

道路与桥梁专业“十一五”高职高专规划教材

路基路面

施工技术与案例分析

主 编 付 慧 梁世栋

副主编 韩家宝

主 审 于景臣 郭毅先



黄河水利出版社

道路与桥梁专业“十一五”高职高专规划教材

路基路面施工技术与案例分析

主 编 付 慧 梁世栋

副主编 韩家宝

主 审 于景臣 郭毅先

黄 河 水 利 出 版 社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书是以高等职业教育教学改革和人才培养为出发点,面向高职高专道路与桥梁专业的教材。内容包括公路工程概况,路基工程,填方路堤施工,挖方路基施工,特殊地区的路基施工,防护、支挡工程施工,软土地基处理,路面设计,路面基层、底基层施工,沥青路面工程施工和水泥混凝土路面机械化施工等施工技术。本书全面介绍了公路工程的施工方法,并在所述施工方法后配有工程实例;详细讲解了具体施工技术及工艺步骤。

本书既可作为道路与桥梁专业、工程监理专业、工程检测专业及相关土建类专业教材,也可作为有关专业的继续教育或职业培训教材,同时可作为土建类工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

路基路面施工技术与案例分析/付慧,梁世栋主编. —郑州:
黄河水利出版社,2009.7

ISBN 978 - 7 - 80734 - 670 - 8

I. 路… II. ①付…②梁… III. ①公路路基 - 工程施工 - 高等学校:技术学校 - 教材②路面 - 工程施工 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 103698 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail: hhs@cbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:19.5

字数:475 千字

印数:1—2 100

版次:2009 年 7 月第 1 版

印次:2009 年 7 月第 1 次印刷

定价:35.00 元

前 言

路基路面施工技术与案例分析是道路与桥梁专业的一门主干课程。在本书编写过程中以培养面向生产和管理第一线的高素质技术人才为目标,突出职业教育的特点,以实用、实际、实效为原则,论述了道路施工中出现问题的解决方法,选取了“四新”技术运用的成果,采用了国家及行业最新的技术标准和技术规范。本书具有科学性、先进性和实用性的特点,符合高等职业教育人才培养的时代要求。

全书共分十一章:第一、二章介绍了公路工程概况和路基工程,重点阐述了公路设计的基本要求,详细介绍了土石方数量的计算和调配方法;第三、四章重点介绍了填方路堤、挖方路基的施工方法和技术要求;第五章通过工程实例,全面阐述了公路在特殊地区的路基施工;第六章介绍了公路防护、支挡工程的施工方法;第七章介绍了软土地基处理;第八章主要介绍了路面设计的程序和原则,重点阐述了沥青路面的结构和混凝土路面的板厚设计计算;第九章、第十章和第十一章全面介绍了公路路面各结构层的施工方法、施工工艺、机械设备和公路机械化施工技术。根据课程要求,为了更好地进行课堂实践教学,本书在每种施工方法后都附有针对性强的工程实例,详细讲解了具体施工技术及工艺步骤。

本书由哈尔滨铁道职业技术学院付慧、梁世栋担任主编,哈尔滨工业大学交通学院韩家宝担任副主编,哈尔滨铁道职业技术学院于景臣和中铁六局集团有限公司桥隧分公司郭毅先担任主审。具体编写情况如下:第一章由东北林业大学梁蕴峰编写,第二章、第六章、第八章和第九章由梁世栋编写,第三章由哈尔滨职业技术学院吴丽萍编写,第四章、第十章和第十一章由付慧编写,第五章由黑龙江建筑职业技术学院梁彬编写,第七章由韩家宝编写。本书在编写过程中,得到了哈尔滨铁道职业技术学院、黑龙江建筑职业技术学院、东北林业大学、中铁六局集团有限公司桥隧分公司和哈尔滨职业技术学院的同仁和有关工程部门的大力支持和帮助,在此深表感谢。

