



工程机械概论

GONGCHENG JIXIE GAILUN

张青 宋世军 张瑞军 等编著



化学工业出版社

工程机械概论

GONGCHENG JIXIE GAILUN

张青 宋世军 张瑞军 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

《工程机械概论》(第二版)一书系统、全面地介绍了工程机械基本知识以及各种现代典型工程机械的工作原理、构造性能、作业特点等,包括工程起重机、混凝土机械、土方工程机械、石方工程机械、桩工机械、公路工程机械、城市维护机械、电梯等,还简要介绍了最新的新能源工程机械——纯电动工程机械。内容系统、新颖、翔实,实用性强。

本书可作为以工程机械为特色的机械类本科专业、高职专业的教材,也适用于机械设计类、土木建筑工程类、交通运输工程类、水利水电工程类、采矿工程类和农业工程类专业本科生的教学,同时也可作为相关从业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程机械概论/张青等编著. —2版. —北京:
化学工业出版社, 2016.8
ISBN 978-7-122-27529-5

I. ①工… II. ①张… III. ①工程机械
IV. ①TU6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 151276 号

责任编辑: 张兴辉
责任校对: 宋 玮

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 446 千字 2016 年 9 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

Foreword



工程机械是现代化工程建设和城乡建设中的重要技术装备,种类繁多,应用十分广泛。近年来,工程机械发展异常迅猛、持续火爆,新理念、新技术、新工艺、新材料不断给予工程机械新的活力,因而工程机械行业的工程技术人员随之面临着新的挑战 and 考验。

我国国民经济快速稳健发展,基础设施——工业与民用建筑、铁路与公路、水利与水电、矿山、港口等建筑工程不断增加。工程机械行业是为工程建设施工和相关工业生产过程机械化作业提供技术装备的行业,在国民经济中占有重要地位。世界各国都以工程施工与作业的机械化与自动化水平来反映行业生产力水平。基础设施工程机械化和自动化施工的实现,对加速发展国民经济起着重要作用,还能减轻大量繁重的体力劳动,提高劳动生产率;保证工程质量,降低工程造价;扩大施工范围,促进现代化建筑新结构和施工技术的进步和发展,为人类创造更加辉煌的业绩。

《工程机械概论》一书系统介绍了工程机械基本知识、现代典型工程机械的工作原理、构造性能、作业特点。内容系统、新颖、翔实,图文并茂,实用性强。可作为以工程机械为特色的机械类专业的教材,也适用于机械设计类、土木建筑工程类、交通运输工程类、水利水电工程类、采矿工程类和农业工程类专业本科生的教学,同时也可作为上述专业相关从业技术人员的参考书。

该书2009年9月出版至今已七年,七年来工程机械新产品不断涌现,工程机械行业发生了剧烈变化,高校相应专业的教学环境也发生了较大变化,为适应新变化,更好地服务于相关专业的教学决定进行再版。

第二版主要变动情况如下:由于新型城镇化的进程中城市维护机械与设备将发挥愈加重要的作用,也将会有愈加先进、适应城市维护所需要的新型产品涌现;同时环境问题尤为突出的城镇,新能源城市维护机械无疑成为工程机械发展的重要趋势之一,因此第二版增加了城市维护机械(第8章)、纯电动工程机械(第9章)两章内容。同时,删掉了原第2章工程机械内燃机与底盘,删掉原3.2.3塔式起重机的顶升过程和3.2.4塔式起重机的稳定性两小节,删掉原7.2柴油打桩机,删掉原第9章其他工程机械;更新改写了1.3工程机械行业与技术和2.2.2塔式起重机的基本结构内容。

另外,为方便教学的需要,本次提供了配套教学课件,读者可以发邮件至 zxh@cip.com.cn 索取或者登陆化学工业出版社教学资源网 <http://www.cipedu.com.cn> 进行下载。

第二版全书共9章,其中第1、6、7、8、9章由张青编写,第2、5章由宋世军编写,第3章由张瑞军编写,第4章由姜华编写,全书由张青通稿。参加编写的还有王胜春、靳同红、沈孝芹、周海涛等。

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

编著者

目 录

Contents



第 1 章 总论	1
1.1 绪论	1
1.1.1 工程机械的概念	1
1.1.2 工程施工与作业对工程机械的基本要求	2
1.1.3 衡量工程机械化施工水平的指标	3
1.2 工程机械基本知识	4
1.2.1 工程机械的类型	4
1.2.2 工程机械产品型号的编制方法	4
1.2.3 工程机械的基本组成	5
1.2.4 工程机械的技术参数	7
1.3 工程机械行业与技术	8
1.3.1 我国工程机械行业的现状与发展趋势	8
1.3.2 制约我国工程机械发展的主要关键技术	9
1.3.3 世界工程机械五十强	10
1.4 工程机械之窗	11
1.4.1 工程机械杂志与期刊	11
1.4.2 工程机械网站	11
1.4.3 工程机械展会	12
第 2 章 工程起重机	14
2.1 工程起重机基础	14
2.1.1 工程起重机的概念	14
2.1.2 工程起重机的种类	14
2.1.3 工程起重机的组成及其作用	15
2.1.4 工程起重机的主要技术参数	18
2.1.5 工程起重机的工作级别	20
2.2 塔式起重机	21
2.2.1 塔式起重机的类型	22
2.2.2 塔式起重机的基本结构	23
2.3 流动式起重机	27
2.3.1 汽车起重机	27
2.3.2 轮胎起重机	30
2.3.3 履带起重机	31
2.4 施工升降机	35

