

(川)新登字 018 号

## 内 容 简 介

本书是一本交通运输系统分析研究成果选编集,是作者从十余年来主持研究的众多交通运输系统分析研究成果中精选编成的。本书内容包括:我国区域交通系统(海南省交通发展战略 1 篇)、城市交通系统(北京市交通综合体系发展战略、提高北京地铁承担总客运量比重方案等 3 篇)、铁路运输系统(铁路枢纽站群系统、提高哈尔滨铁路枢纽综合能力网络系统等 3 篇)和水运港口系统(长江干流航运发展战略、三峡工程航运效益等 3 篇)等方面计 10 篇研究报告的主要部分。这些成果都经国家或省(部)市级鉴定,基本上已被相关部门采纳或付诸实施,效果显著。其中,部分成果获得国家或省(部)市级科技进步奖。

本书可供从事交通运输规划、管理、决策及交通运输系统分析专业的科研、教学和决策人员参考。

### 交通运输系统分析应用案例集

主编 张国伍

\*

西南交通大学出版社出版发行

(成都 九里堤)

新华书店经销

成都飞机工业公司印刷厂印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:12.5

字数:316.8千字 印数:1000册

1994年9月第1版 1994年9月第1次印刷

ISBN7-81022-730-0/U·035

定价:10.50元

# 序 言

70年代末我国开始广泛宣传推广系统工程,经过广大系统工程工作者和各有关单位的领导、专家和实际工作者的共同努力,已经在不少领域取得了可喜的成果。80年代初,北方交通大学张国伍教授把系统工程应用到交通运输系统中,开始了交通运输系统分析理论的研究,并积极在实践中应用。在有关部门的领导和专家的支持和热情帮助下,他先后带领青年教师、研究生,深入到车站、港口、机场等交通运输第一线、海南省、黑龙江省、广西壮族自治区、山东省、北京市、深圳市、海口市等省市地区,铁路局、港务局、航运公司、航空公司、公共交通公司等交通运输企业,进行交通运输系统分析的理论 and 实践工作。他不断学习、不断实践、不断总结,并进行了理论方法的深入概括,在此基础上,主编了我国第一本交通运输系统分析的专著,建立了交通运输系统分析的体系,填补了系统工程学科在交通运输领域应用理论方法的空白。

这次张国伍教授主编的交通运输系统分析应用案例集,就是他十几年来从事交通运输系统分析实践的结晶。它们都被有关部门采用实施并取得了较好效果,在理论方法上各具特色。这些成果,涉及交通运输系统的主要应用部门(包括铁路、港口、城市、区域、枢纽、综合交通系统分析以及交通运输企业管理系统分析等领域),概括了进行交通运输系统分析实践所应用的主要理论方法(包括系统科学、运输科学、经济科学、计算机科学等方面的理论和交通运输系统模型、模拟、优化与评价等方面的方法等)。通过这些应用实践的案例分析,将会进一步促进交通运输系统分析的实践发展与交通运输系统分析的理论建设。

交通运输系统分析在我国交通运输建设中的应用,有着广阔的领域,关键在于要紧密联系交通运输行业进行深入的研究探索,要在探索中指导实践,在实践中发展理论。理论的深入发展有一个过程,在这个过程中要付出艰苦的、创造性的劳动。张国伍教授十几年来在这方面付出了辛勤劳动,在国内交通运输系统工程领域作了开创性工作。希望交通运输系统工作者能继续努力实践,坚持下去,这样交通运输系统分析这个新领域的理论与方法必将得到不断的发展。

最后我祝贺本书的出版。

张钟俊

1993年8月

# 自序

系统分析(系统工程)是系统科学的一个应用分支学科。它是伴随着系统科学、信息科学、控制科学、管理科学以及计算机科学的应用发展而形成的一门新学科。它是从系统理论出发,对其服务和研究的对象,通过对系统的目标的分解、协调、综合、优化与实施而实现系统的功能。对于一个复杂的研究对象,进行无序与有序、局部与整体、随机与离散、综合与完整的分析,逐渐形成了这门新学科——系统分析。

交通运输是一个复杂的巨系统。交通运输系统分析是通过系统分析与交通运输学的结合,在交通运输系统的建设与发展的实践中形成的一门新的交叉学科。

我从1978年开始了这门新学科的研究和建设工作。为了加速发展这门新学科,我们走理论与实践相结合的建设道路。事实告诉我们,没有理论指导的实践,是盲目的实践;而没有实践则理论又很难得到充实、完善和发展。为此,我们采取了边学习、边研究、边实践、边总结的方式,通过十余年的认识(理论)、实践,再认识、再实践,反复认识、反复实践,其中包括我们十年来的交通运输系统分析硕士研究生的培养实践,包括十多年来由我主持的有关交通运输系统分析的十几项重要课题的研究实践等。1991年已将反复实践中取得的理论认识,由我主编出版了具有中国特色的我国第一本交通运输系统分析专著。为配合这本专著的出版,进一步从实践上推动交通运输系统分析学科的发展,现在我又主编了这本《交通运输系统分析应用案例集》。

本书收集了十个研究课题,它们是从十几年来我主持的众多交通运输分析课题中,从不同角度选编出来的。这十个应用研究课题的应用研究领域主要分布在我国区域交通系统、城市交通系统、铁路运输系统、水运港口系统等,基本上覆盖了十余年来我们在这个学科研究的领域,同时也基本上介绍了交通运输系统分析学应用研究的理论和方法。这些成果都已通过了国家或省(部)市等部门的鉴定,并基本上已被相关部门采纳或实施,并取得了显著的效益和效果。其中,部分成果获得了国家或省(部)市级等的技术进步一、二、三或四等奖。介绍这些应用成果,既可以深化对交通运输系统分析学科的学习和认识,又可以为开展交通运输系统分析应用研究,提供可操作的方法。此外,这本案例集的出版,对推动交通运输系统分析学科的应用实践和学科建设,都将发挥积极作用。我们相信,交通运输系统分析这门新兴学科,今后在国内外专家学者、交通运输部门和企业的的大力支持和帮助下,在广大的交通运输系统分析理论工作者的共同努力下,必将有一个更大的发展。

