

运输工程导论

姚祖康 编著



同济大学出版社

内 容 提 要

本书以铁路、道路、水路、航空、管道等全部运输系统为整体对象,主要介绍现代社会运输系统的组成、工程和规划设计及运行管理方法。详细阐述了各类运输工具的特点和与运输工程设计有关的特性;在相应运输设施上运行的流动特性以及根据这些特性进行工程规划设计的基本方法和步骤,着重介绍了运输需求分析、预测的基本概念和建模方法;对各种运输工具在相应运输设施上运行时的必要控制和管理也作了简略的介绍。

本书可作为大专院校交通运输工程专业的教材和有关专业人员的工作参考用书。

责任编辑 王 利

封面设计 李志云

运 输 工 程 导 论

姚祖康 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

常熟市印刷七厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:9.75 字数:240 千字

1996 年 8 月第 1 版 1996 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—1500 定价:8.40 元

ISBN7-5608-1629-0/U·18

前 言

运输系统是由铁路、道路、水路、航空和管道五种运输方式组成的一个综合系统。每种运输方式各具本身的特点,各自组成独立的系统。它们在综合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、提高物质和文化生活水平的作用。

运输工程的任务是探讨如何为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,以适应和满足不断增长的运输需求。

由于行业的划分和专业设置的过细,学习运输工程的学生或从事运输工程的技术人员对运输工程专业知识的认识和了解,往往局限于某种运输方式,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运输工程的各个方面,使运输工程领域内的学生和专业人员以及与运输工程有关或对之有兴趣的其他专业人员,对运输工程能有一个较全面的了解。

本书第一章首先阐述运输与经济社会发展的关系以及对政治和环境的影响;分析运输系统的组成,各种运输方式的特点、组成关系及其发展趋势;而后分别介绍我国铁路、公路、水路、民用航空、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运载工具(轨道车辆、汽车、船舶和运输飞机)的类型和特点以及与运输工程设施规划和设计有关的一些运行特性。第三章阐述运载工具在运输设施上运行的流动特性,包括速度、通过能力(容量)、密度、排队和延误、服务水平等的基本概念。第四章介绍运输工程设施规划的基本方法和步骤,并着重阐明运输需求分析和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择要介绍铁路、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,但不涉及各种结构物的结构设计。最后一章则阐述对各种运载工具在运输设施上运行时进行交通控制和管理的要求和方法。

希望本书能对读者有所裨益,并恳请批评指正。

姚祖康

1995年5月于同济

目 录

前 言

第一章 运输和运输系统	(1)
第一节 运输的性质和作用.....	(1)
第二节 运输系统的组成和特点.....	(3)
第三节 我国各运输系统概况.....	(6)
第二章 运载工具的运行特性	(19)
第一节 运载工具的类型	(19)
第二节 轨道运载工具	(21)
第三节 道路运载工具	(27)
第四节 水上运载工具	(31)
第五节 空中运载工具	(34)
第三章 交通流特性	(40)
第一节 交通流要素	(40)
第二节 容量分析	(44)
第三节 排队和延误分析	(47)
第四节 服务水平分析	(51)
第四章 运输工程规划	(54)
第一节 规划的特点、方法和步骤.....	(54)
第二节 需求分析和预测	(60)
第三节 规划方案的评价	(68)
第五章 铁路工程	(75)
第一节 线路	(75)
第二节 站场	(84)
第六章 道路工程	(92)
第一节 道路的分级和设计准则	(92)
第二节 道路几何设计要素	(95)
第三节 路基和路面.....	(103)
第七章 港口工程	(106)
第一节 港口的类型和组成.....	(106)
第二节 港口水域.....	(109)
第三节 码头.....	(114)
第八章 机场工程	(120)
第一节 机场系统的组成和平面布置.....	(120)
第二节 飞行区几何设计.....	(126)

第三节 航站区布局.....	(134)
第九章 交通控制和管理.....	(137)
第一节 道路交通控制和管理.....	(137)
第二节 航空交通管制和管理.....	(141)
第三节 水上交通管理.....	(143)
第四节 铁路交通控制.....	(144)
参考文献.....	(147)

