

文章编号: 0451-0712(2016)02-0137-05

中图分类号: U491.4

文献标识码: A

基于驾驶员意愿的交通诱导路径选择模型

李炼恒¹, 曹光斌²

(1. 四川大学锦城学院土木工程系 成都市 611731; 2. 江苏京沪高速公路有限公司 淮安市 223005)

摘 要: 交通诱导是解决因交通事故引发的交通拥堵的重要措施。但要让驾驶员按照诱导路径行驶, 充分发挥引导性交通诱导措施的作用, 则要保证诱导措施的可靠性。考虑驾驶员个人特性, 对事故条件下驾驶员路径选择进行情景假设, 设置调查问卷, 并将问卷结果用于诱导决策的确定。对调查结果进行数据拟合, 得到符合驾驶员意愿的诱导分流模型。依据模型制定的诱导方案更加符合驾驶员的心理预期。

关键词: 交通事故; 驾驶员意愿; 交通诱导; 路径选择

高速公路交通事故的发生通常会引发大规模的交通拥堵, 从而影响整个路网环境的交通运行。交通诱导作为一种引导性的交通组织措施, 通常能在拥堵车辆的疏散中起到重要作用。交通诱导的关键在于确定诱导分流的最优路径, 从而尽快分流拥堵车辆, 减少拥堵所带来的损失和影响。在传统的路径选择方法中, 一般以时间最短或距离最短作为优化目标^[1], 或者是仅仅考虑整个路网环境的交通运行情况, 而忽略了驾驶员的心理意愿。

对于进一步的路径选择模型研究, 各国学者也在逐步考虑驾驶员的特性因素。Pang 等针对动态

路网环境中的驾驶员路径选择问题做了研究, 并提出了运用神经网络的方法建模^[2]; 徐天东等研究利用可变信息标志提供不同交通信息内容条件下的驾驶员动态路径选择行为, 提出驾驶员个人属性是影响其路径选择的重要因素^[3]; 高鹏分析了路径选择行为的相关影响因素, 并根据驾驶员的偏好数据建立路径选择模型^[4]; 龚美等提出依据驾驶员类型的不同, 提供不同的单车路径, 并且提出将驾驶员的满意度作为交通管理者判断是否改进交通诱导策略的指标^[5]。

由于根据传统路径选择模型制定出的交通诱导

收稿日期: 2015-07-08

Discussion on the Five Elements of Road Traffic System

WANG Shao-fei^{1,2}, CHEN Xin-hai^{1,2}, LI Min^{1,2}, FU Jian-sheng^{1,2}, YANG Zhi^{1,2}

(1. China Merchants Chongqing Communications Research & Design Institute Co. Ltd., Chongqing 400067, China;

2. ChongQing CMtraffic Technology Co. Ltd., Chongqing 400067, China)

Abstract: In the background of "Internet + transportation", the limitation of the traditional basic theory of traffic engineering is becoming more and more prominent. Starting From the elements of the road traffic system, the deficiency of the traditional four elements model is analyzed in the paper, by introducing elements of "information" the five elements model of road traffic system is established, and the coupling effect between the various elements is discussed, which provides the foundation for the reconstruction of the traditional basic theory of traffic engineering.

Key words: traffic engineering; road traffic system; elements; information

措施不符合驾驶员的意愿,驾驶员不愿意按照指示的分流路径行驶,从而使交通诱导失去意义^[6]。一般情况下,驾驶人对于合理分流路径的要求因人而异^[7]。高速公路发生交通拥堵时,驾驶员通常会根据预计的拥堵时间、拥堵排队长度、目的地距离、绕行距离等因素选择合理的绕行路径。本文通过高速公路事故条件下的情景假设问卷调查,获得影响驾驶员路径选择因素及其路径选择行为间的数据关系,通过数据拟合建立二元 logit 模型,从而制定出符合驾驶员意愿的交通诱导策略。

1 问卷设计与统计

1.1 问卷设计

本次主要对驾驶员的个人属性及驾驶员对路径选择的心理意愿进行调查。驾驶员个人属性涉及多个方面,考虑到某些属性对于接受交通诱导的意愿影响较小,本次调查仅选择性别、年龄、驾龄 3 项比较有代表意义的属性进行调查。而驾驶员对于交通诱导的心理认知主要为出行目的、交通事故拥堵时间、交通事故排队长度、目的地距离、绕行路径节约时间、绕行路径绕行距离等各因素与交通诱导意愿的关系调查。设置的问题主要是关于发生交通事故时不同条件下驾驶员对于交通诱导的选择意愿。

