

城市快速路全生命周期智慧管理系统

任晓栋

[上海市城市建设设计研究总院(集团)有限公司,上海市 202301]

摘 要: 智慧快速路管理是一项全周期、多领域、综合性的系统工程。为满足绍兴市智慧快速路管理新需求,在智慧快速路项目规划阶段构建了贯穿城市快速路设计、施工、运维全生命周期的智慧管理系统,包括数字化管理平台(BIM)、结构智能监测系统(IMS)、智慧交通系统(ITS)、车路协同系统(ICV)和智慧照明系统(ILS)。从总体来看,该系统为城市快速路设计施工、运营管理和交通服务带来了显著提升。

关键词: 智慧快速路;全生命周期;工程管理;数字化管理系统

中图分类号: U412.6

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)12-0185-04

0 引 言

我国综合交通网络发展迅速,已成为名副其实的交通大国。为加速由“交通大国”向“交通强国”转型,十九大制定了“数字中国、智慧社会”的战略发展目标。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》,着力在基础设施数字化、路运一体化车路协同、基于大数据的路网综合管理等方向进行试点突破,助力交通强国建设。

绍兴市区位独特,位于浙江省中北部、杭州湾南岸,处于杭州和宁波两大核心之间,是长三角城市群重要城市、环杭州湾大湾区核心城市、杭州都市圈副中心城市。为提升城市能级、方便群众出行、促进三区融合和经济发展,按照绍兴市委市政府“融杭联甬接沪”战略部署,绍兴市将构建起“六横八纵”城市快速路网。

绍兴市区智慧快速路具有规模大、周期长、工期紧、定位高等特点,在快速路发展历史上罕有相似案例。为满足智慧快速路管理新需求,在项目规划设计阶段即构建了面向全生命周期的智慧快速路智慧管理系统。

1 智慧快速路管理新需求

绍兴市区智慧快速路管理是一项全周期、多领域、综合性的系统工程,传统的管理模式已经无法满足智慧快速路的管理需求,尤其是在建设施工期和

运营养护期。

1.1 建设施工期

根据 2018 年《绍兴市区快速路网规划》要求,在短短的 4 年时间内(即 2018 年至 2022 年),绍兴市区越东路、二环北路、于越路(原 329 国道)、二环西路快速路必须全面建成投运(见图 1)。由于工期紧、任务重,对建设速度的要求极高。除了采用预制拼装技术来提高施工效率之外,还要有高效的管理平台来服务各方参与者。



图 1 绍兴智慧快速路规划

到 2035 年,绍兴市要在长达 17 a 的时间里分阶段建成“六横八纵”的智慧快速路,路网总长达 438 km。面对如此大规模、长周期的建设,若将各段快速路“分而治之”,必将导致管理工作成倍增长,各区段、各时期的建设无法实现管理经验共享,甚至造成数字化管理平台的重复建设。

1.2 运营养护期

根据设计要求,桥梁主体结构设计使用年限为 100 a,这意味着运营养护期占快速路全生命周期的 95%以上。在可预见的很长一段时间内,如何对日常养护、检测监测、预防性养护、大中修等活动进行管

收稿日期: 2023-01-17

作者简介:任晓栋(1981—),男,硕士,高级工程师,从事市政工程设计研究工作。

理,在保证结构安全的前提下降低全生命周期维护费用,是绍兴市智慧快速路管理需要解决的重要问题。

运营养护期不仅要确保土建结构安全,更要保障快速路的交通状况处于良好状态,降低资源消耗、发挥设施效能。运营养护期绍兴市智慧快速路通行能力高,主线多采用6~8车道,车辆速度快,主线设计速度80 km/h。如何避免快速路网在高峰时段出现大面积拥堵,如何快速化解突发事件影响,如何提高智慧交通的服务水平等都是运营管理需要解决的新问题。

2 绍兴市快速路智慧管理系统

为系统解决绍兴市智慧快速路在建设施工期和运营养护期的管理问题,在规划设计阶段就着手进行了布局规划,借助智能感知、大数据、5G和物联网等技术构建起面向全生命周期的“一平台四系统”智慧管理系统。

“一平台四系统”智慧管理系统主要包括数字化管理平台(BIM)、结构智能监测系统(IMS)、智慧交通系统(ITS)、车路协同系统(ICV)和智慧照明系统(ILS)(见图2)。



图2 面向全生命周期的“一平台四系统”智慧管理系统

2.1 数字化管理平台

绍兴市智慧快速路数字化管理平台(简称为BIM平台)是基于BIM+的全网设计施工运营的基础应用平台(见图3)。目前已为设计和施工提供了项目总览、数据中心、模型中心、进度管理、质量管理、安全文明、数字工地、预制生产、教学培训9大功能模块(见图4)。



