

基于5G和北斗技术的城市基础设施安全监测系统建设探讨

Discussion on Construction of Urban Infrastructure Safety Monitoring System Based on 5G and BDS Technology

张祺媛,李 良,叶海纳,杨 杉(中国联通智能城市研究院,北京 100048)

Zhang Qiyuan, Li Liang, Ye Haina, Yang Shan (China Unicom Smart City Research Institute, Beijing 100048, China)

摘要:

近年来我国城市化进程加快,城市基础设施安全问题日益突出,为了打造智能城市高质量的安全系统,亟需跨领域专业技术融合。5G和北斗技术融合应用于城市基础设施安全监测领域,将整体提升城市安全监测系统的实时性、准确性、高效性和可靠性。探讨了5G和北斗技术在城市基础设施安全监测系统的具体应用及优势。

关键词:

5G;北斗;城市基础设施安全监测;融合应用
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.05.006
文章编号:1007-3043(2022)05-0028-05
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

The process of urbanization in China has accelerated in recent years, and the safety of urban infrastructure has become increasingly prominent. In order to build a smart and high quality security system, it is urgent to integrate cross-fields technologies. The integration of 5G and BDS technology in the field of safety monitoring of urban fundamental infrastructure will improve the real-time, accuracy, efficiency and reliability of the urban safety monitoring system. It discusses the specific applications and advantages about the 5G and BDS technologies which are used in the safety monitoring system of urban fundamental infrastructure.

Keywords:

5G; BDS; Safty monitoring of urban fundamental infrastructure; Fusion application

引用格式:张祺媛,李良,叶海纳,等. 基于5G和北斗技术的城市基础设施安全监测系统建设探讨[J]. 邮电设计技术, 2022(5): 28-32.

0 前言

北斗三号全球卫星导航系统2009年11月启动建设,经过十余年的建设,于2020年6月建成由3颗静止轨道卫星和30颗非静止轨道卫星组成,覆盖全球的北斗全球卫星导航系统。2020年7月31日,习近平总书记向世界宣布北斗三号全球卫星导航系统正式开通。经过2年来的推广应用,北斗系统已全面服务交通运输、公共安全、救灾减灾、农林牧渔等行业,融入电力、

金融、通信等基础设施,广泛进入大众消费、共享经济和民生领域。同时5G移动通信技术加快发展,带动新型基础设施建设,促进超高清视频监控、巡检机器人、智慧警用终端等产品在城市安全方面的应用,驱动生产方式、生活方式和治理方式全面升级。运营商应勇当国家科技创新主力军,发挥自身5G通信能力优势,助力北斗产业化发展,积极探索“5G+北斗”通导一体化创新技术应用。

1 城市基础设施安全监测背景

近年来,随着我国城市化进程明显加快,城市安

收稿日期:2022-03-30

全风险不断增大。排水、供水、桥梁及燃气等维系城市正常运行的重要基础设施由于早期建设质量参差不齐、极端天气承灾能力较弱、部分设备老旧超期服役等原因,成为灾害事故的高发区和安全管理的致命弱点。一些重特大安全事故相继发生,如河南郑州“7·20”城市内涝灾害、湖北十堰“6·13”燃气爆炸事故等。因此,对人口集中、产业集聚、线路老旧的城市基础设施加强实时监测,防范城市内涝、道路坍塌、桥梁病害等事故发生,是提高城市管理治理水平、提升城市安全监管效能、筑牢人民群众生命财产安全屏障的必然选择。

城市基础设施安全的监测需求有以下几个方面。

1.1 实时回传

传统的基础设施管养和维护主要以人工巡检为主,由于巡检周期较长不能及时发现隐患问题,数据不连续不能进行风险演变态势分析和预测,出现事故无法为联动处置提供现场情况的有效数据支撑,因此新型智慧城市基础设施需要利用物联感知技术进行全方位的实时监控。物联感知终端例如高清视频和高频传感器等大量数据的实时回传需要依赖5G高带宽、低延迟的网络传输能力。

1.2 海量规模

城市安全感知体系的建设涉及海量物联终端的接入,如中国联通数科建设的南京南部新城全域感知智慧城市项目,在9.8 km²辖区范围内,汇聚智慧管廊、水务、灯杆、环保、环卫等29项智能化应用,接入了31 322个智能终端。海量的传感数据、大量的并发事件要求网络具备超千亿连接的支持能力。

1.3 高精定位

结构体的安全监测需要对关键部位的微小形变进行精准的、无误差累积的位置监测。北斗卫星定位系统利用实时动态载波相位差分技术(Real-time kinematic, RTK)提供实时厘米级、事后毫米级的高精度定位能力,在变形监测领域有广泛应用。

