

浙江智慧高速公路建设指南研究

毛思捷 黄瑶佳 王华斌 周义程 崔优凯

(浙江省交通规划设计研究院有限公司 杭州 310030)

[摘要] 智慧高速公路是高速公路发展从增量转变为提质的主要载体,是实现未来高速公路智能、高效、安全、可持续的重要环节,是落实“交通强国”发展战略的重要手段。目前,智慧高速公路建设缺乏相关的标准、规范以及指南性文件,文章以浙江省智慧高速公路建设项目实践经验为依托,展开了智慧高速公路建设指南的相关研究,从分析智慧高速公路内涵和定义着手,以需求分析为基础确定了智慧高速公路建设目标,提出了浙江智慧高速公路“基本应用+创新应用”的建设框架,以及智慧高速公路建设管理内容,为浙江省智慧高速公路科学建设提供基础保障,从而推动交通成为展示高质量发展的“重要窗口”。

[关键词] 智慧高速公路;标准;指南;建设框架;建设管理

0 引言

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”。智慧高速公路作为融合基础设施的典型代表,涉及“新基建”七大领域中的大数据中心、新能源汽车充电桩、5G基站建设、人工智能、工业互联网等五个方向,是未来交通创新发展的必然趋势,是高速公路向高质量发展转型的主要手段,是落实“交通强国”发展战略的重要举措,是体现长三角高质量一体化的重要标志。

标准制定是推进智慧高速公路建设必不可少的环节,国内外相关单位和学者对智慧高速公路建设相关标准展开了多方面的研究。英国公路局^[1]针对智慧高速公路制定了暂行建议书,对智慧高速公路全车道运行、交通管控方案的设计提出了设计参数和相关的基础设施方面的要求和建议;招商局重庆交通科研设计院有限公司^[2]与多家单位拟联合编制《智慧高速公路

总体框架与技术标准》,旨在提出智慧高速公路建设的顶层框架,规范信息感知、通信传输、数据中心、运行监管、出行服务等方面的总体技术要求;刘若微等人^[3]在智慧高速公路发展现状及建设总体架构分析的基础上,总结了智慧高速公路标准化现状,提出了智慧高速公路标准体系框架;苏冠群等人^[4]对国内外智慧高速公路现有相关标准展开了分析,并提出了智慧高速及其标准体系架构。

由于国内外高速公路建设管理的差异性,国外智慧高速公路建设相关标准不完全适用于我国,仅可作为参考。国内现行国家标准、行业标准、地方标准还停留在指导高速公路机电系统建设的层面,相关标准没有完全涵盖智慧高速公路建设的特点和应用范围;相关研究则多侧重于构建智慧高速公路标准体系框架,较少对智慧高速公路建设提出明确指导。

本文从分析智慧高速公路内涵及定义着手,以需求为导向明确了智慧高速公路建设目标,提出了浙江智慧高速公路“基本应用+创新应用”的建设框架,并针对智慧高速公路特点对其建设管理内容提出要求,为浙江省智慧高速

收稿日期:2020-09-25

基金项目:浙江省重点研发计划项目(2020C01057)

作者简介:毛思捷(1994-),女,助理工程师,主要从事智能交通工作。

公路建设提供支撑和保障。

1 智慧高速公路定义

当前,智慧高速公路定义尚未统一,国内外不同行业人员对其名称的表述和内涵的理解均有不同,例如英国的智慧高速公路(Smart Motorways)^[1]、美国的自动公路(Automated Highway)^[5]、日本的新一代道路(Next-Generation Road)^[6]等。

智慧高速公路是一项创新性、引领性的工程,不是凭空出现、独立存在的。智慧高速公路系统属于智能交通系统的范畴,是智能交通系统在高速公路上的具体应用。随着人工智能、大数据、云计算、物联网等新技术的发展和运用,智慧高速公路不断被赋予新的能力,高速公路设施功能、服务水平、管控能力不断提升,逐渐具备成熟的控制、运营、管理系统。

