

智慧高速公路建设指南（暂行）

2020 年 3 月发布

2020 年 3 月实施

浙江省交通运输厅发布

智慧高速公路建设指南（暂行）

编 写 单 位：浙江省交通规划设计研究院有限公司

浙江公路水运工程咨询有限责任公司

批 准 单 位：浙江省交通运输厅

二〇二〇年三月

智慧高速公路建设指南（暂行）

审定委员会

主任委员：岑晏青

委 员：张治中 沙爱民 王笑京 陈艳艳

王长华 赵圣强

编写组

主 编：崔优凯

编写人员：周义程 周 瀛 吴 浪 何逸昕 陈星宇

文舜智 耿驰远 汪伟利 毛思捷 黄瑶佳

张国栋 水 晶 袁新来 王华斌 寇 霜

李勇达 宋晓鹏 吴 畏 顾永鑫 杜文俊

目 次

| | |
|----------------------|----|
| 前言 | V |
| 1 总则 | 1 |
| 2 编制依据 | 2 |
| 3 术语和定义、缩略语 | 3 |
| 4 基本规定 | 7 |
| 4.1 建设原则 | 7 |
| 4.2 建设目标 | 7 |
| 4.3 建设内容 | 8 |
| 4.4 调研工作及方法 | 8 |
| 5 基本应用建设要求 | 10 |
| 5.1 实时交通信息监测系统 | 10 |
| 5.1.1 一般规定 | 10 |
| 5.1.2 信息采集要求 | 10 |
| 5.1.3 设施布设要求 | 10 |
| 5.2 多网融合通信系统 | 12 |
| 5.2.1 一般规定 | 12 |
| 5.2.2 通信技术要求 | 12 |
| 5.2.3 设施布设要求 | 13 |
| 5.3 云控平台 | 13 |
| 5.3.1 一般规定 | 13 |
| 5.3.2 平台功能要求 | 13 |
| 5.3.3 平台建设要求 | 14 |
| 5.4 伴随式信息服务系统 | 15 |
| 5.4.1 一般规定 | 15 |
| 5.4.2 信息发布要求 | 15 |
| 5.4.3 设施布设要求 | 16 |
| 5.5 车道级交通控制系统 | 16 |
| 5.5.1 一般规定 | 16 |
| 5.5.2 交通控制要求 | 16 |
| 5.5.3 设施布设要求 | 17 |
| 5.6 桥隧安全提升系统 | 17 |
| 5.6.1 一般规定 | 17 |
| 5.6.2 系统功能要求 | 17 |
| 5.6.3 设施布设要求 | 18 |
| 5.7 服务区智能化系统 | 18 |
| 5.7.1 一般规定 | 18 |
| 5.7.2 系统功能要求 | 18 |
| 5.7.3 设施配置要求 | 19 |
| 5.8 自由流收费系统 | 20 |
| 5.8.1 一般规定 | 20 |

| | | |
|-------------|------------------------|----|
| 5.8.2 | 系统功能要求 | 20 |
| 5.8.3 | 系统建设要求 | 21 |
| 5.9 | 基础配套系统（设施） | 21 |
| 5.9.1 | 一般规定 | 21 |
| 5.9.2 | 应用要点 | 21 |
| 6 | 创新应用建设要求 | 23 |
| 6.1 | 准全天候通行 | 23 |
| 6.1.1 | 一般规定 | 23 |
| 6.1.2 | 应用要点 | 23 |
| 6.2 | 货车编队行驶 | 23 |
| 6.2.1 | 一般规定 | 23 |
| 6.2.2 | 应用要点 | 23 |
| 6.3 | 全寿命周期智能养护 | 24 |
| 6.3.1 | 一般规定 | 24 |
| 6.3.2 | 应用要点 | 24 |
| 6.4 | 自动驾驶支持 | 24 |
| 6.4.1 | 一般规定 | 24 |
| 6.4.2 | 应用要点 | 25 |
| 7 | 建设管理要求 | 26 |
| 7.1 | 一般规定 | 26 |
| 7.2 | 管理要求 | 26 |
| 附录 A（资料性附录） | 沪杭甬高速公路智慧化提升改造建设 | 28 |
| 附录 B（资料性附录） | 杭州绕城西复线智慧公路建设 | 31 |
| 附录 C（资料性附录） | 杭绍甬智慧高速公路建设 | 36 |
| 附录 D（资料性附录） | 智慧高速公路测试场建设方案 | 45 |
| 附录 E（规范性附录） | 营运/改（扩）建智慧高速公路建设调研工作要求 | 47 |
| 参考文献 | | 49 |

前 言

2018年2月，交通运输部办公厅发布《关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》，我省即确定上报杭州绕城西复线高速公路为交通运输部智慧公路试点项目，并启动智慧公路试点工作，随后又进行了针对营运高速公路的智慧化提升改造——沪杭甬高速公路智慧化提升改造，2019年启动杭绍台智慧高速公路、杭州湾跨海大桥及南北接线智慧化提升改造以及杭绍甬智慧高速公路的建设。2019年9月，中共中央、国务院印发《交通强国建设纲要》，提出了“大力发展智慧交通，推动新技术与交通行业深度融合，完善科技创新机制”；同年12月印发《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，进一步明确了长三角区域“率先推进杭绍甬智慧高速公路建设”。

目前智慧高速公路的建设缺乏规范性、指导性工作文件，给项目设计和建设工作带来较大困难，为了指导全省智慧高速公路科学建设，避免建设的盲目性和资源浪费，编写组在遵循《关于推进全省智慧高速公路建设的通知》（浙交〔2018〕221号）精神基础上，根据智慧高速公路的内涵和建设要求，结合建设实践，充分吸收试点项目和既有研究成果，特制订《智慧高速公路建设指南（暂行）》（以下简称“本指南”）。

本指南为指导全省智慧高速公路建设的指南，为推荐性文件，不涉及专利。

1 总则

1.1 为指导和规范智慧高速公路建设，特编制《智慧高速公路建设指南（暂行）》。

1.2 本指南共分 7 章，5 个附录，分别为 1 总则、2 编制依据、3 术语和定义、缩略语、4 基本规定、5 基本应用建设要求、6 创新应用建设要求、7 建设管理要求和附录 A（资料性附录）沪杭甬高速公路智慧化提升改造建设、附录 B（资料性附录）杭州绕城西复线智慧公路建设、附录 C（资料性附录）杭绍甬智慧高速公路建设、附录 D（资料性附录）智慧高速公路测试场建设方案、附录 E（规范性附录）营运/改（扩）建智慧高速公路建设调研工作要求。

1.3 本指南适用于新建、改（扩）建智慧高速公路建设，以及营运高速公路智慧化提升改造建设。

1.4 智慧高速公路建设除执行本指南外，尚应执行现行国家、行业和本省的相关法律、规章、规范、标准等规定。

2 编制依据

2.1 标准规范

GB/T 20839-2007 智能运输系统 通用术语
GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GB/T 27967 公路交通气象预报格式
GB/T 29099 道路交通信息服务 浮动车历史数据交换存储格式
GB/T 29101 道路交通信息服务 数据服务质量规范
GB/T 29108-2012 道路交通信息服务 术语
GB/T 29111 道路交通信息服务 通过蜂窝网络发布的交通信息
GB/T 33697 公路交通气象监测设施技术要求
GB 50982 建筑与桥梁结构监测技术规范
BD 110001-2015 北斗卫星导航术语
BD 440013 北斗地基增强系统基准站建设技术规范
JT/T 1182 基于手机信令的路网运行状态监测数据采集与交换服务
JTG B01-2014 公路工程技术标准
JTG D70/2 公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施
JTG F80/2 公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程
JTG/T L11 高速公路改扩建设计细则
JTG/T L80 高速公路改扩建交通工程及沿线设施设计细则
交通运输部 2012 年第 3 号公告 高速公路监控技术要求
交通运输部 2012 年第 3 号公告 高速公路通信技术要求
交通运输部 2012 年第 3 号公告 公路网运行监测与服务暂行技术要求
交办科技〔2018〕59 号 自动驾驶封闭测试场地建设技术指南（暂行）
交办公路〔2019〕28 号 公路隧道提质升级行动技术指南
DB33/T 2003 高速公路项目建设管理规范

2.2 规范性文件

中发〔2019〕39 号 中共中央 国务院关于印发《交通强国建设纲要》的通知
中发〔2019〕21 号 中共中央 国务院关于印发《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》的通知
国办发〔2019〕23 号 深化收费公路制度改革取消高速公路省界收费站实施方案
交公路函〔2019〕320 号 交通运输部关于印发取消高速公路省界收费站总体技术方案的通知
交办公路函〔2016〕411 号 交通运输部办公厅关于印发 2016 年全国公路服务区工作要点的通知
交办规划函〔2017〕1084 号 交通运输部办公厅关于开展智慧公路与新一代国家交通控制网和智慧公路试点（第一批）工作
交办规划函〔2018〕265 号 交通运输部办公厅关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知
浙公路〔2018〕127 号 关于完善高速公路服务区视频监控设施的通知
浙交〔2018〕221 号 关于推进全省智慧高速公路建设的通知
浙交〔2018〕159 号 浙江省自动驾驶汽车道路测试管理办法（试行）

3 术语和定义、缩略语

下列术语和定义、缩略语适用于本指南。

3.1 术语和定义

3.1.1

智慧高速公路 smart expressway

对通信技术、控制技术和信息技术等在公路系统中集成应用的通称，包括智能设施、智能决策、智能服务和智能管控等，从而形成的具备信息化、智能化、社会化的交通运输综合管理、运营服务和控制系统。

3.1.2

浮动车 probe vehicle, floating vehicle

安装有全球定位系统接收机或电子标签设施的、可用于交通参数数据采集的车辆，又称为浮动车传感器。它能够提供车辆的位置、瞬时速度、车辆在特定路段上的行程时间和行程速度等数据，这种数据元素被封装成适合传输的数据包，称浮动车消息，通过车载无线通信装置与交通数据处理中心进行信息交换。

[GB/T 29108-2012, 定义 4.3]

3.1.3

手机信令 mobile signaling

移动通信系统中，用来传输用户信息和保证正常通信所需要的设备与网络之间的协议控制信号。

3.1.4

多传感器信息融合 multi-sensor information fusion

利用计算机技术或其他技术手段将来自多传感器的多源信息和数据，在一定的准则下加以自动分析和综合提取，获得决策和估计所需要的特征数据和指标的处理过程。

3.1.5

服务水平 level of service

驾驶员感受公路交通流运行状况的质量指标，通常用平均行驶速度、行驶时间、驾驶自由度和交通延误等指标表征。

[JTG B01-2014, 定义 2.0.8]

3.1.6

车路协同 vehicle-infrastructure coordination

采用先进的无线通信和新一代互联网等技术，在全时空动态交通信息采集与融合的基础上，全方位实现车-车、车-路动态实时数据交互及车辆主动安全控制和道路协同管理，提升交通安全，提高通行效率。

3.1.7

云控平台 cloud control platform

以云计算、物联网技术为手段，以网络化控制、信息物理系统、复杂大系统等理论为依托，实现大规模和扁平化接入的、具有高度自主和高度智能控制功能的控制平台。

3.1.8

伴随式信息服务 location based services

也称为基于位置的服务。利用各种定位技术来获取具备定位功能的设备当前的所在位置，按照用户个性化信息需求，主动通过无线通信或无线互联网向该设备提供信息资源和基础服务。

3.1.9

高精度地图 high precision map

绝对精度小于 1 m，每 100 m 相对误差不超过 0.1 m，具备辅助完成高精度定位功能及道路级和车道级规划能力、车道级引导能力的电子地图。

3.1.10

车道级交通控制 lane traffic control

利用计算机技术、通信技术、传感器技术、数据管理和融合技术，通过对道路交通设施及其运行状况的监测，掌握高速公路各个车道交通流状况，按照车道交通运行状况和特殊需求，生成分车道的交通管理及控制方案，通过信号系统、可变信息标志、交通广播等相应的发布设备进行车道交通流管理、调节和诱导。

3.1.11

智慧服务区 smart service area

通过智能终端，具备服务设施运营、动态智能监测及服务区流量细分监测等能力，借助信息化、物联网、大数据、云计算等技术进行数据分析，为公众提供车辆服务、信息发布等人性化、智能化服务的高速公路服务区。

3.1.12

自由流收费 free-flow ETC

在没有物理隔离设施的收费公路上，应用电子收费技术自动完成对多条车道上自由行驶车辆的收费处理，此种方式称为自由流电子收费方式，也称为多车道电子收费方式或全电子收费方式。

[GB/T 20839-2007，定义 9.4]

3.1.13

准全天候通行 almost all-weather running

自动收集道路天气数据并使用该数据制定可提供给驾驶者短期警告或建议，提高雾天、冰雪等特定恶劣气象条件下通行安全性。

3.1.14

一路各方 joint highway management departments

高速公路经营管理单位、公安交警、交通运输综合执法、公路管理等部门的统称。

3.1.15

货车编队行驶 truck platooning

通过车载和路侧传感装置的智能探测及车-车通信和车-路通信，以及车辆自动操纵控制装置的自动控制，实现3辆及以上货车近距离组队跟踪的自动驾驶运行。

3.1.16

全寿命周期智能养护 intelligent maintenance based on life cycle concept

应用各种先进传感器技术、信息技术、网络技术、自动控制技术、计算机处理技术、智能决策技术等，实现公路整个寿命周期内优质、高效、可控、节约的养护。

3.1.17 “

智能网联汽车 intelligent connected vehicle

智能网联汽车是指车联网与智能车的有机联合，是搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与人、车、路、后台等智能信息交换共享，实现安全、舒适、节能、高效行驶，并最终可替代人来操作的新一代汽车。

3.1.18

北斗卫星导航系统 beidou navigation satellite system

由中国研制建设和管理的卫星导航系统。为用户提供实时的三维位置、速度和时间信息，包括公开、授权和短报文通信等服务。

[BD 110001-2015，定义2.1.17]

3.2 缩略语

| | |
|---------|--|
| 4G | 第四代移动通信技术 (the 4th Generation mobile communication technology) |
| 5G | 第五代移动通信技术 (the 5th Generation mobile communication technology) |
| BIM | 建筑信息模型 (Building Information Modeling) |
| CORS | 连续运行参考站 (Continuously Operating Reference Stations) |
| CPU | 中央处理器 (Central Processing Unit) |
| DSRC | 专用短程通信 (Dedicated Short Range Communications) |
| ETC | 电子不停车收费系统 (Electronic Toll Collection) |
| ETL | 数据抽取、转换、加载 (Extract-Transform-Load) |
| FM | 频率调制 (Frequency Modulation) |
| GHz | 吉赫兹 (Giga Hertz) |
| GIS | 地理信息系统 (Geographic Information System) |
| IP | 网际互连协议 (Internet Protocol) |
| kVA | 千伏特安培 (KiloVolt-Ampere) |
| LED | 发光二极管 (Light Emitting Diode) |
| LoRa | 远距离无线电 (Long Range Radio) |
| LTE-V2X | 基于长期演进的车载设备与其他设备通信 (Long Term Evolution-Vehicle to Everything) |
| MB | 兆字节 (Megabyte) |
| MHz | 兆赫兹 (Mega Hertz) |
| MTC | 人工半自动收费 (Manual Toll Collection) |
| NB-IoT | 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things) |
| OBU | 车载单元 (On-Board Unit) |
| OLT | 光线路终端 (Optical Line Terminal) |

| | |
|------|--|
| ONU | 光网络单元（Optical Network Unit） |
| PB | 拍字节（Petabyte） |
| PTN | 分组传送网（Packet Transport Network） |
| RFID | 射频识别（Radio Frequency Identification） |
| RJ45 | 45 型号注册插座（Registered Jack 45） |
| RSU | 路侧单元（Road Side Unit） |
| TB | 太字节（Terabyte） |
| UPS | 不间断电源（Uninterrupted Power Supply） |
| V2I | 车载单元与路侧单元通讯（Vehicle to Infrastructure） |
| V2V | 车载单元之间通讯（Vehicle to Vehicle） |
| V2X | 车载单元与其他设备通讯（Vehicle to Everything） |

4 基本规定

4.1 建设原则

- 4.1.1 智慧高速公路应依据发展需求和发展规划，结合区域特征、工程特点、交通流量，按照以人为本、因路制宜、快速迭代、适度超前的原则建设。
- 4.1.2 智慧高速公路建设应贯穿于设计、施工、运营等全过程。
- 4.1.3 在满足安全和功能目标的条件下，鼓励采用新技术、新材料、新工艺、新产品，确保现有技术用足，未来技术预留。