应该说明的是,这些实践和案例是十年来我和我的助手、研究生们共同完成的。由于人数众多不便在此一一列出。但其中尹相勇、胡天军、荆玉成、朱俊峰、毛保华、张雷、雷黎、贾顺平和黄元林等同志,参与了本书部分内容的修改,在此表示感谢。当然,我更要对所有参加运输系统分析学科实践的教师、研究生们表示感谢,感谢他们为此而付出的辛勤汗水。我还要对所有合作过的部门、企业和院校的朋友们表示感谢,因为没有他们尽心尽力的支持和帮助,这些实践也是无法完成的。

# 目 录

第一篇	海南省交通运输系统发展战略研究 .....	1
第二篇	北京城市交通综合体系发展战略研究 .....	26
第三篇	提高北京地铁承担总客运量比重方案研究 .....	41
第四篇	北京市市区公共电汽车线路网优化调整方案 .....	61
第五篇	铁路枢纽站群系统研究 .....	85
第六篇	提高哈尔滨铁路枢纽综合能力网络系统分析 .....	107
第七篇	福州铁路分局运输系统分析 .....	121
第八篇	长江干流航运发展战略研究 .....	130
第九篇	三峡工程航运效益分析 .....	145
	附录 三峡工程在综合运输网中的航运效益分析决策支持系统	
第十篇	深圳海岸港口功能系统分析 .....	177
附录	参加研究人员名单及研究成果获奖情况 .....	192

# 第一篇

## 海南省交通运输系统发展战略研究

### 一、研究背景

海南岛是我国第二大岛,总面积 33920 平方公里,人口约 605 万人。岛内中部偏南多高山,四周低平,地势平坦,长期以来孤悬海外,边远荒闭,交通闭塞,通信困难。十一届三中全会以后,海南交通通讯设备进行了改造与新建,海南交通运输有了较大的发展。1987 年全岛完成货运量 3751 万吨,货物周转量 16.5 万吨公里,客运量 8953 万人,旅客周转量 39 亿人公里。1980 年以来,海南客货运输量都有较大增长,平均每年递增 7% 和 11%,港口吞吐量平均增长 4.7%。

作为海南对外交通口岸和门户的港口,已建成或正在建设的有海口、八所、洋浦、三亚、乌场和清澜等港。现有泊位 51 个,其中万吨级以上泊位 3 个,中型泊位 16 个,年通过能力 740 万吨,1987 年完成货运吞吐量 783 万吨,客运量 190 万人次。全岛现有公路 12791 公里。其中海榆东、中、西三条干线占全岛通车里程的 8.15%,线路交通量占整个公路交通量的 60% 以上,是省内运输大动脉。东西向有四条公路横贯线,与海榆三条干线联结,构成岛内三纵四横的公路骨架,初步形成了一个以海口为中心通向岛内各市县,和以市县为中心通向各乡、镇、村的两级公路网。1987 年全省有机动车 64387 辆,专业运输部门完成客运量 3728 万人,货运量 68 万吨。岛内现有铁路 238 公里,现有机车 16 台,货车 266 辆,客车 28 辆,1987 年完成货运量 438 万吨,客运量 100 万人次。海南现有海口和三亚两个机场,海口机场 1985 年扩建后拥有 2500 × 60 米的跑道,候机室建筑面积 8000 平方米,年通过能力 50 万人次,1987 年完成客运量 32 万人次;三亚机场有 1550 × 45 米跑道,可供安图—24 型飞机起降。

目前海南的对外运输联系主要由海运、海峡轮渡和航空三种方式来完成,其中货运以海运为主,其运输量占对外运输总量的 80% 以上,客运以海峡轮渡为主,其运输量占对外运输总量的 78%。在海南对外运输联系中,目前主要是同大陆之间的运输联系,其客货运输量占对外客货总量的 98% 和 93%。1987 年陆岛间货运量达 675 万吨,客运量 332 万人,其中货物运输任务主要由大陆的各海运公司完成。海南同国际地区间的运输联系,目前主要限于港澳和东南亚地区。海南岛内的运输联系由公路、铁路、环岛水运和航空所构成的综合运输网来承担,其中以公路为主体,海口则是全岛交通网的中心枢纽。

尽管近几年来海南交通运输系统有了较大的发展,但随着海南经济特区的开发与建设,海南实行全方位的开放政策,它与国内外交往的需求将迅猛增长,现有的交通运输系统远不能适

应社会经济发展的需要。其表现为：

(1) 海南交通运输系统的规模较小,技术和管理水平较低。表现在主要港口的吞吐能力小,深水泊位少,装卸机械设备落后;公路的技术标准和桥梁载荷能力低,全省最高等级的二级公路只有 76 公里,占总里程的 0.6%,而等外公路却占 36.5%;铁路线路短、设备落后,只能满足目前矿石运输的需要;民航机场少,且布局同城市干扰较大,需改建与新建。

(2) 对外运输通道不畅。特别是同大陆联系的陆岛运输通道尤为严重,运力不足。岛内运网同大陆运网缺乏良好的衔接。海南没有建立与海南对外运输任务相适应的航空和海上运输队伍,只是依靠运输任务日趋紧张的国内运输力量。

(3) 环岛沿海水运尚未充分利用起来。海南现有岸线 1528 公里,环岛有 68 个天然港湾,这是海南运输系统的独特资源,环岛沿海是海南岛的一条大能力的环线干道,目前尚待开发利用。

海南建省并建成全国最大的经济特区,是中央作出的一项重大战略决策,为海南社会经济发展开创了新局面。为了更好地指导海南的开发建设,海南省政府已制定了海南社会经济发展战略和城市总体建设规划,明确了海南社会经济发展的战略目标、步骤和对策,研究和探讨了产业政策和地区布局等重要问题,勾画出了海南社会经济未来发展的基本蓝图。2005 年前后,海南人均国民生产总值将达到 2000 美元以上,相当于台湾 80 年代初的水平,较全国提前进入小康阶段。

如何促使这一宏伟目标的实现,是海南各社会经济部门共同关心的问题。交通运输是海南经济发展的基础产业,是海南经济建设的基本投资环境,是海南对外开放的物质基础。海南的经济发展,首先建立在形成合理而有效的交通运输系统的基础之上。为此,迫切需要海南交通运输系统未来的发展指明方向,亦即迫切需要制定海南交通运输系统发展战略。

