

智慧高速省级路网平台建设研究

史俊

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要: 2018年以来,全国各地掀起了建设智慧高速公路热潮,浙江、上海等10多个省市陆续印发了智慧高速建设指南、导则等文件指导智慧高速建设,但目前出台的技术文件重点仅围绕单条高速公路的智慧化进行指导,对智慧高速省级路网平台应具备的功能分析较少。因此,基于智慧高速省级路网平台建设实际,以上海的高速公路管理业务为例进行业务分析,通过传统机电系统与智慧高速能力对比,提出省级路网平台所应提升的4个方面,据此提出省级路网平台的总体架构,并对照江苏等已建设智慧高速省级路网平台进行了建设模式、基础设施建设方案和核心功能建设等方面的方案研究。

关键词: 智慧高速;路网级;平台建设

中图分类号: U412.36+6

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2024)05-0001-05

0 引言

智慧高速公路是集成应用先进的感知、通信、计算、控制和绿色能源技术,构建基于数据驱动的信息共享与业务协同体系,促进人-车-路-环境的有机结合,实现建设、管理、养护、运营、服务全链条数字化和智能化,使载运工具更加安全、快速、舒适和环保行驶^[1]。

自2018年2月交通运输部印发《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》以来,全国各地掀起了建设智慧高速公路的热潮。截至目前,全国已有超20个省市正在或准备开展智慧高速的建设,已有15个省市出台了地方标准或地方性的智慧高速技术指南、导则等技术文件。“十四五”期间,各地还在进一步加大建设力度,如浙江、广东等省提出,到“十四五”末期,新建改造扩建智慧高速公路里程达1 000 km;江苏省提出推动新建、改扩建高速公路和普通国省道公路同步开展智慧公路建设,到“十四五”末预期完成1 200 km存量公路的智慧化升级。

目前各地智慧高速项目主要针对单条道路的重新改建,智慧高速省级路网平台建设仍处于起步阶段,仅有江苏、山东、云南等省建设智慧高速路网平台,且以企业级为主,如云南智慧高速路网综合运营

管控平台主要支撑云南交投集团实现管理处、中心高速公路运营业务的集约、高效管理^[2]。随着智慧高速建设带来的感知、管控、服务、决策等能力的提升,现有按照2012年印发的《高速公路监控技术要求》等要求建设的省级监控中心系统及功能已无法适应智慧高速新的发展要求,亟须基于新技术、新目标和新能力,对智慧高速省级路网平台进行系统性研究。

1 省级路网平台管理业务分析

国内高速公路既有如广东省的高速路段监控分中心+城市交投集团等公司的区域级监控中心+省厅综合运行指挥中心的三级架构,也有如江苏省的高速路段级监控分中心+省高速联网营运管理中心+省路网平台的三级架构,还有如上海市的高速路段或区域级监控中心+市(省)级路网中心的两级架构模式。以上海市为例,智慧高速市级路网平台需承载的主要业务应包括以下几个方面。

(1)运行监测。一是监测并掌握全路网实时运行信息,包括交通流状况,道路及设施(含路基、路面、桥梁、隧道、附属安全设施、机电设施、服务区相关服务设施等)实时运行状况、气象及环境状况、交通事故和异常事件信息、重点车辆在途及异常行驶信息、交通控制策略和实时控制方案信息;二是实时掌握全路网各类气象、大客流等预警信息;三是做好与周边省市、其他路网(快速路网、地面道路网)运行监测信息的共享,掌握关联路网的阻断类、拥堵类、重大施工类等事件信息和实时控制方案信息。

收稿日期:2023-09-22

作者简介:史俊(1981—),男,硕士,高级工程师,从事智慧高速、智慧公路、智慧交通设计及研究工作。

(2)应急处置与协同调度。一是开展24h值班值守;二是出现重大交通事件、恶劣气象环境等影响到多条路段的突发事件时,指挥各监控分中心并协调交警、路政等部门开展预警预防、应急响应及处置等工作;三是根据突发事件相关管理要求,开展应急准备管理、事件上报、信息发布、分析决策、统计评估等工作。

(3)出行服务。通过网站、公众号、APP、小程序、服务热线等多种服务方式,为社会公众提供统一的“出行前”和“出行中”不同阶段的出行信息服务,通过接口向互联网导航公司提供实时的阻断类、拥堵类、施工类、养护类、气象环境类、控制类事件信息,开展路网各类服务的评价和监督,支持向智能网联车辆提供服务。