4.2 建设目标

- 4.2.1 智慧高速公路建设总体目标为“智能、快速、绿色、安全”，具体如下：
 - a) 应充分利用新一代信息技术，形成车路协同的智能道路交通环境；
 - b) 应提高路网运行平均速度，最大限度提高路网通行能力，根据实际情况，积极创造突破120 km/h设计速度的条件；
 - c) 应全面应用节能技术和绿色环保设施，全面覆盖新能源供给设施，同时逐步尝试基础设施建设与能源融合，明显提高资源利用率；
 - d) 应极大程度消除路网安全隐患，最大限度降低事故危害，实现高速公路准全天候通行。
- 4.2.2 智慧高速公路建设功效目标包括但不限于：
 - a) 提高高速公路的服务质量；
 - b) 提高高速公路的通行效率；
 - c) 减少能源消耗和降低排放；
 - d) 提高高速公路的行车安全；
 - e) 支持区域经济高质量发展。
- 4.2.3 提高高速公路的服务质量目标包括但不限于：
 - a) 提高高速公路信息服务质量、服务水平；
 - b) 提高高速公路科学有序的管理与控制水平；
 - c) 提高公众出行的获得感、幸福感。
- 4.2.4 提高高速公路的通行效率目标包括但不限于：
 - a) 提高全网交通运行负荷均衡程度，降低车均运行延误；
 - b) 减少高速公路事件处理时间；
 - c) 提高恶劣气象影响下高速公路交通运行稳定性和路网可靠性。
- 4.2.5 减少能源消耗和降低排放目标包括但不限于：
 - a) 减少能源和材料消耗；
 - b) 减少拥堵相关的碳排放。
- 4.2.6 提高高速公路的行车安全目标包括但不限于：
 - a) 降低高速公路事故发生数量、事故发生率；
 - b) 降低高速公路事故严重程度。
- 4.2.7 支持区域经济高质量发展目标包括但不限于：
 - a) 提高货运运输按时送达可靠性；
 - b) 提升全网运输资源调度协调性，降低物流成本；
 - c) 促进区域对外开放和人员交流。

4.3 建设内容

4.3.1 智慧高速公路建设应以发展需求预测及支撑技术分析为基础，开展基本应用建设，实现高速公路基本服务智能化，并根据现状开展创新应用建设，促进智慧高速公路向更高水平发展。

4.3.2 智慧高速公路基本应用具备智能服务功能，应包括但不限于：

- a) 伴随式信息服务；
- b) 应急救援服务；
- c) 智慧服务区服务；
- d) 实时交通控制服务；
- e) 自由流收费服务；
- f) 基础设施管理服务。

4.3.3 基本应用建设主要内容应包括但不限于：

- a) 实时交通信息监测系统；
- b) 多网融合通信系统；
- c) 云控平台；
- d) 伴随式信息服务系统；
- e) 车道级交通控制系统；
- f) 桥隧安全提升系统；
- g) 服务区智能化系统；
- h) 自由流收费系统；
- i) 基础配套系统（设施）。

4.3.4 基本应用实例见本指南附录 A、附录 B 和附录 C。

4.3.5 创新应用是根据项目实际和交通特点，结合自身业务需求与支撑技术形成具有特色的智慧化应用，至少包括以下之一但不限于：

- a) 准全天候通行；
- b) 货车编队行驶；
- c) 全生命周期智能养护；
- d) 自动驾驶支持。

4.3.6 创新应用实例见本指南附录 C。

4.3.7 涉及高速公路车辆行驶安全的创新应用应在特定智慧高速公路测试场进行充分测试。

4.3.8 智慧高速公路测试场符合国家行业相关技术要求，省、市级政府发布的测试要求以及测试主体的测试评价规程，具备道路实际应用的条件，建设方案见本指南附录 D。

4.4 调研工作及方法

4.4.1 智慧高速公路建设前期方案编制阶段应开展调研工作，调研可采用资料收集、实地调研、调查问卷、交流座谈、函件往来等形，调研工作的成果应满足前期方案编制的需要。

4.4.2 新建智慧高速公路项目应在项目前期阶段开展需求调研、技术调研等工作，具体如下：

- a) 需求分析应针对一路各方管理用户、出行用户等进行调研，并结合预测交通量、车辆组成等要素，明确建设需求；
- b) 技术调研应围绕建设需求，对交通感知设备、无线通信、定位和地图、云计算、边缘计算等技术应用进行调研，评估技术应用成熟度及实施可行性。

4.4.3 改（扩）建智慧高速公路建设应按本指南 4.4.2 进行需求调研、技术调研等工作基础上，按照 JTG/T L11、JTG/T L80 的要求，收集高速公路改（扩）建所需资料，针对改（扩）建工程的特殊条件、交通量、交通事故、车辆构成、车辆运行特点（包括高峰时段、节假日情况）、既有公路设计、养护、营运状况和日常管理中亟待解决的难点问题，以及收费、监控、通信三大系统及其他机电设施

应用情况、一路各方运营管理办法等进行深入调研，形成系统、完整、真实、准确的调查成果。

4.4.4 营运高速公路应按本指南 4.4.2 进行需求调研、技术调研等工作基础上，增加营运数据收集与分析、既有设施现场调查、一路各方运营管理办法调研，以及收费、监控、通信三大系统及其他机电设施应用情况调查等现状调研分析工作，明确智慧化提升改造策略，制定智慧化提升改造方案。

4.4.5 营运/改（扩）建智慧高速公路建设调研工作要求见本指南附录 E。

5 基本应用建设要求

5.1 实时交通信息监测系统

5.1.1 一般规定

5.1.1.1 交通信息监测系统应采用路侧设备采集信息、辅以移动终端/车载终端采集信息及一路各方、气象等部门共享信息等多源数据融合的技术路径，实现高速公路实时状况信息获取，为伴随式信息服务、实时交通管理服务应用提供支撑。

5.1.1.2 交通信息监测系统建设应选用可靠性高、低成本、维护性强、数据准确度满足基本要求并可大面积应用的设施。

5.1.2 信息采集要求

5.1.2.1 交通信息采集内容应符合表 1 的相关规定。

表 1 交通信息监测系统信息采集内容要求

| 信息类型 | 信息内容 |
|----------|---|
| 交通运行状态信息 | 包括断面交通量、收费站交通量、地点速度、平均速度等监测信息，基于浮动车/手机信令采集的速度信息、行程时间信息等 |
| 交通突发事件信息 | 包括交通事件检测信息、道路巡查事件信息、用户主动上报事件信息等 |
| 公路气象环境信息 | 包括公路沿线气象监测数据、气象、国土等部门/第三方气象信息服务平台共享气象数据等 |
| 车辆微观行为信息 | 包括车辆身份信息、实时定位信息、运行状态信息、行驶轨迹信息等 |

5.1.2.2 信息采集质量要求应满足以下规定：

a) 交通运行状态信息

断面交通量、速度等信息准确率不低于 95%，应每隔 2.5 min 以内上传一次数据；与公安交警、公路管理部门、第三方出行服务平台共享的交通运行状态信息应实现定时自动传输与更新；第三方出行服务平台、浮动车信息数据交换存储格式应符合 GB/T 29099 的相关规定，基于手机信令的路网运行状态监测数据元、数据采集等应符合 JT/T 1182 的相关规定。

b) 交通突发事件信息

交通事件检测信息准确率应不低于 95%，检测报警时间应不大于 8 s；与公安交警、公路管理部门、第三方出行服务平台共享的交通突发事件信息应实现定时自动传输与更新。

c) 公路气象环境信息

公路沿线气象监测信息准确率应不低于 90%，每隔 10 min 以内上传一次数据，气象监测项目应符合 GB/T 33697 的相关规定；与气象、国土等部门、第三方气象信息服务平台共享的公路气象环境信息应实现定时自动传输与更新，交通气象预报格式的结构应符合 GB/T 27967 的相关规定。

d) 车辆微观行为信息

车辆微观行为信息应每隔 1 s 以内上传一次数据。

5.1.2.3 交通信息监测系统路侧交通信息监测设备宜采用视频、雷达和 V2X 通信等多传感器信息融合的技术路线。

5.1.3 设施布设要求

5.1.3.1 高速公路路侧交通信息监测设备包括但不限于：

- a) 交通流检测设备;
 - b) 车牌识别检测设备;
 - c) 交通事件检测设备;
 - d) 气象监测设备;
 - e) 单兵设备、视频巡逻车、无人机等移动信息采集设备;
 - f) RSU 设备。
- 5.1.3.2 交通流检测设备宜遵循以下布设原则:
- a) 交通流量大(服务水平三级及以下)、事故发生率高(年均每公里事故数 >20.3 起)的路段布设间距宜为 $0.5\text{ km}\sim 1\text{ km}$;
 - b) 交通流量大(服务水平三级及以下)或事故发生率高(年均每公里事故数 >20.3 起)的路段布设间距宜为 $1\text{ km}\sim 2\text{ km}$;
 - c) 交通流量小(服务水平二级及以上)、事故发生率较低(年均每公里事故数 ≤ 20.3 起)的路段,宜根据实际情况,布设间距宜为 $2\text{ km}\sim 3\text{ km}$;
 - d) 高速公路互通式立体交叉、枢纽、服务区和停车区等出入口匝道位置应设置交通流检测设备。
- 5.1.3.3 车牌识别检测设备宜遵循以下布设原则:
- a) 高速公路行程时间计测区间的所有车道上应设置车牌识别检测设备;
 - b) 服务区出入口应设置车牌识别检测设备;
 - c) 高速公路沿线特大桥、大桥或特长隧道、长隧道上游路段,宜设置车牌识别检测设备;
 - d) 易拥堵、易发生重特大突发事件的路段应设置车牌识别检测设备,易拥堵路段布设间距宜为 $3\text{ km}\sim 5\text{ km}$ 。
- 5.1.3.4 交通事件检测设备宜遵循以下布设原则:
- a) 交通流量大(服务水平三级及以下)、事故发生率高(年均每公里事故数 >20.3 起)的路段道路两侧,宜按 $0.4\text{ km}\sim 0.6\text{ km}$ 设置1处交通事件感知点位,每处设置1台遥控摄像机和2套事件检测设备;
 - b) 交通流量大(服务水平三级及以下)或事故发生率高(年均每公里事故数 >20.3 起)的路段道路两侧,宜按照 1 km 间距设置1处交通事件感知点位,每处设置1台遥控摄像机和2套事件检测设备;
 - c) 交通流量小(服务水平二级及以上)、事故发生率较低(年均每公里事故数 ≤ 20.3 起)的路段两侧宜按照 $1.5\text{ km}\sim 2\text{ km}$ 设置1处交通事件感知点位,每处设置1台遥控摄像机和2套事件检测设备;
 - d) 高速公路互通式立体交叉、枢纽、收费广场、服务区和停车区等路段应在高点设置全景摄像机;
 - e) 高速公路出入口匝道、避险车道、转弯半径较小、长下坡路段、隧道口、桥隧相接、桥下空间等特殊部位应设置交通事件感知点位。
- 5.1.3.5 气象监测设备宜遵循以下布设原则:
- a) I类或II类地形区在高速公路沿线宜按 $20\sim 40\text{ km}$ 间距布设气象监测设备,III类地形区应充分考虑海拔高度、地形、地貌对气象的影响,在高速公路沿线宜按 $10\sim 30\text{ km}$ 间距布设气象监测设备;
 - b) 在路网相对密集地区应对区域高速公路网沿线的气象监测设备进行统筹考虑;
 - c) 特殊地形地物、大型桥梁结构物、恶劣气象条件频发路段等位置宜布设具有针对性传感器的气象监测设备。
- 5.1.3.6 车辆微观行为信息采集 RSU 设备宜遵循以下布设原则:
- a) 高速公路互通式立体交叉出入口匝道、服务区出入口、隧道出入口等特殊位置、易发生重特大突发事件、恶劣气象条件频发等路段宜设置 RSU 设备。

- b) 交通流量大（服务水平三级及以下）、事故发生率高（年均每公里事故数 >20.3 起）的路段宜按照 0.5 km~1 km 间距设置 RSU 设备。
- c) 交通流量大（服务水平三级及以下）或事故发生率高（年均每公里事故数 >20.3 起）的路段宜按照 1 km~2 km 间距设置 RSU 设备。
- d) 交通流量小（服务水平二级及以上）、事故发生率较低（年均每公里事故数 ≤ 20.3 起）的路段，宜根据实际情况，按 2 km~5 km 间距设置 RSU 设备。
- e) 在满足功能要求的前提下，布设位置的选择应尽量利用既有路侧设施杆件。

5.2 多网融合通信系统

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 多网融合通信系统建设应充分考虑多网联通情况下链路、带宽配置，实现高速公路通信信息网络与卫星通信信息网络、互联网等深度融合，实现广覆盖、低时延、高可靠、大带宽的网络通信服务。

5.2.1.2 高速公路主干光缆数量、通信管道容量应充分考虑智慧高速公路业务需求以及远期备用等因素。

5.2.2 通信技术要求

5.2.2.1 高速公路通信信息网络应包括有线通信网络和新一代宽带无线通信网络，具体功能要求如下：

- a) 有线通信网络应具备根据数据传输实际需要提供信息交换通路、与交通专网、互联网等网络交换信息的能力，业务接口要求、数据接口带宽要求、稳定性等应符合《高速公路通信技术要求》（交通运输部 2012 年第 3 号公告）的相关规定；
- b) 新一代宽带无线通信网络应具备提供交通对象和要素在高速运动时可靠接入的通信，支撑交通对象及要素全 IP 化、主动信息推送和双向信息交互的能力；通信标准和协议应优先采用国家标准、行业标准和国际标准，无标准的可采用发达国家的工业标准，近期建设可采用但不限于中国 DSRC、LTE-V2X、5G 等。

5.2.2.2 卫星通信信息网络宜配备高精度定位服务平台、北斗地基增强站及高精度地图等，具体功能要求如下：

- a) 高精度定位服务平台应具备高精度地图提供、差分解算、数据管理、数据计算等功能，为用户提供地图浏览、规划路线显示、数据监控和管理、安全辅助驾驶位置信息服务等；
- b) 北斗地基增强站应具备导航卫星观测数据采集、数据传输、数据存储、运行状态远程被监控、维护保障及安全防护等基本功能；
- c) 高精度地图数据模型应包括道路数据模型、车道数据模型、路口数据模型等，具备辅助完成高精度定位功能及道路级和车道级规划能力、车道级引导能力。

5.2.2.3 车路协同主要应用场景及定位指标应符合表 2 的相关规定。

表 2 车路协同主要应用场景及定位指标

| 应用场景 | 典型场景 | 通信方式 | 定位精度 (m) |
|------|---------|----------|----------------|
| 交通安全 | 紧急制动预警 | V2V | $\leq \pm 1.5$ |
| | 合流点碰撞预警 | V2V, V2I | $\leq \pm 5$ |
| | 路面异常预警 | V2I | $\leq \pm 5$ |
| 交通效率 | 车速引导 | V2I | $\leq \pm 5$ |
| | 前方拥堵预警 | V2V, V2I | $\leq \pm 5$ |
| | 紧急车辆优先 | V2V | $\leq \pm 5$ |

5.2.2.4 高精度定位对同步设备的时间同步和精度等级要求应符合表 3 的相关规定。

表 3 高精度定位时间同步和精度等级要求

| 时间同步精度等级 | 同步设备输出接口间指标 | 不同同步设备输出接口间指标 |
|----------|------------------|---------------|
| A | ±1 ns（定位精度 1 m） | 引入时差≤5 ns |
| B | ±5 ns（定位精度 3 m） | 引入时差≤5 ns |
| C | ±10 ns（定位精度 5 m） | 引入时差≤5 ns |

5.2.2.5 高精度地图宜覆盖高速公路两侧 200 m 范围。

5.2.3 设施布设要求

5.2.3.1 有线通信设施设置应符合《高速公路通信技术要求》（交通运输部 2012 年第 3 号公告）的相关规定。

5.2.3.2 新一代宽带无线通信设施既可以是专网设施，也可以在符合技术要求的公网中开通专门信道，自建路侧 RSU 设施布设应符合本指南 5.1.3.6 相关要求。

5.2.3.3 北斗地基增强系统基准站的选址、性能等应符合 BD 440013 的相关规定。

5.3 云控平台

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 云控平台应采用自建或租用方式，实现行业内部业务系统数据整合及跨机构平台数据共享，提升通行效率、运行效率、管理效率、处置效率、公众获得感，降低事故发生率。

5.3.1.2 云控平台应采用云-边-端协同控制的逻辑架构，由省级云控平台、路段/区域级云控平台、网络安全设施等组成，共同构成云控平台体系。具体要求如下：

- a) 省级云控平台应负责汇聚路段/区域级云控平台中的所有信息，具备直接对任一终端进行数据获取、特殊情况下对任一路段进行控制与管理功能，应实现跨路段、跨区域的数据汇总分析、预警预测、协调控制。
- b) 路段/区域级云控平台应通过与省级云控平台的数据共享，获取相邻路段、相邻省份、关联区域的路况查询、拥堵预判等服务，实现路段/区域实时交通控制策略的制定。
- c) 网络安全设施应根据系统部署、应用情况及实际需求，确保系统信息安全。

5.3.1.3 省级云控平台与路段/区域级云控平台对全省高速公路的动态感知、出行服务和协同管控应基于即时、全量、全网的原则。

5.3.1.4 云控平台建设应采用一套交换架构、一套安全机制、一套质量管控、一套处理模型、一套数据标准及一套指标体系。

5.3.2 平台功能要求

5.3.2.1 省级云控平台应根据路网运行共性需求，提供智慧高速公路管理服务通用应用，包括但不限于以下应用：

- a) 交通专用组件应包括但不限于交通专用地图、车辆实时信息查询、行业外信息协同、跨区域管理协同等组件。
- b) 路网域动态预警应包括但不限于高流量预警、重点营运车辆预警、超载车辆预警等服务。
- c) 综合运行监测服务应包括但不限于设施设备监测、交通流检测、重点营运车辆监测、交通事故检测等服务。
- d) 与气象、国土等部门共享信息。

