



刘培文 主编

柴金义 伍必庆 副主编

道路 几何设计



中国科学技术出版社

道路几何设计

刘培文 主 编
柴金义 伍必庆 副主编

中国科学技术出版社

·北 京·

图书在版编目(CIP)数据

道路几何设计/刘培文主编. —北京: 中国科学技术出版社,
2003. 8

ISBN 7-5046-3645-2

I. 道... II. 刘... III. 道路工程-几何-设计 IV. U412

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 074769 号

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:62179148 62173865

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市卫顺印刷厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:29 字数:675 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:56.00 元

内 容 提 要

本书较为系统地介绍了公路与城市道路几何设计的主要理论、基本原理和实用方法。内容包括几何设计的一般基础理论,几何设计的依据,道路路段平面、纵断面和横断面设计,道路平面交叉和立体交叉几何设计,城市道路公共站场和排水设计等。

本书可作为公路与城市道路专业、公路与桥梁专业、交通土木工程材料与质量检测专业的大学专科和本科教材,亦可供非以上专业但从事公路与城市道路技术经济和环境评价的研究生以及从事公路与城市道路工程设计、施工和监理的一线技术人员参考。

责任编辑：张晓林

封面设计：王 环

责任校对：林 华

责任印制：李春利

前 言

道路几何设计是公路勘测设计的重要分支,主要研究公路与城市道路路段和交叉口平、纵、横设计的原理理论、技术标准和主要方法。

在现代道路勘测设计中,从国民经济和社会发展规划阶段所进行的计划任务书、道路网规划和预可行性研究,直到公路野外勘测和内业施工图设计,是一个非常庞大和复杂的系统工程。因此传统的公路勘测设计所研究的技术基础理论,从野外定点技术和野外测探工作直到用计算机辅助进行内业设计等内容已成为一个系统工程。它是融建筑材料、工程测量、工程图学、岩土工程、水力水文、路基路面、桥梁工程和几何设计等为一体的综合学科。而道路几何设计主要研究满足行车安全、迅速、经济、舒适和美观要求的道路几何造型和主要形状及几何尺寸等技术理论和实践问题,不涉及结构的受力分析设计。

为系统掌握道路勘测设计基本理论原理和方法,使用本书的高等院校,应将勘测设计中野外勘测中的实地和纸上选线与实地和纸上定线等内容及用计算机辅助进行内业设计的原理和方法,与《道路勘测设计实用技术》课程配套讲解。还应注意大学专科和本科讲授内容的深浅区别,对专科层次可酌情删减以突出重点。

作者结合多年从事大学理论教学、工程监理、工程设计、工程施工和科学研究的经验和体会编排本书章节内容。在叙述手法上以循序渐进为原则,同时注重内容之间的相互关系,力求理论与实践紧密结合,便于读者学习。将内容划分为道路设计依据,路段平、纵、横设计,交叉口平、纵、横设计,城市道路站场和排水设计四大模块加以叙述。力图探求一种全新的叙述手法,从而使

内容更具有系统性、理论性和实用性。限于本书篇幅,相关内容以公路几何设计为主线,适当穿插城市道路几何设计内容。

在本书的编写过程中,王国柱、赵学敏、邢凤歧、钟建民、张美珍、张君伟、马杰、刘存柱、张广一、李维明、负莉萍等同志给予了大力支持和协助,其中马杰、李维明同志编写了第六章,负莉萍同志绘制了本书大量插图,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中不妥乃至错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 道路的功能及道路运输的特点.....	1
第二节 国内外道路发展概况.....	3
第三节 我国道路的分类和国家公路干线网.....	6
第四节 道路的基本组成	11
第五节 公路建设的基本程序和本课程的研究内容	15
第六节 城市道路的技术指标和公路的技术标准	36
第二章 道路几何设计的依据	42
第一节 设计车辆与设计车速	42
第二节 交通量与设计交通量	58
第三节 道路通行能力与服务水平	73
第四节 汽车行驶的条件	92
第五节 汽车的理论上坡能力.....	102
第六节 汽车安全行驶基本条件.....	113
第七节 汽车的制动性.....	118
第八节 汽车的燃油经济性.....	119
第九节 安全行车视距.....	120
第十节 公路建筑限界与公路用地.....	125
第十一节 新建公路交通量的预测与公路等级的确定.....	128
第三章 道路平面设计	152
第一节 道路平面中心线型形状.....	152
第二节 道路中心线型设计原理.....	162
第三节 道路平面线型设计的技术标准.....	169
第四节 道路中心线定位桩点计算.....	177
第五节 道路平面线型布置设计.....	198
第六节 道路平面设计的主要技术文件.....	205
第四章 道路纵断面设计	226
第一节 路线纵断面.....	226