第一章 运输和运输系统

第一节 运输的性质和作用

运输活动是使用各种运载工具(如火车、汽车、船舶和飞机等),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交流和交换,对国家的强盛、经济的发展、社会的进步、人们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它加工部门或者送入流通领域(市场)。因而,运输是物质生产过程中的必要组成部分,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它地区低廉的优势。如果运输发达,运价低廉,则这种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散发必须长距离运输。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,才能促进交流和发展经济。

(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) 促进与运输相关工业部门的发展。例如,同运载工具制造有关的机械制造工业和电器仪表工业;同能源供应有关的石油和煤炭工业;同运输设施修建有关的建筑业和材料工业等;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,从而平稳物价。

由此,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运输,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(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。

√(二) 对社会发展的影响

城市的发展及其形态,同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。而公路的发展,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得到消失。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

〔运输系统将各个边远地区同其它地区,特别是中央地区沟通在一起,从而形成并提高了国家的统一性。〕

快速的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不利影响。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。而维持运输系统的运转,需消耗大量的能源资源,主要是石油。运载工具的驶行,会排放出大量污染物质,使空气和水质遭到污染;同时还带来严

重的噪声,影响毗邻地带居民的工作和生活)

第二节 运输系统的组成和特点

(一) 运输系统的组成

一个运输系统主要由下列四个基本部分组成:

- ①运载工具——如火车、汽车、船舶、飞机等,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,以供旅客和货物从运载工具上下和装卸;
- ③线路——如有形的铁路、道路、河道或无形的航路等,作为运输的通道,供运载工具由一个站场点驶行到另一个站场点;
- ④控制和管理系统——为保证运载工具在线路上安全和有效率地运行而设置的各种监视、控制和管理装置和设施,如各种信号、标志、通信、导(助)航以及规则等。

按运载工具和运输方式的不同,运输系统可分为下述五种基本类型:

- ①轨道运输——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运输系统及区域内和市内的有轨运输系统两种;
- 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运输系统;
- ③水路运输——由各种船舶在内河河道、沿海岸或远洋航行的运输系统;
- ④航空运输——由飞机利用空中航路飞行的运输系统;
- ⑤管道运输——利用管道连续输送原材料的运输系统。

整个运输系统是一个上述五种运输方式共存的综合系统,各自发挥本方式(系统)的特长作用。

(二) 运输系统的性能

通常从以下四个方面来表征或评价一个运输系统的性能。

(1) 普遍性或通达性 包括进出运输系统的出入口数量,这些出入口之间运输线路的直捷程度,以及系统适应各种交通的能力等方面的性能。它直接关系到使用者使用该系统的便利性。影响普遍性的主要因素是运输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 运输系统在单位时段内处理运输对象数量的能力,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 包括为修建和维护运输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,运载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,系统对周围环境的不利影响等方面。

(4) 服务对象和服务水平 运输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) 各种运输方式的特点

各种运输方式具有不同的性能特点。

轨道运输由专用的列车车辆沿固定的线路行进,运输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。这就使轨道运输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。轨道运输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($50\sim 100\text{ km/h}$)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。轨道运输的这些性能,使之在货物运输方面适宜于中长距离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的城市间运输及大城市近郊和市区内的有轨运输。

道路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运输的低。但在地形复杂地区,道路运输的通达性仍受到限制。道路运输的平均运行速度为中等($30\sim 120\text{ km/h}$),受交通密度(拥挤程度)的影响很大。车辆的装载容量很小。道路运输基础设施修建和维护的投资量较轨道运输的低,而其运营费用(运输成本)则较轨道和水路运输的要高;能源的消耗较大。道路运输的可靠性和安全性不如其它运输方式。因而,道路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。

水路运输受河流通航条件及海岸和港口条件的限制,其普遍性较为局限。船舶的装载量较大,但其航行速度很低($15\sim 30\text{ km/h}$)。基础设施的修建费用较高,但由于运输能力大,能源消耗低,其运输成本较其它各种方法都低。因而,水路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。

航空运输的突出优点是快速($200\sim 900\text{ km/h}$)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,航行运输适宜于中长距离的旅客运输和时间价值高的小宗货物。国际间的旅客运输大部分都依靠空运。

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($16\sim 30\text{ km/h}$),但容量较高。基础设施的修建费用较轨道和道路运输的小,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。