(4)设施管理。高速公路基础设施行业管理,定期对高速公路进行检查、检测;掌握设施的养护计划、养护工程、养护质量和安全状况,开展设施养护管理考核等。

(5)分析决策。利用路网运行数据和设施养护数

据,开展路网运行统计分析,重大突发事件和恶劣天气情况下的态势预测、时空影响分析,有限养护资源情况下的养护(养护方案对策、养护优先级、养护实施时间)决策,路网规划分析决策,高速公路差异化收费分析决策,特定车辆(大件运输车辆、指定车辆等)的全路网路径分析、特定区域或车辆运行规律分析等。

(6)数据共享。为各路段分中心、上级主管部门、周边省份相关单位、交警等部门提供各类数据共享。

除上述业务外,其他如收费、治超等业务,按照交通部相关要求执行。

2 智慧高速省级路网平台升级需求分析

根据各地智慧高速建设内容和已出台的智慧高速地方相关技术文件,智慧高速公路普遍具有监测更全面、识别更智能、管控更精细、服务更便捷、决策更科学、协同更高效等特征。按照《高速公路监控技术要求》建设的传统机电系统与智慧高速具备的相关能力对比见表1。

表1 传统机电系统与智慧高速应具备能力对比

对比对象	对比点	智慧高速	传统机电系统
监测能力	交通流参数监测	主线基本覆盖,重要节点(立交)、重点路段实现全覆盖	对互通立交两侧、特大桥、服务区等监测,重点路段按小于2km间距布设
	布设密度	重点路段覆盖,重要道路全线覆盖	重要路段按2~3km间距布设
	视频监控	重点路段覆盖,重要道路全线覆盖	按不超过2km一对间距布置
监测内容	气象监测	根据精细化监测需求,针对性布置	按10~50km密度布置
	全天候监测能力	除交通流、气象、环境、事件、重要设施、车辆荷载监测外,增加建造、养护质量和安全监测,重点车辆监测,服务区车位、厕所状况等监测	针对重要区段或节点交通流、气象、环境、事件监测;对特大桥、长隧道等设施监测;车辆荷载监测
识别能力	识别效率	多种手段融合,使得低能见度下能实现监测	主要依靠视觉,低能见度下难以监测
	识别精度	交通事件由系统智能识别,发现时延低、遗漏数量少	人工控制摄像机发现交通事件,时间长、易遗漏
管控能力	管控手段	通过车载设施巡查,可智能识别更多肉眼不易发现的路面早期病害	通过人工步巡或车巡,难发现路面早期病害
	管控对象	通过信号灯、车道控制屏等方式进行瓶颈节点和车道的通行和速度控制	主要可对隧道和收费车道进行系统控制
服务能力	服务手段	可通过身份识别,对重点车辆驾驶路径、行为监管	缺乏对某种特定类型车辆监管手段
	服务内容	部分智慧高速可实现为智能网联车辆提供信息辅助、协同控制等	高速公路沿线信息发布设施、终端应用(APP等)、热线、广播等
决策能力	决策支撑	可提供行程时间服务,服务区车位、充电桩等信息服务和预约、支付服务	路径规划、实时路况、占路施工、公路气象、事件预报预警、交通诱导等
	协同方式	依靠实时和历史数据构建科学决策模型,通过多方案仿真对比后择优决策	无系统支持,主要依靠管理人员经验进行判断和决策
协同能力	协同效率	通过系统接口或共用系统方式,实现事件信息、分析成果、处置指令协同	主要依赖电话、传真、微信群等方式进行信息协同
	协同效率	通过系统级接口或共用系统的方式进行处置指令流转,各协同单位进展可一屏展示,沟通和处置更高效	通过手工(电话、传真、微信群等方式)传递信息、指令等方式进行跨部门协同,效率低

基于表1对智慧高速能力的分析,建设智慧高速省级路网平台时,宜在以下方面进行提升。

(1)系统基础能力提升。智慧高速更全面的监测使得系统产生的结构化数据呈现指数级增长,省级

路网平台须构建适应海量大数据存储,实时、离线分析处理,跨业务数据深度融合分析所需的基础软硬件系统环境;须构建满足机器学习、深度学习等计算要求和数字孪生、仿真所需的基础算力环境;须构建满足数据安全、网络安全保护要求的安全防御体系。

(2)流程再造功能提升。智慧高速呈现监测更全面、识别更智能、管控更精细、协同更高效等特征,在全面感知基础上,借助大数据、人工智能等新兴技术,将监测业务扩展至高速公路建管养运全业务,并开展业务流程再造,对原有业务功能升级,达到全过程覆盖、全业务管理、跨业务协同、智能化管理、高品质服务的目标。