第二节	纵断面坡度和坡长设计的技术标准·····	229
第三节	纵断面竖曲线设计的技术标准·····	240
第四节	纵坡设计的方法·····	252
第五节	竖曲线设计方法·····	267
第五章	道路横断面设计·····	271
第一节	道路横断面的组成和作用·····	273
第二节	路基标准断面设计·····	283
第三节	道路横断面设计的技术标准·····	289
第四节	道路弯道加宽设计·····	297
第五节	道路弯道超高设计·····	303
第六节	横断视距保证设计·····	315
第七节	路基横断面设计方法·····	318
第八节	路基土石方计算及调配·····	322
第六章	道路平面交叉口设计·····	330
第一节	平面交叉口的形式·····	330
第二节	平面交叉口设计原则和主要内容·····	334
第三节	交叉口交通分析和交通组织·····	337
第四节	交叉口的车道数和通行能力·····	342
第五节	交叉口的视距与圆曲线半径·····	348
第六节	简单交叉口平面设计·····	351
第七节	交叉口拓宽设计·····	358
第八节	环形交叉口设计·····	361
第九节	交叉口竖向设计·····	369
第七章	立体交叉口设计·····	380
第一节	立体交叉的类型组成和设置条件·····	380
第二节	分离式立体交叉·····	382
第三节	互通式立体交叉·····	384
第四节	立体交叉的规划与选型·····	392
第五节	立体交叉的设计·····	397
第六节	立体交叉匝道与变速车道设计·····	405
第七节	人行立体交叉设计·····	417
第八节	立体交叉口的排水设计·····	427

第八章 城市道路公交设施和排水设计..... 430

第一节 公共交通站场设计..... 430

第二节 道路照明和绿化设计..... 434

第三节 城市道路排水设计..... 437

参考文献..... 453

第一章 绪 论

第一节 道路的功能及道路运输的特点

一、道路的功能和所起的作用

自古以来,有了人类,便有人走出的路。从原始社会形成集权以来,特别是 1886 年第一辆汽车问世后,道路建设的规模和规格就不断发展和提高。自古时的人行大道、车马大道、军用栈道直到主要供汽车使用的公路、城市道路、厂矿道路、林区道路等各种道路,尤其是世界上第一条公路建成以来道路设计、施工技术已形成了融许多主要科学技术领域在内的完整的设计施工技术体系。与此同时给道路的功能赋予了新的内涵: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,担负着城市内部和城际之间交通中转、集散的功能,在全社会交通网络中起着“结点”的作用。为改善一个国家或地方的投资环境,就要有一个安全、通畅、方便和舒适的道路交通运输体系,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,且保证日照和通风,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。

在道路建设过程中,各项基础设施得以同步进行,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可促进经济发展,方便生活。

道路是经济建设的先行设施,它对商品流通、繁荣经济、巩固国防、建设边疆、开发山区和发展旅游等方面都有巨大的作用。

二、道路在国民经济中的地位

在我国古代,闻名遐迩的丝绸之路(见图 1-1)最后发展成一条洲际道路,它对当时的政治经济发展起到了举足轻重的作用。例如,通过丝绸之路,我国发明养蚕、缫丝,尤其是绚烂的丝织品从西汉就通过丝绸之路大量远销印度罗马等地。有籍可查的是:印度大臣查纳克亚(chana Kya)约公元前 315 年所著《政治论》中详载我国丝绸于公元前 4 世纪