5.3.2.2 路段/区域级云控平台应包括数据采集层、数据管理层、数据算法层、数据共享层、数据应用层，具体功能如下：

- a) 数据采集层应实现交通感知、视频监控、路段营运等高速公路数据汇聚及视频结构化数据、跨机构外部数据的获取。
- b) 数据管理层应实现数据清洗、转换、分类、存储等操作，提升数据完整性、准确性、唯一性，且具有多源交通参数异构数据重合质量评价与控制功能，提升数据合理性。
- c) 数据算法层应结合自身业务个性化需求，建立固定采集与移动采集多源异构数据方式进行参数、状态等交通信息相结合的快速融合模型、算法，实现实时数据在线处理及历史数据的价值挖掘。
- d) 数据共享层内部应实现与内部业务管理平台、省级云控平台、联勤单位及其他单位的数据共享。
- e) 数据应用层应实现伴随式信息服务、车道级交通控制等智慧高速公路基本服务功能。

5.3.2.3 网络安全设施应根据软硬件设备在不同通信系统中的部署情况划分安全区域，确保外场设施、网络通信、云控平台等安全。

5.3.3 平台建设要求

5.3.3.1 省级云控平台由省级交通运输主管部门建设，基础能力要求应符合表 4 的相关规定。

表 4 省级云控平台基础能力要求

| 基础能力 | 具体要求 |
|---------|--|
| 云资源虚拟化 | 需要提供千核 CPU、TB 级内存、PB 级存储以上的虚拟资源池。 |
| 大规模数据处理 | 不小于 100 个节点（离线和流计算）、PB 级离线数据存储。 |
| 数据交换 | 数据交换集群至少 200 C，1 T 数据上传、ETL 数据处理能力，上传数据能力不小于 500 MB/s（万兆网卡）。 |
| 对象存储 | 不小于 1 PB 对象存储。 |
| 机器学习 | 提供机器学习、建模以及模型训练和运行的平台。 |
| 云安全防护 | 安全防护应满足信息安全等保三级要求。 |

5.3.3.2 路段/区域级云控平台宜结合实际，综合地理位置、交通流量、机房空间、外场设备数量等因素，采用自建或租用方式搭建。鼓励同编号、同区域路段共同建设路段/区域级云控平台，路段/区域级云控平台基础能力要求应符合表 5 的相关规定。

表 5 路段/区域级云控平台基础能力要求

| 基础能力 | 具体要求 |
|---------|---|
| 云资源虚拟化 | 需要提供 1 000 核 CPU、1 TB 级内存、1 PB 级存储的虚拟资源池。 |
| 大规模数据处理 | 不小于 30 个节点（离线和流计算）、TB 级离线数据存储。 |
| 数据交换 | 数据交换集群至少 80 C，300 G 数据上传、ETL 数据处理能力，上传数据能力不小于 300 MB/s（万兆网卡）。 |
| 对象存储 | 不小于 1 PB 对象存储。 |
| 机器学习 | 提供机器学习、建模以及模型训练和运行的平台。 |
| 视觉分析能力 | 提供基于路侧视频、照片的分析能力，支持对交通事件的分析和报警。 |
| 云安全防护 | 安全防护应满足信息安全等保三级要求。 |

5.3.3.3 网络安全设施应根据网络安全关键信息基础设施建设要求，同步规划、同步建设、同步使

用，其区域安全划分、等级保护技术要求及管理要求等设置应参照 GB/T 22239 中的技术要求进行建设。

5.4 伴随式信息服务系统

5.4.1 一般规定

5.4.1.1 伴随式信息服务应通过公路沿线可变信息标志、FM 广播、移动终端、普通车辆车载终端、智能网联汽车车载终端等多种方式实现，提升交通信息发布的覆盖面和及时性，以提高通行效率，确保交通安全。

5.4.1.2 伴随式信息服务的信息内容应由云控平台统一规划，统一数据交互方式，由路侧外场设备、第三方出行服务平台及车路协同 RSU 设备等进行发布。

5.4.1.3 伴随式信息服务系统应满足出行者大众化、普适性的服务需求，充分体现信息发布的公共性服务特点，为公众提供“出行前”、“出行中”及“出行后”等不同阶段的信息发布服务。

5.4.1.4 伴随式信息服务发布应综合考虑建设成本、用户覆盖范围、服务连续性等因素，整合信息发布资源，构建高速公路出行服务信息对外统一服务接口，全程、实时发布各类信息。

5.4.2 信息发布要求

5.4.2.1 伴随式信息服务系统信息发布内容应包括公路基础设施信息、服务设施状态信息、出行规划信息、交通运行状态信息、交通突发事件信息、公路施工养护信息、公路气象环境信息、应急救援信息、安全辅助驾驶信息及其他信息等。

5.4.2.2 伴随式信息服务系统信息服务质量水平应达到 GB/T 29101 相关规定的四级服务质量。

5.4.2.3 伴随式信息服务系统信息发布内容、时效性要求应符合表 6 的相关规定。

表 6 伴随式信息服务系统信息发布内容、时效性要求

| 信息类型 | 信息内容 | 信息时效性要求 |
|----------|-----------------------------|---------|
| 公路基础设施信息 | 包括公路基础信息、特殊构造物信息等 | 不定期 |
| 服务设施状态信息 | 包括收费站、服务区、停车区设施状态信息等 | ≤10 min |
| 出行规划信息 | 包括行程时间信息、推荐路径信息等 | ≤10 min |
| 交通运行状态信息 | 包括交通流、阻断和拥堵信息等 | ≤5 min |
| 交通突发事件信息 | 包括突发事件基本信息、突发事件处置信息等 | ≤1 min |
| 公路施工养护信息 | 包括道路施工基本信息、通行限制或封闭信息等 | ≤5 min |
| 公路气象环境信息 | 包括公路气象信息、预报信息、预警信息等 | ≤1 h |
| 应急救援信息 | 包括应急救援机构信息、应急救援服务信息等 | ≤1 min |
| 安全辅助驾驶信息 | 包括车辆基本安全消息、路侧安全消息、周边车辆状态信息等 | ≤100 ms |
| 其他信息 | 包括 ETC 通行费用、电子发票、优惠活动、车辆违章等 | / |

5.4.2.4 伴随式信息服务发布方式应通过高速公路沿线可变信息标志、服务出行网站、交通服务热线、广播、手机短信、手机应用软件/小程序、微信公众号、车载终端等多种方式实现，各类信息服务发布方式要求如下：

- a) 高速公路沿线可变信息标志应以文字、图形、图像等多种方式提供广播式信息服务；
- b) 服务出行网站应采用图形化界面，以文字、图形、图像等多种方式提供广播式信息服务；
- c) 交通服务热线应具备接受交通参与者电话咨询的能力，以语音方式提供针对性、个性化信息服务；
- d) 电台广播应通过与广播电视管理部门合作，以语音方式在较大范围内提供广播式信息服务；

- e) 手机短信应通过与电信运营商、短信运营商合作,以文字方式在较大范围内提供广播式信息服务;
- f) 手机应用软件/小程序、微信公众号等应通过自建或第三方出行信息服务系统,利用 4G/5G 蜂窝网络,以文字、语音、图形、图像等多种方式提供广播式、个性化信息服务,端到端性能要求应符合 GB/T 29111 的相关规定。
- g) 车载终端应通过车路间数据通信交互方式,充分利用现有 ETC 终端、运输车辆卫星定位系统车载终端等设备,通信标准和协议应优先采用国家标准、行业标准和国际标准,无标准的可采用发达国家的工业标准,近期建设可采用但不限于中国 DSRC、LTE-V2X、5G 等,以文字、语音、图形、图像等多种方式提供广播式、个性化信息服务。

5.4.3 设施布置要求

5.4.3.1 高速公路路侧伴随式信息服务设备包括但不限于:

- a) 沿线可变信息标志;
- b) RSU 设备。

5.4.3.2 高速公路沿线可变信息标志宜遵循以下布置原则:

- a) 高速公路枢纽互通前后、收费站外广场前、服务区附近应设置可变信息标志;
- b) 高速公路互通式立体交叉出口前 700 m~1 200 m 处应设置可变信息标志;
- c) 易拥堵路段、交通事故多发段、恶劣气象条件路段、特大桥、长或特长隧道入口前等特殊路段应设置可变信息标志,布设间距宜为 3 km~5 km;
- d) 危化品运输事故区、公路施工养护区等区域上游宜设置移动式可变信息标志,安全前置距离宜不小于 350 m。

5.4.3.3 高速公路沿线宜设置 RSU 设备,RSU 设备布置应符合本指南 5.1.3.6 相关要求。

5.5 车道级交通控制系统

5.5.1 一般规定

5.5.1.1 车道级交通控制系统应通过沿线车道控制标志、FM 广播、移动终端、普通车辆车载终端、智能网联汽车车载终端等多种方式实现,以降低车道内速度差,提高交通安全。

5.5.1.2 车道级交通控制应由云控平台统一规划,统一数据交互方式,由路侧外场设备、第三方出行服务平台及车路协同 RSU 设备等进行发布。

5.5.2 交通控制要求

5.5.2.1 车道级交通控制应具备车道级交通监测诱导、施工管理和应急响应等功能。

5.5.2.2 车道级交通控制应提供车道车型允许/限制、速度推荐/限制、车道开放/关闭等信息。

5.5.2.3 车道级交通控制信息发布方式应通过高速公路车道控制标志、手机应用软件/小程序、微信公众号、车载终端等多种方式实现,各类信息服务发布方式要求如下:

- a) 高速公路车道控制标志应在每个车道(含硬路肩)上方设置,以文字、图形等多种方式提供每个车道允许通行的车型、限速、车道开放等信息,车道控制标志宜采用 2 m×2 m 的 LED 可变信息标志。
- b) 手机应用软件/小程序、微信公众号等应通过自建或第三方出行信息服务系统,利用 4G/5G 蜂窝网络,以文字、语音、图形等多种方式提供每个车道允许通行的车型、限速、车道/路肩开放等信息。
- c) 车载终端应通过车路间数据通信交互方式,宜充分利用现有 ETC 终端、运输车辆卫星定位系统车载终端等设备,通信标准和协议应优先采用国家标准、行业标准和国际标准,无标准的

可采用发达国家的工业标准，近期建设可采用但不限于中国 DSRC、LTE-V2X、5G 等，以文字、语音、图形等多种方式提供精细化的速度和行驶车道引导。

5.5.2.4 一路各方应结合路段所在位置、交通量状况、运营模式等，制定正常运营工况、交通阻塞工况、突发事件工况、施工养护工况、恶劣气象环境工况、应急车辆优先工况等车道级交通控制策略。

5.5.3 设施布设要求

5.5.3.1 高速公路路侧车道级交通控制设备包括但不限于：

- a) 沿线车道控制标志；
- b) RSU 设备。

5.5.3.2 高速公路沿线车道控制标志宜遵循以下布设原则：

- a) 交通流量大（服务水平三级及以下）、事故发生率高（年均每公里事故数 >20.3 起）的路段宜按照 1 km~2 km 间距设置车道控制标志。
- b) 交通流量大（服务水平三级及以下）或事故发生率高（年均每公里事故数 >20.3 起）的路段宜按照 2 km~3 km 间距设置车道控制标志。
- c) 交通流量小（服务水平二级及以上）、事故发生率较低（年均每公里事故数 ≤ 20.3 起）的路段，宜根据实际情况，按 3 km~5 km 间距设置车道控制标志。
- d) 在满足功能要求的前提下，布设位置的选择应综合考虑供电、安装、通信的造价，优选综合造价合理的方案，应尽量利用现有门架设施。
- e) 宜避开高填方、挖方、弯道等区域，与其他门架式交安标牌/可变信息标志距离宜为 150 m~200 m。

5.5.3.3 高速公路沿线宜设置 RSU 设备，RSU 设备布设应符合本指南 5.1.3.6 相关要求。

5.6 桥隧安全提升系统

5.6.1 一般规定

5.6.1.1 桥隧安全提升系统应遵循“安全第一，预防为主”的原则，确保公路特大桥梁、大桥、隧道安全畅通。

5.6.1.2 桥隧安全提升系统应在《高速公路监控技术要求》（交通运输部 2012 年第 3 号公告）、JTG D70/2 规定的基础上，通过云计算、大数据、物联网、无线通信等技术，最大限度地降低事故发生率及事故影响程度。

5.6.1.3 营运高速公路隧道应根据《公路隧道提质升级行动技术指南》（交办公路〔2019〕28 号）文件要求，开展交通安全设施、机电设施、土建结构技术评定及提质升级工作。

5.6.2 系统功能要求

5.6.2.1 桥隧安全提升系统宜遵循综合管理理念，实现桥隧各个独立运行子系统的集成或互联，提升公路桥隧管理水平，提高突发事件快速处理能力。

5.6.2.2 桥梁安全提升系统应在《高速公路监控技术要求》（交通运输部 2012 年第 3 号公告）规定基础上，加强交通流量、交通环境、结构健康等状况监测，按照工况分类实时制定相应的运营策略，提升桥梁运营安全。

5.6.2.3 桥梁安全提升系统宜结合公路条件、交通流量、天气情况、交通事件、历史交通事故、结构安全等因素，实时评估、预测桥梁安全态势。

5.6.2.4 隧道安全提升系统应在 JTG D70/2 规定基础上，加强交通流量、火灾、设备健康等状况监测，按照工况分类实时制定相应的运营策略，提升隧道运营安全。

5.6.2.5 隧道安全提升系统宜结合几何特征、交通流量、车速差异、车型占比、洞外亮度、天气情况、交通事件、结构安全等因素，实时评估、预测隧道安全态势。

5.6.3 设施布设要求

5.6.3.1 桥隧安全提升系统应加强交通运行状态信息监测，大型桥梁的两侧、3 000 m 及以上隧道宜按照 300 m~750 m 间距设置交通流检测设备。

5.6.3.2 桥梁安全提升系统应加强路面附着系数感知，大型桥梁应设置路面状态监测设备，针对不同车型设置合理的速度控制策略。

5.6.3.3 隧道安全提升系统应加强火灾探测，5 000 m 及以上隧道宜同时采用线型光纤感温探测器和点型探测器，宜在易产生高温的洞内变电所、地下风机房等部位敷设线型光纤感温火灾探测器。

5.6.3.4 隧道安全提升系统应加强设施设备监测，3 000 m 及以上隧道宜设置设施状态监测设备，确保隧道通风照明、紧急呼叫、火灾报警、逃生诱导、消防及供电等应急设施的完好与正常使用。

5.6.3.5 隧道安全提升系统应加强 FM、LTE-V2X、4G/5G、NB-IoT、LoRa 等无线通信技术应用，3 000 m 及以上隧道宜增设无线通信设施，实现隧道内出行服务、交通管理、应急救援、结构检测等业务全覆盖。

5.6.3.6 隧道安全提升系统应提高隧道内卫星定位信号精度，5 000 m 及以上隧道宜设置隧道扩展定位系统。

5.6.3.7 隧道安全提升系统应加强应急处置，1 000 m 及以上隧道应设置入口管控、逃生设施。

5.6.3.8 隧道安全提升系统应加强疲劳驾驶提醒，3 000 m 及以上隧道应设置轮廓照明、警示诱导灯。

5.7 服务区智能化系统

5.7.1 一般规定

5.7.1.1 服务区智能化系统建设应基于融合路网、传统服务区和新一代信息技术，充分考虑所在路段的交通区位、交通流量、场地特征、环境影响、服务区间距离及相关基础设施条件等因素进行总体规划，建成智慧服务区。

5.7.1.2 服务区智能化系统应包括基础软硬件、数据层、平台层和应用层。

5.7.2 系统功能要求

5.7.2.1 服务区智能化系统服务应包括但不限于移动服务、信息发布、停车指引、功能导视、客户评价等功能，具体要求如下：

- a) 移动服务应围绕司乘人员需求，利用各类移动终端，为司乘人员提供服务区信息、路况信息、电子商务、信息咨询等服务。
- b) 信息发布应利用服务区各场所各类显示终端，在不同区域、不同时段发布不同信息内容，以方便司乘人员信息获得和需求选择。
- c) 停车指引应利用各种智能终端对进入服务区的车辆，根据车型进行诱导，提升出行者入区后行车和停车效率。
- d) 功能导视应利用可变屏体、温馨地标线 and 人流动线优化设计等手段，为出行者提供安全、高效指引服务。
- e) 客户评价应通过各种智能终端，建立服务区综合服务质量评价体系，改善服务品质和体验。

5.7.2.2 服务区智能化系统管理应包括但不限于安全防护、用能监管、智慧办公、经营服务和数据分析等功能，具体要求如下：

- a) 安全防护应实现对服务区进出通道、停车区域、禁停区域、经营场所等位置的客流、车流精细化检测及垃圾乱丢、车辆违停等违规行为自动识别，营造安全舒适的服务环境。
- b) 用能监管应实现对用电、供暖、供冷、用水、燃气等能源使用情况信息的采集和监控，实现对能源的统一管理和优化。
- c) 智慧办公应实现公文管理、办公用品管理、会议室管理、人事管理、后勤管理等，提高办公效率，节约办公成本。
- d) 经营服务应实现商品采购、入库到零售全过程信息化管理，提高经营管理者经营效率。
- e) 数据分析应实现服务区运行指数计算和运行状态分析，提升服务区可视化管理、精细化服务水平，改善服务区的服务质量和运行效率。

