



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
21世纪交通版高等学校教材

# 道路工程

*Highway Engineering*

(第二版)

严作人 陈雨人 张宏超 主编  
王秉纲 黄晓明 主审



人民交通出版社  
China Communications Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
21 世纪交通版高等学校教材

**Highway Engineering**  
**道 路 工 程**  
(第二版)

严作人 陈雨人 张宏超 主编  
王秉纲 黄晓明 主审

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书共分十一章,内容包括绪论及道路行车特征和道路通行能力,道路规划与道路设计,道路安全与环境保护及施工与管理等内容。

本书为高等院校土木工程类专业非道路方向学生专业课教材,也可供从事道路建设的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

道路工程 / 严作人, 陈雨人, 张宏超主编. —2 版  
—北京: 人民交通出版社, 2011.3

ISBN 978-7-114-08883-4

I. ①道… II. ①严…②陈…③张… III. ①道路工程—高等学校—教材 IV. ①U41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 018666 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
21 世纪交通版高等学校教材

书 名: 道路工程 (第二版)

著 者: 严作人 陈雨人 张宏超

责任编辑: 沈鸿雁 韩亚楠

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.cpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 25.5

字 数: 629千

版 次: 2005年8月 第1版 2011年3月 第2版

印 次: 2011年3月 第1次印刷 总第4次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08883-4

定 价: 46.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

## 21 世纪交通版 高等学校教材(公路与交通工程)编审委员会

顾问:王秉纲 (长安大学)

主任委员:沙爱民 (长安大学)

副主任委员:(按姓氏笔画排序)

王 炜 (东南大学)

陈艾荣 (同济大学)

徐 岳 (长安大学)

梁乃兴 (重庆交通大学)

韩 敏 (人民交通出版社)

委员:(按姓氏笔画排序)

马松林 (哈尔滨工业大学)

王殿海 (吉林大学)

叶见曙 (东南大学)

石 京 (清华大学)

向中富 (重庆交通大学)

关宏志 (北京工业大学)

何东坡 (东北林业大学)

陈 红 (长安大学)

邵旭东 (湖南大学)

陈宝春 (福州大学)

杨晓光 (同济大学)

吴瑞麟 (华中科技大学)

陈静云 (大连理工大学)

赵明华 (湖南大学)

项贻强 (浙江大学)

郭忠印 (同济大学)

袁剑波 (长沙理工大学)

黄晓明 (东南大学)

符锌砂 (华南理工大学)

裴玉龙 (哈尔滨工业大学)

颜东煌 (长沙理工大学)

秘 书 长:沈鸿雁 (人民交通出版社)

# 总 序

当今世界,科学技术突飞猛进,全球经济一体化趋势进一步加强,科技对于经济增长的作用日益显著,教育在国家经济与社会发展中所处的地位日益重要。进入新世纪,面对国际国内经济与社会发展所出现的新特点,我国的高等教育迎来了良好的发展机遇,同时也面临着巨大的挑战,高等教育的发展处在一个前所未有的重要时期。其一,加入WTO,中国经济已融入到世界经济的发展进程之中,国家间的竞争更趋激烈,竞争的焦点已更多地体现在高素质人才的竞争上,因此,高等教育所面临的是全球化条件下的综合竞争。其二,我国正处在由计划经济向社会主义市场经济过渡的重要历史时期,这一时期,我国经济结构调整将进一步深化,对外开放将进一步扩大,改革与实践必将提出许多过去不曾遇到的新问题,高等教育面临加速改革以适应国民经济进一步发展的需要。面对这样的形势与要求,党中央国务院提出扩大高等教育规模,着力提高高等教育的水平与质量。这是为中华民族自立于世界民族之林而采取的极其重大的战略步骤,同时,也是为国家未来的发展提供基础性的保证。

为适应高等教育改革与发展的需要,早在1998年7月,教育部就对高等学校本科专业目录进行了第四次全面修订。在新的专业目录中,土木工程专业扩大了涵盖面,原先的公路与城市道路工程,桥梁工程,隧道与地下工程等专业均纳入土木工程专业。本科专业目录的调整是为满足培养“宽口径”复合型人才的要求,对原有相关专业本科教学产生了积极的影响。这一调整是着眼于培养21世纪社会主义现代化建设人才的需要而进行的,面对新的变化,要求我们对人才的培养规格、培养模式、课程体系和内容都应作出适时调整,以适应要求。

根据形势的变化与高等教育所提出的新的要求,同时,也考虑到近些年来公路交通大发展所引发的需求,人民交通出版社通过对“八五”、“九五”期间的路桥及交通工程专业高校教材体系的分析,提出了组织编写一套21世纪的具有鲜明交通特色的高等学校教材的设想。这一设想,得到了原路桥教学指导委员会几乎所有成员学校的广泛响应与支持。2000年6月,由人民交通出版社发起组织全国面向交通办学的12所高校的专家学者组成21世纪交通版高等学校教材(公路类)编审委员会,并召开第一次会议,会议决定着手组织编写土木工程专业具有交通特色的道路专业方向、桥梁专业方向以及交通工程专业教材。会议经过充分研讨,确定了包括基本知识技能培养层次、知识技能拓宽与提高层次以及教学辅助层次在内的约130种教材,范围涵盖本科与研究生用教材。会后,人民交通出版社开始了细致的教材编写组织工作,经过自由申报及专家推荐的方式,近20所高校的百余名教授承担约130种教材的主编工作。2001年6月,教材编委会召开第二次会议,全面审定了各门教材主编院校提交的教学大纲,之后,编写工作全面展开。

