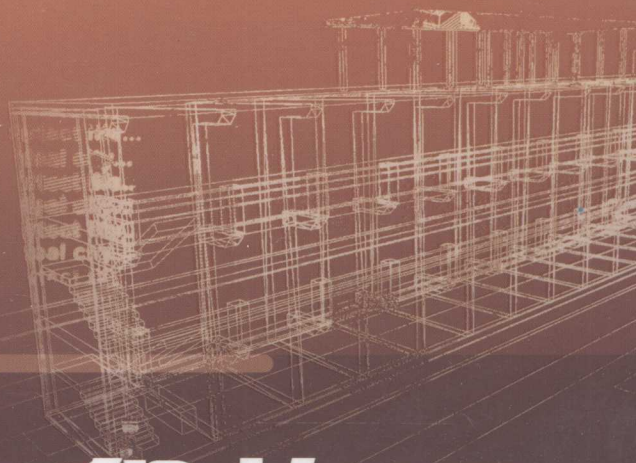


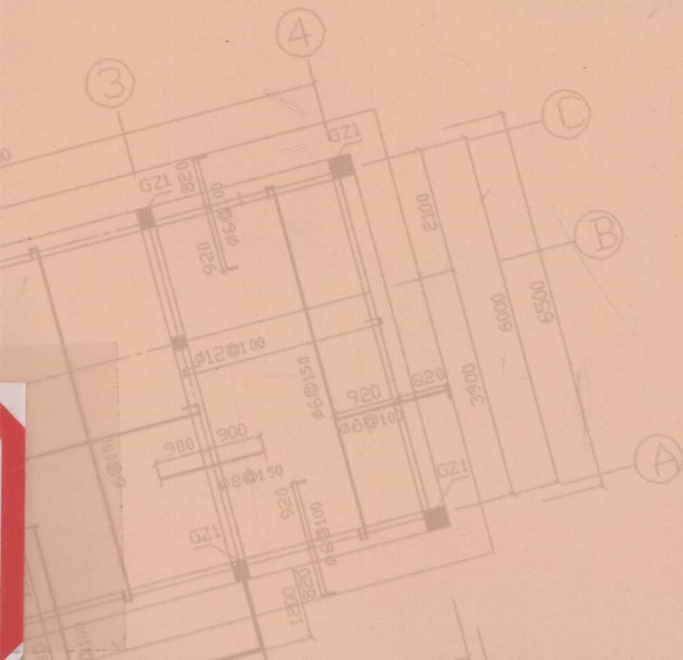
» 高等教育工程造价系列规划教材



公路工程施工

ENGINEERING COST

● 朱 峰 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等教育工程造价系列规划教材

公路工程施工

主 编 朱 峰

副主编 夏英志 董吉福

参 编 张永存 陈爱军

主 审 张争奇



机械工业出版社

本书主要介绍了公路工程各组成部分的主要施工方法、施工工艺和施工流程,并对公路主体施工的要点进行了系统的总结。全书共分为八章,包括绪论、施工准备、路基工程施工、路面工程施工、桥梁工程施工、涵洞施工、隧道工程施工、公路附属设施的施工。

本书参照国家颁布的《公路路基施工技术规范》(2006年)、《公路沥青路面设计规范》(2006年)、《公路沥青路面施工技术规范》(2004年),结合最新的公路工程设计施工规范及定额资料编写,力求反映目前我国应用最广泛、工艺最先进的公路施工方法。

本书可作为本科工程管理专业、工程造价专业的教材及参考书。同时,可供土木工程专业及其相关专业的师生学习参考,还可作为造价工程师、工程造价从业人员及项目管理人员参考书及培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程施工/朱峰主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 12
(高等教育工程造价系列规划教材)
ISBN 978-7-111-28971-5

I. 公… II. 朱… III. 道路工程—工程施工—高等学校: 技术学校—教材 IV. U415

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 198771 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: 冷 彬 责任编辑: 冷 彬 版式设计: 霍永明
封面设计: 张 静 责任校对: 李秋荣 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)
2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
169mm × 239mm · 17.25 印张 · 332 千字
标准书号: ISBN 978-7-111-28971-5
定价: 29.00 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

