



公路

修建技术指南

姜晨光 主编

GONGLU XIUJIAN JISHU ZHINAN



化学工业出版社

公路 修建技术指南

姜晨光 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以最新的国家规范和标准为依据,以近几年国内、外公路建设的最新成就为着眼点,结合我国国情,从实用的角度出发,通俗、系统地阐述了公路工程建设的基本程序与过程(包括公路工程勘测、公路工程规划、公路工程设计、公路工程施工、公路工程管理、公路工程检测等),对公路工程勘察、规划、设计、施工、管理和相关科学研究工作具有一定的指导意义和参考价值。

本书可供在公路建设第一线工作的工程技术人员、工程管理人员、工人作为工作或学习参考,也可作为各级政府涉及交通行业的主管部门(如交通、公路、市政、建设、规划、公安等)以及交通类企业管理人员的工具书,还可作为高等院校土木工程专业、交通工程类专业高年级学生的辅修教材或阅读材料。

图书在版编目(CIP)数据

公路修建技术指南/姜晨光主编. —北京:化学工业出版社, 2010.10
ISBN 978-7-122-09285-4

I. 公… II. 姜… III. 道路工程-工程施工-指南 IV. U415-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 150354 号

责任编辑:董琳

文字编辑:张燕文

责任校对:宋玮

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 434 千字 2010 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前 言

就全世界范围讲,目前的交通运输方式主要有铁路、公路、水运、航空、管道 5 种。公路运输与其他 4 种运输方式比较具有直达、机动灵活、自成运输体系、通达深度广、覆盖范围大、投资少、周转快、运输批量化、运输时间不受限制等优点。当前,公路仍是中、短途运输的主力军,可以说公路在 800 公里以下的运输中仍占据优势地位,我国的现代民间谚语“要想富修公路、要快富修高速”足以说明公路建设与人民生活的紧密联系程度及重要性。改革开放以来,我国政府在涉及国计民生问题的基础设施建设领域倾注了极大的精力、人力、物力和财力,截至目前,我国公路总里程已达 370 万公里,其中高速公路总里程 6.5 万公里(居世界第二位、仅次于美国),照此速度,中国的高速公路总里程将在两到三年内超过美国。公路对经济的拉动作用非常明显,在近期的前所未有的金融危机环境下,2009 年全年,我国交通运输业完成全社会固定资产投资 1.13 万亿元,拉动国民经济增长 0.5 个百分点以上。布局合理、通行顺畅、安全快捷、质量优异的公路对国家发展和人民富裕、文明具有重要的作用,要达到这个目标就必须对公路进行科学的规划、认真的勘察、周全的设计、精心的施工、细心的维护,也就要求从事公路事业的人们要有全面的、丰富的知识与经验和一丝不苟的敬业精神,同时还要求公路从业人员必须不断学习、与时俱进、及时更新知识、紧跟公路科技发展的步伐,鉴于此,笔者编写了此书。

本书是笔者在江南大学从事教学、科研和工程实践活动的经验积累之一,也是笔者近 30 年土木工程生涯中不断追踪科技发展脚步的部分收获。本书的编写借鉴了当今国内外的最新研究成果和大量的实际工程资料,吸收了许多前人及当代人的宝贵经验和认识,也尽最大可能地包含了当今最新的公路技术成就,希望本书的出版能有助于公路科学技术的普及、发展与提高,对从事公路事业的人们有所帮助,为我国公路建设事业的健康可持续发展做出贡献。

全书由江南大学姜晨光主笔完成,湖南省交通规划勘察设计院彭建国,中国钢研科技集团公司王斯勇,北京中锰工贸有限责任公司冀乔,中冶集团武汉勘察研究院有限公司汪福来,广州市中心区交通项目办公室陈立功,广东鸿发投资集团公司戴晓红,广州市市政集团有限公司池泽雄,贵州省交通科学研究院王云牧,山东省文登市建设局蔡香玲,

无锡市交通局丁满琪，无锡市建设局何跃平、朱烨昕、顾持真、成美捷、孙清林、冯伟洲、姜科、宋艳萍、夏正兴、范春雨、沈建，莱阳市国土资源局姜祖彬、姜霞、李光、李金洲、刘华、徐永成、梁延兴、刘桂芳、陈明、于吉波等同志（排名不分先后）参与了部分章节的撰写工作。

