

智慧地下道路系统总体平台设计研究

张海城

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要:近年来,计算机、物联网、移动互联网、大数据等新一代信息技术发展,为长大地下道路运营安全和效率提升提供了更多智慧化手段,新技术与传统基础设施结合,发展智慧地下道路是未来行业发展趋势。通过分析隧道机电系统信息化现状,与传统综合监控系统的关系,针对性地提出一套智慧地下道路系统总体平台,推动隧道运营管理和通行效率的提升。

关键词:智慧地下道路系统;平台设计;系统架构

中图分类号: U491.2

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2021)03-0137-03

0 引言

城市地下道路是指地表以下供机动车或兼有非机动车、行人通行的城市道路^[1]。近年来,土地资源紧缺,出于对生态保护、改善环境、提升区域功能以及提高城市综合竞争力等多重因素的考虑,城市地下道路数量越来越多,规模越来越大。

近年来,计算机、物联网、移动互联网、大数据等新一代信息技术发展,为长大地下道路运营安全和效率提升提供了更多智慧化手段,新技术与传统基础设施结合,发展智慧地下道路是未来行业发展趋势。智慧交通作为信息技术与基础交通设施建设高速发展的融合,近年来炙手可热。2014年,交通运输部部长杨传堂做了《深化改革务实创新加快推进“四个交通”发展》的报告,提出将“四个交通”(即综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通)作为当前和今后一段时期交通运输发展的主旋律,并指出智慧交通是实现“四个交通”的关键。2019年9月,中共中央、国务院印发了《交通强国建设纲要》,发展先进智慧交通,通过集成应用先进的信息、通信、传感、控制等技术,使人、车、路相互作用关系以新的方式呈现,从而实现实时、准确、高效、安全、节能的目标。

1 地下道路信息化应用现状与问题

信息化智能化水平是衡量隧道管理现代化发展

水平的重要标志。经过约20a的建设和发展,地下道路信息化取得了一定进展,信息技术应用达到一定的水平。但从总体上看,信息化发展水平还较低,远不能满足建设现代隧道管理体系的要求,主要体现在以下几个方面。

1.1 基础薄弱

标准规范弱:虽然出台了部分标准和规范(包括国家标准和行业标准),能够解决某些点和线上(例如机电系统)的业务信息化问题,但总体上覆盖的范围有限,缺乏机电新系统的标准化制定(例如地下定位导航系统、智慧交通管控系统),不能为智慧地下道路系统建设提供全局的指导。

硬件设施弱:目前已经建成的信息系统,大都采用了“烟囱式”架构,每一个IT系统都有自己的存储和IT设备,以及独立的管理工具和数据库。系统之间基本无法共享数据和信息,利用率较低,维护成本高,总体上硬件设施比较薄弱,无法满足现代隧道运营管理的需求。

应用软件弱:首先是应用软件覆盖的业务范围非常有限;其次是应用软件的标准化程度低。

保障措施弱:一方面,专业人才队伍缺乏;另一方面,信息系统运营维护管理制度不尽完善,配套资金常常不能满足实际需要,缺乏长远发展规划。

由于信息化基础整体薄弱,隧道行业监管严重地依赖于人工工作,自动化水平整体不高,影响了业务效率和业务水平,影响到智慧地下道路系统的发展。

1.2 数据资源化水平低

数据标准化程度低:除个别业务领域外,在隧道

收稿日期:2020-07-27

作者简介:张海城(1990—),男,硕士,工程师,从事智慧交通设计工作。

建设、运营、养护、办公和公众服务等业务领域,都没有形成业务数据标准化所需的标准体系。

数据可共享水平低:由于“烟囱式”架构在已建成信息系统中的广泛采用,导致不同的信息系统各自使用独立的信息资源,包括各类数据资源。系统之间没有统一的数据交换标准,缺乏数据交换与共享,难以实现不同系统间的协同。

