

ICS 93.080.30

CCS R 87

团 体 标 准

T/CTS 16—2023

道路典型路段车辆运行风险防控 系统技术要求

Technical requirements on vehicular running risks prevention system at
typical road segment

2023-7-12 发布

2023-7-15 实施

中国道路交通安全协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 系统组成	3
6 子系统设备配置	3
7 技术要求	5
7.1 一般要求	5
7.2 功能要求	5
7.3 性能要求	8
8 检验方法	10
8.1 一般要求	10
8.2 监测子系统	10
8.3 通信子系统	10
8.4 存储子系统	11
8.5 分析子系统	11
8.6 交通控制与诱导子系统	11
8.7 供电与防护子系统	11
附录 A（资料性） 道路典型路段车辆运行风险种类等级及推荐防控方式	12
附录 B（资料性） 道路典型路段车辆运行风险防控系统效果评价相关指标	15
参考文献	16

前 言

本文件按照《团体标准结构和编写指南》T/CAS 1.1-2017要求并参照《标准的结构和编写》GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本文件可能涉及专利，本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国道路交通安全协会提出并归口管理。

本文件起草单位：公安部道路交通安全研究中心、长安大学、杭州海康威视数字技术股份有限公司、北京万集科技股份有限公司、招商新智科技有限公司。

本文件主要起草人：刘艳、付锐、袁伟、辛琪、柴树山、徐旻旻、栗红强、沈涛、邓永强、张姿、王畅、曹雨崧、张威奕、罗庆异、魏文辉、吴付威、葛振振、张凯超。

本文件为首次发布。

引 言

道路典型路段车辆运行风险防控系统对于防范道路交通事故具有重要作用,合理的系统技术要求和规范可为实现道路车辆运行风险实时监测、精准研判和主动防控提供关键支撑。

为解决道路典型路段车辆运行风险防控系统无技术要求可依的问题,编制了《道路典型路段车辆运行风险防控系统技术要求》,实现道路车辆运行风险监测、通信、存储、分析、交通控制与诱导、供电与防护等子系统的技术匹配,保障道路典型路段车辆运行风险防控系统功能的有效发挥。

道路典型路段车辆运行风险防控系统技术要求

1 范围

本文件规定了道路典型路段车辆运行风险防控系统的组成、子系统设备配置、技术要求和检验方法。本文件适用于道路典型路段车辆运行风险防控系统的设计、建设和使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
 GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范
 GB 14887 道路交通信号灯
 GB 15631 特种火灾探测器
 GB 17625 电磁兼容 限值 谐波电流发射限值
 GB/T 18802 低压电涌保护器
 GB/T 19516 高速公路有线紧急电话系统
 GB/T 20609 交通信息采集 微波交通流检测器
 GB/T 21296 动态公路车辆自动衡器
 GB 23826 高速公路LED可变限速标志
 GB/T 23828 高速公路LED可变信息标志
 GB/T 24726 交通信息采集 视频车辆检测器
 GB/T 24965 交通警示灯
 GB/T 26942 环形线圈车辆检测器
 GB/T 26944 隧道环境检测设备
 GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
 GB/T 28789 视频交通事件检测器
 GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
 GB/T 37378 交通运输 信息安全规范
 GB/T 41780.1 物联网 边缘计算 第1部分:通用要求
 GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
 GB/T 51399 云计算基础设施工程技术标准
 GA/T 1127 安全防范视频监控摄像机通用技术要求
 JT/T 597 LED车道控制标志
 SJ/T 11141 发光二极管(LED)显示屏通用规范
 SJ/T 11546 拼接显示墙技术要求及测量方法
 T/CHTS 20021 三维精光雷达交通事件检测系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

典型路段 typical road segment

一般包括长隧道、特大桥、长下坡和急弯道四类路段。

3.2

车辆运行风险 vehicular running risks

车辆在道路典型路段运行过程中可能引发交通事故的异常交通环境、交通事件或异常交通行为等情形。主要包括特大桥上出现雨、雾、横风、沙尘等恶劣天气和路面结冰、积水等异常交通环境，长隧道内出现火灾、交通事故和隧道内车道偏离等交通事件，以及车辆在长下坡路段长时间使用行车制动和在急弯道车速过高等异常交通行为。

3.3

运行风险防控系统 running risks prevention system

具有实时信息采集、传输和汇聚现场数据，精准研判、预测和存储运行风险种类、等级，并对运行风险进行主动预警的一种智慧型路侧系统。

3.4

多目标感知软件 multi-target perception software

具有探测和识别设定区域内车辆、人员、散落物和动物等目标，并输出目标结构化属性和运动轨迹的软件。

3.5

运行风险研判软件 running risks judging software

具有评估和分析道路典型路段车辆运行风险种类、等级，并可视化显示车辆运行风险的软件。

3.6

运行风险干预软件 running risks intervening software

能根据风险种类、等级生成车辆运行风险主动干预策略，并控制交通控制与诱导子系统干预车辆运行风险的软件。

3.7

风险态势评估软件 risk situation evaluating software

具有可视化表达车辆运行风险特征参数，分析和展示车辆运行风险态势在路网上分布的软件。

3.8

路网级协同管控软件 road network cooperative control software

具有生成路网级最优防控策略，并通过补偿交通控制与诱导子系统输出，实现在连续路段上协同防控车辆运行风险的软件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CO/VI: 一氧化碳/能见度 (Carbon monoxide /visibility intensity)

UPS: 不间断电源 (Uninterruptible power supply)

IP-SAN: 网际互联协议的存储区域网络 (Internet protocol storage area network)

FC-SAN: 光纤通道的存储区域网络 (Fiber channel storage area network)

NVR: 网络硬盘录像机 (Network video recorder)

DVR: 硬盘录像机 (Digital video recorder)

