

工程机械结构原理与维修丛书

工程机械底盘 结构原理与维修

谭延平 谭喜文 田留宗 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



工程机械结构原理与维修丛书

工程机械底盘结构 原理与维修

谭延平 谭喜文 田留宗 编著



机械工业出版社

本书是《工程机械结构原理与维修丛书》之一。本书紧跟近年来国内外工程机械的最新发展,并结合专业技术人员自学、培训以及教学参考的实际需要,选择国内外典型的工程机械类别和机型,为研究对象,以当前国内外常用且具有代表性的工程机械底盘为主要研究内容。全书力求图文并茂,系统完整,便于自学;理论阐述上力求深入浅出,通俗易懂;观念上倡导建立在结构原理支撑之上的维修,以原理带结构,以结构明原理,以弄懂、弄清结构原理,从而促进维修能力的形成和进步。

本书共分五章,系统地介绍了现代工程机械底盘的基本知识、典型工程机械的构造原理、使用维护及故障修复等内容。

本书既可作为机械使用维修等有关人员训练、自学用书,也可作为大专院校机械类专业培训教材及相关专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程机械底盘结构原理与维修/谭延平,谭喜文,田留宗编著.
—北京:机械工业出版社,2013.7
(工程机械结构原理与维修丛书)
ISBN 978-7-111-42934-0

I. ①工… II. ①谭…②谭…③田… III. ①工程机械—底盘—结构②工程机械—底盘—维修 IV. ①TU60

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第32774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

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年4月第1版第1次印刷

169mm×239mm·25.5印张·567千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-42934-0

定价:59.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

策划编辑电话:(010)88379778

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

读者购书热线:(010)88379203

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

前 言

工程机械是现代化工程建设中不可或缺的重要技术装备，广泛应用于农田水利、城市建筑、矿山开采、交通运输等国民经济建设发展行业以及国防工程建设等领域。工程机械的发展与应用，不仅大幅度地减轻了人类繁重的体力劳动，也提高了劳动生产率和工程质量，同时降低了工程造价并扩大了施工范围，促进了现代施工技术的飞速进步。因此，一直受到世界各国尤其是以美国、日本、德国等为代表的西方发达国家的高度重视。我国工程机械行业经过40余年的发展，已成为世界上工程机械生产与销售大国，基本形成了从设计、制造到销售服务，且产品门类齐全、品种基本完善的工业体系，许多产品的技术水平已接近或达到国际先进水平，并在国民经济发展和国防建设中发挥着越来越显著的重要作用。近年来，工程机械发展更为迅猛，新理念、新技术、新工艺、新材料不断给工程机械注入新的活力，工程机械行业的工程技术人员也因而不断面临着新的挑战和考验。

本书以当前国内常用的以及具有代表性的工程机械底盘为主要内容，并吸收了当前新机型的新结构、新理论、新技术、新方法、新工艺，且结合专业技术人员自学、培训以及教学参考的实际需要，选择有国内外代表性的工程机械类别和机型。本书共分五章，系统地介绍了现代工程机械底盘的基本知识、典型工程机械的构造原理、使用维护以及故障修复等内容。全书力求图文并茂，系统完整，便于自学；理论阐述上力求深入浅出，通俗易懂；观念上倡导建立在懂结构明原理基础之上的维修，以原理带结构，以结构明原理，以弄懂弄清结构原理促进维修能力的形成和进步。结构安排上以底盘的四大基本组成系统为主题主线，力求布局合理，成章有据，逻辑清晰；内容编写上充分考虑了理论的系统性、知识的选择性、内容的新颖性、技术的实用性以及应用领域的针对性，使之既可作为机械使用维修等有关人员训练、自学用书，也可作为大专院校机械类专业培训教材及相关专业工程技术人员的参考书。

全书由谭延平、谭喜文、田留宗编著。谭延平负责全书结构筹划、主要内容的编著及统稿把关。解放军理工大学教授周建钊博士对全书进行了审阅并提出了指导性建议。杨银丽对全书进行了认真校对。在编写过程中得到了解放军理工大学、二炮工程大学、工程保障基地及二炮驻装备修理厂军代表室同仁的资料支持，在此一并感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正，提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

第一章 工程机械底盘概述	1
第一节 工程机械概述	1
第二节 底盘及其对工程机械的作用及影响	4
第三节 工程机械及其底盘的现状与趋势	9
第二章 传动系统结构原理与维修	22
第一节 传动系统概述	22
第二节 传动系统的结构与原理	34
第三节 传动系统的使用维护和保养	195
第四节 传动系统的常见故障及修复	203
第三章 行驶系统结构原理与维修	250
第一节 行驶系统概述	250
第二节 行驶系统的结构与原理	253
第三节 行驶系统的使用与维护	283
第四节 行驶系统的常见故障及修复	287
第四章 转向系统结构原理与维修	302
第一节 转向系统概述	302
第二节 转向系统的结构与原理	313
第三节 转向系统的使用维护和保养	334
第四节 转向系统的常见故障及修复	339
第五章 制动系统结构原理与维修	354
第一节 制动系统概述	354
第二节 制动系统的结构与原理	356
第三节 制动系统的使用维护和保养	385
第四节 制动系统的常见故障及修复	390
参考文献	401

