

实践与思考

SHI JIAN YU SI KAO

陈建林 著

云南出版集团公司
云南科技出版社

实践与思考

陈建林 著

江苏工业学院图书馆
藏书章

云南出版集团公司
云南科技出版社

·昆明·

图书在版编目 (CIP) 数据

实践与思考/陈建林著. —昆明: 云南科技出版社,
2008.8

ISBN 978-7-5416-2953-2

I. 实… II. 陈… III. 军事交通—交通运输—研究
IV. E951.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 126868 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

云南国防印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 18 字数: 400 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1~1000 册 定价: 35.00 元

序

漫漫长路积极求索，躬身践行不敢懈怠。作为驻昆明铁路局军代处10年发展历程的直接参与者和见证者，付梓出版论文集《实践与思考》，既是为了了却自己多年的宿愿，也是献给单位组建升格10周年的一份礼物。

铁道线上写春秋，大动脉上洒热血。我为军交运输事业贡献了青春年华，军代处给我提供了施展才华的舞台。从1970年12月入伍，自己就在军交运输战线上工作，担任过汽车连排长、副指导员，在对越自卫还击作战即将开始时调入军代处，分别在营、团、师三级军代处担任过领导职务，曾先后到长沙铁道学院运输工程系和西南交通大学交通运输学院学习。30多年来，我亲身经历参与了中越自卫还击作战、卫星发射、抗震救灾紧急运输等数10次重大输送保障任务，领导和具体组织完成了大量军事运输、交通战备、军交正规化建设等工作。

《实践与思考》一书，是我对军交运输工作和军代处建设规律的认识和思索，是我在军交工作实践中的所想、所思、所悟、所得。本书所收集的49篇文章，按内容分为综合研究、军事斗争军交准备、军事物流、军交正规化建设、信息化建设、思想政治建设、军交运输保障、科研训练与人才培养等8个篇章。这些文章汇集了我10多年来发表在军内外报纸杂志上的论文、课题报告、调研报告等，绝大部分是由我自己撰写的，少部分是与我的同学、同事合作以及在我的博士导师蒲云教授指导下完成的。它们分别从不同角度、不同侧面诠释了自己对军交运输工作和军代处建设的思考，是自己30多年理论探索和实践经验的结晶。

三十多年披风沐雨，三十多年不懈奋斗。能够在自己的军旅生涯即将结束之际，编印出版《实践与思考》论文集，我感到十分欣慰。一方面，我始终对军交事业和军代处眷顾有加，希望能留下点有价值的东西。另一方面，也希望通过这本集子产生抛砖引玉的效果，以期引起同行们进行更深层次的思考和探索，为军交事业和军代处建设提出真知灼见。

在编印本书过程中，得到了各界领导、朋友和同事的热心帮助，在此一并表示衷心的感谢！由于时间仓促，加之学识、能力有限，书中不妥之处在所难免，恳请各位读者批评指正。

目 录

第一篇 综合研究

基于行程时间可靠性的多类用户交通分配模型	3
战区军交运输网络保障能力评价研究	11
随机平衡下的收费设计问题	15
铁路路网运输时间可靠性研究	22
铁路路网运输能力可靠性研究	30

第二篇 军事斗争军交准备

切实抓好军事斗争军交运输准备工作全面落实	41
着眼“打赢”需要做好铁路军交运输准备工作	45
增强保障“打赢”能力 加快军事斗争军交运输准备步伐	47
着眼未来 与时俱进 开拓创新 为实现军事斗争军交准备跨越式发展不懈努力	51
铁路运输动员建设质量评估指标体系研究	56
按照科学发展观 加快推进后勤建设发展	63
用科学发展观指导和统筹军交运输工作	66

第三篇 军事物流

第三方物流在军交运输中的应用及其绩效评价	71
现代物流与军事斗争军交准备	77
军事物流系统的改进策略	82
四川省第三方物流需求的调查	87
帕累托最优在军事物流供应链中的应用	94
军事物流系统运输方式及其优化	100

