

21世纪交通版高等学校教材

道路工程

Road Engineering

(第二版)

凌天清 主 编
杨少伟 主 审



人民交通出版社
China Communications Press

21 世纪交通版高等学校教材

Road Engineering

道 路 工 程

(第二版)

凌天清	主 编
杨少伟	主 审

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本教材主要包括路线设计(含道路交叉设计)、路基设计与施工、路面设计与施工、道路排水设计和路面管理系统五部分内容,阐述了道路工程的设计原理、计算方法、施工方法及材料要求。全书着重基本概念的阐述,以解决工作中的实际问题为主,并适当介绍了目前国内高等级道路设计和施工的经验。

本书为高等学校非道路工程专业方向少学时的土木工程专业四年制本科教材,也可作为其他有关专业选修“道路工程”的教材,还可供从事道路工程设计、施工与监理的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程 / 凌天清主编. —2 版. —北京: 人民交通出版社, 2010. 9

ISBN 978-7-114-08647-2

I. ①道… II. ①凌… 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 (2010) 第 169860 号

21 世纪交通版高等学校教材

书 名: 道路工程(第二版)

著 作 者: 凌天清

责任编辑: 曲 乐

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.ccpres.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: 北京盈盛恒通印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 18.75

字 数: 456 千

版 次: 2005 年 4 月 第 1 版 2010 年 9 月 第 2 版

印 次: 2011 年 1 月 第 2 版 第 2 次印刷 总第 8 次印刷

印 数: 21001—24000 册

书 号: ISBN 978-7-114-08647-2

定 价: 35.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

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

再版前言

进入21世纪,我国高速公路建设取得了跨越式发展,到2009年年底我国高速公路通车里程达65 000km,通车总里程继续居世界第二位,仅次于美国。道路科技也日新月异。本教材在第一版的基础上,根据目前全面修订的有关公路与城市道路工程方面的技术标准和规范,并适当吸取国内高速公路设计和施工的经验及国内外新的科技成果,进行了全面修订。在修订过程中,还吸取了兄弟院校在使用本教材后所提出的宝贵意见。

本教材第一章、第七章由重庆交通大学凌天清修编;第二章、第三章由重庆交通大学张维全、董强修编;第四章由重庆交通大学吴进良修编;第五章由重庆交通大学董强、凌天清修编;第六章由重庆交通大学董强修编;第八章由广东交通职业技术学院鄢宏庆修编。全书由凌天清教授主编并统稿,长安大学杨少伟教授主审。

本教材为高等学校非道路工程专业方向少学时的土木工程专业四年制本科教材,也可作为其他有关专业选修教材,还可作为从事道路工程设计、施工与监理的工程技术人员培训的参考资料。

希望使用本书的单位或个人多提宝贵意见,以便再版时修正。意见请寄重庆交通大学土木建筑学院(重庆市南岸区学府大道66号,邮编400074)。

编 者

2010年7月

前 言

本书是根据“高等学校路桥及交通工程专业教学指导委员会”通过的“道路工程教材编写大纲”(桥梁工程专业用)编写的。全书以课程的教学基本内容与基本要求为依据,为高等学校“桥梁工程专业”四年制本科教材。

全书采用我国现行最新的有关公路与城市道路工程方面的技术标准和规范,并适当介绍了目前国内高等级道路设计和施工的经验及国内外新的科技成果。

本课程由于学时少,而教学内容又较多,故教学中应着重基本概念的讲述,并以解决工作中的实际问题为主。有条件时,可借助幻灯、录像和电影等进行教学。

本书第一、七章由重庆交通学院凌天清编写;第二、三章由重庆交通学院张维全编写;第四章由重庆交通学院吴进良编写;第五章由重庆交通学院杨锡武、凌天清编写;第六章由重庆交通学院叶巧玲和广东交通职业技术学院鄢宏庆编写;第八章由广东交通职业技术学院鄢宏庆编写。全书由凌天清主编并统稿,由长安大学杨少伟主审。

