

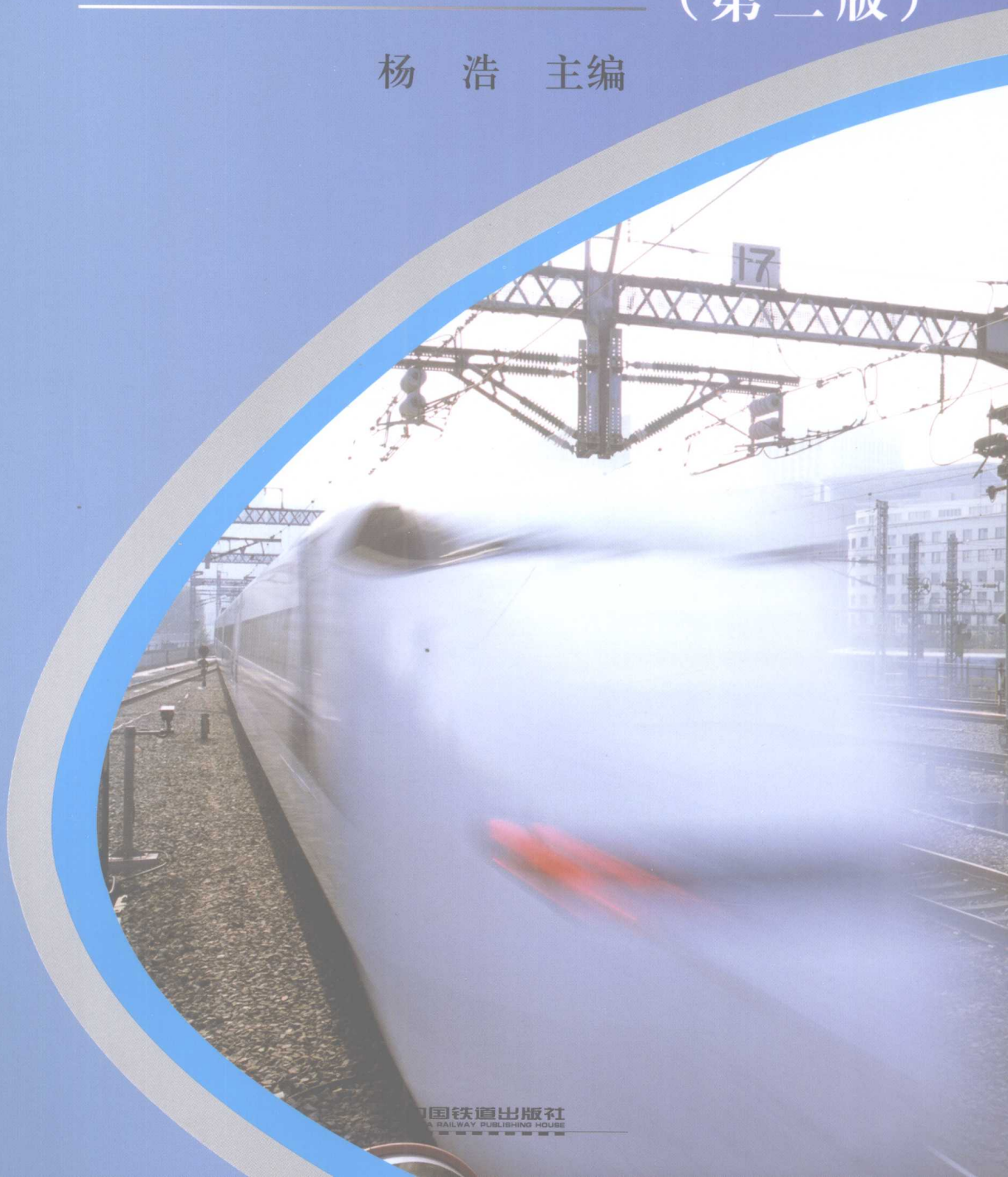


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 交通运输概论

(第二版)

杨浩 主编



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 交通运输概论

(第二版)

杨 浩 主编

佟立本 主审

中国铁道出版社

2009·北京

## 内 容 简 介

本书概括地介绍了铁路、公路、水路、航空及管道五种现代化运输设备的基本知识、基本概念和基本原理,各种运输工作的组织管理和方法,综合交通运输体系的内容及其发展。全书共分三篇。第一篇介绍了铁路运输的设备及其运输组织;第二篇介绍了城市轨道交通、道路、水路、航空和管道运输的设备及其组织管理;第三篇介绍了各种运输方式的相互关系、综合交通运输体系及旅客联程运输、智能运输、交通可持续发展和一体化交通运输等。

本书是交通运输类院校非交通运输规划与管理专业本专科学生的必修课教材,也可供从事交通运输与管理的工程技术人员与研究人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