1.4 广域覆盖

随着造桥技术不断进步,桥体跨径不断增长,一些大跨度桥梁,如港珠澳大桥总长约29.6 km,不具备通视条件,传统监测手段很难实现变形监测。同时,桥梁监测需要在极端天气包括暴雪、酷暑、急剧降温等条件下进行全天候观测。北斗卫星定位系统具有不受天气条件限制、各监测站之间无需通视、基准站和待监测点的距离不受限制等诸多优点,逐步成为桥

梁、轨道、边坡等结构体监测的主要技术手段。

1.5 应急保障

城市基础设施运行出现故障时,往往会发生一系列次生灾害,导致普通的应急救援系统瘫痪。如2021年郑州遭遇强降水天气出现严重内涝后,又使部分通信系统受到严重影响,加大了抢险救灾工作的难度。而北斗短报文可在地面基站出现通信故障时,通过卫星提供位置信息、应急搜救以及报文通信服务,成为紧急情况下救援行动的可靠保障。

2 城市基础设施安全监测系统建设

2.1 系统概述

基于5G+北斗的城市基础设施安全监测系统总体分为传感层、网络层、数据层、能力层和应用层以及系统建设必须遵循的标准规范和安全指南,如图1所示。

a) 传感层:物联感知层汇聚北斗定位终端、5G高清摄像头、压力计、温度计等排水、供水、桥梁、燃气等各个行业的物联感知监测设备,同时接入气象、地形、人口等相关基础数据,建立空天地一体化的基础设施运行监测网。

b) 网络层:网络传输层建立窄带物联网(Narrow Band Internet of Things, NB-IoT)、4G无线传输网络、5G无线传输网络和北斗短报文通信等综合移动物联网生态体系,形成前端物联网感知网络及信息交换共享传输能力。依托5G网络超高带宽、超低时延以及超大规模的优势,可提供物-物、人-物、人-人多档位场景智能网联无线解决方案。

c) 数据层:数据处理层对海量数据进行获取、存储、融合、转发等操作,实现城市级信息资源的汇聚、共享、共用,并为各类分析应用提供支撑。

d) 能力层:基础能力层为各行业应用提供通用能力,包括网络优化、北斗时空位置服务、设备管理等,将可以复用的数据、经验、做法等集成为高内聚、低耦合的能力平台。

e) 应用层:行业应用层主要包括对排水、供水、桥梁、燃气等城市基础设施进行安全监测的专项应用系统,可以通过大屏、桌面端、移动端等多种方式呈现,实现监测预警、风险防控、联动处置等功能。

2.2 城市基础设施安全监测系统

2.2.1 排水安全监测系统

排水安全监测系统对排水管网水位、流量、压力、水质、井盖状态等进行实时监测,以实现防范城市内



图1 基于5G+北斗技术的城市基础设施安全监测系统框架

涝、防治水体污染的排水管理目标。北斗、陀螺仪等传感器可对井盖出现非授权开启、位移、起翘等异常状态进行监测预警。当城市内涝积水过深,抢险救援人员无法通过目视方法定位异常井盖时,通过北斗手持终端可辅助寻找井盖。5G实时高清视频结合AI计算机视觉技术,可智能识别水体黑臭等风险事件,提高城市管理监察效率。管网勘察探测时采用带有北斗定位功能的巡检终端搭配测绘仪器,可同步录入管网属性及坐标信息,减少属性信息与坐标信息校验工作,实现校正管网内外业一体化采集更新。

2.2.2 供水安全监测系统

供水安全监测系统对供水管道流量、压力等状态进行实时监测,及时对爆管和爆管导致的路面塌陷进行研判。爆管分析包括供水管线分析、影响用户分析、水流扩散分析、地下空洞分析和关阀分析。路面塌陷预警通过泄漏量、土壤成分、埋深、土质疏松度等信息,构建泥土冲刷模型,预测管网泄漏对泥土冲刷的影响和形成地下空洞的大小。外出巡检人员可携带北斗定位终端,在有空洞风险的区域进行探测检查,及时预防路面塌陷避免更大损失。

2.2.3 桥梁安全监测系统

桥梁安全监测系统对桥梁气象环境、交通荷载、结构变形、结构受力、动力响应等进行实时监测,并利用长期监测数据,结合桥梁结构基本情况,动态分析

超载情况,预测桥梁运行趋势和使用寿命。北斗导航定位系统通过接收来自北斗卫星的信号和基准站的信息,对接收到的数据进行实时动态载波相位差分处理,计算出待监测点的三维坐标,可应用在桥墩沉降监测、桥梁挠度监测、桥塔位移监测、桥面位移监测等方面。

