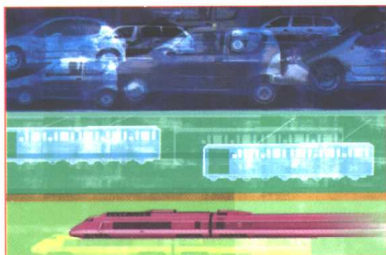




高等学校试用教材

交通运输 工程导论

姚祖康 顾保南 编著
王 炜 主审



人民交通出版社
China Communications Press

高等学校试用教材

Jiaotong Yunshu Gongcheng Daolun

交通运输工程导论

姚祖康 顾保南 编著
王 炜 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书以整个交通运输系统(包括铁路、道路、水运、航空、管道和城市交通运输系统)为对象,主要介绍现代社会运输的性质和作用、交通运输系统的组成以及我国各种交通运输系统的现状;阐述各类载运工具的特点和与交通运输工程设计有关的特性;分析载运工具在交通运输设施上的运行特性;扼要介绍交通运输工程规划的基本概念、方法和步骤;择要阐明轨道、道路、港口和机场工程的主要组成、功能要求和设计要点;简略介绍在各种载运工具在交通运输设施上运行时进行交通控制和管理的要求与方法。

本书可作为大专院校交通运输学科和土木工程学科相关专业的教材以及有关专业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

交通运输工程导论 / 姚祖康, 顾保南编著. —北京:
人民交通出版社, 2003.3
ISBN 7-114-04629-4

I. 交... II. ①姚...②顾... III. 交通运输—运输
工程 IV. U

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 017980 号

高等学校试用教材

交通运输工程导论

姚祖康 顾保南 编著

王 炜 主审

正文设计: 彭小秋 责任校对: 宿秀英 责任印制: 杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 12 字数: 280 千

2003 年 3 月 第 1 版

2003 年 3 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001~4000 册 定价: 22.00 元

ISBN 7-114-04629-4

面向 21 世纪交通版

高等学校教材(公路与交通工程)编审委员会

主任委员:王秉纲(长安大学)

副主任委员:胡长顺(长安大学)

陈艾荣(同济大学)

王 炜(东南大学)

杜 颖(人民交通出版社)

委 员:周 伟(交通部交通科学研究院)

郑健龙(长沙交通学院)

张建仁(长沙交通学院)

刘小明(北京工业大学)

梁乃兴(重庆交通学院)

周志祥(重庆交通学院)

裴玉龙(哈尔滨工业大学)

黄 侨(哈尔滨工业大学)

钟 阳(哈尔滨工业大学)

黄晓明(东南大学)

叶见曙(东南大学)

赵明华(湖南大学)

郭忠印(同济大学)

杨晓光(同济大学)

王殿海(吉林大学)

徐 岳(长安大学)

符铎砂(华南理工大学)

秘 书 长:韩 敏(人民交通出版社)

总 序

当今世界,科学技术突飞猛进,全球经济一体化趋势进一步加强,科技对于经济增长的作用日益显著,教育在国家经济与社会发展中所处的地位日益重要。进入新世纪,面对国际国内经济与社会发展所出现的新特点,我国的高等教育迎来了良好的发展机遇,同时也面临着巨大的挑战,高等教育的发展处在一个前所未有的重要时期。其一,加入WTO,中国经济已融入到世界经济的发展进程之中,国家间的竞争更趋激烈,竞争的焦点已更多地体现在高素质人才的竞争上,因此,高等教育所面临的是全球化条件下的综合竞争。其二,我国正处在由计划经济向社会主义市场经济过渡的重要历史时期,这一时期,我国经济结构调整将进一步深化,对外开放将进一步扩大,改革与实践必将提出许多过去不曾遇到的新问题,高等教育面临加速改革以适应国民经济进一步发展的需要。面对这样的形势与要求,党中央国务院提出扩大高等教育规模,着力提高高等教育的水平与质量。这是为中华民族自立于世界民族之林而采取的极其重大的战略步骤,同时,也是为国家未来的发展提供基础性的保证。

为适应高等教育改革与发展的需要,早在1998年7月,教育部就对高等学校本科专业目录进行了第四次全面修订。在新的专业目录中,土木工程专业扩大了涵盖面,原先的公路与城市道路工程,桥梁工程,隧道与地下工程等专业均纳入土木工程专业。本科专业目录的调整是为满足培养“宽口径”复合型人才的要求,对原有相关专业本科教学产生了积极的影响。这一调整是着眼于培养21世纪社会主义现代化建设人才的需要而进行的,面对新的变化,要求我们对人才的培养规格、培养模式、课程体系和内容都应作出适时调整,以适应要求。

