



高等院校交通运输类“十二五”规划教材

# 交通运输预测与决策技术

GAODENGYUANXIAO JIAOTONGYUNSHULEI SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

JIAOTONGYUNSHUYUCEYUJUECEJISHU

◎ 主编 胡郁葱 黄玲 副主编 杨亚琛 张丽莉



中南大学出版社  
www.csupress.com.cn

# 交通运输预测与决策技术

主 编 胡郁葱 黄 玲

副主编 杨亚琛 张丽莉

参 编 张春梅 翁金贤



中南大学出版社  
[www.csupress.com.cn](http://www.csupress.com.cn)

---

图书在版编目(CIP)数据

交通运输预测与决策技术/胡郁葱,黄玲主编.

—长沙:中南大学出版社,2014.12

ISBN 978-7-5487-1272-5

I.交... II.①胡...②黄... III.交通运输管理-高等学校-教材 IV.F502

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第312078号

---

交通运输预测与决策技术

胡郁葱 黄玲 主编

---

□责任编辑 刘辉

□责任印制 易红卫

□出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

□印装 长沙利君漾印刷厂

---

□开本 787×1092 1/16 □印张 25 □字数 622千字

□版次 2015年1月第1版 □2015年1月第1次印刷

□书号 ISBN 978-7-5487-1272-5

□定价 50.00元

---

图书出现印装问题,请与经销商调换

## 高等院校交通运输类“十二五”规划教材

### 编审委员会

主 任：田红旗

副主任：王 炜

委 员(按姓氏笔画排序)：

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁柏群 | 马庆禄 | 王 燕 | 方晓平 | 巴兴强 | 邓红星 |
| 邓连波 | 叶峻青 | 史 峰 | 冯芬玲 | 朱晓立 | 刘 迪 |
| 杨 林 | 杨 岳 | 李明华 | 肖龙文 | 张云丽 | 陆百川 |
| 陈 坚 | 罗意平 | 郑国华 | 胡郁葱 | 姚加林 | 秦 进 |
| 夏伟怀 | 夏学苗 | 徐玉萍 | 高广军 | 黄细燕 | 黄 玲 |
| 曹瑾新 | 阎春利 | 温惠英 | 雷定猷 | 漆 昕 | 黎茂盛 |
| 潘迪夫 | 魏堂建 |     |     |     |     |

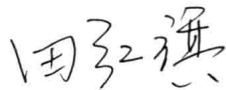
# 总序

交通运输业是国民经济体系的重要组成部分，也是促进国民经济发展的重要基础产业和推动社会发展的先决条件。在最近的30年里，我国交通运输业整体上取得飞速发展，交通基础设施、现代化运输装备、客货运量总量和规模等都迅猛扩展，大量的新技术、新设备在铁路等交通运输方式中被投入应用。同时，大量的交通基础设施建设，特别是近年来我国高速铁路的不断投入使用，使我国的交通供需矛盾得到一定的缓解，我国交通运输网络的结构也得到了明显改善，颇具规模的现代化综合型交通运输网络已经初步形成。

我国交通运输业日新月异的发展，不仅对专业人才提出了迫切的需求，更使其教材建设成为专业建设的重点和难点之一。为解决当前国内高校交通运输类专业教材内容落后于专业与学科科技发展实际的难题，由中南大学出版社组织国内交通运输领域内的一批专家学者，协同编写了这套交通运输类“十二五”规划教材。参与规划和编写这套教材的人员都是长期从事交通运输专业的科研、教学和管理实践的一线专家学者，他们不仅拥有丰富的教学和科研经验，同时还对我国交通运输相关科学技术的发展和变革也有深入的了解和掌握。这套教材比较全面、系统地介绍了目前国内交通运输领域尤其是高速铁路的客货运输管理、运营技术、车站设计、载运工具、交通信息与控制、道路与铁道工程等方面的内容，在编写时也注意吸收了国内外业界最新的实践和理论成果，突出了实用性和操作性，适合大中专院校交通运输类以及相关专业的培养目标和教学需求，是较为系统和完整的交通运输类系列教材。该套教材不仅可以作为普通高校交通运输专业课程的教材，同时还可以作为各类、各层次学历教育和短期培训的首选教材，也比较适合作为广大学交通运输从业人员的学习参考用书。

