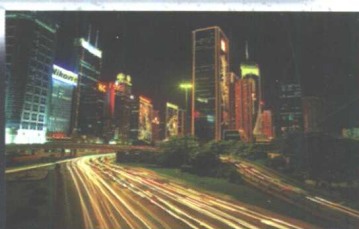


# 交通运输工程学

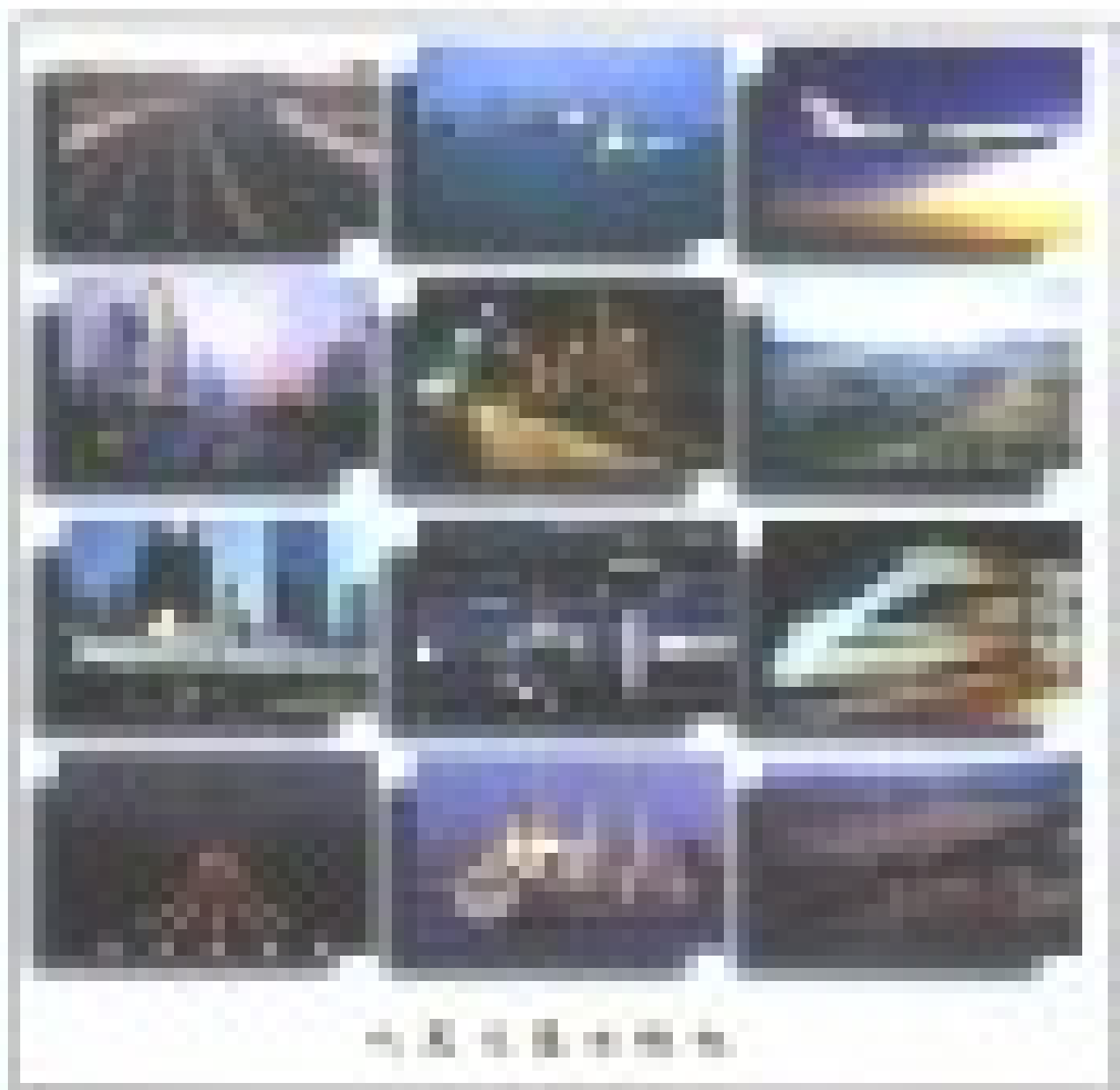
沈志云 主编



人民交通出版社

# 交通運輸工程學

第四版



交通運輸工程學

JIAOTONG YUNSHU GONGCHENGXUE

# 交通运输工程学

沈志云 主编

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了铁路、公路、水路、航空等运输方式和城市交通的概况,简要地叙述了各种运输方式的主要设备、设施和建设技术,阐述了各运输系统、综合运输及多式联运的运输能力、组织与管理、规划与评价、配制与协调,以及交通运输工程的现代化和发展趋势。