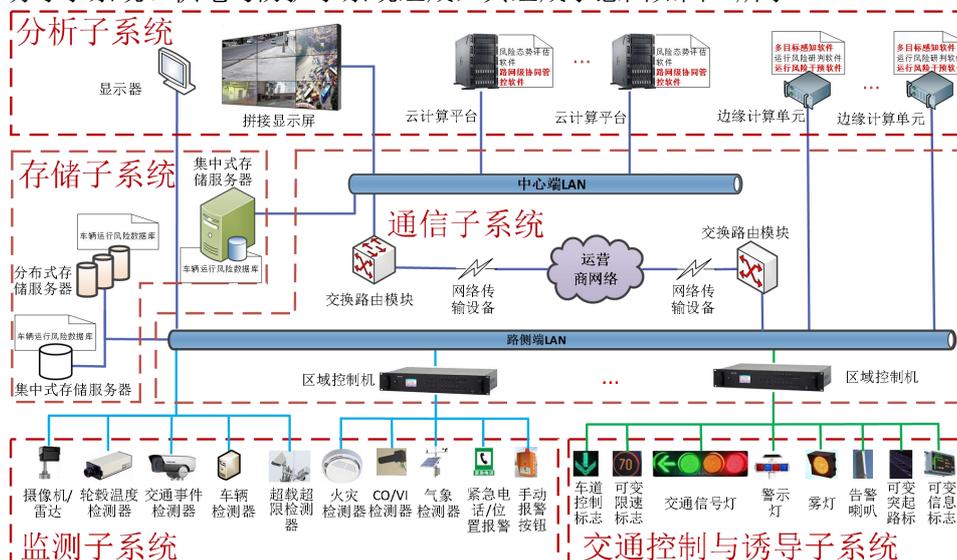
ONVIF: 开放网络视频接口 (Open network video interface forum)

TCP/IP: 传输控制协议/因特网协议 (Transmission control protocol/Internet protocol)

CAN: 控制器局域网络 (Controller area network)

5 系统组成

5.1 道路典型路段车辆运行风险防控系统，由监测子系统、通信子系统、存储子系统、分析子系统、交通控制与诱导子系统、供电与防护子系统组成，其组成示意图如图 1 所示。



说明：图1中监测子系统、交通控制与诱导子系统需加装稳压模块；区域控制主机、交换路由模块、边缘计算单元需要加装防护模块；云计算平台需要加装UPS+逆变器。

图 1 道路典型路段车辆运行风险防控系统组成示意图

5.2 监测子系统通常由目标监测、环境检测、交通检测和人工报警等功能模块组成，其中目标监测功能模块可由视频监控、微波监测、点云监测、温度监测等子模块组成；环境检测功能模块可由火灾检测、CO/VI 检测、气象检测等子模块组成；交通检测功能模块可由交通参数检测、交通事件检测、超限超载检测等子模块组成；人工报警模块可由电话报警子模块、按钮报警子模块、位置报警子模块组成。

5.3 通信子系统通常由交换路由、网络传输、接口转换和光纤传输功能模块组成。

5.4 存储子系统通常由非结构化数据存储与检索模块、结构化数据存储与检索模块组成。

5.5 分析子系统通常由分析和显示功能模块组成，其中分析模块可由分析模块硬件、多目标感知软件、运行风险研判软件、运行风险干预软件、风险态势评估软件、路网级协同管控软件等组成。

5.6 交通控制与诱导子系统通常由禁令、告警和提醒功能模块组成，其中禁令功能模块可由通行控制、限速控制等子模块组成；告警功能模块可由视觉告警、听觉告警等子模块组成；提醒功能模块可由视线诱导、信息提醒等子模块组成。

5.7 供电与防护子系统通常由供电与防护功能模块组成；其中供电功能模块可由供电、稳压等子模块组成；防护功能模块可由防雷、机箱等子模块组成。

6 子系统设备配置

子系统设备配置应满足表 1 要求。

表 1 道路典型路段车辆运行风险防控子系统设备配置

子系统	功能模块	功能子模块	技术设备及软件	配置要求	备注
监测子系统	目标监测模块	视频监测子模块	摄像机	应配	GA/T 1127
		微波监测子模块	微波雷达	至少应配一种	
		点云监测子模块	激光雷达		
		温度监测子模块	轮毂温度检测器	长下坡应配	

	环境检测模块	火灾检测子模块	火灾检测器	长隧道应配	GB 50116
		CO/VI检测子模块	CO/VI检测器	长隧道应配	GB/T 26944
		气象检测子模块	气象检测器	特大桥应配，长下坡和急弯道宜配	GB/T 33697
	交通检测模块	交通参数检测子模块	车辆检测器	宜配	GB/T 24726、GB/T 20609、GB/T 26942
		交通事件检测子模块	交通事件检测器	宜配	GB/T 28789、T/CHTS 20021
		超限超载检测子模块	超限超载检测器	长下坡、急弯道、特大桥应配，长隧道宜配	
	人工报警模块	电话报警子模块	紧急电话	长隧道应配，其他宜配	GB/T 19516
		按钮报警子模块	手动报警按钮	长隧道应配	
		位置报警子模块	位置共享接入模块	宜配	
通信子系统	交换路由模块	/	工业以太网交换机、汇聚交换机	至少应配一种	
			光线路终端、分光器、光网络单元		
			核心交换机		宜配
	网络传输模块	/	多网聚合路由器	宜配	
	接口转换模块	/	区域控制主机	宜配	
光纤传输模块	/	光配线架	应配		
存储子系统	非结构化数据存储与检索模块	/	DVR/NVR/IP-SAN/FC-SAN等集中式存储服务器 云存储等分布式存储服务器	至少应配一种	
	结构化数据存储与检索模块	/	车辆运行风险数据库	应配	
分析子系统	分析模块	分析模块硬件	边缘计算单元	至少应配一种	GB/T 41780.1
			云计算平台		GB/T 51399
		多目标感知软件	多目标感知软件	应配	
		运行风险研判软件	运行风险研判软件	应配	
		运行风险干预软件	运行风险干预软件	应配	
		风险态势评估软件	风险态势评估软件	宜配	
	路网级协同管控软件	路网级协同管控软件	宜配		
显示模块	/	显示器	至少应配一种	SJ/T 11141	
拼接显示屏		SJ/T 11546			
交通控制与诱导子系统	禁令模块	通行控制子模块	车道控制标志	长隧道应配，其他宜配	JT/T 597
			交通信号灯	长隧道应配，其他宜配	GB 14886、GB 14887
		限速控制子模块	可变限速标志	应配	GB 23826