交通运输概论/杨浩主编. —2版. —北京:中国铁道出版社, 2009. 5

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-113-09881-0

I. 交… II. 杨… III. 交通运输—高等学校—教材  
IV. U

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 059995 号

书 名: 交通运输概论 (第二版)

作 者: 杨 浩 主编

责任编辑: 金 锋 电话: 010-51873134

电子信箱: jinfeng88248@163.com

封面设计: 余佳玲

责任校对: 孙 玫

责任印制: 陆 宁

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 三河市华业印装厂

版 次: 2001 年 11 月第 1 版 2009 年 5 月第 2 版 2009 年 5 月第 5 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.25 字数: 484 千

印 数: 1~3000 册

书 号: ISBN 978-7-113-09881-0/U·2479

定 价: 38.00 元

### 版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电话: 市电 (010) 51873170, 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504, 路电 (021) 73187

## 第二版前言

交通运输是社会经济重要的基础结构之一,是社会生产、分配、交换和消费的联系纽带,是国民经济的命脉,是经济发展的基本需要和先决条件。现代交通运输主要包括铁路、公路、水运、航空和管道五种方式,各种运输方式在不断满足经济社会发展需求的过程中,不但自身的技术条件、网络规模和服务水平得到长足的发展和进步,而且各种方式之间在竞争与协作的推动下,形成了统一的综合交通运输体系,进入了运输全球化的时代,交通运输与能源利用和环境保护、交通运输与国土规划和土地利用,交通运输与国防和社会安全,交通运输与教育、健康和财富创造等的一体化,成为交通运输发展的重点领域和优先主题。这一切,同时也深刻影响了交通运输工程专业的知识体系和教学内容。

2001年出版的《交通运输概论》(第一版),是根据拓宽专业口径,调整优化课程结构,深化教学改革的要求编写的,经铁路高等院校交通运输专业教学指导委员会审核确定的非交通运输专业本科生必修课的教材,本书使用8年来,交通运输业的发展及其知识体系和教学内容更新,都对本书的再版提出了迫切要求。

作为普通高等教育“交通运输规划与管理”专业的“十一五”国家级规划教材,根据交通运输生产发展的实践以及近年来国内外交通科学技术的新成就,在保持原书篇章结构的基础上,与时俱进,对各种交通运输方式的技术进步和运营实践的发展作了新的阐述,扩充了新的章节内容,补充了新的数据资料。本次修编的主要内容有:第一编增加了动车组和铁路数字移动通信(GSM-R)的内容;第二篇增设了城市轨道交通一章;对第三篇内容进行了较大拓展,将原来三章内容拓展为五章,考虑到我国发展综合交通运输体系的现实需要,增加了有关旅客联程运输、智能运输、交通可持续发展和一体化交通运输政策的有关内容。

本书再版的绪论、第一篇铁路运输由杨浩负责编写,第二篇轨道交通、公路、水运、航空及管道运输由宋瑞负责编写,第三篇综合交通运输体系由朱晓宁负责编写。全书由北京交通大学杨浩任主编,佟立本任主审。

本书再版中,参考了许多文献资料,在此谨向这些文献资料的作者和出版单位表示衷心感谢。

由于本书涉及内容较广,由于编者的水平有限,书中难免出现缺点和错误,欢迎广大读者批评指正。

编者

2009年2月于北京

# 第一版前言

交通运输业作为国民经济发展不可缺少的重要组成部分,在从计划经济向市场经济转变的过程中,同样也发生了很大的变革。随着经济的增长,交通运输业将会得到飞速发展。从交通运输的发展现状与趋势来看,各种交通运输已进入综合、协调发展阶段,因为各种运输方式都属于一个共同的交通运输业,无论铁路、公路、水运、航空或管道,运营目的都是满足社会经济活动对人与货物空间位移的需求,虽然各有自己的特点和经营范围,但与其他生产部门相比有着更多的相似性。可以说大交通的概念已经逐步形成,这样,就促使单一的交通运输进行结构调整,而这样带来的是产业结构、企业结构乃至教育结构的优化。经过新一轮教育管理体制变革,改变了条块分割、部门办学的格局。这既是一次改革,也是一次发展,调整后使之更加适应社会主义事业发展的需要,适应社会经济发展的要求。

