

深圳市工程建设地方标准

SJG

SJG 230 - 2026

建筑起重机械安全监测技术规程

2026-06-27 发布

2026-09-01 实施

深圳市住房和建设局 发布

深圳市工程建设地方标准

建筑起重机械安全监测技术规程

SJG 230 - 2026

2026 深 圳

前 言

根据《深圳市住房和建设局关于发布〈2023年度深圳市工程建设地方标准制修订计划项目（第二批）〉的通知》的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，结合深圳市的实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.安全监测及风险预警；5.传感器布设要求；6.安全监测系统集成。

本标准由深圳市住房和建设局批准发布，由深圳市住房和建设局业务归口并组织深圳市市政工程质量安全监督总站等编制单位负责技术内容的解释。本标准实施过程中如有意见或建议，请寄送深圳市市政工程质量安全监督总站（地址：深圳市福田区莲花西路2030号，邮编：518000），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳市市政工程质量安全监督总站
深圳市特区建工集团有限公司
深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

本标准参编单位：深圳市福田区建设工程质量安全中心
深圳市大鹏新区建设工程质量安全监督站
中国建设基础设施有限公司
中建三局集团华南有限公司
武汉众得安科技有限公司
绿色建造科技（深圳）有限公司
华中科技大学

本标准主要起草人员：陈泽波 郑晓生 于志敏 梁景业 阮小强
彭海真 向 玲 连保康 陈俊标 谢佳豪
周路鸣 杨明新 李 军 王 勇 黎 莉
潘亚洁 林嘉伟 张科娴 汤国强 魏远哲
孙佳佳 姜传忠 李鲁兵 李继超 徐轶昀
屠 名 欧 卫 曾 江 李 立 张斌顺
丁义轩 张志波 王 川 赵挺生

本标准主要审查人员：周 伟 肖 鸣 吕端臻 牛 力 余南华
王 军 曾石冬

本标准发布时同步报送广东省住房和城乡建设厅和深圳市市场监督管理局，并按地方标准管理有关规定实施备案管理。本标准可从深圳市住房和建设局门户网站获取电子版。

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	安全监测及风险预警	4
4.1	安全监测	4
4.2	安全风险预警	4
5	传感器布设要求	6
5.1	一般规定	6
5.2	塔机安全监测系统的传感器与布设位置	6
5.3	门式起重机安全监测系统的传感器与布设位置	6
6	安全监测系统集成	8
6.1	一般规定	8
6.2	数据格式	8
6.3	安全预防管理	8
6.4	数据存储及共享	9
6.5	监测系统预警及维护	9
附录 A	起重机械安全监测传感器状态检查表	10
附录 B	传感器安装说明	11
	本标准用词说明	16
	引用标准名录	17
	附：条文说明	18

1 总 则

1.0.1 为进一步提升建筑起重机械安全管理智能化水平，完善智能建造体系下生产要素和管理要素全方位数据共享协同机制，着力构建高水平安全生产格局，服务高质量发展，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于深圳市施工现场塔式起重机（简称塔机）的爬升作业、门式起重机的使用过程中安全监测。

1.0.3 建筑起重机械安全监测除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和广东省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 智能传感器

具备信号感知、数据处理、数据通信等功能，支持自主感知与智能化应用，可实现与外部系统高效信息交互的传感器。

2.0.2 塔机爬升作业

利用塔机自身的爬升系统，按照塔机爬升作业工艺完成的塔身高度增加、减少的作业过程。

2.0.3 安全监测

利用智能传感器对建筑起重机械爬升作业与使用过程的安全指标进行实时监测。

2.0.4 关键风险部件

需要进行安全监测的设备主受力、传力构件，包括塔机的顶升横梁、标准节踏步，门式起重机的主梁、支腿等。

2.0.5 “端—边—云”系统集成

基于统一的数据交换格式，利用智能传感器实时采集数据，在边缘计算节点进行数据处理、存储，通过网络传输到云端集中管理并实现展示、分析、评估、预警等功能的集成系统。

2.0.6 量程

传感器准确测量的最小到最大测量值的范围。

3 基本规定

- 3.0.1 建筑起重机械使用单位应按照本规程要求组织完成智能传感器布设、监测及系统集成工作。
- 3.0.2 建筑起重机械的安全监测应采用智能传感器。
- 3.0.3 智能传感器数据传输应保证畅通稳定。
- 3.0.4 应对设备整体稳定、关键风险部件、作业环境进行实时监测。
- 3.0.5 安全监测系统应采用“端一边一云”系统集成的架构。
- 3.0.6 “端一边一云”集成系统在设备安装与系统调试后应按照本规程附录 A 对照检查。

