

COLLECTED PAPERS IN CELEBRATION
OF THE 50TH ANNIVERSARY OF HNCDI

湖南省交通规划勘察设计院
院庆50周年论文集

2000-2010

湖南省交通规划勘察设计院 编



人民交通出版社
China Communications Press

COLLECTED PAPER CELEBRATION
OF THE 50TH ANNIVERSARY OF HNCDI

湖南省交通规划勘察设计院 院庆50周年论文集

2000-2010

湖南省交通规划勘察设计院 编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

该文集由本院职工自 2000 年以来在各类专业期刊发表或学术会议上交流的 705 篇论文中精选汇编而成,内容涉及公路与市政工程、桥梁与隧道工程、水运工程、建筑与景观工程、岩土与测绘工程、管理与综合等专业类别。

图书在版编目(CIP)数据

湖南省交通规划勘察设计院院庆 50 周年论文集 2000—2010/湖南省交通规划勘察设计院 编. —北京:人民交通出版社,2010. 4
ISBN 978 - 7 - 114 - 08343 - 3

I. ①湖… II. ①湖… III. ①交通工程 - 文集 IV. ①U491 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 055973 号

书 名:湖南省交通规划勘察设计院院庆 50 周年论文集 2000—2010

著 作 者:湖南省交通规划勘察设计院

责任编辑:赵瑞琴

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757969 59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京凯鑫彩色印刷有限公司

开 本:880 × 1230 1/16

印 张:23.5

字 数:683 千

版 次:2010 年 4 月 第 1 版

印 次:2010 年 4 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978 - 7 - 114 - 08343 - 3

定 价:65.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

湖南省交通规划勘察设计院院庆 50 周年论文集

(2000—2010)

编 委 会

主任委员：彭建国

副主任委员：彭 立

委 员：刘晓昌 马昌杰 余进修 刘义虎 罗 宁
胡建华 王 维 许弟慧 沈苏平 张贵明
张进华 胡惠华 刘学著 熊新华 陈 政
颜晓嘉 詹 燕

编 辑：詹 燕 周 玲 吴 冰 燕娅琳 付 平

前 言

伴随着共和国前进的步伐,沐浴着改革开放的春风,湖南省交通规划勘察设计院走过了 50 年的成长历程,而今满怀喜悦地迎来了 50 周年华诞。

五十年风雨兼程,五十载春华秋实。回首半个世纪的历程,我院秉承“追求卓越设计,打造精品工程,竭诚服务客户,共创美好未来”的企业宗旨,依靠全院几代职工的励精图治、奋力拼搏,在道路、桥梁、隧道、水运、建筑、岩土工程、试验检测等专业的勘察、设计和科技研发领域积累了丰富的实践经验,主持完成了长沙湘江大桥、岳阳洞庭湖大桥、广东平胜大桥、湘耒高速、临长高速、常张高速、湘江大源渡航电枢纽等一大批勘察设计经典工程,获得国家科技进步一等奖、国家勘察设计金质奖、詹天佑土木工程大奖、国家环境友好工程奖等国家级、部省级优秀工程勘察、设计、咨询、科技进步奖 220 余项,为构筑我省公路主骨架网,促进全省乃至全国交通运输事业的跨越式发展作出了积极的贡献。50 年来,我们在大江南北,国门内外,竖起了一座又一座丰碑,实现了一个又一个辉煌。

“合抱之木,生于毫末;九层之台,起于累土”。在交通勘察设计领域持之以恒的工程实践和科研攻关,奠定了我院创新设计和自主研发的雄厚实力。在院庆 50 周年之际编辑出版的这本《论文集》收录论文 70 篇,是由近 10 年来我院职工在各类专业期刊发表或重要学术会议交流的 700 多篇论文中精选汇编而成的,涉及公路与市政工程、桥梁与隧道工程、水运工程、岩土与测绘工程、建筑与景观工程、管理与综合等六大专业门类,内容丰富,屡见创新。这些成果充分展示了我院通过理念创新、科技创新、管理创新所取得的累累硕果,折射出全院职工严谨务实、积极进取、包容并蓄、不断探索的时代风貌,它既是对全院技术研究成果的一次检阅,也是我院不断成长进步的一个历史缩影。