(1) 出行目的与交通诱导意愿。

高速公路出行中,出行者主要的出行目的有出差、回家、休闲旅游、运输货物等。对于不同出行目的的出行者而言,发生事故情况下其排队等待的心情也就有所不同^[8]。如果说出行者必须在约定时间赶到目的地,如出差参加会议,此时驾驶员会更愿意接受交通诱导;而如果说驾驶员只是外出旅行,心情则会比较坦然,如果交通拥堵时间在其心理承受范围内,则一般会选择排队等待。

(2) 交通事故拥堵时间与交通诱导意愿。

交通事故引发的拥堵时长会因事故类型、行车环境等因素的不同而发生变化。而驾驶员对于交通拥堵时间存在着一个可以接受的界限,对于不同的驾驶员而言,其交通拥堵时间忍耐度不同。根据调查,可以得出大部分驾驶员的时间忍耐度,以此作为是否需要制定交通诱导措施的界限。

(3) 交通事故排队长度与交通诱导意愿。

交通事故拥堵排队长度不仅会受到事故持续时间的影响,也会受到高速公路实时交通量的影响。文献^[9]中对不同事故情况下交通拥堵排队长度进

行了预测,当事故拥堵持续时间在 1~5 h 范围变化时,车辆排队长度会在 400~4 000 m 范围内变化。

(4) 目的地距离与交通诱导意愿。

因出行目的地的不同,则高速公路事故点距驾驶员出行目的地距离不同。出行目的地距离在一定程度上会成为影响驾驶员交通拥堵时间忍耐度和排队长度忍耐度的前提。出行距离较远,驾驶员更愿意接受交通诱导。当然,这也与驾驶员对周围路网环境的熟悉情况有关。高速公路出行不同于城市道路出行,其出行距离通常属于中长距离,所以将事故点距目的地距离设置在 50~100 km 范围内。

(5) 绕行路径节约时间与交通诱导意愿。

对于驾驶员而言,当高速公路发生事故时,分流绕行路径能节约的时间越长越好。此时,驾驶员更愿意选择由绕行路径行驶。对于高速公路出行者而言,行程时间相差 10 min 或 15 min 影响不大,所以将时间间隔设置为 30 min。

(6) 绕行路径绕行距离与交通诱导意愿。

分流路径绕行距离直接影响到驾驶员的出行成本,如果绕行距离太长,诱导方案很难被驾驶员接受。并且,长距离的绕行也不利于交通诱导分流的具体实施和控制。通过调查,可以获得驾驶员可以接受的绕行路径绕行距离的一个界限值,并以此作为选择可行的绕行路径的一项标准。

1.2 调查结果统计

(1) 驾驶员个人属性统计。

本次调查中男性人数过半,占调查总人数的 56%。驾驶员年龄多分布在 18~25 岁年龄段,占总人数的 54%;其次是 25~35 岁年龄段,占总人数的 32%;年龄最大不超过 55 岁,其中 45~55 岁年龄段仅占 2%。参与调查驾驶员的驾龄则多小于 5 年,占总人数的 87%;驾龄为 5~10 年的驾驶员占 10%;驾龄超过 10 年的占 3%。

(2) 交通诱导情景假设统计。

在假设高速公路发生事故的情况下,由于出行者的出行目的、交通事故拥堵时间、交通事故拥堵排队长度、发生事故路段与出行目的地之间的距离、分流路径节约的行程时间、分流路径的绕行距离等各因素的不同,驾驶员是否选择接受交通诱导的意愿也会不同。分别对各因素不同情况下的驾驶员愿意或不愿意接受交通诱导的比例进行统计,具体统计结果见表 1。愿意/不愿意选择绕行的比例均是每个选项的选择次数与该项目总的选择次数的比值。

表 1 交通诱导意愿统计

项目		愿意选择绕行比例/%
出行目的与 交通诱导意愿	上班	23
	上学	16
	出差	17
	休闲旅游	19
	回家	21
	其他	4
交通事故拥堵时间(h) 与交通诱导意愿	<1	28
	1~2	39
	2~3	20
	3~4	8
	4~5	2
	>5	3
交通事故排队长度(km) 与交通诱导意愿	<0.5	16
	0.5~1.0	24
	1.0~1.5	37
	1.5~2.0	11
	2.0~2.5	8
	2.5~3.0	1
目的地距离(km) 与交通诱导意愿	>3.0	3
	<50	33
	50~100	29
	100~150	20
	150~200	7
	200~250	7
绕行路径节约时间(h) 与交通诱导意愿	250~300	0
	>300	4
	<0.5	29
	0.5~1	52
	1~2	12
	2~3	5
绕行路径绕行距离(km) 与交通诱导意愿	3~4	2
	<30	19
	30~60	39
	60~90	20
	90~120	11
	120~150	5
	>150	6

