



高等学校试用教材

公路工程机械化 施工与管理

郭小宏 曹源文 阎佐廷 主 编
焦生杰 主 审



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书系统地介绍了公路工程施工中机械化施工技术、机械化施工组织与机械化施工管理。重点论述了路基路面机械化施工基本作业方法、施工作业方法;公路工程施工组织设计、施工组织方法、施工项目管理;路基路面工程施工方案形成、施工机群配置与调度等。针对我国目前公路施工企业施工机械管理情况,介绍了适用于公路施工部门机械管理的一整套方法。对公路工程机械化施工的最新技术成果,如混合料搅拌站的设置、改性沥青混合料路面施工、机群施工配置与静态、动态智能调度等,也作了选择性的介绍。

本书可作为机械设计制造及其自动化、土木工程、工程管理、道路与铁路工程、管理科学与工程等专业本专科、研究生的教学参考书,也可供从事公路、铁路、市政、水电工程施工的技术人员及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程机械化施工与管理/郭小宏,曹源文,阎佐廷主编.
北京:人民交通出版社,2005.6
ISBN 7-114-05575-7

I.公... II.①郭...②曹...③阎... III.道路工程—机械
化施工—施工管理 IV.U415

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第050976号

高等学校试用教材

书 名:公路工程机械化施工与管理

著 作 者:郭小宏 曹源文 阎佐廷

责任编辑:赵 蓬

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285656, 85285838, 85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京交通印务实业公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:22.75

字 数:576千

版 次:2005年8月 第1版

印 次:2005年8月 第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-05575-7

印 数:0001~5000册

定 价:40.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

面向 21 世纪交通版

高等学校教材编写委员会

机械设计及其自动化专业(工程机械方向)

主任委员:冯忠绪(长安大学)

委 员 (以姓氏笔划为序):

马桂秋(辽宁省交通高等专科学校)

卢和铭(长沙交通学院)

刘晓婷(长安大学)

朱茂桃(江苏大学)

闫佐廷(辽宁省交通高等专科学校)

李自光(长沙交通学院)

张春阳(南京交通职业技术学院)

张小龙(西安建筑科技大学)

张海英(内蒙古大学职业技术学院)

张福生(太原重型机械学院)

谷立臣(西安建筑科技大学)

单绍福(山东交通学院)

陈 勇(山东交通学院)

杨晓卫(江苏大学)

杨 平(福建省交通职业技术学院)

郭小宏(重庆交通学院)

徐格宁(太原重型机械学院)

曹源文(重庆交通学院)

崔崇学(内蒙古大学职业技术学院)

焦生杰(长安大学)

秘 书:焦生杰(长安大学)

赵 蓬(人民交通出版社)

前 言

本书是根据面向 21 世纪交通版(机械设计制造及其自动化专业工程机械方向)教材编写委员会西安会议的要求而编写的。

全书内容分三大部分:第一部分为机械化施工技术(第二章至第六章),主要介绍路基路面机械化施工基本作业方法、施工作业方法;第二部分为机械化施工组织(第七章至第九章),主要介绍机械化施工组织设计、施工组织方法、施工项目管理;第三部分为机械化施工管理(第十章至十六章),主要介绍路基路面机械化施工方案形成、施工机群配置与调度和施工机械管理。

为使广大读者对目前机械化施工的最新技术有所了解,本教材还对如混合料搅拌站的基本组成、改性沥青混合料路面施工、机群施工配置与静态智能调度等技术成果,有选择性地作了介绍。

本书可作为机械设计制造及其自动化(工程机械专业方向)、机械化施工与管理、高速公路机械化养护与管理、土木工程、工程管理、道路与铁路工程、管理科学与工程等专业本专科、研究生的教学参考书,也可供从事公路、铁路、市政、水电施工的技术人员及管理人员参考。

本书由重庆交通学院郭小宏、曹源文、李红镝,辽宁省交通高等专科学校阎佐廷、李光林、张振生编写。主编郭小宏、曹源文,副主编阎佐廷。各章分工为:第一、五、十一、十二章由郭小宏编写;第三、十四、十五章由曹源文编写;第七、八、九章由李红镝编写;第二、十六章由曹源文、阎佐廷编写;第四、六章由郭小宏、李光林编写;第十、十三章由郭小宏、曹源文、张振生编写。全书由郭小宏统稿。

在本书的编写过程中,主审长安大学焦生杰教授提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

我国公路机械化施工与管理技术发展迅速,新技术、新方法不断涌现,而我们掌握的资料有限,书中缺点与疏漏在所难免。希望同行专家和使用本书的单位与个人提出宝贵意见,来信寄重庆交通学院机电学院(邮政编码 400074),以利适时修订。

编 者

2004 年 11 月

目 录

第一章 综述	1
§ 1-1 公路工程机械化施工的意义	1
§ 1-2 公路工程机械化施工的特点和要求	2
§ 1-3 施工机械与其装备	3
§ 1-4 施工机械与管理	4