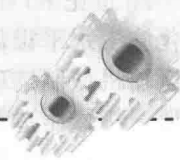
2.4.1	施工升降机概述	35
2.4.2	施工升降机结构	36
第3章	混凝土机械	41
3.1	混凝土机械概述	41
3.1.1	混凝土基本知识	41
3.1.2	混凝土机械种类	41
3.2	混凝土搅拌设备	42
3.2.1	混凝土搅拌机	42
3.2.2	混凝土搅拌站	46
3.3	混凝土输送设备	49
3.3.1	混凝土搅拌运输车	49
3.3.2	混凝土输送泵	51
3.3.3	混凝土输送泵车	54
3.4	混凝土摊铺机	57
3.4.1	混凝土摊铺机概述	57
3.4.2	滑模式混凝土摊铺机构造	58
第4章	土方工程机械	66
4.1	推土机	66
4.1.1	推土机概述	66
4.1.2	推土机构造	68
4.2	铲运机	80
4.2.1	铲运机概述	80
4.2.2	自行式铲运机构造	82
4.3	平地机	96
4.3.1	平地机概述	96
4.3.2	平地机构造	97
4.4	挖掘机械	108
4.4.1	挖掘机械概述	108
4.4.2	单斗挖掘机构造	112
4.5	装载机	120
4.5.1	装载机概述	120
4.5.2	装载机构造	121
4.6	夯实机械	127
4.6.1	夯实机械概述	127
4.6.2	夯实机械结构及工作原理	127
第5章	石方工程机械	132
5.1	破碎与筛分机械	132
5.1.1	破碎与筛分机械概述	132
5.1.2	破碎机械	132
5.1.3	筛分机械	148

5.2 隧道掘进机械	152
5.2.1 隧道掘进机械概述	152
5.2.2 凿岩机	154
5.2.3 凿岩台车	157
5.2.4 掘进机	159
5.2.5 盾构机	165
第6章 桩工机械	170
6.1 桩工机械的功用与类型	170
6.1.1 预制桩施工机械	170
6.1.2 灌注桩施工机械	171
6.2 振动沉拔桩机	171
6.2.1 振动沉拔桩机概述	171
6.2.2 振动桩锤的工作原理	171
6.2.3 振动桩锤的构造	172
6.3 灌注桩成孔机械	173
6.3.1 挤土成孔设备	173
6.3.2 长螺旋钻机	173
第7章 公路工程机械	175
7.1 稳定土拌和机械	175
7.1.1 稳定土拌和机	176
7.1.2 稳定土厂拌设备	180
7.2 沥青混凝土搅拌设备	184
7.2.1 沥青混凝土搅拌设备用途与分类	184
7.2.2 沥青混凝土搅拌设备工艺流程及工作原理	185
7.3 沥青混凝土摊铺机	186
7.3.1 沥青混凝土摊铺机概述	186
7.3.2 沥青混凝土摊铺机的构造	188
7.4 静作用压路机	195
7.4.1 静作用压路机概述	195
7.4.2 静作用压路机总体构造	197
7.4.3 静作用压路机主要部件构造	200
7.5 振动压路机	205
7.5.1 振动压路机概述	205
7.5.2 振动压路机构造	208
第8章 城市维护机械	214
8.1 市政机械	214
8.2 环卫机械	216
8.3 垃圾处理机械	216
8.3.1 垃圾压实机	216
8.3.2 建筑垃圾再生设备	217

8.4 园林机械	218
8.4.1 挖坑机	218
8.4.2 绿篱修剪机	220
8.5 除雪机械	220
8.5.1 分类及用途	220
8.5.2 典型结构	221
8.6 装饰装修机械	222
8.6.1 灰浆制备及喷涂机械	223
8.6.2 涂料喷刷机械	223
8.6.3 地面修整机械	224
8.6.4 高空作业吊篮	225
8.7 电梯、自动扶梯与自动人行道	225
8.7.1 电梯	225
8.7.2 自动扶梯与自动人行道	238
第9章 纯电动工程机械	248
9.1 基本概念	248
9.1.1 整车	248
9.1.2 电机及控制器	250
9.1.3 动力电池系统	251
9.1.4 制动能量回收系统	257
9.1.5 纯电动汽车的电气系统	257
9.2 基于福田 2t 车底盘的电动环卫车型	260
9.2.1 整车简介	261
9.2.2 关键部件介绍	265
9.2.3 整车控制器与控制策略	270
9.3 基于福田 8t 车底盘的电动环卫车型	271
9.3.1 整车简介	271
9.3.2 关键部件介绍	274
9.3.3 整车控制器与控制策略	276
9.4 基于福田 16t 车底盘的电动环卫车型	276
9.4.1 整车简介	276
9.4.2 关键部件介绍	277
9.4.3 整车控制器与控制策略	278
参考文献	280