希望使用本书的单位或个人多提宝贵意见,以便再版时修正。意见请寄重庆交通学院土木建筑学院道路工程系(重庆市南岸区学府大道66号,邮编400074)。

编 者

2005年1月

目 录

第一章 总论	1
第一节 道路运输的特点和国内外道路发展概况	1
第二节 道路的分类与组成	5
第三节 道路的分级与技术标准	7
第二章 道路平面设计	11
第一节 概述	11
第二节 道路平面线形	15
第三节 道路平面线形设计	27
第三章 道路纵断面设计	36
第一节 概述	36
第二节 纵坡设计	37
第三节 竖曲线设计	46
第四节 平、纵面线形组合设计	51
第五节 爬坡车道	54
第四章 道路交叉设计	57
第一节 概述	57
第二节 平面交叉设计	62
第三节 立体交叉设计	65
第五章 路基设计与施工	70
第一节 概述	70
第二节 土基的受力与强度	71
第三节 路基的破坏形式与原因分析	76
第四节 公路自然区划与土基干湿类型	78
第五节 路基土的分类与工程性质	85
第六节 一般路基设计	87
第七节 路基边坡稳定性设计	110
第八节 挡土墙设计	122
第九节 路基施工技术	162
第六章 路面设计与施工	171
第一节 概述	171
第二节 沥青路面设计	176
第三节 水泥路面设计	198

第四节 路面施工技术·····	213
第七章 道路排水设计 ·····	239
第一节 概述·····	239
第二节 路基排水设计·····	240
第三节 路面排水设计·····	247
第四节 桥面排水设计·····	260
第五节 综合排水系统设计·····	262
第八章 路面管理系统 ·····	263
第一节 概述·····	263
第二节 路面状况调查与评价·····	266
第三节 路面使用性能预估·····	276
第四节 道路费用—效益评估·····	278
第五节 路面养护决策·····	281
参考文献 ·····	285

第一章 总 论

第一节 道路运输的特点和国内外道路发展概况

一、国内外道路工程的发展

道路(Road)是供各种车辆和行人等通行的工程设施。道路工程则是以道路为对象而进行的规划、设计、施工、养护与管理工作的全过程及其工程实体的总称。

从有人类开始就有了道路。路是人走出来的,原始人活动于自然界的山河之间,进行打猎、捕鱼、采集食物,其惯行的足迹就形成了“路”。因此,可以说道路的历史就是人类发展的历史。人类在社会、经济生活中创造了道路,而道路的产生和发展又为推动社会的发展和人类的进步做出了巨大的贡献。后来,人类转入定居生活,以居住地为中心的步行交通的历史就开始了。随着经济的发展和生产力的进步,人们从自给自足的生活状态发展到物物交换的商品经济,与之相适应的通商、货物运输开始发展起来。起初,原始人在陆路和水上的运输都是利用天然的运输工具;在太古时期,陆路运输以人力搬运为主;随后饲养动物开始,陆上运输转为以动物(如马、驴、牛、骆驼等)驮载来进行。当时的道路主要供人行和驮载运行。

大约公元前4000年,出现了车轮,这是人类物质文化发展史中的大事。用车轮代替滑木,以滚动代替滑动,减小了行车阻力,提高了运输效率。随着车辆的出现,以动物为牵引的轮式车辆开始使用。轮式车辆的使用对道路提出了更高的要求,于是宽度和质量都较好的马车道路出现。车的发明改变了运输完全依靠人背、肩挑、棒抬、头顶的原始运输方式,是运输史上新的里程碑。

人工修建道路,最早始于中国。中国古代传说中就有黄帝“劈山通路”和“黄帝造车”之说,故号轩辕氏,轩是古代一种有围棚的车,辕则是车的构件。夏代,公元前21世纪制造车辆就有确切的记载;在考古中还发现夏代的陶器上画有车轮花纹,这些都是夏代使用车的佐证。

马车时代的道路虽然有很大的进步,但是由于马的运力有限、车速较低、爬坡能力小,因此,它远远不能适应经济发展的需要和人们生活水平提高对陆上交通的要求。于是,陆上交通运输酝酿着一场新的变革。

1860年,比利时发明家Lenoir用空气和煤气为燃料研制成功第一部内燃机。继后1876年法国工程师Otto又制成了第一台四冲程循环的内燃机,并用汽油取代煤气为燃料,这些机器的出现为汽车的诞生奠定了基础。