第一篇 机械化施工技术

第二章 路基土方机械施工	6
§ 2-1 推土机施工	6
§ 2-2 铲运机施工	15
§ 2-3 平地机施工	20
§ 2-4 挖掘机施工	26
§ 2-5 装载机施工	33
§ 2-6 土方压实机械施工	37
第三章 石方机械与石质路基施工	44
§ 3-1 爆破的基本概念	44
§ 3-2 炸药、起爆器材和起爆方法	46
§ 3-3 凿岩机械	48
§ 3-4 爆破与清方工程	49
§ 3-5 爆破施工组织管理	52
§ 3-6 石质路堑开挖	54
第四章 路面基层(底基层)施工	56
§ 4-1 稳定土拌和机作业特点	56
§ 4-2 稳定土厂拌设备作业特点	62
§ 4-3 稳定土摊铺机作业特点	65
§ 4-4 碎、砾石基层(底基层)施工	67
§ 4-5 稳定土基层施工	74
§ 4-6 石灰工业废渣基层施工	82
第五章 水泥混凝土路面施工	84
§ 5-1 水泥混凝土搅拌站与拌和作业	85
§ 5-2 水泥混凝土搅拌输送设备与输送作业	89
§ 5-3 水泥混凝土摊铺机与摊铺作业	93
§ 5-4 水泥混凝土路面施工	99
第六章 沥青路面施工	102

§ 6-1	沥青加热设备与作业特点	103
§ 6-2	沥青洒布机施工	106
§ 6-3	沥青混合料搅拌设备与沥青混合料搅拌作业	110
§ 6-4	沥青混合料摊铺机与混合料摊铺作业	120
§ 6-5	沥青路面施工前准备工作	127
§ 6-6	层铺法沥青路面施工	130
§ 6-7	热拌沥青混合料路面与改性沥青混合料路面施工	134
§ 6-8	路面压实机械化	140

第二篇 机械化施工组织

第七章	机械化施工组织设计	146
§ 7-1	机械化施工组织设计的意义	146
§ 7-2	建设项目施工组织总设计	150
§ 7-3	单位工程施工组织设计	152
第八章	机械化施工组织方法	155
§ 8-1	施工组织基本方法	155
§ 8-2	流水作业施工组织	158
§ 8-3	关键线路法	164
§ 8-4	其他网络计划	174
第九章	机械化施工项目管理	182
§ 9-1	机械化施工项目管理的内容和组织	182
§ 9-2	施工进度控制	185
§ 9-3	施工质量控制	190
§ 9-4	施工成本控制	196
§ 9-5	施工安全管理	198

第三篇 机械化施工管理

第十章	施工机械选择与机械化施工方案	200
§ 10-1	施工机械的使用性能	200
§ 10-2	施工机械的生产率	201
§ 10-3	施工机械的选择与机械化施工方案的形成	202
§ 10-4	施工机械的购置、租赁与更新、改造	207
第十一章	路基工程施工机群配置与调度	222
§ 11-1	路基土方机械化施工机群组成	222
§ 11-2	路基土方机械化施工机群运行状态与判断	224
§ 11-3	施工机群运行状态与机群配置关系	231
§ 11-4	施工机群的配置方法	231
§ 11-5	线性规划方法在路基土方机械化施工的应用	237
第十二章	路面工程施工机群配置与调度	240
§ 12-1	混合料搅拌站(搅拌站)的选址	240

§ 12-2	路面工程机械化施工机群的组成	248
§ 12-3	沥青混凝土路面施工机群静态、动态配置与调度	250
§ 12-4	水泥混凝土路面施工机群静态、动态配置与调度	266
第十三章	施工机械使用管理	278
§ 13-1	施工机械运输安装与试运转	278
§ 13-2	施工机械合理使用与运行工况	280
§ 13-3	施工机械合理使用与技术服务	280
§ 13-4	施工机械检查与使用管理原则	281
§ 13-5	施工机械油料	286
第十四章	施工机械维修管理	292
§ 14-1	施工机械技术状况评价	292
§ 14-2	施工机械故障类型与维修	294
§ 14-3	施工机械维护和修理制度	297
§ 14-4	施工机械检修制度的实施	299
§ 14-5	施工机械维修经济分析	300
§ 14-6	施工机械经济寿命	303
第十五章	施工机械经济管理	316
§ 15-1	机械化施工生产经营方式	316
§ 15-2	机械台班费与使用费的计算	317
§ 15-3	施工机械折旧与大修理基金的提取	319
§ 15-4	施工机械经济核算	327
第十六章	施工机械固定资产管理与统计管理	331
§ 16-1	固定资产的概念与管理概述	331
§ 16-2	机械固定资产验收	331
§ 16-3	机械固定资产分类与编号	333
§ 16-4	机械的台账、卡片、技术档案	333
§ 16-5	机械的清点、调拨与报废	335
§ 16-6	施工机械统计的性质与要求	338
§ 16-7	施工机械统计工作	339
主要参考文献		354