本书是交通运输工程学科硕士研究生的试用教材,同时可供交通运输工程领域从事教学、科研、技术开发、管理等工作的人员和高年级本科生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

交通运输工程学/沈志云主编. —北京:人民交通出版社,1999.6

ISBN 7-114-03330-3

I. 交… II. 沈… III. 交通运输-运输工程-概论 IV. U  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 11460 号

### 交通运输工程学

沈志云 主编

版式设计:周 园 责任校对:刘高彤 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)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本:787×1092  $\frac{1}{16}$  印张:22.75 字数:560 千字

1999 年 7 月 第 1 版

2000 年 10 月 第 1 版 第 3 次印刷 总第 3 次印刷

印数:6001-9000 册 定价:29.80 元

ISBN 7-114-03330-3

U · 02381

## 《交通运输工程学》编审委员会

主任委员:沈志云

副主任委员:邓学钧

委 员:(以姓氏笔画为序)

邓学钧 许志鸿 张一军 吴兆麟

沈志云 陈荫三 杨兆升 金长江

周劲南 谈振辉 高德平

秘 书:黄 庆 刘建新

# 前 言

铁路运输、公路运输、水路运输和航空运输是现代社会中交通运输的主要方式。由多种运输形式共同组成的国内、国际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,并作为国民经济的基础设施和支柱产业,在国民经济建设和社会发展中起着极其重要的作用。在此过程中交通运输工程逐步形成一个独立的学科。

交通运输工程学科涉及交通基础设施的布局及修建、载运工具的运用、交通信息工程及控制、交通运输规划及管理,它们有着共同的理论和专业基础。当前铁路、公路、水路和航空运输正朝着高速、重载、自动化、信息化、专业化和综合化的方向发展,本学科覆盖的领域和研究方向也在不断地更新拓宽。为适应交通运输工程学科发展的需要,拓宽交通运输工程学科研究生的学科基础,改善其知识结构,了解自身所从事的运输领域以外各种运输方式及综合运输的基本情况、学科内涵和发展方向,本着简明、系统、综合、新颖的原则,由国务院学位委员会交通运输工程学科评议组成员组成的编审委员会共同编写了《交通运输工程学》这本教材,作为交通运输工程一级学科及其所含二级学科内硕士研究生的共同专业必修课教材。

本书系统地介绍了铁路、公路、水路、航空等运输方式和城市交通的概况,简要地叙述了各种运输方式的主要设备、设施和建设技术,详细阐述了各运输系统、综合运输及多种方式联运的运输能力、组织与管理、规划与评价、配制与协调以及交通运输工程的现代化和发展趋势。

《交通运输工程学》的编写历时1年多,在编写组成员的共同努力下,由十几所高校的20多位专家共同完成。经过成都会议的酝酿分工,北京会议详细提纲的形成,大连会议讨论和修改文稿,最终在西安会议上审议定稿。编审委员会自始至终领导和指导着编写工作,并从事大量的编审工作。编审委员会秘书为本书的编写承担了大量的组织、协调工作。

