**杭绍甬高速路侧感知设备**

**选型报告**

设计单位：长安大学

**浙江高速信息工程技术有限公司**

2020年9月

目录

[第一章 高速公路车辆感知设备总览 3](#_Toc50653686)

[1.1. 视频监控系统 3](#_Toc50653687)

[1.2. 毫米波雷达 4](#_Toc50653688)

[1.3. 激光雷达 5](#_Toc50653689)

[1.4. ETC门架 5](#_Toc50653690)

[1.5. 卡口设备 6](#_Toc50653691)

[第二章 视频监控系统设备选型 8](#_Toc50653692)

[2.1. 建议设备类型概述 8](#_Toc50653693)

[2.2. 建议设备功能描述及技术指标 8](#_Toc50653694)

[2.3. 建议设备特点 12](#_Toc50653695)

[2.4. 应用场景 13](#_Toc50653696)

[2.5. 选型建议 13](#_Toc50653697)

[第三章 毫米波雷达设备选型 14](#_Toc50653698)

[3.1. 建议设备类型概述 14](#_Toc50653699)

[3.1.1. 77GHz定向检测雷达 15](#_Toc50653700)

[3.1.2. 77GHz全向跟踪雷达 15](#_Toc50653701)

[3.2. 建议设备功能描述及技术指标 15](#_Toc50653702)

[3.2.1. 77GHz定向检测雷达 16](#_Toc50653703)

[3.2.2. 77GHz全向跟踪雷达 16](#_Toc50653704)

[3.3. 建议设备特点 22](#_Toc50653705)

[3.3.1. 77GHz定向检测雷达 22](#_Toc50653706)

[3.3.2. 77GHz全向跟踪雷达 22](#_Toc50653707)

[3.4. 应用场景 24](#_Toc50653708)

[3.4.1. 77GHz定向检测雷达 24](#_Toc50653709)

[3.4.2. 77GHz全向跟踪雷达 24](#_Toc50653710)

[3.5. 选型建议 25](#_Toc50653711)

[第四章 激光雷达设备选型 26](#_Toc50653712)

[4.1. 概述 26](#_Toc50653713)

[4.2. 建议设备功能描述及技术指标 27](#_Toc50653714)

[4.2.1. 32线激光雷达 27](#_Toc50653715)

[4.2.2. 单线激光雷达 27](#_Toc50653716)

[4.2.3. 两款推荐设备技术指标对比分析 28](#_Toc50653717)

[4.2.4. 激光雷达与毫米波雷达对比 28](#_Toc50653718)

[4.3. 建议设备特点 29](#_Toc50653719)

[4.3.1. 32线激光雷达主要特点 29](#_Toc50653720)

[4.3.2. 单线激光雷达主要特点 29](#_Toc50653721)

[4.4. 应用场景 30](#_Toc50653722)

[4.4.1. 32线激光雷达 30](#_Toc50653723)

[4.4.2. 单线激光雷达 31](#_Toc50653724)

[第五章 ETC门架设备选型 32](#_Toc50653725)

[5.1. 建议设备类型概述 32](#_Toc50653726)

[5.2. 建议设备功能描述及技术指标 33](#_Toc50653727)

[5.3. 建议设备特点 40](#_Toc50653728)

[5.4. 应用场景 43](#_Toc50653729)

[第六章 卡口相机选型 44](#_Toc50653730)

[6.1. 建议设备类型概述 44](#_Toc50653731)

[6.2. 建议设备功能描述及技术指标 45](#_Toc50653732)

[6.3. 建议设备特点 47](#_Toc50653733)

[6.3.1. 电警抓拍相机（900万像素） 47](#_Toc50653734)

[6.3.2. 卡口抓拍相机（900万像素） 48](#_Toc50653735)

[6.3.3. 环保卡口抓拍相机（900万像素） 48](#_Toc50653736)

[6.4. 应用场景 49](#_Toc50653737)

[6.4.1. 电警抓拍相机（900万像素） 49](#_Toc50653738)

[6.4.2. 卡口抓拍相机（900万像素） 49](#_Toc50653739)

[6.4.3. 环保卡口抓拍相机（900万像素） 49](#_Toc50653740)

1. 高速公路车辆感知设备总览
   1. 视频监控系统

视频监控系统是高速公路车辆感知设备的重要组成部分。其主要负责视频、路况等信息的采集、处理和存储，提供交通信息资源。使用道路监控摄像机作为视频图像采集系统进行监控，可实时掌握交通状况，发现交通阻塞路段、违章车辆，及时进行引导，保证高速公路安全畅通。为实现高速公路主动安全管控的需求，视频监控系统所使用的摄像机在清晰度、低照度、检测距离等方面应具有一定要求，同时具备智能性。根据不同场景的监控要求，可采用不同像素的摄像机，在降低成本的同时也能达到监控目的，推荐使用的200万、400万、800万像素摄像机，三者都能够实现清晰画质，但像素越高，所能拍摄到的细节也越丰富，在需要获取车牌信息等关键路段推荐使用更高像素摄像机，以提高检测准确率。为满足智能化检测需求，使用智能摄像机可实现视频结构化、交通事件检测、交通数据采集等功能。在匝道、紧急停车带等区域，枪球一体机在监控视野上更加灵活，可同时兼顾全景与细节，弥补枪机镜头无法转动的缺点。配置红外灯、白光灯等不同类型补光灯，可在低照度下保证摄像机继续工作，会在一定程度上提高检测距离。实现全天候监控。监控摄像机检测距离一般在150米左右，但如要实现车牌识别、车辆跟踪、人脸识别等功能，其检测距离会有所降低。

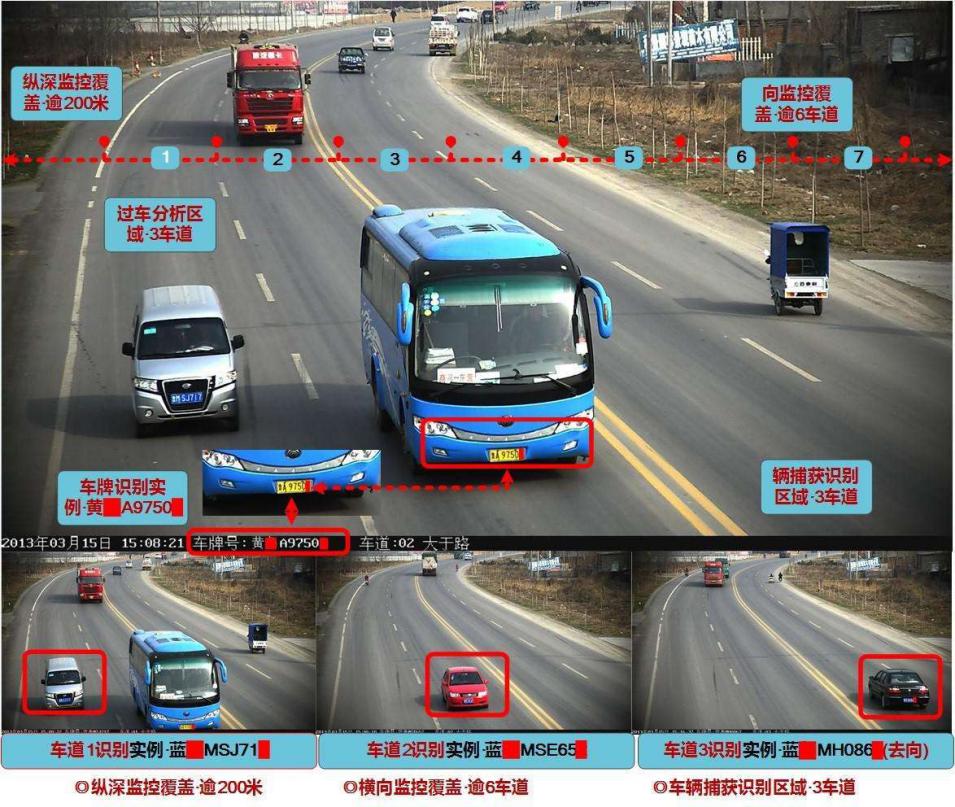


图1-1 监控摄像机

* 1. 毫米波雷达

毫米波雷达作为无人驾驶车辆的路面感知系统的主要组成部分，分为远距离毫米波雷达（LRR）和近距离毫米波雷达（SRR），由于毫米波在大气中衰减较小，可以探测感知到的距离更远，远距离毫米波雷达可以实现超过200米的感知与探测。与超声波雷达比较，毫米波雷达的体积更小，质量更轻，分辨率更高，它的安装很灵活，可以被安装在道路中央、路肩、路旁高地上，可以正装可以吊装。雷达传感器不需要日常的清理，即使在灰尘很多的地方都可以保持每三年保养维护一次的记录。与远红外传感器、激光测距雷达、光学摄像头等传感器相比，毫米波雷达不会被自然或人为的光线变化所影响，包括隧道的"黑白洞"现象所影响，还可以在极恶劣条件下正常工作，包括雨、雪、雾、烟、灰尘等，甚至是全黑的环境下24小时都可以保持较高的检测精度始终不变。毫米波雷达的抵抗干扰水平也高于另外几种探测传感器。当前市场上主流的毫米波雷达，根据其频率（HZ）大小的的不同，通常分为两种：第一种是24GHz毫米波雷达，另一种77GHz毫米波雷达。低赫兹的24GHz 毫米波雷达检测范围在中短距离上，主要用于近距离的盲点探测。而较高赫兹的77GHz毫米波雷达主要用于探测远距离目标，一般应用于ACC自适应巡航、作为路侧设备等。



图1-2 毫米波雷达

* 1. 激光雷达

激光雷达是无人驾驶、智能车路协同系统中最强大的路基传感器之一，路基感知系统的眼睛。凭借其厘米级的高精远距离测距性能，在无人驾驶、智能车路协同系统中具有重要作用。激光雷达的分辨率高，可实现高精度远距离测距；同时拥有360度的全域扫描能力，扫描距离可达200米；识别效果好，受光线和角度视差的影响很小。通过对道路的完整扫描，可以得到基于点云数据的道路动态环境，包括车辆、行人、非机动车及其他物体的全面、及时、精确的信息，可以在点云的基础上进行特征提取。激光雷达的种种特点都表明其适用于智慧高速公路的感知体系组成。在普通直线路段、弯道、隧道、桥梁、匝道、服务区等场景下，激光雷达均可以完成感知任务。例如在隧道场景下，利用激光雷达对周围环境的感知能力，可以检测到路面是否有山体滑坡、落石等情况，并及时将信息反馈给车辆端。下图便是激光雷达对周围环境扫描所产生的点云图，利用这些数据，激光雷达可以成为智慧高速的“眼睛”。