1886年,德国的Karl Benz和Gottlieb Daimler,在同一年制造出世界上第一辆汽车,他俩成为公认的现代汽车的发明者。

从1886年汽车出现到第一次世界大战结束(即1920年),是汽车道路发展的早期阶段。这一时期,汽车数量不多,多数公路由原来的马车道改造而成。一方面,由于车辆少、交通密度小、速度低,汽车与马车在车道上混合行驶,因而公路的技术标准很低。另一方面,由于铁路的迅速发展,当时,世界的铁路总里程已达127万公里,因此,铁路是当时陆上交通的主体,公路

运输仅是铁路、水路运输的辅助手段。世界铁路大发展的局面,使这一时期在交通运输史上被称为铁路运输时代。

1920~1945年,是公路发展的中期阶段。两次世界大战期间,公路建设发展迅速,其主要原因是:第一,第一次世界大战结束,一些资本主义国家把军事工业转向民用工业,使汽车工业得以迅速发展。同时,由于工业机械化生产的发达,市场劳动力过剩,有更多的劳动力投入公路建设;第二,一些国家出于军事目的,对公路建设进行了较大投入,使公路得以发展。这一时期公路运输开始普及,干线公路标准有很大提高,欧美各国已初步形成了国家的公路干线网,畜力车相继被淘汰。在整个交通运输体系中,汽车的优越性得以发挥,在各种运输方式的竞争中,公路运输的地位和作用日益提高和扩大。公路运输不仅是短途运输的主力军,而且在中、长途运输中开始崭露头角,与铁路、水运竞争抗衡。铁路运输垄断的地位开始改变和下降,铁路运输的比重开始大幅度下降,在美、英、法等国出现了拆铁路而改修公路的现象。

该阶段,道路发展史上有两件大事:一是高速公路(Freeway)的出现;二是一门新型的学科——交通工程(Traffic Engineering)的产生。高速公路和交通工程的出现把公路发展推向了现代道路的新阶段。

1919年德国出现了世界上第一条高速公路,叫 AVUS 高速公路。高速公路是一种新型的交通设施,它的修建从根本上保证了汽车行驶的快速、安全、舒适,为公路事业的进一步发展开辟了广阔的前景。

交通工程这一新兴学科的出现对道路交通规划、提高道路的通行能力、减少交通事故和交通公害有着十分重要作用,并为现代高速公路的发展奠定了理论基础。

这一时期公路发展较快的国家主要是美国、德国和一些经济发达国家。在中期,公路发展的主要特征有二:一是路面铺装率大大提高。在1915年时路面铺装率只有10%,而到这一时期铺装率已达到70%;二是公路运输在交通运输中的比重大大提高。公路运输已在各种交通运输中开始起着主导地位的作用。

现代道路的发展速度很快,特别是20世纪70年代以来,国外道路运输进入大发展时期,发达国家的公路网体系,包括高速公路网骨架已基本建成。这些国家的道路部门除继续将部分精力放在道路建设上外,已将相当精力放在道路的使用功能与车流安全和行车舒适性上,以及改善道路对周围环境、人文景观影响方面。可以说,发达国家大规模的公路建设时期已经结束或即将结束,已全面进入道路的运营管理阶段,道路网和汽车流已渗透到社会生活各个方面,在社会中产生很大影响。

20世纪初汽车进入我国,通行汽车的公路开始发展起来。但在半殖民地半封建的旧中国,公路建设缓慢,到1949年全国通车的公路8.07万km,而且大多是在东南沿海地区。新中国成立以来,我国道路事业发展很快,技术上也有很大进步。尤其在实行改革开放政策以后,随着社会主义市场经济体制的建立和完善,我国公路交通事业进入了快速、健康的发展轨道。改革开放30余年来,我国公路通车总里程由89万km增长到358万km,增长3倍多,公路的技术标准也明显提高。我国公路建设年投资规模由1978年的4.9亿元增长到2007年的6490亿元,提前13年实现了总长35000km的“五纵七横”国道主干线的贯通。高速公路从无到有,发展迅速,从1988年第一条高速公路沪嘉高速公路建成通车,到2009年年底高速公路通车里程达65000km,通车总里程继续居世界第二位。农村公路建设稳步推进。改革开放初期,我国农村公路只有59万km,到2007年农村公路总里程达313万km;已有99%的乡镇和89%的建制村通了公路。

