

智慧管理平台创建了条件。数字技术应用于工程建设,实现规划、设计、施工、验收、运维全流程数据共享,能够大幅减少信息不对称带来的衔接障碍。

3.4 统一技术标准减少衔接障碍

工程项目建设需要针对当前市政工程各专业领域标准不协调的问题,加强标准体系的顶层设计和统筹协调。特别是在新材料、新工艺应用方面,需要及时制定或修订相关技术标准,将新技术应用纳入专业人员培训体系,确保新技术与传统系统的兼容性。企业工程管理部门与市政行业应建立常态化技术交流机制,组织典型案例研讨和现场观摩,推广先进经验,提升行业整体技术水平^[6]。

3.5 培养人才加强队伍建设

工程项目管理与市政工程管理衔接的质量最终取决于人才队伍的素质和能力。当前在工程项目管理、市政项目管理方面,存在着既懂项目建设又懂项目运营的复合型人才短缺的问题,需要完善职业教育体系,培养实用人才,通过教育改革和培训创新加以解决,培养既懂建设又懂管理的复合型人才。同时,加强队伍建设。工程项目管理与市政工程管理是实践性很强的领域,必须注重理论与实践的结合,开展专业培训认证提升队伍素质。针对在职人员,行业主管部门和相关协会应组织开展系统性专业培训,并建立相应的能力,增强团队协作能力,为工程建设与市政建设打下坚实的人才基础。

当中国速度成为世界惊叹的奇迹,工程管理与市政管理这门古老而现代的学科正面临着前所未有的关注与挑战。在数字化转型的浪潮中,工程管理与市政管理被困在效率至上的迷思与人文价值觉醒的夹缝之间,其现实意义正经历着深刻的重构。工程管理与市政管理不仅是进度表上的甘特图、预算表中的数字游戏,更是关乎人类集体生存智慧的文化实践,是连接技术与人文、效率与伦理的关键纽带。

工程管理与市政建设的有效衔接,需要突破制度壁垒、

技术瓶颈与主体藩篱的三重约束。通过构建全流程协同机制、推进智能技术深度应用、创新多元主体共治模式,可显著提升市政工程的质量与效益。随着数字孪生、元宇宙等新技术在市政管理中的应用,推动市政建设向智慧化、人性化、可持续方向演进。数字时代的工程管理已从单纯的“如何完成项目”的技术手册,演变为“我们想要怎样的未来”的哲学追问。破解工程管理与市政管理的困境,不仅关乎行业自身发展,更关乎我们能否以工程为笔,在地球这本大书上写下可持续发展的智慧篇章。在这个意义上,每一个工程管理者的日常抉择,都构成了人类集体行动史诗中的一个重要标点。

4 结语

本文系统分析了工程管理与市政工程管理衔接中的困难与探索,针对制度规范不完善、过程管控缺位、技术标准不统一等问题,从全生命周期管理的角度提出了构建系统性衔接机制的对策建议,旨在通过完善制度建设、强化过程协同、推动技术创新、优化人才培养等途径,促进企业工程管理与市政的协同发展实现双赢。

参考文献

- [1] 马晓光. 建筑工程项目管理中的施工现场管理优化对策 [J]. 住宅与房地产, 2024(06): 193-195.
- [2] 姜永娟. 建筑工程项目精细化管理分析 [J]. 新城建科技, 2024, 33(02): 152-154.
- [3] 张坤. 建筑工程管理的影响因素与对策 [J]. 江苏建材, 2024(01): 151-152.
- [4] 夏雄标. 市政工程施工中的安全管理与质量控制研究 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(29): 201-203.
- [5] 陶刚. 市政工程项目进度管理有效措施研究 [J]. 工程技术研究, 2024, 9(24): 127-129.
- [6] 方秋红. 市政工程项目管理存在的问题及对策 [J]. 居业, 2024(11): 166-168.

Research on detection technology of uneven settlement of foundation in civil engineering

Zhaoshan Zhang

Zhongguan Talent Development (Shandong) Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250000, China

Abstract

Uneven foundation settlement, a prevalent issue in civil engineering, arises from the combined effects of heterogeneous geological conditions, uneven load distribution, construction quality control deviations, and environmental factors. This phenomenon directly compromises structural integrity, leads to functional failure of buildings, and may trigger secondary disasters. Traditional detection methods, constrained by limitations in accuracy and efficiency, fail to meet the demands of complex engineering scenarios. To address this challenge, this study systematically analyzes the applicability and technical bottlenecks of high-precision modern detection technologies, aiming to establish a multi-dimensional settlement monitoring system that provides theoretical support and technical pathways for engineering risk prevention. The research focuses on overcoming limitations in detection accuracy and real-time performance, shifting settlement control from reactive remediation to proactive prevention.

