

普通高等教育规划教材

(第二版)

公路工程施工技术

GONGLU GONGCHENG SHIGONG JISHU

主 编 盛可鉴
主 审 武 鹤



人民交通出版社
China Communications Press

普通高等教育规划教材

Gonglu Gongcheng Shigong Jishu
公路工程施工技术
(第二版)

主编 盛可鉴
主审 武 鹤



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书根据普通高等学校土木工程专业应用型本科的教学要求,详细阐述了路基、路面、桥梁、公路沿线设施等各项施工的基本理论及其工程应用,在内容上力求符合国家现行规范的要求,反映现代工程施工技术水平,以满足教学和工程实践的需要。

本书共分为六篇,第一篇路基施工技术、第二篇路面施工技术、第三篇桥梁下部施工技术、第四篇桥梁上部施工技术、第五篇为公路隧道新奥法施工技术、第六篇公路沿线设施施工技术,在每一具体施工技术部分都附有代表性的经典工程案例。本书内容丰富,实用性强,各种施工要点和技术数据反映了现行各类施工技术规范的最新成果。

本书可作为普通高等院校土木工程及其他相关专业本科生教学用书,也可供从事土木工程施工的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程施工技术/盛可鉴主编. —2版. —北京:
人民交通出版社, 2013. 8

ISBN 978-7-114-10856-3

I. ①公… II. ①盛… III. ①道路施工—工程技术—
高等学校—教材 IV. ①U415.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 200106 号

普通高等教育规划教材

书 名:公路工程施工技术(第二版)

著 者:盛可鉴

责任编辑:孙 玺 黎小东

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)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:18.75

字 数:473 千

版 次:2007 年 9 月 第 1 版

2013 年 8 月 第 2 版

印 次:2013 年 8 月 第 1 次印刷 总第 7 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10856-3

定 价:38.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

第二版前言

本教材是在第一版(书名为《公路与桥梁施工技术》,2007年9月出版)的基础上修订而成,并更名为《公路工程施工技术》。

本教材系参考国家级教育研究项目“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题、“土木工程专业应用型人才培养的创新与实践”子课题教改最新精神,根据应用型本科院校土木工程专业、道路桥梁与渡河工程专业及其相关专业的教学需要而编写的。内容加强了课程理论体系的科学性与专业针对性,突出了以培养应用性人才为培养目标的教改指导思想。

本教材较为系统、全面地介绍了公路工程施工的基本知识和基本理论,结合公路工程施工的新技术、新工艺、新材料及新颁布的各种施工技术规范、质量验收标准中的重要条款,力求做到科学地反映当前公路工程的高科技施工水平,培养学生对现行规范、标准的了解与运用,促进公路工程施工技术的发展。

本教材共有六篇。第一篇为路基施工技术,主要介绍了路基施工准备工作内容、路基施工的主要机械、一般路基施工技术、特殊路基施工技术(包括:潮湿地段路基施工、盐渍土地段路基施工及冻土地地区路基施工)、涵洞施工技术;第二篇为路面施工技术,主要介绍了级配碎石基层、底基层施工,半刚性基层、底基层施工,路面施工机械,水泥混凝土和沥青混凝土面层施工技术;第三篇为桥梁下部施工技术,主要介绍了明挖基础、钻孔灌注桩基础、沉井基础以及墩、台等施工工艺和施工要点;第四篇为桥梁上部施工技术,主要介绍了装配式预应力混凝土简支梁桥、连续梁桥、拱桥、斜拉桥以及桥面系的施工;第五篇为新增内容,即公路隧道新奥法施工,主要介绍了公路隧道新奥法施工的工艺过程及工艺要点;第六篇为公路沿线设施施工技术,主要介绍了交通安全设施以及公路绿化工程施工技术。

本教材由黑龙江工程学院盛可鉴主编,并负责全书的统稿工作。黑龙江工程学院王颖编写第一篇及第五篇;黑龙江工程学院李德海编写第二篇第一章;黑龙江工程学院周宪伟编写第二篇第二章;黑龙江工程学院邢娇秀编写第二篇第三章;黑龙江工程学院葛琪编写第三篇第一、二章;黑龙江工程学院盛可鉴编写第四篇;黑龙江工程学院杨扬编写第六篇第一、二章;黑龙江工程学院王丽荣编写第六篇第三章;全书由黑龙江工程学院武鹤教授主审。

限于编者水平,编写时间也较紧迫,不足之处和有待探讨的问题,敬请读者提出宝贵的意见。

编者
2013年6月

第一版前言

本教材参考了国家级教育研究项目“21 世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题中“土木工程专业应用型人才培养的创新与实践”子课题的最新教改精神,根据应用型本科院校土木工程专业、道路桥梁与渡河工程专业及其相关专业的教学需要编写。内容加强了课程理论体系的科学性与专业针对性,突出了以培养应用型人才为培养目标的教改指导思想。

