制系统。通过分析归纳出伺服电动机的电刷和电刷架烧坏的原因，如图 4-9 所示。

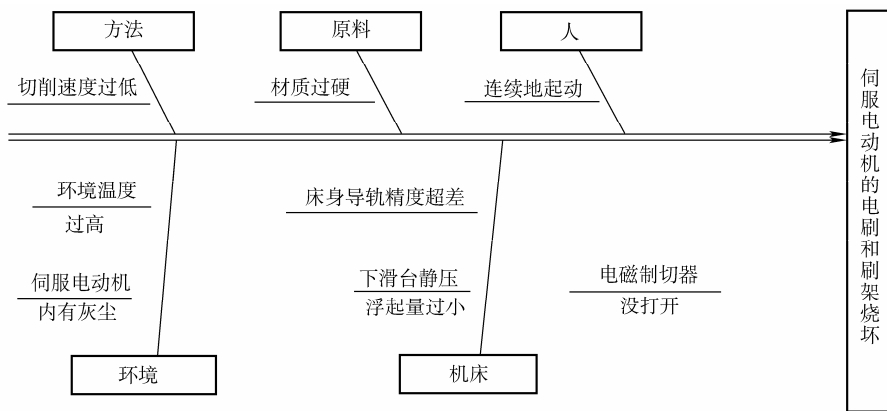


图 4-9 故障分析流程图

对于上述原因进行对比分析和实验，把伺服电动机过电流的主要原因集中到床身导轨精度超差和下滑台浮起量过小上。

（1）床身导轨精度的分析 首先测量内导轨在垂直平面内的直线性，其结果为 0.183mm （允差 0.06mm ），直线性的趋势如图 4-10 所示；然后测量在第三段导轨与第四段导轨之间接缝高度差为 $0.03\sim 0.04\text{mm}$ （允差 0.01mm ）。

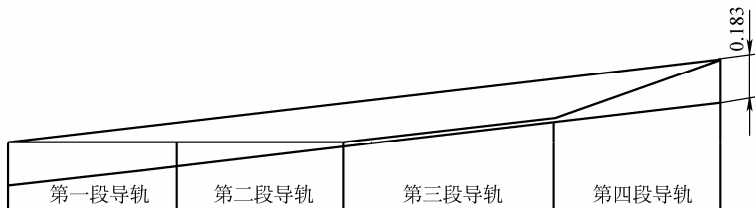


图 4-10 内导轨在垂直平面内的直线性趋势

对于 X 轴伺服电动机的电流进行全行程的测量，发现电流的最大值正处于第三段导轨和第四段导轨联接处，电流的最大值与最小值相差 1 倍以上；同时电流在第一、二段导轨上较小，电流在第三、四段导轨上较大。测量结果充分说明直线性超差和接缝高度超差是导致伺服电动机电流过大的主要原因之一。

（2）下滑台浮起量的分析 本机床下滑台采用空气静压导轨，空气静压使得下滑台浮起，下滑台的浮起量直接地影响摩擦阻力，进而决定伺服电动机的电流。从这方面入手，测量了下滑台底面和侧面的浮起量如图 4-11 及表 4-2 所示。

把下滑台的实际浮起量与它的规定值相比较，不难看出：下滑台的空气静压远没能形成，下滑台和床身之间处于滑动摩擦状态，而滑动摩擦的阻力比静压状态的阻力大许多，这表明浮起量过小是伺服电动机电流过大的又一主要原因。为了解决问题，必须研究机床的浮起量。RAPID 6K 转子铣采用小孔节流的空气静压。它的压缩空气通过小孔节流进入压力腔从而形成压力气膜支承下滑台。空气静压导轨的结构如图 4-12 所示。

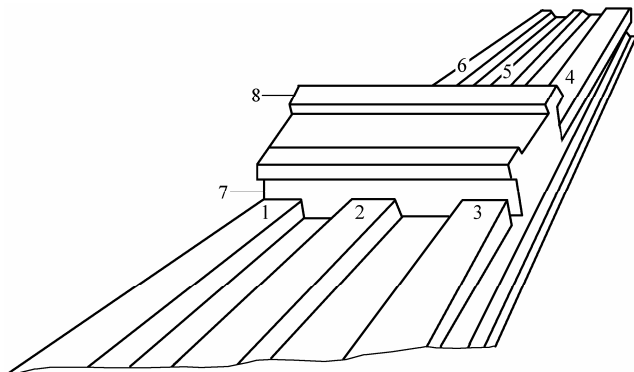


图 4-11 下滑台浮起量测量示意图 (图中序号为测点, 如表 4-2 所示)

表 4-2 下滑台底面和侧面的浮起量

(单位: mm)

测点	1	2	3	4	5	6	7	8
实际值	0	0	0	0.004	0.003	0.004	0.005	0.004
规定值	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.01	0.01

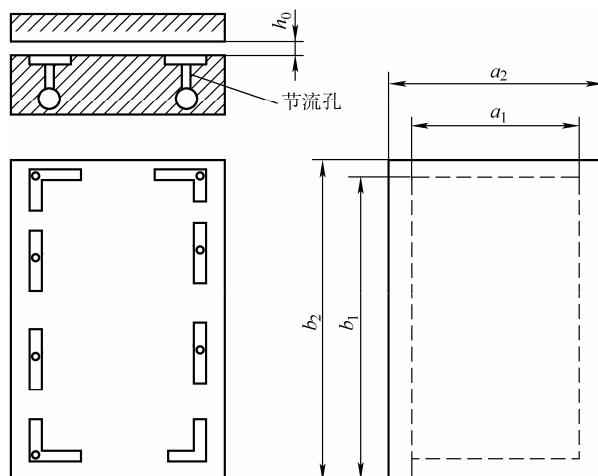


图 4-12 空气静压导轨的结构

通过理论分析, 得到支承刚度 (J), 即

$$J = K \frac{p_0 \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \times \frac{b_1 + b_2}{2} \right)}{h_0} = \frac{K p_0 A}{h_0}$$

式中 p_0 ——供气压力;

A ——有效承载面积;

h_0 ——在初始状态时下滑台导轨与床身导轨之间间隙;

K ——系数。

从公式中可以看出 $p_0 \downarrow$ 、 $A \downarrow$ 将导致 $J \downarrow$, 实际测量结果也充分证明如此。所有这些说明: 静压系统的供气压力下降和静压控有效面积减小造成浮起量减小, 从而影响伺服电动机的电

流。

故障处理：RAPID 6K 转子铣正加工关键产品，不可能解体大修，我们针对这种情况，创造性地采取措施：对于床身导轨，把立柱等开到第一段导轨上，调整床身导轨精度，使其达到出厂精度；对于空气静压系统，更换带“病”运行的空气压缩机，并且清理管路，从而提高压缩空气的供气压力；同时，通过向压缩空气中加洗油的方法，清洗压力腔，提高有效面积。

通过采取上述措施，X 轴伺服电动机空载电流从 150A（最大）降至 70A（最小），从而解决了严重困扰生产的难题，通过这一问题的研究，我们感到：数控机床是数控电气和机械有机结合的整体，在其一方面出现故障时，必须充分考虑其他方面的原因，只有这样才能事半功倍。

【例 4-35】 一台数控立式镗铣床运行过程中，突然出现报警 1681 Servo enable trav. Axis（轴伺服使能）。

数控系统：西门子 810M 系统。

故障现象：这台机床在执行加工程序 Y 轴进给时，出现 1681 报警，并停止 Y 轴进给运动。

故障检查与分析：根据系统报警手册的解释，1681 报警为在伺服轴运动期间，Y 轴伺服使能信号被 PLC 取消。检查系统还有 PLC 报警 6000 Servo not ok（伺服系统有问题）。

该机床的伺服系统采用西门子 6SC610 交流模拟伺服驱动装置。检查伺服驱动装置，发现伺服控制板 N1 第二轴的报警灯 V8 亮，指示 Y 轴伺服电动机过热。关机等待大约 1h 后开机，发现还是这个报警。检查 Y 轴伺服电动机并不热，将 Y 轴测速反馈电缆与 X 轴测速反馈电缆互换插接，发现 V4 灯亮，故障转移到 X 轴上，说明伺服控制板没有问题，故障发生在测速电缆或者伺服电动机上。

通过原理分析（见图 4-13），反馈电缆在伺服系统的连接端子 11 号和 12 号连接的是伺服

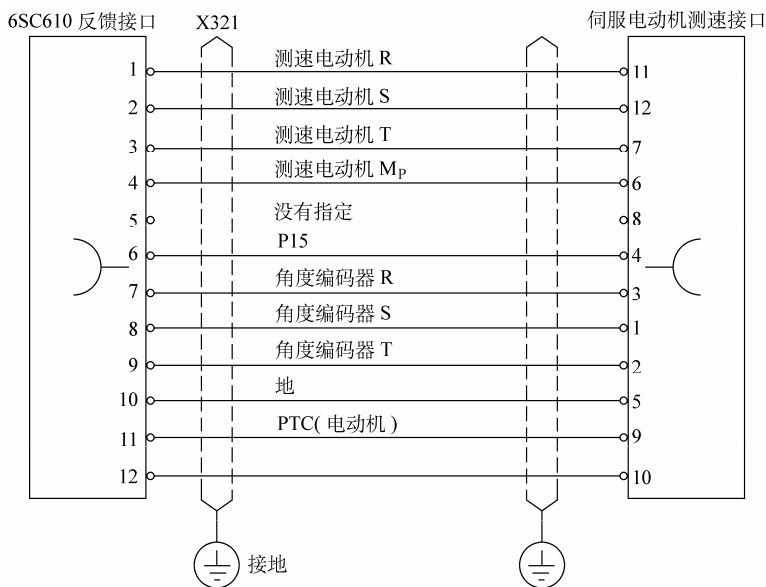


图 4-13 西门子 6SC610 伺服系统控制模块速度反馈接口连接图

电动机的温度检测元件,在连接端子测量发现 11 号与 12 号之间的电阻非常大,指示超温,在伺服电动机上检查插头 9 和 10 发现电阻正常没有问题,说明测速反馈电缆有问题。检查测速反馈电缆,发现 Y 轴滑台运动时,也拉动 Y 轴测速电缆运动,可能由于该电缆经常运动,在弯曲处有导线折断现象。

故障处理:更换 Y 轴测速电动机反馈电缆,机床恢复正常工作。

【例 4-36】 一台数控镗铣床在自动加工时出现报警 6006 Servo power no operation (伺服电源有问题)。

数控系统:西门子 810M 系统。

故障现象:这台机床在自动加工时出现 6006 报警,指示伺服系统出现故障,机床停止运动。

故障检查与分析:这台机床的伺服系统采用西门子 6SC610 交流模拟伺服控制装置,在出现故障时,检查伺服装置,发现调节器 N1 模块的 V7 报警灯亮,指示 Y 轴过载。

过载故障的原因很多,有机械故障和电气故障。拆下 Y 轴伺服电动机,手动转动 Y 轴,滚珠丝杠阻力并不大,说明不是机械故障。

更换伺服系统调节器模块 N1 和 Y 轴功率模块 A2,都没有解决问题,故障依然出现在 Y 轴上。

仔细检查 Y 轴伺服电动机的连接电缆,发现工作台运动时,拉动 Y 轴伺服电动机的测速反馈电缆,使得 Y 轴的测试反馈电缆出现了连接松动的现象。

故障处理:重新连接反馈电缆,并采取固定措施,开机测试,机床故障被排除。

【例 4-37】 一台数控镗铣床 Y 轴运动时出现报警 1121 Clamping monitoring (夹紧监控)。

数控系统:西门子 810M 系统。

故障现象:这台机床在开机 Y 轴回参考点时出现 1121 报警。

故障检查与分析:观察故障现象,在 Y 轴回参考点时,Y 轴滑台没有动,Y 轴屏幕的坐标数值也没有变化,说明 Y 轴没有执行运动指令,X 轴和 Z 轴运动没有问题。这个故障可能与数控系统、伺服系统、伺服电动机与机械传动装置有关。

这台机床的伺服系统采用西门子 6SC610 交流模拟伺服驱动装置,手动运动 Y 轴,在伺服控制模块上监视给定信号端子 56 与 14 之间的给定电压发生变化,监视端子 65 与 9 之间的使能信号也加上了。为此,将数控系统问题排除了。

因为 Y 轴根本就没有动,所以与伺服电动机和机械传动装置的关系不大,问题可能出在伺服装置上,将 X 轴的功率模块与 Y 轴的功率模块进行对换,发现故障依旧。与另一台机床的控制模块 N1 对换,这台机床恢复正常,而另一台机床出现这个报警,说明伺服控制模块 N1 出现了问题。

故障处理:对伺服控制模块 N1 进行检查发现,调节器内部使能信号连接存在虚焊现象,重新焊接后安装,机床通电恢复正常使用。

4.2.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 4-38】 主轴电动机过电流故障的排除。

故障现象:机床主轴在几年的运行中一直较稳定,但在一次电网拉闸停电后,主轴转动只能以手动方式 10r/min 的速度运行;当起动主轴自动运行方式时,转速一旦升高,主轴伺服装置三相进线的 A、C 两相保险立即烧断。在主轴手动方式运转时转速很不稳定,在 3~

12r/min 的范围内变化, 电枢电流也很大, 多次产生功率过高报警。经过两次维修后又重复出现类似的故障。

故障检查与分析: 17-10GM300/NC 数控龙门镗铣床由德国 WALRICHCOBURG 公司引进, 数控系统采用西门子 8M, 主轴电动机为 55kW。就上述故障分析认为: ①机床主轴在高速运转时, 电网忽然停电, 在电动机电枢两端产生一个很高的反电动势 (大约是额定电压的 3~5 倍), 将晶闸管击穿; ②V5 伺服单元晶闸管上对偶发性浪涌过电压保护能力不够, 对较大能量过电压不能完全抑制; ③晶闸管工作时有正向阻断状态、开通过程、导通状态、阻断能力恢复过程、反向阻断状态 5 个过程。在开通过程和阻断能力恢复过程中, 当发生很大能量的过电压时, 晶闸管很容易损坏, 拉闸停电随机性很大, 而且伺服单元内部控制电路处于失控状态; ④晶闸管有时被高电压冲击后并没有完全损坏, 用数字式万用表测量时有 1.2MΩ 电阻值 (正常情况应小于 10MΩ), 所以还能在很低的电压值下运行, 三相桥全控整流原理及波形图如图 4-14 所示。

三相桥全控整流电路在 WT1-WT2 期间, A 相电压为正, B 相电压低于 C 相电压, 电流从 A 相流出经 T1、负载 D、T4 流回 B 相, 负载电压为 A、B 两相间的电位差; 在 WT2-WT3 期间, A 相电压仍为正, 但 C 相电压开始比 B 相更负, T6 导通、并迫使 T4 承受反向电压关断, 电流从 A 相流出经 T1、负载 D、T6 流回 C 相, 负载电压为 A、C 两相间的电位差, 在 WT2 为 B、C 相换相点, 其他依此类推。停电时, 如果 T1 被击穿, T4 或 T6 将遭受很大的冲击, 可能使其达到临界状态, 也可能使它被击穿。

故障处理: ①一次更换两只相同型号的晶闸管;

②在 V5 直流伺服单元的晶闸管上安装 6 只压敏电阻。图 4-14 三相桥全控整流原理及波形图在晶闸管的两端加上压敏电阻后, 运行多年一直没有出现故障 (包括多次停电)。

【例 4-39】 故障现象: 机床主轴不动, CRT 故障显示 $n < n_x$ 。

故障检查与分析: 该 742MCNC 四孔精密镗铣床是某厂为引进美国威格士公司高压齿轮泵制造技术而配套的引进设备, 其数控系统为西门子 3T 系统, 镗头电动机采用西门子直流伺服驱动系统。由西门子维修资料知: n 为给定值, n_x 为实际转速值。在机床主轴起动或停止的控制中, 根据预选的方向接触器 D2 或 D3 工作, 接通相应的主接触器, 起动信号使继电器 D01 接通, 并同时使 $n < n_{\text{最小}}$ 的触头 (119-117) 接通, 此触头在调节器释放电路中。当起动信号消失后, D01 保持自锁, 调节器释放电路因为 $n < n_{\text{最小}}$ 的触头而得以保持。 $n < n_{\text{最小}}$ 的触头在机床停止时是打开的, 在 20~30r/min 时闭合。在发出停止信号后, $n_{\text{给定}}=0$, D01 断开, 调节器释放电路先仍保持接通, 直到运转在 $n=n_{\text{最小}}$ 时才断开。当转速调节器的输出极性改变时, 相应的接触器 D2 或 D3 打开或接通。

根据维修资料检查, 发现当系统起动信号发出后, 在系统的调节器线路中, 50 号、14 号线没有指令电压 ($\pm 10V$), 213 号没有 24V 工作电压。

从西门子 3T 系统原理知: 机床主轴系统当无指令电压和工作电压时, 其调节封闭装置将起作用。使 104 号、105 号线接通, 产生一个封闭信号, 封锁主轴起动, 同时, 在 CRT 上显

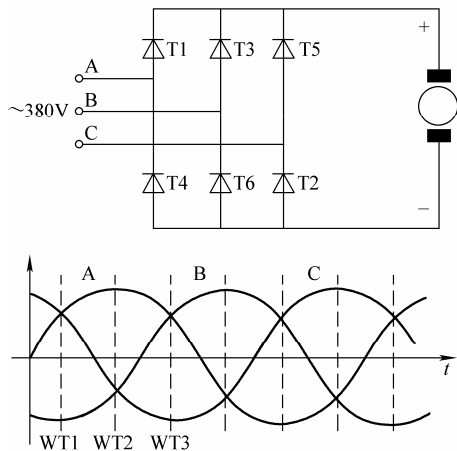


图 4-14 三相桥全控整流原理及波形图

示出主轴转速小于额定转速的故障报警。

检查分析该故障的原因,按钮开关无故障,各控制线路无故障。通过操作人员了解到:在该故障发生之前,曾因变电站事故造成该机床在加工过程中突然停电,致使快速熔断器熔断。因此,我们怀疑是因突然停电事故使 CNC 内部数据、参数发生紊乱而造成上述报警。

故障处理:将机床 NC 数据清零后,重新输入参数,故障排除,机床恢复正常。

【例 4-40】 故障现象:Z 轴超程报警。

故障检查与分析:742MCNC 四孔精密镗铣床是某厂为配套的引进设备,其数控系统为西门子 3T 系统,由 CNC 系统知:超程报警一般可分为两种情况:一种是程序错误(即产生软件错误);另一种为硬件错误。针对上述两种情况,根据“先易后难”的维修原则。首先对软件进行检查,软件无错误。其次对其硬件进行检查,该机床的 Z 轴硬件为行程开关。打开机床防护罩检查,用手动行程开关,Z 轴能停止移动而不超程。用机床上的挡铁压行程开关,则 Z 轴不能停止移动而产生超程。

从上述检查分析,估计是行程开关或挡铁松动,致使行程开关不能动作,造成 Z 轴超程报警。检查挡铁无松动,将组合行程开关拆开检查,发现 X 轴终点行程开关的紧固部件已断裂一角,这样当挡铁压行程开关时,便产生移位。这也是由于挡铁与行程开关的压合距离未调整好所致。

故障处理:更换一新的行程开关,重新调整好挡铁与行程开关的压合距离,至此故障再未发生。

【例 4-41】 捷克 SCODA W160 数控落地镗铣床主轴故障维修。

故障现象:该机床在正常运行中突然出现 6059 号主轴驱动装置故障报警。主轴驱动装置 6RA27 上的三位 LED 数码管显示“F34”,其含义是 EEPROM 故障。

故障检查与分析:该机床由西门子 810M 数控系统控制,主轴直流电动机由西门子 6RA2777-6DV57-0 型、额定电流为 250A 的调速装置驱动。主轴电动机额定功率 $P_e=55\text{kW}$,电枢额定电压 $U_e=400\text{V}$,电枢额定电流 $I_e=140\text{A}$,额定励磁电压为 220V,额定励磁电流为 4A,额定转速 $n_e=1100\text{r/min}$,弱磁转速为 2700r/min。

6RA27 调速装置的 F34 号 EEPROM 故障指的是 A1 印制电路板(C98043-A1200-L13)上存储参数的、电可擦写存储器芯片 X2804AP(D2)损坏,它装在插座上,可插拔,但这是早期生产的芯片,很难买到,只能从旧板或备板中拔取。另外,由于 6RA27 的全部参数都存储在该芯片中,因无备份,只能重新设置和优化。

图 4-15 是 6RA27 装置的外部接线图。

进行重新设置和优化的步骤如下:

1) 设置装置参数。断开调节器释放端 64,三位 LED 数码管应显示“07”:

- ① 设装置交流输入额定电压值 P98,通常为 380V,应先将 P51 改为 10,才可输入。
- ② 设电动机额定电流和装置额定电流比值 P71,即 $140/250=56\%$,应先将 P51 改为 40。
- ③ 设电动机额定电枢电压值 E77,即 400V。
- ④ 设开始弱磁时的反电势 P77,将 P90 改为 *1*,在励磁特性测量时自动计算并写入。

⑤ 设电动机额定励磁电流和装置额定励磁电流比值 P76,即 $4/5=80\%$,经测量实际励磁电流,此值偏大,改为 71%。另外,6RA2777 的额定励磁电流分 15A、10A、5A 三种,出厂设定为 10A,可调整 R51 和 R52,改为 5A。

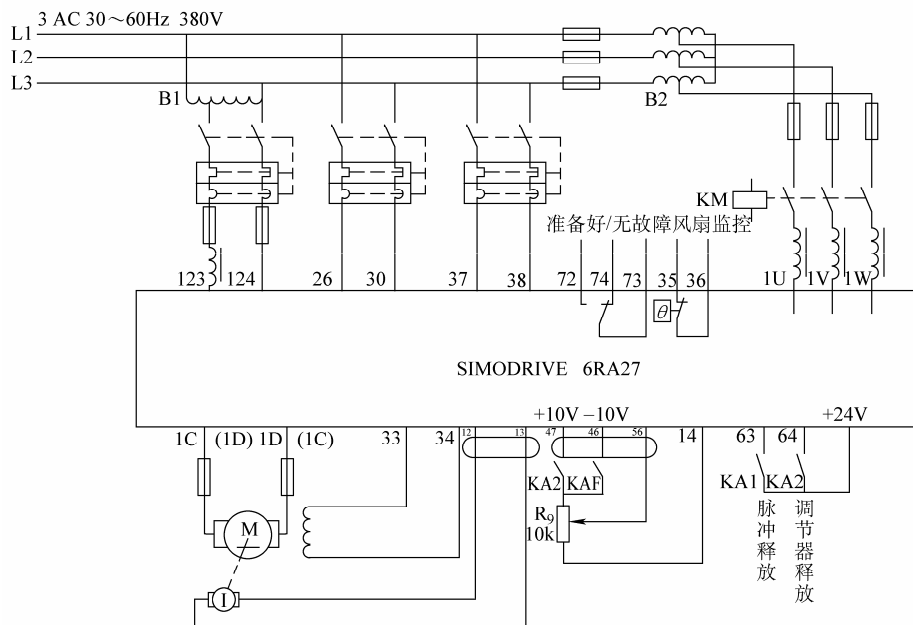


图 4-15 6RA27 装置的外部接线图

注：由 1U/1W 与 123/124 和 26/30 必须接在同一路上，只有 63、64 接通+24V，电动机才能运转，

如电动机额定励磁电压为 310V，可不用 B1，额定电容电压为 380~400V，可不用 B2。

⑥ 设限流值 P39~P42、P44~P49，一般如无特殊要求按出厂值，从 100%~120%。

⑦ 设斜坡函数发生器上升/下降时间 P16/P17，通常对于机械惯量较小的铣头、镗头主轴设为零，对于机械惯量较大的立车、卧车主轴设一定的值，以限制起动和制动电流。本机床设为零。

2) 电流调节器参数优化。将 P51 改为 2，脉冲释放端 63、调节器释放端 64 以及励磁电流释放端 107 接+24V，此时 LED 数码管显示“0p 二”，按八键，优化开始，显示“| | |”，优化结束后显示“07”，优化了以下参数：P64 比例增益，P65 积分时间常数，P66/P67 预调节器特性，P68 电流断续分界。

3) 转速实际值调整。调节器释放端 64 接+24V，给定 0.1V（可看转速给定 P011 为 10%），使电动机转动，一边调节 A1 板上的电位器 R1 或 R2，一边观察 810M 屏幕上的主轴实际转速值，使其达到该档最高转速的 10%。

4) 调电动机静止。使给定端 56 电压为 0V，如电动机慢转，改变偏置参数 P30 值，直至电动机不转，然后断开 64 端。

5) 转速调节器优化。将 P51 改为 3，64 端接+24V，此时 LED 数码管显示“0p 二”，按八键，优化开始，显示“| | |”，优化结束后显示“07”优化了以下参数：P31 比例增益，P32 积分时间常数，然后断开 64 端。

6) 励磁特性测量。将 P51 改为 5，64 端接+24V，此时 LED 数码管显示“0p 二”，按八键，测量开始，显示“| | |”，特性测量结束后显示“07”然后断开 64 端。

7) 电势调节器参数设置。将 P51 改为 4，设置比例增益 P78 为 0.5，积分时间常数 P79 为 1 (s)，此设置已足够，可不再改变。

8) 最高转速整定。调节器释放端 64 接+24V, 转速给定上升到最大值 10V (可看转速给定 P01 为 100%), 观察 810M 屏幕上的主轴实际转速值, 使其达到该档最高转速, 如有误差, 可调节 A1 板上的微调电位器 R2。但粗调电位器 R1 不能动, 否则应重新进行转速调节器优化和励磁特性测量。

6RA27 调速装置重新设置和优化已全部结束后, 即可满足正常条件下的驱动要求。

故障排除: 经上述调换 EEPROM 芯片并对 6RA2777 调速装置进行重新设置和优化后, 主轴故障被排除, 机床可正常工作。

4.2.4 机电部分故障实例与诊断

【例 4-42】 一台数控镗铣床 Z 轴快速移动时出现报警 1042 DAC limit reached (达到 DAC 极限)。

数控系统: 西门子 810M 系统。

故障现象: 这台机床 Z 轴快移, 出现 1042 报警, 当将进给速度从 3m/min 降至 1m/min 时进给才能进行, 并不产生报警。

故障检查与分析: 西门子 810M 系统的 1042 报警是 Z 轴运动时, Z 轴运动指令已达到最大, 但运动速度还是没有达到系统要求。故障原因可能是伺服系统的问题, 也可能是机械问题。该机床的伺服系统采用西门子 611A 交流模拟伺服驱动装置, 检查伺服装置没有报警, 更换伺服驱动模块, 故障依旧。在检查机床机械结构时, 发现 Z 轴机械传动部分的电磁离合器吸合不良。

故障处理: 更换电磁离合器, 机床故障排除。

【例 4-43】 一台卧式镗铣床出现报警 1364 Measuring System Dirty (测量系统脏)。

数控系统: 西门子 880 系统。

故障现象: 这台机床在工作台旋转定位时, 出现 1364 报警, 指示工作台 B2 轴测量系统受污染。

故障检查与分析: 根据故障报警指示测量系统有问题的信息, 对 B2 轴的位置测量系统进行检查, 先拆下测量模块与反馈电缆的接头, 用酒精清洗其灰尘和油污, 然后开机测试, 故障依旧, 没有消除。

这台机床 B2 轴的位置反馈元件采用增量旋转光电编码器, 将该编码器拆下进行检查, 发现内部充满机械油, 原来用于清洁编码器的压缩空气不洁净带入大量机械油。

故障处理: 将编码器中的机械油清除, 并用无水酒精清洗, 重新安装开机测试, 机床恢复正常。为了避免故障再次发生, 增加压缩空气杂质分离装置, 提高压缩空气的质量。

【例 4-44】 一台数控镗铣床出现报警 300501 Axis Y maximum current monitoring (Y 轴最大电流监控)、300607 Axis Y current controller at limit (Y 轴电流控制器达到极限)。

数控系统: 西门子 840D 系统。

故障现象: 这台机床在运行时, 突然出现 300501 报警和 300607 报警, 指示 Y 轴伺服电动机电流有问题。出现故障后系统黑屏, NC 和 PLC 起动不了。

故障检查与分析: 检查 NCU 模块、发现其上 PF 报警灯亮。因为指示 Y 轴电流有问题, 为此首先检查 Y 轴伺服电动机, 但没有发现问题。

随后依次断开 Y 轴数据总线、设备总线, 发现断开设备总线后系统可以起动。设备总线

是用来提供一些系统和模块的工作电压,因此断定可能Y轴伺服装置有问题,更换Y轴伺服控制模块和驱动功率模块,发现驱动功率模块有问题。

故障处理:驱动功率模块维修后,机床恢复正常工作。

【例 4-45】 刀具补偿失效的处理。

故障现象:在正常加工过程中,检查一次装卡加工下来的首件工件的孔和外圆,发现孔的尺寸偏小,外圆尺寸偏大;在不改变刀具尺寸和切削参数的情况下,在控制器加上补偿值,观察整机运动情况正常,并显示加进所需补偿值,当程序结束后取下工件测量,还是和首件一样的尺寸。当将镗头尾部装置加足油后,仍在补偿控制器上继续加补偿值,反复数次加工的工件尺寸一样,证实刀具补偿失效。

故障检查与分析:该机床为742MCNC型数控镗铣床,采用西门子8M数控系统。由英国EXCELL-O公司引进。机床两边分别安装有DB22、DB24精密镗头各一个,其中DB24镗头装有英国SASOMATC公司的高精密的刀具让刀补偿装置。就上述故障检查分析认为:①根据现象观察,控制器显示和在程序运行中循环各让刀、加刀点进排气均为正常状态,分析控制器进排气分配控制系统均是正常的;②气液转换增压器压力从4Pa增至182Pa未见异常,油加足也不能完成补偿,说明气液增压转换器输出油路至镗头轴向补偿液压缸范围内有漏油现象,是造成刀具补偿失效的主要原因。

故障处理:拆下刀盘、拆下镗头尾部气液增压转换器,拆卸补偿Z形中间刀盘连同补偿液压缸及管路一并取出。检查液压缸管路,高速旋转性密封接头。更换液压缸、进油管O形圈,增压气液转换器出口密封,装配还原试车。内孔全部加工偏大超差,外圆偏小超差,说明刀具补偿系统恢复功能,在控制器上减去刀补一定数值,加工达到稳定合格状态和优质品状态。

说明:该机床刀具让刀补偿系统对于保证高精度孔、孔系和多台阶面工件有极高的精度保证和加工效率。

【例 4-46】 五轴联动数控叶片镗铣床空气静压单元故障的处理。

故障现象:机床开机时出现空气静压压力不足故障报警而停机。查看空气静压单元压力表无压力显示。

故障检查与分析:该机床为RAM-6K数控叶片镗铣床,系德国WOTAN公司制造,采用西门子8数控系统。

叶片铣采用空气静压导轨,其空气是由空气静压单元提供,工作原理如图4-16所示。

经分析研究认为可能产生故障原因是:①进口空气过滤器阻塞;②出口管路有泄漏;③安全阀失灵;④排气阀失灵;⑤进气阀没有打开;⑥压缩机失效。

按照故障原因的分析逐一查找故障点。首先查找压缩机出口外部元件。经检查管道及各插头无任何泄漏,安全阀也正常。

其次查找控制进气与排气回路。从图4-16中可以看出,如果压缩机在工作状态,排气阀动作失灵没有断开排气回路,就会造成空气直接排回进气口。所以检查该回路时,让压缩机处于工作状态,将球阀关闭,这时压力表显示压力为6.5Pa,证明空气在此回路跑失。但仍然达不到工作压力10Pa的要求。进而判断压缩机也存在进气阀工作不到位而造成吸气不足。由于排气阀和进气阀动作是由阀5控制,工作时阀5没有动作,那么进气阀和排气阀无法正常工作,故而导致该故障的出现。所以决定拆卸阀5,发现其电磁铁线圈坏了。故障点找到。

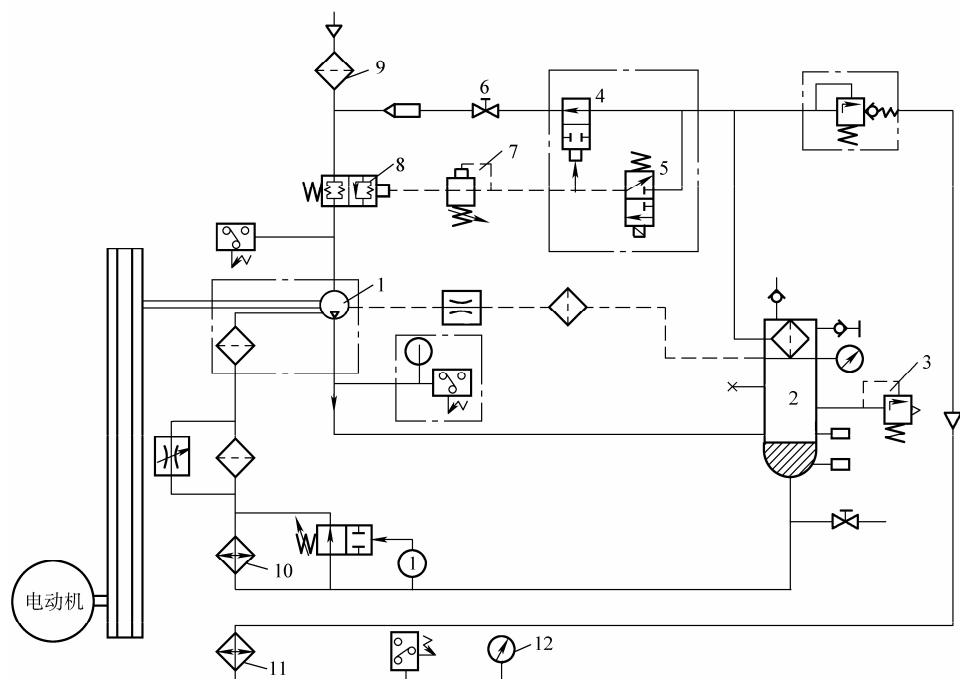


图 4-16 空气静压单元系统原理图

1—压缩机 2—油气分离器 3—安全阀 4—控制排气组合阀 5—控制-排气组合阀 6—球阀
7—局部调节器 8—进气阀 9—过滤网 10—油冷却器 11—空气冷却器 12—压力表

故障处理：由于控制阀是组合阀，而且连同球阀等一起安装在油气分离器墙体上，进出气口并不都是管路连接，没有原样阀体根本无法替换。在修理过程中只好将原回路做微小改动：第一步，将控制阀的阀芯取出使其处于常通状态，并将排气小孔堵死；第二步，借助局部调节阀引出管路在其上接一排气阀（见图 4-17），利用它来解决当压缩机停机时的排气问题，同时把该阀电磁铁线圈接到原控制阀控制线路上。经过改动后空气静压单元已保证正常工作。

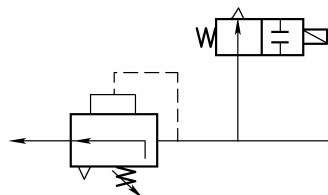


图 4-17 排气组合阀更改图

【例 4-47】 故障现象：流量控制阀缺水报警。

故障检查与分析：机床与数控系统同上流量控制阀开关为机电一体化产品，其工作原理如下：当电磁阀通电后，压力冷却水开始进入流量控制阀开关，在阀开关管道内有一永久性环形磁铁由弹簧压着，冷却水入口管道上有许多小孔。而管道外有一环形铁圈套于管道上，铁圈外径压着一行程开关（见图 4-18）。当压力水克服弹簧阻力后，永久性环形磁铁就被水托起，当磁铁上升，铁环被磁力吸着上升，松开行程开关，给 CNC 一个指示信号，表示冷却水正常，机床可进行加工切削。否则，产生一个 CNC 缺水报警，机床停止自动加工循环。

根据该阀的工作原理，我们先判断是水压不足而起该故障的产生。但检查电磁阀无卡紧阻塞现象，检查管道无阻塞现象。仔细观察该阀开关的动作全过程，发现在通水瞬间，铁环曾上升，脱离行程开关，但很快又掉下。因该机床切削液无压力表不能正确反映水压，故反

复调整水压也不能排除故障。是否是因水压过高,将磁铁很快托起,而铁环反应不迅速,使之吸力因距离越大而越弱以致不能维持铁环质量,终使铁环重新掉下呢?在多次试验提高水压不能解决问题的情况下,我们考虑降低水压。

故障处理:反复调节压力阀将水压减小,进行试验。试验的结果,证实了我们的推测,故障得以排除。

【例 4-48】 捷克 SCODA W160 数控落地镗铣床 PLC 停止故障的排除。

故障现象:该机床在进行正常操作时常会发生 3 号 PLC 停止报警,关机重新起动机床后又能正常工作,但 3 号报警在操作机床面板时随时都会发生。

故障检查与分析:该机床由西门子 810M 系统控制,PLC 部分采用 P06 扩展单元(MINI-EU),其 CU/MPC 接口模块为 6FX1132-1BA01。系统发生 PLC 停止,工作循环中断,PLC 接口被封锁,机床不能工作。引起 PLC 停止的原因很多,例如引起 6100~6163 号 PLC 报警的原因几乎都会造成 PLC 停止。当 3 号报警发生后,通常可通过按“诊断”和“PLC 报警”菜单键,查看是否有上述范围内的报警号,以便得到引起 PLC 停止故障的具体信息。经查看,本例故障除 3 号报警外无其他报警。而且手头上又无 PG,不能通过编程器调用“中断堆栈”功能来查明 PLC 停止原因。

在进一步的检查中发现:当装有 810M 主机和操作面板的悬吊箱移动时常会发生 3 号 PLC 停止报警,可见和通入悬吊箱内的电缆接触不良有关。检查电缆时,屏幕上出现了 6138 号报警,其含义是“没有从 EU 来的应答信号”,它指的是 810 系统中 CPU 模块上 X111MPC 口至 PLC 扩展单元 CU/MPC 接口模块上 X121 口的电缆有问题,如图 4-19 所示。经检查该电缆在悬吊箱频繁活动部位内部芯线存在着似断非断现象。

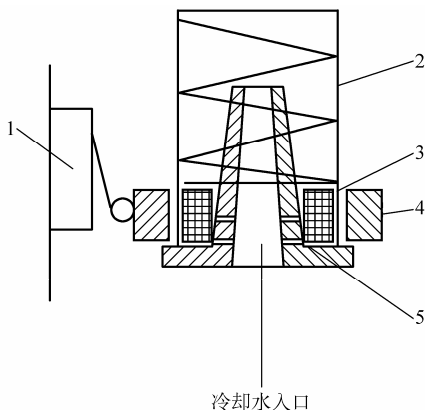


图 4-18 流量控制阀示意图

1—行程开关 2—流量控制阀
3—环形磁铁 4—环形铁圈 5—密封圈

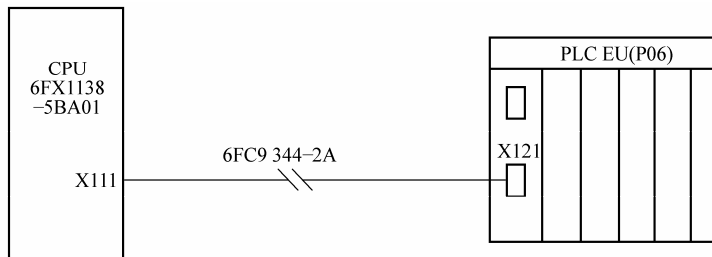


图 4-19 故障电缆示意图

故障排除:对该电缆的不良部位重新联接后,开机起动机床,3 号 PLC 停止报警不再发生,但又出现了“PLC NO 1 Wrong UMS”报警,其含义是“用户程序子模块不良”,指的是 810 系统中存储器模块下部的标准 UMS/标准固定循环子模块不良,经检查该子模块在检查 3 号报警时曾拔过,没有插紧,插紧后故障排除。

【例 4-49】 捷克 W160 数控落地镗铣床 6043 号报警故障的排除。

故障现象:该机床由西门子 810M 数控系统控制。开机后屏幕上出现 6043 号 PLC 报警,

报警信息为：主轴变档故障，机床无法正常运行。

故障检查与分析：对于 810 系统，6000~6063 号报警是机床制造厂所提供的 PLC 报警。这些报警比较多，而且常会发生。有的报警文本提示确切，通过提示可直接找出故障原因；有的提示不明确，如本例的 6043 号报警，则要通过所显示的报警号找出有关的 PLC 程序，根据该程序中各信号的状态和关系找出故障原因。从本例的 6043 号报警查找故障原因的步骤如下：

1) 通过表 4-3 PLC 报警号与 PLC 标志位的关系表，查找报警号所对应的标志位。由表 4-3 可知 6043 号报警所对应的标志位是 F105.3。当 PLC 将 F105.3 置位，NC 系统就会产生 6043 号报警。

表 4-3 PLC 报警号与 PLC 标志位的关系表

字节号 \ 位	7	6	5	4	3	2	1	0
FY100	6007	6006	6005	6004	6003	6002	6001	6000
FY101	6015	6014	6013	6012	6011	6010	6009	6008
FY102	6023	6022	6021	6020	6019	6018	6017	6016
FY103	6031	6030	6029	6028	6027	6026	6025	6024
FY104	6039	6038	6037	6036	6035	6034	6033	6032
FY105	6047	6046	6045	6044	6043	6042	6041	6040
FY106	6055	6054	6053	6052	6051	6050	6049	6048
FY107	6063	6062	6061	6060	6059	6058	6057	6056

2) 接下去要查为什么 F105.3 会置位。先可通过该机床 PLC 的 CROSS REFERENCE LIST（如无此表，可用 S5 编程软件从 PLC 程序中生成）查到 F105.3 辅助继电器线圈在 PLC 程序中的位置：PB7：45*、47（数字后带*号的为线圈位置，即 PB7 程序中的第 45 段）。

3) 查看 PB7 第 45 段的程序如下（见图 4-20）。

图中 I17.6、I17.7、I18.0、I18.1 分别是四个档位开关的 PLC 输入口地址。该机床共有四个档位，正常时各档档位开关的动作如表 4-4 所示。

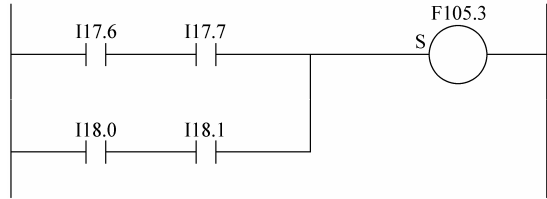


图 4-20 PB7 第 45 段的程序图

表 4-4 正常时各档档位开关的动作

1 档	I17.7	I18.0
2 档	I17.6	I18.0
3 档	I17.7	I18.1
4 档	I17.6	I18.1

由表 4-4 可见，正常时 I17.6 和 I17.7 或 I18.0 和 I18.1 不应同时为“1”，否则如 PLC 程序所示，使 F105.3 置位，出现 6043 号“主轴变档故障”报警。经进一步检查，发现 I17.6，I17.7 同时为“1”，其原因是以 I17.6 为输入口地址的档位开关未正常弹起。

故障排除：拆下该不良开关，经清洗后重新装上，故障被排除。

【例 4-50】 一台数控龙门镗铣床 Z 轴回参考点时出现报警 20002 Channel 1 axis X zero

reference mark not found (通道 1 的 X 轴零参考标记没有找到)。

数控系统: 西门子 840D 系统。

故障现象: 这台机床在完成搬迁后的首次通电调试时, 数控系统能正常起动, 驱动也能正常上电, 但机床回参考点时, Y 轴和 Z 轴正常, 但 X 轴找不到参考点, 在+X 方向移动 200mm 后停止运动, 机床出现 20002 号报警。