但同时我们也看到,与发达国家相比我国公路建设还严重滞后,公路数量少,等级低,路况差,混合交通严重,国道网中平均昼夜交通量超过设计能力上限的路段占国道网总里程的一半以上,约3万km的国道主干线交通量超过通过能力一倍以上。目前我国公路密度为每万人13.1km、每百平方公里18.3km,分别为美国的5.8%和26.9%、日本的14.3%和5.8%。日本高速公路已经连接了所有10万人口以上的城市,任何城镇与乡村均可以在1h内到达高等级干线公路网。而我国目前一些人口和经济总量已达到相当规模的地级城市和省会城市间还不通高速公路。现今高速公路发展存在的另一主要特点是区域之间差异化明显。我国各地区高速公路建设情况同其经济发达情况大体保持一致,经济发达的地区,高速公路面积密度比较大;经济较落后的地区,高速公路面积密度相对滞后。从我国高速公路规划布局情况来看,我国高速公路发展将会在参考经济发展状况的同时,兼顾区域间的均衡化发展。这将有助于减小和改善东西部地区高速公路建设的巨大差距和区域协调发展。今后一段时期,我国将重点加快国家高速公路网主骨架、“断头路”、扩容路段和农村公路建设,积极推进国省干线改造。

未来国家高速公路网规划,战略着眼点是连接和覆盖20万以上人口的所有城市;建立省际、城际、国际的高速公路网络通道;形成比较完善的、区域经济比较发达地区的城际快速运输网络;贯彻落实“五个统筹”,在东北老工业基地发展运输网络;立足于国家战略和区域全球化,加强与东盟、西亚国家的交通编织。最终由7条首都放射线、9条南北纵向线和18条东西横向线组成,简称为“7918网”,总规模为8.5万多公里。其中主线6.8万km,地区线等其他路线约1.7万km,大约在2035年前后完成国家高速公路网的全面建设。

二、道路的特点及功能

1. 特点

近百年来,汽车运输之所以能得以迅速发展,是和道路及其运输所具有的一系列特点分不开的。与其他交通运输相比,道路运输具有以下属性及特征。

(1) 道路的基本属性

道路建设与道路运输是物质生产,因而它必然具有物质生产的基本属性,即有生产资料、劳动手段和劳动力以及作为物质产品而存在的道路,同时,它又有其本身特有的基本属性。

① 公益性

道路分布广、涉及面宽,能使全社会受益,同时也受到社会各方面的关注和支持。特别是近年来,由于道路运输在促进社会商品经济发展方面发挥了巨大的作用,使道路受到社会的重视。

② 商品性

道路建设是物质生产,道路是产品,必然具备商品的基本属性,它既具有商品价值,又具有使用价值。这一属性是目前发展商品化道路(亦称收费道路)的基本依据。

③ 超前性

道路的超前性主要是指道路的先行作用。道路是为国民经济和社会发展服务的,它作为国家连接工农业生产的链条和经济腾飞的跑道,其发展速度应高于其他部门的发展速度。这就是通常所说的“先行官”作用。

④ 储备性

道路运输是资金密集型和技术密集型的产业,属于国家基本建设项目,道路的建设不仅要满足其现行通行能力的要求,还要考虑今后一段时间内通行能力增长的要求,即要有一定的储

备能力。这就要求建设之前,必须要有统一的规划、可行性论证、周密的经济和交通调查、加强交通预测以及精心设计等工作,以满足远景发展的需要。

(2)道路的经济特征

道路作为一种特殊的物质产品,它还具有一些经济特征,主要有:

①道路产品是固定在广阔地域上的线形建筑物,不能移动。这不同于一般的工业生产和建筑业。工业生产一般是生产设备固定,而产品从原材料到成品在生产过程中流动,而道路与此相反。建筑业虽然也是这样,但其产品分布在各点上,而不是线形工程。因此,道路建设的流动空间更大,工作地点更不固定,受社会和自然环境影响大,具有更强的专业性。

②道路的生产周期和使用周期长。通常一条上百公里的道路建成要花两三年的时间,高等级道路还更长,在实施过程中需耗用大量的人力、物力和财力。投入使用后一般使用年限为10~20年。在使用过程中还需进行经常性的养护、维修和管理工作。