2 调查结果的应用

(1) 诱导决策。

如果说某种情况下大多数驾驶员不愿意接受交通诱导,则没必要制定相关的诱导方案。因为即使制定出诱导方案,与驾驶员的心理认知相差太远,交通诱导措施的执行力度也会很低,这反倒会增加交通管理者的工作量^[10]。

当预测的事故交通拥堵时间在 50 min 以下,不必制定交通诱导方案,因为此时约有 80% 的驾驶员不会接受交通诱导;当交通拥堵时间达到 50 min 以上时,可以制定交通诱导方案;当拥堵时间超过 2.5 h 时,必须制定交通诱导方案。同样,当事故拥堵排队长度小于 600 m 时,不必制定交通诱导方案;当事故拥堵排队长度达到 600 m 以上时,可以制定交通诱导方案;当事故拥堵排队长度超过 1.8 km 时,必须制定交通诱导方案。高速公路事故路段交通量比较大时,车辆排队长度可能比较长。此时,首先根据预测的交通拥堵时间来判定是否需要采取交通诱导。

对于不同出行目的地的驾驶员,可以进行分类交通诱导。对于目的地与事故点距离小于 40 km 的出行者,可以采用交通诱导以外的其他交通组织方式进行疏导或建议其排队等待;对于目的地与事故点距离超过 40 km 的出行者,可以诱导其由不同的分流路径分流。

(2) 选择分流路径。

对于分流路径的确定主要涉及到分流路径的行程时间及其相对于事故高速公路而言的绕行距离两个因素。当绕行路径节约时间在 30 min 以内时,不将其作为分流路径;当绕行路径节约时间在 30 min 以上时,可以将其作为分流路径;当绕行路径节约时间超过 1 h 时,该路径为较优的分流路径。当绕行路径绕行距离在 30 km 以内时,该路径为较优的分流路径;当绕行路径绕行距离在 100 km 以内时,可以将其作为分流路径;当绕行路径绕行距离超过 100 km 时,不将其作为分流路径。

(3) 确定分流路径的分流量。

调查中获得的数据显示出驾驶员对于接受交通诱导的心理意愿及其相关的影响因素,运用数据统计软件对获得的数据进行拟合,建立基于驾驶员心理认知的分流模型,从而确定每条分流路径的分流量。

3 模型的选择与建立

3.1 模型因变量与自变量处理

基于本次调查问卷的设置及其调查结果,对交

通拥堵时间与选择交通诱导意愿中的选择结果进行归类。将选择前 3 个选项的出行者看作是愿意接受交通诱导,选择后 3 个选项的出行者看作是不愿意接受交通诱导,即不愿意由诱导路径绕行。将是否接受交通诱导作为模型的因变量,则为二元离散选择模型,选择肢为:(1)愿意接受交通诱导;(2)不愿意接受交通诱导。表 2 为调查所得是否愿意接受诱导的数据。

表 2 选择肢比例

选项	数量	比例/%
愿意接受诱导	196	87
不愿意接受诱导	29	13

因考虑到在实际的交通运行过程中无法确定高速公路出行者的性别、年龄、驾龄等个人属性,则不将出行者个人属性作为自变量。事故地点距离目的地的距离,会因驾驶员出行目的地的不同而不同。通过高速公路交通流监测,我们可以确定某高速公路上出行者主要的出行目的地及其所占的比例。所以考虑将事故点至目的地距离作为一个自变量,简单定义为目的地距离。从而根据拟合的 logit 模型确定不同目的地出行者的路径选择概率,并且根据不同出行目的地所占比例来进行合理地分流。

此外,也将绕行路径节约时间与选择诱导意愿、

绕行路径绕行距离与选择诱导意愿两项作为模型自变量,简单定义为节约时间和绕行距离。则建立的二元 logit 模型自变量为目的地距离、节约时间、绕行距离。如表 3。

表 3 模型自变量转化

变量	模型参数	变量取值
节约时间(x)	α	1:0~30 min;2:30 min~1 h;3:1 h~2 h; 4:2 h~3 h;5:3 h~4 h;6:>4 h
绕行距离(y)	β	5:0~30 km;4:30 km~60 km;3:60 km~90 km; 2:90 km~120 km;1:120 km~150 km;0:>150 km
目的地距离(z)	γ	1:0~50 km;2:50 km~100 km;3:100 km~150 km; 4:150 km~200 km;5:>200 km

