

高等学校试用教材

公路网规划与设计

Gongluwang Guihua Yu Sheji

(公路与城市道路专业用)

周 宪 华 主编

人民交通出版社

前 言

公路网规划与设计是公路建设重要的前期工作之一,它是进行公路宏观规划与决策有力的支持系统,做好公路网规划与设计工作,可使路网布局更加合理,同时也使得公路运输与其它形式的运输之间能形成更为良好的配合与协调,从而可提高公路运输及在一定程度上提高综合运输的经济效益。在我国,公路网规划与设计的基本理论与方法的研究工作,处于起步阶段,这方面的书籍资料很有限。从教学与实际工作需要来看,当前却迫切需要一本较系统地介绍有关公路网规划与设计的基本理论与方法的实用性参考书。针对上述情况,笔者根据自己多年来从事该学科研究与教学工作的体会,将本人及合作者的一些研究成果及收集的有关资料,依序编排,撰成此书。希望本书的出版,对从事公路网规划与设计工作及从事公路宏观规划与战略决策的同志能有所帮助。

作为教材使用时,本课程可与《道路工程管理和工程经济》、《运输工程学》、《交通工程学》、《道路工程学》等课程相配合,一般情况下,以30~40学时的课堂教学时间为宜。

本书所包括的内容,曾是研究课题,笔者及有关合作者对课题进行了长达10年的研究,先后有方晓睿、曹耐儿、秦福生、施细时、杨涛和朱小康等同志参加本课题的研究工作,他们的主要研究成果,也分别被选入有关章节,因此从一定意义上说,本书也是集体努力的结晶。在课题研究过程中,还先后得到交通部公路规划设计院,交通部公路科学情报研究所,以及镇江、洛阳、周口等地交通部门的大力支持与配合。此外,西安公路学院李斌教授,百忙中抽出时间,主审该稿并提出许多宝贵意见。笔者愿借此机会,向所有支持与关心本书出版的同志致以衷心的感谢。

鉴于笔者水平有限,书中疏漏难免,加之本学科为一正在发展的学科,本书只能算是抛砖引玉之作,希望同行指正错误,共勉共进。

周宪华 1990年9月29日

东南大学

内 容 提 要

本书为路桥专业研究生教材,同时也可作为高校路桥与交通工程专业学生的选修课教材。内容主要包括:公路网规划与设计的基本理论;公路交通量预测;区域路网评价;路网设计方法;路网经济效益分析与投资优化决策等。

本书除作为教材及教学参考书使用外,尚可供路桥及交通工程专业有关技术人员与领导干部参考。

高等学校试用教材

公路网规划与设计

(公路与城市道路专业用)

周 宪 华 主编

插图设计: 裘 琳 正文设计: 周 元 责任校对: 戴瑞萍

人民交通出版社出版

(100013北京和平里东街10号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 11.5 字数: 269 千

1991年6月第1版

1991年6月第1版第1次印刷

印数: 0001—5,500 册 定价: 3.05元

ISBN7-114-01064-8

U·00694

目 录

第一章 概论	1
第一节 交通运输的组成及各种运输方式的特点.....	1
第二节 公路运输的发展概况.....	5
第二章 公路网规划的基本原理	10
第一节 公路网的概念.....	10
第二节 公路网规划的基本原则与程序.....	13
第三节 路网的数学模型.....	18
第四节 公路网规划的技术指标与有关换算公式.....	22
第三章 交通量预测	29
第一节 交通量预测的目的与意义.....	29
第二节 经济与交通情况调查.....	32
第三节 区域运输需求模型.....	34
第四节 交通量预测的组合模型.....	39
第五节 区域交通量预测计算示例.....	41
第四章 区域路网的评价	46
第一节 对区域路网进行评价的意义及有关内容.....	46
第二节 区域路网的技术评价.....	47
第三节 区域路网评价的电算程序及示例.....	51
第四节 综合评价.....	59
第五章 路网的设计方法	71
第一节 概述.....	71
第二节 支线的联接.....	72
第三节 干道方向法.....	73
第四节 星形组合法.....	77
第五节 渐近优解法.....	83
第六节 系统分析法.....	86
第七节 路网规划设计示例.....	93
第六章 路网经济效益分析和投资优化决策	105
第一节 经济效益分析原理.....	105
第二节 现金流量分析的主要指标.....	111
第三节 路网经济效益分析示例.....	124
第四节 投资优化决策.....	128
第五节 投资优化决策电算程序的编制与具体算例.....	132
第六节 路网整体效益分析和有限投资决策.....	136
附录 复利系数和折现系数表 (附表 1 ~ 33)	144
参考文献	177

第一章 概 论

第一节 交通运输的组成及各种运输方式的特点

现代化的交通运输,包括水路、铁路、公路、航空和管道五种运输方式。水运是历史悠久的古老的运输方式。直到本世纪20年代,铁路运输才承担了陆路运输总量的3/4以上而成为最主要的运输方式。公路运输从本世纪30年代开始进入较快的发展阶段,从第二次世界大战结束至今的40多年来,公路运输有了突飞猛进的发展。目前,全世界公路总里程超过2000万 km,已承担世界货运总量的80%以上,成为当今世界的主要运输方式。但从世界范围来看,水路和铁路运输仍占有相当重要的地位。近几十年来,随着世界经济和科学技术的迅速发展,航空运输和管道运输也相应得到了较快的发展,并被列为与水路、铁路、公路并存的现代社会五种基本运输方式。

