

一线师傅手把手教你修丛书

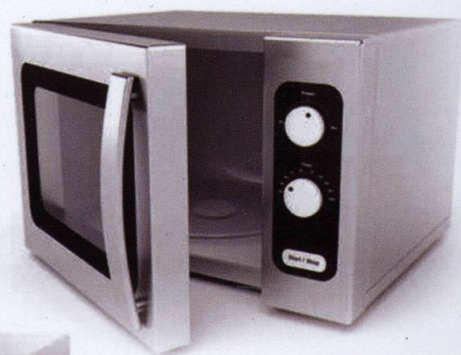
一线师傅

手把手教你

修微波炉



文晓波◎主编



- ✓ 选购提示
- ✓ 技巧点拨
- ✓ 维修直播

YIXIAN SHIFU

SHOUBASHOU JIAONIXIU WEIBOLU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

一线师傅手把手教你修丛书

一线师傅手把手教你修微波炉

文晓波 主编



机械工业出版社

微波炉在如今快节奏的生活中,变得越来越重要。同时,厂家也在不断努力,使微波炉的功能不断加强,与之相对的使用率也越来越高。但是,这也带来了很多的故障问题。

我们以现在市面上较为常见的家用微波炉为例,以图解方式详细介绍其内部的原理、整体结构拆解,以及常见故障的维修过程,力图让读者所见即所学。

图书在版编目(CIP)数据

一线师傅手把手教你修微波炉 / 文晓波主编. —北京: 机械工业出版社, 2014.9
(一线师傅手把手教你修丛书)
ISBN 978-7-111-46997-1

I. ①—… II. ①文… III. ①微波炉—维修 IV. ① TM925.540.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 123938 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: 朱 林 责任编辑: 朱 林

版式设计: 常天培 责任校对: 丁丽丽

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 李 洋

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16.75 印张·292 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-46997-1

定价: 48.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

微波炉，如今已成为人们日常生活当中较为常用的厨房电器之一。随着无油烟概念的提出，再到绿色厨房，微波炉都是炙手可热的家用电器，其快速、无明火的加热，营养损失较少、保持菜形等特点，深受消费者喜爱。但长时间的使用，或是操作不当等因素，微波炉常会出现这样那样的故障，加上再若操作不慎造成微波泄漏，会对人体造成伤害，后果不堪设想。

本书针对这些故障，依托常年在一线工作的维修师傅的经验及窍门，讲述众多故障现象，利用实际操作照片，一一再现维修的全部过程。

本书有如下特点：

1. 实际操作，清晰易学

本书采用大量的实际操作的照片，针对操作难、上手慢的问题，让读者可以跟着图片学维修，轻松易懂。

2. 内容全面，实用易懂

本书分为上下两篇，主要内容包括如微波炉的主要元器件，这些元器件的检测及代换原则，对单片机的整体原理讲述及元器件检测操作方法，让初学者系统、全面地了解全自动微波炉的组成与结构。可以说本书既是一本很好的基础理论书，又是一本不可多得的实战操作手册。

3. 机械、电气一体概括

如今的微波炉依靠单片机的智能和人性化的设计，虽然使操作变得简单、精确，但对于维修从业人员来说，故障判断的难度也有所提升，我们择取其中应用较为广泛的微波炉型号，对其元器件的功能、检测及代换，进行清晰的介绍。

由于本书维修实例中电路图的元器件标注对于不同厂商是不一致的，为了与实物保持一致，元器件电路文字符号未用图标，请读者注意。

本书由文晓波任主编，徐东升、桑燕、郑立德、胡兴平、胡虎、李伟平、催国伟、陈顶立、陈军、陈小东、征存兰等参与编写。

本书在编写过程采用了许多厂家生产的不同型号的产品及元件品，由于编者水平有限，书中难免有错误及不足之处，敬请广大读者不吝赐教。

目 录

前言

上篇 基础知识

第1章 微波炉的基础知识 3

- 1.1 微波炉的分类、规格及主要技术参数 4
 - 1.1.1 微波炉的分类 4
 - 1.1.2 微波炉的组成及特点 4
 - 1.1.3 微波炉的规格及主要技术参数 10
- 1.2 微波炉的工作原理 10
 - 1.2.1 机械式微波炉的工作原理 10
 - 1.2.2 微电脑式微波炉的工作原理 23

第2章 微波炉中的元器件 47

- 2.1 电阻器 48
 - 2.1.1 电阻器的单位表示及命名 48
 - 2.1.2 电阻器的分类及电路图形符号 50
 - 2.1.3 电阻器的检测 55
- 2.2 电容器 60
 - 2.2.1 电容器的单位表示及命名 60
 - 2.2.2 电容器的分类及电路图形符号 62
 - 2.2.3 电容器的检测 65
- 2.3 二极管 67
 - 2.3.1 二极管的字母表示及命名 67
 - 2.3.2 二极管的分类及电路图形符号 68
 - 2.3.3 二极管的特性 71

- 2.3.4 二极管的检测 72
- 2.4 晶体管 75
 - 2.4.1 晶体管的字母表示及命名 75
 - 2.4.2 晶体管的分类及电路图形符号 76
 - 2.4.3 晶体管的特性及工作条件 79
 - 2.4.4 晶体管的检测 81
- 2.5 变压器 84
 - 2.5.1 变压器的字母表示及命名 84
 - 2.5.2 变压器的分类及电路图形符号 85
 - 2.5.3 变压器的检测 88
- 2.6 继电器 89
 - 2.6.1 继电器的分类 89
 - 2.6.2 继电器的工作原理 92
 - 2.6.3 继电器的检测 93
- 2.7 集成电路（IC） 94
 - 2.7.1 集成电路的字母表示 94
 - 2.7.2 集成电路的分类 95
 - 2.7.3 集成电路的封装 95
 - 2.7.4 微波炉中常用的集成电路 96
- 2.8 熔丝管 97
 - 2.8.1 熔丝的保护形式 97
 - 2.8.2 熔丝的参数选择及其应用 97
 - 2.8.3 熔丝管的分类及结构 99
 - 2.8.4 微波炉常用的熔丝管 99
- 2.9 晶体振荡器和蜂鸣器 101
 - 2.9.1 晶体振荡器 101
 - 2.9.2 蜂鸣器 101

第3章 微波炉维修技能	103
3.1 快修工具及仪器的使用	104
3.1.1 检修工具及其作用	104
3.1.2 检修仪器及其使用方法	109
3.2 微波炉性能的测试	119
3.2.1 微波泄漏的测试	119
3.2.2 磁控管输出功率的测试	121
3.2.3 微波炉热量分布的测试	122
3.2.4 微波炉工作性能的判断	122
3.3 微波炉专用结构部件的识别及检测	123
3.3.1 电源	123
3.3.2 操作面板	125
3.3.3 磁控管	126
3.3.4 波导	130
3.3.5 搅拌器及转盘	130
3.3.6 炉门及炉门联锁开关	131
3.3.7 机械定时器/火力控制器	134
3.3.8 电动机	137
3.3.9 烧烤器和光波管	138
3.3.10 电脑板	139
3.4 微波炉的主要部件拆卸及检测	140
3.4.1 微波炉外壳的拆卸	140
3.4.2 磁控管及照明灯的拆卸	142
3.4.3 操作电路板的拆卸及检测	144
3.4.4 石英管的拆卸及检测	147
3.4.5 托盘电动机的拆卸及检测	148
3.4.6 微动开关组件的拆卸	150

下篇 维修实践

第4章 微波炉不加热	155
4.1 接通开关后,不能加热,炉灯也不亮	156
4.1.1 不能加热,炉灯也不亮,托盘和风扇不运转	156
4.1.2 微波炉通电后无反应	157
4.1.3 通电后有“吱吱”声,微波炉不能加热,炉灯也不亮	158
4.1.4 机械式微波炉,通电后无反应	162
4.1.5 微波炉不工作,显示屏无显示	163
4.1.6 微波炉无电,指示灯时亮时不亮	164

4.1.7 微波炉上电后炉灯不亮,风扇也不转动	165
4.1.8 接通电源,显示屏不亮,按按键无反应	166
4.1.9 微波炉开机后风扇转,但显示屏无显示,也不加热	167
4.1.10 微波炉开机后,显示屏不显示,也无微波输出	171
4.1.11 微波炉不工作,无蜂鸣声	172
4.2 炉灯亮,但不能加热	173
4.2.1 炉灯、转盘、风扇工作正常,但不能加热	173
4.2.2 不能微波加热,其他均正常	175
4.2.3 炉灯亮,磁控管故障,不能微波加热	175
4.2.4 微波炉不加热,炉灯亮,能听到电动机的转动声	176
4.2.5 定时器粘连,微波炉不加热,但炉灯亮	177
4.2.6 微波炉不能微波加热,但仍能烧烤加热	179
4.2.7 微波炉不能烧烤加热,但微波加热正常	181
4.2.8 微波及烧烤功能均不能加热	183
4.2.9 微波炉不工作,但指示灯仍亮	185
4.2.10 磁控管故障,微波炉不能加热,其他工作正常	186
4.3 微波炉通电即烧熔丝	189
4.3.1 电脑型微波炉开机即烧熔丝	189
4.3.2 上电无反应,电源熔丝管熔断	190
4.3.3 微波炉开机正常,但按启动键就烧电源熔丝管	190
4.3.4 微波炉屡烧高压熔丝	191
4.3.5 微波炉在工作中突然反应全无	192
4.3.6 微波炉功能均消失,电源熔丝管熔断发黑	193
4.3.7 通电关闭炉门后,再按启动键时电源熔丝管即熔断	194
4.3.8 烹调结束后,打开炉门取食物时,电源熔丝管即熔断	195
4.3.9 开机工作不久,烧电源熔丝管	197

第5章 微波炉加热故障	199
--------------------	-----

5.1 微波加热几分钟自动停机, 加热时转盘、炉灯工作正常	200	正常加热	224
5.1.1 微波炉刚开机时能正常工作, 但几分钟后无规律停机, 控制功能失效	200	5.4.9 微波炉通电开机后, 机内即冒烟...	224
5.1.2 工作一段时间变为微波炉功能均消失, 电源熔丝正常	201	5.4.10 微波炉通电后, 炉灯亮、转盘转, 但无微波输出	225
5.1.3 微波炉启动困难, 一旦启动后, 又无规律停机	202	5.4.11 微波炉开机后, 炉内出现火球...	227
5.1.4 微波炉启动不久即断电	203	5.4.12 微波炉显示正常, 但不加热...	228
5.1.5 微波加热时间稍长就自动停止工作	204	第6章 微波炉显示故障	229
5.1.6 微波炉自动停机	204	6.1 显示屏不亮	230
5.1.7 微波炉能够微波加热2~3min, 4min后变为微波炉功能均消失...	204	6.1.1 微波炉无字符显示, 但仍能微波加热	230
5.1.8 微波炉工作一段时间变为微波炉功能均消失, 冷却后又可正常工作	205	6.1.2 显示屏显示时隐时现	230
5.2 微波加热时断时续	206	6.1.3 屏幕无显示	231
5.2.1 微波炉加热不足或不加热	206	6.1.4 通电开机, 按任何按键微波炉均没有反应	232
5.2.2 微波炉微波和烧烤加热时有时无	209	6.1.5 微波炉无显示, 风扇转, 但其他均不工作	233
5.2.3 微波炉烧烤功率最大时不加热...	210	6.2 满屏显示, 按各功能键均无作用	234
5.2.4 微波炉加热正常, 但时断时续...	210	6.2.1 上电显示正常, 所有操作失控...	234
5.3 微波炉加热较正常时缓慢	211	6.2.2 排线故障导致无法操作控制...	235
5.3.1 机械控制式微波炉有时加热缓慢, 有时加热正常	211	6.2.3 屏幕显示错乱, 操作控制失控...	235
5.3.2 微波炉加热慢, 且加热不均匀...	212	6.2.4 微波炉程序错乱	236
5.3.3 微波加热缓慢	213	6.3 照明灯不亮	237
5.3.4 微波炉加热缓慢, 有时不加热...	214	6.3.1 微波炉照明灯不亮, 其他功能正常	237
5.3.5 油污严重导致微波炉加热缓慢...	216	6.3.2 微波炉照明灯不亮, 风扇也不转	238
5.4 不能加热食物	216	第7章 操作板故障	241
5.4.1 微波炉无法加热食物	216	7.1 按键操作失灵	242
5.4.2 开机正常, 但不能加热食物...	218	7.1.1 通电后, 按任意按键均无反应...	242
5.4.3 微波炉开机后, 显示屏不显示, 也无微波输出	219	7.1.2 通电后, 按有关程序操作后, 微波炉无反应	243
5.4.4 开机后炉灯亮, 转盘转, 但无微波输出	219	7.1.3 微波炉加热正常, 但烹调过程火力挡位混乱	244
5.4.5 高压电容故障致无微波输出...	221	7.1.4 微波炉控制加热功能紊乱	244
5.4.6 微波炉刚开机时有微波输出, 但一会儿就停止加热	222	7.1.5 微波炉高、中、低挡位不能调节	245
5.4.7 微波炉在高火力挡微波输出小...	223	7.1.6 微波炉加热后, 定时器不起作用	246
5.4.8 微波炉继电器反复动作, 不能		7.1.7 微波炉只能以高档加热	247
		7.1.8 定时器旋钮不能返回零位	247

7.2 启动或停止键失灵	248	8.2 打开炉门后，炉托盘电动机 仍转	255
7.2.1 微波炉有时启动有时不启动 ...	248	8.2.1 炉门打开后炉灯亮，转盘和 风扇仍转	255
7.2.2 电脑控制式微波炉，启动键 或取消 / 停止键失控	249	8.2.2 加热时正常，但炉门打开后， 转盘和风扇慢转，炉灯微亮 ...	256
第8章 炉灯/托盘/风扇故障	251	8.2.3 微波炉炉门打开后炉灯亮， 转盘和风扇仍转	257
8.1 托盘不运转	252	附录 微波炉所用零部件的主要 技术参数	258
8.1.1 微波炉转盘不转，但炉灯仍亮 ...	252		
8.1.2 微波炉能加热，但转盘不运转 ...	253		
8.1.3 上电后炉灯不亮，风扇 也不转动	253		

上篇

基础知识

第 1 章

微波炉的基础知识

TIPS

机械式微波炉和微电脑控制式微波炉在控制方式上所采用的电路略有不同。

1.1 微波炉的分类、规格及主要技术参数

1.1.1 微波炉的分类

微波是一种波长为 1mm~1m 的电磁波。微波炉正是利用高压电场和电磁激励产生 2450MHz 的超高频微波来快速振动食物分子的方法进行加热的厨房用具，其外形如图 1-1 所示。

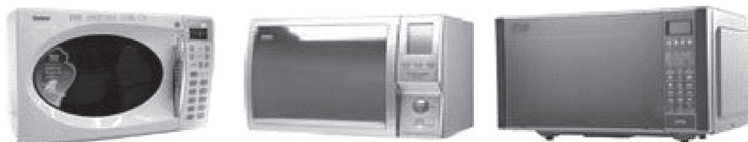


图 1-1 微波炉的外形

目前，市场上的微波炉按工作频率、结构以及控制功能的分类情况如下。

1. 按工作频率分类

微波炉按工作频率可分为 915 MHz、2450 MHz 两大类，多用于商业烘烤、消毒、家庭烹饪。

2. 按结构分类

微波炉按结构可分为以下几种形式：

- 1) 便携式。容积小，功率 $\leq 1\text{kW}$ 。
- 2) 固定式。容积大，功率 $\geq 1\text{kW}$ 。
- 3) 组合式。与其他烘烤炉组合在一起。

3. 按控制功能

微波炉按控制功能可分为以下几种形式：

- 1) 机械式。有计时、调温、功率调节功能。
- 2) 微电脑控制式。有计时、温度、功率等级、解冻、记忆功能。

1.1.2 微波炉的组成及特点

微波炉的外形、控制方式虽有不同，但其内部的结构却大同小异，都是由熔丝、温度开关、磁控管、高压变压器、高压电容、高压二极管、散热风扇、操作显示控制面板等几部分构成的，下面以格兰仕微电脑控制式微波炉为例，介绍以下它的特点。

1. 铭牌标识

微波炉的铭牌清楚地标识出了微波炉的品牌、型号、功率、产地等产品信息，如图 1-2 所示。

2. 电路保护装置

微波炉电路的保护装置有两个：一个是熔丝管，当电路有过电流、过载的情况发生时，它就会被烧坏，从而实现保护电路的作用；另一个是温度开

TIPS

温度开关在当炉腔里的温度过高时就会自动断开，从而实现对电路的保护。

关，温度开关在常温下呈导通状态，如图 1-3 所示。

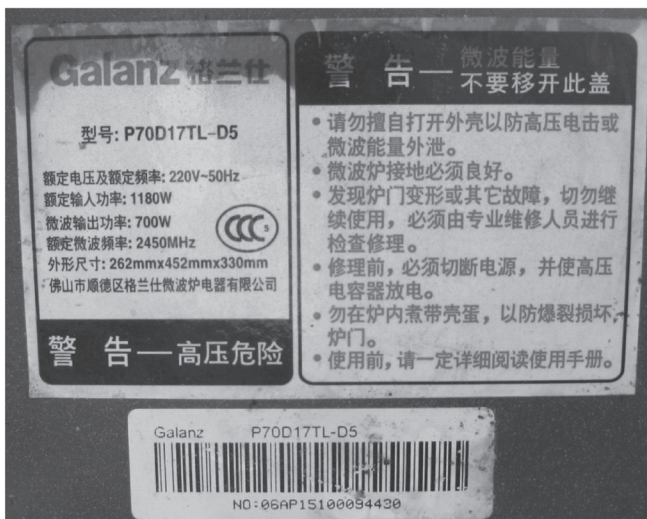


图 1-2 微波炉的铭牌

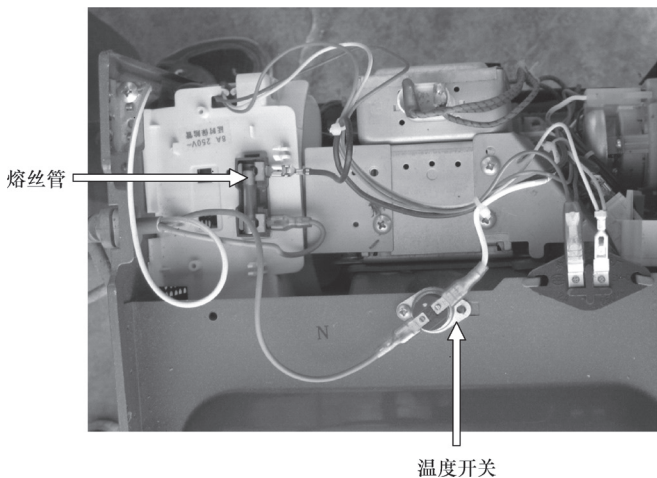


图 1-3 电路保护装置

3. 门开关

微波炉设有多个门开关，这是为了安全起见而设置的装置，如图 1-4 所示。

在微波炉的门被打开以后，也就是装入食物或取出食物时，门开关会自动将高压管和磁控管电路切断。所以只要微波炉的门一旦被打开，微波炉的磁控管就会停止工作。

4. 磁控管

磁控管的主要功能是产生和发射微波信号，图 1-5 所示为典型微波炉的磁控管。

磁控管内部装有一个阳极和一个发射电子的阴极，形成一个与管轴平行的强恒定磁场。阴极发射出的电子在磁场作用下做空间圆周运动，呈螺旋状飞向阳极。当电子到达阳极附近的谐振腔时（即引起振荡）产生振动频率为 2000MHz 以上的连续微波，完成电能向微波能的转换。磁控管的天线（发

TIPS

微波炉在开门的时候可以防止磁控管继续工作而使产生的微波向外泄漏，从而避免对人身造成损害。

射端子)将微波信号送入炉腔,加热食物。



图 1-4 门开关

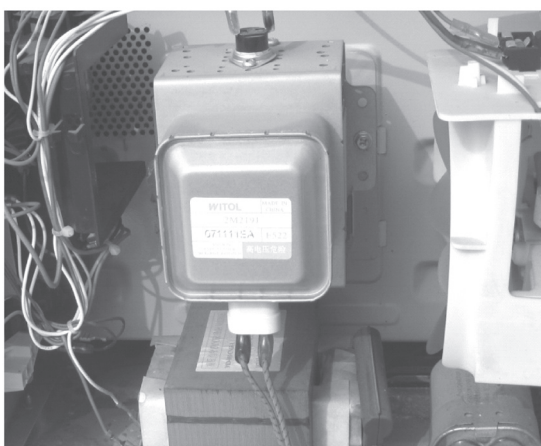


图 1-5 磁控管

5. 高压变压器

高压变压器就是将输入的 220V 交流电压经过高压变压器处理后变为 2000V 左右的高压,然后再送给高压电容和高压二极管,图 1-6 所示为高压变压器。

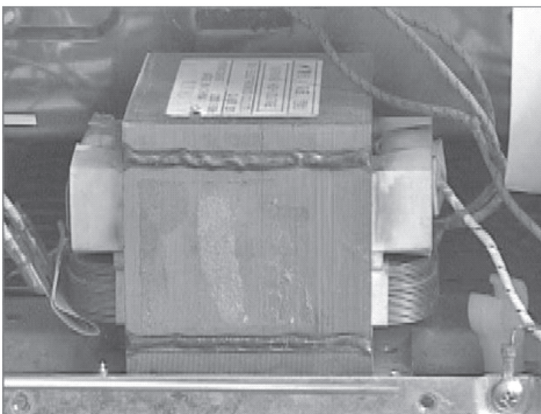


图 1-6 高压变压器

TIPS

微波炉用电容都有微波炉
专用字样,其外观如下所示:



由于高压变压器的工作温度很高，故而对漆包线绝缘等级的要求也很高。

6. 高压电容和高压二极管

高压变压器送出高压（达到 2000V 左右），通过高压电容和高压二极管（见图 1-7）后，形成幅值为 4000V 左右、频率在 2000MHz 以上的振荡信号，再通过导线给磁控管供电，使磁控管产生微波信号。

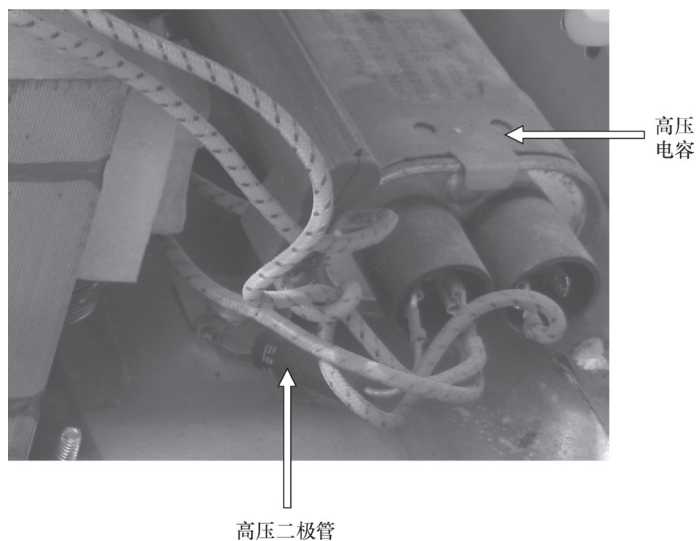


图 1-7 高压电容和高压二极管

7. 散热风扇

在工作的时候，微波炉的高压器件都会产生热量，所以在微波炉的后面都设有一个风扇，将炉腔里的温度散发出去，降低温度，如图 1-8 所示。



图 1-8 散热风扇

8. 照明灯

为方便观察炉腔内食物的加热情况，在微波炉里还设有炉腔照明灯，图

TIPS

用户可以根据自己的需求调节微波火力和微波时间，实现对微波炉的工作控制。

1-9 所示为照明灯插座。

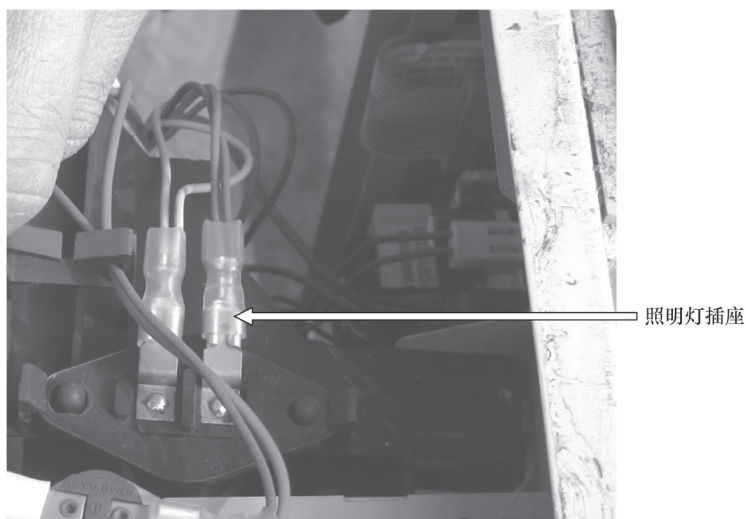


图 1-9 照明灯插座

9. 操作显示控制面板

机械式微波炉的操作显示控制面板上一般有两个调节旋钮，其中一个和时间定时器旋钮，另一个是功能选择旋钮，如图 1-10 所示。



图 1-10 机械式微波炉

微电脑控制式微波炉的操作显示控制面板上有显示屏，可以显示出微波炉的工作状态（值得注意的是显示屏一般只在中、高档微波炉中可以看到，而低档微波炉无显示屏），图 1-11 所示为微电脑控制式微波炉。

显示屏可以分为荧光彩色显示方式、液晶显示方式和数码显示方式 3 种。除了可以显示工作状态外，显示屏在微波炉发生故障时，可作为故障代码的显示窗口，提示用户当前微波炉可能出现的故障原因，以便进一步检查。



图 1-11 微电脑控制式微波炉

10. 石英管

石英管是实现烧烤功能的装置，如图 1-12 所示。



图 1-12 石英管

有的微波炉使用的两个石英管是 110V、500W 的，在工作时这两个石英管是串联的，在外面加的是 220V 的电压，每一个石英管上承受的是市电电压的 1/2，也就是 110V，所以只要其中一个石英管损坏，另一个石英管也就不能正常工作了。有的微波炉使用的石英管是 220V 的，这样两个石英管可以单独使用或者一起使用。

TIPS

不同厂家生产的不同样式的微波炉的操作显示控制面板各不相同，但都是为了适应人们生活的需要，更加人性化。如通过定时关机、烹调模式设置等，用户可以很方便地设置微波炉的工作状态。

TIPS

目前市场供应的微波炉，功率较小的为微波加热炉，功率大的为微波烧烤混合加热炉。

1.1.3 微波炉的规格及主要技术参数

微波炉的规格较多，通常以其输出功率的不同，分为 450W、500W、550W、600W、650W、700W、750W、800W、850W、900W、1000W、1050W、1150W、1200W、1250W、1300W、1350W 和 1400W 等规格。基本上每间隔 50W 为一规格档次。

世界各国对微波炉有较完整的性能要求和质量要求，譬如 GB 4706.21—2008《家用和类似用途电器的安全微波炉，包括组合型微波炉的特殊要求》、GB/T 18800—2008《家用微波炉性能试验方法》。微波炉主要技术参数见表 1-1。

表 1-1 微波炉的主要技术参数

项 目	技术参数
额定电压 /V	220
额定功率 /W	96、1000、1250、1300
微波输出功率 /W	500、550、650、700
炉腔容积 /L	18、20、24、26、28、40
效率 (%)	≥ 80
加热均匀性 (%)	≥ 70
微波泄漏 / (mV/cm ²)	≤ 5
耐久性	联锁开关寿命为 5 万个周期

1.2 微波炉的工作原理

1.2.1 机械式微波炉的工作原理

1. 典型机械式微波炉的工作原理

图 1-13 所示为典型机械式微波炉即定时器控制式微波炉的工作原理图。

该电路主要由高压变压器、高压二极管、高压电容和磁控管等微波炉的主要部件组成。由图 1-13 可见，这种电路的主要特点是由定时器控制高压变压器的供电。定时器定时旋钮旋到一定位置后，交流 220V 电压便通过定时器为高压变压器供电。当到达预定时间后，定时器回零，便切断交流 220V 供电，微波炉停机。

磁控管是微波炉的核心部件，它是产生大功率微波信号的器件。给磁控管供电的重要器件是高压变压器。高压变压器的一次侧接 220V 交流电，高压变压器的二次侧有两个绕组，其中一个是低压绕组，另一个是高压绕组。低压绕组给磁控管的阴极供电，磁控管的阴极就相当于电视机显像管的阴极，给磁控管的阴极供电就能使磁控管有一个基本的工作条件。高压绕组的匝数约为一次侧绕组的 10 倍，所以高压绕组的输出电压也为输入电压的 10 倍。如果输入电压为 220V，高压绕组输出的电压应为 2000 多伏。这个高压是



11

图 1-13 定时器控制式微波炉的工作原理图

50Hz 的频率, 经过高压二极管的整流变成 4000V 的高压。当 220V 电压为正半周时, 高压二极管导通接地, 高压绕组产生的电压就对高压电容进行充电, 使其达到 2000V 左右的电压。当 220V 电压为负半周时, 高压二极管反向截止, 此时高压电容上面已经有 2000V 左右的电压, 高压绕组上又产生了 2000V 左右的电压, 这样有 4000V 左右的电压加到磁控管上。磁控管就在高压下产生强功率的电磁波, 这种强功率的电磁波就是微波信号。微波信号通过磁控管的发射端发射到微波炉的炉腔里, 在炉腔里面的食物由于受到微波信号的作用就可以实现加热。

交流 220V 电压经插头送入微波炉时, 首先要经过熔丝。熔丝的作用是当微波炉有过电流、过载的情况时, 熔丝就会熔断, 对整个机器进行保护。

初级开关和次级开关安装在炉门附近, 与炉门形成联动关系, 其外形如图 1-14 所示。

TIPS
为确保使用安全, 微波炉电路中设有许多保护装置。

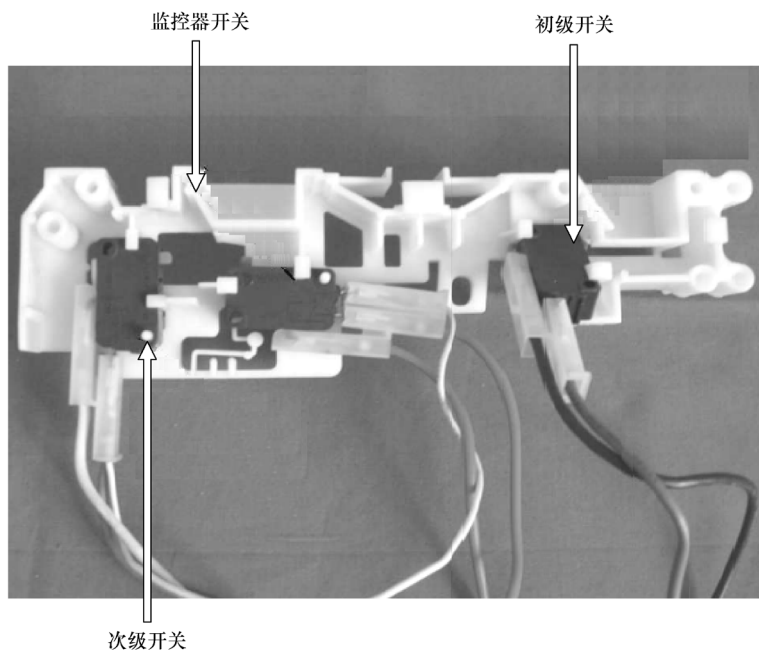


图 1-14 初级开关和次级开关

监控器开关也安装在炉门处, 受炉门控制。当炉门打开时, 监控器开关便接通, 将高压变压器的输入端短路, 以防止初级开关失灵时磁控管误启动。这是一个双重保护措施。温控器是温度检测开关, 如图 1-15 所示。它安装在炉腔的外壳上, 用于对微波炉的工作状态进行检测。如果微波炉内的温度过高, 温控器就会自动断开, 切断交流 220V 电源, 从而使微波炉自动停机进入保护状态, 以确保不会损坏其他元器件。

在定时器控制方式的微波炉中, 定时加热控制也是通过定时器开关来实现的, 其外形如图 1-16 所示。

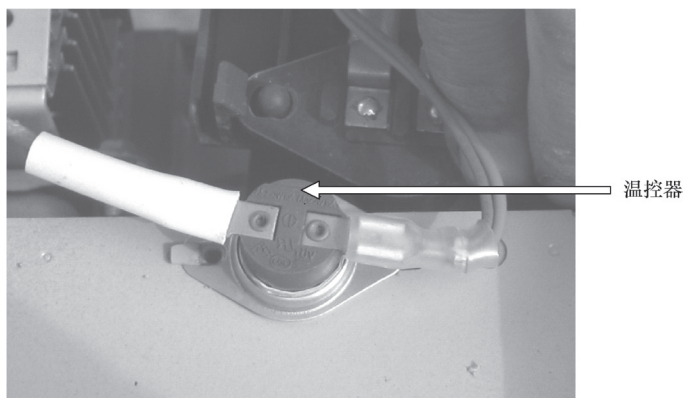


图 1-15 温控器

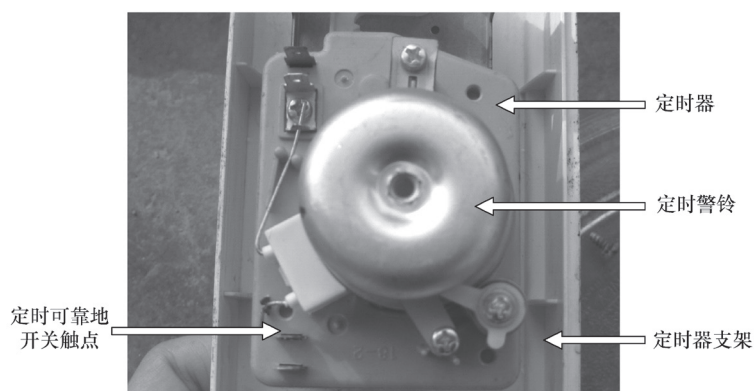


图 1-16 定时器

定时器是机械计时装置的控制开关。转动定时器的控制旋钮，定时器开关即处于导通状态，微波炉开始加热工作。当定时器旋钮转回初始位置时，定时器开关即断开，微波炉停止工作。

2. 机械式微波炉典型电路详解

前面我们大致了解了机械式微波炉的整机工作原理及电路概况，下面，我们通过对几款典型机型的分析，来具体认识一下机械控制式微波炉的电路结构组成。

(1) 格兰仕 WP800 型微波炉电路

在格兰仕系列微波炉中，WP800 型微波炉采用机械控制方式。它是一款颇具代表性的机型，格兰仕机械控制式微波炉及其他品牌机械控制式微波炉均采用与 WP800 型微波炉相同的电路。只不过个别微波炉采用门开关打开炉门，控制面板做了些改动。

1) 格兰仕 WP800 型微波炉整机概述。

① 整机结构。

WP800 型微波炉有 WP800L23、WP800SL23 两种型号。该微波炉造型简洁大方，如图 1-17 所示，具有 0~30min 定时器（带铃）、六挡功率调节等功能。

TIPS

微波炉内设有风扇电动机（FM）、转盘驱动电动机（TTM），以及为炉腔照明的灯泡（OL）和定时器电动机（TM）等多种电动机。

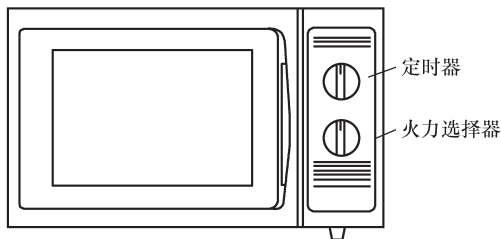


图 1-17 格兰仕 WP800 型微波炉外形

格兰仕 WP800 型微波炉的面板设有定时器和火力选择器，炉内安装有炉门联锁开关、磁控管、高压变压器、风扇电动机等，各器件之间通过插线连接。

如图 1-18 所示，打开微波炉机壳，可看到除转盘电动机外的所有电气部件。

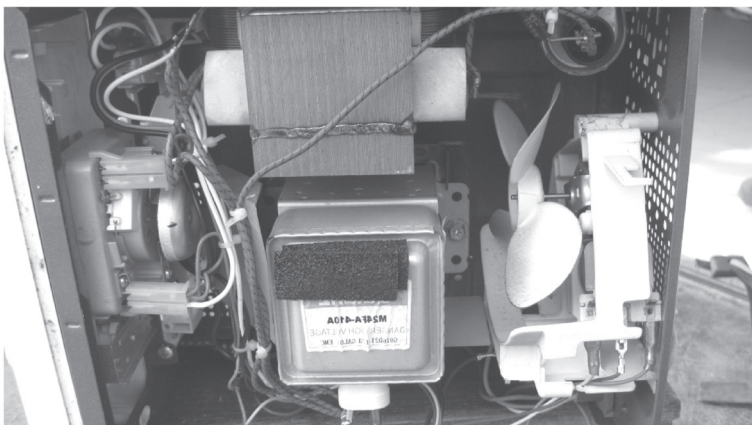


图 1-18 格兰仕 WP800 型微波炉电气部件

图 1-19 所示为格兰仕 WP800 型微波炉控制面板说明。

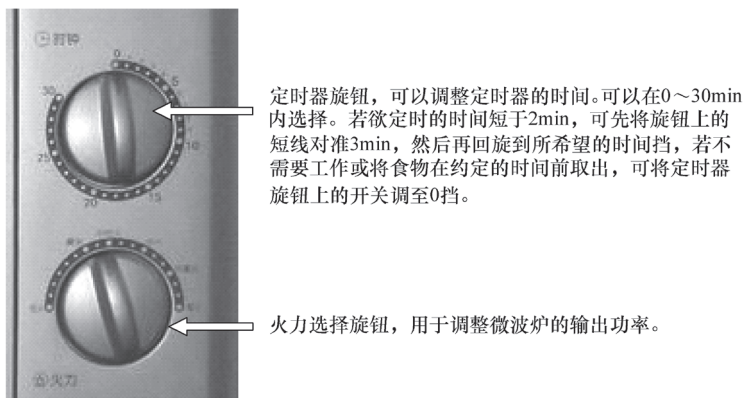


图 1-19 格兰仕 WP800 型微波炉控制面板说明

② 整机电路。

图 1-20 所示为格兰仕 WP800 型微波炉的整机电路原理图。

TIPS

高火 (High) 输出功率 100% (约 800W);

中高火 (M • High) 输出功率 85% (约 680W);

中火 (Mid) 输出功率 66% (约 528W);

中低火 (M • Low) 输出功率 40% (约 320W);

解冻 (Defrost) 输出功率 37% (约 296W);

低火 (Low) 输出功率 17% (约 236W)。

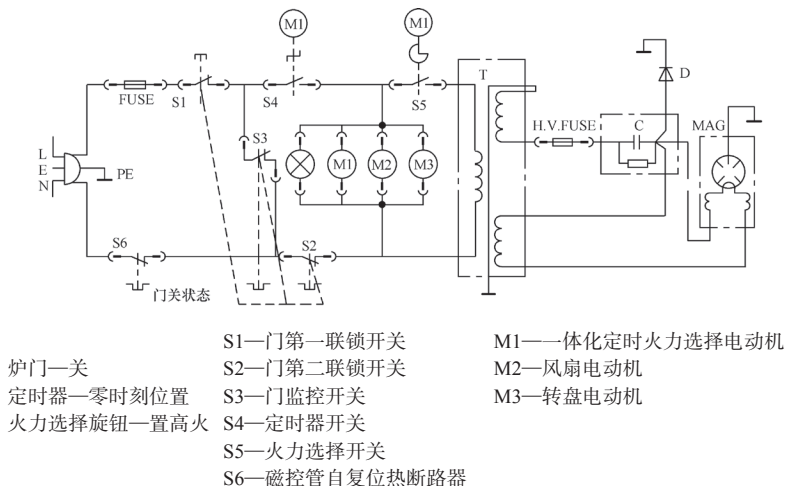


图 1-20 格兰仕 WP800 型微波炉整机电路原理图

格兰仕 WP800 型微波炉整机电路又可分为低压电路、控制电路和高压电路 3 部分。

高压变压器 T 二次绕组及之后的电路为高压电路，主要包括 MAG 磁控管、高压电容器 C、高压变压器 T、高压二极管 D、高压熔丝管 H.V.FUSE。

高压变压器一次侧、炉灯、转盘电动机、风扇电动机、定时电动机等属于 220V 低电压电路。

初级门锁开关、次级门锁开关、门监开关、磁控管自复位热断路器、定时器开关、火力开关等属于控制电路。

2) 格兰仕 WP800 型微波炉单元电路。

① 炉门联锁开关控制。

炉门联锁开关有 3 个：初级门锁开关 S1、次级门锁开关 S2、门监控开关 S3，均采用两引脚轻触开关，如图 1-21 所示。这 3 个开关，受炉门钩及传动机械联动控制。

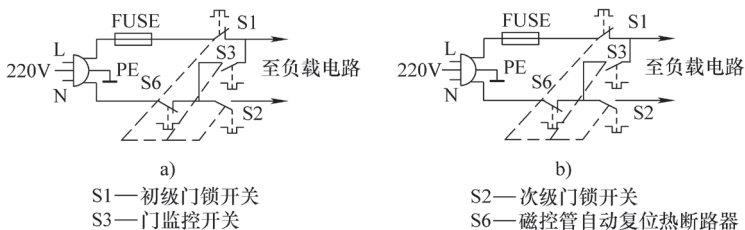


图 1-21 炉门联锁开关电路

如图 1-21a 所示，在炉门关闭时，初级门锁开关 S1 闭合、次级门锁开关 S2 闭合，门监控开关 S3 断开。这时，只要设定了加热时间及火力大小，按下启动按钮，电源立即送至后级负载，使微波炉工作。

如图 1-21b 所示，在炉门打开时，初级门锁开关 S1、次级门锁开关 S2 断开，门监开关 S3 闭合。因 S1、S2 断开后切断负载电路 220V 供电，微波

TIPS

如果由于器件原因或人为过失，在门打开时，初级门锁开关 S1 仍处于闭合状态。这时由于门监开关 S3 处于接通状态，会将 220V 交流电压短路，熔丝 FUSE 熔断

炉立即停止工作。

② 定时控制电路。

如图 1-22 所示，定时控制电路包括定时器开关 S4 和一体化定时火力选择电动机 M1。

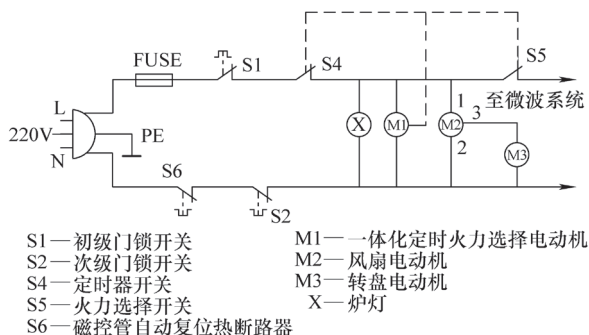


图 1-22 定时 / 火力控制 / 其他电路

当定时器旋钮指向“0”位置时，定时器开关 S4 断开，切断 M1 等所有被控制器件供电电路，微波炉停止工作，当然也不进行计时工作。

在初级门锁开关 S1、次级门锁开关 S2、磁控管自动复位热断路器 S6 闭合接通情况下，如定时器旋钮指向非“0”位置时，定时开关 S4 接通，接通电动机 M1 供电电路，M1 运转，通过定时器内的齿轮等计时机构进行计时，定时器旋钮慢慢回转，同时对火力选择开关 S5 进行计时控制。当工作到设定时间后，定时器旋钮指向“0”位置，定时器开关 S4 断开，切断 M1 等供电电路，烹调工作结束。

③ 火力控制电路。

如图 1-22 所示，火力控制电路包括火力选择开关 S5、一体化定时火力选择电动机 M1。

火力控制电路根据用户设置的火力挡位，控制微波系统供电电路的通 / 断时间比例，实现微波功率输出设置。

当设置于高火力位置时，火力选择开关 S5 接通，220V 始终对微波系统供电。微波系统连续发射微波，微波功率最大，即 800W。

当设置于低火力位置时，受一体化定时火力选择电动机等计时机构控制，以 30s 为一个周期，火力选择开关 S5 接通 5s、断开 25s。每个周期，在 S5 接通的 5s 期间微波系统得到 220V 电压而发射微波，在其他 25s 则停止发射微波。这样，微波系统平均输出功率最小，仅为最大功率的 17%，约 136W。

同理，当设置中高火、中火、中低火、解冻等火力时，火力控制开关仍以 30s 为一个周期轮流接通 / 断开，只是接通 / 断开的比例不同，微波

TIPS

烹调期间，如果打开炉门，初级门锁开关 S1、次级门锁开关 S2 断开，切断电动机 M1 等供电电路，定时等工作也因此而停止。当炉门关闭时，微波继续定时加热工作。

炉的输出功率分别为最大功率的 85%、66%、40%、37%。

④ 微波加热电路。

如图 1-23 所示，微波加热电路包括高压变压器、高压二极管、高压电容和磁控管。

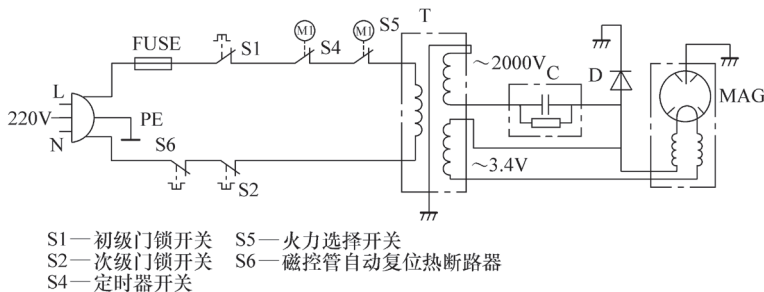


图 1-23 微波加热电路

其中，磁控管在具备灯丝电压，阳极和阴极间施加 4000V 左右直流高压的情况下，就谐振产生 2450MHz 微波，由天线发射，经波导射向炉腔，被食品吸收而产生热量，达到加热目的。

当初级门锁开关 S1、定时器开关 S4、火力选择开关 S5、磁控管自动复位热断路器 S6、次级门锁开关 S2 均闭合接通时，电源插头引入的 220V 就会加到高压变压器的一次侧，被变压后由二次侧输出 3.4V、2000V 两组交流电压。3.4V 交流电压施加到磁控管灯丝。2000V 交流电压，在正半周时，高压二极管导通，对高压电容 C 充电，电容器被充电到电压的峰值；在负半周时，高压二极管截止，磁控管导通。高压电容器 C 上正半周的电压与绕组电压正相串联，获得两倍高压，即 -4000V 左右的直流高压，加到磁控管的阴极。因磁控管的阳极接地，所以上述条件满足了磁控管工作要求，磁控管发射微波。

当火力设置于高火力以外的级别时，因火力开关的间歇性通断，使高压变压器等微波系统间歇性工作，受此影响磁控管间歇性发射微波，输出功率在相应级别。

⑤ 炉灯 / 风扇电动机 / 转盘电动机的工作。

如图 1-21 所示，在初级门锁开关 S1、次级门锁开关 S2、定时器开关 S4 闭合接通时，炉灯、风扇电动机 M2、转盘电动机 M3 供电电路被接通，上述器件同时工作，炉灯亮，照亮炉腔。风扇电动机运转，带动扇叶以鼓风的方式，将冷风流平行吹经磁控管散热片，再经风道导流吹向炉外。转盘电动机运转带动托盘转动，使食物均匀加热。当炉门打开或定时器恢复到“0”位置时，因 S1 或 S4 断开，炉灯、风扇电动机、转盘电动机供电被切断，上述器件同时停止工作。

TIPS

在加热过程中,当冷却系统发生故障时,磁控管温度升高,自动复位热断路器S6自动断开,立即切断整机220V供电,保护磁控管的安全。当温度降低到一定值后,S6自动复位接通,微波炉又继续工作。

(2) 惠尔浦 AVM600WH 型微波炉电路

惠尔浦 AVM600WH 型微波炉属于机械控制式。

1) 惠尔浦 AVM600WH 型微波炉整机概述。

① 整机结构。

如图 1-24 所示,惠尔浦 AVM600WH 型微波炉由磁控管、变压器、高压二极管、高压电容等组成微波系统;风扇电动机、通风管、风扇组件及外壳,决定通风量,影响磁控管的性能;转盘电动机、转盘轴承、玻璃转盘为食品加热均匀而设置;定时器、电子板电源、48V 继电器、微动开关、145℃ 和 95℃ 温控器、熔丝等属于控制器和保护器件。

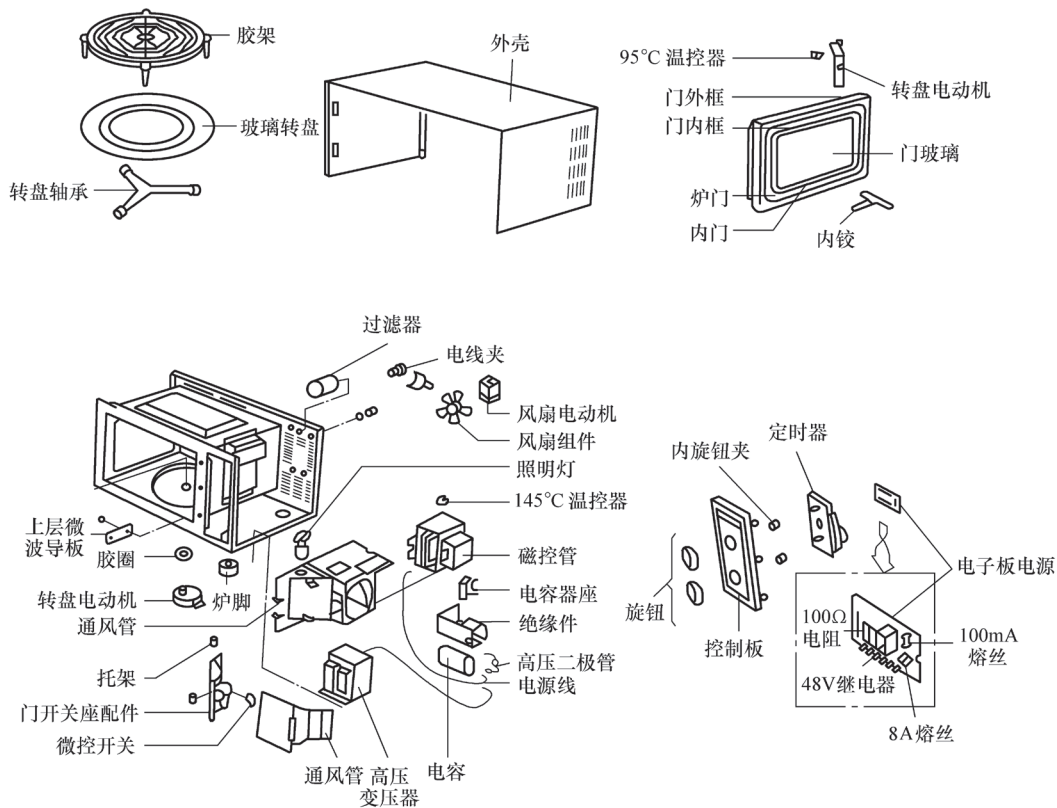


图 1-24 惠尔浦 AVM600WH 型微波炉的内部构造

② 整机电路。

如图 1-25 所示为惠尔浦 AVM600WH 型微波炉的整机电气系统电路。此外,在 220V 输入电路中增加了消干扰电路。

2) 惠尔浦 AVM600WH 型微波炉单元电路。

① 炉门联锁开关安全保护电路。

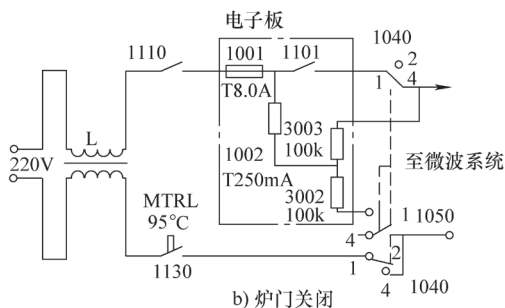
如图 1-26 所示,惠尔浦 AVM600WH 型微波炉炉门联锁开关有 3 个:主开关 1060、次开关 1040、门监开关 1050。3 个微动开关均为单刀双掷,

TIPS

较之其他机械控制微波炉,惠尔浦 AVM600WH 型微波炉增加了一块电子板。



图 1-25 惠尔浦 AVM600WH 型微波炉整机电气系统电路

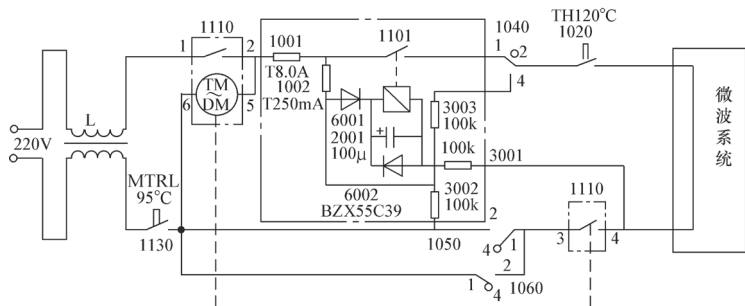
[illegible]

如图 1-26a 所示, 在炉门打开时, 3 个开关的①、④脚触点断开, ①、②脚接通。

炉门打开时,主、次开关①、④脚断开,双重切断微波系统 220V 供电电路,停止微波发射。同时门监开关 1050 的①、②脚接通。这样,在主开关 1060 因损坏,其①、④脚不能断开的情况下,门监开关 1050 的①和②脚、电阻 3002 (100Ω)、监视保险 1002 串联支路会将 220V 短路,形成很大的电流,将监视熔丝管 1002 或电源熔丝管 1001 熔断。监视熔丝管 1002 熔断,会切断电子板电路供电,电子板上的火力继电器释放,切断微波系统供电。电源熔丝管 1001 熔断,则切断整机供电电路。

如图 1-27 所示, 定时和功率控制电路由 1110 一体化定时器功率控制器和电子板组成。

图 1-27 中, 1110 的①、②脚为定时开关, ③和④脚为功率开关, ⑤、⑥脚为一体化定时功率电动机 (以下简称一体化电动机) 接线。电子板中的 1101 为功率继电器, 二极管 6001、稳压二极管 2001、电容 2001、电阻 3002 组成 +48V 电源电路。



20

定时器设置于“0”位置时,1110 定时开关①、②脚断开,切断整机 220V 供电电路,整机不工作。定时器设置于非“0”位置时,1110 定时开关①、②脚接通,一体化电动机⑤、⑥脚加入 220V,电动机运转,带动定时器内部齿轮等开始计时,定时器旋钮慢慢回转,同时功率开关③、④脚以 30s 为一周期常通或间歇接通/断开。

当设置于最高火力时,1110 的③、④脚功率开关始终接通。这时,220V 电源通过 1110 定时开关①、②脚→电源熔丝管 1001→监视熔丝管 1002→整流二极管 6001→滤波电容 2001→稳压二极管 6002→降压电阻 3001→1110 定时器③、④脚→主开关 1060 的①、④脚→炉腔温控器 1130 等形成回路。

在这个回路中 220V 经 3001 降压、6001 和 2001 整流滤波、6002 稳压,在 6002 稳压二极管两端形成 48V 直流电压,施加于继电器 1101 线圈两端,线圈流经电流,产生磁场,吸动内部弹簧片动作,将两触点接通,接通高压变压器一次侧 220V 供电回路。高压变压器等微波系统始终得电工作,连续发射微波,微波炉工作在最大输出功率状态。

当设置于非最高火力时,1110 功能开关③、④脚以 30s 为一个周期断续接通。在功率选择开关接通期间,继电器 1101 使触点闭合,微波系统才能得到 220V 供电而发射微波;而在功率选择开关断开期间,继电器 1101 为初始断开状态,微波系统 220V 供电电路被双重切断,停止微波发射。微波系统间歇性发射微波,使微波系统的平均输出功率降低。火力设置得越低,微波输出功率越低。

③ 微波加热电路。

当微波系统控制电路所有器件处于如图 1-28 所示状态时,高压变压器 5000 一次侧 220V 供电电路被接通,高压变压器对一次侧 220V 进行变压后,由二次侧输出灯丝和高电压两组交流电压。其中上端二次侧输出灯丝电压直接加到磁控管 F 脚,对磁控管灯丝加热,以激发阴极发射电子;下端二次侧输出的高压,经高压电容 C、高压二极管 6000 及磁控管 1010 整流,形成 4000V 以上的负高压,加到磁控管 FA 阴极。因磁控管阳极接地,使阳极、阴极之间形成正向电场。上述条件下,磁控管阴极受热发射大量电子,这些电子在阴极和阳极之间正向电场和永磁铁磁场的作用下,绕着圆周轨迹飞向阳极。

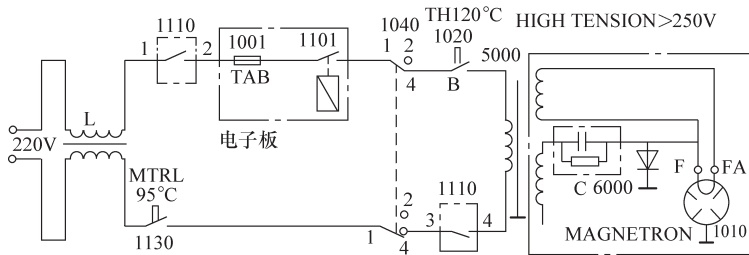


图 1-28 微波加热电路

TIPS

电子在到达阳极之前在磁控管的谐振腔内产生振荡,并使振荡频率不断提高到 2450MHz,形成超高频微波,通过天线和波导射向食物,使食物内部分子高速运行,并在运动过程中高速摩擦生热,实现加热目的。

④ 过热保护电路。

参见图 1-28。过热保护电路包括：

磁控管温控器 1020 安装在磁控管外部，串联在高压变压器一次侧。当风扇电动机或风道出现问题，不能对炉内进行冷却或冷却效果差时，磁控管温度升高并被磁控管温控器感知达到 120℃，磁控管温控器自动断开，切断高压变压器一次侧供电电路，停止微波系统的工作，防止磁控管因高温损坏或性能变差。

若因加热时间过长或炉内食品过少等原因，造成炉腔温度超过了规定值，并被炉腔恒温器感知的温度达到其极限温度 95℃时，炉腔温控器断开，切断整机 220V 供电，微波炉停止工作。保护若干时间后，当炉内温度下降一定值时，炉腔温控器自动接通，微波炉继续工作。

⑤ 炉灯 / 风扇电动机 / 转盘电动机电路。

图 1-29 所示为炉灯 / 风扇电动机 / 转盘电动机电路。

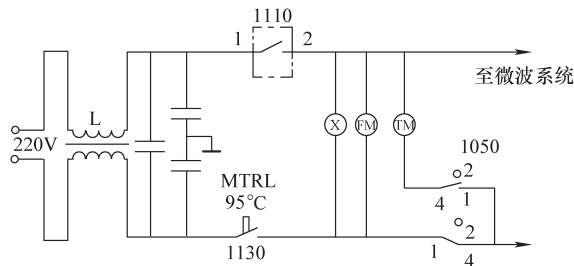


图 1-29 炉灯 / 风扇电动机 / 转盘电动机电路

因磁控管电转换效率只有 60% ~ 70%，最高也只能达到 80%。显然，在磁控管工作中有 20% 电能被消耗转换成热能，使磁控管温度升高，因此有必要设置风扇电路。

该机风扇电动机的设置较为特殊，与炉灯并联，不受炉门联锁开关控制，仅受 1110 定时开关①、②脚控制。这样，只有定时开关处于接通位置，炉灯和风扇电动机电路才被接通，炉灯亮，照明炉腔，以观察被加热食物；风扇电动机运转，进行通风工作，将磁控管等产生的热量排至炉外。

转盘电动机工作的同时，受控于炉门主开关 1060 和门监开关 1050、定时开关 1110、炉腔温控器 1130，只有上述器件处于图 1-29 所示状态时，转盘电动机 TM 电路才被接通而运转，并通过减速装置，带动转盘以 5r/min 速度匀速运转，食品均匀吸收微波，使加热更均匀。

⑥ 电网消干扰电路。

该机电网消干扰电路由扼流线圈 L、电阻 R 和电容 C 等组成。扼流线圈 L 为双线反向绕制，因其为电感性，所以流过它的电流不能突变，这样可以避免上电瞬间电流过大引起的不良后果。因此，遇有因电网电压过高等外界因素引起扼流线圈烧焦时，不能用短路线代替。

TIPS

磁控管过热保护时，转盘电动机、风扇电动机、炉灯仍处于工作状态。磁控管停止工作若干时间后，当磁控管温度下降到较低值时，磁控管温控器自动接通，继续进行微波加热工作。

1.2.2 微电脑式微波炉的工作原理

1. 微电脑式微波炉的工作原理

微电脑式微波炉的高压线圈部分和机械方式的微波炉基本相同，所不同的是控制电路部分，如图 1-30 所示为采用微电脑方式的微波炉的电路结构。微电脑式微波炉的主要器件和定时器控制方式的微波炉是一样的，即产生微波信号的都是磁控管，其供电电路由高压变压器、高压电容和高压二极管构成。高压电容和高压变压器的线圈产生 2450MHz 的谐振。

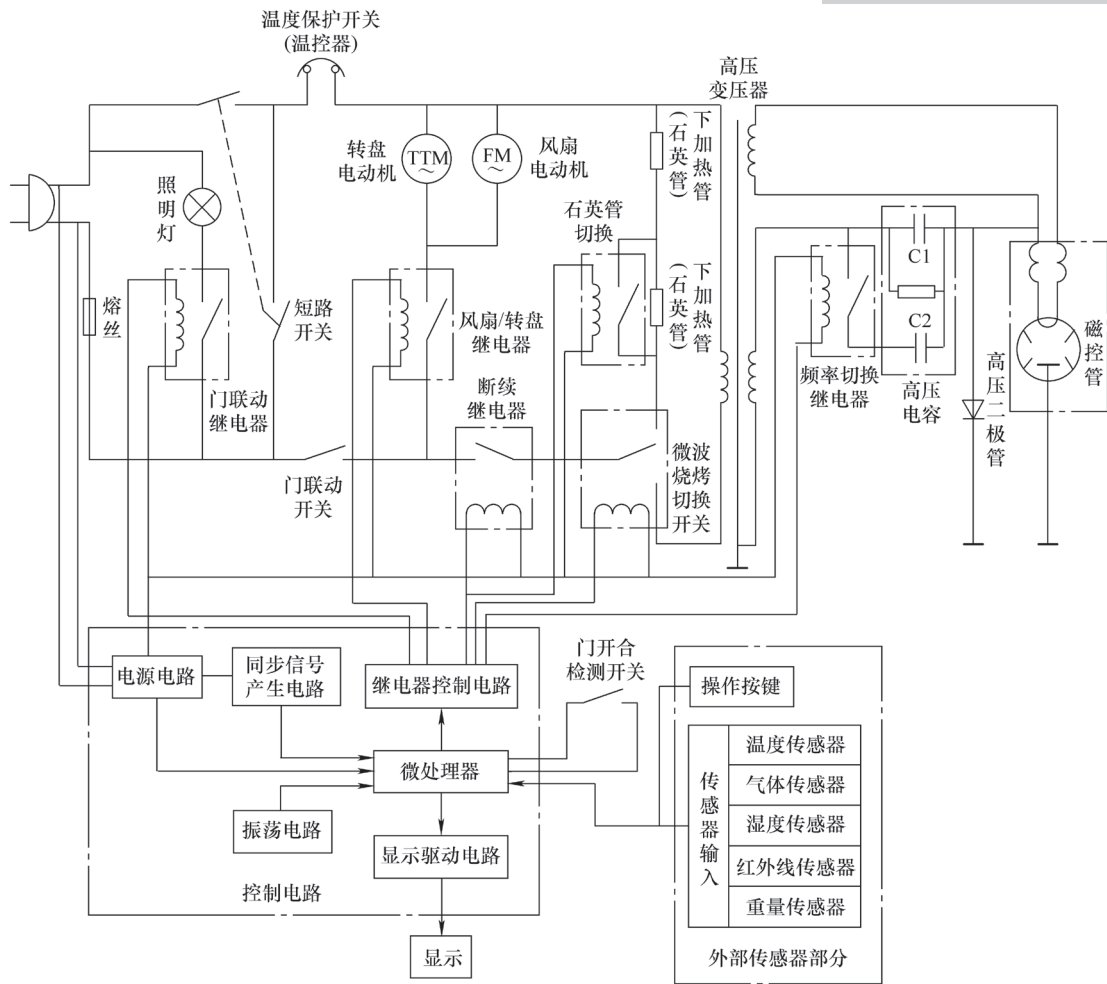


图 1-30 微电脑式的微波炉电路结构

从图 1-30 中可以看出，该微波炉的频率可以调整。微波炉上有两个挡位，当拨至高频率挡时，继电器的开关就会断开，电容 C2 就不起作用；当拨至低频率挡时，继电器的开关便会接通。继电器的开关一接通，就相当于给高压电容又增加了一个并联电容 C2，谐振电容量增加，频率便有所降低。

TIPS

在微电脑式的微波炉中，微波炉的控制都是通过微处理器完成的。微处理器具有自动控制功能，它可以接收人工指令，也可以接收遥控信号。微波炉里的开关、电动机等都是由微处理器发出的控制指令进行控制的。

此典型微波炉不仅具有微波功能，而且还具有烧烤功能。微波炉的烧烤功能主要是通过石英管实现的。在烧烤状态下，石英管产生的热辐射可以对食物进行烧烤加热。这种加热方式与微波不同，它完全是依靠石英管的热辐射效应对食物进行加热的。在使用烧烤功能时，微波 / 烧烤切换开关切换至烧烤状态，将微波功能断开，微波炉即可通过石英管对食物进行烧烤。为了控制烧烤的程度，微波炉中安装有两根石英管。当采用小火烧烤加热时，石英管切换开关闭合，将下加热管（石英管）短路，即只有上加热管（石英管）工作。当选择大火烧烤时，石英管切换开关断开，上加热管和下加热管一起工作对食物进行加热。

在工作时，微处理器向继电器发送控制指令，即可控制继电器的工作。继电器控制电路有 5 根引线，其中一根控制断续继电器，它是用来控制微波火力的。如果使用强火力，继电器就一直接通，磁控管便一直发射微波对食物进行加热；如果使用弱火力，继电器便会在微处理器的控制下间断工作。例如可以使磁控管发射 30s 微波后停止 20s，然后再发射 30s，这样往复间歇工作，就可以达到火力控制的效果。

第二根引线控制微波 / 烧烤切换开关，当微波炉使用微波功能时，微处理器发送控制指令将微波 / 烧烤切换开关接至微波状态，磁控管工作，对食物进行微波加热。当微波炉使用烧烤功能时，微处理器便控制切换开关将石英管加热电路接通，从而使微波电路断开，即可实现对食物的烧烤加热。

第三根引线控制频率切换继电器，从而实现对电磁炉功率的调整控制。第四根引线和第五根引线分别控制风扇 / 转盘继电器和门联动继电器。通过继电器对开关进行控制，可以实现小功率、小电流、小信号对大功率、大电流、大信号的控制。同时，便于将工作电压高的器件与工作电压低的器件分开放置，对电路的安全也是一个保证。

在微波炉中，微处理器专门制作在控制电路板上，除微处理器外，相关的外围电路或辅助电路也都安装在控制电路板上。其中，时钟振荡电路是给微处理器提供时钟振荡信号的部分。微处理器工作必须有一个同步时钟，这样微处理器内部的数字电路才能够正常工作。同步信号产生器为微处理器提供同步信号。微处理器的工作一般都在集成电路内部进行，用户是看不见摸不着的，所以微处理器为了和用户实现人机对话，通常设置有显示驱动电路。显示驱动电路将微波炉各部分的工作状态通过显示面板上的数码管、发光二极管、液晶显示屏等器件显示出来。这些电路在一起构成微波炉的控制电路部分，它们的工作一般都需要低压信号，因此需要设置一个低压供电电路，将交流 220V 电压变成 5V、12V 直流电压，为微处理器和相关电路供电。

（1）微处理器

微处理器的工作是按照人工指令的要求，遵循内部的程序进行的。操作

按键的指令通过指令接口送给微处理器。在电路中设有门开合的检测开关，微波炉的门一打开，磁控管就必须停止工作。所以，微处理器一旦检测到门打开了，就会马上通过继电器将磁控管的供电切断。同时微处理器还有一些自动控制功能，微处理器的自动控制需要有传感器给它传送工作状态信号。如温度传感器主要用于检测微波炉炉腔内的温度，如果炉腔里的温度过高了，温度传感器就会通知微处理器停机。气体传感器主要用于气体的检测，如微波炉里面的食物烧焦冒烟了，气体传感器便会检测到气体的变化并通知微处理器停机。重量传感器则是将检测到的食物重量传送给微处理器，然后微处理器会根据检测到的食物重量计算加热的时间。微处理器的种类不同，功能各异，不同厂家、不同品牌微波炉的微处理器的型号、外形各不相同，其典型外形如图 1-31 所示。有的微处理器里面的电路规模小，它的引脚数也比较少；有的微处理器功能比较多，引脚数也较多。可通过电路板上的标记以及型号对微处理器进行识别。

TIPS

湿度传感器和红外线传感器分别用于环境湿度的检测和加热过程中热辐射的检测。采用微处理器以后，微波炉的工作就更加智能化了。

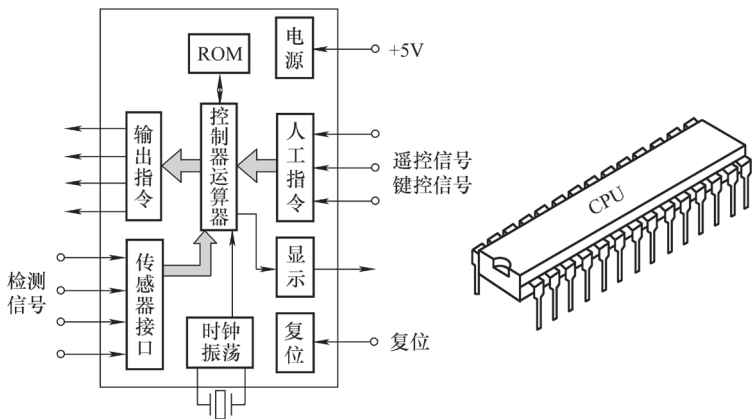


图 1-31 微处理器的外形及内部结构

在微处理器的内部，运算器和控制器是它的核心部件，就相当于人的大脑，可以分析送来的信号，然后进行响应和控制。在工作过程中，传感器送来的信号经过传感器接口送入微处理器的控制器和运算器。人工指令（遥控信号或键控信号）也送到微处理器的控制器和运算器中。微处理器会对传感器送来的信号和人工指令送来的信号进行分析比较，然后确定所要调用的程序。例如，传感器检测到炉腔温度过高后，将检测信号送入微处理器，此时人工指令输入的信号仍是要微波炉继续加热。这时，微处理器会根据程序设定发出控制指令。因为程序里规定当遇到温度过高时优先执行停机保护指令，所以，微处理器会直接输出停机保护的指令，停止微波炉的工作，对整机进行保护。微处理器的工作就是按照生产时的程序自动运行的，如哪个继电器先接通，哪部分后运行，食物的加热时间及模式如何，等等。微处理

TIPS

石英晶体与时钟振荡器会产生一个非常稳定的时钟信号。通常时钟信号的频率比较高，常见的有4MHz、8MHz、12MHz、20MHz等。

器所执行的程序是在微处理器生产时就已写好的，被存放在微处理器的存储器（ROM）中。微处理器内部的ROM是一个只读存储器，微处理器生产时程序和数据等信息就被写入到ROM中。当微处理器工作时，就会按照ROM中存储的程序内容进行。在工作之初，微处理器需要一个复位信号，即使整机恢复至初始状态，微处理器也可以按照顺序一步一步地运行程序。如果没有复位信号，微处理器就不知道从哪里开始，程序就会混乱。

微处理器中的时钟振荡器外接一个石英晶体，在时钟电路里面还有一个分频电路，它可以根据机器的运算速度进行分频。分频后的频率就决定了微处理器的工作节拍，工作节拍进而决定了微处理器的运算速度。因此，对于微处理器来说，时钟振荡电路是不可缺少的。

（2）继电器控制电路

在微波炉里有很多开关，如开关接通就可以实现供电，开关断开就可以实现保护。在电路中继电器控制的信号大都属于强信号，很多都是220V的电压。如果直接使用晶体管控制开关，那么晶体管就要承受220V高压，这就要求必须使用耐高压的晶体管和大功率晶体管。这会使电路的制作成本提高，但检修时的安全性有所保证。因为晶体管的电压高、电流大，就必然需要加散热片，散热片就可能带电，晶体管的3个脚也可能带电，这样非常不安全，所以许多电路中会采用继电器就可以实现用低压信号控制高压信号的作用，图1-32所示为微波炉继电器控制电路。

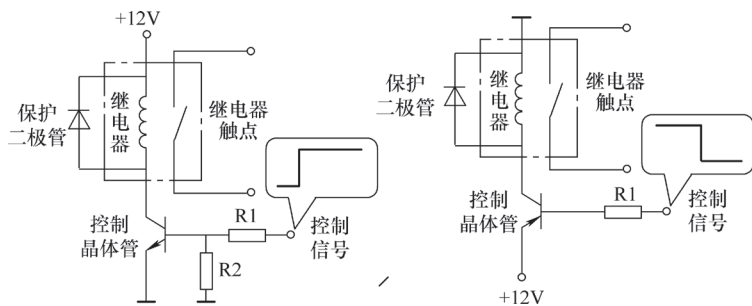


图 1-32 继电器控制电路

在图1-32中，在继电器内有一个被制成电磁铁的线圈，通电时电磁铁会动作，从而带动触点开合。触点上的电压和继电器线圈是隔离的，所以控制继电器线圈的电路中不会有高压，非常安全。

对于继电器的控制最简单的方法就是在继电器的一端接上电源（如12V），另一端接晶体管的集电极，晶体管的发射极接地。只要晶体管一导通，集电极的电流便能流到发射极，12V的电源电压就通过线圈流到晶体管的发射极（接地），这样便形成了回路，继电器就开始动作。晶体管一旦截止，触点也就断开了，所以控制起来非常方便。晶体管的基极一般接控制信号，低电平时，晶体管是截止的，电流不能流过。在需要晶体管工作时，控

制信号会由低电平变成高电平加到晶体管的基极，晶体管便会立刻导通。实际上，晶体管在电路中起开关作用，而不是起放大作用。

在晶体管作为开关使用时，电子元器件比较少，除了两个电阻，在继电器旁边还设有一个保护二极管。晶体管截止时，线圈会产生一个反向电动势，这是由于线圈的自感所引起的。感应电动势的突发性比较高，会突然产生一个很高的尖脉冲，其幅度很大，有可能将晶体管击穿，所以在电路中设置了一个保护二极管，如果线圈中有感应电动势，就会通过二极管流回去，脉冲信号就被二极管所吸收，不会对晶体管产生冲击作用。

图 1-32 中左右两个电路在结构上是相同的，只是所采用的控制晶体管不同，左侧的电路使用的是 NPN 型晶体管，右侧的电路使用的是 PNP 型晶体管。PNP 型晶体管和 NPN 型晶体管的极性不一样，所以在采用 PNP 型晶体管的电路中，电压要加在 PNP 型晶体管的发射极，接地要接在继电器这一端。它的驱动信号也与前面所讲的（NPN 型晶体管电路）相反，如果晶体管截止，电路中的控制信号是高电平，如果控制信号出现低电平，晶体管就会导通，进而 12V 电压就会通过继电器来控制其触点的接通或断开。电路中接 PNP 型晶体管时，所设计的保护二极管的极性也得反过来，因为线圈产生的感应电动势的极性也是变化的。

（3）晶体管基本电路

晶体管最主要的用途是制作成放大器和控制器。如图 1-33 所示的是由晶体管所组成的最常用的一种放大器电路。在微电脑式微波炉里采用了很多晶体管基本电路。

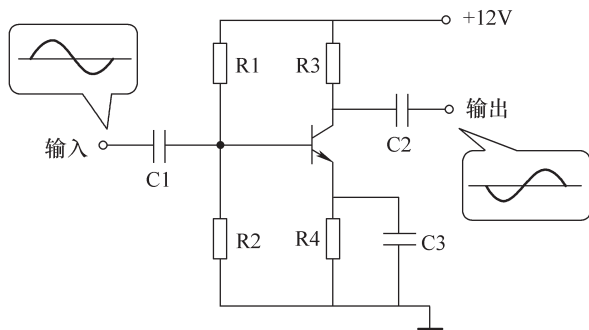


图 1-33 晶体管的基本电路

晶体管的 3 个脚（电极）必须加上一定的直流偏压才能工作。偏置电压设置得不同，就可以使晶体管具有不同的功能。图 1-33 所示电路是一个信号放大器，输入一个交流信号并经过晶体管放大后，就会输出一个放大的信号。这就是该典型电路的基本功能。

图 1-33 中电阻 R1、R2 用于给晶体管基极设置工作点，电阻 R3 为集电

TIPS

在看电路图时，要注意晶体管的型号，晶体管的型号不同，控制信号、电压极性、保护二极管都是不同的。

极负载电阻,在电阻 R3 上流过的信号就是晶体管要输出的信号。电阻 R4 用于稳定电路的工作点,它是一个负反馈电阻。电阻 R4 的阻值越大,晶体管的放大量就越小。没有电阻 R4,晶体管放大器的放大倍数为最大值,加上电阻 R4 后就会改善电路的性能。电容 C3 通常被称为去耦电容,加上这个电容以后,交流信号的放大量会有所提高。在晶体管的基极加的电容 C1 叫输入电容,又称耦合电容,这个电容的作用是能够通过交流信号,但不能通过直流信号。加上 C1 后,在输入端的直流电压就不会被加到晶体管上。因为有直流电压就会干扰放大器的工作,所以要设置耦合电容。

在输出的地方加电容 C2 后,只会输出交流信号而不输出直流信号。这是最基本的放大器结构,在很多电子产品中有着广泛的应用。

(4) 控制电路

控制电路是微电脑控制式微波炉的中枢神经组织,能够传达微处理器的处理信号,同时检测微波炉的状态并传达给微处理器,图 1-34 所示为一个典型微电脑式微波炉的控制电路。

从图 1-34 中可以看到,该微波炉所采用的控制微处理器是一个双列直插式大规模集成电路。这个集成电路的引脚很多,每个引脚的功能各不相同。在微处理器的右边有一个 12 脚的引线插口,引线插口所连接的是操作电路。操作电路是由一排一排的纵向导线和一行一行的横向导线构成的,在每一个导线的交叉点上有一个开关符号。这些开关符号代表安装在微波炉前面板上的按键开关,每按一下开关,两个点之间就接通了。用这种引线交叉的方式可以安装很多按键,这种棋盘格的按键操作方式被称为矩阵式人工指令键输入方式。

在纵向引线上,只要一开机,微处理器就会产生一系列的时序脉冲,每条线上的时序脉冲的时序是不同的。如果按动某一个开关,连接它的横竖两条线就接通了,就会将时序脉冲从纵向的线上传到横向的线上并送入微处理器,微处理器根据矩阵点的坐标,可以判别出被按下的是什么键,因为每一个键都有一个相应的代号,每个代号都对应一个相应的功能设置,这个功能设置是事先设置好后存储到微处理器里面的存储器中的。例如,代号 SB1 表示启动,SB2 表示薄块烧烤,SB3 表示组合烧烤,SB4 表示快速烹饪等。微处理器工作时,会把工作状态和运行时间通过微波炉上的数码液晶显示屏显示出来。这样可以很方便地了解微波炉的工作状态。

微处理器的③、②脚外接一个石英晶体,为微处理器的正常工作提供时钟振荡信号。因为微处理器是一种数字电路,所以其输出指令有两种方式,其中一种是输出逻辑电平方式(即高电平或低电平),另一种是输出幅度为 5V 的数字脉冲信号。所以,对微波炉电动机、继电器等其他器件的控制,

