

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

Transportation Engineering

交通运输工程学

过秀成 主 编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

Jiaotong Yunshu Gongchengxue

交通运输工程学

过秀成 主编



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本教材概括了交通运输工程的概念、特征及发展趋势,介绍了道路、轨道、水路、航空、管道五种运输方式的系统组成及设施、运输工具、组织管理方法等基本知识。

本教材共分 13 章,包括:绪论、道路交通运输系统、轨道交通运输系统、水路运输系统、航空运输系统、管道运输系统、区域交通运输规划、城市交通规划、交通运输组织与运输服务、货物运输组织、旅客运输组织、交通运输安全、交通运输发展新趋势。

本教材定义明确、论述清晰,利于读者掌握交通运输工程的基本概念和基本方法,以及构建对交通运输工程的整体认知。

本教材可作为高等院校交通工程、运输工程等专业的教材,也可作为其他相关企业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

交通运输工程学 / 过秀成主编. — 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017. 12

ISBN 978-7-114-14315-1

I. ①交… II. ①过… III. ①交通工程学—高等学校—教材 IV. ①U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 277646 号

高等学校交通运输与工程类专业规划教材

书 名: 交通运输工程学

著 作 者: 过秀成

责任编辑: 肖 鹏 卢俊丽

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.cpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 20

字 数: 462 千

版 次: 2017 年 12 月 第 1 版

印 次: 2017 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14315-1

定 价: 49.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

高等学校交通运输与工程(道路、桥梁、隧道 与交通工程)教材建设委员会

主任委员: 沙爱民 (长安大学)

副主任委员: 梁乃兴 (重庆交通大学)

陈艾荣 (同济大学)

徐岳 (长安大学)

黄晓明 (东南大学)

韩敏 (人民交通出版社股份有限公司)

委员: (按姓氏笔画排序)

马松林 (哈尔滨工业大学)

王云鹏 (北京航空航天大学)

石京 (清华大学)

申爱琴 (长安大学)

朱合华 (同济大学)

任伟新 (合肥工业大学)

向中富 (重庆交通大学)

刘扬 (长沙理工大学)

刘朝晖 (长沙理工大学)

刘寒冰 (吉林大学)

关宏志 (北京工业大学)

李亚东 (西南交通大学)

杨晓光 (同济大学)

吴瑞麟 (华中科技大学)

何民 (昆明理工大学)

何东坡 (东北林业大学)

张顶立 (北京交通大学)

张金喜 (北京工业大学)

陈红 (长安大学)

陈峻 (东南大学)

陈宝春 (福州大学)

陈静云 (大连理工大学)

邵旭东 (湖南大学)

项贻强 (浙江大学)

胡志坚 (武汉理工大学)

郭忠印 (同济大学)

黄侨 (东南大学)

黄立葵 (湖南大学)

黄亚新 (解放军理工大学)

符铎砂 (华南理工大学)

葛耀君 (同济大学)

裴玉龙 (东北林业大学)

戴公连 (中南大学)

秘书长: 孙奎 (人民交通出版社股份有限公司)

前言

交通运输业是国民经济重要的基础性、服务性、先导性、战略性行业,是社会生产、生活、生态组织体系中不可缺少的重要环节。我国正处于产业结构转型升级、产业布局调整、统筹区域协调发展、促进城乡一体化发展的关键时期,交通运输系统必须转型发展,建设安全、便捷、高效、绿色、智能的现代化综合交通运输体系,以适应数据驱动时代的客货运输需求规模和需求结构的变化,并成为支撑引领经济社会发展的新引擎。

交通运输工程学是一门研究交通运输系统特征、演变规律,运用现代技术和科学原理,对各种运输方式的运输设施进行规划、功能设计、运营和管理,实现安全、迅速、舒适、方便、经济,并与环境相协调地运送旅客和货物,涉及工程、经济、环境、教育、法规、能源等的科学。

本教材主要介绍交通运输工程基本概况、不同运输方式的设施设备、交通运输规划、交通运输组织管理、交通运输安全以及交通运输发展新趋势等内容,旨在帮助学生更好地构建交通运输工程学重要的知识体系,掌握交通运输工程学的基本理论、基本方法和基本技能。

