

基于物联网和BIM的城市生命线 运维管理研究

陈兴海¹, 丁烈云²

(1. 上海师范大学建筑工程学院, 上海 201418; 2. 华中科技大学土木工程与力学学院, 武汉 430074)

[摘要] 分析了城市生命线运维阶段存在的问题, 基于物联网和建筑信息模型(BIM)的应用特点, 讨论了其在城市生命线运维管理阶段的适应性, 提出了基于BIM的物联网城市生命线安全运维管理系统框架, 为未来建立智慧城市提供一定的参考依据。

[关键词] 物联网; BIM; 城市生命线工程; 运维管理

[中图分类号] TU17 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2014)10-0089-05

1 我国城市生命线工程运维管理现状

随着城市建设的迅速发展, 作为城市基础设施的主要组成部分, 供水、供气、电力、通信、交通等城市生命线工程在城市规划、建设和管理中发挥着重要作用, 并由过去单一、简单的形式发展成为目前多类别、多权属、布局复杂的综合系统, 相互构成网络且在城市空间上覆盖一个很大的区域。这些工程一旦在运维阶段发生故障和灾害事故, 就会产生连锁效应和衍生灾害, 直接威胁整个城市的公共安全, 给人民生活带来重大影响。根据《2009—2013年中国地下管线事故统计报告》统计, 最近5年我国发生影响较大的典型事故总计75例, 导致直接死伤的事故案例共27起, 死亡人数达117人, 如图1所示。其中最严重的当属2013年“11·22”中石化东黄石油管道泄漏爆炸事故, 造成62人死亡、136人受伤, 直接经济损失75 172万元。此外还有2012年发生在北京的“7.21”特大暴雨, 造成79人死亡, 经济损失达116.4亿元, 以及2012年由于货车超载导致的“8.24”哈尔滨阳明滩大桥坍塌事故等。导致城市

生命线工程在运维阶段发生安全事故的原因是多方面的, 如地下管线自身的老旧、腐蚀等, 但其并非管线事故主因。据统计, 因管线自身问题引发的事故占比仅约10%, 近七成事故是由第三方施工、自然原因、外力蓄意破坏等外部因素所导致的, 如图2所示。

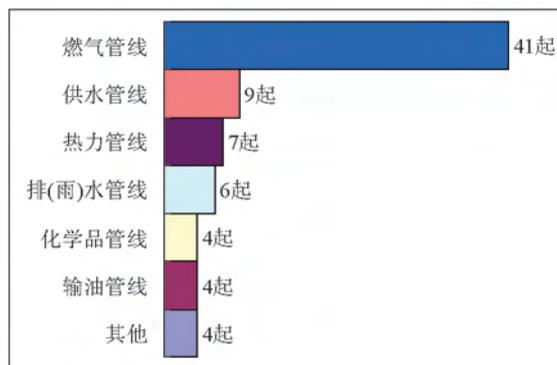


图1 发生事故管线类型分析图

Fig. 1 The analysis of pipeline accident type

[收稿日期] 2014-08-13

[基金项目] 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAK24B01)