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

高等教育工程造价系列规划教材 编 审 委 员 会

主任委员：齐宝库

副主任委员：陈起俊

委 员：（按姓氏笔画排序）

于英乐	于香梅	马楠	王东欣	王秀燕
王俊安	王炳霞	王赫	白丽华	刘亚臣
刘迪	刘钦	庄丽	朱峰	闫瑾
齐宝库	冷彬	吴信平	张国兴	张爱勤
李旭伟	李希胜	李锦华	杨会云	邵军义
陈起俊	李顺利	房树田	郑润梅	赵秀臣
都沁军	崔淑杰	曹晓岩	董立	赖少武

序

伴随着人类社会经济的发展和物质文化生活水平的提高,人们一方面对工程项目的功能和质量要求越来越高,另一方面又期望工程项目建设投资尽可能少、效益尽可能好。随着经济体制改革和经济全球化进程的加快,现代工程项目建设呈现出投资主体多元化、投资决策分权化、工程发包方式多样化、工程建设承包市场国际化以及项目管理复杂化的发展态势。而工程项目所有参建方的根本目的都是追求自身利益的最大化。因此,工程建设领域对具有合理的知识结构、较高的业务素质和较强的实作技能,胜任工程建设全过程造价管理的专业人才需求越来越大。

高等院校肩负着培养和造就大批满足社会需求的高级人才的艰巨任务。目前,全国 300 多所高等院校开设的工程管理专业几乎都设有工程造价专业方向,并有近 50 所院校独立设置工程造价(本科)专业。要保证和提高专业人才培养质量,教材建设是一个十分关键的因素。但是,由于高等院校的工程造价(本科)专业教育才刚刚起步,尽管许多专家、学者在工程造价教材建设方面付出了大量心血,但现有教材仍存在诸多不尽如人意之处,并且均未形成能够满足工程造价专业人才培养需要的系列教材。

机械工业出版社审时度势,于 2007 年下半年在全国范围内对工程造价专业教学和教材建设的现状进行了广泛的调研,并于年底在北京召开了“工程造价系列规划教材编写研讨会”,成立了“高等教育工程造价系列规划教材编审委员会”。本人同与会的各位同仁就该系列教材的体系以及每本教材的编写框架进行了讨论。随后的两三个月内,详细研读了陆续收到的各位作者提供的教材编写大纲,并提出自己的修改意见和建议。许多作者在教材编写过程中与我进行了较为充分的沟通。

通过作者们一年多的辛勤劳动,“高等教育工程造价系列规划教材”的撰写工作即将全面告竣,并将陆续正式出版。该套系列教材是作者们在广泛吸纳各方面意见,认真总结以往教学经验的基础上编写的,充分体现了以下特色:

(1) 强调知识体系的系统性。工程项目建设全过程造价管理是一个十分复杂的系统工程,要求其专业人才具有较为扎实的工程技术、管理、经济和法律

前言

本书是为我国高等院校工程造价与工程管理人才的培养,按照机械工业出版社工程造价系列规划教材编审委员会审定的《公路工程施工》教材大纲编写的。

本书的编写特色如下:

1. 内容体系系统、完善。从公路工程施工准备到公路各组成部分的施工,均按照现阶段国内外流行的施工程序组织和安排教材内容。

2. 重点突出,通俗易懂。为了适应从事公路工程建设施工、管理与造价控制的需要,本书重点编写了公路工程的施工方法、施工工艺和施工要点,语言通俗、结构简明,同时编入了大量图表,明晰直观,实用性强。

3. 内容新颖,与时俱进。本书的编写紧密结合我国新颁布的一系列行业标准、技术规范和新定额,以便于学生掌握公路工程施工的最新的内容与知识。

本书由山东交通学院朱峰主编,河南城建学院夏英志和山东交通学院董吉福任副主编,朱峰负责全书的统稿工作,董吉福协助统稿。具体的编写分工为:第1、2、8章由董吉福编写,第3章由朱峰编写,第4章由夏英志编写,第5章由张永存(河南城建学院)编写,第6、7章由陈爱军(湖南工程学院)编写。

