



高等职业教育工程造价专业“双证书”教材

路基路面工程施工技术

LUJI LUMIAN GONGCHENG SHIGONG JISHU

李永成 张立华 主 编
蒋 玲 主 审



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

高等职业教育工程造价专业“双证书”教材

路基路面工程施工技术

李永成 张立华 主 编
蒋 玲 主 审



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

内 容 提 要

本书为高等职业教育工程造价专业“双证书”教材。主要介绍了路基路面工程的基本组成、材料要求、施工工艺流程、质量控制标准,其中包括路基工程主体结构组成、路基主体工程施工技术、路面结构层组成与功能、路面基层(底基层)施工技术、沥青类路面施工技术、水泥混凝土路面施工技术、路基路面排水施工技术、路基路面工程计量规则和要求等。

本书可以作为高等职业院校公路工程造价、公路工程监理、高等级公路维护与管理等专业教材,也可作为相关工程技术人员培训教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

路基路面工程施工技术 / 李永成, 张立华主编. —北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2014. 11

高等职业教育工程造价专业“双证书”教材
ISBN 978-7-114-11836-4

I. ①路… II. ①李…②张… III. ①路基工程—高等职业教育—教材②路面—道路工程—高等职业教育—教材 IV. ①U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 265790 号

高等职业教育工程造价专业“双证书”教材

书 名: 路基路面工程施工技术

著 作 者: 李永成 张立华

责任编辑: 刘 倩 李学会 王景景

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.ccpres.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: 北京盈盛恒通印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 20

字 数: 502 千

版 次: 2014 年 12 月 第 1 版

印 次: 2014 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11836-4

印 数: 0001—3000 册

定 价: 48.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

序

高等职业教育是培养面向基层生产、服务和管理第一线的技术技能型人才。2013年1月,原交通职业教育教学指导委员会路桥工程专业指导委员会在哈尔滨召开了“2013年工作会议暨‘十二五’职业教育国家规划教材选题申报工作会议”,由人民交通出版社拟定的高等职业教育工程造价专业“双证书”教材编写计划在会上经过教师们的热烈讨论,最终确定了公路工程 and 建筑工程两个方向共计17门课程的课程名称、编写计划和主编人员。

本套教材是为双证书型工程造价专业而组织编写的,具有以下两个方面的特点:

第一,本套教材在编写过程中,主编人员邀请省级交通厅交通工程定额站专家、工程技术人员全程参与并承担主审工作,使得本教材内容和知识结构更符合实际工作岗位的要求,针对性、实用性和可操作性也更强。

第二,本套教材的内容以造价人员从业资格考试大纲为主线,力求使公路工程方向的教材覆盖交通运输部公路工程乙级造价人员过渡考试要求的知识点,建筑工程方向的教材覆盖住房和城乡建设部造价员考试的知识点,并附有近年来工程造价人员相关课程考试复习题。学生通过本套教材的学习,除了能够在未来的工作岗位上从事工程造价相关工作外,同时为今后参加造价工程师(造价员)执业资格考试奠定基础。

2013年10月8日,交通运输部和教育部联合发布了《交通运输部、教育部关于在职业院校交通运输类专业推行“双证书”制度的实施意见》(交发[2013]606号)(简称为《意见》)。《意见》提出的总体目标是:到2020年,职业院校交通运输类专业教学标准与国家职业标准联动机制更加健全,学历证书与职业资格证书相互衔接更加紧密,交通运输应用技术和技能人才培养质量和数量基本满足行业发展需要。《意见》还主要提到了以职业能力为基础,建立健全职业标准评价体系;以职业资格为引领,不断深化职业教育教学改革;以质量评价为核心,积极推进“双证书”制度组织实施。

高等职业教育实行双证书制度,即高等职业院校的毕业生取得学历和技术等级或职业资格两种证书,这是高等职业教育自身的特性和社会的需要。人民交通出版社股份有限公司推出的本套高等职业教育工程造价专业“双证书”教材,希望对双证书人才的培养有所裨益。

本套教材的出版凝聚了交通、建筑行业专家、教师的集体智慧和辛勤劳动,在此向所有关心、支持本套教材编写出版的各级领导、专家、教师致以真诚的感谢。

人民交通出版社股份有限公司

2014年6月

前 言

路基路面工程施工技术是一门实践性很强的专业课程。本教材内容通俗易懂,理论融于实践,在介绍路基路面组成结构的基础上,重点阐述了路基路面各结构层的施工技术和工程计量规则。教材全部采用交通运输部颁布的最新工程技术标准和规范,符合先进性、科学性、适应性的要求。此外,本书还吸收了近几年路桥施工中的新技术、新材料、新工艺,突出了施工中文明安全和环境保护理念。

