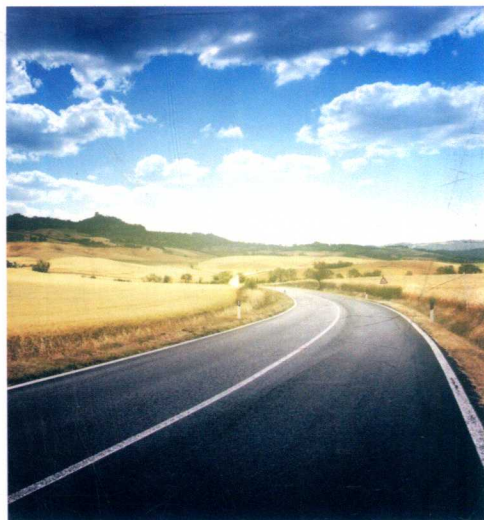


Gaodeng xuexiao jiaotong yunshu yu gongchenglei
zhuan ye gui hua jiao cai

■ 高等学校交通运输与工程类专业规划教材
高等学校应用型本科规划教材

Gonglu Gongcheng Jixiehua Shigong Jishu
公路工程机械化施工技术
(第二版)

编著 / 徐永杰 主审 / 郭小宏



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等学校交通运输与工程类专业规划教材
高等学校应用型本科规划教材

Gonglu Gongcheng Jixiehua Shigong Jishu
公路工程机械化施工技术

(第二版)

徐永杰 编 著
郭小宏 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书较全面地阐述了公路工程机械化施工中各种常用工程机械的主要性能、组成、施工技术、施工组织及运用。

全书共分六章,分别为工程机械基础知识、土石方工程机械及其施工技术、压实机械及其施工技术、路面工程机械及其施工技术、桥梁工程机械及其施工技术、养护机械及其应用等。

本书既可作为土木工程专业公路与桥梁方向应用型本科通用教材,也可用于指导路桥、铁路、市政、水电施工的技术人员进行机械化施工之用,还可作为公路工程机械化施工人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程机械化施工技术 / 徐永杰编著. — 2 版

. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017. 8

ISBN 978-7-114-13104-2

I. ①公… II. ①徐… III. ①道路工程—机械化施工
IV. ①U415.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 313548 号

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

高等学校应用型本科规划教材

书 名:公路工程机械化施工技术(第二版)

著 作 者:徐永杰

责任编辑:刘永超 卢俊丽

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:16

字 数:385 千

版 次:2008 年 1 月 第 1 版 2017 年 8 月 第 2 版

印 次:2019 年 1 月 第 2 版 第 2 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-13104-2

定 价:32.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校应用型本科规划教材

编 委 会

主任委员:张起森

副主任委员:(按姓氏笔画排序)

万德臣	马鹤龄	刘培文	伍必庆
汤跃群	张永清	吴宗元	杨少伟
杨渡军	武 鹤	赵永平	谈传生
倪宏革	章剑青		

编写委员:(按姓氏笔画排序)

于吉太	于少春	王丽荣	王保群
朱 霞	张鹏飞	陈道军	谷 趣
赵志蒙	查旭东	唐 军	曹晓岩
葛建民	韩雪峰	蔡 瑛	

主要参编院校:长沙理工大学

长安大学

重庆交通大学

东南大学

华中科技大学

山东交通学院

黑龙江工程学院

内蒙古大学

交通运输部管理干部学院

辽宁省交通高等专科学校

鲁东大学

秘 书 组:李 喆(人民交通出版社股份有限公司)

第二版前言

《公路工程机械化施工技术》是土木工程专业公路与桥梁方向的一门重要的专业限定选修课。本课程主要研究公路与桥梁工程机械化施工中常用的各种工程机械的组成、性能、施工技术、施工组织、施工作业及选用。学习本课程后,将为学生今后进行公路施工和桥梁施工打下坚实的基础。

本教材属土木工程专业公路与桥梁方向应用型本科规划教材。本教材的编写严格按照教学大纲的要求,采用规定的统一格式,结合近年来我国公路与桥梁机械化施工实践及一系列的理论研究成果,并参考国外公路施工经验。教材反映了新规范、新机械、新工艺和科技发展的要求,同时考虑了地域特点,体现了现代公路工程机械化施工的发展趋势。

据土木工程专业公路与桥梁方向学生所学知识的结构(如缺乏机械原理、材料性能与加工、机械制图与识图等知识),该教材以各类工程机械的作用、工作原理、性能、施工技术、施工组织、施工作业及选用为主,以构造组成为辅,注重学生的可接受性。教材每单元都有明确的教学目标和复习思考题,便于学习与巩固。