随着经济体制转轨和用人机制改革,社会更重视人才水平和实际能力,因此,为构建培养跨世纪的人才,全方位深化了教学改革,重新确定了人才培养目标,全面拓宽了专业口径,调整和优化了课程的结构,进行了课程的整合,根据学科建设的要求,重新制定了新的培养计划和课程设置,在面向大交通的前提下,经铁路高等院校交通运输专业教学指导委员会的审核,确定《交通运输概论》为非交通运输专业本科生的必修课,各学校可根据本校的特点和需求在教学过程中有选择地讲授本书内容。本书编写的主要目的是,使学生通过学习该课程,概括了解铁路、公路、水路、航空和管道运输设备的基础知识,掌握其基本构造和基本原理;了解各种交通运输之间的关系以及国内外交通运输发展的新技术、新趋势;概括了解各种运输工作的组织管理,掌握其原理和方法,为今后学习专业课或从事交通运输工作打下良好的基础。

编者在编写时力求文字简明扼要,着重讲清有关的基本知识、基本概念和基本原理,努力做到图文并茂,使它成为具有科普知识的教科书,帮助读者对交通运输有一个较全面系统的了解。

本书由北方交通大学佟立本任主编,杨浩任副主编,钱仲侯任主审。参加编写的人员有:佟立本(绪论,第一篇第一、五章),祝静茹(第一篇第二章,第三篇第一、二章),魏世隆(第一篇第三章),杨浩(第一篇第四章),谢海红(第二篇第一章),沈飞(第二篇第二章,第三篇第四章),杨月芳(第二篇第三章),宋瑞(第二篇第四章,第三篇第三章)。

在编写过程中,广泛地参考了国内外许多文献资料,在此,谨向这些文献资料的作者和出版单位表示衷心的感谢。同时,对北方交通大学城市交通研究所领导的大力支持和帮助也在此一并致谢。

由于本书涉及的内容较为广泛,牵扯多种专业,尽管我们在编写过程中边学习边修改,不少章节已经数易其稿,但限于编者的水平,书中难免出现缺点和错误,恳请广大读者给予批评、指正。

编者

2001年7月于北京

# CONTENTS



绪 论	1
复习思考题	11

## 第一篇 铁路运输

第一章 铁路线路及车站	13
第一节 铁路线路	13
第二节 铁路车站	29
复习思考题	38
第二章 铁路机车车辆	39
第一节 铁路车辆	39
第二节 铁路机车	48
第三节 动车组	58
复习思考题	62
第三章 铁路信号与通信设备	63
第一节 铁路信号设备	63
第二节 铁路通信设备	79
复习思考题	83
第四章 铁路运输组织	84
第一节 铁路旅客运输组织	84
第二节 铁路货物运输组织	88
第三节 铁路行车组织原理	91
第四节 车站行车组织工作	100
第五节 铁路运输生产计划与调度指挥	104
复习思考题	106

<b>第五章 高速铁路与重载运输</b> .....	107
第一节 高速铁路.....	107
第二节 重载运输.....	116
复习思考题.....	120
<b>第二篇 城轨交通、道路、水路、航空及管道运输</b>	
<b>第一章 城市轨道交通</b> .....	121
第一节 城市轨道交通概述.....	121
第二节 城市轨道交通设备.....	126
第三节 城市轨道交通运营组织.....	142
复习思考题.....	151
<b>第二章 道路运输</b> .....	152
第一节 道路运输概述.....	152
第二节 道路运输设备.....	155
第三节 道路运输组织.....	171
复习思考题.....	178
<b>第三章 水路运输</b> .....	179
第一节 水路运输概述.....	179
第二节 水路运输设备.....	180
第三节 水路运输组织.....	197
复习思考题.....	202
<b>第四章 航空运输</b> .....	203
第一节 航空运输概述.....	203
第二节 航空运输设备.....	206
第三节 航空运输组织.....	221
复习思考题.....	227
<b>第五章 管道运输</b> .....	228
第一节 管道运输概述.....	228
第二节 管道运输设备.....	229
第三节 管道运输组织管理.....	238
复习思考题.....	241

## 第三篇 综合交通运输体系

第一章 综合交通运输系统·····	243
第一节 综合交通运输系统的概念·····	243
第二节 综合交通运输系统的构成·····	246
复习思考题·····	252
第二章 多种运输方式联合运输·····	253
第一节 旅客联程运输·····	253
第二节 货物多式联运·····	255
复习思考题·····	262
第三章 运输代理·····	263
第一节 运输代理概述·····	263
第二节 运输代理的种类及代理关系·····	266
第三节 运输代理的选择和管理·····	271
复习思考题·····	272
第四章 交通运输的智能化·····	273
第一节 智能运输系统的产生与发展·····	273
第二节 智能运输系统·····	275
复习思考题·····	289
第五章 交通运输的可持续发展·····	290
第一节 交通运输对环境的影响及治理·····	290
第二节 交通运输对资源的合理利用·····	294
第三节 交通运输可持续发展的战略和政策·····	295
复习思考题·····	299
参考文献·····	300



