

高等学校教材

# 交通运输设备

(第二版)

北方交通大学 佟立本 主编

北方交通大学 钱仲侯 主审

中国铁道出版社

2003年·北京

## 第二版前言

《交通运输设备》课程是铁路高等院校开设的专业基础课。课程的任务是比较系统、扼要地介绍交通运输业及设备的基本知识。最初使用的教材是《铁路运输设备》，由于经济的快速发展和社会需求的变化，各种交通运输已由单一运输方式进入综合、协调发展阶段，多种运输形式共同组成的综合运输网络已成为现代经济和社会发展中不可缺少的重要组成部分，确立为国民经济的基础设施和支柱产业。随着产业结构、企业结构的调整优化，也促使教育的全方位深化改革，重新确定了人才培养目标，全面拓宽了专业口径，整合了课程结构。因此，根据学科建设的要求，在面向大交通的前提下，重新制定了培养计划和课程设置，为此，《交通运输设备》一书就是在全面、概括地讲清铁路运输设备的前提下，简要地介绍公路、水路、航空及管道等各种运输设备的基础知识，使学生能掌握基本构造和基本原理；了解各种交通运输之间的关系以及交通运输设备发展的新趋势，为学习专业课或今后从事交通运输工作打下初步基础。

《交通运输设备》教材的第一版成书于1997年。随着我国经济建设的飞速发展，交通运输业的面貌有了很大改观，为此，对本教材进行了重新编写，不仅按照新版的“铁路技术管理规程”修改了相关的技术设备标准和条件；并增加了城市轨道交通设备的内容，使交通运输设备更加完善。该书除作为铁路院校本科生、函授生的教材外，可供从事铁路工作的干部、技术人员参阅。

本书由北方交通大学佟立本任主编，毛保华任副主编，钱仲侯任主审。具体参加编写的人员有：佟立本（绪论、第一篇第一、四、六章、第二篇第十章），祝静茹（第一篇第二、三章），魏世隆（第一篇第五章），毛保华（第二篇第七、十、十一章），袁振洲（第二篇第八、九章）。

在编写过程中，广泛地参阅了国内外有关文献资料，在此，谨向这些文献资料的作者和出版单位表示衷心地感谢。

由于本书的内容较为广泛，涉及多种专业，尽管我们在编写过程中边学习边修改，但篇幅有限，更限于编者水平，错误之处在所难免，恳请广大读者批评、指正。

编 者

2002年9月于北京

## 第一版前言

现代化交通运输主要包括铁路、公路、水路、航空和管道5种运输方式,各具不同的技术经济特征与使用范围。随着科学技术进步和社会需求的变化,各种运输方式的技术装备和组织工作不断更新,技术经济性能的应用也在不断变化,为了便于从事交通运输工作的广大干部和大专院校师生,对其有一个比较全面、系统而又概要地了解,我们编写了这本《交通运输设备》。本书着重讲清有关的基本知识、基本概念和基本原理

本书由佟立本担任主编。参加编写的人员有:佟立本(绪论、第一篇第一、四、七章)、祝静茹(第一篇第二、三章)、魏世隆(第一篇第五、六章)、袁振洲(第二篇第一、二章)、毛保华(第二篇第三、四章)。钱仲侯担任主审。

由于本书涉及的内容较为广泛且篇幅有限,尽管我们在编写过程中不少章节都数易其稿,但限于编者水平和时间,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评、指正。

编者

1997年1月于北方交通大学

# 目 录

绪 论	1
-----	---

## 第一篇 铁路运输设备

<b>第一章 铁路线路</b>	19
第一节 路基和桥隧建筑物	19
第二节 轨 道	25
第三节 无缝线路	32
第四节 轨道的几何形位	37
第五节 铁路线路的平面和纵断面	39
第六节 限界及线路维修	47
<b>第二章 铁路车辆</b>	49
第一节 铁路车辆的基本构造	49
第二节 车辆标记和车辆技术参数	62
第三节 车辆的检修	65
<b>第三章 铁路机车</b>	70
第一节 牵引动力概述	70
第二节 内燃机车	71
第三节 电力机车	81
第四节 机车牵引特性	86
第五节 机车的检修和运用	88
<b>第四章 铁路车站</b>	93
第一节 概 述	93
第二节 中间站	95
第三节 区段站	98
第四节 编组站	102
第五节 铁路枢纽	111
<b>第五章 铁路信号和通信设备</b>	115
第一节 信 号	115
第二节 联锁设备	123
第三节 闭塞设备	130
第四节 调度集中及列车运行控制系统	136
第五节 通信设备	139
<b>第六章 高速铁路与重载运输</b>	145
第一节 高速铁路	145

第二节 重载运输.....	162
---------------	-----

## 第二篇 其他交通运输设备

<b>第七章 城市轨道交通设备.....</b>	<b>167</b>
第一节 概 述.....	167
第二节 地铁线路.....	169
第三节 车 站.....	180
第四节 车 辆.....	182
第五节 供 电.....	186
第六节 信号及通信系统.....	188
第七节 环控系统与给排水.....	191
<b>第八章 公路运输设备.....</b>	<b>194</b>
第一节 公路线路.....	195
第二节 高速公路.....	206
第三节 公路发展前景.....	210
第四节 汽 车.....	217
<b>第九章 水路运输设备.....</b>	<b>226</b>
第一节 水路运输概述.....	226
第二节 港 口.....	227
第三节 船 舶.....	232
第四节 航道和航标.....	239
<b>第十章 航空运输设备.....</b>	<b>243</b>
第一节 机场设备.....	243
第二节 飞机的种类与构造.....	250
第三节 通信导航与管理技术.....	257
<b>第十一章 管道运输设备.....</b>	<b>262</b>
第一节 管道运输概况.....	262
第二节 输油管道运输设备.....	263
第三节 输气管道运输设备.....	268
第四节 固体料浆管道运输设备.....	271
参考文献.....	273

# 绪 论

交通运输是国民经济的重要组成部分,它既为满足工农业生产和人民生活的需要,也对联系城市与乡村、加强国防、促进地区之间的文化和信息交流起着重要作用。

交通运输是国民经济结构中的先行和基础产业,是生产过程在流通过程中的继续,是独立的物质生产部门,它参与社会物质财富的创造。运输生产的产品不改变劳动对象的性质和形态,而只改变其在空间的位置——位移。以运送旅客所产生的人公里和运送货物所产生的吨公里计量。