本教材较为系统、全面地介绍了路桥工程施工的基本知识和基本理论,结合路桥工程施工的新技术、新工艺、新材料及新颁布的各种施工技术规范、质量验收标准中的重要条款,力求做到科学的反映出当前路桥施工的高科技施工水平,培养学生对现行规范、标准的了解与运用,促进路桥施工的发展。

本教材共有五篇。第一篇路基施工技术,介绍了路基施工准备工作内容、路基施工的主要机械、一般路基施工技术、特殊路基施工技术、涵洞施工技术;第二篇路面施工技术,介绍了级配碎石基层、底基层施工、半刚性基层、底基层施工、路面施工机械、水泥混凝土和沥青混凝土面层施工技术;第三篇桥梁下部施工技术,介绍了明挖基础、钻孔灌注桩基础、沉井基础以及墩、台等施工工艺和施工要点;第四篇桥梁上部施工技术,介绍了装配式预应力混凝土简支梁桥、连续梁桥、拱桥、斜拉桥以及桥面系的施工;第五篇公路沿线设施施工技术,介绍了交通安全设施以及公路绿化工程施工技术。

本教材由黑龙江工程学院盛可鉴、崔旭光任主编,并负责全书的统稿工作。烟台市公路管理局刘嘉友编写第一篇第一、二章;黑龙江工程学院崔旭光编写第一篇第三、四章及第三篇第一、二章;黑龙江工程学院李德海编写第二篇第一章;黑龙江工程学院周宪伟编写第二篇第二章;黑龙江工程学院邢娇秀编写第二篇第三章;黑龙江工程学院盛可鉴编写第四篇第一、二、三章;烟台市公路勘察设计院李瑜编写第四篇第四、五章;黑龙江工程学院杨扬编写第五篇第一、二章;黑龙江工程学院王丽荣编写第五篇第三章;全书由黑龙江工程学院赵永平教授主审。

限于编者水平有限,编写时间也较紧迫,不足之处和有待探讨的问题,敬请读者提出宝贵的意见。

编者
2007 年 7 月

目 录

第一篇 路基施工技术

第一章 施工准备	1
第一节 施工准备工作内容	1
第二节 路基施工的主要机械	4
第二章 一般路基施工	13
第一节 土方路基施工	13
第二节 石质路基施工	20
第三节 路基排水施工	27
第三章 特殊路基施工技术	31
第一节 潮湿地段路基施工	31
第二节 盐渍土地地区路基施工	32
第三节 多年冻土地地区路基施工	33
第四章 涵洞施工技术	36
第一节 施工准备工作	36
第二节 涵洞主体部分施工技术	37
第三节 涵洞附属工程施工技术	45

第二篇 路面施工技术

第一章 路面基层、底基层施工技术	53
第一节 级配碎石基层、底基层施工	53
第二节 半刚性路面基层、底基层施工	58
第二章 水泥混凝土路面面层施工技术	71
第一节 水泥混凝土路面施工机械简介	72
第二节 混凝土路面面层铺筑	76
第三章 沥青混凝土路面施工技术	89
第一节 沥青路面施工机械简介	89
第二节 沥青路面面层施工	92

第三篇 桥梁下部施工技术

第一章 基础施工	106
第一节 明挖基础施工	106
第二节 钻孔灌注桩基础施工	114

第三节 沉井施工·····	120
第四节 承台和系梁的施工·····	127
第二章 墩台身及盖梁施工·····	132
第一节 墩、台身施工·····	132
第二节 盖梁施工·····	137

第四篇 桥梁上部施工技术

第一章 装配式预应力混凝土简支梁桥施工·····	142
第一节 预应力混凝土简支梁的制造·····	142
第二节 预应力混凝土简支梁的架设·····	148
第二章 预应力混凝土连续梁桥施工·····	153
第一节 简支转连续施工·····	153
第二节 就地浇筑施工·····	156
第三节 悬臂浇筑施工法·····	160
第四节 悬臂拼装施工·····	170
第五节 顶推法施工·····	172
第六节 移动式模架逐孔施工·····	176
第三章 拱桥施工·····	180
第一节 现浇混凝土拱桥施工·····	180
第二节 装配式混凝土拱桥施工·····	184
第三节 钢管混凝土拱桥施工·····	190
第四章 斜拉桥施工·····	197
第一节 索塔施工·····	198
第二节 梁体施工·····	199
第三节 拉索施工·····	201
第五章 桥面系施工·····	211
第一节 桥面铺装施工·····	211
第二节 人行道、护栏、缘石施工·····	212
第三节 伸缩缝安装施工·····	214

第五篇 公路隧道新奥法施工技术

第一章 隧道新奥法施工简介·····	217
第一节 隧道新奥法施工原则·····	217
第二节 隧道辅助施工措施·····	218
第三节 新奥法基本施工方法·····	219
第二章 隧道施工开挖方法·····	224
第一节 隧道施工开挖方法选择·····	224
第二节 钻爆法开挖·····	224
第三节 隧道开挖中的辅助施工措施·····	227