# 绪 论

交通运输业是国民经济的重要组成部分,是保证人们在政治、经济、文化、军事等方面联系交往的手段,也是衔接生产和消费的一个重要环节。因此,交通运输业在现代社会的各个方面起着十分重要的作用。现代化交通运输主要包括铁路、水路、公路、航空和管道五种运输方式,各有其不同的技术经济特征与使用范围。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,才能最大限度地节省运输建设投资和运输费用,为各种方式的加速发展、不断更新技术和提高服务质量提供条件。

## 一、交通运输业的性质与特点

### (一) 交通运输业的性质

人类社会生活的基础是从事各种生产活动。在生产过程中,必然会发生生产工具、劳动对象和劳动者本身的位置变化,即位移。离开这种位置变化,一切生产活动将无法进行。运输是人类社会一种不能缺少的需求,它使人和物发生所在位置的变化。随着社会生产力的发展,运输工具也发生了相应的变革。人类从利用体力、兽力进行搬运开始,逐步发展到利用各种简单的以至复杂的,水上、陆上和空中的交通运输工具。各种现代化交通运输方式的出现,是人类社会生产力高度发展的结果。

工业和农业是人类社会两个最基本的物质生产部门。在农业生产中(无论个体的或集体的),种子、肥料和收获物的运送工作,要由田间运输来完成。就工业生产来说,在一个企业内部,它的生产工具、劳动对象的搬移或传送,有时还包含劳动者本身的移动,是由企业内部的运输工具如传送带、起重机、汽车及厂内铁路机车车辆来完成的,通常叫做厂内运输。这种发生在企业生产过程中间或生产范围以内的运输活动,是作为每一个企业生产过程的必要条件而存在的,离开它,企业就不能进行生产。

运输活动是工业、农业等物质生产过程能够顺利进行的必要条件,是人类社会物质生产的组成因素。

资本主义的产生和发展,尤其是 18 世纪后期蒸汽机和其他机器的相继发明,引起了工业生产技术的革命,促使交通运输工具(方式)走上了机械化的道路,并成为—个独立的物质生产部门——公用运输业。

运输业作为一个专门担当客货运输任务的物质生产部门,是为企业与企业、企业与供销部门、工业与农业、城市与乡村的相互联系服务的。

作为物质生产部门的运输业又是公共服务业,属于第三产业,是国民经济的基础结构之一。“基础结构”强调运输业是社会化和现代社会的先决条件,强调交通运输建设必须与经济发展的水平相适应。作为第三产业,运输业必须为社会生产和消费服务,它的产品都是由自己面对旅客和货物托运人直接销售的,特别是旅客运输,从旅客购票、候车(船等)、旅行途中、直至下车(船等)出站的全过程中,要求运输业职工做好大量的服务工作。

## (二) 运输业生产的特点

运输业是一个独立的物质生产部门,运输过程具有物质生产的共同特征,运输工人劳动结果不仅创造价值,也同样会使社会增加财富。然而,运输业毕竟也有自己生产上的特点。

1. 运输业在自己生产过程中对劳动对象所进行的加工,是一种特殊形式的物理加工,它的目的是为了改变运输对象的地理位置。运输业对运输对象加工后所得到的结果不是形成任何新的物质产品,而只是运输对象的位置变化。可见,运输业的产品就是旅客和货物所在地点的改变,即位移,它的计量单位是人·km 和 t·km。

2. 运输业的产品——旅客和货物的位移,同运输业的生产过程不能分离,即位移的生产和消费是同时进行的。因此,运输业的产品既不能储存,也不能进行积累。这和工业生产可以用产品来建立储备不同,运输业不可能用自己的产品来建立储备,而只能储备一定数量的生产能力——运输能力,以满足运量增长的需要。另一方面,工业和农业可以用调拨产品的办法来调剂地区之间的供求关系,而运输业却不能用调拨产品的办法来调节不同时期和不同地区之间对运输的需要,只能用调动运输业的一部分生产能力,如机车车辆等移动设备来进行调剂。因此,还必须使运输业生产能力的配置,尽可能同国民经济各部门的发展和人民生活对运输的需要协调一致。

3. 运输业的生产过程的空间范围极为广阔。旅客和货物运输往往要由几种运输方式共同完成,而不像工农业生产那样在一定范围内即可完成其生产任务。各种运输方式虽然在线路、运输工具以及技术装备上各不相同,但生产的却是同一产品,即旅客或货物的空间位移,对社会具有同样的效用。而工农业生产各部门,由于生产工艺不同,产品规格有很大的差别。

## 二、交通运输业在经济和社会发展中的地位与作用

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地进行。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,并从生产地向消费地输出产成品,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。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,而且通过本身的发展提出的巨大需求,又刺激其他部门生产的扩大,推动工业和科技的进步。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,则大力地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,如能源技术、电子信息技术、通信控制技术等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发展。

