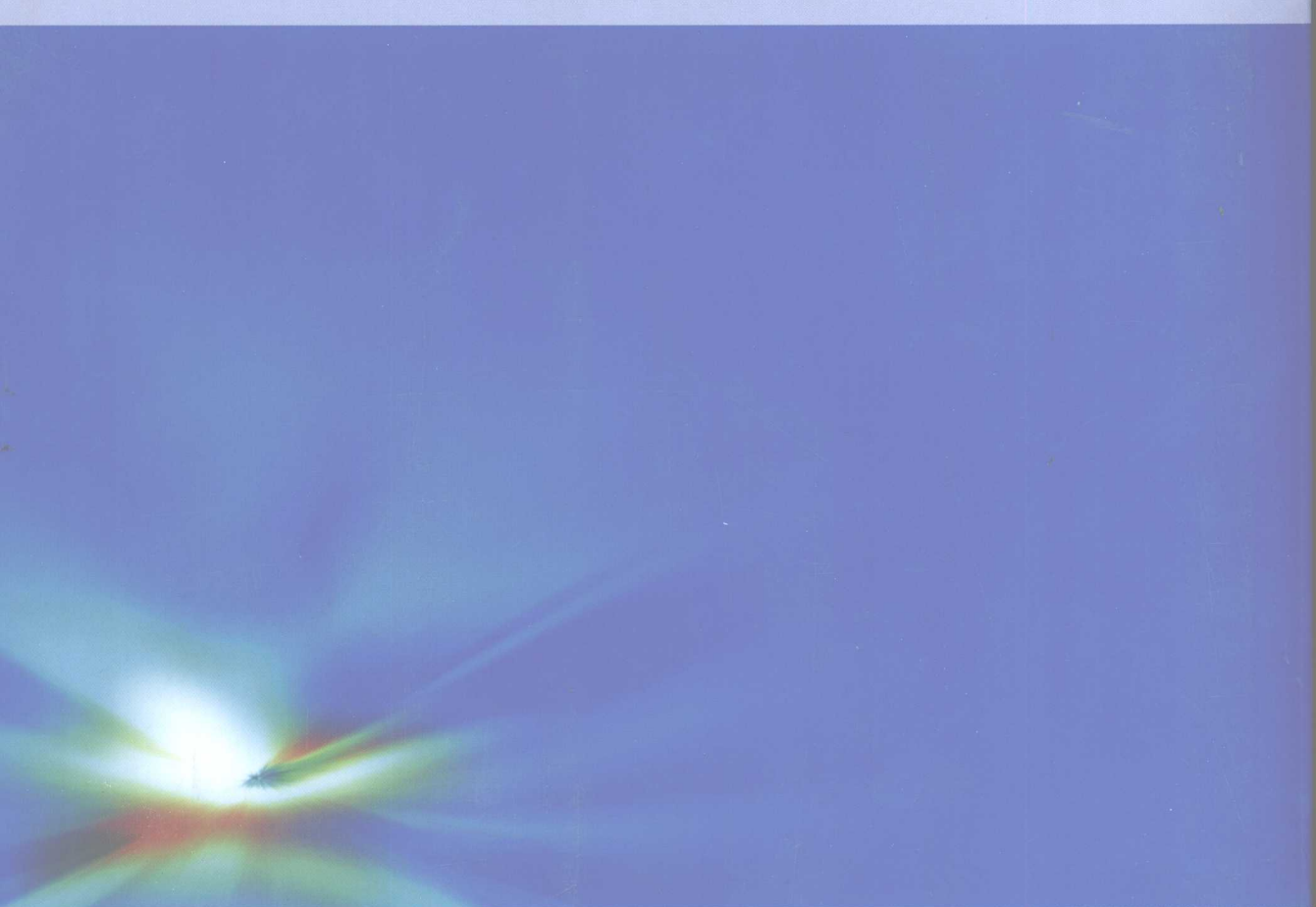


中国工程院咨询研究项目

交通运输 网络理论探讨

主 编 朱高峰
副主编 张 宁

 高等教育出版社



ISBN 978-7-04-025139-5



9 787040 251395 >

定价 60.00 元

中国工程院咨询研究项目

交通运输 网络理论探讨

主 编 朱高峰
副主编 张 宁

 高等教育出版社

内容简介

本书是七所大学、两个研究院合作研究的成果,各部分的研究工作既是一个整体,又是独立完成,体现了围绕一个共同研究目标的独立探索精神。第一章“总论”是全书核心思想的概括;第二章分析了交通运输网络研究的基本问题;第三章总结中国交通运输网络的发展及现状;第四章探讨交通运输需求的变化规律;第五章探索交通运输网络的承载能力;第六章讨论交通运输物理网络的分析方法;第七章归纳交通运输业务网络的分析方法;第八章概括各种交通运输方式的优化配置方法;第九章分析交通运输综合网络的一些基本问题。全书为区域(非城市)交通运输网络的研究起到一个抛砖引玉的作用。