依托浙江省智慧高速公路建设实践经验和研究成果,结合智慧高速公路发展趋势,对智慧高速公路定义如下: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。

2 智慧高速公路建设目标

2.1 需求分析

高速公路服务对象和参与方主要包括使用者、管理者、相关部门人员及相关行业人员,智慧高速公路应以满足各方需求为目的开展建设工作;各方需求^[7]描述如下:

(1) 高速公路使用者:快速、准确地获取出行信息,安全、安心地在高速公路上行驶。

(2) 高速公路管理者:提升一路各方对交通的管控能力及对高速公路使用者的服务水平,确保高速公路通行的安全、快速、高效。

(3) 相关部门人员:获取实时信息以支持工作的快速开展。

(4) 相关行业人员:通过参与智慧高速公路建设,推动自身行业、产业发展。

2.2 总体目标

智慧高速公路建设总体目标为“智能、快

速、绿色、安全”,其中:

(1) 智能: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;

(2) 快速: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120km/h设计速度的条件;

(3) 绿色: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;

(4) 安全: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。

2.3 功效目标

围绕智慧高速公路建设的总体目标,以高速公路使用者、管理者等相关人员的需求为核心,充分发挥高速公路功能属性,实现智慧高速公路在服务质量、通行效率、节能环保、行车安全、经济发展等方面的功效目标。

(1) 提高高速公路的服务质量

实现高速公路服务智能化,具体体现在:提高高速公路信息服务质量、服务水平;提高高速公路管理与控制水平;提高公众出行的获得感、幸福感。

(2) 提高高速公路的通行效率

实现高速公路路网快速运行,具体体现在:提高全网交通运行负荷均衡程度,降低车均运行延误;减少高速公路事件处理时间;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。

(3) 减少能源消耗和降低排放

实现高速公路的绿色环保,具体体现在:减少能源和材料消耗;减少拥堵相关的碳排放。

(4) 提高高速公路的行车安全

实现高速公路交通安全运行,具体体现在:降低高速公路事故发生数量、事故发生率;降低高速公路事故严重程度。

(5) 支持区域经济高质量发展

实现高速公路周边区域经济的联动发展,具体体现在:提高货运运输按时送达可靠性;提升全网运输资源调度协调性,降低物流成本;

促进区域对外开放和人员交流。

3 智慧高速公路建设框架

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。智慧高速公路建设内容由基本应用和创新应用两部分构成,如图1所示。

3.1 基本应用建设

智慧高速公路基本应用建设旨在弥补现行机电系统在运行状况信息掌握、司乘人员主动服务、道路管理支持三方面的不足。相较于传统机电三大系统,智慧高速公路基本应用

在机电系统功能的基础上进行了升级迭代,具体功能如表1所示。



图1 智慧高速公路建设框架

表1 机电三大系统与智慧高速公路基本应用系统功能对比

机电三大系统		智慧高速公路基本应用系统	
系统构成	系统功能	系统构成	新增系统功能
监控系统	信息采集功能	实时交通信息监测系统	
	数据处理功能	云控平台	
	公众服务功能	伴随式信息服务系统	车辆微观行为采集功能
	应急处置功能	服务区智能化系统	数据治理功能
	交通控制功能	车道级交通控制系统	辅助驾驶信息服务功能
通信系统	数据传输功能	桥隧安全提升系统	车道级交通控制功能
	设备自检功能	设施智能运维系统	
收费系统	电子收费功能	多网融合通信系统	信息双向交互功能
		自由流收费系统	位置信息服务功能
			自由流收费功能

智慧高速公路基本应用系统由实时交通信息监测系统、多网融合通信系统、云控平台、伴随式信息服务系统、车道级交通控制系统、桥隧安全提升系统、服务区智能化系统、自由流收费系统、基础配套系统（设施）9个系统构成。