5.7.3 设施配置要求

5.7.3.1 根据高速公路服务区的道路交通条件、交通量、规模、定位和地理位置的不同，智慧服务区整体应划分为标配智慧服务区、主题智慧服务区和综合智慧服务区三类。具体要求如下：

- a) 标配智慧服务区应设置基本的智能化服务功能体系，在普通服务区的基础上，配置服务平台，提供无线网络、多功能自助终端、服务区内导向、新能源汽车补给、移动智能终端充电、客流车流检测、公共区域视频监控等基本的智能化服务；
- b) 主题智慧服务区应设置较为完善的智能化服务功能体系，此外需结合服务区所在区域的自然资源、地理条件、人文景观和绿化设施，打造自然与科技结合的绿色环保生态架构，构建智慧化主题特色服务；
- c) 综合智慧服务区应设置更为完善的智能化服务功能体系，在传统综合服务区的基礎上，通过应用新的科技手段，对公众服务和经营管理进行全面科学化、数字化、智能化提升。

5.7.3.2 新建、改（扩）建高速公路服务区应优先确定智慧服务区类型，明确智慧服务区建设规模，新建高速公路服务区宜达到综合智慧服务区或主题智慧服务区要求；营运高速公路智慧服务区建设应根据现有服务区类型及定位情况，合理选择智慧服务区建设规模。

5.7.3.3 根据服务区类型，各类智慧服务区智能化系统设施配置应符合表 7 的相关规定。

表 7 高速公路各类智慧服务区智能化系统设施配置表

| 项目 | | 标配智慧服务区 | 主题智慧服务区 | 综合智慧服务区 |
|------|------------|---------|---------|---------|
| 服务设施 | 无线网络（全覆盖） | ● | ● | ● |
| | 服务平台 | ● | ● | ● |
| | 智能停车诱导设施 | ● | ● | ● |
| | 交通信息发布设施 | ● | ● | ● |
| | 多功能自助终端 | ● | ● | ● |
| | 服务区导向设施 | ● | ● | ● |
| | 客房智能家居设施 | ● | ● | ● |
| | 休闲场所娱乐设施 | ● | ● | ● |
| | 救助服务设施 | ● | ○ | ● |
| | 汽车智能维修厂 | ● | ○ | ● |
| | 新能源汽车补给设施 | ● | ● | ● |
| | 智能无人加油站 | ● | ● | ● |
| | 移动智能终端充电设施 | ● | ● | ● |
| | 标志性特色设施 | ○ | ● | ○ |
| | 智慧公厕 | ● | ● | ● |
| | 智慧垃圾桶 | ● | ● | ● |

表 7 高速公路各类智慧服务区智能化系统设施配置表（续）

| 项目 | | 标配智慧服务区 | 主题智慧服务区 | 综合智慧服务区 |
|------------------------|------------|---------|---------|---------|
| 管理 设施 | 管理平台 | ● | ● | ● |
| | 客流检测设施 | ● | ● | ● |
| | 车流检测设施 | ● | ● | ● |
| | 公共场区视频监视设施 | ● | ● | ● |
| | 高清卡口设施 | ● | ● | ● |
| | 智能照明设施 | ○ | ● | ● |
| | 智能污水处理设施 | ○ | ● | ● |
| | 智能垃圾处理设施 | ○ | ● | ● |
| 注：● -- 必选 ○ -- 可选 | | | | |

5.8 自由流收费系统

5.8.1 一般规定

5.8.1.1 自由流收费应采用 ETC、辅以车牌识别、多种支付融合应用的技术路径，实现对多条车道上自由行驶车辆的收费，提高道路通行效率，降低车均运行延误。

5.8.1.2 自由流收费系统总体架构由收费管理与计算平台、收费站车道系统、主线 ETC 门架系统等组成。

5.8.1.3 自由流收费建设应充分利用高速公路已有主线 ETC 门架系统，ETC 门架系统宜预留相关数据接口；应配备完备的检测、通信、供电等设备。

5.8.2 系统功能要求

5.8.2.1 收费管理与计算平台功能要求如下：

- a) 清分结算，支持通行费清分结算业务；
- b) 系统参数管理，管理路段费率、黑名单等参数；
- c) 数据传输管理；
- d) 对账及结算；
- e) 复合通行卡调拨管理；
- f) 特情处理；
- g) 稽查管理；
- h) 客户服务；
- i) 系统运行监测服务。

5.8.2.2 收费站车道系统功能要求如下：

- a) 为 MTC、ETC 车辆提供自由流收费服务；
- b) 特殊车辆管理。

5.8.2.3 主线 ETC 门架系统主要功能包括：

- a) 同时支持双片式 OBU、单片式 OBU 和复合通行卡交易处理流程；
- b) 自动识别所有通行车辆（包括 ETC 车辆和 MTC 车辆），形成图像流水记录；
- c) 实现 ETC 车辆分段计费扣费，形成 ETC 交易流水；
- d) 实现 MTC 车辆分段计费；
- e) 具备自检、在线程序和应用更新功能；

- f) 接收并更新 ETC 门架相关系统参数;
- g) 与北斗授时时钟同步;
- h) 应配备完备的应用软件、关键设备、供电和通信网络冗余, 确保 ETC 门架系统 24 小时不间断工作;
- i) 应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;
- j) 有必要的防雷和接地保护, 具备防雷击和防浪涌冲击的能力, 确保人和设备的安全。

5.8.3 系统建设要求

5.8.3.1 收费管理与计算平台应符合《交通运输部关于印发取消高速公路省界收费站总体技术方案的通知》(交公路函〔2019〕320 号)的相关要求。

5.8.3.1 收费站车道系统应在保障 ETC 车辆不停车快捷通行、同时兼顾 MTC 车辆的通行流量需求的前提下, 根据 ETC 用户发展状况和收费站交通流量确定 ETC 专用车道和 ETC/MTC 混合车道比例。

5.8.3.2 ETC 门架系统宜遵循以下布设原则:

- a) 在交通流发生变化(如入/出口匝道、互通式立体交叉)前的路段区间设置 ETC 门架。
- b) 在省界设置 ETC 门架时, 应由相邻两省分别设置, 中间无入/出口。
- c) ETC 门架应布设在直线段, 与互通式立体交叉、入/出口匝道端部直线距离宜为 1.5 km~3 km。
- d) ETC 门架布设应避开 5.8 GHz 相近频点干扰源。
- e) 在满足 ETC 门架功能要求的前提下, 布设位置的选择应综合考虑供电、安装、通信的造价, 优选综合造价合理的方案, 优选供电、安装、通信方便的地点, 尽量靠近附近的收费站房。
- f) 应尽量避开交通拥堵严重的路段、避免逆光等干扰, 利于提高车牌图像识别准确率。

5.9 基础配套系统(设施)

5.9.1 一般规定

5.9.1.1 基础配套系统(设施)应作为智慧高速公路的重要构成, 宜根据路段特点进行设置。

5.9.1.2 基础配套系统(设施)包括但不限于:

- a) 设施智能运维系统;
- b) 供配电系统;
- c) 紧急停车带预警;
- d) 抛洒物吸附车辆;
- e) 移动作业智能警示装置;
- f) 基础设施监测设施;
- g) 绿色环保设施。

5.9.2 应用要点

5.9.2.1 设施智能运维系统由设施智能运维软件、网络传输设备、状态采集设备等组成, 具体要求如下:

- a) 设施智能运维软件宜包括内外场设施运行状态监测、设施故障统计、设施故障分析及预防性养护功能;
- b) 网络传输设备宜采用有线通信方式, 接口形式宜为 RJ45 口;
- c) 状态采集设备宜按照设备重要程度, 优先对重要设备状态进行在线监测。

5.9.2.2 供配电系统建设应充分考虑基础供电网络的分布情况和已有供电网络设备的冗余情况; 应配备可靠电源系统, 保障 24 小时不间断供电, 并对供电情况进行实时监测。

5.9.2.3 紧急停车带预警设施宜设置在紧急停车带前后 500 m 的范围内，设施如下：

- a) 前方语音提示设备用于提醒驾驶员规范停车、驶离等驾驶行为；
- b) 后方语音提示设备及显示屏用于提醒、警示过往车辆注意避让。

5.9.2.4 抛洒物吸附车辆宜在抛洒物频发路段设置，一般路段可适当配置，用于对金属抛洒物吸附，提高抛洒物处理效率，提升路段行车安全。

5.9.2.5 移动作业智能警示锥宜设置在施工作业区，实现自动跟随施工作业车移动，提升作业区安全，提高行车效率。

5.9.2.6 基础设施监测设施宜按照基础设施类型及相应技术规范要求进行设置，优先对重要基础设施状态进行在线监测，含隧道机电、结构物在线监测；桥梁结构监测应符合 GB 50982 的相关规定。

5.9.2.7 绿色环保设施宜在智慧高速公路的设计、规划、建设、运营、管理和服务等全寿命周期进行统筹使用，以实现资源占用最少、能源耗用最小、污染排放最低、环境影响最轻、工程质量最优、运输服务最高效，具体要求如下：

- a) 路基、路面材料宜优先选用可循环利用材料；
- b) 隧道洞渣应最大限度资源化利用，避免造成二次灾害及生态环境污染；
- c) 跨越饮用水水源二级及以上保护区桥梁应在桥梁两端设置危险化学品事故应急池；
- d) 高速公路沿线、服务区、高速公路收费站等智能化设备设施供配电系统设计时，宜优先采用绿色能源，并做好备用供电系统准备；
- e) 高速公路服务区应设置新能源供给设施；
- f) 高速公路照明设施应采用节能技术，宜选用 LED 等节能灯具；
- g) 高速公路沿线宜结合建设条件，因地制宜地采用光伏发电声屏障。

6 创新应用建设要求

6.1 准全天候通行

6.1.1 一般规定

6.1.1.1 准全天候通行宜采用交通信息监测、车路协同、边缘计算、主动式融雪化冰路面或自动喷淋等技术和管理办法，通过车路协同预警、诱导服务，实现特定恶劣气象条件下车辆的安全通行。

6.1.1.2 准全天候通行总体架构宜由智能车载终端、交通信息监测、新一代无线通信、高精定位、边缘计算、智能行车诱导及主动式融雪化冰路面或自动喷淋等设施构成。

6.1.1.3 一路各方应制定高速公路准全天候通行联合管理办法。

6.1.2 应用要点

6.1.2.1 车辆应安装具有实时车路通信、高精定位信息接收、语音、字符显示等功能的智能车载终端。

6.1.2.2 车辆应部署高精度地图，高精度地图绝对精度要求 ≤ 20 cm，相对精度要求 ≤ 10 cm，以获取车道级的信息数据，包括车道线、道路边缘线等数据。

6.1.2.3 路侧应部署交通信息监测设施，应至少包括交通流检测器、交通事件检测器、路面状态检测器、气象传感器等。

6.1.2.4 路侧部署能提供低延时、高可靠、全覆盖的新一代多模宽带无线通信网络，支持车辆在120 km/h行驶速度条件下，通信误码率 $< 10^{-5}$ ，通信延迟 ≤ 10 ms。通信标准和协议应优先采用国家标准、行业标准和国际标准，无标准的可采用发达国家的工业标准，近期建设可采用但不限于中国DSRC、LTE-V2X、5G。

6.1.2.5 道路路侧应部署高精度定位系统，为用户提供稳定、可靠的厘米级定位服务，位置精度误差均值 ≤ 10 cm，结合高精度地图数据，能够准确识别车辆所在的车道。

6.1.2.6 路侧应部署边缘计算设施，提供监测信息分析及环境动态预测的计算能力。

6.1.2.7 路侧及中央分隔带应设置智能行车诱导装置，车辆通过情况检测最大距离不小于20m；行车诱导装置闪烁状态应根据现场能见度和雨雪等气象环境条件确定，工作模式包括道路轮廓强化模式、行车主动诱导模式、防止追尾警示模式、关闭模式等。

6.1.2.8 易结冰路段的道路路面宜采用主动式融雪化冰路面，也可结合气象感知，建设自动防结冰的喷淋系统。

6.1.2.9 道路沿线应布设信息发布设施，为人工驾驶车辆提供前方道路风险预警，并实现不低于2 min一次的预警信息更新。

6.2 货车编队行驶

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 货车编队行驶宜采用环境感知、V2V/V2I通信、高精度定位等多技术融合及管理路径，实现3辆及以上货车同时行进队列，每辆车在行驶过程中自动保持车间距离，跟随车辆实时同步完成所有动作，提高道路通行能力。

6.2.1.2 货车编队应构建混合交通环境下货车队列协同控制模型，确保领航车辆、跟随车辆编队及普通车辆行驶安全。

6.2.1.3 一路各方应制定高速公路货车编队通行联合管理办法。

6.2.2 应用要点

- 6.2.2.1 货车车辆应搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，具备环境感知、智能化决策与控制功能，自动驾驶级别应不低于 L3 级。
- 6.2.2.2 货车车辆高精度地图部署、路侧设施设置要求应符合本指南 6.1.2 的相关要求。
- 6.2.2.3 路段/区域级云控平台应基于路侧设备、智能车载终端获取的实时微观混合交通流信息，通过边缘计算设施，实现对货车编队轨迹、速度、跟驰距离等中观颗粒度诱导，并在前方事故条件下，实时生成协同式编队应急疏散策略。

6.3 全寿命周期智能养护

6.3.1 一般规定

- 6.3.1.1 全寿命周期智能养护宜采用基础设施智能监测传感、BIM、智能分析的技术路线，动态监测、预警基础设施安全状态，全面加强智能化管理、养护建设，具备智能分析、预判的预防性养护功能，降低养护成本，延长基础设施使用寿命。
- 6.3.1.2 全寿命周期智能养护应覆盖设施基础信息、管理、检查、养护维修信息及养护成本分析等全寿命周期信息。
- 6.3.1.3 一路各方应制定高速公路全寿命周期智能养护联合管理办法。

6.3.2 应用要点

- 6.3.2.1 全寿命周期智能养护应建立道路基础设施全寿命周期智能仿真分析平台，实现道路基础设施服役性能与灾变衍化的表达与预测，全寿命周期性能预估模型精度应不低于 85%，结构维修周期延长应不低于 20%。
- 6.3.2.2 全寿命周期智能养护应布设桥梁、隧道、路基路面、边坡、机电设施等状态采集设施，也可结合监控系统，利用图像比对技术，系统性监测、分析设施的衰变情况；基础设施在线监测覆盖率应不低于 90%，状态异常预警准确率不低于 85%。
- 6.3.2.3 全寿命周期智能养护应利用北斗系统，开展高速公路基础设施施工质量管理、在线状态监测、智能巡检等全寿命周期应用。
- 6.3.2.4 全寿命周期智能养护应布设 RFID 标签，对基础设施各个组成部分进行身份识别、信息追踪。
- 6.3.2.5 全寿命周期智能养护应利用 BIM、GIS 等技术，建设基础设施数字化模型，基于 GIS 的基础设施数字化模型精度应不大于 30 cm。
- 6.3.2.6 基础设施数字化模型应集成基础设施各个不同阶段的工程信息、过程和资源。

6.4 自动驾驶支持

6.4.1 一般规定

- 6.4.1.1 自动驾驶支持宜采用先进的传感技术、网络技术、计算技术及控制技术等，对道路和交通环境进行全面感知，并考虑不同的车辆自动化程度和不同的交通系统集成阶段，高效实现感知、预测、决策和控制。
- 6.4.1.2 自动驾驶支持应具备以下功能：
- a) 为智能网联汽车提供物理基础设施支持；
 - b) 为智能网联汽车提供数字化地图和静态道路标识信息；
 - c) 为智能网联汽车提供道路拥堵情况、施工情况、交通事故、交通管制、天气情况等实时交通动态信息；
 - d) 为智能网联汽车提供实时车辆行驶速度、车辆间距、车道选择等引导信息。

6.4.1.3 一路各方应制定高速公路自动驾驶支持联合管理办法。

6.4.2 应用要点

6.4.2.1 智能网联汽车应搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，具备环境感知、智能化决策与控制功能，自动驾驶级别应不低于 L2 级。

6.4.2.2 道路宜设置自动驾驶专用车道，配备适用于智能网联汽车的交通标志标线、路面条件及灯光条件。

6.4.2.3 自动驾驶专用车道应综合考虑道路条件、交通状况、智能网联汽车渗透率等因素，确定专用道设置位置、设置范围、设置时间及柔性管理策略。

6.4.2.4 智能网联汽车高精度地图部署、路侧设施设置要求应符合本指南 6.1.2 的相关要求。

6.4.2.5 路段/区域级云控平台应通过全自动方式对采集到的信息进行快速分析判断，并实现实时交通运行状态信息更新，为智能网联汽车提供实时车辆行驶速度、车辆间距、车道选择等引导信息。