TIPS

通过按键的方式,就可将人工指令送给微处理器,微处理器根据人工指令就可以自动进行工作了。

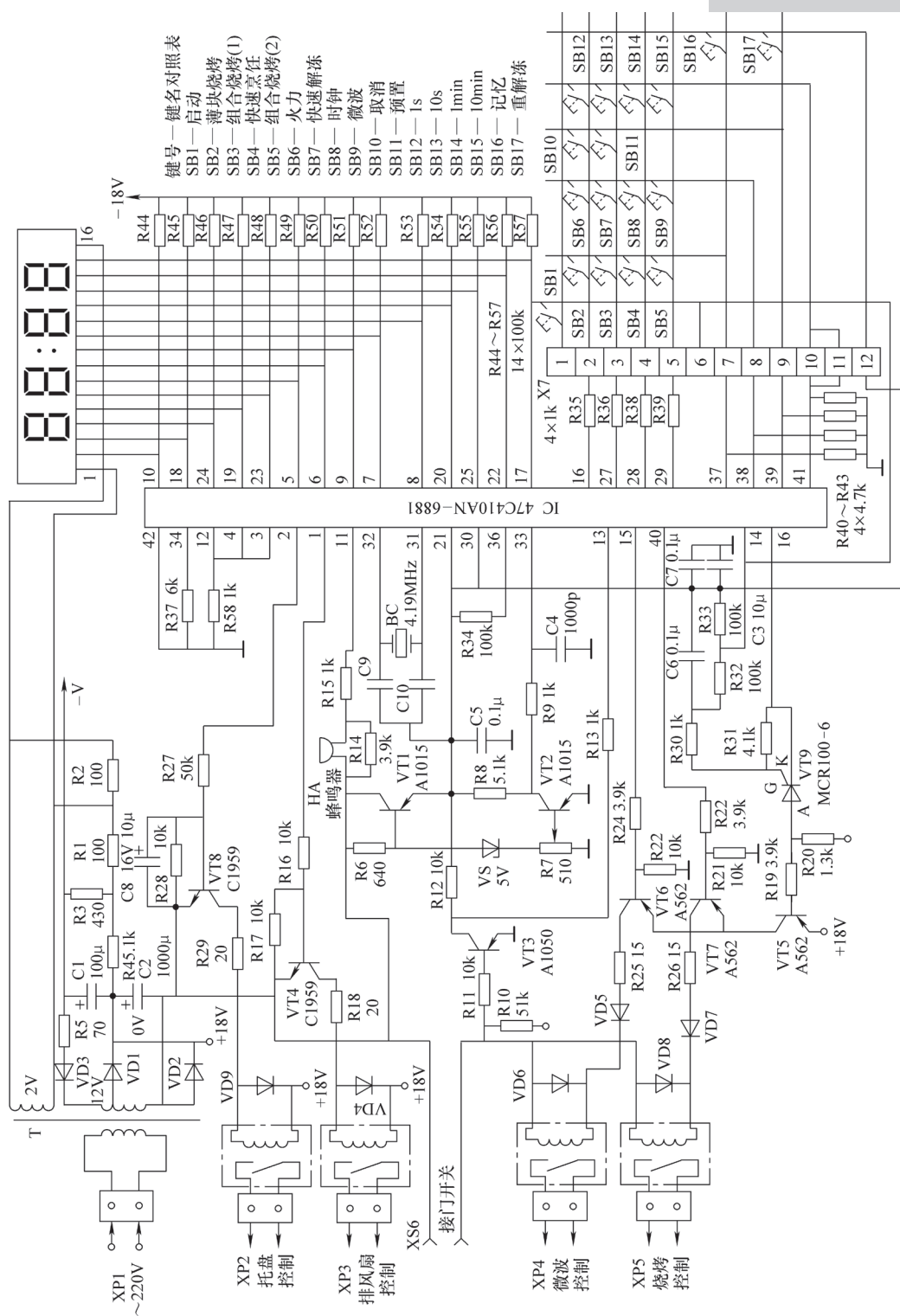


图 1-34 典型微电脑控制式微波炉控制电路图

TIPS

需要注意的是微处理器左侧的引脚都是一些输入和输出的接口，需要时可以进行检测。

TIPS

在正文所述型号中，微处理器的①脚是对排风扇进行控制的，若①脚输出的是高电平，晶体管 VT4 就导通，VT4 导通后排风扇的继电器就动作，排风扇电动机就会旋转。

微处理器一般是通过一个转换电路或驱动电路来实现的。例如，对于电动机的驱动，由于微处理器不能输出功率信号，因此必须通过晶体管再驱动电动机。

交流 220V 电压通过接口 XP1 进入电路中，首先要进入变压器 T。变压器 T 是一个小功率的变压器，它将 220V 电压变成十几伏甚至是几伏的低压，然后经过整流二极管和滤波电容变成直流电压，再经过电容 C2 滤波以后，输出一个 18V 的电压。这个电压就可以供给其他电路或晶体管作为低压电源使用。二次绕组所接的二极管 VD3 的输出方向与 VD1 和 VD2 是相反的，经过 VD3 整流滤波后输出的是一个负电压。在变压器的二次绕组上面还有一个绕组，它输出 2V 的交流电压，该电压输出后直接加在显示屏的①脚和⑩脚上（灯丝供电）。显示器的灯丝是给显示屏的阴极加热的，这种荧光性质的显示器要靠阴极发射电子去轰击显示屏上一个段一个段的符号。由于符号上面涂有荧光粉（在这个器件当中相当于阳极），阴极上的电子轰击到阳极上，在阳极上的荧光粉是什么颜色就会发出什么颜色的光。如果没有给灯丝供电的电压，显示屏就不会亮。

在托盘下有一个驱动电动机（托盘电动机），它是由继电器通过插件 XP2 进行控制的。继电器开关一接通，电动机就接通了，托盘就随着托盘电动机旋转。托盘电动机的继电器是由 VT8 进行控制的，18V 的电压经过继电器的绕组，再经过限流电阻 R29 接到晶体管 VT8 的集电极，再流过其发射极到地。这样只要控制 VT8 使其导通，托盘电动机就会旋转，使 VT8 截止，托盘电动机也会停止旋转，所以控制晶体管 VT8 就是控制它的基极。晶体管 VT8 的基极处有一个限流电阻 R27，它也叫耦合电阻，其另一端连接在微处理器的②脚。微处理器的②脚输出一个高电平并加到 VT8 的基极，VT8 一旦导通，转盘电动机就开始旋转。

微波 / 烧烤控制也是由两个继电器完成的，其中微波控制的继电器是由晶体管 VT6 进行控制的，烧烤控制的继电器是由晶体管 VT7 进行控制的。VT6 和 VT7 分别由微处理器的⑮脚和⑭脚进行控制。通过这种控制方式，当需要进行烧烤或微波加热时，微处理器的⑮脚或⑭脚就会输出电平信号，对相应的晶体管进行控制，进而再对继电器进行控制。

如果电路里某一项功能失常，可以先看一下继电器是否动作，以及有没有输出。电路中比较容易损坏的器件是晶体管，如果晶体管损坏，必须要检查一下保护二极管。如果保护二极管损坏，继电器的反向电压就会对晶体管起到破坏作用，晶体管就容易损坏。

在微波控制和烧烤控制电路当中可以看到，二极管 VD6、VD8 可以吸收继电器产生的反峰电压，同时起到保护作用。每个晶体管的基极都串接一

个电阻，如电阻 R24，这个电阻叫做耦合电阻或限流电阻。根据晶体管的特性，在晶体管的发射极和基极之间的电压是一个常量，就是一个 PN 结的电压，它是不会改变的。如果没有耦合电阻，一旦晶体管基极的电压高了，会突然将晶体管烧穿。在更换的时候，千万不能省掉耦合电阻，省掉耦合电阻是很危险的。同时还要注意在电路中控制的晶体管是 PNP 型还是 NPN 型。电路中 VT6、VT7、VT5 是 PNP 型的晶体管，PNP 型的发射极电压高，集电极电压低，所以电流是从发射极向集电极方向流动。VT4 属于 NPN 型晶体管，它的电流方向是从集电极流向发射极。不同类型的晶体管，其控制电压的极性也是不同的。NPN 型晶体管的基极必须是高电平，它才能导通工作，而 PNP 型的必须是低电平时才能导通工作。

下面再介绍一种常见的微处理器控制电路，如图 1-35 所示。

IC3 (S8749H) 是微处理器集成电路，它由 220V 电压经过插件 CT1 和低压变压器产生低压给低压部分供电。交流输入电路中有一个熔丝 BXS 和过电压保护元件 (压敏电阻器)。低压变压器 T1 的输出端接有 4 个二极管组成的桥式整流电路。桥式整流电路中的 D1 和 D2 之间的点是接地点，D3 和 D4 之间的点是正电压的输出端，即 12V 电压输出端。电容 C3、C2、C1 是滤波电容，在三端稳压器 GL7805 的前面有一个整流二极管。三端稳压器 GL7805 实际上是一个稳压电路，其型号中的最后两位表示输出电压值，“05”表示该三端稳压器输出的电压是 5V。GL7805 的①脚输入 12V 电压，②脚接地，③脚输出 5V 电压。

三端稳压器输出的 5V 电压接到微处理器 IC3 的⑤脚，⑤脚是微处理器的电源供电端，①脚和⑦脚是微处理器的接地端，微处理器需要有 5V 供电才能正常工作。微处理器的⑩~⑬脚是微处理器的指令输出端。指令输出控制电路采用的都是双晶体管，通过接口晶体管控制的器件是继电器 J1、J2 和蜂鸣器 Y1。J1 是定时继电器，J2 是微波继电器。微处理器 IC3 的⑭脚输出高电平时，晶体管 T5 就会导通，有电流流过，晶体管 T6 也会导通。如果 T6 导通，12V 的电压就会通过继电器 J2 的线圈，再经过 T6 的集电极，由发射极到地。继电器就会进行动作，高压变压器的供电线路接通。继电器 J2 并联的二极管 D9 是保护二极管，继电器线圈产生的反向电压由保护二极管 D9 吸收。IC3 的⑮脚用于控制磁控管供电。IC3 对蜂鸣器的控制同样采用这种方式，由 IC3 的⑯脚输出控制信号，经 T1 和 T2 去控制蜂鸣器。

1N4001 是保护二极管 D9 的型号，它是一个普通的开关二极管，如果没有开关二极管，用整流二极管代替也是可以的。

2ES4059 是显示电路。操作人工指令键或者微处理器控制微波炉进入工作状态时，显示屏上会显示出相应的数字和符号。显示屏的显示也是通

TIPS

正文所述的电路中，T5和T6组成一个复合晶体管，这种晶体管的特点是T6的功率较大，T5的功率较小。

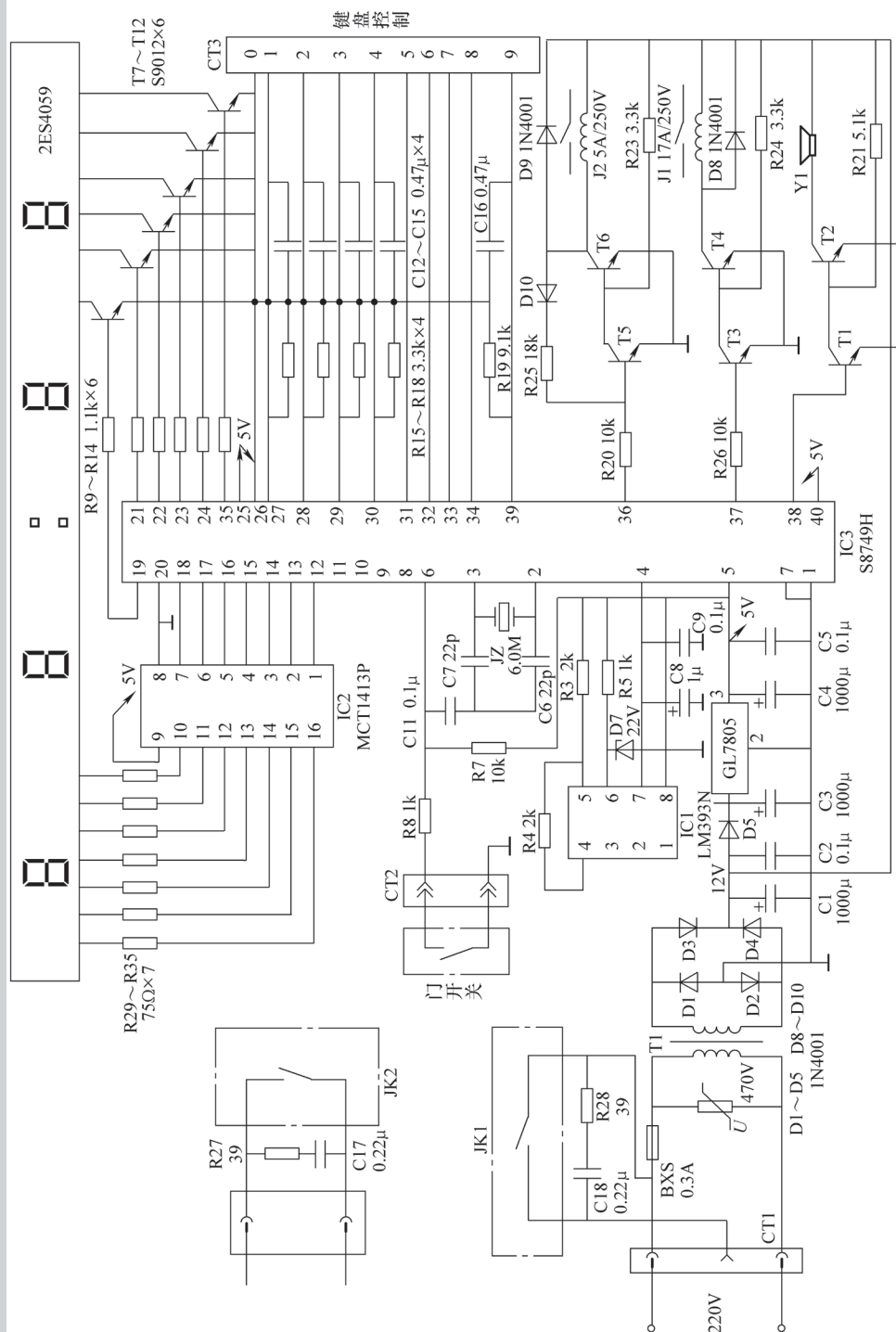


图 1-35 上菱 WA650A 微处理器控制电路

过微处理器、晶体管接口进行控制的。显示电路的驱动经过接口电路 IC2 (MCT1413P), 然后再去驱动显示屏。耦合电阻 R29 ~ R35 的阻值都是 75Ω, IC2 的⑨脚是 5V 供电端 (也是由控制板上的直流供电电压提供的), ⑧脚是接地端。人工操作指令通过 CT3 连接插件送给 CPU。

(5) 蜂鸣器驱动电路

两端加有电压时会发出声音, 即蜂鸣器, 如图 1-36 所示为蜂鸣器驱动电路。

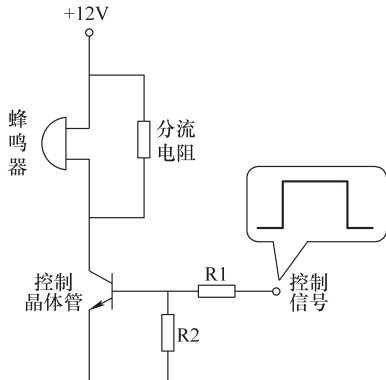


图 1-36 蜂鸣器驱动电路

图 1-36 所示电路是通过晶体管进行控制的。控制信号经过电阻 R1 加到晶体管的基极。晶体管的基极是一个控制极, 会对晶体管集电极和发射极之间的阻抗和工作状态进行控制。基极电路中串联的电阻 R1 主要起限流作用。

该电路使用的控制晶体管是一个 NPN 型晶体管, NPN 型晶体管和 PNP 型晶体管的工作条件是接于集电极和发射极的电压极性相反。也就是说, 如果使用的是 NPN 型晶体管, 则晶体管集电极上应加有 +12V 电压; 如果使用的是一个 PNP 型晶体管, 则晶体管的集电极电压应为 +12V。

仍以 NPN 型控制晶体管为例, +12V 电压经过蜂鸣器接到控制晶体管的集电极, 控制晶体管的发射极接地, 如果控制晶体管的集电极和发射极之间导通, 电流就能通过控制晶体管到地形成回路, 蜂鸣器就能发出声音。如果控制晶体管是截止的, 电流没有通路, 则蜂鸣器就不会发声。所以, 在工作过程中, 如果微处理器发出一个高电平的信号, 该信号加到晶体管的基极, 晶体管就会导通, 蜂鸣器便会发出声音。

2. 微电脑控制式微波炉电路详解

前面我们大致了解了微电脑控制式微波炉的整机工作原理及电路概况, 下面, 我们通过对几款典型机型的分析, 来具体认识一下微电脑式微波炉的电路结构组成。

(1) 格兰仕 WD800G/WD900G 型光波微波炉电路

格兰仕 WD800G/WD900G 机型, 采用微电脑控制方式。属于实用型光

TIPS

继电器 J2 的标识为“5A/250V”, 通常指的是继电器触点的电流和电压。如继电器控制的是给高压变压器供电的 220V 电压, 即被继电器控制的触点电压是 220V。触点之间所能流过的电流是 5A, 并不是指 T6 所能承受的电流就是 5A。

波微波炉，在微电脑式微波炉中具有一定的代表性。如图 1-37 所示为格兰仕 WD900G 型微波炉外形示意图。

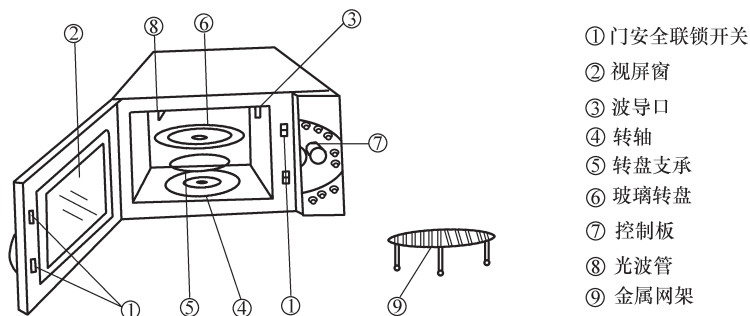


图 1-37 格兰仕 WD900G 型微波炉外形示意图

如图 1-38 所示，为格兰仕 WD900G 型微波炉显示窗说明。

TIPS
WD800G 和 WD900G 两款机型都属于菜单型，每个按键或状态代表了一种烹调功能。具有时钟、自动解冻、自动烹调、定时及火力烹调、快速烹调、光波烹调、光波微波组合 1、光波微波组合 2 等功能。

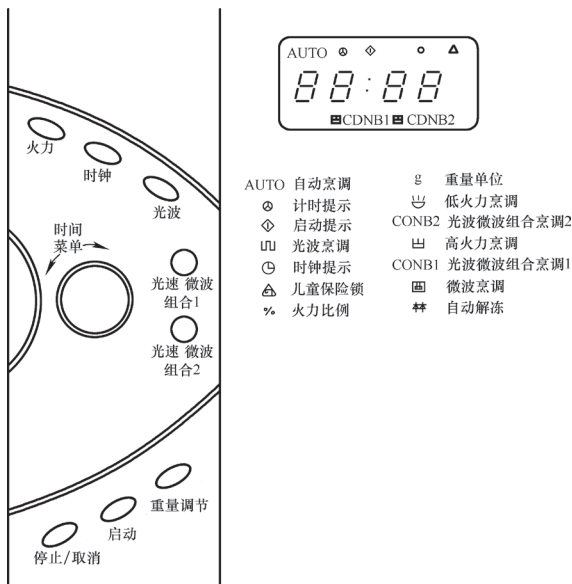


图 1-38 格兰仕 WD900G 型微波炉显示窗说明

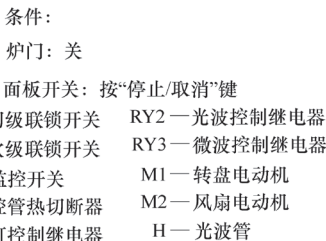
1) 格兰仕 WD800G/WD900G 型微波炉整机概述。

格兰仕 WD800G/WD900G 型微波炉的内部结构主要由按键板、电脑板、光波管、磁控管、高压变压器、高压电容、高压二极管、炉门联锁开关、风扇电动机系统、转盘电动机系统、炉腔、炉门等组成。

2) 格兰仕 WD800G/WD900G 型微波炉单元电路。

图 1-39 所示为两种机型的电气系统接线方法。由于两机型没有给出电脑板原理图，这里根据接线图和电脑板控制基本原理，绘出各单元电路框图，以便在没有原理图的情况下大致了解其基本控制过程，并以此为基础检修微波炉及电脑板。

下面，我们对格兰仕 WD800G/WD900G 型微波炉电路工作情况做一了解。



① 电源和单片机电路的工作。

TIPS
单

单片机待机过程显示较快，但工作次序比较麻烦，详细见正文讲述。



单片机在 +5V 电源和复位电压均正常的情况下, 与外接晶体配合, 产生时钟振荡, 使单片机进入待机状态。

待机状态下的单片机,一方面输出初始字符显示信号,使显示屏上显示“1:01”和时钟符号;另一方面对键盘进行扫描。如果发现有关键被操作时,对操作键进行识别,如果判断操作键为火力、光波、微波光波组合1、微波光波组合2、菜单旋钮、取消/停止键,则将操作指令存储起来,不执行;同时,单片机还据炉门检测脚电压高低,判断炉门是否关闭。亦即在判断炉门关闭时,可接收处理所有用户指令;在判断炉门没有关闭时则拒绝处理“启

动”指令。

② 炉门检测及启动控制电路。

图 1-41 所示为炉门检测及启动控制电路示意图。

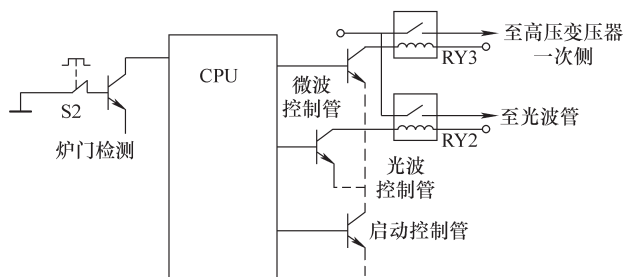


图 1-41 炉门检测及启动控制电路

微波炉单片机（CPU）上电工作后，就通过炉门检测电压高/低来判断门次级联锁开关 S2 处于接通，还是断开状态。当单片机判断 S2 处于接通状态时，判断出当前炉门关闭，可处理“启动”指令，输出启动控制信号。使启动控制电路工作。此时微波（或光波）控制电路做好准备。

③ 微波加热及火力控制电路。

图 1-42 所示为微波加热及火力控制电路示意图。

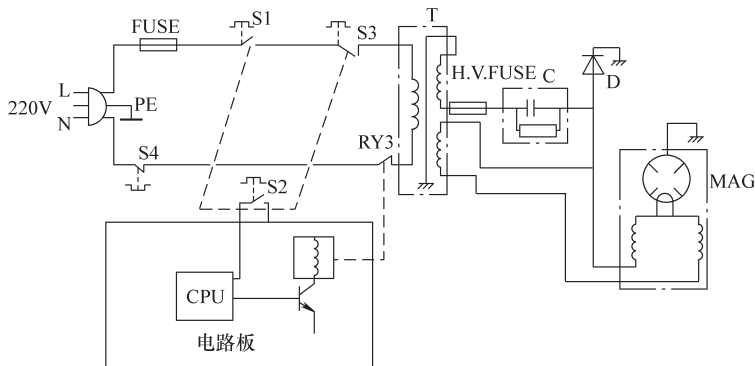


图 1-42 微波加热及火力控制电路

a. 微波加热电路。

当单片机在检测到炉门关闭，且用户设置于微波加热方式被启动时，单片机的微波控制脚输出微波工作指令，使外接晶体管饱和导通，驱动功率继电器 RY3 触点接通。这时，220V 电源通过 FUSE、门初级联锁开关 S1、门监控开关 S3、高压变压器 T 一次侧、功率继电器 RY3、磁控管热切断器 S4 等形成回路，高压变压器一次侧得电，二次侧形成 3.4V 和 2100V 两组交流电压。3.4V 交流电加到磁控管灯丝，使灯丝发热激励阴极发射大量电子；2100V 交流电压正半周时，高压二极管导通，对高压电容充电，电容器被充电到电压的峰值；2100V 电压的在负半周时，高压二极管截止，磁控管导通。高压电容 C 上正半周的电压与绕组电压正相串联，获得两倍高压，即

TIPS

当微波（或光波）控制电路在单片机输出微波（或光波）指令情况下，可进入工作状态，接通微波（或光波）系统供电电路，微波炉进入烹调状态。反之，当单片机判断 S2 处于断开状态时，判断当前炉门开门，单片机拒绝处理“启动”指令，以防止微波泄漏，但可以处理火力、设置等其他指令，并将这些指令存储起来待用。

4200V 左右的直流高电压, 加到磁控管的阴极和阳极之间。这样, 磁控管阴极被加热, 且阴极和阳极加有直流高电压, 就可连续输出微波, 对食物进行加热。

b. 火力控制电路。

如果用户设置为最高火力, 单片机令 RY3 继电器始终接通, 微波系统始终发射微波; 如果用户设置为其他火力, 或光波微波组合、自动解冻等功能时, 单片机的微波控制脚输出 PWM (脉宽调制脉冲), 通过晶体管令 RY3 断续接通, 微波系统间歇性发射微波。用户设置的火力越高, 单片机输出的 PWM 占空比就越大。

任何微电脑式微波炉, 单片机输出的 PWM 信号占空比分为 5 ~ 6 个挡, 格兰仕 WD800G/WD900G 机型为 5 个。也正是 PWM 信号的不同, 决定了微波炉能调节出几个规定挡的功率。

c. 微波系统的保护。

微波炉中 H.V.FUSE 为高压熔断器, 负责高压过电流保护; FUSE 为电源熔断器, 负责整机过电流保护; 磁控管热切断器 S4, 负责磁控管过热保护, 具有自动复位功能。

④ 光波加热及控制电路。

如图 1-43 所示为光波加热及控制电路。

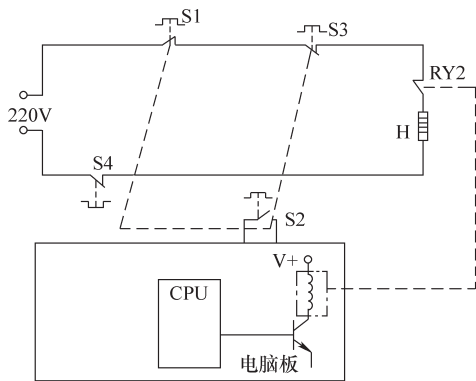


图 1-43 光波加热及控制电路

当单片机检测到炉门关闭, 且用户设置的光波加热方式被启动时, 单片机的光波控制脚输出工作指令, 使外接晶体管饱和导通, 驱动光波继电器 RY2 触点吸合。接通光波管供电电路, 光波管发射光波, 对食物进行加热。

当用户设置为光波微波组合加热方式时, 根据组合方式, 单片机的光波控制脚输出可调制脉冲, 如图 1-44 所示, 在脉冲的高电平期间令光波电路工作, 在脉冲的低电平期间光波电路停止工作。

⑤ 炉灯 / 转盘电动机 / 风扇电动机控制电路。

图 1-45 所示为炉灯 / 转盘电动机 / 风扇电动机控制电路示意图。

TIPS

炉灯、转盘电动机、风扇电动机的工作, 因炉门是否关闭、是否按动“启动”键而不同。

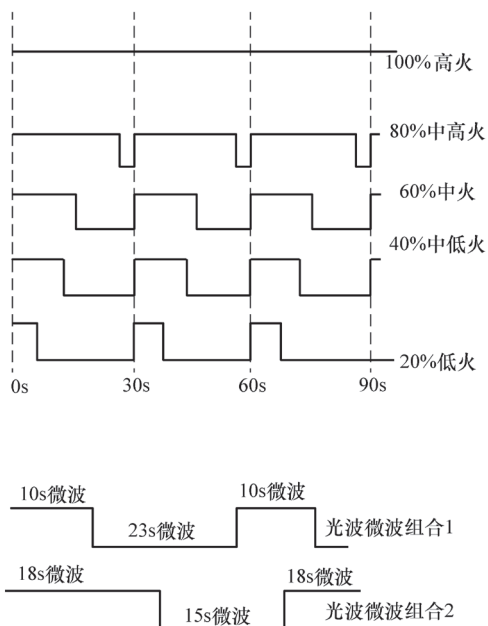


图 1-44 光波微波组合烹调时间

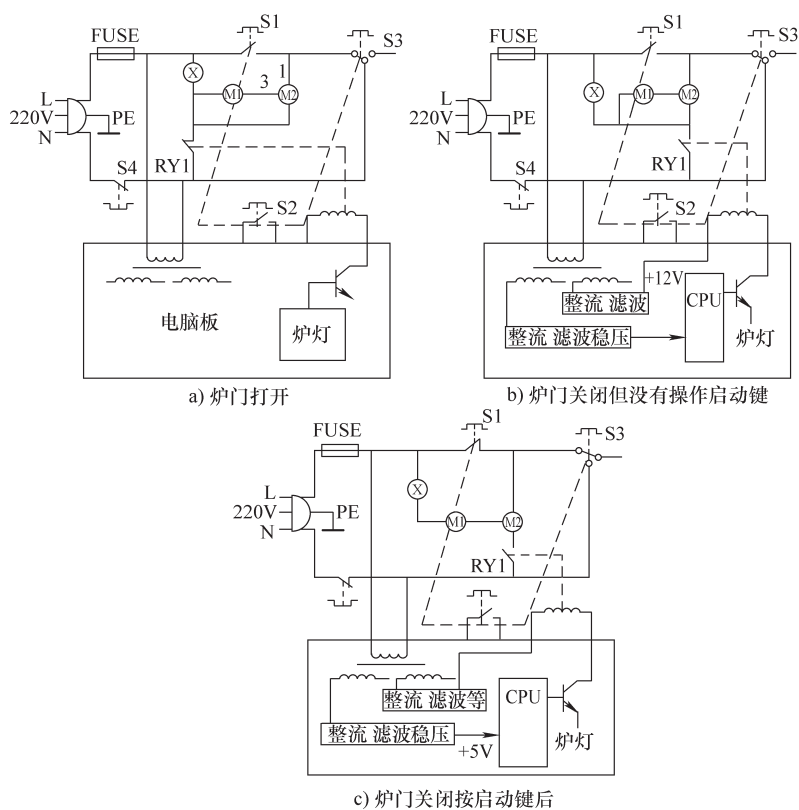


图 1-45 炉灯 / 转盘电动机 / 风扇电动机控制电路

TIPS

炉灯亮，照亮炉腔以便于观察食物；风扇运转，对磁控管进行降温，以保证安全工作；转盘电动机运转，带动食物均匀吸收微波、光波，以均匀加热。

a. 上电后炉门打开。

如图 1-45a 所示，微波炉上电后炉门打开时，单片机的炉灯控制脚输出炉灯工作指令，使外接晶体管饱和导通，驱动炉灯继电器 RY1 触点闭合，接通炉灯电路，炉灯亮。此时，因门初级开关 S1 断开，而切断了转盘电动机 M1、风扇电动机 M2 回路，两电动机不运转。

b. 炉门关闭但未操作启动键。

如图 1-45b 所示，炉门关闭但未操作启动键时，单片机的炉灯控制脚输出停止工作指令，外接晶体管截止，RY1 继电器释放其触点断开。切断了炉灯、风扇电动机、转盘电动机回路，上述器件均不工作。

c. 炉门关闭并按下启动键。

如图 1-45c 所示，炉门关闭按启动键进入烹调状态时，单片机的炉灯控制脚输出工作指令，外接晶体管驱动 RY1 继电器触点接通。此时，因门初级开关 S1 也处于接通状态，使 220V 同时加到炉灯、风扇电动机、转盘电动机两端，上述三器件同时工作。

(2) 松下 NN-K653 型微波炉电路图解

松下 NN-K653 型微波炉属于微电脑控制式，采用薄膜键盘，具有单一微波或烧烤加热、微波烧烤组合加热等多种功能。

1) 松下 NN-K653 型微波炉整机概述。

图 1-46 所示为松下 NN-K653 型微波炉整机框图。

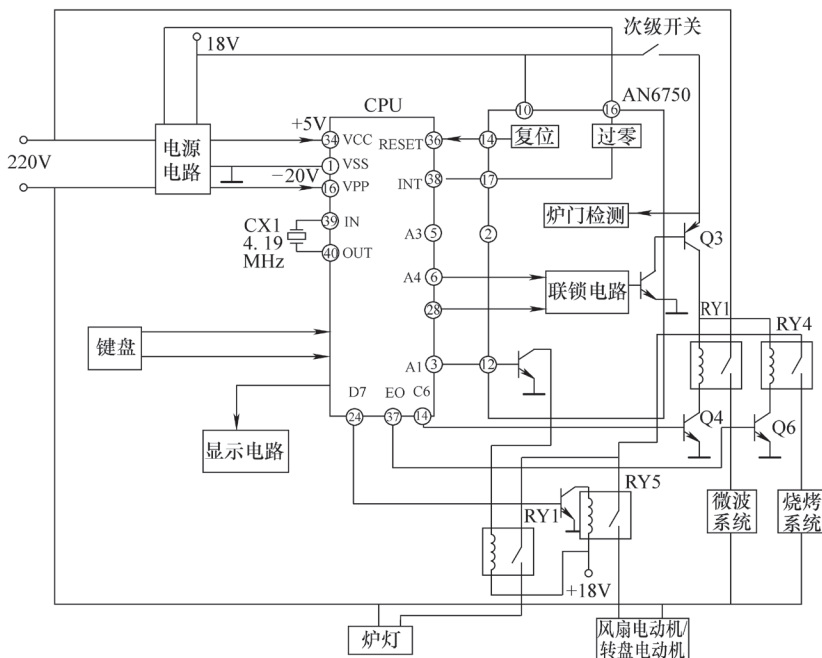


图 1-46 松下 NN-K653 型微波炉整机框图

TIPS
AN6750 外观如下所示：



松下 NN-K653 型微波炉整机电路包括微波炉基础器件,如磁控管、高压变压器、烧烤器、炉门联锁开关、温控器;电脑控制专用电路,如电源电路、单片机及工作条件电路、可变功率控制电路、温度控制电路、键盘电路、蜂鸣器电路、显示器和微波炉专用多功能集成电路 AN6750。

2) 松下 NN-K653 型微波炉单元电路。

① 电源电路。

如图 1-47 所示为松下 NN-K653 型微波炉的电源和单片机工作条件电路。

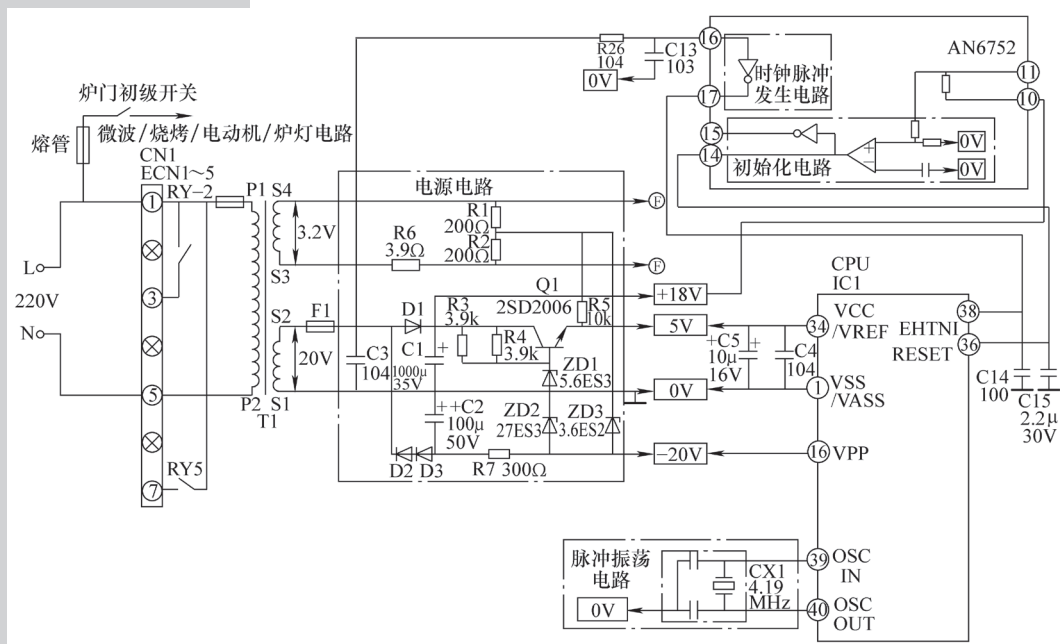


图 1-47 电源和单片机工作条件电路

从图 1-47 中我们可以看出,该机电源供电分两部分:AC 220V (50Hz) 电网电压经熔断管、炉门初级开关送微波电路、烧烤电路、电动机电路;经过电源变压器 T1 进行变压后供给小信号处理电路,即电脑板。

T1 二次侧输出的 20V 交流电压。经 F1、C3 消除高频干扰后分为 3 路:

一路由 D1 整流、C1 滤波变换为 +18V,作为继电器等驱动电路工作电压,同时还经 Q1、ZD1、R4 等稳压为 +5V,作单片机等器件的工作电压。

一路经 D2 和 D3 整流、C2 和 R7 滤波变换为 -20V 电压,送单片机的 ⑩脚作为负电源。

一路送多功能集成电路 AN6752 产生过零脉冲。

T1 二次侧输出的 3.2V 交流电压,经 R6、R1、R2 分压。由 F、F 两端输出交流 2.5V 电压,作为显示屏灯丝电压。

② 单片机的工作条件。

如图 1-47 所示,单片机是电脑板及整机的控制中心,它有待机、运行

两种工作状态。

单片机具备工作条件后, 先进行复位清零, 而后进入待机状态。待机状态可接收存储加热方式、火力和时间等设置指令。待机状态检测到炉门关闭的情况下, 才可接收处理“启动”等烹调指令, 进入加热状态。

单片机工作条件包括: ⑫脚得到 +5V 电源, ⑭脚复位电压正常, ⑮、⑯脚时钟振荡电压正常且外接晶体频率正确, ⑰脚输入 100Hz 过零脉冲, ⑱脚输入 -20V 电压。其中 -20V 电压经内部电路调制后, 产生直流脉冲信号和扫描信号, 输送到显示器和键盘开关电源。

a. 时钟振荡。

单片机在⑫脚得到 +5V 电源后, 就启动内部振荡器与⑮脚外接晶体配合, 产生 4.19MHz 振荡脉冲。此脉冲经分频后作为单片机内部各电路时钟脉冲及脉冲源。这部分电路有问题会引起单片机不工作, 或工作程序错乱、运行速度过慢或过快等。

b. 过零脉冲发生电路。

这部分电路利用 50Hz 交流正负半周之间的过零点, 作为单片机计时输出控制信号的基准。电源变压器二次侧输出的交流 20V 电压, 通过电阻 R26 后, 送多功能集成电路 AN6750 的⑱脚, 被内部时钟发生器处理后, 由⑲脚输出 100Hz 的时钟脉冲, 作为过零检测信号送到单片机的⑰脚。

c. 复位电压形成。

在上电初期, 电源电路输出的 +18V 电源, 加到多功能集成电路 AN6752 的⑩脚, 经内部电阻分压, 提供给比较器正向输入端一个高电压。此时, 比较器截止输出高电压施加于⑭脚, 因⑭脚外接电容 C15, 而电容两端电压不能突变, 使⑭脚电压由 0V 逐渐上升到 4.6V 以上, 并施加到单片机的⑭脚复位。这样, 单片机在上电之初, 因⑭脚为低电压而对内部电路进行清零复位, 当⑭脚上升到 4.6V 时, 转入待机状态。因 C15 电容容量较小, 充电时间较短, 复位过程很短, 往往是瞬间完成。

③ 操作显示电路。

如图 1-48 所示, 操作显示电路包括键盘电路、显示电路、蜂鸣器电路。

a. 键盘电路。

键盘是人机对话的工具, 其工作过程如下:

单片机的⑳~㉑、㉒脚为键盘输出端, ㉓~㉔脚为键盘输入端。单片机在待机和在工作状态时, 由键盘㉓~㉔、㉒脚输出逐行扫描脉冲, 在任何时间, ㉓~㉔、㉒脚始终有一个为高电平“1”、其他为低电平“0”。在无功能键操作, 单片机的㉓~㉔脚得不到扫描脉冲始终均为低电压“0”, 单片机因此判断键盘功能键没有被操作, 而保持原工作状态。

TIPS

此外, DZ3 稳压二极管还从 -20V 中引出约 -3.6V 的直流电压, 其作用是防止显示屏不发光区域因栅极线路干扰而产生闪烁。

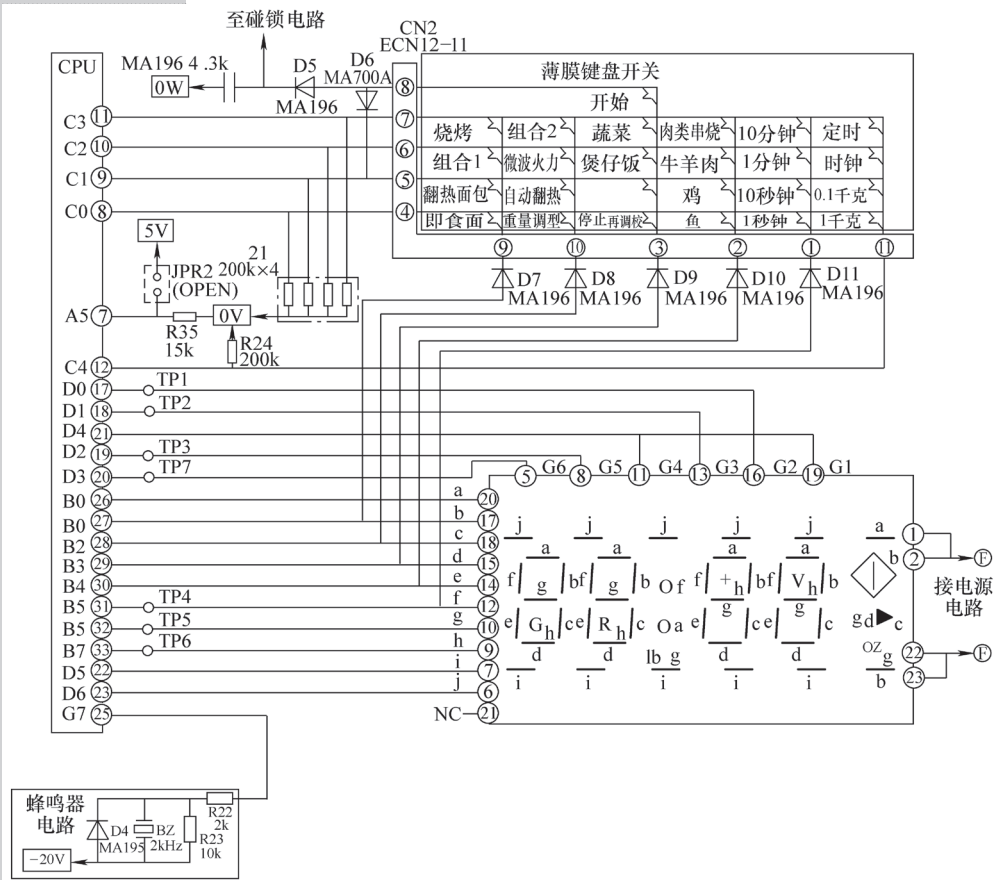


图 1-48 操作显示电路

在某功能键被操作时，譬如按动“煲仔饭”键时，该键将单片机的②⑨脚接通，当②⑨脚输出高脉冲期间。此高脉冲经 D9、“煲仔饭”键，使单片机的⑩脚为高电压，这样，单片机的②⑦~③①、⑫脚键盘输出端电压组合为“0 0 0 1 0 0”，⑧~⑪脚键盘输入端电压组合为“0 0 1 0”。单片机对键盘输出端口和输入端口高低电压组合进行逻辑运算后，判断有用户指令输入，用户指令为“煲仔饭”。

b. 显示电路。

如图 1-48 所示，显示电路用于显示用户烹调方式、定时时间和剩余时间等。

该机显示器采用荧光屏，当两个 F 灯丝脚引入交流 2.5V 电压后，灯丝发光，对阴极加热，阴极可发射电子。

单片机由⑫~⑭脚输出 5 路栅极控制信号。分别加到显示屏的⑤、⑧、⑪和⑬、⑮、⑯脚，作为 G6、G5、G4 和 G1、G3、G2 六个栅极电压，而六个栅极分别作为四个“日”字形位控制信号（包括其内 C、R 符号）和“◇”等专用符号的控制信号。

TIPS

同样地操作其他功能键时，单片机键盘输出、输入端电压组合不同，单片机将其电压组合进行逻辑运算，来判断出功能键名称，以调用相关程序执行用户操作。

TIPS

如果显示屏的栅极得到高电压，阴极得到显示控制信号，阴极发射的电子就会射向栅极，冲击荧光屏发光，显示数字或专用符号。

单片机由②⑥~③脚按顺序轮流输出四个“日”字形七个笔画控制信号,分别加到显示屏的②⑩、①⑦、①⑧、①⑤、①④、①②脚阴极,控制“日”字形a、b、c、d、e、f、g字形笔画的亮灭。

单片机由③脚输出“h”控制信号,加到显示屏的⑨脚阴极,作为“C”和“R”显示控制信号;由②和③脚输出“i”和“j”控制信号,分别加到显示屏⑦、⑥脚阴极,作为显示屏上下“—”控制信号。

显示屏根据栅极、阴极电压组合显示相应的数字符号,以便于用户掌握当前的设置和烹调状态。

c. 蜂鸣器电路。

如图1-48所示,蜂鸣器以声音形式用以提示功能键操作有效,或烹调工作结束。

蜂鸣器控制信号由单片机的⑤脚输出,高电压有效。当操作面板上的功能键时,单片机在接收、识别、处理所操作功能键指令的同时,由⑤脚输出一个高电位脉冲,频率约为2kHz。这时,蜂鸣器因两端有压差而工作,发出一声响,指示该操作有效。当使用分段程序时,由一个程序阶段转到下一个程序阶段,单片机的⑤脚产生两个高电位脉冲,使蜂鸣器BZ发两声响。当程序完成后,单片机的⑤脚输出5个高脉冲信号,驱动蜂鸣器连响5声,每声间隔约1s。

④ 烹调电路。

如图1-49所示,烹调电路包括微波电路、烧烤电路、炉门检测及控制电路等。单片机检测在炉门关闭情况下,才能接收处理“启动”等烹调指令,使微波控制电路、烧烤控制电路接通微波及烧烤系统220V供电电路,微波炉才能进入加热烹调工作。

a. 炉门检测及继电器供电控制电路。

当炉门打开时,次级炉门碰锁开关断开,切断了Q3发射极和AN6752的③脚+18V供电电路,使Q3和AN6752内部放大器截止。同时,Q3截止又切断了RY1功率继电器和RY4烧烤继电器供电电路。此时这两个继电器释放,触点断开,强行停止微波发射和烧烤工作。AN6752输出②脚为高电压,施加于单片机的⑤脚,单片机据此判断出炉门被打开,而停止烹调程序,且拒绝接收“开始”等烹调指令。第二重安全控制强迫微波、烧烤电路停止工作,目的是防止炉门打开时,微波电路仍发射微波对人员形成危害。

当炉门关闭时,次级炉门碰锁开关接通,+18V通过此开关对Q3提供工作电压、对AN6752的③脚提供高电压。AN6752的③脚高电压,使内部倒相放大器饱和导通其②脚为低电压,并送单片机的⑤脚,单片机据此判断炉门关闭。此后如用户没有按“开始”等烹调键,单片机由⑥脚输出5V高

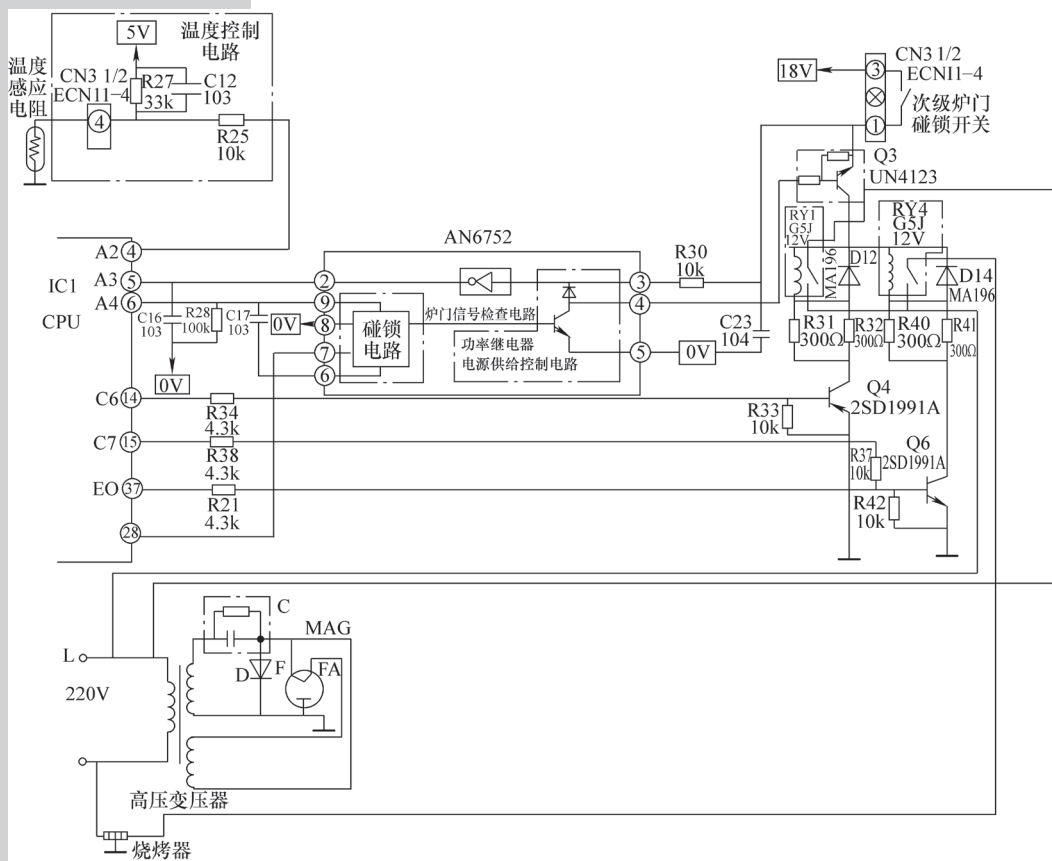


图 1-49 烹调电路

电压，送 AM6752 的⑨脚，令内部碰锁电路不对后级晶体管提供基极电压，该晶体管截止集电极为高电压，并通过④脚使 Q3 截止，RY1、RY4 功能继电器触点不能闭合，切断了高压变压器一次侧和烧烤器供电电路，仍无法进行微波和烧烤加热。如用户按动了“开始”或其他烹调键，单片机的②③脚输出高电位信号，加到 AN6752 的⑦脚。

b. 微波及功率级别设置电路。

当炉门关闭，炉门次级碰锁开关闭合，被单片机检测到后，单片机通过碰锁电路使 Q3 饱和导通，将 +18V 电源提供给 RY1 微波控制继电器等。如用户设置为微波加热最大火力，按启动键后，单片机则由⑭脚输出高电压，Q4 饱和导通，驱动继电器 RY1 吸合两触点，接通微波系统 220V 供电电路，微波系统连接工作发射微波，对食物进行加热。如用户设置于微波加热其他火力进入烹调时，单片机⑭脚则输出相应占空比的脉冲，且每组脉冲周期固定为 30s。如设置的功率较高，随着脉冲占空比的变化，受此影响 Q4 断续性导通，使 220V 断续性提供给微波系统，微波系统间歇工作，使烹调全过程平均功率为最大功率的百分之多少，从而实现烹调火力调节，使之适合不

TIPS

在正文所述电路中，当来自单片机⑥、②③脚的两个高电位信号加到碰锁电路上时，碰锁电路对后级晶体管提供基极高电压，该晶体管饱和导通，集电极为低电压，并通过④脚对 Q3 提供基极回路，Q3 导通，使 +18V 电源可以提供 RY1 和 RY4 功率继电器等作为工作电压。

同食物烹调的特点。

c. 烧烤及控制电路。

当炉门关闭被单片机检测到后,除单片机通过碰锁电路使 Q3 导通,对 RY4 可变功率继电器提供 +18V 供电外,还由⑤脚输出烧烤控制信号。在上述两条件同时具备时, Q6 饱和导通,驱动 RY4 烧烤继电器吸合其触点闭合,从而接通烧烤器回路,烧烤器发热,进行烧烤工作。

d. 组合烹调电路。

当微波烧烤组合烹调时,微波炉轮流进行微波、烧烤加热。每个轮流周期为 33s,每个周期微波、烧烤时间分配见表 1-2。

表 1-2 微波烧烤组合烹调

微波烧烤组合烹调	烧烤加热	微波加热
组合方式 1	21s	12s
组合方式 2	15s	18s

两种组合方式电路原理如下。

组合方式 1: 每个周期内, 单片机的⑭脚输出高电压微波加热指令 12s, ⑰脚输出高电压烧烤加热 21s, 使 RY1 闭合 12s、断开 21s, 而 RY4 闭合 21s、断开 12s。其结果使微波炉轮流进行微波 (12s) → 烧烤 (21s) → 微波 (12s) 加热工作。

组合方式2: 只是微波加热和烤烧加热轮流时间不同, 其他同组合方式1。

e. 炉温温度控制电路。

在烹调过程中,当温度升高时,该电阻阻值增大,它与 R27 对 +5V 分压自身压降增大,使单片机的④脚电压升高。当炉温达到 125℃时,其阻值 127k Ω ,单片机的④脚电压达到近 5V,单片机据此判断炉温超过规定值,而令③脚输出停止微波加热指令,显示器显示“88:88”重新设置内容。

⑤ 炉灯 / 转盘电动机 / 风扇电动机控制电路。

如图 1-50 所示, 该机炉灯 / 转盘电动机 / 风扇电动机的工作, 分别由单独的继电器控制。

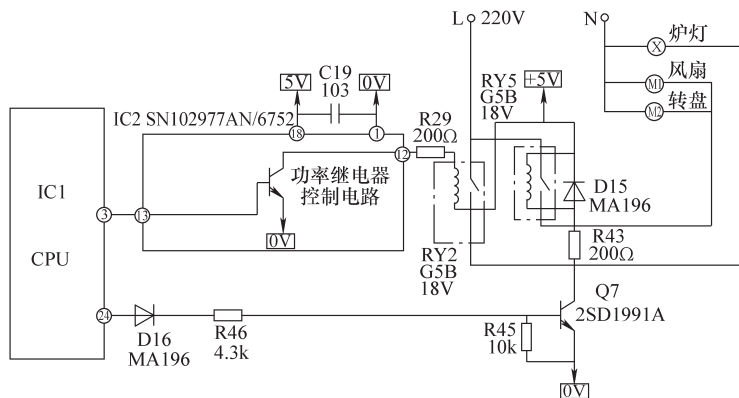


图 1-50 炉灯 / 转盘电动机 / 风扇电动机控制电路

TIPS
微:

微波炉温度感应电阻为正温度系数热敏电阻。

TIPS

在正文炉灯控制电路中，单片机检测到炉门关闭，且操作“开始”键进入烹调状态时，其③脚输出高电压，令炉灯亮。

a. 炉灯控制电路

单片机检测炉门打开时，其③脚输出高电压，通过 AN6752 ⑬脚控制其内晶体管饱和导通，RY2 继电器线圈有 +18V 压差而形成电流，产生磁场，吸动弹簧片将两触点接通，从而接通炉灯 220V 供电电路，炉灯亮。单片机检测炉门关闭，但没操作“开始”等烹调键时，其③脚输出低电压，AN6752 内晶体管截止，切断 RY2 继电器线圈供电，该继电器弹簧片恢复到原位，两触点断开，炉灯关闭。

b. 转盘电动机 / 风扇电动机控制电路

当炉门关闭，并按“开始”进行烹调时，单片机由⑭脚输出高电压，Q7 饱和导通，驱动继电器 RY5 吸合，其触点闭合，接通风扇和转盘电动机回路，风扇电动机、转盘电动机运转，程序结束时，风扇才停止运转。

第 2 章

微波炉中的元器件

2.1 电阻器

2.1.1 电阻器的单位表示及命名

电阻器一般简称电阻，主要是变电能为热能，电流经过它就产生热能。电阻器在电路中多用来进行分压、分流、限流等。

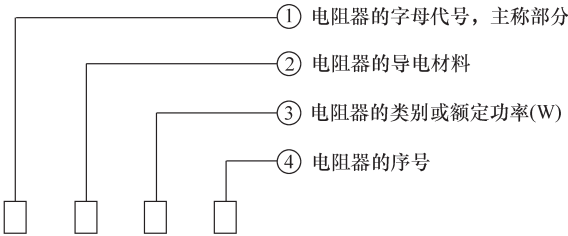
下面就来详细了解微波炉中常用的一些电阻器的种类、命名、标识及检测方法。

1. 电阻器的单位表示
电阻器的单位用欧姆（Ω，简称为欧）表示。为了对不同阻值的电阻器进行标注，通常使用千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）。其换算关系为

$$1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega$$
$$1\text{k}\Omega = 1000\Omega$$

电阻器的种类很多，但不管是什么样的电阻器，它们都有一个基本的表示字母“R”。

2. 电阻器的命名
根据国家相关标准规定，固定电阻器的型号命名由 4 部分构成，具体如下所示：



敏感型电阻器的型号命名由 3 部分构成，具体如下所示：

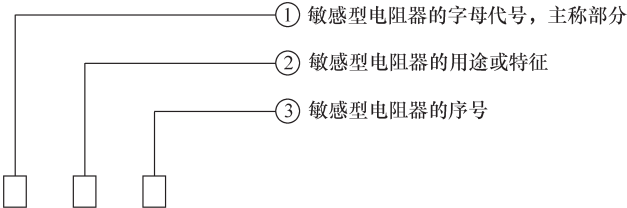


表 2-1 为主称部分的符号和意义对照表。

表 2-1 主称部分符号和意义对照

符 号	意 义	符 号	意 义
R	普通电阻器	RS	湿敏电阻器
RV	压敏电阻器	RQ	气敏电阻器
RT	热敏电阻器	RF	磁敏电阻器
RG	光敏电阻器	RL	力敏电阻器

TIPS
电阻器是微波炉中应用较广泛、需求量较大的基本元件之一。

表 2-2 为电阻器导电材料的符号和意义对照表。

表 2-2 电阻器导电材料的符号和意义对照表

符号	T	H	S	N	J	Y	G	I	X	F
意义	碳膜	合成 碳膜	有机 实心	无机 实心	金属膜	氧化膜	沉积膜	玻璃 轴膜	线绕	复合膜

表 2-3 为电阻器类别符号和意义对照表。

表 2-3 电阻器类别符号和意义对照表

符 号	意 义	符 号	意 义
1	普通	G	高功率
2	普通或阻燃	L	测量
3	超高频	T	可调
4	高阻	X	小型
5	高温	C	防潮
7	精密	Y	被釉
8	高压	B	不燃性
9	特殊（如熔断型等）		

举例来说明：RTG6 电阻器表示 6 号大功率碳膜固定电阻器。

3. 电阻器的标识

（1）电阻器的色标法

如图 2-1 所示，电阻器的色标法是指将电阻器的参数用不同颜色的色带或色点标志在电阻器表面上，常见的是 4 条或 5 条色环标识。

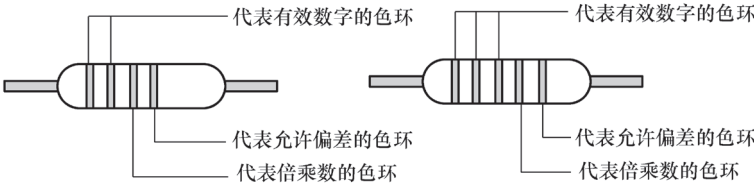


图 2-1 电阻器色标法示意图

电阻器不同颜色的色环代表的意义不同，相同颜色的色环排列在不同位置上时所代表的意义也不同，具体见表 2-4。

表 2-4 色标法具体含义表

色环颜色	色环所处的排列位置		
	有效数字	倍乘数	允许偏差
银色	—	10^{-2}	$\pm 10\%$
金色	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
黑色	0	10^0	—
棕色	1	10^1	$\pm 1\%$
红色	2	10^2	$\pm 2\%$
橙色	3	10^3	—
黄色	4	10^4	—
绿色	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝色	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫色	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰色	8	10^8	—
白色	9	10^9	$\pm 5\%$
无色	—	—	-20%
			$\pm 20\%$

（2）电阻器的直标法

如图 2-2 所示，所谓直标法，就是将电阻器的类别、标称电阻值及允许

TIPS
色环是早期为了帮助人们分辨不同阻值而设定的标准。现在应用还是很广泛的，如在家用电器、电子仪表、电子设备中常常可以见到。

偏差、额定功率和其他主要参数的数值直接标在电阻器外表面上。

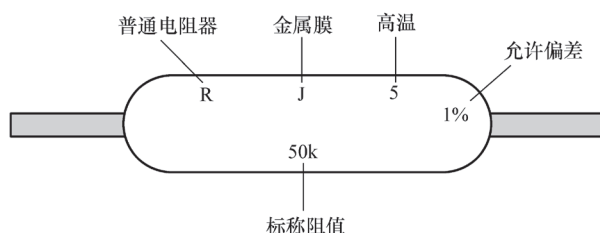


图 2-2 电阻器直标法示意图

其中，标称阻值的单位符号有 R、k、M、G、T，各自表示的意义如下：

R 表示 Ω ；k 表示 $k\Omega$ ，即 $10^3\Omega$ ；M 表示 $M\Omega$ ，即 $10^6\Omega$ ；G 表示 $G\Omega$ ，即 $10^9\Omega$ ；T 表示 $T\Omega$ ，即 $10^{12}\Omega$ 。

在电阻器上标注单位符号时，小数点可以省略。例如： 0.67Ω 的标称阻值，在电阻器外壳表面上标成“R67”； 3.6Ω 的标称电阻值，在电阻器外壳表面上标成“3R6”； $3.6k\Omega$ 的标称电阻值，在电阻器外壳表面上标成“3k6”； $3.32G\Omega$ 的标称电阻值，在电阻器外壳表面上标成“3G32”。

2.1.2 电阻器的分类及电路图形符号

按照结构和性能的不同，电阻器可以分为以下三大类。

1. 固定电阻器

固定电阻器的阻值是不可变的。按照结构和外形可分为线绕电阻器和非线绕电阻器两大类。

功率比较大的电阻器常常采用线绕电阻器，线绕电阻器是用镍铬合金、锰铜合金等电阻丝绕在绝缘支架上制成的，其外面涂有耐热的釉绝缘层。非线绕电阻器主要又可以分为薄膜电阻器、玻璃釉电阻器和实心电阻器。

图 2-3 所示为固定电阻器的电路图形符号，其中代号为 R 的是电阻器，只有两根引脚沿中心轴线伸出，一般情况下不分正、负极性。

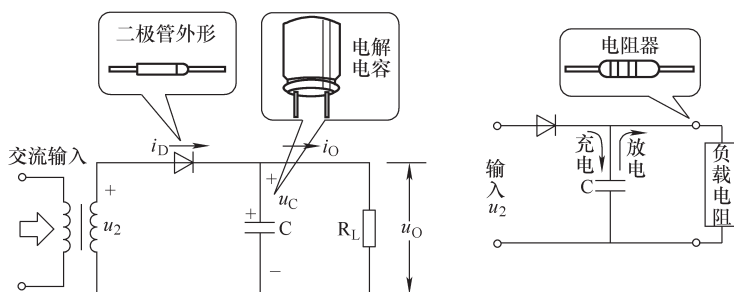


图 2-3 固定电阻器的电路图形符号

(1) 薄膜电阻器

薄膜电阻器由于常用的蒸镀材料不同，因而又被分为以下几种类型。

TIPS
薄膜电阻器是利用蒸镀的方法将具有一定电阻率的材料蒸镀在绝缘材料表面制成的，功率比较大。

1) 碳膜电阻器。

如图 2-4 所示, 碳膜电阻器是将碳在真空高温条件下分解的结晶碳蒸镀沉积在陶瓷骨架上制成的。

碳膜电阻器中间是一个陶瓷的实心体, 在陶瓷的外面有一层碳膜, 也就是在真空高温条件下蒸镀的晶体碳, 用控制碳膜的厚度和刻槽来控制电阻器阻值的大小。

碳膜的两端具有一定的电阻值, 在碳膜电阻器引线的两边都有端帽, 它的数值用色环标志在电阻器的表面上。颜色不同, 位数不同, 则表示的数值也不同。当看到电阻器表面上色环的颜色后就会知道电阻器的阻值。

碳膜电阻器的电压稳定性好, 造价低, 因此普通电子产品中大多采用碳膜电阻器。

2) 金属膜电阻器。

如图 2-5 所示, 金属膜电阻器是将金属或合金材料在真空高温条件下加热蒸发沉积在陶瓷骨架上制成的电阻器, 此外, 合金材料也可以采用化学沉积和高温分解等其他方法制作, 但采用最多的方法还是蒸镀法。

金属膜电阻器具有较好的耐高温性能, 温度系数小, 热稳定性好, 噪声小。与碳膜电阻器相比, 在同等条件下其体积也比碳膜电阻器小得多, 但是它的脉冲负荷稳定性差, 造价也较高。

3) 金属氧化膜电阻器。

如图 2-6 所示, 金属氧化膜电阻器是将锡和铈的金属盐溶液进行高温喷雾沉积在陶瓷骨架上制成的。

由于采用高温喷雾技术, 因此金属氧化膜电阻器的膜层均匀, 与陶瓷骨架结合得紧密且牢固, 比金属膜电阻器的性能更为优越。

4) 合成碳膜电阻器。

如图 2-7 所示, 合成碳膜电阻器是将炭黑、填料和一些有机黏合剂调配成悬浮液喷涂在绝缘骨架上, 再进行加热聚合而制成的。

合成碳膜电阻器是一种高压、高阻的电阻器, 通常它的外层被玻璃壳封死。其生产工艺、设备简单, 因此它的价格低廉, 不过它的抗湿性和电压稳定性差, 频率特性不好, 噪声大, 因此这种电阻器不适用于通用电阻器的应



图 2-4 碳膜电阻器实物图



图 2-5 金属膜电阻器实物图



图 2-6 金属氧化膜电阻器实物图

TIPS

由于金属氧化膜电阻器是利用金属盐溶液喷雾制成的, 因此有抗氧化、耐酸、抗高温等优点, 不过它的阻值一般偏小, 只能用做低阻值电阻器。

用场合。

（2）玻璃釉电阻器

如图 2-8 所示，玻璃釉电阻器是将银、铈、钨等金属氧化物和玻璃釉黏合剂调配成浆料喷涂在绝缘骨架上，再进行高温聚合而制成的。



图 2-7 合成碳膜电阻器实物图



图 2-8 玻璃釉电阻器实物图

玻璃釉电阻器具有耐高温、耐潮湿、性能稳定、噪声小、阻值范围大等特点，因此有较好的发展前景。

（3）实心电阻器

实心电阻器是由有机导电材料或无机导电材料与一些不良导电材料混合并加入黏合剂后压制而成的。

实心电阻器又可分为有机合成实心电阻器和无机合成实心电阻器。

1) 有机合成实心电阻器。

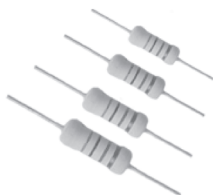
有机合成实心电阻器是将炭黑、石墨等导电物质和填料混合并加入黏合剂后压制在塑料壳内制成的。虽然实心电阻器的成本低，但阻值误差大，稳定性差，因此不适用于要求较高的电路。

2) 无机合成实心电阻器。

无机合成实心电阻器在电路中较为少见，这里不再加以详细的介绍。

（4）熔断电阻器

熔断电阻器也称熔丝电阻器，为线绕电阻器，其实物及电路图形符号如图 2-9 所示。



a) 实物图



b) 电路图形符号

图 2-9 熔断电阻器

熔断电阻器是一种具有电阻器和过电流保护熔丝双重作用的元件，在正常情况下具有普通电阻器的电气功能。

TIPS

在电子设备中常常采用熔断电阻器，从而起到保护其他元器件的作用。在电流较大的情况下，熔断电阻器熔化断裂，从而保护整个设备不再过载。

(5) 水泥电阻器

水泥电阻器采用陶瓷、矿质材料包封，绝缘性能优良，散热好，功率大，具有优良的阻燃、防爆特性。其实物及电路图形符号如图 2-10 所示。



图 2-10 水泥电阻器

水泥电阻器内部电阻丝选用康铜、锰铜、镍铬合金等合金材料，有较好的稳定性和较强的过负载能力。其电阻丝同焊脚引线之间采用压接方式，在负载短路的情况下，可迅速在压接处熔断，在电路中起限流保护的作用。

(6) 排电阻器

排电阻器简称排阻，其实物及电路图形符号如图 2-11 所示。

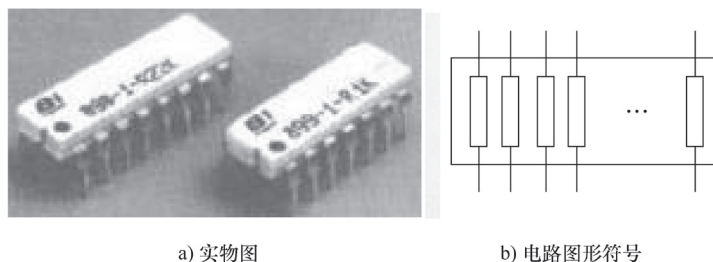


图 2-11 排电阻器

排电阻器是一种把按一定规律排列的分立电阻器集成在一起的组合型电阻器，也称集成电阻器或电阻器网络。

2. 敏感型电阻器

(1) 光敏电阻器

光敏电阻器是一种对光敏感的元件，其实物及电路图形符号如图 2-12 所示。

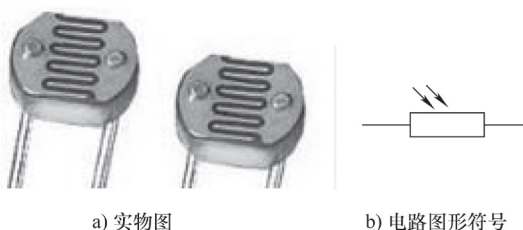


图 2-12 光敏电阻器

光敏电阻器大多数是由半导体材料制成的。它利用半导体的光导电特性，使电阻器的电阻值随入射光线的强弱发生变化。当入射光线增强时，它的阻值会明显减小；当入射光线减弱时，它的阻值会显著增大。

TIPS

光敏电阻器的种类很多，根据光敏电阻器的光谱特性，又可分为红外光光敏电阻器、可见光光敏电阻器及紫外光光敏电阻器等。根据所用导体材料不同，又可分为单晶光敏和多晶光敏电阻器。

(2) 压敏电阻器

压敏电阻器是利用半导体材料的非线性特性制成的，其实物及电路图形符号如图 2-13 所示。

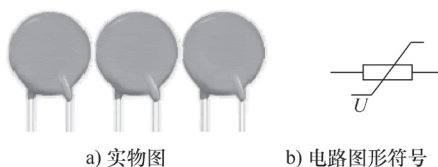


图 2-13 压敏电阻器

当外加电压达到某一临界值时，压敏电阻器的阻值急剧变小。压敏电阻器具有平均持续功率小、残压低、响应时间快、体积小等特点。

(3) 热敏电阻器

热敏电阻器大多由单晶或多晶半导体材料制成，其阻值会随温度的变化而变化。其实物及电路图形符号如图 2-14 所示。



图 2-14 热敏电阻器

将温度升高时阻值明显减小，而温度降低时阻值显著增大的这类热敏电阻器称为负温度系数电阻器，实际应用中也有阻值随温度升高而增大的正温度系数热敏电阻器。

(4) 气敏电阻器

气敏电阻器是一种新型半导体元件，它是利用金属氧化物半导体表面吸收某种气体分子时会发生氧化反应或还原反应而使电阻值改变的特性制成的，可分为 N 型、P 型和结合型气敏电阻器。N 型气敏电阻器是利用 N 型半导体材料制成的，P 型气敏电阻器是由 P 型半导体材料制成的。

(5) 湿敏电阻器

湿敏电阻器的阻值特性是阻值随着湿度的变化而变化，其实物及电路图形符号如图 2-15 所示。

湿敏电阻器常用做传感器，即用于检测湿度。

如图 2-16 所示，湿敏电阻器的基本结构包括感湿层（或湿敏

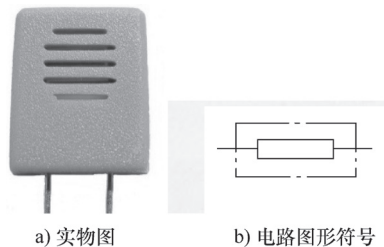


图 2-15 湿敏电阻器

膜)、引线电极和具有一定强度的绝缘基体。

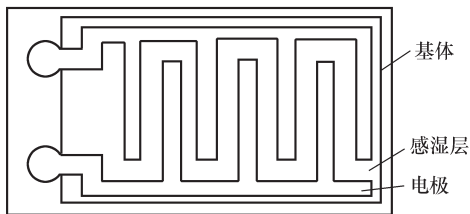


图 2-16 湿敏电阻器的基本结构示意图

湿敏电阻器的种类很多，常用的有硅湿敏电阻器、陶瓷湿敏电阻器和氯化锂湿敏电阻器等。

3. 可变电阻器

如图 2-17 所示为可变电阻器的实物及电路图形符号。

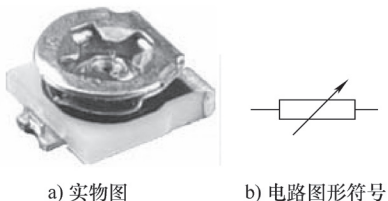


图 2-17 可变电阻器

可变电阻器一般有 3 个引脚，其中有 2 个定片引脚和 1 个动片引脚，另外设有一个调整口，可以通过它改变动片，从而改变该电阻器的阻值。

2.1.3 电阻器的检测

电阻器的检测有在路检测和开路检测两种方式。

1. 在路检测

在路检测的步骤如下：

- 1) 将电路板的电源断开，如图 2-18 所示。

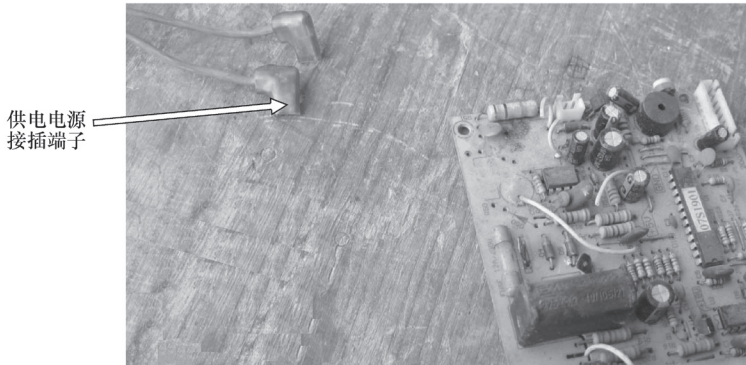


图 2-18 断开电源

TIPS

湿敏电阻器中的正系数湿敏电阻器的阻值随着湿度的增大而相应地增大，负系数湿敏电阻器的阻值随着湿度的增大而相应地减小。

TIPS

需要注意的是，万用表所设置的量程要尽量与电阻器标称值近似，以保证测量的准确性。譬如，使用数字式万用表测量标称阻值为 100Ω 的电阻器时，最好使用“200”的量程；若待测电阻器的标称阻值为 $60k\Omega$ ，则需要选择“200k”的量程。

2) 对电阻器进行观察，如图 2-19 所示。看待测电阻器是否损坏，确保无烧焦、引脚断裂、引脚铜箔线断路以及虚焊等情况。

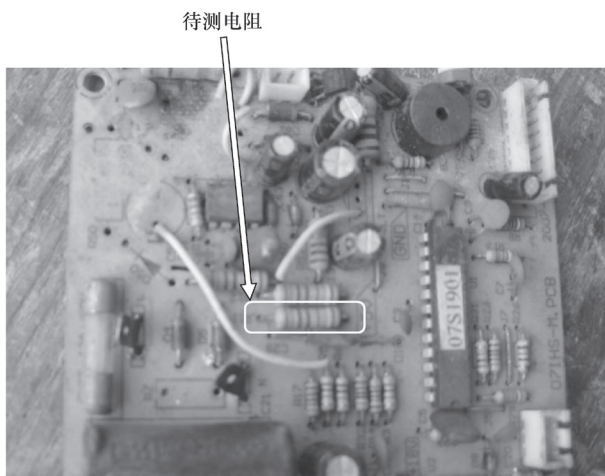


图 2-19 检查电阻

3) 将万用表的挡位拨至欧姆挡，如图 2-20 所示。根据待测电阻器的表面标识调整挡位，选择正确的量程。

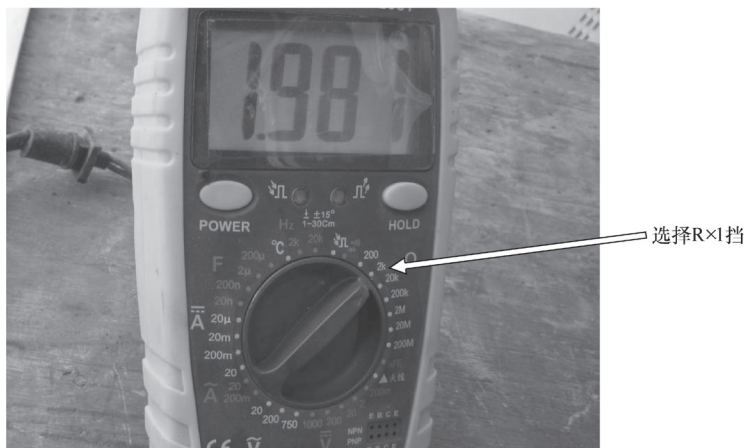


图 2-20 选择电阻挡位

如果使用指针式万用表进行检测，则在量程设置好后，还需要进行调零校正。

4) 将万用表的红、黑表笔分别搭在电阻器两端引脚处，如图 2-21 所示。观察表盘，记录第 1 次测量的值 R_1 。

5) 将红、黑表笔互换位置，如图 2-22 所示，再次测量，记录第 2 次测量的值 R_2 。这样做的目的是排除外电路中晶体管 PN 结正向电阻对待测电阻器阻值的影响。

6) 比较两次测量的阻值，取较大的作为参考值，判断结果如下：若等于或十分接近被测电阻器的标称阻值，可以断定该电阻器正常；若大于被测

电阻器的标称阻值，可以断定该电阻器损坏；若远小于标称阻值（即有一定的阻值）判断为异常。

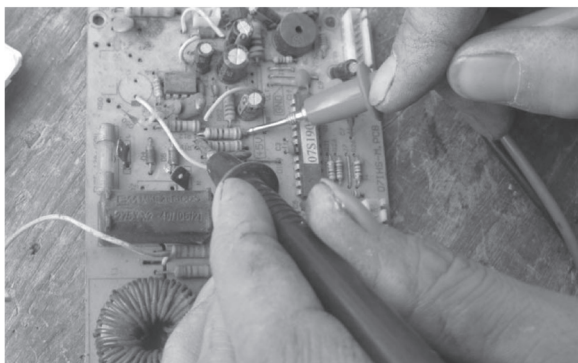


图 2-21 做第一次测量

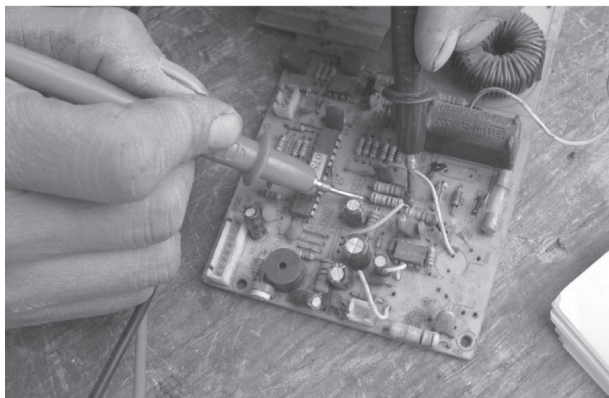


图 2-22 做第二次测量

TIPS

此时并不能确定该电阻器是否损坏，还有可能是由于电路中并联有其他小阻值电阻器而造成的，这时就需要采用脱开电路检测的方法进一步检测证实。

2. 电阻器的开路检测

对电路板上的电阻器进行开路检测有两种方法：一是使用电烙铁将电阻器一端引脚焊下，脱开电路板，然后再测量；二是切断电阻器一端引脚的铜箔线，然后再测量。

下面就未安装的电阻器的检测方法来做说明。

如图 2-23 所示，这里以单独的色环标识为红、红、黑、金、紫色电阻器为例。

- 1) 通过色环标识得知，该色环电阻器的标称值为 22Ω ，允许偏差为 $\pm 0.1\%$ 。
- 2) 清除电阻器引脚上的脏污，以确保测量的准确性。
- 3) 将万用表设置成欧姆挡，若是使用指针式万用表，需要调零校正（即将两表笔短路使指针指在 0Ω 处）。
- 4) 根据电阻器的标称阻值选择合适的量程。数字式万用表调到“200”挡，如图 2-24 所示，指针式万用表调到“ $R \times 10$ ”挡。

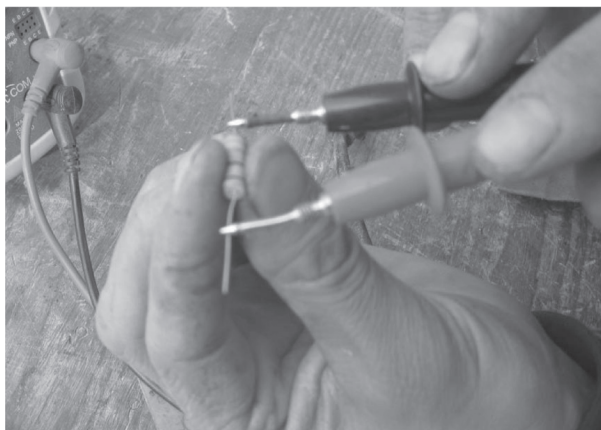


图 2-23 单独电阻器的测量

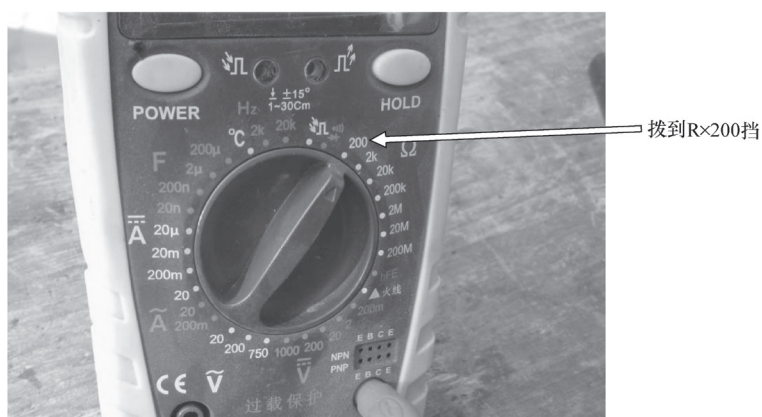


图 2-24 选择 $R \times 200$ 挡

5) 将万用表的红、黑表笔分别搭在电阻器两端引脚上, 如图 2-24 所示。观察表盘, 记录所测得的电阻器阻值 R 。需要注意的是, 手指切勿同时碰到万用表的两只表笔或者电阻器的两个引脚, 如图 2-25 所示。