统	告警模块	视觉告警子模块	警示灯	应配	GB/T 24965
			雾灯	特大桥应配，长下坡、急弯道宜配	GB/T 24965
		听觉告警子模块	告警喇叭	长隧道、长下坡、急弯道应配，特大桥宜配	DIN EN 12352
	提醒模块	视线诱导子模块	可变突起路标	特大桥、长隧道应配，其他宜配	
		信息提醒子模块	可变信息标志	应配	GB/T 23828
供电与防护子系统	供电模块	供电子模块	UPS+逆变器	宜配	
		稳压子模块	稳压模块	宜配	
	防护模块	防雷子模块	防雷保护器	应配	GB/T 18802
		机箱子模块	机箱	应配	GB 14887

7 技术要求

7.1 一般要求

7.1.1 应按照“满足应用、性能稳定、功能综合、保障安全、维护方便、便于管理”的原则进行技术设备选型和工程建设；技术设备的选型应兼顾统一性、系统性、智能性。

7.1.2 宜充分考虑与道路现有支撑结构、供电设备、通信设备的共用，宜充分考虑摄像机、微波雷达、激光雷达在其他技术设备和软件上的共用。

7.1.3 安装在下坡段、弯道段和桥梁段的设备应满足户外使用要求；机箱及箱内元器件安装应牢固可靠、位置正确、承载平衡。

7.1.4 电磁兼容性应符合 GB 17625 的规定。

7.1.5 电子连接器应采用阻燃性线缆连接设备，走线应布局合理，强弱电分开，标志齐全；线缆应捆扎整齐，并用线槽（管）进行保护。

7.1.6 应满足 GB/T 37378 中关于信息安全的规定。通信子系统，其数据上传周期应满足数据采集的需求，下发周期应满足信息发布的需求，支持 802.1q 和 802.1d 协议，可显示工作状态。

7.1.7 监测子系统、分析子系统、交通控制与诱导子系统的时间同步误差应不大于 0.1s。

7.2 功能要求

7.2.1 道路典型路段车辆运行风险防控系统，应能通过监测子系统目标监测模块、环境检测模块和交通检测模块自动感知道路车辆运行风险的影响要素，并通过人工报警模块获得道路车辆运行风险描述及位置，经通信子系统传递给存储子系统、分析子系统；分析子系统对道路典型路段车辆运行风险进行实时研判，并依据存储子系统数据生成主动防控策略；防控策略通过通信子系统传递给交通控制与诱导子系统发布，对道路典型路段车辆运行风险进行防控。

7.2.2 监测子系统

7.2.2.1 目标监测模块功能如下：

- 视频监控子模块，应清晰成像并支持图像取证；应支持 4K/800W/200W/100W 等像素高清视频图像输出；应支持 H.265 或 H.264 或 MPEG 等主流标准的码流输出功能；应支持 GB/T 28181、ONVIF 协议；应具备低照度或红外夜视成像能力。
- 微波监测子模块，应能连续输出移动目标相对位置、速度、方位角。
- 点云监测子模块，应清晰成像，并能以鸟瞰图形式展示移动目标的形状、姿态角、位置。
- 温度监测子模块，应具备监测重型车辆轮毂温度的功能。宜具备红外图像、可见光图像取证输出功能。

7.2.2.2 环境检测模块功能如下：

- a) 火灾检测子模块应能检测隧道火灾事件并报警。
- b) CO/VI 检测子模块应具备隧道内 CO 浓度检测和能见度检测功能。
- c) 气象检测子模块应能检测和采集风速、风向、能见度、降雨量，积水深度/积雪厚度/结冰厚度、湿滑系数、路面状态，识别降水类型和强度。

7.2.2.3 交通检测模块功能如下：

- a) 交通检测模块，宜采用视频、微波、点云相融合的检测方式。
- b) 交通参数检测子模块，应能检测监视区域内的车流量、平均车速、车头时距、车头间距、时间占有率、空间占有率等交通参数。宜具备 1000M 以太网接口。
- c) 交通事件检测子模块，应能检测 GB/T 28789 规定的事件，车辆慢行、超速等机动车事件，非机动车事件，非法占用应急车道、大车占用小车道等违法事件；应具备事件类型结构化数据和图像非结构化数据输出功能。在照明条件良好时，宜能检测驾驶人打电话、未系安全带等违法事件；宜能检测追尾、侧翻、隧道内车辆失火、车辆撞隧道壁等交通事故事件。
- d) 超限超载检测子模块，应能输出运动车辆总重，能统计超载车辆流量。宜能输出运动车辆单轴载荷；宜采用激光或红外对射等方式检测车辆轮廓尺寸，并识别尺寸超限车辆。

7.2.2.4 人工报警模块，应能通过电话和按钮进行人工报警，并共享报警位置。

7.2.3 通信子系统

7.2.3.1 交换路由模块功能如下：

- a) 应支持 100/1000M 以太网；宜具备 10G 以太网。
- b) 应具备以太网 RJ45 接口。
- c) 宜具备以太网光纤接口，宜具备工业 PON 光纤接口。
- d) 宜支持全局网管监控。

7.2.3.2 网络传输模块功能如下：

- a) 应能进行多网智能分发和聚合。
- b) 应支持 TCP/IP 协议。
- c) 宜同时支持主流运营商制式。

7.2.3.3 接口转换模块功能如下：

- a) 应能实现非以太网接口协议和以太网接口协议的双向转换。非以太网接口宜包含 RS232/RS422/RS485 复用接口、CAN 接口、以太网接口、模拟信号端口和数字信号端口。
- b) 应能在断网情况下自行启动备用诱导逻辑，控制交通控制与诱导设备，实现基本控制功能。
- c) 宜能对不同通信速度的设备输出信息按通道属性进行缓冲。
- d) 宜能自动隔离故障设备并上传有效设备列表。
- e) 宜具备与监测子系统、交通控制与诱导子系统进行通讯控制的直接接口。

