

高 等 学 校 教 材

旅 客 运 输

北方交通大学 王甦男主编
铁道部运输局 童安炎主审

中 国 铁 道 出 版 社

1998年·北 京

前 言

本教材是根据铁道部高等院校交通运输专业 1995 年教学计划和教学大纲的要求,在 1987 年出版的高等学校试用教材《铁路旅客运输组织》的基础上重新编写的。教材充实了理论,加强了系统性,增补了近年来国内外有关本学科的新技术和新成就,如旅客运输市场营销、旅客运输质量管理、客运站设备能力计算、新老兵铁路客运组织、旅客列车工作组织及其他客运方式运输组织等。内容力求理论联系实际,文字力求简明易懂。为了巩固学生所学知识,每章后均附有复习思考题。

本教材由王甦男主编,童安炎主审。编写分工如下:王甦男编写第一、二、三、四、六、七、九、十一章,王能豪编写第五章,杨月芳编写第八、十章,孟广元、欧阳宁编写第十二章,贾俊芳编写第十三、十七章,冯春霞、倪代恒编写第十四章,王甦男、杨月芳编写第十五章,赵瑜编写第十六章。

在教材编写过程中,承蒙铁道部周振庆、童安炎、姚锦珠、梁德君、杜欣、王亚儒、刘永孝,北方交通大学孔庆铃等提供资料和编写意见,在此特表诚挚的谢意。

编者

1997.10

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是以我国旅客运输系统为基本框架,以铁路旅客运输为主,其他客运交通方式为辅编写的。主要内容包括旅客运输系统概述、旅客运输市场营销,铁路客运计划、客运站工作组织、旅客列车运营工作组织、旅客列车工作组织、环境保护与站车卫生、旅客票价及行包运价、公路、水运、民航、城市客运交通运输等。

本书为高等学校交通运输专业教学用书,也可供从事客运工作的干部、职工学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

旅客运输/王魁男编. —北京:中国铁道出版社,1997

. 11

高等学校教材

ISBN 7-113-02865-9

I. 旅… II. 王… III. 铁路运输:旅客运输-高等学校-教材 IV. U293

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 28789 号

中国铁道出版社出版发行

(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑 李丽娟 封面设计 李艳阳

北京市燕山联合印刷厂印 各地新华书店经售

1998年2月第1版 第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14 字数:318千字

印数:1~1000册

ISBN 7-113-02865-9/U·778 定价:16.50元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换

目 录

第一篇 旅客运输系统	1
第一章 旅客运输系统概述	1
第一节 旅客运输的特点和任务	1
第二节 旅客运输工作的原则	2
第三节 旅客运输系统的构成	2
第四节 客运交通行为理论	3
第二章 旅客运输市场营销	12
第一节 旅客运输需求分析	12
第二节 旅客运输市场营销环境	16
第三节 旅客运输市场细分	18
第四节 客运市场营销调研	19
第五节 旅客运输市场预测	21
第六节 国外客运市场营销案例	24
第三章 旅客运输质量管理	28
第一节 旅客运输产品与质量特性	28
第二节 铁路客运旅行服务	31
第三节 客运服务标准化	33
第四节 旅客运输工作主要指标	35
第五节 铁路旅客运输的质量保证	41
第二篇 铁路旅客运输	45
第四章 铁路旅客运输系统概述	45
第一节 铁路旅客运输的地位和作用	45
第二节 铁路客流分类及旅客列车种类	45
第三节 铁路旅客运输生产管理系统	47
第五章 客运设备	49

第一节	客运站概述	49
第二节	旅客站房	51
第三节	站 场	58
第四节	客运站设备现代化	62
第五节	客车整备所	65
第六节	客运机车车辆	67
第七节	客运站设备能力计算	69
第六章	铁路客运计划的编制	78
第一节	铁路旅客运输计划编制过程	78
第二节	客流调查	80
第三节	客流计划的编制	83
第四节	票额分配计划	86
第七章	客运站工作组织	89
第一节	客运站的生产管理	89
第二节	客运站的技术管理	91
第三节	客车整备所对车底和客车的技术作业	94
第四节	客运站各部门的协调及其技术作业过程与列车运行图的配合	95
第五节	客运站的财务管理	98
第八章	节假日和新老兵铁路客运组织	100
第一节	新老兵运输组织概述	100
第二节	新老兵运输方式	101
第三节	新老兵运营组织	102
第四节	节假日铁路客运组织	103
第九章	旅客列车工作组织	107
第一节	列车乘务工作组织概述	107
第二节	列车乘务组需要数量计算	109
第三节	旅客列车乘务作业组织	111
第四节	旅客列车运输收入管理	111
第十章	铁路旅客列车运营工作组织	115
第一节	旅客列车开行方案	115
第二节	旅客列车运行方案	119
第三节	旅客列车车底需要数	129