初稿完成后，苏文馨、徐至善、李锦铭、王浩闻、黄建文五位教授级高工提出了不少改进意见，为本书的最终定稿做出了重大的贡献，谨此致谢！

限于水平、学识和时间关系，书中内容难免存在欠妥之处，敬请读者多多提出批评与宝贵意见。

姜晨光

2010年4月于江南大学

目 录

第1章 概述	1	5.2 公路路线方案的选择方法	67
1.1 公路工程概貌	1	5.3 平原地区的公路选线方法	69
1.2 公路运输的特点与作用	3	5.4 山岭区的公路选线方法	71
1.3 我国公路的修建历史、现状与发展	3	5.5 丘陵区的公路选线方法	77
1.4 我国公路的分级与技术标准	5	5.6 现代测绘技术在道路工程中的应用	78
1.5 公路勘测设计的基本程序	7	第6章 公路的定线	80
1.6 公路勘测设计的依据	8	6.1 公路的纸上定线方法	80
第2章 公路的平面设计	18	6.2 公路的直接定线方法	87
2.1 概述	18	6.3 公路的实地放样方法	89
2.2 公路的直线段设计方法	20	第7章 道路的平面交叉设计	91
2.3 公路的圆曲线段设计方法	22	7.1 概述	91
2.4 公路的缓和曲线段设计方法	26	7.2 公路交叉口的交通组织设计方法	96
2.5 公路的平面线形设计方法	31	7.3 公路交叉口的视距与转弯半径设计	98
第3章 公路的纵断面设计	35	7.4 公路交叉口的拓宽设计方法	100
3.1 概述	35	7.5 公路环形交叉口的的设计方法	104
3.2 公路的纵坡设计方法	35	7.6 公路交叉口的立面设计方法	107
3.3 公路的竖曲线设计方法	42	7.7 公路平面交叉口的的设计方法	113
3.4 公路的平、纵线形组合设计方法	43	第8章 公路路基路面工程的特点 ..	115
3.5 公路的纵断面设计方法	46	8.1 概述	115
第4章 公路的横断面设计	49	8.2 公路路基路面稳定的影响因素	116
4.1 道路横断面的类型与组成	49	8.3 公路路基土的分类	116
4.2 公路机动车道、路肩与中间带的设计方法	50	8.4 公路的自然区划	117
4.3 公路非机动车道、人行道与路缘石的设计方法	52	8.5 公路路基的水温状况与干湿类型	117
4.4 公路的平曲线加宽设计方法	53	8.6 公路土基的受力特征与基本要求	118
4.5 公路的平曲线超高设计方法	55	8.7 公路路基的变形、破坏及防治要点	119
4.6 公路的爬坡车道与避险车道设计方法	57	第9章 公路一般路基的设计	120
4.7 公路的行车视距与保障设计	58	9.1 公路路基设计的一般要求	120
4.8 道路路基的横断面设计方法	61	9.2 公路路基的类型与构造	121
4.9 道路路基土石方量的计算与调配方法	62	9.3 公路的路基设计方法	122
第5章 公路的选线	65	9.4 公路路基的附属设施	127
5.1 概述	65	第10章 公路路基的稳定性分析 ..	129
		10.1 概述	129
		10.2 公路直线滑动面的边坡稳定性分析方法	130
		10.3 公路曲线滑动面的边坡稳定性分析	

方法	131
10.4 公路软土地基的路基稳定分析	
方法	135
10.5 公路浸水路堤的稳定分析方法	136
10.6 公路路基的防护与加固	137
第 11 章 公路挡土墙的设计	139
11.1 概述	139
11.2 公路挡土墙的构造与布置	140
11.3 公路挡土墙的土压力计算方法	140
11.4 公路挡土墙设计的基本原则	142
11.5 公路重力式挡土墙的设计方法	144
11.6 公路工程中其他类型挡土墙的设计	
要点	145
11.7 地震地区公路挡土墙的设计方法	146
11.8 公路轻型挡土墙的设计方法	147
11.9 公路加筋土挡土墙的设计方法	148
第 12 章 公路路基路面的排水设计	150
12.1 概述	150
12.2 公路路基排水设施的构造与布置	
方法	151
12.3 公路路面排水的设计方法	153
第 13 章 公路交通荷载环境因素和力学参数	156
13.1 公路的路面结构及分类	156
13.2 环境因素对公路的影响	157
13.3 公路的交通荷载参数	159
13.4 公路路面的结构设计参数	162
13.5 公路路面材料的累积变形和疲劳破坏	165
第 14 章 公路块料、碎(砾)石材料及路面	167
14.1 公路块料及块料路面	167
14.2 公路松散碎(砾)石材料及路面	168
第 15 章 公路无机结合料稳定路面	170
15.1 概述	170

15.2 公路路面无机结合料稳定材料的特性	170
15.3 公路石灰稳定类基层与底基层	171
15.4 公路水泥稳定类基层与底基层	173
15.5 公路工业废渣稳定类基层与底基层	174
第 16 章 公路沥青路面设计与施工	176
16.1 概述	176
16.2 公路沥青路面材料的结构及力学特性	178
16.3 公路沥青路面的稳定性与耐久性	183
16.4 公路沥青路面施工与质量控制	186
16.5 公路沥青路面设计要求	187
16.6 公路路面的弹性层状体系理论	189
16.7 公路沥青路面结构的组合设计	190
16.8 公路沥青路面的设计指标与标准	191
16.9 公路沥青路面的设计方法	192
16.10 新建沥青路面设计实例	196
16.11 公路沥青路面的改建设计	198
第 17 章 公路水泥混凝土路面的设计与施工	199
17.1 概述	199
17.2 公路水泥混凝土路面的结构要求	199
17.3 公路水泥混凝土路面的接缝构造与布置	201
17.4 公路其他类型的混凝土路面	204
17.5 公路水泥混凝土路面施工	206
17.6 公路水泥混凝土路面的设计要求	207
17.7 公路水泥混凝土路面设计的弹性地基板理论	207
17.8 公路水泥混凝土路面的应力分析	210
17.9 公路路面结构的可靠度	213
17.10 公路水泥混凝土路面的设计参数	215
17.11 公路水泥混凝土路面结构组合设计	215
17.12 公路水泥混凝土路面设计方法	217
17.13 公路路面的养护与评价方法	220
参考文献	225

第1章 概述

1.1 公路工程概貌

道路的发展按时间顺序可大致分为以下4个阶段。

① 雏形期：指道路用于供行人和牛马及其他兽类行走、驮运货物的阶段，该时期的道路通常称为小路或小径 (trail)。

② 定型期：指道路用于供畜力车辆和行人通行的大道 (cart way) 阶段，该时期的道路在中国有“康衢”、“路”、“驰道”、“驿道”等名称，在欧洲的罗马也由于道路系统的发达产生了“条条大道通罗马”的谚语。

③ 发展期：指道路进入用于行驶汽车的公路 (highway) 阶段，以1886年德国的高特列希·戴姆勒发明的内燃机汽车为开端，我国则在1902年从国外引进汽车并于1906年由广西镇守史苏元春修建了中国第一条可行驶汽车的公路——龙州到镇南关公路。