第四篇 军交正规化建设

“一体化、一盘棋、一家人”开辟军交运输正规化建设新局面	117
立足新起点 创造新业绩 不断开创军交运输暨兼职领导工作的新局面	122
注重巩固完善 着力发展创新 不断推进军交运输工作正规化建设	126

第五篇 信息化建设

军事交通运输信息化建设与发展研究	133
论军交运输信息化建设跨越式发展的基本原则和主要对策	144
军交运输保障装备信息化改造与建设研究	149
军交运输信息资源的开发与利用	159

第六篇 思想政治建设

贯彻落实科学发展观应提高四种能力	179
网络与思想政治教育	183
以“三个代表”重要思想为指导 切实改进和加强作风建设	187
强化理论思维的逻辑路径	192
新时期青年官兵价值观念嬗变的理性思考	195
提高基层军代处政治教育质量的思考	200
适应新形势 探索新路子	204
增强工作实效性	208
跨越昨日辉煌 迎接新的挑战	210
贪得无厌必自堕——读柳宗元《蝜蝂传》有感	214

第七篇 军交运输保障

部队铁路应急输送车辆最小集结时间网络模型研究	217
铁路军事运输安全管理的研究	224
借鉴伊拉克战争实践 加速推进我军军交运输建设	230
归口管理部队铁路商务运输的体会	235
立足“两个特性” 实现对军运产品的全面质量管理	238
从组织自备车运输联营看推进军交装备发展的必要性和可行性	241
立足平时 着眼未来 努力提高应急航空军事运输保障能力	243
高原山地边境作战军交运输保障存在的问题与对策	247
着眼西南战区军交运输保障需求 增强完成多样化军交运输任务的能力	252

第八篇 科研训练与人才培养

铁路军交专业训练考核评估研究	259
坚持用科学发展观统筹和指导驻交通沿线军代处工作 ——浅谈当好军代处主任的几点认识	265
做一个名副其实的高素质人才	276
领导干部必须提高理论思维能力	278

第一篇 综合研究

基于行程时间可靠性的 多类用户交通分配模型

【摘要】 分析了路网在随机因素作用下造成的出行者行程时间的不确定性。假设出行者基于期望行程时间和行程时间可靠性的均衡选择路径, 根据出行者对待行程时间可靠性的不同态度, 将其路径选择行为分类, 建立了基于行程时间可靠性的多类用户交通分配的变分不等式模型。给出了模型的对角化算法。对一个小测试网络的计算结果表明, 该模型能够反映出出行者在不确定环境下的路径选择行为。

【关键词】 可靠性 多类用户 对角化算法 路网 交通分配 行程时间

中图分类号: U491 文献标识码: A

Travel Time Reliability Based Traffic Assignment Model With Multiple User Classes

CHEN Jianlin, LIU Haixu, CHENG Xueqing, PU Yun

(1.School of Traffic and Transp., Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2.Graduate School, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: The uncertainty in travel time caused by stochastic factors was analyzed. It was assumed that a traveler's decision on route choice is a tradeoff between expected travel time and travel time reliability. The route choice behaviors were grouped into different classes according to travelers' attitudes towards travel time reliability. A travel time reliability based traffic assignment model with multiple user classes was formulated through a variational inequality (VI) approach. A diagonalization algorithm was presented for the model. As an example, the calculation results on a small network demonstrate that the model can reflect travelers' route choice behaviors in uncertain environments.

Key words: reliability; multiple user classes; diagonalization algorithm; road network; traffic assignments; travel time