开设本课程目的在于,使学生掌握路基路面必要的基本知识,熟悉路基、路面基层、沥青路面、水泥混凝土路面的结构特点与材料要求,掌握路基工程、沥青路面和水泥混凝土路面的施工技术,为后续课程的学习和将来参加实际工作打下基础。

本书由南京交通职业技术学院李永成、吉林交通职业技术学院张立华担任主编,南京交通职业技术学院蒋玲教授担任主审。各章节编写分工为:绪论、第一章、第五章、第六章、第八章由李永成编写;第二章、第三章、第四章由吉林交通职业技术学院李月姝编写;第七章和第九章由张立华编写;第十章由湖南交通职业技术学院李南西编写。全书由李永成统稿。

在本书的编写过程中,得到了国内外专家学者和业界同仁的支持,并获得人民交通出版社股份有限公司的大力支持。在此,谨向为本书写作与出版付出辛勤劳动的各位专家学者、业界同仁表示衷心感谢!书中部分资料及图片源自相关专业网站和图片网站,在此一并感谢!

由于编者水平有限,书中错误和疏漏在所难免,敬请各位读者在使用过程中提出宝贵意见,编者将不断改进和充实教材内容。

编者
2014年9月

目 录

绪论	1
第一章 路基施工准备	9
第一节 路基施工的基本方法	9
第二节 路基施工测量放样	12
第三节 路基施工常用的材料	15
第四节 路基施工常用的工程机械	17
第五节 路基施工安全及环境保护	19
第六节 路基施工开工报告的编制	21
第七节 工程案例	22
复习思考题	30
第二章 路基填筑施工技术	31
第一节 一般路基施工前基底的处理	31
第二节 特殊路基的地基处理技术	33
第三节 一般土石路基填筑施工技术	45
第四节 路基的压实	48
第五节 路基防护与加固工程施工技术	52
复习思考题	65
第三章 路堑开挖施工技术	66
第一节 土方路堑开挖方法	66
第二节 石方爆破与爆破方法	69
复习思考题	74
第四章 路基整修与交工验收	75
第一节 施工质量控制与整修	75
第二节 路基交工验收	80
复习思考题	84
第五章 路面施工准备	85
第一节 路面施工的前期准备工作	85
第二节 路面施工测量放样	91
第三节 路面施工常用材料类型	94
第四节 路面施工常用的工程机械	104
复习思考题	131
第六章 路面垫层、基层(底基层)施工技术	133
第一节 粒料类基层(垫层)施工技术	133
第二节 石灰稳定类基层施工技术	144

第三节 水泥稳定类施工技术·····	148
第四节 工业废渣稳定类基层施工技术·····	159
复习思考题·····	164
第七章 沥青类路面面层施工技术·····	165
第一节 沥青类路面面层的分类·····	165
第二节 热拌沥青混合料施工技术·····	169
第三节 沥青玛蹄脂碎石(SMA)混合料施工技术·····	184
第四节 改性沥青混合料施工技术·····	193
第五节 沥青贯入式路面施工技术·····	199
第六节 沥青表面处治施工技术·····	201
第七节 其他沥青路面施工技术简介·····	203
第八节 沥青路面施工质量控制与检查验收·····	213
复习思考题·····	223
第八章 水泥混凝土路面面层施工技术·····	224
第一节 概述·····	224
第二节 水泥混凝土路面材料要求·····	234
第三节 滑模摊铺机施工技术·····	237
第四节 轨道摊铺机施工技术·····	245
第五节 小型机具施工技术·····	248
第六节 水泥混凝土路面的接缝施工技术·····	252
第七节 水泥混凝土路面施工质量控制与检查验收·····	259
复习思考题·····	263
第九章 路基路面排水施工技术·····	264
第一节 路基排水设施施工技术·····	264
第二节 路面排水设施施工技术·····	276
复习思考题·····	280
第十章 路基路面施工计量规则·····	281
第一节 工程计量概述·····	281
第二节 路基工程计量规则·····	283
第三节 路面工程计量规则·····	294
第四节 交通安全设施工程计量规则·····	300
第五节 绿化及环境保护工程计量规则·····	304
复习思考题·····	306
参考文献·····	309

绪 论

【学习目标】

1. 能描述公路的技术分级。
2. 能描述路基路面工程的主要内容。
3. 掌握路基路面工程的组成、特点和要求。

【重点】

1. 路基的结构组成与特点。
2. 路面的结构组成与特点。

一、道路工程发展概况

(一) 道路的演变

道路的发展大致可分为以下四个阶段：

第一阶段：供行人和牛马及其他兽类行走、驮运货物的阶段。此时期的道路通常称为小路或小径(Trail)。

第二阶段：供蓄力车辆和行人通行的大道(Cart Way)阶段。在中国，有“康衢”“路”“驰道”“驿道”等名称；在欧洲，罗马道路非常发达，有“条条大道通罗马”之说。