本书由沈志云主编,各篇的主要审稿和编写人员是:绪论,沈志云(西南交通大学)、杜文(西南交通大学);第一篇 综合运输体系,杨兆升(吉林工业大学)、谈振辉(北方交通大学)、靳文舟(吉林工业大学);第二篇 铁路运输及其发展,沈志云(西南交通大学)、张一军(铁道科学研究院)、杜文(西南交通大学);第三篇 公路运输及其发展,陈荫三(西安公路交通大学)、许志鸿(同济大学)、吴群琪(西安公路交通大学)、蔡喜棉(同济大学)、杨佩昆(同济大学);第四篇 水路运输及其发展,吴兆麟(大连海事大学)、周劲南(武汉交通科技大学)、宗蓓华(上海海运学院)、贾传茨(大连海事大学)、谢新连(大连海事大学)、方芳(武汉交通科技大学)、钟铭(大连海事大学);第五篇 航空运输及其发展,高德平(南京航空航天大学)、金长江(北京航空航天大学)、左洪福(南京航空航天大学)、徐肖豪(中国民航学院)、夏洪山(南京航空航天大学)、高金华(中国民航学院)、胡明华(南京航空航天大学)、顾怡(南京航空航天大学);第六篇 多种运输方式联合运输,杨兆升(吉林工业大学)、谈振辉(北方交通大学)、季常煦(北方交通大学)、田聿新(大连海事大学);第七篇 城市交通运输系统及其发展,邓学钧(东南大学)、沈志云(西南交通大学)、王炜(东南大学)、高世廉(西南交通大学)、邓卫(东南大学)、陈学武(东南大学)。

在本书的编写过程中,西南交通大学、东南大学、吉林工业大学、北方交通大学、铁道科学

研究院、西安公路交通大学、同济大学、大连海事大学、武汉交通科技大学、上海海运学院、南京航空航天大学、北京航空航天大学、中国民航学院等单位的有关部门给予了大力支持,特别是在几次会议的召开过程中西南交通大学、大连海事大学和西安公路交通大学的研究生部、校办等部门进行了精心的组织,人民交通出版社对本书的出版极为重视,对保证质量、及时出书进行了认真安排,在此一并表示感谢。

本书如有不妥之处,欢迎读者批评指正。

**《交通运输工程学》编审委员会**

1999年2月

# 目 录

绪论.....	1
---------	---

## 第一篇 综合运输体系

<b>第一章 综合运输体系的结构</b> .....	8
第一节 综合运输体系概述.....	8
第二节 综合运输系统构成.....	10
第三节 综合运输网络系统.....	12
第四节 综合运输枢纽系统.....	16
第五节 综合运输的组织管理系统.....	19
<b>第二章 综合运输布局与规划</b> .....	23
第一节 生产布局与综合运输布局.....	23
第二节 综合运输布局影响因素的分析.....	24
第三节 综合运输规划过程.....	26
第四节 综合运输需求预测.....	29
<b>第三章 各种运输方式的合理配置和协调发展</b> .....	37
第一节 各种运输方式配置状况.....	38
第二节 各种运输方式的协调发展.....	40
第三节 各种运输方式合理配置的原则.....	42
第四节 各种运输方式配置的经济论证指标体系.....	44
<b>第四章 运输系统智能化</b> .....	47
第一节 铁路运输系统智能化.....	47
第二节 水路运输系统智能化.....	49
第三节 公路运输系统智能化.....	50
第四节 新航行系统.....	54
参考文献.....	56

## 第二篇 铁路运输及其发展

<b>第一章 铁路运输概述</b> .....	57
第一节 铁路运输技术经济特征.....	57
第二节 当前世界铁路发展方向.....	59
<b>第二章 铁路运输设备</b> .....	61
第一节 铁路线路与轨道.....	61



第二节	铁路机车与车辆 .....	64
第三节	铁路车站及枢纽 .....	66
第四节	信号与通信设备 .....	71
<b>第三章</b>	<b>铁路车站工作组织 .....</b>	<b>72</b>
第一节	车站接发列车和调度工作 .....	72
第二节	车站客货运工作 .....	73
第三节	技术站的技术作业和协调 .....	75
第四节	车站作业计划及指标 .....	78
<b>第四章</b>	<b>客货列车运行组织 .....</b>	<b>79</b>
第一节	货物列车运行组织 .....	79
第二节	旅客列车运行组织 .....	83
<b>第五章</b>	<b>列车运行图及铁路通过能力 .....</b>	<b>85</b>
第一节	列车运行图 .....	85
第二节	列车运行图指标体系 .....	89
第三节	铁路车站通过能力和改编能力 .....	90
第四节	铁路区间通过能力 .....	95
第五节	铁路通过能力加强 .....	97
<b>第六章</b>	<b>铁路运输现代化 .....</b>	<b>98</b>
第一节	铁路运输现代化的主要发展趋势 .....	98
第二节	铁路运输现代化 .....	100
第三节	现代化信息技术与铁路现代化 .....	102
参考文献	.....	103