4 安全监测及风险预警

4.1 安全监测

- 4.1.1 建筑起重机械安全监测参数实时监测周期不应大于 10s。
- 4.1.2 建筑起重机械使用过程监测应按照现行深圳市《建设工程安全文明施工标准》SJG 46 有关规定实施。
- 4.1.3 应采用智能传感器对塔机爬升作业中的整体安全状态进行实时监测，监测参数应包括下列内容：
- 1 塔身和起重臂平衡臂组成平面的平面内倾斜角度；
 - 2 顶升横梁安全销轴固定状态、爬爪就位状态、下支座连接螺栓/销轴连接状态；
 - 3 作业环境风速。
- 4.1.4 应采用智能传感器对使用中的门式起重机整体安全进行实时监测，监测参数应包括下列内容：
- 1 主梁水平倾斜角度、支腿垂直倾斜角度；
 - 2 主梁与支腿连接状态；
 - 3 作业环境风速。

4.2 安全风险预警

- 4.2.1 安全风险预警应跟随塔机爬升作业、门式起重机的使用过程实时监测预警。
- 4.2.2 塔机监测预警阈值及计算方法，应符合下列规定：
- 1 当监测装置安装在塔机对应位置并启动监测后，主机应接收传感器发送的数据，并应通过主机硬件的嵌入式程序进行判断处理，塔机监测预警阈值应符合表 4.2.2 的规定；
 - 2 主机应根据塔机监测预警阈值输出塔机爬升作业安全状态分级的结果。

表 4.2.2 塔机监测预警阈值

指标	阈值	
风速	塔机爬升作业过程中的风速不得超过 10.7m/s	
倾角	塔身和起重臂平衡臂组成平面的平面内倾斜角度不大于 0.5°	
油缸位移速度	油缸活塞伸出或回缩速度不大于 2cm/s	
塔机爬升作业工序时长	油缸伸缩的时间间隔最短时间不小于 10s，最长时不大于 20min	
顶升横梁安全销轴	安装顶升作业	顶升工序时，顶升横梁安全销轴不得与标准节踏步解除固定； 回收横梁工序时，顶升横梁安全销轴不得与标准节踏步固定
	拆卸降节作业	伸出横梁工序时，顶升横梁安全销轴不得与标准节踏步固定； 下降工序时，顶升横梁安全销轴不得与标准节踏步解除固定
爬爪	安装顶升作业	回收横梁工序时，爬爪不得与标准节踏步解除固定
	拆卸降节作业	伸出横梁工序时，爬爪不得与标准节踏步解除固定
下支座连接螺栓/销轴	塔机爬升作业结束，进行检查工序时，下支座连接螺栓/销轴必须与塔身保持连接固定状态	

- 4.2.3 塔机爬升作业安全状态分级应分为正常、预警、异常三级，塔机爬升作业安全状态分级应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 塔机爬升作业安全状态分级

分级	含义
正常	监测指标参数实测值无超阈值的
预警	在规定时间范围（120s）内，监测指标参数实测值超阈值的
异常	监测指标参数实测值超阈值，且已超过规定时间范围的

注：塔机爬升作业预警等级只包含顶升横梁安全销轴、爬爪、下支座连接螺栓（销轴）三个监测指标。

4.2.4 门式起重机监测阈值及计算方法应符合下列规定：

- 1 当监测装置安装在门式起重机对应位置并启动监测后，主机应接收传感器发送的数据，并通过主机硬件的嵌入式程序进行判断处理，门式起重机监测预警阈值应符合表 4.2.4 的规定；
- 2 主机应根据门式起重机监测预警阈值输出门式起重机作业安全状态分级的结果。

表 4.2.4 门式起重机监测预警阈值

指标	阈值
主梁水平倾斜角度	倾斜角度不大于 0.3°
支腿垂直倾斜角度	倾斜角度不大于 0.2°
主梁与支腿连接状态	主梁与支腿必须保持连接固定状态
风速	风速不得超过 10.7m/s