[作者简介] 陈兴海, 男, 1976年出生, 浙江义乌市人, 博士, 讲师, 研究方向为项目管理信息化; E-mail: cxh_gss@163.com

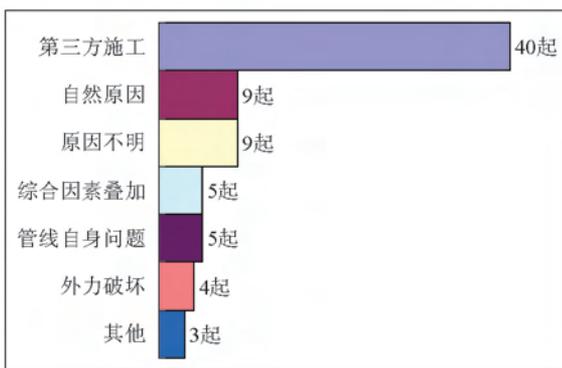


图2 事故原因分析图

Fig. 2 The analysis of pipeline accident cause

注:数据来自中国城市规划协会地下管线专业委员会

为了保障城市生命线工程安全运行,我国部分城市相关部门采取了一定的监控措施。以上海市为例,为了有效减少爆管或是漏水情况,上海浦东威立雅自来水公司在所辖部分区域水管内安装了流量计;为了确保用电安全,上海电力建立了远程监控预警系统;为确保生命线工程的安全,上海市由国土资源管理部门和轨道交通企业合作建设了全球首个地面沉降监测网络——上海市轨道交通沉降基准网。由于现有煤气、自来水地下管道、供电和通信线路等部分设施老化,加上违章施工和使用不当及偷盗、人为破坏等问题,造成煤气泄漏燃爆和大口径水管爆裂、通信供电线路中断等事故时有发生,城市生命线工程安全运维管理还存在一些薄弱环节,城市公共安全风险和隐患日益增多,原因主要有:a.城市生命线工程相关的管理部门众多,运行监测信息获取、公共安全风险和隐患监测等无法在一个平台上统一管理;b.各部门独立的管理平台系统往往互不相通、自成体系,形成信息孤岛,导致信息和资源无法共享;c.突发事件应急指挥技术支撑系统的智能分析和辅助决策水平亟需进一步提高。因此,作为智慧城市以及城市公共安全的重要组成部分,城市生命线工程的安全保障要依靠预防加控制,必须采取有效的监控和预警。

2 物联网和BIM技术在城市生命线运维管理中的适用性

从国内外研究现状来看,城市生命线工程的研究主要集中在地震震害分析^[1,2]、风险评估^[3]、应急管理^[4]等方面。1991年美国麻省理工的Kevin教授首次提出物联网(internet of things)的概念,是指将利用radio frequency identification (RFID)等传感技术

随时随地获取物体的信息,然后通过各种网络与互联网的融合,将信息实时准确地传递出去,最后利用云计算、模糊识别等智能计算技术,对海量数据信息进行分析处理,从而对物体实施智能化控制。近年来国内外陆续开展了物联网在供热、供气和供水^[5-7]等方面的应用研究,并在此基础上将物联网与GIS相结合,提出基于物联网和GIS的基础设施管理系统^[8,9]。目前关于城市生命线工程方面的研究主要存在以下问题:a.将物联网技术单独应用在某一类生命线工程中,尚无法建立统一的运维应急管理框架以及各部门间的协同响应机制;b.物联网与三维GIS的融合从一定程度上解决了运维阶段发生事故时管道线路的定位问题,在利用三维动态模拟不同管线之间以及管线与建筑物之间的具体关系和影响问题时,必须将设计施工等信息录入模型,需大量的手动输入,造成数据信息丢失严重^[10]。

建筑信息模型(building information modeling, BIM)的出现不仅可整合城市生命线工程的图形化及非图形化资料,提供虚拟实境模型,并纳入流程的观念,降低规划、设计、施工、运维各阶段转移工程资料的信息遗漏问题^[11]。国际标准组织于2006年提出了CGB(CAD-GIS-BIM)架构,并制定相关技术标准以达到整合宏观与微观空间信息,并进行交换与交互操作,提供城市数字化、救灾等相关应用。事实上,BIM是三维GIS发展的新趋势,是一种应用于工程设计、建造、运行和维护管理的数据化工具,通过参数模型整合各种项目所具有的真实信息,并在项目全生命周期过程中为各方主体提供信息协同、共享和传递,具有可视性、可模拟性等特点^[12-14]。BIM是物联网应用的基础数据模型,而物联网作为互联网的有效延伸,包含并兼容了互联网所有的应用和资源。城市生命线工程运维安全管理以其多领域、多主体、多目标等特征,成为物联网和BIM延伸和应用的最好平台,是实现智慧城市的重要发展方向,如图3所示。

3 基于物联网和BIM的城市生命线运维管控平台设计

3.1 设计目标

本系统采用以公共安全科技为核心,以物联网、BIM技术为支撑,以建设规划管理、日常管理管理和应急管理流程为主线,软硬件相结合,通过对城市生命线工程的实时动态监控,旨在为突发事件