全书共分13章:第1章绪论;第2章道路交通运输系统;第3章轨道交通运输系统;第4章水路运输系统;第5章航空运输系统;第6章管道运输系统;第7章区域交通运输规划;第8章城市交通规划;第9章交通运输组织与运输服务;第10章

货物运输组织;第11章旅客运输组织;第12章交通运输安全;第13章交通运输发展新趋势。

本教材由过秀成教授主编,编写分工如下:第1章过秀成(东南大学)、温旭丽(东南大学成贤学院);第2章王卫(东南大学)、陶涛;第3章叶茂(南京理工大学);第4章徐宿东(东南大学)、温旭丽(东南大学成贤学院);第5章陈欣(南京财经大学);第6章邓一凌(浙江工业大学);第7章杨洁(东南大学)、郑美娜;第8章过秀成(东南大学)、沈佳雁;第9、10章姜晓红(南京林业大学);第11章严亚丹(郑州大学);第12章盛玉刚(南京林业大学)、孔德文;第13章李岩(长安大学)、朱震军。同时,也感谢唐爽、张益邦、龚小林、黄兆国(兰州理工大学)、钱思名等在教材资料收集、材料整理及编排过程中所做的工作。

感谢国内外交通运输类院校师生对课程建设的帮助,特别感谢窦雪萍(新加坡国立大学, National University of Singapore)、过晓宇(得州农工大学, Texas A&M University)等对教材体系和知识结构的建议。

教材在编写中参考了大量国内外文献和书籍,由于条件所限,未能与原著者一一取得联系,引用及理解不当之处敬请见谅,在此谨向原著作者表示崇高的敬意与衷心的感谢!

由于作者本人水平所限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

电子邮箱:seuguo@163.com。

过秀成

于东南大学交通学院大楼328室

2017年10月

目录

第1章 绪论	1
1.1 交通运输工程学的定义	1
1.2 交通运输系统特性	3
1.3 交通运输工程的发展现状与趋势	10
1.4 交通运输工程学课程教学	17
复习思考题	19
第2章 道路交通运输系统	20
2.1 公路交通运输系统	20
2.2 城市道路交通运输系统	31
2.3 道路交通运输工具	43
2.4 道路交通管理与控制设施	46
复习思考题	49
第3章 轨道交通运输系统	50
3.1 轨道交通概述	50
3.2 铁路运输系统	54
3.3 高速铁路系统	61
3.4 城市轨道交通系统	70
3.5 现代有轨电车系统	80
3.6 其他轨道交通系统	86
复习思考题	89
第4章 水路运输系统	90
4.1 水路运输系统概述	90
4.2 港口设施	95
4.3 航道设施	104
4.4 船舶	114

4.5 水运交通管理与控制设施	119
复习思考题	121
第5章 航空运输系统	123
5.1 航空运输概述	123
5.2 机场	125
5.3 航线	136
5.4 飞机	138
5.5 空中交通管理设施	140
复习思考题	144
第6章 管道运输系统	145
6.1 管道运输概述	145
6.2 长距离输油管道	146
6.3 长距离输气管道	148
6.4 固体料浆的管道运输	151
6.5 城镇燃气管道	153
6.6 输油输气管道的布局	158
复习思考题	159
第7章 区域交通运输规划	160
7.1 概述	160
7.2 区域综合运输规划	161
7.3 区域交通运输专项规划	172
复习思考题	184
第8章 城市交通规划	185
8.1 概述	185
8.2 城市交通发展战略规划	187
8.3 城市综合交通体系规划	190
8.4 城市交通专项规划	197
复习思考题	205
第9章 交通运输组织与运输服务	206
9.1 运输组织	206
9.2 交通运输市场与服务	211
复习思考题	217
第10章 货物运输组织	218
10.1 公路货物运输组织	218
10.2 铁路货物运输组织	221
10.3 水路货物运输组织	227
10.4 航空货物运输组织	234
10.5 管道运输组织管理	238

10.6 多式联运·····	240
复习思考题·····	244
第 11 章 旅客运输组织 ·····	246
11.1 城际旅客运输组织·····	246
11.2 城市旅客运输组织·····	258
复习思考题·····	272
第 12 章 交通运输安全 ·····	273
12.1 交通运输事故分类及等级·····	274
12.2 交通运输事故影响因素分析·····	281
12.3 交通运输安全技术·····	285
12.4 交通运输突发事件应急救援·····	288
复习思考题·····	289
第 13 章 交通运输发展新趋势 ·····	290
13.1 智慧交通运输系统的发展·····	290
13.2 车联网·····	293
13.3 交通工具变革·····	295
13.4 现代物流·····	299
13.5 真空管道运输系统·····	302
复习思考题·····	303
参考文献 ·····	304