由于时间仓促,加上编者水平有限,不妥之处在所难免,恳请各位读者批评和指正。

编 者

2009 年 3 月

目 录

前 言

第一章 公路工程概况	(1)
第一节 公路发展概况及其主要组成部分	(1)
第二节 公路分级与技术标准	(3)
第三节 公路设计的基本要求	(7)
本章小结	(9)
复习思考题	(10)
第二章 路基工程	(11)
第一节 概 述	(11)
第二节 横断面设计	(13)
第三节 土的种类及其性质	(21)
第四节 土石方数量的计算与调配	(25)
第五节 路基施工的程序	(30)
第六节 公路自然区划	(32)
本章小结	(33)
复习思考题	(34)
第三章 填方路堤施工	(35)
第一节 填方路堤施工要求和准备	(35)
第二节 粉煤灰路堤施工	(41)
第三节 桥涵等构筑物处的路堤施工	(46)
本章小结	(51)
复习思考题	(52)
第四章 挖方路基施工	(53)
第一节 概 述	(53)
第二节 土方路堑的开挖	(58)
第三节 岩石爆破	(71)
本章小结	(82)
复习思考题	(83)
第五章 特殊地区的路基施工	(84)
第一节 黄土地区路基施工	(84)
第二节 膨胀土路堤施工	(89)
第三节 滑坡地段路基施工	(97)
第四节 崩塌和岩堆地区路基施工	(99)
第五节 沙漠地区路基施工	(102)

第六节 盐渍土地地区路基施工	(106)
第七节 沼泽土地地区路基施工	(114)
第八节 岩溶地区路基施工	(116)
本章小结	(118)
复习思考题	(119)
第六章 防护、支挡工程施工	(120)
第一节 防护与加固工程施工	(120)
第二节 挡土墙施工	(125)
第三节 边坡防护加固实例	(133)
本章小结	(141)
复习思考题	(142)
第七章 软土地基处理	(143)
第一节 概 述	(143)
第二节 处理方法及选用原则	(146)
第三节 表层处理法	(147)
第四节 换填法	(151)
第五节 粉喷桩法	(153)
本章小结	(161)
复习思考题	(161)
第八章 路面设计	(162)
第一节 沥青路面设计的任务、程序与原则	(162)
第二节 路面结构组成与分级	(163)
第三节 沥青路面结构设计	(167)
第四节 混凝土路面结构层组合设计	(172)
本章小结	(177)
复习思考题	(178)
第九章 路面基层、底基层施工	(179)
第一节 基层、底基层的分类及特点	(179)
第二节 半刚性基层、底基层对材料的要求	(179)
第三节 半刚性基层、底基层的组成设计	(183)
第四节 半刚性基层、底基层施工质量控制	(186)
第五节 石灰土路拌法施工	(192)
第六节 二灰土施工	(197)
第七节 水泥稳定土施工	(200)
本章小结	(206)
复习思考题	(207)
第十章 沥青路面工程施工	(208)
第一节 透层、黏层、封层施工	(208)
第二节 沥青表面处治施工	(214)

第三节 沥青贯入式路面施工	(219)
第四节 热拌沥青混凝土路面施工	(222)
第五节 SMA 路面施工	(235)
本章小结	(246)
复习思考题	(247)
第十一章 水泥混凝土路面机械化施工	(249)
第一节 概 述	(249)
第二节 水泥混凝土路面轨道式摊铺机施工	(264)
第三节 水泥混凝土路面滑模摊铺施工	(275)
本章小结	(302)
复习思考题	(303)
参考文献	(304)

第一章 公路工程概况

职业能力目标与学习要求

通过对公路工程概况等内容的学习,使学生对公路工程的发展和组成、公路分级与技术标准、公路设计的基本要求有一定的了解和掌握,为今后从事施工员工作奠定良好的基础。

教学重点

1. 公路分级与技术标准;
2. 公路设计的基本要求。

第一节 公路发展概况及其主要组成部分

一、公路运输的特点

交通运输是国民经济的动脉,是国家经济发展的基础产业之一。随着交通运输的发展和人民生活水平的提高,它在联系工业与农业、城市与乡村、生产与消费等各个领域方面起着十分重要的作用。

