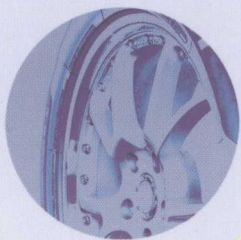


高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材  
汽车运用与维修专业

# 工程机械底盘 构造与维修

李文耀 主编 季喜军 杨晋平 副主编



<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

# 工程机械底盘构造与维修

李文耀 主 编

季喜军 副主编  
杨晋平

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书内容共分十章。绪论部分介绍了工程机械的发展简况、维修技术的发展及分类方法；第1~7章分别介绍工程机械传动系的变矩器、离合器、变速箱、万向传动装置和驱动桥的构造、故障诊断、维护与修理方法等；第8~10章分别介绍了轮式工程机械、履带式工程机械转向系、制动系统、行驶系的构造、故障诊断、维护与修理方法。

本书可供大专院校，尤其是高职高专院校工程机械类各专业师生使用，也可供工程机械的使用、维修、管理等相关专业的人士参考，还可用作社会培训班教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程机械底盘构造与维修/李文耀主编. —北京：电子工业出版社，2008.8  
高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业  
ISBN 978-7-121-06481-4

I. 工… II. 李… III. ①工程机械—底盘—构造—高等学校：技术学校—教材  
②工程机械—底盘—维修—高等学校：技术学校—教材 IV. TU60

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第099606号

策划编辑：程超群

责任编辑：陈心中

印 刷：北京市顺义兴华印刷厂

装 订：三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：21.5 字数：548千字

印 次：2008年8月第1次印刷

印 数：4000册 定价：33.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线：(010) 88258888。

# 前 言

《工程机械底盘构造与维修》共有十章，着重阐述我国现阶段工程机械底盘技术。主要包括传动系概述、液力变矩器与液力偶合器、主离合器、变速箱结构、变速器维修、万向传动装置、驱动桥、转向系、制动系、行驶系等内容。

为了及时反映工程机械底盘技术的发展状况，在本书编写过程中，我们参阅了大量资料文献，并注意把作者多年的教学、生产、培训及教学改革成果融入书中，以加强针对性与实用性。

本书由山西交通职业技术学院李文耀副教授任主编。参编人员：季喜军（第1章、第9章9.1~9.4节）、李文耀（绪论、第2章、第5章、第9章9.5、9.6节）、杨晋平（第7章、第8章）、靳炜（第3章、第4章）、史同心（第6章、第10章）。

本书在编写过程中，得到山西交通科学研究院教授级高工靳长征、山西工程机械协会的大力支持。李晶在本书的编写过程中做了大量的文字工作，在此表示感谢。

由于编写水平所限，书中有不妥和错误之处，恳请读者指出。

编 者  
2008年3月

# 目 录

绪论 .....	(1)
0.1 工程机械的发展情况及发展趋势 .....	(1)
0.2 工程机械的组成 .....	(3)
<b>第 1 章 传动系概述 .....</b>	<b>(4)</b>
1.1 传动系的功用 .....	(4)
1.2 传动系的类型 .....	(5)
1.3 传动系的组成 .....	(9)
1.4 典型工程机械的传动系简图 .....	(9)
<b>第 2 章 液力耦合器和液力变矩器 .....</b>	<b>(14)</b>
2.1 概述 .....	(14)
2.2 液力耦合器的结构与工作原理 .....	(15)
2.2.1 液力耦合器的结构 .....	(15)
2.2.2 液力耦合器的工作原理 .....	(16)
2.3 液力变矩器的结构与工作原理 .....	(18)
2.3.1 液力变矩器的结构 .....	(18)
2.3.2 变矩器油路系统 .....	(19)
2.3.3 液力变矩器的工作原理 .....	(19)
2.3.4 液力变矩器的类型 .....	(21)
2.3.5 液力变矩器的典型结构 .....	(24)
2.4 液力耦合器和液力变矩器的常见故障与排除 .....	(31)
2.4.1 油温过高 .....	(31)
2.4.2 供油压力过低 .....	(31)
2.4.3 机械行驶速度过低或行驶无力 .....	(32)
2.4.4 漏油 .....	(33)
2.4.5 异常响声 .....	(33)
2.5 液力耦合器和液力变矩器的维护 .....	(34)
2.5.1 日常维护保养 .....	(34)
2.5.2 试车检查 .....	(35)
<b>第 3 章 工程机械主离合器 .....</b>	<b>(36)</b>
3.1 概述 .....	(36)
3.1.1 主离合器的功用、要求和类型 .....	(36)
3.1.2 离合器的工作原理 .....	(36)
3.1.3 分类 .....	(37)
3.2 常合式主离合器 .....	(38)
3.2.1 离合器的构造 .....	(38)
3.2.2 离合器的工作原理 .....	(41)