故障检查与分析: 这台机床 X 轴采用全闭环控制方式, 位置检测元件使用 HEIDENHAIN LB382C 光栅尺, 最小分辨率为 0.001mm, 每 200mm 距离有一个零点标记。工作台床身总长 16.5m, 两节拼接方式。

检查机床数据 MD34060 REFP_MAX_MARKER_DIST (定义触发器起动和跟随的零点标记之间的最大距离) 设定值, 原设定值是 200, 理论上 X 轴每移动 200mm 必定通过零点标记 (光栅尺上每 200mm 有一个零点标记), 修改机床数据 MD34060 为 300, 确保 X 轴归零时移动的距离内有一个零点标记, 这时 X 轴回参考点仍然出现报警。在手动操作方式下, X、Y、Z 轴能正常运动, 用激光检测仪检测 X 轴的定位精度和重复定位精度, 在机床允许范围之内。

在自动操作方式下, 加工程序不能运行, 将机床数据 MD20700 由 0 修改为 1 (定义机床不用归零就可以自动循环执行加工程序) 后, 加工程序可以自动运行, 但使用 G 代码 (G54~G59) 建立起来的工件坐标不正确, 机床其他功能正常。

经以上检查和测试, 考虑该故障是发生在机床搬迁后首次通电调试状况下出现 (由于该机床工作台的床身为两节拼接方式, 光栅尺固定在两节床身上, 搬运时必须先将光栅尺带从光栅尺盒中抽出, 将光栅尺盒拆下, 待床身搬迁安装调整好后, 再将光栅尺带回装到光栅尺盒中), 故初步判定造成机床 X 轴归零故障的原因是: 机床搬迁时, 将光栅尺带从光栅尺盒中抽出和回装时损坏了其零脉冲装置。

故障处理: 更换新光栅尺后, 机床恢复正常工作。

【例 4-51】 一台数控镗铣床出现报警 25000 Axis Y hardware fault of active encoder (Y 轴主动编码器硬件故障)。

数控系统: 西门子 840D 系统。

故障现象: 这台机床开机就出现 25000 报警, Y 轴不能移动。

故障检查与分析: 这台机床采用全闭环位置控制系统, 采用光栅尺作为位置反馈元件。因为报警指示主动编码器出现故障, 故对 Y 轴位置检测元件光栅尺进行检查, 该光栅尺采用封闭型, 通有压缩空气使光栅尺内部形成正压, 防止灰尘进入。检查发现光栅尺连接的风管没有压力, 对管路进行检查发现管路过滤器堵塞。

故障处理: 对过滤器进行清洗, 重新安装并通一段时间压缩空气后开机, 这时机床报警消除, 恢复正常运行。

4.3 配置其他数控系统故障诊断与维修

4.3.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 4-52】 德国 MAHO 公司 MH800G 镗铣床, 配置飞利浦公司 CNC5000 数据系统。立卧转换中断的故障。

故障现象: 执行 M53 指令、立卧转换中断。出现报警 E116 “TOOL CHANG POS ZNCORR AT MAG RUN” (刀库运行时换刀位置不正确)。

故障检查与分析: 正常情况是当 CNC 执行 M53 指令时, 完成 X 轴、Y 轴、回零到位及换刀机械手臂移出、夹手张开、立铣头摆动等, 直到机床各动作的初始复位, 立卧转换过程完毕。现由于故障使动作不能连续完成。中途停止, 原因认为有两点: 一是反馈信号中断; 二是 RAM 随机存储器程序丢失。测量反馈信号均正常后我们重装了 RAM 存储器。方法如下: 逐项把 RAM 存储器中的内容传出暂存在微机中, 拆掉 CNC 存储器后备电池连线, 更换电池, 再连接好电池连线, 把程序重新装入存储器, 则机床恢复立卧转换功能。

同时还用手动推液压阀芯, 用每一机械动作完成到位的方法检查了每一机械动作的分解过程, 从而进一步证明问题不在机械故障方面。

【例 4-53】 青海一机床制造 XH754 镗铣床, 配置美国 AB8400 系统。CNC 电源无输出故障。

故障现象: 机床送电, CRT 无显示, 查 NC 电源+24V、+15V、-15V、+5V 均无输出。

故障检查与分析: 由于没有图样资料, 只能按印制电路板上的元件、印制电路, 边测量边绘制原理图的方法逐步从电源的输入端开始查, 当查到保险后的电噪声滤波器时发现性能不良, 后面的整流、振荡电路均正常, 拆开噪声滤波器外壳发现里面烧焦, 我们测量了数据重新复制了一个, 装上后使用正常, 故障排除。

如用户遇到无法修复的电源时, 可采用市面出售的开关电源, 电压等级、容量符合要求的情况下将-5V 的电源引到 CNC 就能保证运行。

【例 4-54】 X 轴超越基准点故障。

故障现象: 机床正常加工中在 M17 指令结束后 X 轴超过基准点, 快速负向运行直至负向极限开关压合, CRT 显示 B3 报警, 机床停止。此时液压夹具未放松, 门不解锁, 操作人员也无法工作。

故障检查与分析: 742MCNC 型数控镗铣床由英国 EX-CELL-O 公司引进, 采用德国海德汉 (Heidenhain) 的 TNC145C 数控系统。分析认为: ①机床安装调试运转时, 可能出现这种故障。但调试好光栅尺及各限位开关位置后, 已经过较长时间正常使用, 并且是自动按程序正常加工好几件工件, 因此故障不出自程序和操作者; ②人工解锁: 按故障排除键, B3 消失, 打开机床前右侧门, 扳动 X 轴电动机轴, 使 X 轴向正向运行, 状态选择开关置于手动移动位置, 按 X-或 X+键、X 轴也能正常移动, 状态选择开关置于基准点返回位置, 按 X-键, X 轴向负向移动超过基准点不停止, X 轴超越报警 B3 又出现。图像上 IN AXIS, Z、X 向不出现 X, 根据这一故障现象, 极可能是数控柜内部 CNC 系统接收不到 X 参考点 I_0 或 U_{a0} 参考脉冲; ③检查相关的 X 轴向限位开关及信号, 按 PC 及 O 键、PC 状态图像显示后分别输进 E56.4、E56.5, 按压 X 向限位开关, “0” 和 “1” 信号转换正常, 说明是光栅尺内参考标记信号、参考脉冲传送错误或没建立。用示波器检查接收光栅尺信号处理放大的插补和数字化电路 EXE 部件输出波形, 移动 X 轴到参考点处无峰值变化, 则证明信号传递、参考点脉冲未形成。基本可以断定光栅尺内是产生故障的根源。

故障处理: 拆卸 X 轴光栅尺检查, 发现密封唇老化破损后有少量断片在尺框内。

该光栅尺是德国 HEIDENHAIN 生产的 LS 型, 结构精致、紧凑。细心将光栅尺头拆开, 取出安装座与读数头, 清理光栅框内密封唇断片及油污, 用白绸、无水乙醇擦洗聚光镜、内

框及光栅。重新装卡参考标记。细心组装读数头滑板、连接器、连接板、安装座、尺头，按规范装好光栅尺、插上电缆总线、问题便得到解决。为了避免加工中油污及切屑进入光栅尺框内再发生故障，将原坏密唇中形状未变的选一段切开，进行断面形状尺寸测绘、做图，制作密封唇模具，用耐油橡胶作新的密封唇，安装好光栅尺，现已正常使用多年未再次发生该故障。

注意事项：①光栅尺内参考标记重新装卡后或光栅尺拆下重新安装，不可能在原有位置，所以加工程序的零点偏移需实测后作相应改动，否则会出废品或损坏切削刀具；②因光栅尺内读数头与光栅间隙有较高要求，安装光栅尺时要校正好与轴向移动的平行度；③压缩空气接头有保护作用，不能忘记安装；④该故障再次发生后，应首先检查在 PC 状态镜像 X 轴限位开关 E56.4、E56.5 的信号转换情况，如“1”不能转换成“0”，或“0”不能转换成“1”。否则可能是限位开关坏或是过渡保护触头卡死不复原。该机第二次出现 X 轴丢失参考点故障就是这种原因。

【例 4-55】 加工精度变低，定位误差大的分析和处理。

故障现象：该机床在加工中精度变低，定位误差大。

故障检查与分析：该机床是 BFT130 型数控镗铣床，采用德国 Heidenhain 数控系统 TNC145C，并配有该公司高精度的反射式光栅尺 LB326 作位置检测。伺服驱动采用直流伺服系统 TUD6。

机床在加工中，机床加工精度是保证加工的稳定性和一致性的关键，其主要取决于位置控制的高定位精度及速度控制的高调速精度，由于故障特点的定位误差大，所以着重分析前者。

位置控制误差的确定，主要从两方面考虑：①测量装置的测量误差；②位置控制的系统误差。前者由传感器的固有误差及调整、校正来决定。后者则由位置调节器自身设计结构及有关参数的设定来改变的。按有关规程对测量系统进行了校正，然后重点分析了位置调节器的结构参数。

为明确分析位置调节器与定位精度的关系，从自动控制系统中引入稳态品质因数这个概念，以描述伺服系统跟踪目标的能力，包括：

速度品质因素：

$$K_v = \frac{Q_{sr}}{e_{sr}}$$

式中 Q_{sr} ——系统传输的速度；

e_{sr} ——速度的稳态误差。

加速度品质因数：

$$K_a = \frac{\overline{Q}_{sr}}{e_{sa}}$$

式中 $\overline{Q}_{sr}$ ——系统传输的加速度；

e_{sa} ——加速度的稳态误差。

故障处理：根据以上公式，按品质因素定义，要提高精度，增强目标跟踪能力就要减小稳态误差，提高品质因数。从上式看，加速度品质因数与开环增益 K 有关。找到参数 K_d ，即

$$K_d = 1/K$$

试将 K_d 从原 0.2 减小即增大 K 值, 从而增大品质因素 K_d , 提高定位精度。

实际调整是有效的, 通过调整结构参数, 提高了定位精度, 符合了加工精度要求。

4.3.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 4-56】 伺服系统主回路保险熔断故障的排除。

故障现象: 当运行 X 轴负向时产生脉动, 时常熔断熔丝。

故障检查与分析: 该机床为 BFT130 型数控镗铣床, 采用德国海德汉 (Heidenhain) 的 TNC145C 数控系统, 通过可编程控制器 PC602, 直流伺服系统 TUD6 来驱动电动机, 控制坐标轴运行。

直流电动机伺服系统 TUD6 具有双通道(两个输入端和两个速度反馈端), 因此一台 TUD6 可以控制两台直流电动机, 直流电动机为恒磁直流电动机。TUD6 主要由稳压器/监测模板 STAB, 控制调节板 PID, 偏移/脉冲形成模板 ANST 和末级输出模板 SYN 四块模板组成, 其中稳压/监测模板 STAB 为该系统提供 $\pm 13.5V$ 工作电压, 同时监测 TUD6 系统工作是否正常, 并采用发光二极管作为状态显示。

TUD6 的 B 灯为准备信号, 系统出现故障时, B 灯灭, 发出一个输入信号到 TNC145C 显示系统故障, 该伺服系统有两组晶闸管三相整流桥; 每一组晶闸管整流桥工作时对应的 S1 或 S2 灯亮, 当系统给定为零时 S1 和 S2 都不亮, 同时两组晶闸管整流桥还受到 PC 监测, 对于 BFT130 数控机床, X 、 Z 、 B 轴整流器联锁输出为 A445, 联锁接点合上时整流桥才能工作。

X 轴低速运行时, 用钳型电流表测三相电流, 其中 $X1:2$, $X1:4$ 两相电流较平稳且对称, $X1:3$ 该相电流不平稳, 忽高忽低, 与前两相值比较相差较大。

根据如图 4-21 所示原理图分析, 当运行 X 轴正向时, 由输出端 $X1:11$, $X1:10$ 这一组整流桥工作, 运行 X 轴负向时, 输出 $X1:10$, $X1:12$ 这一组整流桥工作, X 轴负向运行时产生脉动, 电动机抖动严重, 并伴有“咔、咔”声响, 测 $X1:3$ 电流异常, 怀疑负向晶闸管工作时, 正向晶闸管有误导, 使该相电流有波动, 用万用表检测 1.5V、1.2V 晶闸管无异常, 接入电路检测元件 (见图 4-22), 也正常。

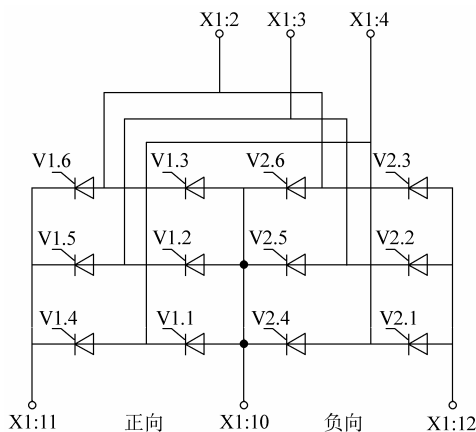


图 4-21 伺服系统主回路原理图

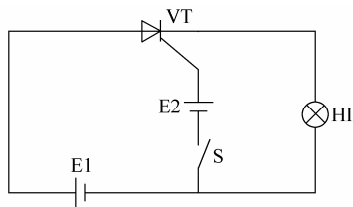


图 4-22 测量晶闸管的试验回路

故障处理: 将 V1.5、V1.2 逐一换掉, 当 V1.2 用新的晶闸管替换后故障排除。

说明 V1.2 晶闸管元件性能发生变化,产生误导,使 X1:2、X1:3 两相短路电流增大,2-F13 中间相熔丝熔断。该故障如果不及时处理将会使 V1.5、V1.2 击穿,电源短路,易烧坏其他元器件,造成不必要的损失。

【例 4-57】 Y 轴热保护器故障的排除。

故障现象:出现故障号 F006,机床不能起动。

故障检查与分析:BFKP130/1 数控镗铣床采用德国 CNC600-3 数控系统。F006 报警为 Y 轴热保护器断开。将 Y 轴热保护器 24K2 从机床上拆下后,发现其继电器的常闭接点粘上了,线圈带电后不能脱开,将其接点用水磨砂纸轻微打磨使其光滑,重新安到机床上试验,无效。为了进一步确认 24K2 是否损坏,由于没有配件,只好将别的机床上相同型号的热保护器拆下后更换,F006 消失,机床工作正常。

图 4-23 为热保护器电路原理图,图 4-24 为热保护器控制图。

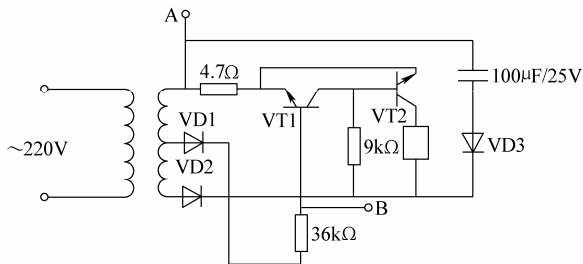


图 4-23 热保护器电路原理图



图 4-24 热保护器控制图

从以上原理图分析, A、B 两点接热敏电阻, 继电器常闭点 32、33 接输入口 PE3, 通过 E035 进行显示监控, 常开接点 31、32 为空缺, 在机床实际工作中不起作用。当机床正常工作时, 由于热敏电阻属于负温度特性, A、B 间有约 250Ω 的阻值, 这样 VT1 截止, VT2 导通, 继电器线圈带电, 继电器的常闭点脱开, 常开点吸合, 由于 32、33 断开, 所以没有信号送入输入输出, 机床仍正常工作, 当机床过热时, A、B 两点间阻值很小, 这时 VT1 导通, VT2 截止, 继电器的线圈断电, 继电器的常闭点吸合, 常开点断开。这时, 有信号送入输入口。E035 灯亮, 通过输出口控制机床不工作。

故障处理: 分析了 24K2 的工作原理, 将有利于 24K2 的修复。对 24K2 做给电试验, 继电器并不动作, 拆开小继电器其支撑节点连接点的连接杆由于长期磨损已不能使其触点良好接触。我们用硬塑材料做了一个小联接杆安上, 手动实验, 继电器功能正常。但给电实验, 继电器仍不动作, 这说明还有别的元器件损坏, 经测试发现续流二极管 D_3 损坏, 更换相同型号 D_3 后, 实验 24K2 工作正常。将其安装到机床上, 机床工作正常。

4.3.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 4-58】 主轴系统故障、报警代码 F10。

故障现象: 机床主轴 DTO 驱动系统出现故障, 报警显示代码 F10。

故障检查与分析: BFF130 数控镗铣床数控系统为海德汉公司 (Haidenhain) TNC145C 系统。主轴驱动为 DTO 系统。主轴 DTO 系统的工作原理是输入信号由输入给定值与实际反馈值进行比较, 经速度调节器和电流调节器到移相触发电路。触发脉冲的输出用变压器隔离输

出。

机床正常工作时, 首先通过可编程控制器 (PLC) 自行诊断。检查机床各部分的准备情况, 其中, 主轴驱动系统 DTO 是一个很重要的组成部分。

在 DTO 系统中电源组件 SNC235 A3 给 DTO 提供直流 $\pm 24\text{V}$ 、 $\pm 13.25\text{V}$ 和 $\pm 9.5\text{V}$ 工作电压, 其中 $\pm 13.25\text{V}$ 受 PLC 系统的监测, 出现该系统故障时, 显示 F10 主驱动故障。在 DTO 的 IRS236 A6 电流调节器上有一监测信号 VL201 (系统操作信号指示), 这是一个操作准备信号, 操作准备没完成控制无法接通。控制接通原理如图 4-25 所示。

图 4-25 中 $+24\text{V}$ 电源加到 KR101 继电器线圈, 通过 VL201 及 VT101 晶体管到地构成回路, KR101 继电器接点 A6 的 XK101、XK105 闭合使 24V 电压加到辅助控制元件 13-A1 板的 K17 线圈上, K17 继电器线圈带的接点串在 NOT-AUS 保护回路中, 该 K17 接点闭合, 控制才能接通。

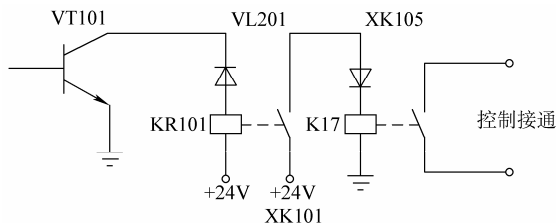


图 4-25 控制接通原理

实测结果 K17 接点未合 $\rightarrow$ K17 线圈无 $24\text{V} \rightarrow$ A6XK101、XK105 未合 $\rightarrow$ KR101 线圈无 $24\text{V} \rightarrow$ VT101 未开通, 测 VT101 的 c 集电极有电压, 基极 b 无电压, 基极没加电压开关管 VT101 无法导通, VT101 的基极电压是 A3 SNC235 电源板提供的 $+13.25\text{V}$ 电压经 AE50、AE502 等一系列逻辑电路加上去的, 测量 SNC235 的 A、D 测试口无 $\pm 13.25\text{V}$ 输出, 说明故障出在 SNC235 电源组件上, 根据 SNC235 电源组件原理分析 $\pm 13.25\text{V}$ 之间接 V1001 晶闸管作保护回路 (见图 4-26)。

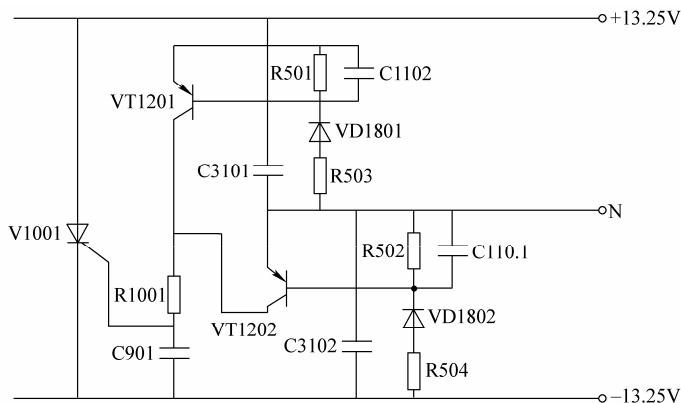


图 4-26 晶闸管保护电路原理图

在 V1001 晶闸管保护回路中, 由于 VD1801 二极管性能变化, 使保护回路动作。因为正常情况下, 二极管加反向电压时, 反向电流很小, 当管子的质量发生问题, 反向电流增加就较大, 在一定的环境温度和反向电压下, 管子的质量越差, 单向导电性能越差。

由于机床长时间工作, DTO 的元素要发热, 周围的温度也升高, VD1801 性能的变化, 单向导电性能差了, VD1801 的反向电流有所增加, VT1201 晶体管的基极电压有所下降, VT1201 导通, 导通电流经 R1001 在 C901 上产生一个电压降, 实测 C901 上端有 1.4V 电压, 将 V1001 的控制极断开, 串入电流表有 22mA 电流, C901 上的 1.4V 电压加到晶闸管 V1001

的控制极,触发 V1001 导通,导通后的 V1001 将 $\pm 13.25\text{V}$ 电压短路消失,如果稳压源 SNC235 输出的 $+13.25\text{V}$ 过高也可以使 V1001 导通保护。

故障处理:通过以上分析,DTO 产生故障是由于元件 VD1801 二极管老化,性能发生变化所致。用一个与 VD1801 性能相近的国产二极管代换后,故障彻底排除。

【例 4-59】 主轴反转后停止时,无制动并断电故障的排除。

故障现象:主轴正向运转,制动均正常,反向运转正常,但停止时没有制动并断电,CRT 显示 F002 错误代码。

故障检查与分析:BFKP130/1 数控镗铣床采用德国 CNC600-3 数控系统,主轴驱动系统为 TDO 装置。

检查外部信号均正常,更换 IRS237 板故障消除。证明此板有故障。检查 IRS237 板,测试 B 点电位,正反转均有输出,但故障一端偏低。

① 检查电流极限值回路(AE115、AE116、AE501):

正常 (7~10V)	A1	A2	A
停止	+12V	-12V	+13V
正转	+12V	+12V	-13V
反转	+12V	+12V	-13V
故障	+12V	+3.1V	+10V

在出现此故障时检查所有元件均正常。通过调整转速 n (匹配级 AE1004 零点电位器),可达正常逻辑值。故障板 XS102/B13 输出不变,所以故障与此信号无关;②限幅级(AE114、AE117)拆除 VD217、VD219 二极管试验,故障现象不变;③积分放大器复位级 AE118,AE119 拆除 VD301 VD302 无制动故障仍存在;④检查积分调节器 AE105,测 A11 输出正负均有输出,但出故障时,即反转制动时测量值偏低;⑤故障部位只剩下积分器和 $\text{PI}\Sigma$ 放大级,板内设有 SH101 开关,可取消积分器试验,正/反转和停止制动均正常,但是运转方向相反,此试验证明故障部位在积分器回路;⑥积分器和积分调节器回路检查,加速启动脉冲检查,测 XS102/A3,即 AE502/8。用示波器检查 AE104/6 的波形。正常时,如图 4-27 所示,故障状态波形如图 4-28 所示。

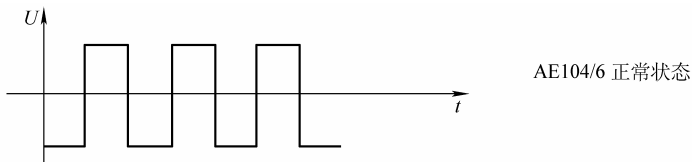


图 4-27 正常时启动脉冲波形图



图 4-28 故障时启动脉冲波形图

故障处理:此两项信号说明反转制动故障时加速启动脉冲丢失,AE1003/A13 输出反向,

启动电平太低,为 0.3V 左右。检查 AE104 理想值变化检波器,元件均正常。停止时 AE1003/A13 输出为 0.1V 左右。据分析,AE103 放大级正/反相幅值有一方向启动电压太低,而且不对称。本级放大特性正常,故运算放大器正常,关键在限幅,AE1003 输出正限幅应检查 VD1601 稳压二极管,检查发现 VD1601 短路。此管限幅电压 10V,原型号为 T3/10。用国产相应二极管换上,试验工作正常,此故障消除。

综上所述,此板在制动时应有加速脉冲输出与零电位检测产生制动,如果丢失即造成故障,使保护电路工作自动断电。

4.3.4 机电部分故障实例与诊断

【例 4-60】 XK2150 横梁调平系统的故障排除。

故障现象:横梁快速下降时,NC 没准备好,调平指示灯灭。

故障检查与分析:该镗铣床是武汉重型机床厂与重庆大学共同开发研制的,采用德国 CNC600-3 数控系统。首先根据报警现象查看梯形图中调平系统与 NC 之间逻辑关系,确定故障部位,如图 4-29 所示。另根据线路图,给伺服上电的 MCC 是经数控系统(NC)的 100A、100B 输出的 100V 电压给线圈的,故发生其故障原因如下:

1) 调平限位开关压下,产生急停,使伺服 MCC 失电,同时调平指示灯 30V 灭。

2) MCC 或 ZNC(调平系统计算机产生继电器报警)使调平指示灯灭和急停调平限位开关状态持续,通过 NC 面板诊断功能,查看 51.6、36.0、38.4 状态为 1;50.1、50.0 状态为 0,显示 MCC、ZNC 状态不对。为进一步确认分析 MCC 与急停有关,ZNC 独立供电,现通过面板按下 SB38 按钮,封锁横梁报警对急停影响,此时 ESP102.4 为“1”,数控系统对伺服上电,MCC 的 50.1 状态立刻变为“1”说明 MCC 正常, P_2 是由于 ZNC 调平系统报警而使伺服停止。故基本确定是调平系统部分故障。

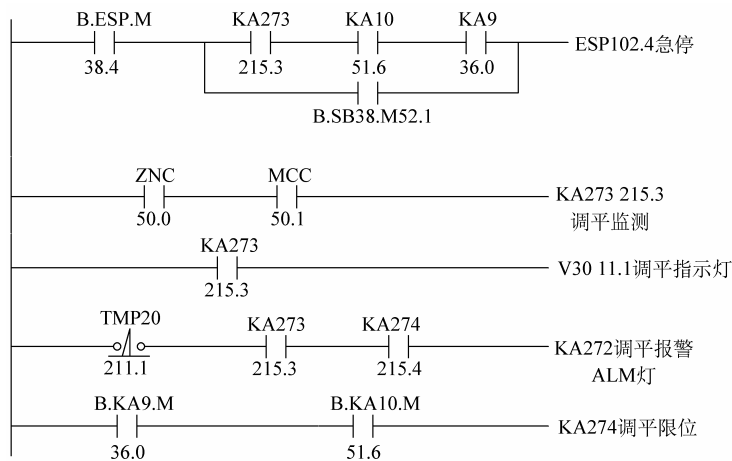


图 4-29 调平系统梯形图

现在分析一下调平系统的工作原理:根据计算横梁倾斜误差最大在 $661\mu\text{m}$,设定刀架在中间位置的参考点为 $500\mu\text{m}$,感应同步器在一个节距内具有记录绝对位置的作用。首先感应同步器检测到丝杠下端的绝对位置,送数显表后 4 位转变为数字信号显示,然后通过 I/O 接口输入计算机与参考点 $500\mu\text{m}$ 绝对位置相比较得到绝对误差信号即:①数显表前 3 位显示绝

对值；②经 D/A 转换成模拟电压给伺服系统，驱动伺服电动机，经补偿机构使横梁上升或下降；③如 $\Delta d > 300\mu\text{m}$ 将 ZNC 复位产生报警信号送 NC，同时封锁 D/A 转换，使伺服给定电压为 0，直到 $\Delta d < 100\mu\text{m}$ 后才解除报警，释放 D/A 转换器。

看来 ZNC50.0 为 0 是调平系统误差太大而产生的报警复位，经观察数显表一边显示的绝对位置为 $826\mu\text{m}$ ，绝对误差值为 $326\mu\text{m}$ ，已超过误差范围，此时机床精度难以保证，故产生 ZNC 复位。为使横梁重新恢复平衡，可考虑：

1) 封锁急停（按 FSB38 按钮），使伺服重新上电，然后用可调恒流恒压源输出一个反方向模拟电压，使横梁丝杠回到平衡位置 $100\mu\text{m}$ 以内，后使调平系统再恢复作用，但给定电压大小、方向及时间都不好掌握。

2) 机械盘车，将伺服电动机脱开，人工带动滚珠丝杠运转。但为此需上、下立柱，很是麻烦，而且费力。

能否找到更简单方法呢？进一步分析解除报警的范围在 $100\mu\text{m}$ 以内。如果能人为地将传送的误差缩小到 $100\mu\text{m}$ 以内，逐步调节就可使绝对位置恢复到参考点。根据数显表示意图的各组成部分进行分析，发现数显表不但具有绝对位置显示（校对功能），而且也具有相对位置显示（置数功能）功能，而且数显表与计算机之间只是 8421 码简单数据传送，完全对应将传递给计算机的数据变为 $100\mu\text{m}$ 以内。根据以上分析，确定方案。

故障处理：①按 SB38 封锁调平报警，解除急停，使各伺服通电，将刀架移到横梁中央，使两边丝杠受力平衡；②在报警边的数显装置同方向 100 以内的数，将 826 置成 550。此时调平系统报警 ZNC 解除，调平功能恢复，伺服电动机带动楔形块使横梁下降，机械没有卡死，正常，数显表显示相对位置为 500。按校对功能，此时又显示绝对位置 776，在没有报警状态下，绝对误差 $< 300\mu\text{m}$ 。调平系统仍起作用，横梁两端丝杠恢复到参考点 500，最后故障排除。

第5章 数控磨床维修实例

5.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断与维修

5.1.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 5-1】 一台数控无心磨床开机时出现报警 310 X 轴请求返回参考点和 320 Y 轴请求返回参考点。

数控系统：FANUC 0-GCC 系统。

故障现象：这台机床开机出现 310 和 320 报警，系统提示 X 轴和 Z 轴需手动回零。

故障检查与分析：此报警出现，说明串行编码器的绝对位置数据已经丢失，一般是由于电池失效引起的，检查电池电量偏低，更换新电池。

回零处理：根据系统提示，X 轴和 Z 轴都需回零，其步骤如下：

首先将参数 701、702 和 704、705 分别设定为-1 和 1，即取消软限位（注意：一定要确保机床硬件限位开关可靠）。

再用手轮将 Z 轴（即修整补偿轴）移到适当位置，该位置应确保回退时碰到参考点开关且碰后有一定余程。

选择“ZRN”模式，按压+Z 按钮，Z 轴即开始回零，碰到参考点开关减速并走一段距离后停止，观察参数 P22.1=1，说明回零成功。

同理执行 X 轴回零，观察 P22.0=1，确认回零成功后按压 RESET 按钮，可以消除#3 n0 报警。

接下来是“对刀”，即建立编程原点，以 Z 轴为例，先选择“HANDLE”模式，用手轮将 Z 轴移到轻微接触砂轮表面的位置，再选择“ZRN”模式，按压面板上的“position record 位置记录”按钮，然后再进入“OFFSET”菜单，输入 MZ0.00000，确认后即建立了 Z 轴的编程原点。

按上述过程建立 X 轴编程原点，并根据此时实际位置设定参数 701、702 和 704、705，恢复软超程保护功能。

至此，全部处理工作完成，机床恢复正常运行。

【例 5-2】 美国莫尔公司生产的数控磨床 G18CP4，采用 FANUC 11M 系统。

故障现象：机床不能工作，但 CRT 无任何报警信息。

故障检查与分析：对于这类故障，虽然引起故障的原因很多，但首先要判断故障发生在机械部分还是 CNC 系统部分。这可以利用自诊断功能检查 PLC 和 CNC 之间的接口信号，结果发现诊断号 N04.7 (MLK) =1，也就是说机床锁住信号已经送到 CNC，从而造成机床不能运动。但实际上没有机床锁住信号送入，再查数控系统柜内的连接单元也是好的（采用置换法确认）。最后查清是由于外部干扰引起磁泡存储器混乱而造成的。

故障处理：对磁泡存储器进行初始化，然后重新送入数控系统参数之后，数控机床即恢复正常。

从该例故障也可看出系统参数的重要性，用户一定要把有关数控机床的各种文件，包括数控系统参数、PLC 参数以及用户宏程序等妥善保管。

【例 5-3】 一台曲轴数控无心磨床自动循环不能连续进行。

数控系统：FANUC 0-GCC 系统。

故障现象：这台机床自动模式下程序只能执行一次循环，每次需按压 cycle stop 按钮后再按压 cycle start 按钮才能执行下一循环，系统无任何报警。

故障检查与分析：观察加工程序发现，每次执行完后都能正常返回到程序头，诊断参数 DGN700 每位皆等于 0，无任何提示信息，但有一个现象比较异常，即在程序执行过程中，操作面板上 cycle stop 灯会自动亮，在线监控 PLC 程序，发现 M05（start 信号）不能自锁，其原因是 M88 为 1，再与纸版的原程序比较，如图 5-1 所示，发现实际程序中触点线圈 M88 的逻辑条件没有了 B8A（起动按钮）常闭触点。

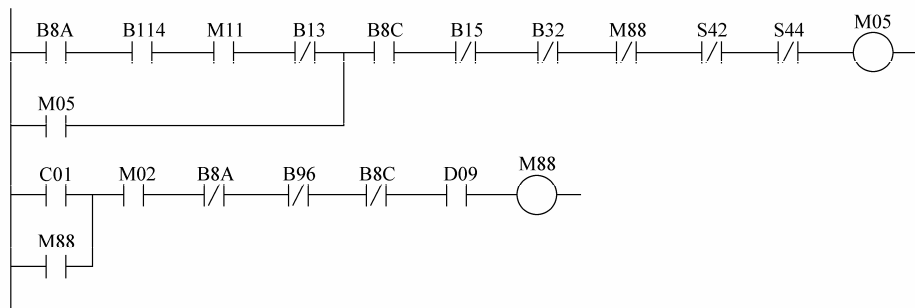


图 5-1 M05 信号梯形图

故障处理：修改 PMC 程序后再下载，机床恢复正常运行。

【例 5-4】 一台数控无心磨床不能进行自动循环。

数控系统：FANUC 0-GC 系统，外置 PLC 系统为 FUJI MICREX F。

故障现象：这台机床开机后按 AUTO 键，无法切换到 AUTO 模式，而是显示 MDI 模式，CRT 屏幕上无任何报警指示，无法执行加工程序。

故障检查与分析：该机床 MCP（机床控制面板）采用的不是 FANUC 标准配置，所有的按键信号经过外置 PLC 系统，然后再通过接口电路进入 NC 内。首先对照电路图检查外围信号，如急停开关是否释放、轴是否超程等，未发现异常；再利用系统诊断功能，调用方式选择信号 DSG022，系统定义的对对应关系如图 5-2 所示。

外置 PLC 的相关信号梯形图如图 5-3 所示。

观察 DSG022，其状态为 00000000，即 MDI 方式，然后再按 AUTO 按钮，外置 PLC 上的 B0037 信号已点亮，但 CRT 显示屏上的 DSG022 没变化，由此怀疑接口电路故障，检测外置 PLC 与 NC I/O 卡之间的接口印制电路板，发现 B0037 的信号线因腐蚀而断开。

故障处理：拆卸印制电路板，焊接处理后，机床恢复正常。

【例 5-5】 一台数控推力平面磨床，执行主程序时出现报警 3001 MICRO ALARM（宏报警）。

DSG	022	7号	6号	5号	4号	3号	2号	1号	0号
							MD4	MD2	MD1
							↓	↓	↓
		手动操作(JOG)方式					1	0	1
		手轮(MPG)方式					1	0	0
		手动数据输入(MDI)方式					0	0	0
		自动操作(AUTO)方式					0	0	1
		存储器编辑(EDIT方式)					0	1	1

图 5-2 系统定义的对对应关系

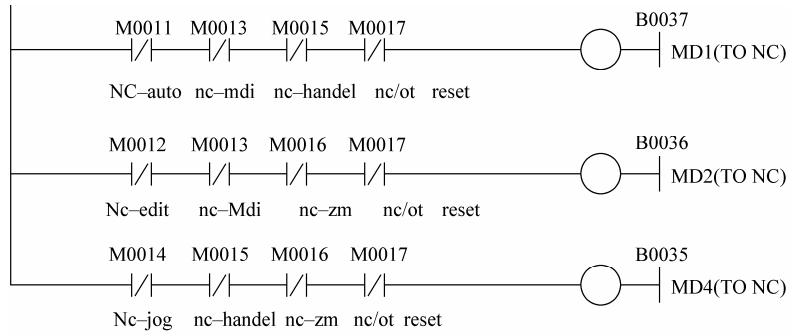


图 5-3 外置 PLC 的相关信号梯形图

数控系统：FANUC 210i TA 系统。

故障现象：这台机床在执行加工程序时出现 3001 报警，指示宏报警，无法完成加工循环。

故障检查与分析：关于该报警，制造商提供的资料上没有详细说明，从字面上理解应该是宏程序执行方面的故障，为此选择单步运行，发现每次执行到 G65 P9802，即调用子程序 09802 时即报警。为进一步查清问题，切换到 EDIT 模式，欲打开 09802 程序进行查看，但系统提示程序受保护不能编辑。查阅资料，找到该系统 09000 号以后程序编辑的解锁办法如下：

- 1) 选择 MDI 模式。
- 2) 取消写保护，即按 PWE ON。
- 3) 设定参数 3211 (KEYWD)，使其值与 3210 (PASSWD) 相同，系统默认为 1111。
- 4) 设定参数 N3202.4 (NE9) =0。
- 5) 恢复写保护，即按 PWE OFF。
- 6) 按 RESET 键，消除 P/S100 报警。
- 7) 子程序 09000~09999 可被编辑。

然后再在 EDIT 模式下，打开 09802 子程序，如下：

```
#882=ABS[#884]
I F[#882 CI 0.15] GOT03
M63
:
N1 #3000=1 (EXCESSIVE CORRECTION)
N2 M00
```

N3 GOTO1

N4 M99

打开 OFFSET 功能菜单, 检查 SETTING 中的 MICRO VARIABLE(宏变量), 发现 #882=0.2, 大于 0.15, 故出现了上述报警。

故障处理: 修调 882 宏变量值之后, 机床恢复正常运行。

【例 5-6】 一台数控推力平面磨床 UNIT1/2 单元的参数和程序等页面无法进入。

数控系统: FANUC 0-GC 系统。

故障现象: 这台机床开机后屏幕一直显示 “ROM CHECK OK, WAITING FOR CRT SWITCH” 信息, UNIT1/2 单元的参数和程序等页面无法进入, 而 UNIT3/4 和 UNIT5/6 单元显示正常, 观察 UNIT1/2 单元控制器上有 S1 红灯报警。

故障检查与分析: 根据报警提示, 怀疑显示单元未准备好, 进一步检查有关 CRT 连接的设置, 发现 UNIT1/2 控制单元上的 RSW 开关设定在 “2” 的位置, 如图 5-4 所示, 与 UNIT5/6 单元重复, 这是肯定不对的。

故障处理: 将 RSW 开关设定在 “0” 的位置后 (即三个单元的控制单元分别设定为 0、1、2), 再上电试机, 显示恢复正常。

【例 5-7】 一台数控内圆磨床加工程序执行期间中断。

数控系统: FANUC 0iTC 系统。

故障现象: 这台机床经常在自动加工循环过程中出现程序中断的故障。

故障检查与分析: 观察机床的加工过程, 发现这个故障不是每次执行加工程序时都发生, 但发生故障时可以在任何程序段, 不在固定的地方, 在出现故障时, 进给保持灯亮, 出现故障后, 重新启动循环, 还可以运行。

仔细观察数控系统的显示器, 在自动循环之前, 显示 AUTO 状态, 循环启动后, 显示 BUF AUTO; 在出现故障时操作状态瞬间变成 MDT, 然后又变成 AUTO, 但没有了 BUF, 只是进给保持灯亮了, 加工停止。

对功能模式设定开关进行检查, 开关正常没有问题, 但用 DGNOS PARAM 功能观察 PMC 关于功能开关的输入 X20.0~X20.3 时发现, 在自动加工过程中, 这 4 个输入偶尔突然瞬间变为 “0”, 这时自动循环终止。对功能模式开关线路进行检查, 该开关的电源线在焊接到直流电源上时, 焊点虚焊, 接触不良, 一有振动电源就断开, 导致 PMC 功能模式开关的输入变成 “0”, 使系统瞬间变成 MDT 状态, 自动循环终止, 而后供电又恢复, 系统又恢复到 AUTO 状态, 但循环已终止, 须重新启动。

故障处理: 将功能模式设定开关的焊点重新焊接后, 机床恢复正常工作。

【例 5-8】 一台数控无心磨床自动加工循环不执行。

数控系统: FANUC 210i-TA 系统。

故障现象: 按循环启动按钮时, 自动加工循环不能执行。

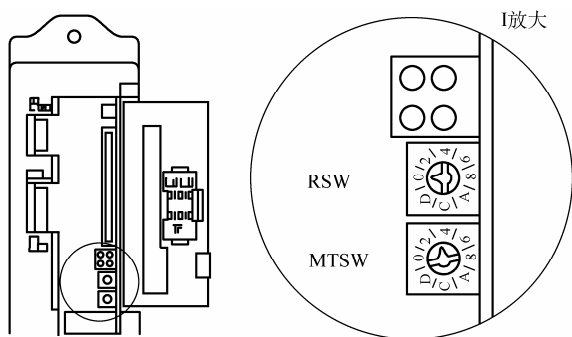


图 5-4 系统 RSW 开关设置图

故障检查与分析：检查启动按钮没有发现问题，而观察数控系统的显示器发现，虽然功能操作按钮已经设置到 MEM（自动状态）功能，但显示的是 MDT 状态。用 DGNOSPARAM 功能检查功能设定开关 X20.0~X20.3 的状态发现，无论把开关放在什么位置，它们的状态都是 0，不发生变化。检查开关时发现，连接模式开关端子 A 的连线掉了。

故障处理：重新焊接后，机床恢复正常使用。

5.1.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 5-9】 一台数控外圆磨床出现 400 号和 401 号报警。

数控系统：FANUC 0iTC 系统。

故障现象：这台机床开机就显示报警“400 SERVO ALARM: 1.2TH OVERLOAD（伺服报警第一、二轴过载）”和“401 SERVO ALARM: 1.2TH AXIS VRDY OFF（伺服报警第一、二轴没有 VRDY 信号）”，指示 Z 轴伺服有问题。

故障检查与分析：因为系统开机就出现 400 号报警，指示一、二轴过载，两个轴都没有动，说明这个报警并不是真实的过载报警。系统说明书关于 401 号报警的解释，为数控系统没有得到伺服控制的准备好（Ready）信号。

根据机床控制原理图进行检查，伺服系统电源模块上没有三相电源输入，进一步检查发现，接触器 MCC 没有吸合，而 MCC 是受伺服系统的电源模块控制的；检查模块的供电没有问题，因此怀疑伺服系统的电源模块损坏，采用互换法与另一台机床的电源模块对换，证明确实是伺服电源模块损坏。

