

高支模智能无线监测系统应用技术

张鹏宇 丁鑫 金日天 齐潘潘 刘世尧
中建科技集团华东有限公司 上海 200126

摘要：高支模智能无线监测系统是将建筑施工安全监控与先进的无线通信技术相结合，具备无需布线、易于安装、高频次数据收集、多参数整合及智能化警报等功能特性。它被广泛应用于高大模板支撑体系的浇筑作业、建筑物或构筑物施工过程中的结构变化监测等领域，这些领域存在较高的安全隐患。

关键词：高支模；监测；安全；变形

1 引言

传统的高大模板监测手段依赖于光学设备的人工操作，存在监测区域有限、检测间隔较长及响应迟缓等问题。相比之下，当前采用的高支模电子监测系统有效克服了上述缺陷。该系统能够实现对建筑现场支撑结构状态的持续跟踪，准确捕捉施工期间支撑架所承受的轴力、应力变化以及模板位移情况。一旦发现特定构件因承载增加而超出预设的安全阈值，系统将立即发出警报，使得项目团队可以迅速采取措施调整施工策略，从而预防由模板或支撑结构变形导致的安全隐患，保证大型模板支撑系统的稳定与安全。这种方法对于提升工程项目的整体安全性、质量控制水平以及作业可靠性具有重要意义。

2 工艺原理

依据对高支模架体受力状况的深入分析，选取其结构中的关键区域或潜在弱点作为监测点。在进行混凝土浇筑之前，在选定的位置安装位移传感器、倾斜度传感器以及轴向压力传感器，并通过数据线与智能数据收集设备、监控系统及报警设施相连。在混凝土浇筑期间，实时获取并记录这些传感器提供的关于架体倾斜角度、位置变化和轴向载荷的信息。随后，监控平台将所收集的数据与事先设定的安全阈值进行对比分析。一旦发现任何监测点的数据达到预设的预警级别或是超过了安全限制，报警系统会即刻启动，发出警告信号。现场的技术人员可以根据收到的警报信息迅速响应，开展必要的检查工作，并及时采取适当的措施来保障整个施工过程的安全性^[1]。

3 技术特点

1) 监测范围广泛：该实时监测系统能够全面覆盖高支模体系的关键参数，包括模板沉降量、立杆承受的轴

向力、立杆倾斜角度及支架整体水平位移等，从而实现对整个高支模结构状态的有效监控。

2) 实时参数采集：该系统通过数字化手段，以高频率自动完成监测参数的收集与传输工作，确保了对这些参数的即时获取。

3) 通过自动化的数据分析、存储及检索功能，实现了监测信息的高效管理，从而提升了监控过程的直观性和信息化水平；

4) 具备高效的监测响应机制：系统能够自动对超出预设阈值的参数发出警报，从而实现了对于潜在风险状况的即时察觉与迅速反应。

5) 该系统具备卓越的安全特性。利用智能化数字监测技术能够显著提升整体安全性，特别是通过远程操控手段，可以有效避免工作人员直接暴露于潜在风险区域，从而确保其在执行监控任务期间的人身安全得到最大程度的保障。

4 系统构成

高支模智能无线监测系统，由硬件系统和软件系统两部分组成。硬件系统主要由采集主机、智能无线数据采集终端（双轴倾角传感器）、位移传感器、轴压传感器、视频监控以及无线声光报警器组成；软件系统主要由工程管理、数据管理、控制管理和系统设置组成^[3]。



图1 智能无线采集监测系统组成

作者简介：张鹏宇（1997—），男，本科，工程师。

通信地址：上海市浦东新区上钢新村街道长清北路53号中铝大厦南楼8楼（200126）

电子邮箱：786168545@qq.com

智能无线数据采集设备主要用于现场环境下,通过无线方式收集监控传感器的数据,并将其传输至系统数据平台。这种技术特别适用于高大模板支撑结构施工过程中的安全监测。该设备内置有智能化的监控软件,能够支持多达90组传感器共270个通道的数据收集工作,其最高采样速率为1赫兹(即每秒钟一次),非常适合于本地的数据获取与分析任务。



图2 智能无线数据采集主机

智能无线数据采集仪(倾角)主要用于监测过程中的传感器数据无线采集与传输功能。该设备能够处理包括模拟信号、电压信号及电流信号在内的多种信号类型,并且内置了高精度的倾角测量装置。通过采用Zigbee无线通讯协议,它能高效地将收集到的数据传送至监控中心或主机系统,确保了高达0.5%满量程的测量精度。



图3 智能无线数据采集仪

高精度位移传感器广泛应用于需要精确测量变形的工程项目中;当与智能无线数据收集装置结合使用时,能够实现远程监控功能。其特点包括采用精密电阻式感应技术以确保高度准确性、使用铝合金材质外壳增强了抗腐蚀性能、支持多样化的安装方案以及良好的环境适应性。



图4 高精度位移传感器

立杆轴压传感器采用高精度应变桥模块,安装在支架和模板之间,在混凝土浇筑过程中测量立杆轴力,精度0.5%F.S;主要用于监测高支模立杆轴力,与采集终端链接,无线采集。