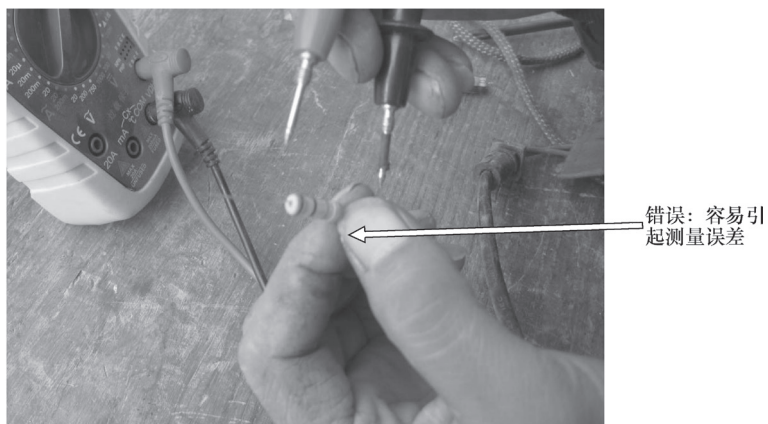


图 2-25 错误的握法

TIPS

根据微波炉的工作条件及工作特性,通常主要会用到压敏电阻器和热敏电阻器。

6) 根据测得阻值 R , 判断检测结果如下: 若 R 等于或十分接近标称阻值, 可以断定该电阻器正常; 若 R 远小于标称阻值, 可以断定该电阻器已损坏, 需要更换新电阻器; 若 R 远大于标称阻值, 可以断定该电阻器已开路, 需要更换新电阻器; 若 R 接近 0Ω , 说明该电阻器内部短路, 需要更换新电阻器。

3. 压敏电阻器的工作原理检测和代换

为了防止电网电压过高损坏微波炉, 有的微波炉电脑板 220V 进线端并联有一只压敏电阻器。该压敏电阻器一般为 TVR14391 或 TVR10431, 其击穿电压为 AC390V 或 AC430V。

(1) 压敏电阻器的工作原理

在正常电压范围内, 它处于截止状态, 对电路的工作无影响。但当电网电压过高, 超过压敏电阻器极限值时, 压敏电阻器击穿, 将 220V 电源短路, 形成很大的电流, 将熔丝管熔断, 切断整机 220V 电源, 保护其他器件免受损坏。

(2) 压敏电阻器的检测

压敏电阻器损坏的形式多表现为击穿、裂纹或有焦炭点、炸飞、烧为焦炭状。但如用万用表电阻挡测量 (测量方法请参照普通电阻测量方法所示), 仍为无穷大阻值, 这是因为万用表内电压最高为 9V, 压敏电阻器内击穿的炭质仍呈现无穷大电阻。

(3) 压敏电阻器的代换

压敏电阻器击穿后, 应更换, 如果手中无此件, 也可去除不用, 但会失去电网过电压保护功能。有的电脑控制微波炉不设压敏电阻器。

4. 热敏电阻器的工作原理检测和代换

热敏电阻器也称温度传感器, 它安装在微波炉炉腔内的排气孔中, 不过只有少数机型采用热敏电阻器。

(1) 热敏电阻器的工作原理

热敏电阻器在微波炉中的作用是: 按“启动”键, 微波炉工作开始加热, 炉腔内的温度也随着升高; 炉腔内的热空气从排气孔排出, 热敏电阻器阻值随之变化, 引起单片机温度检测脚电压变化, 单片机据此判断炉腔温度, 并在炉腔温度达到规定范围的极限值时, 发出停止加热指令, 并发出报警声。

(2) 热敏电阻器的检测

热敏电阻器检测时 (测量方法请参照普通电阻测量方法所示), 若所测的阻值大于标称值, 说明热敏电阻器已损坏。测量其冷态阻值正常后, 在用电烙铁为它加热时若阻值下降, 说明热敏电阻器正常, 否则说明其性能下降。

热敏电阻器损坏多为开路、短路、阻值漂移。

(3) 热敏电阻器的代换

热敏电阻器型号不同，各温度下的阻值不尽相同，更换时一定要用同规格热敏电阻器代用，否则起不到相应的保护作用，或在加热温度尚没有达到要求时，就自动停机。

2.2 电容器

2.2.1 电容器的单位表示及命名

电容器一般简称电容。其主要物理特征是存储电荷。在电路中，电容器有通交流、隔直流，通高频，阻低频的特性。在电路中通常用字母“C”表示。

1. 电容器的单位表示

电容器的单位用法拉（F）表示。但 F 这一单位太大，通常使用微法（ μF ）、皮法（pF）。其换算关系为

$$1\text{F} = 1000000\mu\text{F}$$

$$1\mu\text{F} = 1000000\text{pF}$$

2. 电容器的命名

根据国家相关标准的规定，电容器型号命名由 4 部分构成，具体如下：

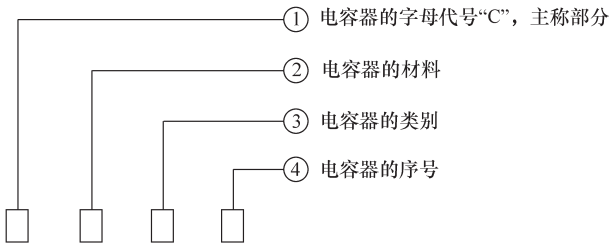


表 2-5 为电容器材料的符号和意义对照表。

表 2-5 电容器材料的符号和意义对照表

符 号	材 料	符 号	材 料
A	钽电解	L	聚酯等极性有机薄膜
B	聚苯乙烯等非极性有机薄膜	N	钽电解
C	高频陶瓷	O	玻璃膜
D	铝电解	Q	漆膜
E	其他材料电解	T	低频陶瓷
G	合金电解	V	云母纸
H	纸膜复合	Y	云母
I	玻璃釉	Z	纸介
J	金属化纸介		

表 2-6 为电容器类别的符号和意义对照表。

TIPS
电容是电子设备中大量使用的电子元件之一，广泛应用于隔直、耦合、旁路、滤波、调谐回路、能量转换、控制电路等方面。

表 2-6 电容器类别的符号和意义对照表

符 号	类 别			
G	大功率型			
J	金属化型			
Y	高压型			
W	微调型			
数字	瓷介电容器	云母电容器	有机电容器	电解电容器
1	圆形	非密封	非密封	箔式
2	管形	非密封	非密封	箔式
3	叠片	密封	密封	烧结粉, 非固体
4	独石	密封	密封	烧结粉, 固体
5	穿心		穿心	
6	支柱等			
7				无极性
8	高压	高压	高压	
9			特殊	特殊

我们来举例说明。

譬如, CDY5 电容器, 表示 5 号高压型铝电解电容。

3. 电容器的标识

(1) 电容器的色标法

电容器的色标法是指在电容器外表面用不同颜色的色带和色点标识其主要参数, 具体的表示方法和电阻器的色环标示法基本相同。这里不再赘述。

(2) 电容器的直标法

如图 2-26 所示, 电容器直标法就是将电容器的主要参数及技术指标直接标注在电容器外壳上。

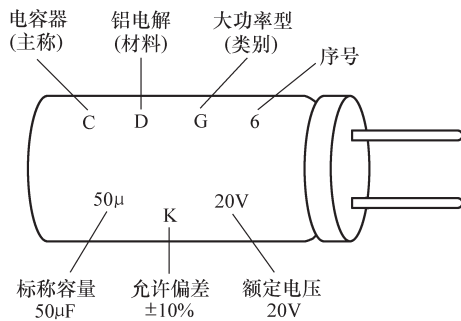


图 2-26 电容器直标法示意图

其中, 标称容量的单位符号有 m、n、 μ 、p 等, 其各自表示的意义如下:
m 表示 mF, 即 10^{-3} F; n 表示 nF, 即 10^{-9} F; μ 表示 μ F, 即 10^{-6} F; p 表示 pF, 即 10^{-12} F。

电容器标称容量有两种标注形式:

1) 用 3 位数字直接表示, 其中第一位、第二位数为容量的有效数字, 第三位上标数为倍乘数, 即有效数字后边零的个数, 单位统一默认为 pF。

TIPS

不同的电容器存储电荷的能力也不相同。所以把电容器外加 1V 直流电压时所存储的电荷量称为该电容器的电容量。

例如, 663 表示 $66 \times 10^3 \text{ pF}$, 即 $0.066 \mu\text{F}$ 。

2) 字母、数字结合表示, 用单位符号(字母)代替小数点进行描述。
譬如, 336n 表示 336 nF , $3 \mu 32$ 表示 $3.32 \mu\text{F}$ 。

表 2-7 为电容器电容量的允许偏差字母表示。

表 2-7 电容器电容量允许偏差的字母表示

字 母	允 许 偏 差	字 母	允 许 偏 差
Y	$\pm 0.001\%$	J	$\pm 5\%$
X	$\pm 0.002\%$	K	$\pm 10\%$
E	$\pm 0.005\%$	M	$\pm 20\%$
L	$\pm 0.01\%$	N	$\pm 30\%$
P	$\pm 0.02\%$	H	$0 \sim 100\%$
W	$\pm 0.05\%$	R	$+100\% \sim -10\%$
B	$\pm 0.1\%$	T	$+50\% \sim -10\%$
C	$\pm 0.25\%$	Q	$+30\% \sim -10\%$
D	$\pm 0.5\%$	S	$+50\% \sim -20\%$
F	$\pm 1\%$	Z	$+80\% \sim -20\%$
G	$\pm 2\%$		

2.2.2 电容器的分类及电路图形符号

电容器根据不同的分类标准分类情况如下。

1. 按结构的不同分类

电容器按其结构的不同可分为固定电容器、可变电容器和半可调电容器(也称为微调电容器)。

(1) 固定电容器

固定电容器是指一经制成后其电容量不再改变的电容器。

固定电容器又可分为无极性和有极性两种, 其电路图形符号如图 2-27 所示。



图 2-27 无极性、有极性电容器的电路图形符号

无极性电容器是指电容器的两个金属电极没有正、负极性之分, 使用时两极可以交换连接; 有极性固定电容器也称为电解电容器, 是指电容器的两极有正、负极性之分, 使用时一定要使正极性端连接电路的高电位, 负极性端连接电路的低电位, 否则会损坏电容器。

(2) 可变电容器

可变电容器又分为单联电容器、双联电容器和四联电容器等。

(3) 半可调电容器

半可调电容器的容量变化范围比可变电容器小, 其实物及电路图形符号如图 2-28 所示。该类电容器主要用于调谐电路中。

2. 按介质的不同分类

电容器按介质的不同可分为瓷介电容器、纸介电容器、涤纶电容器、玻

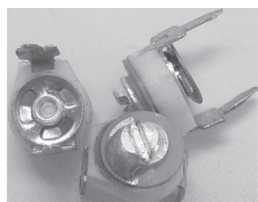
TIPS

大电容工作在低频电路中的阻抗较小, 小电容而比较适合工作在高频环境下。

璃釉电容器、聚苯乙烯电容器、云母电容器、铝电解电容器、钽电解电容器等。

(1) 瓷介电容器

如图 2-29 所示，瓷介电容器属于无极性固定电容器。



a) 实物图



b) 电路图形符号

图 2-28 半可调电容器



图 2-29 瓷介电容器实物图

瓷介电容器一般用陶瓷材料作为介质，在陶瓷片上涂敷银而制成电极并焊上引出线。其外层常涂以各种颜色的保护漆，以表示其温度系数。

(2) 涤纶电容器

如图 2-30 所示，涤纶电容器属于无极性固定电容器。

涤纶电容器一般采用的介质为涤纶薄膜。

涤纶电容器的容量大，体积小，耐热性、耐湿性、耐压性都很好，成本低，但是稳定性差一些，适合在稳定性要求不高的电路及设备中使用。

(3) 玻璃釉电容器

如图 2-31 所示，玻璃釉电容器属于固定电容器。



图 2-30 涤纶电容器实物图



图 2-31 玻璃釉电容器实物图

玻璃釉电容器使用的介质一般是玻璃釉粉压制的薄片，通过调整釉粉的比例，可以得到不同性能的电容器。

玻璃釉电容器的特点是介电系数大，耐高温，抗潮湿性强，损耗值小。

(4) 聚苯乙烯电容器

如图 2-32 所示，聚苯乙烯电容器属于无极性固定电容器。

聚苯乙烯电容器是以非极性的聚苯乙烯薄膜为介质制成的，特点是成本低，体积小，电阻大，损耗小，温度系数小，耐压高，抗化学药剂能力强，充电后的电荷量能保持较长时间不变。

(5) 云母电容器

如图 2-33 所示，云母电容器属于无极性固定电容器。

TIPS

瓷介电容器损耗小，稳定性好，耐高温高压，温度系数范围宽，且价格低，体积小。

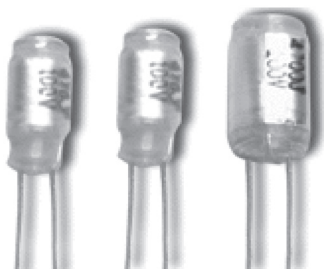


图 2-32 聚苯乙烯电容器实物图



图 2-33 云母电容器实物图

云母电容器一般用云母作为介质。

云母电容器的稳定性、精密度、可靠性都很高，介质损耗小，固有电感小，温度特性、频率特性好，绝缘电阻高，广泛用于高频场合。

(6) 钽电解电容器

如图 2-34 所示，钽电解电容器区分正、负极性。

钽电解电容器的特点是体积小，稳定性和温度特性好，机械强度高，漏电流小，寿命长，但价格高，常用于高精密电子设备中。

(7) 铝电解电容器

如图 2-35 所示，铝电解电容器区分正、负极性，特点是体积小，容量大，重量轻。



图 2-34 钽电解电容器实物图



图 2-35 铝电解电容器实物图

与无极性电容器相比，铝电解电容器的绝缘电阻小，漏电流大，频率特性差。铝电解电容器的耐压不高，在低压时优点突出。

铝电解电容器在电路中常作滤波、旁路及耦合之用，且限于频率较低的场合。

3. 微波炉的高压电容

电容器虽然在家电产品中随处可见，但用在微波炉中的高压电容却为专用件，标注有“微波专用电容器”字样，如图 2-36 所示。

微波炉高压电容的耐压高达 2100V 以上，容量在 $1\mu\text{F}$ 左右，内部并联有一只 $9\text{M}\Omega$ 电阻（用于微波炉停止工作后，给高压电容器一个放电通路），如图 2-37 所示。

TIPS

铝电解电容器的时间稳定性也较差，存放时间长易失效，容量和损耗会随温度的变化而变化，特别是在温度过低或过高的情况下更是如此。



图 2-36 微波炉高压电容

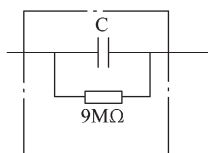


图 2-37 高压电容器内部结构示意图

2.2.3 电容器的检测

1. 使用指针式万用表进行电容的测量

(1) 电容量小于 6800pF 的普通固定电容器的检测

由于此类固定电容器的容量太小，用万用表进行测量，只能定性地检查其是否有漏电，以及内部有无短路或击穿现象。

其检测方法及步骤如下。

1) 将待测普通固定电容器从电路板上卸下，如图 2-38 所示，并去除两端引脚上的污物，以确保测量时的准确性。

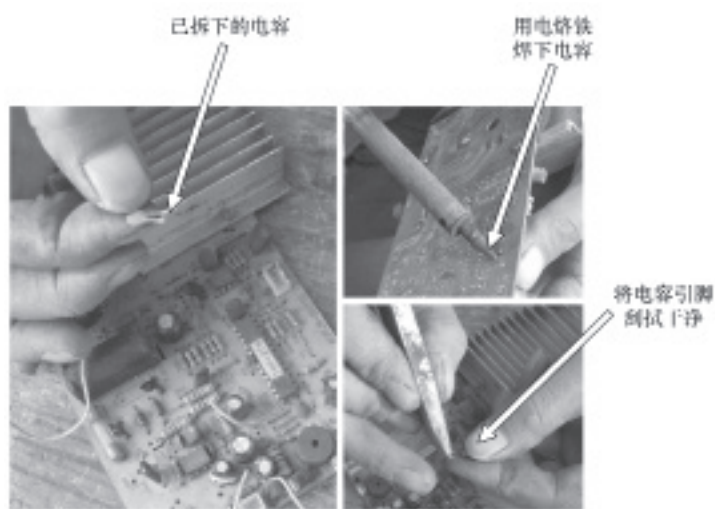


图 2-38 拆下电容

2) 将指针式万用表拨至欧姆挡。通常对于普通固定电容器阻值的测量可选用“R×10”挡，如图 2-39 所示。

3) 进行校正调零，然后将红、黑表笔任意搭在普通固定电容器两端引脚上，如图 2-40 所示。

TIPS

电容正负极的判断：电容上面有标志的黑块为负极。在 PCB 上电容位置上有两个半圆，涂颜色的半圆对应的引脚为负极。也有用引脚长短来区别正负极长脚为正，短脚为负。

TIPS

在电路中不能确定电路的极性时，建议使用无极电解电容。通过电解电容的纹波电流不能超过其允许范围。如超过了规定值，需选用耐大纹波电流的电容。

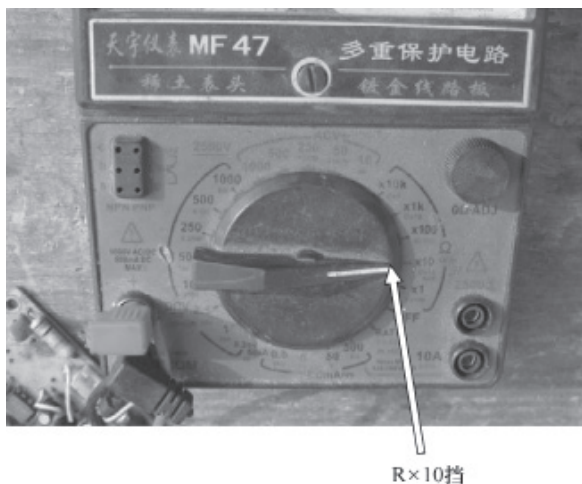


图 2-39 选择挡位

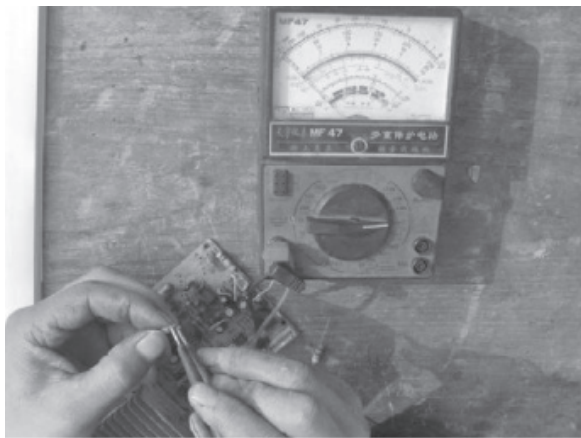


图 2-40 检测电容

4) 由于此类固定电容器的容量太小,不能判断是否存在开路现象。若在表笔接通的瞬间,表盘指针摆动一个较大角度,可以断定小电容漏电或击穿。

(2) 电容量为 $6800\text{pF} \sim 1\mu\text{F}$ 的普通固定电容器的检测

检测方法和电容量均小于 6800pF 的普通固定电容器的检测方法是一样的,只是表盘指针摆动的情况不同,判定的结果也就有所不同。

若在表笔接通的瞬间,可以看到指针有一个小的摆动后又向回摆动,可以断定该电容器正常;若在表笔接通的瞬间,可以看到指针有一个很大的摆动,可以断定该电容器已击穿或严重漏电。

2. 使用数字式万用表进行电容的测量

其检测方法与前相似,此处不再赘述。

3. 微波炉的高压电容的测量

如图 2-41 所示,为高压电容器的电阻法检测示意图。

TIPS

在进行电容的焊接时，电烙铁应与电容的塑料外壳保持一定的距离，以防止过热造成塑料套管破裂。并且焊接时间不应超过 10s，焊接温度不应超过 260℃。

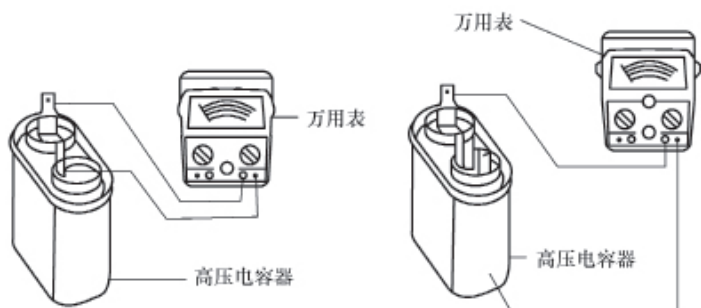


图 2-41 高压电容器的电阻法检测示意图

高压电容器的检测方法如下：

将指针式万用表置于 $R \times 10k\Omega$ 挡，两表笔分别接高压电容器两极，测量之初阻值很小，然后逐渐上升到 $9M\Omega$ 左右；高压电容器两极对外壳电阻应为无穷大。

如果测得高压电容器两极之间始终为 $10M\Omega$ 或无穷大，则该电容失效或开路；若测得高压电容器两极之间电阻均为 0Ω 或较小，则该电容击穿或漏电；若测得某极对外壳有电阻值或接线柱、绝缘胶木打火，则为该电容绝缘性达不到要求。

在实际检修中，高压电容器故障率很低，常见损坏形式是极片或绝缘木打火，可直观看出。

2.3 二极管

2.3.1 二极管的字母表示及命名

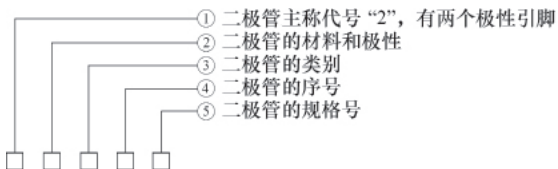
二极管是一种常用的具有一个 PN 结的半导体晶体器件。

（一）二极管的字母表示

二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D5 表示编号为 5 的二极管。

（二）二极管的命名

根据国家有关标准规定，国产二极管的型号命名由 5 部分构成，具体如下：



TIPS

判别正、负电极方法之一：在二极管的外壳上标有二极管的符号，带有三角形箭头的一端为正极，另一端是负极。

见表 2-8 为二极管材料代号和意义对照表。

表 2-8 二极管材料代号和意义对照表

符号	意义	符号	意义
A	N 型，锗材料	D	P 型，硅材料
B	P 型，锗材料	E	化合物材料
C	N 型，硅材料		

见表 2-9 为二极管类别代号和意义对照表。

表 2-9 二极管类别代号和意义对照表

符号	意义	符号	意义
P	小信号管（普通管）	V	混频检波管
W	电压调整管和电压基准管（稳压管）	JD	激光管
L	整流堆	S	隧道管
N	阻尼管	CM	磁敏管
Z	整流管	H	恒流管
U	光电管	Y	体效应管
K	开关管	EF	发光二极管
B 或 C	变容管		

2.3.2 二极管的分类及电路图形符号

根据作用的不同，二极管可分为普通二极管、稳压二极管、整流二极管、发光二极管等。

1. 普通二极管

如图 2-42 所示为普通二极管的实物及电路图形符号。

由一个 PN 结引出相应的电极引线，再加上管壳密封就是一只半导体二极管。

为了防止使用时极性接错，管壳上标有“—p—”符号或色点，符号箭头指示方向为正向，色环则表示该端为负极。

二极管正负极接错，轻则可使电路无法正常工作，重则会烧坏二极管及电路中的其他元器件。

2. 稳压二极管

如图 2-43 所示为稳压二极管的实物及电路图形符号。



图 2-42 普通二极管

图 2-43 稳压二极管

稳压二极管是由硅材料制成的面接触型二极管，它利用 PN 结反向击穿时的电压基本上不随电流的变化而变化的特点来达到稳压的目的。

TIPS
判别正、负电极方法之二：
在点接触二极管的外壳上，通常标有极性色点（白色或红色）。一般标有色点的一端即为正极。还有的二极管上标有色环，带色环的一端则为负极。

稳压二极管的稳压作用是通过二极管的 PN 结反向击穿后，使其两端电压变化很小，基本上维持一个恒定值来实现的。当反向电压小于击穿电压时，反向电流很小；当反向电压接近击穿电压时，反向电流剧增。

稳压二极管在反向击穿前的导电特性与普通整流、检波二极管相似；在击穿电压下，只要限制其通过的电流是可以安全工作在反向击穿状态下的，管子两端电压基本上保持不变，起到了稳压的作用。

常用稳压二极管的外形与普通小功率整流二极管相似，有塑料外壳、金属外壳等封装形式。

3. 整流二极管

如图 2-44 所示为整流二极管的实物及电路图形符号。



图 2-44 整流二极管

将交流电流整流成直流电流的二极管称整流二极管。

整流二极管主要用于整流电路中，其内部结构为一个 PN 结，利用 PN 结的单向导电性，将交流电变为直流电。由于整流二极管的正向电流较大，所以整流二极管多为面接触型二极管，结面积大，结电容大，但工作频率低。

整流二极管的外面封装有金属壳封装、塑料封装和玻璃封装等多种形式，其管形大小随整流管的参数而异。

4. 发光二极管

如图 2-45 所示为发光二极管的实物及电路图形符号。

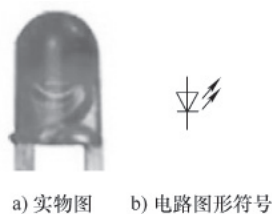


图 2-45 发光二极管

发光二极管的内部结构为一个 PN 结，而且具有二极管的通性，即单向导电性。当发光二极管的 PN 结上加上正向电压时，会产生发光现象。

采用不同材料制成的发光二极管可以发出不同颜色的光，比较常见的有红、绿以及红外光单色发光二极管，双向变色发光二极管和三色发光二极管等。

5. 双向触发二极管

如图 2-46 所示为双向触发二极管的实物及电路图形符号。

双向触发二极管的正、反向伏安特性完全对称，当两端所加正、负电压的数值小于正向转折电压时，呈现高阻态；当两端所加正、负电压的数值大于正向转折电压时，呈现负阻态。

TIPS

判别正、负电极方法之三：以阻值较小的一次测量为准，黑表笔所接的一端为正极，红表笔所接的一端则为负极。

双向触发二极管常用来触发双向晶闸管,或用于过电压保护、定时、移相电路中。

6. 开关二极管

如图 2-47 所示为开关二极管的实物。

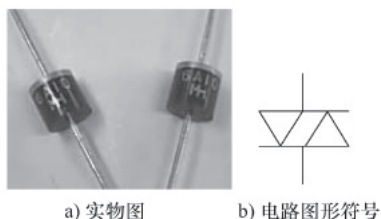


图 2-46 双向触发二极管



图 2-47 开关二极管

开关二极管用于接通和关断电路,其特点是反向恢复时间短,能满足高频和超高频应用的需要。

开关二极管是利用二极管的单向导电特性制成的,在半导体 PN 结加上正向偏压后,在导通状态下电阻很小,加上反向偏压后截止,其电阻很大。开关二极管利用这一特性,在电路中起到控制电流接通或关断的作用,成为一个理想的电子开关。

7. 快恢复二极管

如图 2-48 所示为快恢复二极管的实物及电路图形符号。

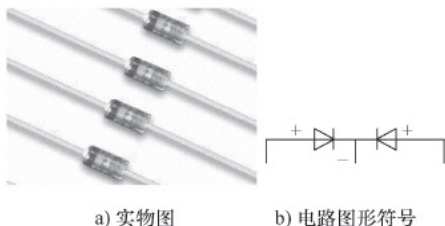


图 2-48 快恢复二极管

快恢复二极管有两个引脚,引线比较粗,有正、负极性之分。

快恢复二极管的开关特性好,反向恢复时间很短,正向压降低,反向击穿电压较高,主要用于开关电源电路中。

8. 光敏二极管

如图 2-49 所示为光敏二极管的实物及电路图形符号。

光敏二极管在光线照射下其反向电阻会由大变小。

光敏二极管的顶端有能射入光线的窗口,光线可通过该窗口照射到管芯上。

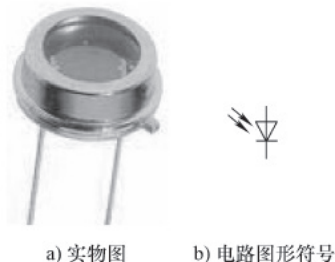


图 2-49 光敏二极管

TIPS
判别正、负电极方法之四:
观察二极管外壳,带有银色带
一端为负极。

2.3.3 二极管的特性

1. 普通二极管的特性

二极管有正极、负极之分，并且导通电流只能从二极管的正极流向负极。

严格地说，二极管是一个非线性器件，当二极管两端的电压加到一定值时，二极管才开始导通，当电压大到一定程度时，电流又不再上升。

我们把导通时的电压称为起始电压。不同材料构成的二极管的起始电压不同，一般来说，锗材料二极管的起始电压为 0.25V 左右，硅材料二极管的起始电压为 0.65V 左右。

2. 微波炉中的二极管

下面，来认识微波炉的两种二极管——双向二极管和高压二极管。

(1) 双向二极管

双向二极管并联于高压电容器两端，如图 2-50 所示。

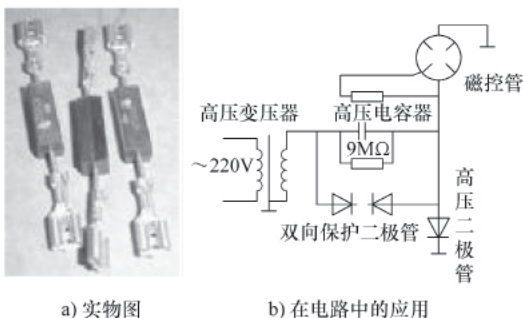


图 2-50 微波炉双向二极管

双向二极管用于保护磁控管在外界电网电压过高时，不受开机时电容器充电的过大浪涌电流冲击而烧坏。另外，由于某种原因使高压电容器两端的电压过高时，双向二极管击穿，电容器通过双向二极管迅速放电，从而有效地保护磁控管和高压电容器。

有的机型不设置双向二极管。

检修时如果没有同型号二极管更换，也可去除不用，对电路的工作没有影响，但该机失去了高压过电压保护功能。

(2) 高压二极管

高压二极管也属于微波炉系统专用器件之一，如图 2-51 所示。

高压二极管在微波炉电路中的作用是整流，其耐压在万伏以上，额定电流为 1A。

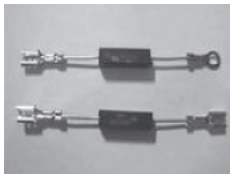


图 2-51 微波炉高压二极管

TIPS

普通二极管工作时需要加正偏电压，即二极管的正极接电源正极，二极管的负极接电源负极。但稳压二极管此类特殊的二极管工作时需要加反偏电压，即二极管的正极接电源负极，二极管的负极接电源正极。

2.3.4 二极管的检测

与电阻器的检测类似，二极管的检测也有在路检测和开路检测两种方式。

1. 二极管的在路检测

对于普通二极管，可以利用二极管的单向导通性对其正、反向电阻进行比较，从而判断二极管的好坏。

(1) 极性的判断

在路检测时，通过电路板背面的标识可以区分二极管的正极和负极。

(2) 在路检测

二极管的在路检测方法如下。

1) 小心对二极管两端的引脚进行清洁，去除表面污物，如图 2-52 所示，以确保测量准确。

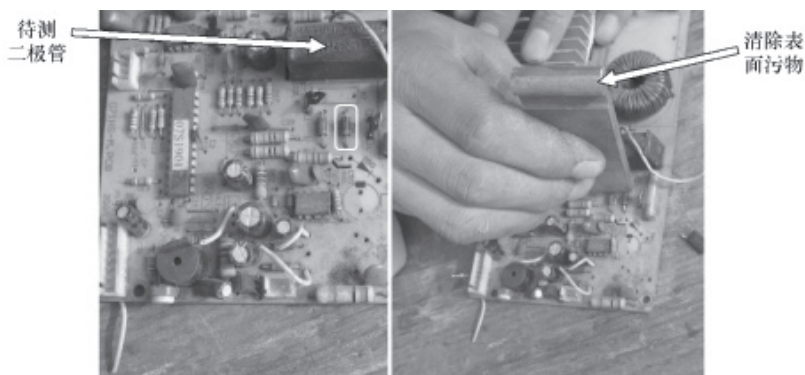


图 2-52 清除二极管表面污物

2) 将指针式万用表的量程调至“ $R \times 10k$ ”挡，如图 2-53 所示，然后再将两表笔相接进行调零校正。



图 2-53 选择合适的挡位

3) 将连接万用表负极的黑表笔接至二极管正极的引脚处，如图 2-54 所示，将连接万用表正极的红表笔接至二极管负极的引脚处。此时，万用表会

测得当前二极管的正向阻值，记为 R_1 。

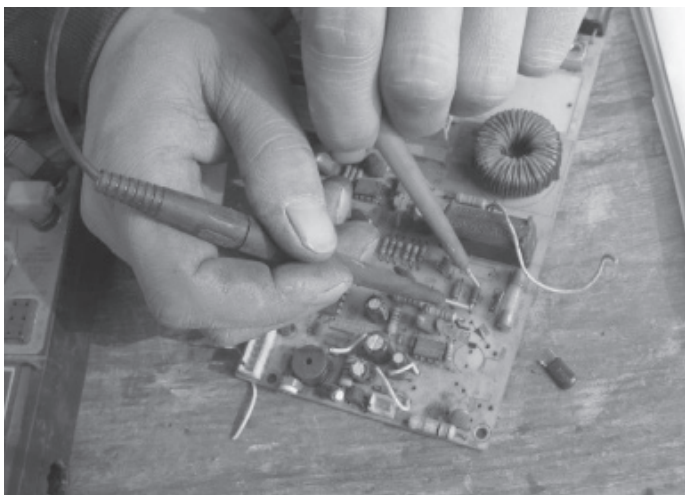


图 2-54 第一次检测二极管

4) 将两表笔对换，即将接万用表负极的黑表笔接至二极管的负极，接万用表正极的红表笔接至二极管的正极，如图 2-55 所示。此时，万用表会测得二极管的反向阻值，记为 R_2 。



图 2-55 第二次测量二极管

5) 将两次测得的阻值进行对比。一般来说，二极管的正、反向阻值相差悬殊，正向阻值 R_1 应为一个固定值，而反向阻值 R_2 则趋于无穷大；若正向阻值 R_1 和反向阻值 R_2 都趋于无穷大，则说明二极管存在断路故障；若正向阻值 R_1 和反向阻值 R_2 都趋于零，则说明二极管存在击穿短路故障；若正向阻值 R_1 和反向阻值 R_2 相近，此时并不能确定二极管是否损坏，因为在路检测时，常常会受到电路其他元器件的影响而无法正常测量，这时就需要采用开路的方法进一步检测。

TIPS

整流二极管从原理上讲，从输入交流中得到输出的直流是整流。以整流电流的大小（100mA）作为界线通常把输出电流大于 100mA 的叫整流。

2. 二极管的开路检测

(1) 极性的判断

采用开路检测方法时,通常需要先判断二极管的正负极性,其方法如下。

用万用表的红、黑表笔分别接二极管的两个引脚,此时万用表会测得一个阻值,记为 R_1 。若阻值 R_1 为一个固定值,则表明当前红表笔(接万用表正极)所检测的一端为二极管的负极,黑表笔(接万用表负极)所检测的一端为二极管的正极,如图 2-56 所示。

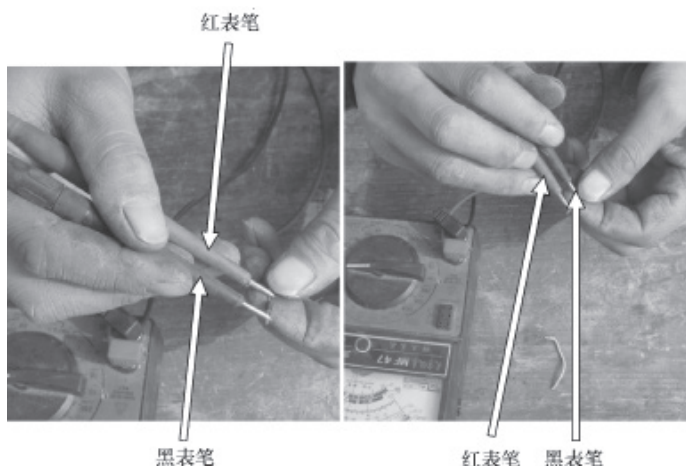


图 2-56 两次测量二极管

若阻值 R_1 趋于无穷大,则表明当前黑表笔所测的一端为二极管的负极,红表笔所测的一端为二极管的正极。

(2) 开路检测

1) 确定了二极管的正负极性后,再对二极管分别进行正向、反向阻值的测量。将所测的正向阻值记为 R_a ,反向阻值记为 R_b 。

2) 分析测量结果。若正向阻值 R_a 为一固定阻值,而反向阻值 R_b 趋于无穷大,则可判定二极管良好;若正向阻值 R_a 和反向阻值 R_b 都趋于无穷大,则说明二极管存在断路故障;若正向阻值 R_a 和反向阻值 R_b 都趋于零,则说明二极管存在击穿短路;若 R_a 与 R_b 相近(即相差不大),则说明二极管失去单向导电性或单向导电性不良。

3. 微波炉中二极管的检测

(1) 双向二极管的检测

如图 2-57 所示为双向二极管的电阻法检测示意图。

电阻法的检测方法与普通二管的检测一样,若测双向二极管有阻值则为该管击穿、漏电损坏。双向二极管击穿、漏电,

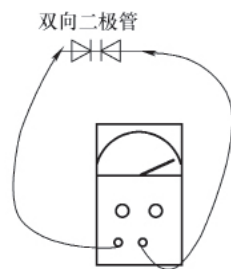


图 2-57 双向二极管的电阻法检测示意图

一般引起微波炉不加热或将电源熔丝熔断。

(2) 高压二极管

如图 2-58 所示为高压二极管的电阻法检测示意图。

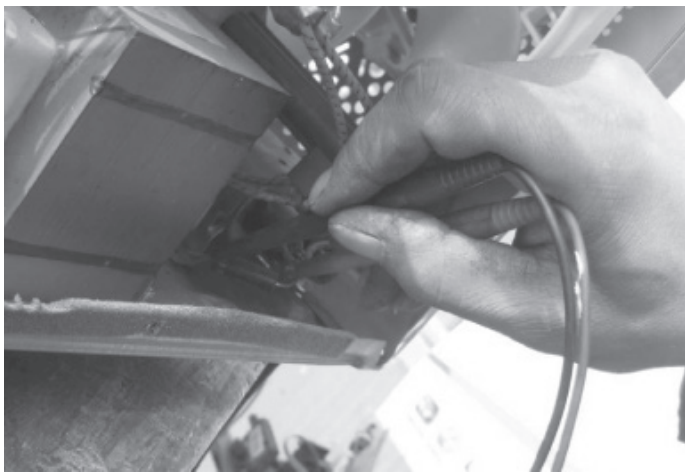


图 2-58 高压二极管的电阻法检测示意图

电阻法的检测方法与普通二极管测量方法一样。

如果测得高压二极管正反向电阻均有一定值,则该二极管击穿损坏;如果测得高压二极管正反向电阻均为无穷大,则该管开路。

2.4 晶体管

2.4.1 晶体管的字母表示及命名

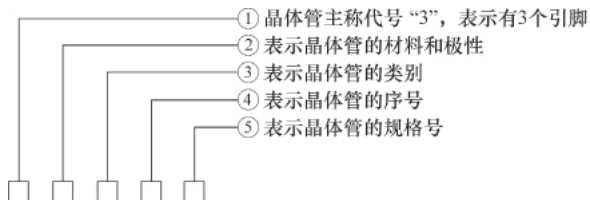
晶体管是一种常用的具有两个 PN 结的半导体晶体器件,有 3 个电极。晶体管的应用十分广泛,在电路中通常用起电流放大与开关的作用。

1. 晶体管的字母表示

晶体管在电路中用“V”或“VT”(旧文字符号为“Q”、“GB”等)表示。

2. 晶体管的命名

根据国家有关标准规定,国产晶体管的型号命名由 5 部分构成,具体如下:



TIPS

在实际检修中,高压二极管损坏多为击穿,引起过电流,使高压变压器负载加重,引起较大的电流声,且不能加热,时间略长则会将高压熔丝管或电源熔丝管熔断。

表 2-10 为晶体管材料代号和意义对照表。

表 2-10 晶体管材料代号和意义对照表

符号	意义	符号	意义
A	锗材料，PNP 型	D	硅材料，NPN 型
B	锗材料，NPN 型	E	化合物材料
C	硅材料，PNP 型		

表 2-11 为晶体管类别代号和意义对照表。

表 2-11 晶体管类别代号和意义对照表

符号	意义	符号	意义
G	高频小功率管	V	微波管
X	低频小功率管	B	雪崩管
A	高频大功率管	J	阶跃恢复管
D	低频大功率管	U	光敏晶体管
T	闸流管	J	结型场效应晶体管
K	开关管		

2.4.2 晶体管的分类及电路图形符号

晶体管的种类繁多，根据不同的分类标准，其分类情况如下。

1. 按 PN 结的性质分类

按 PN 结的不同，晶体管可分为 PNP 型晶体管和 NPN 型晶体管。

(1) PNP 型晶体管

如图 2-59 所示为 PNP 型晶体管的实物及电路图形符号。

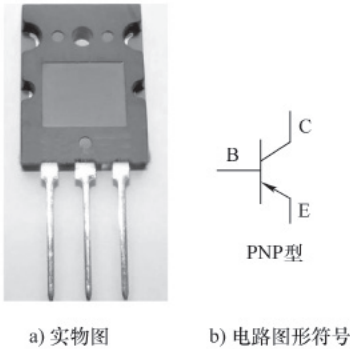


图 2-59 PNP 型晶体管

如图 2-60 所示为 PNP 型晶体管内部结构示意图。

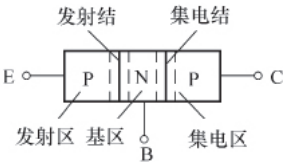


图 2-60 PNP 型晶体管内部结构

TIPS
由两块 P 型半导体中间夹着 1 块 N 型半导体所组成的晶体管，称为 PNP 型晶体管。

(2) NPN 型晶体管

如图 2-61 所示为 NPN 型晶体管的实物及电路图形符号。

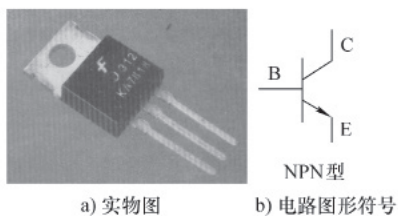


图 2-61 NPN 型晶体管

如图 2-62 所示为 NPN 型晶体管内部结构示意图。

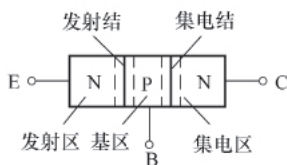


图 2-62 NPN 型晶体管内部结构

2. 按频率高低分类

晶体管按频率的高低可以分为高频晶体管和低频晶体管。

高频晶体管的工作频率很高，通常情况下高频晶体管为军用品。

如图 2-63 所示为高频小功率晶体管，高频晶体管采用金属封装，其金属外壳可以起到屏蔽的作用。

3. 按功率大小分类

晶体管按功率大小可分为大功率管、中功率管和小功率管，下面来了解微波炉中常用的几种大功率管和小功率管。

(1) 金属封装大功率晶体管

如图 2-64 所示为金属封装大功率晶体管实物图。



图2-63 高频小功率晶体管实物图



图 2-64 金属封装大功率晶体管实物图

金属封装大功率晶体管的体积较大，外形为帽子形状，帽子顶部用来安装散热片，其金属外壳本身就是一个散热部件。两个孔用来将晶体管固定在

TIPS

NPN 型晶体管由 3 块半导体构成，其中两块 N 型和一块 P 型半导体组成，P 型半导体在中间，两块 N 型半导体在两侧。

TIPS

塑料封装大功率晶体管的输出功率比较大，用来对信号进行功率放大。

电路板上。这种封装的晶体管只有基极和发射极两个引脚，集电极就是晶体管的金属外壳。

(2) 塑料封装大功率晶体管

如图 2-65 所示为塑料封装大功率晶体管实物图。

塑料封装大功率晶体管有 3 个引脚，其上部有一个孔以便与散热片固定。因为大功率晶体管的耗散功率比较大，容易发热，所以要设置散热片。根据这一特征可以分辨是不是大功率晶体管。

(3) 塑料封装小功率晶体管

如图 2-66 所示为塑料封装小功率晶体管实物图。



图 2-65 塑料封装大功率晶体管实物图

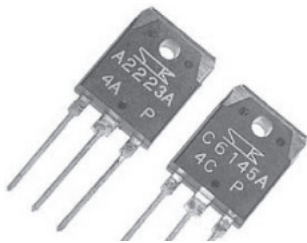


图 2-66 塑料封装小功率晶体管实物图

塑料封装小功率晶体管是电子电路中用得最多的一种晶体管，它的形状不同，3 个引脚的分布规律也有多种。

小功率晶体管在电子电路中主要用来发挥除放大信号功率之外的作用，如用来放大信号电压、作为各种控制电路中的控制器件等。

4. 其他类型的晶体管

(1) 光敏晶体管

如图 2-67 所示为光敏晶体管的实物及电路图形符号。

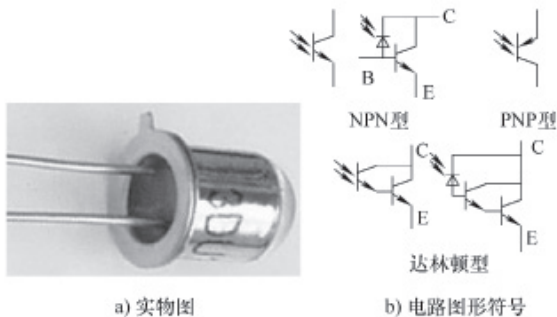


图 2-67 光敏晶体管

光敏晶体管工作原理是：在无光照射时，光敏晶体管处于截止状态，无电信号输出；当有光照射其基极（受光窗口）时，光敏晶体管将导通，从发射极或集电极输出放大后的信号。

(2) 开关晶体管

TIPS

光敏晶体管是具有放大能力的光电转换晶体管，广泛应用于各种光控电路中。

如图 2-68 所示为开关晶体管的实物图。

开关晶体管在开关电路中用来控制电路的开启或关闭，其功能十分像一个无触点的电子开关。

其比较突出的优点是开关速度快、体积小，可以用很小的电流控制大电流的通断，因此在很多电子产品的电路中都可以找到该类晶体管。



图 2-68 开关晶体管实物图

(3) 达林顿晶体管

达林顿晶体管又称达林顿结构的复合管，简称复合管。如图 2-69 所示为达林顿晶体管实物及电路图形符号。

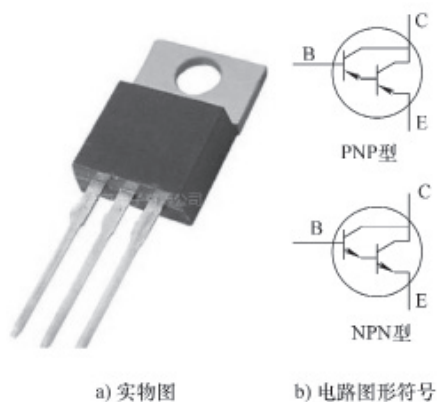


图 2-69 达林顿晶体管

达林顿晶体管内部由两只输出功率不等的晶体管按一定接线规律复合而成。根据内部两只晶体管复合方式的不同，有 4 种不同的达林顿晶体管，同时管内还会有电阻器。

2.4.3 晶体管的特性及工作条件

1. 晶体管的特性

下面分别是两种导电类型——PNP 型和 NPN 型晶体管的基本特性，其导通偏压方向如图 2-70 所示。

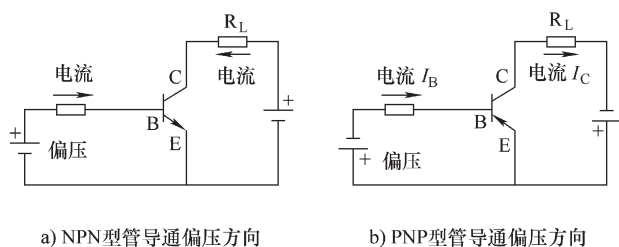


图 2-70 晶体管的图形符号

TIPS
达林顿晶体管主要作为功率放大管和电源调整管。

(1) 放大特性

晶体管基极电流发生微小的变化, 就可以引起集电极电流产生较大的变化, 说明基极电流对集电极电流有控制作用, 把这种控制作用叫做晶体管的电流放大, 即晶体管具有电流放大作用。

(2) 开关特性

晶体管的截止和饱和导通状态, 相当于开关的断开和闭合, 使信号隔断和通过。加控制信号后, 便组成简单的开关电路。

如图 2-71 所示, 该电路中, 若调整 R_v 使加到 VT 的基极电压足够低 (BE 结不导通), 则基极电流等于 0, 基极控制集电极, 则 C、E 之间的电阻为无穷大, 等效于开关断开。

反之, 若调整 R_v 使加到 VT 的基极电压足够高 (BE 结导通), 则基极电流较大, 基极控制集电极, 则 C、E 之间的电阻很小, 等效于开关闭合。

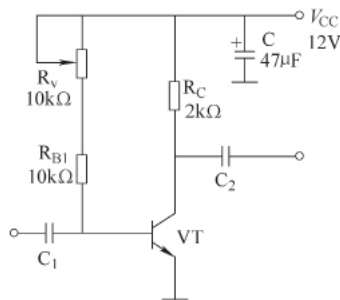


图 2-71 晶体管的开关电路

2. 晶体管的工作条件

必须给晶体管以合适的外部条件, 晶体管才能实现放大作用, 这个外部条件就是给晶体管适当的偏置, 即给各电极加上一个合适的电压。

晶体管组成的放大电路多种多样, 但无论晶体管组成的放大电路形式如何变化, 要使晶体管具有放大作用, 必须满足: 发射极正偏, 集电极反偏。

对于 NPN 型晶体管来说, 要使发射极正偏, 就需要基极的电位大于发射极电位; 集电结反偏, 就需要集电极电位大于基极电位, 如图 2-72 所示, 即 $V_C > V_B > V_E$ 。

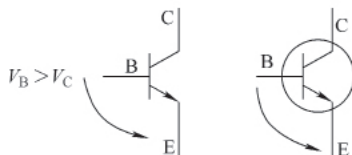


图 2-72 NPN 型晶体管偏压示意图

对于 PNP 型晶体管来说, 要使发射结正偏, 就需要基极的电压小于发射极电压; 要使集电结反偏, 就需要集电极电位小于基极电位, 如图 2-73

所示, 即 $V_E > V_B > V_C$ 。

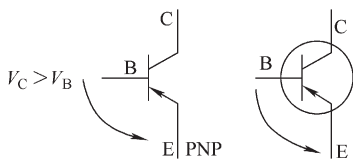


图 2-73 PNP 型晶体管偏压示意图

掌握以上晶体管 3 个电极间的关系, 可以通过测试正常电路中晶体管 3 个电极的电位来判断这个晶体管是 NPN 型还是 PNP 型晶体管。

晶体管也有起始电压, 晶体管的起始电压是指晶体管基极与发射极之间的电压。不同类型、不同材料的晶体管的起始电压不一样。硅材料的 NPN 型晶体管的起始电压是 $0.6 \sim 0.8\text{V}$ (基极对发射极的电压, 下同); 硅材料的 PNP 型晶体管的起始电压是 $-0.8 \sim -0.6\text{V}$; 锗材料的 NPN 型晶体管的起始电压是 $0.15 \sim 0.3\text{V}$ 之间; 锗材料的 PNP 型晶体管的起始电压是 $-0.3 \sim -0.15\text{V}$ 。

2.4.4 晶体管的检测

下面就 PNP 型晶体管和 NPN 型晶体管的检测方法做具体介绍。

1. NPN 型晶体管和 PNP 型晶体管的判别

晶体管在电路中主要起放大作用, 根据 PN 结的不同有 NPN 型和 PNP 型两种。在实际电路中, 常常需要判别待测的 (或待更换的) 晶体管是 NPN 型还是 PNP 型。

如图 2-74 所示, 首先明确晶体管的 3 个引脚从左到右分别为发射极 (E)、基极 (B) 和集电极 (C)。

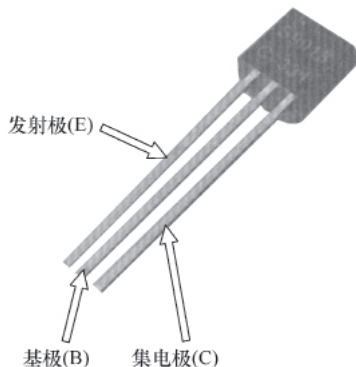


图 2-74 明确引脚的极性

(1) 如何判断 NPN 型晶体管

1) 小心对晶体管的各个引脚进行清洁, 去除表面污物, 如图 2-75 所示,

TIPS

晶体管的生产厂家有很多，对于基极、发射极和集电极的排列顺序也不同，在实际检测时，要注意。

以确保测量准确。



图 2-75 清除晶体管引脚污物

2) 将指针式万用表的量程调至“ $R \times 1k$ ”挡，如图 2-76 所示，然后再将两表笔相接进行调零校正。

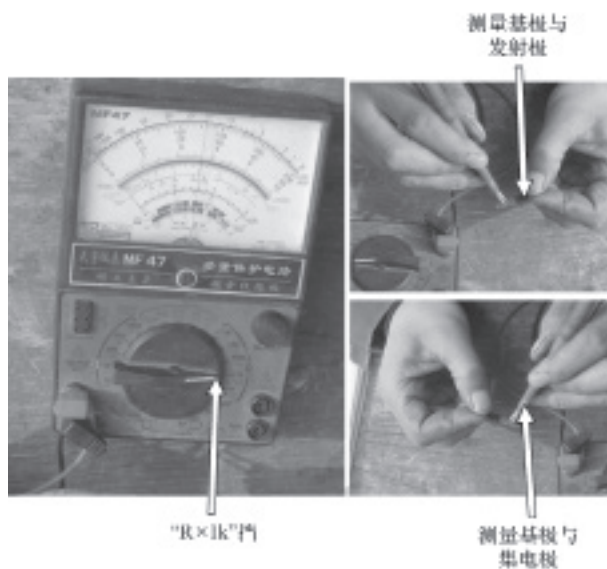


图 2-76 检测晶体管

3) 将红表笔（接万用表正极）接在该晶体管中间的基极引脚上，再将黑表笔（接万用表负极）接在左侧的发射极引脚上，图 2-77 所示。这时可以测得基极与发射极之间的阻值 R_1 。

4) 将红表笔接在该晶体管中间的基极引脚上，再将黑表笔接在右侧的集电极引脚上，图 2-77 所示。这时可以测得基极与集电极之间的阻值 R_2 。

5) 若 R_1 、 R_2 均为几千欧，此时即可判定该晶体管为 NPN 型晶体管。

(2) 如何判断 PNP 型晶体管

1) 清洁引脚并进行欧姆调零校正, 然后将红表笔接在晶体晶体管的基极引脚上, 如图 2-77 所示, 将黑表笔接在发射极引脚上。这时可以测得基极与发射极之间的阻值 R_1 。

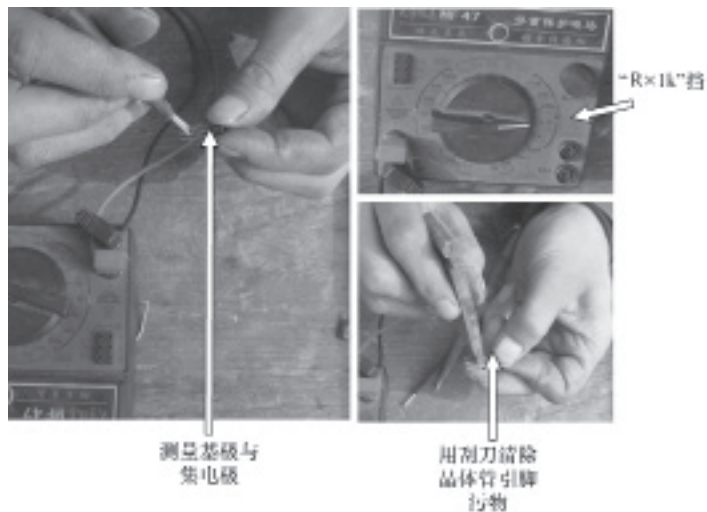


图 2-77 检测晶体管

2) 保持红表笔接在该晶体晶体管的基极引脚上, 将黑表笔接在晶体晶体管的集电极引脚上。这时可以测得基极与集电极之间的阻值 R_2 。

3) 将黑表笔接在该晶体晶体管中间的基极引脚上, 再将红表笔接在左侧的发射极引脚上, 这时可以测得一固定的阻值 R_3 。再将红表笔移到集电极上, 所测得的阻值记为 R_4 。

4) 若 R_1 、 R_2 趋于无穷大, R_3 、 R_4 为几千欧至几十千欧, 则可判定该晶体管为 PNP 型晶体管。

2. 检测晶体管的放大能力 (β)

如图 2-78 所示为晶体管检测操作示意图。

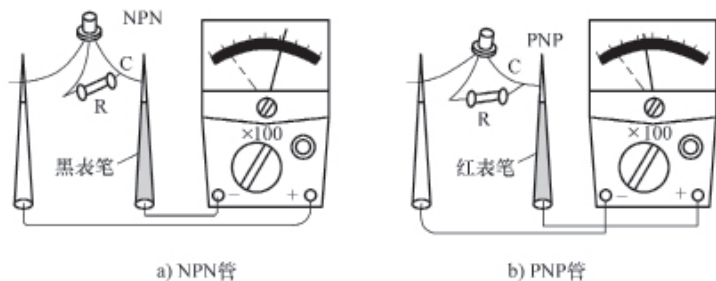


图 2-78 检测晶体管的放大能力

检测时可按图 2-78 所示的方法连接, 此时指针应向右偏转, 偏转的角度越大, 说明放大倍数 β 越大。如果加了电阻 R 之后指针变化不大, 或根

TIPS

晶体管的信号从基极输入, 从集电极输出, 发射极接地。

TIPS

对于大功率管放大能力的检测，电阻 R 的取值应适当降低，如取几百欧或几千欧，此时万用表的挡位应改为 $R \times 10$ 或 $R \times 1$ 挡。

本不变，则说明管子的放大作用很差或已损坏。

检测硅管时，电阻 R 值可在 $50 \sim 100\text{k}\Omega$ 之间选用；检测锗管， R 阻值可在 $1 \sim 20\text{k}\Omega$ 之间选用。也可利用人体电阻，即用用手力捏住 C、B 两脚（但 C、B 间不能短路）来代替电阻 R 。

3. 晶体管好坏的检测

晶体管的好坏可用万用表的 $R \times 100$ 挡或 $R \times 1\text{k}$ 挡测量。

（1）PNP 管好坏的检测

检测 PNP 型晶体管时，用红表笔接其 B 极，黑表笔分别接发射极 E 和集电极 C，所测阻值为发射集 E 和集电极 C 之间的正向电阻，该正向电阻越小越好。对换表笔后，用黑表笔接基极 B，红表笔分别接发射极 E 和集电极 C，所测阻值为反向电阻，该反向电阻越大越好。如所测晶体管的正向电阻为零时，说明晶体管已损坏。

（2）NPN 管好坏的检测

检测 NPN 型晶体管时，先将黑表笔放在晶体管基极 B，然后分别将红表笔放在集电极 C 和发射极 E，两次都应有读数，而且比较近似；反过来把黑表笔放在基极 B，红表笔放在集电极 C 和发射极 E，无论表笔怎样连接都应该没有读数。否则，说明该晶体管已损坏。

需要说明的是，在采用数字万用表测试 NPN 型晶体管时，应该用红色表笔接 B 极，黑色表笔接 C 极和 E 极；而测试 PNP 型晶体管时则应相反。

2.5 变压器

2.5.1 变压器的字母表示及命名

变压器即变换电压的器件，其作用是传输交流，隔离直流，可实现电压变换、阻抗变换和相位变换等。

1. 变压器的字母表示

以前的老规范是用变压器汉语拼音的第一个字母 B 表示，现在的标准统一改为 T 表示，为变压器英文 Transformer 的第一个字母。注意均为大写。

2. 变压器的命名

变压器的型号命名一般由 3 部分构成，具体如下：

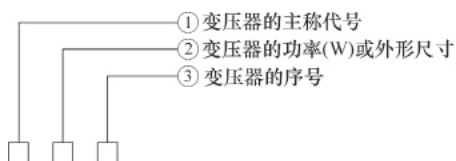


表 2-12 为变压器主称字母代号和意义对照表。

表 2-12 变压器主称字母代号和意义对照表

字母	意义	字母	意义
DB	电源变压器	SB 或 EB	音频（定压式或自耦式）输送变压器
CB	音频输出变压器	T	中频变压器
RB	音频输入变压器	L	线圈或振荡线圈
GB	高压变压器	F	调幅收音机用
HB	灯丝变压器	S	短波段
SB 或 ZB	音频（定阻式）输送变压器	V	图像回路

2.5.2 变压器的分类及电路图形符号

1. 变压器的机构组成

变压器通常只有一组一次绕组，但是二次绕组可以是一组，也可以是多组，而且二次绕组可以有抽头。变压器的变化主要体现在二次绕组上。

2. 电压器的分类

电压器根据不同的作用主要有电源变压器和开关变压器两种。

（1）电源变压器

电源变压器的作用是给不同的器件、电路提供不同类型、不同大小的电源。

电源变压器的种类很多，外形各不相同，但其基本结构大体一致，主要由铁心、线圈、线框、固定零件和屏蔽层构成。

环形铁心电源变压器实物及电路图形符号如图 2-79 所示。

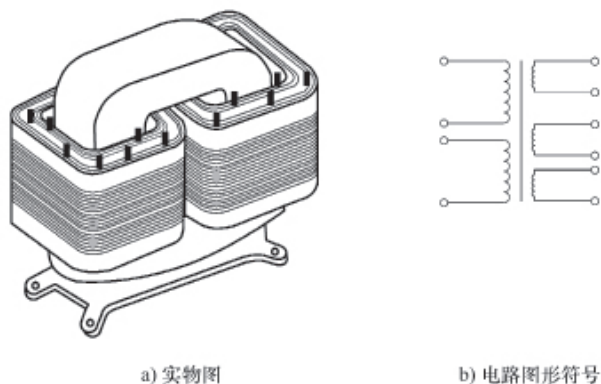


图 2-79 环形铁心电源变压器

E 形铁心电源变压器实物及电路图形符号如图 2-80 所示。

电源变压器有 2 个一次绕组和 3 个二次绕组。

（2）开关变压器

开关变压器应用于开关电源中，为高频脉冲变压器。如图 2-81 所示，由于开关变压器的工作频率较高（1 ~ 50kHz），因而其体积较 50Hz 的电源

TIPS
目前，市场上变压器的种类很多，但它们的基本结构大致相近，主要由一次绕组、二次绕组、铁心以及外壳等组成。

变压器小得多。

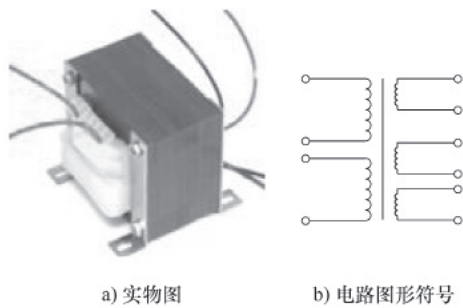


图 2-80 E 形铁心电源变压器

开关变压器的主要功能是将高频高压脉冲变成多组高频低压脉冲。

3. 微波炉中的变压器

(1) 高压变压器

高压变压器也叫高压稳定变压器，也有检修人员简称为变压器，如图 2-82 所示。

高压变压器是微波炉中的一个重要器件，对磁控管直接提供灯丝电压，间接提供阴极负高压，而阴极负高压决定着磁控管的额定微波发射功率。

TIPS
微波炉高压变压器为大功率、具有稳压功能的升降压变压器。



图 2-81 开关变压器实物图



图 2-82 微波炉高压变压器

1) 高压变压器的参数。

表 2-13 为几种常见微波炉机型高压变压器的参数。

表 2-13 几种微波炉机型高压变压器的参数

机型	电阻 / Ω			电压 /V		
	一次侧	灯丝二次侧	高压二次侧	一次侧	灯丝二次侧	高压二次侧
格兰仕 WD750BS	约 2	约 0.8	103.5	220	3.4	1800
格兰仕 WP800	—	—	—	220	3.4	2100
格兰仕 WD800	—	—	—	220	3.5	2100
三星 M9G77	约 1.6	约 0	94	220	3.4	2230

2) 高压变压器的结构

高压变压器有一次、二次灯丝、二次高压三个绕组。它的三个绕组线径和匝数是不同的,一次绕组线径粗、匝数少,二次灯丝绕组匝数也少,但二次高压绕组线径细、匝数多。

高压变压器一次侧两端引入交流 220V,被灯丝绕组降压为 3.15 ~ 4V 作磁控管灯丝电压;被高压绕组升压到 1800 ~ 2300V,再经倍压整流变换为 3600 ~ 4100V 直流电压,加于磁控管阴极与阳极之间。

微波炉高压变压器性能远远高于普通变压器,要求其体积小、容量大、耐热性等级高、电流密度大、抗电强度较高、具有稳压性。如功率为 1300VA 左右的高压变压器,体积只有同规格普通变压器的 1/3。

为了得到最小的几何尺寸,微波炉高压变压器必须把磁通密度和电流密度取得很大,如一次绕组超过每平方毫米 7A,二次灯丝线圈达到每平方毫米 10A,结果使变压器产生很高的工作温升。为此,要求变压器有很高的耐热等级,一般采用 H 级设计(耐热 180℃)。高压变压器一、二次和灯丝线圈对铁心之间应能承受交流 8000V 的耐压。

为了使高压变压器具有良好的稳压性,在制作时一、二次绕组由电磁路插片分开,即在一、二次之间装有 5.5mm 厚的漏磁铁心(分流磁心),加大绝缘间隙。磁路插片厚薄,决定着稳压的性能。

3) 高压变压器的工作原理。

高压变压器的一次侧工作在磁非饱和区,二次侧工作于磁饱和区。这样,在变压器磁通密度接近饱和磁通密度的情况下,当一次绕组电压高于额定电压时,增加的磁通大部分不与二次绕组交连而是通过漏磁铁心,一次绕组电压越高,通过漏磁铁心的磁通就越多。此时,二次绕组的磁通无显著增加,感应电压也无显著增加。当一次绕组电压低于额定电压时,减小的磁通大部分是通过漏磁铁心的磁通。一次电压越低,通过漏磁铁心的磁通越少。此时,二次绕组的磁通无显著减少,感应电压也无减少。

实验表明,当高压变压器的输入电压在额定电压的 $\pm 10\%$ 范围内波动时,输出电压在额定的 $\pm 3\%$ 范围内变化。高压变压器的这种稳压特性,既满足了磁控管对阳极稳定性的要求,又保证了磁控管获得最佳的工作电压和工作电流。

4) 高压变压器好坏的检测。

高压变压器好坏主要用电阻法、电压法和观察法进行判断。

(2) 电源变压器

如图 2-83 所示,电源变压器是电脑控制式微波炉电脑板的主要器件之一,外形与彩电、空调器电脑板低电压变压器相同。

TIPS

为安全起见,几乎所有微波炉中的磁控管都是阳极接地,阴极接负高压。所以,变压器的二次高压总有一端是与铁心相连的。



图 2-83 电脑板中的电源变压器

电源变压器的任务是将交流 220V 变换为几伏到几十伏的低压，因而又称低压变压器。电源变压器的一次侧匝数多，二次侧匝数少。

电源变压器，一次侧只有一组，且供电均为交流 220V，二次侧输出有单组、两组、三组之分，二次侧输出电压则因型号而异也不尽相同，有交流 3.2V、6V、7.5V、12V、20V 之分。

2.5.3 变压器的检测

对于变压器的检测相对比较简单。

如图 2-84 所示，为一个十分典型的电源变压器，一次绕组有 5 个引脚，二次绕组有 7 个引脚。



图 2-84 待测变压器

对于该变压器的具体检测步骤如下。

- 1) 查阅该变压器的等效电路，如图 2-85 所示，其一次绕组直接连接 220V 交流电源。
- 2) 根据该变压器的等效电路可知，该变压器内部设有 3 个一次绕组，每个绕组两端引脚之间有固定的电阻值，一般为几十欧。

3) 若是独立的绕组, 不同绕组之间应该是隔离的, 引脚之间的电阻值应该是无穷大。但是仔细观察该变压器各引线的焊接情况, 发现各一次绕组引脚之间实际上是相互连接在一起的, 不同绕组的两条引线用导线直接连接, 或者不同绕组的两条引线一起焊接在同一个引脚上。

4) 3 个一次绕组实际上是串联的状态, 因此, 标识范围内的 5 个引脚, 其中任意 2 个引脚之间都有固定的电阻值。

5) 根据等效电路可知, 变压器内部设有 5 个二次绕组, 各个绕组两端引脚之间都有固定的电阻值, 一般也为几十欧。

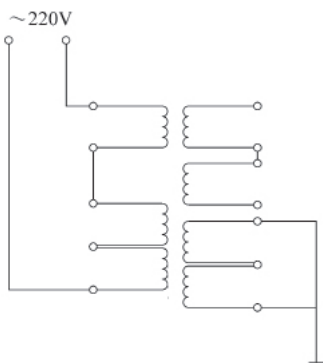


图 2-85 变压器的等效电路

2.6 继电器

2.6.1 继电器的分类

继电器是一种电子控制器件, 它具有控制系统 (又称输入回路) 和被控制系统 (又称输出回路), 通常应用于自动控制电路中。继电器的分类方法较多, 以下是其常用的两种分类方式。

1. 按作用原理分

按作用原理的不同, 继电器可分为以下几类。

(1) 电磁继电器

即在输入电路内电流的作用下, 由机械部件的相对运动产生预定响应的一种继电器。电磁继电器又可分为:

- 1) 直流电磁继电器: 输入电路中的控制电流为直流的电磁继电器。
- 2) 交流电磁继电器: 输入电路中的控制电流为交流的电磁继电器。
- 3) 磁保持继电器: 将磁钢引入磁回路, 继电器线圈断电后, 继电器的衔铁仍能保持在线圈通电时的状态, 具有两个稳定状态。
- 4) 极化继电器: 状态改变取决于输入激励量极性的一种直流继电器。
- 5) 舌簧继电器: 利用密封在管内, 具有触点簧片和衔铁磁路双重作用的舌簧的动作来开、闭或转换线路的继电器。
- 6) 节能功率继电器: 输入电路中的控制电流为交流的电磁继电器, 它的电流大 (一般 30 ~ 100A), 体积小, 具有较好的节电功能。

TIPS

高压变压器由于用途并不广泛, 所以生产厂家并不多, 如国内的广州如家电子、保变天威、顺天集团、Satons 等。在更换时, 不同厂家的产品略有不同, 这点要注意。

TIPS

继电器实际上是用较小的电流去控制较大电流的一种“自动开关”, 如前文所述的继电器控制电路。

(2) 固态继电器 (SSR)

即输入、输出功能由电子元件完成而无机械运动部件的一种继电器。

(3) 时间继电器

当加上或除去输入信号时, 输出部分需延时或限时到规定的时间才闭合或断开其被控线路的继电器。

(4) 温度继电器

当外界温度达到规定值时而动作的继电器。

(5) 风速继电器

当风的速度达到一定值时, 被控电路将接通或断开。

(6) 加速度继电器

当运动物体的加速度达到规定值时, 被控电路将接通或断开。

(7) 其他类型的继电器

如光继电器、声继电器、热继电器等。

2. 按触点负载分

继电器按触点负载可分为:

- 1) 微功率继电器: 小于 0.2A 的继电器。
- 2) 弱功率继电器: 0.2 ~ 2A 的继电器。
- 3) 中功率继电器: 2 ~ 10A 的继电器。
- 4) 大功率继电器: 10A 以上继电器。
- 5) 节能功率继电器: 20 ~ 100A 的继电器。

3. 微波炉常用的继电器

微波炉中常用的继电器有热继电器和直流继电器。

(1) 热继电器

热继电器即温度继电器。

为了防止磁控管过热、炉腔温度过高, 一般在微波炉中设有 1 ~ 3 个热继电器。热继电器外形如图 2-86 所示。



图 2-86 热继电器

1) 热继电器的工作原理。

热继电器又称热切断器、限温开关、热敏开关等, 属于自动复位热敏保

护元件。采用封闭式速动限温器,是利用双金属片原理制成的开关。常温下,双金属片保持原状态,两者接通;当高温达到极限温度时,双金属片反弯变形,两者分离,表现为断开状态;当温度下降到一定值时,双金属片自动恢复原状态,两者接通。

2) 热继电器的动作温度。

如图 2-87 所示,所有微波炉均设有磁控管热继电器,它固定在磁控管散热板表面,串联在高压变压器一次电路中。

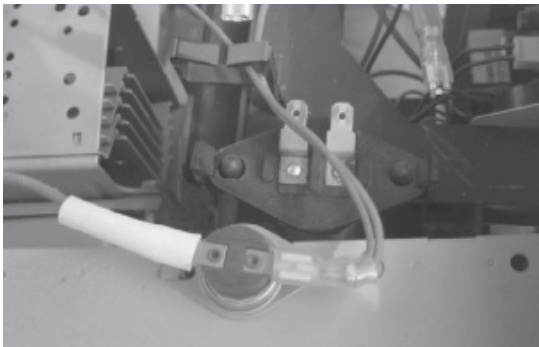


图 2-87 热继电器的固定位置

不同功能的热继电器动作温度不同,同一功能的热继电器动作温度也有差别。一般来讲:

- ① 磁控管热继电器标注温度多为 145℃或 120℃;
- ② 烧烤热继电器标注为 120℃或 115℃;
- ③ 炉腔热继电器标注为 95℃;
- ④ 混合功能微波炉烧烤热继电器标注为 165℃。

(2) 直流继电器

如图 2-88 所示,直流继电器是电脑板对微波系统、烧烤器、炉灯、转盘、风扇电动机等被控制器实施控制器件。



图 2-88 直流继电器

1) 直流继电器的结构及工作原理。

继电器由线圈、触点、弹簧片等组成,平时继电器两触点为断开状态,当线圈两端施加电压时,线圈有电流流过,产生磁场,吸动弹簧片接通两触点。

2) 直流继电器的分类。

微波炉电脑板设置有 2、4 个直流继电器,可根据用途分为主继电器、电源继电器、烧烤继电器、风扇电动机/转盘电动机继电器。按供电方式有 +12V、24V、48V 之分。

① 主继电器。

TIPS

此外,多数微波炉还设有炉腔热继电器,通常串联在主供电电路中。混合功能微波炉还设有烧烤器热继电器,它串联在烧烤电路中。

TIPS

当根据用户设置满功率或最大火力时,电源继电器始终接通,使220V始终对高压变压器供电,磁控管以最大功率方式输出微波;当设置以其他功率时,电源继电器以30s为一个周期断续接通/断开。功率设置较高时,接通时间相对长;功率设置较低时,接通时间相对短。

也称炉灯继电器、时间控制继电器。

主继电器串联在风扇电动机/转盘电动机/炉灯主回路,受控于单片机(CPU)。当炉门打开时,主继电器接通,炉灯亮,风扇电动机和转盘电动机因初级门锁开关断开而不运转;当炉门关闭,没有按启动键时,主继电器断开,同时切断炉灯、风扇电动机、转盘电动机回路,炉灯不亮,风扇电动机和转盘不转;当炉门关闭,按启动键加热时,主继电器接通,炉灯亮,同时因初级门锁开关接通,风扇电动机/转盘电动机回路也被接通开始运转。

② 电源继电器。

也称功率控制继电器或火力继电器。

电源继电器串联在高压变压器一次电路中,受控于单片机。在炉门关闭,按启动键时,电源继电器接通。

③ 烧烤继电器。

烧烤继电器串联于烧烤器支路,控制烧烤器的工作。设置于单一烧烤加热时,烧烤继电器始终接通;设置于组合烧烤烹调方式时,烧烤继电器每30s内接通一次,接通时间由组合烧烤方式确定。

④ 风扇电动机/转盘电动机继电器。

风扇电动机/转盘电动机继电器,仅见于设置四个继电器的机型。其控制基本同于上面的主继电器。

2.6.2 继电器的工作原理

1. 电磁继电器的工作原理和特性

如图2-89所示,电磁式继电器一般由铁心、线圈、衔铁、触点簧片等组成的。

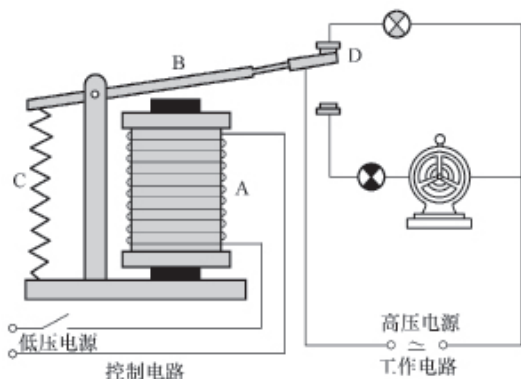


图 2-89 电磁继电器结构示意图

A—电磁铁 B—衔铁 C—弹簧 D—触点簧片

只要在线圈两端加上一定的电压,线圈中就会流过一定的电流,从而产

生电磁效应,衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向铁心,从而带动衔铁的动触点与静触点(常开触点)吸合。当线圈断电后,电磁的吸力也随之消失,衔铁就会在弹簧的反作用力返回原来的位置,使动触点与原来的静触点(常闭触点)吸合。这样吸合、释放,从而达到了在电路中的导通、切断的目的。

2. 磁簧继电器的工作原理和特性

如图 2-90,磁簧继电器由磁簧开关和线圈组成,它起到通断外电路的作用。

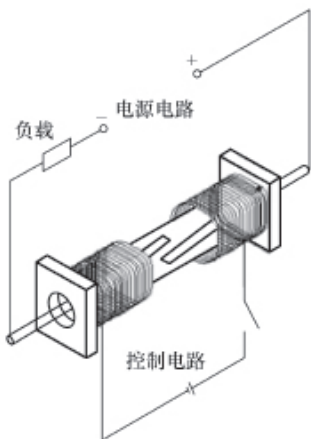


图 2-90 磁簧继电器结构示意图

磁簧开关是此类继电器的核心,是用磁性材料制成的,被密封于玻璃管内的一对或多个簧片而形成的触点开关元件,能在磁力驱动下使触点接通或断开,以达到控制外电路的目的。

磁簧继电器在线圈通电激励或永久磁铁的驱动下,簧片间的间隙处就会形成磁通并将簧片磁化,从而使两簧片间产生了磁性吸力。

3. 固态继电器的工作原理和特性

如图 2-91 所示,为固态继电器实物图。

从图 2-91 中可以看到,固态继电器是一种两个接线端为输入端,另两个接线端为输出端的四端器件,中间采用隔离器件实现输入输出的电隔离。



图 2-91 固态继电器实物图

2.6.3 继电器的检测

1. 热继电器好坏的检测

如图 2-92 所示,为热断电器的电阻检测法。

TIPS

对于继电器的“常开、常闭”触点,可以这样来区分:继电器线圈未通电时处于断开状态的静触点,称为“常开触点”;处于接通状态的静触点称为“常闭触点”。

TIPS

固态继电器按负载电源类型可分为交流型和直流型。按开关型式可分为常开型和常闭型。按隔离型式可分为混合型、变压器隔离型和光电隔离型，以光电隔离型为最多。

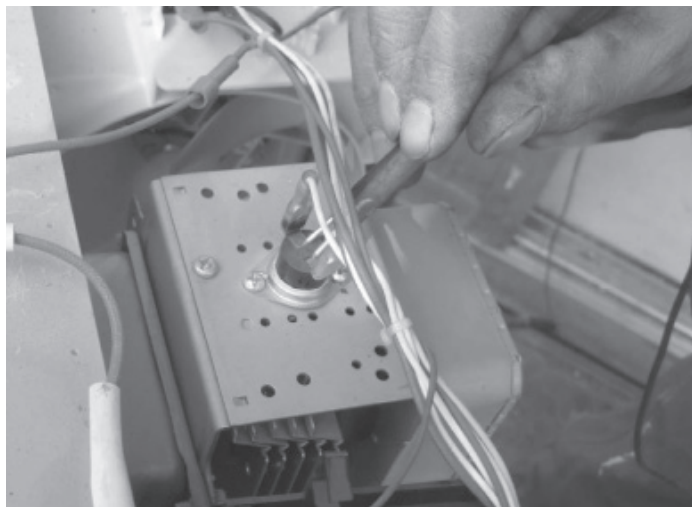


图 2-92 热继电器电阻检测法示意图

将万用表置于 $R \times 10\Omega$ 挡，两表笔分别接热继电器两接线端，常温下测量阻值应为 0Ω ，标注温度下测量阻值应为无穷大，当温度下降一定值后又自动变为 0Ω 。

若在常温下测得热继电器阻值为无穷大，则该器件开路损坏；若在标注高温以上测得继电器阻值为 0Ω ，则该器件短路损坏；若在较高温度没有达到其标注温度测得的热继电器阻值为无穷大，则该器件参数变化，也判断其损坏。

在实际检修中，继电器损坏多表现为开路。

2. 直流继电器的检测

直流继电器的检测方法如下。

线圈两端阻值应为一百至几百欧姆；线圈两端不加电时两触点阻值应为无穷大，线圈两端加额定电压时，两触点阻值应为 0Ω ，加电和失电瞬间应发出清脆“哒”的金属动作声。

2.7 集成电路（IC）

2.7.1 集成电路的字母表示

集成电路是一种微型电子器件或部件。采用一定的工艺，把一个电路中所需的晶体管、二极管、电阻、电容和电感等元器件及布线互连一起，制作在一小块或几小块半导体晶片或介质基片上，然后封装在一个管壳内，成为具有所需电路功能的微型结构。

集成电路在电路中通常用字母“IC”（也有用文字符号“N”等）来表示。

2.7.2 集成电路的分类

集成电路按结构功能的不同可分为数字集成电路、模拟集成电路和数/模混合集成电路三大类。

1. 模拟集成电路

电信号连续变化的,称模拟信号。模拟电路是用来处理模拟信号的,如运算放大器等。

2. 数字集成电路

电信号不连续的信号,称数字信号。数字电路是用来处理数字信号的,由于信号的不连续性,数字电路多半是由开关电路组成的逻辑电路。

3. 数/模混合集成电路

一些集成电路内含模拟和数字电路,构成专用集成电路,如开关电源、晶闸管触发、逆变电源控制等专用集成电路。

2.7.3 集成电路的封装

封装是集成电路制造的后道工序,所谓封装是指安装芯片用的外壳,它不仅起着安放、固定等机械支撑和保护的作用,而且还是沟通芯片内部与外部电路的桥梁——芯片上的接点用导线连接到封装外壳的引脚上,这些引脚又通过印制电路板上的导线与其他器件建立连接,执行相应的功能。