由于我们的水平和经验所限，这套教材的编写也有不尽如人意的地方，敬请读者朋友不吝赐教。编者在一定时期之后会根据读者意见以及学科发展和教学等的实际需要，再对教材进行认真的修订，以期保持这套教材的时代性和实用性。

最后衷心感谢参加这套教材编写的全体同仁，正是由于他们的辛勤劳动，编写工作才得以顺利完成。我们还应该真诚感谢中南大学出版社的领导和同志们，正是由于他们的大力支持和认真督促，这套教材才能够如期与读者见面。



中南大学副校长、教授

# 前言

在交通运输和交通工程行业的学习、研究和具体实践工作中,通常需要在复杂的环境下,利用并不完整的观察资料,对不肯定事物做出科学的预测和决策,为交通规划、管理和运营等工作提供依据。因此,预测与决策技术是交通专业本科生必须掌握的基本技能之一,有必要建立自己的核心教材。而国内目前讲授预测与决策技术的教材多数属于经济与管理学科,且偏重于统计预测和经济决策,一般使用经济管理方面的案例,不适于交通专业的学生理解和学习交通行业特有的预测和决策技术。本书针对此问题,紧密结合交通专业学科特点,在常规统计预测和经济决策理论与方法的基础上,融合交通专业特有的预测和决策技术,利用交通运输案例,在帮助学生理解基础理论和方法的基础上,侧重于提高学生解决综合交通预测和决策问题的能力。主要特点包括:

(1)进一步理顺基础理论和方法:仍采用常规的以定性预测、回归预测和时间序列预测为主的预测技术分类体系,以及含风险型决策、不确定型决策和多目标决策在内的常规决策技术分类体系,保持与一般预测与决策技术教材的一致性和可比性,方便学生利用其他参考书籍强化基础理论和方法的学习。

(2)强化交通运输案例学习:在常规预测和决策技术部分,尽量补充交通运输有关案例,强化学生在学习过程中对专业的感性认识,帮助学生更好地理解专业问题,提高解决专业问题的能力。

(3)增加交通运输综合预测方法的学习:补充交通学科特有的综合预测方法和有关案例,如客货运量预测、四阶段法等,使学生对专业核心预测内容有一定接触和理解,为后期详细学习客货运输组织以及交通规划等核心课程打下良好的基础,同时提高学生解决综合交通问题的能力。

(4)为便于学生复习以及思考和练习,在每章附有思考与练习题,特别注意了加入交通问题,给学生更多的练习机会,帮助学生更好地理解和学习。

全书分为预测和决策两部分,预测部分分别介绍定性预测和定量预测方法,其中定量预测方法除主要介绍常规的回归预测、时间序列预测、灰色预测、状态空间模型和卡尔曼滤波等方法外,还重点补充了交通运输系统一些特有的综合预测方法和案例,例如客货运输量的预测、公交地铁客运量预测、四阶段法预测、车辆保有量预测等。决策部分以常规的风险型决策、贝叶斯决策、不确定型决策和多目标决策方法为主线,辅以交通运输案例分析,帮助学生理解和运用所学知识,提高解决交通运输系统中实际问题的能力。

本书由胡郁葱和黄玲老师主编,负责全书的整体框架设计及全书的修改、总纂和定稿工作,杨亚琛和张丽莉老师为副主编,张春梅老师和翁金贤老师参编。具体分工为:胡郁葱负责第4、14章的撰写;黄玲负责第1、5、13章的撰写;杨亚琛负责第10、11、12章的撰写;张丽莉负责第2、3章的撰写,张春梅负责第8章的撰写;翁金贤负责第6、7、9章的撰写。

本书定位为交通工程、交通运输、物流工程等高等学校本科专业教材，也可作为交通运输工程学科研究生的参考书籍。

本书在撰写过程中，得到了中南大学出版社的鼎力支持，同时获得了华南理工大学教材立项支持；在框架设计和全书统稿、修改、校对和定稿阶段，得到了李婷和邹小健同学的大力协助，全书由黄玲负责统稿审校，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不尽如人意之处，敬请广大读者批评指正，以使其日臻完善。

