



21世纪高等院校  
土木与建筑专业“十二五”规划教材

顾问：贾艳东

# 道路勘测设计

主编 曹春阳

中国建材工业出版社



21世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材

# 道路勘测设计

主 编 曹春阳  
 副主编 徐兆华 朱广山  
           夏英志 刘汉青  
 参 编 李 松 张艳秋

常州大学图书馆  
 藏书章

中国建材工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

道路勘测设计/曹春阳主编.—北京:中国建材

工业出版社,2013.1

21世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5160-0368-8

I.①道… II.①曹… III.①道路测量-高等学校-  
教材②道路工程-设计-高等学校-教材 IV.①U412

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 002307 号

## 内容提要

本书按照最新颁布的高等学校土木工程学科专业指导委员会《高等学校土木工程本科指导性专业规范》相关要求编写,工程技术标准遵循最新国家标准和行业标准。全书共分 12 章,包括:绪论、汽车行驶理论、道路平面设计、道路纵断面设计、道路横断面设计、道路选线、道路定线、道路交叉设计、道路排水设计、道路工程设施设计、道路建设的可持续发展、道路路线计算机辅助设计。

本书是土木工程(道路方向、道桥方向)、道路工程、道路桥梁与渡河工程、道路与铁道工程、交通工程以及城市规划等专业的教学用书,可供从事公路、城市道路及有关道路工程设计、施工测设、道路与交通工程规划研究人员参考。

## 道路勘测设计

曹春阳 主编

出版发行:中国建材工业出版社

地 址:北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京紫瑞利印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:21

字 数:579 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版

印 次:2013 年 1 月第 1 次

定 价:42.00 元

本社网址:www.jccbs.com.cn

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。电话:(010)88386906

对本书内容有任何疑问及建议,请与本书责编联系。邮箱:jiaocaidayi51@sina.com

随着国民经济的平稳快速发展,社会对交通运输的需求越来越大,作为交通运输的重要组成部分——公路运输量逐年增加,所占的运量比例也逐年增加。人们对公路运输的快速、安全、舒适提出了更高的要求;同时高水准的城市建设、现代化的城市形象也对城市道路的规划、设计提出了前所未有的高要求。

道路勘测设计作为土木工程等专业的一门重要的专业课,综合性、实践性都很强,学生学好道路勘测设计课程是顺利完成道路建设任务的基础和保障。要保证人才培养,就需要有适合于人才培养的教材。尽管很多专家学者在教材编写上付出了很多心血,但仍需要针对不同类型学生、不同人才培养目标,从不同角度完善教材内容。

本书是中国建材工业出版社组织多所学校从事一线教学、科研及社会生产服务的教师编写的教材,是一本理论与实践相结合的教材,体现了如下特色:

**新理念:**在我国高等教育从精英教育向大众化教育转型的阶段,教材必须适应这个变化,才能在现代高等教育中更好地发挥提高教学质量、培养高水准人才的作用。本教材改变了传统教材体系内容落后的状况,更能适应国家基本建设快速发展的需要和教学要求基本状况不断变化的快节奏,体现了“以学生为中心,以教师为主导”的新理念,明确了教材编写大的方向。

**新知识:**在道路设计、建造技术领域诸多技术理论知识是通过不断的探索、实践并不断完善最终积累而成的,其中不乏限于条件暂时悬而未决的问题,还有相当一部分技术理论知识属于长期忽略而疏于研究的问题,教材中对于这类问题进行了有益的探索和研究。比如,对国家基本建设诸多行业内关于“标准”、“规范”、“规程”等专业技术人员耳熟能详却又处于被无规则使用状态的名词给出了极其有益的概念性的澄清。再如,在道路立体交叉知识中对“主线”与“正线”给出了较为合理的解释等。这些都是作者对于新知识不断探索和积累的结果。

**新支持:**作者通过现代 IT 手段,借助自身团队优势,同时面向学生与行业工程师,提供了全新的在线支持服务,开创了在线技术支持的教材配套服务体系。这种支持既保证了教学上卓越工程师培养目标的实现,又保证了行业工程师通过在线享用资源实现与在校师生的互动,促进了理论教学与顶岗实践对接的人才培养方式的实现。

在本书即将出版之际,向付出辛勤劳动的各位编者表示感谢,他们精心组织、设计并编写了这本教材,为土木工程等相关专业及相关专业方向的人才培养做了一件好事,希望本书能在专业教育中发挥应有的积极作用。

辽宁工业大学土木建筑工程学院院长

# 前言 Foreword

Foreword

本书以高等学校土木工程学科专业指导委员会颁布的教学大纲为基本依据,结合土木工程、交通工程、道路桥梁与渡河工程等相关专业的研究成果编写而成。在新的本科专业目录调整及国家基础设施建设大发展的背景下,本书荟萃了国内外有关道路勘测与设计等方面较为先进的理论与方法;采用了交通运输部、住房和城乡建设部最新颁布的有关国家标准与行业标准。为便于读者学习,书中各章附有若干习题与思考题。