第一章 综 述

随着我国现代化建设事业的不断发展,公路建设也有了长足的进步,公路交通以其自身独有的优势,在国家“大交通”体系中占有十分主要的地位。

公路建设的特点是工程量浩大,工程质量要求高,施工工艺复杂,建设周期要求短,而且随着招投标制在我国的普遍实行,要求施工企业注重施工的经济效益。

以现代化生产方式修建公路是当今公路建设的发展方向,机械化施工是实现公路建设向现代化生产模式转变的重要措施,是公路建设事业发展的必然趋势。

§ 1-1 公路工程机械化施工的意义

公路机械化施工,是指通过合理地选用施工机械、科学地组织施工、完成工程作业的全过程。

在公路施工中所运用的机械设备具有下列特点:

(1)在施工中不改变其本身的实物状态,能够连续多次地在生产周期中使用。它随着其实际在施工过程中的磨损腐蚀、变质劣化及其在有效使用期间的贬值程度而逐渐地、部分地将它的价值转移到所生产的产品成本中去。它需要经过较长时间的使用,直到某种工作性能的有效寿命殆尽后才能报废。

(2)使用年限在一年以上。

(3)单位价值在限额以上。

(4)为施工生产所需要。

具有以上特点的机械设备称为施工机械。

在我国,把隶属于机械工业部门生产的挖掘、铲土运输、压实、路面、起重、桩工、钢筋混凝土以及凿岩与风动工具等八大类划归为工程机械。这八大类工程机械组成了公路施工机械的主体。

(1)挖掘机械:有挖掘机、装载机等。主要工作是进行土石方的挖掘、装车或进行短距离的运输。

(2)铲土运输机械:有推土机、铲运机、平地机等。主要工作是进行土石方的推、铲、运和平整工作场地等。

(3)压实机械:有各种压路机。主要工作是压实路基、压实路面,使之符合一定的技术标准要求。

(4)路面机械:有适宜各种路面结构形式的拌和机、撒布机、摊铺机等。主要工作是进行路面面层材料的撒布、拌和、摊铺等。

(5)起重机械:有各种起重工具、起重机、架桥机。主要工作是进行吊装作业。

其他三类机械如打桩机、风机、凿岩机等主要用于桥梁、隧道及石方开挖工程中。

施工机械是公路机械化施工的物质基础,公路机械化施工的度量用机械化程度表示:

$$\text{机械化程度} = \frac{\text{利用机械完成的实物工程量(或工作量)}}{\text{全部工程量(或工作量)}} \times 100\%$$

由机械完成的实物工程量在总工程量中所占比例愈大,说明工程施工的机械化程度愈高。除此之外,机械化施工有着更为广泛的内涵,不仅体现于机械化程度,而且要更侧重于机械化的水平上,应当理解为是涉及施工机械、施工技术、施工组织及施工管理等多学科的现代施工技术。

第一,在公路工程机械化施工中,提高机械化装备水平是不言而喻的。没有机械,机械化施工就无从谈起。对可以采用机械作业的,应尽可能地采用机械,以代替或减轻人繁重的体力劳动,达到节约劳动力,改善劳动条件的目的。在人力不及的场合使用机械,有利于克服和减少公害,扩大施工范围。不仅如此,更要注意根据不同的施工对象和要求,选择最适宜的机种和机型,进行各种不同机械的合理组合,充分发挥不同机械的效能,加快施工进度,降低消耗和施工成本,保证工程质量,最终取得明显的经济效益。

第二,要有合理的施工组织计划指导工程施工。公路工程不仅受各种自然因素的影响很大,而且线路长,工程量大,运用机械数量多,种类繁多。如没有周密计划、合理组织和科学管理,必将会产生各项分部工程、各道作业工序之间相互矛盾,机械和劳动力调配紊乱,导致各种消耗增加,工期迟缓甚至出现重复搬运的无效劳动,质量和安全难以保证。所以运用先进的管理科学技术,对施工组织计划进行优化,以最佳的施工方案组织施工,才能更好地发挥机械化施工的作用,体现其优越性。

第三,不断采用先进的机械设备,取代使用中低效、高耗、性能落后的机械,加强使用、维修等管理,也是提高机械化施工水平的重要内容。随着技术水平不断发展,高质量、高效率的施工机械将不断出现,以满足公路建设高速度、高标准、高等级的需要。结合实际条件,用先进的施工机械装备施工队伍,是提高机械化施工水平的重要途径。