故障处理：将损坏的电源模块维修后，机床恢复了正常工作。

【例 5-10】 一台数控工具磨床出现报警 424 SERVO ALARM（Z AXIS DETECT ERR）（伺服报警 Z 轴检测错误）。

数控系统：FANUC 0iTC 系统。

故障现象：屏幕显示 424 号报警，指示 Z 轴伺服有故障。

故障检查与分析：这台机床采用 FANUC α 系列数字伺服装置，X 轴和 Z 轴使用一块双轴伺服驱动模块，在出现报警时检查伺服系统发现，伺服驱动模块的数码管上显示“9”。查阅 FANUC 伺服系统技术手册得知，伺服驱动的“9”号报警指示第二轴（Z 轴）过电流。

查阅数控系统报警手册，424 报警为 Y 轴的数字伺服系统有错误，在伺服出现 424 报警时，通过诊断数据 DGN N0721 可以查看一些故障的具体原因，利用系统的诊断功能调出诊断数据 DGN N0721 进行查看，发现第 4 位变为了“1”，通常没有报警时应该为“0”，这时变为“1”指示伺服驱动出现异常电流。

出现这个报警的原因分析：

1) Z 轴负载是否有问题。将 Z 轴伺服电动机拆下，手动转动滚珠丝杠，发现很轻没有问题，这时开机，只让伺服电动机旋转，也出现报警，所以不是机械故障。

2) 伺服电动机是否有问题。将 X 轴伺服电动机与 Z 轴伺服电动机对换，还是 Z 轴出现报警，证明伺服电动机没有问题。

3) 伺服驱动模块是否有问题。与其他机床互换伺服驱动模块，故障转移到另一台机床上，这台机床恢复正常，证明是伺服驱动模块出现故障。

将伺服模块拆开进行检查，发现 Z 轴 W 相的晶体管模块损坏。

故障处理：更换 W 相晶体管模块后，故障排除。

【例 5-11】 一台数控外圆磨床开机出现报警 401 SERVO ALARM: (VRDY OFF) (伺服没有准备好报警)。

数控系统：FANUC 0-MC 系统。

故障现象：这台机床在开机后出现 401 报警，指示伺服驱动有问题。

故障检查与分析：这台机床的伺服系统采用 FANUC 系列数字伺服驱动装置，观察伺服装置的电源模块、主轴模块和伺服驱动模块上的数码管都显示“一”，指示伺服处于等待状态，数控系统主板 L2 亮，指示伺服有故障，因此怀疑机床伺服系统有问题。首先检查伺服装置的供电是否有问题，伺服装置的电源连接如图 5-5 所示。根据连接图进行检查，发现主接触器 KMO 未合，进一步检查发现该主接触器线圈控制电源连线端子 R13（见图 5-6）脱落。

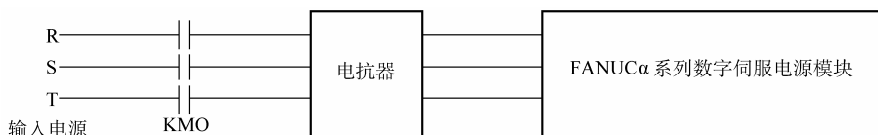


图 5-5 伺服装置的电源连接

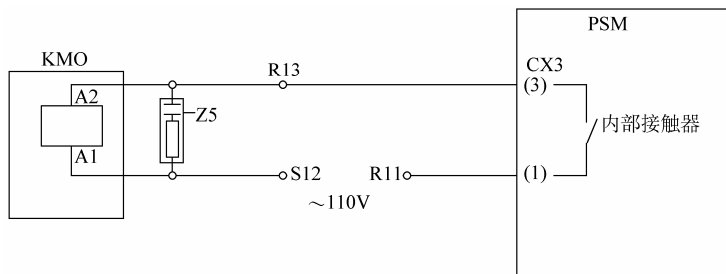


图 5-6 主接触器 KMO 的控制原理图

故障处理：将 R13 连接到主接触器，这时机床通电恢复正常。

【例 5-12】 一台数控外圆磨床开机出现报警 401 SERVO ALARM: (VRDY OFF) (伺服没有准备好报警)。

数控系统：FANUC 0-MC 系统。

故障现象：这台机床在开机后出现 401 报警，指示伺服驱动有问题。

故障检查与分析：这台机床的伺服系统采用 FANUC α 系列数字伺服驱动装置，观察伺服系统电源模块、主轴模块和伺服驱动模块上的数码管都显示“一”，指示伺服处于等待状态，数控系统主板 L2 亮，指示伺服有故障。检查伺服系统的供电正常没有问题，更换电源模块、伺服模块都没有解决问题。在分析伺服控制的原理图时发现，在伺服系统最后一个模块——伺服驱动模块 JXIB 电缆插头上插接一个连接器 K9，将这个连接器插接到其他机床上，开机也出现 401 报警，说明这个连接器有问题。这个连接器其实是一个终端短路器，如图 5-7 所示，拆开连接器发现，连接线已经断开。

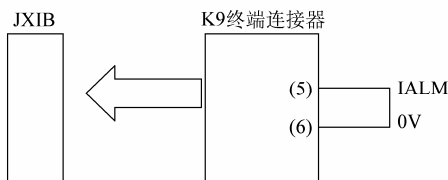


图 5-7 K9 终端连接器连接示意图

故障处理：将该连接器的短路线重新焊接，插到伺服驱动模块的 JX1B 上后，通电开机，机床恢复正常工作。

【例 5-13】 一台数控磨床出现伺服报警。

数控系统：FANUC 0-MC 系统。

故障现象：在自动加工时出现报警 401 SERVO ALARM: (VRDY OFF) (伺服没有准备)、409 SERVO ALARM (SERIAL ERROR) (伺服报警，串行主轴错误)、414 SERVO ALARM (X AXIS DETECT ERR) (伺服报警 X 轴检测错误)、424 SERVO ALARM ZAXIS DETECT ERR (伺服报警 Z 轴检测错误)。

故障检查与分析：这台机床的伺服系统采用 FANUC α 系列数字伺服驱动装置，因为 X 轴、Z 轴和主轴都产生报警，怀疑伺服系统电源模块有问题。检查伺服装置，发现在电源模块的数码管上显示“01”报警信息，01 报警的含义为模块 IGBT 有问题或者输入电抗器不匹配，所以首先对电源模块的输入电路（见图 5-8）进行检查，发现有一相电压较低，在电抗器前测量还是有一相电压低，测量输入电源 R、S、T 的三相电压正常没有问题，说明主接触器 MCC 可能有问题。对主接触器 MCC 进行检测，发现有一个触点烧蚀导致接触不良，产生压降。

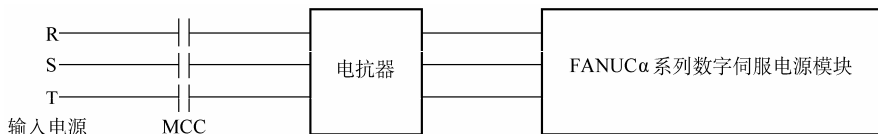


图 5-8 伺服电源模块电源输入连接图

故障处理：更换主接触器 MCC 后，机床恢复正常工作。

【例 5-14】 一台数控外圆磨床出现报警 411 SERVO ALARM: first axis excess error (伺服第一轴超差报警)。

数控系统：FANUC 0-GCC 系统。

故障现象：这台机床一走 X 轴就出现 411 报警，指示 X 轴超差。

故障检查与分析：仔细观察故障现象，当摇动手轮让 X 轴运动时，屏幕上 X 轴的数据从 0 变化到 0.1 左右时就出现 411 报警。从这个现象来看是数控系统让 X 轴运动，但没有得到已经运动的反馈，当指令值与反馈值相差一定数值时，就产生了 411 报警。这个报警包含两个问题：① X 轴已经运动但反馈系统出现问题，没有将反馈信号反馈给数控系统，而观察故障现象，这时 X 轴滑台并没有动，说明不是位置反馈系统的问题；② 虽然数控系统已经发出运动的指令，但由于伺服模块、伺服驱动单元或者伺服电动机等出现问题，最终没有使 X 轴滑台运动。

因此首先更换数控系统的伺服模块，没有解决问题；检查伺服驱动单元也没有发现问题；最后在检查 X 轴伺服电动机时发现，其电源插头由于经常振动而脱落。

故障处理：将伺服电动机的电源插头插接好并锁紧后，重新开机，机床故障消失。

【例 5-15】 一台数控球道磨床出现报警 411 SERVO ALARM: X axis excess error (伺服报警：X 轴超差错误)。

数控系统：FANUC 0-MC 系统。

故障现象：这台机床在 X 轴移动时经常出现 411 报警，指示 X 轴伺服系统有问题。

故障检查与分析：系统报警手册对 411 报警的解释为，X 轴的指令位置与实际机床位置

的误差在移动中产生的偏差过大。为了确认故障原因,调整 X 轴的运行速度,这时观察故障现象,当进给速度相对比较大时出现 411 报警的几率比较低,而进给速度比较低时出现 411 报警比较频繁。

为了排除伺服参数设定的问题,将该机床的机床数据与其他机床对比没有发现有改变的。适当调整机床数据 PRM517 (位置环增益)、PRM522 (X 轴快进加减数时间常数)、PRM529 (磨削进给加减速时间常数)和 PRM601 (X 轴手动进给加减速时间常数),故障依旧。

检查伺服系统的供电电压三相平衡且幅值正常,更换伺服驱动模块也没有解决问题。

对 X 轴伺服系统的连接电缆进行检查也没有发现问题。

为此认为机械部分出现问题的可能性比较大,将 X 轴伺服电动机拆下,直接转动 X 轴的滚珠丝杠,发现有些位置转动的阻力比较大。将 X 轴滑台防护罩打开,发现 X 轴滑台润滑不均匀,有些位置明显没有润滑油,检查润滑液压泵发现工作不正常。

故障处理:更换新的润滑液压泵,充分润滑后,这时机床工作恢复正常。

【例 5-16】 一台数控外圆磨床 X 轴运动时出现报警 414 SERVO ALARM: X axis detect error (伺服报警 X 轴检测错误)。

数控系统: FANUC 0-MC 系统。

故障现象: X 轴运动到坐标值 70mm 左右就出现 414 报警。

故障检查与分析:出现故障时利用系统诊断功能检查诊断数据 DGN720,发现 DGN720bit7 为“1”,指示 X 轴过载。这台机床的伺服系统采用 FANUC α 系列数字伺服驱动装置,检查伺服装置发现在伺服驱动模块上有 8 号报警,也是指示伺服电动机过电流。

出现故障后关机再开,报警消除, X 轴回参考点正常,但一运动到 70mm 左右时就又出现 414 报警,在 70mm 之前怎么运动都没有问题。

根据这些现象分析可能是 X 轴机械部分有问题,将 X 轴导轨的防护罩打开,发现安装滚珠丝杠的导轨中间有大量磨屑,在长期的挤压下已经非常坚硬,当滑台运动到磨屑墙时,使伺服电动机过载产生 414 报警。

故障处理:清除磨屑,为了防止磨屑再次进入,对导轨防护罩进行检查,防护罩是由多节护板组成,发现其中一节护板的密封铜镶条脱落,导致护板连接处出现缝隙,使磨屑通过这个缝隙进入导轨中间,重新安装镶条,开机运行,机床恢复正常运行。

【例 5-17】 一台数控外圆磨床 X 轴运动时出现报警 414 SERVO ALARM: X axis detect error (伺服报警: X 轴检测错误)。

数控系统: FANUC 0MC 系统。

故障现象: X 轴一运动就出现 414 报警,并且根本没有动。

故障检查与分析:出现故障时利用系统诊断功能检查诊断数据 DGN720,发现 DGN720bit7 为“1”,指示 X 轴过载。这台机床的伺服系统采用 FANUC α 系列数字伺服驱动装置,检查伺服装置发现在伺服驱动模块上有 8 号报警,指示 X 轴伺服电动机过电流。关机再开,报警消除,但 X 轴运动就又出现 414 报警。这台机床的床身为斜床身, X 轴伺服电动机采用带有抱闸的伺服电动机,检查抱闸线圈没有电压。根据机床工作原理,抱闸线圈是 PMC 的输出 Y48.1 通过继电器 K48.1 来控制的,检查 PMC 输出 Y48.1 的状态为“1”,没有问题;检查继电器 K48.1,发现其触点烧蚀,接触不良。

故障处理:更换继电器 K48.1 后,机床恢复正常工作。

5.1.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 5-18】 一台数控磨床主轴起动不了, 出现报警 6009 EL. SPINDLE COOLING SYSTEM NOK (电主轴冷却系统不正常)。

数控系统: FANUC 0-GCC 系统。

故障现象: 出现这个故障时, 主轴起动不了。一起动主轴就产生 6009 报警, 指示主轴冷却系统工作不正常, 因而不允许主轴起动。

故障检查与分析: 检查主轴冷却系统并没有发现问题, 根据 PLC 报警机理, 6009 报警是由于 PLC 标志位 F101.1 被置位所致。

利用系统 DIAGNOSIS 功能, 根据图 5-9 所示的 6009 报警梯形图, 在线检查 PLC 的状态。F101.1 置位是因为标志位 F182.3 状态为“1”所致, 而标志位 F182.3 状态为“1”, 是因为定时器 T13 的状态为“1”, I12.1 的状态为“0” (见图 5-10)。



图 5-9 6009 报警梯形图

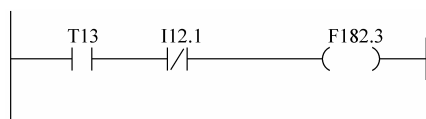


图 5-10 关于 F182.3 的梯形图

根据图 5-10 进行检查发现, 定时器 T13 的状态为“1”是因为 PLC 的输出 Q1.5 状态为“1”, 而 Q1.5 是 PLC 起动冷却水阀开的输出, 在起动主轴时其状态变为“1”是正常的, 所以 T13 的状态为“1”没有问题。I12.1 连接的是主轴冷却水的流量开关, 其状态为“0”说明冷却水流量有问题, 但检查流量正常没有问题, 说明是流量开关损坏。

故障处理: 更换流量开关后, 机床恢复正常工作。

【例 5-19】 一台数控磨床运行加工程序时, G01 指令不执行, 无任何报警。

数控系统: FANUC 0GB 系统。

故障现象: 每次执行到含有 G01 指令的程序段时, 即停留在该段不进“刀”, 屏幕上也无任何报警指示, 如果将所有含该指令的段进行跳步处理后, 程序能正常循环完成。

故障检查与分析: 该机床加工程序如下:

```
00001
N10 G28 U2.0 W2.0;
N20 G00 X150 Z60 T0101;
N30 M03 S500;
G96 S280;
G50 S1500;
G00 X59.4 Z35;
N40 G01 X60.414 Z32 F0.2;
N50 G01 Z-11 F0.2;
G00 X150 Z60 G97;
N70 M30;
%
```

首先对程序的语法和结构等方面进行了多次检查，确认无误；然后利用系统诊断功能，检查 DSN700，发现 DSN700.1=1，其含义为执行自动运转中的移动指令，根据资料提示，检查各轴的快速进给速度、各轴的位置环增益、切削进给速度的上限值等参数，未发现异常；再继续检查程序，注意到有一段使用了 G96（周速恒定控制）指令，该指令是针对主轴控制而采用的，要求主轴上必须安装位置编码器，但检查该机床主轴并未安装任何编码器，至此，问题已明朗了，造成此现象的原因为系统正等待来自主轴位置编码器的信号。

故障处理：为了屏蔽主轴编码器的信号，修改机床数据设定位 PRM049bit6，设置为“1”（其含义是：即使不带位置编码器，每转进给也有效），这时运行程序正常执行，故障消除。

5.1.4 辅助装置故障实例与诊断

【例 5-20】 一台数控外圆磨床出现报警 2001 COOLANT PRESS MISSED（冷却压力丢失）。

数控系统：FANUC 0iTC 系统。

故障现象：这台机床在自动加工时出现 2001 报警，加工程序中止。

故障检查与分析：因为报警指示冷却压力有问题，对机床磨削液系统进行检查，发现压力和流量都没有问题，检查关于 2001 报警的梯形图，如图 5-11 所示，发现 PMC 输入 X9.1 常闭触点没有断开，产生了 2001 报警，PMC 输入 X9.1 连接的是检测冷却的压力开关，如图 5-12 所示，其状态为“0”，说明没有冷却压力达到信号，检查压力开关，发现已经损坏。

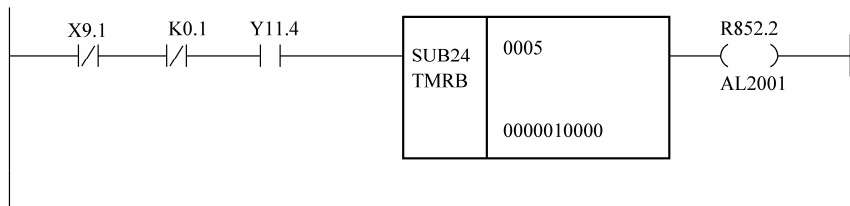


图 5-11 关于 2001 报警的梯形图

故障处理：更换压力开关 6PS，机床恢复正常工作。

【例 5-21】 一台数控外圆磨床出现报警 1010 LOAD ARM ERROR（装载臂故障）。

数控系统：FANUC 0iTC 系统。

故障现象：机床在自动加工时出现 1010 报警，指示装载臂出现问题。

故障检查与分析：观察故障现象，发现装载机械手停在磨削位置，没有将加工完的工件带出。利用系统梯形图功能，观察 1010 报警梯形图（见图 5-13），由于 Y8.5 和 X8.5 一直连通，使 R851.4 带电产生 1010 报警。

根据机床电气原理图，PMC 输出 Y8.5 控制电磁阀 V8.5 使装载臂向上料口旋转（见图 5-14），而 PMC 输入 X8.5 连接的检测开关用来检查装载臂是否达到上料口。Y8.5 闭合说明装载臂向出料口旋转的指令已经发出，检查电磁阀 V8.5 线圈也有 110V 电压，检查电磁线圈烧断，确认为电磁阀 V8.5 损坏。

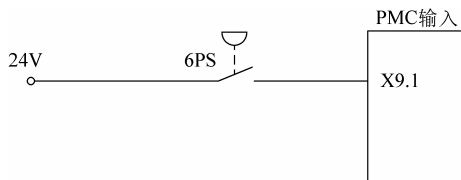


图 5-12 PMC 输入 X9.1 连接图

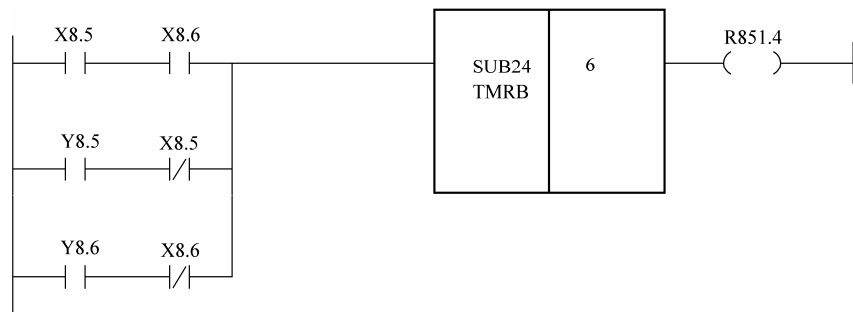


图 5-13 1010 报警梯形图

故障处理：更换电磁阀 V8.5，机床恢复正常。

【例 5-22】 一台数控磨床出现报警 1008 MIST OIL FAULT（油雾故障）。

数控系统：FANUC 0i 系统。

故障现象：这台机床工作时突然出现 1008 报警，指示油雾系统有问题。

故障检查与分析：该机床 1008 报警指示油雾器故障，根据报警信息对油雾器进行检查，发现油雾器内油太少。

故障处理：添加润滑油后，机床恢复正常工作。

【例 5-23】 一台数控磨床在执行加工程序时出现报警 6024 Dresser Arm Raise Timeout（修整臂抬起超时）。

数控系统：FANUC 0i 系统。

故障现象：这台机床在磨削加工中出现 6024 报警，加工程序中断。

故障检查与分析：根据机床工作原理，在工件磨削结束后，用没有磨削的工件将磨削完的工件推出电磁吸盘，砂轮主轴退回。主轴退到修整位置时，修整器落下修整砂轮，砂轮修整结束，修整器抬起，然后砂轮主轴进给，进行下一轮的磨削。

观察故障现象，砂轮修整完毕，修整器抬起，但砂轮主轴没有进给，这时系统出现 6024 报警，指示修整臂抬起超时，但修整器的状态不但抬起而且抬起速度也正常没有问题，为此认为可能报警回路有问题。

根据机床控制原理，修整臂是否在上方是由到位开关 2 LS4 来检测的，如图 5-15 所示。2 LS4 接入 PLC 的输入 I2.4，利用系统 DIAGNOSIS（诊断）菜单下的 PLC STATUS 功能，在线检查 I2.4 的状态，发现不管修整器落下还是升起 I2.4 的状态一直是“0”，说明 PLC 没有接收到修整器的到位信号。检查到位开关 2 LS4 发现该开关已损坏。

故障处理：更换新开关，程序正常运行，不再发生程序中中断的故障。

【例 5-24】 一台数控磨床出现报警 701 OVERHEAT: FAN MOTOR（过热：风扇电动机）。

数控系统：FANUC 0iTC 系统。

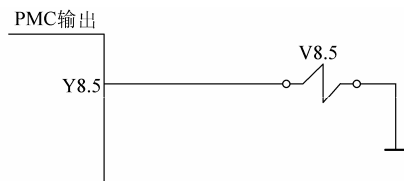


图 5-14 PMC 输出 Y8.5 控制连接图

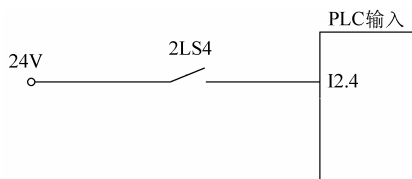


图 5-15 PLC 输入 I2.4 的连接图

故障现象：屏幕出现报警 701 指示风扇电动机过热。

故障检查与分析：查阅数控系统报警手册，701 报警指示控制单元上部的风扇电动机过热。对这个风扇进行检查，发现没有旋转，检查风扇电源正常，所以确定为风扇损坏。

故障处理：购买备件需要一定周期，所以采取应急方式，将机床数据 PRM8901 bit0 改为“1”，先释放 701 报警，在外面加风扇进行强制冷却。新的风扇到位后，将机床数据 PRM8901 bit0 恢复为“0”，使系统正常运行。

5.2 配置 SIEMENS 数控系统故障诊断与维修

5.2.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 5-25】 一台 PTA1600 数控磨床，CRT 显示报警。

故障现象：PTA1600 数控磨床，CRT 显示报警号为“300300”。

故障检查与分析：该机床数控系统为西门子 840C，报警内容是“A2 DRIVE LINK OFF”，根据提示应检查 NC 端口到各伺服驱动器驱动总线的连接。

故障处理：逐段测量 NC 到驱动器及驱动器之间的连接电缆未见异常。从后往前逐级移动终端插头并取下对应的设备总线插头，加电重新初始化，报警依然存在，这就排除了驱动器损坏的可能性。检查 NC 参数发现丢失，重新输入参数后，机床报警消失。

【例 5-26】 西门子 820C 系统 2039 号报警的解除。

故障现象：2039 号报警，机床不能进入正常加工状态。

故障检查与分析：该机床为德国 MIKROSA 公司生产的无心磨床，控制系统为西门子 820C 系统。查阅机床技术资料，2039 号报警为“未返回参考点”。在选择开关处于“自动”方式下，起动机床后就产生 2039 号报警，系统即进入加工页面，而未按正常情况进入自动返回参考点页面，因而机床不能进行正常工作。但按八键（即上位键）可进入该画面，也能进行自动返回参考点操作，此后，机床能进行正常操作。但重新起动机床后又会产生 2039 号报警。重复上述故障。

根据以上检查，认为该报警的产生可能是系统参数配置错误。于是，在“自动”方式下首先进入加工页面，选择软键“OPERAT MODE”，进入系统设置菜单页面，发现“CYCLE WITHOUT WORK PIECES”项参数由“0”变为了“1”，使系统每次起动后都在工作区外循环，从而造成 2039 号报警。

故障原因：经了解在该故障发生前，曾因车间电工安装新机床电源，造成全车间电源短路跳闸，从而影响了正在工作的该机床，致使其系统参数改变。

故障处理：将该参数由“1”改为“0”后，重新起动机床，报警消除。

【例 5-27】 数控球道磨床找不到参考点。

数控系统：西门子 3M 系统。

故障现象：机床在回参考点时，X 轴找不到参考点，最后出现 F3“ENDPOS.LH.SPI. SLIDE RETUENED”（左主轴滑台返回端点），指示 X 轴超限位报警。

故障检查与分析：本着先外围后内部的原则，首先检查 X 轴的零点开关，没有问题。观察故障现象，X 轴压上限位开关后也能减速。根据先简单后复杂的原则，先检查 NC 系统的

位控测量板, 因为反馈元件采用的是光栅尺, 所以, 在位控测量板上, X 轴、 Y 轴各加了一块 EXE 处理板。然后将 X 轴与 Y 轴的 EXE 板互换, 这时开机测试, X 轴回参考点正常, 故障转移到 Y 轴上, Y 轴找不到参考点, 故障现象相同, 从而确认 EXE 板有问题。

故障处理: 更换 EXE 板, 故障排除。

【例 5-28】 数控台阶磨床, 开机后屏幕没有显示。

数控系统: 西门子 805 系统。

故障现象: 这台机床在控制按钮按下时, 屏幕没有显示。

故障检查与分析: 检查系统电源, 没有问题。系统起动信号在控制按钮按下时, 也没有问题。系统板左下角的报警灯亮, 认为可能由于干扰原因, 系统起动不了。

故障处理: 为了确认系统是否进入死循环, 使系统进入初始化菜单。在系统控制板的左下角有一个设定开关, 0 位是系统正常工作状态, 2 位是系统初始化调整方式。在系统断电的情况下, 将这个开关拨到 2 的位置, 这时系统通电, 进入了初始化状态, 恢复了显示功能。为防止不必要的删除数据, 不进行任何操作, 将系统断电, 然后将设定开关拨回 0 位, 这时起动系统, 系统恢复正常运行。

【例 5-29】 数控无心磨床, 系统起动时, MMC 操作面板上显示“2001 PLC 未起动”报警, 机床无法运转。

数控系统: 西门子 840D 系统。

故障现象: 出现该报警时, 机床控制面板 (MCP) 上所有的按键指示灯闪烁。NCU 板上右排指示灯的 PS 红灯闪烁、PF 红灯常亮, 驱动系统没有得到使能。

故障检查与分析: 根据报警内容及故障现象, 怀疑 NCU 板上存储的 NCK (即 PLC) 数据丢失, 需做系统总清, 然后再重装相关数据, 步骤如下 (见图 5-16):

(1) NC 总清

- 1) 将 NC 起动开关 $S3 \rightarrow 1$ 。
- 2) 起动 NC, 如 NC 已起动, 按压复位按钮 $S1$ 。
- 3) 待 NC 起动成功后, 七段显示管显示 6, 将 $S3 \rightarrow 0$ 。NC 总清执行完成。

NC 总清后, SRAM 内存中的内容被全部清除, 所有机器数据 (MACHINEDATA) 被预置为默认值, 此时, PS 和 PF 红灯都应该常亮。

(2) PLC 总清

- 1) 将 PLC 起动开关 $S4 \rightarrow 2$ 。
- 2) 将 $S4 \rightarrow 3$, 并保持约 3s, 直到 PS 灯再次亮起。

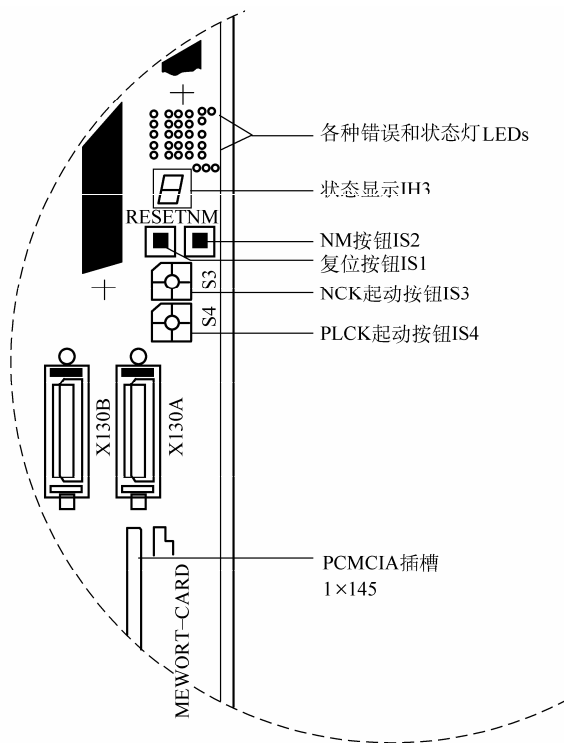


图 5-16 840D 系统 NCU 板操作及显示元件

3) 在 3s 内, 快速执行如下操作: S4: 2→3→2。在这个过程中, PS 灯先闪, 后又亮, PF 灯亮。

4) 等 PS 和 PF 灯亮了, S4→0, 这时, PS 和 PF 灯灭, 而 PR 灯亮。至此, PLC 总清完成。

(3) 数据恢复 包括 NC 数据和 PLC 程序, 其步骤如下 (注: 适用于 MMC103, 即带硬盘的, 对其他类 MMC, 可用 PCIN4.0 通过 V24 接口输入):

按“SERVICE”软键→按“START UP”键→按扩展键→按“PASSWORD”键→按“SET PASSWORD”键→输入密码“SUNRISE”→按区域转换键→按“SERVICE”键→按扩展键→按“SERVICES STARTUP”(或“SERVICE ARCHIVE”)→选择恢复 NC 数据(或 PLC 数据)→按“READ START UP ARCHIVE”键→选择 NC 数据文件(或 PLC 数据文件)→按“START”软键→按“YES”键, 系统开始自动恢复数据。

以上工作完成后, 重启系统, 报警解除, 机床恢复正常运行。

【例 5-30】 数控外圆磨床, 执行加工程序时死机。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 这个故障是在设备调试时出现的, 这台从英国进口的数控磨床在最终调试验收时, 将系统通电, 发现因为备用电池失效, 机床数据和程序已丢失, 外方技术人员将数据重新输入后, 对机床进行调试, 手动动作都已正常, 工作没有问题; 当进行自动磨削时, 程序执行一段后就死机, 不能进行任何操作, 重新开机后, 系统还可以正常工作, 执行加工程序时又死机。

故障检查与分析: 首先怀疑数控系统 CPU 主板有问题, 但更换主板后, 故障没有排除。因为每次都是在执行加工程序时出故障, 为此单步执行加工程序, 监视程序的运行, 这时发现, 每次执行子程序 L110 的 N220 语句时, 系统就死机。N220 语句的内容为 G18 D1, 调用刀具补偿, 而检查刀具补偿数据时, 发现都为 0, 没有输入数据。

故障处理: 根据机床要求, 将刀具补偿 P1 赋值 10 后, 机床加工正常运行, 再也没有出现问题。

【例 5-31】 一台数控外圆磨床磨轮速度随砂轮直径变小而变慢。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 这台专用数控外圆磨床在磨削工件时发现, 砂轮的转速随砂轮直径变小而变慢, 致使砂轮直径小时工件的表面质量不好。

故障检查与分析: 分析机床的工作原理, 主轴是通过 UNIDRIVE 变频器控制的, 转速的快慢是通过 NC 系统给定到变频器的模拟电压信号控制的, 而这个模拟电压信号确实随砂轮直径的减小而变低。因为每磨削一个工件, 砂轮就要修整一次, 所以磨削速度的改变应该在加工程序中进行计算, 而磨削程序是机床制造厂家编制的, 有可能程序有问题, 将程序调出进行检查, 在磨削子程序 L150 中相关的程序如下:

L150

⋮

N110 R510=R510-R515; 计算修整后的砂轮半径 (R510 为砂轮半径, R515 为修整量)

N120 R602=R510/R513; 计算砂轮转速的比率 (R513 为新砂轮半径, 此处 R602 为比率值)

N130 R602=R602*R514; 计算砂轮转速 (R602 为砂轮转速, R514 为新砂轮的转速)

N140 M03 S=R602; 砂轮转速信号输出

⋮

N999 M17

显然, N120 语句的比率计算有误。

故障处理: 把这个语句改成 $R602=R513/510$ 后, 这个问题就解决了。

【例 5-32】 数控磨床 Z 轴找不到参考点, 系统出现超极限报警。

故障现象: 机床在回参考点时, Z 轴找不到参考点, 一直运动直至压到极限开关, 系统出现超极限报警。

故障检查与分析: 该机床是从德国 EX-CELL-O 公司引进的, 采用西门子 3M 系统。正常情况下, Z 轴回参考点, 首先向负方向运动, 当压到零点开关时, 马上反向减速并向正方向运动, 当 NC 系统接收到零点开关后编码器的第一个零点脉冲时, 零点被确认, Z 轴停止运动。旋转编码器除了能间接反馈轴向运动数值外, 还是确认机床零点的重要元件, 其输出信号波形图如图 5-17 所示, U_{a1} 与 U_{a2} 脉冲系列和 $\bar{U}_{a1}$ 、 $\bar{U}_{a2}$ 反相脉冲系列为记数脉冲。编码器每转一圈, 可发出若干个这样的脉冲, 目前用的一些编码器, 每圈发 2400 个脉冲。NC 系统对这些脉冲进行记数, 并换算成轴向运动的直线位移。 U_{a0} 与 $\bar{U}_{a0}$ 为零点脉冲, 编码器每转一圈, 可发出一个零点脉冲, 用来确定机床参考点。

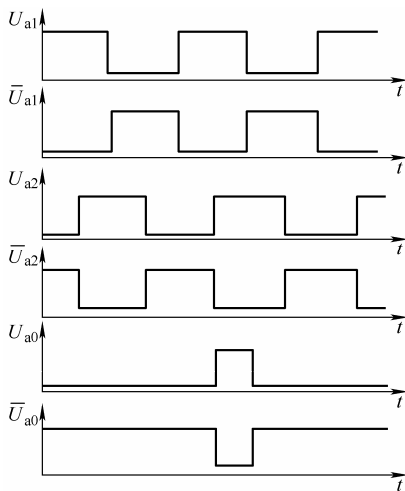


图 5-17 编码器输出信号波形图

这台机床回参考点的过程是比较典型的, 许多机床都采用这种方式。机床找不到参考点有如下几种可能: ①零点开关有问题。仔细观察 Z 轴回参考点的过程, 发现 Z 轴运动压到零点开关后, 能减速并反向运动但不停止, 直到压到极限开关。说明回参考点过程正常, 零点开关没有问题, 经对零点开关进行检查, 也验证了这一判断。②零点脉冲丢失。零点开关没有问题, 那么最大的可能就是零点脉冲出现问题, NC 系统没有接收到这个信号, 该机床其他两个轴可以正常回参考点, 说明 NC 系统没有问题。更换 NC 系统伺服反馈板, 问题也没有解决。那么肯定是编码器出了问题, 用示波器测试, 没有发现零点脉冲。

故障处理: 因编码器无备件可更换, 定货周期又长, 不能解燃眉之急。为此我们对编码器进行了检查, 当将编码器拆开后, 发现内部有许多油, 原因是编码器密封不好, 机床冷却油的油雾进入编码器, 时间长了沉淀下来, 将编码器刻盘遮挡, 致使零点脉冲发不出来, 将编码器中的油清除并清洗后, 重新密封安装, 故障消除了。

说明: 由于编码器与机床的零点密切相关, 编码器拆动了之后, 机床零点也相应变化。因此, 机床恢复正常之后, 还必须重新调整零点。如果机床零点调整不好, 有时会出现其他问题或影响加工精度。因此故障不是特别明显时, 不要轻易拆卸编码器。

【例 5-33】 一台数控内圆磨床程序号修改不了。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 这台机床在调整产品时, 新程序号输不进去。

故障检查与分析: 据操作人员反映, 在更换新产品转换新加工程序时, 新加工程序号无

法输入数字，只能输入字母，键盘上档按键不起作用。观察操作人员的操作，发现输入光标位置不对，因其定位在程序的标志%上（见图 5-18），所以无法输入数字。

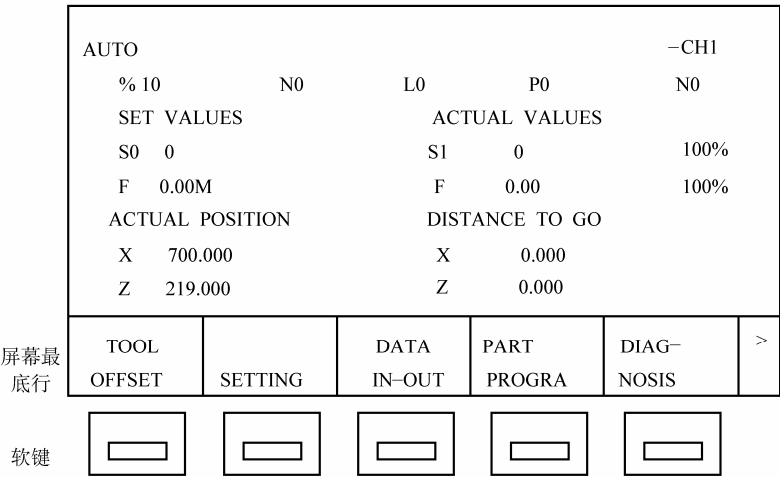


图 5-18 自动操作方式页面

故障处理：使用箭头按键使光标移动到%号后面的数字 10 上，这时输入新程序号，正常进入。

【例 5-34】 一台数控外圆磨床换砂轮后，砂轮“磨损尺寸到”指示灯不灭。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台外圆磨床砂轮用到尺寸后，砂轮“磨损尺寸到”指示灯亮，指示砂轮已用完，但换上新砂轮并修整后，该灯仍不灭，不能进行工件磨削。

故障检查与分析：根据机床电气原理图，PLC 输出 Q1.3 控制“磨损尺寸到”指示灯，Q1.3 的梯形图在 PLC 的 PB3 程序块 11 段中，详见图 5-19。用系统 DIAGNOSIS 菜单中的 PLCSTATUS 功能检查 F160.0 的状态，其状态为“1”。



图 5-19 砂轮磨损灯控制梯形图

标志位 F160.0 置位的梯形图在 PB3 的 13 段中，如图 5-20 所示。它是由 F40.0 置位的，在线检查 F40.0 的状态，发现其状态为“0”，因为 F160.0 为保持式标志位，置位后，必须通过 PLC 程序复位后其状态才能变为“0”，所以下一步应该查找 F160.0 没有复位的原因。

标志位 F160.0 复位的梯形图在 PB3 中的 15 段，如图 5-21 所示。F160.0 的复位依赖于标志位 F40.1，在线观察 F40.1 的状态为“0”。

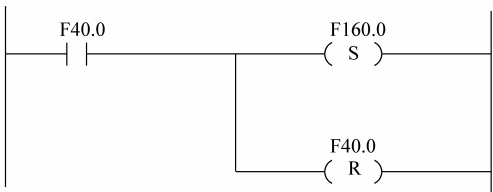


图 5-20 标志位 F160.0 置位梯形图

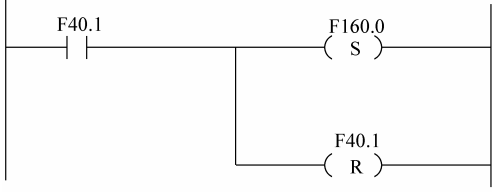


图 5-21 F160.0 复位梯形图

根据 810G 系统的工作原理, F40.1 标志是加工程序中辅助功能 M49 指令的译码信号, 查阅机床说明书 M49 指令是新砂轮修整结束指令, 检查加工程序, 发现在新砂轮修整程序中, 新砂轮修整结束后, 没有加这个指令。

故障处理: 在 MDI 状态下输入 M49 指令, 执行后, 砂轮“磨损尺寸到”灯熄灭。为了防止下一次再出现这个问题, 在新砂轮修整程序中, 砂轮修整结束后, 修整程序结束之前加入 M49 指令, 使这一问题得到彻底解决。

【例 5-35】 一台数控内圆磨床出现报警 2040 Block not in memory (程序块没在存储器中)。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 这台机床在通电开机进行自动加工时, 出现 2040 号报警, 指示程序块没在存储器中。

故障检查与分析: 根据报警信息的提示, 通常都是跳转指令的跳转地址不对, 而这个加工程序一直执行没有发生问题, 也没有修改, 但每次运行程序都出现报警, 观察屏幕, 在报警时执行的主程序是 %1, 显示的终止程序号是 N165, 每次都停止在这条语句。将执行的程序调出进行检查, 清单如下:

```
%1
N001 (PARTS MAIN PROGRAM)
N120 L120 (CHECK PARAMS)
N150 (AUTO CYCLE)
N160@187 K1 K2 K200
N165 M70
N170 L130
N200 .....
:
N999 M30
```

在这个工件程序中, N165 语句执行的指令是辅助指令 M70, 与这个报警无关, 问题可能出在下一条调用子程序 L130 的语句上。将子程序 L130 从数控系统中调出检查, 清单如下:

```
%130
N001 (AUTO CYCLE GRINDING PART)
N200 (MOVE TO START POS.)
N210 M31 (RAISE DRESS ARM)
:
N310@1? 8 K1 K5
:
N999 M17
```

检查该子程序, N310 语句有些异常, 在程序段中出现一个“?”号, 对比原程序, 该语句应该是 N310@188 K1 K5, 显然程序被改动了, 但“?”号在键盘上输不进去。因此可能是由于在系统通电时, 干扰信号把内存中的字符更改了。

故障处理: 将程序中 N310 语句整个删除, 按原程序重新输入这个语句, 再运行程序,

故障消除。

【例 5-36】 一台数控球道磨床出现报警 512 ENTRY DISABLED (输入不可能)。

数控系统：西门子 3G 系统。

故障现象：这台机床在修改机床数据时出现 512 报警，机床数据修改不了。

故障检查与分析：查阅西门子 3 系统报警手册，512 报警原因之一是钥匙保护开关没有打开，检查面板上钥匙开关的位置，发现正常没有问题。512 报警的原因之二为系统耦合模块上的设定开关没有拨到上方，检查这个开关的位置发现在下方的保护位置。

故障处理：将这个开关拨到上方，这时修改的机床数据可以输入，待数据修改完毕，将该开关拨到下方的保护位置。

【例 5-37】 一台数控球道磨床 B 轴不动。

数控系统：西门子 3M 系统。

故障现象：这台机床在开机回参考点时，X 轴和 Y 轴回参考点没有问题，B 轴回参考点不动，手动也不行。

故障检查与分析：因为其他两个轴运动没有问题，只有 B 轴不动，说明系统没有问题。而 B 轴手动和回参考点都不动可能是因为 B 轴的使能条件没有满足。

根据西门子 3 系统的工作原理，PLC 输出 Q72.3 是 B 轴进给使能信号（见图 5-22），检查这个信号为“0”，确实有问题。

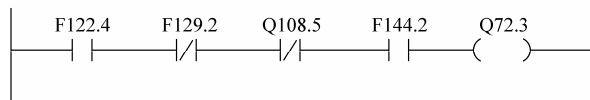


图 5-22 B 轴进给使能 Q72.3 的梯形图

图 5-23 是关于 B 轴进给使能 Q72.3 的梯形图，用机外编程器监视梯形图的运行，发现是因为标志位 F122.4 触点没有闭合导致 B 轴使能条件 Q72.3 没有满足。

关于标志位 F122.4 的梯形图在 PB3 的 15 段中，如图 5-23 所示。继续用编程器监视梯形图的运行，发现标志位 F105.6 的触点没有闭合，关于标志位 F105.6 的梯形图在 PB3 的 13 段中（见图 5-24），而标志位 F105.6 无电是因为定时器 T8 没有闭合。