21世纪交通版高等学校教材编写工作是在本科专业目录调整及交通大发展的背景下展开的。教材编写的基本思路是:(1)顺应高等教育改革的形势,专业基础课教学内容实现与土木工程专业打通,同时保留原专业的主干课程,既顺应向土木工程专业过渡的需要,又保持服务公路交通的特色,适应宽口径复合型人才培养的需要。(2)注重学生基本素质、基本能力的

培养,为学生知识、能力、素质的综合协调发展创造条件。基于这样的考虑,将教材区分为二个主层次与一个辅助层次,即基本知识技能培养层次与知识技能拓宽与提高层次,辅助层次为教学参考用书。工作的着力点放在基本知识技能培养层次教材的编写上。(3)目前,中国的经济发展存在地区间的不平衡,各高校之间的发展也不平衡,因此,教材的编写要充分考虑各校人才培养规格及教学需求多样性的要求,尽可能为各校教学的开展提供一个多层次、系统而全面的教材供给平台。(4)教材的编写在总结“八五”、“九五”工作经验的基础上,注意体现原创性内容,把握好技术发展与教学需要的关系,努力体现教育面向现代化、面向世界、面向未来的要求,着力提高学生的创新思维能力,使所编教材达到先进性与实用性兼备。(5)配合现代化教学手段的发展,积极配套相应的教学辅件,便利教学。

教材建设是教学改革的重要环节之一,全面做好教材建设工作,是提高教学质量的重要保证。本套教材是由人民交通出版社组织,由原全国高等学校路桥与交通工程教学指导委员会成员学校相互协作编写的一套具有交通出版社品牌的教材,教材力求反映交通科技发展的先进水平,力求符合高等教育的基本规律。各门教材的主编均通过自由申报与专家推荐相结合的方式确定,他们都是各校相关学科的骨干,在长期的教学与科研实践中积累了丰富的经验。由他们担纲主编,能够充分体现教材的先进性与实用性。本套教材预计在二年内完全出齐,随后,将根据情况的变化而适时更新。相信这批教材的出版,对于土木工程框架下道路工程、桥梁工程专业方向与交通工程专业教材的建设将起到有力的促进作用,同时,也使各校在教材选用方面具有更大的空间。需要指出的是,该批教材中研究生教材占有较大比例,研究生教材多具有较高的理论水平,因此,该套教材不仅对在校学生,同时对于在职学习人员及工程技术人员也具有很好的参考价值。

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国公路交通从紧张和制约状况实现全面改善的关键时期,公路基础设施的建设仍是今后一项重要而艰巨的任务,希望通过各相关院校及所有参编人员的共同努力,尽快使全套21世纪交通版高等学校教材(公路类)尽早面世,为我国交通事业的发展做出贡献。

21世纪交通版  
高等学校教材(公路类)编审委员会  
人民交通出版社  
2001年12月

## 第二版前言

《道路工程》(第一版)出版已有5年,并入选了普通高等教育“十一五”国家级规划教材。《道路工程》(第二版)主要是针对这一阶段新的规范和标准做了修订,同时适当调整了各章的内容,使之更符合目前学生学习需要。

目前,我国高等院校一直在进行教学改革,专业课时相对压缩。为使《道路工程》教材能够适合交通工程和土木工程等与道路相关专业的学生使用,在第二版中增加了道路工程材料一章。此外,全书各章均新增了“思考与练习”习题。

第一章、第二章、第三章为绪论及道路行车特征和通行能力等道路设计基础知识,在原姚祖康教授编写的基础上由张宏超副教授做了修编;第四章、第五章、第六章阐述道路规划与设计方面的知识,依然由陈雨人教授修编;第七章道路工程材料由李立寒教授新编;第八章、第九章道路路面结构和道路排水在原陈雨人教授编写的基础上由张宏超做了修编;第十章、第十一章道路工程施工和道路交通安全与环保设施,依然由严作人教授修编;第十二章道路设施管理在原严作人编写的基础上由陈长做了较大修编。全书由严作人统稿。

王秉纲教授和黄晓明教授作为主审人对原书稿提出许多宝贵的修改意见和富有建设性的建议,在此对两位专家表示衷心的感谢。

本书得到了同济大学教材、学术著作出版基金委员会的出版资助。

编者

2010年9月于同济大学

# 第一版前言

本书是为高校土木工程专业本科生学习道路工程而编写的教材。目前我国高校土木工程专业通常细分为工民建、道路、桥梁等方向,本教材主要用于非道路方向的土木工程专业教学。

当前,我国高校正在进行专业面的拓宽、专业课时相对压缩的教学改革,在专业合并整合过程中,原来面向行业的窄口径专业中细分的课程体系正面临综合与归并。以土木工程专业为例,要实行不分专业方向的“大”土木工程专业的教学体系,必须对目前各专业方向的课程进行合并,理想的目标可能是“一本书”教学,即道路工程仅以一门课程就完成专业方向的教学。其他专业方向情况也基本相同,在宽泛而坚实的基础课前提下,各细分的方向以尽可能少的课程完成相应专业方向(行业)的教学。因为舍此,在有限的课时下,很难真正做到拓宽专业面,让学生具备在更广阔领域就业所需要的知识面。这种情形也同样会发生在交通工程专业、交通运输专业等其他的专业中。因此,本教材编写的目标是能够适用于各专业的道路工程专门知识的教学,包括不分专业方向的土木工程、交通工程、交通运输等。

按此目标,本教材力求较全面地介绍道路工程学科中各方面的知识,它不仅包含了传统道路工程课程的主要内容:道路设计和道路施工两方面知识,还根据汽车运输的发展和高等级公路网的建设和维护所面临的问题,增加了道路网的规划及道路的交通、安全、环境等方面的知识,以及建成道路(设施)的科学管理的知识等。希望通过本教材的学习,使学生对道路工程主要的专业知识有一个较全面的了解。