胡郁葱

2014年7月

## 目 录

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第1章 交通运输预测方法概述 .....      | (1)   |
| 1.1 交通运输预测的概念和作用 .....    | (1)   |
| 1.2 交通运输预测方法的分类及其选择 ..... | (3)   |
| 1.3 交通运输预测的原则和步骤 .....    | (6)   |
| 1.4 交通运输预测的特点及思想方法 .....  | (8)   |
| 第2章 定性预测方法 .....          | (12)  |
| 2.1 定性预测方法的概念和特点 .....    | (12)  |
| 2.2 定性预测与定量预测的关系 .....    | (13)  |
| 2.3 德尔菲法 .....            | (14)  |
| 2.4 主观概率法 .....           | (22)  |
| 2.5 定性预测的其他方法 .....       | (27)  |
| 第3章 回归预测方法 .....          | (48)  |
| 3.1 概述 .....              | (48)  |
| 3.2 一元线性回归预测方法 .....      | (53)  |
| 3.3 多元线性回归预测法 .....       | (60)  |
| 3.4 非线性回归预测 .....         | (65)  |
| 3.5 自回归预测法 .....          | (66)  |
| 3.6 交通运输案例分析 .....        | (68)  |
| 第4章 时间序列预测方法 .....        | (78)  |
| 4.1 时间序列分解法 .....         | (78)  |
| 4.2 趋势外推法 .....           | (86)  |
| 4.3 曲线拟合优度分析 .....        | (109) |
| 4.4 时间序列平滑预测法 .....       | (111) |
| 第5章 平稳时间序列预测法 .....       | (128) |
| 5.1 概述 .....              | (128) |
| 5.2 时间序列的自相关分析 .....      | (129) |

|        |                                  |       |
|--------|----------------------------------|-------|
| 5.3    | 单位根检验和协整检验 .....                 | (137) |
| 5.4    | ARMA 模型的建模 .....                 | (142) |
| 5.5    | 时间序列的案例分​​析 .....                | (149) |
| 第 6 章  | 灰色预测理论与方法 .....                  | (165) |
| 6.1    | 灰色预测理论 .....                     | (165) |
| 6.2    | GM(1,1) 模型 .....                 | (167) |
| 6.3    | GM(1,1) 残差模型及 GM (n, h) 模型 ..... | (174) |
| 6.4    | 交通运输案例分析——以客运量预测为例 .....         | (177) |
| 第 7 章  | 状态空间模型和卡尔曼滤波 .....               | (181) |
| 7.1    | 状态空间模型 .....                     | (181) |
| 7.2    | 卡尔曼滤波 .....                      | (188) |
| 7.3    | 方法评价 .....                       | (190) |
| 7.4    | 交通运输案例分析 .....                   | (191) |
| 第 8 章  | 交通运输综合预测方法 .....                 | (195) |
| 8.1    | 概述 .....                         | (195) |
| 8.2    | 四阶段法 .....                       | (196) |
| 8.3    | 非集计预测方法 .....                    | (212) |
| 8.4    | 交通运输综合预测方法 .....                 | (224) |
| 第 9 章  | 预测精度的测定和评价 .....                 | (264) |
| 9.1    | 预测精度的测定 .....                    | (264) |
| 9.2    | 定量预测方法的精度比较 .....                | (267) |
| 9.3    | 定性预测与定量预测的综合运用 .....             | (270) |
| 9.4    | 组合预测法 .....                      | (272) |
| 第 10 章 | 交通运输决策的基本问题 .....                | (279) |
| 10.1   | 决策的概念和种类 .....                   | (279) |
| 10.2   | 决策的作用和步骤 .....                   | (280) |
| 10.3   | 决策的公理和原则 .....                   | (282) |
| 10.4   | 交通运输决策的特点 .....                  | (284) |
| 第 11 章 | 风险型决策方法 .....                    | (286) |
| 11.1   | 风险型决策的基本问题 .....                 | (286) |
| 11.2   | 不同标准的决策方法 .....                  | (288) |
| 11.3   | 决策树 .....                        | (291) |
| 11.4   | 风险决策的敏感性分析 .....                 | (294) |