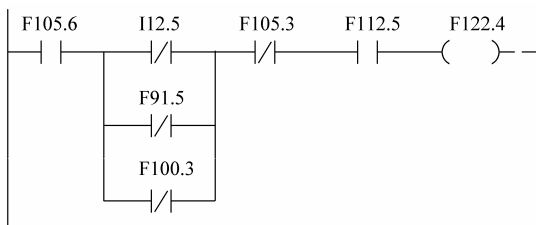


图 5-23 标志位 F122.4 的梯形图

用编程器监视图 5-25 所示的关于定时器 T8 的梯形图，输入信号 I3.6 没有闭合使定时器 T8 没有得电。

根据机床控制原理，PLC 输入 I3.6 是分度装置在位信号，如图 5-26 所示。它连接的是接近开关 B36，用来检测分度装置是否到位的反馈信号，I3.6 的信号为“0”，说明分度装置没有到位，但检查分度装置已经到位没有问题；接着检查到位开关 B36，发现 B36 接近开关的位置有问题，与检测目标距离有些远，检测不到分度装置已到位信号。

故障处理：将 B36 接近开关位置调整好且紧固后，这时机床 B 轴正常回参考点没有问题，机床故障被排除。

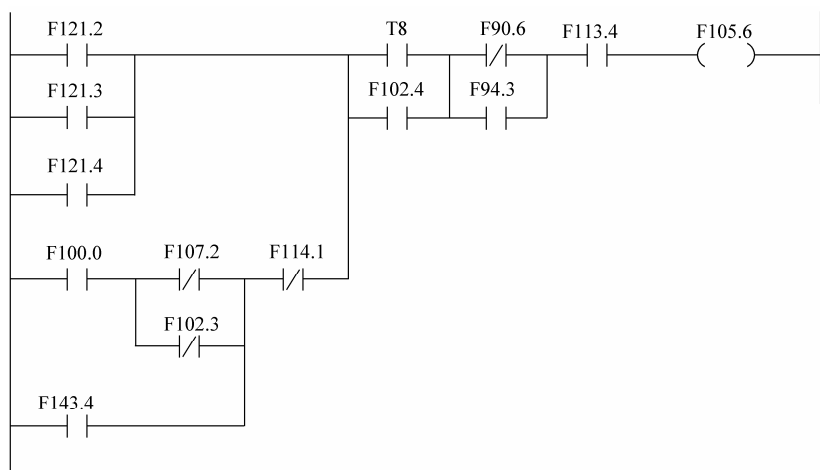


图 5-24 标志位 F105.6 的梯形图

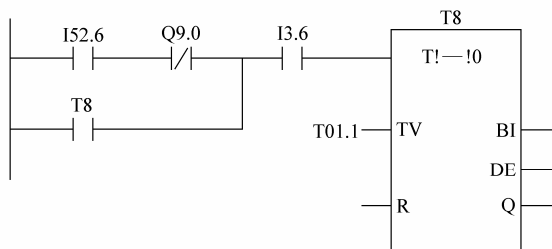


图 5-25 定时器 T8 的梯形图

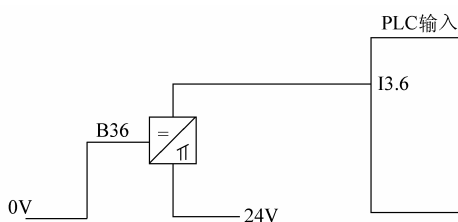


图 5-26 PLC 输入 I3.6 连接图

【例 5-38】 一台专用数控磨床经常加工出废品。

数控系统：西门子 805 系统。

故障现象：这台机床在自动磨削时经常出现废品，没有报警。观察故障现象，在自动磨削时，首先 MARPOSS 测量臂下来，到位后 Z 轴带动工件运动，直至工件接触上 MARPOSS 探头，面板上“ADJUST”指示灯亮，这时 Z 轴停止运动，测量臂抬起。但在出废品时，工件接触上 MARPOSS 探头后，机床 Z 轴继续向前运动，又走一段距离后，测量臂才抬起，Z 轴后移，开始磨削加工，这时磨削的工件就成了废品。

故障检查与分析：根据机床工作原理，在正常工作时工件接触上探头后，“ADJUST”灯亮，系统记录下 Z 轴的实际位置数据，同时 Z 轴停止向前运动并后移，测量头抬起，这时进行磨削，工件尺寸正常。

根据故障现象，工件接触上探头后，“ADJUST”灯亮，说明 MARPOSS 测量仪工作正常。

根据机床工作原理，工件接触上探头后，MARPOSS 测量装置发出信号，使 PLC 的输入 I2.7 的状态变成“1”，这时 PLC 控制“ADJUST”灯亮；工件脱离探头时，I2.7 的状态马上变成“0”，“ADJUST”灯马上熄灭，观察 PLC 的运行状态，也确实如此，也说明 MARPOSS 工作正常。

对机床测量原理进行分析，工件的测量是 NC 加工程序与 PLC 用户程序配合完成的。NC 加工程序中发出测量指令，PLC 控制测量过程。在加工程序中测量部分程序如下：

```
%21
:
N90  M45
N100 M46
N110 G01 Z=R817 F=R866
:
N300 M02
```

M45 是测量臂落下命令，M46 是指示等待测量作用的命令，执行 M46 指令后，F38.6 变成“1”之后继续向下执行，这时 PLC 用户程序起作用。

梯形图在线跟踪：从测量等待标志 F38.6 入手，对 PLC 梯形图进行分析。有关 F38.6 的梯形图如图 5-27 所示，在线观察该段梯形图的运行，当测量探头接触到工件，PLC 输入信号 I2.7 的动合触点闭合，将到位信号 Q87.3 置“1”，并且将 Z 轴位置数据存储到参数 R814 中，然后进行磨削加工。故障状态下，Q87.3 的状态为“0”没有变化，原因是 F38.6 的触点闭合不久就断开了，这时 I2.7 闭合后，Q87.3 的状态不能改变。



图 5-27 F38.6 的梯形图（一）

继续观察关于 F38.6 的梯形图，如图 5-28 所示，在出故障时执行完 M46 命令后即变成“1”，但还没有执行 N110 语句时就变成“0”，发现是因为 I2.7 触点瞬间闭合导致 F38.6（M46）复位。为此观察测量臂的运行，执行 M45 后，向下运动，到达水平位置时，又向上反弹，出故障时，反弹的力比较大，故可能是振动使 I2.7 瞬间变成“1”后又恢复成“0”，但已使 M46 复位。

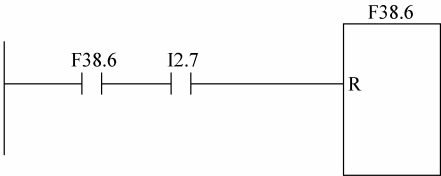


图 5-28 F38.6 的梯形图（二）

故障原因可能是下降速度太快。测量臂下降是由液压系统控制的，分析液压系统，发现减速阀 Y2.5 是起减速作用的，受 PLC 输出 Q2.5 控制（见图 5-29）。在测量臂下降时观察 Q2.5

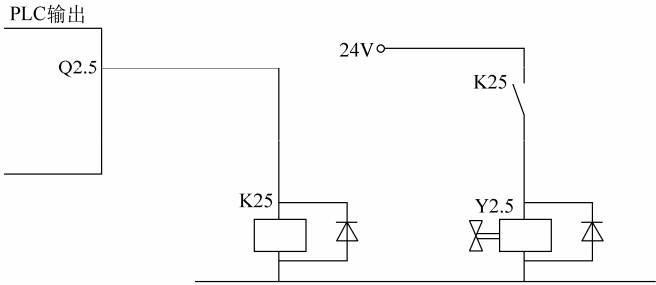


图 5-29 测量臂慢速下降控制原理图

的状态,发现一直为“0”没有变化,说明减速阀没有起作用。检查 PLC 的控制程序,其程序梯形图如图 5-30 所示。在下降时,PLC 输入 I2.5 变成“1”,输出 Q2.5 就变成“1”了,而观察 PLC 的程序运行,在测量臂下降时,I2.5 触点断开始没有变化。

根据电气原理图,PLC 输入 I2.5 接的是一个接近开关 B25 (见图 5-31),是检测测头减速位置的无触点开关,当快到达水平位置时,B25 应该有电,但在测量臂下降过程中观察,B25 却一直没电,检查接近开关 B25 并没有问题,只是位置有些远,检测不到减速信号。

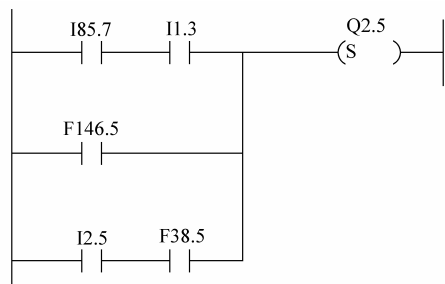


图 5-30 测量臂慢速下降控制梯形图

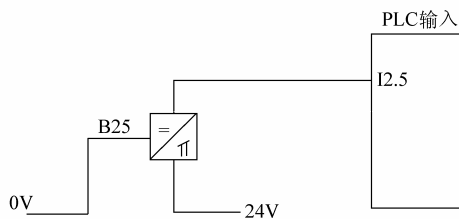


图 5-31 PLC 输入 I2.5 的连接图

故障处理:调整接近开关 B25 的检测距离后,机床恢复正常工作。

【例 5-39】 一台数控沟槽磨床加工程序中断。

数控系统:西门子 810M 系统。

故障现象:在自动加工中,工件磨削完之后修整砂轮时,带动砂轮的 Z 轴向上运动,停下后,砂轮修整器并没有修整砂轮,自动循环停止,但屏幕上没有报警指示。

故障检查与分析:根据机床的工作原理,在修整砂轮时,应该喷射磨削液,冷却砂轮修整器,但多次观察发生故障的过程,却发现没有磨削液喷射。根据切削液喷射电磁阀控制原理(见图 5-32),磨削液的喷射是由电磁阀 4SOL5 控制的,而电磁阀是由 PLC 输出 Q4.5 的直流继电器控制的。

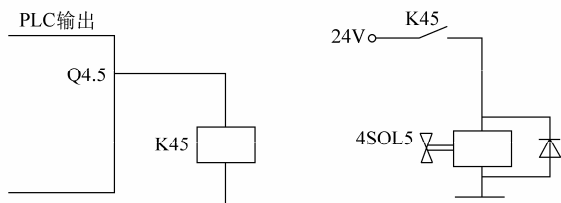


图 5-32 切削液喷射电磁阀控制原理

在机床故障停机时,利用数控系统的 DIAGNOSIS 功能,在线观察 PLC 输出 Q4.5 的状态,发现其状态为“1”,没有问题,检查直流继电器 K45 也没有问题,接着检查电磁阀的线圈上有电压,因此证明电磁阀有问题。

故障处理:更换电磁阀,机床故障消除。

【例 5-40】 一台数控沟道磨床 B 轴不回参考点。

数控系统:西门子 3G 系统。

故障现象:这台机床开机后 X、Y 轴回参考点正常,B 轴不回参考点。

故障检查与分析:因为其他两个轴都回参考点,只有 B 轴不回参考点,所以检查与 B 轴相关的问题。手动移动 B 轴也不动,并且没有报警,怀疑 B 轴没有伺服使能。根据系统工作原理,Q72.3 为 B 轴(第四轴)的进给使能信号。利用系统 PC 功能检查 Q72.3 的状态为“0”,说明确实没有伺服使能信号。

关于 B 轴伺服使能的梯形图如图 5-33 所示。对这些元件进行检查,发现 F112.5、F129.6 和 F170.3 的状态都为“0”,F129.6 和 F170.3 的状态为“0”正常没有问题,F112.5 的状态为“0”,导致 B 轴进给使能信号 Q72.3 为“0”。

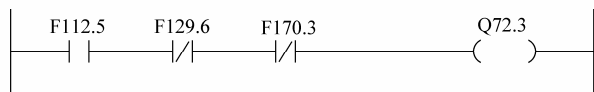


图 5-33 B 轴伺服使能的梯形图

关于 F112.5 的梯形图如图 5-34 所示。观察这些元件的状态,发现 F112.4 的状态为“0”使标志位 F112.5 的状态为“0”。

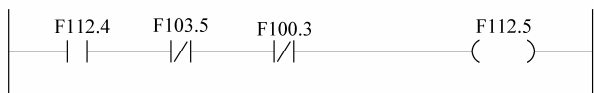


图 5-34 F112.5 的梯形图

关于标志位 F112.4 的梯形图如图 5-35 所示。对这些元件进行检查发现 F91.5 的状态为“1”和 F93.4 的状态为“0”,使 F112.4 状态为“0”。

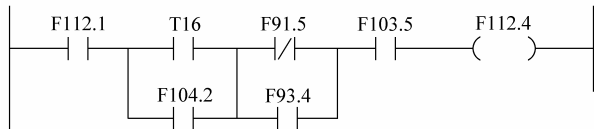


图 5-35 标志位 F112.4 的梯形图

关于标志位 F91.5 的梯形图如图 5-36 所示。F17.6 和 F120.3 的状态都为“0”,但 F91.5 是保持式标志位,需要复位才能变为“0”,复位的标志位也是 F93.4,其状态为“0”,无法使 F91.5 复位。问题最后都集中到标志位 F93.4 上。

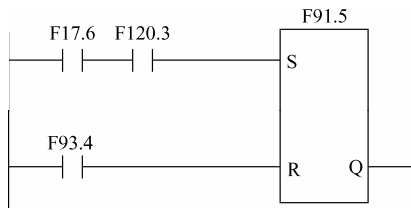


图 5-36 标志位 F91.5 的梯形图

关于标志位 F93.4 的梯形图如图 5-37 所示。Q9.0 的状态和 I4.7 的状态都为“0”,使 F93.4 的状态为“0”,

无法置“1”。PLC 输入 I4.7 连接的是分度到位检测接近开关 B47 (见图 5-38),检查这个开关发现已经损坏,没有反映分度到位信号,更换新的开关后,I4.7 变为“1”,但因为 Q9.0 的状态还是“0”,对 F93.4 的状态没有产生影响。

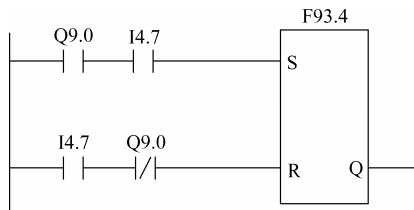


图 5-37 标志位 F93.4 的梯形图

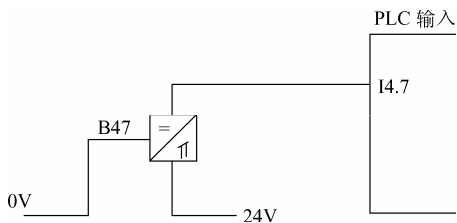


图 5-38 PLC 输入 I4.7 的连接图

故障处理:为了排除故障,用系统 PC 功能对 F91.5 强制输入“0”,使其复位为“0”,这

时 B 轴进给使能信号为“1”，正常返回参考点。

【例 5-41】 一台数控外圆磨床开机不回参考点。

数控系统：西门子 805 系统。

故障现象：这台机床在开机回参考点时，轴不动。

故障检查与分析：观察故障现象，开机后按 JOG-REF 键，然后按各轴方向键回参考点，3 个轴都不动，这时仔细观察系统屏幕显示，发现按 JOG-REF 键时，屏幕上菜单没有转换，还是 JOG 菜单，没有转换到返回参考点操作方式。

根据系统的工作原理，PLC 输出 Q82.0~Q82.3 为机床操作方式编码（见表 5-1）。

表 5-1 操作方式编码

方式	Q82.3	Q82.2	Q82.1	Q82.0
JOG（点动）	0	1	1	0
JOG-REF（参考点）	1	0	1	1
AUT（自动）	1	0	1	0

回参考点操作生成代码是 PLC 用户程序来完成的，具体程序如下：

PB7

Segment 3

: A F140.0

: S Q82.3

: R Q82.2

: S Q82.1

: S Q82.0

: * * *

利用系统 DIAGNOSIS 功能检查这些元件的状态，发现标志位 F140.0 的状态为“0”，所以不能转换到回参考点方式。

关于标志位 F140.0 的梯形图如图 5-39 所示。对梯形图中的元件进行检查，发现 PLC 输入 I88.0 的状态始终为“1”，使标志位 F140.0 复位，尽管 PLC 输入 I1.3 和 I87.4 的状态为“1”，标志位 F137.6 的状态为“1”，使 F140.0 的状态先置位，但这个梯形图是复位优先。

根据机床工作原理，这台机床的轴操作按键和操作方式转换按键不是连接的标准面板，而是使用操纵盒，JOG 和 JOG-REF 都有单独指定按键，并且接入 PLC，如图 5-40 所示。JOG 按键连入 PLC 输入 I88.0，因为 PLC 输入 I88.0 的状态一直为“1”（这个开关按下时，应该为“1”，松开时应该为“0”），使系统始终处于手动状态。

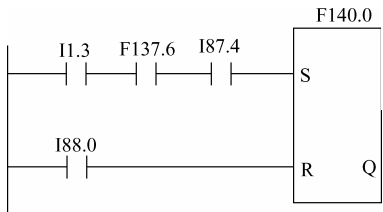


图 5-39 标志位 F140.0 的梯形图

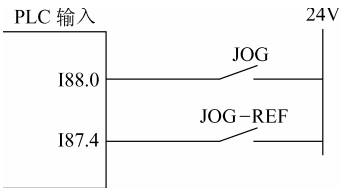


图 5-40 手动按钮连接图

故障处理：对手动 JOG 操作方式转换按钮进行检查发现触点粘连，进行处理后，机床恢复正常工作。

5.2.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 5-42】 一台数控球道磨床出现报警 1681 Servo enable trav. axis(轴向运动伺服使能)。数控系统：西门子 810M 系统。

故障现象：这台机床在运行工件自动加工程序时，出现 1681 报警，指示 Y 轴伺服使能信号取消，在手动移动 Y 轴时并不产生报警。在自动加工时，Y 轴机械手每次都是在向夹具位置旋转的途中出现报警，自动循环终止。

故障检查与分析：根据故障现象分析，因为手动运动 Y 轴没有报警，而自动运行程序时就出现 Y 轴报警，可能是 Y 轴运行的伺服条件没有满足。

有关 Y 轴伺服使能 Q112.2 的梯形图如图 5-41 所示。在运行加工程序时，监视梯形图的运行，发现 Y 轴的使能条件是由于 F24.0 的状态变为“1”而失效。根据系统的工作原理，F24.0 是 NC 系统故障信号，它的状态为“1”，说明是因为 NC 系统报警使 Y 轴的伺服使能条件被破坏。检查 NC 系统还有报警 2065 N20 Pos. behind SW overtravel（位置在软件开关后面），指示执行 N20 语句时会超软件限位。

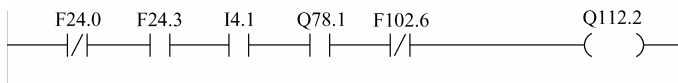


图 5-41 Y 轴伺服使能 Q112.2 的梯形图

对加工程序进行检查，在出现故障时执行程序的 N10 语句，移动 Y 轴，下一个语句为 N20 G01 Z R370

让 Z 轴移动到 R370 指定的位置，为此对 R 参数 R370 进行检查，发现 R370 设置过大超出 Z 轴软件限位。在执行 N10 语句时，NC 系统检测下一个语句 N20，发现问题后，产生报警并使 Y 轴伺服使能条件被破坏，产生 1681 报警，指示 Y 轴运行停止。

故障处理：将参数 R370 按照规定的数值设置后，机床加工恢复正常运行。

【例 5-43】 数控外圆磨床，出现报警 6006 “Servo not ready”（伺服没有准备）。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台机床采用西门子 SIMODRIVE 611 伺服系统，机床开机后起动伺服系统时，出现 6006 报警，指示伺服系统没有准备。

故障检查与分析：检查伺服使能信号 Q84.7，在按下伺服系统起动按键时，其状态变为 1，说明数控系统部分没有问题。根据西门子 810 系统 PLC 的报警机理，6006 报警是由于 PLC 标志位 F100.6 状态为 1，根据图 5-42 所示的报警梯形图，检查 F100.6 的状态为 1，是因为 PLC 输入 I5.7 状态为 0，PLC 输入 I5.7 连接见图 5-43，连接到伺服系统的 72 号端子上。该机

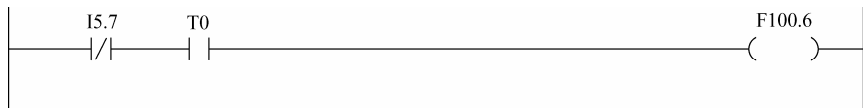


图 5-42 6006 的报警梯形图

床的伺服系统采用西门子 SIMODRIVE611 系统，72 号端子连接的是伺服系统准备好继电器的常开触点。其信号为 0，说明伺服系统没有准备好。测量伺服系统的 24V 电源，在端子 9、48 之间没有电压，怀疑伺服电源模块损坏，但更换后并没有排除故障。当摘下伺服电源与放大器之间的连接电缆时，端子 9、48 之间电压恢复。因此，确定为伺服放大器损坏。

故障处理：更换伺服放大器，机床故障排除。

【例 5-44】 数控磨床，在 X 轴回参考点时不动。

数控系统：西门子 3M 系统。

故障现象：X 轴回参考点时不动。

故障检查与分析：查看机床的报警信息，有 X 轴超负向限位的报警信息，将取消限位的开关（OVERRIDING ENDPOSITION）打开，手动让 X 轴向正向运动，但也不动。查看 X 轴的伺服使能 Q69.2，发现其状态为 0。根据如图 5-44 所示的关于 X 轴伺服使能的 PLC 梯形图进行检查，发现 I52.5 的状态为 1，F92.4 的状态为 0，使使能条件不能满足，F92.4 是出现故障后变为 0 的，这时无法改变其状态。而 PLC 输入 I52.5 连接的是一个上料开关，现打到“不用”位置。

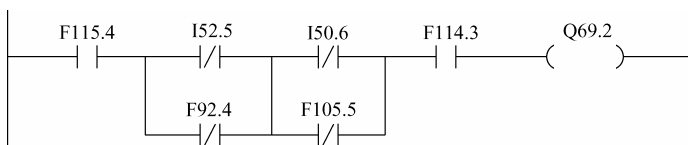


图 5-44 X 轴伺服使能的 PLC 梯形图

故障处理：将这个开关打到“使用位置”后，伺服使能满足。首先将 X 轴走回，然后机床三轴回参考点正常运行。

【例 5-45】 数控球道磨床，B 轴不回参考点。

数控系统：西门子 3M 系统。

故障现象：在机床开机回参考点时，X 轴和 Y 轴回参考点没有问题，B 轴回参考点不动。

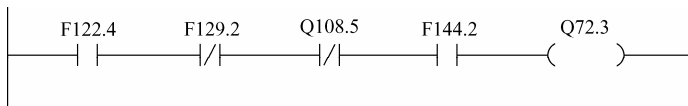


图 5-45 B 轴进给使能 Q72.3 的梯形图

故障检查与分析：手动试验，X 轴和 Y 轴都可以正常运动，但 B 轴不动。认为可能是 B 轴使能没有加上。根据西门子 3 系统的工作原理，PLC 输出 Q72.3 是 B 轴进给使能信号，检查这个信号为 0，确实有问题。

B 轴进给使能的梯形图在 PB25 的 36 段中，如图 5-45 所示。利用系统 PLC 功能检查 PLC 的状态，发现 Q72.3 的状态为 0 的原因是标志位 F122.4 的状态为 0。F122.4 的梯形图在 PB25 中的 32 段中，见图 5-46。继续用 PLC 状态显示功能查看相应的梯形图中各元件的状态，发

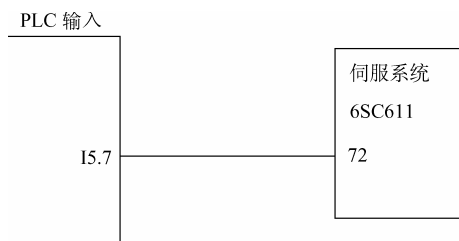


图 5-43 PLC 输入 I5.7 的连接图

现标志位 F105.6 的状态为 0 是由于标志位 F122.4 的状态为 0 的缘故。

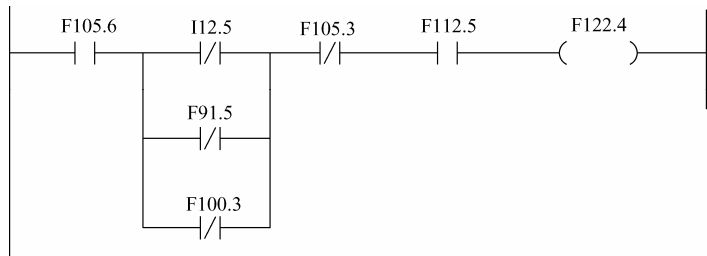


图 5-46 标志位 F122.4 的梯形图

标志位 F105.6 的梯形图在 PB25 的 28 段中, 见图 5-47。利用系统 PLC 状态显示功能逐个检查梯形图中各个元件的状态, 发现 T8 的状态为 0 是由于标志位 F105.6 的状态为 0 的缘故。

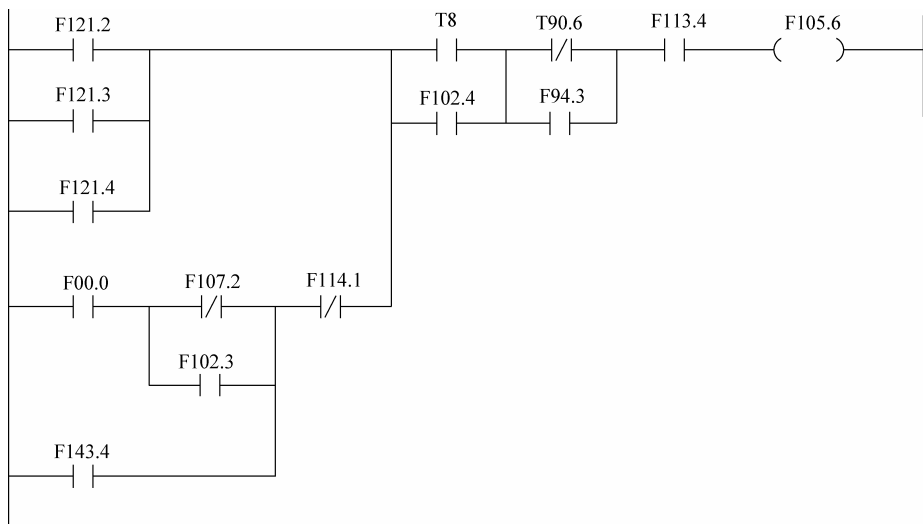


图 5-47 标志位 F105.6 的梯形图

T8 的梯形图在 PB25 的 23 段中, 见图 5-48。检查梯形图相应元件的状态, 发现由于输入 I3.6 的状态为 0, 使定时器 T8 没有工作。

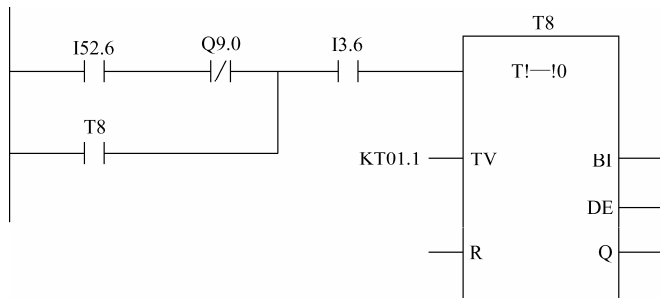


图 5-48 定时器 T8 的梯形图

PLC 输入 I3.6 连接的是继电器 K36 的常开触点信号, 见图 5-49。K36 是受接近开关 B36

控制的, 接近开关检测的是分度装置在位信号, 它的状态为 0, 说明分度装置没有到位, 但检查发现分度装置已经到位。经检查接近开关 B36 已经松动, 不能正确反映分度装置的到位状况。

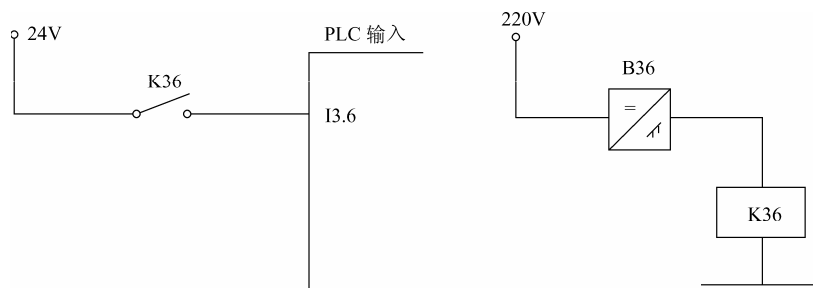


图 5-49 PLC 输入 I3.6 的连接图

故障处理: 将 B36 接近开关位置调整好且紧固后, 机床 B 轴正常回参考点, 没有问题, 机床故障被排除。

另外, 如果零点开关与零点脉冲之间的距离没有调整好, 也会出现回参考点故障或者参考点不准。

【例 5-46】 一台数控外圆磨床 X 轴找不到参考点。

数控系统: 西门子 805 系统。

故障现象: 这台机床在开机返回参考点操作时, X 轴找不到参考点。

故障检查与分析: 这台机床在回参考点时, X 轴必须先回参考点, 然后其他轴再回。先观察返回参考点的操作过程, 按下 X 轴返回参考点的按键时, X 轴开始运动, 压上零点开关后, 反向运动, 走了一段距离后, X 轴就停止运动了, 但 X 轴的坐标值不是通常的 225, 而是任意数值。之后按回 Z 轴参考点的按键时, 出现报警 7012Xaxis not in basic position (X 轴没有在原始点), Z 轴不动, 系统没有确认 X 轴已经找到参考点。

用系统 DIAGNOSIS 功能检查零点开关 12.1 的状态, 在压上时变为“1”, 正常没有问题, 而 X 轴压上零点开关后可以反向运动并且自动停止运动, 说明位置编码器也没有什么问题。因此判断可能系统数据或者软件出现问题。

故障处理: 因为怀疑机床数据有问题, 所以准备清除现有数据, 并重新装入原始数据。首先使系统进入初始化菜单, 西门子 805 系统在主机控制板的左下角有一个 16 档设定开关, 0 位置是系统正常工作方式, 2 位置是初始化调整方式。

在机床断电的情况下将这个开关从 0 位置拨到 2 位置, 系统通电进入初始化菜单, 将机床数据清除掉, 然后系统断电, 将设定开关拨回 0 位, 系统重新通电, 进入正常工作页面。按功能转换键, 找到 DATA TRANSFER 功能, 按下下面的软键, 系统进入数据传输菜单, 如图 5-50 所示。

首先设定传输口的参数, 在这个菜单下面有一个 PARAMETER (参数) 功能, 按下下面的软键进入图 5-51 所示的通信口参数设定菜单。通过按下下面的四个软键可以将 DEVICETYPE (装置类型) 设置为 RTS-LINE, BAUD RATE (波特率) 设置为 9600, STOP BITS (停止位) 设置为 2, PARITY (奇偶校验) 设置为 EVEN (偶校验), 其他不用更改。

然后在计算机一侧启动 PCIN 软件, 设置通信参数如下:

AUTOMATIC

SKP

DRY

ROV

DBL

DRF

M01

FST

20%

DATA TRANSFER

INTERFACE1

RTS-LINE

Part program memory
available 131022 Character
occupied 30397 Character
free 100325

READIN
START

STOP

READ-OUT

PARAMETER

图 5-50 西门子 805 系统数据传输菜单

AUTOMATIC

SKP

DRY

ROV

DBL

DRF

M01

FST

20%

INTERFACE PARAMETRIZATION 1

PARAMETER

DEVICE TYPE

BAUD RATE

STOP BITS

PARITY

Xon

Xoff

RTS-LINE

9600

2

EVEN

00

00

EIA-CODE FOR@

EIA-CODE FOR:

EIA-CODE FOR=

EIA OF TEXT(ETX)

(HEX)

(HEX)

(HEX)

(HEX)

00

00

00

03

SPECIAL FUNCTIONS

☒ START USING Xon

☐ PROGRAM START USING LF

☒ END OF BLOCK USING CR LF

☐ DATA OUTPUT IN EIA-CODE

☒ STOP USING END OF TEXT(ETX)

☐ EVALUATE DSR-SIGNAL

☒ HEAD AND END

☐ PROGRAM FROM SYSTEM-SIGNAL

☒ REORGANISATION USING INTERFACE

☒ TIME MONITORING

DEVICE
TYPE

BAUD RATE

STOP BITS

PARITY

图 5-51 西门子 805 系统通信口参数设定菜单

COM NUMBER 1
BAUD RATE: 9600 (波特率)
PARITY: EVEN (奇偶校验: 偶校验)

2: STOPBIT (停止位)

7: DATABIT (数据位)

BINFILE: OFF

选定机床数据文件, 然后启动输出。

在西门子 805 系统侧, 在图 5-50 所示菜单下, 按 READ IN START (输入开始) 软键, 系统就可以接收到计算机传来的机床数据。

机床数据传输结束之后, 系统断电重新起动, 机床 X 轴回参考点正常运行, 机床故障被排除。

【例 5-47】 一台数控外圆磨床出现报警 7006 Failure: Motor controller (电动机控制器故障)。

数控系统: 西门子 805 系统。

故障现象: 开机就出现 7006 报警, 指示电动机控制器有故障。X 轴和 Z 轴运行正常, 只是砂轮主轴起动不了。

故障检查与分析: 根据数控系统工作原理, 7006 报警是 PLC 报警, 是 PLC 标志位 F108.6 为“1”引起的, 根据报警梯形图检查, 发现报警的原因是 PLC 输入 I3.5 的状态为“0”。

这台机床采用西门子 SIMODRIVE 611 A 交流模拟伺服驱动装置, PLC 输入 I3.5 的连接就是伺服系统的各种信号 (见图 5-52)。检查各触点的闭合情况, 发现电源模块 G0 的准备好信号 (72、73.1) 没有闭合。因为 X 轴和 Z 轴运行正常, 所以认为电源模块已经准备好, 只是信号传递有问题。

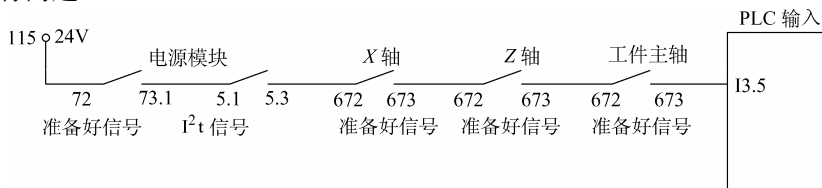


图 5-52 PLC 输入 I3.5 连接图

故障处理: 将伺服系统的电源模块拆开进行检查, 发现准备好继电器的触点烧蚀, 更换后, 机床恢复正常工作。

【例 5-48】 一台数控磨床三个轴都不动。

数控系统: 西门子 805 系统。

故障现象: 开机 X 轴回参考点, 出现报警“1040 D/A converter limit has been reached X-axis (X 轴 D/A 转换器已经达到极限)”和“1560 Speed command value too high X-axis (X 轴速度命令值太高)”, 实际上轴没有动。Y 轴和 Z 轴运动时, 也不动, 分别出现 1041、1561 和 1042、1562 报警。

故障检查与分析: 这台磨床总计有三个轴, 这三个轴都不走说明可能是伺服系统的共性问题。这台机床的伺服系统采用西门子 611A 交流模拟伺服驱动装置, 每个轴都采用独立的驱动模块。在为某轴下达运动命令时, 在这个轴的伺服驱动模块上测量给定信号, 发现伺服驱动部分已经得到运动指令, 说明问题出在伺服系统上。

首先更换伺服电源, 但没有解决问题。接着将这台机床的驱动模块上的控制板逐个更换到好的机床上, 当将 Z 轴的伺服控制模块更换到好的机床上时, 也出现了这个故障, 而这台

机床的 Z 轴使用了其他机床上的伺服控制模块后恢复正常工作,说明是 Z 轴的伺服控制模块出现了问题。

故障处理: Z 轴更换新的伺服控制模块后,机床恢复了正常工作。

【例 5-49】 一台数控外圆磨床出现报警 6006 Servo not ready (伺服没有准备)。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 机床开机后起动伺服系统时,出现 6006 报警,指示伺服系统没有准备。

故障检查与分析: 因为故障报警指示伺服系统没有准备,首先检查伺服使能信号 Q84.7,在按下伺服系统起动按键时其状态变为“1”,说明数控系统部分没有问题。

根据西门子 810G 系统 PLC 的报警机理,6006 报警是由于 PLC 标志位 F100.6 状态为“1”。根据图 5-53 所示的报警梯形图, F100.6 的状态为“1”是因为 PLC 输入 I5.7 状态为“0”。PLC 输入 I5.7 连接图如图 5-54 所示,它连接到伺服系统的 72 号端子上。



图 5-53 关于 6006 报警的梯形图

该机床的伺服系统采用 SIMODRIVE 611 A 交流模拟伺服驱动装置,72 号端子连接的是伺服系统准备好继电器的动合触点。其信号为“0”说明伺服系统没有准备好。

测量伺服系统的 24V 电源,在端子 9、48 之间没有电压,怀疑伺服电源模块损坏,但更换后并没有排除故障。当拆下连接伺服驱动模块的设备总线电缆时,端子 9、48 之间电压恢复。因此怀疑为伺服驱动部分有问题。

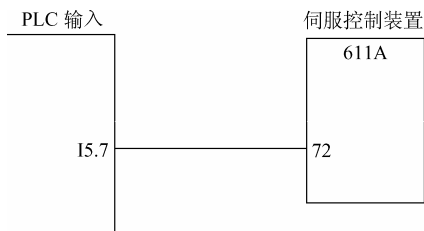


图 5-54 PLC 输入 I5.7 的连接图

这台机床 X 轴和 Z 轴使用一块双轴驱动模块,与其他机床互换驱动模块,故障转移到另一台机床上,这台机床恢复正常,说明故障原因是驱动模块出现问题。

故障处理: 更换伺服驱动模块,机床恢复正常工作。

【例 5-50】 一台数控外圆磨床 X、Y 轴不动。

数控系统: 西门子 805 系统。

故障现象: 这台机床在开机走参考点时,首先移动 X 轴,发现屏幕 X 轴的坐标数值一直变化,但实际 X 轴没有动,手动运动也是如此。Y 轴与 X 轴的故障相同, Z 轴可以回参考点,没有问题。

故障检查与分析: 这台机床的伺服系统采用西门子 611A 交流模拟伺服控制装置,在按下 X 轴移动键时,检查伺服控制模块端子 56 和 14 之间的给定信号为 0,说明伺服系统没有得到运动指令,所以伺服系统没有问题。检查机床操作面板,所有按键状态都没有问题。因此怀疑机床数据有问题。对机床数据进行核对,发现 MD2000 从 100 变为 20, MD2001 从 200 变为 50, MD2003 没有变,还是 300。原来是伺服轴设定数据发生了变化。

故障处理: 将机床数据 MD2000 改回 100, MD2001 改回 200,关机后再开机,机床恢复正常工作。

5.2.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 5-51】 B401S750 数控轴颈端面磨床磨头主轴自动时不能复位。

故障现象：磨头主轴自动时不能复位。

故障检查与分析：ZB401S750 是德国绍特公司生产的高精度 CNC 轴颈端面磨床，采用西门子 3M 控制系统。从操作者处了解到，故障发生后，每次磨削完成后其主轴均不能自动复位，但用手动方式可以复位。

根据上述情况，可以判断主轴电动机无故障；伺服驱动无故障。从该机床电气原理图分析，当手动方式时，由控制面板上的按钮直接控制交流接触器，从而控制主轴电动机正、反转。而自动方式时，则通过 NC 进行控制。NC 的输出信号控制磨头主轴控制器 N01 工作，再由磨头主轴控制器 N01 控制磨头主轴电动机运行（磨头主轴电动机控制原理如图 5-55 所示）。

进一步了解到，主轴加工完成后能自动后退，这说明 NC 信号已经发出。于是，将检查重点放在自动控制回路上。打开电气控制柜，检查自动控制回路，发现磨头主轴控制 N1 的电源输入端 L01 上一只快速熔断器熔断，从而导致磨头主轴控制器 N01 无输入电压，因此造成该故障。

故障处理：更换一只新熔断器后，故障排除。

【例 5-52】 B401S750 数控轴颈端面磨床主轴电动机不能起动。

故障现象：合上电源后，按机床起动按钮主轴电动机不能起动。

故障检查与分析：B401S750 是德国绍特公司生产的高精度 CNC 轴颈端面磨床，采用西门子 3M 控制系统，磨头主轴电动机采用西门子直流驱动装置，逻辑控制系统采用西门子 S5 可编程控制器。打开电控柜检查，发现电控柜内空气开关跳闸，将空气开关合上后，机床仍不能起动。检查机床起动按钮 8-S10，从电气原理图上可以看出，该按钮和中间继电器 K105、K106、K107、K108、K114、KA13 的逻辑关系为“与”状态。检查上述电器，发现 K106 未吸合，这说明 K106 线圈回路存在故障。检查 K106 线圈回路，该回路又与开关 Q11、Q20、Q22、Q30、Q40、Q41、Q80、Q90、Q12 以及热保护继电器 F01 组成“与”逻辑关系。再检查上述电器，发现 F01 没有吸合。西门子 3UN8 热保护继电器（F01）电原理图如图 5-56 所示。

检查 F01，当电源开关合上后，A1、A2 两端即有 220V、50Hz 交流电压存在，在整流桥输出端得到 DC24V 直流电压。在正常工作情况下，由于输出端 P1、P2 接磨头主轴电动机绕组中的热敏电阻阻值较大，故使晶体管 VT1 截止，晶体管 VT2 导通，于是继电器 J 吸合。而检查情况是晶体管 VT1 导通，晶体管 VT2 截止，故继电器 J 未吸合，热保护继电器 F01 的常开触点 13 号、14 号未导通，因此交流接触器 K106 不能吸合。用万用表 R×1 档检查磨头主轴电动机中的热敏电阻没有阻值，说明热敏电阻已经损坏。

