



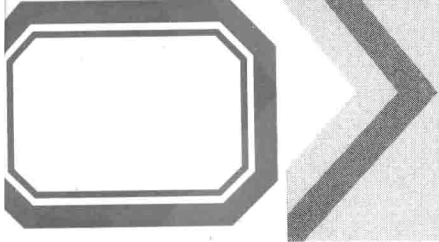
21世纪高等院校
土木与建筑专业“十二五”规划教材

顾问 郑俊杰

道路与桥梁 工程概论

主编 聂重军 黄琼

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

道路与桥梁工程概论

主 编 聂重军 黄 琼
副主编 黄立浦 匡希龙 王会利
参 编 沈 璐 袁 琳

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

道路与桥梁工程概论/聂重军,黄琼主编.—北京:
中国建材工业出版社,2013.7
21世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5160-0494-4

I.①道… II.①聂… ②黄… III.①道路工程-高等学
校-教材 ②桥梁工程-高等学校-教材 IV.①
U41②U44

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第153144号

内 容 提 要

全书分为4篇,即路线设计、路基路面工程、桥梁工程、隧道工程,主要讲述道路与桥梁工程的发展概况,道路平、纵、横断面设计,选线、定线、道路交叉;路基路面构造,一般路基设计,路基稳定和挡土墙设计,柔性 and 刚性路面的构造原理,设计和施工技术以及施工质量控制;桥梁工程的类型、构造、荷载等;隧道的构造、设计方法、施工技术等。

本书可作为土建类专业(城镇建设、建筑工程、地下工程和水利工程等)的基本教材,亦可作为非土建类本科和大专相关专业(城市规划、给排水、房地产经营管理、建筑工程经济和建筑机械等)的选修课教材,还可作为从事道路与桥梁工程设计、监理、施工工作的工程技术人员的参考用书。

道路与桥梁工程概论

聂重军 黄 琼 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:16.5

字 数:391千字

版 次:2013年7月第1版

印 次:2013年7月第1次

定 价:35.00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

序

Preface

国家教育事业发展第十二个五年规划提出,深化教育,教学改革,坚持能力为重,加强创新意识和能力培养,注重学思结合,知行统一,因材施教,加强实践环节培养。同时,特别强调了创新人才培养,提出要切实加强动手实践教学,加强学生创新意识和能力培养;鼓励高校、科研院所、企业联合培养拔尖创新人才,实施卓越工程师、医师、农林和法律等人才培养计划,拓宽创新型人才的成长途径。

有鉴于此,中国建材工业出版社组织启动了21世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材的编写和出版工作。本教材正是为了适应当今时代对高层次建设类人才培养的需求而编写的。本教材以适应社会需求为目标,以培养技术能力为主线组织编写,在编写内容上以“够用”为度,以“实用”为准,理论紧密联系实际,深入浅出,按照认知规律兼顾工程实用的原则安排知识结构体系;在具体内容上以保持知识的连贯性和够用为原则进行取舍。其主要有如下特色:

(1)教材的编写内容具有实用性。编写力求贯彻理论联系实际的原则,突出理论知识的应用,加强针对性和实用性,并尽量反映本学科的最新成就和发展趋势。

(2)编者经验丰富,均经过院校推荐,编委会资格审定、筛选,为相关院校一线骨干教师。

本教材图文并茂、深入浅出、简繁得当,系统地阐述了道路与桥梁工程的基本知识,采用了近年最新颁布的道路和桥梁工程的有关设计、施工规范和标准,着重于道路与桥梁工程基本知识体系(即路基、路面、路线、桥梁、隧道等)的构建。

我能为本教材作序,感到非常荣幸,希望本教材有助于培养适应中国特色社会主义发展需要的、素质全面的新型工程建设人才。相信本教材能为教师、学生以及专业人士所喜爱。

郑俊杰

长江学者特聘教授

前言

Foreword

改革开放以来,我国确立了以经济建设为中心的基本国策,加大了基本建设投资规模。在此背景下,公路建设事业,尤其是高等级公路和桥梁建设得到快速发展。截至2012年年底,全国公路总里程达423.75万千米,其中高速公路9.62万千米。与此同时,铁路建设尤其是高速铁路建设也进入快速发展时期,截至2008年年底,国家铁路(不包括合资铁路和地方铁路)线路总延展里程达138032千米。此外,随着城镇化进程的日益推进,市政道路与地铁工程也得到了蓬勃发展。上述运输行业的高速发展决定了大量路桥专业技术人才的需求缺口,另外我国高等教育改革正不断深化,拓宽专业知识面、优化知识结构、培养一专多能和对学加强全面素质教育,已成为高等教育发展的必然趋势。