第1章

总论



1.1 绪论

1.1.1 工程机械的概念

工程机械行业是机械工业主要的支柱产业之一，我国是国际工程机械制造业的四大基地之一（美国、日本、欧盟、中国）。我国的工程机械工业在国内已经发展成了机械工业 10 大行业之一，在世界上也进入了工程机械生产大国行列。在国内需求、政策扶持和出口增长的带动下，中国的机械行业将从国内逐步走向世界，成为国家的支柱产业之一。

概括地说，凡土方工程、石方工程、流动起重装卸工程、人货升降输送工程和各种建筑工程，综合机械化施工以及同上述工程相关的工业生产过程机械化作业所必需的机械设备，称为工程机械。

土方工程种类繁多，分布广泛，但按工程特点分析却只有两种基本形式——挖方和填方。所谓挖方，是指在建设地点将多余土方挖掉，或者在某地挖取土方作他用而言；所谓填方，是指在建设地点进行建设时，要从别处运来土方将地面构筑得适合建设要求而言。例如，露天矿山建设过程的大量土方工程多为挖方形式。筑路工程（铁路与公路）的土方工程，凡在高于路基设计工程要求的地方施工，多为挖方形式；凡在低于路面设计工程要求之处施工，则多为填方形式。

石方工程分布也很广泛，而且往往与土方工程相伴交叉出现，即土方工程中含有石方工程，石方工程中含有土方工程（如建筑场地平整工程、路基建设工程等）；也有单纯的石方工程，如隧道工程、建筑石料开采工程、井下矿山巷道掘进工程、井下采矿工程、露天金属矿采矿工程等。

流动起重装卸工程，包括建筑、安装工程的起重，调整工程、港口、车站以及各种企业生产过程中的起重装卸工程等。所用的各种工程起重机、建筑起重机以及各种叉车和其他搬运机械，能够根据工程要求而自由地移动，不受作业地点限制，故亦称流动起重装卸机械。人货升降输送工程（垂直或倾斜升降）包括在高层建筑物对人的升降运送和对货物的升降运输，采用载人电梯、扶梯和载货电梯等。

各种建筑工程范围更为广泛，除房屋建筑和市政建设外，还包括公路、铁路、机场、水

坝、隧道、地下港口、地下管线、新城建设和旧城改造等各种基础设施工程,需要各种工程机械施工。

综合机械化施工,是指工程工序均用相应成套的工程机械去完成而言,人力在工程中只起辅助作用和组织管理作用。综合机械化水平越高,则使用的人力就越少。

相关的工业生产过程,是指与土方工程、石方工程、流动起重装卸工程、人货升降运送工程和各种建筑工程有关的工业生产过程而言。如储煤场的装卸工程、工业企业内部生产过程的装卸与运输、各种电梯的工作等等。

20 世纪 60 年代以前,我国建设工程机械化施工用的设备又少又落后,因而使用部门机械化施工水平很低。在计划经济条件下,当时机械制造部门只安排少数矿山机械制造厂和起重运输机械制造厂兼产一小部分技术性能一般化的工程机械产品。随着各种建设施工技术的发展,机械制造部门生产的工程机械产品满足不了用户需求,有关使用部门被迫利用修理厂生产部分简易的施工机具和设备自用,并根据各自不同的使用特点确定了不同的名字。那时,建筑工程系统把自己所需要的一部分工程机械称为建筑与筑路工程机械(简称筑路机械);铁道系统需要的一部分工程机械称为线路工程机械(简称线路机械,其中包括一部分线路专用设备);水电系统需要的一部分工程机械称为水利工程机械(简称水工机械);在各种矿山现场使用的工程机械一般称之为矿山工程机械。尽管各部门所需的产品重点不同,但都是为土方工程、石方工程、不受地点限制的起重装卸工程、人货升降输送工程以及各种建筑工程机械化施工和相应生产过程的作业服务的,在国际上均属于同一大类机械产品。1960 年冬,国务院和中央军委联合决定,第一机械工业部负责组织并加速发展为军委工程兵、铁道兵和民用部门工程施工用的机械设备;发展方针是以军为主,兼顾民用。当时国家计委、国家经委、国家科委会同一机部研究发展方案时,首先要给这一类设备统一命名。经过讨论,决定把各部门命名中的专用形容词去掉,统称为“工程机械”。

改革开放后,我国工程机械行业已为世界各国所认定;经过国际合作交往,已明确了与有关国家相应的行业名字。其中美国和英国称为“建筑与矿山机械”,日本称为“建设机械”,德国称为“建筑机械与装置”,前苏联与东欧诸国统称为“建筑与筑路机械”。虽然各国对该行业确定的产品范围互有差异,但其主要服务领域、产品分类、生产工艺技术、科研设计理论、试验方案以及采用的各种标准等,基本上是一致的。