根据形势的变化与高等教育所提出的新的要求,同时,也考虑到近些年来公路交通大发展所引发的需求,人民交通出版社通过对“八五”、“九五”期间的路桥及交通工程专业高校教材体系的分析,提出了组织编写一套面向21世纪的具有鲜明交通特色的高等学校教材的设想。这一设想,得到了原路桥教学指导委员会几乎所有成员学校的广泛响应与支持。2000年6月,由人民交通出版社发起组织全国面向交通办学的12所高校的专家学者组成面向21世纪交通版高等学校教材(公路类)编审委员会,并召开第一次会议,会议决定着手组织编写土木工程专业具有交通特色的道路专业方向、桥梁专业方向以及交通工程专业教材。会议经过充分研讨,确定了包括基本知识技能培养层次、知识技能拓宽与提高层次以及教学辅助层次在内的约130种教材,范围涵盖本科与研究生用教材。会后,人民交通出版社开始了细致的教材编写组织工作,经过自由申报及专家推荐的方式,近20所高校的百余名教授承担约130种教材的主编工作。2001年6月,教材编委会召开第二次会议,全面审定了各门教材主编院校提交的教学大纲,之后,编写工作全面展开。

面向21世纪交通版高等学校教材编写工作是在本科专业目录调整及交通大发展的背景下展开的。教材编写的基本思路是:(1)顺应高等教育改革的形势,专业基础课教学内容实现与土木工程专业打通,同时保留原专业的主干课程,既顺应向土木工程专业过渡的需要,又保持服务公路交通的特色,适应宽口径复合型人才的需要。(2)注重学生基本素质、基本能

力的培养,将教材区分为二个主层次与一个辅助层次,即基本知识技能培养层次与知识技能拓宽与提高层次,辅助层次为教学参考用书。工作的着力点放在基本知识技能培养层次教材的编写上。(3)目前,中国的经济发展存在地区间的不平衡,各高校之间的发展也不平衡,因此,教材的编写要充分考虑各校人才培养规格及教学需求多样性的要求,尽可能为各校教学的开展提供一个多层次、系统而全面的教材供给平台。(4)教材的编写在总结“八五”、“九五”工作经验的基础上,注意体现原创性内容,把握好技术与教学需要的关系,努力体现教育面向现代化、面向世界、面向未来的要求,着力提高学生的创新思维能力,使所编教材达到先进性与实用性兼备。(5)配合现代化教学手段的发展,积极配套相应的教学辅件,便利教学。

教材建设是教学改革的重要环节之一,全面做好教材建设工作,是提高教学质量的重要保证。本套教材是由人民交通出版社组织,由原全国高等学校路桥与交通工程教学指导委员会成员学校相互协作编写的一套具有交通出版社品牌的教材,教材力求反映交通科技发展的先进水平,力求符合高等教育的基本规律。各门教材的主编均通过自由申报与专家推荐相结合的方式确定,他们都是各校相关学科的骨干,在长期的教学与科研实践中积累了丰富的经验。由他们担纲主编,能够充分体现教材的先进性与实用性。本套教材预计在二年内完全出齐,随后,将根据情况的变化而适时更新。相信这批教材的出版,对于土木工程框架下道路工程、桥梁工程专业方向与交通工程专业教材的建设将起到有力的促进作用,同时,也使各校在教材选用方面具有更大的空间。需要指出的是,该批教材中研究生教材占有较大比例,研究生教材多具有较高的理论水平,因此,该套教材不仅对在校学生,同时对于在职学习人员及工程技术人员也具有很好的参考价值。

21世纪初叶,是我国社会经济发展的重要时期,同时也是我国公路交通从紧张和制约状况实现全面改善的关键时期,公路基础设施的建设仍是今后一项重要而艰巨的任务,希望通过各相关院校及所有参编人员的共同努力,尽快使全套面向21世纪交通版高等学校教材(公路类)尽早面世,为我国交通事业的发展做出贡献。

面向21世纪交通版
高等学校教材(公路类)编审委员会
人民交通出版社
2001年12月

前 言

交通运输系统是由铁路、道路、水路、航空和管道五种交通运输方式组成的一个综合系统。每种交通运输方式各具自身的特点,各自组成独立的系统。它们在综合交通运输系统内发挥各自的作用,而又相互补充和依存,共同发挥支持社会生产、推动经济发展、提高人民群众物质和文化生活水平的作用。

交通运输工程的任务是探讨如何为交通运输系统提供和发展各项工程设施,包括系统和项目工程设施的规划、设计、施工、运营管理和维修养护等方面,以适应不断增长的交通运输需求。

由于行业的划分和专业设置的过细,学习交通运输工程的学生或从事交通运输工程的技术人员对交通运输工程专业知识的认识和了解,往往局限于某种交通运输方式,或者仅局限于该方式中的某个侧面。设置本课程和编写本书的目的是较系统地介绍交通运输工程的各个方面,使交通运输工程领域的学生和专业人员以及与交通运输工程有关或对之有兴趣的其他专业人员,对交通运输工程能有一个较全面的了解。

