

# Research and application of intelligent concrete safety pouring monitoring system

Wang Shuai<sup>1</sup> Wu Sidie<sup>2</sup> Wang Lin<sup>3</sup> Wang Li<sup>1</sup> Cui Yilong<sup>1</sup>

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

2. Wuhan Urban Construction Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430022, China

3. Wuhan Business School, Wuhan, Hubei, 430065, China

## Abstract

To address potential safety hazards such as uneven loading and instability of the scaffolding during concrete pouring, an integrated plug-in monitoring device has been developed. Equipped with key parameter sensors for pressure, inclination, and displacement, this device monitors parameters like formwork load, displacement, and inclination during the pouring process. Data is collected in real-time via an IoT platform, with set monitoring and warning thresholds, which are then uploaded to an online platform. This system addresses issues such as high costs and expensive data collection equipment associated with traditional concrete pouring monitoring systems. It is applied to critical nodes and sections of concrete pouring, providing a reference for the quality and safety of construction projects.

## Keywords

concrete; intelligent and safe pouring; monitoring system

# 混凝土智能安全浇筑监测系统研究及应用

王帅<sup>1</sup> 吴思迪<sup>2</sup> 王林<sup>3</sup> 王理<sup>1</sup> 崔义龙<sup>1</sup>

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 430022

3. 武汉商学院, 中国·湖北 武汉 430065

## 摘 要

针对混凝土浇筑过程中可能存在的堆载不均、架体受力失稳等安全隐患, 研发一体承插式监测装置, 搭载压力、倾角、位移等关键参数传感器, 实现浇筑过程中模架荷载、位移、倾角等参数的监测, 通过物联网平台实时采集数据, 并设置监测预警值, 并上传至线上平台。该系统可解决传统混凝土浇筑监测系统费用高、数据采集设备贵等问题, 应用于混凝土浇筑关键节点、部位, 为工程建设的质量和安全生产提供参考。

## 关键词

混凝土; 智能安全浇筑; 监测系统

## 1 引言

混凝土浇筑是形成建筑承重体系(如梁柱、楼板、墙体、基础等)核心工序, 直接影响建筑物的安全、稳定和使用寿命<sup>[1]</sup>。混凝土浇筑通常采用人工作业的方式较普遍, 成型质量受施工工序、工艺水平、振捣密实度等工人施工水平影响(图1、图2)。在部分超高大跨度的混凝土浇筑部位, 其混凝土浇筑过程相对危险和复杂<sup>[2-4]</sup>, 该浇筑过程通常视为危险性较大的分部分项工程, 过程中需要高度重视浇筑荷载分布、架体稳定性、人员安全、工序、工艺控制等事项的管理, 及时有效地识别出浇筑过程中的危险。

在建筑工程项目安全事故中, 高支模坍塌事故占据着较大比例。因此, 实施强有力的技术保障措施和严格的管理监督, 以预防此类支架坍塌事故的发生, 显得尤为关键。为确保施工的安全性及质量, 需要对其浇筑过程的关键参数进行监测与控制。而目前, 高支模混凝土浇筑施工存在着安装人员高空作业, 监测费用高、监测方法单一、布设繁琐、自动化水平低、数据获取滞后、监测与管控分离等一系列问题, 影响施工效率, 诸多方面尚待优化。

混凝土浇筑过程中, 混凝土荷载向模架体系施加, 模架体系受力产生位移。现有混凝土浇筑监测通常采用布设在模架体系上的传感器、采集器, 经过人工进行附加式安装, 现有的模架钢管常采用侧面安装, 布线也较为繁琐。因此利用智能化手段研究智能安全浇筑监测系统, 可对混凝土浇筑过程进行实时监控, 提升混凝土浇筑质量, 减少安全隐患。

【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。



图 1 混凝土浇筑作业



图 2 高支模事故危害

2 系统设计

针对混凝土浇筑过程中可能存在的堆载不均、架体受力失稳等关键安全问题。系统以其轴力、倾角和位移作为需要获取的环境参数传感器。多源数据传感器经过变送器，使其成为物联网设备可采集的数据传感器，通过有线或无线信号传输至物联网设备，数据通过网络上传到云平台管控。当

出现异常情况时，系统会自动发出预警通知相关人员；当异常状况持续、恶化时，会触发现场警报装置。用户可以远程访问云平台，查看实时数据、历史数据及预警信息，并可以对监控系统进行设置（例如，采样频率的调整，报警阈值的设定），实现高支模轴力、倾角和位移的精确测量，系统整体设计如图 3 所示。