|        |                                  |       |
|--------|----------------------------------|-------|
| 11.5   | 完全信息价值 .....                     | (297) |
| 11.6   | 效用概率决策方法 .....                   | (299) |
| 11.7   | 连续性变量的风险型决策方法 .....              | (304) |
| 11.8   | 马尔科夫决策方法 .....                   | (308) |
| 11.9   | 交通运输案例分析 .....                   | (311) |
| 第 12 章 | 贝叶斯决策方法 .....                    | (316) |
| 12.1   | 贝叶斯决策概述 .....                    | (316) |
| 12.2   | 贝叶斯决策方法的类型 .....                 | (320) |
| 第 13 章 | 不确定型决策方法 .....                   | (330) |
| 13.1   | “好中求好”决策方法 .....                 | (330) |
| 13.2   | “坏中求好”决策方法 .....                 | (332) |
| 13.3   | $\alpha$ 系数决策方法 .....            | (333) |
| 13.4   | “最小的最大后悔值”决策方法 .....             | (335) |
| 13.5   | 各种决策方法的比较和选择 .....               | (336) |
| 第 14 章 | 多目标决策方法 .....                    | (342) |
| 14.1   | 多目标决策概述 .....                    | (342) |
| 14.2   | 层次分析法 .....                      | (343) |
| 14.3   | 多属性效用决策法 .....                   | (356) |
| 14.4   | 优劣系数法 .....                      | (360) |
| 14.5   | 模糊决策法 .....                      | (363) |
| 附 录    | .....                            | (369) |
| 附表一    | DW 检验临界值表( $\alpha=0.01$ ) ..... | (369) |
| 附表二    | $t$ 检验临界值表(双侧检验用) .....          | (371) |
| 附表三    | $F$ 检验临界值表 .....                 | (372) |
| 附表四    | 标准正态分布表 .....                    | (376) |
| 附表五    | $\chi^2$ 分布表 .....               | (378) |
| 参考文献   | .....                            | (381) |

## 第1章

# 交通运输预测方法概述

### 1.1 交通运输预测的概念和作用

#### 1.1.1 交通运输预测的概念

预测就是根据过去和现在估计未来、预测未来。交通运输预测属于预测方法研究范畴,交通运输预测,是指以历史的、现有的交通以及相关因素的调查统计资料为依据,以预测科学的理论和方法为基础、以交通运输系统为对象,对未来交通系统可能发生的变化以及交通的发展规律和趋势进行推断的过程。在这种推测中,不仅有数学计算,而且有直觉判断。

交通运输预测的方法论性质与统计学的方法论性质是一致的。交通运输预测方法是一种具有通用性的方法。实际调查的交通数据资料是预测的依据,交通工程专业理论是预测的基础,数学模型是预测的手段,它们共同构成交通运输预测的三个要素。交通运输预测可用于人类交通运输领域中的实质性预测。例如,用于预测区域的居民每日平均出行次数以及出行分布,道路交通流中的车型组成等。明确交通运输预测和各种实质性预测之间的联系和区别是十分重要的。下面以交通运输预测和统计预测为例,说明两者的联系和区别。

两者的主要联系是:

①它们都以某种经济现象(交通运输也是社会经济现象的一部分)的数值作为其研究的对象。

②它们都直接或间接地为宏观和微观的市场需求预测、管理决策、政策制定和政策评估等提供信息。

③统计预测为交通运输定量预测提供所需的统计方法论。实践证明,如果没有科学的统计预测方法,经济定量预测就难以取得迅速的发展和较准确的结果。同时,统计预测也对交通运输预测结果的准确性进行研究,以便使交通运输预测方法得到不断的完善。

两者的主要区别是:

①从研究的角度来看,交通运输预测和统计预测都以经济现象的数值作为其研究对象,但着眼点不同。前者是对实际交通运输现象进行预测,是一种实质性预测,其结果表现为对某种交通运输现象的未来发展做出判断;后者则属于方法论研究,其研究的结果表现为预测方法的完善程度。

②从研究的领域来看,交通运输预测是研究交通运输领域中的问题,统计预测则被广泛地应用于人类活动的各个领域。

为了使统计预测和决策方法在交通运输领域中发挥更大的作用,本书在阐述方法后,列举了大量的交通运输预测和决策实例。

### 1.1.2 交通运输预测的作用

就统计预测方法而言,其最基本的作用在于把历史资料中同时并存的基本轨迹和误差分开,以研究其形态的变化。把轨迹分离出来的办法,就是对资料拟合某种模型,使模型尽可能准确而全面地反映出有规律的轨迹。误差又称为残差或剩余项。残差必须呈现某种随机性。研究残差的随机性是统计预测的一项重要内容。