1988年起,同济大学开设了“运输工程导论”课程。本书是在总结以往编写的讲义和教材的基础上改写而成。第一章首先阐述运输同经济和社会发展的关系以及对政治和环境的影响;分析交通运输系统的组成,各种交通运输方式的特点、组成及其发展趋势;而后分别介绍了我国铁路、公路、水路、航空、管道和城市交通运输系统的现状和存在问题。第二章分别介绍各类载运工具(轨道车辆、汽车、船舶和运输飞机)的类型和特点以及同交通运输工程设计有关的一些运行特性。第三章阐述载运工具在交通运输设施上运行的流动特性(包括速度、密度、交通量),并介绍同工程设施规划和设计密切相关的通行能力、排队和延误以及服务水平的基本概念。第四章介绍交通运输工程设施规划的基本概念、方法和步骤,并着重阐明交通运输需求分析、预测的基本概念和建模方法以及对规划方案的经济评价和综合评价的方法。第五章到第八章分别摘要介绍轨道、道路、港口和机场工程的功能要求、主要组成部分的布置和设计,但不涉及各种构造物的结构设计。最后一章则阐述对各种载运工具在交通运输设施上运行时进行交通控制和管理的要求与方法。本教材由同济大学姚祖康、顾保南教授主编,东南大学王炜教授主审。

希望本书能对读者有所裨益,并恳请读者批评指正。

姚祖康

2003年3月于同济

目 录

第一章 运输和交通运输系统	1
第一节 运输的性质和作用.....	1
第二节 交通运输系统的组成和特点.....	3
第三节 我国各种交通运输系统概况.....	7
第四节 城市交通运输系统.....	19
第二章 载运工具的运行特性	22
第一节 载运工具的类型.....	22
第二节 轨道载运工具.....	23
第三节 道路载运工具.....	30
第四节 水上载运工具.....	34
第五节 空中载运工具.....	36
第三章 交通流特性	43
第一节 交通流要素.....	43
第二节 通行能力分析.....	47
第三节 排队和延误分析.....	49
第四节 服务水平分析.....	52
第四章 交通运输工程规划	56
第一节 规划的特点、方法和步骤.....	56
第二节 需求分析.....	60
第三节 需求预测.....	66
第四节 方案设计与评价.....	68
第五章 轨道工程	75
第一节 线路.....	75
第二节 站场.....	86
第六章 道路工程	94
第一节 道路分级和设计准则.....	94
第二节 道路路线设计.....	97
第三节 路基和路面.....	109
第四节 道路排水和桥涵构造物.....	113
第七章 港口工程	116
第一节 港口的类型和组成.....	116
第二节 港口水域.....	117
第三节 码头.....	123
第四节 港口陆域作业区.....	128

第八章 机场工程	133
第一节 机场系统的组成.....	133
第二节 飞行区平面布置.....	135
第三节 跑道系几何设计.....	142
第四节 滑行道和停机坪几何设计.....	148
第五节 航站区布局.....	150
第九章 交通控制与管理	155
第一节 轨道交通控制和管理.....	155
第二节 道路交通控制和管理.....	163
第三节 水上交通控制和管理.....	168
第四节 航空交通控制和管理.....	169
参考文献	175

第一章 运输和交通运输系统

第一节 运输的性质和作用

运输活动是使用各种载运工具(如火车、汽车、船舶、飞机和管道等),使运输对象(货物或旅客)实现地理位置上(空间)的转移。这种活动推进不同地区之间的人和物的流通和交换,对国家的强盛、经济的发展、社会的进步、文化的交流、生活方式的改变和生活水平的提高都起着重要的作用,从而成为社会赖以生存和发展的基础。

一、运输对经济发展的影响

运输是物质生产得以进行的必要条件。任何物质生产通常总是首先通过运输活动,供应生产所必需的原料或半成品和燃料;同时,又必须通过运输活动,将完成的半成品或成品输送到其他加工部门或者进入流通领域(市场)。因而,运输是物质生产过程中的必不可少的组成部分,也是生产过程在流通领域内的继续。社会的分工越精细,生产的组合越复杂,商品的流通越发达,这种运输活动也就越频繁,从而也越显出其重要性。

生产过程中的运输,其所投入的费用是产品价值的一部分;而在流通领域中的运输,其费用追加到产品的价值上,成为商品价值的一部分。因而,运输的成本将直接影响到商品的成本和价格。