第一章 工程机械底盘概述

第一节 工程机械概述

一、工程机械的基本概念

要了解工程机械底盘，需要先从工程机械说起。关于工程机械的定义，不同的国家和地区，以及不同的文献，所给出的解释或许会有一定的差别。其中美国和英国称为建筑机械与设备、德国称为建筑机械与装置、俄罗斯称为建筑与筑路机械、日本称为建设机械。在我国部分产品也称为建设机械，而在机械行业，根据国务院组建该行业时的批文，统称为工程机械，一直延续到现在。各国对该行业划定产品范围大致相同，我国工程机械与其他各国比较还增加了铁路线路工程机械、叉车与工业搬运车辆、装修机械、电梯、风动工具等行业。概括地说，凡土石方施工工程、路面建设与养护、流动式起重装卸作业和各种建筑及其他综合性机械化施工工程所必需的机械装备，都可称为工程机械。

二、工程机械的地位和作用

工程机械在国民经济建设及军事工程保障的各个领域中，已得到越来越广泛的应用。如在矿山开采、道路修筑、农田平整、水利建设、机场修建、抢险救援及高层民用建筑等大型土石方施工中，工程机械已成为不可或缺的重要技术装备。采用机械化施工，对解放劳动力、提高工作效率、加快施工进度、保证工程质量和作业安全、降低工程造价等，都起着重要作用。在许多举世瞩目的特大型工程建设（如三峡大坝）中，各类先进工程机械所发挥的无可替代的作用已得到充分印证。此外，在现代高技术战争中，工程机械的地位和作用则更为明显。由于现代高技术战争的突然性强，破坏性巨大，这决定了战时工程保障的作业量将十分浩大，而时间则极为紧迫。运用工程机械在尽可能短的时间完成各种条件下的工程保障，如构筑交通壕和堑壕、挖掘各种掩体和平底坑、构筑坑道和急造军路、开辟污染地区通路及吊装各种笨重物件等，是确保部队机动、隐蔽、防护和反击的最有效手段，也是高科技战争中生存制胜的重要因素之一。

工程机械在各个工程施工领域的重要作用可以集中概括为其施工过程的“低成本、高速度、高质量、高效益”。这是迄今为止任何其他施工手段所无法取代的。

事实上，在当今世界中，一个国家工程机械的发展水平及社会拥有量已成为衡量其经济技术发达程度和军事实力的重要标志。所以，研制技术性能良好、经济耐用的工程机械，特别是发展先进的军用工程机械，对促进国民经济建设及国防现代化都将是非常重要的。

三、工程机械的基本类型

工程机械是国民经济建设及国防施工所必需的重要机械化装备，对国防建设和整个国民经济的发展都有很大影响。世界强国对其发展都给予了高度重视，因此发展很快。特别是自本世纪以来，大型工程机械持续稳定发展，型号不断突破；小型机械正初步形成系列，产量稳步增加；中型机械更新速度加快，品种不断丰富，产品总量以较快速度递增。以国内自行式工程机械为例，目前已发展成为功能齐全、品种丰富、配套完整的大行业。仅大型工程机械产品就达 2000 多种，规格型号 30000 多个，平均每年有上千个新品种问世，基本满足了各种不同行业的需求。由于工程机械品种繁多，分类方法也不尽相同。一般地，可以根据应用领域不同，将其分为军用工程机械和民用工程机械两大类。

（一）军用工程机械

军用工程机械多为军方组织研制，或军选民品加以改进。主要用于在战役和战术地幅内伴随坦克、机械化部队行动，并完成诸如机动障碍清除、应急通路开辟、指挥所开设、坦克火炮或单兵掩体构筑以及各种堑壕的快速挖掘等工程保障作业。通常分为野战工程机械、永备筑城机械和保障机械三大类。对于军用工程机械，这里不作更多涉及。本书主要在后面介绍民用工程机械的分类。

（二）民用工程机械

民用工程机械的类别较多，按照常见的分类方法，主要有如下几大类型。

1. 铲土运输机械

铲土运输机械是指工程施工中用于铲装物料及运输物料的土石方工程机械，主要由推土机、装载机、平地机、铲运机、矿用载重自卸车及其他翻斗运输车等五大类组成。一般地，无论是推土机、装载机、平地机还是铲运机，从行驶系统上看，都有履带式和轮胎式之分；从传动系上看，有机械式和液力机械式之分；从操纵机构上看，则又有机械式和液压式之分。矿用载重自卸车及翻斗运输车则有前置式重力卸料翻斗车、后置式重力卸料翻斗车，液压翻斗车及铰接式液压翻斗车等多种类型。总之，种类繁多，不一而足。近年来，自行式铲土运输机械尤其是装载机、推土机和载重自卸汽车等发展迅猛，是国产工程机械的重中之重。