在现代市场经济条件下,预测的作用是通过各个企业或行业内部的行动计划和决策来实现的。预测与决策和行动计划之间的关系在于:预测在决策之前,行动计划在决策之后。预测为决策提供依据,是决策科学化的前提;而正确的决策又给合理的预测提供实践机会。行动计划是预测、决策之后的产物,又是预测、决策实现的桥梁。预测人员是情报和信息的生产者,而决策人员和计划人员则是情报或信息的消费者。

交通运输预测在整个交通运输系统有着举足轻重的作用,可以说,预测必不可少。例如,在交通规划过程中就需要对未来规划年的交通需求量进行预测,经典的交通“四阶段法”——以居民出行调查(person trip survey)为基础,由交通生成(trip generation attraction)、交通分布(trip distribution)、交通方式划分(model split)、交通量分配(traffic assignment)四个阶段组成。其中第一阶段“交通生成(trip generation/attraction)”就需要先对交通生成进行总量预测;此外,在日常交通运输管理和调度中,预测也必不可少,例如春运期间车辆的调度安排需要在春运期间客流量预测的基础上进行。

交通运输预测是交通运输决策的依据,更是实现科学规划设计的前提。缺乏科学的预测会对人们出行造成很大的影响,例如,由于对客流量缺乏科学的预测,在广州 BRT 线路开放的首个工作日,人们在 BRT 公交车里被挤成沙丁鱼罐头;亚运会期间推行的免费地铁导致广州市地铁站人山人海,排队进站的人甚至排到了路上等。这些事例表明,无论在交通规划、设计层面还是交通管理、控制、政策等方面的决策,都需要以科学的交通运输预测作为依据。

与经济预测类似,交通运输预测作用的大小取决于预测结果所产生效益的多少。影响预测作用大小的因素是多种多样的,主要有:①预测费用的高低。预测费用包括设计预测程序费用、资料搜集和整理等调查费用、资料使用费用、计算费用以及研究人员的劳务费用等。显而易见,费用的高低直接影响了预测结果效益的好坏。②预测方法的难易程度。它与预测费用的高低有着密切的联系,如方法简单易懂,则费用就低;反之,方法复杂难用,费用就高。③预测结果的精确程度。通常情况下,准确性高的预测比准确性低的预测作用更大一些。也就是说,花费更多的时间和金钱有可能得到一个较好的预测结果。但是,是否值得花这部分额外的代价去取得额外的精确性,是需要考虑的。虽然目前有办法去评估预测模型提高精度带来的价值,但在一种特定的预测方法被实现之前,很难了解它究竟能在多大程度上提高预测精度。同时,还要注意到提高精度的好处常在于减少风险,而不是降低费用。由此可见,预测费用的高低、预测方法的复杂程度以及预测结果的精度是影响预测作用的三大主要因素。

## 1.2 交通运输预测方法的分类及其选择

### 1.2.1 交通运输预测方法的分类

按预测方法的性质,大致上可分为定性预测法、回归预测法和时间序列预测法三类。

#### 1. 定性预测法

定性预测法是以逻辑判断为主的预测方法。这类方法主要是通过预测者所掌握的信息和情报,结合各种因素对事物的发展前景做出判断,并把这种判断定量化。它普遍适用于缺乏历史统计资料的事件进行预测,或对趋势转折进行预测。具体方法有德尔菲法、主观概率法、领先指标法、厂长(经理)评判意见法、推销人员估计法、相互影响分析法和情景预测法等。

#### 2. 回归预测法

回归预测法是研究变量与变量之间相互关系的一种数理统计方法,应用回归分析从一个或几个自变量的值去预测因变量的值。回归预测中的因变量和自变量在时间上是并进关系,即因变量的预测值要由并进的自变量的值来旁推。这类方法不仅考虑了时间因素,而且考虑了变量之间的因果关系。具体方法有一元线性回归预测法、多元线性回归预测法、非线性回归预测法等。

#### 3. 时间序列预测法

时间序列预测法是一种考虑变量随时间发展变化规律并用该变量以往的统计资料建立数学模型做外推的预测方法。由于时间序列预测法所需要的只是序列本身的历史数据,因此,这类方法应用得非常广泛。具体方法有时间序列分解分析法、移动平均法、指数平滑法、趋势外推法、自适应过滤法、平稳时间序列预测法、灰色预测法、状态空间模型和卡尔曼滤波法等。