交通运输的发展,意味着输送的便利、速度的快捷、效率的提高和运输费用的降低。它对经济发展的各个方面都会产生积极的影响。

1. 促进生产的地区分工

不同地区对于生产某类或某种产品可能具有特殊的有利条件,如自然条件、原材料或能源供应条件、或者技术条件等,因而生产该种产品的成本便具有较其他地区低廉的优势。如果运输发达,运价低廉,则这种生产成本低廉优势的影响范围便会得到扩大,从而促成生产的地区分工,影响生产力的布局。

2. 鼓励生产规模的扩大

产品的产量越多,则单位产品的生产成本便越低。大规模生产意味着原料、半成品或成品的供应和集散必须长距离运输。如果运价太高,将使产品价格偏高,在市场上将会丧失竞争能力。因而,运输效率越高,运费越低,便越有利于发展大规模生产,从而便于充分合理地使用资源,提高社会的生产效率。

3. 开发自然资源,发展落后地区经济

只有通过发展交通,才有可能使丰富的自然资源得到有效的利用;而经济落后地区或边远地区,也只有通过发展交通,使之同发达地区沟通,才能促进交流并发展其经济。

4. 加速土地开发

交通发达,可使运输设施沿线和毗邻地区的土地的使用价值得到提高,从而加速土地的经

济开发。

5. 促进与交通运输相关的工业部门发展

例如,同载运工具制造有关的机械制造业和电器仪表工业;同能源供应有关的石油、天然气和煤炭工业;同运输设施修建有关的建筑业、材料工业等;同控制和管理有关的电子和计算机工业等,都会适应交通运输业发展的需要而得到相应的发展。

6. 平抑物价

便利的交通,可以调节不同地区出现的市场供需不平衡,促使各地的物价差别较快地得到平抑;同时,运费的降低,可使商品价格下降,从而稳定物价。

由此可见,交通运输的发展可促进国民经济的发展,而国民经济的发展也要求发展交通运输业,以得到支持和保证。交通运输业成为国民经济的重要组成部分。两者必须协调发展,保持适当的比例关系,才能使国民经济得以持续稳定地发展。根据国外的统计资料(20世纪80年代),工业化国家的运输业产值约占国内生产总值的6%~7%。而我国运输业的同期产值仅占社会总产值的3%左右。因而,出现了我国交通运输业发展滞后的局面,从而制约了国民经济的顺利发展。自20世纪90年代中期起,国家逐渐加大了对交通运输业的固定资产投资比重(见表1-1),使交通运输业在这一时期相应地得到较快的发展,保障了国民经济持续稳定地发展。

20世纪90年代我国交通运输业的固定资产投资额(亿元)

表 1-1

年	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
铁路	92.95	525.78	549.28	577.77	709.62	782.14	770.74
公路	114.03	451.66	596.15	733.10	1 230.18	1 408.30	1 605.80
水运	53.73	86.27	61.31	53.58	47.88	61.17	73.23
航空	14.24	126.08	156.31	162.22	185.94	259.12	258.54
管道	2.88	4.05	3.92	5.68	5.46	10.92	25.51
交通辅助业	0.34	339.90	463.82	534.43	914.48	934.94	743.74
其他交通	-	10.73	19.42	29.86	27.42	30.40	33.76
合计	278.17	1 544.47	1 850.21	2 096.64	3 120.98	3 486.99	3 511.32
全国	2 733.07	10 898.24	12 056.24	13 091.72	15 369.30	18 711.26	20 284.82
占全国比重	10.18%	14.17%	15.35%	16.01%	20.31%	18.64%	17.31%

二、对社会发展的影响

城市的发展及其形态,同交通运输的发展有密切的关系。早期,主要依靠水路运输时,城市都沿江边或海岸布设和发展。铁路出现后,内陆城市才得以发展。公路的发展,沟通了城市和乡村间的物质、文化联系和交流,使城乡间在物质和文化上的差别逐步减小以致消失。而航空业的发展,更加快了人们时空观念的改变,促进了国际间的交流和交往。交通运输促进了大规模生产和地区专业化分工,从而导致大城市的出现。而大城市的生存和运转又密切依赖于交通运输。高速公路和捷运交通系统的迅速发展,使许多人有可能居住在郊区而工作在市区,并仍享有参与教育、文化和社会活动的便利,因而促成了中心城市向郊外扩散

和延伸的趋向。

一个社会系统的有效性(机动性和效率),是由其人流、物流、能源流、信息流和资金流等的速度和质量所决定的。而交通运输业是载运人流、物流、能源流和信息流的最重要的社会基础结构之一。交通运输的发展增加了社会的机动性,促进不同国家、不同地区、不同民族和不同阶层的人民之间的广泛交往和文化渗透,增进了相互的了解和理解。交通运输的迅速发展也改变了人们的时间和空间观念,同时也影响着人们生活方式的变化。

