



交通高等职业技术教育教材

金仲秋
程兴新

夏连学

主编
主审

公路设计

GONGLU SHEJI

人民交通出版社

67

00412-36-43

567

交通高等职业技术教育教材

公路设计

Gonglu Sheji

金仲秋 夏连学 主编
程兴新 主审



A1054814

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是交通高等职业技术学院路桥专业配套教材。全书分两篇共 18 章,主要内容包括:汽车行驶理论,公路等级与技术标准确定,可行性研究,交通量与通行能力,选线与定线,平面、纵断面、横断面设计,公路交叉,高速公路简介,路基路面排水,防护支挡,路基稳定性验算,路面结构层及柔性、刚性路面设计等。

图书在版编目(CIP)数据

公路设计 / 金仲秋, 夏连学主编. —北京: 人民交通出版社, 2002.
交通高等职业技术教育教材
ISBN 7-114-04419-4

I.公... II.①金... ②夏... III.公路—设计—高等学校: 技术学校—教材 IV.U412.36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 060305 号

交通高等职业技术教育教材

公 路 设 计

金仲秋 夏连学 主编

程兴新 主审

正文设计: 彭小秋 责任校对: 张莹 责任印制: 张恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 22.5 字数: 556 千

2002 年 8 月 第 1 版

2002 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—4000 册 定价: 36.00 元

ISBN 7-114-04419-4

U · 03259

前 言

公路是交通运输的主要组成部分。它以灵活、迅速、方便及建设投资少、周期短、社会效益显著等特点在交通运输体系中起着举足轻重的作用。随着市场经济的飞速发展,我国公路交通建设正朝着“高速和快速”的方向稳步发展。公路设计是道路工程的基本工作和公路建设的重要环节,是公路交通建设从业者必备的技术。

本教材是为满足交通高等职业技术教育之急需,根据交通部科教司路桥工程学科委员会高职教材联络组 2001 年 7 月昆明会议决议,按照《交通高等职业技术教育路桥专业课程设置框架》的要求编写的,是交通高等职业技术教育路桥专业综合化课程改革配套教材。本书集原《道路勘测设计》和《路基路面工程》之设计内容于一体,主要论述公路勘测设计、路基路面设计的基本原理与使用方法,包括:汽车行驶理论,公路等级与技术标准确定,可行性研究,交通量与通行能力,选线与定线,平面、纵断面、横断面设计,公路交叉,高速公路简介,路基路面排水,防护支挡,路基稳定性验算,路面结构层及柔性及刚性路面设计等内容。

本书总论和第一篇公路勘测设计由浙江交通职业技术学院金仲秋主编,第二篇路基路面设计由河南交通职业技术学院夏连学主编,全书由陕西交通职业技术学院程兴新主审。具体编写情况如下:总论、第一篇第一、三、六、十章由浙江交通职业技术学院金仲秋编写;第一篇第四、五、八章由河北交通职业技术学院张广一编写;第一篇第二、七、九章由浙江交通职业技术学院王建林编写;第二篇第一、五、六章由河南交通职业技术学院夏连学编写;第二篇第二、三、七章由烟台师范学院交通学院郭兰英编写;第二篇第四、八章由河南交通职业技术学院王玮编写。

教材初稿完成后,经主编统稿,主审审核后于 2002 年 4 月 21 日~4 月 24 日在杭州市召开了教材审稿会。参加审稿的人员有:人民交通出版社卢仲贤、王霞,内蒙古大学交通职业技术学院柴金义,烟台师范学院交通学院郭兰英,浙江交通职业技术学院金仲秋、王建林,陕西交通职业技术学院程兴新,河南交通职业技术学院夏连学、王玮,河北交通职业技术学院苏建林、张广一等。

作为交通高等职业技术教育综合化课程改革配套教材,本书有如下特点:

1. 本教材全面贯彻素质教育思想,注重学生个性与创新精神及实践动手能力的培养,教材内容编写以实用、实际、实效为原则,紧密跟踪公路设计的发展,采用了最新标准、规范、规程。
2. 编写格式与体例上,从实用人才培养原则出发,内容全面、重点突出、资料新颖、数据准确、层次分明。在理论体系、组织结构和文字论述方面等均有新的尝试,每章后附有习题,以便学生更好地了解掌握本章核心内容。