本教材可作为土木工程专业公路与桥梁方向应用型本科通用教材,也可用于指导路桥、铁路、市政、水电施工的技术人员进行机械化施工之用,也可作为公路工程机械化施工人员的培训教材。本教材计划课时 40~60 学时,由六章组成。

本教材绪论、第一章、第二章和第三章由鲁东大学土木工程学院徐永杰副教

授编著;第四章由长安大学公路学院徐柴丹丹编写;第五章、第六章由内蒙古大学祁贵珍副教授编写,全书由鲁东大学土木工程学院徐永杰副教授负责统稿,并委托长安大学博士生导师郭小宏教授主审,同时得到了人民交通出版社韩敏总编,卢仲贤、刘永超和丁润铎等编辑的大力帮助与鼎力支持,在此表示衷心的感谢!

由于我国高等级公路机械化施工技术发展迅速,新技术、新方法不断涌现,由于编者所处的地域、准备的资料与学术水平的限制,书中缺点与疏漏在所难免,希望同行专家和使用该教材的单位与个人提出宝贵意见,各种信息请寄山东省烟台市芝罘区红旗中路 186 号、鲁东大学土木工程学院徐永杰(邮编 264025、邮箱 xuge18@sina.com)处,以利适时修订。同时对提出宝贵意见的同行与专家,表示衷心的感谢!

编著者
2017 年 3 月

第一版前言

《公路工程机械化施工技术》是土木工程专业公路与桥梁方向的一门重要的专业限定选修课。本课程主要研究公路与桥梁工程机械化施工中常用的各种工程机械的组成、性能、施工技术、施工组织、施工作业及选用。学生学习了本课程后,将为今后进行公路施工和桥梁施工打下坚实的基础。

本教材属土木工程专业公路与桥梁方向应用型本科规划教材。本教材的编写是严格按照教学大纲要求,结合近年来我国公路与桥梁机械化施工实践及一系列的理论研究成果,并参考了国外公路施工经验。教材反映了新规范、新机械、新工艺和科技发展的要求,同时考虑了地域特点,体现了现代公路工程机械化施工的发展趋势。

根据土木工程专业公路与桥梁方向学生所学知识的结构(如缺乏机械原理、材料性能与加工、机械制图与识图等知识),该教材以机械的性能、施工技术、施工组织、施工作业及选用为主,构造组成为辅,注重学生的可接受性。教材每单元都有明确的教学目标和复习题,便于学习与巩固。

该教材既可作为土木工程专业公路与桥梁方向应用型本科通用教材,又可用于指导路桥、铁路、市政、水电施工的技术人员进行机械化施工之用,也可作为公路工程机械化施工人员的培训教材。

本教材计划课时 42 学时,由六章组成(详见目录)。为考虑知识的系统性,超

出课时要求部分的内容用黑体表示。该教材全部内容由鲁东大学土木工程学院徐永杰副教授编著,并委托长安大学博士生导师冯忠绪教授主审,同时得到了人民交通出版社卢仲贤编审和刘永超编辑的帮助与支持,在此表示感谢!

由于我国高等级公路机械化施工技术发展迅速,新技术、新方法不断涌现,编者所处的地域、准备的资料与学术水平的限制,书中缺点与疏漏在所难免,希望同行专家和使用该教材的单位与个人提出宝贵意见,各种信息请寄鲁东大学土木工程学院徐永杰(邮编 264025),以利适时修订。同时对提出宝贵意见的同行与专家,表示衷心的感谢!

徐永杰

2007 年 7 月

目录

CONTENTS

绪论	1
第一节 公路工程机械化施工的意义	2
第二节 公路工程机械化施工的特点和要求	3
第三节 施工机械及其装备	3
第四节 施工机械管理	6
复习思考题	7
第一章 工程机械基础知识	8
第一节 内燃机	8
第二节 工程机械底盘	23
第三节 工程机械液压与液力传动	36
第四节 工程机械的运行材料	42
第五节 工程机械使用性能	47
复习思考题	48
第二章 土石方工程机械及其施工技术	50
第一节 土石方工程机械的合理选择与组合	50
第二节 推土机及其施工技术	57
第三节 铲运机及其施工技术	63
第四节 装载机及其施工技术	68
第五节 挖掘机及其施工技术	74
第六节 平地机及其施工技术	80
第七节 石方工程机械及路基土石方爆破施工	86