图3 BIM平台功能体系架构



图4 具备多功能模块的BIM平台

BIM平台运用了当前国际先进的三维可视化技术和信息管理技术,并与大数据、云计算、智能交通等先进技术相融合,实现快速路建设的数字化和可视化,在增强平台性能和效果的同时,大大降低了用户使用的门槛,构建了“智能互联,全员参与”的落地应用模式(见图5)。目前,平台已应用于绍兴市越东路、二环北路、于越路和二环西路4条快速路的5个标段,总里程超过70 km,覆盖20多家参建单位,用户规模已突破1 000人,涵盖了业主、设计、施工、监理等角色(见图6)。BIM平台已经成为快速路建设工作中不可或缺的管理技术手段,在快速路通车后,将继续为快速路交通运营、管理养护发挥作用^[1]。



图5 BIM平台三维可视化效果



图6 BIM平台服务对象

在BIM平台中,用户可以通过模型了解项目方案与建设进度,借助大数据分析成果快速掌握工程最新动态,通过实时视频和环境数据把控施工现场安全文明。更为重要的是,平台中沉淀的信息将成为

业主的数字资产,对推动绍兴市智慧快速路全生命周期数字化管理具有重大意义。

2.2 结构智能监测系统

绍兴市智慧快速路基础设施结构智能监测系统(简称为 IMS 系统)主要是为了提供基础设施结构监测及高效运营养护。该系统从基础设施的安全性、耐久性和使用性出发,实时监测基础设施结构(以高架桥梁为主,涵盖道路、地道等主体结构)在运行过程中可能出现的结构劣化、设备设施异常等,通过评价算法进行结构状态评估并发布预警,及时防止病害的发展扩大,用预养护的思想降低结构大中修投入,从而为运营养护决策提供依据和指导,提高管养水平。

与上海、宁波、武汉等城市主要针对市政、公路节点桥梁开展结构监测的技术思路不同,IMS 系统的特点是:

(1)在数据采集层,绍兴市智慧快速路 IMS 系统基于 BIM 平台,在基础设施全生命周期数字化的基础上,通过实施低成本、高效率、全覆盖的传感采集方案,完成快速路全线基础设施运营过程中的实时动态数据采集,并对采集数据进行分析处理,将原始数据和结果数据一并汇聚到管理平台。

(2)在数据分析层,IMS 系统结合快速路不同结构的具体特征,通过算法研究建立可以反映结构性能状态的评估指标体系,并提炼核心指标,从而以最小的数据分析成本实现结构健康的全时监测,对异常事件实施预警;同时基于 BIM 平台,结合构件的静态数据和历史数据,生成相关报告和图表,为基础设施的运维养护提供辅助决策,提高运维效率,降低运维成本。

IMS 系统是首个面向智慧快速路网的基础设施结构智能监测系统,能有效提高运维效率、优化运维成本,为全生命周期运维提供有力手段,具有显著示范效应。

2.3 智慧交通系统

绍兴市智慧快速路智慧交通系统(简称为 ITS 系统)作为“六横八纵”快速路网的运行指挥中心及大脑,以数据驱动业务管理,以智能提升交通品质,是全网全覆盖高安全高效率的智能交通系统。ITS 系统建设内容包括中心建设、平台搭建、通信组网以及外场智能化设备部署,在建设过程中统筹考虑 ITS 系统的顶层设计、发展规划及数据资源,前端设备遵循“少而精”的布设原则,通信层面考虑车路协同、兼顾

5G 通信,中心设计则面向未来。

新建绍兴市快速路网监控指挥中心,融合智能交通系统、基础设施监测、工程全生命管理和智能网联云控 4 大应用领域,实现对道路动态运行、基础设施效能、机电设备状况的全面感知,构建 1 张面向全市快速路的一体化运行监测总图,打造综合监测、智能运维及创新应用的一体化平台,为智慧快速路的建设、运行和管理提供数据及业务支撑。

依据绍兴市“六横八纵”的快速路网规划,监控智慧中心在未来将汇聚全市快速路外场智能设施的数据,整合快速路及城市路网的信息资源,远期面向全市快速路的建设、管理及综合服务,提供全天候市级路网实时运行监测、基础设施监测、交通信息发布及与养护管理相关的信息服务,拓展快速路网交通仿真、数据研判、应急指挥和决策支持等业务领域。

2.4 车路协同系统

通过建设支持高级别自动驾驶的智能化车路协同系统(简称为 ICV 系统),绍兴市打造了全国首个路网级智能网联快速路、全国首个快速路网自动驾驶开放测试场,成为最聪明、最品质、最引领的智慧快速路标杆^[2]。