Keywords

uneven settlement of foundation; GNSS monitoring; distributed optical fiber sensing; multi-sensor fusion

土木工程地基不均匀沉降的检测技术研究

张照闪

中观人才发展(山东)有限公司, 中国·山东 济南 250000

摘 要

地基不均匀沉降是土木工程中的典型病害, 由地质条件非均质性、荷载分布差异、施工质量控制偏差及环境因素协同作用引发。该现象直接削弱结构整体性, 导致建筑功能失效, 且易引发次生灾害。传统检测方法受限于精度与效率, 难以满足复杂工程场景的需求。本文针对此问题, 系统分析高精度现代检测技术的适用性与技术瓶颈, 旨在构建多维度沉降监控体系, 为工程风险防控提供理论支撑与技术路径。研究聚焦于突破检测精度与实时性限制, 推动沉降控制从被动治理转向主动预防。

关键词

地基不均匀沉降; GNSS监测; 分布式光纤传感; 多传感器融合

1 引言

土木工程建设中地基不均匀沉降普遍存在。土层空间变异性与外部荷载交互作用形成沉降诱因, 施工环节处理不当进一步加剧沉降风险。其危害表现为结构损伤累积、建筑功能退化和环境破坏, 严重影响工程服役安全。国内外研究显示, 单一检测技术难以满足全周期沉降监测需求。现有技术体系在复杂地质环境适应性及大数据处理效率方面存在明显局限。本文基于此背景, 深入解析多源传感技术的物理机制与融合框架, 通过技术创新解决检测精度与时空连续性矛盾, 为工程实践提供可操作的沉降监测方案^[1]。

【作者简介】张照闪(1994-), 男, 中国山东菏泽人, 硕士, 从事钢结构(中柱拆除下节点抗性参数化分析)研究。

2 土木工程地基不均匀沉降的成因与危害

2.1 地基不均匀沉降的成因分析

2.1.1 地质条件因素

地质构造中常见的层级分异深刻制约地基变形行为。不同深度土层物理力学特性的空间异质性直接决定沉降发育特征, 特别是压缩模量显著差异的土层在附加应力作用下表现出非协调变形趋势。软弱夹层因其显著的低强度和低模量成为沉降控制的薄弱环节, 在相同荷载条件下产生更深的压缩影响区。岩土分界面角度变化或透镜体结构存在时, 水平方向应力传播路径发生偏移导致不均匀压缩, 天然地基下的砂土与粘土互层结构常因此触发差异沉降发育链。这些地质材料固有的非均质各向异性构成了沉降空间分异的原始内因, 工程勘察必须精准识别此类不利结构面空间构型^[2]。

2.1.2 上部结构荷载差异

建筑功能空间多样化设计必然导致荷载作用的空间非

均匀性分布。建筑平面转折区往往形成多种结构体系的集中传力节点，其基础应力显著高于标准柱网区域。大型设备集中布置区域产生的振动荷载经基础放大后形成远超设计荷载的动态效应，在软弱地基区域诱发局部塑性变形积累。高层建筑核心筒与外框架结构刚度差异显著时，基础沉降曲线的曲率突变位置常伴随地下室顶板开裂。建筑形体不规则及核心筒位置偏移使荷载合力作用点偏离基底形心，这种恒定的力矩效应使基底反力分布显著改变，导致地基压缩层空间变形状态持续劣化。

2.1.3 施工因素

施工工序安排失当会对沉降过程形成难以修正的影响。施工降水过程未考虑地下水回补路径时，因渗流场改变导致的土体超固结状态消失会释放历史应力形成的残余沉降潜能。在深厚淤泥层区域采用常规基坑支护而非分层开挖方案时，坑底土体的回弹再压缩过程完全改变了地基的真实压缩性状。复合地基施工中因桩端阻力差异产生的施工后效应常被忽略，预制桩贯入过程对土体结构的持续扰动显著改变了持力层原始应力分布状态，最终使检测期沉降数据背离计算理论值。此类因施工动态影响导致材料结构状态改变具有显著的滞后破坏特性。