③道路虽是物质产品,但不具有商品的形式。在商品经济中,一般的产品,都采取商品交换形式,出售后进入消费。而道路建成后,不能作为商品出售,也不存在等价交换的买卖形式,只提供给社会使用。其投资费用以收费(使用道路的收费和养护管理费)和运输运营中收费形式来补偿。

④具有特殊的消费过程和消费方式。一般的商品生产与消费在时间和空间上都是分离的,即商品必须成型后,才能运送到市场进行交换和消费。而道路则可边建设、边使用,并在使用过程中边养护、维修与改造。生产与消费不可分割,在时间和空间上是重复的。道路在消费形式上,不是一次性,而是多次消费。这就对道路的质量提出了特别高的要求,以确保其多次重复性使用(消费)中车辆行驶的安全、快速、经济和舒适。

⑤道路作为一个完整的系统,应充分发挥其作用,为社会和经济服务。一条道路由路线、路基、路面、桥涵等各部分组成完整的系统。而一个区域的道路网,则是由许多条道路组成一个有机的网络系统,这个系统又成为交通运输系统中的一个子系统,这就要求各条道路的修建要统筹规划,相互协调,密切配合,从整体的角度为社会和经济服务。

另外,道路运输与其他运输相比,也存在一些弱点,如运量小、运输成本高、油耗和环境污染较大等。

2. 功能

(1)公路的功能

①主要承担中、短途运输任务(短途运输为50km以内;中途运输为50~200km)。

②补充和衔接其他运输方式,担任大运量运输(如火车及轮船运输)的集散运输任务。

③在特殊条件下,也可独立担负长途运输任务。特别是随着高速公路的发展,中、长途运输的任务将逐步增大。

(2)城市道路功能

①联系城市各部分,为城市各种交通服务,并担负城市对外交通中转集散。

②构成城市结构布局的骨架,确定城市的格局。

③为防空、防火、防地震以及绿化提供场地。

④是城市铺设各种公用设施的主要通道。

⑤为城市提供通风、采光,改善城市生活环境。

⑥划分街坊,组织沿街建筑,表现城市建设风貌。

第二节 道路的分类与组成

一、道路的分类

道路按其使用特点分为公路、城市道路、专用道路等。

1. 公路(Highway)

公路是指连接城市、乡村,主要供汽车行驶的具备一定技术条件和设施的道路。公路按其重要性和使用性质又可划分为国家干线公路(简称国道)、省级干线公路(简称省道)、县级公路(简称县道)和乡级公路(简称乡道)。

国道(National Trunk Highway),是在国家干线网中,具有全国性的政治、经济、国防意义,并经确定为国家级干线公路。

省道(Provincial Trunk Highway),是在省公路网中,具有全省性的政治、经济、国防意义,并经确定为省级干线的公路。

县道(Country Road),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(Township Road),是指修建在乡村、农场,主要供行人及各种农业运输工具通行的道路。

2. 城市道路(Urban Road)

城市道路是指在城市范围内,供车辆及行人通行的、具备一定技术条件和设施的道路。城市道路按其地位、功能划分为快速路、主干路和支路。城市道路是城市组织生产、安排生活、搞活经济、物质流通所必需的交通设施。

3. 专用道路(Accommodation Road)

由工矿、农林等部门投资修建,主要供该部门使用的道路。

①厂矿道路(Factories and Mines Road)

厂矿道路指主要为工厂、矿山运输车辆通行的道路。通常分为厂内道路和厂外道路及露天矿山道路。厂外道路为厂矿企业与国家公路、城市道路、车站、港口相衔接的道路或厂矿企业分散的车间、居住区之间连接的道路。

②林区道路(Forest Road)

林区道路是指修建在林区,主要供各种林业运输工具通行的道路。由于林区地形及运输木材的特征,其技术要求应按专门制定的林区道路工程技术标准执行。

各类道路由于其位置、交通性质及功能均不相同,在设计时其依据、标准及具体要求也不相同。因此,必须按其相应的技术规范(标准)进行设计与施工。

本课程主要学习公路和城市道路的工程设计与施工。

二、公路的主要组成

公路是线形结构物,包括线形和结构两个组成部分。

1. 线形组成

公路线形是指公路中线的空间几何形状和尺寸。这一空间线形投影到平、纵、横三个方面而分别绘制成反映其形状、位置和尺寸的图形,就是公路的平面图、纵断面图和横断面图。公路设计中,平、纵、横三方面是相互影响、相互制约、相互配合的,设计时应综合考虑,如图1-1所示。

