

LU QIAO GONG CHENG

路桥工程

马 斌 余梁蜀 黄自瑾 编著



西安地图出版社

Lu Qiao Gong Cheng

路 桥 工 程

马 斌 余梁蜀 黄自瑾 编著

西 安 地 图 出 版 社

内 容 提 要

本书以国家最新标准和现行规范为依据,按道路路线、道路路基与路面、桥梁、涵洞与隧道工程基础和道路施工机械及机械化施工四篇介绍了路桥工程勘测、设计,施工及施工机械的基本理论、基本知识、基本方法和主要计算内容的计算机编程计算。力求简明实用,对工程实践有指导性。

本书可作为“路桥工程”专业的教材,更适合非“路桥工程”专业,作为“路桥工程”课程的教材。可作为工程技术人员的参考书。

(作者通信地址:马斌 余梁蜀 黄自瑾 陕西 西安理工大学 208 信箱 710048)

图书在版编目 (C I P) 数据

路桥工程/马斌,余梁蜀,黄自瑾编著.—西安:西安地图出版社,2001.1

ISBN 7-80670-000-5

I.路... II.①马...②余...③黄... III.①道路工程②桥涵工程 IV.U4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 87567 号

路 桥 工 程

马斌 余梁蜀 黄自瑾 编著

西安地图出版社出版发行

(西安友谊东路 124 号 邮政编码 710054)

新华书店经销 二〇四研究所印刷厂印刷

787×1092 毫米 1/16 开本 22.5 印张 590 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—1500

ISBN 7-80670-000-5/TU·15

定价: 18.80 元

前 言

在总结长期从事路桥工程实践的基础上、结合多年教学经验,我们编著了《路桥工程》。编著依据国家最新公路工程标准和现行规范。注重理论联系实际并反映国内外路桥工程设计、施工、管理、筑路机械等方面的先进理论和新技术,力求简明实用,对工程实践有指导性。

本书共四篇十七章,另附公路工程概(预)算 Excel 应用软件。由马斌副教授编著第一篇和第二篇第一、二章;余梁蜀副教授编著第四篇和第二篇第三章第二节;黄自瑾教授编著第三篇和第二篇第三章第一、三节,张毅、马斌编写附件:公路工程概(预)算 Excel 应用软件软件。全书马斌主编,王景海副教授主审。

本书在编著过程中,博士生导师解建仓教授给予指导和帮助。硕士生孟文杰、汪妮、赵勇做了大量的绘图和文字校对工作。责任编辑张兵利、王兴华、乔志勇和史文博在出版过程中给予指导和帮助,在此一并致以衷心的感谢。

限于水平,错误缺点在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2001年1月

目 录

第一篇 道路路线

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 我国道路现状与发展规划	2
第三节 道路交通基础	6
第四节 公路的基本组成	15
第五节 公路工程基本建设程序	21
第二章 道路平面	26
第一节 直线	27
第二节 圆曲线	30
第三节 缓和曲线	36
第四节 道路平面设计成果	46
第三章 道路纵断面	53
第一节 概述	53
第二节 纵坡及坡长设计	53
第三节 竖曲线	60
第四节 平纵曲线线形组合设计	65
第五节 纵断面设计及纵断面图	67
第四章 道路横断面	72
第一节 路基横断面组成及尺寸	72
第二节 路缘石与边沟	78
第三节 路拱与超高	79
第四节 平曲线加宽	83
第五节 路基横断面设计	85
第六节 路基土石方计算	88
第五章 道路交叉	95
第一节 交通分析和交通组织	95
第二节 道路平面交叉设计	98
第三节 道路立体交叉设计	104
第四节 道路与铁路及管线交叉	118

第二篇 道路路基与路面

第一章 道路路基	121
第一节 路基组成与作用	121
第二节 软基处理	125
第三节 路基施工	129
第四节 路基排水与边坡防护	141
第二章 道路路面	147

第一节 路面功能及结构层	147
第二节 路面基层	151
第三节 柔性路面	157
第四节 刚性路面	164
第三章 道路建筑材料	177
第一节 筑路土料与石料	177
第二节 沥青与沥青混合料	179
第三节 水泥和水泥混凝土	192

第三篇 桥、涵、隧道工程基础

第一章 桥梁工程	205
第一节 桥梁的类型与结构	205
第二节 桥梁的总体规划设计	218
第三节 桥梁施工	220
第二章 涵洞与通道	226
第一节 涵洞与通道的构造	226
第二节 涵洞与通道施工	229
第三章 公路隧道	231
第一节 隧道的类型及结构	231
第二节 隧道施工	232