本书可作为高等院校交通运输规划等专业的本科生、研究生的选修教材,也可供从事交通网络规划及相关研究的科技工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通运输网络理论探讨/朱高峰主编. —北京:高等教育出版社, 2009.2

ISBN 978-7-04-025139-5

I. 交… II. 朱… III. 交通运输网—研究 IV. U113

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 001232 号

策划编辑	沈 俐	责任编辑	李葛平 魏 芳	封面设计	刘晓翔	责任绘图	尹 莉
版式设计	王艳红	责任校对	刘 莉	责任印制	韩 刚		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 46.5
字 数 1 140 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 2 月第 1 版
印 次 2009 年 2 月第 1 次印刷
定 价 60.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 25139-00

前言

物质、能量和信息是构成世界的三大要素，或称三大资源，其中每一种都有其生产（生成）、流通和使用的过程，由于生产和使用的主体、地域不一致，就需要作为中间环节的流通。更由于社会发展的重要动力是分工，使生产的主体更为集中，因此大大增加了流通的重要性。

现代通信由 19 世纪点对点的电报通信开始，发展到电话通信、无线电通信，参与的人越来越多，技术越来越复杂，逐渐发展形成了通信网络，到 20 世纪下半叶电话通信网已成为全世界最大的一体网络。到 20 世纪末又出现了移动电话网和互联网，涉及的人越来越多，地域越来越广。网络的组成和发展有其自身的规律，网络学成为信息通信中的一个核心学科。

而物质（包括人自身）流通的手段是交通运输，现代交通运输发展的历史和通信相近。19 世纪后期西方国家的铁路开始飞速发展，20 世纪初汽车开始进入人们的生活，同时飞机也开始出现，当然最初是军用，20 世纪中期以后民用飞机开始大众化，船舶历史久远，但现代动力的轮船的出现和使用也是 19 世纪的事了。

交通运输涉及面很广，需要有道路、站点等基础设施，也需要大量的交通工具，随着社会和技术的发展，交通运输日益国际化和全球化。和信息通信一样，交通运输组成网络，而网络规律是否清楚，网络组成是否合理同样是交通运输的核心问题。

中国工程院于 2005 年设立了“交通运输网络理论研究”项目，开始时曾举行了一次同题目的工程前沿研究会，由学术界和主管部门的同志作了报告，展开了讨论，并初步确定了研究框架。由于城市交通近年来发展很快，研究讨论得也比较多，所以开始时较多同志主要关心城市交通问题。经过讨论后，大家认为还是先集中研究国家和区域交通相关问题为好，这样一方面可以更好地为宏观决策作参考，另一方面受城市本身经济、产业情况和规划建设管理等因素影响较少，可以对交通运输本身做更深入的研究。改革开放以来，我国交通运输事业有了飞速的发展，各种交通方式都有巨大的进步，同时也存在一些问题，不少人对其进行过研究，工程院在 2005 年就向国务院呈报了“构建我国综合交通运输体系的研究”的报告。存在问题包括生产关系和生产力两个方面，本项目着重从生产力角度出发，从理论上阐明交通运输网络的构成及其规律以推动网络学科的建立和发展。

经几次研讨后，逐渐集中在运输需求、网络承载能力、网络特性和结构、物理网、业务网、运输方式比较和综合交通运输网络等主要问题，并分别由长安大学、北京航空航天大学、上海理工大学、同济大学、清华大学和北京交通大学的研究团队主要承担，同时铁道部经济规划研究院、民航学院、邮政研究院也都结合本部门工作展开了研究。研究期间每半年左右召开一次课题会议，交流进展情况，研究讨论。

研究中提出了一些新的观点和提法，如网络功能分层、枢纽功能新表述、能力衡量指标体系、公益性与市场调节的关系等，各个部分中还各自建立了一些模型，如交通运输供需结构模型、基于时间周转量的网络能力模型、超级网络和 LOVELL 均衡模型、业务网络的运作模式、