工程机械的用途分施工和作业,这是两个不同的概念。所谓施工,是指工程机械在各种建设工程中的工作而言,一旦工程完成了,工程机械也就撤走了。如修筑高速公路要使用相应的工程机械,当高速公路建成后,除去少数对公路进行维护保养的工程机械产品之外,建设过程中所用的工程机械都见不到了。工程机械在这种情况下的工作,称为施工。所谓作业,是指工程机械在工业生产过程中的工作而言。如金属露天矿掌子面要使用挖掘机、推土机等工程机械产品,爆破后挖掘机将矿石装到运输车上,推土机将散落的矿石收集到装车地点。挖掘机和推土机周而复始地重复进行工作,这就是作业。

纵观我国工程机械行业的发展历史,大致可划分为三个阶段:第一阶段为创业时期(1949~1960 年);第二阶段为行业形成时期(1961~1978 年);第三阶段为全面发展时期(1979 年至今)。2007 年,全国已有工程机械生产企业及科研单位 2000 多家;全行业固定资产净值 270 多亿元,是 1978 年的 16 倍;产品年销售额达 2223 亿元人民币,是 1978 年的 122 倍;利润总额 175 亿元人民币,比 2006 年增长 48% (同期 GDP 增长 11.4%);产品现在已经出口到了 197 个国家和地区,创汇额度也超过 87.0 亿美元。

1.1.2 工程施工与作业对工程机械的基本要求

工程机械的工作环境恶劣,使用条件多变,工作机构在作业时产生的冲击和振动载荷,

对整机的稳定性和寿命有直接影响,其工作场所有时狭窄且受自然及各种条件影响很大。因此,为保证工程机械能长期处于最佳工况下工作,应满足下列要求。

(1) 适应性

工程机械的使用地区,从热带到高寒带,自然条件和地理条件差别很大,工况是由地下、水下到高空,既要满足一般施工要求,还要满足各种特殊施工要求。建筑机械多数在野外、露天作业,常年在粉尘飞扬和风吹日晒的情况下工作,易受风雨的侵蚀和粉尘的磨损,要求具有良好的防尘和耐腐蚀性能。

(2) 可靠性

大多数工程机械是在移动中作业,工作对象有砂土、碎石、沥青、混凝土等。作业条件严酷恶劣,机器受力复杂,振动与磨损剧烈。底盘和工作装置动作频繁,且经常处于满负荷工作状态,构件易于变形,常常因疲劳而损坏。因此,要求工程机械有很高的可靠性。

(3) 经济性

经济性是一个综合性指标。工程机械设计的经济性体现在满足使用性能要求的前提下,力求结构简单、重量轻、零件种类和数量少,以减少原材料的消耗;制造经济性体现在工艺上合理、加工方便和制造成本低;使用经济性则应体现在高效率、能耗少和较低的管理及维护费用等。

(4) 安全性

工程机械在现场作业,易于出现意外危险。为此,对机械的安全保护装置有严格要求。目前常见的翻车保护装置(ROPS)和落物保护装置(FOPS),已在国际标准中有专门的规定。我国工程机械的标准规范也明确规定,不装设规定的安全保护装置不允许出厂和应用。

1.1.3 衡量工程机械化施工水平的指标

基础建设工程的机械化施工就是指组织工程施工时应用现代科学管理手段,充分利用成套机械设备进行施工作业的全过程。评价机械化施工水平是一个很复杂的问题。因为它与施工条件、施工方法,机械性能、容量、可靠性、机械的管理、使用、维护、保养等许多因素有着密切的关系。目前以某项基本建设工程为对象,采用以下四项指标来衡量。

(1) 机械化程度

是指采用机械完成的工作量占总工程量的比率,计算时可以核算为价值。机械化程度只能反映出使用机械代替人力或减轻劳动强度的程度。

(2) 技术装备率

技术装备率一般以每千(或每个)施工人员所占有机械的台数、功率、质量或投资额来计算。技术装备率反映一个施工单位或对某项基本建设工程项目的装备水平。但对机械设备的配套性无法表示。

(3) 设备完好率

这指机械设备完好台数与总台数的比率。设备完好率仅表示机械本身的可靠性、寿命与机械的管理、运用水平。

(4) 设备利用率

是指机械设备实际运用的台班数与全年应出勤的总台班数的比率。设备利用率与施工任务饱满程度、管理水平高低及设备完好率有密切关系。

只有综合上述四项指标,对规模相当的同类工程,在施工条件相近的情况下,劳动生产率的高低,就标志着其机械化施工水平的高低。

1.2 工程机械基本知识

1.2.1 工程机械的类型

我国的工程机械是各使用部门施工和作业所用机械的总称,包括建筑机械、铁路与公路工程机械、矿山机械、水电工程机械、林业机械、港口机械、起重运输机械等。本书更详细地将工程机械划分为以下 18 种类型。