第 1 章

绪论

1.1 交通运输工程学的定义

(1) 交通

《辞海》定义交通为：“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、图像等的传递和播送。”《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合称。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。”交通是指人员的往来、货物的交流和信息的传递。人员的往来和货物的交流是通过各种运输方式，实现人和物的空间位移；而信息的传递，主要指语言、文字、图像、符号等信息的传递与播送，能够满足此功能的手段主要是邮电和通信。交通行业包括道路运输业、铁路运输业、航空运输业、水路运输业、管道运输业、邮政业和电信业，通常称为“Communication”。（编者注：交通的英文准确表达应为 transportation）由于专门化物质传输系统的形成，通常输电、输水、供暖、供气等形式的物质位移及语言、文字、符号、图像形式的信息传输已不列入交通的范围，因此，目前的交通是指“运输工具在运输网络上的流动”。

(2) 运输

《辞海》定义运输为“人和物的载运和输送”。运输是指借助公共运输线路及其设施和运

运输工具,实现人与物空间位移的一种经济活动和社会活动。运输应具备公共运输线路及其设施、运输工具、人和货物的空间位移等要素。而如经济活动中的输电、输水、供暖、供气,以传送语言、符号和图像等信息为特征的电信,由运输工具改作他用的特种移动设备(包括特种车辆、船舶、飞机)行驶所引起的人与物的位移,在工作单位、家庭周围、建筑工地等由运输工具所完成的人与物的位移等均不属于运输的范围。

(3) 交通运输

交通是指运输工具在运输网络上的流动,运输是指借助公共运输线及其设施和运输工具来实现人与物空间位移的一种经济活动和社会活动。交通强调的是运输工具(交通工具)在运输网络(交通网络)上的流动情况,而与运输工具所运载人员、物资的数量没有关系。运输强调的是运输工具上载运人员和物资的数量以及位移的大小,而并不关心使用何种运输工具和运输方式。

交通量与运输量这两项指标反映了交通与运输的区别。例如,在公路运输中,交通量是指单位时间内通过道路某一地点、某一断面或某一条车道的交通实体数,它与运输对象无关。运输量是指一定时期内运送人员或物资的数量。如某路段的交通量是8 000辆/日,这8 000辆车的装载情况不会改变交通量,但会影响总运输量的大小。

交通与运输反映的是同一过程的两个方面。同一过程就是指运输工具在运输网络上的流动过程;两个方面指的是:交通关心的是运输工具的流动情况(流量的大小、拥挤的程度),运输关心的是流动中的运输工具上的载运情况(所载人与物的数量,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。因此,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。交通是一种手段,而运输是最终的目的。交通与运输既相互区别,又密切相关,统一在一个整体之中。

综上所述,交通运输指运输工具在运输网络上的流动和运输工具上载运的人员与物资在两地之间位移这一经济活动的总称。研究交通运输是探讨通过交通工具在运输网络上的流动,如何将人和物迅速、安全、经济、便利、准时地从甲地运到乙地,以创造空间效用和时间效用。

(4) 交通运输工程学

交通运输工程学是一门新兴的学科,它以交通运输业为对象并与多种学科结合,是伴随着交通运输业的发展和交通运输科学技术的进步而逐步发展起来的。

公路运输、铁路运输、水路运输、航空运输和管道运输是现代交通运输的主要方式。信息、电子、材料、现代控制和环境工程等现代工程技术和高新技术又为交通运输的发展注入了新的活力,推动和促进了现代交通运输业的迅速发展。由多种运输形式共同组成的国际、国内多维运输网络已成为现代经济和社会发展中不可缺少的组成部分。各种交通运输方式应统筹规划、合理分工、扬长避短、协调发展,以提高综合运输能力,适应国民经济可持续发展。在此过程中,交通运输工程成为一个独立的学科门类。