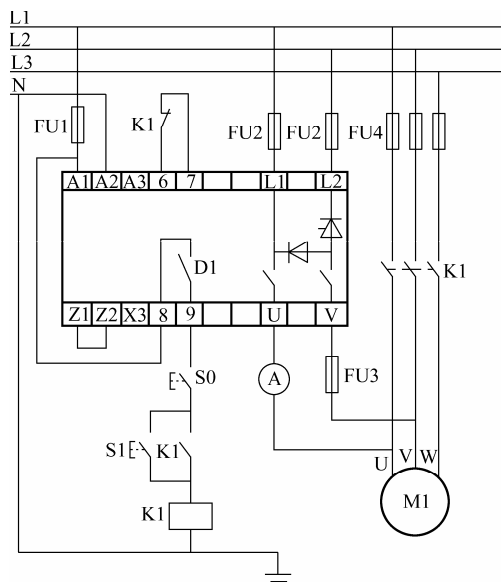


图 5-55 磨头主轴电动机控制原理图

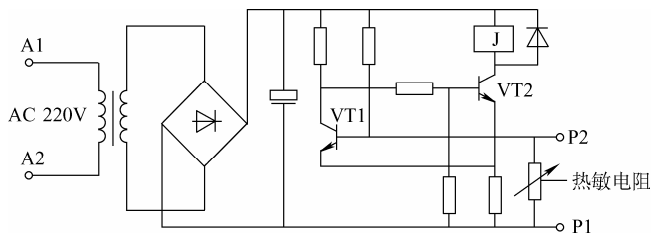


图 5-56 西门子 3UN8 热保护继电器电原理图

故障处理：为了达到既保证机床能正常工作，又保护磨头主轴电动机的目的，将一新热敏电阻嵌入电动机内，将其引线接至 F01 的 P1、P2 端，开机故障排除。

【例 5-53】 B401S750 数控轴颈端面磨床磨头主轴电动机不动，计数器不计数报警故障。

故障现象：磨头主轴电动机不动，计算器不计数报警。

故障检查与分析：B401S750 是德国绍特公司生产的高精度 CNC 轴颈端面磨床，采用西门子 3M 控制系统。该磨头主轴电动机为直流电动机，其控制系统为晶闸管直流调速系统。根据直流电动机的工作原理，检查其电枢电压正常（57V），检查励磁电压无电压值。检查其励磁电路，发现其输入电路中 F12、F13 熔断器烧毁。更换熔断器后，用数字万用表检查励磁电压，发现其电压值在 220V 与 0V 之间跳动，因此，怀疑是其整流电路出现故障。

从半可控整流电路原理知：励磁电压从主轴控制器 N01 中 33 号、34 号接线端输出，经半可控整流电路整流后送入电动机励磁线圈。如图 5-57 所示，断开电动机励磁线圈，检查晶

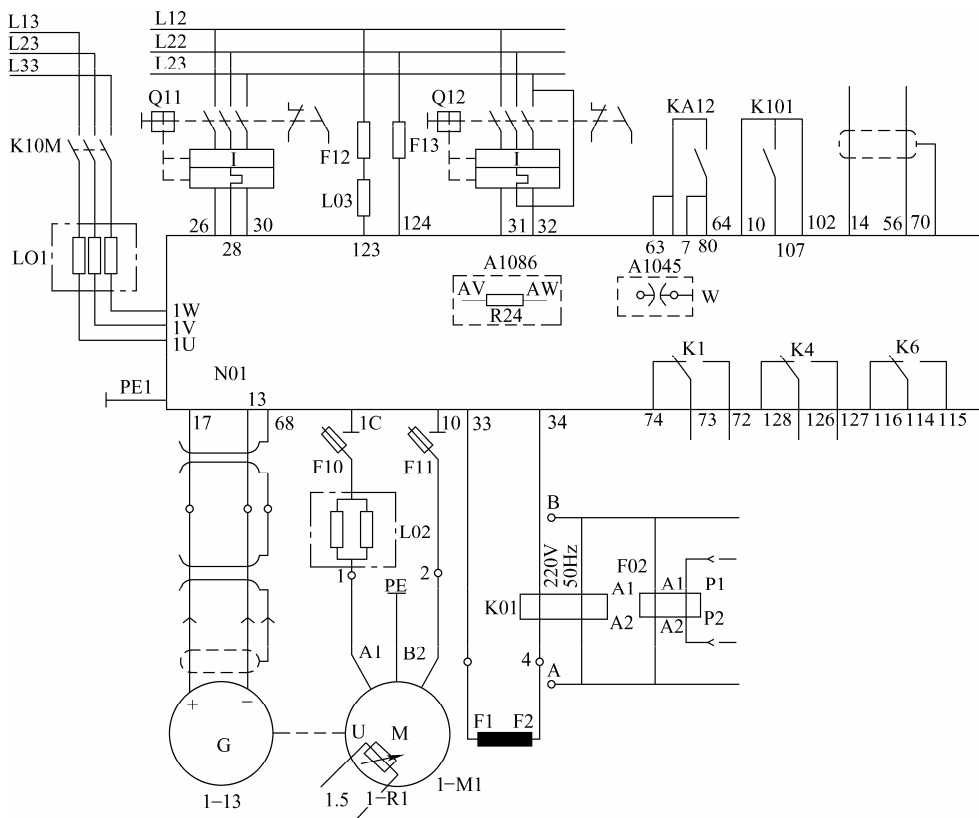


图 5-57 直流电动机控制原理图

闸管正常,二极管正常,其整流输出电压 DC310V 也正常。因此,说明其整流电路无故障。进一步检查发现,热继电器热保护触点 FR 跳开。

故障处理:将其复位后,检查输出到励磁线圈的接线端上电压也正常。将励磁线圈接上后,故障排除。

【例 5-54】 磨头主轴电动机不运转故障。

故障现象:磨头主轴电动机不运转。

故障检查与分析:该机床为德国绍特公司生产的高精度轴颈端面磨床,数控系统采用西门子 3M 系统。其主轴砂轮电动机为直流电动机,从电动机铭牌上看,电动机励磁电压为 DC310V,电枢电压 DC56V。检查上述两电压均不存在,说明是电源电压发生故障。检查电源电路,F12、F13 熔断器烧毁。励磁电路为半可控全波整流电路,检查晶闸管烧毁。更换晶闸管后,励磁电压正常,电枢仍无电压。检查电枢电路,三相可控整流电路正常,但无触发电压,即可控触发电路有故障。

故障处理:采用替换法,更换一新触发印制电路板后,电枢电压恢复正常,故障排除。

【例 5-55】 一台数控外圆磨床出现报 7006 Failure: Motor controller(电动机控制器故障)。

数控系统:西门子 805 系统。

故障现象:这台机床起动砂轮主轴时,砂轮主轴开始转速很低,然后停转并出现 7006 报警,指示电动机控制器有问题。

故障检查与分析:这台机床的砂轮主轴采用西门子 611A 交流模拟主轴驱动装置控制,砂轮主轴采用普通三相异步电动机。在出现 7006 报警时,检查主轴控制器,驱动器的液晶显示器上有 F13 报警,查阅西门子 611A 手册,F13 报警为场控制器达到极限,原因如下:

- 1) 电动机数据或控制器数据有问题。
- 2) 电动机设定数据与实际线路 Y/ Δ 不符。
- 3) 电动机或控制器的数据完全错误。

检查 611A 的主轴系统设定数据没有发现问题,因为这个故障是更换主轴电动机之后出现的,所以怀疑电动机接法可能有问题。对电动机进行检查,电动机是三角形接法,而换下的电动机为星形接法,原来是电动机接法有问题。

故障处理:将电动机改成星形接法后,机床报警消除恢复正常工作。

【例 5-56】 一台数控外圆磨床砂轮主轴起动不了,出现报警 7021 Grinding wheel speed (砂轮转速)。

数控系统:西门子 805 系统。

故障现象:这台机床在起动砂轮主轴时,出现 7021 报警,指示砂轮速度不正常,主轴停转。

故障检查与分析:因为报警指示砂轮主轴速度不正常,因此在起动砂轮主轴时,对砂轮主轴进行观察发现,速度确实很慢。分析机床的工作原理,砂轮主轴是通过西门子伺服模块 6SN1123-1 AA00 (611A 交流模拟伺服主轴驱动装置)控制的,而速度给定是通过三个变阻器调节的。变阻器 R_1 和 R_3 是调整基本转速的,滑动变阻器 R_2 是随动变阻器,这个变阻器的滑动触点随金刚石滚轮修整器的位置变化而变化,从而用模拟的办法,保证砂轮主轴直径变小后,转速给定电压提高,砂轮主轴转速加快,使砂轮主轴的线速度保持不变。

磨轮电动机控制原理图如图 5-58 所示,测量主轴伺服模块的模拟给定输入 56 号和 14 号

端子间的电压,发现只有 2.6V 左右,因为给定电压低,所以砂轮主轴转速低。

根据原理分析, R_2 在磨床内部,其滑动触头跟随砂轮直径的大小变化,因为机床内工作环境恶劣,容易损坏,并且测量 R_1 和 R_3 没有问题,电源电压也正常。为此将 R_2 拆下检查发现,电缆插头里有许多磨削液,说明 R_2 变阻器有问题。

故障处理:将变阻器拆开清洁后,测量其阻值变化正常,重新安装,机床故障消除。

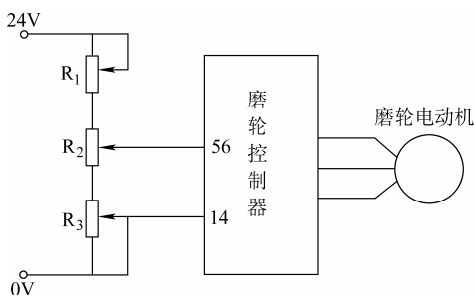


图 5-58 磨轮电动机控制原理图

【例 5-57】 一台数控沟道磨床起动砂轮主轴时出现 2000 Emergency Stop (急停)。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 这台机床一起动主轴砂轮就出现 2000 急停报警。

故障检查与分析: 这台机床的主轴控制系统采用西门子 611A 交流模拟主轴伺服驱动装置。因为一起动主轴就出现急停报警,首先对伺服驱动模块进行检查,没有发现问题,更换新的模块也没有解决问题。

检查砂轮主轴电动机也没有发现问题。利用其他电动机直接连接到驱动模块上测试,正常起动不出现报警。因此怀疑电缆连接可能有问题,对砂轮主轴的电源电缆进行检查,没有发现问题。

最后发现砂轮主轴电动机的电缆插头上—相电源插头与热敏电阻的连接插头绝缘击穿,导致一起动砂轮主轴,交流电就连接到 PLC 的温度检测输入端,数控系统及时采取保护措施,停机并出现急停报警。

故障处理: 更换砂轮主轴电动机电缆连接插头,开机测试,这时机床恢复正常工作。

【例 5-58】 一台数控内圆磨床出现报警 6019 Spindle inverter not healthy (主轴变频器有问题)。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 这台磨床起动砂轮主轴时出现 6019 报警,指示主轴变频器有问题,主轴还没有达到工作转速就停转。

故障检查与分析: 根据机床的工作原理,这台机床的砂轮主轴是电主轴,转速可达 20000 转左右,由 UNIDIVE 变频器控制。在出现故障时检查变频器发现,变频器上有 OI.AC 报警,查阅手册,这个报警指示变频器过电流,在起动主轴时查看变频器的实际电流显示发现,超过变频器的设定值,用电流卡表监视变频器的输出电流也确实偏高,检查砂轮主轴电动机没有发现问题,更换主轴电动机也没有解决问题,在检查变频器到主轴电动机的电源电缆的绝缘时发现,电缆绝缘不好,对电源电缆进行检查发现,电源插头有些碳化,导致绝缘不好。

故障处理: 更换电源插头后,机床恢复正常工作。

【例 5-59】 一台数控内圆磨床工件主轴不转。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 这台机床起动工件主轴后,工件主轴不转,并且没有报警。

故障检查与分析: 根据工件主轴电动机控制工作原理(见图 5-59),该机床的工件主轴是由三相交流电动机 M5 带动的,电动机的通断电是靠接触器 7MC5 控制的,而 PLC 输出 Q7.5

控制接触器 7MC5 的通断。

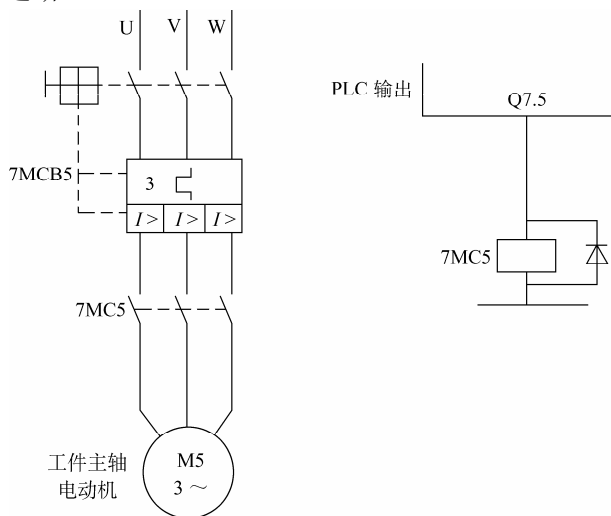


图 5-59 工件主轴电动机控制原理

为此，首先检查 PLC 的输出 Q7.5 是否正常，按下工件主轴起动键，这时利用系统的 DIAGNOSIS（诊断）功能在线观察 PLC 输出 Q7.5 的状态，其状态变为“1”，说明 PLC 输出正常。然后观察接触器 7MC5 也吸合了，检查电动机上电压也正常，但电动机还是不转。检查电动机发现绕组已烧断。

故障处理：修理工件主轴电动机后，机床恢复正常工作。

【例 5-60】 一台数控外圆磨床砂轮主轴振动大。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台机床一次在磨削加工时出现故障，砂轮主轴振动较大，磨削完的工件表面质量不好。

故障检查与分析：观察工件的磨削过程发现，砂轮的动平衡器出现报警，平衡器不能使砂轮主轴达到平衡，并且在起动砂轮主轴后机床振动也较大，所以磨削完的工件表面质量不好。首先对砂轮主轴系统进行检查，发现砂轮主轴的串动较大，可能是主轴机械部分出现问题，将主轴拆开进行检查，发现主轴轴承磨损较大。

故障处理：更换主轴轴承后，机床恢复正常工作。

【例 5-61】 一台数控外圆磨床出现报警 700024 WORKHEAD SPINDLE STILL（工作头主轴静止）。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床在自动加工起动工件主轴时，出现 700024 报警，自动加工不能进行。

故障检查与分析：出现故障时检查工件主轴，发现主轴已经旋转并且速度正常没有问题。所以，肯定是报警回路出现问题。

根据机床工作原理，工件主轴的旋转状态是接近开关 39SQ0 检测的，该开关接入速度检测转换器 39B0，39B0 将转换后的信号连接到 PLC 的输入 I39.0，如图 5-60 所示。

手动操作工件主轴旋转和停止，正常没有问题。手动起动工件主轴旋转，之后通过系统 Diagnosis 功能检查 PLC 输入 I39.0 的状态为 0，说明确实是速度检测环节出现了问题。

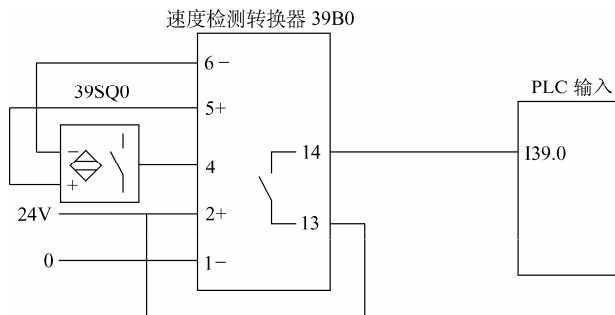


图 5-60 工件主轴速度检测回路电路图

检查接近开关 39SQ0 正常没有问题，而检查速度检测转换器 39B0 输出端子 14 没有输出，说明 39B0 有问题。

故障处理：将速度检测转换器 39B0 拆开进行检查，发现其上的继电器损坏，更换继电器后，机床恢复正常工作。

【例 5-62】一台数控内圆磨床起动主轴时出现报警 700024 WORKHEAD SPINDLE STILL FROM IFM-141SQ2（IFM-141 SQ2 检测工件主轴是静止的）。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：观察故障现象，机床在执行加工程序起动工件主轴时出现 700024 报警，主轴没有起动起来。观察工件主轴，起动旋转时，刚一转就停止了，手动起动主轴也出现报警。

故障检查与分析：在出现故障时进行检查，还有报警 700022 AXIS DETACH、2162 Channel 1 axis sl/spl VDI-signal “drive enable reset” 和 300600 Axis SPL drive fault。因为报警 700024 指示传感器 IFM-141 SQ2 检测主轴停止，为了确认是否是传感器失灵引起主轴停转，对传感器 IFM-141 SQ2 进行检查，正常没有问题。

检查工件主轴也没有发现问题，通过机床数据 MD1719 观察主轴起动时实际电流的变化，当电流超过 4.8A 后，就出现报警。检查机床数据 MD1122，设定的电流最大值为 4.8A，因为主轴起动时电流已超出极限，所以出现 300600 和 2162 报警，使主轴停转，从而产生 700024 和 7000122 报警。

故障处理：因为驱动模块的功率还允许，并且检查主轴机械机构没有发现明显问题，所以将电流极限机床数据 MD1122 从 4.8 改为 6.8 后，主轴起动正常，加工正常进行。但过几天又出现报警，检查电流实际电流值 MD1719 在起动主轴时超过了 6.8A，对主轴机械机构进行调整后，使主轴起动电流低于 5A，这时机床工作正常，再也没有出现这个故障。

【例 5-63】一台数控球道磨床起动砂轮主轴时出现报警 6023 EL. Spindle temperature NOH（电主轴温度不正常）。

数控系统：西门子 810M 系统。

故障现象：在机床起动后，就出现 6023 报警，指示砂轮主轴超温，无法起动。

故障检查与分析：因为系统报警为砂轮主轴超温报警，检查电主轴，并不热，说明是温度检测环节有问题。

根据西门子 810M 系统的报警机理，6023 报警是因为 PLC 标志位 F102.7 被置位引起的，关于 F102.7 的梯形图如图 5-61 所示，由于 728 的状态为“1”和 I11.0 的状态为“0”，使标志位 F102.7 被置“1”。

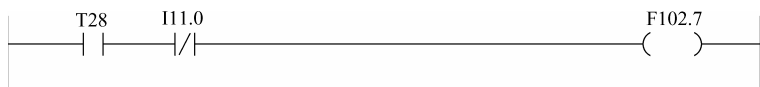


图 5-61 F102.7 的梯形图

根据机床工作原理，T28 的状态为“1”是正常的，PLC 输入 I11.0 连接的是主轴电动机内的热敏电阻（见图 5-62），测量电动机的热敏电阻阻值正常没有问题，测量电动机上的热敏电阻端子上的电压，两个连接端子都没有 24V 电压，说明电没有通入热敏端子，根据图样进行检查，发现端子 23 松动，使 24V 电源断开。

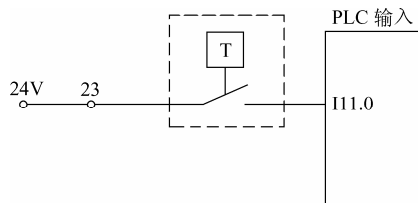


图 5-62 PLC 输入 I11.0 的连接图

故障处理：将 23 号端子的螺钉紧固后，机床报警消除，恢复了正常工作。

【例 5-64】 一台数控沟槽磨床出现报警 6019 Spindle inverter not healthy（主轴变频器有问题）。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台磨床在起动主轴时出现 6019 报警，主轴起动不了。

故障检查与分析：这台机床的主轴控制采用 UNIDRIVE 的变频器，在出现故障时，变频器上显示信息 th，查阅变频器手册，th 报警指示电动机超温。这台机床有两个砂轮主轴，这两个电主轴使用一台变频器控制。检查两个电主轴都没有超温，对连接线路进行检查，热敏电阻的连接如图 5-63 所示，在变频器端子测量，端子 2T2 与 1T1 之间确实断路，指示超温，对每个电动机的热敏电阻进行测量都没有发现问题，检查连接线路时，发现 2T1 端子连接比较松。

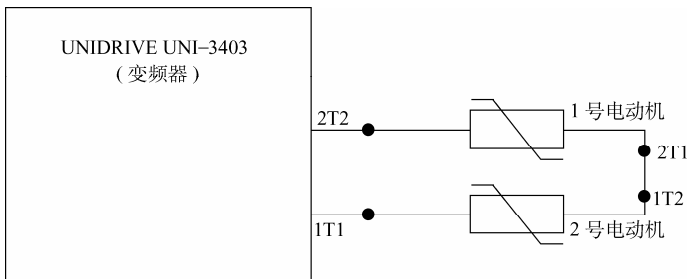


图 5-63 热敏电阻的连接

故障处理：将 2T1 端子紧固后，机床故障消除。

5.2.4 辅助装置故障实例与诊断

【例 5-65】 一台数控外圆磨床出现报警 700712 RP1: WHEEL INVERTER ALARM（砂轮变频器报警）。

数控系统：西门子 810D 系统。

故障现象：这台机床在磨削加工时出现 700712 报警，指示砂轮变频控制器故障。

故障检查与分析：这台机床砂轮是由变频器控制的，在出现故障时检查变频器有 U7 报警，指示变频器过载。报警 10min 后，可以消除故障报警。这时砂轮可以正常起动，在加工

过程中, 监视变频器的电流变化, 在没有磨削工件时, 变频器的电流为 5A, 在磨削工件时电流逐渐增大, 最后达到 23A, 这时变频器产生 U7 报警, 810D 数控系统也跟随产生 700712 报警, 磨削停止, 根据这些现象分析是负载过大引起变频器报警。

根据机床操作人员反映, 这台机床的砂轮磨削 10 个工件修整一次, 修整后前几个工件磨削正常, 后来就报警了。根据这一信息, 重新修整砂轮, 然后进行工件磨削, 这时观察变频器的负载电流发现, 磨削前几个工件时, 电流为 12A 左右, 后来逐渐提高, 在磨削第 8 个工件时, 电流达到 23A, 这时变频器报警。据此分析可能是砂轮修整得不好, 检查修整砂轮的金刚石笔, 发现有些钝, 不能将砂轮修整得足够锋利。

故障处理: 更换金刚石笔后, 机床恢复正常工作。

【例 5-66】 数控内圆磨床, 工作循环不正常。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 自动加工不能连续进行, 磨削完一个工件后, 主轴砂轮不退回修整, 自动循环中止。

故障检查与分析: 分析机床的工作原理, 机床的工作状态是通过机床操作面板上的按钮开关设定的, 如图 5-64 所示, 按钮开关接入 PLC 的输入 E7.0, 利用数控系统的 PLC 状态显示功能, 检查其状态, 但不管怎样拨动按钮开关, 其状态一直为 0, 不发生变化, 而检查开关, 没有发现问题, 将该开关的连接线连接到 PLC 的备用输入接口 E3.0 上, 观察这个状态的变化跟随按钮开关的变化, 没有问题, 证明 PLC 的输入接口 E7.0 损坏。

故障处理: 因为手头没有备件, 将按钮开关接到 PLC 的备用输入接口 E3.0 上, 如图 5-65 所示, 然后通过编程器, 将 PLC 程序中的所有 E7.0 都改成 E3.0, 机床恢复正常。

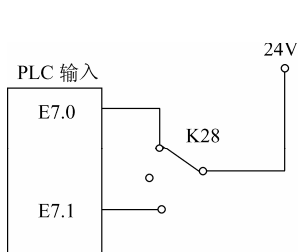


图 5-64 原设定开关连接图

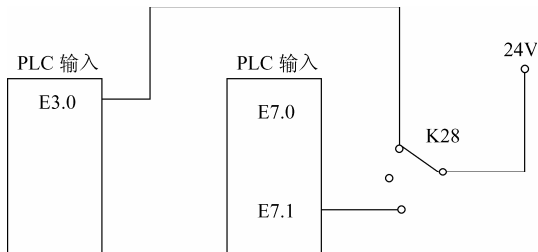


图 5-65 使用 PLC 备用输入点的设定开关连接图

【例 5-67】 一台数控内圆磨床出现报警 7012 Loading chute is empty (送料器空)。

数控系统: 西门子 810G 系统。

故障现象: 这台机床一次通电开机后不能进行自动加工, 出现 7012 报警, 指示送料器空。

故障检查与分析: 因为报警指示送料器空, 所以对送料器进行检查, 发现送料器里还有工件, 说明这并不是真实的报警。

西门子 810G 系统的 7012 报警是 PLC 报警, 是 PLC 用户程序诊断出的故障。图 5-66 是关于 7012 报警的梯形图。F109.4 引起 7012 报警, 检查 F109.4 的状态确实为 1, 但 I4.2 的状态为 1, 不能使 F109.4 的状态变为 1, 按照梯形图分析, 二者是相互矛盾的。

为此用机外编程器在线监视系统 PLC 程序运行, 执行的梯形图如图 5-67 所示。延时闭合时间继电器 T12 的时间设定值的时基 36.1 变成了 36.?, 使 I4.2 的常闭触点虽然断开, 定时器 T12 的输出还是把 F109.4 变为 1。

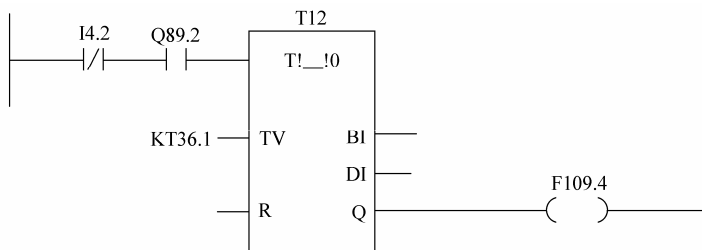


图 5-66 7012 报警的梯形图

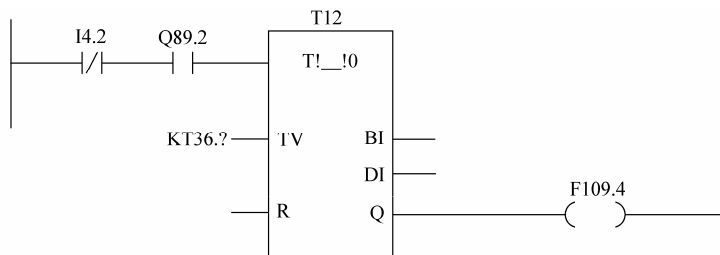


图 5-67 执行的梯形图

故障处理：将梯形图中的？改回 1 后，F109.4 的状态变成 0，7012 报警消失。

【例 5-68】 一台数控磨床在执行加工程序时出现报警 6024 Dresser Arm Raise Timeout（修整臂抬起超时）。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台机床在磨削加工中出现 6024 报警，加工程序中断。

故障检查与分析：根据机床工作原理，在工件磨削结束后，用没有磨削的工件将磨削完的工件推出电磁吸盘，砂轮主轴退回。主轴退到修整位置时，修整器落下修整砂轮，砂轮修整结束，修整器抬起，然后砂轮主轴进给，进行下一轮的磨削。

观察故障现象，砂轮修整完毕，修整器抬起，但砂轮主轴没有进给，这时系统出现 6024 报警指示修整臂抬起超时，但修整器的状态不但抬起而且抬起速度也正常没有问题。为此认为可能报警回路有问题。

根据机床控制原理，修整臂是否在上方是由到位开关 2 LS4 来检测的，如图 5-68 所示。

2 LS4 接入 PLC 的输入 I2.4，利用系统 DIAGNOSIS（诊断）菜单下的 PLC STATUS 功能，在线检查 I2.4 的状态，发现不管修整器落下还是升起 I2.4 的状态一直是“0”，说明 PLC 没有接收到修整器的到位信号。检查到位开关 2 LS4，发现该开关已损坏。

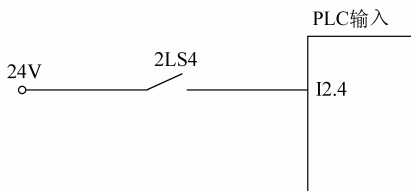


图 5-68 PLC 输入 I2.4 的连接图

故障处理：更换新开关，程序正常运行，不再发生程序中断的故障。

【例 5-69】 一台数控外圆磨床出现报警 7031 No workpiece in tailstock（尾座中没有工件）。

数控系统：西门子 805 系统。

故障现象：这台机床在启动自动循环时出现 7031 报警，加工程序不执行。

故障检查与分析：据操作人员反映，这台机床在自动加工中，一个工件磨削完，更换新

工件后, 起动循环时出现的报警, 所以报警信息肯定是错的。

根据系统工作原理, 7031 报警属于 PLC 报警, 是 PLC 通过运行用户程序 (梯形图) 检查出来的。图 5-69 是关于 7031 的报警梯形图。通过系统 Diagnosis (诊断) 功能观察各个元件的状态, 发现 I3.1 的状态 “0” 是产生报警的原因。根据机床电气原理图, PLC 输入 I3.1 连接检测尾座套筒伸出位置的位置开关 3S1, 如图 5-70 所示。检查开关 3S1 没有问题, 套筒也伸出了, 但没有压靠 3S1, 位置开关与压块之间的距离有些偏远, 并且位置开关有些松动。



图 5-69 7031 的报警梯形图

故障处理: 将开关与压块的位置调近并固定后, 故障报警消除, 机床恢复正常工作。

【例 5-70】 一台数控窗口磨床工件磨削面有道棱。

数控系统: 西门子 3G 系统。

故障现象: 这台机床在磨削工件时发现, 在磨削平面明显有一道棱。

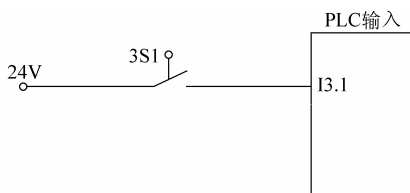


图 5-70 PLC 输入 I3.1 的连接图

故障检查与分析: 在磨削过程中观察屏幕发现, 进给保持灯 (Feed hold) 闪亮一下。根据这一现象分析, 可能在磨削过程中, 进给轴有停顿现象, 造成了磨削表面的痕迹。

利用系统 PC 功能检查伺服使能 Q66.7 的状态发现, 在进给保持灯亮时确实瞬间变为 “0”, 之后又恢复为 “1”, 说明确实是进给停顿了一下。

图 5-71 是关于伺服使能 Q66.7 的梯形图, 根据梯形图对各个元件的状态进行检查发现, 是标志位 F116.5 瞬间变为 “0” 引起伺服使能信号 Q66.7 发生变化。

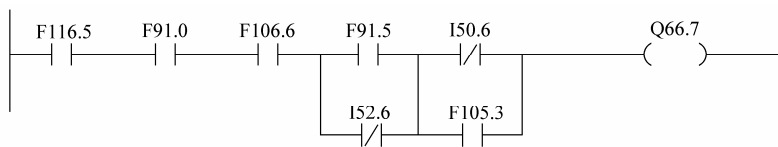


图 5-71 伺服使能 Q66.7 的梯形图

图 5-72 是关于标志位 F116.5 的梯形图, 对各个元件的状态进行检查发现, 标志位 F123.4 状态的瞬间变化引起标志位 F116.5 的状态发生瞬间变化。

图 5-73 是关于标志位 F123.4 的梯形图, 对两个 PLC 输入元件进行检查发现, 是 PLC 输入 I12.4 的状态瞬间变为 “0”, 使 F123.4 的状态发生了瞬间变化。

查阅机床电气原理图, PLC 输入 I12.4 连接的是压力开关 P124 (见图 5-74), 这个压力开关是检测工件夹紧压力的, 其状态变为 “0” 说明工件液压夹紧压力不足, 为安全起见系统停止进给。观察故障现象, 在 I12.4 的状态变为 “0” 时, 恰好机械手下降, 机械手下降也是液

压控制的。根据这一现象分析,可能是机械手下降时使液压系统的压力下降,导致工件夹具压力也下降,故障原因应该是液压系统压力不稳。

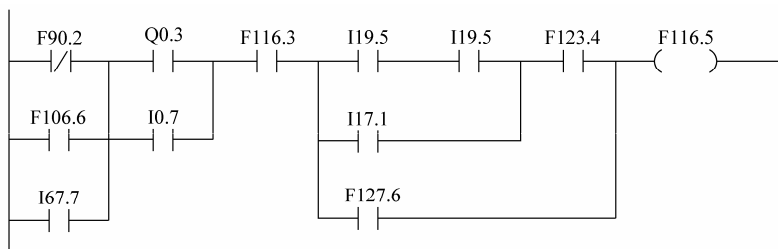


图 5-72 标志位 F116.5 的梯形图



图 5-73 标志位 F123.4 的梯形图

故障处理: 对液压系统进行调整,使之压力稳定,这时机床恢复工作正常。

【例 5-71】 一台数控沟槽磨床执行加工程序时中断。

数控系统: 西门子 810T 系统。

故障现象: 加工程序执行快结束时中断,转到手动恢复后,还可以运行,但还是完成不了循环。

故障检查与分析: 观察机床的加工过程,每次都是执行到 N200 语句时中止程序的,这时屏幕上有报警提示 7048 M09-coolant off (冷却关闭)。检查加工程序 N200 语句为

N200 G54 M15 M09 M42;

因为每次程序中断时都显示 7048 M09-coolant off (冷却关闭),怀疑可能是执行 N200 语句的辅助指令 M09 没有完成。M09 指令是由 PLC 来完成的,相应的标志位为 F30.1,通过系统 Diagnosis 功能检查 F30.1 的状态确实为“1”,强制使它复位,程序继续执行,最后完成整个循环。

关于标志位 F30.1 (M09)复位的梯形图如图 5-75 所示。检查梯形图各个元件的状态,发现 PLC 输入 I1.5 的状态为“1”使 F30.1 不能复位。PLC 输入 I1.5 连接的是冷却压力检查开关 1 PS5,如图 5-76 所示。检查压力开关发现冷却已关闭,但压力开关还在闭合状态没有打开,说明压力开关有问题。



图 5-75 标志位 F30.1 (M09) 复位的梯形图

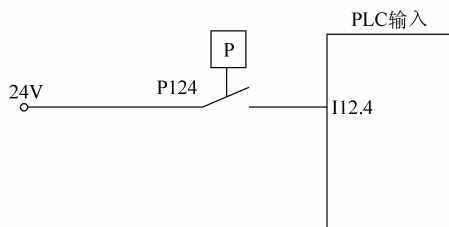


图 5-74 PLC 输入 I12.4 的连接图

故障处理：对这个压力开关进行调整，使其没有压力时断开，有压力时闭合，这时运行机床，机床故障消除。

【例 5-72】 一台数控外圆磨床出现报警 7001 Failure Grinding wheel lubrication（砂轮润滑故障）。

数控系统：西门子 805 系统。

故障现象：这台机床出现 7001 报警，指示砂轮主轴润滑故障，砂轮不能起动。

故障检查与分析：根据报警的提示信息，对主轴润滑装置进行检查发现，润滑泵出口压力没有问题。

根据系统工作原理，7001 报警是 PLC 报警，是 PLC 标志位 F108.1 置“1”所致。关于标志位 F108.1 的梯形图如图 5-77 所示，利用系统 Diagnosis 功能检查各个元件的状态发现，定时器 T2 得电是标志位 F108.1 置位的原因。

关于定时器 T2 的梯形图如图 5-78 所示，对这个梯形图的各个元件进行检查发现，PLC 输入 I2.3 的状态为“0”是最终原因。

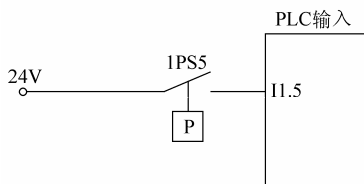


图 5-76 PLC 输入 I1.5 的连接图

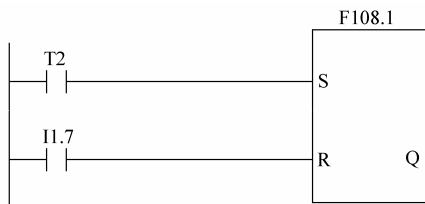


图 5-77 标志位 F108.1 的梯形图

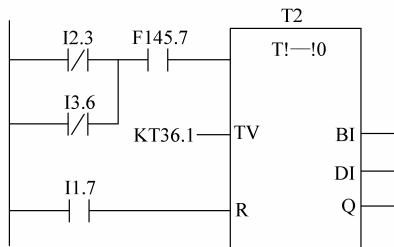


图 5-78 定时器 T2 的梯形图

根据机床工作原理，PLC 输入 I2.3 的连接图如图 5-79 所示。根据这个连接图进行检查发现，压力开关 9S2.1 的常闭触点断开。压力开关 9S2.1 是用来检测润滑过滤器是否堵塞的，其常闭触点断开，说明过滤器压力过大，有堵塞现象。

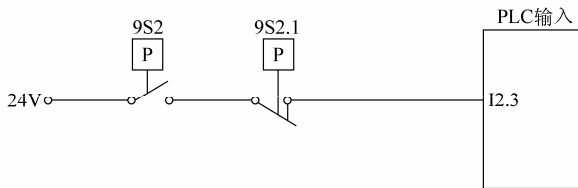


图 5-79 PLC 输入 I2.3 的连接图

故障处理：对润滑过滤器进行清洗之后，机床报警消除，恢复正常工作。

【例 5-73】 一台数控内圆磨床出现报警 700012 spindles lube oil mist pressure lost（主轴油雾润滑压力丢失）。

数控系统：西门子 840D 系统。

故障现象：这台机床一次开机出现 700012 报警，指示电主轴油雾润滑压力不足，不能启动砂轮主轴。

故障检查与分析：因为报警指示主轴油雾润滑压力不足，为此，对主轴润滑系统进行检查，发现没有风压。

根据机床工作原理,机床压缩空气入口有一电磁阀 40SOL1 控制,该电磁阀由 PLC 输出 Q40.1 通过继电器 40CR1 控制,如图 5-80 所示。

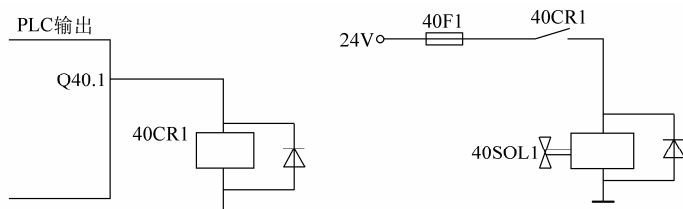


图 5-80 压缩空气主阀控制电路

利用系统 Diagnosis 功能检查 PLC 输出 Q40.1 为“1”没有问题,继电器触点 40CR1 也闭合了,但电磁阀线圈没有电压,根据原理图进行检查发现,熔断器 40F1 烧断,检查电磁阀线圈没有问题。

故障处理:更换熔断器 40F1 后,报警消除,机床恢复正常工作。

【例 5-74】一台数控内圆磨床出现报警 700103 SPINDLE LUBRICATION FAULT (主轴润滑错误)。

数控系统:西门子 840D 系统。

故障现象:这台机床一次起动砂轮主轴时出现 700103 报警,主轴起动不了。

故障检查与分析:因为报警指示主轴润滑回路有问题,对主轴润滑进行检查,发现确实没有润滑。西门子 840D 系统 700103 报警是因为 DB2. DBB188.3 被置位引起的,根据机床工作原理,标志位 M488.3 控制数据位 DB2. DBB188.3,检查关于 M488.3 的梯形图(见图 5-81),发现是 PLC 输出 Q40.5 为“1”和输入 I38.5 为“0”使 M488.3 置位产生报警。

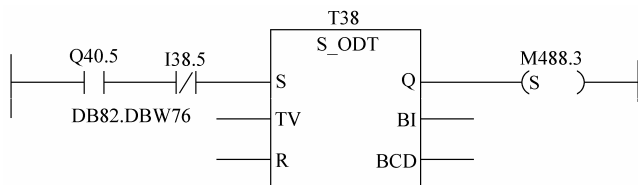


图 5-81 M488.3 的梯形图

PLC 输出 Q40.5 控制起动润滑的电磁阀 40Y5,如图 5-82 所示。PLC 输入 I38.5 连接的是润滑检测开关,其状态为“0”,说明润滑系统有问题。

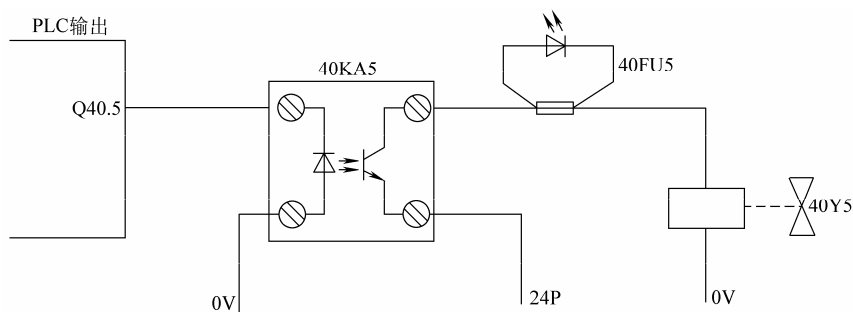


图 5-82 砂轮主轴润滑起动控制连接图

首先检查润滑的起动情况，因为 PLC 输出 Q40.5 的状态已经为“1”，说明 PLC 已经发出起动主轴润滑的指令，但检查电磁阀 40Y5 线圈并没有电压，说明中间环节有问题。继续检查发现光电耦合器 40 KA5 损坏。

故障处理：更换光电耦合器 40 KA5，机床恢复正常工作。

【例 5-75】 一台数控沟槽磨床出现报警 7022 Dress arm lower timeout(修整臂降低超时)。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：在自动加工时出现 7022 报警，自动循环终止。

故障检查与分析：因为报警指示修整臂没有落下，为此首先观察修整臂，发现确实没有落下。根据图 5-83 所示的修整臂落下电气控制原理图，修整臂落下是由电磁阀 2Y1 控制的，检查这个电磁阀，电源指示灯没有亮，说明控制电源没有过来，由于电磁阀 2Y1 是 PLC 输出 Q2.1 通过中间继电器 K21 控制的，检查 PLC 输出 Q2.1 的状态为“1”没有问题，那么肯定是中间继电器 K21 的触点烧坏了。

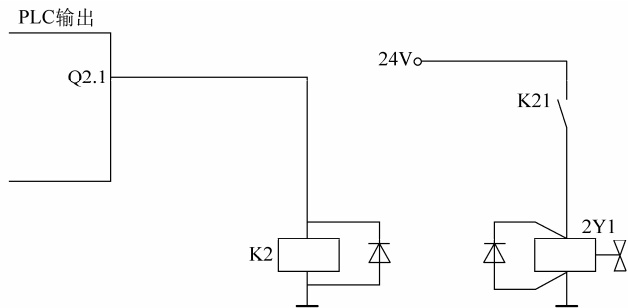


图 5-83 修整臂落下电气控制原理图

故障处理：更换中间继电器 K21，机床恢复正常工作。

【例 5-76】 一台数控外圆磨床出现报警 6025 Coolant missing (冷却丢失)。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台机床一次在自动磨削加工时出现 6025 报警，自动循环中止。

故障检查与分析：根据系统报警信息指示没有冷却，对冷却系统进行检查但没有问题，压力和流量都正常，手动也可以正常开、关冷却的喷射。那么能不能是检测有问题呢？根据图 5-84 所示的冷却反馈信号连接图，冷却流量开关 3CQ5 连接到 PLC 输入 I3.5，用系统 DIAGNOSIS (诊断) 功能检查 I3.5 的状态为“0”，尽管冷却压力和流量都没有问题，说明流量开关 3CQ5 损坏。

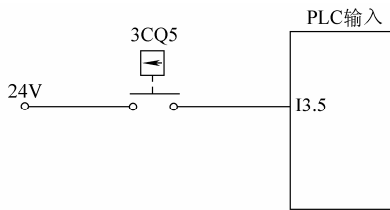


图 5-84 PLC 输入 I3.5 的冷却反馈信号连接图

故障处理：更换流量开关 3CQ5，机床工作消除。

【例 5-77】 一台数控球道磨床出现报警 6008 INDEXER NOT DOWN (分度器没有在下面)。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台机床在自动磨削加工时出现这个报警，指示分度器没有落下，磨削不能继续进行。观察故障现象，分度器确实没有落下。

故障检查与分析：根据机床的电气原理图，分度器落下是由 PLC 的输出 Q8.2 控制电磁阀 8SOL2 来完成的，检查电磁阀 8 SOL2 的指示灯没有亮，说明这个电磁阀没有电。