第三阶段：行驶汽车的公路(Highway)阶段。内燃机汽车是在1886年由德国的高特列希·戴姆勒发明，我国在1902年从国外引进汽车，1906年苏元春驻守广西时首建了龙州到镇南关的公路。

第四阶段：以高速度分层行驶为特征的高速公路阶段，也称为 Freeway 或 Expressway。

(二) 道路的分类

道路是供各种车辆、行人等通行的工程设施，按其使用范围分为公路、城市道路、厂矿道路、林区道路等。

(1) 公路：是指按《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)修建、经交通主管部门验收认定的城市间、城乡间、乡间主要供汽车行驶的公共道路。城市道路、农牧场、厂矿、林区、港区、油田等内部的生产作业道路，军事基地内道路以及游览点内部道路等均不属于公路。

(2) 城市道路：是指城市范围内，供车辆及行人通行的具备一定技术条件和设施的道路。其中，城市系指直辖市、市、镇及未设镇的县城。

(3) 厂矿道路：是指主要供工厂、矿山运输车辆通行的道路。

(4) 林区道路：是指建在林区、主要供各种林业运输工具通行的道路。

(三) 公路的技术等级

按《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)的规定，我国的公路根据其任务、功能和适应的

交通量不同,分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路五个技术等级。公路等级的选用应根据公路网的规划,从全局出发,按公路的使用任务、功能和远景交通量综合确定。一条公路,可根据交通量等情况分段采用不同的车道数或不同的公路等级。

(四)公路的行政等级

我国的公路按照其在国家政治、经济、国防和区域行政管理中的重要性和使用性质的不同,可划分为国道、省道、县道、乡道和专用公路等五个行政等级。

(五)国家干线公路网

从全国范围考虑的公路网被称为国家干线公路网,简称国道网。国道网中,经济意义特别重大、交通运输特别繁忙、技术标准较高,并在国家公路运输网中起主骨架、主通道作用的公路,称为国家主干线公路,简称国道主干线。

20 世纪 90 年代,交通部在参考国外公路交通发展经验及研究分析我国的经济发展布局后提出了国道主干线系统规划。该国道主干线系统的总规模为 3.5 万公里左右,以专供汽车行驶的高速公路和一级公路为主,总体布局上可分为五纵七横共 12 条路线,连接全国 43% 的城市,连接全国所有人口在 100 万以上的特大城市和 93% 的人口在 50 万以上的大城市,使全国 7 大经济区域基本上有高等级公路连通。

2005 年将其调整为国家高速公路网,采用放射线与纵横网格相结合的布局,由 7 条首都放射线、9 条南北纵线和 18 条东西横线组成,简称为“7918”网,总规模约 8.5 万公里,其中主线 6.8 万公里,地区环线、联络线等约 1.7 万公里。

二、路基工程概述

(一)路基工程的特点

公路路基是路面的基础,是公路工程的重要组成部分,它是按照路线位置和一定的技术要求修筑的带状构造物,与路面共同承受交通荷载的作用。作为路面的支承结构物,路基必须具有足够的强度、稳定性和耐久性。

(二)一般路基设计的内容

- (1)选择路基断面形式,确定路基宽度与路基高度。
- (2)选择路基填料与压实标准。
- (3)确定边坡形状与坡度。
- (4)路基排水系统布置与排水结构设计。
- (5)坡面防护与加固设计。
- (6)附属设施设计。