## 二、主要内容

交通运输发展战略是海南社会经济发展战略的重要组成部分,其主要研究内容应该是:海南省在一定历史时期内(近期为 1988~1992 年,中期为 1993~1997 年,长期为 1998~2005 年),在其社会经济发展战略目标指导下,与海南社会、经济及其他诸要素协调发展的有关海南交通运输系统(包括岛内运输、陆岛运输和国际运输三个运输通道系统等)发展的全局性、根本性和长远性的问题。它包括海南交通运输系统发展的战略目标、战略水平、发展阶段及战略对策等有关内容,以对交通运输系统的合理规模与结构及空间布局等交通运输发展的战略问题,指出明确的方向。

## 三、总体设计

### 1. 海南交通运输系统发展战略研究的基础

海南交通运输系统的现状、问题及其自然地理特征、海南未来社会经济发展战略以及交通运输系统自身发展的基本规律和特点,是研究海南交通运输系统发展战略的基础和出发点。

## 2. 海南交通运输系统发展战略研究遵循的原则

在研究海南交通运输系统发展战略的过程中,须遵循以下原则:

- (1) 必须同海南社会经济发展相适应,并使海南交通运输系统的发展略有超前;
- (2) 与相关的社会经济系统的发展相协调;
- (3) 考虑海南国防建设的要求;
- (4) 促进海南投资环境的改善;
- (5) 有利于结构协调、布局合理的综合运输网的形成;
- (6) 有利于运输系统的效益和技术水平的提高;
- (7) 保证运输服务水平的提高,提高交通运输系统的可靠性和安全性,减少环境污染。

## 3. 海南交通运输系统的构想——三通四流

基于以上原则和出发点,提出海南三通四流的运输系统构想。根据海南各种社会经济关系所形成的人流、物流、信息流、资金流在生成和空间分布上的不同特点,提出陆岛流、国际流、岛内流和中转流四种交通流。各交通流的基本形态为人流、物流,同时又作为资金流和信息流的一般载体,构成海南各种社会经济联系的广义流通体系,依托着相应的三个运输通道系统——陆岛通道、国际通道和岛内通道。每个通道又作为多层次、多种运输方式的综合运输体系,保障着四个流的畅通,进而保障和促进海南各种社会经济联系的通畅。

## 4. 海南交通运输系统发展战略研究的三阶十步

海南交通运输发展战略研究分为三个基本阶段和十个基本步骤,如图 1—1 所示。

(1) 第一阶段即框架设计阶段,主要是对海南交通系统进行系统分析和系统诊断,形成一个初步的指导思想和构思及研究的方案。

### A. 系统分析

主要工作是收集资料,了解系统现状以及理论方法的选择。要了解交通运输系统的历史发展过程和规律、现有运输网的结构和空间布局、承担的任务、管理体制、能力水平和技术状况等,发现系统存在的问题。

### B. 战略分析

重点在于对海南交通运输系统未来发展的基本动力、优劣势及环境等状况进行分析和整理、明确该系统未来发展的基本支点、动机和制约条件,对发展战略的指导思想提出一个初步的轮廓。

### C. 社会经济发展战略分析

社会经济系统是一种多层次复杂系统,它与交通运输系统组成两层次复合系统,交通作为其基础系统具有重要意义。然而,交通运输系统的发展源于经济社会发展的要求,从属于经济社会发展,交通运输事业发展又能保障和促进经济开发建设的历史进程。社会经济发展战略包括发展规模和速度、产业政策、产业布局、城乡规划等。

### D. 国外经验

社会经济发展对交通运输的要求不是几十年不变的。然而,这种结构性参量的变化特性的获取,只能从国外较发达国家和地区过去几十年的发展轨迹和历史经验中寻找,作为我们的参考值。交通运输发展内部结构性变化的依据,他只能从国外经验中寻找。社会经济规模的不同,

生产节奏的变快,人民生活水平的提高等,都对运输系统提出新的要求。我们研究运输系统未来的变化时,国外的经验和教训是很有参考价值的。当然,在应用中要结合中国自己的国情。海南发展战略主要参考国家和地区有日本、韩国、台湾、香港、新加坡等。