本书系统地阐述了道路与桥梁工程的基本知识,采用了近年最新颁布的道路和桥梁工程的有关设计、施工规范和标准,着重于道路与桥梁工程基本知识体系(路基、路面、路线、桥梁、隧道等)的构建,体现了内容的新颖性、实用性和应用性。

本书由聂重军、黄琼担任主编,黄立浦、匡希龙、王会利担任副主编,沈璐、袁琳参与编写。具体编写分工如下:第1篇路线设计由聂重军编写;第2篇路基路面工程由沈璐编写;第3篇桥梁工程由王会利、黄立浦共同编写;第4篇隧道工程由匡希龙、袁琳共同编写;黄琼参与了部分章节的编写及审稿工作。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏与不足之处,敬请读者多提宝贵意见,以便再版时修订。

编者

第1篇 路线设计

第1章 路线设计概述 / 2

- 1.1 我国道路发展史及规划 / 2
- 1.2 道路的分类与分级 / 4
- 1.3 路线设计的依据 / 6

第2章 道路线形设计 / 12

- 2.1 道路平面设计 / 12
- 2.2 道路纵断面设计 / 19
- 2.3 道路横断面设计 / 28

第3章 道路选线与定线 / 39

- 3.1 道路选线 / 39
- 3.2 道路定线 / 43

第4章 路线交叉 / 49

- 4.1 道路平面交叉 / 49
- 4.2 道路立体交叉 / 54

第2篇 路基路面工程

第5章 路基路面工程概述 / 61

- 5.1 路基路面工程发展概况 / 61
- 5.2 路基路面结构的功能要求 / 63

5.3 公路自然区划 / 65

第 6 章 路基工程基本知识 / 68

6.1 公路用土的分类与工程性质 / 68

6.2 路基干湿类型 / 70

6.3 路基工作区 / 72

6.4 路基病害与防治 / 73

第 7 章 路基设计 / 76

7.1 路基横断面形式 / 76

7.2 一般路基设计 / 78

7.3 路基防护与加固设计 / 84

第 8 章 挡土墙 / 86

8.1 挡土墙概述 / 86

8.2 挡土墙的布置 / 93

第 9 章 路面工程基本知识 / 96

9.1 路面工程概述 / 96

9.2 路面的等级与分类 / 98

第 10 章 中低级路面与基层 / 101

10.1 碎(砾)石路面与基层 / 101

10.2 无机结合料稳定类基层 / 103

第 11 章 沥青路面 / 105

11.1 沥青路面概述 / 105

11.2 沥青路面的破坏状态与设计标准 / 110

第 12 章 水泥混凝土路面 / 114

12.1 水泥混凝土路面概述 / 114

12.2 水泥混凝土路面的构造要求 / 115

12.3 水泥混凝土路面的破坏形式 / 121

第 13 章 路基路面排水系统 / 123

13.1 路基路面排水要求及设计的一般原则 / 123

13.2 路基排水设施 / 124

13.3 路面排水设施 / 131

第 3 篇 桥梁工程**第 14 章 桥梁工程概述 / 138**

14.1 桥梁发展概述 / 138

14.2 桥梁的基本组成和分类 / 148

第 15 章 桥梁上的作用与桥梁总体规划设计 / 152

15.1 桥梁上的作用 / 152

15.2 桥梁总体规划设计 / 161

第 16 章 桥梁构造形式 / 168

16.1 梁式桥 / 168

16.2 拱桥 / 178

16.3 斜拉桥 / 192

16.4 悬索桥 / 201

第 4 篇 隧道工程**第 17 章 隧道工程概述 / 210**

17.1 隧道发展概况 / 210

17.2 隧道的分类 / 211

17.3 隧道结构构造 / 212

17.4 隧道围岩分级 / 214

第 18 章 隧道勘察与总体设计 / 222

18.1 隧道勘察 / 222

18.2 隧道总体设计 / 225

第 19 章 隧道衬砌设计与计算方法 / 235

19.1 隧道衬砌设计 / 235