现代预测方法的发展,往往是各种方法交叉运用、相互渗透,很难做出截然的划分。因此,对上述分类不能绝对化。例如,回归预测法和时间序列预测法的共同特点都是偏重于统计资料,以便建立数学模型进行预测。我们把以数学模型为主的预测方法习惯上称为定量预测法。因此,统计预测方法又可归纳成定性预测法和定量预测法两类。

按预测的时间长短,可分为近期预测、短期预测、中期预测和长期预测。一般来讲,近期预测是指1个月以内的预测,短期预测是指1~3个月的预测,中期预测是指3个月到2年的预测,2年以上的预测称为长期预测。向未来预测的时间越长,预测误差就越大。

按预测是否重复,可分为一次性预测和反复预测。在根据某种预测模型进行外推预测时,有的模型可以一次计算出所需的远近任何时期的预测值,称为一次性预测,如回归预测法和时间序列趋势外推预测法等;另外一些模型每次只能前测一期,称为反复预测,如指数平滑法、自适应过滤法等。

此外,根据交通运输预测方法的复杂程度,还可将交通运输预测分为基本交通预测方法和组合交通预测方法两大类。

#### (一) 基本交通预测方法

基本交通预测是以所获取的交通数据为研究对象,通过分析发现其中隐藏的时间或空间

规律性,并使用某一种预测模型实现预测的方法。预测的精度和鲁棒性取决于所选取的这一模型本身。在基本交通预测模型的研究中,国内外研究人员提出并验证了很多理论和方法。总体来说,这些基于经验的预测方法可以大致分为两类——参数方法和非参数方法。具体地说,主要有基于线性系统理论的方法、基于非线性系统理论的方法、基于知识发现的智能模型方法等。

#### (1) 参数预测方法

从 20 世纪 80 年代开始,各种参数方法在交通预测领域已被广泛使用,并且取得了较好的效果,包括历史平均算法、平滑算法、线性和非线性回归法、滤波方法、自回归线性过程等时域方法,以及谱分析等频域方法。这些传统的参数预测方法是时间序列预测的里程碑,对交通状态预测研究的发展意义重大。

#### (2) 非参数预测方法

近些年来,随着研究人员对各种非参数技术,如非参数回归、神经网络、支持向量机等方法的深入研究,非参数预测模型已经显现出可以替代传统参数预测方法的巨大潜力。尤其是计算智能技术的快速发展,模糊系统、机器学习和进化计算等非参数技术已经被成功地应用在交通预测领域中。

非参数统计回归预测方法可以被看作一个动态分类模型,它依赖于相关或不相关的交通变量之间的关系,力图确定和预测时间点状态相似的过去时间点的状态,加以利用并实现预测。具体地说,根据历史数据中因变量和自变量的关系建立案例数据库,预测时把当前要预测的交通状态,看成是过去状态的近邻状态,按照模式识别的原理,寻找出案例数据库中当前输入状态相类似的近邻状态,并根据这些近邻状态完成预测。这一方法不需要先验知识,只需要有足够的历史数据,并且随着案例数据库中案例的增加,就能够考虑到更多情况下的交通流变化趋势。

### (二) 组合交通预测方法

组合交通预测是把两种或两种以上预测方法混合起来进行的联合预测,目的是为了发挥每种组分预测方法各自的优点,克服其各自的缺陷,力求得到更加理想的预测效果。预测的精度和鲁棒性取决于各组分模型的预测效果,以及组分模型组合的效率等。对于此类方法的研究早在 20 世纪 90 年代后期就已经开始,相应的组合有小波分析和时间序列分析结合的方法、模糊推理结合神经网络的预测方法、多种预测方法与人工智能技术相结合的智能预测方法等。

#### 1.2.2 交通运输预测方法的选择

在选择预测方法时,应考虑三个主要问题,即合适性、费用和精确性。任何一种预测方法都是建立在一定的假定条件之上的,而任何一种假定条件都无法囊括现实世界中错综复杂的关系,因此,必须考虑方法的适用条件。也就是说,一个合适的方法不仅要适合于影响被预测项目的因素,而且也应适合于预测的环境和条件。例如某种可用于一次性预测的方法可能并不适合于库存量控制的预测。在精确性和费用问题上,要权衡两者的轻重,要依靠自己的判断能力去断定应该用多大的力量,从而决定使用哪一种方法。表 1-1 概括了各种预测方法的特点,以供事前选择之用。

