

普通高等教育规划教材

# 交通运输学

【交通运输、交通工程专业用】

JIAOTONG  
YUNSHUXUE

胡思继 主 编  
邵春福 副主编



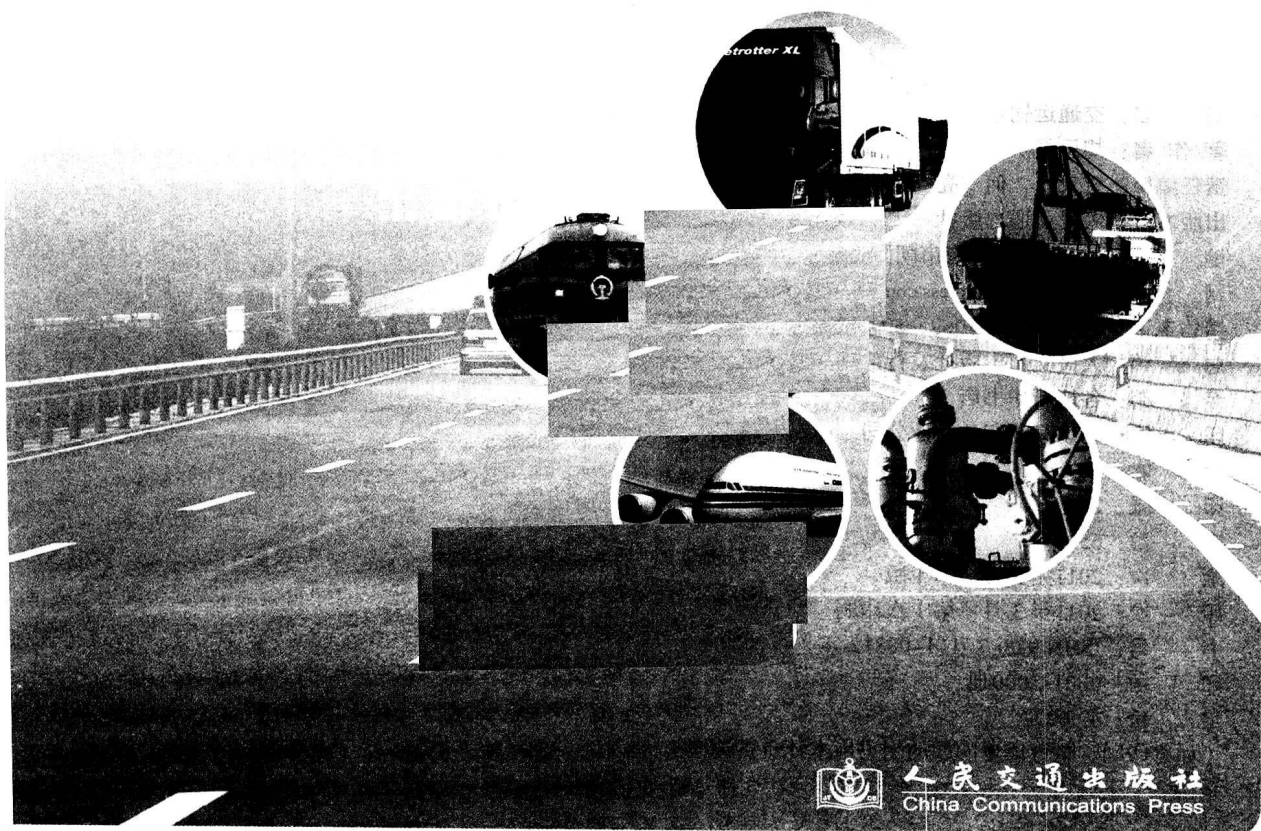
人民交通出版社  
China Communications Press

普通高等教育规划教材

# 交通运输学

【交通运输、交通工程专业用】

胡思继 主 编  
邵春福 副主编



人民交通出版社  
China Communications Press

## 内 容 提 要

本书由交通运输通论、交通运输系统和交通运输运营三篇十二章组成。“交通运输通论”分两章论述了交通运输的基本概念、交通运输发展史、交通运输业的意义及其与国家发展的关系；“交通运输系统”分七章论述了交通运输系统组成、构成要素、各运输方式的技术经济和运营特征，以及水路、铁路、公路、民用航空、管道和城市交通运输系统的基础设施和运输组织原理；“交通运输运营”分三章论述了城市综合交通枢纽旅客运输组织、基于多种运输方式的货物运输过程组织，以及集装箱运输和邮件运输。

本书是普通高等学校“交通运输”和“交通工程”专业的教材，也可供从事交通运输、交通工程工作的技术人员学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

交通运输学 / 胡思继主编. —北京: 人民交通出版社, 2011.3

ISBN 978-7-114-08812-4

I. ①交… II. ①胡… III. ①交通运输学—高等学校—教材 IV. ①F50

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 258031 号

书 名: 交通运输学

著 者: 胡思继

责任编辑: 智景安 何 亮 王金霞 张一梅

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 26

字 数: 652千

版 次: 2011年3月 第1版

印 次: 2011年3月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08812-4

印 数: 0001-3000册

定 价: 42.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



# 前 言

交通运输是一个庞大而复杂的大系统,是国家经济社会发展的基础设施,构建安全、便捷、高效和经济的综合交通运输体系,是促进国民经济平稳较快增长、实现各项事业健康协调发展的重要支撑和先导条件。从这个意义上讲,交通运输系统的状况对人类各种活动的时空范围、活动的数量和质量都将起到促进或制约的作用。同时,交通运输系统的建设和运管,须使用大量的人力资源和财力资源,既可以拉动内需,又有利于就业,从而推动经济社会发展。