本教材由长安大学张争奇教授主审。张教授严谨、认真、细致地审阅本书稿,为提升本书的编写质量提出了许多宝贵的修改意见,在此深表感谢。

由于编者的知识水平有限,本书编写中难免出现遗漏和错误,恳请读者批评指正。

四大平台知识。该套系列教材注重四大平台知识的融合、贯通，构建了全面、完整、系统的专业知识体系。

(2) 突出教材内容的实践性。近年来，我国建设工程计价模式、方法和管理体制发生了深刻的变化。该套系列教材紧密结合我国现行工程量清单计价和定额计价并存的特点，注重以定额计价为基础，突出工程量清单计价方法，并对《建设工程工程量清单计价规范》(GB 50500—2008)在工程造价专业教学与工程实践中的应用与执行进行了较好的诠释；同时，教材内容紧密结合我国造价工程师等执业资格考试和注册制度的要求，较好地体现出培养工程造价专业应用型人才的特色。

(3) 注重编写模式的创新性。作者们结合多年对该学科领域的理论研究与教学和工程实践经验，在该套系列教材中引入和编写了大量工程造价案例、例题与习题，力求做到理论联系实际、深入浅出、图文并茂和通俗易懂。

(4) 兼顾学生就业的广泛性。工程造价专业毕业生可以广泛地在国内外土木建筑工程项目建设全过程的投资估算、经济评价、造价咨询、房地产开发、工程承包、招标代理、建设监理、项目融资与项目管理等诸多岗位从业，同时也可以在政府、行业、教学和科研单位从事教学、科研和管理工作。该套系列教材所包含的知识体系较好地兼顾了不同行业各类岗位工作所需的各方面知识，同时也兼顾了本专业课程与相关学科课程的关联与衔接。

在本套系列教材即将面世之际，我谨代表高等教育工程造价系列规划教材编审委员会，向在教材撰写中付出辛劳和心血的同仁们表示感谢，还要向机械工业出版社高等教育分社的领导和编辑表示感谢，正是他们的适时策划和精心组织，为我们教学一线上的同仁们创建了施展才能的平台，也为我国高等院校工程造价专业教育做了一件好事。

工程造价在我国还是一个年轻的学科领域，其学科内涵和理论与实践知识体系尚在不断发展之中，加之时间有限，尽管作者们做出了极大努力，但该套系列教材仍难免存在不妥之处，恳请各高校广大教师和读者对此提出宝贵意见。我坚信，该套系列教材在大家的共同呵护下，一定能够成为极具影响力的精品教材，在高等院校工程造价专业人才培养中起到应有的作用。

齐宝琛

2009年4月于沈阳

目 录

序

前言

第1章 绪论	1
1.1 公路的分级与组成	1
1.2 公路施工的发展概况	4
1.3 公路施工的方法与特点	7
1.4 公路施工的基本程序	8
第2章 施工准备	10
2.1 技术准备	10
2.2 组织准备	17
2.3 物资准备	20
2.4 施工现场准备	21
第3章 路基工程施工	24
3.1 路基工程施工概述	24
3.2 路基施工主要机械简介	26
3.3 填方路基施工	36
3.4 挖方路基施工	46
3.5 特殊路基施工	51
3.6 路基排水设施施工	62
3.7 路基防护与支挡工程施工	67
第4章 路面工程施工	84
4.1 路面施工主要机械设备简介	84
4.2 路面的分类和路面结构	90
4.3 路面基层(底基层)施工	91
4.4 沥青路面施工	105
4.5 水泥混凝土路面施工	125
第5章 桥梁工程施工	137
5.1 桥梁工程概述	137
5.2 桥梁施工方法的选择	138
5.3 桥梁墩台的施工	146
5.4 梁式桥的施工	153
5.5 拱桥的施工	175
5.6 斜拉桥和悬索桥施工简介	194
第6章 涵洞施工	203
6.1 涵洞的构造	203
6.2 涵洞施工准备	207
6.3 涵洞施工工艺	208
第7章 隧道工程施工	213
7.1 公路隧道结构构造	213
7.2 公路隧道施工准备和施工 测量	221
7.3 隧道施工方法	232
第8章 公路附属设施的施工	247
8.1 公路安全设施施工	247
8.2 公路绿化工程施工	260
参考文献	266