7 建设管理要求

7.1 一般规定

- 7.1.1 营运高速公路应将智慧化提升改造作为企业内部技改项目进行建设。
- 7.1.2 处于工程可行性研究阶段的新建或改（扩）建高速公路建设项目应将智慧化建设作为项目组成部分纳入工程可行性研究报告一并报批；处于初步设计和施工图设计阶段的新建或改（扩）建高速公路建设项目应就智慧化建设编制专项方案，经过专家评审后，纳入项目建设，并按照工程变更程序报原项目审批机构审批。
- 7.1.3 建设单位应围绕智慧高速公路项目建设目标制定相应的工作计划，明确关键节点工程计划并用合同的方式进行约定，确保智慧高速公路的建设目标如期实现。
- 7.1.4 建设单位应充分发挥市场主体作用，打造“开放、包容、创新”的平台，积极与有影响力的创新型企业对接，吸纳社会力量参与智慧化设施研制、系统开发、集成、共享服务等。
- 7.1.5 智慧高速公路建设过程中，工程可行性研究、初步设计、施工图设计等阶段的建设方案应报交通运输主管部门备案。
- 7.1.6 智慧高速公路设施验收标准、缺陷责任期与保修期应符合 JTG F80/2、DB33/T 2003 的相关规定。

7.2 管理要求

- 7.2.1 智慧高速公路项目建设管理应依照 DB33/T 2003 规定要求，在完成项目前期、施工准备、施工、验收及缺陷责任期四阶段基本工作内容的基础上，针对智慧高速公路建设的特殊性，在各建设阶段补充相应工作内容。
- 7.2.2 营运高速公路智慧化提升改造项目应补充的工作内容包括但不限于：
 - a) 项目前期阶段中的设计阶段之前应增加建设方案编制阶段，建设方案应根据路段区域特征及交通特点，按照项目建设背景、建设需求、建设目标、建设内容、工程数量表及投资估算等内容进行编制；
 - b) 项目前期阶段中的设计阶段宜采用一阶段施工图设计，提供完整具体建设内容、工程量清单及预算；
 - c) 在 5 905 MHz~5 925 MHz 频段设置、使用自建路侧无线电设备，施工阶段应向国家无线电管理机构申请使用许可；
 - d) 施工阶段按计划展开基本工作的同时，对于部分创新应用场景的新技术、新设备，应借助智慧高速公路测试场进行拟用新技术、新设备的测试，并形成相应的测试报告；
 - e) 施工阶段宜组建云控平台专项小组，协调一路各方、相邻运营等单位及行业主管部门，完成云控平台数据对接工作；
 - f) 施工阶段应加强道路施工管理、交通组织管理，确保智慧化提升改造期间道路的安全、畅通；
 - g) 施工阶段应加强一路各方联系，根据实际运营需求，针对出行服务、交通管控等内容，制定相应的管理办法。
- 7.2.3 新建智慧高速公路项目应补充的工作内容至少包括：
 - a) 项目前期阶段中的工程可行性研究阶段应增加智慧高速公路建设方案，明确建设需求、建设目标、建设内容、工程数量表及投资估算等内容，编制智慧高速公路课题研究方案，确定研究费用，组织专家进行评价，完成立项和前期准备工作；

- b) 项目前期阶段中的初步设计阶段需针对智慧高速公路项目特点、建设难点，编写智慧高速公路课题可行性研究报告，提升研究成果纳入初步设计方案的及时性，并明确建设方案内容及工程概算；
- c) 项目前期阶段中的施工图设计阶段应实现传统机电建设与智慧化建设的融合，并根据技术发展成熟度确定技术应用阶段，明确今后拟拓展技术，结合高速公路智慧化建设需求进行预留预埋设计，并提供完整具体建设内容、工程量清单及预算；
- d) 在 5 905 MHz~5 925 MHz 频段设置、使用自建路侧无线电设备，施工阶段应向国家无线电管理机构申请使用许可；
- e) 对于今后拟拓展的技术，结合高速公路智慧化建设需求，施工阶段应做好土建预留预埋；
- f) 施工阶段按计划展开基本工作的同时，对于部分创新应用场景的新技术、新设备，应借助智慧高速公路测试场进行拟用新技术、新设备的测试，并形成相应的测试报告；
- g) 施工阶段宜组建云控平台专项小组，协调交警、路政、相邻运营等单位及行业主管部门，完成云控平台数据对接工作；
- h) 施工阶段应加强一路各方联系，根据实际运营需求，针对出行服务、交通管控等内容，制定相应的管理办法。

7.2.4 改（扩）建智慧高速公路项目应符合本指南 7.2.2 和 7.2.3 相关要求。

附录 A

(资料性附录)

沪杭甬高速公路智慧化提升改造建设

沪杭甬高速公路智慧化提升改造项目施工图设计方案由浙江省交通规划设计研究院有限公司编制，主要内容摘录如下：

A.1 项目概况

沪杭甬高速公路作为浙江首条高速公路，全长 247.9 km，串联环杭州湾内上海、杭州、宁波三个顶点城市、中心城市，承担着干线公路的功能，全线流量最大路段——红垦-沽渚段高峰日均流量可达 12 万辆次，大流量趋于常态化，交通事故率逐年增多。如何运用新一代信息技术，改善道路安全、提高通行效率成为沪杭甬智慧高速公路重点关注问题。

A.2 项目定位

作为我省营运高速公路智慧化提升改造的示范工程，沪杭甬智慧高速公路立足于“快”，为我省营运高速公路智慧化提升改造打造一套可复制、可应用的方案，示范引领高速公路发展转型升级。

A.3 建设目标

沪杭甬智慧高速公路预期功效如下：

- a) 安全之路：较大等级行车事故率降低 10%；
- b) 效率之路：平均车速提升 8%，进出高速“零等待”，通行能力提升 20%；
- c) 聪慧之路：交通全要素数字化；具有主动管控能力，公众出行全新体验。

A.4 建设方案

A.4.1 实时交通信息监测系统

A.4.1.1 交通流检测设备

在杭甬高速柯桥至绍兴段采用固定摄像机、毫米波雷达等多传感器信息融合方式，实现交通运行状态信息实时监测。

A.4.1.2 交通事件检测设备

在杭甬高速柯桥至绍兴段采用固定摄像机、毫米波雷达、热成像摄像机等多传感器信息融合方式，实现及时、准确的交通突发事件监测。

在现沪杭甬高速 248 km 主线约 1 km 一个云台摄像机的基础上，对弯道及视线受遮挡路段进行梳理排查，适当加密摄像机，可无盲区查看道路通行情况。

在杭甬高速非标准八车道路段的枢纽及互通区增设固定摄像机，协调高速交警通过录像取证，试点轻微事故快速处理。柯桥、齐贤和绍兴互通已在交通事件检测中安排，红垦、机场、瓜沥、绍兴服务区、沽渚互通共增设 100 个固定摄像机。

A.4.1.3 移动信息采集设备

沪杭甬高速公路四个管理处各选择一辆清障车安装一套 3 路车载摄像机，实现监控视频实时录像和按需调取。

在杭甬沽渚至绍兴段 16 km 中间位置，设置无人机待命站，对这一区域交通事件，在相关人员车辆未到达前，实行快速反应，采用悬停技术，对拥堵后方车辆进行声光电预警，预防二次事故；同时

及时传输现场图像，实现快速反应、无盲巡查。预计投入使用后，可在一定范围内实现 5 min 到达，缩短反应时间 2 倍，达到快速预警、安全预警的目标。

A. 4. 2 云控平台

A. 4. 2. 1 路段级云控平台硬件设备和软件

a) 大数据平台集群建设

用于数据的存储和计算，提供 PB 级别以上的数据分析处理能力；部署大数据开发平台，实现离线计算、实时计算以及数据交换；部署机器学习平台，实现数据算法层的构建；部署系统运维平台。

b) 虚拟化应用服务器

用于采集、通讯等应用服务系统的部署。平台除保存本项目新增数据外，还需接入各类存量系统数据，包括沪杭甬公司所辖路段的已有应用系统需交互或进行大数据分析的数据（如电子档案、大桥管理系统等），第三方数据根据互换互利原则接入。

A. 4. 2. 2 路段级云控平台数据算法层

路段级云控平台数据算法层包含交通态势的实时计算、短时交通路况预测、智能交通应急疏导、驾驶行为分析、行程时间预测计算、偷逃通行费行为识别、事故现场勘查图绘制等交通智慧算法。

A. 4. 3 伴随式信息服务系统

A. 4. 3. 1 基于可变信息标志的伴随式信息服务

在现有可变信息标志基础上，新增枢纽区域可变信息标志，实现路网交通远程诱导，建设内容具体如下：

a) 上海往杭州方向过境车辆远程诱导，在沪杭高速乍嘉苏枢纽、沈士枢纽东侧分别安装 1 块可变信息标志，提示沪杭甬、杭浦、申嘉湖杭、乍嘉苏、嘉绍大桥、钱江通道、杭州绕城等路段通行情况。

b) 宁波往杭州方向过境车辆远程诱导，在杭甬高速齐贤枢纽，红垦枢纽东侧分别安装 1 块可变信息标志，提示沪杭甬、钱江通道、杭州绕城、杭金衢等路段通行情况。

A. 4. 3. 2 基于手机应用程序的伴随式信息服务

通过“智慧高速”应用程序，实时为用户提供伴随式信息服务。

A. 4. 4 车道级交通控制系统

A. 4. 4. 1 基于车道控制标志的车道级交通控制

依托沪杭甬智慧高速公路建设，对杭甬高速齐贤至沽渚双向非标准八车道路段进行升级改造，沿线间隔 2 km 左右设置车道控制标志，并在第四车道交替增设“F”杆交通指示信号灯，实现高速公路车道级管控，实施第四车道可变化管理。

可变车道管控中心设在沪杭甬高速公路绍兴管理处监控中心，由高速交警绍兴支队一大队和绍兴管理处共同负责驻勤指挥和日常管理，根据通行时段、路面流量、占道施工、事故警情和天气条件等状况，采取相应管控方案。

A. 4. 4. 2 基于手机应用程序的车道级交通控制

可变车道路段起始和结束位置信息植入高德、百度等导航软件及“智慧高速”应用程序，利用手机应用程序，为用户提供车道级交通控制信息。

A. 4. 5 服务区智能化系统

通过对长安服务区进行智慧化提升改造，提升服务区服务效率、服务能力和服务品质，降低综合能源消耗，“服务全程化、设施感知化、信息共享化、管理信息化、经营数字化”的建设目标。外场实施内容包括无线网络全覆盖、智能停车诱导设施、智慧路灯、智慧垃圾桶、客流、车流检测设施建

设以及 4G/5G 的相关应用。具体如下：

- a) 无线网络全覆盖。在长安服务区（南北区）设置无线接入点实现整个长安服务区的无线信号全覆盖。
- b) 智能停车诱导设施。在长安服务区南北区的入口前方增加 2 块停车位信息发布屏，设置于高速公路主线服务区标志牌前方 150 m 处，向主线行驶车辆发布停车余位等信息。在部分停车区块入口位置设置嵌入 LED 显示模块的交通标志，LED 显示模块显示空位信息；停车分流前设置导视标志进行停车方向指引，导视标志使用标志反光膜、LED 显示模块进行组合显示；在停车区块入口位置设置嵌入 LED 显示模块的交通标志，LED 显示模块显示空位信息；拆除部分设置凌乱影响信息指引的交通标志
- c) 智慧路灯、智慧垃圾桶。在长安服务区（南北区）综合楼前设置智能路灯杆，在部分垃圾收集点设置智慧垃圾桶。
- d) 客流、车流检测设施。在服务区（南北区）入区匝道分流至场区内部道路处设置监视摄像机，用于对各行车通道进行实时监测；在服务区（南北区）危化品停车区域附近设置监视摄像机，用于对危化品停车位进行实时检测；在服务区（南北区）后场设置货车位监视摄像机对整个货车停车区域进行检测；在前场左右两侧各设置 1 套 180° 全景摄像机，用于对整个前场进行监视；在北区各条状停车区块设置监视摄像机，以便管理人员实时掌握停车区状况；采用无线地磁传感器对长安服务区南北区共 222 个小客车车位、48 个大客车车位（不包括服务区两侧停车位）进行占用情况检测。
- e) 服务区管理平台。在南区监控室内增加服务器、视频分析存储设备、工作站、交换机、无线控制器、视频分析软件、各类系统管理软件等。

A. 4. 6 自由流收费系统

根据《深化收费公路制度改革取消高速公路省界收费站实施方案》（国办发〔2019〕23 号）、《交通运输部关于印发取消高速公路省界收费站总体技术方案的通知》（交公路函〔2019〕320 号）要求，完成收费管理与计算平台、收费站车道系统、主线 ETC 门架系统的建设，实现主线自由流收费。

A. 4. 7 基础配套系统（设施）

A. 4. 7. 1

通过对主要运营设备运行状况的实时监测，集中显示各类运营设备工作状况，实现重大故障自动报警。

纳入监测范围的运营设备包括：配电箱、可变信息标志、摄像机（嘉兴）、UPS（含收费）、高杆灯、卡口、车检器、气象站，共 353 个设备，每个设备增设一套智能采集终端。

另外，配套采集服务器 3 台，数据分析服务器 3 台，应用服务器和数据库服务器各 1 台。

A. 4. 7. 2 紧急停车带预警系统

在紧急停车带内设置安全提示系统，通过语音提醒规范正确停车、驶离、避让等驾驶行为，通过语音和显示屏提醒、警示过往车辆注意避让。杭州、绍兴管理处各改造 3 个紧急停车带。

A. 4. 7. 3 智能装备研发

智能装备研发包括球形绿化修剪机、移动作业智能警示装置、智能多功能预警车、吸铁车、运行设备“智慧用电 E 管理系统”等。

附录 B

(资料性附录)

杭州绕城西复线智慧公路建设

杭州绕城西复线智慧公路建设项目施工图设计方案由浙江省交通规划设计研究院有限公司编制，主要内容摘录如下：

B.1 项目概况

杭州绕城西复线高速公路为新建高速公路，是 G25 长深国家高速公路杭州过境路段通道的分流公路，主要功能之一是疏解杭州绕城高速公路西线交通压力，改善杭州及项目沿线区域的招商引资环境，促进杭州都市经济圈城市合理空间布局的形成和区域经济的迅速发展。

杭州绕城西复线高速公路全长 148.8 km，共设置互通枢纽 23 处，具有桥隧比高、多路网交织、道路复杂、台风、暴雨和团雾等恶劣气象条件频发、重载交通环境等特点，如何提高重载环境、恶劣气象条件下道路管理服务水平是本项目需重点解决的问题。

B.2 项目定位

根据《交通运输部办公厅关于开展智慧公路与新一代国家交通控制网和智慧公路试点（第一批）工作》（交办规划函〔2017〕1084 号）的要求，杭州绕城西复线智慧公路立足于“试”，进行基础设施数字化、基于大数据的路网综合管理和新一代国家控制网三个方向的试点建设，树立部省联动典范。

B.3 建设目标

杭州绕城西复线智慧公路建设目标主要包括：

- a) 基础设施数字化：全路段构建道路、边坡、桥梁、隧道、互通式立体交叉桥等结构物的数字化模型；
- b) 路网运管精准化：基于大数据的辅助分析决策系统，实现重载交通下的主动预防式的安全管理；
- c) 出行服务智能化：实现面向个体车辆的诱导与安全辅助信息推送，为行车用户提供综合路网服务。

B.4 建设方案

B.4.1 实时交通信息监测系统

B.4.1.1 湖州扩容段设置交通流检测设备、车牌识别检测设备、交通事件检测设备、气象监测设备、车辆微观行为信息采集 RSU 设备等，具体设施布设情况如下：

a) 交通流检测设备

杭州绕城西复线高速公路湖州扩容段全线间隔 1 km 设置 1 处雷达交通流检测设备，用于统计交通参数和事件检测，有助于管理者判断如何诱导和疏散交通流，以便及时对异常情况作出反应。

b) 车牌识别检测设备

杭州绕城西复线高速公路湖州扩容段全线间隔 2 km 设置 4 套车牌识别检测设备，用于行程时间计算及车辆违章行为检测。

c) 交通事件检测设备

杭州绕城西复线高速公路湖州扩容段全线间隔 1 km 设置 1 处遥控摄像机，用于对全线内的交通、气象状况进行实时的监视，并结合检测设备的异常报警对报警、事故等进行确认，全线间隔 1 km 设置 2 台固定摄像机，每台摄像机各监视前后范围内的道路，用于对全线内交通事件进行视频检测，以提高事件响应能力。

d) 气象监测设备

杭州绕城西复线高速公路全线基本按照 20 km~40 km 设置 1 处全要素气象监测设备，能见度按照 10 km 设置 1 处能见度监测设备，在有大风路段设置桥梁横风监测设备。

本项目在全线水网密集地区以及跨越河流等路段（如东苕溪、京杭运河、富春江）设置气温、湿度、降水能见度、天气现象以及路面温度和路面状况等要素类型的气象监测设备。

在隧道洞口设置能见度监测设备，用于洞口能见度检测；在桥墩较高的桥梁路段设置风速风向监测设备，用于桥梁横风检测。

另外，本项目与省气象局对接，从气象服务部门获取的高速公路周边 5 km 范围内所有自动观测站实时观测数据，为实现本项目全线气象数据的实施监测与预警提供数据来源，并为交通管理部门决策提供依据。

e) 车辆微观行为信息采集 RSU 设备

根据杭州绕城西复线高速公路湖州段实际勘察的地形和高速线路走向，结合基础情况和路侧智能站信号实际覆盖范围，重点考虑合流区预警、隧道预警、服务区服务等场景，共布设车路协同 RSU 设备 48 套。