4.2.5 门式起重机作业安全状态分级应分为正常、预警、异常三级，门式起重机作业安全状态分级应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 门式起重机作业安全状态分级

分级	含义
正常	监测指标参数实测值无超阈值的
预警	在规定时间范围（120s）内，监测指标参数实测值超阈值的
异常	监测指标参数实测值超阈值，且已超过规定时间范围的

5 传感器布设要求

5.1 一般规定

- 5.1.1 安全监测应采用便于安拆、便于校准的智能传感器。
- 5.1.2 智能传感器安装位置不应影响起重机械正常使用和人工正常作业。智能传感器应与起重机械安装同步，安装应符合本规程附录 B 的规定。
- 5.1.3 智能传感器应确保固定可靠，并应具备防潮、防碰撞、防高温、防损毁等防护措施。

5.2 塔机安全监测系统的传感器与布设位置

- 5.2.1 安全监测智能传感器应安装于外爬式塔机的顶升套架或内爬式塔机的内爬框架上。
- 5.2.2 安全监测智能传感器选用宜符合下列规定：
- 1 塔机顶升横梁安全销轴状态的监测宜选用逻辑开关传感器；
 - 2 塔机爬爪状态的监测宜选用逻辑开关传感器；
 - 3 塔机下支座连接螺栓（销轴）连接状态的监测宜选用逻辑开关传感器；
 - 4 塔机顶升油缸活塞位移速度的监测宜选用位移传感器；
 - 5 塔机塔身和起重臂平衡臂组成平面的平面内倾斜角度的监测宜选用倾角传感器；
 - 6 塔机作业环境风速的监测宜用风速传感器。
- 5.2.3 塔机传感器性能及布设位置应符合表 5.2.3 的规定。

表 5.2.3 塔机传感器性能及布设位置

传感器类型	布设位置	数据传输	安全监测指标	参数性能
逻辑开关传感器	顶升横梁两端销轴内侧	无线或有 线	顶升横梁安全销轴连接	量程0或1，采样频率宜大于2Hz
	爬爪		爬爪就位	
	下支座连接螺栓（销轴）处		塔身与支座连接	
位移传感器	油缸缸体与顶升横梁间	无线或有 线	顶升油缸活塞位移、位移速度	量程应介于总位移量的1.3倍-2倍；分辨率 1mm；采样频率宜大于2Hz
倾角传感器	顶升套架或内爬框架上，方向为 塔身和起重臂平衡臂组成的平面	无线或有 线	顶升平衡	单轴误差小于0.1°，分辨率大于0.01°；采样频 率宜大于2Hz
风速传感器	塔机顶部	无线或有 线	风速	精度0.1m/s；非线性度在满量程的±1%范围 内；采样频率宜大于2Hz

5.3 门式起重机安全监测系统的传感器与布设位置

- 5.3.1 安全监测智能传感器选用宜符合下列规定：
- 1 主梁水平倾斜角度的监测宜选用倾角传感器；
 - 2 支腿垂直倾斜角度的监测宜选用倾角传感器；
 - 3 主梁与支腿连接状态的监测宜选用逻辑开关传感器；
 - 4 作业环境风速的监测宜选用风速传感器。
- 5.3.2 门式起重机传感器性能及布设位置应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 门式起重机传感器性能及布设位置

传感器类型	布设位置	数据传输	安全监测指标	参数性能
倾角传感器	主梁下部刚性连接梁	无线或有 线	主梁水平倾斜角度	单轴误差小于0.1°, 分辨率大于0.01°; 采样频率宜大于2Hz
倾角传感器	左右支腿上部刚性腹板	无线或有 线	支腿垂直倾斜角度	单轴误差小于0.1°, 分辨率大于0.01°; 采样频率宜大于2Hz
逻辑开关传感器	主梁与支腿连接的高强螺栓安装 端面	无线或有 线	主梁与支腿连接状态	量程0或1, 采样频率宜大于2Hz
风速传感器	门机平台上面	无线或有 线	风速	精度0.1m/s; 非线性度在满量程的±1%范围内; 采样频率宜大于2Hz