输入印度;罗马作家普利尼阿斯(Gaius Plinius Secundus,公元前79~前23年)著《博物志》介绍中国如何产丝,输入的丝绸如何为富家妇女喜爱;19世纪德国地理学者希托赫芬(1833~1905年)首先命名此路为丝绸之路(Seiden Strassen),英国译为“Silk Road”,这名称就传遍了全球。

通过丝绸之路,我国除输出名贵的丝绸外,从公元3~12世纪陆续将四大发明传播到西域、阿拉伯和欧洲各地。这期间还传授了炼铁、凿井以及种植桃梨等技术。同时,从西方各地传入的文化对我国的音乐、舞蹈、绘画、雕刻、药用植物等有深远影响。此外,除传入佛教等外,还开展了军马、珠宝等贸易,并引进了种植菠菜、黄瓜、西红柿、葡萄等农业技术。

丝绸之路导致东西方文化在数学、天文、历法和医学等方面广泛地交流,互相促进提高。东西方人士的友好往来也增进了国际友谊,尤其从张骞出使西域到盛唐时代,西安曾是当时东西方外交、交通中心,车水马龙,繁荣昌盛,它也是我国最早的国际大城市。

经由丝绸之路,出使、传播文化或进行工作的历史名人众多,如东晋名僧法显(约公元337~422年)、唐代名僧玄奘(公元602~664年)和西域高僧鸠摩罗什(公元344~413年)曾迢迢万里取法并译经。由玄奘口述,辨机于公元646年编写的《大唐西域记》是研究中亚、西亚古代史的重要文献,为学术界重视,并有英、法等译本。还有鸦片战争后林则徐也经此路被流放伊犁,他进行了林公渠、坎儿井等建设工作。意大利人马可·波罗(公元1254~1324年)和安息王子安世高也都是经此路来华。

丝绸之路虽成为史迹,由于其历史上作用大,到今天仍脉脉相传,引起中外人士兴趣。17世纪英帝国主义在亚洲攫取了大片殖民地,从其殖民政策出发曾修建公路联络各地,现今有关的15个国家正兴建的亚洲公路,实际上是在丝绸之路的基础上进行的。至于将竣工的伦敦—加尔各答公路基本上也是这条路线的南线。

如今,交通运输的发展已成为衡量一个国家或地区的重要标志之一。公路运输已在各种运输方式中逐步占据主导地位。而公路发展水平是用公路通车里程和路网密度、高速公路里程、汽车拥有量、公路运输总量和公路交通管理水平及公路交通新技术应用来衡量。在发达国家大规模投资兴建公路的同时,非常重视发展高速公路,与此同时也尝到了高速公路建设所得到的投资回报,例如:美国在20世纪60年代曾投资700亿美元建设66000公里高速公路,建成15年后就回收了1300亿美元,得到了较高的投资回报,投资回收期也并不长。同时也带动了其国内经济的快速增长。据有关专家分析,德国、日本等国在经济萧条时期用高速公路和高速铁路的建设拉动了经济的复苏和增长。

众所周知,20世纪末21世纪初发生的东南亚经济危机给亚洲经济乃至全球经济造成了巨大的影响。我国在这场危机中,没有受到多大的冲击,其根本原因之一,是我国采取了积极的财政政策,加大基础设施投资。其中用于公路基础设施的投资每年在2000亿元人民币以上,相当于两个三峡工程的总投资。交通建设投资成功地拉动了国民经济增长中的两个百分点,抑制了通货膨胀,繁荣了国民经济。

三、道路运输的特点

国家的综合运输系统是国民经济的大动脉,它是由铁路、公路、水运、航空及管道五大运输方式所组成的。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;公路运输机动灵活,是我国综合运输体系中最活跃的运输方式,较其他运输方式,独具以下特点。

(1) 公路运输是通过汽车进行的,而汽车是机动灵活的,可以深入到城市、工厂、矿山、村庄,从产地到市场,从仓库到仓库,可实现“门”到“门”的运输。

(2) 公路运输是应用最广泛的一种运输方式,同时它在各种运输方式中处于联系的地位,做其他运输方式中的旅客、货物的集散工作。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。