第四篇 道路施工机械与机械化施工

第一章 土石方机械	235
第一节 土方机械	235
第二节 石方机械	249
第三节 压实机械	256
第二章 路面机械	269
第一节 概述	269
第二节 沥青混凝土制备设备	270
第三节 沥青混凝土摊铺机	273
第四节 石屑散布机和沥青洒布机	277
第五节 水泥混凝土制备设备	278
第六节 水泥混凝土搅拌运输车	282
第七节 水泥混凝土摊铺机	283
第八节 稳定土制备设备	286
第三章 桥梁机械	290
第一节 桩工机械	290
第二节 预应力张拉成套设备	299
第三节 混凝土输送泵及布料装置	304
第四节 架桥设备	308
第五节 钢筋加工机械	309

第四章 隧道施工机械.....	310
第一节 隧道施工机械的类型.....	310
第二节 凿岩台车.....	310
第三节 全断面隧道掘进机.....	312
第四节 喷锚机械和钢模台车.....	315
第五节 盾构机械.....	318
第五章 起重机械.....	321
第一节 起重机概述.....	321
第二节 塔式起重机.....	323
第三节 自行式起重机.....	325
第四节 门座式起重机.....	327
第六章 公路施工机械化.....	329
第一节 筑路机械和机群的技术经济效益分析.....	329
第二节 各工序施工机械的组成.....	331
第三节 施工机械选型配套实例.....	336
附：公路工程概（预）算 Excel 应用软件.....	342
第一节 Excel 简介.....	342
第二节 编制顺序.....	344
第三节 软件编制及程序.....	344
第四节 软件使用说明.....	351
主要参考文献.....	353

第一篇 道路路线

道路路线线形是指路幅中心线（中线）的立体形状。道路中线在水平面上的投影形状称为平面线形。通过道路中线的竖向剖面，称为纵断面，其反映路线竖向的走向、高程、坡度，即道路的起伏情况。垂直道路中心线的方向上所作的竖直剖面称为道路横断面。道路平面与立体交叉形成纵横相通的交通网。本篇将分别讨论道路平面、道路纵断面、道路横断面及道路平面与立体交叉。

第一章 绪论

第一节 概述

一、道路的特点

交通运输是国民经济的大动脉，是国民经济的基础产业之一，它把国民经济各领域和各个地区联系起来，在社会物质财富的生产和分配过程中，在广大人民生活中起着极为重要的作用。交通运输是国家得以繁荣强大的重要基础，要实现国民经济的现代化，必须首先实现交通运输现代化。

国家的综合运输系统是由铁路、公路、水运、航空及管道五种运输方式所组成的。这些运输方式在技术经济上各具特点。铁路运输对于远程的大宗货物及人流运输具有运输量大的特点；水运利用天然水运资源，只需加以整治，就能具有通过能力高、运量大、耗能省、运输成本低的优点；航空具有快速运送旅客及贵重紧急商品、货物的作用；管道运输连续性强，运输成本低，损耗少，安全性好，目前多用于运送液体、气体和粉状货物；道路运输机动灵活，可以深入到城市、工厂、矿山、村庄，可实现门到门的运输，它能迅速集中和分散货物，避免中转重复装卸，批量不受限制，时间不受约束，是我国综合运输体系中最灵活的一种运输方式。道路运输与其它运输方式比较见表 1-1-1。

表 1-1-1 各种运输方式特性比较表

名称	特点	安全性	舒适性	运输能力	运输速度 km/h	能源消耗	服务对象	经济运距 km	投资
铁路	受地形限制	好	好,可设餐厅	大,1500人/列车	160~200	低	集装、大宗散装货物	>500	大
道路	门对门直达运输方便	略差	差	较大,40人/车	<120	中	集装、散装货物	>200或不限	中
水路	受通航航道和港口限制	好	好,可设餐厅、游艺室	大	16~30	低	集装、散装货物		小
航空	受机场限制直捷性好	尚可	中	小,147人/架	160~1000	高	贵重货物、快递邮件	500~1000	大
管道	普及面差	好		大	1.6~30	低	油、天然气		大

传统运输中，道路运输主要承担枢纽和城市间短途运输任务。随着我国经济建设和商品经济的发展以及乡镇工业的兴起，大城市与中小城市、城镇、乡村之间的联系更加密切，城乡之间经济合作进一步加强。随着沿海地区外向型经济的发展，城乡人民生活水平的提高，中短途、小批量、门到门的货运需求日趋旺盛，旅客运输量逐年大幅度增长，人们对旅行的

方便、舒适、及时性，对货物运输的准时、快速、安全、保质有了更高的要求，迫切要求在客货运输中尽可能减少换乘、换装，节省运输时间，加速物资流转，减少费用开支，减少货物换装损耗等。这些正是公路运输特有的优势。所以大力发展公路建设已是我国基础建设的重点之一。西部大开发又一次为交通运输的大发展提供了机遇，我国的公路建设，特别是高速公路的建设将迅速发展。