(3)分析决策能力提升。随着全网监测、收费等多种数据的汇聚,以及机器学习、深度学习、数字孪生等技术的不断进步,省级路网平台须构建各业务相关的数据分析模型、算法,综合利用各类数据,开展全网各业务态势分析、预测,开展跨业务的综

合分析;构建精准、科学的数字孪生业务应用,逐步具备“以虚预实”“以虚控实”乃至“虚实共生”的决策分析仿真能力和直观的展示能力,提升各类业务的决策水平。

(4)服务对象水平提升。随着监测、养护、服务等业务内容的不断拓展和全过程管理的持续推进,省级路网平台服务应从以下方面提升。一是服务对象的拓展,除满足中心管理人员和公众外,还宜基于一个平台或通过接口实现与养护人员、救援人员、交警等数据和指令的交互。同时,还宜具备为智能网联车辆提供平台端的信息服务、信息交互能力。二是面向公众的服务内容拓展,提供服务区服务设施的预约、支付服务,以及高速公路阳光救援等服务,并实现服务、评价、投诉等一体化功能,提升路网服务水平。

3 省级路网平台总体架构设计

基于上述需求分析,省级路网平台宜采用如图1所示的“五层架构+三个体系”的总体架构。

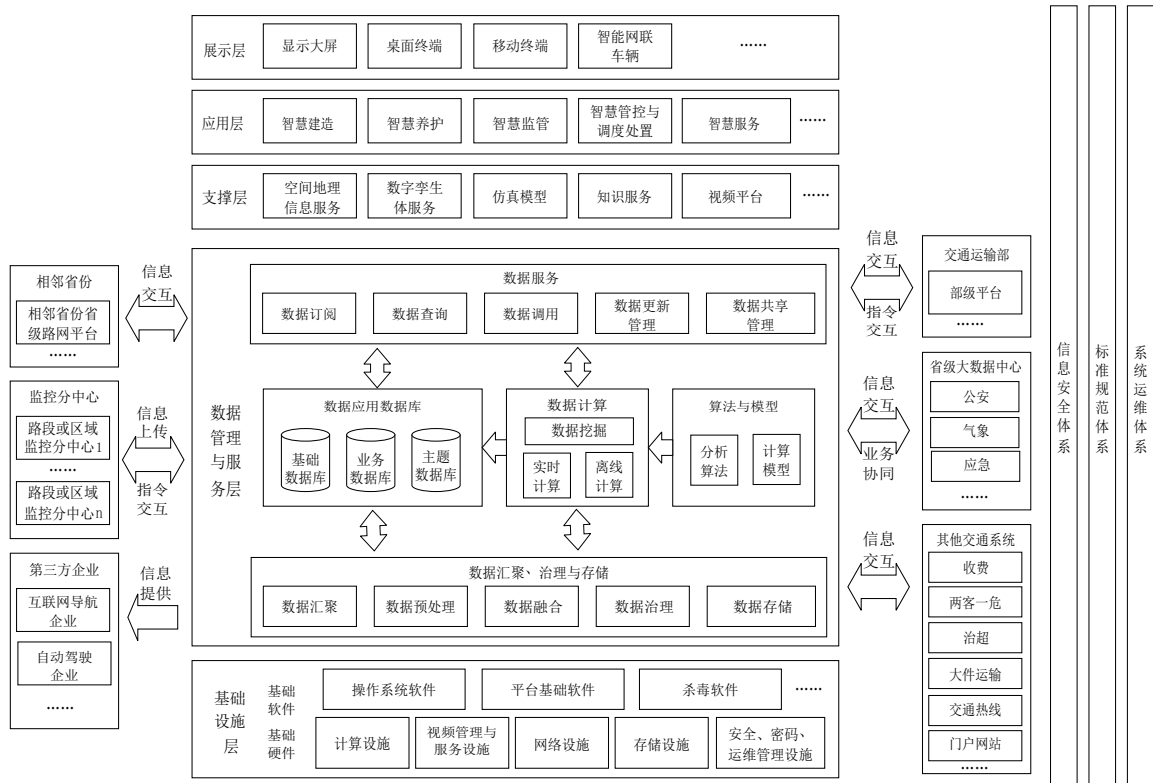


图1 省级路网平台总体架构

五层架构分别为基础设施层、数据管理与服务层、支撑层、应用层和展示层。

三个体系分别是信息安全体系、标准规范体系^[3]和系统运维体系。

3.1 基础设施层

基础设施层可利用云计算技术构建,由基础硬

件和基础软件组成。基础硬件包括服务器等计算设施,视频转发、转码等管理和服类设施,交换机等网络设施,NVR、云存储节点设备等存储设施,防火墙、堡垒机等安全设施,服务器密码机、安全认证网关等密码防护设施,运维设施等。基础软件包括操作系统软件、云平台基础软件、数据库软件、GIS软件、