④ 成熟期：指道路进入以高速度分层行驶为特征的高速公路阶段（称为 freeway 或 expressway），即现代公路阶段。

道路是供各种车辆、行人等通行的工程设施，按其使用范围可分为公路、城市道路、机场跑道、厂矿道路、林区道路等。

在我国，公路是指按现行部（交通运输部）颁《公路工程技术标准》(JTGB01) 修建，经交通主管部门验收认定的城市间、城乡间、乡间主要供汽车行驶的公共道路。城市道路、内部生产作业道路（如农牧场、厂矿、林区、港区、油田等）军事基地内道路、游览点内部道路等均不属于公路。厂矿道路是指主要供工厂、矿山等运输车辆通行的道路。林区道路则是建在林区，主要供各种林业运输工具通行的道路。城市道路是指城市规划区范围内，供车辆及行人通行的具备一定技术条件和设施的的道路，其中城市是指直辖市、市、镇和未设镇的县城，城市道路按其所在城市道路系统中的地位和交通功能的不同分为城市快速路、城市主干道、城市次干道、城市支路4类。城市快速路的特点是分向高速行驶、立体交叉、控制出入，一般具有四车道以上并设中央分隔带。城市主干道是指在城市道路网中起骨架作用以解决区间交通联系、满足对外交通需求的道路。城市次干道是指连接于主干道之间的辅助性干道。城市支路则是指次干道与街道的连接线，以服务功能为主，解决区域性交通问题。

按我国交通运输部《公路工程技术标准》(JTGB01) 规定，我国的公路根据其任务、功能和适应的交通量的不同分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路五个技术等级，各等级公路的具体功能及适应的交通量大小见表1-1-1。公路等级的选用应以公路网的规划为依据，从全局出发，根据公路的使用任务、功能和远景交通量等综合确定。一条公路，可根据交通量等情况分段采用不同的车道数或不同的公路等级。在我国，公路还习惯按其与国家政治、经济、国防和区域行政管理中的重要性和使用性质不同划分为国道、省道、县道、乡道和专用公路五个行政等级，其各自的含义见表1-1-2。

在我国，从全国范围考虑的公路网被称为国家干线公路网（简称国道网）。国道网中经济意义特别重大、交通运输特别繁忙、技术标准较高并在国家公路运输网中起主骨架、主通道作用的公路称国家主干线公路（简称国道主干线）。20世纪90年代，交通运输部在参考国外公路交通

表 1-1-1 我国公路的技术等级

技术等级	含 义	适应的交通量(折合为小客车) /(年平均辆/日)
高速公路	为具有特别重要的政治、经济意义,专供汽车分向、分车道行驶并全部控制出入的干线公路	四车道:25000~55000 六车道:45000~80000 八车道:60000~100000
一级公路	为连接重要政治、经济中心,通往重点工矿区、港口、机场,供汽车分向、分车道行驶的公路	四车道:15000~30000 六车道:25000~55000
二级公路	为连接政治、经济中心或工矿区、港口、机场等地的公路	双车道:5000~15000
三级公路	为沟通县以上城市的公路	双车道:2000~6000
四级公路	为沟通县、乡(镇)村等的公路	双车道:<2000 单车道:<400

表 1-1-2 我国公路的行政等级

行政等级	含 义
国道	指具有全国性政治、经济、国防意义的国家干线公路,它包括重要的国际公路、国防公路、连接首都与各省和自治区的首府及直辖市的公路,以及连接各大经济中心、港站枢纽、商品生产基地和战略要地的公路
省道	指具有全省(自治区、直辖市)政治、经济意义的省级干线公路,包括连接省会与其卫星城市、中心城市、经济区的公路,以及不属于国道的国际公路和省际间的重要公路
县道	指具有全县(旗、县级市)政治、经济意义,连接县城和县内主要乡(镇)、主要生产与集散地的公路,以及不属于国道、省道的县际间的公路
乡道	指主要为乡(镇)村经济、文化、生活服务的公路,以及不属于县道以上公路的乡与乡之间及乡村与外部联络的公路
专用公路	指专线或主要供厂矿、林区、油田、农(牧)场、旅游区、军事要地等与外部联络的公路

发展经验和研究分析我国的经济布局后提出了国道主干线系统规划,该国道主干线系统的总规模为 3.5 万公里左右,由专供汽车行驶的高速公路和一级公路为主组成,总体布局上可概括为五纵、七横(共十二条路线),它连接了全国 43% 的城市,连接了全国一百万人口以上的所有特大城市和五十万人口以上的大城市的 93%,使全国的七大经济区域基本都有高等级公路连通。2005 年又将其调整为国家高速公路网,采用放射线与纵横网格相结合的布局,由 7 条首都放射线、9 条南北纵线和 18 条东西横线组成(总规模约 8.5 万公里,其中主线 6.8 万公里,地区环线、联络线等约 1.7 万公里),简称为“7918”网。截至 2010 年初,我国公路总里程已达 370 万公里,其中高速公路总里程 6.5 万公里(居世界第二位,仅次于美国)。

我国国家高速公路网命名以数字及数字与字母编号,规则如下。

- ① 首都放射线编号为 1 位数,由正北开始按顺时针方向升序编排,编号区间为 1~9。
- ② 纵向路线编号为 2 位奇数,由东向西升序编排,编号区间为 11~89。
- ③ 横向路线编号为 2 位偶数,由北向南升序编排,编号区间为 10~90。
- ④ 并行路线的编号采用主线编号后加英文字母“E”、“W”、“S”、“N”组合表示,“E”、“W”、“S”、“N”分别表示并行路线在主线的东、西、南、北方位。

- ⑤ 地区环线的编号按照由北向南的顺序排列,编号区间为 91~99。

- ⑥ 联络线的编号为 4 位数,由主线编号+“1”+联络线顺序号组成。联络线的顺序号按照主线前进方向由起点向终点顺序排列。

- ⑦ 城市绕城环线的编号为 4 位数,由主线编号+“0”+城市绕城线顺序号组成。主线编号为该环线所连接的纵线和横线中编号最小者,如该主线所在城市绕城环线编号空间已全部使用,则先用主线编号次小者,依此类推。若该环线仅有放射线连接,则在 1 位数主线编号前以“0”补位。同一条国家高速公路穿越多个省(区、市),所连接的城市环线的编号在各省(区、市)单独排列。在不同省(区、市)允许出现相同的城市绕城环线编号。