(1) 实时交通信息监测系统

实时交通信息监测系统利用路侧设备、移动终端、车载终端采集信息,结合一路各方、气象等部门共享信息,通过多源数据融合技术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。实时交通信息采集内容包括交通运行状态信息、交通突发事件信息、公路气象环境信息、车辆微观行为信息等;路侧交通信息监测设备包括

交通流检测设备、车牌识别检测设备、交通事故检测设备、气象监测设备、移动信息采集设备、RSU设备等。

(2) 多网融合通信系统

多网融合通信系统建设需充分考虑多网联情况下链路、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。其中,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;卫星通信信息网络需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。

(3) 云控平台

云控平台采用云-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。省级云控平台负责汇聚路段/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,能够实现跨路段、跨区域的数据汇总分析、预警预测、协调控制。路段/区域级云控平台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。网络安全设施根据系统部署、应用情况及实际需求,确保系统信息安全。

(4) 伴随式信息服务系统

伴随式信息服务系统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信息发布,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。伴随式信息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、安全辅助驾驶信息等,不同信息发布的时效性应有所不同。信息发布内容由云控平台统一规划、统一数据交互方式,并能够满足出行者大众化、普适性的服务需求。

(5) 车道级交通控制系统

车道级交通控制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设备等进行管控信息发布,借助可变速度限制、专用车道信号、可变车道等措施降低车道内速度差,提高车辆行驶安全性。

(6) 桥隧安全提升系统

桥隧安全提升系统遵循综合管理理念,能够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。桥梁安全提升系统利用交通运行状态信息监测设备、路面状态监测设备、桥梁结构状态监测设备等对交通流量、交通环境、桥梁结构健康等状况进行监测,实现桥梁安全态势的评估、预测,提升桥梁运营安全。隧道安全提升系统通过对隧道交通流量、火灾、设备健

康等状况监测,实时掌控隧道安全态势,结合无线通信、卫星定位等技术实现突发情况预警和应急处置。

(7) 服务区智能化系统

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,实现服务区智能化系统建设。服务区智能化系统服务功能包括移动服务、信息发布、停车指引、功能导视、客户评价等,管理功能包括安全防护、用能监管、智慧办公、经营服务和数据分析等。

(8) 自由流收费系统

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,利用ETC结合车牌识别、多种支付融合应用等技术,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。

(9) 基础配套系统(设施)

基础配套系统(设施)是智慧高速公路的重要构成,主要包括设施智能运维系统、供配电系统、紧急停车带预警、抛洒物吸附车辆、移动作业智能警示装置、基础设施监测设施、绿色环保设施等,并根据路段特点进行设置。

3.2 创新应用建设

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,包括但不限于准全天候通行、货车编队行驶、全生命周期智能养护、自动驾驶支持。创新应用建设内容应至少包括一个场景建设。

(1) 准全天候通行

准全天候通行是指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的短期警告或建议,提高雾天、冰雪等特定恶劣气象条件下通行安全性。通过交通信息监测获取实时、预测的公路气象环境信息,并利用车路协同、边缘计算等技术为驾驶人员提供预警、诱导服务,结合主动式融雪化冰路面或自动喷淋等技术降低恶劣天气对路面摩擦系数的影响,从而

实现特定恶劣气象条件下车辆的安全通行,以减少恶劣气象条件下交通事故、死亡人数,提高恶劣气象条件下交通运行稳定性、可靠性。

(2) 货车编队行驶

货车编队行驶是指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辆及以上货车间近距离组队跟踪的自动驾驶运行。采用环境感知技术获取实时的微观混合交通流信息,并通过边缘计算、V2V/V2I通信、高精度定位等多技术融合,实现编队车辆自动跟随驾驶和突发情况下的协同式编队应急疏散,提高道路通行能力和行车安全。

(3) 全寿命周期智能养护

全寿命周期智能养护是指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。采用基础设施智能监测传感,结合BIM、智能分析等技术,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。