## 第三篇 公路运输及其发展

<b>第一章</b>	<b>公路运输概述 .....</b>	<b>104</b>
第一节	公路运输的功能、特点、地位与作用 .....	104
第二节	公路运输现状与发展趋势 .....	106
<b>第二章</b>	<b>公路通行能力 .....</b>	<b>108</b>
第一节	概述 .....	108
第二节	公路交通流的要素 .....	109
第三节	公路通行能力 .....	112
第四节	各级公路适应的交通量 .....	115
<b>第三章</b>	<b>公路运输设施 .....</b>	<b>116</b>
第一节	公路运输设施 .....	117
第二节	公路交通控制与管理 .....	122
<b>第四章</b>	<b>汽车 .....</b>	<b>125</b>
第一节	汽车的分类及主要技术性能 .....	125
第二节	汽车技术发展趋势 .....	126
<b>第五章</b>	<b>道路建设新技术 .....</b>	<b>131</b>

第一节	软土地基处理技术	131
第二节	土工合成材料在道路工程中的应用	133
第三节	改性沥青	136
第四节	沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)	138
<b>第六章</b>	<b>公路快速运输</b>	<b>140</b>
第一节	公路运输主要技术经济指标	141
第二节	公路快速客运系统	142
第三节	公路快速货运系统	145
第四节	公路主枢纽	147
	参考文献	147

## 第四篇 水路运输及其发展

<b>第一章</b>	<b>水路运输概述</b>	<b>149</b>
第一节	水路运输特点、地位和作用	149
第二节	水路运输发展现状与趋势	151
第三节	国际航运中心及其发展	153
<b>第二章</b>	<b>水运资源优化配置</b>	<b>155</b>
第一节	水运资源分布及利用	155
第二节	航线设置与配船	158
<b>第三章</b>	<b>船舶与水运基础设施</b>	<b>160</b>
第一节	船舶种类与特点	160
第二节	船舶设备与装置	162
第三节	港口及其陆上设施	164
<b>第四章</b>	<b>航行安全保障技术</b>	<b>167</b>
第一节	船舶航行定位与避碰	167
第二节	船舶交通管理系统	169
第三节	全球海上遇险与安全系统	170
第四节	特种货物与危险货物运输管理	172
<b>第五章</b>	<b>船舶运输组织</b>	<b>173</b>
第一节	船舶运输组织的基本要求	173
第二节	班轮运输组织	174
第三节	不定期船运输组织	177
第四节	轮驳船队运输组织	179
<b>第六章</b>	<b>港口装卸工艺</b>	<b>180</b>
第一节	港口装卸机械	180
第二节	港口装卸工艺	182
第三节	港口通过能力	184
<b>第七章</b>	<b>水路运输现代化</b>	<b>188</b>
第一节	船舶现代化	188

第二节 港口现代化·····	190
第三节 现代信息技术在港航管理中的应用·····	191
参考文献·····	194

## 第五篇 航空运输及其发展

<b>第一章 航空运输概述</b> ·····	195
第一节 航空运输的体系·····	195
第二节 航空运输的特点、地位与作用·····	196
第三节 航空运输的发展与趋势·····	197
<b>第二章 航空运输设备与设施</b> ·····	199
第一节 民用飞机·····	199
第二节 机场·····	206
第三节 通信与导航设备·····	219
<b>第三章 空中交通运行与管理</b> ·····	223
第一节 空中交通管制·····	223
第二节 空域管理·····	225
第三节 空中交通流量管理·····	227
<b>第四章 航空运输管理</b> ·····	229
第一节 航空运输规划·····	229
第二节 航空旅客运输管理·····	230
第三节 航空货物运输管理·····	235
第四节 国际航空运输管理·····	239
参考文献·····	243