交通运输系统由运输线路分布在广阔空间的五种运输方式组成。旅客和货物从始发地运到终到地的整个运输过程往往需由几种运输方式来完成。因此,在系统中必须充分发挥各种运输方式的技术优势,协调发展。在装备上、管理上力求做到最佳衔接配合,以最好的服务和最少的社会资源消耗,实现经济社会发展的运输需求。

“交通运输学”就是专门研究交通基础设施、移动设备合理利用,探讨以现代联合运输组织管理技术和信息技术为基础,以安全、便捷、高效和经济为目标,通过一种或多种交通运输方式的协调配合,组织实现客货运输过程,以创造时空效用的一门工程技术科学,它包括交通运输理论、交通运输系统和交通运输运营三部分内容。

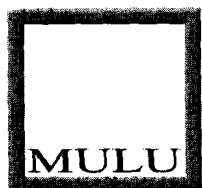
作为普通高等学校“交通运输”和“交通工程”专业的教材,本书结合我国国情,对交通运输基本理论和实用技术作了论述,内容力求深入浅出,文字力求通俗易懂。

参加本书各章节编写工作的执笔人有(按目录先后顺序):北京交通大学胡思继(第一、二、三、五、十章);上海海事大学真虹(第四、十一章)、长安大学胡大伟(第六章)、北京交通大学邵春福(第七章)、中国民航大学王永刚(第八章)、中国石油大学官敬(第九章)、中国邮电规划研究院陈立萍(第十二章)。胡思继任本书主编,邵春福任副主编。

限于编者的理论和业务水平,文中难免有不妥之处,衷心希望读者给予批评指正。

编 者

2011年1月



# 目 录

## 第一篇 交通运输通论

<b>第一章 交通运输概论</b> .....	3
第一节 交通运输的基本概念 .....	3
第二节 交通运输发展史 .....	5
第三节 交通运输业的意义 .....	13
复习与思考题 .....	16
<b>第二章 交通运输业及其与国家发展关系分析</b> .....	17
第一节 交通运输业特性分析 .....	17
第二节 交通运输业与经济、社会发展关系分析 .....	22
第三节 交通运输业与资源、环境关系分析 .....	28
复习与思考题 .....	34

## 第二篇 交通运输系统

<b>第三章 交通运输系统概述</b> .....	37
第一节 交通运输系统组成 .....	37
第二节 交通运输的构成要素 .....	38
第三节 五种交通运输方式的技术经济和运营特征 .....	39
复习与思考题 .....	45
<b>第四章 水路运输系统</b> .....	46
第一节 船舶与水路运输系统的基础设施 .....	46
第二节 船舶运行组织 .....	54
第三节 港口装卸组织 .....	61
第四节 船舶营运指标 .....	67
第五节 港口营运指标 .....	72
第六节 航道与港口通过能力 .....	84
复习与思考题 .....	91
<b>第五章 铁路运输系统</b> .....	92
第一节 铁路运输系统的基本设施 .....	92
第二节 铁路运输业务 .....	96

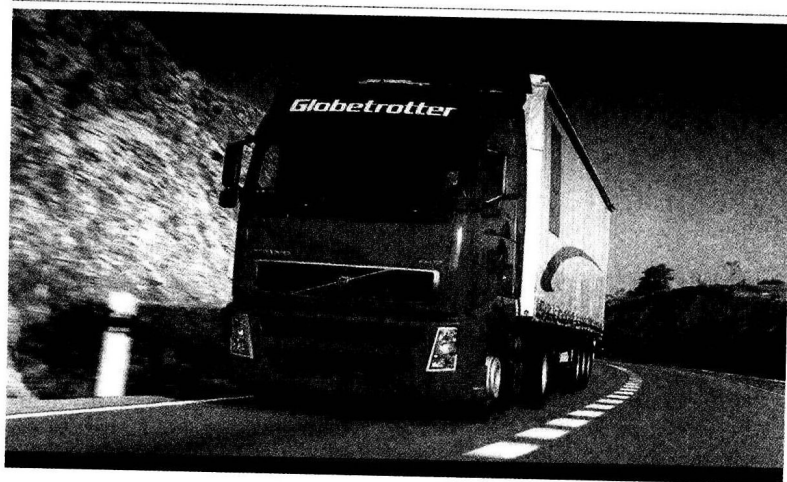
第三节	铁路机车车辆运用指标	103
第四节	铁路运输列车编组计划	111
第五节	铁路列车运行图	122
第六节	铁路运输能力	134
	复习与思考题	140
<b>第六章</b>	<b>公路及汽车运输系统</b>	<b>141</b>
第一节	公路运输系统的基础设施	141
第二节	公路通行能力	147
第三节	公路运输业务	155
第四节	车辆利用指标体系	162
第五节	货运车辆行驶路线	175
第六节	拖挂运输组织	185
第七节	长途汽车运输组织	190
	复习与思考题	205
<b>第七章</b>	<b>城市交通系统</b>	<b>206</b>
第一节	城市交通的发展及其特征	206
第二节	城市轨道交通系统	209
第三节	城市道路交通系统	222
第四节	城市交通管理	230
第五节	城市公共汽车运行组织	242
第六节	智能交通系统	251
	复习与思考题	258
<b>第八章</b>	<b>民用航空运输系统</b>	<b>260</b>
第一节	民用飞机及民航运输系统基础设施	260
第二节	民用航空运输运营组织	273
第三节	民用航空管理体系	300
第四节	民用航空运输能力	304
	复习与思考题	307
<b>第九章</b>	<b>管道运输系统</b>	<b>308</b>
第一节	管道运输系统概述	308
第二节	管道输送工艺	314
第三节	管道运输生产运行控制与管理	326
第四节	管道运输系统规划设计	331
	复习与思考题	332