3.3	非常合式主离合器 .....	(43)
3.3.1	离合器的构造 .....	(43)
3.3.2	离合器的工作原理 .....	(50)
3.4	离合器的操纵机构 .....	(50)
3.4.1	机械式操纵机构 .....	(50)
3.4.2	弹簧压紧液压助力多盘干式离合器 .....	(51)
3.4.3	助力式操纵机构 .....	(55)
3.5	离合器故障诊断与排除 .....	(56)
3.5.1	离合器打滑 .....	(56)
3.5.2	离合器分离不彻底 .....	(58)
3.5.3	离合器发抖 .....	(60)
3.5.4	离合器异响 .....	(60)
3.6	主离合器的维修 .....	(61)
3.6.1	主离合器技术状况的变化 .....	(61)
3.6.2	离合器的维修 .....	(61)
3.6.3	离合器操纵机构的维修 .....	(64)
<b>第4章</b>	<b>工程机械变速箱 .....</b>	<b>(65)</b>
4.1	概述 .....	(65)
4.1.1	变速箱的功用与要求 .....	(65)
4.1.2	变速箱的类型 .....	(65)
4.1.3	变速箱工作原理 .....	(67)
4.2	机械换挡变速箱 .....	(68)
4.2.1	变速传动机构 .....	(68)
4.2.2	变速操纵机构 .....	(72)
4.3	行星齿轮式动力换挡变速箱 .....	(80)
4.3.1	行星排工作原理 .....	(80)
4.3.2	典型行星式动力换挡变速箱 .....	(82)
4.4	定轴式动力换挡变速箱 .....	(89)
4.4.1	变速箱结构 .....	(89)
4.4.2	各挡动力传递情况 .....	(94)
4.5	动力换挡变速箱的电液控制系统 .....	(94)
4.5.1	液压控制系统 .....	(94)
4.5.2	电控系统 .....	(100)
4.5.3	典型控制系统分析 .....	(100)
<b>第5章</b>	<b>变速箱的维修 .....</b>	<b>(106)</b>
5.1	机械换挡变速箱 .....	(106)
5.1.1	机械换挡变速箱的维护 .....	(106)
5.1.2	机械换挡变速箱常见故障诊断与排除 .....	(107)
5.1.3	机械换挡变速箱的维修 .....	(110)
5.1.4	普通齿轮式变速箱的磨合与试验 .....	(115)

5.2	动力换挡变速箱的维修 .....	(117)
5.2.1	动力换挡变速箱的维护 .....	(118)
5.2.2	液力机械变速箱的常见故障 .....	(118)
5.2.3	动力换挡变速箱常见故障诊断与排除 .....	(119)
5.2.4	故障排除实例 .....	(122)
5.2.5	动力换挡变速箱主要零件的维修 .....	(126)
5.2.6	液力机械变速箱的试验 .....	(130)
<b>第6章</b>	<b>万向传动装置 .....</b>	<b>(131)</b>
6.1	概述 .....	(131)
6.1.1	万向传动装置的组成与功用 .....	(131)
6.1.2	万向传动装置在工程机械中的应用 .....	(131)
6.2	万向节 .....	(131)
6.2.1	万向节的分类 .....	(131)
6.2.2	普通万向节 .....	(132)
6.2.3	准等速万向节和等速万向节 .....	(134)
6.2.4	柔性万向节 .....	(138)
6.3	传动轴 .....	(139)
6.4	万向传动装置的维修 .....	(140)
6.4.1	万向传动装置的故障诊断与排除 .....	(140)
6.4.2	万向传动装置的维护 .....	(141)
6.4.3	万向传动装置的检修 .....	(142)
<b>第7章</b>	<b>驱动桥 .....</b>	<b>(144)</b>
7.1	概述 .....	(144)
7.2	轮式机械驱动桥 .....	(145)
7.2.1	轮式机械驱动桥的组成 .....	(145)
7.2.2	主减速器 .....	(145)
7.2.3	差速器 .....	(147)
7.2.4	半轴与桥壳 .....	(151)
7.2.5	终传动装置的功用及组成 .....	(154)
7.2.6	转向驱动桥 .....	(156)
7.2.7	典型驱动桥 .....	(156)
7.2.8	轮式驱动桥故障诊断与排除 .....	(160)
7.2.9	轮式机械驱动桥维修 .....	(161)
7.3	履带式驱动桥 .....	(166)
7.3.1	履带式驱动桥的组成 .....	(166)
7.3.2	履带式机械中央传动装置 .....	(166)
7.3.3	转向制动装置 .....	(167)
7.3.4	履带式机械传动的最终传动(侧传动装置) .....	(175)
7.3.5	履带式驱动桥常见故障与排除 .....	(177)
7.3.6	中央传动的维护 .....	(178)

