



16 t

道路工程

DAOLU GONGCHENG

主 编 林文树 吴金卓

副主编 李兆林

主 审 董喜斌



东北林业大学出版社

交织段长度 l

B

道 路 工 程

主 编 林文树 吴金卓
副主编 李兆林
主 审 董喜斌

东北林业大学出版社
· 哈尔滨 ·

版权专有 侵权必究
举报电话：0451-82113295

图书在版编目 (CIP) 数据

道路工程 / 林文树, 吴金卓主编. — 哈尔滨 :
东北林业大学出版社, 2014. 8

(东北林业大学优秀教材丛书)

ISBN 978-7-5674-0469-4

I. ①道… II. ①林…②吴… 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 (2014) 第 179799 号

内容简介

本书主要介绍道路交通基础、道路总体设计、选线与定线、道路线形设计、路基工程、路面工程、高速公路及道路施工与养护等内容。本书根据公路和城市道路的技术标准和规范编写, 紧密结合生产实践, 内容丰富, 图文并茂, 有适量的计算和设计实例, 并在每章后面都设有- 一定的练习与思考题。

本书可作为高等院校土木工程专业类非道路方向、交通运输专业、森林工程及物流工程专业学生专业课教材, 也可供从事道路建设的技术人员和管理人员参考。

责任编辑: 刘剑秋

封面设计: 乔鑫鑫

出版发行: 东北林业大学出版社

(哈尔滨市香坊区哈平六道街6号 邮编: 150040)

印 装: 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本: 787mm×960mm 1/16

印 张: 24.5

字 数: 439千字

版 次: 2014年8月第1版

印 次: 2014年8月第1次印刷

定 价: 46.00元

前 言

交通运输是国民经济的动脉，是社会发展的基础产业。随着我国改革开放规模的逐步扩大，市场经济的发展，人民生活水平的提高，对交通运输需求逐年增加，交通运输系统已成为制约国民经济发展的的重要因素。现在我国已进入全面建成小康社会、加快推进社会主义现代化的新阶段，这就对道路建设及其科学技术发展提出了更新更高的要求。为了适应当前道路工程技术不断更新和发展的趋势，根据国家颁布的道路工程新规范、新标准、新技术、新工艺的要求，我们编写了《道路工程》这本书。本书主要介绍道路交通基础、道路总体设计、选线与定线、道路线形设计、路基工程、路面工程、高速公路及道路施工与养护等内容。

全书共分9章，由林文树、吴金卓、李兆林撰写，董喜斌主审。其中，第1，2，3，4章由林文树编写（共计17.4万字）；第5，6，7章由吴金卓编写（共计18.4万字）；第8，9章由李兆林编写（共计7万字）。

本书在编写过程中，尽量采用新的国家级交通行业的相关技术标准和规范。因本书涉及面广，编者水平和掌握的资料有限，书中难免存在不妥之处，希望同行专家及使用本书的单位和个人批评指正和提出宝贵意见。

林文树

2014年7月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 道路运输的特点及道路的功能	(1)
1.2 国内外道路发展概况	(2)
1.3 道路分类和等级	(4)
1.4 道路的基本组成	(6)
1.5 道路的技术标准	(8)
练习与思考题	(10)
2 道路交通基础	(11)
2.1 道路车辆	(11)
2.2 汽车的性能	(13)
2.3 车辆污染	(22)
2.4 道路交通特性	(24)
2.5 道路通行能力和服务水平	(34)
练习与思考题	(41)
3 道路总体设计、踏勘、选线与定线	(42)
3.1 总体设计	(42)
3.2 踏勘	(44)
3.3 道路选线	(47)
3.4 道路定线	(77)
练习与思考题	(84)
4 道路线形设计	(85)
4.1 道路路线平面设计	(85)
4.2 道路纵断面设计	(123)
4.3 横断面设计	(142)
练习与思考题	(155)
5 道路交叉设计	(157)
5.1 概述	(157)
5.2 平面交叉口设计	(158)
5.3 立体交叉设计	(175)