应急管理提供科学决策的技术平台。生命线工程的各个子系统共用基于BIM的生命线工程动态监控数据库,实现统一化管理,最终为城市应急管理提供科学决策基础和依据,技术路线如图4所示。

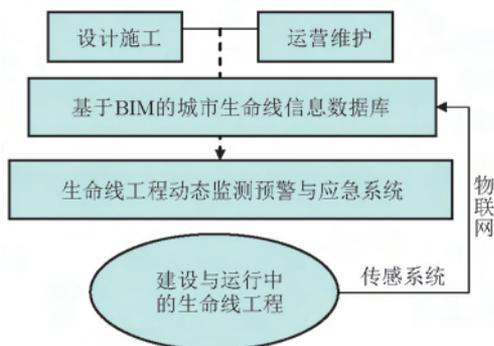


图3 城市生命线工程安全监测预警与应急系统作用
Fig. 3 The function of safety monitoring and warning and emergency response system with urban lifeline engineering

3.2 技术架构

本系统按照城市生命线工程建设与运行信息的采集、传输、分析和应用(简称“感、传、知、用”)四个环节展开,以标准规范与运行管理、信息安全为保障,分为感知、网络和应用三个层面,确保各单位相关数据互联互通和资源共享,如图5所示。其中,感知层主要利用射频识别等感知设备,即把传感器分别安装到生命线工程及相邻建筑物的关键部位,实时获取位置距离、力学性能、运行参数等感知信息;网络层主要通过各类相关网络,特别是有线宽带和无线宽带专网的建设和应用,对感知信息进行安全可靠传输;应用层主要是运用云计算、云存储等技术,对获取的物联网信息进行共享整合、智能分析和处理控制,通过有效的运行管理模式,服务城市统一应急管理科学决策。