7.3.7	最终传动的维护 .....	(180)
<b>第 8 章</b>	<b>转向系 .....</b>	<b>(181)</b>
8.1	概述 .....	(181)
8.1.1	转向系的功用和组成 .....	(181)
8.1.2	对转向系的基本要求 .....	(182)
8.1.3	转向系的类型 .....	(182)
8.2	轮式机械转向器及转向操纵机构 .....	(184)
8.2.1	转向器的功用、类型及传动效率 .....	(184)
8.2.2	转向器的构造和工作原理 .....	(186)
8.3	转向传动机构 .....	(190)
8.3.1	转向传动机构的功用 .....	(190)
8.3.2	转向传动机构的组成构造 .....	(190)
8.4	液动力转向系 .....	(193)
8.4.1	动力转向系的组成和类型 .....	(193)
8.4.2	动力转向器的构造及工作原理 .....	(195)
8.5	全液压式铰接转向 .....	(198)
8.5.1	转向原理 .....	(198)
8.5.2	全液压转向器 .....	(199)
8.5.3	流量放大阀 .....	(200)
8.6	机械转向系维修 .....	(200)
8.6.1	机械转向系常见故障诊断与排除 .....	(200)
8.6.2	转向系的维护 .....	(204)
8.6.3	转向器主要零件的维修 .....	(204)
8.6.4	动力转向系的故障原因分析、诊断与排除 .....	(211)
8.6.5	动力转向系统的维护 .....	(213)
8.6.6	动力转向系的检修 .....	(215)
8.6.7	全液压转向系故障原因分析、诊断与排除 .....	(218)
8.7	履带式车辆转向系 .....	(222)
8.7.1	履带式车辆的转向原理 .....	(222)
8.7.2	转向离合器 .....	(222)
8.7.3	转向离合器的操纵机构 .....	(224)
8.7.4	履带式机械转向系故障原因分析、诊断与排除 .....	(225)
<b>第 9 章</b>	<b>制动系 .....</b>	<b>(228)</b>
9.1	概述 .....	(228)
9.1.1	制动系的功用与分类 .....	(228)
9.1.2	制动系的组成 .....	(229)
9.1.3	制动系的工作原理 .....	(229)
9.1.4	机械对制动系的基本要求 .....	(230)
9.2	制动器 .....	(230)
9.2.1	蹄鼓式制动器 .....	(230)



9.2.2	盘式制动器 .....	(239)
9.2.3	带式制动器 .....	(242)
9.2.4	履带式机械制动系 .....	(243)
9.3	制动系的操纵控制机构 .....	(244)
9.3.1	机械式制动传动机构 .....	(244)
9.3.2	液压式制动传动机构 .....	(245)
9.3.3	气压式制动传动机构 .....	(248)
9.3.4	气液式制动传动机构 .....	(257)
9.4	防抱死制动系统 .....	(264)
9.4.1	防抱死制动系统的作用 .....	(264)
9.4.2	防抱死制动系统的类型 .....	(264)
9.4.3	防抱死制动系统的组成及功用 .....	(265)
9.4.4	防抱死制动系统的工作原理 .....	(266)
9.5	制动系统的维修 .....	(268)
9.5.1	车轮制动器的维修 .....	(268)
9.5.2	液压传动装置的维修 .....	(272)
9.5.3	气压制动装置的维修 .....	(274)
9.5.4	驻车制动装置的维修 .....	(276)
9.5.5	防抱死制动系统的维修 .....	(277)
9.6	制动系统常见故障诊断与排除 .....	(280)
9.6.1	机械制动装置故障原因分析、诊断与排除 .....	(280)
9.6.2	气压制动装置故障原因分析、诊断与排除 .....	(281)
9.6.3	气液综合式制动装置故障原因分析、诊断与排除 .....	(284)
9.6.4	液压制动装置故障原因分析、诊断与排除 .....	(285)
9.6.5	履带式机械制动系故障原因分析、诊断与排除 .....	(287)
<b>第 10 章</b>	<b>行驶系 .....</b>	<b>(289)</b>
10.1	概述 .....	(289)
10.1.1	功用 .....	(289)
10.1.2	分类 .....	(289)
10.2	轮式行驶系 .....	(289)
10.2.1	轮式机械行驶系的功用和组成 .....	(289)
10.2.2	车架、车桥、车轮和轮胎 .....	(290)
10.2.3	典型悬架的结构和工作原理 .....	(298)
10.3	履带行驶系 .....	(300)
10.3.1	履带式机械行驶系的功用和组成 .....	(300)
10.3.2	机架和悬架 .....	(301)
10.3.3	履带和驱动链轮 .....	(304)
10.3.4	支重轮和托轮 .....	(307)
10.3.5	张紧轮和张紧装置 .....	(309)
10.4	轮式机械行驶系的维修 .....	(311)