(三)路基宽度

1. 路基宽度的概念

路基宽度为行车道、路肩、中间带、变速车道、爬坡车道等宽度之和,一般可理解为土路肩外边缘之间的距离(图 0-1)。

2. 路基宽度的确定原则

须考虑占用土地及生态平衡问题,应尽可能少占农田;考虑填挖平衡以减少取土开挖;防止水土流失以维护生态平衡。

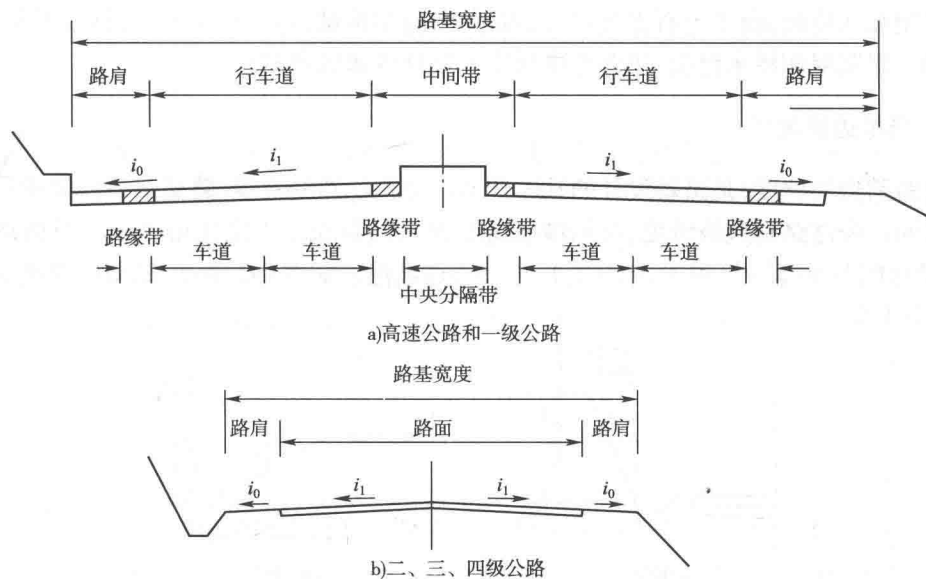


图 0-1 公路路基宽度图

3. 路基宽度的确定

(1) 行车道:一般宽为 3.5 ~ 3.75m,与车辆宽度、设计交通量、交通组成和汽车行驶速度等有关。

(2) 路肩:高速公路、一级公路的平原微丘区,有条件时路肩宽度宜采用不小于 2.50m 的硬路肩。

(3) 中间带:最小中间带宽度随公路等级、地形条件变化在 2.50 ~ 4.50m 之间,特殊情况下可减至 2.00m。中间带的宽度是根据行车带以外的侧向余宽而定,防止驶入对向行车带护栏、防眩网、交叉公路的桥墩等。

(4) 爬坡车道:当高速公路和一级公路的纵坡大于 4% 时,可沿上坡方向设爬坡车道。爬坡车道的宽度一般为 3m。

(5) 变速车道:高速公路互通式立体交叉、服务区、车站等处,应设置变速车道。变速车道的宽度一般为 3m。

(四) 路基高度

路基高度与路基强度和稳定性有关,也与工程量的大小密切相关。因此,路基高度设计既是路线纵断面设计的重点,也是路基设计的重点。

路基高度是路基设计高程和中桩地面高程的差值。路堤为填筑高度,路堑为开挖深度。路基设计高程是指:一般公路指路肩外缘的设计高程;高速公路和一级公路指中央分隔带外边缘的设计高程。此外,由于除平原区外,路基自然横断面多为倾斜面,所以路基宽度范围内,两侧的高差有较大差别。而路基两侧边坡高度是指填方坡脚或挖方坡顶与路基边缘的相对高差,这一高差通常称为边坡高度。当地面横坡度较大时,该边坡高度将严重影响路基的稳定,所以在路基设计时应引起重视。

路基高度是在路线纵断面设计时,综合考虑路线纵坡要求、路基稳定性和工程经济等因素后确定的。从路基的强度和稳定性要求出发,路基上部土层应处于干燥或中湿状态,并满足最小填土高度的要求。在满足上述条件的情况下,还应尽量满足“浅挖、低填、缓边坡”的要求。对于高路堤和深路堑,由于土石方数量大,占地多,施工困难,边坡稳定性差,行车不利,应尽量避免使用。矮路堤和浸水路堤,还要考虑排水和设计洪水频率要求。

(五)路基边坡坡度

确定路基边坡坡度,是路基设计的基本任务。为保证路基稳定,路基两侧应做成具有一定坡度的坡面。公路路基边坡坡度,可用边坡高度 H 和边坡宽度 b 之比值表示。习惯将高度定为 1,一般写成 $1:m$ (路堤) 或 $1:n$ (路堑),称为边坡坡度。如图 0-2 所示,路基边坡坡度分别为 $1:0.5$ 和 $1:1.5$ 。

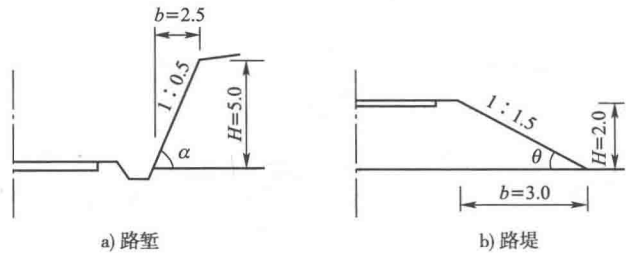


图 0-2 路基边坡坡度示意图

路基边坡坡率的大小,关系到边坡稳定和路基工程数量。边坡愈陡,稳定性愈差,若处理不当,易造成坍方等路基病害;边坡过缓,土石方数量增大,裸露面积增大,自然影响面加大,如果不能快速恢复生态,也会影响路基边坡稳定。所以在确定边坡坡率时,要根据实际情况,综合考虑路基边坡稳定、国家及地方环保政策、工程造价等因素后合理确定。