区域通道的三层优化模型、交通运输资源配置效率模型等,可供在今后研究中参考,也希望与各方面同志切磋。

2008年发生的冰雪灾害和汶川地震,对运输安全提出严峻的挑战,而运输网络安全过去没有引起注意,这次把这个问题列入了需重点研究的问题中,但由于时间关系,并未展开。

本书系统反映项目研究的成果,全书共分9章,分别为第一章“交通运输网络研究总论”、第二章“交通运输网络研究概述”、第三章“中国交通运输网络的现状及存在问题”、第四章“交通运输需求模型研究”、第五章“交通运输网络承载能力研究”、第六章“交通运输网络模型”、第七章“交通运输业务网络”、第八章“运输方式与运输网络优化配置研究”、第九章“交通运输综合网络理论”。由于各章都是在各个团队研究基础上独立成文,难免有一定的交叉,尤其是对综合运输网络大多数章中均有论述,但角度不同。文中所取数据取自不同来源,口径不完全一致,但均注明了出处。在第一章前有个摘要,集中叙述了主要观点,为时间缺少、难以详细阅读全书的读者提供了从总体上了解概貌的途径,当然摘要中不可能包括各章的详细内容,要深入了解还是要分别阅读各章。

交通运输网络是顶级的复杂的大系统之一,涉及全社会的政治、经济、资源分布、能源结构、产业发展及其布局、人民生活 and 就业、就学等各个方面,从学科来看,涉及土木建筑、机械装备、能源电力、通信控制、系统运筹、组织管理等不同领域。本研究只是作为一个尝试,试图把问题集中起来构筑一个框架,为建立独立的交通运输网络学科作个探索,起铺垫的作用。

朱高峰
2008年10月

摘要

交通运输网络是重要基础设施。改革开放以来,我国交通运输事业飞速发展,到2006年底,铁路营业里程达到了7.7万公里,公路里程达到345万公里,定期航班机场146个,水运港口泊位1万多个,油气管道4.4万公里。当年完成客运量202亿人次,货运量198亿吨,周转量分别为19 198亿人公里和46 348亿吨公里。交通运输有力地支撑了我国经济和社会的发展。

但是,我国交通运输仍然不能适应社会经济发展的需要:在总量及时空分布上与需求不适应;网络内部各个环节的衔接和不同网络之间的衔接不顺畅;线段与节点之间、干线与支线之间不协调;多种运输方式之间的比例不合理,铁路和水运发展相对迟缓。此外,网络与环境不协调,可持续发展能力有待提高。特别值得一提的是,2008年初的凝冻灾害和5月的汶川地震,充分暴露了交通运输网络的脆弱性,网络安全问题必须引起足够的注意。

交通运输具有明显的网络特性。每种交通运输方式是一个完整并相对独立的网络,集成各种方式构成综合交通运输网络。多年来,我国对交通运输问题的研究投入了相当的力量,但主要集中在设施研发及建设方法上,对网络还缺乏系统的研究。本课题的目的是展开系统研究,弄清网络的基本特性、构成要素及其相互间的作用关系,并分析影响网络功能发挥的因素及网络外部特性,力求构建研究框架,为全面进行网络研究奠定基础。

课题研究主要结果归纳如下:

1. 交通运输需求

交通运输需求是发展交通运输的出发点,需求分为客运和货运两大类,并有如下特点:

① 客运包括政务、商务、求职、求学、探亲及旅游等出行类别。在时间分布上政务与商务需求相对比较均衡,而求职、求学、探亲与旅游的交通需求则有明显的波动。在春节前后客运需求呈现超常峰值,往往比全年均值高出一倍以上。

② 货运包括大宗物品、一般物品、特种物品(鲜活、易燃等)和高价值物品等运输类别,其中大宗物品尤其是煤和粮食的运输占了很大比例。货运也存在一定的季节性。

③ 不同类别的旅客和货物运输偏重于选择不同的运输方式。

④ 需求与供给之间有互动关系。一条新运输线的开通或一种新的运输方式的引入往往会激发新的需求。

⑤ 运输需求随着经济社会发展而变化。客运选择高速方式的倾向会越来越强烈,而随着城镇化的进展,求职和上学等需求会由上升转为平稳。随着经济结构的变化,大宗货物运输会在达到拐点后保持平稳,而后缓慢下降。