图1-3 激光雷达

* 1. ETC门架

ETC门架指的是ETC门架系统。ETC门架系统是收费站实现电子不停车收费的重要设施，具备对通行车辆进行多路径识别、自动计费等功能。 每个门架上都安装的有摄像头、补光灯以及信号接收装置，摄像头可捕获车辆信息，同向的两个互通之间安装两个门架且距离在500米以上，所有的ETC门架系统就互联成为一个网络，通过安装在车辆挡风玻璃上的车载电子标签与在收费站ETC车道ETC门架系统通讯，就可以实现不停车收费了。ETC门架示意图如图1-4所示。

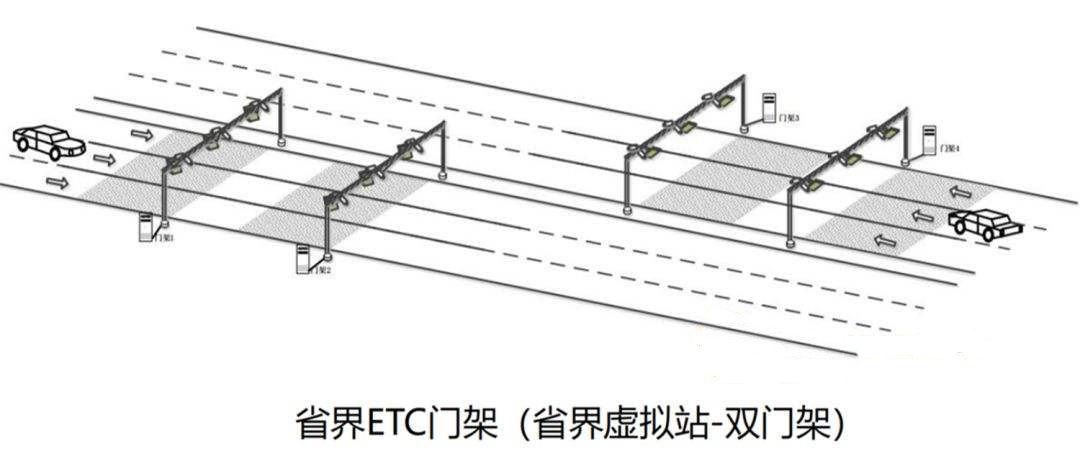


图1-4 ETC门架

ETC龙门架系统是全国高速公路省界收费站实现车辆高速分段计费的重要设施，具备通过5.8GHz专用短程通讯读取车载OBU ETC卡或CPC卡的信息，实现车辆分段计费、车辆路径标识、流量调查、视频监控、超速筛查等功能，ETC门架系统将替代原有的收费站的功能，就像交通探头一样架设在高速公路上方，通过射频装置读取车载ETC的信息，实现对车辆行驶路径的精准记录，而车辆通过时完全不必放慢速度。在确保快速不停车通过的同时实现精准计费，而不是单纯从“驶入站”到“驶出站”间的最短路径。高速公路中ETC门架系统的引入，对提高高速公路通行效率，降低物流成本、便利群众出行，推动高速公路高质量发展具有重要意义。

* 1. 卡口设备

随着社会经济的发展、机动车辆也越来越多,随之而来产生的交通安全隐患越来越多,利用各种车辆进行跨区域违法犯罪行为也不断增多,社会治安形势日趋复杂,因此安装智能交通卡口设备是十分必要的。我们所说的卡口设备是指可安装在公路路段断面上并对指定车道内机动车进行不间断自动检测和记录的设备。卡口相机主要是用于城市道路或高速公路出入口、收费站等重点治安监控地段的全天候实时检测与记录收费站、交通或治安检查站等地点。目前行业通用卡口相机都是嵌入式一体化设备，内置车牌识别算法，集高清视频采集、图像处理、智能识别等核心功能于一体。工作原理是利用先进的光电，计算机，图像处理，模式识别，WEB数据访问等技术，对监控路面的每一辆机动车的特征图像、车辆全景图像和路面实时视频流进行连续拍摄、记录与处理。

卡口记录的信息包括:车辆经过时间、车辆全貌、车牌号码、车牌颜色、前排司乘人员面部特征等。通过安装卡口设备,我们可以及时准确地记录车辆信息,随时掌握城市各出入口的车辆流量及状态,进行车辆动态布控,对违法车辆的处理提供了准确、有效的依据。



图1-5 卡口设备

1. 视频监控系统设备选型
   1. 建议设备类型概述

高速公路视频监控系统主要负责视频、路况等信息的采集、处理和存储，提供交通信息资源，为高速公路快速、安全、舒适、高效提供了保障。道路监控系统主要是对高速公路干线、互通立交、隧道等高速公路重点路段进行监视，掌握高速公路交通状况，及时发现交通阻塞路段、违章车辆，及时给予引导，保证高速公路的安全通畅。

针对高速公路主动安全管控对视频监控系统的需求，报告通过广泛调研、分析，现推荐使用以下四种类型的视频监控设备，以满足杭绍甬高速路侧感知设备测试需求。类型一为**200万像素摄像机**，配置红外补光灯，可以完成基本监控功能；类型二为**400万像素摄像机**，其具有变焦功能和多显示模式，而且具有视频结构化功能（视频结构化通过对原始视频进行智能分析，提取出关键信息，能够支持机动车、非机动车、人员等目标的抓拍和属性识别）；类型三为**800万像素摄像机**，同样具有变焦功能、多显示模式和结构化功能，且像素更加清晰、算法识别精度更高；以上三个类型设备均为枪机，类型四推荐设备是**枪球一体机**。其为枪机和球机的组合，可使监控视角更加灵活。

另外，不同摄像机监控距离与视角和镜头焦距有关，配置不同类型补光灯也会对监测距离产生影响。一般来讲，监控摄像机的检测距离在**150米左右**，但如需进行车辆跟踪、人脸识别等智能化检测功能，检测距离会降低。

* 1. 建议设备功能描述及技术指标

上述几种类型摄像机主要功能如下：

建议设备类型一：200万像素摄像机（枪机），其分辨率为200万，可内置红外补光灯，红外监控距离一般为20-50米，最大可达150米；支持通用行为分析，适用于常规的视频监控。

建议设备类型二：400万像素摄像机（枪机），其分辨率为400万，低照度效果好，图像清晰度高；内置高效混光灯，最大监控距离120米，其中，人脸检测距离35m，暖光模式视频监控距离65m，混光模式视频监控距离120m；可支持周界防范，人脸检测，人数统计，以及视频结构化。

建议设备类型三：800万像素摄像机（枪机），其分辨率为800万，低照效果好，图像清晰度更高；内置高效柔光双色补光灯，最大补光距离150米，其中，人脸检测距离85m，白光模式视频监控距离150m，混光模式视频监控距离150m；支持周界防范，人脸检测，以及视频结构化功能。

建议设备类型四：枪球一体机，采用一体化设计，由2个400万镜头相机和2颗高性能GPU模块组成，枪机和球机分别实现全景监控和细节监控；球机通道自带白光灯，支持针对车牌进行白光补光，可提升产品适应范围；白光照射距离30m，红外照射距离250m；支持交通事件检测、交通数据采集、车辆检测功能。

视频监控摄像机的选取参考的主要技术指标包括传感器类型、分辨率、最低照度、镜头焦距等。传感器尺寸越大感光性能就越好，常表述为比例形式。摄像机分辨率越高，成像质量越好，画质越清晰细腻。最低照度是监控摄像机的重要参数，其主要表征了摄像机的灵敏度，简单来说就是能够识别被摄物体的最低照度。摄像机镜头的焦距决定摄像头的监控角度及距离，焦距越小，监控角度越大，看的则越近；焦距越大，采集光线的视场角度就越小，摄像机能看清的距离就越远。

建议设备类型功能对比以及参考技术指标如表2-1、2-2所示。

1. 建议设备功能对比表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 200万像素摄像机 | 400万像素摄像机 | 800万像素摄像机 | 枪球一体机 |
| 视频监控 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |
| 存储功能 | 支持 | 支持 | 支持 | 支持 |
| 车身颜色识别 | 不支持 | 支持 | 支持 | 可选 |
| 车辆类型识别 | 不支持 | 支持 | 支持 | 可选 |
| 车牌识别 | 不支持 | 支持 | 支持 | 可选 |
| 交通事件检测 | 不支持 | 部分支持 | 支持 | 可选 |
| 流量检测 | 不支持 | 不支持 | 不支持 | 不支持 |

1. 建议设备类型技术指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **200万像素摄像机** | **400万像素摄像机** | **800万像素摄像机（低速，城市，小区）** | **枪球一体机** |
| **分辨率** | 200万 | 400万 | 800万 | 【全景】400万  【细节】400万 |
| **检测车道数** | 1车道 | 1-2车道 | 3-4车道 | 全景监控 |
| **检测精度** |  |  |  |  |
| **检测距离** | 150m（红外） | 120m（混光模式视频监控距离）  35m（人脸检测距离）  65m（暖光模式视频监控距离） | 150m（混光模式视频监控距离）  85m（人脸检测距离）  150m（白光模式视频监控距离） | 250m（红外）  30m（白光照射） |
| **最低照度** | 0.002Lux（彩色模式）；  0.0002Lux（黑白模式）；  0Lux（补光灯开启） | 0.001Lux（彩色模式）；  0.0001Lux（黑白模式）；  0Lux（补光灯开启） | 0.001Lux(彩色模式)；  0.0001Lux(黑白模式)；  0Lux(补光灯开启) | 【全景】彩色 0.0005Lux @  【细节】彩色 0.0005Lux @ 0Lux with IR |
| **镜头焦距** | 5-60mm | 8-32mm | 8-56mm | 【全景】2.8-12mm  【细节】55.7-210mm |
| **视场角** | 水平：58.5°~6°；垂直：36.5°~3.3°；对角：66°~6.8° | 水平：43°~15° 垂直：23°~8° 对角：50°~17° | 细节： 水平：42°(W)~10°(T) 垂直：24°(W)~5.5°(T) 对角：47.5°(W)~11.5°(T) 全景： 水平：40°(W)~15°(T) 垂直：23°(W)~9°(T) 对角：46°(W)~18°(T) | 水平范围:【全景】0-90°；【细节】0-360°  垂直范围:【全景】-5-30°；【细节】-20-90° |