2. 挖掘机械

挖掘机械是用铲斗挖掘高于或低于承机面的物料、并装入运输车辆或卸至堆料场的土方工程机械，主要为各种液压挖掘机。挖掘的物料主要是土壤、煤、泥沙及经过预松后的岩石和矿石。挖掘机更换工装后，也可完成抓取、起重、打桩、钻孔、振捣及破碎等作业。一般工程中约 60% 的土方量、露天矿山中 80% 的剥离量和采掘量是用挖掘机械来完成的。挖掘机械通常分为单斗挖掘机和多斗挖掘机两大类。单斗挖掘机的作业是间歇性的；多斗挖掘机的作业是连续性的，常见的是多斗挖沟机和应用于露天矿的大型斗轮式挖掘机。

3. 工程起重机械

起重机械是指用于垂直升降或者水平移动重物的工程机械。主要用于搬运成件物品，配备抓斗后可搬运煤炭、矿石、粮食之类的散状物料，配备盛桶后可吊运钢水等液态物料。有些起重机械如电梯也可用来载人。在港口和车站等货物集散地，起重机械是主要的作业机械。起重机械主要包括汽车起重机、轮胎起重机械、履带起重机、管道起重机、高空作业车、随车起重机、建筑塔吊、升降机以及承重形式固定的电动葫芦等轻型起重设备。起重机械是我国工程机械行业内举足轻重的一个人类。

4. 工业搬运车辆

工业搬运车辆是指用于短途搬运物品的无轨车辆，又称工业车辆，是应用广泛的物料搬运机械，其中起升车辆还有堆码和装卸物品的功能。在工业生产基地、大型仓储、港口码头、物流中心等货物商品集散地，搬运成本占整个生产作业成本的比重越来越高，包括内燃机叉车、电瓶叉车、牵引车、拖车和顶推车、工矿起升车辆、电动平板、无人驾驶搬运车及各种人力推车在内的各种工业搬运车辆获得了越来越广泛的应用。

5. 路面机械

路面机械是指用于高速公路、城市道路路面和飞机场跑道路面修建等的工程机械。主要包括稳定底层施工机械、沥青路面施工机械，水泥路面施工机械及路面养护机械四类。稳定底层施工机械用于土路面、碎石路面施工，主要是稳定土搅拌机械和碎石摊铺机；沥青混凝土路面施工机械有：沥青储存、熔化和加热设备、沥青喷洒机、沥青混凝土搅拌设备、沥青混凝土摊铺机和石屑撒布机等；水泥混凝土路面铺筑机械主要用于将水泥混凝土摊铺在路基上，并进行振实、整形、切缝、拉毛和填缝等工序，还有水泥混凝土真空快干设备，能使混凝土快凝，提高其强度，并借助电子、激光和液压技术进行自动控制和遥控，使路面按规范一次成型，保证铺筑质量。

6. 凿岩机械和气动工具

凿岩机械和气动工具是指能用于开凿各种山岩的液压工程机械和专用气动机具。主要包括：气动凿岩机、内燃凿岩机、电动凿岩机、液压凿岩机、全液压凿岩台车以及硬岩掘进机等。按动力及钻进深度不同凿岩机械又分多种不同类型：如风动浅眼手持式风钻、深孔潜孔钻、液压浅眼手持式凿岩机、电动手持式凿岩机、内燃式凿岩机及深孔重型全液压凿岩台车，此外还有硬岩掘进机，它包括部分断面和全断面掘进机（盾构机）。凿岩附属置有注油器及水箱等；支撑设备有气腿、液腿、钻架和台车等；动力机有空气压缩机、液压泵系统及变频电源等。

7. 钢筋混凝土施工机械

钢筋混凝土施工机械是指用于钢筋加工成型以及混凝土混合料制备、输送、灌注、密实和成型的工程机械。其中钢筋加工成型机械用于钢筋除锈、冷拉冷拔、调直切断、弯曲定型、点焊对焊等加工。混凝土施工机械主要包括混凝土搅拌机、配料连续称量设备、混凝土搅拌运输车、混凝土喷射车、混凝土输送泵车以及振捣器等密实成型设备。此外，也有采用离心机、辊压机、挤压机等设备，以密实管状等构件成型的混合料。

8. 桩工机械及其他

桩工机械是指在各种桩基础施工中用来钻孔、打桩、沉桩以及破桩的各种工程机

械。桩工机械一般由桩锤与桩架两部分组成。除专用桩架外，也可在挖掘机或者起重机上设置桩架，完成打桩任务。桩工机械主要包括静压桩机、柴油锤打桩机、振动沉管桩机、螺旋打桩机、旋挖钻机及正反循环钻机等。桩工机械的主要特点是专用性强、生产批量小，但受国家基建投资拉动及振兴装备制造业战略的利好影响，2010年以来年销售额突破3565亿元，同比增长近60%。特别是高速铁路、高速公路、高层建筑、特大桥等项目的建设无不需桩和深基础作支承，这就导致了近年来桩的用量急剧上升，拉动了我国桩工机械行业的快速发展。此外，像隧道掘进机械（如盾构机）等其他工程机械在我国也得到了迅速发展。