利用系统 DIAGNOSIS（诊断）功能，在线检测 Q8.2 的状态（见图 5-85），其状态为“1”没有问题，那么问题可能出在中间控制环节上，根据电气控制原理图（见图 5-86），PLC 输出 Q8.2 通过一个中间继电器 K82 来控制 8SOL2 电磁阀的，检查这个继电器，发现其触点损坏。

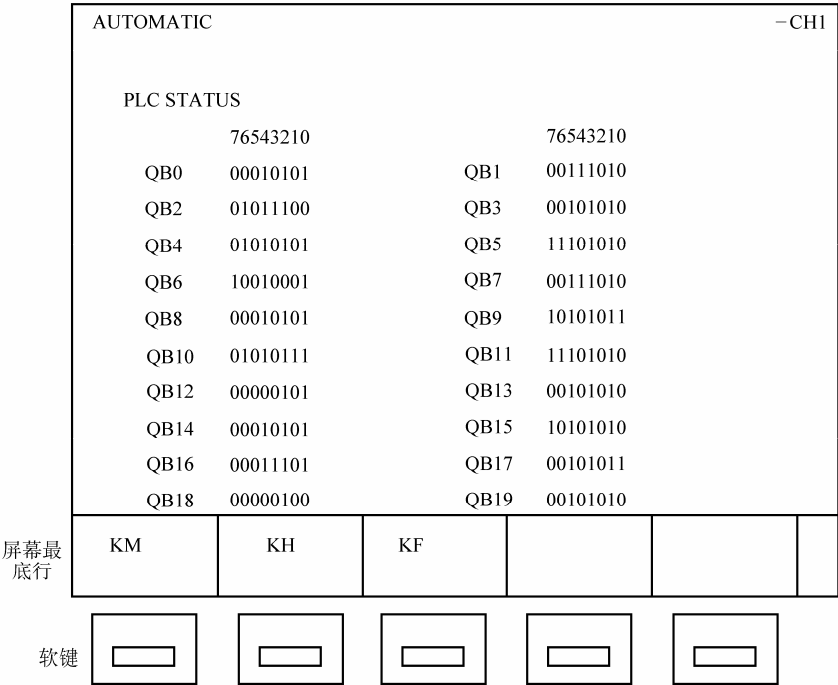


图 5-85 PLC 输出状态显示

故障处理：更换新的继电器后故障消除。

【例 5-78】 一台数控球道磨床出现报警 6040 X axis not enable: arm not up（X 轴不能运动，机械手臂没有抬起）。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台机床一次在自动加工时出现这个故障，自动循环终止，X 轴不能运动。

故障检查与分析：分析机床的工作原理，在送料机械手臂没有抬起时，为防止撞上机械手臂，禁止 X 轴运动，但观察机械手臂的位置，已经抬起并没在下面。

根据 PLC 报警机理，6040 报警是因为 PLC 标志位 F105.0 的状态被置“1”，为此查看梯形图，F105.0 置位的梯形图在 PB6 的 5 段中，具体如图 5-87 所示。

利用系统 DIAGNOSIS（诊断）功能检查相应的状态，发现 F142.5、F43.2、F43.4、Q108.5 的状态为“0”和 F144.2 的状态为“1”，使 F105.0 的状态为“1”，其中 F142.5 是指示机械手在上面的标志位，其状态为“0”，指示机械手臂没在上面。

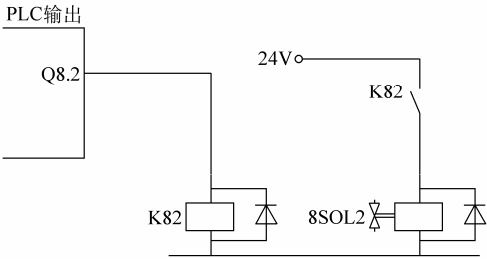


图 5-86 分度器落下电气控制原理图

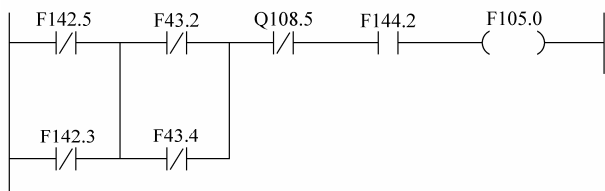


图 5-87 6040 报警的梯形图

关于标志位 F142.5 的梯形图如图 5-88 所示，检查输入 I8.5 和 I8.4 的状态都为“0”，根据电气原理图，PLC 输入 I8.5 连接接近开关 32PS5（见图 5-89），检测机械手臂是否在上面，机械手在上面时，I8.5 应该为“1”。利用系统 DIAGNOSIS（诊断）功能检查 PLC 输入 I8.5 的状态为“0”，如图 5-90 所示，显然是错误的。在手动状态下，无论机械手的上下，I8.5 的状态始终为“0”，因此断定接近开关损坏是故障原因。

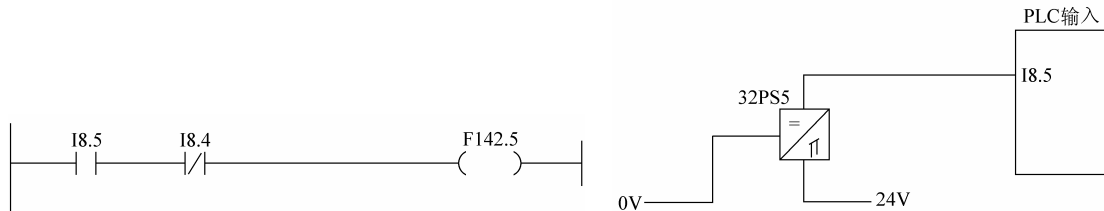


图 5-88 标志位 F142.5 的梯形图

图 5-89 PLC 输入 I8.5 的连接图

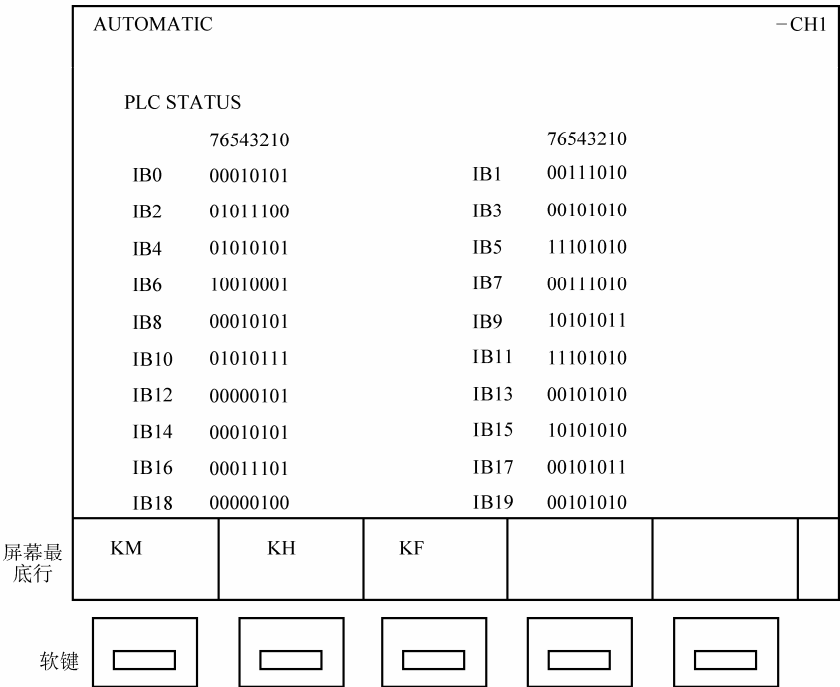


图 5-90 PLC 输入状态显示

故障处理：更换新的接近开关后，机床故障消除。

(等待工件冷却指示)。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：在自动磨削加工时出现 7010 报警，机床停止磨削。

故障检查与分析：这是一台全自动磨床，自动上下工件，在磨削之前启动冷却油喷射，待冷却流量达到要求时，开始磨削。观察故障现象，在磨削之前，已经喷射了磨削液，流量也没有问题，因此认为可能是反馈信号有问题。

根据机床工作原理，冷却流量开关的检测信号接入 PMC 输入 I2.6 (见图 5-93)，利用系统 DIAGNOSIS (诊断) 功能检查 PMC 输入 I2.6 的状态，其状态为“0”。因为流量没有问题，但流量检测开关却指示有问题，说明流量开关损坏。

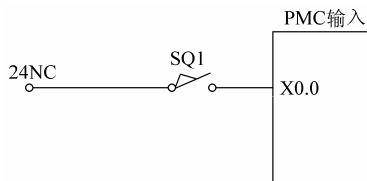


图 5-93 X 轴限位开关连接图

故障处理：更换流量开关 2CQ6，机床故障消除。

【例 5-81】 一台数控内圆磨床显示报警 6024 PUSHER RETURN TIMEOUT (送料器返回超时)。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这是在机床自动加工时产生的报警，显示送料器返回超时，自动循环终止。

故障检查与分析：根据报警信息的显示，停机进行检查，发现送料器根本没有返回。手动操作让其返回，也不动作。根据电气图样，PLC 的输出 Q3.2 通过一直流继电器 K32 控制送料器返回电磁阀 Y32 (见图 5-94)，利用数控系统的 DIAGNOSIS (诊断) 检查 PLC 输出 Q3.2 的状态为“1”没有问题，而测量电磁阀的线圈却没有电压，可能是直流继电器 K32 损坏，拆下检查确实是其触点损坏。

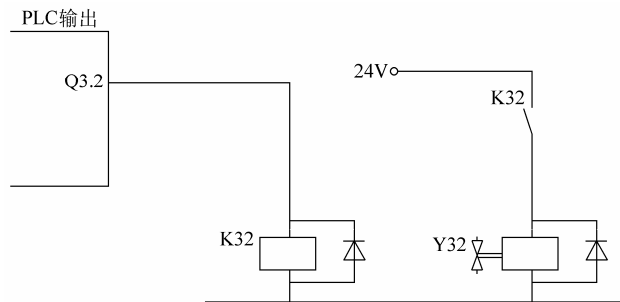


图 5-94 送料器返回电磁阀控制原理图

故障处理：更换新的继电器，故障消除。

【例 5-82】 一台数控球道磨床出现报警 7017 Indexer not down (分度器没在下面)。

数控系统：西门子 810M 系统。

故障现象：这台机床一次出现故障，开机出现 7017 报警，指示分度装置没在下面。

故障检查与分析：因为报警指示分度装置有问题，所以首先检查分度装置，发现分度装置已经落下没有问题。为此认为可能是位置反馈信号有问题。根据机床工作原理，接近开关 8PRS6 检测分度装置是否在下面，该开关连入 PLC 输入 I8.6，如图 5-95 所示。利用系统 DIAGNOSIS (诊断) 功能检查 I8.6 的状态为“0”，证明确实是反馈信号有问题。检查接近开关 8PRS6，发现这个开关损坏。

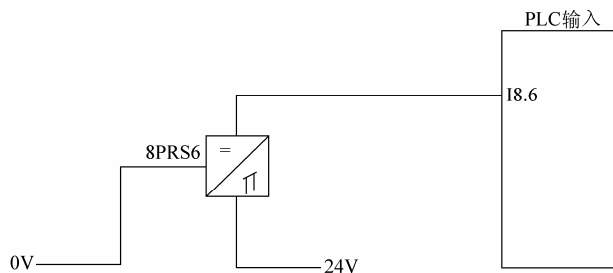


图 5-95 PLC 输入 I8.6 连接图

故障处理：更换接近开关，调整好位置后，开机报警消除，机床恢复正常工作。

【例 5-83】 一台数控外圆磨床出现报警 7020 Coolant missing（冷却丢失）。

数控系统：西门子 805 系统。

故障现象：这台机床在自动加工时出现 7020 报警，程序终止。

故障检查与分析：这台机床在磨削加工时，为了加工的需要向工件磨削部位喷射磨削液。根据机床工作原理，PLC 输入 I3.1 连接冷却流量开关，如图 5-96 所示。

利用 805 系统的 DIAGNOSIS（诊断）功能检查 PLC 输入 I3.1 的状态确实为“0”，说明流量不够，对机床内磨削液喷射情况进行检查，发现根本就没有磨削液喷射。

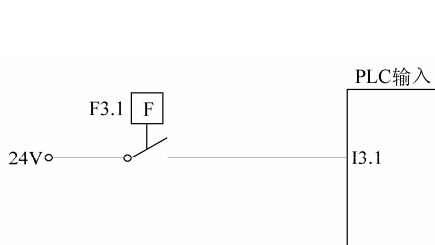


图 5-96 PLC 输入 I3.1 的连接图

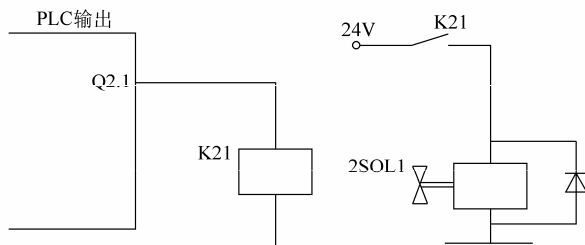


图 5-97 磨削液喷射电磁阀控制原理图

根据机床控制原理，PLC 输出 Q2.1 通过继电器 K21 控制电磁阀，如图 5-97 所示。首先利用系统 DIAGNOSIS 功能检查 PLC 输出 Q2.1 的状态，在喷射磨削液时为“1”没有问题，那么可能是继电器 K21 损坏，对继电器 K21 进行检查，发现其动合触点已经烧蚀。

故障处理：更换继电器 K21，机床故障消除。

【例 5-84】 一台数控磨床显示报警 7012 LOADING CHUCK IS EMPTY（装料卡盘空）。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台机床在磨削加工时，出现这个操作提示，指示电磁吸盘中没有工件，自动加工停止。

故障检查与分析：检查电磁吸盘，发现吸盘中有工件，那么可能是报警回路有问题。根据 PLC 报警机理，7012 报警是由于 PLC 标志位 F109.4 的状态置“1”所致，这部分梯形图如图 5-98 所示，用系统 DIAGNOSIS（诊断）菜单中的 PLC STATUS 功能检查 F109.4 的状态，也确实为“1”，接着检查 PLC 输入 I4.2 的状态，为“0”，而 Q89.2 为“1”，促使 F109.4 经延时变成“1”，出现了 7012 警示。根据机床电气原理图，PLC 输入 I4.2 连接的是检测电磁吸盘是否有工件的接近开关 S42，如图 5-99 所示。对这个接近开关进行检查，发现已被磨削

工件的火花烧坏。

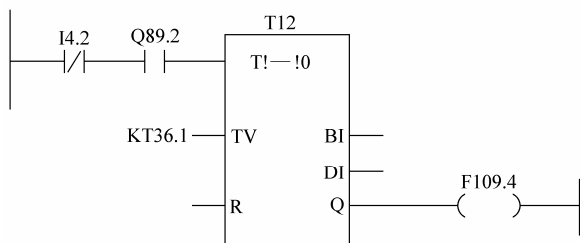


图 5-98 7012 报警梯形图

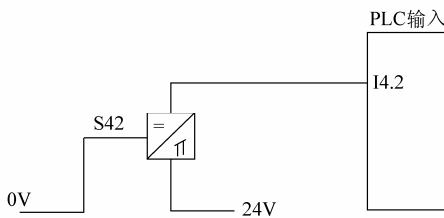


图 5-99 PLC 输入 I4.2 连接图

故障处理：更换接近开关，机床故障消除。

【例 5-85】 一台数控磨床出现报警 7025 CHECK HYDRAULIC SYSTEM（检查液压系统）。

数控系统：西门子 805 系统。

故障现象：这台磨床一次出现问题，机床一起动液压系统，就出现 7025 号报警。

故障检查与分析：根据报警提示对液压系统进行检查，压力正常没有发现问题。因为 7025 为 PLC 报警，是 PLC 标志位 F111.1 的状态被置“1”所致，利用西门子 805 系统 DI-AGNOSIS 菜单中的 PLC STATUS 功能检查标志位 F111.1 位状态，发现其状态确实为“1”。

接着根据 PLC 梯形图进行检查，在梯形图中有关 F111.1 的梯形图如图 5-100 所示，F111.1 的状态置“1”，是因为 PLC 定时器 T9 的触点闭合引起的，继续查看关于 T9 的梯形图（见图 5-101），I2.7 是故障复位信号，Q1.5 为液压站起动控制信号。

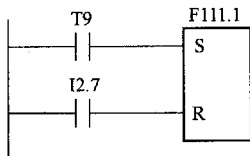


图 5-100 F111.1 的梯形图

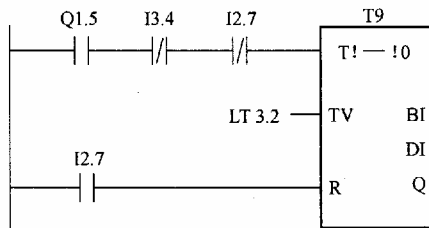


图 5-101 T9 的梯形图

利用系统 DIAGNOSIS（诊断）功能检查相关的状态，T9 得电的主要原因是由于 I3.4 的状态为“0”，PLC 输入 I3.4 的连接如图 5-102 所示。2S3.1 是液压系统过滤器压力开关，2S3 是液压系统压力开关，起动液压系统后，检查开关 2S3.1 和 2S3，发现 2S3.1 断开，2S3.1 断开说明过滤器堵塞。

故障处理：将过滤器清理后，机床报警消除。

【例 5-86】 一台数控外圆磨床出现报警 6023 PUSHERFORWARD TIMEOUT（退料器向前超时）。

数控系统：西门子 810G 系统。

故障现象：这台机床在自动磨削过程中，经常有 6023 报警，指示机械手向前超时，并停

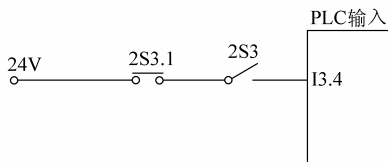


图 5-102 PLC 输入 I3.4 连接图

止自动循环。观察现象，每次出现故障都是在工件磨削完之后，机械手插入工件时出现这个报警。

故障检查与分析：根据机床工作原理，此时机床的机械手应该带动工件上滑，即返回，这时不应该出现这个故障报警。

根据系统 PLC 报警机理，PLC 标志位 F102.7 的状态置“1”引起 6023 报警，该机床有关 F102.7 的梯形图在 PB5 的 5 段中，如图 5-103 所示。报警产生的原理是，PLC 输出 Q2.0 状态变为“1”后，Q2.0 通过液压电磁阀控制机械手带动工件向前滑动，同时定时器 T10 开始计时，8s 后延时定时器 T10 输出为“1”，如果此时机械手还没有到位，到位检测的接近开关没有检测已到位信号（PLC 输入 I5.1 连接的是机械手向前位置检测接近开关 5PX1），使 PLC 输入信号 I5.1 的状态保持为“0”（图 5-104 为 PLC 输入 I5.1 的连接图），这时把 F102.7 的状态置“1”，从而产生 6023 报警。

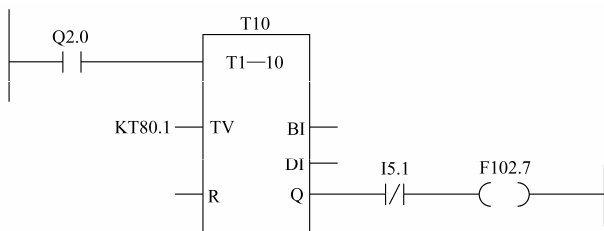


图 5-103 PLC6023 报警梯形图

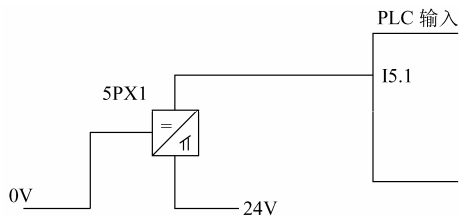


图 5-104 PLC 输入 I5.1 的连接图

通过数控系统的 DIAGNOSIS 功能检查 I5.1 的状态，在机械手向前滑动到位后，马上变为“1”，这时定时器 T10 延时时间还未到，所以此时没有产生 6023 报警。但有时在工件磨削完，机械手插入工件出现故障时，I5.1 的状态瞬间变为“0”，这时因为 T10 的输出状态还是“1”，所以将 F102.7 的状态置成“1”，从而出现 6023 报警。

PLC 输入 I5.1 连接的是机械手向前位置检测接近开关 5PX1，检查这个接近开关，没有发现问题。仔细观察机械手的动作，在机械手插入工件时，机械手臂晃动，有时晃动较大，使接近开关发出错误信息，从而产生误报警。检查机械手的旋转轴，发现由于磨损造成间隙较大，使机械手插入时产生晃动。

故障处理：制作新的旋转轴，安装后，机床恢复稳定运行。

5.3 配置其他数控系统故障诊断与维修

5.3.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 5-87】 HNC35 数控螺纹及螺杆磨床运行过载故障的维修。

故障现象：开机后正常运行 2h 左右会出现停机报警。报警内容为过载。关机后重新启动，报警消失，运转正常。再过一段时间后，重复故障现象，并有时使强电电路熔丝熔断。

故障检查与分析：这是从德国克林贝格公司订购的设备，控制系统为 BOSCH-T 系统，电动机强电路控制如图 5-105 所示。

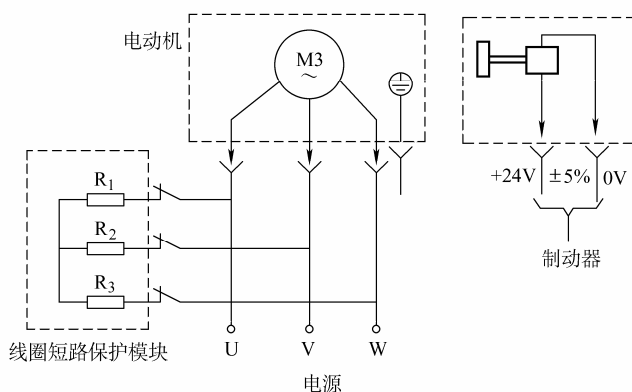


图 5-105 电动机强电线路控制

根据运行状况和操作人员介绍，首先认为不能是磨屑过量引起的故障。检测其线圈短路保护模块，一切正常。推测故障的原因很可能是制动器动作失调引起的。进一步观测发现，停机的时间越长，正常运行的时间也就越长，所以认为是电器元件热态失控造成的。

根据以往的经验，强电电路元件承受大电流、大电压温升快，不会运行长时间后才出现故障，故问题主要在弱电控制上。根据报警提示内容，认为负载系统中有错误信息，参照系统内参数内容，以及操作人员运行情况介绍，怀疑 PLC 输入输出插件有问题。BOSCH-T 系统的 PLC 输入/输出模块，没有指示灯，判断比较麻烦。根据机床动作，判断相应继电器动作。推导出其 PLC 输出模块 MDA204 板故障。

故障处理：更换 MDA204 板后故障排除。

【例 5-88】 FSK32.3 凸轮磨床加工精度差的原因判断。

故障现象：加工出来的凸轮严重超差。机床正常时，加工出的凸轮轮廓误差完全可以控制在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内。故障时普遍超差 0.04mm ，有些地方甚至达 0.1mm 。

故障检查与分析：该机是从德国 SCHIESS/KOPP 公司引进的凸轮铣、磨床，型号 FSK32.3CNC，配用瑞士 ATEK 公司生产的 AG.5200 数控系统。影响加工精度的故障往往较难一次判断正确，首先应从大类上区分出故障部位，判断是电气方面故障还是机械方面的问题。认真分析凸轮精度检测报告，发现误差最大的地方出在凸轮由升程转入降程或降程转入升程的过渡部分，也就是说在对应坐标轴反向的地方，这就提醒我们问题可能与反向间隙有关。

1) 反向间隙检查。在 CNC 一侧使用单脉冲按键，产生每次 0.01mm 的位移指令，在 U 轴拖板和床身之间夹持一个百分表，观察拖板的实际位移，结果发现 CNC 给出 0.01mm 位移指令时，拖板的实际位移在 $0.04\sim 0.06\text{mm}$ 不等，而在坐标轴反向时甚至可达 0.14mm 。

值得特别注意的是，坐标的实际位移距离比指令给出的位移偏多而不是偏少，由此判断出问题是在电气方面而非机械故障。

2) 进一步分析，从实际位移多于指令位移值看，问题极大可能出在 U 轴的位置反馈环节上，也就是说，当 CNC 的运动指令发出后，机床实际位移已达到 0.01mm 时，CNC 却并没有收到相应的反馈脉冲，直到超过指令位置后，反馈脉冲才进入到 CNC 中。由此可以肯定反馈环路并没有断，只是反馈环路中某些部分性能不良所致。

3) 故障检查与隔离: ①先交换了 U 轴与 V 轴的光栅前置前大器, 问题没有解决: ②更换了 CNC 位置反馈接口机, 故障依旧: ③按图 5-106 进行 U 轴和 V 轴位置环互换。即用 U 轴指令使 V 轴移动, 而 V 轴指令使 U 轴移动, 结果前一种情况正常, 后一种情况不正常, 说明问题出在 U 轴的光栅尺上; ④拆下光栅尺检查, 发现静尺的保护铝壳的被动尺尺座严重拉伤, 刮下的铝屑掉入尺内, 使动、静尺之间的相对运动受阻, 很明显这就是故障的根源。

故障处理: ①使用磨石、金相砂纸, 将受损的保护铝壳滑道修复光滑; ②用分析纯酒精冲洗栅尺, 将修复工作产生的铁屑全部冲出, 特别注意, 栅尺内有铝屑时, 严禁使用任何东西擦光栅, 一旦铝屑将光栅拉伤, 整个尺子就报废了; ③待干燥后, 用鹿皮轻擦一遍栅尺表面; ④重新校正栅尺安装精度, 并把修复的光栅装好。试切削证明设备精度恢复正常。

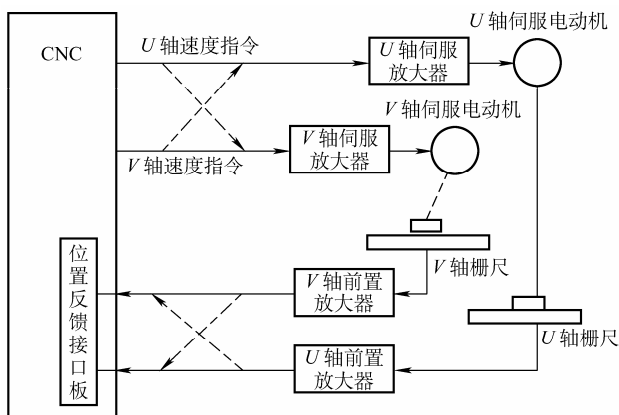


图 5-106 系统结构原理图

【例 5-89】 美国 BRYANT 公司的数控外圆磨床 E 轴修整器失控故障的处理。

故障现象: 这台机床在自动加工循环时, 当工件加工完毕, E 轴修整器进行修正砂轮, 修整器摆动速度极快, 超出摆动范围。而砂轮照常进给, 结果砂轮把修整器根部磨掉一块。操作人员及时按急停按钮, 使机床停止了工作, 防止了事故的进一步扩大。

故障检查与分析: 美国 BRYANT 公司的数控外圆磨床, 采用该公司自己的 TEACHABLE 控制系统。为了对故障进行分析, 首先应该搞清故障现象。考虑安全因素将砂轮拆下, 对故障进行仔细观察, 发现在自动循环加工修整砂轮时, 修整器没有按设定速度摆动修整, 而是摆动速度相当快, 并且运动范围超出设定的数值, 直到压到极限开关, 如果砂轮不拆, 必将撞到修整器。这台磨床的修整器是靠 E 轴伺服电动机带动的, 用编码器作位置反馈元件, 测量修整器摆动的角度。在正常的情况下, 修理器由 Z 轴带动到修整位置, E 轴伺服电动机带动修整器从 30° 摆动到 120° , 对砂轮进行修整。经多次观察发生故障的过程, 在 E 轴即将压极限开关时, NC 系统显示 E 轴的坐标值只有 60° 左右, 而实际位置应该在 180° 左右。显示数值小于实际坐标值, 因此认为可能是位置反馈出现问题。图 5-107 为系统进给控制框图。根据框图分析, 有如下几种可能导致位置反馈出现问题: ①NC 系统的问题, 但其他两个轴并没有出现故障, 因此不可能是由于这个原因引起的故障; ②NC 系统伺服反馈板的问题, 但更换了伺服反馈板, 问题仍然存在, 这种可能也被排

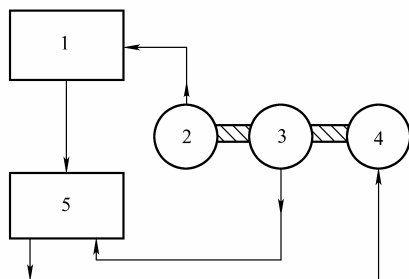


图 5-107 系统进给控制框图

1—NC 系统 2—编码器 3—测速电动机

4—伺服电动机 5—伺服驱动

除了；③旋转编码器的的问题，编码器丢失脉冲也会引起这个故障。但更换了编码器，问题没有得到解决。这个可能也被排除了。

通过反复试验和观察，发现 E 轴修整器在 Z 轴的边缘时，走参考点和半自动摆动从不发生故障，但当把修整器移动到 Z 轴的中间时，半自动摇动就出现故障，根据这个现象断定，可能是由于 E 轴电动机随修整器经常往复运动，而使固定在 E 轴伺服电动机上的旋转编码器的信号电缆中的某些导线折断，导致了某些信号线接触不良。基于这种判断，我们开始校线，在校编码器反馈电缆时，发现有几根线接触不良。证实了上面的判断，并找到了故障的根本原因。由于编码器的信号线接触不良，使脉冲丢失。

故障处理：找到断线部位后，对断线进行焊接并采取防折措施，开机试验，故障消除，机床恢复正常。

【例 5-90】 数控外圆磨床，出现报警“E axis excess following error”（ E 轴超出跟随误差错误）。

数控系统：美国 BRYANT 公司 TEACHABLE III 系统。

故障现象：机床在 E 轴运动时出现报警，指示 E 轴位移的跟随误差超出设定范围。

故障检查与分析：观察故障现象， E 轴一运动就产生这个报警， E 轴无法回参考点。手动移动 E 轴，观察故障发生的过程。当按下 E 轴进给键时，系统屏幕上 E 轴坐标值的显示数值开始变化，当从 0 走到 14 时，屏幕上的数值突然变到 471。反向运动时也是如此，当显示到 -14 时，也跳变到 471，这时出现上述报警，进给停止。根据故障现象分析，可能是数控系统测量板的计数出现问题。采用交换法，与另一台机床的测量板对换，故障转移到另一台机床上，说明确实是测量板损坏。

故障测量：更换测量板后，机床恢复正常。

【例 5-91】 一台数控内圆磨床 E 轴找不到参考点，出现超限位报警。

数控系统：美国 BRYANT 公司的 TEACHABLE III 系统。

故障现象：这台机床开机回参考点时， X 轴和 Z 轴回参考点没有问题，而 E 轴回参考点时，找不到参考点，直到超限位报警。

故障检查与分析：因为 X 轴和 Z 轴回参考点时没有问题，说明系统没有问题。观察故障现象，发现 E 轴回参考点时，一直以一个速度旋转，经过零点接近开关时也没有减速动作，直到出现超限位报警。所以怀疑零点开关有问题，这台机床 E 轴的零点开关是一个接近开关，检查这个接近开关发现已经损坏。

故障处理：更换零点接近开关后， E 轴正常找到参考点，机床恢复正常使用。

【例 5-92】 一台数控内圆磨床 E 轴回参考点时超限位。

数控系统：美国 BRYANT 公司的 TEACHABLE III 系统。

故障现象：这台机床在开机回参考点时， X 轴和 Z 轴回参考点正常没有问题， E 轴回参考点时出现超限位报警。

故障检查与分析：这台机床的 E 轴为旋转轴，观察故障现象，在 E 轴回参考点时，旋转到零点接近开关时减速运行，但不停，一直旋转直到限位开关起作用，出现报警而停止运动。因为 X 轴和 Z 轴回参考点没有问题，说明系统没有问题，经过零点接近开关还可以减速，说明零点开关也正常，那么问题可能出在编码器的零点脉冲上，编码器可能有问题。

故障处理：更换编码器备件后， E 轴回参考点正常没有问题，说明原编码器损坏。

5.3.2 伺服系统故障实例与诊断

【例 5-93】 数控内圆磨床，出现报警“X axis excess following error”（X 轴超出跟随误差错误）

数控系统：美国 BRYANT 公司 TEACHABLE III 系统。

故障现象：机床在移动 X 轴时，出现报警，指示 X 轴位移超出规定的跟随误差，观察 X 轴，根本就没有动。

故障检查与分析：因为 Z 轴正常移动，没有问题，说明 NC 系统没有问题。测量伺服系统上的指令信号，当 X 轴运动按钮按下时，也有电压指令信号输入，说明问题出在伺服系统上。因为确定运动没有问题，问题可能出在 X 轴放大器或者 X 轴伺服电动机上。首先采用互换法，将 X 轴的伺服放大器与 Z 轴的对换，问题转移到 Z 轴上，说明原 X 轴伺服放大器损坏。

故障处理：更换伺服放大器模块，机床故障被排除。

【例 5-94】 有一台德国 SHIESS KOPP 公司的 FSK32.3 凸轮磨床出现 V 轴失控，定位不准故障。

根据以往的经验，该类故障是由于机床在加工中砂轮高速旋转，使切削液成雾状，进入 Heidenhain 光栅尺内，使光栅污染，形成盲点造成的。经过对光栅动尺和静尺进行清洗，故障一般可排除。但此次清洗后故障不能排除，故怀疑是光栅尺或脉冲整形电路的问题。

如图 5-108 所示，由光栅尺来的正弦信号经过 EXE 脉冲整形放大电路后，形成方波，经 J₃ 送入 NC 控制系统。机床运行时，在 J₃ 插件处测其输出的方波，发现有一路输出电压偏低，说明故障在前。再测 J₁ 处输入的正弦信号 I₁ 和 I₂，发现 I₂ 输出有时很杂乱。检查光栅 J₁ 的连线正常，初步判断是光栅尺有问题。对测量结果进行分析发现，I₂ 信号不正常，经测量光电池两端的电压，有一组只有 1V 左右。更换电池，故障排除。

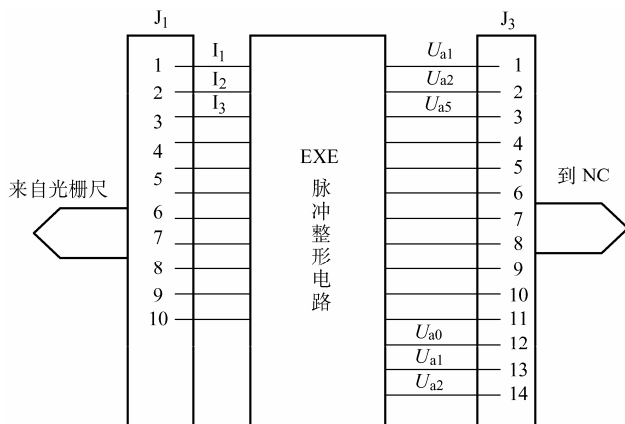


图 5-108 光栅及控制部分的连接

【例 5-95】 一台数控外圆磨床在起动机床伺服系统后，出现报警 X-axis excess following error（X 轴跟随误差超差）。

数控系统：美国 BRYANT 公司 TEACHABLE III 系统。

故障现象：开机起动伺服系统后，X 轴飞车，并出现上述报警。

故障检查与分析：这台机床的伺服系统采用直流伺服系统，因开机伺服电源准备好后 X 轴就飞车，说明与数控系统关系不大，可能是反馈部分有问题。检查伺服系统也确实没有发现问题，在测量伺服电动机的测速反馈时，发现测速发电机绕组对地短路，说明测速发电机损坏。

故障处理：伺服电动机的测速发电机维修后，机床恢复正常工作。

5.3.3 主轴系统故障实例与诊断

【例 5-96】 G18-CNC-1000 数控磨床 U 轴失控故障的修复。

故障现象：机床一开机各部分功能均正常运转，但是运行大约 1h 左右电箱温度升到 32℃ 时（说明书规定在 0~45℃ 间均能正常运行）。进给轴 U 轴出现失控现象。具体表现在按下进给或归零按键能听到“咔嗒、咔嗒”断续的进给伺服电动机转动声音，但不能正常进给或归零，操作其他功能正常，只是不能进行吃刀加工。

故障检查与分析：G18-CNC-1000 磨床为美国 MOORE 公司生产，采用 G3472 数控系统。因为该机床 U 轴独立控制，并且能从现象上明确判断非机械故障，因此把故障隔离仅局限在 U 轴控制各部位。U 轴控制原理框图如图 5-109 所示。

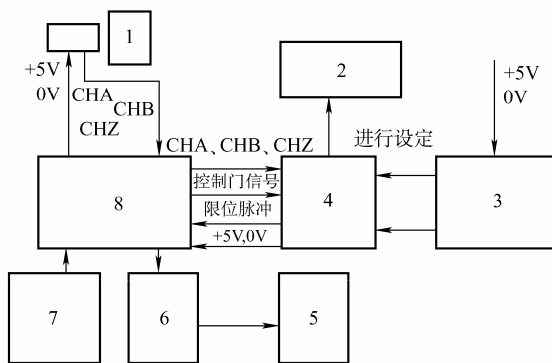


图 5-109 U 轴控制原理框图

1—编码器 2—显示 3—轮形设定开关板 4—显示驱动比较电路控制板
5—伺服电动机 6—前级驱动 7—按钮控制站 8—逻辑控制板

U 轴工作过程，一开机自动复位归零。按下进给键。逻辑板接收到该命令后发出信号启动伺服电动机，同时打开光栅测量计的通道送到显示及比较印制电路板，进行计数显示。并且给出一门控信号使显示比较电路提取设定数据进行比较，当达到预定值时，给出限位脉冲，通过逻辑控制伺服电动机停止进给，归零工作过程基本相似。在分析清楚工作过程后与故障现象对应起来进行分析，因该故障不能正确显示又不能正常运转，因此故障应在与显示和运转都有关联的部位——编码器、逻辑控制板和显示比较控制板部分。再者故障在电箱升温后才出现，因而有足够的时间进行信号对比测量检查。

故障外理：通过分析，对怀疑部位进行由浅入深的排除法诊断，通过比较编码器输出的 CHA、CHB、CHZ 信号，故障前后无不同现象，故可初步排除此部位，进一步对逻辑控制板处理后的 CHA、CHB、CHZ 进行对比检查发现其测量结果不一样。因此，该板为初步怀疑对象，从出现故障的情况看，温升是一个很重要的影响因素。因此为证实初步判断，我们用用电风扇对着逻辑板吹，进行冷却，结果能延长正常运转时间，至此可以肯定该板上元件有问题。因为没有详细线路图。要做到片级修理比较困难，但是电箱温度范围在 0~45℃，现只到 32℃ 就出现故障。因此，我们用触摸比较温升来确定不良元件。通过触摸发现有两块同一型号的芯片温度相差很大。我们给温升高的一块表面搽涂酒精进行降温，果然能延长正常开机时间，后查为 uPB82878 总线发送器故障，更换该芯片，故障排除。

【例 5-97】 美国 BRYANT 公司的数控外圆磨床 X 轴振动故障的处理。

故障现象：这台机床使用 3 年以后，X 轴运动产生的振动越来越大，而且运动的速度越快，产生的振动越大，影响了机床的加工精度。

故障检查与分析：美国 BRYANT 公司的数控外圆磨床采用该公司自己的 TEACHABLE III 控制系统。分析认为：①如果 X 轴导轨或滚珠丝杠出现问题，则会引起这个故障。对机械装置进行检查，没有发现问题，并且导轨润滑也很正常，机械问题被排除了；②速度环出现问题也是引起振动的主要原因，为此我们首先更换了伺服系统的补偿板和放大板，都没能解决问题，然后检查了速度环的增益，如果增益过大，会造成系统振荡，从而使轴向运动产生振动，但测量的增益值与原始设定值并无区别，降低增益设定值，也未能消除振动；③这台机床伺服控制装置采用的直流控制系统，是美国 KOLLMORGEN、INDUS TRIAL DRIVES 公司的产品，为 SBD/X 系列 P.W.M 直流伺服电动机控制系统，直流伺服电动机也是采用这个公司的产品。如果直流测速电动机电刷接触不良，测速机输出电压不稳定，引起速度环反馈电压不稳，也会造成速度环振荡。为此我们测量了测速电动机绕组电阻，阻值较大，达数百欧姆，比标准值高出几倍，标准值为一百欧姆。并且随着转动角度不同，阻值也不相同。肯定测速电动机电刷出现了问题。将电动机拆开检查，发现测速电动机电刷已被腐蚀，原来这台电动机通有压缩空气，因为冬季含水量超标，致使电刷损坏。

故障处理：将测速电动机的电刷更换后，机床的故障被排除，机床恢复了正常使用。为了避免类似问题的再次发生，将压缩空气管路增加过滤干燥装置，清洁压缩空气，减少水分和其他杂质。使问题得到了解决。

【例 5-98】 一台数控外圆磨床砂轮主轴不转。

数控系统：美国 BRYANT 公司的 TEACHABLE III 系统。

故障现象：这台磨床一次出现故障，起动砂轮主轴后，出现报警“Wheel RPM: no feed Back”（砂轮速度：没有反馈），指示主轴速度没有反馈。

故障检查与分析：因为报警指示主轴速度没有反馈，但在起动主轴时观察砂轮主轴，发现主轴没有旋转，说明不是反馈问题。

根据机床工作原理，砂轮主轴是由 ALLEN BRADLEY 公司的变频器控制的，观察变频器不论是否起动主轴，变频器始终显示 F02--，没有变化，据此分析问题可能出在起动控制方面。

根据图 5-110 所示的电气原理图进行检查，PLC 的输出 Q26 起动主轴，在起动主轴时其状态为“1”，没有问题，它控制的继电器 4CR 线圈上也有控制电压，但其动合触点却没有闭合，测量其线圈，发现已开路，说明继电器 4CR 损坏。

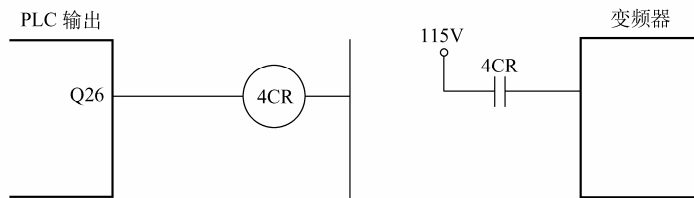


图 5-110 砂轮主轴电气原理图

故障处理：更换新的继电器，机床恢复正常。

第6章 数控电火花线切割机床数控系统维修实例

6.1 配置 FANUC 数控系统故障诊断与维修

6.1.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 6-1】 机床无自动功能，手动 Y 轴电动机振动但不走的故障处理。

故障现象：机床无自动功能，手动 X 轴运行正常，手动 Y 轴电动机振动但不走。

故障检查与分析：该机床系上海第八机床厂生产的 DK7716A 电火花数控线切割机床。配置 FANUC 6M 控制系统。手动时 X 轴运转正常，而 Y 轴运转不正常，排除了公共部分有故障的可能。估计是 Y 轴驱动部分步进电动机及二者的连线、插头或插座有故障，对于机床有手动而无自动功能，怀疑高频取样电路有故障或者 CNC 装置有故障。