教学进程安排建议为两个学期,即总论和第一篇为一个学期,第二篇为一个学期。

本教材编写过程中,得到人民交通出版社卢仲贤、贵州交通职业技术学院张润虎、安徽交通职业技术学院俞高明、四川交通职业技术学院李全文、吉林交通职业技术学院张洪滨、南京

交通职业技术学院陆春其、广东交通职业技术学院李加林、新疆交通职业技术学院郭发忠等精心指导及附于本书参考书目作者的大力支持,在此一并致以诚挚谢意。

由于我国高等职业技术教育起步较晚,其教学思想、教学模式、课程体系、教学方式方法等尚在探索之中,加之编者水平有限,教材内容编排不当或遗漏之处在所难免,敬请读者指正。

编者
2002年5月

目 录

总 论	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	5
第四节 公路勘测设计的依据、阶段和任务	7
第五节 本课程研究的内容	11

第一篇 公路勘测设计

第一章 汽车行驶特性	13
第一节 概述	13
第二节 汽车的牵引力与行驶阻力	14
第三节 汽车的动力特性	18
第四节 汽车行驶的稳定性	21
第二章 公路平面设计	26
第一节 概述	26
第二节 圆曲线	26
第三节 缓和曲线	29
第四节 平曲线超高	37
第五节 平曲线加宽	47
第六节 行车视距	50
第七节 平面设计要点	55
第八节 平面设计成果	60
第三章 纵断面设计	64
第一节 概述	64
第二节 纵坡设计的一般规定与要求	65
第三节 竖曲线设计	71
第四节 平、纵面线形组合设计	78
第五节 纵断面设计方法	80
第六节 纵断面设计成果	85
第四章 横断面设计	86
第一节 公路横断面的组成	86
第二节 公路建筑限界与公路用地	96
第三节 横断面设计方法	98
第四节 路基土石方计算与调配	98

第五节 横断面设计成果	104
第五章 选线	105
第一节 概述	105
第二节 路线方案选择	107
第三节 平原区选线	110
第四节 山岭地区选线	113
第五节 丘陵地区选线	123
第六节 山脊线与山坡线	126
第六章 定线	129
第一节 纸上定线	129
第二节 实地定线	131
第三节 纸上移线	132
第四节 平曲线半径选定	134
第七章 新建公路勘测	139
第一节 视察	139
第二节 初步测量	142
第三节 定测阶段的工程地质与其他调查	149
第四节 定测阶段的小桥涵勘测	152
第五节 外业勘测时的内业工作	154
第八章 原有公路的改建	156
第一节 概述	156
第二节 公路改建的内容	157
第三节 原有公路改建的方法与步骤	161
第九章 公路交叉	164
第一节 公路平面交叉	164
第二节 公路立体交叉	171
第三节 公路与其他线路相交	179
第十章 高速公路简介	182
第一节 高速公路的发展概况	182
第二节 高速公路的线形设计	184
第三节 高速公路的沿线设施	188
第四节 高速公路的交通控制与管理	191

第二篇 路基路面设计

第一章 绪论	195
第一节 概述	195
第二节 公路自然区划及路基土的工程性质	197
第三节 土基的干湿类型	201
第四节 路面结构组成与分级	204
第五节 行车荷载	208