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,交通运输也是国际交流的重要桥梁和纽带,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的经济发展和合作都有重要作用。

### 三、交通运输业的发展历程

运输是人类社会一种不能缺少的需求,中国自古以来就把“衣食住行”列为人们生存的四大基本要素。但是,人类早期的活动由于交通的限制,活动范围很小。随着社会生产力的发展,出现了畜牧业和农业的分工,开始了产品交换,也产生了利用畜力、天然形成的道路和水上航道进行的运输活动。伴随着木船的出现和运河的开凿,沟通了陆地上原来分离的各个水系,延长了通航水道,并且组成联系广泛的内陆水运网,加上船只的载运能力大,运输成本低,在铁路和轮船出现之前,帆船和运河已经使社会经济中人和货物位移的规模到达了当时所允许的最高水平。因此欧美国家工业革命初期,差不多都经历了一次运河建设的高潮以大规模地改善运输条件。

17世纪前后,英国的煤矿开始用木轨和有轮缘车轮的车辆运送煤和矿石。蒸汽机的发明和锻铁铁轨的出现,促进了铁路的产生和发展。1825年,英国在斯托克顿和达林顿之间铺设了世界上第一条铁路,全长43.5 km,轨距为1435 mm。由于铁路能够高速、大量地运送旅客和货物,欧美各国都进入了铁路建设高潮,横贯北美大陆的铁路就是在这个时期建成的。到19世纪后半期,已扩展到非洲、南美洲和亚洲各国。从此,铁路成了陆地交通的主要工具。

在我国历史上虽然很早就有比较发达的交通运输设施,像驿道、运河以及闻名世界的“丝绸之路”等,还有郑和“七下西洋”的灿烂业绩。但是由于长期的封建统治,特别是最近一百多年来遭受帝国主义的侵略和国内反动统治阶级的倒行逆施,使我国社会经济长期处于落后状态,因而新中国成立前我国的交通运输不可能有多大的发展。

我国铁路的产生和发展过程,是和帝国主义对我国的侵略过程联系在一起的。帝国主义列强从最初的商品输出发展到后来的资本输出,在我国投资建设铁路,除了可以从铁路本身获得巨额利润和其他经济利益以外,更重要的还是通过对铁路的控制,向我国内地大量推销商品,控制和掠夺原料,使我国在经济上依赖于帝国主义,也是它们在政治上、军事上、文化上对我国进行侵略的重要手段。

1876年在上海修建的吴淞铁路,是中国领土上出现的第一条铁路。它是英国侵略者背着中国政府和人民,采用欺骗和蒙混的手法修筑的。这条铁路从上海至吴淞镇,全长14.5 km,轨距762 mm。铁路沿线人民从一开始就反对洋人筑路,1876年7月从上海至江湾一段通车营业后,发生了火车压死行人的事故,激起群众的愤慨,迫使英国侵略者同意,由清朝政府用28.5万两白银将铁路收买回来。然而腐败的清朝政府根本不认识铁路这种新式运输工具的优越性,反而昏庸地把这条已经赎回的铁路拆毁。

然而,在西方,修建铁路成网,内河及沿海水运的开发利用,提高了对大宗能源、原材料和主要商品的长距离调运的能力;火车、轮船、汽车等新兴运输工具的采用,促使相关工业的兴旺发展,推动了工业和科技的进步。从19世纪后期起,铁路运输就成为当时最重要的运输方式,几乎垄断了陆上运输。二次世界大战以后,比较先进的内燃机车和电力机车逐步取代了传统的蒸汽机车,并且在重载、高速和运营组织管理技术等方面取得了新的突破,铁路在陆路运输中仍然发挥重要作用。但随着公路、航空和管道运输的迅速发展,铁路不断受到冲击和挑战,在发达国家一度处于萎缩状态。然而能源危机,环境污染、经济社会可持续发展等问题的提出,以及对交通运输安全、快速、高效、节能和环保的需求,又使铁路获得新的生机。目前,世界铁路总长度约为120余万 km。从地理分布上看,美洲铁路约占全世界铁路总长的2/5,欧洲约占1/3,而非洲、澳洲和亚洲的总和还不到1/3。十分明显,世界铁路的发展和分布情况是极不平衡的。

在中国,1949年之前的旧中国铁路具有浓厚的半封建半殖民地色彩。铁路修建的里程太少。1876~1949年,总共只有铁路2.1万多 km(不包括台湾省铁路),而且分布极不合理,技术设备陈旧落后。新中国成立以来,特别是最近十几年,我国铁路建设取得了举世瞩目的大发展,截止到2007年,铁路营业里程合计7.8万 km,其中双线里程2.71万 km,电气化里程2.55万 km。