1.2 公路运输的特点与作用

目前的交通运输方式主要有铁路、公路、水运、航空、管道5种。铁路运输的特点是远程客货运量大、连续性较强、成本较低、速度较快、建设周期较长、投资大、定点运行、中转多。水运的特点是通过能力大、运量大、耗能少、成本低、投资省、受自然条件限制大、连续性较差、速度慢。航空运输的特点是速度快、两点间运距短、运量小、成本高。管道运输的特点是连续性强、成本低、安全性好、损耗少、仅适用于流体(如油、气、水等)货物运输。

公路运输的特点和作用可概括为以下6点。

① 直达与机动灵活,这是其他运输方式无法比拟的。水运需要港口,航空需要机场,铁路需要转运站。公路运输最灵活,可不设中转实现门到门的运输,因此损耗少、差错小。

② 可自成运输体系。其他运输方式不能自成体系,必须与公路运输相配合。

③ 通达深度广、覆盖面大。由于汽车可以到户,因而覆盖面广。火车、轮船、飞机等都不能直接到户。

④ 投资少、周转快。

⑤ 运输批量和运输时间不受限制。

⑥ 以中短途运输为主。公路运输在运距400~600km时比铁路经济。长距离则要靠铁路或航空(如新疆的哈密瓜通过铁路运输比较经济,南方的海鲜则应选择空运)。实践证明,在我国,800km以下的运输公路占优势,800~1600km的运输铁路占优势,1600km以上的运输飞机占优势。

1.3 我国公路的修建历史、现状与发展

1906年我国第一条公路在广西友谊关修建。1949年以前,公路交通十分落后,1949年能通车的公路只有8.07万公里,且缺桥少渡、标准很低、路况极差。

1949年到1978年间,我国公路交通进入了恢复发展的新时期,公路总里程增加到89万公里。

1978年以来,我国把交通作为国民经济发展的战略重点之一,为公路交通事业的快速发展提供了良好条件,公路建设的工作方针是统筹规划、条块结合、分层负责、联合建设,公路的筹资渠道实现了多样化(即国家投资、地方筹资、社会融资、引进外资等)。2005年交通运输部组织了全国农村公路专项调查,并以此为基础确定了农村公路的统计标准,2006年起将村道纳入公路统计里程。

截至2010年初我国公路总里程已达370万公里,路网结构进一步改善。全国公路总里程中国道约15万公里、省道约25万公里、县道约54万公里、乡道约106万公里、村道约164万公里、专用公路约6万公里。公路技术等级和路面等级进一步提高,全国等级公路里程约245万公里(约占公路总里程的66%),其中二级及二级以上高等级公路里程约38万公里(约占公路总里程的10%)。按公路技术等级分组,高速公路6.5万公里、一级公路约5万公里、二级公路约27万公里、三级公路约37万公里、四级公路约170万公里、等外公路约125万公里。全国有铺装路面和简易铺装路面的公路里程约160万公里(约占总里程的43%)。按公路路面类型分组,有铺装路面约110万公里(其中沥青混凝土路面约39万公里,水泥混凝土路面约71万公里)、简易铺装路面约55万公里、未铺装路面约205万公里。全国公路平均密度每百平方公里已达38.0公里,全国通公路的乡(镇)占全国乡(镇)总数的99%,通公路的建制村占全国建制村总数的88%。全国农村公路(含县道、乡道、村道)里程约310万公里,农村公路里程超过10万公里的省(区、市)有16个(分别为河南、山东、云南、湖北、广东、湖南、四川、安徽、河北、黑龙江、江西、江苏、新疆、内蒙古、贵州和陕西),高速公路突破2000公里的省(区、市)有6个(分别为河南、江苏、广东、山东、浙江和河北)。全国公路桥梁约57万座、2200万延米

(其中特大桥梁数量约占2%、大桥数量约占5%、中桥数量约占23%、小桥数量约占70%),公路隧道约4000处、200万延米(其中特长隧道数量约占1%、长隧道数量约占12%、中隧道数量约占14%、短隧道数量约占73%),公路渡口有约4700处(其中机动渡口约1800处)。全国公路养护里程约290万公里(约占公路总里程的78%),全国公路绿化里程约135万公里(约占公路总里程的36%)。全国公路营运汽车约达850万辆(其中载客汽车约170万辆、2500万客位,载货汽车约680万辆、3000万吨位)。全社会年完成公路客运量约200亿人次、旅客周转量约11000亿人公里,全社会年完成公路货运量约160亿吨、货物周转量约10000亿吨公里,公路客运量、旅客周转量在综合运输体系中所占比重约为92%和53%,公路货运量、货物周转量在综合运输体系中所占比重分别为73%和12%。全国公路客运平均运距约为60公里,货运平均运距约为70公里。全社会公路运输集装箱约3800万TEU、货运量40000万吨。全国国道网年平均日交通量达11000辆/日(当量标准小客车,下同),全年国道网车流量较大的地区主要集中在京津地区、上海、江苏、浙江、广东,上述地区国道网的年平均日交通量均超过2万辆。全国国道网年平均行驶量约为150000万车·公里/日(当量标准小客车,下同)。全国国道网年平均交通拥挤度约为0.39,北京、天津、上海、广东、海南、云南等省(市)国道相对拥挤(年平均拥挤度均超过0.6,其中北京和云南平均拥挤度超过0.8)。全国国道主干线年平均日交通量约达16000辆/日、年平均行驶量约52000万车·公里/日,全国高速公路年平均日交通量约为17000辆/日、年平均行驶量约为77000万车·公里/日。全国拥有国道交通量观测站点约4500个(其中连续式观测站点约500个,间断式及其他观测站点4000个,观测里程约12万公里)。公路建设投资规模继续加大,公路投资方向进一步向农村公路倾斜,农村公路投资实现较快增长。

1989年我国高速公路通车里程仅为271公里,1999年突破1万公里,2010年初我国高速公路总里程已达6.5万公里(居世界第二位,仅次于美国)。我国用了短短十几年的时间走完了发达国家高速公路建设三四十年的发展历程。我国高速公路通车里程中有约1/4的里程为山区高速公路,代表着我国山区高速公路的管理水平、设计水平、建设水平及成套技术等已经跨入了世界先进国家的行列。