三、对政治的影响

完善的交通运输系统将各个边远地区同其他地区,特别是中央地区和发达地区沟通在一起,从而形成并提高了国家的统一性。

快速的交通运输系统可提高兵员、装备和后勤供应的机动能力,因而是国防力量的重要组成部分。

由于交通运输影响到人们工作和生活的便利,影响到经济发展的速度以及人民的收入和生活水平,因而发展交通运输业在实现政府工作目标中占有重要地位,吸引着公众广泛的政治注意。

四、对环境的影响

交通运输的发展会对环境产生许多负面影响。交通运输工程设施的大规模修建,有可能破坏植被,造成水土流失,并改变生态环境。而维持交通运输系统的运转,需消耗大量的能源资源,主要是石油、天然气和电。载运工具的驶行,会排放出大量污染物质,使环境受到污染;严重的噪声也将影响毗邻地带居民的工作和生活。

第二节 交通运输系统的组成和特点

一、交通运输系统的组成

交通运输系统主要由下列五个基本部分组成:

(1) 载运工具——如火车、汽车、船舶、飞机、管道等,用以装载所运送的旅客和货物。

(2) 站场——如火车站、汽车站、机场、港口等,作为运输的起点、中转点或终点,以供旅客和货物从载运工具上下和装卸。

(3) 线路——如有形的铁路、道路、河道、管道或无形的航路等,作为运输的通道,供载运工具由一个站场点驶行到另一个站场点。

(4) 交通控制和管理系统——为保证载运工具在线路和站场上安全、有效率地运行而制定的规则及设置的各种监视、控制、管理装置和设施,如各种信号、标志、通信、导(助)航以及规则等。

(5) 设施管理系统——为保证各项交通运输设施处于完好或良好的使用或服务状况而设置的设施状况监测和维护(维修)管理系统。

按载运工具和运输方式的不同,交通运输系统可分为下述五种基本类型:

(1) 轨道交通运输——由内燃、电力或蒸汽机车牵引的列车在固定的重型或轻型钢轨上行驶的系统,可分为城市间的铁路交通运输系统及区域内和城市内的有轨交通运输系统

两种。

- (2) 道路运输——由汽车在城市间的公路和城市内的街道上行驶的交通系统。
- (3) 水路交通——由各种船舶在内河河道、沿海或远洋航线航行的交通系统。
- (4) 航空交通——由飞机利用空中航路飞行的交通系统。
- (5) 管道交通——利用管道连续输送原材料的交通系统。

整个交通系统是一个上述五种交通类型并存的综合系统,各自发挥本类型(系统)的特长和作用。

二、交通系统的性能

各类交通系统具有不同的特点和性能。通常从以下四个方面来表征或评价一个交通系统的性能。

1. 普遍性(ubiquity)或通达性(accessibility)

主要指进出交通系统的出入口数量、这些出入口之间交通线路的直捷程度以及系统适应各种交通量的能力等方面的性能。它直接关系到使用者进出和使用该系统的便利性。影响普遍性的主要因素是交通线路网的密度和进出系统的出入口或站场的数量。

2. 机动性(mobility)

可定义为交通系统在单位时段内处理交通对象数量的能力,它包括系统的通行能力(或容量)和系统内交通流的速度两个方面。

3. 效率和效益(efficiency)

包括为修建和维护交通系统基础设施所需投入的资金量,使用该系统所需支付的运行费用(能源消耗、载运工具和基础设施的耗损、控制和管理费用等),系统的可靠性和使用的安全性,系统对周围环境的负面影响等方面。

4. 服务对象和服务水平(serviceability)

交通系统适宜于输送的对象(货物或旅客的类别),系统所提供的服务质量(舒适性、频率等)。

三、各类交通系统的特点

各类交通系统具有不同的性能特点。

轨道交通由专用的列车车辆依次沿固定的线路(轨道)行进,交通对象需在固定的站场进出线路系统,因而其普遍性便受到较大的限制。为使列车能以一定的速度安全地在线路上行驶,要求路线布设的平面曲率半径不宜过小,而纵向坡度不能太大。这就使轨道交通方式的采用较多地受到地形和地质条件的限制,或者在地形较复杂地区需要投入较多的建设资金。轨道交通的主要优点是货物或旅客的装载容量很大,而其平均运行速度可为中等(50~100 km/h)到高速(200 km/h以上),因而其机动性较高。线路、站场和控制管理设施的修建和维护费用较高;货运的运输成本较低,但高速客运的运输成本较高;系统的可靠性和安全性较高;能源消耗较低。轨道交通的这些性能,使之在货物运输方面适宜于中长途的散装和大宗货物以及集装箱运输,而在旅客运输方面适宜于短中距离(<500km)的城市间交通及大城市近郊和市区的有轨交通。表1-2所示为2000年各类交通系统的客货运输平均运距。铁路旅客运输的平均运距小于500km,货物运输的平均运距大于700km。