第 1 章

绪 论

公路是指连接城市、乡村、港口、厂矿和林区等的道路，它是主要供汽车行驶且具备一定技术条件的交通设施。公路工程属于一种人工构造物，需要通过设计和施工等环节，消耗大量的人工、材料和借助机械而完成的建筑产品。作为产品，施工质量是公路工程的生命，决定着公路的使用安全、使用品质和寿命。因此，对公路工程各组成部分的施工应给予足够的重视。

1.1 公路的分级与组成

1.1.1 公路的分级

1. 公路分级

交通部 2004 年 1 月颁布的《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)，将公路根据功能和适应的交通量分为五个等级，即高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路。

(1) 高速公路 专供汽车分向、分车道行驶，并应全部控制出入的多车道公路。

四车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 25000 ~ 55000 辆。

六车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 45000 ~ 80000 辆。

八车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 60000 ~ 100000 辆。

(2) 一级公路 供汽车分向、分车道行驶，并可根据需要控制出入的多车道公路。

四车道一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 15000

~30000 辆。

六车道一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 25000 ~55000 辆。

(3) 二级公路 供汽车行驶的双车道公路。

二级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量 5000 ~15000 辆。

(4) 三级公路 主要供汽车行驶的双车道公路。

三级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 2000 ~6000 辆。

(5) 四级公路 主要供汽车行驶的双车道或单车道公路。

双车道四级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 2000 辆以下。

单车道四级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量 400 辆以下。

2. 公路分类

公路按其在公路网的地位与作用分为以下五类：

(1) 国道 在国家公路网中，具有全国性政治、经济、国防意义，并经确定为国家干线的公路。

(2) 省道 在省公路网中，具有全省性政治、经济、国防意义，并经确定为省级干线的公路。

(3) 县道 具有全县性政治、经济意义，并经确定为县级的公路。

(4) 乡道 主要为乡村生产、生活服务，并经确定为乡级的公路。

(5) 专用公路 专为企业或其他单位提供运输服务的道路，如专门或主要为工矿、林区、油田、农场、军事要地等与外部连接的公路。

1.1.2 公路的组成

1. 路基工程

路基是按照道路的平面位置、纵面线形和一定的技术要求修筑的作为路面基础的岩土构造物。路基是路面的基础，又是公路的重要组成部分。按路基横断面形状的不同，通常可分为路堤、路堑和半填半挖路基三种形式，如图 1-1 所示。

2. 路面工程

路面是在路基之上用各种筑路材料铺筑的

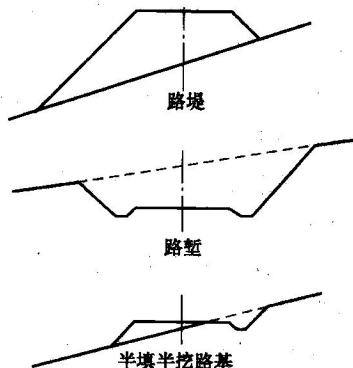


图 1-1 路基类型



供汽车行驶的层状构造物，其作用是保证汽车能全天候地在道路上安全、迅速、舒适、经济的运行。

路面结构一般由面层、基层、底基层与垫层组成，如图 1-2 所示。

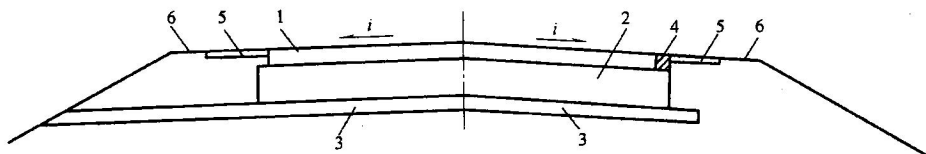


图 1-2 路面的组成

1—面层 2—基层 3—垫层 4—路缘石 5—加固路肩 6—土路肩 i —路拱横坡度

面层是直接承受车轮荷载反复作用和自然因素长期影响的结构层。按面层所用材料的不同，可划分为柔性路面、刚性路面和半刚性路面三种。作为柔性路面的典型代表，沥青路面可由一～三层组成。三层式沥青路面的表面层应根据使用要求设置抗滑、耐磨、密实稳定的沥青层，中面层、下面层应根据公路等级、沥青层厚度、气候条件等选择适当的沥青结构层。