复习思考题	95
第三章 压实机械及其施工技术	97
第一节 概述	97
第二节 常用各种压路机	99
第三节 压实机械的选用	103
第四节 路基及边坡压实技术	111
第五节 路面压实技术	114
复习思考题	121
第四章 路面工程机械及其施工技术	122
第一节 稳定土路面机械及其施工技术	122
第二节 沥青混合料路面机械及其施工技术	131
第三节 水泥混凝土路面机械及其施工技术	153
第四节 路面机械的选配	167
复习思考题	170
第五章 桥梁工程机械及其施工技术	172
第一节 桩工机械及其施工技术	173
第二节 水泥混凝土机械及其施工技术	191
第三节 起重机械与架桥设备	204
复习思考题	218
第六章 养护机械及其应用	219
第一节 清扫车及其应用	220
第二节 洒水车及其应用	222
第三节 排障车及其应用	224
第四节 除雪机械及其应用	226
第五节 画线机械及其应用	227
第六节 路面铣削机械及其应用	230
第七节 沥青路面修补车及其应用	232
第八节 水泥路面维修机械及其应用	234
第九节 沥青路面再生机械及其应用	236
第十节 乳化沥青稀浆封层机及其应用	237
复习思考题	239
参考文献	240

绪论

[重点内容和学习要求]

本章重点描述公路工程机械化施工的特点与意义;论述公路工程机械的类别、发展趋势、装备要求和施工机械管理。

通过学习,知道公路工程机械化施工的特点与意义;了解公路工程机械的类别、发展趋势、装备要求和施工机械管理。

随着我国改革开放的进一步深化,我国现代化建设事业的发展非常迅猛,公路交通事业也有了长足的进步。公路交通以其快捷、方便及高效等特点,在国家“大交通”体系中,占有十分重要的地位。

近年来,我国加大了公路建设投入的力度,公路等级不断提高,对公路施工机械化程度的要求也越来越高,采用的大型和进口设备日益增多。目前,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,建设周期短,并且普遍采用招标制。因此,任何一个施工企业,要在确保施工质量的同时,获得较好的经济效益,必须以现代化的生产模式进行施工和管理。而机械化施工则是必备的措施,也是公路建设事业的必然趋势。

第一节 公路工程机械化施工的意义

公路工程机械化施工是指通过合理地选用施工机械、科学地组织施工以完成工程作业的全过程。而公路工程机械化施工是以机械化程度来度量的。

$$\text{机械化程度} = \frac{\text{利用机械完成的实际工程量}}{\text{全部工程量}} \times 100\%$$

上式表明,由机械完成的实际工程量占总工程量的比例越大,施工的机械化程度就越高。但是,机械化程度的高低,并不能完全说明机械化施工的优越性。因为,完成相同的工作量,即使机械化程度一定时,往往由于施工技术、施工组织和管理水平等原因,在节约劳动力、加快施工进度和技术经济效益等方面,也可能会出现较大的差异。当然,没有一定的机械化程度,某些施工内容是很难顺利完成的,但推行机械化施工,并不能停留在仅仅为了代替人的劳动或完成人们无法完成的施工作业水平上。机械化施工应该有着更广泛的内涵,它是涉及施工机械、施工技术、施工组织和施工管理等多科学的一门学科。因此,机械化施工必须具备以下主要因素:

1. 要有完善的机械化装备

机械化施工的主体是施工机械,没有一定数量、种类的施工机械,机械化施工就无从谈起。在机械化施工中,要尽量利用机械代替人工,以达到减轻人的体力劳动、改善劳动条件的目的;对人力无法完成或危险的工程、工序使用机械,不但可达到设计的要求,而且有利于克服和减少公害,扩大施工范围。另外,要根据施工对象和施工质量的要求,尽量选择结构合理、性能优良的大型先进的机械设备,并进行合理的组合,以确保机械化施工的质量,最终取得良好的经济效益。

2. 要有先进的施工技术

机械化施工选用的机械种类繁多,任何一种施工机械都有一定的使用范围和使用技术要求。在机械化施工过程中,要根据不同的作业项目,选择适宜的机种和机型,运用先进的施工技术,以充分发挥机械的效能,提高施工质量,缩短施工周期,降低施工成本。