练习与思考题	(184)
6 路基工程	(185)
6.1 路基工程概述	(185)
6.2 公路自然区划和土基干湿类型	(191)
6.3 道路用土分类	(195)
6.4 路基的力学特性和承载能力	(197)
6.5 一般路基设计	(200)
6.6 特殊路基设计	(210)
6.7 路基排水设计	(219)
6.8 路基的防护与加固	(230)
6.9 土石方计算及调配	(241)
练习与思考题	(247)
7 路面工程	(248)
7.1 概述	(248)
7.2 沥青路面设计	(256)
7.3 水泥混凝土路面设计	(299)
7.4 路面排水设计	(315)
练习与思考题	(319)
8 高速公路	(320)
8.1 概述	(320)
8.2 高速公路的特点及发展概况	(321)
8.3 高速公路几何线形设计	(324)
8.4 高速公路交通安全设施	(326)
8.5 高速公路监控系统	(328)
8.6 高速公路通信系统	(330)
8.7 高速公路照明系统	(333)
8.8 高速公路收费系统	(335)
8.9 高速公路服务设施	(338)
8.10 高速公路沿线建筑设施	(341)
8.11 高速公路的环境保护	(343)
8.12 高速公路景观和绿化设计	(345)
练习与思考题	(348)
9 道路施工与养护	(349)
9.1 施工前的准备工作	(349)

9.2 路基施工	(352)
9.3 路面施工	(362)
9.4 路基的养护与维修	(377)
9.5 路面的养护与维修	(378)
练习与思考题	(382)
参考文献	(383)

1 绪 论

1.1 道路运输的特点及道路的功能

交通运输是国民经济的动脉，是经济发展中的基础产业。它将国民经济各个领域和各个地区联系起来，是推动社会经济发展和人类文明进步的重要因素。随着我国改革开放规模的逐步扩大，市场经济的发展，人民生活水平的提高，对交通运输需求逐年增加，交通运输系统已成为制约国民经济发展的的重要因素。

一个完整的交通运输系统包括铁路、道路、水路、航空和管道运输五种方式，各种运输方式有各自的特点和性能，使之能在综合交通运输系统中互相协调，发挥各自的优势和特长。其中铁路运输投资大、建设周期长，但运输能力大，速度较快，运输成本和能耗都较低，受自然条件的影响也比较小，适用于远程的客货运输和大宗物资运输，但机动性差；水路运输则利用天然水运资源，具有通过能力高、运量大、耗能省、运输成本低的特点，但速度较低；航空运输具有运输速度快、运输里程短捷、舒适性好等特点，适合于大中城市间长距离客运以及高档和急需物资的运输，但成本高，耗能大；管道运输具有连续性强、运输成本低、损耗少、安全性好等特点，适用于原油、成品油、液体及气体货物运输。

道路是国家经济和国防建设的基础设施，道路运输是一种在道路上进行运输活动的运输方式，可以承担其他运输方式的客货散集与联系，承担铁路、水路及空运固定线路之外的延伸任务；它可以深入到城镇、乡村、山区、港口、机场等各角落，是一种能实现“门到门”的最快捷的陆上运输方式。特别是高速公路的快速发展，使道路运输速度显著提高，运量进一步加大。因此，随着道路网的建设与完善，道路运输在我国的交通运输系统中将会起着越来越重要的作用。

1.1.1 道路运输的特点

道路运输与其他运输方式相比，主要有以下特点：

(1) 机动灵活。随时调动，随时起运、装卸，单独运输。

(2) 运输面广。道路网密度大，分布面宽，汽车能开往任何角落，直达目的地，可实现全方位运输。

(3) 运输快捷。现代汽车的时速仅次于飞机。

(4) 投资少、见效快。每公里造价比铁路低，道路运输投资少，车辆购置费低，道路可建一段通一段，见效快，经济效益和社会效益显著。

(5) 运量大。虽然单车载客载货量较小，但车辆数量多，道路运输客货总运量和总调转量所占的比重日益增大。

1.1.2 道路的功能

道路具有交通运输、城乡骨架、公共空间、抵御灾害和发展经济的功能。

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，具有实现城乡旅客、货物交通周转、集散等功能。

道路是城乡骨架，城市道路是城市建设的基础，城市建筑是按道路网的布局而布置的，所以城市道路是划分街坊、形成城市结构的骨架，同样地方道路也是乡镇布置的骨架。

道路本身是公共空间，它不仅是公共交通体系的空间，也是保证日照、通风，提供绿化，各种管线布置的场地，为地面排水提供条件。

道路又是抵御灾害的通道。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和空间。

道路是社会发展的基础产业，是经济发展的先行设施，“要想富，先修路；小路小富，大路大富”已成为全社会的共识。工农业生产、商品流通、国土开发和旅游事业的发展均离不开道路的先行实现，因此道路在国民经济中起着举足轻重的作用。

