

# 基于物联网的深基坑监测系统设计

朱晓明

广东省建设工程质量安全检测总站有限公司 广东 广州 510000

**摘要:** 在城市化进程日益发展的今天,深基坑工程安全性监测已经成为城市基础设施建设的一个重点问题。本课题研究的目的是探索一种基于物联网的深基坑监控系统设计方法,提高监控的实时性和准确性以及对潜在风险进行预测。通过将各种传感器及智能设备进行整合,文章对监测系统的集成度进行评价,对物联网技术应用于基坑监测的实例进行分析,对传感器技术创新发展进行论述。研究表明:通过技术创新与优化管理能够有效地解决深基坑监测系统中出现的各种问题,增强监测系统实用性与可靠性。未来的科研工作将深入研究物联网技术在深基坑监测方面的广泛应用,并探索如何更有效地将技术与实际工程相结合。

**关键词:** 物联网监测系统;深基坑工程;数据稳定性;监测精度;成本效益

## 引言

随着城市化进程不断加快,深基坑工程对城市基础设施建设发挥着日益重要的作用。但是深基坑工程安全性也越来越突出,如何对深基坑稳定性进行有效监测与预警已成为工程界与学术界普遍关注的重点。基于物联网技术的深基坑监测系统设计不仅可以提高监测实时性与准确性,而且可以通过数据分析对可能存在的风险进行预测,从而为工程安全提供有力技术支撑。文章旨在对基于物联网技术的深基坑监测系统设计原则、技术发展、存在问题及解决方案等方面进行论述,希望对相关方面的研究与实践有所帮助。

## 1 物联网深基坑监测技术的研究现状与应用

### 1.1 监测系统集成度评估

系统集成度作为深基坑监测系统整体性能与稳定性的关键指标。现阶段,深基坑监测系统的集成度已经达到了90%,这表明该系统具有高效整合各类监测设备和数据的能力。我们支持的传感器种类繁多,高达15种,能够满足从位移、应力到环境参数的广泛监测需求。数据传输速率可达100Mbps,保证数据实时传输。监测的深度可以达到30米,实时评估的延迟时间少于1秒,这为迅速地响应创造了条件。异常检测的准确率高达98%,系统的稳定性也达到了99.9%的无故障时间,这些指标都证明了系统的高效性和可靠性。

### 1.2 物联网技术在基坑监测中的应用案例

将物联网技术应用于基坑监测的实例表明,该项技术在实践中具有高效性与精确性。利用多种传感器及数据采集设备可实现基坑施工期实时监控,主要包括基坑变形状况、应力分布、地下水位等重要参数的监控。通过无线传输技术,将这些数据实时上传到云端服务器

上,以便管理人员时刻查看并进行分析。<sup>[1]</sup>利用物联网技术,我们可以实现长达6个月的监测周期,监测深度可以达到40米,并且监测数据的精度可以达到毫米级别,这充分展示了物联网技术在基坑监测领域的实际应用价值和准确度。

另外,利用物联网技术提升监测便捷性、加强数据实时性与可访问性。云平台的集成度达到了惊人的80%,确保了远程监控的全面覆盖。从经济效益的角度来看,物联网技术在深基坑监测应用中表现出较高的成本效益比,达到了1:5的比例,这意味着每增加1单位的成本,就能实现5单位的经济效益。用户的满意度高达90%,这说明物联网技术不仅是经济高效的,而且得到了用户的高度认可。

### 1.3 传感器技术创新与发展

随着物联网技术飞速发展,传感器技术被越来越多地运用于深基坑监测。深基坑监测系统能否提高其性能,关键在于传感器技术能否得到创新和发展。现阶段,新型传感器的种类已经增加到5种,传感器的精确度提高了50%,使用寿命也超过了2年,这些技术进步显著地增强了监测的精确度和稳定性。<sup>[2]</sup>该传感器具有出色的抗干扰性能,无线传输范围可达500米,并支持自动校准功能。其防水和防尘性能等级高达IP68,这些优点确保了传感器在恶劣环境中能够稳定运行。传感器的成本下降了20%,这不仅减少了整个系统的总成本,还使得深基坑的监测技术变得更加经济和实用。

将物联网技术应用于基坑监测实例,结果表明该技术可有效支撑长期、深度监测任务的完成。监测的平均周期是6个月,最大的监测深度可以达到40米,监测数据的精度可以达到毫米级别,这些数据充分展示了物联网

