

普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审订

道路工程

(第2版)

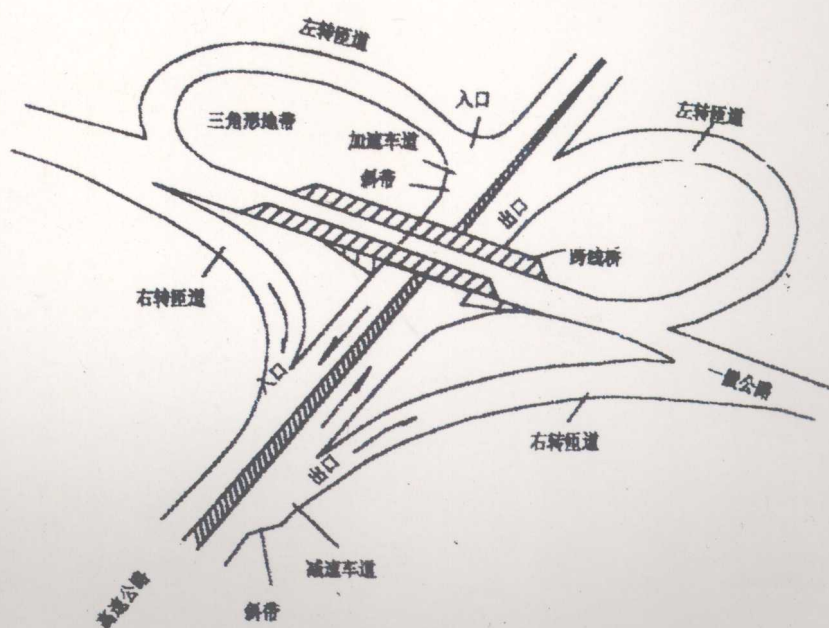
D

L

G

C

秦建平 主编
于书翰 主审



WUTP

武汉理工大学出版社

普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审订

道 路 工 程

(第 2 版)

主 编 秦建平
主 审 于书翰



武汉理工大学出版社

内 容 提 要

本书是在《道路工程》第1版的基础上,根据公路与城市道路的发展及交通部颁布的相关设计、施工、监理标准与规范,调整了相关章节,更新、充实了部分内容,适合于土木工程专业教学,也可供从事道路工程设计、施工、监理、造价、养护、管理等技术人员参考。全书共分5章,主要介绍道路与交通工程基础知识、道路勘测设计、路基路面工程、隧道工程及交叉工程。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程/秦建平主编. —2版. —武汉:武汉理工大学出版社,2008.6
(普通高等学校土木工程专业新编系列教材)
ISBN 978-7-5629-2725-9

- I. 道…
- II. 秦…
- III. 道路工程-高等学校-教材
- IV. U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 091640 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

<http://www.techbook.com.cn> (理工图书网)

印刷者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

经销者:各地新华书店

开 本:880×1230 1/16

印 张:21

字 数:680 千字

版 次:2000 年 8 月第 1 版 2008 年 6 月第 2 版

印 次:2008 年 6 月第 1 次印刷 总第 7 次印刷

印 数:29501—32500 册

定 价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87394412 87397097 87383695

普通高等学校土木工程专业新编系列教材

编 审 委 员 会

顾 问:成文山 滕智明 罗福午 魏明钟 李少甫 甘绍熿

施楚贤 白绍良 彭少民 范令惠

主 任:江见鲸 吕西林 高鸣涵

副主任:朱宏亮 李永盛 辛克贵 袁海庆 吴培明 李世蓉

刘立新 赵明华 孙成林

委 员:(按姓氏笔画顺序排列)

于书翰 丰定国 毛鹤琴 王天稳 王社良 邓铁军

白晓红 包世华 田道全 叶献国 江见鲸 吕西林

刘立新 刘长滨 刘永坚 刘伟庆 朱宏亮 朱彦鹏

孙家齐 孙成林 过静君 闵小莹 李永盛 李世蓉

李必瑜 李启令 吴培明 吴炎海 吴炜煜 辛克贵

何铭新 汤康民 陈志源 汪梦甫 张立人 张子新

张建平 邵旭东 罗福午 周 云 赵明华 赵均海

尚守平 杨 平 柳炳康 姚甫昌 胡敏良 俞 晓

桂国庆 顾敏煜 徐茂波 袁海庆 徐 伟 徐礼华

高鸣涵 蒋沧如 彭少民 覃仁辉 雷俊卿 蔡德明

廖 莎 燕柳斌 戴国欣 魏明钟

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘 书 长:蔡德明

出版说明

(第2版)