1.2 国内外道路发展概况

1.2.1 国内道路概况

新中国成立初期，我国公路通车里程仅为 8.07 万 km，技术标准低，公路等级都在二级以下，有路面里程只有 3 万 km。到 1978 年，全国公路通车里程达到 89 万 km，是新中国成立初期的 11 倍，但既无一级公路，更无高速公路，公路交通成为国民经济发展的“瓶颈”。进入改革开放后，伴随着国民经济快速发展和对外开放的不断扩大，公路运输步入了快速发展的轨道。到 2003 年年底我国公路总里程为 181 万 km，高速公路总里程突破 2 万 km。截至 2009 年年底，全国公路网总里程达到 386 万 km，其中高速公路 6.51 万 km，二级及以上公路 42.52 万 km；根据 2012 年全国交通运输工作

会议上获悉, 2011 年我国新增公路通车里程 7.14 万 km, 其中高速公路 1.10 万 km, 新改建农村公路 19 万 km。截至 2011 年年底我国高速公路总里程达 8.5 万 km。

虽然我国道路交通得到了迅速发展, 但仍然满足不了国民经济建设的需要。因此, 为了解决这种状况, 交通运输“十二五”发展规划指出, 到 2015 年, 公路交通基础设施总量进一步增加, 基础设施网络更加完善, 养护管理能力显著增强; 运输装备现代化程度进一步提高, 运输结构更加合理, 运输服务的效率和质量显著提升; 安全和应急保障能力显著增强; 资源利用效率、节能环保水平明显提高, 形成“能力适应、服务优良、安全环保、保障有效”的公路交通运输系统, 基本适应国民经济和社会发展的需要。根据“十二五”发展规划, 到 2015 年, 我国公路总里程超过 450 万 km, 国家高速公路网基本建成, 高速公路总里程达到 10.8 万 km, 覆盖 90% 以上的 20 万以上城镇人口城市, 二级及以上公路里程达到 65 万 km, 国道总体技术状况达到良等水平, 农村公路总里程达到 390 万 km。到 2020 年计划全部建成“五纵七横”共 12 条国道主干线 3.5 万 km, 均由高等级公路组成, 是全国公路网的主骨架, 如图 1-1 所示。“五纵”是指 5 条

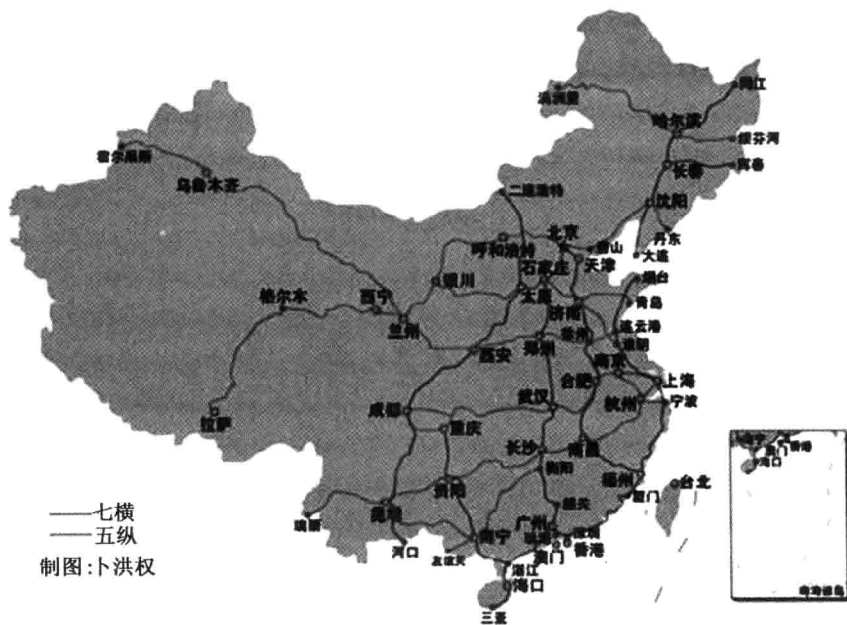


图 1-1 “五纵七横”线路示意图

(来源于 www.moc.gov.cn/zhuangtizhuanlan/gonglujiaotong/wuzongqiheng_QXGT)