基层是设置在面层之下，并与面层一起将车轮荷载的反复作用传递到底基层、垫层、土基，起主要承重作用的层次。基层可分为柔性基层（沥青稳定碎石、沥青贯入式、级配碎石、级配砾石等）、半刚性基层（水泥稳定土或粒料、石灰或粉煤灰稳定土或粒料等）、刚性基层（碾压式水泥混凝土、贫混凝土等）、混合式基层（上部使用柔性基层、下部使用半刚性基层）等。对于高速公路、一级公路，应采用水泥稳定粒料、石灰粉煤灰（二灰）稳定粒料、沥青碎石以及级配碎石等材料铺筑。高速公路、一级公路的底基层和二级及二级以下公路基层和底基层，除上述类型材料外，也可采用水泥稳定土、石灰稳定土、石灰粉煤灰稳定土、石灰工业废渣、填隙碎石等或其他适宜的当地材料铺筑。

垫层是设置在底基层与土基之间的结构层，起排水、隔水、防冻、防污等作用。各级公路当需要设置垫层时，一般可采用水稳性好的粗粒料或各种稳定性材料铺筑。

3. 桥涵工程

桥梁是为道路跨越河流、山谷或人工障碍物而建造的构造物；涵洞是为宣泄地面水流而设置的横穿公路的小型排水构造物。

(1) 按桥梁总长和跨径的不同分类 分为特大桥、大桥、中桥、小桥和涵洞。交通部颁布的《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004) 给出了桥涵的分类，具体见表 1-1。

(2) 按桥梁受力体系分类 可分作梁式桥、拱式桥、刚架桥、吊桥四种基本体系，其中梁式桥以受弯为主，拱式桥以受压为主，吊桥以受拉为主。另外，由上述四大基本体系的相互组合，又派生出在受力上具有组合特征的组合体系



桥型，如目前在我国广为流行的斜拉桥等。

表 1-1 桥梁、涵洞分类

桥梁分类	多孔桥全长 L/m	单孔跨径 l/m	桥梁分类	多孔桥全长 L/m	单孔跨径 l/m
特大桥	$L > 1000$	$l > 150$	小桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq l < 20$
大桥	$100 \leq L \leq 1000$	$40 \leq l \leq 150$	涵洞	—	$l < 5$
中桥	$30 < L < 100$	$30 \leq l < 40$			

4. 隧道

隧道是为公路从地层内部或水下通过而修建的结构物。当公路需要翻越高山或穿过深水层时，为了改善平纵线形和缩短路线长度，经过技术、经济比选，可选用隧道方式。

5. 排水及防护工程

排水工程是为了排除地面水及地下水而设置的排水构造物。除桥涵外，还有边沟、截水沟、急流槽、盲沟、渗井和渡槽等路基排水构造物和路面排水构造物组成的道路排水系统。

防护工程是为了加固路基边坡、确保路基稳定的结构物，如在路基边坡修建的填石边坡、砌石边坡、挡土墙、护脚和护面墙等构造物。

6. 交通工程设施

交通工程设施是针对高等级公路行车速度快、通过能力大、交通事故少、服务水平高的特点设置的，它包括安全设施、管理设施、服务设施、收费设施、供电设施等。

(1) 安全设施 安全设施是整个交通工程系统的最基本的部分，主要有标志、标线、视线诱导标、护栏、隔离栅、防眩设施和照明设施等。

(2) 管理设施 主要包括控制、监视、通信、数据采集与处理设施。

(3) 服务设施 主要包括服务区、加油站、公共汽车停靠站等。

(4) 收费设施 主要是指收费站等。

(5) 供电设施 这是为了使整个交通工程系统正常运行而设置的配套设施。

(6) 环保设施 主要指为减少公路交通环境污染而设计的声屏障、减噪路面、绿化工程及公路景观（自然景观及人文景观）。

1.2 公路施工的发展概况

1.2.1 我国公路施工技术发展回顾

我国在公路施工技术上有着悠久的历史，据史料考证，早在公元前 2000 年，我国已修建有可供行驶牛车、马车的道路。在西周时期道路建设已初具规



模,唐代是我国古代道路发展的鼎盛时期,形成了以城市为中心的四通八达的道路网,其间在道路结构、施工方法等方面作了许多创新。到了清代,对道路进行了功能分级,分为官马大路、大路、小路三个等级。其中仅官马大路已达2000km以上。