交通运输工程学科与土木工程、机械工程、信息工程、电子科学与技术、材料科学与工程、经济学、管理学等学科有着密切的联系并相互交叉,涉及交通基础设施的布局与修建、载运工具的运用、交通信息工程及控制、交通运输规划与管理、交通运输的现代化及安全技术等有着共同的理论和专业基础的研究领域。

美国交通工程师协会(Institute of Transport Engineers, ITE)指出:交通运输工程学是为了能安全、迅速、舒适、方便、经济和与环境相协调地运送旅客和货物,运用现代技术和科学原理,

对各种运输方式中的运输设施进行规划、功能设计、运营和管理的科学。

综上所述,交通运输工程学是一门研究交通运输系统特征、演变规律,运用现代技术和科学原理,对各种运输方式的运输设施进行规划、功能设计、运营和管理,实现安全、迅速、舒适、方便、经济并与环境相协调地运送旅客和货物,涉及工程、经济、环境、教育、法规、能源的“6E”科学。

1.2 交通运输系统特性

1.2.1 交通运输系统构成要素

交通运输系统是由公路运输、铁路运输、水路运输、航空运输、管道运输构成的一个复杂大系统。交通运输系统的基本结构如图 1-1 所示。

(1) 公路运输

公路运输是主要使用汽车在公路上运送货物和旅客的一种运输方式,它在中短途运输中效果比较突出。

(2) 铁路运输

铁路运输是使用铁路列车运送货物和旅客的一种运输方式,它适合于长距离运输大宗货物,如煤炭、矿石、钢材等,也适宜承担中长途的旅客运输。

(3) 水路运输

水路运输是一种使用船舶(或其他水运工具)通过各种水道运送货物和旅客的运输方式。它特别适合于承担时效性要求不太高的大宗、廉价货物的中长距离运输,包括煤、石油、矿石、建材、钢铁、化肥、粮食、木材、水泥、食盐等。

(4) 航空运输

航空运输是一种使用飞机(或其他飞行器)运送人员、物资和邮件的运输方式。它适合于承担各大城市之间的和国际间的快速客运以及报刊、邮件等对实效性要求高和昂贵、精密、急需货物的运输。

(5) 管道运输

管道运输是一种由大型管道、泵站和加压设备等组成的运输系统。管道是流体能源非常适宜的运输手段,流体能源主要包括原油、天然气、成品油(包括汽油、煤油、燃料油以及液化石油气)。

整个交通运输系统是上述五种交通运输方式并存的综合系统,公路、铁路、水路、航空、管道既是交通运输系统的五个基本要素,又分别构成了公路、铁路、水路、航空、管道五个子系统。而这五个子系统本身又是由不同的要素组成的,包括载运工具、线路、场站、交通控制与管理信息系统、设施管理系统、信息管理系统六大部分。

(1) 载运工具

载运工具的功能在于容纳与承载被运送的人和货,如汽车、火车、轮船、飞机、管道等。有的载运工具与动力完全分离,如铁路的货车车厢、海上的驳船、集装箱拖车等;有的则与动力同

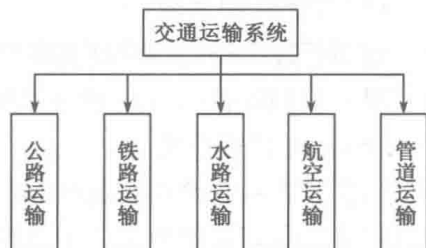


图 1-1 交通运输系统的基本结构

体,如汽车、飞机、轮船等。

(2) 线路

线路是运输系统中连接运输始发地、到达地,供载运工具安全、便捷运行的线路。某些线路是自然形成的,如空运航线、水运的江河湖泊、海洋的航路;而大多数则是人工修建的专门设施,如铁路、公路、运河、管道等。

(3) 场站

场站是指交通运输工具出发、经过和到达的地点,为运输工具到发停留,客货集散装卸,售票待运服务,运输工具维修、管理,驾驶人员及服务人员休息,以及运输过程中转连接等的场所,包括火车站、汽车站、机场、港口等。