当前常用的集成电路的封装形式主要有以下几种。

1. 小外形封装

SOP (Small Outline Package) 是一种很常见的封装形式,如图 2-93 所示。

SOP 始于 20 世纪 70 年代末期。其引脚数目不大于 28 个,引脚分布在两边。其派生的外形封装还有 SOT (小外形晶体管)、SOIC (小外形集成电路) 等。

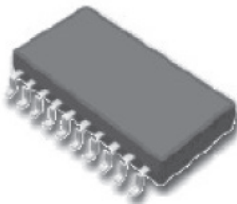


图 2-93 SOP 实物图

2. 双列扁平封装和四面双列扁平封装

双列扁平封装 (Dual Flat Package, DFP) 和四面双列扁平封装 (Quad Flat Package, QFP), 是在芯片两边或四边对称布置扁平且数量相同的引脚, 引脚间距相等, 引脚数目都大于 20, 所有引脚与芯片底部处于一个平面上, 这样有利于一些印制电路板的贴装。如图 2-94 所示, 为四面双列扁平封装集成电路实物图。



图 2-94 QFP 集成电路实物图

3. 栅格阵列引脚封装

栅格阵列引脚封装又称 BGA (Ball Grid Array) 封装, 是一个多层的芯

TIPS

集成电路的封装技术已经历了好几代的变迁, 从 DIP、QFP、PGA、BGA 到 CSP 再到 MCM, 技术指标越来越高, 使用频率越来越高, 耐温性能越来越好, 引脚数增多, 引脚间距减小, 重量减小, 使用更加方便。

TIPS

微波炉所用的单片机，输入、输出控制并不太多，运行中数据交换量也较少，因此微波炉控制系统，无需外挂存储器，时钟频率多为 4.19MHz、6MHz。

片载体封装，这类封装的引脚在集成电路的“肚皮”底部，如图 2-95 所示。

2.7.4 微波炉中常用的集成电路

微波炉中常用的集成电路包括单片机和数字 IC 等。

1. 单片机

单片机全称为单片微型计算机，它是微波炉电脑板的核心器件。单片机也称微处理器，一般使用英文字母代称 CPU（Central Processing Unit）。

如图 2-96 所示，电脑板上最大的、双列排脚的集成电路便是单片机。

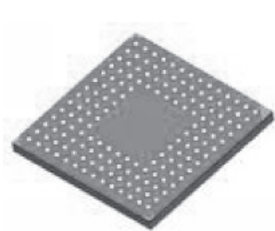


图 2-95 BGA 封装实物图

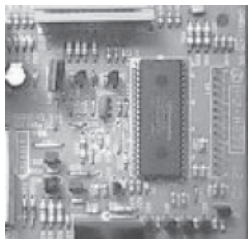


图 2-96 微波炉单片机实物图

（1）单片机的工作条件

微波炉单片机的工作条件和电视机、空调器单片机相同，即具备 +5V 电源、复位电压、时钟振荡电路，正常时，进入待机状态。所不同的是，微波炉单片机在检测到炉门未关闭时，拒绝接收处理“启动”、“自动烹调”、“快速解冻”等指令，目的是防止微波泄漏，但可以接收处理火力、时间、取消/暂停等指令。

此外，有的单片机工作条件还需要过零脉冲，由 50Hz220V 降压、整流等处理后变换为 100Hz 的脉冲。

（2）单片机的故障及其代换

微波炉单片机因工作在低电压小电流状态，因此故障率很低，如果损坏一般是 +5V 电源脚对地击穿。

单片机不工作多为工作条件不具备，即 +5V 电源、复位电压、时钟振荡某个引脚电压异常，或外接晶体开路、偏移（此时不影响时钟振荡电压）。

不同型号的单片机因引脚功能不同，不能代换。

2. 数字集成电路

在一些微波炉中，数字集成电路常用来进行译码或编码。译码即把单片机输出的数据流转化成一定的电压并驱动 LED 数码管或显示屏，从而显示出可识别的微波炉的工作状态信息；编码即把用户选择的按键信息编码成适合单片机识别的数据并输入单片机，使单片机执行相应的动作程序。

2.8 熔丝管

2.8.1 熔丝的保护形式

熔丝是一种安装在电路中,保证电路安全运行的电器元件。当电路发生故障或异常时,伴随着电流不断升高,并且升高的电流有可能损坏电路中的某些重要器件或贵重器件,也有可能烧毁电路甚至造成火灾。若电路中正确地安置了熔丝管,那么,熔丝就会在电流异常升高到一定的高度和一定的时候,自身熔断切断电流,从而起到保护电路安全运行的作用。

熔丝按保护形式可分为过电流保护与过热保护。

用于过电流保护的熔丝就是平常我们所说的熔丝(也叫限流熔丝)。用于过热保护的熔丝一般被称为“温度熔丝”。

温度熔丝又分为低熔点合金型与感温触发型还有记忆合金型等。温度熔丝是防止发热电器或易发热电器温度过高而进行保护的,譬如电吹风、电熨斗、电饭锅,等等。它响应于用电电器温升的升高,不会理会电路的工作电流大小。其工作原理不同于“限流熔丝”。

2.8.2 熔丝的参数选择及其应用

熔丝的选择涉及下列诸多因素:

- 1) 正常的工作电流;
- 2) 施加在熔丝上的外加电压;
- 3) 要求熔丝断开的不正常电流;
- 4) 允许不正常电流存在的最短和最长时间;
- 5) 熔丝的环境温度;
- 6) 脉冲、冲击电流、浪涌电流、启动电流和电路瞬变值;
- 7) 是否有超出熔丝规范的特殊要求;
- 8) 安装结构的尺寸限制;
- 9) 熔丝座件:熔丝夹、安装盒、面板安装等。

以下把熔丝选用中常见的参数和术语做一些说明。

1. 正常工作电流

在25℃条件下运行,熔丝的电流额定值通常要减少25%以避免有害熔断。大多数传统的熔丝其采用的材料具有较低的熔化温度。因此,该种熔丝对环境温度的变化比较敏感。例如一个电流额定值为10A的熔丝通常不推荐在25℃环境温度下在大于7.5A的电流下运行。

TIPS

如果在维修过程中发现数字集成电路损坏,使用同型号的对其进行代换即可。

TIPS

熔丝是类似于半导体的热敏元件，因此，在焊接熔丝时最好使用吸热装置。

2. 电压额定值

熔丝的电压额定值必须等于或大于有效的电路电压。一般标准电压额定值系列为 32V、125V、250V、600V。

3. 电阻

熔丝的电阻在整个电路中并不重要。由于安培数小于 1 的熔丝电阻只有几个欧姆，所以在低压电路中采用熔丝时应考虑这个问题。大部分的熔丝是用温度系数为正的材料制造的，因此，就有冷电阻和热电阻之分。

4. 环境温度

熔丝的电流承载能力，其实验是在 25℃ 环境温度条件下进行的，这种实验受环境温度变化的影响。环境温度越高，熔丝的工作温度就越高，其寿命也就越短。相反，在较低的温度下运行会延长熔丝的寿命。

5. 熔断额定容量

熔断额定容量是熔丝在额定电压下能够确实熔断的最大许可电流。短路时，熔丝中会多次通过比正常工作电流大的瞬时过载电流。安全运行要求熔丝保持完整的状态（无爆裂或断裂）并消除短路。

6. 熔丝性能

熔丝设计方面的性能是指熔丝对各种电流负荷做出反应的迅速程度。熔丝按性能常分为正常响应、延时断开、快动作和电流限制四种主要类型。

7. 有害断路

常常是由于对所设计的电路分析不完整造成的。在前面所列出的熔丝选择所涉及的所有因素中，必须特别注意正常工作电流、环境温度和过载增量。在使用时，不能只根据正常工作电流和环境温度来选择熔丝，还要注意其他使用条件。例如，造成常规电源有害断路的一种常见原因就是没有充分考虑熔丝的公称熔化热能的额定值，它也必须满足由电源平滑滤波的输入电容器产生的各种浪涌电流对熔丝提出的要求。如果要想熔丝安全可靠、寿命又长，那么就要使选用熔丝的熔化热能不大于该熔丝的公称熔化热能额定值的 20%。

8. 公称熔化热能

公称熔化热能即熔化熔断部件所需的能量，用 I^2t 表示，读为“安培平方秒”。一般在权威认证机构，都要进行公称熔化热能的测试：给熔丝施加一个电流增量并测量熔化发生的时间，如果在约为 0.008s 甚至更短的时间内不发生熔化，那么就增加脉冲电流的强度。重复进行这一实验直到熔丝的熔化限制在大约 0.008s 之内。进行这一测试的目的是确保所产生的热能没有足够的时间从熔丝部件通过热传导跑掉，也就是说，全部热能都用于熔化。

因此，选用熔丝时，除了考虑前面所说的正常工作电流、减少额定值、

环境温度外,还要考虑 I^2t 值。另外还要注意一点:焊接时,由于大多数熔丝都有焊接接头,因此当我们用焊接方法安装这些熔丝时就要特别小心。焊接热量过多会使熔丝内的焊料回流而改变它的额定值。

2.8.3 熔丝管的分类及结构

1. 熔丝管的分类

熔丝管根据不同的分类标准,其分类情况如下。

(1) 按材质的不同

按材质的不同,熔丝管有玻璃外壳和瓷壳之分。

(2) 按熔断时间的不同

按熔断时间的不同,熔丝管可分为普通熔丝管、快速熔断熔丝管及延时熔断熔丝管。

普通熔丝管的熔断时间较慢,但价格低廉,可应用于一般要求不高的过电流保护电路中。

快速熔断熔丝管的最大特点是熔断时间短,用于要求快速切断电路的场合。

延时熔断熔丝管能短时承受大电流的冲击,而且在电流过载超过一定时限后才能可靠熔断。它的这一特点决定了它主要应用在开机瞬时电流较大的场合,它所能承受的瞬时大电流为正常额定电流的 5 ~ 7 倍。

2. 熔丝管的结构

如图 2-97 所示为玻璃外壳熔丝管的结构示意图。

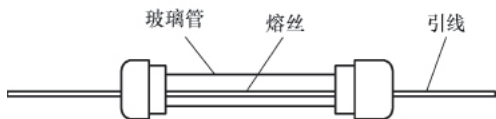


图 2-97 玻璃外壳熔丝管结构示意图

2.8.4 微波炉常用的熔丝管

下面我们来对微波炉中的两种常用的熔丝管——高压熔丝管和电源熔丝管做一简要的了解。

1. 高压熔丝管

如图 2-98 所示,微波炉高压熔丝管一般安装在专用塑料管内。

高压熔丝管串联在高压变压器高压输出端,在后级器件短路导致过电流时被熔断,切断高压变压器高压输出电路,保护高压变压器及后级器件不被损坏。

TIPS

微波炉必须使用内附拉簧的专用高压熔丝管,规格通常为 0.75 ~ 1A、5kV。



图 2-98 微波炉高压熔丝管

2. 电源熔丝管

如图 2-99 所示, 电源熔丝管容量通常为 $8 \sim 10\text{A}$, 串联在 220V 输入电路。

电源熔丝管的额定电流值因微波功率的不同而有所区别, 有 8A 、 10A 、 15A 、 20A 之分, 一般常用的为 $10 \sim 15\text{A}$ 。

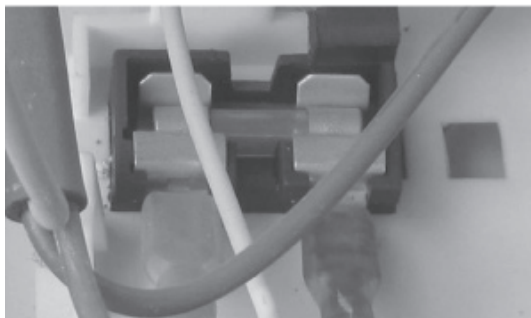


图 2-99 电源熔丝管

TIPS

切忌不能用普通熔丝管代替高压熔丝管。这是由于普通熔丝管熔断间隙小, 极易造成高压尖端放电产生拉弧, 致使在修复后试机机内会发生强烈的放电电弧声, 并再次熔断熔丝。

（1）电源熔丝管故障的判断

如熔丝管有明显烧焦状态或发黑，说明熔断时电流很大，即后级电路有严重击穿短路现象，应查明原因才能更换熔丝管。其原因一般是高压变压器短路或严重漏电、炉门联锁开关损坏，其次是高压二极管、双向二极管、高压电容、磁控管击穿。

对于设置有压敏电阻的电脑控制式机型，压敏电阻击穿是导致熔丝管熔断且发黑的常见原因之一。

（2）电源熔丝管的代换

更换熔丝管时，要注意其参数应相同，如果参数过小，开机就会烧熔丝或屡烧熔丝，造成假象故障，如果参数过大将起不到过电流保护作用。

2.9 晶体振荡器和蜂鸣器

2.9.1 晶体振荡器

晶体振荡器在微波炉中常用做单片机的时钟信号源。时钟信号是整机工作的核心信号，如果没有时钟信号输入，那么整机将无法启动工作。如图2-100所示为晶体振荡器实物图。



图 2-100 晶体振荡器实物图

晶体振荡器的封装形式有金属封装、塑料封装和环氧树脂封装，微波炉常用的晶体振荡器的频率有4MHz、8MHz、16MHz、30MHz等。

更换晶体振荡器的原则是使用同一频率的晶体振荡器进行代换，但在应急情况下可以用较低频率的晶体振荡器来代换原晶体振荡器，不宜使用高频率的晶体振荡器代换低频率的晶体振荡器。如果使用低频率的晶体振荡器代换高频率的晶体振荡器，由于晶体振荡器在单位时间内提供的脉冲数减少，常会出现微波炉指示灯变暗、功率下降少许、定时时间变长等现象，此现象为正常现象，并不影响微波炉的正常使用。

2.9.2 蜂鸣器

蜂鸣器在微波炉中主要用于声音提示，作为微波炉在操作功能键、烹调

TIPS

对于晶体振荡器是否出现故障，使用一般的仪表是无法判断的，因此，在维修时只能用代换的方法来进行检测。

结束时发出声响的装置。用户可根据蜂鸣器的声音信号判断微波炉的工作状态。

常用的蜂鸣器有电磁式和压电式两种，按照是否自带信号源可分为有源蜂鸣器和无源蜂鸣器，微波炉中常使用的蜂鸣器多为无源蜂鸣器。如图 2-101 所示，蜂鸣器呈圆柱形，且多为黑色，上表面圆心处有小孔。

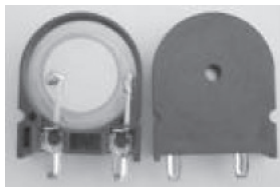


图 2-101 蜂鸣器

蜂鸣器一般仅见于电脑控制式微波炉。

由于蜂鸣器在微波炉中只起到蜂鸣提示的作用，因此对它进行代换时随意性较大，没有具体的要求。

第 3 章

微波炉维修技能

TIPS

钳嘴的形式很多，常见的有尖嘴、平嘴、扁嘴、圆嘴、弯嘴等样式，可适应对不同形状工件的作业需要。微波炉中常用来断开插件线。

3.1 快修工具及仪器的使用

3.1.1 检修工具及其作用

1. 钳子

检修微波炉通常要用到以下几种钳子。

(1) 尖嘴钳

如图 3-1 所示，尖嘴钳的头部长且细小，可以使用它在一些狭小的空间内对体积小巧的元器件或螺钉等物品进行夹捏，还可以使用尖嘴钳对不规则的元器件引脚进行整形，使其达到焊接的标准。



图 3-1 尖嘴钳实物图

(2) 斜口钳

如图 3-2 所示，斜口钳的钳口扁平，常使用斜口钳对各类金属导线进行剪切，也可以使用斜口钳剪切不规则元器件过长的引脚，操作时比较方便。



图 3-2 斜口钳实物图

(3) 老虎钳

如图 3-3 所示，老虎钳的钳口厚重，常使用老虎钳夹持一些较大的元器件，也可以使用老虎钳对一些金属配件进行弯折成型处理，操作时十分方便。



图 3-3 老虎钳实物图

(4) 剥线钳

如图 3-4 所示，剥线钳是用来剥去各种导线绝缘外皮的专用工具。



图 3-4 剥线钳实物图

剥线钳的钳口处有用于剥不同直径导线的切口，一般剥线钳的切口有 2.0mm、1.8mm、1.5mm、1.0mm、0.8mm、0.5mm、0.3mm 等规格，在对线材进行剥线操作时，可根据不同线材的直径选择剥线钳不同的切口。

2. 螺钉旋具

日常使用的螺钉旋具主要有一字头和十字头两大类，各类螺钉旋具都有大小各种不同的规格，图 3-5 为各种螺钉旋具的实物图。



图 3-5 螺钉旋具实物图

一般情况下，在对微波炉及其他家电产品进行维修和拆装时，只要依据螺钉的大小来选用相应的螺钉旋具即可。但有些微波炉在某些特殊的部分会采用一些特殊的紧固螺钉，如三角头螺钉、H 头螺钉、Y 形头螺钉等。如果在检修微波炉时遇到了这些特殊的紧固螺钉，还需要准备相应的螺钉旋具对其进行拆卸，否则就很难完成拆卸操作，增加维修难度。为了提高维修的速度，还可以购置电动螺丝刀，如图 3-6 所示。在对产品进行维修操作时使用电动螺丝刀不仅省力，而且还会提高维修的速度。



图 3-6 电动螺丝刀实物图

3. 清洁工具和清洁剂

在微波炉维修时，一般会用到如下一些清洁工具和清洁剂。

(1) 清洁工具

1) 毛刷和油画笔

如图 3-7 所示，为微波炉检修常用的毛刷，可用来清洁微波炉电路板上的灰尘和污物。一般在对微波炉的电路板进行清洁时常选用宽度为 2.54 ~ 5.06cm (1 ~ 2in) 的毛刷。

TIPS

目前，市场上有两大类剥线钳：一类是集剪线、剥线、压接线头功能于一体的多功能剥线钳，这类剥线钳的剥线去皮过程是手工作业，劳动强度较大，但其价格相对较低；另一类是专用的剥线钳，这类剥线钳的剥线去皮过程是一次完成的，轻松简便，但其价格相对较高。

TIPS

油画笔的笔毛比毛刷要硬挺一些，常使用它来清洁电路板上在焊接操作后遗留下来的松香残渣和一些比较顽固的污渍，一般可选用10号或8号的油画笔对微波炉的电路板进行清洁操作。

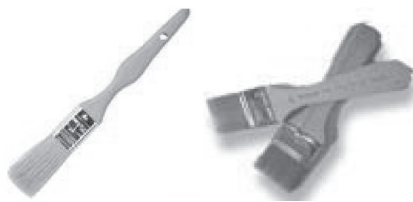


图 3-7 毛刷实物图

如图 3-8 所示为常用的油画笔。



图 3-8 油画笔实物图

2) 吹气皮囊

如图 3-9 所示为常用的吹气皮囊。利用吹气皮囊可以对不利于毛刷清洁的部位进行清洁，以去除灰尘、污物。

(2) 清洁剂

1) 酒精

如图 3-10 所示为常用的酒精，可使用酒精对电路板上焊接操作后残留的松香等助焊剂进行清洁。

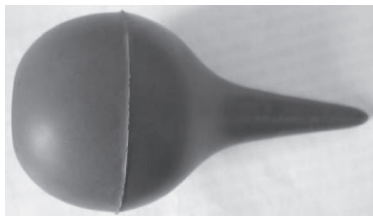


图 3-9 吹气皮囊实物图



图 3-10 酒精实物图

如果在维修后不对电路板进行清洁操作，微波炉在以后的使用过程中电路板上的污物会在高湿环境下受潮漏电，并可能引发新的故障，因此，在微波炉维修操作结束后，一定要对维修焊接处残留的助焊剂进行清洁。

2) 洗洁精

如图 3-11 所示为常用的洗洁精。对于一些工作环境特殊的微波炉，如长时间工作在多油烟的环境下，其内部将会积有油渍。对积有油渍的电路板进行清洗操作后，将其放在阴凉、通风、干燥处晾干后即可开始进行维修。



图 3-11 洗洁精实物图

3) 天那水

如图 3-12 所示为常用的天那水，利用它可以对电路板上元器件打火冒烟后被熏黑部位的烟渍进行有效的清洁。

当微波炉内部元器件或电路板本身长期处在油烟、高湿的环境下工作时,由于自身绝缘性能下降,可能会造成元器件打火或烧焦的故障现象,并产生大量富含碳元素的烟气。如果这些烟气附着在电路板上,会造成漏电,并可能出现新的故障点。因此,在对微波炉进行维修操作时如果发现其电路板上 有烟渍或烧焦的痕迹时,应及时使用天那水清洁电路板上的碳化处,或直接将电路板上的碳化处刮除。

4. 电烙铁

如图 3-13 所示为常用的电烙铁。



图 3-12 天那水实物图



图 3-13 电烙铁实物图

在微波炉及其他家用电器维修中使用得最多的便是电烙铁,它也是维修过程中必备的工具之一。在维修微波炉时,40W 左右的电烙铁一般即能够满足维修时的需要。或者可准备两把电烙铁,其中一把为 30W 的电烙铁,用于焊接小焊点和小型元器件等;另一把为 50W 的电烙铁,用于焊接大电流的焊点。

5. 焊锡和松香

(1) 焊锡

如图 3-14 所示,在微波炉的维修操作过程中所使用的焊锡多为低温焊锡。

低温焊锡的配方比例大致为锡 63%、铅 37%,有些焊锡为了提高导电性还会添加一些其他的金属元素。



图 3-14 焊锡实物图

常用焊锡丝的直径有 0.5mm、0.8mm、1.0mm 等。对于一般的焊锡丝而言,直径越小,其熔点越低;反之,直径越大,熔点越高。

在对微波炉进行维修操作时,最好选用两种不同熔点的焊锡。在维修微波炉低压部分时,对于小而密且距离元器件较近的焊点,使用低温焊锡焊接较为方便;在高压大电流部分,则需要使用温度、熔点和硬度都较高的焊锡,以便很好地保证焊点的牢固和电气性能。

(2) 松香

如图 3-15 所示,在微波炉的维修过程中,松香主要被用做助焊剂。

TIPS

在对这种微波炉进行维修操作时,首先要检查其电路板上是否积有油渍,如果有,则应使用洗洁精(清洁灵、洗衣粉等均可)对其进行清洗,因为油渍的存在将会阻碍维修的进度,同时还会对工作环境造成污染。

TIPS

目前,无铅焊锡正在被广泛地使用。无铅焊锡的熔点更低,具有更好的流动性和焊接性,且无铅焊锡能够与一般焊锡很好地融合。

在锡焊操作时，由于电烙铁的高温，焊锡在空气中很容易被氧化，焊锡氧化后将对焊接质量造成较大的影响。松香的主要成分为松香酸，这种酸只在电烙铁的高温下才起作用。松香酸会在电烙铁的高温下与焊锡氧化层起还原反应，并且能够在短时间内保护高温熔化的焊锡不再被氧化，从而保证焊锡与基材很好地融合在一起。



图 3-15 松香实物图

6. 吸锡器

如图 3-16 所示，吸锡器分为电动吸锡器（也称吸锡泵）和手动吸锡器，其作用是将电路板上已熔化的焊锡吸走，使元器件的引脚与电路板的焊点脱开。



图 3-16 吸锡器实物图

使用吸锡器可以很方便地对引脚较多的元器件进行拆解，而又不至于损坏电路板上的铜箔。

7. 屏蔽线

如图 3-17 所示，屏蔽线也可用于吸取电路板上的焊锡，但与吸锡器不同的是，屏蔽线在把多余的焊锡吸走的同时会留下少量的焊锡。



图 3-17 屏蔽线实物图

在焊接贴片元器件（如大规模集成电路）时，由于集成电路的引脚非常密集，此时使用电烙铁和焊锡不易对集成电路的引脚进行单根焊接操作，只能以堆叠的方式对集成电路进行焊接安装操作。焊接完成后，可使用屏蔽线把多余的焊锡或者集成电路两脚连焊的焊锡吸走，这样的焊接效果并不低于原装的效果。

此外，如果没有屏蔽线，也可拆解废旧磁控管（微波炉中使用的）天线头根部的微波密封来代用。

8. 其他检修工具

检修微波炉，除了上述工具，还可能要用到以下一些工具。

（1）镊子

TIPS

电动吸锡器的优点在于拆解数量较多的元器件时，可有效地减轻操作者的劳动强度。

手动吸锡器主要有大小两种规格，小规格的吸锡器便于携带，但其吸力偏小；大规格的吸锡器吸力强大，但体积稍大。在选购吸锡器时，最好优先选购大规格的吸锡器。

如图 3-18 所示,镊子轻巧灵活,可用于夹取或更换体积微小的贴片元器件。常用的镊子有直尖头和弯尖头两种。



图 3-18 镊子实物图

(2) 电吹风

如图 3-19 所示,在对微波炉的电路板进行清洁操作后,可使用电吹风对电路板进行吹干操作,使得微波炉的电路板迅速干燥并恢复电气绝缘性能。



图 3-19 电吹风实物图

(3) 注射器针头

如图 3-20 所示,注射器针头由优质的不锈钢管制成,中空、尖头且不易与焊锡粘连,因此,在微波炉的维修中多使用它来拆解元器件、疏通焊孔等。注射器针头的大小可根据元器件引脚的直径来选用。



图3-20 注射器针头实物图

(4) 电子硅酮胶

如图 3-21 所示,电子硅酮胶主要用于修补塑料外壳和粘贴陶瓷板等,也可用于高压元件的绝缘处理。



图3-21 电子硅酮胶实物图

TIPS

万用表的表头为磁电系测量机构,它只能通过直流电,利用二极管将交流电变为直流电,从而实现交流电的测量。

3.1.2 检修仪器及其使用方法

微波炉常用的检修仪器如下。

1. 万用表

万用表在微波炉的检修作业中是不可或缺的。如图 3-22 所示,万用表分为指针式万用表和数字式万用表两种。



图 3-22 万用表

下面我们分别来了解指针式万用表和数字式万用表各部分的功能及其使用方法。

(1) 指针式万用表

如图 3-23 所示为 MF82 型指针式万用表的外形图。

TIPS
在正常情况下，指针式万用表的表笔开路时，指针应指在左侧 0 刻度线的位置。如果不在 0 位，就必须进行机械调零，以确保测量的准确。

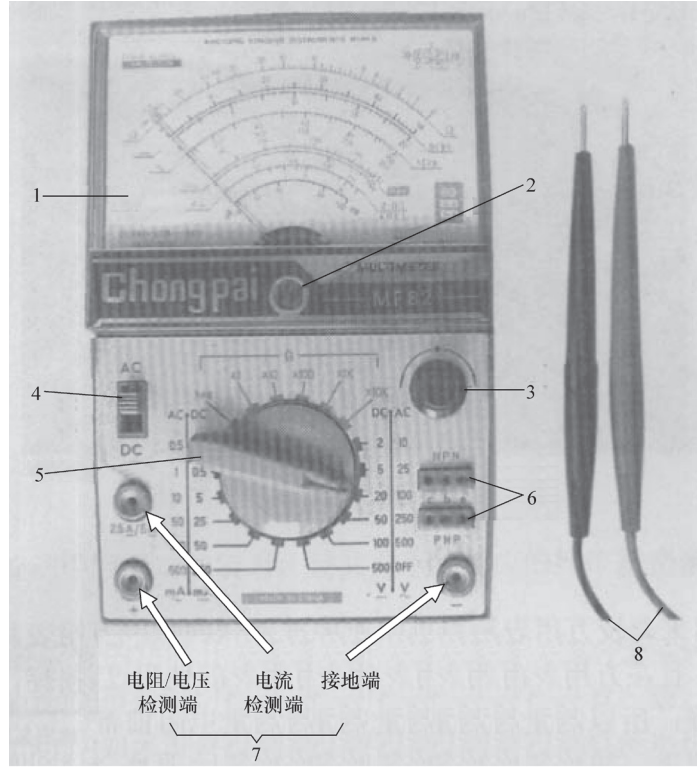


图 3-23 MF82 型指针式万用表外形示意图

- 1—表盘 2—调零螺钉 3—调零电位器 4—AC/DC 切换开关 5—功能开关
6—晶体管测量输入端 7—表笔插孔 8—表笔
1) 表盘。

表盘是供万用表工作时读取测量数值的。由于万用表的功能很多，因此表盘上通常有许多刻度线和刻度值。MF82 型指针式万用表表盘如图 3-24

所示，它上面有8条同心的弧形刻度线，每一条刻度线上还标识出了许多刻度值。



图 3-24 MF82 型指针式万用表表盘

2) 表头调零螺钉。

如图 3-23 所示，调零螺钉位于表盘下方的中央位置，它的作用是对万用表进行机械调零。

3) 电阻挡调零电位器。

调零电位器是用来调校万用表测量电阻时的准确度的。

用万用表测量电阻时需要万用表自身的电池供电，且在万用表的使用过程中电池电量会不断地损耗，将导致万用表测量电阻时的精确度下降，所以测量电阻前都要先通过调零电位器进行调零，或称零欧调整。

零欧调整具体方法如下。

首先将功能旋钮拨到电阻的量程范围，然后将两只表笔互相短接，这时指针应指向 0Ω （电阻刻度的零值）。如果不在 0Ω 处，就需要调整调零电位器旋钮使万用表指针指向 0Ω 刻度。

4) AC/DC 切换开关。

如图 3-23 所示，AC/DC 切换开关在操作面板左侧上部，用于直流和交流状态的切换。

5) 功能开关。

如图 3-25 所示，功能开关位于指针式万用表的主体位置，它由功能旋钮和量程刻度盘两大部分构成。

从图 3-25 中可以看到，位于中间的旋钮就是功能旋钮，旋钮的周围是量程刻度盘，上面标有挡位及量程。左侧标记为“mA”、“mA”的区域是直流、交流电流的量程刻度，右侧标记为“V”、“V”的区域是直流、交流电压的量程刻度，上侧标记为“ Ω ”的区域是电阻的量程刻度。

TIPS

需要注意的是，在进行电阻测量时，每变换一次挡位或量程，就需要重新通过调零电位器进行零欧调整，这样才能确保测量值的准确性。

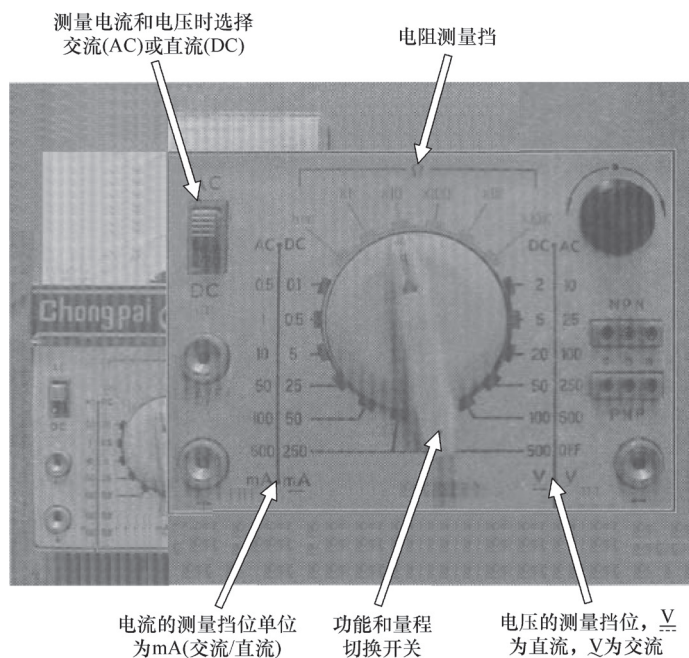


图 3-25 MF82 型指针式万用表功能开关

检测时,只需旋转中间的功能旋钮,使其指示到相应的挡位及量程刻度,即可进入相应的状态。

6) 晶体管测量端口。

如图 3-25 所示,在操作面板右侧有两组测量端口,专门用来对晶体管的放大倍数 (h_{FE}) 进行检测。相对位于上面的端口上方标记有“NPN”的文字标识,这表示该端口是专门用于对 NPN 型晶体管进行检测的;相对位于下面的端口下方标记有“PNP”的文字标识,这表示该端口是专门用于对 PNP 型晶体管进行检测的。这两组测量端口都由 3 个并排的小插孔组成,在这两组测量端口的中间,从左至右依次标有“c”、“b”、“e”的标识,它们分别对应于两组端口的 3 个小插孔。检测时,首先将万用表的功能开关旋至“ h_{FE} ”挡位,然后将待测晶体管的 3 个引脚依次对应插入相应的 3 个小插孔中即可。字母 c、b、e 分别表示晶体管的 3 根引线的名称,即集电极、基极、发射极。在测量时根据标识将晶体管的 3 根引线分别插入相应的插孔内即可。

7) 表笔及表笔插孔。

万用表有两只表笔,分别用红色和黑色标识,它们用于待测电路或元器件与万用表之间的连接。

通常在指针式万用表的操作面板下面有 2 ~ 4 个插孔,它们是用来与万用表表笔相连的表笔插孔(根据万用表型号的不同,表笔插孔的数量及位置都不尽相同)。每个插孔都用文字或符号进行标识,其中标注有“-”、“*”或“COM”的插孔通常用来与万用表的黑表笔相连,将黑表笔的引线插头

插入到该插孔中即可。与之相对应,标注有“+”的插孔通常用来插接万用表的红色表笔。这时就可以通过两只表笔对待测的电子元器件进行检测。

(2) 数字式万用表

如图 3-26 所示为 VC9805A 型数字式万用表的外形图。

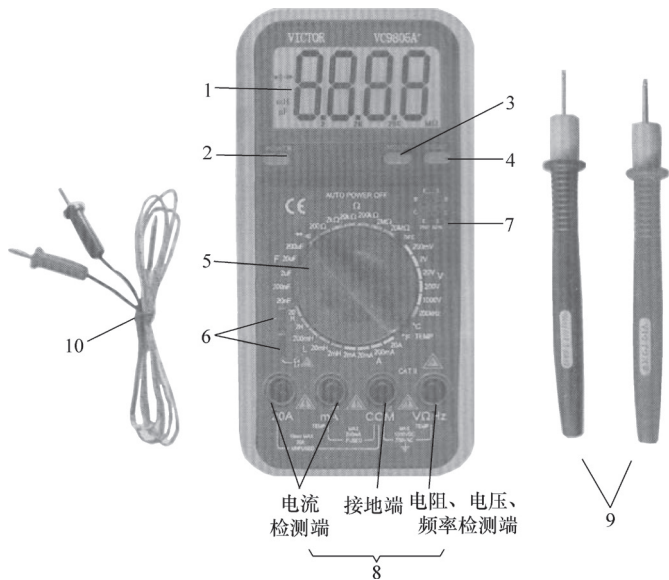


图 3-26 VC9805A 型数字式万用表外形示意图

- 1—液晶显示屏 2—电源开关 3—锁定开关 4—AC/DC 切换开关
5—功能开关 6—电容电感测量输入端 7—晶体管测量输入端
8—表笔插孔 9—表笔 10—热电偶传感器

1) 液晶显示屏。

液晶显示屏用来显示当前测量状态和最终测量数值。例如,若当前选择的量程为“200mV”,那么在其右上角显示“AC”字符,表示待测电路为交流电路,液晶显示屏下部(小数点的下方)显示的“200”和显示屏右部显示的“mV”表示当前的量程为“200mV”,中间较大的数字即为测量的最终读数。

2) 电源开关、锁定开关以及 AC/DC 切换开关。

位于液晶显示屏下方的是 3 个并排的按钮,从左到右依次为电源开关、锁定开关、AC/DC 切换开关。

① 电源开关:在其上方标识有“POWER”字符,用于打开或关闭数字式万用表。

② 锁定开关:在其上方标识有“HOLD”字符,按下此按钮,仪表当前所测数值就会保持在液晶显示屏上,并出现“H”符号,直到再次按下时“H”符号消失,退出保持状态。

③ AC/DC 切换开关:在其上方标识有“DC/AC”字符,当此按钮为按

TIPS

此外,万用表还具有检测电流的功能。当检测电流时,需要将红表笔的引线插头插入检测电流的专用插孔中,通常在这个插孔处都会标注该万用表的最大量程。例如,MF82 型万用表的电流检测插孔处标有“2.5A/5A”的字样,这表示它所能检测的最大直流电流为 2.5A,最大交流电流为 5A。直流与交流的检测模式是通过 AC/DC 切换开关的切换实现的。

TIPS

当前状态在液晶显示屏上也会有显示。譬如，若要测量物体的温度，就需要把功能开关置于“TEMP”处（根据自己的需要选择“℃”或者“°F”），即可进入温度测量状态。

下状态时，在液晶显示屏左上角会显示“AC”字符，这时可以用于交流电路的测量。当按钮为弹起状态时，液晶显示屏左上角的“AC”字符消失，此时表示仪表进入直流测量状态，可以用于直流电路的测量。

3) 功能开关。

如图 3-27 所示，功能开关位于操作面板的主体位置，跟指针式万用表的功能开关一样，它也是由功能旋钮和刻度盘两大部分构成的，其测量功能包括电压、电流、电阻、电容、电感、二极管、晶体管、温度及频率等的测量。

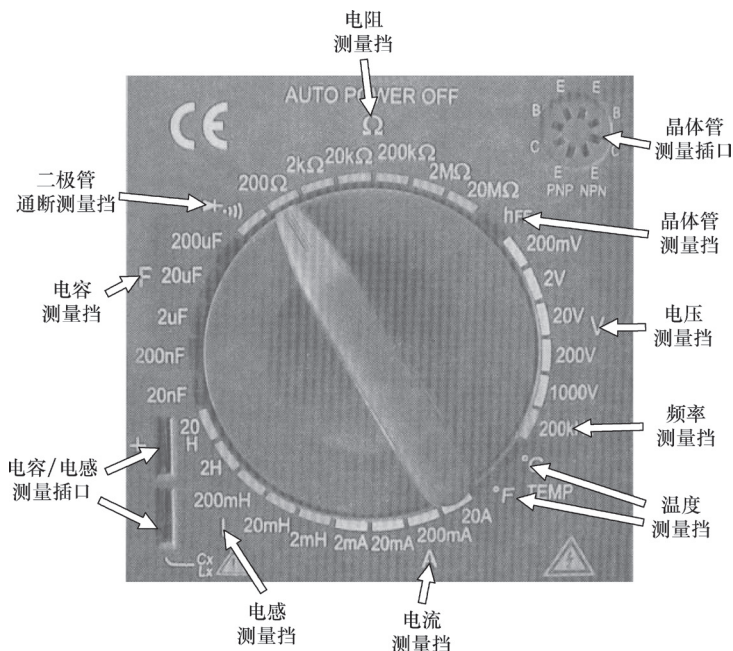


图 3-27 VC9805A 型数字式万用表功能开关

具体测量时，仅需旋动中间的功能旋钮，使其指示到相应的挡位及量程刻度，即可进入相应的状态。在液晶显示屏右侧会显示当前测量状态“℃”或者“°F”，中间较大的数字则为当前测量的温度值。

4) 电容 / 电感插口。

在操作面板的左侧有两个长条形的插孔，其旁边标识有“CxLx”字符，这表示它是用以测量电容和电感的。有些电容是有极性的，所以在条形孔的旁边标有“+”、“-”，检测时仅需把待测的有极性的电子元件引线端插入相应的插孔内即可。

5) 晶体管测量插口。

如图 3-27 所示，功能面板的右上方有一个小圆略低于面板，其中有 8 个小孔围成一个圆形分布于其中，每个孔旁都标有一个字符。它们分为两组，左半圆由左边的 4 个小孔组成，这 4 个小孔旁边分别标有“E”、“B”、“C”、“E”，表示发射极、基极、集电极、发射极。可以发现有两个发射极

插孔,在测量时,可选择其中一个与其他两个孔一起测量晶体管的3根引线。在其下标有“PNP”,表示测量的为PNP型晶体管。与其相对的右半圆是由另外4个小孔组成的,与上面4个标识的含义一样,所不同的是在其下方标有“NPN”,表示这4个小孔是用来测量NPN型晶体管的。

6) 表笔及其插孔。

万用表有两只表笔,分别用红色和黑色标识,它们用于待测电路或元器件与万用表之间的连接。通常在数字式万用表的操作面板下面有4个插孔,分别标识为“20A”、“mA”、“COM”、“VΩHZ”,它们是用来与万用表表笔相连的表笔插孔,具体的用法与指针式万用表基本相同,这里不再赘述。

7) 热电偶传感器。

如图3-28所示,热电偶传感器的一端为一黑一红两个插头,黑色插头接的是万用表的“mA”插孔,红色插头接万用表的“VΩHZ”插孔:另一端为测量端,可以放入待测物体表面或者内部。

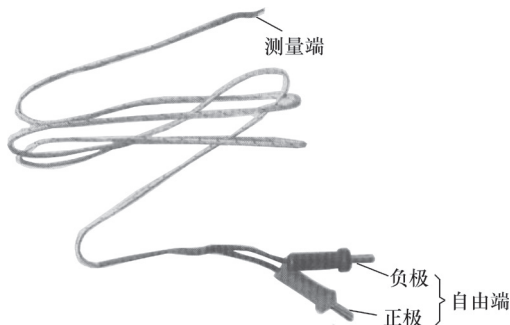


图 3-28 热电偶传感器

(3) 万用表基本功能的使用

1) 测量直流电压。

在调试或检修电子产品时,常常需要测量电路中的直流电压,以判断电路中的电压是否为正常工作时应有的电压。以指针式万用表为例,具体测量步骤如下:

- ① 将黑表笔插接在万用表的接地端(“-”或“*”),红表笔插接在电压测量端(“+”或“VΩHz”)。
- ② 将 AC/DC 切换开关拨到“DC”处,进入直流测量状态。
- ③ 将功能开关拨到电压测量挡位的最大挡。
- ④ 将万用表的红表笔接到电压高的一端,黑表笔接到电压低的一端。这里需要注意的是,如果两表笔接反,指针式万用表的指针会反向偏摆,有可能引起指针式万用表故障。
- ⑤ 测得电路中的大约电压值,确定电路中电压的具体测量量程。
- ⑥ 将功能开关拨到相应的量程上,可测出较为准确的电压值。

TIPS

测量电压、电流和电阻是万用表的基本功能,也是在电路检测、故障检修中万用表检测最常用的功能。

譬如，在判断晶体管放大器工作是否正常时，就需要测量晶体管放大器中偏置电阻上的直流电压。这时，按上述步骤要先将表笔插入相应的插孔内，使 AC/DC 切换开关置于“DC”处，功能开关置于电压挡，并选择适当的测量范围。测量示例如图 3-29 所示（需要测量集电极负载电阻上的压降），将万用表的正端（红表笔）接到电压高的一端，负端（黑表笔）接到电压低的一端。

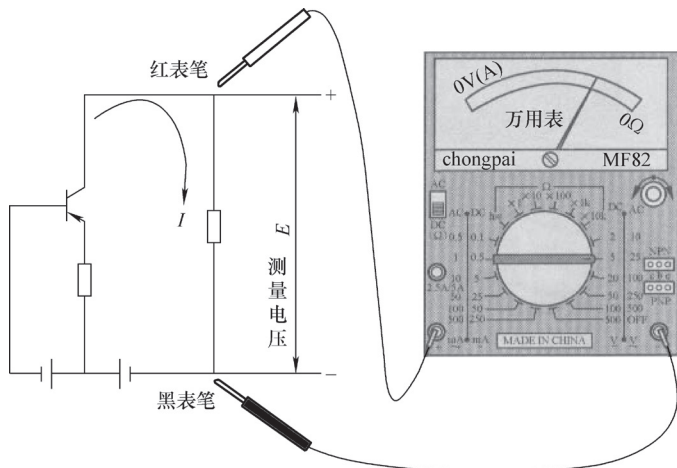


图 3-29 直流电压测量示意图

2) 测量直流电流、交流电压、交流电流和电阻。

直流电流、交流电压和交流电流的测量步骤和测量直流电压大同小异，即第一步对万用表进行机械调零；第二步将表笔插接在相应的插孔中；第三步选择相应的测量功能，先从最大量程测起，然后调整到合适的量程测量得到较为准确的数值。

具体操作方法这里不再赘述，但是应注意以下几点：

① 测量电压时，不要切断电路，而测量电流时则需要切断被测部位的电路，将万用表串接在电路之中，如图 3-30 所示。

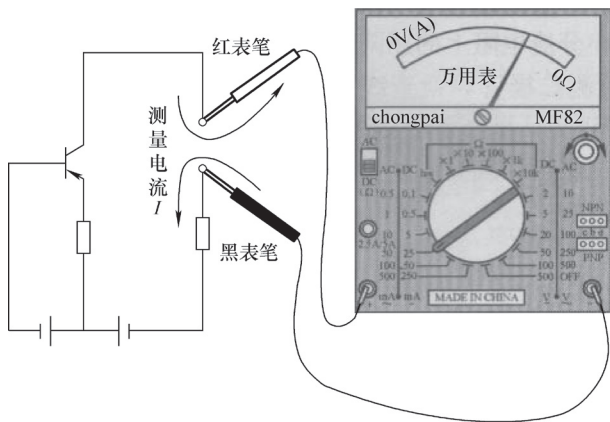


图 3-30 直流电流测量示意图

TIPS

在刚开始测量时，数字式万用表可能会出现跳数现象，应等到液晶显示屏上所显示的数值稳定后再读数，这样才能确保读数的正确。

② 用指针式万用表在测量时，要注意电路是直流电路还是交流电路。如果是直流电路，则需要区分极性，即红表笔接在电压高的一端，黑表笔接在电压低的一端。而数字式万用表则不需要区分极性，可直接测量，表笔的极性任意。

③ 用指针式万用表测量电阻值时，应先将两表笔短接看指针是否指在 0Ω 处。如不在 0Ω 处，需转动调零电位器调零后，再进行实际电阻的测量。

④ 当测量具有大电容电路中的电阻值时，电容上的充电电荷必须放掉以后再测量，用几百欧的电阻短接电容器两端即可。

⑤ 如果测量叠加在直流电压上的交流分量，可在表笔上串接一只 $0.1\mu\text{F}$ 的电容，以便隔离直流分量。有些万用表中设有内置电容。

(4) 万用表的使用注意事项

万用表的使用应注意以下一些事项。

1) 指针式万用表的使用注意事项。

① 万用表的表头是动圈式电流表，指针摆动是由线圈的磁场驱动的，因而测量时要避开强磁场环境，以免造成测量误差。

② 万用表内的电池是在测量电阻值时起作用的，电池的电量消耗以后，要重新进行 0Ω 调整，测量才能正确。更换新电池后也要重新进行 0Ω 调整。

③ 测量直流电路时一定要注意极性，当反接时，指针会向反向偏转，严重时甚至会打坏表头。

2) 数字式万用表的使用注意事项。

① 由于数字式万用表属于多功能精密电子测量仪表，因此在使用之前，应仔细阅读数字式万用表的说明书。熟悉电源电路开关、功能及量程转换开关、功能键（如读数保持键、AC/DC 切换键、存储键等）、输入插口以及专用插口（如晶体管插口 h_{FE} 、电容器插口 CAP 等）、仪表附件（如测温探头、高压探头、高频探头等）的作用。

② 测量电压时，数字式万用表与被测电路并联。由于数字式万用表具有自动转换并显示极性的功能，因此，在测量直流电压时不必考虑表笔的接法。测量电流时，数字式万用表与被测电路串联，同样不必考虑表笔的接法。但是当被测电流源内阻很小时，应尽量选择较大的电流量程，以减小分流电阻上的压降，提高测量的准确度。

③ 测量电阻、检测二极管和检查线路通断时，红表笔应接 V/Ω 插孔（或 $\text{mA}/V/\Omega$ 插孔）。此时，红表笔带正电，黑表笔接 COM 插孔而带负电。这与指针式万用表的电阻挡正好相反。因此，在检测二极管、发光二极管、晶体管、电解电容器、稳压管等有极性的元器件时，必须注意表笔的极性。

TIPS

应注意万用表的极限参数。掌握出现过载显示、极限显示、低电压指示以及其他声光报警的特征。例如在测量过程中，如果液晶显示屏的最高位显示数字为“1”，而其他位消隐，说明当前数字式万用表已过载，应及时选择更高的量程再测量。

2. 钳形表

如图 3-31 所示为数字钳形表的实物外形。



图 3-31 钳形表实物图

在对微波炉的工作电流进行测量时，通常会使用到钳形表（有的钳形表还具有万用表的功能）。

在需要测量微波炉的电流时，根据微波炉所标识的电流额定值，调整钳形表的量程，然后将微波炉电源线中的一根置于钳口的中心部位，钳形表即可显示出当前所测得的电流值。在测量时，钳形表只能卡住一根导线，否则将无法测量电流。如果钳形表具备测量电压的功能，那么钳形表还可以像万用表一样，对微波炉中的各部分电路及元器件进行电压的测量，以判别故障。

3. 绝缘电阻表

如图 3-32 所示为绝缘电阻表的实物外形图。

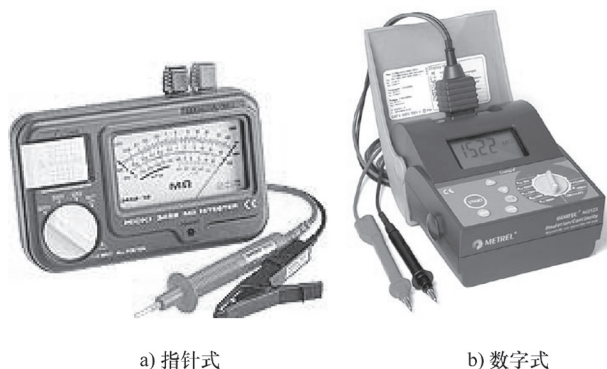


图 3-32 绝缘电阻表实物图

在维修微波炉时，将涉及一些元器件绝缘电阻的测量，对它们的测量就会使用到绝缘电阻表。常用绝缘电阻表的规格是 500V、0 ~ 500MΩ。

4. 功率表

如图 3-33 所示为功率表的实物外形图。

TIPS

在使用绝缘电阻表测量元器件的绝缘电阻时，将绝缘电阻表上的两根测量导线分别跨接在元器件的引脚和接地端，绝缘电阻表所显示的读数就是该元器件的绝缘电阻值。



a) 指针式 b) 数字式

图 3-33 功率表实物图

使用功率表能够快捷、准确地检测出微波炉的功率调节范围，也可以直接使用功率表测量微波炉输入电源线上消耗的功率。功率表在微波炉的维修工作中对维修人员有很大的帮助。

5. 微波泄漏测量仪

如图 3-34 所示为微波泄漏测量仪的实物外形图。



图 3-34 微波泄漏测量仪实物图

使用微波泄漏测量仪可方便快捷地测量出微波炉的微波泄漏情况，并可根据测得值判断微波炉是否良好。

使用微波泄漏测量仪测量微波炉微波泄漏情况的详细方法参见本章第二节“微波泄漏的测试”。

6. 示波器

如图 3-35 所示为示波器的实物外形图。

在微波炉的维修过程中，经常会使用到示波器。使用示波器可以方便、快捷、准确地检测出各种微波炉单片机发出的各种控制信号的波形。通过观测各种信号的波形即可判断出故障点或故障范围。

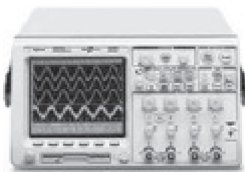


图 3-35 示波器实物图

3.2 微波炉性能的测试

3.2.1 微波泄漏的测试

我们知道，过量的微波对人体有害。在微波炉检修过程中，对于微波的

TIPS

微波炉性能的好坏直接决定着微波炉的使用效果，因此有必要对其性能做一些测试，以判断微波炉的工作状况。

泄漏该怎样去测试出来呢?

1. 使用微波能量测量仪进行测试

这种方法测量准确, 比较科学。需要的仪器是微波能量测量仪, 并配备 600mL 烧杯, 100°F 或 212°F 水银温度计或数字温度计。

(1) 微波能量泄漏测试步骤

使用微波能量测量仪测试微波能量泄漏的步骤如下。

1) 将 $275 \pm 15\text{mL}$, $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ($68 \pm 9^\circ\text{F}$) 的水加入到 600mL 烧杯, 然后把烧杯置于微波炉中心。

2) 启动微波炉并用微波能量测量仪测定微波泄漏。

3) 设置双重量程测量仪至 2450MHz。

4) 测量微波泄漏时, 要用带厚度 2in 隔离锥的探针, 探针需垂直于炉门。把探针的隔离锥放在炉门的连接处, 并且沿着接缝移动, 如图 3-36 所示。

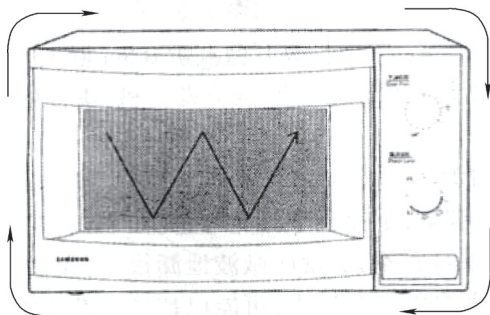


图 3-36 使用微波能量测量仪测试微波能量泄漏

按上述方式测量观察窗和排气孔。测量时设置探针的移动程度为 1in/s。如果对门缝的泄漏测量接近拐角处, 要使用探针垂直于测量区域, 紧靠隔离锥的探针与金属的距离不应小于 2in, 如果小于 2in, 会导致错误的读数。

5) 如检修或调整后, 测试微波泄漏量必须不小于 $5\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

(2) 移开外壳测试微波泄漏

1) 移开外壳。

2) 将 $275 \pm 15\text{mL}$, $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ($68 \pm 9^\circ\text{F}$) 的水加入到 600mL 烧杯, 然后把烧杯置于微波炉中心。

3) 启动微波炉高功率运行。

4) 设置双重量程测量仪至 2450MHz。

5) 如前所述, 用测量仪和带有隔离锥的探针测量磁控管四周区域, 导风罩表面和波导管表面, 如图 3-37 所示, 但要

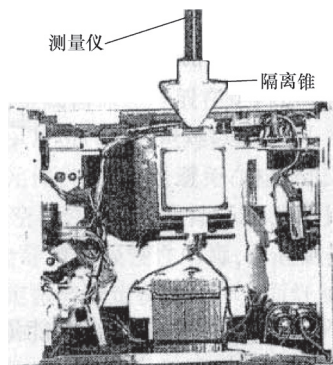


图 3-37 移开外壳测量微波泄漏
注意避开高压电器元件, 仪表读数必须小于 $5\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

TIPS

怀疑微波炉有泄漏时, 不要沿着微波炉表面水平地移动测量仪探针, 这有可能损坏探针。

(3) 测试时的注意事项

使用微波能量测量仪测试微波能量泄漏时应注意以下一些事项。

1) 不要超过既定的刻度。

2) 测试探针必须固定在手柄上, 否则当操作者的手位于手柄和探针之间时会导致错误的读数。

3) 遵循微波能量测量仪产品介绍, 用微波能量测量仪测定微波泄漏。

2. 使用收音机进行测试

使用收音机测试微波能量泄漏的方法如下。

打开有调频波段的收音机, 置于调频挡, 将收音机放置于正在工作的微波炉的周围, 收音机可接收到微波并发出杂音。

正常工作的微波炉, 在炉门框四周收音机发出的杂音应响一些, 其他部位的杂音应弱一些。收音机离开微波炉 0.5m 以上时, 应基本上听不到杂音。如果收音机杂音过大, 说明微波泄漏比较严重, 应立即停机, 进行处理。

3. 使用小型荧光灯管进行测试

使用小型荧光灯管测试微波能量泄漏的方法如下。

在黑暗的室内, 开启微波炉, 手持小型荧光灯管 (如 8W), 在微波炉四周慢慢移动, 特别是在炉门侧更应仔细。

如果灯管不亮, 说明微波泄漏很少, 在安全标准范围内; 如果灯管较亮、微亮或某部位亮, 都说明微波泄漏较大, 可能已超过标准范围, 此时应停止试机, 进行处理。

3.2.2 磁控管输出功率的测试

磁控管输出功率测试, 可采用简单的方法, 即通过一个水温升高实验测定。实验所需仪器为 2 个 1L 硼硅烧杯 (外径 190mm), 1 支水银玻璃温度计。

其测试方法如下。

1) 在一个烧杯中加入 1L 水。

2) 用温度计搅拌杯中水, 并记下温度 T_1 ($10 \pm 1^\circ\text{C}$)。

3) 将水倒入另一个烧杯, 并将烧杯放在微波炉转盘中心, 设置微波炉在最高功率准确工作 49s (包括磁控管振荡延迟 2s)。

4) 加热结束时, 再用温度计搅拌烧杯中的水, 并测出升高了的温度 T_2 。

5) T_2 减去 T_1 就得到了水温升高的度数 ΔT 。

6) 输出功率可以通过下列公式计算得到

TIPS

光波炉在加热原理上和微波炉完全不同，微波炉是由普通的磁控管发射微波来完成，而光波炉由光波迅速致热，能巧妙地利用光波和微波综合对食物进行加热。

$$\text{输出功率} = \frac{4.187 \times 1000 \times \Delta T}{49} \quad (3-1)$$

式中，49 为加热时间；4.187 为水的特征系数；1000 为水的体积； ΔT 为温度差（ $T_2 - T_1$ ）。

7) 通常这类型号的微波炉温度差为 $9 \sim 11^\circ\text{C}$

3.2.3 微波炉热量分布的测试

微波炉热量分布（均匀性）可通过测量炉内任何位置水温升高度数来间接地测定。其方法如下。

- 1) 准备 5 个 100mL 烧杯（由 pyrex 制造）。
- 2) 每个烧杯精确地取 100mL 水。
- 3) 测量每杯水的温度（读数精确到 1 位小数点）。
- 4) 将每个烧杯放置在如图 3-38 所示转盘的不同位置，然后开始加热。

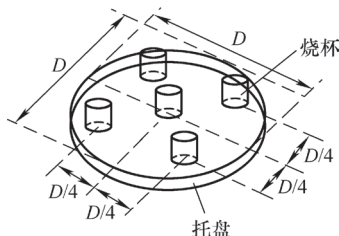


图 3-38 微波炉热量分布测试

- 5) 加热 2min 后测量每个烧杯中水的温度。
- 6) 微波炉热量分布效率可通过下列公式计算得到

$$\text{热量分布效率} = (\text{最小温升} / \text{最大温升}) \times 100\%$$

结果应超过 65%。

3.2.4 微波炉工作性能的判断

下面来了解一下微波炉工作性能的判断方法。

1. 机械控制式微波炉的判断

机械控制式微波炉工作性能的判断方法如下。

- 1) 定时器设置于“0”位置时，微波炉不工作，炉灯也不亮。
- 2) 烹调过程中，在定时器未旋转回到“0”情况下，打开炉门，炉灯亮，但加热停止，风扇和转盘也停止工作。如果关上炉门，则继续加热。
- 3) 微波炉工作至设定时间后，自动停止工作。

只要是符合上述 3 个条件，即可判断微波炉工作是基本正常的。

2. 电脑控制式微波炉的判断

电脑控制式微波炉工作性能的判断方法如下。

1) 炉门不关闭时, 炉灯亮, 显示屏显示初始值, 操作面板上时间、火力、加热方式、重量、停止/取消等键和调节菜单键旋钮等烹调程序设置键有效, 按“启动”、“快速解冻”、“自动加热”等执行键无效。

2) 炉门关闭, 且未按动“启动”等执行功能键时, 炉灯灭, 除显示屏显示用户设置信息外, 转盘电动机、微波系统、烧烤器均不工作。

3) 炉门关闭, 且按“启动”或“快速解冻”等执行键时, 炉灯亮、风扇运转、转盘运转(对无转盘电动机的机型除外)、能正常加热。

只要是符合上述3个条件, 即可判断微波炉工作是基本正常的。

3.3 微波炉专用结构部件的识别及检测

3.3.1 电源

前面已经了解, 微波炉的电源主要包括磁控管阳极电源、磁控管灯丝电源和风扇冷却系统。这里我们具体来做一了解。

1. 磁控管阳极电源

对磁控管阳极电源的要求是: 在交流电网电压波动 $\pm 10\%$ 的情况下, 阳极电压能保持足够稳定, 以保证微波输出的稳定。

家用微波炉的磁控管阳极电源电路主要采用漏感谐振电路、开关型换流电路和磁饱和电抗器控制电路, 分别如图 3-39~图 3-41 所示。

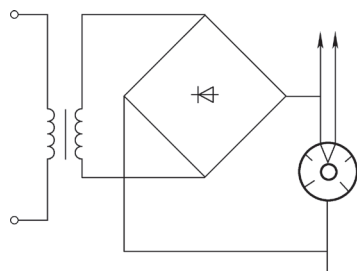


图 3-39 漏感谐振电路

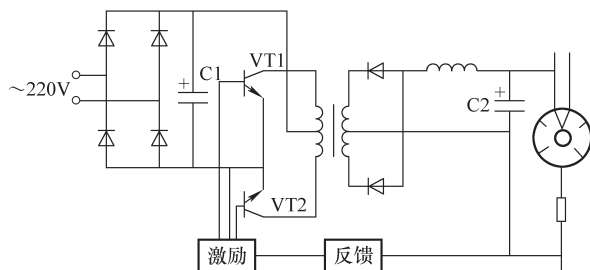


图 3-40 开关型换流电路

TIPS

使用保鲜膜加热食物时, 最好不要让其直接接触食物, 可将食物放入大碗底, 用保鲜膜平封碗口或不用保鲜膜而直接用玻璃或瓷器盖住, 这样也可将水汽封住, 使加热迅速均匀。在取出食物前可将保鲜膜刺破, 以避免它黏到食物上。

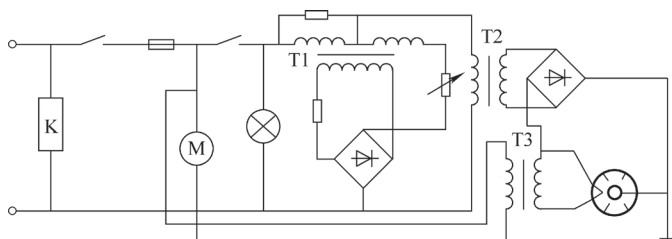


图 3-41 磁饱和和电抗器控制电路

2. 磁控管灯丝电源

为限制磁控管灯丝在刚加上预热电压时产生较大的启动电流，一般采用漏磁变压器或在灯丝电源电路中串接限流电阻，从而以较低的电压预热灯丝。这些方法都可以在一定程度上限制启动电流的大小。

3. 磁控管风扇电源

采用微型电动机带动一只小型风扇，沿平行散热片方向吹风，冷却磁控管，并把热风导入炉腔，以提高热能的利用率。

4. 微波炉的电源电路解析

下面以格兰仕 W-600 型微波炉为例，对电源电路进行分析。如图 3-42 所示，为 W-600 型微波炉的电源电路。

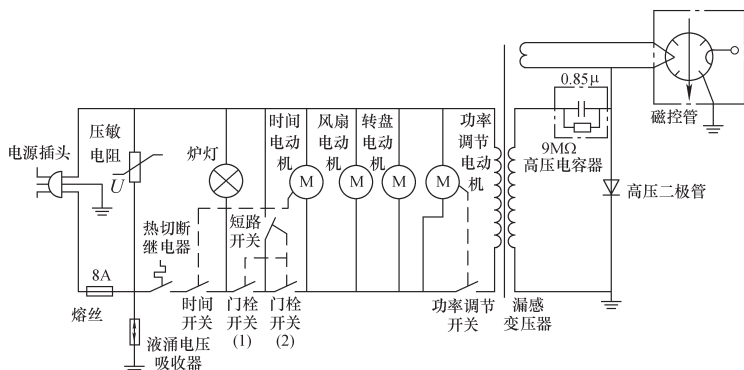


图 3-42 W-600 型微波炉电源电路

图 3-42 电路中，变压器右边部分的电路就是磁控管的供电电路。

市电经变压器变换后提供磁控管的灯丝电源和阳极高压电源。灯丝电源是交流 3.3V、10A，它是共阴极的，也就是灯丝即是管子的阴极。

上述电路的实质是一个磁控管阳极接地的半波倍压整流电路。半波、倍压的直流电源作用于磁控管的阴、阳极之间来驱动磁控管工作，其等效电路如图 3-43 所示。

磁控管供电电路的工作原理是：变压器二次侧输出 V_2 约为交流 2000V、50Hz 高压。在电源正半周期时，a1 相对于 a2 为正，电流 I_1 通过电容 C 和二极

极管 VD 到 a2，此时电容器充电，使电容器两端电压 $V_c = V_{a1} - V_{b1} \approx \sqrt{2} V_2$ ；

TIPS

磁控管阳极电源主要是由变压器高压绕组、电容器 C 和二极

在电源负半周期, a_1 相对于 a_2 为负, 二极管 VD 截止, V2 输出的电压和原先积累在电容 C 上的电压 V_c 叠加在一起, 结果使 b_2 、 b_1 两端电压最高达 $V_{b2}-V_{b1} \approx 2\sqrt{2} V_2$, 此电压加到磁控管上。当这个电压超过磁控管阀门电压时, 管子振荡工作, 输出微波能量, 并产生阳极电流 I_D , 这时电容器放电。电路就这样周而复始地工作下去。

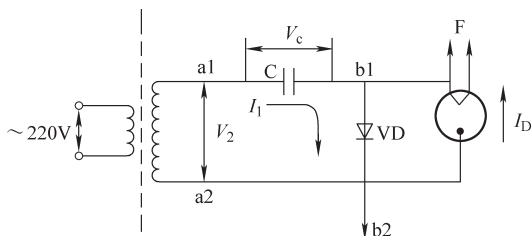


图 3-43 磁控管供电电路原理图

TIPS

电脑型微波炉面板通常设置有数码菜单、一键通菜单, 通过数码调节器进行烹调菜单或时间设置, 并由显示屏显示。

3.3.2 操作面板

由于微波炉的开/关、定时、火力、加热方式(微波、烧烤、微波光波组合)等烹调功能需要人工操作, 因此, 每款微波炉均设有操作面板。

1. 操作面板的布局

操作面板包括操作按键及功能显示器件, 如定时器、火力选择开关、炉门开关等。操作面板的具体布局差异性较大, 主要取决于产品定位(譬如普通机械型微波炉、电脑型微波炉、智能型微波炉等)及实物外观, 如图 3-44 所示。



a) 普通机械型

b) 电脑控制型

c) 智能型

图 3-44 微波炉操作面板实物图

2. 操作面板的显示方式

微波炉操作面板的显示方式主要有三种:

- 1) 液晶显示, 显示内容直接清晰。
- 2) 数码管显示, 即通过数码管直观显示设定的温度、时间等信息。

3) 荧光显示, 又称 VFD (真空屏) 显示。该显示电路由信号处理电路、显示驱动、真空屏组成。其中真空屏内部由灯丝 (阴极)、栅极及网栏、笔画电极 (阳极) 等元件组成。

3. 操作面板功能键的操作

就电脑控制式微波炉来说，操作面板上根据微波炉的功能设置有若干个微动开关。微动开关平时为断开状态，按压微动开关时接通，接通电阻接近于 0Ω 。当按压微动开关时，因微动开关断开 / 接通状态的变化，使 CPU 相关键控制电压高 / 低跳变，CPU 据此判断有无按键操作及操作键的功能。

3.3.3 磁控管

前面已经了解，磁控管是微波炉的核心器件，这里来具体做一了解。

1. 磁控管常见型号及主要参数

磁控管作为一种高压真空器件，是微波炉的终端器件，其实物图及结构图如图 3-45 所示。

TIPS
荧光显示以其辉度高、宽视角、动态显示图案、清楚直观等特点，加之外观华丽宝贵、绚丽多彩倍受消费者喜欢。
目前，荧光显示主要用于高档微波炉。

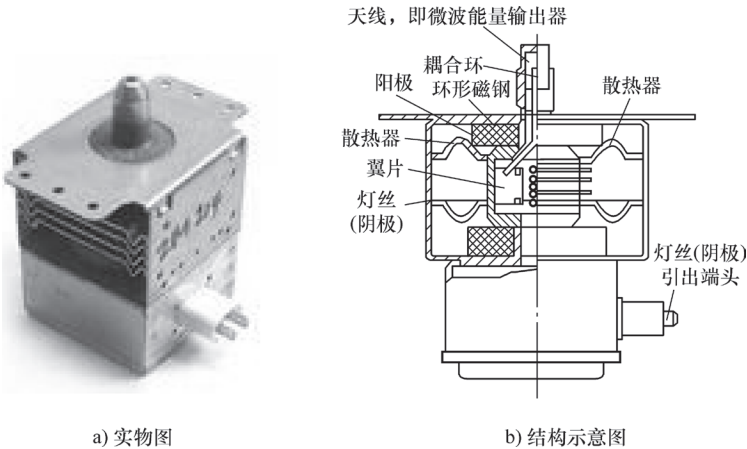


图 3-45 磁控管

磁控管的技术参数较多，主要包括输出功率、灯丝电压、灯丝电流、阳极电压、阳极电流、冷却风量等。表 3-1 为家用微波炉 CK-2391 (A) 磁控管的技术参数。

表 3-1 CK-2391 (A) 磁控管的技术参数

互换型号	2M216J 或 2M216H	预热时间	3s
固定频率	2450MHz	阴极电位	对地为负
微波输出功率	860W	阴极和阳极间电压峰值	3.8kV
平均输出功率	500W	阳极平均电流	200mA
阴极类型	直热式炭化钨钨阴极	效率	72%
灯丝极电压	3.5V，交流或直流	冷却风量	0.8m ³ /min
灯丝电流	(灯线电压为 3.5V，阳极 为 0V 时) 10.5A	阳极温度	240℃
灯丝冷态电阻	0.05Ω	存储温度	-30~60℃

在微波炉的实际上修理中，一般只需了解其功率、灯丝电压、阳极电压值即可。

家用微波炉磁控管的额定输出功率一般在 700 ~ 900W，灯丝交流电压在 3.15 ~ 3.5V，阴极直流电压为 -3600 ~ -4100V。表 3-2 为几种常见磁控管的技术参数。

表 3-2 常见磁控管的技术参数

型号	输出功率 /W	灯丝电压 /V	灯丝电流 /A	阳极电压 /V	阳极电流 /mA	固定频率 /MHz
OM75P (31)	900	3.4		4100		2450
2M210-M1	800	3.5	—	4100		2450
2M205	530	3.5	11	3700	200	2450
2M189A	770	3.3		3600	300	2450
2M186A	690	3.3		3300	300	2450
2M172A	850	3.3	10	4000	300	2450
2M167A	800	3.3		4100	300	2450
2M162	1200	4.4	13	4000	440	2450
2M164	1300	4	20	3500	550	2450
CK605	800	3.5	14	4000	350	2450
CK620	840	3.15	14	4000	300	2450
CK626	800	3.15	14	4000	300	2450
CK620	800	3.5	14	4000	300	2450

2. 磁控管的分类

磁控管实质上是一个置于恒定磁场中的二极管。管内电子在相互垂直的恒定磁场和恒定电场的控制下，与高频电磁场发生相互作用，把从恒定电场中获得的能量转变成微波能量，从而达到产生微波能的目的。

磁控管由于工作状态的不同可分为脉冲磁控管和连续波磁控管两类。

3. 磁控管的结构及工作原理

磁控管又称微波发生器，它所发射的微波功率强度直接决定烹调火力，而磁控管发射的微波功率强度，则由其性能、阴极电压值、连续发射微波时间决定。另外,磁控管的安装情况是决定微波泄漏量是否超标的主要因素之一。

磁控管属于真空器件，微波炉一般采用连续波磁控管，它由管芯和磁钢（或电磁铁）组成。管芯的结构包括阳极、阴极、能量输出器和磁路系统等四部分。

阳极是磁控管的主要组成之一，它与阴极一起构成电子与高频电磁场相互作用的空间。在恒定磁场和恒定电场的作用下，电子在此空间内完成能量转换的任务。磁控管的阳极除与普通二极管的阳极一样收集电子外，还对高频电磁场的振荡频率起着决定性的作用。

阳极由导电良好的金属材料（如无氧铜）制成，并设有多个谐振腔，谐振腔的数目必须是偶数，管子的工作频率越高腔数越多。

阳极谐振腔的形式常为孔槽形、扇形和槽扇形，阳极上的每一个小谐振

TIPS
磁控管的特点是功率大、效率高、工作电压低、尺寸小、重量轻、成本低。

腔相当于一个并联的 LC 振荡回路，如图 3-46 所示。以槽扇形腔为例，可以认为腔的槽部分主要构成振荡回路的电容，而其扇形部分主要构成振荡回路的电感，如图 3-47 所示。

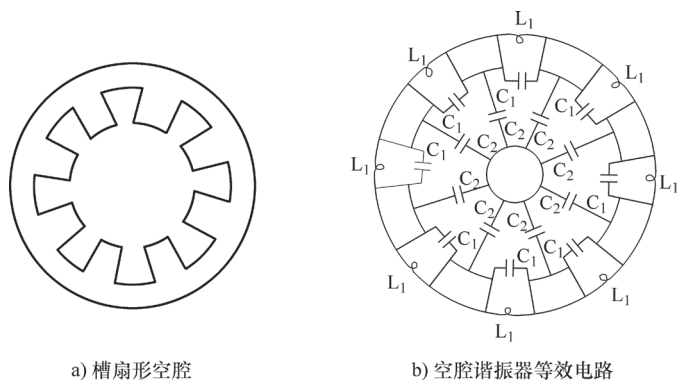


图 3-46 磁控管阳极

TIPS

磁控管天线帽因打火而烧坏时，可更换天线帽。如果没有天线帽可更换，也未去掉天线帽，一般对电路的工作无影响；去掉天线帽，微波发射方向会受到影响，可能会引起微波辐射增大，一般不建议这样做。

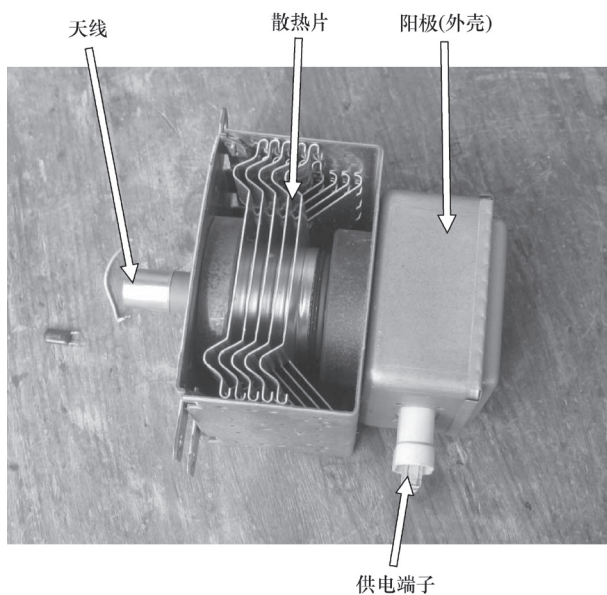


图 3-47 磁控管的外形实物图

4. 磁控管好坏的检测

磁控管的好坏可用万用表电阻挡测量的方法（即电阻法）进行判断，如图 3-48 所示，也可采用排查法进行判断。

(1) 电阻法

检测前，先对高压电容放电，避免高压电容存储的电压电击操作人员或损坏器件。

然后拔下高压变压器的接线插头，用万用表 $R \times 1$ 挡测量磁控管，灯丝两接线柱之间阻值应极小（零点几欧），天线对外壳导通，电阻为 0Ω ；用 $R \times 10k$ 挡测得灯丝对磁控管外壳电阻应为无穷大。

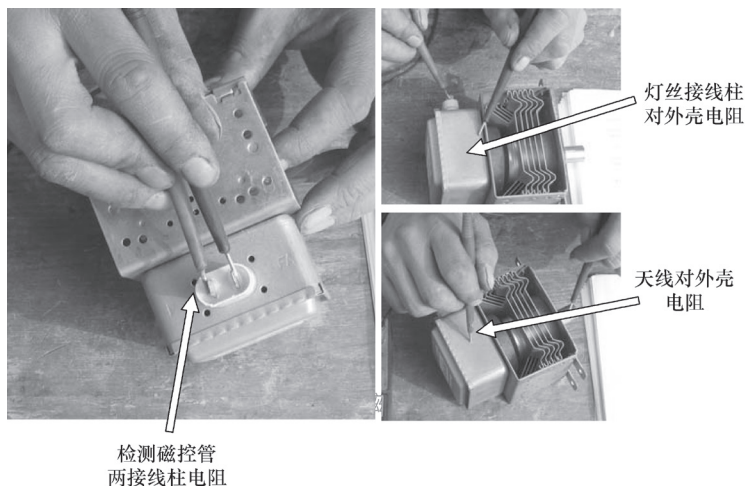


图 3-48 检测磁控管各处电阻

- 1) 如果测得磁控管灯丝两接线柱电阻为无穷大, 则说明灯丝开路损坏;
- 2) 若测得灯丝接线柱对外壳有电阻, 说明磁控管漏电损坏;
- 3) 若测得天线对外壳电阻为无穷大, 也说明磁控管损坏。

(2) 排查法

在微波炉的实际检修中, 磁控管失效、老化比较常见, 用电阻法无法测量出来, 只能通过排查法来进行判断。

用排查法判断磁控管的好坏的过程如下。

如遇有微波炉不能加热时, 测量高压变压器一次侧有 220V 电压, 在观察高压变压器无烧坏状态下, 用电阻法测量微波系统中高压变压器、高压二极管、高压电容、高压熔丝管和双向二极管 (有的机型没有这两个元件), 正常情况下, 一般是磁控管损坏。

再如, 遇有微波加热效果差时, 在检查火力控制器正常的情况下, 可判断磁控管老化。

5. 磁控管的使用及存储

磁控管发射微波受磁场强度、阴极和阳极之间电压差、磁控管温度、天线等因素影响。因此, 在使用和存放磁控管时, 要按说明书要求进行, 尤其要注意远离强磁场, 以免降低永久磁铁的磁场。

磁控管在应用中, 保持天线清洁是至关重要的, 否则将会造成微波功率在输出器上损耗而使自身发热, 严重时可使该部位的真空封结遭到破坏, 造成整个磁控管报废。

微波炉在工作过程中, 往往会因电子撞击腔体表面、阴极的热射、磁控管自射损耗等因素, 使磁控管阳极的温度较高, 影响磁控管的稳定性和使用寿命。对此, 一般应在阳极块外安装有散热板进行自然冷却, 同时设置风扇

TIPS

磁控管灯丝断路时, 可将磁控管灯丝底座打开, 如果是引线脱焊, 补焊后将磁控管灯丝底座恢复即可。磁控管损坏要用同规格磁控管进行代换。

进行强制风冷。此外，还要在磁控管外安装热继电器，在磁控管温度超过极限值时，切断微波系统供电，停止磁控管的工作，从而保护磁控管。

3.3.4 波导

前面已经知道，波导由波导挡板、波导管等组成，是用来传输磁控管产生的微波的装置。这里具体来做一了解。

1. 波导管的外形及尺寸要求

微波炉中由磁控管产生的微波功率通过微波传输线传输给炉腔。常用的微波传输线就是矩形截面的波导管，如图 3-49 所示。

波导管的一端接磁控管天线，另一端接加热腔体。

波导管一般采用金属良导体制成，可以用来传输大功率微波。波导管的内壁尺寸受如下传输条件的限制：微波炉工作波长必须小于波导的临界波长 λ 。所以波导管的尺寸直接影响到微波的传输，若尺寸不合理，微波会送不出去。另外，波导管内壁要求光滑，以免影响传输效果。

家用微波炉的工作频率为 2450MHz，多选尺寸为 86.35mm × 43.18mm 的波导管。



图 3-49 波导管实物图

2. 波导挡板

波导挡板一般俗称云母片，安装在炉腔波导口处，如图 3-50 所示。



图 3-50 波导挡板实物图

3.3.5 搅拌器及转盘

搅拌器与转盘装置都是为了使食物能达到受热均匀，这里具体对两者做一介绍。

1. 搅拌器

在炉腔底部没有设置转盘机构的平台式微波炉中，就需要设置搅拌器，如图 3-51 所示。

搅拌器由电动机和金属扇叶组成，它安装在炉顶，可以改变微波的反射条件，改变炉腔中辐射场的分布，从而使微波均匀射向食品的各部位，均匀加热。

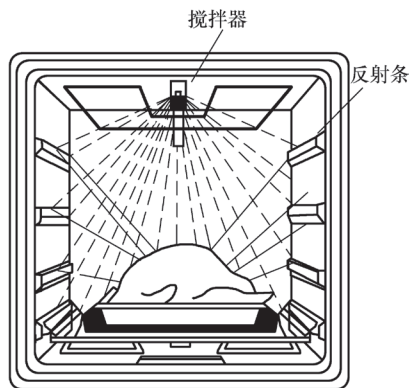


图 3-51 搅拌器示意图

TIPS

波导挡板的作用是既让微波通过，又要挡住炉腔内食物加热时的蒸气等落到磁控管天线上，保护磁控管。

搅拌器扇叶的叶片一般都用导电性能良好、机械强度高的轻金属,如硬铝镁合金制成。主轴机构安装有良好的防微波泄漏装置,扇叶的转速较慢,每分钟几十转,有的仅为几转。

2. 转盘

由于磁控管产生的微波波束进入加热室角度和强度是固定的,因此需要有转盘的转动和移动,使食物吸收的微波达到均匀,如图 3-52 所示。

微波的一个弊病就是微波只能直线传播,如被加热物不做一定角度变换,就会造成加热不均匀的现象。因此,微波炉转盘的转轴角度通常会有一些倾斜变化,有的是连同转轴一起移动。这都是为了更好地加热。



图 3-52 微波炉转盘实物图

在微波炉使用过程中,应注意对转盘的保护:

- 1) 用水清洗转盘时,应先待转盘冷却。
- 2) 切勿置滚热食品或炽热容器于冷却的转盘之上。
- 3) 切勿置冰冷食品或冰冷容器置于炽热的转盘之上。
- 4) 注意转盘的最大负载重量,不能超过 5kg 或说明书标注重量。