第三章 防水隔离层及二次衬砌施工..... 246

第一节 防水隔离层铺设..... 246

第二节 二次衬砌混凝土施工要点..... 247

第六篇 公路沿线设施施工技术

第一章 绪论..... 252

第一节 概述..... 252

第二节 公路沿线设施的分类..... 252

第二章 公路安全设施施工技术..... 254

第一节 护栏施工..... 254

第二节 防眩设施施工..... 262

第三节 视线诱导设施施工..... 266

第四节 标志与标线施工..... 268

第三章 公路绿化工程..... 276

第一节 公路绿化施工前的准备..... 278

第二节 公路绿化施工..... 284

参考文献..... 290

第一篇 路基施工技术

第一章 施工准备

路基是路面结构的基础,坚强而又稳定的路基为路面结构长期承受汽车荷载提供了重要保证。路基的强度和稳定性,不仅要通过设计予以保证,而且还要通过施工得以实现。因此必须贯彻“精心施工,质量第一”的方针。施工单位的施工准备工作千头万绪,涉及面广,必须有计划、按步骤、分阶段进行,才能在较短的时间内为工程的开工创造必要条件。

第一节 施工准备工作内容

施工准备工作的基本任务是了解施工的客观条件,根据工程的特点、进度要求,合理安排施工力量,从人力、物资、技术和施工组织等方面为工程施工创造一切必要的条件。施工准备工作的内容包括:

一、组织准备

组织准备包括建立健全施工组织机构和组建施工队伍,进而明确施工任务,制订必要的规章制度,确立施工所达到的目标等。严密的组织机构和科学的管理系统是保证工程施工顺利进行的前提。

1. 建立施工组织机构

我国的工程建设已经建立了较为完善的施工与监理程序,已与国际施工惯例接轨。对于一个施工单位来说,主要是实行项目经理负责制,即项目经理全面负责的目标责任制。

2. 组建施工队伍

根据所承担的工程量的大小和工期要求,安排出总进度计划网络图,并进一步估算出全部工程用工工日数、平均日出工人数、施工高峰期日出工人数,以及技术工种、机械操作工种、普通工种等用工比例,选择能够适应其工程质量、工期进度要求的作业队伍,并与施工劳动作业单位签订劳务合同,实行合同管理。

二、物质准备

1. 机械及工具准备

根据工程需要、工程量大小及施工进度,配备足够数量且有效的施工机械、设备及工具。

机械设备要配套选择,充分发挥机械设备的性能,要保证机械设备的正常操作使用。

2. 材料准备

主要的工程材料应根据横道图的先后开工顺序及工程数量所需要的主要材料,以表格形式列出或根据主要工程数量及施工图的材料表进行计算;并根据施工平面图安排,落实材料的堆放和临时仓库设施。材料加工过程中,尽可能集中加工。

3. 安全防护准备

按照施工安全要求,准备好各种安全防护和劳动防护用品,并要求全体人员严格遵守安全操作规程。安全工作要以预防为主,消除事故隐患。设立安全日活动,除检查安全施工活动情况外,应对职工进行经常性的安全教育和安全宣传。

三、技术准备

路基施工前,施工单位应熟悉设计文件;编制施工方案,进行施工组织设计;开展施工测量和试验等工作。

1. 熟悉设计文件

注意设计文件中所采用的各项技术指标,考虑其技术经济的合理性和施工的可能性。在熟悉文件的过程中,应进行现场核对,如发现有疑问、错误和与实际不符之处,及时确认,或进行相应的变更。

2. 编制施工方案,进行施工组织设计

施工单位应根据施工合同、设计文件、施工条件、工程量和工期条件等认真编制施工组织设计。所编制的组织计划应针对工程实际,科学合理,易于操作,有利于保证工程质量和工程进度。

3. 施工测量

从路线勘测到施工进场一般要经过一段时间,在这段时间内,原钉桩标志可能有部分丢失或发生移动,因此,监理工程师向施工单位交桩后,施工方必须按设计图表对路线进行复测,把决定路线位置的各测点加以恢复。其内容有导线、中线的复测和固定,水准点的复测和增设,横断面的检查与补测。

1) 导线、中线复测和固定

导线复测就是把控制路线中线的各导线点在地面上重新钉出。导线复测应采用满足测量精度的仪器,其测量精度应满足设计要求。复测导线时,必须和相邻施工段的导线闭合。对有碍施工的导线点,在施工前应设护桩加以固定。

中线复测就是把标定路线平面位置的各点在地面上重新钉出,有时还要在曲线上以及地形有突变或土石方成分有变化等处增钉加桩,并复核路线的长度。对路线的主要控制点,如交点、转点、曲线的起讫点,应采取有效的方法加以固定。恢复中线时应注意与独立施工的桥梁、隧道及相邻施工段的中线闭合,发现问题应及时查明原因,并报监理工程师。

