厦门市滑模安全监测系统建设指引（试行）

1 总则

1.1 为落实《厦门市智能建造试点城市实施方案》等有关文件精神，推动我市建设领域科技创新，提升工程建设数字化水平，提高工程项目管理效率，促进房建市政工程智慧化工地应用，有效指导施工现场滑模施工过程安全监测的规范化、科学化和智能化，特制定本指引。

1.2 本指引适用于各类涉及滑模施工的建筑结构，包括但不限于高层建筑、粮库、筒仓、桥墩、竖井、烟囱、水塔以及其他工业与民用建筑中采用滑模工艺的部分。

1.3 滑模安全监测系统的使用、检测、维护等管理，除应符合本指引外，尚应符合国家、行业和本省市现行有关标准的规定。

2 适用标准文件

滑模安全监测系统设备的安装、使用、拆卸等，应符合国家、行业相关标准、规范的规定，包括但不限于以下项：

（1）《工程测量标准》（GB 50026）

（2）《智能建筑工程质量验收标准》（GB 50339）

（3）《建筑基坑工程监测技术标准》（GB 50497）

（4）《滑动模板工程技术标准》（GB/T 50113）

（5）《建筑工程施工现场监测技术规范》（GB/T 51269）

（6）《建筑施工安全检查标准》（JGJ 59）

（7）《液压滑动模板施工安全技术规程》（JGJ 65）

（8）《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80）

（9）《厦门市建筑施工安全质量标准化管理规定》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 滑模施工：采用滑动模板工艺进行混凝土结构施工，通过千斤顶或提升设备使模板系统随混凝土浇筑连续上升的作业方式。

3.2 位移传感器：安装于滑模结构，用于精准监测水平或垂直位移量的设备，精度为±1mm，支持无线数据传输。

3.3 测斜仪：监测滑模结构倾斜角度及变化速率的仪器，精度为±0.01°，支持无线数据传输。

3.4 滑模安全监测系统：通过位移传感器、测斜仪等设备，实时采集滑模结构变形数据，经边缘计算与数据分析实现风险预警的智能化系统。

3.5 本指引中其余专用术语定义同本指引适用标准文件之定义。

4 基本规定

1. 滑模安全监测系统的设计和制造应包含智能化技术特征，优先执行国家标准、行业标准、地方标准或全国性协会制定的团体标准，若未有适用的前述标准，生产厂家应根据《标准化法》和相关法规规定制定企业标准，并通过“企业标准信息公共服务平台”（网址：https://www.qybz.org.cn/）等途径主动向社会公开。

4.2 若滑模安全监测系统的使用地方法规与本指引存在冲突，应优先遵守地方法规，并及时向工程所在地建设主管部门报告。

4.3 系统应支持预警值设置，可根据现场情况与设计要求调整预警值。

4.4 系统应具备数据实时采集、自动分析、分级预警功能。

4.5 支持与智慧工地平台对接。

4.6 系统应支持采集频率的远程设置，在不同施工阶段使用不同的采集频率:

4.6.1 正常施工阶段采集频率不低于1次/10分钟；

4.6.2 滑模快速提升或混凝土浇筑初期，采集频率提高至1次/5分钟；

4.6.3 恶劣天气或结构异常时，开启实时连续监测。

4.7 滑模安全监测系统应具备全要素信息的存储功能，包括传感器运行数据、故障报警，数据存储在边缘智能终端或云服务器上。

4.8 系统应支持通过互联网实时查看传感器的作业数据。

5 系统购置

5.1 企业使用的滑模安全监测系统应符合本指引第4章基本规定的规定，系统的设计、安装、调试、使用、维保应符合滑模安全监测系统供应商的企业标准。

5.2 企业使用滑模安全监测系统，应充分考虑建筑工地安全条件，选择适当的安全配置，提升设备本质安全。

6 安装与拆卸

6.1 传感器的安装拆卸的施工人员应持有特种作业证书，在作业前应完成专项培训、安全教育、安全技术交底等，并做好相关记录（可参照本指引附录A、附录B填写）。

6.2 施工人员应佩戴好各种劳动防护用品，高空作业时应系好安全带。

6.3 位移传感器布置数量、位置要求以及监测预警值

6.3.1 布置数量

（1）圆形结构（如筒仓）：沿周长每20-25m设置1处监测点，单仓总数不少于4个。

（2）矩形结构：每边不少于2个监测点，角部及长边/短边中部必须设置。

6.3.2 布置位置

（1）布设于滑模模板的提升架、围圈、模板边缘等关键节点，直接监测模板系统的水平位移与垂直沉降。

（2）安装时需与结构刚性连接，确保传感器轴线与监测方向（水平或垂直）一致，避免因安装偏差导致数据失真。

6.3.3 监测预警值

（1）黄色预警：位移累计值达到设计允许变形值的70%-80%。

（2）橙色预警：位移累计值达到设计允许变形值的80%-90%。

（3）红色预警：位移累计值超过设计允许变形值或变形速率突然增大。

6.4 倾角仪布置数量、位置要求以及监测预警值

6.4.1 沿滑模墙体或支撑杆件的高度方向，每20-30m设置1组监测点，每组不少于2个测斜仪。

6.4.2 布置位置

（1）安装于滑模墙体中部、支撑杆件顶部及中部，垂直于结构表面，确保测斜仪轴线与重力方向平行，监测结构倾斜角度及变化速率。

（2）测斜管安装时需保持垂直，偏差≤±1°，避免因安装倾斜导致监测数据误差。

6.4.3 监测预警值

（1）黄色预警：倾斜角度偏差达到±0.5°或变化速率≥0.1°/h且＜0.2°/h。

（2）橙色预警：倾斜角度偏差达到±0.8°或变化速率≥0.2°/h且＜0.5°/h。

（3）红色预警：倾斜角度偏差超过±1°或变化速率≥0.5°/h。

7 检测

7.1 滑模安全监测系统测试验收应参考附录C执行，验收内容包括：设备安装位置与固定方式符合要求、传感器方向校准正确、防护措施到位、设备标识清晰、通信传输稳定、传感器校准报告有效（CNAS/CMA 认证且在有效期内）、系统可正常查看数据且准确、模拟异常状态可正常报警等。

7.2 在滑模安全监测系统中对相关传感器设备进行配置后，检查是否可以正常接收传感器数据。

7.3 将接收到的传感器数据与施工现场的实际情况进行对比，校验数据是否准确。

7.4 模拟异常状态，校验是否可以正常发起报警。

8 使用与维护

8.1 使用管理

8.1.1 滑模安全监测系统应在验收合格后方可投入使用。

8.1.2 总承包单位、系统供应商应明确系统的管理与维护检修等职责的分工，系统供应商应负责定期巡检和系统故障维护，总承包单位应对上述工作进行监管，对监测告警根据应急预案进行处理。

8.1.3 总承包单位、系统供应商应按职责分工分别指定管理人员和运维人员，管理人员负责人员管理、作业管理以及异常情况的处置，运维人员负责系统的日常运维和巡检。

8.1.4 运维人员应每周检查设备运行状态，确认传感器数据正常。检查结果应填写日常巡查记录表，具体参照附录D。

8.1.5 发生报警时，管理人员需及时确认现场情况，通知相关人员根据应急预案及时处置。

8.2 检查、维护与保养

8.2.1 系统供应商的运维人员应每周一次巡视检查设备运行状态，确认传感器数据正常。巡视检查的检查方法以目测为主，可辅以摄像、摄影等设备进行。日常巡查记录可参考本指引附录D。

8.2.2 检查测斜仪和位移计的运行状态，包括电池电量、信号传输是否正常，传感器是否受外界干扰。

8.2.3 通过监测系统后台查看实时数据是否异常。

8.2.4 应每月对传感器进行校准，使用标准仪器对关键传感器进行精度校验。

8.2.5 定期清理测斜仪探头和滑动部分的灰尘和杂物，确保其滑动顺畅。对于滑动式测斜仪，需检查滚轮和丝杆的润滑情况。

8.2.6 在恶劣天气或施工过程中，应采取防护措施保护设备免受损坏。例如，在雨天或寒冷天气中，应覆盖设备并避免直接暴露。

8.3 记录与监控

8.3.1 应支持查看相关传感器的实时监测数据和历史数据。

8.3.2 应每周检查系统数据存储情况和备份情况，包括完整性、可用性。

8.3.3 数据备份在监测系统中，拆卸后应根据总承包单位要求进行移交。

8.3.4 系统应支持向监管平台或第三方平台上传数据。

8.4 应急预案

8.4.1 应急响应流程

8.4.1.1 预警信息接收与核实：管理人员确认预警级别及影响区域。

8.4.1.2 信息上报与通知：上报项目负责人及相关单位，通知现场人员停止作业。

8.4.1.3 应急响应启动：根据预警级别，启动相应的应急预案。

（1）黄色预警：施工单位应立即组织技术人员对结构状态进行初步检查和分析，加密相关区域的监测频率，密切关注结构变化趋势，做好记录并及时向上级汇报。

（2）橙色预警：施工单位应立即暂停相关区域的滑模施工，组织专家对结构进行全面评估，分析结构可能存在的安全隐患和发展趋势。根据专家意见，制定相应的处理措施，如对结构进行临时加固、调整施工工艺等。在隐患未排除前，不得恢复施工。