第二节 底盘及其对工程机械的作用及影响

一、底盘的基本概念和组成

（一）底盘的基本概念

弄清什么是底盘，是学习和了解工程机械底盘所必需的。但就目前来讲，关于底盘各教科书上还没有一个完全统一的标准定义。一般认为，底盘是整个工程机械上所有零部件和设备的安装基础及连接骨架，是工程机械的承重和受力载体，更是工程机械完成行驶、转向、制动、加减速等驾驶操作的执行机构的组合体，是传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统等众多功能系统的总集成。它不但支撑整机重量，而且传递机械的动力及保证机械的行驶运动和准确操控。所以，底盘性能的好坏，直接影响着工程机械的技术性能。工程机械整体性能的研究与改善，也主要集中在工程机械底盘上。

工程机械种类繁多，有各种不同的结构型式。但作为自行式工程机械来说，主要由发动机、底盘和工作装置三部分组成。一般地，除去发动机、工作装置及驾驶室的其余部分，都可归属底盘的研究范畴，统称为工程机械底盘。

（二）底盘的基本组成

自行式工程机械底盘一般都由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四大部分所组成。

1. 传动系统

动力装置至驱动轮之间的所有传动部件总称为传动系统，简称传动系。其作用是将动力装置输出的功率传给驱动轮，并将动力装置输出的动力加以变化，使之适应各种工况下机械行驶和作业的使用要求。在轮式机械中，传动系主要由离合器或变矩器、变速器、万向传动装置及驱动桥组成。在履带式机械中，传动系主要由主离合器、变速器、主传动装置、转向制动装置及侧传动装置组成。

2. 行驶系统

行驶系统的作用是把机体支承在地面上，并通过其车轮或履带与地面的相互作用而产生驱动机械行驶的牵引力。在轮式机械中，行驶系包括车架、前后桥、悬架装置及车轮等；在履带式机械中则主要包括悬架装置、行驶装置及车架等。

3. 转向系统

保持工程机械稳定直线行驶或依据行驶或作业需要灵活准确地改变其行驶方向的一整套控制、传递及执行机构统称为转向系统，简称转向系。其作用是保证按需要控制或改变机械的行驶方向。在轮式机械中，转向系由转向盘、转向器、转向传动机构等一系列部件组成。操纵转向盘可以使转向轮相对车架偏转一定角度，以改变机械的行驶方向。在履带式机械中，转向系包括转向离合器和转向制动器。操纵转向离合器和制动器能使两侧履带产生不同的驱动力，从而改变机械的行驶方向。

4. 制动系统

根据行驶或作业需要迅速准确有效地对工程机械实施制动使其减速以致完全驻车的一整套制动力传递、放大、控制及执行机构统称为制动系统，简称制动系。其作用是限制机械的速度甚至停车，并保证机械能可靠停车。在轮式机械中制动系包括驻车制动器、行车制动器及制动传动机构；在履带式机械中通常是利用转向制动装置进行制动。

二、底盘的基本类型和特点

根据行驶和作业的需要，工程机械底盘有多种不同的结构型式和使用特点。

(一) 轮胎式底盘和履带式底盘

根据行驶装置的结构不同分为轮胎式底盘和履带式底盘两大类。

1. 轮胎式底盘

根据车架的结构不同，轮式底盘又分整体式底盘和铰接式底盘。轮胎式底盘滚动阻力小、机动性好、速度高，但不及履带式底盘的越野通过性能和附着性能。虽然在轮胎上作了各种研究和改进，但两者还是不能互相代替而各有优缺点。

2. 履带式底盘

履带式底盘如图 1-1 所示，与轮式底盘相比，接地比压小，牵引性能和通过性能好。但结构复杂、重量大，而且它没有像轮胎那样的缓冲作用，易使零件磨损，行驶速度较低，并且转移作业场地较麻烦。

