

基于 SP 调查的城市快速路 VMS 设置研究

郑喜双¹, 徐建闽¹, 李红宝^{1 2}

(1. 华南理工大学交通学院 广东 广州 510641; 2 广州市中心区交通项目领导小组办公室 广东 广州 510030)

摘要: 针对我国城市快速路信息系统的实例——广州市内环路可变信息标志 (Variable Message Signs, VMS) 项目, 研究了 VMS 的位置、信息内容及发布形式的设置。分析 VMS 对驾驶员行为的影响, 采用偏好陈述调查法 (stated preference survey, SP) 获取驾驶员对 VMS 的响应数据, 并采用统计方法对调查数据进行定量分析, 根据分析结论提出广州市内环路 VMS 的设置策略, 其研究成果可以为我国其他城市快速路 VMS 的设置提供重要的参考。

关键词: 可变信息标志; 驾驶员行为; SP 调查; 设置策略

Study on Setting of VMS for Urban Expressway Based on SP Survey

ZHENG Xi-shuang,¹XU Jian-min¹ and LI Hong-bao^{1 2}

(1.College of Traffic and Communications, South China University of Technology, Guangzhou Guangdong 510641, China; 2. Guangzhou City Center Transport Project Office, Guangzhou Guangdong 510030, China)

Abstract : This paper presents a study on the setting of variable message signs (VMS) on the ring road of Advanced Traveler Information System (ATIS) for urban expressways in Guangzhou. The study includes the location, message content and types of VMS. In this paper, the impact of VMS on the driver's choice is discussed, and the paper also employs a stated preference (SP) questionnaire survey on driver's response to VMS, and uses a statistics method to analyze the SP data. Based on the analysis, the paper puts forward the strategy of setting of VMS on the ring road in Guangzhou. The results provide a important reference for the setting of VMS for urban expressway in other cities.

Key words : variable message signs (VMS) ; driver's behavior ; stated preference (SP) survey ; setting strategy

1. 引言

可变信息标志 (Variable Message Signs, VMS) 是智能交通系统 (Intelligent Transportation Systems, ITS) 体系中信息系统的重要组成部分。信息系统可通过可变信息标志、广播电台、网站、PDA、车载导航系统和专用终端等方式进行交通信息发布。其中, 可变信息标志作为最主要的信息发布手段之一, 在国内外道路上使用非常广泛。在我国的广州, 正在实施中的 VMS 项目将覆盖城市中心区的快速通道内环路。在北京、上海等国内其他大城市, VMS 也在快速路或其它道路得到了使用, 成为了上述城市快速路交通管理的有效手段^[1]。

随着交通管理者对智能交通系统的日趋重视, 以及出行者对交通信息的需求水平不断提高, VMS 在我国的应用将越来越广泛。如何正确设置 VMS, 充分发挥 VMS 的作用, 已成为了广泛关注的问题。国外发达国家在此方面已有不少的研究成果^[2-6], 其中驾驶员对 VMS 设置的响应是研究的热点, 其研究方法主要以偏好陈述调查法 (stated preference survey, SP) 采集数据, 并以数理统计或离散选择分析法分析数据。在我国, 由于 VMS 近年来才在许多城市建立起来, 关于 VMS 的设置及影响研究仍处于起步阶段^[7-8]。

本文的研究工作依托广州市内环路交通监控系统项目而展开。内环路位于广州市城市中心区, 是广州市域主骨架路网体系中的最内一环。随着内环路 2000 年年初的建成通车, 广州市中心区道路交通压力得到了缓解。目前内环路已成为了广州市民出行的主要通道。据调查, 70%的广州市民基本上每天都使用内环路作为出行的主要路径。但随着汽车保有量和交通需求不断增长, 广州市道路晚高峰交通拥堵已十分严重。广州市为缓解内环路及地面道路拥挤, 于 2005 年开始实施广州市

内环路交通监控系统，其核心系统之一为 VMS 信息系统。

在分析 VMS 对驾驶员行为影响的基础上，本文采用 SP 调查法采集驾驶员对 VMS 设置的响应数据，并采用统计方法对调查数据进行定量分析，最后根据调查结论提出广州市内环路 VMS 的设置策略。