第四节	铁路客运调度工作·····	132
第十一章	旅客运输日常工作计划·····	137
第一节	旅客输送日计划·····	137
第二节	站车客流信息传报工作·····	139
第十二章	环境保护与站车卫生·····	143
第一节	站车环境保护·····	143
第二节	旅客列车卫生害虫的防治·····	145
第三节	站车场所消毒·····	146
第四节	站车旅客废弃物处理·····	147
第十三章	旅客票价及行包运价·····	149
第一节	概 述·····	149
第二节	铁路旅客票价·····	153
第三节	铁路行李、包裹运费和杂费·····	156
第三篇	其他客运交通方式运输·····	159
第十四章	公路旅客运输·····	159
第一节	概 述·····	159
第二节	公路旅客运输计划·····	160
第三节	公路客运设备·····	164
第四节	营运方式和运行管理·····	168
第十五章	航空旅客运输·····	172
第一节	概 述·····	172
第二节	航空运输计划概述·····	173
第三节	航空运输计划指标·····	175
第四节	航班计划·····	179
第五节	民航运输工作考核指标·····	183
第六节	民航运输运力销售·····	185
第十六章	水路旅客运输·····	189
第一节	水路旅客运输的特点·····	189
第二节	水路客运设备·····	190
第三节	水路旅客运营工作组织·····	193
第十七章	城市客运交通运输系统·····	197
第一节	城市客运系统的意义和作用·····	197

第二节	大城市客运交通的现状.....	198
第三节	城市交通发展战略与对策.....	201
第四节	城市公共交通结构分析.....	203
第五节	城市客运交通系统社会经济效益评价.....	210
参考文献		216

第一篇 旅客运输系统

第一章 旅客运输系统概述

第一节 旅客运输的特点和任务

一、旅客运输的特点

旅客运输是现代交通体系的一个重要组成部分。旅客运输的目的是为人们进行经济、文化等的社交活动和生活提供必要的出行条件。旅客运输的特点是：

(1) 旅客运输的主要服务对象是旅客，其次是行李、包裹和邮件。通过售票工作，把旅客组织起来并最大限度地满足他们在旅行中的物质文化生活需求，集人、车、路、站于一体，主要以提供劳务的形式为旅客服务。

(2) 旅客运输生产向社会提供的是无形产品——旅客的空间位移。它被旅客本身所消耗，其使用价值具有不确定性，其创造的社会经济效益远大于自身的经济效益。

(3) 旅客运输在时间上有较大的波动性。季、月、周、日和一日内各小时之间常会出现急剧的起伏变化。为此，对客运技术设备、客运能力车辆等必须留有一定的后备，在不同的客运量峰值期采用不同的客运组织方式。

(4) 客运站舍的位置宜设在客流易于集散处，使旅客便于换乘不同的交通方式。

(5) 旅客运输不同于货物运输，旅客在旅行中有不同的物质文化生活需求，如饮食、盥洗、休息、适宜的通风、照明、温度等，旅客运输企业不仅应满足这些需求，而且应积极改善，创造良好的旅行环境并提供优质的服务，使旅客心情愉悦。

世界各国的发展经验证明，发达的旅客运输可促进国民经济和社会的发展，且旅客运输必须超前发展，它在社会和经济发展中处于先行的地位。

二、旅客运输的任务

旅客运输是一项服务性很强的工作。在我国现有条件下，必须按照社会主义市场经济的基本发展规律，从一切为人民的立场出发，通过采用先进的技术装备和科学的管理方法，周密地组织旅客运输，以最大限度地满足人民群众的旅行需求，把旅客安全、迅速、便捷、舒适、经济地运送到目的地。旅客运输的主要任务是：

(1) 认真贯彻执行党和国家的有关方针、政策、法令及交通运输的各项规章制度，同时要通过客运工作与人民群众广泛接触的机会，热情宣传党和国家的各项方针政策。

(2) 制订旅客运输发展规划，不断开辟、拓宽客运市场，建立和完善适应经济发展的客运网。

(3) 充分发挥现有的交通设施作用，合理配置运力，千方百计提高客运交通总供给。

(4) 为旅客服务,对旅客负责,以旅客需求为导向,积极开展营销活动,努力提高客运服务质量,做到想旅客所想,急旅客所急,帮旅客所需,保证优质服务。

(5) 组织不同客运方式间的联运,搞跨省跨区的联合经营,开展旅客直达运输。

(6) 加强科学管理,提高经营水平,在搞好旅行服务的前提下,提高客运企业的经济效益,积极为社会主义建设积累资金。

(7) 根据党和国家在一定时期的中心工作以及国民经济发展的要求,完成各种临时性的紧急任务。

(8) 加强对客运职工的业务技术培训及政治思想工作,不断提高职工素质和企业整体素质,为实现旅客运输系统的现代化而努力创造条件。

总之,客运企业要在党的方针、政策指引下,根据客运市场经济的发展规律,以旅客需求为中心,服从并服务于国民经济可持续发展战略的需要,从基本国情出发,以运输市场的需要为依据,优化运输体系结构,合理配置资源。依靠科技进步,提高劳动者素质,加快客运事业的发展,满足全体国民出行的需求。