2) 水准点的复测与加设

中线恢复后,对沿线的水准点作复核性水准测量,以复核水准点一览表各点的水准基点高程和中桩的地面高程。当相邻水准点相距太远,为便于施工期间引用,可加设一些临时水准点。在如桥涵、挡土墙等较大构造物附近,以及高路堤、深路堑等土石方集中地段附近,应加设水准点。临时水准点的高程必须符合精度要求。

3) 横断面的检查与补测

路线横断面应详细检查与核对,发现疑问与错误时,必须进行复测。对于在恢复中线时新

设的桩点,应进行横断面的补测。此外,应检查路基边坡设计是否恰当;与有关构造物如涵洞、挡土墙的设计是否配合相称;取土坑、弃土堆的位置是否合理。应当注意,凡是在恢复路线时发现原设计中的一切不正确之处,都应在图纸上明确地记录下来,并与复测的结果一起呈报监理工程师复核或审批。

4. 试验

路基施工前,应该按照有关规定和要求,建立工地试验室。应对路基土进行相关试验,并对来源不同、性质不同的路基填料进行复查和取样试验。土的试验项目包括天然含水率、液限、塑限、标准击实试验、CBR 试验等,必要时应做颗粒分析、相对密度、有机质含量、易溶盐含量、冻胀和膨胀量等试验。

四、场地准备

施工场地的准备一般根据合同文件规定由建设单位配合施工单位准备。

1. 用地划界及拆迁建筑物

路基施工前应按设计要求进行公路用地放样,根据实际情况确定用地范围,进行公路用地测量,并绘制用地平面图及用地划界表,送交有关单位办理拆迁及占用土地手续。路基施工范围内的所有建筑物、设施等,均应会同有关部门先行拆迁或改造。因路基施工影响沿线附近建筑物的稳定时,应予适当加固。

2. 清理场地

应砍伐或移植清理在路基施工范围内的树木、灌木丛,以保证行车安全、路基稳定、清除工作量最小为原则。二级及二级以上公路路堤和填土高度小于 1m 的其他公路,应将树根全部挖出;填方高度大于 1m 的二级以下公路路堤,可保留树根,但树根不能露出地面。进行砍伐后的树木、树根应堆放在不妨碍施工和不影响农业生产的地方。

应对路幅范围内、取土坑的原地面表层腐殖土、表土、草皮等进行清理,填方地段还应按设计要求整平压实。

3. 场地排水

场地排水是指疏干、排除场地上所积地面水,保持场地干燥,为施工提供正常条件。通常是根据现场情况,设置纵横排水沟,形成排水系统,将水引入附近河渠、低洼处排除。在受地面积水或地下水影响的土质不良的地段施工时,为了保证工程质量,减少土方挖掘、运送和夯实的困难,施工前也应切实做好场地排水工作。

五、铺筑试验路

做试验路段的目的是为了取得施工经验,检验施工机械组合,根据压实机械情况及施工技术规范准许情况下的压实厚度、松铺系数,确定松铺厚度、土的最佳含水率,达到设计要求密实度的碾压遍数,作为以后施工的经验资料,以指导大面积路基施工。铺筑试验路过程中应注意以下事项:

(1) 为了尽快开工及便于管理,试验路段应选在距驻地近、地形较平坦、交通方便、施工条件较好的地段。

(2) 试验路段应选在填方工程数量集中、施工时间较长或需尽早开土填筑完成的地段。

(3) 当沿线填筑的土质变化较大时,试验路段应选在土质较好而且对今后施工有广泛指

导作用的地段。

(4)当填方的原地面地基水文地质变化较大时,试验路段应避开水位较高地段及软地基,宜选在不需要加固处理,地基承载力较高的地段。

六、临时工程

临时道路、桥涵的修建与维护,临时电力、电信线路的架设与维修,临时供水、排污系统的建设与维护以及包括施工单位的办公和生活用地等临时用地都属于临时工程。临时工程的建设对于保证正常施工以及确保施工质量和安全,起着必备前提条件的作用。

第二节 路基施工的主要机械

公路建设具有工程量大、工程质量要求高、施工工艺复杂等特点。为了提高施工的经济效益,机械化施工在公路工程施工中占有越来越重要的地位。施工机械对机械化施工起着决定性作用。路基工程施工机械可概括为挖运机械、压实机械、石方施工机械三类。

一、主要挖运机械

常用的土方挖运机械有推土机、铲运机、平地机、挖掘机、装载机、工程运输车辆等。它们有的可单独作业,有的则需与其他机械配合作业。

1. 推土机

推土机是筑路机械中最基本、用途最广泛的一类机械,具有作业面小、机动灵活、转移方便、短距离运土效率高、干湿地带都可以独立工作的优点。同时推土机可以推松土体,堆集松散材料,为铲运机助铲,清除树桩、积雪,作为拖式机械或其他机械的牵引车等,因此在土方工程机械化施工中得到广泛应用。