在本次《论文集》的征稿、评审、汇编过程中,得到了全院广大科技工作者和评审委员会专家的积极参与和大力支持,借此,对他们的无私奉献和辛勤劳动特致以最诚挚的感谢!同时也向每一位作者表示祝贺,因为每一篇论文都是他们辛勤劳动的成果与智慧的结晶,期盼他们能进一步勤奋学习,善于思考,努力工作,在工程建设实践中能遍开实践之花,广结丰硕之果,为我国的交通运输事业作出更大的贡献。

由于论文数量多、时间紧,且编者水平有限,编写过程中难免有疏漏和不足之处,敬请作者和读者指正。

《论文集》编委会

2010 年 4 月

目 录

第一篇 公路与市政工程

重力模型在交通分布预测中的应用	詹 燕 李 硕(3)
规划法优化单个交叉口配时	刘 璞 李跃武(7)
和谐型公路设计思想及其实现方法	彭 立(11)
潭衡西高速公路设计新理念探索	王 维(16)
“以桥代路 以桥代隧”设计新思路探讨	刘利群(20)
吉茶高速公路安全设计新理念	李永汉 徐柳青(24)
浅谈岩溶区公路设计地质选线	杨 明 刘新奇(31)
关于山区高速公路线形设计的几个问题	陈先义 姚 翔(35)
谈公路平纵组合的灵活性	黄仁基 沈苏平 谢承安(39)
双绞合钢丝网加筋格宾挡土墙设计方法研究	黄向京 王 维 刘 泽 VicariM.(43)
公路膨胀土加筋地基承载力计算方法研究	刘义虎(52)
膨胀土地区路基水损害作用机理研究及防治对策	黄向京 刘义虎 彭 立 李宏泉(58)
A Prediction Method for Skid Resistance Performance Xu Yang Guan HongXin Zhang QiSen Zhang ChongLu(64)	
山区高速公路水泥混凝土路面适应性探讨	王 维(69)
长潭高速公路旧水泥混凝土路面上补强层的设计与方案比较	胡 伟 黄仁基 陈小波(73)
水泥混凝土路面快速修复技术展望	张重禄 肖秋明(77)
新老高速公路交叉时互通立交设计的几个问题	张浩平(81)
公路工程造价管理信息系统的构想与实现	陈 政 周景阳(86)
山区高速公路施工组织设计研究	周 旭 刘义虎 傅 波(91)
公路路基压实质量 PDCA 循环控制法.....	张重禄(96)
公路设计的安全评价	许第慧(102)
运行速度计算方法及相关软件的编制	张作刚 陈先义(105)

第二篇 桥梁与隧道工程

平胜大桥独塔自锚式悬索桥设计与关键技术	胡建华 向建军 刘 榕 廖建宏 张贵明(113)
佛山平胜大桥全桥模型试验研究	胡建华 沈锐利 张贵明 唐茂林 王忠彬(119)
矮寨悬索桥初步方案研究	廖建宏(128)
矮寨大桥总体结构静力分析	崔剑峰 胡建华 刘 榕(133)

索结构几何非线性分析的悬链线索单元法	胡建华	王连华	赵跃宇(139)
茅草街大桥钢管混凝土拱桥设计与关键技术研究	李 瑜	胡建华	王 甜(144)
梁拱组合体系关键部位应力分析	李 瑜	戴小冬	伍 英(150)
大跨径连续梁桥大悬臂施工阶段静风荷载与静风稳定性分析			胡 虎(157)
板式桥梁标准化成套技术研究概论	彭 立	胡 琮	鲍卫刚(161)
板式桥梁合理结构形式分析与研究	沈苏平	刘小强	彭 立(170)
公路钢筋混凝土圆管涵管身外压荷载标准探讨	谢承安		张作刚(175)
碳纤维增强塑料在桥梁加固中的应用研究			余进修(179)
数字化设计技术的研究与应用	卢卓君	袁国平	范之英(183)
浅谈隧道环保进洞新理念在常吉高速公路的设计应用	易震宇		钟放平(187)
基于非线性 Mohr - Coulomb 强度准则下的扩孔问题解析	邹金锋	彭建国	张进华 罗 恒 安爱军(191)
长大隧道火灾与防治设计研究	周 旭	赵明华	刘义虎(200)
隧道火灾烟气流动的数值模拟	张进华	杨高尚	彭立敏 欧阳心和(205)
雪峰山隧道横洞专用防火门研究	蒋正华	应之丁	傅立新 徐爱民(212)