新中国成立以来,我国各种方式的运输得到较快发展,表 1-1 所列为我国“六五”计划完成后的五种运输方式的里程数。“七五”计划期间我国交通运输业,得到了更迅速的发展,1987年底的全国公路通车总里程已达98万 km,1987年新建和改建一级公路 500km,相当于历年来所新建的一级路的70%,新建和改建二级公路达4 000多 km。至1989年底,我国公路通车里程已达 1 014 342km,其中:专用公路3 055km,一般公路712 868km,余为等外公路。

1949~1980年五种运输方式里程对比表

表1-1

运输方式	1949年	1980年	1980年为1949年的倍数	说 明
内河通航里程	7.36	10.78	1.46	1.里程单位:万km
铁路通车里程	2.20	5.19	2.36	2.* 为1950年资料
公路通车里程	8.07	87.58	10.85	
民航航线里程	* 1.14	19.17	16.82	
管 道 里 程	—	0.86	—	

五种运输方式由于条件的不同,各具特点和优势,各自适应一定范围。

一、水路运输的特点

水运具有以下特点和优势:

1.水路运输的载运量大。内河航行的轮船其载货质量一般为几百吨甚至万吨以上,长江上功率为4 413kW (6 000马力)的推轮,顶推力可达 294~392MN。海上运输的货轮,其载货质量一般在几千吨至万吨以上,最大的远洋油轮载货质量可达50~60万t。一艘万吨级轮船的载货量相当于铁路货车200~300节车皮的运量,相当于5~6列火车的运力。水路运输运力大,而且适宜于进行长途运输及特大件货物运输。

2.水路运输耗能少、成本低。交通运输业是消耗能源的大户，每年耗能约占总耗能量的6%。各种运输方式中，水运是耗能较低的一种运输方式。以长江航运的拖轮与铁路机车相比，长江航运内燃机拖轮的单位能耗 $4.45\text{kg}/\text{kt}\cdot\text{km}$ ，而铁路内燃机货运的单位能耗为 $7.47\text{kg}/\text{kt}\cdot\text{km}$ ，水运船舶的耗能量只是铁路内燃机耗电量的59.6%。一般情况下，能耗占运输成本的40%左右，能耗低则运输成本低，据此推算的水运成本只为铁路货运成本的71.4%。

3.水路运输投资省，一般不占用农田。据统计，国家对交通运输的总投资占全国投资总额的17%，其中用于内河航运的投资仅占1%。显然，如能适当提高对水运的投资比重，就可以获得较之铁路和公路运输更大的运输经济效益。利用天然河道，不占用或占用很少的农田，是水运的最大优点之一，我国可耕地面积还不到全国国土面积的15%，节约用地是我国交通运输建设中值得注意的问题。

4.劳动生产率高。美国内河航运的劳动生产率，是铁路运输的155%，全员劳动生产率高达每年382万 $\text{t}\cdot\text{km}$ 。我国的水运事业与发达国家相比，由于从业人员多，技术装备比较落后，劳动生产率还很低，长江航运的全员劳动生产率为50.6万 $\text{t}\cdot\text{km}$ ，表明我国的水运潜力还很大。以目前的全员劳动生产率，仍然比铁路运输高1.12倍。

此外，水运亦受到通航水道与航线的约制，受到气象因素的影响，航行速度较慢。

二、铁路运输的特点

铁路运输具有如下特点：

1.铁路运输的货运量大。一台机车可牵引50节车皮，重型组合机车甚至可牵引百节车皮，载货质量可达近万吨。单线干线铁路，一个方向的年货运量超过1000万 t ，而双线两个方向的年货运量为2500~4000万 t 。大宗的笨重货物的长距离运输，如木料、煤炭、矿石、各种金属部件和化工成品等的长途运输，尤为适宜采用铁路运输。

2.铁路运输速度快。火车运行的平均时速一般可达60~80 km ，高于轮船和汽车。目前英、法国已试制成功运行时速为350 km 的铁路机车；日本试验成功的磁悬浮铁路列车，创造运行时速超过500 km 的世界新纪录。铁路运输速度快的优势，只有在长途运输中才能得到充分发挥。

3.铁路运输一般不受气候和季节的影响，连续性强。列车在轨道上运行，除特大风雪、大雾等恶劣天气外，一般均能保证一年四季昼夜不停地运行，具有高速、准时与可靠的优点。

4.铁路运输的成本不高。目前我国铁路运输成本仅高于海运，同长江水运相差不大，与公路运输相比的平均每吨公里的货运成本要低得多。

三、航空运输的特点

航空运输的主要特点如下：

1.运行速度快。当代的飞机时速可达1000 km/h 以上，航程也可达1万 km ，是速度最快的运输方式。飞机的航线直，两点之间的运距较水陆运输方式短，还能够抵达地面运输方式难以到达的地区。

2.载运量小，营运成本高。飞机的载运量很小，而且一个国家的飞机拥有量也不会太多。飞机的运输成本居各种运输方式之首，因此，航空运输只适用于远距离的客运和急需物资、贵重物品、时间性较强的防腐保鲜品等的小批量货运。

四、管道运输的特点

管道运输是一种新型的运输方式，是随着现代大型工业的发展，特别是随着石油工业的发展而发展起来的一种运输方式。管道可分为输送油料的油管道，输送天然气的气管道和输送自来水的水管道等。近年来，管道运输发展较快，有的国家还运用管道利用水力输送固体货物，如煤、食盐、水泥生料，取得了显著的经济效益，1970年美国建成世界上最长的运煤管道，长440km，年运量达400万t。