第二节 旅客运输工作的原则

我国是社会主义国家,社会主义的生产目的只能服从整个社会和人民的共同利益,满足人民不断增长的物质文化生活的需要。旅客运输为了保证质量,良好地、高效率地完成各项任务,必须遵循以下几项原则:

(1) 必须认真执行党和国家的各项方针政策,安全、迅速、顺利地运送旅客和行李、包裹到达目的地,并保证各种运输方式之间有良好的配合。为实现我国工业、农业、国防及科学现代化服务。

(2) 确保安全。旅客运输的服务对象主要是旅客,保证旅客在旅行中生命、财产的安全,是客运企业的基本职责。客运企业在进行运输活动时,要把安全摆在第一位。在运输工作中,要采取行之有效的措施,实现安全运输。

(3) 节省旅行时间。随着经济发展和生活水平的提高以及生活节奏的加快,人们的时间观念增强了,快速和舒适成了选择客运交通方式的上位原则。引进高速技术,提供快捷服务,成了吸引旅客的重要手段。高速、便捷将是今后不同客运交通方式在竞争中决定成败的关键。

(4) 提高服务质量。以方便旅客为中心,做到文明服务,礼貌待客,为旅客创造良好的旅行环境,最大限度地满足旅客的旅行需求,树立客运企业的美好形象。

(5) 加强营销管理。随着旅客运输的长足发展,客运市场形成了结构性的买方市场,为此,企业必须加强市场营销管理。

(6) 加强系统管理。旅客运输系统的整体性强,要使有限的人力、物力、财力充分发挥作用并提高效益,必须加强系统管理,使系统各部门能协调配合。特别是在不同运输方式之间要密切联系,搞好衔接,通过组织一体化服务、联运等方式,使需换乘的旅客及时中转,为旅客的旅行生活提供更多的方便。

第三节 旅客运输系统的构成

社会系统可以看作是劳动、文化和居住组织的实体,这些实体在地域上是分散的。它们

之间的相互联系通过交通运输系统来实现。根据运输对象的不同,交通运输系统可以分为两个子系统:客运系统和货运系统。就交通运输业的总体而言,现代交通运输业由铁路、水运、公路、航空和管道五种基本运输方式构成。我国的客运交通系统主要由铁路、水运、公路和航空等四种现代化运输方式组成,客运交通系统的具体构成如图 1—1—1 所示。

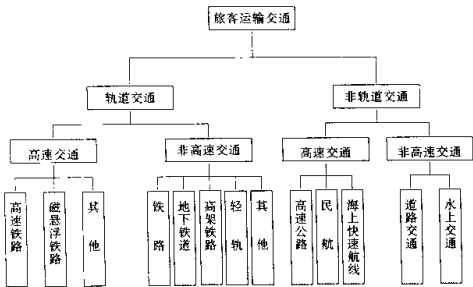


图 1—1—1 客运交通系统构成图

图中高速铁路是指列车时速在 200km 以上的铁路运输线,高速公路是指汽车时速在 120km 以上的专用公路。所谓轻轨铁路,实际是地面电车的改良和泛称,在性能上它具有乘坐舒适、功率大、噪音小且能耗低等特点。轻轨列车分单车、连挂和多节三种形式。按线路分又可划分为普通道路和专用线路。与地面交通完全分离的高架铁路,其规模小于普通铁路,而且是轻型、高性能的,故也属轻轨范畴。磁悬浮铁路是利用电磁原理使火车悬浮于地面钢轨之上,由车上和地面的导线线圈的相互感应作用推动火车前进。时速一般在 500km 左右,它是介于铁路火车时速 300km 和航空运输时速 1000km 之间的一个高速、安全、舒适、无公害的最理想的地面交通方式。第一条长距离磁悬浮铁路于 1994 年 9 月开始在德国的柏林—汉堡间修建,预计 2004 年建成。此外在日本、美国、英国都有正式运营的短距离磁悬浮铁路。

各种客运交通方式有各自的优势和其适用范围,但在不同的具体环境条件下,其长处和短处的相对关系会发生变化。因此,不同地区、不同条件下,不可能有统一的客运交通模式,只能根据具体情况,选择不同的运输方式进行组合,才能组成优化的客运交通网。