* 1. 建议设备特点

200万像素摄像机可以满足常规的高速公路道路监控需求，但受到像素的限制，其清晰度与400万、800万像素摄像机存在一定差距。其内置红外补光灯，具有夜视距离远、隐蔽性强、性能稳定等突出优势，在高速公路夜间无照明条件下也可快速捕捉目标，夜视距离可达150米。

400万像素摄像机清晰度与200万像素摄像机相比有一定提高，画质更加清晰细腻，细节也越丰富，但在普通显示器上看不出太大差别。暖光模式视频监控距离可达65米，混光模式视频监控距离可达120米。

800万像素摄像机画质则更加清晰，能够更好的捕捉到细节，同时提高检测距离。白光模式和混光模式视频监控距离均可达150米。

传统视频监控在大场景下无法捕捉目标的细节信息，在专注目标细节时又会忽略周围的其他移动目标。枪球一体机集成枪机和球机，使用枪机进行全局监控，使用球机满足细节监控，监控视野更加灵活。400万像素亦可满足清晰画质。其聚合多种专为复杂场景设计的深度学习算法，实现违章取证抓拍、交通事件检测、交通数据采集、车辆检测多种智能功能，并支持车辆全结构化。

四类建议设备类型均具备变焦功能，但变焦范围存在差异。变焦镜头在一个镜头内能够使镜头焦距在一定范围内变化，可以使被监控的目标放大或缩小，监控更加灵活。表2-3对四种建议设备的优缺点进行了对比。

表2-3 建议设备优缺点

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **200万像素摄像机** | **400万像素摄像机** | **800万像素摄像机** | **枪球一体机** |
| **优点** | 可变焦  价格经济 | 可变焦  性价比较高  可提供结构化数据 | 可变焦  清晰度高，画质细腻  可提供结构化数据  人脸检测精度较高 | 可变焦  兼顾全景与细节  可进行目标跟踪 |
| **缺点** | 清晰度相对较低  功能较少 |  | 价格相对较高 | 价格相对较高 |

* 1. 应用场景

200万、400万、800万像素摄像机均可适用于普通直线道路、弯道、隧道、桥梁等场景，200万像素摄像机功能较单一，仅支持监控和视频存储功能，只满足常规监控需求；400万像素摄像机则增加了视频结构化功能，满足高速公路智能化检测基本需求；800万像素摄像机在清晰度、检测准确率、结构化功能方面都有了提高。根据高速公路不同路段对监控视频质量的需求，以及考虑到成本投入，在不同场景下可选择最合适的摄像机像素，以节约成本，同时达到视频监控系统主动安全管控的目的。枪球一体机则更加适用于匝道、紧急停车带场景，其兼顾全景与细节，支持交通事件检测、交通数据采集、以及视频结构化功能。

* 1. 选型建议

**报告建议了三种枪机摄像头，它们的主要区别在于成像分辨率不同，分别为200万、400万和800万。根据图像成像原理可知，CMOS传感器分辨率越高，成像效果越好，图像就越清晰。一般地，200万像素摄像头只用于高速公路常规监控系统，只支持监控和视频存储功能。其图像很难符合交通事件检测、交通数据采集等智能化应用的需求。为此，分辨率更高的400万像素摄像头开始具备提供视频结构化功能，基本满足高速公路智能化检测需求。800万像素摄像头进一步提升了图像的分辨率，使检测算法的精度得以提升，结构化数据更加准确。另外，枪球一体机可使监控视角更加灵活，且能满足车辆跟踪功能的需求，可以弥补枪机镜头无法转动的缺点。**

1. 毫米波雷达设备选型
   1. 建议设备类型概述

毫米波雷达是工作在毫米波波段（30～300GHz）的检测雷达，其波长介于微波和厘米波之间，因此毫米波雷达兼有微波雷达和光电传感器的一些优点。与视频监控系统相比，其具有检测距离远、空间分辨率高、不受各种环境干扰和光线干扰等特点，从而可支持实现多维交通运行数字化感知、全天候通行、主动安全管控等关键需求。因此，毫米波雷达越来越多地被应用于智慧高速路侧感知系统当中，与视频监控系统一起形成路侧感知系统的两大解决方案。

毫米波雷达在一些特殊场景具有得天独厚的优势。例如在雨、雪、雾、霾天气，视频监控系统会受到严重的干扰，导致检测精度降低；而毫米波雷达凭借其探测距离远，受复杂天气影响较小，能够全天候、全天时工作，因此，毫米波雷达可与视频监控系统进行融合，进而可以很大程度地提升路侧感知系统的性能。

目前市场上主要有两个频段的毫米波雷达，即，24GHz和77GHz。24GHz毫米波雷达探测距离短，探测角度大，在中短距离有明显优势，多用于车载雷达；77GHz毫米波雷达，具有波长短，分辨率高，检测目标能力强等特点。同比与其他频段的毫米波雷达，其更适合于智慧高速的路侧感知需求，可实现跟踪定位检测并及判断车辆运动状态和位置信息，具有全天候（暴雨天除外）全天侯感知能力，对雾、烟、灰尘的穿透能力强。

经过广泛调研和深入分析，报告建议两种类型的77GHz毫米波雷达。类型一为77GHz定向检测雷达；类型二为77GHz全向跟踪雷达。

* + 1. 77GHz定向检测雷达

定向检测雷达的工作频率为77GHz，具有波长短，分辨率高，检测目标能力强，天线体积小，安装方便，实用性强等优点，**可在固定方向上**对车道中车辆，行人、动物、抛洒物体等进行检测。其功能包括：通用交通行为分析、流量检测、道路预警等。采用正向或者道路侧向安装方式，连续发射低功率的连续调频微波，覆盖路口、路段上大区域范围内、单/双向多条车道，同时检测可达4车道，最远约250米范围内，多达256个目标的交通信息。

* + 1. 77GHz全向跟踪雷达

全向跟踪雷达采用国际上先进的全向跟踪扫描检测技术，该雷达以360°旋转高速扫描的方式对检测区域内所有的目标（车辆、行人、动物、抛洒物体等）进行实时跟踪定位检测并判断其运动状态和位置信息。单个全向雷达可以检测半径500米圆形范围内的道路（包括：单向多车道、双向多车道、互通交叉车道）。其目标跟踪定位精度误差小于17.5厘米，雷达探测目标移动速度范围为0-250Km/h，检测事件类型包括：车辆停驶、交通事故、车辆拥堵、车辆排队、车辆逆行、车辆慢行、抛洒物、行人以及特定区域的非法入侵等等重要事件，对异常事件几秒钟就可以形成报警予以提示。

* 1. 建议设备功能描述及技术指标

报告首先总结了两种类型雷达的主要功能，并通过对比表的形式来阐述两种类型设备的功能和技术指标的差别。

* + 1. 77GHz定向检测雷达

1. 事件检测功能：是指目标车辆进入雷达检测范围后，检测到的事件数据，分为路口事件和路段时间，路口事件包括超排队超限、反向溢出，路段事件包括超高速、超低速、逆行、占用应急车道、非法变道、拥堵、非法闯入、异常停车以及违法停车等；
2. 目标追踪功能：是指当下某时刻车辆压占虚拟线圈时，提供的即时数据，包括目标的编号、坐标、速度以及车身长度，可用于目标检测；
3. 交通流数据统计功能：是指在统计周期内，提供的统计数据，包括流量、时间占有率、平均速度、车头时距、车身间距等，可用于交通态势分析。；
4. 排队检测功能：是指车辆在接近停止线时受信号控制由行驶状态改变为静止状态或缓行状态，可分为静态排队及动态排队。提供的排队数据，包括排队长度、排队首车位置、排队末车位置以及排队数量，排队数据可分为静态排队及动态排队；
   * 1. 77GHz全向跟踪雷达