⑥ 目前对运输需求的研究偏向于总量和中短期发展,对需求波动性认识不足、规划上考虑峰值远远不够,缺乏对社会经济长远发展的影响研究。

2. 网络的基本特性

运输网络本身要综合考虑连通性、快速性、经济性、安全性和舒适性。

① 连通性是指包括交通活动地域的广泛可达性和运输方式内部各要素之间、各种运输方式之间的连通和衔接,使旅客和货物能从起始地顺畅地到达目的地。

② 快速性是指不断提高技术水平和改进运输组织,尽可能占用较少的运输时间,快速移动旅客及货物。

③ 经济性是指在维持正常的建设和运行要求下,尽可能降低运输成本及收费。

④ 安全性包括设施和网络的安全。对设施安全要有严格的标准,但设施不可能绝对安全。在设施有故障的情况下,要通过网络安全措施以支撑必需的运输量。

⑤ 客运对舒适性的要求越来越高。货运也有方便客户的问题。

此外,网络的外部特性包括:

① 网络的建设需要土地,在平原地区要占用耕地,在丘陵和山区,适宜路网建设的土地资源紧缺,更是一种制约因素。

② 交通运输需要消耗大量能源。我国 2006 年运输消耗能源占全部能源消耗的 7.6% (见 2007 年统计年鉴),比 1990 年的 4.7% 有明显的增长,在第三产业能耗中占有最大比重。

③ 交通运输产生污染。包括实物污染、噪声污染和可能的电磁波污染。

目前对网络特性已进行了不少研究,但缺乏综合研究。对其中急需的网络安全尚未见认真研究。同时,我国土地资源紧缺,能源尤其是石油严重依赖进口,大城市中汽车已成为空气的主要污染源,要依据可持续发展原则统筹考虑,采取技术经济措施尽量减少影响,并根据其严重程度来考虑选择不同运输方式。

3. 网络的层次和功能

① 从地域范围看,交通运输网络可分为干线网、支线网和城市网等。其中干线还可以分不同级别,如省际干线、省内干线、地区干线等。干线与支线的划分是相对的。

② 从功能来看,网络可以分为物理层、业务层和管理层。其中物理层包括线和点的全部设施,业务层是在物理层的基础上组织客、货运输的运行。而管理层对物理层和业务层进行全面管理,包括对信息进行收集分析和实施调控。

③ 网络的能力,即最大限度提供运输产品的可能。能力由各个层次共同形成,其中物理层提供基础能力;业务层的组织运行对实际能力的形成和发挥起重要作用,并提供实际运输产品;管理层则统揽全局,综合协调物理层和业务层。在设施发生故障和其他应急情况时,管理层要发挥主要作用。

④ 网络能力可以用通行能力(运输量)和运输能力(周转量)两个指标来衡量。在实践中,要区分理论能力、设计能力、实际能力和服务能力。网络能力要在总量和时空分布上满足需求。

⑤ 按功能分层借鉴了信息网络理论中的方法,对运输网络是新提法。功能分层法便于对客观存在的不同功能层次的各自特点展开研究,明确各层的目标任务,进而确定不同的资源配置方式和组织运营方式。

⑥ 物理层表现为一定的自然垄断性和社会公共性,可以由政府指定企业来运行。而业务层则应引入竞争,充分发挥市场机制作用,以提高效率,提供价廉物美的运输产品。

4. 物理网

① 物理网络由线和点组成,线表现为线路和通道,点表现为线路交汇点、站点(出入口)

和枢纽。

② 线的特性包括线路长度、走向、通达地点（包括中间站点）、线路宽度（单线条数）、线路承载的运行速度等。这些因素决定线路的通行能力。

③ 点的主要功能是人和货的集、散。衔接点上的转乘和转运是集和散的综合，中间站点是局部集散，枢纽则是大规模的集散，其中不少是整体集散。站点的设计主要考虑方便集散，缩短时间，包括与其他通道和运输方式的方便衔接。站点还要考虑必要的等待及作业时间和有事故时的滞留功能。在集散量过大时，可考虑设一个以上的枢纽。

④ 网的拓扑要有整体设计，网络形状、网络密度、线的路由和点的位置要与需求分布相适应，点与线之间要紧密衔接，网的密度要随着发展而提高。

⑤ 目前对物理能力的研究不够深入。线路密度、站点设置对能力的影响很多还停留在经验数据上；站点（枢纽）设计中主次不清，过多注意外形，而对关键的集散场所面积和布局、内部通道的合理配置上着力不够；网络拓扑形状缺乏研究；干线上只注意直达线而缺乏横向连接和迂回；多数大城市城郊线过分强调环形线而缺乏主干辐射线。