一般说来，管道运输具有以下特点：

1.管道运输的连续性强，运输过程中损耗少。管道能不断地、均衡地进行连续运输，对粘性较高的液体货物等，可采取沿途加热、加压或掺入添加剂等措施，增强管道内运送货物的畅通性，可以不受季节和气候的影响，进行常年运输。由于管道封闭，液体和粉状货物在管内运送，可以减少挥发和损耗。

2.管道运输成本低，安全性好。管道运输主要靠机器操作，仅需少数人工即可完成大量的运输任务。正常情况下，运输成本低而且可保证安全生产。

3.管道运输不占用土地。管道主要是埋在地面以下，可以不占或少占耕地。

4.运输管理比较简便。一般情况下，管道不易产生事故，由于分段设有阀门，排除故障亦较方便。

五、公路运输的特点

公路运输具有机动灵活，可实现“门到门”运输，随着大型和特种运输车辆的出现，高速公路的兴建，以及交通管理水平的提高，公路运输不仅是其他运输方式所不可缺少的补充，而且是唯一能够兼顾运输中多方面基本要求的运输方式，这是当代公路运输得以高速发展的根本原因所在。公路运输在中短途和实现“面”上运输的优势，尤其不可忽视。公路运输所面临的主要问题是占用土地太多和耗能及环境污染等，在我国还有交通安全和提高运输效益的问题，有待通过综合治理而逐步解决。

一般说来，公路运输的主要特点可归结如下：

1.公路运输机动灵活、直达门户。公路有多种技术标准，运输工具有各种型号，可以因地制宜，根据需要与可能，逐步设置与完善，以便实现直达运输。

2.公路运输迅速，适应性强。公路运输可以避免中转重复装卸，批量不受限制，时间不受约束，对贵重商品、易碎物件、要求防腐保鲜货种的中短途运输，尤为适宜。

3.公路运输面广量大、深入腹地。公路运输可以实现四通八达，深入偏僻山村集镇和千家万户，连通边防哨所和矿山井点。高等级公路的通行能力很大，可以适应繁重的客货运输。例如高速公路和一级公路，可分别适应每昼夜25 000辆和10 000辆以上的汽车交通量。

4.公路运输在客运上有很大优势。客运的优势不仅表现在公路运输的机动灵活和直达门户方面，还表现在客运成本低、投资少、收效大和舒适方便等。根据我国实际资料统计：公路客运占用运载能力约为铁路和水运的1/24；目前在公路客运设施尚未得到根本改善的条件下，公路客运年运输量仍占全国总的年客运量的70%以上，而且客运的成本和运价，仅比铁路和水运稍高，其中公路柴油车的客运成本每人公里平均为0.91~1.10分，与铁路内燃机车成本相当；柴油发动机公共汽车的每千人公里油耗为3.3kg，略低于铁路内燃客运平均油耗3.4kg。公路网密度远大于铁路网和航道网密度，目前全国的公路客运站点有10万多个，铁

路客运站只有大约9800个，国内水运航站仅有一百多个。

六、高速公路的特点

高速公路是公路运输事业发展的必然结果，它属于公路运输范畴，但与一般公路有着质的差异。高速公路设有4条以上车行道，双向交通隔离，路中心设有分隔带。高速公路为全封闭，路旁设防护栏，不允许路上有横向干扰，为汽车专用，与其他陆上运输线（公路和铁路等）相交处全部设置立体交叉设施。高速公路一般均设有专用的自动化交通监控设备，以及必要的沿线服务设施。正因为如此，高速公路的投资较大，每公里造价一般为800~1000万元以上；占用土地也较多，按路面宽度26m计每公里约占地 0.026km^2 以上。但由于高速公路具有多方面的优越性，目前世界上已有近30个国家和地区建成和使用高速公路，高速公路总里程已超过10万km，不少经济发达和发展中的国家和地区，目前仍在积极修建。

高速公路的优越性，表现在以下几个方面：

1. 行车速度快，通过能力大。汽车在高速公路上行驶，速度可达80~100km/h，一条4车道高速公路的运输量可超过一条普通铁路，每昼夜可通行10万辆汽车，每个车道一小时可通行1000辆汽车，比一般干线公路高3~4倍。美国的高速公路里程仅占公路总里程的1.1%，却能承担全国公路上车公里数的19%，高速公路上平均日行车密度是全部公路平均数的18.6倍（日本是20.7倍，法国是21.4倍）。

2. 物资周转快，经济效益高。公路运输可直达用户，在300km以内，利用大吨位车通过高速公路运输，在时间和经济方面均优于铁路和普通公路。尽管高速公路投资昂贵，但由于运输时间的缩短，运输成本的降低所获得巨大效益，在较短时期即可收回投资而继续受益。据日本资料，1~11t的6种载货汽车在高速公路上的运输成本，比普通公路下降17~20%，高速公路建设费用一般在7~8年即可收回。我国沪宁高速公路的建成，比原公路可缩短里程75km，两地全程通行时间可由原9h减少至3h，日车辆通过能力可提高6倍以上，约45亿元的总投资全部回收期不超过20年，且将沿线6个大中城市连成一体，将给地区经济和人民生活带来极大效益。

3. 使得交通事故大幅度下降。高速公路上行车，正常情况下无纵横向干扰，有严格和完善的交通监控，交通事故可大大减少。据有关国家的统计，高速公路与普通公路相比较，交通事故发生率的降低，降低的幅度分别为：美国56%、英国62%、日本89%。我国目前交通事故较多，主要原因是公路上交通量剧增且各种快慢车辆混合行驶，交通法规与交通管理不完善，如能改变这一状况和有计划地兴建高速公路，交通事故率可望能有较大幅度的下降。