10.4.1	轮式机械行驶系的故障诊断与排除	(311)
10.4.2	轮式机械行驶系主要零件的检修	(315)
10.5	履带行驶系的维修	(321)
10.5.1	履带式机械行驶系的故障、原因及排除方法	(321)
10.5.2	履带行驶系主要零件的检修	(322)
<b>参考文献</b>		<b>(332)</b>

# 绪 论

工程机械在城市建设、交通运输、农田水利、能源开发、近海开发、机场码头和国防建设中，都起着十分重要的作用，尤其是一些工程量浩大的工程建设项目离开了工程机械的投入是难以完成的。工程机械为现代化建设提供了先进的施工机具和手段，工程机械的现代化必将推动现代化建设的进程，提高基本建设工程的施工质量，加快国民经济建设的步伐。

## 0.1 工程机械的发展情况及发展趋势

### 1. 国内外工程机械的发展情况

我国的工程机械行业，经历了从无到有、从小到大的发展过程，从第一个五年计划起步，由当初引进前苏联的工程机械，逐步发展成为完整的工业体系。尤其是 1978 年以来，我国的工程机械行业的发展进入了一个高速发展的阶段，推、挖、装、起重、铲土运输、搬运装卸、筑路养路机械等各种产品品种基本齐全，主要产品均形成了系列。经过 30 多年的发展，经历了形成阶段、发展阶段、相对饱和阶段和重组阶段，目前我国已能制造挖掘机械、铲土运输机械、工程起重机械、机动搬运机械、凿岩机械与气动工具、路面机械与压实机械等 18 类工程机械产品。例如，起重量 5~150t 的工程起重机，斗容量从 0.3~50m<sup>3</sup> 的装载机，斗容量 0.1~15m<sup>3</sup> 的挖掘机，2~16t 的压路机，以及 375kW 以下的各种推土机等数百个品种。通过引进吸收和技术改造，我国工程机械的技术水平、生产能力和产品质量有了明显的提高，机械的可靠性和使用寿命明显改善，有些产品的性能和质量已经达到或接近世界先进水平。

随着科学技术的进步和生产建设发展的需要，国外各类工程机械制造和维修技术也在不断发展。其中，美国、德国、日本等国家已在工程机械方面广泛应用新技术，如液压液力技术在工程机械上的应用已达到了普及，先进的电子技术和激光技术已使用在工程机械产品上。

### 2. 工程机械的发展趋势

随着世界经济和高科技的不断发展，工程机械将向以下几个方面发展：

(1) 工程机械继续向大型化和微型化方向发展。大型露天矿的建设和建筑工程规模的扩大以及施工机械化水平的不断提高，要求工程机械向着大型化方向发展，以进一步提高工程机械的作业性能和经济性能。例如，美国各大露天矿所使用的挖掘机斗容量多在 10m<sup>3</sup> 以上，其中 PH5700 型挖掘机斗容量已达 46m<sup>3</sup>；德国 OK（奥凯）公司已生产出斗容量为 34m<sup>3</sup> 的 RK300 型全液压挖掘机；日本小松制作所制造的 D555A 型推土机，总质量 1200t，柴油机功率为 735kW；美国 Dresser（锥斯）公司制造的 V—220 型轮式推土机，发动机功率达到 1077kW。

工程机械向大型化发展的同时，也向微型化方向发展。微型机械可以代替人力在狭窄、恶劣的施工条件下进行作业，具有灵活机动、一机多用和价格低廉的特点。如德国 Giesius（格西斯）公司所生产的 Powerfab125 型步履式挖掘机，它有两个后轮和两只前爪，发动机功率为 3kW，并带有锤、泵等多种可更换的工作装置。

(2) 随着电子技术的迅速发展, 尤其是以大规模集成电路、微处理器、微型计算机为代表的现代微电子技术的发展, 将使工程机械发展到电子化阶段。利用电子计算机进行产品的辅助设计 (CAD)、辅助制造 (CAM)、模拟实验 (CAS) 将被普遍采用, 除上述应用外, 由于计算机在工程机械产品上的应用 (即 CAU) 也日趋广泛, 如对挖掘机工作进行监控, 改善了司机的劳动条件, 保证了完好的作业状态, 提高了可靠性与使用寿命。德国 DEMAG 公司的大型液压挖掘机上装有电子计算机监控系统, 对油的污染度、发动机的完好率、铲斗的满载和生产率等, 都能随时监测并自动显示; 美国的 JohnDeere762 型链板提升铲运机采用微处理机来进行控制, 使机械能够根据作业阻力情况自动选择最佳工作挡位, 提高了作业效率。