现代交通运输由铁路、公路、水路、航空及管道五种运输方式组成。这些运输方式在技术经济上各有特点,它们根据运输的需要合理分工、相互衔接、互为补充,形成完整的国家综合运输体系。铁路运输对于中、远程的大宗货物及人流运输具有运输量大、成本低的特点;水路运输在通航地区具有运输量大、运价低廉的特点;航空运输具有速达效果,但成本高,能耗大;管道运输则多用于运输液体和气态或散装物品。与其他运输方式相比,公路运输具有以下特点:

(1) 机动灵活性高,能迅速集中和分散货物,在规定的的时间和地点可做到“门到门”的直达运输而不需要中转,节约了时间和中转费用,减少了货损,经济效益高。

(2) 适应性强,服务面广,适应于小批量运输和大宗运输,可以深入到城市、乡村及工矿企业。

(3) 建设投资相对较省,见效快,经济效益和社会效益显著。

(4) 由于公路运输服务人员多,单位运量小,故汽车运输费用比铁路和水运高。

二、公路的发展

我国的公路建设历史悠久,早在公元 2 000 年前,就有了可以行驶牛车和马车的道路。到清代全国已形成了层次分明、功能较完善的“官马大路”、“大路”、“小路”等道路系统,即京城到各省城、省城到重要城市、重要城市到一般市镇的三级道路。其中,“官马大路”就达 2 000 余 km。但由于封建主义对生产力的束缚,使我国公路建设事业发展缓慢,交通运输工具也很少改进,长期停留在人力、畜力拉车的水平。直到 1949 年,全国才修建了 13 万 km 的

公路,能勉强维持通车的公路仅有 8.1 万 km,而且标准低,质量差,分布也极不合理,大部分公路都集中在东部沿海地区。占全国土地面积 2/3 的山区和边疆少数民族地区几乎没有公路。

新中国成立以后,为了恢复和发展国民经济、改善人民生活、巩固国防、促进民族团结,党和国家对公路建设作出了很大努力,取得了显著成就。特别是改革开放后的十几年,公路建设高速发展,截至 2001 年底,公路总里程已达到 169.8 万 km,居世界第 4 位,并实现了县县通公路,98% 的乡和 80% 以上的村通了汽车。我国大陆自 1988 年实现了高速公路零的突破以后,截止到 2001 年底已有 30 个省、市、自治区修建了高速公路,通车总里程已达 19 453 km,居世界第 2 位。在高速公路建设方面,我国已跨入了世界先进行列。

我国公路建设虽然得到了快速发展,但仍不能完全适应国民经济发展对公路运输的要求,与世界上发达国家相比仍存在着较大的差距。公路网标准低、数量少、布局不尽合理是当前存在的突出问题。从高速公路在各地分布情况看,东、中、西各地区高速公路总量以及所占比重都存在较明显的差异。东部地区共有高速公路 10 878 km,占全国高速公路总里程的 56%;中部地区共有高速公路 5 014 km,占全国高速公路总里程的 25.8%;西部地区共有高速公路 3 545 km,仅占全国高速公路总里程的 18.2%。公路密度低,高等级公路总量不足,仍影响西部地区经济发展水平的进一步提高。据 2001 年统计,在通车里程中我国二级及二级以上的公路只占总里程的 13.4%,达不到技术标准的等外公路占 21.3%,高级、次高级路面里程只占总里程的 3.96%。因此,加快公路网新线建设、对原有公路进行技术改造、逐步提高技术标准和通行能力,仍然是我国当前的主要任务。根据我国交通发展规划,从“八五”开始用 30 年左右的时间,修建“五纵七横”共 12 条国道干线公路,总长达 3.5 万 km,其中 2.2 万 km 为高速公路。我国在 2005 年公布了国家高速公路网发展规划,预计 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 条首部放射线、9 条南北纵向线和 18 条东西横向线组成,简称“7918 网”。