现代化交通运输主要包括铁路、水路、公路、航空和管道 5 种运输方式,各有其不同的技术经济特征与使用范围。随着科学技术进步和社会需求的变化,各种运输方式的技术装备和组织工作不断更新,技术经济性能和使用范围也在不断变化,为此,各种运输方式必须综合协调发展,充分发挥各种运输方式的优势,扬长避短,不仅可以最大限度地节省运输建设投资和运输费用,而且为各种运输方式的加速发展,不断更新技术和提高服务质量提供条件。

## 一、交通运输业的发展历程

### (一) 铁路运输的发展

铁路运输是一种现代陆地运输工具。自 1825 年从英国的斯托克顿至达林顿修建第一条铁路以来,至今已有 170 多年的历史。此后,美国、法国、加拿大、俄罗斯、意大利、德国等也先后兴筑铁路。它是各种现代化运输方式中资格较老的成员。目前,世界铁路总长度约为 120 万 km 左右。从地理分布上看,美洲铁路约占全世界铁路总长的 50%,欧洲约占 1/3,而非洲、澳洲和亚洲总共只占 1/6 左右。很明显,世界铁路的发展情况是极不平衡的。

表 1 世界主要国家铁路通车年份

国 名	修通年份	国 名	修通年份	国 名	修通年份	国 名	修通年份
英 国	1825	加 拿 大	1836	瑞 士	1844	埃 及	1854
美 国	1830	俄 罗 斯	1837	西 班 牙	1848	日 本	1872
法 国	1832	奥 地 利	1838	巴 西	1851	中 国	1876
比 利 时	1835	荷 兰	1839	印 度	1853		
德 国	1835	意 大 利	1839	澳 大 利 亚	1854		

第二次世界大战后,随着汽车和航空工业的迅猛发展,铁路在与公路、民航的竞争过程中,市场份额不断下降。面对运输市场格局的变化,世界各国按照各自的国情,对本国的铁路系统进行了调整,确立了新的经营发展模式,形成了以日本铁路为代表的客运型模式,以美国、加拿大铁路为代表的货运型模式和以欧洲铁路以及俄罗斯、印度、中国为代表的客货运输并重型模式。铁路为在竞争中求发展,不断进行技术创新,积极采用新型技术装备,改进经营管理方式,面貌焕然一新。新型的、效率更高的电力、内燃机车逐步取代了蒸汽机车,既有铁路技术改造

受到普遍重视,高速铁路方兴未艾,重载和快捷货物运输蓬勃发展,运输效率明显提高,铁路正由传统产业转变为现代产业。

客运快速化、高速化是近半个世纪以来世界铁路客运发展的一个重要趋势。1964年日本东海道新干线开通运营,旅客列车的最高速度达到210 km/h,开始了铁路高速化进程。20世纪80~90年代,法国、德国、意大利和西班牙相继建成了各具特点的高速铁路。目前,韩国、澳大利亚、英国、俄罗斯、美国、加拿大、巴西、捷克等国和我国正在计划或已开始动工修建高速铁路。世界高速旅客列车的最高运行速度已达到300 km/h,并将进一步提高到350 km/h。法国TGV—A高速列车试验的最高速度已达515.3 km/h。

20世纪90年代以来,高速铁路发展进入了新阶段,从单一高速线向高速运输网发展。欧盟成员国准备在2010年前完成29 000 km的泛欧高速铁路网,用以连接欧洲所有的重要城市。该计划将促使欧洲高速铁路向网络化发展,并通过改造的既有线实现延伸服务,进一步增强高速铁路对旅客的吸引力。日本也计划在已建新干线基础上,再修建5 000 km左右新干线,实现干线与提速窄轨既有铁路套轨联通,以形成高速铁路网,适应国土开发的需要。

另外,德国、日本研究开发的磁悬浮高速铁路系统,在1999年4月,由5节编组的日本MLX—01超导磁悬浮列车创造了552 km/h的世界记录,德国磁悬浮列车在试验线上的最高速度曾达到436 km/h。世界上第一条正式投入商业运营的磁悬浮铁路已于2002年12月在我国上海建成通车,最高速度达430 km/h。

我国也于1994年建成广州至深圳的准高速铁路,全长147.3 km,时速为160 km。2003年建成我国第一条客运专线——秦沈客运专线。列车最高运行速度为200 km/h。它将与京秦线、哈大线共同构筑北京至东北地区的快速客运通道,争取在2010年左右建成京沪高速铁路。随后,将陆续建成津秦、京武、沈哈、沪杭、徐宝等快、高速铁路,里程近5 000 km,构成快速客运网骨干。改造既有铁路,建成客货混跑快速线22条,里程达到1.4万 km。这将使我国铁路客运技术接近或达到世界先进水平,为我国进入中等发达国家行列打下坚实的基础。

高速铁路运输系统是当代世界铁路的重大技术成就,是铁路系统大量采用现代高新技术创新的产物,它极大地推动了铁路科学技术的发展和装备水平的提高。高速铁路以其明显的技术经济优势享誉世界,已成为公认的陆上旅客运输高速化发展趋势。

快捷、重载货物运输是世界铁路货运发展的两个重要方向。铁路快捷货物运输是利用先进的运输组织手段,提高货物列车行车速度,改善货物运输服务质量的一种快速货物运输形式。快捷货物运输自20世纪80年代起在世界各主要路网逐步发展起来,现已成为铁路开拓运输新领域的重要产品。快捷货物运输按速度等级划分为快速货物运输,其最高速度一般为110~140 km/h;特快货物运输,其最高速度一般为140~160 km/h;高速货物运输,其最高速度达到200 km/h以上,如法国高速邮政列车。

日本铁路于1984年取消编组站作业后,已全部实现直达化运输,开行整列直达货物列车和集装箱直达列车。目前货物列车的最高运行速度达到110 km/h。美国铁路于20世纪70年代开行集装箱直达列车,到20世纪80年代最高运行速度已提高到110 km/h。