道路工程共分十一章,第一、二、三章为绪论及道路行车特征和通行能力等道路设计基础知识,由姚祖康编写;第四至第八章阐述道路规划与设计方面的知识,由陈雨人编写;第九、十、十一章介绍道路安全与环境及施工与管理等道路工程方面的内容,由严作人编写,全书由严作人统稿。

本书主审王秉纲教授对全部书稿作了详细审阅,提出了许多宝贵意见和建议,并帮作者对全文的文字表述作了细致推敲和润色。在此谨表示衷心感谢。同时,也向为支持本书编写出版提供教学资料和做了大量工作的学校教师和研究生以及本书责任编辑赵蓬博士表达我们诚挚的谢意。

本书被列为普通高等教育土建学科专业“十五”规划教材,同时列入人民交通出版社21世纪交通版规划教材、同济大学“十五”规划教材,并得到同济大学教材、学术著作出版基金委员会的资助。

本教材选材时已注意引用较新的理论和技术,并采用最新的技术标准。因本书涉及面广,限于作者的学识水平,书中难免存在不少问题,恳请读者批评指正和提出宝贵意见。

编者

2005年4月于同济



# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 道路交通运输系统.....	1
第二节 道路的分类与分级.....	3
第三节 道路的组成及道路工程.....	5
第四节 我国道路建设概况.....	8
思考与练习 .....	11
<b>第二章 道路车辆及其运行特性</b> .....	12
第一节 车辆类型、尺寸和质量.....	12
第二节 车辆的驱动力及行驶阻力 .....	15
第三节 汽车的加速性能 .....	18
第四节 车辆减速性能 .....	20
第五节 弯道行驶 .....	21
第六节 车辆运行费 .....	23
思考与练习 .....	24
<b>第三章 道路交通流特性及通行能力</b> .....	25
第一节 速度 .....	25
第二节 交通量 .....	27
第三节 交通密度与车头间距 .....	30
第四节 通行能力与服务水平 .....	31
第五节 道路通行能力和服务水平分析 .....	35
思考与练习 .....	39
<b>第四章 道路规划</b> .....	41
第一节 概述 .....	41
第二节 规划技术 .....	44
第三节 调查与分析 .....	50
第四节 需求预测和交通预测 .....	53
第五节 规划方案的综合评价 .....	56
思考与练习 .....	62
<b>第五章 路线几何设计</b> .....	63
第一节 道路平面设计 .....	63
第二节 道路纵断面设计 .....	71
第三节 道路横断面设计 .....	79
第四节 行车视距分析 .....	91
第五节 道路线形几何设计质量评价 .....	96

思考与练习	100
<b>第六章 道路交叉设计</b>	<b>101</b>
第一节 概述	101
第二节 交叉口平面设计	104
第三节 交叉口立面设计	114
第四节 交叉口定时信号配时设计	120
第五节 立体交叉类型及适用条件	125
第六节 立体交叉设计	130
思考与练习	140
<b>第七章 道路工程材料</b>	<b>142</b>
第一节 道路工程材料的主要类型	142
第二节 矿质集料	142
第三节 沥青材料	149
第四节 沥青混合料	156
第五节 水泥与水泥混凝土	173
思考与练习	185
<b>第八章 道路结构设计</b>	<b>186</b>
第一节 概述	186
第二节 一般路基设计	190
第三节 沥青混凝土路面结构设计	200
第四节 水泥混凝土路面结构设计	218
思考与练习	234
<b>第九章 道路排水设计</b>	<b>235</b>
第一节 概述	235
第二节 路界表面排水	237
第三节 道路横向排水	255
第四节 地下排水设计	258
第五节 路面内部排水	264
思考与练习	269
<b>第十章 道路工程施工</b>	<b>270</b>
第一节 概述	270
第二节 路基土石方施工	276
第三节 底基层和基层施工	288
第四节 沥青面层施工	295
第五节 水泥混凝土面层施工	304
第六节 道路工程中其他工程的施工	309
思考与练习	321
<b>第十一章 交通安全与环境保护工程</b>	<b>322</b>
第一节 概述	322
第二节 护栏	324

第三节	隔离与防眩设施	332
第四节	标志、标线	341
第五节	绿化工程与声屏障	350
	思考与练习	356
<b>第十二章</b>	<b>道路设施管理</b>	<b>357</b>
第一节	设施管理与设施管理系统概要	357
第二节	使用性能评价	362
第三节	使用性能预估	376
第四节	设施管理系统的建立和实例	382
	思考与练习	389
	参考文献	390

# 第一章 绪 论

道路交通运输是综合交通运输系统的重要组成部分。道路是道路交通运输系统中最主要的基础设施。按其在系统中的不同功能,道路可分为高速道路、干线道路、集散道路和地方道路四类。公路、城市道路按功能、任务和交通量等分别分为五个和四个等级,相应采用不同的设计标准。道路由路线、结构物和沿线附属设施三部分组成。道路工程的内容涵盖了道路规划、设计、施工、养护和运营管理等方面。20世纪90年代中期以来,我国的道路建设发展迅速,积累了丰富的经验,技术水平也得到很大的提高。

## 第一节 道路交通运输系统

运输活动是使用运载工具(如火车、汽车、船舶、飞机和管道等),使运输对象(货物或旅客)实现地理位置上(空间)的转移。这种活动推进了不同地区之间的人和物的交流和交换,对国家经济的发展、社会的进步、文化的交流、生活方式的改变和生活水平的提高都起着重要的作用,从而成为社会赖以生存和发展的基础。