三、公路基本组成部分

公路是承受行车荷载的结构,它主要由路基、路面、桥涵、隧道、排水系统、防护工程和交通服务设施组成。

(一) 路基

路基是在天然地面上填筑成路堤(填方路段)或挖成路堑(挖方路段)的带状结构物,主要承受路面传递的行车荷载,是支撑路面的基础。设计时必须保证路基变形小且具有足够的强度和稳定性,并防止水分及其他自然因素对路基本身的侵蚀和损害。

(二) 路面

路面是用各种材料或混合料分单层或多层铺筑在路基顶面供车辆行驶的层状结构物。设计时必须保证路面具有足够的强度、刚度、平整度和粗糙度,以满足车辆在其表面能安全、迅速、舒适地行驶。

(三) 桥涵

桥梁是为公路跨越河流、山谷或人工建筑物而建筑的构筑物。涵洞是为排泄地面水流或满足农田灌溉需要而设置的横穿路基的小型排水构筑物。

(四) 隧道

隧道是公路根据设计需要为穿越山岭、地下或水底而建造的构筑物。

(五) 排水系统

排水系统是为了排除地面水和地下水而设置的,由各种拦截、汇集、输送及排放等排水设施组成的构筑物。除桥梁、涵洞外,排水系统主要有路基边沟、截水沟、排水沟、暗沟、渗沟、渗井、排水隔离层、暗管、跌水与急流槽、渡槽等路基排水构筑物。

(六) 防护工程

防护工程是为加固路基边坡,确保路基稳定而修建的结构物。按其作用不同,可分为坡面防护、冲刷防护和支挡构筑物等三大类。路基边坡坡面防护一般有植物防护、坡面处治及护坡与护面墙等;冲刷防护除上述防护外,为调节水流流速及流向、防护路基免受水流冲刷,在沿河路基可设置顺坝、丁坝、格坝等导流结构物;支挡构筑物一般是指填(砌)石边坡、挡土墙、护脚及护面墙等。

(七) 交通服务设施

交通服务设施一般是指公路沿线设置的交通安全、养护管理、服务环境保护等设施,一般有交通标志、交通标线、护栏、护墙、护柱、中央分隔带、隔音墙、隔离墙、照明设备、停车场、加油站、汽车修理站、养护管理房屋和绿化美化设施等。

第二节 公路分级与技术标准

一、公路分级

公路是为汽车运输或其他交通服务的工程结构物。交通部 2003 年颁布的中华人民共和国行业标准《公路工程技术标准》(JTG B01—2003),根据公路的使用任务、功能和适应的交通量把公路分为五个等级:高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路。

(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。它具有四个或四个以上车道,设有中央分隔带,全部立体交叉,并具有完善的交通安全设施与管理设施、服务设施。

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 25 000 ~ 55 000 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 45 000 ~ 80 000 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 60 000 ~ 100 000 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,为连接高速公路或是某些大城市结合部、开发经济带及人烟稀少地区的干线公路。其设施与高速公路基本相同,只是部分控制出入。一般应设置分隔带,当受到特殊条件限制时,必须设置分隔设施。

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 15 000 ~ 30 000 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 25 000 ~ 55 000 辆。

(3) 二级公路:供汽车行驶的双车道公路,为连接中等以上城市的干线公路,或者是通

往大工矿区、港口的公路。

双车道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 5 000 ~ 15 000 辆。

(4) 三级公路: 主要供汽车行驶的双车道公路, 为沟通县、城镇之间的集散公路。

双车道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 2 000 ~ 6 000 辆。

(5) 四级公路: 主要供汽车行驶的双车道或单车道公路, 为沟通乡、村等的地方公路。

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 2 000 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。

以上五个等级的公路构成了我国的公路网。其中, 高速公路、一级公路为公路网骨干线, 二、三级公路为公路网内基本线, 四级公路为公路网的支线。

《公路工程技术标准》(JTG B01—2003) 是国家颁布的法定技术准则, 反映了我国公路建设的方针、政策和技术要求, 是公路设计、施工和养护的依据。因此, 在公路设计、施工和养护中, 必须严格遵守。同时, 在符合《公路工程技术标准》(JTG B01—2003) 要求和不过分增加工程造价的前提下, 根据技术经济原则尽可能采用较高的技术指标, 以充分提高公路的使用质量和效益。