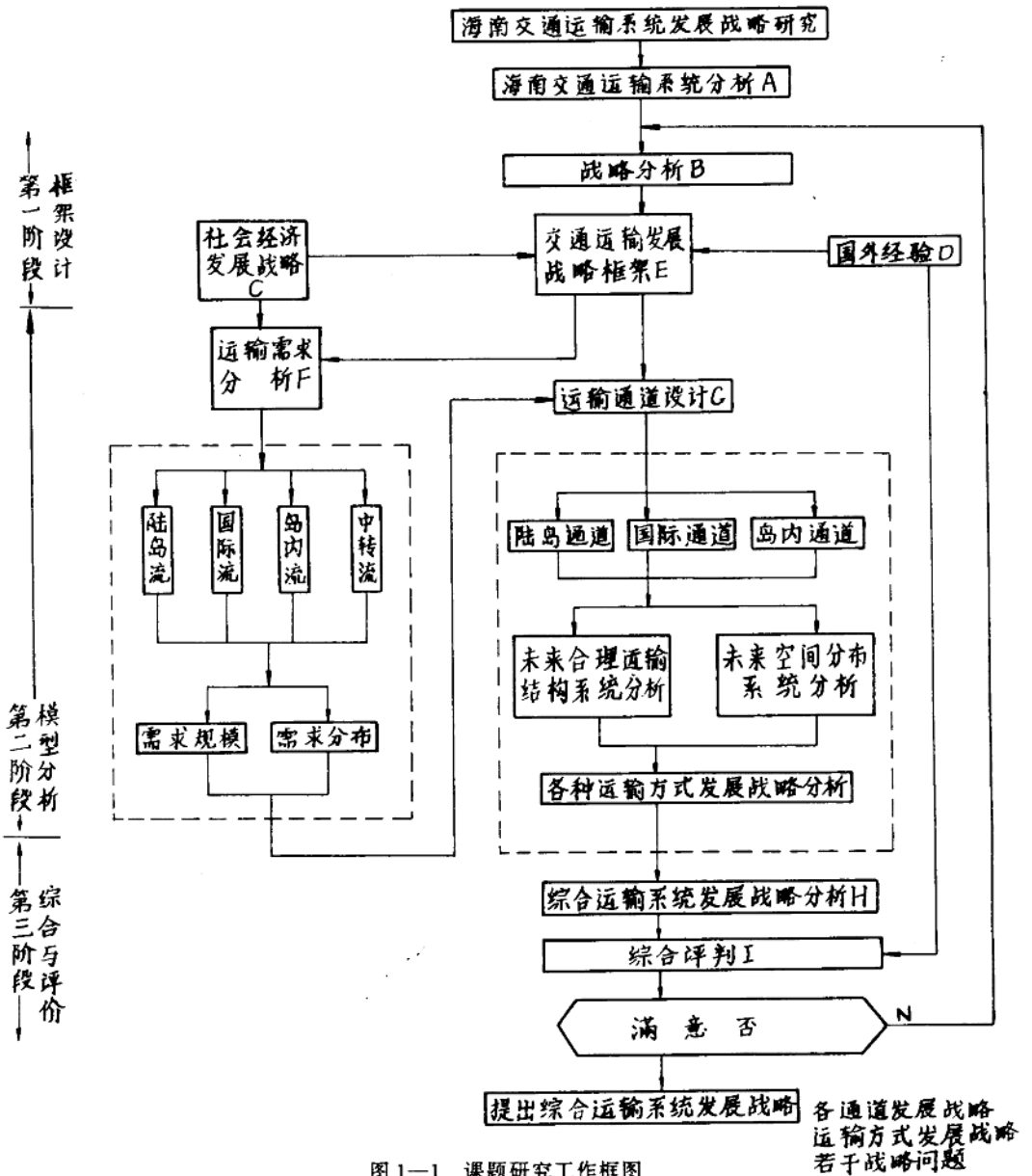


图 1-1 课题研究工作框图

### E. 交通运输发展战略框架设计

通过以上 A、B、C 和 D 几项工作的准备,提出初步的发展战略思想、目标、阶段和重点,为进一步研究确定一个基本的范围。框架设计的核心就是要形成一个完整的定性模型,为进一步的定量化处理提供方便。在海南交通发展战略中我们提出“三通四流”的战略框架,概括了整个研究的全貌。



(2) 第二阶段即模型分析阶段,主要是将定性分析的工作定量化处理。这里主要分为两个大步骤,需求分析和供给分析。

#### F. 需求分析

不同于一般预测模型之处在于,它更侧重于流生成的社会经济原因,确定相互间的经济关系。这里,国外参数有很大参考价值。需求分析主要分为几个大部分。①需求分类。按需求生成性质的不同划分为几类,当然也可根据需要按别的原则划分。海南战略中分为四个流:陆岛流、国际流、中转流、岛内流。②需求规模预测。这需要建立一个或一组动态模型。③需求空间分布模型。研究流的分布主要是重力模型,也可用聚类的方法进行。④需求结构。最简单的划分是客货结构,要进一步深入需有较细致的产业政策和人员出行动机分析。

#### G. 运输通道设计

不同于一般规划,它不完全从需求数量开始,也不是从某一运输方式开始,而是从需求的质量要求和数量要求开始的。在符合一定运输质量(包括送达速度、安全性、责任性等)和发展要求(国外经验有重要参考意义)的前提下,提出其规模要求,进而设计通道的内部优化组合。它主要解决四个方面的问题:①通道的分类。确定通道的性质和划分,海南战略分为三个通道:陆岛通道、国际通道和岛内通道。②通道内部结构分析。结构模型发挥重要作用。一般有 *Logit* 模型和 *AHP* 法等。③空间分布。主要考虑自然地理、人文社会等因素,以及现有运输网布局形态等因素。聚类分析法会有用武之地。④各种运输方式发展分析。在对每个通道进行运输结构空间分析的基础上,思维从纵向转向横向,考虑单个运输方式的相互衔接和线网布局,形成较为完整的综合运输网络系统。

(3) 第三阶段即综合与评价阶段,主要是进行综合分析、综合评判并提出综合运输系统发展战略。

#### H. 综合运输系统发展战略分析

战略分析的核心是,找出已构造出的运输系统在未来发展中的全局性、长期性和关键性问题。模型试验是一般手段,通过试验整理出各种战略的依据、目标、重点、解决途径和基本对策。这项工作是一项高度综合的工作,除研究人员外广泛地进行专家咨询有重要意义。

#### I. 综合评判

综合运输系统战略水平的评判需建立一整套指标,然而,这套指标目前尚无完整的、公认的系统。本次战略水平评价中,选择了运网规模、综合运输结构、通达城市数和航线数、现代化水平、通达半径等指标进行综合评价。在评价中组织了各方专家、决策者、实际工作者参加。经验评价也是很有意义的,海南战略在这方面做了大量工作,通过评价对整个战略反复地进行修改和完善。

#### J. 提出综合运输系统发展战略

这是最后一项工作,旨在形成能使各方面人士理解的交通发展战略。

## 四、理论与方法

海南社会经济系统是一个开放系统,不仅有内交换,也有外交换。表现为两个基本的经济循环,一个是岛内各经济极核间的经济社会循环;另一个是海南岛与大陆及国际市场间产生的社会经济循环。它反映了海南在空间上参与国际、大陆社会经济活动的程度。社会经济循环的

基本内容是人员、资金、货物、信息的交换,而这种交换的基本载体是人员和货物,通过运输系统的工作得以实现。交通运输就是在时间上、空间分布上、在服务水平上,与社会经济的两个循环要求相适应,保证这两个循环的不断发展。海南是以外向型经济为主体的,保障外循环的畅通尤为重要。

海南交通运输系统是由铁路、水运、公路、航空构成的综合运输系统。岛内以公路为主体;在对外运输系统中主要以海运与岛外其他地区的运输网相衔接;港口环岛分布基本均匀,但目前整个运输系统规模小,技术水平低。岛外运输主要由岛外运力承担。

海南交通运输发展战略研究是基于发展战略理论、系统分析理论和交通运输规划理论而进行的。在具体研究这样一个复杂大系统的未来动态趋势过程中,对于一些关键性问题根据其自身的特点和要求,分别选用了不同的处理方法和处理技术,如变系数指数外推预测方法、重力模型、Logit 模型、多层次权重分析决策方法(AHP 法)及网络模拟的方法等等,在系统构思的引导之下进行这项研究。

