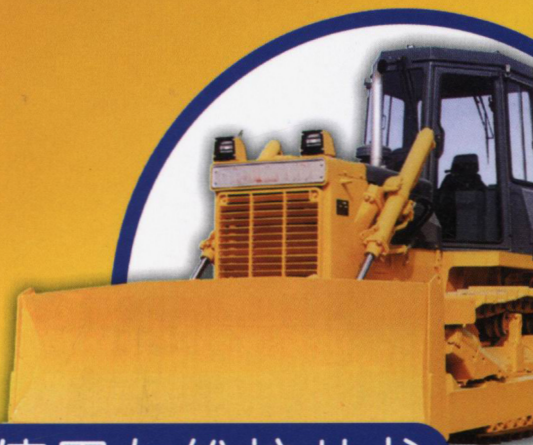


中国机械工程学会设备与维修工程分会 组编
“工程机械日常使用与维护丛书”编委会



工程机械日常使用与维护丛书

推土机械 日常使用与维护

郝杰忠 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

工程机械日常使用与维护丛书

中国机械工程学会设备与维修工程分会
“工程机械日常使用与维护丛书”编委会 组编

推土机械日常 使用与维护

郝杰忠 等编著



机械工业出版社

本书是由中国机械工程学会设备与维修工程分会组织编写的“工程机械日常使用与维护丛书”中的一本。

本书以我国目前土石方施工中常用的推土机械型号为线索进行编写,内容共计四章,即推土机械的基础知识、推土机械的结构、推土机械使用与维护 and 推土机故障诊断与排除。

本书既可作为工程机械专业职业培训的教学参考书,也可作为推土机械操作、维护、保养、修理等从业人员的工作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

推土机械日常使用与维护/郝杰忠等编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 4 (2015. 2 重印)

(工程机械日常使用与维护丛书)

ISBN 978-7-111-29987-5

I. ①推… II. ①郝… III. ①推土机—使用②推土机—维修 IV. ①TU623. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 036022 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: 沈 红 责任编辑: 沈 红 刘远星

版式设计: 霍永明 封面设计: 鞠 杨

责任校对: 李秋荣 责任印制: 李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2015 年 2 月第 1 版第 3 次印刷

140mm × 203mm · 7. 75 印张 · 201 千字

4501—5500 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 29987 - 5

定价: 19. 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

策划编辑: (010) 88379778

社服务中心: (010) 88361066

网络服务

销售一部: (010) 68326294

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

工程机械日常使用与维护丛书

编 委 会

主 任 邢 敏

副主任 洪孝安 杨申仲

编 委 (按姓氏笔画为序)

马 彪 刘林祥 沈 红

岳福林 杨申仲 洪孝安

徐小力 蒋世忠

《推土机械日常使用与维护》编写人：郝杰忠 王朝阳

序 言

随着我国经济建设不断发展，工程机械在国内外市场需求量越来越大。工程机械已经成为我国基础设施建设、交通、港口码头，以及工矿企业进行装卸、起重、运输、牵引等作业必备的机械设备之一。为了更好地使有关工程机械设备相关行业，以及工矿企业的从业人员能便捷地熟悉和掌握各种工程机械的性能、使用维护保养和排除故障要求，做到合理选用，更好地发挥设备效能，中国机械工程学会设备与维修工程分会和机械工业出版社组织编写了“工程机械日常使用与维护丛书”。可供工程机械设备管理、操作和维修人员学习和查阅，也可作为专业培训教材使用。

已经确定正在编写和准备出版的有《挖掘机械日常使用与维护》、《装载机械日常使用与维护》、《推土机械日常使用与维护》、《混凝土机械日常使用与维护》、《压实机械日常使用与维护》、《汽车起重机日常使用与维护》、《叉车日常使用与维护》等。

还有《路面机械（平地机、摊铺机）日常使用与维护》、《凿岩机械与气动工具日常使用与维护》等书正在落实编写单位和人员。

我们对积极参加组织、编写和关心支持丛书编写工作的同志表示感谢，也热忱欢迎从事设备管理与维修工程的家积极参加丛书的编写工作，使这套丛书真正成为从事工程机械设备使用、管理与维修人员的良师益友。

中国机械工程学会设备与维修工程分会

2009 年 10 月

编写说明

伴随着国家对基础设施建设投资的加大，工程机械行业迎来了新的发展机遇。为提高工程机械用户对推土机械的管理水平和专业技术水平，指导其正确使用与维护推土机机械，由中国机械工程学会设备与维修工程分会组织编写“工程机械日常使用与维护丛书”中的《推土机械日常使用与维护》一书。该书以目前土石方施工中常用的推土机械型号为例，对推土机械的原理与结构、使用与维护以及故障诊断与排除进行了详细分析、讲解和说明，是用户管好、用好、保养好推土机械必不可少的专业书籍。

全书共分四章，在中国机械工程学会设备与维修分会提出总体框架结构的基础上，由郝杰忠负责统纂定稿，王朝阳参与了第三章的编写工作，李然、潘奕光、赵成才等同志在内容编排、审核校对方面做了大量工作。另外，本书在编写过程中，查阅和检索了许多推土机械方面有关专家的著述以及专业网站的信息、资料，在此一并表示真诚的感谢。

由于时间仓促，经验水平有限，书中难免还存在缺点错误，欢迎广大读者和同行批评指正。

编 者

目 录

序言

编写说明

第一章 推土机械的基础知识	1
第一节 推土机械发展概况	1
第二节 推土机械的分类	6
第三节 推土机械产品规格型号	12
第二章 推土机械的结构	23
第一节 履带式推土机的结构	23
第二节 轮胎式推土机的结构	45
第三章 推土机械使用与维护	68
第一节 推土机驾驶	68
第二节 推土机作业	108
第三节 土壤基本知识与生产率计算	132
第四节 推土机维护保养	145
第四章 推土机故障诊断与排除	154
第一节 传动系统故障诊断与排除	154
第二节 制动系统故障的诊断与排除	193
第三节 转向系统故障的诊断与排除	199
第四节 液压系统故障的诊断与排除	210
第五节 行走装置故障的诊断与排除	232
参考文献	240

第一章 推土机械的基础知识

第一节 推土机械发展概况

履带式推土机是由美国人 Benjamin Holt 在 1904 年研制成功的，它是在履带式拖拉机前面安装人力提升的推土装置而形成的，当时的动力是蒸汽机，之后又先后研制成功了由天然气动力驱动和汽油机驱动的履带式推土机，推土铲刀也由人力提升发展为钢丝绳提升。Benjamin Holt 也是美国卡特彼勒公司的创始人之一，1925 年 Holt 制造公司和 C. L. Best 推土机公司合并，组成卡特彼勒推土机公司，成为世界首家推土设备制造者，并于 1931 年成功下线第一批采用柴油发动机的 60 型推土机。随着技术的不断进步，目前推土机动力已经全部采用柴油机，推土铲刀和松土器全部由液压缸提升。

推土机除履带式推土机外，还有轮胎式推土机，它的出现要比履带式推土机晚十年左右。由于履带式推土机具有较好的附着性能，能发挥更大的牵引力，因此在国内外，其产品的品种和数量远远超过轮胎式推土机。轮胎式推土机是以装载机底盘为基础开发的一种具有很强工况适应性的施工机械。与履带式推土机相比，它能够以更快的速度、更高的效率完成推挖、平整、回填等土石方作业，具有很强的机动灵活性，工地转移方便，因而被广泛地用于民用建筑，修建道路、机场、堤坝，矿山开采，港口码头，农田改造及国防工程建设中。

一、国际推土机的发展

在国际上，卡特彼勒公司是世界上最大的工程机械制造公司，其生产的履带式推土机有大型、中型、小型共九个系列（D3 ~ D11），最大的是 D11R CD 型（见图 1-1），柴油机飞轮功率达到 634kW；日本的小松（Komatsu）公司列第二位，1947 年

才开始引进生产 DS0 型履带式推土机，现在履带式推土机有 13 个系列，从 D21 ~ D575，最小的为 D21A 型，柴油机飞轮功率为 29.5kW，最大的为 D575A-3 SD 型（见图 1-2），柴油机飞轮功率达 858kW，它也是当前世界上最大的推土机；另外一家独具特色的推土机制造企业是德国利勃海尔（Liebherr），其推土机全部采用静液压驱动，该技术历经十几年的研究与发展，1972 年推出样机，1974 年开始批量生产 PR721 型、PR731 型和 PR741 型静液压驱动履带推土机，由于液压元件的限制，目前其最大功率仅为 295kW，型号为 PR751，主要为矿用。



图 1-1 卡特彼勒公司的最大推土机 D11R CD 型

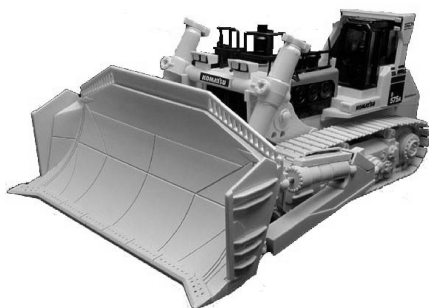


图 1-2 小松公司的最大推土机 D575A-3 SD 型

上述三家推土机制造企业，代表了当今世界上履带式推土机的最高水平。国外其他几家履带式推土机制造企业如美国约翰迪尔（John Deere）、意大利凯斯—纽荷兰（Case New Holland）和波兰德瑞斯塔（Dressta），其生产技术水平也较高。

二、国内推土机的发展

我国生产推土机，是新中国成立以后才开始的。最初是在农用拖拉机上加装推土装置。随着国民经济的发展，大型矿山、水利、电站和交通等部门对大中型履带式推土机的需求不断增加，我国大中型履带式推土机制造业虽有较大发展，但已不能满足国民经济发展的需要。为此，自 1979 年以来，我国先后从日本小松公司和美国卡特彼勒公司引进了履带式推土机生产技术、工艺规范、技术标准及材料体系，经过消化吸收和关键技术的攻关，形成了目前以 20 世纪八九十年代小松技术产品为主导的格局。产品主要有 T 系列、TY 系列，功率为 51.5 ~ 306kW (70 ~ 410 马力)。

从 20 世纪 60 年代至今，我国推土机行业的生产企业一直稳定在 7 家左右，原因是推土机产品的加工要求高，难度大，批量生产需要较大的投入，因此一般企业不敢轻易涉足。但是随着市场的发展，从“八五”开始，国内一些大、中型企业根据自身实力，开始兼营推土机，如内蒙古第一机械厂、徐州装载机厂和三一重工股份公司等，扩充了推土机行业队伍。与此同时，也有少数企业由于经营不善、不适应市场发展的需要开始走下坡路，有的已经退出本行业。目前我国推土机的生产企业主要有：山推工程机械股份有限公司（简称山推）、河北宣化工程机械股份有限公司、上海彭浦机器厂有限公司、天津建筑机械厂、陕西新黄工机械有限责任公司、一拖工程机械有限公司、三一重工股份公司等。上述公司除生产推土机外，也开始涉足生产其他工程机械产品，如山推工程机械股份有限公司还生产压路机、平地机和挖掘机等。

进入 21 世纪，在三峡工程、南水北调、西气东输、青藏铁路、西电东送、上海世博会、北京奥运会这七大工程的强力带动下，我国工程机械形势一片大好，产销量连年强劲递增。2001 ~ 2004 年，履带式推土机产销量依次为 3144 台、3768 台、7610 台、5728 台，2003 年达到顶峰，2004 年由于受国家经济宏

观调控的影响,产销量有所下降,但仍然维持在 5000 台以上,预计今后我国的履带式推土机市场应保持在 5000 台的水平,这与国际履带式推土机市场逐年下降的趋势形成鲜明对比。

为了保持市场占有率,加速企业发展,各企业越来越重视新产品开发和市场开发。如山推工程机械股份有限公司最新推出的 TY320C 型履带式推土机(见图 1-3),采用了模块化设计、先导操纵、机电一体化监控及低噪



图 1-3 山推 TY320C 型
履带式推土机

声驾驶室等先进技术;在小松 D85A-21 型基础上开发的 TYG230 型高原推土机,对原有的 TY220 型推土机的传动系统、液压系统、操纵系统、行走系统等进行了全新设计,并针对发动机、蓄电池等作了特殊设计,以适应高原作业的特殊需求。宣化工程机械股份有限公司在我国独家推出了 SD7 型(见图 1-4)、SD8 型高架驱动型推土机,性能领先,填补了我国空白。



三一重工股份公司推出了 TQ160A 型、TQ190 型、TQ230H 型(见图 1-5)全液压推土机,使我国推土机行业产品的技术水平提高了一个档次。另外,推土机的外观质量普遍有了较大的提高,多数企业的产品一改过去的单调色彩,采用多种色调搭配,给人一种时代气息感。在驾驶室内装饰上开始采用整体铸型仪表盘,给人以美观、舒适感。另外还推出各种变型产品,丰富了产品系列,如湿地推土机、高原型推土机、环卫型推土机、森林伐木型推土机、推耙机、吊管机等,拓宽了

图 1-4 宣化工程机械股份有限公司
的 SD7 型高架驱动链轮履带式推土机

推土机的使用范围。



图 1-5 三一重工的 TQ230H 型
静液压驱动履带式推土机

以往对推土机编号，都是以 T 或 TY 字母开头，取推土机拼音的第一个字母，Y 表示液力传动。现在山推和彭浦机器厂都采用自己定义的编号规则，山推按照山东的拼音字母，其系列产品为 SD08 ~ SD32，彭浦机器厂的系列产品为 PD110 ~ PD410。

三、国内推土机械与国际推土机械的比较

总的来看，国内推土机发展与发达国家相比，仍存在较大差距，主要表现在：

1) 产品品种不全，缺少大型和小型的产品，特别是重点工程需要的大型推土机，国内仍然不能提供，必须依赖进口。

2) 自主开发能力弱，有的产品结构几十年不变，性能落后，产品质量差，具体表现在耐久性及可靠性与国外先进水平相比差距较大，平均无故障时间及第一个大修期仅为国外先进设备的一半。

3) 科技投入明显不足，对国外的技术仅停留在消化、吸收和提高国产化率的低层次上，没有上升到形成产品开发能力和技术创新能力的高度，引进的新技术又出现新的差距。

4) 产品在电子控制、自动监测和故障诊断、机电液一体化和智能化等方面还不能满足市场的需要。

第二节 推土机械的分类

推土机在建筑、筑路、采矿、水利、农业、林业及国防建设等土石方工程中被广泛应用。推土机作业时，将铲刀切入土中，依靠主机前进动力，完成土的切削和推运作业。推土机可进行以下工作：

1) 铲土、运土：一般在 100m 运距内铲运松散物料，用来推铲基坑、路堑，构筑路堤。

2) 填土：回填基坑，垃圾填埋，对壕沟、基槽、下水道等填土。

3) 平地：平整施工现场及农田等。

4) 松土：大型推土机的后部往往悬挂松土器，它能破硬土、冻土，破坏需要返修的路面。

5) 其他用途：作自行铲运机的助推机；清除树桩、积雪；拖挂轧路辊、拖式铲运机等。

推土机的用途虽然十分广泛，但由于受到铲刀容量的限制，推运土壤的距离不宜太长，因而，它只是一种短运距的土方施工机械。运距过长时，运土过程受到铲下土壤漏失的影响，会降低推土机的生产效率；运距过短时，由于换向、换挡操作频繁，在每个工作循环中，这些操作所用时间所占比例增大，同样也会使推土机生产率降低。通常中小型推土机的运距为 30 ~ 100m，大型推土机的运距一般不应超过 150m，推土机的经济运距为 50 ~ 80m。

推土机可按行走装置、施工现场、用途、传动方式、功率等级、推土铲安装位置等方面分类。

一、按行走装置分

1. 履带式

履带式推土机附着力大，能达到轮胎式的 1.5 倍；通过性好，接地比压小，适宜在松软、湿地作业；爬坡能力强，宜在山区作业；能在恶劣工作条件下作业，例如碎石地、不平整地

等，并且履带的耐磨性比轮胎好得多。但行驶速度低，适于在条件较差的地带作业。

2. 轮胎式

轮胎式推土机的特点是：行驶速度快，运距长，一般为履带式的2倍，所以作业循环时间短，生产率比履带式一般要高1.5~2倍；机动性强，便于调动，而且不损坏路面；行走装置轻巧，并且由于摩擦件少，在一般作业条件下使用寿命比履带式长。但牵引力小，通过性差，适于在经常变换工地和良好土壤时作业。

二、按施工现场和用途分

1. 标准型

标准型推土机一般按标准进行生产，应用范围较广。

2. 湿地型

湿地型推土机（见图1-6）机身较宽，采用三角形宽履带板，接地长度加长，因而接地比压小，且底盘部分具有良好的防水密封性能。它主要用于浅水、沼泽地带作业，也能在陆地使用。



图1-6 湿地型履带式推土机

3. 高原型

高原型推土机（见图1-7）适合在海拔（3000~5000m）地区作业，能够适应高寒、低压、缺氧、紫外线辐射高等恶劣条件。

4. 环卫型

环卫型推土机（见图1-8）用于垃圾场填埋、平整、压实，专门配置的环卫型铲刀上增加



图1-7 高原型履带式推土机

了护栏，以增大铲刀容量并防止木桩等顶坏护板和水箱，履带行走系统采用中低比压，配备护板或履带防缠绕装置，发动机两侧安装防护板，驾驶室严格密封，可降低噪声和防止灰尘进入。



图 1-8 环卫型履带式推土机

5. 森林伐木型

森林伐木型推土机为防止树木放倒时伤及驾驶员，特殊配置网架式驾驶室。

6. 电厂（推煤）型

电厂（推煤）型推土机（见图 1-9）主要用于火力发电厂推煤，配装大容量 U 形推煤铲。



图 1-9 电厂型履带式推土机

7. 推耙机

推耙机（见图 1-10）既可以前进推土，又可以在倒退时向后

耙土，整机工作效率高，操纵灵活方便，可广泛用于港口散装货物的清仓和平仓作业，也可用于电厂或码头松散物料的推耙作业。



图 1-10 推耙机

8. 吊管机

吊管机（见图 1-11）是推土机的变型产品，工作装置为安装于底盘侧面的吊杆、卷扬机构和配重，为增加稳定性，履带加长加宽，可用于各种管材敷设。



图 1-11 吊管机

三、按传动方式分

1. 机械传动

采用机械传动的推土机传动可靠，传动效率高，结构简单，

维修方便。但操作不方便，不能适应外阻力变化，作业效率低，牵引力性能不如其他传动方式。

2. 液力机械传动

采用液力机械传动方式的推土机能随推土阻力变化自动调整牵引力和速度，可大大提高推土机的牵引性能，从而提高其生产效率，操纵方便，并且能防止发动机过载。但是制造成本高，维修困难。

3. 静液压传动

静液压传动的推土机由液压马达驱动行走机构，牵引力和速度无级调整，能充分利用功率，提高了牵引性能。由于取消了主离合器、变速器、后桥等传动部件，所以整机重量减轻，结构紧凑，并且大大方便了推土机的总体布置。这种传动方式还能原地转向，转向性能好。目前，静液压传动尚存在以下问题：受液压元件限制，大功率推土机上无法应用，传动效率不高，价格较贵等。

四、按功率等级分

1. 超轻型

功率小于 30kW，生产率低，适用于极小的作业场地。

2. 轻型

功率在 30 ~ 75kW 之间，用于零星土方作业。

3. 中型

功率在 75 ~ 225kW 之间，用于一般土方作业。

4. 大型

功率在 225 ~ 745kW 之间，生产率高，适用于坚硬土质或深度冻土的大型土方工程。

5. 特大型

功率在 745kW 以上，用于大型露天矿山或大型水电工程工地。

五、按推土铲安装位置分

1. 固定式

推土铲与推土机的纵向轴线固定为直角，称为固定式铲

刀推土机，也称直铲式推土机。固定式铲刀推土机的结构外形如图 1-12 所示。同时改变左右斜撑杆的长度（它通过螺杆或液压缸调节，也有采用变更斜撑杆插销位置的），可调整铲刀刀片与地面的夹角。当顶推梁与履带台车架球铰连接时，相反调节左右斜撑杆长度，可改变铲刀垂直面内倾角。一般来说，从铲刀坚固性及经济性考虑，重载作业的推土机配用固定式铲刀。

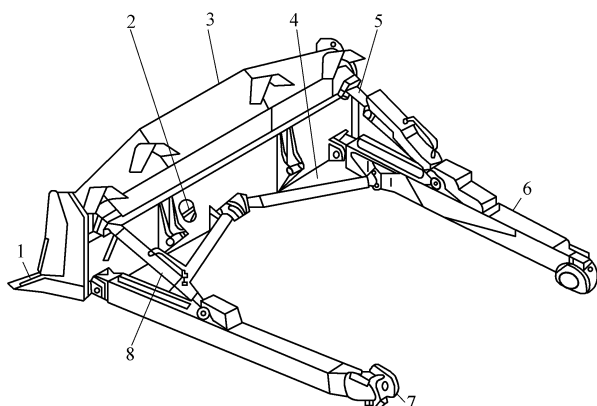


图 1-12 固定式铲刀推土机

1—刀片 2—切削刃 3—铲刀 4—中央拉杆
5—倾斜液压缸 6—顶推梁 7—框销 8—拉杆（斜撑杆）

2. 回转式

若推土铲能在水平面内回转一定的角度（在水平面内，推土铲与推土机纵向轴线水平方向的夹角称为回转角），则称为回转式铲刀推土机，也称角铲式推土机。回转式铲刀一般还能调整切削角和倾斜角。回转式铲刀推土机的结构外形如图 1-13 所示。它作业范围较广，可以直线行驶，向一侧排土，适宜平地作业及横坡排土。回转式推土机比较容易改装成其他工程机械（如除荆机、除根机等）。

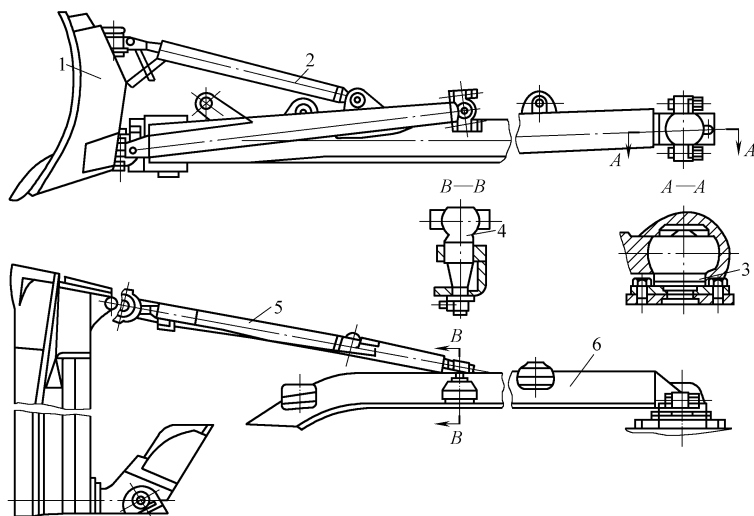


图 1-13 回转式铲刀推土机

1—铲刀 2—斜撑杆 3—顶推门架支撑 4—推杆球销 5—推杆 6—顶推门架

第三节 推土机械产品规格型号

一、履带式推土机规格型号

1. 美国卡特彼勒公司

作为世界上最大的履带式推土机生产、制造和销售企业，其产品覆盖了从小型到大型全系列履带式推土机，功率范围为 52 ~ 634kW，见表 1-1。

表 1-1 美国卡特彼勒履带式推土机系列

型 号	柴油机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
D3GXL	CAT3406T	52	7351	静液压传动	VPAT
D3GLGP	CAT3406T	52	7784	静液压传动	VPAT
D4GXL	CAT3406T	60	7855	静液压传动	VPAT
D4GLGP	CAT3406T	60	8298	静液压传动	VPAT

(续)

型 号	柴油机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
D5GXL	CAT3406T	67	8919	静液压传动	VPAT
D5GLGP	CAT3406T	67	9269	静液压传动	VPAT
D5NXL	CAT3126T	86	12818	液力机械传动	VPAT
D5NLGP	CAT3126T	86	13665	液力机械传动	VPAT
D6NXL	CAT3126T	108	15517	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	VPAT, SU
D6NLGP	CAT3126T	108	17832	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	VPAT, SU
D6R II STD	CATC9	123	18322	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	S, SU, A
D6R II XL	CATC9	123	18709	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	SU, A, PAT
D6R II XW	CATC9	123	19904	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	SU, A, PAT
D6R II LGP	CATC9	123	20451	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	S, PAT
D7R II STD	CAT3176C	179	24758	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	S, SU, U, A
D7R II XR	CAT3176C	179	25334	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	S, SU, U, A
D7R II LGP	CAT3176C	179	26897	液力机械传动, 可 选配差速转向系统	S
D8T	CATC15 ACERT	231	38488	液力机械传动, 差 速转向系统	SU, U, A
D9T	CATC18 ACERT	306	47900	液力机械传动, 差 速转向系统	SU, U

(续)

型 号	柴 油 机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
D10T	CATC27 ACERT	433	66451	液力机械传动, 湿式多片转向制动离合器	SU, U
D11R	CAT3508	634	104590	液力机械传动, 湿式多片转向制动离合器	SU, U
D11RCD	CAT3508B	634	113000	液力机械传动, 湿式多片转向制动离合器	CD

2. 日本小松公司

日本小松公司的推土机产品, 其覆盖面很广, 共有 13 个系列, 功率范围为 29.5 ~ 858kW, 见表 1-2。

表 1-2 日本小松公司履带式推土机系列

型 号	柴 油 机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
D21A-8	KOMATSU 4D94LE-2	29.5	3940	减振器式机械传动, 干式多片转向离合器和带式制动器	PAT
D31EX-21	KOMATSU SAA4D102E-2	56	7130	静液压传动	PAT
D37EX-21	KOMATSU SAA4D102E-2	63	7410	静液压传动	PAT
D39EX-21	KOMATSU SAA4D102E-2	71	8520	静液压传动	PAT
D41E-6C	KOMATSU SA6D102E-2A	82	10950	减振器式机械传动, 湿式单片转向制动离合器	PAT
D61E-15	KOMATSU SA6D114E-2	116	16520	液力机械传动, 差速转向, 湿式多片制动器	SU, A

(续)

型 号	柴 油 机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
D65EX-15	KOMATSU SAD6D125E-3	142	20080	液力机械传动, 差速转向, 湿式多 片制动器	S, SU, A
D85EX-15	KOMATSU SA6D125E-3	179	28000	液力机械传动, 差速转向, 湿式多 片制动器	S, SU, U
D155AX-5B	KOMATSU SA6D140E-3	231	39200	液力机械传动, 差速转向, 湿式多 片制动器	SU, U, A
D275AX-5	KOMATSU SA6D140E-3	306	49850	可自动闭锁的液 力机械传动, 湿式 多片制动离合器	SU, U, DUAL TILT SU, DUAL TILT U
D37A-5	KOMATSU SA6D170E-3	391	67305	可自动闭锁的液 力机械传动, 湿式 多片制动离合器	SU, U, DUAL TILT SU, DUAL TILT U
D475A-5	KOMATSU SDA12V140E	641	106195	可自动闭锁的液 力机械传动, 湿式 多片制动离合器	SU, U, DUAL TILT SU, DUAL TILT U
D475A-5 SD	KOMATSU SDA12V140E	641	105000	可自动闭锁的液 力机械传动, 湿式 多片制动器	SUPER DOZER
D575A-3	KOMATSU SA12V170E	783	131350	可自动闭锁的液 力机械传动, 湿式 多片制动离合器	SU, U, DUAL TILT SU, DUAL TILT U
D575A-3 SD	KOMATSU SA12V170E	858	152600	可自动闭锁的液 力机械传动, 湿式 多片制动离合器	SUPER DOZER

3. 德国利勃海尔公司

表 1-3 为德国利勃海尔履带式推土机系列。

表 1-3 德国利勃海尔履带式推土机系列

型 号	柴油机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
PR712B LITRONIC	LIEBHERR D924T-E	77	11800 ~ 13600	静液压传动	S, 6-WAY
PR724 LITRONIC	LIEBHERR D924T-E	118	16700 ~ 19500	静液压传动	S, SU, 6-WAY
PR734 LITRONIC	LIEBHERR D926T-E	147	20900 ~ 24500	静液压传动	S, SU
PR742B LITRONIC	LIEBHERR D926T-E	172	23000 ~ 27600	静液压传动	S, U, A
PR752 LITRONIC	LIEBHERR D9406T-E	243	34800 ~ 42000	静液压传动	SU, U, A
PR751 矿用	CUMMINS KT19-C	295	39100 ~ 45000	静液压传动	U, A

4. 山推工程机械股份有限公司

山推工程机械股份有限公司是国内最大的履带式推土机制造厂，经过 20 多年的发展，现在已有八个履带式推土机系列产品，见表 1-4。另外还生产推耙机和吊管机。

表 1-4 山推履带式推土机系列

型 号	柴油机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
SD08	LRC410SG52	59	7651	机械传动	直
SD13	D614ZG4B	95.5	14000	液力机械传动	直、角
SD13S	D6114ZG4B	95.5	14000	液力机械传动	直
SD16	WD615T1-3A	120	17000	液力机械传动	直、角
SD16L	WD615T1-3A	120	18460	液力机械传动	直
SD16R	WD615T1-3A	120	17700	液力机械传动	直

(续)

型 号	柴油机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
SD16E	WD615T1-3A	120	17500	液力机械传动	直
SD22	NT855-C280BC III	162	23400	液力机械传动	半 U, U, 直, 角
SD22S	NT855-C280BC III	162	25700	液力机械传动	直
SD22R	NT855-C280BC III	162	25700	液力机械传动	直
SD22D	NT855-C280BC III	162	25800	液力机械传动	直
SD22E	NT855-C280BC III	162	24600	液力机械传动	U, 直, 角
SD23	NT855-C280	169	24600	液力机械传动	直
TY320B	NT855-C280	235	37200	液力机械传动	直
TMY320	NT855-C280	235	37200	液力机械传动	直
SD32-5	NT855-C280	235	36000	液力机械传动	半 U

5. 上海彭浦机器厂有限公司

上海彭浦机器厂有限公司现生产八个系列的履带式推土机, 见表 1-5。

表 1-5 彭浦机器厂履带式推土机系列

型 号	柴油机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
PD110	LR6105ZT	88. 2	13000	机械传动	直
PD120	6135K-2A	88. 2	15800	机械传动	直, 角, U
PD120G	6135ZK-5	94	15800	机械传动	直, 角, U
PD140	6135AK-8	103	15700	机械传动	直, 角, U
PD140S	6135AK-8	103	17300	机械传动	直
PD140G	6135AZK-20	112. 4	15700	机械传动	直, 角, U
PD165Y-1	6121ZG05C	122	17800	机械传动	直, 角, U
PD165YS	6121ZG05C	122	18200	液力机械传动	直
PD165YG	NT855-C280	122	17800	液力机械传动	直, 角, U
PD185Y	6121CG07A	137	19300	液力机械传动	直

(续)

型 号	柴油机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
PD220Y-I	NT855-C280	162	25500	液力机械传动	直, 角, U
PD220YS	NT855-C280	162	26000	液力机械传动	直
PD220YG	NT855-C280BC III	162	25500	液力机械传动	直, 角, U
PD320Y-I	NT855-C360	239	35900	液力机械传动	直, 角, U
PD410Y-I	NTA19-C525	306	46500	液力机械传动	直

6. 河北宣化工程机械股份有限公司

目前, 河北宣化工程机械股份有限公司共生产四个系列的推土机产品。表 1-6 所列为宣化工程机械股份有限公司履带式推土机系列。

表 1-6 宣化工程机械股份有限公司履带式推土机系列

型 号	柴油机	功率 /kW	工作质量 /kg	传动系	推土铲
T140-I	6135AK-3S	103	17000	机械传动	直, 角, U
TS140	6135AK-3S	103	17000	机械传动	直, 角
T140HW	6135AK-3S	103	17500	机械传动	环卫铲
T165HW	6135AZK-15	122	17600	机械传动	环卫铲
TY165	C6121ZG01a	122	16900	液力机械传动	直, 角, U
TY165HW	C6121ZG05a	122	17400	液力机械传动	直
TYS165	C6121ZG01a	122	17500	液力机械传动	直
SD6D	C6121	103	14829	液力机械传动	直, 角
SD7	NT855-C280	162	23800	液力机械传动	直, 角, U
SD8	NT855-C400	235	44500	液力机械传动	直

二、轮胎式推土机规格型号

1. 国外轮胎式推土机

国外的轮胎式推土机生产厂主要为美国卡特彼勒和日本小松, 图 1-14 为美国卡特彼勒生产的最大轮式推土机 854G 型。

美国卡特彼勒共生产五个系列的轮胎式推土机，有 814F 型、824H 型、834H 型、844H 型和 854G 型，见表 1-7。日本小松公司生产的轮胎式推土机有 WD420-3 型、WD500-3 型、WD600-3 型、WD900-3 型，见表 1-8。



图 1-14 美国卡特彼勒 854G 型轮式推土机

表 1-7 美国卡特彼勒轮胎式推土机系列

型 号	柴油机	功率/kW	铲刀容积/m ³	工作质量/kg
814F	Cat 3306	164	2. 66	20952
824H	Cat C15	264	4. 67	28724
834H	Cat C18	372	7. 9	47106
844H	Cat C27	468	15. 9	70815
854G	Cat 3508B	597	25	99395

表 1-8 日本小松轮胎式推土机系列

型 号	柴油机	功率/kW	铲刀容积/m ³	工作质量/kg
WD420-3	—	167	3. 1	20000
WD500-3	—	235	5. 1	26900
WD600-3	—	362	8	42900
WD900-3	—	637	26	100000

2. 国内轮胎式推土机

目前国内生产轮胎式推土机的厂家主要是宇通重工，轮胎式推土机是该公司在国内独树一帜的产品，目前在城建、运输、煤炭、环卫、交通等方面广泛应用，并创造了一次出口秘鲁 100

台的纪录，另外专为高原地区开发的 TLG180 型国家级新型高原推土机，填补了国内空白。该厂代表性的轮胎式推土机产品主要是 TL210B 型（见图 1-15）和 GJT112 型（见图 1-16），此外还有 TLK220 型、TL210A 型等。



图 1-15 TL210B 型轮胎式推土机



图 1-16 GJT112G 高原型轮胎式推土机

TL210B 型轮胎式推土机是新一代民用机械，车速高，牵引力大，作业效率高，可拖挂 25t 平板车或运送大型笨重机械等物资；全液压转向，操纵简便、灵活、可靠，直线行驶性好；钳盘式制动，制动效果明显，维修方便。该机的主要技术参数见表 1-9。

表 1-9 TL210B 型轮胎式推土机主要技术参数

项 目	参 数	项 目	参 数
发动机型号	WD615067G3-28B	发动机功率/kW	162
发 动 机 额 定 转 速/ (r/min)	2200	最大扭矩/N·m	834
总排气量/L	9.72	工作质量/kg	17500
最大爬坡度/(°)	25	最小转弯半径/mm	6500
推土铲最大提升高度/mm	1000	推土铲最大倾斜量	500
最小离地间隙/mm	400	工作装置系统压力 /MPa	16
轴距/mm	3470	轮距/mm	2230
外形尺寸(长×宽 ×高)/mm	7115×3390×3320	最大牵引力/kN	130
I 挡速度/(km/h)	0~4.89	II 挡速度/(km/h)	0~9.71
III 挡速度/(km/h)	0~21.25	IV 挡速度/(km/h)	0~42.25

GJT112G 高原型轮胎式推土机主要用于高原地区的抢修、道路维护、抢险救灾等任务，并可拖挂 30t 平板车。

该机的主要特点如下：

- 1) 该机具有较强的机动能力。
- 2) 采用国内独创的油气悬挂减振系统，油气悬挂操纵，采用电磁控制，技术先进，操纵简便，质量可靠。
- 3) 铲刀片采用耐磨合金钢，满足高原地区山地岩石、沉积河卵石、土夹石等地质条件下作业的需要。
- 4) 拖挂 30t 平板车，满足履带式推土机公路运输的需要。
- 5) 该机安装液压绞盘，能实施工程拖救作业。
- 6) 该机安装有液压动力输出口，可满足多种辅助液压作业机具的动力需求。
- 7) 采用全液压转向，操纵轻便、灵活、可靠，直线行驶

性好。

8) 具有拖起动、变矩器闭锁独特功能。

9) 采用集中润滑系统, 节省保养时间, 减轻保养机器劳动强度。

10) 钳盘式制动器, 反应时间短, 制动效果好, 维修简便。

11) 适应环境高度 4500m, 最低温度 -40°C 。

该机的主要技术参数见表 1-10 (车速正、倒挡相同)。

表 1-10 GJT112G 高原型轮胎式推土机主要技术参数

项 目	参 数	项 目	参 数
I 挡速度/ (km · h)	0 ~ 7	II 挡速度/ (km · h)	0 ~ 14
III 挡速度/ (km · h)	0 ~ 30	IV 挡速度/ (km · h)	0 ~ 50
闭锁挡速度/ (km · h)	55	工作质量/kg	17850kg
最大牵引力/kN	134	最大纵向爬坡度/ (°)	25

第二章 推土机械的结构

第一节 履带式推土机的结构

履带式推土机由行走装置和工作装置组成，其中行走装置包括传动系统、制动系统和行走系统，工作装置包括液压系统、作业装置和推土板自动调平装置。

一、传动系统

履带式推土机传动系统采用液力机械传动，其传动系统简图如图 2-1 所示。传动系统的作用是将动力装置的驱动力传递到推土机的驱动轮上，并改变动力装置与驱动轮之间的传动比及转矩、动力传递方向，保证推土机工作时间有足够的牵引力和合适的工作速度。

传动系统主要由液力变矩器、变速器和后桥组成。其后桥又由中央传动、转向离合器及转向制动器、最终传动组成。

推土机传动系统动力传递途径为：发动机→液力变矩器→万向节→变速器→中央传动→转向离合器及转向制动器→最终传动→行走系统。

1. 液力变矩器

履带式推土机采用三元件一级一相液力变矩器，具体结构如图 2-2 所示。

发动机的飞轮带动齿轮并通过连接盘带动泵轮旋转，泵轮内的油液在离心力的作用下进入涡轮，冲击叶片，使涡轮获得力矩，并经输出轴传给万向节。油液经导轮改变方向，回到泵轮中完成油的循环。

涡轮力矩随工况而变化，当负荷增大时，涡轮套受到较大的阻力矩，从而自动减速。涡轮与泵轮的转速差越大，则涡轮获得的力矩越大。因此变矩器随工况的变化自动改变转速和驱

动力矩，从而使机械平稳地工作，同时减少冲击，提高使用寿命，无级变速，简化操作。

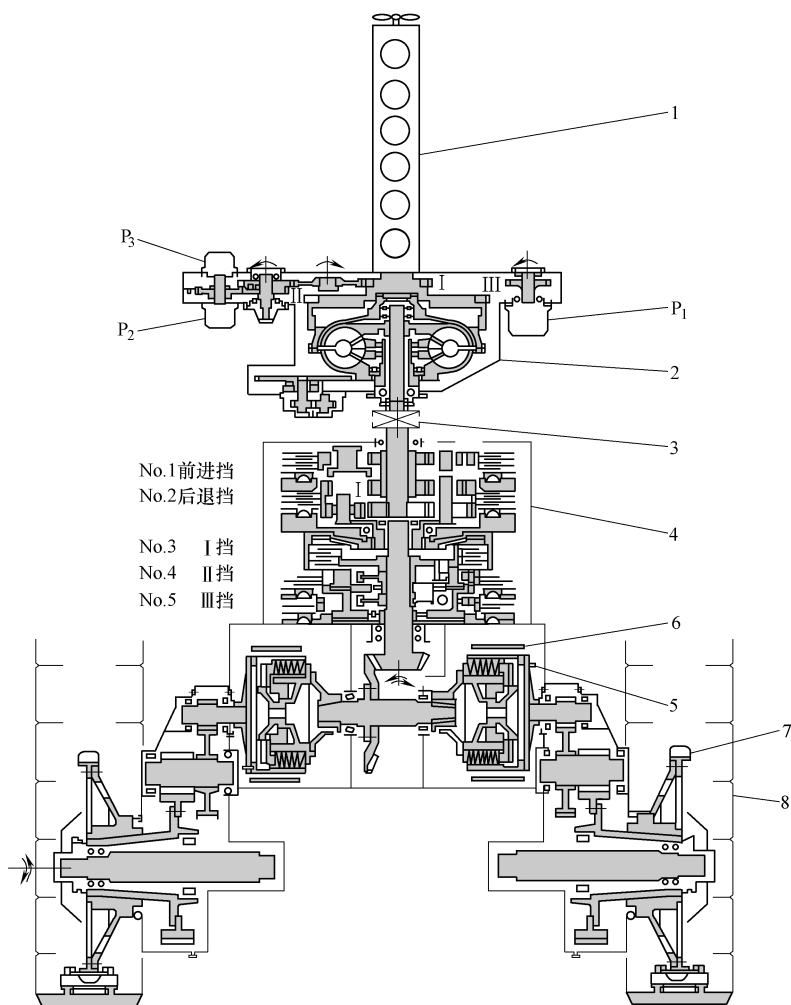


图 2-1 传动系统简图

1—发动机 2—液力变矩器 3—万向节 4—变速器

5—转向离合器 6—转向制动器 7—最终传动 8—行走系统 $P_1 \sim P_3$ —泵

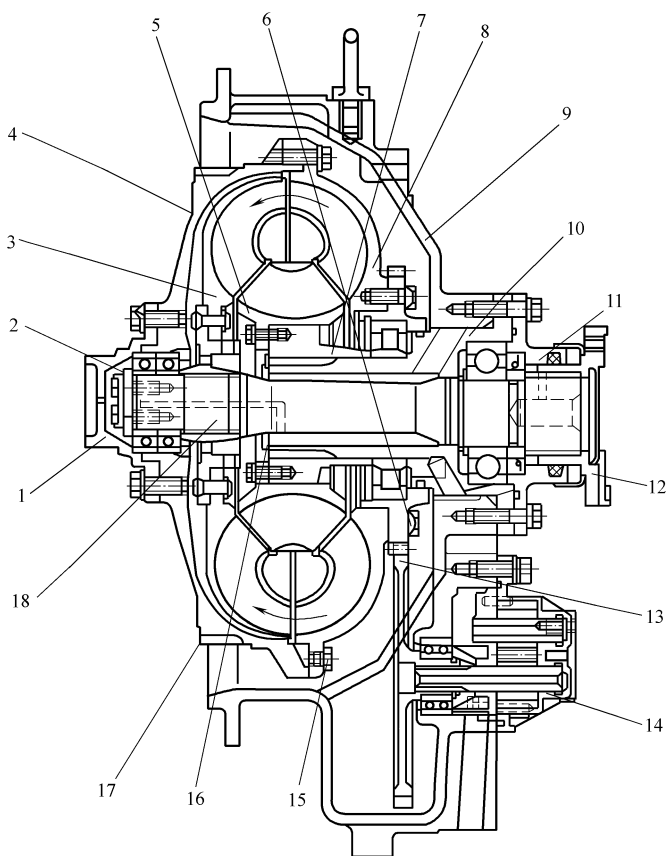


图 2-2 液力变矩器

- 1—导向座 2—轴端挡座 3—涡轮 4—泵轮驱动罩壳 5—导轮 6—止动垫
 7—花键套 8—泵轮 9—液力变矩器壳体 10—导向座 11—轴端挡座
 12—涡轮 13—齿轮 14—液压泵总成 15—螺塞 AM8 × 1.25 16—挡圈 80
 17—驱动齿轮 18—涡轮轴

在变矩器进油口装有溢流阀，保证油压不大于 0.87MPa。在变矩器出油口装有调节阀，保证变矩器内油压不低于 0.45MPa，回油泵将变矩器壳内积存的油及时送回后桥箱。

2. 万向节

万向节的作用是保证可靠的动力传递。它装在液力变矩器与变速器之间。为了保证前后两轴有一定不同轴度时仍能平稳可靠地传递转矩，万向节采用了双万向节整体式联接的结构。

万向节的结构如图 2-3 所示。

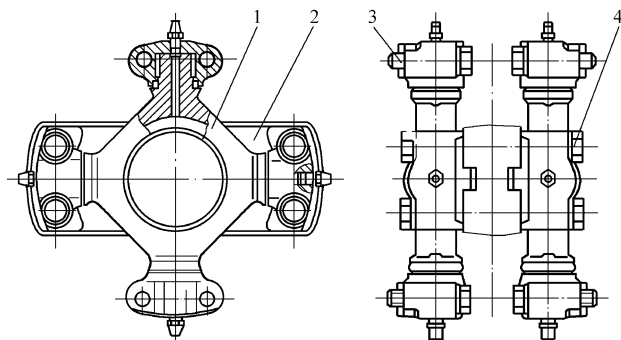


图 2-3 万向节

1—十字万向节总成 2—联接板 3、4—螺栓

万向节的主要零件为十字轴、联接板等。

3. 动力换挡变速器

履带式推土机使用动力换挡变速器，它采用行星齿轮多片盘式离合器结构，由行星齿轮排和片式离合器组成，前进和后退各有三个速度挡。通过操纵控制阀使液压接合行星齿轮排的五个离合器中的两个离合器，便可得到前进或后退各三个速度挡中的一个挡。变速器的结构如图 2-4 所示。

离合器Ⅰ用于前进挡，离合器Ⅱ用于后退挡，离合器Ⅲ用于Ⅰ挡，离合器Ⅳ用于Ⅲ挡，离合器Ⅴ用于Ⅱ挡。

4. 中央传动装置

中央传动装置用来将变速器输出的动力减速后在左右两个方向通过转向离合器和最终传动传给驱动轮，使推土机根据工作需要能左右灵活地转弯。其结构如图 2-5 所示。

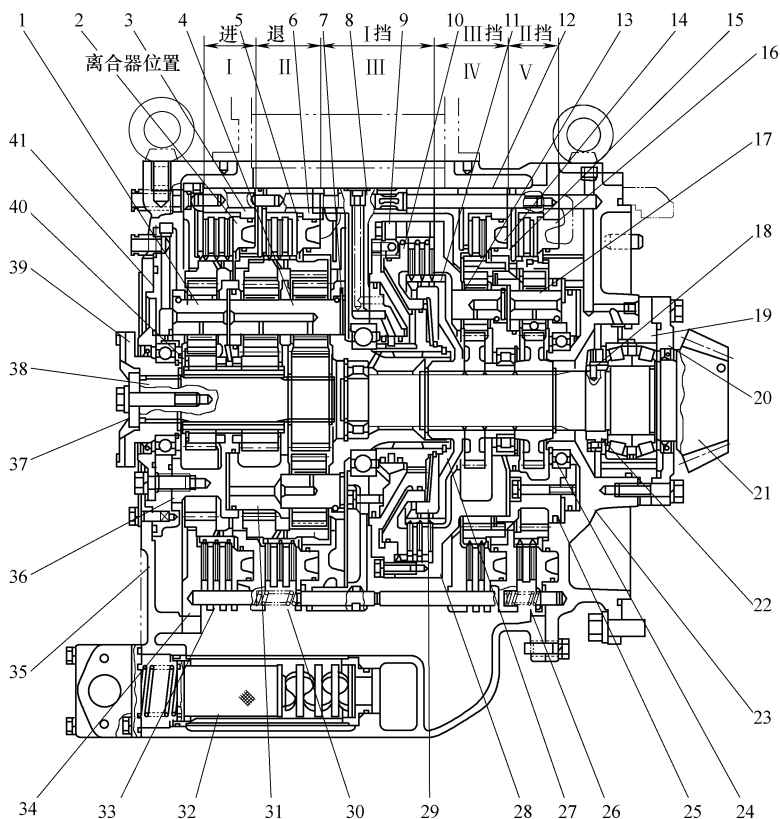


图 2-4 动力换挡变速器结构

- 1、4、13、17—行星轮轴 2、5、10、14、16—离合器活塞 3、6—离合器缸体
 7、23、27、40—弹簧挡圈 8—外壳 9—活塞缸体 11—离合器齿轮
 12—壳体 15—离合器液压缸 18—制动销 19—轴承座 20—油封座
 21—输出轴 22—螺母 24—后壳体 25、28、31、36—离合器行星架
 26、30—弹簧 29—碟形弹簧 32—过滤器 33—销 34—前端盖
 35—变速器体 37—挡板 38—输入轴 39—联接盘 41—输入轴轴承壳

变速器输出轴的小锥齿轮和装在中央传动轴上的大锥齿轮啮合，中央传动轴两端装有圆锥滚子轴承，通过轴承壳支承在后桥箱中间两个隔板上并通过联接盘与转向离合器内鼓相连。

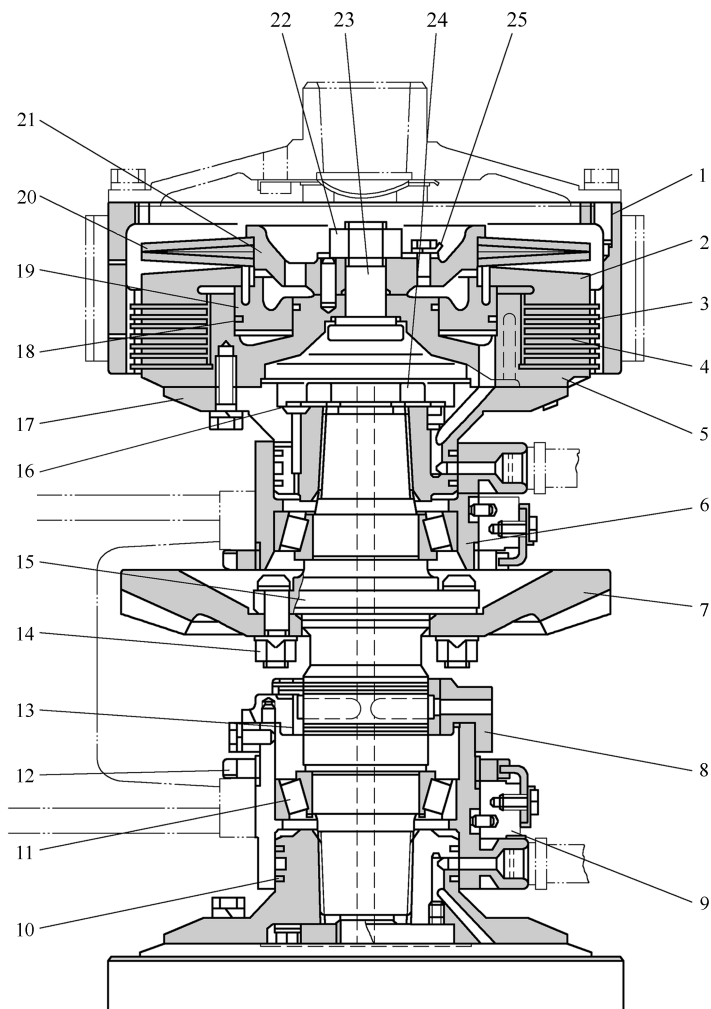


图 2-5 中央传动和转向离合器结构

- 1—制动鼓 2—压力盘 3—摩擦片 4—主动片 5—内鼓
 6—轴承座 7—大螺旋锥齿轮 8—接盘 9—罩 10—密封环
 11—圆锥滚子轴承 12—调整螺母 13—衬套 14、22、24—螺母
 15—锥齿轮轴 16、25—锁垫 17—联接盘 18—油封环
 19—活塞 20—碟形弹簧 21—法兰盘 23—螺栓

转向离合器为湿式多片离合器,摩擦片上烧结有铜基粉末冶金衬垫。它主要由外鼓、压盘、摩擦片、主动齿片、内鼓、活塞、大弹簧、小弹簧、螺栓等组成。当弹簧使压盘将内外齿片紧紧地压在内鼓上时,离合器便将动力传给最终传动。

当液压油进入油管经联接盘推动活塞压缩弹簧使压盘与齿片分离时,转向离合器就不传递转矩给最终传动,推土机便进行左或右转向。

5. 转向制动器

转向制动器上的抱紧式带制动器装在制动鼓上,并浸在转向离合器箱体的润滑油中,具有行驶中的转向制动及停车时的停放制动两种作用。其结构如图 2-6 所示。

当拉动转向杆时,首先分离转向离合器,然后制动器起制动作用,这个动作顺序由转向控制阀的液压来控制,因此而减轻操纵力,当同时踩下制动踏板时,不经分离转向离合器,左右两个制动器便同时起制动作用,使车辆紧急停驶,停放车辆时踩下右制动踏板后,拉动制动锁柄,踏板就固定在制动位置,车辆便保持制动状态。

助力器的工作原理是当拉动一侧的转向杆使机械向这一侧转向时,同侧的转向离合器便分离,因此传递给这一侧履带的动力被切断,但是受另一侧传递动履带的拖动,所以机械向这一侧缓慢转向。当这一侧的转向杆被进一步拉动时,转向控制阀的油便输入制动助力,则制动助力器起作用,使制动带紧抱制动鼓,因此这一侧的履带被固定不能转动,机械原地转向。

当踩下制动踏板时,也会使制动助力器起作用,使制动带抱紧制动鼓。

6. 最终传动

最终传动的功能是将左右转向离合器传递来的动力进一步减速增矩,然后传给链轮驱动履带,使推土机前进或后退。其结构如图 2-7 所示。

最终传动是二级直齿圆柱齿轮减速结构。

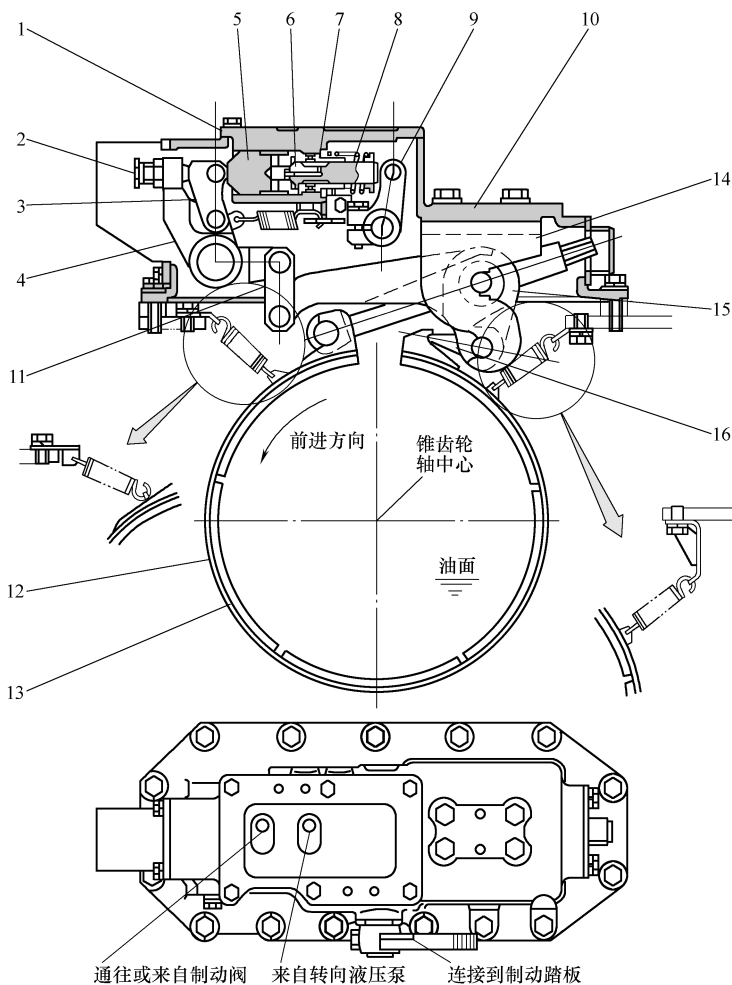


图 2-6 转向制动器和助力器结构

- 1—制动助力器体 2—调节螺栓 3—叉杆 4、9、15—杠杆
 5—活塞 6—阀杆 7—衬套 8—弹簧 10—盖 11—联接板
 12—制动带 13—制动片 14—制动架 16—顶块

动力轴左右转向离合器经驱动盘、第一级主动齿轮，传给第一级从动齿轮，通过三个平键传给第二级主动齿轮，再传给

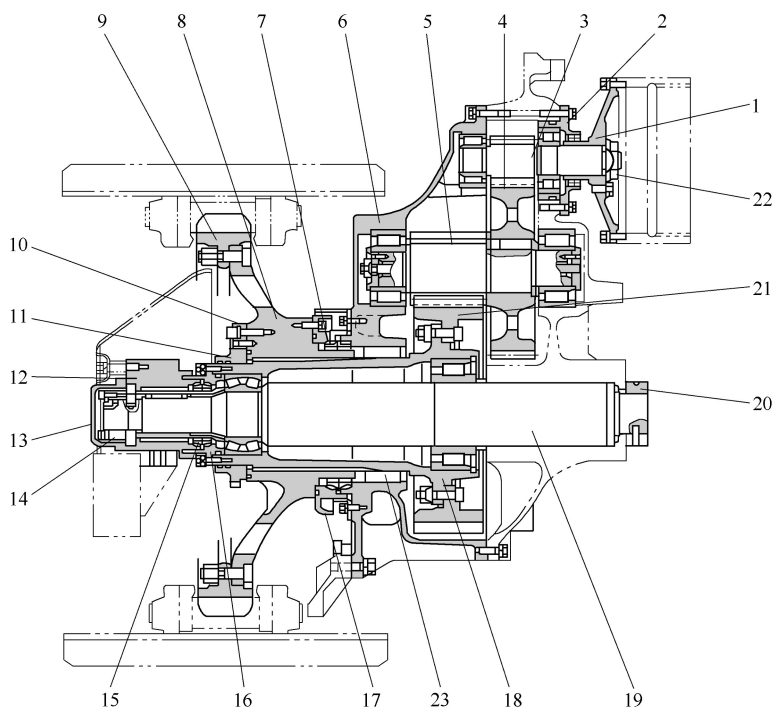


图 2-7 最终传动

- 1—驱动盘 2—轴承座 3—第一级主动齿轮 4—第一级从动齿轮
 5—第二级主动齿轮 6—齿轮罩 7、15—浮动油封 8—链轮轮毂
 9—链轮齿块 10—锁块 11—链轮螺母 12—半轴外座 13—罩盖
 14、20、22—螺母 16—保持架 17—挡泥板 18—轮毂 19—半轴
 21—第二级从动齿轮 23—支撑套

齿圈，齿圈与齿圈轮毂用齿圈螺栓连成一体，动力通过其上的锥花键传给链轮轮毂，再通过装在其上的链轮齿块驱动履带使推土机前进或后退。齿圈轮毂和链轮轮毂轴向压紧后用螺母固定。链轮轮毂和链轮齿块用螺栓连成一体，链轮齿块磨损后更换方便。齿圈轮毂通过两个轴承装在半轴上，半轴的里端压装在机架上，外端通过半轴支架固定在台车架上。

链轮轮毂与外壳体之间，以及链轮螺母与半轴支架之间均

采用浮动油封密封，这种结构密封可靠，寿命长。最终传动采用飞溅润滑。

二、制动系统

如图 2-8 所示为浮动带式制动器结构。制动带一端通过顶于带端的卡爪 5，用前支承销 6 装于双臂杠杆 8 的一臂上，而另一端通过销子 3 和拉杆 4 相连，拉杆 4 则通过后支承销 7 装于双臂的另一臂上，在双臂杠杆前面固定着带上下凹槽的支架 9。根据制动鼓的不同转向，支承销 6 或 7 可支承于支架的上凹槽或下凹槽内，作为制动带的固定端。