二、公路等级的选用

公路等级应根据公路网的规划和流量, 从全局出发, 结合公路的使用任务和性质综合确定。在确定公路等级时, 应明确以下几个问题:

(1) 公路等级的选用应根据公路功能、路网规划、交通量, 并充分考虑项目所在地区的综合运输体系、远期发展等, 经论证后确定。

(2) 一条公路, 可分段选用不同的公路等级或同一公路等级不同的设计速度、路基宽度, 但不同公路等级、设计速度、路基宽度间的衔接应协调, 过渡应顺适。

(3) 当预测的设计交通量介于一级公路与高速公路之间, 拟建公路为干线公路时, 宜选用高速公路; 拟建公路为集散公路时, 宜选用一级公路。

(4) 干线公路宜选用二级及二级以上公路。

三、公路设计的主要技术指标

(1) 公路设计所采用的设计车辆外廊尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 设计车辆外廊尺寸						(单位:m)
车辆类型	总长	总宽	总高	前悬	轴距	后悬
小客车	6	1.8	2	0.8	3.8	1.4
载重汽车	12	2.5	4	1.5	6.5	4
鞍式列车	16	2.5	4	1.2	4+8.8	2

(2) 交通量换算采用小客车为标准车型。确定公路等级的各汽车代表车型与车辆折算系数规定如表 1-2 所示。

(3) 各级公路设计速度如表 1-3 所示。

表 1-2 各汽车代表车型与车辆折算系数

代表车型	车辆折算系数	说明
小客车	1.0	≤19 座的客车和载质量≤2 t 的货车
中型车	1.5	>19 座的客车和 2 t<载质量≤7 t 的货车
大型车	2.0	7 t<载质量≤14 t 的货车
拖挂车	3.0	载质量>14 t 的货车

注:1. 畜力车、人力车、自行车等非机动车,在设计交通量换算中按路侧干扰因素计。
2. 一、二级公路上行驶的拖拉机按路侧干扰因素计,三、四级公路上行驶的拖拉机每辆折算为 4 辆小客车。
3. 公路通行能力分析所要求的车辆折算系数应针对路段、交叉口等形式按不同的地形条件和交通需求,采用相应的折算系数。

表 1-3 各级公路设计速度

公路等级	高速公路			一级公路			二级公路		三级公路		四级公路
设计速度 (km/h)	120	100	80	100	80	60	80	60	40	30	20

注:1. 高速公路特殊困难的局部路段,且因新建工程可能诱发工程地质灾害时,经论证并报主管部门批准,该局部路段的设计速度可采用 60 km/h,但长度不宜大于 15 km,或仅限于相邻两互通式立体交叉之间,与其相邻路段的设计速度不应大于 80 km/h。
2. 一级公路作为干线公路时,设计速度宜采用 100 km/h 或 80 km/h;一级公路作为集散公路时,根据混合交通量、平面交叉间距等因素,设计速度宜采用 60 km/h 或 80 km/h。
3. 二级公路作为干线公路时,设计速度宜采用 80 km/h;二级公路作为集散公路时,混合交通量较大、平面交叉间距较小的路段,设计速度宜采用 60 km/h。
4. 二级公路位于地形、地质等自然条件复杂的山区,经论证该路段的设计速度可采用 40 km/h。

(4)高速公路、一级公路采用分离式断面时,应设置左侧硬路肩,其宽度应符合表 1-4 的规定,左侧硬路肩宽度包含左侧路缘带宽度。

表 1-4 分离式断面高速公路、一级公路左侧路肩宽度

设计速度 (km/h)	左侧硬路肩宽度 (m)	左侧土路肩宽度 (m)	设计速度 (km/h)	左侧硬路肩宽度 (m)	左侧土路肩宽度 (m)
120	1.25	0.75	80	0.75	0.75
100	1.00	0.75	60	0.75	0.50