(4) 交通控制与管理系统

交通控制与管理系统包括各种交通信号、交通标志、交通规则等,是为了保证载运工具在线路上和场站内的安全、有效运行而制定的规则及设置的各种监控、管理装置和设施。

(5) 设施管理系统

设施管理系统是为保证各项交通运输设施处于完好或良好的使用或服务状态而设置的设施状况监测和维护(维修)管理系统。

(6) 信息管理系统

信息管理系统是应用通信、电子信息等高新技术建立的,为现代交通运输服务的系统。它通过建立一套完善的数据采集、处理与共享机制,构建交通信息平台,为交通运输的发展提供强有力的信息保障。信息系统在整个交通运输系统中起着桥梁和纽带的关键作用,通过它能够使交通运输系统的其他构成要素实现有机联系并互通情报,从而实现整个运输系统的合理规划、统筹安排,提高系统的运营效率和服务质量。

1.2.2 交通运输系统性能与特征

1) 各类运输系统性能与特征

交通运输系统的五大运输方式都有其适用区域,其在交通运输系统纵向上分化细密,横向上重叠交错。在满足人或物的空间位移的要求上具有同一性,但它们所采取的技术手段、运输工具和组织形式等都不相同。因此,各运输子系统所形成的技术性能(速度、质量、连续性、保证货物的完整性和旅客的安全与舒适性等)、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、运输费用、劳动生产率等)都是不同的。

(1) 公路运输系统

公路运输机动灵活、适应性强,深入性和方便性好,能满足多方面、多种运输的需求,可以实现门到门直达运输,避免中转环节,减少货损货差,在中、短途运输中,运送速度较快。运距在200km以下时,公路运输的货运速度比铁路运输快4~6倍。公路运输的原始投资少,资金周转快,回收期短,利润大。与火车驾驶员或飞机驾驶员培训相比,汽车驾驶技术比较容易掌握,对驾驶员各方面的素质要求相对也比较低,掌握车辆驾驶技术较容易。另外,公路运输还可以为其他运输方式提供集散或接运服务,公路运输还可以承担铁路、水路运输达不到的区域内的运输,能有效补充和衔接其他运输方式。

在长途运输业务方面,公路运输有着难以弥补的缺陷:一是耗用燃料多,造成途中费用过高;二是机器磨损大,因此折旧费和维修费用高;三是运量小,运输成本高,与铁路运输相比,若

运送同样质量的货物,公路运输需耗用更多的人力;四是运行持续性较差,在各种现代运输方式中,公路的平均运距是最短的;五是公路运输的安全性较差,由于车种复杂、道路不良、驾驶人员疏忽等因素,交通事故较多。此外,公路运输对环境的污染较大,汽车所排出的尾气和引起的噪声也严重威胁着人类的健康,是大城市环境污染的源头之一。

(2) 铁路运输系统

铁路运输系统主要承担中、长途的运输任务。铁路运输的优势主要体现在:铁路运输能提供较大的线路输送能力和通过能力,一般单方向自动闭塞双线铁路可达1亿吨每年(通过能力最大利用程度能实现1.7亿吨每年~1.8亿吨每年);单方向单线铁路可达0.17亿吨每年~0.18亿吨每年(通过能力最大利用程度能实现0.5亿吨每年~0.6亿吨每年)。铁路能以较快的直达速度运输货物,假定一般普通货物列车的速度为100%,直达列车则为130%~140%,比城间公路运输(相对速度为180%~200%)慢,但比内河航运(相对速度为60%~70%)和管道运输(相对速度为40%~50%)要快。铁路运输能提供全天候、多方向的运输服务,不受气候、季节条件的限制和影响。铁路运输还具有耗能省、运输成本低的特点,在等量运输条件下,铁路、公路和航空的能耗比约为1:9.3:18.6,铁路、公路、水路、航空的客运成本之比约为1:1.59:6:5.54,货运成本之比约为1:6.23:0.64:17.2。铁路运输还具有安全性好、污染小的特点,在旅行安全性、舒适性方面也比公路有优势。

铁路运输的缺点是:投资大,建设周期长,占用土地多,铁路短途运输的平均成本高,在单位运输成本中,因为始发和终到作业所占的比重与运输距离成反比,所以50km以下的短途运输成本,铁路运输要比公路运输高,且铁路运输受轨道限制,灵活性较差,必须有其他运输方式支持。

(3) 水路运输系统

水路运输船舶的载运量大,劳动生产率高。航道通过能力高,技术上的发展潜力大。运输成本低,水路运输成本比公路运输成本低约2/3。水运投资省、见效快,占用土地少,运输货种几乎不受限制,特别适宜运输长大件。