6 安全监测系统集成

6.1 一般规定

- 6.1.1** 安全监测系统的集成应统一采集接入安全监测传感器数据，应实现作业过程的实时监测预警，同时应确保监测数据的全面性、准确性、实时性和可追溯性。
- 6.1.2** 系统集成应确保监测数据的安全，应包括数据传输过程中的加密、存储安全、访问权限控制以及数据备份与恢复机制。
- 6.1.3** 系统应具备连续稳定运行的能力，应考虑冗余设计；不同生产厂家、不同类型的建筑起重机械之间，应实现数据兼容性和互操作性；系统应具备自诊断功能，应对自身软硬件运行状态进行实时监测，发现故障或异常时应发出预警。
- 6.1.4** 系统用户界面应友好、直观、操作便捷，应能够清晰展示设备状态、监测数据、预警信息等，并应支持必要的查询、统计和报表功能；系统应支持鸿蒙操作系统及国产化信创产品应用拓展，兼容国产化软硬件生态。

6.2 数据格式

- 6.2.1** 监测设备和监测系统之间应规定统一的数据格式标准。
- 6.2.2** 数据格式应符合下列规定：
- 1 设备唯一标识码应包括设备备案号、传感器编号；
 - 2 设备类型应为塔机、门式起重机；
 - 3 设备作业阶段应为安装、拆除；
 - 4 数据采集时间戳应采用北京时间，应精确到秒，格式应为 YYYY-MM-DD HH:MM:SS；
 - 5 监测参数类型及对应代码应包括风速、倾角、爬爪、顶升横梁安全插销、下支座连接螺栓（销轴）、油缸位移速度、主梁水平倾斜角度、支腿垂直倾斜角度、主梁与支腿连接、运行状态；
 - 6 监测参数值应注明单位；
 - 7 监测阈值应注明单位；
 - 8 数据质量标识应包括正常、无效、校准中；
 - 9 事件或报警信息代码及描述，有相关信息时应完整包含；
 - 10 地理位置信息应为经纬度。
- 6.2.3** 监测系统数据格式应符合现行国家标准《起重机械 安全监控系统》GB/T 28264、《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》GB/T 37366 的规定。
- 6.2.4** 监测系统数据格式宜采用基于文本的数据交换格式。

6.3 安全预防管理

- 6.3.1** 系统的监测装置应具备身份认证功能，宜采用人脸识别的认证技术。
- 6.3.2** 系统应具备数据断点续传和重传机制。
- 6.3.3** 系统应能对接入的设备进行统一管理，应包括设备注册、配置下发、状态监控等功能。
- 6.3.4** 数据采集频率应根据监测参数的重要性和变化速率进行设定，对于关键风险部件参数，应保证实时或准实时上传。

6.4 数据存储及共享

- 6.4.1 监测数据应进行集中存储和管理，宜采用云计算技术。原始监测数据、报警数据、操作日志等重要数据的存储期限不应少于1年。
- 6.4.2 应建立完善的数据备份与恢复机制，对数据进行备份，并确保在发生数据丢失或损坏时能够恢复。
- 6.4.3 应对存储数据进行安全防护，应包括访问控制、数据加密等措施，防止数据泄露、篡改或非法访问。
- 6.4.4 系统应记录数据的来源、采集时间、入库时间等元数据信息，确保数据的可追溯性。
- 6.4.5 系统应配置有标准接口，应具备将数据实时共享至其他信息化平台的条件。

6.5 监测系统预警及维护

- 6.5.1 监测系统预警应满足以下要求：
 - 1 应根据本规程第4.2节对预警阈值和异常状态报警阈值进行设定；
 - 2 系统应能对传感器故障、数据传输异常等异常状态进行监测并应发出预警；
 - 3 系统预警信息应能够实时、准确地推送至相关责任人；
 - 4 系统应对预警数据进行统计分析，评估设备安全状况、操作规范性。
- 6.5.2 使用单位应对系统的硬件设备进行常态化维护保养。
- 6.5.3 系统传感器应每年在线检查1次，发现异常的应检查、维修或更换，检查方法应符合本规程附录A的规定。