第四节 客运交通行为理论

旅客出行方式选择问题是客运市场需求分析与预测的重要研究领域。正确地估计各种方式的客运分担率将对运输发展战略研究、运输政策制定、交通规划设计以及有效地发挥各种方式的综合运输能力起积极的作用。由于旅客出行方式选择问题所涉及的对象是处于多变的社会经济环境中的人,因而问题就变得比较复杂和棘手。在我国,交通运输虽属政府部门管辖最严格的市场范畴,但在计划经济向市场经济转轨的过程中,原来以卖方导向的计划性旅客运输结构逐渐向以买方导向为特征的多样性客运结构转变。这种发展趋势更要求我们从客运消费者的角度出发,对旅客出行方式选择行为进行深入研究。

一、旅客出行方式选择行为的影响因素

旅客出行方式选择行为与一般消费者选择行为一样,其研究的基础是微观经济学消费者需求理论,旅客运输的消费者即出行者,通常定义为在某个特定时期、某个地域范围对可选方式能够独立做出出行决策的个人。客运出行选择分析是在一定的假设前提下进行的:

- (1) 旅客能对可选出行方式进行独立的选择;
- (2) 每种出行方式都可为旅客提供效用和满足感;
- (3) 旅客的选择偏好是相对稳定的;
- (4) 旅客的选择受到收入和时间预算的约束。

在此基础上,旅客的选择行为受到三方面因素的影响,其一是出行目的的影响,其二是出行者外部环境的影响,其三是旅客本身需求属性及偏好的影响。

1. 出行目的对方式选择的影响

人们出行有各种各样的目的,这是运输需求之所以成为派生需求的根源所在,出行行为实际上只是为达到出行目的的一种从属行为,因此不同的出行目的,必然会对出行方式的选择产生不同的影响。比如某旅客要马上到外地举行商务会谈,这时他很可能选择高速的交通方式,而忽略出行费用的多少,而对时间要求不那么严格的旅游者,则他可能会充分地权衡各种方式的利弊,最终做出明智的路线和方式的抉择。出行目的虽然多种多样,但对于旅客运输而言,大体上可以归类为:出差、旅游、探亲访友、购物及其他。表1—1—1列出了1994年我国铁路旅客运输根据出行目的分类的统计数据。

表 1—1—1 1994 年我国铁路客运按目的分类的旅客出行比率 (%)

出行目的	会议	出差	探亲	旅游	购物	其他
公费	5.95	13.57	4.8	4.91	3.83	2.05
自费			21.45	9.73	11.26	22.44
小计	5.95	13.57	26.25	14.64	15.09	24.5

注:其中使用铁路乘车证旅客的数量约占总量的6%。

该表自费出行中的“其他”项大部分是以从事生产、经营为目的的出行。由上表可以看出以探亲为目的的出行所占比重最高,其次是购物旅游出行,也就是说在现有经济条件下,探亲、旅游大多选择低成本的出行方式。相对而言,民航方式中以探亲、旅游为目的的出行比例较低,而会议、出差旅行的比重则明显较高(主要指国内旅客)。

一般说来,出行目的不能孤立地对方式选择发生作用,而是与其他因素结合起来共同作用于方式选择的全过程。

2. 供给属性对方式选择的影响

供给属性讨论的是旅客的外部运输环境特征。旅客所面对的运输供给条件不同,则做出的方式选择决策也将有所不同。在短时期内,这种外部运输环境影响可以被视为是既定不变的,而在一个较长的时期里,这种影响作用也将发生变化。供给属性对方式选择的影响包括可达性、运输速度、方便性、舒适性、安全性等。

值得注意的是,中国目前仍存在着较严重的时间性、地域性和方式性的运输短缺现象,这种运输供给不足极大地限制着方式选择的自由,使旅客的方式选择经常发生由短缺引起的强制性替代,造成上述供给属性对方式选择作用的扭曲现象。例如随着国民经济的迅速发展和

人民生活水平的明显提高，长途旅行中选择民航方式的旅客与日俱增，但由于我国航空方式的航线、航班少，往往运输需求得不到满足，使选择该方式的旅客不得不转向较慢的铁路等其他方式。

3. 需求属性对方式选择的影响

所谓需求属性是指从出行者自身利益出发来考虑方式的选择问题。

收入水平的影响。这可能是旅客对方式选择最重要的影响因素，或者更直接地说是限制因素。因为就人的自然本性而言，任何一个旅客都愿意选择最快、最好、最安全、最舒适的出行方式。我们姑且不谈这样理想的出行方式是否可行，实际上旅客的方式选择严格地受到收入预算约束的限制。在收入水平很低的情况下，旅客的出行只能选择成本最低（当然价格也最低）的交通方式，如铁路、水运。随着收入水平的提高，人们便可以有能力支付较高的运输价格而获得便利、快速、舒适的客运服务。表 1—1—2 中的数字便说明了这种趋势。

表 1—1—2 1979~1994 年我国人均收入与全社会旅客运输量分担率 (%)