我国的国家高速公路网是中国公路网中最高层次的公路通道,服务于国家政治稳定、经济发展、社会进步和国防现代化,体现强国富民、安全稳定和科学发展思想,符合建立综合运输体系以及加快公路交通现代化的要求。国家高速公路网主要连接大中城市(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、省际间以及大中城市间的快速客货运输并提供高效、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快速交通保障。国家高速公路网采用放射线与纵横网格相结合的布局,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,包括7条首都放射线、9条南北纵向线和18条东西横向线(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),7条首都放射线为北京—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,9条南北纵向线为鹤岗—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,18条东西横向线为绥芬河—满洲里、珲春—乌兰浩特、丹东—锡林浩特、荣成—乌海、青岛—银川、青岛—兰州、连云港—霍尔果斯、南京—洛阳、上海—西安、上海—成都、上海—重庆、杭州—瑞丽、上海—昆明、福州—银川、泉州—南宁、厦门—成都、汕头—昆明、广州—昆明。另外还有辽中环线、成渝环线、海南环线、珠三角环线、杭州湾环线共5条地区性环线、2段并行线和30余段联络线。国家高速公路网建设坚持以人为本,全面、协调、可持续发展的科学发展观,切实贯彻“五个统筹”的要求,遵循“把握全局、突出重点,立足现实、着眼未来、布局合理、注重效率”的原则,体现了“东部加密、中部成网、西部连通”的布局思路,在全国范围内形成了“首都连接省会、省会彼此相通、连接主要地市、覆盖重要县市”的高速公路网络。国家高速公路网最大限度地满足了人民的出行要求,创造了安全、舒适、便捷的交通条件,使用户可直接感受到高速公路系统给生产、生活带来的便利,连接了全国所有的省会级城市、城镇人口超过50万的大城市以及城镇人口超过20万的中等城市,覆盖了全国10多亿人口,实现了东部地区平均30分钟上高速、中

部地区平均1小时上高速、西部地区平均2小时上高速的目标,大大提高了全社会的机动性,还连接了国内主要的AAAA级著名旅游城市,为人们旅游、休闲提供了快速通道。国家高速公路网强化了高速公路对于国土开发、区域协调以及社会经济发展的促进作用,贯彻了国家经济发展战略,加强了长三角、珠三角、环渤海等经济发达地区之间的联系,使大区域间有3条以上高速通道相连,还特别加强了与香港、澳门的衔接,在三大都市圈内部形成了较完善的城际高速公路网(为进一步加快区域经济一体化和大都市圈的形成,加快东部地区率先实现现代化奠定了基础)。国家高速公路网显著改善和优化了西部地区及东北等老工业基地的公路路网结构,提高了区域内部及对外运输效率和能力,进一步强化了西部地区西陇海兰新线经济带、长江上游经济带、南贵昆经济区之间的快速联系,改善了东北地区内部及进出关的交通条件,通过“以线串点、以点带面”,为加快西部大开发和实现东北等老工业基地的振兴奠定了坚实基础。国家高速公路网连接了主要的国家一类公路口岸,改善了对外联系通道运输条件,从而更加有利于外向型经济的发展。国家高速公路网覆盖地区的GDP占到全国总量的85%以上,对促进经济增长、带动相关产业发展、扩大就业等做出了重要贡献。国家高速公路网注重综合运输协调发展,路线连接全国所有重要的交通枢纽城市(包括铁路枢纽50个、航空枢纽67个、公路枢纽140多个和水路枢纽50个),有利于各种运输方式间的优势互补,形成了综合运输的大通道和较为完善的集疏运系统。国家高速公路网对进一步促进国土资源的集约利用、环境保护和能源节约提供了有利支持,有效地促进了社会经济的可持续发展。据测算,在提供相同路网通行能力条件下,修建高速公路的土地占用量仅为一般公路的40%左右,高速公路比普通公路可减少1/3的汽车尾气排放、交通事故率可降低1/3、车辆运行燃油消耗也有大幅度的降低。

在城市道路建设方面,我国古代城市的大车道是城市道路的最初形式。我国最具特色和深远影响的城市道路网是采用九经九纬组成的棋盘式道路网,设有环城道路和市部道路,成了目前常见的方格网加环形的城市干道网规划典型图式之一。1949年后,我国对原有城镇进行了大规模的建设和改造,制定、调整和完善了道路网规划,大规模地进行了城市道路的改建、拓宽和绿化,修建了大量的立体交叉、人行天桥和地下通道,在大小江、河上建造了大量桥梁和过江隧道。目前各大城市纷纷修建中、长距离的快速路和环城快速干道,普遍采用了点、线控制的交通管理系统,部分地区还引进了先进的面控系统。尽管如此,目前城市道路的建设速度仍落后于城市车辆的增加速度,城市交通基础设施仍相对薄弱,交通拥挤、堵塞和乘车难问题仍比较严重,混合交通的机、非、人干扰仍然较大,行车速度低、事故较多、车流量大、人流集中的状况仍没有根本性地解决,总体交通管理水平仍然难如人意。

1.4 我国公路的分级与技术标准

我国公路分级的目的是为了满足不同经济发展、规划交通量、路网建设和功能等的要求,公路必须分等级建设。我国公路的分级主要考虑功能和适应交通量2个因素,功能因素主要是指拟建公路是作为干线公路还是集散公路或支线公路,适应交通量主要由各级公路服务水平与所具有的通行能力决定。我国《公路工程技术标准》(JTGB01)根据功能和适应的交通量将公路分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路5个等级,高速公路为专供汽车分向、分车道行驶并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。全部控制出入的高速公路应符合的条件是必须具有四条或四条以上的车道,必须设置中间带,必须设置禁入栅栏,必须设置立体交叉。