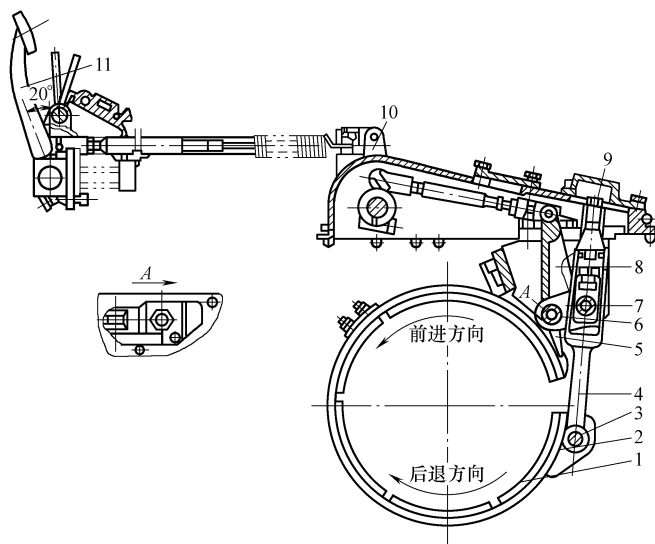


图 2-8 浮动带式制动器

- 1—制动鼓 2—制动带 3—销子 4—拉杆 5—卡爪
6—前支承销 7—后支承销 8—双臂杠杆
9—支架 10—制动臂 11—制动踏板

需要制动时，可踏下制动踏板 11，由制动拉杆使制动臂 10 转动，带动双臂杠杆摆动，通过卡爪 5 或拉杆 4 拉紧制动带的活动端，制动器即处于制动状态。

在制动拉杆的双臂框杆上都装有复位弹簧，用以在抬起制

动踏板时，松开制动带。为了调整带与毂之间的间隙，在拉杆 4 上装有调整螺母，带与毂间的间隙一般为 $1.5 \sim 2\text{mm}$ 。

制动器也有采用湿式的，其平面开有油沟的耐油摩擦衬片，这种制动带耐磨性好，使用寿命长。

三、行走系统

行走机构是支承推土机全部重量的基础。作业中还要承受工作阻力及推土机与路面间的各种力。它主要由左、右台车架及履带等部件组成。

1. 台车

台车总成如图 2-9 所示，主要由台车架、支重轮、托链轮、引导轮、张紧缓冲机构等部件组成。

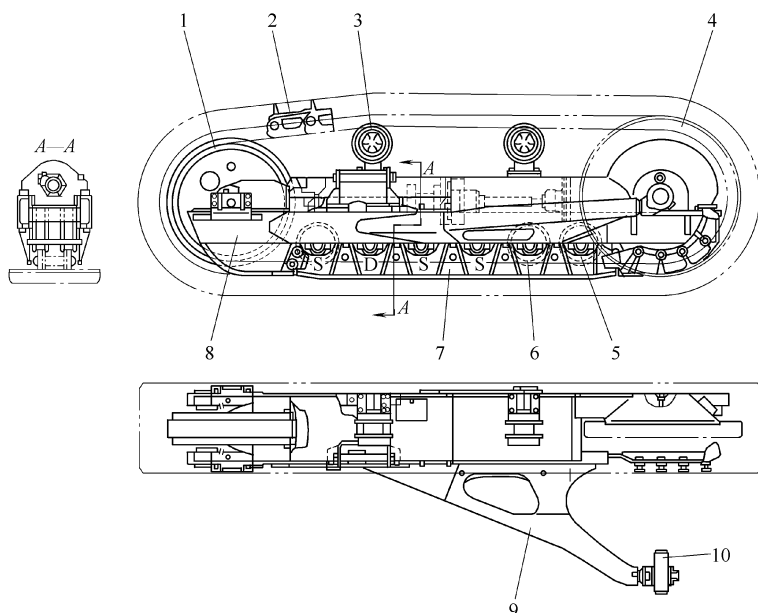


图 2-9 台车总成

- 1—引导轮 2—履带 3—托链轮 4—链轮 5—支重轮（单边）
6—支重轮 7—支重轮护板 8—台车架 9—斜撑 10—销轴

台车架是行走机构的主体。台车架上的半轴支座中心与半轴中心重合，可使台车架绕此中心线上下摆动，以适应推土机的坡地作业并克服行驶中遇到的各种障碍。

2. 支重轮、托链轮

推土机的全部重量经支重轮传到履带上，使整机沿着履带轨道成直线运动；并夹持轨链以免履带横向滑脱。

支重轮主要由轮体、轴、轴套合件、浮动油封及两个端盖等组成。左、右台车上各装有六个支重轮，其中单边支重轮四个，双边支重轮两个。它们在台车架上的排列顺序是：1、3、4、6 为单边，2、5 为双边。支重轮（单边）结构如图 2-10 所示。

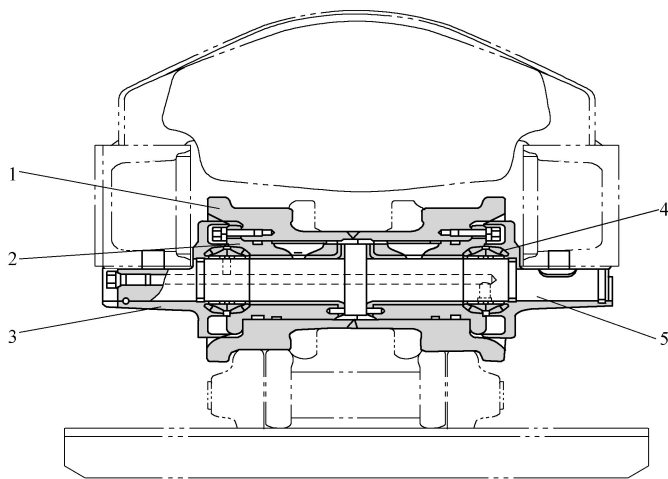


图 2-10 支重轮（单边）

1—支重轮（单边） 2—轴衬 3—支重轮外盖 4—浮动油封 5—支重轮轴

托链轮用于支承引导轮与驱动轮之间的上方履带部分，防止履带下垂过大，以减少履带运动时的振跳现象，引导履带上方部分的运动，防止侧向滑脱。

托链轮主要由轮体、轴、两个圆锥滚子轴承及浮动油封等

组成。托链轮架把托链轮支承在台车架上方。托链轮的结构如图 2-11 所示。

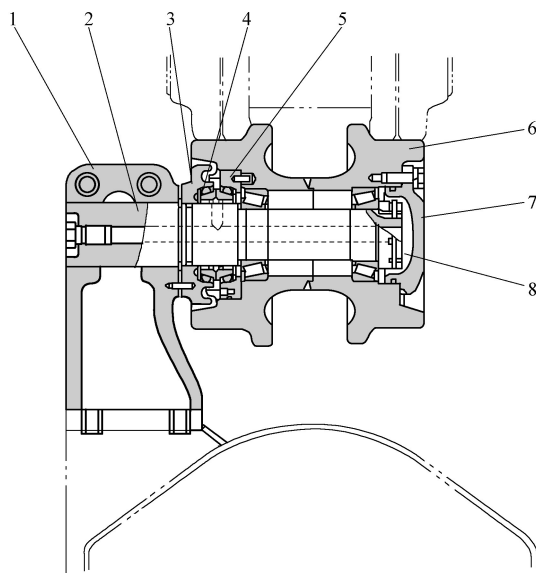


图 2-11 托链轮

- 1—托架 2—托链轮轴 3—轴环 4—浮动油封
5—密封环 6—托链轮 7—盖板 8—螺母

3. 履带

履带的功用是将推土机的重量传给地面，保证推土机与地面具有足够的附着力。链轮旋转时，通过链轮齿与销套的啮合，带动履带，推土机通过支重轮在履带节组成的轨道上行走。如图 2-12 所示，它由履带板、履带节、履带销、销套及防尘圈等件组成。每条履带上有两个锁紧履带销，便于拆卸履带。销套的两端装有防尘圈，能够有效地阻挡泥沙进入履带销与销套的间隙内。

推土机长时间工作履带销与销套之间的间隙因磨损会增大，履带节的节距就会随之增长。超过一定的极限应进行翻转修理。为了使履带始终在标准张力下工作要经常检查履带的松紧程度。

把直尺放在引导轮与托轮之间的履带上，在此段履带的中部检查履刺和直尺间的间隙。若为 20 ~ 30mm 即为标准张力。履带在岩石地上稍微紧一点，在粘土地上稍微松一点。

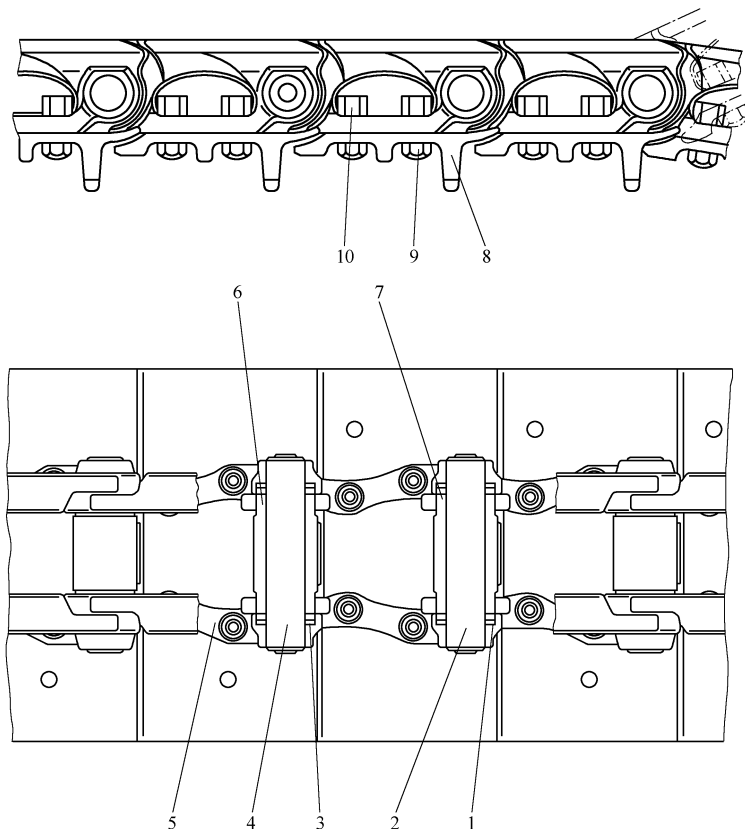


图 2-12 履带

- 1—防尘密封圈 2—销 3—主防尘密封圈 4—主销 5—链节
6—主销套 7—销套 8—单齿履带板 9—履带板螺栓 10—履带板螺母

若要增加张力，可打开台中罩上的盖子，从加油嘴向液压缸内注凡士林，反之，要减少张力，可从放油塞入放出一些凡士林。

四、液压系统

推土机变矩变速、转向制动液压系统为统一的液压系统，全部液压油均来自后桥箱。

变矩、变速液压回路主要由变速泵、调压阀、溢流阀、变矩器背压阀、变速阀等组成。

转向、制动液压回路主要由转向液压泵、粗滤器、细滤器、转向阀总成、冷却器、溢流阀、背压阀、助力器等部件组成。

工作装置液压系统的主要部件包括：工作液压泵、工作油箱总成（装有铲刀提升阀、铲刀倾斜阀、松土阀、主溢流阀、流量单向阀、补油阀、松土器溢流阀等）、铲刀提升液压缸（带有快坠阀）、铲刀倾斜液压缸、松土器液压缸和伺服阀。

工作装置液压系统示意图及其原理图如图 2-13 和图 2-14 所示。

工作液压泵从工作油箱中吸油，把液压油输送到工作装置油箱内的铲刀提升阀、铲刀倾斜阀和松土器阀（这三个阀串联在工作装置油路中），通过这三个阀的操纵，可使液压油分别流入铲刀提升液压缸、铲刀倾斜液压缸和松土器液压缸，从而使铲刀和松土器按工作要求动作。各液压缸的回油经过操纵阀进入滤清器最终流回工作油箱。整个工作装置液压系统的压力由主溢流阀控制，控制压力为 13.7MPa。

铲刀提升油路中配有补油阀和快坠阀，其作用是使铲刀快速下降，提高工作效率。松土器回路中配有补油阀和过载阀，起提高工作效率和保护松土器液压缸及油管的作用，倾斜回路配有流量单向阀，限止倾斜速度过快，铲刀提升阀和松土器阀内装有单向阀，防止在阀杆移动过程中（主要是铲刀和松土器上升时）因进油腔与回油腔接通由于工作装置自重而使铲刀和松土器瞬时下降。

除快坠阀外，以上各阀均安装在工作装置油箱内，结构紧凑。

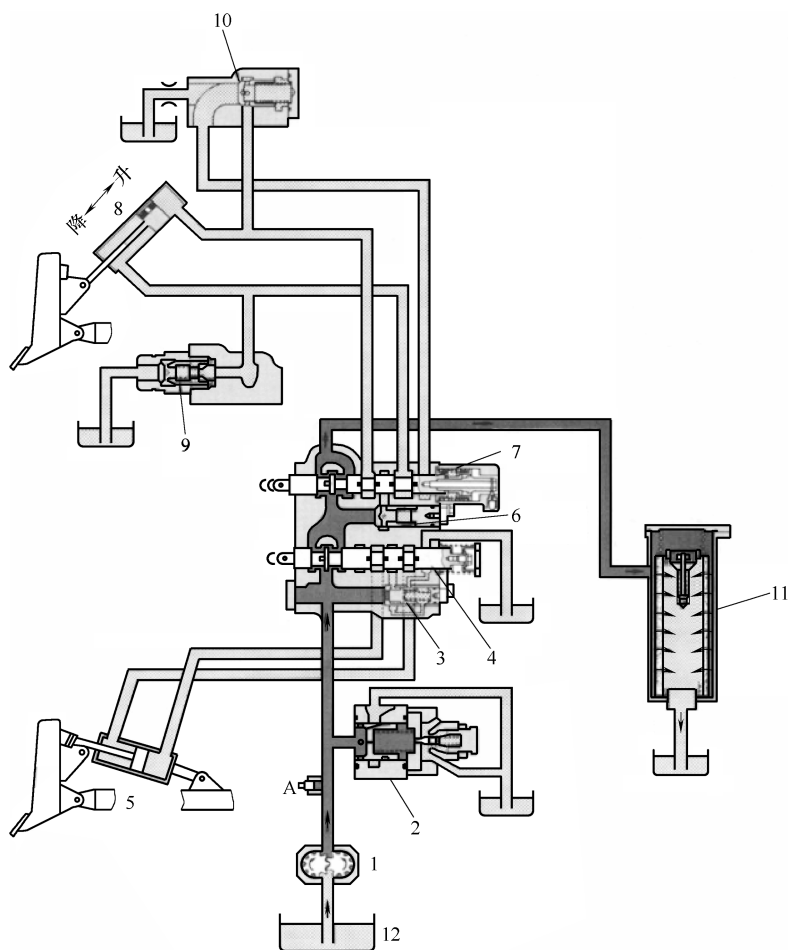


图 2-13 工作装置液压系统示意图

- 1—工作液压泵 2—主溢流阀 3—流量控制阀 4—单向阀
 5—倾斜液压缸 6—推土板倾斜控制阀 7—推土板升降控制阀
 8—推土板升降液压缸 9—提升补油阀 10—下降补油阀
 11—液压油滤清器 12—液压油箱 A—主溢流阀测压口

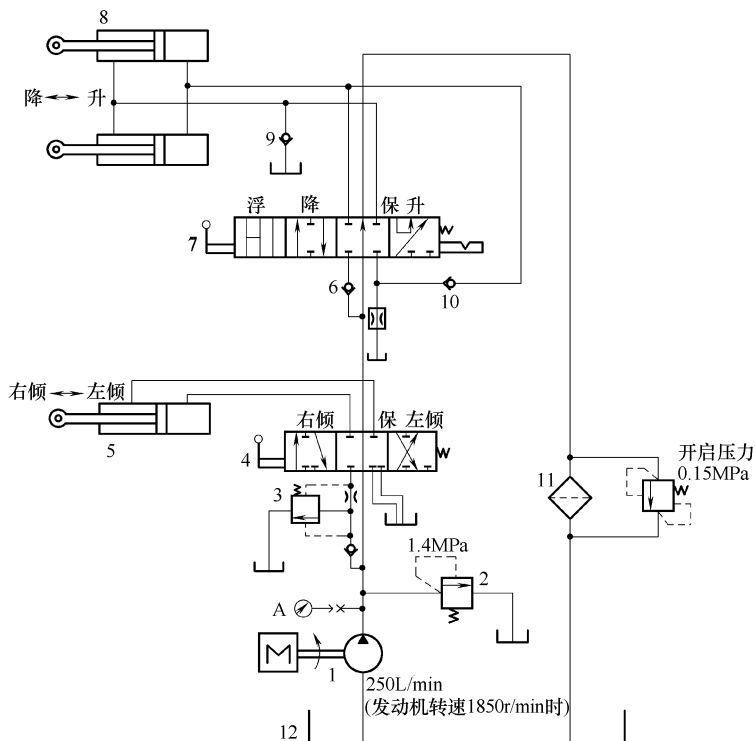


图 2-14 工作装置液压原理图

- 1—工作液压泵 2—主溢流阀 3—流量控制阀 4—推土板倾斜控制阀
 5—倾斜液压缸 6—单向阀 7—推土板升降控制阀 8—推土板升降液压缸
 9—提升补油阀 10—下降补油阀 11—液压油滤清器
 12—液压油箱 A—主溢流阀测压口

五、作业装置

推土机的作业装置主要为推土铲，推土机的后部还可装备附属作业装置，如松土器（三齿松土器、单齿松土器）、绞盘（机械绞盘、液压绞盘）以及拖拉机铲运等。

直倾铲铲刀架是用高强度钢板焊成的箱形结构，抗弯强度、抗压稳定性和刚度均较好，如图 2-15 所示。其前端通过十字接

头与铲刀铰接，后端与固定在台车架上的轴座铰接。在提升液压缸的作用下，铲刀和安装在铲刀架上的铲刀一起绕轴座口旋转，实现铲刀的提升和下降。

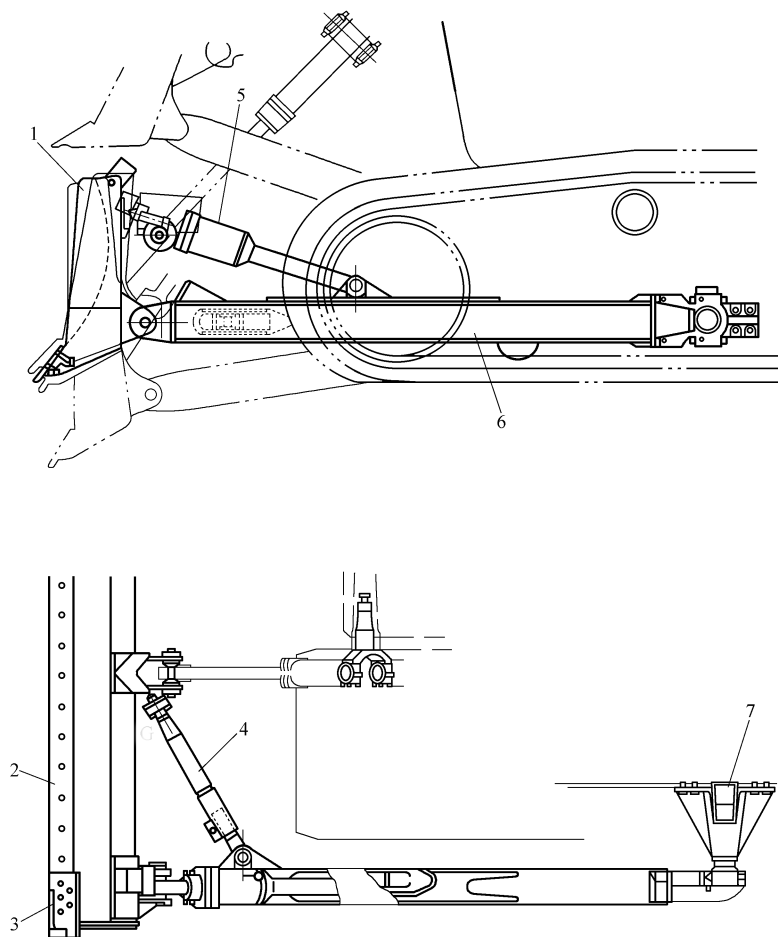


图 2-15 直倾铲

- 1—推土板 2—刀刃 3—刀角 4—支撑
5—倾斜液压缸（左侧），撑臂（右侧） 6—左右支架焊合件 7—耳轴

为适应不同的土质和其他工况，铲刀的切削角可以通过调

整支撑的长度加以改变。土质较软时可以适量放长，即按图示方向旋转。支撑放长（或缩短）后，为使铲刀仍处于水平，应调整倾斜液压缸作相应的伸长（或缩短）。

铲刀也可以在垂直平面内旋转一定角度。若仅使倾斜液压缸伸长，则会使右刀角升高，左刀角降低，从而使左刀角进行强力切土；反之缩短液压缸，则使右刀角进行强力切土。两刀角在垂直面高度差最大可达 735mm。刀片使用过一段时间后，可旋转 180°后重新安装，延长其使用寿命。

组合式铲刀由中间推架、活动铲刀、撑杆、带活结连杆、销轴五部分组成。中间推架焊接在拱形架上，固定不变。两边的活动铲刀部分用铰销与中间推架相连，推杆、连杆通过销轴分别与活动铲刀和拱形架连接。

组合式铲刀具有两个工作状态（推土工作状态和分土工作状态）和运输状态，因此，组合式铲刀除了具有普通铲刀的功能外，还具有分土功能和方便的运输功能（运输宽度小于 3400mm）。

松土器是一个安装在机架后面的四连杆机构，分别由左右支架，左右上连杆、下连杆和横梁铰接而成。因为四个铰点正好是一个平行四边形的顶点，故不论松土器液压缸伸长或缩短、带动齿条上升或下降，齿尖入土的切削角都能保持最佳值。

六、推土板自动调平装置

1. 推土板自动调平装置的结构组成

图 2-16 为装有激光导向装置的 II3-171 型履带式推土机。推土机推土装置的调平系统，具有发射、接收、跟踪激光和自动调平铲刀的功能。它由激光发射装置、激光接收器及其高度位移装置、顶推梁纵坡角度传感器械、光电转换器及电-液伺服跟踪控制回路等自动控制装置所组成。

激光发射装置通常装设在作业区以外的适当地方，激光接收器及其高度位移调整装置安装在铲刀上方，用来搜索激光，检测铲刀的相对高度。

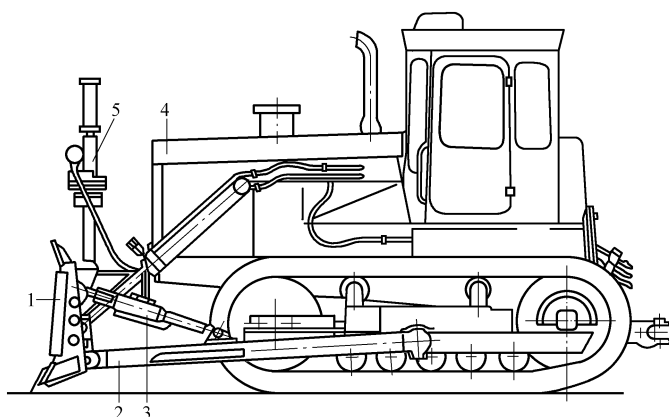


图 2-16 II3-171 型激光导向履带式推土机

1—推土板 2—顶推梁 3—铲刀倾斜液压缸

4—铲刀升降液压缸 5—激光跟踪调平装置

装有激光导向自动调平系统的履带式推土机，可沿着直线路面进行往返推铲机平地作业，也可在大面积场地沿任意方向或弯道路行驶作业，当采用直线型推铲作业法时，可以作业区外安装固定式激光发射器，这种激光器固定发出一束定向激光，可被直线作业的推土机激光接收器有效接收。平整大面积场地，则可采用非定向推铲作业方式，用以提高推土机对施工场地的作业适应性，确保施工质量，推土机进行非定向平地作业，在作业区装设的激光器宜选用旋转扫描式激光辐射器，该激光器能使激光束连续旋转，形成一个高精度的激光辐射基准平面。安装和调整旋转扫描式激光器十分简便，可缩短作业辅助时间。推土机在任意方位，其激光接收器均可截获激光平面高度信号，并通过自动调平控制系统，及时调整铲刀切土深度，快速跟踪激光，提高平整精度。

激光器按激光工作物质可分为固体激光器、气体激光器、半导体激光器和液体激光器等几种，推土机激光导向普遍采用气体激光器，气体激光器以多种气体原子、离子、金属蒸气等作为工作物质，通过气体放电辐射激光。气体激光器具有结构

简单、造价低、操作方便等优点,旋转式气体激光器的激光辐射半径可达数百米,旋转速度可达 20r/s ,且激光平面稳定,不受气候条件影响,可以满足推土机高平整度施工作业的要求。

2. 推土装置液压控制系统

Ⅱ3-171 型履带式推土机推土装置液压控制系统如图 2-17 所示,该液压系统采用双泵双回路,具有手控和激光跟踪自动控制铲刀的功能。

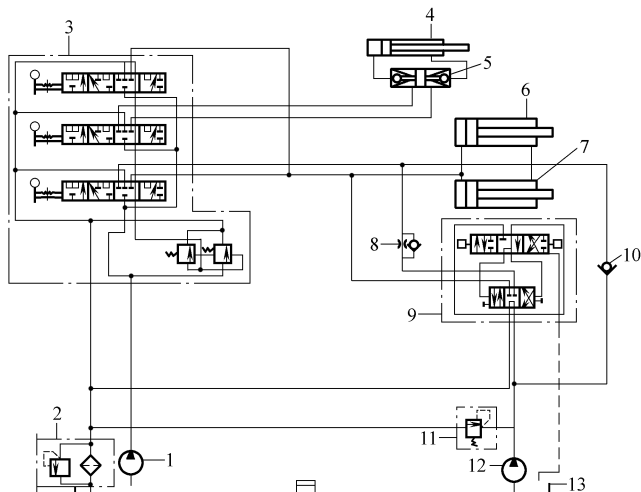


图 2-17 Ⅱ3-171 型履带式推土机推土装置液压控制系统

- 1、12—液压泵 2—滤清器 3—手动多路换向组合阀 4—铲刀倾斜液压缸
5—液压油销 6、7—铲刀提升液压缸 8—单向节流阀 9—电液换向组合阀
10—单向阀 11—系统溢流阀 13—液压油箱

(1) 手控液压回路 手控液压回路由液压泵 1, 手动多路换向组合阀 3, 滤清器 2, 铲刀倾斜液压缸 4 及其液压油销 5, 铲刀提升液压缸 6、7 和液压油箱 13 组成。采用手控液压回路控制推土工作装置, 可实现铲刀升降或倾斜。手动多路换向组合阀 3 由上、中、下三个手动式换向控制阀和溢流节流阀组合而成, 三个手动阀均采用滑阀式结构, 系四位五通阀。

1) 下阀为铲刀升降控制阀, 具有“提升”、“下降”、“浮动”、“锁闭”四个工作位置, 可实现铲刀升降、定位闭锁和仿形浮动推土作业。

2) 中阀为铲刀倾斜控制阀, 通过控制铲刀倾斜液压缸, 操纵铲刀前倾、后倾、倾斜定位(锁闭)或置铲刀于倾斜浮动状态。

3) 上阀为铲刀速降补液压缸控制阀。当铲刀快速下降时, 其升降液压缸进油腔(无杆腔)因供油不足可能产生气蚀现象, 引起铲刀机械振动, 影响铲刀平稳下降。此时, 操纵上阀处于右位工作状态, 液压泵 1 可直接对升降液压缸无杆腔补充供油, 确保系统工作平稳。将该阀置于左工作位置, 接通升降液压缸排油腔(无杆腔), 则可降低无杆腔的排油阻力, 提高铲刀提升速度, 缩短作业辅助时间, 提高作业效率。

4) 铲刀倾斜液压缸液压油销 5, 可双向锁定倾斜液压缸, 将铲刀固定在任意倾斜状态, 保持固定的铲刀切削角或调定的侧倾角, 用以提高推土机的作业稳定性。

(2) 电-液自动控制回路 电-液自动控制回路由液压泵 12, 电-液换向组合阀 9, 单向节流阀 8, 单向阀 10, 系统溢流阀 11, 铲刀升降液压缸 6、7 和液压油箱 13 组成。推土机应用激光导向平地作业, 可起动电-液自动控制回路, 实现激光控制铲刀, 提高地面平整度和施工质量。

电-液伺服控制回路由液压泵 12 提供压力油, 通过激光接收器检测的铲刀相对高度和顶梁纵坡角度传感器转换的电信号, 迅速输入电液伺服系统, 操作电-液换向组合阀 9 (由电磁先导阀操纵液控换向阀), 自动控制铲刀提升或下降, 修正铲刀相对高度, 跟踪激光束, 实现铲刀自动调平, 单向节流阀 8 可在铲刀下降时节流调速, 缓慢平稳下降, 达到铲刀渐近找平的目的, 提高找平精度。单向阀 10 可防止推土工作装置自重引起铲刀自行坠落, 确保铲刀定位的可靠性。系统溢流阀 11 在系统过载时开启卸荷, 可保护自控液压系统的安全。

使用铲刀自动调平装置时，驾驶人员首先应将激光导向控制仪表板上的“工作状态”旋转开关旋至“自动控制”位置，使控制系统处于自动调平工作状态。

第二节 轮胎式推土机的结构

轮胎式推土机由传动系统、制动系统、转向系统、工作装置和液压系统组成。

一、传动系统

TL-180 型轮胎式推土机的传动系统由液力变矩器、变速器、前后桥及轮边减速器等组成。

1. 液力变矩器

液力变矩器由变矩器 6、闭锁离合器 7 和齿轮箱 1 三个部分组成，其结构如图 2-18 所示。

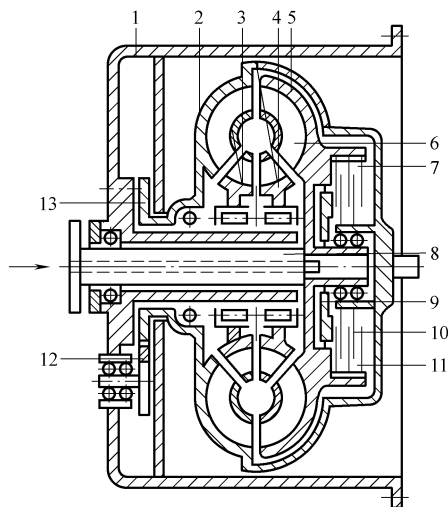


图 2-18 TL-180 型推土机液力变矩器

- 1—齿轮箱 2—泵轮 3—第一导轮 4—第二导轮 5—涡轮
6—变矩器 7—闭锁离合器 8—涡轮轴 9—活塞 10—主动摩擦片
11—从动摩擦片 12—从动齿轮 13—主动齿轮

1) 变矩器主要由泵轮 2、涡轮 5、第一导轮 3 及第二导轮 4 等组成。发动机的动力传给泵轮 2, 泵轮旋转将液体压入涡轮使涡轮旋转, 动力由涡轮轴输出。从涡轮出来的液体经第一导轮、第二导轮再流向泵轮, 循环工作。当液体冲向导轮叶片时, 导轮给液体以反作用力, 这个力和泵轮给予液体的力合在一起作用在涡轮轴上, 涡轮轴可获得较大的力矩。

导轮与自由轮外圈装在一起, 自由轮机构是棘轮机构, 当外负荷较小时, 导轮可随泵轮一起旋转。当两个导轮都旋转时, 变矩器转换为耦合器工况, 可提高推土机高速行驶的传动效率。

2) 闭锁离合器是用液压操纵的常开式离合器, 由活塞 9、主动摩擦片 10、从动摩擦片 11 组成。当推土机以较高的速度行驶时, 为了减少液压传动造成的功率损失, 可接合闭锁离合器, 使泵轮与涡轮成为一体, 发动机的动力经离合器直接输出。

3) 齿轮箱 1 由主动齿轮 13 和三个从动齿轮 12 组成, 主动齿轮与泵轮相连接, 而三个从动齿轮则分别带动转向液压泵、工作装置液压泵和主液压泵。

2. 变速器

TL-180 型推土机采用定轴式动力换挡变速器, 其结构如图 2-19 所示。变速器采用常啮合圆柱齿轮传动, 换挡时通过换挡离合器和高、低速滑套的配合使用, 分别可得到前进、后退两个方向的各四挡速度。高、低速滑套由拨叉移动, 移动拨叉时必须停车换挡。

3. 轮边减速器

轮边减速器为行星齿轮结构, 它由太阳轮、内齿圈、行星轮和行星轮架、支承轴座等组成。齿圈用花键联接在支承轴上, 动力由半轴传给太阳轮, 经与轮毂连在一起的行星架输出。前轮边减速器和后轮边减速器除端盖和支承轴座不相同外, 其余都相同。

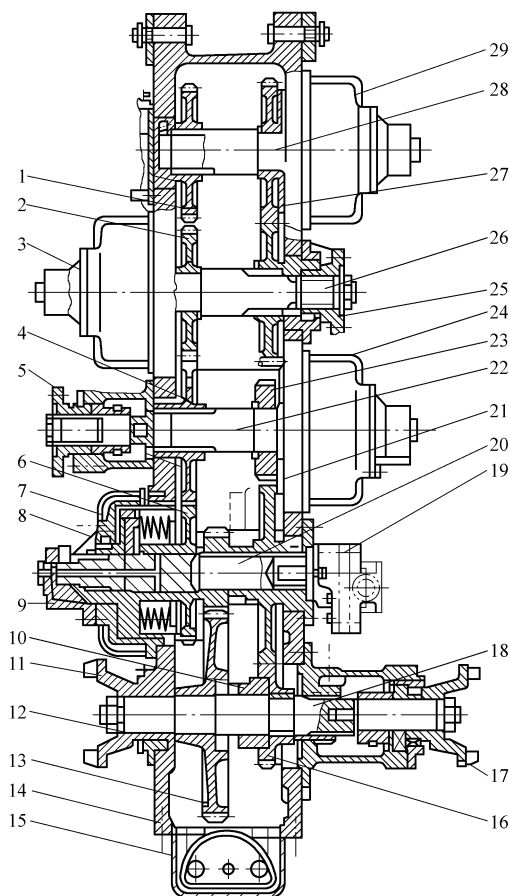


图 2-19 TL-180 型推土机定轴式动力换挡变速器

- 1、4、9、21、27—齿轮 2—前进挡联齿轮 3—前进挡离合器
 5—绞盘输出法兰总成 6—II、VI挡齿轮 7—离合器壳 8—II、VI挡离合器
 10—高低速滑套 11—前桥输出法兰 12—铜套 13—低挡齿轮 14—滤油网
 15—油底壳 16—高挡齿轮 17—后桥输出法兰 18—输出轴 19—转向辅助液压泵
 20—II、VI挡轴 22—I、III挡轴 23—I、III挡齿轮 24—I、III挡离合器
 25—输入法兰 26—前进挡轴 28—倒挡轴 29—倒挡离合器

4. 后驱动桥

它是由前、后桥总成，前、后轮边减速器和制动等组成。前、后桥总成包括桥壳、主传动总成、差速器和半轴等，如图 2-20 所示。主传动总成是一对锥齿轮的一级减速器，由主动、从动弧锥齿轮和行星式差速器等组成。前桥为转向桥，后桥为固定桥。

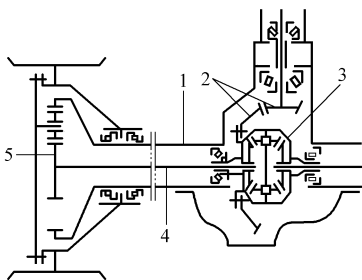


图 2-20 轮式驱动桥示意图

1—桥壳 2—主传动 3—差速器
4—半轴 5—最终传动

二、制动系统

1. 制动系统的组成

车辆的制动是通过车辆的制动系统来实现的。轮式机械制动系统用于对行驶中的工程机械施加阻力，降低其行驶速度或停车，用于控制机械下坡时的行驶速度，并可在紧急情况下制动，确保机械行驶安全。由于工程机械的行驶条件是不断变化的，它不可能始终保持某一速度工作。例如当工程机械转弯或通过不平的路面、遇到危险情况、上下坡时，都要用到制动系统来进行调节，以适应工况的变化。

工程机械车辆的制动系统可分为脚制动系统、手制动系统和辅助制动系统，一般应至少具有脚制动和手制动两个制动系统。

制动系统的组成和工作原理如图 2-21 所示，整个制动系统由制动器和制动驱动机构两大部分组成。

其中用来直接产生制动力矩 M_T 的部分称为制动器。它主要是由旋转元件（如制动毂 8）和固定元件（如制动蹄 10、摩擦片 9 等）组成的摩擦副。一般在轮式工程机械的车轮上都装有制动器。制动时，车辆在行驶过程中的动能就转化为摩擦副及轮胎与路面的摩擦热能而散失掉。制动驱动机构由制动踏板、制动总泵、制动分泵等组成，其作用是将来自驾驶员或其他力

源的作用力传给制动器，使摩擦副互相压紧，产生制动力矩，达到制动的目的。

如图 2-21 所示，制动系统不工作时，固定于车轮轮毂上的圆筒形制动毂 8 的内表面与制动蹄摩擦片 9 的外圆面之间保持一定的距离，使制动毂 8 随车轮一起旋转。两个支承销 12 通过制动底板 11 固定在车桥上，在弧形制动蹄 10 的外圆表面上装有非金属摩擦片 9，分别铰接在位于下端的两个支承销 12 上。制动底板 11 上装有制动分泵 6，与制动总泵 4 通过油管 5 相连。

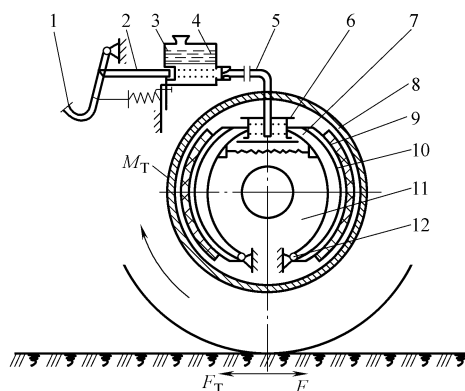


图 2-21 制动系统组成和工作原理示意图

- 1—制动踏板 2—推杆 3—制动总泵活塞 4—制动总泵 5—油管
6—制动分泵 7—制动蹄回位弹簧 8—制动毂 9—摩擦片
10—制动蹄 11—制动底板 12—支承销 M_T —制动力矩

当制动时，驾驶员踩下制动踏板 1，通过推杆 2 推动活塞 3 使油液压入制动分泵 6 中，这时分泵 6 中的活塞向外移动，从而推动两个制动蹄 10 绕支承销 12 转动，于是制动蹄 10 上端向两边分开，摩擦片 9 便压紧在制动毂 8 的内圆面上，这样，制动蹄便对制动毂作用一个与车轮旋转方向相反的制动力矩 M_T 。由于车轮与路面之间的附着作用，使得在车轮和路面接触处产生一个与车辆行驶方向相反的作用力 F_T ，迫使行驶中的工程机械减速，以至停车。当放开制动踏板 1 时，回位弹簧 7 将制动蹄 10 拉回原来位置，制动作用停止。

制动器的结构形式很多，按摩擦元件的结构特点，可分为蹄式、盘式和带式三种，这里不再详述，读者可参考相关书籍。图 2-22 所示为 TY-120 型推土机浮式带制动器。制动带是一条具有弹性的钢带，其里面铆有胶压石棉材料的摩擦衬片，它的作用是增加与从动鼓的摩擦力。钢带的两端分别连接在曲臂的两个支承销上，可通过调整螺钉和调整螺母来调整制动带上的摩擦衬片与从动鼓外圆表面的间隙，使其保持 1.5 ~ 2.0mm 的径向间隙。

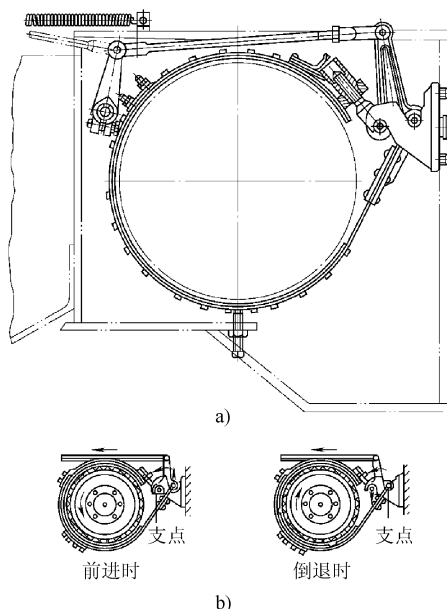


图 2-22 TY-120 型推土机浮式带制动器

当推土机前进时，从动鼓作逆时针旋转。制动时，制动带的上面是紧边，下面是松边，故制动带以左支承销为支点抱紧从动鼓。同样，当推土机倒退时，从动鼓作顺时针旋转，制动带则以右支承销为支点抱紧从动鼓。因此，浮式带制动器不论在前进或倒退时制动，从动鼓对制动带的摩擦力总是和制动踏板上的操纵力一起使制动带收紧，形成自行增力作用。

除浮式带制动器外，根据制动带在制动时的收紧方向不同，

还有单边拉紧和双边拉紧两种。

2. TL-210 型推土机制动系统

TL-210 型推土机行车制动系统为气顶油、四轮制动的双管路系统。如图 2-23 所示,其工作原理为:不制动时空气压缩机 1 排出的压缩空气,经油水分离器 2 和压力控制器 3 后分四路:一路通小贮气筒(供手制动使用);一路接气制动接头 19 给拖车充气;另外两路分别通到贮气筒 5 和贮气筒 7,其出来的气体分别由气制动总阀 8 的两个进气口,进入 I 腔和 II 腔。各贮气筒分别由气压表 9、10 显示气压。制动时,踏下制动踏板,由气制动总阀 8 出来的两路气体分别通前后气液总泵 13、12。总泵排出高压制动液通过管路充入轮边制动器 15、16 的分泵,推动活塞将摩擦片与制动盘压紧而起到制动作用。与此同时,在通往后气液总泵的压缩空气中分出两路:一路通变速器脱挡阀使变速器脱挡;另一路通往后拖车,控制拖车的制动。当挂有拖车时,出车前打开分离开关 17、18 即可同时控制拖车制动,气制动总阀 8 的提前腔与变速器脱挡,与气制动接头 20 相连接。

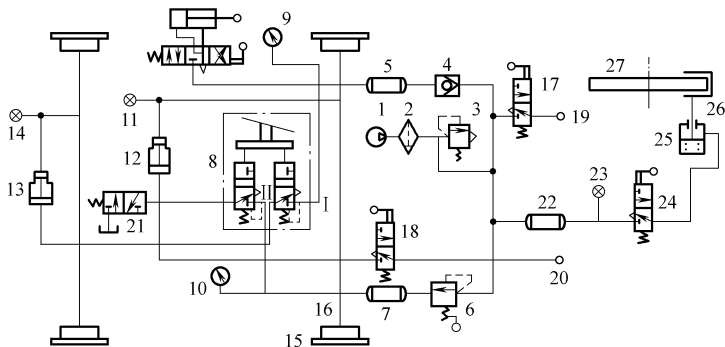


图 2-23 TL-210 型推土机制动系统原理

- 1—空气压缩机 2—油水分离器 3—压力控制器 4—单向阀 5、7—贮气筒
6—低压单向阀 8—气制动总阀 9、10—气压表 11、14—油压制动灯开关
12、13—气液总泵 15、16—轮边制动器 17、18—分离开关
19、20—气制动接头 21—变速器脱挡阀 22~27—手制动装置

下面介绍其关键元件：

(1) 低压单向阀 本机采用低压单向阀的目的是为了缩短起步时间，使制动系统尽快达到起步气压。此阀将制动系统充气分为两步，先将右贮气筒和后贮气筒充气，使中央钳盘制动器放松，传动轴可转动自由，气喇叭可鸣响，这时气压通过低压单向阀才向另一贮气筒供气。到制动时，前后桥都能达到相当的制动能力。

(2) 气制动总阀 气制动总阀又叫双腔制动阀，它由两个独立的操纵阀组成，分别与前桥或后桥各制动元件构成两个独立制动系统，如图 2-24 所示。

工作原理：当机械制动时，踏下制动踏板，推杆 1 将弹簧座 2 下压，经过弹簧 3 推动活塞 4，使排气阀门 5 关闭，进气阀门 6 打开，压缩空气经管路由 A 口进，经阀门 6 从 B 口出，充入到各自控制的气液总泵起到制动作用。两腔起作用的时间稍有差异。

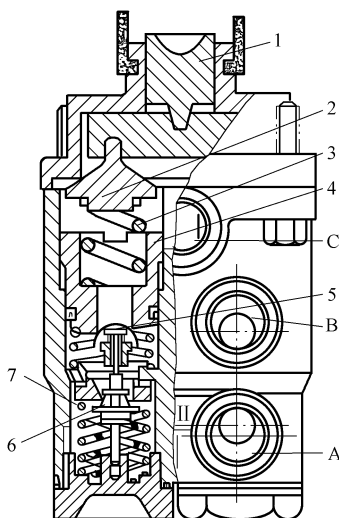


图 2-24 双腔制动阀

1—推杆 2—弹簧座 3—弹簧 4—活塞
5—排气阀门 6—进气阀门 7—回位弹簧
A—进气口 B—出气口 C—排气口

当解除制动时，放松制动踏板，弹簧作用在下活塞上的压力消失，借回位弹簧和气压作用，将活塞 4 向上推，排气阀门 5 开启。进气阀门 6 在回位弹簧 7 的作用下关闭，把贮气筒与气液总泵气室的通路切断，气室的压缩空气共同由 C 口排入大气。

(3) 气液总泵 气液总泵是一种加力装置，将低压作用变为高压作用，以满足对制动力的要求。

气压传动部分主要由气室体、活塞、气室推杆、回位弹簧等组成。气室一端有进气口，通过双腔制动阀相连。油压传动部分主要

由泵体、小活塞、弹簧等组成。出油口与一个桥上的夹钳制动器相连，泵体上的一个孔接制动灯开关，上部有加油口和油腔。

工作原理：制动时踏下制动踏板，压缩空气经气制动总阀进入各气液总泵的气室，推动活塞，气室推杆随之移动，两个回位弹簧都被压缩。密封圈在小活塞作用下关闭进油口，推杆继续移动，把泵体的液压油送至夹钳制动分泵中进行制动。

解除制动时，压缩空气从双腔制动阀排气口排入大气，靠气液总泵内的两个回位弹簧使气压活塞（并带动推杆回位），从而使油压减为零，制动解除。同时从补油孔充进小活塞外围的制动油从密封圈和液压缸壁之间补油。所以，油腔管路及制动分泵都充满油，且有余压力，防止空气进入。

(4) 轮边制动器 整机共有四个轮边制动器，形式为点盘式，主要由制动盘、固定钳、连接钳、摩擦片、活塞、防尘圈、矩形密封圈等组成。固定部分与桥相连，转动部分以螺栓连接，使制动盘与轮子一起转动。当制动时，由气液总泵出来的高压油进入制动分泵，推动盘两侧的活塞将摩擦片和制动盘压紧，产生力矩，使车轮制动。

摩擦片与制动盘之间的间隙为 $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ ，此间隙是矩形密封圈的回位和制动盘偏摆自然形成的。使用一段时间后，当摩擦片上的沟槽磨完后，更换新的摩擦片。

三、转向系统

转向系统由转向器、供需阀、液压泵、液压缸、油箱及管路等部件组成，系统工作原理如图 2-25 所示。

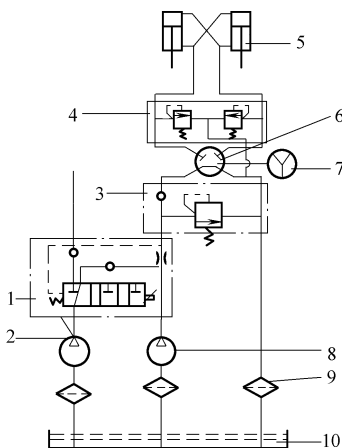


图 2-25 转向系统工作原理图

- 1—供需阀 2—工作装置液压泵
- 3—FKA 阀块 4—双向缓冲阀
- 5—转向液压缸 6—全液压转向器
- 7—转向盘 8—转向泵
- 9—滤清器 10—油箱

1. 转向工作过程

直线行驶时，转向盘处于中间位置，液压泵的高压油经供需阀和油管进入转向器，从转向器回油口直接回到油箱中，转向液压缸的两腔处于封闭状态，此时液压泵的油压偏低，可节省功率。当转向盘向左或向右转动时，液压泵出来的高压油经供需阀的高压油在转向器中被分配到左右液压缸相应的无杆腔和有杆腔中，一个液压缸伸长，另一个液压缸缩短。液压缸低压腔的油经转向器流回油箱，液压缸的一推一拉，使前后车体绕铰接中心相对转动，从而实现左转或右转。

转向器具有液压随动作用，即转向盘转动一个角度，车辆出现一个相应成比例的转向角度，转向盘停止转动，则车辆作半径的圆周运动；若转向盘回到中间位置，则车辆也恢复到直线行驶状态。

由于设置了供需阀，在发动机低转速时，使双联液压泵自动实现双泵的油在阀内合流；高速时，转向主泵全供给转向，辅助泵自动供给工作装置液压系统；中速时，辅助泵的油根据需要一部分供给转向，剩余的供给工作装置液压系统。所以转向系统供油量始终平稳，低速转向不沉，高速转向不飘。

2. 转向器总成

BZZI-1000 型全液压转向器，如图 2-26 所示。

BZZI-1000 型全液压转向器作用在转向轮上的外力传不到转向盘上，中间位置高压油直接流回油箱，全液压转向器又称 Orbit 转向器，如图 2-26a 所示，它由内转子计量马达与分配阀组成一体，通过连接轴连接而成。

(1) 内转子计量马达的构造和工作原理 内转子计量马达采用内摆线——“齿差升速器”的工作原理，如图 2-26b 所示，由定子 5 与转子 3 等零件组成，定子 5 固定于转向器的左端，具有七个齿；转子 3 与连接轴 7 相连，具有六个齿。当它们进行啮合运动时，定子固定，转子旋转；转子除了绕定子、中心 O_A 分转（转换为 n_B ）之外，又绕本身轴线 O_B 自转（转速为 n_1 ），

它们的转速关系如下

$$\frac{n_B}{n_1} = \frac{Z_3}{Z_5 - Z_3}$$

即

$$n_B = -Z_3 n_1 = -6n_1$$

式中 Z_3 ——转子齿数 (6 齿);

Z_5 ——定子齿数 (7 齿)。

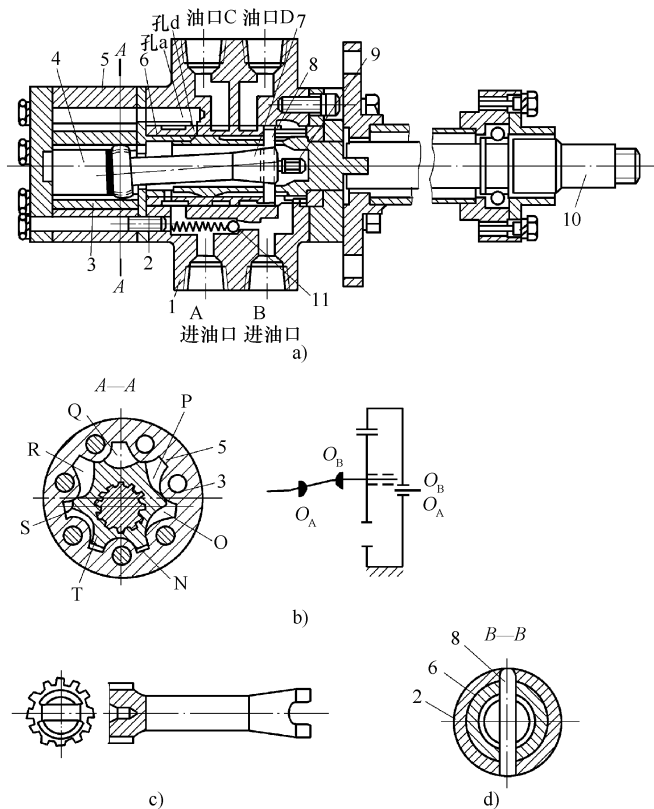


图 2-26 内转子计量马达转向器 (全液压转向器)

a) 结构装配图 b) 计量马达 c) 连接轴 d) 销子与阀芯、阀套装配关系

1—阀体 2—阀套 3—计量马达转子 4—圆 5—计量马达定子 6—阀芯

7—连接轴 8—销子 9—定位弹簧 10—转向轴 11—单向阀

它们的转向是相反的，即：转子反时针自转一周时，则转子中心 O_B 绕定子顺时针公转六周，而转子每公转一周，定子的七个油腔发生一次进油、排油，于是，转向盘转动的角度大小，就决定了进入转向液压缸的油量多少，从而也就决定了转向盘与前、后车架（或转向轮）的相对转角的对应关系。

转子与定子啮合过程的任意时刻总有三个油腔的容积在扩大，形成进油腔；而另外三个油腔的容积在缩小，形成排油腔。当转子、定子作为“计量马达”时，进油腔进入的为压力油；当作为“计量泵”时，进油腔进入的为低压油。

连接轴 7 如图 2-26c 所示，左端的球形花键与转子 3 相连，右端缺口与销子 8 相配；而销子与阀套 2 配合较紧，销子与阀芯配合较松，允许两者有左右相对转角为 $8^\circ \sim 10^\circ$ 的游隙。工作时，总是阀芯主动，而销子与阀套随动。

当作为“计量马达”时，转向轴使阀芯首先转动 φ 角，由于已接通油路，转子在压力油的驱动下旋转，由连接关系得知：连接轴、销子、阀套也必然朝着阀芯转动的方向“跟踪”转过 φ 角，由此可见，控制阀与阀套存在“随动”关系，这是阀芯与阀套的各油孔相互配置关系所决定的。

(2) 分配阀的结构和工作原理 分配阀如图 2-26a 所示，由阀套 2、阀芯 6、阀体 1、定位弹簧 9 等组成。进油口 A 与液压泵相连，回油口 B 与油箱相连，C、D 油口与两个转向液压缸的相应腔相连。

阀套的外表面制有四个凸台和四个环槽，周向均布多排油孔。阀芯的圆柱表面开有相应的槽和孔。当阀芯装入阀套后，阀套槽口与阀芯槽口对中，插入定位弹簧可使阀芯与阀套自动处于“中立”位置。当分配阀处于“中立”、“左转”、“右转”三个位置时，各槽与各孔的油路相应流通，并由定子的油孔来接通阀套与定子各腔的油路，实现计量马达与滑套随动反馈。

全液压转向器有四种工况：中立、左转、右转、人力转向。当发动机失灵时，转向液压泵不能工作。为确保推土机行驶安

全,此时,转动转向盘,转向器则由计量马达变成计量泵,油流路线与前述左、右转向时基本相同,只是此时单向阀自动开启,在转向液压缸两腔形成回路。采用人力转向时,转向盘的操纵力较大(一般为300~400N),增加了驾驶员的劳动强度。

转向液压系统和工作装置液压系统的供油是通过供需阀进行分配的,供需阀总成如图2-27所示。

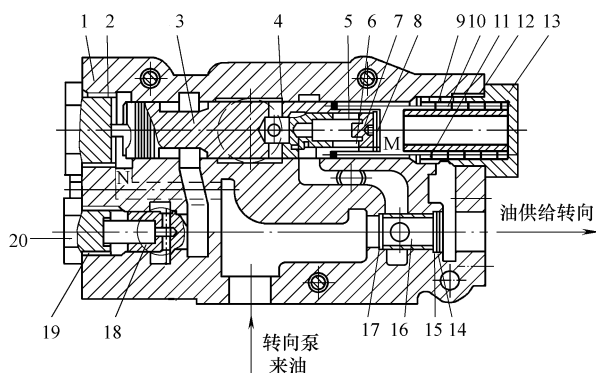


图2-27 供需阀总成

- 1—阀体 2—定位螺堵 3—滑阀杆 4、18—单向阀杆 5—单向阀弹簧
6、14—孔用挡圈 7、11、12、19—O形圈 8—弹簧座 9—弹簧
10—限位套 13—螺堵 15、17—节流孔垫 16—阀芯 20—螺塞

供需阀总成由阀体、滑阀杆、弹簧、单向阀杆及其弹簧、定位螺堵、内外节流孔垫、O形圈等零件组成。供需阀的工作原理如下:

1) 在发动机低速时,双联泵(转向泵和辅助泵)输出流量较小,液流通过两节流孔垫15和17及阻尼孔O的压力降反映在滑阀杆3的两端(M、N腔),产生的压力差还不足以克服弹簧9的作用力,所以滑阀杆3被弹簧推向左侧,双联泵的全部压力流都合流供给转向油路,以保证低速转向时油量充足,操纵轻便。

2) 当发动机转速增高时,两液压泵流量都相应增加,通过阻尼孔的压力降也随之增大。滑阀杆3两端的压力差增大,使

滑阀杆 3 克服弹簧 9 的预压力, 逐渐向右移动, 此时辅助泵的流量分两部分: 一部分流量继续供给转向系统, 补偿转向泵流量的不足, 这部分流量随发动机转速的增加而减少; 其余的流量经 E 腔打开单向阀 18 出 C 腔供给工作装置液压系统, 补偿工作泵流量的不足, 这部分流量随发动机转速的增加而增加。

3) 当发动机高速时, 由于滑阀杆两端压力差进一步增大而继续向右移动, 总移动量超过一定值后, 辅助泵通往转向系统的油路关闭, 使辅助泵和工作泵的压力油全部合流, 以保证工作装置的作业进度。

3. 全液压转向系统

液压动力转向系统中, 实现转向的动力来自转向液压缸。转向液压缸中活塞的位置变化既与转向盘的转角相对应, 同时又与车轮或车架的偏转角相对应。转向液压缸活塞的位置变化直接反映了液压缸中油量的变化, 因此转向液压缸一腔室中的油量变化 (流进或流出), 也与一定的转向盘转角和车轮或车架的偏转角相对应。例如转向盘转过 ΔQ , 油量相应变化 ΔV , 与之对应的车轮或车架的偏转角为 $\Delta\beta$ 。

在转向盘上直接装一个控制转阀, 在油流到转向液压缸之前的管路上装一个流量计。当转向盘转过 ΔQ 时, 分配阀被打开, 当流量达到 ΔV , 相应车轮或车架偏转 $\Delta\beta$ 时, 分配阀自动关闭, 这就是全液压转向系统的基本原理。实现这一基本原理的有效方案如图 2-28 所示。