5. 业务网

① 业务网要协调物理网能力的均衡性和运输需求的不均衡性之间的关系，运输业务可分为公共运输和非公共运输，其业务组织各有特点。

② 公共运输要根据需求组织运行线路、班次，确定速度、经停点等，并在换乘点和编组站上组织及时衔接。关键是根据物理网的能力和运输工具的性能尽量满足各种类型的需求（包括价格）。要适应需求的变化和波动。公共运输在发挥市场作用的同时，要保障社会普遍服务、基本服务的要求。

③ 非公共运输包括私家车和单位自有车辆的出行（还会有少部分船舶和航空器），具有随机性，由需求和市场主导，不能进行刚性组织，而只能诱导。它们和公共运输同时占用物理网的资源，要掌握其规律实行市场化的管理。这是要重点研究的问题。

④ 业务包括客、货两大类并可进一步细分，要分类组织。在有足够的需求时应在物理网上也相应地分开，建立高速线路、重载线路等以提高整体效率。

⑤ 运输工具处于物理网和业务网之间，是移动的物理设施，又是业务组织的基本单元。运输工具自身技术进步与物理网的技术进步密不可分，并要求相应的业务组织的变化。运输业务组织应包括运输工具组织和运输对象组织两个层次。

⑥ 业务网中应充分发挥市场机制作用，排除体制障碍，促进形成大型全国性及跨地区性运输企业，并进一步大力发展第三方物流。

6. 综合运输网络

① 综合运输网络是各种运输方式共同构成的全社会网络。各种运输方式适用范围之间有交叉，存在竞争，但在一定时期内估算出各种方式的大体运用范围和合理比例作为宏观指导是需要的，以避免出现大量汽车运煤等不合理情况。

② 各种不同运输方式特点比较如附表。

根据分析，水运是成本、能耗、占地和污染最低的运输方式，但其速度也最低，应该承担对时间要求不高的大规模货物运输和一些特殊客运（如特色旅游等）。水运受到航道地理位置的限制，依赖于和其他方式及城市之间的良好衔接。

航空速度最高，占地少，但成本高、能耗高。主要作为对速度要求高的客运和价值高而体积重量小的货运。

公路作为唯一可以达到门到门的运输方式，灵活性大，适应范围广。在其他运输方式的衔接中也起到辅助作用。高速公路更有速度快的优势，但能耗、污染、占地都较高，安全性也低，在选用时要考虑这些因素。

铁路运输能力大，速度适中，能耗和污染较低，也较少受地理限制，适用于大规模的客运和陆地货运。

管道运输因情况特殊，运输对象较为单一，故未展开分析，但随着经济技术进步，管道运输会有较大发展，在大宗货运中占一定的比重。

③ 各种方式之间除竞争外，更重要的是合作。首先是做好衔接，由于物理层是各自独立建设，各自成网，故要形成衔接点和衔接通道，由公路或轨道交通连通。要搞好枢纽内部“零距离换乘”和相互间的无缝衔接。

在业务层面上，应该大量组织联运，使不同运输方式之间能良好沟通，直接到达。客运应做到一次办理、全程实现，在时间上尽可能紧密衔接。货运则承运人要负责到底。要建立信息共享制度。

④ 随着技术进步，出现各种新的亚方式，如高速铁路、高速公路、支线航空、高速水运等；以上分析会发生变化，综合运输网络的内涵会更丰富多彩。

7. 建议

① 要详细调查需求及其变化趋势，充分考虑需求的波动性。网络规划设计时要综合考虑峰值需求和削峰措施而不仅是平均需求。

② 应统筹规划，对各种运输方式进行详尽定量比较，确定大致的比率，作为引导发展的依据，并根据情况变化和发展趋势不断调整。

③ 改革开放以来，铁路和水运发展明显落后于公路和航空的发展，也大大落后于需求，从可持续发展出发，在保持公路、航空继续发展的同时要大力加快铁路和水运发展。铁路中还应加大电气化的比重（从安全出发，要有一定数量的备用柴油机车），水运要大力做好码头与公路、铁路和城市之间的衔接。