本书由曹春阳担任主编,徐兆华、朱广山、夏英志、刘汉青担任副主编,李松、张艳秋担任参编,并邀请了部分具有多年教学经验的一线教师参与编写。具体编写分工为:第一章由辽宁工业大学曹春阳编写,第四章由辽宁工业大学徐兆华编写,第八章由辽宁工业大学曹春阳、徐兆华编写,第九、十、十一章由沈阳建筑大学朱广山编写,第五章由河南城建学院夏英志编写,第六、十二章由兰州理工大学刘汉青编写,第二章由沈阳建筑大学李松编写,第三、七章由辽东学院张艳秋编写。全书由曹春阳负责统稿。

本书在编写过程中得到了参与编写单位的有关领导与专业教师的关心和帮助,同时得到了中国建材工业出版社工作人员的关心和支持,在此表示感谢;另外一并感谢本书参考文献的编著者。

限于编者水平,书中定有不妥之处,恳请读者批评指正,以便进一步修订完善。

技术支持网站:<http://www.broadge.com>

编者

**第一章 绪论 / 1**

第一节 现代交通运输系统的构成及道路运输 / 1

第二节 道路与道路工程 / 8

第三节 道路勘测与设计的依据和控制因素 / 16

第四节 本课程的研究内容与方法 / 20

**第二章 汽车行驶理论 / 23**

第一节 汽车的驱动力与行驶阻力 / 23

第二节 汽车行驶条件 / 27

第三节 汽车的动力特性 / 30

第四节 汽车的制动特性和对弯道的行驶要求 / 33

**第三章 道路平面设计 / 35**

第一节 道路平面线形概述 / 35

第二节 直线设计 / 36

第三节 圆曲线设计 / 38

第四节 缓和曲线 / 43

第五节 平面线形设计 / 51

第六节 道路平面设计成果 / 61

**第四章 道路纵断面设计 / 68**

第一节 道路纵断面设计概述 / 68

第二节 纵坡及坡长设计 / 69

第三节 竖曲线设计 / 73

第四节 陡坡路段设计 / 79

第五节 平、纵线形组合设计 / 84

第六节 纵断面设计方法及纵断面图 / 88

第七节 纵断面设计成果 / 91

**第五章 道路横断面设计 / 95**

- 第一节 道路横断面组成及类型 / 95
- 第二节 行车道、路肩、中间带与人行道 / 100
- 第三节 路拱、边沟及边坡 / 108
- 第四节 平曲线的加宽设计与超高设计 / 111
- 第五节 行车视距 / 118
- 第六节 道路建筑限界 / 123
- 第七节 路基横断面设计 / 126
- 第八节 路基土石方数量计算与调配 / 131

**第六章 道路选线 / 137**

- 第一节 概述 / 137
- 第二节 路线总体设计 / 139
- 第三节 各种地形条件下的选线 / 146
- 第四节 3S 技术及其在道路选线中的应用 / 171

**第七章 道路定线 / 177**

- 第一节 纸上定线 / 177
- 第二节 实地放线 / 192
- 第三节 实地定线 / 196

**第八章 道路交叉设计 / 205**

- 第一节 概述 / 205
- 第二节 交叉口交通组织设计 / 210
- 第三节 平面交叉设计 / 214
- 第四节 立体交叉设计 / 223
- 第五节 道路交叉设计实例 / 236

**第九章 道路排水设计 / 240**

- 第一节 道路排水系统概述 / 240
- 第二节 公路排水设计 / 242
- 第三节 城市道路排水设计 / 247

**第十章 道路工程设施设计 / 254**

- 第一节 道路交通安全概述 / 254



第二节 道路交通安全设施设计 / 256

第三节 公共交通站点的布设 / 263

第四节 道路照明设计 / 264

第五节 人行天桥和人行地道 / 268

## 第十一章 道路建设的可持续发展 / 271

第一节 道路建设可持续发展概述 / 271

第二节 道路环境保护设计 / 274

第三节 道路的可持续发展设计 / 284

## 第十二章 道路路线计算机辅助设计 / 297

第一节 道路路线计算机辅助设计概述 / 297

第二节 路线平面、纵断面、横断面计算机辅助设计 / 300

第三节 道路设计图计算机绘制方法 / 308

第四节 数字地形模型与道路 CAD 新技术 / 313

## 参考文献 / 328



# 第一章 绪论

## ● 学习重点

交通运输系统的构成及道路运输的相关知识；  
道路与道路工程的相关知识；道路勘测设计的依据及控制因素。

## ● 学习目标

1. 了解交通运输系统及道路运输在其中的地位和作用；
2. 熟悉道路勘测设计的基本依据；
3. 掌握学习道路勘测设计的方法。

## 第一节 现代交通运输系统的构成及道路运输

### 一、交通运输系统的构成

交通运输是现代社会经济活动中不可缺少的重要内容。人类社会由散乱走向有序，由落后迈向文明，交通运输发挥了重要作用。今天，交通运输已经渗透到人类社会生活的方方面面，并且成为最受关注的社会经济活动之一。

现代交通运输是国民经济的大动脉，是联系工业和农业、城市和乡村、生产和消耗的纽带，是国民经济的先行官。交通运输的发展，有利于促进整个社会的经济发展和人民物质文化生活水平的提高，有利于加强国防建设。交通运输是一个国家得以繁荣昌盛的重要物质基础，要实现国民经济的高度发展与现代化，必须实现交通运输的现代化。