2.2.4 燃气安全监测系统

燃气安全监测系统对燃气管网相邻地下空间甲烷气体浓度、管网流量、管网压力、餐饮场所可燃气体浓度、施工破坏、场站燃气泄漏等数据进行集成处理,实时感知燃气安全运行状态。灾害事故发生后,系统会立即对燃气泄漏燃爆风险进行研判分析,结合周边危险源、防护目标、报警超限时长、密闭空间大小、人员密集环境和报警发生时间段等因素,评估损失程度。将北斗高精定位能力和5G网络融合应用于燃气监测巡检车,可大大缩短现场管道定位时间,为抢险救灾争取时间,有效防止次生灾害发生。同时,将北斗短报文应用于燃气场站与重点设备设施,在突发事件下可保障应急通信的实时性与高效性。

3 5G+北斗技术在安全监测中的优势分析

3.1 基于北斗+InSAR的地表沉降监测

地表形变监测常用到合成孔径雷达干涉(InSAR)技术,利用合成孔径雷达图像中的相位信号来获取毫

米级地表形变信息,具有监测范围大及空间分辨率高等优势。但星载InSAR受卫星运行周期限制,不能实时获得监测信息。北斗卫星定位系统具有高采样率(10~20 Hz)和水平位移监测高精度的特点,与InSAR技术形成有效互补。2种技术手段相结合形成地表变形监测作业新模式,可实现地表高时间分辨率和高空间分辨率、普查性监测和重点在线监测的有机统一。

3.2 基于北斗RTK技术的高精定位能力

在桥梁安全监控的各项数据中,最关键的是位

移、形变等数据。北斗卫星导航系统通过利用天上的导航卫星和地面上建设的参考站,以RTK技术进行位置解算,将参考站采集的卫星载波相位和伪距观测值发给待测点,如图2所示,实时求差解算坐标,其精度可达到毫米级,为桥梁监测数据的精准性提供了保障。同时,北斗高精度定位技术与传统监测技术相比,直接获取独立的三维绝对坐标,大幅增强了桥梁结构监测的可靠度。