全液压转向系统由转阀部分的阀芯 1、转阀套 2、转阀芯 6、回位弹簧 9 和计量马达部分的定子 5、转子 3、连接轴 7、销子 8 等零件组成。阀芯 1 即转向器的壳体, 其余零件都安装在它的内部或侧面。阀芯上有四个与外界管路相连的通孔。其中 A 孔与液压泵来油相连, B 接回油, 油口 C 和 D 分别与转向液压缸的两腔相连。计量马达安装在阀芯 1 的下端, 转阀套 2 放在阀芯 1 的内腔当中, 由计量马达的转子 3 通过连接轴 7、销子 8 带动着在阀芯内转动。转阀芯 6 放置在转阀套 2 的内腔当中, 由

转向盘带动着旋转。计量马达在整个系统中主要起反馈作用，既保证供给转向液压缸的油量与转向盘的转角大小成正比，同时也使转向轮与转向盘之间保持随动关系。

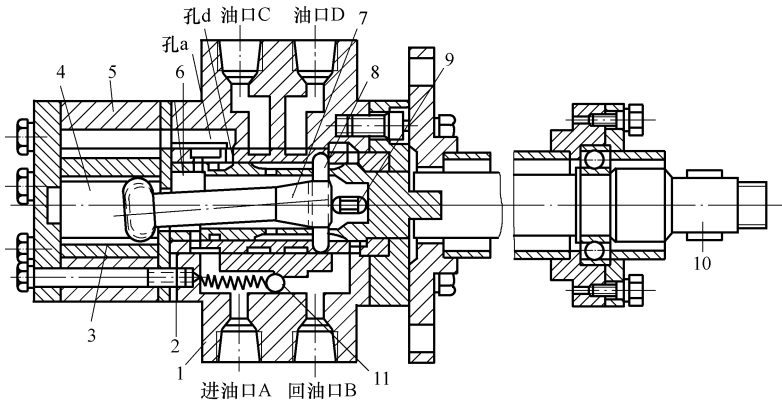


图 2-28 全液压转向装置图

- 1—阀芯 2—转阀套 3—计量马达转子 4—圆柱 5—计量马达定子
6—转阀芯 7—连接轴 8—销子 9—回位弹簧 10—转向轴 11—单向阀

图 2-29 所示为全液压转向系统的工作原理。直线行驶时，转阀套 2 与转阀芯 6 之间的回位弹簧 7 使两者处于相对的中间位置。

液压泵 11 从油箱 12 中将油输送到转阀套 2 的进油口 P，经转阀芯 6 中的通道由转阀出口 O 流回油箱。同时，计量马达 3 的进出口 M_A 、 M_B 均被阀芯封死，故马达停止不动，而转向液压缸 4 的两组腔室的进出口 A、B 也被阀芯封死，故转向液压缸也不进油，车辆沿原来方向行驶。

当转向时，现以向右转向为例，转向盘向右转动，并带动转阀芯 6 一起转动。这时，由于计量马达的油路尚未开通，计量马达的转子不转动，故转阀套 2 暂不转动。由于阀芯相对阀套转了一个角度，使口 M_A 、 M_B 错开，液压泵来油经 P 口进入阀芯，并经阀上的 M_A 口流向计量马达的 M_A 口，再从计量马达

的 M_B 口流回阀上的 M_B 口，然后再经阀上的 A 口流入转向液压缸上的 A 口。此时，转向液压缸 B 腔的油经转阀排回油箱。由于转向液压缸的活塞在压力油的推动下移动，则车辆便向右转向。随着车辆右转，计量马达的转子将带动阀套相应旋转，从而使因转向盘转动而造成的转阀开口消除，转阀又处于原来位置。这就保证了转向液压缸活塞的移动始终追随转向盘的转动，转向盘停止转动，液压缸活塞也停止移动。

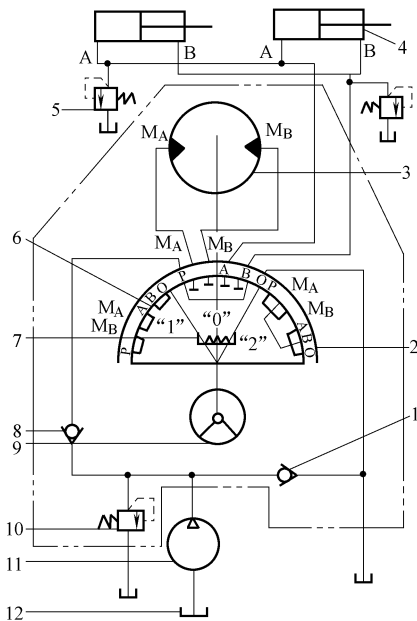


图 2-29 全液压转向系统工作原理

- 1、8—单向阀 2—转阀套 3—计量马达 4—转向液压缸 5—缓冲阀
6—转阀芯 7—回位弹簧 9—转向盘 10—溢流阀 11—液压泵 12—油箱

四、工作装置

1. 推土铲

轮胎式推土机工作装置与装载机工作装置一样为前置式，因其结构外形和连接方式变化较大，故轮胎式推土机的前车架

需重新设计。图 2-30 所示为轮胎式推土机推土铲。

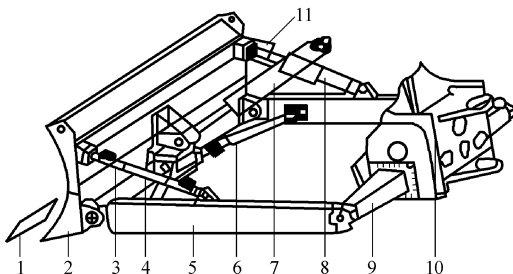


图 2-30 轮胎式推土机推土铲

- 1—耐磨铲刀 2—推铲总成 3—竖直支撑杆 4—调节杆 5—大臂
6—水平推铲总成 7—提升液压缸 8—倾斜液压缸 9—推铲连接
10—前车架 11—倾斜液压缸防尘保护罩

从图 2-30 可看出，轮胎式推土机工作装置由推铲总成、两个推铲连接支架、两个大臂、左右可调节的水平推杆总成、左右可调节的水平推杆总成、竖直支撑杆、提升液压缸和倾斜液压缸等零部件组成。其中推铲总成 2 通过大臂 5 和提升液压缸 7 与前车架铰接，通过左右水平推铲总成 6、竖直支撑杆 3、倾斜液压缸 8 与大臂 5 固定连接，从而将各零部件连接成一个有机整体，能实现推铲的升降和左右倾斜两种功能。

结构特点如下：

1) 推铲焊合件采用直铲封闭式结构设计，大大加强了推铲的整体强度和刚度，牢固可靠，经久耐用，最适合于原生土层的剥离作业工况。

2) 推铲总成与五块耐磨铲刀之间采用埋头螺栓紧固，便于铲刀磨损后的更换；同时铲刀选用抗低温冷脆的特种耐磨材料制造，适合于寒冷地带的岩石类作业环境，有效延长了推铲总成的使用寿命。

3) 左右大臂设计为箱形结构形式，重量轻，强度大，刚度好，能很好地满足作业要求。

4) 采用可调节的水平推杆总成和竖直支撑杆，以改变铲刀

的俯视角和倾斜角。保证铲刀维持一定的切削角度和一定的空间位置，使推铲在不同的土质和场地下均能正常作业。

5) 据图 2-30 可知，推铲总成与左右大臂之间采用“TT”形的拼装结构形式，使推铲的受力更均匀，有利于保护推铲；同时更易于实现铲刀的切土角度。

(1) 直倾铲 顶推架和其上的铲刀一起绕轴座转动，使铲刀提升或下降。如图 2-31a 所示，铲刀的切削角可通过调节斜撑杆的长度加以改变，土质较软时适当放长。铲刀还可在垂直平面内旋转一定角度，只要改变两个液压缸的长度，就能使左、右刀角一边升高一边降低，两刀角在垂直面的高度差最大可达 350 ~ 400mm。

(2) 角铲 如图 2-31b 所示，铲刀通过上、下支撑杆铰接在推土架上，顶推架又铰接在轴座上，轴座则固定在台车架上。提升液压缸的伸缩使顶推架绕轴座上下摆动，以提升铲刀或下降切土。铲刀可在水平面内左右各旋转 25°，使推土机侧向卸土；也可根据需要，在垂直平面内旋转一定角度。

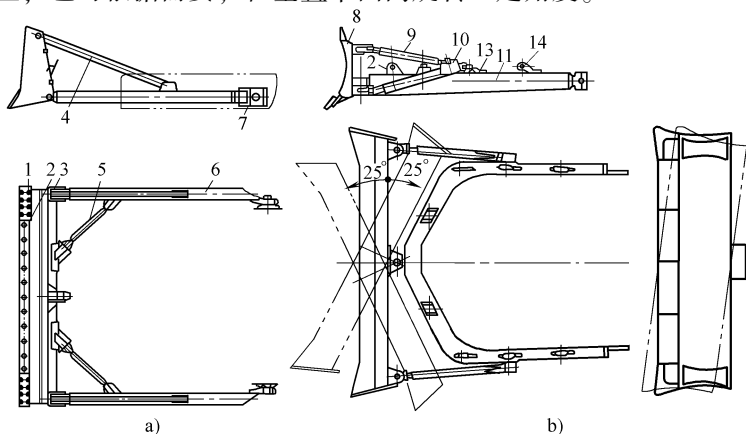


图 2-31 轮胎式推土机推土铲

a) 直倾铲式 b) 角铲式

1—刀角 2—中间刀片 3、8—铲刀 4—斜撑杆 5、9—上支撑杆 6—顶推杆
7—轴座 10—下支撑杆 11—顶推架 12、13、14—前、中、后铰销座

2. 松土器

松土器安装在推土机架后部，是松土的专用设备，一般有三个松土齿，由松土器液压缸的伸缩控制其上升或入土，齿尖入土的切削角保持在 $54^{\circ}30'$ 为最佳值。为提高松土能力，可根据土壤坚硬或含砾程度，选用三齿、两齿（拆去中间一齿）或单齿（拆去两边齿）进行松土。齿尖磨损后可翻转 180° 重新安装。

五、液压系统

液压系统由齿轮泵、油箱、手动换向组合阀、推土板升降液压缸和推土板倾斜液压缸等组成。推土板升降或倾斜时由液压泵供给压力油（系统工作压力为 16MPa ），当液压系统流量不足时，可通过转向系统设置的供需阀，由转向双联泵中的辅助液压泵向工作装置液压系统辅助供油，用以提高推土板的升降速度，加快作业进度。

手动换向组合阀为整体式双联滑阀，两个操纵阀之间采用串并联油路，滑阀内设有单向阀，可防止油液倒流。阀内设有溢流阀，用以保护系统元件不受损坏。在倾斜液压缸进排油道上装有超载补油阀，它由先导型溢流阀和单向阀组合而成。该阀可保证推土机在作业过程中使铲刀始终保持正确的工作位置，超载时具有过载保护和液压缸补油作用。

1. 工作装置液压系统

工作装置液压系统由油箱、工作液压泵、多路换向操纵阀、推铲提升液压缸、推铲倾斜液压缸等元件组成。推铲作业时，工作液压泵从油箱吸油，然后通过多路换向操纵阀改变油液流动方向，从而实现控制升降液压缸和倾斜液压缸的运动方向，以满足各种作业动作的要求。其工作液压系统原理，如图 2-32 所示。

当驾驶室内的提升操纵杆和倾斜操纵杆均位于中位时，多路操纵阀的升降滑阀、倾斜滑阀均处于封闭位置，来自工作液压泵的油经多路阀直接流回油箱，此时为不工作状态。

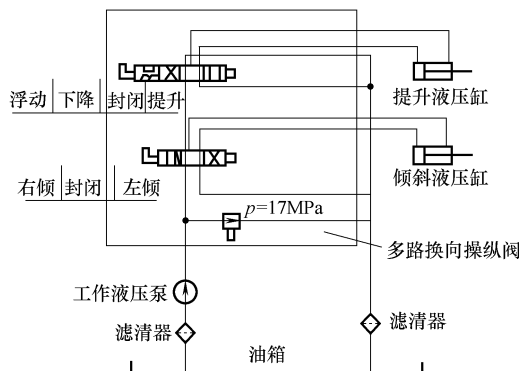


图 2-32 轮胎式推土机工作装置液压系统原理图

当提升操纵杆位于提升（下降）位置时，软轴控制升降滑阀向右（左）移动到工作位置，液压泵的油泵开单向阀，经多路阀进油口进入提升液压缸的小腔（大腔），从而推动活塞杆往复运动，实现推铲的提升或下降，最后液压油从提升液压缸的大腔（小腔）经多路阀回油口流回油箱。

当提升操纵杆位于浮动位置时，升降滑阀处于操纵阀最左端，此时进油腔与回油腔相通，从而提升液压缸的大小腔连通，并处于低压状态，液压缸受工作装置的重量和地面作用力处于自由浮动状况。同理，当操作倾斜操纵杆到左（右）倾位置时，倾斜滑阀往左（右）移动，液压油顶开单向阀，经多路阀进油口进入倾斜液压缸的大腔（小腔），推动活塞杆伸缩，从而实现推铲的左（右）倾，最后液压油从倾斜液压缸的小腔（大腔）经多路阀回油口流回油箱。

2. 小松 D155A 型推土机工作装置液压系统

图 2-33 所示为小松 D155A 型推土机工作装置液压系统，此系统由铲刀升降、倾斜回路、松土器升降及松土器拉销回路组成。液压动力元件 2 为液压泵，系统压力为 14MPa，向铲刀和松土器回路输送压力油。液压泵 25 向液压换向阀 11、21、5 以及选择阀 15 提供控制油液。同时还向松土器拉销回路提供压力

油, 所以液压泵 25 是控制系统动力源, 其压力为 $1.2 \sim 2\text{MPa}$ 。

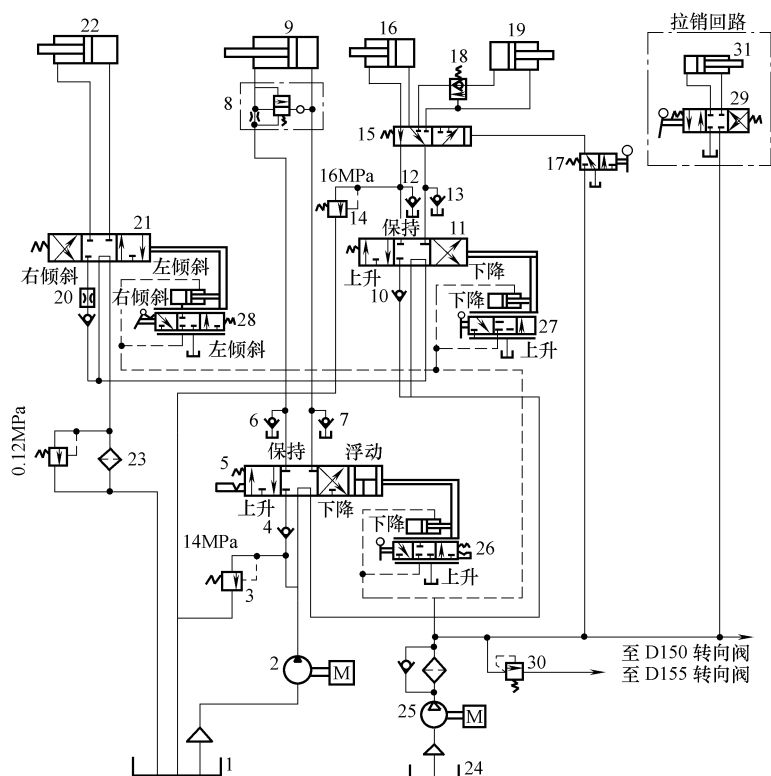


图 2-33 小松 D155A 型推土机工作装置液压系统

- 1—工作油箱 2—液压泵 3—主溢流阀 4、10—单向阀 5—铲刀换向阀
 6、7、12、13—补油阀 8—快速下降阀 9—铲刀升降液压缸 11—松土器换向阀
 14—过载阀 15—选择阀 16—松土器升降液压缸 17—先导阀 18—锁紧阀
 19—松土器倾斜液压缸 20—单向节流阀 21—铲刀倾斜液压缸换向阀
 22—铲刀倾斜液压缸 23—滤清器 24—转向油箱 25—变矩器、变速器液压泵
 26—铲刀液压缸先导伺服阀 27—松土器液压缸先导伺服阀 28—铲刀倾斜液压缸
 先导伺服阀 29—拉销换向阀 30—变矩器、变速器溢流阀 31—拉销液压缸

执行元件包括一对铲刀升降液压缸 9、一个铲刀倾斜液压缸 22、一对松土器升降液压缸 16 和一对松土器倾斜液压缸 19。由于液压缸活塞运行速度较高，为了避免惯性冲击及噪声，液压缸内部大多装有缓冲装置。

控制元件包括铲刀换向阀 5、铲刀倾斜液压缸换向阀 21、松土器换向阀 11 和选择阀 15。换向操纵阀均为滑阀式结构。这种结构的换向阀是推土机及其他工程机械中最普遍使用的，它能控制换向、卸荷以及节流调速和微动。由于阀 5 的作用，能使铲刀根据作业状况具有上升、中位、下降和浮动四个位置。浮动位置是使铲刀液压缸两腔与进油路、回油路均相通，铲刀自由支地，随地形高低而浮动。这对仿形推土机铲刀倒行平整地面作业是很重要的。

阀 5、11、21 为先导式操纵换向阀，由手动式先导阀 26、27、28 分别控制上述三个换向阀。与一般液动式换向阀不同，它们并不受压力油直接作用，而是通过连杆机构推动阀芯移动，连杆机构由伺服液压缸带动，伺服液压缸的动作是由先导阀操纵的。现在以先导阀 26 为例说明其工作过程。将手动式先导阀芯向左拉，右位处于工作位置，液压泵 25 的压力油分别进入伺服液压缸大腔（无杆腔）、小腔（有杆腔），由于面积差所以活塞外伸（右移），拉动换向阀 5 右移，在换向阀 5 右移时，连杆机构以活塞杆为支点，又带动先导阀 26 的阀体左移，从而使阀 26 回复中位，处于图示位置，主阀 5 就处于左位工作。因为伺服液压缸大腔关闭，小腔仍通压力油，向左推压活塞，所以活塞就固定在一个确定的位置上，主阀芯也就固定在相应的位置上。

松土器升降和倾斜两个液压缸并不能同时动作，两个液压缸用一个换向阀操纵，配置一个选择阀 15，可根据作业要求，分别调节升降和倾斜。选择阀 15 由手动先导阀 17 操纵，由液压泵 25 供给控制压力油。主溢流阀 3 用于限制液压泵 2 的出口最大压力，当油压超过 14MPa 时，主溢流阀开启卸荷，保护系统

安全。

过载阀 14 是当松土器固定于某个位置作业，在受到突然的载荷，造成液压缸一腔的油压瞬步骤增时，为使液压缸闭锁失效而设置的。这是由于过载造成的，故称过载阀。它安装的原则是靠近执行元件，载荷变化能迅速反映到该阀上。过载阀的调定压力一般大于系统溢流阀调定压力的 15% ~ 25%。此处过载阀 14 的调定压力为 16MPa。

当铲刀或松土器下降时，在其自重作用下，下降速度加快，可能引起供油不足形成液压缸进油腔局部真空，发生气蚀现象。此时，由于进油腔压力下降，在压力差作用下，单向补油阀 6、7、12、13 打开，从油箱补油至液压缸进油腔，以避免真空并使液压缸动作平稳。

单向节流阀 20 装置在铲刀倾斜液压缸换向阀 21 的进油管路上，能自动调节液压缸进油油量，保持稳定的倾斜速度和液压缸内恒定的压力。锁紧阀 18 安装于松土器倾斜液压缸 19 的大腔管路上。松土器作业时，液压缸大小腔闭锁，特别是大腔承受较大的载荷，该腔闭锁压力相应也很大，完全靠换向阀中位闭锁不可靠，用单向阀闭锁既简单又可靠。

当配备单齿松土器时，松土齿杆高度的调整也可通过液压操纵实现，它是通过齿杆和齿架固定销上装设的拉销液压缸 31 来实现的。

第三章 推土机械使用与维护

第一节 推土机驾驶

一、操纵装置、仪表及开关的识别与运用

1. TY220 型推土机

TY220 型推土机各种操纵杆、仪表和开关的识别与使用如图 3-1、图 3-2、图 3-3 和表 3-1 所示。

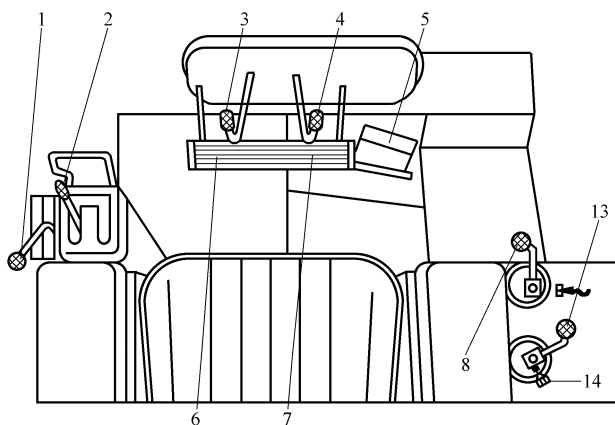


图 3-1 操纵杆安装位置（一）

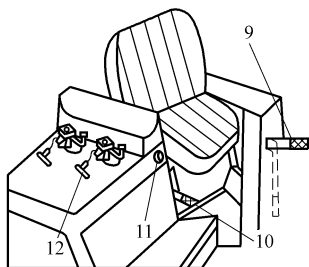


图 3-2 操纵杆安装位置（二）

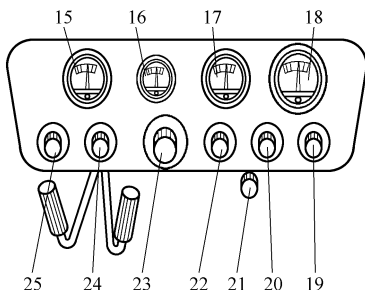


图 3-3 仪表盘

表 3-1 操纵杆、仪表和开关的名称、功用、使用方法

图中 编号	名 称	功 用	使用方法
1	节气门（油门）操纵杆	控制发动机转速	前推——节气门减小，后拉——节气门加大
2	变速杆	控制推土机行驶速度、转向	F1、F2、F3——前进Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ挡，R1、R2、R3——后退Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ挡，N——空挡
3、4	左、右转向操纵杆	控制左、右转向离合器及左、右制动器（两者为联动机构）	后拉——向左（右）大转弯，拉到底——向左（右）小转弯
5	减速踏板	行车速度突然加快时，踩下踏板降低发动机转速，保证安全工作	第1行程——800~850r/min，第2行程——怠速
6、7	左、右制动踏板	控制左、右制动器	踏下——制动（即应先拉转向操纵杆，再制动）
8	铲刀操纵杆	操作铲刀各动作	里拉——上升，中间——固定，外推——下降，推到底——浮动，左拉——左倾，右推——右倾
9	变速杆闭锁手柄	停车后闭锁，保证安全	停车前将变速杆推至N（空挡）位置，然后闭锁
10	制动器闭锁手柄	停放时闭锁制动踏板	踩下制动踏板，再进行所需操作（在发动机运转状态下进行）
11	喇叭按钮	警示	按下——喇叭发声
12	铲刀操纵闭锁手柄	作业后闭锁，保证安全	操纵后——锁紧，操纵前——释放
13	松土器操纵杆	操纵松土器各动作	前推——上升，后推——下降

(续)

图中 编号	名 称	功 用	使用方法
14	松土器闭锁 手柄	作业后闭锁, 保证安全	
15	发动机油压表	指示发动机润滑油压力	绿区——正常, 红区—— 故障或应预温
16	发动机水温表	指示发动机水温情况	工作时: 绿区——正常, 红区——应降温或故障
17	变矩器油温表	指示变矩器油温情况	工作时: 绿区——正常, 红区——应降温或故障
18	电流表	指示蓄电池充放电情况	工作时: 绿区——充电, 红区——放电
19	顶灯开关	控制顶灯电路	
20	乙醚起动手柄	寒冷时起动发动机用	前后拉动, 乙醚即喷入到 发动机进气管内
21	风扇开关	控制风扇电路	
22	仪表灯、照明 灯开关	供夜间行驶和作业时仪 表照明	外拉: I 挡——仪表灯亮, II 挡——仪表灯、前后照明 灯均亮
23	起动钥匙	控制起动电路接通或 断开	断开 (OFF) ——切断, 接通 (ON) ——接通, 起动 (START) ——起动, 预热 (HEAT) ——预热
24	灰尘指示器	指示空气滤清器过滤 情况	灯亮——堵塞 (应立即清 理空气滤清器)
25	暖风开关	控制暖风机电路	

2. TL180 型推土机

TL180 型推土机各种操纵杆、仪表和开关的识别与使用如图 3-4 和表 3-2 所示。

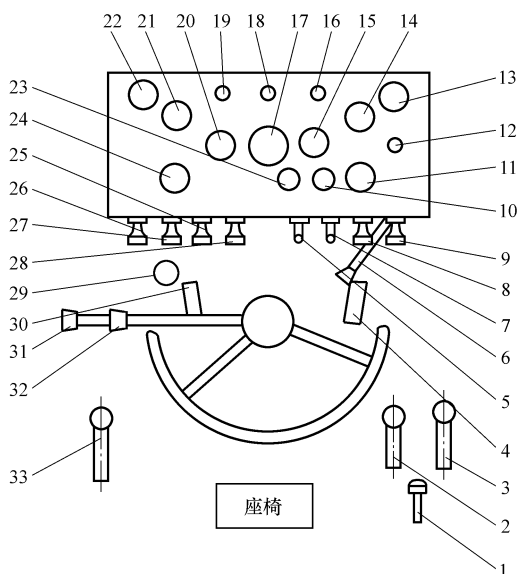


图 3-4 操纵杆、仪表和开关的安装位置

表 3-2 操纵杆、仪表和开关名称、功用和使用方法

图中编号	名 称	功 用	使用方法
1	后桥操纵杆	用于在公路行驶时，将后桥传动脱开，可减少功率损失，提高车速	下压——接合，上提——脱开
2	铲刀操纵杆	控制铲刀的动作	后拉——上升，中间——固定，前推——下降，推到底——浮动
3	铲刀倾斜操纵杆	控制铲刀倾斜动作	前推——左倾，后拉——右倾，中间——固定
4	加速踏板	控制发动机转速	踏下——增大，松开——减小

(续)

图中编号	名 称	功 用	使用方法
5	顶灯仪表灯开关	控制顶灯和仪表灯开闭	
6	高低挡操纵杆	和变速杆配合, 改变行驶速度	提起——低挡, 压下——高挡
7	转向灯开关	控制转向灯电路, 以指示机械的转弯方向	左扳——左灯亮, 中间——都不亮, 右扳——右灯亮
8	气喇叭开关	控制气喇叭发出警告信号	
9	电风扇开关	控制电风扇的电路	
10	起动按钮	控制起动机起动电路	按下——电路接通, 松开——电路切断
11	变矩器油温表	指示变矩器出口油液温度	正常温度为 40 ~ 120℃
12	低压指示灯	警报后桥和辅助制动的最低气压	灯亮时, 表示气压过低
13、22	仪表灯	用于夜间照明仪表, 以便观察	
14	小时计	记录发动机工作小时累计数	
15	变速油压表	指示变速油压值	正常压力为 1.17 ~ 1.57MPa
16	右转向指示灯	指示右转向灯电路连接是否良好	
17	气压表	指示制动系统贮气筒的气压值	正常压力为 0.59 ~ 0.78MPa
18	制动指示灯	指示制动灯的电路是否正常	
19	左转向指示灯	指示左转向灯电路连接是否良好	

(续)

图中编号	名 称	功 用	使用方法
20	机油压力表	指示发动机润滑油压力值	正常值为 0.19 ~ 0.39MPa
21	水温表	指示冷却水的温度	正常温度为 55 ~ 90℃
23	起动钥匙	控制起动电路	顺转 45°——接通， 逆转——断开
24	电流表	指示蓄电池充、放电流的大小	指向 (+) ——充电， 指向 (-) ——放电
25	前灯开关	控制前大、小灯电路	外拉：Ⅰ挡——小灯亮，Ⅱ挡——大灯亮， 推到底——断电
26	电源总开关	控制全机电源的通断	
27	仪表灯、工作灯、后大灯开关	控制仪表灯、工作灯、后大灯电路	外拉：Ⅰ挡——仪表灯亮，Ⅱ挡——工作灯亮， Ⅲ挡——后大灯亮，向里推到底——断电
28	刮水器开关	控制刮水器电路	外拉——工作，里推——不工作
29	变光灯开关	控制前大灯的远光、近光变换	
30	制动踏板	用于降低推土机行驶速度和停车	踏下——制动，松开——解除制动
31	变速杆	控制推土机的行驶速度	前推——Ⅱ、Ⅳ挡， 后拉——Ⅰ、Ⅲ挡，中间——空挡
32	进退杆	控制推土机的行驶方向	前推——前进，后拉——倒退，中间——空挡
33	拖锁阀操纵杆	控制锁紧离合器的接合或分离	后拉——拖起动，前推——变矩器锁死

二、驾驶与安全

(一) TY220 推土机

1. 发动机的起动与停止

(1) 起动前的检查 起动前的检查内容如下:

1) 应进行日常检查 (检查项目参照每班保养)。

2) 制动踏板是否已经锁紧。

3) 变速杆是否在“空挡”N 位置或锁紧位置。

4) 铲刀降到地面后, 其操作杆是否锁紧。

5) 节气门操纵杆推到最小位置。

6) 如果手动燃油截止阀 (如有的话) 是关闭的, 应打开燃油截止阀。

(2) 起动

1) 电动机起动:

①将起动钥匙旋转到“起动”START (位置), 起动发动机 (起动时, 电动机带动发动机运转中, 观察发动机油压表指针是否摆动, 能否建立起润滑油压)。

②起动后, 钥匙应退至“接通”(ON) 位置 (自动退回); 钥匙停在“起动”(START) 位置的连续时间, 不要超过 10s; 起动失败后, 再次起动约需间隔 2min。

2) 特殊起动法:

①电磁阀发生故障时的起动。旋入关闭阀顶丝, 打开关闭阀后起动。用此种方法起动后, 若使发动机停止, 需将顶丝旋回, 关上关闭阀。

②关闭起动钥匙后的重新起动。运转中, 误把起动钥匙关闭时, 待发动机完全停止后, 重新打开起动钥匙, 才能再起动。

3) 用乙醚冷起动:

①起动要领: 起动前先将乙醚液注入乙醚罐内; 将节气门 (油门) 调到怠速位置; 在开始起动前, 先拉动乙醚喷射泵手柄等待 2~3s; 把起动钥匙旋转到“起动”(START) 位置, 当曲轴旋转同时推拉乙醚喷射泵手柄使发动机起动, 直至发动机进

入稳定运转为止；没能起动时，应隔 2min 后再重复进行上述操作；起动后立刻把钥匙旋回到“接通”（ON）的位置；起动后，当发动机转速变慢快要停止时，应进行乙醚喷雾。但是，操作时发动机的转速不要超过 1000r/min。

对发动机喷入过量的乙醚，会引起异常爆燃，所以需避免乙醚使用过多。

②使用乙醚罐时的注意事项：绝对禁止靠近烟火，避免日晒；使用后不得投入火种，也不得开孔等；人体不得接触或吸入乙醚气。夏季不使用乙醚时，乙醚罐内不得存有乙醚。

（3）起动后的检查 发动机起动后，不要立即进行操作，应遵守以下事项：

1) 使发动机低速空载运转，检查发动机油压表是否指到绿色的范围之内。

2) 向后拉节气门操纵杆，使发动机进行约 5min 的无负载中速运转。

3) 待水温表指到绿色的范围内，进行负载运转。

4) 预热运转后，检查各仪表、指示灯是否正常。

5) 检查排气颜色是否正常，是否有异常声音和异常振动。

6) 检查是否有漏柴油、润滑油、水的现象。

步骤 1) ~ 3) 的运转叫预温运转。另外，起动后发动机油压表超过了绿色的范围时，应待其下降到绿色的范围内，再继续进行预温运转。在预温过程中，应避免急剧地加速发动机。当空载 20min 以上后，发动机应加上负荷，否则会使发动机在低温下运转，燃烧不良，导致运动件磨损加剧，还可能产生涡轮增压器内积油，造成涡轮底部漏油。

（4）熄火 在发动机进行 5min 左右低速空载运转后，再把起动钥匙旋回“断开”（OFF）位置，发动机即熄火。

每班工作结束时，需关闭手动燃油截流阀（如有的话）或油箱底部的燃油阀。

2. 驾驶

(1) 基础驾驶

1) 起步:

①起动发动机后, 向后拉节气门操纵杆, 提高发动机的转速。

②松开铲刀操纵杆的锁紧手柄, 把铲刀升至距地面 40 ~ 50cm 左右的高度。

③松开松土器操纵杆的锁紧手柄, 把松土器提升到最高位置。

④踏下左右制动踏板的中间部位, 把制动器闭锁手柄推到释放位置, 然后放开制动踏板。

⑤把变速杆闭锁手柄推到释放位置。

⑥把变速杆推入所需的挡位, 使推土机起步。

注意: 起步时, 要踏下减速踏板, 调整发动机的转速, 以便缓和冲击。在陡坡上坡起步时, 应使发动机全速运转, 使制动踏板保持在踏下不动的状态, 把变速杆推入 I 挡, 慢慢地松开制动踏板, 使推土机缓缓起步。变速杆在没有脱开挡位时, 这时由于安全阀的作用, 即使起动发动机, 推土机也不会起步; 在这种情况下, 应先把变速杆推入“空挡”(N), 然后再进入所需的挡位, 推土机才能起步。

2) 变速。把变速杆移向所需挡位, 进行变速 (由于能够在行走中变速, 所以变速时, 没有必要停车)。

3) 换向。进行前进、后退换向时, 应踏下减速踏板, 待减速后再进行换挡, 以免产生冲击而损坏机械。

4) 转弯。在行走中把需要转弯侧的转向操纵杆向后拉至行程的 1/2 时, 转向离合器就分离, 推土机缓缓地转弯。若把转向操纵杆拉到底, 并使同侧的制动器制动, 则推土机原地转弯。

在靠推土机自重下滑下坡或牵引铲运机下坡转弯时, 应特别注意, 转向操纵杆拉到一半时, 机身可能往相反方向转向, 此时, 转弯应后拉相反侧的转向操纵杆。因容易产生横向滑动, 所以应尽可能避免在坡道上转弯。在软质地或粘土地应特别注意禁止转向, 更不要原地高速转弯。

5) 停车:

①往前推动节气门操纵杆,使发动机转速降低。

②把变速杆推到“空挡”(N)位置。

③从中间同时踩下左右制动踏板,使制动器制动之后,用制动器锁紧手柄锁紧。

④把变速杆用闭锁手柄锁紧。

⑤把铲刀、松土器水平地放在地面上。

⑥把推土铲、松土器操纵杆用闭锁手柄锁紧。

⑦熄火发动机,按发动机操作规定进行。

(2) 在复杂地形上的驾驶

1) 推土机越过障碍物。推土机在越过高土堆等障碍物时,应先低速驶上,待驶到顶上其重心已越过障碍物顶点时,减小节气门,同时稍微分离主离合器或两边的转向离合器,让机械在极低速或失去动力的情况下,以本身重力从顶上慢慢滑下。当横坡 $\geq 25^\circ$ 时,不可斜向越过障碍物。在越过铁路、壕沟时均需垂直对准,慢驶过去,切防熄火。

2) 在多岩石地方行驶。先将履带稍调紧一些,以减轻履带板的磨伤。避免急转弯与频繁转向,以免履带脱轨和急剧磨损。

3) 上下坡行驶。上下坡行驶尽量避免中途停车和变速。如需要停车,应在分开主离合器的同时迅速踩下制动踏板。如要长时间停车,应将制动踏板锁死在制动位置,最好再在履带下塞进石块。如在坡度较大时下坡转向,应注意操纵相反一侧的转向离合器,并不得使用制动器。

4) 在泥泞地形或水中行驶。推土机涉水时,水深应不超过负重轮顶面。在泥泞地形和水中驶过后,要将各处泥水冲净,检查各齿轮箱有无漏油或油面过高现象。若油面过高,证明可能已进水,可将油放出检查,并需更换后才能继续使用。

5) 在狭窄、危险地段行驶。在山区作业时,经常在山梁、山顶、崖边和密林等地形上行驶,环境复杂、情况多变,除要正确地操纵外,还要注意:

①推土机各部技术状况应保持良好的。

②沿崖边行驶，应尽量靠里，同时要注意是否有坍塌及石块滚落的现象发生。

③在山梁狭窄路段行驶，应避免急转向并禁止原地回转。遇到不能通过的地方不要强行通过；必要时下车查明路线情况，先推平而后通过。

(3) 上、下平板车的驾驶

1) 上、下平板车时，驾驶员必须按指挥信号准确地驾驶推土机。在夜间，指挥人员必须用发光信号指挥，并确实看清履带和平板车的边缘后，才许指挥推土机运动。当指挥信号不清时，驾驶员可自行停车。根据推土机与平板车的宽度，计算出每边履带超出平板车边缘的尺寸。指挥人员应站在平板车一侧的适当位置进行指挥。指挥时只需观察一侧履带即可，不要两边来回观察。

2) 上、下平板车驾驶时，均应用 I 挡或低速倒挡，并保持发动机较低的稳定转速；起步、停车、转向必须平稳；推土机在跳板上时应避免转向；驶上平板车时，必须使推土机的中心线恰好与平板车中心线相重合，并且停放在所标定的位置上。

3) 推土机驶上平板车的驾驶。推土机在上跳板时，应先低速驶上，待驶到跳板顶上，其重心已越过跳板与平板车转角点时，应减小节气门，同时稍微分离主离合器或两边的转向离合器，让机械在极低速或失去动力的情况下，以本身重力从跳板顶上慢慢落在平板车上，然后低速驶到所标定的位置上。若推土机的中心线与平板车中心线不重合，应在平板车上修整方向，但每次只能稍微转向。

4) 推土机驶下平板车的驾驶。从平板车驶下时，指挥方法和驾驶与驶上平板车的方法相同。

5) 夜间上、下平板车用发光信号指挥时，不能来回摆动。为了能看到履带和平板车的边缘，可在适当的位置上挂一盏工作灯。

6) 推土机停放在平板车上时，应按规定固定好，挂上 I 挡

或倒挡，固定制动踏板。推土机在平板车上的固定方法如下：

①推土机平稳停放在平板车上后，按标示位置将前边两块固定方木或三角木放好。

②指挥推土机前进，待履带或第一负重轮驶上固定方木（第一负重轮轴与固定方木内边缘垂直）时，立即指挥推土机停车，并制动住推土机。

③把后端的两块固定方木或三角木放置在履带最后的履带板下方。

④指挥推土机平稳倒车（可稍松制动器使推土机慢慢后滑），使固定方木或三角木卡紧前后履带或负重轮（不使前后负重轮起来）。

⑤挂上 I 挡或倒挡，固定制动器踏板。

⑥每块固定方木用两个两爪钉成“八”字形与平板车固定好。必要时，应用铁丝分别穿过主动轮或引导轮连同履带与平板车捆绑在一起，并用绞棒绞紧。

（二）TL180 推土机

1. 发动机的起动与停止

（1）起动前的检查 发动机起动前需检查以下内容：

1) 发动机的燃油、润滑油（含高压油泵）和冷却水（不得低于上水室）是否在规定范围内。

2) 蓄电池电解液液面高度是否符合规定（液面应高出极板 10~15mm，过少可加蒸馏水），桩柱与导线是否固定牢靠，加液盖上的通气孔是否畅通。

3) 油管、水管、气管、导线及连接件是否连接牢靠。

4) 风扇传动带松紧度是否合适（用拇指以 30~50N 的力下压传动带，以下沉 10~20mm 为合适）。不当时，通过移动张紧轮来调整。

5) 检查轮胎气压和车轮固定情况。

6) 检查工作液压油、制动油是否足够。

7) 检查各部件的连接固定情况，重点是气缸盖、排气管、

轮钢螺栓和传动轴螺栓等部件。

8) 各操纵杆是否扳动灵活, 连接可靠, 变速杆和进退杆在空挡位置。

(2) 起动

1) 电起动:

① 打开燃油箱上的供油开关, 必要时用手动油泵排除燃油系统内的空气。

② 踏下加速踏板 (踏下全行程的 $1/2$)。

③ 接通电源总开关, 顺时针转动起动钥匙 45° , 鸣喇叭, 按下起动按钮; 发动机起动后, 立即松开按钮; 每次按下时间不得超过 10s, 第一次不能起动需停歇 30s, 再进行第二次起动; 如连续三次不能起动, 应查找原因, 待排除后再行起动。

④ 发动机起动后, 应在中速 ($500 \sim 700\text{r/min}$) 下预热运转, 待水温达到 55°C 、润滑油温度达到 45°C 、制动气压 $\geq 0.44\text{MPa}$ 后, 才能负荷运转。

2) 拖起动: 当电起动系统发生故障或由于其他原因, 发动机不易起动时, 可应用拖起动。拖起动时, 除做好起动前的各种准备外, 其操纵程序如下:

① 挂好钢绳 (钢绳长度一般不应小于 5m)。

② 接合低挡 (贮气筒内应有 0.44MPa 的压缩空气)。

③ 将拖锁阀操纵杆置于拖起动位置。

④ 将进退杆向前推, 变速杆挂 II 挡。

⑤ 牵引车徐徐起步, 即可带动发动机转动。发动机一经起动, 应立即将拖锁阀操纵杆置于空挡位置, 再将变速杆置于空挡, 并向牵引车发出停车信号。

注意: 由于变速辅助泵只有在机械前进时才工作, 所以推土机只有在向前被牵引时才能有效地起动。倒车牵引时不能被拖起动。

(3) 工作中的检查

1) 检查各仪表是否正常。

2) 检查各照明设备的指示灯、喇叭、刮水器、制动灯和转

向灯等是否完好。

3) 发动机在高速和低速运转的情况下, 是否有异常响声。

4) 检查转向及各操纵杆工作是否正常。

5) 检查脚制动、手制动是否工作可靠。

6) 检查工作装置及其操纵系统是否连接可靠、操纵灵敏。

7) 检查有无“四漏”(漏水、漏油、漏气、漏电)现象。

(4) 熄火 发动机熄火前, 应松开节气门使发动机在 $700 \sim 1000 \text{ r/min}$ 的转速下运转几分钟, 再拉起熄火拉钮使发动机熄火, 以使各部分均匀冷却; 熄火后应关闭电源总开关, 取出起动钥匙。

2. 驾驶

(1) 基础驾驶

1) 起步:

①将铲刀升至运输位置(离地面 400 mm 左右)。

②观察机械周围情况, 鸣喇叭。

③解除手制动。

④根据道路及拖载情况, 选择合适挡位起步。一般运输时, Ⅲ、Ⅳ挡起步, 其挂挡过程如下: 先将高低挡杆拉向后方, 进退杆推向前方, 变速杆向前推即是Ⅳ挡起步前进, 变速杆向后拉即是Ⅲ挡起步前进; 高低挡是否挂上, 手上有一定的感觉, 而进退杆和变速杆挂上与否可由仪表盘上的变速压力表看出, 即推(拉)这两个杆时, 该表指针有瞬间摆动。

⑤平稳地踏下加速踏板, 机械即可起步。

注意: 挂挡起步时, 发动机应怠速运行, 否则易造成变速器内机件损坏; 起步后, 方可踩加速踏板。

2) 换挡:

①根据道路及拖载情况选择适合的速度行驶。由低挡变高档时, 先踏下加速踏板, 使车速提高, 再放松加速踏板, 同时将变速杆置于高档位置; 由高档变低挡时, 先放松加速踏板, 降低车速, 如车速仍高时, 可利用脚制动使车速降低, 再将变

速杆从高挡置于低挡位置。

②在进行高低挡互换或进退挡互换时，必须停车进行，否则易造成变速器的机件损坏。

③实施脚制动时，变速器可自行脱挡，所以制动前不必将变速杆置于空挡。

④当Ⅲ挡速度为 16km/h、Ⅳ挡速度为 35km/h 时，可将锁阀操纵杆向前推，使锁紧离合器接合，以提高传动效率和行驶速度。

3) 转向：

①一手握转向盘，另一手打开左（右）转向灯开关。

②两手握转向盘，根据行车需要，按照转向盘的操纵方法修正行驶方向。

③关闭转向灯开关。

注意：转向前，视道路情况降低行驶速度，必要时换入低速挡。在直线行驶修正行驶方向时，要稍打稍回，及时打及时回，切忌猛打猛回，造成推土机“画龙”行驶。转弯时，要根据道路弯度，大把转动转向盘，使前轮按弯道行驶。当前轮接近新方向时，即开始回轮，回轮的速度要适合弯道需要。转向灯开关使用要正确，防止只开不关。

4) 制动。制动方法可分为预见性制动和紧急制动。在行驶中操作手应正确选用，保障行驶安全。

①预见性制动。推土机在行驶中，操作手对已发现的地形、行人和车辆等交通情况的变化，或预计到可能出现的复杂局面，有目的地采取减速或停车措施，称为预见性制动。预见性制动不但能保证行驶安全，而且还可以避免机件、轮胎的损伤。因此，这是一种最好的和应经常采用的制动方法。预见性制动操作方法有减速制动和停车制动两种。

减速制动是在变速杆处于工作位置时，主要通过降低发动机转速限制推土机的行驶速度，一般用在停车前、换低挡前、下坡和通过凸凹不平地段时使用。其方法是：发现情况后，先放松加速踏板，利用发动机低速牵制行驶速度，使推土机减速，

并视情况持续或间断地轻踏制动踏板使推土机进一步降低速度。

停车制动用于停车时的制动。其方法是：放松加速踏板，当推土机行驶速度降到一定程度时，即轻踏制动踏板，使推土机平稳地停车。

②紧急制动。推土机在行驶中遇到紧急情况时，操作手应迅速使用制动器，在最短的距离内将推土机停住，达到避免发生事故的目的，称为紧急制动。紧急制动对推土机的机件和轮胎都会造成较大的损伤，并且往往由于左右车轮制动力矩不一致，或左右车轮与路面的附着力有差异，会造成推土机“跑偏”、“侧滑”，失去方向控制。因此，紧急制动只有在不得已的情况下才可使用。其操作方法是：握稳转向盘，迅速放松加速踏板，用力踏下制动踏板，同时使用手制动，充分发挥制动器的最大制动能力，使推土机立即停驶。

推土机使用强烈的紧急制动时，车轮若“抱死”，则会出现后轮侧滑，引起推土机剧烈回转振动，严重时可使推土机调头，特别是在附着力较差的路面上（如冰雪、泥泞路面等），更为常见和明显。为了预防和减轻后轮侧滑可采用间隔制动。

间隔制动可使车轮尽可能不“抱死”或少“抱死”。具体操作方法是：右脚用最大的力踏下制动踏板，力求在短时间内制动“抱死”车轮。开始“抱死”的瞬间，再立即减弱作用在制动踏板上的力（不完全放松），以防止车轮“抱死”和车轮侧滑；然后，用力踏制动踏板，力求短时间内“抱死”车轮，再减弱作用在制动踏板上的力。如此反复操作，可使推土机获得较好的制动效果，能有效减少侧滑。当出现侧滑时，应立即停止制动。把转向盘朝后轮侧滑方向转动使推土机位置调正后，再平稳地实施制动。

5) 停车：

①放松加速踏板，使推土机减速。

②根据停车距离踏制动踏板，使推土机停在指定地点。

③将变速杆置于空挡位置。

④将手制动开关扳到制动位置。

⑤将铲刀降于地面。

6) 倒车。倒车需在推土机完全停驶后进行,其起步、转向和制动的操作方法与前进时相同。

倒车时要及时观察车后周围地形、车辆、行人的情况(必要时下车察看),发出倒车信号(鸣喇叭)以警告行人;然后挂倒挡,按照倒车姿势,用前进起步的方法进行后倒。倒车时,车速不要过快,要稳住加速踏板,不可忽快忽慢,防止熄火或倒车过猛造成事故。倒车姿势有下列三种:

①从后窗注视倒车。左手握转向盘上缘控制方向,上身向后侧转,下身微斜,右臂依托在靠背上端,头转向后窗,两眼注视后方目标。后窗注视倒车可选择车库门、场地和停车位置附近的建筑物或树木为目标,看车尾中央或两角,进行后倒。

②从侧方注视倒车。右手握转向盘上缘,左手打开车门后扶在门框上,上体向左倾斜伸出驾驶室转头向后,两眼注视后方目标。侧方注视倒车时可选择车尾一角或后轮,对准场地或机库的边缘,进行倒车。

③注视后视镜倒车。这是一种间接看目标的方法,即从后视镜内观察车尾与目标的距离来确定转向盘转动的多少。此种方法一般在后视、侧视观察不便时采用。

倒车转弯时,欲使车尾向左转弯,转向盘亦向左转动;反之,向右转动。弯急多转快转,弯缓少转慢转。要掌握“慢行驶、快转向”的操纵要领。由于倒车转弯时,外侧前轮的轮迹弯曲度大于内后轮,因此,在照顾方向的前提下,还要特别注意前外车轮以及工作装置是否碰刮到其他障碍物。

7) 牵引行驶:

①把拖平车牢靠地连接在推土机尾部牵引销处。

②接通气路、电路,检查充气、制动和电路是否正常。

③将工作装置置于运输位置。

④运行在良好路面时,可用两轮驱动;运行在复杂路面时

则用四轮驱动。

⑤机械起步和停止时，动作要缓慢；下坡前要注意检查制动系统是否良好；在坡道较长或坡度较大时，拖平车必须有制动设备，并与主机相匹配。

(2) 式样驾驶 推土机式样驾驶是把起步、换挡、转向、制动、停车、倒车等单项操作，在规定的场地内，按规定的标准和要求进行综合练习，以培养锻炼操作手的目测判断能力，全面提高操作技术水平。

1) 定点停车：

①场地设置。定点停车的场地设置如图 3-5 所示。

②操作要领。在推土机铲刀距车库前 20m 线约 10m 时，应向右适当转动转向盘，使推土机正直靠右行驶。当推土机进入 20m 线内时，应立即抬起加速踏板，并用制动踏板适当减速，同时观察判断右轮与右边线的距离，使右轮在距右边线约 0.2m 的间隔处前进。当铲刀进入车库后，可采用“先轻后重”或“间歇制动”的方法使推土机一次平稳停于规定地点。

③操作要求：推土机以 20km/h 以上的速度接近场地，20m 以外不得采取制动措施。一次平稳停于车库内，铲刀不出线，车轮不压右线，车身不出左线，前端距前线不得大于 0.5m。进车库后速度要平稳，停车时不得采取紧急制动。出车库时，起步后到出车库前的全部过程不得熄火。

2) “8”字形驾驶：

①场地设置。“8”字形场地设置如图 3-6 所示。外径 $R = 2$ 倍车长，内径 $r = 2$ 倍车长 - (车宽 + 1.3m)。

②操作要领。行驶速度要

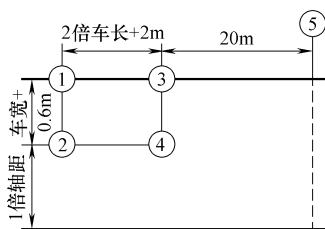


图 3-5 定点停车场地设置

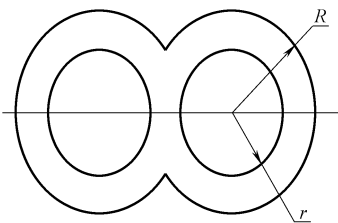


图 3-6 “8”字形场地设置

慢，先低速挡，后中速挡。运用加速踏板控制行驶速度。踏动加速踏板要平稳，使推土机行驶不“窜动”。转向盘按大转弯要领操作，即要使前外轮尽量靠近外圈，随外圈变换方向。防止前外轮和内后轮压线或越线。推土机行至交点的中心线时，应迅速反向转动转向盘。转向盘使用要柔和、适当，修正方向要及时、少量，使车轮保持弧形前进。

③操作要求。不得从两环交会处进入，前、后轮不准越出线外。行驶至交会处时做一次加挡（或减挡）动作。操纵转向盘时，应用两手交替，大把打回，不准反握转向盘轮缘操作。

3) 折线形驾驶：

①场地设置。折线形场地设置如图 3-7 所示。A、B、C、D 为主桩，在一条线上，桩杆间隔均为 2 倍机长，在主桩左或右平行设置 E、F 和 G、H 四根副桩，每对主副桩构成一道桩门，四道桩门宽度均为机宽 + 0.8m。

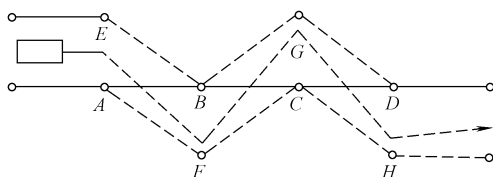


图 3-7 折线形场地设置

②操纵要领。通过折线形场地前，要调整车身，保持适当的速度靠外侧桩杆行驶；当前轮对正桩 A 时，迅速向右转动转向盘；当铲刀对正桩 F 时，及时向左转动转向盘，使铲刀向桩 G 方向行驶。如此反复操作，可顺利通过折线形路段。

③操作要求和注意事项。推土机用 II 挡行驶，并保持 10km/h 以上的速度通过。转向盘转动要及时准确，做到不碰杆、不压线、不停车。初学者车速要慢一些，待掌握要领后再适当提高车速。行驶中要靠路的外侧，并根据路宽和车的位置，确定转向时机和速度。

4) 侧向移位:

①场地设置。侧向移位场地设置如图 3-8 所示。设六根桩, 桩 *B* 为主桩, 其余为副桩。库长为 2 倍车长。甲、乙库宽均为车宽 + 0.6m。起(终)点线距车库底线为 1m。

②操作要领。

a. 进入甲库: 挂 I 挡起步后, 双眼注视桩 *E*、*F* 和 *B*、*C*, 保持居中前进驶入甲库。当驾驶室越过桩 *E*、*F* 后, 从后窗观察车尾, 当车尾距桩 *E*、*F* 0.20~0.30m 时, 立即停车。

b. 侧方移位:

第一次前进: 推土机刚起步即迅速将转向盘向左转到底, 使推土机向乙库前进; 当看到铲刀上部右端移过桩 *B* 时, 迅速向右转动转向盘, 使铲刀驶向桩 *B*, 距桩 *B* 1m 左右时, 再迅速回转向盘; 接近桩 *B* 时, 立即脱挡停车。此时, 铲刀中心应对正桩 *B*。

第一次倒车: 挂倒挡刚起步即迅速向左转动转向盘, 并从后窗观察车尾摆动的方向; 当车尾越过桩 *E* 2/3 时, 立即向右转足转向盘并继续后退, 待车尾距桩 *E* 1m 左右时, 迅速回转向盘, 并随即脱挡停车。此时, 车尾中部应对正或略超过桩 *E*。

第二次前进: 推土机刚起步即向左转足转向盘, 当看到铲刀左下角靠近左侧边线时, 即向右转转向盘, 并沿此线继续前进; 待前端距前边线 1m 左右时, 即迅速向左回转向盘, 接近前边线时, 随即脱挡停车。

第二次倒车: 应从后窗观察停放位置, 以判定如何转动转向盘。推土机起步后, 在向左转动转向盘的同时, 随即注视车尾摆动情况, 当车尾左侧 1/3 处对正桩 *D* 时, 迅速向右回轮, 使车尾摆回右侧, 对正桩 *D* 和桩 *E* 中间位置继续倒退; 待车尾

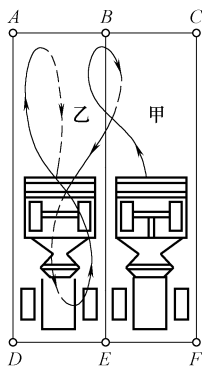


图 3-8 侧向移位场地设置

距乙库后端线 1m 左右时，应回头前看，使推土机居于乙库中间位置，随即脱挡停车，侧向移位完成。

③操作要求。推土机由甲库用二进二退的方法移到乙库，并停放正直。移库过程中，推土机各部不准越出四边画线，不得碰刮桩杆。后退过程中，不得熄火和任意停车。转向盘要正确，不准原地打“死轮”。

5) 桥形倒车：

①场地设置。桥形倒车场地设置如图 3-9 所示。甲、乙两库宽均为车宽 + 0.6m $\approx$ 4m，库长为车长 + 0.6m $\approx$ 8m，桥高为 2 倍车长 $\approx$ 15m，桥长为 4 倍车长 $\approx$ 30m，桩 E、F 间距为库宽。

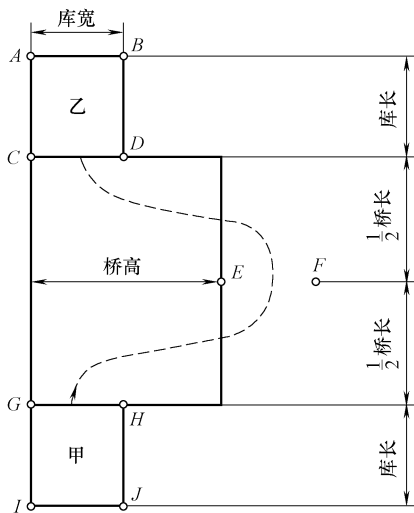


图 3-9 桥形倒车场地设置

②操作要领。推土机从桩 I、J 之间正直驶入甲库停稳。用 I 挡起步从桩 G、H 之间通过；当驾驶室后侧过了桩 H 之后，迅速右转转向盘，使推土机靠近桩 G、H 之间画线的延长线行驶；当铲刀靠近右侧边线时，向左转动转向盘，并沿线靠近桩 E 继续前进；待驾驶室后侧越过桩 F 后，迅速向左转向，使推土机靠近桥高线前进；当工作装置前端距桥底 CG 线 1m 左右时，

向右转动转向盘,待前端过了桩C,即向左回转,使前端对正桩C、D之间,并进入乙库,以桩A、B中央为目标继续前进;当前端距前画线0.2m时,脱挡停车。由乙库倒入甲库时,按原路倒回,其操作按相反顺序进行。

③操作要求。在行驶中,要时刻注视铲刀的位置,不要碰刮桩杆和越过画线。在通过桩F时,不可使车身靠桩过近,以防碰倒。在移库的全过程中,推土机不得熄火,中途不准停车。

6) 倒进车库:

①场地设置。倒进车库的场地设置如图3-10所示。库宽为车宽+0.6m,库长为车长+0.5m,路宽为1.5倍车长。

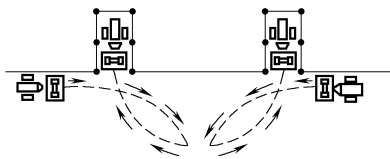


图3-10 倒进车库场地设置

②操作要领。

a. 前进选位停车:推土机挂低挡起步后稳速前进,使车身紧靠右(左)车库一侧边线行驶,待转向盘对正库门桩杆时,迅速向左(右)将转向盘转到底,使车头向车库前方行驶;当工作装置前端距车库对面边线1m左右时,即迅速回转转向盘,并随即脱挡停车。

b. 后倒入库:起步前,先调整姿势,由后窗选好目标,挂挡起步后,向右(左)转动转向盘,使车尾靠近内桩杆慢慢行进;当车尾进入车库时,转向盘应及时向左(右)回转,并前后兼顾;当驾驶室门移到库门时,车尾中央应对正前后两桩杆中间,此时,若发现稍有不正,应及时修正方向,使车身正直倒入车库内,前轮摆正后要立即脱挡停车。