路基边坡坡率的大小,主要取决于地质、土壤与水文等自然因素。影响路基边坡稳定的因素是多方面的,除上述因素外,边坡的高度也是一个重要方面。在陡坡或填挖较大的路段,边坡稳定不仅影响到土石方工程量的大小,也涉及工程施工的难易,是路基整体稳定的关键。一般路基的边坡坡度可根据多年工程实践经验和设计规范推荐的数值采用。

(六)路基横断面形式

由于地形的变化造成道路设计高程与天然地面高程的相互关系不同,一般常见的路基横断面形式有路堤、路堑和半填半挖三种。高于天然地面的填方路基称为路堤[图 0-3a)],低于天然地面的挖方路基称为路堑[图 0-3b)],介于两者之间的称为半填半挖路基[图 0-3c)]。

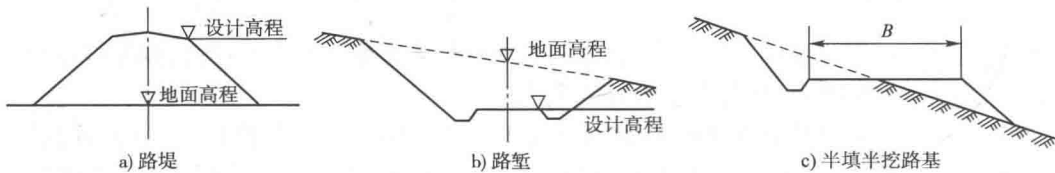


图 0-3 路基典型横断面图

路基是按照路线位置和一定的技术要求修筑的带状构造物,是路面的基础,承受由路面传递下来的行车荷载。它贯穿公路全线,与桥梁、隧道相连,构成公路的整体,是公路与自然地面接触最基本的部分。

为了保证路基的稳定必须修建适宜的排水系统,用以排除地面水和地下水,如边沟、截水沟、排水沟、跌水、急流槽、盲沟、渗沟和渗井等排水设施。在修建山区公路时,还常修筑各种必要的防护工程和特殊构筑物。如在山坡较陡时,为了保证路基的稳定性和节省土方量,往往需修筑挡土墙、石砌边坡和护脚;又如为保护岩石路堑边坡,避免自然因素侵蚀,可砌筑护面墙。

(七) 路基附属设施

为保证路基稳定和行车的安全畅通,除应认真做好路基结构及必要的排水、加固与防护等主体工程外,根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)中“路基应设置排水设施与防护设施,取土、弃土应进行专门设计,防止水土流失、堵塞河道和诱发路基病害”的要求,还应同时合理设置取土坑、弃土堆、护坡道、碎落台、堆料坪、错车道及护栏等。这些附属设施也是路基设计的组成部分,正确合理地设置也是十分重要的。

三、路面工程概述

(一) 路面工程的特点

路面是在路基顶面的结构层,是由各种符合质量要求的筑路材料或混合料分层铺筑而成的层状结构物,在自然环境中直接承受行车荷载的作用、大气温度及雨水作用,应具有良好的稳定性和足够的强度、刚度,其表面还应满足平整、抗滑和排水的要求。路面工程的质量直接影响行车速度、运输成本、行车安全和舒适性。因此,公路路面应根据交通量及其组成情况和公路等级、使用任务、功能、当地材料及自然条件,结合路基进行综合设计。

(二) 路面的组成与结构

1. 路面横断面形式

路面横断面的形式按道路等级的不同,通常分为槽式横断面和全铺式横断面,如图 0-4 所示。

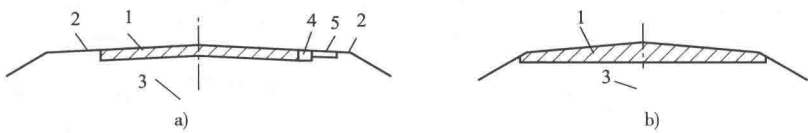


图 0-4 路面横断面形式

1-路面;2-土路肩;3-路基;4-路缘石(侧石);5-加固路肩

(1)槽式横断面:在路基上按路面行车道及硬路肩设计宽度开挖路槽,保留土路肩,形成浅槽,在槽内铺筑路面。

(2)全铺式横断面:在路基全部宽度内铺筑路面。在盛产石料或路基较窄的砂石路面上采用。

2. 路拱及路拱横坡度

(1)路拱。

为保证路面上雨水及时排出,减少因雨水对路面的浸润和渗透而减弱路面结构强度,路面表面应做成中间高两边低的形状,称路拱。

(2)路拱形式。

①直线形路拱(双边直线中间插入圆弧):在路拱两侧采用倾斜直线,在中间插入一段圆曲线,圆曲线长约为路面宽度的1/3,但不得超过3m,圆曲线半径不得小于50m。多适用于较小的路拱横坡度和沥青、水泥等路面。