(3) 液压和液力技术在工程机械上得到了广泛的应用和普及。近年来液压技术的发展突飞猛进, 应用范围不断扩大。中、小型工程机械较普遍地采用了液压技术。液压技术从原来的单一传递动力发展到在自动控制领域与电子技术相结合而形成的电液伺服系统; 从原来的正常条件下使用的液压装置发展到“特殊环境”中使用的液压装置, 如高温、严寒和水下条件下作业的工程机械。今后液压、液力技术在工程机械上的应用将朝着高速、高压、大流量、大功率、动静特性好、重量轻、结构简单、成本低和寿命长等更高的水平发展。

(4) 绿色环保是工程机械长期发展的必然要求。绿色施工机械应具备无污染、低排放、低噪声、无泄漏等特点, 有利于保护环境。

(5) 新技术、新材料、新工艺将被广泛地应用于工程机械中。例如, 采用新型复合材料制作桥梁构件; 采用激光导向和光电技术, 使工程机械的作业质量大大提高; 应用微光夜视系统, 提高了工程机械的全天候作业能力; 应用智能技术和机器人技术, 发展机器人工程作业机械和工程作业机器人, 用以污染地域作业。所以, 随着新技术的应用, 必将出现新一代的工程机械。

### 3. 工程机械维修发展概况

工程机械维修工程是研究工程机械全系统全寿命过程中维修保障管理的软科学。其研究范畴是: 在工程机械的论证和研制阶段, 利用系统工程的方法进行系统综合分析, 如性能分析、费用分析、维修保障分析等, 权衡优化后形成为设计方案、结构方案、性能指标、可靠性和维修性指标, 并以此对机械的论证、研制及生产施加影响, 并作为有关维修保障分系统的各项规划和决策依据。在使用阶段, 它研究如何进行维修保障和维修资源的计划、组织、控制和决策等管理工作; 研究维修数据的收集和统计工作; 研究如何提高维修和维修保障的质量及效益, 并对工程机械的改进提供信息反馈和咨询。

工程机械维修保障决策的一般程序是: ① 明确问题。即把问题的特征、性质、范围、背景、条件及相关因素等搞清楚。② 确定目标。问题是现象, 目标的确定是深入分析问题的结果。③ 采集信息。必要的信息资料是正确决策的前提, 决策过程是信息的沟通、综合、分析和反馈的过程。如果这个过程受阻, 就会增加决策的盲目性。因此, 必须建立有效的信息系统。④ 建立模型, 拟定方案。决策模型是把实际的决策问题加以抽象、简化, 但它却能本质地反映问题的性质、形态及内部矛盾结构。再在模型分析的基础上拟定几种可行方案, 对每一方案的可行性进行充分的研究和论证。⑤ 选择决策。对各方案的利弊加以全面、系统的综合权衡, 从中选定最优方案或满意方案。⑥ 方案的实施。⑦ 检验和反馈。这一决策程序是一个有机的整体, 既有各自的内容, 又相互联系、交叉、渗透。例如在选择方案时发现各种方案都不满意, 这可能是由于目标不恰当或信息不全而造成的, 则需要重新分析问题、重新收集信息资料。

目前,发达国家均采用“以可靠性为中心的维修分析方法(RCMA)”,它按照“以最少的费用保持设备的固有可靠性”的原则,确定设备预防性维修要求的工作过程,它是在制定预防性维修大纲、进行维修分析时所使用的一种方法。RCMA是维修工程理论应用宝库中至今贯彻全寿命管理思想最好的一种维修保障分析决策方法。为工程机械的可靠使用提供保证。

## 0.2 工程机械的组成

工程机械有自行式和拖式两大类,本教材主要介绍自行式工程机械。自行式工程机械按其行驶方式的不同可分为轮式和履带式两种。自行式工程机械虽然种类很多,结构形式各异,但基本上可以划分为动力装置(内燃机)、底盘和工作装置三大部分:

**动力装置**——通常采用柴油机,其输出的动力经过底盘传动系传给行驶系使机械行驶,经过底盘的传动系或液压传动系统等传给工作装置使机械作业。

**底盘**——接受动力装置发出的动力,使机械能够行驶或同时进行作业。底盘又是全机的基础,柴油机、工作装置、操纵系统及驾驶室等都装在它上面。底盘通常由传动系、行驶系、转向系和制动系组成。

传动系的功用是将发动机输出的动力传给驱动轮,并将动力适时加以变化,使其适应各种工况下机械行驶或作业的需要。轮式机械传动系主要由主离合器(变矩器)、变速器、万向传动装置、主传动装置、差速器及轮边减速器等组成。履带式机械传动系主要由主离合器、变速器、中央传动装置、转向离合器及侧减速器等组成。

行驶系的功用是将发动机输出的扭矩转化为驱动机械行驶的牵引力,并支承机械的重量和承受各种力。轮式机械行驶系主要由车轮、车桥、车架及悬挂装置等组成。履带式机械行驶系主要由行驶装置、悬架及车架等组成。