由此可见,只有做好上述各方面的工作,采用机械化施工,才能取得良好的技术经济效果。

§ 1-2 公路工程机械化施工的特点和要求

公路工程机械化施工是减轻劳动强度、提高工效、加快建设速度、保证工程质量、节约资金和降低成本的重要手段,与人力施工相比,具有其特殊性,因而,在施工的技术、组织和管理上有更高的要求。

一、机械化施工的特点

(1)能完成独特的施工任务:有些工程或工序是人力所无法做到的,或者具有一定的危险性,必须借助于机械才能按一定的设计要求完成。

(2)能改善劳动条件:使用操作灵活、威力巨大的机械可以代替大量的体力劳动,并能在一定工期内和有限的工作面上完成大量的作业。

(3)大幅度地提高劳动生产率:一台斗容 0.5m^3 的挖掘机,可以替代 80~90 个工人的体力劳动;一台中型推土机约等于 100~200 人的工作量。由此可见,机械施工与人力劳动相比,其效率可提高几十倍甚至百倍以上。

(4)机动灵活:对于如公路工程施工线路长的工程,随着工程的进展,施工队伍转移是经常的,相对而言,机械的调转比起大批的人员转移方便得多,适用于流动性大的工程施

工。

二、机械化施工的要求

(1)需要有严密的施工组织与管理,需要有充足的燃料能源,要有附属设施和维修设备,良好的零配件供应及相适应的运输条件,更需要具有一定业务专长的技术人员和技术工人。

(2)为了在整个施工过程中协调均衡各个作业、各道工序,需要有足够数量、种类及规格的机械设备,投资巨大。

§ 1-3 施工机械与其装备

公路工程的施工范围广泛,作业条件复杂,使用的施工机械种类、型号很多。施工队伍所拥有设备的数量、适应性、先进性和配套性等因素决定着综合机械化施工的水平。随着科学技术的发展,为适应各种工程建设的需要,施工机械正向着高速、大功率、高效的方向发展,出现了专用大型化、多能小型化、液压化、组装化、机电气液一体化的发展趋势,机械的质量也不断提高。

专用大型化是指发展大功率、大容量、大能力专门用途的新机种,以提高生产率和适应大型工程的需要。

多能小型化是为了适应不同的工程对象、不同的作业要求而发展起来的多功能、利用率高、机动轻便的小型施工机械。

液压化就是在各种施工机械上广泛采用液压与液力传动技术。由于运用液压与液力传动,可简化传动结构,减轻机械质量,便于实现标准化、系列化和通用化,使机械的设计制造和操纵维修较为方便,机械作业平顺可靠,因而发展较为迅速。

组装化是将某些具有一定性能、独立存在的组件,在施工现场按作业需要进行组合安装,成为所需工作性能的机械。各组件相互联合,结构简单,撤换方便,有利于组织专业化、系统化生产,满足多种机械需要,扩大作业范围。

机电气液一体化是指采用现代电子与液压技术,发展无线电遥控、自动控制、自动测量计量、安保控制等,以提高机械的自动化程度。

对于一个施工企业,具备有与每一项工程任务完全相适应的机械设备,是比较困难的,而且也没有必要。机械的拥有量和机种机型配备应根据既有利于施工生产需要,又要使机械设备充分得到利用,发挥最大效益的原则出发,结合长远的发展规划进行装备,以期达到最佳的技术经济效果。因此应考虑以下几点:

(1)要按专业化和生产协作制定装备的标准,从全局出发,不断提高专业化程度,不要片面求大而全。

(2)要形成一定机械联合作业能力,以确保完成一般的施工任务。机械的种类、规格、数量要适当,比例要协调,以达到经济合理。

(3)要有与施工机械装备情况相适应的保养与维修能力,保证机械经常保持良好的技术状况,以使机械能安全高效地发挥作用。

(4)装备规划要从实际情况出发,逐步改变机种短缺、数量不足、设备老旧等情况,要依据实际情况,切实可行地逐步提高机械装备水平。

§ 1-4 施工机械与管理

随着科学技术的进步和公路施工生产规模的不断扩大,机械设备在工程施工中的地位 and 作用显得日益重要。从某种意义上讲,施工机械在公路工程施工过程中起着决定性的作用。因此,必须加强施工机械的管理工作。

施工机械管理的目的,就在于按照机械固有的规律,同时也按照客观的经济规律,使机械经常处于完好状态,提高生产率和利用率,延长使用寿命,不断降低成本,力求最大限度地发挥每一台机械设备的效能,从而高速度、高质量、低成本地为各项建设服务。这就是机械设备管理工作的重大意义所在。

施工机械管理的内容,包括设备从选购、投入生产领域以及在生产领域内使用、维修保养及其价值补偿、直至报废退出施工生产领域的运动全过程的管理。按物质的运动形态要进行技术管理,按价值运动形态要进行经济管理。通常技术管理由机械部门承担,经济管理由财务部门承担,两个部门都须按自然和经济两大规律做好施工机械管理工作,既要尊重科学,又要讲究经济效益,所谓分工只是在职能上各有侧重。