1.4.1 公路的技术标准

公路技术标准是指在一定自然环境条件下能保持车辆正常行驶性能所采用的技术指标体系。公路技术标准反映了我国公路建设的技术方针,是法定的技术要求,公路设计时都应遵守。各级公路的具体标准是由各项技术指标体现的。确定各级公路技术指标的因素主要有3点:路线在公

路网中的功能；设计交通量和交通组成；设计速度。

设计速度是在考虑路线的使用功能和设计交通量的基础上根据国家的技术政策制定的，是技术标准中最重要的指标，它对公路的几何形状、工程费用和运输效率影响最大。使用功能和设计交通量对设计速度选择的影响主要体现在以下 2 个方面：路线在公路网中具有重要经济和国防意义、交通量较大、技术政策要求高时应采用较高的设计速度，反之可采用相对低一些的设计速度；某些公路尽管交通量不是很大，但其具有重要的政治、经济、国防意义（如通向机场、经济开发区、重点游览区或军事用途的公路），可以采用较高的设计速度。

1.4.2 公路等级的选用原则

公路等级的选用应根据公路功能、路网规划、交通量情况，充分考虑项目所在地区的综合运输体系、远期发展，经充分论证后确定。公路等级的选用原则主要有以下 3 条。

① 以功能作为选用公路等级和确定设计目标的依据。确定一条公路的等级应首先明确该公路的功能是干线公路还是集散公路（即属于直达还是连接）以及是否需要控制出入等，然后根据预测交通量初拟公路等级，再结合地形、交通组成等确定设计速度、路基宽度等。通常情况下，高速公路必须是干线公路，一级公路应具备两种功能（即作为干线公路或集散公路。作为干线公路时应以保证较高的运行速度和安全为目标，为此必须采取措施以减少纵、横向干扰。作为集散公路时为发挥汇流车辆和疏散车辆的功能，可适当降低服务水平，采用相对较低的设计速度，允许有一定的干扰。当一级公路的非汽车交通量大时应在纵向予以分隔），二级公路也应有两种功能（即作为干线公路或集散公路，应根据其不同的功能和交通组成等决定是否设置慢车道及其他设施），三、四级公路是支线公路（是为满足通达要求和接入服务的，允许混合交通，可采用较低的设计速度和服务水平）。

② 当预测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。考虑到一级公路在运行安全方面存在的实际问题、通行效率低、改扩建难度大（既影响交通又浪费投资，一级公路进行封闭改造的工程中，无论是技术还是投资都存在很多问题），当预测交通量介于一级公路和高速公路之间时应结合公路功能予以考虑，若作为干线公路提倡适度超前而选用高速公路，若为集散公路则宜选用一级公路。

③ 干线公路宜选用二级及二级以上公路。

1.4.3 选取技术标准时应注意的问题

一条公路可分段选用不同的公路等级或同一公路等级采用不同的设计速度、路基宽度（车道数），各项指标选取时应注意以下 4 方面问题。

① 为保持公路技术指标的均衡连续，一条公路的等级或设计速度的分段不应频繁变更。设计速度相同的路段应为同一设计路段，高速公路设计路段不宜小于 15km，一、二级公路设计路段不宜小于 10km。

② 等级或标准的变更位置原则上应选在交通量发生较大变化或驾驶员能够明显判断前方需要改变行车速度的地方，高速公路、一级公路宜选在互通式立体交叉或平面交叉处，二、三、四级公路宜选在交叉路口、桥梁、隧道、村镇附近或地形明显变化处。

③ 在标准变更的相互衔接处的前、后一定长度范围内，公路的主要技术指标应逐渐过渡、避免产生突变，设计速度高的一端应采用较低的平、纵技术指标，反之则应采用较高的平、纵技术指标，以使平、纵线形技术指标均衡。

④ 应采用连续、均衡的技术指标。

1.4.4 城市道路的分类与技术分级

城市道路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进行分类。目前，我国的城市道路分快速路、主干路、次干路、支路 4 类。

快速路是为城市中长距离快速交通服务的，其特征是机动车道两侧不设置非机动车道；对向

行车道间设置中间分隔带；进出口采用全控制或部分控制；快速路沿线两侧不设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的进出口；控制一般建筑物的进出口（当进出口较多时在两侧另建辅道）。

主干路以交通功能为主，其特征是非机动车交通量大时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；主干路两侧不设置吸引大量车流、人流的公共建筑物的进出口。

次干路的作用主要是集散交通同时应兼具服务功能，其特征是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的停车场、公共交通站点和出租车服务站。

支路的作用主要是解决局部区域交通，以服务功能为主。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时应采用分离式立体交叉跨过或穿过快速路。

城市道路分级的依据是城市规模、设计交通量、地形等。除快速路外，其余各类道路按照分级依据可划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级，大城市采用各类道路中的Ⅰ级标准，中等城市采用各类道路中的Ⅱ级标准，小城市采用各类道路中的Ⅲ级标准。城市可按照其市区和近郊区（不包括所属县）的人口总数进行划分，特大城市指人口100万及以上的城市，大城市（指人口50万~100万的城市）中等城市（指人口20万~50万的城市）小城市（指人口20万以下的城市）。

城市道路的设计年限通常对快速路、主干路为20年，次干路为15年，支路为10~15年。各类、各级城市道路的主要技术指标见表1-4-1。

表 1-4-1 各类、各级城市道路的主要技术指标

项目类别	级别	设计速度/(km/h)	双向机动车车道数/条	机动车道宽度/m	分隔带设置	采用的横断面形式
快速路		80,60	≥4	3.75	必须设	双、四幅
主干路	Ⅰ	60,50	≥4	3.75	应设	单、双、三、四
	Ⅱ	50,40	3~4	3.75	应设	单、双、三
	Ⅲ	40,30	2~4	3.75,3.5	可设	单、双、三
次干路	Ⅰ	50,40	2~4	3.75	可设	单、双、三
	Ⅱ	40,30	2~4	3.75,3.5	不设	单
	Ⅲ	30,20	2	3.5	不设	单
支路	Ⅰ	40,30	2	3.5	不设	单
	Ⅱ	30,20	2	3.5	不设	单
	Ⅲ	20	2	3.5	不设	单