3.3.6 炉门及炉门联锁开关

1. 炉门

炉门既用于存取食物,又用于从外向内观察被加热的食物,还用于防止微波泄漏。

(1) 炉门的结构原理

如图 3-53 所示,为微波炉炉门实物图。

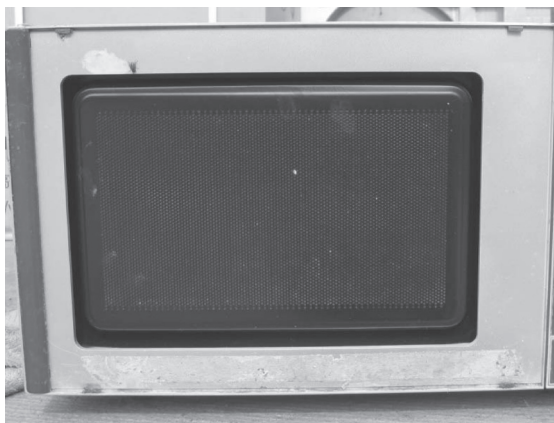


图 3-53 微波炉炉门实物图

TIPS

由于扇叶起着搅拌微波辐射场分布的这一特殊功能,对它的性能要求很高,既要保证炉腔中各个位置驻波比均能满足磁控管的工作要求;又要使用微波反射尽可能地均匀。

微波炉炉门和门框之间有吸收微波的材料，此种材料多用耐高温的硅橡胶等做粘接剂，掺入能吸收微波的铁氧体材料制成。

炉门的观察窗，由两层高温玻璃夹一层微孔（0.2cm 左右）金属网组成，网孔的数目为每平方厘米 500 个以上。

炉门应具有很好的机械强度。实验表明，任何一处均可承受 0.5kg 钢锤反复敲打，而不会使炉门变形或碎裂。另外，炉门的防止微波泄漏特性也要求较高，炉门与门框之间装有抗流结构，如图 3-54 所示。

抗流结构是根据传输线四分之一波长阻抗的原理设计的。虽然炉门和门框在机械上没密封，但从电性能来讲，在缝隙处是密封的，所以，称为“抗流”，目前大多数微波炉都在抗流槽内增加了滤波器，大大提高了抑制微波泄漏的效果。

TIPS

炉门通过上下两个门铰链固定在炉体上，炉门关闭时，两个门钩同时挤压炉体内的碰锁，使三个炉门开关联锁动作。目前微波炉多采用手拉门，少数通过炉门门开关打开炉门。

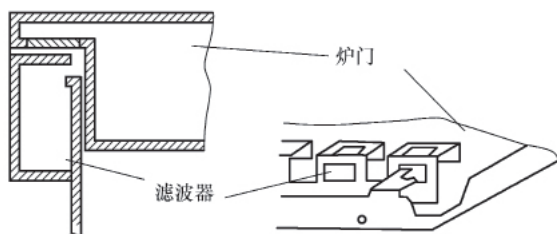


图 3-54 抗流结构和滤波器示意图

炉门关闭时，炉门与门框的金属应接触良好，两者的间隙小于 0.05mm 且均匀。这种金属接触，多通过弹簧片和可调整的上下门铰链实现。

（2）炉门使用或检修中的注意事项

由于炉门自身质量和安装直接决定微波泄漏量，其制作材料、生产工艺复杂；不同类型微波炉炉门之间不能通用，也不容易购买到同型号的炉门。因此，使用或检修中应注意保护炉门：

- 1）防止被尖锐器具损伤；
- 2）在非炉门损坏时，尽量不要拆卸和调整炉门；
- 3）炉门应保持清洁，因内侧有污物既影响观察炉内被加热食物，又会吸收一定量的微波，引起微波损耗。

（3）炉门门钩

炉门门钩是由塑料制作而成的，容易出现折断或其他损坏，引起炉门关不严、打不开、炉门联锁开关不动作引起微波炉不启动等。

门钩的拆卸方法为：先把门右边侧里的两个螺钉拆下来，再把门外面的塑料壳拆下，就可以更换门钩了。

门钩损坏可修理，也可更换同规格门钩。

塑料门钩挂簧处断裂，如果当地购买不到时可做应急修理，即用细钢丝烧热，穿过塑料并弯折成圆环状（高度与原挂钩相当即可），将弹簧挂上，

即可正常使用。

(4) 炉门好坏的判断

炉门的故障一般表现为：

1) 炉门打开或关闭过程中阻力较大，或有“吱吱”声。一般通过调节上、下门铰链即可解决。

2) 炉门变形、受强外力冲击损坏。会引起微波泄漏超标，应根据损坏情况进行修复。

2. 炉门联锁开关

炉门联锁开关，又称炉门联锁安全开关，是防止微波泄漏的器件之一。

(1) 炉门联锁开关的组成

炉门联锁开关是联动的一组开关，一般包括三个开关，即：初级门锁开关、次级门锁开关、门监控开关。这三个开关均为微动开关，固定在炉门专用支架上，受杠杆滑块控制同时动作。如图 3-55 所示，为炉门联锁开关结构示意图。

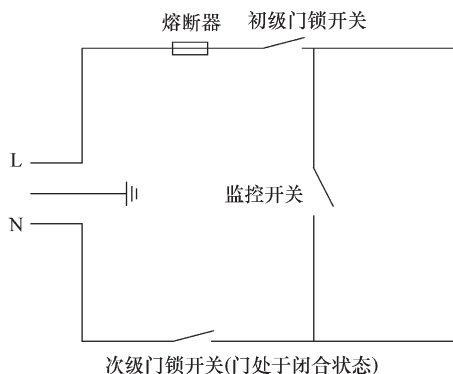


图 3-55 炉门联锁开关联动示意图

(2) 炉门联锁开关的工作原理

炉门打开时，门杠杆滑块位于初始位置，初级、次级门锁开关、门监控开关处于初始状态。此时，初级和次级门锁开关为断开状态、门监控开关为接通状态。炉门关闭时，炉门门钩插入到炉体联锁开关位置，触动碰锁，碰锁带动门杠杆滑块上移顶压初级、次级门锁开关，释放门监控开关。这时，初级、次级门锁开关为接通状态，门监控开关为断开状态。

炉门联锁的三个开关，是三重防止炉门打开时微波辐射的装置。打开炉门时，初级门锁开关和次级门锁开关应断开、监控开关应闭合。这样，初级门锁开关断开，切断了微波系统供电，以防止微波辐射；次级门锁开关断开，切断了微波系统供电。如果初级门锁开关和次级门锁开关均损坏，在炉门打开后仍为接通状态，此时监控开关则将 220V 输入电路短路，将熔断器熔断，切断整机 220V 供电，以实现第三重防止微波辐射的目的。

TIPS

初级门锁开关又称主开关，第一联锁开关；次级门锁开关又称次开关，第二联锁开关；门监控开关又称监视开关或联锁监控开关、门监开关。

(3) 炉门联锁开关的电路连接

炉门联锁开关采用引脚轻触开关，有两引脚和三引脚之分。初级门锁开关一般串联于主供电电路，即微波系统、烧烤系统、转盘电动机和风扇电动机共用的供电电路。而次级门锁开关和门监控开关的利用，则因微波炉型号的不同而不尽相同。如门监控开关在机械控制微波炉中一般并联于 220V 输入电路，而在部分电脑控制微波炉中则串联于微波系统供电电路；次级门锁开关在机械控制微波炉中一般串联于微波系统供电电路，而在电脑控制式微波炉中则接于 CPU 炉门检测引脚，如图 3-56 所示，只有当 CPU 检测到炉门关闭时，才能接收处理“启动”、“快速解冻”、“自动烹调”等加热指令，目的也是防止炉门打开时产生微波辐射的。

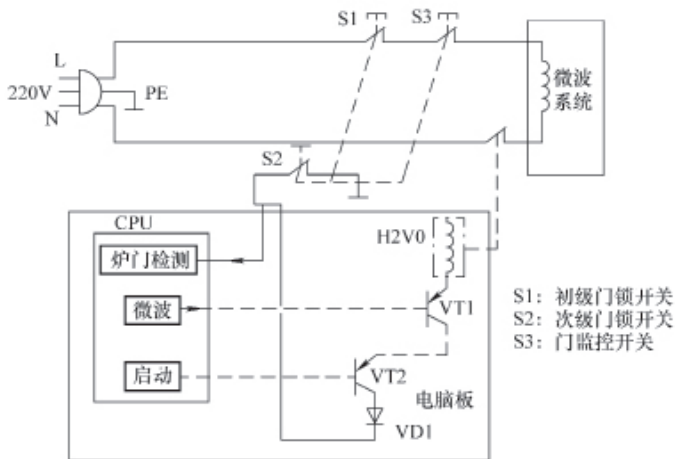


图 3-56 次级门锁开关在电脑控制式机型中的应用

(4) 炉门联锁开关好坏的判断

炉门联锁开关在正常动作时有微小的触点转换声音，炉门打开和关闭时触点能通 / 断转换。检测方法如下所示：

1) 两引脚炉门联锁开关的检测

将万用表置于 $R \times 10$ 挡，红、黑表笔分别接开关的两个接线端子，如图 3-57 所示，如果关闭炉门时为 0Ω ；则打开炉门时为无穷大。

2) 三引脚炉门联锁开关的检测

将万用表置于 $R \times 10$ 挡，一只表笔接中心触点（COM）接线端子，另一只表笔依次接另外两个触点接线端子，如图 3-58 所示。一组为 0Ω ，另一组为无穷大；关闭炉门或按动开关，则两组测量结果应相反，即原为 0Ω 的一组变为无穷大，原为无穷大的一组变为 0Ω 。

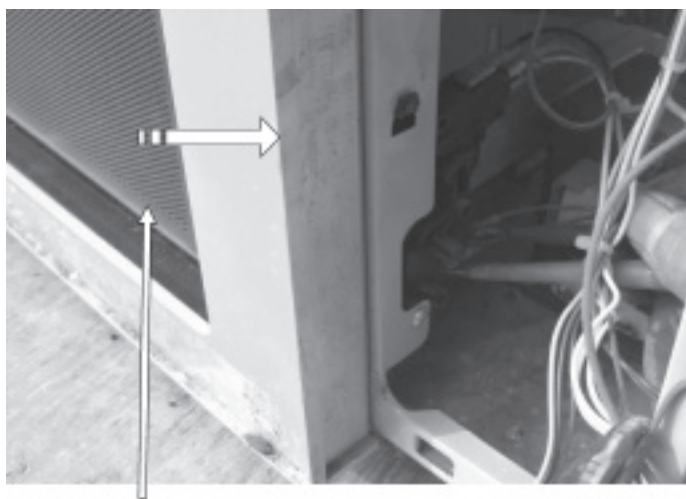
3.3.7 机械定时器 / 火力控制器

机械定时器和火力控制器属于机械控制微波炉专用器件，用来做时间和

TIPS

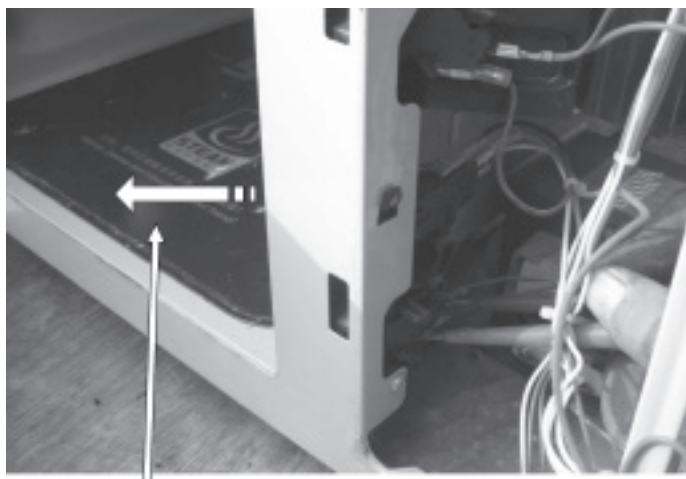
微波是一种电磁波，跟收音机和电报所用的电波、红外线以及可见光本质上是同样的东西，它们的差别只在于频率的不同。微波的频率高于电波，低于红外线和可见光。处于这一频率波段的电磁波是不会致癌的。

微波功率的设定。



炉门关闭

图 3-57 关闭炉门时的电阻



炉门打开

图 3-58 炉门打开时的电阻

1. 机械定时器 / 火力控制器概述

机械定时器和火力控制器实为一体，简称定时器，如图 3-59 所示。火力控制器串联在高压变压器初级电路中，用于设定微波炉输出功率。对于混合型微波炉，火力控制器还用于加热方式选择，如微波烹调、烧烤烹调、微波烧烤组合烹调等。

2. 定时器 / 火力控制器的内部结构

如图 3-60 所示为微波炉常用带铃的定时器 / 火力控制器内部结构，由同步电动机（又称定时器火力一体化电动机）、齿轮、定时开关、功率选择开关及接线柱等组成。

TIPS

微波炉中的定时器及火力控制器是固定在微波炉面板上，由两个调节钮进行控置。

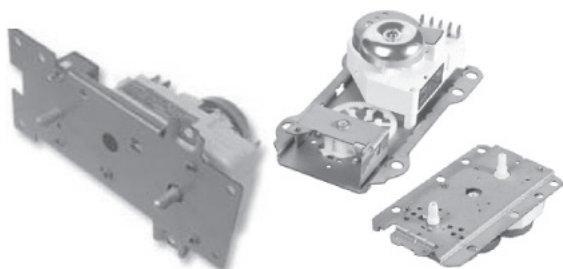


图 3-59 机械控制式微波炉定时器 / 火力控制器实物图

3. 定时器 / 火力控制器的工作原理

定时开关串联于主供电电路,火力选择开关串联于高压变压器一次回路,如图 3-61 所示。

(1) 定时器

当定时器旋钮指向“0”位置时,定时开关 K1 断开;当定时器旋钮指向非“0”位置时,定时开关 K1 接通,同时接通同步电动机 M1 等 220V 供电电路,同步电动机 M1 运转,带动齿轮转动开始计时,慢慢回到“0”位;当定时器计时到设定时间时,定时开关 K1 断开,切断整机 220V 电源供电,微波炉停止工作。

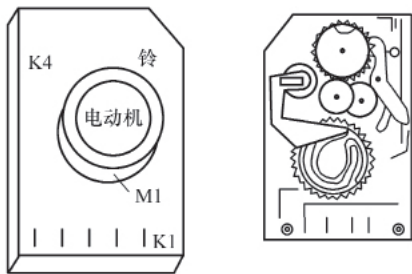


图 3-60 定时器 / 火力控制器内部结构

(2) 火力控制器

火力控制器又称功率选择器、功率分配器、微波强度开关等。一般有 5 个或 6 个功率级别,由用户根据烹调需要设置。用当功率选择开关调到最高火力位置时,功率继电器开关始终接通,微波炉输出功率最大;再如当功率设置开关调至解冻位置时,功率选择开关接通时间为 14.4s,断开时间为 15.6s,输出功率为最大功率的 1/2 略低。

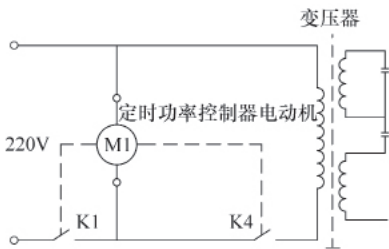


图 3-61 定时器 / 火力控制器的工作原理

火力控制器的接通 / 断开时间的计时工作由定时器所用的同步电动机负责。

4. 定时器 / 火力控制器好坏的判断

如图 3-62 所示为定时器 / 火力控制器检测示意图。

检测方法如下。

将万用表置于 $R \times 1k$ 挡位,测量定时器电动机两端阻值应为 $15 \sim 20k\Omega$;顺时针旋转一下时间旋钮,定时开关触点应为 0Ω ;火力触点设置在最大火

TIPS

根据使用者设置的功率级别不同,功率选择器开关的接通与断开时间比例不同,一般以 30s 为一个周期,其接通时间从 5~30s 连续可调。

力时,有的机型为 0Ω 常通值,有的机型为无穷大断开值。定时器得电工作时,旋钮慢慢回转,设置于非高火力级别时,功率开关触点应通/断转换。

无论旋钮指向哪个位置,如果测得定时开关或火力开关始终接通,则为该开关触点粘连;如果始终为无穷大,则为开路损坏;如果测得电机电阻为 0Ω 或无穷大,则为该电动机短路或开路损坏。

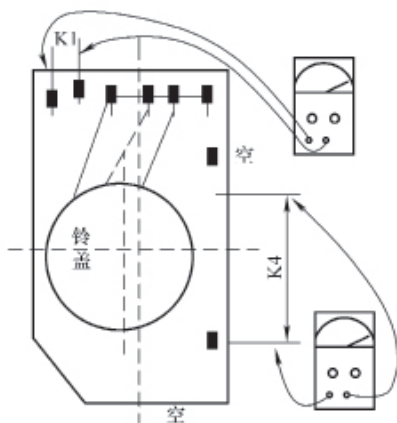


图 3-62 定时器/火力控制器检测示意图

3.3.8 电动机

前面已了解,微波炉使用的电动机有风扇电动机、火力控制器(功率调节器)电动机、定时器电动机和转盘电动机。在上一节中,也大致了解火力控制器和定时器一般共用一个电动机,用来控制加热时间和加热功率,这里不再赘述。下面主要对风扇电动机和转盘电动机进行了解。

1. 风扇电动机

微波炉磁控管、高压变压器在工作时通过的电流较大,会产生大量的热量。为了保证这些元器件安全可靠,就必须设置风扇电机进行强制散热,如图 3-63 所示。

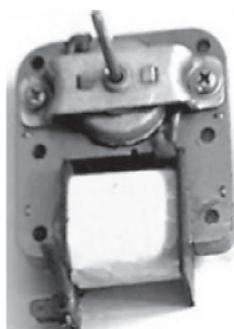


图 3-63 微波炉风扇电动机实物图

散热风扇电动机的供电有 220V 和 24V 之分,一般为 220V 供电。

如图 3-64 所示为风扇电动机的检测方法。用万用表电阻挡测量风扇电动机两接线端子间电阻,应为 $200\sim 300\Omega$ 。

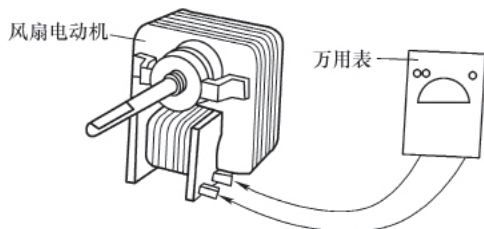


图 3-64 风扇电动机的检测

TIPS

实际检修中发现触点氧化引起开路最为常见,现象为整机不工作或不能加热、加热慢等。另外,同步电动机损坏引起不能回零的现象也较常见,可引起不停机或运转不加热等。

TIPS

检修时要注意，好的风扇，扇叶完好平衡，用手拨动风扇电动机轴承应转动灵活。

TIPS

检测转盘电动机时，用手转动，轴承应灵活，这是完好的表现之一。

2. 转盘电动机

为了使食物加热更加均匀，多数微波炉在底部设置有转盘电动机，带动食品慢速转动，使食品各部位均匀吸收微波能量。如图 3-65 所示为微波炉的转盘电动机。

微波炉转盘电动机位于微波炉的底部中心，通过减速机构与炉腔底部中心的拨爪盘连接，带动拨爪盘缓慢转动。拨爪盘上有一个可以取下的专用转盘，为了使用转盘转动平稳，又增加了 3 个呈等边三角形的排列支撑转轮。

如图 3-66 所示为转盘电动机的检测方法。

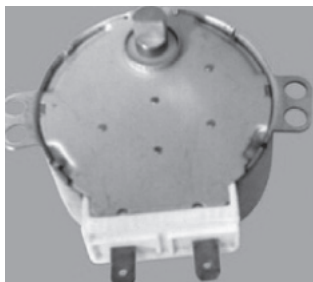


图 3-65 微波炉转盘电动机

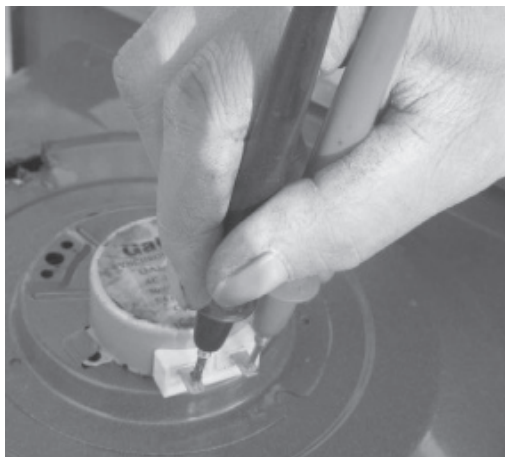


图 3-66 转盘电动机的检测

用万用表电阻挡，测量转盘电动机两接线端子间电阻，应为 $6\sim 10\text{k}\Omega$ 。风扇电动机的供电一般为交流 220V，如有损坏，应使用同规格风扇电动机进行代换。

3.3.9 烧烤器和光波管

前面已经对烧烤器和光波管所参与的电路的作用做了简单的了解，这里详细来讲解这两个部件。

1. 烧烤器

烧烤器又称加热器，仅见于带烧烤功能的微波炉。如图 3-67 所示，烧烤器通常固定在



图 3-67 微波炉烧烤器的固定位置

炉腔顶部。

烧烤器额定工作电压一般为 220V，功率在 550~1300W。

如图 3-68 所示，烧烤器的检测一般用电阻法。

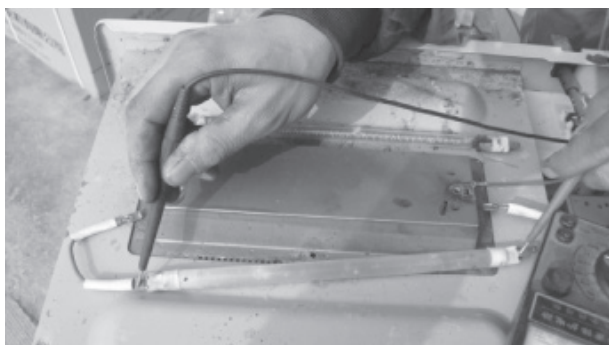


图 3-68 烧烤器检测示意图

正常情况下，烧烤器阻值为 200~300 Ω 。如果测得烧烤器阻值为无穷大，则为该烧烤器开路损坏；如果阻值为 0 Ω ，则为该烧烤器短路损坏。

2. 光波管

光波管实际也是烧烤器的一种，固定在炉腔顶部里侧，如图 3-69 所示。

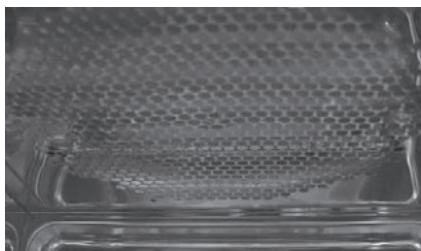


图 3-69 光波管的固定位置

光波管通电后发射光波，以 30 万 km/s 的速度经光波反射器反射聚焦，作用于被烹调的食物表面，从而实现由外到内高速加热，使被加热的食物外脆里嫩。

3.3.10 电脑板

如图 3-70 所示，电脑板由单片机（CPU）、晶体管、直流继电器、电源变压器、蜂鸣器等众多器件组成。

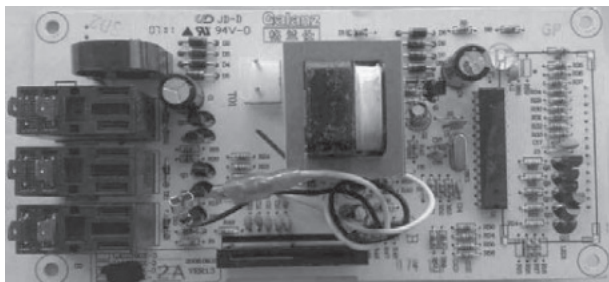


图 3-70 电脑板

电脑板的基本控制原理如图 3-71 所示。

TIPS

在实际检修中，烧烤器损坏以开路较为常见。

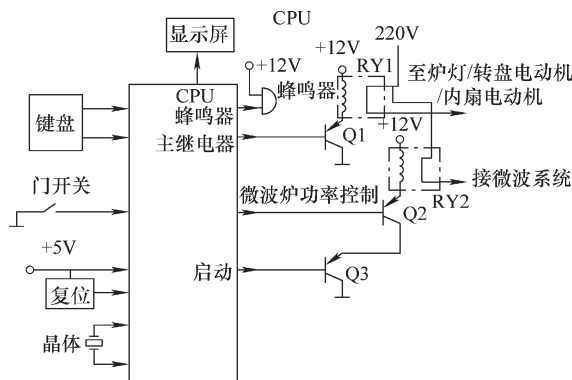


图 3-71 电脑板基本控制原理

以下是电脑式微波炉的简要工作过程。

CPU 用于检测接收用户指令、检测炉门开 / 闭状态，然后根据程序设置将用户指令和炉门状态进行逻辑处理后，确定相应输出电压高 / 低，以控制外接晶体管导通 / 截止状态，来控制主继电器（又称时间继电器、炉灯继电器）、火力继电器（又称电源继电器）、烧烤继电器的吸合 / 释放状态，从而控制微波炉转盘 / 风扇电动机 / 炉灯、高压变压器一次侧、烧烤器等 220V 供电电路的通断，实现对微波炉加热时间、加热功率、加热方式的控制。

3.4 微波炉的主要部件拆卸及检测

3.4.1 微波炉外壳的拆卸

图 3-72 为常见的电脑控制式微波炉，此类微波炉的前面有操作面板。

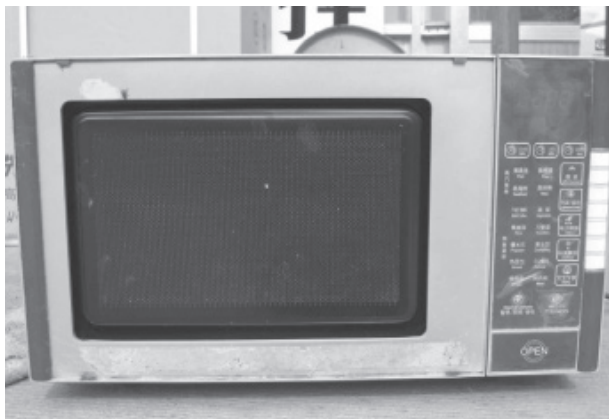


图 3-72 微波炉的外形图

一般来讲，在微波炉的背面和一侧有几个固定螺钉，将这些螺钉卸下，就可以将微波炉的外壳取下。如图 3-73 所示，在微波炉的背面有 4 个固定

TIPS
对于电脑板单片机、晶体管、直流继电器、电源变压器、蜂鸣器等众多器件的识别与检测，已经在第 2 章有了详细的介绍，此处不再赘述。

TIPS
微波炉的风险表现在它的加热能力，这种能力作用于人体同样会带来伤害。质量合格的微波炉，通过内部的屏蔽装置来降低泄漏出的微波能量。

螺钉,侧面有2个固定螺钉。卸下固定螺钉后,便可以打开微波炉的外壳,如图3-74所示。

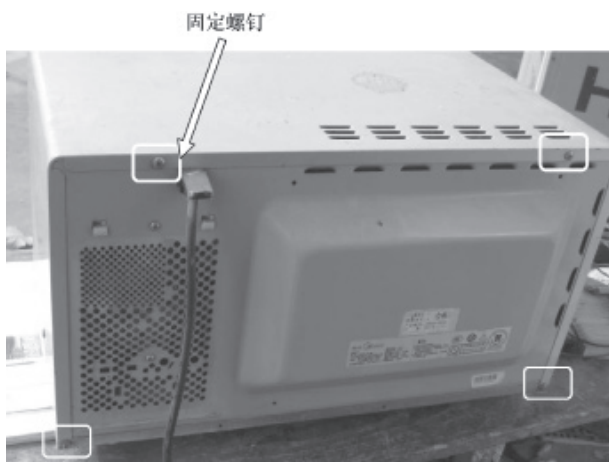


图 3-73 微波炉的固定螺钉

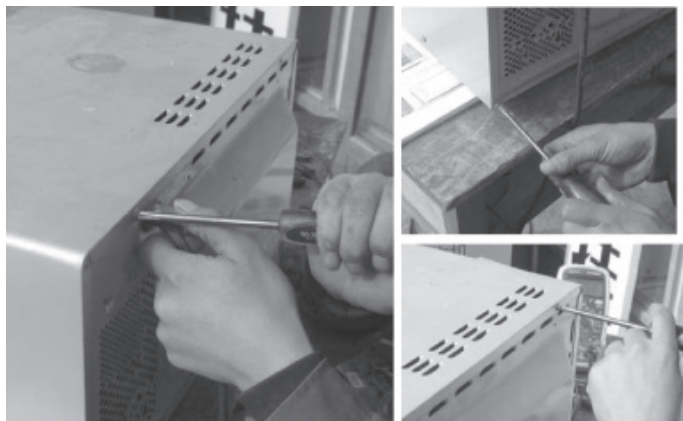
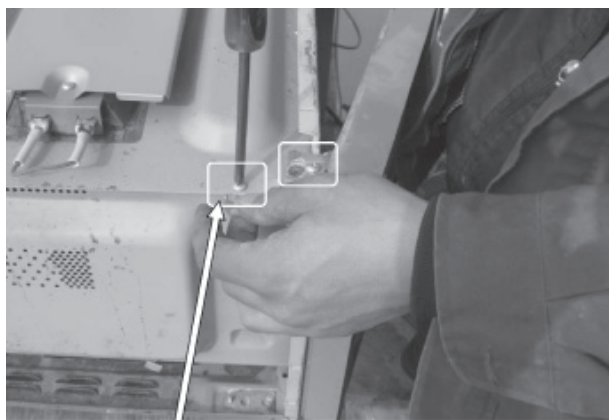


图 3-74 拆卸微波炉外壳固定螺钉

如图3-75所示,在微波炉的一侧是固定门的两个螺钉,将其拆下。



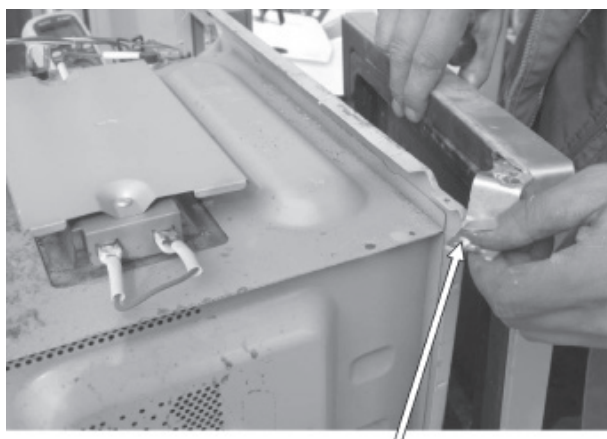
将固定门的
螺钉拆下

图 3-75 固定门的两个螺钉

TIPS

科学研究找到了对人体产生伤害的最小微波功率,以此制定了微波炉泄漏功率的标准。例如美国的规定是,在距离微波炉大约5cm的地方,每平方厘米的功率不超过5mW;我国的标准更加严格,是1mW。而且微波的能量是按照距离的平方减弱的。以5cm处1mW计算,50cm处就降低到了1% mW。因此只要是合格的微波炉产品,使用中没有损坏,就不会泄漏出能够伤害人体的微波。

拧下门固定螺钉后就可以将微波炉的门取下，如图 3-76 所示。



取下微波炉的门

图 3-76 微波炉的门

微波炉的电源线由 3 根引线组成，一根连接温度保护开关，一根连接熔丝，另一根作为地线固定在微波炉外壳上。将这 3 处的引线分别取下，就可以将电源线拆除，如图 3-77 所示。

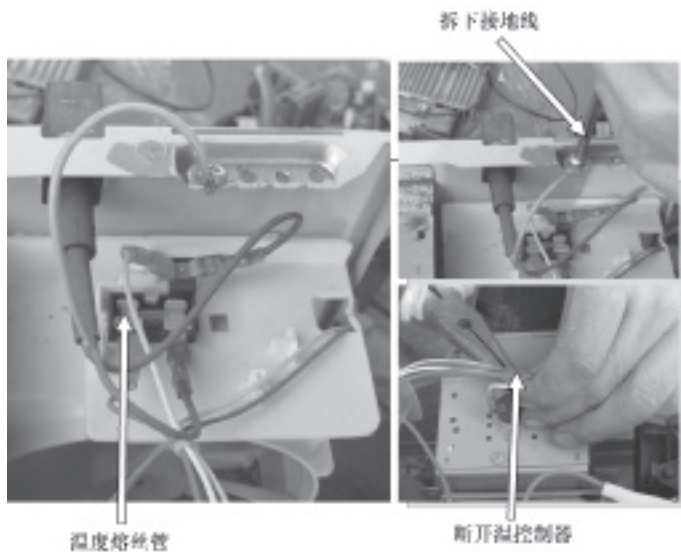


图 3-77 拆除微波炉电源线

3.4.2 磁控管及照明灯的拆卸

微波炉内的照明灯是由两条引线固定的，并由一个固定螺钉固定照明灯外壳，如图 3-78 所示。

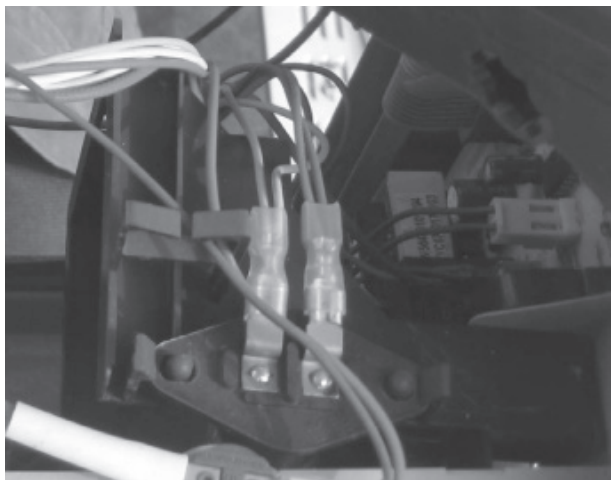


图 3-78 照明灯供电引线及固定螺钉

将照明灯的供电引线取下，如图 3-79 所示。

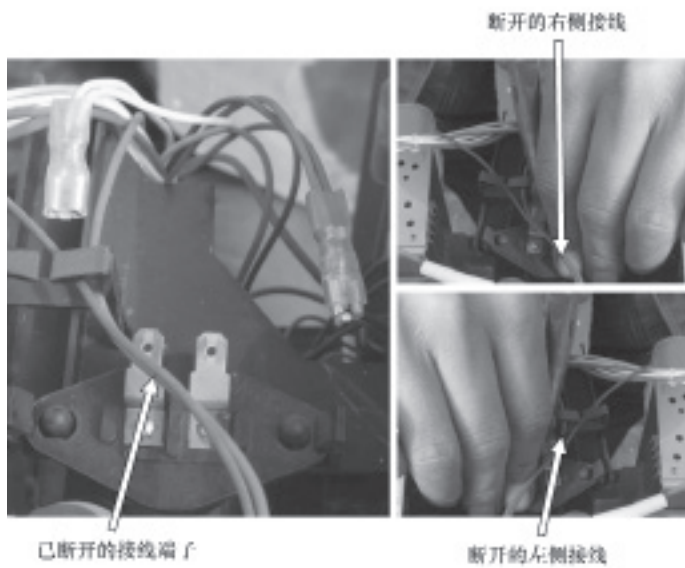


图 3-79 取下照明灯供电引线

用螺钉旋具将固定照明灯外壳的螺钉拧下，如图 3-80 所示，然后就可以将照明灯取下。

如图 3-81 所示，先将磁控管供电引线取下。磁控管是由 4 个固定螺钉固定在微波炉上的。用螺钉旋具将磁控管的固定螺钉拧下。

TIPS

使用时要注意，波加热时由于水不流动，只是温度升高，有可能超过了沸点还“不开”，出现过热现象。这时的水只要有一点扰动，就会猛烈沸腾，容易发生烫伤事故。越干净的容器和越干净的水，越容易发生这样的事故。



图 3-80 已拆下的照明灯

TIPS

使用时要注意，微波炉不能加热鸡蛋，因为鸡蛋内部过热会产生较大压力，受到外界干扰，压力释放，可能会发生爆炸。

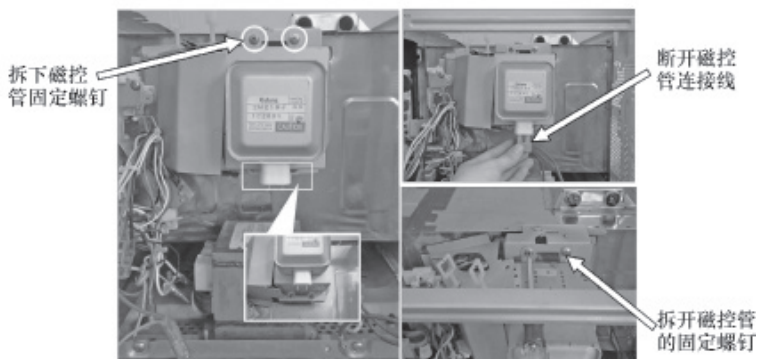


图 3-81 拆下磁控管

这样就能够将磁控管拆下了。

3.4.3 操作电路板的拆卸及检测

首先，将操作电路板与微波炉外壳之间的固定螺钉用螺钉旋具拧下，如图 3-82 所示。

TIPS

与传统微波炉容易加热不均不同，变频微波炉利用自动调整、连续输出的微波能量，能满足不同食物对不同火力的要求，真正实现从强火到弱火的自动调控。不仅使食物的口感和色泽得到保证，还充分保留住食物的营养成分。而且长时间低功率烹调时，食品表面或边缘也不会出现烧过的现象。

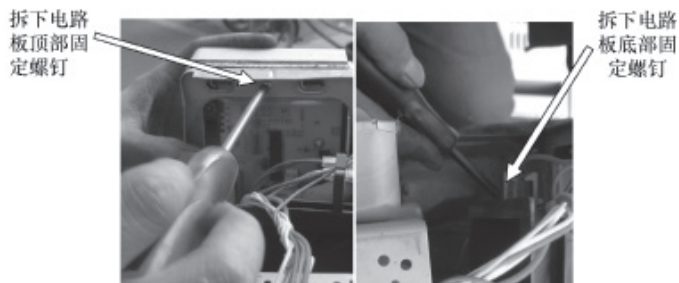


图 3-82 拧下操作电路板地线固定螺钉

再将与操作电路板各部件相连的引线取下。其中包括 2 个插件、4 个与继电器相连的引线、2 个与微动开关相连的引线。标记好各引线的插接位置，

以便检修后重新安装时不会装错。

然后用螺钉旋具将操作电路板与微波炉之间的固定螺钉拧下，如图 3-83 所示，之后就可以将操作面板从微波炉上取下来了。

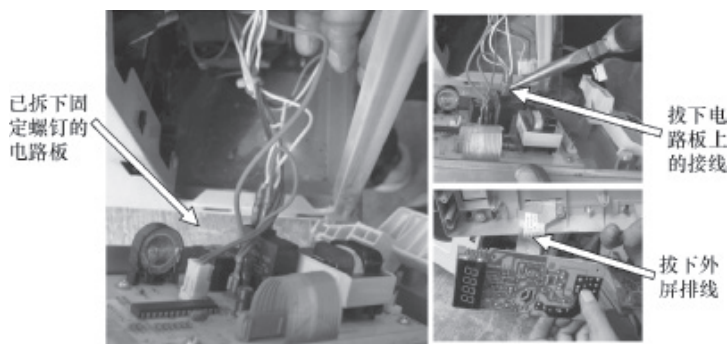


图 3-83 拆卸操作面板

操作面板好坏的判断：

微波炉操作电路板上的电子元器件是由 220V 交流电供电的，因此在检测时，将一条引线连接在操作电路板的供电端，如图 3-84 所示。为了安全起见，用电包布将电源端包裹起来，以防检测时有触电的危险。



图 3-84 操作电路板的供电处理

微波炉的微处理器功能比较简单，检测时要先检查它的基本工作条件。这个微处理器的供电端是⑫脚，用万用表检测⑫脚与地线之间应该有 5V 电压，如图 3-85 所示。

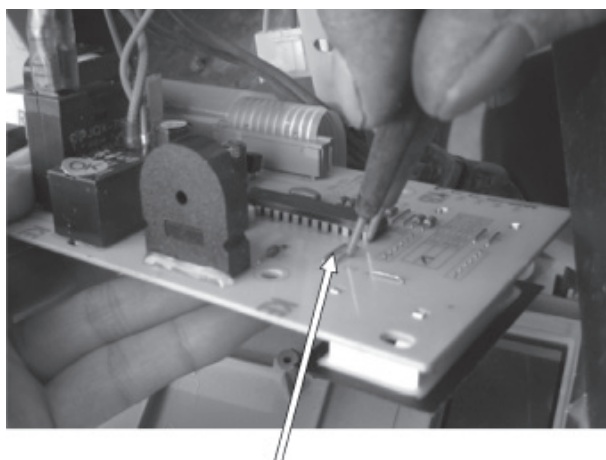
然后检测为微处理器正常工作提供时钟信号的时钟振荡器。时钟振荡器是一个晶体，它外接微处理器的③和②脚。在检测的时候，可以直接检测时钟振荡器的两端，如图 3-86 所示。如果没有时钟信号，微处理器就没有了节拍信号，就不能正常工作，所以这是一个非常重要的信号。

一般，如果说供电正常、时钟信号正常时，微处理器就能正常工作。检测微处理器的显示控制信号，可以从它的显示控制端检测是否有正常的信号输出。首先检测标记为 a 的引脚波形，如图 3-87 所示。a 端是驱动显示器的

TIPS

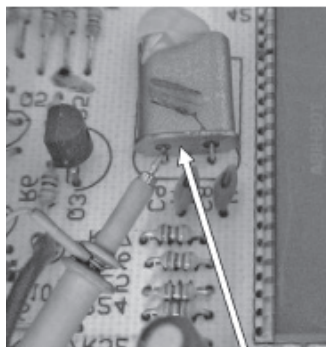
在烹饪速度上，变频蒸立方微波炉采用变频器替代了高压变压器和高压电容等，降低了电源转换部分的损耗，热效率提高 5% 以上，使有效功率提升近 10%。在相同条件下，烹饪时间就缩短了 10%。节能方面，能效高达 64% 左右，高出国标一级能耗标准 62%。

阳极，它的波形是在不断变化的。



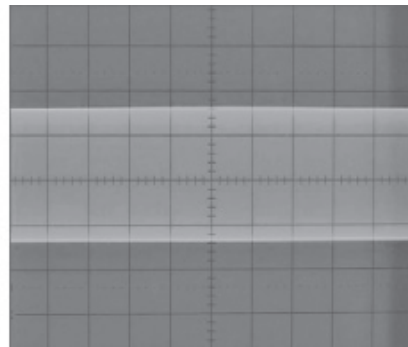
④脚与地线间的
5V电压的测量

图 3-85 微处理器供电电压的检测



时钟振荡器

图 3-86 时钟振荡器的检测



驱动显示器a端

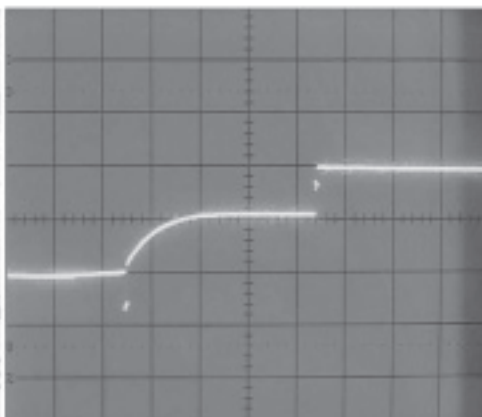
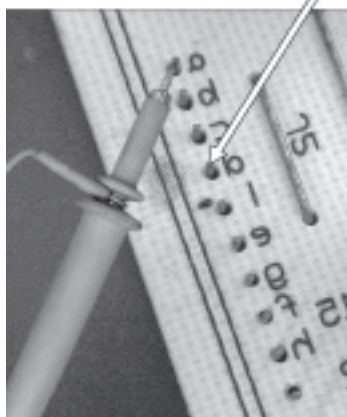


图 3-87 驱动显示器 a 端的检测

TIPS

检测显示控制信号需要使用示波器，调整示波器的幅度钮和时间轴，可以将示波器上显示的信号波形看得清楚。微处理器显示信号端的引脚不同，所显示的波形也有所不同。

再分别检测 b、c、d、e、f、g、h 端，在这里的检测不用追求波形信号的脉冲幅度以及排列顺序，只要能看清波形的基本形状就可以，因为根据显示的内容不同，脉冲信号的显示形状及排列顺序也是不同的。

3.4.4 石英管的拆卸及检测

在微波炉的上方有一个石英管保护盖，这个保护盖由两个固定螺钉和两个卡扣固定。用螺钉旋具将固定保护盖的固定螺钉拧下，打开卡扣后就可以将保护盖取下，如图 3-88 所示。

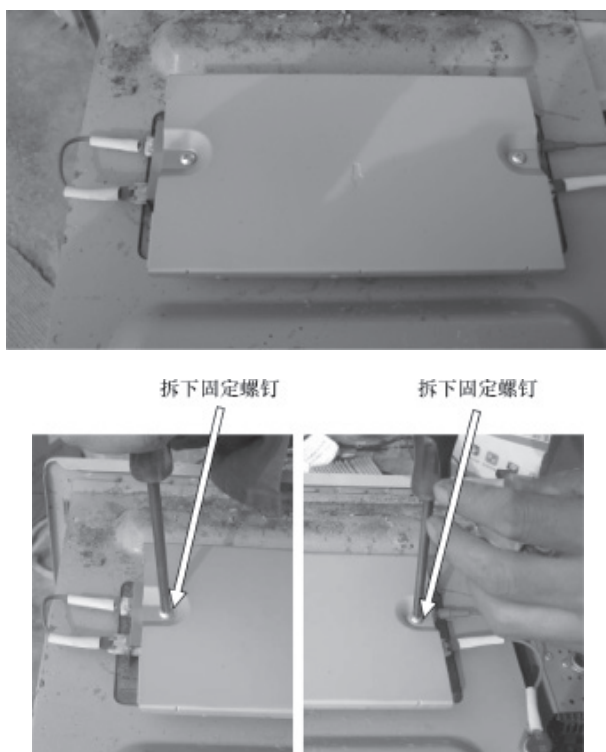


图 3-88 拆卸石英管保护盖的固定螺钉

将石英管连接线取下，然后就可以将两个石英管从微波炉上取下来，如图 3-89 所示。

检测石英管的好坏就是检测石英管是否导通。将万用表的两只表笔分别接在石英管的两侧，如图 3-90 所示。若石英管完好，其阻抗值应为 22W 左右；若阻抗值为无穷大，说明石英管断路损坏，需要更换新的。

TIPS

在选择微波炉时，不能只看功率的高低，要看输出功率的大小，因为输出功率才是加热食物的有用功。微波炉的输入功率一般会标在机器的后面。输入功率和输出功率的差值越小越好，差值越小，说明微波炉的有效功率越大。

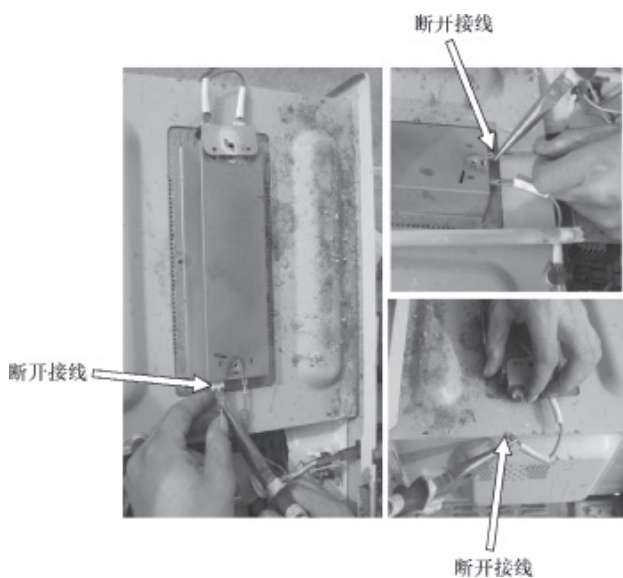


图 3-89 拆卸石英管

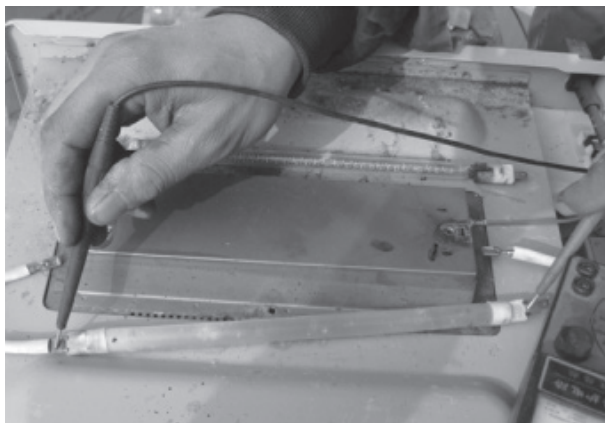


图 3-90 检测石英管

3.4.5 托盘电动机的拆卸及检测

在微波炉上有一条加固横梁，它由两个固定螺钉紧固在微波炉上。用螺钉旋具将这两个固定螺钉拧下，如图 3-91 所示，将与高压变压器相连的引线取下。

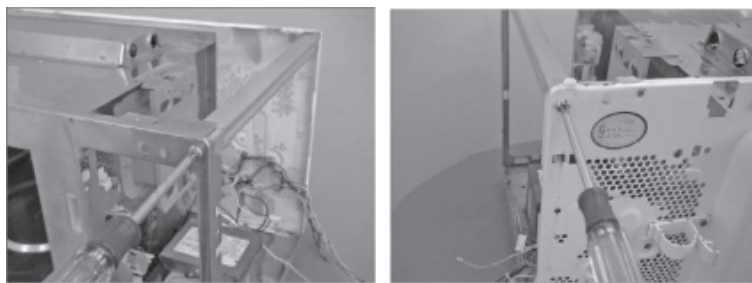


图 3-91 拧下固定螺钉

TIPS

微波炉瞬间启动后会产生噪声，启动几秒以后可以听微波炉的噪声大小。如果启动时的噪声和微波炉运转几秒后的噪声比起来，差别不是很大。证明微波炉的性能不是很理想，启动后耗费的无用功太多，耗电量也就更大。

并将微波炉背面的6个固定螺钉，取下。将微波炉底部朝上反过来，用螺钉旋具将背面板四周的固定螺钉取下。如图3-92所示，将底部拿开后就可以看到微波炉托盘电动机。



图 3-92 微波炉托盘电动机

如图3-93所示，将连接托盘电动机的两条引线取下，并用螺钉旋具将托盘电动机的固定螺钉拧下。

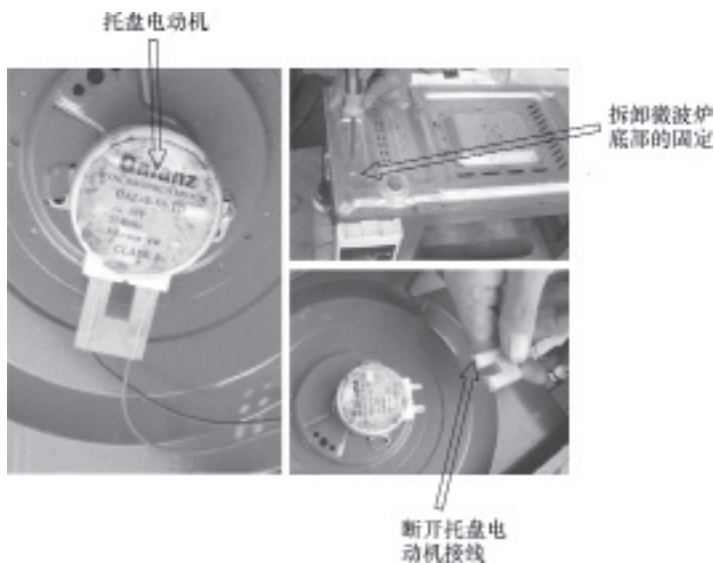


图 3-93 拆卸托盘电动机

炉盘电动机的检测：

炉盘电动机是一个扁平状的电动机，检测炉盘电动机时两条引线间的电阻约为 100Ω ，与前文相同，如图3-94所示。炉盘电动机是采用低压交流电供电的，所以阻抗比较高，这种情况属于正常。

TIPS

一般来说，浅而圆直边的容器盛装食物，加热较快且均匀，应优先选用，由于微波对外围的食物加热较快，所以要把厚实粗大部分向外，细小部分排在容器中间并放射状置于盘中，以便让不易熟的厚部分多吸收微波能量。

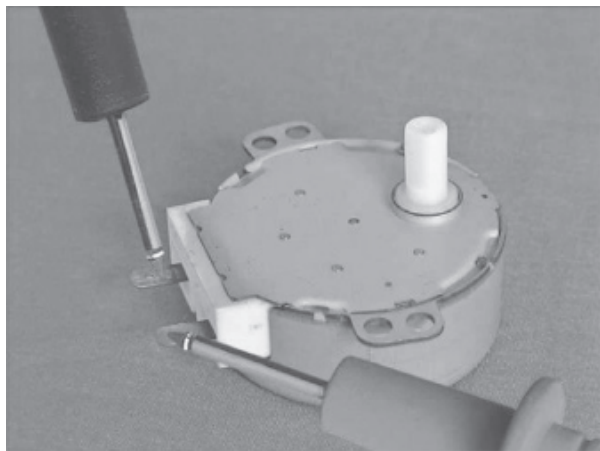


图 3-94 炉盘电动机的检测

3.4.6 微动开关组件的拆卸

图 3-95 所示为微波炉的微动开关组件，该组件上有 3 个微动开关。将微动开关连接一一引线取下。

TIPS
在选购微波炉时往往看重品牌和容量大小，往往认为容积越大加热越快，忽视了机箱内底板的面积大小。在这里提醒消费者，在选择微波炉时，一定要注意微波炉底板面积的大小，因为底板面积越大，加热越快，热度越高，受热面积越均匀。在底板面积相同的前提下，容积为 23L 和 21L 的微波炉相比，显然是 21L 的微波炉热效率更高。所以，消费者在选购微波炉时一定要“透过现象看本质”，不可忽视底板尺寸。

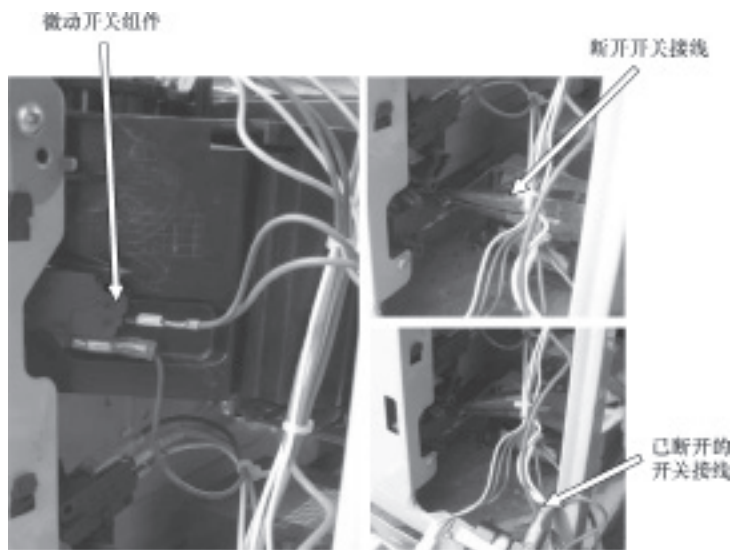


图 3-95 微动开关组件的拆卸

如图 3-96 所示，微波炉有 3 个门开关，上面的一个是蓝色的，下面的是灰色的和白色的，它们叠加在一起。

其中蓝色的开关只有两个引线端，白色的开关有 3 个引线端，灰色的开关是控制操作显示电路板的门开关。当微波炉的门被关上时，门上的 3 个开关都被按下。门打开的时候，门开关的两条引线间的触点就会断开，这样就断开了给磁控管的供电，起到安全作用。也就是在取食物和放入食物的时候，打开门的同时线路就断开了。

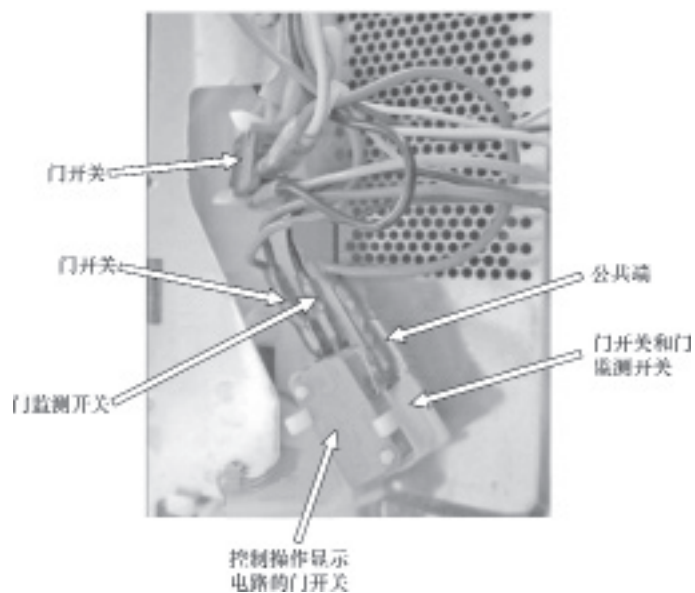


图 3-96 微波炉门开关引线

下篇

维修实践

第 4 章

微波炉不加热

4.1 接通开关后，不能加热，炉灯也不亮

4.1.1 不能加热，炉灯也不亮，托盘和风扇不运转

故障现象：一台机械式微波炉，不加热，炉灯不亮，托盘和风扇不运转。

故障检修：

首先，将固定机壳的固定螺钉拆下，如图 4-1 所示。

TIPS
吃不完的肉有的人一般都会选择再次放进电冰箱冷冻起来，以为这样就卫生健康了，但其实这又是一个不科学的习惯。经过微波炉解冻后的肉类在它表面一层已经经过低温加热了，在这个温度下细菌仍然可以继续繁殖。虽然说把肉类再次放进电冰箱冷冻可以暂时抑制细菌的繁殖但却不能将其杀死。所以如果是经过微波炉加热后再放进电冰箱冰冻的肉类，再次食用时必须放进微波炉或炒锅加热至全熟。

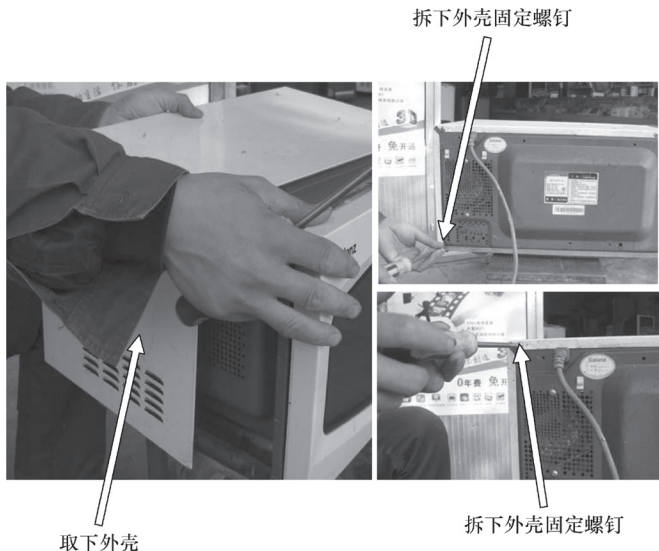


图 4-1 拆开微波炉外壳

观察电源熔丝管正常，如图 4-2 所示；检查磁控管热继电器为 0Ω 正常。

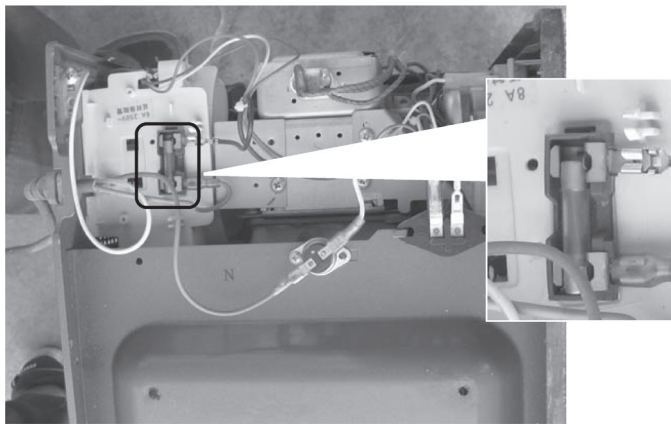


图 4-2 检查电源保险管

检查炉门连锁开关，发现 3 个开关中，有 1 个无论炉门打开、关闭均不能接通，如图 4-3 所示。

维修措施：

更换同规格开关后，微波炉恢复正常工作。

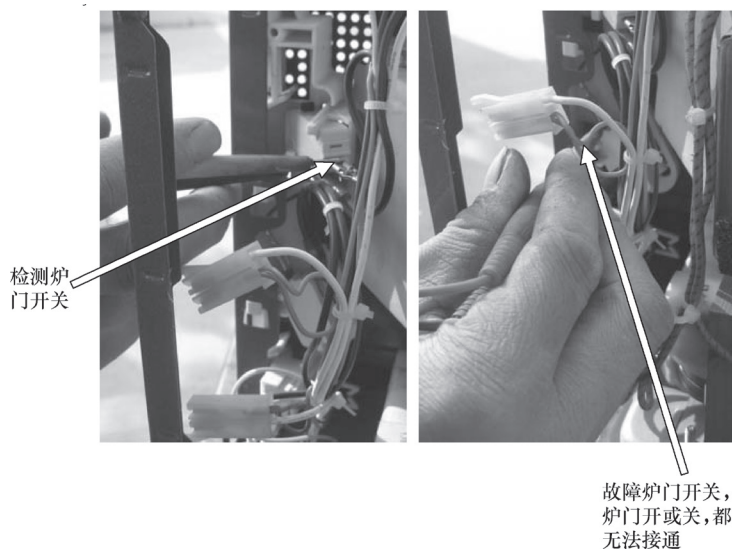


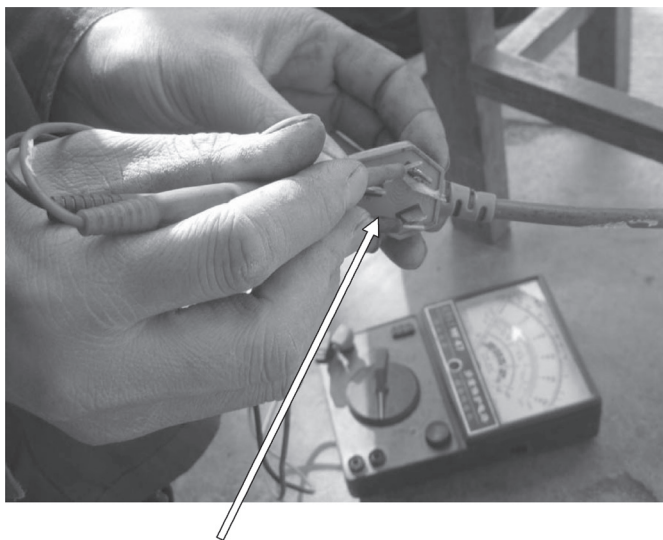
图 4-3 检测炉门联锁开关

4.1.2 微波炉通电后无反应

故障现象：一台机械控制式微波炉，上电后无反应。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是由于温度保护开关出现了故障。

首先检测微波炉电源插头两极间的电阻值为 ∞ ，如图 4-4 所示。反复旋转定时控制旋钮无反应，然后拆开机壳检测，如图 4-5 所示。



检测微波炉插头电阻

图 4-4 检测微波炉电源插头电阻

TIPS

由于一时的忘记和疏忽，食物加热时间超时的情况也时有发生，但很少有人知道超时后的后果。食品放入微波炉解冻或加热，若忘记取出，如果时间超过 2h，则应丢掉不要，以免引起食物中毒。

拆下外壳的微波炉

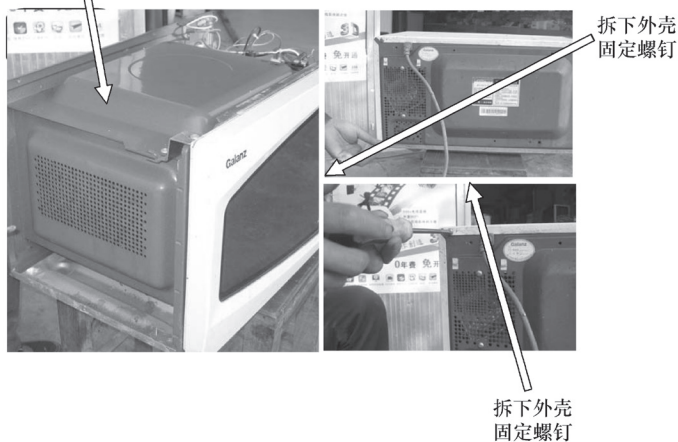


图 4-5 拆开微波炉外壳

发现温度保护开关两极间电阻值为 ∞ ，如图 4-6 所示，说明温度保护开关呈开路状态。

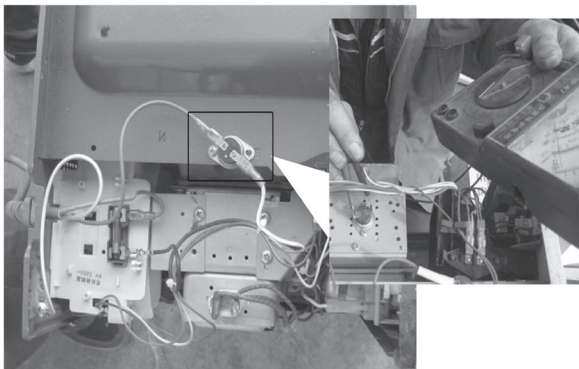


图 4-6 检测温度保护开关

温度保护开关是一种由热金属片控制的触点开关。试将温度保护开关换新后，微波炉恢复工作，故障被排除。

维修措施：

更换温度保护开关。

4.1.3 通电后有“吱吱”声，微波炉不能加热，炉灯也不亮

故障现象：一台机械控制式微波炉在刚一接通电源时，能听到“吱吱”打火声，但微波炉不能加热，炉灯也不能点亮。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是定时开关出现了故障。

根据检修经验，能听到打火声，说明市网电压已输入到微波炉内部。这时应注意检查门控开关及供电输入线路。该故障机型为格兰仕 WP700 机械

TIPS

提示：微波炉温度保护开关安装在磁控管的外表面，用于磁控管过热保护，即在磁控管因发射功率过大等因素而使其表面温度超过设定值时，温度保护开关动作，切断微波炉供电电源。因此，在更换温度保护开关时要注意与原型号相同。否则会因热动作参数不同，而起不到安全保护作用或误动作。

控制式微波炉，其整机供电原理如图4-7所示。

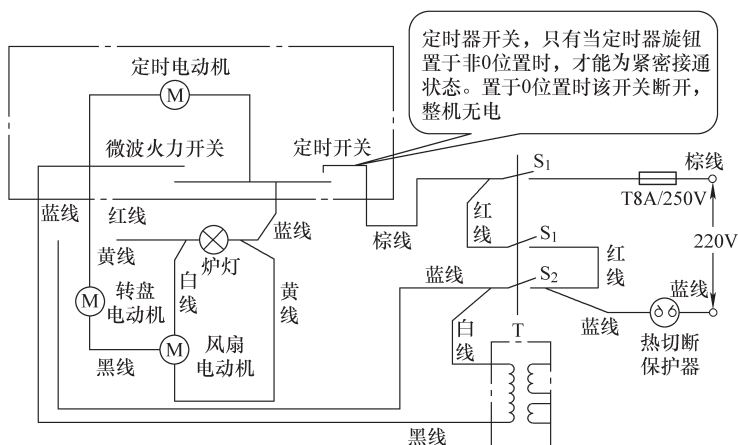


图4-7 故障微波炉整机供电原理图

图4-7中，接在定时器上的棕、蓝线为相线输入，蓝线与定时电动机、炉灯、风扇电动机相关联。因此，在微波炉无电，炉灯也不亮的情况下，可首先检测定时器的蓝线电极。

首先将微波炉炉门拆下，如图4-8所示。

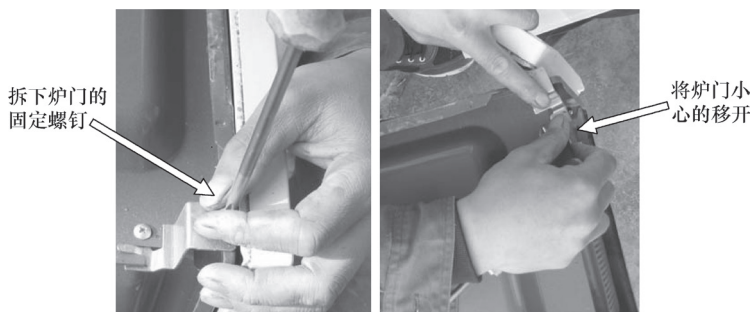


图4-8 拆下微波炉炉门

然后将炉门定时器抽出，如图4-9所示。

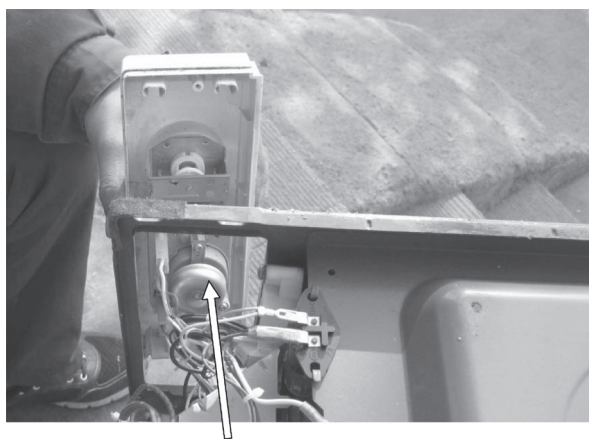


图4-9 断开定时器接线

TIPS

在一般情况下，磁控管温度保护开关呈开路性损坏时，常表现为开关触点接触不良。其原因多是因为反复跳变而打火烧焦，而反复跳变的原因又总是磁控管发射功率过高所致。因此，在温度保护开关呈开路性损坏时，还要特别注意检查磁控管及磁控管的供电电路。

经检查，发现在设置定时器旋钮后，定时电动机的两个供电电极间仅有 30V 左右电压，如图 4-10 所示，且不稳定，并随着指针摆动能够听到轻微的“吱吱”声。

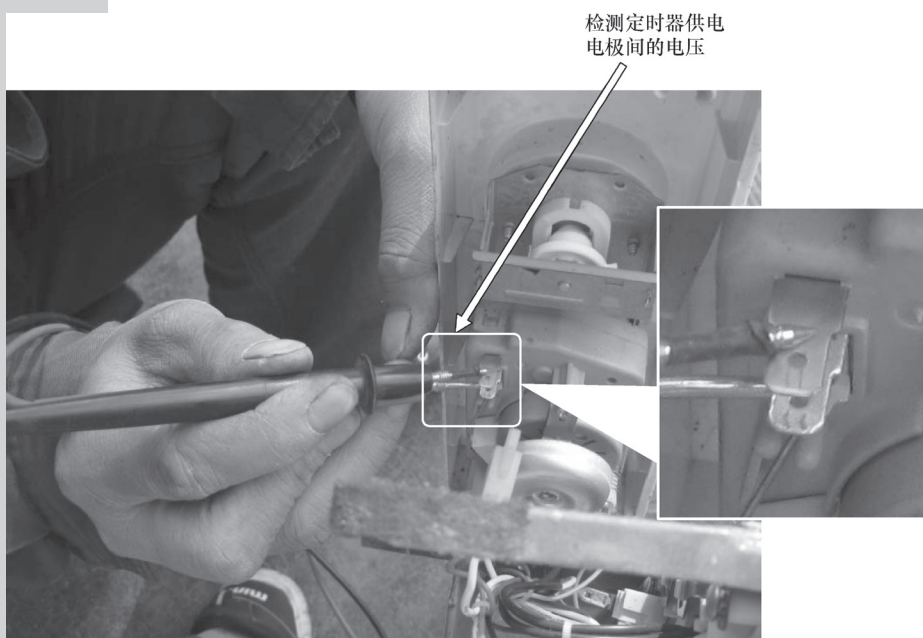


图 4-10 检测定时器供电电极电压

TIPS
要注意应按住插接器拔下，
而不是直接拔线。

此时再检测红、黄、蓝接线电极与棕线电极间有 220V 电压，因而怀疑定时器内部定时开关不良。试拔下定时器各电极插头，如图 4-11 所示。

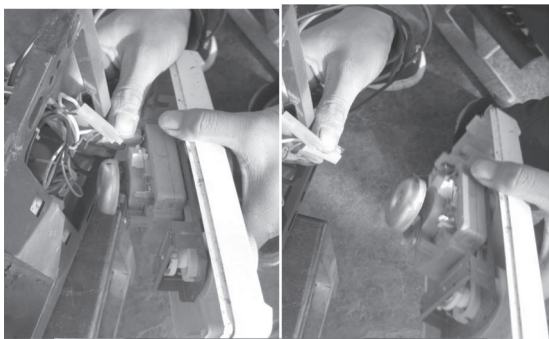


图 4-11 拔下定时接线

然后，用万用表 $R \times 1\Omega$ 挡检测相应电极间的电阻值，结果发现定时开关的两个电极间阻值已大于 0Ω ，如图 4-12 所示为实物引脚。

试将定时器外壳拆开，发现定时开关触点表面有焦黑打火痕迹，如图 4-13 所示。

根据维修要求，这时应更换定时器，但由于手中一时没有配件，在应急

情况下，只好用小钢锉对故障表面进行打磨处理，如图 4-14 所示。

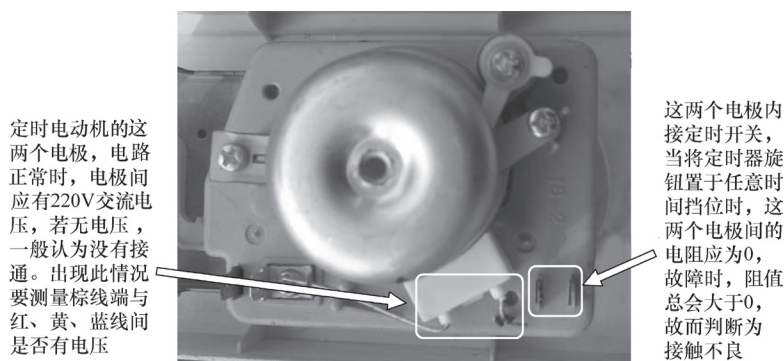


图 4-12 定时器引脚实物

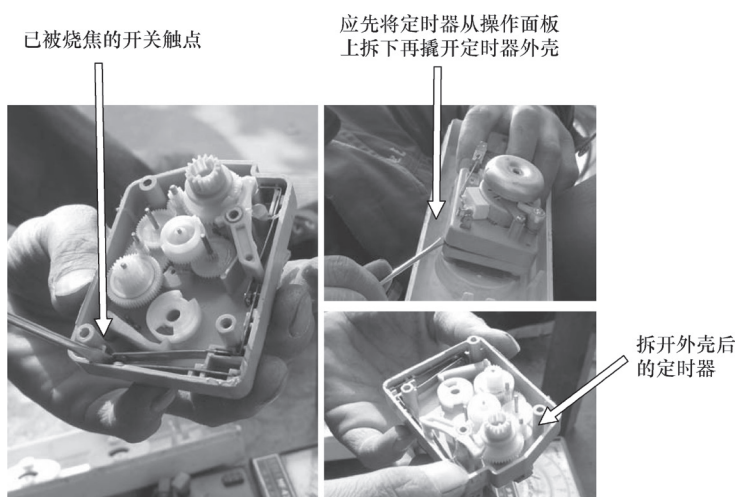


图 4-13 拆开定时器外壳

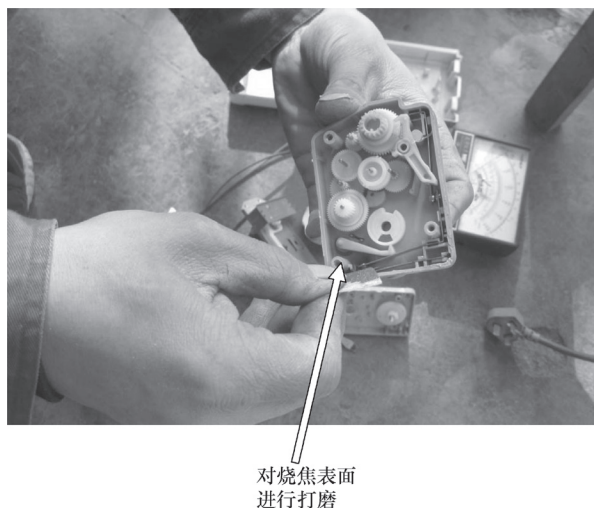


图 4-14 打磨接触点

经应急处理后，将定时器装回电路开机试验，微波炉恢复正常工作，暂

TIPS

提示：在定时器故障检修中，定时开关触点烧焦现象常有发生，而在处理此类故障时，常因一时找不到配件，采取应急修理法。但要注意，此法虽然可行，日久后故障可能还要重现。

且故障被排除。

维修措施：

理应更换定时器，但由于手中一时没有配件，在应急情况下，只好对故障表面进行打磨处理。

4.1.4 机械式微波炉，通电后无反应

故障现象：一台机械控制式微波炉，通电后无反应。

故障检修：

观察熔丝管正常，测温度保护开关接通（操作如前所述，此处不再赘述）。将定时器置于非“0”位置，测量定时器开关供电极两脚电阻，为无穷大，如图 4-15 所示。

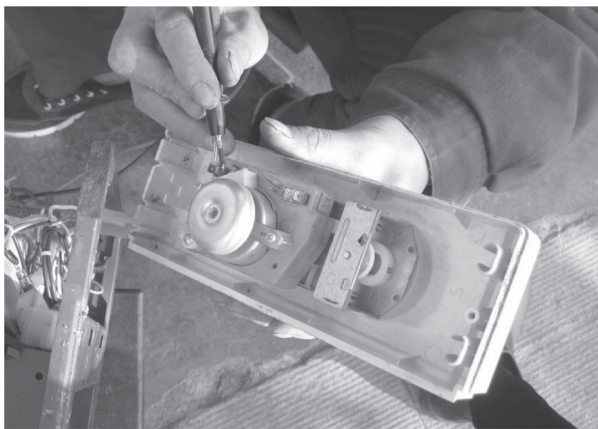


图 4-15 检测供电电极两脚电阻

将定时器拆下，打开塑料盖时，敷盖在上，避免盒内齿轮掉下，发现盒内二对接点积炭严重，如图 4-16 所示。

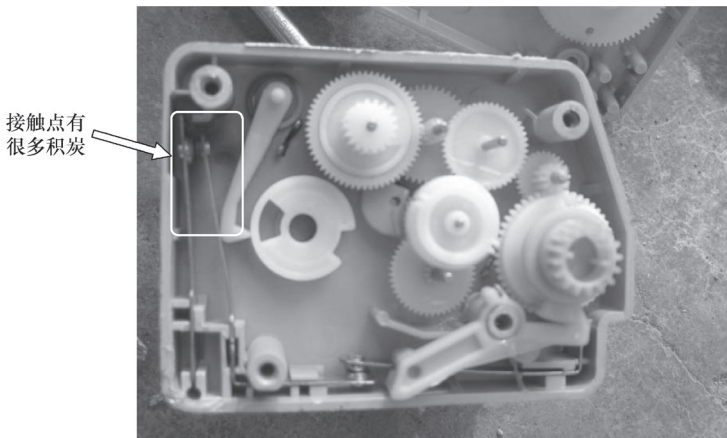


图 4-16 接触点

使用细砂纸打磨触点使其露出金属本色，如图 4-14 所示，再用酒精棉

TIPS

导致这种现象发生的原因有可能是微波炉控制器故障引起的。

球进行清洗，确定定时开关接触良好。恢复定时器安装，微波炉工作正常。

维修措施：

打磨定时器接触金属。

4.1.5 微波炉不工作，显示屏无显示

故障现象：微波炉不工作，显示屏无显示。

故障分析：

根据故障微波炉控制板电路的供电特点，在无显示故障检修时，应首先检查 D1、D2 整流输出电路，其工作原理如图 4-17 所示。

将微波炉外壳拆下，并将控制板固定螺钉拆下，如图 4-18 所示。

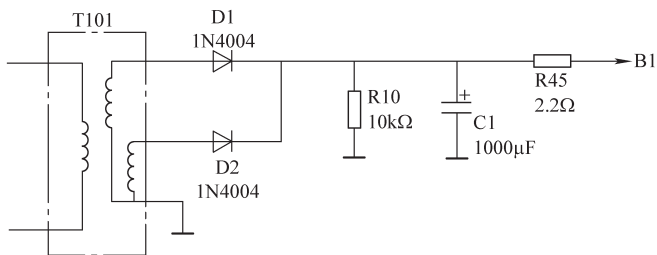


图 4-17 显示屏供电电路

TIPS

在图 4-17 中，R45 为限流电阻，当其断路时，应注意检查其负载电路。一般情况下，R45 断路，总有负载元件过电流，因此，在更换 R45 时，一定要进一步检查负载电路。

