

普通高等教育机械类特色专业规划教材

铲土运输机械设计

连晋毅 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育机械类特色专业规划教材

铲土运输机械设计

主 编 连晋毅
参 编 张福生 李 捷 晋民杰
 余 龙 周绍利
主 审 林慕义



机械工业出版社

本书全面而系统地阐述了铲土运输机械设计方面的两大部分内容，一是工程车辆的行驶理论、牵引匹配技术以及稳定性计算等；二是铲土运输机械的几个主要机种，如推土机、装载机等的总体设计、零部件选型以及工作装置的结构、工作原理和设计方法。

本书既可以作为高等院校工程机械类专业方向本科生以及研究生的教材，也可作为工程机械相关行业中从事研发、设计、制造、管理、维修、营销和使用的工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

铲土运输机械设计/连晋毅主编. —北京: 机械工业出版社, 2012. 8
普通高等教育机械类特色专业规划教材
ISBN 978-7-111-39378-8

I. ①铲… II. ①连… III. ①铲土运输机械 - 机械设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①TU623. 802

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 183832 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: 刘小慧 责任编辑: 刘小慧 张丹丹 余 焯
版式设计: 霍永明 责任校对: 张 媛
封面设计: 张 静 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)
2012 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
184mm × 260mm · 20.25 印张 · 499 千字
标准书号: ISBN 978-7-111-39378-8
定价: 39.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

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

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

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

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机械类特色专业规划教材

编写委员会

顾问:

任露泉 中国科学院院士 吉林大学 教授/博士生导师
石来德 中国工程机械学会理事长 同济大学 教授/博士生导师
陆大明 中国物流工程学会理事长 北京起重输送机械设计研究院
院长

主任:

徐格宁 中国物流工程学会副理事长, 中国工程机械学会常务理事,
太原科技大学副校长, 教授/博士生导师

委员:

周奇才, 朱西产, 罗永峰, 邓洪洲, 同济大学 教授
宋甲宗, 苗明, 王欣, 杨睿, 冯刚, 大连理工大学 教授
王国强, 吉林大学 教授
毛海军, 林晓通, 东南大学 教授
冯忠绪, 长安大学 教授
胡吉全, 武汉理工大学 教授
李自光, 长沙理工大学 教授
王国华, 北京科技大学 教授
宋伟刚, 东北大学 教授
米彩盈, 张仲鹏, 西南交通大学 教授
陶元芳, 孟文俊, 韩刚, 文豪, 张亮有, 秦义校, 太原科技大学
教授
于 岩, 山东科技大学 教授
王 彪, 中北大学 教授
赵春晖, 刘武胜, 北京起重输送机械设计研究院
章二平, 柳州工程机械集团公司
顾翠云, 太原重型机械集团公司
聂春华, 江西华伍制动器股份有限公司
田东风, 大连博瑞重工股份有限公司

序

一、编写背景和依据

随着国民经济的高速发展,面向 21 世纪社会发展的需求,面对激烈的市场竞争,高等教育应适时转变观念和理念,不断进行教学改革和创新,以期更好地适应我国高等教育跨越式的发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转型中社会对高校应用型人才培养的差异化要求,探索和建立适应我国高等教育应用型人才培养体系和高等工程教育体系。“高等工科教育回归工程”,“应用型本科教育”,“强化能力导向原则”等基于社会需求及人才培养和教学改革的教育理念,是《高等教育法》提出的“高等教育教学改革务必根据不同类型、不同层次高等学校自身实际”要求、《高等学校本科教学质量与教学改革工程项目管理暂行办法》(简称“质量工程”)所坚持的“分类指导、注重特色”原则的创新成果和实践载体。

高等教育可分为教学型、教学研究型、研究型,要求高校按照“质量工程”对人才培养目标进行合理定位,对教学过程进行科学创新,发挥自身优势,形成各自特色,从而满足社会多样化的人才需求。人才培养目标的差异化,要求教学内容、教材建设具有针对性。《高等教育法》第 34 条明确规定:“高等学校根据教学需要,自主制定教学计划、选编教材、组织实施教学活动。”教育部在 2007 年提出本科教育、教学“质量工程”,鼓励和支持高等学校在教学理念等方面进行创新,形成有利于多样化人才成长的培养体系,满足国家对社会紧缺的创新型和应用型人才的需要。