③操作要求。要一进一退倒入车库内,并使车正轮正,不准歪斜。在进退过程中,不准熄火,不得任意停车。操作过程中,目标要看准,速度要适当,车身不准越出边线和碰刮桩杆。完全停车后,不准用原地打“死轮”来修正前轮方向。

7) 蝶形倒车:

①场地设置。蝶形倒车的场地设置如图 3-11 所示,由甲库、乙库和回车场组成。图中各条横、竖桩位线的夹角为直角。库长为车长+2m,库宽为车宽+0.6m,回车场长为 $2 \times (\text{车长} + 1.5\text{m} + \text{车宽} + 0.6\text{m})$,回车场宽为 1.5 倍车长,起(终)点线距桩 G1m。

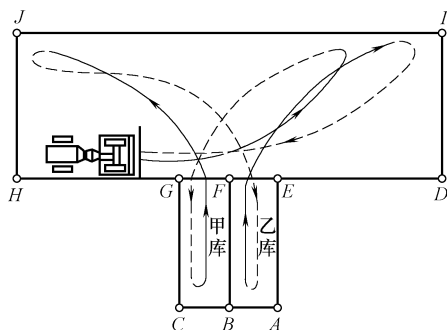


图 3-11 蝶形倒车场地设置

②操作要领。

a. 倒入甲库。

前进停车:推土机由起点线以低速挡起步,沿 HD 边线直行;当看到 G 桩杆与右前轮对正时,迅速向左转足转向盘;当铲刀前端距 IJ 边线约 1m 时,迅速向右回转转向盘,并脱挡停车。

倒入甲库:后倒前,先从后窗看清甲库的 G 、 F 两桩杆位置,然后挂倒挡起步,并从后窗观察,以车尾后角和桩杆 F 为目标,把转向盘向右转到底,使车尾右后角靠近桩杆 F 相距约 0.3m;待后轮轴越过桩杆 F 时,开始向左回转转向盘,然后以桩杆 B 、 C 为目标继续后倒;当车尾中心线与 B 、 C 桩杆距离相等时,将车身摆正继续后倒,待工作装置进入桩杆 FG 边线内,即脱挡停车。

b. 倒入乙库。

前进左转弯选位停车:挂低挡起步后直线前进,当推土机后轮轴刚越过桩杆 G 时,迅速向左转足转向盘,使推土机铲刀

向桩杆 HJ 边线靠近；待相距边线约 1m 时，迅速向右回转转向盘，并脱挡停车。

倒入乙库：倒车前，先从后窗看清乙库的桩杆 F 、 E 位置，挂挡起步后，迅速向右回转转向盘，转足后再立即向左转足。后倒时，以车尾左后角与桩杆 F 为目标，并使车尾左后角与桩杆 F 保持 0.3m 的距离，当右后角越过桩杆 F 后，开始向右回转方向，然后以桩杆 A 、 B 为目标继续后倒；当车尾中心线移到桩杆 A 、 B 中间位置时使车身摆正，待工作装置进入桩杆 EF 边线内后，脱挡停车。

c. 倒回原起点位置。

前进右转弯选位停车：推土机在乙库内挂低速挡起步前进，当后轮轴越过桩杆 F 时，即向右转足转向盘，使推土机右转弯前进；当铲刀对正桩杆 I 相距约 1m 时，向左回转转向盘，脱挡停车。

倒回原起点位置：倒车前，先从后窗观察桩杆 G ，并以桩 G 为目标倒车；挂倒挡起步后，向左回转转向盘；当车尾右后角接近桩杆 G 时，要适度回转转向盘，并注视桩杆 H ；当车尾右侧 $1/4$ 处移过桩杆 H 时，立即向右回转转向盘，使挡泥板与桩杆 G 保持 0.3m 的距离，使车尾右后角与桩杆 H 也相距 0.3m；待车尾靠近桩杆 HJ 边线时，脱挡停车。

③操作要求。推土机由起点线起步前进左转弯并选位停车，先倒入甲库；再从甲库驶出，左转弯前进并选位停车，然后倒入乙库；最后，从乙库驶出右转弯前进选位停车，再倒回原位。起步平稳，推土机入场后不得熄火。推土机停稳后，不得转动转向盘。在进倒全过程中，不准停车；推土机任何部位不得碰到桩杆或越线。从铲刀进入起点线到车尾退出起点线，应在 4min 之内完成。

8) 公路调头：

①场地设置。公路调头场地设置如图 3-12 所示。路宽为推土机车长的 1.5 倍。

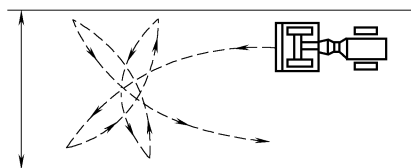


图 3-12 公路调头场地设置

②操作要领。

a. 开进场地：推土机开进场地后，靠右侧停机，使轮胎以不压线为度。

b. 第一次前进：打开左转向灯，挂 I 挡起步，刚起步时迅速将转向盘向左转到底，使推土机驶向左侧；当左前轮距边线约 1m 时，迅速向右转转向盘，待左前轮接近边线时，脱挡停车。

c. 第一次倒车：打开右转向灯，通过车门或后窗观察停车位置，然后，挂倒挡起步。刚起步时立即向右将转向盘打到底，使车尾右拐，同时左手扶门框侧身后视后轮走向；当左后轮距后画线 1m 左右时回转转向盘，并脱挡停车。

d. 第二次前进：打开左转向灯，挂 I 挡起步时迅速向左转足转向盘，再使车头向左转；当右前轮距边线约 1m 时，迅速回转转向盘，接近边线时脱挡停车。

e. 第二次倒车：打开右转向灯，挂挡起步后，迅速向右转足转向盘，使车尾向右转，从车门后视左后轮，当接近后边线约 0.5m 时，迅速回转转向盘，接近边线时脱挡停车。

f. 第三次前进：打开左转向灯。挂 I 挡起步时，仍需向左转转向盘，以保证右前轮不压右边线为好，待车身摆正后，关闭左转向灯。

③操作要求。推土机三进二倒完成调头。推土机进入场地后不得熄火；操作过程中不得任意停车，前后轮均不准压线。推土机停稳后，不准转动转向盘。在前进、后倒停车的一瞬间，要及时迅速地转动转向盘，使每次进退完成的转向角度尽量大

些，给下一次进退做好准备。

9) 通过跳板桥、右单边桥：

①场地设置。桥的单边宽度等于前轮胎面宽度加 0.2m，桥高为 0.2m，桥长大于 2 倍轴距约 6m，左右两个桥板平行放置，其中心线宽度等于两前轮中心线宽度。距桥前 15m 处，设路宽 3.75m 的 $120^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 弧形弯道，如图 3-13 所示。右单边桥的设置，除不设左跳板和弯道外，其余与前相同。

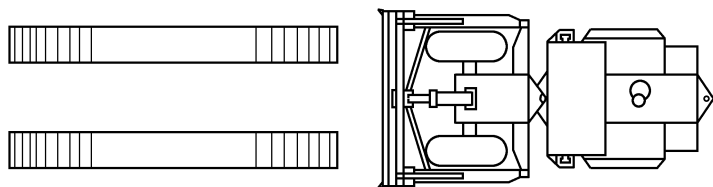


图 3-13 通过跳板桥

②操作要领。通过跳板桥前，应降低行驶速度，换低速挡，靠弯道外侧慢慢行驶，操作手调整好坐姿，目视前方，选择标定点，上桥前要使左前轮对正左跳板中心线，照直行驶。推土机前进时，视线也随之前移，当推土机驶上跳板后，操作手随即把目光随跳板中心线向地面延伸，选择标定点，直到通过跳板桥为止。

通过跳板桥的关键是：上桥前必须使推土的纵轴线对正两跳板的中央，握稳转向盘。若发现车偏向，应及时修正，但至少要打少回。在推土机铲刀到跳板前端“盲区”（看不到的地方）前，就要选好正直行驶标定点，才能保证照直驶过桥面。

通过右单边桥时，由于车身向左倾斜，方向容易跑偏，操作手除必须保持端正的驾驶姿势、握紧转向盘外，还应向前平视选好行驶标定点，稳住速度，正直通过。

③操作要求。通过跳板桥速度要慢，途中不准变速、停车，不准将头伸出车门外探视。

(3) 道路驾驶 道路驾驶是操作手基本技能的综合运用，是推土机驾驶技术学习的深入。通过道路行车实践，操作手除

了掌握一般道路的驾驶操作方法外，还要学会对路遇车、马、行人等情况的观察、判断和处理，为在各种环境和道路条件下驾驶推土机打下技术基础。

1) 行驶路面的选择和速度控制：

①行驶路面的选择。行驶路线对行驶安全和轮胎、传动机构的使用寿命、燃料消耗以及操作手的疲劳都有很大的关系。因此，在行驶中应正确选择路线，尽量避免颠簸，并尽可能保持直线匀速行驶。

在没有分道线的道路上，无会车和超车的情况下，应在道路中间行驶，特别是在路面不宽、拱形较大的碎石路面上，使推土机左右都有回旋的余地。在有分道线的道路上，应在右侧行车道的中间行驶。

行驶中应注意选择干燥、坚实、平坦的路面，尽量避开尖石、棱角物及凸凹地等。但要防止为了选择路面而左右猛转向，以免失去稳定性发生交通事故。

行驶中遇有会车或让车等情况，应注意减速，并靠道路右侧行驶，过后再平稳回到道路中间。在有快、慢路线区分的道路上，应在慢车道上行驶。

②行驶速度控制。行驶速度与行驶安全、燃料消耗及机件使用寿命有直接关系，必须合理掌握。行驶速度根据道路、气候、视野、交通情况和操作人员的技术水平、精神状态等因素来确定。在良好的路面上可用高速行驶；但新操作手不能使用最高行驶速度，以保证行驶安全。

③行车间距的控制。对于同方向行驶的机械、车辆，前后应保持一定的距离。间距过小会造成因前车突然制动，而发生追尾相撞事故。行车间距的大小，取决于行驶速度、操作手的技术水平、精神状态以及道路、气候等条件。一般情况下，在公路上要保持 30m 以上；在市区要保持 20m 以上；在冰雪道路上要保持 50m 以上；当气候恶劣或道路特殊时，还应适当加长。在干燥路面上行驶时，距前车的距离米数，可近似等于行驶时

速的千米数。

2) 会车、超车和让车:

①会车。与迎面车辆相遇,相互交会,简称会车。会车前,应先看清来车、道路和交通情况,选择安全地段会车。会车应遵守交通规则,自觉做到“礼让三先”,即先让、先慢、先停。要选择合适地点,靠道路右侧通过。

a. 在一般双车道公路会车。双车道公路有充余的会车余地时,可先减速,然后靠道路右侧行驶,控制车速,稳住转向盘,并顾及道路两侧的情况,保证两车交会时有足够的横向间距;当判明交会无障碍时,便可逐渐加速,交会后慢慢驶向道路中间。

b. 在路面狭窄或两边有障碍物的情况下会车。根据对方来车的速度和道路条件,选定会车地段,正确控制自己驾驶的推土机,若离交会地段比对方车远,应加速行驶,距离近则应减速等候来车,以保证两车在已选好的地段交会。

c. 在其他情况下会车。当对面出现来车,而自己驾驶的推土机前方右侧有同向行进的非机动车辆或有障碍物时,需根据具体情况决定加速或减速,避免在障碍物处会车。如行驶中遇有狭窄地段或窄桥时,应估计双方距交会点的远近和车速采取措施。车速慢、距离远的车主动让车速快、距离近的车先通过,不可抢行。在恶劣气候条件下,如阴天、雨天、浓雾或黄昏等能见度不良情况下,应提高警惕降低行驶速度,并加大两车横向间距,必要时等车避让。会车时切忌不愿提前减速,强行在道路中间高速行驶,待对方车辆临近时才突然转向避让,会车后又急促地驶向路中。这是一种不良习惯,必须禁止。

②超车。超越前方同向行驶的车辆,统称超车。超车应选择路宽且直、两侧无障碍物、视线良好的路段,并且在交通规则允许的情况下进行。因此,超车是有条件的,不具备条件的超车最易发生交通事故。

欲超前车时,先向前车左侧接近,打开左转向灯,并鸣喇叭

叭通知前车（夜间应断续开闭大灯示意），力求使前车发现；在确认前车让超后，与前车保持一定的横向安全距离，从左侧超越。

在要求超越前车的过程中，要防止前车虽靠右边行驶，却不让路时，而自行选择路线强行超越。在沙土路上，灰尘大看不清前车，而前车偏向右边行驶时，前车可能是会车，而不是让超车，此时，不可盲目超车，以免发生撞车事故。超越前车后，应沿左侧超车路线行驶至少超越前车 20m，估计已不会影响被超车辆行驶时，再开右转向灯缓慢转动转向盘驶入道路中间或右侧，关闭转向灯。若前车因故未能及时避让，不应强行超车，更不能有急躁情绪，开赌气车，以免发生事故。

在超越停放的车辆时，应减速鸣喇叭，警惕该车突然起步驶入车道或突然打开车门，也要注意被超越车遮蔽处突然出现横穿公路的行人，尤其超越停站客车时，更应特别注意。

在超越拖拉机时，由于其在行驶中噪声大，操作手不易听清其他车辆声音，加之拖拉机的挂车左右摆动较大，制动性能比较差，因此，要多鸣喇叭，尽量与其保持足够的横向间距。

为了确保超车安全，必须严格遵守交通规则中“禁止超车”的有关规定。

③让车。在行驶中，应注意后面有无车辆尾随，如发现有车要求超车时，应根据道路、交通情况，估计是否适宜让后车超越；在认为可以超越的条件下，选择适当路段，靠右行，必要时以手势示意后车超越。不得无故不让或让路不减速。

让车过程中，若发现右前方有障碍物，不能突然左转转向盘企图越过障碍物，这样会使正在超越车辆的驾驶员措手不及而发生事故；只能紧急制动或停车，待后车完全超过后再绕行。

让车后，应扫视后视镜，确认无其他车辆超越时，再驶入正常行驶路线。

3) 坡道起步、停车和换挡：

①坡道起步。

a. 上坡起步：因受上坡阻力的影响，在操作上除按平路起步要领外，还要注意手制动器和加速踏板的紧密配合。

挂上低速挡，手握住转向盘，两眼注视前方，鸣喇叭。

视坡道大小，踏下加速踏板，将发动机转速提高到适当程度，逐渐放松手制动器，使推土机平稳起步，随后缓缓踏下加速踏板，加速行驶。

上坡起步的关键是掌握好放松手制动器的时机。解除制动过早，因车轮未获得足够牵引力而产生后溜；若解除制动过迟，会因制动力过大而不能起步。

起步时，若感到动力不足无法前进，应立即踏下制动踏板，然后拉紧手制动器，再放松制动器踏板，重新起步。绝对不可在推土机后溜时猛然向前起步，以免损坏传动机件。

b. 下坡起步：在一般缓坡起步时，仍可按平地起步操作要领操作，但加速时间可大大缩短，甚至不加速。有明显的下坡或坡度较陡时，可用Ⅰ挡或Ⅱ挡起步，待手制动器解除制动后推土机有溜动时，再挂挡行驶。

②坡道停车。

a. 上坡停车：操作要领与平地停车基本相同，但应注意：停车时，抬起加速踏板的同时踏下制动踏板，使推土机完全停止；然后，将手制动器置于制动位置，以防推土机后溜。

b. 下坡停车：停车前应先松开加速踏板，运用点制动的方法减慢行驶速度；当推土机行至停车地点时，踏下制动踏板，停稳后将手制动器置于制动位置。

在坡道停车时，如发动机不熄火，操作手不得离开驾驶室，以防因意外原因造成溜滑事故。

在坡道上一般不宜停放车辆，特殊必要时，应选择路面较宽、前后视距较远的地点停车、熄火。为防止停车后溜滑，一定要将手制动器置于制动位置并用三角木或石块塞住车轮。

③坡道换挡。

a. 上坡换挡：

上坡加挡：起步后，若觉得Ⅰ挡动力有余，可视情况换入Ⅱ挡行驶。其操作要领除按一般加挡要领操作外，还要注意冲速时间要长，换挡动作要迅速。由于上坡阻力大，行驶惯性消失快，冲速时间要比平地稍长，以使加挡后能保持足够的动力行驶。

上坡减挡：除按一般的减挡要领操作外，最重要的是掌握时机。减挡过早，发动机动力不能充分利用；过晚，会造成动力不足甚至停车熄火。掌握减挡时机，主要靠“听”、“看”来确定。“听”，是听发动机声音变化；“看”，是看坡度大小和行驶的速度。在行驶中当行速减慢，发动机声音变低，说明动力已不足，应迅速换入低一级挡位。推土机在上坡行驶时，由于自身重力，行速降低很快，要提前减挡，稍感动力不足，就应减挡。

b. 上坡转弯换挡：

场地设置：转弯夹角不大于 100° ，坡度不小于 8° ，路宽 4.7m。

操作要领：推土机驶进弯道时，应尽量靠外侧边线行驶。当铲刀与内端角度接近对齐时，两手交替向左（右）转动转向盘，在右手操纵转向盘的同时，左手迅速将变速杆准确换入所需挡位；当推土机内侧后轮达到夹角中心处时，回正转向盘继续前进。

操作要求：推土机铲刀进入弯道换挡区后，才能边转向边换挡，铲刀出转弯换挡区前完成全部动作；推土机进入转弯换挡区内，不准压线、停车和熄火。

c. 下坡换挡：

下坡加挡：由低速挡换入高速挡时，因坡道助力，冲速时间可以缩短，变速动作要快。

下坡减挡：在下坡途中，如需要由高档换入低挡，应采取制动减速的方法换挡。其操作方法是：踏下制动踏板，使行驶速度逐渐降到所在挡位的最低速度时，迅速将变速杆移入低挡。

4) 通过桥梁。桥梁因建筑材料、建筑形式及长度等不同而具有不同的特点。当推土机通过时,应根据桥梁特点采取相应的驾驶操纵方法,以确保安全。

①通过水泥桥、石桥:如桥面宽阔平整,可按一般驾驶要领通过;如桥面窄而不平,应事先减速换入低速挡,以缓慢的速度通过,并注意不要为了避绕凹坑过于靠边行驶。

②通过拱形桥时,因看不清对方车辆和道路情况,应减速、鸣喇叭,靠右边行驶,随时注意对面来车;行至桥顶更应减速,并有制动准备。切忌冒险高速冲过拱桥,以免发生事故。

③通过木桥时,应降低行驶速度,缓慢行驶。遇有年久失修的木桥时,过桥前应检查桥梁的坚固程度,必要时进行加固,确保有足够的承载力后,再用低速挡过桥,并随时注意桥梁受压后的情况。若已驶入桥上听到响声,应继续加速行驶,不宜中途停车。发现桥板松动,要预防露出的铁钉刺破轮胎。

④通过便桥、吊桥、浮桥:这三种桥的结构特殊,一般桥面窄,通行中桥身稳定性差,特别是浮桥,所以过桥时,操纵手需下车察看,确认安全时,方可缓慢通过。通过这类桥梁时,要提前换入低速挡,把好转向盘,稳住加速踏板,平稳过桥。必要时应有专人指挥通过。切不可在桥上加速、换挡、停车。通过钢轨便桥,一定要准确估计轮胎位置,把稳转向盘,徐徐通过。

桥面上如有泥泞、冰雪,过桥时可能有发生侧滑的危险,必须谨慎驾驶,从桥面中间慢慢通过,必要时还应挂上后桥驱动。若桥面过滑,应清除泥泞、冰雪或铺垫一层沙土、草袋等,切勿冒险行驶。

5) 通过铁路、隧道和交叉路口。

①通过铁路。通过铁路与公路交叉路口时,要提前降低行驶速度,密切注意两边有无火车驶来,严格服从道口管理人员的指挥。在通过无人看管的道口时,要切实做到“一慢、二看、三通过”,严禁与火车抢行,以确保安全。在道口等待通过时,

应尾随前车依次纵列停放，不可超越抢前而造成交通堵塞。穿越铁路时，应一气通过，不得在火车行驶区域内停车、熄火或滑行。一旦在火车行驶区域内发生故障，必须采取应急措施将推土机拖出，不得在轨道区内停留。在通过铁路时，还应注意防止轨道等凸凹物损伤轮胎。

②通过隧道、涵洞：通过隧道、涵洞之前，应降低行驶速度，注意观察交通标志和有关规定。通过单车道隧道、涵洞时，应先观察对方有无来车，如确有把握通过，要适当鸣喇叭，开启灯光，稳速前进。通过双车道隧道、涵洞时，应靠右边行驶，不宜鸣喇叭，特别在距离较长、车辆密度较大的隧道内，鸣喇叭会使隧道内噪声更大。通过隧道、涵洞时，如有人指挥，要自觉服从，不准抢行。进出隧道，要待视力适应后，再正常行驶；必要时可停车以使眼睛适应。隧道内不可停车，以免阻塞交通和施放大量废气。

③通过交叉路口和居民区。交叉路口是车辆与车辆、车辆与行人相互交会比较集中、容易发生交通事故的地方，因此，在通过交叉路口时，必须严格遵守交通规则，提高警惕，时刻注意观察各方来车和行人的动态，并将行驶速度降到最安全的程度，随时做好停车准备。通过有交通指挥的交叉路口时，一方面注意交通指挥信号的变换，另一方面把行驶速度降低，见到放行的信号后方可加速通过。通过没有交通指挥的交叉路口时更要提高警惕，严格遵守车辆通行的有关规定；除了注意对面非机动车和行人、牲畜之外，还要注意其他方向有无机动车驶来。通过居民区时，必须停车察看村镇街道宽度和弯道半径，确认可通过时，派出调整哨，并做好随时停车准备。在居民区内一般不要停车检修，集中精力，注意过往行人，牲畜和路旁、路上空的建筑物、电线，避免发生事故。

(4) 复杂条件下的驾驶

1) 凹凸路驾驶。推土机在凹凸路上行驶时，由于路面不平，车身剧烈振动，容易损坏机件。有时因振动剧烈，操作手

失去控制方向和加速踏板的能力，使推土机忽上忽下，忽左忽右，行驶速度忽快忽慢，容易发生事故。行驶中遇到这种道路时，应灵活运用以下驾驶操纵方法：

①保持正确的驾驶姿势。在凹凸路面上行驶，操作手要保持清醒的头脑和足够的耐心，同时保持正确的驾驶姿势：上体紧贴靠背，两手握牢转向盘，尽量不使身体摆动或跳动，否则会影响均匀加速，失去对行驶方向的控制能力。在行驶中，要随时注意各部件的声响，通过后，应进行必要的检查和修理。

②匀速通过。通过连续面积小的凹凸路面或“搓板路”时，应保持适当的速度匀速前进，以减少推土机振动。通过一般不高的横向凹凸路段时，可使推土机成斜角驶过，使左右轮分别先后接触障碍物，避免两轮同时振跳及胎面与沟沿的垂直切削，以减小对推土机的冲击力。在可能引起跳动的不平道路上，应用低速挡以平稳的速度通过。

③减速通过。通过一般凹凸障碍物时，应及时降低速度，同时注意观察其形状和位置，以确定通过方法。当障碍物位于路的中间，其两侧可通过车辆时，应选择较安全的一侧通过，如图 3-14 所示。当障碍物在路中间，高度小于推土机最小离地间隙，其宽度小于轮距时，可使推土机左右轮位于障碍物两侧

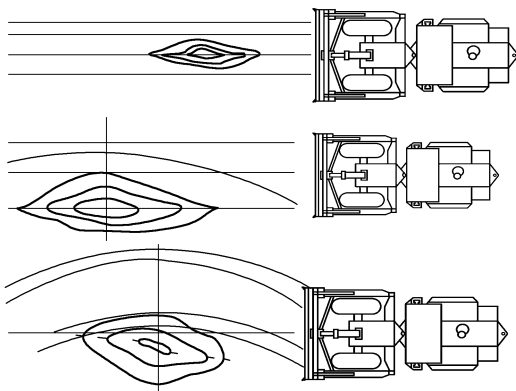


图 3-14 通过凹凸障碍物

缓慢通过，当障碍物高于最小离地间隙，且宽于轮距，又坚硬时，应换低速挡，使一侧轮胎压在障碍物较低一面，另一侧轮胎压在平路上，缓慢通过。

通过凸形障碍物时（见图 3-15），应先制动减速，在接近障碍物时，换用低速挡缓慢行驶，要使两前轮正面同时接近障碍物，以免机架受到过大的扭转；当前轮接触障碍物时应加大油门（节气门），使前轮驶上障碍物；当前轮刚越过障碍物顶端时，放松加速踏板，让前轮自然滑下，然后，用同样方法，使后轮通过障碍物，再继续前进。

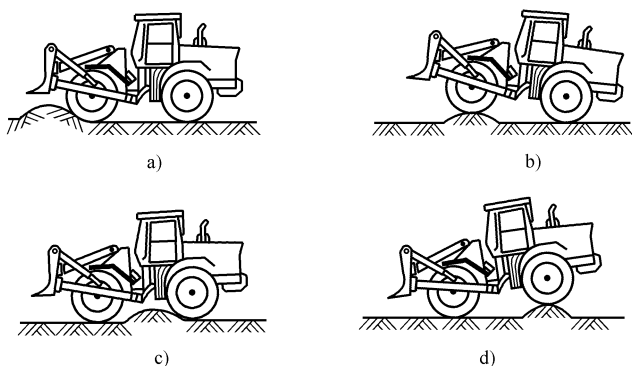


图 3-15 通过凸形障碍物

- a) 前轮接触障碍物时，加大油门 b) 待前轮开上障碍物后，松开加速踏板使前轮自行下滑 c) 加大油门使后轮开上障碍物 d) 松开加速踏板使后轮自行下滑

通过凹形障碍物时（见图 3-16），应预先放松加速踏板，运用间歇制动的方法使行驶速度减慢，利用推土机惯性慢慢前进，待前轮进入沟底时再加速；如感到动力不足，应迅速换入低速挡，使前轮通过，待前轮越过后即放松加速踏板，使后轮慢慢下沟，然后，再加速通过。

行驶中如突然遇到较大的凹形障碍物，应立即放松加速踏板，迅速制动使行驶速度很快降低，紧握转向盘，待临近障碍物时，放松制动踏板，利用推土机惯性低速通过，但切忌使用紧急制动，以免加大前桥负荷。

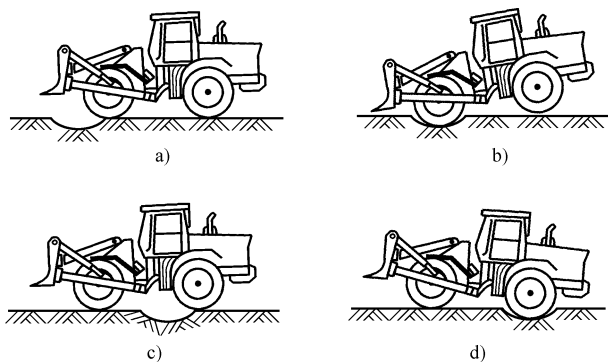


图 3-16 通过凹形障碍物

- a) 松开加速踏板利用惯性使前轮驶入凹坑 b) 加大油门(节气门)使前轮驶出凹坑 c) 松开加速踏板使后轮驶入凹坑 d) 加大油门(节气门)使后轮驶出凹坑

推土机通过凹坑时,应从一侧绕行,如因地形限制不能绕行,可视凹坑形状大小,自行推填坡路通过。通过坡路应选择坡度缓、土方量小的地段进行。

遇有较小的凹坑时,如坑的四周容易取土,可推土填坑,构筑简易通路;如果填土困难,可在坑内开辟道路。遇到坑大且深的弹坑时,尽量在坑的一侧,采用半挖半填的方法开挖道路。当必须从坑的中部通过时,应采用斜进斜出的方法开辟坡道。进坑坡道可稍陡些,但出坑坡道要缓,其坡度不应大于 20° 。采用半挖半填的方法开挖道路时填方一侧的土要高一些,以防止轮胎下陷。

通过挖填路段时,要挂上后桥驱动,用 I 挡靠压实方一侧行驶;在行驶中要提高警惕,时刻注意轮胎是否下陷或机身是否歪斜,如发现轮胎下陷或机身歪斜,要立即后退离开下陷区,待继续填土和压实后再前进。

2) 泥泞路和沼泽地驾驶。推土机在泥泞路和沼泽地上行驶时,车轮容易陷入泥泞之中,阻力增大,附着力减小,各轮容易发生空转和横滑,给正常驾驶带来一定困难。其行驶的正确操作方法如下:

①尽量选择使车轮左右同高，泥泞浅，坡度小，路面较干燥、平坦、坚硬，有前车车辙的地方保持正直行驶（沼泽地应避免前车车辙）。当从泥泞较深的地方通过时，应保持充足的动力，并注意不使推土机底盘部分碰及地面突出物。

②要挂后桥驱动，用低速挡行驶，保持足够的动力一气通过，中途尽量避免换挡和停车。

③行驶中发生横滑时，应立即减低速度，同时将转向盘向后轮滑动的同一方向转动，以调整推土机行驶方向，避免继续横滑；待车轮与车身的方向一致后，再将推土机驶入正道。横滑时不可紧急制动、乱打转向盘，以免发生更大的横滑。

④车轮陷入泥泞打滑时，应视道路情况将推土机向后倒一点再用中速挡前冲通过；如果仍不能开出，不可继续使用此种方法，以免车轮原地滑动下陷更深。有条件时应先铺设制式器材或就便器材，如车辙板、碎石、沙子、束柴、木板等，然后通过。

⑤在泥泞地段上坡时，一般用低速平稳行驶，尽可能少换挡和不停车。下坡时，为防止推土机向下滑动，应先换入低速挡，再降低发动机转速来控制下坡速度，特别是在转弯时，应防止推土机向一侧横滑。

⑥严禁紧急制动，因为在泥泞路上行驶附着力小，制动效率低，不但不能达到制动目的，还会造成侧溜下沟或翻车、撞车等事故。

3) 冰雪地面驾驶。推土机在冰雪地面行驶时，因轮胎附着力小，容易打滑，而积雪又增大了行驶阻力。因此，要正确掌握操作要领，避免发生事故。

①通过雪地。因雪覆盖地面，道路的真实情况不易辨别，要根据路旁标志、树木、电线杆等进行判断。同时，行驶速度要适当控制，沿道路中心或积雪较浅的地方缓慢行进。当积雪深度高于前后桥，推土机难以通过时，应放下铲刀边推除厚的积雪边行驶。在转弯、坡道、河谷等地段行驶时，应特别注意

行驶路线，路况稍有可疑应立即停车，待察看清楚后再继续行驶。积雪有车辙的地段，应循车辙行进，转向盘不得猛打猛回，以防偏离车辙打滑或下陷。尽量不要超车，以免发生危险。会车时，应选择比较安全的地段。如需要停车时，应提早换入低速挡，缓慢地使用制动器，以防侧滑。停车时间过长，轮胎可能冻结于地面，致使起步困难，因此，停车时必须选择适当地点或在轮胎下垫以树枝、草秕等物；如已冻结，应设法挖除轮胎周围的冰雪和泥土，切勿强制起步，以防损坏轮胎和传动机构。

②通过冰地。推土机在冰地上起步，轮胎容易打滑，在未装防滑链起步时，要轻踏加速踏板，以减低驱动力矩，适应较小的附着力，防止轮胎滑转。如果起步困难，可在驱动轮下铺垫沙土、干草等物，以提高附着力。要选择适当挡位行驶，如在光滑的冰地上，应用低速挡缓慢通过；如在不甚光滑的冰地上，需要提高行驶速度时，应逐渐加速，以防轮胎滑转，影响行驶速度。在冰地遇到情况或通过桥梁、窄路时，必须提早放松加速踏板，利用发动机低速的牵阻作用，减速慢行；尽量避免使用制动器，特别不准紧急制动，以防推土机横滑。转弯时，速度一定要慢，转弯半径要适当增大，切不可急转向，以免发生侧滑。一旦发生侧滑时，其处置方法与泥泞路相同。

③通过冰冻河川。推土机能否在冰面上行驶，主要取决于冰层的厚度和冰层与岸边的连接状况。选择冰上渡口时，在三昼夜内平均气温下，所需冰层厚度： -10°C 以下时为 43cm； $-5\sim 0^{\circ}\text{C}$ 时为 49cm； 0°C 以上（短时间内冰融化天气）时为 54cm。通过冰层时应注意以下几点：行驶速度不宜太高（采用 II 挡即可），速度要平稳，避免急加速。车队通过时，两车车距不应小于 30m，前车发生故障时一般不应超越；必须超越时，其横向间隔不得少于 30m。在冰上不得停车和制动；必须停车时，起步比平时要更稳更慢，否则会造成起步困难或不能起步。为避免冰上打滑，轮胎应装上防滑链或缠绕防滑绳。通过冰面

地段后，要及时取下防滑装置，切忌带防滑链在道路上长距离行驶。

(5) 夜间驾驶 夜间驾驶的行车条件和环境，有其自身的特点和规律，客观复杂因素也为夜间安全行车带来一定困难。因此，出车前必须做好检查保养工作，尤其是电气设备一定要完好；带齐必要的配件和工具；细心观察，谨慎驾驶。

下面介绍开灯驾驶的相关知识。

1) 对道路、地形的判断：夜间行驶可以从行速、发动机声音和灯光进行情况判断。当行驶速度自动减慢和发动机声音变得沉闷时，说明行驶阻力已经增大，正在上坡或驶进松软地段；当行驶速度自动增快和发动机声音变得轻松时，说明行驶阻力减小或正在下坡。当灯光投射距离由远变近时，说明推土机已接近或驶入上坡道、接近急转弯或将要到达起伏坡道或低谷地段。当灯光照射距离由近变远时，推土机已从弯道转入直线，或者已从陡坡道驶入缓坡道。当灯光离开路面时，前方可能出现急弯或接近大坑，或者由上坡驶入坡顶。当灯光由路中移向路侧时，表明前方是一般弯道；当连续移向路的两侧时，说明是连续弯道。当前方出现黑影而驶近消失，说明是小坑洼；如果黑影不消失，表明路面有深坑大洼。

2) 驾驶要领：

①灯光的使用。灯光有照明和信号两方面的作用，需根据情况灵活运用。遇到大雾或阴暗天气，白昼也要使用灯光。在城市，灯光使用时机应与路灯开闭时间相一致。具体使用方法是：起步前，先开亮灯光看清道路；推土机停稳后，关闭灯光；临时停放，应开亮小灯和尾灯，以引起其他车辆注意，防止发生意外。

在有路灯的道路上，行驶速度在 30km/h 以下时，可使用近灯光或小灯；在无灯光的道路上，行驶速度在 30km/h 以上时，可使用远灯光。夜间通过繁华街道时，由于各种灯光交错反射，光线较强，应降低行驶速度，改用近光或小灯；通过交叉路口

时,距路口 30~35m 处,要关闭大灯改用小灯,根据需要使用转向灯;雨雾中行驶时,应使用大灯近光,不宜使用大灯远光,以免出现眩目光幕,妨碍视线。

②行速和车距的控制。行驶中如道路平坦、宽直,视线良好可使用远光灯,适当加快行速;如道路不平或遇交叉路口、转弯、桥梁等复杂情况,应减速慢行,同时使用近光灯,并做好随时停车准备。

在车队中行驶或遇有前方车辆时,根据行驶速度适当加大行车距离。在多尘路面上跟车行驶,也应保持较大间隔,以免前车扬起的尘土妨碍视线。

③夜间会车。夜间会车,首先降低行速,选择交会地段,并做好主动让车的准备。在距离前方来车 150m 左右时,大灯改用近光,控制行速,靠右侧保持直线行驶;当与前车相距 100m 以内时,双方均使用大灯近光,此时,应观察清楚前方地形、路线,也应顾及对方的行车路线,掌握适当的行驶位置,切不可在看不清道路的情况下,盲目转动方向;遇到与车队会车时,一般应停车让路。

④夜间超车。夜间行驶尽量避免超车,如必须超车则紧跟前车后,连续变换远近灯光,必要时以喇叭配合(一般不使用),在确定前车已让路允许超车时,方可超车。

3) 注意事项:

①如遇道路施工信号灯,应减速慢行,在险要路段和路况不明的情况下,应停车察看,弄清情况后再行驶。

②需要倒车或调头时,必须看清进倒地、上下及四周的安全界限,并在进倒中多留余地。

③如遇大灯突然不亮,要沉着果断稳住转向盘,尽快停车,同时立即开亮小灯;然后,慢慢靠近右边停稳,待修复大灯后再继续行驶。

④如感到十分疲劳和瞌睡,应就地休息,不可勉强驾驶,以防发生意外。

⑤车辆交会时，如果来车未及时变换灯光，应在减速的同时，反复以明暗灯光示意，切不可强烈的灯光对射，以免发生撞车事故。

⑥注意仪表工作情况和灯光工作情况，当发现仪表工作不正常，或灯光晃动、间歇性明暗时，应随时停车排除。

第二节 推土机作业

一、基本作业

(一) 基本作业方法

推土机在作业中，按铲土、运土、卸土和回程构成一个工作循环。而具体的作业方法，则因土壤性质、作业场地形和作业方式的不同而相异。正常情况下，推土机的合理运距为 $40\text{m} \pm 10\text{m}$ ，最大不超过 100m ；运行坡道的坡率小于 30% 。按作业方式的不同可分为正铲作业、斜铲作业、侧铲作业和拖刀作业四种。

正铲作业是铲刀平面角为 90° 、纵向正面铲切土壤至前方卸土点的作业方法。它多用于铲土和运土方向相同时的作业，如横向构筑挖深小于 1m 的挖土路基，或填高小于 1m 的填土路基、移挖作填路基及其他同向铲运土壤的作业。

斜铲（切土）作业是铲刀平面角约为 65° 、纵向行驶铲切铲刀前角土壤，并随铲刀斜面将土壤卸于铲刀后角一侧的作业方法。它多用于铲土和运土方向有一定夹角时的作业，如构筑半挖半填路基、铲除积雪、加宽原有小路、在受污染地域开辟通路、回填较长且宽度不大的壕沟等作业。

侧铲作业是铲刀倾斜角在 $3^\circ \sim 5^\circ$ （一侧铲刀角升高 $100 \sim 300\text{mm}$ ）时正铲或斜铲作业的作业方法。它主要用于构筑半挖半填路基，以及纵向开挖 V 形槽的作业。

在特定条件下，推土机还可以进行顶推作业和拖载作业。顶推作业是正铲铲刀在空中保持一定高度的作业方法，多用于顶推铲运机以助铲、推运直径不大的孤立块石、铲除树木及伐

余根、推倒单薄且高度不大的地面建筑物的作业和实施机械互救。拖载作业是带有拖平车的轮式推土机拖载重物的作业方法，多用于拖载转运履带式机械和钢材、木材及水泥等建筑材料。推土作业时的基本作业过程如图 3-17 所示。

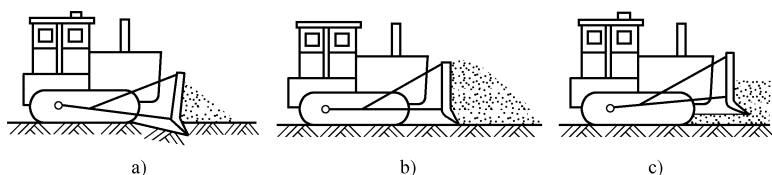


图 3-17 基本作业过程

a) 铲土 b) 运土 c) 卸土

1. 正铲作业

(1) 铲土 铲土作业的要求是尽量在最短时间和最短距离内使铲刀铲满土壤。铲土时，一般用Ⅰ速前进（铲松土时开始也可以用Ⅱ速），将铲刀置于下降或浮动位置，随机械的前进铲刀入土逐渐加深。铲土的深度通常是：Ⅰ级土壤为200mm左右；Ⅱ～Ⅲ级土壤为100～150mm；Ⅳ级土壤为100mm以下。

铲土开始时，为了便于掌握，可不将节气门（油门）操纵杆或踏板置于最大供油位置。开始铲土后，把节气门操纵杆或踏板置于最大供油位置，使柴油机经常处于额定转速附近的调速特性范围内运转。然后，集中精力控制铲刀操纵杆，通过观察铲土情况、车头升降趋势和倾听发动机的声音来判断升降铲刀的时机和幅度。这样可使推土机在遇到较大的阻力时，由于发动机具有一定的转矩和转速储备给提升铲刀减轻负荷提供较多的时间，也可减少铲刀升降次数，避免操纵中忙乱，减轻劳动强度和推土机的磨损。在作业中，每次升铲刀不可过多，否则会在推土机前留下土堆。当推土机驶上土堆时，铲刀会卸土，越过土堆后，铲刀可能铲土过深。如此多次反复，会使铲刀铲不上土，并使铲土地段形成波浪形，影响继续铲土作业。不同的地形和不同的工程要求，应采用不同的铲土方式，以提高作业效率。

1) 直线式铲土: 是推土机在作业过程中, 铲刀保持近似同一铲土深度, 作业后的地段呈平直状态的铲土方法,

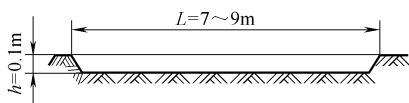


图 3-18 直线式铲土

法, 又称等深式铲土。其铲土纵断面如图 3-18 所示。采用此种铲土方法作业, 铲土路程较长, 铲刀前不易堆满土壤, 发动机功率不能被充分利用, 作业效率较低, 但能在各种土壤上有效作业; 多用于作业的最后几个行程, 以使作业后的地段平坦。

2) 锯齿式铲土: 是推土机以不断变化的深度铲土, 铲土纵断面近似于锯齿状的铲土方法, 又称起伏式或波浪式铲土 (见图 3-

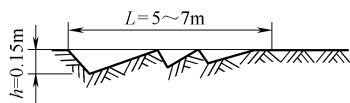


图 3-19 锯齿式铲土

19)。采用这种铲土方法作业, 开始时尽量使铲刀入土至最大深度, 当发动机超负荷时, 再逐渐升起铲刀至自然地面; 待发动机运转正常后又下降铲刀进行铲土, 经多次降落与提升, 直至铲刀前积满土壤为止。锯齿式铲土适于在 II、III 级土壤上作业时使用。此种铲土方法, 铲土距离较短, 作业效率比直线式铲土高; 但铲刀频繁升降, 会加重操纵及工作装置的磨损。

3) 楔式铲土: 是铲土纵断面为三角形的铲土方法, 又称三角形铲土 (见图 3-20)。采用这种铲土方法时, 首先使铲刀迅速入土至最大深度, 而

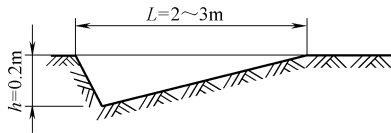


图 3-20 楔式铲土

后根据发动机负荷和铲刀前的积土情况, 逐渐提升铲刀, 使铲刀一次入土就能铲满土壤而转入运土。此种铲土方法, 铲土路程最短, 能充分发挥发动机功率, 作业效率高; 适于在稍潮湿的 I、II 级土壤上作业时使用。

4) V 形槽式铲土: 是推土机铲土横断面为 V 形的铲土方法 (见图 3-

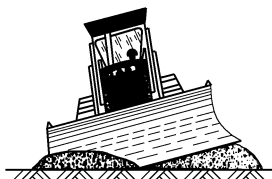


图 3-21 V 形槽式铲土

21)。其作业全过程包括标定、加深和修整三个阶段。此种作业方法，机械的开挖方向与工程的构筑方向一致，机械倒行次数极少或不倒行，作业效率高；适于构筑不挖不填路基、开挖道路边沟或其他 V 形沟槽。

5) 接力式铲土：是分次铲土、叠堆运送的铲土方法。其铲土的次数依土壤的种别和铲土的厚度及铲土长度而定（见图 3-22）。从靠近弃土处的一段开始铲土，第一次将土壤运至弃土处；第二次铲出的土壤不向前推送，而是暂且留在第一次铲土时的开挖段；第三次把所铲的土壤向前推运时，把第二次所留下的土堆一起推至弃土处。这种铲土方法，适于在土质坚硬的条件下作业，可明显地提高作业效率。

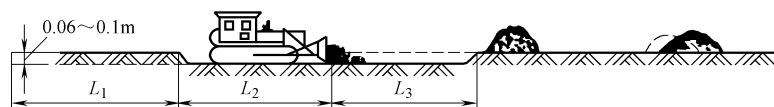


图 3-22 接力式铲土

如在较长的地段采用接力铲土的方法时，可选用两台或三台推土机，从取土处距弃土处最远一端开始铲土，以流水作业方式进行，后一台推土机给前一台推土机铲土，而前一台推土机把土运至弃土处。

(2) 运土 运土时，铲刀应置于浮动位置，以使铲刀能沿地面向前推运。在运土作业过程中要始终保持铲刀满载，并以较快的速度运送到卸土地段。此时，既要防止松散土壤从铲刀两侧流失过多，又不应经常利用铲土来使铲刀满载，以影响运土的行驶速度。运土方式可分为堑壕式运土、分段式运土、并列式运土和下坡式运土。

1) 堑壕式运土：推土机在土垄或沟槽内移运土壤的方法，又称槽式运土，如图 3-23 所示。土垄或沟槽是推土机每次运土都沿同一条路线行进而逐渐形成的。其内宽度略大于铲刀宽度，高度或深度小于铲刀的高度，长度一般为 30 ~ 50m。两条沟槽之间的土垄宽度，视土壤性质而定，以不坍塌为准。

铤壕式运土的优点是可减少运土过程中的土壤漏失，提高工效 15% ~ 20%；缺点是推土机回程不便。因此，在运距较长、沟槽较深的情况下作业时，推土机多从槽外回程。



图 3-23 铤壕式运土

a) 地上铤壕式运土 b) 地下铤壕式运土

2) 分段式运土：推土机进行长运距作业时，将运土路线分成若干段，然后由前至后分批次铲掘、堆积，并集中推运土壤至卸土点的作业方式，又称多刀式运土，如图 3-24 所示。通常，推土机推运土壤前进 10 ~ 15m 时即开始漏失，随着运距和行驶速度的加大，漏失愈加严重。这种运土方式，是将长运距分成 20m 左右的数段，多次铲土并逐段实施运土，在未形成土壤大量漏失的情况下，就从取土点补充新土，因而，不仅可增加铲土次数，还可避免和减少土壤漏失量，充分发挥机械效能，使作业率提高 10% ~ 15%。但是，分段不宜过多，否则会因增加阶段转换时间而降低工效。分段式运土适用于运土路线需改变方向，或运距较大时使用，多用于填筑较高的路基和开挖从路基缺口弃土的路堑。

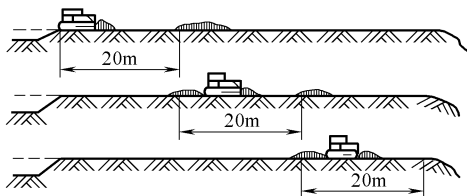


图 3-24 分段式运土

3) 并列式运土：两部以上同一类型推土机，用同一速度并排向前运土的作业方法，又称并肩式运土，如图 3-25 所示。采

用这种方法运土，推土机两铲刀间隔在粘土地约为 30cm，沙土地约为 15cm；可以减少铲刀两侧土壤的漏损，在 50 ~ 80m 的运距内运送土壤时，能提高工效 15% ~ 20%。并列式运土适用于在运土正面宽、运土量大、操作手的操作技术水平较高的情况下，横向填筑路基，堆积土壤，铲除土丘和开挖大宽度的沟形构筑物。

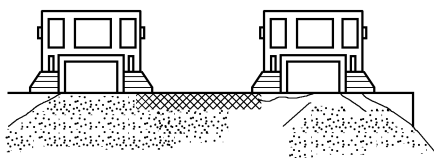


图 3-25 并列式运土

4) 下坡式运土：利用机身和土体在斜面上（见图 3-26）的重力分力，增大铲刀前的土量，最大下坡推土的坡度不应超过 15° ，否则空车后退爬坡困难，反而使效率降低。

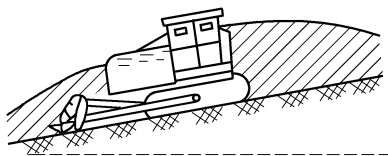


图 3-26 下坡式运土

(3) 卸土 根据工作性质不同，卸土一般采用分层填土卸土和堆积卸土两种方法。

1) 分层填土卸土：推运土壤至卸土点时，推土机在行进过程中将土壤缓慢卸出，并同时予以铺散和平整的卸土方法，如图 3-27 所示。实施分层填土卸土作业时，要根据卸土要求的厚度，使铲刀与地面保持适当的高度，以便推土机在行进过程中将卸出的土壤以相应的厚度平铺于地面。此种作业方法，能较好地控制铺土厚度，利于以后的压实作业；适于在构筑填土路基、平整作业和铺散路面材料时应用。

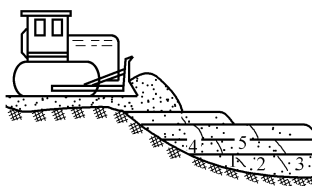


图 3-27 分层填土卸土

2) 堆积卸土：将推运至卸土点

的土壤，成堆地迅速卸出，而不进行铺散和平整的卸土方法，如图 3-28 所示。实施堆积卸土作业时，推土机可采用迅速提升铲刀的速举堆积法，或不提升铲刀而挤压前次卸土的挤压堆积法将土卸出。此种作业方法，卸土速度快，土壤集中，对操作手的技术要求不高，适于在弃土、集土、填塞壕沟、弹坑和构筑填土路基时应用。

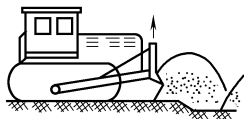


图 3-28 堆积卸土

(4) 回程 推土机卸土后，应以较高速度倒行驶回铲土地段。在驶回途中如有不平地段，可放下铲刀拖平，为下次运土创造条件。如果回程较长或在壕内不便倒车，可调头驶回取土点。

2. 斜铲作业

斜铲作业又称切土作业，是推土机用一侧刀角铲切坡坎的土壤，并将其移运到另一侧或侧前方的作业方法，如图 3-29 所示。进行切土作业前，应将铲刀调到所需位置。以横向运土为主时，铲刀平面角需调到最小角度位置；以纵向运土为主时，平面角应调到 90° ，刀角也应

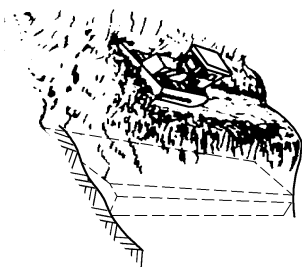


图 3-29 斜铲作业

向切土的一侧倾斜 5° 左右。正铲推土机进行切土作业时，应在靠坡的一侧下铲刀切土，并适时校正方向或后倒，以减小切土阻力。推土机在山腹地进行旁坡切土作业时需首先修筑平台。平台的宽度和长度，一般要大于推土机的宽度和长度。平台靠推土机自行铲土构筑，切土始点离坡角较远时，可自上而下地铲土；切土始点离坡角较近时，可自下而上地铲土。活动铲推土机可调整倾斜角和平面角，使之铲切内坡并填筑外坡，因而可以减少构筑平台的作业量，并能侧向移运土壤，其作业效率较正铲推土机的作业效率高。此种作业方法，在纵向铲土的同时，完成横向或斜向的运土和卸土；适于在山腹地构筑半挖半填路基、防坦克断崖和崖壁时应用。

作业注意事项是：刀角入土不宜过多，避免因一侧受力过大而使机尾向坡外滑移；侧前方卸土时，铲刀不应超过松软土的坡沿，以免因重心靠前和土质松软而使机械滑坡或滚翻；倒退行驶时，应尽量靠坡的内侧运动，以免坡外侧的松软土壤支撑不住机械而使其滑坡；在开挖深度大于 2m 的地段作业，要避免坡顶一侧土壤坍塌。

（二）作业运行方法

1. 直线运行

直线运行是推土机在作业时，铲土、运土、卸土和回程基本在同一直线上进行的运行方法，如图 3-30 所示。此种作业方法行驶路程短，前次运行可为后次运行创造良好的作业条件，多同堑壕式运土配合运用；适于在集土、构筑移挖作填的路基、防坦克壕和填塞大型弹坑时应用。

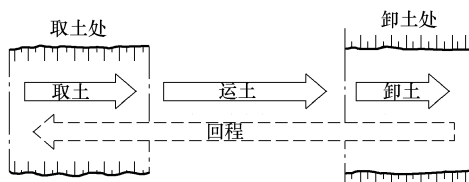


图 3-30 直线运行

2. 曲线运行

曲线运行是推土机在作业时，除取土外，运土、卸土和回程都沿曲线进行的运行方法，如图 3-31 所示。此种作业方法，卸土方向灵活，卸土面大，可避免推土机因倒驶换向而延长作业时间；适于纵向开挖路堑并将挖出土壤运至道路两侧时，或由侧取土坑取土填筑高为 1.5m 以上的路基时，以及挖掘防坦克壕的下半部分时应用。曲线运行作业时，推土机因转向一侧受力较大，特别是转向制动装置操纵频繁而磨损严重，所以，在作业时要不断地变换卸土方向，以使推土机两侧机件磨损平衡。

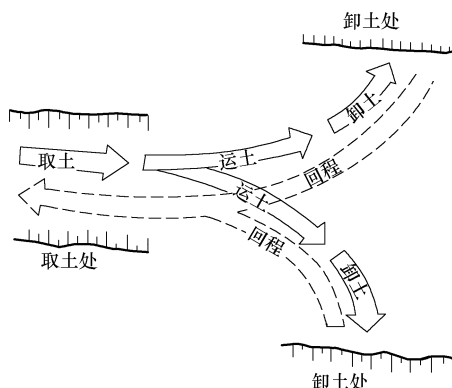


图 3-31 曲线运行

3. 阶梯运行

阶梯运行是推土机在作业时，沿直线铲土、运土和卸土，沿曲线回程的运行方法，如图 3-32 所示。此种作业方法取土位置能灵活选择，便于铲、运土作业，又因是沿直线铲土、运土和卸土，推土机各部受力均匀；适于由侧取土坑取土，横向运土，填筑高为 1.5m 以下的路基，横向开挖较大断面且深度为 1.5m 以内的壕沟、路堑或填塞壕沟、弹坑时应用。

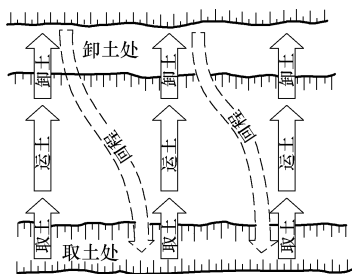


图 3-32 阶梯运行

4. 穿梭运行

穿梭运行是推土机在作业时，沿开挖工程轴线或其平行线来回行驶，并在每次单行程行驶中，完成由工程一端向另一端铲土、运土和卸土程序的运行方法，如图 3-33 所示。此种运行方法无空驶行程，作业效率较高；适用于宽度不大而成垂直形、两端便于推

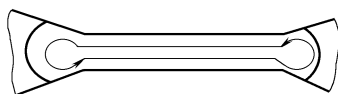


图 3-33 穿梭运行

土机调头的小型建筑地基和掩体的纵向开挖，也适用于大型挖土路基和防坦克壕上部工程的横向开挖。

二、应用作业

(一) 构筑路基作业

1. 构筑填土路基

(1) 构筑方法 构筑填土路基，又称填筑路堤，是将预筑路基外的土壤，移填于设计标高以下的地段，以达到道路断面设计要求的作业方法，分为横向填筑和纵向填筑两种。由路基两侧或一侧取土，沿路基横断面填筑为横向填筑，多用于平坦路段；由路基高处或路基外取土，沿路基纵轴线填筑为纵向填筑，多用于山丘坡地。实施构筑填土路基作业时，除应遵循构筑填土路基的一般要求外，还应根据运距、取土位置和填筑高度，确定作业、行驶方法。

横向填筑路基的方法应视铲刀的宽度、路基的高度、取土坑允许的宽度及其位置而定。如用综合作业法单台推土机或多台推土机施工时，最好是分段进行。这样可增大工作面，便于管理，从而加速工程进度。分段距离一般为 20 ~ 40m。

当一侧取土或填土高度超过 0.7m 时，取土坑的宽度必须适当增大。推土机铲土的顺序，应从取土坑的内侧开始逐渐向外。推土作业的线路可采用穿梭作业法进行，如图 3-34 所示。在施

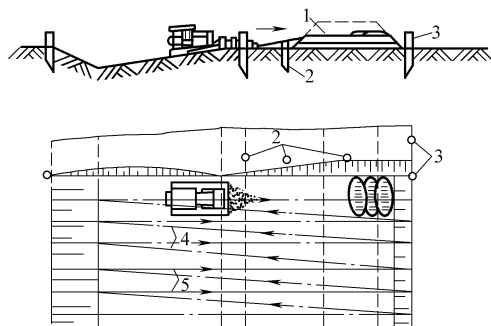


图 3-34 一侧取土横向填筑路基

1—路堤 2—标定桩 3—标杆 4、5—推土机运行线

工过程中,推土机铲土后,可沿路堤直送至路基坡脚,卸土后仍按原线路返回到铲土始点。这样同一轨迹按堑壕运土法送两三刀就可达到 $0.7 \sim 0.8\text{m}$ 的深度。此后推土机作小转弯倒退,以便向一侧移位,中间应留出 $0.5 \sim 0.8\text{m}$ 的土垄。然后,仍按同一方法推运侧邻的土。如此向一侧转移,直到一段路堤筑完;然后,推土机反向侧移,推平取土坑上遗留的各条小土堤。

最大运距不超过 70m 、填筑高为 1m 以下路基时,应采用横向填筑作业。作业时,可在取土坑的全宽上分层铲土、分段逐层铲土。两侧取土时,每段最好用两台推土机并以同样的作业方法,面对路中心线推土,但双方一定要推过中心线一些,并注意路堤中心的压实,以保证质量。图 3-35 所示为两侧取土的作业线路。

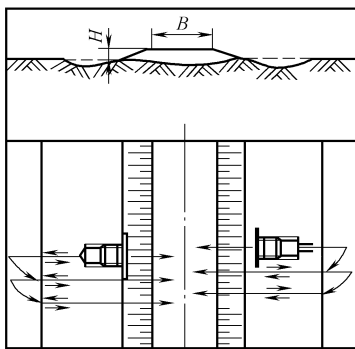


图 3-35 两侧取土横向填筑路基

B —路基宽 H —路基高

填土路基的填筑高度超过 1m 时,推土机作业困难,为减少运土阻力,应设置运土坡度便道,如图 3-36 所示。便道的纵坡坡度不大于 $1:2.5$,宽度应与工作面宽度相同,坡长为 $5 \sim 6\text{m}$;便道的间隔应视填土高和取土坑的位置而定,一般不应超过 100m 。

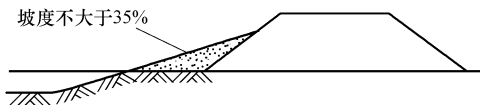


图 3-36 进出口坡道

在水网稻田地构筑填土路基时,首先要挖沟排水,清除淤泥。填筑长 50m 以内、高 1m 以下的路基,且两端有土可取时,可用推土机从两端分层向中间填筑;填筑高 1m 以上、长 50m 以上的路基时,用铲运机或装载机、挖掘机配合运输车,铲运渗水性良好的沙性土壤或碎石,自路中心线逐渐向两侧分层填筑。

