

# 智云监测技术在建筑沉降监测中的应用研究

任立龙

河北工程技术学院土木与建筑学院 河北 石家庄 050000

**摘要:** 本文聚焦智云监测技术在建筑沉降监测中的应用,先阐述其核心架构,包括“感知层-传输层-平台层-应用层”及关键技术原理。接着从设计原则、分阶段方案、参数配置三方面介绍应用方案设计。通过揭阳粮食储备仓库和高层建筑施工期沉降监测两个案例实证其有效性。最后从技术、成本、标准、运维四个维度提出应用优化路径,为智云监测技术在建筑沉降监测领域的推广应用提供理论与实践参考。

**关键词:** 智云监测; 建筑沉降; 物联网; 应用研究

引言: 建筑沉降问题关乎建筑结构安全与使用寿命,传统监测方式存在精度不足、实时性差等局限。随着物联网、云计算等技术的飞速发展,智云监测技术应运而生,其凭借高精度、实时性、智能化等优势,为建筑沉降监测带来新的解决方案。本文将深入剖析智云监测技术的核心架构与关键原理,详细介绍其在建筑沉降监测中的应用方案,并通过实际案例验证其有效性,最后提出优化路径,以推动该技术的广泛应用。

## 1 智云监测技术的核心架构与理论基础

### 1.1 智云监测技术的体系架构

智云监测技术体系架构为“感知层-传输层-平台层-应用层”四层递进结构,协同实现全流程监测管理。感知层部署激光位移传感器、倾角传感器、GPS定位模块等高精度传感设备,实时采集建筑沉降位移、倾角变化等核心数据,采样频率可依需求动态调整,数据精度达0.01mm级。传输层融合5G、LoRa、光纤等多网络传输方式,构建冗余传输链路,保障复杂环境下数据稳定传输,且采用加密协议加密传输数据,防止泄露与篡改。平台层基于云计算架构搭建,具备数据存储、预处理、分析建模等功能,用分布式数据库存储海量数据,通过大数据分析算法进行异常识别与趋势预测<sup>[1]</sup>。应用层针对不同场景提供定制化服务,如数据可视化展示、预警信息推送等,支持多终端访问,实现数据实时共享与高效管理,整体架构为建筑沉降监测提供全面支撑。

### 1.2 关键技术原理

智云监测关键技术原理涉及多源数据融合、高精度定位、云计算与智能分析等。多源数据融合技术借助卡尔曼滤波算法,融合激光传感、GPS定位、倾角传感等

不同类型数据,动态调整滤波增益,消除单一传感器数据误差,提升数据可信度。高精度定位技术采用差分GPS与北斗定位结合,通过基准站与监测站数据交互,消除电离层延迟等影响,实现平面定位精度 $\pm 5\text{mm}$ 、高程定位精度 $\pm 10\text{mm}$ 。云计算技术基于虚拟化构建弹性计算资源池,依数据量变化动态分配资源,确保高效处理,云存储实现数据异地备份与容灾恢复。智能分析技术用机器学习算法构建沉降预测模型,经历史数据训练,精准预测沉降趋势,数据超阈值时自动触发分级预警并推送信息。

## 2 智云监测技术在建筑沉降监测中的应用方案设计

### 2.1 监测方案设计的核心原则

智云监测技术在建筑沉降监测方案设计中需遵循精准性、可靠性、经济性、可操作性四大核心原则。精准性原则要求监测数据能够真实反映建筑沉降状态,通过选用高精度传感设备、优化监测点布设位置等方式实现,监测点布设需覆盖建筑基础角点、荷载集中区域、沉降敏感部位等关键位置,确保监测数据的代表性。可靠性原则强调监测系统在复杂环境下的稳定运行,包括设备选型需满足耐高温、抗湿度、防电磁干扰等环境要求,传输链路采用主备双链路设计,当主链路出现故障时自动切换至备用链路,平台层采用双机热备机制,保障系统24小时不间断运行。经济性原则要求在满足监测精度的前提下,合理控制设备采购、安装调试、运维管理等成本,通过优化监测点数量、选用性价比高的设备型号、采用远程运维等方式降低整体成本。可操作性原则注重方案的落地实施效果,监测设备安装需简便快捷,避免对建筑施工或使用造成影响,数据采集与分析流程需标准化,运维人员通过简单培训即可完成设备维护、数据查看等操作,系统界面设计需简洁直观,便于管理人员快速获取关键信息。