3. 要有合理的施工组织

影响公路工程施工的因素有很多,既有人为因素,也有自然因素,而且公路工程施工战线长,工程量大,运用的机械数量、种类繁多。如果没有周密的计划,合理、科学的组织,必将造成各项分部工程、各道作业工序之间相互矛盾,机械和劳动力调配紊乱,从而导致各种消耗增加、工期延长、质量和安全难以保证。因此,机械化施工必须运用先进科学的施工技术,对施工组织进行优化,以最佳的方案组织施工,以便更好地发挥机械化施工的作用,充分体现出其优越性。

4. 要有科学的施工管理

施工机械管理的目的,在于按照机械本身固有的规律和客观的经济规律,使机械经常保持完好的状态,充分发挥机械的性能,提高其生产率和利用率,延长机械的使用寿命,降低施工成本,从而高速、高效地为公路建设服务。

第二节 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人工的劳动强度、提高工效、加快施工进度、确保施工质量、节约资金和降低成本的重要手段,与人力施工相比,具有特殊性。因而,在施工技术、施工组织和管理的上,要有更高的要求。

一、机械化施工的特点

1. 能完成独特的施工任务

在公路施工中,有些作业项目是人力无法完成的,即便能完成,但具有一定的危险性,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

施工机械使用操作灵活、生产率高。利用机械代替人工,不但可减轻人工的劳动强度,并且能在一定的工期和有限的工作面上,完成大量的工作。

3. 大幅度地提高劳动生产率

试验表明,一台斗容量为 0.5m^3 的挖掘机可代替 80 ~ 90 个人的体力劳动;一台中型推土机相当于 100 ~ 200 人的工作量。由此可见,机械化施工与人力施工相比,其生产率可提高几十倍,甚至几百倍。

4. 机动灵活

公路施工战线很长,随着工程的进展,施工队伍是经常转移的。相对而言,机械的调转比大批人员的转移方便得多,更适宜于流动性较大的工程。

二、机械化施工的要求

(1) 要有足够数量、种类和规格的机械设备。

(2) 要有充足的燃料能源、附属设施,良好的零配件供应及适应的运输条件。

(3) 要具有一定业务专长的技术人员、管理人员和技术工人。

(4) 要有科学的施工组织与管理。

第三节 施工机械及其装备

一、施工机械的类别和发展趋势

公路工程施工范围广泛(包括路基、路面、桥梁、涵洞、隧道、排水系统、安全防护、绿化和交通监控等项目),作业条件复杂,使用的机械种类、型号繁多。按照我国机械制造业通常的分类,工程机械主要包括挖掘机械、铲土运输机械、压实机械、起重机械、桩工机械、钢筋混凝土

机械、路面机械和风动工具八大类。一个施工队伍所拥有的机械设备的数量、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,为适应各种公路工程建设需要,公路工程机械正向着高速、大功率、高效的方向发展,出现了专用大型化、多能小型化、组装化、机电液一体化的发展趋势。

1. 专用大型化

专用大型化是指发展大功率、大容量、高性能、专门用途的新机种,以适应大型工程的需要。其中,有的采用新型大功率发动机,有的采用多台发动机或多机联合使用,如图 0-1 所示。



图 0-1 专用大型化施工机械

2. 多能小型化

多能小型化是指为适应不同作业对象而发展起来的功能多、利用率高、机动轻便的小型施工机械。如挖掘机通过更换工作装置,可实现正铲、反铲、拉铲、抓斗、装载、起重、打桩、钻孔等多种作业,如图 0-2 所示。



图 0-2 多能小型化施工机械

3. 液压化

在各种施工机械上,广泛采用液压与液力传动技术,从而简化了传动机构、减轻了机械重量,如图 0-3 所示。同时,使机械工作更为可靠、操作更为轻便、工作效率更高。

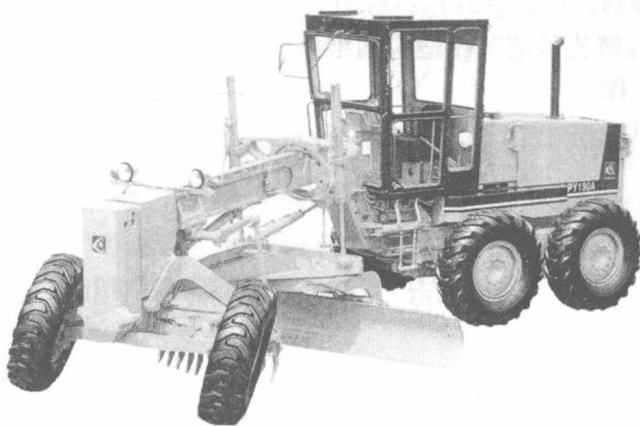


图 0-3 液压化施工机械

4. 组装化

将某些具有一定性能的独立组件,在施工现场按作业要求进行组合安装,成为具有所需工作性能的机械。各组件相互联合,拆装方便,有利于组织专业化、系列化,并扩大了施工范围,如图 0-4 所示。