(3) 公路是城市与农村之间的纽带,它在城乡实现商品交流中担任“面”的运输工作。同时也对巩固国防建设、发展国民经济、增进民族团结、促进文化交流等方面有着重要的作用。

第二节 国内外道路发展概况

一、道路运输发展概况

古今中外,一个国家或地区的交通发展状况都是衡量这个国家或地区经济发展水平的重要标志之一,因而发展交通受到各国历代统治者的重视。

在国外,约在公元前 300~前 200 年,在欧洲中、东部就建有商用“琥珀道路”、意大利古罗马军用“罗马大道”;至 1886 年全球第一辆汽车问世后,道路建设出现了质的飞跃,即道路的建设由车马大道发展成为主要供汽车行驶的公路建设;1932 年德国为当时的军事需要,建成了波恩至科隆的世界第一条高速公路,并创建了一套完整的设计理论,为希特勒发动第二次世界大战,闪电式袭击欧洲发挥了重要作用。1934 年意大利建成了米兰—都灵的高速公路,接着 1948 年法国开始建造高速公路。第二次世界大战结束后,1956 年美国国会通过“州际和国际高速公路网计划”,1957 年开始正式投资建设,从此揭开了全球公路建设的新序幕。20 世纪 30 年代末起至今,世界许多发达国家不惜花巨资兴建公路,尤其是高等级公路,以拉动其经济发展。

在国内,早在周朝就有“周道如砥,其直如矢”的记载;《史记》曾记载有:“秦为驰道于天下,东穷燕齐,南极吴楚,江湖之上,濒海之观毕至,道广五十步,三丈而树。”可见,公元

前 3 世纪,秦朝为统一全国,已修建了驰道。遐迹闻名的“丝绸之路”为当时的经济发展起到了举足轻重的作用(参见图 1-1)。几万公里的丝绸之路,东以我国西安(长安)为起点,经陕西、甘肃、新疆,越过中亚、西亚到地中海东岸。在我国境内经过平川、高原、沙漠、雪山和冰峰,西至疏勒、喀什,其间由敦煌分南北两路。南路从敦煌西南出阳关,到诺羌(鄯善楼兰)、和田(于阗),越过帕米尔(葱岭)到大月氏;再往西可到达波斯湾口(多支)和罗马帝国(即大秦)。北路从敦煌西北出玉门关,到吐鲁番(高昌、车师前王庭),沿天山南麓西行,经库车(龟兹)、喀什等地,再往西行,经西亚古国安息可达罗马帝国。此外,还有一条北路是从敦煌经哈密,西行达罗马帝国。从公元前约 3 世纪到公元 13~14 世纪东西方海运畅通以前,这条公路是世界公路史上最著名的贯通东西方友好贸易与文化交流的陆路干线,它联结着作为世界文化发祥地的我国、印度、埃及和古希腊、罗马。



图 1-1 古代丝绸之路略图(图中括弧内为古地名)

我国历史上开创丝绸之路的功勋人物首先是西汉的张骞(公元前 164~前 114 年)和名将霍去病(公元前 140~前 117 年),他们都先后两次到西域,打通东西方交通要地。还有东汉名将班超(公元 32~102 年)在西域活动 31 年之久,保护了西域各族人民的安全和丝绸之路的畅通;隋炀帝、唐太宗和元太祖成吉思汗等也都很重视丝绸之路的保护与发展。

伴随东方经济与文化的繁荣昌盛,由城市间道路相连接,从公元前 5 世纪已有了几千公里的商队道路。历经汉、隋、唐、元各代的整修、管理以及西亚各地的整顿,终于形成了空前的国际大公路网。

我国古时的道路主要为车马大道。直到 20 世纪初的 1902 年我国引入第一辆汽车后,1906 年在广西友谊关(广西镇南关到龙州)修建了第一条公路。后因军阀割据、连年战乱,除个别地方建设有小规模军用路外,全国的公路建设几乎停滞不前。至中华人民共和国成立,全国仅有 8.1 万公里公路。新中国建立后相当长的时期由于经济恢复和调