全向跟踪雷达可以完成如下功能：

1. **隧道内交通事故安全保障：**由于隧道的特殊结构和内部环境，隧道救援在道路运维管理中是非常重要的一项工作内容，而传统的隧道中虽然安装了大量的监控摄像机，但是一旦隧道内出现重大交通事故需要应急救援时，传统摄像机就会失去了它的优势，如隧道内出现火灾浓烟四起时，所有的摄像机都会被致盲。全向跟踪雷达能够穿透烟雾和挥发性灰尘组成的屏障，并用成像的方式将隧道内所有的行人分布情况、车辆分布情况、路况、交通状况等重要信息全部给管理者展现出来，让其能够进行快速的部署实施营救和疏导。
2. 车辆异常行为检测：车辆的异常操作行为往往是诱发交通事故发生的主要原因。全向雷达可及时地对各种异常行为进行检测，主要包括：异常停车、危险驾驶、逆向行车、车距过近、车道偏离等。
3. 异常路况检测：由于道路环境的复杂性以及相对的开放性，道路上有可能出现意想不到的事物以及道路事故，从而影响车辆的安全通行。全向雷达可进行异常路况检测包括：道路上的行人以及动物、路面堆石、路面破损，路面坑陷等。
4. 交通数据检测：全向雷达可对路段在一定时间内平均车流量进行检测，这些数据可以判断车辆是否正常安全的行驶状况。这对车辆的安全行驶可以起到一定的指导意义，并且可以帮组判断某一路段是否出现安全问题。
5. 交通状态检测：全向雷达可对道路的交通状态（拥堵，缓行，通畅，事故）进行实时的检测，为交管部门发布车辆通行决策和车流调度提供依据。
6. 车辆动态信息检测：车辆的动态信息可以用来分析车辆的行驶状况，以及对后续行驶操作进行一定的预测，这可以用来判断车辆是否安全行驶以及车辆动态行为轨迹进行预测。全向雷达可进行的车辆动态数据检测包括：单车实时运动速度；单车运动方向，所在车道；运动方向角；车辆行驶轨迹等。
7. 雷达功能对比表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **功能对比** | | | |
| 编号 | 功能指标 | 全向雷达 | 定向雷达 |
| 1 | 拥堵事件检测功能 | 支持 | 支持 |
| 2 | 慢行车辆事件检测功能 | 支持 | 支持 |
| 3 | 停车事件检测功能 | 支持 | 支持 |
| 4 | 行人事件检测功能 | 支持 | 支持 |
| 5 | 逆行事件检测功能 | 支持 | 支持 |
| 6 | 抛洒物体事件检测功能 | 支持 | 不支持 |
| 7 | 山体滑坡 | 支持 | 不支持 |
| 8 | 异常行为分析，能够对即将发生的隐藏的事件进行预警 | 支持 | 需定制开发 |
| 9 | 系统能够在多个连续布设的雷达中能够对同一个目标进行持续跟踪 | 支持 | 需定制开发 |
| 10 | 可实现对“两客一危”车辆、特殊车辆（黑名单或白名单车辆）、以及车队的持续跟踪定位与管理 | 支持 | 需定制开发 |
| 11 | 与摄像机联动实现对同一目标物体进行持续追踪定位 | 支持 | 需定制开发 |
| 12 | 与车牌抓拍摄像机联动完成目标车辆信息全面融合，实现特殊车辆车辆全线追踪定位 | 支持 | 需定制开发 |
| 13 | 将道路上所有的车辆特征数据与车辆实时动态数据融合后发送给第三方平台实现，精准路况信息发布和实景导航 | 支持 | 需定制开发 |
| 14 | 系统能够以图形的形式现实被跟踪的目标物体并加以区别包括行人、小型车辆、大型车辆、抛洒物体 | 支持 | 需定制开发 |
| 15 | 路界范围内有人员或动物入侵报警检测功能 | 支持 | 支持 |
| 16 | 系统检测到异常事件时，能够对在GIS地图上精准定位，并进行持续追踪告警直到目标物体离开雷达检测的范围 | 支持 | 需定制开发 |
| 17 | 系统可以与雾区诱导系统结合实现雾区主动诱导 | 支持 | 需定制开发 |
| 18 | 系统能够提供几公里范围内或整条道路的俯视查看方式，可对道路上实时车辆分布情况、所在位置、交通状况、事件事故所在位置进行分析汇总 | 支持 | 支持 |
| 19 | 内嵌高精度GIS地图 | 支持 | 需定制开发 |
| 20 | 提供车道级高精度地图，支持车路协同与自动驾驶 | 支持 | 支持 |
| 21 | 全方位雷达设备为车路协同系统提供动态、全面、高效、实时的路况感知信息，对主要区域范围内的车辆、行人、交通状况的实时感知并可发出预警信息、并给出每个目标物体的精准的位置信息（经纬度信息）即时速度信息、区域内分布信息。 | 支持 | 需定制开发 |

1. 雷达技术指标对比表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **技术指标对比** | | | |
| **编号** | **技术指标** | **全向毫米波雷达** | **定向毫米波雷达** |
| 1 | 雷达扫描方式 | 360°全向扫描 | 24°-110°定向 |
| 2 | 工作频率 | 77GHz | 24.25GHz, 77GHz |
| 3 | 雷达波束角 | 方位角：1.8°，仰角：1.8° | 方位角：-15°~15°，仰角：-4.5°~4.5° |
| 4 | 目标定位精度 | ＜18厘米 | ±1米 |
| 5 | 有效检测范围 | 1000米 | 40米~250米 |
| 6 | 最远检测距离 | 车道数不限最远1000米 | 单向4车道200米（其中有30-40米的盲区） |
| 7 | 车辆最远跟踪距离 | 1000米 | 200米 |
| 8 | 行人最远跟踪距离 | 700米 | 60米或无法跟踪 |
| 9 | 同时跟踪目标数量 | 不少于600个 | 256个 |
| 10 | 产品安装位置 | 道路中央正上方或路侧立杆处均可 | 道路中央正上方，否则需增加一套设备 |
| 11 | 检测方向 | 全向检测多角度、多方向、交叉检测 | 单向平行于道路 |
| 12 | 车道覆盖数量 | 1公里范围内所有车道 | 单向/双向4车道 |
| 13 | 每个目标信息数据内容 | 经纬度、运动方向、即时速度、ID编号、目标类型（大车、小车、中型车、行人、抛洒物）、目标尺寸、yx轴信息等 | 运动方向、即时速度、yx轴信息 |
| 14 | 防护等级 | IP67 | IP67 |
| 15 | 通信方式 | 1000以太网接口 | Rs485/CAN/100以太网接口 |
| 16 | 安装高度 | 4-6米 | 5-10米 |
| 17 | 功率 | 15W | 14W |
| 18 | 工作电压 | 24V | 13-32V |

* 1. 建议设备特点
     1. 77GHz定向检测雷达

● 波长短，分辨率高，检测目标能力强

● 天线体积小，安装方便，实用性强

● **全天候高精度**

高精度全天候数据采集,不受天气影响；

● **广域多目标检测**

横向4车道、纵向250米，256个目标跟踪检测；

● **全息多维感知**

精准定位车辆轨迹信息，多断面+区域信息感知；

* + 1. 77GHz全向跟踪雷达

● 典型的安装高度，目标就可以被有效的检测到无论是靠近雷达或是远离雷达的物体

● 它的准确性不会被周围环境、光线（白天与夜晚）以及恶劣天气（如：风、雪、雾、冰雹、烟、雨以及灰尘等）所影响

● 对于雷达检测范围内的任何一个目标，设备可以启动一个或一组关联摄像机，对被跟踪的目标进行监视查看直到该目标离开检测区域为止。

● 设备能够提供每一个被跟踪目标物体的准确信息包括：即时速度、运动方向、所在车道、目标类型（大型车辆、中型车辆、小型车辆、行人、障碍物）、经纬度、目标尺寸、ID编号、方向角、XYZ坐标体系等重要信息。

● 全方位雷达设备为车路协同系统提供动态、全面、高效、实时的路况感知信息，对主要区域范围内的车辆、行人、动物、交通状况的实时感知并可发出预警信息。

● 由于全方位雷达设备不受各种天气环境的干扰和光线的干扰，因此可实现全年365天24小时无障碍对道路监视监控；

● 全方位雷达检系统本身不仅具有异常事件事故检测功能，而且还具有抗环境干扰能力强、检测范围大、误报少、检测精度高、提供信息全面、毫秒数据发

● 系统可实现厘米级的精准定位，而且不需要任何第三方平台或车载设备的介入；

● 由于全方位雷达检测器不受各种环境干扰和光线干扰，因此可在特殊天气（雨、雪、雾、霾、沙尘、烟）状况下以及无光源（夜间）现有监控摄像机全部“致盲”的情况下，提供准确的车辆位置信息、交通路况信息和交通状态信息，可实现精准的交通诱导和交通管理；

● 全方位雷达检测系统可同时提供1公里甚至是整条道路上所有车辆、行人的准确信息，并提供每一个目标点的实时状态信息包括：实时速度、行驶方向、经纬度、ID号、尺寸、车型等重要信息，可为车路协同实现车辆自动驾驶、无人驾驶、队列驾驶提供重要数据支撑；

● 由于全方位雷达检测器可以按照时间节点提供道路上行驶的每一辆车的运动轨迹，再结合车牌抓拍系统便可以提供每一辆车在道路上真实准确的行驶路径；

● 当5G时代通信的到来，全方位雷达检测器可为三维汽车导航和手机三维导航提供重要基础数据支撑；

● 为道路中心的智慧高速大数据云平台提供更加准确、全面、实时的数据支撑；

● 为BIM系统以及四维仿真监视系统提供重要的数据基础保障；

● 全方位雷达检设备可与沿线监控摄像机联动，可实现对异常事件事故车辆、特殊车辆、以及车队进行实时全程跟踪监视；

● 由于全方位雷达检测器可以按照时间节点提供道路上行驶的每一辆车的运动轨迹，因此可实现对特殊车辆和特殊车队的全程追踪以及行驶轨迹回溯，并可与视频监控摄像机联动实现接力查看特殊车辆和特殊车队功能；

1. 两类设备优缺点对比

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **全向跟踪雷达** | **定向检测雷达** |
| **优点** | 可用于隧道内高精度检测  检测距离远（1000米）  目标分辨率高（<18厘米）  跟踪目标数量多（>600）  安装位置对设备性能影响小 | 单机成本较低 |
| **缺点** | 单机成本较高 | 无法部署在隧道中  检测距离相对较近（250米）  目标分辨率相对较低（±1米）  跟踪目标数量相对较少（256）  最好安装在道路中央上方 |

* 1. 应用场景
     1. 77GHz定向检测雷达

1. 高速、快速路、十字路口和反向卡口进行路口、路段流量检测。
2. T字路口、急转弯、交叉口、U行弯道进行道路预警，来车预警，提醒驾驶安全。
   * 1. 77GHz全向跟踪雷达
3. 隧道

隧道区域一直是高速公路事故高发区域。车辆进出隧道时，暂时视觉下降，易造成追尾事故。隧道内光线暗淡，不易察觉道路遗撒路面状况。前车事故，后车距离保持不当，导致追尾。事故引发火灾，隧道狭窄，易蔓延，逃生困难。隧道特殊形状构造，救援难度极大。为了实现对隧道内情况的监测，雷达布设以隧道单洞的入口为基准进行布设，建议雷达布设在隧道的快速车道一侧，以免由于大车连续通过造成车辆遮挡而使目标持续跟踪不稳定。设备安装高速在4米左右，每个雷达下方需要配置一套边缘计算服务器，来实时对数据进行处理，并实现自动控制和数据发送。

1. 高速公路外场

为了实现对车辆的全程跟踪、实时定位功能，雷达设备的安装高度外场一般装在4到5米的高度，两个雷达设备之间的间隔距离为700-750米为最佳。为了减少由于大车造成小车的遮挡以及中央绿化带造成小车的遮挡，一般建议安装在中央隔离带处。