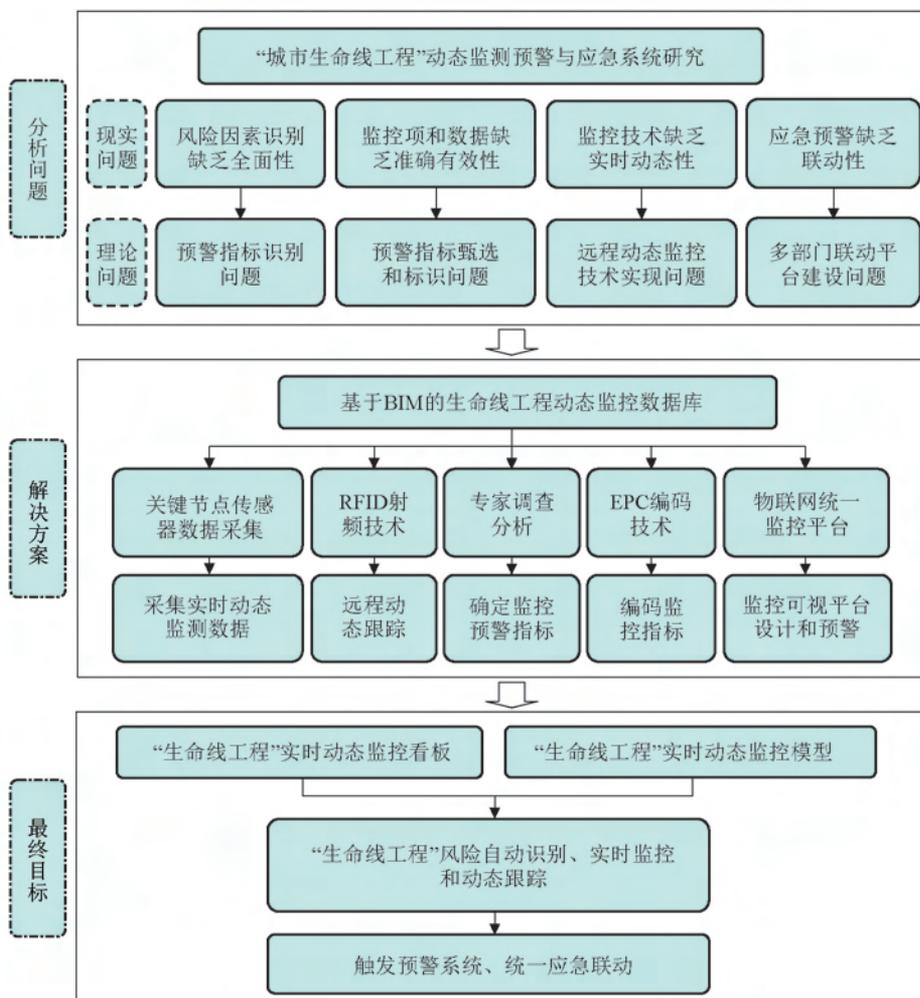


图4 总体方案实现技术路线图
Fig. 4 The technical route of overall scheme

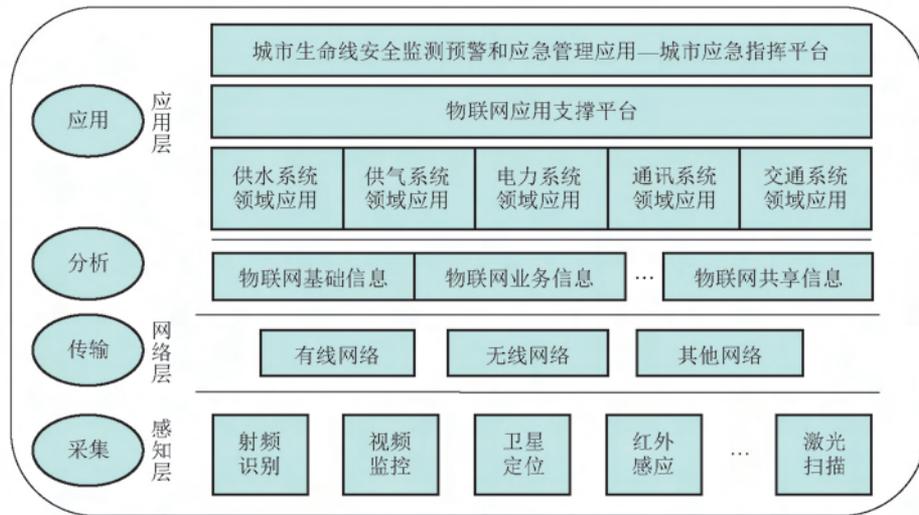


图5 城市生命线工程安全运维管控平台物联网应用框架

Fig. 5 The application framework with the internet of things in the safety operation management platform of urban lifeline engineering

3.3 系统主要功能模块

根据生命线工程监测预警与应急管理系统的特征和目标,并结合供水、供气管道,电力、通讯线路,桥梁结构监测等类型分析,城市生命线工程安全运维管控平台系统应包括工程信息共享平台、监测数据管理、三维模拟与漫游、健康诊断与安全评估和应急预警管理五大功能模块。

1)工程信息共享平台:通过制订相关标准,在设计施工阶段形成BIM的基础上,开展城市生命线工程相关各单位物联网感知设备和管理对象的编码服务,收录生命线工程的基本信息,包括工程名称、地理位置、项目规模、建造日期、主要设备材料信息、参建单位相关资料,以及动态监测测点布置、传感器类型、参数设定等内容。这些信息数据都将通过云计算网络服务器存储并共享,用户可以通过浏览器获取相关信息。

2)监测数据管理:系统能够通过传感器实时采集工程结构健康安全数据信息,利用网络将获取的信息传输到BIM数据库中进行位置定位,然后存储在云计算网络服务器中,用户可以实时共享查询所需信息。

3)三维模拟与漫游:系统可以根据用户的选择范围生成三维浏览图,从不同角度观察生命线工程的空间位置、相互关系等信息,通过改变参数来模拟生命线工程综合网络的变化情况。

4)健康诊断与安全评估:针对不同生命线工程的特点,当监控系统发现监测数据有异常情况时,通过预先设置的阈值来判断生命线工程的安全运行状况,超过设置的安全设计值将会触发调用服务器中的历史数据进行健康诊断与安全评估,并整合各单位工程的相关业务信息,实现智能分析研判,同时将分析结果存入数据库中。