在多种随机因素（比如天气、交通事故、道路的改造维护等）作用于路网时，路段的通行能力是随机改变的，这使得出行者的行程时间也是不确定的。路段通行能力的改变可能是出行者面临的最大不确定性^[1]。建立随机环境下的路径选择模型是分析随机路网性能的基础和关键。Mirchandani 等^[2]指出随机路网与确定性路网的本质不同在于随机路网中行程时间的随机波动。他们建立的广义平衡分配模型中没有考虑路段通行能力的随机波动，而是直接把路段行程时间作为随机变量。从通行能力的随机变动角度出发，Lee 等^[3]利用干涉理论定义了基于可靠性的路径选择原则，但是没有考虑行程时间因素。Lo 等^[4]提出通行能力随机变化下的一种可能的路径选择行为，即出行者一方面寻求行程时间最短，但同时也希望行程时间的波动最小。刘海旭等^[5]定义了行程质量概念，同时考虑影响出行者决策的行程时间及其可靠性 2 个因素。对于出行者而言，行程时间的不确定性可以用行程时间可靠性来度量，即出行者在指定时间内到达目的地的概率。出行者在选择路径时除了考虑行程时间外，还必须考虑行程时间可靠性。但是这 2 个目标并不一致，往往存在矛盾。因此，符合实际的路径选择模型必须考虑出行者对行程时间和行程时间可靠性所采取的均衡策略。由于出行者的出行目的不同以及性格、偏好等因素，出行者对待行程时间可靠性有不同态度，因此其均衡策略并不相同，所以路径选择模型还必须包括多种不同类型的路径选择行为。

一、路段通行能力变化与行程时间可靠性

考虑路网 $G = (N, A)$ ，其中 N 表示网络节点的集合， A 表示路段的集合。令 W 表示路网中的 OD (Origin-Destination) 对集合。

按随机因素的来源，可以将随机因素分为外生因素（比如天气状况、违章占用车道、信号灯故障、日常的道路维护等）和内生因素（比如不同车型的混合、交通事故等）。从作用的方式来看，有些以离散的方式作用于路段，比如重大自然灾害；有些则是以连续的方式作用于路段，比如天气状况等。事实上，要逐一对这些随机因素进行统计分析花费巨大并且不切合实际。然而各种因素都将导致通行能力的随机变化，因此可把路段的通行能力 C_a ($a \in A$) 看成是非负的随机变量，服从某种概率分布。这种分布可从过去的交通资料中统计得到。

由于路段通行能力是随机变化的，路段行程时间也是随机变化的。使用 BPR (Bureau of Public Road, 美国道路局) 函数，并以表示路段上的实际行程时间，有

$$T_a(f_a, C_a) = t_{a0} [1 + \alpha (\frac{f_a}{C_a})^\beta], a \in A \quad (1)$$

式 (1) 中： f_a 表示路段 a 上的交通流量； C_a 表示路段 a 的通行能力；

t_{a0} 表示路段 a 的自由行程时间; α 和 β 为 BPR 函数的因数。

显然, T_a 也是随机变量。假定路段通行能力的随机变化独立于路段交通流量, 则路段 a 的行程时间均值^[4]为:

$$t_a(f_a) = E(T_a) = t_{a0} + \alpha t_{a0} (f_a)^\beta E\left[\left(\frac{1}{C_a}\right)^\beta\right], a \in A \quad (2)$$

式中: $E(\cdot)$ 表示随机变量的数学期望。出行者在选择路径时, 除了关心平均行程时间外, 还必须考虑能否在预定时间内到达目的地。路段 a 的行程时间可靠性^[5,9] 为:

$$r_a = P\{T_a \leq \phi_a t_{a0}\}, a \in A \quad (3)$$

式中: $P\{\cdot\}$ 表示事件发生的概率; ϕ_a 表示基于全体出行者的路段拥堵因数, 反映了出行者对各条路段交通拥堵的容忍程度。由于这种容忍程度往往因路段不同而不同, 因此不同路段的 ϕ_a 值一般不同。 ϕ_a 值应大于 1, 因为当路段通行能力随机变化时, 行程时间总是大于自由行程时间。 ϕ_a 可以通过调查统计等方法确定。由式 (1) 和 (3) 可得

$$r_a = 1 - P\left\{C_a \leq \frac{f_a}{(\phi_a - 1)^{\frac{1}{\beta}}}\right\}, a \in A \quad (4)$$

如果用 $F_{C_a}\{\cdot\}$ 表示 C_a 的分布函数, 并令 $\psi_a = |(\phi_a - 1)|\alpha|^{\frac{1}{\beta}}$, 式 (4) 可简化为

$$r_a(f_a) = 1 - F_{C_a}\left(\frac{f_a}{\psi_a}\right), a \in A \quad (5)$$

出行者的广义出行费用是行程时间和行程时间可靠性费用的综合。由于出行者的出行目的不同以及性格、偏好等因素, 出行者对待行程时间可靠性有不同态度, 因此广义出行费用并不相同。可以据此对出行者进行分类。定义第 i 类出行者在路段 a 上的广义出行费用为:

$$c_{ai}(f_a) = \lambda_{ai} t_a + \eta_{ai} (1 - r_a), i \in I, a \in A \quad (6)$$