1) 推土机分类

推土机按不同的方式有不同的分类方法。

(1)按照基础车和行驶装置分为轮胎式和履带式两种。

轮胎式推土机机动、灵活,转移工地快,不破坏路面,生产率高,消耗金属量少,但附着性差,接地比例大又不利于作业,因此该类机械较少使用。而履带式推土机具有附着力大,接地比压小,重心低,通过性好,爬坡能力强,恶劣环境下履带比轮胎耐磨、耐扎等特点。

(2)按操纵方式分为机械操纵和液压操纵两种。

机械式操纵系统是通过钢丝绳、滑轮和动力绞盘来控制铲刀升降的,由于铲刀不能强制入土,故只在早期采用。它具有结构简单、制造容易等优点。液压操纵轻便灵活,铲刀的升降均靠液压作用,能强制切入土体且有浮动状态,作业效率高、效果好,因而得到广泛应用。

(3)按推土装置的构造可分为固定(直铲)式与回转(万能或斜铲)式两种,如图 1-1-1 所示。

固定式是铲刀与推土机行驶方向(推土机纵轴线)垂直。回转式是铲刀与推土机纵轴线可以不垂直的推土机,这种推土机的适应性好,在修傍山公路时特别优越。

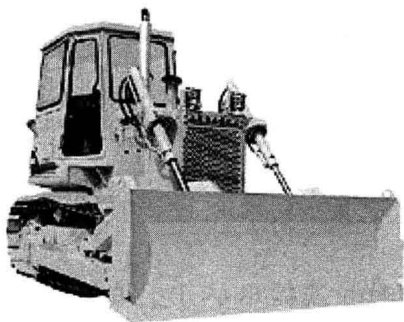


图 1-1-1 推土机

(4)其他分类方法:按发动机功率分为大、中、小型;按用途分为工业用与农业用;按施工现场性质有地面式、水下式、两栖式;按传动方式有机械传动、液力机械传动、液压传动、电传动等。国产推土机的型号如表 1-1-1 所示。

国产推土机的适用范围 表 1-1-1

型 号		额定功率 (kW) (马力)	结构 质量 (t)	推 土 装 置				松 土 器		经济 运距 (m)	接地 比压 (kPa)	最大 牵引力 (kN)
				推土板 (长×宽) (m×m)	安装 方式	操纵 方式	切土 深度 (mm)	形式	松土 深度 (mm)			
履带式推土机	移山-80	66.2 (90)	14.9	3.1×1.1 3.72×1.04	固定式 回转式	机械式				50~100	63	99
	T80			3.03×1.1	固定式	机械式	180			50~100		
	T100 (DY100)	66.2 (90)	13.5	3.03×1.1	回转式	机械式	180			50~100		90
	T100 (DY2100)	66.2 (90)	16.0	3.8×0.88	回转式	液压式	650	4~5 齿	550	50~100	68	90
	TY120A	103.0 (140)	16.9	3.91×1	回转式	液压式	300			50~100	63	117.6
	TY120	88.3 (120)	16.2	3.76×1	回转式	液压式	300			50~100	65	118
	TY80 (T180)	132.4 (180)	21.8	4.2×1.1	回转式	液压式	530	3 齿	620	50~100	81	187.4
	TY240	176.5 (240)	36.5	4.2×1.6	回转式	液压式	600			50~100		320
	TY320 (D1554)	235.4 (320)	37.0	4.2×1.6	回转式	液压式	600	多齿	1100	50~100	98	320 360
湿地推土机	TS120	88.3 (120)	16.9	4×0.96	回转式	液压式	400				28	112
轮式推土机	TL160	117.7 (160)	12.8	3.19×1	回转式	液压式	400			50~100		85
水陆两用		88.3 (120)	14.0							作业 水深 3m		

2)推土机的工作过程

对于不同的推土机其工作过程不同。直铲式推土机是周期作业的,其过程(图 1-1-2)是铲土、运土、卸土、回驶(一般倒回)。铲土过程:调好铲土角,低速挡行进中缓慢放铲刀,使切入土体适当深度前进,直到铲刀前堆满土为止。运土过程:铲刀前堆满土后,行进中将铲刀提升到地面,视运距长度确定是否换挡继续行驶到卸土点为止。卸土过程:视需要卸土于一堆或

稍提铲刀继续行驶将土铺于地上。返回过程:挂倒挡返回铲土起点。如此周而复始地进行作业。

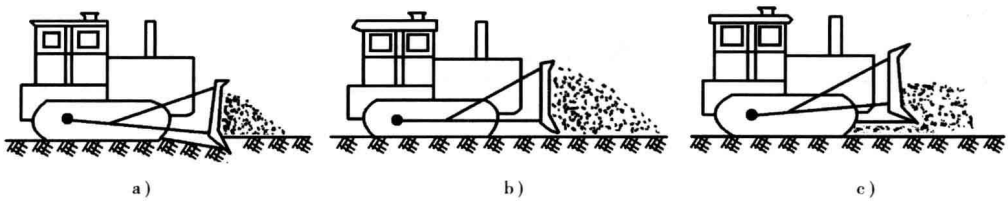


图 1-1-2 推土机的工作过程
a) 铲土过程;b) 运土过程;c) 卸土过程

2. 铲运机

铲运机是一种使用范围很广的土方施工机械,主要用于较大运距的土方工程,如填筑路堤、开挖路堑和大面积的平整场地等。当铲运机行进时,可做自挖、自装、自运、自卸等各项工作,并有铺平及初步压实的作用。