此外，我国目前公路运输比较落后，而高速公路的兴起是公路运输现代化发展的重要标志。高速公路的修建与使用，需要运用最先进的科学技术与管理手段。因此，有计划地兴建一些高速公路，必将有助于我国公路运输的发展，从而尽快使我国交通运输业和公路运输业摆脱落后局面。

七、集装箱运输的特点

集装箱是利用铝、钢、塑料等材料，制成一定规格的大型包装箱，它既是货物的运输包装，又是运输工具的组成部分，可以把几十件甚至成百件大小不同、形状各异、包装种类繁杂的商品装在箱内，利用机械装卸操作，通过现代化的运输工具进行运送。集装箱把商品汇

集成一个大的集装单元,使零散商品成组化,加上在运输过程中实行装卸机械化,因而已成为一种新型高效率的运输形式。

集装箱运输已有百年以上历史,它由陆地运输,尤其是由铁路与公路运输的结合发展而成,它具有铁路运输长距离、成本低和公路运输深入门户的优点,现已逐步发展为海、陆、空联运,已成为当今世界主要运输航线中占主导地位的运输形式,从50年代以来,世界各国的集装箱运输,发展很快。

我国的集装箱运输,是1955年从铁路运输开始,当时选择了8个车站,开始进行集装箱运输的试点工作,制成了400多只木料和铁条构成的集装箱,到1958年扩大为18个车站,箱数增加到近6000只。目前,铁路、公路、水路及航空均已开展集装箱运输,全国共有各种型号的集装箱10万多只。按1982年资料,全国共完成的集装箱货运量是:铁路270万t以上,国内水运2万t以上,国际水运6万多箱,公路105万箱,民航也开始承担少量的集装箱运输任务。

在公路运输方面,随着高等级公路,其中包括高速公路的建成与投入使用,随着大型的特种汽车的发展,集装箱运输将能大大提高公路运输能力和效益,也是实现海、陆、空联运的必由之路。

集装箱运输的优点,一般可归纳如下:

1.集装箱运输可大大提高装卸效率。由于集装箱能使待运货物成组化,集零散而成整体,运用机械化装卸操作,可大大节约人力和时间,减轻劳动强度和运输损耗,提高运输速度和效率。装卸一艘万吨级的货船,一般需要几天时间,如采用集装箱装卸,则可在10h以内完成。经济效益和社会效益显著,车站、港口的运输设施可大为减少。

2.有利于简化运输转运手续,有利于综合利用各种运输工具和设施,扩大联运范围,缩短商品途中运转时间。

3.有利于雨天作业,保证车船正常运输,有利于减少货物破损,防止意外丢失,对于装载贵重和易碎等物品,效果尤为显著。

4.有利于发挥各种运输方式的优势,如远途的速度加快和成本降低,直达用户,提高运输安全性和提高服务质量。

第二节 公路运输的发展概况

一、公路运输各个发展阶段

1.初期阶段(截止1920年)。此阶段的汽车数量少、载运能力小、行驶速度低;供汽车行驶的公路,多半是在原有的马车道和大车道的基础上改建而成。因而,公路运输还只能是水运和铁路运输的辅助手段。

2.中期阶段(1920~1945年)。两次世界大战之间,随着工业的发展,特别是因战争的需要,公路建设发展较快。截止1945年,世界汽车拥有量已超过6000万辆(其中美国为3100万辆)。为满足战争的需要,德国于1932年开始,化了11年时间建成3860km的高速公路(汽车专用)。

3.近期阶段(1945年以来)第二次世界大战结束之后,随着世界经济的恢复和发展,汽车工业和石油开采业迅速发展,公路运输得到空前规模的发展。特别是本世纪60年代以来,公路运输已跃居交通运输的首位。据资料统计,世界上的汽车总数,已由1945年的0.6亿辆猛

增至1980年的4.5亿辆；世界的公路总里程已超过29000万 km（占世界交通运输线总长度2/3以上），近30个国家已建成的高速公路达10万 km 以上。表1-2列举几个有代表性的工业发达国家近20年来三种主要运输方式的发展概况，可见公路运输的客货运年平均增长速度，领先于其他运输方式。

表1-3是一些国家公路的基本情况（以1980年为准）。

二、我国公路的发展情况

我国第一条公路为长沙至湘潭公路，1913年开始动工修建，1921年建成通车，全长50 km。1921年全国通车里程为1100km，1927年为3万km，1935年12万 km，1949年约为13万公里。原有的公路，不仅里程少，分布亦极不合理，技术标准很低。解放前全国有52%的县不通汽车，绝大部分公路集中于东南沿海的少数大城市附近，仅上海一地就集中了当时全

1960~1980年一些国家国民经济
发展与交通运输发展的比较 表1-2

	美国	英国	联邦德国	日本	苏联
国内生产总值年平均增长率(%)	3.5	2.4	3.8	8.0	6.3
各种运输方式货物周转量平均增长率(%)	3.3	2.4	2.7	6.0	6.1
其中 公路	3.5	4.1	5.6	11.4	7.7
铁路	2.4	2.2	0.5	-1.8	4.2
水运	3.3	-5.6	1.2	6.6	4.6
各种运输方式旅客周转量平均增长率(%)	3.4	3.7	2.3	6.3	6.6
其中 公路	2.9	4.2	3.4	11.4	9.7
铁路	-12	-0.5	-3.1	2.8	3.4
水运				4.3	1.3