19.2 隧道衬砌结构计算方法 / 243

第 20 章 隧道施工方法 / 249

20.1 矿山法施工 / 249

20.2 新奥法施工 / 250

参考文献 / 255

第 1 篇 路线设计

第 1 章

路线设计概述

● 学习重点

道路的分类和分级;设计车辆的类型;设计速度的定义、作用及选用条件;设计交通量和设计小时交通量定义及确定方法;交通量折算方法。

● 学习目标

- (1) 了解道路运输的特点;
- (2) 熟悉道路的分类和分级,道路线形设计的自然条件依据;
- (3) 掌握道路的分级,设计车辆的类型,设计速度的定义、作用及选用条件,设计交通量和设计小时交通量的定义及确定方法,交通量折算方法。

1.1 我国道路发展史及规划

1.1.1 我国道路发展史

我国道路建设有着悠久的历史。早在公元前 2000 年便有了可以通行牛车、马车的道路。秦始皇统一六国后,大修驰道、颁布“车同轨”法令,使道路建设得到了较大的发展。随着社会的进步,城市的兴起和商业的发展,道路又得到进一步发展。公元前 2 世纪,我国通往中亚和欧洲的丝绸之路逐渐发展起来。唐代是我国古代道路发展的极盛时期,初步形成了以城市为中心的四通八达的道路网。到清代,全国已形成了层次分明、功能较完善的道路系统——“官马大路”“大路”“小路”,分别为京城到各省城、省城至地方重要城市及重要城市到市镇的三级道路,其中仅“官马大路”就达 4000 余里。

20 世纪初汽车输入我国,通行汽车的公路开始发展起来,从 1906 年在广西友谊关修建第一条公路开始到 1949 年新中国成立这 40 余年间,全国公路通车里程仅 8.1 万千米。

新中国成立以来,我国公路发展大致经历了四个阶段:

(1) 从新中国成立初期至改革开放前的 1978 年。20 世纪五六十年代,根据当时形势需要和条件,我国公路建设基本上是在原大车道、便道上修补改造进行,为适应经济发展和开发边疆的需要,我国开始大规模修建通往边疆和山区的公路,相继修建了川藏公路、青藏公路,并在东南沿海、东北和西南地区修建国防公路,公路里程迅速增长,至 1978 年全国公路里程达到

89 万千米,但公路等级普遍很低。

(2)从 1978 年至 1985 年。改革开放后,我国国民经济持续高速发展,公路运输需求强劲增长,公路建设的重要性逐步为全社会所认识。国家计委、国家经委、交通部联合颁布了国道网规划,确定首都放射线 12 条、北南纵线 28 条、东西横线 30 条共 70 条国道,并采取措施加快发展公路建设事业。公路通车总里程增长到 94.19 万千米。

(3)“七五”时期和“八五”初期。“七五”时期,我国公路交通事业进入一个持续、快速、健康的发展时期,建成了上海至嘉定、沈阳至大连等共 600 多千米的高速公路,实现了我国大陆高速公路零的突破。“八五”初期,根据国民经济发展对交通运输的总体要求,在国道网规划基础上研究形成了“五纵七横”12 条国道主干线规划,逐步建成以二级以上汽车专用公路为主组成的国道主干线网。到 1997 年底,全国公路通车总里程已达 117.6 万千米,其中高速公路 4771 千米。短短 10 年间,我国的高速公路就走过了发达国家高速公路一般需要 40 年走完的发展历程,高速公路及其他高等级公路的建设,改善了我国公路的技术等级结构,改变了我国公路事业的落后面貌,同时也大大缩短了我国同发达国家之间的差距。

(4)1998 年至今,我国公路基础设施实现了跨越式发展。截至 2012 年底,全国公路总里程达 423.75 万千米,其中高速公路 9.62 万千米,居世界第二位,高速公路通车里程中有约 1/4 的里程为山区高速公路,代表山区高速公路管理水平、设计水平、建设水平及成套技术等已经跨入了世界先进行列。公路密度进一步提高,全国公路密度为 44.14 千米/百平方千米,东部地区公路密度超过 50 千米/百平方千米,接近中等发达国家水平。全国通公路的乡(镇)占全国乡(镇)总数的 99.97%,通公路的建制村占全国建制村总数的 99.55%。