1) 铲运机分类

铲运机可按铲斗容量、行走方式、行走装置形式、装土方法、卸土方式等进行分类。国产铲运机产品分类和型号编制方法如表 1-1-2 所示。

铲运机产品分类和型号编制方法 表 1-1-2

类	组	型	特性	代号及含义	主 参 数	
					名称	单位
铲土运输机械	铲运机 (C)	自行履带式	Y (液)	机械式铲运机 (C) 液压式铲运机 (CY)	铲斗几何容积	m ³
		自行轮胎式 (L)		液压式铲运机 (CL)		
		拖式 (T)	Y (液)	机械式铲运机 (CT) 液压式铲运机 (CTY)		

2) 铲运机的工作过程

铲运机作业分一般铲土、波浪式铲土、跨铲铲土及下坡铲土等。一般铲土时铲运机形成的铲土道纵断面如图 1-1-3a) 所示。铲运 I、II 级土时,铲刀一开始即以最大切土深度 (不超过 300mm) 铲土,随着铲运机行驶阻力不断增加而逐渐减小铲土深度,直到铲斗装满为止。波浪式铲土适用于较硬的土质,铲运机开始铲土即以最大切土深度切入土中,随着铲运机负荷逐渐增加,发动机转速下降时,相应地减小切土深度,如此反复若干次,直到铲斗装满为止。铲土道纵断面图如图 1-1-3b) 所示。下坡铲土是利用铲运机的重力分力所产生的下坡推力使牵引力增加,从而提高铲土效率。铲土下坡角一般为 7°~8°,最大不超过 15°,如图 1-1-3c) 所示。

3. 平地机

平地机是一种装有以铲土刮刀为主,配备其他多种可换作业装置,进行刮平和整型连续作业的工程机械。平地机的铲土刮刀较推土机的推土铲刀灵活,它能连续进行改变刮刀的平面角和倾斜角,使刮刀向一侧伸出,可以连续进行铲土、运土、大面积平地、挖沟、刮边坡等作业。此外,还可以清除路肩上的杂草以及冬季道路除雪等,如图 1-1-4 所示。