船舶的发展较早,随着磁罗盘和螺旋桨的发明和应用,使航海技术有了飞速发展。1850年,迎来了烧煤的装着螺旋推进器的轮船全盛时代。1897年获赛尔发明了柴油机。这种内燃机被用于船舶,船的燃料从煤变成柴油。在二次世界大战之前,客轮就已经成为各大陆之间最主要的客运手段,所以,很早就出现了汽轮化、大型化、高速化的趋势。货轮,直到19世纪末期才开始轮船化,而在大型化和高速化方面落后于客轮。在第二次世界大战以后,才把重量10 000 t、航速20~23 km/h的货轮定为标准船型。战后集装箱船以及超大型油轮(VLCC)的出现以及装卸作业机械化,使海运和港口的面貌焕然一新。

早在公元前3000年时,就已经有了为修建金字塔运输材料而修筑的大道,随后又出现了巴比伦街道和东方丝绸之路等等。这一时期的道路还都是土路,直到欧洲产业革命后,以马车

交通为主的道路交通得到了迅速的发展。1892年汽车的出现,标志着道路交通工具进入了新的历史阶段。20世纪初叶,工业国家的公路系统初步形成,客运汽车和载货汽车得以迅速发展。我国于1901年引进第一批汽车并修建了广西友谊关—龙州的第一条公路,1912年开始有汽车运输企业。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,汽车公路运输已成为陆路运输的中坚力量。目前世界上已有2 000多万km的公路,5亿多辆各式汽车在世界各地公路网上运行。到2007年底,我国公路通车里程接近360万km,其中高速公路通车里程为5.3万km。

航空技术的发展是从1903年美国莱特兄弟第一次实现天空飞行开始的。此后,随着飞机设计技术的进步,1914年在美国首次开辟了从坦帕到圣彼得斯堡的定期航班;在第一次世界大战后的1919年,又开设了从伦敦到巴黎的定期航班。第二次世界大战后,由于在战争中军用飞机的发展,民航机也广泛采用了航程大的四引擎飞机。从而使横跨大西洋和太平洋的航线愈加活跃,开辟了从欧洲通过亚洲大陆南部沿岸直达远东的新航线。1959年,随着喷气式客机的航行,开辟了从欧洲经过北极飞往远东的航线以及从欧洲飞越西伯利亚到远东这条最短距离的航线等,形成了世界范围的航空网。中国的民航事业从1929年起步,直到近20年来才得到长足的发展,航空港的建设、大型喷气客机的就航和飞行技术的发展等等,都使得中国的民航事业出现了新的面貌。

现代管道运输起源于1865年美国宾夕法尼亚的第一条原油管道,已有130余年的历史。管道运输的发展与能源工业,尤其是石油工业的发展密切相关。二次世界大战后,由于大量油田的发现,油管运输逐步成为一种重要的运输方式。目前管道所输送的货物主要是原油、成品油、天然气、矿砂和煤浆等。迄今世界管道运输干线总长已达200万km,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。其中美国的阿拉斯加原油管道纵贯美国阿拉斯加州,南北全长1 227 km,管径1 200 mm;科罗尼尔成品油管道是世界上规模最大的成品油系统干线,总长4 592 km,支线长3 416 km,管径为916、814和763 mm。我国的管道网建设则始于1958年在新疆建成的全长147 km管径为150 mm的克拉玛依—独山子输油管道。1963年修建了第一条输气管道,目前我国输油、气管道总长已超过4万km。

#### 四、交通运输的技术经济特征及适用范围

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、管道五种运输方式。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)从始发地运送到目的地的全部时间。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. 运输成本

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,如果与运输无关的支出所占比重较大时,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。运输距离对运输成本也有很大影响,运输距离越长,路途运行费用越低,因此对水运影响最大,铁路次之,公路较大。此外,运载量的大小同样影响运输成本,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)消耗最大的。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,运输业的环境影响不可低估。对空气和地表的污染最为明显的是汽车运输,喷气式飞机、超音速飞机等的噪音污染也比较严重,相比之下,铁路运输对环境和生态的影响程度较小,特别是电气化铁路的影响更少。

五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,是国际贸易的主要运输方式。

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,运送此类物品较为安全。

## 五、交通运输现代化

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,也不断改变着各种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的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。