必要时用碎石、砾石、粗砂等材料，构筑厚为 7 ~ 15cm 透水路基隔离层，用推土机进行平整作业。

(2) 注意事项

①作业时，要查桩和移桩，必要时进行放大样，以保证按设计要求作业。

②作业时，应分层有序地铲土、填筑和压实。每层新填土的厚度为 20 ~ 30cm，一般不超过 40cm，如图 3-37 所示。

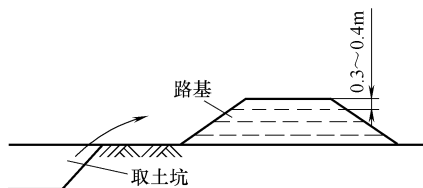


图 3-37 分层填筑

③采用一侧取土进行横向填筑作业时，需先从内侧开始，逐渐向外延伸，分段逐层铲运土壤，并从另一侧的路基坡角开始依次填筑，要注意填筑和压实外侧。

④采用两侧取土进行横向填筑作业时，双方卸土一定要过路基中心线，并注意路基中心线的压实。

⑤采用远处取土进行纵向填筑作业时，需按先从两侧后向中间的顺序，依坡度要求分层填筑。

⑥待填土达到标高后再填充中间部分，以形成路拱。

⑦填筑高 1m 以上路基时，应构筑坡度不大于 (20°) 的进出口坡道，以减少推土机的运行阻力和避免损坏路基边坡；待填土完毕后，推除坡道，填补路基缺口。

⑧路基填筑到设计标高后，需再运送 30 ~ 40cm 厚的土壤于路基顶面上，作为压实落沉和补充路肩缺土，如图 3-38 所示。

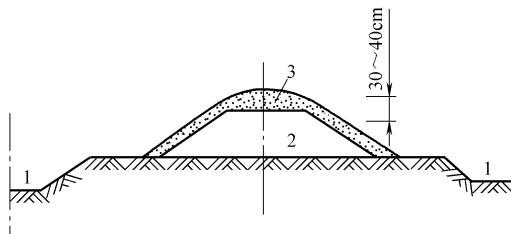


图 3-38 落沉与补肩土

1—取土坑 2—路基 3—补肩土

⑨最后需平整路面，修筑路拱并压实，修整路肩、边坡和取土坑。从两侧取土时，先取低的一侧，后取高的一侧。

⑩雨季施工时，应先取容易积水的一侧。冬季上冻期前，应尽量将取土层薄的地段施工完毕，留下土层厚的地段进行冻期施工。

2. 构筑挖土路基

(1) 构筑方法 构筑挖土路基，又称开挖路堑，是铲除预筑路基标高以上的余土，以形成路基的作业，分为横向开挖和纵向开挖两种。当路堑深度较大，不能进行路侧弃土时，采用纵向开挖；当路堑深度不大，且能将土运到路侧弃土堆时，采用横向开挖。推土机构筑挖土路基时，应根据作业地段挖土深度和弃土位置，确定作业方法。当挖深在 1m 以内时，推土机采用穿梭法进行横向分层开挖；当挖深大于 1m 且无移挖作填任务时，上部尽量采用横向开挖，底部纵向开挖；当挖深大于 1m 且有移挖作填任务时，推土机采用堑壕式运土法作业。

采取横向开挖路基时，作业可分层进行，其深度一般在 2m 以内为宜。如路基较宽，可以路中心为起点，采用横向推土穿梭作业法进行，从路堑中开挖的土壤，推到两边弃土堆，当推出一层后应调头向另一侧推运，直到反复调头挖完为止，如图 3-39 所示。若开挖的路基宽度不大，作业时可将推土机与路基中线垂直，或与路基中线成一定角度，沿路基开挖顶面全宽铲切土壤，并将土壤推运到对面的弃土处，再将推土机退回取土处，直至将路基开挖完毕。如开挖深度超过 2m 的深坑道路时，则需与其他机械

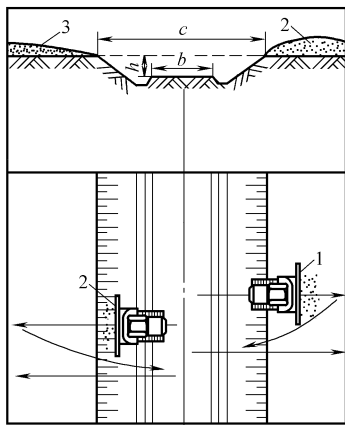


图 3-39 横向构筑挖土路基

1、2—第一台、第二台推土机

穿梭作业法 3—弃土堆

h —路堑深 b —路面宽 c —路堑宽

配合施工。采用任何开挖路基的作业方法，都必须注意排水问题。在将近挖至规定断面时，应随时复核路基标高和宽度，避免超挖或欠挖。通常在挖出路基的粗略外形后，再用平地机和推土机来整修边坡、边沟和整理路拱。

山坡地面较陡时，上坡一侧不能弃土，应向下坡一侧弃土。挖到一定深度后，可改用缺口法，如图 3-40 所示。缺口间距一般为 50 ~ 60m，推土机将缺口位置左右的挖除土方顺路地纵向推运，再经缺口通道推向弃土堆。



图 3-40 缺口法弃土

采取纵向开挖路基时，一般是以路堑延长在 100m 范围内，常用推土机作纵向开挖。为便于排水和提高作业率，可采用斜坡推土。一般推土机作横向推土的运距为 40 ~ 60m，作纵向推土可到 80 ~ 120m。开挖时的程序和施工方法仍按深槽运土法，并从两侧向中间进行，根据工程要求，留出侧坡台阶。

(2) 注意事项

①作业前，要查桩和移桩，确定取、弃土位置和开辟机械、车辆的行驶路线。

②横向开挖时，推土机铲刀不得伸出坡缘。

③纵向开挖时，应按先两边后中间的顺序进行，以保持路堑边坡的整齐。

④路堑开挖面需经常保持两侧低中间高的断面，以利于排水。

⑤在不能保证路堑外雨水不流入路堑内的情况下，应按设计要求回填弃土缺口。

⑥作业后，修整弃土堆和翻松临时占用的农田。

3. 构筑半挖半填路基

(1) 构筑方法 半挖半填路基是从预筑路基的高侧挖土，填至低侧而形成的路基。构筑半挖半填路基时，应根据作业地

段横坡度的大小，确定机械的作业、行驶方法。当横坡度小于 15° 时，可采用固定铲推土机阶梯运行法横向作业；当横坡度大于 15° 或地形复杂时，最好用活动铲推土机旁坡切土法纵向作业。作业时应将铲刀的平面角调到 65° ，倾斜角调到适当程度，然后，从路基内侧的边缘上部开始，沿路的纵向铲切土壤，并逐次将土铲运到填土部位，如图 3-41 所示。挖填断面接近设计断面时，应配以平地机修整边坡，开挖边沟，平整路面，修筑路拱，并用压路机压实路基和路面。如作业地段为山坡丘陵区，机械不宜全线展开作业，遇有岩石时，还需配以爆破作业。

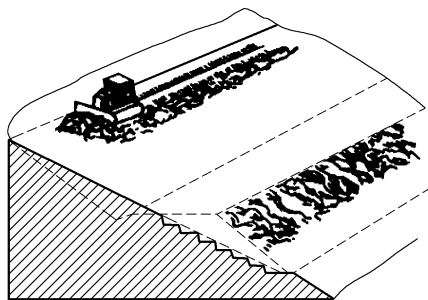


图 3-41 构筑半挖半填路基

如山腹坡度较陡或地形条件复杂时，应设法构筑平台，而后以平台为基地，沿路线纵向铲切土壤进行填筑。作业时，靠山坡内侧应比外侧铲土稍深，使推土机向内倾，并注意留出边坡，减少超挖。

(2) 注意事项

①作业前，要查桩和移桩，必要时进行放大样，以保证能按设计要求作业。

②在丛林地作业时，应先清除杂草、树木、伐余根和其他障碍物。

③若采用活动铲推土机作业，应事先调整好铲刀平面角和倾斜角。

④若采用挖掘机作业，应先用推土机构筑起挖平台。

⑤作业时，应分层有序地铲土、填筑和压实。

⑥向坡下填土时，铲刀不应伸出边缘。

⑦经常注意预防坡顶方向的落石、坡壁坍塌及坡角方向的陷落。

4. 构筑移挖作填路基

(1) 构筑方法 填土路基是将预筑路基超高地段的土壤，纵向铲挖移运并填于低凹地段，而构筑形成的路基。构筑移挖作填路基时，应根据运距确定机械的作业方法。当运距在 50 ~ 100m 时，推土机采用重力助铲法铲土，铤壕式或并列式运土法运土，直线或穿梭法运行。如在移挖作填的地段上构筑路基，应先做好准备工作，即在未来路堑的顶端和填挖衔接处以及路的两侧，用标杆或用就便器材进行标示；铲除挖土地段的障碍，设好填土地段的涵管等。在挖土地段上构筑路基，下坡铲运弃土少，最为经济。作业时，应分层开挖，分层填筑，每层厚度在 0.4m 左右，如图 3-42 所示。

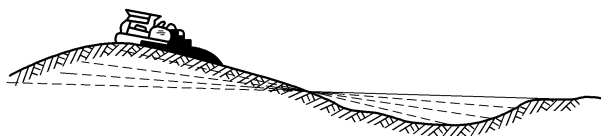


图 3-42 构筑移挖作填路基

(2) 注意事项

①作业前，要查桩和移桩，标示未来路堑的顶端终点和填挖衔接处。

②必要时清除作业地段的障碍物，设置填土地段的涵管。

③作业中，应注意分层有序地进行纵向开挖和填筑，每层填土厚度为 30 ~ 40cm。

④开挖土质坚硬或含有大量砾石的路段时，需用松土器疏松。

⑤遇有岩石，可用凿岩机穿孔后实施爆破。

⑥当挖、填接近达到设计断面时，应用平地机铲刮侧坡、

开挖边沟、修整路面，用压路机压实路基和路面，必要时平整弃土场的弃土。

（二）铲除障碍物作业

1. 清除树木和树墩

进行土方作业时，常会遇到树木、树墩等妨碍作业的障碍物，作业前应将其推除。由于树木、树墩的粗细和大小各不相同，推除时应根据具体情况，采用不同的作业方法。树木直径在 10 ~ 15cm 时，铲刀应切入土 15 ~ 20cm，以 I 挡前进，可将其连根铲除，如图 3-43 所示。伐除直径为 16 ~ 25cm 的独立树木时，应分两步伐除：先将铲刀提升到最大高度（铲土角调整为最小），推土机以 I 挡进行推压树干；当树干倾倒时，将推土机倒回，而后将铲刀降于地面，以 I 挡前进，当铲刀切入树根后，提升铲刀，将树木连根拔除，如图 3-44 所示。

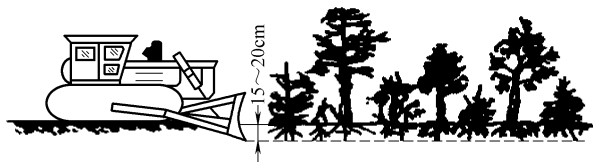


图 3-43 铲除小树和灌木

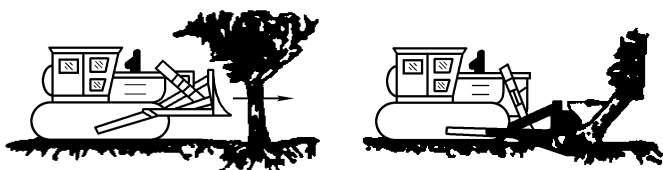


图 3-44 伐除直径为 16 ~ 25cm 的树木

伐除直径为 26 ~ 50cm 的树木，其作业程序基本与上述相同，为便于推除，可采用借助土堆和切断树根两种方法。借助土堆法如图 3-45a 所示，即在树根处构筑一坡度在 20% (11°) 以下的土堆，推土机在土堆上将树干推倒，此时，铲刀应提升到最大高度。切断树根法如图 3-45b 所示，即用推土机先将树根

从三面切断（铲刀应入土 15 ~ 20cm），然后，将铲刀提升到最大高度，将树向树根没有切断的一面推倒。土堆法和切断树根法若结合起来使用，还可推除直径更大的树木。

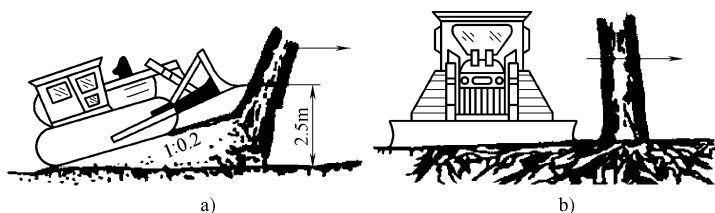


图 3-45 伐除直径为 26 ~ 50cm 的树木

a) 借助土堆法 b) 切断树根法

推除树墩比推除树木要困难一些，因为树墩短，铲刀的推压力臂小。推除直径为 20cm 以下的树墩时，使铲刀入土 15 ~ 20cm 处，以最大推力推压，如图 3-46a 所示；然后，使铲刀入土 15 ~ 20cm，在推土机前进中提升铲刀，将树根推除，如图 3-46b 所示。若推除较大的树墩，可先将树墩的根切断，而后再按上述方法推除之。



图 3-46 铲除直径 20cm 以下的树根

2. 清除积雪、石块和其他障碍物

清除道路上的积雪或在雪地上开辟通路，均可用推土机进行。作业时，若使用活动铲推土机，则应从路中心纵向推运（平面角调至 65°），把积雪推移到路的一侧。若使用固定铲推土机纵向推运，则需在推运过程中多次转向和倒车，将积雪推到路的一侧或两侧。条件许可的情况下，应将铲刀加宽和加高，

进行横向推运。根据雪层的厚度和密度，作业时应以尽量高的速度进行。

在构筑道路时，若遇有需推除的孤石，可先将孤石周围的土推掉，使孤石暴露；推时先用铲刀试推，若推不动，就继续铲除周围的土，当石块能摇动后，将铲刀插到石块底部，平稳接合离合器（TY120 型），根据负荷逐渐加大油门（节气门），并慢慢提升铲刀，即可推除孤石。

如使用推土机推运石碴和卵石时，最好使刀片紧贴地面，履带（或轮胎）最好也在原地面上行驶。如石碴较多，推土机应从石渣堆旁边开始，逐步往石渣的中心将石渣推除。推石渣时，不论前进或倒车都要特别注意防止油底壳及变速器箱体被石头顶坏。

3. 推除硬土层

推土机在较硬的土壤上推土作业时，如有松土机或松土器，可先将硬土耙松；如没有松土机，也可用推土机直接开挖。用推土机铲除硬土时，需将铲刀的倾斜角调大，利用一个刀角将硬土层破开；然后，将铲刀沿地面破口处纵向或横向开挖。

推土机一边前进一边提升铲刀，掀起硬土块，逐步铲除硬土层。

（三）开挖平底坑

通常，将构筑掘开式工事时掘开的除土坑部分称为平底坑。推土机是开挖平底坑的重要机械。

用推土机开挖工事平底坑时，作业前应用标桩或就便材料标出平底坑的中心线及进出斜坡的起止点。标示物应设在机械作业活动界限之外。在作业时，应根据地形条件、土壤性质、气候状况、平底坑尺寸及开挖后安装支撑结构的时间，灵活地采用最有效的作业方法。

在晴天，密实的土壤上，以及在平底坑挖掘好后，随即安装支撑结构时，平底坑可挖成垂直形（即全深的宽度一样）；在雨天，沙性土壤上，以及预先挖掘时，通常挖成阶梯形。

当平底坑的宽度不大（仅比铲刀宽些），且成垂直形，两端便于机械调头时，可采用穿梭作业法进行作业。即机械先向坑的一端铲运土壤，并将土运到弃土堆；而后，调头向另一端铲运土壤。如此反复，逐层铲到标定深度为止，如图 3-47 所示。若平底坑长度不大或两端不便于机械调头

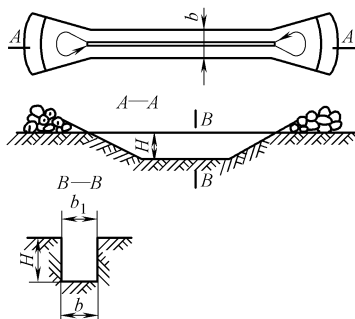


图 3-47 以穿梭法开挖平底坑

可采用分次进退的作业方法进行开挖，如图 3-48 所示。作业时，先在平底坑的一半处，以进退的方法纵向开挖（见图 3-48a）；然后，调头在另一半上进行开挖（见图 3-48b）。如此反复，达到全深为止，最后进行平整（见图 3-48c）。

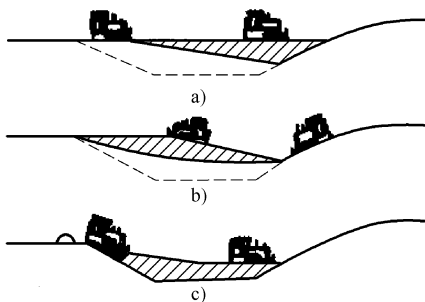


图 3-48 以分次进退法开挖平底坑

当平底坑较宽，长度又较大或带有侧坡时，应采用纵横开挖法。即首先在全宽上横向铲运土壤，将土推到一侧或两侧（依地形和需要而定），达到 1.2 ~ 1.4m 时，再以穿梭法或分次进退法进行纵向开挖，达到全深为止，如图 3-49 所示。这种方法的特点是：在平底坑周围都有积土，便于回填掩盖工事。但在作业中应注意留出安装工事支撑结构作业所需的位置。构筑掩体时，由

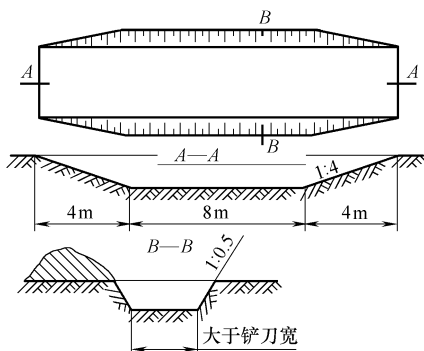


图 3-49 以纵横法开挖平底坑

于周围构成环形胸墙，可减少开挖深度，使作业量减少 $1/3 \sim 1/2$ ，以便提高工效。

（四）平整场地

推土机在行驶中铲凸填凹，使地面平整的作业方法分为铲填平整法和拖刀平整法，主要用于修整路基、平整地基、回填沟渠和铺散筑路材料。平整作业，通常开始时多采用铲填平整法，只有推土机在最后的几个行程，才采用拖刀平整法。

1. 一般场地平整

对于面积不太大的场地或一般地基，往外运土已接近完成，标高也基本符合设计要求时，即开始进行平整。作业时应注意下列几点：

1) 平整的起点应是平坦的，并自地基的挖方一端开始。若地基的挖方位置不在一端，则应由挖方处向四周进行平整。平整从较硬的基面上开始，容易掌握铲刀的平衡，不易出现歪斜。

2) 平整时，将铲刀下缘降至与履带支撑面平齐，推土机以 I 挡前进，铲去高出的土壤，填铺在低凹部，如图 3-50 所示。一般要保持铲刀的基本满负荷进行平整，可以保证铲刀平冲，不致使地面上再现波浪形状。

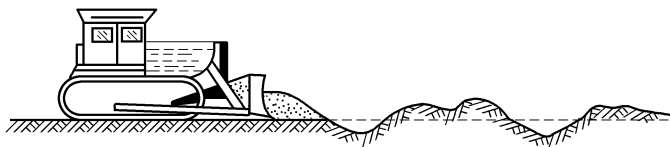


图 3-50 平整场地

3) 平整应保持直线前进，并按一定顺序逐铲进行，每一行程，均应与已平整的地面重叠 $0.3 \sim 0.5\text{m}$ 。对于进行平整所形成不大的土垄，可用倒拖铲刀的方法使之平整。此时，铲刀应置于自由状态。

4) 在平整时，除起推点外，尽量不要铲起过多的土，因此时除起推位置稍高外，其他处的标高基本合适。若不慎出现波

浪或歪斜，可退回起推点，重新铲土经过该处后即可消除。

2. 大面积地基的平整

对大面积地基的平整，操作方法与一般地基的平整基本相同，但还应注意以下几点：

1) 在狭长地基上可横向进行平整，太宽时可由中间向两边进行平整，方形的地基可由中心向四周进行平整。这样能缩短平整的距离。平整距离太长时，铲刀前的松土不易保持到终点，容易使铲刀切入土中，不利于平整。

2) 大面积平整可分片进行，特别是多台推土机参加作业时，更宜如此。这样既可以提高效率，又能保证平整质量。

3) 平整时，不应交叉进行（单机平整其路线也不应交叉），应沿场地一边开始，向另一边逐次进行，或由中间逐次向两边进行平整。

4) 平整经过石方较多的地段时，应注意不要将地基内的石块铲起（可适当提升铲刀稍离开地面），否则，不易使地基迅速达到平整程度，从而影响质量。

（五）开挖 V 形沟槽

在没有平地机的情况下，推土机可用来开挖道路两侧的边沟或其他 V 形沟槽。在开挖前应先标定好沟槽的中心线和边线。

先将推土机铲刀的平面角调至 65° ，倾斜角调到最大，然后，按几个行程进行开挖，如图 3-51 所示。开始作业时，应使铲刀长度的 $1/4$ 对准所开挖沟槽的中心线，以直线铲土法将表面土层略加平整或铲除，推土机行驶 30m 左右后即退回。此时，可将推土机外侧履带置于前一行程所形成的土垄上，铲刀较低的一角对正中心线继续以直线进行铲土，完成沟槽的一半。最后再开挖另一半，即将机械调头，使内侧的履带置于已挖出的沟槽内，前进开挖。必要时，再往返一次，清除沟内的松土，加深沟槽，并将挖出的土整平于路基中心，形成拱形路面。

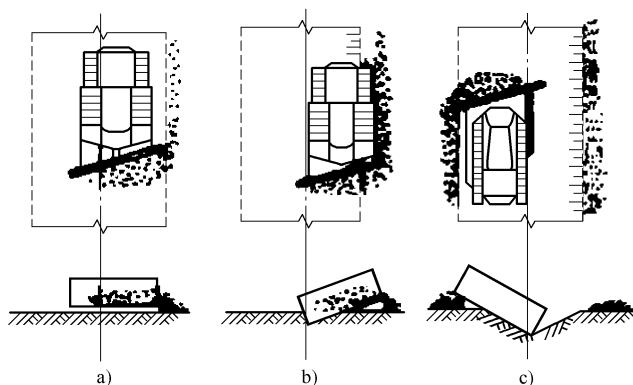


图 3-51 用活动铲推土机开挖 V 形沟槽

（六）在泥泞地段的推土作业与自救

1. 在泥泞地段的推土作业

在含水量较大的地方或雨后在泥泞地上推土时，容易发生陷车现象，故推土机每刀推土量不要过大，同时每刀都要推到指定卸土地点。在行驶中应避免停车、换挡、转向和制动等。每刀土要一气推出，有时还要以较高的挡（Ⅱ挡）进行推土，依靠机械的惯性力避免陷车。推土机履带轨迹不要重复，免得越陷越深。在推土过程中要注意不让履带产生打滑现象，如发生打滑应立即提升铲刀，减少铲刀前面的推土量；若此时推土机仍旧不能前进，则应立即挂倒挡后退，并注意不要提升铲刀和转向，因提升铲刀时，推土机前边受力，机身向前倾，促使推土机履带前半段下沉，后半段翘起；若转向时，只有一边履带受力，则这些都会造成推土机陷入泥泞。

2. 自救方法

遇到推土机陷车时，最好不要再动，应立即采取措施，将推土机驶出或拖出，否则将会越陷越深。

自救的方法是：将钢丝绳的一端固定在木桩上或树的靠根部，另一端固定在推土机一边或两边的履带上，如图 3-52 所示。

若在平地陷得不太深，将钢丝绳固定在任何一边的履带上即可；若只有一边履带陷车，则钢丝绳仅固定在所陷的履带上；若两边履带都陷得比较深，则要用两根钢丝绳固定在两边的履带上，然后，挂上低速挡转动履带，将钢丝绳卷在履带上而拖出。钢丝绳固定在履带上的方法是：将钢丝绳从履带一端的两块履带板之间的空隙处穿过去，用销子固定住；也可拆去一块履带板，将钢丝绳固定在链节上。

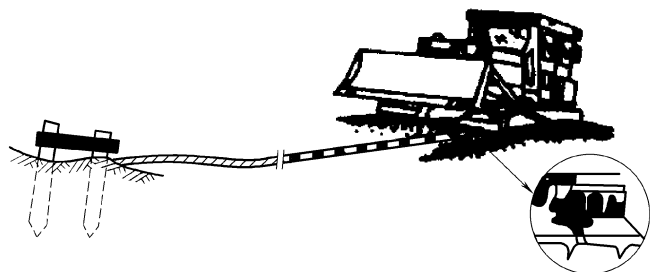


图 3-52 推土机自救示意图

（七）平台漏斗装车

利用推土机并借助平台及其漏斗，给汽车、火车、斗车等运输车辆装载散碎物料的作业方法，是在缺少装载机、挖掘机和其他装载机具的情况下，推土机应用的一种作业方法。作业前，应根据地形、土质和任务等情况，事先构筑平台及漏斗，其结构形式有地沟式和架空式两种。

1. 地沟式

地沟式多为小型临时性的，平台漏斗用料少，构筑简单，待运物料堆积不高，推土机便于作业，适于为汽车、斗车装车。

2. 架空式

架空式的结构及装车方法如图 3-53 所示，多为大型永久性的，运输车辆行驶通道平直，便于停驶和起步，并且在雨季不积水，撒漏的物料也易清理，适于为大型汽车、火车和梭式或槽式矿车装车。

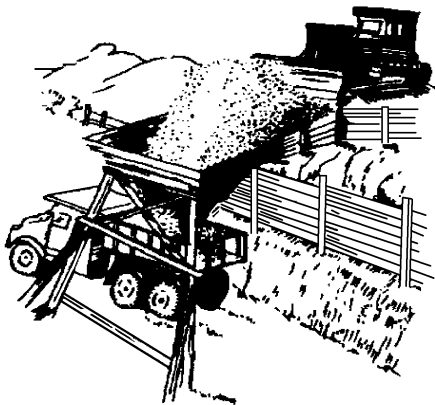


图 3-53 推土机平台漏斗装车（架空式）

第三节 土壤基本知识 with 生产率计算

一、土壤基本知识

1. 土壤的分类

在土方工程中通常把土和石统称为土壤。在天然土层中，土壤由各种大小不同的颗粒所组成。根据土粒直径的大小可分为：直径在 200mm 以上的称为漂石（浑圆或圆棱）；20 ~ 200mm 的称为卵石（浑圆或圆棱）或碎石（尖棱）；2 ~ 20mm 的称为砾石（浑圆或圆棱）或角砾（尖棱）；0.05 ~ 2mm 的称为砂，0.005 ~ 0.05mm 的称为粉粒；0.005mm 以下的称为粘土类。

在构筑道路的土方工程中，根据土壤中土粒直径大于 2mm、在 0.05 ~ 2mm 之间和小于 0.005mm 土粒质量分数的多少，又把土壤分为砾土、砂土、亚砂土、粉土、亚粉土和粘土等（见表 3-3），它们具有不同的路用性质。在野外施工时对土的分类一般采用现场目测、手触等简易方法鉴别，其方法见表 3-4。

砂土与粘性土在性质上有很大差别，而且砂土与其他类含有较多粘土类的土在性质上也有很大差异。通常把砂土和性质上有相近似的碎石类土叫做非粘性土。

表 3-3 根据土壤颗粒组成分类表

基本土类	土类	颗粒组成（质量分数，%）			路用性质
		砂粒（0.05 ~ 2mm）	粉粒（0.05 ~ 0.005mm）	粘粒（ < 0.005mm）	
砂土类	砂土		0 ~ 15	0 ~ 3	不粘结，易挖，透水性良好，毛细现象很小，水稳定性能较好，作为路基填料易于松散
	粉质砂土		15 ~ 50	0 ~ 3	粘结性小，易挖，透水性尚好，毛细现象差，水饱和时很快失去稳定性，一般不直接用来填筑路基
亚砂土类	亚砂土	粗砂质量分数大于细砂	小于砂粒质量分数	3 ~ 12	易挖，透水性尚好，毛细现象不大，颗粒组成较佳，容易压实，为良好的路基材料
	细亚砂土	细砂质量分数大于粗砂	小于砂粒质量分数	3 ~ 12	由于缺乏粗粒材料，稳定性较亚砂土差
粉土类	粉土		大于砂粒质量分数	0 ~ 12	易挖，干时起尘，湿时很快分散而失去承载能力，毛细作用大，透水性不太好，一般不易作为路基材料
	粉质亚砂土		大于砂粒质量分数	12 ~ 25	粘结性大，比粘土易挖，毛细作用大，透水性不好，湿时稳定性差
亚粘土类	亚粘土	大于粉土质量分数		12 ~ 18	比粘土易挖，毛细作用大，透水性不好，平时较硬，雨后不易排干
	重亚粘土	大于粉土质量分数		18 ~ 25	粘结性能良好，透水性很不好，平时坚硬，雨后低洼处易积水，干燥很慢
粘土类	粘土			25 ~ 100	粘结性极大，难挖，湿时可塑性小，干时很坚硬，压实后基本不透水

注：1. 粗砂粒径为 0.25 ~ 2.00mm，细砂粒径为 0.25 ~ 0.05mm。
2. 当土中大于 2mm 的颗粒质量分数超过 10% 时，属于砾土类。
3. 划分土类时，以小于 2mm 者作 100% 计。
4. 路基土分类，一般以基本土分类，必要时采用亚类，或以成因分类加以补充。例如，黄土类粉质亚粘土、盐质粉土、黑土类轻粘土。

表 3-4 土壤的简易鉴别方法

识别法 土类	手中揉摸时 的感觉	用肉眼或 放大镜观察	土干时的情况	土湿时的情况
砂 土	感到是砂粒	看到绝大部分是砂粒	松散	不能搓成土条、土球
粉质砂土	在手掌上揉时粘有很多粉粒	可看到砂粒比粉粒多	松散	不能搓成土条
亚砂土	感到粗砂颗粒较多, 也有粘性	砂粒比粘粒稍多	土块用手捏或抛时易碎	不能搓成土条但可捏成土球
细亚砂土	感到细砂颗粒较多, 也有粘性	砂粒比粘粒稍多	土块比亚砂土坚固	可搓成直径为 5mm 左右的短土条
粉 土	感到主要是干粉沫	粉粒多, 砂粒少	干土饼用手指轻压即碎	能搓成短土条, 捏成的土球经振动则成土饼
粉质亚细土	砂粒少, 有粉粒粘手	可看到粉粒和砂粒	土块用锤敲打易成细块	可搓成直径 3mm 的短土条
亚粘土	感到有砂粒	细土末中可看到砂粒	土块需用力才能压碎	不能搓成细长条
重亚粘土	感到粘粒中有砂粒存在	细土末中可看到砂粒	土块用锤易打成碎块	可搓成直径 1~2mm 的长条, 将小土球压成扁饼时中间开裂
粘土	湿时揉搓感到滑粘, 不感到有砂粒	大多是细土末, 一般没有砂粒	土块极坚硬, 用锤可将大块打成碎块	能搓成直径 1mm 的长条, 小球压扁成饼时周边不裂

在土方工程中, 根据土壤开挖的难易程度与所用开挖机具的

方法不同，将其分为 16 级，其中Ⅰ~Ⅳ级称为泥土，工程机械可直接开挖作业；Ⅴ级以上为岩石，除少部分可使用重型机械直接开挖外，其余需进行爆破。Ⅰ~Ⅴ级土壤的分类见表 3-5。

表 3-5 Ⅰ ~ Ⅴ 级土壤分类表

类别	等级	土 壤 名 称	自然含水量状态下的堆密度/(kg/m ³)	强度系数	挖掘的方法及使用的机械
松土第一类	Ⅰ	1. 砂 2. 粘砂土 3. 种植土 4. 泥炭	1500 1600 1200 600	0.5 ~ 0.6	推土机、铲运机和挖掘机都可直接开挖作业
	Ⅱ	1. 黄亚粘土 2. 潮湿松散的黄土及轻盐土 3. 15mm 以内的中小砾石 4. 密实的含草根的种植土 5. 含直径 30mm 以下树根的泥炭及种植土 6. 混有碎石、卵石和木片的砂及种植土 7. 混有碎石或卵石的压紧填筑土 8. 轻型粘砂土	1600 1600 1700 1400 1100 1650 1700 1650	0.6 ~ 0.8	
普通土第二类	Ⅲ	1. 软粘土 2. 重型砂粘土 3. 15 ~ 40mm 的卵石及碎石 4. 干黄土及含圆砾石或卵石的天然湿度的黄土 5. 含直径 30mm 以上树根的泥炭或种植土	1800 1750 1750 1800 1400	0.8 ~ 1.0	挖掘机可直接开挖、推土机和铲运机需事先翻松
硬土第三类	Ⅳ	1. 重粘土 2. 含有碎石、卵石、建筑材料碎屑及体积分数不足 10% 的 25kg 以下土石块的粘土及重砂粘土 3. 板状粘土 4. 含有 50kg 以下块石的粘土，块石所占体积不及 10% 5. 含有重 10kg 以下石块的重粘土	1950 1950 2000 2000 1950	1.0 ~ 1.5	
软石第四类	Ⅴ	1. 密实的黄土 2. 软泥灰岩 3. 各种不坚实的页岩	1800 1900 2000	1.0 ~ 1.5 1.0 ~ 1.5 1.5 ~ 2.0	部分可用大型挖掘机开挖，部分用爆破法开挖

2. 土壤的主要特性

在土方作业中影响机械作业难易程度和土体稳定性的土壤特性主要有以下几个:

(1) 土壤的含水量 土壤的含水量是指土壤空隙中含水多少的程度,用土壤中所含水分的质量和土壤质量的百分比表示,即

$$w = \frac{m - m_L}{m_L} \times 100\%$$

式中 w ——含水量;

m ——土样总质量;

m_L ——土样中所含土粒质量。

一般含水量在 5% 以下的土壤,称为干燥土壤,开挖、压实都较困难;含水量为 5% ~ 30% 的称为湿润土壤,开挖、压实比较容易;含水量在 30% 以上的称为潮湿土壤,机械运行不便,开挖、压实也不容易。

因此,机械作业中,应经常注意土壤中含水的程度,以便适时地改进作业方法和施工措施,以提高作业率,各种土壤的最佳含水量是:砂土 8% ~ 12%,粉土 10% ~ 16%,粘砂土 6% ~ 15%,轻砂粘土 13% ~ 19%,重砂粘土 16% ~ 20%,粉砂粘土 18% ~ 21%,粘土 20% ~ 23%。

(2) 土壤的堆密度及干堆密度 堆密度是指单位体积土壤的质量,用 r 表示,单位是 kg/m^3 ,即

$$r = \frac{m}{V} \cdot \frac{m_L + m_s}{V}$$

式中 m ——所取土壤的质量;

V ——土壤的体积;

m_L ——土壤中所含土粒的质量;

m_s ——所含水分的质量。

不同种类的土壤堆密度不同,同种土壤的堆密度也因密实程度和含水量的不同而不同。堆密度大的一般比较密实,强度

高,也难开挖。在天然含水量不大、中等密实的情况下,土的平均堆密度为:砂土和粘砂土 $1.6 \sim 1.8 \text{ t/m}^3$; 砂粘土 $1.7 \sim 1.9 \text{ t/m}^3$; 粘土 $1.8 \sim 2.0 \text{ t/m}^3$ 。

土壤的干堆密度是单位体积土壤中所含土颗粒的质量,即

$$r_g = \frac{m_L}{V}$$

式中 r_g ——干堆密度。

干堆密度是反映土壤密实程度的一个标志,路基或场地压实后用测定土的干堆密度来检查是否达到所要求的密实度。

(3) 土壤的松散性 土壤的松散性是指自然状态下的土壤经开挖后,原始土颗粒之间的连接和排列情况遭到破坏,其体积比原来体积增大的性质。松散性用松散系数 K_s 表示,即

$$K_s = \frac{V_w}{V_0}$$

式中 V_w ——开挖后的土壤体积;

V_0 ——开挖前的土壤体积。

不同种类的土壤及不同的开挖方法有着不同的松散系数。

I ~ IV级土壤的松散系数见表 3-6。

表 3-6 土壤的松散系数 (K_s)

土壤种类		松散系数	
		初始松散	残余松散
I	砂	1.09 ~ 1.17	1.01 ~ 1.025
	粘砂土	1.15 ~ 1.20	1.015 ~ 1.03
	种植土	1.20 ~ 1.30	1.03 ~ 1.04
II	粉质粘砂土	1.14 ~ 1.25	1.02 ~ 1.05
	粉质砂粘土	1.20 ~ 1.28	
III	轻砂粘土	1.24 ~ 1.28	1.04 ~ 1.06
	重砂粘土	1.27 ~ 1.30	1.05 ~ 1.07
IV	轻粘土	1.26 ~ 1.30	1.06 ~ 1.09
	重粘土	1.28 ~ 1.38	

注:初始松散系数是指土壤刚经挖散时的松散系数,残余松散系数是指土壤挖散后又经过若干时间,在自然条件下有一定程度变实了的松散系数。

(4) 土壤的自然静止角 松散的土壤从一定高度落下积成土堆时, 土壤的坡角称为自然静止角。自然静止角的大小, 因土壤的种类、含水量多少及密实程度不同而不同。各种土壤的自然静止角见表 3-7。在土方施工中, 土壤的自然静止角主要影响工作装置的铲装系数, 自然静止角越大, 铲装系数越大, 反之越小。

表 3-7 土壤的自然静止角 (单位:°)

种类 状况	砾石	卵石	粗砂	中砂	细砂	粘土	种植土	泥炭	重粘土
干	40	35	30	28	25	45	40	40	50
潮	40	45	32	35	30	35	35	25	40
湿	35	25	27	25	20	15	25	15	30

3. 土壤的切削

土壤的切削是一个复杂的物理现象, 了解机械作业过程中土壤切削的过程、切削阻力及影响切削阻力的因素, 有助于正确地使用机械, 改进作业方法, 提高作业效率。

(1) 土壤切削过程和阻力分析 推土机作业时, 是通过铲刀将土体从基土上剥离下来, 并把它们移运一定的距离, 这个过程叫土壤的切削。当铲刀的刀片切入土壤时, 接触部分的土壤最初因受到挤压和剪切发生紧缩, 当铲刀继续下移, 压力超过土壤的抗剪强度时, 基土的原始结构被破坏, 土壤或土层被切离, 其破坏情况与土壤的力学性质和物理性质有关。例如, 切取干燥而坚硬的土壤时呈碎块状 (见图 3-54a), 含水量适中的一般土壤切削呈层状 (见图 3-54b), 含水量较大的粘性土壤切削呈刨片状 (见图 3-54c), 而干燥松散的土壤切削呈堆状 (见图 3-54d)。这是楔形刀具进行切削土壤时的共同现象。显然, 切削边在土壤中运动时要受到阻力。这个阻力来自三个方面, 即土壤原始结构遭破坏时的阻力、土壤与土壤间的内摩擦力、土壤与铲刀的摩擦阻力。前两项之和称为切削阻力。由于

这三项阻力往往同时存在，很难区别开来，通常把第三项阻力也包括在内。因此，切削阻力就是在切削过程中土壤作用在铲刀上的反作用力。

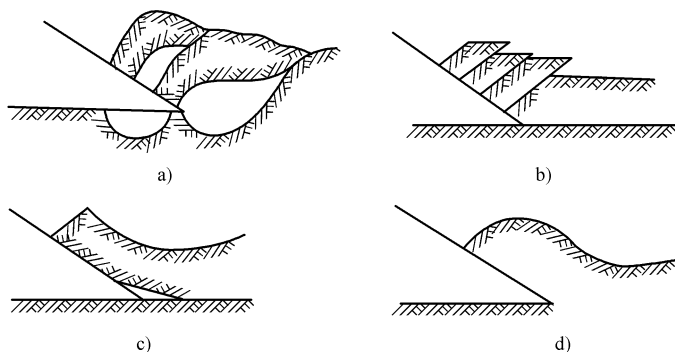


图 3-54 土壤切削时的破坏情况

在实际计算中，将切削总阻力 F 分解成两个分力，如图 3-55 所示，一个是沿着铲刀切土时运动轨迹切线方向的分力 F_e ，这是土壤的切削和移动的阻力；另一个是沿铲刀运动轨迹法线方向的分力 F_n ，这是土壤阻止铲刀插入的阻力，即对推压的阻力。 F_e 是主要的，实际中常将 F_e 用下式表示

$$F_e = \sigma_t b h$$

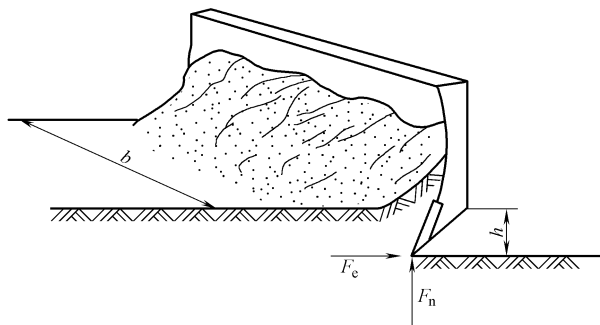


图 3-55 土壤切削受力情况

式中 σ_t ——切削比阻力 (Pa)；

h ——切削深度；

b ——切削宽度。

切削比阻力是单位断面面积土层的阻力，它综合地考虑了切削时土体的破坏、摩擦、铲装等阻力，通常由试验来确定。切削深度 h 值可根据在一定行程内铲土完毕且装满的条件下求出。Ⅰ～Ⅳ级土壤的切削比阻力的取值范围是：Ⅰ级 0.1～0.3，Ⅱ级 0.4～0.6，Ⅲ级 0.7～1.3，Ⅳ级 1.4～2.5。

铲刀切土的法向阻力 F_n ，一般用 F_e 的百分数表示，即

$$F_n = \psi F_e$$

系数中的值由试验得出，在土质均匀、无石块杂物存在时， $\psi = 10\% \sim 15\%$ 。当铲刀刃变钝又在非均匀土壤中作业时， ψ 的值增加 0.5～1 倍，甚至更大。

(2) 影响切削的主要因素 由于机械作业的条件复杂，影响土壤作业的因素很多，现就主要几项分述如下：

1) 土壤的性质和状态。非粘性土壤的切削阻力比粘性土壤小；松散土壤的切削阻力比密实的土壤小。必要时应预先对较密实的土壤进行疏松等辅助作业，以便提高机械作业效率。土壤的含水量对切削阻力影响也较大，干硬的土壤比潮湿的土壤切削阻力大，因为含水量对土壤抗剪、抗压强度影响较大。砂性土的粘性随含水量的增加而增大，因而，切削阻力也略有增加。为此，应根据不同作业地区或地段的土壤湿度情况配以推运能力相当的机械。

2) 工作装置几何尺寸。推土机铲刀平面角的大小，影响铲土断面的宽度，平面角增大，则切削阻力减小。但铲土角增大时，切削阻力也增大。因此，应根据土壤的变化情况，适时地调整铲刀的铲土角和平面角，以提高机械的铲切能力。

刀片的锋利程度，对切削阻力也有一定的影响，刀片越锋利阻力越小。因此，推土机使用中应注意刀片的磨损和破坏情况，在可能的情况下，应尽量使其保持锋利，以减小切削阻力。

3) 作业工艺过程方面的因素。作业工艺过程方面的因素即

切削断面大小、深度和速度的影响。切削宽度大，深度大，速度快时，则切削阻力也大。根据这些情况，推土机在施工作业时，应采取恰当的作业方法和作业速度，以克服切削阻力，提高作业效率。

二、生产率计算

生产率又称作业率，是指在单位时间内的生产量。它是衡量推土机生产能力大小的一个指标，是编制施工计划、施工预算与合理选用推土机进行施工的重要依据。

1. 推土机生产率计算

推土机根据施工作业性质不同，生产率单位的表达也不同。当用作推土作业时，其完成的工作量用 $\text{m}^3/\text{台班}$ 来表示；用作平整场地作业时，所完成的工作量用 $\text{m}^2/\text{台班}$ 表示。前者与推土机铲刀容量的大小和作业周期循环时间 T 的长短有关；后者与铲刀宽度 B 、平整地段长度 L 以及推土机的行驶速度 v 有关。本节只介绍推土生产作业率。

(1) 推土作业理论生产率 推土作业的理论生产率可按下式计算

$$Q_{\text{TL}} = \frac{60VT_a}{T}$$

式中 Q_{TL} ——推土机理论生产率 ($\text{m}^3/\text{台班}$)；

V ——推土机铲刀前被推送的土方量 (实方) (m^3)；

T ——完成一个循环所用的总时间 (min)；

T_a ——每台班工作小时数 (h)。

理论上，推土机铲刀前所堆积的土方量 V ，是按铲刀的几何尺寸和土壤在刀前形成自然坡度角 φ 时的土堆体积 q 来计算的。计算土堆体积的公式为

$$q = AB = \frac{LH}{2}B = \frac{H}{\tan\varphi} \cdot \frac{H}{2} \cdot B = \frac{H^2}{2\tan\varphi}B$$

式中 q ——铲刀前推移土壤的体积 (m^3)；

B ——铲刀宽度 (m)；

H ——铲刀高度 (m);

L ——铲刀前土堆三角形底边长度 (m);

A ——三角形土堆纵断面面积 (m^2);

φ ——土壤自然静止角 ($^\circ$)。

实际中 φ 值不便测量, 计算时往往采用修正系数 K_0 , $K_0 = \frac{1}{\tan\varphi}$, 其值见表 3-8。 q 的计算公式为

$$q = \frac{H^2}{2\tan\varphi} B = \frac{BH^2}{2} K_0$$

表 3-8 铲刀容量修正系数 K_0

土壤种类	碎石	粗砂	细砂	种植土	粘砂土
K_0 值	1.1 ~ 1.2	0.9 ~ 1.0	0.8 ~ 0.9	1.5 ~ 1.8	1.5 ~ 1.8
土壤种类	粉质粘砂土	粉质砂粘土	砂粘土	轻粘土	重粘土
K_0 值	1.45 ~ 1.75	1.4 ~ 1.7	1.35 ~ 1.6	1.1 ~ 1.3	0.9 ~ 1.0

因为铲刀前堆积的土壤体积是松散土壤, 所以, 铲刀前所积聚的土方 (紧方) 体积 V , 理论上应该是堆积土壤体积 q 除以松散系数 K_s , 即

$$V = \frac{q}{K_s} = \frac{BH^2}{2K_s} K_0$$

推土机一个作业循环所延续的时间 T 值可由下式求得

$$T = \frac{L_c}{v_c} + \frac{L_y}{v_y} + \frac{L_h}{v_h} + 2t_d + 2t_h$$

式中 L_c 、 L_y 、 L_h ——分别为铲土、运土、回程的平均长度 (m);

v_c 、 v_y 、 v_h ——分别为铲土、运土、回程的速度 (m/min);

t_d ——机械调头时间, 推土机一般取 $t_d = 0.3 \sim 0.5/\text{min}$;

t_h ——每次换挡所需时间 $t_h = 0.08 \sim 0.17\text{min}$, 动力式换挡可不计算时间。

(2) 推土作业实际生产率 以上是推土机的理论生产率, 但在作业过程中, 不可避免地会受到各种因素的影响, 使实际

生产率 Q_{TS} 与理论生产率 Q_{TL} 发生差异。因此, 计算生产率时应考虑影响系数, 主要是时间利用系数、打滑系数、漏损系数和坡度系数等。

1) 时间利用系数 K_B : 是每班纯工作时间与每班持续工作时间之比, 它与 Q_{TS} 是正比关系。每班持续时间是纯工作时间、班保养时间、班内机械调动时间、计划外停机时间等项之和。轮胎式和履带式推土机利用系数 K_B 分别为 0.70 ~ 0.85、0.75 ~ 0.85。

2) 土壤漏损系数 K_L : 推土机在运土时, 随推土机前进, 铲刀前堆积的土壤从铲刀两侧逐渐漏失, 运达卸土点后的土壤体积与取土完毕时土壤的体积之比称为漏损系数 K_L 。 K_L 与 Q_{TS} 成正比, 可用经验公式计算得出, 即

$$K_L = 1 - 0.005L_y$$

式中 L_y ——运土距离。

50m 运距时的土壤漏损系数 $K_L = 0.75$; 运距 L_y 每增加或减少 10m, K_L 则相应减少或增加 0.05。

3) 坡度系数 K_p : 推土机在坡地上作业时, 上坡运土和下坡运土的效率不同。坡地作业时的生产率用坡度系数 (K_p) 乘以平地时的生产率求得。坡度系数见表 3-9。 K_p 与 Q_{TS} 成正比, 与工作装置容量成正比。选用时, 容量大的取大值, 容量小的取小值。在平地作业时, $K_p = 1$ 。

表 3-9 坡度系数 K_p

坡 率	上 坡	下 坡	坡 率	上 坡	下 坡
5% ~ 10%	0.98 ~ 0.95	1.05 ~ 1.10	15% ~ 20%	0.92 ~ 0.88	1.20 ~ 1.30
10% ~ 15%	0.95 ~ 0.92	1.10 ~ 1.20	20% ~ 25%	0.88 ~ 0.85	1.30 ~ 1.35

4) 打滑系数 K_H : 作业中, 推土机行驶速度与设计行驶速度的比值称为打滑系数 (K_H), 轮胎式和履带式推土机 K_H 值分别为 0.75 ~ 0.85、0.85 ~ 0.95。 K_H 与行驶速度成反比, 与 Q_{TS} 成正比。选用时, 速度快选小值, 反之选大值。

综上所述,若考虑几个系数,则实际生产率 Q_{TS} 的计算公式为

$$Q_{TS} = \frac{60t_a VK_B K_L K_P K_H}{T}$$

2. 提高生产率的技术措施

从生产率计算中可知,影响推土机生产率的因素很多,如能根据具体条件采取合理的技术措施,可发挥机械的最大效能,提高生产率。

1) 充分利用地形条件,采取正确的铲运方法,增加每一循环的取土量并减少漏损量。为了减少运土时的漏损,在运土行程中可视具体地形采取塹壕式、分段式或并肩式运土。

2) 尽可能使推土机满负荷作业。特别在每一作业循环中,适时地加大或减小油门,恰当地选择运行速度,充分利用发动机功率。

3) 缩短每一作业循环时间 (T) 应对作业中的每个环节进行合理的配合,并采取以下措施缩短每一作业循环的时间:

①提高推土机切削速度,缩短切削行程时间。

②选择合理的运行路线,及时变换运行速度并运用适当的铲(运)土方法。

③提前为下一工序做好准备。

④培养和选用技术熟练的作业手施工等。

4) 提高时间利用系数 K_B :

①做好施工地段作业前的准备工作,务必保证在工作时间内不发生因缺油、少水而中断作业的情况。作业地段为坚硬土壤时应事先疏松;作业地段有树木或大的石块对应事先清除。

②加强对机械的检查和维护,减少推土机故障,避免不必要的停歇。

③晴天为雨天、白天为夜间、老手为新手、上一班为下一班创造好条件。

5) 及时地调整工作装置的安装角度和作业方法。作业中,

铲土角对推土机的作业率影响很大，在工作装置角度得当和刀片锋利的情况下，铲土效果才会好。作业过程中，土质和地形条件是不断变化的，推土机也应随作业的条件而相应地改变工作装置的角度，并及时更换或修复磨损严重的刀片。同时应注意根据地形、土质、施工阶段和位置随时调整作业方法。

第四节 推土机维护保养

一、TY220 型推土机

(一) 每班保养

1) 检查变速器工作情况。变速操纵应轻便、灵活，挡位变换确实，无打齿和跳挡、乱挡现象。

2) 检查转向离合器和制动器工作情况。推土机直线行驶时，不应自行偏转；分离任何一侧的转向离合器能缓慢转向；分离一侧转向离合器的同时踩下同侧制动踏板能原地转向；转向时无抖动，不发响。

3) 检查行驶系统工作情况。履带板、可拆履带销、负重轮、托链轮、诱导轮、驱动轮的连接固定可靠，各轮油封不得渗漏。

4) 检查工作装置工作情况。刀片固定螺栓及上、下撑杆夹紧螺栓不得松动，拱形架、撑杆、液压缸连接固定可靠；各连接轴销、球销不得松动和卡滞；铲刀升降灵活；液压系统工作时无过热、渗漏和噪声。

5) 按润滑表加注润滑油脂。

6) 擦拭机械，清理工具。

作业（行驶）结束后，擦拭机械，清除各部泥土、油污，清点、整理工具、附件。

(二) 等级保养

1. 一级保养（每工作 200h 进行）

1) 完成每班保养。

2) 排放转向离合器壳体内油污。若放出油污过多，应查明

原因予以排除，并清洗离合器。

3) 检查制动踏板行程。制动踏板的标准行程：内燃机停止时的行程为 75mm，内燃机空转、踏力为 150N 时的行程为 110 ~ 130mm。如制动踏板的行程超过 200mm，则应进行调整。

4) 检查履带螺栓固定力矩。履带螺栓的拧紧力矩为 700 ~ 800N · m。如不符合要求，则应拧紧至规定力矩。

5) 检查润滑油量。最终传动箱、诱导轮、负重轮、托链轮内润滑油数量不足时，按规定加注润滑油。

6) 检查液压油量。液压油箱内油液量不足时，按规定加注液压油。

7) 更换转向滤清器的滤芯。

2. 二级保养（每工作 600h 进行）

1) 完成一级保养。

2) 排放沉淀物。推土机停驶 6h 后，放出变速器、最终传动箱和液压油箱内的沉淀物，按规定加注润滑油和液压油。

3) 清洗滤清器滤芯。取出滤芯，用清洗液清洗，晾干后装复。

4) 清洗通气罩。卸下后桥箱及最终传动箱的通气罩，用清洗液清洗，晾干后装复。

5) 检查履带的张紧度。推土机停在平坦的地面上，托链轮与诱导轮中间的履带板顶端距托链轮与诱导轮之间连线应有 20 ~ 30mm 的垂直距离，否则应调整。

3. 三级保养（每工作 1800h 进行）

1) 完成二级保养。

2) 过滤或视情况更换润滑油。趁热放净中央传动和最终传动箱内的润滑油，用清洗液清洗各油箱后，按规定加注过滤沉淀后的润滑油；同时清洗各滤芯，如有损坏应更换。如润滑油已变质应换新油，并同时更换滤芯。

3) 过滤或视情况更换液压油。趁热放净各液压系统全部油液，清洗各液压油箱和滤清器，滤清器滤芯损坏应更换，按规

定加注过滤沉淀后的液压油。同时清洗各滤芯，如有损坏应更换。如液压油已变质应换新油，并同时更换滤芯。

4) 清洗负重轮、诱导轮及托链轮内腔，检查其油封密封情况，并按规定加注新润滑油。

5) 整机修整。补换缺损的螺母、螺钉、螺栓、轴销和锁销；焊补、铆合断裂及破损的部件，刀片磨损严重应更换。

4. 润滑图表

TY220 型推土机润滑如图 3-56 和表 3-10 所示。

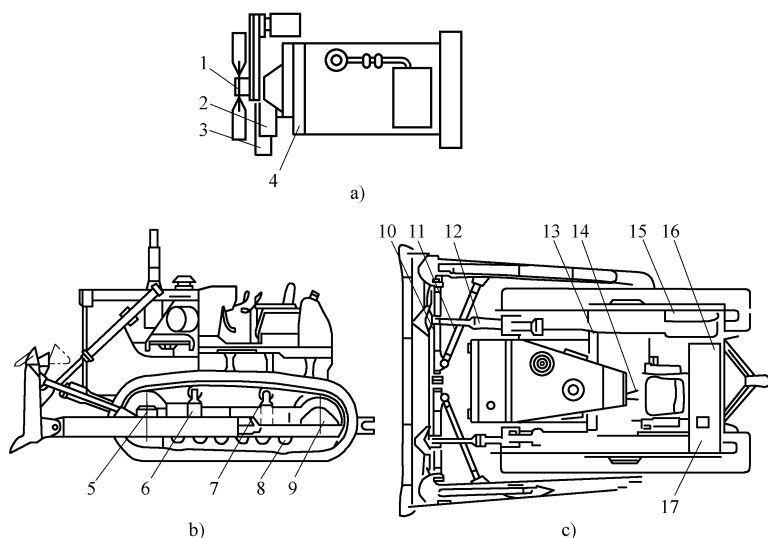


图 3-56 TY220 型推土机润滑图

表 3-10 TY220 型推土机润滑表

周期/h	图中 编号	润滑部位	点数	方法	润滑油脂
8	4	柴油机曲轴箱	1	检查 加添	夏季：CC—30 号柴油机油 冬季：CE—20 号柴油机油
200	1	风扇转轴	1	油枪 注入	2 号锂基润滑脂
	2	水泵轴承	1		

(续)

周期/h	图中 编号	润滑部位	点数	方法	润滑油脂
200	12	铲刀撑杆	6	油枪 注入	2 号锂基润滑脂
	10	液压缸球铰及支承	12		
	13	变速器	1	检查、 加添	CC—30 号柴油机油
	16	中央传动齿轮箱	1		15 号双曲线齿轮油
	17	侧传动箱	2		夏季: 18 号双曲线齿轮油 冬季: 15 号双曲线齿轮油
	15	液压油箱			夏季: CC—30 号柴油机油 冬季: CC—20 号柴油机油
	3	高压油泵	2		夏季: CC—30 柴油机油 冬季: CC—20 柴油机油
600	11	斜支撑	2	油枪 注入	锂基润滑脂
	14	各操纵杆转轴	14		
	9	驱动轮端部轴承			夏季: CC—40 号柴油机油 冬季: CC—30 号柴油机油
	6	诱导轮调整杆	2		
	7	托链轮	4		
	8	负重轮	10		
1800	13	变速器	1	过滤沉 淀, 必要 时更换	CC—20 号柴油机油
	16	中央传动齿轮箱	1		夏季: 18 号双曲线齿轮油 冬季: 15 号双曲线齿轮油
	17	侧传动箱	2		
	15	液压油箱	1	更换	夏季: CC—30 号柴油机油 冬季: CC—20 号柴油机油
	5	诱导轮	2		夏季: CC—40 号柴油机油 冬季: CC—30 号柴油机油
	7	托链轮	4		
	8	负重轮	10		

二、TL180 型推土机

(一) 每班保养

1) 检查各部连接固定情况。紧固松动的螺母、螺钉、螺

栓、轴销、锁销和油管、气管接头。

2) 检查各部有无异常现象。各部应无漏油、漏气、异响、异味和温度过高现象。

3) 检查轮胎状况。轮胎气压应充足, 接地处无明显变形, 胎面、胎体应无破裂、扎伤。

4) 检查工作装置的工作情况。工作装置应操纵轻便, 铲刀升降、倾斜运动灵活、平稳; 推杆、斜撑杆、液压缸等各连接轴销不得松动或卡滞。

5) 检查传动系统工作情况。工作时变矩器油温应保持在 $40 \sim 110^{\circ}\text{C}$, 变速操纵压力为 $1.2 \sim 1.6\text{MPa}$, 各挡位变换应轻便、确实, 锁紧离合器工作良好; 后桥驱动接合和断开可靠。