**通讯作者:** 丁炳业,河北工程技术学院,837963682@qq.com

## 2.2 分阶段监测方案构建

智云监测技术在建筑沉降监测中采用分阶段监测方案,涵盖施工准备期、施工期、竣工验收期、运营维护期四个阶段。施工准备期主要开展前期调研与监测点布设工作,通过查阅建筑设计图纸、地质勘察报告等资料,明确建筑基础类型、地质条件、荷载分布等信息,结合规范要求布设初始监测点,安装基准站与首批监测设备,完成设备调试与数据校准,建立监测基准值<sup>[2]</sup>。施工期监测根据施工进度分阶段调整监测频率,基础施工阶段每3天监测1次,主体结构施工阶段每天监测1次,荷载增加较大的关键工序期间每6小时监测1次,实时跟踪施工荷载变化对建筑沉降的影响,当监测数据出现异常波动时,及时反馈给施工单位调整施工方案。竣工验收期监测频率调整为每7天1次,持续监测3个月,通过分析监测数据判断建筑沉降是否趋于稳定,结合设计要求评估建筑沉降是否满足验收标准,为竣工验收提供数据支撑。运营维护期采用动态监测频率,沉降稳定后每30天监测1次,当遭遇地震、暴雨、强风等极端天气后,加密监测频率至每天1次,持续监测7天,确保及时发现运营期间的沉降异常。

## 2.3 智云监测系统的参数配置

智云监测系统的参数配置需结合建筑类型、地质条件、监测精度要求等因素精准设定,确保系统运行效果。传感设备参数方面,激光位移传感器设定采样频率为1Hz,测量范围0-500mm,分辨率0.01mm,工作温度范围-20℃-60℃,满足不同环境下的监测需求;GPS/北斗定位模块设定定位频率为10Hz,采用差分定位模式,高程精度±10mm,平面精度±5mm,数据更新周期1s。传输模块参数配置为5G传输链路带宽≥100Mbps,延迟≤20ms,LoRa传输链路通信距离≥3km,速率≥50kbps,根据监测现场网络环境自动切换传输方式,当网络信号较弱时,启用本地存储功能,待网络恢复后自动补传数据。平台层参数设定包括数据存储周期≥10年,采用分布式数据库集群,数据读写速率≥1000次/秒,智能分析模块设定沉降速率预警阈值:施工期为2mm/d,运营期为0.5mm/d,当监测数据超出阈值时,系统在10s内通过短信、APP推送等方式发送预警信息。此外,系统配置远程校准功能,每3个月自动对传感设备进行校准,确保监测数据精度。

## 3 智云监测技术应用的案例实证

### 3.1 案例一:揭阳粮食储备仓库沉降监测

揭阳粮食储备仓库为大型门式钢架结构,建筑面积20000m<sup>2</sup>,基础采用独立基础,地质条件为粉质黏土,地

下水位埋深2.5m。鉴于仓库存储粮食后荷载较大,需对其进行持续沉降监测,采用智云监测技术构建监测系统。监测点布设方面,在仓库四周基础角点、中间承重柱基础及仓库出入口等关键位置共布设24个监测点,基准站设置在仓库外500m处的稳定区域<sup>[3]</sup>。系统参数配置为激光位移传感器采样频率1Hz, GPS定位模块采用差分定位模式,传输链路以光纤为主、5G为备用,平台层设定沉降速率预警阈值1mm/d。监测实施期间,施工准备期完成设备安装与校准,施工期每天监测1次,运营期初始每7天监测1次,沉降稳定后调整为每30天监测1次。监测结果显示,仓库基础施工完成后沉降量为3.2mm,运营1个月后沉降量累计达8.5mm,沉降速率逐渐降至0.3mm/d,趋于稳定。运营第8个月,监测到3号监测点沉降速率突增至1.2mm/d,系统立即发送预警信息,现场排查发现该区域地下水管泄漏导致土壤湿陷,及时修复后沉降恢复稳定。此次监测为仓库安全运营提供有力保障,验证了智云监测技术在仓储建筑沉降监测中的实用性。

### 3.2 案例二:高层建筑施工期沉降监测

高层建筑地上35层、地下3层,建筑高度120m,基础采用桩筏基础,地质条件为砂土与黏土互层,存在液化土层,施工期沉降监测难度较大,采用智云监测技术实施监测。监测方案设计中,在筏板基础边缘及转角处布设16个监测点,在桩基础顶部布设8个监测点,基准站采用双基准站设计,分别设置在建筑东西两侧1000m处。传感设备选用高精度激光位移传感器与GPS定位模块组合,采样频率设定为2Hz,传输采用5G+光纤双链路,确保施工期间数据稳定传输。施工期分阶段调整监测频率:桩基施工完成后每3天监测1次,筏板浇筑完成后每天监测1次,主体结构施工至10层后每12小时监测1次,20层后每6小时监测1次。监测数据显示,桩基施工完成后平均沉降量2.1mm,筏板浇筑完成后沉降量累计达5.3mm,主体结构施工至30层时,最大沉降量为18.7mm,沉降速率维持在1.5mm/d左右,未超出预警阈值。施工至32层时,西侧6号监测点沉降速率升至2.3mm/d,超出预警阈值,系统及时预警,施工单位暂停上部结构施工,排查发现该区域桩基持力层强度不足,通过补打锚杆桩加固后,沉降速率降至0.8mm/d,恢复正常施工。整个施工期监测数据完整可靠,为施工安全管控提供精准数据支持,体现智云监测技术在高层建筑施工期的应用价值。