水路运输的主要缺点是:运输速度慢,运输过程中换装倒载环节多,受地理条件和季节气候影响大,内河还要受冬天封冻、水量大小以及拦堤截坝的影响。

(4) 航空运输系统

航空运输的最大优势是速度快,现代喷气运输机速度约900km/h,比海轮快20~30倍,比火车快5~10倍。航空运输不受地形地貌、山川河流的阻碍,只要有机场并有航路设施保证,即可开辟航线,如果采用直升机,则机动性更大,且建设周期短、投资少、回收快、占用土地少、舒适安全。航空公司的运输管理制度也比较完善,货物的破损率较低,采用空运集装箱的方式运送货物更为安全,节约包装、保险、利息等费用。采用航空运输方式,货物在途时间短,周转速度快,企业存货可以相应减少,有利于企业资金的回收,减少利息支出和仓储费用。

航空运输也有局限性,主要表现在:航空货运的运输成本和运价比其他运输方式高,不适合低价值货物。机舱容积和载质量小,对大件货物或大批量货物的运输有一定的限制。飞机飞行安全容易受恶劣气候的影响,从而影响准时性。此外,航空运输速度快的优势在短途运输中难以充分发挥,因而仅适宜于500km以上的长途客运,以及鲜活易腐或时效性强、价值高的货物运输。

(5) 管道运输系统

管道运输有着独特的优势,主要表现在:管道运输运量大,根据其管径的大小不同,其每年的运输量可达数百万吨至几千万吨,甚至超过亿吨。管道运输占地少,仅为公路的3%,为铁路的10%左右;受各种恶劣气候条件的影响小,便于长期稳定运输,运输的连续性好;劳动生产率高,整体性强,可以在调度指挥系统中心实现远程控制,自动化程度高,便于管理;耗能低、运费低,以运送石油为例,管道运输、水路运输、铁路运输的运输成本之比约为1:1:1.7;建设周期短,费用低,运输系统不存在空载行程,运输效率高。同时,管道运输过程无噪声、漏失污染少、安全性好,易燃的油、气密闭于管道中,挥发损耗少,比其他运输方式安全得多。

管道运输的缺点是:不如其他方式灵活,承运的货种比较单一(主要是油、气和煤炭),货源减少时不能改变路线,当输送量降低较多并超出合理的营运范围时,运输成本会显著增大。故管道运输适用于单向、定点、量大的货物运输。

(6) 五种运输方式的综合评价

公路运输、铁路运输、水路运输、航空运输和管道运输等五种现代化运输方式在送达速度、运输成本、投资水平、运输能力、能源消耗等方面的特点各不相同。

① 送达速度

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50~100km/h,铁路运输为100~300km/h,航空运输为500~1000km/h,水路运输一般在50km/h以下。不同运输方式可以满足人们对交通运输速度的不同需求。

② 运输成本

运输成本是运输业的一个综合性指标,受多种因素的影响。在运输成本计算中,如果无关支出占的比重较大,则运输成本受运输密度的影响较大,这一因素对铁路运输最显著,水路运输、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,运输距离对水路运输影响最大。此外,运载量的大小同样影响着运输成本,运载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。考察某种运输方式的运输成本需根据具体情况进行分析。一般来讲,水路运输及管道运输成本较低,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较大的差别,各种运输方式在线路基建投资和载运工具投资方面也各有差异。水路、航空运输线路投资最低,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,投资额大且工期长,因此投资集约程度高;水路运输是利用天然航道进行的,线路投资远低于铁路。从载运工具等基建投资来看,管道运输投资最低,铁路运输、水路运输次之,航空运输最高。

④ 运输能力

运输能力上,水路运输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

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路的10%,铁路的2.5%。

⑥运输的通用性和机动性

铁路与管道运输受气候和季节影响最小,而在机动灵活方面则公路与航空运输更为优越。

⑦对环境的影响程度

对空气和地表污染最为明显的是公路运输,喷气式飞机、超音速飞机等噪声污染更为严重,相比之下,铁路运输对环境和生态的影响程度较小,特别是电气化铁路,影响更小。

五种运输方式的各项技术经济指标综合评价如表 1-1 所示。

五种运输方式的各项技术经济指标综合评价表

表 1-1

评价指标	运输方式				
	公路运输	铁路运输	水路运输	航空运输	管道运输
运输成本	中	低	低	高	很低
运输速度	快	快	慢	很快	很慢
频率	很高	高	有限	高	连续
可靠性	好	很好	有限	好	很好
可用性	有限	广泛	很有限	有限	专业化
运输距离	中、短	中、长	很长	很长	长
运输规模	小	大	大	小	大
运输能力	强	强	最强	弱	最弱