### 第三篇 交通运输运营

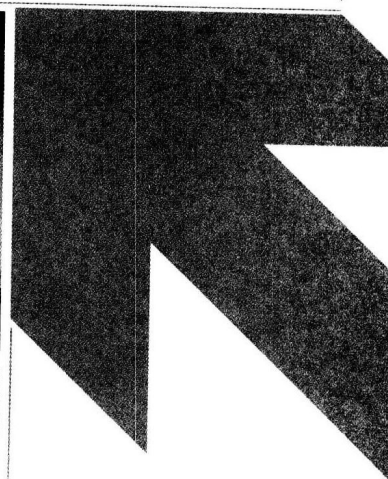
<b>第十章</b>	<b>客货运输组织</b>	<b>335</b>
第一节	综合交通枢纽旅客运输组织	335

第二节	货物运输过程组织	341
复习与思考题		351
<b>第十一章</b>	<b>集装箱运输</b>	352
第一节	集装箱及其种类	352
第二节	集装箱运输系统	357
第三节	集装箱运输组织	368
第四节	国际集装箱多式联运和陆桥运输	375
复习与思考题		384
<b>第十二章</b>	<b>邮政和邮件运输</b>	385
第一节	邮政业务及邮件流程	385
第二节	邮政运输网	391
第三节	邮政作业机械化	401
复习与思考题		404
<b>参考文献</b>		405

# 第一篇



# 交通运输通论







# 第一章 交通运输概论

## 第一节 交通运输的基本概念

### 一、运输

“运输”这一词语在日常生活、专业领域和科学研究中,都用得十分广泛。《辞海》对运输的解释是:“人和物的载运和输送”。对运输(Transportation)的解释,《不列颠百科全书》为:“将物品与人员从一地运送到另一地及完成这类运送的各种手段。”(17卷181页),《简明大英百科全书》为:“将货品与人从一地运送到另一地及完成这类运送的各种手段。”(18卷156页),《大美百科全书》为:“运输即把人或物体从一地方搬运到另一地方。”(27卷46页)。综上所述各项相类似的解释,可以说,运输是指借助交通网络及其设施和运载工具,通过一定的组织管理技术,实现人与物空间位移的一种经济活动和社会活动。可见,运输作为一项经济活动和社会活动的四要素是:交通网络及其设施、运载工具、组织管理技术和运输对象——人与物(管道线网及其设施既具有装载运输对象的功能,又是实现运输对象流动位移的动力,所以在管道运输中“交通网络及其设施”和“运载工具”两项要素已融于“管道线网及其设施”之中)。在经济和社会生活中发生的人与物空间位移几乎无所不在,但运输只能指具备相关要素的人与物的空间位移。例如,经济活动中的输电、供暖、供气 and 电信传输的信息等,虽然也产生物的位移,但都已拥有独立于交通网络及其设施之外的专用传输系统,不再依赖于人们一般公认的交通运输工具,它不完整地具备运输四要素,因此不属于运输的范围;又如,一些由运载工具改作他用的特种移动设备(特种车辆、船舶和飞机等)行驶所发生的人与物的位移,虽然利用了交通网络及其设施,因运载工具安装了多种为完成特种任务所需的设备,其行驶的直接目的是为完成某项特定工作,而不是为了完成人与物的位移,它不完整地具备运输四要素,也不属于运输的范围。此外,在工作单位、家庭周围、建筑工地由运输工具所完成的人与物的位移,由某种工作性质所引起的位移,在娱乐场所人的位移,也都因不完整地具备运输四要素,而不属于运输的范围。

### 二、交通

《辞海》对交通的解释为:“各种运输和邮电通信的总称,即人和物的转运和输送,语言、文字、符号、图像等传递和播送。”我国第一部大百科全书《中国大百科全书·交通卷》对交通的解释则为:“交通包括运输和邮电两个方面。运输的任务是输送旅客和货物。邮电是邮政和电信的总称,邮政的任务是传递信件和包裹,电信的任务是传送语言、符号和图像。”可以看出,运输、邮政、电信的共同特点都有传递之意,它与我国春秋时期齐国管仲所撰《管子·度地》中“山川涸落,天气下,地气上,万物交通”及晋代陶潜所撰《桃花源记》中“阡陌交通,鸡犬

