

Research and development and application of intelligent construction site drainage system

Shuai Wang¹ Yilong Cui¹ Fan Luo² Yiru Zhang³ Haotian Qian¹

1. Wuhan Construction Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430056, China

2. Wuhan Urban Construction Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430021, China

3. Central South University, Changsha, Hunan, 410083, China

Abstract

The water environment at the construction site is crucial for construction quality and safety, and is also an important management content in green construction. Based on the actual needs and characteristics of the construction site, as well as the problems of inconvenient water level monitoring and unscientific drainage in traditional drainage methods, an intelligent construction site drainage system based on water pressure sensors, the Internet of Things, and drainage equipment is proposed. It can control the drainage time and frequency more scientifically and reasonably, intelligently solve problems such as untimely monitoring and drainage, and excessive drainage. The system can perform online monitoring, warning, and control functions. Compared with traditional manual measurement methods, it is more convenient, efficient, easy to master, and practical in function. Applied in multiple engineering projects with good results, the system can provide reference solutions for water environment control at construction sites.

Keywords

intelligent construction site; water level monitoring; drainage; internet of things

智能工地降排水系统研发及应用

王帅¹ 崔义龙¹ 罗帆² 张奕儒³ 钱昊天¹

1. 武汉建工集团股份有限公司, 中国·湖北 武汉 430056

2. 武汉城市建设集团有限公司, 中国·湖北 武汉 430021

3. 中南大学, 中国·湖南 长沙 410083

摘要

施工现场水环境对施工质量、安全至关重要,也是绿色施工中的重要管理内容。围绕施工现场实际需求、特点及传统降排水方式存在水位监测不便、抽排不科学等相关问题,提出基于水压传感器、物联网、降排水设备的智能工地降排水系统,能够更加科学合理的对降水抽排时间、频次进行控制,可智能化解解决监测、排水不及时和过度抽排等问题,系统可进行在线监测、预警、管控功能,相比于传统人工测量方式,更加便捷、高效,装置易于掌握,功能实用。在多个工程项目进行应用,效果良好,系统可为施工现场水环境管控提供参考方案。

关键词

智能工地; 水位监测; 降排水; 物联网

1 引言

随着我国城市建设进程的加快,工程建设规模日益庞大^[1,2],工程建设区域水体常与河流、湖泊等水系存在联系,还受到天然降水和地下水位变化等多种因素的共同作用^[3,4]。施工过程还涉及生产用水、雨水循环,在局部区域形成综合复杂水的环境。施工现场的水环境,是绿色施工管理的重要内容,对于保护环境和保障工程建设质量安全,意义重大。当前,许多施工现场在水环境管理方面仍存在诸多问题^[5],

例如科学高效绿色智能的管控方法,水资源利用不充分,现场水环境管理还存在一些隐患^[6]。

尤其是临江工程建设项目,其水环境更加复杂,有相对频繁的联通水位波动,水位作用下,使得其地下室及基坑环境(图1)的稳定性变得相对复杂,管控难度增大。目前,对降水井及地下室积水的监测多采用人工方法,在水位变化频繁的时期通常需每日进行一次监测,监测工作量较大,通常现场的降水井分布面广、且相对零散,项目建设环境中,各类管材堆放点多,降水井出口时常跟架体支撑点交叉,监测人员徒步穿越过去监测,在夏季雨季,蚊虫众多,闷热透风差,给监测人员带来极大不便。遇到极端天气和夜晚,监测及管控工作难以开展且不够及时,手动开启排水泵进行降

【作者简介】王帅(1989-),男,中国湖北随州人,博士,高级工程师,从事智能建造研究。

排水，不仅耗费人力物力时间，而且无法做到动态实时监测和预警，缺乏实时性，给降排水工作带来隐患，因此迫切需要引入智能化、信息化技术与方法对施工水环境监测技术进行转型升级。

目前市场上采用的浮球阀式的降排水设备，通常是通过水位的机械变化，是一种半自动化的激发设备，但通常在降水井中使用，上浮水位变化相对较大，对于地下室变化较少，适用性不强，此外还缺少数据传输、抽排水顺序以及工作时间的限定功能，由于现场地质条件等原因，现场整体的水位下降存在一定的滞后性，浮球阀式容易发生抽排过快、过度抽排的现象，不够绿色化智能化。结合工地降水井布置、现场水位变化频率及施工阶段，本文提出一种对施工现场降排水场景、水位进行实时监测，并采用高精度水压传感器、物联网技术自动抽排水装置，优化调节数据的上下限，并与工程实际参数相结合，可对降排水泵启动顺序、时间节点和频率进行合理优化，解决现场抽排水不及时、抽排过度、适应性更强等问题。通过实时监测、数据分析和智能调度等手段，对施工场地的水环境进行全方位的监测和精确调控，以提升降排水科学性、以及促进水资源科学利用，保证施工安全，保护环境。

