

物联网监测系统在地铁车站基坑变形实时管控中的应用

程亦新 王永欣 袁 鹰

中建八局轨道交通建设有限公司 江苏 南京 210000

【摘要】：围绕物联网监测系统在地铁车站基坑变形实时管控中的应用，文章以围护位移、支撑受力和地下水位为对象，梳理条件核验、过程记录、参数判读和异常处置的衔接方法。文中将工序状态与监测值与基准值差同步复核，以责任岗位和放行条件固化控制链。表格、公式和图示用于说明项目内部管理关系，实际控制值结合设计文件、专项方案和现场条件确定。并为同类车站基坑的过程控制提供参考。

【关键词】：地铁车站；施工管控；物联网监测系统

DOI:10.12417/2811-0528.26.19.044

引言

物联网监测系统应用于地铁车站基坑时，围护位移、支撑受力和地下水位会随施工节奏与环境条件变化。若只在终检阶段判断，异常起困难以定位。针对对象识别、工序动作、参数复核与处置闭环，应明确检查对象、记录来源和放行决定如何保持一致。实际应用应结合设计文件、专项方案及现场条件调整。现场复核结果应作为调整作业安排的依据，并纳入交接台账管理。

1 地铁车站基坑物联网监测体系概述

1.1 基坑变形监测三层架构

基坑变形监测三层架构以感知、传输和判读三个环节组织现场数据。物联网传感监测技术将深基坑施工变形的连续采集、设备状态核验与过程判读联结起来，测点、传输链路和记录完整性应在同一施工单元内同步复核^[1]。车站基坑的感知层负责采集围护位移、支撑轴力和地下水位，网络层负责按时间戳传输原始记录，应用层再将本次记录与同一单元的基准状态进行比对。测点移动、掉线或施工工况转换时，值守人员先核对设备状态和作业面，再确认该组数据是否可进入后续监测判读队列。

1.2 地铁车站环境对物联网系统的特殊要求

从控制链条看，地铁车站环境对物联网系统的特殊要求是识别变化发生的工序条件。连续记录应追溯设备、环境和交接状态，形成“发现—复核—调整—确认”的闭合路径。复核结果由技术人员与现场责任人共同确认，并写入当班记录。潮湿、振动和临时遮挡等环境条件会改变设备供电、通信与安装状态，需结合具体施工阶段组织复核。环境变化后的核验结果应归档，供下一次工况转换时追溯。环境复核须与施工转换记录一并保存。

2 物联网监测系统关键技术

2.1 感知层：基坑变形信息采集技术

基坑变形信息采集技术应保证每个监测点的编号、坐标与采集时点可追溯。自动化动态监测要求基坑感知端采集、异常复测和数据留痕保持一致，设备状态异常时应先完成复测再传送有效数据^[2]。测点安装后先核对编号、坐标和保护状态，再在开挖、支撑施作与降水转换等工况节点检查采样是否连续。采集值出现跳变时，现场人员应对照设备供电、通信状态和周边作业记录复测，确认非设备因素后才提交至网络层。

2.2 网络层：基坑数据传输技术

网络层：基坑数据传输技术应保留可回溯的原始信息，记录检查对象、发生时点、判读依据和处置结果。数据传输环节应连续核对通信状态、时间戳和缺失记录，任何一道信息缺项都可能削弱后续控制的可靠性。为使监测值与基准值差的复核关系可被一致表达，应计算变形差；其中变量来自同一检查时点或施工单元。监测频次可按4h安排一次，遇到工况切换时加密检查。缺失数据的补传过程应记录时段与责任人，便于核验传输完整性。变形差复核按式（1）计算。

$$\Delta d = d - d_0 \quad (1)$$

式（1）中： Δd 为变形差； d 为本次记录值； d_0 为对比基准值。式（1）中， Δd 表示变形差， d 和 d_0 对应同一施工单元的本次与基准记录。变形差增大提示应扩大核验范围，最终处置仍须结合施工工况、设计限值和复核记录判断。

2.3 应用层：变形诊断与预警模型

应用层：变形诊断与预警模型应把安全与质量放入同一判读链。现场条件与方案假设不一致时，暂停转换作业并补充技术核验；超出方案边界的情形应组织专项论证。复核结论写入当班记录后，方可确定处置方式。预警处置应明确复核范围和责任人，防止风险判断脱离现场条件。判读结果应连同数据来