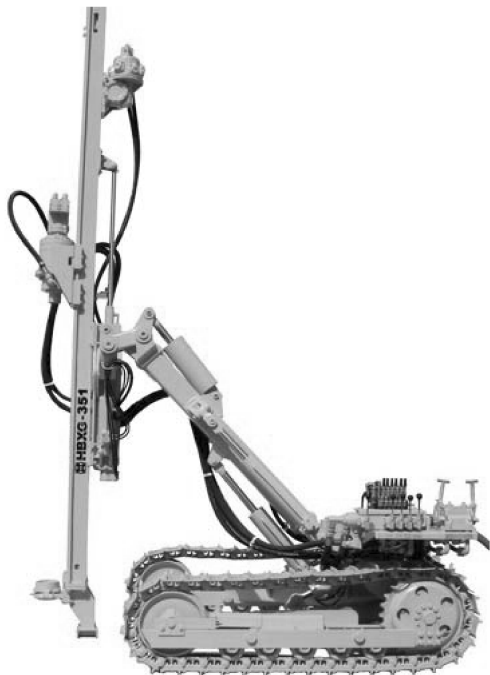


图 1-1 履带式底盘

(二) 通用底盘和专用底盘

根据应用领域和结构功能设计不同分为通用底盘和专用底盘两大类。

1. 专用底盘

为满足不同专业工程领域对底盘的不同要求，各种专用底盘应运而生。有的是指领

域内专用，有的按机械使用特点设计成具有特殊用途的专用底盘。例如在军事领域，为提高部队的机动性和作业能力，西方各国都发展的一些满足野战快速保障需要的军事工程机械专用底盘。特别是为了适应作战需要，对以主战坦克为基础的装甲工程车，外军一直在高度重视和发展。比较典型的，如美军的 M9 军用推土机（图 1-2），它可以完成铲运、平地、推土、装运等多种作业，具有与美国主战坦克一致的防护、攻击与通信能力，并可根据推土作业或者行军运输需要快速增减调节自身重量

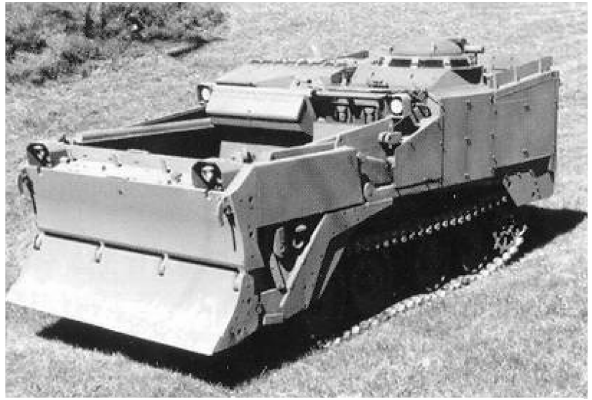


图 1-2 采用军事专用底盘的美军 M9 军用推土机

达 8t，可江河浮游和空运。再如在现代化农业工程领域，为了满足大型机械化农耕的特殊要求，发展了很多专用机械底盘，如大型联合收割机底盘等，如图 1-3 所示为拖拉、打埂、播种机。国外大型农庄用于专业整修田埂及播种的大型拖拉机及配套作业机械采用专用底盘，其前后轮胎及车桥结构都是根据田埂整修和播种的专业需要而特制。最小离地间隙值比一般的工程机械也要大许多。如图 1-4 所示的大型拖拉机，采用双轴 8 个人字纹大轮胎的专用底盘，这种底盘既能满足快速行进的耕作需要，又能有效减低接地比压，保护新耕土地不被压实，同时确保机械在新鲜土壤上的足够抓地力。



图 1-3 采用专用底盘的拖拉、打埂、播种机

另外，为了提高某些工程领域的作业效率，也常常需要发展一些专用机械，如快速履带铺路机、自行式铲运机等，这些专用机械，采用的也都是专用底盘。



图 1-4 采用专用底盘的大型拖拉机

2. 通用底盘

通用工程机械底盘有很多种类型，有些是指军民通用，如许多军选民品就是这种类型；有的是指不同的工程领域通用。另外从结构型式上，有的工程机械底盘是利用现有车辆（如载重汽车、履带式快速牵引车、拖拉机等）的底盘稍加改装就可通用，一般也把这类底盘叫通用底盘。其优点是通用程度高、造价便宜。

（三）机械传动式底盘和液力机械传动式底盘

在传动方面，有机械传动、电力传动、液压传动和液力机械传动等不同方式。在有些国家的工程机械中，电力传动得到发展，它的起动调速性能好，便于自动化。但在现有的工程机械中，使用机械传动和液力机械传动的较多。

1. 机械传动式底盘

这类底盘是应用最悠久、最传统的一种，其结构简单，制造容易，工作可靠，传动效率高，维护方便。但其工作不够轻便、柔和，且不具备无级变速和自动适应外部阻力变化等缺点。

2. 液力机械传动式底盘

在铲土运输机械中，逐渐趋向采用液力机械传动。因为它有适应外界阻力变化而自动调节牵引力的性能，给机械带来许多优越性。即在传动系统中采用液力变矩器和发动机进行合理匹配，以改善发动机的动力性能。并与行星变速器等机械传动配合，改善机械的行驶性能。另外，由于液压技术的日渐发展，动力的传递广泛采用液压传动。和机械传动相比，虽然效率较低，但它以轻便柔和、无级变化等优点，跃居优势。