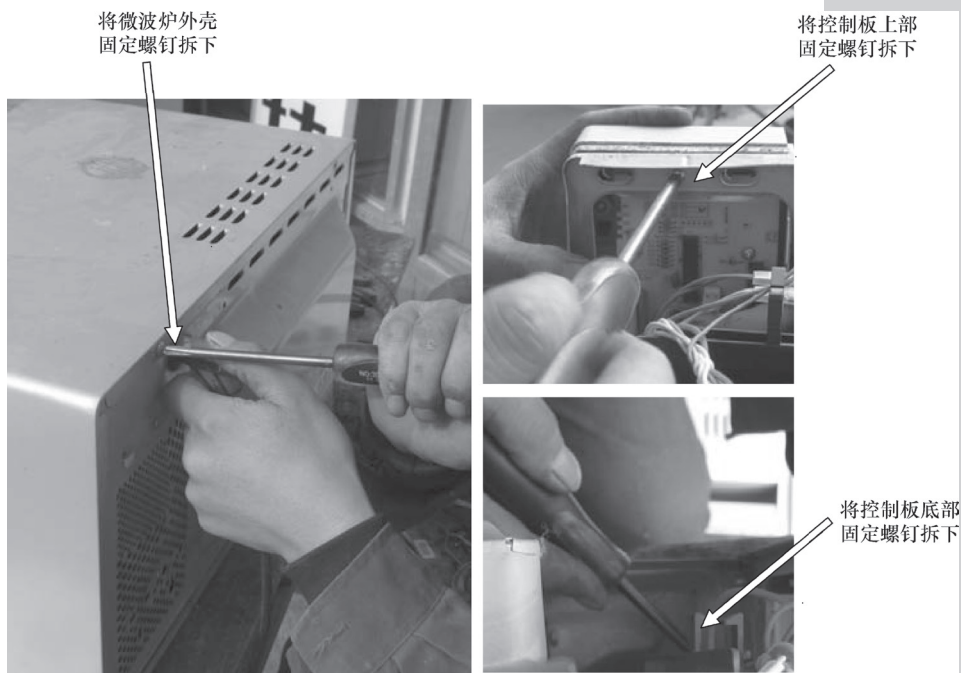


图 4-18 将微波炉电路板拆下

经检查，D1、D2 正常，通电检测 C1（1000μF/25V）电解电容器两端

有 +6V 电压, 如图 4-19 所示。

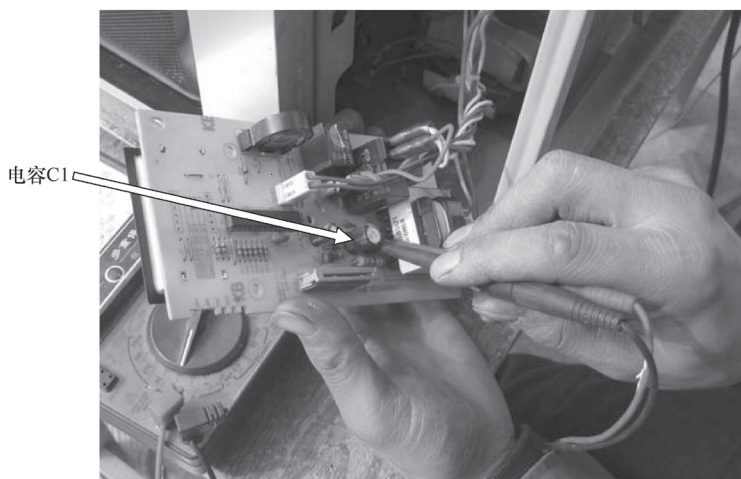
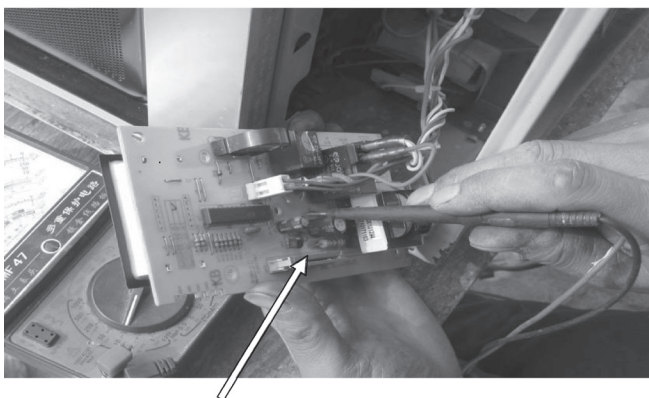


图 4-19 检查 C1

但检测 R45 输出端无电压, 如图 4-20 所示, 将 R45 焊下检查, 已呈开路状态, 用 2.2Ω 碳膜电阻换新后, 故障被排除。



检查电阻R45

图 4-20 检查电阻 R45

维修措施:

更换电阻 R45。

4.1.6 微波炉无电, 指示灯时亮时不亮

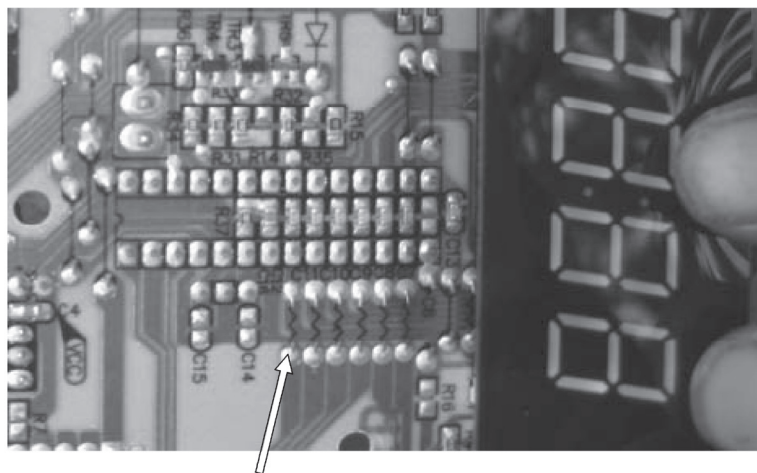
故障现象: 一台微电脑控制式微波炉无电, 指示灯时亮时不亮。

故障检修: 根据检修经验, 可首先检查控制板电源输入插头中红、蓝两线间的输入电压, 如图 4-21 所示。

经检查, 插头输入端 220V 电压正常。再检测印制电路板, 发现 CN1 电源输入插件的左侧焊脚已脱焊, 此时检测电源变压器一次绕组线圈两个焊脚间的 220V 电压时有时无, 如图 4-22 所示。



图 4-21 检查电源输入的电压



CN1引脚脱焊

图 4-22 CN1 引脚脱焊

维修措施：

为脱焊的引脚补焊。

4.1.7 微波炉上电后炉灯不亮，风扇也不转动

故障现象：一台微电脑控制式微波炉，上电后炉灯不亮，风扇也不转动。

故障检修：导致这种现象发生的原因通常是该机炉灯及风扇无电压输入。

该机在通电启动时看不到炉灯亮光，也听不到风扇的转动声，因此首先判断炉门门锁开关电路有开路或接触不良等故障。但经检查未见有异常和损坏元

TIPS

在更换磁控管时，务必注意使磁控管发射天线根部的铜丝网状垫圈平整对准波导腔输入，并均匀紧固安装螺钉。

TIPS

提示：在图 4-24 中，K3 是一种 12V 继电器，其工作电流的最大值为 5A，更换时应保持与原型号一致。

件。再进一步检查控制板电压输入插件 CN1 的引脚电压，首先 F 端无输出，检查 K3 继电器（见图 4-23）输出端也无输出，其电路原理如图 4-24 所示。

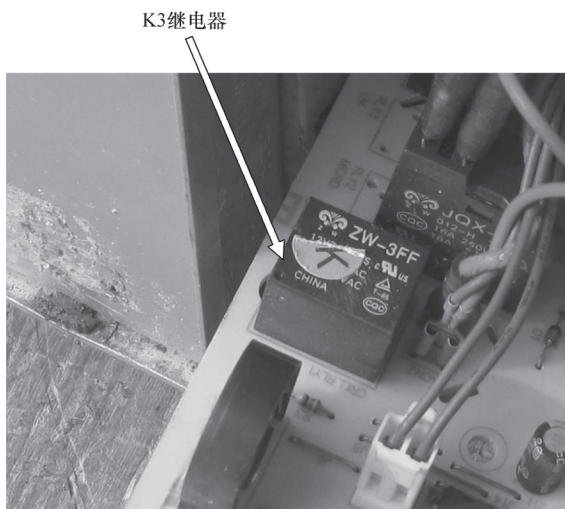


图 4-23 K3 继电器电路实物

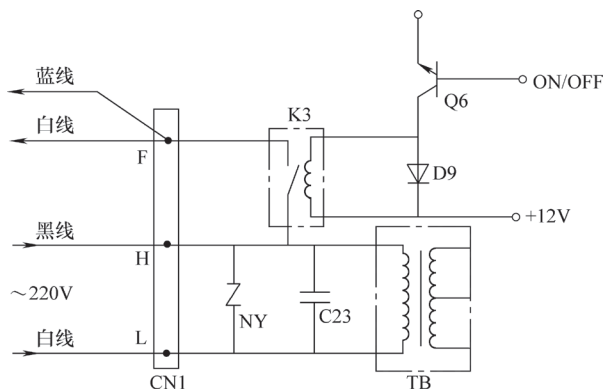


图 4-24 K3 继电器电路原理图

维修措施：

经检查，最终是 K3 损坏，将其换新后，故障被排除。

4.1.8 接通电源，显示屏不亮，按按键无反应

故障现象：一台微电脑控制式微波炉，接通电源，显示屏不亮，按按键无反应。

故障检修：接上电源，显示屏不显示，并且按下按键无任何反应，故障原因一般是微电脑没有工作所致。可检查电源电路、振荡电路和复位电路。

首先检查控制板上是否有 +5V 直流工作电压，如图 4-25 所示。如没有，就应检查整流电路、三端稳压器中是否有元器件损坏，变压器二次绕组是否开路以及电源插头是否松脱等。

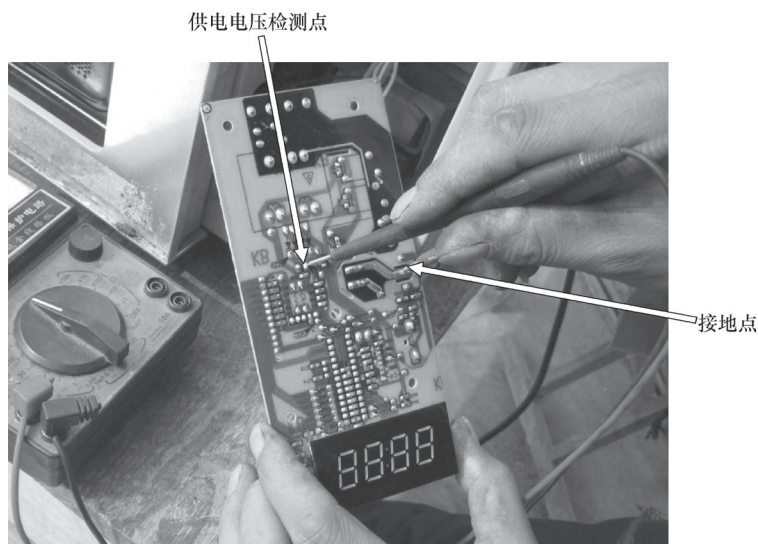


图 4-25 检测供电 5V 电压

若复位电容出现故障,则单片机就无法正常工作,振荡电路产生 4MHz 的振荡频率;若振荡器故障,微处理器因无时钟信号也不能正常工作,因此应查看晶振(见图 4-26)及振荡回路的电容去排除出现的故障。

TIPS

当工作电压正常时,应检查振荡电路和复位电路。

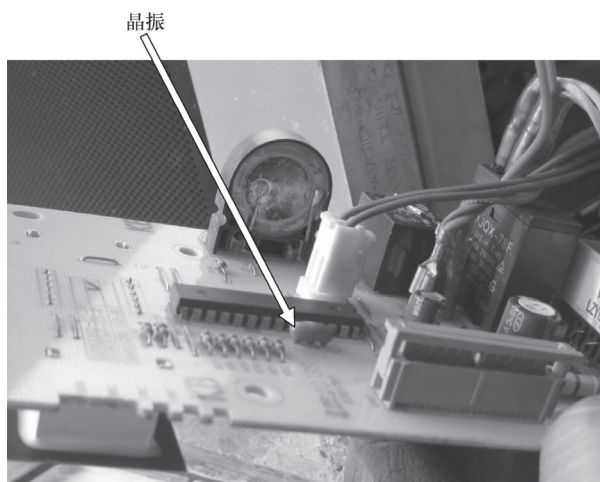


图 4-26 振荡电路中的晶振实物

如果外围元器件均正常,应更换微处理器,调换后,若故障能排除,说明芯片已坏。

维修措施:

此例中是微处理器故障,需要更换。

4.1.9 微波炉开机后风扇转,但显示屏无显示,也不加热

故障现象:一台电脑控制式微波炉开机后风扇转,但显示屏无显示,也不加热。

故障检修：

故障机型微波炉在正常工作时，接通电源后全屏显示。

用万用表测得有 220V 交流输入电压，如图 4-27 所示。



图 4-27 检测插座输入电源正常

TIPS

在检修烧烤功能电路时务必注意将高压变压器的一次绕组供电插头拔下，以避免高压电击和微波泄漏造成人体伤害。

打开微波炉外壳，如图 4-28 所示，用万用表测量电源熔丝管和温控器均正常，如图 4-29 和图 4-30 所示。

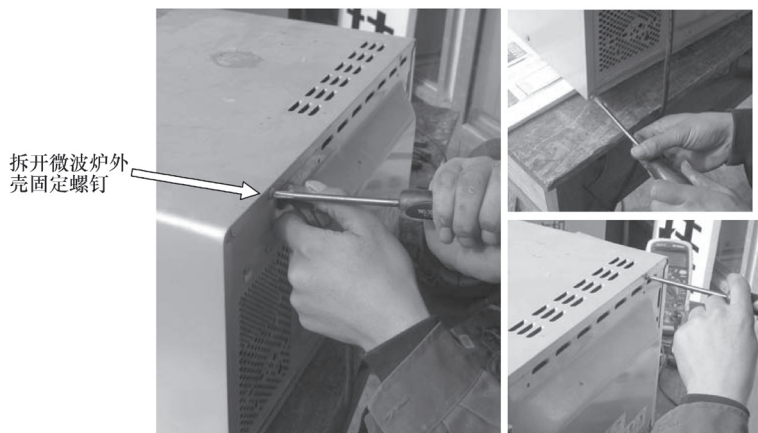


图 4-28 拆开微波炉外壳

检查门开关组件也正常，如图 4-31 所示。

拆下单片机测量有 +5V 电压，如图 4-32 所示，说明故障出在微处理器和晶振上。

用万用表测量微处理器②脚对地有 5V 电压正常，如图 4-33 所示。

测②、④脚正常，说明并接在②、④脚间的晶振损坏了，重新换上 4MHz 的晶振，故障排除。

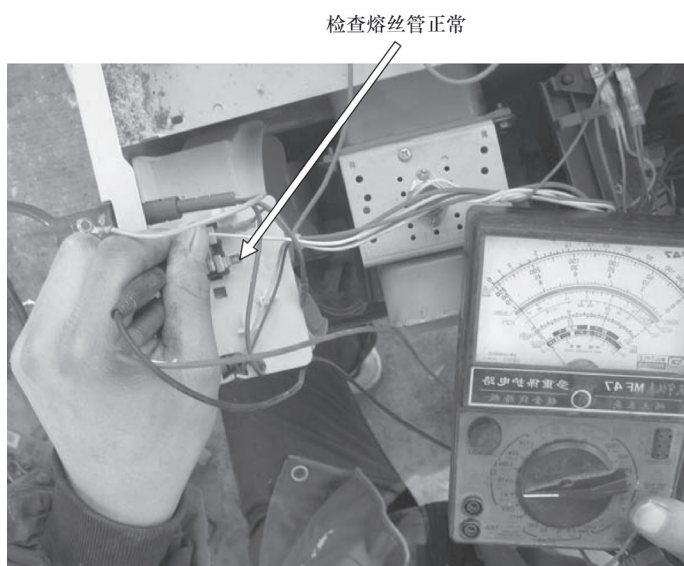


图 4-29 检查温度熔丝管

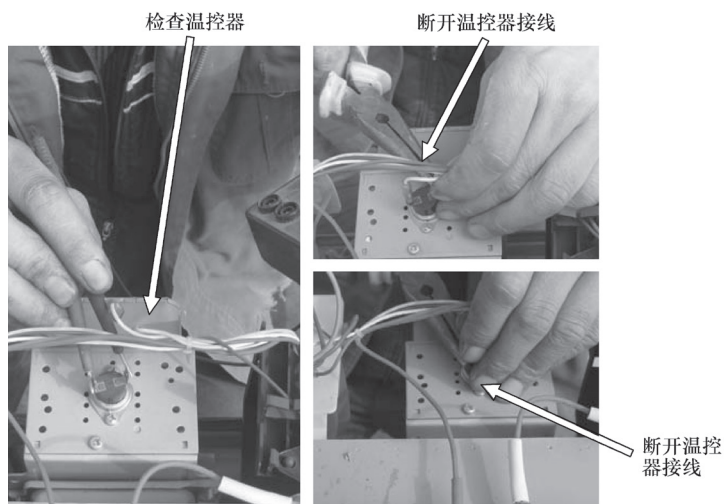


图 4-30 检查温控器

TIPS

在检修烧烤功能电路时，最好也将烧烤加热管的两个供电插头拔下，并在插头两端并接一只白炽灯泡，以便观察烧烤控制电路是否恢复正常。正常时白炽灯泡点亮。

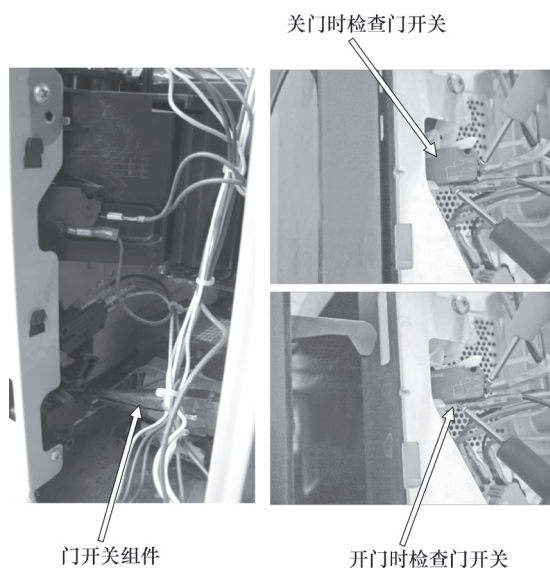


图 4-31 检查门开关组件

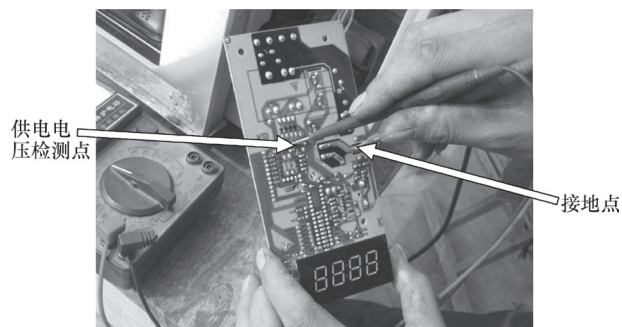


图 4-32 检测供电 5V 电压

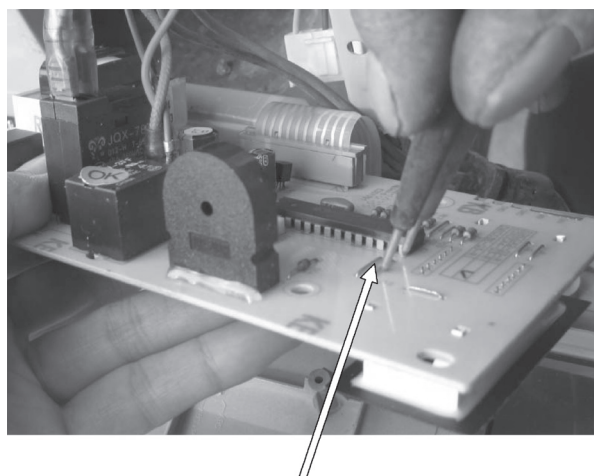


图 4-33 检查⑳脚的对地电压

维修措施:

更换晶振。

4.1.10 微波炉开机后，显示屏不显示，也无微波输出

故障现象：一台微电脑控制式微波炉开机后，显示屏不显示，也无微波输出。

故障检修：打开微波炉外壳，检查 8A 电源熔丝管正常，如图 4-34 所示。

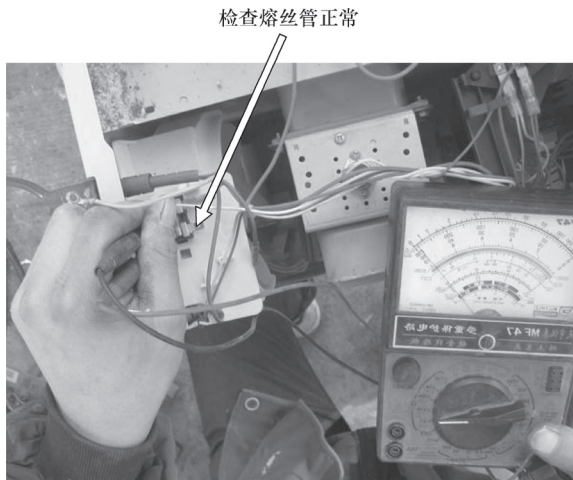


图 4-34 检测熔丝管

再检查 RY2 两端也有 220V 电压，测高压变压器二次侧输出 3V 和 20V 均正常，当测量 BG 的 C 极电压时，测出仅为 8V（正常应为 18V），E 极也无电压输出（正常输出为 +5V），这说明单片机没有 +5V 电压输入，电路如图 4-35 所示。

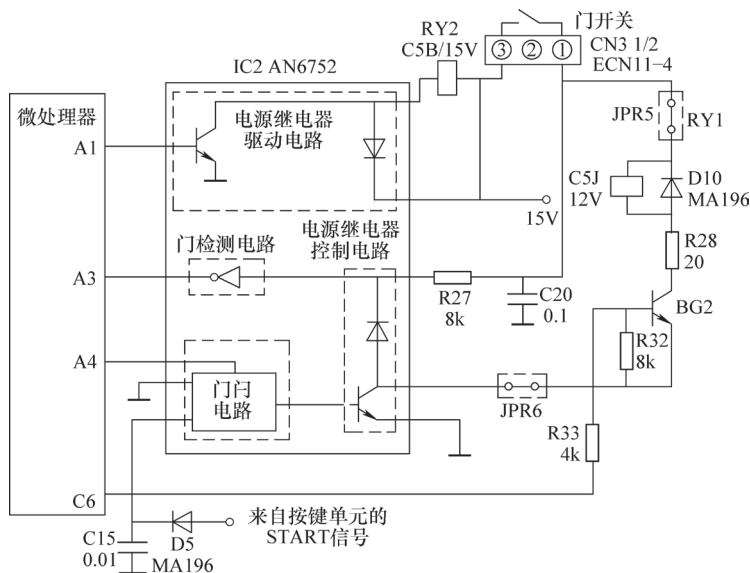


图 4-35 故障微波炉继电器控制电路

TIPS

待机电路中，二极管被击穿损坏时，微波炉无电，微波和烧烤均不加热。

TIPS

微波加热和烧烤加热共用一只热切断保护器执行过热保护时，当热切断保护器不良时，由于烧烤功率较大，故较易使故障现象表露出来。

+5V 电压经 220V 降压至 20V, 经 C1、C2 滤波, W1、D1 整流稳压后, BG 取样稳压从 E 极输出稳定的 +5V 电压, 由于 +18V 电压与 +5V 相差较远, 说明故障出在 BG、W1、R3、R4 组成的稳压电路里。经检查, 稳压管 W1 已开路, 导致正常电压 +18V 电压降低, BG 不工作 +5V 电压也无输出。

维修措施:

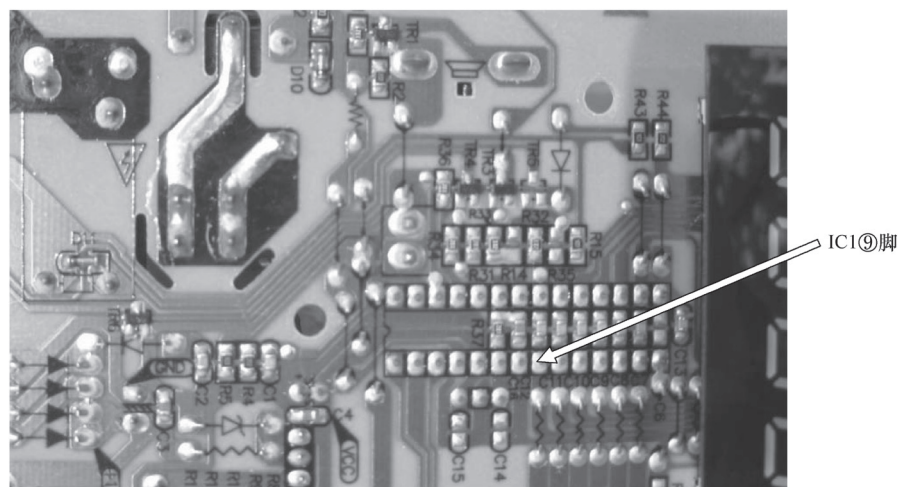
更换同型号的稳压管, 故障排除。

4.1.11 微波炉不工作, 无蜂鸣声

故障现象: 一台电脑控制式微波炉不工作, 无蜂鸣声

故障检修:

检查与分析: 首先检查 +5V 电压正常, +12V 电压也正常 (此处检查如前文所述)。但检查 IC1 (SN8P2604KB) ⑨脚时, 发现有 2.1V 左右电压, 其印制电路板如图 4-36 所示。



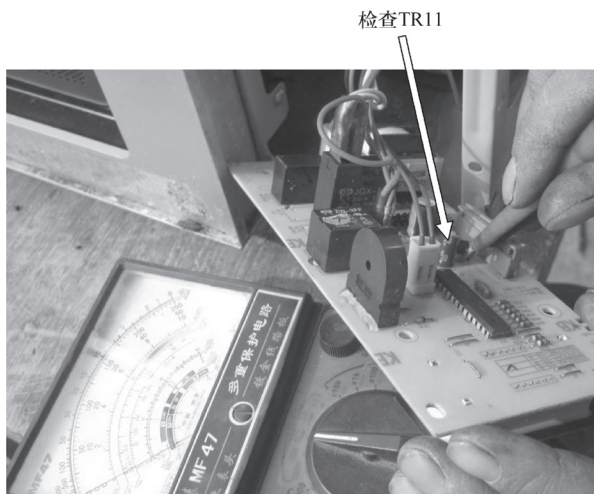


图 4-37 检查 TR11 电阻

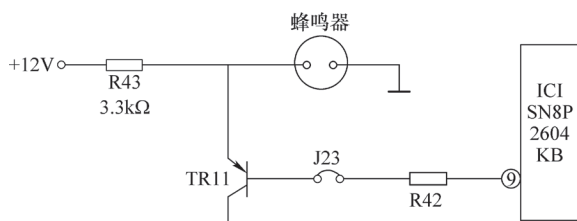


图 4-38 蜂鸣器控制电路原理图

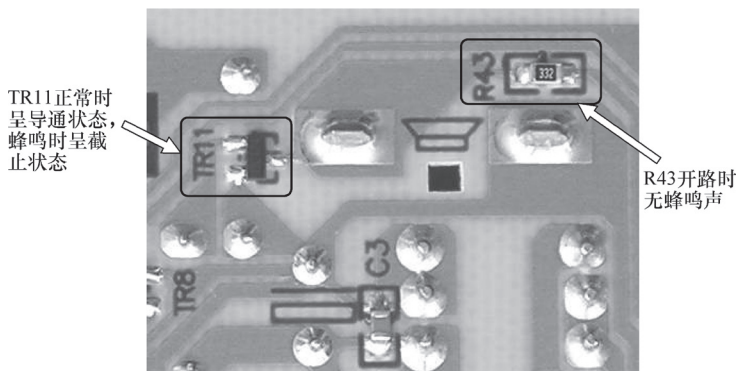


图 4-39 蜂鸣器实物组装及印制电路板

维修措施：

TR11 是一种贴片式 PNP 型小功率开关管，主要用于蜂鸣器控制。将其换新后，故障被排除。

4.2 炉灯亮，但不能加热

4.2.1 炉灯、转盘、风扇工作正常，但不能加热

现象描述：

TIPS

在图 4-38 中，IC1（SN8P-2604KB）单片机是在具有一定程序的编程软件控制下驱动外围电路进行工作的。因此，当 TR11 发射结击穿，使 IC1 ⑨脚电压上升时，将影响到 IC1 内部电路的工作点电压，进而使驱动程序紊乱，整机不工作。因此，在一些疑难故障中，注意 IC1 的一些引脚电压的变化情况，对分析和判断故障原因会很有帮助的。

TIPS

微波加热和烧烤加热共用一只热切断保护器时，在微波加热且又功率较小时，则表现为正常，故不易排查故障原因。因此，在工作一段时间突然断电的故障检修中，注意检测热切断保护器的输出端电压就显得很有必要。

一台机械控制式微波炉，不能微波加热，但炉灯、转盘、风扇工作正常。

故障检修：

导致这种现象发生的原因很有可能是磁控管出现了故障。

观察高压变压器无烧焦痕迹，拔掉高压变压器一次初侧插头，如图 4-40 所示。

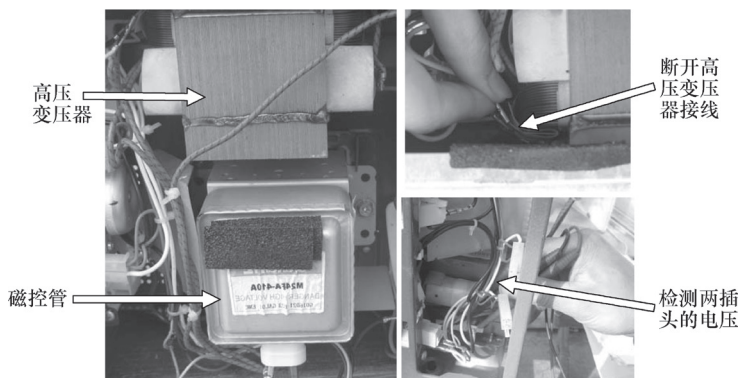


图 4-40 检测高压变压器

测量两插头之间有 220V 电压，如图 4-41 所示，测量高压变压器一次、二次电阻均符合要求。

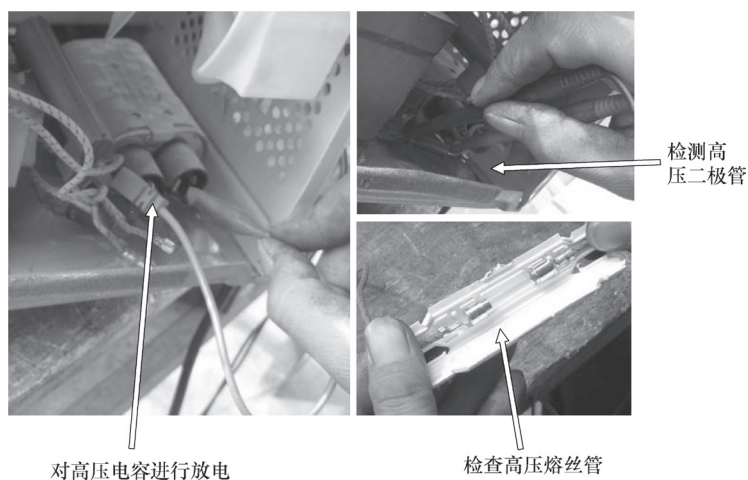


图 4-41 检查高压二极管、高压熔丝管

据此，判断故障出在高压电路。对高压电容放电后，检查易损的高压二极管、高压熔丝管均是好的，如图 4-41 所示。

然后对磁控管进行检查，天线帽无打火痕迹，测灯丝电阻不到 1Ω ，如图 4-42 所示，属于正常值，怀疑磁控管失效。

维修措施：

更换同规格磁控管，微波加热恢复正常。

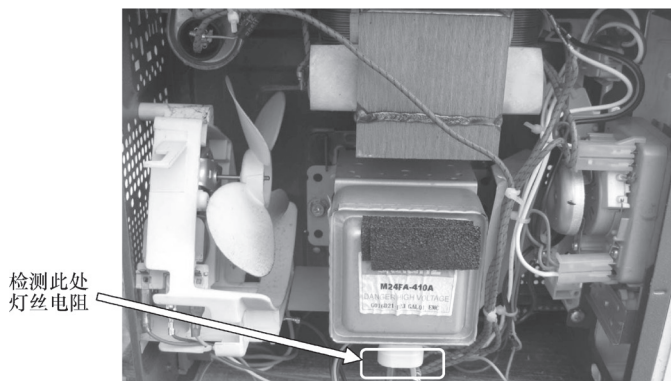


图 4-42 检查磁控管灯丝电阻

4.2.2 不能微波加热，其他均正常

现象描述：

一台机械控制式微波炉，不能微波加热，其他均正常。

故障检修：

导致这种现象发生的原因有可能是高压电容器出现了故障。

定时器置于非“0”位置、火力设置最大、炉门关闭后，测量电源插头之间电阻，如图 4-43 所示，阻值很小。

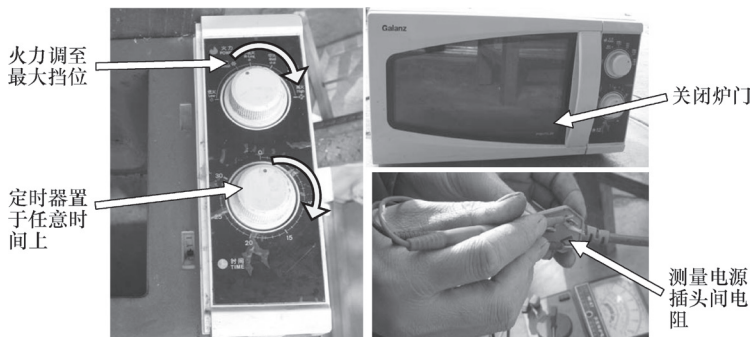


图 4-43 将微波炉置于工作状态

据此判断高压变压器一次回路没有问题，故障出在高压电路。打开机壳，观察高压变压器、高压电容等便于观察的器件，发现高压电容绝缘胶处有打火后留下的痕迹，显然高压电容器已损坏。

维修措施：

更换同参数的高压电容器后，故障被排除。

4.2.3 炉灯亮，磁控管故障，不能微波加热

故障现象：

一台机械控制式微波炉，不能微波加热，但炉灯亮。

TIPS

微波炉烧烤一会儿后自动断电，但一会又能重新烧烤，后来就逐渐形成烧烤不加热故障原因之一：是热切断保护器 2 内部的热金属片性能不良，致使其在温度不高时产生误动作，将动触开关断开，待温度下降后，又能自动恢复，此时就必须更换热切断保护器 2。

TIPS

微波炉烧烤一会儿后自动断电，但一会又能重新烧烤，后来就逐渐形成烧烤不加热故障原因之二：烧烤输出功率过大，使烧烤腔外壳温度过高，热切断保护器2断开，这属正常的过温保护功能动作。但在过温保护功能动作时，就不是简单地更换热切断保护器2，而是要进一步查找烧烤腔外壳温度过高的原因。

TIPS

在微波炉中，高压变压器是一个很重要的器件。它不仅为磁控管提供灯丝电压（3.4V）和阴极高压（高压变压器二次侧为2100V，倍压整流后为4100V），而且其性能好坏还直接影响磁控管的微波发射功率。因此，在更换高压变压器时一定认准标称型号，我们以格兰仕高压变压器为例，其主要参数有：

一次绕组电阻值约 2Ω ，其输入电压220V；

二次侧灯丝绕组电阻值约 0.8Ω ，其输出电压3.4V；

二次侧高压绕组电阻值约 110Ω ，其输出电压2100V。

高压变压器的铁心通常被焊接在一起，上下有两条焊溜。因此，对有些微波炉中的高压变压器就不能拆卸修理，一旦绕组线圈损坏后，就只能换新。

故障检修：

导致这种现象发生的原因有可能是磁控管出现了故障。

首先检查-32V电压正常，但检查磁控管附近晶体管2756集电极始终无输出，如图4-44所示。

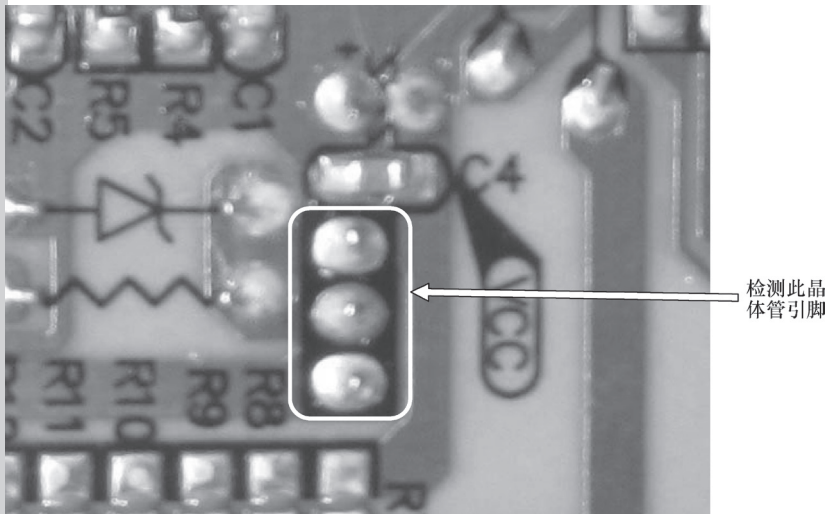


图 4-44 检测晶体管

将2756拆下检查发射结呈开路性损坏，将其换新后，故障被排除，如图4-45所示。

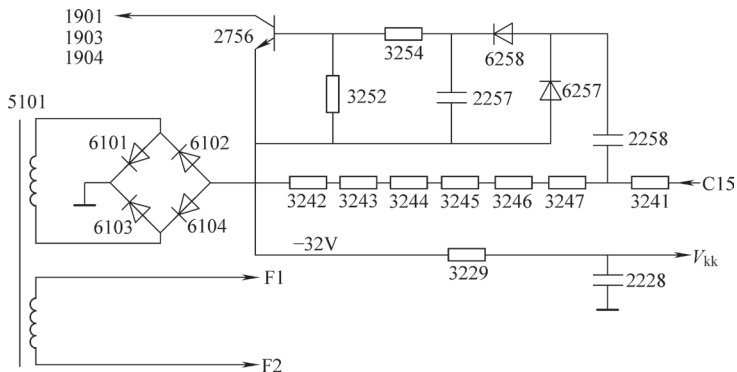


图 4-45 继电器供电电路

维修措施：

更换新的磁控管。

4.2.4 微波炉不加热，炉灯亮，能听到电动机的转动声

故障现象：一台机械式微波炉，通电开机后不加热，但炉灯仍亮，同时也能听到转盘和风扇电动机的转动声。

故障检修：

根据检修经验,可以肯定磁控管没有工作。这时,应首先注意检查高压电路的相关元器件。

经检查,高压熔丝已熔断,如图4-46所示,而高压电容器及高压二极管均正常。

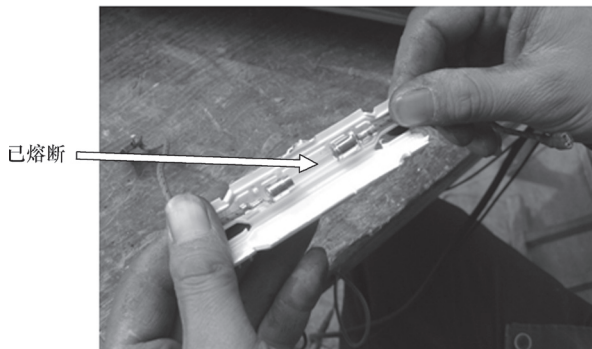


图4-46 高压熔丝管

这时可进一步检查高压绕组线圈,如图4-47所示。

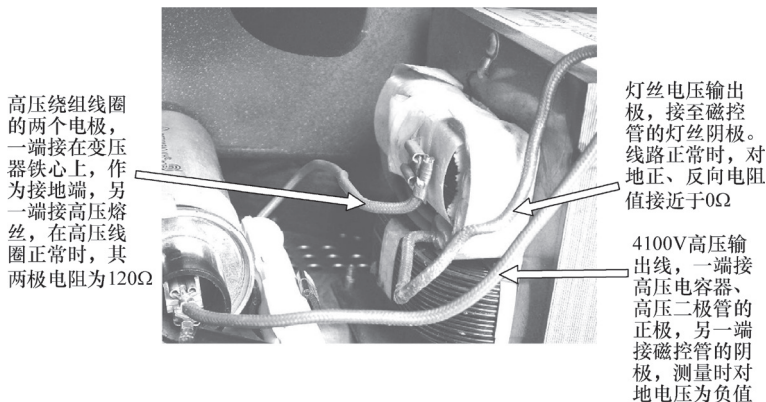


图4-47 高压线圈电极

经检查,发现高压绕组线圈两电极间的正、反向电阻值约为 36Ω ,且不稳定。正常时应有 120Ω 电阻值,故说明高压绕组线圈有较严重的击穿短路故障。

维修措施:

选择同型号变压器更换后,故障彻底被排除。

4.2.5 定时器粘连,微波炉不加热,但炉灯亮

故障现象:微波炉不加热,但炉灯亮。

故障检修:

拆壳首先检测高压电路,基本正常。此时应拨下高压变压器一次侧电源输入插头,监测插头两端的输出电压,如图4-48所示。

TIPS

注意，在检查烧烤加热控制电路的工作电压时，务必将高压变压器 T 一次绕组供电电源插头拔下，避免高压电击和微波辐射对人体造成危害。

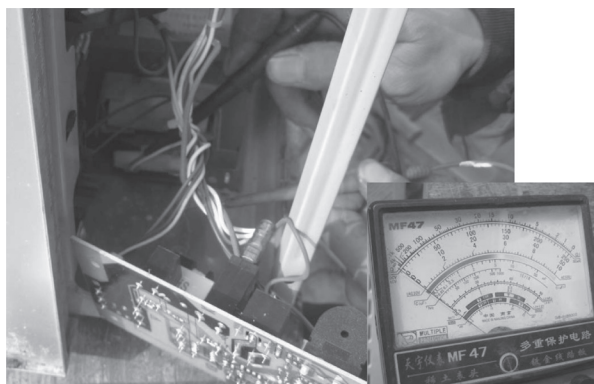


图 4-48 检查高压电路

在正常状态下，高压变压器一次侧电源输入插头的两端电压，在火力选择开关控制下有如下几组输出状态：

- 1) 低火状态，输出 220V 电压的时间约 7s，停止输出时间约 23s，其周期为 30s；
- 2) 解冻状态，输出 220V 电压的时间约 14s，停止输出时间约 16s，其周期为 30s；
- 3) 中低火状态，输出 220V 电压的时间约 17s，停止输出时间约 13s，其周期为 30s；
- 4) 中火状态，输出 220V 电压的时间约 23s，停止输出时间约 7s，其周期为 30s；
- 5) 中高火状态，输出 220V 电压时间约 29s，停止输出时间约 1s；其周期为 30s；
- 6) 高火状态，始终输出 220V 电压，直至定时时间结束。

经监测观察，万用表的指针始终指在 0V 位置，如图 4-48 所示，即高压变压器一次侧电源输入插头始终无输出。这时应重点检查微波火力控制线路，其工作原理图如图 4-49 所示。

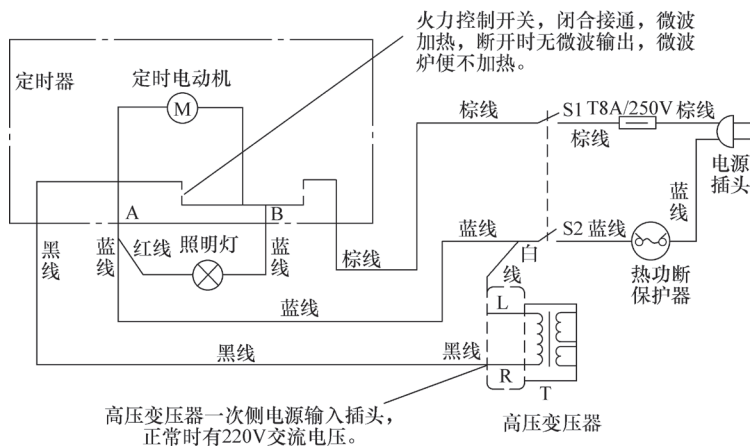


图 4-49 微波火力控制线路工作原理图

根据图 4-49 中的火力控制开关位置，可以知道，有炉灯点亮，则说明 220V 市网电压已加到 A、B 两点，而 A 点通过蓝线和白线与高压变压器 T 的 L 端相接通，B 点通过火力开关和黑线与高压变压器 T 的 R 端相接通。因此，当照明灯能够点亮，而高压变压器 T 的一次侧电源输入插头没有 220V 电压时，则说明 B 点到 R 端的线路有开路故障，或是 L 端外接的白线断路，这时应首先重点检查 R 端外接黑线和 L 端外接白线。经检查黑线和白线均正常，因而判断故障范围在定时器内部。

将定时器拆开检查，发现火力开关触点已焦黑，测量其电阻值为 ∞ ，如图 4-50 所示。

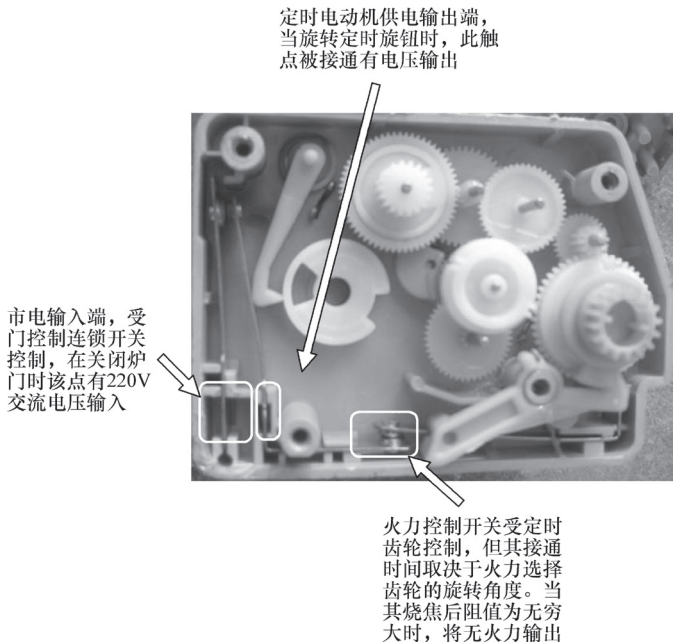


图 4-50 拆开的定时器

维修措施：

由于手头没有与之相同的定时器，故在应急情况下用小钢锉轻轻磨锉触头表面，直至有新鲜平整的铜表面出现为止，然后再安装好定时器试机，结果故障被排除。

4.2.6 微波炉不能微波加热，但仍能烧烤加热

故障现象：微波炉不能微波加热，但仍能烧烤加热。

故障检修：

此故障机型微波炉具有微电脑控制功能，其微波火力开关控制电路如图 4-51 所示。

TIPS

定时器火力开关被烧焦的现象虽不多见，但也常有发生。因此，当微波炉不加热，且炉灯尚亮时，可在拔下电源插头（即断电）状态下，旋转火力旋钮，然后直接检测定时器的火力开关引脚电极，看是否有导通阻值，进而判断故障点的所在范围。

在一般情况下，只要测得火力开关引脚电极间的电阻值不为零，就说明火力开关触点接触不良；而极间电阻为零，则说明故障点在高压产生电路或高压输出级电路。

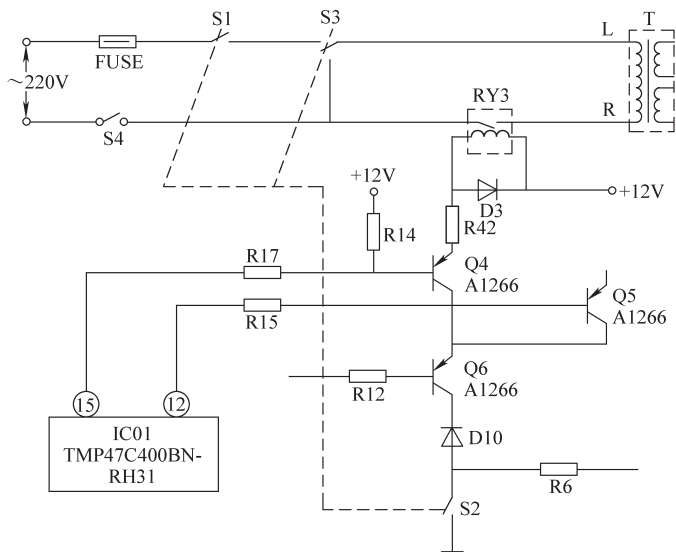
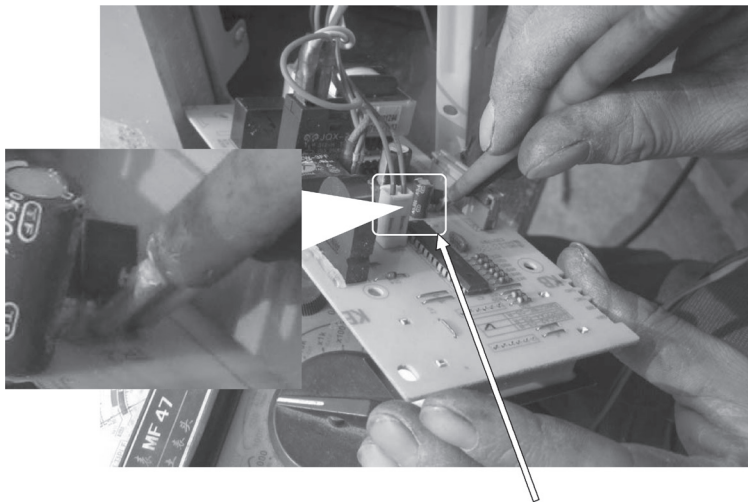


图 4-51 微波火力开关控制电路

因此,当不能微波加热,且仍有烧烤加热时,则说明微电脑控制电路(即单片机)基本是好的,并且单片机已有供电电源输入,这时应重点检查微波火力控制电路。

根据图 4-51 微波火力开关控制电路分析认为,在无微波加热时,应首先检查 Q4 (A1266) 的基极是否有高/低转换电平,如图 4-52 所示。



基极电压可在 0.7V~0.3V 间

图 4-52 检查 Q4

然后再检测 D3 两端电压是否始终为 12V,如图 4-53 所示。

经检查, Q4 基极电压可在 0.7V/0.3V 间转换,但 D3 的正极端始终为 +12V,此时改用 $R \times 1k\Omega$ 电阻挡检测,发现 D3 已呈击穿性损坏。将其用 1N4148 换新后,故障被排除。

TIPS

在该种故障中,由于 D3 击穿导通, RY3 继电器的绕组线圈被短路,故 RY3 继电器线圈中始终没有流通电流,动触点开关就因得不到吸力而始终处于断开状态,高压变压器 T 得不到工作电压,磁控管不工作,自然也就不能微波加热。

但在 D3 击穿的故障检修中,还要进一步检查 +12V 电压是否稳定正常,以及 Q4、Q6 等是否也有击穿损坏现象。只有在查清 D3 的损坏原因后,才能够彻底排除故障。

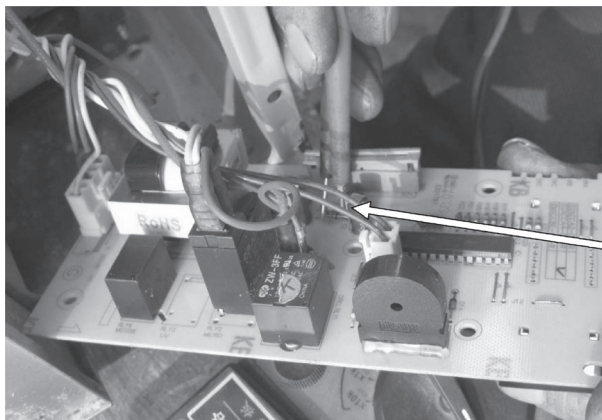


图 4-53 检测 D3

维修措施：

更换新的 1N4148。

4.2.7 微波炉不能烧烤加热，但微波加热正常

故障现象：微波炉不能烧烤加热，但微波加热正常

故障检修：

故障机型微波炉中，设置有石英管加热烧烤功能，其工作原理如图 4-54 所示。

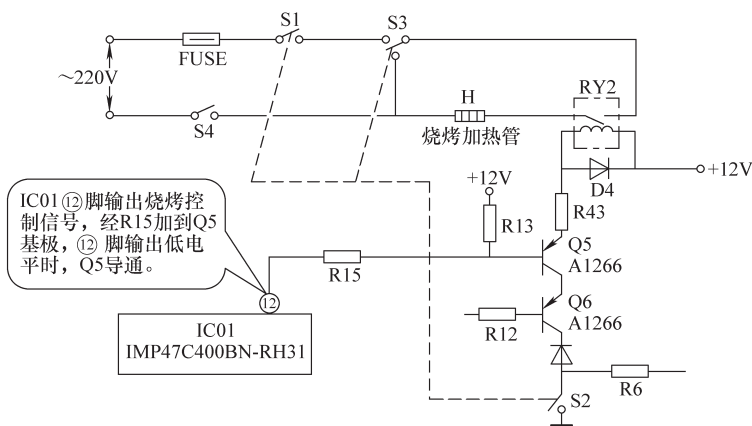


图 4-54 烧烤火力开关控制电路

根据原理分析，在该微波炉不能烧烤加热，但仍能微波加热时，应首先检查烧烤加热管是否正常，其拆解如图 4-55 所示。

经检查，烧烤加热管两极间的电阻值正常，约为 45Ω （单管两端为 22.5Ω ，如图 4-56 所示），但通电检查烧烤加热管两端始终无电压。

TIPS

烧烤控制加热时间过长，或始终处于加热状态，致使烧烤腔温度过高，这时应检查烧烤控制电路。

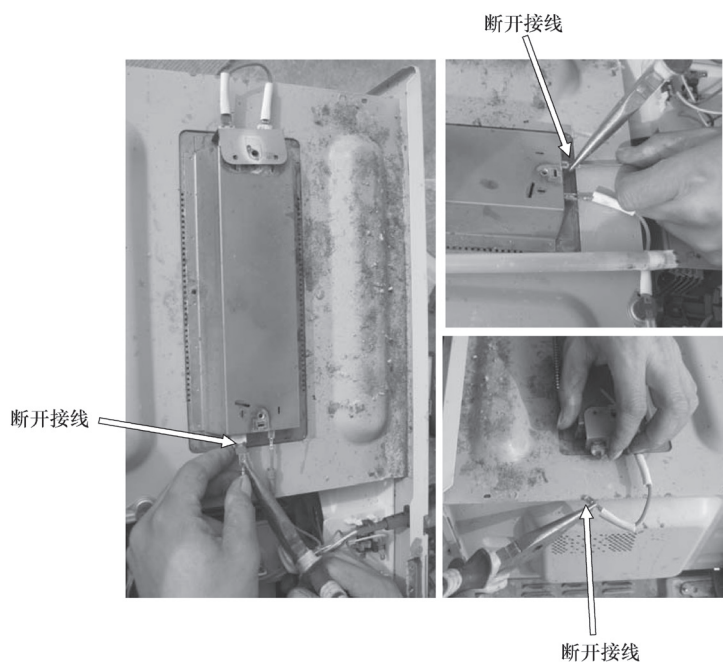


图 4-55 拆解加热管

TIPS

在该机中，R5 主要用于输出烧烤控制信号，如图 4-54 所示。当 IC01 的⑫脚输出 0V 低电平时，Q5 导通，RY2 导通，烧烤加热管有 220V 电压加入。当 R15 脱焊或开路时，Q5 的基极就不受 IC01 ⑫脚输出控制，而是在 R13 的偏置电压作用下始终处于反偏截止状态，故烧烤功能无效。

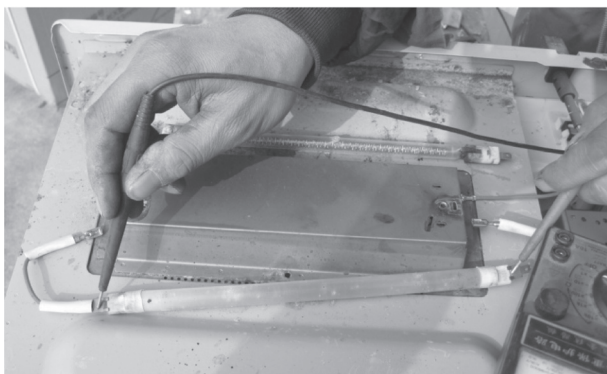


图 4-56 检测单根加热管的电阻

这时应进一步检查烧烤加热开关控制元件，如图 4-57 所示。结果发现 R5 一端脚脱焊。

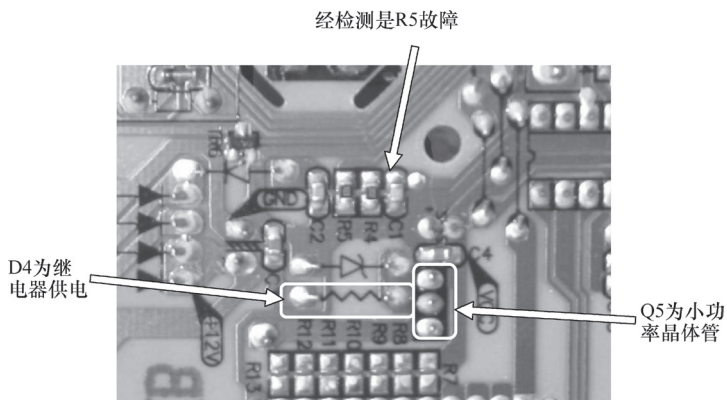


图 4-57 烧烤加热控制元件

维修措施：

将脱焊引脚补焊后，故障被排除。

4.2.8 微波及烧烤功能均不能加热

故障现象：微波炉微波及烧烤功能均不能加热。

故障检修：

故障微波炉具有单片机控制功能，当其微波和烧烤功能均失效时，应首先检查门监控开关及待机控制电路，其电路原理如图 4-58 所示。

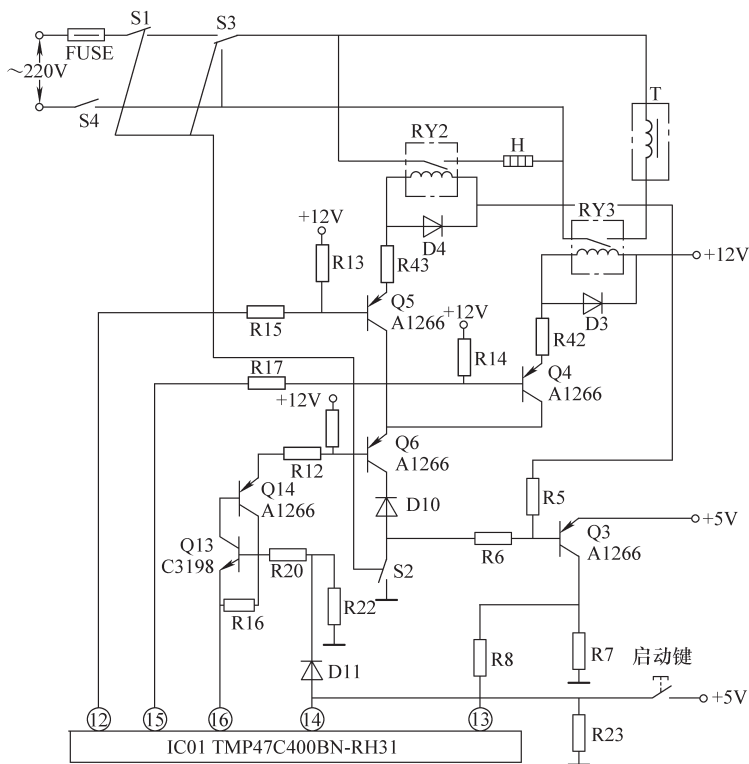


图 4-58 门监控开关及待机控制电路

TIPS

烧烤管紧贴烧烤腔，使大量的烧烤热量传递到烧烤腔外壳，这时应调整烧烤管的安装位置，使其与烧烤腔外壳保持一定的空间距离。

TIPS

在该机中，Q13 与 Q14 组成模拟晶闸管，一旦其中有一只管子被触发导通，模拟晶闸管则被锁定在导通状态，直至关闭供电电源。因此，它在电路中主要起待机预备控制。在图 4-58 中，Q13 和 Q14 组成的模拟晶闸管能否被启动电压触发导通，主要决定于 IC01 (TMP47C400BN-RH31) ⑩脚的输出状态，而⑩脚的输出状态又决定于 S₂ 和 Q3 是否导通。其中 S₂ 为门控联锁开关，当其导通时，Q3 才因基极被钳位于低电平而呈导通状态，使 IC01 ⑬脚输入高电平，然后在单片机内部编程软件控制下使 IC01 ⑩脚输出 0V 低电平。因此，当 Q13 和 Q12 不能进入自锁导通状态时，还要注意 IC01 的⑬脚外接电路及 Q3、S₂ 是否正常。

在图 4-58 中，IC01 (TMP47C400BN-RH31) 为单片机集成电路，它的⑩脚与 Q13、Q14 及 Q6、D10、S2 等组成待机预备及控制电路，其实物组装如图 4-59 所示。在电路正常时，IC01 ⑩脚有高/低转换电平输出。

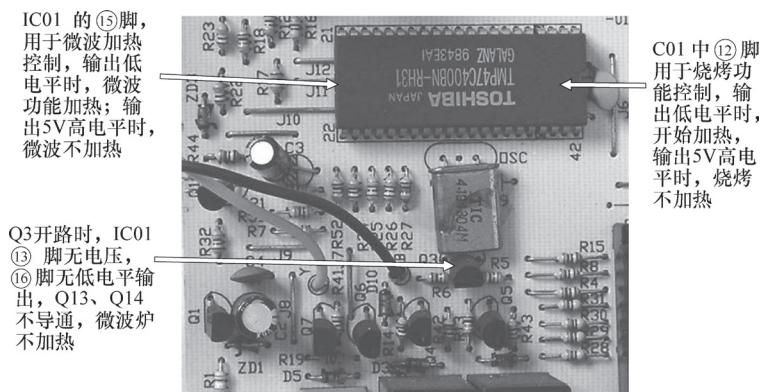


图 4-59 单片机与待机控制元件实物组装图

当⑩脚输出 5.0V 高电平时，Q13 发射极呈高电平，此为关机状态，关机状态下按启动键微波和烧烤功能均不能进入。

当⑩脚输出 0V 低电平时，Q13 发射极接地，为 Q13 导通做好准备工作，此时为预备状态。在预备状态下，按下启动键，+5V 电压通过 D11、R20、R22 触发 Q13 进入导通状态，Q14 也进入导通状态，进而使 Q6 导通，Q5、Q4 集电极被钳位于低电平，为 Q5、Q4 导通做好准备工作。此时若设置 IC01 ⑫脚和⑬脚输出 0V 低电平，则 Q5、Q4 导通，RY2、RY3 导通，微波炉进入微波和烧烤加热状态。

因此，当该机出现微波和烧烤均不能加热时，应首先注意检查 IC01 (TMP47C400BN-RH31) 的⑩脚及外接 Q13、Q14 等器件，如图 4-60 所示。

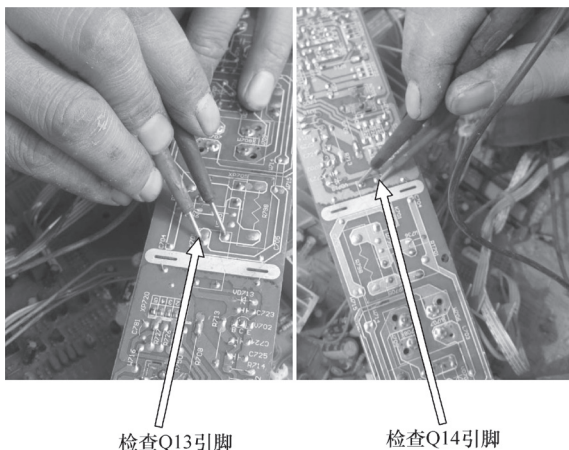


图 4-60 检查 Q13、Q14

维修措施:

经检查,最终发现 Q13 的发射结呈开路性损坏,用 C3198 更换后,故障被排除。

4.2.9 微波炉不工作,但指示灯仍亮

故障现象:微电脑控制式微波炉不工作,但指示灯仍亮。

故障检修:

首先检查 +12V 电压正常,指示灯点亮,也说明 +5V 电压正常。因此,这时可检查 IC1 (SN8P2604KB) 单片机的引脚电压及对地电阻值(其正常值见表 4-1)。根据检修经验,应重点检查②⑥、②⑦、②⑧脚及其外围元器件,如图 4-61 所示。

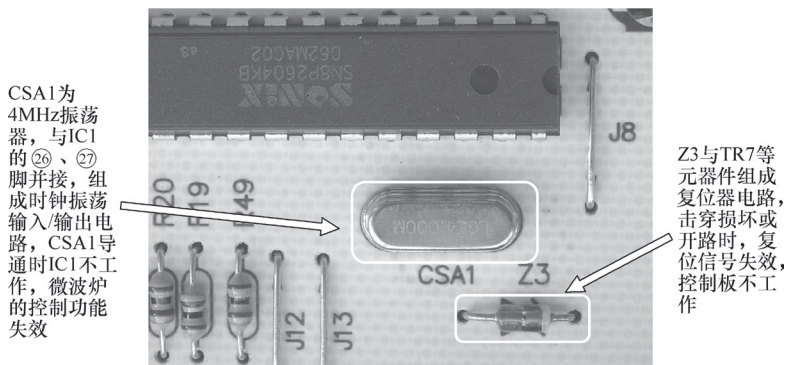


图 4-61 控制板上的时钟振荡元器件

Z3 与 TR7 等组成复位电路,如图 4-62 所示。

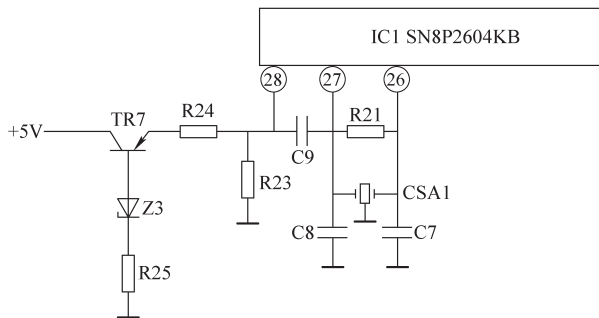


图 4-62 复位及时钟振荡电路原理图

维修措施:

经检查,最终发现 Z3 软击穿损坏,将其换新后,故障被排除。

TIPS

当 Z3 击穿或软击穿时,复位功能失效,IC1 单片机不工作,故微波炉不工作。

表 4-1 IC1（SN8P2604KB 单片机电路）引脚功能及电压值、电阻值

引脚	功能	U/V		R/kΩ	
		待机状态	启动状态	在线	
				正向	反向
①	显示电路控制	1.7	1.7	3.0	3.0
②	显示电路控制	5.1	5.0	6.5	11.0
③	显示电路控制	0	0	8.5	21.0
④	接地	0	0	0	0
⑤	功能选择控制	0.4	0.4	8.7	28.0
⑥	用于照明、风扇、转盘控制	0	5.0	7.8	10.1
⑦	用于微波火力控制	0	5.0	7.8	10.1
⑧	用于烧烤火力控制	0	0	7.8	10.1
⑨	用于蜂鸣器控制	0	0	9.3	16.5
⑩	键扫描控制	3.0	4.0	8.9	28.0
⑪	键扫描控制	5.0	4.0	8.9	28.0
⑫	键扫描控制	2.1	4.0~5.0	8.9	28.0
⑬	键扫描控制	2.1	2.0~3.0	8.9	28.0
⑭	键扫描控制	2.1	4.0~5.0	8.9	28.0
⑮	键扫描控制	2.1	2.1	8.9	28.0
⑯	键扫描控制	2.1	2.1	8.9	28.0
⑰	键扫描控制	2.1	3.1	9.2	28.0
⑱	键扫描控制	3.1	3.1	9.2	26.0
⑲	键扫描控制	3.1	3.1	9.2	23.0
⑳	键扫描控制	3.1	3.1	9.2	21.0
㉑	键扫描控制	3.1	3.1	9.2	21.0
㉒	显示驱动	1.0	1.0	9.2	21.0
㉓	显示驱动	5.1	5.1	6.5	10.0
㉔	接地	0	0	0	0
㉕	接地	0	0	0	0
㉖	时钟振荡输入	2.2	2.1	9.1	25.0
㉗	时钟振荡输出	1.0	1.0	14.0	23.0
㉘	+5V 电源	5.1	5.1	9.5	11.5

4.2.10 磁控管故障，微波炉不能加热，其他工作正常

故障现象：不能微波加热，炉灯、转盘、风扇工作正常。

故障检修：

观察高压变压器无烧焦痕迹，拔掉高压变压器一次侧插头，如图 4-63 所示。

TIPS
烧烤管自身故障导致输出功率增大，这时就必须更换烧烤加热管。



图 4-63 拔掉高压变压器一次侧插头

测量两插头之间有 220V 电压，如图 4-64 所示，测量高压变压器一次、二次电阻均符合要求。

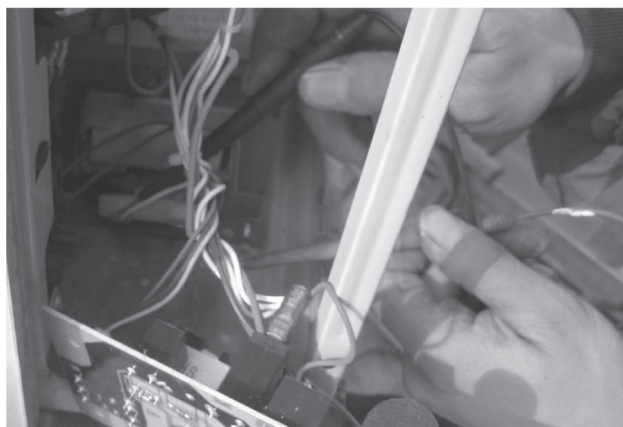


图 4-64 测量高压变压器电压

据此，判断故障出在高压电路。对高压电容放电，如图 4-65 所示。

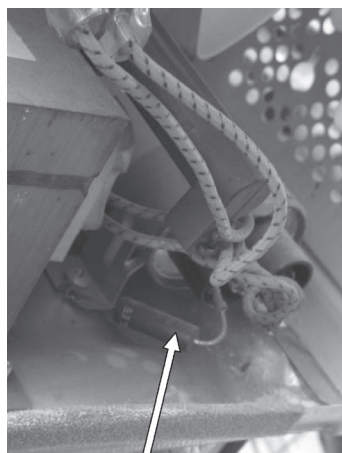


图 4-65 对高压电容放电

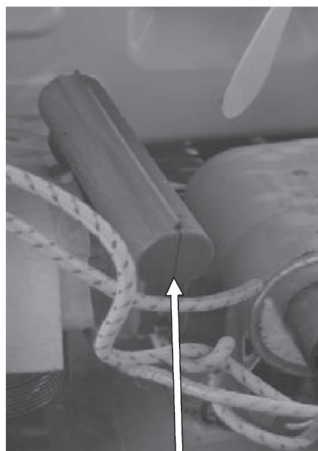
检查易损的高压二极管、高压熔丝管均是好的，如图 4-66 所示。

TIPS

在仍有微波加热的显示器电路故障检修中，显示器供电电路基本上没有短路故障，但不排除有开路性故障。



高压二极管



高压熔丝管

图 4-66 检查高压二极管和高压熔丝管

然后对磁控管进行检查，天线帽无打火痕迹，测灯丝电阻不到 1Ω ，如图 4-67 所示，属于正常值，怀疑磁控管损坏。

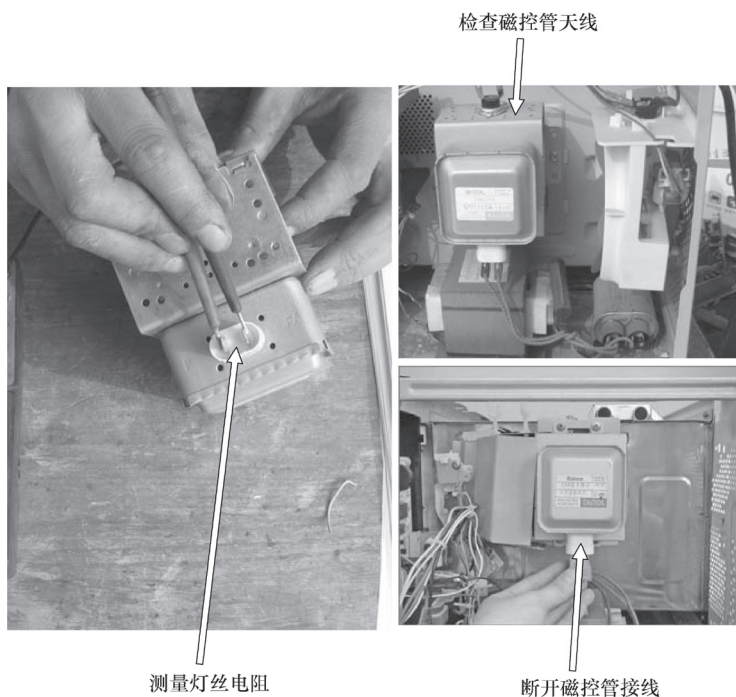


图 4-67 检测磁控管

维修措施：

更换同规格磁控管，微波加热恢复正常。

TIPS

有些微波炉具有启动电位器，它的重量控制功能体现在通过电位器的 3 个引脚调整美食重量和加热时间。

4.3 微波炉通电即烧熔丝

4.3.1 电脑型微波炉开机即烧熔丝

故障现象：一台早期生产的夏普牌电脑型微波炉，开机后，炉灯不亮，不加热，转盘不转。

故障检修：

打开后盖发现 8A 熔丝管已熔断。因为此熔丝管烧得不严重，是不是由于电压过高而导致熔断呢？

重新换上一只 8A 熔丝管开机仍被烧断。这说明，机器确有故障，检查高压二极管、高压电容器和高压变压器等均正常，如图 4-68 所示。

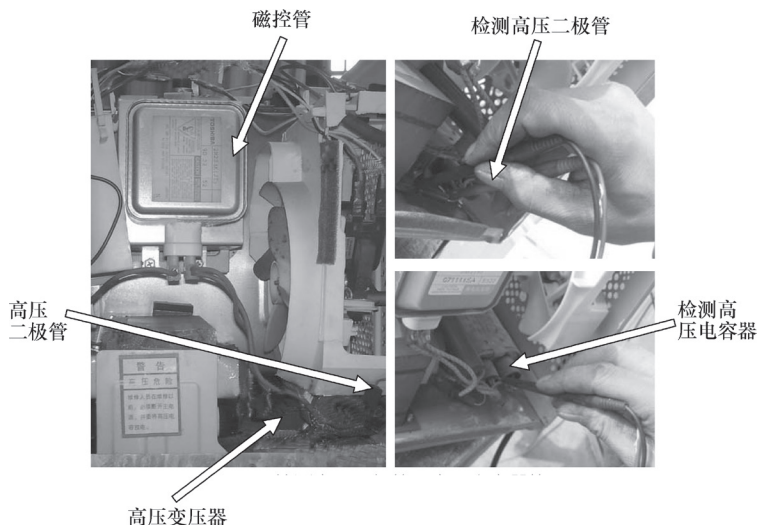


图 4-68 检测高压二极管、高压电容器等

但发现并在高压电容器两端的双向二极管已击穿（早期生产的进口微波炉，为了保护磁控管在外界电网电压过高时免受开机时电容充电的过大浪涌电流冲击而烧坏灯丝，在高压电容器两端并接一只双向二极管（见图 4-69））。

此双向二极管击穿后，会导致高压变压器短路，烧断 8A 熔丝管（有些进口微波炉，因使用

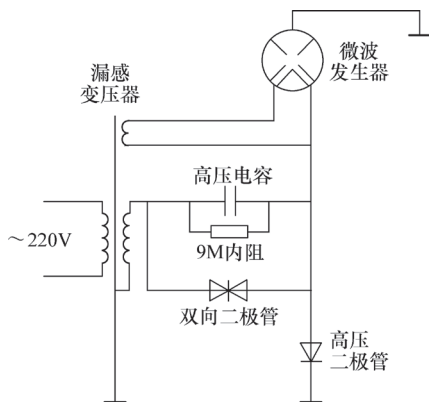


图 4-69 早期微波炉连接电路原理图（早期进口微波炉用双向二极管）

TIPS

有些微波炉具有启动电位器，它的重量控制功能体现在通过触点开关引线启动微波加热或烧烤加热。

时间太久, 哪怕在正常的电压波动范围内也会烧毁熔丝管)。对这两种情况, 维修时只要调换同型号的双向二极管即可, 如市场上不易购买, 也可不用, 因为磁控管都已然经受得住开机时的浪涌电压冲击。其次是现在供电电网很稳, 电压稳定在 220V 附近, 所以现在生产的微波炉都已取消了此双向二极管。

维修措施:

更换双向二极管。

4.3.2 上电无反应, 电源熔丝管熔断

故障现象:

上电无反应, 电源熔丝管熔断。

故障检修:

换一只同规格电源熔丝管, 关闭炉门, 接通电源后电源熔丝管再次熔断, 说明故障出在炉门联锁开关、电脑板上的压敏电阻。

先对易于检查的炉门三只联锁开关进行检查, 如图 4-70 所示, 其中有一只无论炉门打开或关闭均为 0Ω , 而正常时应随炉门操作通 / 断转换, 显然是此开关已损坏。

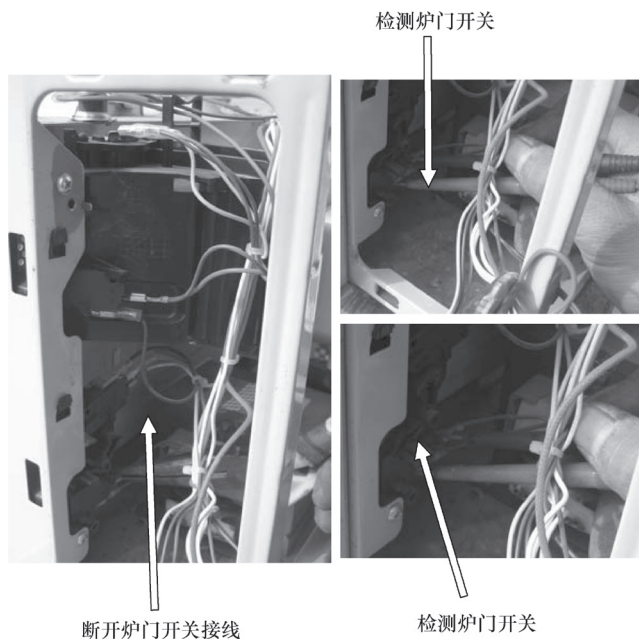


图 4-70 检测门开关

维修措施:

更换门开关。

4.3.3 微波炉开机正常, 但按启动键就烧电源熔丝管

故障现象:

TIPS

开机加热几分钟便自动关机故障原因之一: 通风口积满灰尘造成排风不良。用小毛刷清扫灰尘, 使通风顺畅, 故障即可排除。

上电显示字符正常，能进行火力设置，但按启动键就烧电源熔丝管。

故障检修：

通常是微波高压系统损坏。依次检查易损的高压二极管（见图 4-71）、高压变压器，结果是高压变压器输出二次绕组阻值变小，更换后，故障排除。

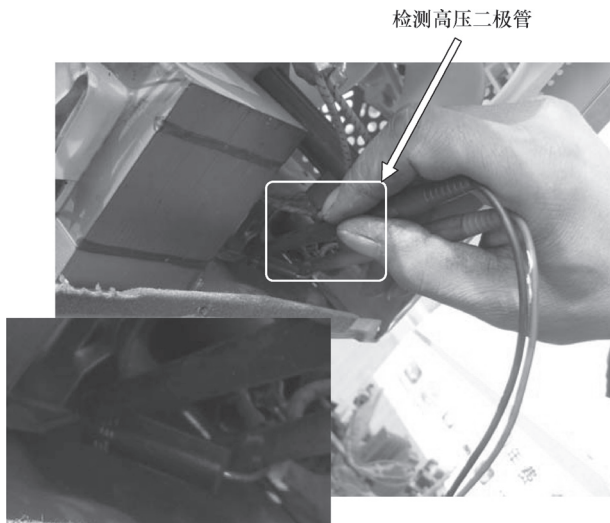


图 4-71 检测高压二极管

维修措施：

更换高压变压器。

4.3.4 微波炉屡烧高压熔丝

故障现象：一台机械型微波炉在使用中突然不加热，但炉灯仍亮，转盘和电风扇也在转动。

故障检修：根据检修经验，这时可首先判断故障点应在高压电路。因此，检修时应首先重点检查高压电容器、高压二极管及高压熔丝管，如图 4-72 所示。

经检查，发现高压变压器的高压绕组输出端与高压电容器蓝插头接线电极之间的阻值无穷大，正常时应接近于 0Ω ，因而判断高压熔丝已呈开路状态。试将高压熔丝管外壳打开，如图所示，结果高压熔丝管已呈焦黑状熔断，如图 4-73 所示。

试将高压熔丝（ $0.8\text{A}/5\text{kV}$ ）换新后，微波炉开始加热工作。但在几分钟后，高压熔丝又重复烧断。说明高压电路或高压负载电路中有潜伏故障。

经反复试验，发现高压二极管在故障发生时，其外表温度很高，有烫手的感觉。此时用 $R \times 1\text{k}\Omega$ 电阻挡检测，两端有 $30\text{k}\Omega$ 左右的电阻值，并随着温度降低，阻值迅速增大。说明高压二极管有热击穿现象。

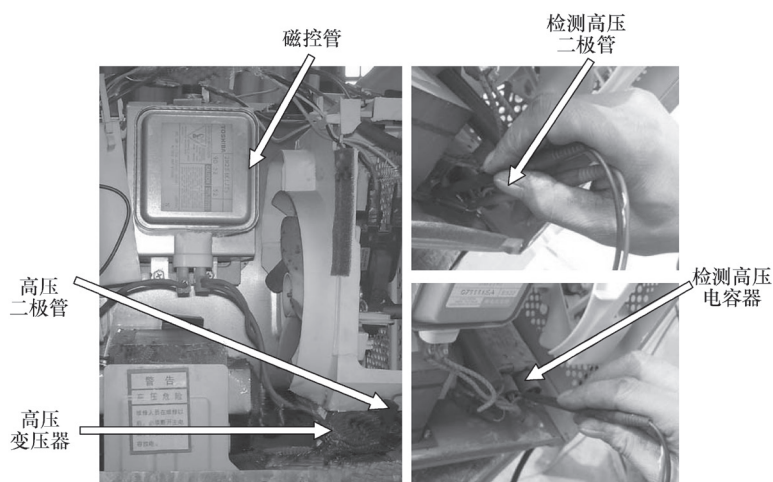


图 4-72 检测高压电容、高压二极管

TIPS

高压绕组输出端，对地电压约 2000V，该输出电压经高压熔丝加到高压电容器的一端。

检修时，可在断电状态下测量该端与高压电容器蓝线间的电阻值，以判断高压熔丝管是否有问题。



图 4-73 更换高压熔丝

维修措施：

试将高压二极管（T3512H）直接换新后，故障彻底被排除。

4.3.5 微波炉在工作中突然反应全无

现象描述：一台机械控制式微波炉，在工作中突然反应全无，电源熔丝管内发黑或有烧焦痕迹。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是微波炉电路短路。