按照运输线路和运载工具的不同，一个完整的交通运输体系可分为铁路运输、道路运输、水路运输、航空运输及管道运输等。铁路运输运量大，运程远，在交通运输中起着主要作用；水路运输成本低，但运速较慢并受到航道的限制；道路运输机动灵活，分布广，对于客货运输，特别是短途运输有着显著的效益；航空运输速度快，运输快，对于运送旅客、紧急物资及邮件起着重要作用；管道运输由于受管线的限制，仅适用于液态、气态和散装粉状物（如石油、煤气、水泥等）的运输。上述不同的运输方式各有所长，各自适应一定的条件和运输需要，合理分工，协调配合，取长补短，组成了一个综合的交通运输体系，为社会生产和消费服务。

我国的交通运输发展以铁路为骨干，道路为基础，充分利用内河、沿海和远洋运输资源，积极发展航空事业，形成了具有不同功能、远近结合、四通八达、全国统一的综合交通运输网络体系。

### 二、道路运输

从远古的步行时代到马车时代、从近代的汽车时代到高速公路时代、从引入交通工程学的现

代道路运输时代到未来成熟的智能道路运输时代,道路工程技术及道路运输面貌可谓日新月异。

现代道路是指供各种车辆(无轨)和行人等通行的工程设施。按其使用特点分为公路、城市道路、林区道路、厂矿道路及乡村道路等。其基本组成部分包括路基、路面、桥梁、隧道、涵洞和各种排水与防护设施等。道路伴随着人类活动而产生,促进社会的进步和发展,是历史文明的象征和科学进步的标志。

道路运输,是一种在道路上进行运输活动的运输方式,是一种能实现“门到门”的最快捷的陆上运输方式。道路运输与其他运输方式相比,具有以下优点:

(1)机动灵活,直达门户,这是其他运输方式所不具备的特点。

(2)运送速度快,适应性强。公路运输可避免中转重复装卸,能满足各方面多种运输需要,不受批量和时间限制,对贵重物品、易碎物品、防腐保鲜货物的中短途运输,尤为适宜。

(3)为其他运输方式集散、接运客货。如果缺少公路运输的这种作用,其他运输方式功能的发挥将受到极大的影响。

(4)道路运输的技术特性简单,车辆易于驾驶,投资回收快。

(5)道路运输在客运上有很大的优势。这不仅表现在道路运输的机动灵活和直达门户方面,还表现在客运成本低、投资小、收效大和舒适方便等。目前,在我国道路客运设施尚未得到根本改善的条件下,道路年客运运输量仍占全国总年客运量的70%以上,有的省份则高达90%。在抢险、救灾及战时,道路运输是最有效的运输方式。

综上所述,道路运输可在城市和乡村、生产和消费之间架起桥梁,减少中转、装卸环节,方便人民群众,既是一个独立的运输体系,又是对铁路、水运、航空运输及其集散客户运输方式的补充。道路运输在中短途和实现“面”上运输方面有较大优势,在厂矿企业内部及城市交通中为主要的运输方式。道路运输是唯一能兼顾运输中多方面基本要求的运输方式,这是当代运输得以高速发展的根本原因。

### (一)道路的产生和发展

原始的道路是由人践踏而形成的小径。东汉训诂书《释名》解释道路为“道,蹈也,路,露也,人所践踏而露见也”。距今4000年前的新石器晚期,中国有记载役使牛马为人类运输而形成驮运道,并出现了原始的临时性的简单桥梁。相传中华民族的始祖黄帝,因看见蓬草随风吹转,而发明了车轮,于是以“横木为轩,直木为辕”制造出车辆,对交通运输做出了巨大贡献,故尊称黄帝为“轩辕氏”。随着车辆的出现产生了车行道,人类陆上交通出现了新局面。

#### 1. 我国早期道路

商朝(公元前16~前11世纪)已经懂得夯土筑路,并利用石灰稳定土壤。从商朝殷墟的发掘,发现有碎陶片和砾石铺筑的路面,并出现了大型的木桥。

周朝(公元前11~前5世纪)道路的规模和水平有很大的发展。《诗经·小雅》记载:“周道如砥,其直如矢。”说明当时道路坚实平坦如磨石,线形如箭一样直。在道路网的规划、标准、管理、养护、绿化以及沿线的服务性设施方面,也有所创建。首先把道路分为市区和郊区,前者称为“国中”,后者称为“鄙野”,分别由名为“匠人”和“遂人”的官吏管理,可以说是现代城市道路和公路划分的先河。城市道路的规划,分为“经、纬、环、野”四种,南北之道为经,东西之道为纬,都城中有九经九纬,成棋盘形,围城为环,出城为野。规定有不同的宽度(其单位是轨,每轨宽八周尺,每周尺约合0.2m),经涂、纬涂宽九轨(约合14.4m),环涂宽七轨(约合11.2m),野涂宽五轨(约合8m)。郊外道路分为路、道、涂、畛、径五个等级,并根据其功能规定不同的宽度,有如现代的技术标准。在路政管理上,朝廷设有“司空”掌管土木建筑及道路,而且规定“司空视涂”,按期视察,及时维护;如“雨毕