ICV 系统提供全局(全息)车道级协同式多类别应用场景感知(含道路事件及其他不在视野范围内交通参与者),通过单车路侧双重保障,彻底消除自动驾驶感知盲区,为车辆保驾护航(见图 7);形成新一代智慧快速路应用示范基地,构建更详细、准确、全面、及时的出行信息服务走廊,为各维度交通参与者提供全新的出行体验;发挥长三角区位优势,实现自动驾驶全场景化,形成规模化自动驾驶应用深度融合民众出行、交通作业业务应用,打造全新智能化出行模式与路网管理模式,引领自动驾驶行业标准、政策制定^[3-4]。

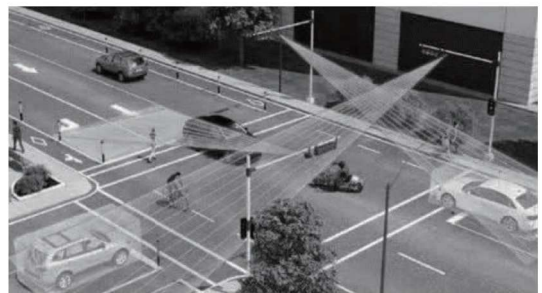


图 7 车路协同系统

围绕“智能监测、信息共享、协同管理、智慧服务、辅助决策”的智慧快速路内涵,提出“1133”的总体建设内容,即建设 1 个车路协同云平台,1 套全息

感知道路基础设施,3套支撑体系(自动驾驶应用支撑、平台运行支撑、路侧设施运行支撑),提供3类应用服务(运营管理类服务、公众出行类服务、车辆测试类服务)。

2.5 智慧照明系统

快速路网智慧照明系统(简称为 ILS 系统)综合了绍兴市智慧快速路建设、城市智慧建设、智慧系统资源整合和智慧城市管理等多方面的迫切需求;针对绍兴市智慧快速路建设的当前现状,利用信息化技术手段,进行了系统化的研究和开发,以城市中资源最丰富的路灯为基础,构建“路边接入网”,为绍兴市创建一整套涵盖通信网、互联网、物联网的信息化解决方案。在进行智慧快速路建设的同时,为实现智慧城市建设预留必备条件,其中包括:智慧环保、无线城市(WIFI/4G/5G 微基站)、智慧安防、智慧生活、视频监控、无人驾驶、交通信号。

ILS 系统在智能照明模块基础上,集信息发布模块、信息采集模块、信息传输和控制模块等于一身,可实现 LED 路灯智能照明、LED 显示屏信息发布、无线网络、视频监控、RFID 人/物监测、环境传感监测等不同应用,成为未来智慧城市的重要载体和终端系统,为智慧交通、平安城市、智慧社区的建设及基础设施智能监测提供 24 h 保障。

结合路灯“杆”、“电”、“网”,建设“路边接入网”,以智慧照明为基础,以路灯杆综合应用集成为载体^[5],建设全新的城市级物联网信息节点,搭建城市级路灯物联网管理平台,形成智慧城市的信息主干网络,完成智慧快速路建设,实现真正的智慧城市综合管理。为避免重复建设,规范道路杆件及相关设施设置,切实改善城市景观,创造有温度、可感知的城市环境,在利用智慧灯杆建设时,应结合道路常见杆件合杆设置,确保高效利用城市有限的地面和空间资源,切实改善城市道路景观,最终形成一套简洁、美观、大方的智慧照明系统。

3 应用效果

绍兴城市快速路智慧管理系统的“一平台四系统”涵盖了整个快速路规划、设计、施工、运维的全生命周期,数字化全面赋能快速路设计施工、运营管理和交通服务。

BIM 平台集成了施工前详细排摸的工程沿线周边环境、桥梁、道路、地下管线等相关信息数据,可实现设计方案快速优化。从规划设计到施工进度,各种

安全注意事项被集成至平台,不仅施工更快速、安全、有序,而且施工质量可见、可控、可追溯。依托 BIM 平台,进一步挖掘安全管理内容、深化施工管理 APP 应用:通过定点打卡,确保人员落实到位;通过科学分项,确保检查内容全覆盖;通过智能推送,督促业务流程闭环,以线上线下载联动方式,全面管控施工生产安全。最终形成的建筑信息数据库,还可为快速路建成后的运维养护提供科学高效的辅助决策。

IMS 系统可对运营阶段高架桥梁的健康状况进行实时监测。传统桥梁维护保养依靠人工定期进行表面检测,有时很难及时从内部发现安全隐患。而绍兴市智慧快速路在建造时就在桥梁结构中埋设了数以千计的微型传感设备,能全天候进行风险识别、风险评估和风险预警,达到有效管控运营风险的目的。