二、道路的功能

道路具有交通、形成国土结构、公共空间、防灾和繁荣经济等方面功能，见表 1-1-2。

表 1-1-2 道路功能表

交通功能	工作、学习、生活、旅游客运
	货物运输
形成国土结构功能	用地结构的骨架、组成街坊
公共空间功能	保证日照、通风
	提供综合交通体系的空间（高架桥、地面轨道、地下铁道）
	提供公用设施管线走廊（电力、电话、煤气、上下水管）
防灾功能	保证消防活动、救援活动
	紧急疏散、避难通路
	防火带
繁荣经济	流通商品、活跃市场

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，担负着城市内部、城际之间、城乡之间交通中转、集散的功能，人们的生产、生活要求有一个安全、畅通、方便和舒适的道路交通运输体系。

道路是国土结构的骨架，城市道路则是城市建设的基础，城市各类建筑依据道路的走向布置而反映城市的风貌，所以城市道路是划分街坊、形成城市结构的骨架。

道路作为公共空间不仅提供交通体系的空间，且保证日照、通风、提供绿化、管线布置的场地，为地面排水提供条件。各种构筑物的使用效益，有赖于道路先行来实现。

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与空间。道路在全社会交通网络中起着重要的作用。

在道路建设过程中，各项基础设施应得以同步进行，随着道路的建成可使土地使用与开发得以迅速发展，经济市场得以繁荣，所以健全的道路系统能有力促进经济发展，方便生活。道路是经济建设的先行设施，正如民间谚语：“要致富，先修路，小路小富，大路大富，快路快富。”它对商品流通、发展经济、巩固国防、建设边疆、开发山区和旅游事业的发展等方面都有巨大的作用。

第二节 我国道路现状与发展规划

一、我国公路发展历史与现状

我国道路建设有悠久的历史，早在公元前 2000 年前，就有了可以行驶牛、马车的道路。秦始皇统一六国后，大修驰道，颁布“车同轨”法令，使得道路建设得到一个较大的发展。随着社会的进步，城市的兴起和商业的发展，道路又进一步得到发展。公元前 50 年左右，

我国丝绸开始向西方输出，其行经路线形成了举世闻名的“丝绸之路”，这条商路长达数万公里，随着时间的推移，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。本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 年全国解放这 40 多年间，历经清末、北洋军阀、民国、抗日战争、解放战争各个历史时期，由于当时社会不稳定，经济落后，公路建设大都以军用为主，到 1949 年底，全国公路通车里程仅有 8.1 万 km。中华人民共和国成立以后，为了迅速恢复和发展国民经济和巩固国防，国家对公路建设作出了很大努力，取得了显著成就。特别是改革开放后的 20 年来，公路建设迅速发展，截至 1999 年底，进入新千年之前，全国公路总通车里程 133.6 万 km，高速公路通车 1.1 万 km。除西藏墨脱县外，实现了全国所有县通公路。西部地区公路总里程 38 万 km，占全国 30%，为西部大开发打下了良好的基础。一个干支衔接、布局合理、四通八达的公路网已初步形成。

二、我国公路发展特点

公路交通是国民经济的基础产业，也是社会发展和人民生活水平提高的基本条件，公路里程的不断增长和路网整体水平的提高，对缓解交通拥挤状况、沟通城乡联系、促进当地经济发展，改善人民生活条件发挥了积极作用。

我国公路的发展主要有 6 个方面特点：

1. 高速公路发展迅速。80 年代初期，中国大陆还没有高速公路，为适应国民经济和社会发展的需要，“七五”期间，建成了以沈阳—大连为代表的高速公路 522km；“八五”期间，又相继建成了京津塘、济南—青岛、成都—重庆等高速公路 1619 公里，年均建成高速公路 324km，是“七五”期间的 3.1 倍；“九五”期间，已有石家庄—太原、上海—南京、长春—四平、德州—齐河、石家庄—新乡、泉州—厦门、长春—吉林、哈尔滨—大庆、南昌—樟树等一批高速公路相继竣工通车，使高速公路通车里程达到 4771km。可见，中国高速公路建设不仅实现了零的突破，而且近两年以平均 1300km 的速度增加，其发展速度是相当快的。

2. 路网整体水平和公路通过能力有了明显提高。现在二级以上公路里程已占路网总里程的 10.7%；高级、次高级路面公路里程近 46.7 万 km，约占公路总里程的 38%。公路网在综合运输体系中的综合服务功能、通行能力、行车速度及舒适性都有较大提高。

3. 桥梁建设水平上了一个新台阶。现有各类公路桥梁约 21 万座，695 万延米。先后在长江、黄河、珠江、松花江等大江大河上，建成了一批深水基础、大跨径的公路桥梁。如开封、东明黄河大桥，黄石、铜陵、万县、涪陵长江大桥，汕头海湾大桥、贵州江界河大桥和虎门大桥等。正在建设的江阴长江大桥，是主跨 1385m 的悬索桥，其跨径和建设难度均居世界同类桥梁的前列，这说明中国公路桥梁的建设水平已开始跨入世界先进行列。