数据整合水平低:数据由不同的业务应用系统产生、管理和维护,且“烟囱式”架构导致不同业务应用的资源难以共享,从而影响了数据资源的整合水平。

数据深度分析和利用水平低:已开展的数据深度分析和利用工作总体上深度不足,对实际工作的指导作用有限,尚不具备有效支撑交通运输管理决策的能力。

总体上看,目前隧道领域的“信息孤岛”现象较为严重,数据和信息的资源化水平总体不高,给交通数据的综合利用构成了障碍。

2 与传统综合监控系统的关系分析

随着信息化技术的发展,智慧地下道路系统建设将以隧道综合管控和道路保畅为导向,提供环境监测、事件预防、事故处置、诱导指挥、机电运维的综合能力。从预防角度实现隧道监控自动化,从处置角度实现事件处置智能化,从运维角度实现隧道资产管理数字化。

在保证数据标准、接口标准一致性的前提下,充分利用隧道综合监控系统的交通流数据、视频信息以及原有隧道综合监控设备状态数据,打通两大系统,建立公共的信息数据库。

新增全息感知智能化设备,采用大数据算法模型分析提升预测预警、状态研判能力,提升交通运行管控效率,实现更智能的决策功能,采用领先的定位导航技术实现智慧交通引导,采用AI视频分析技术提升隧道防灾应急处置能力,采用联控动控制管控技术实现全寿命周期的智慧养护管理,见图1。

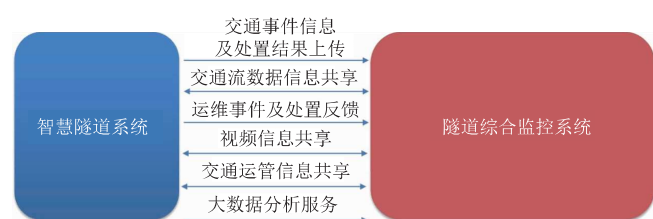


图1 与隧道综合监控系统的关系

3 智慧地下道路系统系统平台架构设计^[2]

发展智慧地下道路系统,促进“互联网+”便捷交通发展,让人民群众出行更便捷。打破传统的“烟囱式”条块分割,在系统层面做到隧道行业信息系统整合和交通数据开放共享。

结合隧道行业信息化、智慧地下道路系统系统建设及规划项目现状,基于现代信息技术发展,特别是云计算/大数据、云边端的参考架构,本文提出了智慧地下道路系统系统的总体框架体系,可以概括为“五层三体系”^[3]。系统架构见图2。

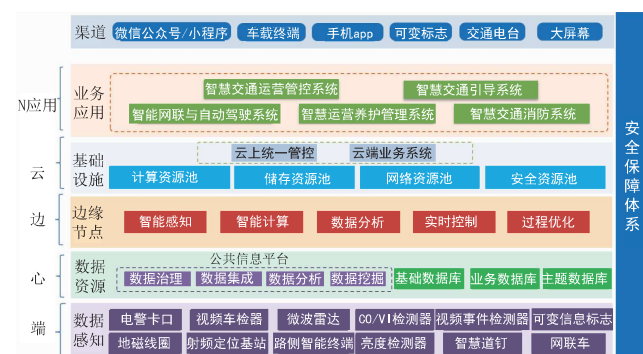


图2 系统架构图

“五层”分为数据感知层、基础设施层、数据资源层、边缘计算层、业务应用层。

“三体系”分别是标准规范体系、信息安全体系及管理制度体系。

3.1 数据感知层

数据采集和感知设施主要分为自采和共享两个方面。

(1)自采:主要依靠数据采集设施来采集隧道里的数字化信息,包括基础设施数字化信息、交通视频、气象信息、交通流状态、交通事件、交通环境、交通运行管控等动态数据。

(2)共享:是指从其他系统平台获取数据。

信息发布及执行设施:包括情报板、广播、电子指示标志、微信/微博等公众号以及互联网网站服务等。

3.2 基础设施层

智慧地下道路系统系统的基础设施层,依托云平台资源和本地专用硬件设备等,用于承载数据、公共信息平台和业务应用的正常运行。包括计算、存储、网络、安全、云服务等IT基础设施设备;通过多种网络通信能力实现终端、设备、数据、应用等互联互通,涉及互联网、物联网、视频专网以及其他专网等,让隧道各业务部门协同互通。