第三篇 水运工程

大源渡航电枢纽总体布置设计探讨	李维娟	周作茂(219)
长沙港口主枢纽霞凝港区一期工程设计简介	李维娟	(222)
长沙港霞凝港区一期工程码头水工建筑物设计		周作茂(225)
岳阳港临湘港区选址探讨		雷路平(229)
基于目标函数法的基坑降水井群的优化布置	刘志敏	徐云峰 许艳杰(233)

第四篇 建筑与景观工程

浅论 21 世纪初叶中小城市居住环境设计		熊新华(241)
汽车客运站设计的历史演变	张 凌	曹文芳(244)
边界:从对峙到交流——浅议高速公路服务区场所设计		石东浩(247)
对高速公路服务区的探讨		徐 晖(253)
论乡土景观对现代高速公路景观设计的意义——衡炎高速公路景观分析		雷正杰(256)

第五篇 岩土与测绘工程

深埋特长雪峰山公路隧道工程地质勘察技术研究	王跃飞	李 军	黄 辉	胡惠华	丁国华	吴建宁(265)
复杂山地条件下特长大埋深公路隧道工程地震勘探技术方法	王跃飞	龚道平				蔡大江(271)
TSP203 在雪峰山隧道施工地质超前预报中的应用研究	黄 戡	彭建国	丁国华	陈韶光		龚道平(278)
湘江大源渡航电枢纽岩土工程勘察与治理综述						吴建宁(284)
洞庭湖地区软土工程地质性状初探						吴建宁(287)

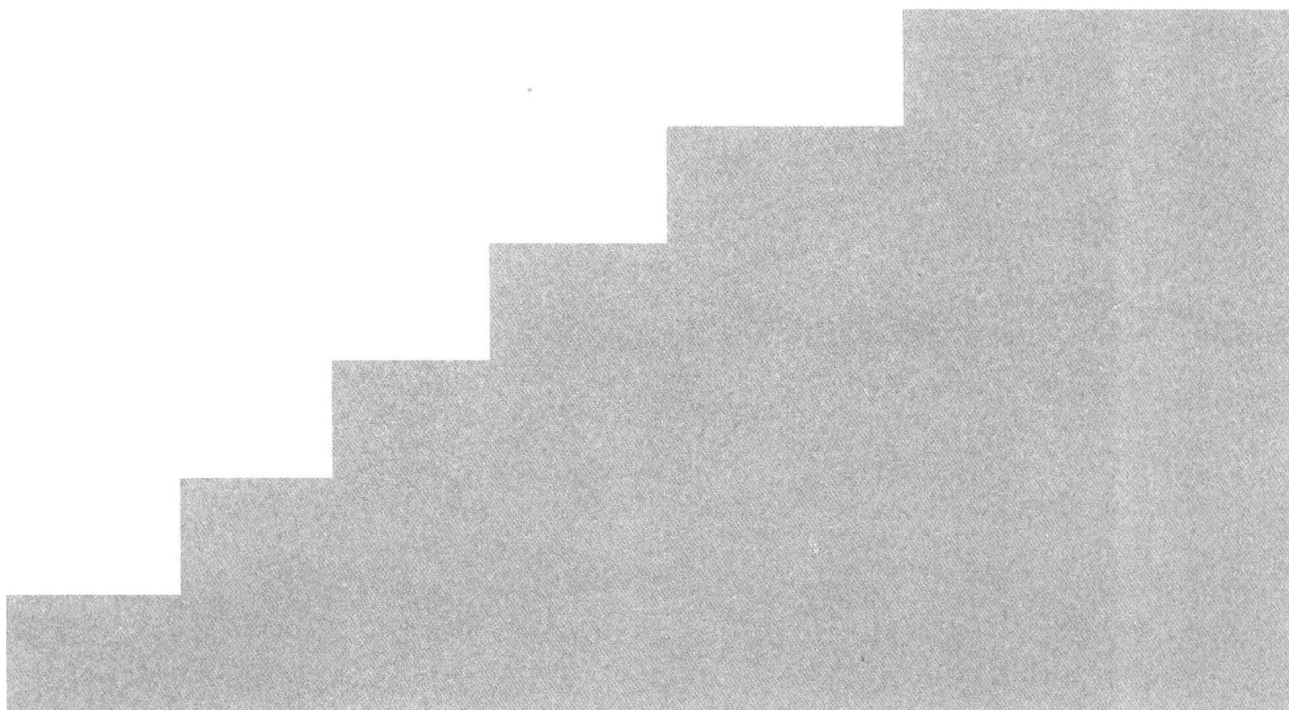
风化花岗岩区软土发育特征及治理	吴有林(291)
红砂岩路用性质的试验研究	刘多文 熊承仁(295)
Finite element analysis of triaxial tests of a new composite reinforced soil	Huang Xiangjing Jiang Jianqing(302)
干湿循环作用下水对膨胀土路基破坏机理的试验研究	刘义虎 杨果林 黄向京(309)
极限平衡法与有限元强度折减法在边坡加固中的联合应用	龚道平(317)
面向土地资源保护的遥感分类辅助选线技术研究	彭立 孙国庆 张浩平 汤井田(321)
公路工程独立高等控制网建立的方法	杨厚波 曾宏(326)
吉茶高速公路矮寨悬索特大桥高精度控制监测网	郑立常(329)
基于全站仪 ATR 的隧道围岩收敛测量系统	彭建国 田爱军 张希庆(332)