## 4 智云监测技术在建筑沉降监测中的应用优化路径

### 4.1 技术优化

智云监测技术优化聚焦感知、分析、预警核心环节。感知层采用新型MEMS传感器替代传统产品,体积缩

30%、功耗降40%，兼具自诊断功能，故障可自动上报以减维护成本；融合探地雷达与传感技术，借雷达波探测地下土层变化，结合地表沉降数据构建三维模型，破解复杂地质监测盲区。分析层以深度学习算法替代传统机器学习，搭建长短期记忆网络沉降预测模型，融合历史监测、地质、荷载等多维度数据训练，预测精度提25%，可提前7-10天预判异常。预警环节设蓝、黄、橙、红四级分级机制，按建筑类型、使用阶段定差异化阈值，开发多终端协同预警功能，确保信息同步推送至施工、监理、监管等多方。另研发自适应采样技术，依沉降速率动态调采样频率，稳定时降频节能，异常时提频捕关键数据。

#### 4.2 成本优化

智云监测成本优化覆盖采购、安装调试、运维全流程。采购端推行模块化设计，核心模块通用化、外围定制化降研发生产成本，与供应商长期合作批量采购减15%-20%成本；针对中小型建筑推出经济型套装，简化非核心功能，基础需求下成本降30%。安装调试采用预制化方案，工厂完成传感器与传输模块组装调试，现场仅需固定接线，效率提50%、人工成本降40%；开发远程调试系统，远程完成参数配置校准以减现场人员及差旅成本。运维端建智能化平台，借设备自诊断实现故障预警，运维效率提60%；批量远程校准技术使校准时间缩70%；推短期项目设备租赁服务，建共享机制减闲置。数据存储采用热冷结合模式，保障访问速度同时降存储成本。

#### 4.3 标准构建

智云监测标准化涵盖技术、应用、管理全维度。技术端制定《建筑沉降智云监测技术规范》，明确传感器精度等设备指标及数据采传存格式、接口规范，实现多品牌互联；《智云监测系统校准规范》明确校准周期、方法及精度要求，保障数据准确可比<sup>[4]</sup>。应用端按高层建筑、桥梁等不同类型定差异化监测标准，明确监测点布设、频率等参数，如高层建筑施工期日测不少于1次、运营期月测不少于1次；《建筑沉降智云监测方案设计标准》规范设计

流程与评审要求。管理端《智云监测数据管理规范》明确数据全流程管理要求，保障安全隐私；《智云监测从业人员资质标准》明确技能、培训及考核要求。同时参与国际标准制定，推动国内标准与国际接轨。

#### 4.4 运维优化

智云监测运维优化构建智能化高效体系。核心是搭建远程运维管理平台，整合设备运行监测、故障预警、远程调试、工单管理等功能，运维人员可实时查看电压、采样频率等参数，设备异常时平台自动生成工单分配人员并提供故障解决方案，响应时间缩至2小时内。建立设备全生命周期管理机制，平台记录采购至报废全流程信息，依运行年限及衰减规律制定预防性维护计划，提前更换老化部件，故障率降40%。采用“区域化运维+专业技术支持”模式，分区配备专职人员负责巡检与简单故障处理，专业团队处理复杂问题。定期开展运维培训，覆盖设备维护、平台操作等内容，提升人员技能保障运维质量。

#### 结束语

智云监测技术凭借其精准、可靠、智能等优势，在建筑沉降监测中展现出显著的应用价值。通过案例实证可知，其能有效保障建筑安全运营与施工安全管控。而从技术、成本、标准、运维等方面进行优化，可进一步提升其性能与效益。未来，随着技术的持续发展，智云监测技术有望在建筑沉降监测领域发挥更大作用，为建筑行业的安全稳定发展提供更坚实的技术支撑。

#### 参考文献

- [1]魏茂彬,李胜伟,彭云飞.智云监测技术在建筑沉降监测中的应用研究[J].建设科技,2024(5):43-46,50.
- [2]陈昊,陈树茂,刘浩,高晓刚.沉降自动监测与调控室内模拟试验装置研发[J].施工技术,2020,49(21):91-93.
- [3]韩建国,赵伟东.高层建筑沉降监测技术研究[J].建筑技术,2023,54(3):85-90.
- [4]彭少华,唐志强.地基基础沉降监测方法及数据分析[J].岩土工程学报,2022,40(6):1125-1132.