式中: I 表示路网中对待行程时间可靠性持不同态度的出行者类型的集合, i 表示集合中的第 i 类出行者; η_{ai} 表示第 i 类出行者在路段 a 上的行程时间可靠性费用系数, 将行程时间的不可靠性转换成为相应的出行费用; λ_{ai} 表示第 i 类出行者在路段 a 上的行程时间费用系数, 将行程时间转换为相应的出行费用。 λ_{ai} 和 η_{ai} 是非负常数, 随出行者类型以及同一类出行者选择路段的不同而不同。假定出行者的广义出行费用函数具有可分离性, 则第 i 类出行者在 OD 对 w 之间路径 r 上的广义出行费用为:

$$c_{wri} = \sum_{a \in A} c_{ai} \delta_{war}, i \in I, w \in W, r \in R_w \quad (7)$$

式中: c_{wri} 表示 OD 对 w 之间路径 r 上第 i 类出行者的广义出行费用; δ_{war} 是 0-1 变量, 如果 OD 对 w 之间路径 r 使用路段 a 则为 1, 否则为 0; R_w 表示 OD 对 w 之间

的路径集合。

二、变分不等式模型

对于每类出行者而言, 满足如下路径—路段关联关系:

$$f_{ai} = \sum_{w \in W} \sum_{r \in R_w} f_{wri} \delta_{war}, \quad i \in I, a \in A \quad (8)$$

式中: f_{ai} 表示路段 a 上第 i 类出行者的交通流量; f_{wri} 表示 OD 对 w 之间路径 r 上第 i 类出行者的交通流量。

路段上的交通流量与各类出行者在路段上的交通流量满足如下关系:

$$f_a = \sum_{i \in I} f_{ai}, \quad a \in A \quad (9)$$

同时, 对每一类出行者而言还必须满足交通量守恒条件和交通量非负条件, 即

$$\sum_{r \in R_w} f_{wri} = q_{wi}, \quad i \in I, w \in W \quad (10)$$

$$f_{wri} \geq 0, \quad i \in I, w \in W, r \in R_w \quad (11)$$

式中: q_{wi} 表示 OD 对 w 之间第 i 类出行者的交通需求量。为描述方便, 将所有各类出行者路段交通流量所组成的向量表示为 f_a , 即 $f_a = (f_{ai} : i \in I, a \in A)$; 所有满足约束 (8) ~ (11) 的可行路段交通流量的集合表示为 Ω 。

假定出行者能正确认识自己的广义出行费用, 则可靠性相关的多类用户平衡状态可描述为: 对每一类出行者, 在其起点和终点之间所有可供选择的路线, 被利用的各条路径的广义出行费用相等, 而且不大于未被利用线路的广义出行费用。换言之, 当交通流模式处于平衡状态必须满足以下条件:

$$c_{wri} = \begin{cases} = c_{wi}, & f_{wri} > 0 \\ \geq c_{wi}, & f_{wri} = 0 \end{cases} \quad (12)$$

$$i \in I, w \in W, r \in R_w$$

式中: c_{wi} 表示 OD 对 w 之间第 i 类出行者的最小广义出行费用。

由于广义出行费用函数的 Jacobian 矩阵是非对称的, 所以不存在等价的凸规划模型, 但存在相应的变分不等式模型。存在以下命题:

命题 1 可靠性相关的多类用户交通分配模型等价于寻找 $f_a^* \in \Omega$, 使得如下的变分不等式成立

$$\sum_{i \in I} \sum_{a \in A} c_{ai}^* (f_{ai} - f_{ai}^*) \geq 0 \quad (13)$$

命题的证明可采用与文献^[7]类似的方法,具体证明略。由于可行集合 Ω 由线性约束和非负约束定义,并且具有上界,因此 Ω 是紧凸集。同时路段广义出行费用是关于路段交通量的连续函数。根据变分不等式的基本理论可知,变分不等式(13)至少存在1个解。当路段广义出行费用满足某种单调条件时,变分不等式具有唯一解。对于多类用户平衡问题,这样的单调条件往往并不满足,因此并不能保证解的唯一性。但是很重要的一点是,对于许多实际问题,唯一性的分析条件往往过于严格,而计算唯一性可以为模型的可靠性提供足够的依据^[8]。

三、求解算法

对角化算法^[9]被广泛应用于求解非对称问题,并且对于很多实际问题能够有效收敛。因此可以用对角化算法求解变分不等式(13)。在每一次循环中,需要依次对各类出行者解决 $|I|$ 个相互独立的子问题。设在第 n 次循环时,以 $f_a^{(n)}$ 表示路段 a 上除第 i 类出行者之外各类出行者路段流量之和。则以第 i 类为例,其对应的子问题 N_i 可表示如下:

$$\min Z = \sum_{a \in A} \int_0^{f_a} c_a(x f_a^{(n)}) dx \quad (14)$$

$$\text{s.t. } f_{ai} = \sum_{w \in W} \sum_{r \in R_w} f_{wri} \delta_{wr}, \quad a \in A \quad (15)$$

$$\sum_{r \in R_w} f_{wri} = q_{wi}, \quad w \in W \quad (16)$$

$$f_{wri} \geq 0, w \in W, r \in R_w \quad (17)$$

算法具体步骤:

(1) 初始化,对各类出行者 $i \in I$,选择一组初始可行路段交通量。可以在 $\{c_{ai}(0)\}$ 的基础上,对 q_{wi} , $w \in W$,进行全有全无分配,得到一组初始化路段交通流量 $\{f_{ai}^{(n)}\}$,令 $n=1$ 。

(2) 对角化,分别针对各类出行者,求解子问题 P_i ,得到新的交通流量 $\{f_{ai}^{(n+1)}\}$ 。

(3) 收敛标准,当相邻2次迭代中交通流量变化很小时结束循环,否则令 $n=n+1$,回到第(2)步。

四、算 例

采用如图 1 所示的测试网络, 包括 5 个节点, 7 条路段和 2 个 OD 对。

BPR 函数中参数 $\alpha=0.15$, $\beta=4$, 假定只有 2 类出行者, 并且各类出行者的费用系数在各路段相同, 即 $\lambda_a=\lambda_i$ 且 $\eta_a=\eta_i$ 。第一类出行者的费用系数分别为 $\lambda_1=0.5$, $\eta_1=20$; 第二类出行者的费用系数分别为 $\lambda_2=1$, $\eta_2=10$ 。假定各路段的 ϕ_a 相同, 且 $\phi_a=1.2$ 。两类出行者交通量分别为:

OD 对 1 (1→5) 之间交通量: $q_1=18$ 辆/min, $q_2=25$ 辆/min。

OD 对 2 (2→5) 之间交通量: $q_1=22$ 辆/min, $q_2=15$ 辆/min。

各路段的自由行程时间及最大通行能力见表 1。

表 1 路段自由行程时间及最大通行能力表

Tab. 1 Free-flow travel time and maximum capacity of the links

自由行程时间和最大通行能力	路段编号						
	1	2	3	4	5	6	7
自由行程时间 (min)	6	6	6	6	3	12	12
最大通行能力 (辆·min ⁻¹)	10	10	10	10	10	15	15

建立路段通行能力的统计分布特性需要足够的路段性能数据。在缺乏相关数据的情况下, 可以用截尾正态分布、Beta 分布或均匀分布等描述其统计分布特性。一般而言, 即使同一网络中的各个路段的分布特性也不尽相同。因此在不改变问题性质的前提下, 出于简便考虑, 假定路段通行能力在其最大通行能力和最大通行能力的 1/2 之间服从均匀分布。利用对角化算法求得的两类出行者在各路段的平衡交通流量如表 2 所示。