第六篇 管理与综合

工程设计企业“产品”营销的特点	刘晓昌(339)
浅谈国企落实“三重一大”制度的意义及对策	罗宁(344)
试论勘察设计企业在两型社会建设中的独特作用	马慧(347)
现代企业员工激励方式分析	刘晓昌(353)
浅谈如何界定交通建设领域的商业贿赂	罗宁 陈游(357)
初探 X—Y 理论管理模式的思想基础及实践	颜晓嘉(363)

第一篇

公路与市政工程



重力模型在交通分布预测中的应用

詹 燕 李 硕

摘 要:本文研究了公路建设工可研究中的交通分布预测方法问题,介绍了重力模型法的原理及其在交通分布预测中的应用前景,并通过实例比较了 Furness 法和重力模型改进法的运用差别,有助于目前应用较多的工可研究中交通预测方法的正确使用。

关键词:交通分布预测 重力模型 应用

交通运输业作为经济建设中一个重要的物质生产部门,其重要性已为越来越多的人所认识。在经济建设中,交通运输业超前发展,并有一定的储备能力是市场经济高度发展和社会化大生产的客观要求,是社会经济规律的体现。交通建设的目的究其根本是满足人们出行及货物空间位移的需求,因此其规模应取决于需求量。“四阶段交通量预测法”是将交通量预测的全过程划分成交通发生与集中、交通分布、交通方式分担及交通分配等四个阶段进行预测的一种方法,它客观地反映了路段交通量的生成规律,是目前我国公路可行性研究中广泛应用的预测方法。“四阶段”法中的“交通分布预测”是指根据“交通发生与集中”预测中获得的各小区交通量发生、吸引总量推算出各区之间的 OD 量(OD 矩阵),其预测方法目前主要有现在状态法和重力模型法两大类。

1 “重力模型法”原理及应用前景

1.1 概述

目前,在公路可行性研究的交通分布预测中采用较多的是现在状态法(也称增长系数法),这是一种使未来 OD 分布结构与基年 OD 分布结构尽可能保持一致的方法。它的基本假设是:交通小区之间的出行量与路网结构的变化无关,或在预测年份内路网无太大的改变。该法因直观简单而被广泛采用,并已逐渐演变成均一增长率法、平均增长率法、底特律法、Fratar 法等多种,如:北京至珠海国道主干线湘境临湘至长沙高速公路、长沙至湘潭高速公路、耒阳至宜章高速公路等项目的工程可行性研究报告中,均采用了现在状态法(Fratar 法)进行趋势型基本交通量的未来分布预测。其分析依据是:调查地区目前的经济格局及产业结构已基本定型,预计今后 20 年左右的时期内将不会发生根本性的变化。尽管如此,现在状态法还是有一个避免不了的明显缺陷,即:仅用增长率这种唯一指标来实现未来交通量,而没有考虑到网络中影响交通分布的诸多因素,因而新的交通方式、新的道路、新的收费政策或新的小区生成时无法描述交通分布的变化。此外,现在状态法对基年出行矩阵精度的依赖性较大,换句话说,未来年出行矩阵的可信度不可能超过基年,而任何出现在基年出行矩阵中的误差均将在计算过程中被放大;同时,如基年矩阵的部分数据没有观测到,那么现在状态法便无能为力。为此,必须由一种新的预测方法来取代或补充。