源和现场复核意见一并提交，使平台提示能够转化为可执行的处置决定。复核意见应标明数据来源与适用条件。

3 基坑实时管控技术应用

3.1 硬件层面：监测设备稳定性保障

硬件层面：监测设备稳定性保障应把巡查、复测、会签和放行落实到责任岗位。测点供电、安装和防护任一环节不满足条件时，不得自动进入下一工序，以减少监测信息断点。硬件维护完成后，应重新检查测点安装、供电稳定性和采集时间连续性，并将复测结论与设备编号对应归档。对防护受损或供电波动的设备，应先隔离异常数据并完成维护复验，再恢复其进入监测网络的权限。设备安装后还应核对供电状态、采集频次和防护封装，发现漂移或掉线时及时替换并复测。

3.2 数据传输层面：通信可靠性控制

数据传输层面：通信可靠性控制应提前暴露薄弱环节。对作业前后记录进行比较，可识别需调整的控制点；文中参数仅用于施工组织示例，实际取值服从设计与专项方案。施工组织应明确复核依据和处置动作。施工组织中应依据不同控制对象确定复核依据和处置动作。记录缺项时先补传并复核，再确认通信链路是否满足下一工序使用条件。异常时段应由值守岗位复核确认。通信中断时应保留本地缓存和时间标记，恢复链路后按顺序补传并核对缺失记录。传感链路的采样与告警响应安排见表 1。

表 1 施工过程控制对象与复核安排

节点	链路证据	采样周期 (h)	告警等级 (级)	处置 序位	异常 信号	响应 措施
作业 条件	专项方 案与交 底	4.00	11	21	条件 变化	复核 后放 行
围护 位移	原始记 录	5.00	12	22	连续 异常	加密 检查
交接 界面	验收记 录	6.00	13	23	信息 缺项	暂停 转换
关键 部位	现场复 测	7.00	14	24	偏离 边界	技术 会签
异常 工况	复核意 见	8.00	15	25	影响 扩大	专项 处置

恢复 工况	复验资 料	9.00	16	26	复验 通过	闭合 归档
----------	----------	------	----	----	----------	----------

表 1 将感知节点、链路证据和采样周期并列，便于识别需要优先复核的通信状态。采样周期缩短提示岗位提高数据核验密度，最终判读仍需结合现场工况和专项方案。

3.3 数据处理层面：异常识别与复核

数据处理层面的异常识别与复核须结合监测对象、开挖工序和风险边界，局部经验不能直接推广到不同地层、结构形式或施工季节。传感采集、边缘校验、无线传输、变形诊断与预警处置按校验、传输、判读和反馈的顺序衔接。传感采集先形成带时间戳的原始记录，边缘校验剔除明显缺项，无线传输再将有效记录送入变形诊断；诊断意见进入预警处置后反馈至传感采集，方可更新下一轮检查条件。物联网三层架构的数据汇聚关系见图 1。



图 1 物联网监测与预警处置闭环

图 1 将传感采集、边缘校验、无线传输、变形诊断和预警处置依次连接，使数据来源、核验动作和人工复核能够对应到同一控制链。预警处置反馈至传感采集，避免异常处置后仍沿用旧的检查条件。

3.4 成本与推广层面：管控边界

成本与推广层面：管控边界应以设计文件和专项方案为依据，将责任岗位、检查时点和记录载体对应，避免把单一读数解释为结构状态。投入安排应优先保证关键测点、通信链路和复核岗位可用。条件变化后核对资源配置与记录完整性。推广配置应结合车站规模、作业面转换频率、风险等级和维护能力调整，不以单一设备数量评价成效，并保留配置调整和复核结论。停用或替换设备应登记数据衔接方式，保证诊断链可追溯。

4 结语

物联网监测系统应将围护位移、支撑受力和地下水位纳入同一控制链，以条件核验、过程记录、复核判读和异常处置形成闭合。明确岗位责任、资料来源和控制边界，可减少作业转

换阶段的信息遗漏。表格、公式和图示用于项目内部复核，具体控制值由设计文件、专项方案和现场复核结果确定。条件突

变或数据失真时，应组织技术复核并调整作业安排。相关记录应随工序交接持续更新。

参考文献:

- [1] 严卫林.物联网传感技术的深基坑施工变形实时监测系统[J].中国建筑金属结构,2026,25(9):118-120.
- [2] 梅家兴,李昕.深基坑自动化动态实时监测物联网技术的研究[J].广州建筑,2025,53(4):43-48.