5)应急预警管理:根据健康诊断与安全评估系统模块的研判,应急预警管理系统具有制定生命线工程的维护管理方案、启动城市联动防灾应急预案,以及提供城市防灾指挥数据支持等功能。

基于物联网和BIM的城市生命线工程安全运维管控平台通过上述五大系统功能模块,全面对工程结构和管线安全运维状况开展在线动态实时监测,系统维护人员和各相关部门可以通过平台提供的客户端查询各个系统功能模块的工作状态和监测对象的实时共享信息,协同对工程出现的异常状态做出及时科学决策。

4 结语

随着经济社会的快速发展以及城市化进程的不断推进,城市公共安全风险和隐患逐步增多,作为智慧城市的重要组成部分,基于物联网的城市生命线工程运维管理平台在城市管理中的地位也日益凸显,它能发挥不断提高城市安全运行和应急管

理能力,推动物联网基础设施建设,带动物联网产业发展。

参考文献

- [1] 江建华,李素贞,李杰.基于GIS的城市生命线工程地震反应仿真研究——以上海市供水系统为例[J].灾害学,2001(1):23-28.
- [2] Menoni S, Pergalani F, Boni M P. Lifelines earthquake vulnerability assessment: A systemic approach [J]. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 2002(22): 1199-1208.
- [3] 汤仁锋,白永强,汪彤.基于WebGIS的城市生命线风险评估应用系统研究[J].计算机技术与发展,2011(3):209-212.
- [4] 童林旭.城市生命线系统的防灾减灾问题——日本阪神大地震生命线震害的启示[J].城市发展研究,2000(3):8-12.
- [5] 周明.基于物联网的供热云服务监管平台研究[D].大连:大连海事大学,2013.
- [6] 白玉坤.济南数字市政数据集成与监管平台的设计与实现[D].济南:山东大学,2013.
- [7] 陈振亚.应用物联网构建供水计量监测系统模型的实践[J].给水排水,2013(6):111-115.
- [8] 孙世友,姚新,沈小华,等.基于物联网、三维GIS和时空仿真技术的城市管网监控模式研究[C]//第七届中国智慧城市建设技术研讨会.北京:住房和城乡建设部信息中心,2012.
- [9] 乔彦友,李广文,常原飞,等.基于GIS和物联网技术的基础设施管理信息系统[J].地理信息世界,2010(5):17-21.
- [10] 郝惠.浅谈GIS技术在城市规划信息化工作中的开发应用[J].城市发展研究,2013(6):18-19.
- [11] Ding L Y, Zhou Y, Luo H B. Using nD technology to develop an integrated construction management system for city rail transit construction [J]. Automation in Construction, 2012, 21: 64-73.
- [12] Ding L Y, Zhou C. Development of web-based system for safety risk early warning in urban metro construction [J]. Automation in Construction, 2013(34):45-55.
- [13] Steel J, Drogemuller R, Toth B. Model interoperability in building information modelling [J]. Software System Model, 2012, 11(1):99-109.
- [14] Zhou Y, Ding L Y, Chen L J. Application of 4D visualization technology for safety management in metro construction [J]. Automation in Construction, 2013(34):25-36.

Research on operations management based on the internet of things and BIM of urban lifeline

Chen Xinghai¹, Ding Lieyun²

(1. College of Civil Engineering, Shanghai Normal University, Shanghai 201418, China; 2. School of Civil Engineering & Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

[Abstract] Frequent occurrences of safety accident in urban lifeline engineering will cause concern about its security operations management again, which becomes an important subject of urban emergency management. According to the current situation of security operations management in urban lifeline engineering, the paper analyses the problems existing in the operational phase of urban lifeline, discusses the adaptability of the internet of things (IOT) and building information modeling (BIM) with the characters, and puts forward a system framework for the security operations management center of urban lifeline based on the IOT and BIM. This is a key point for urban management and the basis for future smart city.

[Key words] IOT; BIM; urban lifeline engineering; operations management