2000年各类交通运输的平均运距(km)

表 1-2

交通运输 类型	铁 路		公 路		水 运		航 空		管 道	总 计	
	客运	货运	客运	货运	客运	货运	客运	货运	货运	客运	货运
平均运距	431	781	49	59	52	1939	1444	2555	340	83	327

道路交通运输是一种可以实现“门到门”运输的方式,也即货物和旅客可以在起点(厂门、店门、家门……)装上汽车后,通过支线迅即进入道路系统,而后直接运卸到终点(厂门、店门、家门……),中间不需倒换装卸作业。因而,路网密度大时,道路交通运输便具有很高的普遍性。道路路线布设的平面曲率半径可比轨道线路的小,而纵坡可以比它大,因而受地形限制的程度较轨道交通运输低。但在地形复杂地区,道路交通运输的通达性仍受到限制。道路交通运输的平均运行速度为中等(30~120km/h),受交通密度(拥挤程度)的影响很大,车辆的装载容量较小。道路交通运输基础设施修建和维护的投资量较轨道交通运输低,而其营运用费(运输成本)则较轨道和水路交通运输高;能源的消耗较大。道路交通运输的可靠性和安全性不如其他运输方式。因而,道路交通运输适宜于短途旅客和货物运输,小批量商品或时间价值较高的货物的中途运输。由表 1-2 可看出,公路旅客和货物运输的平均运距均较短,为 50km 上下。

水路交通运输受河流通航条件及海岸和港口条件的限制,其普遍性较受局限。船舶的装载量较大,但其平均运行速度很低(15~40km/h)。基础设施的修建费用较高,但由于运输能力大,能源消耗低,其运输成本较其他各种方法都低。因而,水路交通运输适宜于大宗和散装货物以及集装箱运输;国际间的货物运输大部分都依靠远洋运输。由于速度低,旅客运输仅限于短途和游览。表 1-2 中水路运输的客运和货运平均运距的巨大差异(相应为 52km 和 1 939km),反映了这一特点。

航空交通运输的突出优点是快速(200~900km/h)和舒适。其普遍性受机场密度的限制。飞机的载运量较汽车高,基础设施的修建费用较高,能源消耗大,运输成本高。因而,航空交通运输适宜于中长距离(>500km)的旅客运输和时间价值高的小宗货物运输。国际间的旅客运输大部分都依靠空运。如表 1-2 所示,航空运输的旅客和货物运输的平均运距均较长,相应为 1 500km 和 2 500km 左右。

管道运输的普遍性与轨道运输相似。它适宜于长距离连续输送液体(石油)或气体(天然气)介质。其输送速度很低(16~30km/h),但能力较高。基础设施的修建费用较轨道和道路小,其运输成本也低;而且,其输送不存在空驶问题,不受气候影响,设施所占用地也少。

各类交通运输系统的不同特点和性能,使之能在整个交通运输系统中并存和互补,发挥各自的优势和特长,形成综合交通运输系统。

四、综合交通运输系统的组成结构及其变化趋势

19 世纪以前,由于缺乏机械动力,以人力、畜力和自然力作为载运工具的动力。因而,水路交通运输占据了主导地位。19 世纪上半叶,出现了蒸汽机,首先被应用于船舶,使水路交通运输有了迅猛的发展。而后,蒸汽机被用于火车机车,开始了铁路交通运输的发展。于 19 世纪下半叶和 20 世纪前 20 年期间,铁路交通运输出现了大发展,而水路交通运输则出现了萧条。有人把铁路交通运输成为主宰的这一时期称之为铁路世纪。与此同时,出现了新兴的载运工具——汽车和飞机以及管道。20 世纪 20 年代以后,水路交通运输又重新有所振兴,而铁路交通运输却日益萎缩,公路和航空交通运输得到较快发展,特别是第二次世界大战以后,这

两种运输方式的发展更为迅速,使公路交通运输成为主要的运输方式。目前,形成了5种运输方式并存的局面,各种运输方式依靠自身的性能特点而占据一席之地,发挥着各自的作用。表1-3 所列为美国各种运输方式的组成结构的演变情况。可以看出,这些年间经历着铁路货物和旅客运输的比重逐年下降,道路和管道货物运输的比重逐年上升,水路货物和旅客运输的比重略有下降,航空旅客运输的比重迅速增长的过程;公路的旅客运输占绝对主导地位,航空旅客运输占第二位,主要为中长距离运输;货物运输则较为均匀地分摊于铁路、管道、公路和水路交通运输系统。

美国各种运输方式的构成比例(%)