2 系统设计

系统以工程问题为导向，针对施工现场降排水难题，



图1 地下室监测点环境

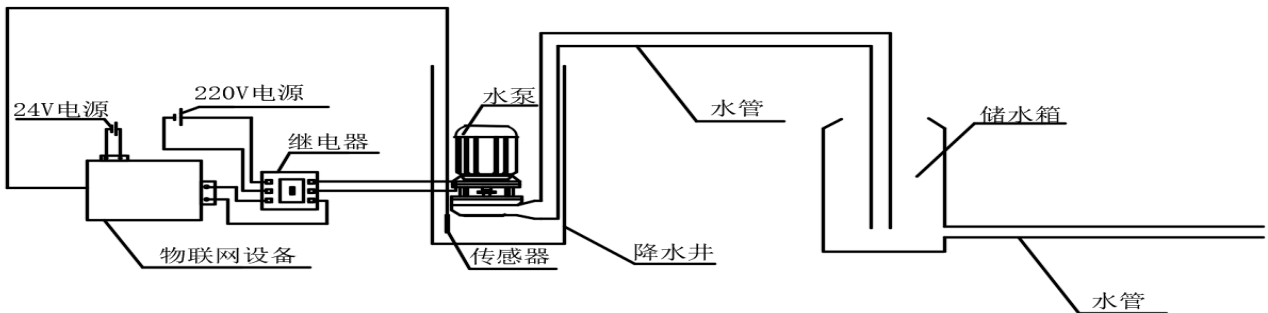


图2 智能化工地降排水系统

基于物联网、自动化控制，设计智能化降排水系统架构，装置如图2所示。系统由电源降压模块、物联网传输模块、传感器、高功率水泵及储水设备组成，将降排水与储水模块相互结合，针对性解决传统降排水系统在实时监测、精准调控、水资源调配管理等方面的问题。

3 装置功能

根据施工现场典型降排水位置、特点及功能需求，研发出便携式智能化降排水设备硬件，如图3所示。系统可根据现场实际情况，同时接入多个传感器模块，实现对多个降排水点的监测、同步控制。且内部设置稳压电源系统，可持续对装置进行供电，保障监测过程中的数据稳定、连续性。

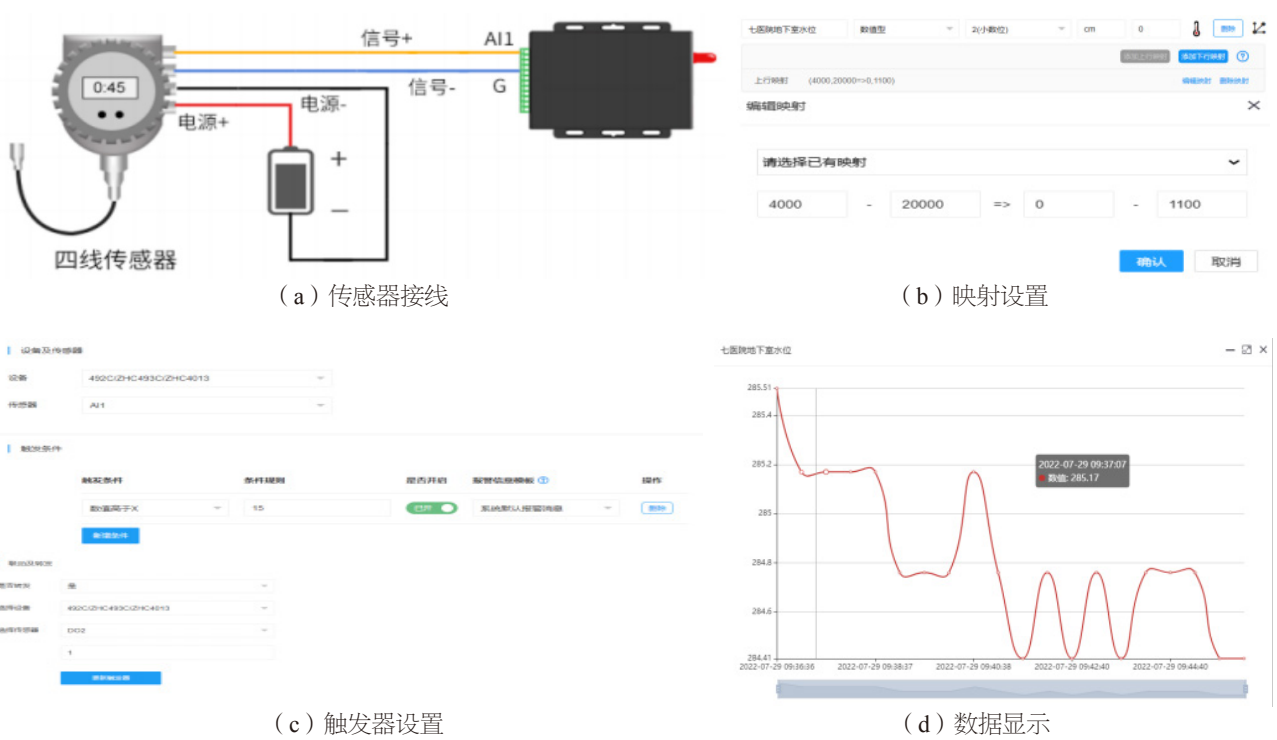
物联网设备接入传感器与继电器，基于传感器在线监测设备可实时地获取来自水位计的水位数据（图4），并将实时数据传输至云端，通过实时数据对当前水位状况进行深度分析，并判定异常情况。当在线监测模块发现水位异常时，将自动启动继电器、激发预警报警装置，及时将报警信息发送至系统。该模块具有较高的响应速度，能够及时、有效地对系统进行危险预警，从而使作业人员能够及时地采取相应的行动，以规避可能发生的危险。系统通过预警模块的信息及时发出指令，精确地控制水泵开关，从而达到对工程场地排水操作的自动化、精细化调控。