德国铁路为了加强与公路的竞争,从1991年6月起利用既有线与新投入运营的高速铁路套跑的办法开行城市间特快货物列车,最高速度达到160 km/h。1995年开始,德国铁路在全国最重要的23个经济中心之间每天开行70列联合运输快速直达货物列车(IKE),运送集装箱、流动式货箱和半挂车,列车最高速度达到100 km/h和120 km/h。

法国国营铁路货物列车的运行速度在 20 世纪 80 年代普遍有了提高。1986 年以前快运货物列车的最高运行速度为 100~120 km/h,以后逐步提高到 140~160 km/h。现在已形成由 16 条线组成覆盖全国的快速货物列车运输网。法国国营铁路于 1987 年 5 月 31 日在里尔—马赛 1 100 km 的线路上开行了第一列最高运行速度达到 160 km/h 的特快货物列车。这也是世界上第一列以常规运行方式使最高速度达到 160 km/h 的货物列车。

20 世纪 60 年代始于北美铁路的重载货物运输,作为一种重要的运输组织方式,在世界范围内得到了迅速发展,目前已有美国、加拿大、俄罗斯、巴西、南非、澳大利亚、中国、瑞典等 10 多个国家开展了重载货物运输。

重载货物运输是世界铁路发展的另一个重要趋势。它利用铁路现代化技术装备,大幅度增加货物列车编组辆数,提高列车重量,采用一台或多台大功率内燃或电力机车牵引的组织方式,有效地提高铁路的运输效率和效益,形成了以美、加铁路为代表的重载单元列车和以前苏联铁路为代表的超长超重的组合列车等形式。

我国铁路快速货物运输的发展,大致可分 3 个阶段:

1. 早期——自 20 世纪 60 年代初开行的分别发自上海、武汉和郑州的 3 列供应港九地区的快运直达列车。

2. 中期——1992 年我国铁路开始开行集装箱快运直达列车,1993 年开行了东北至广州、东北至上海、上海至西安、连云港至阿拉山口 4 个方向的 7 条集装箱快运列车运行线。与此同时,我国铁路运输企业开始经营类似邮包快递的货物快运业务。

3. 近期——从 1997 年 4 月 1 日开始,我国铁路在 28 个主要城市和港口口岸间的铁路干线上组织开行定点、定线、定车次、定时、定价的快速货物列车,称为“五定班列”。包括为国际贸易和过境运输服务的 7 对过境班列和 76 个国内班列。“五定班列”的实施,为实现“货物列车客车化、价格收费公开化、服务承诺规范化”,迈出了重要一步。继“五定班列”之后,又在行包运输领域开拓快运市场,先后在广州、浙江地区以路外承包方式组织开行了广州(棠溪)——北京、东北、广州(大朗)—乌鲁木齐,广州(大朗)—成都,义乌—乌鲁木齐,义乌、杭州—东北,柯桥—成都的行包快运列车。

建设和发展快捷货运系统,是我国铁路适应运输产品结构轻型化和运输质量需求不断提高的新特点,也是我国铁路追踪国际货运发展趋势,发展以集装箱多式联运为主要形式的轻型快速货运技术,实现与国际货物运输接轨的必然要求。

随着信息传输、处理和决策等科学技术的发展,以计算机技术、通信技术为核心的信息技术正以前所未有的速度向前发展着,它给予科学技术、经济和社会各方面以巨大的推动力。将信息技术广泛应用于社会生产、经营以及生活的各方面,其中也包括铁路的运输生产、列车运行控制和经营管理等。

国外铁路自 20 世纪 60 年代开始就将计算机运用于铁路生产与管理中,如 20 世纪 60 年代初期日本国铁研制的铁路客票预售系统(MARS101),美国南太平洋铁路公司研制的综合运营管理信息系统(TOPS),20 世纪 70 年代初期加拿大(CN)铁路公司在引进 TOPS 的基础上研制的铁路运输报告及管理系统(TRACS),法国国铁开发的货运集中管理系统(GCTM)等。可以说伴随着计算机的发展,国外铁路将最新的信息技术运用于铁路生产与管理的努力一刻也没有停止过。随着因特网技术的发展,国外铁路各类专业信息系统不断走向综合化、集成化,使铁路向操作自动化、管理系统化、决策智能化的方向发展。如美国 CSX 集团是一个国际性运输公司,它在全球范围内提供铁路运输、集装箱



运输、联运、公路运输、驳运、契约后勤保障以及相关服务。CSX集团的TWS网络系统除了为集团内部各部门提供信息共享外,还为货主提供了下列功能:货物追踪、货物状态、公共设施管理、货物提交单、车厢预订、价格信息、铁路里程查询、多式联运计划查询、在线帮助等。

我国铁路信息系统建设的成就是显著的,特别是1993年以来铁路信息系统建设取得的巨大成绩,为铁路现代化奠定了坚实的基础。运输管理信息系统(TMIS)是我国铁路运输信息系统中最为复杂、最庞大的系统工程。该系统自1992年设计、1995年建成以来,经过不断努力,许多系统已经基本完成,有些已投入使用,在铁路运输生产和市场营销中发挥了重要作用。这表现在以下7个方面:车辆信息系统,确报信息系统,货票信息系统,货运营销及生产管理系统,集装箱追踪管理系统,部、局调度信息系统,车站信息系统。客票发售和预订系统建设进度比较快,实现了边建设边应用的目标。目前,全路已有500多个车站、4600多个窗口实现了计算机售票,建成了铁道部客票中心及24个地区中心和联网售票系统,主要路局还实现了多个地区中心间的联网异地售票。据统计,通过客票发售系统售出的车票已占全路票额的70%以上。调度指挥系统(DMIS)建设自1996年开始实施以来也取得了很大进展。铁道部调度指挥中心局域网的所有设备实现了24h不间断运转,实现了京沪、京广、京九三大干线列车的实时追踪,行车信息的自动采集、处理和显示等。此外,通信网络建设同样取得重大进展,通信网的建设为铁路运输信息系统提供了有力的支持。传输网、交换网和数据通信网三大基础网初步形成,为铁路下一步的信息化建设向更深更高的层次发展打下了坚实的基础。为铁路各级、各部门管理、决策人员提供信息服务与决策支持,改变营销服务手段,进一步提高生产过程的自动化程度,实现铁路运输经营、管理与服务的系统化,指挥控制的现代化,以及决策的智能化。