1) 平地机的分类

平地机按走行方式有自行式及拖式两种,自行式使用最为普遍;按工作装置 (铲刀) 和行

走装置的操纵方式可以分为机械操纵和液压操纵两种,大多采用液压操纵;按铲刀长度或发动机功率等分为轻、中、重型,如表 1-1-3 所示。

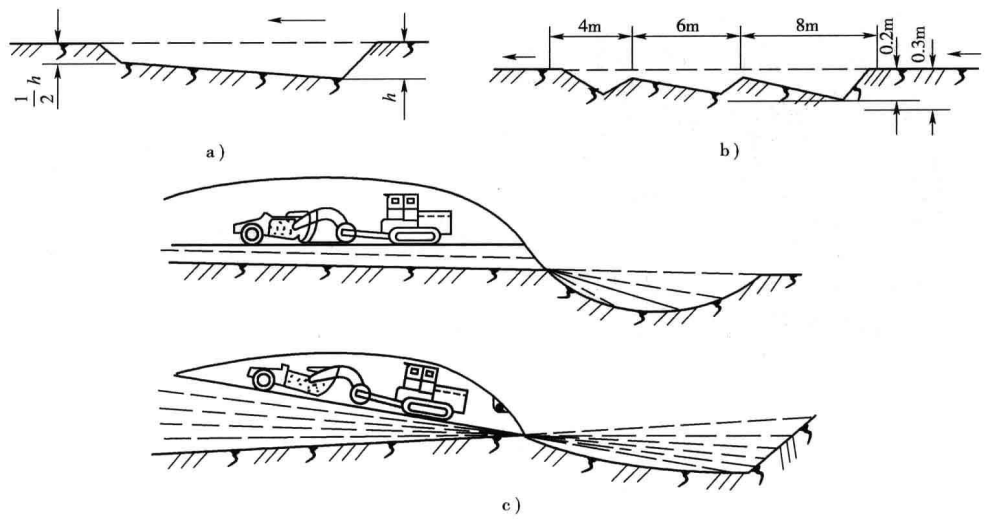


图 1-1-3 铲运机的工作

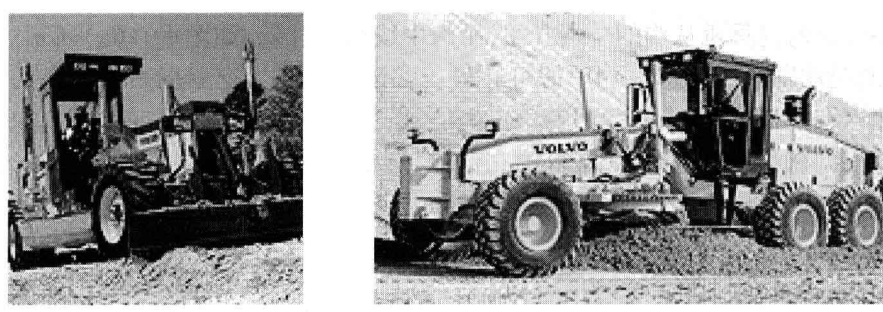


图 1-1-4 平地机

平地机分类

表 1-1-3

类 型	铲刀长度(m)	发动机功率(kW)	质量(kg)	车轮数
轻型	≤3	44 ~ 66	5 000 ~ 9 000	四轮
中型	3 ~ 3.7	66 ~ 110	9 000 ~ 14 000	六轮
重型	3.7 ~ 4.2	110 ~ 220	14 000 ~ 19 000	六轮

2)平地机的工作过程

平地机可以调整 4 种作业运作,即刮刀平面回转、刮刀左右端升降、刮刀左右引伸和刮刀外侧倾斜,来完成刮刀刀角铲土侧移、刮刀刮土侧移、刮刀刮土直移和机身外刮土等作业。

4. 挖掘机

挖掘机主要用于挖土和装土,必须配备运土机械与之共同作业,适用于工程量大而集中的土石方挖掘。它的特点是效率高、产量大,但机动性较差。按作业特点分为周期性作业式和连续性作业式,前者为单斗挖掘机,后者为多斗挖掘机。公路工程施工中以单斗挖掘机最为常见,故此处仅介绍单斗挖掘机。

1)单斗挖掘机的分类

单斗挖掘机按行走方式,可分为履带式、轮胎式、步履式和轨行式;按采用的动力不同,可

分为内燃式和电动式等;按传动方式,可分为机械传动和液压传动,近年来,机械式逐步被液压式所取代;按适应工作环境不同,可分为适于高原地区、寒冷地区、沼泽地区等,如图 1-1-5 所示。

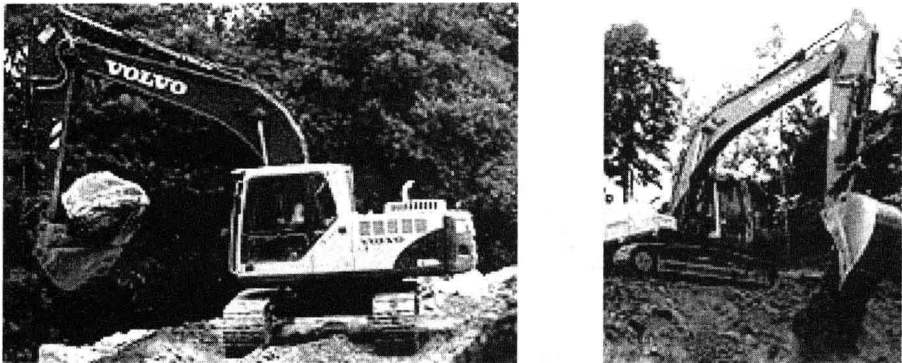


图 1-1-5 单斗挖掘机

2)单斗挖掘机的工作过程

单斗挖掘机是一种循环作业式机械,每一个工作循环包括挖掘、回转调整、卸料、返回调整四个过程。反斗铲挖掘机的工作面可低于其停留面以下 3 ~6m,常用于挖基坑、沟槽等。正斗铲的挖掘机主要用来挖掘高出挖掘机停留面的土堆。反铲挖掘机可进行沟端开挖和沟侧开挖作业。沟端开挖时挖掘机从沟的一端开始,沿沟中线倒退开挖,如图 1-1-6a)所示。运输车辆停在沟侧,此时动臂只回转 40° ~ 45°即可卸料。若沟的宽度为挖掘机回转半径的两倍时,运输车辆只能停在挖掘机侧面,动臂回转 90°卸料。若所挖沟渠较宽,可分段挖掘,如图 1-1-6b)所示。反铲挖掘机沟侧开挖时,挖掘机停在沟侧,运输车辆停在沟端,动臂回转小于 90°即可卸料,如图 1-1-6c)所示。正铲挖掘机可采用侧向开挖或正向开挖的方式作业。