7.2.3.4 光纤传输模块功能如下：

- a) 应具备光纤熔接、光连接器的调节、多余尾纤的存储及光缆保护功能。
- b) 应至少具备 4 个光纤熔接盘；应至少具备 1 根尾纤保护管。

7.2.4 存储子系统

7.2.4.1 非结构化数据存储与检索模块功能如下：

- a) 应具备视频录像、视频抓图、视频预览、视频监视、视频回放、视频检索、断网续传、录像备份、时钟同步的功能。
- b) 应具备数据迁移、复制和备份功能。
- c) 应支持 GB/T 28181、ONVIF 协议。
- d) 宜支持 H.265 或 H.264 或 MPEG 视频格式解码。
- e) 宜支持分屏预览。

f) 宜具备 VGA/DVI/HDMI/DP/USB Type-C 接口。

7.2.4.2 结构化数据存储与检索模块功能如下：

- a) 应具备存储和检索车辆运行风险类型、编码、特征、车辆运行风险历史数据与交通事故历史数据的功能。
- b) 宜具备车辆运行风险数据统计分析、特征记录和更新、评估干预措施的功能。
- c) 宜具备录入新的车辆运行风险类型、新的交通控制与诱导子系统技术设备类型和干预措施的功能。
- d) 宜具备交通控制与诱导子系统技术设备类型和干预措施的存储和检索功能。

7.2.5 分析子系统

7.2.5.1 多目标感知软件功能如下：

- a) 应具备视频图像、微波信号、激光点云等的融合估计功能；
- b) 应具备监视设定区域内车辆、人员、散落物和动物四类移动目标和静态目标的能力；应具备移动目标在相邻监视节点覆盖区域的持续监视；
- c) 应能关联输出目标类型、车牌、颜色，位置、速度、姿态和行驶轨迹。
- d) 宜具备 7.2.1.3 交通参数检测功能。

7.2.5.2 运行风险研判软件功能如下：

- a) 应具备研判与预测运行风险的功能，并输出风险种类、等级。风险种类、等级见附录 A。
- b) 应具备可视化显示车辆运行风险的功能。
- c) 宜具备 7.2.1.3 交通事件检测功能。

7.2.5.3 运行风险干预软件功能如下：

- a) 应具备根据风险种类、等级生成防控指令，并通过交通控制与诱导子系统对隧道、桥梁、下坡和弯道的车辆运行风险进行主动防控的功能。
- b) 宜具备接受路网级协同管控系统指令对交通控制与诱导子系统进行补偿控制，实现路段多点位混合式协同防控的功能。

7.2.5.4 风险态势评估软件功能如下：

应具备可视化显示监测子系统、交通控制与诱导子系统布局、状态和数据的功能。宜具备路网级运行风险态势分布分析和在地图上展示的功能。

7.2.5.5 路网级协同管控软件功能如下：

- a) 应具备路段级实时诱导信息，路网级交通管制、诱导信息的协同发布功能。
- b) 宜具备多设备整体联动协同防控干预运行风险功能，能依据防控效果自适应调整防控措施；
- c) 宜具备路网级防控优化策略自动生成功能。

7.2.6 交通控制与诱导子系统

7.2.6.1 禁令模块功能如下：

- a) 通行控制子模块，应能根据分析子系统输出的指令自动进行车道通行状态控制或信号控制。
- b) 限速控制子模块，应能根据分析子系统输出的指令自动进行道路限速控制。

7.2.6.2 告警模块功能如下：

- a) 视觉警示子模块，应具备根据分析子系统输出的指令进行不同灯色交替爆闪或者黄色闪烁的警示功能、或根据分析子系统输出的指令在雨雾天自动照明道路和安全警示的功能。
- b) 听觉警示子模块，应具备通过语音播报防控指令，实现听觉警示的功能。

7.2.6.3 提醒模块功能如下：

- a) 视线诱导子模块，应根据分析子系统输出的指令，开启指示“行驶车辆的道路前进方向与道路轮廓”的提醒功能。
- b) 信息提醒子模块，应具备图形、图像、文字显示功能；应根据分析子系统输出的指令发布运行风险防控信息。

7.2.7 供电与防护子系统

7.2.7.1 供电模块功能如下：

- a) 供电子模块，应具备在市电发生故障时向负载提供不间断电力供应的功能。
- b) 稳压子模块，应具有稳定电压、尖脉冲抑制功能。
- c) 稳压子模块，宜支持 3.3V/5V/12V/24V 等直流电压输出。

7.2.7.2 防护模块功能如下：

- a) 防雷子模块，应具备限制瞬态过电压并泄放电涌电流的功能。
- b) 机箱子模块，应具备防尘/防水/防锈功能。

7.3 性能要求

7.3.1 监测子系统

7.3.1.1 目标监测模块性能如下：

- a) 视频监测子模块，视频帧率应不小于 25fps，视频幅面应不小于 2560×1440。
- b) 微波监测子模块，探测距离应不小于 150m；水平视场角应至少覆盖隧道 2 车道，其他路段 4 车道；移动目标定位误差应不大于±0.5m，速度测量范围应覆盖±180km/h，测速相对误差应不大于±2%，方位角误差应不大于±0.1°；数据输出速度应不低于 20Hz。
- c) 点云监测子模块，探测距离应不小于 150m；垂直视场角应不小于 30°；水平视场角应不小于 60°；车辆定位误差应不大于±0.5m，姿态角误差应不大于±0.1°，形状识别准确率应不低于 90%；数据输出速度应不低于 10Hz。准确率详见附录 B。
- d) 温度监测子模块，在 0m~10m 无遮挡范围内，轮毂温度检测误差应不大于 5℃；温度测量范围应覆盖 0℃~550℃；数据输出速度应不低于 10Hz。

7.3.1.2 环境检测模块性能如下：

- a) 火灾检测子模块，应满足 GB 15631 规定的火灾探测 I 级灵敏度；火灾探测应无盲区。
- b) CO/VI 检测子模块，应满足 GB/T 26944 中关于一氧化碳检测器、能见度检测器的测量范围和测量误差的要求。
- c) 气象检测子模块，应满足 GB/T 33697 规定的测量范围、分辨力、最大允许误差和输出频率。