④ 在私人小汽车发展上，考虑到汽车工业和运输两方面，应采取类似日本等国“鼓励拥有、限制使用”的方针，防止石油消耗的过大增长。

⑤ 要加强物理网能力的研究，在线路通过能力、枢纽功能及其体现和网络拓扑对能力影响上取得进展并能应用于规划设计，以提高投资效益和资源利用效率。

⑥ 要通过改革，放开业务组织，引入竞争，要大力发展和规范运输业务，提高运输企业的规模和效率，促进形成全国性大运输公司。要开展非公共运输规律研究，提出业务引导思路。

⑦ 要统筹规划做好不同运输方式之间的衔接，包括物理层的硬衔接和业务层的软衔接，打破部门界限，大力提倡综合运输业务。在货运中大力发展综合运输和第三方物流。要建立不同级别的管理层，首先做到信息共享和监控。

⑧ 要确立网络安全概念，针对各种灾害和故障情况展开研究，路由上要有迂回并预留一定能力，设施上要有备用，要有应急情况下流量控制措施包括限制进入和疏散，要有整体规范和标准。根据汶川震灾的教训，在网络末端最后手段是空运，要考虑大力发展通用航空。

⑨ 建立交通运输网络学科，作为集科学和工程问题于一身的专门领域。既要开展基础理论研究，也要作大量应用研究，以指导交通运输事业的发展。

附表

方 式 内 容	铁 路	公 路	水 路	航 空
运 送 能 力	大	较小	最大	小
速 度	较高	较高	低	高
运 输 成 本	较低	较高	低	高
单位能耗 10^{-3} 标准煤 /[kg/(t·km)]	(6.12) 较小	(32.62) 大	(4.08) 最小	(163.20) 最大
单位占地 /[公顷/(10^8 t·km)]	(20~25) 大	(100~200) 最大	(6) 小	(4) 最小
单位污染 (换算治理费) /[元/(10^4 t·km)]	(1.27) 小	(12.70) 最大	(0.846) 最小	(8.46) 大
通达性	较高	高	低	较高
安全性	高	低	高	高

目 录

摘要

第一章 交通运输网络研究总论	1
1.1 中国交通运输网络的发展状况	1
1.1.1 中国交通运输网络建设和发展取得的成绩	1
1.1.2 中国交通运输网络建设和发展存在的问题	3
1.1.3 发展中国交通运输网络面临的形势	5
1.1.4 中国交通运输网络的研究现状及要求	5
1.2 交通运输网络的运输需求	6
1.2.1 交通运输网络的客运需求	6
1.2.2 交通运输网络的货运需求	9
1.2.3 运输需求的发展趋势	10
1.3 交通运输网络的运输供给	10
1.3.1 理论通行能力	11
1.3.2 交通运输网络供给能力是运输要素在空间与时间上的耦合	12
1.3.3 交通运输网络供给能力的一般影响因素	12
1.3.4 中国交通运输网络的供给能力分析	13
1.4 交通运输网络的结构与特性	14
1.4.1 网络的结构和要素	14
1.4.2 网络的层次	14
1.4.3 网络的外部特性	15
1.5 交通运输网络的运行平台——物理网	15
1.5.1 交通运输物理网络着重要解决的是布局适应性、结构合理性、运用效率性和安全可靠性等四大基本问题	15
1.5.2 交通运输枢纽的布局和规划设计是交通运输网络的关键	16
1.5.3 物理网络布局必须解决好运输通道的资源配置问题	16
1.5.4 建立先进的综合交通运输网络理论体系, 开发实用的综合交通运输网络规划模型及其系统软件	17
1.6 交通运输网络的运行主体——业务网	17
1.6.1 交通运输客运业务网络	17
1.6.2 交通运输货运业务网络	18
1.6.3 运输业务的协作与竞争	18
1.6.4 交通运输工具的选择与运用	19
1.6.5 公共交通运输与自营交通运输	19