### (一)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运输客运发展的一个重要趋势。从 20 世纪初至 50 年代,德、法、日等国家先后开展了大量的有关高速列车的理论研究和试验工作。1964 年日本东海道新干线(515.4 km)开通运营,旅客列车的最高速度达到 210 km/h,从东京到大阪只需运行 3 h 10 min。由于旅行速度比原有铁路提高一倍,票价又较飞机便宜,从而吸引了大量旅客,使东京至名古屋间的飞机航班不得不因此而停运,这是世界上铁路与航空竞争中的首次胜利,从此开始了铁路高速化进程。1981 年,法国建成了最高时速为 270 km 的 TGV 东南新干线(417 km),巴黎至里昂间旅行时间由原来的 3 h 50 min 缩短到 2 h,开辟了以低造价建设高速铁路的新途径,把高速铁路的发展推上了一个新台阶。1991 年德国相继建成汉诺威—维尔茨堡(327 km)和曼海姆—斯图加特(107 km)高速铁路,ICE 高速列车最高营运时速达 280 km。在日本、法国、德国修建高速铁路取得成效的基础上,世界上掀起了建设高速铁路的高潮,意大利、西班牙、瑞典、韩国等国家相继发展了不同类型的高速铁路。澳大利亚、美国、俄罗斯等国也已规划或将修建高速铁路。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。1993 年 TGV 北线开通运营,由巴黎经里尔,穿过英吉利海峡隧道通往伦敦,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。欧盟成员国也计划在 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。2007 年 4 月 3 日,法国 V150 高速列车创造了 574.8 km/h 的新世界纪录。我国铁路也制定了客运专线(高速铁路)的发展规划,到 2020 年,规划建成包括京沪(北京—上海)、京广(北京—广州)、京哈(北京—哈尔滨,含沈阳—大连)、沿海(杭州—深圳)、陇海(徐州—兰州)、沪昆(上海—昆明)、青太(青岛—太原)、沪汉蓉(上海—武汉—成都)四纵四横的区域性客运专线网以及长江三角洲、珠江三角洲、京津冀三个经济区的城际客运专线网,总长 1.6 万 km,形成以高速铁路为骨干的铁路快速客运系统,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。2008 年 8 月 1 日,连接北京和天津两大直辖市的京津城际客运专线(120 km)建成通车,最高时速达 350 km,标志着我国铁路进入高速时代。总之,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成了比较完善、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,截止 2008 年底,我国高速公路总里程已达 5.3 万 km,仅次于美国。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、连续地运行提供了条件和保证。高速公路已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。

## (二) 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。日本铁路于 1984 年取消编组站后,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。德国铁路从 1991 年 6 月起利用既有线与新投入运营的高速铁路联合运营的办法开行城市间特快货物列车,最高速度达到 160 km/h,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,运送集装箱和流动式货箱。法国国营铁路于 1987 年在里尔—马赛 1 100 km 的线路上开行了世界上第一列最高运行速度达到 160 km/h 的特快货物列车,之后又开行了最高运行速度为 140 km/h 的鲜活特快货物列车等。这些列车都在夜间开行,运行等级优先于其他等级列车,甚至优先于夜间开行的旅客列车。目前,在法国已形成由 16 条线组成覆盖全国的快速货物列车运输网。我国也采用多种货物运输组织形式,逐步形成以高附加值货物及保鲜货物运输为主的铁路快捷货物运输体系;发展集装箱运输,开展多式联运和大陆桥运输,逐步实现包装和成件货物的运输集装化;发展鲜活易腐货物运输,加速发展冷藏集装箱。从 1962 年 3 月开始,先后从江岸、上海新龙华和郑州北站开行了三趟快运列车,这是我国铁路和外贸职工为供应港澳鲜活商品而共同创造的一种特殊的运输方式。它的开行,为满足港澳同胞物质生活、保持港澳的繁荣稳定作出了重要贡献。1997 年又组织开行了“五定”班列(即定点、定线、定车次、定时、定价的货物快运直达列车),使货运班列客运化、收费公开化、承诺服务规范化。1998 年,还开出了行包快运专列,编组为 22 辆,载重 451 t,行包快运列车由铁路提供运输线路和运输工具,民营企业包租行包快运专列车辆,以送达速度优势、运输价格优势、运输批量优势和客车化运行、运到期限准确等优势,取得较大的成效,是铁路走向市场的又一突破。

发展重载运输已是目前铁路大宗散装货物运输的重要特征。由于各国运量水平以及铁路的技术装备等技术经济条件不同,其运输组织方式也不同,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组合列车形式。澳大利亚铁路于 2001 年试验用 8 台 AC6000 型机车牵引 682 辆运煤敞车,全长 7353 m,总重达 99 734 t、净重 82 000 t,行程 276 km 的重载列车,创造了迄今为止重载列车的世界纪录。根据我国铁路运营特点和实际需要,在货物运输方面把发展重载运输作为主攻方向。1984 年正式开行了组合重载列车,随后于 1992 年大(同)—秦(皇岛)双线电气化重载运煤专线上,开行了单元式重载列车,牵引质量达到 6 000~10 000 t。进入 21 世纪后,大秦铁路重载运输有了新的发展,列车牵引质量从万吨级发展到 2 万 t 级,2008 年实现年运量 3.4 亿 t。在我国铁路主要繁忙干线(京沪、京广、京哈等)都已开行了 5 000 t 级整列式重载列车。经过十几年的努力,我国铁路重载技术水平得到很大提高,已跻身世界先进行列。