## (二) 其他交通运输的发展

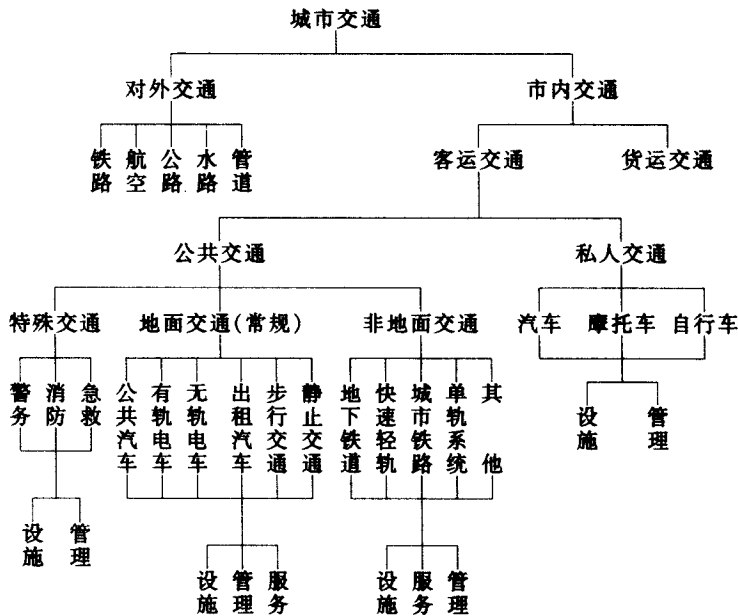
从20世纪60年代起,公路运输的发展已远远超过铁路。在美国、日本等发达国家中取代铁路而在承担客货运输方面成为主要力量。公路运输的发展,推动了汽车工业的发展。时至今日,世界上各先进国家均建有庞大的、经过改良的公路系统,其中还包括超级高速公路。现在世界上已有200多万km的公路,占各类运输方式交通网线总长的2/3,5亿多辆各式汽车在世界各地公路上运行。截止到2001年,我国公路通车里程为169.8万km,其中高速公路通车里程为19437km。

为了保证行车安全和低污染,美国、日本、德国、英国、法国等各汽车厂家都在采取措施,竞相推出了太阳能汽车、电动汽车、氢燃料汽车等生态汽车和节能汽车。为了增大运输量,公路货运汽车发展的重点是半挂汽车列车(半挂列车)。其发展的方向是大吨位、专业化、低能耗。为确保满载半挂列车行驶时有足够的动力性能、起步加速能力、平均车速和最高车速,各国对半挂列车的比功率都有一定的要求。客运汽车的发展方向是高速、安全、舒适。大客车一般在高速公路和干线高等级公路上行驶,要求有较高的车速和行驶的安全性。为此,采用各种先进的车体结构,以提高抗撞击强度;采用机、电控制装置及双回路多套制动系统,强化制动性能,如各种机电制动缓速器、制动感载自动调节装置(ALB)、自动防车轮抱死装置(ABS)、自动防车轮滑转装置(ASR)、盘式制动器等。随着信息技术的快速发展,在运输生产、经营和管理中广泛采用全球定位技术(GPS)、移动通信技术(MCS)、电子数据交换技术(EDI)和企业计算机管理信息技术(CMS)等。

随着上述技术和系统的进一步发展和完善,以上述技术为基础建立的汽车运输生产、经营、管理信息系统,将有机地组合在一起,形成功能更强的联网综合作业系统。这种系统可以满足现代汽车运输所需要的各种功能支持,包括移动通信、车辆跟踪、数据交换、货物查询、联网受理、数据统计、经营分析、用户查询等,从而根本改变汽车运输企业传统经营观念、方式和组织结构,大大提高运输效益。

城市是人类社会发展的产物,是随人类社会的发展而发展,也是人类社会的发展过程和发展水平的主要表现之一。传统观念认为城市交通仅是城市发展的产物,是为城市服务的第三产业的一部分,是城市基础设施的一部分,未对其主导性、超前性给予充分重视。其实,城市交通是城市生存与发展的必要条件,是城市运转的“供血系统”和“润滑剂”,高效畅通的交通将使城市的运转高速顺畅,也是城市现代化水平的标志之一。

城市交通系统的主要构成框图如下:



从上图中可以看出,城市轨道交通主要包括地下铁道、轻轨铁道、市郊(城市)铁路。自1825年英国修建世界上第一条铁路后,1838年,伦敦又率先修建了市郊铁路,此后,其他国家的一些城市也相继修建了市郊铁路,在许多大城市还形成了市郊铁路网。1863年世界上第一条地铁线路在英国伦敦建成投入运营,全长5.9 km。在130多年中,世界城市轨道交通得到了充分的发展。目前已有40多个国家和地区,100多座城市建有近6000 km地铁,2000 km轻轨,还建有成百上千公里的市郊铁路、城市铁路,并与大铁路一起构成了一体化的轨道交通体系。可见大铁路与城市轨道交通在运输衔接、甚至线网连接方面有着不可分割的联系。城市轨道交通之所以在世界范围内得到广泛的发展和运用,是因为城市轨道交通不但解决了大城市交通堵塞和拥挤等问题,而且促进了城市功能的完善,为城市进一步发展创造了条件。

在地铁发展的同时,为了适应城市客运多种需求和降低工程造价,在国外还发展了市郊快速铁路、轻轨交通、单轨等多种形式的轨道交通系统,如莫斯科的轨道交通主要由地铁、市郊铁路和有轨电车组成。东京交通圈的交通系统由国铁、私铁、地铁及公共交通(快速铁道占主要地位)、出租车和私有车组成。