“重力模型”法又称为“综合模型”法。该模型认为区与区之间的交通分布受到地区间距离、运行时间、费用等所有交通阻抗的影响,即区与区之间的出行分布同各区对出行的吸引成正比,而同区之间的交通阻抗成反比(该模型与牛顿万有引力公式相类似,并因此而得名)。

1.2 重力模型形式

主要形式有基本重力模型、修正重力模型和美国公路局重力模型等3种。经典公式如下：

$$X_{ij} = A_i \times O_i \times B_j \times D_j \times f(T_{ij})$$

式中： X_{ij} —— i, j 区域间未来分布交通量的预测值；

O_i —— i 区未来年生成交通量预测值；

D_j —— j 区未来年集中交通量预测值；

T_{ij} —— i, j 区域间阻抗值(距离、时间或费用)；

A_i, B_j ——平衡因子, $A_i = [\sum (B_j \times D_j / t_{ij}^r)]^{-1}$ ；

$B_j = [\sum (A_i \times O_i / t_{ij}^r)]^{-1}$ ；

$f(T_{ij})$ —— i, j 区域间阻抗函数, 主要形式如下：

①幂函数 $f(T_{ij}) = T_{ij}^{-\beta}$ ；

②指数函数 $f(T_{ij}) = e^{-\beta T_{ij}}$ ；

③Gamma 函数 $f(T_{ij}) = a \times e^{-\beta T_{ij}} T_{ij}^{a-1}$ ；

④多项式函数 $f(T_{ij}) = a_0 + a_1 \times T_{ij} + a_2 \times T_{ij}^2 + a_3 \times T_{ij}^3 + \dots$

a, β, γ 为常数, 可利用基年 OD 表, 采用最小二乘法求得。

注意: 为使应用简便, 多数情况下阻抗函数设为幂函数。

由上述公式可以看出, “重力模型法”充分考虑了土地利用或路网结构变化对交通发生或吸引的影响, 能敏感地反映地区间交通所需时间的变化, 模型结构简单易懂, 且在预测未来年的出行矩阵时可不直接使用基年观测矩阵, 任何地区都能适用, 因此是一种能较好地满足精度要求的比较实用的交通分布预测方法。当然, 与现在状态法相比, 重力模型中阻抗函数的确定及系数的标定较复杂, 这也是此法至今尚不够普及的主要因素。

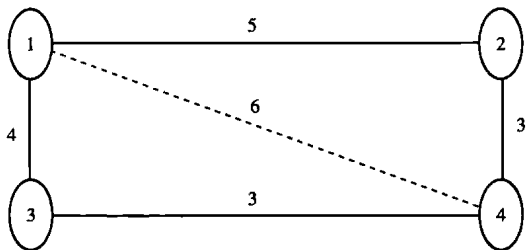


图1 计算示例图

2 计算实例

某调查区域现有路网及拟建公路布局如图1所示(图中, 虚线部分为拟建路段, 路段上标数字为区间行程时间)。

据调查, 该区域现状 OD 矩阵及预测年发生、集中交通量如表1所示, 试进行交通分布预测。

区域现状 OD 矩阵及预测年发生、集中交通量表

表1

O	D					目标年 O
	1 区	2 区	3 区	4 区	Σ_j	
1 区	0	50	100	200	350	400
2 区	50	0	100	300	450	460
3 区	50	100	0	100	250	400
4 区	100	200	250	0	550	700
Σ_i	200	350	450	600	1 600	
目标年 D	260	400	500	800		1 960

2.1 用现在状态法(Furness 法)预测

Furness 法是现在状态法的代表之一,预测公式为: $X_v = x_v \cdot a_i \cdot b_r$,其中 a_i 和 b_r 分别表示小区未来出行发生和集中的合成增长率。

根据表 1 各值,在进行行、列 10 次迭代后,预测未来年交通出行分布矩阵如表 2 所示。

拟建项目对表 2 结果无影响,即:无论 1 区与 4 区之间是否有直接通道,上述各区之间的交通分布都不会发生改变,显然这是与实际不相符的。

预测未来年交通出行分布矩阵表

表 2

O	D					目标年 O
	1 区	2 区	3 区	4 区	Σ_j	
1 区	0	41.97	94.2	264.38	400.55	400
2 区	43.25	0	80.13	337.45	460.83	460
3 区	76.18	125.84	0	198.17	400.19	400
4 区	140.58	232.0	325.66	0	698.44	700
Σ_i	260.01	400.01	499.99	800	1 960.01	
目标年 D	260	400	500	800		1 960