ITS 系统、ICV 系统和 ILS 系统显著提升了快速路智慧化水平,增强了快速路交通服务能力。运用了全球领先综合事件检测技术的智慧交通系统可实时感知道路运行情况,第一时间精准发现道路事故,并自动发布预警信息,同步联动联勤救援排障,做到智慧快速路“智”与“行”合一,从而改善了交通拥堵现象,方便市民出行。

4 结 语

(1)城市快速路智慧管理平台综合运用三维可视化技术和信息管理技术,并融合多项先进技术,实现了“智能互联,全员参与”的落地应用模式,建设施工期所积累的数字资产也可为运营养护期数字化管理提供良好基础。

(2)结构智能监测系统实施低成本、高效率、全覆盖的传感采集方案,能实时监测结构状态并进行智能评估,为运营养护决策提供依据和指导,有效提高运维效率、优化运维成本。

(3)智慧交通系统、车路协同系统和智慧照明系统融合 5G 通信、物联网、大数据、人工智能等新型技术,以智能提升交通品质,打造了全方位、多层次、智能化的交通服务体系。

(4)城市快速路智慧管理系统成功应用于绍兴市智慧快速路,具有突破性的影响,将有助于推动其他城市开展智慧路网建设,全面提级道路基础设施数字化管理水平。

参考文献:

[1]唐振羽,吴亚刚,李泽深.基于 BIM 的智慧交通信息管理系统在城

(下转第 192 页)

目结算相对简单。

(2)固定单价项目结算,根据竣工图纸、图纸会审纪要及工程有关洽商、会议记录、业主指令单、技术核定单等汇总计算结算工程量,固定单价 $\times$ 结算工程量=结算总价,前提不超合同价(或合同价、可行性研究批复价、初设价三者取其低),各类单子增加工程量应分别计算,方便审核对量。

(3)分包结算,视所采用的合同类型而定,但由于涉及的分包单位较多,分包结算工作量较大,要做到以下几点:

一是组建专业结算团队,人员要有较高的业务素质和较高的思想觉悟,可以公平合理的进行结算工作。

二是结算人员要熟悉项目情况,包括分包招投标文件、下游分包合同、施工图纸、设计变更文件及技术核定单、现场签证单等。

三是工程量的审核,结算人员依据上述文件认真核实工程量,确保分包结算的准确性。

四是材料价格合理性的审核,对于原分包合同中未包含的主要材料,依据相关条款规定,有信息价的参照投标时月度信息价,没有则共同询价商议后确定。

五是审查签证、变更部分定额的套用是否合理,结算人员要熟练掌握定额,知晓定额内容及定额计算规则,避免重复计算造成成本增加。

六是审查取费标准,是否按照国家和上海(地方)有关规定计取相关费用(包括地方调整结算文件)。

七是审查投标报价签约时承诺的让利在结算中是否体现。

八是审查现场罚款台账,在结算时一并予以扣除。

(4)多关把控总分包结算

总包、分包结算文件整理完成后,要经工程管理部造价主管校核、工程总承包项目经理复核、工程管理部商务经理审核后方可对上级或对外报送,以保证审核结果的客观性、合理性、合规性。

5 结 语

总之 EPC 总承包项目造价管理与成本控制贯穿于项目全过程,做到事前、事中、事后严格管控,利用设计院站在产业链上游的优势,把控好估算、概算、预算、结算,把成本控制的理念贯彻到项目的各阶段,将每个阶段的造价管理串联成一根绳,促进我们总承包项目造价管理与控制水平的提升,有利于提高 EPC 总承包项目目标利润率,从而提高企业的经济效益,促进企业可持续发展。

参考文献:

- [1] 吴永青.EPC 总承包项目费用控制的要点及措施[J].化工管理,2022(3):11-13,26.
- [2] 张浩,宋聪旭,马兰.设计院牵头的 EPC 总承包项目竣工结算实践研究[J].项目管理技术,2022,20(5):129-133.
- [3] 陆建鑫,王森,龙海,等.浅谈境外 EPC 项目中的“设计管理”工作[J].安装,2022(8):9-11.
- [4] 潘慧鑫.基于 EPC 工程总承包模式下工程造价管理的思考[J].商业观察,2021(28):79-81.

(上接第 188 页)

- 市道路运营中的应用[J].绍兴文理学院学报(自然科学版),2021,41(1):29-36.
- [2] 赵溢峰,董玉璞.面向绍兴市智慧快速路的自动驾驶适应性分析[J].交通与运输,2020,33(增刊1):188-192.
- [3] 赵溢峰,陶永峰.长三角智慧快速路车路协同应用探究[J].中国交通

- 信息化,2020(6):135-137.
- [4] 于力,陶永峰.智慧快速路车路协同系统应用及展望[J].中国交通信息化,2021(增刊1):158-159.
- [5] 乐卫洪.智慧路灯在城市快速路的应用研究[J].现代信息科技,2020,4(12):36-38,41.