图5 立杆轴压传感器

无线声光报警器内置无线数据传输模块,锂电池供电,用于现场声光报警。



图6 立杆轴压传感器

5 施工流程及操作要点

5.1 施工流程

传感器安装及使用流程为:模架支撑体系搭设完成→确定测点布设位置→安装监测设备→调试设备→启动实时监测→数据采集→问题处理及数据收录→拆除设备^[2]

5.2 操作要点

5.2.1 监测点位的布置

针对高支模结构中的关键环节或较为脆弱的部分,实时监控其模板沉降情况、立杆承受的轴向力以及杆件倾斜角度和整体支架的水平位移等参数具有重要意义。

1) 对于那些具有较大跨度或截面尺寸的现浇梁,在承受较重荷载且模板容易发生显著沉降的位置,如跨中部分。

2) 对于那些具有较大跨度的现浇混凝土板,特别是在承受较高荷载且模板下沉现象较为显著的区域。

3) 测点布置在跨度梁,当跨度不大于9米时应至少在1/2跨位置,大于9米是应在1/4、1/2、3/4位置布置测

点。每个监测面应布置1个支撑沉降、1个立杆轴力、1个倾角传感器；

- 4) 倾斜传感器应布置在立杆高度2/3~3/4高度处；
- 5) 轴力传感器布置在顶托和模板之间；
- 6) 监测主机应该处于架体外围由专业安全人员监测操作；

5.2.2 监测报警值设定

报警值的设定基于结构设计参数、材料属性及行业标准。该阈值通过监测累积变化量与变化速率加以控制，而预警水平则通常设为报警阈值的80%至90%，据此制定了监测控制系统的关键参数（见表1）^[1]。

表1 监测参数

监测参数	报警值	预警值
水平位移	$H/300$ (H 为架体高度)； $d/2$ (d 为立杆直径)； 前3次读数平均值的1.5倍	$H/400$ (H 为架体高度)； $d/3$ (d 为立杆直径)； 前3次读数平均值的1.35倍
倾角	根据立杆高度和位移允许值计算； 前3次读数平均值的1.5倍	根据立杆高度和位移允许值计算； 前3次读数平均值的1.35倍
立杆轴压	设计值的1.2倍； 材料强度的0.8倍； 前3次读数平均值的1.5倍	设计值； 材料强度的0.7倍； 前3次读数平均值的1.35倍

5.2.3 监测内容

实时监控支撑架体系的总体水平位移、模板沉降情况、立杆承受的压力以及杆件倾斜角度。确保在高支模搭建完毕并通过最终检查前，完成所有监测设备的安装工作。

5.2.4 传感器安装

传感器的安装必须严格遵循相关规范。具体而言，轴压传感器应当被安置于支撑架立杆中心线位置，确保两者对齐；倾角传感器则需固定在垂直立杆顶部，并与之紧密相连；水平位移传感器应布置在水平横杆之上，且要保证其处于绝对水平状态；至于沉降传感器，则应该放置在一个平整的板面上，务必使传感器位于吊锤正下方，以

防止出现吊锤与传感器不在同一直线上的情况。

5.2.5 仪器保护

仪器安装完毕后，要用塑料薄膜进行保护，防止污染、进水。

5.2.6 浇筑监测

在进行混凝土浇筑之前，必须先对相关设备进行全面调试工作，确保系统运行正常，在浇筑过程中，应当特别注意防止振动棒与模板发生接触，以免影响监测数据的准确性，同时，监测人员需密切跟踪数据变化，及时采取应对措施，确保混凝土浇筑过程的顺利进行。

5.2.7 总结分析

高支模架体变形监测完成后，需查阅不同点位的监测数据曲线，重点分析出现预报警及监测数据偏大的点位。针对这些点位，分别核查架体设计计算文件、构造措施以及架体搭设情况，深入分析原因，并总结经验教训，从而为未来此类工程的设计与实施提供参考依据。

6 结束语

相较于传统的高支模监测手段，此技术具备了更广泛的监测区域、全面的监测点覆盖、较短的数据采集间隔以及快速响应的特点。它能够达成“实时监控，超出限定值时发出预警，遇到危险情况自动报警，从而有效防止事故发生，减少潜在损失”的目标。此外，该系统还支持全程记录实时数据，并通过动态曲线图展示数据变化趋势，历史信息也易于查询。通过对现场收集到的数据与规范理论计算所得数据进行对比分析，为后续高支模架的设计和施工提供了宝贵的参考依据。

参考文献

[1]樊冬冬,连腾欢,颜斌,等.高支模架体变形监测施工技术[J].施工技术,2017(s1).
 [2]王志伟,刘云非,周海涛,等.超危高支模施工全过程架体安全监测技术[J].施工技术,2019(20):59-62.
 [3]陈建京,曾德尚.智能无线采集技术在高支模实时监测中的应用[J].北京测绘,2022,36(6):746-750.