20世纪初,在第一辆汽车输入我国后,通行汽车的公路就随之诞生了,1908年建成了我国历史上的第一条公路,即广西的龙州至那堪公路。到新中国成立前,我国近代道路发展缓慢,并且屡遭破坏。30多年间修建的公路不足8万km,其中铺有高级、次高级路面的还不到350km。在这一时期,就施工技术而言,修建的多为天然泥土路、泥石路或泥结碎石路;就施工手段而言,主要是人工挑抬、石碾压实。虽然那时也引进了一些筑路机械,但由于配件和燃料供应困难,机械的利用率很低。到解放初期,全国仅有推土机200余台,压路机还不足百台,拌合机刚过百台。

新中国成立以后,随着我国公路建设事业的蓬勃发展,公路施工技术水平也相应地得到了较快地提高。解放后不久,全国从上到下成立了各级公路施工专业队伍,并颁布了相应的公路技术规范或规则,使公路施工及管理迅速走上了正轨。20世纪50年代,由专业施工队伍负责承担施工任务的康藏公路、海南岛公路、成都至阿坝公路等10余条重点公路工程相继竣工。结合这些公路自然条件复杂、工程艰巨、工期要求短等特点,在施工中探索、创造了土石方大爆破施工、泥结碎石路面施工和泥结碎石路面加铺级配磨耗层和保护层施工、软土等特殊地基的处理等一系列的公路施工技术,使我国的公路施工技术水平有了一个整体上的提高。20世纪60~80年代初,是我国公路发展的普及阶段,这个时期共修建公路80多万km。其中,高级、次高级路面(主要是渣油路面)达10万km。这些公路以三、四级公路和等外路为主,基本上是采取发动群众和以手工操作方式为主进行施工的。因此,施工机械的发展和推广应用比较缓慢。

1988年是我国公路交通史上不平凡的一年,随着沪嘉高速公路于1988年10月31日的建成通车,结束了我国大陆没有高速公路的历史,这是我国公路建设迈入现代化的新起点。自20世纪80年代开始建设高速公路以来,我国高速公路的建设快速发展。1999年底,我国高速公路通车总里程达到6258km,仅位列世界第八;2001年底达到1.9万km,已跃居世界第二;至2008年底,我国高速公路的通车总里程实现了6.03万km,直逼高速公路世界第一的美国。

按照我国2005年公布的高速公路网发展规划,到2020年基本建成国家高速公路网,届时我国高速公路通车总里程将达10万km。新路网由7条首都放射线、9条南北纵向线和18条东西横向线组成,简称为“7918公路网”。

为适应高等级公路高标准和高质量的要求,进入20世纪80年代以来,我国公路施工技术也获得了前所未有的发展。这些发展与变化主要体现在以下几个

方面:

1) 制定或修订公路工程技术规范, 建立起了一整套符合我国国情的公路施工控制、检测及验收标准。

2) 机械化施工水平大大提高, 各种先进的筑路机械广泛应用于公路工程的施工。全国各地组建了一批设备先进、种类齐全的公路机械化施工队伍, 公路施工实现了由手工操作逐步向机械作业方式的转变。到目前, 全国公路施工部门已拥有一大批国产和进口的技术先进、种类齐全、成龙配套的筑路机械、试验仪器和检测设备, 大型筑路机械已达 30 余万台(套), 固定资产原值已达 30 多亿元。