年 份	人均年收入 /元	全社会客运量分担率				全社会旅客周转量分担率			
		铁路	公路	水运	民航	铁路	公路	水运	民航
1985	748.92	18.08	76.83	4.98	0.12	54.45	38.88	4.03	2.63
1986	909.96	15.78	79.08	5.00	0.14	52.82	40.18	3.72	2.99
1987	1012.20	15.07	79.54	5.22	0.17	52.51	40.48	3.62	3.37
1988	1192.12	15.15	80.35	4.33	0.18	52.51	40.72	3.28	3.49
1989	1387.81	14.38	81.44	4.02	0.16	50.00	43.82	3.10	3.07
1990	1522.79	12.39	83.87	3.52	0.21	46.42	46.56	2.93	4.10
1991	1713.10	11.80	84.69	3.24	0.27	45.78	46.48	2.87	4.88
1992	2031.53	11.58	85.01	3.08	0.34	45.36	45.94	2.86	5.84
1993	2583.16	10.58	86.36	2.72	0.34	44.34	47.11	2.50	6.08
1994	3502.31	9.95	87.29	2.39	0.37	42.32	49.12	2.11	6.42

注：资料来源于《中国统计年鉴》。

由表 1—1—2 可见，随着人均收入的增长，铁路、水运的客运量和旅客周转量分担率均呈下降趋势，其中长途部分下降较缓。而公路、民航的客运量和旅客周转量分担率都有很强的上升趋势。旅客方式选择结构的变化说明公路为旅客提供的门到门的便利服务，时间上比铁路、水运灵活得多，受到中短途旅客的青睐，而民航方式的快速、舒适和较高的服务水平也吸引着越来越多的中远距离出行。

方式偏好的影响。偏好也是旅客对方式进行选择的重要因素，而且偏好又是方式选择中最具感情色彩的因素，特别是在价格、服务水平差别不大的方式间进行选择时，旅客的出行习惯往往起着主导作用。除此之外效用函数也可用来表示或概括偏好的排列次序，这时对旅客来说，一种方式的偏好高于另一种方式，其充分必要条件是前者的效用大于后者。

出行时间价值的影响。出行时间价值对方式选择的影响是比较复杂的一个问题,因为出行时间价值是因人而异、因事而异、因不同地区而异、因不同时期而异的。尽管如此有一点是十分明确的,即旅客的时间与旅客的收入类似,也是出行方式选择中的一个重要的限定性条件。时间价值一般指旅客为节约单位出行时间所愿意支付的运输费用。从更广义的角度看,如果出行时间的节约能为旅客带来货币形式或非货币形式的收益,当这种收益不仅能够弥补所选较快方式与较慢方式间的费用之差而且尚有剩余的话,这就是出行时间价值的实际体现。旅客的时间价值与其收入水平成正比,并且与出行目的密切相关。

除上述几方面外,职业、年龄、性别等也均属于旅客的需求属性。

目前发达国家交通方式的发展趋势反映了社会经济发展的一种模式,我们发展中国家应利用后发优势,根据本国的国情,合理地确定本国交通运输发展的道路。

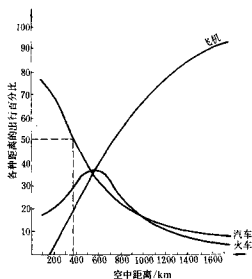


图 1-1-2 西欧工作出行的交通方式

不少国家在修建高速铁路后,客运交通结构发生了较大的变化,如日本东海道新干线建成投入运营后,迫使东京至名古屋的航班停飞。法国巴黎至里昂 TGV 通车,使该线国内航班乘客减少了 200 万。20 世纪中叶,西方的高速公路和大型喷气式飞机一度几乎要取代成为“夕阳工业”的铁路运输,今天高速铁路的发展,又对汽车和喷气飞机提出了挑战。在高速铁路未得到大发展时(1977 年),西欧人的工作出行交通方式如图 1-1-2 所示,图 1-1-2 表明:

- (1) 一般铁路客运的最优距离为 600km;
- (2) 出行距离在 500km 以内小汽车优先于铁路;
- (3) 600km 以上最受欢迎的工具为飞机,而在高速铁路发展以后,则在 1100km 以上,飞机才能作为最优选择。

我国是发展中国家,且幅员辽阔,人口众多,人均资源匮乏,社会产品的大部分要用于消费,资金短缺,不能像发达国家那样短时间内建设大量的高速铁路和高速公路,在一定时间内短途的面上运输将由公路承担,长距离的线上旅客运输靠航空扩大通达范围难以解决问题,中长途旅客运输主要由铁路承担。