1998年教育部颁布了高等学校本科专业的新专业目录后,1999年全国的高等学校都开始按照新专业目录招生。为解决土木工程专业教材缺乏的燃眉之急,武汉理工大学出版社(原武汉工业大学出版社)于2000年年初率先组织编写了这套“普通高等学校土木工程专业新编系列教材”。经中国土木工程学会教育工作委员会审订并向全国高校推荐,三年来,本套教材已为众多院校选用,并受到了普遍欢迎。其中多种教材荣获教育部全国高等学校优秀教材奖或优秀畅销书奖。截至2002年年底,系列教材中单本销量最高的已接近7万册。这充分说明了系列教材编审委员会关于教材的定位、特色和编写宗旨符合新专业的教学要求,满足了新专业的教学急需。

正如初版的出版说明中所说,本套教材是新专业目录颁布实施后的第一套土木工程专业系列教材,因此,尽管我们的编审者、编辑出版者夙兴夜寐、尽心竭力,不敢稍有懈怠,它仍然还会存在缺点和不足。首先是教材中涉及的各种国家规范问题。教材编写时正值各种规范全面修订,尚未定稿,新规范正式颁布的时间还不能确定,而专业教学对新教材需求的紧迫又使编写、出版工作不能等待,因此系列教材中很多涉及到规范的地方只能按照当时基本定稿的新规范内容进行讲解或说明。当各种新的国家规范陆续正式颁布后,本套教材中相关的部分就已按照新规范及时编写了修订稿,准备作为第2版出版。其次,2002年10月,高等学校土木工程专业指导委员会编制的本科教育培养目标、培养方案及课程教学大纲正式公布,各门课程教材的修订有了更明确的方向。第三,初版教材在各院校使用过程中,师生们根据教学实践提出了很多中肯的意见,我们虽然在每本教材重印时进行了局部的修改,但仍感到存在一些问题,需要做较大的修订。因此,系列教材编审委员会决定全面修订、出版全套教材的第2版。根据土木工程专业的教学需求,本套系列教材还将增补13种,也与第2版教材同时推出。教材的编审委员会委员也相应地进行了增补和调整。

第2版教材的修订及增补教材的编写仍然秉承编审委员会一贯的宗旨,把教材的质量放在第一位,力求更好地满足课程教学的需要。我们更希望使用教材的师生一如既往,继续关心本套教材,及时反馈各校专业建设和教学改革的信息与要求,多提意见和建议,以便我们及时修订,不断完善和提高,把教材打造成名副其实的精品。

武汉理工大学出版社

2003. 2

第2版前言

本书是在《道路工程》第1版的基础上,根据公路与城市道路的发展及交通部颁布的相关设计、施工、监理标准与规范,做了以下修订:

1. 调整了章节,更新、充实了部分内容;

2. 体现了最新的《公路工程技术标准》、《公路路线设计规范》、《公路勘测规范》、《公路水泥混凝土路面、沥青路面设计、施工技术规范》及《公路隧道设计、施工技术规范》等有关规定。

本教材修订编写人员分工为:第1章,王志、雷耀军、肖殿良、秦建平,其中1.1节由雷耀军、秦建平编写,1.3节由王志、秦建平编写,1.2节、1.4~1.6节由王志、肖殿良编写;第2章,雷耀军、秦建平,其中2.1~2.2节、2.5节由秦建平编写,2.3~2.4节由雷耀军编写;第3章,陈华鑫、张永刚、徐鹏、王向恒、秦建平,其中3.1~3.4节由秦建平、张永刚编写,3.5~3.8节由陈华鑫、徐鹏、王向恒编写;第4章,秦洲、秦建平,其中4.1~4.3节、4.5~4.6节由秦洲编写,4.4节由秦建平、秦洲编写;第5章,陈建新、秦建平,其中5.1节由秦建平编写,5.2~5.4节由陈建新编写。全书由秦建平修改定稿并任主编,由于书翰主审。土木工程专业新编系列教材编审委员会提出了宝贵的修改意见。

本书插图由秦建平、秦臻编绘。

福建农林大学郑建荣、湘潭大学谭红霞、黑龙江工程学院宋高嵩对本书第2版的编写工作提出了宝贵意见,在此表示诚挚的感谢!