设备选用是管理工作中重要的一环,机械设备的可靠性、经济性、可维修性等,对设备的运行、维修,以及使用费用的影响很大。若设备本身在设计与制造中存在先天不足,那么即使后天通过维护、修理,甚至改造也难以解决问题。因此,应从选型开始管起,才能保证设备的管理费用最低。

施工机械是企业固定资产的重要组成部分,一般占施工企业固定资产投资总额的 70% ~ 80%;同时,随着机械化施工的发展,施工机械费用在工程成本中所占的比重也愈来愈大,对它们管理的好坏,不仅会影响施工企业的技术经济指标,而且直接影响到施工进度和工期,严重时会影响到建设投资能否尽早发挥经济效益的问题。

施工机械管理的具体内容有:

1. 合理选用机械,发挥机械效能

对施工企业而言,机械设备选用涉及到生产经营、工程技术与机械技术等问题,若不予高度重视,将导致选入的机械性能不好,或不符合使用企业的要求,造成设备的大量积压,或者大量增加使用费用的支出。

2. 正确使用,提高生产率

设备就其价值而论,主要在使用阶段,这是设备寿命周期中最长的一段时间,也是决定寿命周期长短的主要环节。任何施工机械都有一定的使用范围和特定的使用条件,如土方机械的经济运距、限制坡度、超载等,只有按照一定的标准和规定正确使用,才能保证安全生产,并取得经济效益。

3. 做好维修保养,提高机械完好率

施工机械在使用过程中,由于设备的物质运动,必然会产生技术状况的不断变化,以及某些不可避免的不正常现象,如松动、干摩擦、声响异常等,这些设备的隐患如不及时处理,会造成设备过早磨损,甚至导致严重事故。做好设备的维修保养工作,及时处理发生的问题,随时改善设备的技术状况,防患于未然。实践证明,机械的寿命在很大程度上决定于维修保养的好坏。

4. 加强配件管理,做到合理储备

设立专门的配件仓库并由专人负责管理,对配件进行合理储备。配件管理人员要深入调查,统计所属机型易磨损、易损坏的配件,并向技术人员要求提供这方面的资料,以便做到合理储备。

5. 更新改造,满足生产发展需要

更新改造,就是把机型老化、生产效率低、能源消耗高的机械淘汰,代之以结构先进、技术完善、效率高、性能好、能源消耗低的机械设备。机械设备陈旧,不但生产效率低,而且也会使企业背着沉重的固定资产包袱,影响企业的经济效益。

第一篇 机械化施工技术

第二章 路基土方机械施工

路基是直接位于路面底基层下的承重结构层,是构成道路整体强度的主要组成部分,承受着从底基层传递而来的行车荷载,抵御环境因素的影响。路基既要有足够的强度,又应具有良好的稳定性和耐久性。路基分土质路基和石质路基,本章主要介绍土质路基施工中应用的工程机械。

§ 2-1 推土机施工

推土机是以履带式或轮式拖拉机牵引车为主机,再配置悬挂式铲刀的铲土运输机械(图 2-1)。推土机是路基土方工程中最常用的工程机械,它的特点是:所需作业面小,机动灵活,转移方便,短距离运土效率高,干湿地都可以独立工作,同时也可以配合其他机械施工,因此在土方工程机械化施工中得到广泛的应用。

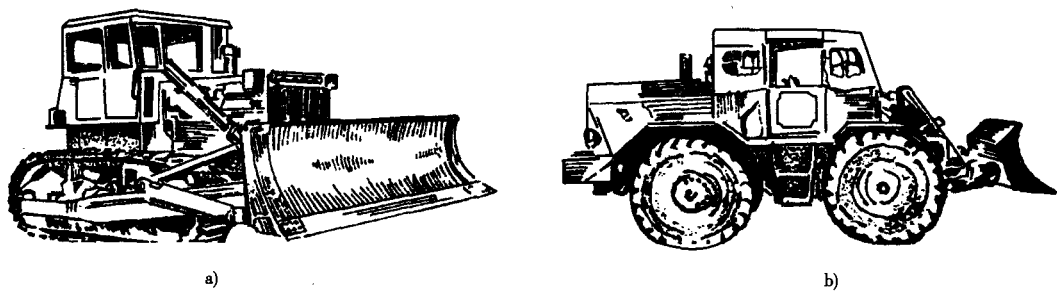


图 2-1 推土机外貌

a)履带式推土机;b)轮式推土机

一、推土机基本作业

推土机的基本作业包括:铲土、运土、卸土和空回四个工作过程(图 2-2)。提高推土机作业效率的原则是:铲土时应以最短时间、最短距离铲满土;运土时应尽量减少土壤漏损,使较多的土运送到卸土点;卸土时应根据施工条件采取不同的卸土方法,以达到施工技术要求和施工安全;空回时应以较快的速度驶回铲土处。