- ① 挖掘机械 包括单斗挖掘机、挖掘装载机、斗轮挖掘机、掘进机械等。
- ② 铲土运输机械 包括推土机、装载机、铲运机、平地机、自卸车等。
- ③ 压实机械 包括压路机、夯实机械等。
- ④ 起重机械 包括塔式起重机、轮式起重机、履带式起重机、卷扬机、缆索起重机、桅杆起重机、施工升降机、桥式起重机、门式起重机、高空作业机械等。
- ⑤ 桩工机械 包括打桩机、压桩机、钻孔机等。
- ⑥ 混凝土机械 包括混凝土搅拌机、搅拌楼、混凝土搅拌运输车、振动器、混凝土泵、混凝土泵车、喷射机、浇筑机、混凝土制品机械等。
- ⑦ 运输车辆与机械 包括工程运输车辆(载重汽车、自卸汽车、牵引车、挂车、翻斗车等)、连续运输机械(带式输送机、斗式提升机等)和装卸机械(叉车、堆垛机、翻车机、装车机、卸车机等)三类。
- ⑧ 路面机械 包括摊铺机、拌和设备、路面养护机械等。
- ⑨ 铁道线路机械 包括道床作业机械、轨排轨枕机械、线路养护机械等。
- ⑩ 凿岩机械与气动工具 包括凿岩机、破碎机、钻机(车)、回转式及冲击式气动工具、气动马达等。
- ⑪ 钢筋和预应力机械 包括钢筋加工机械、预应力机械、钢筋焊机等。
- ⑫ 市政工程与环卫机械 包括市政机械、环卫机械、垃圾处理设备、园林机械等。
- ⑬ 装修机械 包括涂料喷刷机械、地面修整机械、擦窗机等。
- ⑭ 军用工程机械 包括路桥机械、军用工程车辆、挖壕机等。
- ⑮ 电梯与扶梯 包括电梯、扶梯、自动人行道等。
- ⑯ 机械式停车场设备。
- ⑰ 门窗加工机械。
- ⑱ 其他专用工程机械 包括电站专用、水利专用工程机械等。

1.2.2 工程机械产品型号的编制方法

工程机械产品的型号一般由类、组、型、特性代号(其代号不得超过 3 个字母)与主参数代号两部分组成。如需增添变型、更新代号时,其变型、更新代号置于原产品型号的尾部,如图 1-1 所示。

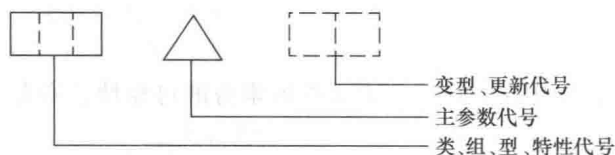


图 1-1 工程机械产品型号的编制方法

产品型号是工程机械产品名称、结构型式与主参数的代号,它供设计、制造、使用和管理等有关部门应用。

产品型号编制要求如下。

- ① 类、组、型代号与特性代号均用大写印刷体汉语拼音字母表示,该字母应是类、组、型与特性名称中有代表性汉语拼音字头。如与同类中其他型号有重复时,也可用其他字母

表示。

② 主参数用阿拉伯数字表示。

③ 当产品结构有重大改革，需重新试制和鉴定时，其变型或更新代号用大写汉语拼音字母 A、B、C……表示，置于原产品型号的尾部，以区别于原型号。

④ 当产品的主参数、动力性能等有重大改变时，则应改变产品的型号。

⑤ 工程机械产品型号编制规定，参见后续章节具体工程机械。

产品型号应用示例：

① WY25 型挖掘机，表示整机质量为 25t 的履带式液压单斗挖掘机；

② QTZ80 型起重机，表示额定起重力矩为 $80\text{t} \cdot \text{m}$ ($800\text{kN} \cdot \text{m}$) 的上回转自升塔式起重重机；

③ GX7 型铲运机，表示铲斗几何容量为 7m^3 的自行轮胎式铲运机；

④ 3Y12/15 型压路机，表示结构质量为 12t，加载后质量为 15t 的三轮压路机；

⑤ JZ150 型搅拌机，表示额定容量为 150L 的电动锥形反转出料混凝土搅拌机；

⑥ DZ20 型打拔桩锤，表示电动机功率为 20kW 的机械振动桩锤；

⑦ GT4/8 型钢筋调直切断机，表示调直切断钢筋的直径范围是 4~8mm 的钢筋调直切断机；

⑧ TPL3000 型摊铺机，表示摊铺宽度为 3000mm 的轮胎式沥青混凝土摊铺机。

1.2.3 工程机械的基本组成

工程机械同一般机械一样，是把某种形式的能（如势能、电能等）转换为机械功，从而完成某些生产任务的装置。如图 1-2 所示的卷扬机，它是建筑工地上最常用的一种提升机械。这种机械把电能经过电动机 1 转换为机械能，即电动机的转子转动输出；经 V 带 2、轴 3、齿轮 4、5 减速后再带动卷筒 6 旋转；卷筒卷绕钢丝绳 7 并通过滑轮组 8、9，使起重机吊钩 10 提升或落下载荷 Q ，把机械能转变为机械功，完成载荷的垂直运输装卸工作。