6) 检查转向系统工作情况。内燃机工作时, 转向应轻便、灵活、平稳; 发动机熄火后仍具有转向能力; 转向传动机构各连接轴销不得松动或卡滞。

7) 检查制动系统工作情况。制动气压应保持在 $0.65 \sim 0.70\text{MPa}$; 制动应灵敏、可靠, 不跑偏, 无拖滞, 手制动器应工作可靠。

8) 检查电气设备工作情况。照明灯、指示灯、信号灯、喇叭、刮水器、电风扇等应接线可靠, 工作良好。

9) 按润滑图表规定加注润滑油脂。

10) 擦拭机械、清理工具。作业(行驶)结束后, 放净贮气筒内的余气和油水分离器内的油污, 冬季放水时放净液压油冷却器内的水; 擦拭机械, 清除泥土、油污; 整理工具、附件。

(二) 等级保养

1. 一级保养(每工作 100h 进行)

1) 完成每班保养。

2) 检查制动油数量。气液总泵贮油室油面距加油口 $15 \sim 20\text{mm}$, 不足时添加。

3) 检查液压油、齿轮油量。变速器、液压箱、转向器、前桥、后桥及轮边减速器内的液压油和齿轮油量不足时按规定加

注液压油或齿轮油。

4) 清洗油水分离器。用清洗液洗净内腔和滤芯, 出气阀积污、锈蚀应清洗或研磨。

5) 清洁液压油散热器。用压缩空气吹除散热器表面灰尘, 用木片剔除散热器表面粘附物。芯管有渗漏应焊补。

6) 测量轮胎气压。轮胎标定气压 TL180 型为 $0.3 \sim 0.32\text{MPa}$ 。

2. 二级保养 (每工作 400h 进行)

1) 完成一级保养。

2) 排放齿轮油、液压油沉淀物。推土机停驶 6h 后, 放出前桥、后桥及轮边减速器、变速器、液压油箱内沉淀物, 按规定加注齿轮油或液压油。

3) 清洗变速器、液压油箱通气孔、滤网。用清洗液洗净滤网, 晾干后装复。

4) 清洗液压油箱回油滤清器。用清洗液洗净滤网, 晾干后装复。

5) 检查转向盘自由行程和操纵力矩。TL180 型转向盘的自由行程不大于 18° (单边不超过 9°), 液压泵供油时转向盘操纵力矩不大于 $4.9\text{N} \cdot \text{m}$ 。

6) 检查调整转向角和前束值。前束值为 70mm。

7) 检查调整手制动器间隙。放松状态时制动带与制动鼓之间的正常间隙为 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 。

8) 检查车轮制动器间隙和摩擦片磨损情况。当摩擦片上的沟槽磨平时, 更换新摩擦片; 装复后, 摩擦片与制动盘的初始间隙不得小于 $0.12 \sim 0.2\text{mm}$ 。

9) 检查压力调节器工作性能和油水分离器溢流阀开启压力。压力调节器控制的气压值为 $0.65 \sim 0.7\text{MPa}$; 油水分离器溢流阀开启压力为 0.9MPa 。

10) 检查调整液压系统压力。TL180 型变矩器进口压力为 0.63MPa , 出口压力为 $0.4 \sim 0.5\text{MPa}$, 变速操纵压力为 $0.4 \sim 0.6\text{MPa}$, 转向系统压力为 14MPa , 工作操纵系统压力为 16MPa 。

3. 三级保养（每工作 900h 进行）

1) 完成二级保养。

2) 拆检手制动器。分解清洗各零件，摩擦片磨损至距铆钉头 0.5mm 或严重烧蚀时，应换新片；回位弹簧折断或弹力减弱应换新件。

3) 拆检气液总泵，更换制动油。分解清洗各零件，并疏通油孔、气孔，更换橡胶密封件。液压缸、气缸油活塞、气活塞磨损，回位弹簧折断或弹力过弱应更换，装复后按规定加注制动油，并排除油路系统中的空气。

4) 拆检车轮制动器。分解清洗各零件，活塞磨损严重应更换；销轴磨损严重不能为摩擦片导向应换销轴；更换橡胶密封件。装复时在活塞、活塞缸及销轴上涂一层制动油，装复后排除油路中空气。

5) 检查调整轮毂轴承间隙。轮毂应转动自如，不应有摆动和滞止现象，需调整时，拧紧调整螺母至轮毂不能转动，然后退回 1/8 圈。

6) 进行轮胎换位。按照“前后、左右”互换的原则进行轮胎换位，以保证各轮胎磨损一致。

7) 测定铲刀沉降量。铲刀提升到最高位置，操纵阀置于中间位置，将发动机熄火。此时，沉降量应小于 10mm/15min。如沉降量过大，应查明原因排除。

8) 过滤变矩器、变速器液压油。趁热放净变矩器、变速器内的液压油。用清洗剂清洗变速器油底壳和滤网。装复后按标定油位加注过滤沉淀后的液压油。

9) 过滤齿轮油。趁热放净前、后桥及轮边减速器内的齿轮油，如放出油液过脏，应清洗、后桥和轮边减速器，清洗时加入适量的清洗液。架起前、后桥用低速挡运转 2~3min，放净洗油后，按标定油位加注过滤沉淀后的齿轮油。

10) 过滤液压油。趁热放净工作和转向液压系统的液压油，清洗油箱及油箱内滤清器，晾干装复后，按规定加注经过滤沉

淀后的液压油，并排除系统内空气。

11) 整机修整。更换破裂、损坏的油管、油封，补换缺损的螺母、螺栓、轴销、锁销，校正、焊补各变形、破损部位，刀片磨损严重应更换。

4. 润滑图表

TL180 型推土机润滑如图 3-57 及表 3-11 所示。

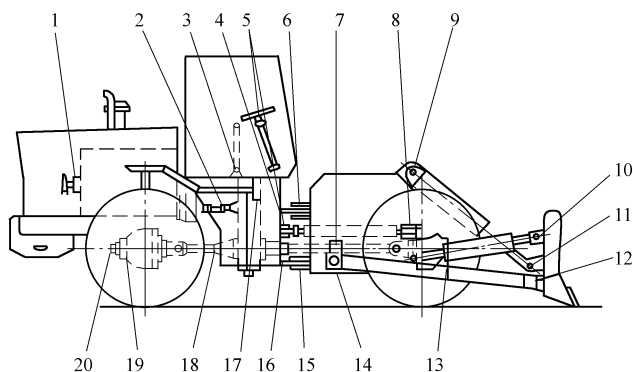


图 3-57 TL180 型推土机润滑图

表 3-11 TL180 型推土机润滑表

周期/h	图中 编号	润滑部位	点数	方法	润滑剂
50	1	风扇轴	1	油枪 注入	2 号或 3 号钙基润滑脂
	2	上传动轴	3		
	13	前传动轴	3		
	16	后传动轴	3		
100	4	转向液压缸后铰轴	2		
	7	转向液压缸前铰轴	2		
	5	前、后车架铰点	1		
	14	前、后车架下铰点	1		
	6	升降液压缸上铰点	1		
	10	升降液压缸下铰点	1		
	9	倾斜液压缸铰点	2		
	11	推架铰接销轴	4		
	8	前传动轴支承	1		

(续)

周期/h	图中 编号	润滑部位	点数	方法	润滑剂
100	12	前桥及轮边减速器	3	检查、 添加	气温高于 -15℃ 时, 用 18 号双曲线齿轮油; 气温低于 -15℃ 时, 用 7 号双曲线齿轮油
	17	后桥及轮边减速器	3		
	15	变速器	1		夏季: 30 号汽轮机油
	19	液压油箱	1		冬季: 20 号汽轮机油
	20	制动油箱	1		201 合成制动液
200	3	转向盘转轴支承	2	油枪 注入	2 号或 3 号钙基润滑脂
	18	各操纵杆关节			
900	12	前桥及轮边减速器	3	过滤 沉 淀, 必要时 更换	气温高于 -15℃ 时, 用 18 号双曲线齿轮油; 气温低于 -15℃ 时, 用 7 号双曲线齿轮油
	17	后桥及轮边减速器	3		
	15	变速器	1		夏季: 30 号汽轮机油
	19	液压油箱	1		冬季: 20 号汽轮机油
	20	制动油箱	1	更换	201 合成制动液

第四章 推土机故障诊断与排除

第一节 传动系统故障诊断与排除

一、液力变矩器故障的诊断与排除

由于液力传动具有自动适应、自动增矩变速、减振隔振、无机械磨损、无级变速、简化机械操纵性能等优点，使得它在液压工程机械中得到广泛应用。

在TY系列推土机中，液力传动油路与变速油路共用一个泵，形成一个变速传动油路系统。若变速油路系统出现故障，其表现为：推土无力，变矩器发热，行走无力，不能行走，产生噪声。前三种情况有一个共性特点，就是系统压力不足。

针对推土机的变速传动油路系统故障诊断，应根据故障现象进行现场调查，了解使用情况，对照变速传动油路系统图大致确定范围，同时运用各种方法来分析故障的可能原因，拟定检查程序，并对变速传动油路系统进行初步检查，如检查油箱的油量滤清器的滤芯、各管接头是否存在泄漏。如发生油量不足或滤芯有堵塞、油液变质、油液污染严重、各油管接头松动等现象，应排除此类故障后重新开机试验。若无上述问题，就须用仪器进行检测。运用仪器检测可分为直接测量和间接测量。在检测该系统时，若初检无问题，一般说来，只要检查压力和流量这两个参数。而最常用的是检查压力，看是否与设计压力相吻合。通常现代工程机械的液压系统都备有压力测试点。只要备有相应的测试接头就可接入压力表进行现场测试。流量测试需要将流量计串入油路中进行同步测量，这得根据需要而定。

随着测试技术的发展，在线检测仪（液压系统测试仪）的出现，为野外作业条件下，不拆卸液压系统的任何元件就可测试复杂的液压系统提供了极大的便利。液压系统测试仪主要用

于测试压力、流量、温度和转速。一般由测试系统和数字处理系统组成。测试系统主要由溢流阀、模拟加载阀、压力传感器、流量传感器、温度传感器和在测试仪外设置的转速传感器组成。还有一种在线监测检修测试器,检测时接入系统,可同时测量流量、压力、温度等参数,也可在系统中安装几个测试器,对系统故障部位进行判断。其原理是依靠一个磁性叶轮在液流作用下旋转产生磁力变化的信号来测试流量的。同时,在测试座上做成四通或五通,即可测量压力和温度。其结构简单,重量轻,体积小,检测十分方便。

1. 液力变矩器易损件失效的故障现象及诊断

(1) 轴承 TY 系列液力变矩器四个部位装有轴承:泵轮、泵轮罩壳、输出轴端、回油泵输入轴端。若泵轮及泵轮罩壳处轴承失效或松动,将引起泵轮与涡轮端面摩擦、泵轮与导轮端面摩擦、泵轮罩壳与涡轮直接摩擦,传动油无法及时将热量带走,导致油温过高;回油泵输入轴端轴承失效,将引起齿轮啮合不良,噪声过大;回油泵轴承孔磨损,会使回油泵内泄漏过大而导致吸油不足,回油泵内齿轮外圆与泵壳碰撞而导致回油泵损坏;输出轴端轴承失效,则会因轴端密封磨损而漏油。这些都会导致声响异常。

(2) 密封件 TY 系列液力变矩器密封件主要有四类:O 形圈、密封环、密封垫、骨架密封圈。由于油温过高或安装不到位,导致密封件老化或过早失效。密封件失效,主要表现为内泄漏和外泄漏,泄漏使得压力降低。内泄漏的外在表现为:油温过高,油压降低,推土无力。

2. 液力变矩器的故障现象及诊断

液力变矩器的故障现象可归结为五个方面:涡轮输出轴不转动,涡轮轴输出力矩不足,变矩器油温过高,噪声,压力波动等。产生这些故障的原因很多,既有变矩器本身的原因,又有操作保养方面的原因,还与变速传动液压油路系统有关。

【故障现象 1】

涡轮输出轴不转动。

【故障诊断与排除】

涡轮输出轴不转动，直接导致发动机动力传不出去，推土机不能行走。涡轮输出轴不转动的原因是：

1) 与发动机连接部分损坏，如花键损坏、齿轮折断等。

2) 供油箱油面太低，吸入空气，或工作轴中有大量气泡。

3) 液力变矩器缺油，如供油泵损坏，供油泵吸不上油，供油泵吸空，供油泵传动齿轮花键损坏，变速系统中调压阀卡死，使分配到液力变矩器的油液极少，造成变矩器缺油、液力变矩器油路油管堵塞等。

对此类故障首先初查，如检查发动机的连接，听声响是否有异常，检查油箱油面等；再用仪器检查，如将压力表放在供油泵出口检查供油泵的出口压力、安全调节阀后各点的压力、液力变矩器进出口压力等，确定故障大致范围。如有必要的话，测量供油泵出口流量、变矩器进口流量等，以便找到故障所在。

【故障现象 2】

涡轮轴输出力矩不足。

【故障诊断与排除】

涡轮轴输出力矩不足，表现为推土无力。其主要原因有：

1) 油箱充油不足，油面低，造成供油泵吸油不足，使流量减少。由于安全调节阀先要保证离合器压力正常的情况下，补偿油液才进入液力变矩器，从而使得液力变矩器充油不足，压力过低，导致输出力矩不足。

2) 进油压力过低，并有大量气泡，油变质，同时工作油温过高，溢流阀压力低，进入变矩器的入口压力偏低，在离心惯性力的作用下，产生气蚀现象，影响变矩器的工作效率，使损失增大，发热量增加。

3) 发动机功率不足或转速下降，也是引起涡轮轴输出力矩不足的原因之一。

4) 内泄漏大, 使得进出口压力偏低, 进入变矩器的补偿油液少, 热量散发不出去, 能量损失多, 输出功率自然减小。内泄漏大的原因有: 变矩器内的密封环磨损或安装不好; 输出轴及导轮座上的密封圈老化; 导轮座与壳体孔配合间隙大或壳体孔加工上存在形状误差, 如圆度超差过大; 泵轮穿孔; 泵轮驱动罩壳变形; 泵轮上放油塞螺钉松动; 泵轮驱动罩壳输出齿轮紧固螺钉松动或滑丝等。

5) 轴承损坏, 使得密封圈磨损过快, 同时使得三个工作轮相互摩擦而发热, 使油温很快升高, 油液粘度下降, 导致输出力矩不足。

【故障现象3】

变矩器油温过高。

【故障诊断与排除】

在推土机作业过程中, 液力变矩器根据负荷的变化将发动机的机械能进行转矩转换后传递给变速器。由于转换过程中的能量损失, 会引起变矩器循环油温度升高。如果其温度升高太快且超过一定极限后, 就会导致以下不良影响:

- 1) 工作油液将产生气泡、氧化沉淀, 老化变质。
- 2) 油液粘度过低时, 在传动系统不能起到良好的润滑作用, 容易引起系统泄漏。
- 3) 油液温度过高, 将导致橡胶密封件变形、老化, 密封变差, 泄漏增加, 影响液力变矩器的正常工作。

造成液力变矩器油温过高的原因是多方面的, 在检查时应先易后难, 逐步分析。其主要原因有:

- 1) 内泄漏过大, 壳体内油面高。
- 2) 变速器油位高, 运动机件摩擦阻力大。
- 3) 出口调节阀打不开(卡死)。
- 4) 由于回油泵磨损等原因, 壳体内积油无法排出。
- 5) 管道堵塞。
- 6) 变矩器及变速器内零件异常磨损或损坏, 如变矩器涡轮

轴承松动，涡轮与泵轮（导轮）摩擦，变速器离合器摩擦片不能彻底分离，齿轮泵产生偏心与泵壳直接摩擦。

7) 变矩器进油量不足，如供油箱油位过低或有气泡，供油泵密封件磨损，变速压力低，工作油分配不足，过滤器堵塞等。

8) 工作油使用不当。

9) 变矩器在低效区工作时间过长。

10) 冷却不足，如发动机传动带打滑，松紧度不合适，风扇性能不良，水泵叶轮与泵体间隙过大，水箱水位低，水箱堵塞等。

【实例】某单位新研制的一台液力传动推土机，在实验期间用 I 挡作业时，在不到 30min 的时间内其油温迅速升到 120℃ 以上。该机变速液压系统的原理如图 4-1 所示。

当油温升高到 120℃ 以上时，手摸变矩器外壳有烫手的感觉，说明其油温确实很高，这就排除了温度传感器和仪表有故障的可能；检查机油冷却器 13 后证明散热系统工作正常，因此初步确定故障是由于液力变矩器循环流量不足造成的。为此，修理人员对引起循环流量不足的下述原因逐个地进行了测试分析：

1) 液压泵有故障或吸油过滤器堵塞。

2) 液力变矩器溢流阀 10 的调定压力太低 液力变矩器溢流阀一方面控制油液的进口压力，另一方面根据液力变矩器传动比的变化，自动调节供给液力变矩器的循环流量，其设定压力为 0.75 ~ 0.85MPa。如果压力太低，导致进入液力变矩器油的入口压力太低，那么在液力变矩器内由于离心惯性力的作用产生气蚀现象，影响液力变矩器工作效率，使损失增大，发热量增加，严重时由于气泡凝聚的冲击作用，会降低元件的使用寿命。同时，由于压力低，不能保证液力变矩器在低传动比时的循环流量，导致散热不够，引起液力变矩器发热。

3) 液力变矩器内部漏油。当液力变矩器内部漏损严重时，将使进入机油散热器的液体流量不足，导致散热不够，引起液

4) 变速控制阀(调节阀5、快速回流阀6、减压阀7和速度阀8等)泄油。

5) 变速器离合器泄油。当变速器离合器或变速控制阀泄油严重时,会导致液力变矩器入口压力建立不起来,使循环流量不足而引起液力变矩器发热。

针对上述原因,操作人员在液力变矩器入口处接入流量计及压力表,分别对Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ挡的流量和压力进行了测试。测试结果见表4-1。

表 4-1 液力变矩器测试结果

挡位	方向	压力/MPa	流量/(L/min)
Ⅰ挡	前进	0.35	30
	后退	0.35	35
Ⅱ挡	前进	0.75	68
	后退	0.75	70
Ⅲ挡	前进	0.75	67
	后退	0.75	70

由测试结果可知,Ⅰ挡时流量明显不足,压力低于溢流阀的调定压力,而Ⅱ、Ⅲ挡的压力均正常,考虑液压泵容积效率及阀的泄漏等原因后,其流量也在正常范围内,从而得出结论:上述原因中的前四项均可排除,故障的真正原因为变速器Ⅰ挡离合器泄漏。在更换了一台变速器后重新测试的结果表明,变矩器油温正常。

【故障现象4】

产生噪声。

【故障诊断与排除】

推土机正常运转时,声响有一定的声律节奏,并持续稳定。因此,熟悉和掌握这些正常的声律,同时把握声律节奏的变化情况以及不正常声音产生的部位可分析确定故障发生的部位和损伤情况。噪声现象分两种:一种是异常噪声,表明零件带故

障工作或工作状况不良；另一种是加工原因造成的误差，如齿轮噪声，由于基节误差，使得主、从动齿轮出现线外啮合，齿顶在齿根上刮行，从而产生噪声。根据噪声产生的部位和噪声的频率，可判断故障源。

产生噪声的种类有：

1) 因连接部分松动而产生噪声，一般凭听觉即可判断。

2) 齿轮噪声，有两类：一类是频率高、声调尖的噪声，此类故障原因有：齿形误差，如节点附近有中凹现象；这是剃齿加工中特有的现象；表面粗糙度与波度误差影响也较大，这与加工误差有关；齿圆径向圆跳动误差，在高速时会产生多种尖锐的声音。一类是频率低、声调较低的噪声；此类故障主要是由节线冲力和基节误差等引起的。

3) 液压振动和噪声，主要是液压阀产生的，其原因主要是机械噪声。机械噪声，是由于装配和维护不当而发生的，主要表现在以下方面：

① 阀芯与阀体孔配合过紧或过松，均会产生噪声。过紧，滑动摩擦阻力大，滑动困难，引起振动和噪声；过松，间隙过大，泄漏严重。此外，液压力也会导致振动和噪声。

② 弹簧刚度不够，产生弯曲变形，液动力引起弹簧自振，当弹簧振动频率与系统振动频率相同时，会出现共振。

③ 出油口油路有空气。

④ 与系统中其他元件产生共振，会使振动与噪声增大，因此，应检查其他元件的安装与管件的固定有无松动。所以，可以通过噪声来判断故障部位。

【故障现象5】

压力波动。

【故障诊断与排除】

检查液力变矩器进出口压力出现波动，应根据具体情况来判断。其主要原因有：供油泵输出压力有波动，如供油泵密封磨损，供油泵齿顶与泵壳间隙太大，供油泵端面磨损而泄漏，

供油泵吸空，油液中有气泡，油液污染等；阀芯与阀体孔配合过紧或过松均会引起油液压力波动，压力波动过大并有噪声产生对液力变矩器的寿命和输出效率有很大影响，应根据具体情况，找出原因，再用相应的办法解决。

综上所述，在维修液力变矩器时，应在弄懂液力变矩器基本工作原理、液力变矩器结构、变矩器传动系统及油路系统工作原理的基础上，根据故障的现象，判定故障的大致范围，对系统进行调查和仪表检查，运用各种分析方法，分析出故障的原因，而不要胡乱拆卸。

二、变速器故障的诊断与排除

推土机变速器常见的故障现象、诊断与排除见表 4-2。

表 4-2 推土机变速器常见的故障现象、诊断与排除

故障现象	故障诊断	故障排除
变速器中发生敲击声	齿面磨损间隙过大或各轴的花键部分松动，导致齿轮发生敲击声	按技术要求检查各零件磨损情况及啮合的面积等，装好变速器再试车，应注意声音是否均匀，而不是断续乱响即可使用
不易挂挡和自动脱挡	不易挂挡，其原因是齿轮齿面剥落或花键磨损有凹槽，使齿轮移动困难，发生挂挡失灵的现象 自动脱挡其原因是：齿轮磨损间隙过大，在轴向负荷作用下而自动脱挡；定位销磨损，定位销弹簧弹力过弱，换挡时齿轮没有全部啮合，锁轴器拉杆调整不准确	首先检查锁轴器拉杆的距离是否合适；弹簧弹力过弱，应更换新件；如果解决不了应拆下变速器，按技术标准进行全面检查
变速器温度过高	油面过低，润滑不良，有时负荷过大或滚动轴承过紧等	变速器温度过高，首先应检查油面是否合适；再用手试轴承位置是否局部温度过高，若过高，则应调整轴承间隙

三、主离合器故障的诊断与排除

【故障现象 1】

主离合器打滑。

【故障诊断】

被动摩擦片磨损，弹簧片压力不足，摩擦片表面沾上油污或接合面接触不良。

【故障排除】

对失效的摩擦片和弹簧应更换新件；有油污摩擦片用汽油清洗干净，接合面接触不良应挫平或磨平、车平。

【故障现象 2】

分离不彻底。

【故障诊断】

离合器间隙过小。摩擦盘翘曲或安装不当。

【故障排除】

调整好被动盘与中间盘的间隙，翘曲的摩擦片应车平。

【故障现象 3】

连接块磨损严重或断裂。

【故障诊断】

发动机曲轴中心线与变速器上轴中心线不一致，发动机飞轮平面偏差过大。

【故障排除】

拆下主离合器总成，调整发动机和变速器的中心线外圆平面，其偏差不大于 0.6mm。

【故障现象 4】

主离合器产生异响。

【故障诊断】

配合件松动引起冲击声。

【故障排除】

检查零部件的磨损情况进行相应的修复或更换新件。

【故障现象 5】

主离合器自动脱开。

【故障诊断】

中间盘与前被动盘的间隙过大、松放臂小端球面直径与钢碗内孔的间隙过小。

【故障排除】

调整被动盘与中间盘的间隙在 0.5 ~ 1.0mm 之间，松放臂球面直径与钢碗内孔的间隙应在 0.3 ~ 0.5mm 之间。

推土机离合器常见的故障现象、诊断与排除见表 4-3。

表 4-3 推土机离合器常见的故障现象、诊断与排除

故障现象	故障诊断	判断方法	故障排除
主离合器打滑，发动机转速正常，不冒黑烟，工作装置工作正常，但爬坡吃力，甚至不能行走	1. 主、从动片轻度磨损 2. 主、从动片过度磨损 3. 调整盘的锁销开焊 4. 主离合器操纵杆不到位	1. 调整盘旋进飞轮盖端较少，调整盘螺纹明显露出 2. 调整盘旋进飞轮盖端较多，从飞轮盖端几乎看不到调整盘螺纹。反复调整盘，无法接合主离合器 3. 拆下主离合器上盖，轴向可晃动锁销 4. 观察可发现	1. 顺时针旋进调整盘，一般每次半圈，边调整边接合主离合器，直到拉主离合器手把时能清晰地听到过死点的清脆响声即可 2. 更换新片 3. 拆下调整盘，焊牢锁销 4. 调整拉杆叉的长度至合适位置
主离合器操纵杆沉重	1. 滤清器堵塞 2. 主离合器液压系统缺油 3. 助力器损坏或助力器溢流阀有问题 4. 移动套内的双金属套烧损	1. 临时拆下滤清器，主离合器操纵杆变轻，说明滤清器堵塞 2. 检查油位 3. 在油路正常的情况下，离合器可以接合与分离，但主离合器操纵杆沉重 4. 测量主离合器油压正常，操纵杆仍很沉重	1. 更换滤清器 2. 加油 3. 更换助力器或助力器溢流阀 4. 更换双金属套

(续)

故障现象	故障诊断	判断方法	故障排除
换挡时齿轮发出异响, 难以啮合	1. 调整盘过紧 2. 手制动器制动效果不良	1. 主离合器分离困难, 换挡时离合器轴仍然转动 2. 主离合器分离时, 主离合器轴仍在旋转	1. 反时针调松调整盘到适当位置 2. 主离合器在分离状态时, 主离合器轴应在 3s 内停转
离合器接合不上	1. 联板上的短销轴掉落 2. 移动套的重锤装反	1. 拆下主离合器上盖, 观察移动套短销轴可发现问题 2. 移动套无法进入调整盘	1. 拆下移动套, 拧紧短销轴 2. 拆下移动套, 重新组装

四、液力传动系统油温过高故障的诊断与排除

推土机液力传动系统的油温过高（正常情况下为 115 ~ 120℃，瞬时允许达 130℃），会使传动油的粘度下降，抗磨、抗氧化和抗腐蚀变质的性能变差，从而导致润滑油性能降低，机件出现非正常磨损，严重时会使金属件退火、老化失效，产生传动油的外漏内泄。如不及时处理，会加速传动油温度升高，造成恶性循环。

【故障现象】

日本小松公司的 D85A 型推土机的液力传动系统产生油温过高。

【故障诊断与排除】

1. 操作不当

D85A 型推土机的作业过程一般由前进铲料、送料及空回三个基本工序组成，其中以铲料工况对液力传动油的油温影响最大，因为铲料时推土机受到的外界阻力最大。此时，不论是液力变矩器内部各元件之间，还是变速器换挡离合器的主、被动摩擦片之间，都以较大的转速差运动。因此，尽管推土机的前进速度很慢，甚至停止前进，但变矩器输出最大扭矩，大大降

低传动效率；另外，有些驾驶员长时间使用小油门作业，企图利用变矩器的变矩作用使其转矩增大，造成变矩器长期在低效率区工作，浪费油料和时间，传动效率降低，导致发动机输入液力传动系统的大部分或全部功率转化为热能；有些驾驶员在频繁地换挡过程中使用大油门，不仅造成机件的剧烈冲击，而且使液力传动系统中相对运动机件之间的转速差很大，造成油温升高。

排除及防止措施是：驾驶员在进行推土作业前必须首先对作业对象及环境进行观察分析，并根据具体情况和经验进行作业；对硬质土，最好先用松土器松动后再推送，若无松土器，也要在保证推土机不失速的情况下控制每次的推送量，并根据推土机前进速度合理地进行铲刀的提升和下降；送土距离不宜过长；坚决克服长期使用小油门作业，以避免失速。

2. 油冷却器的冷却效果不良

液力传动系统的工作油是利用发动机的冷却水在冷却器内进行强制冷却的，即冷却水通过冷却器的铜管，传动油在铜管外，两者反向流动，由于传动油与冷却水存在温差，使传动油散发的热量不断被冷却水带走。因此，发动机冷却水的温度直接影响着液力传动油的冷却效果；另外，如果水质不好，使冷却器中产生大量的水垢（水垢本身是热的不良导体），同样也会影响冷却效果。

在日常作业中，当发现传动油的温度过高时，首先应检查发动机冷却水的温度，如果水温不正常，可检查冷却水的量是否充足、驱动水泵和风扇的传动带是否过松而打滑、散热器内外是否被堵塞、冷却水是否被污染或水质太硬、发动机配气机构和喷油时间是否正常。然后检查发动机是否长时间超负荷工作、水泵是否发生故障、节温器是否失效等。发动机的冷却水应采用软质水，在施工现场若不易准备软质水，也要将水烧开并自然风冷后才能加入发动机使用。若水路中水垢多应进行清洗，可用低泡沫洗衣粉、煤油和水以质量比为 1:0.5:10 的比例

混合在一起充满发动机冷却系统，使机器照常工作一个台班后，再让发动机以怠速运转，将清洗液全部放出，然后加入清水并让发动机先运转 1h，然后再怠速运转并将水放掉。当水垢严重时，可按上述方法重复进行几次。如果水温正常，则需检查冷却器内是否有异物堵塞或水垢太多，若有异物，应进行排除。若水垢太多，则可参照发动机水垢清洗的方法加以清洗。最后，应检查传动油中是否含有杂质和水分，即停机 1h 后从油底壳（变矩器、变速器和后桥共用）中放出部分传动油，看其是否混浊、乳化、有泡沫，听燃烧时是否有爆鸣声。如果有以上现象，则表明油中有水，须拆检传动油冷却器，并更换新油。

3. 液力传动油的油位不当

D85A 型推土机的变矩器与变速器和后桥相通，其油液共用。在正常运转中，仅有少部分在系统内循环并被强制冷却，而大部分是储存在相通的油底壳中，可随时补充传动油的消耗，同时将传动油温度调节在一定的范围内。在液力传动系统中，液力变矩器的功率损失为发动机额定功率的 20% ~ 25%，变速器和中央传动、转向传动的功率损失为发动机额定功率的 5% ~ 8%，这些功率损失将转变为热能使工作油的温度升高。为此，必须有足量的油液吸收这些热量进行自然冷却。若油位过低，油量不足，不仅会造成自然冷却效果降低，而且将使液压泵容易产生吸空现象，在油内生成大量气泡，使运动元件润滑不良，导致油温升高；若油位过高，高速运转的机件浸在传动油中，不仅摩擦力增大而且因搅油功率损失增大，同样也会使油温升高。

D85A 型推土机传动系的加油和量油部位都在后桥箱上，必须按要求使机器处于平稳状态、发动机停止运转时测量，油位既不能低于最低限，也不能高于最高限。如果正常工作时油底壳的油量增多，则应检查液压工作系统工作齿轮泵油封是否破损或老化，若有破损或已老化则应更换新油封；如果油底壳油位下降且无渗漏处，则应检查发动机散热器中冷却水的水质，

若水中有油，则说明传动油冷却器的铜管或油封破损，应对其进行检修或更换。

4. 油质不合要求

对于液力传动系统而言，若单纯考虑液力传动功能，采用 SAE30 或 6 号液力传动油即可，但考虑到变速器、后桥箱的工作油与变矩器用油是公用的，因此还须考虑整个传动系统的润滑和密封问题。为了油料的来源和管理方便，一般采用柴油机油。但是，如果油的粘度太大，不仅会使泵轮泵向涡轮的油的速度降低，影响传动效率，造成油升温，而且也会使变矩器工作轮因搅油功率损失增大，使油温升高。同时，考虑到推土机工作环境较为恶劣，负荷变化大，允许其传动油的温度通常在 $60 \sim 115^{\circ}\text{C}$ 范围内变化，短时间内允许达到 130°C 。因此，对传动油的品质，不仅要求其抗氧化性和抗气泡性好，酸度低，对机件腐蚀小，而且更重要的是它应具备适中的粘度和良好的粘温特性，即要求传动油的运动粘度随温度变化而变化的幅度小。

在施工现场，有些驾驶员乱加油，使用不合格的传动油、普通的 CC 级柴油机油或是混合用油，更有甚者在后桥箱中加入旧润滑油、旧液压油，由于油已变质或已乳化，易分离出水，粘度下降，从而破坏了运动机件的润滑，使整个系统不能正常工作。摩擦增加，导致油液升温，严重时使机件磨损或损坏，特别是使液力传动系中变速器、变矩器和变速主控阀失灵和损坏。D85A 推土机所用液力传动油可选用与发动机用油相同的 CD 级中增压稠化柴油机油，并按规定每工作 1000h 应更换工作油一次，换油时应在热机情况下放油。

5. 回油泵失效

D85A 型推土机的回油泵可以控制变矩器壳体內的油面高度，油面超高时由回油泵将多余的油输送到后桥箱中。如果回油泵失效，则变矩器壳体內的油面将升高，泵轮和涡轮将会因搅油量增加而损失功率，使油温升高。此时，应停止作业进行检查，即在发动机怠速运转下，检查变矩器的通气孔处有无油

液喷出，若通气孔有油液喷出并伴有较多热气溢出，但在停止发动机运转后，后桥箱的油位却未升高，说明回油泵工作不良或失效，应对其进行检修或换新。

6. 流油器阻塞

在 D85A 型推土机的液力传动系油路中，齿轮泵的进油口装有粗滤器，出油口装有细滤器，且粗滤器与转向泵共用一个进油管。如果传动油中杂质过多，或长时间未保养滤清器，就会使滤清器发生阻塞，使液压泵吸油不畅，泵的供油压力和供油量不足，造成系统产生振动、冲击和噪声增大，使参与系统循环的油流量减少，散热不良，从而使油温升高。因此，平时作业时必须严格按照该机的使用保养要求经常检查和清洗滤清器，并按规定更换滤芯（粗滤器每工作 500h 清洗一次，细滤器每工作 500h 更换纸质滤芯一次）。

7. 补偿油压不对

D85A 型推土机变矩器进口压力阀用以保证变矩器的工作油压，如果此阀工作不良或调整不当，会使供给变矩器的油压过低，导致泵轮叶片前段有大量的气泡凝聚，降低变矩器的传动效率，从而使传动油升温；变矩器的出口压力阀用以保证去往冷却器的油量，如果此阀调整不当或工作不良，则使回油压力过高，导致去往冷却器的油量不足，从而造成油温升高。为查明此两压力阀的工作情况，可对其压力进行检测。如果进、出口压力符合要求，则应检查是否是传动工作油太脏，使压力阀阀杆卡死在溢流位置或油道堵塞，必要时应对传动油全部换新，清洗压力阀，更换新滤芯；如果两压力不符合要求，可用增减垫片的办法改变弹簧的弹力，从而将进、出口压力调整至规定值（进口压力 0.87MPa，出口压力 0.45MPa）。

8. 变速器或转向离合器有故障

因为该机变矩器、变速器和后桥箱用油相通，因此，若变速器或转向离合器有故障，也会引起传动油温度升高。

对变速器而言，产生油温升高的主要原因有：

1) 变速器离合器接合不牢, 长期处于半打滑状态工作, 由于滑动摩擦而产生大量热量。变速器离合器接合不牢一般是由于变速油压低、离合器缸密封环装反或密封环损坏、离合器摩擦片磨损超限、离合器活塞发卡, 以及变速器主控阀中的变速阀阀杆、柱塞或调节溢流阀阀杆卡死等所致, 须逐项查明原因进行检修。

2) 离合器分离弹簧无力或摩擦片翘曲, 造成离合器分离不彻底, 导致摩擦生热。

3) 变速器强制润滑油路受阻, 使润滑油量不足, 或者油质过脏, 或者回转件的配合间隙过大或过小, 都会使有配合关系的机件摩擦生热。

对转向离合器而言, 产生油温升高的主要原因有:

1) 转向离合器弹簧退火、折断而失效, 作用力下降, 使离合器接合不牢, 有打滑现象, 致使机器行走时会自动转弯, 或外齿从动摩擦片粉末冶金材料脱落, 造成磨损超限。

2) 转向离合器分离不彻底, 机器转弯困难, 急转弯时机器甚至会停止不动, 造成转向离合器主、从动摩擦片间相对摩擦而生热。

对于变速器或转向离合器有故障而造成的油温升高, 应进行故障分析检修, 对失效机件应及时更换。首先, 对供油泵的压力、变速油压、转向离合器油压进行检测, 看是否在允许范围内; 然后, 检查传动油中是否有杂质和金属颗粒, 并分析、判断离合器是否有打滑现象。在维修过程中, 除对变速器失效元件给予及时更换并要求严格按照规定安装外, 还须检查系统内相关元件的性能, 同时对系统进行彻底清洗。

9. 运动机件间有异常摩擦

液力传动系统在正常工作时, 其齿轮、轴承、摩擦片和压板等机件摩擦产生的热量由流动的传动油带走; 但如果传动油中磨粒过多或配合间隙不合适, 使机件产生异常摩擦, 从而产生更多的热量, 则传动油就无法及时地将全部热量带走, 造成

传动油升温。此时,除应检查、维修变速器、离合器和转向离合器外,还应检查变矩器的涡轮轴承是否松动(涡轮轴承松动会造成涡轮与泵轮或与导轮直接摩擦)、齿轮泵是否产生偏心(齿轮泵偏心会与泵壳直接摩擦)或变速器内行星轮端面防磨片是否损坏(防磨片损坏会使行星轮与行星轮架直接摩擦)等,必要时对相关机件应进行检修、更换。

在施工作业现场,为避免发生异常摩擦,应定性地判断故障发生的部位,即可通过对传动油中磨粒成分的观察,并按下述判据进行分析,或用光谱分析仪器作定量分析,然后有针对性地确定应检修或更换已失效的零件:

1) 油中有钢质微粒,说明液压泵、轴承、轮轴或其他钢制件有损坏。

2) 油中有铁屑、铁微粒,说明液压泵壳体、变速器壳体等有磨损或损坏。

3) 油中有胶木微粒杂质,说明变速器离合器片或转向离合器摩擦片、制动带等有磨损。

4) 油中有铝合金微粒杂质,说明变矩器元件有磨损。

5) 油中有铜色微粒杂质,说明变速器或转向离合器摩擦片有磨损(现大多数湿式离合器摩擦片的耐磨材料采用铜合金材料)。

10. 外界工作环境温度的原因

推土机在高温季节或高温地域作业时,很容易发生传动油温度过高的现象。因为温差减小,不仅传动油本身自然散热速度减慢,而且发动机水温对传动油的强制冷却效果也降低,则导致传动油温度过高。因此,在高温环境下作业时,为使机器能够正常运行,应尽量避免长时间满负荷或小油门作业,以减少失速的额度和幅度;油温过高时应及时停止作业,使发动机怠速运转,待油温正常后再继续作业。

五、120 系列推土机换挡换向困难故障的诊断与排除

120 系列推土机(上海彭浦机器厂、天津建筑机械厂、长春

工程机械厂、鞍山红旗拖拉机制造厂等生产) 在使用中几乎都存在有不同程度的换挡换向困难问题。本节从结构上对这一现象予以分析, 并从实践中总结出一套行之有效的克服方法。

【故障现象】

机械在使用中操纵变速杆实施换挡或操纵换向杆进行换向时出现剧烈的打齿声, 造成换挡换向困难或无法换挡换向。

【故障诊断】

1. 主离合器故障

出现换挡换向困难的主要原因是主离合器(见图4-2)分离不彻底, 有拖滞现象。当分离主离合器、操纵变速杆换挡或推拉换向杆改变机械行驶方向时, 主离合器未能彻底切断发动机的动力, 变速器主动齿轮仍以较高的速度旋转, 致使换挡或换向齿轮不易与之啮合, 出现刺耳的打齿声。造成主离合器分离不彻底的主要原因是:

- ①主离合器的分离间隙调整不当。
- ②钢片弹簧5失效, 当分离主离合器时后压盘17不能自动回位。
- ③主离合器各摩擦表面沾有硬质污物。
- ④被动盘摩擦片过热烧结, 造成经常性摩擦。
- ⑤主动盘或被动盘翘曲变形, 造成不均匀性接触。
- ⑥发动机曲轴与离合器轴不同心, 使离合器不能正常工作。
- ⑦安装胶布节19时各垫片厚度不均, 造成中盘18工作时摇摆。

2. 变速器故障

除主离合器故障外, 造成换挡换向困难的原因还可能来自于变速器本身。变速器的主要故障有:

- ①各轴承磨损严重, 降低了各轴之间的平行度, 由于120系列推土机采用直齿传动滑动齿轮换挡, 当两啮合齿轮的齿轮轴不平行时, 两齿轮之间便出现一定的啮合倾斜角度, 造成啮合时碰撞发响。

②各轴的花键槽内积有脏物，造成变速齿轮移动困难。

③闭锁机构的拉杆（与主离合器操纵杆相连）脱落或出现松动，在分离主离合器时变速机构的闭锁不能及时解除，造成换挡换向困难。

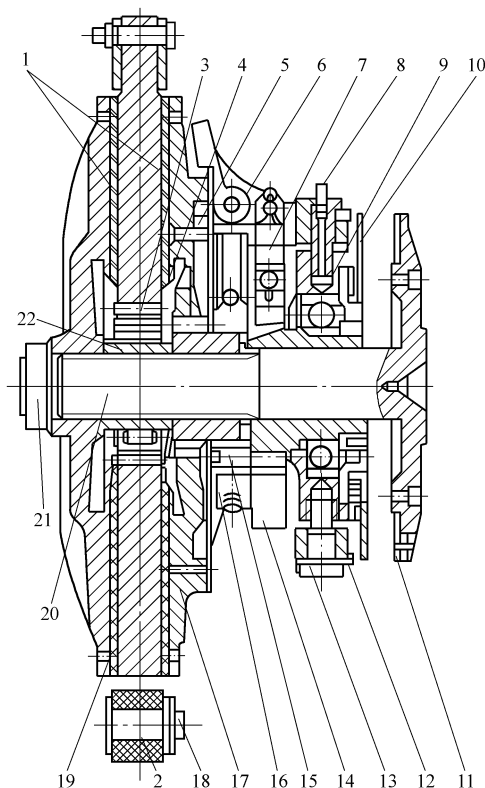


图 4-2 120 型推土机主离合器

- 1—中盘内套 2—摩擦片 3—中盘轴承 4—挡油盘 5—钢片弹簧 6—压臂
7—弹性连接臂 8—油嘴 9—滚动轴承 10—轴承壳 11—制动片
12—放松圈 13—放松圈销 14—移动套 15—导向销 16—调整圈 17—后压盘
18—中盘 19—胶布节 20—前压盘 21—离合器轴 22—固定螺母

④闭锁机构调整不当，致使锁定销紧顶在锁销轴的圆面部

分，拨叉轴不能移动变速或换向。

⑤闭锁机构锈死或变形卡死，移动困难。

【故障排除】

遇到换挡换向困难故障可按图 4-3 所示步骤分析判断。

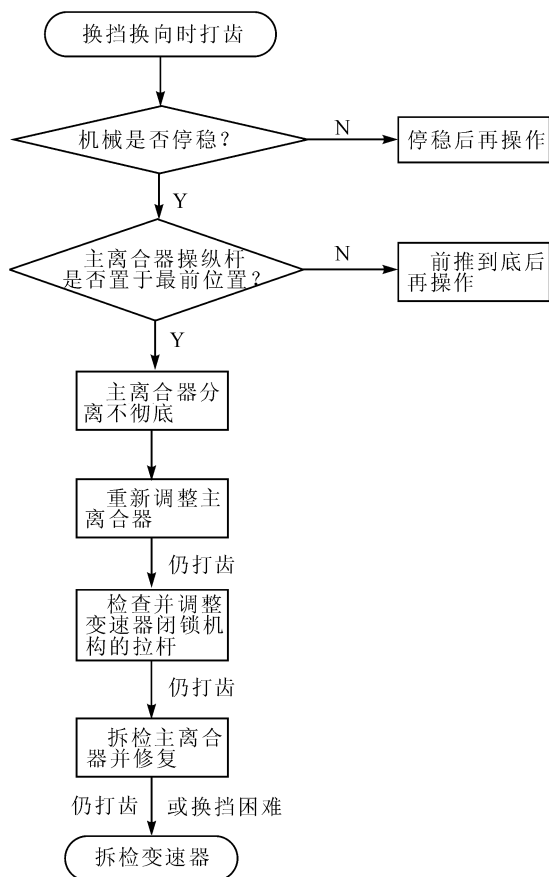


图 4-3 换挡换向困难的判断步骤

1. 主离合器故障排除

1) 若主、被动盘之间分离间隙过小，应重新调整主离合器的松紧度，方法如下：

①将机械停在平坦地面上，分离主离合器，变速杆置于空挡。

②取下检视孔盖，用撬棒或长柄螺钉旋具拨转调整圈 16，使其夹紧螺栓处于易松动位置，钳下锁销，拧松夹紧螺栓。

③将换向杆打到前进或后退位置，变速杆挂上任一档，以防后压盘 17 和前压盘 20 在调整时转动。

④转动调整圈，顺时针转动主离合器变紧，反之则松。调整过程中应不断地拉动主离合器操纵杆，检验其拉力（ $140\text{N} \pm 20\text{N}$ ），直到拉力正常为止，操纵杆越过死点时应发出清脆的响声。

⑤将变速杆置于空挡，接合主离合器，以防调整圈改变位置。撬转主离合器，使调整圈的夹紧螺栓处于易固定位置。

⑥拧紧夹紧螺栓，并用锁销锁紧，装上检视孔盖。

2) 若钢片弹簧 5 失效，应更换。

3) 若各摩擦表面沾有硬质污物，应拆检、清理。

4) 若被动盘摩擦片过热烧结，应更换摩擦片。

5) 若主动盘或被动盘翘曲变形，应校正或更换变形的摩擦盘。

6) 重新调整发动机安装垫片直至发动机曲轴与离合器轴同轴度符合安装要求。

7) 重新校正五个胶布节 19 的调整垫片。

2. 变速器故障排除

1) 检查变速器各轴承的磨损情况，更换损坏的轴承。

2) 用煤油或柴油对变速器进行运转清洗，严重时应拆卸刷洗。

3) 检查并调整变速器闭锁机构的拉杆。

4) 重新拆洗并调整变速器闭锁机构。

换挡换向困难故障的发生是机械使用磨损的必然结果，几乎所有 120 型推土机都不同程度地存在这一现象。在实践中人们总结了一套实用处理方法：

1) 换挡尽量在机械停稳后进行; 换向必须在机械停稳后进行; 严禁溜车换挡。

2) 坡道换挡换向时应在分离主离合器的同时踏下左右转向制动踏板, 迅速实施换挡或换向。

3) 一旦出现换挡或换向时打齿, 不可强行推拉操纵杆, 应按如下步骤进行:

①将机械停稳, 变速杆和换向杆均挂至空挡。

②右手将换向杆轻轻靠要打的方向 (前进或后退), 以不出现打齿声为宜, 但能感觉到换向杆的抖动, 左手轻微而又缓慢地后拉主离合器操纵杆, 待右手感觉到较大的抖动时左手立即停止, 同时右手操纵换向杆即可轻柔地挂上。

③若上述方法不奏效, 可先降低油门再按上述步骤进行, 注意换向时机械不能熄火。

④以同样方法挂上所需挡位。以上操作技巧的关键是拉动主离合器时一定要轻微而又适度, 不可操之过急。换挡与换向可交替进行。

六、TY220 型推土机液力传动系统故障的诊断与排除

TY220 (D85A-18) 型推土机是引进日本小松制作所全套专有制造技术生产的产品。该机型工作效率高, 操作轻便, 但其液力传动系统中液压元件较多, 故障诊断较为复杂, 遇到故障时若盲目拆卸, 往往徒劳无益。如能用压力测试法查找故障所在部位, 则可获得事半功倍的效果。

1. TY220 型推土机液力传动系统

液力传动系统包括液力变矩器、变速器油路系统和转向、制动油路系统, 其组成如图 4-4 所示。各液压阀的功能见表 4-4。

2. 液压测试条件

- 1) 油液品牌、质量等级和粘度应符合要求, 后桥箱油位正常。
- 2) 预热发动机, 使发动机冷却液和液力传动油的温度为 $70 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 。
- 3) 发动机转速应符合标准, 怠速为 $600\text{r}/\text{min}$, 标定转速为

2000r/min。

4) 准备量程 2.5MPa 和 7MPa 的油压表，并配制软管和接头（接头螺纹为 M10×1）。

3. 液压测试方法

1) 各测量点设有方头锥形螺塞（称测量塞），测量压力时，拆下螺塞，接上量程合适的油压表。

2) 把变速杆放在空挡（N）位置，如果需要放在前进或后退位置上测试减压阀压力要注意发动机在全速时车辆会移动。

表 4-4 各液压阀的功能

名 称		功 能	
变速器控制阀	三联阀	液压调节阀 (液压控制随动阀)	具有液压调节功能和溢流功能
		快退阀 (快速返回阀)	该阀与液压调节阀联合作用，使变速器接合平稳，分离彻底
		液压阀	将 I 速离合器油压减到 1. 25MPa
	起动安全阀		当变速杆在挡上时，即使起动发动机推土机也不能起步
	换向阀		变换行驶方向，控制行驶速度
	速度阀		变换挡位，控制行驶速度
转向控制阀	二联阀	主溢流阀 (顺序阀)	控制转向油路油压，所溢出的油与变速器液压调节阀溢出的油合流到变矩器
		转向分流阀	将来自转向滤清器的压力油按 3:1 的比例分配到左或右转向离合器
	转向左、右离合器滑阀		把压力油分配到左或右转向离合器
	转向制动器分流阀		把压力油分配到左或右制动器
转向制动器溢流阀		控制制动回路的油压	
转向制动器助力器		减轻制动踏板的操作力	

3) 起动发动机，分别测试发动机全速（2000r/min）和低速（600r/min）时的油压。

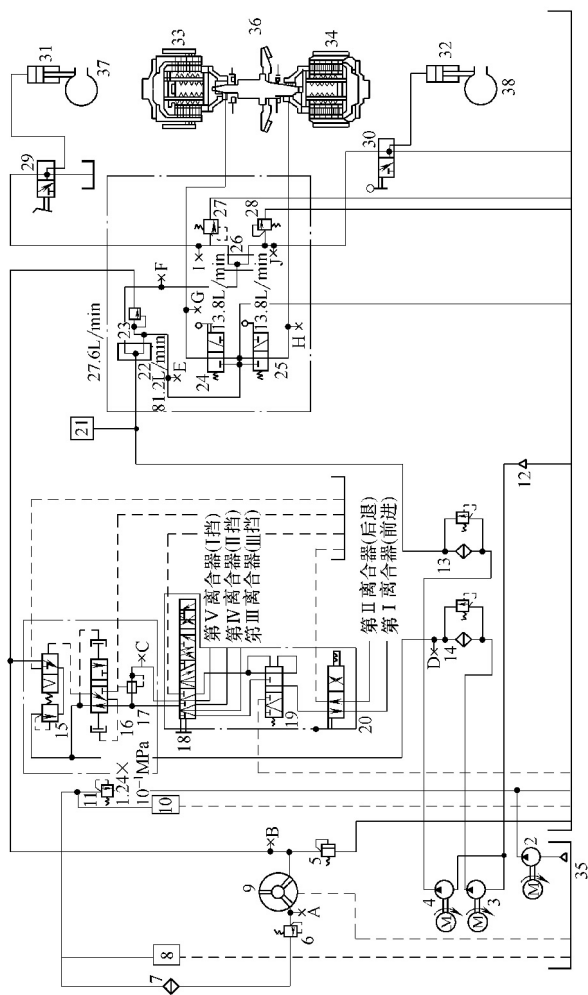


图 4-4 TY220 型推土机液力传动系统组成

1—磁铁粗滤网 2—换油泵 3—变速器(FAL040) 4—转向泵(FAR063) 5—液力变矩器溢流阀 6—液力变矩器调节阀 7—机油冷却器 8—动力输出端(PTO)润滑 9—液力变矩器 10—液力换挡变速器油滑 11—润滑油溢流阀 12—磁铁粗滤器 13—转向溢流阀 14—液力换挡变速器溢流阀 15—液力换挡变速器调节阀 16—液力换挡变速器快退 17—液力换挡变速器减压阀 18—液力换挡变速器速度 19—液力换挡变速器溢流阀 20—液力换挡变速器换向阀 21—液力换挡变速器 22—转向分流器 23—转向主溢流阀 24—转向右离合器滑阀 25—转向左离合器滑阀 26—转向制动器分流阀 27—右转向制动器溢流阀 28—右转向制动器溢流阀 29—右转向制动器滑阀 30—左转向制动器滑阀 31—右转向制动器滑阀 32—左转向制动器助力器 33—右转向离合器 34—左转向离合器 35—液力变矩器箱 36—转向器 37—右转向制动器 38—左转向制动器

4) 将发生故障时油压表的读数与设定压力值对比, 判断故障所在部位。

5) 油压测试点、测量塞位置和设定压力值如图 4-4 和表 4-5 所示。

表 4-5 油压测试点、测量塞位置和设定压力值

测试部位	测试点 (图 4-4)	测量塞位置	设定压力/MPa	
变矩器出口压力	A	在变矩器调节阀体右下方	0.3 ~ 0.5	0.2 ~ 0.3
变矩器进口压力	B	在变矩器溢流阀进油管路上	0.7 ~ 0.9	
变速器减压阀压力	C	在变速器控制阀体减压阀一侧		
变速器调节阀压力	D	在变速油路过滤器盖上	2.3 ~ 2.7	1.8 ~ 2.4
转向主溢流阀压力	E	在转向溢流阀进口管路上 (或在转向过滤器盖上测试)	1.2 ~ 1.7	0.9 ~ 1.3
转向制动总压力	F	在转向分流阀出口制动管上 (也可在转向过滤器上, 但踩下制动踏板)	同 G、H 点, 踩制动踏板时的压力	
右转向离合器压力	G	在右转向滑阀出口	1.2 ~ 1.7	0.9 ~ 1.3
左转向离合器压力	H	在左转向滑阀出口	1.2 ~ 1.7	0.9 ~ 1.3
右转向制动压力	I	在右转向制动溢流阀上	1.5 ~ 2	1.5 ~ 2
左转向制动压力	J	在左转向制动溢流阀上	1.5 ~ 2	1.5 ~ 2

【故障诊断与排除】

通过油压测试, 判断液压泵、液压阀的性能; 判断油滤清器、变速器、转向离合器各密封环、密封圈是否漏油等, 测试结果原因分析和故障排除方法见表 4-6。

推土机液力传动装置常见的故障多在液压系统, 下面介绍用压力测试法诊断 TY220 型推土机故障的部分实例。

【实例1】 挂挡不走。测试 D 点压力：低速为 0，全速 0.3MPa。由于 D 点压力太低，C 点压力也低，致使各挡离合器均打滑，所以推土机挂挡不走。从 D 点放气后压力升高，但停止发动机运转约 10min 后再启动时，D 点压力又变低了。这说明液压泵进口低压区侵入空气，更换磁性粗滤器盖与壳体之间的 O 形圈之后，故障即排除。

表 4-6 测试结果原因分析和故障排除方法

测试结果	故障原因分析	故障排除
D 点压力低	1. 后桥箱油位过低 2. 液压泵进口低压区密封不严，导致空气侵入 3. 磁性粗滤器堵塞或软管吸瘪 4. 变速滤清器堵塞，旁通阀锈死或滤芯支撑管太软而受压塌陷 5. 变速器液压调节阀卡住（此时低速油压低于 1.3MPa） 6. 变速器快退阀阀杆与阀套卡住（此时油压低于 0.7MPa） 7. 变速器控制阀各接合平面的 O 形圈压扁或损坏 8. 变速泵磨损或油封损坏	1. 检查变速器回油泵吸油滤网是否堵塞（此滤网堵塞而导致后桥油位过低） 2. 清洗粗滤器，更换 O 形圈 3. 检查吸油软管及管箍 4. 清洗滤清器，更换滤芯 5. 清洗检查变速器控制阀 6. 检修液压泵
C 点压力低	1. D 点压力过低 2. 变速器减压阀卡住 3. I 挡离合器活塞密封圈漏油	1. 先使 D 点压力正常 2. 分解清洗、检查变速器控制阀 3. 更换 I 挡离合器密封件
B 点压力低	1. 同“D 点压力低”的 1、2、3 点 2. 变矩器溢流阀阀杆卡住（打开） 3. 变矩器溢流阀弹簧折断 4. 变矩器溢流阀调定压力过低（用垫片调整） 5. 变矩器内油道密封环泄油	1. 先使 D 点压力正常 2. 分解、清洗、检查变矩器溢流阀 3. 如上述检测均正常，应拆检变矩器，更换密封环
A 点压力高	1. 调节器调整不当 2. 油冷却器堵塞	1. 加减垫片调整调节器 2. 分解、清洗油冷却器
A 点压力低	1. B 点压力过低 2. 调节器阀卡住（开度大） 3. 调节器弹簧折断或调整不当	1. 先使 B 点压力正常 2. 分解、清洗、检查调节器阀，并用垫片进行调整

(续)

测试结果	故障原因分析	故障排除
E 点压力低	1. 同“D 点压力低”的 1、2、3 点 2. 转向过滤器堵塞, 旁通阀锈死 3. 转向过主溢流阀阀体与阀柱、阀柱与小活塞卡滞或弹簧折断 4. 转向主溢流阀严重磨损, 配合间隙过大 5. 转向泵磨损或油封损坏	1. 检查油位, 清洗各滤油器 2. 不拉转向杆, E 点压力低, 一般为转向主溢流阀故障, 如产生穴蚀与积炭应检查空气与水分的来源 3. 检修转向泵
F 点压力低	1. E 点压力低 2. 制动分流阀卡死	若 E 点压力正常, F 点压力过低, 再测试 I、J 点压力, 如 I、J 点压力低应检查制动分流阀
G 点或 H 点压力低	1. E 点压力低 2. 转向杆行程不到位 3. 轴承座与横轴之间的密封环漏油 4. 转向离合器活塞密封环磨损或损坏	1. 先使 E 点压力正常 2. 检测转向杆行程 3. G 点、H 点压力均低, 检查转向主溢流阀, 如一边压力低, 检查 S 管、O 形圈和转向离合器密封环
I 点或 J 点压力低	1. E 点压力低 2. 制动分流阀活塞卡死 3. 转向拉杆、制动拉杆或制动间隙调整不当 4. 制动助力器阀体油道 O 形圈损坏 5. 制动溢流阀调整不当	1. 先使 E 点压力正常 2. 检查制动分流阀 (晃动分流阀总成, 活塞应能自由运动) 3. 清洗、检查、调整制动溢流阀 4. 按程序调整转向与制动拉杆 5. 检查制动助力器油道 O 形圈