## 第六篇 多种运输方式联合运输(多式联运)

<b>第一章 多式联运概述</b> ·····	244
第一节 联合运输·····	244
第二节 多式联运的基本概念与特点·····	248
第三节 多式联运的作用与优点·····	251
<b>第二章 多式联运业务运行机制</b> ·····	253
第一节 多式联运运输组织方法·····	253
第二节 运输代理制·····	255
第三节 运输承包发运制·····	259
<b>第三章 我国国内的多式联运公司及其业务</b> ·····	260
第一节 多式联运公司的主要业务·····	260
第二节 货物多式联运的业务程序·····	261
第三节 多式联运业务网·····	261
第四节 多式联运费用的核收办法·····	262

<b>第四章 集装箱运输</b> .....	264
第一节 集装箱运输的产生与发展.....	264
第二节 集装箱运输系统的组成结构.....	267
第三节 集装箱货物的流转与交接.....	269
<b>第五章 国际多式联运</b> .....	272
第一节 国际多式联运概述.....	272
第二节 国际多式联运经营人.....	274
<b>第六章 集装箱货物国际多式联运业务</b> .....	277
第一节 国际多式联运合同.....	277
第二节 国际多式联运中使用的主要单证和文件.....	279
第三节 国际多式联运主要业务程序及运输组织.....	281
第四节 国际多式联运的单一费率.....	284
第五节 国际多式联运的其他业务.....	286
第六节 欧亚大陆桥运输.....	288
第七节 协调国际多式联运的国际公约与国内法规.....	290
<b>第七章 多式联运的信息化</b> .....	291
第一节 信息流与运输效率的关系.....	292
第二节 国外快运业信息系统简介.....	292
第三节 多式联运信息网及其综合开发.....	294
第四节 进出口单证作业与国际信息系统.....	300
参考文献.....	302

## 第七篇 城市交通运输系统及其发展

<b>第一章 城市交通运输系统概述</b> .....	304
第一节 城市交通运输系统的含义.....	304
第二节 城市交通运输系统的功能.....	304
第三节 城市交通运输系统的特点.....	305
第四节 中国城市交通运输的特点与发展趋势.....	306
<b>第二章 城市道路交通设施</b> .....	308
第一节 道路交通设施.....	308
第二节 道路交通标志、标线.....	310
第三节 交通信号及其设备.....	311
第四节 道路交通隔离设施.....	312
第五节 城市交通载运工具.....	313
<b>第三章 城市道路交通系统规划</b> .....	314
第一节 城市道路交通规划的总体设计.....	314
第二节 城市交通基础信息调查.....	315
第三节 城市交通需求发展预测.....	317
第四节 城市道路网络布局规划方案设计.....	322

第五节	城市道路交通规划方案综合评价·····	326
<b>第四章</b>	<b>城市道路交通管理·····</b>	<b>327</b>
第一节	城市道路交通管理原则·····	327
第二节	城市交通需求管理策略·····	329
第三节	城市交通系统管理策略·····	330
第四节	典型交通管理策略分析·····	331
第五节	城市道路交通信号控制·····	334
第六节	城市道路交通运行组织管理·····	338
<b>第五章</b>	<b>城市公共客运系统及其运行组织·····</b>	<b>339</b>
第一节	城市公共客运交通规划·····	339
第二节	城市公共交通优先通行系统设计·····	342
第三节	城市快速轨道交通系统·····	343
第四节	城市公共交通运营管理·····	344
第五节	城市汽车客运场站规划与设计·····	345
	参考文献·····	349

# 绪 论

交通运输是人类社会生产、经济、生活中一个不可缺少的重要环节。随着社会的发展,人们对交通运输的需求迅速增长,从而形成了现代交通运输业。交通运输业是国民经济的重要部门之一,在整个社会机制中起着纽带作用。交通运输既是衔接生产和消费的一个重要环节,又是保证人们在政治、经济、文化、军事等方面联系交往的手段。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。现代化交通运输业包括铁路、水运、公路、航空和管道五种基本的运输方式。

由于这五种基本运输方式在运载工具、线路设备和运营方式等方面各不相同,并且铁路、水运、公路、航空和管道运输方式各有其不同的技术经济特征,因而也各有其适用的范围。纵观交通运输业的发展史,在历史上的各个时期,虽然有所侧重,但都是几种运输方式同时并存的。从世界范围内交通运输业发展的侧重点和起主导作用的角度考察,可以将交通运输业的发展划分为四个阶段:即水运阶段,铁路阶段,铁路、公路、航空和管道运输阶段以及综合发展阶段。