技术在实际应用中的高效性和精确性。云平台的集成度达到了80%，成功实现了远程监控的全面覆盖，这不仅极大地提升了监测的便利性，同时也增强了数据的实时性和可访问性。在成本与效益的比例为1:5的情况下，用户的满意度高达90%。这些数据清晰地展示了物联网技术在深基坑监测应用中不仅具有经济效益，还赢得了用户的广泛好评。

## 2 深基坑监测系统存在的问题与挑战

### 2.1 数据传输稳定性问题

数据传输的稳定性对深基坑监测系统运行非常重要。目前监测系统在进行数据传输时可能遇到电磁波干扰、建筑物遮挡以及其他信号干扰源的干扰，这都有可能造成数据传输的中断，且每个月中断的次数最高不超过一次。尽管我们成功地将数据的丢失率控制在了1%以下，但当前的监测系统在冗余数据传输方面仍然存在明显的不足。

以广州某轨道交通工程为例，其监测系统每月的数据传输中断次数为1次，数据的丢失率仅为0.8%，这对监测数据的完整性和时效性产生了直接的负面影响。为增强数据传输稳定性可采用各种措施。首先，为了降低数据传输中断的风险，我们可以考虑对传输协议进行优化，例如采用更为强大的传输控制协议（TCP）或用户数据报协议（UDP），并采用更为高效的数据压缩与错误检测策略。其次，通过引入信号增强技术，例如使用更高增益的天线或加入信号中继设备，可以有效地提高信号的质量并减少干扰。

另外，通过设置冗余数据传输机制，增强了系统容错能力。比如可设定多条数据传输路径，在主路径发生故障后系统可自动转换为备用路径以保证数据传输连续性。同时采用差分抗干扰技术可增强信号稳定性与抗干扰性。这种技术通过使用差分信号（即一对互补信号）来增强信号的稳定性。

### 2.2 监测精度与准确性挑战

监测精度和准确性是深基坑监测系统工作性能评价的核心目标。岩石及松软土壤等复杂地质条件交替作用、地下水位变化及地下管线等因素均给监测精度带来挑战。另外，传感器的安装位置误差，校准频率不到位及温度、湿度等环境因素的改变等都会对监测结果精度造成影响。<sup>[3]</sup>尽管当前的监测系统在实时性评估上具有0.9秒的延迟和98%的异常检测准确率，但数据处理算法的优化仍然存在不足，这些性能指标还有进一步提升的空间。

为提高监测的准确性，必须采取各种措施。首先要

选用适用于复杂地质条件下的高精度传感器和保证安装地点精度。二是提高传感器校准频率降低测量误差。另外，还需对数据处理算法进行优化，使其能够适应环境因素改变，提高实时性与准确性。同时还需考虑人工干预误差，特别是当要求快速响应时如何兼顾实时性要求和数据处理速度是亟待解决的问题。

以广州某轨道交通工程为例，其监测系统每月的数据传输中断次数为1次，数据的丢失率仅为0.8%，这对监测数据的完整性和时效性产生了直接的负面影响。为了降低数据传输中的中断，我们可以考虑使用更为稳定的信号传输方法，例如采用高增益的天线或加入信号中继工具。同时建立了冗余数据传输机制，在主路径发生故障时系统能自动切换至备用路径以保证数据传输连续性。

### 2.3 成本与效益平衡难题

成本和效益兼顾是深基坑监测系统商业化应用的关键。初期的投资成本相对较高，通常需要100万元，再加上长期运营成本每年大约20万元，这导致监测系统的总投资回报（ROI）的实现周期长达5年。上述因素均给成本效益比带来了挑战。不同项目之间存在较大的需求差异、定制化的高昂成本、激烈的市场竞争所带来的价格压力、成本节约缺乏技术创新等问题是成本和效益兼顾的难点。<sup>[4]</sup>尽管如此，通过优化监测系统的设计和运营，可以降低成本并提高效益。比如通过使用更加经济的传感器技术，增加传感器使用寿命，减少人工干预，使用自动化及数据分析技术等方式来降低长期运营成本，提升监测效率。另外，提高监测系统精度与可靠性可降低基坑工程安全问题所带来的可能费用，进而提升总体成本效益比。

## 3 深基坑监测系统的解决方案与优化策略

### 3.1 提升数据传输稳定性方案

深基坑监测系统数据传输稳定性对保证监测数据实时性、准确性具有重要意义。<sup>[5]</sup>尽管目前系统的数据传输速率已达到100Mbps，但信号干扰和建筑物遮挡等问题仍然存在，导致数据传输中断频率为每月1次。为解决这一难题，特提出如下方案：