1.6.6	业务网络评价指标体系	19
1.7	交通运输方式的比较和配置	20
1.7.1	各种运输方式特性比较与发展定位	20
1.7.2	交通方式配置必须服务于可持续发展	21
1.7.3	交通方式配置必须满足使用者的选择	22
1.8	综合交通运输网络	22
1.9	交通运输网络的安全性	24
1.10	建议	25
1.11	亟需研究的问题	27
第二章	交通运输网络研究概述	29
2.1	交通运输网络理论的研究背景	29
2.1.1	学术与理论研究背景	29
2.1.2	实际研究背景	32
2.2	国内交通运输网络的研究现状	33
2.3	国际交通运输网络的研究现状	36
2.4	交通运输网络的概念探索及科学与工程问题	38
2.4.1	连通性问题	39
2.4.2	畅通性问题	41
2.4.3	可靠性问题	43
第三章	中国交通运输网络的现状及存在问题	45
3.1	国内外铁路交通运输网络的现状及发展趋势	45
3.1.1	我国铁路交通网络的现状及发展趋势	45
3.1.2	国外铁路线网发展趋势	54
3.2	国内外公路交通运输网络的现状及发展趋势	60
3.2.1	国内公路交通运输网络的现状及发展趋势	60
3.2.2	国外公路交通运输网络的现状及对比	74
3.2.3	我国公路交通运输网络发展对策	79
3.3	民用航空运输现状与发展趋势	82
3.3.1	发展状况	82
3.3.2	发展趋势	89
参考文献		94
第四章	交通运输需求模型研究	96
4.1	交通运输需求分析	96
4.1.1	交通运输需求分析概述	96
4.1.2	运输需求与运输供给的相互作用	97
4.1.3	交通运输需求特性分析	99
4.1.4	交通运输需求的经济分析	100
4.1.5	小结	100

4.2	交通运输需求影响因素分析	101
4.2.1	影响交通运输需求因素的选取原则	101
4.2.2	交通运输客运需求影响因素分析	101
4.2.3	交通运输货运需求影响因素分析	103
4.2.4	特殊时段对交通运输需求的影响	104
4.2.5	小结	105
4.3	交通运输需求形成机理分析	105
4.3.1	交通运输需求的形成过程	105
4.3.2	基于对象的交通运输需求生成规律及发生强度分析	106
4.3.3	交通运输需求机理分析	111
4.3.4	小结	140
4.4	交通运输需求分布研究	140
4.4.1	概述	140
4.4.2	交通运输需求的空间时间划分方法研究	141
4.4.3	交通运输需求分布流量矩阵模型分析	153
4.4.4	交通运输需求分布流量在空间、时间的集散及集中度分析	160
4.4.5	小结	163
4.5	交通运输需求模型构建研究	164
4.5.1	交通运输客运需求模型	164
4.5.2	交通运输货运需求模型	170
4.5.3	潜在需求预测模型研究	177
4.5.4	交通运输需求方式选择模型研究	178
4.5.5	小结	185
4.6	交通运输需求均衡分析	185
4.6.1	动态均衡的相关理论	186
4.6.2	交通运输与国民经济供需均衡	187
4.6.3	交通运输结构的均衡分析	189
4.6.4	交通运输区域供需均衡	214
4.6.5	小结	228
	参考文献	229

第五章 交通运输网络承载能力研究

5.1	交通运输网络承载能力的基本问题	235
5.1.1	交通运输网络承载能力的定义及研究意义	235
5.1.2	交通运输网络承载力研究的科学问题	237
5.1.3	交通运输网络承载力研究的国内外状况	239
5.1.4	交通运输网络承载能力的研究方法	254
5.2	路径承载能力的测度	258
5.2.1	路径承载能力的基本定义	258

5.2.2	路径通行能力的研究概况及新问题的提出	260
5.2.3	路径通行能力中车道数问题的实证研究	267
5.2.4	路径承载能力中车道数问题的数学分析	282
5.2.5	路径通行能力中车道数问题的仿真研究	287
5.3	交通运输网络承载能力	298
5.3.1	交通运输网络承载能力的数学定义	298
5.3.2	承载能力影响因素分析	302
5.3.3	区域承载能力的度量指标与建模	307
5.3.4	网络承载能力的度量指标与建模	311
5.3.5	网络承载能力可靠性问题	318
5.4	交通运输网络承载能力的一般统计测度	324
5.4.1	测度标准	324
5.4.2	空间与时间的耦合——运输周转量与时间周转量	332
5.4.3	交通运输系统的服务能力	335
5.4.4	算例应用	339
5.5	其他问题	342
5.5.1	交通土地承载能力	342
5.5.2	交通与能源消耗	343
5.5.3	交通环境承载能力	344
	参考文献	345
第六章	交通运输网络模型	353
6.1	交通运输物理网络	353
6.1.1	交通运输物理网络含义	353
6.1.2	综合交通运输物理网络	360
6.1.3	交通运输物理网络研究的发展趋势	365
6.2	交通运输枢纽规划的理论与方法	370
6.2.1	概述	370
6.2.2	交通运输枢纽规划理论与方法	373
6.2.3	综合交通枢纽的规划方法	381
6.2.4	结论与发展趋势	386
6.3	交通运输通道规划的理论与方法	387
6.3.1	运输通道的概念	387
6.3.2	交通运输通道研究发展趋势	389
6.3.3	运输通道的规划	394
6.3.4	研究动态评述及未来发展方向	409
6.4	多方式、多货种综合运输网络模型	410
6.4.1	概述	410
6.4.2	存在问题分析	412