7.3.1.3 交通检测模块性能如下：

- a) 交通参数检测子模块，有效采样频率应不低于 10Hz；车流量、平均车速和占有率检测相对误差应不大于 5%；纵向检测有效范围应不低于 150m。
- b) 交通事件检测子模块，应满足 GB/T 28789 规定的性能；车辆纵向检测有效范围应不低于 150m；以下交通事件的检测准确率应大于 95%，包括车辆慢行、超速等机动车事件，非机动车事件，非法占用应急车道、大车占用小车道等违法事件，以及在照明条件良好时的驾驶人打电话、未系安全带等违法事件；追尾、侧翻、隧道车辆失火、撞隧道壁四类交通事故事件的检测准确率宜大于 80%。
- c) 超限超载检测子模块，长度测量范围应覆盖 1m~33m，误差应不大于-0.5m~0m；宽度测量范围应覆盖 1m~4.5m，误差应不大于-0.1m~0m；高度测量范围应覆盖 1m~5.5m，误差应不大于-0.05m~0m；超限超载车辆识别准确率应不低于 95%；最大总重量程应不小于 60t；相对误差应不大于 1%。

7.3.2 通信子系统

7.3.2.1 交换路由模块性能如下：

- a) 交换容量应不小于 20Gbps;
- b) 包转发能力应不小于 15Mpps。

7.3.2.2 网络传输模块性能如下:

- a) 通信带宽应不小于 100Mbps; 包转发率应不小于 3Mpps; 交换容量应不小于 4Gbps。
- b) 支持的 MAC 地址数量应不小于 8K。
- c) 时延应不大于 150 μ s。
- d) 多网汇聚的传输性能应不小于单网传输性能。

7.3.2.3 接口转换模块性能如下:

- a) 平均延迟应不高于 20ms。
- b) 断网下各路接口数据缓冲时长宜不低于 10min。

7.3.3 存储子系统

7.3.3.1 非结构化数据存储与检索模块性能如下:

- a) 录像分辨率应不低于 400W。
- b) 最大存储容量应不低于 4 \times 4TB。
- c) 应至少支持 16 路视频同步回放。

7.3.3.2 结构化数据存储与检索模块性能如下:

数据应能覆盖公安部统计的交通事故主要特征。

7.3.4 分析子系统

7.3.4.1 多目标感知软件性能如下:

- a) 关键帧处理时间应不大于 0.1s。
- b) 在 100m 范围内车辆定位误差应不大于 ± 0.5 m, 速度测量范围应覆盖 0km/h~180km/h, 测速相对误差应不大于 $\pm 2\%$, 方向误差应不大于 $\pm 0.1^\circ$ 。
- c) 交通目标动态识别准确率应不低于 95%。
- d) 最大监视目标数宜不低于 100。
- e) 宜具备 7.3.1.3 交通参数检测性能。

7.3.4.2 运行风险研判软件性能如下:

- a) 对典型路段车辆运行风险种类和等级的辨识应不低于 90%的召回率。召回率详见附录 B。
- b) 宜具备 7.3.1.3 交通事件检测性能。

7.3.4.3 运行风险干预软件性能如下:

对典型路段车辆运行风险防控有效率应不低于 90%。有效率详见附录 B。

7.3.5 交通控制与诱导子系统

7.3.5.1 禁令模块性能如下:

动态视距应不小于 210m。

7.3.5.2 告警模块性能如下:

- a) 视觉警示子模块, 动态视距应不低于 250m。
- b) 听觉警示子模块, 频响应大于 118dB; 核心声音约束角度应不大于 30° 。

7.3.5.3 提醒模块性能如下:

- a) 视线诱导子模块, 夜间或雨雾天气下, 道路轮廓动态视距应不小于 250m。
- b) 信息提醒子模块, 动态视距应不小于 210m。

7.3.6 供电与防护子系统

7.3.6.1 供电模块性能如下：

- a) 供电子模块，在市电中断时应提供至少 30 分钟的连续电力供应。
- b) 稳压子模块，其直流电压输出纹波噪声应不大于 50mV。

7.3.6.2 防护模块性能如下：

- a) 防雷子模块，支持的最大放电电流应不小于 40kA，最大持续运行电压应不低于 385Vac。
- b) 机箱子模块，其防尘和防水等级应不低于 GB/T 4208 规定 IP54 级。

8 检验方法

8.1 一般要求

- 8.1.1 核对技术设备的合格证信息及产品技术资料。
- 8.1.2 目测机箱（柜）内设备布局、线缆布设合理性。
- 8.1.3 目测设备安装位置、安全防护的合理性。
- 8.1.4 目测设备外观的完好性。
- 8.1.5 目测和用简单量具测量设备形状与尺寸的形变。
- 8.1.6 客观评定应至少进行三次，取平均值进行结果判定；主观评定，测试人员应不少于三人，测试结果分为合格、不合格两级。

8.2 监测子系统

8.2.1 目标监测模块

- 8.2.1.1 按照 GA/T 1127 的规定，检验视频监控子模块。
- 8.2.1.2 运行微波监测子模块，在时间同步的条件下，记录微波监测子模块测量结果，与标准测距、测速、测角设备结果进行比对，进行微波监测子模块的检验。
- 8.2.1.3 运行点云监测子模块，在时间同步的条件下，记录点云监测子模块测量结果，与标准测距、测速、测角、视频设备结果进行比对，进行点云监测子模块的检验。
- 8.2.1.4 运行温度监测子模块，在时间同步的条件下，记录温度监测子模块输出结果，与标准测温设备结果进行比对，进行温度监测子模块的检验。

8.2.2 环境检测模块

- 8.2.2.1 按照 GB 50116 的规定，检验火灾检测子模块。
- 8.2.2.2 按照 GB/T 26944 的规定，检验 CO/VI 检测子模块。
- 8.2.2.3 按照 GB/T 33697 的规定，检验气象检测子模块。