(四) 综合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,以入力、兽力和自然力作为运载工具的动力。因而,水路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,使水路运输有

了迅猛的发展。而后,蒸汽机被采用于火车机车,开始了铁路运输的发展。于19世纪下半叶和20世纪前20年期间,铁路运输出现了大发展,而水路运输则出现了萧条。有人把铁路运输成为主宰的这一时期称之为铁路世纪。与此同时,出现了管道运输、汽车和飞机。20世纪20年代以后,水路运输又重新有所振兴,而铁路运输却日益下降,道路和航空运输得到较快发展,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,使道路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1-1所列美国各种运输方式的组成结构的演变情况。可以看出,这些年来经历着铁路货物和旅客运输逐年下降,道路和管道货物运输逐年上升,水路货物和旅客运输略有下降,航空旅客运输迅速发展的过程;道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、道路和水路运输系统。

表 1-1 美国各种运输方式的构成比例(%)

年	货 物 运 输 量					旅 客 运 输 量				
	铁路	道路	水路	管道	航空	铁路	道路	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它发达国家,也落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,而目前正开始走向各种运输方式共同和协调发展的阶段。表1-2和表1-3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。

表 1-2 我国各种运输方式的旅客运输构成比例(%)

年	客 运 量				旅 客 周 转 量			
	铁路	公路	水路	航空	铁路	公路	水路	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	0.10	60.6	32.0	5.7	1.73
1990	17.8	78.4	3.5	0.3	53.4	38.8	3.1	4.7
(1990)	(12.4)	83.9	3.5	0.2)	(46.4)	46.5	2.9	(1.1)

注:括号内数字为公路和水路运输考虑非交通部门的运量时的构成比例

分析这些数据,可以看出下述情况。

(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;铁路运输(特别是客运)实行低运价政策;汽车工业不够发达,私人小汽车尚未进

入家庭;我国的商品经济还不很发达等。估计这种局面会延续到下世纪初。

(3) 由于国际贸易和远洋船队的迅速发展,远洋货运有较大增长,水路运输的比重逐年增长。如果不考虑远洋运输,单就国内货运而言,则水路运输的比重在货运量方面逐年下降,在货物周转量方面由于平均运距增长而仍呈增长趋势。

表 1-3 我国各种运输方式的货物运输构成比例(%)

年	货 运 量				货 物 周 转 量			
	铁路	公路	水路	管道	铁路	公路	水路	管道
1950	46.3	41.2	12.4	—	86.6	2.0	11.3	—
1960	39.1	41.5	19.1	—	75.4	3.6	20.9	—
1970	15.3	37.8	16.9	—	76.6	3.0	20.4	—
1980	46.2	31.6	17.7	4.4	49.6	2.2	43.9	4.3
1990	52.9	22.7	18.9	5.5	46.2	1.6	49.5	2.7
(1990)	(15.5)	74.6	8.2	1.6)	(40.5)	12.8	44.2	2.4)

注:括号内数字为公路和水路运输考虑非交通部门的运输时的构成比例;水运包括远洋运输,航空货物运输所占的比例低于1%,故未列入。

(4) 管道运输随我国石油工业的发展,在70年代有较大的发展,而到80年代增长不快,因而所占比重反而略有下降。

第三节 我国各运输系统概况

(一) 铁路运输系统

截止1990年底,我国共有铁路营业里程5.34万公里,正式营业车站5384个,拥有客车2.73万辆,货车34.5万辆(总载重量2055万吨),机车1.36万台(见表1-4)。1990年,铁路系统共承运了15亿吨货物,占交通运输部门总周转量的52.9%(全社会货运量的15.5%),货物周转量达 10.6×10^3 亿吨公里,占交通运输部门总周转量的46.2%(全社会的40.5%),平均运距725km;输送了9.6亿旅客,占交通运输部门总客运量的17.8%(全社会的12.4%),旅客周转量达 2.6×10^3 亿人公里,占交通运输部门总周转量的53.4%(全社会的46.4%),平均运距275km。铁路运输系统承担了我国大部分运输任务。