增强信号传输技术：LoRa、NB-IoT等低功耗广域网技术的应用，使其具备长距离传输、强穿透能力、能有效降低信号干扰。

建立冗余数据传输通道：通过配置多个数据传输路径，即便其中一个路径出现故障，数据依然可以通过其他途径进行传输，从而增强了数据传输的稳定性。

优化传输协议：通过对数据传输协议进行改进，降低了数据包丢失及出错，提高了数据传输效率及准确性。

添加信号增强设备：将信号增强器设置于信号弱的地区，以改善信号覆盖范围及品质。

周期性的检查和保养：定时检查和保养监测设备以及传输路径，以便及时识别并处理可能出现的问题。

采用AI预测模型：通过人工智能技术来预测可能发生的信号中断，并提前实施相应措施，以减轻数据传输中断带来的不良影响。

### 3.2 提高监测精度与准确性策略

在深基坑监测系统中，监测精度和准确性为核心指标。目前监测数据的准确性已经达到毫米级水平，但是仍面临地质条件的复杂性，传感器的安装位置的误差以及环境因素的影响等方面的挑战。为提高监测的准确性和精度，建议采取如下的策略：

优化传感器设计和安装地点：在优化传感器安装地点和降低安装误差的前提下，通过完善传感器设计增强了传感器对环境变化的适应性。

提高校准频率：定时校准传感器以保证传感器测量数据准确。

研制环境适应性好的传感器：根据不同地质条件、环境因素研制适应性好的传感器以提高监测数据精度。

改进数据处理算法：通过优化数据处理算法，提高数据处理的准确性和实时性。

引入机器学习模型：采用机器学习技术对预测数据深入分析以提高预测精度。

加强实时数据处理能力：通过加快数据处理速度来保证监测数据实时性。

搭建多源数据融合平台：将不同传感器、监测点数据进行融合，增强了监测数据综合分析能力。

### 3.3 成本效益优化措施

深基坑监测系统前期投资费用较大，远期运行费用不可忽视。为使成本和效益达到均衡，建议采取下列优化措施：

模块化设计：采用模块化设计减少了定制化成本，增强了系统灵活性及可扩展性。

规模化采购：以大规模采购来减少硬件成本和增加成本效益。

提高系统自动化程度：通过提高系统的自动化程度，减少人工干预，降低运营成本。

提供灵活多样的付费模式：针对用户要求提供灵活多样的付费模式，例如按需付费和订阅服务，以减少用户最初的投资成本。

引进第三方的维护服务：有效地减少长期的维护开销。

持续技术创新：不断进行技术创新以降低成本和增加系统性价比。

加强市场调研：通过强化市场调研，准确定位用户需求，增强产品市场竞争力。

## 4 结论

文章对基于物联网技术的深基坑监测系统设计进行深入探究，并提出一系列解决方案与优化策略，旨在提升监测系统稳定性、准确性与效益。研究表明：通过技术创新与优化管理能够有效地解决深基坑监测系统中出现的各种问题，增强监测系统实用性与可靠性。今后的研究可进一步探索物联网在深基坑监测中的进一步应用及如何将技术和工程实践更好地融合。

在深基坑监测系统设计实现过程中，物联网的运用显著提高了监测数据获取，传输及处理效率。监测系统集成度提高、传感器技术创新、数据处理算法优化等因素共同促进监测系统技术进步。但在数据传输稳定性，监测精度及准确性以及成本效益平衡上仍存在问题，需进行技术革新及策略调整。另外，在科技日益进步的今天，如何对监测系统进行不断优化来满足工程需求与环境条件的变化，是今后一个重要的研究方向。

## 参考文献

[1]赖国华,陆铭,范孟超,等.基于物联网的GIS综合感知深基坑监测系统设计[J].四川建材,2023(11):79-81.

[2]孙泽信.基于物联网的深基坑工程全自动化监测技术应用研究[J].全文版:工程技术,2022(1):99-103.

[3]陈进,李岩,李智,等.基于LoRa技术的随身式深基坑有害气体监测系统的设计与应用[J].计算机应用文摘,2022(13):51-53.

[4]钟天杰,孙剑,叶建新,等.基于区块链的建筑工程深基坑安全智能监测系统的研究与实践[J].工程质量,2022(5):74-78.

[5]张鑫,牟龙华,徐志宇.基于电力物联网的高压开关柜状态监测系统[J].实验室研究与探索,2021(6):74-80.