第二章 路基稳定性分析	214
第一节 概述	214
第二节 边坡稳定性分析方法	216
第三节 陡坡路堤稳定性分析	223
第三章 路基路面排水	226
第一节 路基路面排水要求及设计一般原则	226
第二节 路基地面排水设施的构造	227
第三节 路基地下排水设施的构造与布置	231
第四节 路面排水设施构造与布置	235
第四章 路基防护与加固	239
第一节 基本概念	239
第二节 坡面防护	240
第三节 冲刷防护	244
第四节 地基加固	247
第五章 挡土墙设计	252
第一节 概述	252
第二节 重力式挡土墙的构造与布置	254
第三节 重力式挡土墙计算	259
第四节 加筋土挡土墙	267
第六章 路面结构层	275
第一节 无机结合料稳定土结构层	275
第二节 碎石、砾石类结构层	280
第三节 沥青类结构层	284
第四节 新型沥青路面结构层	291
第五节 水泥混凝土面板	293
第七章 沥青路面设计	296
第一节 沥青路面设计的任务、程序与原则	296
第二节 标准轴载与轴次换算	297
第三节 沥青路面设计指标	299
第四节 土基与路面材料强度指标	303
第五节 沥青路面结构设计	308
第六节 新建路面的结构层厚度计算	313
第七节 原有路面补强设计	315
第八章 水泥混凝土路面设计	322
第一节 设计内容与设计参数	322
第二节 混凝土路面结构层组合设计	326
第三节 普通混凝土路面板厚计算	329
第四节 水泥混凝土路面的构造	335
第五节 其他混凝土路面简介	343
参考文献	347

总 论

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起着十分重要的作用。

现代交通运输由铁路、公路、水运、航空及管道运输五种运输方式组成。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;水运在通航地区具有运量大、运价低廉的特点;航空运输具有速达作用,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,公路运输具有如下特点:

1. 机动灵活性高,能迅速集中和分散货物,在规定的时间和地点可做到直达运输而不需要中转,节约时间和费用,减少货损,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,可独立实现“门到门”的直达运输。
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

我国公路建设有悠久的历史,早在公元 2000 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,分别为京城到各省城、省城到重要城市及重要城市到一般市镇的三级道路。其中“官马大道”就达 4000 余里。但由于封建统治对生产力的束缚,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,占全国土地面积三分之二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的努力,取得了显著成就。特别是改革开放后的十几年以来,公路建设高速发展,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19453km,居世界第二。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。从高速公路在各地区分布情况看,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10878km,占全国高速公路总里程的56%;中部地区5014km,占25.8%;西部地区3545km,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。各省、市、自治区根据规划修建省级干线网及网内支线,至2020年公路通车里程将达到200万km以上。当这些规划完全实现以后,我国的公路交通必将呈现一个崭新的局面。

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所组成。

1. 路基

公路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具有足够的强度、变形小和足够的稳定性,并防止水分及其他自然因素对路基本身的侵蚀和损害。

2. 路面

公路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。

3. 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造物。涵洞是为了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造物。

4. 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造物。

5. 公路排水系统

公路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造物。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、渡槽等路基排水构造物。

6. 防护工程

防护工程是为了加固路基边坡,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、冲刷防护和支挡构造物等三大类。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;支挡构造物一般是指填(砌)石边坡、挡土墙、护脚及护面墙等。

7. 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、公路分级与技术标准

公路是为汽车运输或其他交通服务的工程结构物。交通部 1997 年颁布的中华人民共和国行业标准《公路工程技术标准》(JTJ 001-97)(以下简称《标准》),根据公路的使用任务、功能和适应的交通量分为五个等级: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:为专供汽车分向、分车道行驶,并全部控制出入的干线公路。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。

四车道高速公路一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 25 000~55 000 辆;六车道高速公路一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景年限年平均昼夜交通量为 45 000~80 000 辆;八车道高速公路一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 60 000~100 000 辆。

2. 一级公路:是供汽车分向、分车道行驶的公路,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。一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 15 000~30 000 辆。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。

3. 二级公路:一般能适应按各种汽车折合成中型载货汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 3 000~7 500 辆。为连结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。

4. 三级公路:一般能适应按各种车辆折合成中型载货汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 1 000~4 000 辆,为沟通县、城镇之间的集散公路。

5. 四级公路:一般能适应按各种车辆折合成中型载货汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为:双车道 1 500 辆以下;单车道 200 辆以下。为沟通乡、村等地的地方公路。

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》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、修建和养护的依据。因此,在公路设计、施工和养护中,必须严格遵守。同时,在符合《标准》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。

