

高速公路车辆感知设备选型和布设研究

江苏省交通规划设计院股份有限公司 俞晓帆 刘昊

引言

随着我国机动车保有量的逐年上升,高速公路规模快速扩张,平安、绿色、畅通、高效的出行需求日益增长,给高速公路路网监测、管理和服务带来了巨大的挑战和压力。根据交通运输部《公路水路交通运输信息化“十二五”发展规划》提出的“提高路网管理可视、可测、可控水平”的要求,提升路网交通信息化与智能化水平已经成为我国“十二五”期间公路交通发展的重点任务。本文重点对线圈检测、视频检测、微波检测等技术进行详细描述和对比,并以沪宁高速公路信息化建设为背景,结合沪宁高速公路的实际应用和具体需求对相关设备选型、布设方案进行了研究。

感知设备的对比与选型

高速公路常用车辆检测器有环形线圈车辆检测器、微波车辆检测器、视频车辆检测器、超声波车辆检测器和红外车辆检测器等,以下对常用车辆检测器分别进行介绍和对比分析。

一、常用车辆检测器介绍

1、线圈检测

线圈检测器是较为传统的交通检测器,是目前世界上用量最大的一种检测设备。车辆通过埋设在路面下的环形线圈,引起线圈磁场的变化,检测器据此计算出车辆的流量、速度、时间占有率和长度等交通参数,并上传给中央控制系统,以满足交通控制系统的需要。线圈检测器应用场景见图1。



图1 线圈检测器应用场景

2、视频分析

视频交通车辆检测系统利用图像处理技术实现对交通目标检测的计算,实现自动统计交通路段上行驶的机动车数量、计算行驶车辆的速度以及识别划分行驶车辆的类别等各种有关交通参数,达到监测道路交通状况信息的目的。视频检测应用场景见图2。

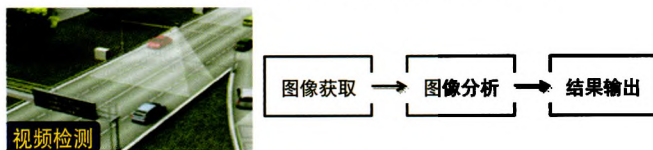


图2 视频检测应用场景

3、微波检测

微波检测器在扇形区域内发射连续的低功率调制微波,并在路面上留下一条长长的投影,即检测区域,用户可将检测区域定义为一层或多层,根据被检测目标返回的回波,测算出目标的交通信息,并向控制中心发送。其原理是:根据特定区域的所有车型假定一个固定的车长,通过感应投影区域内的车辆的进入与离开经历的时间来计算车速。微波检测应用场景见图3。

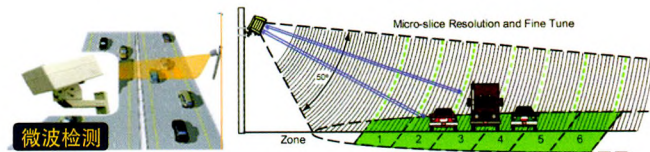


图3 微波检测应用场景

二、性能比较分析

以上三种检测方式都存在一定的缺陷,具体如下:

1、线圈检测器

◇施工较复杂,需要封路埋设线圈,对路面有一定程度的破坏;

◇维护量一般,线圈不易损坏,关键在于线圈施工选材;