* 1. 选型建议

**这两个类型的雷达主要区别在于雷达波束角。定向雷达波束角较大，检测区域承扇形。而全向雷达的波束角非常小（2°左右），检测信号几乎承直线传播，并利用内部的高速旋转马达进行360°全向扫描。由雷达系统原理可知，雷达波束角越大覆盖的车道越多、检测距离越近、目标分辨率越差，反之雷达波束角越小检测距离越大，覆盖车道越少，目标定位精度越高。因此，一般情况下全向雷达相较于定向雷达，检测距离更大、目标分辨率更高。而且，全向雷达可以实现隧道内高精度感知。这一功能是定向雷达无法实现的。**

**然而，全向雷达的单机成本比定向雷达高很多，这也是选择全向雷达时遇到的最大问题。通过进一步调研，课题组发现：虽然定向雷达单体成本较低，但是要实现同等功能要求时，整体需要部署的定向雷达数量却较多，而且配套设施也很多，从而导致前期投资成本并不一定低于全向雷达。另外，由于设备部署量庞大，后期维护成本也是要考虑的问题。因此，在设备选型时，需综合考虑功能性和成本的平衡。**

1. 激光雷达设备选型
   1. 概述

激光雷达是集激光、全球定位系统（GPS）和惯性测量装置（IMU）三种技术于一身的系统，相比普通雷达，激光雷达具有分辨率高、隐蔽性好、抗干扰能力更强等优势。激光雷达按功能不同可以分为激光测距雷达、激光测速雷达、激光成像雷达、大气探测激光雷达、跟踪雷达。激光雷达目前广泛应用在自主移动机器人领域，包括无人汽车、无人飞机、水下机器人、仓储机器人、扫地机等。在智能汽车中，激光雷达用于地图的绘制、定位、可通行空间检测、障碍检测。

路侧部署激光雷达，在高速公路段，可以将激光雷达布设在高速公路出入口处及高速公路事故多发地段，可以形成对周边区域200 m半径范围内的交通信息全天候采集（包括出现的行人、机动车、非机动车等）。特别是当出入口处出现车辆异常行驶状态的时候，例如，车辆错过高速公路出口，司机采用倒车，以实线并线或者直接掉头的方式试图从已经错过的出口驶离高速，属于高危驾驶行为，通过激光雷达的特征提取，将该车的轨迹（车道级识别）和移动信息实时发送到后方1 km之内所有安装有V2X OBU的信息终端，对后方驾驶员进行提示。

在路侧激光雷达的设备选择中，我们主要推荐两类设备。其一是**32线激光雷达**，其二是**单线激光雷达**。目前主流应用于智慧高速公路路基激光雷达的主要设备类型为32线激光雷达，选择性使用单线激光雷达。

32线激光雷达：32线激光雷达是无人驾驶、智能车路协同系统中较为强大的路基传感器之一，路基感知系统的眼睛。凭借其厘米级的高精远距离测距性能，在无人驾驶、智能车路协同系统中具有重要作用。

单线激光雷达：主要应用于交通情况，也就是对车辆的检测。采用激光扫描技术，能精确获得车辆的三维轮廓，在检测精度以及抗干扰方面具有优异的性能，具有可靠的全天候工作稳定性。

* 1. 建议设备功能描述及技术指标
     1. 32线激光雷达

32线路基激光雷达，具有探测距离远、精度高、抗干扰、可3D建模的特点，能够进行360度全域扫描，距离可达200米，受光线和角度视差影响很小。通过对道路的完整扫描，可以得到基于点云数据的道路动态环境，包括车辆、行人、非机动车及其他物体的全面、及时、精确的信息。

* + 1. 单线激光雷达

单线激光雷达采用激光-时间飞行(Time of Flight)原理，结合高频激光脉冲发生技术、高效精密的光学系统、高精度计时电路、高速扫描系统和多脉冲回波技术，在180°/30米范围内快速精准测距，可广泛应用于交通情况调查、车辆计数检测、和车辆轮廓尺寸检测等方面。

* + 1. 两款推荐设备技术指标对比分析

将两款推荐设备的技术指标进行对比，如表4-1所示。

1. 两类激光雷达的对比分析表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 单线激光雷达 | 32线激光雷达 |
| 线数 | 1 | 32 |
| 激光波长 | 905nm | 905nm |
| 测距能力 | 0.5米~30米（10%反射率物体） | 100m（@10%反射率）200m（@40%反射率） |
| 尺寸 | 120×130×221mm | 154×135（直径×高 in mm） |
| 测距精度 | ≤3CM | ±6cm |
| 水平扫描视场 | 180° | 360° |
| 水平扫描分辨率 | 0.25° | 0.1°/ 0.2°/ 0.3°/ 0.4° |
| 扫描频率 | 50Hz | 5Hz/10Hz/15Hz/20Hz |
| 人眼安全等级 | Class 1（人眼安全） | Class 1（人眼安全） |
| 工作电压 | 24V±4DVC | 24±4V |
| 防护等级 | IP68 | IP67 |
| 净重 | 3.4Kg | 2Kg |
| 工作温度 | -40℃ -80℃ | -40℃ ~ +80℃ |
| 存储温度 | -40℃ -80℃ | -50℃ ~ +85℃ |

* + 1. 激光雷达与毫米波雷达对比

毫米波雷达指工作在毫米波波段的雷达。通常毫米波是指30～300GHz频域(波长为1～10mm)的电磁波，毫米波的波长介于厘米波和光波之间，因此毫米波兼有微波制导和光电制导的优点。毫米波雷达与激光雷达是智慧高速建设中的主要雷达设备，两者有相同的地方，也有不同，共同组成感知功能。激光雷达与毫米波雷达的对比表如表4-2所示。

1. 激光雷达与毫米波雷达的对比分析表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 激光雷达 | 毫米波雷达 |
| 最大作用距离（m） | 300 | 1000 |
| 速度范围（km/h） | 300 |  |
| 径向运动 | 好 | 好 |
| 切向运动 | 差 | 差 |
| 静止测距 | 简单 | 复杂 |
| 角度测量能力 | 很好 | 较好 |
| 环境限制因素 | 雨天 | 全天候、不易受环境影响 |
| 成本 | 高 | 中 |
| 穿透性 | 较差 | 好 |
| 优点 | 测距精度高，方向性强，响应时间快，不受地面杂波干扰。 | 不受天气情况和夜间的影响，探测距离远。 |
| 缺点 | 成本很高，不能全天候工作，遇浓雾、雨、雪天气无法工作。 | 成本较高，目标识别难度较大，可与摄像头互补使用。 |

* 1. 建议设备特点
     1. 32线激光雷达主要特点

分辨率高，实现高精度远距离测距；360度全域扫描，扫描距离可达200米；识别效果好，受光线和角度视差的影响很小；通过对道路的完整扫描，可以得到基于点云数据的道路动态环境，包括车辆、行人、非机动车及其他物体的全面、及时、精确的信息，可以在点云的基础上进行特征提取。

* + 1. 单线激光雷达主要特点

采用高频激光脉冲发生技术、高效精密的光学系统、高灵敏度接收电路、高精度计时电路、高速扫描系统；采用多脉冲回波技术，能够滤除环境中漂浮物的干扰；专业的外形与小型化、集成化的结构设计，外观时尚；适合不同的安装方法，对公路的适应能力强。

两类设备优缺点如下表所示：

1. 两类设备优缺点

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 32线激光雷达 | 单线激光雷达 |
| 优点 | 测距能力较好  扫描范围较广泛  极端温度适应能力较强 | 测距精度较精准  防护等级较高  成本较低 |
| 缺点 | 成本较高  功耗较大  安装步骤较复杂 | 扫描范围较为有限 |

* 1. 应用场景
     1. 32线激光雷达

32线激光雷达由于其扫描角度广，为全域扫描，所以作为道路环境感知的主体，布设于道路关键和复杂的路口或路段。32线激光雷达具备着极好的环境适应能力与感知能力，适用于杭绍勇高速公路的大部分路段与场景，例如普通直线路段、弯道、隧道、桥梁、匝道、服务区等。

在边坡场景下，可以设计在即将接近滑坡山体的位置建立路测激光雷达检测系统，覆盖本侧行车方向两车道路面和对向两车道路面。当系统检测到路面有山体滑坡、落石等情况时，即使将检测信息发送给可变情报板进行显示，用于提示来往车辆减速慢行注意安全。

在隧道场景下，可以设计在隧道入口的位置建立路测激光雷达检测系统，覆盖本侧行车方向两车道路面和对向车道路面。隧道内按照每400米左右建设一套路测激光雷达检测系统的原则进行设计。当系统检测到路面有山体滑坡、落石等情况时，及时将检测信息发送给可变情报板进行显示，用于提示来往车辆减速慢行注意安全，或提前驶离此路段。

* + 1. 单线激光雷达

单线激光雷达由于其水平扫描角度为180°，可以完成道路环境感知的部分功能，主要侧重于对车辆的检测功能，适合不同的安装方法，对公路的适应能力强，布设于一些需要单方向扫描数据的路段，例如普通直线路段、弯道、桥梁、服务区等。

交通情况调查系统中，使用单线激光雷达能够精确感知车辆的三维轮廓，可实现机动车自动分型、流量统计、地点车速检测等功能。

服务区车辆检测系统中，服务器车辆检测系统对出入服务区的车辆进行车型识别、记录和对比，对服务区的合理规划和运营管理提供大数据分析，即可对同行车进行分流引导，又可知道服务区进行资源合理配置，最大限度发挥服务区的经济效益和社会效益，实现高速公路服务与效益双赢，建设形成智慧服务区，促进高速公路可持续发展。

出入口车型分类系统：出入口车型分类系统能准确获得客货车类型、轴型和轴数等信息，可应用于自动发卡机车道、人工车道MTC和ETC车道等方面，协助高速公路节约运营成本，减少车辆滞道时间，提高服务质量，打造智慧高速。