(5)圆曲线最小半径应符合表 1-5 的规定。

表 1-5 圆曲线最小半径

设计速度 (km/h)	一般值 (m)	极限值 (m)	不设超高最小半径(m)	
			路拱 $\leq 2.0\%$	路拱 $> 2.0\%$
120	1 000	650	5 500	7 500
100	700	400	4 000	5 250
80	400	250	2 500	3 350
60	200	125	1 500	1 900
40	100	60	600	800
30	65	30	350	450
20	30	15	150	200

(6)最大纵坡和最小坡长应符合表 1-6 的规定。

表 1-6 最大纵坡和最小坡长

设计速度 (km/h)	最大纵坡坡度 (%)	最小坡长 (m)	设计速度 (km/h)	最大纵坡坡度 (%)	最小坡长 (m)
120	3	300	40	7	120
100	4	250	30	8	100
80	5	200	20	9	60
60	6	150			

(7)不同纵坡、不同设计速度的最大坡长应符合表 1-7 的规定。

表 1-7 不同纵坡、不同设计速度的最大坡长

纵坡坡度	设计速度(km/h)						
	120	100	80	60	40	30	20
3	900	1 000	1 100	1 200	—	—	—
4	700	800	900	1 000	1 100	1 100	1 200
5	—	600	700	800	900	900	1 000
6	—	—	500	600	700	700	800
7	—	—	—	—	500	500	600
8	—	—	—	—	300	300	400
9	—	—	—	—	—	200	300

(8)公路纵坡变更处应设竖曲线。竖曲线最小半径和最小长度应符合表 1-8 的规定。

表 1-8 竖曲线最小半径和最小长度

设计速度 (km/h)	凸形竖曲线半径(m)		凹形竖曲线半径(m)		竖曲线最小长度 (m)
	一般值	极限值	一般值	极限值	
120	17 000	11 000	6 000	4 000	100
100	10 000	6 500	4 500	3 000	85
80	4 500	3 000	3 000	2 000	70
60	2 000	1 400	1 500	1 000	50
40	700	450	700	450	35
30	400	250	400	250	25
20	200	100	200	100	20

第三节 公路设计的基本要求

公路是一种线形带状的三维空间结构物,包括路基、路面、桥涵、隧道等工程实体。因此,公路设计是由线形设计和结构设计两大内容组成的。

公路设计是以满足汽车行驶的要求为前提的,因而公路设计要满足行车安全、迅速、经济、舒适和美观的基本要求。这些要求是靠驾驶者、汽车、公路和交通管理等方面来保证的。就公路设计而言,线形设计和结构设计应满足以下基本要求。

一、对公路线形设计的基本要求

公路线形是公路的骨架,它支配着整个公路的规划、设计、施工及以后的养护和营运,直接影响公路构筑物设计、排水设计、土石方数量、路面工程等,对汽车行驶的安全、舒适、经济以及公路的通行能力等起着重要的作用,而且在公路建成以后,对公路沿线的经济发展、居民生活、土地利用以及自然景观、环境协调等都将产生很大的影响。因此,在公路设计中,通常将线形设计的质量作为一条公路总体效果评价的主要标志。对线形设计的基本要求有以下几点。

(一) 满足汽车行驶的力学要求

公路线形设计应满足汽车行驶的力学要求,即汽车在公路上行驶时应满足行车安全、经济及旅客舒适的要求。因此,在线形设计中要注意合理运用平、纵、横各项技术指标,根据具体条件,在不过分增加工程量的情况下,尽量采用较高的技术指标。为使汽车行驶时速度均衡,要注意公路平、纵面线形要素的连续性,避免线形产生突变。

(二) 满足驾驶员视觉、心理要求

公路线形设计应使公路具有视觉的舒顺性,使驾驶员在行驶过程中不易疲劳,有良好的视觉效果和心理诱导作用。因此,在设计中应注意线形要素之间以及与其他设施之间的相互平衡协调。如直线、圆曲线、缓和曲线的组合协调,平曲线与竖曲线的组合协调,平面线形与纵面线形的协调以及路线与公路构造物、沿线设施的协调等。此外,还应注意保证行车视距,以创造良好的行车视线,提高行车的安全性和舒适度。