“百年大计,教育为本;教育大计,教师为本;教师大计,教学为本;教学大计,教材为本;教材大计,适用为本。”

针对人才培养目标的差异化和教学内容、教材建设的同质化的欠协调和不适应,国内具有机械行业特色专业的相关高校与机械工业出版社共同协商,专题研讨,成立机械类特色专业规划教材编写委员会,以“打造特色精品教材,促进专业教育发展”的理念规划出版的“普通高等教育机械类特色专业规划教材”,是对“质量工程”中所要求的“重点规划、建设多种基础课程和专业课程教材,促进高等学校教学内容更新、教材建设工作”的落实。

在教材选题设计思路贯彻教育部关于培养适应地方、区域和社会发展需要的“本科应用型高级专门人才”的指示精神,突出了教材建设与办学定位、教学目标的协调性与适应性。教材立足的培养目标是加强工程意识的培养,加强理论与实践的结合,加强实践教学和工程训练,面向培养生产第一线从事设计、制造、运行、研究和管理实际工作、解决具体问题、保障工作有效运行的高等应用型人才。

在教材编写中既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律,又针对应用型本科人才培养目标及与之相适应的教学特点,精心设计写作体例,科学安排知识内容,注重解决现行教材存在的问题:如教材缺乏连续性修订,库存早已用完殆尽;现行国家标准已经与国际接轨,现行教材中相关内容陈旧过时;企业和研究院所本专业工程技术人员对特色专业教材的日益需求。



充分体现“基本理论够用、专业理论雄厚，注重实践环节，培养工程能力”的内涵和尺度的把握。

二、机械类特色专业（方向）

面向机械工业和重型机械行业的机械类本科特色专业（方向）包括但不限于起重输送机械、工程机械、矿山机械、港口装卸机械、物流工程（装备与技术）、特种设备安全工程。

研究生特色优势学科包括但不限于机械设计及其理论、车辆工程、机械制造及其自动化、机械电子工程。

工程硕士领域包括但不限于机械工程、车辆工程。

三、机械类特色专业教材规划

由于起重输送机械和工程机械方面的教材专业性强，用量少，出版难，距前一版出版时间大多数已超过十年，涉及相关标准和技术已经更新，旧版教材已经全部用完，许多企业与研究院所作为继续教育 and 新进大学生的技术培训或设计参考，现急需出版新教材和修订版。根据市场调研和急需程度，机械类特色专业规划教材编写委员会提出第一批特色专业教材出版规划如下：

普通高等教育机械类特色专业规划教材

序号	教材名称	适用专业（方向）	字数/万	出版情况
1	机械装备金属结构设计 第2版	起重输送机械，工程机械，矿山机械，机械CAD，物流工程，特种设备安全工程	71.4	已出版
2	叉车构造与设计	起重输送机械，机械CAD，物流工程	31.7	已出版
3	连续输送机械	起重输送机械，机械CAD，矿山机械，港口装卸机械	45	
4	起重机械	起重输送机械，机械CAD，港口装卸机械	60	出版中
5	土方运输机械	工程机械，矿山机械	40	
6	矿井提升机械	起重输送机械，矿山机械	34.2	已出版
7	液压挖掘机	工程机械，矿山机械	60.7	已出版
8	工程机械设计基础	工程机械，起重机械，矿山机械，机械CAD	41.5	已出版
9	现代施工工程机械	工程机械，土木建筑，交通运输，水利水电，采矿工程，农业工程	49	已出版
10	特种设备安全技术	起重机械，工程机械，特种设备安全工程	30	
11	铲土运输机械设计	工程机械，起重输送机械	50	
12	机械装备金属结构课程设计	起重输送机械，工程机械，矿山机械，机械CAD，物流工程，特种设备安全工程，港口装卸机械	30	
13	起重机械课程设计	起重机械，工程机械，矿山机械，港口装卸机械	30	
14	输送搬运机械课程设计	起重输送机械，机械CAD，物流工程，特种设备安全工程	30	
15	机械CAD课程设计	起重输送机械，机械CAD，物流工程，特种设备安全工程	30	