3.3 5G+北斗天地空一体化综合通信体系

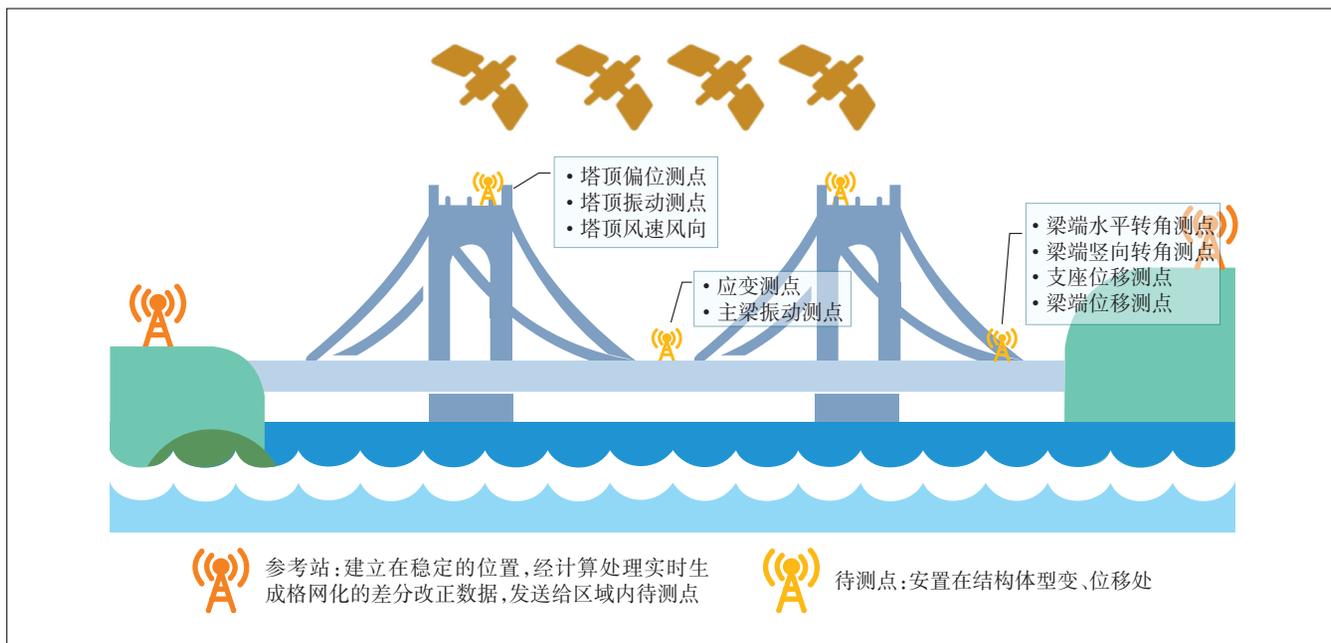


图2 北斗桥梁监测图示

河流、湖泊、水库等自动水文观测站一般位于偏远山区,常规通信难以实现信号全覆盖。通过北斗短报文传输水文监测数据,可不受地形限制。北斗水文通信传输的具体工作原理如图3所示,其使用具有北斗卫星短报文通信功能的遥测终端机,将采集到的数字水情数据进行编码和加密,并转换为北斗协议格式的通信申请信号,用RS-232串口与北斗通信设备连接,通过北斗卫星系统发送到北斗分理服务平台的指挥机,再由指挥机解密后转发到用户指定的数据库或存储设备中。建立包含NB-IoT/4G/5G/北斗等技术天地空一体化的综合通信网络体系,可以保障物联传感数据在多场景下的安全可靠传输。

3.4 基于北斗技术统一时空基准

为了满足城市基础设施安全监测需求,物联监测种类繁多、规模较大、覆盖范围广泛的传感设备进行

统一的授时,使其获得统一的时间标签就显得尤为重要。除此之外,建设坐标、运营里程、国家2000坐标等不同空间坐标也需进行融合,统一转换为便于实际工作中运营维护的坐标。北斗系统提供统一的时空基准信息,可在时间和空间2个维度对传感数据进行锚定,为后续的多源时序传感数据的融合分析提供先决条件,如图4所示。

4 结束语

本文首先分析城市基础设施安全监测领域的应用特点,探讨基于5G和北斗技术融合应用的城市基础设施安全监测系统建设方案思路,从平台架构、平台功能、技术路线、供排水桥梁燃气专项应用等方面进行阐述和分析,并对5G和北斗在城市基础设施安全监测中的应用和优势进行了总结。构建实时风险感知、