故障处理：首先检查 Y 轴步进电动机、步进电动机到电器柜的连线，均未发现异常。第二步互换 X 轴与 Y 轴驱动板，接通电源试验，手动 Y 轴运转正常，而 X 轴电动机有振动声且不走，由此可知，故障随 Y 轴驱动板转移，从而确诊 Y 轴驱动板有故障。进一步检查 Y 轴驱动板，发现其功放管有一只损坏，更换功放管，机床手动时，X 轴和 Y 轴都运转正常。下一步检查高频取样电路，用示波器检查高频电源内插头 32CZ 的 15 脚，对地有脉冲信号。而自动运行时，用示波器测手动/自动的公共线，无脉冲信号，进一步检查连线时，发现在机床内部有一根线被压断，查此断线为信号的零线，将其接好，再通电，运行正常。

说明：通过故障分析、故障处理的过程可看出，故障原因有两个，首先要分清主次，确定先解决哪一个，后解决哪一个；第二步是解剖、隔离，把故障范围分成若干个小单元，如电源部分、驱动部分、CNC 装置等，然后根据故障现象，判断、分析故障可能发生在哪一部分，从而重点检查，找出故障的真正原因。

【例 6-2】 步进电动机失步故障。

故障现象：步进电动机失步。

故障检查与分析：该数控电火花线切割机床是苏州沙迪克三光机电有限公司生产的三光牌产品之一，配置 FANUC 6M 控制系统。步进电动机的伺服驱动工作原理如图 6-1 所示。

图中 S_1 是进给开关，这里使用的是常闭开关，即关闭时接通，打开时断开。与非门的输入 2 的信号 PA 是微型计算机发出的控制步进电动机的信号。当关闭进给开关时，与非门的输入 1 为低电平（0V），或者控制信号 PA 为低电平（0.8V 以下）时，与非门的输出 3 为高电平，光电耦合器 V_1 的输入端中没有足以使发光二极管发光的电流，因此输出端的光敏晶体管截止，+12V 电源通过电阻 R_3 、 R_4 使晶体管 V_2 饱和导通。 V_2 对 2M 的电位值：基极约为 0.7V，集电极约为 0.3V，这样驱动电路中的晶体管 V_5 、 V_6 因得不到基极电流而截止。 V_5 、 V_6 各点的电位值：发射极约为 0V，集电极约为 8V 以上（注：因+10V 电源为整流滤波电源，空载时其值约为 10V，负载时约为 8V）。步进电动机绕组 L 因 V_6 截止而无电流通过。以上是与非

门输入端有低电平时的电路状态, 如果打开进给开关且控制信号 PA 为高电平, 即与非门的输入均为高电平 (2V 以上) 时, 输出为低电平 (0.5V 以下), 这样 V_1 饱和导通, 使得 V_2 的基极电位低于 0.5V, V_2 截止, +12V 电源通过 R_4 , V_3 、 R_5 为 V_5 、 V_6 提供了基极电流, 使它们导通, 步进电动机绕组中流过工作电流。 R_9 和 V_4 是一个过电流保护电路, 当 V_6 电流过大时, R_9 的两端电压升高, 即 V_4 的基极电位升高, 流过 V_4 的电流增大, 这就使 V_5 的基极电流减小, 从而减小 V_6 的输出电流。这时 R_9 两端的电压又减小, V_4 中电流也随之减小, V_5 的基极电流加大, V_6 的输出电流也加大, 如此周而复始, 使得步进电动机绕组在导通时电流趋于稳定。

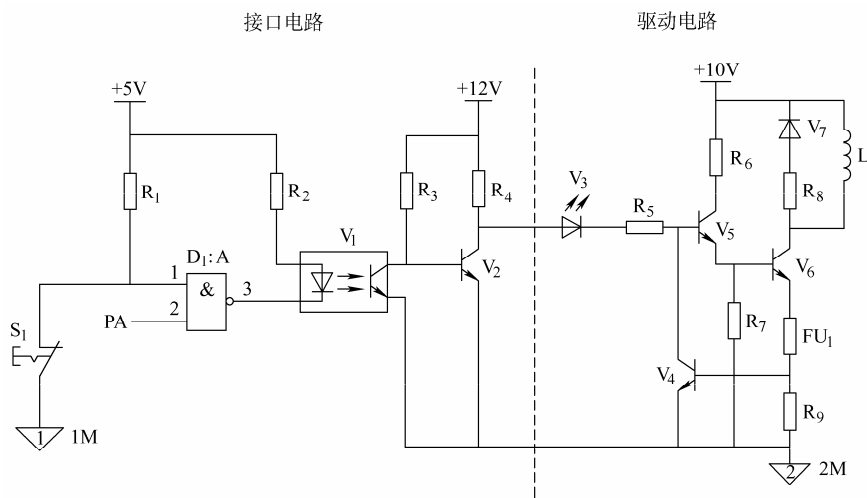


图 6-1 步进电动机的伺服驱动工作原理图

故障处理：在步进电动机失步故障中，最常见的是 V_6 损坏，这可以根据前面讲述的电路原理测量 V_6 各极的电位来确定。 V_6 的损坏有两种情况：①集电极与发射极之间击穿短路，这一般是由 V_7 和 R_8 组成的续流电路引起，检修时应注意同时检查 V_7 、 R_8 回路；②集电极与发射极之间开路，一般是由 R_9 和 V_4 组成的保护电路出现故障造成的，此时应同时检修该回路。如果失步故障不是 V_6 损坏，则通过测量电路中元器件各点的电位会很容易找出故障点。

【例 6-3】 系统通电后显示 901 号报警，系统不能起动。

故障现象：配置 FANUC 6M 系统的日本 KT610B-01 型数控切割机，每次系统通电后，CRT 显示“SYSTEM ERROR 901”，主板上四位数码管显示状态为“××0×”（正常状态为“××××”），系统无法进入正常工作。

技术准备：根据显示的故障报警信息，查阅维修手册，可知故障报警 900～908 号为存储器类故障，901 号的报警内容为系统未及时检测到存储器的初始状态点。

故障检查与分析：从硬件方面考虑，引起该报警的原因可能是存储器本身故障、存储器充电电池及其电路故障、线缆连接与接触性故障。从软件方面考虑，引起故障的原因可能是存储器内存混乱或未进行初始化。

现场调查：虽然从表面上看为硬件故障，但通过询问操作人员了解到，设备使用过程中

未出现突然停电事故,且机床处于正常使用期,相关硬件出现故障的可能性较小。因此,初步判断引起故障最可能的原因为软件故障。

诊断和维修的步骤:

- 1) 按照先软后硬的原则,调出系统的参数画面,发现参数混乱。
- 2) 备份系统的有关参数、宏指令程序及加工程序。
- 3) 按照说明书所述步骤对存储器进行初始化操作。
- 4) 将备份的系统参数等数据重新输入系统。

重新输入机床参数和程序后,系统恢复正常。

6.1.2 脉冲电源系统故障实例与诊断

【例 6-4】 脉冲电源输出故障的处理。

故障现象:脉冲电源输出故障。

故障检查与分析:该机床系苏州三光机电有限公司生产的三光牌系列产品之一的线切割机床。配置 FANUC 6M 控制系统。

脉冲电源电路如图 6-2 所示,它是由多谐振荡器产生相应的脉冲宽度和间隔,经过晶体管 V_1 ,倒相放大。当控制机发出开脉冲电源信号时,继电器即吸合,使脉冲波形信号通过射极输出器 V_2 传送至功放电路,经放大后供机床放电加工。 S_1 是调试开关,在控制机无脉冲信号时,可按下 S_1 强制输出脉冲电源。当运丝电动机换向时,继电器 K_1 吸合,使晶体管 V_3 导通而关掉脉冲电源信号。

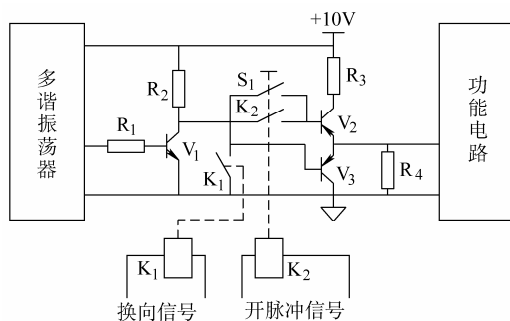


图 6-2 脉冲电源电路

脉冲电源输出的常见故障处理有以下几类:

- 1) 输出电流过大,一般是因为功放管 V_5 被击穿。正常脉冲电源的短路电流为每一功放管 $0.6\sim 0.8A$,如果被击穿则短路电流大于 $3A$ 。造成 V_5 击穿的原因多数是 V_6 失效。
- 2) 打开控制机上的脉冲电源开关,并且按切割键以后,脉冲电源无输出,这多由 V_1 的集电极与 V_2 的基极未接通引起。此时可测量继电器 K_2 线圈两端是否有 $6V$ 电压,有 $6V$ 电压,说明是继电器损坏;如果无 $6V$ 电压,则说明控制机未发出开脉冲的信号,应检查控制机的接口电路。因为该电路与前面[例 6-2]所述的步进伺服驱动工作原理图(见图 6-1)中的接口部分类似,所以这里不再赘述。
- 3) 运丝电动机换向时不切断脉冲电源输出,这种现象一般是由于继电器 K_1 发生故障引起的,这时应更换继电器。

【例 6-5】 放电异常、短路烧丝故障。

故障现象:机床切割时发出“叭叭”的放电异常声,有短路烧丝现象,无报警。

故障检查与分析:该机床是苏州电加工研究所生产的数控线切割加工机床,配置 FANUC6M 控制系统。根据现象首先排除主控板及 X 、 Y 、 U 、 V 各轴控制电路部分,把故障隔离定位在高频脉冲加工电源及其控制部分。脉冲电源框图如图 6-3 所示。

加工不稳定、烧丝，主要是由于直流电源串入加工电源中引起短路所致。从上述现象分析，该故障可能是功放管 C、E 极间开通没有振荡，使 200V 直流电压串至加工侧所致。C、E 极间成通路有两种可能：一是 C、E 间击穿；二是基极信号错误使 C、E 饱和导通所致。测量各功放管，没有 C、E 击穿现象，因此对基极信号进行测量，其信号不是脉冲振荡信号，而是幅度为 7V 的直流信号。因为功放及前级放大有四组，每组的基极信号均不正常，因此可以初步判断是四组功放电路共用的振荡电路有问题。经用示波器观察 OSL 振荡波形发现，该波形不是脉冲振荡波形，这样故障就局限在振荡板上。仔细检查该块印制电路板，查出一电容击穿，更换后开机，196V 电压不出现，但加工仍不平稳。观察加工波形，发现有的锯齿脉冲有断续毛刺，如图 6-4a 所示，正常时应为图 6-4b 所示波形。在断续点机床还在进给但是无加工电流，等到下一个脉冲时，钼丝与工件短路，因而使加工不稳。检查整流输出波形如图 6-4c 所示，有断点。调节移相电位器使波形如图 6-4d 所示，再开机进行加工，各部分恢复正常，加工电流平稳所示出现平稳连续加工声，机床故障排除。

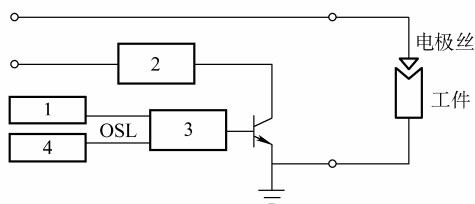


图 6-3 脉冲电源框图

1—加工控制 2—电阻箱 3—前级驱动放大 4—振荡源



图 6-4 振荡电路波形图

a) 锯齿波有断续毛刺 b) 正常锯齿波 c) 整流波形有断点 d) 正常整流波形

【例 6-6】 高频脉冲电源工作不正常故障。

故障现象：高频脉冲电源工作不正常，在加工走丝过程中，切削火花时大时小，短路时既不回退也不停机，造成断丝，其系统框图如图 6-5 所示。

故障检查与分析：该机床系 DK7732 数控钼丝切割机床。配置 FANUC 6M 控制系统。切削火花时大时小，疑是脉冲电源工作不正常，检查发现电压指示正常，切削电流指示不正常，短路时，短路处仍有火花产生，且间隙电压也不为零，检查脉冲电源各部分的波形及电位也都正常，可确定脉冲电源输出正常。

短路时不回退、不停机是计算机控制回路不正常，检查时发现，调节变频电位器有时正常，疑是电位器内部接触不良，更换一个电位器后故障现象依旧，继续再查高频电源输出部

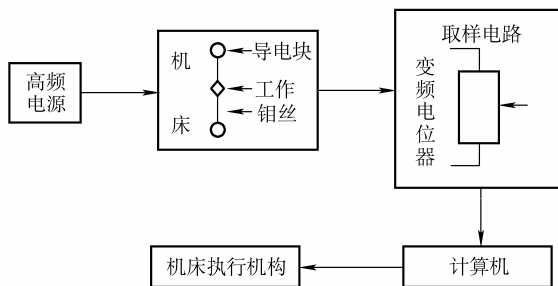


图 6-5 系统框图

分以及计算机信号馈给部分,发现线架上导电块已严重磨损,钼丝与之接触不良。将导电块修磨后,重新调整机床,机床恢复正常。

6.1.3 机电部分故障实例与诊断

【例 6-7】 运丝不正常故障。

故障现象:运丝电动机运行不正常。

故障检查与分析:该机床是苏州沙迪克三光机电有限公司生产的三光牌产品之一。配置 FANUC 6M 控制系统。

运丝电动机控制电路如图 6-6 所示。起动运丝电动机时,接触器 K_1 的常开触点接通, X_1 、 Y_1 、 Z_1 得电,由于继电器 K_2 的常闭触点接通,换向电路中的晶闸管 V_2 和 V_4 导通, X_1 和 Z_1 分别通过 V_2 、 V_4 对电动机的 X_2 和 Z_2 供电, Y_1 与 Y_2 为直通,电动机正转。当运丝拖板运行到限位块压上换向开关 S_1 时,继电器 K_2 得电动作,其常开触点闭合而常闭触点断开,这样换向电路中的 V_2 、 V_4 关断, V_1 和 V_3 导通,运丝电动机的供电也就变为 X_1 对 Z_2 而 Z_1 对 X_2 ,也就是交换了三相供电中两相的相位,所以电动机反转。当拖板反向运行到限位块压上换向开关 S_2 时,继电器 K_2 失电释放,晶闸管又恢复到 V_2 、 V_4 导通状态,再使电动机正转,运丝电动机就这样周而复始地工作。

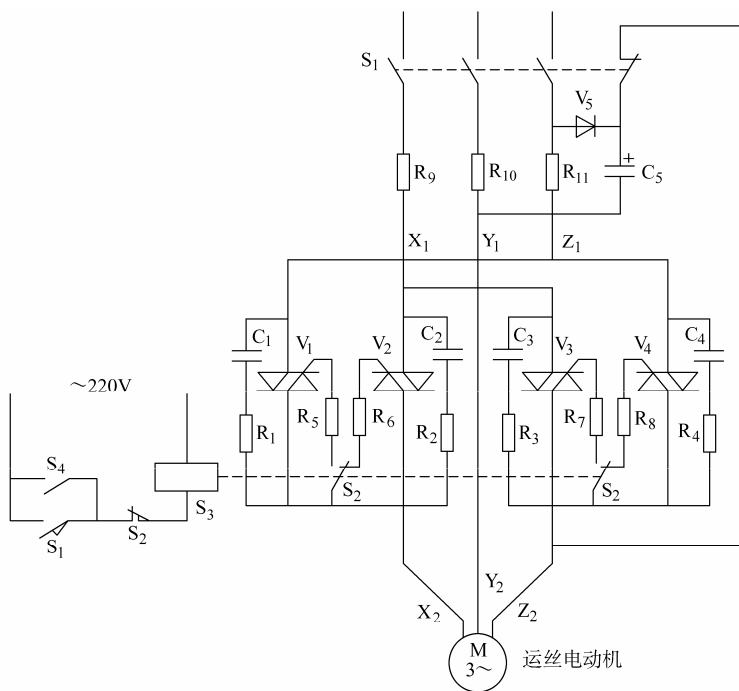


图 6-6 运丝电动机控制电路

由于晶闸管 V_2 导通后,当交流电源过零是不会自动关断的,而继电器 K_2 动作后又使 V_1 导通,这样有可能使 V_1 和 V_2 同时导通,同理 V_3 和 V_4 也有可能同时导通,造成 X_1 与 Z_1 之间短路,电路中的 R_9 、 R_{10} 、 R_{11} 就起限流作用。在运丝电动机工作的同时,由于接触器 K_1 的常闭触点断开,通过二极管 V_5 对电容 C_5 进行充电,一旦接触器的常开触点断开,运丝电

动机工作即停止,此时 K_1 的常闭触点接通,电容 C_3 则迅速放电,起到制动的作用。

故障处理:运丝电动机电路常见故障的处理方法有:①电动机不运转,一般是晶闸管开路引起的,应更换不通的晶闸管;② X_1 、 Z_1 相线中的限流电阻 R_9 和 R_{11} 烧焦,这是由于晶闸管的阴极和阳极之间有漏电现象,应更换漏电的晶闸管;③ Y_1 、 Z_1 相线中的限流电阻 R_{10} 和 R_{11} 烧焦,主要是充电二极管 V_5 击穿短路所致,应更换该二极管;④停机时制动失效,这是由充电二极管 V_5 开路损坏或者电容 C_5 失效引起的,应检查、更换二极管或电容。

【例 6-8】 U 轴坐标不动,机床出现 430 号、431 号报警故障。

故障现象:按 U 轴坐标移动按钮,坐标不动,机床出现 430 号、431 号报警。

故障检查与分析:该机床是 HC-6 型数控线切割机床,配 FANUC 6M 数控系统。

430 号报警为 U 轴在停止时,位置偏差量大于设定值;431 号报警为 U 轴在移动中,位置偏差量大于设定值。查维修手册,431 号报警的原因有:①允许误差设定有误;②增益过调;③伺服用变压器电压设定有误;④线路连接故障;⑤主印制电路板上位置控制部分以及速度控制印制电路板故障。

针对故障,对上述五项分别进行检查和分析,结果如下:

1) 允许误差的设定是由参数 76、80、88 设置的,76 参数为停止时的位置偏差极限值,80 参数为移动中的位置偏差极限值,88 参数为伺服环路增益倍数。检查上述 3 个参数,其值与 NC 所附参数表的值相同,因此,不再怀疑允许误差设定有问题。

2) 增益调整是通过 RV_1 电位器调整的,调整 RV_1 电位器,故障无变化。

3) 对 U 轴速度控制装置上的电源测试点 CH_9 、 CH_{10} 、 CH_{11} 、 CH_{12} 分别进行测量,各点电压均正常,说明伺服用变压器电压设定正确。

4) 检查伺服电动机、测速发电机、旋转变压器之间的连线,未发现异常。

5) 根据 U 、 V 轴两个伺服系统的结构参数完全一致的特点,将 U 、 V 轴两个坐标的控制信号插座、反馈信号插座进行对调,即用 V 轴的控制信号和伺服驱动系统去驱动 U 轴,故障仍然存在,这样也排除了位置控制部分和速度控制部分的故障。

通过以上分析,维修手册上所提供的疑点均被排除,问题可能出在机械部分和电动机部分。为确定故障,我们打开 U 轴防护罩,发现许多地方有锈斑,用手拧丝杠,感觉移动时阻力很大,有时感觉到有一种向回拉的力,因为 U 轴电动机功率很小,连续额定转矩只有 $0.0715\text{N} \cdot \text{m}$,这么大的负载,电动机很难带动,因此初步确定故障在机械部分,机械有卡死现象。

分析该机床 U 轴的机械结构,造成卡死的部件有三部分:①丝杠被锈蚀或铁屑卡入会出现卡死现象;②直流电动机、测速发电机、旋转变压器和丝杠是靠齿轮连接的,如果齿轮之间的啮合不好或过紧,也会出现卡死现象;③导轨中有脏物或被锈蚀会造成机械卡死,通过仔细检查丝杠和齿轮,没有发现异常,疑点集中在导轨上。首先向导轨中注入润滑油,发现从导轨中滴出的油带有许多铁锈。将导轨拆开,看见整个导轨锈蚀得非常严重。清除导轨锈斑,重新安装、调整, U 轴工作正常。由此看来,此故障是因为防护罩密封不严,电解液渗入防护罩内,而机床又很久未用,从而使导轨锈蚀,造成电动机负载太重,无法运转,即控制系统有指令发出,导轨不动,无位置反馈值给系统,使自诊断系统诊断为位置偏差值大于设定值的故障报警。

【例 6-9】 U 轴坐标不动,机床出现 430 号、431 号报警故障。

故障现象：按 U 轴坐标移动按钮，又出现坐标轴不动，机床出现 430 号、431 号报警。

故障检查与分析：该机床是 HC-6 型数控线切割机床，配 FANUC 6M 数控系统。

由于与【例 6-8】的故障现象完全相同，因而采用同样的方法检查，没有发现异常，说明 U 轴电动机部分有问题。仔细检查电动机，发现直流伺服电动机电刷架上的弹簧全部锈断，此弹簧无处购买，万般无奈的情况下，用锁里面的弹子弹簧代替装入电动机。装入后坐标能运行但出现抖动，怀疑弹子弹簧弹性差，电刷接触不良。采用替换法，将 U 、 V 两轴的直流电动机调换，故障没有转移， U 轴仍然抖动，由此可以说明造成机床抖动的原因不是直流电动机。修理后的 U 轴直流电动机能正常运转。

为查找抖动的原因，将齿轮与丝杠脱开，即只加速度环，不加位置环，开机后，发现电动机运行时，在某一点有一减速现象，初步判断速度反馈有问题。为进一步确定，将 U 、 V 两轴的测速发电机对调，故障发生了转移， V 轴出现抖动，由此证明测速发电机有问题，造成机床抖动的原因是速度反馈不正常。

要修理该测速发电机，首先要搞清其结构。该电动机共有 13 个绕组，采用波绕法，各绕组之间相连，若某一绕组有断线，就会造成速度反馈不正常。测速发电机绕组支路图如图 6-7 所示。

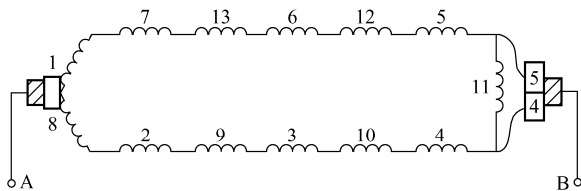


图 6-7 测速发电机绕组支路图

测速发电机感应电动势与转速的关系如下：

$$E = \frac{pN}{60a} n$$

式中 p ——磁极数；

N ——电枢总导体数；

a ——并联支路数；

n ——转速 (r/min)；

E ——感应电动势 (V)。

若绕组 11 断线，当电刷没有接触 4、5 换向片时，由 A~B 的支路数只有一条，另一条断路，那么电枢总导体数 N 减小，根据公式可以看出，反馈电势减小。当电刷接触 4、5 换向片时，将断线短接，由 A~B 的支路数有两条，那么电枢总导体数 N 增加，反馈电势增大，这样周期运转，引起抖动。

我们将测速发电机拆开，用 50 倍放大镜仔细观察，发现有一断线处。由于漆包线的线径很小，只有 0.12mm，焊接十分困难，稍有不慎就会折断，我们用 $\phi 0.15\text{mm}$ 的漆包线在 50 倍放大镜下仔细将断线连接，并刷漆、烘干，安装使用后坐标运行正常，并保证了原有的精度。

说明：通过以上两例故障的排除，可以看出，同一故障现象，故障源却不相同。作为一名数控机床维修人员，不但要具有自动控制、电子技术、计算机技术等基础知识，同时要有丰富的实践经验；不但能处理电气、数控部分的故障，同时应能分析机械方面存在的故障，配合机械技术员解决问题，提高数控机床的利用率。

【例 6-10】 丝筒电动机不反向，撞终点开关才停止的故障。

故障现象：丝筒电动机不反向，撞终点开关才停止。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障现象：正常工作时，加工出来的零件尺寸超差 0.3mm，导致工件报废，故障现象时有时无，CRT 显示屏无报警信息，重新启动运行时，故障现象依旧。

故障处理：经仔细测量报废工件，初步判断故障出在 Y 轴方向。通电运行机床，发现 Y 轴拖板电动机转动不均匀具有异常响声。

该线切割机采用三相六拍步进电动机，步距为 1.5° ，步进电动机的六个通电状态存放在相邻六个字节中，需六个信号来控制步进电动机转动（见图 6-9）当需要步进电动机转动时，计算机通过软件向并行输出输入电路 PIO 8255 芯片的 PA 口传送数据，利用 PA6 发送锁存选通脉冲，由于 PA6 是脉冲上升沿有效，故此控制软件分三步完成数据发送至 PA 口中，PA6 同时控制六个 D 触发器构成的锁成器 74LS174 的第九脚，通过受控制面板上 SA4 进给开关控制的六个 OC 门 74LS03 输出。当 SA4 进给开关打在“FEED”一侧时，OC 门 74LS03 输出低电平，Y 轴电动机驱动信号送至接口板上光电耦合器 B4、B5、B6 输入端，B4、B5、B6 导通，输出高电平送至晶体管 V_1 、 V_2 、 V_3 基极，其导通后由发射极输出高电平，将信号送至功放板上晶体管 V_9 、 V_7 、 V_8 基极，使三相电动机线圈相继通电，Y 轴三相步进电动机转动起来（见图 6-9）。

本着由简至繁的修理原则，先从 Y 轴电动机着手，将 X 轴电动机与 Y 轴电动机接线对调。开机，发现 X 轴电动机转动异常，表明 Y 轴电动机是好的，确定 Y 轴功放板有故障。首先检查功放板，在线测量功放板 24V 电源正常。检测 V_9 、 V_8 、 V_7 三只晶体管的各级静态工作电压正常，检测板上其他元器件也正常，于是运行一段加工程序，再次检测功放板，结果发现 V_9 晶体管基极动态输入电压始终 $< 0.5V$ ，且管壳严重发烫，怀疑 V_9 晶体管工作状态不正常。断电再次拆下功放板，用晶体管图示仪检测 V_9 晶体管 I_{ceo} 、饱和压降等各项参数指标都正常，检测结果显示功放板完好，故将故障范围缩小到计算机控制信号输出接口板上。

打开主机控制箱端盖，通电测信号接口板上 12V 电源正常。测量板上 Y 轴电动机 V_1 、 V_2 、 V_3 三只晶体管各级静态工作电压，发现晶体管 V_2 集电极电压只有 0.1V，而正常值应是 12V。检测晶体管 V_2 阻值正常。测量晶体管 V_2 集电极电阻 R_{14} 的另一端 12V 电压正常，怀疑该电阻阻值发生变化，断电后测量电阻 R_{14} 阻值 82Ω 正常，再拆下信号接口板，用放大镜观察印制电路板反面，发现电阻 R_{14} 一端焊点有裂纹，用电烙铁焊牢此点，通电检测晶体管 V_2 集电极电压已有 12V。试机后证明设备故障排除。

【例 6-13】 一台 DK7732 电火花线切割机床处于自控加工时，只有当控制柜上的加工变频跟踪旋钮调到最大位置，计算机才进行缓慢插补运算，步进电动机转动缓慢，钼丝进给速度较慢，当变频旋钮调到较低档位时，步进电动机不转。

故障检查与分析：该机配置西门子 820G 系统。步进电动机转动的快慢是受计算机的插

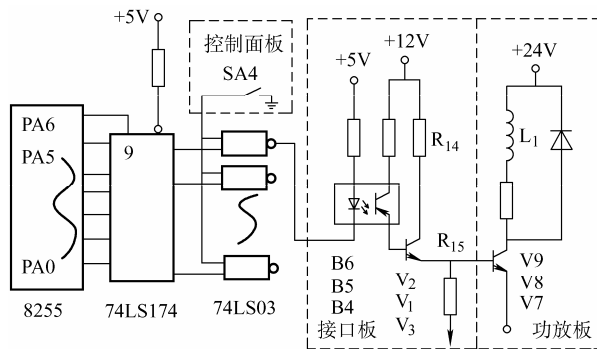


图 6-9 DK7716 电火花线切割机床控制电路简图

补运算速度控制的,而插补运算的快慢又受变频电路控制,计算机每接收到变频电路送来一个脉冲信号就运算一步,拖动步进电动机转动一步。变频电路的振荡频率取决于采样电路的采样电压大小,该部分的电路见图 6-10。

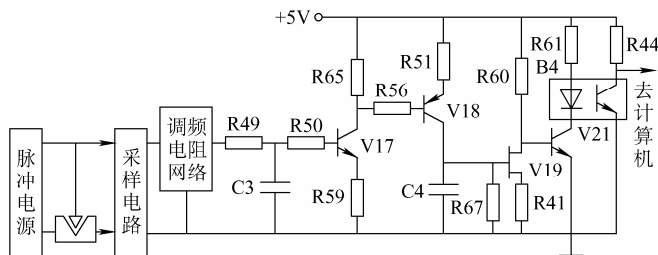


图 6-10 电路图

由图 6-10 可见该电路是一个典型的电压—频率变换电路。采样电路将电火花信号进行整流滤波后变为一直流电压信号,经变频旋钮中的电阻网络分压后送至 V17、V18 进行放大。V18 的导通程度决定了电容 C4 的充电快慢,也即决定了 V19 构成的弛张振荡器的振荡频率。V19 输出的锯齿波信号经 V21 放大驱动光电耦合器 B4, B4 发出的脉冲信号送到计算机进行插补运算。

由上述工作原理可知,采样信号的大小, V17、T18 放大能力的大小都将影响到 V19 的振荡频率,因此先重点检测该部分。经检测这些电路无故障,再检测 V19 也无问题,当检测到定时电容 C4 时,发现其漏电流较大,用同规格的电容替换后,故障消除。故该故障是由于电容 C4 漏电流太大而造成 V19 级振荡频率下降的。

【例 6-14】 一台 DK7740B 型数控线切割机床,配置西门子 820G 系统。

故障现象:只有一个轴的步进电动机不转动或来回颤动。

故障检查与分析:图 6-11 是步进电动机驱动电路原理图。检查时,先合上 SA11 按键,使步进电动机进给指示灯熄灭,然后用手转动步进电动机手柄,若转动灵活,则可判断可能是步进电动机驱动脉冲电源缺相所致。检查驱动板上熔丝是否完好,若完好则检测三相功放管 V1 是否正常。常见故障有晶体管 V 的基极 b 与发射极 e 断开,造成功放管 V 基极无脉冲电压,可使功放管 V 的集电极与发射极无法饱和与截止。更换晶体管 V 即可解决。若用手转不动步进电动机手柄或机械卡住,则检查步进电动机的接线及转动轴承是否有断线、松脱或卡死轴承现象,进行相应处理即可。

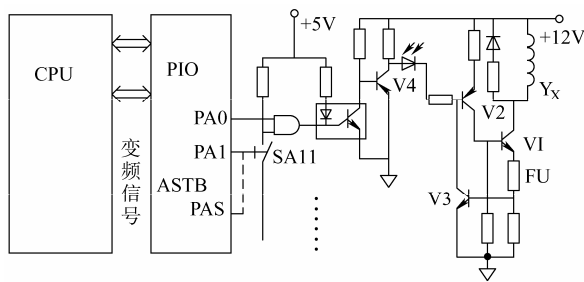


图 6-11 步进电动机驱动电路原理图

【例 6-15】 一台 DK7740B 型数控线切割机床,配置西门子 820G 系统。

故障现象: X 轴和 Y 轴步进电动机同时不能转动,检查时先用手转动。

故障检查与分析:步进电动机的手柄是否灵活,转动灵活则可判断是驱动部分的功放管 V 集电极电压无 +12V 电源。先检查驱动电源箱面板上的直流 12V 指示是否正常,如果正常,

则检查功放印制电路板接插件是否插牢,如果不正常,则断开直流电源+12V 整流稳压电路的负载,测量变压器次级电压是否有交流 16V,再测量整流电路、滤波电路(输出应有 19V 直流电压),如没有则断开三端稳压器测量,若还是只有 13V 左右,可判断电容滤波电路故障,滤波电容漏电流太大,应更换。若只有 8V 左右,可判断桥堆或整流二极管损坏。若只有 19V 直流电压,三端稳压器 7812 无输出或者不足 12V,可更换三端稳压器元件。

6.2.2 脉冲电源系统故障实例与诊断

【例 6-16】 一台 DK7732 数控钼丝切割机床,高频脉冲电源工作不正常。

数控系统:配置西门子 840D 系统。

故障现象:高频脉冲电源工作不正常,加工走丝时切削火花时大时小,短路时既不退也不停机,造成断丝,840D 系统如图 6-12 所示。

故障检查与分析:切削火花时大时小,疑是脉冲电源工作不正常,直观检查发现电压指示正常,切削电流指示不正常。短路时,短路处有火花产生,且间隙电压不为零,脉冲电源各部分的波形及电位正常,脉冲电源输出也正常。短路时不退、不停机,一般是计算机控制回路不正常,疑是调节变频电位器内部不良,更换后故障现象依旧;再查发现线架上导电块已严重磨损,钼丝与之接触不良,导电块修磨后重新调整机床,机床运行正常。

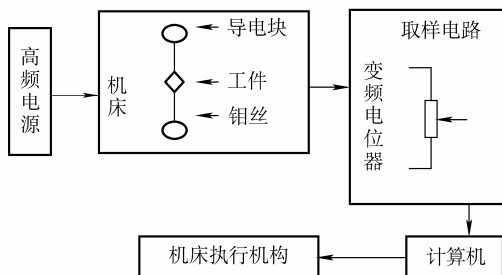


图 6-12 840D 系统

【例 6-17】 一台 DK7725E 数控线切割机床,脉冲电源输出故障。

数控系统:配置西门子 840D 系统。

故障检查与分析:该机床由多谐振荡器产生相应的脉冲宽度和间隔,经晶体管 V_1 倒相放大,当控制机发出脉冲电源信号时,继电器 K_2 吸合,脉冲波形信号通过射极输出器 V_2 传送到功放电路,供机床放电加工。 S_1 是调试开关,控制机没有脉冲信号时,可按下 S_1 强制输出脉冲电源。当运丝电动机换向时,继电器 K_1 吸合,晶体管 V_3 导通而关掉脉冲电源信号。脉冲电源电路如图 6-13 所示。

脉冲电源输出的主要故障是输出电流过大,一般是因为功放管被击穿。正常脉冲电源的短路电流为每一功放管 0.6~0.8A,大于 3A 则被击穿。造成功放管击穿的原因多为下一级功放管失效;若打开控制机上的脉冲电源开关,按切割键后无输出,是 V_1 的集电极与 V_2 的基极未接通引起的。此时可测量继电器 K_2 线圈两端是否有 6V 电压,如有,说明是继电器损坏,若无,则说明控制机未发出脉冲信号,应检查控制机的接口电路。此外,如果运丝电动机换向时不切断脉冲电源输出,一般是由继电器 K_1 发生故障引起的,此时应更换继电器。

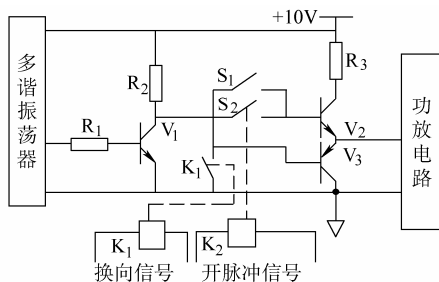


图 6-13 DK7725E 电火花线切割机床脉冲电源电路

【例 6-18】 一台 DK7725E 型数控电火花线

切割机床，机床切割零件结束后，工作台上钼丝对工件仍有火花放电现象，显示屏无任何报警信息，重新启动运行时，故障现象依旧。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障检查与分析：根据机床故障现象分析判断，线切割机床脉冲电源火花放电正常，但计算机控制系统不能自行关断脉冲电源，经过对电路分析排查，将维修的重点放在计算机控制系统信号输出接口电路上，见图 6-14。KG 是安装在控制面板上的高频开关，在切割加工时必须合上。使得 $KG=1$ ，在需要切割时，计算机通过并行输出输入电路 P108255 芯片的 A 口，使得 $PA6=1$ ，这时与非门 IC1 的 11 端将输出“0”电平，导致光电耦合器 IC2 导通送出高电平，晶体管 BG1 导通，高频开关继电器线圈 JS2 通电工作，其常开触头闭合，将脉冲电源柜内脉冲主振板上的脉冲输出电路 A1、A2 两点接通，输出矩形脉冲信号，产生火花放电，反之，当计算机运行程序切割零件结束后，使得 P108255 芯片的 A 口=1， $PA6=0$ ，高频开关继电器线圈 JS2 将断电失去工作，其常开触点由闭合变为断开，切断脉冲电源信号输出。

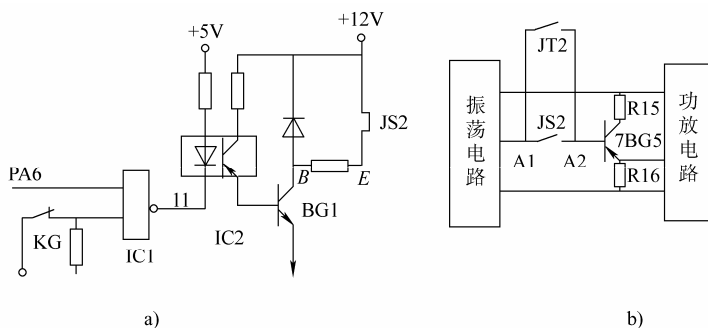


图 6-14 DK7725E 电火花线切割机床控制简图

a) 主机控制柜子 b) 脉冲电源柜

首先拆开主机控制柜盖板，测量高频开关 KG 触头阻值正常，开机运行加工程序，测得 $PA6=1$ ，程序结束后，测得 $PA6=0$ 。当 $PA6=1$ 时，测得晶体管 BG1 集电极 B 点电压为 0.3V，当 $PA6=0$ 时，E 点电压为 12V，测量结果显示主机控制信号正常。从而确定主机控制柜电路无故障，故将故障范围缩小到脉冲电源柜内主振板上。

打开脉冲电源柜后盖板，拆下脉冲电源主振板，查继电器 JS2 线圈阻值正常，触头无短路，利用外接 12V 直流电源测试继电器 JS2，测得触头闭合、断开阻值正常，将脉冲电源主振板装入脉冲电源柜内，开机运行故障依旧。断开设备电源，在线测量 JS2 常开触头（A1、A2）两点阻值，发现只有 10Ω 左右，怀疑 JS2 常开触头外接元件短路，测晶体管 7BG5 阻值正常，电阻 R15、R16 阻值正常。经查，在脉冲电源控制面板上有一按钮开关 JT2 引线 A1、A2 两点并联，JT2 为脉冲电源强制输出试验按钮，此开关虽在断开位置，但其内部触头接近短路。换上新的同型号开关，通电，试运行加工程序，切割零件结束后，计算机控制系统自行关断脉冲电源，故障排除。

【例 6-19】 一台型号 TPCW-2535-C 数控电火花线切割机床，一给高频电源，BX2 上的 8A 保险管就烧毁，而且烧得较严重。

数控系统：西门子 810T 系统。

故障检查与分析：拆下高频电源板，怀疑大功率管 $T_5 \sim T_{11}$ 击穿，但用万用表检查均无问

题, 检查 C_1 也无问题。在 C_2 两端用稳压电源加上直流 12V 电压, 用示波器测④、⑤、⑥、⑦点均无波形, 并且⑦点始终为高电平。检查 T_4 时, 发现 T_4 的发射极脚断了, 检查 T_2 时, 发现 T_2 的发射极脚也因生锈而断开。重新换上 T_2 、 T_4 后, 用示波器测④、⑤、⑥、⑦点均有高频脉冲, 安装好后, 通电试验一切正常 (见图 6-15)。

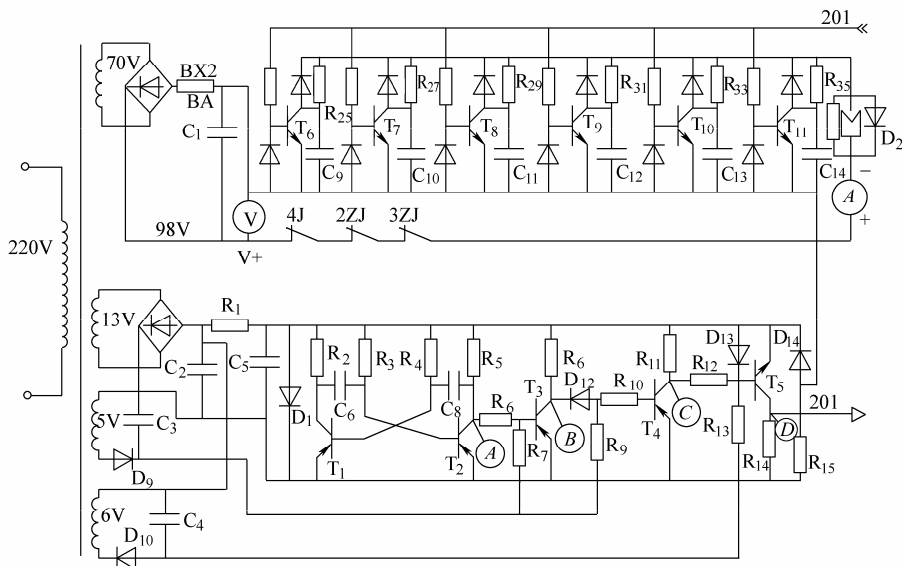


图 6-15 810T 系统电路图

T_2 的发射极脚断开造成由 T_1 和 T_2 组成的多谐振荡器停振, 故④、⑤两点没有波形, T_4 的发射极脚断开, 造成 T_5 的基极始终为低电平、集电极为高电平, $T_6 \sim T_{11}$ 的基极为高电平, 从而使 $T_6 \sim T_{11}$ 始终处于导通状态。故而使 98V 高压电源正极、常闭触点 (4J、2ZJ、3ZJ)、电流表、加工工件、限流电阻 $R_{25} \sim R_{35}$ 、 $T_6 \sim T_{11}$ 的 ce 结、98V 高压电源的负极形成了短路。所以, 一给高频电源就烧毁 8A 保险管。

【例 6-20】 一台型号 TPCW-2535-C 数控电火花线切割机, 钼丝与工件间无火花放电, 且脉冲电源电流表指示为零。

数控系统: 西门子 810T 系统。

故障检查与分析: 造成无电火花放电的主要原因有两方面, 一是高频脉冲电源有故障, 二是钼丝存在短路, 由于电流表无指示, 故后者因素可排除, 重点检查高频脉冲电源。

该型号机床采用 XD02 型高频脉冲电源, 其功率放大级采用 9 只 3DF5C 低频大功率管并联使用, 9 只功率管同时损坏的可能性很小, 只要有一只正常, 电流表指示就不会为零, 故可排除功放级的因素, 重点检查直流电压及振荡级和推动级。

经检测 +80V、+20V、-10V 电压正常, 用示波器观察振荡级的输出波形, 波形良好且脉宽间隔可调。这样故障很可能在推动级, 该部分电路如图 6-16。

图 6-16 中, V_{35} 、 V_{36} 构成二级电压放大, 对振荡级送来的脉冲信号进行放大。观察 V_{35}

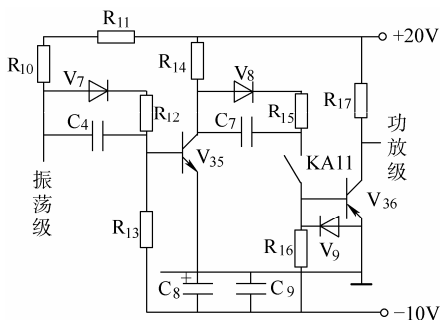


图 6-16 810T 系统推动级的电路图

集电极波形正常,当观察 V_{36} 集电极时无信号输出,因此 V_{36} 级放大电路存在开路性故障,焊下 V_{36} 测量其 BE 间阻值为无穷大,更换同一型号晶体管后故障排除。故该故障是由于 V_{36} 损坏造成脉冲信号阻断,引起功放级无信号输出。