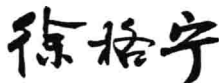
(续)

序号	教材名称	适用专业(方向)	字数/万	出版情况
16	机械装备金属结构习题集	起重输送机械, 工程机械, 矿山机械, 机械CAD, 物流工程, 特种设备安全工程	10	
17	起重机械习题集	起重机械, 矿山机械, 物流工程, 港口装卸机械	15	
18	机械工程软件技术基础	机械设计制造及其自动化专业各方向	30	
19	机械CAD应用技术	机械设计制造及其自动化专业各方向	30	
20	散体力学及工程应用	输送机械, 工程机械, 物流工程, 矿山机械, 港口装卸机械	40	
21	机械类特色专业实验教学指导书	起重输送机械, 工程机械, 矿山机械, 机械CAD, 物流工程, 特种设备安全工程	20	

希望本特色专业规划教材的出版, 能够满足各相关学校特色专业的教学以及相关行业工程技术人员需要。对教材编写过程中, 各相关学校、行业的专家学者的鼎力支持和热忱帮助表示衷心的感谢。

由于编者的水平所限, 本特色专业规划教材将会存在某些不足和缺陷, 真诚欢迎领域专家学者和广大读者批评指正。

普通高等教育机械类特色专业规划教材编写委员会



前 言

铲土运输机械作为工程机械最重要的一个大类，近年来无论是在品种、数量方面，还是在设计、制造技术方面，都取得了长足的发展与进步，尤其是我国的铲土运输机械行业，目前已经成为世界上最主要的生产基地与应用市场。但与行业发展不相适应的是，系统介绍铲土运输机械设计知识的教材与教学参考书却相对比较陈旧、落后与匮乏。本书正是基于铲土运输机械快速发展的这样一个大行业、大背景，在吸收和秉承前人知识与经验的基础之上，对铲土运输机械的相关设计理论与设计方法，铲土运输机械总体设计和各主要机种及其工作装置的结构、工作原理和设计方法作了全面系统的阐述，并对近年来出现的一些新技术与新方法作了补充。

全书共分九章。第一章为绪论，主要介绍铲土运输机械的类型、组成、参数、性能和发展等；第二章介绍土力学基础理论；第三章介绍轮式行走机构与履带行走机构两类工程车辆的行驶理论；第四章针对机械传动系统、液力机械传动系统和静液压传动系统，重点介绍了不同系统的牵引性能匹配技术、牵引特性的计算与分析以及动力特性；第五章针对轮式行走机构与履带行走机构，介绍两类工程车辆的作业稳定性与坡道运行稳定性；第六章介绍推土机的总体设计、受力分析、工作装置设计和液压系统等；第七章介绍装载机的总体设计、受力分析、工作装置设计与分析以及液压系统等；第八章介绍平地机的总体设计、工作装置设计和液压系统；第九章介绍铲运机的总体设计、工作装置设计和液压系统。

本书既可作为高等院校工程机械类专业方向本科生以及研究生的教材与教学参考书，也可作为工程机械设计、制造、管理、维修等相关领域工程技术人员、营销管理人员等的参考书。

本书由太原科技大学连晋毅主编，由北京信息科技大学林慕义主审。参加本书编写的有：太原科技大学连晋毅（第一章和第四章），太原科技大学李捷（第二章和第三章），河北宣化工程机械股份有限公司周绍利（第五章），太原科技大学晋民杰（第六章），华侨大学余龙（第七章），太原科技大学张福生（第八章和第九章）。本书每章后面附有一定量的习题供读者自测。