整,国力有限,但国家对公路建设还是做出了很大的努力,全国公路总里程至 1978 年即新中国成立后的 40 年增加了 10 倍,实现了 88 万公里。但此时的公路总体上还处于一个低水平的状态。例如,中国大陆地区当时尚无高速公路,已建成的公路大多都是三四级路和等外路。我国公路大规模发展是在近 20 多年。至 20 世纪 80 年代初,中国大陆开始修建沪—宁、京—津—塘、广—深—朱、沈—大高速公路,之后,全国上下掀起此起彼伏的公路建设热潮。至 1998 年初,我国的公路总里程实现 127 万公里,其中大陆的高速公路从无到有,并突破了 4735 公里大关。1998 年国家面对具有全球性影响的东南亚经济危机,果断采取大规模投资交通基础设施来拉动经济的战略决策,先后三次增加公路建设投资,本年度共投入 1800 亿元,是有史以来投资最大的时期,至 1999 年底高速公路总里程超过 6000 公里且超过了日本现有规模。自 2003 年初,我国的公路通车总里程达到 178 万公里,其中高速公路里程已达到 2.52 万公里,用于高速公路的总投资 9000 多亿元。按规划至 2008 年我国的高速公路里程将要达到 5 万公里,2020 年至少要达到 7 万~8 万公里,公路通车总里程将要突破 300 万公里。

二、我国道路建设发展前景

按照我国交通发展规划,到 2010 年交通建设将明显缓解目前交通紧张状况,到 2050 年基本适应交通建设需要的目标。交通发展的任务还是十分艰巨的。我国第 10 个 5 年计划、第 11 个 5 年计划,乃至今后几个 5 年计划当中,将平均以每年 2000 亿元的投资力度投资道路建设,尽快改变道路不适应国民经济发展的状况。

近年来我国公路大发展得益于以下几个方面:第一,基于新经济理念和积极的财政政策。我国以加大基础建设投资,拉动经济发展和抵制通货膨胀的战略思维已经实行数年了。同时也成功地抵制了东南亚经济危机所带来的冲击。实践证明,以道路建设投资拉动经济增长是有效的,因此国家在今后的公路建设当中,加之西部大开发中的交通发展战略格局,用于公路建设的投资将达到数万亿元。第二,基于全面建设小康社会和国民家庭消费格局的变化。我国国民在电视、电话普遍进入百姓家中的同时,生活格局也悄然发生了变化。拥有房屋、汽车已不再是美梦。家庭购买汽车如今已成为一股热潮。据北京市不完全统计,目前就有 200 多万辆私家车,几乎平均每 2 户 1 辆。计划到 2008 年将达到 300 万辆,相当于中等发达国家的水平。而道路情况却远不适应车辆发展的速度。首都如此,全国同样。据不完全统计,全国以小汽车为主的汽车拥有量逐年增长,我国目前国内汽车拥有量已达到 1800 万辆,计划到 2008 年将超过 3000 万辆。因此,道路现状需要极大的发展和改观,这一因素促使我国公路的进一步发展。第三,基于现代物流的发展。现代物流发展要求尽快改变公路与城市道路不畅的落后面貌,尤其要加快发展城市快速和高速公路干道才能适应现代物流快捷的特点。我国计划到 2020 年要达到 8 万公里的高速公路的里程,这还是按四车道估算的,加之六车道、八车道高速公路的建设,高速公路的里程数还要大。

总之,道路发展方兴未艾,道路的发展前景仍将十分美好。

第三节 我国道路的分类和国家公路干线网

一、道路的分类

道路是供各种车辆和行人等通行的工程设施。按其使用特点可分为公路、城市道路、厂矿道路、林区道路以及乡村道路等。

1. 公路

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。根据公路的作用及使用性质,又将公路划分为: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)、乡级公路(简称乡道)以及专用公路。

(1) 国道:是指具有全国性政治、经济、国防以及文化意义的公路,包括重要的国际公路、国防公路以及以首都为中心,连接各省、市、自治区、重要大中城市、港口枢纽、工农业基地等的主要干线公路。