6.4.3	超级网络与 LOVELL 均衡	413
6.4.4	供应链网络中决策者行为分析	414
6.4.5	多货种、多方式区域运输网络均衡的 VI 模型	420
6.4.6	区域运输中的产业布局	421
6.4.7	区域运输的网络优化	425
6.4.8	多货种、多方式网络均衡模型发展	428
6.5	综合交通运输物理网络评价体系	429
6.5.1	概述	429
6.5.2	综合交通运输网络评价指标体系	429
6.5.3	综合交通运输网络评价研究的发展趋势	439
6.6	案例分析——浙江省沿海港口多货种、多方式集疏运网络	441
6.6.1	概述	441
6.6.2	主要研究结果	443
	参考文献	465
第七章	交通运输业务网络	471
7.1	交通运输业务网络的结构框架	471
7.1.1	交通运输业务网络定义及内涵	471
7.1.2	交通运输业务网络的发展过程及发展趋势	473
7.1.3	我国交通运输业务网结构模型	475
7.2	社会发展新模式下的各种运输方式的特征分析	477
7.2.1	运输方式的主要评价指标	478
7.2.2	各种运输方式客运指标分析	480
7.2.3	各种运输方式货运指标分析	483
7.3	我国各种运输系统业务网络的运作模式分析	486
7.3.1	客运业务网络的运作模式分析	486
7.3.2	货运业务网络的运作模式分析	507
7.4	综合交通运输客运业务网络理论	523
7.4.1	综合运输客运枢纽协作技术	523
7.4.2	综合客运通道协作技术	537
7.4.3	综合客运业务网络管理模式研究	539
7.4.4	客运通道运量合理分担率预测与控制方法	548
7.5	综合交通运输货运业务网络理论	558
7.5.1	不同运输方式间衔接与协作技术	558
7.5.2	综合运输货运业务网络管理理论	574
7.5.3	综合货运现代技术应用	587
7.6	综合运输业务网络评估指标体系	592
7.6.1	评估内容及目标	592
7.6.2	综合运输业务网络评估指标体系设计	593

7.6.3 评估指标的计算	594
参考文献	597
第八章 运输方式与运输网络优化配置研究	601
8.1 各种运输方式技术经济特性及供给特性分析	601
8.1.1 运输方式的主要技术经济特征	601
8.1.2 各运输方式的主要技术经济特点	602
8.1.3 运输方式技术经济特性比较	604
8.2 交通参与者的交通行为特性及其影响因素分析	606
8.2.1 出行者出行决策分析	606
8.2.2 离散选择模型	608
8.3 基于经济系统的交通运输方式结构优化模型研究	609
8.3.1 交通结构优化目标分析	609
8.3.2 环境约束下的交通结构优化模型	610
8.3.3 能源消耗约束条件下的城市交通结构优化模型	611
8.4 基于市场经济行为的交通运输方式选择模型	612
8.4.1 基于出行者最优的通道内运输方式选择模型	612
8.4.2 基于出行者最优的通道内运输方式选择模型参数标定	616
8.4.3 实例计算	617
8.5 各种运输方式的网络配置研究	621
8.5.1 网络拓扑的描述方法研究	621
8.5.2 区域运输通道布局优化模型	626
8.5.3 多层规划模型简析	627
8.5.4 区域运输通道布局优化三层模型	627
8.5.5 区域运输通道布局三层优化模型参数分析	632
8.5.6 区域运输通道布局优化三层模型的求解算法	634
8.5.7 实例计算	635
8.6 结论	638
参考文献	638
第九章 交通运输综合网络理论	640
9.1 绪论	640
9.1.1 研究背景与意义	640
9.1.2 国内外研究及其发展概况	641
9.1.3 研究目标与内容	643
9.1.4 研究的技术路线	644
9.1.5 报告的框架结构	645
9.2 交通运输资源的配置理论	646
9.2.1 交通运输资源和效率的内涵	646
9.2.2 交通运输综合网络的规模效率	649