南北走向国道主干线：黑龙江省同江至海南省三亚、北京至福州、北京至珠海、内蒙古自治区二连浩特至云南省河口、重庆至湛江 5 条南北走向国道主干线。“七横”是 7 条东西走向国道主干线：绥芬河至满洲里、丹东至拉萨、青岛至银川、连云港至霍尔果斯、上海至成都、上海至瑞丽、衡阳至昆明。

随着城市人口和车辆的迅速增长，城市化水平迅速提高，城市道路得到了快速的发展。许多大中城市已建设了绕城高速路、环城路、立交桥、高架桥、天桥以及地下通道等，一定程度上解决了城市交通拥挤的问题。一些特大城市为解决客运已经建立了地下铁道。当前城市道路发展目标应与城市经济发展相适应，与人口增长和车辆增长相适应，建成布局得当、结构合理、设施完备的城市道路运输体系。

1.2.2 国外道路概况

国外自 20 世纪 50 年代开始，随着一些经济发达国家汽车生产量、拥有量大幅度增加，道路建设特别是高速公路建设迅猛发展。经过 70 多年的探索和发展，目前全世界已有 80 多个国家和地区拥有高速公路，通行里程超过 20 万 km。德国 1932 年就开始修建高速公路，是最早修建高速公路的国家；美国的高速公路通车里程最多，1957 年开始修建，现在已有 9 万 km。由世界高速公路发展史可知，高速公路如同汽车一样，从诞生的那一刻起，就深刻影响着其所服务的每一个人和触及的每一寸土地，对促进国家经济增长、提高人民生活质量、维护国家安全等都具有十分重要的价值。发达的高速公路网不仅是交通现代化的主要标志、公路先进生产力的集中代表，也是一个国家或地区现代化的重要标志。目前，发达国家大规模的道路建设时期基本结束，已全面进入现代化道路运营管理阶段。目前，我国正处于工业化、城镇化进程加快的关键阶段，汽车普及率迅速提高，这与发达国家 20 世纪 60~70 年代的情况较为类似，我国公路建设正处于最具成长性的快速发展阶段。

1.3 道路分类和等级

1.3.1 道路分类

道路是通行各种车辆和行人的工程设施，按其使用特点和所在位置主要分为公路和城市道路两类。

1.3.1.1 公路分类

公路是联结城市之间、乡村之间、乡村与乡村之间以及工矿基地之间的按照国家技术标准修建的，由公路主管部门验收认可的道路。但不含田间或农村自然形成的小道。主要供汽车行驶并具备一定技术标准和设施的道路称公路。公路按照其在路网中的地位和作用可以分为国道、省道、县道、乡道和专用道路。

(1) 国道。在国家公路网中，具有政治、经济、国防意义的国家干线公路。

(2) 省道。在全省的公路网中，具有政治、经济、国防意义的省级干线公路。

(3) 县道。具有为全县政治、经济服务，并确定为县级的公路。

(4) 乡道。为乡村生产、生活服务的公路。

(5) 专用道路：军事要道、旅游专用道路、工矿企业内部道路、林区道路、油田道路、农场道路。其中，厂矿道路是指主要为工厂、矿山运输车辆通行的道路，通常分为厂内道路、厂外道路和露天矿山道路；林区道路指为林业生产、生活而修建的公路，包括主道、支道和岔道。

1.3.1.2 城市道路分类

城市道路是指通达城市的各地区，供城市内交通运输及行人使用，便于居民生活、工作及文化娱乐活动，并与市外道路连接负担着对外交通的道路。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。

(1) 快速路。快速路应有四个以上车道，中间设分车带，全部或部分采用立体交叉与控制出入，供车辆以较高速度行驶的道路。快速路完全为交通功能服务，是解决城市长距离快速交通服务。

(2) 主干路。主干路在城市道路网中起骨架作用的道路。它连接主要街区、车站、港口等，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割形式。