更换熔丝管，关闭炉门，设置于最大火力，定时器置于非“0”位置，

如图 4-74 所示。

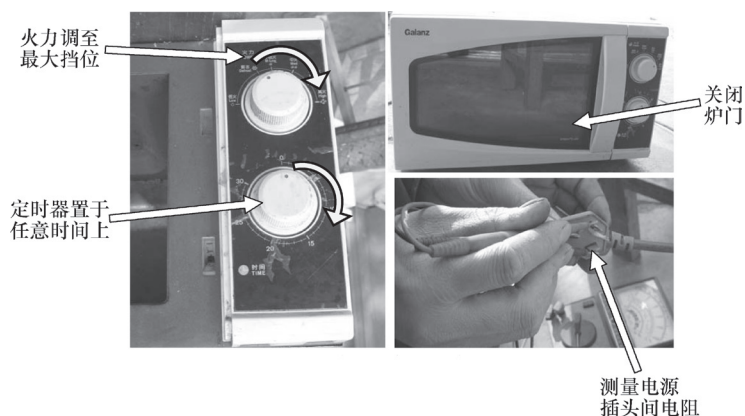


图 4-74 设置炉门与档位，检查电源插头电阻

测量电源插头之间电阻为 0Ω ，说明短路部位与 220V 供电电路相关。

检查三个炉门联锁开关，发现有一个开关，无论炉门打开还是关闭，均为 0Ω 。而正常时，在炉门打开和关闭操作时，应有通 / 断变化。更换开关后，开机工作正常。

维修措施：

更换熔丝管、炉门开关。

4.3.6 微波炉功能均消失，电源熔丝管熔断发黑

故障现象：微波炉功能均消失，电源熔丝管熔断发黑。

故障检修：

检查炉门联锁开关是好的，如图 4-75 所示，其他两个操作方法相同。



图 4-75 检查炉门开关

观察高压电路无明显异常，用电阻法检查易损的高压二极管和高压熔丝管，如图 4-76 所示，易于测量的高压电容，没有发现损坏现象。

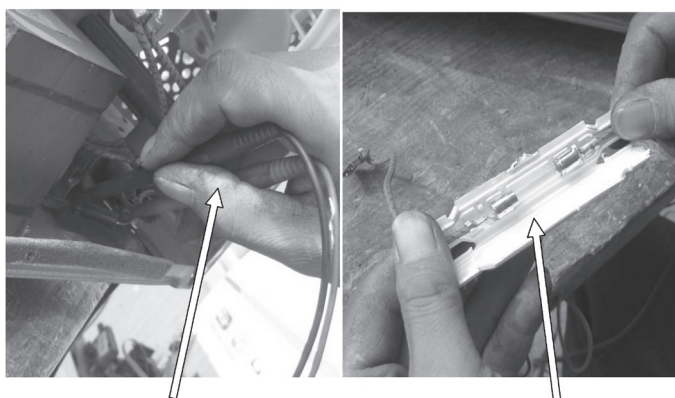
TIPS

在微波炉高压熔丝呈焦黑状熔断的故障检修中，不能直接更换熔丝后就立即通电试验，以避免因重复烧熔丝而扩大故障面。在一般情况下，只要熔丝呈焦黑状烧断，就一定有负载过重或漏电、击穿元件存在。因此，在更换熔丝前一定要认真检查高压元器件及高压负载电路。在确认高压元器件均正常后，再更换高压熔丝。但在通电试验前，一定要先拔下磁控管的高压输入电极插头，待确认高压电路及高压输出正常后，再将负载（磁控管）接入进行开机试验。

在进行开机试验时，务必将微波炉外壳扣上，以防微波泄漏对人体造成伤害。

TIPS

开机加热几分钟便自动关机故障原因之二：风扇扇叶变形受阻或卡死不转。清除异物，若扇叶变形，需整形后再使用。



检测高压二极管

检测高压熔丝管

图 4-76 检测二极管及高压熔丝管

重点观察电脑板 220V 输入部分器件，发现设置有压敏电阻，且该电阻有裂纹（击穿），如图 4-77 所示。

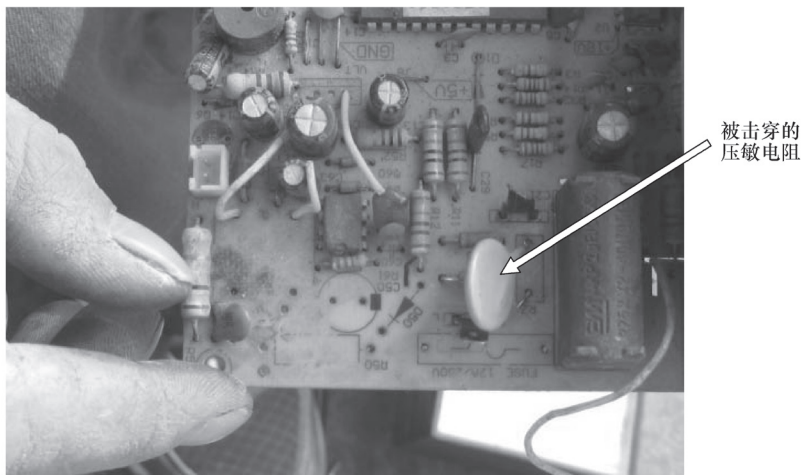


图 4-77 压敏电阻

当时无可代用压敏电阻，去除不用，只是微波炉的电网过电压保护功能随之失去。

维修措施：

最好能更换压敏电阻，但因维修时没有压敏电阻替换，故去除之，使微波炉失去了过电压保护功能。

4.3.7 通电关闭炉门后，再按启动键时电源熔丝管即熔断

故障现象：微波炉通电关闭炉门后，再按启动键时电源熔丝管即熔断。

故障检修：接通 220V 电源关闭炉门后未按“启动”按键时开机显示器显示“0:00”，此故障肯定出在监控开关上（见图 4-78），因为当炉门关闭时，监控开关应处于断路状态，只有当监控开关短路时，通上 220V 电源才会熔

断电源熔丝管。

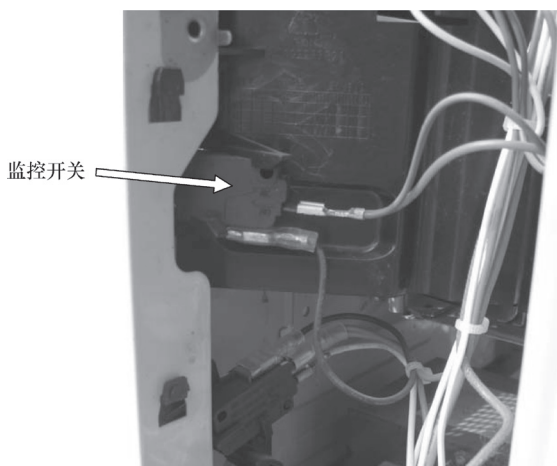


图 4-78 监控开关

大家知道，当通上 220V 电源再关闭炉门，220V 电源还没有加到监控开关上，当 220V 电源加到已短路的监控开关上时，由于仍处于闭合状态当然要熔断电源熔丝管（正常情况下，当炉门打开时监控开关是闭合的，这是防止炉门打开时误启动微波炉而设置的）。而当炉门关闭时，监控开关是断开的。

维修措施：

更换同型号的监控开关，故障排除。

4.3.8 烹调结束后，打开炉门取食物时，电源熔丝管即熔断

故障现象：微波炉烹调结束后，打开炉门取食物时，电源熔丝管即熔断。

故障检修：此种故障现象是不太常见，刚好与上例相反。

一般常见的故障现象是关闭炉门启动后烧电源熔丝管，而此例故障是烹调结束后，打开炉门正要取烹调好的食物时熔断电源熔丝管的。此故障的主要原因是联锁开关损坏了，当打开炉门时熔断电源熔丝管，说明联锁开关并没有自动断开，应更换联锁开关。

打开微波炉外壳，把高压电容器放电后，如图 4-79 和图 4-80 所示。

联锁开关与监控开关都是装在托架上的，并与塑料托盘保持同一位置，把微波炉放平，将固定在塑料托架上的 2 只螺钉卸下就可将塑料托架取出，如图 4-81 所示。

拔下接线插头就可更换联锁开关了，如图 4-81 所示。在更换联锁开关后，同样也要对微波炉进行微波泄漏的检查。

TIPS

注意：在更换监控开关后，应进行多次开门、关门启动等试验，有必要时还应进行微波泄漏的检查。

将微波炉外壳固定螺钉拆下

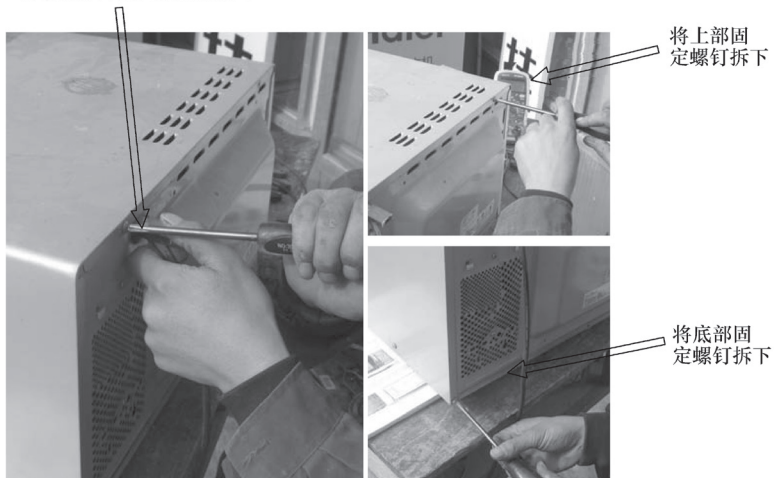
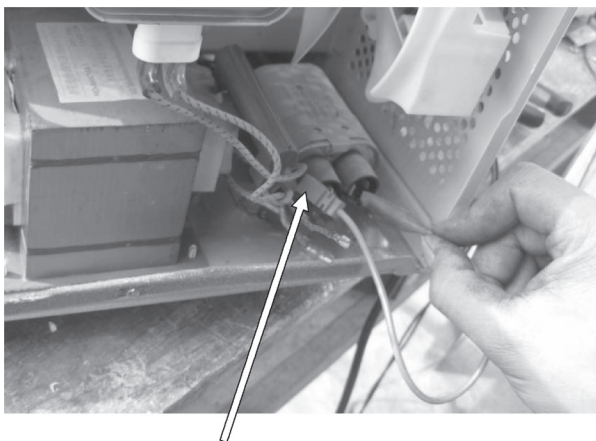


图 4-79 拆开微波炉外壳

TIPS

此联锁开关的原理是：炉门关闭时是导通的，而打开炉门时是断开的



用短电线对高压电容放电

图 4-80 对高压电容放电

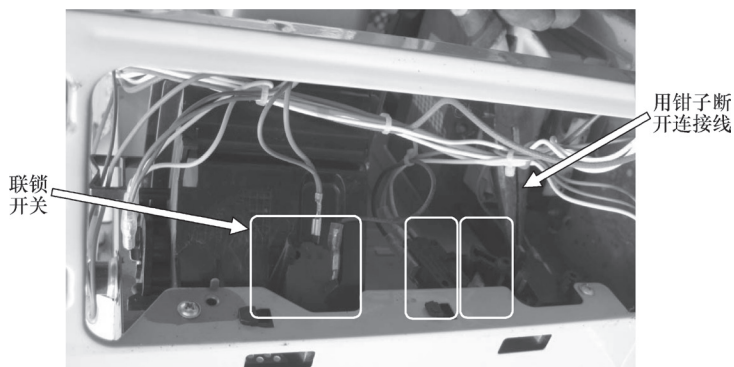


图 4-81 联锁开关

维修措施：
更换联锁开关。

4.3.9 开机工作不久，烧电源熔丝管

故障现象：一台机械控制式微波炉，开机工作不久即烧电源熔丝管。

故障检修：

拆开微波炉外壳，如图 4-82 所示，重点检查定时器之后的电路。

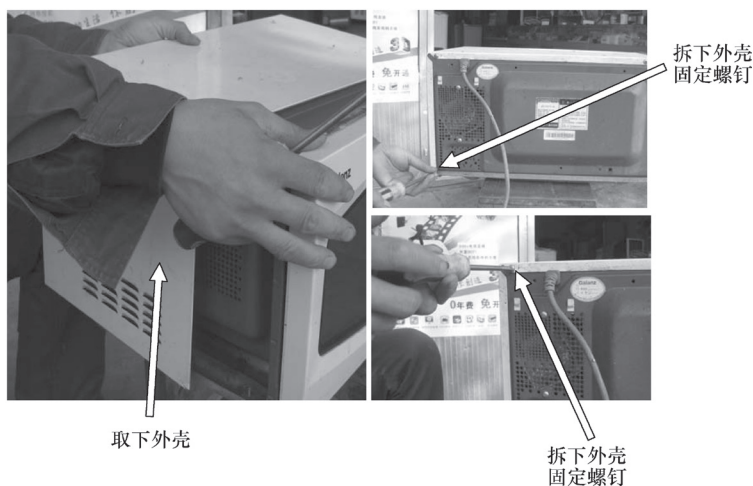


图 4-82 拆开微波炉外壳

逐一检查高压变压器、高压电容器、高压二极管均正常，如图 4-83 所示。

考虑到该机开机后能工作一段时间，估计高压元器件损坏可能性较小，经过检查，高压熔丝管熔断了。现在问题出来了，既然高压元器件都没有问题，怎么会熔断高压熔丝管了？

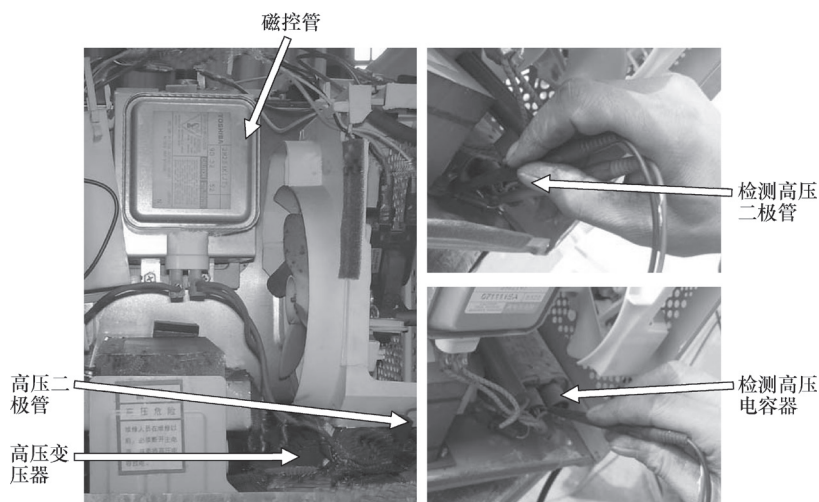


图 4-83 检查高压二极，高压电容器

无意间手指碰到磁控管很烫，这说明磁控管散热不良。检查风扇电动机，如图 4-84 所示，电动机故障导致转动不灵活。

TIPS

开机加热几分钟便自动关机故障原因之三：扇叶轴孔松动脱出，与风扇电动机转轴配合不牢引起的打滑。在轴孔内涂少许黄胶剂，再将扇叶插牢，并且要插到位。

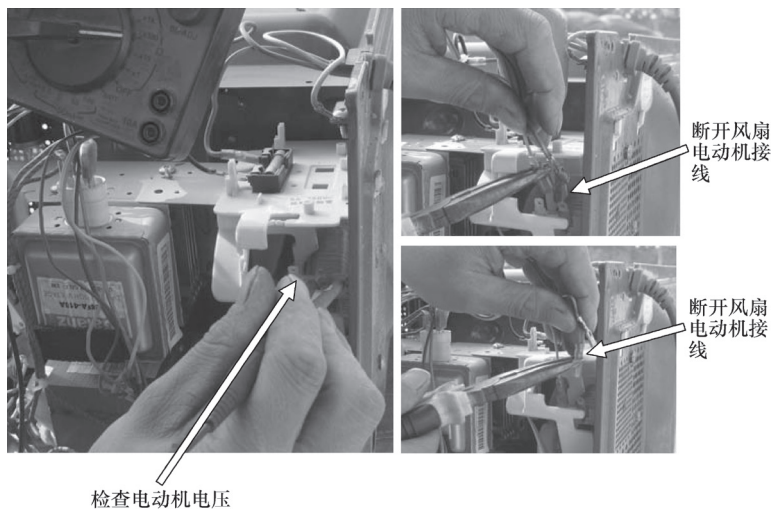


图 4-84 检查风扇电动机

TIPS
开机加热几分钟便自动关机故障原因之四：风扇电动机 M2 断路。用万用表 $R \times 1\Omega$ 挡测量电动机定子绕组的电阻值，正常电阻值约 230Ω （不同微波炉数值略有不同）。若为无穷大，说明电动机定子绕组断路。

这里就有答案了，由于风扇电动机转速慢或风力不够致使磁控管来不及散热，安装在磁控管上的 145°C 热动开关就动作了（风扇电动机是用来散热磁控管的），起到了保护磁控管的作用。

维修措施：

更换新的散热风扇电动机，工作数天，一切正常。

第 5 章

微波炉加热故障

5.1 微波加热几分钟自动停机，加热时转盘、炉灯工作正常

5.1.1 微波炉刚开机时能正常工作，但几分钟后无规律停机，控制功能失效

故障现象：微波炉刚开机时能正常工作，但几分钟后无规律停机，控制功能失效。

故障检修：

首先注意观察，在停机时控制板电路的工作电压是否正常。

经检查，+12V 和 +5V 电压均正常，如图 5-1 所示。

TIPS

在图 5-2 中，4.194304 MHz 晶体振荡器并接在 IC01 (TMP47C400BN-RH31) 的③①、③②脚，用于产生 4MHz 基准频率，以使单片机电路能够按照一定的时序去控制各种功能电路。当该晶体振荡器损坏（常呈开路性损坏）时，单片机电路就不工作，微波炉则处于停机状态。当晶体振荡器不良时，将会出现无规律停机现象，有时通过测量触发，也会激活振荡，但这时不管其工作状态如何，都必须将其换新。

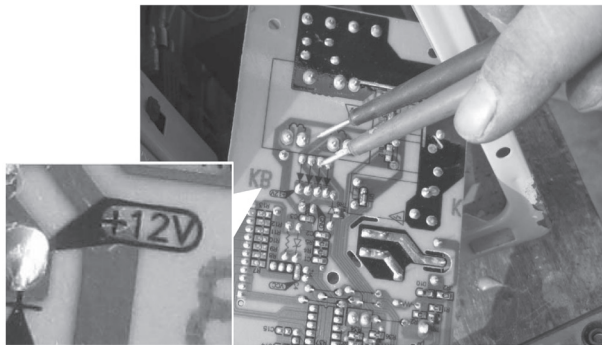


图 5-1 印制电路板上 12V 电压标识

但检测 IC01 (TMP47C400BN-RH31) 的③①、③②脚时，微波炉突然恢复工作，此时操作各控制功能均正常。因而判断 IC01 ③①、③②脚外接的时钟振荡器不良，如图 5-2 所示。

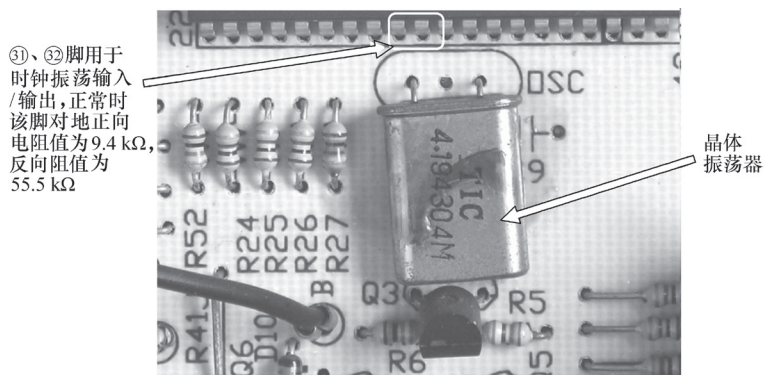


图 5-2 晶体振荡器实物图

维修措施：

将晶振试换新后，故障被排除。

5.1.2 工作一段时间变为微波炉功能均消失，电源熔丝正常

故障现象：一台电脑式微波炉，工作一段时间变为微波炉功能均消失，电源熔丝正常。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是熔丝管出现了故障。

测量电脑板上电源变压器一次绕组电阻，阻值无穷大（正常时应在几百欧姆至上千欧姆），如图 5-3 所示，显然此变压器一次侧已开路。

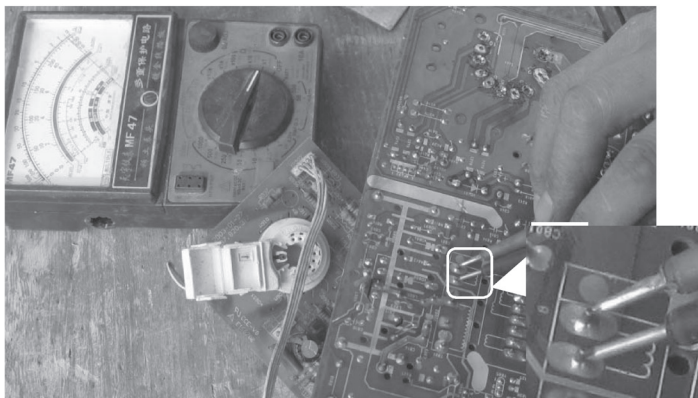


图 5-3 检查变压器一次绕组

小心剥开变压器一次侧外皮，如图 5-4 所示，找到温度熔丝管。

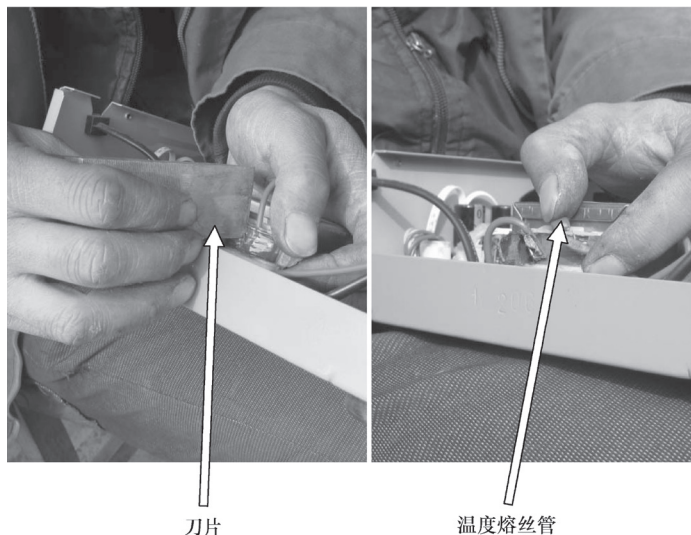


图 5-4 找到温度熔丝管

测量其阻值已经开路。

维修措施：

换上一温度熔丝，做好绝缘处理，恢复变压器安装，微波炉恢复正常。

TIPS

如果手中无温度熔丝，也可用 0.5A 熔丝或细导线代替。

5.1.3 微波炉启动困难，一旦启动后，又无规律停机

故障现象：微波炉启动困难，一旦启动后，又无规律停机。

故障检修：

首先检查 +5V 和 +12V 电压始终正常，如图 5-5 所示。

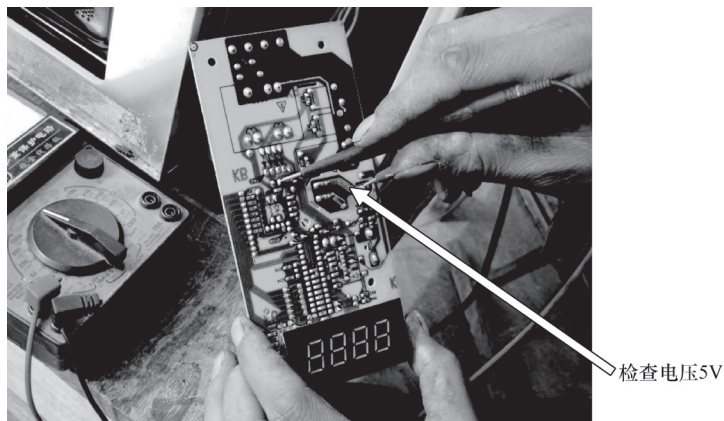


图 5-5 检查 5V 电压正常

再检查 IC1 (PIC16F73-1/SP4AP) 各脚电压，如图 5-6 所示，未见异常。

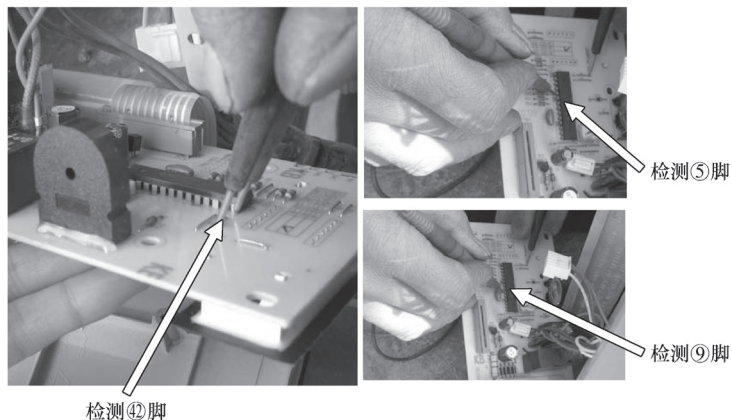


图 5-6 检测 IC1 ⑤、⑨、④②脚电压

但在故障出现时，IC1 的⑨、⑩脚电压均为 0.4V 左右，其外接蜂鸣器与晶振，如图 5-7 所示。

试将 IC1 ⑨、⑩脚外接的 4.0MHz 时钟振荡器换新后，故障被排除。其实物组装如图 5-8 所示。

维修措施：

更换时钟振荡器。

TIPS
炉灯亮，转盘转动正常，
不加热故障原因之一：高压变
压器 T 烧坏。

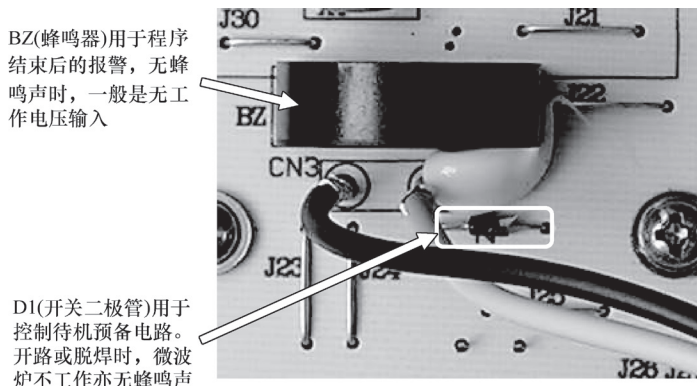


图 5-7 蜂鸣器及门控开关 S2 实物组装图

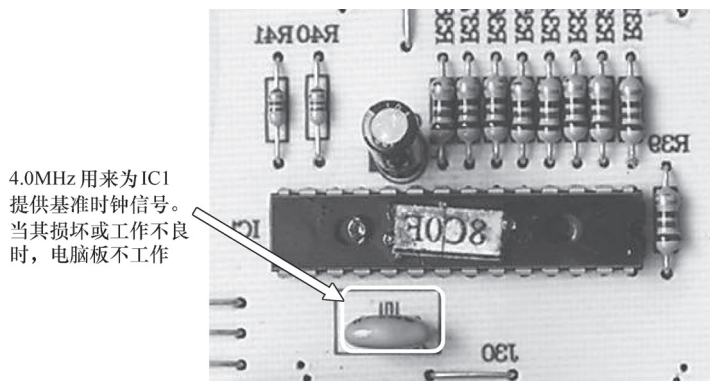


图 5-8 单片机与振荡器实物组装图

5.1.4 微波炉启动不久即断电

故障现象:微波炉启动不久即断电。

故障检修:首先注意观察,当按下启动键时,听不到机内的风扇转动声。打开机壳发现开机时风扇不转动,但此时检测风扇电动机两极间有正常电压,如图 5-9 所示,故判断风扇电动机损坏。

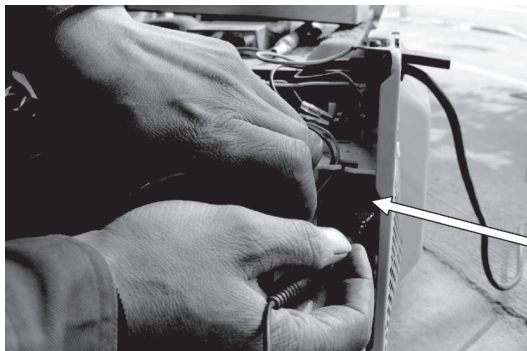


图 5-9 检测风扇电动机

维修措施:

更换风扇电动机。

TIPS

风扇电动机损坏时,会导致磁控管的外表面温度升高,进而使安装在磁控管外面的温度保护开关 1 动作,切断微波炉的供电电源。

在检查风扇电动机供电电路时,要切断高压变压器的供电电压,以防止高压电击和微波泄漏对人体造成伤害。

TIPS

炉灯亮,转盘转动正常,不加热故障原因之二:磁控管灯丝烧断。还应检查磁控管磁钢是否开裂,若开裂也会造成故障,应予更换。

5.1.5 微波加热时间稍长就自动停止工作

故障现象：微波加热时间稍长就自动停止工作。

故障检修：这是磁控管热断路器因温度过高而断开保护。

打开机壳，拔掉高压变压器一次侧插头，如图 5-10 所示。

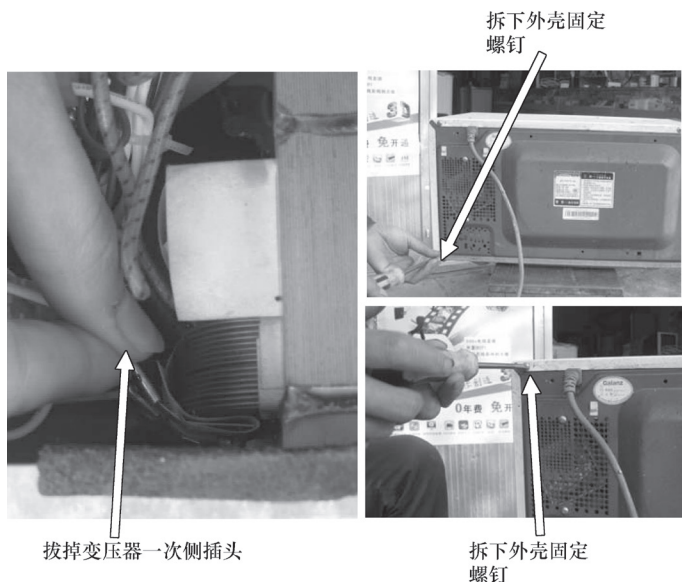


图 5-10 打开机壳并断开高压变压器一次侧插头

通电试机，观察风扇运转情况，发现起初有轻微扫膛现象，然后扫膛现象逐渐加重，直到卡住停止运转。

对风扇电动机进一步检查，发现两个固定螺钉中有一个松动，使铁心变形。

维修措施：

将风扇电动机拆下，重新安装平衡紧固，故障排除。

5.1.6 微波炉自动停机

故障现象：一台电脑控制式微波炉，工作一段时间变为微波炉功能均消失，冷却后又可正常工作。

故障检修：开机后，监测 +5V（+5V 稳压器 GL7805 的③脚）输出电压，发现出现全无故障时下降很多。此时，测量 +5V 稳压器①脚输入端仍为 +12V 正常值，显然是 +5V 稳压器热稳定性变差。

维修措施：

更换 +5V 稳压器，故障不再出现。

5.1.7 微波炉能够微波加热 2 ~ 3min，4min 后变为微波炉功能均消失

故障现象：一台电脑控制式微波炉能够微波加热 2 ~ 3min，4min 后变为微波炉功能均消失。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是机内某处接线插头接触不良。

拆去微波炉机壳，观察风道畅通。拔掉高压变压器一次绕组一插头试机，如图 5-11 所示，发现风扇不运转。



图 5-11 拔掉高压变压器一次绕组插头

拔掉风扇电动机两插头，如图 5-12 所示，测量风扇电动机无短路、开路现象。

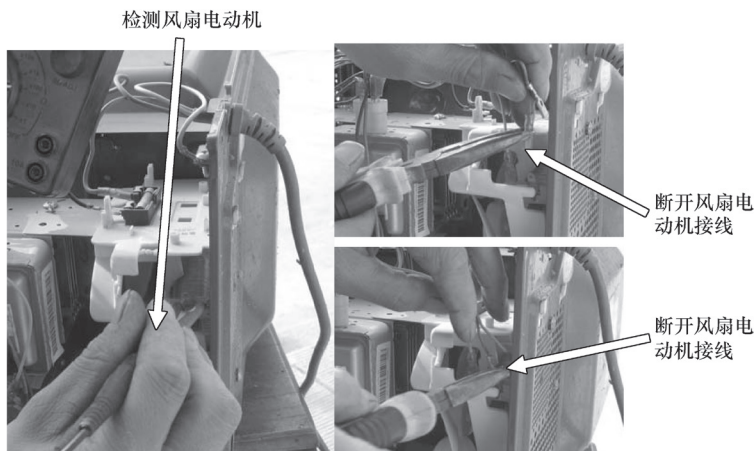


图 5-12 检测风扇电动机

重新插上两插头试机，风扇恢复正常运转，显然是风扇插头接触不良所致。

维修措施：

修理风扇插头，故障被排除。

5.1.8 微波炉工作一段时间变为微波炉功能均消失，冷却后又可正常工作

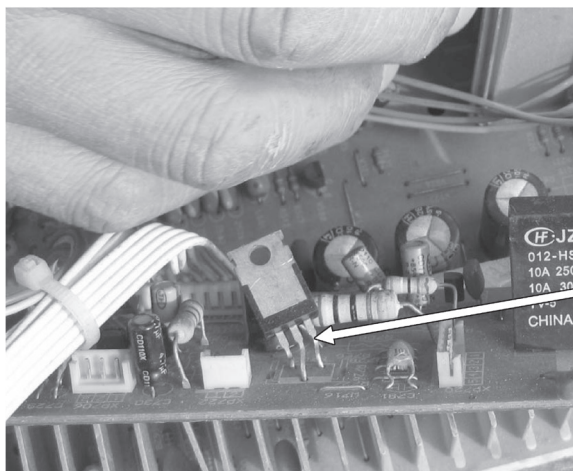
现象描述：一台电脑控制式微波炉，工作一段时间变为微波炉功能均消失，冷却后又可正常工作。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是稳压器出现了故障。

该微波炉开机后，监测 +5V 输出电压（见图 5-13），发现出现全无故障时下降很多。

TIPS

炉灯亮，转盘转动正常，不加热故障原因之三：高压电容器击穿开路。



检测该元件(7805)
的②、③脚即为
输出电压

图 5-13 检测稳压器

7805 引脚图示如图 5-14 所示。

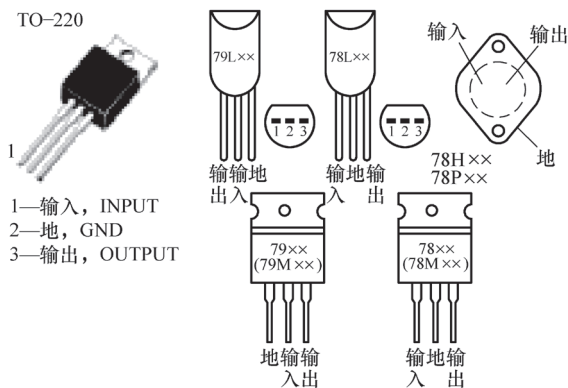


图 5-14 7805 引脚

此时, 测量 +5V 稳压器①脚输入端仍为 +12V 正常值, 显然是 +5V 稳压器热稳定性变差。

维修措施:

更换 +5V 稳压器, 故障不再出现。

5.2 微波加热时断时续

5.2.1 微波炉加热不足或不加热

故障现象: 一台机械控制式微波炉常易出现微波加热不足或不加热现象, 经多处检修均未能排除故障。

据用户反映, 每当送修时, 维修人员拆开外壳普查一遍未发现问题后, 扣壳试机都能正常工作。

故障检修：

根据用户反映及故障现象，可以肯定机内高压产生电路或高压输出电路有接触不良现象。

根据检修经验，这时可一边检测相关线路或器件的两端电阻值，一边适当敲打被测线路或器件，同时注意观察指针是否一直稳定，被测电阻值有无变化。结果未发现有任何异常现象，则检查磁控管输入电极是否接触不良。此时拔掉磁控管灯丝阴极电压输入插头，如图 5-15 所示，也未见异常。



图 5-15 检测磁控管的灯丝间电阻

但在检测磁控管的两个电极间的电阻值时发现，有 1.7Ω 左右的阻值，且不稳定，试敲打一下磁控管外壳，其阻值变化更为强烈。正常时磁控管的两个电极间的电阻值稳定在 0Ω 附近。

这说明磁控制管灯丝阴极电路有接触不良现象，但它封装在灯丝腔盒的内部，这时按照常规修理要求，就只有更换磁控管了。

但是根据实际情况：

- 1) 原机磁控管注定要被淘汰；
- 2) 一时又没有相同型号或可以代用的磁控管。因此，就只有将磁控管的灯丝腔盒打开。

磁控管的灯丝腔盒由上盖紧密啮合着，如图 5-16 所示。拆卸上盖时要小心不要损坏上盖，以保证重新装回上盖时完整无损。装回上盖时可用铁钳逐渐将四边紧密啮合。

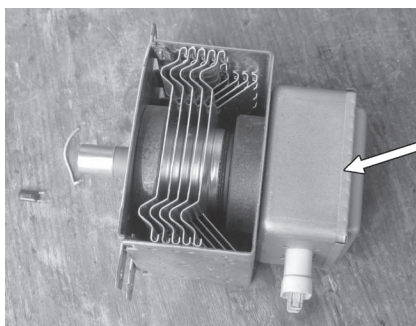


图 5-16 磁控管

TIPS

本例是不常见的一种特殊故障，介绍它主要在于使读者能够更加深刻了解磁控管的灯丝阴极电路，以及能够运用一些特殊故障的处理方法。这里最值得注意的是，要使修复后的器件性能保持不变，特别是要绝对避免微波泄漏。

TIPS

在社会维修中,维修人员往往都不具有专用微波泄漏检测仪器,但可用常见到的带有调频波段的收音机进行估测。其方法是:将收音机打开,并置于调频波段上,然后将收音机放置在微波炉的周围,如果在离开微波炉 0.5m 以外听不到微波发出的杂音,一般就符合安全要求。反之,若在离开微波炉 0.5m 时能听到微波发出的杂音,就必须对微波炉进行检修处理。这种方法比较简单方便易行,维修后可用此法进行安全检验。对于使用已久的微波炉,也可用此法经常进行检测,以保证微波炉安全使用。

当拆开灯丝腔盒上盖后,注意观察灯丝阴极电路,发现灯丝与输入电极的一个焊点开裂,如图 5-17 所示。

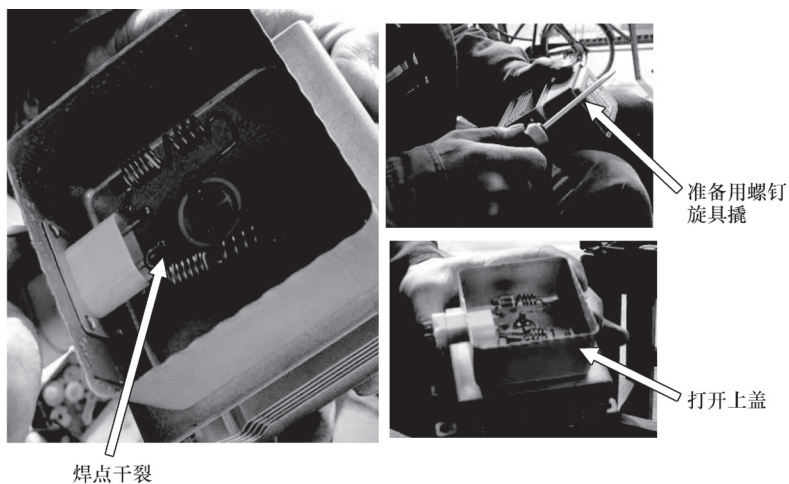


图 5-17 将磁控管上盖撬开

在灯丝腔盒内部,灯丝与输入电极间的连接是由工艺焊接而成,其脱焊断裂的概率很小。灯丝一旦脱焊或开裂时将会造成接触电阻增大,从而影响到磁控管阴极的正常供电,故而出现本例的故障现象。

维修措施:

用铁钳对开裂焊点轻轻啮合一下,如图 5-18 所示,再用高熔点焊锡补焊后,如图 5-19 所示,故障彻底被排除。



图 5-18 用铁钳将焊点啮合

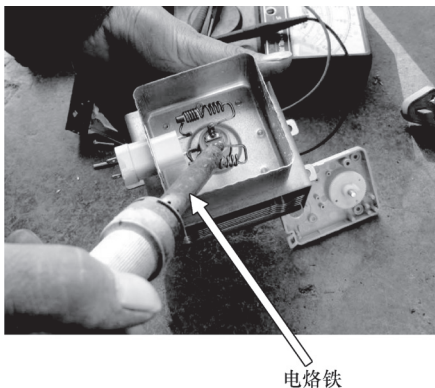


图 5-19 用电烙铁为焊点补焊

5.2.2 微波炉微波和烧烤加热时有时无

故障现象：微波炉微波和烧烤加热时有时无。

故障检修：

该机微波和烧烤加热功能是由 IC1(SN8P2604KB)的⑦、⑧脚控制的，只有 IC1 的⑦、⑧脚输出高电平时，微波和烧烤功能才能够进行。但此时的必要条件，必须是 S_1 导通，将 TR9 和 TR10 的发射极对地接通，如图 5-20 所示。

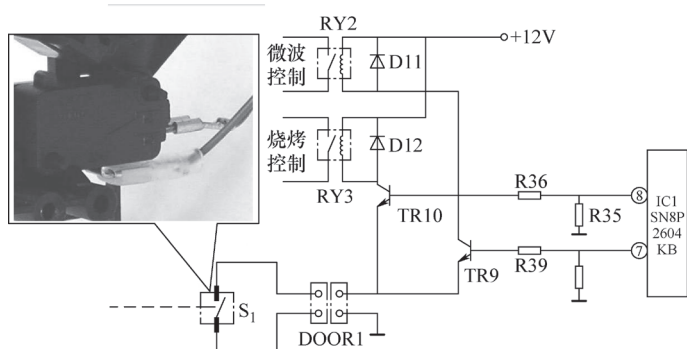


图 5-20 门联锁开关 S_1 及待机预备控制电路

经检查，IC1(SN8P2604KB)⑦、⑧脚均有稳定高电平输出，如图 5-21 所示。

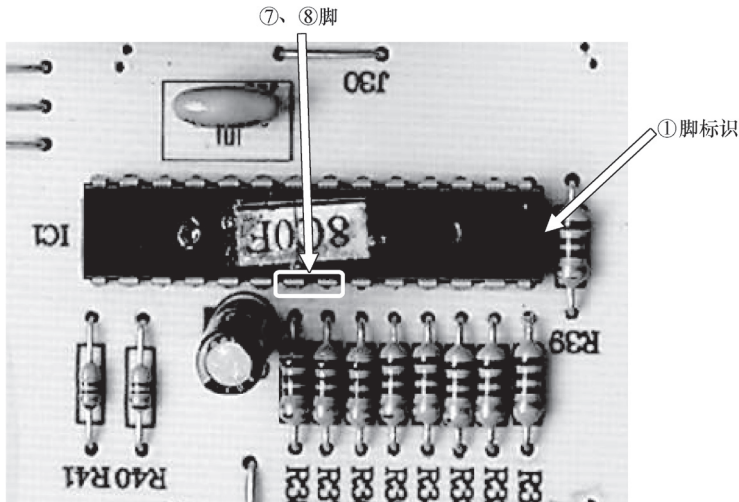


图 5-21 IC1 ⑦、⑧脚

但检测 TR10 和 TR9 集电极电压不稳，在 0.3V 左右跳动，有时上跳到 11.6V 左右，此时微波和烧烤不加热。根据检修经验，这时应重点检查 DOOR1、接插件和 S_1 门控联锁开关，最终是 S_1 接触不良。

维修措施：

将联锁开关换新后，故障被排除。

TIPS

在图 5-20 中， S_1 为门控联锁开关，它在炉门关闭时，呈导通状态，并通过 DOOR1，将 TR10 和 TR9 的发射极接地，使 TR10 和 TR9 进入预备状态。在 TR10 和 TR9 处于预备状态时，IC1 的⑦、⑧脚输出的高电平控制信号才有效。

TIPS

炉灯亮，转盘转动正常，不加热故障原因之四：高压二极管击穿。用万用表 $R \times 10k\Omega$ 挡测量，正向电阻值约 $150k\Omega$ ，反向电阻无穷大为正常。

5.2.3 微波炉烧烤功率最大时不加热

故障现象：微波炉在烧烤功率较小时能够正常工作，但将烧烤功率调到最大时不加热。

故障检修：

首先拆开微波炉外壳，然后检测烧烤管的输入电极无电压，如图 5-22 所示。

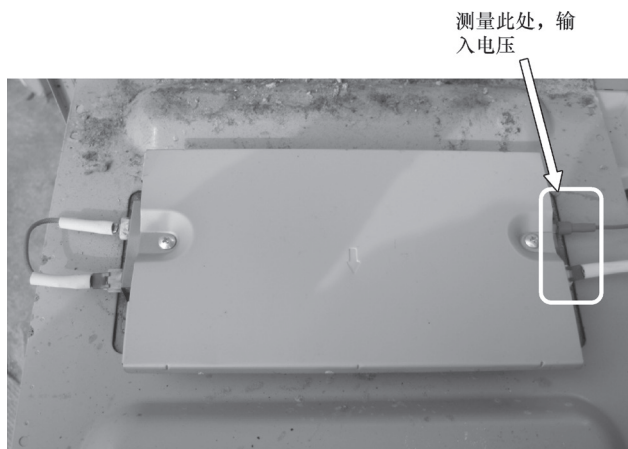


图 5-22 检测烧烤管的输入电压

而温度保护开关 2 的输入端电压正常，如图 5-23 所示。

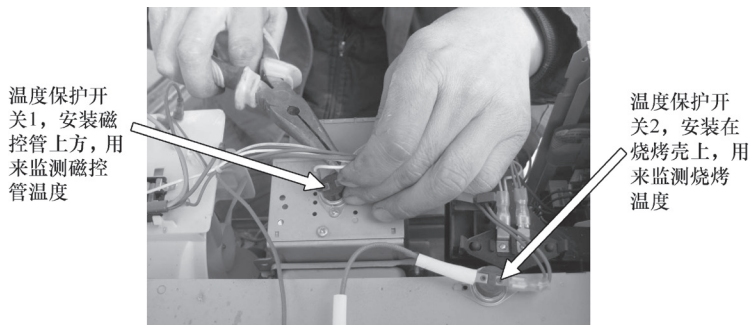


图 5-23 温度保护开关实物组装图

故判断温度保护开关 2 不良，将其换新后，故障被排除。

维修措施：

更换切断保护器 2。

5.2.4 微波炉加热正常，但时断时续

故障现象：一台机械型微波炉，启动后加热正常，但工作一段时间后突然停机。

故障检修：这种现象一般是由于微波炉内的磁控管上的 145℃ 热动开关经常动作引起的。当微波炉在长时间加热食物（特别是在加热油炸食物时）

TIPS

在检修高压电容器故障时，对一般维修人员来说，不能够直接检测加到磁控管阴极的负高压（-4100V），因而就不太容易直接判断高压电容器是否正常。但可通过对高压电容器放电，来间接判断高压电容器是否正常。一般来讲，只要高压电容器正常，在通电开机后立刻关机对高压电容器放电时，都会有较强烈的放电火花和响声。否则即为高压电容器失效或不良。

由于油温比较高,微波炉工作一段时间后,炉腔内温度升高(一部分热量已由排气孔排出),还有部分热量只能由金属炉腔散发,使微波炉内的零部件温度升高,当装在腔体上的磁控管的外表温度超过 145°C 时,装在磁控管表面的热动开关动作,热动开关触点断开,切断了微波炉的电源,导致微波炉停止加热,经过数分钟后,由于腔体上热量的逐渐散去,磁控管的温度也逐渐降下来了, 145°C 热动开关触点又闭合,微波炉电源自动接通,使微波炉又恢复了加热状态。

维修措施:

不属于故障,只需要断电,待其温度降低后即可使用。

5.3 微波炉加热较正常时缓慢

5.3.1 机械控制式微波炉有时加热缓慢,有时加热正常

故障现象:一台机械控制式微波炉有时加热缓慢,有时加热正常。

故障检修:导致这种现象发生的原因一般是高压电路中磁控管出现故障或高压变压器、高压电容器出现故障。

如图5-24所示为故障微波炉高压电路原理图。

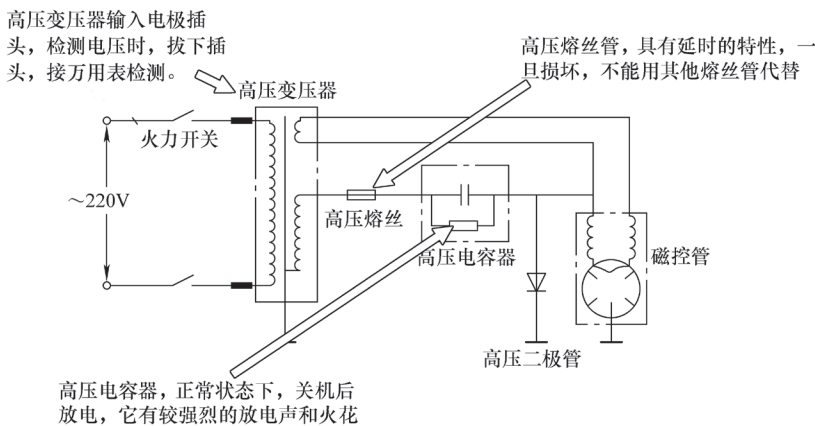


图 5-24 故障微波炉高压电路原理图

根据故障特点和检修经验,检修时可从检测高压变压器输入电压开始。但经检查加到高压变压器的工作电压正常,其火力控制周期也正常。再检查高压电路未见异常元器件,故判断磁控管不良。但更换新的磁控管后,故障依旧。

根据电路原理和磁控管的工作特性分析,高压电路必须首先产生一个稳定的工作电压,然后再实时地加到磁控管的灯丝阴极,才能够使磁控管稳定工作,并有一定强度的微波功率输出。因此,这时还应仔细检查高压变压器

TIPS

图5-24中,高压电容器与高压二极管组成倍压整流电路,其中高压电容器主要起倍压提升作用,为磁控管提供较高的阴极电压(约为 -4100V)。因此,当其失效或不良时,阴极电压消失或不足,从而使磁控管阴极断电或电压下降,进而无微波发出或微波发射功率很弱,最终表现是微波炉加热缓慢或不加热。

和高压电容器，最终在更换高压电容器后，故障彻底被排除。

维修措施：

更换高压电容器。

5.3.2 微波炉加热慢，且加热不均匀

现象描述：一台机械控制式微波炉加热慢，而且加热不均匀。

故障检修：导致这种现象发生的原因一般是微波炉搅拌器或转盘部分出现了问题。

首先将微波火力调到最大，注意观察，食物加热速度仍很慢，且不均匀。这时拆开机箱外壳，检测加到高压变压器一次绕组线圈两极端的电压正常，如图 5-25 所示。



图 5-25 检查高压变压器一次绕组电压

再检测磁控管的灯丝电压，如图 5-26 所示。测量结果证明正常，说明高压电路基本正常。

TIPS

爪极式电动机主要用于搅拌叶片，使由机壳底部辐射的微波能够在炉腔内分布得更均匀，并形成立体微波。因此当爪极式电动机不转或转动速度很慢时，炉腔内的微波就会集中，不能形成转波，食物加热就不均匀且很慢。

检测时，可以不拔下插头，但一定要将表笔放置到位

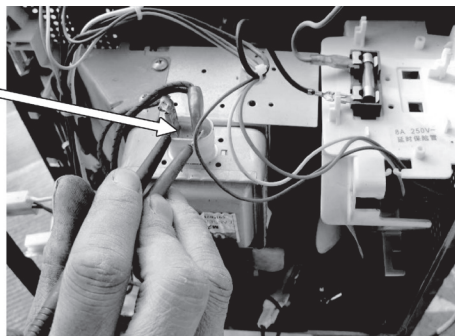


图 5-26 检查磁控管灯丝电压

但还不能就此判断磁控管发射能力下降，还应进一步检查搅拌器或转盘爪极式电动机是否工作正常。

当检查爪极式电动机时，发现电动机轴时转时不转，且转动缓慢，转动时触摸电动机轴无力，且稍一用力就停住，此时检测了其两极间的供电电压，如图 5-27 所示。

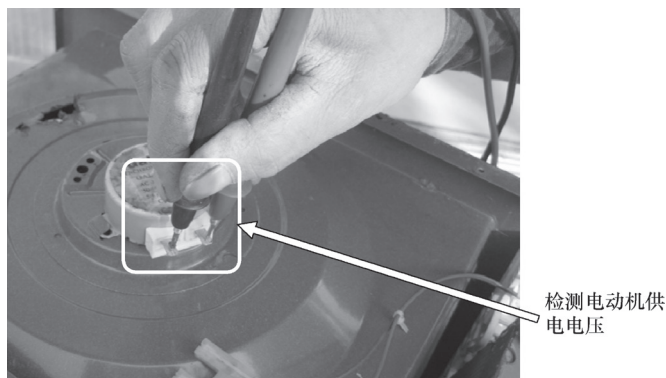


图 5-27 检测供电电压

但检测结果显示正确，为确保正确，将其拆下又检测了多次，如图 5-28 所示，结果始终正常，故判断爪极式电动机不良。

这两个供电电极，在开环状态下，两极间的电阻值约 160Ω ，电阻值近于 0Ω ，此时说明内部线圈被击穿或短路。

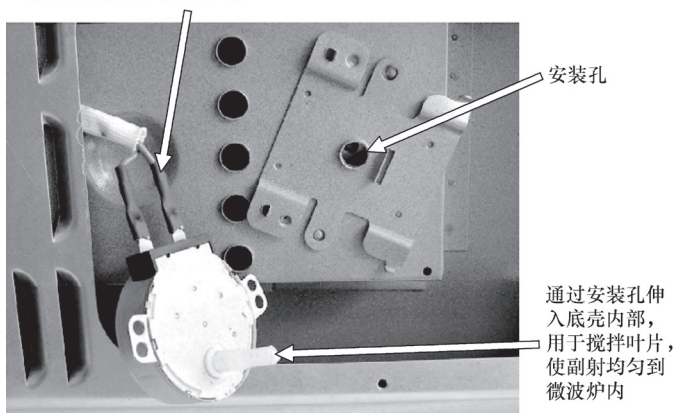


图 5-28 拆卸下的爪极式电动机

维修措施：

将爪极式电动机换新后，故障被排除。

5.3.3 微波加热缓慢

故障现象：一台机械控制式微波炉，微波加热缓慢。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是火力控制器接触不良。起初怀疑磁控管故障，于是用代换法将其替换，但故障依旧。

检查高压电路中其他器件没有发现异常，如图 5-29 所示为检查高压变压器。

TIPS

在检查爪极式电动机和磁控管工作电压时，务必断开高压变压器的输入电动机或拔下磁控管的输入电动机，以防高压电击或微波泄漏对人体造成伤害。

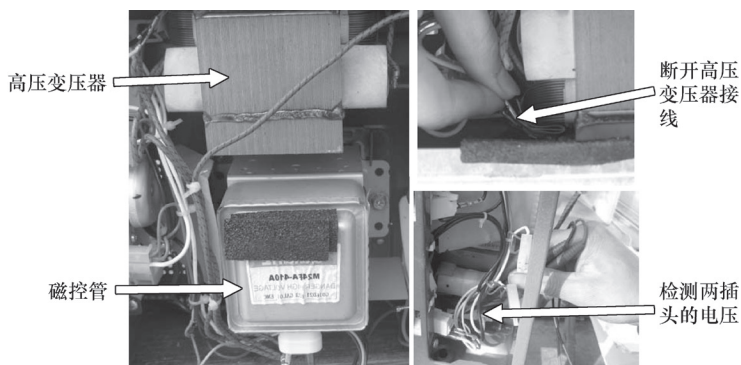


图 5-29 检查高压变压器

拆开检查定时器的火力控制旋钮，发现高火挡触点积炭严重，如图 5-30 所示。

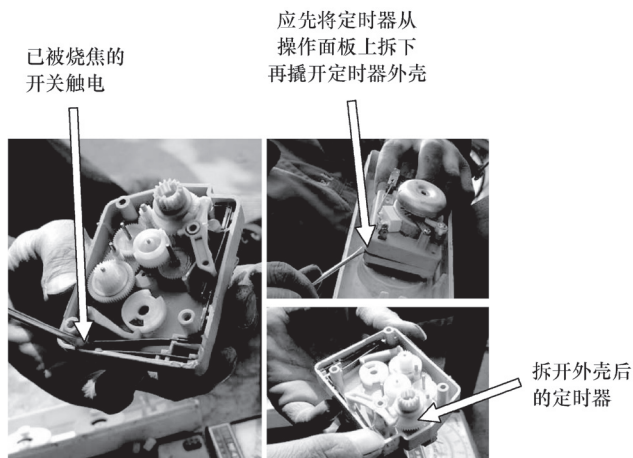


图 5-30 拆开定时器检查

TIPS
微波加热正常，不烧烤故障原因：烧烤继电器线圈断路，常开触点不闭合，石英发热器不通电。

维修措施：
将触点打磨干净、清洗后，故障排除。

5.3.4 微波炉加热缓慢，有时不加热

故障现象：微波炉加热缓慢，有时不加热

故障检修：

首先拆开外壳，检查其元器件外观均正常，然后将微波炉平放，并拔下高压变压器一次绕组线圈的输入电极插头，如图 5-31 所示。

然后，将断开的接线端与一灯连有白炽灯泡的金属缠绕，如图 5-32 所示。连接成功的状态如图 5-33 所示，用来观察供电电压的输出情况。

结果发现，在刚开机时灯泡闪亮，持续一会后才能够稳定点亮，但稍有振动灯泡就会熄灭或闪亮，在灯泡熄灭或闪亮时可听到继电器的跳动声。因

此，判断控制板继电器中有虚焊或接触不良故障。

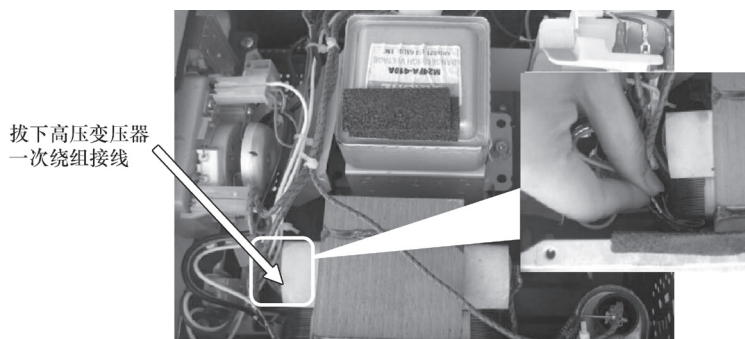


图 5-31 断开高压变压器一次绕组接线

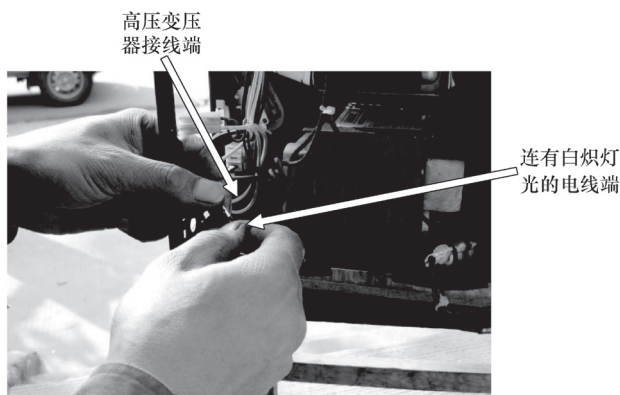


图 5-32 将高压变压器接线与电线相连

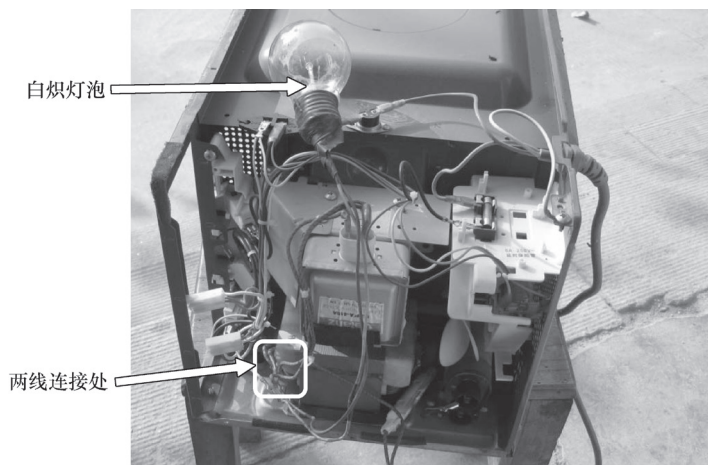


图 5-33 串入灯泡的微波炉

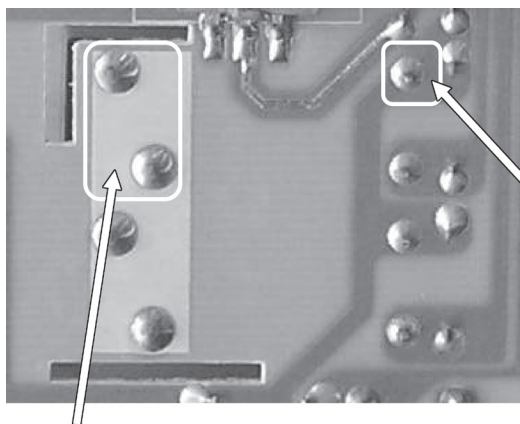
拆下控制板，仔细察看，发现 K2 继电器的一个引脚脱焊，如图 5-34 所示。将其补焊后，故障被排除。

TIPS

炉内打火原因之一：长期使用，欠保养，炉腔内壁积污太多。这种现象在本书的实例中出现过。

TIPS

炉内打火原因之二：机内高压线靠近外壳。应调整高压线位置，远离外壳。



K2(继电器)引脚脱焊，造成K2时断时通，而影响到微波炉的加热

K2(继电器)触点开关的两个电极焊接脚，加热状态时呈导通状态，相对接地有220V交流电压

图 5-34 K2 引脚脱焊

维修措施：

为 K2 补焊一个脱焊的引脚。

5.3.5 油污严重导致微波炉加热缓慢

故障现象：一台机械控制式微波炉开机后，加热食物缓慢。

故障检修：开机后，加热食物缓慢，说明微波炉输出功率偏低，主要原因有：

- 1) 电源电压低于 200V；
- 2) 电压驻波比增大；
- 3) 磁控管老化；
- 4) 波导管的耦合口和炉腔内壁被油污、尘垢污染，会使微波在传输过程中损耗增大；
- 5) 炉腔或波导管内有金属物或者模式搅拌器损坏后停在某个易反射微波的位置，造成微波反射增加。

逐一检查以上部位，发现波导管的耦合口上污染很严重，对其清洁后，故障排除。

维修措施：

清理波导管的耦合口上的污染严重。

5.4 不能加热食物

5.4.1 微波炉无法加热食物

故障现象：一台机械式微波炉插上 220V 电源，旋转定时器后，机内发出“嗡嗡”的声响，不能加热食物。

故障检修：机内发出“嗡嗡”的声响，一般情况下，除散热风扇电动机的运转声、高压变压器的轻微振动声外，应该是不会有其他噪声的。怀疑高压变压器输出负载太重，重点检查高压变压器的二次侧高压电路。

断开高压变压器以后的负载，首先断开高压电容器，如图 5-35 所示，按同样的方法切断高压熔丝管及高压二极管接线。

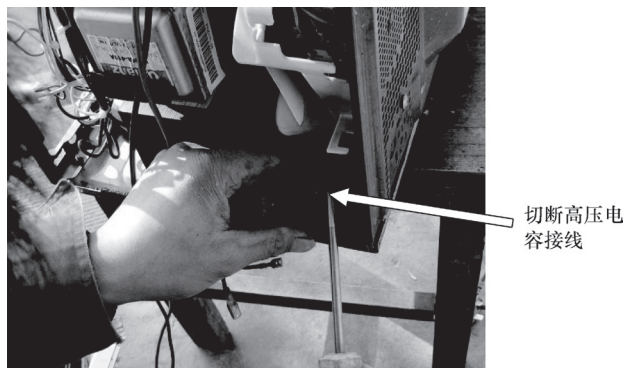
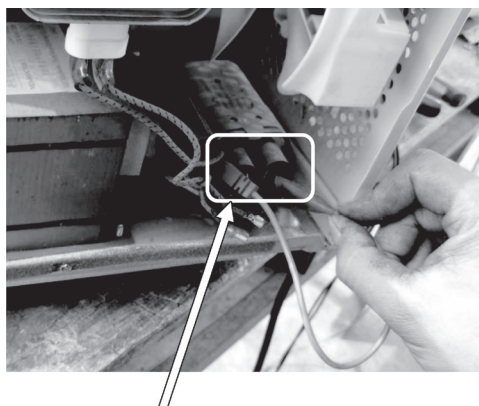


图 5-35 断开高压电容接线

先将高压电容器存储的电荷释放掉，如图 5-36 所示。



找一根电线，短接电容
两极，为其放电

图 5-36 为高压电容放电

用万用表检测高压电容器（见图 5-37）、高压二极管均完好。



图 5-37 检查高压电容器

TIPS

门开启不畅或不能开门故障原因之一：长期使用，开关炉门次数较多，导致铰链的轴孔壁磨损，配合间隙变大，炉门倾向一侧。只要调整上下铰链，使炉门正位即可，若铰链轴孔壁严重磨损，需换用新品。

再检查磁控管，发现磁控管的灯丝与管壳之间的阻值只有 200Ω ，如图 5-38 所示，正常应为无穷大。

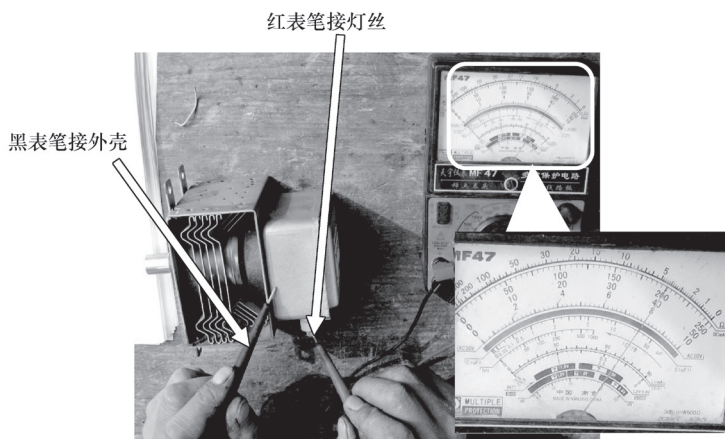


图 5-38 检测磁控管灯丝与管壳间的电阻

维修措施：

更换同规格的磁控管，故障排除。

5.4.2 开机正常，但不能加热食物

故障现象：一台机械控制式微波炉通电开机后，炉灯亮、转盘转，但无微波输出。

故障检修：

打开微波炉外壳，接通电源，用万用表检查高压变压器的一、二次电压，如图 5-39 所示。

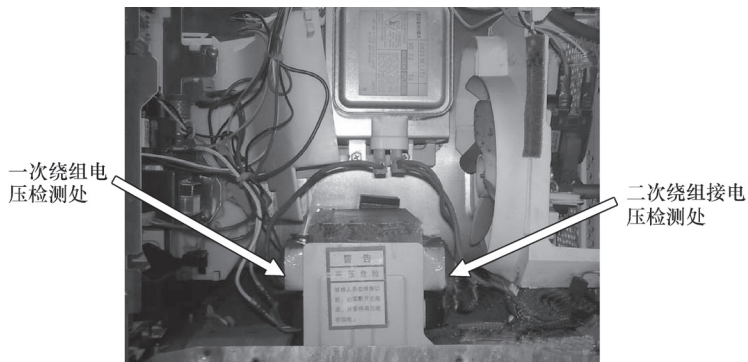


图 5-39 高压变压器一、二次绕组

发现一次侧有低压 $220V$ ，二次侧高压为 $0V$ ，正常应为交流 $2100V$ 左右，说明此高压变压器二次侧高压绕组已开路，更换同型号的高压变压器，故障排除。

维修措施：

更换高压变压器。

TIPS

门开启不畅或不能开门故障原因之二：门钩折断，这种情况直接更换门钩即可。

5.4.3 微波炉开机后，显示屏不显示，也无微波输出

故障现象：一台电脑控制式微波炉开机后，显示屏不显示，也无微波输出。

故障检修：

该机型在单片机的电压输入端（高压变压器的一次侧）设有压敏电阻，如图 5-40，其作用是以防在高压电脉冲或异常电压输入时，损坏控制板（压敏电阻短路是要烧断电源熔丝管的）。

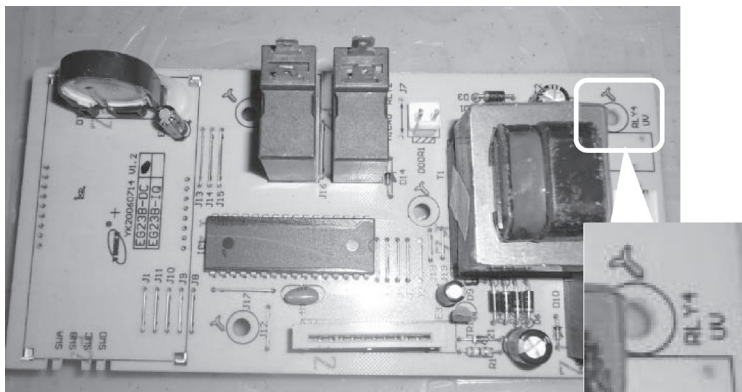


图 5-40 单片机上的压敏电阻

检查压敏电阻的方法是用万用表 $R \times 10k\Omega$ 挡测量其阻值，正常的压敏电阻的阻值应在 $800k\Omega$ 以上。如果测得的阻值很小或为 0Ω ，说明此压敏电阻内部已短路，需更换。

维修措施：

经检查，该控制板上的压敏电阻击穿了，重换新的，显示屏显示正常，加热也正常。

5.4.4 开机后炉灯亮，转盘转，但无微波输出

故障现象：一台电脑控制式微波炉开机后炉灯亮，转盘转，但无微波输出。

故障检修：

测量高压变压器高压输出电压和灯丝电压分别为 $2050V$ 和 $3.4V$ ，其测量方法如图 5-41 所示，测量结果显示正常。

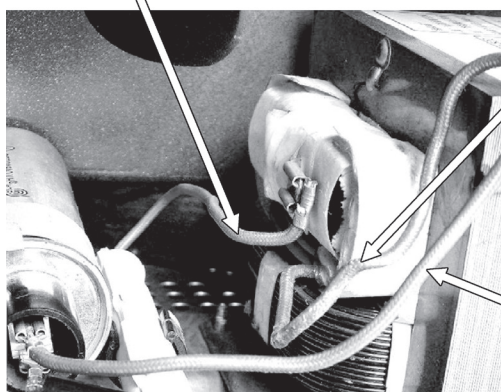
断开磁控管的高压引线，用万用表 $R \times 1k\Omega$ 挡测量其灯丝接线柱间的阻值，如图 5-42 所示，正常情况下灯丝绕组电阻为 1Ω 左右，实测为 1.1Ω ，基本正常。

然后再检测高压电容器与高压二极管也均正常，如图 5-43 所示。

TIPS

炉灯时亮时不亮故障原因之一：灯座与灯泡电极之间氧化引起接触不良。此原因在实例中出现过，请参阅其解决过程。

高压绕组线圈的两个电极，一端接在变压器铁心上，作为接地端，另一端接高压熔丝，在高压线圈正常时，其两极电阻为 120Ω



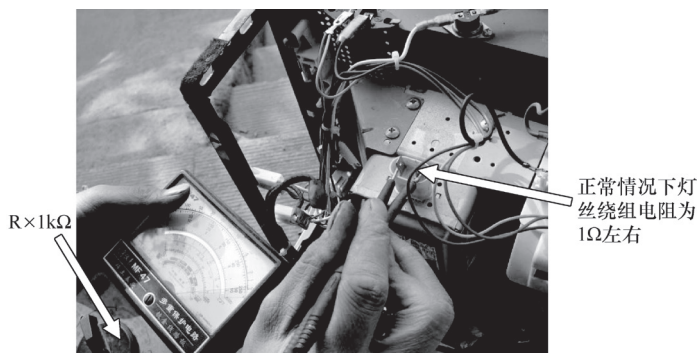
灯丝电压输出极，接至磁控管的灯丝阴极。线路正常时，对地正、反向电阻值接近于 0Ω

4100V高压输出线，一端接高压电容器、高压二极管的正极，另一端接磁控管的阴极，测量时对地电压为负值

图 5-41 高压变压器接线

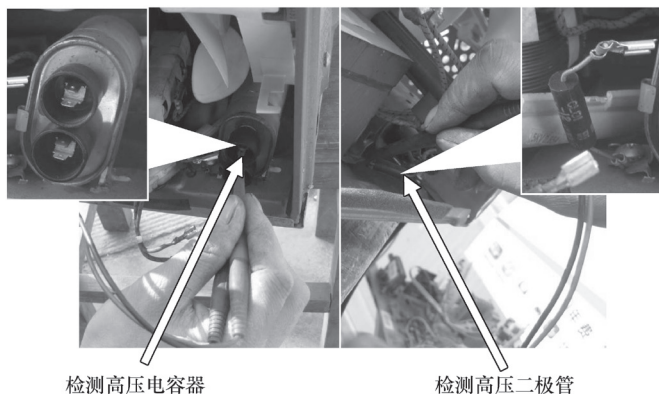
TIPS

这台微波炉用户在送修时曾说了一句“前几天微波炉还能用的，只不过加热时间长些”，因此磁控管内部确实有漏气现象。



正常情况下灯丝绕组电阻为 1Ω 左右

图 5-42 检测磁控管灯丝电阻



检测高压电容器

检测高压二极管

图 5-43 检测高压二极管和高压电容器

当维修陷入困境时又怀疑到磁控管上，会不会磁控管有漏电情况？不管怎样，先更换磁控管再说，换上新的磁控管后，通电试机，一切正常，说明磁控管可能存在漏气现象。因为磁控管漏气时轻者造成微波炉加热缓慢，重则使微波炉不能加热。

维修措施：
更换磁控管。

5.4.5 高压电容故障致无微波输出

故障现象：一台机械控制式微波炉开机后，无微波输出。

故障检修：

首先，打开微波炉外壳，检查电源熔丝管发现已熔断，如图 5-44 所示。

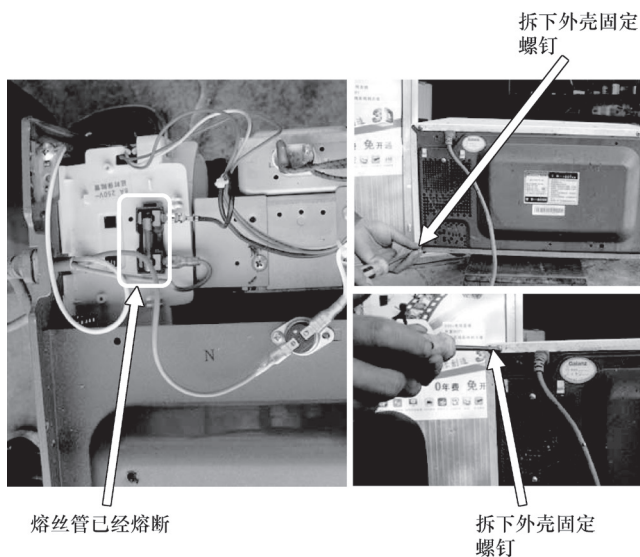


图 5-44 打开微波炉外壳，检查电源熔丝管

重新换上再开机，又被熔断。检查高压二极管、高压变压器及磁控管均正常，如图 5-45 所示。

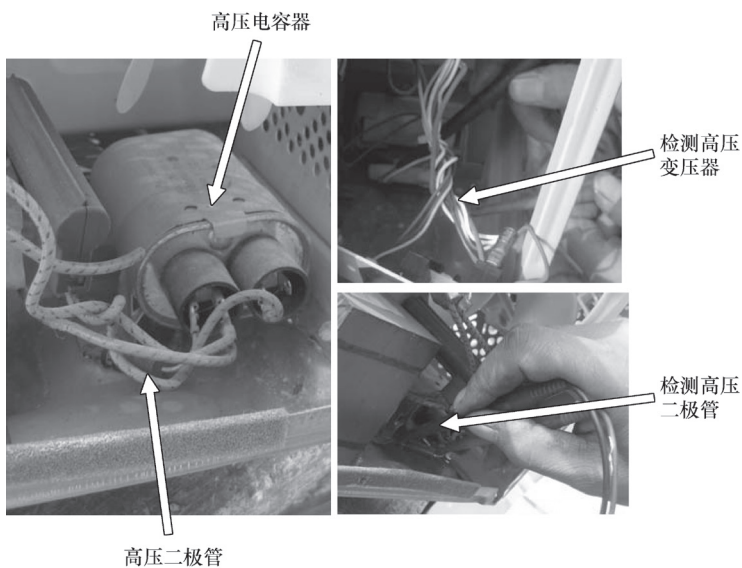


图 5-45 检查高压二极管、高压变压器

TIPS

炉灯时亮时不亮故障原因之二：连接灯座导线接点松动引起接触不良。这种原因只要将导线接点焊牢即可解决。

于是将高压变压器二次侧与高压电容器的连接点拔下，如图 5-46 所示。



图 5-46 将高压变压器与高压电容器连接线拔下

重新换上电源熔丝管，开机后不烧断电源熔丝管了，说明此高压电容器已损坏，用万用表测量此高压电容器，如图 5-47 所示。

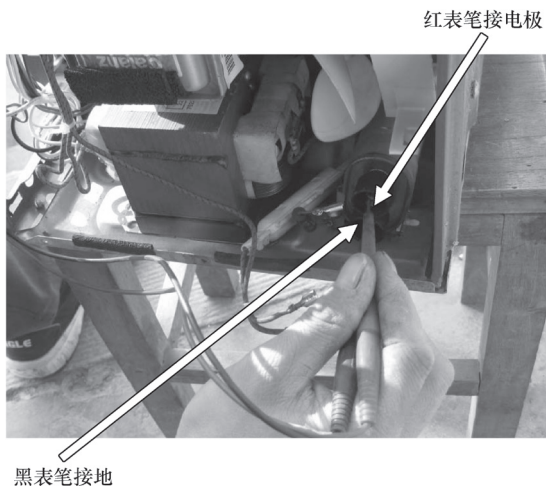


图 5-47 检测高压电容器

检测发现该电容与微波炉接地点处已短路，因此造成开机后，即烧电源熔丝管。

维修措施：

更换同规格的高压电容器，故障排除。

5.4.6 微波炉刚开机时有微波输出，但一会儿就停止加热

故障现象：一台机械控制式微波炉，刚开机时有微波输出，但一会儿就停止加热。

故障检修：导致此故障的原因一般是由于炉内不通风引起的，应重点检查风扇电动机是否损坏或被异物卡死导致不转动。

首先检查风叶，用手拨动使其旋转，还算灵活，如图 5-48 所示。

TIPS

假故障之微波炉灯光暗弱：烹调时，若不用微波高火而用较低的火力烹调，微波炉的灯光会变得暗弱并产生响声，这是微波炉在控制火力时所产生的正常现象。



图 5-48 检查风叶是否转动

用万用表测量风扇电动机电阻，如图 5-49 所示。

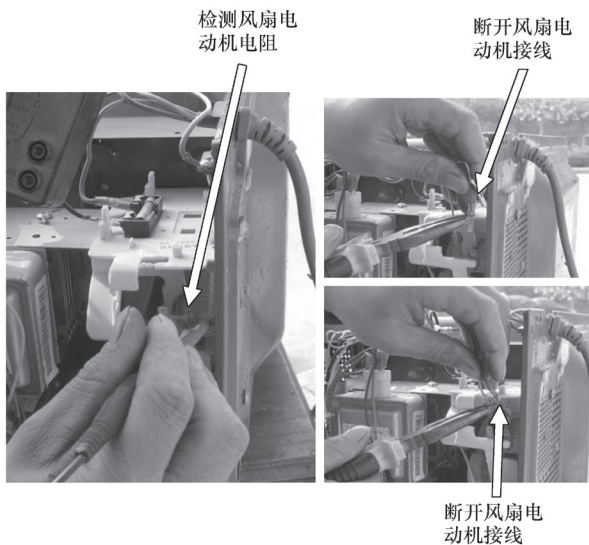


图 5-49 检查风扇电阻

测得值仅为 5Ω ，正常为 800Ω 左右，说明此风扇电动机已短路，由于风扇不工作，导致磁控管表面温度过高，引起 145°C 热动开关动作，从而造成自动停止加热的故障。

维修措施：

更换同类风扇电动机，故障排除。

5.4.7 微波炉在高火力挡微波输出小

故障现象：一台机械式微波炉开机后，微波输出小（功率开关置在高火力挡）。

故障检修：需加热的食物并不算多，功率又置在高火力挡，加热一段时间后，平常应该加热完成了，现在还没热透，说明加热速度明显变慢。

TIPS

假故障之蒸汽凝聚在炉门并有热风从排气口排出：烹调时，食物会有蒸汽散发，而大部分会从排气口排出，属于正常现象。

打开微波炉外壳，用手摸磁控管并不烫手。拔下磁控管连接线，仔细观察，磁控管接插件已严重生锈，导致接触不良，引起此故障的原因是用户平常在使用微波炉时不注意保养，每次使用微波炉时使水蒸气进入机器内，经过多年的黄梅天气，慢慢就生锈了，拔下接插件并清除锈斑，重新插好，故障排除。