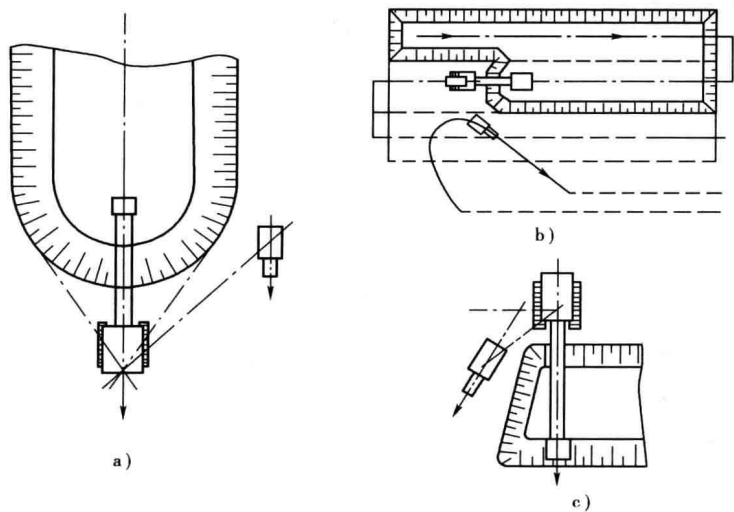


图 1-1-6 单斗挖掘机的工作过程

5. 装载机

装载机是一种工作效率较高的铲土运输机械,它兼有推土机和挖掘机两者的工作特性,可以进行铲掘、推运、整平、装卸和牵引等多种作业。其优点是适应性强、作业效率高、操纵简便,是一种发展较快的循环作业式机械。

1) 装载机的分类

按工作装置不同装载机可分为单斗式、挖掘装载式和斗轮式3种;按动臂形式的不同可分为全回转式、半回转式和非回转式3种;按自身结构特点可分为刚性式和铰接式两种;按行走方式可分为轮胎式与履带式两种,如图1-1-7所示。

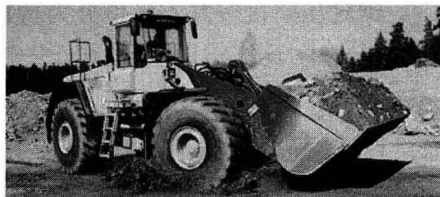


图1-1-7 装载机

2) 装载机工作过程

单斗装载机的工作过程由铲装、转运、卸料和返回4个过程组成一个工作循环。铲装过程:斗口朝前平放地面,机械前行使斗插入料堆,若遇较硬土质,则机械前行同时边收斗边升动臂到斗满时斗口朝上为止。转运调整过程:若向自卸车卸料,则在转运过程中调整卸料高度和对准性。卸料过程:向前翻斗卸料于车上。返回过程:返回途中调整铲斗位置,至铲装开始处重复上述过程。

6. 工程运输车辆

在公路工程施工中,大量土石方、砂砾料和大宗建筑材料、机电设备、施工机械等物资的运输,主要依靠轮胎式工程运输车辆。轮胎式车辆包括载货汽车和用轮胎式牵引车拖带的各种挂车和半挂车。采用轮胎式车辆的优点是行驶速度快,机动性高,能到达工地道路延伸所及的任何地点;载运筑路材料的性能范围广;对道路的弯道、坡度和路面的要求较低;产品系列齐全,与各类挖掘装载机械配套使用方便;操纵灵活,使用可靠。

公路工程部门使用的轮胎式运输车辆的类型很多,可分为公路型和非公路型两大类。非公路型车辆的轴载和总重力均超过公路规定标准,因此不允许在正规公路上行驶。

1) 公路型车辆

(1) 自卸汽车。其特点是靠自身的动力驱动车辆行驶,车厢是直接安装在汽车车架之上的,对于自卸汽车的车厢,一般是向后倾翻卸料,侧翻卸料的车型不多。按照转向方式,可分为偏转车轮转向和铰接转向两种。采用铰接式转向机构的车辆,其转弯半径较小,且有良好的越野性能。

(2) 牵引汽车和挂车。牵引汽车是专门用来牵引挂车和半挂车来进行公路运输的,并通过支承连接装置与半挂车相连。半挂车和挂车有底卸式半挂车、后卸式半挂车(主要用来运输砂石材料)、阶梯车架式半挂车和重型平板车挂车(用来运输施工机械)等形式。

2) 非公路型车辆

非公路型车辆包括:后卸式或侧卸式重型自卸汽车、双轴牵引车拖带的底卸式或侧卸式半挂车、单轴牵引拖带的底卸式或后卸式半挂车。与公路型自卸式汽车相比较,非公路型车辆的后卸式重型自卸汽车,外形尺寸较大,车轴荷载不受公路轴载和总重力的限制。

二、主要压实机械

路基工程应采用专门的压实机械压实。压实机械的选择应根据工程规模、场地大小、填料种类、压实度要求、气候条件、压实机械效率等因素综合考虑确定。

1. 压实机械的分类

按压实力作用原理分为静作用碾压机械、振动碾压机械和夯实机械3种类型。按走行方式分为拖式和自行式两类。按碾轮形状分为钢轮、羊脚轮和充气轮胎3种。钢轮也有采用在其表面覆盖橡胶层的碾轮形式。