1949年,我国共有铁路营业里程21810km,集中分布在东北地区(占40%)和东部沿海地区。40多年来,为开发内地,在西南和西北地区新建了较多的铁路,使我国铁路网布局逐渐趋于均衡,参见表1-5中所列的各地区铁路营业里程的分布及所分担的运量情况。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比重增长到接近1/4。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,华东和中南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。

表 1-4 我国铁路运输系统设备情况(1990)

营业里程(km)	53378	客车拥有量(辆)	27261
其中:复线里程(km)	13024	货车拥有量(辆)	364966
占营业里程(%)	24.4	货车总载重量(万吨)	2055
电气化里程(km)	6941	平均每辆车载重量(吨)	56.6
占营业里程(%)	13.0	机车拥有量(台)	13592
内燃牵引里程(km)	16097	其中:蒸汽机车(%)	16.2
占营业里程(%)	30.2	内燃机车(%)	11.8
营业车站(个)	5384	电力机车(%)	12.0

表 1-5 各大区铁路营业里程和运量分布

地区	1949		1990		1990			
	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	4678	21.4	11844	22.2	17.0	18.2	31.4	25.9
东北	8740	40.1	12029	22.5	35.5	18.9	22.8	19.3
华东	3635	16.7	8063	15.1	20.0	23.0	16.2	17.0
中南	3568	16.3	8598	16.1	16.7	24.1	15.9	23.3
西南	733	3.4	5932	11.1	6.7	6.9	7.3	6.2
西北	456	2.1	6912	13.0	4.1	8.9	6.2	8.3
全国	21810	100	52767	100	100	100	100	100

铁路所承运的货物中,主要是煤,占货运量的 43%,货物周转量的 32.5%(1990)。其次是矿建材料、矿石和钢铁等(见表 1-6)。因而,铁路货运的主要运输对象是能源、材料和粮食等大宗、散装货物,共占货运量的 86.5%和货物周转量的 74%。

表 1-6 铁路货物运输主要类别的结构组成(%)

类 别	煤	石油	钢铁	金属矿石	非金属矿石	矿建材料	木材	粮食	其它
货运量(%)	43.0	4.4	5.7	5.9	5.4	8.5	2.5	3.7	13.5
货物周转量(%)	32.5	4.0	7.6	4.2	3.9	4.2	5.0	5.3	26.0
平均运距	548	646	971	509	527	354	1448	1046	1395
运量占产量(%)	58.2	47.2	64.5	—	—	—	65.6	—	—

出现上述状况的部分原因是我国矿产资源的分布特点,及加工工业的远离能源和原料基地。我国的煤炭储量集中在华北和西北地区,其中山西和内蒙古两省、区约占全国的 61.3%。因而,煤炭运输的主要流向为:西煤东运,北煤南运,煤炭出关。鞍山、本溪等九大钢铁公司分布在东北、华北和华东地区,产量占全国的 75% 左右,而其中东北占 30% 左右。因而,钢铁产品的主要流向是:由北向南和由东向西。木材蓄积量集中在东北和西南两区,约占全国的 74%,而产量集中在东北(50% 以上),中南、西南和华东三区各占 15%~13% 左右。因而,木材的主要流向是由南方各省向北和从东北向南运输。

依据上述货物的主要流向,铁路系统形成的主要运输通道为:

- ① 山西能源基地对外通道——如大同—秦皇岛(由海运到南方),北京—包头,太原—石家庄、太原—焦作等;
- ② 沟通东北和华北的关内外通道——如北京(天津)—沈阳,北京—承德—通辽;
- ③ 南北向通道——如北京—武汉—广州,天津—上海,焦作—枝城—柳州—湛江;
- ④ 东西向通道——如连云港—郑州—西安—兰州—乌鲁木齐;上海—杭州—株洲—贵阳—昆明;太原—石家庄—济南—青岛;
- ⑤ 西北地区通道——兰州—西宁—格尔木;兰州—乌鲁木齐;
- ⑥ 西南地区通道——襄樊—安康—重庆—贵阳—柳州;宝鸡—成都等。

图 1-1 所示为我国铁路线路分布现状的简图。表 1-7 所列为全国主要铁路线路的前 10 位货运量情况。

表 1-7 全国主要铁路线路的前 10 位运量情况(1990)