交通运输系统是实现运输活动的载体。整个交通运输系统是由五种基本类型的交通运输系统组成的综合系统。

(1)轨道交通运输——由内燃、电力或蒸汽机车牵引的列车在固定的重型或轻型钢轨上行驶的系统;

(2)道路交通运输——由汽车在道路上行驶的交通系统;

(3)水路交通运输——由各种船舶在内河河道、沿海或远洋航线航行的交通系统;

(4)航空交通运输——由飞机利用空中航路飞行的交通系统;

(5)管道交通运输——利用管道连续输送原材料的交通系统。

各类交通运输系统具有不同的特点和性能,使之能在综合交通运输系统中并存和互补,发挥各自的优势和特长。表1-1和表1-2分别为我国各种运输方式的货物运输和旅客运输组成结构比例。可以看出,这些年来,在各种运输方式中,道路交通运输系统所承担的旅客运输量和旅客周转量比重呈现出持续增长的趋势,而铁路和水路交通运输系统的旅客运输量和旅客周转量比重则相应地出现下降的趋势。货物运输量和货物周转量也表现出类似的趋势。道路交通运输系统在综合交通运输系统中承担了绝大部分旅客和货物运输,其承担的旅客周转量过半,但货物周转量所占的比例不大。上述情况与道路交通运输系统的特点和性能有关。

我国各种运输方式的旅客运输构成比例

表 1-1

年份(年)	旅客运输量(%)				旅客周转量(%)			
	铁路	公路	水运	航空	铁路	公路	水运	航空
1950	77.0	11.3	11.7	0.01	88.5	5.3	6.1	0.04
1960	57.9	30.5	11.6	0.02	76.3	16.5	7.0	0.18

续上表

年份(年)	旅客运输量(%)				旅客周转量(%)			
	铁路	公路	水运	航空	铁路	公路	水运	航空
1970	40.3	47.5	12.1	0.02	69.7	23.3	6.9	0.17
1980	27.0	65.2	7.7	0.1	60.6	32.0	5.7	1.7
1990	12.4	83.9	3.5	0.2	46.4	46.6	2.9	4.1
2000	7.1	91.1	1.3	0.5	36.9	54.3	0.8	7.9
2005	6.3	91.9	1.1	0.7	34.7	53.2	0.4	11.7
2008	5.1	93.5	0.7	0.7	33.5	53.8	0.3	12.4

我国各种运输方式的货物运输构成比例

表 1-2

年份(年)	货物运输量(%)					货物周转量(%)				
	铁路	公路	水运	管道	航空	铁路	公路	水运	管道	航空
1950	46.3	41.2	12.4	0.0	0.0	86.6	2.0	11.3	0.0	0.0
1960	39.4	41.5	19.1	0.0	0.0	75.4	3.6	20.9	0.0	0.0
1970	45.4	37.8	16.9	0.0	0.0	76.2	3.0	20.4	0.0	0.0
1980	20.4	69.9	7.8	1.9	0.0	47.6	6.4	42.0	4.1	0.0
1990	15.6	74.6	8.3	1.6	0.0	40.6	12.8	44.2	2.4	0.0
2000	13.1	76.5	9.0	1.4	0.0	31.3	13.8	53.4	1.4	0.1
2005	14.5	72.1	11.8	1.6	0.0	25.8	10.8	61.9	1.4	0.1
2008	12.8	74.1	11.4	1.7	0.0	22.8	29.8	45.6	1.8	0.1

道路交通运输系统是综合交通运输系统的重要组成部分,是一种可以实现“门到门”运输的方式。即货物和旅客可以在起点(厂门、店门、家门)装上汽车后,通过支线迅即进入道路系统,而后直接运送并卸到终点(厂门、店门、家门),中间不需倒换装卸作业。因而,利用道路系统运输货物和旅客具有很大的便利性。

道路路线布设的平面曲率半径可比轨道线路小很多,纵坡也可以比它大。因而,道路交通运输系统的建设受地形限制的程度较轨道交通运输低,易于建成密度较大的路网,使系统具有很高的通达性。但在地形复杂地区,道路交通运输的通达性仍受到一定的限制。

道路交通运输的平均运行速度为中等(30~120km/h),受交通密度(车辆拥挤程度)的影响很大,车辆的装载容量较小。一般情况下,道路交通运输基础设施修建和维护的投资量较轨道交通运输低,而其运营费用(运输成本)则较轨道和水路交通运输高;能源(燃油)的消耗量较大。道路交通运输的可靠性和安全性不如其他运输方式。因而,道路交通运输适宜于短途旅客和货物运输,以及小批量商品或时间价值较高的货物的中途运输。如表 1-3 所示 2008 年我国各类交通运输系统的客货运输平均运距。由表可知,水路客运的平均运距不足 30km,是各种交通运输方式中最短的;公路货运的平均运距约为 170km,在各种交通运输方式中最短。

2008 年各类交通运输的平均运距(单位:km)

表 1-3

运输方式	铁路		公路		水运		航空		管道	合计	
运输类型	客运	货运	客运	货运	客运	货运	客运	货运	货运	客运	货运
平均运距	532	760	47	171	29	1707	1497	2934	428	81	426

道路交通运输系统主要由下列五个基本部分组成：

- (1) 运载工具——汽车、摩托车、自行车等,用以装载所运送的旅客和货物;
- (2) 道路——作为地面运输的通道,供运载工具由一个目的地行驶到另一个目的地;
- (3) 枢纽、站场——汽车站、堆场、物流中心等,作为运输的起点、中转点或终点,供旅客和货物从运载工具上下和装卸;
- (4) 交通控制和管理——为保证运载工具在道路和站场上安全、有效率地运行而设置的各种监视、控制和管理装置、设施及规章等,如各种信号、标志、通信、诱导和规则等;
- (5) 设施管理——为保证各项道路设施处于完好或良好的使用或服务状况而设置的设施状况监测和维护(维修)管理。