（3）红色预警：施工现场立即启动应急预案，停止一切施工活动，迅速疏散现场施工人员至安全区域，设置安全警戒范围，禁止无关人员进入。同时，施工单位应立即组织抢险救援队伍，按照应急预案要求，对结构进行紧急抢险加固，防止事故进一步扩大。及时向上级主管部门、建设单位等相关各方报告事故情况，并配合相关部门进行事故调查和处理。

8.4.1.4 现场处置与监测：应急响应启动后，相关人员迅速到达现场，按照应急预案进行处置。在处置过程中，持续对结构进行监测，实时掌握结构状态变化，为后续决策提供依据。

8.4.1.5 响应结束评估：项目负责人、专家确认安全后结束响应，总结经验完善预案。

8.4.2 应急处置措施

8.4.2.1 结构加固：针对结构出现的位移、变形等问题，采用临时支撑、拉杆等方式对结构进行加固，防止结构进一步破坏。

8.4.2.2 裂缝处理：对于结构出现的裂缝，根据裂缝宽度和发展趋势进行处理。当裂缝宽度较小时，可采用表面封闭法，使用环氧树脂等材料对裂缝表面进行封闭处理，防止水分和有害介质侵入；当裂缝宽度较大或出现贯穿裂缝时，采用压力灌浆法，将高强度的灌浆材料注入裂缝中，修复结构的整体性。

8.4.2.3 人员救援与疏散：若发生人员伤亡事故，立即组织救援力量进行现场救援，对受伤人员进行紧急救治，并及时送往附近医院。同时，有序疏散现场其他施工人员，确保人员生命安全。

附录A

安全技术交底记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **工程名称** |  | **施工单位** |  |
| **交底部门** |  | **交底部位** |  |
| **交底内容：**1、工程概况2、施工布置3、技术参数4、施工工艺5、施工流程6、施工质量保证措施7、施工安全保证措施8、应急救援措施交底人：参加对象签名：     |

**交底类别： 交底时间：**

附录B

安全教育记录

**教育类别：进场安全教育 教育课时： 小时 年 月 日**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **单位名称** |  | **主讲单位(部门)** |  | **主讲人** |  |
| **工程名称** |  | **受教育单位(部门)** |  | **人数** |  |
| 安全教育内容：  |
| 参加对象：(签名) |

附录C

滑模安全监测系统设备安装验收记录表

|  |  |
| --- | --- |
| **工程名称** |  |
| **施工单位** |  | **系统安装单位** |  |
| **序号** | **验收项** | **验收标准** | **验收结果** |
| 1 | 安装位置 | 符合设计图纸及监测方案要求 |  |
| 2 | 固定方式 | 焊接/螺栓牢固，无松动 |  |
| 位移传感器与结构刚性连接，测斜仪垂直安装 |  |
| 3 | 方向校准 | 位移传感器指向监测方向 |  |
| 4 | 防护措施 | 加装金属保护罩 |  |
| 线缆穿管敷设，防水密封良好 |  |
| 5 | 标识管理 | 设备编码唯一且清晰 |  |
| 6 | 通信测试 | 无线传输稳定 |  |
| 7 | 校准验证 | 提供有效期内校准报告（CNAS/CMA认证） |  |
| 8 | 系统使用 | 在平台中可查看设备当前状态与数值，且结果准确 |  |
| 9 | 告警测试 | 模拟异常状态，可正常发起报警 |  |
| 验收人员：（签字）时间： |

附录D

滑模安全监测系统日常巡查记录表

|  |  |
| --- | --- |
| **工程名称** |  |
| **施工单位** |  | **日期** |  |
| **序号** | **巡视检查内容** | **标准/允许范围** | **巡查结果** |
| 1 | 设备固定是否牢固 | 无松动、无倾斜 |  |
| 2 | 数据采集是否正常 | 信号稳定、无中断 |  |
| 3 | 电池电量是否充足 | ≥50% |  |
| 4 | 传感器表面清洁度 | 无灰尘、无遮挡 |  |
| 5 | 探头滑动是否顺畅 | 无卡滞、无异响 |  |
| 6 | 设备防护措施 | 防水、防尘完好 |  |
| 7 | 数据传输系统 | 无线/有线连接正常 |  |
| 8 | 周边施工影响 | 无振动、无碰撞 |  |
| 巡查人员：（签字） |