本书有差错和不当之处,敬请读者指正。

编者
2007.5

第 1 版前言

交通运输是国民经济发展的主动脉,是社会发展的基础产业。改革开放以来,道路运输以其机动、灵活、迅速、直达、投资少、见效快的特点得到迅猛发展,其发展速度已超过铁路、水运、航空等其他交通运输行业。“要想富,先修路”已成为全社会的共识。在我国,大规模地修筑公路与城市道路将是 21 世纪社会发展的重要基础产业,社会需要大量的土木工程师从事道路建设。学习土木工程的大学生所涉足的领域是十分广泛的,不能只局限于房屋建筑,掌握道路工程专业知识也是对土木工程专业大学生的基本要求。

《道路工程》是根据 1999 年 1 月全国土木工程专业教学指导委员会三届一次会议制定的培养目标和规格及课程设置方案,按教材编委会制定的教学大纲编写的,适合土木工程专业教学。全书共分六章,主要介绍公路与城市道路的分级与技术标准,道路交通特性与路网规划基本原理,路线总体设计与平面、纵断面、横断面及道路交叉设计,路基和路面的设计与施工,桥涵和隧道的设计与施工。

《道路工程》教材力求将道路工程基本概念,交通工程基本原理,道路的路线、路基、路面和桥隧的设计与施工等内容有机地融为一体,使学生在学完这门课程后对道路工程各个方面知识有个全面、系统、深入的了解,具备从事道路工程的设计、施工、管理的基本知识和能力,具备初步的研究开发能力。

本教材编写人员分工为:第 1 章由于书翰(西安公路交通大学)编写;第 2 章由王建军(西安公路交通大学)、于书翰编写;第 3 章由秦建平(西安公路交通大学)编写;第 4 章由赵应钦(福州大学)、秦建平编写;第 5 章由秦建平、雷耀军、张永刚(交通部第一勘测设计院)编写;第 6 章由安竹石、覃仁辉(贵州工业大学)、于书翰编写。全书由于书翰主编,秦建平副主编,许永明(西安公路交通大学)主审。

本书插图由陈宝联描绘。

编 者
2000.1

目 录

1 道路与交通工程基础知识	1
1.1 道路工程概论	1
1.1.1 道路的分类	1
1.1.2 公路的分类、分级与技术标准.....	1
1.1.3 城市道路分类、分级与技术标准.....	3
1.1.4 路面、桥涵、隧道和交叉工程分类	4
1.1.5 道路功能与基本组成	6
1.1.6 公路用地指标	7
1.1.7 公路工程设计与施工	8
1.2 道路交通条件.....	12
1.2.1 设计车辆.....	12
1.2.2 设计速度.....	13
1.2.3 交通流三参数.....	13
1.2.4 道路通行能力和服务水平.....	16
1.3 公路与城市道路发展规划.....	22
1.3.1 公路发展现状与发展规划.....	22
1.3.2 城市道路发展概况与发展规划.....	24
1.3.3 道路交通规划.....	27
1.4 道路交通管理与控制.....	35
1.4.1 道路交通管理的基本方法.....	35
1.4.2 道路交通标志和标线.....	36
1.4.3 交叉口的交通管制.....	37
1.4.4 高速公路的交通管制.....	39
1.5 道路工程项目可行性研究.....	40
1.5.1 可行性研究及可行性研究报告编制	40
1.5.2 社会经济调查与分析.....	42
1.5.3 公路交通量预测.....	43
1.5.4 建设方案研究.....	44
1.5.5 投资估算.....	47
1.6 道路工程建设项目后评价.....	48
1.6.1 项目后评价概述	48
1.6.2 公路建设项目后评价的内容与工作步骤.....	49
1.6.3 建设项目的过程评价.....	52
1.6.4 建设项目的效益评价.....	55
1.6.5 建设项目影响评价.....	57
1.6.6 建设项目目标持续性评价.....	58
2 道路勘测设计.....	59
2.1 汽车行驶特性.....	59
2.1.1 汽车行驶性能的内容与要求.....	59
2.1.2 汽车行驶轨迹.....	60

2.1.3	汽车行驶横向稳定	61
2.1.4	汽车行驶动力性能	62
2.1.5	汽车制动性能	64
2.2	道路几何设计原理	65
2.2.1	概述	65
2.2.2	平面几何设计	68
2.2.3	纵断面设计	76
2.2.4	道路横断面设计	82
2.3	道路选线与定线	91
2.3.1	概述	91
2.3.2	各类地形选线要点	93
2.3.3	各类地质选线要点	98
2.3.4	3S技术在公路选线中的应用	102
2.3.5	定线	102
2.3.6	平曲线定线方法	104
2.4	线形与环境设计	107
2.4.1	总体设计	107
2.4.2	线形设计	109
2.4.3	道路景观设计	114
2.5	公路路线测量	119
2.5.1	公路路线测量基础知识	119
2.5.2	道路中线测量	123
2.5.3	水准测量	126
2.5.4	横断面测量	127
2.5.5	道路施工放样测量	129
3	路基、路面工程	131
3.1	概论	131
3.1.1	路基、路面工程概念	131
3.1.2	土基的力学强度特性	136
3.1.3	行车荷载	138
3.2	一般路基设计与施工	140
3.2.1	概述	140
3.2.2	路基设计	141
3.2.3	路基施工	147
3.3	路基构造物	150
3.3.1	概述	150
3.3.2	防护工程设计	150
3.3.3	支挡工程设计	153
3.3.4	路基防护与支挡工程施工	157
3.3.5	小桥涵工程	161
3.4	路基稳定性分析与支挡工程计算	165
3.4.1	路基稳定性分析	165
3.4.2	支挡工程计算	171
3.5	沥青路面设计与施工	178