在转向方式方面，轮胎式底盘多采用偏转轮胎和铰接式转向，且有独立的转向系统。而履带式底盘，则因采用速差转向，需要在传动系统驱动桥中装设转向离合器予以配合完成转向。由此可见，工程机械底盘的结构型式比较繁多。

三、底盘的重要地位和作用

（一）底盘对工程机械的作用和影响

对于底盘的认识，在一些人看来，可能就是一个简单的“车架子”。显然，这是外

行对于底盘的肤浅认识和看法。用“车架子”来代表对底盘的认识，本身就是“谬之千里”因为“车架子”只是底盘四大系统之一的行驶系统中的一个简单部件而已。事实上，当你坐进工程机械的驾驶室中时，除了一个发动机加速（油门）踏板之外，手中握的转向盘、变速杆、进退杆以及手制动操纵杆，脚下踩的离合器、行车制动器，全都是底盘各大系统的控制中枢，无一不与底盘息息相关。底盘对于一个工程机械的重要性，由此可见一斑。由于不了解底盘及其地位、作用和影响，一些单位对于底盘方面的培训往往忽视。客观地讲，底盘对整个工程机械性能的影响要远远超过发动机，发动机出了故障，最多停步不走。但底盘出了故障，不管是行驶系统的轮胎爆了，还是传动系统的传动轴断了；也不管是制动系统失灵了，还是转向系统失控了，全都是人命关天的大事，容不得半点忽视。另一方面来看，一台工程机械上，底盘各系统的零件总数要远远超过发动机零件所占的比例。就底盘传动系中的四大部件之一变速器而言，一个全电脑控制的现代化自动变速器的复杂程度，绝不亚于一台内燃机。可以说，底盘不仅是“硬件”的集合体，更是“软件”的集合体。随着计算机技术的进步，中央微电脑控制的自动离合器及自动变速系统、自动车身调控系统、自动巡航系统、ABS防制动抱死系统等高新技术都不断地集中于底盘上，底盘的科技含量及复杂程度也越来越高。

一般地，所有自行式工程机械都主要由发动机、工作装置及底盘三部分组成。其中发动机为工程机械提供源动力；工作装置实施不同的工程作业；底盘——作为整机的支承和安装基础，并作为工程机械源动力的放大器和速度转矩变换器，以及工程机械的制动和转向控制器，使机械能以所需的速度和牵引力沿规定的方向行驶。与其他部分相比，底盘的性能对整机的性能更具有决定性的影响。所以，熟悉底盘的结构与检修对用好工程机械、提高施工技术水平具有重要的意义。

总之，底盘是工程机械的基础和心脏，推动工程机械发展与进步的许多前沿技术都大量集中在底盘上。因此，对于工程机械底盘技术性能的不断改进和提高，是工程机械研制和发展的一个重要任务。

（二）工程机械底盘应满足的要求

尽管工程机械的种类繁多，但从总的来看，工程机械底盘应满足以下要求。

1. 有较好的动力性能和越野性能

在运输工况时，有较高的平均行驶速度，即有较好的起动加速能力和较高的行驶速度；有较大的爬坡能力；以及有较好的通过性能。在作业工况时，有较好的附着性能，能提供足够大的牵引力，以克服各种作业阻力，并能适应工作阻力的急剧变化，避免发动机熄火等。

2. 有良好的操纵性能和可靠的制动性能

在制动时要柔和、安全、可靠，有较小的制动行程；操纵时要轻便灵活、准确可靠，不易发生侧滑，有良好的行驶稳定性。

3. 有较好的兼顾弹性和刚性的双重悬架

在运输状态，能够吸收路面的冲击和振动，使乘坐人员舒适不易疲劳；但在作业状态，根据作业要求，又能够将弹性消除，使机械有一稳固基础。此外，车架结构要坚

固、紧凑，有足够的载重和刚度，本身重量又较轻。

4. 有良好的维修性能和经济性能

尽量实现部件“系列化”“通用化”“标准化”，以提高产品质量，降低生产成本。同时，加工制造容易，维护修理方便，经济性好。

对于军用工程机械来说，机动性好、作业效率高，是两个互相矛盾的基本要求，它既要伴随技术兵器高速运动，又要有完成作业所需要的大转矩和低速度。因此对底盘提出了更高的要求。机动性的主要标志是越野速度，措施是改进悬架装置的性能，而太好的弹性悬架，又将影响工程机械的作业效率。轮胎式军用工程机械，大多数采用铰接式底盘结构，便于安装多种作业装置。