表 1-3

年份	货物运输量					旅客运输量				
	铁路	公路	水路	管道	航空	铁路	公路	水路	管道	航空
1940	61.34	7.91	19.13	11.62	0.01	8.71	90.46	0.46	—	0.37
1950	58.69	12.39	16.19	12.70	0.03	8.12	89.57	0.30	—	0.01
1960	43.51	22.50	16.76	17.18	0.06	2.86	92.37	0.27	—	4.50
1970	39.97	21.44	15.98	22.43	0.18	0.92	88.73	0.34	—	10.01

我国运输业的发展落后于其他发达国家,也滞后于经济发展的需求。建国以来,经历了一个较长的以发展铁路运输为主的阶段,而目前正逐步走向各种运输方式共同和协调发展的阶段。表1-4 和表1-5 所示相应为各种运输方式的货物运输和旅客运输组成结构比例(本章所引国内交通运输统计数据均源自参考文献^[1])。

国各种运输方式的旅客运输构成比例(%)

表 1-4

年份	旅客运输量				旅客周转量			
	铁路	公路	水运	航空	铁路	公路	水运	航空
1950	77.0	11.3	11.7	0.01	88.5	5.3	6.1	0.04
1960	57.9	30.5	11.6	0.02	76.3	16.5	7.0	0.18
1970	40.3	47.5	12.1	0.02	69.7	23.3	6.9	0.17
1980	27.0	65.2	7.7	0.1	60.6	32.0	5.7	1.7
1990	12.4	83.9	3.5	0.2	46.4	46.6	2.9	4.1
2000	7.1	91.1	1.3	0.5	36.9	54.3	0.8	7.9

我国各种运输方式的货物运输构成比例(%)

表 1-5

年份	货物运输量					货物周转量				
	铁路	公路	水运	管道	航空	铁路	公路	水运	管道	航空
1950	46.3	41.2	12.4	0.0	0.0	86.6	2.0	11.3	0.0	0.0
1960	39.4	41.5	19.1	0.0	0.0	75.4	3.6	20.9	0.0	0.0
1970	45.4	37.8	16.9	0.0	0.0	76.2	3.0	20.4	0.0	0.0
1980	20.4	69.9	7.8	1.9	0.0	47.6	6.4	42.0	4.1	0.0
1990	15.6	74.6	8.3	1.6	0.0	40.6	12.8	44.2	2.4	0.0
2000	13.1	76.5	9.0	1.4	0.0	31.3	13.8	53.4	1.4	0.1

分析这些数据,可以归纳出下述结论。

(1) 我国各种运输方式的组成结构也经历着同发达国家相似的变化过程,铁路运输的比重逐年下降,公路运输的比重逐年上升,航空旅客运输迅速增长。

(2) 铁路运输目前仍占主导地位,是综合交通运输系统的骨干。这主要是由于我国的产业结构以重型为主,重工业的比重大于轻工业;我国的能源结构以煤炭为主,而主要煤炭基地集中在北方;我国城市化的程度较低,每年有大量农村劳动力进入沿海大城市,构成了季节性客运高峰;铁路运输(特别是客运)实行低运价政策;汽车工业尚不够发达,私人小汽车刚开始进入家庭;我国的商品经济还不很发达等。估计这种局面还会延续 20~30 年。

(3) 由于对外开放和国际贸易的迅速发展,远洋船队和远洋货运有较大增长。水路运输的货物周转量由于远洋运输的平均运距大而所占比重逐年增长。但就货运量而言,则水路运输的比重逐年下降,如果不考虑远洋运输,则水运所占的比重更低。

(4) 航空运输的增长速度最快,特别是客运。随着居民可支配收入的提高和航空客运票价的下降,航空运输的快速增长还会继续。

(5) 管道运输随着我国石油和天然气工业的发展,在 20 世纪 70 年代有较大的发展,而到 80 年代以后增长不快,因而,所占比重反而略有下降。

第三节 我国各种交通运输系统概况

一、铁路交通运输系统

截至 2000 年底,我国共有铁路营业里程 6.87 万公里(其中复线里程 2.15 万公里,电气化里程 1.49 万公里),车站 5 782 个,拥有客车 3.7 万辆,货车 44.4 万辆,机车 1.5 万台。我国铁路分国家铁路、合资铁路和地方铁路三种,其中,国家铁路占绝对主导地位(营业里程占 85.4%,旅客运输量占 96.9%,货物运输量占 93.0%)。国家铁路的设备情况如表 1-6 所示。2000 年,铁路系统共承运了 17.8 亿吨(其中国家铁路 16.5 亿吨)货物,占交通运输部门总货运量的 13.1%,货物周转量达 13.9×10^3 亿吨公里(其中国家铁路 13.3×10^3 亿吨公里),占交通运输部门总周转量的 31.3%;输送了 10.5 亿次(其中国家铁路 10.3 亿次)旅客,占交通运输部门总客运量的 7.1%,旅客周转量达 4.5×10^3 亿人公里,占交通运输部门总周转量的 37.0%。铁路交通运输系统承担了我国大部分的运输任务。