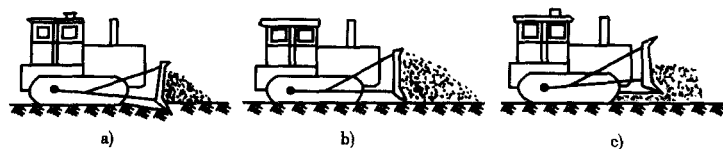


图 2-2 推土机的基本作业(空回过程图略)

a) 铲土; b) 运土; c) 卸土

1. 直铲推土机的基本作业

(1) 推土机的铲土作业。在此作业行程内,使铲刀切入土中一定深度,以最短的时间、最短的距离,使其铲刀前堆满土壤,并用铲刀推动。

推土机铲土的深度,视土壤的类别而不同,一般 I 级土壤铲土深度约 20cm,铲刀的铲土角可以陡一些,约 $60^\circ \sim 65^\circ$;在 III 级土壤中铲土深度在 10~15cm,其铲土角可用 $52^\circ \sim 57^\circ$;在 IV 级以上的粘性土壤内,铲土深度应在 0~15cm 范围内变动,铲土角应调至 45° ,这样铲土效果最好。

为了在最短的时间、最短的距离内铲满土或多铲土,一般常用接力铲土法。这种铲土法是分次铲土、叠堆推运,分次的目的是使柴油机有喘息的时间。按铲土距离的不同,此法又分四次、六次接力铲土,如图 2-3 所示。

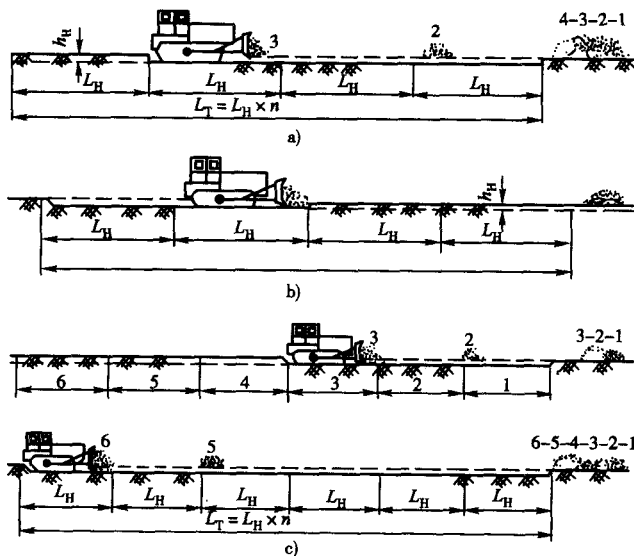


图 2-3 接力铲土法

a) 四次接力铲土法; b) 刨削式铲土; c) 六次接力铲土法

L_H —铲土长度; h_H —铲土深度; L_T —工作地段总长 ($L_T = L_H \times n$, n 为分段数)

推土机第一次铲土时,应以最大可能深度切入土中,以刨削式铲土为好,从靠近填土处开始。铲土时,当柴油机稍有超负荷现象时即停止铲土,然后退回。推土机以同样方法进行第二次铲土,接着第三次铲土,并沿着前进方向,把第一、二次所留的土推送到填土处。这样可以使柴油机功率得到充分利用。此法若与沟槽推土法配合,可以减少土壤的漏损,大大提高推土效率。

(2)推土机的运土作业。在此作业行程中,为了尽可能地减少运土损失,常用沟槽运土(或推土)法、推土机并列推土法以及下坡推土法。

沟槽推土法:在运送土壤时,为了尽可能地减少运土损失,可在一定作业线上多次推运使之形成一条土槽,或者利用铲刀两端外漏的土壤所形成的土埂进行运土,如图 2-4 所示,一般槽深不大于铲刀的高度。

并列推土法:即两台以上同类型的推土机同步推土前进,如图 2-5 所示。这样可以减少运土损失。但两铲刀间隔不宜太小或过大,一般约 15~20 cm。采用这种方法要求驾驶员操作技术熟练,作业时要注意两者的行进速度和方向,避免碰车。

下坡推土法:即利用下坡时推土机产生的重力分力,加速铲土过程和增大送土量以提高效率。但下坡角不宜过陡,一般不超过 20° ,否则空车后退爬坡困难,反而使效率降低。

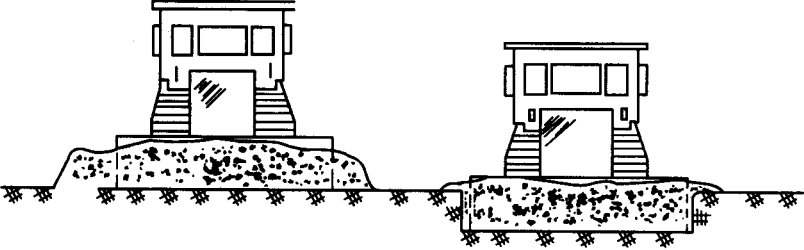


图 2-4 沟槽运土(推土)法

(3)推土机的卸土作业。此作业行程是以提升铲刀来进行的。卸土的方法视施工条件不同而异。图 2-6 所示为推土机在分层填土行驶时卸土的情况。推土机在前进中渐次地徐徐提升刀架来卸土,铲刀提升的高度应等于所填土层的厚度。卸土路程的长度为 4~6m。