本书在编写过程中得到了机械工业出版社的积极支持和通力合作，在此表示由衷的感谢。本书参考了许多相关工程领域的专业文献，在此一并对老一辈科技工作者、各界专业人士和相关文献作者致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

序	
前言	
第一章 绪论	1
第一节 铲土运输机械的类型和组成	2
第二节 铲土运输机械的技术参数与 使用性能	3
第三节 铲土运输机械的设计步骤	4
第四节 铲土运输机械的发展	6
习题	7
第二章 土的切削理论	9
第一节 概述	10
第二节 土的特性	10
第三节 土的切削理论	16
习题	26
第三章 工程车辆的行驶理论	27
第一节 轮式行走机构的运动学与动 力学	28
第二节 轮式车辆的滚动阻力及附着 性能	30
第三节 双桥驱动车辆的运动学和动 力学	32
第四节 履带式车辆的行驶理论	34
习题	40
第四章 牵引性能匹配技术	41
第一节 基本概念与术语	42
第二节 牵引平衡和功率平衡	45
第三节 机械传动系统的牵引性能匹配	52
第四节 液力机械传动系统的牵引性能 匹配	62
第五节 静液压传动系统的牵引性能 匹配	71
第六节 牵引特性的计算与分析	77
第七节 动力特性	93
习题	95
第五章 工程车辆的稳定性	97
第一节 工程车辆的重心位置	98
第二节 推土机的作业稳定性	101
第三节 推土机的坡道运行稳定性	103
第四节 装载机的稳定性评价指标	104
第五节 装载机的坡道运行稳定性	106
第六节 装载机的转向稳定性	109
习题	112
第六章 推土机设计	113
第一节 推土机概况	114
第二节 推土机的总成选型与总体 参数	122
第三节 推土机的作业阻力	135
第四节 推土机的受力分析	138
第五节 推土机工作装置的结构与 参数设计	145
第六节 推土机工作装置的强度分析 与计算	149
第七节 推土机的液压系统	163
习题	167
第七章 装载机设计	169
第一节 装载机概况	170
第二节 装载机的总成选型与总体 参数	180
第三节 装载机的总体布置	191
第四节 装载机的总体受力与作业阻力	196
第五节 装载机工作装置的结构选型与 性能分析	202
第六节 装载机工作装置的结构设计	206
第七节 装载机工作装置的运动学与动	

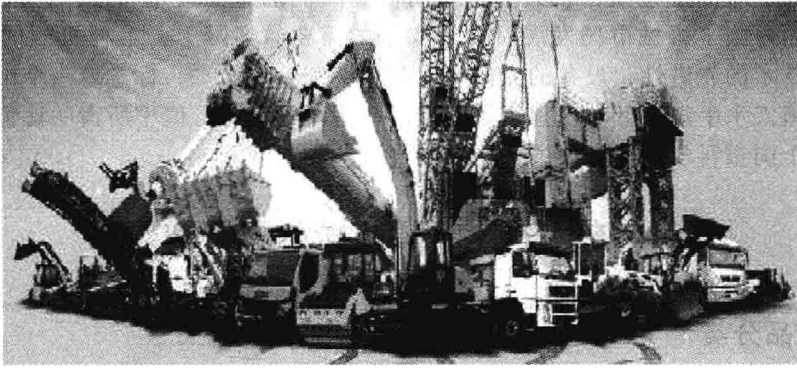


力学分析	214	第四节 平地机的液压系统	264
第八节 装载机工作装置的优化设计	219	习题	267
第九节 装载机工作装置的限位机构	222	第九章 铲运机设计	269
第十节 装载机工作装置的强度计算	223	第一节 铲运机概况	270
第十一节 装载机工作装置的液压缸 作用力	230	第二节 铲运机的总体设计	277
第十二节 装载机液压系统的分析与 设计	231	第三节 铲运机的工作装置设计	294
习题	241	第四节 铲运机的液压系统	305
第八章 平地机设计	243	第五节 链板装载式铲运机的基本 参数	307
第一节 平地机概况	244	习题	310
第二节 平地机的总体设计	247	参考文献	311
第三节 平地机的工作装置设计	259		