线路	客运量 (万人)	线路	客运周转量 (百万人公里)	线路	货运量 (万吨)	线路	货物周转量 (百万吨公里)
京广	12356	京广	43117	京广	7681	京广	156350
津沪	9230	津沪	35891	南北同蒲	7007	津沪	91986
哈大	9084	陇海	21680	陇海	4699	京沈	85848
京沈	6446	京沈	20635	京沈	4224	陇海	70629
陇海	3771	哈大	14515	太焦新焦	4172	哈大	55493
浙赣	1881	浙赣	10685	哈大	3945	京包	40490
滨洲	1649	胶济	3912	津沪	3590	浙赣	25203
京包	1421	京包	3899	石太	3559	焦枝	20568
滨绥	1380	沪杭	3764	滨洲	2668	南北同蒲	18564
沪杭	1322	滨洲	2582	胶济	2461	胶济	17044

由于铁路客运的票价远低于航空和公路客运,许多旅客即便中长途旅行也乘坐火车,因而使铁路运输系统的客运任务繁重(特别在春节期间),承担了大部分旅客周转量。表 1-7 中也列示了各主要线路前 10 位的客运情况,而全国主要车站的前 10 位旅客发送量则列示于表 1-8。

表 1-8 1990 年全国主要火车站前 10 位旅客发送量(万人)

沈阳	2298.5	北京	2126.7	上海	1933.2	本溪	983.7	哈尔滨	965.4
郑州	956.7	广州	891.4	天津	877.3	杭州	869.3	西安	853.7

虽然我国以铁路运输为主干,但由于较长时期未重视运输业的相应发展,使铁路运输能力的增长赶不上国民经济和社会发展的需要,出现了运输能力同运输需求之间的尖锐矛盾。货物积压及旅客购票难和乘车拥挤的现象十分严重。铁路运输系统的严重不相适应表现在:

- ① 铁路线路里程过少,路网密度过低——营业里程不及美国的 1/5,比印度还少;路网密度(按国土面积计)也不及美国的 1/5 或印度的 1/4,或者(按人口计)不及美国的 1/20 或印度的 60%(1982 年);



图 1-1 我国铁路线路分布示意图

② 技术装备陈旧、落后——铁路的复线率仅 24%，电气化里程仅 13%，而蒸汽机车仍占 46%（见表 1-4），远远落后于其它国家，由此限制了列车的运载量、线路通行能力和行车速度，也即限制了铁路运输效率的提高；

③ 运输设备不配套——如编组站的能力小于线路的能力等；

④ 技术水平和管理水平较低等。

为了适应国民经济发展的需要，铁路运输系统在充分发挥现有骨干作用的基础上，还应积极发展（修建新路，加密路网）、改善（装备和路况）和提高（运行速度和管理水平等）。

（二）公路运输系统

1990 年底，我国共有公路里程 102.83 万公里，拥有民用汽车 551.36 万辆。1990 年，共完成全社会货运量 72.4 亿吨（其中公路运输部门占 9%），占总货运量的 74.6%；全社会货运周转量达 358 亿吨公里（其中公路运输部门占 10.7%），占总货运周转量的 12.8%；货物平均运距 46.4 公里；完成全社会客运量 64.8 亿人（其中公路运输部门占 65%），占总客运量的 83.9%；全社会客运周转量 620 亿人公里（其中公路运输部门占 72.4%），占总客运周转量的 46.5%；旅客平均运距 40.4 公里。公路运输在沟通城乡间的客货交流，繁荣地区经济，提高人民物质和文化生活水平，促进市场经济发展等方面发挥了积极作用。

全国公路网密度，按面积计为 10.71km/100km²，按人口计则为 8.94km/万人。各地区的路网密度示于表 1-9。可看出，中南和华东地区按面积计的路网密度最大，而西北和西南地区则为按人口计的路网密度最大。表中还列出了各地区的汽车拥有量情况，华东和中南地区的比重最大，而车辆密度则为华北和东北地区最高（车辆密度大小反映路网内公路的利用程度）。

我国公路按其重要性及其行政管理等级分为国家干线公路（简称国道）、省干线公路（省道）、县公路（县道）、乡公路（乡道）和专用公路五类。各类道路的比例，参见表 1-10。国道为公路网中具有全国性的政治、经济和国防意义的干线公路，共有 70 条，其中，由北京向四周放射的线路 12 条，占国道里程的 20.5%；东西向线路 30 条，占 43.2%；南北向线路 28 条，占 34.3%。而在国道网中，又划分出予以优先发展和建设的重点线路，称作国道主干线，共 12 条（南北纵向五条，东西横向七条），35320km，其分布见图 1-2。