注：1.苏联为社会生产总值，其他国家为国内生产总值。

2.资料来源：国内生产总值年均增长来自《红旗》杂志1982年18期68页。其他数据按国外资料计算。

一些国家公路基本情况

表1-3

国 别	公 路 网 里 程 (公里)					公 路 网 密 度			公路路面铺装率 (%)
	国道或主要干线		省际(州际)道或次干线	其他各级地方道路或支线	总 计	每平方公里国土面积的公路里程 (km)	每1000人口的公路里程 (km)	每公里公路的平均分摊的车辆数 (辆)	
	小 计	其中：高速公路系统							
美 国	836 148	69 202	450 748	5 078 695	6 365 591	0.68	28	25	82
苏 联					1 346 500	0.06	5.1	11.5	68.8
日 本	42 791	2 579	130 836	939 760	1 113 387	2.99	9.5	29.9	45.9
联邦德国	40 069	7 538	65 637	379 659	485 392	1.95	8.2	51	99
英 国	15 035	2 573	约35 000	约300 000	352 283	1.44	6.3	48.1	96.4
法 国	32 964	5 264	350 000	420 000	802 964	1.47	15.0	25.9	98
波 兰	68 179	139	185 896	44 437	298 512	0.95	8.4	10.3	60.3
印 度	29 340		485 997	1 118 113	1 633 450	0.55	2.5	1.15	38.9
土 耳 其	32 397	189	27 851	172 103	232 162	0.30	5.2	4.6	76
哥伦比亚	22 877		40 407	11 451	74 735	0.07	2.8	4.9	
巴 西	86 090		128 223	1 180 373	1 394 686	0.16	11.3	7.3	6.3

注：法国公路中未包括70万km的农村道路，表列数字截止1980年。

国汽车数量的一半以上，占全国土地面积 2/3 的西南与西北地区只有很少的公路，已有公路中2/3为晴通雨阻的土路，公路运输事业极为落后。由于战争的破坏和年久失修，全国解放初期仅约有8万 km 的公路能够通车，仅有民用汽车约5万辆，公路运输能力很低。

新中国成立以来，我国公路运输事业有了较快发展，截止1987年全国通车里程已达98万 km，基本形成遍及全国的公路运输网，除青藏高原的1个县城以外，全国其他所有县均已通车，

90%的乡和2/3的村镇通了公路。目前全国交通运输部门的专用车辆已超过500万辆。青藏、川藏和新藏三条干线公路全长共5600km, 它的建成通车显示出我国公路建设和运输事业的兴旺发达。高速公路(如沈大、京津塘等)的兴建, 标志着我国公路建设已跨入新的历史阶段。表1-4是1981年我国公路运输与建国初期的比较表, 表1-5是我国建国37年来公路总里程的增长简表。

公路运输基本情况比较

表1-4

数 量 时 期	项 目	公路通车里程(万km)	全国民用汽车拥有量 (万辆)	公 路 运 输	
				客运(万人)	货运(万吨)
建国初期		8.07	5.09	1 809	7 963
1981年		90.0	199.0	261 013	71 504
增长的倍数		11.15	39.1	144.3	9.0

我国历年来公路总里程简表

表1-5

年 份	里 程 (万km)	5年平均年增长率 (%)	年 份	里 程 (万km)	5年平均年增长率 (%)
1950	9.96	—	1975	78.36	18.64
1955	16.73	36.17	1980	87.58	10.46
1960	51.00	44.14	1985	94.00	6.80
1965	51.45	0.87	1987	96.00	—
1970	63.69	18.82	1988	98.00	—

注: 1950~1987年的37年中平均每年增加2.38万km、平均年递增率6.37%。

近年来我国公路建设步伐加快, 例如国道70条10.96万 km, “七五”期间工程投资每年平均12亿元, 加上地方投资总计可达40亿元。国道里程占全国公路总里程的1/9, 运输量则占40%。

三、存在的问题和建设规模

我国公路运输现状与世界经济发达国家相比, 差距很大。现有公路里程还不及世界公路总里程的1/20, 这对人口占世界总数1/5的一个大国来说, 极不相称。目前国内交通运输全面紧张, 经济发展要求公路运输事业加快发展步伐, 大力发展公路运输业已刻不容缓。

当前我国公路现状, 很不适应交通运输发展的需要, 存在的问题是多方面的, 就公路网而言, 主要表现如下:

1.公路网的数量不足。目前全国还有1个县、5000多个乡、20多万个村不通公路, 它们绝大多数地处边远山区, 交通闭塞, 经济基础差, 生活比较贫困。就全国而言, 我国目前公路网的平均面积密度, 每平方公里仅达到0.1km, 每1000人仅有0.93km, 每公里公路上平均分摊的专业运输车辆不超过5辆, 此3项密度指标均远低于表1-3所列各国1980年的水平。

2.公路网的质量差。我国“六五”期末的公路中, 技术等级符合技术标准的等级公路

约60%，其中一级、二级公路不到3%，三级以上的公路仅约15%；近20万km具有次高级路面的公路中，达到正规标准的水泥混凝土和沥青贯入式以上的路面的里程仅占5%，绝大多数为简易黑色路面，其中60%以上已超过使用期限，有待修复。根据交通量调查及对照现行公路技术标准，80年代初期，不少公路路段已不能适应运输要求，例如根据对51条国道85733km的交通情况观测资料，按加权平均计算，1982年上半年的日交通量为12514.5万车公里，超过路段技术标准的上限规定的1.2倍；四川省的公路有8.4万km，其中44.2%的路段和干线公路的89%超过容许的交通量；山东省有公路3.5万km，路况较好，但国道的45.5%和省道的51%超过路段的交通容量；大中城市近郊，交通阻塞情况尤为严重。