②抛物线形路拱:形式较圆顺,中间坡度小,两边坡度大,有利于排除雨水,但会使中间行车集中,而且增加施工难度,适用于砂石路面。

(3)路拱横坡度的选择。

从有利于行车平稳和横向排水两方面考虑。在干旱和有积雪、浮冰的地区应采用低值,多雨地区应采用高值。当道路纵坡较大或路面较宽,或行车速度较高,或交通量和车辆荷载较大,或拖挂车较多时,应采用平均坡度的低值;反之应采用高值,见表0-1。

各类路面的路拱平均横坡度 表 0-1

路面类型	路拱平均横坡度(%)
沥青混凝土、水泥混凝土	1~2
热拌沥青碎石、路拌沥青碎(砾)石、沥青贯入式碎(砾)石、沥青表面处治、整齐石块	1.5~2.5
半整齐石块、不整齐石块	2~3
碎石、砾石等粒料	2.5~3.5
炉渣土、砾石土、砂砾土等	3~4

(4)路肩横坡度。

①硬路肩一般与行车道路面相同。

②土路肩或草皮路肩横坡度比路面大1%~2%,以利排水。

(5)路拱横断面。

①中央分隔带未设置排水设施时,由单向横坡向路肩方向排水。

②中央分隔带设置排水设施时,两侧路面分别做成中间高、两边低的路拱,向中间和路肩两个方向排水。

(三)路面结构分层及层位功能

行车荷载和自然因素对路面的影响,随深度的增加而逐渐减弱,因此,对路面材料的强度、抗变形能力和稳定性的要求也随深度的增加而逐渐降低。为适应这一特点,路面结构通常是分层铺筑的,通常按各层位功能的不同,划分为面层、基层和垫层三个层次,如图0-5所示。

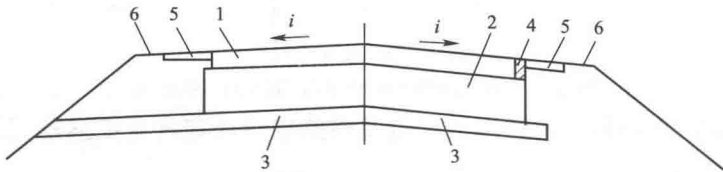


图 0-5 路面结构层次划分示意图

i-路拱横坡度;1-面层;2-基层(有时包括底基层);3-垫层;4-路缘石;5-加固路肩;6-路肩

1. 面层

(1)面层:是路面结构层最上面的一个层次,直接承受车辆荷载和自然因素的影响,并将荷载传递到基层。

(2)对面层的要求:较高的强度、刚度,表面平整、抗滑、耐磨、不透水,水温稳定性好。

(3)修筑面层的常见材料:沥青混凝土、水泥混凝土,路拌、厂拌沥青碎石,沥青贯入式碎

(砾)石、沥青表面处治粒料,整齐块石、半整齐块石、不整齐块碎石、砾石路面炉渣土、砾石土、砂砾土等。

面层有时分两到三层铺筑,分别称上、中、下面层。但联结层、封层、碎砾石路面的磨耗层和保护层,以及厚度不超 1cm 的沥青表面处治,不能作为一个独立的层次,应看作面层的一部分。

2. 基层

(1)基层:是面层以下的结构层,主要承受由面层传来的车辆荷载的垂直力,并扩散到下面的基层和土基中去,是路面结构中的承重层。

(2)对基层的要求:应具有足够的强度和刚度、良好的应力扩散能力、平整的表面,以保证面层厚度均匀;它还可能受到地表水或地下水的浸入,应具有足够的水稳性,以防湿软变形过大而影响路面结构强度。

(3)修筑基层的主要材料:水泥、石灰、沥青稳定土,稳定碎、砾石,贫混凝土,天然砂砾、碎砾石,各种工业废渣和土、砂、石组成的混合料等。

当基层厚度太厚时,可分两到三层铺筑,如采用不同材料铺筑时,最下层称底基层。

3. 垫层

(1)垫层:介于土基和基层之间,改善土基的水温状况,以保证面层和基层不受水温状况变化造成的不良影响;将基层传来的荷载应力加以扩散,以减小土基的应力和变形;也能阻止路基土挤入基层中,以防影响基层结构性能。