8.2.3 交通检测模块

- 8.2.3.1 按照 GB/T 24726 或 GB/T 20609 或 GB/T 26942 的规定，检验交通参数检测子模块。
- 8.2.3.2 按照 GB/T 28789 或 T/CHTS 20021 的规定，检验交通事件检测子模块。
- 8.2.3.3 运行设备，记录超限超载检测子模块输出结果，与标准尺寸测量设备结果比对，进行超限超载检测子模块关于车辆轮廓尺寸的检验；按照 GB/T 21296 的规定，检查超限超载检测子模块关于轴重和总重的检验。

8.2.4 人工报警模块

按照 GB/T 19516 的规定，检验人工报警模块的电话报警设备；通过秒表计时，检验人工报警模块的按钮报警设备；通过电话确认，检验位置报警设备。

8.3 通信子系统

8.3.1 交换路由模块

目测接口类型、接口数量是否符合指标要求；运行交换路由模块，通过计算机软件检验其通信带宽。

8.3.2 网络传输模块

运行设备，通过计算机软件检验网络传输模块的通信带宽。

8.3.3 接口转换模块

8.3.3.1 通过 CAN、RS232/422/485 发出检测信号；将检测信号通过接口转换模块接入以太网交换机，在计算机端的以太网收发软件上查看信号接收情况，进行接口转换模块发送检验。

8.3.3.2 通过计算机端以太网收发软件发送信号；信号接入以太网交换机后传递给接口转换模块，接口转换模块将信号转化为对应的接口信号，最后利用标准接口仿真器查看信号接收情况，进行接口转换模块接收检验。

8.3.4 光纤传输模块

采用目视法和操作验证法检验光纤传输模块。

8.4 存储子系统

8.4.1.1 运行设备，检验非结构化数据存储与检索子模块的功能和存储容量；目测非结构化数据存储与检索子模块的输入和输出接口类型和通道数；按照 GB/T 28181 的规定检验非结构化数据存储与检索子模块的视频信息传输、交换和控制技术要求。

8.4.1.2 通过数据库数据检索和分析，检验结构化数据存储与检索子模块的技术指标。

8.5 分析子系统

模拟长隧道火灾、交通事故，特大桥雾、沙尘、雨、积水、结冰、横风，长下坡车辆制动器热衰退，急弯道侧滑侧翻等道路交通环境。运行软件，参照附录 A 分析历史视频和历史结构化数据，检验多目标感知软件、运行风险研判软件、运行风险干预软件、风险态势评估软件、路网级协同管控软件。

8.6 交通控制与诱导子系统

8.6.1 禁令模块

8.6.1.1 按照 JT/T 597 的规定，检验通行控制子模块的车道控制设备；按照 GB 14887 的规定，检验通行控制子模块的信号控制设备。

8.6.1.2 按照 GB 23826 的规定，检验限速控制子模块。

8.6.2 告警模块

8.6.2.1 按照 GB/T 24965 的规定，检验视觉告警子模块。

8.6.2.2 按 DIN EN 12352 的规定，检验听觉告警子模块。

8.6.3 提醒模块

8.6.3.1 通过目测评价，进行视线诱导子模块动态视认距离检验。

8.6.3.2 按照 GB/T 23828 的规定，检验信息提醒子模块。

8.7 供电与防护子系统

8.7.1 供电模块

通过标准万用表测量，检验供电模块的市电电压和直流电压技术要求；市电中断后，通过秒表计时，检验供电模块可持续供电时间。

8.7.2 防护模块

8.7.2.1 按照 GB/T 18802 的规定，检验防雷子模块。

8.7.2.2 目测机箱子模块内各配件组装后间隙；按照 GB/T 4208 的规定，检验机箱子模块防尘、防水等级。

附录 A

(资料性)

道路典型路段车辆运行风险种类等级及推荐防控方式

典型路段	风险种类	风险等级	推荐防控方式
长隧道	火灾、交通事故	低风险：无火灾、无交通事故。	无防控措施。
		二级风险：出现交通事故，仅需封闭部分车道。	1. 可变信息标志在隧道外前 700m 处显示“前方事故，减速慢行”，在前 350m 处显示“前方右侧第 X1 车道封闭”，其中 X1 为封闭的车道编号。 2. 车道控制标志在交通事故占用车道显示红色叉号，在可通行车道显示向下绿箭头。
		一级风险：出现火灾，或出现需要封闭隧道的交通事故。	1. 可变信息标志在隧道外前 700m 处显示“前方 X2，减速慢行”，在前 350m 处显示“隧道 X2，禁止驶入”。若出现火灾，X2 为火灾；若出现事故且没有火灾，X2 为事故。 2. 车道控制标志显示红色叉号。 3. 交通信号灯显示红灯。
	隧道内车道偏离	无风险：车辆到边墙的距离 > 125cm。	关闭可控突起路标。
		二级风险：75cm < 车辆到边墙的距离 ≤ 125cm。	可控突起路标黄色闪烁。
		一级风险：车辆到边墙的距离 ≤ 75cm。	可控突起路标红色闪烁，且频率加快。
特大桥	横风	低风险：平均风小于 5 级或阵风小于 7 级。	无防控措施。
		四级风险：13.9m/s < 横风风速 ≤ 20.7m/s。	可变信息标志在桥前 1km 处显示“X3 级横风”，在前 500m 处显示“横风风速 X3 米/秒，谨慎驾驶”，在前 50m 处显示“注意横风，谨慎驾驶”，其中 X3 为横风风速。
		三级风险：20.8m/s < 横风风速 ≤ 28.4m/s。	可变信息标志在桥前 1km 处显示“X3 级横风”，在前 500m 处显示“横风风速 X3 米/秒，减速慢行”，在前 50m 处显示“注意横风，减速慢行”。
		二级风险：28.5m/s < 横风风速 ≤ 32.6m/s。	可变信息标志在桥前 1km 处显示“X3 级横风”，在前 500m 处显示“横风风速 X3 米/秒，减速慢行”，在前 50m 处显示“注意横风，减速慢行”。
		一级风险：横风风速 ≥ 32.7m/s。	可变信息标志在桥前 1km 处显示“X3 级横风”，在前 500m 处显示“超强横风，禁止通行”，在前 50m 处显示“超强横风，禁止通行”。
	路面积水、结冰	低风险：路面无积水、无结冰。	无防控措施。
		二级风险：路面积水，无结冰	可变信息标志在桥前 1km 处显示“桥面湿滑，减速慢行”，在前 500m 处显示“桥面湿滑，减速慢行”，在前 50m 处显示“桥面湿滑，减速慢行”。
		一级风险：路面结冰。	可变信息标志在桥前 1km 处显示“桥面结冰，减速慢行”，在前 500m 处显示“桥面结冰，减速慢行”，在前 50m 处显示“桥面结冰，减速慢行”。
	雨、雾、沙尘	低风险：能见度 ≥ 500m。	无防控措施。
		五级风险：200m ≤ 能见度 < 500m。	1. 可变信息标志在桥前 1km 处显示“前方能见度低”，在前 500m 处显示“前方能见度低，请减速慢行”，在前 50m 处显示“前方能见度 200m，请谨慎驾驶”。 2. 可变限速标志最终限速 80 km/h，无需进行逐级可变限速。 3. 雾灯黄色常亮。
四级风险：100m ≤ 能见度 < 200m。		1. 可变信息标志在桥前 1km 处显示“前方能见度低，请开雾灯示廓灯”，在前 500m 处显示“前方能见度低，请减速慢行”，	