(4) 自动驾驶支持

自动驾驶支持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。智慧高速公路自动驾驶支持可为智能网联汽车提供物理基础设施支持、数字化地图和静态道路标识信息、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,以及实时车辆行驶速度、车辆间距、车道选择等引导信息。

4 智慧高速公路建设管理

根据《高速公路项目建设管理规范》(DB33/T 2003)要求,浙江省高速公路建设管理应完成项目前期、施工准备、施工、验收及缺陷责任期四个阶段的工作。智慧高速公路建设包括营运高速公路智慧化提升改造项目、新建智慧高速公路项目、改(扩)建智慧高速公路项目,具备一定的创新性和特殊性,传统高速公路建设规范不足以支撑智慧高速公路建设管理工作的开展,因此智慧高速公路建设管理需在该四阶段基本工作内容基础上补充相应工作内容。

智慧高速公路建设项目管理补充工作详见表2。

表2 智慧高速公路建设项目建设管理补充工作

建设阶段	营运高速公路智慧化提升改造项目	新建智慧高速公路项目	改(扩)建智慧高速公路项目
项目前期阶段	1) 设计阶段之前编制建设方案; 2) 设计阶段采用一阶段施工图设计。	1) 工程可行性研究阶段编制智慧高速公路建设方案、智慧高速公路课题研究报告; 2) 初步设计阶段编写智慧高速公路课题可行性研究报告; 3) 施工图设计阶段确定技术应用阶段,进行预留预埋设计。	
施工阶段	1) 设置、使用5905MHz~5925MHz频段的自建路侧无线电设备,向国家无线电管理机构申请许可; 2) 借助智慧高速公路测试场进行拟用新技术、新设备的测试; 3) 组建云控平台专项小组; 4) 加强道路施工管理、交通组织管理; 5) 加强各方联系,制定相应的管理办法。	1) 设置、使用5905MHz~5925MHz频段的自建路侧无线电设备,向国家无线电管理机构申请许可; 2) 拟拓展技术的土建预留预埋; 3) 借助智慧高速公路测试场进行拟用新技术、新设备的测试; 4) 组建云控平台专项小组; 5) 加强道路施工管理、交通组织管理。	综合营运高速公路智慧化提升改造项目、新建智慧高速公路项目建设各阶段管理要求。

5 结语

本文在智慧高速公路内涵理解分析的基础上,提出了智慧高速公路定义,从需求出发确定了智慧高速公路建设的“智能、快速、绿色、安全”总体目标和功效目标,提出了“基本应用+创新应用”的建设框架及相应建设基本要求,并在浙江省地方标准、高速公路项目建设和管理规范基础上补充完善了智慧高速公路建设管理阶段性工作内容。

智慧高速公路建设指南是保障智慧高速公路建设项目科学稳步推进的基础,本文针对智慧高速公路建设指南展开的研究,可为智慧高速公路建设指导文件的编制提供基础支撑,有助于智慧高速公路建设标准化工作的推进。

参考文献

- [1] Highways England. IAN 161/15 Smart motorways [S]. 2015.
- [2] 老关. 国内召开首部智慧高速公路技术标准编制大纲审查会 [J]. 公路交通技术, 2017, 33 (4): 126-126.
- [3] 刘若微, 施进, 范佩庆. 智慧高速公路标准体系建设研究 [J]. 信息技术与标准化, 2016 (1): 42-45.
- [4] 苏冠群, 鹿海洋, 王明磊, 宋玉洁, 党斌. 智慧高速及其标准化建设现状 [J]. 中国自动识别技术, 2016 (2): 70-76.
- [5] 徐志刚, 李金龙, 赵祥模, 等. 智能公路发展现状与关键技术 [J]. 中国公路学报, 2019, 32 (8).
- [6] 国土交通省. 关于新一代道路服务提供系统的共同研究报告书 [R]. 2006.
- [7] 崔优凯, 周义程, 杜逸, 王华斌, 毛思捷. 浙江智慧高速公路建设顶层设计研究 [J]. 中国交通信息化, 2020 (4): 18-23.