相闻”，认为交通是“彼此相通或往来通达”的论述相近。在《不列颠百科全书》等世界著名百科全书中，除《简明大英百科全书》把 Transportation 一词翻译为“交通运输”，采用运输的解释外，还没有独立的“交通”条目。但是，随着科学技术的发展，伴随而来的专业化物质传输系统的形成，使得人们对运输这一概念的认识逐步深化，不仅已经不把输电、供电、供暖、供气等形成的物质位移列入运输的范围，而且也不再把语言、文字、符号、图像等形式的信息传输列入运输的范围。据此，从专业角度出发，一般可以认为交通是指“通过一定的组织管理技术，实现运载工具在交通网络上流动的一种经济活动和社会活动”。交通作为一项经济活动和社会活动的三要素是：交通网络及其设施、运载工具和组织管理技术。需要指出的是，在这里运输对象人与物融合于运载工具之中。事实上，随着社会的进步、经济的发展，物资的位移、人员的流动，运载工具（交通工具）也越来越多地被使用，因此“交通”的含义习惯于特指“交通工具在交通网络上的流动”。根据交通网络范围的不同，交通可分为全国交通、区域交通和城市交通。同时需要指出的是，交通一词在很多场合是专指城市，即交通工具在城市交通网络上的流动，且侧重于指城市的道路交通。

### 三、交通与运输的关系

从对交通与运输两个概念的论述中可以看出，交通强调的是运载工具（交通工具）在交通线网（交通网络）上的流动情况，而与交通工具上所运载人员与物资的有无和多少没有关系。运输强调的是运载工具上运载人员与物资的多少、位移的距离，而并不特别关心使用何种交通工具和运输方式。交通量与运输量这两项指标的概念最能说明这一点。例如，在公路运输中，公路交通量是指单位时间内（例如 1 昼夜或 1h）通过某路段道路的车辆数，它与运输对象无关，若说某路段的昼夜交通量是 5000 辆车，这 5000 辆车都是空车或都是重车，或空重都有，都不会使交通量有任何改变。运输量则不同，它是指一定时期内运送人员或物资的数量。空车行驶不产生运输量，即使都是重载，如果运输对象在每一车辆上的数量不同，所产生的总运输量也会出现不同的情况。在铁路运输中，行车量与运输量的关系也是如此。

显然，交通与运输反映的是同一事物的两个方面，或者说是一过程的两个方面。这同一过程就是运载工具在交通线上的流动；两个方面指的是：交通关心的是运载工具的流动情况（流量的大小、拥挤的程度），运输关心的是流动中运载工具上的运载情况（载人与物的有无与多少，将其输送了多远的距离）。在有载时，交通的过程同时也就是运输的过程。从这个意义上讲，由交通与运输构成的一些词语中，有一部分是可以相互替换使用的，如交通线与运输线，交通部门与运输部门，交通系统与运输系统等。因此，可以说，运输以交通为前提，没有交通就不存在运输；没有运输的交通，也就失去了交通存在的必要。交通仅仅是一种手段，而运输才是最终的目的。交通与运输既相互区别，又密切相关，统一在一个整体之中。

### 四、交通运输和交通运输系统

根据交通、运输的意义及交通与运输关系的分析，可以将交通运输这一概念的意义概括为：运载工具在交通线网上流动和运载工具上运载人员与物资在两地之间位移这一经济活动和社会活动的总称。随着对交通与运输及两者相互关系认识的深化，人们看到了交通与运输既相互区别又密切联系，认识到其中任一概念都不能包括交通与运输的全部内容。而交通运输同时表明了同一过程的两个方面。

应该指出，交通运输业的产品是在一定的时间期限内，利用一种或多种交通运输工具，实

现顾客所需要的人与物的空间位移。每一个位移都有起点和终点,只有实现了从起点到终点的全部运输过程,才算完成一次完整的运输。当社会对交通运输业的需求超过任何一种交通运输方式单独具有的优势领域时,就难以由其中一种交通运输方式来实现完整的运输过程,这就要求两种或两种以上的交通运输方式进行协作。通过联合运输组织管理技术,实现交通运输方式之间的协调配合,以达到比单独由一种交通运输方式来实现运输过程更好的效果。因此,交通运输也可以定义为以交通网络及设施和运载工具为依托,以现代联合运输组织管理技术和信息技术为基础,以便捷、安全、高效和经济为目标,通过一种或多种交通运输方式的协调配合,组织实现客货运输过程的经济活动和社会活动。当运输过程通过多种交通运输方式的协调配合组织实现时,也可以称之为综合运输。

借以组织实现交通运输功能的运输管理系统称为交通运输系统,或者说,以交通网络及设施和运载工具为依托,以现代联合运输管理技术和信息技术为基础,以便捷、安全、高效和经济为目标,通过一种或多种交通运输方式的协调配合,组织实现客货运输过程的运输组织管理系统称为交通运输系统。

## 第二节 交通运输发展史

### 一、世界交通运输发展简史

自有人类以来,即有运输。因为运输乃是人类获取食物、衣服、居室材料、器具以及武器的手段,故交通运输发展的历史与人类文明的发展史密切相关。早期的人类,在进入文明时期之前,以其本身作为运输的工具,即以肩扛、背驮或以头顶作为运输方式。其后,随着时间的推移,人们方知驯养牛、马、骆驼、狗、象等动物可以驮运或拉拽重物以减轻人类本身的负担,并提高运输的数量。其后人们进而发明了马鞍、牛轭等器具,因之能充分利用动物的力量以增进运输的效能,使运输的发展进入文明时代。随后轮轴的发明、车辆的出现更是揭开了现代陆路运输发展的序幕。