			<p>在前 50m 处显示“前方能见度 100m, 请谨慎驾驶”。</p> <p>2. 可变限速标志最终限速 60 km/h, 中间宜增设 1 个可变限速标志, 显示 80 km/h, 进行逐级可变限速。</p> <p>3. 雾灯黄色闪烁, 频率 0.5Hz。</p>		
		三级风险: $50\text{m} \leq \text{能见度} < 100\text{m}$ 。	<p>1. 可变信息标志在桥前 1km 处显示“前方能见度低, 请开雾灯示廓灯”, 在前 500m 处显示“前方能见度低, 请减速慢行”, 在前 50m 处显示“前方能见度 50m, 请谨慎驾驶”。</p> <p>2. 可变限速标志最终限速 40 km/h, 中间宜增设 2 个可变限速标志, 分别显示 80 km/h、60 km/h, 进行逐级可变限速。</p> <p>3. 雾灯在车身附近黄色闪烁, 频率 1Hz~2Hz, 雾灯在车后应形成安全距离红色灯带, 以提示后方车辆防止追尾。</p>		
		二级风险: $30\text{m} \leq \text{能见度} < 50\text{m}$ 。	<p>1. 可变信息标志在桥前 1km 处显示“前方能见度低, 请开雾灯示廓灯”, 在前 500m 处显示“前方能见度低, 请减速慢行”, 在前 50m 处显示“前方能见度 30m, 请谨慎驾驶”。</p> <p>2. 可变限速标志最终限速 20km/h, 中间宜增设 3 个可变限速标志, 分别显示 80km/h、60km/h、40km/h, 进行逐级可变限速。</p> <p>3. 雾灯在车身附近黄色闪烁, 频率 2Hz~4Hz, 雾灯在车后应形成安全距离红色灯带, 以提示后方车辆防止追尾。</p>		
		一级风险: 能见度 $< 50\text{m}$ 。	封闭桥梁。		
		长下 坡	车辆制动 效能热衰 退	低风险: 轮毂温度 $< 200^{\circ}\text{C}$ 。	<p>1. 可变信息标志显示“温度正常, 请小心行驶”。</p> <p>2. 关闭警示灯。</p> <p>3. 关闭告警喇叭。</p>
				三级风险: $200^{\circ}\text{C} \leq \text{轮毂温度} < 260^{\circ}\text{C}$ 。	<p>1. 可变信息标志显示车牌号与预警标识, 并提醒“制动器温度偏高, 请低档行驶”。</p> <p>2. 警示灯跟随车辆闪烁, 并在驾驶室两侧闪烁黄光。</p> <p>3. 告警喇叭播报可变信息标志内容。</p>
				二级风险: $260^{\circ}\text{C} \leq \text{轮毂温度} < 300^{\circ}\text{C}$ 。	<p>1. 可变信息标志显示车辆车牌号并发布“制动器温度高, 请低档行驶, 建议降温”。</p> <p>2. 警示灯跟随车辆闪烁, 并在驾驶室两侧闪烁黄光。</p> <p>3. 告警喇叭播报可变信息标志内容。</p>
一级风险: 轮毂温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ 。	<p>1. 可变信息标志显示车辆车牌号与预警标识, 并提醒“制动器温度高, 请低档行驶, 并尽快停车降温”。</p> <p>2. 警示灯跟随车辆闪烁, 并在驾驶室两侧闪烁红光。</p> <p>3. 告警喇叭播报可变信息标志内容。</p>				
急弯 道	车辆侧滑			低风险: 车速小于车辆侧滑速度阈值。	<p>1. 可变信息标志显示“前方急弯, 请谨慎行驶”。</p> <p>2. 关闭告警喇叭。</p>
				三级风险: 车速超过车辆侧滑速度阈值 20%。	<p>1. 可变信息标志显示“前方急弯, 请减速慢行”。</p> <p>2. 告警喇叭播报可变信息标志内容。</p>
				二级风险: 车速超过车辆侧滑速度阈值 20% 低于 50%。	<p>1. 可变信息标志显示车辆车牌号并提醒“您已超速, 小心侧滑”。</p> <p>2. 告警喇叭播报可变信息标志内容。</p>
		一级风险: 车速超过车辆侧滑速度阈值 50% 时。	<p>1. 可变信息标志显示车辆车牌号并提醒“严重超速, 请立即减速”。</p> <p>2. 告警喇叭播报可变信息标志内容。</p>		
急弯 道	车辆侧翻	低风险: 车速小于车辆侧翻速度阈值。	<p>1. 可变信息标志显示“前方急弯, 请谨慎行驶”。</p> <p>2. 关闭告警喇叭。</p>		
		三级风险: 车速超过车辆侧翻速度阈值 20%。	<p>1. 可变信息标志显示“前方急弯, 请减速慢行”。</p> <p>2. 告警喇叭播报可变信息标志内容。</p>		
		二级风险: 车速超过车辆侧翻速度阈值 20% 低于 50%。	<p>1. 可变信息标志显示车辆车牌号并提醒“您已超速, 小心侧翻”。</p>		