2. VMS 对驾驶员行为的影响因素

广州市 VMS 信息发布系统对交通流的诱导将由各类 VMS 实现。VMS 按形式可分为文字式、图形式、图形和文字混合式三种。文字式表达信息清楚，信息传递直接，但表达的信息内容受到 VMS 显示空间和驾驶员阅读时间的限制。相对于文字信息，图形式表达的信息量大，信息更容易为驾驶员所理解，但其信息内容需要的响应时间一般比接受文字式信息的响应时间长。图形和文字混合式一般是图形信息与文字信息互相解释说明，并配以不同警示颜色。目前图形或文字所发布的信息都以绿色表示畅通、黄色表示缓慢，红色表示堵塞。广州市内环路 VMS 将通过各种形式直接向路网上的驾驶员发布交通信息，经过该 VMS 位置的所有驾驶员在对前方信息预知的情况下，可以对自己的出行行为进行优化调整，从而提高出行效率。

驾驶员对于 VMS 信息的响应行为是心理响应的外在表现，具体可分为 3 个阶段：发现阶段、认读和决策阶段、行动阶段^[9]。借助于这 3 个阶段，VMS 对驾驶员行为的影响过程如图 1 所示。行驶中的车辆从 A 点发现 VMS 信息板，在 B 点看清 VMS 并开始认读 VMS 信息内容，并对其进行判断并决策，到 C 点认读和决策结束，从 C 点则开始操作行动。AB 距离称为发现距离，BC 距离称为认读和决策距离 D_r ，CD 距离称为消失距离，BD 距离为可视距离 D_I ，可视距离 D_I 不能小于认读和决策距离与消失距离之和（即 $D_I > D_r + D_d$ ），否则 VMS 信息板的内容不能保证被完全认清。

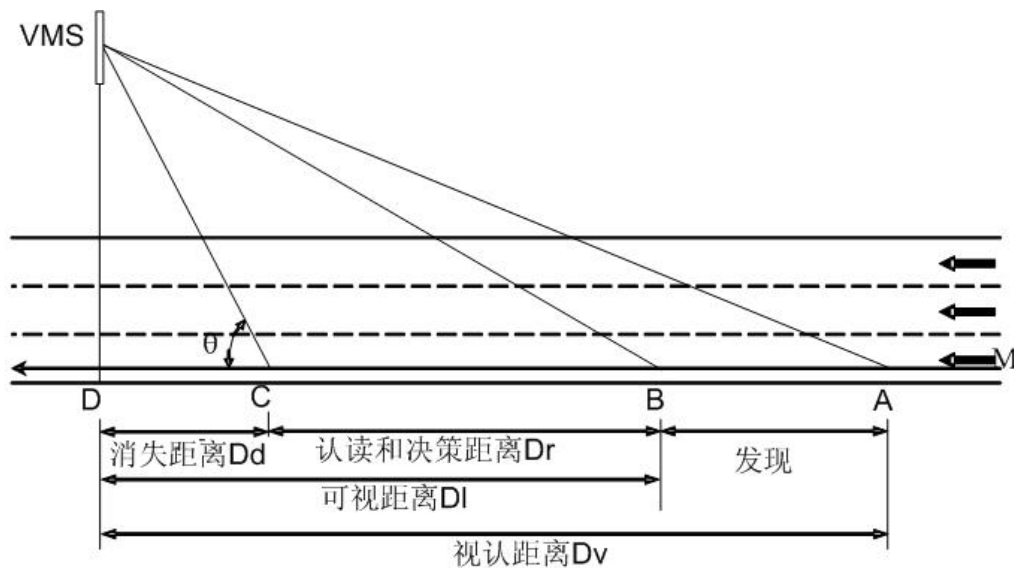


图 1 VMS 对驾驶员行为的影响

实际上，影响驾驶员行为的因素很多，包括道路与交通方面的因素和驾驶员本身的因素。道路与交通因素有：道路状况、道路拥挤程度、交叉口数量等。驾驶员方面的因素则更复杂，包括驾驶员的驾驶经验、个人偏好、出行目的和性质、出行距离等。另一方面，VMS 交通信息对驾驶员行为的影响因素则包括了 VMS 位置、信息内容、发布形式、信息质量等^[10]。由于 VMS 最终服务于驾驶员，并对驾驶员行为产生影响，因此驾驶员对 VMS 设置的态度及需求，是管理者及设计者必须考虑的首要问题。根据国内外的实践经验，问卷调查能够提供关于信息内容等 VMS 设置的反馈信息。