表 1-9 各地区公路线路里程和汽车拥有量分布状况（1990）

地 区	线 路 (km)	占全国 (%)	路网密度		汽车拥有量 (辆)	占全国 (%)	车辆密度 (辆/km)
			(km/100km ²)	(km/万人)			
华 北	131 353	12.8	10.79	9.74	1 110 359	20.14	8.45
东 北	113 781	11.0	14.19	11.20	790 991	14.35	6.95
华 东	201 495	19.6	25.23	5.91	1 326 621	24.06	6.58
中 南	251 899	24.5	25.42	7.80	1 256 869	22.80	4.99
西 南	206 769	20.1	8.61	11.23	580 558	10.53	2.81
西 北	123 051	12.0	3.77	14.92	447 182	8.11	3.63
全 国	1 028 348	100	10.71	8.94	5513580	100	5.36

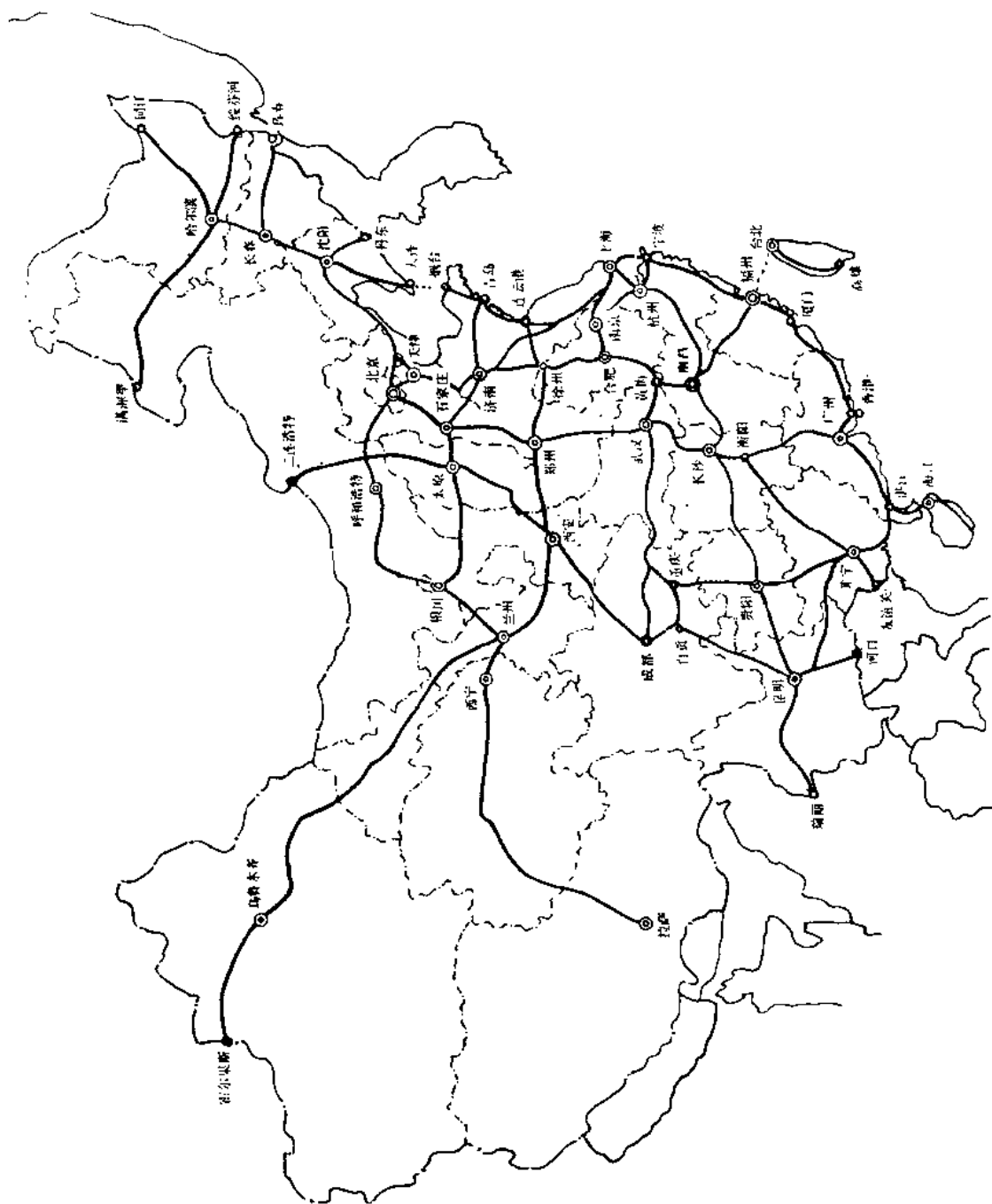


图 1-2 我国公路国道主干线

表 1-10 公路分类里程表(1990)

类 别	国 道	省 道	县 道	乡 道	专用道路
里 程(km)	107 511	166 064	340 819	370 153	43 801
比 例(%)	10.45	16.15	33.14	36.00	4.26

公路线路可按其技术状况分为:高速、一级、二级、三级和四级五个等级,有些低于四级要求的线路则归为等外。全国和各个地区路网内不同技术等级公路的分布状况列示于表 1-11。可看出,高等级(高速和一级)公路所占的比例很小,仅为 0.3%,绝大部分为四级和等外公路,达 79%,说明我国公路的技术状况水平很低。从各个地区的分布情况来看,差别不大,高等级公路的比例以东北地区为最高,西南地区最低;四级和等外公路的比例,则以西南地区为最高,华北地区最低。

表 1-11 各地区公路技术等级分布状况(1990)

地 区	高 速		一 级		二 级		三 级		四 级		等 外	
	(km)	(%)	(km)	(%)	(km)	(%)	(km)	(%)	(km)	(%)	(km)	(%)
华 北	72	0.05	614	0.46	7053	5.37	36203	27.57	63038	48.01	24373	18.56