我国国家铁路运输设备情况(2000 年)

表 1-6

营业里程(km) : 58 656			车站 (个)	机车(台) : 14 472			客车 (辆)	货车 (辆)
复线	电气化	内燃牵引		蒸汽	内燃	电力		
21 408(36.5%)	14 864(25.3%)	39 440(67.2%)	5 343	601	10 355	3 516	35 989	439 943

1949 年,我国共有铁路营业里程 21 810km,集中分布在东北地区(占 40%)和东部沿海地区。50 年来,为开发内地,在西南和西北地区新建了较多的铁路,使我国铁路路网布局逐渐趋于均衡。由表 1-7 中所列的 2000 年各地区国家铁路营业里程的分布情况可以看出,虽然东北和华北地区铁路里程所占的比重仍较大,但西北和西南地区的铁路里程比重已增长到 25% 以上。而比较各地区的铁路里程和所承担的客货运比例可看出,华北地区的货运任务过重,中南和华东地区的客运负荷过重,而西北和西南地区的客货运输负荷都较轻。

各大区铁路营业里程和运量分布

表 1-7

地区	1949年		2000年					
	营业里程 (km)	占全国 (%)	营业里程 (km)	占全国 (%)	客运量	旅客周转量	货运量	货物周转量
					(占全国%)			
华北	4 678	21.4	12 826	21.87	17.44	15.73	26.22	24.57
东北	8 740	40.1	12 044	20.53	25.78	13.95	18.64	15.75
华东	3 635	16.7	9 078	15.48	22.46	24.08	17.62	19.29
中南	3 568	16.3	9 622	16.40	20.76	29.05	15.70	22.14
西南	733	3.4	6 445	10.99	8.43	7.23	8.03	7.74
西北	456	2.1	8 640	14.73	5.12	9.95	7.43	10.50
全国	21 810	100.0	58 656	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

铁路系统所承运的货物,主要是煤,占总货运量的41.4%,总货物周转量的28.5%。其次是钢铁及有色金属、粮食、金属矿石、石油等(见表1-8)。因而,铁路货运的主要输送对象是能源、原材料和粮食等大宗、散装货物,共占总货运量的89.5%,总货物周转量的78.8%。

2000年铁路系统货物运输主要货物类别的结构组成

表 1-8

货物类别		煤	金属 矿石	钢铁及有 色金属	矿建 材料	石油	非金属 矿石	粮食	化肥及 农药	其他
货运量	$\times 10^7(t)$	68.54	13.02	11.54	9.67	9.39	8.14	7.93	5.41	17.32
	(%)	41.42	7.87	6.97	5.84	5.67	4.92	4.79	3.29	10.47
货物 周转量	$\times 10^{10}(t \cdot km)$	38.06	6.16	12.44	4.93	8.16	4.73	10.13	6.12	28.29
	(%)	28.54	4.62	9.33	3.70	6.12	3.54	7.59	4.59	21.21
运量占产量(%)		68.54	-	29.51	-	57.61	-	17.17	-	-
平均运距(km)		555	473	1 079	510	869	581	1 276	1 130	1 633

出现上述状况的部分原因是我国矿产资源的分布特点及加工工业地远离能源和材料基地。例如,我国的煤炭产量集中在山西、河南等地,其中,山西煤炭的外运量占全国煤炭总运量的30.6%。因而,煤炭运输的主要流向为:西煤东运、北煤南运。我国的钢铁企业主要分布在东北和华东地区,钢铁产品的主要流向是:由北向南和由东向西。

由于民工外出打工、学生寒暑假回家和长假旅游,铁路的客运高峰主要出现在春节、暑期和长假日三个时段。

依据上述货运和客运的主要流向,铁路系统形成的主要运输通道为“八纵八横”(见图1-1)。“八纵”铁路通道有:

(1) 京哈通道——自北京经天津、沈阳、哈尔滨至满洲里,全长2 344km,由既有的京秦、京山、沈山、沈哈、滨州线和规划中的京沈哈客运专线构成,是东北与其他地区客货交流的主要通道,也是东北地区的交通命脉。通道大部分线路为复线自动闭塞,客车最高运行速度为100~140 km/h。

(2) 沿海通道——自沈阳经大连、烟台、胶州、新沂、长兴、杭州、宁波、温州、福州、厦门、广州至湛江,全长4 019 km,由既有的沈大、蓝烟、宣杭线杭长段、萧甬、鹰厦线厦门至漳平段、梅坎、广梅汕、三茂、黎湛线,在建的新长铁路,以及规划的烟大轮渡、胶州至新沂铁路、宁温、温福、福厦铁路等构成。该通道沟通环渤海、长江三角洲和珠江三角洲地区,在我国社会经济和