第一章

绪 论





铲土运输机械是指利用刀形或斗形切削装置在行走中铲掘、切削土石方，并能把所铲削的土石方运送到一定距离自行卸掉的机械。铲土运输机械包括推土机、装载机、铲运机和运土机等机种，也包括专门用于越野运输的自卸运输车辆。铲土运输机械是工程机械中用途最广泛的一个大类，而工程机械是用于各类基本建设工程施工作业的机械和设备的通称。

铲土运输机械可以用来铲装、运输、平整和堆挖土石方及各种散装物料。这些机械在国内外被广泛地应用于民用建筑、水电建设、道路建筑、机场修建、矿山开采、码头建设、农田改良及国防建设等。在作业条件恶劣、人烟稀少、物力不足的高原、沙漠、沼泽地带和高寒地区，采用这些机械有利于减少劳力，提高生产率，加快建设速度。

我国铲土运输机械近年来得到了快速的发展，主要得益于以下两个方面：一是国家经济发展和基础建设的需要。改革开放以来，我国在新建高速公路、提升铁路运输能力、修建城市中高档建筑和大型桥梁、开凿涵洞和隧道、开采大型矿山，以及电力水利工程建设等方面上马了大量大型工程项目，如南水北调、西电东输、三峡工程和高铁建设等世界级的特大工程。这些世界一流的工程项目，必然要采用世界一流的施工技术，使用世界一流的工程机械。二是国内外施工机械市场发展、技术竞争的需要。实际上，工程机械的拥有量和装备率，机械化技术的先进性，设备的完好率、利用率和管理水平，标志着一个国家或一家施工公司机械化施工水平的高低。工程机械的产值在国民生产总值中所占的比值，在一定程度上反映了一个国家科学技术发展的水平和经济发达的程度。

第一节 铲土运输机械的类型和组成

一、产品分类

工程机械包含的范围很广，涉及的行业很多，共分为 18 大类，有挖掘机械，铲土运输机械，工程起重机械，工业车辆，压实机械，路面机械，桩工机械，混凝土机械，钢筋与预应力机械，装修机械，凿岩机械，气动工具，铁道线路机械，市政工程与环卫机械，军用工程机械，电梯与扶梯，工程机械专用零部件和其他专用工程机械。

工程机械的第二大类即是铲土运输机械，而铲土运输机械的细分产品见表 1-1。

表 1-1 铲土运输机械的分类

铲 土 运 输 机 械	推土机	机械履带推土机
		液压履带推土机
		液压轮式推土机
	装载机	机械履带装载机
		液压履带装载机
		液压轮式装载机
		隧道型轮式装载机
	铲运机	自行轮式铲运机
		自动履带式铲运机
		链板轮式铲运机
		双发动机轮式铲运机
		拖式机械铲运机
	拖式液压铲运机	

(续)

铲 土 运 输 机 械	平地机	自行机械平地机
		自行液压平地机
		拖式平地机
	翻斗车	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
		铰接式液压翻斗车
	清除机	除根机
		除荆机

二、型号编制

我国铲土运输机械的型号编制方法如图 1-1 所示,其由三部分组成:首部一般使用 1~3 个字母来表示产品的类、组、型和特性代号;中部一般使用一组数字来表示主参数代号;尾部可使用 1~2 个字母或数字来表示产品的变型、特殊用途或更新代号。

如 ZL50 II 的含义是: ZL 放在首部, Z 表示装载机; L 表示轮式; 50 放在中部, 表示装载机的主参数(即额定载重力)为 50kN; II 放在尾部, 表示该机型为第二次改进型产品。



图 1-1 铲土运输机械的型号编制

三、基本组成

铲土运输机械的基本组成包括动力、底盘和工作装置三大部分。动力装置有柴油机、汽油机、电动机和空压机等,其中,柴油机是现代铲土运输机械的主要动力装置;底盘包括车架、传动系、行驶系和制动系等;工作装置是铲土运输机械直接对外做功的部分,如推土机的推土铲刀等。