世界部分城市地下铁道和轻轨铁路的概况如表 2 所示。

表 2 世界部分城市地下铁道和轻轨铁路概况

洲	国家	城市	始运年份	系统类型	线路全长(km)	轨距(mm)	牵引方式
欧洲	英国	伦敦	1863	地铁	408	1 435	第三轨
		格拉斯哥	1896	地铁	10.4	1 220	第三轨
	法国	巴黎	1900	地铁	315.4	1 437	第三轨
	德国	柏林	1902	地铁	142.1	1 435	第三轨
		汉诺威	1975	轻轨	92.6	1 435	架空线
		乌珀塔尔	1901	单轨(悬挂)	13.3		
	希腊	雅典	1925	轻轨	25.8	1 435	第三轨
	匈牙利	布达佩斯	1896	轻轨	222.6	1 435	架空线
	西班牙	巴塞罗那	1924	地铁	71.7	1 674	架空线
		马德里	1919	地铁	115	1 445	架空线
奥地利	维也纳	1898	轻轨	39.7	1 435	架空线	
俄罗斯	莫斯科	1935	地铁	243.6	1 520	第三轨	
北美洲	美国	芝加哥	1892	地铁	173	1 435	第三轨
		纽约	1904	地铁	443.2	1 435	第三轨
		费城	1907	轻轨	54.2	1 581	架空线
	加拿大	蒙特利尔	1966	地铁(胶轮)	65	1 435	导向轨
南美	智利	圣地亚哥	1975	地铁(胶轮)	27.3	1 435	侧轨供电
亚洲	中国	北京	1969	地铁	42	1 435	第三轨
		香港	1979	地铁	43.2	1 432	架空线
	日本	东京	1927	地铁	230.3	1 067	第三轨
		札幌	1971	地铁(胶轮)	45.2	2 180	架空线
	朝鲜	平壤	1973	地铁	22.5	1 435	第三轨
	韩国	汉城	1974	地铁	131.6	1 435	架空线
非洲	埃及	开罗	1987	地铁	28	1 435	第三轨

我国的城市轨道交通最早开始于 1965 年的北京地铁,但发展较慢,到 1998 年为止,北京、天津、上海、广州和香港等 5 城市共有 110 km 左右的地铁在运行。台北于 1986 年制定了地铁网的发展规划,5 条地铁几乎是同时进行修建。我国现已筹划修建地铁的有青岛、重庆、大连、西安、武汉等十几座大城市。

轻轨运输系统 LRT(Light Rail Transit)是一个范围较宽的概念。一般地,轻轨要求至少有 40% 的股道与道路完全隔离,以避免拥挤,这也是它不同于有轨电车之处。轻轨系统有 3 种类型,一种是从有轨电车改造而成,如斯图加特;第二种轻轨大部分是新建的,如道克兰轻轨;第三种是利用原有城市间铁路或市郊铁路线路,如洛杉矶等。我国第一条轻轨线路在香港建成,该条轻轨为地面线路,连接屯门至元朗新市镇,全长 22.5 km。此外,北京、上海、重庆、武汉、沈阳、长春、大连和杭州等城市现正在修建和筹建中。除长春为旧式有轨电车系统改造外,其余城市基本都是新建轻轨系统型。

航运业总是与经济和贸易的发展息息相关的,因此也表现出与世界经济类型类似的发展过程,82%的世界贸易依赖于海运。世界上拥有100万总吨船舶以上的国家有50个左右,其中利比亚高居首位,其余前几名的国家是巴拿马、日本、前苏联、希腊、塞浦路斯、挪威、中国和巴哈马。目前世界上共有100多个国家和地区、400多个港口、1万多个专用泊位开展集装箱运输,拥有集装箱船1000多艘。随着航运贸易的发展,世界航运船队在20世纪70年代前就呈现大型化趋势,尤其以大宗散货运输最为明显。进入20世纪80年代后,除油船大型化趋势有所缓和外,其他船型仍基本趋向大型化。如集装箱船第四代的箱位数是4000TEU,第五代箱位数达5000TEU,第六代箱位数为6000TEU。随着技术进步和运输需求的改变,海运业的专业化趋势已十分明显,各种专用船舶相继出现并得以迅速发展,尤其以集装箱船发展最为迅速,其他如自卸船、滚装船、冷藏船和散装水泥船等也取得了长足的发展。此外,船舶的高速化也是一个重要趋势,如超高速的旅客船和集装箱船(装载量较小)速度已达50节。为适应经济的发展和对外贸易的增长,世界各国都在积极扩建和新建港口,增强港口的功能,使港口的发展呈现规模大型化,结构专业化,机械高效和自动化,管理信息化;港口模式向自由度大的国际化发展;港口的职能逐步由装卸扩大为对外开放的经贸工商和金融等多功能港口。

港航企业管理信息系统已被多数港口所采用且正在向智能型发展。电子数据交换(Electronic Data Interchange, EDI)是利用计算机与通信的结合,自动地实现贸易伙伴计算机应用系统之间按照标准格式进行数据的互相交换,并对之进行自动处理。由于海上运输具有国际性,通过EDI系统可使港口的计算机系统直接用用户、货主、海关、商检、理货等有关机构的计算机系统通信。目前,世界第一大港鹿特丹港的EDI服务系统“INTIS”正在推广“电子商务网络”。该网络的用户除港口外,还有制造商、装卸公司、铁路、服务代理、货运代理等超过180家公司。该系统用于报关、运输指令、国际铁路运单、装货通知、装货清单、货物进出口等信息,日处理量达2000余条。我国上海港在信息技术与信息资源综合利用上走在我国诸港口的前列。覆盖全港的上海港港口网络(SH-PORTNET)已于1999年开通运行。该港口网络提供动态、多媒体的用户界面,各种结构化及非结构化信息均可通过Web服务器实现存取,能在更高层次上把上海港生产业务信息、企业管理信息、办公自动化信息有效地汇集在一起,为上海港提供管理信息的集成环境,为上海港MIS由静态转向实时动态系统创造有利条件,并与Internet网互连,与局外单位实现信息交换与共享。

航空运输开始于第一次世界大战的后期,当时主要是进行航空邮件的传递。到1919年,世界航空运输客运量为3500人。20世纪30年代以后,航空设计和制造技术的进步,带动了新的、可靠的飞机机型不断出现和航空喷气发动机的问世。1933年,被称为世界第一架“现代”运输机——全金属的单翼波音247型飞机诞生。1936年,具有可收缩起落机架的DC-3型飞机投产。由于新机型的加盟,1937年世界航空运输客运量达到250万人。1939年,制造出了涡轮喷气发动机。1942年,推出了第一代喷气飞机——贝尔XP59A。1945年世界航空运输客运量达到900万人。从1945年开始,航空运输机主要机型(如波音)的发展呈现系列化的趋势。客机的系列化为航空运输量的不断增长提供了有力的保证。1987年,世界航空运输客运量突破10亿人。1996年达到15亿人。