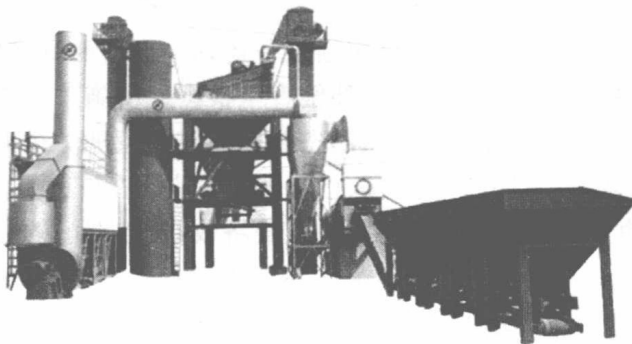


图 0-4 组装化施工机械

5. 机电液一体化

机电液一体化是将微电子技术、计算机技术、信息技术、机械技术和液压与液力技术相互融合而构成的一门独立交叉的学科。可实现无线电遥控、自动控制、自动安全检测等,是今后发展的主要趋势。

二、施工机械的装备

对于一个施工队伍而言,具有与每一项工程任务完全相适应的机械装备是比较困难的,也是没必要的。机械的拥有量和机种机型的配置,既要有利于生产的需要,又要使机械设备都能得到充分利用,发挥出最大效能。同时,还要充分考虑到长远发展的规划,以取得最好的经济效益。因此,在确定装备标准和进行装备规划时,应考虑以下几个因素:

(1) 要按专业化和生产协作制订装备标准,应从全局出发,不要片面求全,并不断提高专业化程度。

(2) 要形成一定的机械联合作业能力,以保证完成一般的施工任务。机械的种类、规格和

数量要适当,比例要协调,以达到经济合理的目的。

(3)要有与施工机械装备情况相适应的维修能力,保证机械经常处于良好的技术状况,使机械能安全、高效地工作。

(4)装备规划要从实际出发,逐步改变机种短缺、数量不足、设备陈旧等状况,从而逐步提高机械装备水平。

第四节 施工机械管理

随着科学技术的进步和生产规模的不断扩大,机械设备在工程施工中的地位和作用越来越重要。从某种意义上讲,施工机械对公路工程施工起着决定性的作用。因此,加强施工机械的管理工作,已成为施工企业机械管理各级职能部门的一项重要任务。要把企业的机械用好,使之在使用过程中达到高产、耐用、优质、低成本的效果,必须依靠科学的管理。

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,使其经常处于完好状态,提高其生产率和利用率,延长机械使用寿命,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、高质量地为公路建设服务。这就是机械设备管理工作的重大意义所在。

施工机械管理,从工作内容来说,应该包括设备运动全过程的管理。即从选购、投入生产领域以及在生产领域内使用、维修养护及其补偿直至报废退出施工生产领域的全过程。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。过去那种技术管理由机械部门承担、经济管理由财务部门承担的办法,已经不能适应现在施工机械管理工作。必须按自然和经济两大规律办事,既要尊重科学,又要讲究经济效益,各部门的分工只是在职能上各有侧重。

选用设备是管理工作中重要的一环,其可靠性、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例也越来越大。可见,施工机械在施工企业管理中占有很重要的地位。施工机械管理的好坏,不仅会影响施工企业的技术经济指标,而且会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。

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

以往由于设备部门无权过问机械的选用问题,故常有选入的机械性能不好,或不符合使用单位现场的要求。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,使用阶段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,取得较好的经济效益。

3. 做好维修养护,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,必然会导致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。做好设备的维修养护工作,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,把事故消灭在发生之前,就能掌握主动权。实践证明,机械的寿命在很大程度上取决于维修养护的好坏。

4. 加强配件管理,做到合理储备

设立专门的配件仓库,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,用概率法统计所属机型易磨损、易损坏的配件,并要求技术人员提供这方面的资料,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,而且也会使企业背上沉重的固定资产包袱,影响企业的经济效益。

【复习思考题】

1. 确定装备标准和进行装备规划时,应考虑的因素有哪些?
2. 公路工程机械化施工的特点是什么?
3. 公路工程机械化施工的意义和内涵是什么?