二、交通行为理论

交通行为理论的基本观点主要有:①交通方式的选择是亿万旅客(包括以单位形式体现的个人)随着他的经济收入水平所产生的对交通方式的“偏好”所决定,决策者所制定的交通政策应该最大可能地适应这种选择。在供不应求的状况下,旅客的“偏好”受到遏制,在供求均衡的情况下,会造成交通网络流的不均衡分配,而当出现供过于求的状况时,则乘客的偏好会唯一地决定交通方式的兴衰。②承认交通政策对旅客“偏好”的引导和调节作用。如我国 1985 年对短途铁路运费加价,使铁路短途客流转向公路运输。又如一些发达国家,对私人小汽车采取鼓励政策,如美国、加拿大,小汽车发展很快。在另一些国家对小汽车采取某种限制政策,使小汽车发展较慢。交通政策不是只限于采取简单的经济手段遏制某种交通方

式的发展,而是指确定交通投资的分配,其影响尤为显著。

交通行为模型。交通行为模型包括两个方面,即交通方式最优选择的确定和政策引导的定量描述。下面根据交通行为的基本理论,叙述定量模型的方法。

(一) 交通方式的最优选择

旅客选择交通工具,既有主观的因素,又有客观的因素。模型认为主观因素由两个条件构成,即旅行距离与旅客经济条件。客观因素也包含两个过程,即:人们对交通方式的选择首先是选择交通方式的技术特性,然后通过技术特性确定所选择的交通方式。采用 A. L. Saaty 的层次分析法 (AHP) 模型可以解决这个选择过程,实际上本模型只是采用了 AHP 法的模型方法:判断矩阵的建立,特征根的解法,总排序的构成等,而没有采用“层次分析”的概念。关于 AHP 法的一般原理不在此赘述,仅对 AHP 的模型方法简要叙述。首先要建立客运交通方式最优选择层次结构图 1-1-3。我们将交通距离分为 m 个区段, A_i 为对应 i 区段距离 D_i 的交通方式最优选择,假定旅客出行距离为 D , 其客流量百分比为 d_i , 显然

$$\sum_{i=1}^m d_i = 1$$

式中 d_i — A_i 层的总排序权系数 ($i=1, \dots, m$)。

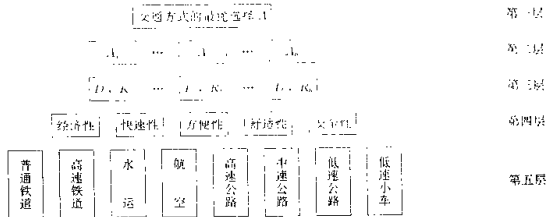


图 1-1-3 交通方式最优选择层次结构图

图中 $R_j (j=1, 2, \dots, n)$ 为在规划期间各年度可比的人均国民收入, n 为规划的年代。对应于 D_i 距离的 j 年的总流量百分数 r_j 就是 R_j 层的总排序权重, 显然

$$\sum_{j=1}^n r_j = 1$$

因此我们可以获得 $A_i, (D_i, R_j)$ 层的总排序。对应于每一个 A_i 或 $D_i, R_j (j=1, 2, \dots, n)$ 的单排序可以方便地求得, 因为 R_j 是确定的量, 甚至可以不建立单排序。

一个属于 (D_i, R_j) 的旅客, 他们选择交通方式是经过两个层次, 首先选择交通方式的技术特性, 给这些技术特性适当的权重。主要的技术特性为经济性、快速性、方便性、舒适性和安全性等, 这样可以建立技术特性层 (图 1-1-3 的第四层) 的单排序和第三/第四层的总排序。最后根据技术特性指标, 确定第五层交通方式的单排序和建立第四/第五层的总排序。由此确定最优选择 A_i 。用这种方法所确定的方案 A_i 是概括时间、空间的综合, 可以认为总体动态最优。如果对距离的划分作几个方案进行讨论, 便可从中探索出最优交通结构在距离上的最优分工, 即求得各种交通工具最合理的运距。此外, 交通方式也有多种划分方法, 上面所述是以速度、舒适、方便、安全等, 这可以是方案之一。

(二) 政策引导的定量描述

上面叙述了用交通行为的基本理论处理交通方式的最优选择问题。它使得交通综合网络的基本结构得到了确定，因而可以计算出各种交通方式的投资比例和基本规划蓝图。也就是说大局初定。

这里要指出的是：交通行为选择交通方式比较多地反映了人民的需求，而较少地考虑到可行性。这就要求用类似于价格政策方法引导交通行为，使得各种交通工具都获得运能与运量的基本均衡，这也是一种交通政策。下面介绍用定量模型分析这种交通政策的方法。

为了简化说明，我们将交通工具的技术特性简单地分为三个级别：①第一级——经济性，用 x_1 表示，单位为 $\frac{1}{\text{平均票价}}$ ，或采用 $u = \frac{1}{x_1}$ （平均票价）；②第二级——快速性，用 x_2 表示，单位为门到门的平均运速；③第三级——方便性（包括舒适性、直达性等），用 x_3 表示，单位为“单位时间的发车频率”。