(3) 次干路。次干路是联系主干路之间的辅助性干道，与主干路连接组成道路网。它连接城市各部分，并集散交通，还兼有服务功能，可设置停车场。

(4) 支路。支路是次干路与街区路的连接路，可以解决局部地区交通问题，以服务功能为主，沿街以居住建筑为主。

1.3.2 道路等级

1.3.2.1 公路分级

根据现行交通部实施的《公路工程技术标准》(JTGB 01-2003),公路按其使用任务、功能和适应的交通量分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路五个技术等级。

(1) 高速公路。专供汽车分向、分道行驶,并全部控制出入的多车道干线公路。一般具有四个或四个以上车道,设有中央隔离带,全部立体交叉,并具有完善的交通安全管理设施和服务设施。四车道高速公路折合小客车的远景设计年限(20年)年平均昼夜交通量为25 000~55 000辆,六车道折合后的交通量为45 000~80 000辆,八车道折后的交通量为60 000~100 000辆。

(2) 一级公路。为车辆提供分向、分道行驶,其交通设施和高速公路基本相同,只是部分控制出入,一般应该设置隔离带。四车道一级公路折合小客车的远景设计年限(20年)年平均昼夜交通量为15 000~30 000辆,六车道折合后的交通量为25 000~55 000辆。

(3) 二级公路。为连接中等以上城市的干线公路,或是通往大型工矿区、港口的为汽车行驶的双车道公路。一般折合小客车的远景设计年限(15年)年平均昼夜交通量为5 000~15 000辆。

(4) 三级公路。为沟通县、城镇之间的主要供汽车行驶的双车道集散公路。一般折合小客车的远景设计年限(15年)年平均昼夜交通量为2 000~6 000辆。

(5) 四级公路。为沟通乡、村等地主要供汽车行驶的双车道或单车道路。一般折合小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量为2 000辆以下(双车道)、400辆以下(单车道)。

1.3.2.2 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设计规模、交通量、所在地区,分为Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ级。大城市(人口大于50万)应采用各类道路的Ⅰ级标准;中城市(人口为20万~50万)采用各类道路的Ⅱ级标准;小城市(人口小于20万)采用各类道路的Ⅲ级标准。

1.4 道路的基本组成

1.4.1 公路的基本组成

道路是布置在地面供车辆行驶的一种线形带状构造物,它是由道路线形

和结构两大部分组成。道路线形是指道路中心线的立体形状,包括平面线形、纵断面线形和横断面线形。平面线形包括直线、圆曲线和缓和曲线等组成;纵断面线形由直线及竖曲线等组成;横断面线形由行车道、路肩、分隔带、路缘带、人行道及绿化带等组成。道路的结构组成主要包括路基、路面、桥涵、隧道、排水系统、防护工程、交通服务设施及绿化设施等。

(1) 路基。路基是道路的主要工程结构物,它是路面的基础,承受由路面传递下来的行车荷载,其质量好坏直接影响道路的使用品质。

(2) 路面。路面是在路基顶面的供车辆行驶的各种混合料铺筑而成的层状构造物。它直接承受行车荷载和自然因素的影响。

(3) 桥涵。桥涵是道路跨越河流、沟谷和其他障碍物时所使用的构造物。当构造物的标准跨径大于或等于 5 m,多孔跨径大于或等于 8 m 时为桥梁,否则为涵洞。

(4) 隧道。隧道是道路穿越山岭,置于地层或地下的构造物。利用隧道可缩短公路里程和行驶的平顺性。

(5) 排水系统。为防止地面和地下水等自然水的侵蚀、冲刷路基与路面,确保路基路面的稳定而设置的排水构造物,如边沟、排水沟、截水沟、跌水、急流槽,盲沟、渗沟及渗井等。

(6) 防护工程。在沿河或山坡一侧的路基边坡修建的构造物。常见的有挡土墙、护面墙、护脚、石砌边坡等。

(7) 交通设施。包括交通安全设施(护栏、信号灯、防护网、照明设施等)、交通管理设施(交通标志、紧急电话等)、交通服务设施(加油站、维修站、停车场等)。

(8) 植树与绿化。具有稳定路基、美化、安全、减噪作用。

1.4.2 城市道路的基本组成

城市道路主要由以下部分组成:

- (1) 机动车道、非机动车道和人行道。
- (2) 隔离带。由中央分隔带和侧分带组成。
- (3) 绿化带。中间绿带、侧分绿带、行道树等。
- (4) 交叉口、立体交叉、天桥、地道、停车场及公共汽车站。
- (5) 交通安全设施。安全护栏、照明设施、交通信号。
- (6) 排水系统。街沟、雨水口、检查井等。
- (7) 各种管线设施。各种电缆、煤气管和排水管道等。

1.5 道路的技术标准

与其他的建筑等构造物一样，道路工程的设计与修建必须按照一定的标准，以满足道路安全、迅速、经济和舒适的要求，以便达到技术上可行，经济上合理，运用上安全、迅速和舒适的目的。

1.5.1 公路工程技术标准

公路设计必须符合交通部标准《公路工程技术标准》(JTG B01-2003)(以下简称《标准》)，如表 1-1 所示。

表 1-1 各级公路主要技术指标汇总表

道路总类指标		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	2 或 1
车道宽度/m		3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.50	3.75	3.50	3.50	3.25	3.00 或 3.50
路基宽度/m		28.00 34.50 45.00	26.00 33.50 44.00	24.50 32.00	26.00 33.50 44.00	24.50 32.00	23.00	12.00	10.00	8.50	7.50	6.50 4.50
平曲线 半径/m	一般值	1 000	700	400	700	400	200	400	200	100	65	30
	极限值	650	400	250	400	250	125	250	125	60	30	15
停车视距/m		210	160	110	160	110	75	110	75	40	30	20
最大纵坡/%		3	4	5	4	5	6	5	6	7	8	9
最小坡长/m		300	250	200	250	200	150	200	150	120	100	60

高速公路、一级公路需有中间带。中间带由两条左侧路缘带和中央分隔带组成，各部分宽度符合表 1-2 所示。

表 1-2 中间带宽度

设计速度/(km/h)		120	100	80	60
中央分隔带 /m	一般值	3.00	2.00	2.00	2.00
	最小值	2.00	2.00	1.00	1.00
左侧路缘带 宽度/m	一般值	0.75	0.75	0.50	0.50
	最小值	0.75	0.50	0.50	0.50
中间带宽度 /m	一般值	4.50	3.50	3.00	3.00
	最小值	3.50	3.00	2.00	2.00

路肩宽度应符合表 1-3 所示。

表 1-3 路肩宽度

设计速度/(km/h)		高速公路、一级公路				二级公路、三级公路、四级公路				
		120	100	80	60	80	60	40	30	20
右侧硬路肩 宽度/m	一般值	3.00 或 3.50	3.00	2.50	2.50	1.50	0.75			
	最小值	3.00	2.50	1.50	1.50	0.75	0.25			
土路肩宽度/m	一般值	0.75	0.75	0.75	0.50	0.75	0.75	0.75	0.50	0.25 (双车道),
	最小值	0.75	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50			0.50 (单车道)

1.5.2 城市道路主要指标

根据《城市道路设计规范》(CJJ 37-1990)中所规定的各类城市道路的主要技术指标符合表 1-4。

表 1-4 我国城市道路主要技术指标

道路种类	指标					
	级别	设计车速 /(km/h)	双向机动车 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	I	80	≥4	3.75~4.00	必须设	双、四幅路

续表 1-4

道路种类	指标					
	级别	设计车速 / (km/h)	双向机动车 道数/条	机动车道 宽度/m	分隔带设置	横断面采用 形式
主干路	I	50~60	≥4	3.75	应设	单、双、 三、四幅路
	II	40~50	3~4	3.50~3.75	应设	单、双、三幅路
	III	30~40	2~4	3.50~3.75	可设	单、双、三幅路
次干路	I	40~50	2~4	3.50~3.75	可设	单、双、三幅路
	II	30~40	2~4	3.50~3.75	不设	单幅路
	III	20~30	2	3.50	不设	单幅路
支路	I	30~40	2	3.50	不设	单幅路
	II	20~30	2	3.25~3.50	不设	单幅路
	III	20	2	3.25~3.50	不设	单幅路

练习与思考题

- (1) 道路运输与其他运输方式相比有什么特点? 道路运输的功能有哪些?
- (2) 我国公路和城市道路如何进行分类?
- (3) 我国公路和城市道路如何进行分级?
- (4) 请叙述公路的主要组成部分。
- (5) 分析公路和城市道路的结构组成有何异同?