虚拟化资源池的基础设施包括计算资源、存储资源、网络资源以及配套的机房、机架或机柜、供配电、空调、门禁等。贯彻基础设施即服务(IaaS)的设计思想,将包括主机、存储、网络及其他硬件在内的硬件设备虚拟化、云化、池化,形成一个弹性的基础设施资源池,并通过云管理平台进行统一管理和监控。

智慧地下道路系统系统需要的通信网络应该是高度智能化、具有高度柔性和适应能力的网络,包括专用网和运营商网络,覆盖有线和无线网。满足可扩充性和灵活性、具备高安全性、确保服务质量保证(QoS)以及高效的可管理性。

3.3 数据资源层

支持基础数据全局统一的采集、存储和服务,包括数据抽取(清洗/转换/加载)、数据仓库、数据集市,形成结构化数据库和非结构化数据库。结构化数据包括基础数据库、业务数据库、主题数据库等,非结构化数据包括视频、图片、文档等,建立起元数据管理。

建成全面、完善、权威的隧道行业公共信息平台,实现各应用系统之间信息共享与交换,实现数据的综合管理和综合应用,为各级管理机构提供辅助决策支持、为公众交通信息服务提供数据支持,提供了打破传统信息系统的烟囱式布局的有效途径。

建立规范可行的数据采集机制、数据更新机制、数据共享机制,从根本上保证交通数据资源的全面规范采集、及时有效更新、合理共享与交换。

3.4 边缘计算层

可实现接收、处理和转发来自数据感知层的数据流,提供智能感知、安全隐私保护、数据分析、智能计算、过程优化和实时控制等服务。边缘计算层包括边缘网关/边缘控制器/边缘云/边缘传感器等设备,封装边缘侧的计算、存储和网络资源。此外,还包括边缘管理器软件,主要是提供业务编排或直接调用的能力,操作边缘计算节点完成任务。

3.5 业务应用层

业务应用层包括隧道管理的主要业务处理系统。业务处理系统是对业务处理过程进行针对性支持的信息系统,是完成具体工作的工具。工作人员能够使用信息化工具,将交通基础设施作为一种资源进行全方位的管理,也能对交通基础设施维护的全过程提供信息化支撑。

智慧应用系统基于融合的交通大数据和统一的支撑工具,提供交通运行管控、交通引导、节能控制、隧道消防、养护管理及可视化等业务应用,形成业务覆盖全面、重点突出、兼具分析广度和深度的体系化、自动化、智能化的分析应用体系,为隧道运营管理者提供科学规划与决策的依据。

3.6 渠道层

渠道层面面向终端用户提供访问智慧地下道路系统系统的用户界面,包括内部用户和公众用户。支持包括个人计算机(PC)和移动终端(智能手机、平板电脑等)的多种手段,以及客户端(Client)、浏览器和移动应用(APP)等形式。

信息发布设备包括:设置在交通基础设施沿线现场的情报板、控制中心/服务区的大屏、信息发布网站、移动APP、微信/微博公共号、短信、广播、电子指示标识以及导航地图类第三方互联网应用软件。

3.7 信息安全体系

信息安全体系是智慧地下道路系统系统安全稳定运行的重要保障和必要条件。依据《中华人民共和国网络安全法》、《信息安全等级保护管理办法》(公通字[2007]43号)和最新的网络安全等级保护2.0标准规定的安全要求,全面评估系统安全威胁对三类受侵害客体的侵害程度,综合确定系统的安全保护等级,在此基础上制定智慧地下道路系统系统的信息安全策略,确保信息系统的安全,特别是数据安全。