(2)对垫层的要求:水温性和隔温性能要好,如土基软弱,应力扩散能力要好。

(3)修筑垫层的常用材料:一类是松散粒料,如砂、砾石、炉渣组成的透水性垫层;另一类是用水泥或石灰稳定土等修筑的稳定类垫层。

各级公路的行车道、路缘带、匝道、变速车道、爬坡车道、硬路肩和应急停车带等均应铺筑路面。高速公路和一级公路应采用高级路面,二级公路应采用高级或次高级路面,三级公路宜采用次高级或中级路面,四级公路宜采用中级或低级路面。

(四)路面的类型

路面的类型可从不同角度来分类,如按面层所用的材料可分为水泥路面、沥青路面、砂石路面等。在工程设计中,主要从路面结构的力学特性和设计方法的相似性出发,将路面划分为柔性路面、刚性路面、半刚性路面三类。

1. 柔性路面

柔性路面指用各种未经处理的粒料作基层和各类沥青混合料、碎(砾)石或块石作面层组成的路面结构。柔性路面总体结构刚度较小,在车辆荷载作用下产生较大的垂直变形,路面结构本身的抗弯拉强度较低,它通过各结构层将车辆荷载传递给基层直至土基,使基层承受较大的单位压力。柔性路面主要靠抗压、抗剪强度来承受车辆荷载的作用。

2. 刚性路面

刚性路面主要指水泥混凝土作面层的路面结构。水泥混凝土路面强度高,与其他路面结构相比,它的抗弯拉强度高,并且有较高的弹性模量,故呈现出较大的刚性。在车轮荷载作用下,水泥混凝土结构层处于板体工作状态,竖向弯沉较小,主要靠水泥混凝土板的抗弯拉强度承受车轮荷载,通过板体的扩散分布作用,传递给路基的单位压力较柔性路面小得多。另外,用水泥混凝土作路面基层叫做刚性路面基层(简称刚性基层)。

3. 半刚性路面

半刚性路面是指用水泥、石灰等无机结合料处治的土或碎(砾)石或含有水硬性结合料的工业废渣作基层和沥青混合料作面层组成的路面结构。由于采用的这种基层材料在前期具有柔性路面的力学性质,后期的强度和刚度均有较大幅度的增长但仍小于水泥混凝土,刚性处于柔性路面与刚性路面之间,因此把该基层称为半刚性基层,该路面结构称为半刚性路面。在设计中,半刚性路面仍按柔性路面进行设计。

半刚性基层的显著特点是:整体性强、承载力高、刚度大、水稳性好,而且较为经济。高等级公路越来越多地采用半刚性基层。

四、路基路面的工程特点与性能

(一)路基路面的工程特点

路线长、工程量大;沿线地形起伏变化大,地质、地貌、气象特征多变;沿线经济程度和交通特点不一样。

从工程性质和结构特点来说,公路路基主要是用土壤或石块修筑而成的一种线形结构物,它的结构形式比较简单,但工程量很大,而且往往比较集中。以山岭重丘区二级公路为例,每公里土石方数量为7万~11万 m^3 ,山岭重丘区四车道高速公路每公里土石方数量为25万~30万 m^3 。因此,工程量的大小是控制公路施工进度的关键。特别是由于路基与地面及大气的接触面积很大,它的稳定性受到地形、地质、土壤、水文和气候的影响极大,如果设计和施工不当,容易产生经常性的各种病害,导致路基路面破坏,影响交通和行车安全,也需耗费较大的投资进行修复。此外,由于公路路线较长,如果设置在平坦地带,往往会占用农田和影响原有的排灌设施,所以,必须妥善处理同农业生产的关系。

搞好路基工程的关键在于加强调查研究,摸清沿线的自然条件,尤其是地质和水文状况,了解沿线地方城镇建设规划和农业发展规划,因地制宜,抓住重点,确保设计与施工质量。

(二)路基路面的性能

(1)承载能力:包括强度和刚度两个方面。

(2)稳定性:在地表上开挖或填筑路基,会改变原地面地层结构的受力状态,从而造成路基失稳;大气降水、大气周期性变化也会对稳定性产生影响。

(3)耐久性:道路工程有较长的使用年限,因此路基路面工程要求有很好的耐久性能。

(4)表面平整度:是影响行车安全、行车舒适性以及运输效益的重要使用性能。

(5)表面抗滑性能:保证车轮与路面之间有足够的附着力和摩擦力,以增加行车安全。

第一章 路基施工准备

【学习目标】

1. 能描述路基施工常用的方法,编制施工组织方案。
2. 能进行路基的测量放样等施工前的准备工作。
3. 能根据工程需要选择合适的施工机械,并能简单地进行机械的组合。
4. 会描述路基安全和环保工作的内容和方法。
5. 会描述路基工程质量检测的内容和方法。