3) 新技术、新工艺、新材料得到广泛应用, 进而取得了巨大的社会、经济效益。

4) 施工的控制及检测手段日臻完善, 从而有力地保证了工程质量; 加快了施工进度。

1.2.2 公路施工技术的发展趋势

随着世界各国技术经济的进步、交通事业的发展和人们物质文化要求的提高, 对公路建设也提出了更高的要求, 这主要表现为: 一是对公路功能的要求越来越高, 如通行能力、承载能力及行车的安全性与舒适性等; 二是对公路整体线形、路容、路况的要求越来越高, 特别是山区公路及旅游区道路, 其路线与周围环境的协调性成为重要的评价指标; 三是对公路环保的要求越来越高, 如对行车污染和噪声的限制等; 四是对公路的施工速度、施工质量和管理水平要求越来越高, 在施工中将普遍采用自动化机械设备进行快速而且优质的作业。

针对上述要求, 公路施工必将向着机械化、自动化、生物化学化、标准化和工厂化方向发展。

(1) 在公路施工方案的拟订和选择方面 将充分利用计算机及其他现代先进手段, 综合考虑施工材料、机具、工期、造价等因素, 进行方案比选与优化, 以获取最大的社会效益。

(2) 在施工工艺方面 土石方爆破、稳定土、旧有沥青及水泥混凝土再生、工业废料筑路及水泥、沥青、土壤外加剂等的工艺水平将有突破性进展。

(3) 施工机械方面 将研究使用一条龙的单机配套机械进行流水作业和多功能的联合施工机械; 为实现施工机械自动化, 还将使用电子装置、自控装置和激光技术, 对施工现场进行遥控监测。

(4) 在施工检测技术方面 将研究使用能自动连续量测动、静两种荷载作用下的路基、路面弯沉仪和曲率半径仪; 研究使用冲击波、超声波测定强度和弹性模量; 研究使用同位素方法测定密实度和厚度, 以及研究使用计算机自动

连续量测路面抗滑性能和平整度的仪器的使用等。

(5) 在施工作业方面 将大量使用预制结构,使人工构造物的施工实现标准化和工厂化。

(6) 在特殊路基的处理方面 将充分应用生化技术,最大限度地利用当地材料。

(7) 各种环保和交通工程设施 如声屏墙、减噪路面及绿化工程等的施工技术将提高到一个新的水平。

(8) 施工技术的发展 施工技术的发展将更好地满足设计要求,设计与施工的结合将更加密切。

1.3 公路施工的方法与特点

1.3.1 施工的方法

高等级公路的施工方法主要有人工、简易机械化、机械化、水力机械化和爆破等。

(1) 人工施工法 人工施工法是使用手工工具进行公路施工的方法。这种施工方法效率低、劳动强度大,不仅要占用大量的劳动力,而且施工进度慢,工程质量也难以保证。但在山区低等级公路路基工程中,当机械无法进入施工现场或施工场地难以展开机械化作业时,就不可避免地要采用人工施工法。

(2) 简易机械化施工法 简易机械化施工法是以人力为主,配以简易机械的公路施工方法。与人工施工法相比较,能适当地减轻劳动强度,而且可以加快施工进度,提高施工质量。在我国目前的施工生产条件下,特别是山区一般公路建设中,仍是一种值得推广的施工方法。

(3) 机械化施工法 机械化施工法是使用配套机械,主机配以辅机,相互协调,共同形成主要工序的综合机械化作业的公路施工方法。机械化施工可以极大地提高劳动生产率,减轻劳动强度,显著地加快施工进度,提高工程质量,而且安全程度高,是加速公路工程建设和实现公路施工现代化的根本途径。

(4) 爆破施工法 爆破施工法是通过爆破震松岩石、硬土或冻土,开挖路堑或采集石料的施工方法。这种方法是道路施工、特别是山区公路施工不可或缺的重要施工方法。

(5) 水力机械化施工法 水力机械化施工法是利用水泵、水枪等水力机械,喷射出强力水流,冲散土层,并流运至指定的地点沉积的施工方法。这种方法需要有充足的水源和电源,适于挖掘比较松散的土质和地下钻孔工程。

施工方法的选择,应根据工程性质、工程数量、施工期限以及可能获得的

人力和机械设备等条件综合考虑。为了适应我国公路建设标准高和速度快的要求,近年来许多施工单位都先后从国内外购置了大量现代化筑路机械与设备,在高等级公路施工中,基本实现了机械化或半机械化作业。迅速提高了施工质量和劳动效率,大大加快了公路工程建设步伐。