第三节 工程机械及其底盘的现状与趋势

一、工程机械行业历史与现状

(一) 国内基本现状

工程机械的发展与国内行业现状密切相关。对于我国工程机械行业建设的总体状况，可以基本概括为：起步晚、基础差、发展快、前景好。我国是在一穷二白的基础上开始发展自己的工程机械工业的。我国工程机械行业从第一个五年计划起步，1954年，研制生产了第一台单斗机械式挖掘机，1964年研制出轮式装载机，经历了从无到有、从小到大的发展过程。经过40年的建设和发展，如今已经逐步建立了我国自己的工程机械工业体系，初步确立了我国工程机械在世界上的地位。尤其是1978年以来，改革开放给工程机械行业注入了新的生机和活力，我国的工程机械行业的发展进入了高速发展的阶段。通过引进先进技术，进行技术改造，加强企业管理转换企业经营机制，调整产品结构，使产品质量和技术水平有了很大提高。现有会员单位2100多个，行业覆盖率达85%以上。会员包括机械、城建、交通、铁路、冶金、煤炭、建材、石油天然气、水利、电力、林业、兵器、航空等10多个行业以及解放军总装备部的有关单位，遍布全国除台湾、西藏以外的各省、市、自治区。

中国工程机械工业协会按产品类型和工作性质成立了30个分会和工作委员会。协会会员企业的产品包括：铲土运输机械、挖掘机械、起重机械、工业车辆、路面施工与养护机械、压实机械、凿岩机械、气动工具、混凝土机械、掘进机械、混凝土制品机械、桩工机械、市政与环卫机械、高空作业机械、装修机械、钢筋及预应力机械、军用工程机械、电梯与扶梯、其他专用工程机械、工程机械配套件等二十大类。截止2012年12月，全国工程机械行业完成工业总产值6,018.34亿元，完成销售产值5,915.71亿元，产销率为98.29%。在国际上，我国已成为工程机械行业生产大国。在科技创新方面，几年来有12项重大技术创新列入国家“863”计划实施项目并达到预期验收标准；每年有70~80个新产品投放市场，新产品产值平均每年达25%左右；重点骨干企业科研开发经费已占到销售额的2%多，少数企业达到5%的国际先进水平。形成了独

立自主的新产品研发体系和现代化研发手段，新产品开发周期缩短到一年左右。

(二) 国外基本现状

随着科学技术的进步和生产建设发展的需要，国外各类工程机械也在不断发展之中。其中美国是生产工程机械最多的国家之一（其产量占世界工程机械供给量的一半以上），其工程机械产品的品种比较齐全，产量大，质量好，无论是产品结构原理、设计技术还是工艺水平，都领先于世界其他国家。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，液力变矩器、电动马达车轮、链板自装铲斗、双发动机、液力变矩器锁定装置等，都是首先出现在美国的工程机械产品上，而且像卡特彼勒等众多知名的工程机械公司，也都集中在美国。在相当长一段时期内，仅美国卡特彼勒一家公司的销售利润比我国工程机械全行业所有厂家的利润总和还要多，这充分说明了美国在工程机械行业研发生产领域，也具有很强的霸主地位。

日本原有的技术基础比较落后，通过大量购买专利，与国外公司进行技术合作等途径来进行发展。例如日本神户制钢公司在消化了引进的 545H 型、645H 型、745H 型轮式装载机后，自己设计并制造出日本最大的轮式装载机。小松公司通过从国外大量引进技术并经过消



图 1-5 小松 D85 型推土机

化吸收，使自己的产品达到世界先进水平，其生产的推土机销往世界各地，并大量出口到美国等发达国家。我国很多推土机厂家引进的都是小松公司产品，尤其是底盘核心技术大多来源于对 D60、D65、

D80、D85、D155 的引进。如图 1-5 所示为小松著名的 D85 型推土机。国内企业生产的 200/220/230 级别的基本系列推土机及其底盘，绝大多数来自小松 D85 技术及其生产标准。例如柳工的 B220 推土机（图 1-6）、天津的移山 TYD220 及上海的 PD220 等都是基于引进的日本小松 D85A-18 技术生产。



图 1-6 柳工 B220 型推土机

德国生产的工程机械产品一直以品质优良,技术先进,经久耐用著称,受到各国的欢迎,尤其是斗轮挖掘机,一直是世界上的主要生产国,全球最大的斗轮挖掘机出自德国。世界上第一台液压全回转单斗挖掘机也是德国德马克公司首先生产出来的。如图1-7所示为德国利勃海尔 PR752 大型推土机。



图 1-7 德国利勃海尔 PR752 大型推土机

目前,世界上著名的工程机械公司主要集中在美国,如卡特皮勒公司、特雷克斯-O&K、凯斯、约翰·迪尔、勒图尔勒、英格索兰、马里昂等。其次是日本和欧洲,如日本的小松、神户制钢、日立、川崎,德国的利勃海尔,瑞典的沃尔沃,英国的 JCB 等。

二、工程机械及其底盘发展趋势

随着科学技术的不断发展,工程机械的生产、科研及技术水平也在不断提高。工程机械基础零部件及配套件向标准化、系列化、通用化方向发展;操作环境向舒适化方向发展;作业向无公害化方向发展。特别是以电子计算机为代表的信息技术的应用,已成为当代技术革命中最活跃、最具有广泛推动力的因素。信息产业的蓬勃兴起,对工程机械的发展也必将产生重大而深远的影响,工程机械将朝着更现代化的方向迅速迈进。