转向系的功用是使机械保持直线行驶及灵活准确地改变其行驶方向。轮式机械转向系主要由方向盘、转向器、转向传动机构等组成。履带式机械转向系主要由转向离合器和转向制动器等组成。

制动系的功用是使机械减速或停车,并使机械可靠地停车而不滑溜。轮式机械制动系主要由制动器和制动传动机构等组成。履带式机械没有专门的制动系,而是利用转向制动装置进行制动。

**工作装置**——是工程机械直接完成各种工程作业任务而进行作业的装置,是机械作业的执行机构。不同类型的工程机械有不同的工作装置,如推土机的推土铲刀、推架等组成的推土装置,装载机的装载铲斗、动臂等组成的装载装置,挖掘机的铲斗、斗杆、动臂等组成的挖掘装置。

随着工程机械的不断发展,工程机械新技术的应用更为普遍,给工程机械的维修带来许多新的问题。底盘是工程机械极为重要、极具共性的组成部分,因此,本书根据工程机械的特点,按照“以点带面”的精神,体现“新、特、齐、详”的特点,以工程机械底盘构造与工作原理、常见故障诊断与排除、典型底盘维修为主干,讲解工程机械的相关知识。

# 第 1 章 传动系概述

工程机械底盘是整机的基础，动力装置、工作装置和电气设备均装在它上面。底盘由传动系、行驶系、转向系和制动系等组成。底盘按传动系的构造特点不同，一般可分为机械传动式、液力机械传动式、液压传动式和电传动式四种类型；按行驶系的构造特点不同，可分为轮式和履带式两种。

## 1.1 传动系的功用

工程机械的传动系是将发动机发出的动力传给驱动轮或工作装置，使其行驶或作业的系统。

### 1. 减速增扭

只有当作用在驱动轮上的牵引力足以克服外界对工程机械的阻力时，工程机械方能起步、行驶和作业。

### 2. 变速变扭

工程机械的使用条件（如负载大小、道路坡度、路面状况等）都在很大范围内变化，这就要求工程机械牵引力和速度应有足够的变化范围。为了使发动机能保持在有利转速范围（保证发动机功率较大而燃料消耗率较低的曲轴转速范围）内工作，而工程机械牵引力和速度又能在足够大的范围内变化，应当使传动系传动比 $i$ 有足够大的变化范围，即传动系应起变速作用。

实现有级变速的结构措施是在主传动装置之前设置变速器（如图 1-1 中的 2）。在良好道路上欲使工程机械以较高速度行驶时，可选用变速器中传动比较小的挡位（高速挡，简称高挡）；当重载作业或在艰难道路上行驶、爬越较大坡度时，则可选用变速器中传动比较大的挡位（低速挡，简称低挡）。

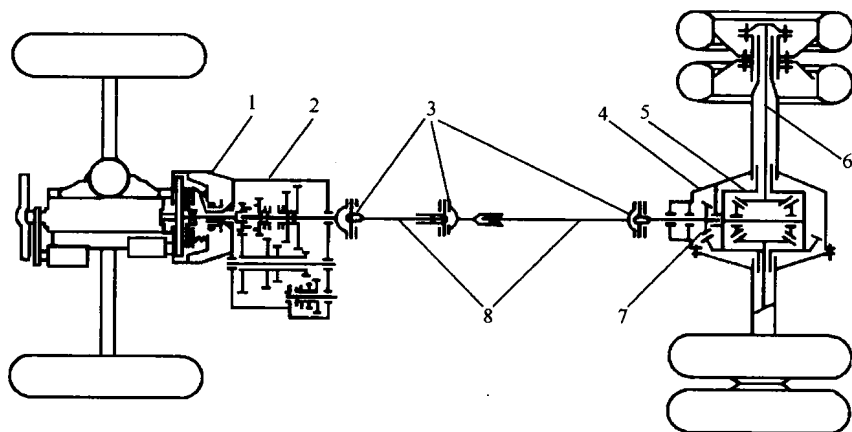


图 1-1 轮式工程机械用机械式传动系的一般组成及布置

1—离合器；2—变速器；3—万向节；4—驱动桥；5—差速器；6—半轴；7—主传动装置；8—传动轴

### 3. 实现机械倒驶

工程机械在作业时或进入停车场、车库，在窄路上掉头时，常常需要倒退行驶。然而，发动机是不能反向旋转的，故传动系必须保证在发动机旋转方向不变的情况下，能使驱动轮反向旋转，一般结构措施是在变速器内加设倒退挡。

### 4. 结合或切断动力

发动机只能在无负荷情况下启动，而且启动后的转速必须保持在最低稳定转速以上，否则可能熄火。所以在工程机械起步之前，必须将发动机与驱动轮之间的传动路线切断，以便启动发动机。此外，在变换传动系挡位（换挡）以及对工程机械进行制动之前，也都有必要暂时中断动力传递。为此，在发动机与变速器之间，应装设一个主动和从动部分能分离和结合的机构，这就是离合器（图 1-1 中的 1）。