我国《标准》规定的各级公路主要技术指标见表 0-0-1。

各级公路的主要技术指标汇总表

表 0-0-1

公路等级		高速公路						一级		二级		三级		四级	
计算行车速度(km/h)		120			100	80	60	100	60	80	40	60	30	40	20
车 道 数		8	6	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	1 或 2	
行车道宽度(m)		2× 15.0	2× 11.25	2×7.5	2×7.5	2×7.5	2×7.0	2×7.5	2×7.0	9.0	7.0	7.0	6.0	3.5 或 6.0	
路基 宽度 (m)	一般值	42.50	35.00	27.0 或 28.00	26.00	24.50	22.50	25.50	22.50	12.00	8.50	8.50	7.50	6.50	
	变化值	40.50	33.00	25.50	24.50	23.00	20.00	24.00	20.00	17.00	—	—	—	4.5 或 7.0	
平曲线最 小半径(m)	极限值	650			400	250	125	400	125	250	60	125	30	60	15
	一般值	1000			700	400	200	700	200	400	100	200	65	100	30
停车视距(m)		210			160	110	75	160	75	110	40	75	30	40	20
最大纵坡(%)		3			4	5	5	4	6	5	7	6	8	6	9
车辆 荷载	计算荷载	汽车—超 20 级						汽车—超 20 级 汽车—20 级		汽车—20 级		汽车—20 级		汽车—10 级	
	验算荷载	挂车—120						挂车—120 挂车—100		挂车—100		挂车—100		履带—50	

二、公路等级的选用

公路等级应根据公路网的规划和远景交通量,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. 同一条公路可根据交通量等情况分段采用不同的公路等级。各级公路中所能适应的年平均昼夜交通量,均指远景设计年限的交通量。公路远景设计年限分别为:高速公路、一级公路为 20 年;二级公路为 15 年;三级公路为 10 年;四级公路一般为 10 年,也可根据实际情况适当缩短。远景设计年限的起算年为该设计项目工程可行性研究报告中所计划的公路建成通车之年份。

2. 当一条公路因设计交通量不同,而在同一地形分区范围内分段采用不同的公路等级时,相邻设计路段的计算行车速度之差不宜超过 20km/h。不同设计路段相互衔接的地点,应选择在驾驶人员能够明显判断路况发生变化而需要改变行车速度的地点,如村镇、车站、交叉道口或地形明显变化等处,并应设置相应的标志。

3. 当一条公路通过不同地形分区时,因相邻设计路段的计算行车速度之差一般较大,应结合地形的变化设置过渡段,使主要技术指标随之逐渐过渡,避免出现突变。

4. 按不同计算行车速度设计的路段长度不宜过短,一般情况下,高速公路、一级公路不小

于 20km;二级公路不小于 15km;三级公路不小于 10km;四级公路不小于 5km。

5.位于城市出入口的一级公路,其横断面可采用城市道路的断面形式。

6.对于不符合《标准》规定的已有公路,应根据需要与可能的原则,按照公路网发展规划,有计划地进行改造,提高通行能力及使用质量,以达到相应等级公路标准的规定。

7.对于分期修建公路工程,特别是半幅的高速公路,不宜提倡。由于建设资金不足等实际情况而确实需要分期修建的公路,必须进行总体设计,统筹安排,使前期工程在后期仍能充分利用。

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。

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,直接影响公路构造物设计、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是:

1.满足汽车行驶的力学要求

公路线形设计应满足汽车的行驶力学要求,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,应根据具体条件,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。

2.满足驾驶员视觉和心理要求

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,增加行车安全和舒适。

3.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。

4.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的开发、工农业的发展、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、资源开发等法规的有关要求;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,对路基的基本要求是:

1. 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,其结果使原先处于稳定状态的地基由于受力状态的改变,有可能导致路基失稳。如产生路堤的沉陷、边坡的塌方,路基的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。

2. 具有足够的强度和变形小

路基及路基以下的地基,在自重和自行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,对路面的基本要求是:

1. 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。

所谓刚度,是指路面抵抗变形的能力,路面结构整体或某一组成部分刚度不足,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。

2. 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,其力学性能也随着不断发生变化,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,轮辙或波浪。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。

3. 耐久性

路面结构要承受行车荷载和冷热、干湿气候因素的多次重复作用,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。

4. 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。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和轮胎的磨损,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。

5. 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(或称摩阻力),以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(如水泥混凝土路面的刷毛或刻槽等)来实现。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。