而除道,水涸而成梁”;并“列树以表道,立鄙食以守路”,是以后养路、绿化和标志的萌芽。而且“凡国野之道,十里有庐,庐有饮食;三十里有宿,宿有路室,路室有委;五十里有市,市名侯馆,侯馆有积”;其道路服务性设施的齐备程度,可想而知。以上情况,足见中国周朝的道路已臻完善。

战国时期(前 475~前 221)车战频仍,交往繁忙,道路的作用显得日益重要,甚至一国道路的好坏,为其兴亡的征兆。《国语》载有东周单子经过陈国时,看见道路失修,河川无桥梁,旅舍无人管理,预言其国必亡,后来果然应验。当时在山势险峻之处凿石成孔,插木为梁,上铺木板,旁置栏杆,称为栈道,是中国古代道路建设的一大特色。

秦朝(前 221~前 206)修筑的驰道可与罗马的道路网媲美。秦始皇统一中国后即开始修建以首都咸阳为中心、通向全国的驰道网。据《汉书·贾山传》:“为驰道于天下,东穷齐、燕,南极吴、楚,江湖之上,濒海之观毕至。道广五十步,三丈而树,厚筑其外,隐以金椎,树以青松”;《史记》记载了秦始皇于公元前 220 年至公元前 210 年的 11 年间,曾巡视全国,东至山东,东北至河北海滨,南至湖南,东南至浙江,西至甘肃,北至内蒙古,大部分是乘车,足见其路网范围之广。道路路基土壤采用金属椎夯实,以增加其密实度;路旁种以四季常绿的青松。定线的原则是尽量取直。公元前 212 年,秦始皇使蒙恬由咸阳修向北延伸的直道,全长约 700km,仅用了两年半的时间修通,“堑山堙谷”(逢山劈石,遇谷填高),其工程之巨,时间之短,可称奇迹,今陕西省富县境内尚依稀可见其路形。除了驰道、直道而外,还在西南山区修筑了“五尺道”以及在今湖南、江西等地区修筑了所谓“新道”。这些不同等级、各有特征的道路,构成了以咸阳为中心,通达全国的道路网。秦始皇还统一了车轨距的宽度(宽 6 秦尺,折合 1.38m),使车辆制造和道路建设有了法度。除修筑城外的道路外,对于城市道路的建设也有突出之处,如在阿房宫的建筑中,采用高架道的形式筑成“阁道”,自殿下直抵南面的终南山,形成“复道行空,不霁何虹”的壮观景象。

汉朝(前 206~220)继承了秦朝的制度,在邮驿与管理制度上,更加完善,驿站按其大小,分为邮、亭、驿、传四类,大致上五里设邮,十里设亭,三十里设驿或传,约一天的路程。据《汉书·百官公卿表》载,西汉时全国共有亭 29635 个,估计当时共有干道近 15 万 km。沟通欧亚大陆著名的丝绸之路,在公元前 1 世纪起已经形成商业之途,并将中国的丝绸穿过沙漠,输送到欧洲。公元前 138 到前 115 年,西汉王朝派张骞两次出使西域,远抵大夏国(即今阿富汗北部)。丝绸之路,在新疆按其路线分为南、中、北三道。其名称是 1877 年德国地理学家李希霍芬(F. von Richthofen)提出的,用以指称中国丝绸西运罗马的交通道路,并用以泛称中西交通。后来,史学家把沟通中西方的商路统称丝绸之路。因其上下跨越历史 2000 多年,涉及陆路与海路,所以按历史划分为先秦、汉唐、宋元、明清四个时期,按线路有陆上丝路与海上丝路之别。陆上丝路因地理走向不一,又分为“北方丝路”与“南方丝路”。陆上丝路所经地区的地理景观差异很大,人们又把它细分为“草原森林丝路”、“高山峡谷丝路”和“沙漠绿洲丝路”。丝绸是古代中国沿商路输出的代表性商品,而作为交换的主要回头商品,也被用作丝路的别称,如“皮毛之路”、“玉石之路”、“珠宝之路”和“香料之路”。

后汉时期,在今陕西褒城鸡头关下修栈道时,经过横亘在褒河南岸耸立的石壁,名为“褒屏”,曾用火煨石法开通了长 14m,宽 3.95~4.25m、高 4~4.75m 的隧洞,就是著名的石门,内有石刻《石门颂》《石门铭》纪其事。火煨石法先用柴烧炙岩石,然后泼以浓醋,使之粉碎,再用工具铲除,逐渐挖成山洞。

隋朝(581~618)匠人李春等在赵郡(今河北省赵县)河上修建了著名的赵州桥,首创了圆弧形空腹石拱桥,是建桥技术上的卓越成就。在道路建设中较巨大的工程有长数千里的御道。《资治通鉴·隋记》:“发榆林北境至其牙,东达于蓟,长三千里,广百步,举国就役,开为御道”,可见规模之大。

唐朝(618~907)是中国封建王朝的鼎盛时期,重视道路建设。唐太宗即位不久就曾下诏书,在

全国范围内要保持道路的畅通无阻,对道路的保养也有明文规定,不准任意破坏,不准侵占道路用地,不准乱伐行道树,并随时注意保养。唐朝重视驿站管理,传递信息迅速,紧急时,驿马每昼夜可行500里以上。唐朝时已出现了沿路设置土堆,名为堠,以记里程,其功能相当于今天的里程碑。唐朝不但郊外的道路畅通,而且城市道路也很发达。首都长安是唐代著名的城市,东西长9721m,南北长8651m。道路网是棋盘式,南北向14条街,东西向11条街,位于中轴线的朱雀大街宽达150m,街中80m宽,路面用砖铺成,道路两侧有排水沟和行道树,布置井然,气度宏伟,不但为中国以后的城市道路建设树立了榜样,而且影响远及日本。