(一) 交通发展战略理论

1. 交通发展战略理论研究

发展战略系统是从全局和长远来考虑问题,以寻求某种特定目标,并且要求从诸多方案中选择各方面满意的方案。系统的方法是提供完成这些要求的重要工具和方法,它主要是提供一些研究的思路,提供定性和定量相结合的工具。只有在对研究系统本身的内在机制有充分认识的基础上,并紧紧依靠从事这方面工作的各级领导和专业工作者的帮助,才能充分展示其优势。对于交通系统发展战略,必须立足于交通运输理论,从交通运输发展的内在规律中,发现和认识交通系统本身发展的全面性、决定性和长期性的重大问题。

(1) 交通运输发展战略研究的主要内容

交通运输系统作为社会经济系统发展的基础,涉及几乎所有社会经济领域,其发展战略研究内容如图 1—2 所示。

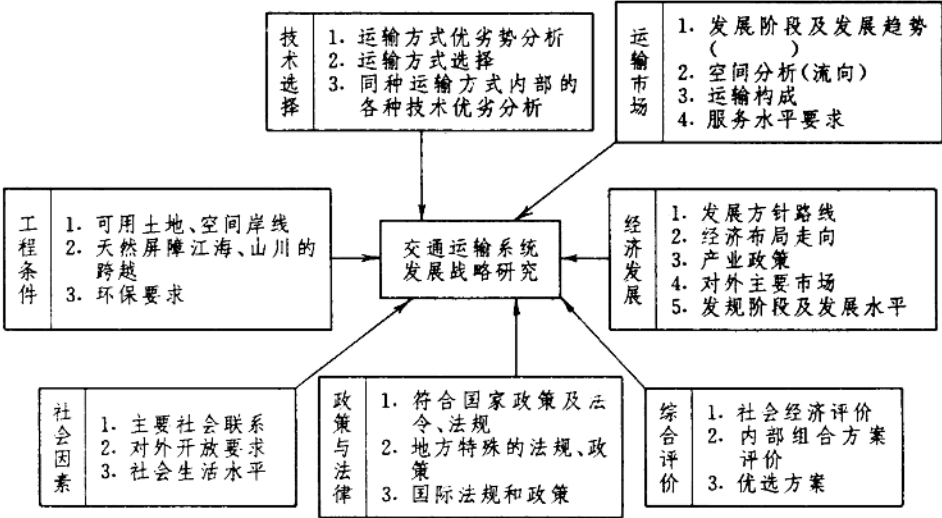


图 1—2 交通运输发展战略研究的主要内容

交通运输发展战略所关心的是运输系统的全局性问题,而不是局部问题。要求研究人员站在社会经济环境这样一个高度来审视交通运输问题,而不是从运输系统内部来提出全局性问题;是长期性问题,而不是一时存在的问题;是研究时期内有待解决、要求不断努力的问题;同时又是关键性的重大的问题,它影响着整个运输系统的完整、协调和发展水平。只有同时具备这三个特征,才能算是战略问题。在研究交通运输系统战略时战略问题往往集中在发展交通运输指导思想、交通运输结构和交通运输布局三个方面。

(2) 交通运输发展战略研究的几个重点

交通运输发展战略研究同其他战略研究一样,必须包括以下几点才能构成完整的战略方案:

- ① 发展战略的指导思想。
- ② 发展战略追求的战略目标。
- ③ 发展战略的基本重点。
- ④ 战略发展的几个基本阶段。
- ⑤ 发展战略的基本对策。

(3) 交通运输发展战略研究的基本过程

交通运输发展战略研究是按系统分析的一定思路开展的,其基本过程如图 1—3 所示。

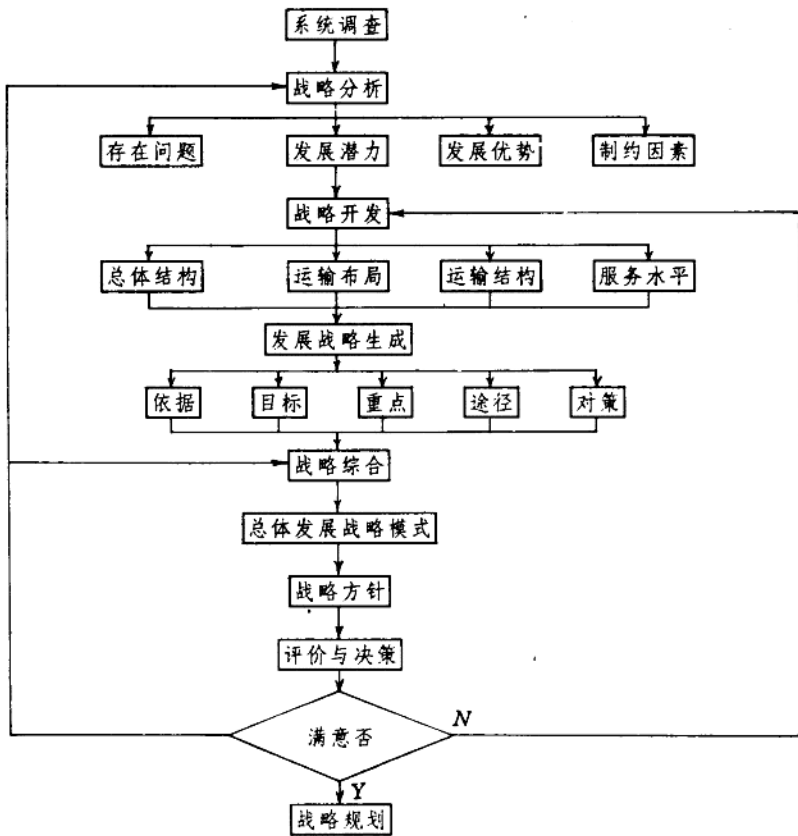


图 1—3 交通发展战略研究技术路线

## 2. 交通运输理论

交通运输发展战略研究所采用的交通运输理论,主要是交通流理论和运输通道理论,发展战略的系统理论通过它们贯穿于交通运输发展战略的研究之中。交通流的理论作为运输需求分析的指导原则,着重于交通流的生成、流量、流的空间分布及其动态趋势的研究,从而对运输系统的未来发展提出基本的要求。运输流的分析是任何运输发展问题研究的起点。运输通道理论是运输供给系统发展研究的指南。与单个运输方式供给研究不同之处,在于,它位于一个更高的高度,首先从需求的特点及一般要求出发,从运输系统的普遍功能上去寻找与运输流相一致和相协调的途径,这样就为进行综合运输网络系统发展问题研究提供了一种更适合的高度和方法。在研究运输通道本身时,再根据通道本身的特点,结合自然条件,技术经济要求确定运输方式的结构和它的空间走向。