第二节 铲土运输机械的技术参数与使用性能

一、技术参数

铲土运输机械的技术参数包括尺寸参数、质量参数、功率参数和经济参数。

尺寸参数包括工作尺寸、整机外形尺寸和工作装置尺寸;质量参数包括整机质量、各部件或各总成质量、结构质量和作业质量等;功率参数包括动力装置的功率、力(或力矩)和速度,液压或气动装置的压力、流量和功率等;经济参数包括作业周期和生产率等。

二、使用性能

铲土运输机械的整机使用性能包括牵引性、动力性、机动性、作业安全性和经济性等。

1. 牵引性

铲土运输机械的牵引性，是反映在各种作业速度下能够发出的最大牵引力的性能。牵引性直接影响着这些机械的作业能力与作业效率。牵引性能的好坏，是用牵引功率和牵引效率来评价的，它表明了铲土运输机械工作时发动机功率利用的有效程度，是重要的一个使用性能指标。

2. 动力性

动力性是反映铲土运输机械以不同挡位行驶时，所具有的加速性能，以及所能达到的最大行驶速度和爬坡能力。动力性的指标用动力因素来评价。动力性直接影响着铲土运输机械的生产率。

3. 机动性

机动性是反映铲土运输机械直线行驶的稳定性和狭窄场地转向和通过的能力。机动性与操纵有很大的关系，机动性用最小转向半径来评价。机动性影响铲土运输机械的适用程度。

4. 作业安全性

(1) 稳定性 稳定性是表明铲土运输机械作业或在坡道上行驶时抵抗纵向和横向倾翻和滑移的性能。铲土运输机械的稳定性用稳定度来评价。

(2) 制动性 制动性反映铲土运输机械在各种行驶速度下停车的能力。制动性主要用制动距离来评价。

5. 经济性

经济性是表示铲土运输机械在作业过程中燃料消耗是否经济合理的性能。经济性通常用两个指标来评价：一个是发动机额定比油耗，即每千瓦时所消耗燃料的千克数，这个指标可以用来比较相同机种不同型号机器经济性的好坏；另一个是发动机额定（小时）油耗，即发动机每小时所消耗燃料的千克数，这个指标可以用来核算作业成本，由于它包含着使用中各种因素的影响，因此不能作为评价不同型号机器经济性能好坏的指标。

上述整机的各种使用性能，是由总体设计和各总成部件的设计共同来保证的，它涉及正确地选用发动机功率，合理地选择总体参数、传动、转向、制动、行走各系统及工作装置的结构形式，各总成的合理匹配和布置。

第三节 铲土运输机械的设计步骤

铲土运输机械在批量生产以前，要经过图样设计、样机试制和试验鉴定三个阶段。

一、图样设计

1. 研究设计任务，制定设计原则

铲土运输机械的设计应根据工程建设和市场的需要，提出新型产品的设计任务，或根据现有机械的使用情况，提出改进设计。

设计部门根据设计任务书对作业场地和加工制造条件等进行深入细致的研究，征求使用部门的意见，在广泛深入调查的基础上确定机械的设计原则，即当各种使用性能发生矛盾时，应服从哪一种使用性能等。这样制定的设计原则是以后设计中确定各总成部件的结构和布置方案时的准则。

设计任务书是选型的书面总结，是技术设计的指导性文件，其内容应包括：机械的类型、主要参数、各总成结构形式，方案选择的依据和简要说明等。

2. 草图设计

在技术任务书确定之后，根据初步确定的轴距、轮距及各总成的结构形式进行草图设计。草图设计要绘制传动系统图和液压系统图，根据确定的参数，参考同类型机械画出总体布置和各总成部件的草图，通过具体的布置，初步确定各总成的相互位置及固定方法。