表 1-1 各预测方法特点表

| 方法           | 时间范围   | 适用情况                            | 计算机硬件最低要求                      | 应做工作                                            |
|--------------|--------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| 定性预测法        | 短、中、长期 | 对缺乏历史统计资料或趋势面临转折的事件进行预测         | 计算器                            | 需做大量的调查研究工作                                     |
| 一元线性回归预测法    | 短、中期   | 自变量与因变量两个变量之间存在着线性关系            | 计算器                            | 为两个变量收集历史数据,此项工作是此预测中最费时间的部分                    |
| 多元线性回归预测法    | 短、中期   | 因变量与两个或两个以上自变量之间存在着线性关系         | 在两个自变量情况下,可用计算器,多于两个自变量的情况用计算机 | 为所有变量收集历史数据,是此项预测最费时间的部分                        |
| 非线性回归预测法     | 短、中期   | 因变量与一个或多个自变量之间存在某种非线性关系         | 在两个自变量情况下,可用计算器,多于两个自变量的情况用计算机 | 必须收集所有变量历史数据,并用几个非线性模型试验                        |
| 趋势外推法        | 中期到长期  | 当被预测项目的有关变量用时间表示时,用非线性回归        | 与非线性回归预测法相同                    | 只需要因变量的历史资料,但用趋势图作试探时很费时间                       |
| 分解分析法        | 短期     | 适用于一次性的短期预测或在使用其他预测方法前消除季节变动的因素 | 计算器                            | 只需要序列的历史资料                                      |
| 移动平均法        | 短期     | 不带季节变动的反复预测                     | 计算器                            | 只需要因变量的历史资料,但初次选择权数时很费时间                        |
| 指数平滑法        | 短期     | 具有或不具有季节变动的反复预测                 | 在用计算机建立模型后进行预测时,只需计算器即可        | 只需因变量的历史资料,是一切反复预测中最简易的方法,但建立模型所费的时间与自适应过滤法不相上下 |
| 自适应过滤法       | 短期     | 适用于趋势形态的性质随时间而变化,而且没有季节变动的反复预测  | 计算机                            | 只需因变量的历史资料,但制定并检查模型很费时间                         |
| 平稳时间序列预测法    | 短期     | 适用于任何序列的发展形态的一种高级预测方法           | 计算机                            | 计算过程复杂、烦琐                                       |
| 干预分析模型预测法    | 短期     | 适用于当时间序列受到政策干预或突发事件影响的预测        | 计算机                            | 收集历史资料及影响事件                                     |
| 景气预测法        | 短、中期   | 适用于时序趋势延续及转折预测                  | 计算机                            | 收集大量历史资料和数据,并需大量计算                              |
| 灰色预测法        | 短、中期   | 适用于时序的发展呈指数型趋势                  | 计算机                            | 收集对象的历史数据                                       |
| 状态空间模型和卡尔曼滤波 | 短、中期   | 适用于各类时序的预测                      | 计算机                            | 收集对象的历史数据,并建立状态空间模型                             |

与传统的基于数学回归方法、物理模型和交通工程理论的预测方法不同,随着信息技术的发展,特别是对人工智能、机器学习等技术的工程实用性研究的不断深入,基于计算智能的交通预测模型有更为广阔的发展空间。交通运输预测研究按照研究方法不同,可以分为基本预测模型和组合预测模型两类。从预测的基本原理来说,如果交通运输数据集比较完备,则某特定的基本预测模型完全可以较好地解决预测问题。但对于实际研究中存在的数据缺失、噪声干扰等因素的影响,基本预测模型就很难给出精确、稳定的预测结果,而组合预测模型针对基本模型各自的优缺点,取长补短,可以实现模型预测能力的相互补充,从而给出较稳定的预测结果,提高交通运输预测的水平。

## 1.3 交通运输预测的原则和步骤

### 1.3.1 交通运输预测的原则

由于交通运输系统本身十分复杂,不仅受到社会各种活动和各种错综复杂关系的影响,还受到自然界许多偶然因素的影响,这使得交通运输预测似乎无规律可循。然而事实表明,虽然偶然因素对交通运输预测对象的发展起着一定的作用,但这些偶然性始终受着内部规律的支配。如果能掌握交通运输预测对象发展变化的规律性,则预测必然会与实际情况基本相符。因此,在进行交通运输预测时通过观察、分析,从交通运输系统中发现存在的规律,是进行科学交通运输预测应遵循的总原则。