宋朝、元朝、明朝(960~1644)均在过去的道路建设基础上有所提高,尤其是元朝地域辽阔,自大都(今北京)通往全国有7条主干道,形成一个宏大的道路网。

清朝(1644~1911)利用原有驿道修建了长达约15万km的“邮差路线”。在筑路及养路方面也有新的提高,规定得很具体。在低洼地段,出现高路基的“叠道”,在软土地区用秫秸铺底筑路法,有如今天的土工织物(见预压法),对道路建设有不少新贡献。

清朝的茶叶之路,以山西、河北为枢纽,北越长城,贯穿蒙古,经西伯利亚通往欧洲腹地,是丝绸之路衰落之后在清朝兴起的又一条陆上国际商路。它始于汉唐时代,鼎盛于清道光时期。但中国的道路建设发展至清朝末年,已是驿道时代的尾声,代之而起者是汽车公路的逐渐兴起。从此,近代道路的发展史重点,由东方而转移到西方。

## 2. 国外早期道路

公元前1900年前,亚述帝国曾修筑了从巴比伦辐射出的道路;今天在巴格达和伊萨法罕之间,仍留有遗迹。传说非洲的迦太基人(前600~前146)曾首先修筑有路面的道路,后来为罗马所沿用。

罗马帝国大修道路对维护帝国的兴盛起着很大的作用。由首都罗马用道路和意大利、英国、法国、西班牙、德国、小亚细亚部分地区、阿拉伯以及非洲北部联成整体,以维持其在该广大地区的统治地位。并把这些区域分成13个省、有322条联络干道,总长度达78000km(52964罗马里)。罗马大道网,以29条主干道为主,其中最著名的一条是由罗马东南方向越过亚平宁山脉通往布林迪西的阿庇乌大道(一译亚平大道),全长约660km,开始兴建于公元前400年前后,用了68年的时间,完成后起了沟通罗马与非洲北部和远东地区的作用。罗马大道的主要特征有二:一是路面高于地面,主要干道平均高出2m左右,以利于保障行车安全,此即现代英语所袭用的“highway”一词的来源;二是两点之间常常不顾地形的艰险,恒以直线相联,工程浩大,至今尚留有隧道、桥梁、挡土墙的遗迹。其中若干主要军用大道宽达11~12m,中间部分宽3.7~4.9m,用硬质材料铺砌成路面,以供步兵使用,两边填筑了高于路面的宽约0.6m的堤道,可能是为军官指挥之用,外侧每边尚有2.4m宽的骑兵道。其施工方法是先开挖路槽,然后分四层用不同大小的石料并用泥浆或灰浆砌筑,总厚达1m。路面的式样也不尽相同,较高级的阿庇乌大道,用160km以外运来的边长1~1.5m的不整齐石板镶砌。有些道路则用大理石方块或厚约18cm的琢石铺砌。罗马帝国的道路建设之所以有如此辉煌的成就,主要原因之一在于统治者的重视。其道路建造的主持者是高级官吏,道路的最高监督有至高的权威和荣誉。如恺撒(约前102~前44)是第一个任此职者,从此以后只有执政官级才有资格充当。正因为道路建设对罗马帝国的兴盛起着很大的作用,罗马人修建了凯旋门,纪念诸如恺撒、图拉真等的筑路功绩。随着罗马帝国的衰亡,道路也随之败坏。可以说,国家的兴衰和道路的状况有着密切的联系。

## 3. 现代道路工程

18世纪中叶,现代道路工程开始在欧洲兴起。1747年,第一所桥路学校在巴黎建立。法国P. M. J. 特雷萨盖、英国T. 特尔福德和J. L. 马克当等工程师提出新的路面结构理论,并实践,认



为良好路基也应承受荷载可减薄路面,将罗马式厚路面减到 25cm 以下,并采用块石作基层和碎石作面层取得成功,从而奠定了现代道路工程的基础。

1883~1885 年,德国 G. W. 戴姆勒、C. F. 本茨发明了汽车,开创了以汽车交通为主的现代道路工程的新时代。

1931~1942 年德国建成高速公路网,为汽车交通提供了安全、迅速、经济、舒适的行车条件。

21 世纪,现代道路工程开始在我国重新展现生机和活力。

目前,全球汽车保有量约为 10 亿辆,中国占据了其中的 10%。中国的汽车保有量已经超过日本,成为仅低于美国(2010 年 2.4 亿辆)的世界第二大汽车保有国。2011 年,我国汽车市场呈现平稳增长态势,产销量月月超过 120 万辆,平均每月产销突破 150 万辆,全年汽车销售超过 1850 万辆,再次刷新全球历史纪录。

交通运输部发布的《交通运输业智能交通发展战略(2012~2020)》预测,2020 年,我国汽车保有量将超过 2 亿辆。随着城市化进程的不断加快和机动化水平的进一步提升,经济社会对交通智能化发展提出了更高的要求。