6. 少尘性

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。

第四节 公路勘测设计的依据、阶段和任务

一、设计依据

路线设计是按勘测设计程序、已批准的计划任务书和《标准》等进行的。无论是新建公路或是改建公路,都应有充分的技术经济依据,其中最基本的设计依据是设计车辆、交通量和计算行车速度。

1. 设计车辆

行驶在公路上的车辆主要有机动车和非机动车两类,其中机动车有摩托车、小汽车、公共汽车、载货汽车、拖拉机和大型集装箱车等,非机动车有自行车、三轮车、板车和畜力车等。根据公路的使用任务和性质,高速公路、一级公路为机动车服务,二、三、四级公路为混合车型(含非机动车)服务。

车辆的外廓尺寸是公路几何设计的重要依据,如路幅组成、弯道加宽、纵坡、视距、交叉口设计等都与车辆的外廓尺寸密切相关。规范对各种车辆进行归类,将其尺寸标准化称为设计车辆。我国《标准》将设计车辆分为小客车、载货汽车和鞍式列车三类。各类设计车辆的基本尺寸见表 0-0-2 和图 0-0-1。

设计车辆外廓尺寸表

表 0-0-2

尺寸(m) 项目 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
载货汽车	12	2.5	4	1.5	6.5	4
鞍式列车	16	2.5	4	1.2	4+8.8	2

注:自行车的外廓尺寸采用宽 0.75m,高 2.00。

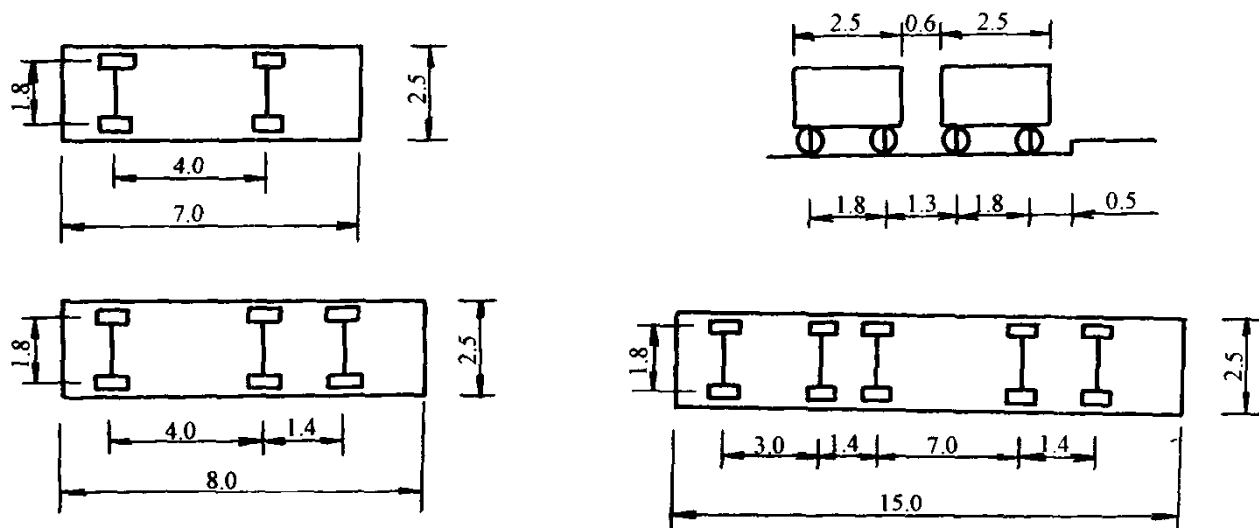


图 0-0-1 各种设计车辆的平面尺寸和横向布置图(尺寸单位:m)

2. 计算行车速度

计算行车速度是指在气候和交通量正常的情况下,汽车运行只受公路自身条件(几何要素、路面、附属设施等)影响时,一般驾驶员能保持安全和舒适行驶的最大行驶速度。

计算行车速度是决定公路几何线形的基本要素。曲线半径、超高、视距、合成坡度、路幅宽度和竖曲线设计等都直接或间接与计算行车速度有关,所以它是体现公路等级的一项重要指标。