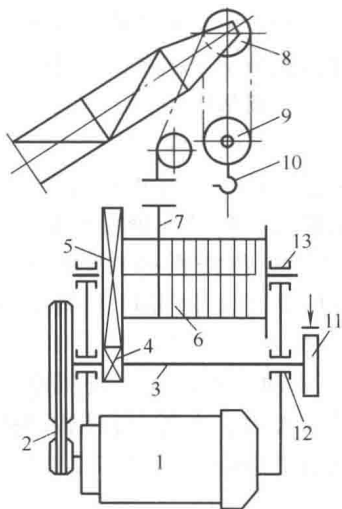


图 1-2 卷扬机

1—电动机；2—V 带；3—轴；4、5—齿轮；
6—卷筒；7—钢丝绳；8—定滑轮；9—动滑轮；
10—起重机吊钩；11—制动器；12、13—轴承

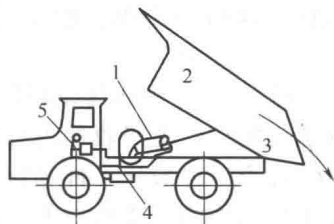


图 1-3 自卸式汽车

1—液压缸；2—车厢；3—铰销；
4—液力泵；5—操纵阀

图 1-3 是一台液压操纵式自卸汽车。它是利用液压油缸 1 推动车厢 2 绕铰销 3 转动, 车厢后倾则物料靠自重卸出。这种液压操纵式自卸汽车, 首先通过发动机带动液压泵, 将燃料的热能转化为液体的压力能; 再经操纵阀 5 的控制, 可使液压缸 1 的活塞杆伸出。此时, 又将液压能转变为机械能并且做功, 完成车厢绕铰销的倾翻, 即物料的卸载工作。

从以上两个例子的分析, 可以明显地看到任何一台完整的工程机械是由动力装置、传动装置和工作装置三部分组成。

(1) 动力装置

为工程机械提供动力的原动机称为动力装置。目前在工程机械上采用的动力装置有电动机、内燃机、空压机、蒸汽机等。常用的为电动机和内燃机。

① 电动机 电动机是将电能转变为机械功的原动机, 它在工程机械中应用极广。具有启动与停机方便、结构简单、体积小、造价低等优点。当电动机所需电力能稳定供应、工程机械工作地点比较固定时, 普遍选用电动机作动力。电动机有直流和交流两大类, 建筑机械上广泛采用交流电动机, 常用的有 Y 系列 (鼠笼式) 和 YZR 系列 (绕线式) 三相异步电动机。

② 内燃机 内燃机是燃料和空气的混合物在气缸内燃烧放出热能, 通过活塞往复运动, 使热能转变为机械功的原动机。它工作效率高、体积小、质量轻、发动较快, 常用于大、中、小型工程机械上作动力装置。内燃机只要有足够的燃油, 就不受其他动力能源的限制。内燃机的这一突出优点使它广泛应用于需要经常作大范围、长距离移动的机械或无电源供应地区。

内燃机分为汽油机、柴油机、天然气机等, 在工程机械上常用柴油机。内燃机作为动力装置在工程机械上使用时, 尚需与变速器或液力变矩器等部件匹配工作, 从而使内燃机本身和工程机械均具有防止过载的能力, 有效地解决内燃机的特性与机械工作装置的要求不相适应的矛盾, 并使内燃机在高效区工作。

③ 空气压缩机 空气压缩机是一种以内燃机或电动机为动力, 将空气压缩成高压气流的二次动力装置。它结构简单可靠、工作速度快、操作管理方便, 常作为中小型工程机械的动力, 如风动磨光机等。

④ 蒸汽机 蒸汽机是发展最早的动力装置, 由于它设备庞大笨重, 工作效率不高, 又需特设锅炉, 现在已很少使用。但因其工作耐久、价格低廉、并具有可逆性, 可在超载下工作, 所以在个别工程机械中还用作动力装置, 如蒸汽打桩机等。

(2) 传动装置

传动装置用来将动力装置的机械能传递给工作装置。它一般有机件传动、液压传动、液力机械传动和电传动四种形式。工程机械中最常用的是机械传动和液压传动。

① 机械传动 机械传动依靠带、链条、齿轮、蜗轮蜗杆等机械零部件来传递动力和运动。机械传动结构简单、加工制造容易、制造成本低, 是工程机械上应用最普遍的传动形式。

② 液压传动 液压传动以液压油为工作介质来传递动力和运动。液压传动能无级调速, 且调速范围宽广, 能吸收冲击与振动。传动平稳、操纵省力、布置方便以及易实现自动化等为其主要优点。但液压元件制造困难、成本高, 目前在挖掘机、装载机、推土机、平地机、汽车起重机等大型工程机械上应用较多。

③ 液力机械传动 在自行式工程机械的传动系统中, 以液力变矩器来取代主离合器, 即构成液力机械传动系统。采用液力机械传动系统, 能使机械对外载荷具有自动适应性, 可无级调速, 能吸收冲击和振动, 提高机械使用寿命, 操纵轻便、生产率高。其缺点是结构复杂、成本高、油耗大。但由于它的优点突出, 目前在装载机、推土机等铲土运输机械上发展

较快。

④ 电传动 电传动可在较宽的范围内实现无级调速,功率可充分利用,具有牵引性好、速度快、维修简单、工作可靠、动力传动平滑、启动和制动平稳等优点。但目前,除了大吨位的翻斗汽车外,电传动在工程机械上采用尚少。