在工程机械长时间停车时，以及在发动机不熄火、工程机械短时间停车时，或高速行驶的工程机械靠自身惯性进行长距离滑行时，传动系应能长时间保持在中断传动状态，故变速器应设有空挡。

### 5. 差速作用

当工程机械转弯行驶时，左、右车轮在同一时间内滚过的距离不同，如果两侧驱动轮仅用一根刚性轴驱动，则二者转速相同，因而转弯时必然产生车轮相对于地面滑动的现象，这将造成转向困难、动力消耗增加、传动系内某些零件和轮胎加速磨损。所以，驱动桥内应装有差速器（图 1-1 中的 5），使左、右两驱动轮能以不同的转速旋转。动力由主传动装置先传到差速器，再由差速器分配给左、右两半轴，最后经轮边减速器（或直接）传到两侧的驱动轮。

此外，由于发动机、离合器和变速器都固定在车架上，而驱动桥和驱动轮是通过悬挂装置与车架连接的。因此在工程机械行驶过程中，变速器与驱动轮之间的相互位置会产生一定的变化。在此情况下，二者之间不能用简单的整体传动轴连接，而应采用如图 1-1 所示的由万向节和传动轴组成的万向传动装置。

## 1.2 传动系的类型

### 1. 机械式传动系统

图 1-2 所示为履带式工程机械传动系简图。内燃机纵向前置，与之连接的是主离合器。动力从内燃机输出，经离合器、联轴器传给变速器。变速器动力输出轴和主传动齿轮制成一体。动力方向改变  $90^\circ$  后，由紧固在驱动轴上的从动锥齿轮传给左、右转向离合器，最后经终传动装置传到驱动链轮。

履带式工程机械的机械传动系因转向方式与轮式机械不同，故在驱动桥内设置了转向离合器。另外，在动力传至驱动链轮之前，为进一步减速增矩，增设了终传动装置，以满足履带式机械较大牵引力的需求。

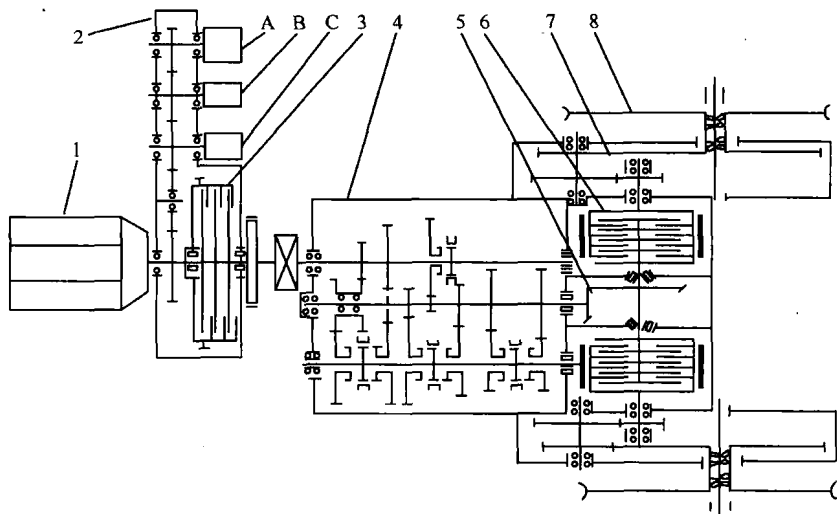


图 1-2 履带式工程机械传动系简图

1—内燃机；2—齿轮箱；3—主离合器；4—变速器；5—主传动齿轮；6—转向离合器；7—终传动装置；8—驱动链轮；  
A—工作装置液压油泵；B—离合器液压油泵；C—转向离合器液压油泵