2011 年底,全国高速公路达 8.49 万 km。全国高速公路车道里程为 37.59 万 km。全国公路总里程达 410.64 万 km,比 2010 年末增加了 9.82 万 km。全国公路密度为 42.77km/km<sup>2</sup>。全国等级公路里程 345.36 万 km,等级公路占公路总里程的 84.1%,其中,二级及以上公路里程 47.36 万 km。各行政等级公路里程分别为:国道 16.94 万 km、省道 30.40 万 km、县道 53.36 万 km、乡道 106.60 万 km、专用公路 6.90 万 km、村道 196.44 万 km。

全国有铺装路面和简易铺装路面公路里程 261.57 万 km,占公路总里程的 63.7%。各类型路面里程分别为:有铺装路面 210.34 万 km,其中沥青混凝土路面 59.13 万 km,水泥混凝土路面 151.21 万 km;简易铺装路面 51.23 万 km;未铺装路面 149.07 万 km。

全国公路桥梁达 68.94 万座,3349.44 万 m。其中,特大桥梁 2341 座,404.28 万 m,大桥 55229 座,1330.05 万 m。全国公路隧道为 8522 处,625.34 万 m。其中,特长隧道 326 处,143.32 万 m;长隧道 1504 处,251.84 万 m。

## (二) 道路运输的地位和作用

道路运输是交通运输的重要组成部分,能实现物质产品和人员交流,是确保社会生产和活动正常的基本条件之一。它以活动的广泛性和机动灵活性,深入到社会生活的各个方面,对经济和社会的发展起着重要的保障和促进作用。

一个国家的发展有赖于地区间(包括城区间)、部门间、企业间经济联系的扩大,通过经济联系实现互通有无,以确保它们分工协作,共同发展。这些联系必须借助道路运输及其他运输方式来保证它们的存在与发展。

货物由生产地到消费地,旅客由出发地到目的地完成运输过程,一般需要几种运输工具分工协作,才能完成并达到经济、合理、有效的目的。在此过程中,总是离不开道路运输的衔接、补充和纽带作用。道路运输具有灵活性和深入性,它把各种运输方式连接成网,成为一个分工合作、协调发展的综合运输体系,充分发挥了运输业在经济和社会发展中的重要作用,并提高了综合运输能力和综合运输效益。道路运输的这种独特作用,是其他各种运输方式所不能替代的,它在经济和社会发展中的重要地位毋庸置疑。

世界各国经济发展的历史证明,道路运输是商品经济发展的催化剂。经济发达国家,其交通运输特别是道路运输必定十分发达。因此,道路运输发展水平是衡量和反映一个国家及地区经济发展水平的主要指标之一。近年来,我国高速公路的修建,汽车工业的发展,带来了道路运输事业的振兴,从而有力地促进了商品经济的发展和生产力的提高。目前,我国社会主义市场经济

的发展到了一个关键时期,这就要求我们必须花大力气发展生产力,降低运输成本。各国汽车平均载重在不断增加,汽车行驶速度也在不断提高,为适应各种货物的不同交通运输,必须发展道路运输。

综上所述,发展道路运输,有利于促进地区间、部门间和企业间的物资交流,促进社会生产及整个国民经济的繁荣;发展道路运输,有利于改善人民群众的旅行条件,提高人民的物质文化生活水平;发展道路运输,有利于促进各地区经济和文化的繁荣,加强各地人民间的交流与团结;发展道路运输,有利于加强边疆地区的建设和防务,巩固国防。

### (三)高速公路的特殊地位与作用

高速公路是公路的最高等级。在我国,高速公路指能适应年平均昼夜小客车交通量为 25000 辆以上,专供汽车分道高速行驶,并全部控制出入的公路。各国尽管对高速公路的命名不同,但都是专指有四车道以上、两向分隔行驶、完全控制出入口、全部采用立体交叉的公路。此外,有不少国家对部分控制出入口、非全部采用立体交叉的直达干线也称为高速公路。国际道路联合会在历年的统计年报中,把直达干线也列入高速公路范畴。高速公路的建设情况可以反映一个国家和地区的交通发达程度乃至经济发展的整体水平。

现代化的道路运输以高速公路为标志,属于道路运输范畴,但与一般公路有着质的区别。它对社会、经济、国防的发展有着特别重要的意义。

#### 1. 高速公路的特点

(1) 车辆运行速度高。高速公路的时速一般高达 120km/h。对于平均时速,美国为 97km/h,英国和法国为 110km/h。日本高速公路的平均时速比一般公路高 62%~70%。

(2) 道路通行能力大。一般双车道公路的通行能力为 5000~6000pcu/d(辆/日),一条四车道的高速公路通行能力可达 34000~50000pcu/d,六车道和八车道可达 70000~100000pcu/d。由此可见,高速公路的通行能力为一般公路的几倍甚至几十倍。

(3) 运输费用省,经济效益高。高速公路的完备性使得在 300km 以内,利用大吨位车通过高速公路运输在时间和费用节省方面均优于铁路和普通公路。尽管高速公路投资昂贵,但由于运输时间的缩短和运输成本的降低,使得所获得的巨大效益在较短时间内可收回投资且继续受益。据统计,日本各种高速公路的运输成本较一般公路低 17%,平均每吨每千米可节省运费 12 日元,若按 20000pcu/d 交通量计算,仅此一项,不到 7 年即可收回全部投资费用。此外,高速公路受时间、气候影响小,对提高高速公路的利用率,减少货物转运和装卸有着重要的作用。