【重点】

1. 路基工程的施工准备的主要内容。
2. 路基施工主要机械及适用场合。

【难点】

1. 施工机械的合理选用。
2. 路基施工方案的编制。

第一节 路基施工的基本方法

路基是公路的重要组成部分,是路面的基础,所以路基的强度和稳定性是非常重要的。有些新建公路投入运行不久,路面就发生破坏,其主要原因之一是路基的施工质量问题,因此,必须确保路基工程的施工质量。

一、路基施工的特点

公路路基是由土石方修筑而成的一种巨型的线形构造物,它具有以下特点:结构形式简单,工程量大;受地形、地质、水分、气象等因素的影响极大;施工范围广,作业内容多,技术复杂,质量要求高;投资大,工期长。

因此,路基工程必须采取合理的施工方法,选择合适的填筑材料,采用先进的施工技术和机械设备、周密的施工组织和科学的管理,来有效地保证路基工程的质量。

二、路基常见的施工方法

路基土石方的施工作业主要包括开挖、运输、铺填、压实和修整等工作。有时为了提高挖土的效率,还要先松土。路基施工的基本方法可分为以下几种:

(1)人工和半机械化施工。主要依靠人力,使用手工工具和简易机械设备。适用于缺乏筑路机械的工地、工程量小而分散的零星工程点以及某些辅助性工作。

(2)水力机械化施工。运用水泵、水枪等水力机械,喷射强力水流,把土冲散并泵送到指

定地点沉积。这种方法可用于挖掘比较松散的土层和填筑路堤(高等级公路不宜用),或者进行软土地基加固的钻孔等工作。施工现场需有充足的水源和动力。

(3)爆破施工。这是开挖岩石路堑的基本方法,也可以用来松动冻土(硬土),排除淤泥,开采仓料。定向爆破可将路基挖方直接移作填方,挤压和扩孔爆破可用来处理软土地基。

(4)机械化施工。这是采用推土机、铲运机、平地机、挖掘机、压路机及松土机等机械,经过选配,共同协调地进行施工的方法。它可以极大地提高劳动生产率,显著地加快施工进度,并确保工程质量。

三、路基土方作业的基本类型

路基土方作业可分为以下几种基本类型:

- (1)挖取边沟和路侧土坑(单侧或双侧)的土填筑路堤。
- (2)挖取上侧半路堑的土填下侧半路堤(半填半挖路基)。
- (3)挖取集中取土坑或路堑的土运到填土处填筑路堤。
- (4)挖取路堑的土运至弃土地点,或者把台口式路堑的土弃至路堑下侧。

由于填挖要求、地形和运距不同,所用的施工方法和施工组织也就完全不同。在施工时,可根据各自的特点,填挖工作一般沿路基宽度和高度(或深度)的顺序推进,采用不同的施工方案进行。在选择施工方案时,应考虑当地的自然条件、具体的填挖情况、采用的施工机械和工期等因素,使方案尽可能达到下列要求:

- (1)创造良好的施工条件,使工人和机具的生产效率得以充分发挥。
- (2)有足够的工作面,便于布置为如期完工所需要的全部工人和机具,并使施工队伍和施工机械能正常工作。
- (3)有利于提高工程质量,保证安全施工,各个施工阶段都有排水出口。

四、路基施工的准备工作的

路基施工的准备工作是工程顺利实施的基础和保证,直接影响工程的进度、质量和承包人的经济效益,必须认真对待。

路基施工的准备工作的主要内容有:熟悉设计文件、编制施工组织设计、施工现场准备等。

(一)熟悉设计文件

设计文件是组织工程施工的主要依据。熟悉、审核施工图纸是领会设计意图、明确工程内容、分析工程特点的重要环节。注意事项详见本章第六节。

在有关施工人员熟悉图纸,充分准备的基础上,由建设单位负责人召集设计、施工、监理、科研人员参加图纸会审会议。设计人员向承包人作图纸交底,讲清设计意图和对施工的主要要求。施工人员应对图纸和有关问题提出质询。最终由设计单位吸取图纸会审中提出的合理化建议,按程序进行变更设计或作补充设计。

(二)编制施工组织设计

应根据核实的工程量、工地条件、工期要求及本单位的施工设备情况,制订实施性施工组织设计(它包括选择施工方案、确定施工方法、布置施工场地、编制施工进度计划、拟定关键工程的技术措施等),报监理人审批。同时,根据施工组织设计的要求,组织施工队伍,合理部署