3.公路网的布局不合理。原有公路建设缺少整体规划和优化，大多以省市行政区为中心，偏重于自成体系，各自安排，很不适应横向联系的需要。以致断头线多，工程难点临时性设施多，仅就目前规划的11万km国道而言，约有近2000km的断头路段。从全国的公路布局方面分析，公路网密度分布不匀，甚至于同各地区的经济发展不相协调。按照系统分析要求，我国各地区的公路网布局，在宏观经济效益和整体优化方面，有许多问题亟待解决。

4.公路的抗御自然灾害能力低。不少公路路段的多种病害，尚未彻底根治，更缺乏应有的超前性，正常情况下全国每年要付出较大财力和物力，用于维持正常通车，一旦遇有较大自然灾害，如水灾和地震等，不仅中断交通，而且损失严重。

由于以上原因，加之交通管理不够完善，必要的交通服务设施不健全，以致造成我国目前公路运输方面存在不少问题，其中较为突出的是：1)公路上行车速度低，据统计目前全国公路车辆运行平均技术时速为21km/h，干线公路上平均时速37km/h，远未达到汽车的经济车速。2)汽车运输成本高、油耗多、空驶率大、经济损失较严重。3)交通事故十分严重。1981年全国发生11.6万次，其中大事故2.22万次，死亡2.1万人，平均每万辆车死亡事故人数达75人，数字惊人。近几年来，由于交通量猛增，交通事故有增无减。

根据近几年来多次分析研究，按2000年的路网规划里程的高、中、低三个方案，预测所得公路运输值，列于表1-6。

2000年公路运输量预测值

表1-6

项 目	计量单位	1980年	2000 年		
			低 方 案	中 方 案	高 方 案
货 运 量	亿t	38.21 (37.2)*	115	140	155
货物周转量	亿 t·km	764 (1086)*	4000	7500	9200
客 运 量	亿人	22.28 (26.7)**	133	290	400
旅客周转量	亿人·km	729 (874)**	4400	8900	11000

注：1.1980实绩为国家统计局数字，括弧内数字注有*者系包括农村公路上拖拉机货物运输量在内的推算值，由于国家统计局调查的非交通部门汽车平均运距小，所以货运量显得过大，反而大于扩大口径的推算值。注有**者系包括小客车和非交通部门大客车在内扩大口径的推算运输量。

2.世界银行对中国2000年能源交通研究中关于公路货物运输量的预测，低方案为4500亿t·km，中方案为6800亿t·km，高方案为9750亿t·km。

预计至2000年全国的民用汽车保有量，将增加到1000~1300万辆，路段交通量一般要比1980年增长3~4倍，其中干线公路交通量将增加5~6倍。

近几年的经济发展和实际情况表明，上述预测数字将可能被突破。

根据我国经济投资条件，如果采用“中方案”，至2000年将使全国总里程达到120~130

里
1
—
万 km, 其中约30~40万 km 的干线公路, 要求达到三级以上公路标准, 铺筑次高级以上的路面。公路总里程中, 二级公路增加到4~6万 km, 一级、二级汽车专用公路约7000~9000km, 高速公路可望达到1500km。

此方案实现后, 全国将达到乡乡通公路, 总长约11万 km 的70条国道和众多的省级干线, 将大大增强通行能力和提高运输效益, 做到基本适应公路运输的需要。实现这一规划方案, 需要做好各项工作, 而需要做的工作又是千头万绪。但是, 当务之急, 按科学方法做好各区域的公路网规划与设计, 用好有限资金以保证公路建设目标全部和超前实现, 尤为重要。

第二章 公路网规划的基本原理

第一节 公路网的概念

一、路网的含意

公路成网是特指某一地域内公路系统而言，它具有特定的含义，有别于城镇市区内的道路网。从规划的角度出发，公路网可理解为区域公路网，亦可简称为路网。在区域公路网规划中，区域内的城市或集镇、以及某些运输集散点（大型工矿、农牧业基地、车站、港口等），被视为一个节点，称为运输点。公路网就是指这些点相互之间的公路连线，各条路线按要求联接起来，形成一个有机的整体，从而构成公路网。

合理的路网一般应具备以下几个条件：1) 具有必要的通达深度和公路里程长度；2) 要有与交通量相适应的道路技术标准和使用质量；3) 具有经济合理的平面网络。由此可以提出公路网的基本要求是：路网内公路四通八达，干支结合，布局合理，效益最佳。四通八达是要求区域内有一定数量的公路，以满足公路运输适应“面”的要求，充分体现公路运输深入门户的优越性。干支结合是要求各条公路具有相应的技术等级，并在整体上达到技术标准配套，干线公路与一般地方道路组合协调。布局合理的实质，就在于路网网络性要好，公路走向与技术标准的选定，必须满足局部服从整体的要求，并且在宏观方面根据实际需要和可能，作出路网最佳方案的选择。效益最佳是指路网方案的最终效益，需要通过科学方法的评价和定量分析，并加以优化决策，从而使得公路网在使用中，可获得较好的经济效益和社会效益。以上四点要求，相互联系，彼此制约，并且与区域内的实际条件密切相关。