(4) 行车安全。高速公路上行车无纵横向干扰,有严格和完善的交通控制,交通事故可大大减少。据有关国家的统计,高速公路与普通公路相比,交通事故率的降低幅度为:美国 56%,英国 62%,日本 89%,德国 90%。

#### 2. 高速公路的特殊地位与作用

(1) 高速公路能更好地促进社会的发展。

① 促进全社会的生产和运输的合理化。高速公路的修建促使区域的工农业及其他方面生产的布局更为合理。它与一般公路相互协调,形成公路网的骨架,使公路网的布局更为合理。

② 促进沿线经济发展和资源的开发。高速公路的修建提高了运输的稳定性和方便性,缩短了行程时间,增长了平均运距,这将有利益于地方经济和一些特殊行业的发展。

③ 加速物质生产和产品流通。现代化生产对原材料的需要和产品的流通要求直达、快速,以缩短货物运转,加快资金周转,从而达到扩大再生产的目的。而高速公路的快速、量大、方便,在加速物质生产、促进产品流通方面有着重要的作用。

④促进水运、铁路与高速公路的联运。汽车大吨位牵引、列车化的出现,进一步带动了集装箱直达联运的发展,使集装箱吨位提高到 30t 以上。这样,快速灵活的汽车与大运量的火车及廉价长距的水运有机结合形成联运网,使产品运输更为直接、便利、快速、准时,大大提高了运输效率。

⑤有利于城市人口的分散和卫星城镇的开发。现代城市过于庞大、集中,存在人口密集、居住拥挤、交通堵塞、环境污染、生活供应紧张等弊端。修建高速公路后,沿线小型工业和卫星城镇的修建,使城市人口向郊外分散,不少城市主要居住地也转向周围卫星城,这既促进了地区发展,又缓和了城市人口的增长压力。

(2)高速公路产生巨大的经济效益推动经济的发展。

①直接经济效益:高速公路带来的直接经济效益包括缩短运输时间,节省行驶费用(油耗、车耗、轮胎),减少货物运输破坏,降低事故率而产生的经济效益。

②间接经济效益:高速公路的修建促进了沿线的经济发展,带来了巨大的经济效益。

(3)高速公路对国防具有重要意义。

高速公路的快速、机动为战时运输提供了有利条件,在国防和军事上有着重要的意义。

第二次世界大战时,德国为适应摩托化部队的快速调集,当时就修建了 3860km 的高速公路,并以此作为飞机起飞的临时跑道。日本则称高速公路为“对国家兴亡关系重大的道路”,已形成以东京为中心的全国高速公路网,能在 2h 内通过高速公路到达全国各地。美国的州际高速公路网在国防上具有非常重要的战略地位。

#### (四)道路运输的发展趋势

##### 1. 我国“十二五”期间新型道路运输服务体系目标

现代道路运输业是指在经济社会对道路运输需求全面提升的背景下,以理念、政策、体制机制和技术的全面创新为手段,通过对传统道路运输业的改造升级而形成的新型运输服务体系。“十二五”期间,全行业将重点以“五化”建设为切入点,全面推进现代道路运输业的发展。

(1)城乡客运一体化:以推进基本出行服务均等化为重点,加快形成相互衔接、布局合理、通畅有序、经济可靠的城乡客运发展格局,促进道路客运资源在区域、城乡以及综合运输体系内的统筹合理配置。

(2)货运组织集约化:以推进道路货运业与物流业的融合为重点,加快形成组织方式先进、服务功能拓展、产业链条延伸、集约程度和产品附加值高的道路货运发展模式。

(3)管理服务精细化:按照个性化、高端化、优质化的要求,全面提升道路运输服务的质量;推动安全管理精细化,促进行业管理和公共服务人性化。

(4)依托载体信息化:通过在全行业各个领域广泛运用现代信息技术,全面提升行业管理、运输企业、公众服务的信息化水平。

(5)发展方式低碳化:深化行业节能减排,降低行业发展对化石能源的过度依赖及对环境的负面影响,促进绿色发展。

##### 2. 我国远期道路运输系统展望

未来市区用地紧张,为将有限的地面留给行人和少数当地服务车辆,快速干道将被迫修建高架线路或隧道。山区公路在交通量日增的条件下,为避免急弯陡坡、缩短里程、减少事故、节约运行时间和燃料,隧道和高架构筑物工程也将有较大发展。

道路安全继续受到重视。许多交通事故也要从道路工程本身找原因,必须接受经验教训,预防补救。为适应运量激增的需要,应增加车道并提高路面等级。为防护车辆撞向固定刚性目标,多



采用易碎标志和轻型标注。防护工程也要采用减振设施,减少严重事故。各种电子自动控制系统在交通管理上的运用,将使交通安全得到更可靠的保证。

当前以石油为燃料的内燃机所造成的空气污染、噪声、振动等汽车公害日益严重。汽车技术发展的动向是:采用重量轻、工艺性能好或耐高温、隔热的新材料,如有机复合材料和陶瓷复合材料等代替钢材;改进新动力如绝热发动机、燃气轮机、斯特林发动机等取代原有的内燃机;发展电能和氢燃料取代石油能源,以减轻公害、提高热效率和燃料经济性,从而降低运输成本。汽车的革命势必促进道路工程各方面相应的变革。