【实例2】 各挡行驶均无力，不能进行作业。测试 D 点压力，低速 0.4MPa，全速 0.7MPa，此故障也是 D 点压力过低引起的，但排放空气无效，检查油位和各油过滤器均无异常；据以往经验，D 点压力降至 0.7MPa 时应检查快退阀。在拆洗变速器三联阀时，发现快退阀阀杆与阀套卡住，导致压力油一直从排油孔泄漏。抛光其阀杆之后，复测 D 点压力；

【实例3】 中油门感到推力不足，同时Ⅱ、Ⅲ挡速度变低。测试 D 点压力：低速 10MPa，全速 3.5MPa。压力随发动机转速变化太大，说明变速器液压调节阀失去调节功能。拆检此阀，发现阀芯与阀套、阀芯与小活塞的接触表面因发生穴蚀而产生积炭与坑穴，因而犯卡。用金铂砂纸将其抛光后复测 D 点压力，低速为 1.85MPa，全速为 2.3MPa（尚在规定的范围之内），推土机能正常工作。

【实例4】 变矩器驱动力下降。测试 D 点、E 点压力均正常，又测 B 点压力只有 0.4MPa。因此，拆检变矩器溢流阀，发现其弹簧断为四节，更换弹簧后变矩器驱动力正常。

【实例5】 液力传动系统油温高，长时间作业时液压阀易犯卡。测试油压：D、E 点压力正常；B 点压力全速为 0.5MPa（低速为 0）；A 点压力全速为 0.2MPa，低速为 0。由于变矩器进出口压力偏低，导致变矩器循环圆内油流不足，散热不良，温升过高；但分解、清洗、调整变矩器送流阀和调节器阀无效，分析 B 点压力过低的原因主要是变矩器内部油道密封环严重泄漏。该机结合大修更换变矩器进、出油道上的密封环后故障彻底排除。

【实例6】 低速不能转向（加大油门能转）。测试压力：E 点低速为 0.4MPa，全速为 1.1MPa；H 点低速为 0.4MPa，全速为 1.0MPa；G 点低速为 0.4MPa，全速为 0.9MPa。E、H、G 点低速压力都低，同时旋转伺服阀也反应不灵敏，这说明转向主溢流阀有故障。拆检此阀，发现其弹簧折断，阀芯不能回位，更换弹簧后转向正常。

【实例7】 冷车转向正常，作业 40min 之后转向沉重。测试 E 点压力：低速 0.5MPa，全速 1.1MPa。E 点压力低通常是转向主溢流阀卡滞引起的。分解清洗此阀后复测压力：低速 1.05MPa，全速 0.7MPa（尚在正常范围之内），转向恢复正常。

【实例8】 转向制动不灵。测试压力：E 点压力正常，I 点与 J 点在转向杆拉到底时压力都低（低速都是 0；全速时 I 点为 0.7MPa，J 点为 0.4MPa），且左右压力不相等。这说明制动分流阀发生等故障。拆检此阀时发现分流活塞卡住（卡住的位置偏右），将活塞清洗抛光之后测试压力在正常范围之内，转向也恢复正常。

【实例9】 不能右转向。测试压力：E 点、I 点压力正常，J 点压力过低。这说明右制动器助力器及油路漏油或右制动溢流阀调整不当。当拆检制动器助力器时发现其进油道 O 形圈损坏。

七、D155-1A 型推土机变速系统故障的诊断与排除

D155-1A 型推土机变速系统采用动力换挡、行星变速器，其特点是在可不切断动力下进行换挡。其变速液压系统回路原理图，如图 4-5 所示。

【故障现象】

机器起动后，操纵变速杆，确定某一挡位，此时车辆若不动作或经检测变速压力低于 1.06MPa，则说明变速系统发生故障，检查步骤如下：

1) 检查变速泵出口压力是否达到 1.96MPa，如未达到，说明油路异常，检查次序为：

①检查变速泵之前的油管有无裂纹，法兰与管子焊接处有无气孔。

②拆装、检查粗滤器，排除粗滤器堵死引起的故障。

③检查变速泵进油口密封是否偏移，变速泵进油口平面与油管平面是否齐平，并由此产生吸空故障。

④检查变速泵有无严重泄漏现象。

2) 检查细滤器有无吸空或堵死现象。

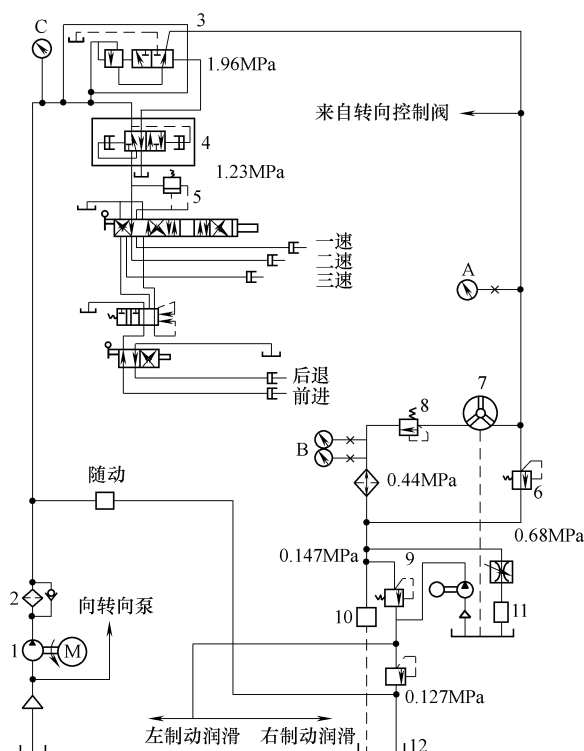


图 4-5 变速液压系统原理图

- 1—变速泵 2—油滤清器 3—调压阀 4—快速返回器 5—减压阀
6—变矩器进口压力阀 7—液力变矩器 8—变矩器出口压力阀
9—溢流阀 10—变矩器润滑油压力阀 11—P. T. O 润滑 12—后桥箱

3) 堵住通往随动阀的油路，测量变速压力，检查因随动阀故障引起的变速系统故障，并确定具体位置。

- ①检查推土板升降随动阀。
- ②检查推土板倾斜随动阀。
- ③检查推土机随动阀。

4) 检查变速阀故障引起的系统故障。

- ①检查 O 形密封圈密封位置是否正确，密封圈是否损坏。
- ②阻尼小孔是否被堵死。

③检查调压阀是否失灵。

④检查方向阀有无故障。

⑤检查变速阀有无严重泄漏。

5) 检查变速器各挡位是否正常。

①检查各挡压力状况, 确定哪一挡故障。

②检查钢球单向阀是否泄漏。

③拆开变速器壳体, 检查堵塞是否泄漏。

④检查各挡位碟形弹簧有无故障。

⑤用 0.38MPa 的压缩空气注入油孔, 检查活塞移动有无阻涌现象。

⑥检查各挡位的紧固螺栓有无松动。

⑦检查各挡位摩擦片、密封环的受损情况。

图 4-6 为变速系统常见故障分析图。

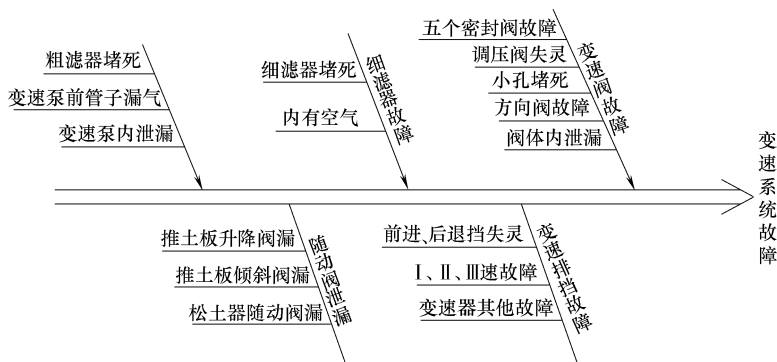


图 4-6 变速系统常见故障分析图

【故障诊断及排除】

1. 变速泵出口压力过低

(1) 粗滤器被堵死 当粗滤器被堵死之后, 流入变速泵的油量减少, 出口压力不能升至正常, 此时应清洗粗滤器。

(2) 变速泵前管漏气 如果变速泵之前的管路发生吸气现象, 也同样不能建立出口压力而导致故障。其原因为:

1) 变速泵之前的管路有裂纹。

2) 油管法兰平面与管路焊接处有气孔, 空气从气孔中进入油管。

3) 变速泵进油管密封偏移, 导致空气渗入。

4) 变速泵进油管平面与液压泵口平面齐平, O 形密封圈不起作用, 或因 O 形密封圈损坏, 都会导致空气渗入。

此类故障的排除, 需根据吸空的不同原因, 分别加以解决。

(3) 变速泵内泄漏 如果变速泵使用时间较长, 会因磨损、点蚀等因素而导致泄漏, 此时则需更换变速系。

2. 变速器细滤器发生故障

1) 细滤器被堵死, 压力油在经过细滤器时降低压力从而导致故障。此时应清洗过滤器或更换; 滤清器滤清后再使用, 或更换新油。由于细滤器中的脏物堵塞会减小流量, 因此如果油液使用时间过长, 则应用 200 目/h 的过滤器过滤后再使用, 或更换新油。

2) 变速细滤器有空气渗入。当过滤器清洗后, 由于安装不当, 细滤器的盖板有间隙, O 形密封圈密封失效, 导致空气渗入。另外, 由于清洗滤筒带入少量空气同样会造成压力降低, 机器无法正常运转。排除此类故障, 需先将滤筒盖板上的四个螺栓全部松开, 按次序要求逐个预紧, 再按要求紧固。起动机, 略松一下滤筒盖板上的堵塞, 待里面的气体冲出后, 压力即可达规定值。

3. 随动阀严重泄漏

推土机操纵系统某些随动阀的泄漏也会影响变速压力值。由于这些阀长期使用, 阀杆、阀套及阀体磨损严重。这样, 从变速泵出来的压力油, 即会从缝隙中直接旁通后桥箱, 变速压力降低, 严重时仅 0.9MPa。

检测随动阀泄漏状况的方法是: 将通往随动阀的油路堵上, 再测定变速压力; 若压力值正常则说明随动阀有泄漏。此时逐个拆除随动阀, 盖上法兰检测变速压力, 可知哪一个损坏, 更换新的即可恢复正常。

4. 变速操纵阀存在故障

变速压力由变速操纵阀控制，变速操纵阀由压力调压阀及变速操纵阀组成。

(1) O形密封圈损坏或偏位 在变速阀与变速器接合面处，有五个O形密封圈。技术要求密封平面的平面度为1.10mm，O形圈应凸出O形槽平面0.50mm左右。如加工精度不符合要求，则密封失效，压力油泄漏，导致变速回路压力下降。另外，若密封圈偏移过大，也同样产生泄漏，导致压力下降。

排除上述故障，只需更换密封圈或修平密封平面即可。

(2) 变速调压阀产生故障 调压阀的构造如图4-7所示。来自变速泵的压力油，通过调压阀建立压力，是克服弹簧力而实现的。如果弹簧力小于设定压力则产生故障。此时按标准更换弹簧即可，或增加垫片予以解决。另外，在调压阀和急回阀中有一些小孔（见图4-7）。在调压过程中，这些小孔若被脏物堵塞，变速压力难以建立。此时，可先提高发动机的节气门，反复扳动变速排挡，用压力油将脏物冲出。如果不行，须将变速阀拆下，汽油冲洗后，用高压冷风吹净再装入。压力油使用过久，须经200目/h的油滤清器滤净后再加入（或更换新油）。在调压阀中有两个外形相同的小活塞，其中之一有一个直径

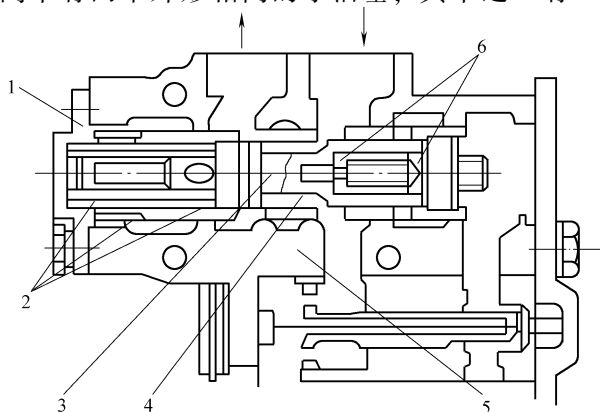


图 4-7 调压阀的构造

1—端盖 2—弹簧 3—调压阀（阀杆） 4—调压套筒 5—阀体 6—活塞

1mm 的小孔，重新安装时，这四个活塞位置不能装错。

(3) 方向阀产生故障 方向阀控制来自变速泵的压力油，使其通入变速器中的第Ⅰ和第Ⅱ离合器。当方向阀发生故障，即影响车辆的前进和倒退。其故障是由于阀体与阀杆之间夹有脏物，使阀杆不能自由移动。

八、TY-220 型推土机变速回路故障的诊断与排除

目前，在国内的土方工程施工建设中，由液力操纵的 TY-220 型和 TY-320 型推土机得到广泛的使用，尤其是 TY-220 型推土机更加普及，该类型的机械，以操纵轻便简单、工作效率高、适应性能广等特点，而得到施工行业的青睐。为了更好地发挥 TY-220 型推土机的工作效率，认识该机的机构原理、掌握液压系统的工作原理就尤为重要。本节对 TY-220 型推土机的变速回路系统进行讨论。

由图 4-8 可以认识变速回路的基本原理。变速泵 3 是齿轮泵，与分动箱连接，它从后桥箱吸入油液并经过粗滤器 12 过滤后产生压力油。压力油经粗滤器 14 过滤而进入调压阀 15。调压后的油液进入液力变矩器 9，进入液力变矩器的油液由液力变矩器溢流阀 5 控制，此阀的调定压力为 0.87MPa，被溢流的油液流回后桥箱。液力变矩器背压阀 6 用来保持变矩器中的油液具有足够的工作压力。通过背压阀的油液经由冷却器 7 冷却后到润滑阀 11，由于润滑阀的背压作用得以润滑分动箱，润滑后油液流到变矩器壳体内。经润滑阀溢出的油再去润滑变速器，润滑后油液流至后桥箱内。回油泵 2 保证使变矩器壳体中的油液不断地回到后桥箱中。

若变矩器的工作正常，则要对液压油路进行故障分析判断。然后再对各个部分分别进行分析判断。

组合阀分上下两部分，用螺栓紧固安装在变速器上，上部分 15、16、17 共一个阀体。下部分 18、19、20 共一个阀体。

阀 15 为调压阀，调整压力 2.5MPa，保证除Ⅰ挡外的各排挡离合器的接合，达到此压力后，调压阀开启向变矩器供油。

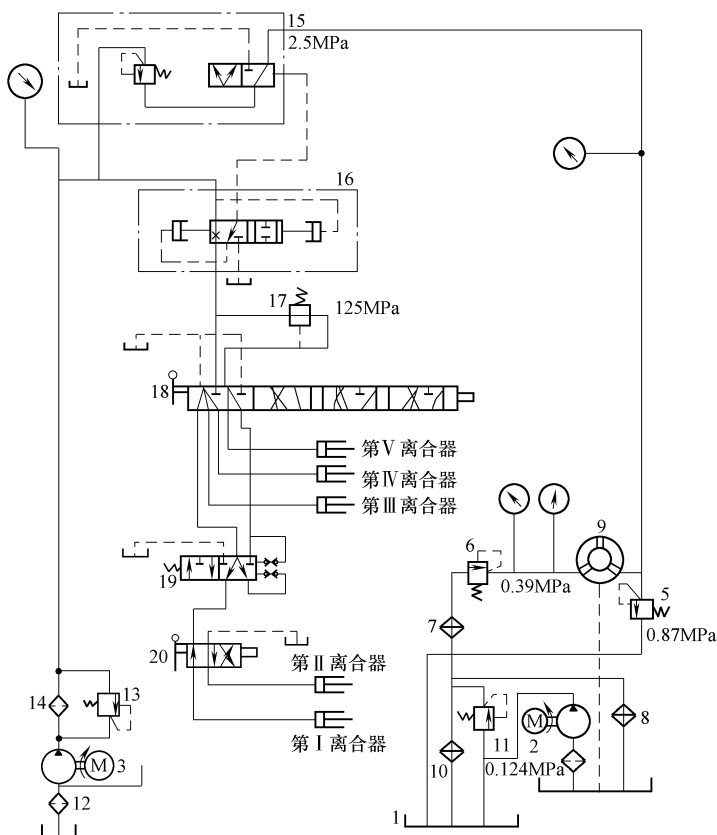


图 4-8 TY-220 型推土机变速回路系统原理图

- 1—油箱 2—回油泵 3—变速泵 4—压力表 5—溢流阀 6—背压阀
7、8、10—冷却器 9—液力变矩器 11—润滑阀 12、14—粗滤器 13—调压阀
15—调压阀 16—快回阀 17—减压阀 18—速度阀 19—起动车安全阀 20—方向阀

阀 16 为快回阀，该阀与调压阀 15 联合作用可使变速器各挡离合器动作时接合平稳，分离彻底。

当操纵变速器换挡时，系统的压力按图 4-9 中的曲线变化。在操纵变速器换挡的瞬间，压力急剧下降，使离合器分离彻底。然后压力缓慢上升，使离合器接合平稳，避免了冲击，减少了各零件的损坏，从而有助于提高传动系统的使用寿命。

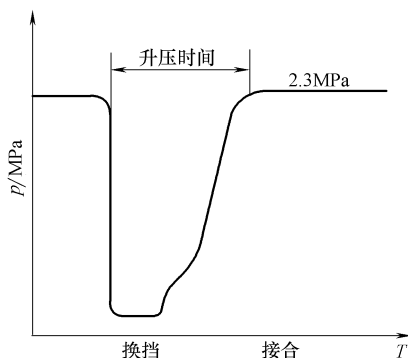


图 4-9 系统压力的变化曲线

阀 17 是减压阀，是专门为 I 挡离合器（也称第 V 离合器）设置的，其出口压力是 1.25MPa，此压力为 I 挡离合器的接合压力。

阀 18 是速度阀，是一个四位九通阀。操纵该阀可控制变速器各个离合器的动作，从而获得前进或倒退各个不同的速度。

阀 19 是起动安全阀，是为避免当变速手柄放在挡位上时（I、II、III 挡）起动发动机而推土机突然行走出现意外事故而设置的。该阀的作用是：只有将变速手柄先放在空挡，然后再依次挂各挡时，推土机才会顺利地起步作业。

阀 20 是方向阀，用以操纵变速器第 I 离合器和第 II 离合器的动作，使推土机前进或倒退行走。

根据以上的原理，结合机械的实际工况，可以对推土机的行走故障进行分析。

【故障现象】

当变速杆挂挡后，行走无力，甚至不能起步。

【故障诊断与排除】

1. 进行一些基本的检查

- 1) 变速器的油量是否充足，若不足，补充到规定的油量。
- 2) 检查各液压油管及接头，是否拧紧或已破损，否则将会导致混入空气或漏油。
- 3) 检查各机械传动部分是否有异响、不正常处，并将其排除。

如果不是以上这些较为明显容易判断的机械故障，就必须对液压变速回路的系统进行分析检查。

2. 变矩器部分的分析判断

挂上挡进行起步，逐渐加大油门（节气门），而推土机不能行走，此时观察变矩器输出的传动轴（又称万向节）是否转动，若转动正常，即随着发动机的转速提高传动轴的转速也随之提高，证明变矩器工作正常。反之，随着发动机转速的提高，而传动轴转速仍然很低，证明变矩器部分出故障了，这时，检查变矩器的背压是否符合标准（0.39MPa），若低于极限压力0.25MPa，说明背压太低，变矩器无法工作。这时须对变矩器调压阀（也称背压阀）进行检修或更换。若变矩器的背压正常，可能就是变矩器内部的零部件损坏，就要对变矩器进行拆检了。

3. 液压油路的分析判断

（1）检查变速泵 在变速回路的粗滤器测压点测量压力是否符合标准（2.5MPa）。若压力过低，先清洗检查粗滤器，该滤清器内部装有磁铁总成和滤网，视情况更换滤网，若检测压力仍然不能提高。这时，可拆下变速泵进行检查。

该变速泵为齿轮泵，安装在分动箱上，为变速回路提供压力油，齿轮泵泄压主要是由于零件磨损所致，磨损的主要部分是两个齿轮的啮合面及两个齿轮与泵体之间，包括齿顶与泵体的内圆及齿侧与泵体的端盖之间，若各部分磨损较小，可通过机械加工或增减垫片等方法修复齿轮泵。然后注入液压油，进行空转手感试压和真空吸力检验，检查是否恢复到正常工作状态；否则，磨损严重的则更换。

（2）检查液压阀 当确定变速泵能提供正常工作油压后，再在粗滤器上测量压力，若压力仍然很低，则表明安装在变速器上的组合阀部分可能有问题。

当排除了变矩器部分的问题后，若压力仍然较低，就可能是组合阀中的调压阀15出故障了。将组合阀拆开，检查各个密封件是否有损坏或缺陷；然后将调压阀15的阀芯部分小心拆

开、拿出，检查各弹簧是否损坏、弹簧的压力变化情况、是否符合技术要求规定的极限值；检查阀芯各个部分的磨损情况，是否有划伤印痕，阀芯是否有卡滞的现象，特别注意阻尼孔的流通检查。各个阀的检查程序相似，这要凭一定的实际经验（注意：检查过程要仔细观察，特别小心防止液压件的损伤），在有条件的情况下，能进行测压试验更好。到此为止，就可以判断是组合阀的哪部分产生的故障，从而将其排除。

通过以上的各项工作，可以查出各阀部分泄压的故障所在。当在粗滤器 14 测定的压力正常后，推土机仍不能行走，就要对变速器部分进行分析。

4. 变速器部分的分析判断

一般推土机依靠液压力，由控制阀操纵，分别使变速器内的各个离合器接合或分开，可获得三个前进挡和三个后退挡速度。

变速器有五个离合器，称为第Ⅰ至第Ⅴ离合器，它们分别是前进离合器、倒退离合器、Ⅲ挡离合器、Ⅱ挡离合器和一档离合器。表 4-7 是五个离合器的工作情况。

表 4-7 变速器五个离合器的工作情况

运动方向	速度挡	参加工作的离合器
前进	Ⅰ挡	第Ⅰ、第Ⅴ
	Ⅱ挡	第Ⅰ、第Ⅳ
	Ⅲ挡	第Ⅰ、第Ⅲ
后退	Ⅰ挡	第Ⅱ、第Ⅴ
	Ⅱ挡	第Ⅱ、第Ⅳ
	Ⅲ挡	第Ⅱ、第Ⅲ

了解各挡位工作是哪个离合器起作用，就很容易判断离合器的故障所在了。

注意：在确定变速器离合器有问题时，一定要慎重，因为拆装变速器的工作量是较大的。一开始，应该先根据油液的各种情况作一个初步判

断。假如离合器片打滑等, 一定会有油温高或者液压油液不清洁等现象伴随, 严重的在液压滤芯中可以发现冶金粉末之类的物质。

若前进正常, 而后退不正常时, 证明第Ⅱ离合器(也就是倒退离合器)工作不正常, 有可能由摩擦片磨损或泄油所致等, 反之, 后退正常, 前进无力, 可能是第Ⅰ离合器(前进离合器)发生故障。

若前进Ⅰ挡正常, 前进Ⅱ挡不正常, 同时倒退Ⅱ挡也不正常, 则说明第Ⅳ离合器(Ⅱ挡离合器)发生故障。

以此类推, 可以很快地明确究竟是哪个离合器的故障。

第二节 制动系统故障的诊断与排除

国产上海-320 型推土机采用的是制动鼓外周坚固的浮动式收缩形带闸, 摩擦片是用油强制润滑与冷却的。其制动系统工作原理图如图 4-10 所示。当拉动手拉杆或踏动脚踏板时, 推土机继续行走, 说明制动系统有故障。

一、制动系统故障诊断

其检查次序如下:

(1) 检查拉杆行程是否符合要求

1) 检查手拉杆及脚踏板行程是否达到 150 ~ 170mm 之内。

2) 检查左、右盖上的曲柄转动与转向阀阀杆的行程是否符合要求(前进时 15.73mm, 后退时 13.42mm)。

3) 检查曲柄转动与转向阀阀杆的动作是否同步。

(2) 检查转向泵的出口压力是否达到 (2.25 ± 0.2) MPa

若转向泵之前的油路正常, 只需检查制动系统; 反之, 说明油异常, 需进一步地检查摆杆是否被托架卡死。检查制动带及衬板形状是否符合要求。

(3) 检查制动助力器壳体是否有问题

1) 检查壳体上的 O 形圈是否漏装、损坏或偏心。

2) 检查壳体进油口是否堵死。

(4) 检查制动助力器有无故障

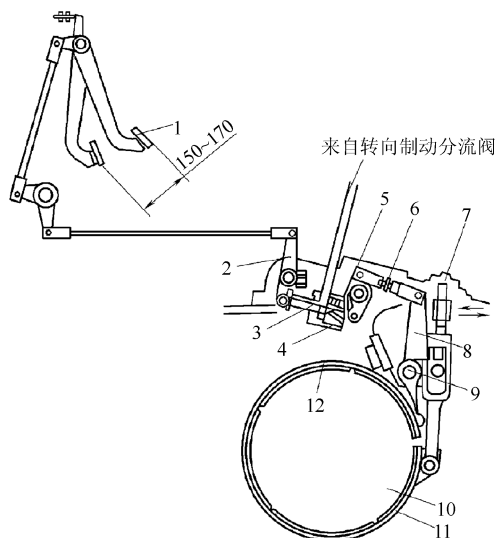


图 4-10 制动系统工作原理图

- 1—脚踏板 2—连杆 3—阀杆 4—助力器壳体 5—活塞
6—调节螺杆 7—调整螺栓 8—摆杆 9—轴
10—制动鼓 11—制动带 12—托架

- 1) 检查制动助力器活塞间隙是否符合要求。
- 2) 检查阀杆与活塞的同轴度是否符合要求。
- 3) 检查阀杆及活塞上的密封环线是否清楚。
- 4) 检查是否有污物堵住密封线。
- (5) 检查转向阀有无故障
- 1) 检查制动溢流阀是否卡死。
- 2) 检查转向阀内泄漏是否过大。

制动系统常见故障分析如图 4-11 所示。另外，从制动系统的液压回路原理图（见图 4-12）中可以看出，在分流阀之前，制动回路和转向回路是相同的。当制动系统发生故障时，首先应分析转向泵之前的油路故障，其次再分析其他因素。

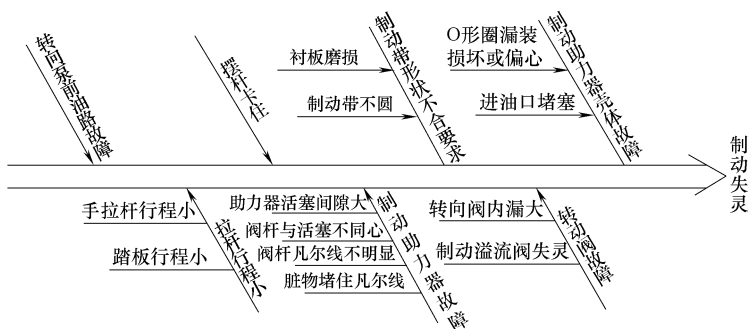


图 4-11 制动系统常见故障分析图

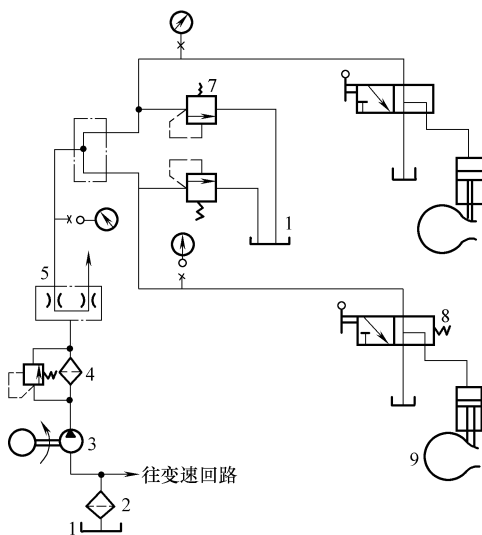


图 4-12 制动系统液压回路原理图

- 1—后桥箱 2—粗滤器 3—转向泵 4—转向细滤器 5—转向制动流量分滤阀
6—制动流量同步阀 7—制动溢流阀 8—制动助力阀 9—转向制动器

二、制动系统故障排除

1. 杆行程太小引起故障

(1) 左、右盖上的曲柄转动与制动杆动作不同步 从图 4-10 中可以看出，制动是通过手拉杆或脚踏板带动制动助力阀，

再由制动助力阀带动阀杆实现的。当连杆的摆动间隙（标准为前进 15.73mm，后退 13.42mm）过大时，虽然脚踏板行程到位，但摆动幅度没有达到摆动行程。这样，使来自转换阀油路的压力油不能在连杆与活塞间断开，助力器本体与活塞油口内的压力上不去，助力器活塞不动，制动失灵。此时，只需调整间隙，检查连杆上的键销位置是否符合要求，便可排除故障。

（2）手拉杆或脚踏板行程不合要求 发动机在怠速运转时，制动踏板行程 150 ~ 170mm（见图 4-10）。若行程小于此范围，阀杆行程不到位，不能建立制动压力，制动助力器活塞不动，制动失灵。此时只需调整间隙便可排除故障，具体方法如下：

1) 打开后桥箱后面的盖板或侧面翼板上的盖板，再卸下制动器盖。

2) 将制动带的调整螺栓拧到底（感觉有阻力为止），此时制动鼓和制动带的间隙为 0。

3) 然后将调整螺栓退回几圈。

4) 在发动机怠速状态下，测量手拉杆行程，其标准行程为 150 ~ 170mm。

5) 如行程不在标准范围内，需重新调整，步骤重复 2) ~ 4)。

6) 若多次调整，行程仍小于 105mm，要更换制动衬板。

2. 制动带形状不合要求

脚踏制动踏板，通过连杆传递到制动带上，使制动带牢牢地抱住外鼓，切断终传动力，实现制动。理想的制动带呈圆形，上面的衬板平行于轴线。但由于各种因素，制动带变形，成为椭圆形，且衬板不平行于轴线，呈锥形。当踏动制动板后，制动带抱不住外鼓，制动失效。另外，制动带上的衬板，长时间使用被磨损，制动带与制动鼓间隙过大，同样使制动效果减弱。排除此类故障，需调整间隙，调整方法同上。

3. 摆杆被卡引起制动故障

摆杆的装配结构如图 4-13 所示。摆杆被两根销轴固定在托架上，由销子和螺杆连接。助力器活塞移动，由连接螺杆带动

摆杆移动，拉紧制动杆，实现制动。如果接杆的两侧平面与托架的内侧平面之间无间隙，因而摆杆行程不够，导致制动带无动作或行程不够，制动失灵。另外，摆杆上两孔与两侧平面不垂直、摆杆两平面不平行、摆杆平面尺寸太大或托架焊接时有飞溅、托架内侧平面尺寸太小等，都会导致制动失灵。此时增大摆杆与托架内侧平面的间隙即可排除故障。

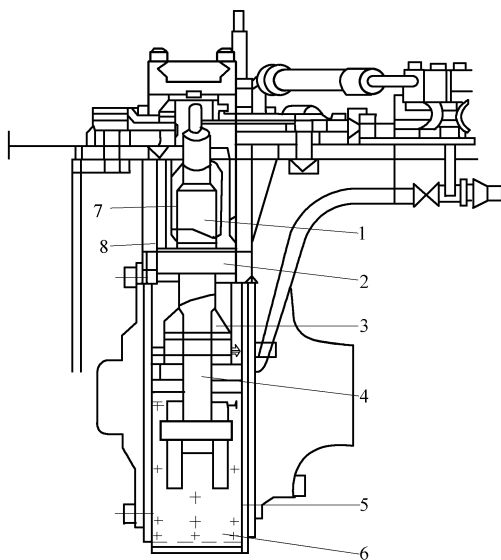


图 4-13 摆杆的装配结构图

- 1—调整螺栓 2—轴 3—端件 4—拉杆 5—制动鼓
6—制动带 7—摆杆 8—托架

4. 制动助力器壳体问题引起的制动故障

(1) 环形槽及 O 形圈装配不合标准 制动助力器壳体与相关件的装配结构是壳体两侧平面有四个螺孔，在一侧平面上设有一个环形槽。装配时 O 形圈对准左右螺孔起密封作用。如果装配时 O 形圈漏装或损坏，都会造成制动压力偏低，导致故障。另外在加工过程中，由于壳体上的环形槽与定位销孔位置不在同一中心线上，装配时，若 O 形圈对不准油孔，也会导致故障。

排除这类故障，需分别解决，O 形圈损坏，只要更换即可，若壳体环形槽偏位，则只能更换壳体。

(2) 制动助力器壳体油腔堵死 从转向阀进入制动助力器的油须先经过壳体，壳体进油口设有一拐角的 $\phi 16\text{mm}$ 孔通道，油从孔中流入内腔。壳体在铸造过程中，若 $\phi 16\text{mm}$ 孔通道中央有杂物或 $\phi 16\text{mm}$ 孔预留通道与 O 形圈穿边都会导致油压上升困难，导致制动失灵。如排除故障，须更换制动助力器壳体。

5. 制动助力器发生故障

(1) 制动助力器活塞间隙过大 从图 4-13 中可看出，当拉动手拉杆或踏下脚踏板时，制动助力阀室内油压增加，推动助力器活塞移动，实现制动。此时如助力器壳体与活塞的间隙超过标准要求（最大间隙为 0.08mm ），压力油就会从间隙处直接进入后桥内，活塞推力减弱，影响制动。这时，需更换活塞或壳体排除故障。

(2) 制动助力器阀杆与活塞不同心 制动助力器是由阀杆、活塞、弹簧、卡环、座及壳体组成的，如图 4-14 所示。安装时，阀杆与活塞处于同心位置，阀杆与活塞形成的密封环线起到密封作用。制动时，杆的动力传递到阀杆，在油压力的作用下，活塞与阀杆被切断，压力逐渐上升；如果阀杆与活塞不同心，密封环线未形成，排泄腔的通路在压力未上

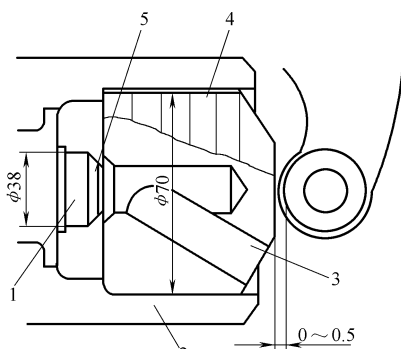


图 4-14 制动助力器结构图

1—阀杆 2—壳体 3—排泄腔

4—活塞 5—密封环线

升至规定值时打开；制动压力未达到规定值（ 245MPa ），制动失效。排除此类故障，要从实际情况着手：如果是密封环线不清或不连续，可将阀杆与助力器壳体內的活塞配研；如果偏心较大，则需更换壳体。另外，若有脏物卡在滑杆与活塞接触形成的密封

环线上，可多次制动，使压力油将脏物冲走以临时解决。随后再更换新油或将旧油重新过滤后加入。

6. 制动溢流阀产生故障

从图 4-12 可看出，由转向阀分流出来的油，经软管输入到制动溢流阀内。若此时溢流阀设定的回路压力低于规定值，制动助力器的作用减弱，制动衬板不能牢牢地抱住制动鼓，制动失灵。另外，如有脏物卡住溢流阀的柱塞，溢流阀处于常开位置，压力油从此处直流排入后桥箱内，回路压力也同样建立不了，导致制动失效。此时将溢流阀拆开清洗后，重新测试回路压力，若符合要求，即可使用；否则需更换新的溢流阀。

7. 转向阀内泄漏过大

转向阀中的制动液压装置是由分配阀、制动溢流阀及制动助力阀等构成的。阀内泄漏过大，会影响系统的油压，导致制动故障。一般来说，内泄漏是由于阀体与阀芯的间隙过大或阀被油液中的脏物碰伤拉毛而造成的。此时应将严重内泄漏的阀体进行检测修复，不能修复的要及时更换。另外，对使用过久的油液进行过滤或换新油，以消除故障。

第三节 转向系统故障的诊断与排除

一、转向离合器故障的诊断与排除

推土机转向离合器故障的诊断与排除见表 4-8。

表 4-8 推土机转向离合器故障的诊断与排除

故障现象及诊断	故障排除
转向离合器打滑和推土机失灵。其原因是由于各零件的轴颈磨损和油封的损坏，润滑油便会漏入转向离合器箱内而沾污转向离合器的主、从动片和制动带，使制动带失灵	各摩擦片上有油，应用汽油清洗干净。调整制动带，找好接触面，用锉刀锉平或用车床车平
脚踏板踏下时跳动。其原因是主动齿轮中心轮与转向离合器外鼓内齿的中心线不同心或内外齿不同心，使偏差太大	调整转向离合器外鼓内齿与各连接零件至同心，其同心度不大于 0.4mm

二、转向油压助力器故障的诊断与排除

转向油压助力器故障的诊断与排除见表 4-9。

表 4-9 转向油压助力器故障的诊断与排除

故障现象及诊断	故障排除
油压助力器操纵杆重。其原因是液压泵长期使用,各部件磨损,间隙过大;液压泵压力低,流量少,各部件泄油量太	拆下检查各零件的配合间隙,按技术标准进行修理;采用粘度大的润滑油
扳动操纵杆犯卡。其原因一般是调整不当,活塞与摇臂的间隙过小,也就是来油道和滑阀油孔不畅通	应拆下转向离合器上盖的小盖,调整横拉杆即可
两个操纵杆拉到最后位置距离不同。其原因是推杆长短不等或油封套长短不等,油封压入操纵器壳内高低不同	首先检查拉杆是否等长,然后检查油封套是否压到壳体的最终点,以确定油封套是否同高
两个操纵杆一轻一重。其原因是一端滑阀套内表面与滑阀套外表面之间、滑阀套外表面与活塞内表面之间的间隙过大;另一原因是滑阀杆内锥面与阀门接触处接触不良	应检查各部件的配合间隙,并研磨阀门与锥面,使之结合严密
漏油,其原因是油封损坏,油泵轴磨损,盖与壳体平面接触不良等	应更换轴与油封,盖与壳体平面应磨平

三、转向离合器压盘与分离拨叉磨损故障的诊断与排除

【故障现象】

一台东方红推土机曾出现转向失灵,必须借助制动才能勉强转向,且将转向操纵杆拉到底时后桥有金属干磨声。

【故障诊断】

开始诊断为转向操纵杆行程调整不当,经调整后故障依旧;继而怀疑为转向离合器片打滑,用汽油清洗摩擦片后情况仍不见好转;最后将后桥拆开检修,发现制动带摩擦片已完全失效,且离合器压盘上有深达 4mm 清晰可见的沟槽,分离拨叉弧形部分也有磨损印痕。其原因是由于分离拨叉弧形部分与压盘间的

有效间隙太小,以致转向时分离拨叉未来得及将压盘拉开(通过分离轴承),其弧形部分就已与压盘相接触,使主、被动摩擦片无法分离,从而转向失效。又由于此时压盘是旋转的,而分离拨叉为非旋转件,方出现了金属干磨声。

对于可使分离拨叉弧形部分与压盘间的有效间隙变小,而导致拨叉与压盘相磨的原因,根据转向离合器传动结构,可将其概括如下:

1. 拨叉向压盘摆动

转向离合器的某些零件(摩擦片、轴承等)磨损,配合间隙增大,使转向操纵杆自由行程增大,如果在维修装配时仅将自由行程调整至制造厂的规定值,或者新机使用一段时间后,转向时拨叉要比正常情况下向压盘多转某一角度值才能拉动压盘,这样就缩短了拨叉与压盘的有效间隙。操纵杆自由行程的增大是造成拨叉与压盘间有效间隙减小的原因,下面诸因素均可使自由行程增大:

1) 拨圈与分离轴承座的球形接触面磨损(拨圈卡簧损坏后更为严重),分离轴承缺油时最容易引起此类故障。

2) 装配时,分离轴承上的压盘螺母未旋到底,与分离轴承内座间有间隙,使轴承产生轴向窜动。

3) 分离轴承磨损超限。

4) 拨叉上两弧形叉头与拨圈滚套磨损。

5) 拨叉上支点(固定于盖板上)磨损超限,拨叉下端轴颈与支座磨损,造成配合间隙过大。

2. 压盘向拨叉摆动

1) 转向离合器摩擦片总厚度过大(前面提到的推土机故障即由此引起),使压盘向分离叉方向移动。新换摩擦片和增添摩擦片时务必要注意总厚度不能超限。东方红 54、60 型推土机转向离合器标准总厚度为 94mm,75 型推土机总厚度为 104mm,都是主、被动片各 10 片。

2) 主、被动鼓端面及其调整垫圈磨损。如果主动鼓与后桥

轴花键配合过松, 或者其端头紧固螺母松动 (锁销未装或断裂最易产生), 将会使主动鼓与后桥轴上安装台阶间的垫圈磨损, 严重时主动鼓端面也会磨损。

【故障排除】

1) 首先正确检查及调整转向操纵杆自由行程, 避免将简单问题复杂化。在转向离合器推杆与转向操纵杆轴联接的销孔及销钉正常情况下, 操纵手柄端自由行程应在 60 ~ 80mm 范围内, 如果调整无效则必须吊开驾驶室, 打开后桥盖, 再根据上面所述诸项逐一检查。

2) 焊修拨叉两弧形叉头磨损面, 或者整件更换。

3) 焊修拨叉下轴颈, 若间隙过大, 应更换下支座或修复镶套。

4) 拨叉上支点轴承径向间隙达 0.5mm、分离轴承径向间隙达 1mm 时必须更换新件。

5) 将分离轴承压盘螺母旋到底, 使之靠紧轴承内座。如果压盘螺母上穿钢丝销环的小孔与压盘上的小孔不重合, 则必须重新钻孔, 以防压盘螺母松动。

6) 更换过度磨损的主动鼓支承垫圈, 新换垫圈必须加厚, 加厚值以主动鼓能凸出后桥轴端面 1 ~ 2mm 为宜。

四、转向失灵故障的诊断与排除

推土机采用的转向离合器属于湿式多片常接合式, 这种转向离合器能传递较大转矩, 适于在恶劣条件下工作。

转向离合器的接合力是靠弹簧变形的弹性力来提供的。弹性力压紧摩擦片与齿片, 保证它们之间有足够的摩擦力, 从而传递转矩, 使推土机正常工作。推土机的转向过程分两个阶段: 第一阶段, 离合器分离, 逐渐减小驱动力矩到零; 第二阶段, 由制动器提供制动力矩将车制动。这两个阶段都是靠液压作用来完成的。由于推土机采用液压系统辅助操作, 一旦出现转向失灵, 维修工作便显得比较复杂和困难。

【故障现象】

推土机常见的转向失灵有两种情况：一种是推土机单侧始终处于转向状态，即俗话说跑偏（如果两边都处于转向状态，则表现症状为工作无力）；另一种情况是推土机没有转向，单边不转或两边都不转向。造成这两种情况的原因是多方面的，液压系统及与转向相关的机械部分，任何一个部位出现故障，都会造成推土机转向失灵。

【故障诊断】

首先应对相应的油压进行测量，即测量推土机的转向制动压力，将测量结果与推土机使用说明书给出的标准值进行比较，对转向制动液压系统进行分析，找出使转向制动压力不正常的因素。转向制动液压系统主要包括：液压泵、管路、控制阀、离合器活塞和制动助力器等。通过对各测量值分析，判断出故障部位。

【故障排除】

如果不拉转向拉杆，测量出的转向控制阀前压力不正常，一般是因为溢流阀损坏所致。出现这种情况时，先拆检溢流阀，检查其调压弹簧是否断裂，调压阀活塞是否卡死等。如果转向溢流阀没问题，检查阀前管路及液压泵，以确保管路畅通。在管路无阻的情况下，再检查液压泵的工作性能。管路或液压泵有故障，会造成供油不足，无法保证转向离合器活塞分离所需要的压力，转向离合器分离不彻底，造成转向失灵。一般情况下，阀前压力不正常，两边转向都失灵。找出问题所在，对其进行检修，可解决转向失灵。若阀前压力正常，则应考虑其他原因。

拉动转向拉杆，测量不转向一侧的转向阀输出油压，如果测量压力偏低（有时会无压力），则被测量一侧可能有泄漏处（转向离合器内部或连接盘处），转向离合器活塞环损坏，离合器内部泄漏，无法建立起正常压力；连接盘上的密封环损坏或卡死在密封环槽内，转向控制阀供给的油液从此处泄漏，也无法建立起正常压力；供给转向离合器的液压油压力不足，不能使离合器分离或分离不彻底，就会造成转向失灵。

若测量结果全部正常，那么推土机转向失灵不管是跑偏还是不转向，都只有一种可能，那就是转向离合器本身有问题。不转向是因为活塞卡死在工作位置，正常的油压无法使其分离，造成转向失灵；而跑偏则是由于离合器活塞卡死在分离位置，始终不能回位，无法正常传递转矩。有时转向离合器的压力弹簧断裂，或预紧螺栓松动，离合器接合力不足，也造成跑偏。此时应拆检转向离合器，排除故障。

除液压系统故障外，与转向制动有关的各连杆、调整螺栓等，如果有尺寸不符合要求或调整不当的情况，同样会出现转向失灵。推土机在使用较长一段时间后，各拉杆由于经常受到拉力作用，可能会伸长；杆与杆、杆与摇臂之间的连接件，由于长时间的相对运动，也会出现磨损，这些都会造成尺寸等的异常。推土机转向的两个阶段中，制动阶段不可忽视，制动不当同样会出现转向失灵，在检查分析时应予以考虑，才能准确排除故障。

山推牌推土机各种连杆在调整时应注意下列问题：TY220 型推土机的转向制动是机械联动的，在调整转向制动连杆时，应先留出转向的间隙，以保证在制动起作用前转向离合器已经分离；TY160 型及 TY320B 型推土机的转向制动是液压联动的，联动是在液压控制阀上完成的。

在调整转向连杆时要留出转向阀的规定间隙，调整制动连杆时要保证在不踏制动脚踏板时，制动器摇臂处于自由状态。如果连杆调整不当，将会出现转向失灵的情况。

推土机转向失灵的原因很多，以上只是常见的原因，特殊情况像 S 管堵塞、转向阀摇臂脱落等，都会造成转向失灵。只有根据实际情况进行具体分析，才能彻底解决问题，使推土机恢复正常工作。

五、T220 型推土机跑偏故障的诊断与排除

【故障现象】

有一台 T220 型推土机，经过大修后，在车间内试机时，性

能良好,运到工地使用 100h 后,空车出现跑偏现象,推土作业时跑偏现象更为严重。

【故障诊断】

(1) 外观检查 四轮一带工作良好,不啃轨;履带松紧度合适;后桥箱及终传动箱没有异常声响,放油检查没有发现磨屑和杂质;重新调整操纵杆和踏板行程,故障没有被排除。

(2) 测量油压 转向离合器是弹簧压紧湿式离合器,制动器是液控带式制动器,如图 4-15 所示。如单侧转向阀内漏,阀以后油道漏油或堵塞会造成跑偏。

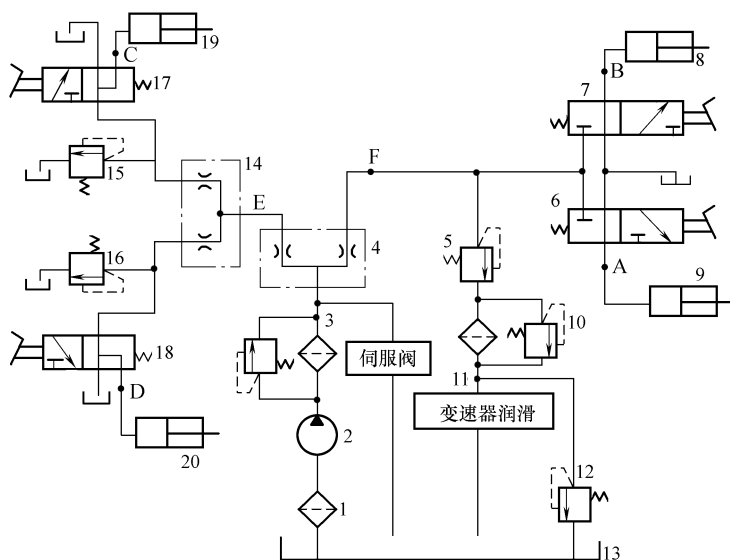


图 4-15 转向制动液压系统工作原理

- 1—粗滤器 2—转向泵 3—细滤器 4—分流阀 5、10—溢流阀
6、7—转向阀 8、9—转向离合器液压缸 11—油冷却器 12—背压阀
13—后桥箱 14—同步阀 15、16—安全阀 17、18—制动阀
19、20—制动器液压缸 A、B、C、D、E、F—油压测试点

转向离合器回路的测压口 A、B 在转向阀体的两侧,转向制动回路的测压口 C、D 在两个溢流阀的螺母上。测量 A、B、C、D 口油压,结果满足设定值要求,表明跑偏现象不是油压不足

造成的。

根据检查和测量结果，推测故障可能是转向离合器或测压点以后的油道堵塞。

(3) 解体检查 打开离合器室罩盖，解体检查转向离合器和制动器，没有发现油道堵塞现象，各部分的连接螺栓也无松动，易损件都是大修时换用的新件，没有发现损坏或严重磨损。内外弹簧的自由长度符合设定值的要求。再仔细检查，发现导向套4的外圆柱面上有轻微的卡痕，如图4-16所示。

(4) 分析 沿圆周的八个联接螺栓7的拧紧力矩不均匀，造成内、外弹簧3安装力不平衡，在弹簧压缩回弹过程中，个别导向套4倾斜，与内毂5发生

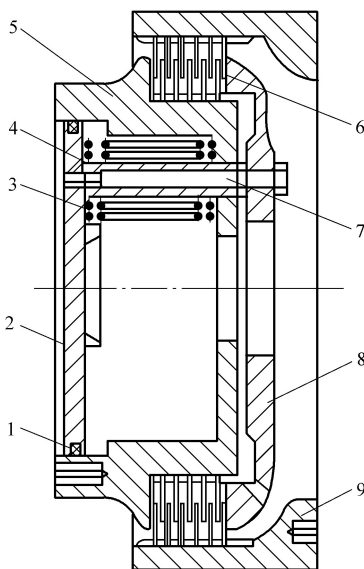


图4-16 转向离合器

- 1—油封 2—活塞 3—内、外弹簧
4—导向套 5—内毂 6—摩擦片
7—连接螺栓 8—压盘 9—外毂

干涉。前100h内，由于导向套外圆柱面是光滑的，不至于卡死在内毂上，离合器尚能良好接合与分离，可靠地传递转矩。当导向套外圆柱面上磨出印痕时，很容易卡死在内毂上，从而干涉弹簧3不能正确回位，并导致摩擦片的压紧力不足，造成摩擦副不能可靠传递设定转矩而出现滑转，最终引起跑偏。

【故障排除】

找到故障原因后，按技术要求调整离合器内各零件到正确的装配位置，并用扭力扳手按一定转矩均匀地拧紧连接螺栓7。说明书上要求外弹簧安装力2.37kN，小弹簧安装力1.35kN。在没有专用检测仪的修理场所，很难掌握。可按150N·m的转矩拧紧连接螺栓7来保证内、外弹簧的安装力。这样处理后进行

装机试验,故障现象消除,运转 3000h 没有出现不良情况。

【注意事项】

1) 组装转向离合器时,要找准压盘 8 与内毂 5 的正确装配位置,选用合格的配件,并在压盘与内毂的端面打上装配记号。如果需要换件,最好成对更换,以免引起装配误差。弹簧的装配力必须均匀一致,满足设计要求,靠连接螺栓 7 的预紧力保证。

2) 由于装配不当引起的故障,往往被忽视而不被怀疑,所以,在装配关键部位或总成件时,要仔细,不能仅凭手感或经验。每一个部位的连接螺栓都有一定的预紧力要求,应用可靠的手段进行检验。同一工作面上的螺栓预紧力必须均匀一致,并达到设定值要求。

六、T180 ~ T220 型推土机液压转向系统故障的诊断与排除

【故障现象】

T180、T200、T220 和 TY220 等型号推土机在使用过程中,常出现转向困难、不能转向和冷车时能转向而当底盘温度升高后又不能转向等故障现象。此时,可根据使用时间和故障的发生过程进行液压系统的检查和修理。

【故障诊断与排除】

1. 左右两处突然同时出现上述故障现象

可拆检方向操纵阀总成进油口处的溢流阀。故障原因是:油液过脏,油中杂质磨伤或拉伤溢流阀芯和阀体的内腔表面,使阀芯卡死在开启接通回油口的位置上,对油压不起调节作用,系统压力达不到标准值。若溢流阀解体后,经检查零件损伤不严重,可用 180 粒度或 240 粒度的砂布对阀芯和与阀芯对应的孔进行修磨,清洗干净后安装即可使用,同时更换油液并清洗滤清器。

2. 推土机在使用过程中单边还是双边慢慢地出现上述故障现象

应作测压检查,即将测压表装在方向操纵阀总成进油管的

测压点上，起动发动机后进油管的压力应为 25MPa。若此测压点压力达不到标准值，应检查液压泵和溢流阀；若压力正常，说明液压泵和溢流阀无故障，故障出在溢流阀之后。此时，可使发动机熄火，把测压表移装在方向操纵阀分离油路出口的测压点上，然后起动发动机，拉动转向操纵杆，此点压力也应为 1.25MPa。达不到此压力值，说明系统内部有渗漏，致使转向失灵。能够产生渗漏的部位有以下几处：

1) 转向操纵阀到轴承之间的 S 形通油管。将中央传动箱后盖打开，起动发动机，拉动转向操纵杆，可以直接观察到渗漏处。S 形通油管的两端是用 O 形圈密封的，若 O 形圈损坏则会引起渗漏，应更换同型号的新件。

2) 联接盘和内轂的连接螺栓松动造成渗漏。将转向盖打开，检查螺栓。如果螺栓松动，应将螺栓卸开，使联接盘与内轂的连接面分离，清理沉积物并检查有无损伤，然后重新安装螺栓并拧紧。

3) 联接盘与轴承座之间的铜合金密封环处，以及转向离合器活塞与内轂之间的非金属密封环处。

为了证实是否是这两处渗漏，可将转向盖打开，起动发动机并拉动转向操纵杆进行观察。排除故障时，可将联接盘拆下，检查环槽和轴承座内壁与密封环相接触的部位。此部位必须光洁平整、无损伤，否则安装后密封环会急剧磨损而导致转向离合器分离不开。因在转向分离油路不进油时，联接盘与轴承座之间的环形油道无压力。密封环的侧面与环槽产生相对运动，如果环槽有损伤或不光滑，会磨伤和刮伤密封环并产生磨屑，加剧密封环侧面的磨损；当分离油路进油时，联接盘与轴承座之间的环形油道建立起压力，密封环和联接盘一起转动，密封环的外径表面与轴承座产生相对运动时，这些磨屑必然会侵入到相对运动面间，造成损伤同时也产生磨屑。这两处产生的磨屑有一部分随油液进入工作腔后，会使转向离合器活塞密封环损伤，导致油液渗漏。因此，在修复环槽和轴承座时，要使精

度达到标准；安装前要去毛刺并清洗干净；密封环装入环槽后应灵活无阻滞现象；往轴承座内推入联接盘时要缓慢，防止切伤密封环。

【修理经验】

1. 联接盘的拆卸和安装

联接盘与轴是花键联接，在制造厂安装时是用 300kN 的压力压装到位的，所以拆卸比较困难。为此，可按图 4-17 制作一专用拉具。拉具上的小圆面是和轴端接触的，制作时可单独加工，然后与大圆面对中焊接在一起即可。孔距 109mm 的两孔为拉联接盘用，孔距 142mm 的两孔为拉驱动盘用。拆卸前，要在联接盘和轴花键的对应位置打上记号；拆卸时用两只。M20 × 85、强度为 8.8 级的螺栓穿过拉具上 $\phi 22\text{mm}$ 的通孔，拧入联接盘（或驱动盘）的拆卸螺孔中。两螺栓要均匀拧紧，保持拉具与轴端平行，防止拉具偏斜而损伤轴端螺纹。安装时，不要改变压装时的位置，用轴端螺母进行压紧后就能保证原有的安装精度。

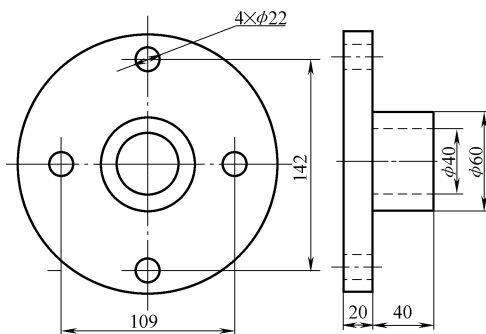


图 4-17 专用拉具

2. 转向离合器活塞密封环的拆卸

选择一平稳牢固的平面，对应转向离合器中心的上方要有一用力点。在平面上放一小于活塞直径的圆形钢件，将转向离合器活塞向下平稳地放在此钢件上，再用一小于压盘内孔直径

的圆形钢件，放入压盘的内孔与内鼓接触，然后用 50kN 的千斤顶放在圆形钢件上并与上方的用力点对中。压动千斤顶使内鼓向下移动 8mm，拆下压盘上的八个螺栓，再慢慢地松开千斤顶使内鼓上移。当密封环露出时，将千斤顶定位，则可取下活塞密封环。

3. 活塞密封环的清理和检查

活塞密封环一般不易损坏，损坏的主要原因是油液中有磨屑和泥沙，沉积在环槽中使活塞密封环受压后不能扩展并受损，致使密封性能降低。可用钢锯条的背面或玻璃碴儿将活塞密封环表面的脏物刮净，翻个面安装即可继续使用。无论是新件还是修复件，安装后都必须进行测量检查。内鼓与活塞密封环的接触面直径的标准尺寸应为 245mm，活塞密封环的开口间隙应为 3.8 ~ 5.6mm，小于 3.8mm 时应修整开口尺寸，大于 5.6mm 就不能使用，应换新件。活塞密封环装入环槽后，环的侧隙必须在 0.2 ~ 0.4mm 之内，最大不应该超过 0.6mm。

第四节 液压系统故障的诊断与排除

一、T140-1 型推土机液压系统故障的诊断与排除

1. 主离合器系统故障

【故障现象】

液压系统（见图 4-18）常见故障是接合、分离动作不灵。

【故障诊断与排除】

1) 液压泵供油不足，造成压力上不去，使液压推力减小，不能使离合器正常接合、分离，且伴有较强的噪声。原因是主离合器壳内油位太低，使泵吸空，供油不足。只要向主离合器壳内加足液压油即可解决。

2) 溢流阀过早打开。一般情况下，溢流阀的开启压力应是 3.92MPa。但由于弹簧过软，压力不足就开启了，不能形成足够的推力推动离合器接合和分离。此时，应更换弹簧。