B.4.2 多网融合通信系统

B.4.2.1 通信信息网络

a) 有线通信

杭州绕城西复线高速公路湖州段共设 8 个通信站点，并在莫干山设置分中心，其他收费站、服务区处设置接入网远端站即无人通信站。

项目路段主要采用干线千兆以太网传输加区间万兆 PTN 综合业务接入网方式。在莫干山通信分中心设置 PTN 传输核心设备 OLT 设备，各无人通信站设置 PTN 传输远端设备 ONU 设备，各无人站接入莫干山通信分中心设置的接入网 OLT，以实现监控通信中心/分中心与无人通信站间的通信。

b) 无线通信

根据杭州绕城西复线高速公路湖州段实际勘察的地形和高速线路走向，结合基础情况和路侧智能站信号实际覆盖范围，重点考虑合流区预警、隧道预警、服务区服务等场景，共布设车路协同 RSU 48 套。

B.4.2.2 卫星通信信息网络

a) 北斗地基增强系统基准站

根据杭州绕城西复线高速公路湖州段卫星通信信息网络现状，在莫干山收费站和莫干山服务区建设北斗地基增强系统基准站，构建起覆盖杭州绕城西复线智慧公路示范项目沿线的高精度空间信息基准体系，以满足杭州绕城西复线高速公路示范路段运行控制的精准化管理与服务。

b) 高精度地图

高精度地图采集空间范围为杭州绕城西复线高速公路湖州段，采集路产管辖范围，内容包括高速公路路面及附属设施。

B.4.3 云控平台

B.4.3.1 采用高性能服务器组成横向扩展集群，建设西复线智慧公路路段级云控平台，用于处理智慧公路示范路段资产的综合管理、交通运行状态的检测和预警、综合的信息服务、应急处置和新一代控制网的业务应用。

B. 4.3.2 路段级云控平台主要功能包括：

- a) 数据的存储、管理和交互；
- b) 融合路段原本独立的软件系统；
- c) 将智慧化基础设施、综合交通管理、信息服务的有机结合为一个整体；
- d) 改善基础设施、通信网络和数据的安全。

B. 4.3.3 路段级云控平台由基础云设施、云控平台基础架构和云控平台应用三层结构组成。具体如下：

- a) 基础云设施包括云服务器、云数据库、云对象存储、云带宽和云安全等产品和服务，能够满足云控平台的部署和运行需求；
- b) 云控平台基础架构包括云控平台的中间件环境、基础模块、数据持久化和基础数据中心。云控平台基础架构是构建云控平台应用的基础，所有应用都遵循云控平台基础架构的约定和标准，使用云控平台基础架构提供的基础服务，如用户验证、权限管理、安全管理、消息系统等等。基础模块主要通过服务的形式对其它模块或第三方应用提供调用接口，同时也提供用户界面供用户访问；
- c) 云控平台应用是交通云控平台的业务系统，用户使用云控平台应用进行业务流程处理。云控平台应用是云控平台基础架构服务的消费者，同时也能够对外提供服务，供其他应用调用。云控平台应用主要通过用户界面（包括广域网客户端用户界面、桌面客户端用户界面和移动客户端用户界面）向系统用户提供应用，同时也可以向其他系统以及第三方应用提供服务。

B. 4.4 伴随式信息服务系统

根据数据接入和处理获得交通态势、各类交通事件（拥堵、阻断、施工、事故等）、恶劣气象信息、主动管控方案，实现对车辆的路径引导，方案基于以下几类：

a) 基于可变信息标志位置

根据发布内容和事件影响区域，在基于事件位置的不同可变信息标志上发布不同的诱导、控制信息，使不同可变信息标志位置的不同用户获得因距离事件位置不同而有差异的服务信息，用户获得信息因用户所在位置而定。本项目在特殊结构物以及与其他路衔接的互通的前（后）设置门架式可变信息标志，用于路网信息的发布，在出现事故或交通异常时能提前疏导、疏散交通流，提升本路段的交通安全、畅通；在武康枢纽进入本项目主线杭州方向的匝道合流点前方、莫干山高新区互通区往湖州方向的入口匝道合流点前方、莫干山服务区往杭州方向的入口匝道合流点前方设置 1 套立柱式可变信息标志，用于匝道汇入交通流控制，一旦主线交通流量较大或有车辆时，可通过匝道可变信息标志提醒匝道车道有序进入主线，避免发生碰撞。

b) 基于手机应用软件

用户使用手机应用软件，系统可获得用户的定位，根据用户定位，因用户位置不同而发送不同的服务信息；通过与导航公司的数据共享，由导航公司根据用户位置确定提供给用户信息的内容。

c) 基于车路协同设施

车路协同系统可获知用户的准确位置，根据用户距离事件区域的距离，向用户发送不同的诱导信息。考虑到目前取消省界主线站采用自由流收费方案，ETC 用户量增加，远期 ETC 的 OBU 可能具备类似于车路协同 OBU 的数据通信功能，故预留相应接口，待 OBU 具备数据通信功能可通过 OBU 向用户进行信息发布。

B. 4.5 车道级交通控制系统

B. 4.5.1 车道级交通控制基于对快速道路交通流的实时监测，预报出入口、施工区等瓶颈地点的交通拥堵和突发交通事件，通过采取速度协调或可变速度限制、排队预告、紧急车道利用、出入口控制等措施，实现快速道路交通流的实时可控，从而达到平抑交通流、减少交通事件、避免交通事故的目的，积极主动的预防和避免交通拥堵的发生，提高了交通系统的通行能力和安全性，从而可以发挥现

有交通设施的最大效益。

B. 4. 5. 2 本项目间隔 1 km 设置 1 处全断面的门架式车道控制标志，可通过对拥堵路段上游车辆进行限速或开通应急车道，提高道路通行能力，延缓或减少交通拥堵；当因施工或交通事故占用车道时，可以通过车道控制标志关闭占用车道，避免发生二次事故。

B. 4. 5. 3 本项目杭州绕城西复线高速公路湖州扩容段进行新一代国家控制网试点，实现了实时数据交互下的智能控制要求的部分控制功能：

- a) 新一代无线通信、大数据和云计算支撑下的计算机控制信号灯、可变标志和可变信息标志；交通信息服务和路径诱导；大范围的战略控制；
- b) 车载控制系统实现车车联网和车路联网（部分）；
- c) 车辆产生的数据可供控制中心制定战略控制方案和局部控制参数；
- d) 部分车辆实现车-车和车-路协调控制（部分）。

根据杭州绕城西复线高速公路湖州段实际勘察的地形和高速线路走向，结合基础情况和路侧智能站信号实际覆盖范围，重点考虑合流区预警、隧道预警、服务区服务等场景，共布设车路协同 RSU 设备 48 套。

B. 4. 6 桥隧安全提升系统

B. 4. 6. 1 隧道内扩展定位系统试点应用

由于导航卫星被遮蔽，隧道内车载卫星导航终端无法正常工作。隧道扩展定位设备在隧道内播发模拟的卫星导航信号，可消除隧道定位导航盲区，实现车辆的无缝连续定位和连续监测，普通车辆定位导航设备和手机均可接收信号实现隧道内定位。

隧道内扩展定位系统主要由主控站（管理中心）、信号发射终端（伪卫星基站、微带裂缝天线）、后台服务器及相应系统软件组成。本项目选择小赤山隧道、长城坞隧道作为隧道内扩展定位系统试点隧道。在隧道左右洞进出洞口各设置 1 套管理中心设备，在隧道内间隔 20 m 设置一套伪卫星基站。管理中心与后台服务器通过工业以太网进行通信，伪卫星基站通过光纤级联通信，实现基站间的时间精度在 10 ns 以内。

B. 4. 6. 2 隧道内调频信息服务系统试点应用

本项目拟建设公路隧道内调频信息服务系统，该系统是在对传统的隧道紧急电话和有线广播系统进行优化的基础上，同时具备隧道紧急电话功能、隧道有线广播功能和隧道 FM 无线广播功能的综合性隧道应急系统。

本项目选择姜家山隧道、张家店隧道、沙坑里隧道、六弓山隧道、金竹湾隧道、冬青山隧道、驻军坞隧道、牛头山隧道、白洋尖隧道、里庄隧道、岩岭山隧道、白杨湾山隧道作为调频信息服务系统试点隧道。

本项目在原有紧急电话洞室位置设置隧道内一体化分机，集成隧道广播、紧急电话、调频广播等功能，并配置 1 台隧道调频天线，可实现对隧道内调频广播信号全覆盖。在隧道相邻的隧道管理站或隧道救援站设置 1 台隧道调频广播与应急控制台、1 台广播接收天线。在管理分中心设置 1 台隧道调频广播与应急控制台。

B. 4. 7 服务区智能化系统

根据《交通运输部办公厅关于印发 2016 年全国公路服务区工作要点的通知》（交办公路函〔2016〕411 号）、《关于完善高速公路服务区视频监控设施的通知》（浙公路〔2018〕127 号）等文件的相关要求，为提升本项目莫干山服务区的服务能力和管理水平，提高用户服务满意度，利用物联网、新媒体等新兴技术手段，如图 B. 1 建设包含智能监控平台、信息服务平台、经营服务平台等各类子系统，向停靠车辆和人员、服务区管理运营者、服务区经营商户等提供精准实时信息和数据分析，满足不同用户的不同需求。

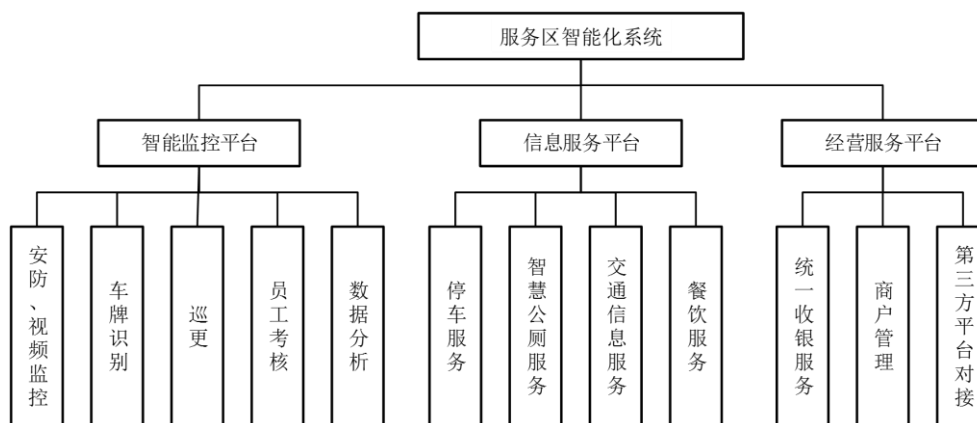


图 B.1 服务区智能化系统构成

B.4.8 自由流收费系统

根据《深化收费公路制度改革取消高速公路省界收费站实施方案》（国办发〔2019〕23号）、《交通运输部关于印发取消高速公路省界收费站总体技术方案的通知》（交公路函〔2019〕320号）要求，完成收费管理与计算平台、收费站车道系统、主线 ETC 门架系统的建设，实现主线自由流收费。

B.4.9 基础配套系统（设施）

设施的状态和用能安全是系统正常运行的基础，也是资产管理工作的重点，为了实现智能化资产管理，需对外场设施的状态和用能情况进行监测，发现故障以及及时进行维修，设置设施智能运维系统。

设施智能运维系统主要检测外场和隧道内设施的状态和用能信息，距离管理人员较近的监控中心、收费站内的设施只做简单的用能或设施状态监测。通过对监测数据的统计分析，让高速管理者能够全面掌握这些设施的健康和能耗状况，并针对故障设施的统计分析，总结故障规律与原因，从而给出预防性养护建议。

附录 C

(资料性附录)

杭绍甬智慧高速公路建设

杭绍甬智慧高速公路建设项目方案由交通运输部公路科学研究院编制，主要内容摘录如下：

C.1 项目概况

《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》明确“率先推进杭绍甬智慧高速公路建设”，浙江省智慧高速公路建设总体推进计划中要求“高标准建设杭绍甬智慧高速公路标杆性工程”。杭绍甬高速公路是国家公路网 G92 杭州湾地区环线并行线，经杭州、绍兴、宁波三地，是横贯杭州湾南岸的主要通道，全长约 174 km(含利用杭州湾大桥南接线约 24 km)，采用六车道标准建设，总投资约 707 亿元。全线分为杭州绍兴段(杭州 24 km，绍兴 29 km)、宁波段一期(56 km)、宁波段二期(41 km)三个项目推进。

C.2 项目定位

作为智慧高速公路建设的“国家示范工程”及我省“标杆工程”，杭绍甬智慧高速公路立足于“新”，以高标准、高要求建设打造，引领带动全省及至全国智慧高速公路的发展方向。

C.3 建设目标

C.3.1 工程目标

杭绍甬智慧高速公路工程建设目标包括：

1) 打造“三网合一”的智慧高速公路基础设施。杭绍甬高速公路建设期充分为智慧设施设备建设预留土建接口；设置自动驾驶专用车道，支持空间分割、时间分割的自动驾驶动态管控；沿线部署高速率、低时延、高可靠的全覆盖无线通信网络；加强泛在综合感知设施装备的布设，满足车路协同式自动驾驶需求；实现高精定位和高精地图服务；服务区建设太阳能产能系统，部署电动汽车充电桩。

2) 建设智慧高速云控平台。支持具备车载控制功能的车辆实现控制环境下的自主运行、支持具备信息诱导的人驾驶车辆高效运行、支持自动驾驶车辆在队列控制和自由行驶功能间的自如切换。近期支持杭绍甬高速公路管理、服务和管控；中远期实现“大湾区”乃至全域高速公路网管理、服务和管控。

C.3.2 服务目标

杭绍甬智慧高速公路服务目标包括：

- a) 全面支持自动驾驶。构建路网综合运行监测与预警系统，打造人-车-路协同的综合感知体系，近远期服务目标为：
 - 1) 近期支持自动驾驶专用车道货车编队行驶；
 - 2) 远期支持全线自动驾驶车辆自由行驶。
- b) 实现自由流收费。创新收费管理模式，构建基于车载终端的收费系统，近远期服务目标为：
 - 1) 近期实现封闭式有站自由流收费，车辆行驶一段路就缴纳一段路通行费的分段式自由流收费；
 - 2) 远期实现开放式无站自由流收费，即全面取消高速公路物理收费站。
- c) 提升全线整体通行效率。依靠客货分离及货车编队等技术，近远期服务目标为：

- 1) 近期实现车辆平均运行速度提升 20%~30%;
- 2) 远期实现通行能力成倍提升。
- d) “全天候”快速通行。基于高精度定位、车路协同、无人驾驶等技术的综合应用,克服冰雪、雾霾等特殊天气情况的影响,近远期服务目标为:
 - 1) 近期实现自动驾驶专用车道在团雾、冰雪等天气下的“全天候”通行;
 - 2) 远期实现高速公路全线在团雾、冰雪天气下的“全天候”快速通行。
- e) 电动车续航能力。利用服务区、声屏障等高速公路现有场所或条件,建设光伏产能系统以及电动车充电系统,为高速公路用户提供新能源补给服务,近远期服务目标为:
 - 1) 近期实现服务区光伏能源供给及充电桩充电服务;
 - 2) 远期实现服务区无线充电服务。
- f) 更加安全。构建车车、车路协同式交通安全系统,为安全驾驶提供可靠的技术保障;建设路网运行安全管理系统和应急指挥调度与处置系统,实施智能救援,不断提升高速公路安全性,近远期服务目标为:
 - 1) 近期降低交通事故发生率;
 - 2) 远期实现“零死亡”愿景。

C.4 建设方案

C.4.1 实时交通信息监测系统

实时交通信息监测系统检测设施部署方案如下:

- a) 交通流感知设备的部署方案如下:
 - 1) 全程交通流监测:基本路段按照 1 km 一个的密度在道路两侧分别布设交通流感知设备,特殊位置适当加密,全面感知交通运行状态;
 - 2) 在互通匝道、服务区进出口设置 1 套交通流感知设备,如果设置位置与路段交通流监测设备临近,可视具体情况与路段交通流监测设备复用。
- b) 交通事件检测设备的部署方案如下:
 - 1) 视频全程覆盖:基本路段按照 1 km 一个的密度在道路两侧分别布设视频监控设备;
 - 2) 全程事件检测:基本路段按照约 0.2 km 一个的密度在路段两侧分别布设高清固定摄像机;
 - 3) 在养护工区进出口设置用于车牌识别的高清视频设备和遥控摄像机;
 - 4) 服务区进出口设置视频感知设备。
 - 5) 重点位置或区域事件检测:合流区、分流区、恶劣气象条件频发区、事故多发区布设雷达事件检测设备。
- c) 气象监测设备分为全要素检测器和路面状态检测器两种设备,部署方案如下:
 - 1) 以 10 km 左右间距布设全要素检测器;
 - 2) 在易出现团雾、结冰路段布设能见度检测器和路面状态检测器。
- d) 车辆微观行为信息采集 RSU 设备的部署方案如下:
 - 1) 基本路段按照 0.2 km 一个的密度在道路两侧分别布设车路协同设备,发布交通事件信息和交通环境信息等;
 - 2) 在互通匝道、服务区进出口设置车路协同设备。

C.4.2 多网融合通信系统

C.4.2.1 杭绍甬高速公路通信信息网络包括有线通信网络和新一代宽带无线通信网络,具体如下:

- a) 有线通信网络是杭绍甬高速沿线全程覆盖骨干光线通信网络,隶属于该高速公路机电工程的

建设内容。

- b) 新一代宽带无线通信网络采用多种技术（标准）和多种应用模式相融合的构建方式。路侧部署提供低延时、高可靠、全覆盖的 DSRC、LTE-V2X、5G 等新一代多模无线通信网络，车辆在 120 km/h 行驶速度条件下，通信延迟低于 10 ms。基本路段按照 0.2 km 一个的密度在道路两侧分别布置或预留无线通信设备挂装条件，支持构建无线通信全覆盖网络。

C.4.2.2 杭绍甬高速公路拟建设卫星通信信息网络，包括高精度定位系统和高精度地图等，具体如下：

- a) 高精度定位系统覆盖范围为杭绍甬高速公路全线，包括路段和隧道。高精度定位系统可采用自建和服务租用两种模式，自建模式下的高精定位系统需要在高速公路沿线布设基准站；购买服务模式可与高精度定位服务提供商进行合作。高精度定位系统全天候为路段提供实时厘米级、静态毫米级位置服务，隧道内面向车道级主动管控服务的定位精度达到分米级。
- b) 高精度地图覆盖杭绍甬高速公路全线，包括路段和隧道。高精度地图包括道路数据、车道数据、标志标线数据以及交通设施数据等，能够提供面向机器识别的、满足车路协同式自动驾驶应用需求的地图数据，具备支持车道级信息服务及交通管控的能力。高精度数字地图的制作可委托给具备许可资质的第三方单位完成。

C.4.3 云控平台

云控平台将运用云计算、大数据、人工智能等新的技术手段，全面提升智慧高速公路的智慧水平、通行效率、通行安全、服务能力。云控平台具备接入高速公路全线交通数据的能力，并具备升级为区域级云控平台的能力，同时应能够接入公安、消防、气象等多源外部数据；具备对海量数据进行存储和复杂任务计算处理能力、统一的运行监测和综合管理能力，以及为用户提供伴随式信息服务的能力；具备对高速分合流区域、交通事件多发路段以及全线不同层级交通运行精准管理和控制能力。

云控平台包括以下几方面：

a) 应用平台：

- 1) 决策支持。按照杭绍甬高速公路发展的需求，针对高速公路热点问题，尤其是行驶安全、违法治理的问题，通过全面整合、处理交通要素感知数据，进行综合分析，对杭绍甬高速公路交通运行状况进行监测，形成多层次的安全、拥堵评价，并在基础上为浙江省高速公路建设、发展以及安全、拥堵治理提供支持。
- 2) 车路协同管理。车路协同管理系统，是智慧高速公路有别于其他高速公路的一个系统，将实现人、车、路、环境的全面感知和协同，将人、车、路、环境物理系统映射到信息数字环境中，形成部分路段、全路段的不同时间段的车车协同、车路协同管理。
- 3) 运行监测与预警。利用泛在感知系统实现对杭绍甬高速公路运行状态监测。对运营车辆（尤其是危化运输车辆）运营线路异常进行自动报警。对杭绍甬高速公路重点桥梁、隧道、边坡等交通基础设施在各种工作环境下的使用情况、损伤情况等进行实时监测与预警。针对杭绍甬高速出现的重大活动、建设施工、重要节假日、恶劣气象等情况，实现对交通流量大（服务水平三级及以下）、高峰、紧急情况等监测和预警。
- 4) 综合分析。实现对交通事件、路网运行状态、紧急事件、气象状态、高速公路运营状况、高速公路养护状况、交通流量、收费数据等进行统计分析。针对重大活动、恶劣气象、节假日等情况进行数据的深层挖掘和分析，实现上述情况的专题分析，如交通影响分析等。对车辆信息进行跟踪和定位，对于全线路况信息、拥堵路段和收费站交通运行状态等进行大数据分析。
- 5) 协调联动。实现公安、消防、医疗急救、安全生产紧急救援、常设的减灾防灾机构等应急处置力量之间的联动，完成高速公路突发事件及相关信息的处理、分析、信息发布等工作。实现应急处置各相关单位或部门与杭绍甬高速管理部门之间的精细化协调联动。
- 6) 应急指挥调度。应急处置系统的应急处置业务按照前、中、后三个环节，形成 7 个子系统，即应急信息接报子系统、应急辅助决策子系统、应急指挥调度子系统、应急信息服

务子系统、应急统计分析子系统、应急预案数字化子系统和应急资源管理子系统。实现应急指挥调度的实时性、准确性。

- 7) 综合交通诱导。通过对历史数据、实时数据的分析计算,预测未来各路段的交通运行状况,并根据高速安全防控分析、高速事件感知等综合性研判,提前制定相应的高速诱导策略,并支持各类诱导平台的发布(交管发布平台、高速诱导屏、第三方APP等)。通过综合交通诱导为交通部门更好的便民服务提供支持,为用户智慧出行提供信息诱导。

b) 共享服务中心

共享服务中心为上层的应用平台提供服务,沉淀应用平台可共享的服务,建设内容包括:车辆中心、驾驶员中心、高速公路中心、基站中心、视频中心、数据采集中心、信息服务中心、环境中心等。

c) 数据处理中心

云控平台数据处理中心,具备边缘计算能力和中心计算能力。边缘计算是通过车路协同系统实现路侧与车端实时数据交换,例如5 km范围内的RSU实时采集车流量数据都可以直接同步传输至相同范围内的车辆,支撑货车编队行驶等应用。中心计算是分析处理中心平台数据,形成道路准实时和预测信息,并且加工形成可操作的诱导或应急信息,推送至路侧或车端,形成闭环响应。

d) 基础设施

云平台通过大规模分布式计算技术,实现计算能力、存储能力、网络能力、数据库能力的线性扩展,云控平台将接入大量的高速公路交通感知数据、管理数据、服务数据、运营数据、互联网第三方数据等,并将满足高速公路使用者、管理者、各个相关方的信息汇聚的处理需求。大数据平台将支持包括批量计算、图计算、流计算、实时计算、机器学习在内的丰富的计算框架,为杭绍甬智慧高速公路的各种数据服务、公众服务提供底层的计算和存储能力,是云控平台重要支撑。

C.4.4 伴随式信息服务系统

基于感知及预测信息为高速公路用户提供宏观交通运行状态信息、中/微观交通运行状态信息、安全辅助驾驶信息服务,从而实现伴随式信息服务。具体内容如下:

a) 宏观交通运行状态信息服务

杭绍甬高速能够为用户提供高精度的宏观交通流状态信息服务,通过高速公路的浮动车数据、移动终端数据、车路协同数据、全程覆盖的视频数据、雷达检测数据以及其他传感器信息,杭绍甬高速实现基于路侧节点边缘计算、区域中心协同感知、中心平台综合分析的三级交通状态感知及预测,生成近程车道级交通状态信息、中程区域级交通状态信息、远程全网交通状态信息,通过路侧显示系统如可变电子信息情报板、车载终端如车路协同设备、用户手持终端、手机应用软件等方式向用户发布宏观道路拥堵情况、道路分段运行速度情况、区间旅行时间预测信息等。

b) 微观交通运行状态信息服务

杭绍甬高速能够为用户提供高精度的动静态道路状态信息服务,通过高速公路的高精度地图数据、用户实时上报数据、视频及雷达等监测系统数据,杭绍甬高速实现基于静态道路地图和动态道路检测的道路状态感知,生成静态公路基础设施信息,以及动态公路气象环境信息、交通突发事件信息,如道路积水、道路结冰、道路能见度、道路施工维护、货物抛洒、交通事故、异常车辆等信息,通过路侧显示系统如可变信息标志、车载终端如车路协同设备、用户手持终端、手机应用软件等方式向用户发布动静态道路状态信息,并基于感知及预测信息从车道选择上为用户提供微观引导。

c) 安全辅助驾驶信息服务

安全辅助驾驶信息服务的应用场景主要是高速公路合流区、分流区、弯道、上下坡道等事故多发区域。通过部署在事故多发区的路侧交通信息监测设备,实时感知事故多发区交通运行状态、交通突发事件、公路气象环境等信息,路侧交通信息监测设备采集的信息通过光纤通信或其他通信方式传输到边缘计算设施,同时车路协同通过车路通信技术与安装有车载终端的车辆进行交互,将车辆运行及状态信息传输到边缘计算设施。所有感知得到的信息在边缘计算设施完成数据的处理、融合、备份等

基础操作生成安全预警和控制决策信息，这些安全预警和控制决策信息通过车路协同和可变情报板向即将进入危险区域的车辆进行预警，避免事故的发生。

安全辅助驾驶信息服务信息内容主要包括：车辆近距离危险预警、后方车辆超车提醒、侧方车辆碰撞提醒、前方车辆紧急制动提示、道路前方障碍物提醒、周边紧急车辆提醒、前方事故预警、前方车辆故障提示、前方道路施工信息预警、极端天气气象预警、路段限速提醒等。

C.4.5 车道级交通控制系统

杭绍甬高速公路车道级交通控制拟实现以下服务功能：

a) 车速管控功能

以车辆行驶速度的一致性为目标，对高速公路上三条车道设计速度级功能作用进行重新定义，避免道路中不同车辆间形成速度差，带来的干扰和安全风险，并通过传感网络对车辆运行轨迹进行监控。

另外，主线交通出现异常（事故、拥堵）时，通过主线布设的可变限速标志，对主线车辆进行动态限速控制。

b) 危险状态下的车道级车辆管控

通过基于高精度定位的车道级精准管控可以有效避免后车连环追尾事故。车道级高精度定位可以准确识别同一车道上前车车辆及其周围车辆的相对位置，当车辆判断出同一车道前车突然异常减速或停止时，会通过车车、车路通信传输到后续多个车辆，后续车辆根据高精度定位信息计算与前车的安全车距，同步采取减速等规避措施，从而大幅度的降低连环追尾的风险。

当高速公路内侧车道发生碰撞事故时，行驶在相同车道的后车根据车辆搭载的终端以及距离事故点的距离不同，通过多种途径获取不同的管控信息。距离事故点 100 m 的后车 A，通过车路信息交互获取警告信息“请减速”，如果后车 A 具有车路信息交互控制功能时，可直接通过智能路侧设施的控制策略进行减速；后车 B 通过与后车 A 进行车车通信，获取警告信息“前方 400 m 碰撞事故，请减速或更换车道”；若后车 D 不具备任何车载终端，可通过路侧可变情报板获取信息“前方 2 km 里内侧车道发生碰撞事故，建议更换车道”。

c) 专用车道管控

自动驾驶专用车道在出入口设立专门的站点控制车辆类型及车流，确保进入车道的车辆满足专用道对车辆类型和性能的要求。北斗卫星定位系统结合北斗地基增强站 CORS 站，以及高精度数字地图为高速公路及专用道上的自动驾驶车辆提供厘米级的高精度定位服务，实现车道级的车辆位置定位和监控。通过地图匹配相关算法识别车辆所在车道，对于偏离所属车道的车辆进行预警和控制，同时通过车道级的交通流控制改善车流运行的均匀和有序快速通行，提高高速公路的通行效率、减少污染排放。

C.4.6 桥隧安全提升系统

隧道内和隧道出入口布设视频、雷达、微波等设备实时监测交通运行状态、交通突发事件等信息，隧道内应按实际情况加密布设。隧道布设边缘计算设施，具有多源数据接入及本地计算能力；隧道内分车道布设车道指示器，提供车道限速、车道开放/封闭等信息；隧道进出口应布设车路协同设施、可变情报板，提供安全预警信息。

隧道内交通运行状态信息采集设备具体布设方案如下：

a) 隧道内两侧各设置 1 套交通流检测设备；

b) 隧道内按照 150 m 的间距布设交通事件检测设备。

交通运行状态信息采集设备的建设应充分考虑建设间隔预留相应的通信和供电条件，支撑条件的建设应充分考虑不同设备共用的需求，并充分考虑未来新型感知设备的建设需求，预留新型设备安装、通信和供电的条件，以适应感知技术的迅速发展。

C.4.7 服务区智能化系统

C.4.7.1 服务区进出口应布设交通流检测设备、车牌识别检测设备，获取进入服务区内的车辆信息；服务区进出口应布设 RSU 设备、可变信息标志，提供服务区内停车、加油、就餐等服务信息和高速公路交通状态信息。

C.4.7.2 服务区内部按照区域功能划分，在停车场、危险品车辆停放区、加油站、充电站、就餐区、如厕区布设客流检测设施、车流检测设施实现重点区域的实时监控。

C.4.7.3 建设覆盖服务区传感通信网络包括：

- a) 按照土建预留点位和应用场景需求部署全要素感知设施和车路协同设施，全要素感知设施包括交通运行状态、交通事件信息、路面状况信息以及环境信息检测设施；
- b) 部署全覆盖的 4G/5G 通信网络；
- c) 建设高精度定位系统和高精度地图系统。

C.4.7.4 服务区利用有线通信网络实现与云控平台信息交互，同时从云控平台接收高速公路路段交通运行状态信息，实现高速路段与服务区间的信息实时交互和共享。

C.4.7.5 充分利用服务区大规模集中用电区域性的空间资源和地面资源，开展太阳能停车棚、太阳能建筑、太阳能照明等区域性太阳能产能系统的开发和利用工作，打造智能高速公路服务区太阳能区域性能源流，太阳能产能量满足服务区 30%~50% 的用电需求。

C.4.7.6 在服务区建设新能源汽车充电桩，每个服务区布置 4 台功率为 120 kW 的新能源汽车充电桩，考虑 1 机 2 充、同时为 2 辆乘用电动汽车进行充电的需求。每套充电机包含 1 台整流柜、2 台直流充电桩、2 只直流电表。配电系统需配置 1 台容量为 400 kVA 的箱式变压器。安防系统需配备 1 台硬盘录像机和 1 台红外枪机。监控系统提供开放、简便的读取和备份数据的方式，存储设备运行的监测数据。通过 4G/5G 蜂窝网络向上级营运管理系统转发运行和交易数据。

C.4.8 自由流收费系统

根据《深化收费公路制度改革取消高速公路省界收费站实施方案》（国办发〔2019〕23 号）、《交通运输部关于印发取消高速公路省界收费站总体技术方案的通知》（交公路函〔2019〕320 号）要求，完成收费管理与计算平台、收费站车道系统、主线 ETC 门架系统的建设，实现主线自由流收费。

C.4.9 基础配套系统（设施）

C.4.9.1 基础设施监测设施

杭绍甬高速公路沿线长大桥梁、隧道、路基路面、交通工程及沿线设施高风险部位布设视频、压力、位移、振动、水位等传感器，实现基础设施全方位数字化监测和管理，对重要基础设施的构件（桥墩、箱梁等）、杆件、设施进行统一的标识编码。建设高速公路重要结构物及设施的数字档案，建立数据库系统。建设 BIM 模型及系统，实现道路基础设施全寿命周期智能化监管。

采用先进技术建立桥梁、隧道等公路基础设施智能化、数字化监测系统，对道路设施的关键构件和部位的运行状态进行感知、信息跟踪、实时传输及智能判别，对基础设施可能的安全质量隐患进行预警。本项目针对桥梁、隧道等基础设施的状态监测设备布设原则如下：

- a) 特殊大桥、特大桥或特长隧道、边坡建设健康监测设备；
- b) 按照桥梁重要程度布设全景或固定视频监控设备，实时监控桥梁整体和局部运行状态；
- c) 按照桥梁重要程度的级别进行传感器的布设：将杭绍甬高速公路所有桥梁按照重要性分类，不同类别的桥梁采用不同的监控方法；
- d) 按照桥梁构成进行传感器布设：桥梁上部结构的桥面、桥道系、承重结构、连接部件，下部结构的支座、桥墩、桥台、基础等，选取桥梁关键部位进行布设。

C.4.9.2 绿色环保设施

综合考虑杭绍甬高速公路沿线空间资源以及光伏产能技术成熟度，拟建设杭绍甬高速公路太阳能产能系统，可满足现有杭绍甬高速公路沿线设施、设备的用电需求，满足服务区用电需求，多余电量可用于并网发电。系统建设内容包括：

- a) 成熟技术应用推广类，高速公路服务区光伏产能系统；
- b) 新技术新材料研发与示范类，高速公路光伏声屏障示范建设系统。

杭绍甬高速公路沿线益农、上虞、新浦服务区建设太阳能产能系统，在益农服务区附近选择居民聚集区域、1公里长度的高架路段，示范建设光伏声屏障系统。太阳能产能系统可采用购买服务模式进行建设，光伏声屏障示范建设可采用自建模式或购买服务模式建设。

杭绍甬高速公路沿线益农、上虞、新浦服务区建设电动车充电桩，每个服务区建设8桩，可采用购买服务的模式进行建设。

C.4.10 准全天候通行

C.4.10.1 车辆安装具有车路通信功能的车载终端，车载终端具有语音和字符显示功能。

C.4.10.2 在高速公路易出现团雾和路面结冰路段布设感知设备，包括交通流检测器、交通事件检测器、路面状态检测器、气象传感器等，对事故多发区域交通风险进行实时感知；布设提供低延时、高可靠、全覆盖的DSRC、LTE-V2X、5G等新一代多模无线网络，车辆在120 km/h行驶速度条件下，通信延迟低于10 ms；沿线均匀布设边缘计算设施，在分合流区、恶劣气象条件频发区、隧道出入口等交通事件多发区域根据实际情况进行加密布设；高速公路沿线中央分隔带及路侧设置智能诱导装置（智能雾灯），根据现场能见度和雨雪等气象条件，智能诱导灯闪烁状态不同，以诱导车辆安全行驶；在事故多发区域前方布设可变情报板，为即将进入危险区域的人工驾驶车辆提供前方道路风险预警，并实现 ≤ 2 min的预警信息更新。