表 2 两类出行者的平衡路段交通流量表

Tab. 2 Equilibrium link flows of the two classes of travelers

单位: 辆·min⁻¹

交通量	路段编号						
	1	2	3	4	5	6	7
第一类出行者	7.44	10.56	9.35	12.65	0.26	16.52	23.48
第二类出行者	14.59	10.41	8.76	6.25	0.00	23.35	16.65

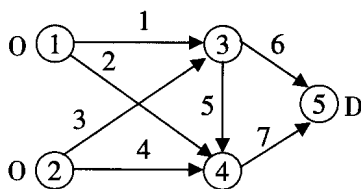


图 1 测试网络

Fig. 1 Network under test

图 2 反映了各路段的交通流量随对角化算法的循环次数的收敛情况。从图中可以看出,当循环次数为 35 时,各路段的交通流量趋于稳定。

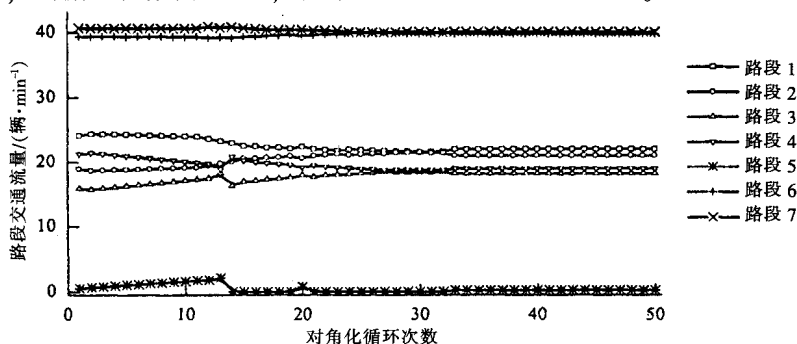


图 2 路段交通流量的收敛

Fig. 2 Convergence of flows on links

五、结 论

实际路网中,各种随机因素作用于路网,使得行程时间具有很大不确定性。这种不确定性往往影响出行者的路径选择行为。行程时间可靠性作为这种不确定性的量度,应该反映在出行者的路径选择行为中,同时还必须考虑出行者由于自身偏好等原因导致的不同路径选择行为,必须对现有的确定性的交通模型加以修正。基于出行者对可靠性的不同态度,用可靠性相关的多类用户分配模型对出行者的路径选择行为进行了分类。在小型网络的测试表明,该模型能很好地再现时间变动下的不同路径选择行为。当然,模型的有效性还有待于在实际路网情况下加以检验。

参考文献

- 1 ARNOTT, De PALAMA A, LINDSEY R. Does providing information to drivers reduce traffic congestion [J]. Transportation Research A, 1991, 25 (5):309~318
- 2 MIRCHANDANI P, SOROUSH H. Generalized traffic equilibrium with probabilistic travel times and perceptions [J]. Transportation Science, 1987, 21 (3): 133~152
- 3 LEE S, MOON B, ASAKURA Y. Reliability analysis and calculation on large scale transport network [C] //Reliability of Transport Networks. Hertfordshire: RSP Ltd., 2000. 173~189
- 4 LO H K, TUNG Y K. Network with degradable links: capacity analysis and design [J]. Transportation Research B, 2003, 37: 345~363
- 5 刘海旭, 蒲云. 基于行程质量的随机用户平衡分配模型 [J]. 中国公路学报, 2004, 17 (4): 93~95

- 6 LO H K, TUNK Y K. A chance constrained network capacity model[C] //Reliability of Transport Networks. Hertfordshire: RSP Ltd., 2000: 159~172
- 7 NAGURNEY A, DONG J. A multiclass, multicriteria traffic network equilibrium model with elastic demand [J] .Transportation Research B, 2002, 36 (5): 445~469
- 8 MENEGUZZER C. An equilibrium route choice model with explicit treatment of the effect of intersections [J] . Transportation Research B, 1995, 29 (5): 329~356
- 9 SHEFFI Y. Urban Transportation networks: equilibrium analysis with mathematical programming methods [M] . Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985. 214~227

(《西南交通大学学报》 2007 年第 1 期 陈建林 刘海旭 解放军后勤基金项目)