(三) 注意与周围地形、地物、环境相协调

公路线形设计要结合沿线地形、地物等条件,合理运用各种线形要素进行线形组合,使线形与沿线地形、地物相适应,从而设计出技术合理、行车安全舒适、经济节约的公路线形。此外,线形设计还应注意使线形与周围环境相协调,使公路建设不破坏环境的自然景观,减少对环境的干扰,尽量利用环境、改造环境,使之协调、融为一体。

(四) 要与沿线自然、经济、社会条件等相适应

公路是社会空间的一个组成部分,它与沿线的自然资源及经济开发、工农业发展、居民条件、区域规划的关系十分密切。因此,在线形设计中:一方面必须要符合国家有关土地、环境保护、水土保持、资源开发等法规的相关要求;另一方面还必须注意少占农田,少拆建筑物,少破坏原有植物、地貌和减少噪声、废气等对环境的污染,以使公路建成后能发挥最大的社会综合效益。

二、对路基的基本要求

路基是公路的重要组成部分,它与路面共同承受行车荷载和自然因素的影响,所以它既是路线的主体,又是路面的基础,其本身的强度与稳定性直接影响路面的使用寿命和公路的使用质量。为保证公路的使用质量,对路基的基本要求有以下几点。

(一) 具有足够的稳定性

在地表面上修筑路基必然产生填筑或开挖,这种不填即挖的结果改变了原地表面的天然平衡状态,其结果是有可能使原先处于稳定状态的地基由于受力状态的改变而导致路基失稳。例如,产生路堤沉陷、边坡塌方、路基翻浆以及路基沿山坡滑动等变形与病害,从而导致交通阻断或行车事故。因此,为保证路基的安全与稳定,必须正确采用路基的断面形式与尺寸,采取有效的路基排水、工程防护与加固等措施,确保路基在最不利的行车荷载与自然因素条件下具有足够的稳定性。

(二) 具有足够的强度和变形小

路基及路基以下的地基在自重和行车荷载作用下会产生变形。当地基软弱、路基填土不密实或过分潮湿时,所产生的沉陷、固结变形和不均匀变形会使路面结构出现过量变形和应力增大,从而导致路面过早损坏,影响公路的使用质量。因此,对路基要采取选择合适的填料、进行充分的压实、改善和调节水温状况、加固软弱地基等工程措施,以保证在外力因素作用下,不产生超过允许范围的变形,具有足够的强度和变形小的能力,确保路面的使用寿命和服务水平。

三、对路面的基本要求

路面是在路基表面上用各种不同材料或混合料分层铺筑而成的一种层状结构物,它的功能不仅是提供汽车在公路上能全天候地行驶,而且要保证汽车以一定的速度,安全、舒适且经济地运行。因此,对路面的基本要求有以下几点。

(一) 具有足够的强度和刚度

汽车在路面上行驶,通过车轮把垂直力、水平力以及车辆产生的振动力和冲击力传给路面,使路面结构内部产生大小不同的压应力、拉应力和切应力。如果这些应力超过路面结构整体或某一组成部分的强度,路面就会出现断裂、沉陷、波浪和磨损等破坏。因此,路面结构

整体及其各组成部分应具有足够的强度以抵抗在行车作用下所产生的各种应力,避免破坏。

刚度是指路面抵抗变形的能力,当路面结构整体或某一组成部分刚度不足时,即使强度足够,在车轮荷载作用下也会产生过量的变形,而形成车辙、沉陷或波浪等破坏。因此,路面结构应具有足够的刚度,使整个路面结构及其各组成部分的变形量控制在允许范围内。