维修措施：

清理生锈的接插件。

5.4.8 微波炉继电器反复动作，不能正常加热

故障现象：一台机械式微波炉继电器反复动作，不能正常加热。

故障检修：经检查散热风扇不工作，该散热风扇的作用是吸入炉外的冷空气，其作用有两个：一是进入加热器将食物加热过程中所释放出来的水蒸气，从底孔排出炉外；二是用来冷却高压变压器和磁控管的。如果风扇不工作，不但高压变压器和磁控管得不到冷却，而且还会使炉腔内的水蒸气无法排出，使炉内温度升高很快，继电器反复动作，造成不能正常加热。

检查发现风扇电动机的连接线没接触好，如图 5-50 所示，把接插件接触好后，故障排除。

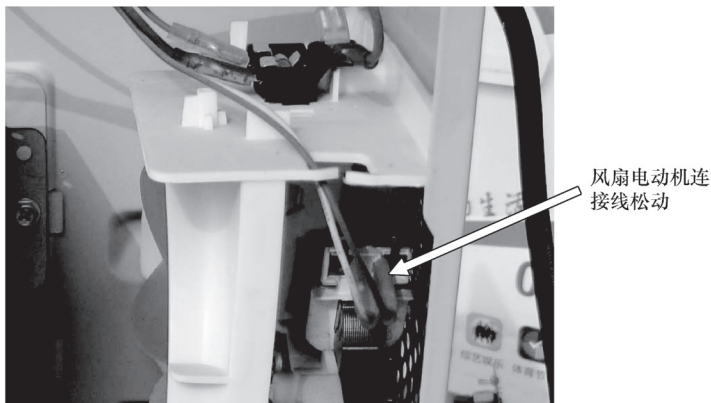


图 5-50 风扇电动机连接线

维修措施：

将风扇电动机接插件接触好。

5.4.9 微波炉通电开机后，机内即冒烟

故障现象：一台机械式微波炉通电开机后，机内即冒烟。

故障检修：打开微波炉外壳，仔细检查是否哪处被烧着，经观察，已断电近半小时，高压变压器还很烫手（高压变压器正常工作时其表面温度超过 100℃），如图 5-51 所示。

TIPS

假故障之使用微波烧烤时，微波炉会发出声响：这些声响是因为微波炉自动交替转换微波火力和烧烤火力，实现微波烧烤功能而产生的，属于正常现象。

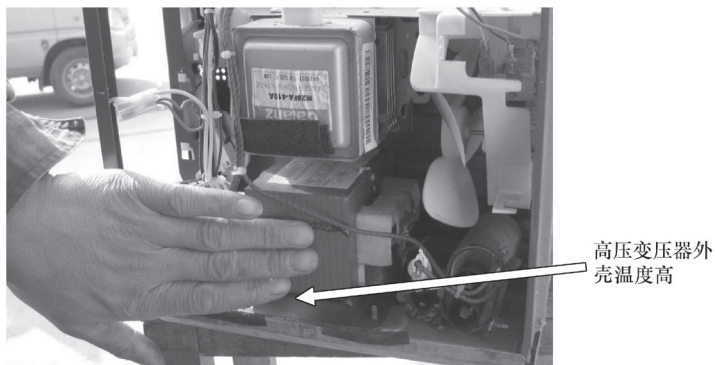


图 5-51 检查高压变压器外表温度

经分析,是高压变压器温度过高而出现冒烟现象。高压变压器一、二次绕组均正常。

于是给高压电容器放电,如图 5-52 所示,发现无火花,说明此高压电容器已失效。



图 5-52 给高压电容器放电

维修措施:

更换同规格的高压电容器后,故障排除。

5.4.10 微波炉通电后,炉灯亮、转盘转,但无微波输出

故障现象:一台机械控制式微波炉,通电后炉灯亮、转盘转,但无微波输出。

故障检修:拆开微波炉外壳,接上 220V 电源,用万用表交流挡测量高压变压器一次绕组电压为 226V,如图 5-53 所示,此结果证明高压变压器正常。

TIPS

假故障之在使用微波烧烤及薄块烧烤功能时,微波炉有白烟冒出并产生异味:微波炉必须定期洗擦干净,特别是在使用微波烧烤或薄块烧烤功能后,在炉顶及炉壁积聚的油渍高温会变成白烟冒出。

检测高压变压器
一次绕组电压

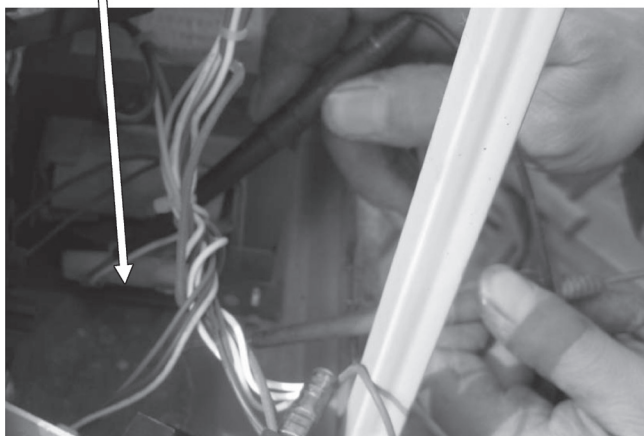


图 5-53 检查高压变压器二次电压

再测量高压变压器二次侧高压为 2100V，测量插头如图 5-54 所示，其结果也基本正常。

高压绕组线圈的两个电极，一端接在变压器铁心上，作为接地端，另一端接高压熔丝，在高压线圈正常时，其两极电阻为 120Ω 。

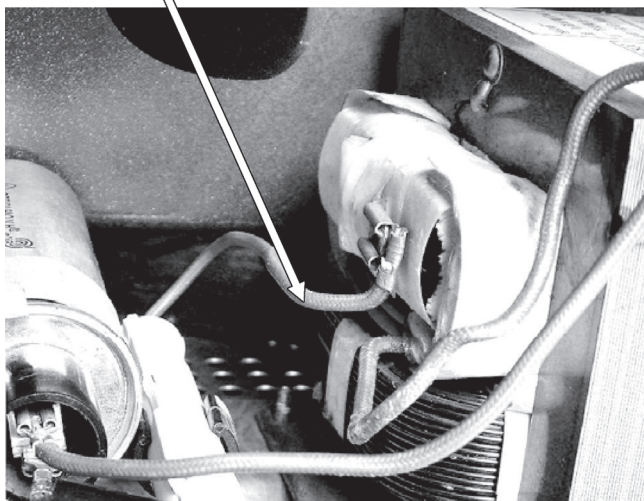
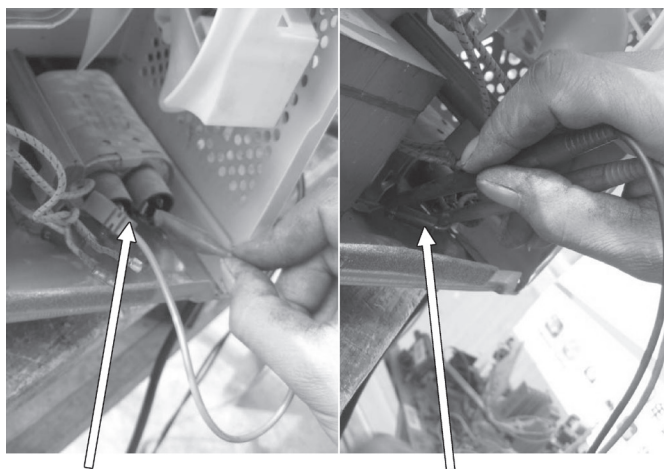


图 5-54 高压绕组

把高压电容器放电，有电火花，说明高压电容器能充放电。当测量高压二极管正反向电阻时，测得阻值均为无穷大，说明此高压二极管已开路损坏，如图 5-55 所示。

维修措施：

更换同型号的高压二极管，故障排除。



使用电线为高压电容器放电

检查高压二极管正、反向电阻

图 5-55 为高压电容器放电及检查高压二极管

5.4.11 微波炉开机后，炉内出现火球

故障现象：一台机械控制式微波炉开机后，炉内出现火球。

故障检修：可从以下两方面进行检查。

1) 磁控管高压引线与机壳距离是否太近；另外，高压引线的绝缘差、绝缘片位置不准，也会造成高压引线与机壳之间的打火。

2) 磁控管波导管与炉腔之间的挡板有油污，造成微波炉在工作时挡板上的油污杂物首先被加热，当温度逐渐升高到一定程度时，会将残留污染物烧焦，出现燃烧球、打火等现象。

该机经检查发现挡板油污过多，如图 5-56 所示，引起炉内打火，只要将波导管挡板拆下清洗一下，使波导管排气孔排气畅通，然后重新安装好波导管挡板及微波炉外壳，故障排除。

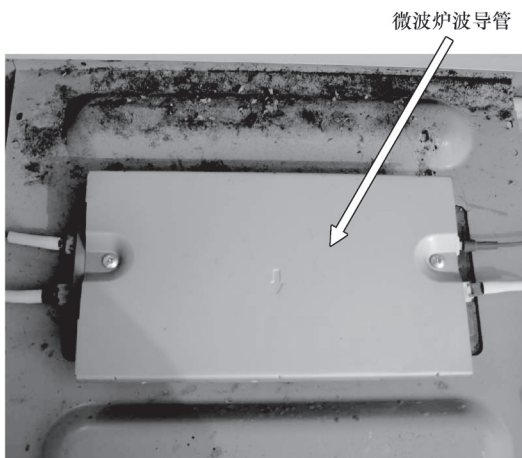


图 5-56 波导管

TIPS

假故障之在使用微波烧烤及薄块烧烤功能时，外壳顶部会向上略凸起：这是由于石英发热器发热时温度很高，在其上面的外壳部位受热膨胀而产生变形，略向上凸起，如果长时间使用，受高温辐射，该部位由此略变黄，属于正常现象。

TIPS

假故障之在使用微波烧烤及薄块烧烤功能时，前门板会略向内凹陷：这是由于炉腔内温度很高，腔内气压较低，前门板在向内气体压力作用下而略向内凹陷，属于正常现象。

维修措施：
清洁挡板油污。

5.4.12 微波炉显示正常，但不加热

故障现象：一台微电脑控制式微波炉开机后，显示正常，但不加热。

故障检修：根据故障现象，应重点检查电路控制板的继电器驱动电路。
具体操作程序为：将微波炉炉门反复开、关几次，再测其引线，已导通，说明门闩开关正常，判断故障可能出在 RY1 继电器及控制电路。

接通单片机电源，测量其 A4 引出线和 C6 引出线有 +5V 输出，正常。再测 IC2 的④脚也输出了低电平，如图 5-57 所示。

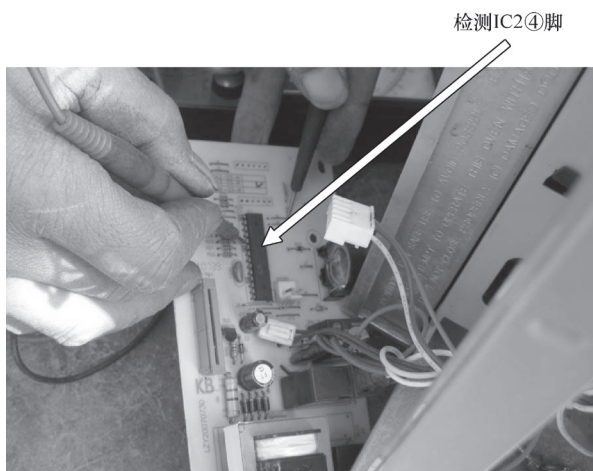


图 5-57 测量 IC2 ④脚

从分析可知，BG2 应导通工作，但实测 BG2 的 C 极只有 0.5V 的电压，正常应为 12V，说明 BG2 并未导通，导致 RY1 不能闭合，更换晶体管 BG2 后故障依旧，依次检查相关电路 D1、C20，发现 C20 已击穿，造成 BG2 因过电流而损坏。

维修措施：
去掉 C20 后，故障排除（不接 C20 也可以实现加热功能。）

TIPS

假故障之电压波动，会影响微波或烧烤的烹调时间及效果：电压在 190 ~ 240V 的范围内波动时，微波炉仍能工作，由于受电压偏高或偏低的影响，输出功率会相应升高或降低，故烹调时间及效果会有所变化，属于正常现象。

第 6 章

微波炉显示故障

6.1 显示屏不亮

6.1.1 微波炉无字符显示，但仍能微波加热

故障现象：微波炉无字符显示，但仍能微波加热。

故障检修：

微波仍能加热，则说明微波炉的整机电路基本是正常的。因此，检修时应重点检查显示器供电电路，如图 6-1 所示。

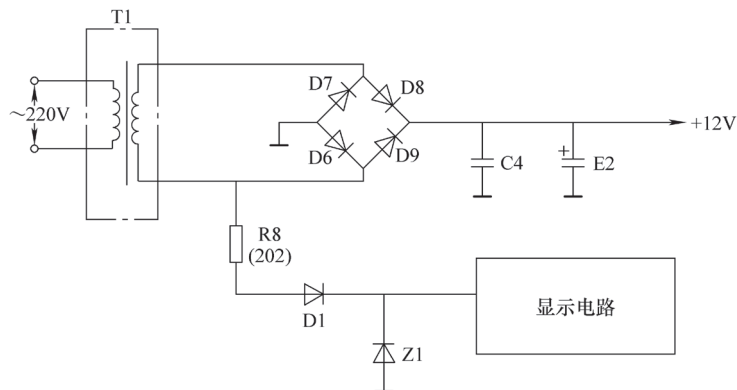


图 6-1 显示器供电电路原理图

经检查，R8、D1、Z1 等均正常，故怀疑显示器本身损坏。试用同类机型中的显示器（见图 6-2）进行代换，故障被排除。

此显示器的型号，共有 12 个引脚，一旦损坏，市场上较难买到

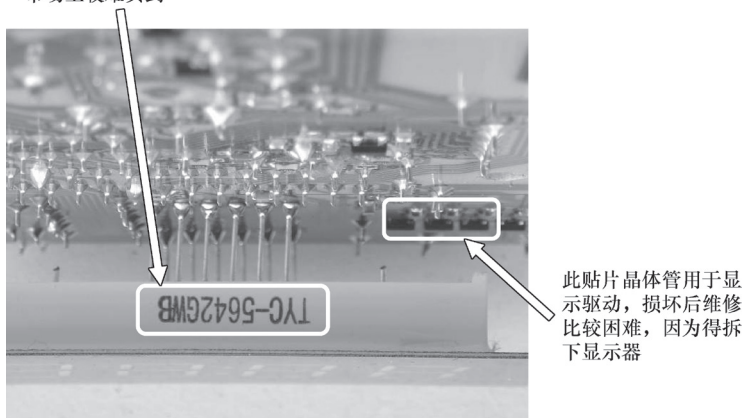


图 6-2 损坏的显示器

维修措施：

更换微波炉显示器。

6.1.2 显示屏显示时隐时现

故障现象：一台电脑控制式微波炉因搬家移动后，显示屏显示时隐时现。

TIPS

在显示器电路故障检修中，要首先注意 D1 的负载不能短路，否则会影响到 T1 的二次输出，进而使整机不能工作。因此，在仍有微波加热的现象中，显示器供电电路基本上没有短路故障，但不排除有开路性故障。

故障检修：导致这种现象发生的原因通常是因碰撞、振动，引起微波泄漏增大。

观察炉门没有变形、受损现象。

打开机壳，检查磁控管，如图 6-3 所示。

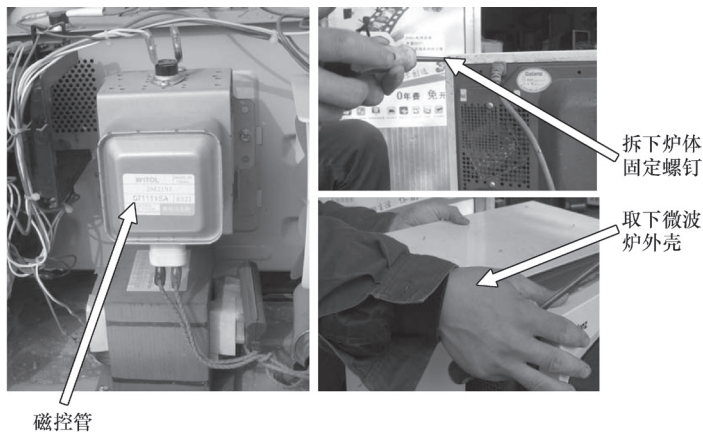


图 6-3 拆开外壳后检查磁控管

发现磁铁松动，用六角螺钉旋具将磁控管的上端拆下调至磁铁不松动为止，故障被排除。

维修措施：

调整磁控管固定螺钉，直到不松动为止。

6.1.3 屏幕无显示

故障现象：一台微电脑控制式微波炉，屏幕无显示，但微波加热正常。

故障检修：

导致这种现象发生的原因通常是显示器供电电路出现了故障。

微波仍能加热，则说明微波炉的整机电路基本是正常的。因此，检修时应重点检查显示器供电电路，如图 6-4 所示。

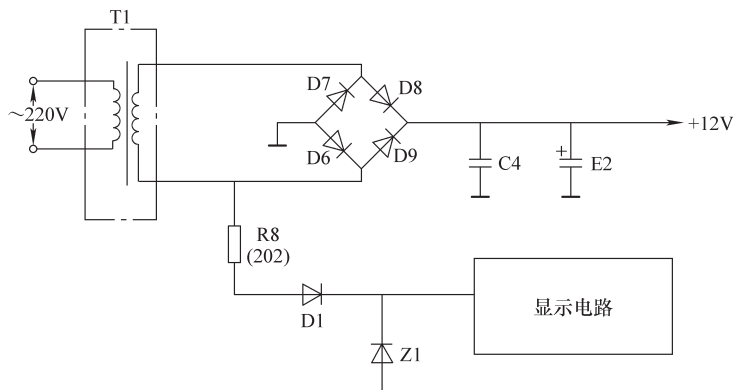


图 6-4 故障微波炉显示器供电电路

经检查，R8、D1、Z1 等均正常，如图 6-5 所示，因此怀疑显示器本身损坏，试用同类机型中的显示器进行代换，故障被排除。

TIPS

注意在调整过程，不要用胶锤敲击调整，因为这样容易损伤磁控管。

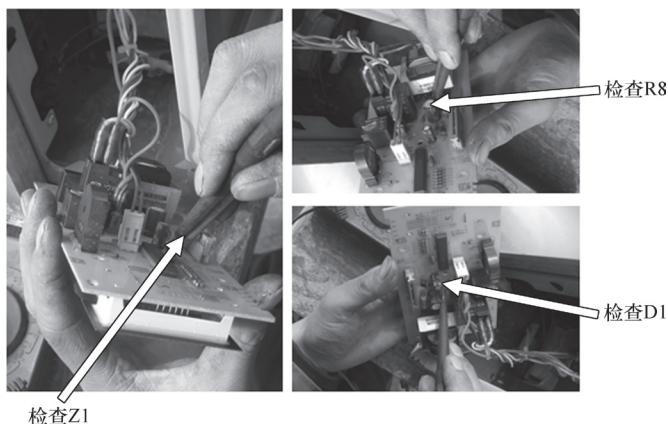


图 6-5 检查 R8、D1、Z1 元器件

6.1.4 通电开机，按任何按键微波炉均没有反应

故障现象：一台电脑控制式微波炉通电开机，按任何按键，微波炉均没有反应。

故障检修：

首先检查是否有 220V 输入电压，再拆开微波炉外壳，检查微波炉内控制电路中是否有电源电压，如图 6-6 所示。

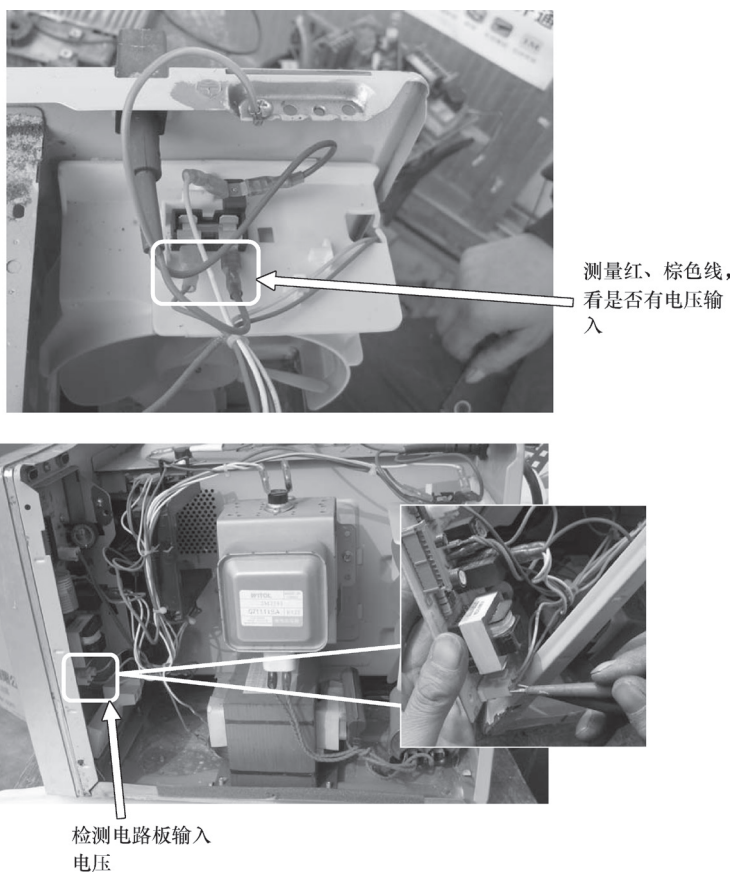


图 6-6 检测电路板是否有电压输入

TIPS

在一些疑难故障中，注意微处理器的引脚电压的变化情况，对分析和判断故障原因会很有帮助。

如果正常则需检查按键单元的扁状连接线及插座，如果上述检查均正常，则可能是微处理器损坏了。

维修措施：

本例经检查是微处理器损坏了，重新更换故障排除。

6.1.5 微波炉无显示，风扇转，但其他均不工作

故障现象：一台电脑控制式微波炉，上电风扇运转，但无显示，炉灯及其他器件均不工作。

故障检修：电路如图 6-7 所示，该故障现象是 CPU 没有工作的表现之一。

测量 CPU 的②①脚 +5V 电压、⑧脚和⑨脚时钟电压，如图 6-8 所示。

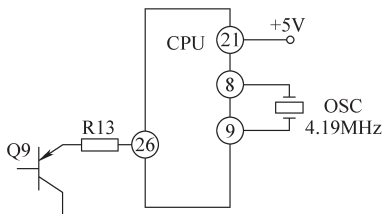


图 6-7 故障微波炉 CPU 工作条件电路

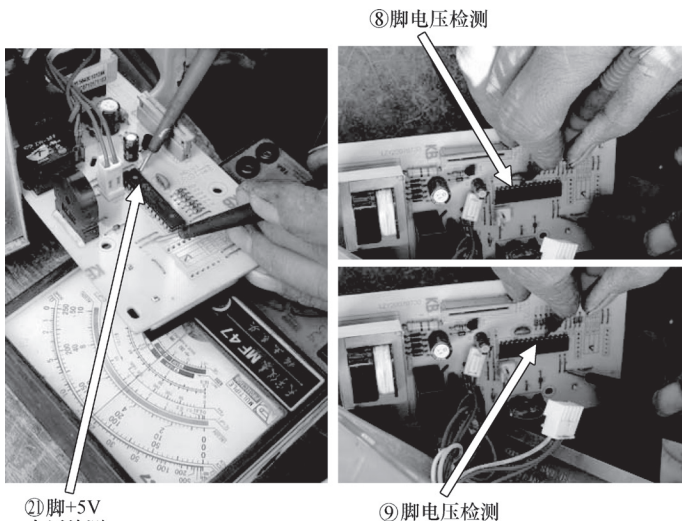


图 6-8 检测②①、⑧和⑨脚

然后检测 CPU ②⑥脚复位电压，发现②⑥脚焊点虚焊，如图 6-9 所示。

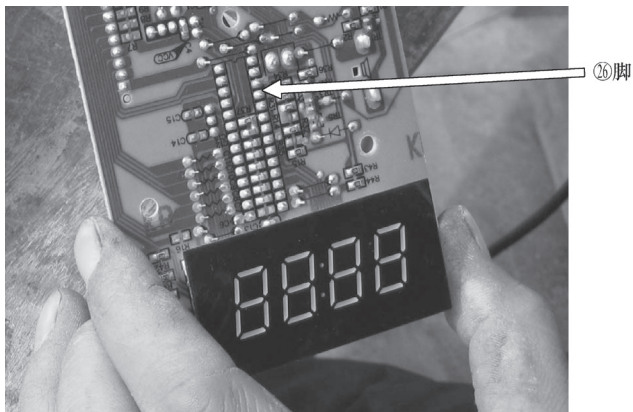


图 6-9 ②⑥脚焊点虚焊

维修措施:

补焊②⑥脚,如图 6-10 所示,微波炉恢复正常工作。

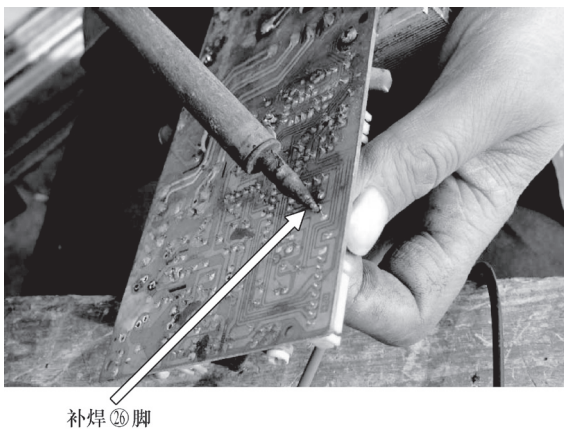


图 6-10 补焊②⑥脚

6.2 满屏显示, 按各功能键均无作用

6.2.1 上电显示正常, 所有操作失控

故障现象: 一台电脑控制式微波炉, 上电显示正常, 所有操作失控。

故障检修: 导致这种现象发生的原因通常是单片机及相关元器件出现了故障。

首先检查控制面板接线插头是好的, 接着检查该机单片机的工作电路, 如图 6-11 所示为该机单片机工作条件电路。

TIPS

本例故障单片机如下所示

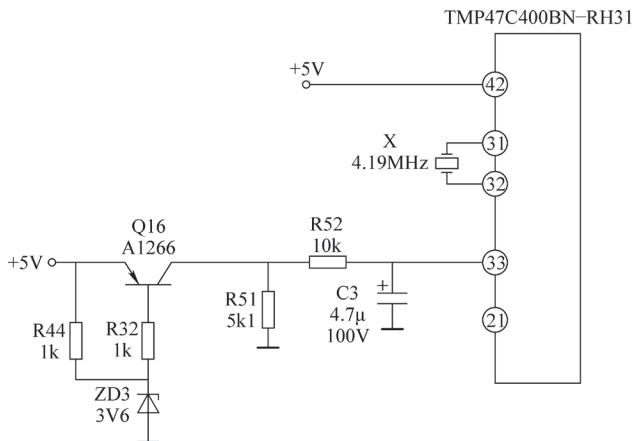


图 6-11 故障微波炉单片机工作条件电路

测量单片机 (CPU) 的④②脚 +5V 正常, ③①和③②脚时钟振荡分别为 2.2V 和 2.4V, 属于正常, 但③③脚复位电压仅为 0.5V。而正常时应 $\geq 4.6V$ 。检查外接 C3、Q16、ZD3, 发现稳压二极管 ZD3 击穿。

维修措施:

更换稳压二极管后, 故障被排除。

6.2.2 排线故障导致无法操作控制

故障现象：一台电脑控制式微波炉，面板上所有操作键均不起作用，上电显示字符正常。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是机内某处接触不良。

拔下操作面板操作键排线，重新插上固定好，如图 6-12 所示，所有功能键操作正常，显然是排线与插座接触不良所致。

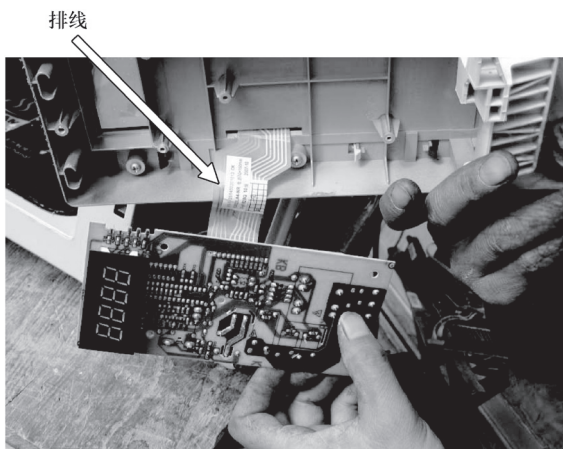


图 6-12 将排线重新插好

维修措施：

重新插好操作键排线。

6.2.3 屏幕显示错乱，操作控制失控

故障现象：一台电脑控制式微波炉，显示“88 : 88”，通电后的正常显示应为“00 : 00”，操作控制失控。

故障检修：

首先拆下电脑板，拔下排线和 2 只继电器上的插头，如图 6-13 所示。

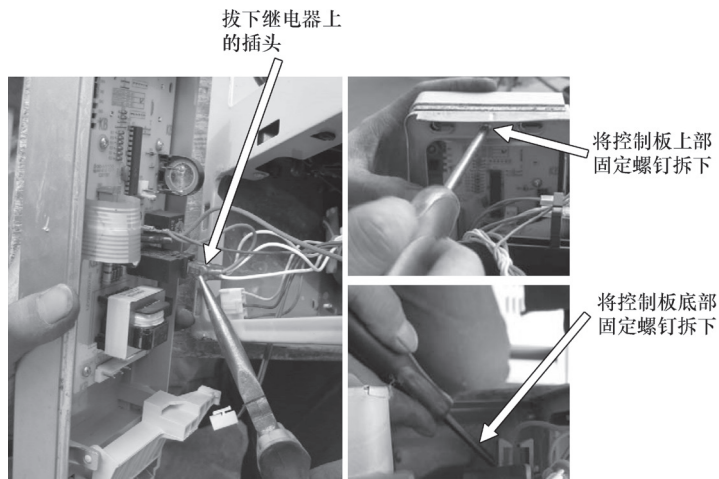


图 6-13 拆下电脑板

TIPS

当该种微波炉无电或不工作时，注意检查电脑板供电电源电路很重要，其中有一组电源无输出都会造成微波炉无电或不工作。

TIPS

石英晶体振荡器是一种高精度和高稳定度的振荡器，被广泛应用于彩电、计算机、遥控器等各类振荡电路中，以及通信系统中，用于频率发生器、为数据处理设备产生时钟信号和为特定系统提供基准信号。

万用表检测 IC1 的工作电压不正常，再测 IC2 基本正常。因为 IC1 是 CPU、微处理器，由于不知道此 CPU 为何型号，只得凭维修经验，查找出时钟显示引脚，再查找出控制信息输入端，经检测并与其他微波炉比对，其测得的数据基本正常，怀疑 CPU 输出的两引脚，如图 6-14 所示（接 4MHz 晶振）有问题，先更换晶振试试，不料故障排除，微波炉正常工作了。

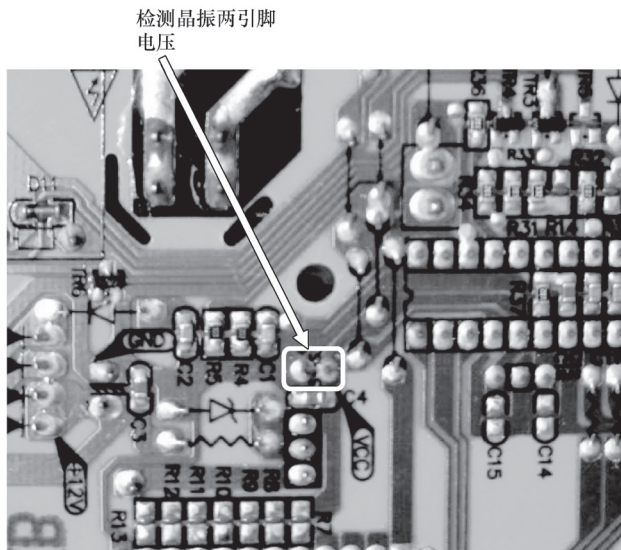


图 6-14 检测晶振两引脚

维修措施：

更换晶振。

6.2.4 微波炉程序错乱

故障现象：一台电脑控制式微波炉，通电显示正常，有时自动启动且自动切换加热方式，显示字符随之变化，蜂鸣器同时连叫，打开炉门仍如此。

故障检修：为防止微波辐射，拔掉高压变压器一次侧一插头，拔掉操作面板排线插头，如图 6-15 所示，试机故障依然。

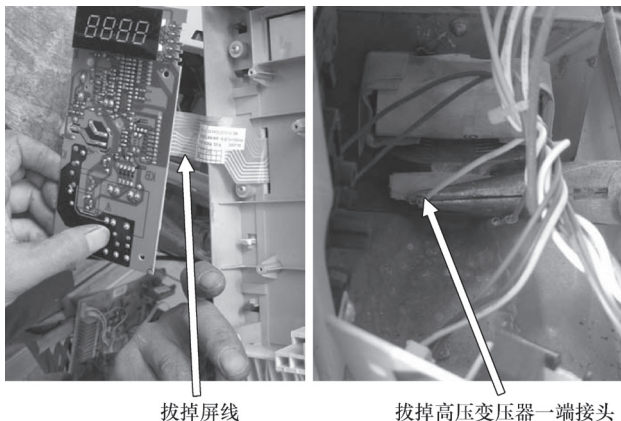


图 6-15 断开屏线及高压变压器一端接头

焊开 CPU 的⑫~⑮、⑳~㉑脚（见图 6-16）等所有键脚试机，故障如故。

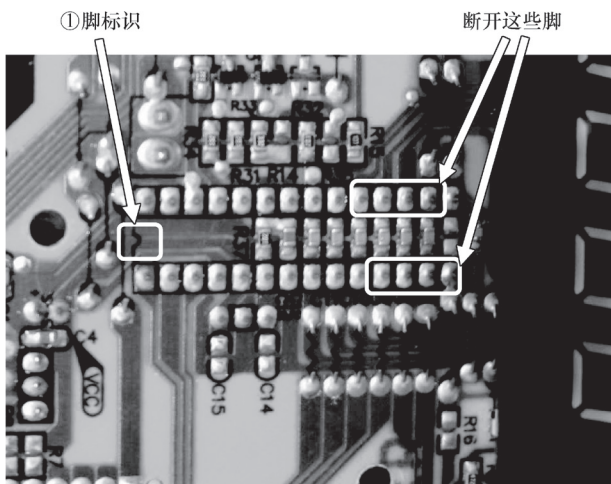


图 6-16 IC1

检查 CPU 工作条件，电路如图 6-17 所示。测量 CPU 的⑫脚 +5V 电源，最高为 4.1V，有时下降到 3.5V，甚至下降到 1.8V，微波炉状态不随电压下降而变化，显然故障与 +5V 电源有关。

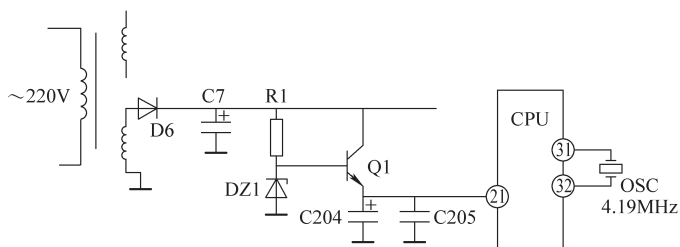


图 6-17 故障微波炉 +5V 稳压电路

脱开 +5V 稳压电路后 Q201 发射极，测量其空脚电压仍为 4.1 ~ 1.8V 范围的某一值，但基极电压始终为 4.8V（正常时应为 5.6V），集电极始终为 25V 正常值。

维修措施：

更换同型号的 Q201 晶体管 and Z201 稳压二极管，+5V 及微波炉工作恢复正常。

6.3 照明灯不亮

6.3.1 微波炉照明灯不亮，其他功能正常

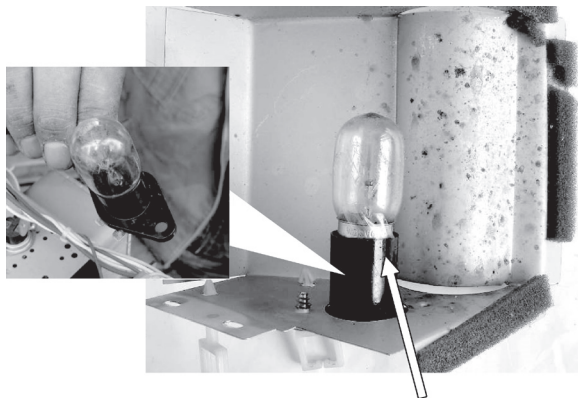
故障现象：微波炉照明灯不亮。

故障检修：

首先注意观察，尽管照明灯不亮，但微波加热仍能进行，故判断炉灯单一性损坏。将炉灯拆下检查，灯泡未见损坏，如图 6-18 所示。

TIPS

在通电检查电路板供电电源电路之前，务必断开高压变压器的供电电路，以避免高压电击和微波泄漏对人体造成伤害。



照明灯泡标注型号为230V/20W，损坏时可选择电冰箱用照明灯泡代换，只要注意螺纹相符即可。

图 6-18 拆下照明灯泡

但在拧下灯泡时发现灯头中心触点已严重焦黑氧化，如图 6-19 所示，因而致使灯泡中心正极端接触不良。

灯头内部的中心点与灯泡的中心正极端相接，当该点焦黑氧化时，会造成接触不良，炉灯不亮。



图 6-19 照明灯头

维修措施：

将其换新后，照明灯恢复正常，故障被排除。

6.3.2 微波炉照明灯不亮，风扇也不转

故障现象：微波炉照明灯不亮，风扇也不转。

故障检修：

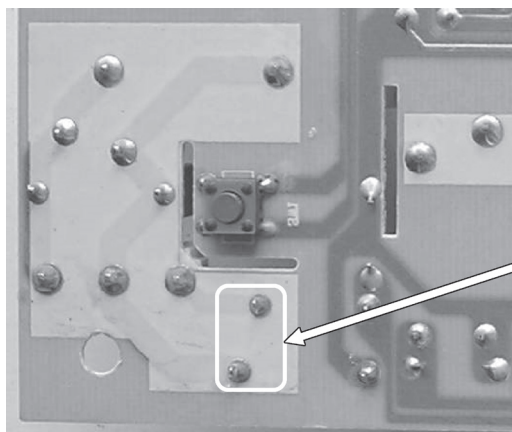
该机在通电启动时看不到炉灯亮光，也听不到风扇的转动声，故判断炉门联锁开关电路有开路或接触不良等故障，如图 6-20 所示。但经检查未见有异常和损坏元件。

TIPS

在微波炉长期使用后，机壳内易有油污等进入，并在工件表面形成污点，进而对工件表面形成腐蚀。同时也易引起一些开关触点表面氧化，造成接触电阻增大，影响其正常工作时的电气性能。因此，微波炉在长期使用中，保持清洁卫生也是很重要的。

TIPS

在图 6-23 或图 6-22 中，K3 是一种 12V 继电器，其工作电流的最大值为 5A，更换时应保持与原型号一致。



K3 的两个引脚，在微波炉正常工作时，两脚间呈导通状态，当两脚间呈断开状态时，微波炉不工作

图 6-23 单片机供电输入插件引脚印制电路

维修措施：

经检查，最终是 K3 损坏，将其换新后，故障被排除。

第 7 章

操作板故障

7.1 按键操作失灵

7.1.1 通电后，按任意按键均无反应

故障现象：一台电脑控制式微波炉通电后，按任一按键均无反应。

故障检修：出现此故障重点检查 CPU 或相关元器件（如继电器），用万用表测量有关引脚电压，应该找到 $\pm 5V$ 输出脚。

首先，拆开炉体外壳，并拆下单片机，如图 7-1 和图 7-2 所示。

将微波炉外壳固定螺钉拆下

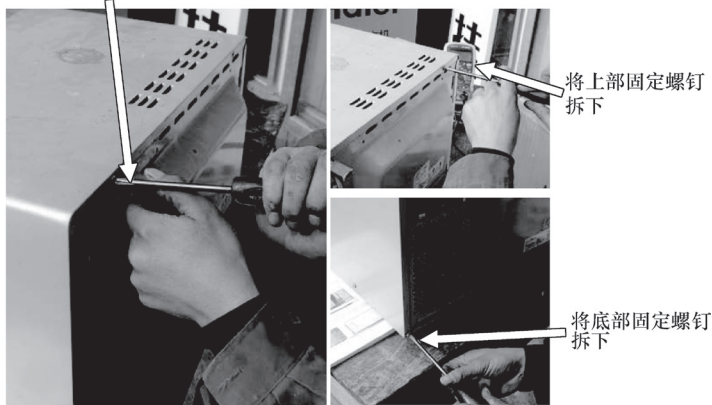


图 7-1 拆开微波炉外壳

单片机

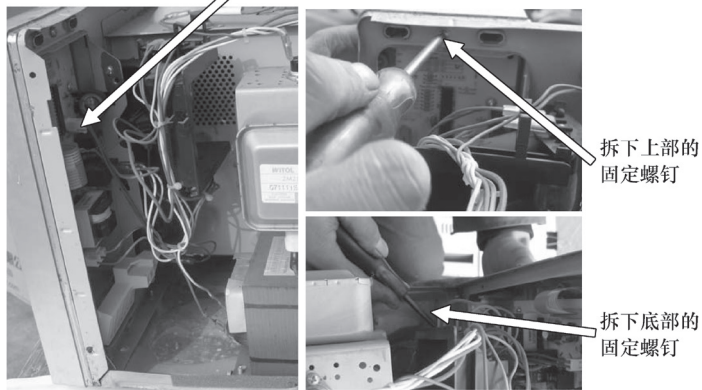


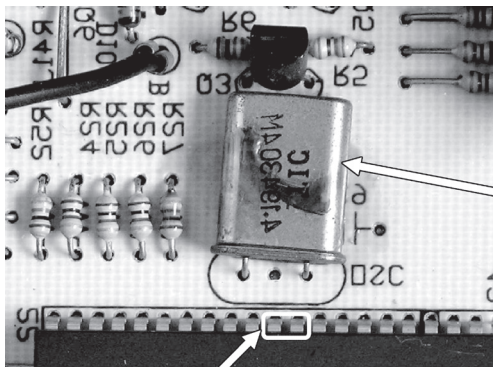
图 7-2 拆下单片机

$\pm 5V$ 输出脚经过测量，正常。再测复位端电压（前文中已有讲述，有些复位电路会在 IC1 ③脚，并连接晶体振荡器，如图 7-3 所示。

复位输出端电压只有 0.1V，正常应为 5V，进一步检查发现有关电容漏电，导致 CPU 复位端不能获得迟于电源端 1ms 以上的正常复位脉冲，从而造成工作异常，重新更换电容，故障排除。

TIPS

微波炉中经常用到熔丝，它是对微波炉一种有效的保护措施。



晶体振荡器是单片机电路能够正常工作的三要素之一(其他两要素为工作电压和复位电压),其不良或损坏时,单片机电路不工作

此③脚为复位脚输出,检测时尽量使用指针式万用表,以观察其波动情况

图 7-3 检查复位电压

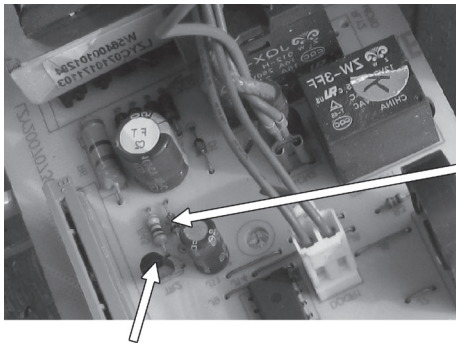
维修措施:

更换电容。

7.1.2 通电后,按有关程序操作后,微波炉无反应

故障现象:一台电脑控制式微波炉通电后,按有关程序操作后,微波炉无反应。

故障检修:首先可肯定的是该机键控电路和 CPU 的基本工作条件均正常。检查 CPU 的 +5V 电压(其检测位置如图 7-4 所示)及时钟振荡和复位电压均正常。



Z1(5.1V 稳压器二极管)用于+5V 电压输出过电压保护,同时也具有钳位作用。击穿损坏时,+5V 电压无输出,整机不工作

TR2(+5V 稳压器)用于产生+5V 电压,为单片机及其控制电路提供工作电压,击穿损坏或开路时,微波炉无电,不工作

图 7-4 +5V 电压检测位置

然后再检查 CPU 的外围电路也没发现什么异常,只能怀疑操作板有问题。重点检查 CPU 的本机键控选通脉冲端及有关二极管至薄膜轻触式导电操作板的控制电平的稳压器和电阻值,经检查均正常。最后只能怀疑单片机损坏了试更换后,故障排除。

TIPS

当晶体振荡器损坏(常呈开路性损坏)时,单片机电路就不工作,微波炉则处于停机状态。

TIPS

当晶体振荡器不良时，将会出现无规律停机现象，有时通过测量触发，也会激活振荡，但这时不管其工作状态如何，都必须将其换新。

维修措施：

更换单片机。

7.1.3 微波炉加热正常，但烹调过程火力挡位混乱

故障现象：一台机械控制式微波炉加热正常，但烹调过程火力挡位混乱，高、中挡位不可调。

故障检查：该机是利用控制微波发射电源的通 / 断来控制功率的，微波发射部分的工作时间与停止时间的比例决定了平均功率输出的大小。从原理上分析，引起本例故障的原因有挡位控制开关和线路接触不良、炉内散热不良、热继电器动作。

经检查，挡位控制开关正常，各接插件无松动及接触不良现象，如图 7-5 所示。

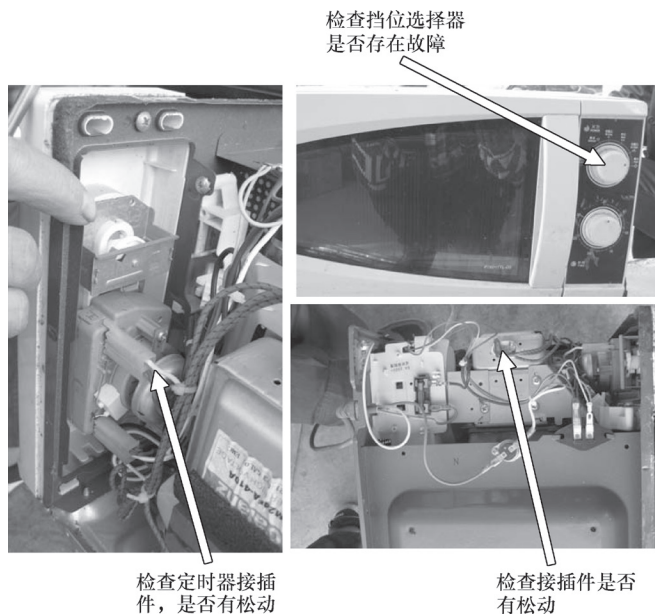


图 7-5 检查接插件是否存在松动或接触不良现象

进一步检查，发现风扇叶片上沾有一层油泥，致使鼓风机负载过重造成风速减慢、热继电器动作，又导致微波发射电源时通时断，造成火力挡位混乱的假象。

维修措施：

将鼓风机叶片上的油泥全部清洗干净，故障排除。

7.1.4 微波炉控制加热功能紊乱

故障现象：微波炉控制加热功能紊乱。

故障检修：据了解，该机初始故障为不加热，无电源指示，是电源熔丝

熔断。在经过维修后，便出现启动微波时不加热，而启动烧烤时微波加热，形成控制加热功能紊乱故障。因此，检修时应首先检查继电器电极插头是否接插正确，正确时如图 7-6 所示。

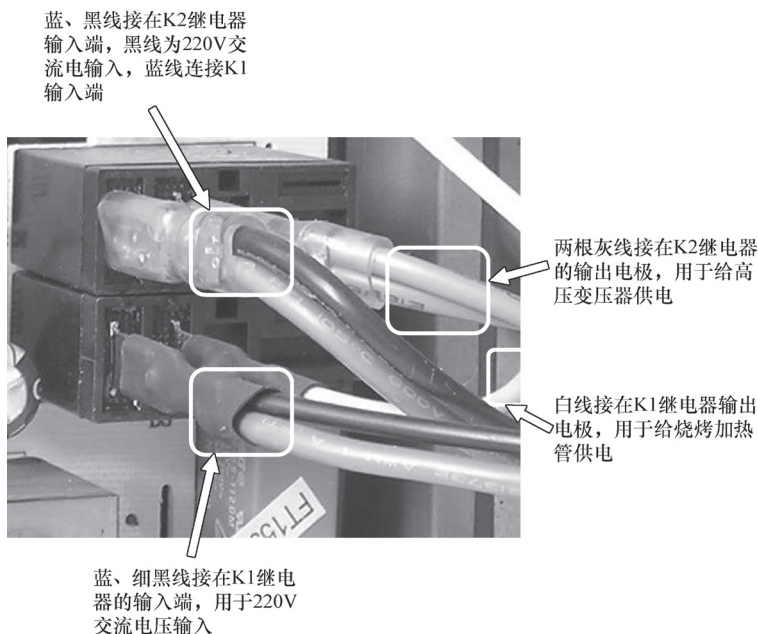


图 7-6 继电器接线

检查后发现，两根灰线插头插在了 K1 继电器的输出电极上，而白线插头被空置未用。根据图 7-6 的正确接插样式，将灰、白线插头插好后，故障被排除。

维修措施：

将接错的插头，重新接插好，故障排除。

7.1.5 微波炉高、中、低挡位不能调节

故障现象：一台微电脑控制式微波炉开机后，有微波输出，但高、中、低挡位不能调节。

故障检修：根据维修经验，引起本例故障的原因一般是挡位控制开关或炉内散热不好以及热动开关经常动作所致，经检查挡位控制开关以及各接插件均正常，问题出在散热风扇上，使 145℃热继电器经常动作而导致微波发射时通时断造成火力挡位混乱的假象，重新更换散热风扇，故障排除。

维修措施：

更换散热风扇。

TIPS

在微波炉中，由于一些功能器件的安装分布比较松散，故其电极插头较多，连接线也较零乱。因此，在维修拆卸时一定注意各接线插头的原始接插位置，必要时在拆卸前粘上胶布，并标上记号，以避免出现人为故障。

7.1.6 微波炉加热后，定时器不起作用

故障现象：一台机械控制式微波炉能对食物进行加热，但到规定时间，定时器不起作用。

故障检查：重点检查定时器电动机及其相关连线，该微波炉中定时器采用步进定时电动机，在定时器失灵时，检查定时器触点无粘连现象。

用万用表电阻挡测量电动机绕组，无断路，如图 7-7 所示。

检测电动机绕组
电阻

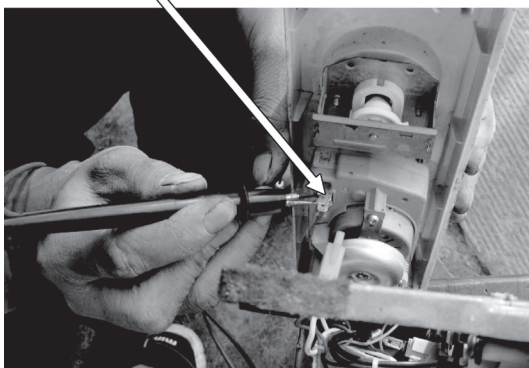


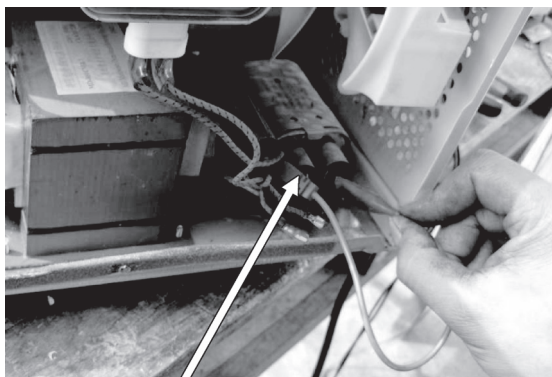
图 7-7 检测电动机绕组电阻

该步进定时电动机为数字旋盘控制式的，检查发生旋盘被卡住。

维修措施：

清除被卡杂物后，故障排除。定时器损坏为常见故障，更换定时器时，应注意操作顺序：

1) 拔下电源插头，拆去微波炉外罩，对高压电容器进行放电，如图 7-8 所示。



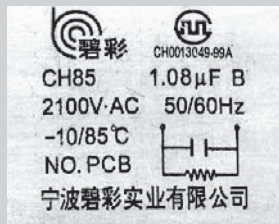
用短电线对高压
电容放电

图 7-8 对高压电容放电

2) 从定时器上拆除控制旋钮，并拆下面板后面的螺钉，如图 7-9 所示。

TIPS

在更换高压电容器时，一定注意标称型号，不可随意增大或减小电容器的标称容量。



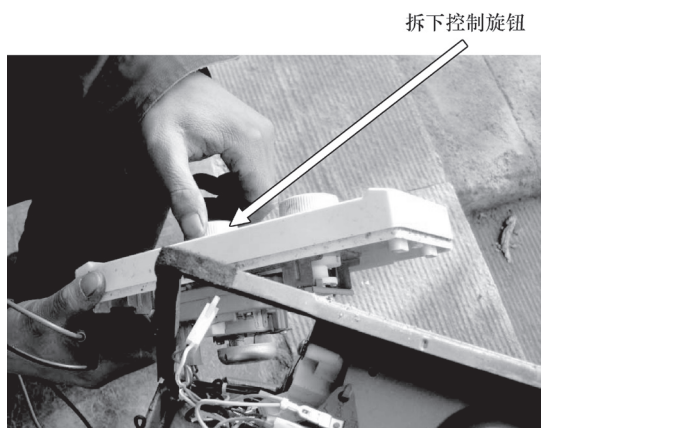


图 7-9 拆下固定旋钮

3) 拆下固定定时器的螺钉，取出定时器，如图 7-10 所示。

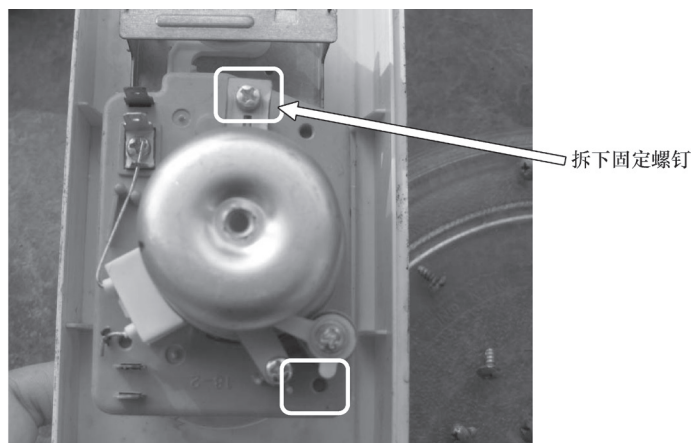


图 7-10 将固定定时器的螺钉拆下

7.1.7 微波炉只能以高档加热

故障现象：一台机械控制式微波炉进行功率调节时，无论调到哪一档，微波炉只能以高功率挡加热。

故障检修：怀疑功率控制调节器电动机及其联动的开关不良，用万用表电阻挡测量控制调节器电动机工作线圈的直流电阻，阻值正常，如图 7-7 所示。

在电动机线圈上加上 220V 交流电源，在不同的功率挡时开关均导通，说明联动开关损坏。

维修措施：

更换联动开关或功率调节器后，故障排除。

7.1.8 定时器旋钮不能返回零位

故障现象：一台机械控制式微波炉在设定时间内能加热食物，但往往加

TIPS

当风扇电动机的线包击穿损坏时，在应急情况下，可重新绕制线包，但在绕制时务必注意漆包线的线径、匝数及绕制方向与原线包相同。

热过度，定时器旋钮不能返回零位。

故障检修：引起本例故障的原因如下所述。

- 1) 定时器连线接触不良。
- 2) 定时器走轮卡住。
- 3) 定时器电动机损坏。

经检查定时器连线正常，调节定时器上的三颗固定螺钉，如图 7-10 所述。定时器在任何角度都能旋转自如，但不能返回零位，检查发现定时器电动机线圈已短路。

维修措施：

更换同型号定时器电动机后，故障排除。

7.2 启动或停止键失灵

7.2.1 微波炉有时启动有时不启动

故障现象：一台电脑控制式微波炉启动困难，即有时启动有时不启动。

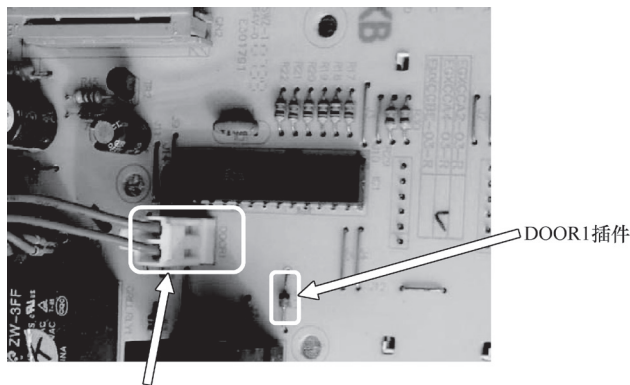
故障检修：

该机启动困难的主要表现是，有时在关闭炉门后不能顺利开机，往往需要反复开关几次炉门后，才能够启动工作。根据这一故障现象和该微波炉门控联锁开关的工作特点，可首先检查门控联锁开关 S_1 ，但未见异常。

在图 7-11 中，DOOR1 插件与门控联锁开关 S_1 相连接，它们组成待机预备控制电路，如图 7-12 所示。

TIPS

在微波炉长期使用后，机壳内易有油污等进入，并在工件表面形成污点，进而对工件表面形成腐蚀，易对相关插接件形成氧化，造成种种意想不到的故障。



D13 (开关二极管)用于开门瞬间保护，以防微波泄漏。当打开炉门时，IC1 ⑤脚瞬间输出高电平，通过D13使TR10、TR9发射极电位升高，从而使TR10、TR9在开门瞬间迅速截止。

图 7-11 DOOR1 插件

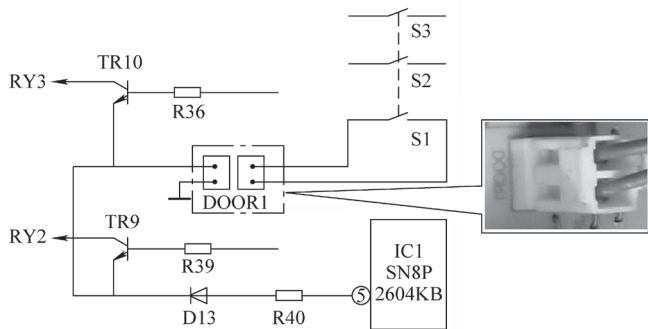


图 7-12 待机预备控制电路

在正常关闭炉门时，由于 S_1 接通，故 TR10 和 TR9 的发射极通过 DOOR1 被短接于地，从而使 TR10 和 TR9 进入待机预备状态。此时 TR10 和 TR9 的基极若加入高电平开机信号，则 TR10 和 TR9 导通，RY3 和 RY2 导通，微波炉进入微波加热和烧烤加热的工作状态。因此，当 DOOR1 脱焊或开路时，TR10 和 TR9 发射极将始终呈高电平，故尽管有高电平开机信号加入 TR10 和 TR9 的基极，也无法使 TR10 和 TR9 导通。

再进一步检查单片机电路中的 DOOR1 插件及其引脚，发现 DOOR1 引脚有一个脱焊。

维修措施：

DOOR1 插件引脚根部有一圈黑色裂纹，将其补焊后，故障彻底被排除。

7.2.2 电脑控制式微波炉，启动键或取消 / 停止键失控

故障现象：一台电脑控制式微波炉，启动键或取消 / 停止键失控。

故障检修：导致这种现象发生的原因通常是启动键或取消 / 停止键损坏。

由于启动键或取消 / 停止键使用频率高而易损坏，而且固定在操作面板内，无法更换，也难以购买到这样的控制面板。为保险起见，在检查键控电路板、面板接线排没有问题情况下，可将损坏的启动键或取消 / 停止键处打开，去掉不用，用普通的轻触开关代替，故障被排除。

维修措施：

将启动键或取消 / 停止键去掉不用，用普通轻触开关代替。

第 8 章

炉灯 / 托盘 / 风扇故障

8.1 托盘不运转

8.1.1 微波炉转盘不转，但炉灯仍亮

故障现象：微波炉转盘不转，但炉灯仍亮。

故障检修：

一台机械控制式微波炉中，转盘电动机与风扇电动机的部分绕组相串联，即转盘电动机的供电回路通过风扇电动机，其工作原理如图 8-1 所示。

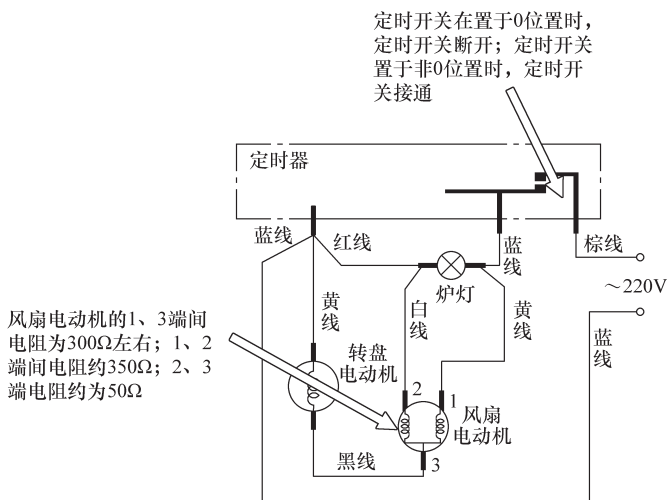


图 8-1 转盘电动机与风扇电动机供电原理图

因此，当该机出现转盘不转，炉灯仍亮的故障时，应注意风扇电动机是否有工作电压加入，如图 8-2 所示。

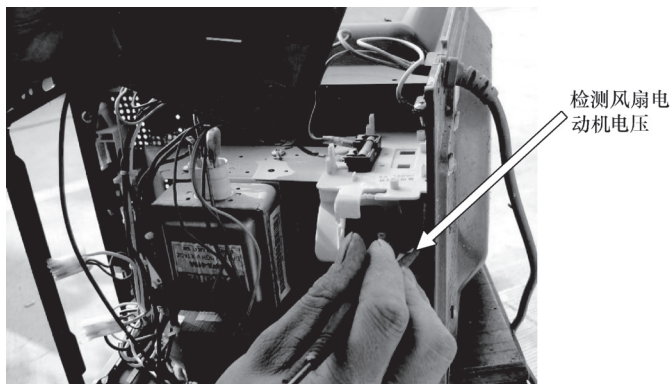
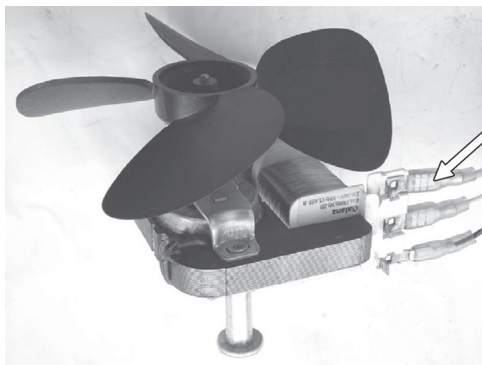


图 8-2 检查风扇电动机

当拆开机壳检查时，风扇电动机的黄线电极有 220V 电压，但黑线电极无电压。改用电阻测量法检查，接黄线电极端与接白、黑线电极端的电阻值均为 ∞ ，而接白线电极端与接黑线电极端有约 50 Ω 的阻值，说明接黄线电极的绕组线圈有开路故障，如图 8-3 所示为风扇电动机接线图。

TIPS
在检查烧电源熔丝故障时，可逐一断开各电动机的一个引脚接线，同时检测电源插头两端的电阻值（此时应将电源熔丝换新，并关闭炉门，将定时器旋钮设置在某一定时挡位），当断开某一电极，电源插头有一定阻值出现时，则说明与该电极相接的电动机绕组有短路故障。



故障风扇电动机的绕组线圈有 3 个引脚电极，黄、白线为 220V 输入，黑线用于向转盘电动机供电

图 8-3 风扇电动机接线图

但观察线圈没有打火烧线痕迹。再进一步认真检查，发现与黄线电极相接的绕组线圈抽头断开，用细线小心接焊后，故障被排除。

维修措施：

将断开的绕组线重新焊接。

8.1.2 微波炉能加热，但转盘不运转

故障现象：一台电脑控制式微波炉能加热，转盘不运转。

故障检修：电路如图 8-4 所示。打开炉门，测量主继电器线圈两端之间电压为 0V，而正常时应有一定的压差。在路检查驱动管 7158 已开路。

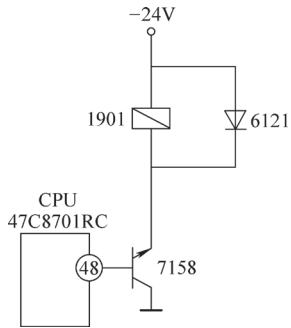


图 8-4 故障微波炉主继电器控制电路原理图

维修措施：

更换驱动管 7158 后，故障排除。

8.1.3 上电后炉灯不亮，风扇也不转动

故障现象：一台电脑控制式微波炉，上电后炉灯不亮，风扇也不转动。

故障检修：导致这种现象发生的原因通常是该机炉灯及风扇无电压输入。

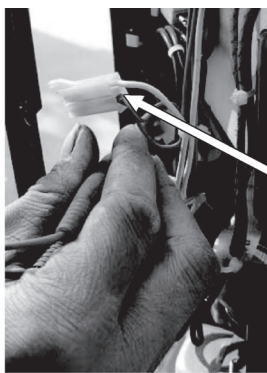
该机在通电启动时看不到炉灯亮光，也听不到风扇的转动声，因此首先判断炉门连锁开关电路有开路或接触不良等故障。于是检查炉门开关，如图 8-5 所示。

TIPS

在检查此类故障时，有时需要通电检查，但务必注意，在通电检查前拔下高压变压器的供电输入插头，以避免高压电击和微波泄漏。



检测炉门开关



对于故障炉门开关，炉门开或关，都无法接通

图 8-5 检查炉门开关

TIPS

在图 8-7 中，K3 是一种 12V 继电器，其工作电流的最大值为 5A，更换时应保持与原型号一致。

经检查未见有异常和损坏元器件。再进一步检查单机电压输入插件 CN1 的引脚电压，首先 F 端无输出，检查 K3 继电器输出端也无输出，其实物图如图 8-6 所示，电路原理如图 8-7 所示。

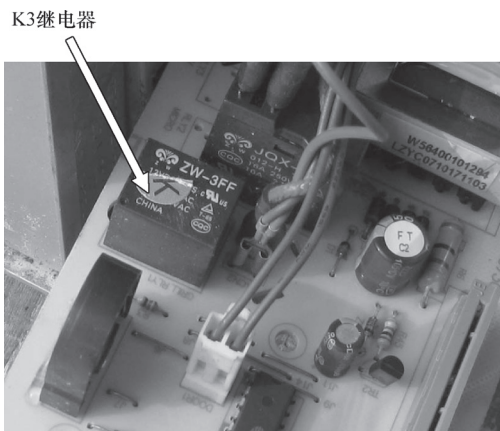


图 8-6 K3 继电器

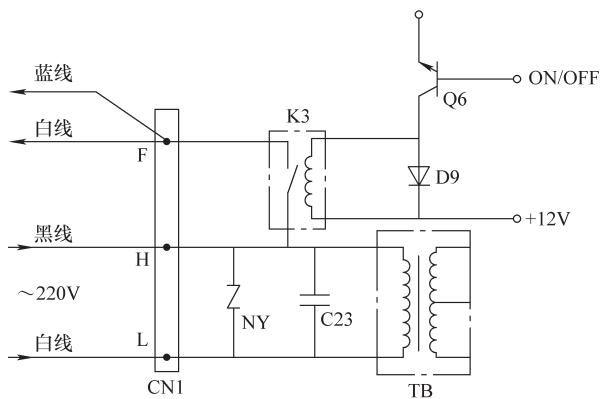


图 8-7 K3 继电器电路原理图

经检查，最终是 K3 损坏，将其换新后，故障被排除。

8.2 打开炉门后，炉托盘电动机仍转

8.2.1 炉门打开后炉灯亮，转盘和风扇仍转

故障现象：一台电脑控制式微波炉，炉门打开后炉灯亮，转盘和风扇仍转。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是单片机控制出现了故障。

如图 8-8 所示为该机炉灯、电动机控制电路。

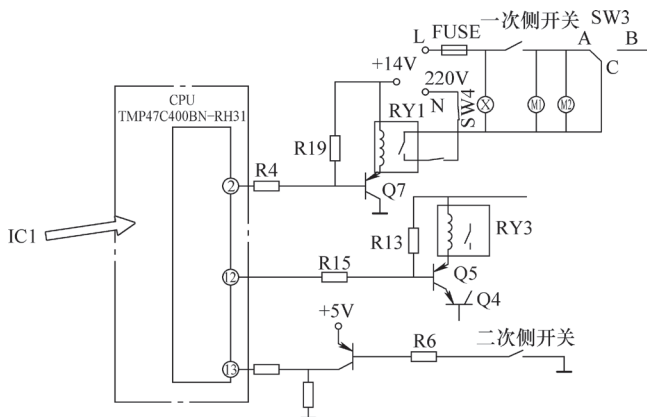


图 8-8 故障微波炉炉灯 / 电动机控制电路

测量 IC1 的⑬脚炉门检测电压，炉门关闭时为 12V（应为 5V），炉门打开时为 7.23V（应为 0V），经查为 IC1 的⑬和⑫脚短路（其位置识别如图 8-9 所示），使 +14V 通过 R13、R15 加至 IC1 的⑫脚，再通过内部短路部位加到⑬脚，使⑬脚为高电压，误判断炉门始终为关闭状态，令②脚输出高电压，Q7 截止，继电器 J1 释放，其触点 RY1 断开。

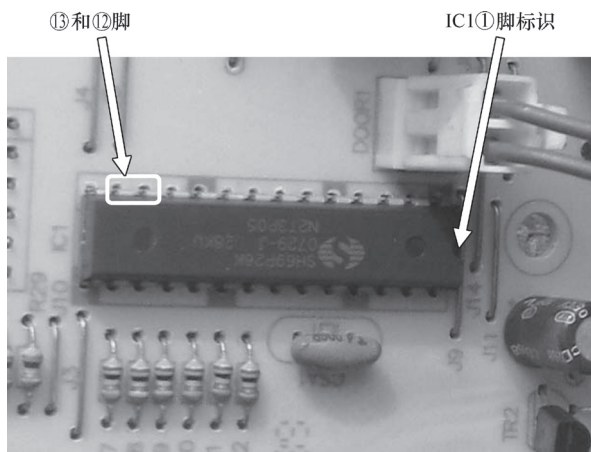


图 8-9 IC1 ⑫、⑬脚

这样，220V 从 L 经熔丝管 FUSE、炉灯 X、风扇电动机 M1 和转盘电动机 M2、炉门监视开关 AC 触点、磁控管自动复位热继电器 RY1 到 N 形成

TIPS

微波炉中的开关触点在表面氧化，造成接触电阻增大，影响其正常工作时的电气性能，所以在长期使用中，保持清洁卫生也是很重要的。

回路：而在炉门打开时，炉灯、转盘电动机和风扇电动机均工作。

维修措施：

更换 IC1 后，故障被排除。

8.2.2 加热时正常，但炉门打开后，转盘和风扇慢转，炉灯微亮

故障现象：一台电脑控制式微波炉，加热时正常，但炉门打开后，转盘和风扇慢转，炉灯微亮。

故障检修：导致这种现象发生的原因有可能是该机单片机损坏，图 8-10 所示为该机电动机电路。

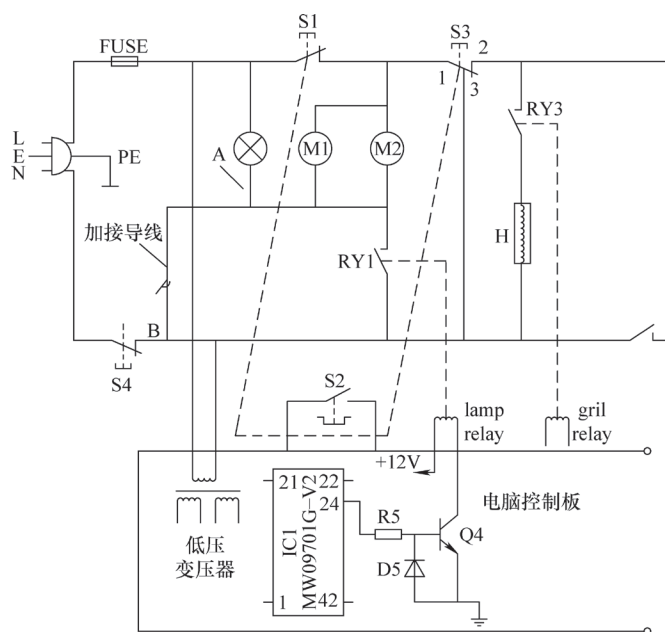


图 8-10 故障微波炉电机电路

检查主继电器 RY1 在炉门打开时不能吸合，炉灯和转盘电动机变为串联关系，各自分得 220V 的部分电压；拔掉电源插头，拔掉主继电器 RY1 两触点接线插头，在炉门打开情况下重新插上电源插头，测量继电器 RY1 两触点接线柱之间电阻为无穷大，而正常时应为 0Ω 。继续测量晶体管 Q4 基极电压为 0V，正常时应为 0.6V。沿线路测量单片机的 24 脚电压，也为 0V，正常时应为高电压。

维修措施：

综上分析，判断单片机的 24 脚内部损坏。由于该机单片机更换花费较大，在征得同意后，将图 8-10 中 A 与 B 点用导线短路并做绝缘处理，相当于 RY1 继电器触点始终闭合，打开炉门后，转盘和风扇不再运转。但缺点是炉灯无论关闭、打开均亮。

8.2.3 微波炉炉门打开后炉灯亮，转盘和风扇仍转

故障现象：一台电脑控制式微波炉，炉门打开后炉灯亮，转盘和风扇仍转。

故障检修：电路如图 8-11 所示。

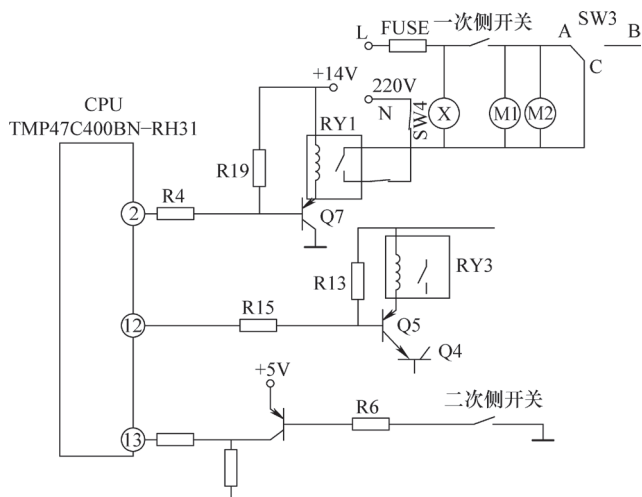


图 8-11 故障微波炉炉灯 / 电动机控制电路原理图

测量 CPU 的⑬脚炉门检测电压，如图 8-12 所示，炉门关闭时为 12V（应为 5V），炉门打开时为 7.23V（应为 0V）。

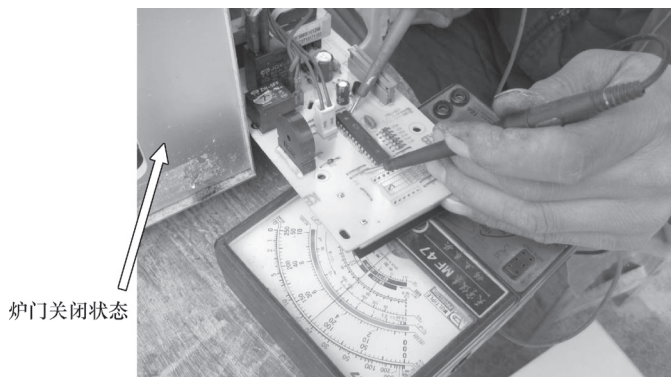


图 8-12 检查炉门关闭时电压

接下来的检修请参照本书 8.2.1 节中的操作

维修措施：

更换 CPU 后，故障排除。

TIPS

磁控管是一种真空管，只有灯丝阴极有导通回路，可用电阻挡测量加以检验。

附录

微波炉所用零部件的 主要技术参数

1. 微波发生器

微波发生器的技术参数较多，如输出功率、阳极电压、阳极电流、灯丝电压、灯丝电流等。家用微波炉微波发生器的额定输出功率一般在 700 ~ 900W，即消耗功率在 900 ~ 1 200W；灯丝交流电压在 3.0 ~ 3.5V；阳极直流电压为 -3 500 ~ -4 100V。表 1 是家用微波发生器的技术参数。

表 1 家用微波发生器的主要技术参数

型号	输出功率 /W	阳极电压 /kV	阳极电流 /mA	灯丝电压 /V	灯丝电流 /A	使用寿命 /h	生产厂家
2M162	1 200	4.0	440	4.4	13	2 000	日本东芝
2M164	1 300	3.5	550	4.0	20	2 000	日本东芝
2M167A	800	4.1	300	3.3	10	2 000	日本松下
2M186A	700	3.3	300	3.3	10	2 000	日本松下
2M189A	750	3.5	300	3.3	10	2 000	日本松下
2M172A	850	4.0	300	3.3	10	2 000	日本东芝
2M205	550	3.8	200	3.3	12	2 000	日本东芝
CK605	800	4.0	350	3.5	14	2 000	汉光电工
CK620	850	4.0	300	3.2	14	2 000	汉光电工
CK620	800	4.0	300	3.5	14	2 000	上海灯泡厂
CK623	900	4.1	300	3.3	10	2 000	778 厂
CK623A	850	4.0	300	3.3	12	2 000	778 厂
CK626	800	4.0	300	3.2	14	2 000	776 厂
CK626	800	4.0	300	3.2	14	2 000	国光电子管厂
144	550	3.8	320	3.5	12	2 000	778 厂
144A	550	3.8	320	3.5	12	2 000	778 厂
146B- I	850	4.0	300	3.3	10	2 000	778 厂
146B- II	850	4.0	300	3.3	10	2 000	778 厂
2M210-M1	800	4.1	250	3.5	11	2 000	日本
OM75P	900	4.1	300	3.4	11	2 000	韩国三星
OM75	870	4.1	300	3.3	10.5	2 000	韩国三星
2M226	900	4.05	300	3.3	11	2 000	韩国金星
CK-2931	550	3.8	300	3.5	10	2 000	虹光电子管厂

2. 高压变压器

高压变压器技术参数主要有一次电阻、一次电压、二次高压电压、一次高压绕组电阻、二次灯丝电压、二次灯丝电阻等。常用高压变压器的技术参数见表 2。

表 2 常用高压变压器的技术参数

机型	电阻 /Ω			电压 /V		
	一次侧	二次侧高压	二次侧灯丝	一次侧	二次侧高压	二次侧灯丝
格兰仕 WD700	约 2	约 103.5	约 0.9	220	1 800	3.3
格兰仕 WP750B	约 2	约 103	约 0.8	220	2 100	3.4
格兰仕 WD800 WP800	约 2	约 102	约 0.8	220	2 100	3.4
美的 DK23B	约 1.9	约 102.5	约 0.95	220	2 200	3.3
美的 EG23B	约 1.9	约 100	约 1	220	2 100	3.3
美的 EG21B	约 2	约 100	约 1	220	2 100	3.4
LG6871	约 1.9	约 101	约 1	220	2 100	3.3
LG5247	约 2	约 102	约 1	220	2 100	3.4
LG5031	约 2.1	约 103	约 1	220	2 100	3.4
海尔 WH2485	约 2	约 102	约 1	220	2 100	3.3
松下 NN-6207	约 1.5	约 100	约 1.2	220	2 300	3.4
松下 NN-K653	约 1.8	约 99	约 1.2	220	2 200	3.35
惠宝 WG-8512	约 2	约 102	约 1	220	2 100	3.3
三星 9MG77	1.6	约 95	约 0.1	220	2 400	3.3
三星 M9A88	约 2	约 101	约 1.1	220	2 100	3.4
上菱 WP650A	约 2	约 100	约 1.2	220	2 100	3.3

3. 高压电容器

高压电容器广泛应用于家电产品中，但用在微波炉中的高压电容器是为专用件，一般在该电容器上会标有“微波专用电容器”字样。其耐压都在 2100V 以上，容量在 0.9μF 以上，其技术参数见表 3。

表 3 高压电容器的主要技术参数

内置电阻	耐压 /V	容量 /μF	特性	注意事项
9MΩ 以下	2 100 ~ 2 500	0.9 ~ 1.5	内置的 9MΩ 电阻，用于停机后对电容器放电	拆卸、在路测试前，需对高压电容器放电，或拔掉插头数分钟后，再测试高压电容器两端无电压时，再进行

4. 高压二极管

高压二极管也是微波炉的专用器件之一，它在电路中的作用是整流，其耐压在 10 000V 以上，其技术参数见表 4。

表 4 高压二极管的主要技术参数

正向电阻	反向电阻	特性	代换原则
100 ~ 150kΩ（用万用表 R×10 档测试）	无穷大	单向导通，正极电压高于负极导通，负极电压高于正极截止	微波炉专用高压二极管，耐压等于或大于原高压二极管



一线师傅手把手教你修丛书

- 一线师傅手把手教你修空调器
- 一线师傅手把手教你修生活小家电
- 一线师傅手把手教你修厨卫小家电
- 一线师傅手把手教你修微波炉
- 一线师傅手把手教你修电磁炉
- 一线师傅手把手教你修全自动洗衣机
- 一线师傅手把手教你修电冰箱
- 一线师傅手把手教你修液晶电视
- 一线师傅手把手教你修电动自行车

地址:北京市百万庄大街22号

邮政编码:100037

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

教材网: <http://www.cmpedu.com>

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-46997-1

策划编辑◎朱 林/封面设计◎赵颖喆

ISBN 978-7-111-46997-1



9 787111 469971 >

定价: 48.00元