在水运方面,木筏是早期人类使用的工具。由此可知,人类从一开始就知道,水路是最方便的运输方式,木头的浮力可以为运输所用。美洲的印第安人与北美的爱斯基摩人甚至知晓挖空木头可以增加浮力的道理,因而曾制造出十分精良的独木舟作为水上运输工具。在我国周朝或其前就已出现了独木舟,春秋时期的吴国已能制造出乘载 92 人的中型木船,到了汉武帝刘彻时期,还建造了能乘载千余人的大木船。而后,人类又逐渐认识到在舟、筏之上,装架动物的皮可以利用风力作为航行的助力,于是就有了帆船的雏形。简言之,在文明初始之际,人类已制造出简单的车辆与帆船作为陆上与水上交通运输工具,我国还修建了历史上最早的大运河,改善了航路。

进入文明时期之后,帆船首先得到改良。船帆改用编织物制造,船身也有了较佳的设备,在船身之下还有骨架结构作为支撑。同时,船具的装置方法也有了改进。到了希腊、罗马时代,帆船在性能与尺寸方面都有了更进一步的发展。罗马的运货船可以装载 400t 以上的货物,可以自埃及的尼罗河谷远航至罗马,这种情况一直持续到 19 世纪才有突破。陆路运输方面,我国在秦朝就已自国都咸阳铺设驿道通达各地。在欧洲,罗马人也有极为重要的贡献,他们广铺道路,其范围不仅限于意大利境内,甚至连西欧、小亚细亚以及北非都有他们铺设的道路。此外,他们还发明了可使四轮马车回转的前轴及车把,促进了马车运输的发展。

总之,在文明时代的早期,人类的货物运输及贸易主要利用帆船、固定车轴的简陋车辆及骆驼商队而进行,人员的运输方式则以骑乘动物为主。遇有战争,在陆上使用战车,海上则使用带桨帆船的战舰作为战争工具。

及至进入中世纪,交通运输工具并无大的改进。其中值得一提的是10世纪中期人们发明了马颈项圈,后来证实它较之先前惯用的木轭,更能充分利用牛、马的力量为运输所用。海运方面,最重要的发明则是罗盘。在罗盘发明之前,中国人、腓尼基人、埃及人、希腊人、罗马人都只能在近海之内沿海岸线航行,才能把握方位。虽然当时也有天测航法,但这一方法在天空布有乌云时便失去效用,因而并不可靠。罗盘发明之后,人类才真正步入了海上运输时代。

进入近代以后,机械化运输开始出现。但在18世纪之前,受道路路面崎岖不平的影响,两轮马车仍然是当时最主要的陆上运输工具。到了18世纪中叶,道路改进了,四轮马车才成为陆上运输的重要工具。

19世纪以后,不但交通运输的技术进步了、运输方式改变了、运载工具增加了,同时交通运输的领域也扩大了。下面分述水路、铁路、公路、航空和管道运输的发展简况。

### 1. 水路运输

1765年,詹姆士·瓦特发明的蒸汽机于19世纪初被应用于水路运输,从此开始了海上运输的机械化时代。1807年,富尔敦将他所发明的汽船“克莱蒙脱”号展示于哈德逊河,证明了使用蒸汽机的汽船可以在海上及内河航行。1833年,一艘名叫“皇家威廉”号的加拿大汽船首次横渡了大西洋。其后的50年内,汽船的发展一日千里。船身由木制变成铁造,进而又变成钢制,早期的明轮推进器于19世纪中叶被螺旋桨推进器所取代。1854年、1897年,第一个复合往复式蒸汽机及蒸汽涡轮机先后均由英国人首次成功地应用于轮船航行。进入20世纪后,蒸汽涡轮机取代了蒸汽机,先应用于客轮,然后又用于货轮。

### 2. 铁路运输

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。后因为木轮在行驶中与路面铺板摩擦,磨损严重,遂改用铁车轮。可是铁车轮又损伤铺板,所以又把铺板改为铁板,而后又发展成棒形,这就是最初的铁轨。1776年,英国的雷诺兹首次制成凹形铁轨。1789年,英国的杰索普提出在车轮上装上轮缘的方案,这样就用不着防备脱轨的铁轨凸缘了。这时的铁轨形状已接近I字形。

促使铁路获得巨大发展的是蒸汽机的发明和锻铁铁轨的出现。1804年,英国的特里维西克制成了牵引货车在铁轨上行驶的机车。1825年,英国的乔治·斯蒂芬森在斯克顿和达林顿之间铺设了世界上第一条客货两用的公共铁路。1830年,英国开始用双头轨。1831年,美国人设计了现在使用的平底铁轨,并在英国首次制造。到了1855年,已经能用钢来制造钢轨了,其形状和长度与现在的钢轨相似,它对铁路的发展起到了很大作用。

到了19世纪,英国、美国和西欧各国都进入了铁路建设高潮期,横贯美国大陆的铁路就是在这个时期建成的。这种形势也影响到其他一些国家,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。但美国早期的铁路运输,由于铁路线不长且资本金不足,只起到弥补水运不足的作用,直到1850年左右,美国人才清楚地意识到唯有铁路运输才能确保美国大量资源的运输。其后他们广借外债,兴建铁路。40年后,全美国境内,由东到西、由南到北,已为铁路网所密布。