交通流的理论是从研究空间经济联系开始的。空间经济联系源于区域间自然、经济、文化的差异,它引起交流的可能和交流的必要,直观意义就是某区域需要,而另一区域有供给可能性,但互补并不一定产生联系,而合理的联系必存在互补性。互补性是会有变化的。由于人类活动的演变而产生新的介入源或其他条件的改变都会对互补性产生影响。

区域间社会经济联系的物质形态是运输联系,运输联系的产生前提是必须有运输通道。区域运输联系的另一条件是距离,这个距离是一个广义的距离,是空间距离、运输费用和运输时间的综合反映。运输联系与广义距离呈线性相关关系。运输吸引范围与理论上的经济市场之交集,形成了现实的社会经济市场。这个相对稳定的势力边界形成相对稳定的运输流。这种运输流包括人员、资金、信息和货物,其中人流、货流是资金和信息的基本载体。

按此理论对所研究区域的内部和外部运输流进行研究,预测其规模、空间分布、构成和要求,这就是交通流理论的一般内容。

运输通道理论作为运输供给理论,着重研究运输供给的基本和特殊功能、现有和可能的运输选择和优化组合。随着社会联系和社会经济的发展,对运输联系的安全性、时间性、方便性、舒适性等提出了相应的要求;适应这种要求的运输系统,才能得以存在和发展。运输系统是由多种运输方式组成的,每种运输方式由于自身的技术条件限制,在提供的运输服务上是有差异的。当今世界运输系统日趋多元化、综合化,充分说明利用各种运输方式的优势进行优化组合的必要性和广阔前景。

根据运输需求的特点,进行通道的空间分布、强度的规划和优化组合,是运输通道设计的基本内容,进而可更深入地规划每种运输方式在综合运输网中的相互联系、空间发展和技术选择。

## 3. 海南交通运输发展战略的三通四流理论

### (1) 四 流

依据以上理论,结合海南具体情况,分析得出海南交通流由四种基本运输流构成,如图1—4所示。

① 陆岛流,是海南与大陆间社会经济联系形成的交通流,是目前海南对外运输联系的主要部分,今后仍将存在并有较大的发展。它是海南岛与祖国内陆千丝万缕联系的继续。

② 国际流,是海南对外开放,参与国际经济循环的物质形态,目前规模尚小,但由于海南以国外资金作为基本发展动力,今后的发展必然有较大的增长。

③ 岛内流,是岛内地区间发展不平衡和专业化分工不同形成的人流和货物流动,是一种内循环,在一个相对封闭的系统中流通。

④ 中转流,由于海南是我国最大的特区,享有最优惠的开放政策,这种区域性明显差异的政策,将形成一种跳板式的运输中转联系,表现为一种运输流就是中转流,由内地通过海南进入国际市场,由国际市场通过海南进入大陆内地。

## (2) 三通

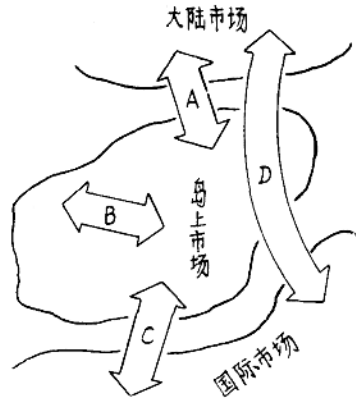
海南运输通道根据其担负的运输联系的不同分为两个部分和三个通道;两个部分是对内部分和对外部分,对外部分根据衔接地性质和要求的不同又分为陆岛通道和国际通道。

① 岛内通道,担负岛内各社会经济点之间的运输联系,其要求随海南自身社会经济发展而发展。

② 陆岛通道,是目前海南对外运输主通道,担负对外运输的95%,要求与国内运输系统的发展相适应。主要以海运为基础。

③ 国际通道,由于天然的海上通道的存在,使海南与国际运输联系有广阔的发展余地,但目前规模尚小。由于它的发展将与国际运输水平相适应,其要求在很大程度上有异于其他通道,因此,从对外通道中单列出来予以研究。

根据海南自然地理特征、社会经济发展特点和经济联系的格局提出的海南交通发展三通四流的理论,勾画出海南交通运输发展战略研究的基本轮廓。



A—陆岛流; B—岛内流;  
C—国际流; D—中转流;

图 1-4 四流三通图

## (二) 本研究的基本特点

本研究的基本特点在于:

- (1) 充分运用系统的思想和方法。
- (2) 做到四个基本结合,为应用奠定了基础。
  - ① 与海南相关社会经济系统发展战略相结合。
  - ② 决策者、理论工作者和实际执行者相结合。
  - ③ 与国内地区环境的发展相结合。
  - ④ 与国际地区环境的发展相结合。

(3) 从理论工作方法上对运输系统发展战略研究进行了完整的探索,形成了一套有广泛意义的区域交通发展战略理论。

## (三) 模型方法

系统工程的研究是在一个完整的思想和工作程序下展开的,对所研究的问题通过模型进

行描述并使之定量化,以近似地反映系统的动态特征。一般有两种办法,一种是用一个完整模型来描述所研究的系统,另一种是用一组模型来对不同问题具体进行描述,相互衔接部分用人工对话方式进行。前者适用于小系统或相对简单的系统,也可建立完整大计量经济模型,但要求有充足的数据和大量经费,后者适用于大系统研究。海南交通运输发展战略研究需要有较明确而完整的定性模型,因此,采用后一种方式,它有利于海南现有可靠数据的使用,使研究能最大限度地采集海南现有的准确信息,使研究结论更现实一些。

### 1. 运输需求规模预测模型

这里采用的是变系数指数外推预测模型,这主要基于以下考虑:

海南建省办大特区,社会经济性质有了较大的变化,用回归方法预测难以描述未来状况。

由于海南基础数据不全,计量经济模型等难以运用。

模型如下:

$$Q_t = Q_0(1 + \alpha_j X_t)^t \quad (1-1)$$

式中  $Q_t$ ——第  $t$  年的运输需求量;

$Q_0$ ——1987 年的运输需求量;

$\alpha_j$ ——第  $t$  时期第  $j$  个流的运输弹性值;

$X_t$ ——为第  $t$  时期的经济平均增长速度。

以 1987 年作为发展起点,根据海南政府工作报告中提出的经济增长速度要求进行预测,因此运输需求结论与经济规模对应性更强。根据三通四流理论,分别对总运量、陆岛流、国际流、岛内流、中转流进行了预测。根据各时期经济增长速度的不同采用不同的参数。

关于运输弹性值,考查了我国前 20 年的发展状况,对日本、韩国、台湾等地区 50 年至 80 年的运输平均增长弹性进行考察,其值多在 0.8~1.5 之间。50 年代经济恢复时期弹性值都很大,在 1.2 以上,最高达 2.5。在 60 年代经济稳步增长中运输弹性值在 1.0~1.2 之间,70 年代后稍有降低,但都不低于 0.8。此处使用的运输弹性值就是根据海南各时期的具体发展情况,参考以上数据,通过专家咨询等办法确定的。

### 2. 运输需求分布预测模型

根据区位经济理论,两地间运输流的大小与两地经济水平直接相关的原理,选用重力模型进行预测。由于客货流引力条件存在差异,故确定采用两个不同的模型分别进行。

$$\text{货流模型} \quad Q_{ij} = K_{ij} \frac{G_i \times G_j}{r_{ij}^2} \quad (1-2)$$

式中  $Q_{ij}$ —— $i$  地区与  $j$  地区间的运输需求量;

$r_{ij}$ —— $i$  地区中心点到  $j$  地区中心点间的距离,海南以海口为中心;

$G_i, G_j$ —— $i$  地、 $j$  地的人均国民收入;

$K_{ij}$ —— $i, j$  地区间的运输引力系数,根据历史数据和其他地区间运输联系情况综合定出。

$$\text{客流模型} \quad D_{ij} = K_{ij} \frac{K_1(P_i G_i)^{\frac{1}{2}} K_2(P_j G_j)^{\frac{1}{2}}}{r_{ij}^2} \quad (1-3)$$

式中  $D_{ij}$ —— $i$ 地与 $j$ 地间的旅客运输需求量；  
 $P_i, P_j$ —— $i$ 地、 $j$ 地的总人口数；  
 $G_i, G_j$ —— $i$ 地、 $j$ 地的人均国民收入；  
 $K_1, K_2$ ——海南与其他某地间的旅游参数，按两地往返旅游人员比重定出；  
 $r_{ij}$ —— $i, j$ 两地中心点间的距离；  
 $K_{ij}$ —— $i, j$ 两地间的运输引力系数。

大陆地区划分为4~5个片，岛内划分为5个经济片，国际地区划分为6~8个经济片。划片原则为自然地理特征、运输联系状态和社会经济性质。

### 3. 通道结构分析模型

通道是由若干运输方式组成的。一个合理的综合运输结构，有助于提高通道的运输服务水平，发挥各种运输方式的优势。这里主要有两种方法，一种是层次分析法，另一种是Logit模型，是一种按广义出行费用最小的选择模型，它能提供一个综合的分担比例来描述各种运输方式的合理结构。

Logit模型：

$$P_i = \frac{e^{-v_i}}{\sum_{i=1}^n e^{-v_i}} \quad (1-4)$$

式中  $P_i$ ——第 $i$ 种运输方式的分担率；  
 $V_i$ ——第 $i$ 种运输方式的广义出行费用，其定义为：

$$V_i = a_0 + a_1 F_i + a_2 T_i + a_3 M_z + a_4 f_i \quad (1-5)$$

其中  $F_i$ ——第 $i$ 种运输方式的运输费用；  
 $T_i$ ——第 $i$ 种运输方式的出行时间；  
 $M_z$ ——中转次数  
 $f_i$ ——服务频率，也是指运行密度，是平均班次的倒数；  
 $a_1, a_2, a_3, a_4$ ——相关项的参数，为该项的权重系数；  
 $a_0$ ——不可定量因素，如方便性、舒适性和可靠性、安全性等的综合反映。

Logit模型在海峡通道和岛内通道中得到较多的运用，作为主要模拟手段，广义出行费用函数中的参数是通过类比得到的。

### 4. 运输结构分析方法——AHP法

多层次权重分析决策方法(又称AHP法)是一种新的定性分析与定量分析相结合的决策方法。它将决策者对复杂问题的决策思维过程数学化、模型化。分析者通过判断矩阵，将决策者对简单问题的判断决策引导出来，然后再通过权重的综合进而得出对于复杂问题的符合决策者思想的决策。

#### (1) 认清问题

应用这种方法时，以下几个技术关键步骤应予注意。首先，必须对所研究的问题有清楚的认识，分析问题所包含的因素及其相互关系，根据这些关系和要达到的目标，将问题分解为不

同的元素(影响因素),并归并为不同的层次,从而形成多层次结构。

在海南交通运输发展战略研究中,应用这种方法解决了以下3个问题的优化:为岛内不同运输方式合理发展比例,设计了由5个制约方面、12个影响因素和4个层次构成的递阶层次结构(图1—5);为港口规模合理发展比例,设计了由6个制约方面、18个制约因素、4个层次构成的递阶层次结构(图1—6);为海南交通运输合理投资比例,设计了由6个制约方面、13个制约因素、4个层次构成的递阶层次结构(图1—7)