按照系統工程的观点，所谓公路网，就是：由规划区域内的运输点，以及连接诸运输点的所有公路，按一定的规律组合而成，并具有特定功能的有机集合。系统工程的基本特征，一是以近代数学为理论基础的定量分析和整体优化，二是运用最新电子计算机技术作为运算手段。此乃实现公路网全面要求的重要途径和方法。

二、公路网的特征

同其他任何系统一样，公路网作为一个系统，应具有以下4个特征：

1. 集合性

区域公路网是由许多元素（运输点和公路路线等），按一定方式组合而成。区域范围内运输点的规模和重要性的不同，公路网的组合结构与级别亦应有所差别。我国目前的公路网，可以分为三个级别，即：国道网、省道网和地方道路网（县乡公路）。前两者是全国和省（市）公路网的骨架，是公路运输的主动脉，为数众多的地方道路作枝叉，直接深达区域内的各有关用户，三者共同组成一个有机整体。三级公路网的建设及维护管理，可分别由全国、省（市）和县的有关交通部门承担。三级网的地区范围、运输点组成和作用，大体如表2-1所列。实际工作中还可根据区域划分的需要，作必要的调整，如经济区、特定开发区等，但所属管辖级别与范围，应相应划定。

公路网的分级表

网 别	区域范围	运 输 点 构 成	主 要 作 用
国道网	全 国	各省、市、自治区、各大军区机关所在地，大型工农业基地和重要交通枢纽	在全国范围内沟通各主要运输点的高效快速的运输联系
省道网	省和相当于省的市、区	省、市、自治区所辖各县（市）及主要工农业基地和较大交通枢纽	为国道的重要补充，沟通各运输点的运输联系，其中包括相邻区域的横向联系
地方道路网	县和相当于县的地区	县属各乡、镇和主要居民密集村，以及相关的工农业基地和车站、码头、渡口等	为上两级路网的补充，深达各主要用户，实现直达门户的公路运输，亦包括与邻县和地区的横向联系

2. 关联性

构成公路网的全部运输点和公路，是相互联系、相互制约和具有一定规律性的整体。正如机械加工车间是由各种机床与设备按一定工艺流程及要求所组成，而若干机床和设备的总和不等于是就是一个车间，与此道理相同，公路网并不等于若干条公路的简单相加，它是在布局 and 结构组成方面，具有与地区的自然条件、经济条件及功能等相适应的，符合一定规律性的和具有高效益的有机整体。路网中每新建或改建任意一条线路，均要受到全局因素的制约，又由于区域经济和运输需求，随着时间在变化和发展，因此公路网建设是一个动态过程。公路网的关联性，包含着时间与空间两方面的特征。

3. 目的性

公路网具有特定的功能，亦就带有一定的目的性，众多的公路正是按此目的性组合而成公路网。各条公路也必需要形成路网系统，才能充分发挥汽车运输的优势，给区域的整体交通运输创造有利条件。

一般情况下，区域公路网的主要功能是：

- 1) 满足区域内外的交通需求，承担城市（乡镇）和城乡之间的运输联系；
- 2) 维持区域内交通的通畅及保证交通运输的快速和高效益；
- 3) 确保交通安全和提供优质运输服务；
- 4) 维护生态平衡，防止水土流失，注意环境保护，方便人民生活。

4. 适应性

任何一个系统总是存在和活动于一定的特定环境之中，且必须与之相适应。公路网是区域公路运输的一个组成部分，而公路运输是区域综合运输的子系统，综合运输则是区域的社会、经济、政治、文化的总体组成部分。换句话说，公路网必须适应于区域国土开发利用和经济发展规划，适应于区域综合运输的条件，适应于公路运输的发展需要。

三、我国的公路国道网

我国幅员辽阔，人口众多，国土总面积为960万 km^2 ，截止1989年底的总人口为11亿多，大陆上现有30个省、市、自治区，辖2000多个县（市）。至1987年止共有大中小城市324个（城市总人口2.1187亿）。全国划分为6大行政区，即：东北、华北、华东、中南、西南和西北。

根据国家经济发展的需要，考虑到公路在发展国民经济、保证国家安全和政治统一中的作用与地位，以及它作为人们社会生活联系的纽带，已制定一个与国家经济发展相适应的、与其他运输方式相协调的干支结合的全中国公路国道网规划方案（试行）。此方案的拟定，是

根据我国公路的实际情况，参照国外公路建设与管理经验，为了建成为全国公路网的骨架，经过1980年召开的路网规划会上的讨论与修改，于随后召开的全国交通工作会议通过并试行。

国道网采取放射与网格相结合的布局形式，以北京为中心，由具有重要政治、经济、国防意义的原有各省主要干线公路联接而成。国道网在布局上分为三类：1)首都放射线；2)南北纵线；3)东西横线。

国道网的线路组成是：1)由首都北京通向并联接各省、市、自治区的政治、经济中心和50万人口以上城市的干线公路；2)通向各大港口、铁路干线枢纽、重要工农业基地的干线公路；3)联接各大军区之间和省内个别的重要干线公路；4)联接省际之间和省内个别的重要干线公路。

国道网对于路线名称、编号、桩号及主要控制点，作了具体规定，其中主要是第一类的首都放射线，以北京为起点；二类的纵线，原则是由北往南；三类的横线，原则是由东往西。为了适应日益增长的交通运输的需求，目前正在规划研究国道主干线公路系统，计划用几个五年计划时间，建成由高速公路和一、二级汽车专用公路组成的公路主骨架系统，以缓解交通紧张。