4. 筹资力度进一步加大。“八五”和“九五”期间除中央和地方加大资金投入外，各地还采用了集资、发行债券和股票、转让公路收费权、向国际金融组织和政府贷款等方式，多方面、多渠道筹集建设资金，加大了投资力度。目前中国已经利用国际金融组织和外国政府贷款 45 亿美元；沪宁、成渝、沪杭甬和深圳等高速公路股份公司成功地在香港发行了 H 股，募集了大量建设资金；通过转让公路收费权开辟了公路筹资的新渠道；公路 BOT 项目试点已在湖北武汉军山长江大桥上启动。公路建设逐步形成了“国家投资、地方筹资、社会配资、利用外资”的投资体制，加快了公路建设步伐。

5. 公路迅速发展和服务水平的提高使公路运输在综合运输体系中所占比重进一步提高。到 1998 年, 公路客、货运量已分别占总运量的 90.6% 和 75.6%, 客、货周转量分别占总周转量的 53.7% 和 13.5%, 显示了公路运输在综合运输体系中的重要基础地位。

6. 公路设计水平和施工技术有了很大提高。经过多年的科技攻关, 积极引进、消化、吸收国外的先进技术和手段, 使我们的设计和施工水平都有了很大提高。如计算机辅助设计 (CAD) 已在公路设计中普遍应用, 遥感、航测等先进技术在公路勘测中已有多年的实践; 软土地基综合处理技术, 改性沥青、防滑路面、复合式路面技术, 交通工程技术, 深水大跨径桥梁建设技术以及大型压实机械、摊铺机械、拌和设备等一大批施工机械和现代化的检测、试验设备已在重点工程中应用。

中国公路建设取得的成就, 要归功于公路界的科研、设计和工程施工人员不断总结经验、大胆探索和实践, 同时借鉴国外先进技术, 为中国公路和桥梁建设的迅速发展提供了可靠的技术保障。

中国公路建设虽然取得了很大成绩, 但公路网整体服务水平仍不能满足社会经济发展和人民生活的需要, 仍是制约国民经济发展的“瓶颈”和薄弱环节, 主要表现在 3 个方面:

(1) 公路里程少、密度低。中国现在的公路总里程仅 133.6 万 km, 而美国与我国国土面积近似, 公路总里程是 630 多万 km, 就是和一些发展中国家相比也有一定的差距。从公路网密度看, 至 1998 年中国是美国的 1/4.5、日本的 1/22、印度的 1/5。目前, 全国还有 1.5% 的乡镇和 14% 的行政村不通公路, 所以, 中国公路依然是制约国民经济发展的“瓶颈”。

(2) 公路标准低, 路况差。截至 1997 年底, 中国的高速公路仅占总里程的 0.82%; 二级以上的公路里程只占总里程 10%; 等级比较低的三、四级路占总里程的 66%; 还有 20 余万 km 等外路, 如西部地区总里程 38 万 km 占全国 30%, 但 90% 是二级以下路。全国 50% 的国道上交通量已超出了设计通车能力。所以, 中国大部分的公路还处于比较落后的水平。

(3) 路网整体服务水平低、抵御自然灾害的能力弱。中国高速公路的建设还处于起步阶段, 至今没有一条横贯东西或连通南北的高等级公路大通道, 无论是全国还是区域未形成具有规模效益的路网。除高速公路外, 其他公路基本是混合交通, 汽车与拖拉机、人力车、行人混行, 行车速度慢, 效率低。现在全国干线公路的平均时速只有 30~40 km, 为设计 and 经济时速的一半左右, 整个路网的通行能力不能充分发挥, 路网整体服务水平与发达国家相比还有较大的差距。此外, 中国公路技术标准低, 抵御自然灾害能力很低, 因水毁等灾害使公路交通中断的事时有发生, 给全社会造成很大的经济损失。因此, 加快公路建设步伐刻不容缓, 国家对公路事业极为重视, 始终把加快公路基础设施建设列为战略重点之一。

三、我国公路发展规划

根据中华人民共和国国民经济和社会发展战略部署, 我国提出了今后公路建设的发展方针和长远规划目标。为使中国公路逐步形成与国民经济发展格局相适应, 与其他运输方式相协调, 建立起快速、高效、安全的国道主干线系统, 使通行能力在总体上适应国民经济和社会发展的需要, 我国制定了国道主干线发展规划和“九五”(1996~2000 年) 建设计划。

1. 国道主干线规划的主要内容是: 从 1991 年开始, 用 30 年左右的时间, 建成 12 条长度约 3.5 万 km 的“五纵七横”国道主干线, 将全国重要城市、工业中心、交通枢纽和主要陆上口岸连接起来, 逐步形成一个与国民经济发展格局相适应, 与其它运输方式相协调, 主要由高速公路、一级公路组成的快速、高效、安全的国道主干线系统。预计到 2020 年我国的公路基本适应国民经济的发展和人民生活的需要。

国道主干线建设项目为：

“五纵”约 15590km。①同江—三亚，约 5700 km；②北京—福州，约 2540 km；③北京—珠海，约 2310 km；④呼和浩特—河口，约 3610 km；⑤重庆—湛江，约 1430 km。

“七横”约 20300 km。①绥芬河—满州里，约 1280 km；②丹东—拉萨，约 4590 km；③青岛—银川，约 1610 km；④连云港—霍尔果斯，约 3980 km；⑤上海—成都，约 2770 km；⑥上海—瑞丽，约 4090 km；⑦衡阳—昆明，约 1980 km。国道主干线总体布局如图 1-1-1。

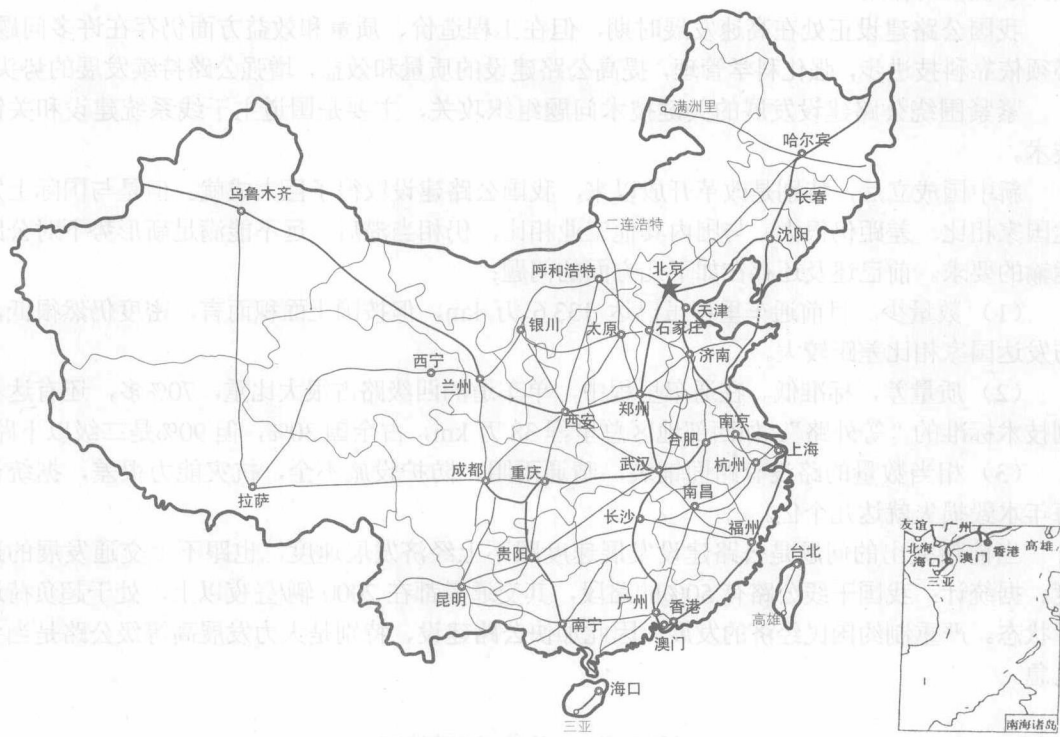


图 1-1-1 国道主干线系统

粗线为 2000 年前计划修建的“两纵两横”和三个重要路段

2. “九五”计划内容。根据国道主干线规划和发展需求，“九五”期间，中国公路建设着眼于提高路网整体水平，全面服务于经济发展各方面对公路的要求，使交通运输的紧张状况明显缓解，对国民经济制约的状况明显改善，重点建设公路主骨架中的“两纵两横和三条重要路段”。“两纵”是同江—三亚、北京—珠海公路，“两横”是连云港—霍尔果斯、上海—成都公路，“三条重要路段”是北京—沈阳、北京—上海、重庆—北海（西南出海通道）三条公路，形成几条通过能力大，规模效益好的南北向、东西向的公路运输大通道。“两纵两横和三条重要路段”总长度约 17000 km，到“九五”期末或更长一点时间全部贯通。这对我国交通运输的紧张状况将得到较大缓解，也为 2020 年全面实现“五纵七横”的国道主干线网打下良好的基础。

四、我国公路技术发展

为了适应公路发展的需要，提高公路科技含量，从 20 世纪 80 年代中期开始，我国重

点进行了高等级公路成套筑路技术和现代化管理的研究开发和推广应用工作，并在利用世界银行贷款加快公路建设的同时，积极学习和引进了一些国外在公路建设方面的先进技术和管理经验，购置了一批大型筑路机械设备、先进的检测仪器。经过 10 多年来的科技攻关，积极引进、消化、吸收国外的先进技术和手段，使我们的设计和施工水平都有了很大提高。此外，CPMS 和 CBMS 等现代化的管理技术正在公路养护管理工作中逐步推广应用，有效地加快了公路管理现代化的步伐。中国公路建设依靠科技进步，对提高工程质量和投资效益发挥了积极的作用。

我国公路建设正处在高速发展时期，但在工程造价、质量和效益方面仍存在许多问题，必须依靠科技进步，强化科学管理，提高公路建设的质量和效益，增强公路持续发展的势头。

紧紧围绕公路建设发展的关键技术问题组织攻关，主要是国道主干线系统建设和关键技术。

新中国成立后，特别是改革开放以来，我国公路建设取得了巨大成就。但是与国际上发达国家相比，差距仍很大；与国内其他工业相比，仍相当滞后，远不能满足新形势下对公路运输的要求。前已述及还存在如下几方面的问题：

(1) 数量少。目前通车里程虽已达 133.6 万 km，但按国土面积而言，密度仍然很低，与发达国家相比差距较大。

(2) 质量差，标准低。在通车里程中，单车道的四级路占很大比重，70%多，还有达不到技术标准的“等外路”。如西部地区总里程 38 万 km，占全国 30%，但 90%是二级以下路。

(3) 相当数量的路没有路面铺装，晴通雨阻，防护设施不全，抗灾能力很差，据统计每年水毁损失就达几个亿。

当前最突出的问题是公路建设发展速度跟不上经济发展速度，也跟不上交通发展的速度。据统计：我国干线公路有 50% 的路段，其交通量都在 2000 辆/昼夜以上，处于超负荷运行状态。严重制约国民经济的发展，因此加快公路建设、特别是大力发展高等级公路是当务之急。

第三节 道路交通基础

一、公路技术分级

交通部 1997 年颁布、1998 年 1 月 1 日实施的《公路工程技术标准》JTJ001-97（以下简称《标准》）将公路根据使用任务、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、四级公路五个等级。

也可概括为高速公路、干线公路（主要指一、二级公路）、集散公路（主要指三级公路）、地方公路（主要指四级公路）。

1. 高速公路为专供汽车分向、分车道行驶并全部控制出入的干线公路。高速公路按车道又分四车道、六车道和八车道，按计算行车速度又划分为 120km/h、100km/h、80km/h 和 60km/h 四个速度档次。

四车道高速公路一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 25000~55000 辆；

六车道高速公路一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 45000~80000 辆；

八车道高速公路一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量

为 60000~100000 辆。

2. 一级公路为供汽车分向、分车道行驶的公路，一般能适应按各种汽车折合成小客车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 15000~30000 辆。

3. 二级公路一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 3000~7500 辆。

4. 三级公路一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为 1000~4000 辆。

5. 四级公路一般能适应按各种车辆折合成中型载重汽车的远景设计年限年平均昼夜交通量为：双车道 1500 辆以下；单车道 200 辆以下。

二、公路的行政分级

我国按行政管理体制，根据公路的位置以及在国民经济中的地位和运输特点，又把公路分为国道、省道、县道、乡道以及专用公路，并实行分级管理。

国道，首都辐射网即国家的干线公路，是以首都为中心，连接各省、自治区、直辖市、各大军区、重要大中城市、港站枢纽、工农业基地的主要干线公路。它由中央统一规划，由各所在省、市、自治区负责建、管、养。维修养护的资金由养路费解决，大中型的新改建项目由部分养路费及国家投资补助解决。

省道，以省会、自治区首府、直辖市为中心，联系本地区重要城市、交通枢纽、工农业基地干线道路。它由省、市、自治区交通部门在国道网颁布后，对具有全省意义的干线公路加以规划，并负责建设、养护和改造。

县道，为具有全县意义的公路及县与县的联络线，部分主要的县道由省、自治区规划、建设及养护，大部分县道由县自行规划、建设、养护及使用。

乡道，是直接或主要为乡、村内部经济、文化、行政服务的公路和乡、村与外部联系的公路，由县统一规划，并由县、乡组织建设、养护和使用。

专用公路为工厂、矿山、农场、林区等部门专门运输而修建，由专用部门自行规划、建设、使用与维护。

我国国道共有 70 条，除去重复里程和城市管辖里程外，总计 110037km。国道分三类，采用三种统一编号：

第一类，首都放射线 11 条，由北京分别通往沈阳，哈尔滨，塘沽，福州，珠海，广州，深圳，昆明，拉萨，银川和加格达奇，另加上一条北京外环线，共 12 条，全长 23178 km。编号以“1”开头，按顺时针方向统一编为 G101 至 G112。“G”是“国”字汉语拼音中第一个字母。

第二类，是由北向南的纵线，如鹤岗—大连，烟台—汕头，包头—南宁，兰州—景洪等 28 条，全长 38004 km。编号以“2”开头，自东往西排列，依次编为 G201 至 G228。其中 G228 为台湾环线。

第三类，是由东向西的横线，如荣城—兰州，上海—伊宁，厦门—成都，上海—畹町等 30 条，全长 48855 km。编号为“3”开始，由北往南排列依次编为 G301 至 G330。

三、公路适应交通量

1. 高速公路的适应交通量

在进行高速公路规划设计时，要保证必要的交通服务水平和车辆运行质量，同时要考虑我国的经济水平、公路建设投资力量，并要避免高速公路通车不久因交通量不适应造成交

通阻塞。

参考国内外经验，并考虑使用方便起见，将我国公路服务水平分为一级、二级、三级、四级。根据我国国情，高速公路的适应交通量宜按二级来考虑，即计算行车速度为 120km/h。

按照美国最近研究结果，高速公路上每车道以小客车计的基本通行能力约为 2200 辆/h。由于我国小客车性能比发达国家差，卡车等大型车的混入率较高，目前已有高速公路观测到的小客车平均运行速度大约在 95km/h 左右，比美国低约 10km/h。因此，我国交通状况下的极限值仍按每车道 2000 辆/h 计。此外，对大于四车道的高速公路（尤其是山岭重丘区），因我国载重汽车速度较国外低得多，即载重汽车的影响更严重，标准中又未规定设置左侧路肩，其适应交通量应适当调整。

目前世界上高速公路基本按单向单道的设计小时交通量来考虑，但一方面因我国对某些参数尚待进一步研究，另一方面为便于进行公路规划设计并与我国一直延用的适应交通量指标相衔接，因而用适应交通量作为高速公路选用的指标。其值按下式计算：

$$AADT = \frac{C_D N}{KD} \quad (1-1-1)$$

式中 $AADT$ ——远景年限的设计年平均日交通量（辆/d）；

C_D ——单车道设计通行能力（小客车/每车道/h）； $C_D = C_B \times (V / C)$

C_B ——理想条件下一个车道基本通行能力，计算行车速度 120km/h 为 2000 小客车/h；

N ——单向车道数；

K ——设计小时交通量系数，我国目前尚未针对高速公路运行进行此项调查，参考交通部公路规划设计院对一般公路设计小时交通量系数的研究，并考虑高速公路对日交通量的一定调节作用， K 值大约在 0.095~0.135，具体应用时，可根据当地交通量观测资料作适当调整；

D ——交通量方向分布系数，根据我国实际交通调查情况，交通流方向分布系数 D 一般取 0.6，具体应用时，可根据当地的交通量观测资料确定。

按上式计算并根据前述原则取整后，高速公路远景年限的年平均日适应交通量大致范围如表 1-1-3。

2. 一级公路的适应交通量

一级公路与高速公路相比，主要差别在于未排除横向干扰，车辆要经常变换车道及侧向余宽不足，其运行质量不及控制进入的高速公路。因此，其通行能力和服务水平较高速公路有一定的折减。参考日本公路技术标准中关于通行能力的计算公式及有关侧向余宽，沿途条件和车道折减等修正系数，则可由高速公路通行能力推算出一级公路远景设计年限的年平均日交通量：

$$\begin{aligned} AADT &= (C_D \times R_1 \times R_2 \times N) / (K \times D) \\ &= (0.6 \sim 0.76) C_D \times N / (K \times D) \end{aligned} \quad (1-1-2)$$

式中 $AADT$ ——一级公路等多车道公路远景设计年限年平均日交通量（辆/d）；

C_D ——计算行车速度为 60km/h 和 100km/h 的高速公路设计通行能力，其值为 1000~1300 小客车/每车道/h；

R_1 ——侧向余宽修正系数，取值为 0.85~0.95；

R_2 ——横向干扰修正系数，取值为 0.7~0.8。

代入相应数值，则四车道一级公路远景设计年限的年平均日交通量约为 15000~30000

辆小客车。

表 1-1-3 高速公路远景年限的设计年平均日交通量范围 (小客车/d)

计算行车速度	四 车 道	六 车 道	八 车 道
120km/h	40 000~55 000	60 000~80 000	75 000~100 000x 以上
100km/h	35 000~50 000	55 000~70 000	70 000~90 000
80km/h	30 000~45 000	50 000~65 000	65 000~85 000
60km/h	25 000~40 000	45 000~60 000	60 000~80 000

3. 双车道公路的适应交通量

我国对双车道公路的通行能力研究已开展多年, 根据研究结果, 首先确定二、三、四级公路各项技术指标的平原微丘公路为基准条件, 在一定服务水平下 (以平均运行速度作为服务水平的指标) 得出各级公路在平原微丘区下的允许通行能力, 然后考虑高峰小时交通量 (即容许通行能力) 与年平均适应交通量之间的比值, 即可得到基本路段的适应交通量。根据我国交通量调查情况和研究结果, 基准路段的 $AADT = \text{容许通行能力} / K = C_d / K$ 。

设计小时交通量系数 K 变化在 0.10~0.115, 至于各级公路基准路段的容许通行能力 C_d , 按照交通部公路科学研究所的研究成果取值。山岭重丘二、三、四级公路应作相应的纵坡折减, 平均纵坡分别按 4.5%、5%和 5.5%考虑, 对应的纵坡修正系数为 0.60、0.55 和 0.50, 其适应交通量应分别按 40%、45%和 50%左右折减。按此进行修正后, 即可得到双车道二、三、四级公路在各种地形下相应的远景设计年限的年平均日适应交通量 $AADT$, 列入表 1-1-4。

表 1-1-4 双车道公路适应交通量范围

公路等级	适应交通量范围 (辆/d)	公路等级	适应交通量范围 (辆/d)
单车道四级公路	200 以下	三级公路	1000~4000
双车道四级公路	1500 以下	二级公路	3000~7500

4. 车辆折算系数

研究结果表明, 车辆折算系数不是一个定值, 它受道路几何条件、横向干扰、交通组成及交通量的大小和管理水平等诸多因素的影响, 是随各种条件变动而变化的参量。如小汽车对中型汽车的折算系数在 0.5~0.8, 小汽车比例越高, 折算系数越接近 0.5。由于我国道路通行能力研究尚处于起步阶段, 因而提出新的车辆折算系数的时机尚不成熟, 考虑到公路规划建设的需求与车辆折算系数选用的连续性, 目前, 仍宜延用以中型载重汽车为标准的车辆折算系数, 其值列于表 1-1-5。

表 1-1-5 各级公路通用的车辆折算系数

车型	中型汽车	小客车	拖挂车	摩托车	大中小型 拖拉机	畜力车	人力车	自行车
折算系数	1.0	0.50	1.5	0.5	1.0	2.0	0.5	0.1

四、公路主要技术标准及等级的选用

1. 技术标准

技术标准是根据公路通行的车辆数量、计算行车速度、路线和各项工程设计要求制定的，也是公路建设的技术依据。各级公路的主要技术指标汇总如表 1-1-6。

表 1-1-6 各级公路主要技术指标汇总表

公路等级		高速公路						一级		二级		三级		四级	
计算行车速度(km/h)		120			100	80	60	100	60	80	40	60	30	40	20
车道数		8	6	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	1或2	
行车道宽度(m)		2×15.0	2×11.25	2×7.5	2×7.5	2×7.5	2×7.0	2×7.5	2×7.0	9.0	7.0	7.0	6.0	3.5或6.0	
路基宽度(m)	一般值	42.50	35.00	27.50或28.00	26.00	24.50	22.50	25.50	22.50	12.00	8.50	8.50	7.50	6.50	
	变化值	40.50	33.00	25.50	24.50	23.00	20.00	24.00	20.00	17.00				4.50或7.00	
极限最小半径(m)		650			400	250	125	400	125	250	60	125	30	60	15
停车视距(m)		210			160	110	75	160	75	110	40	75	30	40	20
最大纵坡(%)		3			4	5	5	4	6	5	7	6	8	6	9
车辆荷载	计算荷载	汽车—超20级						汽车—超20级 汽车—20级		汽车—20级		汽车—20级		汽车—10级	
	验算荷载	挂车—120						挂车—120 挂车—100		挂车—100		挂车—100		履带—50	

注：本表仅为简单汇总，所列各项技术指标应按《规定》有关条文规定选用。

技术指标大体可归纳为三类，即：“线形标准”、“净空标准”、载重标准。对路线来说关键是线形指标。由于我国幅员辽阔，各地地理位置和自然条件各不相同，故对指标的掌握，应视具体情况，在满足其基本要求的前提下，结合实际灵活运用。使用指标必须防止两种倾向：一是不考虑道路的作用和运输发展的要求，采用低标准以压缩工程费用，二是盲目轻率，贪大求全，采用高标准，既增加了投资，又多占用了土地。

2. 等级选用

《标准》规定公路等级应根据公路网的规划，从全局出发，按照公路的使用任务、功能和远景交通量综合确定。

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。

各级公路远景设计年限：高速公路和一级公路为 20 年；二级公路为 15 年；三级公路为 10 年；四级公路一般为 10 年，也可根据实际情况适当调整。

对于不符合标准规定的已有公路，应根据需要与可能的原则，按照公路网发展规划，有计划地进行改建，提高通行能力及使用质量，以达到相关等级公路标准的规定。

公路建设是带状建设项目，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，甚至会有很大差别。因此，对于一条比较长的公路可以根据沿途情况和交通量的大小，分段采用不同的车道数或不同的公路等级。

五、一般规定

1. 设计车辆

汽车的物理特性以及行驶于公路上各种车辆的组成是公路几何设计中有重要意义的控