(7) 五种运输方式的适用性

五种运输方式各有优势,也各有其不同的适用范围。各运输方式之间相互补充、相互协作,充分发挥各自优势,才能最大限度节省运输建设投资和运输费用,提高综合运输能力。五种运输方式的适用性如下:

①公路运输在中短途运输中效果最突出,特别是“门到门”的运输更显优越,可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。

②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,也适合中长途、短途城际和现代快速市郊旅客运输的需要。

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,是国际间贸易的重要运输方式。

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方式,尤其是输送属危险品的油类。由于管道多埋在地下,受地面干扰少,运送此类物品较为安全。

2) 交通运输系统的性能

各类交通运输系统具有不同的性能,通常从以下四个方面表征或评价交通运输系统的性能。

(1) 普遍性(通达性)

普遍性主要指进出交通运输系统的出入口数量,即这些出入口之间交通运输线路的直接程度以及系统适应各种交通量的能力等方面的性能。它直接关系到使用者进出和使用该系统的便利性。影响普遍性的主要因素是交通运输线路网的密度和进出系统的出入口或场站的

数量。

(2) 机动性

机动性可定义为交通运输系统在单位时段内处理交通运输对象数量的能力(或容量)和系统内交通流的速度两个方面。

(3) 效率和效益

效率和效益包括为修建和维护交通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,载运工具,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,系统对周围环境的负面影响等。

(4) 服务对象和服务水平

服务对象指交通运输系统适宜输送的对象(货物或旅客的类别),服务水平指系统所提供的服务质量(舒适性、频率等)。

3) 交通运输系统的特征

交通运输系统既具有一般系统的共性,同时还具有规模庞大、结构复杂、目标众多等特征。

(1) 交通运输系统是具有层次结构的可分系统

交通运输系统包括多个子系统,并且这些子系统又各有客运和货运两个分系统。这些子系统的多少和层次的阶数,还会随着经济的发展、人们对运输需求的提高和研究的深入而不断扩充。系统与子系统之间、子系统与子系统之间,存在着时间和空间及资源利用方面的联系,也存在总目标、总费用以及总运行结果等方面的相互关系。

(2) 交通运输系统是跨地域的大系统

世界经济的全球化和信息化促使运输生产活动突破地域界限,形成了运输跨地区、跨国界发展的趋势。跨地域性正是交通运输系统创造空间价值的体现,跨地域的特点使得系统的管理难度加大,对信息的依赖程度变高。

(3) 交通运输系统是动态开放系统

交通运输系统一般总是联结多个生产企业和客户,系统内的要素及运行随需求、供应、渠道等而变化。交通运输系统是一个具有满足社会需要、适应环境能力的动态开放系统。为适应经常变化的社会环境,人们必须不断修改完善交通运输系统的各组成部分,这就要求交通运输系统必须具有足够的灵活性与可改变性。

(4) 交通运输系统是复杂系统

交通运输系统涉及各种人力、物力、财力资源的组织和合理利用,是一个非常复杂的系统。交通运输系统中存在各种运输工具,其大小、长度、容量、行驶速度等各不相同,各种运输工具行驶的线路和配套设施差别也很大,从事运输生产活动的人员数量极其庞大,使得交通运输系统结构复杂。

(5) 交通运输系统是多目标系统

交通运输系统的总目标是实现宏观和微观的经济效益,但具体目标是多重的,要求高效、快速、经济、舒适、安全、环保。交通运输系统的功能要素之间存在着非常强的“交替损益”或“效益背反”现象,同时满足上述要求是很难办到的,即某一功能要素的优化和利益发生的同时,必然会存在另一个或另几个功能要素的利益损失。这种多个目标冲突的现象在交通运输系统中普遍存在,只有在交通运输系统总目标下对各要素目标进行协调,才能获得交通运输系统总体最优的效果。