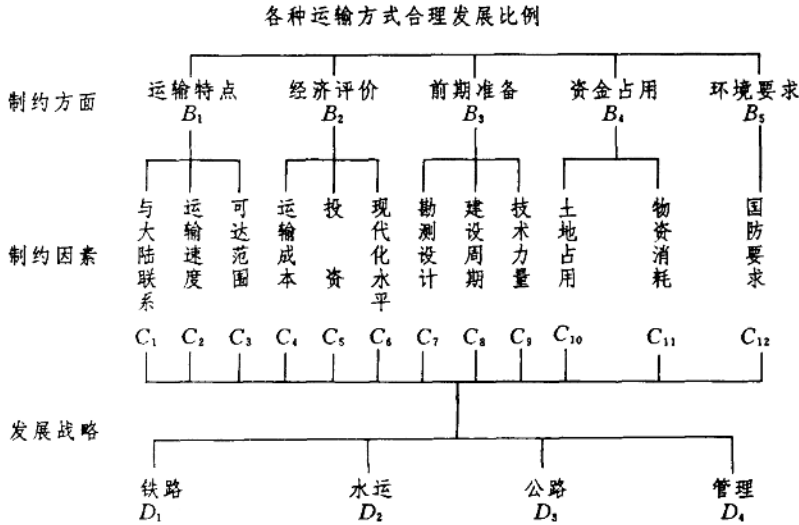


图1—5 岛中各种运输方式合理发展比例递阶层次结构图

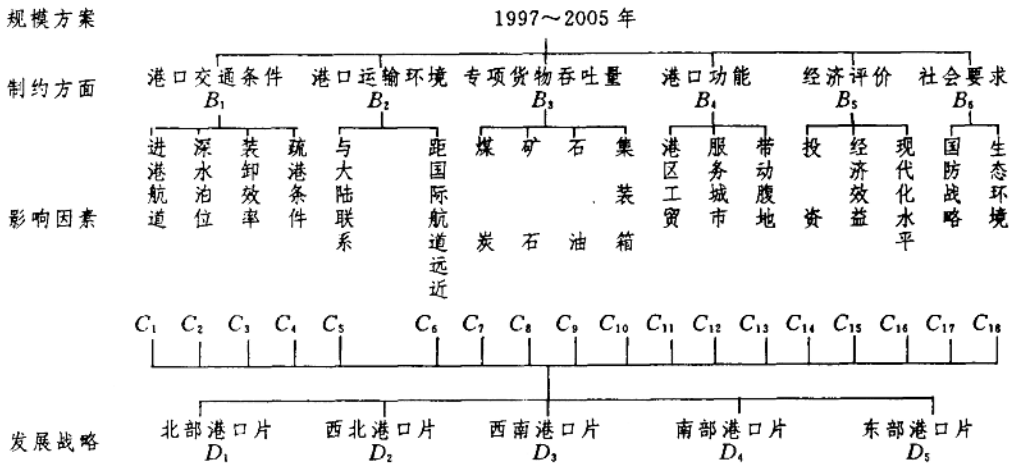


图1—6 海南港口规模合理发展比例递阶层次结构图



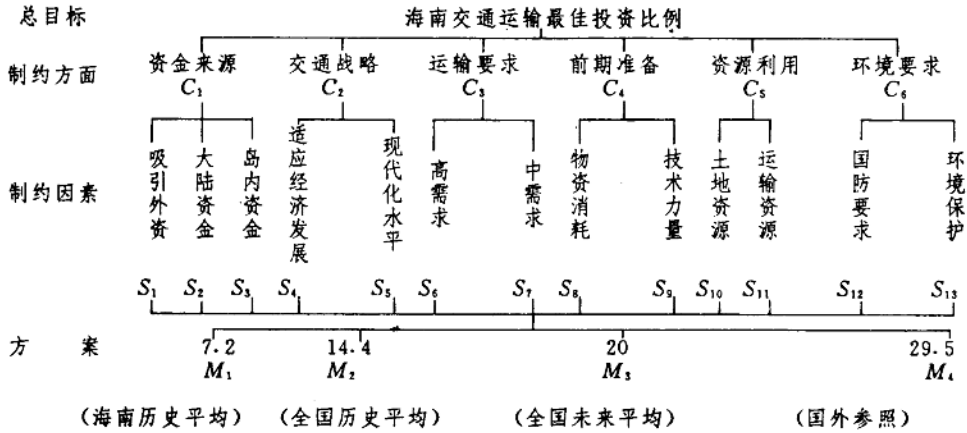


图 1—7 海南交通合理投资比例递阶层次结构图

### (2) 构成判断矩阵

其次，是构成判断矩阵，并计算出同层元素对上层元素的相对权重。在同一层次中，决策者按某一准则，对相关因素进行判断比较，根据所比较的两元素对于准则的重要程序，按标度（表 1—1）定量化，形成判断矩阵：

表 1—1 标度及其描述

标 度	定 义
1	二元素相同重要
3	一个元素比另一个元素稍微重要
5	一个元素比另一个元素较强重要
7	一个元素比另一个元素强烈重要
9	一个元素比另一个元素绝对重要
2, 4, 6, 8	两相邻判断的中值
倒 数	元素 $i$ 与 $j$ 比较得判断 $a_{ij}$ 则 $j$ 与 $i$ 比较得判断 $a_{ji} = 1/a_{ij}$

$$\begin{array}{c|cccc}
 & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\
 \hline
 a_1 & & & & \\
 a_2 & & (a_{ij}) & & \\
 a_3 & & & & \\
 a_4 & & & & 
 \end{array} \quad (1-6)$$

该判断矩阵为对称矩阵，其中  $a_{ij}$  为元素  $a_i$  对于元素  $a_j$  的重要程度。通过计算该矩阵的最大特征值和它的正交化特征向量，得出该层元素对于该准则的权重  $v_i$ ，按下式计算  $v_i$ ：

$$v_i = \frac{\left( \prod_{j=K}^N a_{ij} \right)^{1/(N-K+1)}}{\sum_{i=K}^N \left( \prod_{j=K}^N a_{ij} \right)^{1/(N-K+1)}} \quad i=1, 2, \dots, n \quad (1-7)$$

其中  $n$  为该层元素数， $K$ 、 $N$  为该层元素对于上一层元素的所属起止元素序数。

### (3) 计算组合权重

第三，为了得到某层元素对于总体目标的组合权重，可将上层每个元素都作为下层元素的判断准则，得出下层元素对于上一层元素的相对权重，然后用上一层元素的组合权重加权平均，得出下层元素的组合权重。如果第  $L$  层次有  $n$  个元素，第  $L+1$  层次有  $m$  个元素，第  $L+1$  层次元素对于第  $L$  层次元素的相对权重向量  $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \dots, \vec{v}_n$ ，其中  $\vec{v}_i = [v_{i1}, v_{i2}, \dots,$