道路是道路交通运输系统中最主要的基础设施,是系统得以运转的基本条件。

## 第二节 道路的分类与分级

### 一、道路分类

按服务对象和运输要求的不同,可以赋予道路不同的名称,如连接各个城市为较长距离的客货运输服务的道路,称之为公路;在城市区域内(包括市区和市郊)主要为当地居民生产、工作和生活等活动服务的道路,称作城市道路;在大型工厂、矿山、站场(机场、码头和火车站)等企业场地范围内为内部生产流程的运输需求服务的道路,通常归为厂矿道路;在林区为木材开采、加工运输服务的道路,则命名为林区道路。不同类型的道路,由于运输对象的差异,对运载工具及道路的性能和技术要求也有所不同。同时,这些道路的行政管理分别隶属不同的管理部门,他们为各种类型的道路分别制订了相应的技术标准、规范、指南等。本课程的主要论述对象为公路和城市道路。

道路交通运输系统的通达性与道路网的布局和密度密切相关。而道路网由不同类型和等级的道路所组成,各条道路在道路网中担负不同的使命,具有不同的功能,发挥着不同的作用。按照道路在道路网中的地位、行程性质和类型、行程长度以及所承担的交通量,公路和城市道路可分为四类。

(1) 高速道路——满足车辆长距离、快速行驶要求的主干线道路,进出高速道路的出入口完全受到控制,同其他道路无平面交叉,对向行车道之间设置分隔带,在各类道路中具有最高的服务水平和安全性;

(2) 干线道路——承担重要集散中心(各个重要城市或城市内各主要地区)之间大量长途车流的道路,它们组成道路网的主要骨架,并为之提供尽可能高的服务水平;

(3) 集散道路——连接地方道路(或支路)和干线道路的道路,起着将各个地区的车流汇集和输送到干线道路,或者将干线道路的车流分散到各个地区的作用;

(4) 地方道路(或支路)——直接为小区内部居民交通运输需求服务,延伸到家门口的道路,行程距离较短,交通量较小。

道路的设计标准和服务水平主要按照上述各类道路的功能要求和交通量确定。

### 二、道路分级

以上述道路的功能分类为基础,我国交通运输部、住房和城乡建设部分别对公路和城市道

路进行分级。分级的依据主要考虑道路在设计控制和设计标准方面的差异,如:

- (1) 出入口控制;
- (2) 设计速度(计算行车速度);
- (3) 交通量和服务水平;
- (4) 设计年限等。

我国的公路按使用任务、功能和所适应的交通量水平分为五个等级:高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路。高速和一级公路为汽车分向、分车道行驶的专用公路,二级、三级和四级公路都为汽车和其他车辆共用(混合交通)的公路。各级公路所规定的车道数和相适应的交通量列于表 1-4。

根据我国《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)的规定,高速公路最多可设计成双向八车道,而四级公路特殊条件下可采用单车道。各级公路的计算行车速度(设计速度)可根据地形及环境条件而变,如表 1-5 所示。

公路分级

表 1-4

等级	高速	一级	二级	三级	四级	
设计交通量预测年限	20 年	20 年 <sup>②</sup>	15 年	15 年	≤15 年	
适应交通量 AADT <sup>①</sup> (辆/d)	8 车道	60 000 ~ 10 000	—	—	—	
	6 车道	45 000 ~ 80 000	25 000 ~ 55 000	—	—	
	4 车道	25 000 ~ 55 000	15 000 ~ 30 000	—	—	
	2 车道	—	—	5 000 ~ 15 000	2 000 ~ 6 000	<2 000
	单车道	—	—	—	—	<400
出入口	完全控制	部分控制	部分控制	—	—	

注:①AADT 为各种车辆折合成标准车(小客车)的年平均日交通量。

②一级公路作为集散公路时,设计交通量预测年限为 15 年。

各级公路的设计车速

表 1-5

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可根据地形条件及是否为干线公路按表选择合适的设计速度。

②高速公路和二级公路特殊困难路段,经论证设计速度可采用 60km/h 和 40km/h。

我国的城市道路可分为四类:快速路、主干路、次干路和支路(表 1-6)。快速路为仅供汽车行驶的道路。对于主干路,采用机动车与非机动车分隔行驶的形式。而对后三类道路,又按照城市的规模、交通量和地形等因素分为 I、II 和 III 三级。大城市采用 I 级设计标准,中城市采用 II 级,小城市采用 III 级。

城市道路分级

表 1-6

类别	快速路	主干路			次干路			支路		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
设计年限(年)		20			15			10 ~ 15		
出入口	完全控制	信号控制						—		
设计速度(km/h)	80, 60	60, 50	50, 40	40, 30	50, 40	40, 30	30, 20	40, 30	30, 20	20

注:设计速度在条件许可时,尽量采用高值。

道路的等级应根据道路网规划,道路的功能、使用任务和要求以及远景交通量,综合论证后选定。

### 第三节 道路的组成及道路工程

#### 一、道路的组成

道路(公路和城市道路)是主要供汽车行驶的线形工程结构物,由路线、结构物(或构造物)以及沿线附属设施三个基本部分组成。

道路路线是指道路在地面上的位置及其三维外貌特征(形状和尺寸)。这些特征包括:

(1)横断面——由车道、中间带、路肩、人行道、自行车道、路侧坡面、绿化带、设施带、路界(红线)等部分组成(图 1-1 为高速公路横断面,图 1-2 为四幅式城市道路横断面);

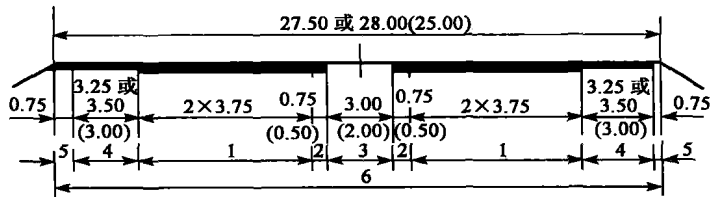


图 1-1 高速公路横断面布置图(尺寸单位:m)

(括号内数值为低限值)

1-行车道;2-左侧路缘带;3-中间带;4-硬路肩;5-土路肩;6-路基宽

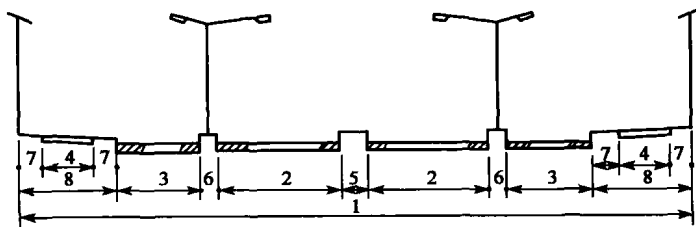


图 1-2 城市道路(四幅式)横断面布置图

1-红线宽;2-行车道;3-非机动车道;4-人行道;5-中间分隔带;6-两侧分隔带;7-绿化带或设施带;8-路侧带

(2)平面——直线、圆曲线、回旋线;

(3)纵断面——升坡段和长度、降坡段和长度、竖曲线;

(4)交叉——道路与其他道路及道路与铁路的平面交叉和立体交叉(图 1-3)。

道路结构物(或构造物)是道路的实体或主体,包括:

(1)路基——按路线的外形尺寸,在地面上修筑的土质或石质结构物;

(2)路面——在路基顶面铺设的供车辆快速、舒适、安全行驶的路表结构物;

(3)涵洞——跨越小河、溪流、渠道的小型横向穿越排水构造物;

(4)桥梁——跨越江河、湖泊、海湾、已有道路的中型和大型横向穿越排水构造物;

(5)隧道——穿越山脊、地下的构造物;

(6)排水——为排除路界表面水、地下水、路面结构内部水、构造物表面及内部水而设置的排水结构物。



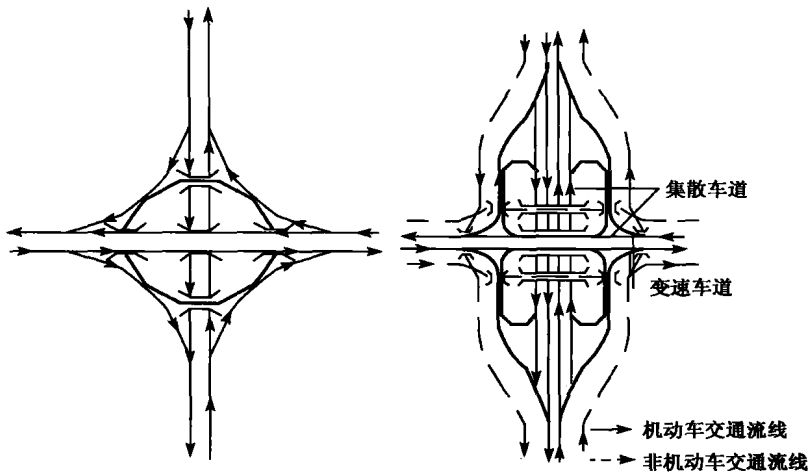


图 1-3 立体交叉(苜蓿形)布置图

为了保证行车安全、方便驾驶、提供服务、进行管理,在道路沿线设置各种附属设施,包括:

- (1) 交通安全设施——护栏、防眩栏(板)、反光标志、防护设施(防积雪、积沙、坠石等);
- (2) 交通管理设施——交通信号、标志、标线、标记、情报板、紧急电话、通信和监视系统;
- (3) 停车——停车站、停车场;
- (4) 照明;
- (5) 声屏障;
- (6) 服务区——车辆加油、维修,餐饮、休息等;
- (7) 收费站;
- (8) 养护管理用的房屋和场地;
- (9) 绿化。

## 二、《道路工程》的学习内容

道路工程是探讨如何为道路交通运输系统提供快速、安全、舒适、经济的道路设施。围绕这一目标,道路工程覆盖了规划、设计、施工、养护和运营管理等方面的内容。通常将桥梁、涵洞和隧道构造物分别归属于桥梁工程和隧道工程的范畴,而将交通控制和交通管理设施归属于交通工程的范畴。因而,这些构造物和设施不在《道路工程》课程内论述。

### 1. 规划方面

道路规划的目的是通过对道路现状的调查和评价以及对未来运输需求的预测分析,弄清现有道路网和道路设施存在的问题和不足,以便制订合理的发展或改善目标,提出适应此发展或改善需求的合理或合适的对策、策略以及实施计划。

道路规划的主要内容包括:

(1) 调查现有道路网和道路设施的状况(包括设施的物理状况、交通运行状况和经济性等),采集所服务地区的经济和社会数据,并对现有道路网和道路设施对现有运输和交通需求的适应程度进行评价;

(2) 依据所服务地区的经济和社会发展预测分析,对道路网和道路设施的未来运输和交通需求进行预测,并对现有道路网和道路设施对未来运输和交通需求的适应能力进行评价;