电子和信息技术的发展,使航空运输飞行安全保障能力不断提高。1920年第一代空中交通管制员只能站在跑道两端用小旗和信号枪进行指挥。1930年美国Cleveland机场建成了世界第一座装备无线电台的塔台。1935年,世界第一个用于仪表飞行的空中交通管制中心在美国Newark机场建成。20世纪40年代,能够监视飞行动态的雷达投入使用。50年代,用于导

航的全向信标和测距仪投产。60年代,出现计算机雷达数据和飞行计划处理系统以及自动转报网。70年代,出现空地数据通信和卫星导航。80年代,国际民航组织提出新一代航行系统方案。直至20世纪90年代开始进行系统方案的实施阶段。

航空运输的国际化使航空运输业的运行和管理模式日趋成熟、完善。在ICAO成立后的50多年里,随着科学技术的不断进步和标准规范的逐步完善,全世界的航空运输事业得到了迅猛发展。

20世纪的航空设计和制造技术决定了目前绝大部分民用飞机只能是亚音速客机,最大载客量不超过500人。21世纪,在解决音爆、高升阻比、高温材料、一体化飞行推力控制系统等问题的基础上,将推出一批新机型。届时,超音速客机的飞行速度将达2~3倍音速,亚音速客机的最大载客量将达800~1000人,旋转翼垂直起降运输机载客可达100人左右的能力。两栖运输船(又称地效飞机)是21世纪最看好的运输工具之一,可搭载100名左右的乘客,沿水面或较平坦的地面飞行。

实施新一代通信、导航、监视和空中交通管理(Communication Navigation System and Air Transportation Management,简称CNS/ATM)系统是现代航空运输的趋势。因为现行的空管系统有3大缺陷:覆盖范围不足,对大洋和沙漠地区无法有效控制;运行标准不一致,跨国(地区)飞行安全难以保障;自动化程度不够,管制人员的负担过重。为此,ICAO正在全球部署实施CNS/ATM系统,预计新系统21世纪上半叶完成。从20世纪50年代起,计算机就开始应用于美国航空公司的航班订票系统。现在,计算机信息处理已渗透到商务、机务、航务、财务等各个领域。21世纪航空公司的生产组织和运行管理将进入系统化的动态控制时期,届时信息技术将广泛应用于航空运输的市场预测、机队规划、航班计划、价格决策、收益管理、定座系统、机务与航材管理、飞机运行管理、财务数据分析、运行统计评估等各个方面。

21世纪,机场生产自动化和管理信息化将成为现实。以信息化为核心的机场运作体系将涉及运行信息、现场管理、旅客服务信息、进离港系统、货运系统、保安系统以及航空公司和空管部门的信息接口等各个业务领域。

航空运输是一种科技含量高而密集的运输方式。高水平航空科技成果和大型、高速运输飞机的发展;先进通信、导航设备和技术的应用、新一代空中交通管理技术的实施;机场及其实施的现代化、自动化以及运输管理系统的信息化等都是航空运输发展新水平的体现,也是21世纪航空运输进一步发展的方向和目标。

管道运输是随着石油、化工工业的发展而兴起和发展起来的,自1865年美国宾夕法尼亚修建第一条原油管道开始至今已有130多年。二次大战后的四十多年来,经济发达国家特别重视管道运输,每年都投入巨额资金大量新建和改造各种用途的管线。美国、前苏联和加拿大三国的管道干线长度占世界管道干线总长度的2/3。发展中国家各产油国如伊朗、伊拉克、沙特阿拉伯、也门、阿尔及利亚,以及秘鲁、巴西、委内瑞拉等国,为了原油的开采、加工和出口,也都纷纷建设长距离的油气管线。国际上最著名的几条输油气管道是:

1. 阿拉斯加原油管道:它纵贯美国阿拉斯加州南北,全长1227 km,管径1200 mm,沿线设有12座泵站,最高年输量可达1亿吨。全线始建于1968年,建成投产于1977年,共耗资88亿美元,是20世纪70年代世界上投资最大的工程。
2. 阿尔及利亚——意大利输气管道:自1976年底动工,1983年建成投产。最大输气量为每年125亿 $m^3$ ,管道总长2506 km,管径1200 mm,共设有8座压气站。
3. 科罗尼尔成品油管道:美国此成品油管道是世界上规模最大的成品油系统。第一期是

1962~1964年,干线管径916 mm的管道为1 689 km,814 mm的为460 km,763 mm的为313 km;另有支线管道总长2 188 km。1972~1979年又建成复线。1979年全部建成后,干线总长4 592 km,支线的长3 416 km,管道内存油2 702 660 m<sup>3</sup>,输送油品118种,平均日输成品油227 659 m<sup>3</sup>。

我国的管道网建设始于20世纪50年代末期新疆建成的全长为147 km、管径为150 mm的克拉玛依——独山子输油管道。20世纪60年代以后,随着我国石油工业的蓬勃发展,大庆、胜利等油田的建设,管道运输得到了较大的发展,并形成了以(大)庆铁(岭)、铁(岭)大(连)、铁(岭)秦(皇岛)、东(营)黄(岛)和鲁(山东临邑)宁(江苏仪征)五大干线为主的全国原油长输管道系统等。

近年来,随着世界能源消耗结构的变化,各国对天然气的勘探开发都很重视。天然气在能源消耗中的比例逐年提高。同时,管道输送天然气是最安全、最清洁、运力大、成本又最低的运输方式。

利用管道输送煤炭、矿石、粮食等物质,是扩大管道运输功能的方向,前苏联、美、法、意等国都在积极研究并投入实用。世界上第一条长距离输煤管道于1957年在美国俄亥俄州建成投产,管线长174 km。在工艺上是采取煤块粉碎成直径3 mm以内的颗粒,按1:1掺水混合成煤浆注入搅拌机,然后靠泵送进管道内输送,到终点时煤浆经脱水后使用。目前,美国和前苏联的管道运输已实行了生产运营遥测、遥控等自动化管理。如美国管道网运营的SCADA管理系统(监控和数据采集系统),已引入了多种自动化技术设备,其中最为突出的是VSAT(小型卫星终端技术),数字电话通信等新技术。GIS/AM/FM(地理信息系统/自动制图/设备管理)技术也在美、加、西欧得到广泛应用。