附录 A 起重机械安全监测传感器状态检查表

表A 起重机械安全监测传感器状态检查表

项目名称：

塔机名称：

日期： 年 月 日

传感器名称	检查方法	测试数据		检查结果	检查人
		施加值	系统测量值		
位移传感器	人工拉动 测量 3 次	施加值 1： 施加值 2： 施加值 3：	上电初始值： 测量值 1： 测量值 2： 测量值 3：		
风速传感器	人工转动 测量 3 次	转动3次	测量值 1： 测量值 2： 测量值 3：		
倾角传感器	主机自然晃动 测量 3 次	自然晃动3次	上电初始值： 测量值 1： 测量值 2： 测量值 3：		
逻辑开关传感器	人工触发 测量 3 次	反向	当前 1 值： 反向 1 值： 当前 2 值： 反向 2 值： 当前 3 值： 反向 3 值： 当前 4 值： 反向 4 值：		

附录 B 传感器安装说明

B.1 塔机安全监测系统的传感器安装

B.1.1 逻辑开关传感器安装应满足以下规定：

1 顶升横梁安全销轴状态监测应安装在顶升横梁两端销轴的内侧刚性板上,开关触发端正对销轴完全插入就位位置,应在销轴完全插入、锁定时开关恰好触发,销轴脱出时开关状态应翻转,可见图 B.1.1-1;

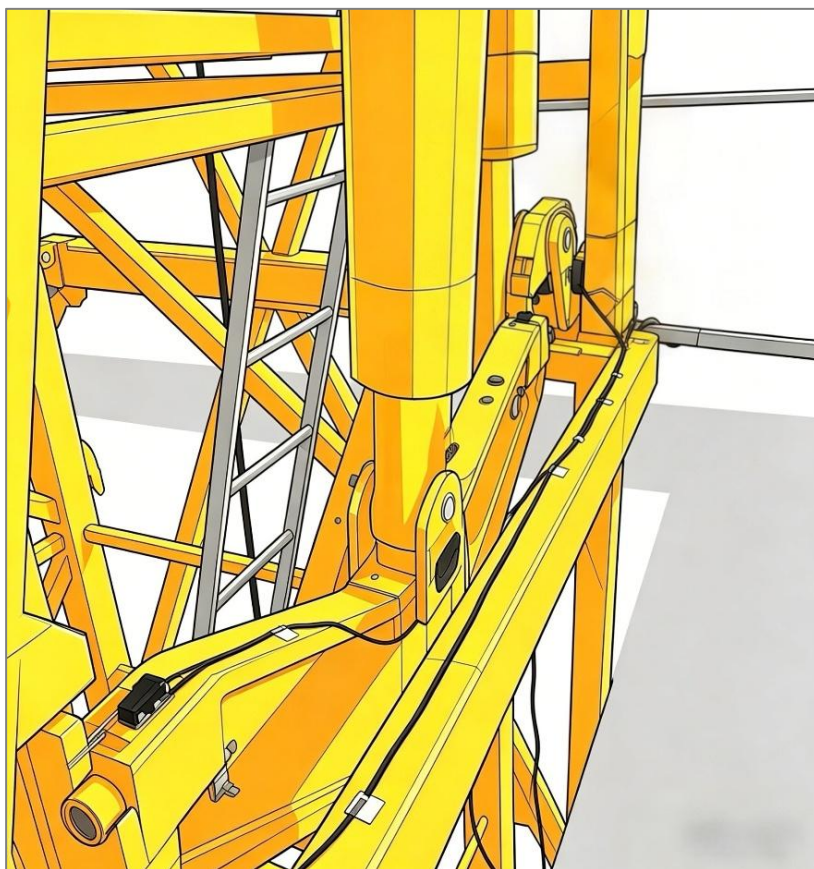


图 B.1.1-1 顶升横梁安全插销

2 爬爪就位状态监测应安装在爬爪安装座刚性结构上,开关触发端正对爬爪完全就位(挂接塔身标准节踏步)位置,爬爪完全落下、挂接到位时应触发开关,爬爪抬起、脱开时状态应翻转,可见图 B.1.1-2;

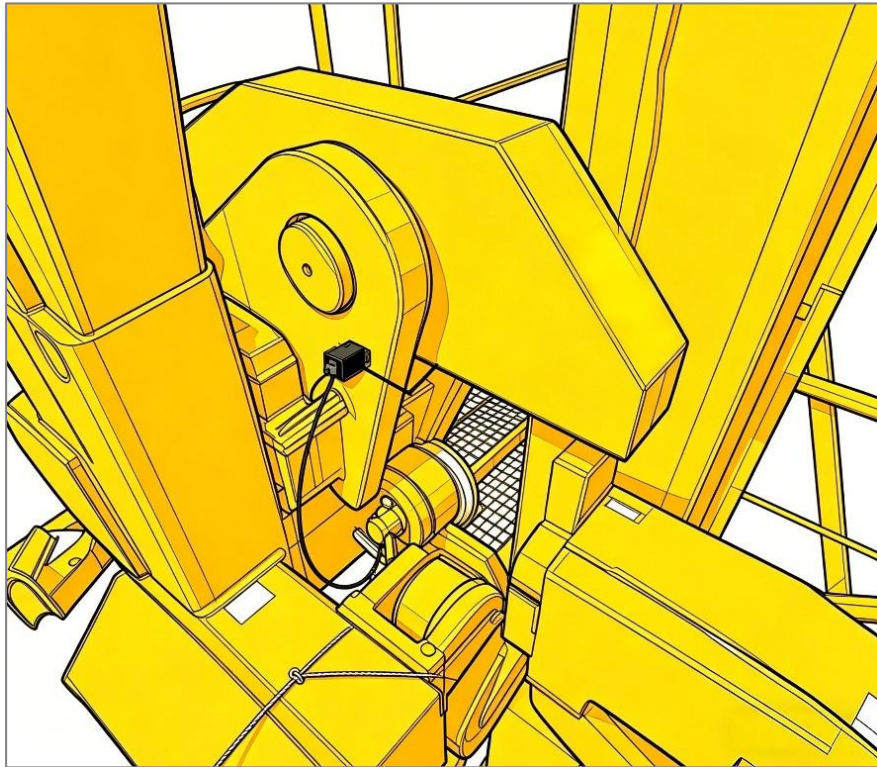


图 B. 1. 1-2 爬爪

3 下支座连接螺栓/销轴连接状态监测应安装在塔机下支座与塔身标准节连接的高强螺栓/销轴安装端面刚性基座上，螺栓/销轴完全就位锁定时应触发开关，松动、脱出时状态应翻转，可见图 B. 1. 1-3。