杀毒软件等。

3.2 数据管理与服务层

数据管理与服务层包括数据汇聚、处理与存储模块,算法与模型模块,数据计算模块,数据应用数据库模块,数据服务模块等。

(1)数据汇聚、处理与存储模块汇聚来自相邻省份省级路网平台、省内各监控分中心、快速路和普通公路等其他路网业务部门的数据,并进行标准化预处理,多源数据的融合,数据去重、修补、清洗等数据治理,并进行存储。

(2)算法与模型模块根据各项业务的数据统计分析、计算需求,构建计算模型和分析算法。

(3)数据计算模块调用相关算法、模型开展实时计算和离线计算,满足各类业务的数据挖掘分析。

(4)数据应用数据库模块包含存储各类设施数据的基础数据库、存储各类业务数据的业务数据库和存储满足各类主题应用的主题数据库。

(5)数据服务模块包含支持外部用户进行各类数据订阅的服务,支持全网轨迹查询等的数据查询服务,支持各类通用统计数据调用的服务,支持数据更新配置管理的服务,支持与交通运输部、省级大数据中心、其他交通系统等对外数据共享管理的服务等。

3.3 支撑层

支撑层包括面向地图应用的空间地理信息服务,面向数字孪生应用的数字孪生体服务,面向实时仿真应用的仿真模型服务,面向指挥调度和养护等业务的知识库服务、深度学习等通用 AI 服务的知识服务,视频平台调用服务等。

3.4 应用层

基于数据层和支撑层,面向建造、养护、管控与调度处置、服务、决策等业务,升级完善各项业务流程和功能,提升数字化、智能化水平。

3.5 展示层

支持省级路网平台显示大屏、工作人员的桌面终端、作业处置人员和公众的移动终端、智能网联车辆等多种渠道的应用展示。

3.6 信息安全体系

根据《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国密码法》等法律法规和网络安全等级保护制度、信息安全技术网络安全等级保护基本要求等标准规范要求,建设相关系统安全、数据安全和密码防护的软硬件设施,并

配套建设相关的安全管理制度,构建完整的信息安全防护体系。

3.7 标准规范体系

在现有的各类高速公路机电系统、智慧高速建设行业或地方标准规范,以及云平台、信息安全、密码等通用标准规范基础上,加强基础设施模型、业务数据共享、车路协同等方面的标准规范的制定,形成支持省级路网平台的标准规范体系。

3.8 系统运维体系

建设覆盖省级路网平台全量设备和监控分中心、路侧关键设备的整体路网运维体系,对设备资产及运行状况进行全生命周期管理,形成自动监测、智能诊断、智能工单、风险分析等能力,并建立严格的运维考核机制和科学的备品备件储备与使用机制,从而便于运维人员准确、高效地防范和处置系统运行风险。

4 智慧高速省级路网平台建设方案研究

目前全国基本已按照《高速公路监控技术要求》建立起了高速公路省级监控中心,具备信息采集、数据处理、信息显示、视频管理、路网监测与协调管理、公众信息服务、信息共享、统计查询、设备管理和系统安全等相关功能。智慧高速省级路网平台在此基础上建设,方案如下。

4.1 平台建设模式

智慧高速省级路网平台建设模式根据管理模式的不同,可以分为两种模式:既有系统升级和构建统一平台。

(1)模式一:既有系统升级。该模式主要适用于高速公路各项业务由多个管理单位进行分散管理,且各个管理单位均有既有系统进行支撑的省市。该模式通过在现有各自系统基础上进行基础设施升级、数据扩容、支撑层建设、应用功能和业务流程升级,通过各系统的接口进行业务指令流转、通用支撑调用和数据共享。各个业务系统作为分布式系统组合成一个逻辑性的(非实体化)智慧高速省级路网平台。

(2)模式二:构建统一平台。主要适用于高速公路各项业务集约化管理、一体化运营和服务的管理模式。该模式是在原有省级监控中心系统基础上,新建一个集全省高速公路数据存储、处理、应用、服务为一体的集中式平台。该平台可以支持交通运输主管部门、路桥公司等单位和交警等相关协同单位一

站式登录,满足高速公路建管养运全业务应用。江苏省智慧路网云控平台即采用此种模式实现“一张网”智能监测、“一张网”协同指挥调度和“一张网”公共智慧服务的业务应用^[4]。