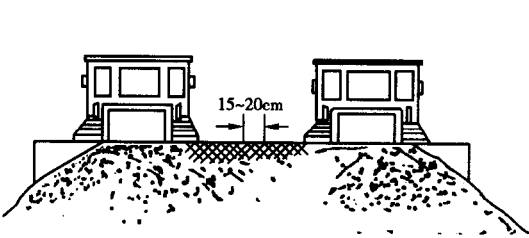


图 2-5 推土机并列推土法

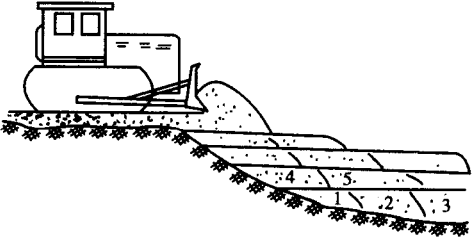


图 2-6 推土机分层填土卸土法

图 2-7 所示为推土机自路侧取土坑或自路堑运土填筑路堤过程中,在推土机前进或停止后,将推土机铲刀慢慢地高高提升,以达卸土之目的,有时又将铲刀重新放下,让推土机倒退行驶将土拖平一下。

其他如自路堑取土填筑堑沟、山坑以及填筑路堤时,推土机卸土时应迅速提升铲刀卸土,如图 2-8 所示。

2. 回转式、湿地式推土机的基本作业

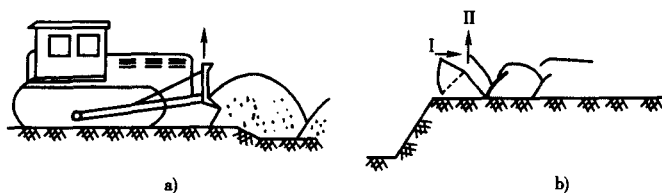


图 2-7 推土机局部填土卸土法
a)局部填土;b)提起铲刀卸土下填摊平程序

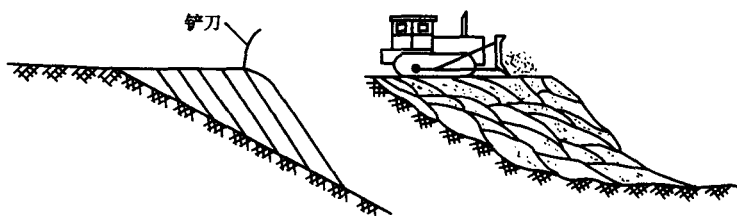


图 2-8 推土机快速卸土法

回转式推土机基本作业与直铲推土机相同,只是它更适合于傍山挖土填筑路堤,以及在狭窄处回填沟槽和平整场地等作业。

湿地式推土机与一般推土机不同的是采用了三角形加宽履带板,使接地比压由 $1.3 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ 降低至 $0.3 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ 。这种履带板有以下特点:

(1)随着土壤硬度的变化,接地面积变化。三角履带板在硬土壤上压入深度浅,接地面积小,接地比压高。反之,接地比压低。

(2)三角履带在软土上压入的深度深,接地面积大,接地比压小,因此在松软的地面上作业效果较好。同时土壤剪力的增加有助于发挥机械的牵引力。

(3)由于三角履带板的顶角大于 90° ,所以不易粘结土壤,且易剥落,使履带本身具有自洁作用。

湿地推土机,不但可以用于沼泽地区施工,也可以用于一般性质土壤的施工。

二、推土机施工作业

1. 填筑路堤

推土机填筑路堤的作业方式,一般均为直接填筑。施工方法主要有两种,即横向填筑与纵向填筑。在平原地区多采用横向填筑,而在丘陵和山区多采用纵向填筑。

(1)横向填筑路堤

这种作业方式是推土机在路堤的两侧或一侧取土,向路堤依次移送土壤。单台或多台推土机施工时,最好采用分段进行,这样可以增大工作面,分段距离一般以 $20 \sim 40 \text{ m}$ 为宜,每段也可以按作业班组的能力划分。

在一侧取土时,每段一台推土机,作业线路可采用“穿梭”法进行,如图 2-9 所示。在施工中,推土机铲满土后,可直送到路堤坡脚,卸土后按原路线退回到铲土始点。这样在同一线路中按沟槽运土法送二三刀就可挖到 $0.7 \sim 0.8 \text{ m}$ 深。此后推土机作小转弯倒退,以便向一侧移位,仍按同法推侧邻的土壤。以此类推地向一侧转移,直至一段路堤完工。然后推土机反向侧移,推平取土坑留下的各条土埂。