(3) 工作装置

工作装置是工程机械中直接完成作业要求的部件,如卷扬机的卷筒、起重机的吊臂和吊钩、装载机的动臂和铲斗等。对工程机械工作装置的要求是高效、多功能、适合于多种工作条件。例如,挖掘机已发展到可换装数十种工作装置,除正、反铲外,尚可更换起重、推土、装载、钻孔、破碎、松土等作业需要的工作装置。

工作装置是根据各种工程机械具体工作要求而设计的。例如推土机的推土装置是沿着地面来推送土壤,所以它是带刀片的推土板;挖掘机的挖掘装置是由铲斗、斗柄及动臂组成机构,由该机构经驱动力施于铲斗来实现挖掘、装卸土壤;自落式混凝土搅拌机是靠滚筒旋转来搅拌均匀混凝土拌和料;强制式混凝土搅拌机是靠旋转的叶片来搅拌。所以工程机械的工作装置必须满足基本建设施工中各种作业的要求,而且要达到高效、多能,否则随着科学技术的发展会被淘汰。例如中小型机械传动式单斗挖掘机目前已被液压传动式所取代。因为液压式单斗挖掘机的工作性能,不仅具有一般液压传动的优点,而且使挖掘机的挖掘力提高30%左右,整机质量降低40%左右,使用性能和用途均得到改善。

动力、传动和工作装置是工程机械的主要组成部分。此外还有操纵控制装置和机架,前者是操纵、控制机械运转的部分,后者则将以上的各部分连成一体,使之互相保持确定的相对位置,它又是整机的基础。

多数工程机械尤其是流动式工程机械具有一个称为底盘的重要部分,也有资料将动力装置、底盘和工作装置称做工程机械的三个基本组成。

底盘是工程机械车架和机械传动、行走、转向、制动、悬挂等系统的总称。底盘是整机的支承并能使整机以所需的速度和牵引力沿规定的方向行驶。工程机械的底盘根据行走装置分为履带式、轮胎式和汽车式等。底盘中最主要的是传动系统,它是动力装置和工作装置或行走机构之间的动力传动和操纵、控制机构组成的系统。

一般说来,在进行工程机械的设计时。首先是确定工作装置,随后才是动力装置和传动装置的设计。因此作为基本建设工程的机械化施工技术人员应根据施工方法和施工作业的要求,能对工程机械工作装置的设计提出合理的要求或者同机械技术人员一起大胆构思,创造出新颖的工程机械,来满足机械化施工的需要,更好地为施工服务。

工程机械的设计程序的一般按下列步骤进行。

① 编制设计任务书。明确和规定工程机械的用途、主要性能参数范围、工作环境条件及其要求。设计任务书的编制应通过调查研究,建立在收集、整理、分析资料的基础上。当任务书确认、批准后,就拟订出切实可行的计划来实施。

② 技术设计。它是机械的本体设计,通过大量的计算、绘图把机械设计出来。这个阶段的任务是最主要和繁重的,需要一定的时间来完成。

③ 审核设计方案和资料。

④ 样机试制和试验。

⑤ 使用考核和鉴定。

⑥ 定型生产。

1.2.4 工程机械的技术参数

工程机械的技术参数是表征机械性能、工作能力的物理量,简称为机械参数。机械参数

均有量纲。工程机械的技术参数包括如下几类。

- ① 尺寸参数 有工作尺寸、整机外形尺寸和工作装置尺寸等。
- ② 质量参数（习惯称重量参数） 有整机质量、各主要部件（或总成）质量、结构质量、作业质量等。
- ③ 功率参数 有动力装置（如电动机、内燃机）的功率、力（或力矩）和速度；液压和气动装置的压力、流量和功率等。
- ④ 经济指标参数 有作业周期、生产率等。

一台工程机械有许多机械参数，其中重要的称为主要参数（或称基本参数）。主要参数是标志工程机械主要技术性能的内容，一般产品说明书上均需明确注明，以便于用户选用。主要参数中最重要的参数又称为主参数。工程机械的主参数是工程机械产品代号的重要组成部分，它反映出该机构的级别。

为了促进我国工程机械的发展，有关部门对各类工程机械都制定了基本参数系列标准，使用或设计工程机械产品时都应符合标准中的规定。

1.3 工程机械行业与技术

1.3.1 我国工程机械行业的现状与发展趋势

我国工程机械行业的迅速发展是在 1978 年中国实施改革开放政策以后的近 40 年间，现在已形成了市场化运作体系和产品研发、生产制造和销售体系，已成为名副其实的世界工程机械生产大国和主要工程机械市场之一。最重要的是它已在全国形成十大产业集群区。这十个产业集群区是：以徐州为中心的工程机械产业集群区，以长沙为中心的工程机械产业集群区，以厦门为中心的工程机械产业集群区，以柳州为中心的西南工程机械产业集群区、以济宁、临沂为中心的山东工程机械产业集群区，以合肥为中心的安徽工程机械产业集群区，以常州为中心的江苏工程机械产业集群区，以成都为中心的四川工程机械产业集群区，以西安为中心的陕西工程机械产业集群区和以郑州为中心的中原工程机械产业集群区。同时近年来我国工程机械行业加快了国际化进程。