(3)制订道路网和道路设施适应未来运输和交通需求的发展或改善目标,并提出若干个规划方案;

(4)对各规划方案进行道路网和道路设施的使用性能分析,在此基础上进行单独和综合评价,并对选用方案拟订实施计划。

## 2. 设计方面

道路路线设计通常称为几何设计,其任务为按照设计速度、交通量和服务水平要求以及驾驶特点和车辆运行特性设计出安全、舒适、经济的道路。路线设计的内容为:

(1)依据道路的功能和技术等级要求,通过实地政治、经济、地形、地质、水文和气象调查,选择路线的走向、控制点(必经地点)、大桥桥位和隧道位置;

(2)结合沿线地形、地质和水文条件,按照技术标准,在规定的控制点之间选定路线的布局并设定其位置,确定路线平面、纵断面和横断面的各项几何要素,进行道路的平面和立体交叉设计等。

对路基的基本要求是整体稳定性好,永久变形小。路基设计的内容主要包含:

(1)依据路线设计确定的路基填挖高度和顶面宽度,结合沿线岩质、土质和水文条件等情况,设计路基的横断面形状和边坡坡度;

(2)依据当地气候、地质和水文等状况,分析高填深挖路基的坡体稳定性,稳定性不足时设计支挡结构物;

(3)对位于软弱地基上的路基,进行稳定性和沉降分析,必要时选择合适的地基加固处理措施;

(4)路基坡面有可能出现剥落、碎落现象或者易受冲刷时,选用合适的坡面防护措施。

对路面的基本要求是足够的承载能力,平整、抗滑和低噪声。路面设计的任务是以最低寿命周期费用提供在设计使用期内满足使用性能要求的路面结构。其内容主要包含:

(1)依据设计年限、使用要求、当地自然环境(温度和湿度)、路基支承条件和材料供应情况,提出路面结构类型和层次的选择和组合方案;

(2)根据对所选材料的性状要求和当地环境条件(温度和湿度),进行各结构层的混合料组成设计;

(3)应用力学模型和相应的计算理论和方法,或者按经验方法,确定满足轴载作用、环境条件和设计年限要求的各结构层的厚度;

(4)综合考虑投资、施工、养护和使用性能等方面因素,对可能提供的各备选设计方案进行寿命周期费用分析,选择费用—效果最佳的设计方案。

排水设计的任务是迅速排除落在道路路界内的地表水,将道路上侧方的地表水和地下水排泄到道路的下侧方,以防止道路路基和路面结构遭受地表水和地下水的浸湿、冲刷等破坏作用。其设计内容为,按照地表水和地下水的流向和流量及其对道路的危害程度,设置各种拦截、汇集、疏导、排泄等地表和地下排水设施,如沟渠、管道、渗沟、排水层等,并将它们组成道路排水系统。

## 3. 施工方面

施工是实现设计的意图,修筑符合质量指标,满足预定使用性能要求的道路设施(主要是路基和路面结构物)。施工的主要内容为:

(1)开工前进行组织、技术、物资和现场方面的准备工作,包括落实和培训施工队伍、会审和现场核对设计图纸、恢复定线和进行施工测量、编制施工组织设计和工程预算、准备材料和

机具设备、准备施工现场(供水、供电和运输便道)等;

(2)进行路基土石方作业(开挖、运输、填筑、压实和修整),进行地基加固处理,修筑排水构造物、支挡结构物、坡面防护等;

(3)铺筑路面的垫层、底基层、基层和面层(混合料的拌和、运输、摊铺、碾压、整型和养生等);

(4)按施工规程和进度要求进行施工管理,并对施工质量进行控制、监督、检查和验收。

#### 4. 养护和运营管理方面

道路设施在使用过程中会因受行车荷载和自然因素的不断作用而逐渐出现损坏。为保持道路设施的使用性能经常处于符合使用要求的状态,须对道路设施的使用状况进行定期的观测和评价,为制订养护计划提供依据。对于可能或已经出现损坏或不满足使用要求的道路设施,按养护计划和养护规范进行维护、修复或改建,以延缓设施损坏的速率,恢复或提高其使用性能。

## 第四节 我国道路建设概况

截至2008年底,我国共有公路线路里程373.02万公里,拥有民用汽车5099.61万辆(其中,客车占75.28%,货车占22.08%)。公路网的覆盖面已达全国所有的县、98.3%的乡和89.5%的村。2008年,共完成货物运输量191.67亿吨,占交通运输部门总货物运输量的74.1%;货物周转量32868.19亿吨公里,占交通运输部门总货物周转量的29.8%,平均运距171km;完成旅客运输量286.79亿人次,占交通运输部门总旅客运输量的93.5%;旅客周转量23196.7亿人公里,占交通运输部门总旅客周转量的53.8%,平均运距47km。公路交通运输在沟通城乡间的客货交流,繁荣地区经济,提高人民物质和文化生活水平,促进市场经济发展和开发西部地区等方面发挥了积极作用。

全国公路网的密度,按面积计为38.85km/100km<sup>2</sup>,按人口计为28.08km/万人。各地区的路网密度示于表1-7。可看出,中南和华东地区按面积计的路网密度最大,而西北和西南地区则为按人口计的路网密度最大。表中还列出了各地区的汽车拥有量数据,华东和中南地区所占的比重最大;而公路上的车辆密度则为华北和华东地区最高,它反映了路网内公路的利用程度。

公路线路里程和汽车拥有量分布情况(2008年)