1. ETC门架设备选型
   1. 建议设备类型概述

ETC门架指的是ETC门架系统。ETC门架系统是收费站实现电子不停车收费的重要设施，具备对通行车辆进行多路径识别、自动计费等功能。 每个门架上都安装的有摄像头、补光灯以及信号接收装置，摄像头可捕获车辆信息，同向的两个互通之间安装两个门架且距离在500米以上，所有的ETC门架系统就互联成为一个网络，通过安装在车辆挡风玻璃上的车载电子标签与在收费站ETC车道ETC门架系统通讯，就可以实现不停车收费。

1. RSU天线：主要应用于门架自由流收费，采用的RSU天线，具有对车载电子标签进行定位和轨迹跟踪功能，利用接收与发送完全分离技术，能够同时对多目标OBU车辆进行准确地定位及解调。考虑到交通端面的全覆盖，系统按车道数配置RSU天线，对交通道路车辆密集行驶条件下的OBU交易及OBU的准确定位，有效避免由于信号碰撞造成的OBU的交易失败。该设备通过顶挂的方式安装在龙门架上。
2. 相控阵+DBF：结合相控阵+DBF 两种技术而设计的新一代 RSU，既具有相控阵实时跟踪扫描的优点，又具有 DBF 高分辨率、高精度定位的能力。它的安装位置较为受限，可安装在龙门架或路侧杆。它可以接受的工作温度在-20℃～+70℃，同时具备气体放电管、瞬变二极管、温度保险管和压敏电阻组成的三级防雷电路。

③微波读写天线：它是专门针对全国ETC联网运行后ETC车道高兼容性需求而设计。照ETC国家标准研发设计，采用独创的信号纠错、还原、再生处理算法和信号分集接收技术，有效识别低质量微弱信号，全面兼容各厂家OBU，充分保障交易。它的通信区域为宽度0~3m，长度0~15m，该设备可以根据具体需求，改变通信区域的宽度和长度。平均无故障时间为70000h，平均寿命在15年。

* 1. 建议设备功能描述及技术指标

对于1.1中给出的三类ETC门架类型，他们具体的技术指标如下所示。

1）RSU天线：主要应用于门架自由流收费，采用的RSU天线，具有对车载电子标签进行定位和轨迹跟踪功能，利用接收与发送完全分离技术，能够同时对多目标OBU车辆进行准确地定位及解调。考虑到交通端面的全覆盖，系统按车道数配置RSU天线，能对交通道路车辆密集行驶条件下的OBU交易及OBU的准确定位，有效避免由于信号碰撞造成的OBU的交易失败。

1. 机械特性

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 外形尺寸 | 352×260×90mm |
| 外壳材料 | RSU天线底座：不锈钢+喷塑  RSU天线外罩：ABS+PC |
| 安装位置 | 龙门架 |
| 安装方式 | 顶挂 |

1. 微波链路特性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **参 数** | | **规格** |
| 载波频率 | 信道1 | 5.830GHz |
| 信道2 | 5.840GHz |
| 占用带宽 | | ≤ 5MHz |
| 频率容限 | | ±10 ppm |
| 等效全向辐射功率 | | ≤33 dBm |
| 杂散发射 | 30 MHz~ 1000 MHz | ≤-36 dBm / 100 kHz |
| 2400 MHz ~ 2483.5 MHz | ≤-40 dBm / 1 MHz |
| 3400 MHz ~ 3500 MHz | ≤-40 dBm / 1 MHz |
| 5725 MHz ~ 5850 MHz | ≤-33 dBm / 100 kHz |
| 其它1 GHz ~ 20 GHz | ≤-30 dBm / 1 MHz |
| 邻道功率泄漏比 | | -30 dB |
| 天线半功率波瓣宽度 | 水平面 | ≤38° |
| 垂直面 | ≤55° |
| 天线极化 | | 右旋圆极化 |
| 交叉极化鉴别率（XPD） | 最大增益方向 | > 15 dB |
| -3dB区域 | > 10 dB |
| 调制方式 | | ASK |
| 调制度 | | 0.7～0.9 |
| 编码方式 | | FM0 |
| 位速率 | | 256 kbit/s |
| 位时钟精度 | | ±100×10-6 |
| 接收灵敏度 | | ≤-95dBm |
| 唤醒方式 | | 提供15~17个周期14kHz方波 |
| 位误码率（B.E.R.） | | 10ppm |
| 前导码 | | 16位“1”加16位“0” |
| 后导码 | | 最多8位 |
| 通信加密 | | 多重DES算法 |

1. 设备安装指标

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 电源 | DC24V±10% |
| 通信接口 | RS422 |
| 通信检错 | DSRC：CRC16循环冗余校验；RS232/485：异或校验 |
| 典型交易时间 | 标签：≤150ms 复合卡：≤50ms |
| 可靠性 | MTBF≥70000h |

1. 设备适用条件指标

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 工作温度 | -45℃~80℃ |
| 相对工作湿度 | 4%~100% |
| 抗电磁干扰 | 静电8kV |
| 振动 | 符合GB/T 2423.13 |
| 冲击 | 符合GB/T 2423.6试验Eb和导则 |
| 盐雾 | 符合GB/T 2423.18 |
| 雷击 | 抗4kV 10/200μs雷击 |

2）结合相控阵和DBF两种技术而设计的一款新型路测单元设备，既具有相控阵跟踪扫描的优点，又具有DBF高分辨率、高精度定位的能力。可提高车辆通行速度和过车效率，能彻底解决邻道干扰及跟车等问题，提高交易成功率。

1. 机械特性

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 规格 | 475mm×350mm×124mm |
| 外壳材料 | RSU天线底座：不锈钢喷塑  RSU天线外罩：ABS+PC |
| 安装位置 | 龙门架或路侧杆 |
| 安装方式 | 顶挂或侧挂 |

1. 微波链路特性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **参 数** | | **规格** |
| 载波频率 | 信道1 | 下行：5.830GHz；  上行：5.790 GHz |
| 信道2 | 下行：5.840GHz；  上行：5.800GHz |
| 占用带宽 | | ≤5MHz |
| 频率容限 | | ±10×10-6 |
| 等效全向辐射功率 | | ≤+33dBm |
| 杂散发射 | 30 MHz~ 1000 MHz | ≤-36 dBm / 100 kHz |
| 2400 MHz ~ 2483.5 MHz | ≤-40 dBm / 1 MHz |
| 3400 MHz ~ 3530 MHz | ≤-40 dBm / 1 MHz |
| 5725 MHz ~ 5850 MHz | ≤-33 dBm / 100 kHz |
| 其它1 GHz ~ 20 GHz | ≤-30 dBm / 1 MHz |
| 天线极化 | | 右旋圆极化 |
| 调制方式 | | ASK |
| 调制度 | | 0.5～0.9 |
| 编码方式 | | FM0 |
| 位速率 | | 下行：256 kbit/s；  上行：512 kbit/s |
| 位时钟精度 | | ±100×10-6 |
| 接收灵敏度 | | ≤-70 dBm |
| 唤醒方式 | | 提供15~17个周期14kHz方波 |
| 微波通信距离 | | ≤20m，可调整 |
| 位误码率（B.E.R.） | | ≤10×10-6 |

1. 设备安装指标

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 电源 | 交流220V/50Hz，电压适应范围85-300V交流 |
| 通信接口 | RS232/RS485、以太网、USB1.1或USB2.0 |
| 电气接口 | 2路线圈控制输入、4路光电隔离输入、2路光电隔离输出 |
| 其它接口 | 支持4路PSAM卡、1路SD卡 |
| 通信检错 | DSRC：CRC16循环冗余校验；RS232/485：异或和校验 |
| 典型交易时间 | ≤230ms |
| 防雷 | 气体放电管、瞬变二极管、温度保险管和压敏电阻组成的三级防雷电路 |
| 可靠性 | MTBF＞70000h |

1. 设备适用条件指标

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 工作温度 | -45℃~+80℃ |
| 相对工作湿度 | 4%~100% |
| 抗电磁干扰 | 静电8kV |
| 振动 | 符合GB/T 2423.13 |
| 冲击 | 符合GB/T 2423.6试验Eb和导则 |
| 盐雾 | 符合GB/T 2423.18 |
| 雷击 | 抗4kV 10/200μs雷击 |

3）由微波读写天线和控制器组成的DSRC微波读写天线设备。由微波天线和控制器组成。应用于高速公路不停车收费、停车场管理等领域。DSRC微波读写天线以5.8GHz微波无线DSRC协议的通讯方式与两片式OBU进行数据交换，实时采集和更新电子标签和IC卡中的收费信息，并通过网络或串行接口与上位机通讯。

1. 机械特性

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 规格 | 天线：420mm×310mm×100mm  控制器：标准1U单元 |
| 外壳材料 | 壳体：不锈钢  天线罩：改性ABS |
| 安装位置 | 龙门架或路侧杆 |
| 安装方式 | 顶挂或侧挂 |

1. 微波链路特性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **参 数** | | **规格** |
| 载波频率 | 信道1 | 下行：5.830GHz；  上行：5.790 GHz |
| 信道2 | 下行：5.840GHz；  上行：5.800GHz |
| 占用带宽 | | ≤5MHz |
| 频率容限 | | ±10ppm |
| 等效全向辐射功率 | | ≤+33dBm |
| 杂散发射 | 30 MHz~ 1000 MHz | ≤-36 dBm / 100 kHz |
| 2400 MHz ~ 2483.5 MHz | ≤-40 dBm / 1 MHz |
| 3400 MHz ~ 3530 MHz | ≤-40 dBm / 1 MHz |
| 5725 MHz ~ 5850 MHz | ≤-33 dBm / 100 kHz |
| 其它1 GHz ~ 20 GHz | ≤-30 dBm / 1 MHz |
| 调制方式 | | ASK |
| 调制度 | | 0.5～0.9 |
| 编码方式 | | FM0 |
| 位速率 | | 下行：250 kbit/s；  上行：512 kbit/s |
| 位时钟精度 | | ±100ppm |
| 接收灵敏度 | | ≤-70 dBm |
| 微波通信距离 | | ≤20m，可调整 |
| 位误码率（B.E.R.） | | ≤10ppm |