我国工程机械行业存在的主要问题有：

- ① 我国工程机械产品以中低端产品居多的问题。
- ② 我国工程机械行业具有原始创新的技术少、自主知识产权的技术少，获得专利的产品少和具有核心竞争力的产品少，这是行业的一个致命弱项。
- ③ 我国工程机械行业科研经费投入少。
- ④ 忽视科研工作。
- ⑤ 出口不畅是我国工程机械行业的一大软肋。
- ⑥ 发动机、液压系统和传动系统等基础零部件质量一直不过关。

我国工程机械行业的发展趋势包括以下几个方面：

- ① 采用基于 GPS 技术和数字地球技术的先进导航系统，用于工程机械作业的控制和操纵。在驾驶室中安装触摸式计算机，实时显示机器在作业区内的位置、作业区域的实际作业值与设计值的差距及相关信息。驾驶室中可视化显示系统指导驾驶员精确作业，并可精确控制作业坡度，其精度达厘米级。
- ② 广泛采用机载计算机来检测或排除故障。该机载计算机可根据各种传感器的检测信号，结合专家系统知识库对工程机械的运行状态进行评估，预测可能出现的故障，在出现故障前发出报警，指导驾驶有关人员查找和排除故障。

③ 在新型柴油机上安装基于单片机的燃油喷射控制与调节发动机最佳性能的系统,可利用其提高燃料的利用率,确保发动机排放的废气符合环境控制法规要求。该系统还可通过CAN总线与其他设备进行通信,使整台机器构成一个完整的管理系统。

④ 积极采用自动换挡控制系统。该换挡控制系统可根据工程机械行驶速度与负载状态而自动换挡,并使发动机转速与运行工况相匹配,达到节能目的。

⑤ 广泛应用人机工程学。工程机械控制系统最能直接体现人性化设计理念,人性化设计有利于驾驶员与操作界面的协调,达到操作的舒适性。应在工程机械驾驶室中普遍应用触摸屏、文本图形显示器、无线遥控器和多功能操纵手柄。操作面板应布局合理。

⑥ 大力开发工程机械智能系统。在工程机械产品设计中应广泛应用集液压(或液力)、微电子及信息技术于一身的智能系统,它将不断完善计算机辅助驾驶系统、信息管理系统和故障诊断系统的功能。并安装由智能系统控制的自动称量装置。

⑦ 逐步采用机群智能化施工。国外发达国家早在20世纪60~70年代就采用这种机群智能化施工,他们称其为工程机械智能化族系施工,意义是一样的。采用这种施工工艺必然要在行业中催生和开发智能化施工工程机械群(如把用于高速公路施工的沥青搅拌站、沥青运转车和沥青摊铺机等组成一个施工机群)。这种机群智能化施工将促进我国工程机械行业以施工工艺研究为基础,以计算机技术、微电子控制技术、信息技术、无线通信技术和自动控制技术的综合应用为手段,各种施工机群(挖掘机、推土机、铲运机、装载机和翻斗车联合作业的机群)的智能化研究工作的逐步相继展开,使工程机械的作业功能扩大,意义重大。

1.3.2 制约我国工程机械发展的主要关键技术

产品技术水平与核心技术是制约竞争力提高的关键因素,主要表现在工程机械产品使用可靠性、整机寿命、外观质量及信息化技术水平,这些差距集中反映在基础部件技术水平方面。因此,振兴工程机械行业发展,就应该把立足点放在提升基础部件技术水平方面来,加大技术创新力度,并辅以政策性支持,把过去对主机产品发展的政策性支持转移到发展基础零部件上。主要关键技术有以下八项。

(1) 动力换挡变速箱设计制造技术

动力换挡变速箱是工程机械动力传递的核心部件,虽然品种规格较多,其功能都是一样的,设计研发制造中的关键技术都有共性。现在国产动力换挡变速箱与国际先进水平比较,故障多、噪声高、寿命短及漏油情况时有发生。为了提高主要产品技术水平,动力换挡变速箱设计制造技术急待攻关提高。动力换挡变速箱设计制造技术包括研发手段、电液控制技术、工艺制造技术、试验技术、材料处理技术,是一个系统化的综合集成技术。

(2) 湿式制动驱动桥设计制造技术

湿式制动驱动桥是工程机械产品的行走部件,它具有免维护、传动效率高、寿命长,大大降低主机的使用维护费用。关键技术在于研发设计软件、测试手段、桥壳的材质与铸造技术、鼓形锥齿轮的位移技术、湿式摩擦片的材料与制造技术。目前国内只有柳工机械股份有限公司与德国“ZF”公司的合资企业生产,但价格高,下游企业难以接受,需要进行国产化技术研发。

(3) 柱塞型液压马达、液压泵设计制造技术

柱塞型液压马达、液压泵部件是工程机械产品作业系统的关键传动部件。该产品国内制造技术一直不过关,现在大部分主机配套进行国际采购。但是随着国际竞争的加剧,中国产品出口量加大,日本和德国供应商已采取限制措施,即控制供应量、提高价格、拖延供货期,已经严重制约了我国挖掘机、混凝土搅拌运输车、混凝土泵车、拖式混凝土泵、水平定