3. VMS 设置的调查及分析

3.1 VMS 的 SP 调查

SP 调查方法是通过向调查对象提供一些假设条件下的可选方案,请调查对象选择自己偏好,既无须花费大量成本,又可有效获取一些无法直接测量或观察的数据。SP 调查方法已成为交通出行行为研究中一种重要工具,被广泛地应用于研究出行方式选择、路线选择、泊车选择等方面^[1]。本文采用基于问卷调查形式的 SP 调查法,采集驾驶员对 VMS 设置的态度、需求和响应。调查主要围绕广州市城市中心区的出行路线——内环路及其放射线。



图 2 广州市内环路及其放射线

调查问题分为两类:驾驶员的社会属性和行为决策、VMS 的设置。前者包括驾驶员的性别、驾龄、对道路的满意度、对拥堵产生原因的认知、对 VMS 有效性的评价、对 VMS 作用的期望、对 VMS 提供信息下行为的选择倾向等;后者包括 VMS 的位置、信息内容、发布形式等。其中,对于驾驶员行为选择调查,这里设计了两种情况,一是 VMS 发布拥堵信息,一是 VMS 发布堵塞信息。前者以黄色显示路段图形并配以文字说明,后者以红色显示路段并配有文字解释。针对上述两种情况,驾驶员有两种选择:维持原来路线、选择其他路线。

调查时间为 2005 年 4 月 25 日至 29 日,调查对象为广州市各公交公司、出租车公司、私人小汽车等驾驶员。本次共发放调查问卷 400 份,本次调查共回收 314 份有效问卷,回收率为 78.5%。本次调查对象对广州的交通状况非常熟悉,调查结果也显示他们很专心和敬业,所以调查结果应该还是比较真实、可信的。

3.2 VMS 调查数据分析

调查结果显示,90%的被调查对象为具有 3 年以上驾龄的老驾驶员,且 95%的驾驶员为男性。此外,96%的调查对象对内环路出行表示满意。目前内环路 60%的拥堵出现在出口处,其 38%的原因是出口通行能力较差。另外,调查对象认为由于内环路 47%的交通事故发生在出口处,由此可见,事故是造成内环路出口拥堵的重要原因之一。因此,利用 VMS 重点解决内环路出口交通拥堵问题,是改善内环路交通运行环境的关键。

针对 VMS 的设置,79%的驾驶员认为 VMS 将会发挥作用,且 35%和 27%的驾驶员认为其作用分别是减少交通拥堵和减少交通事故。而针对 VMS 的设置位置问题,73%的驾驶员希望在下内环路之前,通过 VMS 提前获知前方道路交通信息,而最希望获取的交通信息内容,52%的驾驶员选择拥堵信息。此外,驾驶员最希望获取的交通信息显示形式,图形和文字结合比例,基本上和文字

比例相同，而单独的图形比例最少，只占 9%。

对于 VMS 对驾驶员行为的影响，VMS 发布车辆排队信息的情况，对驾驶员行为影响较小，69% 的驾驶员表示愿意维持原来路线。而 VMS 发布堵塞信息的情况，对驾驶员的影响较大，仅有 2% 的驾驶员表示将维持原来路线，其余的 98% 的驾驶员倾向于选择其它路线。由此可见，交通堵塞现象，驾驶员选择其他路线的可能性更大。而国内外的研究成果也表明，拥挤程度与驾驶员行为改变的概率是正相关性的。

主要调查结果如图 3-8 所示。

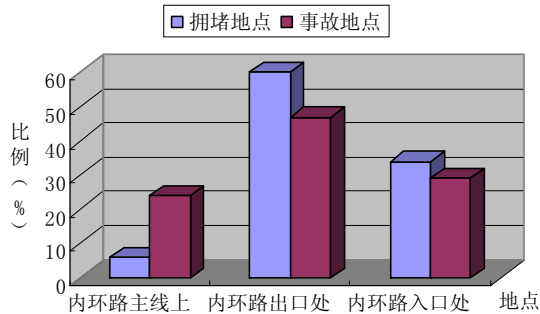


图 3 广州市内环路交通拥堵和事故发生情况

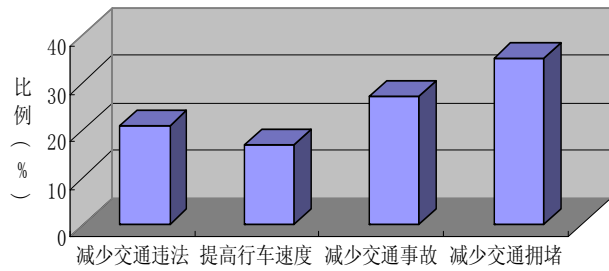


图 4 广州市内环路 VMS 将会发生的作用

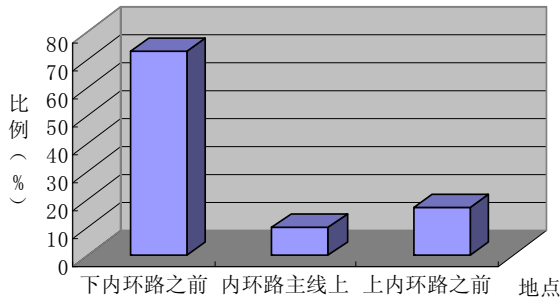


图 5 广州市内环路 VMS 设置位置的选择

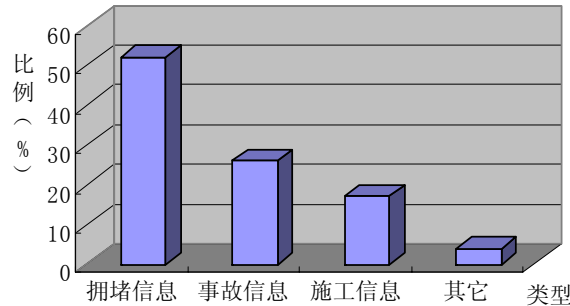


图 6 广州市内环路 VMS 发布信息类型的选择

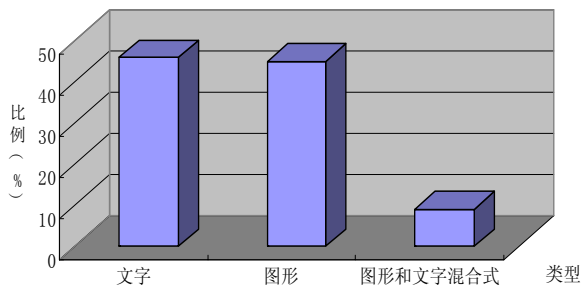


图 7 广州市内环路 VMS 信息发布形式的选择

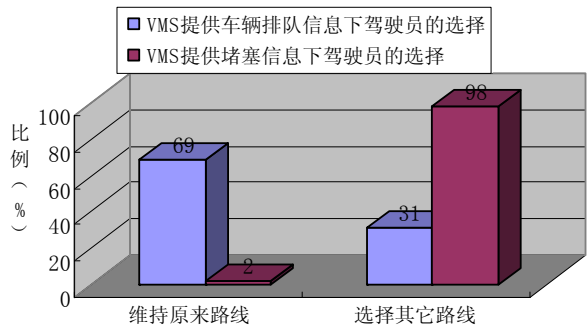


图 8 VMS 提供不同信息情况下驾驶员的选择

3.3 VMS 设置策略制定

从上述分析可以发现，广州市内环路 VMS 的设置，将发挥其对驾驶员交通诱导的作用，从而有效地缓解交通拥堵和减少交通事故。根据调查结果分析，可以对广州市内环路 VMS 的位置、信息内容、发布方式的设置总结如下：

- (1) VMS 的位置应重点设置在内环路的出口上游，其次是入口上游、主线。
- (2) VMS 的信息内容应重点发布交通拥堵信息，其次是事故信息、施工信息等；
- (3) VMS 的信息发布方式主要应采用图形和文字混合式、文字式，其次是图形式。

广州市内环路 VMS 的设置策略具体分析如表 1。

表 1 广州市内环路 VMS 的设置策略

设置位置	发布形式	信息发布内容和目的
主线出口上游	图形和文字混合式	✓ 图形发布前方 3 个出口匝道交通状态信息，诱导车辆选择其他适当行车路线，均衡路网交通压力，减少驾驶员延误
		✓ 文字发布前方 3 个出口匝道交通状态信息，内环路和相交道路交通事故、道路维护和施工、雨雾天和急弯道危险提示、限速信息、交通违法等信息
主线入口匝道上游	文字	✓ 发布由于前方车流量大、事故或施工引起的内环路交通拥堵信息，减少进入内环路的车辆数，诱导车流选择其他路线，以便快速完成事故处理、疏散拥堵，缓解内环路交通瓶颈压力
主线上	图形式（箭头灯） 文字式（数字）	✓ 当前方车流量较大、车辆排队行驶缓慢时，发布限速标志，避免追尾等交通事故发生
		✓ 当交通事故发生时，发布车道关闭情况、限速标志，以减少二次事故
		✓ 当下游道路维护施工时，发布车道关闭情况、限速标志，保护道路维护和施工人员安全

4. 结束语

本文研究了 VMS 的位置、信息内容及发布形式的设置。分析了 VMS 对驾驶员行为的影响，采用 SP 调查方法，获取驾驶员对 VMS 的响应数据，并采用统计方法对调查数据进行了定量分析，最后根据分析结论提出了广州市内环路 VMS 的设置策略。本文的研究成果对 VMS 的位置设置、信息内容和发布形式设计，VMS 设置策略优化等，提供了重要的参考。在本文工作的基础上，进一步开展以下研究极为重要：一是利用数理统计或离散分析方法等更加有效的数据分析方法对调查数据作详细分析，以便深入分析 VMS 对驾驶员行为的影响；二是在提供不同的具体的 VMS 信息内容和形式下驾驶员路径选择行为的研究；三是在提供 VMS 信息情况下快速路及整个城市路网的效益分析和评价。

参考文献

- [1]GAN Hongcheng, SUN Lijun , CHEN Jianyang,et al. Advanced traveler information system for metropolitan expressways in Shanghai , ChinaJ . Journal of Transportation Research Board, 2006(1944) :35.
- [2]Wardman M ,Bonsall P W,ShiresJ D.Driver response to variable message signs:a stated preference investigation J . Transportation Research:Part C,1997 ,5(6) :389. 2
- [3]Chatterjee K,Hounsell N B ,Firmin P E,et al. Driver response to variable message sign information in LondonJ . Transportation Research: Part C,2002 ,10(2) :149.
- [4]K.WUNDERLICH, A Simulation-Based Assessment of Route Guidance Benefits under Variable Network Congestion Conditions , 1998 Mathematical and Computer Modelling, Volume 27, Issues 9-11, May-June 1998, Pages 87-101
- [5] Albert Messmer, Markos Papageorgiou and Neil Mackenzie, Automatic control of variable message signs in the interurban Scottish highway network, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 6, Issue 3, June 1998, Pages 173-187
- [6] 孙宝凤, 隽志才, 吴文静. 高速公路 VMS 项目社会经济影响评价研究综述[J]. 交通运输系统工程与信息 , 2005,(05);
- [7] 车广侠, 石建军, 隋莉颖. VMS 交通诱导系统现状分析[J]. 道路与安全 , 2006,(08);
- [8] 干宏程, 孙立军, 陈建阳. 提供交通信息条件下的途中改道行为研究[J]. 同济大学学报(自然科学版) , 2006,(11)

[9]Dynamic Message Sign Message Design and Display Manual, The Texas Department of Transportation and the Federal Highway Administration. 2004,10

[10] 张存保, 杨晓光, 严新平. 交通信息对驾驶员选择行为的影响研究[J]. 交通与计算机, 2004,(05)

[11] 胡郁葱, 徐建闽, 林兴强等. SP 调查方法在车辆拥有率调查中的应用[J]. 公路交通科技, 2001,(02)

作者简介

郑喜双 (1981-), 女, 广东潮州人, 华南理工大学交通信息工程及控制专业硕士研究生, 主要研究方向为智能交通系统。地址 : 广州市天河区五山华南理工大学交通学院 2005 级硕士生; 邮编: 510641; 电话: 13570327829, 传真: 020-87114460; E-mail : zhengxishuang@163.com

徐建闽 (1960-), 男, 山东招远人, 教授, 博士生导师, 主要从事智能交通系统, 交通信息与控制研究。地址 : 广州市天河区五山华南理工大学交通学院 邮编: 510641; E-mail: aujmxu@scut.edu.cn