在第二次世界大战以前,蒸汽机车在马力与效能两方面都获得了长足的进步,直到战后它才被柴油动力所取代。但除了内燃机车外,铁路的发展还受自动车钩、空气制动机及是否采用

标准轨距等因素的影响。进入 20 世纪后,铁路运输完成的改进技术包括焊接的无缝钢轨、机械化养路设备、电子中央控制系统、闭塞信号系统以及自动化的列车运行控制系统等。尽管有了这一系列技术上的重大进步,自第一次世界大战之后,铁路运输还是无法避免来自小汽车与货车公路运输的冲击。

为提高与公路运输竞争的优势,在长途城际铁路旅客运输方面,日本于 1964 年首先推出了运行速度高达 200km/h 以上的高速铁路系统——新干线高速铁路,当时的东海道新干线最高速度为 210km/h。随着高速铁路网的扩展,列车速度随后又提高到 300km/h。法国 TGV 是欧洲最先发展的高速铁路系统,自 1981 年起陆续改进,至今第二代 TGV 车速可达 310km/h,而实际最高运行速度已达 300km/h。联邦德国自 1988 年开始运营高速铁路系统,目前运行速度为 250~280km/h。此外,西班牙、意大利等国也相继建成了部分高速铁路。世界上一次建成线路最长(全长 1318km)、标准最高(设计时速 350km)的我国京沪高速铁路于 2008 年 4 月 5 日全线开工修建,预计 2011 年建成,届时京沪间行程只需 5h。

在大、中城市,轨道交通系统被公认为是解决城市交通问题最有效的现代化交通运输方式之一。第二次世界大战前,全世界仅有 10 多个城市设有轨道交通系统,目前则已超过 90 个城市拥有轨道交通系统。

### 3. 公路运输

德国人于 1887 年首先将汽油发动机成功地应用于道路车辆,大约 8 年后,美国开始发展汽车。这种新型交通工具的问世,在实践中显示出了突出的优越性——机动、灵活、方便、快速、直达,因此,为人们广泛采用。它的发展速度远快于水运和铁路。

公路运输发展过程大体上经历了 3 个阶段:第一,从 19 世纪末到第一次世界大战前是初期发展阶段。这一时期汽车数量不多,公路也不够发达,公路运输还只是铁路、水运的辅助手段,承担部分短途客货运输任务。第二,两次世界大战期间是发展中期。第一次世界大战结束后,汽车生产和公路建设发展很快,道路网规模越来越大,质量不断提高。随着小客车的大量增长,汽车逐渐成为人们的主要交通工具。货运方面,由于运输条件的改善,公路运输的优越性逐渐显示出来,它不仅成为短途运输的主要工具,而且在长途运输中也开始具备了与铁路、水运竞争的实力。第三,从第二次世界大战结束至今,是公路运输发展的新时期。60 多年来,欧、美、日、中等国先后建成了一个规模较大的沟通全国城乡的公路网;有一个跨越各主要城市、具有较高标准的国家干线公路网作为骨架,以保证长途直达运输畅通无阻;建成了高速公路网;实现了筑路养路机械化并向自动化迈进;形成一个完整的汽车工业体系,生产力和技术水平大为提高。这一切都为公路运输的进一步发展创造了条件。

### 4. 航空运输

在古代,人们曾尝试过模仿鸟类飞行,但是都以失败告终。最先把这一梦想变成现实的是 1782 年法国的蒙高菲亚兄弟。他们把羊毛、稻草和麦秆燃烧时产生的轻气体充进球形的袋子,利用气球的浮力飞了起来。1783 年,人类第一次成功地搭乘气球在巴黎郊外飞行了约 10km。

法国的吉法尔在 1852 年研制了功率大、质量轻、可装在气球上的蒸汽机,往指定方向飞行得以成功。

德国的利林塔尔研究了利用翼的升力在空中自由操纵的问题。根据对翼的正确认识,进而想到用重力和风力作动力,在 1850 年发明了没有发动机的飞机,这就是最初的滑翔机。

美国的莱特兄弟用双翼滑翔机实现了飞行的稳定性和操纵性,积累了充足的飞行经验,并

研制成功可装在滑翔机上的轻型汽油发动机。1903年第一次实现了用螺旋桨作动力飞行,这就是飞机的雏形。此后,飞机不断改进,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。另一方面,随着飞机以及飞机用的航空发动机技术的不断改进和完善,飞机的运载能力、航程和速度不断提高,也推进了世界范围航空网的形成。

第二次世界大战后,基于在战争中军用飞机的发展技术,民航机也广泛采用了航程大的四发动机飞机。从而使横跨大西洋和太平洋的航线愈加活跃,而且又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,随着喷气式客机的应用,又新辟了从欧洲经过北极飞往远东的航线,大幅度缩短了飞行时间。而后,1967年又开辟了从欧洲飞过西伯利亚到远东这条最短距离的航线。航空港的建设、大型喷气客机的就航和飞行技术的发展,对这一时期民航事业的发展起了很大作用。