在前面我们已经采用 (D_i, R_j) 这个符号，对应距离为第 i 个范畴， j 年的人均国民收入。于是对每一个 (D_i, R_j) 可以找到各种交通方式的权重和它们的排序，当我们改变图 1-1—3 的第四层的权重时，当然会重新确定第五层的一个新权重和新排序。这就是政策引导的着眼点。

1. 有优先权的偏好关系

设有两种交通方式，它们的技术特性向量为 X 和 Y ，即

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix}$$

若记 $X \odot Y$ 为偏好关系，其意义是 X 交通方式比 Y 交通方式好，更愿意乘坐 X 放弃 Y 。记 $X \odot Y$ 为 X 与 Y 同样好，则将以相同的概率选取 X 或 Y 。

如果对应某一个 D_i, R_j 对 X 和 Y 的分量有一个排序，设 X_i 排序为 1， X_j 排序为 2， X_n 排序为 3。则必有：

- (1) 当 $X_i > Y_i$ ，则 $X \odot Y$ ；
- (2) 当 $X_i = Y_i$ 时，则 $X_i > Y_j$ ， $X \odot Y$ ；
- (3) 当 $X_i = Y_i$ 时，则 $X_i = Y_j$ ， $X_n > Y_n$ ， $X \odot Y$ 。

这就是有优先的偏好关系。只要我们能够改变这种排序，便可改变对 X, Y 的偏好关系。

2. 边际替代率

交通工具的技术特性 x_1, x_2, x_3 是可以互相替代的。其中 $x_1 = \frac{1}{u}$ 代表经济性， u 代表平均票价，改变 u 的数值来引导交通行为的转化，属于交通政策的范围。

例如，对应于 (D_i, R_j) ，他们把经济性的排序放在第一位，在选择两种交通方式 X, Y 时，有 $x_1 > y_1$ ，或 $u_x = \frac{1}{x_1} < u_y = \frac{1}{y_1}$ 。显然，对于 (D_i, R_j) 这类型的旅客来说，他们宁愿选择 X 而放弃 Y 。若交通政策的决策者认为，应该使选择 X 的一部分旅客转移到 Y ，于是，他们适当提高 u_x 使 $u_x > u_y$ 或 $u_x = u_y$ ，或 u_x 接近于 u_y ，这就使得采用 X 的旅客转移到 Y 上。

但是，如果对应 (D_i, R_j) 的需求不是 x_1, y_1 排序第一，而 x_2, y_2 排序第一，且 $x_2 > y_2$ ，则这类型旅客选择 X 而不选择 Y ，交通政策决策者如何通过改变 u_x 或 u_y 达到使旅客从 X 转移到 Y 呢？这里引入“边际替代率”的概念。

一般地说， $X = [x_1 \ x_2 \ x_3]^T$ 的三个分量是可以互相补偿替代的，例如偏高的票价，乘客当然不会满意，但如果快速性很好，乘客也就会满意了，这就是两种技术性能的互相替代

或补偿。

当 x_1 减少 Δx_1 时, x_k ($k=2$ 或 3) 增加 Δx_k 可以得到补偿, 则称

$$-\frac{\Delta x_k}{\Delta x_1} \quad (k=2, 3)$$

为边际替代率, 采用负号是因为 x_k 的增值总是由 x_1 的减值所补偿。为方便, 采用

$$\frac{\Delta x_k}{\Delta u_x} \quad (k=2, 3)$$

为边际替代率, 可以取消前面的负号。边际替代率通常不是常数, 甚至不一定是线性函数, 一般是 D_i , R_j 和 u_x 的函数。令

$$\frac{\Delta x_k}{\Delta u_x} = f_k(D_i, R_j, u_x),$$

$$k=2, 3$$

$$i=1, 2, \dots, m$$

$$j=1, 2, \dots, n$$

我们称 $f_k(D_i, R_j, u_x)$ 为边际替代函数。这个函数必须从实际的调查统计中获得。

对于技术特征向量为 Y 的交通方式, 同样可以建立边际替代率函数为

$$\frac{\Delta y_k}{\Delta u_y} = f_k(D_i, R_j, u_y)$$

$$k=2, 3$$

$$i=1, 2, \dots, m$$

$$j=1, 2, \dots, n$$

在极限情况下, 我们有

$$\frac{dx_k}{du_x} = f_k(D_i, R_j, u_x)$$

$$\frac{dy_k}{du_y} = f_k(D_i, R_j, u_y)$$

故

$$x_k = \int_{u_x}^{u_x + \Delta u_x} f_k(D_i, R_j, u_x) du_x$$

$$y_k = \int_{u_y}^{u_y + \Delta u_y} f_k(D_i, R_j, u_y) du_y$$

(三) 综合替代值与政策调节

$$\begin{aligned} \text{令} \quad G_x &= x_1 + \sum_{k=2}^3 \int_{u_x}^{u_x + \Delta u_x} f_k(D_i, R_j, u_x) du_x \\ &= \frac{1}{u_x} + \sum_{k=2}^3 \int_{u_x}^{u_x + \Delta u_x} f_k(D_i, R_j, u_x) du_x \\ G_y &= \frac{1}{u_y} + \sum_{k=2}^3 \int_{u_y}^{u_y + \Delta u_y} f_k(D_i, R_j, u_y) du_y \end{aligned}$$