当推土机由两侧取土坑推土时,每段最好用两台,并用同样的作业法,面对路堤中心线推土,但双方一定要推过中心线一些,并注意路堤中心线的压实。图 2-10 所示为从两侧取土时作业线路图,当路堤填高时,应分层有序地进行,一般每层厚度约 20~30m,并分层压实。

当推土机单机推土填筑路堤高度超过 1 m 时,应设置推土机进出坡道,如图 2-11 所示。通道的坡度应不大于 1:2.5,宽度应与工作面宽度相同,长度约 5~6m。当采用综合机械化施工时,路堤填筑高度超过 1m 后,多用铲运机完成。

(2)纵向填筑路堤

这种作业方法,多用于移挖作填工程,其开挖深度与填筑高度可按设计标高规定,不受其他限制,只要挖方的土壤性质适用于填筑路堤即可。这种施工方法最经济,但应注意开挖部分的坡度不能大于 1:2,开挖中应随时注意复核路基标高和宽度,避免出现超挖和欠挖。在填土过程中,应根据施工地段的施工条件,分层填筑、分层压实。纵向填筑作业法,如图 2-12 所示。

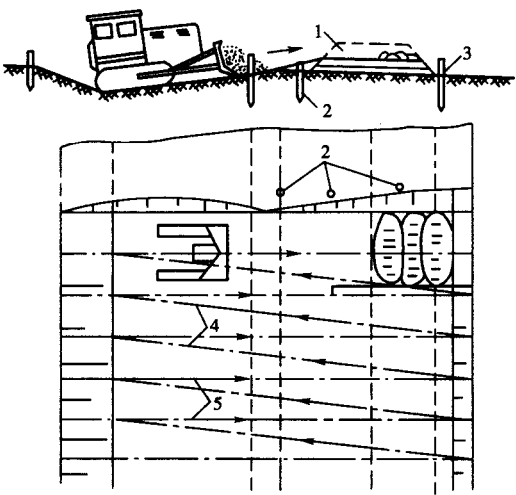


图 2-9 推土机从一侧取土坑取土填筑路堤
1-路堤;2-标定桩;3-间距为 10 m 的高标杆;4、5-推土机“穿梭”作业运行线

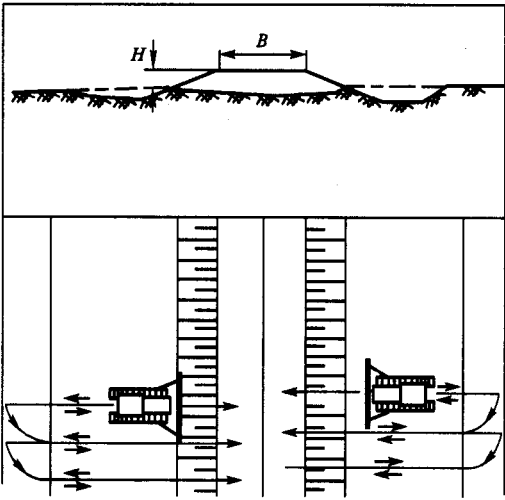


图 2-10 推土机从两侧取土坑取土填筑路堤作业线路
B-路基宽;H-路基高

(3)综合作业法填筑路堤

这种作业法,实际上是横向纵向联合作业。将路堤沿线路每 60~80 m 分为若干段,在每段的中部设一横向送土道,采用横向填筑法,将土壤由通道送到路堤上,再由推土机纵向推送散土,分层填筑,分层压实,如图 2-13。

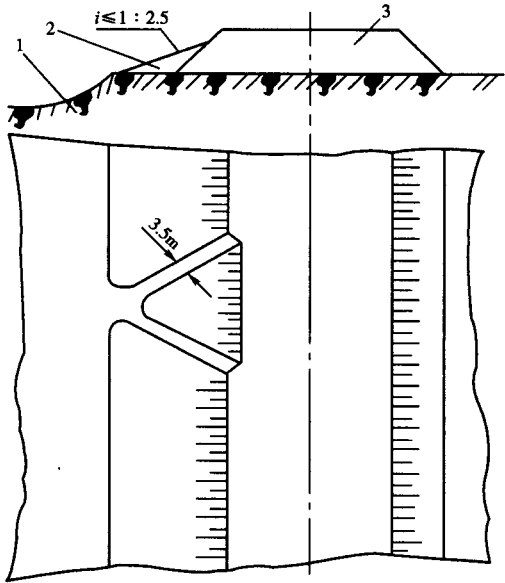


图 2-11 推土机作业坡道设置
1-取土坑;2-进入坡道;3-路堤