3.2 模型建立

当选择节约时间、绕行距离、目的地距离 3 个变量时,建立 logit 离散选择模型,其效用函数采用常用的线性函数形式。根据以上参数的设定,则效用函数为:

$$V_i = C + \alpha x + \beta y + \gamma z \quad (1)$$

式中: i 为第 i 条分流绕行路径; C 为方程中常量。

采用数据统计软件 SPSS18.0 对调查结果进行 logit 回归分析,其参数标定结果见表 4。

表 4 方程中的变量

	B	$S.E$	$Wals$	df	$Sig.$	$Exp(B)$	$EXP(B)$ 的 95% C.I.	
							下限	上限
节约时间	0.206	0.344	0.359	1	0.549	1.229	0.626	2.412
绕行距离	-0.706	0.222	10.150	1	0.001	0.494	0.320	0.762
目的地距离	0.250	0.212	1.381	1	0.240	1.284	0.846	1.947
常量	-0.993	1.249	0.632	1	0.427	0.371		

表 4 中: B 表示各参数值,即 C 、 α 、 β 、 γ 的值,分别为 -0.993、0.206、-0.706、0.25; $S.E$ 为标准差; $Wals = (B/S.E)^2$; df 为自由度; B 和 $Exp(B)$ 是对数关系; $Sig.$ 即我们常说的显著性。

则 logit 离散选择模型的效用函数为:

$$V_i = -0.993 + 0.206x - 0.706y + 0.25z \quad (2)$$

选择路径 i 的概率为 P_i ,其 logit 离散选择模型为:

$$P_i = \frac{\exp(-0.993 + 0.206x - 0.706y + 0.25z)}{1 + \exp(-0.993 + 0.206x - 0.706y + 0.25z)} \quad (3)$$

4 结语

考虑到影响事故条件下驾驶员路径选择行为的因素及情景,设计相关的调查问卷。并且将问卷调查的结果应用于诱导决策、选择分流路径及计算分流路径分流等 3 个方面。选择分流路径节约时间、分流路径绕行距离及事故点距目的地距离作为参数,建立起符合驾驶员意愿的二元 logit 模型,并且将其用于计算分流路径的分流量。该分流模型明确考虑了驾驶员的心理认知因素,使得制定的分流策略符合驾驶员的心理预期,能够实现交通诱导措施的引导效果。

参考文献:

- [1] 龙琼,胡列格,张谨帆,等. 不确定性环境下个性化路径选择的多属性决策方法[J]. 中国公路学报,2014,27(9):105—110.
- [2] PANG G K H, TAKAHASHI K, YOKOTA T, et al. Adaptive Route Selection for Dynamic Route Guidance System Based on Fuzzy—neural Approaches[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1999, 48(6): 2028—2041.
- [3] 徐天东,孙立军,郝媛,等. 不同交通信息下网络交通动态路径选择行为[J]. 同济大学学报:自然科学版, 2009,37(8):1029—1033.
- [4] 高鹏. 基于路网知识的驾驶员路径选择研究[D]. 长春:吉林大学,2012.
- [5] 龚美,李苏剑,刘启生. 驾驶员分类的路径诱导系统及评价指标[J]. 武汉理工大学学报,2013,35(1):75—81.
- [6] 安实,谢秉磊. 基于模糊优先关系的路径选择模型[J]. 公路交通科技,2007,24(4):126—128.
- [7] 龙琼,胡列格,张蕾,等. 基于物理规划的路径诱导方法[J]. 中南大学学报:自然科学版,2012,43(8):3287—3293.
- [8] H R Varia, S L Dhingra. Dynamic User Equilibrium Traffic Assignment on Congested Multidestination Network[J]. Journal of Transportation Engineering, 2004,130:211—221.
- [9] 聂伟. 高速公路交通事故特性及诱导控制策略研究[D]. 成都:西南交通大学,2012.
- [10] 邓亚娟,胡绍荣,丁灿. 突发事件下路网交通导控策略决策支持模型研究[J]. 公路,2015,(5):143—149.

Traffic Guidance Route Choice Model Based on the Aspiration of Driver

LI Lian-heng¹, CAO Guang-bin²

(1. Jincheng College of Sichuan University, Chengdu 611731, China;

2. Jiangsu Beijing—shanghai expressway Co. Ltd, Hua'an 223005, China)

Abstract: Traffic guidance is an important measure to resolve the traffic congestion caused by traffic accidents, but the reliability of the induced measures must be ensured to guide the driver drives according to the induction of routes and fulfill the role of the leading transportation induced measures. Questionnaires are made with considerations to the driver personal characteristics and some scenarios on drivers' route choice behavior are assumed under the accident conditions, the results are used for induction decision making. On the results of the survey data fitting, the induce distribution model in accordance with the aspiration of driver is built. The guidance plan based on the model is better in line with the driver's psychological expectations.

Key words: traffic accident; driver desires; traffic guidance; route selection