第一个阶段是水运阶段。水上运输既是一种古老的运输方式,又是一种现代化的运输方式。在出现铁路以前,水上运输同以人力、畜力为动力的陆上运输工具相比,无论运输能力、运输成本和方便程度等方面,都处于优越的地位。在历史上水运的发展对工业布局的影响很大。海上运输还具有其独特的地位,几乎是不能被其它运输方式替代。

1825年英国在斯托克顿至达灵顿修建世界第一条铁路并投入公共客货运输,从此,标志着铁路时代的开始。由于铁路能够快速、大容量地运输旅客和货物,因而极大地改变了陆上运输的面貌,为工农业的发展提供了新的、强有力的交通运输方式。从此,工业布局摆脱了对水上运输的依赖,在内陆腹地加速了工农业的发展。

20世纪30年代至50年代,公路、航空和管道运输相继发展,与铁路运输进行了激烈的竞争。就公路运输来说,由于汽车工业的发展和公路网的扩大,使公路运输能充分发挥其机动灵活、迅速方便的优势。工业的发展和科学技术的进步,促使人们对价值观念日益增强,航空运输在速度上的优势,不仅在长途旅客运输方面占有重要的地位,而且在货运方面也发展很快,这三种运输方式发挥的作用显著上升,铁路、公路、航空和管道同时竞争成为交通运输发展第三个阶段的特征。

50年代,人们开始认识到在交通运输的发展过程中,铁路、水运、公路、航空和管道这五种运输方式是相互协调、竞争和制约的。因此,需要进行综合考虑,协调各种运输方式之间的关系,构成一个现代化的综合运输体系。综合发展阶段的重点之一是在整体上合理进行铁路、水运、公路、航空和管道运输之间的分工,发挥各种运输方式的优势。调整交通运输的布局和提高交通运输的质量则成为综合发展阶段的主要趋势。

## 一、交通运输在国民经济中的地位和作用

国民经济各部门所包括的物质生产部门和非物质生产部门,统称为“产业”部门。为社会

提供初级产品、满足人类最基本的食品需要的农业为第一产业；为社会提供加工产品和建筑物、满足人类更进一步生活需要的工业、采掘业、水电业、建筑业等为第二产业；为人类提供满足物质需要以外更高级需要的其他行业和服务部门为第三产业。由于第三产业包括的行业多，范围广，在我国，又将第三产业划分为流通部门和服务部门两大部分，并将运输业列入第三产业的流通部门。

运输业的生产过程是以一定的生产关系联系起来的具有劳动技能的人们使用劳动工具（如交通线路、车、船和飞机等运载工具及其他主要技术装备）和劳动对象（货物和旅客）进行生产，并创造产品（客、货位移）的生产过程。运输业的产品，对旅客运输来说，是人的位移，并以运输的旅客人数（客运量）和人公里数（旅客周转量）为计算单位。

运输业又是一个特殊的产业部门。作为生产单位外部的运输，按其在社会再生产中的地位、运输生产过程和产品的属性，它和其他产业部门有很大区别。其主要特点为：

（1）运输生产是在流通过程中进行的。是为满足把产品从生产地运往下一个生产地或消费地的运输需要。因而，就整个社会生产过程来说，运输生产是在流通领域内继续进行的生产过程。

（2）运输生产过程不像工农业生产那样改变劳动对象的物理、化学性质和形态，而只改变运输对象（客、货）的空间位置，但并不创造新的产品。对旅客来说，其产品直接被人们所消费；对货物运输来说，它把价值追加到被运输的货物身上。所以，在满足社会运输需要的条件下，多余的运输产品和运输支出，对社会是一种浪费。

（3）在运输生产过程中，劳动工具（运输工具）和劳动对象（客货）是同时运动的，它创造的产品（客、货在空间上的位移）不具有物质实体，并在运输生产过程中同时被消费掉。因此，运输产品既不能储备，也不能调拨，只有在运输能力上保有后备，才能满足运输量的波动和特殊的运输需要。

（4）人和物的运输过程往往要由几种运输方式共同完成，旅客旅行的起迄点、货物的始发地和终到地遍及全国。因此，必须有一个干支相连、互相衔接的交通运输网与之相适应。同时，运输业的生产场所分布在有运输联系的广阔的空间里，而不像工农业生产那样可以在比较有限的地区范围内完成它们的生产过程。由此可见，如何保证运输生产的连续性，以及根据运输需要，按方向、按分工形成综合运输服务，具有重要意义。

（5）各种运输方式虽然使用不同的技术装备，具有不同的技术经济性能，但生产的是同一的产品，它对社会具有同样的效用。而工农业生产部门工艺不同，其产品有很大差异，这是运输生产的又一特征。

运输的目的是实现旅客和货物空间的位移，运输生产是社会再生产过程中的重要环节。

运输业是社会生产的必要条件，而且它不是消极地、静止地为社会生产服务的。运输网的展开，方便的运输条件，将有助于开发新的资源，发展落后地区的经济、扩大原料供应范围和产品销售市场，从而促进社会生产的发展。

运输费用在生产费用中占很大比重。在生产布局中，如何考虑运输因素，最大限度地节省运输成本，不断降低运输费用，是节省社会生产费用，提高社会劳动生产率的重要因素。

运输业担负着社会产品和商品流通的任务。缩短流通时间，就可减少社会产品和商品在流通过程中的数量。缩短流通时间的重要手段就是发展运输业。我国目前国有工业企业流动资金周转时间较长，如果流动资金的周转时间缩短 10%，就可以节省流动资金 100 多亿元，这是一个很大的潜力。因此，加快运输业的发展，建设一个发达的交通运输体系，不仅可以满足

国民经济和人民生活对运输需要,也将促进生产发展和缩短流通时间,加速资金周转,最终将促进社会劳动生产率的提高。

运输业在平时为经济建设服务,战时为军事服务。在战争中,它是联系前方和后方、机动部队运送武器弹药和粮食等物质的保证。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。

总之,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、政治和国防建设都有重要作用。

## 二、各种运输方式的技术经济特征及其评价

我国现代化的运输业由铁路、水运、公路、民航和管道等五种运输方式组成。它们的产品(客、货在空间的位移)虽然是同一的,但其技术性能(速度、重量、连续性、保证货物的完整和旅客的安全、舒适程度等),对地理环境的适应程度和经济指标(如能源和材料消耗、投资多少、运输费用大小、劳动生产率高低等)是不同的。

人们对交通运输的要求是安全、迅速、经济、便利。各种运输方式的技术经济特征可以从上述要求出发,按以下几个方面进行考察:

首先是送达速度。技术速度决定运载工具在途运行的时间,而送达速度除在运行时间外,还包括途中的停留时间和始发、终到两端的作业时间。对旅客和收、发货人而言,送达时间具有实际的意义。铁路的送达速度一般高于水上运输和公路运输。但在短途运输方面,其送达速度反而低于公路运输。航空运输在速度上虽然占有极大的优势,但将旅客前往机场的路程时间考虑在内,方有实际意义的比较。

在评价某种运输方式的速度指标时,还应适当考虑运输的频率(或间隔时间)和运输经常性对送达速度的影响。

各种运输方式各有其适用的速度范围(或称服务的速度范围)。旅客运输速度链将各种交通运输方式的最优速度范围(旅客运输速度)以链的形成连贯起来,认为公路运输的最优速度为 $50\sim 100\text{km/h}$ ,铁路运输为 $100\sim 300\text{km/h}$ ,航空运输则为 $500\sim 1000\text{km/h}$ 。并对“速度链”中的空白段( $300\sim 500\text{km/h}$ )设想以新型的交通运输工具填补(例如高速铁路、磁悬浮列车等)。

其次是投资方面。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。例如,铁路技术设备(线路、机车车辆、车站等)需要投入大量的人力物力,投资额大而且工期长。相对而言,水上运输是利用天然航道进行的,其设备的投资远较铁路为低,投资主要集中在船舶、码头。比较各种运输方式的投资水平,还需要考虑运输密度和运载工具利用率等因素。