平面线形由直线、圆曲线和缓和曲线等基本线形要素组成;纵面线形由直线(直坡段)及

竖曲线等基本要素组成。横断面由行车道、路肩、分隔带、路缘带、人行道、绿化带等不同要素组合而成。公路线形设计时必须考虑技术经济和美学等的要求。

2. 结构组成

公路结构是承受荷载和自然因素影响的结构物,包括路基、路面、桥涵、隧道、排水系统、防护工程、特殊构造物及交通服务设施等。不同等级的公路在不同的条件下其组成会有所不同,如汽车停车场在汽车行驶数量少的公路就不必设置。

(1)路基(Subgrade) 路基是行车部分的基础,它承受路面传递下来的行车荷载,它是由土、石按照路线位置和一定技术要求修筑成的土工带状体。

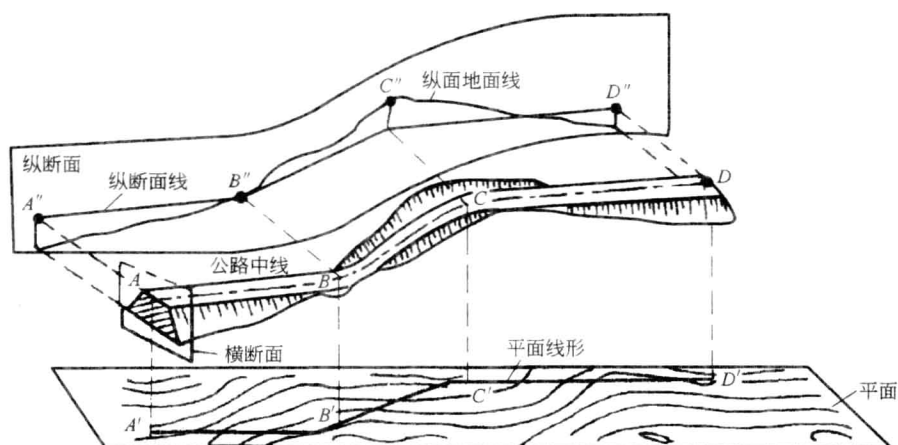


图 1-1 道路的平面、纵断面及横断面

(2)路面(Pavement) 是用各种筑路材料或混合料分层铺筑在路基上供车辆行驶的构造物。它直接承受行车荷载和自然因素的作用,供车辆在上面以一定车速安全而舒适地行驶。

(3)桥涵(Bridge and Culvert) 桥梁是为公路、城市道路等跨越河流、山谷等天然或人工障碍物而建造的建筑物;涵洞是为宣泄地面水流而设置的横穿路基的小型排水构造物。在低等级道路上,当水流不大时可修筑用大石块或卵石堆筑的具有透水能力的透水路基和通过平时无水或水流很小的宽浅河流而修筑在洪水期间容许水流漫过的过水路面。在未建桥的道路中断处还可设置渡口、码头等。

(4)排水系统(Drainage) 为了防止地面水及地下水等自然水浸蚀、冲刷路基,确保路基稳定,需设置排水构造物,除上述桥涵外,还有边沟、截水沟、排水沟、跌水、急流槽、盲沟、渗井及渡槽等。这些排水构造物组成综合排水系统,以减轻或消除各种水对道路的侵害。

(5)隧道(Tunnel) 隧道是为道路从地层内部或水底通过而修筑的建筑物。隧道可以缩短道路里程并使行车平顺迅速。

(6)防护工程(Protection Structure) 在陡峻山坡或沿河一侧的路基边坡修建的填石边坡、砌石边坡、挡土墙、护脚及护面墙等可加固路基边坡保证路基稳定的构造物。在易发生雪害的路段可设置防雪栅、防雪棚等。在沙害路段设置控制风蚀过程的发生和改变沙粒搬运及堆积条件的设施。沿河路基可设置导流结构物如顺水坝、格坝、丁坝及拦水坝等间接防护工程。