1.1.2 我国道路建设存在的问题及发展规划

1. 我国道路建设存在的问题

我国公路交通建设虽然取得了重大成就,但由于公路交通基础薄弱,各地发展极不平衡,因此与国际上发达国家相比,还有很大差距,还不能适应国民经济和社会发展的需要。主要表现在以下几个方面:

(1)公路数量少。截至 2006 年底,全国还有 672 个乡镇和 89975 个建制村不通公路;按国土面积计算的公路网密度仍然很低,只相当于印度的 1/5,美国的 1/7,日本的 1/30。

(2)公路质量差、标准低。在通车里程中,等级较低的三、四级公路占较大部分,还有达不到技术标准的“等外路”。有的公路防护设施不全,抗灾能力很差。

因此,在今后相当长的时期内,加快新建公路的建设和低等级公路的改建,将是我国公路建设的主要任务。

(3)高速公路相对量低。我国至 2012 年底虽然已有 9.62 万千米的高速公路,但相对于中国广阔的国土、众多的人口和快速增长的交通需求,中国高速公路总量不足,覆盖能力有限,尚未形成网络规模效益。

2. 我国公路发展规划

2004 年 12 月 17 日,《国家高速公路网规划》经国务院审议通过,标志着中国高速公路建

设发展进入了一个新的历史时期。国家高速公路网是中国公路网中最高层次的公路通道,主要连接大中城市,包括国家和区域性经济中心、交通枢纽、重要对外口岸;承担区域间、省际以及大中城市间的快速客货运输,提供高效、便捷、安全、舒适、可持续的服务,为应对自然灾害等突发性事件提供了快速交通保障。

《国家高速公路网规划》采用放射线与纵横网格相结合的布局方案(图 1-1),形成由中心城市向外放射以及横连东西、纵贯南北的大通道,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”,总规模约 8.5 万千米,其中主线 6.8 万千米,地区环线、联络线等其他路线约 1.7 万千米。