第三是运输成本。一般来说,水运及管道运输成本最低,依次为铁路和公路运输,航空运输成本最高。但是各种运输方式的成本水平是受各种各样因素影响的。例如与运量有关的固定费用,如果在运输成本中所占的比重较大,则成本水平受运输密度的影响也较大。在这方面铁路运输最为显著。又如运输距离对运输成本也有很大的影响。这是因为终端作业成本(始发和终到)的比重随着运输距离的增加而下降,通常对水运的影响最大,铁路次之,公路最小。再如运载工具的载重对运输成本亦有相当的影响,载重量较大的运输工具一般来说其运输成本较低。水运在运输成本方面居于有利的地位。

此外从能源、运输能力、运输的经常性和机动性等方面考察各种运输方式的特性。例如从



能源的角度来看,铁路运输由于可以采用电力牵引,在这个方面就占有优势。从运输能力的角度来看,水运和铁路都处于优势的地位。从运输的经常性角度来看,铁路运输受季节和气候的影响最小。而就运输的机动性而言,则公路运输最好。

当前,我国五种运输方式的主要技术特征见表 0-1。

我国五种运输方式的主要特征

表 0-1

运输方式	最高速度(km/h)	最大运输能力(万 t/年)	通用性	机动性
铁路	客车 80~160、货车 80~100	单线 1800、双线 5500	较好	较差
海运	海船 25~27	航线能力不受限制	较好	差
河运	客船 13~15、货船 8~10	船闸单线 2000、双线 4000	较好	差
公路	客车 120、货车 100	四个车道 300~500	较好	好
民航	波音 747 907 A310-300 850	波音 747 291 个客座 A310-300 218 个客座	较差	较好
管道		管径 762mm 输油 2000 万 t 管径 564mm 输油 1000 万 t	差	差

铁路的各项经济指标,虽然比沿海和长江干线航运差一些,但比公路优越得多,作为陆上的运输方式,成本和能耗都是比较低的。从技术性能看,铁路运行速度快,客车最高速度每小时可达 160km,货车可达 100km;运输能力大,目前我国单线铁路单方向最大运输能力达到 1800 万 t 以上,双线可达 5500 万 t,有些国家双线铁路单方向能力已达 1 亿 t 左右,受自然条件的影响较小,连续性较强,又可适应各种运输需要,铁路的缺点是投资大,建设周期长。

水运的经济指标在各种运输方式中是比较好的,并且它的运输工具主要航行在自然水道上。水上航道的通过能力限制较少,特别是海上航道的通过能力几乎不受限制;单位运量大,海船的最大载重量已达 56 万 t,内河运输一个顶推船队也可达几万吨;运费低,劳动生产率高,运距长,可到达全世界任何一个港口等特点。水运的缺点是受自然条件限制较大,连续性较差,速度慢。

公路运输的经济指标虽然比其他运输方式差,但是它的投资少、机动灵活,可以减少中转环节,实现“门到门”的运输,货物送达速度快,并可深入到工矿企业、广大农村和边远地区,是其他运输方式所不能比拟的。

民航运输具有速度快,在两点间运输距离短,基本建设周期短,投资较少、灵活性大、可跨越各种天然障碍等特点,它在长途和国际旅客运输中占特殊的地位。民航运输的主要问题是机舱容积和载重都比较小,成本高,运价也比地面运输为高,而且在一定程度上也还受气候条件的限制,从而影响运输的准确性与经常性。

管道运输目前已成为世界各国陆上油、气运输的主要运输方式。管道在油、气运输中具有投资少、成本低、劳动生产率高等一系列优点,是油、气运输的主要运输方式。

铁路、水运、公路、民航和管道等五种现代化的运输方式,各有不同的技术经济性能和使用范围。随着科学技术的进步,社会运输需要的变化,各种运输方式的技术装备不断更新,其技术经济性能和使用范围也在不断变化。充分发挥各种运输方式的优势,就可以最大限度地节省运输建设投资和运输费用。同时,旅客的始发地和终到地,货物的生产地与消费地遍布全国,客、货运输的全过程往往要由几种运输方式共同完成。这就要求从货物的生产地到消费地,旅客的始发地至终到地,按运输生产过程内在规律的要求建设运输线路,在一个地区和全