3.5.1	柔性路面设计	178
3.5.2	沥青类路面	185
3.6	水泥混凝土路面设计	192
3.6.1	刚性路面设计	192
3.6.2	水泥混凝土面层施工	200
3.7	基(垫)层	203
3.7.1	稳定类基层及底基层	203
3.7.2	粒料类基层、底基层及垫层	207
3.8	道路排水设计	208
3.8.1	概述	208
3.8.2	高速公路路面排水设计	209
3.8.3	城市道路路面排水设计	211
3.8.4	路基坡面排水设计	212
3.8.5	路基地下排水设计	216
3.8.6	排水系统综合规划	218
4	隧道工程	220
4.1	概论	220
4.1.1	隧道的概念	220
4.1.2	隧道的结构构造	220
4.1.3	隧道围岩分级	223
4.2	隧道勘察与总体设计	227
4.2.1	地质勘察	227
4.2.2	水文勘察	228
4.2.3	环境调查评价	229
4.2.4	隧道位置选择	229
4.2.5	隧道线形设计	231
4.3	隧道衬砌设计与计算方法	233
4.3.1	隧道衬砌设计概述	233
4.3.2	隧道衬砌结构计算方法	235
4.4	隧道施工方法	239
4.4.1	概述	239
4.4.2	矿山法	240
4.4.3	新奥法	241
4.4.4	隧道施工辅助坑道	243
4.4.5	隧道洞口与辅助施工方法	247
4.4.6	连拱隧道的施工	250
4.4.7	隧道施工的其他方法简介	251
4.4.8	特殊地质地段的隧道施工	253
4.4.9	隧道工程的工程量计算与造价分析	256
4.5	隧道施工测量与监控量测	257
4.5.1	隧道施工测量	257
4.5.2	隧道施工监控量测	261
4.5.3	地质超前预报	263
4.6	隧道运营设施及病害防治	265

4.6.1 隧道运营设施 265

4.6.2 隧道运营期间病害治理 268

5 交叉工程 272

5.1 概论 272

5.1.1 平面交叉工程 272

5.1.2 立体交叉工程 275

5.1.3 其他交叉 280

5.2 平面交叉设计 281

5.2.1 概述 281

5.2.2 平面设计 285

5.2.3 立面设计 292

5.2.4 工程量计算 294

5.3 互通式立体交叉设计 296

5.3.1 互通式立体交叉设置与选型要点 296

5.3.2 主线线形设计要点 305

5.3.3 匝道及端部设计要点 306

5.3.4 立体交叉的其他设计 312

5.4 其他交叉设计 314

5.4.1 分离式立交 314

5.4.2 人行立交设计 314

5.4.3 高架道路 318

5.4.4 立交桥跨设计 321

参考文献..... 324

1 道路与交通工程基础知识

本章提要

道路工程是以道路为对象而进行规划、勘测、设计、施工等技术活动的全过程及其所从事的工程实体。本章内容包括道路工程概论、道路交通条件、公路与城市道路发展规划、道路交通管理与控制、道路工程项目可行性研究、道路工程建设项目后评价。

1.1 道路工程概论

1.1.1 道路的分类

道路是供各种车辆和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、林区道路及乡村道路等。

- ①公路 指连接城市、乡村,主要供汽车行驶的具备一定技术条件和设施的道路。
- ②城市道路 在城市范围内,供车辆及行人通行的具备一定技术条件和设施的道路。
- ③厂矿道路 主要供工厂、矿山运输车辆通行的道路。
- ④林区道路 建在林区,主要供各种林业运输工具通行的道路。
- ⑤乡村道路 建在乡村、农场,主要供行人及各种农业运输工具通行的道路。

1.1.2 公路的分类、分级与技术标准

1.1.2.1 公路分类

公路按其在公路网中的地位与作用分为:

- ①国家干线公路 在国家公路网中,具有全国性政治、经济、国防意义,并确定为国家干线的公路,简称国道。
- ②省干线公路 在省公路网中,具有全省性政治、经济、国防意义,并确定为省级干线的公路,简称省道。
- ③县公路 具有全县性政治、经济意义,并确定为县级的公路,亦称县道。
- ④乡公路 主要为乡村生产、生活服务,并确定为乡级的公路,亦称乡道。

此外,在公路网中起骨架作用的公路称为干线公路;起连接作用的公路称为支线公路。

1.1.2.2 公路分级

(1)公路分级

为了满足经济发展、未来(预测)交通量、路网建设和功能的要求,公路必须分级建设。根据现行交通部《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)的规定,公路根据功能和适应的交通量分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路五个技术等级。

①高速公路 为专供汽车分向、分车道行驶,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、管理设施和服务设施。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 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 为供汽车分向、分车道行驶,根据需要部分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 为供汽车行驶的双车道公路。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 5000~15000 辆。

④三级公路 为主要供汽车行驶的双车道公路。双车道三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 2000~6000 辆。

⑤四级公路 为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汽车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汽车折合成小客车的年平均日交通量 400 辆以下。

(2)公路等级的选用

公路等级的选用应根据公路的功能和规划交通量,结合项目所在地区的综合运输体系、远景发展、路网规划,经论证后确定。确定一条公路的等级,应首先确定其功能是干线公路、集散公路还是支线公路,以及是否需要控制出入等,然后根据预测交通量初拟公路等级,最后再结合地形、交通组成等确定其设计速度、路基宽度。当预测的设计交通量介于一级公路与高速公路之间时,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。干线公路宜选用二级及二级以上公路。

一条公路,应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。为使公路能均衡连续,一条公路的等级分段不应频繁变更,同一种等级路段长度不能过短,设计速度相同的路段应为同一设计路段,高速公路设计路段不宜小于 15km,一、二级公路设计路段也不宜小于 15km。同一公路相邻设计路段的公路等级的差不应超过一级。等级或标准的变更处,原则上选在交通量发生较大变化或驾驶员能够明显判断前方需要改变行车速度处。高速公路、一级公路宜设在互通式立体交叉或平面交叉处;二、三、四级公路宜设在交叉路口、桥梁、隧道、村镇附近或地形明显变化处。在标准变更的相互衔接处一定长度范围内的主要技术指标应逐渐过渡,避免产生突变,因此,应采用连续、均衡的技术指标。

各级公路设计交通量预测设计年限:国道、省道上的高速公路为 20 年;国道、省道的一级公路和二级公路为 15 年;县道、乡道的三级公路为 15 年;四级公路一般为 10 年,或可根据实际情况适当调整。

根据我国情况,一级公路隐含两种性能,但均按供汽车行驶定义,当作为集散公路时,纵横向干扰较大,为保证供汽车行驶,可设慢车道供非机动车行驶;而作为干线公路时,为保证其运行速度、安全和服务水平,应根据需要采取控制出入的措施。二级公路为供汽车行驶,为保证车辆行驶速度和运行安全,在慢车多时可设慢车道供非机动车行驶。三、四级公路定义为主要供汽车行驶,是指主要设计指标按供汽车行驶考虑,但同时也允许拖拉机等慢速车和非机动车使用行车道,混合交通特征明显,运行速度在 40km/h 以下。

1.1.2.3 公路技术标准

(1)公路技术标准

公路的技术标准是交通部颁布的法定技术准则,是指公路路线和构造物的设计、施工,在技术性能、几何尺寸、结构组成方面的具体规定和要求。它是根据一定数量的车辆在道路上以一定的设计速度行驶时,对路线和构造物的设计要求,是根据理论和总结设计、施工、使用经验的基础上,经过调查研究和分析列成指标制定出来的。各级公路的具体标准是由各项技术指标来体现的。现行标准中各级公路主要技术指标汇总列于表 1.1。

表 1.1 各级公路的主要技术指标汇总表

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
车道数(条)	4、6、8	4、6、8	4、6	4、6、8	4、6	4	2	2	2	2	1、2
路基宽度(m) (一般值)	28.0	26.0	24.5	26.0	24.5						4.5
	34.5	33.5		33.5		23.0	12.0	10.0	8.5	7.5	
	45.0	41.0	32.0	41.0	32.0						6.5