(一) 尽力采用计算机技术,不断提高机电液气体化程度

以大规模集成电路和微型计算机为代表的现代微电子技术在工程机械上的逐步应用,是现代工程机械发展的显著特征,其具体表现在以下几方面。

首先是工程机械设计、制造及实验等过程的现代化。计算机的应用推动了工程机械设计、加工及试验手段的现代化。其主要特征是微电脑控制处理技术已经渗透到产品设计、工艺装备、工艺实施等装备制造过程的各个环节并实现包括计算机辅助产品设计(CAD)、计算机辅助工艺设计(CAPP)、计算机辅助工艺装备(CIMS)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助产品测试(CAT)等在内的高度一体化。总之,广泛采用计算机辅助设计、计算机辅助工艺规划、辅助试验、计算机辅助制造,是世界各国工程机械整体技术水平提高的重要途径和发展方向。

其次是以智能化控制为特征的机电液一体化,将成为工程机械不可逆转的发展方向。机电一体化是机械、微电子等学科技术的综合应用。通常包括机械本体、动力装置、测试传感装置、执行机构、驱动装置、控制及信息处理单元和接口装置等基本要素。机电一体化技术的成熟与发展促进了工程机械的技术变革,大大提高了其战术技术

性能，为新型工程机械的研制提供了更加广阔的技术空间。工程机械先后经历了动力装置和传动系统等变革，其机械系统的基本结构型式不会有太大变化。目前改进和发展的重点已转移到控制系统上，即利用计算机和现代处理技术，实现其操作控制系统的高度智能化。

工程机械机电一体化、高度智能化的应用发展，呈现出两个基本特征：一是交融的范围逐渐增大，从机、电的简单组合逐步发展到机、电、液（气）融为一体；从个别部件的单独控制逐步发展到整个系统的主要部件甚至是所有部件（发动机、液压泵、液压控制阀和液压马达等）的全面综合控制。二是机、电、液彼此间的联系更加密切，其深度逐渐加强。一体化技术从简单的操纵控制发展到复杂的智能控制，控制系统逐渐以电子控制取代机械和液压控制，呈现出智能化、多样化的发展趋势。工程机械机电一体化系统形式和功能多样，典型的机电一体化系统有状态监控系统、自动作业行驶控制系统、节能控制系统和载荷传感系统等多种形式。已步入成熟阶段的微电脑控制自动变速系统是应用现代技术对工程机械传动系统进行智能化变革的重要成果，已被广泛应用于装载机、自行起重机、汽车等变速传动系统。其显著特点是能根据工况、负荷、车速自动选择最佳挡位、简化操作、节约燃料、减少换挡时间、提高作业效率。

工作状态的智能化控制也是各种工程机械向现代化进展的重要标志之一，并已取得了相当乐观的进展。自行式起重机通过计算机的应用，可以实现变速自动控制、微动控制、作业过程监控、故障自诊断等多种功能。电脑智能化的微速微动控制系统能保证完成高精度的吊装作业；全自动变速器的高低速及挡位转换由计算机自动控制，自动实现燃料消耗优化控制。起重作业由电脑全程监控和调节，通过中央处理器、显示器及反力传感系统、力矩限制器等，可数字显示起重量、负载率、起重臂倾斜角度、起重臂外伸长度；作业半径、吊钩起升高度、平台与底盘相对位置等参数，可实现超载报警、故障自诊及自动保护功能。装载机工作装置的智能化控制，能保证铲斗自动停止在各设定位置、自动选择和切换各个设定位置，能实现铲斗的激光自动调平、状态监测、负荷测算并数字显示或打印；推土机、平地机的工装智能控制系统，能根据工况自动调整铲刀高度和铲刀倾角。微电子技术及智能化控制在挖掘机上的应用和发展，则具有更广阔的前景和潜力，世界各先进的工程机械生产国都将在这方面作出持续努力。美国卡特彼勒、日本小松及德国德马克公司在新研制的大型工程机械特别是液压挖掘机上都装有微电脑自动换挡变速器、电脑集中监控系统、集中润滑系统、故障自检及自动报警系统。计算机监控系统可自动对铲斗装满率、生产率、负荷状况、发动机完好率、液压油污染程度、故障状况等实现随机监控及自动显示，大大提高了作业安全性、生产率和使用寿命。

由于工程机械必须能更好地适应各种复杂条件下的工程作业，需要更有效的操纵机构和强有力的工作装置，因而，更广泛地采用液压技术成为重要的发展方向。用液压操纵和传动的工程机械结构简单、重量轻，能减缓作业过程中冲击和振动，能适应在恶劣条件下工作。因此采用液压技术已是发展的主流。有些工程机械更发展成工作装置操纵、动力传递和动力控制方面都采用液压技术的全液压机械。目前，土石方工程机械液