为综合替代值, 若 $G_x > G_y$, 显然 $X \supseteq Y$, 若 $G_x = G_y$, 则认为 $X \odot Y$ 。根据综合替代值可以估计交通政策的调价问题。例如, 若 $G_x > G_y$, 而政策希望 $G_x = G_y$, 则可以通过提高 u_x 或降低 u_y 使 $G_x = G_y$ 。其中, Δu_x 和 Δu_y 等于政策要求的增量。

(四) 大道定理

大道定理是由交通问题总结出来的一条数学定理, 广泛地用于宏观经济领域。这里不

从理论上探讨大道定理,而是将大道定理的思想反过来用于交通规划。

在交通行为观点中谈到过,在经济收入提高后,快速性的要求更优先于经济性的要求。即最优道路不是地理上的最短路,而是时间上的最短路。在设计交通网络时,我们不可能也无需把每一条通路都改造或修建成为高速路,只能把主干道设计成高速通道,而其他次要道路只需与主干道相连通,便可构成综合交通网络。这就是说,交通网络是有层次的、可选加的。第一个层次便是确定主干道,第二个层次是省际、区域间干线,然后再是第三层次的局管内或省内的线路(县、乡道路)。规划应是从上而下的。

主干道的设计,我们称之为大道定理,下面用图1—1—4来说明此观点。

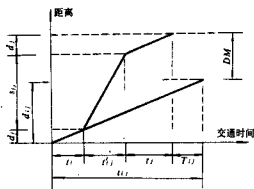


图1—1—4 地理最短路与时间最短路示意图

从某点*i*到某点*j*,距离为 d_{ij} ,按照某一种交通方式在一般道路上运行,平均时速为 v_1 。图上用斜率表示速度,运行时间为 t_{ij} 。

假设在*i*,*j*之间存在一条快速主干道,运行平均速度为 v_2 ($v_2 > v_1$)。于是从*i*点出发,按 v_1 的速度经过时间 t_i 运行到主干道上,*i*到主干道的距离为 d_i ($t_i = d_i/v_1$)。在主干道上以 v_2 的速度经过距离 s_{ij} ,运行时间为 t'_{ij} ($t'_{ij} = s_{ij}/v_2$)。然后,再经普通道路以 v_1 的速度到达目的地*j*,*j*到主干道的距离为 d_j ,运行时间为 t_j ,显然 $t_j = d_j/v_1$ 。

从距离来看,绕主干道而行,比最短路增

加了 DM ,但时间上却节约了 T_{ij} 。

假定有 M 种交通方式,在主干道上,这 M 种交通方式都可以按各自的快速 $v_2^{(m)}$ ($m=1,2,\dots,M$)通行。而在普通道路上,其平均速度则为 $v_1^{(m)}$ ($m=1,2,\dots,M$)。按图1—1—4的运行方法,相差时间为 $T_{ij}^{(m)}$ ($m=1,2,\dots,M$)。

现假定有动态0—D流,并通过交通行为的选择,某时期的第 m 种交通方式0—D流为

$$X_i^{(m)} = [X_{ij}^{(m)}]_{N \times N} \quad (m=1,2,\dots,M)$$

N 为交通区域的总数(即网络起迄点数),因而,交通主干道模型可以描述为

$$\max Z = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{m=1}^M T_{ij}^{(m)} \cdot X_{ij}^{(m)}$$

约束条件为

$$T_{ij}^{(m)} = \frac{1}{v_1^{(m)}}(d_{ij} - d_i - d_j) - \frac{1}{v_2^{(m)}}s_{ij}$$

$$(i=1,2,\dots,N; j=1,2,\dots,N; m=1,2,\dots,M; i \neq j)$$

$$0 < v_1^{(m)} < v_2^{(m)} \leq v^{(m)} \quad (m=1,2,\dots,M)$$

$$\rho \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N s_{ij} \leq P$$

$$d_{ij} \geq d_i + d_j \quad (i=1,\dots,N; j=1,\dots,N; i \neq j)$$

$$d_i \geq 0, d_j \geq 0, s_{ij} \geq 0$$

若 $d_{ij} \leq d_i + d_j$,则 $s_{ij}=0$

式中 $v^{(m)}$ ——第 m 种交通方式的最大限速;

ρ ——主干道单位长度的造价;