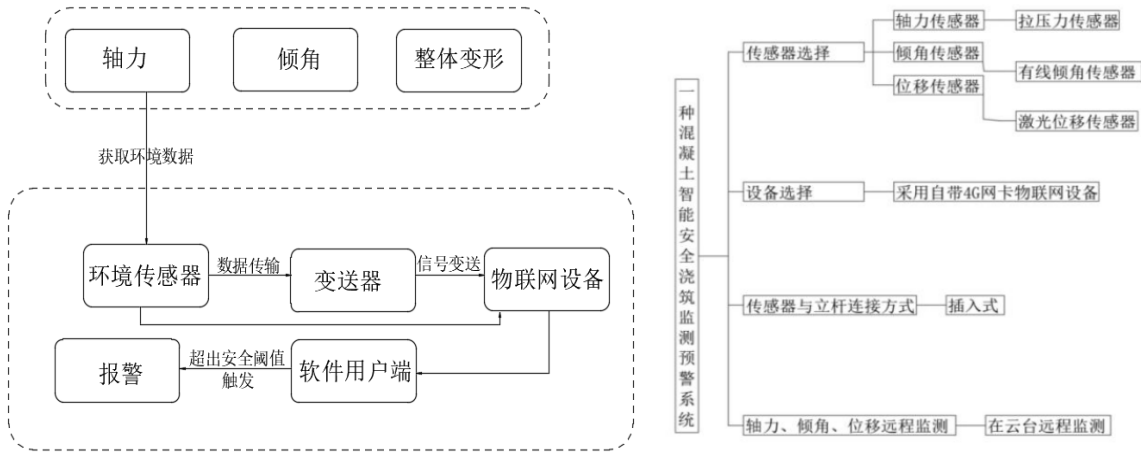


图 3 混凝土浇筑监测系统设计

3 装置功能

将监测设备与混凝土支撑架体相融合，实现一体式智能化监测技术，便于快速安装。为对高支模支撑状态进行监测，拉压力传感器通过螺纹孔装置与转接杆配合使用，插入到混凝土支架的立杆内，保证受力均衡。倾角传感器安装在混凝土支架上特定位置，由感应元件捕捉支架倾斜角度变化，并转换电信号输出；激光位移传感器安装在混凝土支架的位移敏感区域，对支撑竖向、水平位移进行实时测量。系统可对混凝土浇筑过程中高支模的轴力、倾角、位移等关键参量进行精确监测，及时发现安全隐患并预警，有效避免架体坍塌等重大安全事故。同时，本还可提高工人的配合工作效率，优化浇注工艺，减少质量缺陷。

4 装置特点

与外挂式监测管相比，混凝土智能安全浇筑监测系统将监测设备与框架结构深度融合，可实现对轴力、倾角、位移的实时监测。设备安装无需专业人员，普通架子工即可快速完成装配，大幅降低人工成本与使用难度。

监测系统实时监控浇筑作业，自动发出指令并进入待机模式以实现人机协作。在混凝土异常时，系统通过持续监测和预警快速通知施工人员，若无响应则启动警报。该系统利用数据而非经验控制浇筑过程，优化工序，提升效率，并为施工优化提供数据支持。监测数据上传至云端，管理人员可使用移动设备实时监控施工现场，及时排查和整改安全隐患，确保施工安全并减少人力成本。系统在复杂环境下保持高效稳定运行，增强作业安全性、确保质量一致性和管理便捷性。

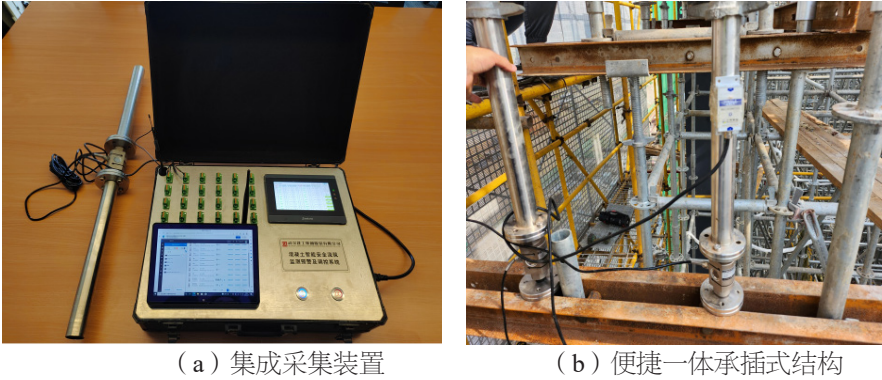


图4 混凝土浇筑装置

5 工程应用及效果

混凝土智能安全浇筑监测系统在武汉市第七医院迁建项目和中共市委党校迁建项目中得到应用。武汉市第七医院迁建项目建筑面积 120600m<sup>2</sup>，由于结构复杂，高大模板支撑体系的稳定性监测至关重要。受限于预算，传统监测难以

实施，影响工程可靠性。市委党校迁建项目工期紧张，传统监测技术成本高且操作复杂，难以适应浇筑时间的不确定性。系统通过手机端实时监测架体受力，集成智能监测设备和预警系统，实时监控浇筑过程中的关键参数，确保施工安全。该系统安装简便、成本低，能显著提高浇筑质量、工程效率 and 安全性，具有很好的推广潜力。



图5 工程应用项目

6 结论及展望

系统实现了对浇筑过程的轴力、倾角、位移等关键参数的实时监测，可以与现有架体管快捷对接。一体式的监测系统，可监测架体荷载、倾角、变形位移等控制参数，同时具备超限报警功能，较现有管侧安装测量手段，一体式监测系统与架体同轴居中，轴力测量精度得到提升，倾角、变形位移与系统同身，数据测量更真实、更敏捷。并及时发出预警，从而有效避免潜在的安全隐患。通过智能化的监测和控制手段，降低混凝土监测成本、降低施工过程中的安全风险，提高施工效率，缩短工期，为项目建设提供有力保障。

参考文献

[1] 王晓娟. 高层房屋建筑工程大体积混凝土施工技术[J]. 工程与建设, 2023, 37(02): 682-684.  
[2] 赵岩枫, 廖术龙, 张艳奇. 混凝土浇筑过程中高支模实时监测分析[J]. 建筑安全, 2020, 35(07): 4-7.  
[3] 陈鲁, 汪德鸿. 大体积异形混凝土浇筑时模架体系监测试验研究[J]. 施工技术, 2016, 45(21): 52-54.  
[4] 辜文凯. 大体积混凝土浇筑过程中温度监测与控制技术[J]. 四川建筑, 2010, 30(04): 206-207.  
[5] 周云鹏, 靳宏, 刘元涛, 等. 超危高支模结构混凝土施工架体安全在线监测技术[J]. 建筑技术, 2021, 52(10): 1276-1278.