(二) 具有足够的稳定性

路面结构袒露在大气之中,长期经受温度和水分变化的影响,其力学性能也随之不断发生变化,以致强度和刚度不稳定而使路况时好时坏。如沥青路面夏季高温变软产生车辙和推挤,冬季低温可能因收缩或变脆而开裂;水泥路面在高温时发生拱胀破坏,温度急骤变化时会因翘曲而发生破坏;砂石路面在雨季时会因雨水渗入路面结构,使其含水量增多,强度下降,产生沉陷、车辙或波浪。因此,要研究温度和湿度对路面结构性能的影响,使修筑的路面具有足够的稳定性。

(三) 具有足够的耐久性

路面结构要承受行车荷载和冷热、干湿气候因素的重复作用,从而逐渐产生疲劳破坏和塑性形变累积。此外,路面材料还可能由于老化衰变而导致破坏。这些都将缩短路面的使用年限。因此,路面结构必须具备足够的抗疲劳强度以及抗老化和抗形变累积的能力。

(四) 具有良好的表面平整度

不平整的路表面会增大行车阻力,并使车辆产生附加的振动作用,造成行车颠簸,影响行车速度和乘客的舒适度;同时,振动作用还会对路面施加冲击力,从而加剧路面和汽车机件的损坏及轮胎的磨损,并增大油料的消耗,而且不平整的路面还会积滞雨水,加速路面的破坏,并增大噪声。因此,平整的路面要靠优良的施工机具、精细的施工工艺、严格的施工质量控制和及时的养护来保证。

(五) 具有良好的表面抗滑性能

汽车在路面上行驶,车轮与路面之间要具有足够的附着力或摩阻力,防止汽车因路面光滑而使车轮产生空转或打滑,致使车速降低,甚至引起交通事故。

路表面的抗滑能力可通过采用坚硬、耐磨、表面粗糙的集料组成路面表层材料来实现,也可采用一些工艺性措施来实现,如水泥混凝土路面的刷毛或刻槽等。此外,路面上的积雪或污泥等也会降低路面的抗滑性,必须及时予以清除。

(六) 具有良好的环保性

路面扬尘会加速汽车机件的损坏、影响行车视距、降低行车速度,而且对乘客和沿线居民的环境卫生以及货物和路旁农作物都带来不良影响。因此,要求路面在行车过程中尽量减少扬尘。

本章小结

(1) 公路运输的特点:机动灵活性高,能迅速集中和分散货物,节约时间和费用,减少货损,经济效益高;适应性强,服务面广,可独立实现“门到门”的直达运输;建设投资相对较省,见效快,经济效益和社会效益显著。

(2) 公路基本组成部分:主要由路基、路面、桥涵、隧道、排水系统、防护工程和交通服务设施组成。

(3)公路分级:根据公路的使用任务、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、三级公路和四级公路。

(4)公路设计的基本要求:公路是一种线形带状的三维空间结构物,包括路基、路面、桥涵、隧道等工程实体,它是以满足汽车行驶的要求为前提的,因而公路设计要满足行车安全、迅速、经济、舒适和美观的基本要求。

【小知识】浆砌片石第一层石块的砌法

第一层石块是建筑物的根基,位置是否正确、砌筑是否稳妥,对以后的接高砌筑有很大的影响,所以必须予以重视。

砌筑时,首先按照墨线位置砌四角的转角石,选用较方正、有三个相邻面大致垂直的大块石料作为角石;然后在角石上挂线作为砌筑镶面石的依据,镶面石也应选用较为方正的石块;最后砌填腹石。所有石块必须大面朝下放稳,达到脚踩不晃动的程度。砌填腹石时也应挑选合宜的石块,按照石块的形状顺其自然地交错搭紧,尽量减小石块间空隙,但石块与石块不可紧紧地靠拢,避免造成石块之间无砂浆的瞎缝。石块之间的空隙,可选形状大小恰当的小石块填塞,应先铺砂浆,再填小石块,并用手锤敲打小石块,挤出砂浆,这就是砂浆已饱满的标志。

复习思考题

- 1-1 简述公路运输的特点。
- 1-2 公路由哪几部分组成?
- 1-3 公路是如何分级的?
- 1-4 简述公路设计的基本要求。
- 1-5 简述路基设计的基本要求。
- 1-6 简述路面设计的基本要求。