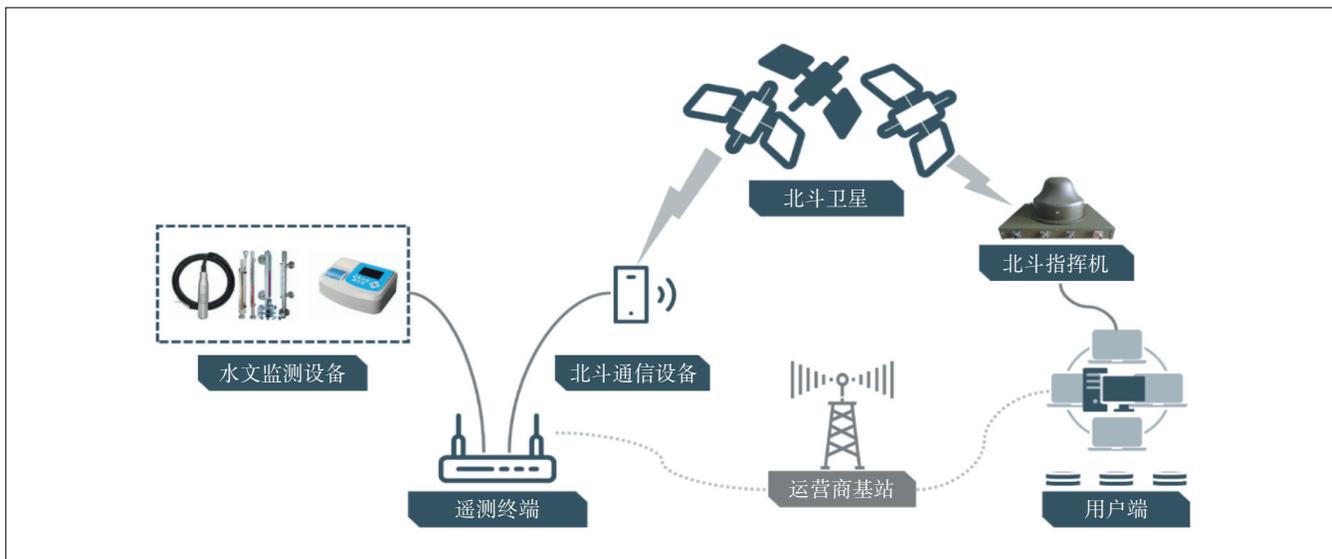


图3 北斗水文通信传输具体工作原理

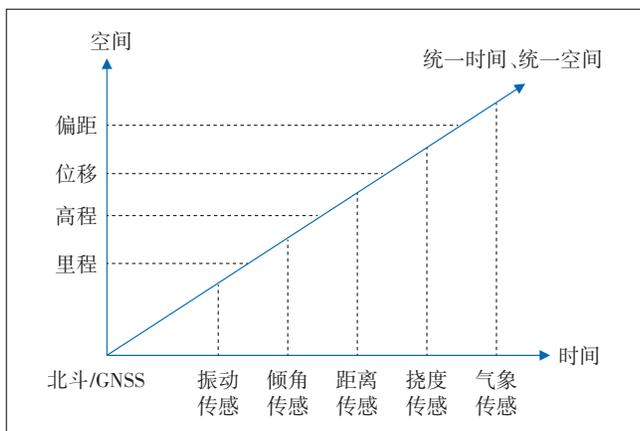


图4 统一时空基准要素示例

提前预警研判、高效联动处置的新型城市基础设施安全监测系统,对加强城市安全源头预防,确保城市安全的主动式保障具有重要意义。

参考文献:

[1] 郝彬彬. 5G网络技术特点及无线网络规划思路[J]. 通信电源技术, 2020, 37(9): 197-199.
 [2] 李芳, 赵文玉, 张海懿. 面向云网融合的5G承载网络技术发展趋势探讨[J]. 通信世界, 2021(9): 25-26.
 [3] 李良, 谢梦楠, 杜忠岩. 运营商5G智能专网建设策略研究[J]. 邮电设计技术, 2020(2): 45-50.
 [4] 宋锡楼, 黄高雷. 5G网络技术研究与发展现状探索[J]. 建材与装饰, 2016(49): 115-116.
 [5] 王世进, 秘金钟, 李得海, 等. GPS/BDS的RTK定位算法研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2014, 39(5): 621-625.
 [6] 高星伟, 过静珺, 程鹏飞, 等. 基于时空系统统一的北斗与GPS融

合定位[J]. 测绘学报, 2012, 41(5): 743-748, 755.
 [7] 翟文. 基于GPS/BDS紧组合RTK的桥梁变形监测分析[J]. 城市勘测, 2020(5): 116-119.
 [8] 许令顺, 孙蕾. 城市生命线工程安全运行监测系统[J]. 城市勘测, 2018(Z1): 79-81.
 [9] 何超. 斜拉桥环境下GPS/BDS定位精度试验分析[J]. 现代测绘, 2019, 42(4): 5-8.
 [10] 袁宏永, 苏国锋, 付明, 等. 城市生命线工程安全运行共享云服务平台研究与应用[J]. 灾害学, 2018, 33(3): 60-63.
 [11] 袁宏永. 重塑城市生命线安全监测系统[J]. 城市管理与科技, 2021, 22(5): 39-41.
 [12] 何东, 马晓辉, 刘国印. 新一代物联网技术助力城市综合管廊信息和智能化系统建设[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(2): 174-176.
 [13] 张培培, 范家奇. 基于物联网的综合管廊自动化监测系统应用与分析[J]. 中国市政工程, 2022(1): 109-112, 117.
 [14] 黄递全, 向娟, 田寿全. 多源传感器数据采集系统的设计与实现[J]. 地理空间信息, 2016, 14(1): 20-22.
 [15] 刘佳俊, 喻钢, 胡珉. 面向城市基础设施智慧管养的大数据智能融合方法[J]. 计算机应用, 2017, 37(10): 2983-2990, 2998.
 [16] 赵驰. 基于5G技术的远程监控系统在轨道交通建设工程中的应用[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(1): 169-174.
 [17] 阎作铃. 基于广电网络5G技术的智慧城市建设分析[J]. 电视技术, 2022, 46(2): 173-176.

作者简介:

张祺媛, 工程师, 主要从事智慧城市基础设施安全监测领域产品研发工作; 李良, 高级工程师, 主要从事智慧城市领域ICT解决方案及产品研发工作; 叶海纳, 高级工程师, 博士, 主要从事5G+北斗在智慧城市领域的产品研发及应用工作; 杨杉, 高级工程师, 博士, 主要从事5G+北斗在智慧城市领域的产品研发及应用工作。