2.2 用重力模型法预测

2.2.1 无拟建公路时

根据区间行程时间及未来各区交通发生、吸引值,经多次迭代(设阻抗函数为幂函数, $\gamma = 1$),标定各平衡因子值为: $A_1 = 0.003\ 31$, $A_2 = 0.002\ 16$, $A_3 = 0.002\ 12$, $A_4 = 0.003\ 52$; $B_1 = 1.311\ 1$, $B_2 = 0.814\ 69$, $B_3 = 0.758\ 76$, $B_4 = 1.245\ 32$ 。

据此,接经典公式预测该调查区域未来年交通出行分布矩阵见表 3。

调查区域未来年交通出行分布矩阵表

表 3

O	D					目标年 O
	1 区	2 区	3 区	4 区	Σ_j	
1 区	0	86.29	125.57	188.43	400.3	400
2 区	67.74	0	62.83	329.96	460.53	460
3 区	72.27	46.06	0	281.61	399.93	400
4 区	119.99	267.65	311.6	0	699.24	700
Σ_i	260	400	500	800	1 960	
目标年 D	260	400	500	800		1 960

2.2.2 有拟建项目时

拟建项目的实施将使路网的行程时间发生改变,即:1 区与 4 区之间的行程时间将由原来的 7 降为 6,此时需重新标定各平衡因子值,标定结果如下:

$A_1 = 0.003\ 06$, $A_2 = 0.002\ 24$, $A_3 = 0.002\ 2$, $A_4 = 0.003\ 33$, $B_1 = 1.227\ 63$, $B_2 = 0.855\ 82$, $B_3 = 0.796\ 98$, $B_4 = 1.189\ 34$ 。

据此,预测有项目时各区间交通分布如表 4 所示。

拟建项目时各区间交通分布预测表

表 4

O	D					目标年 O
	1 区	2 区	3 区	4 区	Σ_j	
1 区	0	83.8	121.94	194.1	399.84	400
2 区	65.78	0	68.43	326.8	461.01	460
3 区	70.22	50.21	0	279.1	399.62	400
4 区	124	265.99	309.63	0	699.62	700
Σ_i	260	400	500	800	1 960	
目标年 D	260	400	500	800		1 960

从上述预测结果可以看出,有项目时 1 区与 4 区间的交通分布明显增加,而与原需承担中转任务的 2、3 区之间的分布则有所减少,其他地区之间的分布也有相应的调整,这说明重力模型确能敏感地反映区之间行程时间的变化,与实际相符。

3 结语

与现在状态法相比,重力模型法交通分布预测考虑因素较全面,尤其是此法强调了局部与整体之间的相互作用,因此能较客观地反映实际。当前,我们正处于一个变革时期,各项基本建设日新月异,作为国民经济基础产业的交通建设更首当其冲。由于受自然条件、经济地理环境和经济发展水平等多种因素的影响,我国的交通建设发展极不平衡。且各项交通设施建设总体上仍处于滞后状态。“十五”及 2010 年将是我国交通逐步由“滞后型”向“适应型”转变的关键时期,公路建设的规模、等级、结构及装备都将发生根本性的变化,这势必会引起区域交通分布格局的变化。因此,笔者以为,为使预测值更接近实际,在进行交通分布预测时应尽可能采用“重力模型法”。

参 考 文 献

- [1] 杨兆升,何显慈. 交通运输系统规划——有关理论与方法. 北京:人民交通出版社,1998.
- [2] 王炜,徐吉谦. 城市交通规划理论与方法. 南京:东南大学出版社,1996.

