厦门市钢桁架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，有效指导施工现场钢桁架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 本指引适用于计划采用钢桁架安全监测系统进行现场钢桁架结构施工的房建、市政、工业建筑等工程，涵盖仓储、厂房、公共建筑等各类应用场景。

1.3 钢桁架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

钢桁架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）《建筑结构荷载规范》（GB 50009）

（2）《钢结构设计标准》（GB 50017）

（3）《钢结构工程施工质量验收标准》（GB 50205）

（4）《建筑结构检测技术标准》（GB/T 50344）

（5）《建筑施工安全检查标准》（JGJ 59）

（6）《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80）

（7）《建筑钢结构焊接技术规程》（JGJ 81）

（8）《钢桁架构件》（JG/T 8）

（9）《钢管满堂支架预压技术规程》（JGJ/T 194）

（10）《建筑施工临时支撑结构技术规范》（JGJ/T 385）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 钢桁架：由钢制杆件通过焊接、螺栓连接等方式组成的平面或空间结构，用于厂房、公共建筑、粮库等建筑的屋盖、托架等承重体系。

3.2 位移传感器：安装于钢桁架关键节点，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：监测钢桁架杆件或整体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 应变计：用于测量钢桁架杆件应力应变值的传感器，精度±1με，支持长期应力监测。

3.5 钢桁架安全监测系统：通过位移传感器、测斜仪、应变计等设备，实时采集钢桁架结构变形与受力数据，经边缘计算与数据分析实现风险预警的智能化系统。

3.6 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. 钢桁架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 若钢桁架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相应预警值。

4.4 系统应具备数据自动采集、智能分析以及预警功能。

4.5 系统需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。

4.7 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 企业使用的钢桁架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、维保应符合基于钢桁架安全监测系统供应商的企业标准。

5.2 企业使用钢桁架安全监测系统，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 负责安装和拆卸传感器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 位移传感器安装应符合以下要求：

6.3.1 监测点数量：根据钢桁架的跨度与结构复杂程度确定数量。

（1）对于跨度小于20米的钢桁架，每榀至少设置4个位移监测点；

（2）跨度在20-40米之间，每榀不少于6个；

（3）跨度大于40米时，每榀应设置8个及以上监测点。在受力复杂、应力集中区域及关键节点处，需适当加密监测点。

6.3.2 位置布置要求：

（1）在钢桁架的支座处，需布置位移传感器以监测水平位移与竖向沉降；

（2）跨中及 1/4 跨位置，重点监测竖向挠度；

（3）对于大型复杂钢桁架结构，在主次梁连接节点、悬挑部位端点等易产生较大位移处，也应合理设置监测点。

6.3.3 监测预警值：依据设计允许变形值设定预警阈值。

（1）黄色预警：当竖向位移达到设计允许挠度值的 60% 时或当水平位移达到设计允许水平位移值的 60%；

（2）橙色预警：当竖向位移达到设计允许挠度值的 80% 时或当水平位移达到设计允许水平位移值的 80%；

（3）红色预警：达到或超过设计允许预警值。

6.3.4 监测频率：

（1）在钢桁架安装初期、施工关键节点以及恶劣天气（强风、暴雨等）前后，应实时监测；

（2）正常施工期间，可根据结构稳定性，调整为10分钟1次；

（3）在钢桁架运营阶段，若结构状态稳定，可调整为每半天监测1次。

7 检测

7.1 钢桁架安全监测系统测试验收应参考附录C执行，验收内容应包括：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、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 在钢桁架安全监测系统中对相关传感器设备进行配置后，应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 钢桁架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。检查结果应填写系统运维检查表附录E。

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 在模架拼装完成后，应有系统供应商的运维人员进行巡视检查。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。

8.2.2 巡查内容可参考本指引附录D。

8.2.3 巡检时需检查传感器外观是否有物理损伤、松动、腐蚀或线缆破损。

8.2.4 检查传感器与钢桁架的安装固件是否牢固，线缆接口是否接触良好。

8.2.5 通过监测系统后台查看实时数据是否异常（如数值跳变、超出量程范围等）。

8.2.6 查看监测区域是否有人为破坏、异物遮挡或环境干扰。

8.2.7 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。

8.3 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、监理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 为保证职工生命及财产安全，预防为主，安全第一。一旦产生红色预警，不论是何原因，立即停止作业，撤离作业人员。

8.4.2.2 当发生事故时，本着“统一指挥、自救为主、分工负责、积极应对”的原则，以最快速度实施有序、高效的救援，人员得到救助、事故得到控制，减少人员伤亡、降低财产损失。

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

钢桁架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/磁吸牢固，无松动 |  |
| 应变计无应力安装，轴线与杆件一致 |  |
| 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

钢桁架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** | **分类** | **巡视检查内容** | **巡视检查记录** | **巡查时间** |
| 1 | 支撑结构 | 整体外观是否有倾斜 |  |  |
| 2 | 是否松扣、扭曲现象 |  |  |
| 3 | 施工方案要求 |  |  |
| 4 | 其他 |  |  |
| 5 | 立杆基础 | 有无裂缝、下陷情况 |  |  |
| 6 | 有无积水 |  |  |
| 7 | 其他 |  |  |
| 8 | 监测设施 | 基准点、参考点是否完好 |  |  |
| 9 | 传感器是否完好 |  |  |
| 10 | 保护标志是否完好 |  |  |
| 11 | 远程信号干扰情况 |  |  |
| 12 | 设备电池电量 |  |  |
| 13 | 其他 |  |  |
| 巡查人员：（签字） |

附录E

钢桁架安全监测系统运维巡检表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **工程名称** |  | **施工单位** |  |
| **系统供应商** |  | **日期** |  |
| **序号** | **巡视检查内容** | **检查结果** | **巡查时间** |
| 1 | 实时数据传输状态 |  |  |
| 2 | 数据数值是否异常 |  |  |
| 3 | 系统后台运行状态 |  |  |
| 4 | 预警功能触发测试（每月1次） |  |  |
| 5 | 其他 |  |  |
| 巡查人员：（签字） |