## 2. 液力机械式传动系统

液力机械式传动系愈来愈广泛地应用在工程机械上。目前，国产 ZL 系列装载机全部采用液力机械式传动系。图 1-3 所示为 ZL50 型装载机传动系简图。

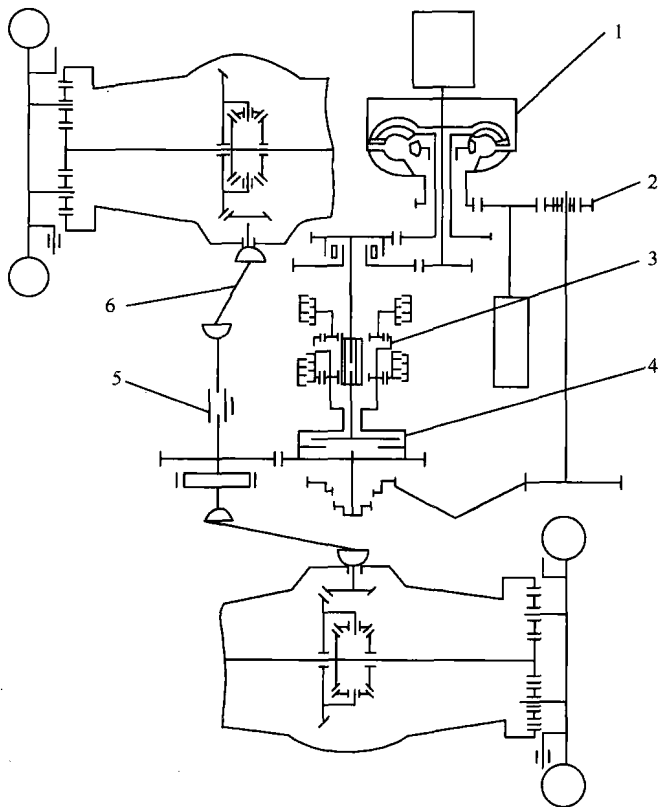


图 1-3 ZL50 型装载机传动系简图

1—液力变矩器；2—超越离合器；3—动力换挡变速器；4—主离合器；5—脱桥机构；6—传动轴



从图 1-3 中可以看出，纵向后置内燃机将动力经液力变矩器及具有双行星排的动力换挡变速器传给前后驱动桥。

这种液力机械式传动系和机械式传动系相比，主要有如下几个优点：

(1) 使工程机械具有自动适应载荷变化的特性。工程机械多以柴油发动机作为动力装置，虽有结构紧凑、经济性较好等优点，但扭矩适应性系数较小（仅为 1.05~1.20），故超载能力有限。为了适应机械作业时工作阻力急剧变化的特点及避免超载时发动机熄火，往往不得不提高发动机的功率储备，因而导致在正常工作范围内发动机功率利用程度降低、经济性下降。应用液力变矩器能大大地改善发动机的输出特性，使其在正常载荷条件下发动机处于额定工况下工作；而当载荷增大时，变矩器能自动增大输出扭矩并降低输出转速，保持发动机的负荷与转速不变或变化很小，因此可充分利用发动机的最大功率工作，大大改善机械作业时的牵引性能和动力性能。

(2) 简化了机械的操纵。因为液力元件本身就相当于一个无级变速器，其性能扩展了发动机的动力范围，故变速器的排挡数可以显著减少，简化变速器的结构，加之采用动力换挡，因而使机械的操纵简化，减轻了驾驶人员的劳动强度。

(3) 提高了机械的使用寿命。由于变矩器利用液体作为传递动力的介质，输出轴和输入轴之间没有刚性的机构联系，因而减少了传动系统及发动机零件的冲击载荷，提高了机械的使用寿命。据统计，采用液力机械传动和机械传动相比，发动机寿命增加 47%，变速器寿命增加 400%，驱动桥寿命增加 93%。对于载荷变化较剧烈的工程机械，效果更为显著。

(4) 提高了工程机械的起步性能和通过性能。由于变矩器具有自动无级变速的能力，因而起步平稳，并能以任意小的速度稳定行驶，这使机械行驶部分与地面的附着力增加，从而提高机械的通过性能。这对机械在泥泞、沼泽地带行驶或作业都是有利的。

(5) 提高了机械的舒适性。采用变矩器后，机械可以平稳起步并在较大速度范围内无级变速，此外还可以吸收和消除冲击和振动，从而提高机械的操纵舒适性。

(6) 简化了维修工作。液力传动元件由于工作在油中，较少出现故障，一般无须经常维修。

液力机械传动系统的主要缺点是：传动效率较低，一般变矩器的最高效率只能达到 0.82~0.92，在行驶阻力变化小而连续作业时，由于效率低而增加了燃油消耗量。液力传动系统需要设置供油系统，其液力元件加工精度要求高、价格贵，工作油容易泄漏，这使其结构复杂化，同时增加了成本。

由于液力机械传动的优点突出，所以目前在工程机械中已得到广泛的应用。

### 3. 全液压式传动系统

由于全液压传动具有结构简单、布置方便、操纵轻便、工作效率高、容易改型换代等优点，近年来，在公路工程机械上应用广泛。例如，具有全液压式传动系的挖掘机目前已基本取代了机械式传动系的挖掘机。

图 1-4 所示为挖掘机的全液压式传动系示意图。从图中可以看出，柴油机通过分动箱直接驱动 5 个液压泵，其中两个双向变量柱塞泵供行走装置中柱塞马达用，两个辅助齿轮泵作为行走装置液压系统补油用，另一个齿轮泵供工作装置用。行走装置是由柱塞马达通过减速箱来驱动 4 个行走轮的。也有的机械直接用液压马达驱动行走轮，进一步简化了传动系统。