构建统一的安全平台,实现统一入口、统一认证和统一授权等功能,使智慧地下道路系统系统生产流程在受控和保护的情况下进行,为平安智慧地下道路系统系统提供经济、有效的安全服务,保障系统安全运行。

根据《大数据安全标准化白皮书》,保障数据不被窃取、破坏和滥用,以及系统的安全可靠运行,需要构建包括系统层面、数据层面和服务层面的大数据安全框架,从技术、管理和运行等方面多维度保障应用和数据安全。

3.8 标准规范体系

隧道行业智慧化信息系统标准规范体系主要包括以下几方面:

(1)充分利用现有的ICT(信息通信技术)标准规范体系,包括但不限于通信工程、系统与软件工程、

季整体温度变化低于夏季,因此冬季箱梁内表面温度场分布和变化与夏季大致相同,只是温度的极值不一样。

(4)由于桥梁混凝土传热能力较差,顶板、底板厚度范围内温度场发生了较大变化。

(5)由于冬季太阳辐射效应没有夏季强,因此腹板竖向温度场较夏季变化小,顶板外表面向下 400 mm 范围内,24 h 最大温差为 10.7℃,底板外表面向上 500 mm 范围内,24 h 最大温差为 3.0℃。

4 结 语

通过 ANSYS 对夏季、冬季两个桥梁运营过程中经历的极端温度场进行非线性瞬态热传导分析,结论如下:

(1)被太阳辐射直接作用的桥梁表面,表面温度较其他部位高,且由于混凝土传热能力较差,桥梁梁

体内部对外界热辐射的反应滞后;夏季与冬季虽然整体外围环境辐射强度不同,但温度场在桥梁内部的分布规律大致相同。

(2)夏季与冬季沿腹板高度分布的温度梯度与我国《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)中规定的竖向温度梯度不同,规范中顶板最大温差是 14℃,而夏季温度场分析的最大温差为 16℃;规范在距离顶板以下 500 mm 外范围内,没有温差效应,而夏季温度场分析所求的最大温差为 4.7℃,冬季为 3.0℃,且未考虑极端恶劣天气影响,因此建议在对大型桥梁设计时,酌情提高温度梯度的幅值,保证桥梁运营过程中耐久性要求,防止温度裂缝的出现。

参考文献:

- [1] 杨世铭.传热学[M].北京:高等教育出版社,1998.
- [2] 薛守义.有限单元法[M].北京:中国建材工业出版社,2005.
- [3] 孔祥谦.有限单元法在传热学中的应用[M].北京:科学出版社,1998.

(上接第 139 页)

物联网、云计算、大数据、人工智能等方面的标准规范;

(2)在充分利用现有标准体系成果的基础上,针对隧道行业特点和现有标准体系的不足,加以必然的完善,并补充必要的新标准。

3.9 管理制度体系

建立完善的管理制度体系,包括管理制度、管理机构、人员管理、系统建设管理和系统运维管理。安全管理和运维应满足网络安全等级保护 2.0 对管理方面的要求。

以云计算平台上线正式运行后的常态化安全保障工作为目标,针对自评、测评、审计、检查、加固等各服务环节,建立适合智慧地下道路系统系统管理

运维的常态化检测和安全服务机制。

4 结 语

智慧地下道路系统系统的建设不是传统系统那样的“烟囱式”布局,不能依靠设备堆砌方式来实现,而是需要有统一的、开放的、适应技术发展的系统架构。在新兴技术的推动发展下,智慧地下道路系统的发展前景广阔,潜力巨大,将有效的提升隧道体验者的服务水平和隧道运营管理者的管理水平。

参考文献:

- [1] 蔡文海.智慧交通实践[M].北京:人民邮电出版社,2018.
- [2] 中国电子技术标准化研究院.云计算标准化白皮书[Z].2014.
- [3] 曾磊,王少飞,何旭春,等.智慧型隧道的概念、架构及其关键技术[J].现代隧道技术,2016,53(4):1-8.