续表 1.1

公路等级		高速公路			一级公路			二级公路		三级公路		四级公路
停车视距(m)		210	160	110	160	110	75	110	75	40	30	20
圆曲线 半径(m)	一般值	1000	700	400	700	400	200	400	200	100	65	30
	最小值	650	400	250	400	250	125	250	125	60	30	15
最大纵坡(%)		3	4	5	4	5	6	5	6	7	8	9

50 多年来,我国编制和修订了八次《公路工程技术标准》。

(2)技术标准选取

确定各级公路技术指标考虑了路线在公路网中的功能、设计交通量和交通组成及设计速度等因素。设计速度是在考虑路线的使用功能和设计交通量的基础上,根据国家的技术政策制定的,是技术标准中最重要 的指标,它对公路的几何形状、工程费用和运输效率影响最大。使用功能和设计交通量对设计速度采用的影响包括:路线在公路网中具有重要经济、国防意义者,交通量较大者,技术政策规定采用较高的设计速度,反之规定较低的设计速度;对于某些公路,尽管交通量不是很大,但其具有重要的政治、经济、国防意义,比如通向机场、经济开发区、重点游览区或军事用途的公路,可以采用较高的设计速度。

1.1.3 城市道路分类、分级与技术标准

1.1.3.1 城市道路分类

(1)按道路在路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物的服务功能分类

根据现行建设部《城市道路设计规范》(CJJ 37—90)的规定,城市道路按其在城市道路系统中的地位、交通功能和对沿线建筑物的服务功能分为快速路、主干路、次干路和支路四类(见表 1.2)。

表 1.2 城市道路的功能分类表

道路类别	主要功能	布局要求
快速路	为城市中大量、长距离、快速交通服务	要求对向车道之间设中间分车带,其进出口应采取全控制或部分控制。路两侧建筑物的进出口应加以控制
主干路	为连接城市各主要分区的干线,以交通功能为主	自行车交通量大时,宜采用机动车与非机动车分隔形式,如三幅路或四幅路。路两侧不应设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的进出口
次干路	与主干路配合组成道路网,起集散交通的作用,兼有服务功能	自行车交通量大时,宜采用机动车与非机动车分隔形式,如三幅路或四幅路
支路	为次干路与街坊路的连接线,解决局部地区交通,以服务功能为主	可采用机动车与非机动车混合行驶方式,如单幅路

(2)按道路的横向布置分类(见表 1.3)

表 1.3 道路的横向布置分类表

道路类别	车辆行驶情况	适用范围
单幅路	机动车与非机动车混合行驶	交通量不大的次干路、支路
双幅路	机动车与非机动车分流向混合行驶	机动车交通量较大,非机动车交通量较小的主干路、次干路
三幅路	机动车与非机动车分道行驶	机动车与非机动车交通量均较大的主干路、次干路
四幅路	机动车与非机动车分流向分道行驶	机动车交通量大,车速高;非机动车多的快速路、主干路

1.1.3.2 城市道路分级

城市道路除快速路外,每类道路按照所在城市的规模、设计交通量、地形分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级。根据国务

院城市管理条例规定,城市按照其市区和郊区的非农业人口总数划分为三级:大城市指人口 50 万以上的城市,采用Ⅰ级标准;中等城市指人口为 20 万~50 万的城市,采用Ⅱ级标准;小城市指人口在 20 万以下的城市,采用Ⅲ级标准。城市道路的分类、分级和技术标准可见表 1.4。

表 1.4 城市道路分类、分级和技术标准

类别\项目	级别	设计车速 (km/h)	双向机动车车道数 (条)	机动车道宽度 (m)	分隔带设置	横断面 采用形式
快速路		60、80	≥4	3.75	必须设	双、四幅路
主干路	Ⅰ	50、60	≥4	3.75	应设	单、双、三、四
	Ⅱ	40、50	3~4	3.75	应设	单、双、三
	Ⅲ	30、40	2~4	3.5~3.75	可设	单、双、三
次干路	Ⅰ	40、50	2~4	3.75	可设	单、双、三
	Ⅱ	30、40	2~4	3.5~3.75	不设	单
	Ⅲ	20、30	2	3.5	不设	单
支路	Ⅰ	30、40	2	3.5	不设	单
	Ⅱ	20、30	2	3.25~3.5	不设	单
	Ⅲ	20	2	3.0~3.5	不设	单