在草图设计的基础上，利用初步估算的各部件重量，计算重心位置，验算桥荷分配及压力中心，初步确定轮胎及履带尺寸；根据自重、桥荷分配或压力中心及保证机械行驶和稳定性方面的要求，最后确定轴距、轮距（或轨距）和履带接地长度及宽度等。然后进行牵引动力特性曲线的绘制，分析所设计机械的牵引性能、动力性能及经济性，并进行稳定性计算。

为了达到理想的效果，草图设计常常是多种方案同时进行，对这些方案进行全面的分析与比较，最后择优选取作为技术设计的依据。

3. 技术设计

技术设计包括整机总图和各总成部件图的设计，是草图设计的具体化。

整机总图要根据总体布置草图来绘制，在此图上确定与整机尺寸有关的各总成的主要尺寸，并提出对各总成尺寸、重量方面的具体要求。根据总体布置的要求和已确定的部件形式，结合该部件的受力情况、使用特点及相关部件的尺寸等进行总成部件的总图设计，确定主要零件的结构尺寸。

各总成部件图设计完后，把它们据实画在总图上，进行仔细的校对和审查，解决部件与部件及部件与整机之间的矛盾，并对相对运动的零部件的运动轨迹进行校核，防止干涉。

在此过程中应对牵引、制动、稳定等性能进行详细的分析与计算，并对主要零件进行强度计算，分析和计算其动力特性，以确定所设计机械的动力特性指标。

4. 工作图设计

工作图设计包括绘制全套的图样，并编制全部技术文件。绘制工作图应使其在满足产品使用性能及质量要求的前提下，尽量简化零件的形状，降低技术要求，减少材料消耗，以降低制造成本。

在设计时要贯彻标准化、通用化和系列化，这样不仅使加工制造简化，便于组织批量生产，降低成本，而且给使用和维修、配套带来方便。

二、样机试制

样机试制的目的是通过生产实践来验证和考察设计图样的正确性。其主要工作包括：划分加工件、协作件和外购件；编制试制工艺文件；设计和制造试制所必需的工艺装备；进行零件加工和部件装配及总装。

三、试验鉴定

样机试制出来后，要进行技术检查。全面检查零件的加工和部件的装配是否符合设计要求，检查合格后要按照国家规定进行长时间的工业性试验，以考察机器设计是否正确，结构性能是否合理。在试验期间要做详细的记录，发现问题及时修正。样机进行严格的试验后进行技术鉴定，以检查各机件性能有无改变，是否达到设计要求以及磨损情况等。如果样机获

得有关部门或专家的鉴定认可，则可交付生产。

第四节 铲土运输机械的发展

6

一、发展概况

铲土运输机械是因工程建设的需要而发展起来的，最早使用蒸汽机作为动力，用钢丝绳或其他机械零件作为工作装置的传动元件。目前动力方面已普遍采用汽油机或柴油机，钢丝绳也被液压系统代替，铲土运输机械的构造和操纵方法已日趋完善和现代化。

目前铲土运输机械大多采用柴油机为动力，并且为了适应各种需要，对柴油机的降噪减排和减振进行了大量且深入的研究。如在高寒地区的低温启动和防冻措施、在热带地区的散热、在沙漠地带的防尘以及在高山地区功率的提高等，对这些课题的研究都取得了大量的成果。如在底盘技术方面，也已成功研究出了能在沼泽地带和 underwater 作业的履带底盘，具有防滑措施和效率更高的差速装置、制动装置，防冻橡胶以及防止钢材低温脆性断裂的技术等。这些技术成果进一步扩大了铲土运输机械的使用范围。

我国铲土运输机械的发展同整个工程机械的发展一样，经历了三个阶段：第一阶段是创业时期，时间是 1949 ~ 1960 年；第二阶段是行业形成时期，时间是 1961 ~ 1978 年；第三阶段是全面发展时期，时间是从 1979 年到现在。目前，在全国机械工业行业中，工程机械已发展成仅次于汽车、电工电气、石化通用及机床行业的大行业，而在工程机械中得到优先发展的行业即是铲土运输机械。