公路运输进一步发挥灵活快捷的优势,广泛开展公路快速客、货运业务,大力开展集中运输、集装箱运输、专业化运输等,在货物运输组织形式上,采用多班运输、定点运输、定时运输、甩挂运输、直达联合运输等方式,快速、便捷地满足货物运输的需求。

## (三) 运载工具大型化、专业化和现代化

随着重载运输技术及装备水平的不断提高和牵引动力的加大,为适应货物运输的需求,铁路上大轴重、轻自重、低动力作用的大型化货车是当今世界铁路货车发展的方向。美国、加拿大、澳大利亚等国货车轴重普遍在 30 t 以上,载重在 80 t 以上,并采用了铝合金等材料的低自



重货车;为减少重载列车纵向冲动,还采用了铰接式转向架或无间隙牵引杆将5~10辆车相连组成单元车组;为保证重载列车的安全运行,采用高强度重型钢轨,铺设无缝线路,加强道床基础和改进轨枕结构以强化重载线路;重载列车通常采用机车在列车头部和中部分散布置的方式,以优化动力结构,均衡车钩受力,为实现列车中所有机车同步操纵运行,国外重载列车都装设了列车同步操纵和遥控装置,发展了货运车辆的电控空气制动(ECP)新技术;对整列装车和卸车的重载列车,装卸技术装备的水平直接影响到重载列车的运用效率,为此,世界各国在矿石、煤炭产地都采用了自动装载系统,该系统可使装车车列匀速行进、准确对位,并与装载系统的漏斗装载仓口协调配合,从而提高了装车效率,而卸车则采用翻车机将货车旋转倾覆卸车,车辆采用高强度的旋转车钩,车辆进入翻车机不用摘钩即可翻卸。这种卸车方式车辆结构简单可靠,效率高。卸车点比较集中,可实现不停车卸车。

公路货运汽车也向大吨位、专用化、低能耗方向发展,半挂汽车列车(半挂列车)是发展的重点。半挂列车有效载质量已达24~28 t,在高速公路上平均车速已达70~80 km/h。与单车比较,半挂列车运输效率高30%~50%,运输成本低30%~40%,额定百吨公里油耗已下降到1 L左右。客运汽车除要求高速、安全、舒适外,还采用了各种先进的机、电控制装置等以提高车身整体抗撞击强度;采用自动防车轮抱死装置和滑转装置等以强化大客车的制动性能。

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80年代后,集装箱船第六代载箱量达到6300 TEU。2006年全球最大的集装箱船在我国北仑港首航,载箱量高达9499 TEU。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。此外,船舶的高速化也是一个重要趋势,超高速的旅客船和集装箱船(装载量较小)速度已达50节(n mile/h)。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,形成港口规模大型化,港口结构专业化,港口机械高效和自动化,港口管理信息化,使港口的职能逐步由扩大装卸转变为对外开放的经贸工商和金融等多功能港口。

随着世界经济的发展,航空运输也呈现出飞机大型化和航空公司全球化的趋势。空客A320系列的大型客机,机身长40 m,宽3.7 m,拥有100~220座席,航程5500 km,最大巡航高度41000英尺,是客机大型化的代表。全球最大的新加坡航空公司拥有A380、B777-300ER等大型飞机99架,员工人数14066人,每年乘客1896万人次,销售收入113.4亿新元(2006年4月至2007年3月财政年度)航线66条,航线网络覆盖北美、欧洲、大洋洲、东南亚、北亚、西亚和非洲。此外,航空技术装备也处于新一轮更新换代之中,全球卫星导航系统已被国际民航组织各国广泛采用,从而使空中交通管制系统进入新的阶段。

#### (四)运营管理信息化

运营管理信息化包括在运输生产、经营和管理中广泛采用各种先进技术和手段。如全球定位技术、移动通信技术、电子数据交换技术和企业计算机管理信息技术等。发达国家还先后建成了能力强大的铁路、公路公用综合数据通信网。利用计算机数据通信网的支持,进一步改进和扩充完善了运营管理自动化系统,把原来单独建立的专用系统接入网络,使运营管理自动化系统向综合化发展,进一步优化了信息资源的配置和合理利用,增强了系统功能,扩大了应用范围。

信息化系统大体可分为:通信网络系统、过程控制与安全保障系统、业务管理信息系统、办公信息系统、客户信息服务系统、决策支持与综合应用系统等。上述各主要系统大多属于运输企业相关作业和管理的需求,而旅客信息服务系统内容更加广泛,除列车车次、票价、到发时间