注:设计年限规定,快速路、主干路为 20 年;次干路为 15 年;支路为 10~15 年。

1.1.4 路面、桥涵、隧道和交叉工程分类

1.1.4.1 路面分类

(1)按路面类型分类

按路面类型分为铺装路面、简易铺装路面和砂石路面。铺装路面分为沥青混凝土路面和水泥混凝土路面;简易铺装路面分为沥青表面处治、沥青碎石、沥青贯入式路面;未铺装路面指砂石路面。砂石路面是以砂、石等为骨料,以土、水、灰为结合料,通过一定的配比铺筑而成的路面统称,包括级配碎(砾)石路面、泥结碎(砾)石路面、水结碎石路面、填隙碎石路面及其他粒料路面。路面面层类型的选定应符合表 1.5 的规定。

表 1.5 路面面层类型及适用范围

面层类型	适用范围
沥青混凝土	高速公路,一、二、三、四级公路
水泥混凝土	高速公路,一、二、三、四级公路
沥青贯入、沥青碎石、沥青表面处治	三、四级公路
砂石路面	四级公路

(2)按路面力学特性分类

按路面力学特性分类见表 1.6。

表 1.6 按路面力学特性分类表

路面类型	特 征	设计理论与方法
柔性路面	在柔性基层上铺筑沥青面层或用有一定塑性的细粒土稳定各种集料的中、低级路面结构,因具有较大的塑性变形能力而称这类结构为柔性路面	采用双圆均布与水平垂直荷载作用下的多层弹性连续体系理论,以设计弯沉值为路面整体刚度的设计指标
半刚性路面	在半刚性基层上铺筑一定厚度沥青混合料面层的结构称为半刚性基层沥青路面	设计理论同上,对半刚性材料的基层、底基层进行层底拉应力验算
刚性路面	采用水泥混凝土做面层或基层的路面结构	根据弹性半空间假设,从薄板理论出发,采用矩形有限元法解算荷载临界位置的应力

(3)按路面材料分类
按路面材料分类见表 1.7。

表 1.7 按路面材料分类表

路面名称	路面种类
沥青路面	沥青面层包括沥青混凝土、热拌沥青碎石、乳化沥青碎石混合料、沥青贯入式、沥青表面处治等
水泥混凝土路面	水泥混凝土面层包括普通混凝土、钢筋混凝土、碾压式混凝土、钢纤维(化学纤维)混凝土、连续配筋混凝土等
其他路面	普通水泥混凝土预制块路面,连锁型路面砖路面,石料砌块路面,水(泥)结碎石路面及级配碎石路面等

注:路面基层一般采用半刚性基层或柔性基层。

1.1.4.2 公路桥涵分类

桥梁和涵洞是技术比较复杂和施工难度比较大的土木建筑,在公路建设中通常称为构造物,设计和施工都有其特殊的规定和要求,为适应各方面管理的需要,对桥涵进行了相应的分类。桥涵分类的方法很多,主要按建设规模大小、桥梁结构类型、用途、主要承重结构所用的建筑材料、跨越障碍物的性质、上部结构中行车道所在的位置等进行分类。

(1)按桥涵的长度和跨径的大小分类(见表 1.8)

表 1.8 按桥涵长度和跨径分类

桥涵分类	特大桥	大桥	中桥	小桥	涵洞
多孔跨径总长 $L(m)$	$L>1000$	$100\leq L\leq 1000$	$30<L<100$	$8\leq L\leq 30$	—
单孔跨径总长 $L_K(m)$	$L_K>150$	$40\leq L_K\leq 150$	$20\leq L_K<40$	$5\leq L_K<20$	$L_K<5$

注:①单孔跨径系指标准跨径。

②梁式桥、板式桥的多孔跨径总长为多孔标准跨径的总长;拱式桥为两岸桥台内起拱线间的距离;其他形式桥梁为桥面系车道长度。

③管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少,均称为涵洞。

④标准跨径:梁式桥、板式桥以两桥墩中线间距离或桥墩中线与台背前缘间距为准;拱式桥和涵洞以净跨径为准。

(2)按桥梁结构类型分类

桥梁上部构造形式虽多种多样,但按其受力构件,总离不开弯、压和拉三种基本受力方式。由基本构件所组成的各种结构物,在力学上可归纳为梁式、拱式、悬吊式三种基本体系及它们之间的各种组合。

(3)按用途分类

按用途分为公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、城市桥、渡水桥(渡槽)、人行天桥及其他专用桥梁(如通过管道、电缆)等。

(4)按承重结构材料分类

按承重结构材料分为圬工(砖、石、混凝土)桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢桥和木桥等。