◇道路路面铣刨维修时会破坏线圈,需要再次埋设。

2、视频检测器

- ◇投资成本较高，检测精度不高；
- ◇大雨、大雾、夜晚检测精度大幅下降。

3、微波车辆检测器

- ◇在车流拥堵以及大型车较多、车型分布不均匀的路段，测量精度受到较大影响；
 - ◇安装容易受到限制，价格也比较昂贵。
- 常用车辆感知设备性能比较见表1。

表1 常用车辆感知设备性能比较

	视频检测器	微波检测器	线圈检测器
检测类型	大范围检测	断面检测	断面检测
检测参数	计数、存在、速度、占有率、车类车色、车流向、车辆行驶轨迹、车头时距、通过时间、交通流密度	计数、存在、速度、占有率、车型分类	可检测参数较多，可检测车辆计数、存在、速度、占有率、车流向、车间距、通过时间、交通流量。
检测精度	检测精度低，误判率较高	车流量、占有率：误差小于6% 车速检测：误差小于10% 实时存在检测：精度达90%	较高
检测范围	每检测器1~6路，每路1~6车道每检测器可设256个检测区域，真正的大范围检测、通过关联，可进一步扩展检测范围	每个检测器1~8车道只能检测有限空间范围属于定点检测类型	覆盖范围大，1~4车道只需一个检测器，检测范围1~6米
安装要求	侧向安装或正向安装，施工或维护简便，不干扰正常交通。	侧向安装，简便	复杂，需暂时封闭路面进行施工。
可维护性	几乎为零的后期维护、高可靠、软件升级	维护成本较高	
成本价格	成本较高但持续下降	成本较高	成本较低

三、设备应用选型

沪宁高速为达到全程感知的目标，设备的选型在以上几种方式间选择，从主体工程管养来看，由于现有高速公路路面已经成型，线圈的安装施工较为麻烦。同时，路面的铣刨会破坏线圈。在本次工程中基本不考虑采用这种方式。

视频检测方式存在检测误报率高、使用条件苛刻、自学习时间长等缺陷，其检测算法也不够智能，虽然拥有比较好的发展前景，但在工程建设还是需要采用技术比较成熟的产品，所以在本次信息化建设工程也不作考虑。

微波检测设备安装较为方便，检测精度相对较高，并且技术相对成熟，其采用的微波类别也比较有所区别，主要有超声波、红外、雷达等，在工程建设进行选择时主要考虑检测精度高、抗干扰性强的微波设备，可根据具体测试结果进行选择。

感知设备布设研究

常见车辆感知设备布设方法包括时空单元法、基于行程时间检测的布设方法、基于采样理论的布设方法、基于OD估计的布设方法，表2分别从目标依耐性、算法依耐性、状态依耐性、理论/

表2 检测点布设方法比较

方法比较	时空单元法	基于行程时间检测的布设方法	基于采样理论的布设方法	基于OD估计的布设方法
目标依耐性	状态检测（流量、速度、密度）	行程时间检测	无	状态检测（流量）
算法依耐性	无	无	无	无
参数依耐性	期望车速 时间分辨率	检测精度	理想采样：无 非理想采样：精度要求	流量
状态依耐性	无	无	无	无
理论/经验性	理论+经验	经验	理论	理论
间距范围（常规）	500~5000m	500~1000m	50~100m	无
精确度	低	低	高	中
难易程度	容易	一般	难	难

经验型、间距范围、精确度、难易程度对其进行了对比。

沪宁信息化工程建设在沿线增设车辆检测器需要满足三个层次需求：第一个层次为宏观条件下路网运行分析提供数据，需要在两个互通之间设置一套车辆检测器；第二个层次为掌控交通状态，为沪宁路本路段短时间运行状况评价提供数据；第三个层次为事件检测满足沪宁路现代化指标（异常事件发现率不小于80%）采集数据。车辆检测器的布设密度随需求层次的增加而更加密集，满足了第三个层次的布设密度也就满足了前两个层次的需求，但要考虑一定经济效益比。见图4。

建议在信息化建设初期设定一个车辆检测器的布设方案，投入运行使用后，不断跟踪系统的使用情况，判断设计方案能否满足沪宁路现代化指标要求，根据使用情况在下一个建设周期对设置密度作调整。从研究角度看，沪宁路段交通事件的发现需要依托一套数学模型，模型有效发挥作用也需要一个建立-应用-调整-应用-优化-应用的迭代过程。■

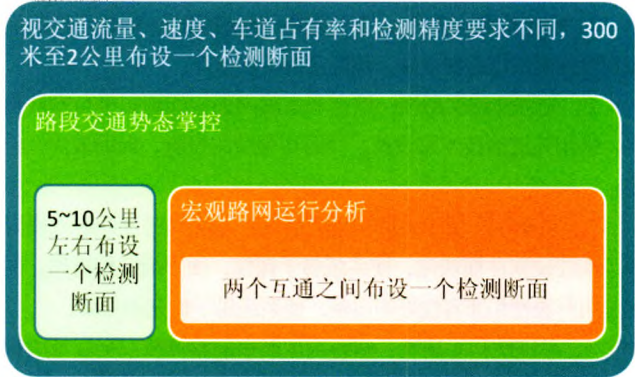


图4 车辆检测器布设三个层次关系图