1. 设备安装指标

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 电源 | 天线：+24Vdc 控制器：220VAC |
| 其它接口 | 支持6路PSAM卡 |
| 通信区域 | 0~3m（宽度可调）  0~15m（长度可调） |
| 控制方式 | 常发方式，触发方式，同步方式 |
| 典型交易时间 | ≤230ms |
| 使用寿命 | 15年 |
| 平均无故障时间 | MTBF＞70000h |

1. 设备适用条件指标

|  |  |
| --- | --- |
| **参数** | **规格** |
| 工作温度 | -40℃~+85℃ |
| 存储温度 | -40℃~+85℃ |
| 相对工作湿度 | 4%~100% |
| 抗电磁干扰 | 静电8kV |
| 振动 | 符合GB/T 2423.10 |
| 冲击 | 符合GB/T 2423.6试验Eb和导则 |
| 盐雾 | 符合GB/T 2423.18 |
| 雷击 | 抗4kV 10/200μs雷击 |
| 防护等级 | IP65 |

**对比：**以上三种设备的通信范围均可调，对于RSU天线来说，它的通信范围一般设置为一个车道的宽度，标识/交易成功率高；相控阵和DBF的通信范围一般设置为一个车道的宽度；而DSRC微波读写天线设备它的通信范围为宽度0~3m，长度0~15m的范围。同时DSRC微波读写天线设备可以独立控制两个通信覆盖范围，根据车辆方向和位置进行区域的实时切换。它们的信号接收灵敏度也基本一致，随着RSU天线设备的升级，接收灵敏度均≤-70 dBm。

* 1. 建议设备特点

杭绍甬高速公路，是中国浙江省境内杭州—宁波段高速公路线路，为中国国家高速公路网的支线，杭州湾地区环线高速公路的并行线；对于以上三种设备的比较，它们的规格大致相同，都通过顶挂的方式安装在龙门架上，但是他们在使用上各有各的优势。

①RSU天线：主要用于门架自由流收费，采用RSU天线，RSU天线是定位天线，它可以读取OBU的二维坐标，具有对车载电子标签进行定位和轨迹跟踪的功能，利用接收与发送完全分离的技术，能够同时对多目标OBU车辆进行准确的定位及解调。考虑到交通端面的全覆盖，系统按照车道数配置RSU天线，让正对着OBU的本车道天线交易本车道OBU，可以实现资源最优配置。

1. RSU天线特点

|  |  |
| --- | --- |
| 优势 | ①车辆交易成功率高：可灵活调整通信区域，通信距离元，标识、交易成功率高。  ②安全性高，兼容性好：设计了三级防雷结构，具备较好的抗雷击，浪涌性能；兼容单片/双片式电子标签和复合通行卡，采取先进的防碰撞技术，可与进入通信区的多个OBU/CPC进行通信；  ③设备检测，远程升级：具备应用程序远程在线更新的功能；具备发射功率，工作信道，接受状态等主要器件和功能的状态自检功能，便于故障快速处理； |
| 缺点 | ①该设备无法确定OBU的精确坐标，系统会随机匹配OBU然后交易，有时会出现应急车道天线交易超车道OBU，交易效果可能会打折扣。  ②在弯道和坡道等路况下，天线安装角度不能按照标准的来，增加调试工作量。 |

②相控阵+DBF：结合相控阵+DBF 两种技术而设计的新一代 RSU，既具有相控阵实时跟踪扫描的优点，又具有 DBF 高分辨率、高精度定位的能力。可以提高车辆的通行速度和过车效率。能够彻底解决邻道干扰以及跟车等问题，提高交易成功率。

1. 相控阵+DBF特点

|  |  |
| --- | --- |
| 优势 | ①车辆交易成功率高：高频率高精度的扫描功能，辅已定位功能。时刻保持OBU和本车道RSU进行精确交易。极大提高交易成功率，有效避免对向及辅路影响。  ②时钟同步，并行处理：支持北斗授时时钟同步；RSU支持与多个OBU并发通信；  可以实现多个RSU并行处理，同时可对10张PSAM卡进行操作，完成多车道、多OBU并发交易；  **③离线操作，独立作业：**具备以独立作业的方式工作，在通信网络出现异常时可脱机离线操作，此时所有作业数据均可存储在本地，并且待网络恢复后自动将本地滞留数据逐级上传至省联网中心系统，同时保证数据的完整性、一致性、真实性、不可抵赖性和安全性不受破坏；  ④设备自检，在线升级：具备发射功率、工作信道、接收状态、PSAM 卡、PCI/PCI-E 密码卡状态等主要器件和功能的状态自检功能，便于故障快速处理；  具备远程工作参数调整、状态监控、免拆卸在线程序更新的功能；  ⑤接口丰富，兼容性高：同时支持双片式 OBU、单片式 OBU 和 CPC 卡交易处理流程；提供至少1个RS232、1个USB、1个422、1个百兆网口（对外）、1个千兆网口（对内）、支持无线通信，方便同上位机及其他设备的通讯。控制器可装配信号转接器，支持不少于8路RSU；  ⑥高级防护，安全性高  具备防雷和接地保护，具备防雷击和防浪涌冲击的能力，确保人和设备的安全。  支持PCI/PCI-E加密卡，完成数据加解密； |
| 缺点 | 在弯道和坡道等路况下，交易效果可能会打折扣。 |

③微波读写天线：它是专门针对全国ETC联网运行后ETC车道高兼容性需求而设计。照ETC国家标准研发设计，采用独创的信号纠错、还原、再生处理算法和信号分集接收技术，有效识别低质量微弱信号，全面兼容各厂家OBU，充分保障交易。

1. 微波读写天线特点

|  |  |
| --- | --- |
| 优势 | ①一次性成功率：通过调节天线工作方式和发射功率，灵活调整通信区域，从而达到更加精确的小区分割，结合先进的防碰撞技术及车辆队列管理算法，有效抑制跟车干扰  ②采用高性能处理器，运算能力强、交易时间短，通行速度快  ③支持单ETC车道双天线模式，可实现更高通行速度及交易成功率  ④具有设备自我诊断功能，支持远程监控与维护 |
| 缺点 | 在弯道和坡道等路况下，天线安装角度不能按照标准的来，增加调试工作量。 |

综合上述各种类型的优缺点的对比，以及结合当前设备的实际情况，在杭绍甬项目中，更加推荐RSU天线设备。在不久前RSU天线可以升级为定位天线，为门架计费提供更丰富的交易流水信息，定位天线检测到的OBU位置信息、抓拍获取的的图片信息、激光检测器获取的车辆位置信息以及AI人工智能模块获取的车辆其他特征信息可以组成一个完整的数据链，更高效的还原车辆的路径信息，为稽查和信用系统提供充足的证据。从该项目的长远考虑，定位天线是一个不错的选择。

* 1. 应用场景

ETC门架系统将替代原有的收费站的功能，就像交通探头一样架设在高速公路上方，通过射频装置读取车载ETC的信息，实现对车辆行驶路径的精准记录，而车辆通过时完全不必放慢速度。在确保快速不停车通过的同时实现精准计费，而不是单纯从“驶入站”到“驶出站”间的最短路径。从目前调研结果来看，ETC门架的应用场景没有特别的限定，但由于会出现弯道，隧道等路段天线交易效果可能会打折扣的情况，同时，在上述的路段，天线安装角度不能按照标准的来，增加了后期的调试工作量。因此，通常情况下在设计的时候，应尽量避开弯道和坡道路段。

1. 卡口相机选型
   1. 建议设备类型概述

卡口相机主要是用于城市道路或高速公路出入口、收费站等重点治安监控地段的全天候实时检测与记录收费站、交通或治安检查站等地点。经调研，常用的卡口设备有电警抓拍相机、卡口抓拍相机和环保卡口抓拍相机三类。而300万像素覆盖范围小，只能覆盖单车道，因此推荐900万像素的卡口设备，覆盖范围大，可覆盖三车道。

电警抓拍相机（900万像素）和卡口抓拍相机（900万像素）都采用1英寸900万像素高帧率彩色全局曝光CMOS高清智能摄像机，最大分辨率可达4096×2160。采用“深度学习”算法，大幅提升了目标行为检测和违法行为识别的准确率。识别车牌种类多、支持多种常见颜色识别、可以识别多种车型。二款设备的最大抓拍距离都是25米，电警抓拍相机是用来抓拍车尾而卡口抓拍相机是用来抓拍车头。

环保卡口抓拍相机（900万像素）采用两个1英寸900万像素全局曝光CMOS智能高清摄像机，最大分辨率可达4096×2160。采用“深度学习”算法，大幅提升了目标行为检测和特征识别的准确率。捕获率高，采用线圈触发时，车辆捕获率≥99%；采用视频触发时，车辆捕获率≥95%；全天平均车牌识别准确率≥95%；识别车牌种类多、支持多种常见颜色识别、可以识别多种车型。

* 1. 建议设备功能描述及技术指标

卡口抓拍机和电警抓拍机他们的参数类似，但是卡口抓拍机具有车牌识别、车辆检测等功能，不管是否违规都会抓拍，它是抓拍车辆车头车牌，高清晰的卡口相机能够及时拍摄到车辆内部人员的细节信息，随时都可以调取道路监控的视频。电警抓拍机是抓拍车尾，支持车牌识别、视频触发、车身颜色识别、车型识别、车标识别和通行车辆信息捕获，主要针对闯红灯、超速、临时更换车牌等违章行为进行抓拍。

而环保卡口抓拍机的功能和卡口抓拍机的功能是一致的，但环保卡口抓拍机传感器为两个1英寸全局曝光CMOS，在补光时不会产生光污染。同时对于温度的耐受度也相对较高。这三款设备的技术指标对比如下表所示。