电控自动化公路正在考虑发展,在汽车驶入时即被同步引入导向系统,控制其车速及行程并保证绝对可靠的驾驶质量。当高频电磁电动机得到发展并应用到公路上时,将出现车速超过200km/h的自动控制的超高速公路。

## 第二节 道路与道路工程

### 一、道路的功能与分类

前面关于公路的功能及其在交通运输系统中的地位已作了叙述。城市道路的功能是:①为各种交通服务;②形成城市的结构布局并促进其发展;③为通风、采光等保持生活环境质量提供所需的空间;④为城市防灾提供场地;⑤作为上下水道、煤气、电力、电话等城市公用设施的埋设通道;⑥为沿路建筑物提供前庭场所;⑦为城市绿化提供场地。

### 二、道路分级与技术标准

#### (一)公路的等级划分与选用

公路是指连接城市、乡村和工矿基地等,主要供汽车行驶、具备一定条件和设施的道路。其名称是近代说法,意为公共交通之路。公路的等级划分有行政等级和技术等级两类。

(1)公路按其重要性和使用性质来划分其行政等级,可划为国家干线公路(简称国道)、省级干线公路(简称省道)、县级公路(简称县道)、乡公路(简称乡道)和专用公路等。

①国道是指在国家公路网中具有全国性的政治、经济和国防意义,由国家统一规划,并经确定为国家主要干线的公路。

目前,我国共有70条国道,并根据其地理走向分为三大类。

第一类是以北京为中心,作扇面辐射的公路,共12条,约1.4万km;第二类是中国版图大陆部分之内南北走向的公路,共28条,约3.9万km;第三类是东西走向的公路,共30条,约5.3万km。为区分这3类国道,每条公路干线常采用三位阿拉伯数字作为编号来表示。编号3位数中的第一位数字表国道类别:1××代表第一类以北京为中心的放射性国道;2××代表第二类南北走向的国道;3××代表第三类东西走向的国道。编号3位数中的第二、第三位数字表示国道的排列顺序,“1××”的“××”就是第一类国道自北向南按顺时针方向排列的序数。

其中从首都北京出发的有12条,编号为G101~G112;南北走向但不通过北京的有28条,编号为G201~G228;东西走向但不通过北京的有30条,编号为G301~G330。

②省道是指在省公路网中具有全省性的政治、经济意义,并经确定为省级干线的公路,由省负责建设、养护、改造。

③县道是具有全县性的政治、经济意义,并经确定为县级的公路;乡道是指连接乡与乡之间及乡与外部联络的公路,该类公路一般技术标准较低,主要解决通达的问题;专用公路由工矿、农林

等企业或部门建设、养护、管理,主要供本企业或部门使用的公路。

在城市、厂矿、林区、港口等内部的道路以及旅游点内部的道路,都不属于公路范畴,但穿过小城镇的路段仍属公路。

(2)按《公路工程技术标准》(JTGB01—2003)的规定,根据公路使用任务、功能和适应的交通量,公路分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路五个技术等级。

高速公路为专供汽车分向、分车道行驶并应全部控制出入的多车道公路;一级公路为供汽车分向、分车道行驶并可根据需要控制出入的多车道公路;二级公路为供汽车行驶的双车道公路;三级公路为主要供汽车行驶的双车道公路;四级公路为主要供汽车行驶的双车道或单车道公路。我国公路的技术等级见表1-1。

表 1-1 我国公路的技术等级

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
服务水平	二级	二级	三级	三级	—
适应交通量 AADT <sup>①</sup>	八车道	60000~100000	—	—	—
	六车道	45000~80000	25000~55000	—	—
	四车道	25000~55000	15000~30000	—	—
(pcu/d)	二车道	—	—	5000~15000	2000~6000
	单车道	—	—	—	<400
出入口	完全控制	部分控制	部分控制	—	—

注:1. 一级公路作为集散公路时,可采用三级服务水平设计。

2. 互通式立体交叉的分合流区段、匝道以及交织区段,可采用三级服务水平设计。

①AADT为各种车辆折合标准车(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。

(3)一条公路的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。因此,在确定公路技术等级以前,首先应做好可行性研究,掌握该公路各路段的近期、远期交通量。公路是带状的建筑物,沿途的社会环境、经济环境和自然环境都会有很大的差异,其地形、地物以及交通量不会完全相同,甚至会有很大的差别。因此,对于一条比较长的公路可以根据沿途情况变化和交通量变化,分段采用不同的车道数或不同的公路等级。公路的功能与公路的等级关系见表1-2。

表 1-2 公路的功能与公路的等级关系表

公路功能	高速公路	一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
主要干线	√				
次要干线		√	√		
主要集散		√	√		
次要集散			√	√	
地方公路				√	√

根据设计交通量等情况采用不同的公路等级时,高速公路和具有干线功能的一级公路的设计交通量按20年预测;具集散功能的一级公路,以及二级公路、三级公路的设计交通量按15年预测;