表1-7

地区	线路(km)	占全国(%)	路网密度		汽车拥有量(万辆)	占全国(%)	车辆密度(辆/km)
			(km/100km <sup>2</sup> )	(km/万人)			
华北	453964	12.17	29.15	30.72	1034	20.28	22.78
东北	339088	9.09	41.84	31.48	420	8.24	12.39
华东	848016	22.73	106.04	22.83	1609	31.56	18.97
中南	914570	24.52	90.00	24.58	1214	23.81	13.27
西南	713546	19.13	30.16	35.24	531	10.41	7.44
西北	460978	12.36	14.81	48.04	291	5.71	6.31
全国	3730164	100	38.85	27.87	5099	100	13.67

我国公路按其重要性及其行政管理等级分为:国道、省道、县道、乡道和专用道路五类。国道为在国家公路网中具有全国性政治、经济和国防意义的国家级干线公路,主要包括连接首都与各省(自治区)首府和直辖市的公路、通向各大港口和铁路干线枢纽以及重要工农业基地的干线公路、具有重要国防意义的干线公路。省道为具有全省(自治区、直辖市)政治、经济和国防意

义,连接省内中心城市和主要经济区的省级干线公路。县道为具有全县政治、经济意义,连接县城与县内主要乡镇及主要商品生产和集散基地的公路。乡道主要为乡村居民经济、文化和生活服务的公路。专用公路由工矿、农林等部门投资修建,主要供该部门使用和管理的公路。

1981年,原交通部制订了国家干线公路网(国道)的路线布局,并于1994年进行了局部调整。国道共有68条,呈放射和网格相结合的形式,总计10.6万公里。其中,由北京向四周放射的线路12条,共2.3万公里,占国道总里程的21.7%;由北向南的纵向线路25条,共3.6万公里,占总里程的34.0%;由东向西的横向线路29条,共4.7万公里,占总里程的44.3%。2005年国务院批准了新的国家高速公路网规划方案。新方案中,国家高速公路网采用放射线与纵横网格相结合的方式布局,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、联络线等其他路线约1.7万公里。具体路线参见图1-4。

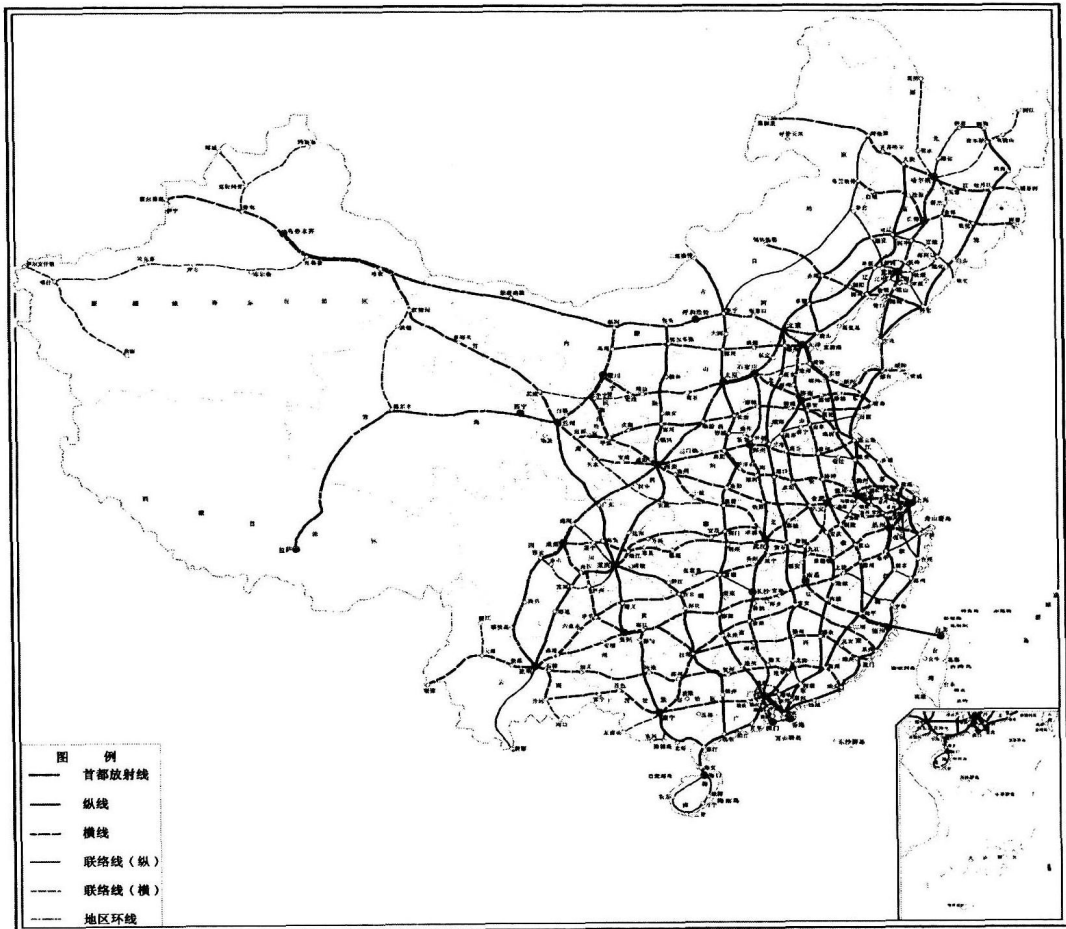


图 1-4 我国国家高速公路网布局示意图

(1)首都放射线(7条):北京—上海、北京—台北、北京—港澳、北京—昆明、北京—拉萨、北京—乌鲁木齐、北京—哈尔滨;

(2)南北纵线(9条):鹤岗—大连、沈阳—海口、长春—深圳、济南—广州、大庆—广州、二连浩特—广州、包头—茂名、兰州—海口、重庆—昆明;