(a) 装置外观

(b) 内部电路

图3 智能化降排水装置实物



(a) 传感器接线

(b) 映射设置

(c) 触发器设置

(d) 数据显示

图4 数据监测原理

4 系统特点

该系统具有智能化监测、超限远程报警、自动激发抽排水等功能，可有效实现对工地现场降排水的智能化管控，同时能够将监测数据实时传输至云端，为降水工序数据分析提供可靠途径。另外，根据实际气象条件，操作者也能灵活地对水位数据的采集频率进行调节，使水位计始终保持在最佳工作状态。相比传统人工水位尺测量，更加方便。

相比于固定式浮球阀，本系统可根据工况自由调节报

警阈值，更加科学结合地下水位与孔隙水压数值，分析地下水分布梯度与抽排过程中孔隙水压变化幅度，制定出科学的抽水时间和水泵开启顺序。通过云平台控制不同位置水泵功率，科学的确定降排水顺序与抽排时间、抽排量，实现了抽水时间和开泵顺序的程序化控制，提高了降排水效率，避免了过度抽排造成的地基沉降问题，并构建了地下水抽排后微循环利用系统，避免工地抽排水资源浪费，节约工程建设费用，符合绿色施工的理念，该系统特点如表1。

表 1 智能化降排水装置应用对比效果

技术维度	传统人工 / 设备	智能化降排水装置
监测方式	人工每日 1 次水位尺测量	传感器实时监测（分钟级更新）
数据精度	5-10mm 误差	2-3mm 高精度测量
操作模式	现场手动启停水泵	云端远程控制 + 自动阈值触发
环境适应性	依赖人工巡检，恶劣天气易漏检	浮桥稳定装置 + 全防水设计
资源利用	抽排水直接外排	中水循环利用

5 工程应用及展望

本系统已在武汉建工集团第七医院迁建项目、汉南人民医院项目、肺科医院迁建项目等工程的基坑及地下室施工中进行了应用，可实时精准地监测水位变化情况，及时将数据传输至云端，为工程管理人员提供准确的水位信息，有效替代了传统的人工水位尺测量方式，极大地提高了水位监测的效率和准确性，从而给工程的管理带来一定的便利。智能化降排水系统的应用不仅提高了降排水作业的科学性、高效性和安全性、可靠性，还能够降低监测成本，减少水资源消耗，具有良好经济效益和社会效益。

系统建立集实时监测、智能调控与风险预警为一体的智能工地降排水系统，可有效解决目前施工中监测效率低、数据精度低等问题。系统中的智能设备可对水位进行实时监控，将采集到的数据实时传送至云端，实现自动泵送，避免安全隐患。智能化降排水技术还可扩展到市政工程、水利工程等多种建筑环境中，在建设行业中具有广阔的应用前景，具有重要的社会经济意义。未来，系统还可结合土壤孔隙水压力、使得监测应用场景更广泛，并提高传感器精度和

数据传输速度，通过神经网络算法结合土质渗透性能，进一步优化降排水方案，使其能够适应复杂的水体环境，同时能够与部分特殊地质土方施工作业相结合，进一步提升现场的排水效率和水资源利用水平。

参考文献

- [1] 陈更强, 王淑桃. 土木工程建筑施工技术的创新与管理——评《土木工程施工》[J]. 水利水电技术, 2020, 51(06): 199.
- [2] 方昱楚. 基于BIM的建筑工程管理智能化研究[J]. 建筑科学, 2024, 40(01): 173.
- [3] 曾斌, 陈植华, 邵长杰, 等. 基于地下水流系统理论的岩溶隧道涌突水来源及路径分析[J]. 地质科技通报, 2022, 41(01): 99-108.
- [4] 清华大学岩土工程研究所. 深部岩土力学与地下工程国家重点实验室开放基金课题研究进展[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2025, 65(3): 1-10.
- [5] 王志珍. 浅谈建筑给排水施工中的安全及质量管理问题[J]. 中国设备工程, 2022, (08): 261-262.
- [6] 张锋. 水厂生产废水回用及处理工艺研究[D]. 广西民族大学, 2024.