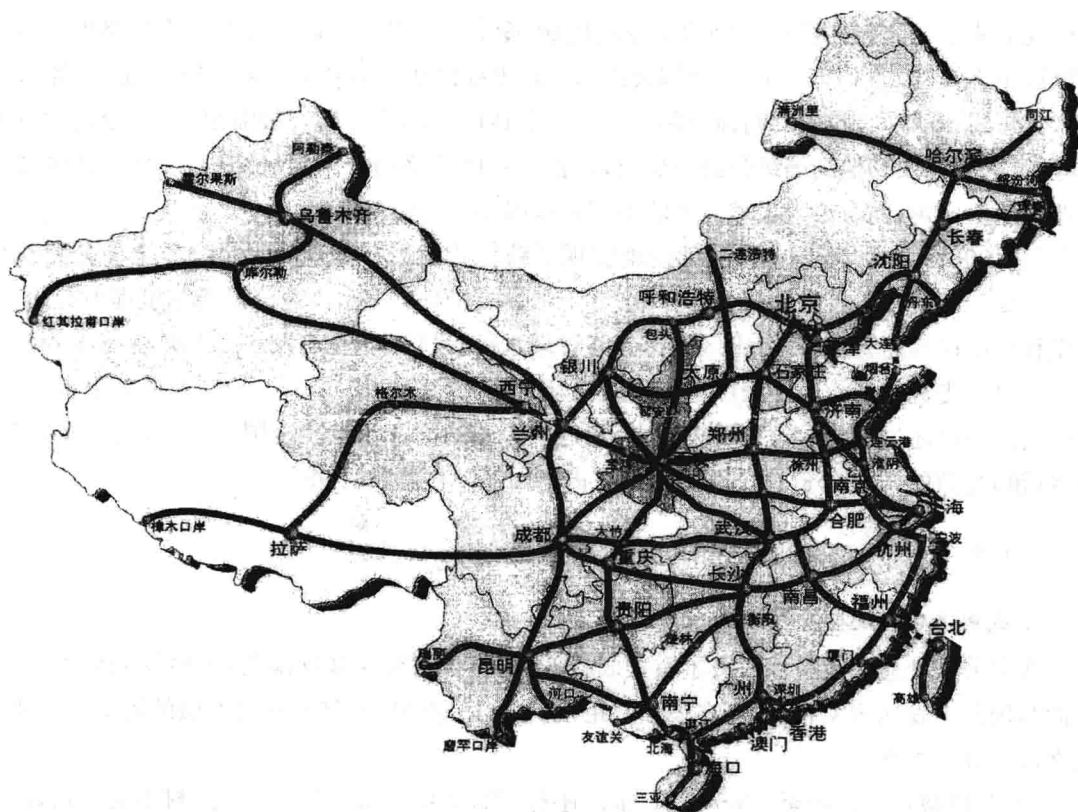


图 1-1 国家高速公路网规划图

1.2 道路的分类与分级

1.2.1 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: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。

1.2.2 公路的分类与分级

1. 公路的分类

(1)公路按功能可分为干线公路、集散公路、地方公路。

1)干线公路:应为用路者提供高效的通过性,尽量减少或消除平面交叉、出入口和支路汇入,可分为主干线公路和次干线公路。

2)集散公路:为干线公路和地方公路的连接公路,以汇集地方交通、疏散干线交通为主,应控制平面交叉、出入口和支路汇入,可分为主集散公路和次集散公路。

3)地方公路:应直接与用路者的出行端点连接,以提供通达性为主,开放平面交叉、出入口和支路汇入。

(2)公路按行政管理属性可分为国道、省道、县道和乡道。

1)国道(国家干线公路):具有全国性政治、经济、国防意义的国家主要干线公路,包括重要的国际公路,国防公路,连接首都与各省会的公路,连接各大经济中心、交通枢纽、商品生产基地和战略要地的公路。

2)省道(省干线公路):具有全省政治、经济意义,连接省内中心城市与经济区的干线公路,以及不属于国道的省际重要公路。

3)县道:具有全县政治、经济意义,连接县城和县内主要乡镇、主要商品生产基地和集散地的公路,以及不属于国道、省道的县际公路。

4)乡道:为乡镇的经济、文化、行政服务的公路,以及不属于县道以上公路的乡际公路。

2. 公路的分级

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《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: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。高速公路应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20000~55000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20000~55000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。

1.2.3 城市道路的分类与分级

1. 城市道路分类

根据道路在城市道路网中的地位、交通功能以及对沿线建筑物的服务功能,城市道路可分为四类:

(1)快速路:为城市中长距离快速交通服务的城市道路。快速路机动车道两侧不应设置非机动车道;对向行车道之间应设置中间分隔带,其进出口应采用全控制或部分控制;沿线两侧不能设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的进出口,对一般建筑物的进出口应加以控制,当进出口较多时宜在两侧另建辅道。

(2)主干路:以交通功能为主的城市道路。非机动车交通量大时应设置分隔带与机动车分离行驶,两交叉口之间分隔机动车与非机动车的分隔带宜连续;主干路两侧不宜设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的进出口。

(3)次干路:集散交通,兼有服务功能的城市道路。次干路两侧可设置公共建筑物的进出口,并可设置机动车和非机动车停车场、公共交通站点和出租车服务站。

(4)支路:解决局部区域交通,以服务功能为主的城市道路。支路可与平行于快速路的道路相接,但不得与快速路直接相接。支路需要与快速路交叉口时应采用分离式立体交叉跨过或穿过快速路。

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。

1.3 路线设计的依据

1.3.1 技术依据

路线设计的技术依据有:

《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)

《公路路线设计规范》(JTG D20—2006)

- 《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)
《公路勘测规范》(JTG C10—2007)
《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB 18314—2009)
《公路环境保护设计规范》(JTG B04—2010)
《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81—2006)
《公路工程水文勘测设计规范》(JTG C30—2002)
《公路工程地质遥感勘察规范》(JTG/T C21—2001—2005)
《城市道路交通规划设计规范》(GB 50220—1995)
《厂矿道路设计规范》(GBJ 22—1987)

1.3.2 自然条件

影响道路的自然因素主要有地形、气候、水文、地质构造、土壤及植被等,这些自然因素主要影响道路等级和设计速度的选用、路线方案的确定、路线平纵横的几何形状、桥隧等构造物的位置和规模、工程数量和造价等方面。