【例 6-21】 一台型号 TPCW-2535-C 数控电火花线切割机床,机床加工一圆工件程序,在控制台程序运行结束时,钼丝不能回到原点,产生 $20\mu\text{m}$ 左右的误差。

数控系统: 西门子 810T 系统。

故障检查与分析: 从故障现象上看,机械传动或步进电动机及其控制电路存在问题。首先检查机械部分,减小传动齿轮及丝杠间隙后,开机故障依旧,故障可能是由步进电动机丢步所引起的,利用万用表测量步进电动机的驱动电源,发现只有 24V ,远低于图样所标的 30V ,再利用示波器观察其波形,纹波成分也较大。此部分电路如图 6-17,是一个典型的桥式整流电容滤波电路,测变压器副边 24V 交流电压正常,根据电路知识可知: 24V 交流电经半波整流电容滤波后所得直流电压也约为 $+24\text{V}$,现测直流电压也恰好为 $+24\text{V}$,故该电路的整流桥中可能有一个二极管断路,逐个检测,发现有一只二极管正反向电阻均为无穷大,用同型号替换,再试机,故障消除。故该故障是由于步进电动机的驱动电源下降,引起绕组励磁不足而产生丢步的。

【例 6-22】 一台型号 TPCW-2535-C 数控电火花线切割机床,机床执行加工程序时, Y 向加工正常,而 X 向出现较大误差,且加工面表面粗糙度高。仔细观察,发现对 X 向步进电动机稍微施加阻力便可使其停转(正常情况下不能)。

数控系统: 西门子 810T 系统。

故障检查与分析: 从现象上看,该故障可能是由于机械阻力过大或 X 向步进电动机缺相所引起的。首先检查机械传动机构,未发现异常现象。因此再重点检查 X 向步进电动机的驱动电路,该部分电路如图 6-18。为计算机输入 X 向加工程序,用示波器分别监测 A 、 B 、 C 三相信号,发现 $DX-A$ 无脉冲信号输出,再检测 MC75452 的 5 脚波形,正常,当用示波器测 V_{23} 基极波形时,无信号输出。所以故障可能出在光电耦合器 B_5 上,试换上同一型号,故障消除。故该故障是由于光电耦合器 B_5 的损坏造成 A 相信号的阻断。

【例 6-23】 一台 DK7740B 型数控线切割机床,配置西门子 840D 系统。

故障现象: 无脉冲电压。

图 6-19 是脉冲电源功放板电路。

故障检查与分析: 检查时先合上 SA 开关,

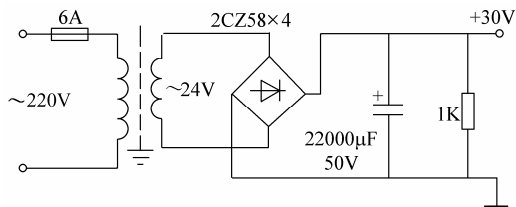


图 6-17 桥式整流电容滤波电路图

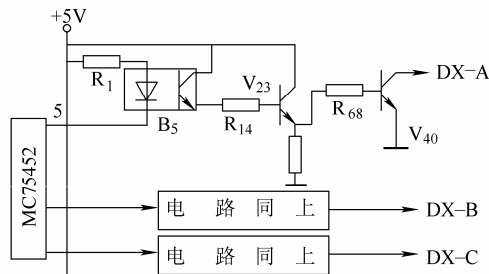


图 6-18 步进电动机的驱动电路图

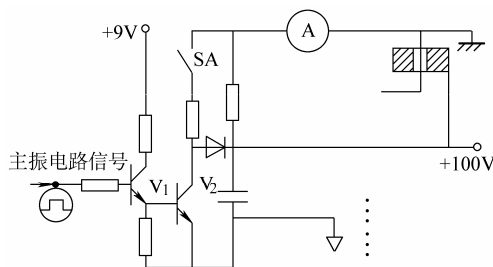


图 6-19 脉冲电源功放板电路

看是否有输出,可用示波器检查来自多谐振荡器的波形是否正常,有无方波波形。若发射极无波形,多谐振荡器波形正常,则断定晶体管 V_1 基极与发射极开路。若发射极波形正常,则检查功放管 V_2 的集电极是否存在开路,功放管是否损坏。

【例 6-24】 一台 DK7740B 型数控线切割机床,配置西门子 840D 系统。

故障现象:运行中电极与工件之间火花不正常,并且电流过大。

故障检查与分析:这类故障应检查功放板电路。图 6-19 功放板电路中 V_2 功率放大管击穿会导致电流过大。功放电路板有 6 块、9 块和 12 块配置的,可以通过切换开关 SA 来逐个判断哪块出现问题。若功放管有开路、击穿、短路等损坏,应更换功放管。

【例 6-25】 一台 DK7740B 型数控线切割机床,配置西门子 840D 系统。

故障现象:断丝率高。

故障检查与分析:这类故障与脉冲电源的正常关系很大,断丝可由高频输出的脉冲反向峰值电压过大造成。反向峰值电压大于 10V,可使加工液产生反向极化,加大电极丝的损耗。检查若反向峰值电压合适,则断定阻压二极管损坏(高频阻压二极管是为了抑制输出脉冲的反向峰值电压过大以及高频管对脉冲相应块、正向内阻小特点而设计的),更换即可。

断丝还可以由于没有高频输出造成,检查电路的接线端子如主振电路、整形电路、激励电路和功放电路有无断线锈蚀、接触不良或虚焊点。先检查主振电路有无波形输出,工作电源是否正常,而板控制电位器是否进油,是否接触良好,再检查脉冲宽度是否正常,宽脉冲、窄脉冲及占空比等,若不正常,检查调解振荡频率的电容器和电位器及波段开关,再检查整形级、前置级和激励级有无脉冲输出。这些级的晶体管有一定的要求。若功放管、激励管穿透电流过大,会使输出脉冲直流成分偏高,引起电极丝发热。检查功放管的穿透电流以及基极嵌位二极管的特性一致,检查电流表是否正常和接触情况是否良好等。

【例 6-26】 一台 DK7740B 型数控线切割机床,配置西门子 840D 系统。

故障现象:运丝故障,采用双向晶闸管控制正反转的电路发生运丝电动机只向一个方向运动的故障。

故障检查与分析:运丝电路如图 6-20 所示。应首先检查换向接触器 KM 工作是否正常,如果正常,再检查双向晶闸管 $V_1 \sim V_4$,其 V_1 和 V_3 控制运丝电动机一个转向, V_2 和 V_4 又控制运丝电动机另一个转向。双向晶闸管可以用来控制交流负载或组成交流开关。双向晶闸管是由两个普通的晶闸管以反并联方式集成在一个芯片上的器件,它有双向晶闸管和门极双向晶闸管构成。有四种触发方式,而无论在哪个方向上加给阳极与控制极电压,都可触发双向晶闸管。拆下检查时应测量阳极和阴极以及控制极的极间电阻值。阳极和阴极之间电阻值相当大,阳极和控制极电阻在几十欧至几百欧。若测量阴极与阳极无穷大则是开路,若阻值很小则短路。阴极与控制极电阻也有较大的阻值,但也不能呈现开路和短路状态,否则均应更换双向晶闸管。另外还要检查触发电阻的情况,有无烧坏变色和阻值变化,否则应及时处理。

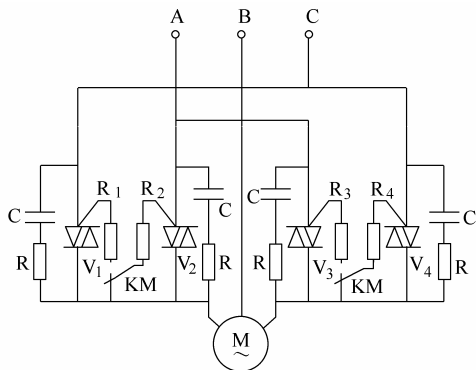


图 6-20 运丝控制电路

6.2.3 机电部分故障实例与诊断

【例 6-27】 一台三光牌数控线切割机，配置西门子 840D 数控系统。

故障现象：步进电动机失步。

步进电动机的工作原理见图 6-21。

故障检查与分析: S_1 是进给开关, 使用常闭接点。与非门输入 2 的 PA 是计算机发出的步进电动机控制信号。当关掉进给开关, 或者控制信号 PA 为低电平(0.8V 以下)时, 与非门的输出为高电平, 光电耦合器 V_1 的输入端没有足以使发光二极管发光的电流, 因此输出端的光敏晶体管截止,

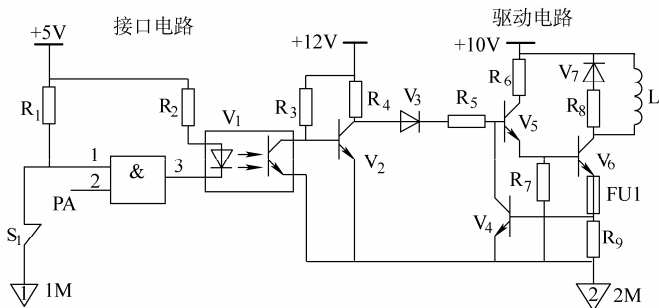


图 6-21 步进电动机的工作原理

+12V 电源通过电阻 R_3 、 R_4 使晶
 体管 V_2 饱和导通。 V_2 对 2M 的电位值如下：基极约为 0.7V，集电极约为 0.3V，驱动电路中的
 晶体管 V_5 、 V_6 截止。其各点的电位值如下：发射极约为 0V，集电极约为 8V 以上。步进
 电动机绕组 L 因 V_6 截止而无电流通过。打开进给开关且控制信号 PA 为高电平时，输出为低
 电平（0.5V 以下），这样 V_1 饱和导通，使得 V_2 的基极电位低于 0.5V 而截止，+12V 电源通
 过 R_4 、 V_3 、 R_5 、 V_5 、 V_6 提供基极电流，使其导通，步进电动机绕组中流过工作电流。 R_9 和
 V_4 是过电流保护电路，当 V_6 电流过大时， R_9 两端电压升高，流过 V_4 的电流增大，使 V_5 的
 基极电流减少，从而减小 V_6 的输出电流。此时 R_9 两端的电压又减小， V_4 中电流也随之减小，
 V_5 的基极电流加大， V_6 的输出电流也加大，使得步进电动机绕组在导通时电流趋于稳定。

步进电动机失步故障一般为 V_6 损坏, 常见故障为集电极与发射极之间击穿短路, 是由 V_7 和 R_8 组成的续流电路失效引起, 检修时应同时检查 V_7 、 R_8 回路。如属 V_6 集电极与发射极之间开路, 则原因是由 R_9 和 V_4 组成的保护电路故障造成, 此时应同时检修该回路。

【例 6-28】 一台 DK7740 电火花线切割机床，配置西门子 840M 数控系统。

故障现象：步进电动机丢步。

故障检修:①送一直径 $D=20\text{mm}$ 的圆程序,对零后扭紧刻度盘,在控制台程序运行结束时,刻度盘不回零,误差达 $40\mu\text{m}$ 反复试验几次,都是如此。检查机械部分,正常。遂考虑步进电动机可能丢步。②检查步进电动机电源,控制柜上表示步进电动机电源的电压表显示只有 21V ,低于正常值 30V 。该电源电路是一个典型的全波整流滤波电路,变压器次级输出为 24V 。由电子电路的知识可知: 24V 交流电经整流后电压均为 $24\times 0.9\text{V}=21.6\text{V}$,而经全波整流滤波后电压均为 $24\times 1.2\text{V}=28.8\text{V}$ 。现该电源显示恰为 21V ,因而可知,该电路变成了全波整流电路,也就是说,滤波电容没起作用。焊下该电容($22000\mu\text{F}$, 50V)检查,果然发现其内部开路。待换上一只新电容后,步进电动机电源恢复正常,故障现象也随之消失。

故障点评: 掌握了电路原理, 就能正确分析, 迅速查出症结, 排除故障。

【例 6-29】 一台 DK7740 电火花线切割机床，配置西门子 840M 数控系统。

故障现象：加工出的工件表面出现一道一道的“凸棱”，眼观、手感都非常明显。

故障检修：首先怀疑是步进电动机丢步所致，遂检查控制柜中相应电路、步进电动机等，然皆正常。为了确定在哪个轴向上存在故障，遂分别在 X 轴和 Y 轴方向各加工一段直线，发现在 X 轴方向工件表面正常，而在 Y 轴方向工件表面上出现一道一道的“凸棱”。于是，以为 Y 轴机械部分存在问题，遂检查 Y 轴传动齿轮、丝杠等，但未发现问题，只是调整齿轮的装配后，“凸棱”的高低有所变化，但仍不能消失。这一故障很怪，来来回回，反反复复总是不能排除。后来静下心来仔细地考虑，想到假如钼丝松弛的话，那么在贮丝筒换向时，钼丝的松紧程度变化就比较大，这样会不会就造成“凸棱”呢？而且只存在于 Y 轴方向。仔细观察加工面上的“凸棱”，发现间距均匀，况且也恰好就只存在于 Y 轴方向，与分析吻合，极有可能是因钼丝松弛而在储丝筒换向时产生的。进一步拉紧钼丝，重新加工，则“凸棱”消失，加工恢复正常。

故障点评：该机床没有钼丝张紧电动机，钼丝的松紧程度全凭操作者手感掌握，经验便显得重要。作为维修人员，应该在机床正常运转时，对这些地方多感觉感觉，积累一定的经验，这样，在出现故障时，就能较快地发现问题，少走弯路。

【例 6-30】 一台 DK7740 电火花线切割机床，配置西门子 840M 数控系统。

故障现象：加工精度欠佳、加工一直径为 $D=40\text{mm}$ 的圆形工件，误差（椭圆度）达 $17\mu\text{m}$ 。

故障检修：①检查步进电动机及其电源电路、驱动电路等，皆正常。②检查机械部分，发现 Y 轴传动齿轮间间隙较大，手感非常明显。遂打开齿轮盖，仔细察看各齿轮，发现步进电动机轴上套装的小齿轮与步进电动机轴之间存在较大的间隙，该小齿轮与步进电动机轴靠一销子连接，拆下小齿轮，便看出，该销孔变大了，这就是症结了。换上稍大点的销子，重新安装，调整齿轮后，则故障消失，精度恢复正常。

故障点评：在加工精度方面出现问题，如果误差较小（为 $20\mu\text{m}$ 以下），则故障多在机械部分；如果误差较大，那么故障多在电器部分。

【例 6-31】 一台用于模具加工的 DK7740B 型数控线切割机床，因加工程序较长，需较大存储空间而专门配置了西门子 810G 控制系统，用于编制、存储程序。

故障现象：机床使用约 3 个月后，出现联机状态下按下加工键程序不运行；按下检查键程序也不运行，按下工作台键，X、Y 向步进电动机自锁的故障。

故障检查与分析：从故障现象知，主要问题是工作台步进电动机不进给。检查各有关直流电源箱出及有关按钮开关、继电器均正常，插接件连接良好，用示波器测量进给板至数控控制板的进给脉冲信号（见图 6-22）。317 对 316（+5V 地）端子无输出，据此判断，故障发生在进给板上。由于检查键按下时，317 与 316 间也无信号输出，因此故障范围进一步缩小。

该电路由单结晶体管组成一个张弛振荡器，通过电位器 2RP2 改变晶体管 3CG2 的基极工作点电位以调节其饱和深度，从而调整振荡器产生的脉冲频率和相位。所产生的脉冲经晶体管 3DG6 放大，通过光电耦合器 TIL117 输出至 317 端，关断电源，用万用表检查 3CG2、BT33C、

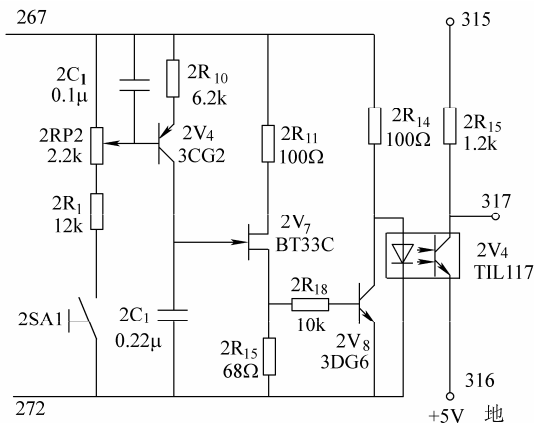


图 6-22 进给板至数控控制板的电路图

3DG6 及 2R₁₀ 和 2R₁₄ 各元件, 皆正常。通电后, 检查各晶体管的工作点电压也正常, 按下检查键及工作台键, 故障现象消失, 进给恢复正常。

由此判断, 进给板可能有虚焊点。将进给板拆下, 发现 2R₁₁ 一端焊点只在印制电路板上有很薄的一层焊锡, 且焊点发乌, 系发热所致。将该焊点重新焊过后再将进给板装到机器上, 开机正常, 此后再未发生类似故障。

该故障由元件焊接质量不良引起, 由于焊点未焊牢, 机器运行过程中, 交流接触器通断时产生的振动使焊点脱焊, 接触电阻增大, 焊点发热, 导致故障发生。拆下进给板检修时, 因某种原因, 使焊点偶然处于良好状态, 因此, 开机检查时状态恢复正常。

【例 6-32】 一台 DK7740B 型数控线切割机床, 配置西门子 810G 控制系统。

故障现象: 机床开机后, 各功能键有效, 但无任何 LED 指示, 不联机, 步进电动机不进给, 也不自锁, 无高频。

故障检查与分析: 由上述故障现象看, 可能系某一路直流电源发生故障。从电路图分析, DC12V 步进电动机电源有问题。用万用表测量无 12V 直流电压, 但变压器初级 2A 熔断器并未熔断, 拆下 25A/400V 整流桥检查, 发现有一臂短路。拆整流桥时发现其散热片未固定牢, 其四个脚的焊接质量也较差。拆下整流桥后对机器通电测量, 变压器 10V 交流轴输出正常, 但与整流桥相连的两交流输入电源线没有电压。进一步检查变压器输出至整流桥交流输入间的连线, 发现联接插头的一线脱落, 线柱周围烧焦。用两根电线将变压器输出不经插头插座直接连接至整流桥交流输入端, 更换一新整流桥后开机, 各功能恢复正常。但在切割工件时发现, 走丝电动机换向时, LCD 显示器显示字符上下晃动, 12V 直流输出电压瞬时升高, 换向后降低。变压器初级 380V 交流输入也存在同样问题, 电压高时至 380V, 低时至 330V 左右。其他两路线的电压一路同上, 另一路正常。怀疑有一相电源输入有接触不良之处, 由于电压的波动是在走丝电动机换向时产生的, 故障原因可能与走丝电动机换向接触器有关。经查, 发现有一相电源线的压线端子处胶木炭化, 压线松动, 所压接的两根线中有一根联接至 380/10V 电源变压器初级, 更换交流接触器后, 故障完全排除。

维修说明: 这一故障涉及故障点较多, 直接原因是 12V 直流电源整流桥散热片未压紧, 导致整流桥散热不良, 发热烧坏。我们了解到, 在生产厂家人员来厂安装调试期间该整流桥坏过一次, 厂家服务人员检查后换了一块新的整流桥, 但因散热片未压紧, 导致出现此次故障。这次损坏的整流桥系一臂短路, 在 380/10V 变压器次级的交流正弦波输出中有半波短路。短路期间, 反映到变压器初级电源中, 压接不良的一相电源线因短路使线路电流增大, 接触点发热, 弹簧垫片发热变形, 压线间隙变大, 接触电阻值增加, 导致接线柱烧坏。换上新的整流桥后, 电压随着走丝电动机的换向有变化, 是因为接触器吸合时产生振动, 松动的线头因走丝电动机电流及 10V 变压器电流较大, 产生火花, 瞬间接触电阻变小, 电源电压随之上升, LCD 显示器上屏幕内容晃动。

6.3 配置其他数控系统故障诊断与维修

6.3.1 CNC 系统故障实例与诊断

【例 6-33】 C 轴伺服电动机固定偏差超出, CRT 显示 74 号报警。

故障现象:给C轴指令时,CRT显示74号报警。CRT显示如下:“C-AXIS MOTOR DROOP OVER”,即C轴伺服电动机的固定偏差超出。

故障检查与分析:该机床是日本牧野公司生产的电火花线切割加工机床,型号为EDNC-32,控制系统MGBI是由该公司自行开发的。

根据跟随误差的原理,我们知道这个固定偏差报警实质上就是指跟随误差超出了允许值。用手摇脉冲发生器给C轴送出单个进给脉冲,这时在CRT上可观察到指令位置在变化,且每发出一个脉冲,指令位置就累加一次,可C轴的实际位置不动。指令位置累积到一定数值后,即出现上述报警,由此说明问题一定出在包括伺服放大器和执行电动机在内的驱动回路中。

为了避免报警出现,仍使用手摇脉冲发生器发出1~2个进给脉冲,用万用表在伺服放大器的指令输入端测量,明显可见指令电压送出。进一步观察伺服放大器连接直流电动机的输出端亦有电压输出,说明故障在伺服电动机上。打开C轴罩壳,露出直流伺服电动机后发现,固定C轴电动机缆线的卡子松动,当Z轴上下运动时,松脱的缆线挂在床体凸起的部位,导致电缆被拉断,造成了这个故障。

故障处理:重新连好电缆线,紧固好电缆线卡子,设备恢复正常运行。

说明:我们知道,当“固定偏差计数器”中的值超过了参数规定的界限之后,才会出现报警,一旦报警出现,机床就不能再进行任何操作了,包括我们要测量的一些信号也会随之消失。为了避免这种情况出现,使用手摇脉冲发生器是最好的方法,用它可以控制指令脉冲发出的数量,只要使它不超出参数的限定就不会出现报警。这时维修人员尽可放心地采集诊断所需的各种数据。手摇脉冲发生器在其他一些维修活动中也是很有用的。

【例 6-34】 C轴高速无报警显示故障。

故障现象:C轴时常发生高速运转,无报警信号;自启动达C轴高速也无报警信号。

故障检查与分析:该机床是日本牧野公司生产的电火花线切割加工机床,型号为ED-NC-32,控制系统MGBI是由该公司自行开发的。

根据失速时的C轴转速接近最高转速这个故障现象来分析,问题估计在如下三个方面:①速度指令(VCMD)异常;②测速反馈回路异常;③伺服放大器异常。为此做如下检查:

1) 使用HP54602数字记忆示波器在伺服放大器一侧观察VCMD信号。当故障出现时,示波器捕捉到的信号正常,说明CNC部分没有问题。

2) 在准备观测测速机反馈信号时,发现C轴直流电动机没有带测速发电机,仅配有脉冲编码器,仔细研究后得知,它是把脉冲编码器的反馈信号经过一个“频率/电压(V/F)转换器”转换后形成速度反馈的比较电压,测速反馈框图如图6-23所示。为了提高抗干扰能力,在编码器输出端和CNC间还加有一个隔离放大器,其上的所有信号都采用光耦隔离,包括给脉冲编码器的供电,也使用了一个DC-DC变换器,将CNC一侧的+5V电源经隔离变换后送至编码器。

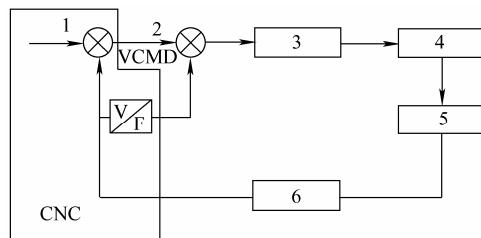


图 6-23 测速反馈框图

1—位置指令 2—整速指令 3—伺服放大器
4—伺服电动机 5—脉冲编码器 6—隔离放大器

3) 在搞清上述关系后,我们在隔离放大器一侧用示波器观测编码器的两路输出信号。在

故障出现时,示波器上亦出现了异常的反馈信号,有时甚至没有输出,由此可以肯定,问题出在与编码器有关的回路中。

4) 按常规先检查编码器供电电源,发现+5V 电压不稳,在故障出现时甚至可下跌到 3V 左右。

5) 在隔离放大器靠近 CNC 一侧测量 CNC 提供给放大器的+5V 电源,结果非常稳定,可见问题出在隔离放大器上的 DC-DC 变换器上。

故障处理:我们购买了一块国产的+5V 电压的 DC-DC 变换器,采用板外连线的方法替换了原来损坏的变换器,机床恢复正常。

说明:正确使用数字存储示波器,捕捉与故障相关的一些信号,对诊断这类随机性故障有着极大的帮助。

【例 6-35】 数控装置不正常,程序不能输入,CRT 乱显示故障。

故障现象:开机就发现数控装置不能正常运行,程序不能输入,CRT 显示乱字符。

故障检查与分析:该机床为 DK7740 数控线切割机床,采用上海长江电子计算机厂生产的 DJS-051B 型数控装置。这是一台抽屉式总线结构的计算机数控装置。检查各部分连线、屏蔽信号线、切割机床身等外围,没发现什么问题;查主机板、电源板、坐标轴板、接口板,均发现有不同程度的插接松动;又查各集成元件块,发现好些集成元件的插接有松动现象,根据手感,判断这些插接件里有虚接点。

故障处理:逐一按压所有接插式的集成电路块,并按压各功能板与总线的接插、坐标功放电源板与其插座的连接。按压后试车,数控装置又能正常运行了。故障排除。

说明:①这台设备每逢气温突变、骤冷、骤热都会出现这种故障。处理的办法就是把各插接部件都按压一下,大部分时候故障都能排除,系统恢复正常。②因这台数控柜下面是功放电源,总线式插座在最下面,印制电路板竖放,插接式连接,左、右两台轴流风机作冷却用,上面抽屉式数控装置各功能板也是竖插连接,方位同下面的一样,也有一个轴流风机作冷却,上面虽有压合的条,但由于压合不紧,等于虚设。上、下两排印制电路板,在风扇的扇动下,做同一方向摆动,再加之模具车间离锻工车间很近,每当锻锤开起来,这一片地面的振动都很大。热胀冷缩、风吹、振动,这就是造成这些接插件经常松动的根源。③为了解决这个问题,对 DJS-051B 进行了改造,更换了新系统,彻底解决了这一故障。

【例 6-36】 DK7725E 数控电火花线切割机床

故障现象:Y 轴在快速加工中失步。

该机床伺服驱动部分采用步进电动机。对于 CP801 单板机而言,步进电动机的失步主要是 PIO 信号故障或单板机与步进驱动电路之间的接口电路故障;如果串接于指示步进电动机每相导通和截止的发光二极管或步进驱动电路损坏也会出现该故障。

故障检查与分析:首先检查发光二极管。因 Y 轴在加工过程中 A、B、C 三相指示灯均发光,说明二极管本身无故障,但有一相略显发光不足,说明该相有故障。检查发光二极管接步进驱动电路端的动态驱动信号,测得该端信号与另两端有明显差异。用一只完好的 PIO 芯片更换机床上的芯片,故障仍然存在。根据系统工作原理,故障源应在接口电路中。其系统 Y 轴的接口电路如图 6-24 所示。

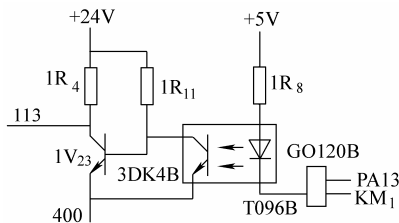


图 6-24 Y 轴的接口电路图

静态检查接口电路各元件无故障。通电动态检查,输入信号三相均平衡而测得 $1V_{23}$ 开关管 3 DK4B 的输出信号与其余两相不同,说明 $1V_{23}$ 开关管的性能变差,导致 A、B、C 三相电压不平衡,导致 Y 轴电动机快速时失步。

更换一只新开关管 3DK4B 后故障排除。

【例 6-37】 北京电加工研究所生产的 DX7740 型数控电火花线切割机床采用台湾研峰 EI-201 控制系统。该系统配备自动编程系统,控制轴数为 X、Y 两轴,工作台 X、Y 轴向移动采用滚珠导轨,步进电动机→间隙齿轮→精密滚珠丝杠副机械传动,在工厂用于切割特殊形状零件、样板和窄缝等。

故障现象:机床开机时,不能进入中文主菜单,而是出现英文界面。由画面提示按 F1 键,进入 CMOS 设置状态,然后按 ESC 键退出,再提示按 F1 键后,才出现中文主菜单界面,但不能从软盘中读取加工程序。

故障检查与分析:检测表明,机床电路正常,估计故障在计算机设置部分。经查,机床断电后,随机存取内存(CMOS)的数据,靠 3.6V、60mA 电池供电保持数据。由于电池供电不足时,造成基本输入输出系统(BIOS)、随机存取内存(CMOS)数据丢失,使计算机系统不能进行正常工作。此情况可在断电状态下用电烙铁更换电池。这样 COMS 数据完全丢失。开机后,在自检状态按下 DEL 键,启动 B IOS 设置程序,按原有配置设置,选择保存离开设置程序,显示出正常的中文主菜单界面。再关机通电,机床工作正常。

【例 6-38】 北京电加工研究所生产的 DX7740 型数控电火花线切割机床采用台湾研峰 EI-201 控制系统。

故障现象:机床在开机时显示器黑屏,或在加工过程中出现黑屏而机床仍在工作。

故障检查与分析:造成显示器黑屏的原因:一是显示器故障;二是显示器信号线和电源线虚接;三是显卡故障;四是主板有问题。遵循由易到难的原则,先检测信号线和电源线,正常可靠,再更换显示器,故障仍然存在,新换显卡后故障消失,再将旧显卡换上,故障又出现,说明显卡损坏。

【例 6-39】 北京电加工研究所生产的 DX7740 型数控电火花线切割机床采用台湾研峰 EI-201 控制系统。

故障现象:机床在加工过程中 X 轴方向停止不动,重新开机,仍不动。

故障检查与分析:分析原因大致有:一是机械部分故障;二是步进电动机故障;三是电气控制部分故障。先在开机状态观测、触摸步进电动机,没有动静,说明电没有传过来,应属电气故障。然后观察控制电路板指示灯,发现 X 轴驱动板有一个红色指示灯不亮,将驱动板取下,检查 3A 保险管,无损坏,再检测 TIP142 和 6A04 管,性能严重下降。更换新管后,机床工作正常。

6.3.2 脉冲电源系统故障实例与诊断

【例 6-40】 X 轴工作时抖动且伴有机械噪声的故障。

故障现象:X 轴工作抖动,同时伴有机械噪声。

故障检查与分析:该机床为苏州沙迪克三光机电有限公司的 DK7725E 数控电火花线切割机床,系统采用 TP801 单板机进行控制。伺服驱动部分采用步进电动机。该故障发生后,我们先怀疑是机械故障所引起,根据“先机械后电气”的原则,首先将 X 轴电动机与其机械部

分脱离,故障仍然存在,这表明故障源在电气部分。

该机床电气部分大致可分为:①计算机主机电路,该电路为典型的单板机标准电路;②接口电路,它是计算机与控制电路的信号传输电路;③步进驱动电路,它是机床的主要输出电路;④其他辅助电路,它包括电源电路、变频电路等。

与该故障有关的电路为计算机主机电路、接口电路和步进驱动电路。首先检查步进驱动电路。应用“替换法”用Y轴驱动电路去驱动X轴电动机,则X轴故障消除;用X轴驱动电路去驱动Y轴电动机,故障发生在Y轴。由此,可判断是X轴驱动电路发生了故障。

根据该机床步进驱动电路原理图(见图6-25),检查X轴驱动电路、各晶体管元件,发现一只大功率晶体管3DD101B断路,从而造成步进电动机输入端A、B、C三相缺相运行,进而造成故障发生。

故障处理:更换一只新的大功率晶体管后,故障排除。

说明:在经济型数控机床中,步进驱动电路的大功率晶体管是故障率较高的部件,这是其系统为开环控制所致。当机床在加工过程中,由于某种原因发生过载或过流时,其开环系统无法检测到这种过载或过流信号,从而控制步进驱动电路停止工作,而是按部就班地继续执行其控制指令,驱使大功率晶体管在过载或过流状态下工作,因此,必然会烧毁晶体管。这也是经济型数控系统的一个致命的弊病。

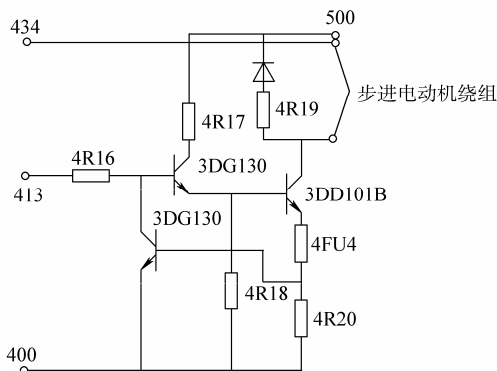


图 6-25 步进驱动电路原理图

【例 6-41】 X轴在加工中时常失步,有时甚至停止进给的故障。

故障现象:X轴在加工过程中,时常发生失步,有时甚至停止进给。

故障检查与分析:该机床苏州三光电加工有限公司的DK7725E数控电火花线切割机床,系统采用TP801单板机进行控制。伺服驱动部分采用步进电动机。根据故障现象,检查X轴电动机的运行状况,发现其电动机在运行过程中抖动较大,故怀疑是机械部分的故障。然而,当将X轴电动机与其机械部分分离后,故障仍然存在,这说明机械部分无故障。再检查X轴驱动电路也无故障。根据维修经验,判断是X轴驱动控制信号出现了故障。检查X轴驱动控制信号电路,发现其与驱动电路之间的连接插件XP1是松动的,因而造成这两者之间接触不良,导致了上述故障的产生。

故障处理:将该连接插件重新紧固后,故障排除。

说明:数控系统在加工的过程中,由于机床的振动,其连接插件、连接部位是故障的多发点。在机床的日常维护保养中,重视这些部位,就可减少故障的发生,从而提高机床的利用率。

【例 6-42】 Y轴在快速加工中失步的故障。

故障现象:Y轴在快速加工中失步。

故障检查与分析:该机床为苏州三光电加工有限公司的DK7725E数控电火花线切割机床,系统采用TP801单板机进行控制。伺服驱动部分采用步进电动机。对于TP801单板机而言,步进电动机的失步,一般情况下有以下4个方面的故障:①PIO信号故障;②单板机与

步进驱动电路之间的接口电路故障；③串接于电路中用于指示步进电动机每相导通和截止的发光二极管损坏；④步进驱动电路故障。

根据“先外后内”、“先简后繁”的维修原则，首先检查发光二极管。因Y轴在加工过程中A、B、C三相指示灯均在发光，说明二极管本身无故障，但有一相略显发光不足，这说明该相存在故障。为了判断故障的准确部位，检查发光二极管接步进驱动电路端的动态驱动信号，测得该端信号与另两端有明显的差异。这就排除了步进驱动电路，把故障范围压缩到了PIO信号和接口电路中。用一只完好的PIO芯片更换机床上的芯片，故障仍然存在。至此，根据该系统的工作原理，故障源应该定位在接口电路中了。其系统的Y轴接口电路原理图如图6-26所示。

根据Y轴接口电路原理图，首先静态检查接口电路各元件无故障。其次，通电进行动态检查。用万用表测得1V23开关管3DK4B的输出信号与其余两相不同，而输入信号三相均平衡，故说明1V23开关管的性能变差。由于这二相输出信号不足，导致A、B、C三相电压不平衡，从而引起Y轴电动机工作不平衡，快速时失步。

故障处理：更换一只新开关管3DK4B后，检查A、B、C三相输出达到平衡，故障排除。

说明：这种由于元器件性能变差所引起的故障现象，在分立元件的电子电路中是常有发生的。对于这种“软故障”的处理，必须要求维修人员熟悉其系统的工作原理以及电气原理，综合运用电子技术、计算机技术的理论分析、归纳故障现象，一步步地排除可疑的故障部位，从而准确找到故障点，进而迅速排除故障，保证机床的正常运行。

【例 6-43】 瑞士 AGIE CUT150 线切割机床。

故障现象：正在使用的机床经常停止工作，过几秒钟又恢复工作。停止工作时，计算机屏幕显示“420”Wire broken or not threaded。

故障检查：根据计算机提示的“420”故障，检查剪丝刀、走丝机构，更换丝传输带、校准喷嘴，故障依然。我们开始怀疑DMD-03制动器有问题。拆下DMD-03制动器，打开外壳，用仪表螺钉旋具小心取出里面的光电脉冲编码器，用酒精清洗（拆卸清洗时，一定要注意不要碰断里面的引脚）。待酒精挥发后，再小心装好。重新开机，“420”故障信息消失，机床恢复正常工作。

故障检查与分析：从表面上看，这种故障现象好像是传输带和导丝机构有问题，其实主要原因是气源质量差，含有过量的油。日积月累，油进入DMD-03制动器里，使很精密的光电脉冲编码器被油污染，光信号不能正常传输，造成光电信号不能正常转换，产生了上述故障。这种故障带有一定的普遍性。如果遇到上述故障，找不出其他原因，也可以从气源上考虑。清洗制动器里的光电脉冲编码器，予以排除故障。

【例 6-44】 一台某厂生产的 SCX-2 型线切割机，数控部分采用 XK-80A 型系统。

故障现象：在加工过程中，频繁出现不能换向以致冲断钼丝，使加工不能进行的。

故障处理：经对电路检查，未发现明显故障。随后，让机床空转，仔细观察机床接触器的动作，在机床空转近20min后，发现一接触器在碰块已使行程开关动作后仍未释放，造成

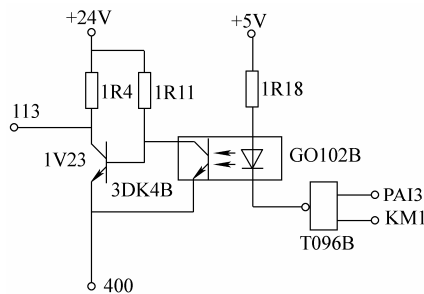


图 6-26 Y轴接口电路原理图

冲机故障。随后对其电路进行分析,正是由于该接触器未及时释放,常闭触头不能复位,使得反向接触器回路因该接触器常闭触点未及时接通而不能得电,不能反向运转,造成本例故障。对该接触器进一步检查,发现是由于该接触器剩磁较大,不能及时释放造成,随即对该接触器检修,故障排除。在此,提醒同行,遇到同类问题,不妨借鉴此例,以便及时排除故障。

6.3.3 机电部分故障实例与诊断

【例 6-45】 一台某厂生产的 DK7716B 机床,数控部分采用 XK-80A 型系统。

故障现象:导电轮处的导电介质水银泄漏,造成非正常停车。

故障检查与分析:DK7716B 机床在工作过程中发生非正常停车,重新启动又能正常工作,检查线路均正常。于是我们检测了导电轮处,发现导电轮轴与水银室壁的间隙太大,导致水银通过轴承从间隙处流出,水银室的水银减少后,在导电轮旋转过程中,发生导电轮与水银瞬时脱离,造成停车。根据这种情况,我们按导电轮轴的实测尺寸配作了一个 2mm 厚的垫圈,加装在轴承与水银室壁之间,并重新注入水银。这样处理后,此机床在这二年多的时间里,至今运转正常。

需说明的是,如没有条件配作零件,可将导电轮和水银室一同换掉。这样也可以避免水银的污染。

【例 6-46】 一台某厂生产的 DK7732 机床,数控部分采用 XK-80A 型系统。

故障现象:机床无空走(偶然也能正常运行)。试机控制器空走正常,当打上进给键时,拖板不动作,控制器也停止运行。

故障检查与分析:从上述现象看,只有当变频信号消失时,控制器才会停止运算即无空走。而当打上进给后,只使步进电动机预放电路开始工作。因变频和预放电路共用+12V 电源,所以应重点检查预放电路和+12V 电源本身。

故障检查与排除:查预放电路,各元件正常,无漏电及短路。再查+12V 电源,空载输出正常,打开控制器空走,电压亦正常。打上进给键,测+12V 跌至+7.5V,此电压使变频及预放均不能正常工作。仔细查+12V 电源,测得输出滤波电容(3300 μ F/25V)漏电,导致负载能力下降,用 2200 μ F/25V2 个并联换下原电容,整机工作恢复正常。

【例 6-47】 一台某厂生产的 DK7725 机床,数控部分采用 XK-80A 型系统。

故障现象:机床在执行加工程序时,电流突然增大,由正常加工电流 1.5A 增加至 4A,随即烧断钼丝。

故障检查与处理:首先使钼丝和工件之间离开一定距离,然后开机检查,发现短路电流太大(约 5A)。一般正常情况下,短路电流为 2A 左右(随加工档次不同而异)。估计为高频电源有问题。用示波器检查振荡器输出波形,有脉冲方波输出,但波形不好而且不太稳定。该振荡器电路用时基电路 NE555 组成,该电路特点是易于起振,输出波形好。考虑到集成电路很少损坏,怀疑是充电电容不良。更换一个电容后,检查输出波形良好,测量短路电流约 2A。再开机,工作正常。

参 考 文 献

- [1] 杨继昌, 李金伴. 数控技术基础[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [2] 沈兵. 数控加工设备控制系统维修技术大全[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [3] 余仲裕. 数控机床维修[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [4] 左文刚. 现代数控机床全过程维修[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [5] 吴国经. 数控机床故障诊断与维修[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [6] 刘瑞己. 现代数控机床[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006.
- [7] 王贵成. 数控机床故障诊断技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [8] 徐衡. 数控机床维修[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2005.
- [9] 王侃夫. 数控机床故障诊断及维护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [10] 袁锋. 数控机床[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2006.
- [11] 任建平, 等. 现代数控机床故障诊断及维修[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- [12] 希金. 机床数控系统故障检测与维修[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1995.
- [13] 李世综. 机床现代诊断技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [14] 李峻勤, 费仁元. 数控机床及其使用与维修[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.
- [15] 邱立功. 数控机床维修技能[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [16] 姚敏强. 数控机床故障诊断技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [17] 蒋洪平. 数控设备故障诊断与维修[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006.
- [18] 刘永久. 数控机床故障诊断与维修技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [19] 娄斌超. 数控机床故障诊断与维修[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [20] 韩鸿鸾. 数控机床维修实例[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [21] 张光跃. 数控设备故障诊断与维修实用教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [22] 王忠峰, 郝继光. 数控机床故障诊断及维修实例[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [23] 牛志斌, 杨秋晓. 数控机床故障诊断与维修[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2006.
- [24] 孙伟. 数控设备故障诊断与维修技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [25] 郭士义. 数控机床故障诊断与维修[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [26] 王爱玲. 数控机床故障诊断与维修[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [27] 邓三鹏. 数控机床结构及维修[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [28] 朱文艺. 数控机床故障诊断与维修[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [29] 严峻. 数控机床常见故障快速处理 86 问[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [30] 严峻. 数控机床安装调试与维护保养技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [31] 曹键. 数控机床维修与实训[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.

从校园到职场——数控机床维修入门与精通

数控机床入门技术基础

- 数控机床故障诊断与维修实例
- 数控机床典型系统调试技术

上架指导：工业技术 / 机械工程 / 数控维修

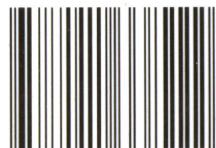
ISBN 978-7-111-33822-2

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037
网络服务
门户网：<http://www.cmpbook.com>
教材网：<http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

定价：49.00元

ISBN 978-7-111-33822-2



9 787111 338222 >