两种建设模式分别适用于不同的管理模式和系统基础,各省可根据实际选择合适模式。

4.2 平台基础设施建设

鉴于智慧高速采集的海量结构化数据将汇入省级路网平台,宜采用云计算技术构建省级路网平台基础设施资源池,采用分布式计算架构实现软硬件资源弹性化管理。

根据省级路网平台数据存储、分析计算、业务应用、网络安全防护、密码防护和云平台管理等需要,合理配置计算资源、存储资源、网络资源和安全资源所需软硬件资源。

4.3 平台核心功能建设

虽然智慧高速省级路网平台建设模式有差异,但平台应具备的核心能力是一致的,即从应用组成上应覆盖建造、养护、管控与调度处置、服务、决策等业务,从管理特点上应体现跨路段、跨地域、跨部门、跨业务整体协同,从技术运用上应以路网级管理需求为导向合理运用大数据、人工智能、数字孪生等技术,并依托相关应用模型和专业算法,提升高速公路管理履职能力和服务水平,促进高速公路基础设施数字化转型。

为体现省级路网平台的特色,应重点围绕以下各方面建设其核心功能。

(1)智慧养护。省级路网平台智慧养护功能应重点围绕路网资产的数字化管理、设施的性能评价养护预测和决策管理、路网内重要通道的安全监测与预警管理等功能进行建设。

路网资产的数字化管理依托GIS、BIM等技术,基于“公路一张图”实现公路路线、地理信息、线形指标及道路相关设施的全对象、全周期、精细化、静动态信息管理和资产管理。

设施的性能评价养护预测和决策管理功能依托设施的历史和实时技术状况检测数据、流量数据,通过构建科学、准确的设施性能评价指标、预测模型和养护决策模型,为路网级重点设施的养护计划制定、养护方案决策分析提供支撑。

路网内重要通道的安全监测与预警管理功能依托路段采集的关键基础设施的监测数据,建设“公路综合风险一张图”,并构建针对重要通道的预警体

系、研判体系,为后续的预警响应和应急处置提供数据支撑。

(2)智慧监管。综合利用路网运行监测数据、ETC门架数据、重点车辆运行数据等,构建针对重点车辆的路网级的实时监测模型,通过数字化手段提升监管精准化水平。利用大数据分析技术,在保障数据安全的前提下,实现异常个体车辆轨迹和运行规律的快速查询,为车辆稽查提供支撑。利用大数据分析技术,实现特定区间车辆运行规律的分析,为道路规划、排堵保畅、差异性收费措施制定等应用提供数据支撑。

(3)智慧管控与调度处置。重点针对影响多个路段的重大突发事件、恶劣天气、区域大流量等事件,构建路网级时空影响分析模型、态势预测模型等分析模型,利用路网运行监测数据、ETC门架数据等进行实时计算,并运用仿真、数字孪生等技术手段,开展管理与调度处置方案的比选,为事件处置指挥提供科学的决策支持和直观展示。

(4)智慧服务。在既有各类服务手段基础上,打通路网内各路段服务区的停车、充电、购物等资源,为乘客提供一门式的服务区各类服务设施预约、事后反馈评价等服务,并根据需求建立和不断丰富各类通过路网级平台支撑的车路协同应用场景,提升对智能网联车辆的服务能力。

5 结语

智慧高速是高速公路提质增效和高质量发展的必由之路,其核心除了构建各条路段的智慧化平台外,更重要的是构建承上启下、联通行业内外、覆盖建管养运全业务、高效智能好用管用的智慧高速省级路网平台。

本文以上海业务为例,通过对省级路网平台业务进行分析、对传统机电系统与智慧高速能力对比引出智慧高速省级路网平台的提升方向,并研究设计了“五层架构+三个体系”的总体架构,提出了智慧高速省级路网平台的建设方案,可为各省后续建设智慧高速省级路网平台提供借鉴。

参考文献:

- [1] JTT 52/01—2022,贵州省智慧高速公路建设指南(试行)[S].
- [2] 孙守卫,孙秀珍.云南智慧高速路网综合运营管控平台建设实践[J].中国交通信息化,2022,274(9):88-92.
- [3] 张海城.智慧地下道路系统总体平台设计研究[J].城市道桥与防洪,2021,263(3):137-142.
- [4] 范海杰.徐州市积极打造智慧路网云控平台[N/OL].中国江苏网,(2022-04-27)[2023-10-05].https://jsnews.jschina.com.cn/xz/a/202204/t20220427_2988666.shtml.