计算行车速度与行车速度是两个不同的概念。行车速度是指汽车在公路上的实际行驶速度,它受气候、地形、交通密度以及公路本身条件的影响,同时与驾驶员的技术也有很大的关系。在计算行车速度低的路段上,当行车条件(交通密度、气候、地形等)比较好时,行车速度常接近或超过计算行车速度。计算行车速度愈低,出现这种现象的概率愈大。考虑到这一特点,同一等级的公路按不同的条件采用不同的计算行车速度是合适的。同时,超过计算行车速度的情况是危险的,所以在地形良好,线形顺适,视野开阔,容易产生超速行驶(超过计算行车速度)的路段,要特别注意曲线半径、超高、纵坡等方面的合理配置。

《标准》从工程难易、工程量大小及技术经济的合理性考虑,各级公路的计算行车速度见表 0-0-1。一至四级公路分为平原微丘区和山岭重丘区两种地形;高速公路由于在设计、施工、运营管理上与一般公路不同,其计算行车速度不与地形条件直接挂钩,而将高速公路的计算行车速度从 120km/h 到 60km/h 分为四级,供设计时结合交通需求的变化,考虑技术经济的合理性,更好地与地形、景观相配合,做出合理的设计。在确定高速公路的计算行车速度时,一般情况下应选用 120km/h;当受地形、地物、工程造价等条件限制时,交通量又相对较小,可选用 100km/h 或 80km/h;对条件特殊困难地段,经技术、经济论述也可选用 60km/h。

我国《标准》规定的各级公路计算行车速度见表 0-0-1。

3. 交通量

交通量是公路分级的主要依据。公路的交通量是指单位时间内(每小时或每昼夜)通过公路上某一横断面处的往返车辆总数。交通量与社会经济发展速度、气候、物产、文化生活水平等多方面因素有关,且随着时间、地点的不同而随机变化。其具体数值通过交通调查和交通预测确定。

(1) 年平均日交通量

公路交通量的普遍计量单位是年平均日交通量(简称 ADT),即一年 365 天交通量观测结果的平均值,其表达式为:

$$N = \frac{1}{365} \sum_{i=1}^{365} Q_i \quad (0-0-1)$$

式中: N ——年平均日交通量,辆/日;

Q_i ——一年内的日交通量,辆/日。

(2) 设计交通量

设计交通量是指修建公路到达远景设计年限时能达到的年平均日交通量。它是确定公路等级的主要依据。远景设计年平均日交通量根据公路使用任务和性质,目前一般按年平均增长率计算确定。

$$N_d = N_0(1 + \gamma)^{t-1} \quad (0-0-2)$$

式中: N_d ——远景设计年平均日交通量,辆/日;

N_0 ——起始年平均日交通量,辆/日;

γ ——年平均增长率, %;

t ——远景设计年限。

(3) 设计小时交通量

设计小时交通量是以小时为时段的交通量,是确定车道数和车道宽度或评价服务水平的重要依据。我们知道,一年中的每月、每日、每小时交通量的变化是相当大的,如果用一年中最大的高峰小时交通量作为设计依据,必然造成浪费,但如果采用日平均小时交通量则不能满足实际需要,甚至造成交通阻塞。因此,必须选择适当的小时交通量作为设计小时交通量。研究认为,取一年中的排序第 30 位最大小时交通量为设计小时交通量最合适,即将一年中测得的 8760h 交通量按大小顺序排列,取序号为第 30 位的小时交通量作为设计小时交通量。如图 0-0-2 所示,在第 30 位小时交通量以上,曲线斜率急剧加大,第 30 位以下,同曲线变得平缓,采用第 30 位小时交通量作为设计依据,每年只有 29 个小时的交通量超过设计小时交通量,保证率达 99.67%。目前许多国家包括我国均采用第 30 位小时交通量作为设计依据。

设计小时交通量按下式计算

$$N_h = N_d K D \quad (0-0-3)$$

式中: N_h ——设计小时交通量,辆/h;

N_d ——远景设计年平均日交通量,辆/日;

K ——设计小时交通量系数,即第 30 位小时交通量与年平均日交通量的比例。一般平原区 K 取 13%,山区 K 取 15%;

D ——方向不均匀系数,一般可取 $D = 0.6$ 。

(4) 交通量折算