(7)特殊构造物(Special Structure) 在山区地形、地质复杂路段,可修建悬出路台、半山桥及防石廊等以保证道路连续和路基稳定的构造物。

(8)沿线设施(Roadside Facilities) 为了保证公路沿线交通安全、管理、服务及环境保护的一些设施,如照明设备、交通标志、交通标线、护栏、收费站、信号设施、监控系统、隔音墙、隔

离墙、加油站、公共交通停靠站、汽车停车场、休息设施及绿化和美化设施等。

三、城市道路的组成

城市道路将城市的主要组成部分如居民区、市中心、工业区、车站、码头及其他部分之间联系起来,形成完整的道路系统,通常其组成如下:

- (1)机动车道和非机动车道。
- (2)人行道、人行横道。
- (3)交叉口、立体交叉、步行广场、停车场、公共汽车站。
- (4)交通安全设施:人行地道、人行天桥、照明设备、护栏、标志、标线、信号灯等。
- (5)排水系统:街沟、雨水口、窨井及雨水管等。
- (6)沿街设施:照明灯柱、电杆、邮筒及给水栓等。
- (7)地下各种管线:各种电缆、煤气管及给排水管道等。
- (8)绿化带:中间绿带、侧分绿带、基础绿带、行道树等。
- (9)大城市还有地下铁道、高架桥等。

道路工程的主体是路线、路基(包括排水系统及防护工程等)和路面三大部分。在道路设计中它们是相互联系、相互影响的。路线设计中要有经济合理的线形,还应充分考虑通过地区的自然与地貌等因素,以保证路基的稳定性。路基设计要求要有足够的强度和稳定性,以保证路面结构的整体强度和稳定性,保证行车安全和迅速。

第三节 道路的分级与技术标准

一、公路的分级与技术标准

1. 公路的分级

按原交通部颁《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)(以下简称《标准》),根据交通量及其使用任务、性质分为五个等级。

(1)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。

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的 60 000 ~ 100 000 辆。

(2)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。

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 5 000 ~ 15 000 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。

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和车辆换算系数规定见表 1-1。

各型汽车的折算

表 1-1

汽车代表车型	车辆折算系数	说 明
小客车	1.0	≤19 座的客车和载质量 ≤2t 的货车
中型车	1.5	>19 座的客车和载质量 >2t ~ ≤7t 的货车
大型车	2.0	14t ≥ 载质量 >7t 的货车
拖挂车	3.0	载质量 >14t 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。

高速公路和具干线功能的一级公路的设计交通量应按 20 年预测;具集散功能的一级公路以及二、三级公路的设计交通量应按 15 年预测;四级公路可根据实际情况确定。设计交通量预测的起算年应为该项目可行性研究报告中的计划通车年。设计交通量的预测应充分考虑走廊带范围内远期社会、经济的发展和综合运输体系的影响。

2. 公路等级选用的基本原则

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。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。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,宜选用高速公路;拟建公路为集散公路,宜选用一级公路。干线公路宜选用二级及二级以上公路。

3. 公路的技术标准

公路的技术标准是法定的技术准则,它是指公路线形和构造物的设计、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。它是在根据汽车行驶性能、数量、荷载等方面的要求和设计、施工及使用的经验基础上,经过调查研究和理论分析制定出来的。各级公路主要技术指标汇总见表 1-2 及表 1-3。

各级公路主要技术指标汇总

表 1-2

公 路 等 级		高 速 公 路			一			二		三		四
设计速度(km/h)		120	100	80	100	80	60	80	60	40	30	20
行车道宽度(m)		3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.5	3.75	3.5	3.5	3.25	3.0(单车道,时为 3.5)
中间带宽度(m)	一般值	4.5	3.5	3.0	3.5	3.5	3.0	3.5	3.0	—	—	—
	最小值	3.5	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	—	—	—
右侧硬路肩宽度(m)	一般值	3.0 或 3.5	3.0	2.5	3.0 或 3.5	2.5	2.5	1.5	0.75	—	—	—
	最小值	3.0	2.5	1.5	2.5	1.5	1.5	0.75	0.25	—	—	—
土路肩宽度(m)	一般值	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.5	0.25(双车道)
	最小值	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.5	0.5	0.5			0.5(单车道)