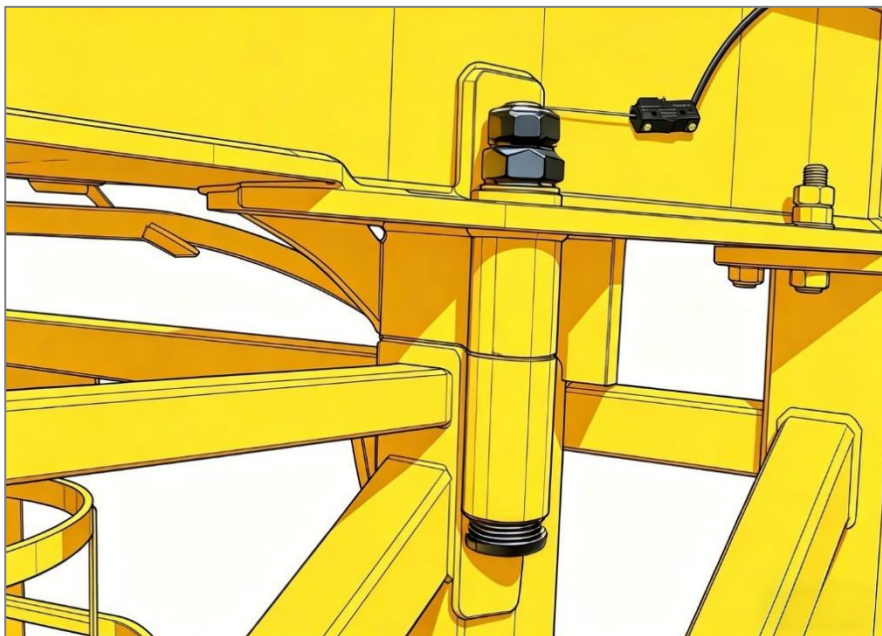


图 B. 1. 1-3 下支座连接螺栓/销轴

B. 1. 2 风速传感器应安装在塔机一层作业平台围栏处的无遮挡迎风面，可见图 B. 1. 2。



图 B. 1. 2 风速传感器

B. 1. 3 位移传感器应安装在顶升油缸的活塞杆上。拉绳端连接应在顶升横梁的随动刚性结构上，可见图 B. 1. 3。

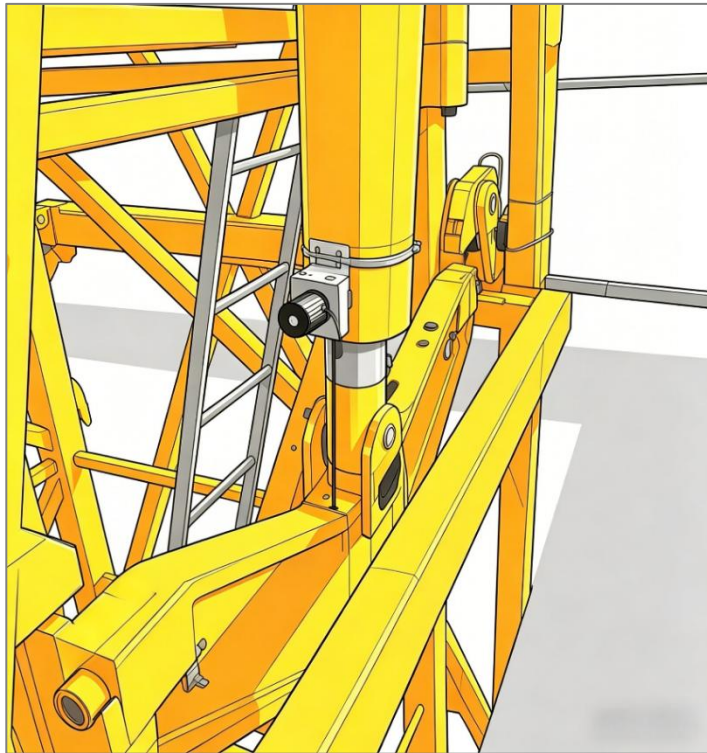


图 B. 1. 3 顶升油缸

B.2 门式起重机安全监测系统的传感器安装

B.2.1 倾角传感器安装应满足以下规定：

1 主梁水平倾斜角度监测应安装在主梁下部的刚性连接梁，宜在主梁跨中位置的下翼刚性腹板处，安装面应为平整无变形的刚性平面，应与主梁主体结构刚性连接，可见图 B.2.1-1；

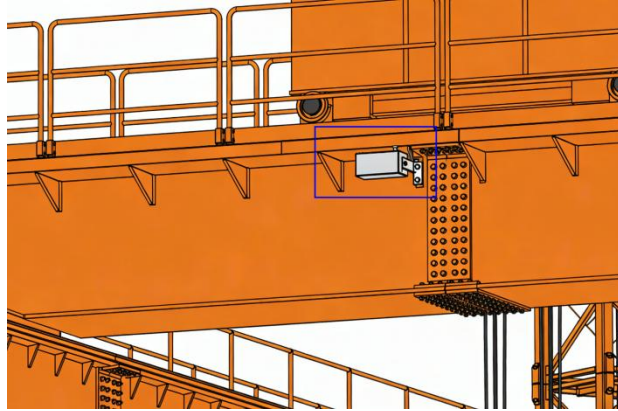


图 B.2.1-1 主梁

2 支腿垂直倾斜角度监测应安装在左右支腿上部的刚性腹板处，应垂直于地面安装，可见图 B.2.1-2。

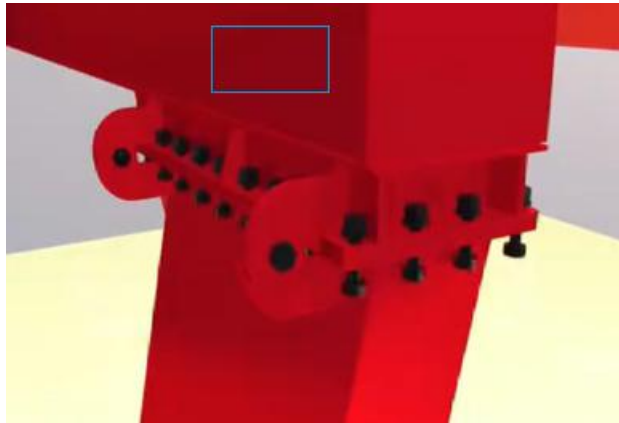


图 B.2.1-2 支腿

B.2.2 逻辑开关传感器应安装在主梁与支腿连接的高强螺栓安装端面的刚性基座上，开关触发端正对高强螺栓的紧固端面，螺栓完全拧紧、预紧力达标时应触发开关，螺栓松动、脱出时状态应翻转，可见图 B.2.2。