1.5 公路勘测设计的基本程序

公路勘测设计的程序依次是工程可行性研究、制定勘测设计任务书、设计。

公路勘测设计的程序依次是工程可行性研究、制定勘测设计任务书、设计。

1.5.1 工程可行性研究

我国规定，没有进行可行性研究和技术经济论证的重大工程不得列入国家计划。工程可行性研究的目的是对工程建设项目的必要性、技术可行性、经济合理性、实施可能性等进行综合研究，通过研究推荐出最佳方案并进行投资估算和经济评价，从而为建设项目的决策审批和设计任务书编制提供科学依据。公路工程可行性研究的内容一般包括概述、区域运输网现状及存在的问题、经济与交通量的发展预测、建设的规模及标准、建设的条件与方案的比选、环境影响分析、投资估算与资金的筹措、工程建设的实施计划、国民经济评价及财务评价等。

1.5.2 勘测设计任务书的编制

编制勘测设计任务书的目的是为公路工程的勘测设计提供依据,勘测设计任务书应明确下达设计任务及要求,应在工程可行性研究的基础上进行编制。

1.5.3 设计阶段及其内容

我国交通运输部《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》规定,公路工程基本建设项目可以采用一阶段设计、两阶段设计或三阶段设计。一阶段设计即一阶段施工图设计,适用于技术简单、方案明确的小型建设项目。两阶段设计即初步设计和施工图设计,两阶段设计是常规建设项目普遍采用的,适用于一般建设项目。三阶段设计即初步设计、技术设计和施工图设计,适用于技术复杂、基础资料缺乏和不足的建设项目或建设项目中的特殊项目(如个别路段、特大桥、互通式立体交叉、隧道等)。

两阶段和三阶段设计中的初步设计应根据批准的可行性研究报告、设计任务书(或测设合同)和初测资料进行。初步设计阶段的主要工作是确定设计方案,主要内容包括拟定修建原则、选定设计方案、计算工程数量和主要材料数量、提出施工方案、编制设计概算、提供文字说明及图表资料。初步设计在选定方案时应对照路线的走向、控制点和方案进行现场核查,并应征求沿线地方政府和建设单位的意见,然后基本落实路线布置方案。初步设计通常先进行纸上定线,然后赴实地核对、落实并放出必要的控制线位桩。对复杂困难地段的路线、互通式立体交叉、隧道、特大桥、大桥的位置等,一般应先选择两个或两个以上的方案进行同深度、同精度的测设工作和方案比选,然后再提出推荐方案。

三阶段设计中的技术设计应根据批准的初步设计和定测资料进行。技术设计阶段的工作重点是对重大、复杂的技术问题进一步落实设计方案,主要内容包括通过科学试验、专题研究、加深勘探调查及分析比较解决初步设计中未解决的问题,落实技术方案,计算工程数量,提出修正的施工方案并修正设计概算。

两阶段设计中的施工图设计应根据批准的初步设计和定测资料进行,三阶段设计中的施工图设计应根据批准的技术设计和补充定测资料进行。施工图设计阶段的主要工作是对批准的推荐方案进行详细设计以满足施工的要求。施工图设计主要内容包括具体化和深化审定的修建原则、设计方案和技术决定,最终确定各项工程的数量,提供并完成文字说明、适应施工需要的图表资料以及施工组织计划,编制出施工图预算。

设计流程如图 1-5-1 所示。

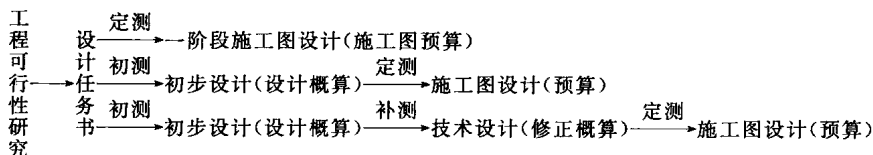


图 1-5-1 公路勘测设计流程

1.6 公路勘测设计的依据

公路勘测设计的主要技术依据是各种标准和设计规范。设计时应统筹兼顾自然条件、交通条件、道路网布局、道路建筑的限界与道路用地等问题,达到优化目的。

1.6.1 自然条件

影响道路的自然因素主要有地形、气候、水文、水文地质、地质、土壤及植被等,这些自然因素主要影响道路的等级及设计速度的选用、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与规模、工程数量与造价等几个方面。

地形决定了选线条件并直接影响道路的技术标准和指标。公路设计时习惯按道路布线范围内的地表形态、相对高差、倾斜度及平整度将地形大致划分为平原、微丘、山岭、重丘地形等几个类型。平原地形指一般平原、山间盆地、高原等,特点是地表平坦、无明显起伏、地面自然坡度一般在 3° 以内。微丘地形指起伏不大的丘陵,地面自然坡度在 20° 以下,相对高差在100m以下,布线一般不受地形限制的地形。河湾顺适、地形开阔且有连续宽台地的河谷地形,河床坡度多在 5° 以下,地面自然坡度在 20° 以下,沿河布线一般不受地形限制,路线纵坡平缓或略有起伏的地形也属平原微丘地形。山岭地形指山脊、陡峻山坡、悬崖、峭壁、峡谷、深沟等,其地形变化复杂、地面自然坡度大多在 20° 以上,路线平、纵、横面大部分受地形限制,桥、隧、涵及防护支挡构造物增多,工程数量及造价明显增加的地形。重丘地形指连续起伏的山丘,且有深谷和较高的分水岭,地面自然坡度一般在 20° 以上,路线平、纵面大多受地形限制的地形。高原地带的深侵蚀沟以及有明显分水线的绵延较长的高地,地面自然坡度在 20° 以上,路线平、纵面大部分受地形限制的地形也属山岭重丘地形。