		2. 告警喇叭播报可变信息标志内容。
	一级风险:车速超过车辆侧翻速度阈值 50%时。	1. 可变信息标志显示车辆车牌号并提醒“严重超速,请立即减速”。
		2. 告警喇叭播报可变信息标志内容。

说明: 车辆侧滑速度阈值 v_s 计算如下:

$$v_s = \sqrt{rg \frac{\sin \beta + \mu \cos \beta}{\cos \beta - \mu \sin \beta}}$$

式中, r 表示弯道半径, μ 表示道路附着系数, g 为重力加速度、 β 为道路侧向坡度角。

车辆侧翻速度阈值 v_r 计算如下:

$$v_r = \sqrt{rg \frac{B + 2h_g \tan \beta}{2h_g - B \tan \beta}}$$

式中, m 为车辆质量、 h_g 为车辆重心高度、 B 为车辆轮距。

附录 B

(资料性)

道路典型路段车辆运行风险防控系统效果评价相关指标

指标	数学表达	应用举例
		<p>在超速事件检测中，被检测的车辆数为1000，其中100辆车出现了超速，但设备检测出了120辆超速，经人工复查发现设备检测出的超速车辆中30辆并未超速。在检测出超速后，防控系统对检测出的超速车辆发布了减速慢行消息，在下游发现超速车辆减少到12辆（人工测试的）。则依据注解，可得：$N_{TP} + N_{FN} + N_{TN} + N_{FP} = 1000$，$N_{TP} + N_{FN} = 100$，$N_{TP} + N_{FP} = 120$，$N_{FP} = 30$，则可得：$N_{TP} = 90$，$N_{FN} = 10$，$N_{TN} = 870$。</p>
准确率	$\frac{N_{TP} + N_{TN}}{N_{TP} + N_{TN} + N_{FP} + N_{FN}} \times 100\%$	$\frac{90 + 870}{90 + 870 + 30 + 10} \times 100\% = 96\%$ ，反应了设备对所有样本正确分类的比 例。故而用在多目标感知软件对所有样本被正确分类的性能评估中比较合适。
召回率	$\frac{N_{TP}}{N_{TP} + N_{FN}} \times 100\%$	$\frac{90}{90 + 10} \times 100\% = 90\%$ ，反应设备正确检测超速样本次数占实际发生超 速样本总次数的比率（参考 GB/T 28798 检测率的定义）。故而用在运行 风险研判软件对车辆运行风险被正确评估的性能评估中比较合适。
有效率	$\frac{N_{pre}}{N_{TP} + N_{FN}} \times 100\%$	$\frac{90 + 10 - 12}{90 + 10} \times 100\% = 88\%$ ，反应了设备对真实超速样本（正样本）的 防控效果。故而用在运行风险干预软件对车辆运行风险进行干预的效果 评价中比较合适。

说明：在二分类问题中，样本被分为正样本和负样本。在检测时，部分正样本会被误检为负样本，用 N_{TP} 表达正样本被正确地检测为正样本的样本数（正样本正确检测数），用 N_{FN} 表达正样本被错误地检测为负样本的样本数（正样本漏报数）。同样，部分负样本也会被误检为正样本，用 N_{TN} 表达负样本被正确地检测为负样本的样本数（负样本正确检测数），用 N_{FP} 表达负样本被错误地检测为正样本的样本数（负样本虚报数）。根据上面的定义，可知正样本数为 $N_{TP} + N_{FN}$ ，负样本数为 $N_{TN} + N_{FP}$ ，经检测被认定为正样本的样本数为 $N_{TP} + N_{FP}$ ，经检测被认定为负样本的样本数为 $N_{TN} + N_{FN}$ ，总样本数为 $N_{TP} + N_{FN} + N_{TN} + N_{FP}$ 。用 N_{pre} 表达经检测被认定为正样本的车辆在接受防控信息后，转化为负样本的个数。

参 考 文 献

- [1] GB/T 496 闯红灯自动记录系统通用技术条件
 - [2] GA/T 497 道路车辆智能监测记录系统通用技术条件
 - [3] GB/T 7260 不间断电源设备
 - [4] GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求
 - [5] GB/T 18567 高速公路隧道监控系统模式
 - [6] GB 19880 手动火灾按钮报警
 - [7] GB/T 20134 道路交通信息采集 事件信息集
 - [8] GB/T 20999 交通信号机与上位机间的数据通信协议
 - [9] GB/T 26771 微波交通流检测器的设置
 - [10] GB/T 27967 公路交通气象预报格式
 - [11] GB/T 28059 公路网图像信息管理系统 平台互联技术规范
 - [12] GB/T 29103 道路交通信息服务 通过可变情报板发布的交通信息
 - [13] GB/T 30094 工业以太网交换机技术规范
 - [14] GB/T 30679 高速公路交通数据报表格式
 - [15] GB/T 31067 桥梁防雷技术规范
 - [16] GB/T 31443 冰雪天气公路通行条件预警分级
 - [17] GB/T 31444 雾天公路通行条件预警分级
 - [18] GB/T 31445 雾天高速公路交通安全控制条件
 - [19] GB/T 50395 视频安防监控系统工程设计规范
 - [20] GA/T 960 公路交通安全态势评估规范
 - [21] GA/T 995 道路交通安全违法行为视频取证设备技术规范
 - [22] JTG D81 公路交通安全设施设计规范
 - [23] JTG B01 公路工程技术标准
 - [24] QC/T 1036 汽车电源逆变器
 - [25] YD/T 778 光纤配线架
 - [26] NB/T 42039 宽压输入稳压输出隔离型直流-直流模块电源
 - [27] SZ 52 上海市城市快速路交通监控系统技术标准
 - [28] ZZB 036 网络硬盘录像机
 - [29] DB11/T 776.3 道路智能化交通管理设施设置要求
 - [30] DB12/T 646 高速公路监控系统技术要求
 - [31] DIN EN 12352 交通管制设备. 告警和安全灯装置
-