### 5. 管道运输

管道运输是历史最短的一种运输方式。在美国人开发宾夕法尼亚州油田之后不久,人们于1865年开始利用管道来运输石油。但在此后50年间,美国油管运输的发展非常缓慢,主要是由于管道运输的发展影响了铁路运输企业以及载货汽车企业的利益,因此铁路运输企业不允许在铁道之下埋设油管。在进入20世纪之后,由于大量油田的发现,油管运输才成为一种重要的运输方式。此外,管道运输的发展也与汽车的普及和内燃机的发展有密切的关系。从1971年后,油管运输的货物已不限于原油以及汽油等油类产品,甚至可采用煤浆管道来运送煤炭或石灰。

早期所使用的油管都是口径小、管壁厚的重铁管,它的缺点是容易腐蚀或破裂。第二次世界大战后,改用口径大、管壁薄的轻管,结果证实了轻管的实用性更好,轻管的应用使油管运输的输油量大大增加。另一方面,压油技术也日新月异,早期所用蒸汽推动的往复式压油机,后来改成柴油发动机推动的压油机。第二次世界大战以后,进一步采用可以遥控的、由电力推动的离心式压油机,不但节省了人力,同时也减少了管道上的加压站数量。

## 二、发达国家的交通运输系统

在发达国家,交通运输系统由最初原始方式水路运输的出现开始,伴随着蒸汽机等现代动力装置的发明,经历了一个铁路、公路、民航和管道等交通运输方式逐步发展和部分替代的形成过程,并通过政府管制、运输市场的自由竞争和部分淘汰,构成了合理的国家交通运输系统。依据各国国情,具有合理结构的发达国家交通运输系统的形成,是快速增长的运输需求刺激的产物,是政府调控和运输市场生存竞争的结果,因此,在发展过程中具有一定的盲目性。据此,根据交通运输系统客观发展的需要,发达国家交通运输问题研究重点是基于逐步形成的结构合理的交通运输系统如何组织综合运输的问题。

发达国家是在多种现代交通运输方式得到发展、国家交通运输系统初步形成之后,才产生真正意义的综合运输概念。随着经济、社会和科学技术的发展,综合运输的概念不断被赋予新的形式,增加和补充新的内容。最早提出综合运输这一概念是在20世纪40~50年代,但真正被普遍使用则是最近二三十年。此期间,出现了大量有关交通运输的论文和专著,尤其是在政府文件中开始正式使用综合运输这一概念,而且概念的名称和内涵趋于一致。美国较早提出综合运输概念是在20世纪40年代,使用的是“运输系统”这一名称。美国1940年的《运输条例》规定:运输系统具有多方面的性质,国家对各种运输方式实行平等待遇,承认和保护各种

运输方式的内在优势,防止各种运输方式间的过度竞争;国家运输政策的目的是保持水路、公路、铁路及其他运输方式的协调和健康发展,并最终形成统一的国家运输体系,以满足美国商业、邮政及国防的需要。到了20世纪70~80年代,美国逐步放松对各种交通运输方式的管制,比较重视通过市场机制来促进各种交通运输方式在物理设施和营销业务上的协调发展和综合利用。20世纪90年代后,随着产业结构的高度化、经济的全球化和信息化以及资源环境的不断恶化,交通运输的发展在美国得到进一步重视,在理论和实践方面都有重大发展。例如,美国国会1991年通过的《综合地面运输效率法案》指出:美国运输政策的目标是发展经济高效、环境友善的国家交通运输系统,为国家参与全球经济竞争奠定基础。美国长期从事交通运输研究的专家G·穆勒在其1995年出版的《综合货物运输》(第三版)一书中指出:交通运输系统是一种客货运输系统,其运输过程的各个组成部分都有效地相互连接和相互协调,并具有较大的灵活性;当用于货物运输时,综合运输是货物在两种以上运输方式间进行的无缝和连续的门到门运输;其直达运输作业过程,通过一个货运单据,进行逻辑上的连接和处理;对于集装箱货物运输来说,货物在整个运输过程中一直保持在同一集装箱内;综合运输不仅包括硬件设施或设备,而且还包括有关的软件。西欧各国对综合运输的研究和发展也比较重视。20世纪60年代,英国运输理论家W·威廉斯等学者认为,综合运输是使两种或两种以上运输工具在最优利用的基础上相互结合,实现旅客或货物的直达运输。同时,信息技术和现代通信技术的迅猛发展和广泛应用,也为建立和发展高质量的交通运输系统创造了有利的技术条件。因此,交通运输系统这个概念目前在西欧等国的应用已日益普遍,并在相关文件中作出了规定。如1993年,欧洲运输部长会议在其综合运输(Integrated Transport)术语规定中,对货物综合运输程序给出以下定义:“货物在同一个载货单元或运输工具中移动。载货单元或运输工具连续使用几种运输方式,在变更运输方式时其本身不进行货物装卸。”