东 北	375	0.33	347	0.30	4323	3.81	32123	28.30	68626	60.45	7717	6.80
华 东	36	0.02	1006	0.50	14341	7.12	29940	14.87	114698	56.96	41324	20.52
中 南	23	0.01	404	0.16	8642	3.43	26178	10.39	121129	48.09	95523	37.92
西 南	0	0	183	0.09	1565	0.76	12725	6.16	104183	50.41	88013	42.58
西 北	16	0.01	63	0.05	7252	5.89	32587	26.48	53109	43.16	30024	24.40
全 国	522	0.05	2617	0.25	43376	4.22	169756	16.51	524833	51.04	287244	27.93

公路客货运输的增长速度较快,1985—1990年期间的年平均增长率为:客运量6.70%,客运周转率8.55%,货运量5.97%,货物周转率15.24%。在五种运输方式中,仅次于航空运输而占第二位。公路客运量中有64.1%是由公路运输部门所承担的,而旅客周转量中有73%为公路部门所承担(1990)。依据1988年对部分市、县公路运输部门的一项调查统计资料,其中一半以上旅客的旅行距离不超过50km(参见表1-12),30%以上旅客的旅行目的是探亲访友(参见表1-13)。公路客运的运载工具不仅仅是汽车,还有拖拉机、其它机动车和非机动车(参见表1-14)。公路货运量中仅有8.99%是由公路运输部门所承担,而周转量中则仅为10.46%(1990)。公路货运的货物种类,主要是矿建材料和煤碳,参见表1-15。货运的运载工具,比客运更多地依靠拖拉机等车辆,特别是县、乡道路上(见表1-14)。

表 1-12 旅客旅行距离的分布(1988)

旅行距离(km)	25	26~50	51~100	101~150	151~200	201~300	301
比例(%)	23.8	30.8	21.9	9.8	4.9	4.5	4.3

随着客货运量的增长,公路的交通量也逐渐增大。表1-16所示为各类公路上的平均日交通量情况,而表1-17则列出了国道上不同交通水平的分布情况。可以看出,国道上的平均交通量要大于省道的,而省道的则大于县道的。国道上40%以上的路段,其平均日交通量