气候会直接或间接地影响地面水的数量、地下水位的高度及路基的水温状况,也会影响泥汛期、冬季积雪和冰冻期等情况下的路面使用质量。

水文条件决定排水结构物的数量和大小。

水文地质情况决定含水层的厚度和位置以及地基或边坡的稳定性。

地质构造决定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。

土壤是路基和路面基层的材料,它影响路基的形状与尺寸,也影响路面类型和结构的确定。

地表植被状况与暴雨径流、水土流失程度密切相关,经济种植物还会影响到路线的布设。

1.6.2 交通条件

交通条件主要考虑设计车辆、设计速度、运行车速、交通量、通行能力等因素。

1.6.2.1 设计车辆

设计车辆是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的几何设计具有决定作用,路幅组成、车道宽度、弯道加宽、纵坡大小、行车视距等的确定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设计车辆可分为小客车、载重汽车、鞍式列车、铰接车四类,其中前三者为公路标准(图1-6-1)。设计车辆的外廓尺寸见表1-6-1。高速公路、一级公路和有大型集装箱运输的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依据。

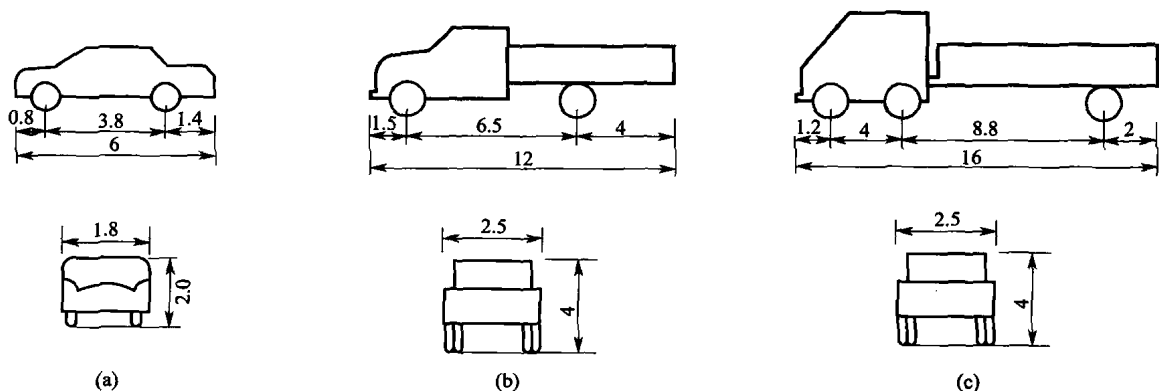


图 1-6-1 公路的设计车辆

表 1-6-1 设计车辆的外廓尺寸

m

车辆类型	总长	总宽	总高	前悬	轴距	后悬
小客车	6	1.8	2	0.8	3.8	1.4
载重汽车	12	2.5	4	1.5	6.5	4
鞍式列车	16	2.5	4	1.2	4+8.8	2
铰接车	18	2.5	4	1.7	5.8+6.7	3.8

设计车辆的外廓尺寸中长度与弯道加宽有关,宽度与车道高度有关,高度与净空尺寸、视距有关。

车辆内部特征主要指动力性能、制动性能、行驶稳定性、操纵稳定性、燃油经济性、行驶平顺性、通过性等。汽车的动力性能(包括汽车的驱动和行驶阻力、汽车的动力特性及加、减速行程)是指决定汽车加速、爬坡和获得最大速度的性能,汽车的动力性能好就会有较高的车速、较好的爬坡能力和加速能力,汽车的动力性能决定了道路的最大纵坡、坡长限制及长陡坡、上陡坡与缓坡的组合形式。汽车的制动性能是指汽车行驶中能在短距离内停车且维持行驶方向稳定性以及在下长坡时能维持一定车速的能力,制动性能与道路的行车视距直接相关。汽车的行驶稳定性是指汽车在行驶过程中受外部因素作用能保持正常行驶状态和方向不致失去控制而产生滑移、倾覆等现象的能力,汽车行驶稳定性决定了道路的圆曲线极限最小半径以及纵、横向组合最大坡度的取值,也影响道路纵坡度的设置。汽车的操纵稳定性是指是否可按照驾驶员的意图控制汽车的性能,包括汽车的转向特性、高速稳定性和操纵轻便性,汽车的转向特性影响着汽车在弯道上的行驶轨迹。

1.6.2.2 设计速度

设计速度是指气候条件良好、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)影响时,中等驾驶技术的驾驶员能保持安全顺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,设计速度也影响车道宽度、中间带宽度、路肩宽度等指标的确定。

各级公路的设计速度应根据公路的功能、等级及交通组成,结合沿线地形、地质等状况,经论证确定。我国各等级公路的设计速度见表 1-6-2。高速公路特殊困难的局部路段且因新建工程可能诱发工程地质病害时,经论证并报主管部门批准,该局部路段的设计速度可采用 60km/h,但长度不宜大于 15km 或仅限于相邻两互通式立体交叉之间,与其相邻路段的设计速度不应大于 80km/h。一级公路作为干线公路且纵、横向干扰小时宜采用设计速度 100km/h 或 80km/h。一级公路作为集散公路时应结合混合交通量、平面交叉间距等对设计速度 60km/h 或 80km/h 进行论证比选。二级公路作为干线公路时设计速度可选用 80km/h。二级公路作为集散公路时,在混合交通量较大、平面交叉间距较小的路段设计速度宜采用 60km/h。若二级公路位于地形、地质等自然条件复杂的山区,经论证该路段的设计速度可采用 40km/h。三级公路作为干线公路时宜选用 40km/h,位于地形等条件受限制的路段宜采用 30km/h。四级公路为县乡公路,设计速度宜采用 20km/h。

表 1-6-2 各等级公路的设计速度

公路等级	高速公路			一级公路			二级公路		三级公路		四级公路
设计车速/(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,平均行驶速度应比公路低,《城市道路交通规划设计规范》(GB50220)中规定了各类各级道路的设计速度,条件许可时宜采用较大值,具体见表 1-6-3 和表 1-6-4。