(1)地形:决定了选线条件,并直接影响道路的技术标准和指标。

(2)气候:直接或间接地影响地面水的数量、地下水位高度、路基水温状况,以及泥泞期、冬季积雪和冰冻期等路面使用质量。

(3)水文:决定排水结构物的数量和大小,水文地质情况决定了含水层厚度和位置、地基或边坡的稳定性。

(4)地质构造:决定了地基和路基附近岩层的稳定性,决定有无滑坍、碎落和崩坍的可能,同时也决定了土石方工程施工的难易程度和筑路材料的质量。

(5)土壤:路基和路面基层的材料,它影响路基形状和尺寸,也影响路面类型和结构的确定。

(6)植被:影响暴雨径流、水土流失程度,经济种植物还影响路线的布设。

1.3.3 交通条件

1. 设计车辆

设计车辆指道路设计所采用的具有代表性的车辆。汽车的行驶性能、外廓尺寸以及行驶于道路上不同种类车辆的组成对于道路几何设计具有决定作用,如确定路幅组成、车道宽度、弯道加宽、纵坡大小、行车视距等都与设计车辆有密切关系。

道路上行驶的车辆很多,作为道路设计依据的可分为四类:小客车、载重汽车、鞍式列车、铰接车。其外廓尺寸见表 1-1 和图 1-2。

表 1-1 设计车辆外廓尺寸表

车辆类型	总长/m	总宽/m	总高/m	前悬/m	轴距/m	后悬/m
小客车	6.0	1.8	2.0	0.8	3.8	1.4
载重汽车	12.0	2.5	4.0	1.5	6.5	4.0

续表

车辆类型	总长/m	总宽/m	总高/m	前悬/m	轴距/m	后悬/m
鞍式列车	16.0	2.5	4.0	1.2	4.0+8.8	2.0
铰接车	18.0	2.5	4.0	1.7	5.8+6.7	3.8

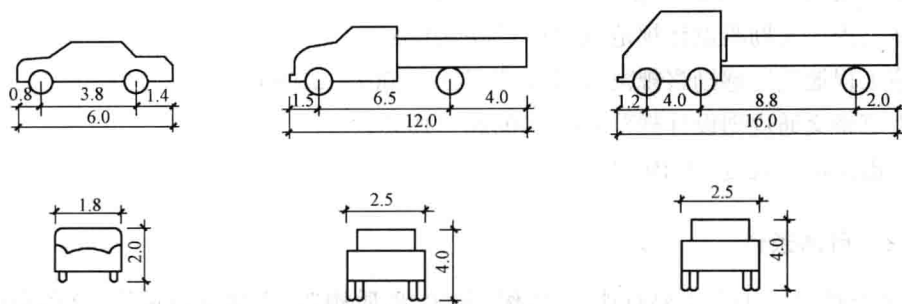


图 1-2 设计车辆外廓尺寸图(单位:m)

高速公路、一级公路和有大型集装箱运输公路以鞍式列车为依据,其他公路以小客车和载重汽车为依据,城市道路以铰接车作为控制,确定路缘石或交通岛的转弯车道半径时,一般应以鞍式列车的转弯半径作为控制。

2. 设计速度

设计速度(计算行车速度)是指当气候条件良好、交通密度小、汽车运行只受道路本身条件(几何要素、路面、附属设施等)的影响时,中等驾驶技术的驾驶员能保持安全舒适行驶的最大行驶速度。

设计速度是决定道路几何形状的基本依据,道路的曲线半径、超高、视距等直接与设计速度有关,同时也影响车道宽度、中间带宽度、路肩宽度等指标的确定。

《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)对各级公路的规定如表 1-2 所示,在选用各级公路设计速度时应根据公路的功能、等级及交通组成,结合沿线地形、地质等状况,经论证确定。

表 1-2 各级公路设计速度

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

城市道路与公路相比,具有功能多样、组成复杂、行人交通量大、车辆多、车速差异大、交叉口多的特点,平均行驶速度比公路低。

3. 交通量

(1)年平均日交通量与设计交通量。年平均日交通量(AADT)是一年的总交通量除以 365 天,是我国统计的公路交通量的通用单位。

设计交通量是指拟建道路到预测年限时所能达到的年平均日交通量(辆/日),其值根据交通量预测得到。