规划法优化单个交叉口配时

刘 璞 李跃武

摘 要:对单个交叉口配时方法进行分析、比较,提出了用规划法求解 Webster 延误模型进行交叉口配时的方法。

关键词:交叉口配时 TRLL 法 规范法优化配时

1 问题的提出

合理的交叉口配时方案应在满足一定的约束条件下,尽量使延误减少、通行能力增大,目前比较常用的是英国的 TRLL 法。它是通过使延误最小来定出最佳周期,采用 Webster 延误模型:

$$d = 0.9 \times \{ c(1 - \lambda)^2 / [2(1 - \lambda x)] + x^2 / [2q / (1 - x)] \}$$

式中: d ——每辆车的平均延误;

c ——周期时间;

λ ——绿信比;

q ——流量;

x ——饱和度,即实际流量 q 与通行能力 N 的比值;为简便起见将 0.9 去掉。

交叉口总延误: $D = \sum d_i q_i$, 其中, d_i 为第 i 个相位每辆车的平均延误; q_i 为第 i 个相位的平均交通量。

TRLL 法认为只要赋予每个相位的关键车流以足够的绿灯时间,该相位的通行要求将无疑得到满足,因此,只选择一个关键进口道上的车流作为计算依据。

则交叉口各关键进口道延误之和:

$$D' = \sum_i^n \left(\frac{c y_r S_r (1 - \lambda_r)^2}{2(1 - y_r)} + \frac{y_r^2}{2\lambda_r (\lambda_r - y_r)} \right) / q_r$$

式中, y_r, S_r, q_r, λ_r 分别为各相位关键进口道的流量比(q/S)、饱和流量、平均到达流量和绿信比。

令 $dD'/dc = 0$, 求出最佳周期 c_0 :

$$c_0 = (KL + 5) / (1 - Y) \quad (1)$$

式中: K ——系数;

L ——周期内各相位损失时间之和;

Y ——最大流量比之和。

实际应用中只要定出 K 值或取经验值 $K = 1.5$ 即可求得 c_0 , 再按各相位的 $Y_{\max}$ 进行绿时分配, 十分方便。

但 TRLL 法也存在明显的不足之处。从其推导的 c_0 的过程来看, 此法得出的周期时间虽可满足通行要求, 但没有考虑次要道路的延误, 如果同一个相位中各进口道的 y 值相差悬殊, 而其他相位的各进口道 y 值相差不大, 如仍按“ $Y_{\max}$ 原则”分配绿时, 就必然造成次要进口道绿灯时间的浪费而使其他相位的延误

增大。本次观测的交叉口正是这种类型,纬一路北口高峰小时流量 $q = 408$ 辆/h, $y = 0.498$; 纬一路南口 $q = 175$ 辆/h, $y = 0.171$; 经一路西口 $q = 298$ 辆/h, $y = 0.338$; 经一路东口 $q = 298$ 辆/h, $y = 0.391$ 。如按“ $Y_{\max}$ 原则”, 2 个相位的绿灯时间之比为 $0.498:0.391$, 这样就可能使经一路的延误时间过多而使整个交叉口的总延误增大。

另外从式(1)中可看出, 如果 Y 值太大, 甚至接近或大于 1, 则求出的 c_0 显然不切实际。

由于实际情况的不同, 必然还会对不同交叉口的配时提出不同的约束条件。

综上所述, 在上述情况下仍然用 TRLL 法进行配时就会产生诸多不合理因素, 本文的目的也就在于探求可解决上述问题的更合理的配时方法。

2 规划法优化配时

2.1 延误模型

该方法是利用 Webster 延误模型进行非线性规划, 寻出满足约束条件的最优解。总延误取高峰小时内 4 个进口道的延误之和:

$$D = 0.9q_r \sum_1^4 \left[\frac{c(1-\lambda_r)^2}{2(1-y_r)} + \frac{y_r^2}{2\lambda_r q_r (\lambda_r - y_r)} \right] \quad (2)$$

为简便起见, 将系数 0.9 省去, 不影响最优解。

1) 北进口:

$$y_1 = 0.498, q_1 = 408 \text{ 辆/h} = 0.113 \text{ 辆/s}$$

代入式(2), 得:

$$D_{\text{北}} = 406.4g_1^2/c + 447.7c^2/[g_1(g_1 - 0.498c)]$$

式中: g_1 ——南北向有效绿灯时间;

c ——周期时间, $c \approx g_1 + g_2$, 其中 g_2 为东西向有效绿灯时间。

2) 南进口:

$$y_2 = 0.171, q_2 = 175 \text{ 辆/h} = 0.049 \text{ 辆/s}$$

代入式(2), 得:

$$D_{\text{南}} = 105.5g_1^2/c + 52.2c^2/[g_1(g_1 - 0.171c)]$$

3) 东进口:

$$y_3 = 0.391, q_3 = 298 \text{ 辆/h} = 0.083 \text{ 辆/s}$$

代入式(2), 得:

$$D_{\text{东}} = 244.7g_2^2/c + 274c^2/[g_2(g_2 - 0.391c)]$$

4) 西进口:

$$y_4 = 0.338, q_4 = 298 \text{ 辆/h} = 0.083 \text{ 辆/s}$$

代入式(2), 得:

$$D_{\text{西}} = 225.1g_2^2/c + 205.1c^2/[g_2(g_2 - 0.338c)]$$

$$D = D_{\text{北}} + D_{\text{南}} + D_{\text{东}} + D_{\text{西}}$$

$$= 511.9g_1^2/c + 469.8g_2^2/c + 447.7c^2/[g_1(g_1 - 0.498c)] + 52.2c^2/[g_1(g_1 - 0.171c)] + 274c^2/[g_2(g_2 - 0.391c)] + 205.1c^2/[g_2(g_2 - 0.338c)] \quad (3)$$

2.2 约束条件

2.2.1 疏散时间 $t_{\text{疏}}$

$t_{\text{疏}}$ 是为保证每周到期的车辆以一定的保证率可疏散而不致多次排队所确定的最小有效绿灯时间。

1) 纬一路北口:

假设车辆到达符合泊松分布,周期时间取 100s,本次观测情况见表 1。

平均到达率:

$$\lambda = 408 \times 100 / 3600 = 11.33$$

纬一路北口观测结果

表 1

到车数 x	$P(x)$	$\Sigma \leq P(x)$	到车数 x	$P(x)$	$\Sigma \leq P(x)$
1	0.000 14		10	0.115 34	0.420 57
2	0.000 77	0.000 91	11	0.118 8	0.539 37
3	0.002 91	0.003 82	12	0.112 17	0.651 54
4	0.008 24	0.012 06	13	0.097 76	0.749 3
5	0.018 68	0.030 74	14	0.079 12	0.828 42
6	0.034 72	0.065 46	15	0.059 75	0.888 17
7	0.057 10	0.122 56	16	0.042 32	0.930 49
8	0.080 87	0.203 43	17	0.028 2	0.958 69
9	0.101 8	0.305 23			

$t_{\text{疏}} = N/S$, 其中 N 取保证率为 82.842% 时的到车数 14; S 为饱和流量 $S = 820$ 辆/h。 $t_{\text{疏}} = 14/820 \times 3600 = 61.5\text{s}$ 。

2) 经一路东口。本次观测情况见表 2。

$$\lambda = 298 \times 100 / 3600 = 8.28$$

取保证率为 78.7%, $N = 10$, $t_{\text{疏}} = N/S = 10/762 \times 3600 = 47\text{s}$ 。

经一路东口观测结果

表 2

到车数 x	$P(x)$	$\Sigma \leq P(x)$	到车数 x	$P(x)$	$\Sigma \leq P(x)$
0	0.000 25	0.000 25	7	0.134 22	0.414 6
1	0.002 1	0.002 35	8	0.138 92	0.553 52
2	0.008 69	0.011 04	9	0.127 81	0.681 33
3	0.023 99	0.035 03	10	0.105 82	0.787 15
4	0.049 65	0.084 68	11	0.079 66	0.866 81
5	0.082 23	0.166 91	12	0.054 96	0.921 77
6	0.113 47	0.280 38	13	0.035	0.956 77

2.2.2 最大周期时间

对于使用定时信号交叉口的任何车流状况,周期的持续时间必会影响通过交叉口车辆的平均延误。周期时间很短时绿灯间隔时间中的损失时间和起动延误的损失占周期时间的比例就高,使信号控制低效,并引起延误过长。另一方面,周期时间过长,待行车辆在绿灯前期就可以从停车线驶完,而在绿灯后期通过停车线的少数车辆将是那些在后面以稀疏车距到达的车辆。这样,尽管在进口道上有待行车辆排队时,通过停车线的驶出率或饱和流量是最大的,但同样导致通车低效。而且随着周期 c 的增大,绿间隔损失和起动损失占周期时间的比例的减小率已逐渐减小,增加周期时间减少此二项延误的效率也降低。

一般认为:

$$25\text{s} < c < 120\text{s}$$

2.3 直接搜索法寻求最优解

目标函数:见式(3)。

约束条件: