

高速公路隧道事件检测与管控策略研究

袁新来 孙 垚 杜 虎 黄 晖

(浙江数智交院科技股份有限公司 杭州 310030)

[摘要] 为了保障高速公路隧道的安全运营以及提高其通行效率,针对高速公路隧道进行事件检测以及制定合理的管控策略是很有必要的。首先从驾驶员、车辆、道路、环境四个方面分析了对高速公路隧道发生交通事件产生的影响。其次,依托工程实例,对大巴山隧道事件检测方法进行分析,结合事件类型,制定合理的入口管控策略。

[关键词] 高速公路隧道;事件检测;管控策略

1 前言

国内外对于高速公路交通事件检测技术研究得比较多,如李传志对交通事件检测技术进行了分类,大致可以分为人工检测技术和自动检测技术。Chew 等人将人工神经网络技术应用在高速公路突发的交通事件检测当中,并开发了AID算法,在高速公路事件检测的测试中表现了高检测率、低误报率的性能^[1]。

综合国内外的研究现状来看,国内外对于高速公路事件检测的方法研究的比较多,但是针对单个隧道的交通事件检测的方法研究的较少,因此,针对隧道的事件检测以及管控策略值得研究,这对隧道的安全、高效运营提供有力的技术支撑。

2 交通事件影响因素分析

人的因素: 驾驶员在进出隧道时,会经历短暂的“暗适应”和“明适应”过程^[2],会使得驾驶员的反应时间延长。

车的因素: 车辆的制动性能不仅影响着驾驶员的停车视距以及山区公路坡段的设置,而且对车辆的行驶安全有着很大的影响。交通量的大小不仅影响着道路的通行效率,而且也是引发交通事故的原因之一^[3]。

路的因素: 道路的几何线型、纵坡度等均会影响汽车的行驶速度^[4],进而对交通安全产

生一定的影响。

环境的因素: 隧道是一个密闭的环境,空气质量差,隧道照度低^[5],特别是在特长隧道中行驶,会使得驾驶员特别压抑,产生烦躁的情绪,容易引起交通事件。

3 事件检测方法

(1) 视频结构化

目前高速公路中长隧道以上(≥500m)已基本实现视频监控,120-150m一处安装,目前高速公路应用得较多的事件检测手段也是视频事件检测,GPU服务器获取前端视频图像后进行结构化分析,再将分析处理后的报警信息以弹窗的方式显示在客户端上,供监控员确认。

(2) 毫米波雷达

目前浙江省内已有多条智慧高速应用了毫米波雷达技术,毫米波雷达采用二维主动扫描式阵列雷达微波检测技术,微波信号沿发射方向以一定频率检测路上的每一目标,还能进行区域检测,比如倒车、逆行、拥堵、追尾等交通事件。

(3) 雷视一体机

雷视一体机是由毫米波雷达与AI智能摄像机合成,使视频数据与毫米波雷达融合,实现两大技术的最大优势互补,解决数据孤岛等问题。

收稿日期:2021-12-13

作者简介:袁新来(1992-),男,助理工程师,主要从事公路及隧道机电设计。

根据 2020-2021 年某条高速公路事故统计数据，白天事件（7-18 时）：夜间事件（19-6 时）= 2.93 : 1，结合实测应用情况，各类设施全年事件检出率如下表所示：

表 1 事件检测设施检测率对比

事件检测方案	视频结构化		毫米波雷达		雷视一体/激光雷达		
	实测检测率	理论检出数	实测检测率	理论检出数	实测检测率	理论检出数	
白天事件数	2913	80%	2330.4	85%	2476.05	95%	2767.35
夜间事件数	992	基本难以检测	0	80%	793.6	90%	892.8
全年检出数	/	/	2330.4	/	3269.65	/	3660.15
全年检出率	/	/	59.68%	/	83.73%	/	93.73%

综上：视频结构化、毫米波雷达、雷视一体化机优缺点比较如下：

事件检测传感器类别	优势	缺点
视频结构化	人、车、物、事件等目标检测、识别、分析	定位精度不高，易受天气和光照影响，特别是照度特别低的情况或白光情况，检测率基本为零
毫米波雷达	能够准确的检测目标的位置、速度等信息，并且基本不受天气状态的干扰	无法精确区分目标类型
雷视一体机	探测范围广、数据精度高；检测目标类型丰富，全天候运行	相比其余两种检测手段，价格更贵

由上述综合评价结果可以看出，交通事件检测设施推荐采用雷视一体机。

4 论文依托工程

本文依托工程为安康至岚皋高速公路中的大巴山隧道。大巴山隧道左线全长 13615m，起讫桩号为（ZK81+405—ZK95+020）；右线全长 13571m，起讫桩号为（K81+310—K94+881），左右线隧道进出口洞门形式均为端墙式。大巴山隧道的设计速度为 80km/h，净宽 10.25m，净高 5m，行车道宽为 3.75m，为单向双车道。本论文选择右线隧道进行事件检测与入口管控策略研究。

4.1 事件检测方案

隧道洞内间隔 150m 设置一台雷视一体机，用于隧道内交通状况监控以及事件检测，当隧道发生异常事件时，为隧道管理人员提供事件信息，如事件类型、事件发生的桩号等等，大大缩短隧道应急救援时间，提高隧道通行效率。

4.2 事件处置流程及管控策略

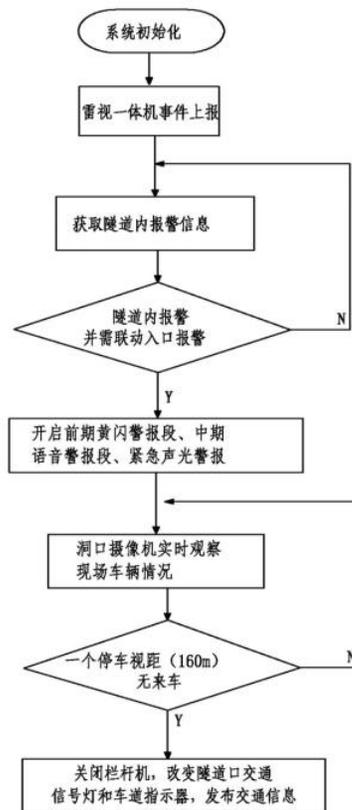


图 1 事件检测与管控流程图

高速公路隧道内发生交通事故时，驾驶员无法判断隧道内是否正常，还未行驶进入隧道的车辆，即使看到隧道口已发车警示指令，但驾驶员存在着抢时间通过侥幸心理，还会可能将车辆驶入隧道内，极易可能造成措施困难和二次交通事故的发生。因此，隧道入口段减速设施的设置应具有较好的动态提醒及限制功能。在隧道内出现突发事故时，管理人员通过雷视一体机获取到隧道内事件的基本信息后，更快速有效的做好入口管控措施，对高速行车安全和事故快速处置起到了至关重要的作用。

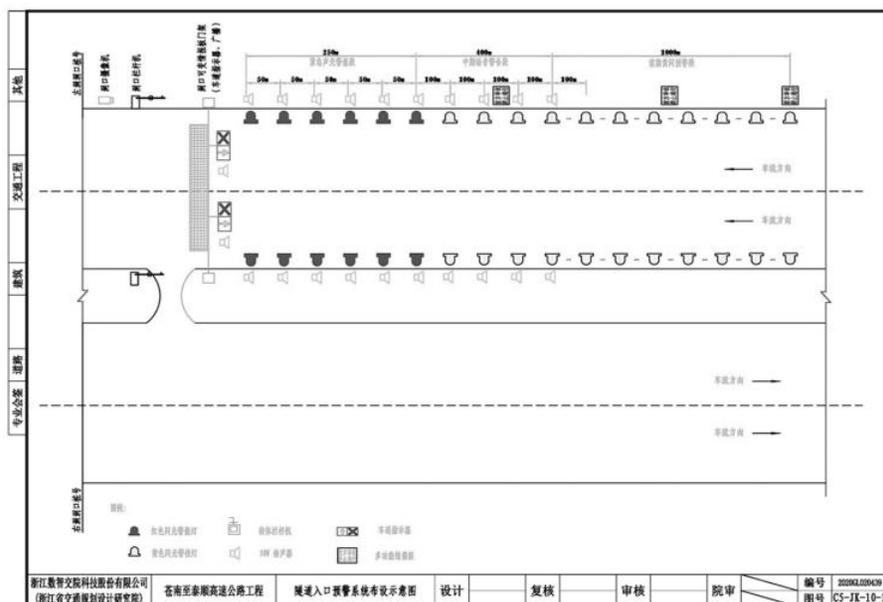


图2 隧道入口管控图

(1) 前期黄闪警报段：设置范围 1000m，道路右侧土路肩及对应中分带，共设置 22 套黄色闪烁报警灯，设置间距为 100m。配合路侧设置的多功能情报板，以便给予过往车辆一定的事故警示作用，起到前期预警。

(2) 中期语音警报段：设置范围 400m，道路右侧土路肩及对应中分带，共设置 8 套黄色闪烁报警灯及定向广播，设置间距为 100m，用于发布隧道封道语音信息。

(3) 紧急声光警报段：设置范围 250m，道路右侧土路肩及对应中分带，共设置 12 套红色闪烁报警灯及定向广播，设置间距为 50m，结合门架情报板上显示的封道信息及广播语音信息，给予过往车辆紧急提示作用，起到紧急预警。

根据隧道内的事件类型，制定相应的管控策略如下：

①隧道内有计划的施工作业、检测或有动物闯入等，较为轻微的可控的影响隧道通行的交通事件，可仅启用隧道门架预警系统；

②隧道内有轻微交通事故、有人员闯入等，影响一个车道通行，但未达到完全堵塞交通情况下，可启用隧道门架预警系统及单车道的车道指示（禁止通行）；

③隧道内有火灾、重大交通事故发生时，

需完全封闭隧道时，应启用隧道门架预警系统、连续预警设施，以及栏杆机主要实施策略步骤：同时开启前期黄闪警报段、中期语音警报段、紧急声光警报段内主要报警设备。包括开启闪烁报警器、隧道内外车道指示器显示红叉图形、小型多功能情报板与可变情报板上显示“隧道封闭减速停车”的提示字样，同时关闭栏杆机。

5 结论

通过对高速公路隧道事件影响因素分析，提出了隧道事件检测方法的探究与比选，并且针对隧道发生不同事件类型，提出了隧道入口管控策略，为隧道的管理运营提供参考。

参考文献

- [1] 周力. 高速公路隧道事件检测与控制策略研究 [D]. 西安: 长安大学, 2013.
- [2] JTG/T D70/2-01-2014. 公路隧道照明设计细则 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2014.
- [3] 裴玉龙, 程国柱. 高速公路运行车速调查与限制车速问题研究 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 2003, 35 (2): 168-172.
- [4] 张晋伟. 高速公路隧道及互通区运行车速模型研究 [D]. 重庆: 重庆交通大学, 2009.
- [5] 杜志刚, 潘晓东, 郭雪斌, 等. 高速公路隧道进出口视觉震荡与行车安全研究 [J]. 中国公路学报, 2007, 20 (5): 101-105.