(2) 省道:在省公路网中,具有全省性的政治、经济意义和国防意义,并经确定为省级干线的公路。

(3) 县道:具有全县性的政治、经济意义,并经确定为县级的公路。

(4) 乡道:主要为乡村生产、生活服务,并经确定为乡级的公路。

(5) 专用公路:由工矿、农林等部门投资修建,主要供部门使用的公路。

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称做城市道路。

城市道路的功能除了把城市各部分联系起来为城市各种交通服务外,还起着形成城市结构布局的骨架;提供通风、采光;保持城市生活环境空间以及为防火、绿化提供场地的作用。

3. 厂矿道路

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等。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。

4. 林区道路

林区道路指修建在林区,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。

5. 乡村道路

乡村道路是指修建在乡村、农场,主要供行人及各种农业运输工具通行的道路。由于乡村道路主要为农业生产服务,一般不列入国家公路等级标准。

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,要特别注意。

二、我国公路干线网

(一) 我国的国道干线

目前我国公路干线网见图 1-2 和表 1-1。

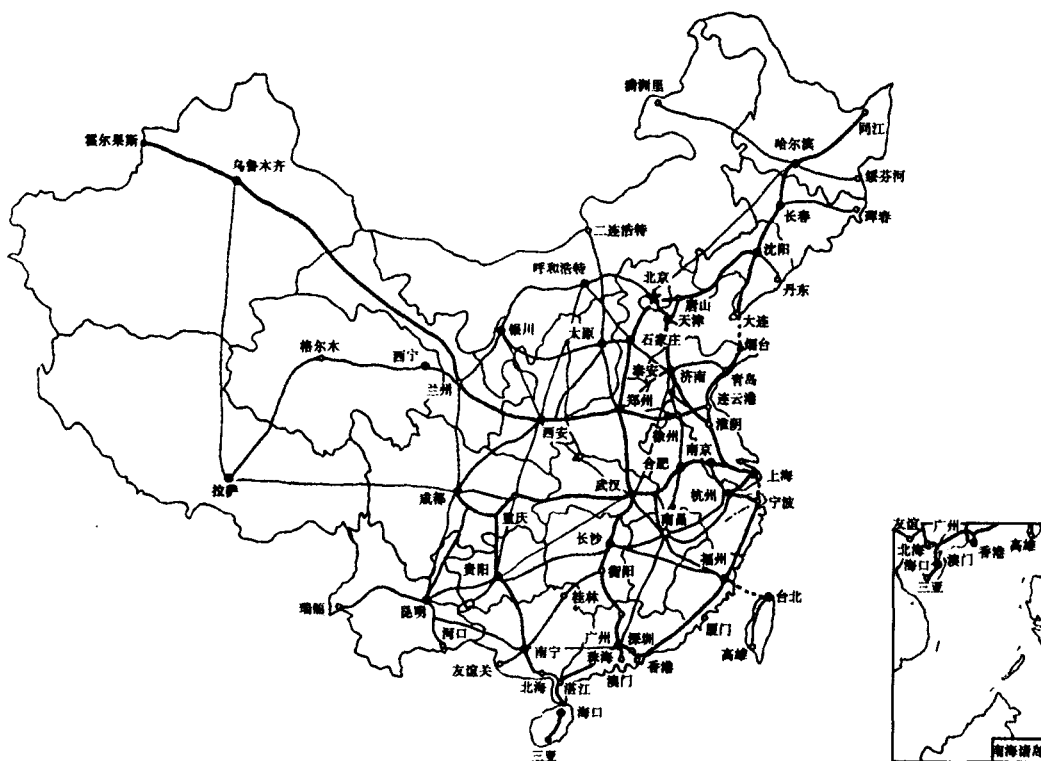


图 1-2 国道主干线系统

(图中粗线为“两纵两横”高等级公路和“三个重要路段”)

第一类是由北京为起点,通往全国各地的国道,共 12 条,编号为 101~112。第二类,是由北向南的纵线公路,共 28 条。自东往西排列,编号为 201~228 (其中 228 在台湾)。第三类,是由东向西的横线公路,共 30 条。自北向南排列,编号为 301~330。