(5)按跨越障碍物性质分类

按跨越障碍物性质分为跨河桥、跨线桥(立体交叉)和高架桥。高架桥一般是公路中代替路基的跨越结构或城市中的地面道路上修建的空中快速道路的结构物。

(6)按上部结构的行车道位置分类

按上部结构的行车道位置分为上承式、中承式、下承式。上承式指桥面布置在主要承重结构之上;中承式指桥面布置在桥跨高度中间;下承式指桥面布置在主要承重结构之下。

有时根据建设环境和使用要求,还有开合桥、浮桥、漫水桥等。

现行的公路桥涵设计规范、施工技术规范、预算定额、概算和估算指标、公路工程概预算项目的划分及建设工程管理的有关规定等,均以桥涵工程分类为依据。这样,就便于合理地规范公路建设活动,确保建

设工程的顺利实现。

1.1.4.3 公路隧道分类

位于地表以下,一个方向的尺寸远大于另两个方向的尺寸,两端起连通作用功能的人工建筑物称地道。横截面较小时称坑道,横截面较大时称隧道。

隧道按其所处的位置不同可分为山岭隧道、水下隧道(河底和海底)以及城市隧道等;隧道按其横断面形状分为圆形、椭圆形、马蹄形、眼睛形(孪生形)等;隧道按其用途可分为交通隧道(包括公路隧道、铁路隧道、城市隧道、人行隧道等)和运输隧道(包括输水隧道、输气隧道、输液隧道等)。

公路隧道一般指的是山岭隧道。为了克服地形和高程上的障碍(如山梁、山脊、垭口等),以改善和提高拟建公路的平面线形和纵坡,缩短公路里程,或为避免山区公路的各种病害(如滑坡、崩塌、岩堆、泥石流等不良地质地段),以保护生态环境,必须修建公路隧道。尤其是在高等级公路建设中,为了符合各等级公路的有关技术标准,必须修建隧道。

公路隧道按其长度的不同又分为四类,如表 1.9 所示。这种分类的目的,主要是为了以各种隧道的长度确定有关的设计和施工的技术要求和规定,以及不同的设计深度,从而达到简化的目的。尽管隧道有各种用途、不同长度及横断面形状,但其构造大体相同,由主体建筑物和附属建筑物两大部分组成。

表 1.9 公路隧道的长度分类表

隧道分类	特长隧道	长隧道	中隧道	短隧道
隧道长度 $L(\text{m})$	$L > 3000$	$1000 \leq L \leq 3000$	$500 < L < 1000$	$L \leq 500$

隧道长度指进出口洞门端墙之间的水平距离,即两端墙面与路面的交线同路面中线交点间的距离。

1.1.4.4 交叉工程分类

根据相交路及相交构筑物的性质和等级,公路交叉可分为公路与公路交叉、公路与铁路交叉、公路与乡村道路交叉和公路与管线交叉等。公路与公路的交叉可分为立体交叉和平面交叉,交叉的类型应根据相交公路的等级、交通性质和自然条件及交通管理方式等因素综合确定,一般而言,高速公路与其他各级公路交叉,应采用立体交叉;一级公路与交通量大的其他公路交叉,宜采用立体交叉;其他各级公路的交叉,在交通条件需要或有条件的地点,也可采用立体交叉。根据相交公路间有无匝道连通,公路与公路立体交叉又可分为互通式立体交叉和分离式立体交叉。

1.1.5 道路功能与基本组成

1.1.5.1 道路的功能

道路的功能体现在以下几方面:

①道路具有交通、形成国土结构、公共空间、防灾和繁荣经济等方面的功能。

②道路是交通的基础,是社会、经济活动所产生的人流、物流的运输载体,担负着城市内部和城际之间交通中转、集散的功能。

③在改善投资环境的形势下,要求有一个安全、通畅、方便、快捷和舒适的道路交通运输体系,在发生火灾、水灾、地震和空袭等自然灾害或紧急情况时,能提供疏散和避险的通道与空间。

④道路是国土结构的骨架,城市道路则是城市建设的基础,城市各类建筑依据道路的走向布置而反映城市的风貌,所以城市道路是划分街坊、形成城市结构的骨架。

⑤道路作为公共空间不仅提供交通体系的空间,且能保证日照、通风,提供绿化、管线布置的场地,为地面排水提供条件。各种构筑物的使用效益,有赖于道路先行来实现。

⑥在道路建设过程中,各项基础设施得以同步进行,随着道路的建成使土地使用与开发得以迅速发展,经济市场得以繁荣,所以健全的道路系统能促进经济发展,方便生活。

⑦道路是经济建设的先行设施,正如民间谚语所说:“要致富,先修路;小路小富,大路大富,快路快富。”它对商品流通、发展经济、巩固国防、建设边疆、开发山区和旅游事业的发展等方面都有巨大的作用。

1.1.5.2 公路基本组成

(1)线形组成