1.3.2 施工特点

作为一种特定的人工构造物,公路工程施工与工业生产比较,虽然公路施工同样是把一系列的资源投入产品(即工程)的生产过程,其生产上的阶段性和连续性,组织上的专门化和协作化也与之基本相符。但是,公路施工与一般工业生产和其他土建工程施工(如房屋建筑)仍有所不同。

1) 公路工程属于线性工程。一般一条公路项目的建设路段少则几千米,多则数十千米、数百千米以上,路线跨越山川、河谷。路线所经路段难以完全避开不良地质地区,如滑坡、软基、冻土、高填、深挖等路段;在地形复杂的地段,难以避免地要修建大桥、特大桥、隧道、挡墙等结构物。这就使得公路项目建设看似简单,实际上却比一般土木工程项目复杂得多。由于公路路线所经路段地质特性的多变性,使得公路路基施工复杂、多变性凸现,结构物的施工也因地质条件的不确定性,经常导致设计变更、工期延长,使进度控制、质量控制、投资控制的难度大大增加。

2) 公路工程项目构成复杂。公路工程项目的单位工程包括:路基土石方工程、路面工程、桥梁工程、隧道工程、互通立交工程、沿线设施及交通工程、绿化工程等。各单位工程中的作业内容差异很大,如桥梁工程,随不同的桥型,施工技术差异很大。这也决定了公路工程项目施工的技术复杂性和管理的综合性。

3) 公路工程项目规模庞大,施工过程缓慢,工作面有限,决定了其较长的工期。高速公路的施工工期通常在2~5年,工期长意味着在工程建设中面临着更多的不确定因素,承担着更大的风险。

4) 公路工程项目建设投资大。高速公路造价一般为2000万~4000万元/km,有时甚至更高。工程建设需要的巨大资金能否及时到位,是保障工程按期完工的前提。资金投入对于投资活动的成功与否关系重大,同时,在工程建设中要求有高质量的工程管理,以确保项目的工期、投资和质量目标的实现。

1.4 公路施工的基本程序

施工程序是指施工单位从接受施工任务到工程竣工阶段必须遵守的工作程序,主要包括接受施工任务、签订工程承包合同、组织施工和竣工验收等。

1.4.1 签订工程承包合同

1. 接受施工任务的方式

施工企业接受任务的方式主要有三种：

- 1) 上级主管单位统一布置任务，安排计划下达。
- 2) 经主管部门同意，自行对外接受任务。
- 3) 参加招投标，中标而获得任务。

2. 接受任务的要求

- 1) 查证核实工程项目是否列入国家计划。
- 2) 必须有批准的可行性研究、初步设计（或施工图设计）及工程概（预）算文件。

3. 接受任务的方式

- 1) 签订工程承包合同，对工程接受加以肯定。
- 2) 施工承包合同的内容主要包括：承包的依据、方式、工程范围、工程质量、施工工期、工程造价、技术物资供应、拨款结算方式、奖惩条款等。

1.4.2 施工准备工作

施工准备工作是为拟建工程的施工建立必要的技术和物质条件，统筹安排施工力量和现场。施工准备工作也是施工企业搞好目标管理，推行技术经济承包的依据。要编制好施工组织设计，以保证工程建设的顺利进行。其作用是发挥企业优势，合理资源供应，加快施工速度，提高工程质量，降低工程成本。

1.4.3 组织施工

- 1) 施工准备就绪后，向监理工程师提交开工报告，经同意即可开工。
- 2) 按施工顺序和施工组织设计中所拟定的施工方法进行施工。
- 3) 组织施工应具备的文件有：①设计文件；②施工规范和技术操作规程；③各种定额；④施工图预算；⑤施工组织设计；⑥公路工程质量检验评定标准和施工验收规范。

1.4.4 竣工验收

- 1) 所有建设项目和单位工程都已按设计文件内容建成。
- 2) 以设计文件为依据，根据有关规定和评定质量等级进行工程验收。