交通运输理论的研究与实践,如果以20世纪80年代前后为标志,一般可以分为两个阶段。

第一阶段:20世纪80年代以前,以苏联为代表的计划经济体制下的交通运输系统的研究与实践,是在运网不发达、运能相对短缺、追求运输数量和运能充分利用的前提下展开的,是以计划作为配置运输资源的机制,旨在实现系统设计、建设、运营和发展整体优化。代表性的研究有《各种运输方式的协作和综合发展》(B. B. 波沃洛任科著,国家经委综合运输研究所译,1982),运输模型具有鲜明的技术经济比较和数量经济特征,主要根据运输方式的合理运距确定各种运输方式间的合理分工、分流运输以及运输过程的相互衔接与配合。而对运输需求的多样化、个性化特点,以及对于运输产品与服务的质量要求,则比较忽视且缺乏研究。由于对运输需求及其各种影响因素的简化管理和处理,造成交通运输系统缺乏内在的发展要求,特别是排斥竞争、片面强调“协作”,导致理想化的最优系统缺乏可操作性和可实现性。而其系统管理也带有重数量、轻质量、粗放管理的色彩。以欧美等西方国家为代表的市场经济体制下的交通运输系统的研究与实践,是在运网比较发达、运能相对富余、重视运输质量和服务水平、追求运输成本最小化、运输效用最大化和市场占有率的保持和扩展的前提下展开的,是以市场作为配置运输资源的手段,旨在实现用户效用的最优化。在交通运输方式的竞争和协作的相互作用下,强调需求的多样化、个性化特点,运输质量、服务水平和用户效用最大化的方式选择、衔接与配合,同样隐含系统资源配置和利用的优化思想,且具有可操作性和可实现性的特点,其系统管理带有更加重视质量和集约化管理的色彩。应当承认,上述两种不同经济体制交通运输系统的研究与实践,其运输技术和过程管理的理论有其共同性,这是运输产品具有共同的



位移特征和运输活动的经济本质所决定的。然而其社会实践效果却大不相同,以欧美等西方国家为代表的研究与实践对运输活动的经济配置的认识更为深刻,原因是两者在经济环境、实现手段、运营机制、管理体制和各种支撑、保障条件上有差别。

第二阶段:20世纪80年代以后,前苏联的研究和实践基本处于停滞状态,而西方国家交通运输系统的研究与实践的成功,则随着世界经济一体化进程的加速,成为交通运输系统研究与实践的主流。欧盟近年来对交通运输系统给出的定义是:各种运输方式能够整合到门到门的运输链中,并显示出各自合理的内在经济特性和运营特性,以提高系统整体的效率。

20世纪80年代后,随着计算机、信息和通信技术的迅猛发展,发达国家的经济由工业化经济时代进入了知识经济时代。与此相应,交通运输则由快速、大容量交通时代,走向智能个性化交通时代。由于面临经济全球化、需求分散化和可持续发展的严峻挑战,信息和通信技术迅速发展提供的良好机遇,突破了制约交通运输发展的瓶颈问题,各国实施放宽运输市场管制的政策等,促进了各国对交通运输系统的进一步深入研究,并全面进入应用实施阶段,包括重点研究国家交通运输系统的功能要素、体系架构等,以及应用相关理论做指导,改革完善管理体制,落实具体政策措施,制订和实施全面的交通运输建设规划等。美国1991年的《综合地面运输效率法案》规定:国家交通运输系统,应由统一标准和相互联结的各种运输方式组成,包括未来的各种运输方式。国家交通运输系统的建设重点是方式间的联络设备、综合交通枢纽和公共运输通道等,将传统意义上重视具体运输方式的政策,转变到全面推进国家交通运输系统的规划、政策制定和分步实施上。欧盟于1997年制定了欧洲统一的交通运输基础设施发展战略,加快推进全欧交通运输系统的规划和建设。

目前,国外一般倾向于将综合运输定义为:长途、全程、无缝、连续的运输过程。实现这种过程的经济、技术和组织系统,即所谓的交通运输系统。所谓“长途”是指其运距较长,可能是跨地方、跨区域、跨国家、跨大陆的,一般需要涉及两种以上的运输方式。而“全程”指的是一次托运或一次售票的“门到门”直达运输。“无缝”指的是运输的硬件和软件等实现无缝隙联结或对接等,包括技术装备、网络设施、运营方式、信息通信、组织管理和制度规范等。“连续”指的是运输生产作业和其他相关作业,实现不间断或不停顿运转或操作等。但是,从交通运输的开放性大系统的配置特征方面,从更多地引进和借鉴系统论、信息论、控制论等现代科学理论的角度,对交通运输系统的规划、建设、运营和发展进行更加深入的理论阐释,则明显落后于各种单一运输方式的研究。

综上所述,发达国家交通运输系统的发展过程实际上经历了如下3个阶段,即发展阶段、调整阶段和提高阶段。在世界经济发展历程中,伴随着工业革命而形成的经济大发展,导致运输需求激增,同时工业革命也为交通运输提供了先进的现代高新技术,从而引导交通运输基础设施建设进入空前大发展时期;但是,以私人资本为主体、以追求利润最大化为经营目标、在不同时期进行的资本主义国家交通运输基础设施建设,不可避免地带有一定的盲目性,从而导致运输供给大大超过运输需求的现象,同时各种运输方式间、同种运输方式不同运输企业间的恶性竞争也导致运输企业的运输效益下降。为此,交通运输进入以政府运输管制相关政策和运输市场有序竞争为特征的运输结构调整时期。第二次世界大战以后,伴随世界经济的空前大发展和人们生活质量的进一步提高,社会对交通运输的需求进入了从数量向质量发展的时期,组织“门到门”直达运输,组织“无缝中转”、“零距离换乘”为核心的综合运输理念应运而生。因而,交通运输发展进入了提高阶段。