## 二、交通运输在国民经济中的地位与作用

运输的目的是实现旅客和货物在空间的移动,运输生产是社会再生产过程中的重要环节。随着社会经济的不断发展,生产力布局的展开,各地区、各部门、各生产领域、各企业之间的经济联系更加广泛和紧密,这就需要及时地将原材料、燃料、成品、半成品送往加工企业和消费地,以保证社会生产有计划的进行。没有交通运输业,经济发展就要停止,社会生产将无法进行。各国在不同经济发展阶段所提供的使人与物移动的能力在数量上和质量上有很大差别。这不但决定于社会所能提供的物质和技术的手段,也决定于其生产和生活方式本身在数量和质量上所提出的运输需求。具备比较完善的交通运输体系,客观上就为工农业提供了方便而廉价的运力,有利于开发资源、加速货物运送和社会生产的流通过程,对经济发展起着重要作用。在现代社会中,运输发展的水平已经成为一个国家发达水平和人类文明的重要标志。运输网的规模越大,经济上就越发达,技术上就越先进。

交通运输是社会经济重要的基础结构之一,是国民经济的命脉,是经济发展的基本需要和先决条件。交通运输业担负着社会产品的流通任务,现代大生产要求及时地供应大量的原料、燃料和材料,并从生产地输出成品到消费地去,所以,运输业和各个国民经济部门是紧密联系着的。生产的规模、配置以及交换的性质,在很大程度上取决于运输条件、甚至有的企业是“以运定产”。发达的运输业是保证工农业之间、国家各地区之间的可靠、稳固的经济联系的必要条件。通过交通运输,国家才能把中央和地方、沿海和内地、工业和农业、城市和乡村、生产和消费,联结成为一个严密的有机整体,生产、分配、交换和消费也必须通过运输的纽带才能得到有机的结合。生产的社会化程度越高,商品经济越发达,生产对流通的依赖性愈大,运输在再

生产中的作用愈重要。

交通运输推动现代工业的发展。在经济发达的社会中,交通运输业不仅可以通过不断扩大人与物空间位移的规模去刺激流通,而且通过本身提出的巨大需求又刺激其他部门生产的扩大,推动了工业和科技的进步。可以说,发展运输就是发展工业。100多年来,随着运输业不断更新、进步,工业也以前所未有的速度发展起来。铁路、公路、港口、机场的大规模的修建,促进了建筑业的崛起;交通运输业的巨大能源消耗,促进了煤炭和石油工业的兴旺;铁路和运输机械对金属的需求是采矿和冶金工业取得迅猛发展的基本动因之一;而各种运输工具的大量生产,则大力推动了机械加工工业的发展;此外,交通运输业还是各种先进科学技术得以应用的广阔市场。交通运输就是这样以自己在各方面几乎是无限的需求,强有力地推动了大工业的前进。

在运输发达的地区或国家,交通运输不但可以保证工农业生产和内外贸易渠道的畅通,而且可以保持市场供需的平衡。在当地供过于求的情况下,产品可以运出去,而在供不应求时,外地货源又可以运来满足需要,交通运输业充分显示了宏观调控的功能,从而保证了国民经济稳定而正常的发展。

交通运输担负着社会产品的流通任务。而流通时间的缩短,可相对地减少产品在流通过程中的数量,减少流通费用,这对整个社会来说是一个很大的节约,从企业来说可以节省流动资金。只有发展现代化交通运输业才是缩短流通时间的重要手段,这不仅是货畅其流、民便其行的问题,而且关系到整个社会劳动生产率的提高,资金周转的加速,其经济效益也是十分可观的。

交通运输业在国防建设与防务方面有着不可低估的作用。平时为经济建设服务,战时为军事服务。交通运输的军民两用性质是非常鲜明的。高速公路可供军用飞机起降,铁路、水运大通道可保证部队的快速集结和居民、工厂的疏散等等。交通运输是联系前方和后方、运送武器弹药和粮食等物资的保证。因此,交通运输业具有半军事性质,是国家战斗实力的组成部分。

另外,交通运输也是国际间交往的重要桥梁和纽带,可以促进各国之间物资交换、经济发展和人民之间的友好往来,是经济全球化的重要保证。

总之,交通运输业的发展影响着社会生产、流通、分配和消费的各个环节,对人民生活、政治和国防建设以及国际间的经济发展和合作都有重要作用。

### 三、各种运输方式的技术经济特征与适用范围

交通运输业作为物质生产部门,与其他物质生产部门一样,经历了不同的发展时期,为了满足社会各种需求,形成了铁路、公路、航空、水运、管道5种运输方式。这几种交通运输方式在满足人或物的空间位移的要求上具有同一性,即安全、迅速、经济、便利、舒适。但各种运输方式所采用的技术手段、运输工具和组织形式等都不相同。因此,形成的技术性能(速度、重量、连续性、保证货物完整性和旅客的安全、舒适性等)、对地理环境的适应程度以及经济指标(如能源和材料消耗、投资、运输费用、劳动生产率等)都不尽相同。

#### (一) 技术经济特征

##### 1. 送达速度

送达速度是指运载工具将所运送的对象(旅客或货物)从始发地运送到终到地的全部时间。各种运输方式有其适用的速度范围:公路运输的最优速度为50~100 km/h,铁路运输为

100~300 km/h,航空运输为500~1 000 km/h,由于人们对交通运输的速度要求不但在不同的距离条件下是不同的,而且在相同的距离条件下也有不同层次的要求,因此不同的交通运输方式可以满足不同的需要。

## 2. 成输成本

运输成本是运输业的一个综合性指标,受各种因素的影响。在运输成本中,如果无关支出占的比重较大时,则运输成本受运输密度的影响较大,铁路运输最显著,水运、公路运输则较小。运输距离越长,路途运行费用越低,因此对水运影响最大,水运成本低,铁路次之,公路最小。此外,运载量的大小同样影响着运输成本,载重量较大的运输工具一般来说其运输成本较低,水运在这方面居于有利地位。总之,考察某种运输方式的运输成本须根据具体情况进行分析。一般来讲,水运及管道运输成本最低,其次是铁路和公路运输,航空运输成本最高。