3) 溢流阀阀芯卡死不能复位。这时，压力油顺利通过，不

能造成压力，离合器也不能正常工作。原因是油中的颗粒卡住了阀芯。这时，应卸下溢流阀，清洗污物，重新装上。

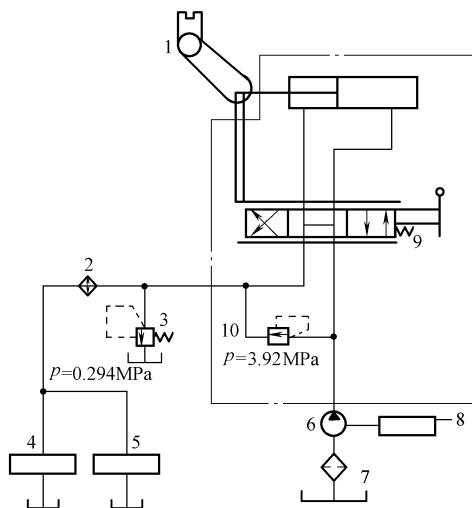


图 4-18 主离合器液压系统

1—操纵叉 2—散热器 3、10—溢流阀 4—润滑主离合器 5—润滑分动箱
6—CB-S32A 齿轮液压泵 7—滤清器 8—分动箱 9—助力阀

2. 转向液压系统故障

【故障现象】

推土机转向液压系统（见图 4-19）常见故障是：转向制动失灵，不能左右转向，不能停车。

【故障诊断与排除】

1) 进入转向阀的油压太低。进入转向阀的油压一般情况下应为 1.13MPa，它是由减压阀来控制的。但长时间使用后，减压阀的复位弹簧产生永久变形，开启压力低于 1.13MPa（经实测，平均压力仅 0.7~0.9MPa），造成转向失灵。更换复位弹簧即可排除故障。

2) 减压阀阀芯卡死不能复位，使压力油卸掉，造成不能转向。原因是油中颗粒状物卡死在阀体与阀芯之间，阀芯不能复

位。这时，卸下阀芯，清洗污物即可解决。

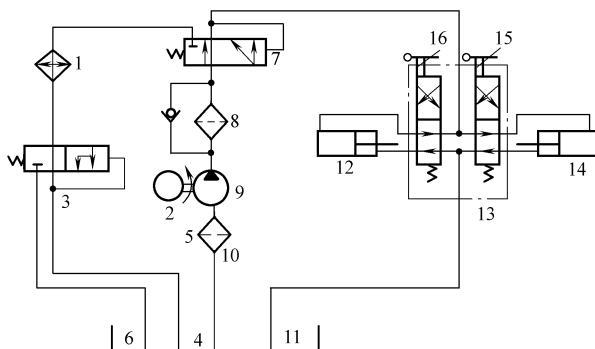


图 4-19 转向液压系统工作原理图

- 1—机油散热器 2—分动箱 3—溢流阀 4、6—变速器 5—强制润滑孔
7—减压阀 8—细滤器 9—CB-S32A 转向泵 10—粗滤器 11—后桥箱
12—左转向离合器（接合位置） 13—转向操纵阀 14—右转向离合器
15—右阀杆 16—左阀杆

3) 换向阀换向不到位，造成转向失灵。原因是：控制杆调得太松，阀芯复位弹簧太软，阀芯被异物卡住。调整、更换和清洗相应零件即可排除。

4) 转向液压泵供油不足，造成离合器摩擦片分离缓慢，甚至不能转向。原因是后桥箱油位太低，将油加足即可排除。

5) 泄漏太大不能实现转向。通向转向离合器的进回油是通过后桥轴和连接盘来连通的。通过长时间的使用，使后桥轴和上下盖之间以及轴承座和连接盘之间的间隙增大，密封磨损，泄漏严重，从而造成转向失灵。另外，活塞、密封环磨损，增加了泄漏，也造成转向失灵。更换密封及相应部件即可排除。

3. 工作装置液压系统故障

【故障现象】

工作装置液压系统（见图 4-20）常见故障是：液压缸提升力不足，升降速度慢，缸头漏油，溜铲等。

【故障诊断与排除】

1) 推土换向阀研磨，阀本身的内泄漏增大，使液压缸的供

油量不足，系统压力上不去，液压缸提升力减小。另外，接头部分及液压缸密封损坏也会出现这种现象。需更换相应的零件。

2) 换向阀处于封闭信号时有溜铲现象。这主要由于油封、活塞密封损坏，缓冲阀不能封油，使液压缸内泄增大，造成溜铲。另外，单向吸入阀和过载阀封油面漏油，也会有此现象。更换密封和相应的零件可以解决。

3) 溢流阀失去作用。这是因为滑阀阀芯卡孔，弹簧损坏，阻尼孔堵塞，使阀芯不能复位，从而造成溢流阀失效。应卸下溢流阀进行清洗和检修，同时更换弹簧。

4) 过滤器阻塞，产生较高的背压和噪声，使滤芯崩坏，排除方法是过滤（控制）箱中的液压油，更换阀芯。

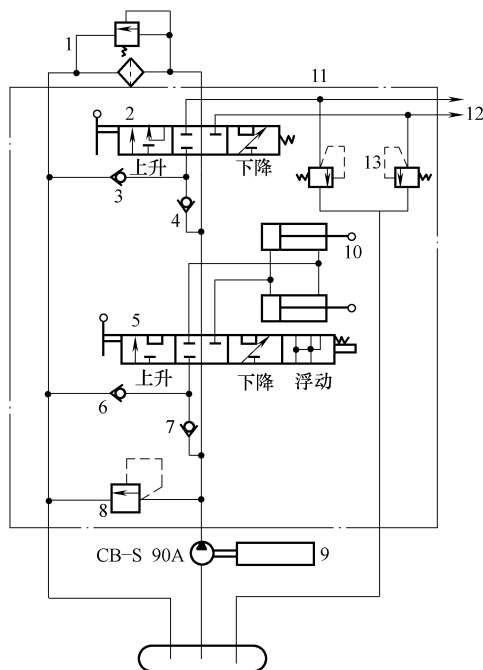


图 4-20 工作装置液压系统工作原理图

1—过滤器 2—松土换向阀 3、6—单向吸入阀 4、7—单向阀 5—推土换向阀
8—溢流阀 9—分动箱 10—推土缸 11—液压控制箱 12—松土液压缸 13—过载阀

二、TY220 型推土机液压传动系统故障的诊断与排除

TY220 型推土机变速转向液压系统如图 4-21 所示, 变速泵、转向泵与分动箱联接, 两泵共用一个磁性粗滤器, 由后桥箱中吸取液压油, 供给各自的油路系统。

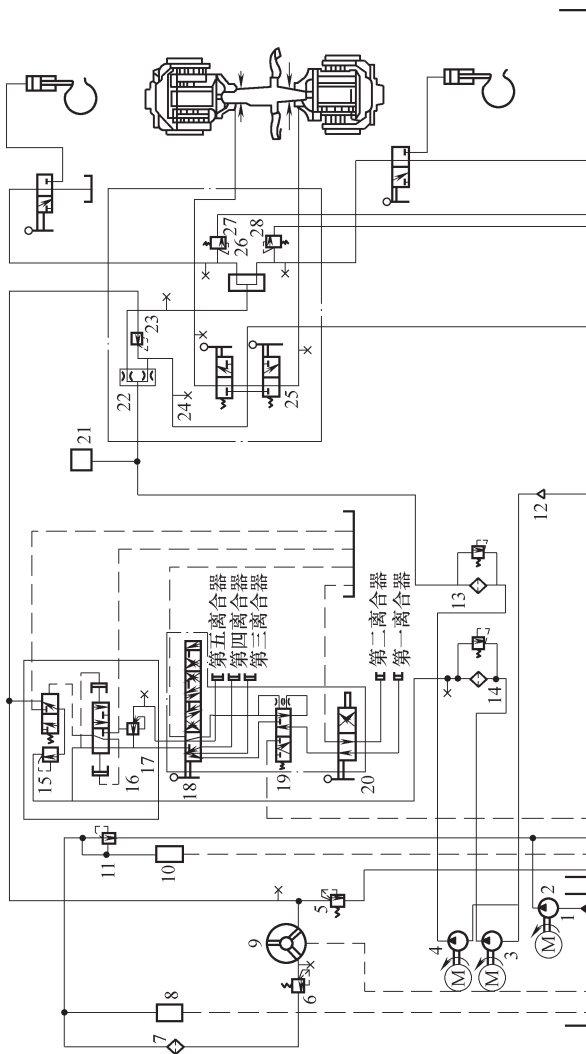


图 4-21 变速转向液压系统原理图

- 1、12、13、14—过滤器 2—变速泵 3—转向泵 4—转向泵 5、27、28—溢流阀
6—背压阀 7—散热器 8—分动箱 9—变矩器 10—润滑油道 11—润滑油 15—调压阀
16—快回阀 17—减压阀 18—速度阀 19—安全阀 20—方向阀 21—先导阀
22、26—分配阀 23—顺序阀 24—右转向阀 25—左转向阀

1. 变速器故障

【故障现象】

一台 TY220 型推土机使用半年后, 出现前进第 I 离合器、I 挡第 V 离合器作业无力, 变矩、变速噪声大, 油温升高, 油液呈乳色状等现象。怠速运转时, 故障现象稍有好转; 当其高速带负荷运转时, 故障现象又重新出现。

【故障诊断与排除】

1) 油质问题。油温高, 传动油变稀变质, 造成系统中阀组件磨损, 或各挡离合器片及密封件损坏而内漏, 使系统压力降低, I 挡工作无力。为此, 需清洗油滤清器, 并更换传动油。其结果是故障未能消除。清洗中发现, 磁性粗滤芯上粘有很多金属粉末和黑色杂渣物。

2) 阀组调压压力问题。调压阀调整压力 2.5MPa, 保证除 I 挡外的各离合器接合, 调压阀开启向变矩器供油。为 I 挡离合器设置的减压阀 17 出口压力为 1.25MPa, 这也是该离合器的接合压力。

维修人员对系统各测点的压力测试结果为: 变矩器进口溢流阀压力小于 0.5MPa (标准值为 0.87MPa), 变速阀出口压力 0.8MPa (调定值为 1.25MPa), 而且在发动机提速时压力脉冲摆动。为此, 维修人员对溢流阀、变速阀进行了检查、清洗, 更换了弹簧, 并更换了变速泵, 但试运转 1h 后, 故障仍然出现。

3) 检查系统管路是否有漏油、阻塞、进气现象。检查中发现, 磁滤器与变速泵间的胶管在中、高速时易被吸扁, 管内壁胶皮剥落, 供油受阻。应将该胶管更换, 并在管内壁加装弹簧, 保证供油畅通。而后试车, 压力达到设定值, 机器运转正常。

4) 经过以上检查修理, 机器作业几天后仍感 I 挡作业无力。检查减压阀压力, 仅有 0.6 ~ 0.7MPa, 且不稳定。由磁性滤芯上残留的金属物及其色泽, 判别其来源于变速器。解体检查变速器发现, 第 V 主、从离合器片严重磨损、烧伤、变形和粘合, 而推土机作业中常用前进 I 挡, 第 V 离合器处于大转矩

工作状态，加之供油不足，系统压力低，离合器处于半接合状态，造成离合器片温升高，烧伤、磨损、变形、粘合而失效，工作乏力。

2. 转向离合器故障

【故障现象】

TY220 型推土机中央传动及转向离合器如图 4-22 所示。

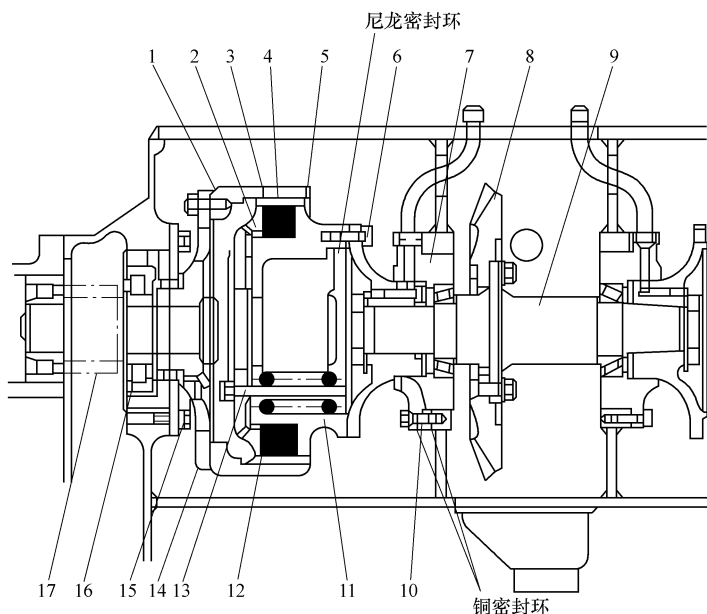


图 4-22 中央传动及转向离合器示意图

- 1—外鼓 2—压盘 3—外摩擦片 4—内齿片 5—内鼓 6—轮毂 7—轴承座
8—大锥齿轮 9—横轴 10—调整垫 11—大弹簧 12—小弹簧 13—螺栓
14—驱动盘 15—锁紧螺母 16—轴承 17—一级主动齿轮

该机使用 1000h 后，前进、后退、左转向和踩下制动踏板，转向拉杆回缩反弹，踏板回顶而使左转向失效。

【故障诊断与排除】

1) 清洗检查各阀组，排除油液中黑色金属粒状物卡死阀芯的可能，调整联动机构转向拉杆和制动踏板间隙行程，消除故

障隐患，但故障仍然存在。

2) 检查左转向压力为零（应为 1.25MPa），解体检查左转向离合器，其两侧连接螺栓摆动很大，制动鼓联接盘与终传动齿内花键锁紧螺母自动脱出，桥箱内有大量金属物。分析认为：驱动法兰盘内花键锁紧螺母脱落在法兰与压盘之间，使离合器片失去了分离行程，内花键失去锁紧控制。传递动力时，内花键与一级主齿轴花键串动摇摆，造成一级主齿轴与驱动法兰盘端失去固定中心，离合器鼓总成偏斜。当行驶车辆左转向或踩制动时，通过制动带和转向联动杆系统，将离合器的偏斜力及轮毂旋转变力传递反馈到转向拉杆和制动踏板，造成反弹、回顶。

3. 变矩器故障

【故障现象】

推土机无负荷时进、退行驶正常；带负荷时前进 I 挡工作，发动机转速马上下降，冒黑烟，且要熄火；挂空挡位，发动机转速恢复正常。

【故障诊断与排除】

I 挡压力检测，无负荷时正常，带负荷时随发动机转速下降而下降。这似乎是一种刚性联接，可见故障可能出在变矩器内。

拆检发现，变矩器涡轮与泵轮间有限位挡铁块，其间隙之间塞满了铝末，且导轮两侧端面磨损严重，变矩器失去变矩作用。

如图 4-23 所示，变矩器输出轴 10 靠轴承进行轴向及中心定位。轴承座孔内侧设有限位挡块，外侧用调整垫调整间隙。若间隙调整不当，输出轴压板顶轴承内钢碗，迫使轴承受力而损坏座孔内侧限位块，脱落的挡块碎块掉入泵轮、涡轮之间，阻碍涡轮相对旋转。由于涡轮失去轴向定位而窜动，导致涡轮与泵轮，涡轮与导轮磨损加重而出现铝末，加之挡块碎片而使矩阵失去变阵作用。

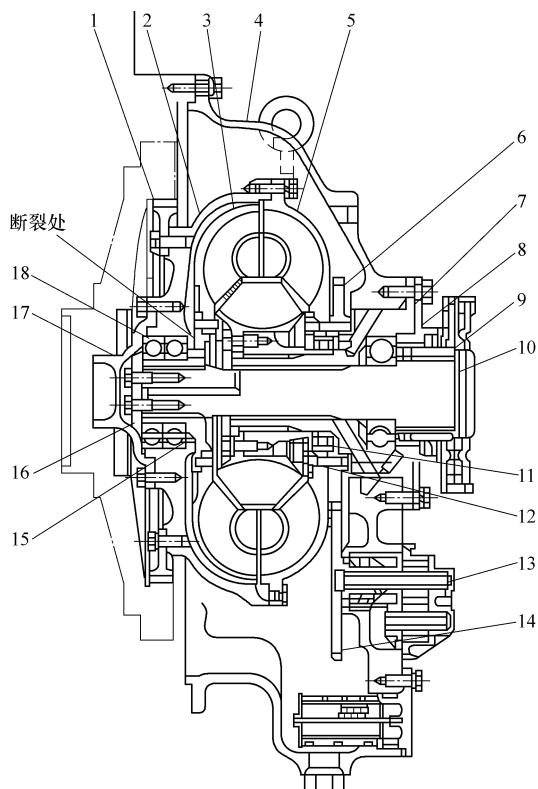


图 4-23 变矩器工作原理图

- 1、6、14—驱动齿轮 2—驱动齿轮壳 3—涡轮 4—变矩器壳 5—泵轮
7—导轮轴 8—盖 9—万向节 10—变矩器输出轴 11—导轮轴壳
12—导轮 13—泵壳 15—涡轮壳 16—压板 17—导向器 18—轴承

三、小松 D155 型推土机液压传动系统故障的诊断与排除

D115 型推土机是日本小松公司生产的，D115 型推土机液力变矩、变速油路系统如图 4-24 所示。液力变矩变速泵 2 排出的传动油分两路：一路以 0.7MPa 的压力向液力变矩系统供油，进入液力变矩器 11。液力变矩器的出油经冷却器 14 后少部分供变速器润滑，大部分流向后桥箱 20，回油泵 19 将变矩器内泄油排入后桥箱；另一路以 2MPa 的压力向变速器系统供油，经变速器

一般来说, D155 型推土机变矩器和变速液压系统故障较少, 供油系统内出现故障往往不易查找原因。下面列举几例典型故障现象, 简要介绍其产生原因及排除方法。

1. 变矩器系统油路故障

【故障现象】

液力变矩器输出力不足, 使推土机作业无力。如推土机空挡时, 变矩器输出轴旋转, 挂挡后输出轴立即停转或旋转很慢。

【故障现象与排除】

(1) 供油故障 液力变矩器供油不足, 其原因有:

1) 推土机后桥箱油位过低, 变速泵工作时吸入空气。补充加足油即可排除故障。

2) 吸油管路泄漏, 变速泵工作时吸入空气。拧紧或更换吸油管即可排除故障。

3) 变速泵内部磨损严重, 造成内漏。修理或更换该泵即可排除故障。

4) 磁滤器堵塞, 变速泵吸油困难。清洗或更换其滤芯即可排除故障。

(2) 溢流阀故障 液力变矩器进口溢流阀开启压力调压值为 0.7MPa, 若该阀弹簧太软或损坏, 将使它的调节压力太低或失灵, 进变矩器的油减少。更换溢流阀弹簧即可排除故障。

(3) 调压阀故障 液力变矩器出口调压阀的调压值为 0.45MPa, 若其弹簧太软或被脏物卡住, 使调节压力低于传动油的汽化压力, 则造成其腔内油液汽化, 导致传动效率下降。更换调压阀弹簧或清洗阀芯即可排除故障。

(4) 油温过高 油温过高将导致变矩器传动效率下降, 其原因及排除方法为:

1) 传动油中混入空气和水。应防止空气和水进入传动油中, 后桥箱通气孔要保持畅通。

2) 冷却器过脏。应清洗冷却器中的脏物。

3) 变矩器回油泵滤清器太脏或回油泵故障造成回油不及

时,使变矩器箱内充满液压油。清洗滤清器或更换回油泵即可排除故障。

4) 冷却水温度过高,散热不及时。

5) 变矩器循环腔内密封件损坏,传动油内漏。更换密封件即可排除故障。

2. 变速系统油路故障

【故障现象】

推土机挂挡后,起步困难或虽能起步但推土机作业无力。

【故障诊断与排除】

(1) 变速泵供油不足 变速泵供油不足,进入变速器离合器的液压油压力不足,将造成离合器摩擦片与主动片接合不彻底,影响动力输出。可按解决液力变矩器供油故障的办法予以排除。

(2) 变速油路压力太低 进入变速器油压正常值为 2MPa,若此压力太低,将造成变速器离合器打滑使推土作业无力。

1) 变速油路压力靠调压阀调定,造成其控制压力太低的原因有:调压阀弹簧弹力减弱或损坏,调压阀芯或阀套卡死,快速返回阀芯阻尼孔堵塞或阀芯卡死,溢流阀弹簧弹力减弱或损坏等。排除方法:解体检查变速控制阀总成,清洗各阀芯、阀套及阻尼孔,更换不合格的弹簧。

2) 如果推土机挂挡前变速油路压力正常,挂挡后压力下降(因该油路系统在挂挡前一直向 I 挡第 V 离合器供油),则出现下列几种情况:

①当挡位挂前进 I、II、III 挡时,若油压都下降,说明是前进第 I 离合器油路泄漏。解体检查更换第 I 离合器相应密封件和零部件即可排除故障。

②当挡位挂倒退 I、II、III 挡时,若油压都下降,说明是倒退第 II 离合器油路泄漏。解体检查更换第 II 离合器相应密封件和零部件即可排除故障。

③若当挡位挂前进 I 挡、倒退 I 挡时,油压都正常,挂前

进Ⅱ挡或倒退Ⅱ挡时，油压都下降，说明是第Ⅳ离合器油路泄漏。解体检查更换第Ⅳ离合器相应密封件和零部件即可排除故障。

④若挡位挂前进Ⅰ、Ⅱ挡，倒退Ⅰ、Ⅱ挡时，油压都正常，挂前进Ⅲ挡或倒退Ⅲ挡时，油压都下降，说明是第Ⅲ离合器油路泄漏。解体检查更换第Ⅲ离合器相应密封件或零部件即可排除故障。

3) 如果推土机挂前进、倒退Ⅱ、Ⅲ挡时油压都正常，挂Ⅰ挡和空挡时压力都下降，说明是第Ⅴ离合器油路泄漏。由于第Ⅴ离合器使用的是回转离合器，较其他离合器要复杂，油路也最长，所以第Ⅴ离合器除油路泄漏故障外，还存在钢球单向阀密封不严及密封铜环磨损故障。解体检查更换第Ⅴ离合器相应密封件或零部件即可。

4) 油路堵塞。若变速油路压力正常，挂挡后各挡位油压也正常，但挂挡后推土机不走或推土作业无力，往往是由于油路被脏物堵塞所致。堵塞部位一般在速度阀或方向阀到变速器相关离合器液压缸之间的油路上。清除这些油路的脏物即可排除故障。

推土机挂挡后起步困难或推土作业无力，除变速油路系统的故障外，还可能是变速器自身的机械故障，如变速器离合器摩擦片烧结在一起，摩擦片被齿圈槽卡住，摩擦片磨损过度，摩擦片变形和摩擦片装配过紧等。通过解体检查变速器，更换损坏的零件即可。

(3) 液压传动系统噪声 正常工作状况下 D155 型推土机液压传动系统噪声较小，若明显听到液压系统噪声，则预示推土机传动系统已发生严重故障，应立即停车检查。液压传动系统明显噪声一般发生在变速泵的吸油部分和液力变矩器内部及变速泵至调压阀油路。可分别按变矩器供油故障和油路部分故障进行处理。若是机械噪声，应按维修说明书的规定进行校查排除。

四、液压系统油温过高故障的诊断与排除

【故障现象】

液压系统油温度高，可造成液压系统的密封件在短期内失效，也会造成液压油氧化变质，甚至造成有些部件变形损坏。有一台 D85A-18 型推土机，其液压系统工作原理如图 4-25 所示。在正常使用中液压系统温度突然急剧升高，在检查过程中仅运转 0.5h 油温就高达 124℃，远远超过了正常工作温度（50~70℃）。

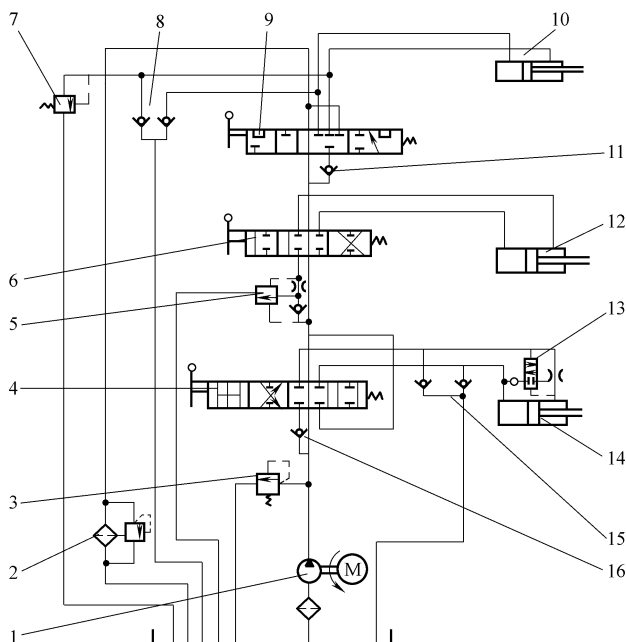


图 4-25 D85A-18 型推土机液压系统工作原理图

- 1—液压泵 2—滤清器 3—主溢流阀 4—推土铲提升阀 5—流动单向阀
6—推土铲倾斜阀 7—耕土机保险阀 8—吸入阀 9—推土机阀 10—推土机缸
11、16—单向阀 12—推土铲倾斜缸 13—快降阀 14—推土铲提升缸 15—吸入阀

【故障诊断】

液压泵被拉伤，液压缸密封失效，滑阀磨损，密封件老化以及油管破损等，其中各种阀、油封和油管等的泄漏，可能是

产生高温的直接原因。

【故障排除】

首先测工作压力。该机的标准工作压力为 14 ~ 15MPa, 实际值为 14.2MPa, 说明液压泵的工作基本正常。第二, 检查液压缸。主要检查推土铲提升缸 14 和耕土机缸 10 的工作情况; 即提起推土铲和耕土机, 使两液压缸的活塞杆自然伸出, 伸出速度分别为 64mm/15min 和 52mm/15min。再用推土铲和耕土机支起机体, 使发动机熄火, 在机体重力作用下观察两液压缸活塞杆的收回情况, 结果推土铲缸的速度为 84mm/15min, 耕土机缸的速度为 82mm/15min, 均在标准范围内, 说明密封效果良好。第三, 检查过滤器。发现有细小的钢粉末, 初步判定泵配流盘有拉伤现象, 拆检后果然发现有一面配流盘有轻微拉伤。经研磨、调整间隙后装机试验, 温度虽有降低, 但使用 0.5h 后仍超过 100°C, 状况无根本好转。第四, 拆检液压阀。拆检了推土铲提升阀 4、推土铲倾斜阀 6 和推土机阀 9 中的滑阀配合间隙, 结果滑阀与阀体的间隙均在 0.03 ~ 0.06mm 范围内, 而且没有明显的划伤和拉伤, 因而可排除此三个滑阀泄漏的可能性; 检查溢流阀和流动单向阀 5, 单向阀 11、16 等, 也无拉伤现象, 说明无泄漏; 检查各处的密封情况, 也未发现损坏。最后, 检查油管, 即液压油箱中一根从推土铲倾斜阀 6 到耕土机阀 9 之间的金属接管, 两端为 O 形圈密封; 另外, 有一根从耕土机阀 9 到油滤清器 2 的金属连接管, 其与阀 9 间的密封为平面密封, 另一端为橡胶圈卡紧密封。仔细检查这两根金属油管, 未见有砂眼和裂缝, 状况良好; 回油管与滑阀 9 之间有一平板, 仔细检查后发现, 此平板平面局部有发蓝现象, 但作平面检查时并没有明显的平面变形, 可以基本断定是由于这两个平面处油液泄漏造成了液压油温过高。

针对上述故障原因, 制作了两个密封垫装在平板与阀及油管的接合处, 装机试验表明, 机器完全恢复正常。

此故障说明, 由于长期使用, 紧固此平板的螺栓松紧不一,

当遇到高温时平板或油管的连接平面变形,使原来平面不能很好地起到密封作用而导致油液泄漏。

五、液压泵损坏导致管道堵塞故障的诊断与排除

【故障现象】

有一台卡特彼勒公司的 D10 型推土机已运行近 10000h,其发动机冷却液在发动机工作 2min 以后,突然出现冷却液温度升高报警以及水箱的冷却液开锅的现象。

【故障诊断与排除】

据此,维修人员对冷却系统进行了全面检查,发现冷却风扇的转速特别低。因为冷却风扇由液压马达驱动,所以就检查了液压系统的压力,发现系统压力只有 1.0MPa,远远低于正常的工作压力 8.6MPa,这说明问题就出在液压系统,其液压系统原理如图 4-26 所示。

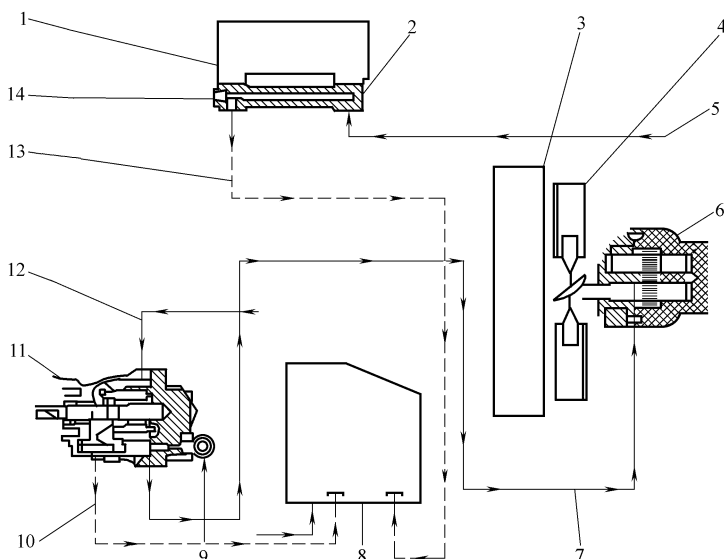


图 4-26 液压系统原理图

- 1—油冷却器 2—喷管 3—水箱 4—风扇 5、7、12、13—油管 6—液压马达
8—油箱 9—伺服阀 10—回油管 11—轴向柱塞泵 14—旁通阀

此系统的原理非常简单，它只由一个轴向柱塞泵 11、油冷却器 1、液压马达 6 以及液压管路组成，其风扇转速完全由轴向柱塞泵 11 来控制。因此，拆卸了轴向柱塞泵 11 进行分解时发现：轴向柱塞泵断了两根柱塞，滑履严重磨损并且铜套破碎。至此，更换了一个轴向柱塞泵总成。结果，操作人员开到现场工作了一个台班，上述问题没有了，但是又出现一个新的问题，液压油箱的液压油明显减少，工作一个台班要补充几次液压油，并且没有发现任何地方漏油，操作人员报修以后，修理人员对整机的液压管路作了全面检查，没有发现问题，重新给液压油箱加满液压油，然后起动发动机，几分钟以后，发现液压油箱的油位明显下降，来回几次结果都是如此，总计加油大约 300L，而油箱的油所剩无几，变速系统油箱的油又不会增加。经过认真的分析得出，能够容纳如此多液压油的地方只有一个，那就是转向离合器箱体，而油流到转向离合器箱体的唯一途径，就是经过两个液压前端油封进入液压泵驱动器，再经变速器液压泵将油抽到转向离合器箱体。因为液压系统与变速液压控制系统是两个独立的系统，而主液压泵在无此故障以前是完好的，不会有此现象。问题可能又出在新更换的轴向柱塞泵，如图 4-27 所示。

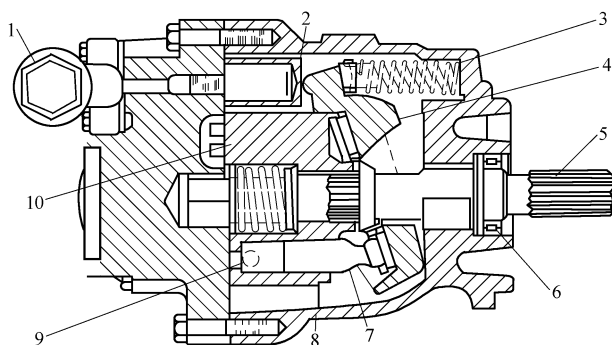


图 4-27 轴向柱塞泵结构

- 1—伺服阀 2—伺服活塞 3—弹簧 4—斜盘 5—驱动轴
6—油封 7—柱塞 8—泵体 9—进油口 10—出油口

于是,又将轴向柱塞泵拆下,发现液压泵前端油封6果真被冲坏,刚换上去的新液压泵总成之所以会被冲坏?其原因可能是液压泵回油腔的油压过高形成背压将油封冲坏产生内泄;而造成回油腔压力过高的原因就是回油油路不畅。所以,清洗图4-26中回油管10,其通径为15mm,结果发现用高压气流吹不通,说明油管被堵,剖开回油管10发现有一块铜块卡在油管内,正好将油管堵住。而这铜块就是上次柱塞泵滑履损坏掉入回油腔的。由于在更换液压泵时未对油路进行清洗,因而造成上述故障现象,更换一根油管后,问题就解决了。

由上述故障现象可以得到启示,液压泵损坏对整个液压系统的污染是非常严重的,它所产生的铜末和铁屑对控制阀、液压泵以及油路都有严重的影响,并会产生连锁故障,所以在处理这类问题时不但要更换液压油、液压滤芯,而且要对管路进行彻底清洗,才能避免故障的连续发生。

六、推土机油封失效引起故障的诊断与排除

【故障现象1】

推土机冷机起步迟缓。

一台TY220型推土机,在冷机起动时,当发动机转速达到中速后,操纵工作装置手柄(提升铲刀和松土器)感觉吃力,且铲刀、松土器提升缓慢;接着将变速杆挂入I挡,推土机不能起步行走,试挂其余各挡,同样不能起步。经过10min,当感到操纵手柄轻松且铲刀、松土器升降自如后,再将变速杆挂入各挡,则均能正常起步,并且在推土工作过程中一切正常。若临时仅停机几分钟,再次起动发动机,能正常起步;若停机2h以上,起动发动机时又出现上述故障。

【故障诊断与排除】

分析认为,推土机之所以不能起步,不仅与变矩器、变速器和后桥等有关,而且还与变速油路有关;铲刀、松土器升降缓慢不仅与工作油路有关,而且还与转向油路有关。根据“在热机状态下推土工作一切正常”,可以判断变矩器、变速器、后

桥以及工作油路工作正常，因故障仅发生在冷机状态，所以只与变速和转向油路有关。

起动发动机后，拧松变速与转向油路细滤器上的排气螺钉，发现有空气且不能立即排尽，从该润滑油路知，是低压油路（即吸油口至变速泵、转向泵之间）进入了空气。仔细检查后知，进油管路无堵塞且接头密封良好，说明能进空气的地方就只有变速泵和转向泵了。根据“操纵工作装置手柄吃力，铲刀、松土器升降缓慢”分析，并从“转向泵所处的位置略低于变速泵”考虑，推断进空气的地方应在转向泵。拆下转向泵后，发现骨架式橡胶油封有漏油痕迹。更换该油封后，故障消除。

分析认为，该油封老化发硬，在冷机起动时密封效果差，致使转向泵从此油封处吸入空气；随着发动机油温逐渐升高，油封变软，使密封效果逐渐好转，当变速泵和转向泵两者转动产生的真空度大于转向泵油封处所进空气造成的真空度时，液力传动油在大气压力作用下，沿进油管路首先进入粗滤器，由于转向泵所处位置略低于变速泵，因而接着进入转向泵，最后，变速泵靠自身产生的真空度排尽粗滤器至变速泵之间的空气。所以，当铲刀、松土器升降正常后，变速杆挂入任意挡位都能起步；若停机时间较长，则油温降低，橡胶油封变硬，密封效果逐渐减弱，空气从该油封处进入转向泵，从而使转向泵至吸油口之间（低压油路）的油，以及粗滤器至变速泵、管路之间的部分油倒流回油箱，所以表现出每次冷机时不能立即起步。

【故障现象2】

工作油箱的油窜入变速器。

【故障诊断与排除】

一台 TY220 型推土机，根据其工作油箱油平面降低、变速器油平面升高的故障现象，初步判断是工作泵骨架式橡胶油封损坏，致使工作油箱的油窜入了变速器中。拆检证实，是工作泵油封被冲坏。分析认为，因为工作泵磨损后，轴向和径向间隙增大，高压油窜至骨架式橡胶油封处冲坏了油封。按以往经

验, 在出现第一次冲油封并更换油封后, 还可以继续使用一段时间, 但这次更换油封后使用不到 1h, 又出现了上述故障, 维修人员认为可能是新泵质量有问题, 于是又重新换了一台新泵, 但仍然是用不到 1h, 又出现了上述故障。由此现象可知, 冲油封故障的根源不是来自工作泵本身, 而是来自工作装置系统。根据工作装置油路推测, 主溢流阀或流量单向阀卡死, 起不到卸油作用, 从而造成系统压力过高, 工作泵长期超负荷运转, 使工作泵油封冲坏的可能性最大。拆检发现, 果然是主溢流阀卡死。用水磨砂纸、油石打磨后, 装上原旧工作泵也能正常工作, 再未出现过冲油封故障。

七、TY220 型推土机的液压元件穴蚀故障的诊断与排除

【故障现象】

有一台 TY220 型推土机, 传动系统多次发生液压阀发卡故障。其中转向溢流阀、制动分流阀各卡住两次; 变速液压控制随动阀卡住一次; 转向滑阀和速度滑阀因发卡而操纵沉重。当拆检、清洗这些阀时, 发现阀体、阀芯、阀芯内的小活塞和分流活塞等上的配合表面全部变黑, 并形成积炭层且有小坑与划伤。经分析认为, 这是一种穴蚀现象。

【故障诊断与排除】

1. 液压元件穴蚀的机理

穴蚀是一种特殊的腐蚀形式。它是因水分或空气侵入液压系统引起的。水分在油温升高后蒸发, 部分水分变成水蒸气, 水蒸气或空气随液流进入各液压元件, 由于其相对运动件都存在着按一定规律变化的间隙, 因而在机器频繁地变速、转向和液流压力不断变化的情况下会产生高频振动。水蒸气或空气便在振动的表面上或附近压力和温度剧烈变化的部位形成小气泡。当气泡运动到油压急剧升高的地方时, 受到冲击和压缩后会突然破裂, 此时将产生极强的冲击波冲击金属表面, 从而发生一种剥离金属材料表面层的穴蚀现象。传动系统各液压阀因压力变化大, 穴蚀现象比较严重, 因此在阀体与阀芯、阀芯与小活

塞、阀体与分流活塞、阀体与滑阀等的配合表面出现坑穴和划痕。同时，在空气泡被急剧压缩破裂的过程中放出很大的热量，使局部温度迅速升高，致使各阀零件的配合表面形成积炭层而发卡。

2. 液压元件发生穴蚀的危害

液压元件精度高，其相对运动件的配合间隙小，一旦产生穴蚀，将导致液压阀卡滞，压力失调，造成液压系统不能正常工作。此外，穴蚀与化学腐蚀（蒸气也能造成化学腐蚀）后的沉积物会严重污染液压系统，使油滤清器和阀内的小孔堵塞，拉伤液压元件。

3. 导致液压元件穴蚀的因素

（1）油液质量不佳 油液质量直接影响液压系统的工作，如果油液抗泡沫性差，易于汽化和形成泡沫，就容易引起穴蚀。

（2）油位过高或过低 油位过高，油液在机械搅拌作用下易产生泡沫；油位过低，液压泵易吸入空气。两者都易导致穴蚀，而且油位过低会造成温升过快、过高，穴蚀速率增加。

（3）空气和水分的侵入 侵入液压系统的空气和水分越多，产生穴蚀的范围越广。空气侵入的渠道主要是液压泵入口形成的低压区密封不严，如液压泵油封磨损、磁性粗滤器 O 形圈密封不良、软管破损或管箍松动等，致使液压泵吸入空气；或是因装配液压元件后空气未排净或后桥箱通风孔堵塞所致。水分侵入的渠道主要是油冷却器内漏，冷却水渗入液压系统，或是所加的液压油中含水。上述 TY220 型推土机液压阀接二连三地发生穴蚀，就是因为油冷却器内漏，冷却水进入液压系统引起的。当时虽然更换了冷却器阀芯，但由于液压系统内的水未排除干净，以致连续出现穴蚀现象。后来，一方面拆检并清洗了传动系统的全部油滤清器和阀；另一方面用煤油和压缩空气彻底冲洗了变矩器、变速器、后桥箱和系统管路，将传动系统的水和腐蚀沉积物彻底清除干净，该机再未出现过阀发卡的现象。

（4）油压变化的频率高 油压变化的频率直接影响空气泡

的形成与破裂的速度,压力变化频率高的部位,穴蚀速度快。例如,推土机作业时需不断地操纵变速手柄和转向拉杆,因而转向溢流阀、制动分流阀、变速控制阀和速度滑阀的Ⅰ挡位置,尤其是阀芯与压力油道相对应的位置,因其压力变化频率高,穴蚀现象也较严重。

(5) 循环油液流量不足 油液中空气的溶解量与油压成正比。若系统循环油液流量不足,油压下降,当压力低于当时温度下的油气分离压时,油液中的空气或水蒸气就容易分离出来,形成空气泡。例如,变矩器工作腔循环油液流量不足时,在泵轮进口处的压力就会低于油气分离压力,液体便开始汽化或蒸发,从而析出空气泡,这些空气泡随液流到达高压区就会迅速破裂而产生穴蚀现象。

(6) 压力调节阀卡住 压力调节阀卡住,节流损失增大,油温升高,压力下降,油液中的泡沫增多。例如,转向溢流阀卡住时,温升很快,工作仅十几分钟,用手触摸转向过滤器的外壳就烫痛难忍,而且油液中泡沫很多(检查后桥油位时发现油尺上有许多泡沫),拆检转向溢流阀,发现穴蚀现象比较严重。

(7) 液压阀配合间隙过大 液压阀的配合间隙越大,其振动强度越大,因而空气泡增多,穴蚀速度加快。例如,制动分流阀卡住之后,修理时误用了细砂纸清除积炭,导致配合间隙过大,结果修后仅使用了1.5h活塞又被卡住。拆检发现,分流活塞外圆表面有许多坑穴、而且积炭更加严重。

(8) 油液过热 油温过高,油液汽化,水分蒸发,泡沫与空气泡增多,穴蚀速率增加。

4. 液压元件穴蚀的预防

(1) 正确选用油液 选用油液要保证油品质量相适宜的粘度。加油时必须注意清洁,切勿带进水分和杂质。

(2) 防止空气和水分侵入液压系统 注意检查油位、油质和油色。如果发现油液变成乳白色或液压系统有水珠(如油尺

上有水珠或拆阀时发现水珠), 或油液呈泡沫状, 应及时寻找水分和空气的来源, 仔细检查油冷却器和液压泵进口低压区的密封性。检查油冷却器是否有内漏, 可就机进行, 也可拆下来试验。就机检查时, 先从冷却器上拆下进、出油管接头, 再用一根连接管将两个油管接头连接起来, 然后起动发动机或让推土机短时间作业 (防止油温过高), 当水温升到 80°C 以上时, 通过油冷却器油孔处检查有无渗水现象。拆下油冷却器总成试验时, 灌满热水, 堵住水道孔并将水加压至 0.35MPa , 通过油孔检视有无渗水现象。一旦发现油冷却器有内漏, 必须立即排除, 并彻底清洗液压系统。

(3) 保持各液压阀的正常间隙 各阀的配合间隙应控制在允许范围之内, 如已发生穴蚀现象, 只能用金相砂纸抛光除去积炭, 切不可用一般细砂纸打磨。抛光除去积炭之后, 还应测量阀内各零件的配合间隙, 如间隙超过规定值或零件表面坑穴过多、过深, 应更换新阀。

(4) 保持液压系统清洁 定期清洗磁性粗滤器、变矩器回油泵滤网和更换滤清器阀芯, 保持油液清洁。

(5) 防止油温过高 如果油液氧化变质过快或变成褐色, 表示油液过热; 应查明油温过高的原因, 及时排除故障。

(6) 减少液压冲击 操纵各液压操纵阀时不宜过快过猛, 加大节气门也不宜过于频繁, 以减轻液压冲击。

第五节 行走装置故障的诊断与排除

一、履带行走装置故障的诊断与排除

【故障现象】

有一台红旗 100 型推土机在某工地平整场地的作业中, 因土质较硬和驾驶员操作不熟练, 工作进行到中期, 由于摩擦引起吱吱声, 后停机检查, 发现两机的驱动轮齿内外均出现啃削, 并伴有履带跑偏。

【故障诊断】

故障可能由下列原因造成

- 1) 两条履带调整松紧不一致。
- 2) 支重轮架外纵梁后端或斜撑臂变形。
- 3) 驱动轮半轴弯曲, 驱动轮轮毂轴承间隙过大。
- 4) 引导轮轴承磨损严重。
- 5) 缓冲弹簧弯曲或履带调整螺杆弯曲。

上述原因都能引起链轨分别与引导轮凸缘、支重轮边缘、驱动轮齿内外端面产生啃削现象。有时是先造成履带跑偏而后引起链轨与驱动轮发生啃削, 有时是由上述原因的零部件磨损、变形迫使驱动轮等与链轨发生啃削。所以, 履带跑偏是和链轨与驱动轮发生啃削伴随而产生的。由此可见, 履带跑偏和驱动轮啃削是由多种原因相互转化引起的。从行走装置结构上可知, 引导轮、支重轮和驱动轮三者必须在支重轮架的对称中心线上。该中心线与推土机通过半轴的轴线又必须成直角, 才能保证直线行驶。否则, 就会引起履带跑偏。故此, 通过故障现象分别作具体检查与分析判断, 则故障主要是以下四条原因所造成:

1) 实际使用中, 操作人员重视完成任务的一面, 缺乏勤检查、细操作, 作业前和交接班时没了解该机使用时间、作业情况及随时观察履带调整情况。故障刚开始时, 履带跑偏及异响均小, 没有引起重视。

2) 履带调整松紧不一致, 履带紧的一面行驶速度快, 履带松的一面行驶速度慢。长时间不调整连续作业, 都会形成履带跑偏而引起啃削。

3) 机械使用时间短一般不考虑磨损情况, 主要考虑作业中是否遇到障碍受到过度猛烈撞击, 引起支重轮架外纵梁后端及斜撑臂变形或半轴弯曲。经查斜撑臂变形。

4) 该机在斜坡地段较长时间内单向作业, 故链轨与驱动轮相互啃削。

【故障排除】

1) 因驱动轮齿两面磨损没有超过齿厚一半, 故只需按要求检查履带松紧并予以调整。

检查: 将推土机开至平坦处, 用撬棒插在履带下的支重轮滚道上沿, 将履带撬起, 检查撬起高度为链轨下沿至支重轮的滚道上沿的距离 40 ~ 50mm。

调整: 首先松开叉形臂上的固定螺母, 转动调整螺杆, 螺杆伸长, 履带调紧, 反之则松。调整后开动推土机, 使履带紧度分布均匀, 然后, 再按上述方法检查调整。符合要求后, 将叉形固定螺母拧紧, 为防止调整螺杆从螺母中脱出, 要求叉形臂与调整螺杆导向支架间距不得超过 210mm。

2) 支重轮架斜撑臂的检查与调整。

检查: 支重轮架纵梁上平面距斜撑轴承轴线高应为 (72 ± 2) mm。支重轮架纵梁外侧面距斜撑轴承孔内侧面的距离应为 1010mm。用简易法检查, 即选用一根新的标准半轴, 通过半轴外端滑动轴承支座固定在外纵梁后端部, 装复检查时取掉衬瓦片装复斜撑轴承盖, 装复后观察斜撑轴承座孔表面与半轴轴颈的表面是否平行, 四周缝隙应等于衬片的厚度。两表面不平行, 说明支重轮架对称中心线与半轴轴线不垂直, 必然引起履带跑偏。

调整: 其方法是将斜撑轴承臂脱焊, 而后选用新衬瓦片, 基本未磨损的旧瓦片也可以, 装复在标准半轴轴颈上, 盖上轴承盖, 将固定螺钉拧紧, 再将斜撑臂焊牢即可装复使用。

二、驱动轮故障的诊断与排除

推土机驱动轮故障的诊断与排除见表 4-10。

表 4-10 推土机驱动轮故障的诊断与排除

故障现象	故障诊断	故障排除
齿轮箱螺钉松动	其原因是轴承壳孔与盖的孔不同心, 螺钉与孔的间隙过大	将轴承孔与盖的孔对齐用螺钉固定好; 用铰刀铰好螺钉孔, 重新做螺钉再装配

(续)

故障现象	故障诊断	故障排除
油封漏油	其原因是油封的压缩紧度不够，油封端面不平，护油压板翘曲，表面粗糙度太低	应检查油封自由高度是否压缩 8 ~ 10mm；油封端面应用砂纸或锉刀锉平；护油板应磨平，其平面度不应大于 0.5mm
轴承损坏	其原因是后半轴弯曲和端部轴承座的变形调整不当等	应检查后半轴的弯曲度、轴孔的偏差，以及端部轴承座变形程度，并应修复到技术标准的要求

三、啃轨故障的诊断与排除

【故障现象】

东方红推土机是国内保有量最大的推土机产品，由于其定型早，结构相对简单，导致在使用过程中出现一些故障，如啃轨就是一种常见故障。

【故障诊断】

东方红-75 型推土机履带板采用一次性铸造而成的整体式结构，它的结构简单，拆装方便，但由于履带销与销孔之间的间隙较大，没有也无法采用任何密封措施，泥沙容易进入，使履带销和销孔磨损较快。当销和孔之间的间隙过大时，由履带构成的轨道会不成直线，一旦运行中受到横向外力的作用，会使支重轮越过履带板上的导向凸起部分，因而产生啃轨。

经过多次对啃轨现象的现场考察后发现，在啃轨发生时都存在不同程度的导向轮变形，从而产生导向误差，引导支重轮脱离所处履带上的运动轨道。为了使履带的卷绕较为均匀，减少行驶过程中履带所受的冲击力，一般都将导向轮直径做得尽可能大，这同时就带来了其刚度不够的问题。对于东方红-75 型推土机来说，导向轮的结构决定了它比其他机型的导向轮结构更容易啃轨。从图 4-28 可看到，导向轮由两片导向轮叠装而成，

由于组装螺栓靠近轴心，故导向轮片在外力作用下容易翘曲变形。因此，要减少啃轨现象发生，必须从提高导向轮的刚度入手。

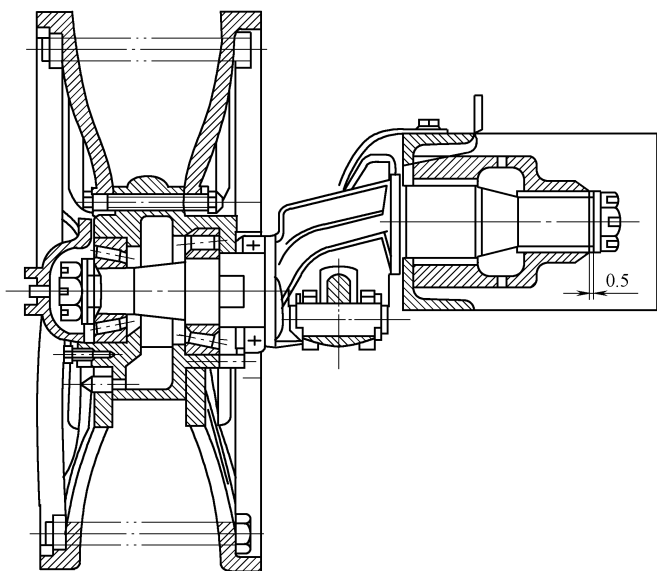


图 4-28 整体式导向轮结构

从上面的分析可看出，造成啃轨的原因可以归纳为两个方面：一是由各种原因造成的履带组成的轨道不成直线，如履带磨损后造成的间隙过大、导向轮导向偏差较大和履带张紧度不够等；二是横向力的作用，如转弯、在横向斜坡上作业及泥石进入支重轮轨道等工况下所产生的横向力。

【故障排除】

针对履带磨损的问题，采取的措施是及时更换磨损严重的链节，并经常检查和调整张紧装置，以避免磨损和振跳之间的恶性循环发生。

为了提高导向轮的刚度，可将两片导向轮用螺栓联成一体（见图 4-28 中的双点画线部分），这种类似于整体式导向轮

的结构,其刚度比联接前大大提高,经使用表明,啃轨现象大大减少。同时,这种可拆卸联接也不影响导向轮装置的维修性,其改造工作简单,一般机械使用部门都能自行解决。

一般来说,倒车时容易发生啃轨,这是因为倒车时与地面接触的履带为松边,若地面条件不好的话,更容易使履带轨道不成直线,从而导致啃轨。因此,在实际倒车作业时,操作者应更为小心,一旦听到异常响声,则应立即停车。若有支重轮啃轨,应仔细观察啃轨发生的部位,如有可能可将车停在平整的地方,移车时只能后退不能前进,否则会使更多支重轮啃轨,严重啃轨时会导致履带极度绷紧,引起张紧螺杆弯曲、引导轮变形甚至断裂。

停车就位后,在驱动轮处打出一根履带销,解散履带,再用液压铲或千斤顶把啃轨的一边顶起,用撬棍把履带搬正到与支重轮吻合的位置,然后把履带拉起与驱动轮齿挂上,靠单边驱动拉紧履带,以利于在解散处重新联接起来。

啃轨是推土机作业时经常发生的现象,它在较大程度上影响作业效率,只要维修人员能针对结构不足引起的惯性啃轨实施有效改造,针对操作和保养因素造成的啃轨加以有效控制,则能大大发挥推土机的效能并降低维修费用。

一般产生掉轨、啃轨的主要原因是:行走系统驱动轮、引导轮、支重轮、托链轮及相关连接件磨损程度不同;装配后出现综合误差;在动态情况下,配合间隙发生变化。根据实际工况,找出掉轨与啃轨的方向和部位,并根据受力情况进行调整。调整的方法是:

(1) 台车架位置的调整 驱动轮不在支重轮中心,会产生一个力偶,造成啃轨、掉轨,如图 4-29 所示。调整台车架,向内或向外移动,使支重轮与驱动轮在同一对称平面内,就消除了这种力矩。

(2) 引导轮弹力作用点的调整 引导轮引偏履带后,综合误差将造成弹簧弹力的合力作用点不在履带对称平面内,从而

使履带上出现一个分力（见图 4-30），使履带向侧面移动，有掉轨的趋势。可在引导轮推架两侧增减垫片，使弹簧合力作用点移动，以消除这种力矩。

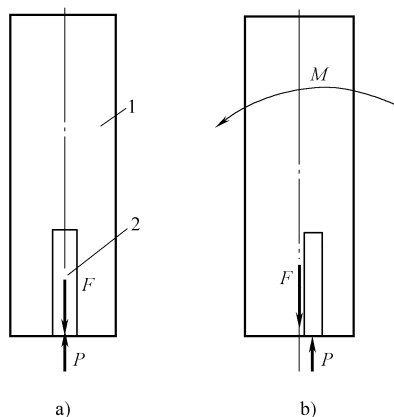


图 4-29 台车架位置调整

a) 正常 b) 不正常

1—履带 2—驱动轮 P 、 F —力偶 M —力矩

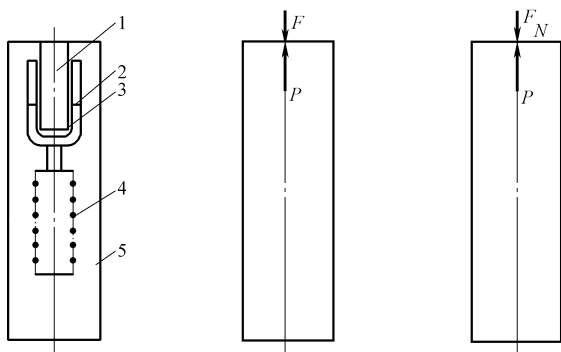


图 4-30 引导轮弹力作用点调整

1—引导轮 2—垫片 3—支架 4—弹簧 5—履带

P —弹簧合力 F —阻力

(3) 履带张紧度的调整 若履带前面掉轨，就调整引导轮。履带向左边掉轨就在支架左边增加垫片；反之，应在右边加垫片。

若履带在后部掉轨或啃轨就应调整台车架相对驱动轮的位置。首先保持驱动轮在纵向对称平面位置，然后，根据实际掉轨情况调整。履带往外掉时，台车架向外移动；反之，向里移动。

四、绞盘故障的诊断与排除

推土机绞盘故障的诊断与排除见表 4-11。

表 4-11 推土机绞盘故障的诊断与排除

故障现象	故障诊断	排除措施
齿轮响	其原因是长期使用，绞盘壳体变形	应把箱壳上三个轴孔座套更换、焊好，重新将孔修复到技术要求
漏油	其原因是绞盘壳体与盖平面接触不良，护油圈封闭不严	组装绞盘时，首先检查各平面是否接触良好，接触不好要锉平
操作不灵	其原因是操作杆调整不当，反正扣螺母螺纹扣磨损，锥形离合器与卷扬筒锥面角不对或接合面不良等	应严格检查各零件以及接触面，调整操作杆轴与座孔的间隙

参 考 文 献

- [1] 田奇. 建筑机械使用与维护 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [2] 高秀华, 姜国庆, 王力群, 等. 工程机械结构与维修检测技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 刘忠, 杨国平. 工程机械液压传动原理、故障诊断与排除 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [4] 成凯, 吴守强, 李相锋. 推土机与平地机 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [5] 杨国平. 现代工程机械故障诊断与排除大全 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [6] 郝友军. 推土机维修速成图解 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2009.

机械工业出版社工程机械设备维修类书目 (部分)

书号	书名	作者	定价
26750	推土机、铲运机、装载机、平地机、 挖掘机故障诊断与排除	杨国平	29.00
26749	压路机、摊铺机、拌和机、混凝土 搅拌输送设备、工程起重机故障诊断与排除	杨国平	39.00
26748	凿岩机、钻机、打桩机、掘进机、 破碎机故障诊断与排除	杨国平	19.00
26747	工程汽车、叉车故障诊断与排除	杨国平	19.00
14103	工程机械液压传动原理、故障诊断与排除	刘忠	48.00
18457	现代工程机械故障诊断与排除大全	杨国平	78.00
19038	工程机械维修问答 (机械设备与维修问答丛书)	中国机械工程学会设备 与维修工程分会	52.00
23979	现代密封技术应用——使用、维修方法与实例	黄志坚	32.00

(工程机械日常使用与维护丛书)

<http://www.cnerent.com/book/201004>

28430	叉车日常使用与维护	王凤喜等	19.00
29547	混凝土机械日常使用与维护	刘丽华等	25.00
29598	汽车起重机日常使用与维护	谭延平等	29.00
29988	压实机械日常使用与维护	陈国平等	36.00
30108	挖掘机械日常使用与维护	徐国杰、杨申伸等	17.00
28953	装载机械日常使用与维护	王文兴等	17.00
29987	推土机械日常使用与维护	郝杰忠等	19.00

上架指导：工业技术 / 建筑科学
/ 建筑施工机械设备

ISBN 978-7-111-29987-5

策划：沈红 / 封面设计：鞠杨

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
电话服务 网络服务
社服务中心：(010)88361066 门户网站：<http://www.cmpbook.com>
销售一部：(010)88326294 教材网：<http://www.cmpedu.com>
销售二部：(010)88379649
读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

定价：19.00元

ISBN 978-7-111-29987-5



9 787111 299875 >