C.4.11 货车编队行驶

货车编队服务包括安装在车辆上的雷达探测器、摄像头以及自适应巡航控制系统，可以在驾驶人员对车辆有绝对控制权的条件下控制货车在道路上按照固定模式行驶。车队在该系统的引导下可以实现车队车辆驾驶的完全同步。只要一辆车速度发生变化时，通过车车通信，后面的车同时感应路面状况，也会随之改变，保持最安全的车间距离。车头所搭载的雷达可以探测前方250 m距离内的障碍物，数据则会传给车辆的自动刹车系统、车身稳定控制系统以及道路预警系统。当车辆遇见前方占道时，自动驾驶系统会在电子显示器出现系统提示信号及声音报警，提示驾驶员手动更改车道。

系统由货车车辆、车路协同路侧系统和边缘计算设施组成。车队中各个车辆装有高精度定位和车车通信设备，车辆间通过车车通信进行信息交互，将各自的位置、车速、加速度、车辆运行和控制状态以每秒10次的频率发送给车队中的车辆，同时这些信息也通过车路通信发送到路侧设备，由路侧设备传送到边缘计算设施。每个车辆根据前车的信息和车前毫米波雷达，在一定的安全车距下，实时动态的调整自己的驾驶行为，如速度、加速度，形成一组车队行驶。同时，车队中各个车辆接收路侧车路协同路侧设备由边缘计算中心发送的信息，实现动态的路径选择和决策。

近期，在杭绍甬高速自动驾驶专用车道上，先行先试货车编队行驶服务。

C.4.12 全寿命周期智能养护

为实现未来高速公路基础设施的智能化管控、智能化养护和基础设施全生命周期监管服务，实现高速公路建、管、养一体化，杭绍甬高速公路基础设施数字化建设方案如下：

- a) 基础设施数字化管理

对杭绍甬高速公路基础设施重要组成构件统一编码，实现基础设施重要构件的“一物一码”，使基础设施运维管理在线化、精准化。杭绍甬高速公路基础设施数字化管理采用RFID技术对构件信息进行存储和读取，根据基础设施的重要程度找出基础设施中影响质量的共性问题的关键构件，结合后续

对工程运维和全生命周期管理的要求，定义 RFID 标签存储内容。

b) 基础设施数字化监控

基础设施状态监测需求主要考虑桥梁、隧道、路基路面、边坡、交通工程及沿线设施等状态信息。针对杭绍甬高速公路基础设施组成的具体情况，应以桥梁为主。

C.4.13 自动驾驶支持

参考全国各地及我省出台的对自动驾驶车辆道路测试的测试和管理规范，结合自动驾驶对高速公路设施的实际需求进行自动驾驶专用车道的设计。具体如下：

a) 自动驾驶专用车道的设计

在杭绍甬高速公路上修建专用于自动驾驶汽车的专用车道，隔离和避免任何不确定行为。首先，根据杭绍甬高速公路的物理设计和交通量情况，在确保安全和避免干扰的前提下，确定自动驾驶专用车道在道路上所处的位置、专用车道的长度。由于杭绍甬高速公路出入口、互通式立体交叉枢纽较多，为避免对进出高速公路车流的干扰，选择杭绍甬高速公路全线内侧车道作为自动驾驶专用道实验路段，匝道、立交枢纽等位置交通环境较为复杂，暂不设计为自动驾驶专用车道。

b) 支持自动驾驶的标志标线

目前还没有针对自动驾驶专用道的标志标线规范，本方案采用现有的道路标志标线规范来进行自动驾驶专用道的设计，在设计中沿专用车道路面和路侧设计醒目清晰的标线和标志。在自动驾驶专用道与立交枢纽入口匝道处配有醒目的准入标志标牌，对进入车辆类型、车速等进行限制，只允许符合规定的自动驾驶车辆驶入。在针对自动驾驶专用道的标志标线规范出台之前，具体的设置标准可参照已有的道路标志标线设置规范。

c) 支持自动驾驶的车路协同设施

建立自动驾驶车路协同的系统，实现对自动驾驶车辆状态的协同感知，并通过车路协同路侧系统对自动驾驶车辆进行交通信息服务和对车辆进行控制。支持自动驾驶的车路协同设施建设原则如下：

- 1) 安装支持自动驾驶的传感器、监测器、路标等设备设施。
- 2) 由于自动驾驶专用车道为内侧单一车道设计，车路协同与协同感知设备布设方式采用立柱侧装方式，这样既可以覆盖专用道又可以节省成本。立柱侧装方式对应路侧立柱的安装。
- 3) 车路协同设备放置位置断面选取需要综合考虑自动驾驶专用道的位置、道路线性特点、交通流量分布、道路基础条件、危险路段区域等因素，具体原则如下：
 - 选择靠近自动驾驶专用道的路侧安装，通信范围覆盖专用道自动驾驶车辆；
 - 尽可能选择选择车载终端用户量较大的路段；
 - 选择具备路侧基础安装条件的点（有门架或立柱条件），选择供电及通信条件到位或条件易达点；
 - 能够与高速公路上已有的其它交通信息采集设备构成数据互补体系；
 - 兼顾道路交通安全因素，对一些重点路段、特殊路段、事故多发路段进行加密。
- 4) 根据自动驾驶车辆测试的要求，选择每 0.5 km 间隔建设自动驾驶车路协同路侧设备的布设方式。全路段布设约 350 个。

d) 基于位置服务的高精度定位系统

自动驾驶车辆离不开高精度精准定位和高精度 GIS 地图，高精度北斗定位基于北斗卫星定位系统结合 CORS 站实现厘米级定位，可以为基于车路协同的自动驾驶车辆提供厘米级高精度定位服务，实现车道级的车辆位置定位和监控，同时为云控平台提供基础支撑。

e) 沿专用道照明布设

对道路、路面、标志标线及前方障碍物准确的识别是自动驾驶车辆重要的功能，目前视频识别仍然是自动驾驶车辆识别外部环境的主要手段，交通环境的光照条件对视频识别的效果有相当大的影

响，可以大大提高自动驾驶车辆识别的准确性。此外，一定的照明条件可以提高对自动驾驶车辆行驶状态视频监控的质量。因此，为支持自动驾驶道路及标志标线识别的准确性和自动驾驶车辆的实时监控质量，需要对自动驾驶专用道沿线布设照明设施。

根据相关高速公路照明设施布设标准，采用专用道沿路段照明纵向布设间距 0.03 km~0.05 km 进行布设。可以根据自动驾驶车辆的特点设计针对自动驾驶车辆及自动驾驶行为监控应用的照明设施。

f) 沿专用道交通事件检测设备布设

目前自动驾驶车辆的性能仍然处于测试阶段，需要对自动驾驶车辆行驶过程中的驾驶轨迹、驾驶行为等需要进行全程交通事件检测，以便对自动驾驶的行驶状态、事故原因等进行分析。因此，需要在原有沿高速公路全路段交通事件检测的基础上，加密交通事件检测监控点，提升对自动驾驶车辆进行全覆盖的交通事件检测。

交通事件检测设备可对自动驾驶车辆及与自动驾驶相关的事件等进行实时图像监控，并能通过图像分析自动判断停车、交通拥堵、车辆排队超限、行人进入、车辆逆行、交通事故、车辆丢抛物检测、能见度检测等事件，及时发现自动驾驶专用道内异常事件，并提供自动驾驶相关事件处理依据。

自动驾驶视频采集设备可采用交通视频监控设备，主线路段按 0.5 km~1 km 间隔设置交通事件检测设备以监视自动驾驶专用道的车辆及交通状态，桥梁、分合流区、互通式立体交叉桥及易积水、视距不良、易发生拥堵及交通事故等重点路段应加密布设。

附录 D

（资料性附录）

智慧高速公路测试场建设方案

智慧高速公路测试场建设方案由交通运输部公路科学研究院编制，主要内容摘录如下：

D.1 建设背景

为全面贯彻落实我省大湾区、大通道建设战略，推动《浙江省自动驾驶汽车道路测试管理办法（试行）》（浙交〔2018〕159号）落地实施，提高湾区交通现代化水平，以测试中心为支撑引领高新产业聚集，探索我省高速公路交通转型升级创新发展新路径，拟将乍嘉苏高速停用段（约 3.6 km）及北接线管理中心（约 160 亩）改造为智慧高速公路测试中心。

D.2 建设目标

在长三角一体化战略规划中，嘉兴区位优势明显，按照“创新驱动、测试先行；因地制宜、集约建设”的原则，充分利用停用段及管理中心已有基础设施，将其改造升级为服务于智慧高速公路建设的自动驾驶和车路协同封闭测试中心，为企业营造开放的测试环境，为政府搭建科学的验证平台，为行业探索智慧的道路形态。

D.3 建设要求

D.3.1 智慧高速公路测试场应遵循先进性、集约化原则，以智能道路测试为中心，搭建面向智能道路的测试场景，涵盖安全、效率等应用类别，提供场景测试、技术测试、产品测试等服务，并提供相关测试报告。

D.3.2 智慧高速公路测试场应具备以下条件：

- a) 测试场宜具备真实高速公路测试条件；
- b) 测试场内道路应包含互通、桥梁、隧道、收费站等高速公路典型场景，至少含有直线、弯道、坡道等多种平纵线形或组合线形路段；
- c) 高速公路测试路段在封闭测试阶段不能影响周边道路的正常运行；
- d) 测试场应与周边公路网、城市/乡村道路网互通，便于形成真实半开放、开放的测试环境；
- e) 测试场宜处于高新产业聚集区，有助于智能汽车、新一代移动通信、人工智能等新兴产业的凝聚落户。

D.4 建设内容

D.4.1 智慧高速公路测试场建设主要包括道路基础设施建设、测试设施建设、及测试数据平台系统建设三部分内容。智慧高速公路测试场总体建设内容如图 D.1 所示。

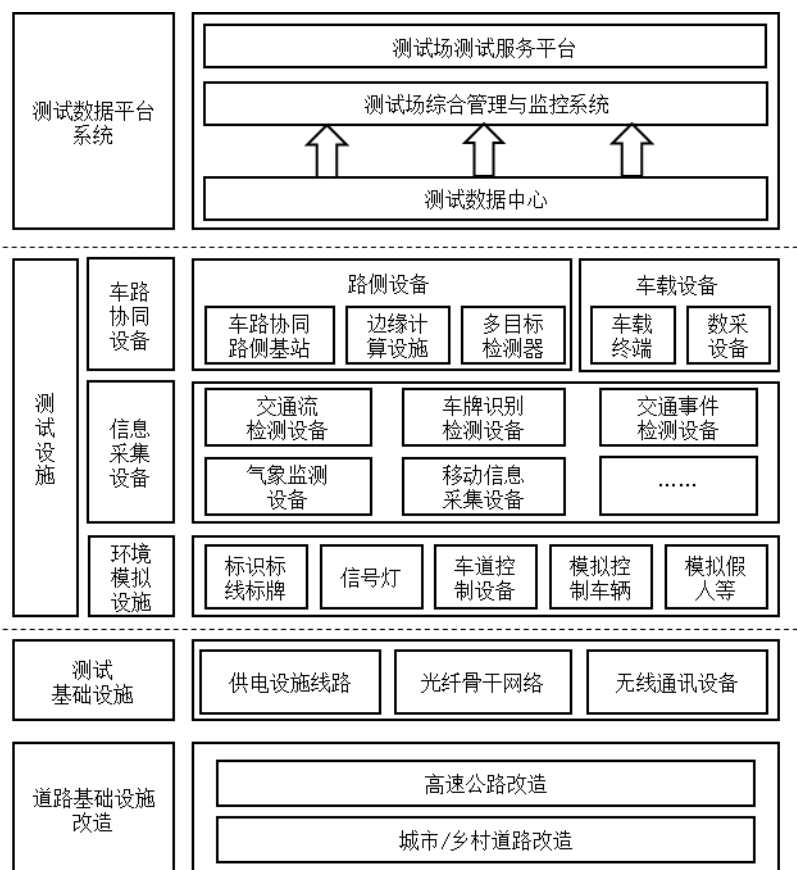


图 D.1 智慧高速公路测试场总体建设内容

D.4.2 道路基础设施建设包括乍嘉苏停用段的改建、北接线管理站场地改建及场区电力的改造和骨干光纤网的铺设。乍嘉苏停用段的改建，包括长直公路的修缮、出入口的增加、车道增设、模拟隧道、模拟雨雾区、模拟服务区、互通式立体交叉等的建设等；北接线管理中心的改建，包括坡道、十字路口、环岛、测试用车间等的建设等。

D.4.3 测试设施指道路交通环境模拟设施、信息采集设备和车路协同设备，在测试区内实现包含多方式无线通信、三维高精度地图、高精度定位覆盖、全方位监控等在内的车路协同和自动驾驶支撑条件。其中环境模拟设施包括标志标线标牌、信号灯和车道控制等道路环境模拟设备和模拟车辆、模拟假人等交通环境模拟设备；信息采集设备包括交通流检测设备、车牌识别检测设备、交通事件检测设备、气象监测设备、移动信息采集设备等；车路协同设备包括支持多种通信方式的路侧设备和车载设备等。

D.4.4 测试数据中心主要包括测试数据中心环境基础设施、数据中心硬件环境、数据管理平台、综合管理与监控系统、测试服务业务系统等建设内容。

附 录 E
(规范性附录)

营运/改(扩)建智慧高速公路建设调研工作要求

E.1 调研数据要求

营运/改(扩)建高速公路应收集至少 5 年相关营运数据, 调研数据应符合表 E.1 的相关规定。

表 E.1 营运/改(扩)建高速公路调研数据表

| 营运数据 | 具体内容 |
|--------|--|
| 交通量 | 包括互通式立体交叉之间的主线断面交通量、各收费站出入口及服务区入口交通量、交通量、高峰小时交通量、节假日交通量及分车型数据等 |
| 交通组成 | 包括主线断面、收费站出入口及服务区入口的交通量及交通组成等 |
| 速度 | 包括互通式立体交叉之间的主线运行速度、主线平均速度、地点速度等 |
| 气象资料 | 包括对公路交通造成影响的气象数据 |
| 交通事故资料 | 包括事故时间、事故位置、事故原因、事故人员伤亡和财产损失、事故处理、后期营运改善情况等相关记录 |
| 交通管制资料 | 包括交通管制时间、管制位置、管制原因、管制措施等 |
| 道路施工资料 | 包括道路施工时间、施工位置、施工内容、施工封闭车道数等 |
| 道路养护资料 | 包括道路小修保养、中修工程、大修工程等 |

E.2 数据分析要求

营运/改(扩)建高速公路应针对收集相关营运数据开展数据分析工作, 数据分析工作应符合表 E.2 的相关规定。

表 E.2 营运/改(扩)建高速公路数据分析工作表

| 数据分析工作 | 具体内容 |
|---------|---|
| 交通流特征分析 | 包括交通量时空分布、流量-速度关系等 |
| 路段特征分析 | 包括发生过重大交通事故路段、事故多发路段、常发性交通拥堵路段、特殊气象多发路段、施工养护多发路段等 |
| 事件特征分析 | 包括交通事故时空分布、主要类型、成因分析、交通事故-恶劣气象关系等 |
| 管制措施分析 | 包括年均关闭天数统计、主要关闭原因等 |

E.3 调研内容要求

营运/改(扩)建高速公路应调研既有设施的设置情况, 调研内容应符合表 E.3 的相关规定。

表 E.3 营运/改（扩）建高速公路既有设施调研内容表

| 既有设施 | 调研内容 |
|--------|--|
| 监控设施 | 既有监控系统总体架构、软件使用情况、外场设备布设位置、功能状态、传输方式、供电方式等 |
| 收费设施 | 既有收费系统总体架构、软件使用情况、收费设施使用情况、收费广场车道情况等 |
| 通信设施 | 既有通信系统传输网络构成、通信传输设备使用情况、通信光缆预留数量、通信管道的使用及租赁等 |
| 供配电设施 | 既有变电所设备使用情况、负荷及使用频率等情况 |
| 服务设施 | 服务区停车、加油、如厕、餐饮、购物、住宿等设施情况 |
| 安全设施 | 既有护栏、标志、标线、隔离设施等情况 |
| 隧道机电设施 | 隧道交通监控、通风照明系统、紧急呼叫、火灾报警、消防等设施情况 |
| 特大桥梁设施 | 桥面监控、索塔监控、航道监控、安全防撞、除湿机、照明、电力监控等设施情况 |

参 考 文 献

- [1] 交规划发〔2019〕89号 数字交通发展规划纲要
 - [2] 工信部联装〔2018〕66号 智能网联汽车道路测试管理规范（试行）
 - [3] 交办公路函〔2019〕1659号 全国高速公路视频联网监测工作实施方案
 - [4] 交办公路函〔2019〕1659号 全国高速公路视频联网技术要求
 - [5] 建标〔2011〕124号 公路工程项目建设用地指标
-