## 3. 投资水平

各种运输方式由于其技术设备的构成不同,不但投资总额大小各异,而且投资期限和初期投资的金额也有相当大的差别,各种运输方式在线路基建投资和运载工具投资方面也各有差异,水运、航空运输的线路投资最低,公路次之,管道和铁路运输最高(线路设备是专用的);铁路的技术设备(线路、机车车辆、车站、厂、段等)需要投入大量的人力物力,投资额大而且工期长,因此投资集约程度高。相对而言,水上运输是利用天然航道进行的,线路投资远较铁路为低,主要集中在船舶、码头。因此,从运载工具等基建投资来看,管道投资最低,铁路、水运次之,航空最高。

## 4. 运输能力

从运输能力上看,水运和铁路运输都处于优势地位(就单个运载工具而言,特别是海运,运输能力最大),而公路和航空的运输能力相对较小。

## 5. 能源消耗

由于铁路运输可以采用电力牵引,因而具有优势,而公路和航空运输则是能源(石油)消耗最大。管道运输所耗能源约为水运的10%,铁路的2.5%。

## 6. 运输的通用性与机动性

铁路与管道运输受气候与季节影响最小,而机动灵活方面则公路与航空运输为优越。

## 7. 对环境的影响程度

人类赖以生存的地球已经受到严重破坏,工业的发展其中运输业在某些方面起了主要作用,对空气和地表的污染最为明显的是汽车运输,喷气式飞机、超音速飞机等使噪声污染更为严重,相比之下,铁路运输对环境和生态的影响程度最小,特别是电气化铁路这种影响更少。

5种运输方式各有其长处和短处,每个国家都需要按照本国工农业的生产布局与规模、地理条件、社会环境及本国交通运输业发展的历史与现状,建立适合本国国情的综合运输体系。

## (二) 适用范围

1. 铁路运输,在国土幅员辽阔的大陆国家是陆地交通运输的主力;适合经常稳定的大宗货物运输,特别是中长途货物运输;适合于中长途、短途城际和现代快速市郊旅客运输的需要。

2. 公路运输,在中短途运输中效果最突出,特别是“门到门”的运输更显得优越,补充和衔接其他运输方式,如担负铁路、水路运输达不到的区域以及起终点的接力运输。

3. 水路运输,特别适合于大宗货物的长途运输,尤其是远洋运输,不仅是国际间贸易的主



要运输方式,也是发展国民经济的重要组成部分。

4. 航空运输,适用于长途旅客运输、货物运输及邮件运输,包括国际和国内运输,在通用航空运输方面(摄影、人工降雨、林业播种、抗灾救护等)更显优势。

5. 管道运输,是流体能源非常适宜的运输手段,尤其是输送属危险品的油类,由于管道埋在地下,受地面干扰少,运此类物品较为安全。

#### 四、交通运输的现代化与环境保护

##### (一) 交通运输的现代化

交通运输管理现代化是交通运输业实现现代化的重要标志。由于交通运输具有点多、线长、涉及面广,车、船、飞机流动分散、作业不断变化,通信联络频繁,必须采取有效的手段进行组织和管理,建立先进的网络系统,以满足交通运输管理自动化的要求。

科技进步对人类社会的各个领域都产生了广泛而深刻的影响,也不断改变着各个运输方式的技术经济特性和合理使用范围。随着科学技术的进步和发展,运输业采用新技术装备日益增加,在实现运输工具和设备现代化的过程中出现了大型化、高速化、自动化和信息化的趋势。

##### 1. 快速、高速客运技术

客运快速化、高速化是近半个世纪以来世界交通旅客运输发展的一个重要趋势,1964年日本东海道新干线开通运营,旅客列车的最高速度达到210 km/h,开始了铁路高速化进程。20世纪90年代以来,高速铁路发展进入了新阶段,从单一高速线向高速运输网发展。目前,除日本、法国、德国等国已建成高速铁路外,1993年TGV北线开通运营,由巴黎穿过英吉利海峡隧通往伦敦,经比利时的布鲁塞尔,连接德国的科隆,北通荷兰的阿姆斯特丹,全长333 km,成为一条重要的国际通道。欧盟成员国也准备在2010年前后完成29 000 km的泛欧高速铁路网,用以连接欧洲所有的重要城市,并还将向亚洲延伸,形成洲际的高速铁路网。我国也计划修建高速铁路,同时在沿海经济发达、客流集中的东部走廊发展高速铁路,逐步建立以高速铁路为骨干、快速铁路为分支的铁路快速客运系统。扩大提速范围加大旅客列车行车密度,把全面提高客货列车速度作为提高铁路运输质量的核心及技术发展的主要方向。近期,建成第一条列车最高运行速度为200 km/h的秦沈快速铁路,争取京沪高速铁路项目早日立项开工。远期陆续建成沈哈、沪杭、津秦等快、高速铁路,里程近5 000 km,构成快速客运网骨干,改造既有有线建成客货混跑快速线22条,里程达到1.4万 km,使我国的铁路客运技术接近或达到世界先进水平。高速铁路技术已经成熟,高速化已经成为当今世界铁路发展的共同趋势。

公路运输也有了很大的变化,第二次世界大战结束后,随着世界经济的恢复和发展,欧洲各国、美国、日本等发达国家先后建立了比较完善、高标准的国家公路网和高速公路网。在我国高速公路也如雨后春笋壮大发展。由于高速公路采用了技术较完备的交通设施,从而为汽车的大量、快速、安全、舒适、连续的运行提供了条件和保证。高速公路已经成为适应公路运输交通量迅速增长、减少交通事故、改善道路交通堵塞的新型交通手段,成为现代公路高速发展的象征。

##### 2. 快捷、重载货运技术

铁路快捷货物运输是利用先进的运输组织手段,提高货物列车速度,改善货物运输服务质量的一种快速货物运输形式。自20世纪80年代起在世界各主要路网逐步发展起来,现已成为铁路开拓运输新领域的重要产品。日本铁路于1984年取消编组站后,已全部实现直达化运