铲土运输机械行业的迅猛发展主要得益于对国外品牌的引进消化和与世界名企的合资合作。其中主要的一些大事件有：

1963 年，从天津举办的国际工程机械展览会上购买了日本东洋搬运株式会社 125A 和 SD-20 型两台轮式装载机，是我国首次引进国外工程机械产品。

1970 年，菲律宾转卖给中国一台美国 Euclid 公司的 72-51 型轮式装载机，天工所与柳工合作，通过消化，试验、测绘、研制、生产成 Z450 型轮式装载机，以后定型为 ZL50 型轮式装载机。

1979 年，山东推土机总厂、黄河工程机械厂、上海彭浦机器厂有限公司三家企业引进日本小松制作所 D85A-18/164kW（220 马力）、D80A-18/164kW（220 马力）和 D155A/239kW（320 马力）三种规格的履带推土机，同时引进 175 ~ 216mm 四种规格的履带总成和液力变矩器设计制造技术。

1980 年，形成 ZL 系列装载机。

1984 年，成都工程机械总厂引进美国 CAT 公司液力变矩器、动力换挡变速器。

1985 年，首台 T220 型推土机出口。

1986 年，由国家计划委员会（现名：国家发展和改革委员会）列项引进美国 CAT 公司的 D6D 型、D7G 型履带推土机和 936E 型、966E 型、980C 型、988B 型轮式装载机共六个机型及柴油机设计制造技术，参与引进企业达 12 家。

1995 年，常林股份有限公司与日本小松公司合作成立装载机行业里第一家合资企业。

2008 年，我国轮式装载机销量 16 万台，超过美国、日本，成为全世界装载机生产、使

用大国。

2010年,我国装载机全年销量超过21万台,其中出口15510台;同年,中国工程机械行业销售额突破4000亿元,至此,中国已超越北美、日本和西欧,成为全球最大的工程机械销售市场。

据英国KHL集团于2011年4月份出版的《国际工程机械》杂志公布的2010年全球装备50强企业名单显示,位居全球工程机械榜首的依然是美国的卡特彼勒和日本的小松,而令人欣慰的是有多家中国企业上榜,如三一集团、中联重科、徐工集团、柳工机械、山推股份、龙工和厦工等。

二、发展趋势

1. 向两极发展

为了满足巨大工程的需要,铲土运输机械正在向大型化发展,单位重量的功率越来越高,以提高作业效率,加快工程进度及降低生产成本;同时,为了适应城市建设和环境维护等工程的要求,常需设计小巧、灵活、机动的机种,因此铲土运输机械也向小型化发展。

2. 广泛采用新技术,提高自动化程度

在铲土运输机械上应用电子和激光技术、计算机和通信技术,可实现自动控制、智能操纵,大大提高作业的可靠性和生产率。机电液一体化技术、电液集成技术、卫星导航技术和机器人技术今后将在铲土运输机械上获得广泛的应用,特别是在某些危险、有毒和高温场地作业的机械。在生产组织方面,将实现机群作业智能化。

3. 提高可靠性和耐用性

铲土运输机械作业条件比较恶劣,负荷性质特殊,超载和冲击等情况时常出现,因此,铲土运输机械的零部件除在室内反复进行疲劳试验和冲击试验外,还必须做各种气候条件下较长时间的现场试验,以确保产品的可靠性和耐用性。

4. 改善操纵性,提高舒适性

改善操纵性,增加驾驶员的舒适性和减轻劳动强度,是铲土运输机械发展的重要方面,也是提高机械生产率的一个有力措施。例如,借助于液压、电气和压缩空气等增力装置使操纵省力;驾驶室可设置供暖降温设备,座椅的高低前后均可调整,以增加驾驶员的舒适性。

总之,铲土运输机械是向大功率、高速度、高效率、低公害、自动化程度高、能量消耗少、使用周期长、安全舒适等方向发展的。

习 题

- 1-1 工程机械有哪几大类型?
- 1-2 铲土运输机械的使用性能有哪些?
- 1-3 简述铲土运输机械的设计步骤和机型代号的意义。
- 1-4 简述铲土运输机械的行业发展动态。