1. 技术指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项 目** | **电警抓拍相机** | **卡口抓拍相机** | **环保卡口抓拍单元** |
| 传感器类型 | 1英寸全局曝光CMOS | 1英寸全局曝光CMOS | 1英寸全局曝光CMOS（\*2） |
| 分辨率 | 4096(H)×2160(V) | 4096(H)×2160(V) | 4096(H)×2160(V) |
| 帧率 | 25fps | 25fps | ≤25fps |
| 码流 | 32 Kbps~16 Mbps | 32 Kbps~16 Mbps | 32 Kbps~16 Mbps |
| 内部组件 | 防尘、防水面板，LED补光灯 | 防尘、防水面板，LED补光灯 | LED补光灯 |
| 摄像机参数配置功能 | 曝光速度、AGC控制、白平衡方式控制等 | 曝光快门、AGC控制、白平衡方式控制等 | 曝光速度、AGC控制、白平衡方式控制等 |
| 视频压缩标准 | H.264/H.265/MJPEG | H.264/H.265/MJPEG | H.264/H.265/MJPEG |
| 输出图片格式 | JPEG | JPEG | JPEG |
| 接口 | 3个RS-485接口,1个RS-232接口；2个RJ45 10M/100M/1000M自适应以太网口 | 3个RS-485接口,1个RS-232接口；2个RJ45 10M/100M/1000M自适应以太网口 | 4个RS-485接口,1个RS-232接口；2个RJ45 10M/100M/1000M自适应以太网口 |
| 触发输入 | 1个触发/报警输入 | 1个触发/报警输入 |  |
| 触发输出 | 7路F+F-输出接口,可作为补光灯同步输出控制 | 7路F+F-输出接口,可作为补光灯同步输出控制 | 7路（光耦隔离2500VAC/5V TTL电平量），作为补光灯同步输出控制；一路继电器输出口 |
| 同步输入 | SYNC信号灯电源同步输入 | SYNC信号灯电源同步输入 |  |
| 远程数据上传 | 支持，可将抓拍的图片上传给终端服务器、FTP服务器或者后端平台等。 | 支持，可将抓拍的图片上传给终端服务器、FTP服务器或者后端平台等。 | 支持，可将抓拍的图片上传给终端服务器、FTP服务器或者后端平台等。 |
| 终端接入 | 支持接入终端服务器 | 支持接入终端服务器 | 支持接入终端服务器 |
| 电压 | 100VAC～240VAC；频率：48Hz～52Hz | 100VAC～240VAC；频率：48Hz～52Hz | 100VAC～240VAC；频率：48Hz～52Hz |
| 功耗 | 20W MAX | 20W MAX | ＜20W |
| 工作环境温度 | -30℃～+60℃ | -30℃～+60℃ | -30℃～+70℃ |
| 工作环境湿度 | 5%~95%@40℃，无凝结 | 5%~95%@40℃，无凝结 | 5%~95%@40℃，无凝结； |
| 防尘、防水、网络防雷、防浪涌 | 支持 | 支持 | 支持 |
| 防护等级 | IP65 | IP65 | IP65 |
| 外形尺寸（不含支架） | 180mm(W)×152.7mm(H)×636mm(D) | 180mm(W)×152.7mm(H)×636mm(D) | 180mm(W)×152.7mm(H)×636mm(D) |

对检测功能进行对比：

在目标检测方面：电警抓拍相机支持IO信号，红绿灯检测器，视频检测三种红绿灯信号检测方式，在视频触发模式下的车辆捕获率高于其他两款设备，但是缺少对非机动车和行人的抓拍；卡口抓拍相机和环保卡口抓拍相机都支持线圈、视频等触发模式并且他们的检测功能以及车辆捕获率都是一致的。

在违章检测方面：电警抓拍相机检测的违章行为更加丰富具体，卡口抓拍相机和环保卡口抓拍相机检测的违章行为也是一致的。

在车辆特征检测方面：电警抓拍相机支持车牌识别、车型识别、车身颜色识别(环境光有要求)、车辆品牌、车辆子品牌等特征检测。卡口抓拍相机和环保卡口抓拍相机支持车牌、车型、车身颜色、车辆主品牌及车辆子品牌、挂坠、安全带、遮阳板等信息识别，相较于电警抓拍相机检测的信息更加完整。

* 车牌检测：电警抓拍相机和环保卡口抓拍相机都可识别民用车牌（除5小车辆），警用车牌，2012式新军用车牌，2012式武警车牌，新能源车牌；卡口抓拍相机可识别民用车牌，警用车牌，2012式新军用车牌，2012式武警车牌，新能源车牌。
* 车身颜色：电警抓拍相机和卡口抓拍相机 支持9种常见颜色（白、灰、黄、红、紫、绿、蓝、棕、黑）识别。而环保卡口抓拍相机相较于其他两款设备颜色识别功能较弱，只可6种常见颜色（白、黄、红、绿、蓝、黑），且车辆的识别率白天≥90%，夜晚≥80%。
* 车型：电警抓拍相机可以识别8种车型：大客车、小客车、大货车、小货车、面包车、皮卡、小轿车及SUV。卡口抓拍相机也可以识别8种车型：大客车、小客车、大货车、小货车、面包车、皮卡、小轿车及SUV/MPV。而环保卡口抓拍相机识别车型相对少一些，仅识别7种车型：大客车、中型客车、大货车、小货车、面包车、小轿车及SUV。

1. 检测功能对比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **电警抓拍相机** | **卡口抓拍相机** | **环保卡口抓拍单元** |
| 检测功能 |  **目标检测：**机动车抓拍，车辆捕获率≥99%（线圈），车辆捕获率≥99%（视频）。   **违章检测**：压线、逆行、闯红灯、不按导向行驶、违法变道、路口停止、绿灯停车、斑马线掉头、左转不让直行、右转不让左转、掉头不让直行、大弯小转、机占非、闯禁令（禁左、禁右、禁止大车、公交专用道）、不礼让行人、闯绿灯。   **车辆特征检测：**车牌识别、车型识别、车身颜色识别(环境光有要求)、车辆品牌、车辆子品牌等特征检测。   * **车牌识别**：民用车牌（除5小车辆），警用车牌，2012式新军用车牌，2012式武警车牌，新能源车牌。 * **车身颜色识别：**支持9种常见颜色（白、灰、黄、红、紫、绿、蓝、棕、黑）识别。 * **车型识别：**可以识别8种车型：大客车、小客车、大货车、小货车、面包车、皮卡、小轿车及SUV。 |  **目标检测：**机动车抓拍，车辆捕获率≥99%（线圈）车辆捕获率≥95%（视频），非机动抓拍，行人抓拍   **违章检测**：超速、压线、逆行、禁止大货车等违法行为   **车辆特征检测：**支持违章检测、车牌、车型、车身颜色（环境光有要求）、车标及车辆子品牌、挂坠、安全带、遮阳板等信息识别   * **车牌识别：**民用车牌，警用车牌，2012式新军用车牌，2012式武警车牌，新能源车牌。 * **车身颜色识别：**支持9种常见颜色（白、灰、黄、红、紫、绿、蓝、棕、黑）识别。 * **车型识别：**可以识别8种车型：大客车、小客车、大货车、小货车、面包车、皮卡、小轿车及SUV/MPV。 | **目标检测：**机动车抓拍，车辆捕获率≥99%（线圈）车辆捕获率≥95%（视频），全天平均车牌识别准确率≥95%，非机动抓拍，行人抓拍   **违章检测：**超速、压线、逆行、禁止大货车等违法行为   **车辆特征检测：**支持违章检测、车牌、车型、车身颜色（环境光有要求）、车标及车辆子品牌、挂坠、安全带、遮阳板等信息识别   * **车牌识别：**民用车牌（除5小车辆），警用车牌，2012式新军用车牌，2012式武警车牌，新能源车牌。 * **车身颜色识别：**6种常见颜色（白、黄、红、绿、蓝、黑）车辆的识别率（白天≥90%，夜晚≥80%）。 * **车型识别：**可以识别7种车型：大客车、中型客车、大货车、小货车、面包车、小轿车及SUV。 |

* 1. 建议设备特点
     1. 电警抓拍相机（900万像素）

优点：支持LED频闪灯同步补光，防护罩内置LED车牌补光灯；线圈触发模式下车辆捕获率≥99%，视频触发模式下车辆捕获率≥99%，相比较其他两类设备在视频触发模式下车辆捕获率最高。相较于其他两款设备检测的违章行为丰富。

缺点：

* 当采用LED灯补光时，无法保证夜间车身颜色识别率。
* 缺少对非机动车和行人的抓拍
  + 1. 卡口抓拍相机（900万像素）

优点：支持闪光灯和LED频闪灯同步补光，使用闪光灯补光时，抓拍图片可看清司乘人员人脸。可以识别8种车型：大客车、小客车、大货车、小货车、面包车、皮卡、小轿车及SUV/MPV。相较于电警抓拍相机多了MPV车型的识别，相较于环保卡口抓拍相机，识别的车型更丰富。支持车辆检测处理器、雷达、补光灯的接入。

缺点：

* 环境光对车身颜色识别有影响。
* 相较于环保卡口抓拍相机缺少了中型货车的识别。
  + 1. 环保卡口抓拍相机（900万像素）

优点：采用两个1英寸900万像素全局曝光CMOS智能高清摄像机；采用多光谱融合技术，可以在晚间使用红外爆闪灯的情况下，仍得到全彩的图片。内置LED补光灯，相较于其他两类设备，补光不会产生光污染；支持闪光灯和LED频闪灯同步补光；使用闪光灯补光时，抓拍图片可看清司乘人员人脸；支持车辆检测处理器、雷达、补光灯的接入；

缺点：

* 相较于其他两类设备，价格会高一点
* 当采用LED灯补光时，无法保证夜间车身颜色识别率；
* 对于可识别得车身颜色和车型的种类相比其他两款来说略微少一些；
  1. 应用场景
     1. 电警抓拍相机（900万像素）

广泛应用城市电子警察违法监测系统的车辆抓拍和识别，能有效遏制车辆闯红灯、逆行、违反禁止标线、不按导向标志行驶等多种违法行为。支持900万覆盖3车道，视频电警应用，支持TF卡。

* + 1. 卡口抓拍相机（900万像素）

广泛应用于道路治安卡口监控系统、城市治安卡口监控系统，实现卡口场景全目标的属性识别和捕获。支持900万覆盖三车道，卡口混合车道应用，支持全结构化的机动车、非机动车和行人的抓拍和分析。

* + 1. 环保卡口抓拍相机（900万像素）

广泛应用于道路治安卡口监控系统、城市治安卡口监控系统的车辆抓拍和识别。支持900万覆盖三车道，卡口混合车道应用，支持TF卡。