#### (一) 连续性原则

连续性原则是根据事物的发展具有连续性而总结出来的。连续性原则指事物的发展是其过去的延续,而未来是现在的延续。交通运输系统中连续性是普遍存在的。机动车保有量、路网密度、自行车拥有量、人口、国民生产总值以及交通量等交通因素都具有一定的连续性。这些因素今天的状况是昨天状况的延续。同样,今天现状的继续就是所要预测的未来。因而连续性的存在为进行交通运输预测提供了一定的理论依据。

#### (二) 相关性原则

相关性原则是说任何影响交通因素的发展变化都不是孤立的,都与其他一个或多个交通因素的发展变化相互联系、相互影响,这种发展变化过程中的相互联系就是相关性。例如,车辆保有量的发展不是孤立的,它是某一地区交通运输需求的产物,是国民经济、劳动分布、交通运输政策、人口因素的综合反映,它们相互影响、相互作用。这种相关性有多种表现形式,其中最主要的、应用最广泛的是因果关系。因果关系是交通因素中普遍联系和相互作用的形式之一,它的特点是:原因在前,结果在后,并且原因和结果之间常常具有类似函数关系的密切联系。这就为建立预测模型进行定量预测提供了一个理论依据。因而,利用交通运输系统发展过程中的相关性是进行预测时首要考虑的一个重要方法,特别是需要定量预测时,如果能找到一个或几个与预测对象密切相关并且是可以控制或可以预见其发展变化的因素,利用调查数据(历史数据)建立起它们与预测对象之间的数学模型,则会得到较好的预测结果。

### (三) 类推性原则

许多事物相互之间在发展变化上常有类似之处,可根据某一事物发展变化体现出的规律来预测类似事物的变化发展,把先发展事物的表现过程类推到后发展事物上去,并对后发展事物的前景做出预测,这就是类推原则。类推原则在缺乏研究对象的历史数据时较常采用。此外,通过抽样调查研究某些局部或小范围的经济、交通运输发展情况,预测或了解整体和大范围的交通、经济发展情况,也可以应用类推原则。交通运输预测模型可移植性研究就是该原则在具体应用中的一个体现。

### (四) 概率性原则

由于预测受到其他各种随机因素的干扰,使得预测结果具有一定的不确定性。在这种情况下,为便于决策者更好地做出决策,应该对这种不确定性进行更好地表达和体现。为了说明预测结果的不确定性,可采用概率论与统计学上的概念,在给出预测值的同时,给出预测区间与预测对象发生在该区间的置信度(概率)。

### (五) 系统性原则

交通运输系统作为社会的一个子系统,其发展变化必然受到整个社会系统的影响。并且政治、经济、文化等的发展变化也会引起交通运输系统发展变化。因此,交通运输预测不仅要考虑到其自身发展变化,还要考虑到社会其他子系统的发展变化。

## 1.3.2 交通运输预测的步骤

一个完整的交通运输预测研究,一般要经过以下几个步骤。

### (一) 确定预测的目的

预测的目的不同,所需的资料和采用的预测方法也有所不同。例如,对一个小区居民户的出行次数预测,既可从其居民收入方面来预测,也可从其年龄结构方面来预测,还可从居民小汽车拥有量等方面来预测。有了明确的目的,才能据以搜集必要的统计资料,采用合适的统计预测方法。

### (二) 搜集和审核资料

准确的统计资料是交通运输预测的基础。预测之前,必须掌握大量的、全面的、准确有用的数据和情况。为了保证统计资料的准确性,还必须对资料进行审核、调整和推算。对审核、调整后的资料,要进行初步分析,画出统计图形,以观察统计数据的性质和分布,作为选择适当交通运输预测模型的依据。

### (三) 选择预测模型和方法

资料审核、调整后,根据资料结构的性质,选择合适的模型和方法来预测。在资料不够完备、精度要求不高时,可采用定性预测法;在掌握的资料比较完备、进行比较精确的预测时,可运用一定的数学模型,如采用回归预测法和时间序列预测法等。