国道网是全国公路运输的主动脉，为使之适应我国现代化建设和国防战备的需要，必须从全局出发，统筹安排，实事求是，讲究效果，本着先急后缓，保证重点的原则，积极创造条件，把加速国道网的建设摆在优先地位。国道网按分级管理的原则，规划方案由交通部会同各省、市、自治区交通部门，在调查研究的基础上，制定近期和远景规划，采取有力措施，有计划有步骤地予以实现，真正起到国家干线公路的骨干作用。国道网可作为省道网规划和建设的基础，并要求省道网和地方道路网予以完善和补充。

四、公路网的图式

区域公路网作为一个整体，在平面上所显示出的图形，可以简化成为以运输点为节点，两点间的公路为边线的网络图式。公路网的网络图（亦可称为运输联系图），可直接用于公路网规划中的设计和计算。

公路网的网络图式，是由节点和线条所组成。由于节点的位置，主要取决于规划区内各运输点的地理位置，一般不会有较大变动，而线条是表示公路的基本走向（包括现有公路和规划线路）。公路的平面位置实际上是迂回曲折，作为网络图式可以取直线，必要时增加辅助节点（线路上的控制点），使得图式更接近于实际情况。网络图式中的线条，则按照实际资料分别注明里程、运输量和交通量等数据，以利设计和计算成果不致产生超过容许的偏差。

由于各个规划区域的运输点地理位置及影响公路走向的因素千变万化，网络图式不可能千篇一律。为了寻求路网布局方面的规律性，在宏观控制的规划阶段中，可列举一些具有代表性的典型图式（如图2-1所示）。

一般而言，平原和微丘陵地区，采用路网图式中的三角型（星形）、棋盘型（格网形）和放射型（射线形）较为普遍；而重丘陵和山区，由于受到山脉及河川的限制，路网图式往往形成并列型、树叉型或条型。当区域内的主要运输点（省、市或县的行政机关所在地等）偏于边缘，有可能产生扇型或树叉型；条型是特例，有可能在狭长地带的地方道路网中出现。

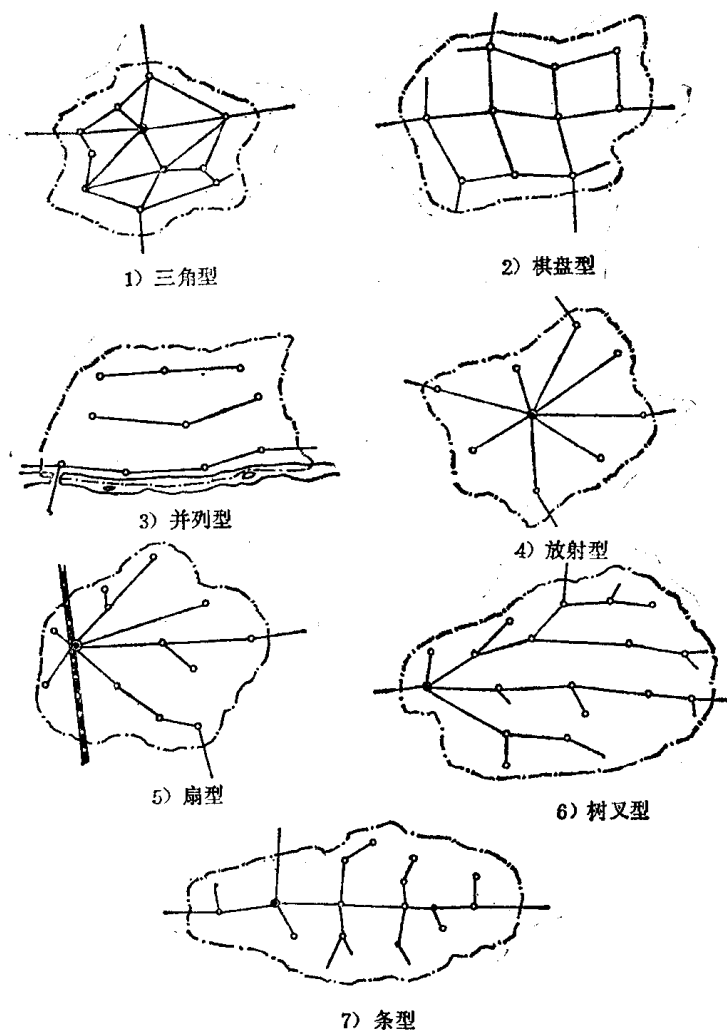


图2-1 典型路网示意图

各种图式往往相互配合而形成混合型，通常如果条件许可，为了满足公路网能够四通八达和达到效益最佳的要求，区域公路网宜成环状。因此，我国的国道网，是采用了放射和网格相结合的图式；就图2-1而言，亦以三角型和棋盘型两者所示的图式为较好。

第二节 公路网规划的基本原则与程序

一、公路网规划的概念

公路网的规划，是公路建设发展到一定阶段所必需的。现代化的公路网规划，是最近半个世纪以来随着公路运输业的迅速发展，逐渐形成并在继续不断完善的一门新学科。由于各国情况差异较大，对于公路网的规划工作，亦有着不同的演变过程。第二次世界大战结束后的10年间，世界各国处于经济恢复时期，在较大规模进行公路建设的同时，主要精力也放在某些线路的恢复（包括提高技术等级）和接通。就规划工作而言，在思路方面偏重于局部线路的分析诊断上，在方法方面还处于经验评估上，尚未充分认识到区域交通需求和土地使用之间的动态联系，缺少路网的系统分析和有效地利用近代运算工具，公路网规划工作还处于初