2.1.4 环境因素

地下水位波动通过改变土体有效应力与材料性质影响沉降速率与程度。雨季地下水位上升会因浮力效应减小土体自重应力，同时降低地基土弹性模量加速压缩进程。区域性地下水开采引起的大范围水位下降导致土体有效应力持续性增加，这种不可逆固结压缩常超越建筑设计允许的沉降阈值。季节性冻土区域水分迁徙过程会形成冰透镜体与富水区交错构造，春季融化期这类结构消失后的土体骨架重构引发异常沉降。地震诱发液化场地沉降破坏机理源于孔隙水压力累积效应，当振动应力超过临界值时砂土颗粒结构崩解使地基整体丧失承载能力。这类环境动力系统的持续演化成为长周期沉降监控的重要对象^[3,4]。

2.2 地基不均匀沉降的危害表现

地基不均匀沉降直接扰动建筑物原有承载体系，引发结构构件受力状态劣化，承重墙体易形成斜向或阶梯状裂缝，梁板构件可能产生附加弯矩导致局部混凝土剥落，钢结构节点连接部位则存在残余应变累积风险。此类变形破坏趋势削弱建筑物整体稳定性，威胁运营期结构安全寿命。功能层面影响表现在非结构构件匹配失效，门窗框体变形诱发启闭卡阻，楼地面倾斜造成设备安装基准偏移，管道系统连接处产生拉压应力集中，排水管路接口密封性降低引发渗漏。不均匀沉降效应延伸至周边环境，邻近区域土体应力重分布或导致路面起伏破损，埋地管线出现非均匀支撑变形，严重区域存在地表局部塌陷隐患，破坏市政基础设施协同运作能力，增加公共安全监护责任负担。

3 关键检测技术及原理

3.1 高精度水准测量技术

高精度水准测量技术依赖精密的光学仪器和水准尺系统，执行地表高程差异的直接观测。操作中，工程师布设一系列基准点和监测点，利用水准仪读取刻度，形成连续高程剖面。这种传统方法在土木工程沉降检测中应用已久，特别适合于路基、桥梁基础等线性结构的变形评估。水准测量结果提供毫米级精度的高程变化数据，便于长期趋势分析。工程实践中，技术人员需要严格控制环境因素干扰，如温度波动或大气折射，以维持测量可靠性。仪器校准和数据记录过程必须遵循严格规范，保障沉降计算的准确性。日常地基监测工作中，水准测量往往作为初始步骤，建立沉降基准参考点。其简易操作和低成本优势，促进了大规模现场部署，成为常规沉降监控的首选方案之一。

3.2 GNSS 实时动态监测

GNSS 实时动态监测基于全球导航卫星系统，实现地表位置的连续追踪。这一技术利用多颗卫星发射的信号，通过地面接收器计算三维坐标变化。GNSS 接收设备装备在监测点上，实时反馈毫米级位移数据，覆盖大面积监测需求。地基沉降评估中，系统可捕捉瞬态变形事件，如施工活动或土壤固结引发的微小变化。工程应用突出其远程操控潜能，工程师在控制中心获取沉降报告，支持即时决策。高精度和时间连续性构成了 GNSS 的核心价值，适应复杂地形或城市环境（如表 1）。实际土木项目常见固定基站与流动移动站结合部署，拓展监测范围。GNSS 信号处理涉及误差修正算法，消减多路径效应和大气延迟影响，确保数据真实性。

表 1 GNSS 实时动态监测关键属性表

| 属性 | 描述 |
|----------|------------------------------|
| 技术原理 | 利用全球卫星网络信号进行实时位置计算，获取动态位移数据。 |
| 监测能力 | 提供毫米级精度的三维坐标变化，适用于大面积连续沉降跟踪。 |
| 应用场景优势 | 适应恶劣环境条件，支持长期无人值守监测与远程数据传输。 |
| 土木工程应用案例 | 高速公路桥梁沉降监控、大型水库岸坡位移实时预警。 |

3.3 InSAR 时序分析技术

InSAR 时序分析技术结合合成孔径雷达图像，实施地表微小沉降的广域评估。技术获取卫星雷达数据序列，经干涉处理生成相位差图，揭示时间维形变趋势。地基不均匀沉降监测得益于非接触式观测，覆盖范围可扩展至数百平方公里。数据处理引入多孔径算法，抑制噪声影响，输出年度累积沉降量报告。土木工程师在矿山区或城市拓展区部署此方法，预警潜在地质灾害风险。高空间分辨率允许细分监测单元，识别局部沉降热点。实际工程应用体现高效性，相比传统点监测节省大量人力成本。雷达图像周期性更新构成核心