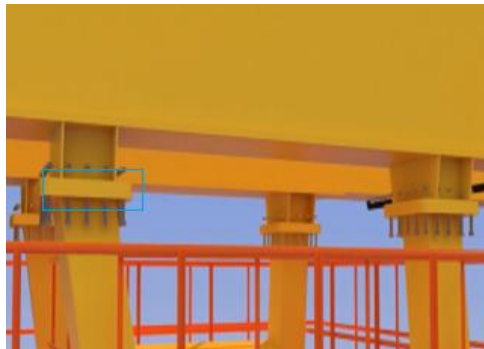


图 B.2.2 主梁与支腿连接处

B.2.3 风速传感器安装应安装在门式起重机的主梁顶部平台的无遮挡迎风面处，可见图 B.2.3。



图 B. 2. 3 门机主梁顶部平台

本标准用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《起重机械 安全监控管理系统》 GB/T 28264
- 2 《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》 GB/T 37366
- 3 《建设工程安全文明施工标准》 SJG 46

深圳市工程建设地方标准

建筑起重机械安全监测技术规程

SJG 230 - 2026

条文说明

目 次

2	术语	20
3	基本规定	21
4	安全监测及风险预警	22
4.1	安全监测	22
4.2	安全风险预警	22
5	传感器布设要求	23
5.1	一般规定	23
5.2	塔机安全监测系统的传感器与布设位置数量	23
5.3	门式起重机安全监测系统的传感器与布设位置数量	23
6	安全监测系统集成	24
6.2	数据格式	24
6.3	安全预防管理	24
6.4	数据存储及共享	24
6.5	监测系统预警及维护	24

2 术 语

2.0.1 智能传感器作为集成传感芯片、通信芯片、微处理器、驱动程序及软件算法于一体的多元件系统级集成电路，具备信息采集、处理、交换与存储核心功能，天然适配物联网、大数据、人工智能等技术应用；依据住房和城乡建设部《智能建造技术导则（试行）》关于“采用物联网、大数据、AI等技术实时监测施工机械设备位置信息及运行状态（塔机倾角、风速、载重等）加强数据云端存储、分析和风险预警，实现施工机械设备的智能化管理”的要求，符合应用定位。

2.0.2 终端设备—边缘节点—云端系统集成的智慧运维平台，具备展示、分析、评估、预警等核心功能，其架构设计紧扣住房和城乡建设部《智能建造技术导则（试行）》“针对安全风险应急管理场景，开展设备运行状态等关键要素的自动感知、智能分析、辅助决策与智能控制”的要求，同时呼应中共中央办公厅、国务院办公厅《推进新型城市基础设施建设打造韧性城市的意见》“推动智慧工地建设，强化信息技术与建筑施工管理深度融合，进一步提升安全监管效能”的部署，通过终端设备实时采集设备工况数据、边缘节点进行本地化预处理与初步判断、云端系统开展大数据分析与智能决策输出的全链路协同，实现对施工机械设备运行状态的动态监测、风险的提前预警及运维策略的智能优化，为构建“感知-传输-计算-决策”一体化的智慧工地管理体系提供技术支撑，符合应用定位。

2.0.5 “端—边—云”系统集成具体指：

“端”（终端设备）：智能传感器、移动终端等。

“边”（边缘计算节点）：靠近数据源头或用户侧的边缘服务器、网关、嵌入式计算平台等。

“云”（云端）：通过网络提供弹性计算、存储、数据管理及应用服务的远程数据中心。

3 基本规定

3.0.1 塔机爬升作业、门式起重机的使用过程中安全监测工作由使用单位负责并依照本规程实行，其他起重机械设备可按本规程规定开展安全监测工作。

3.0.2 考虑对象状态的突发、突变特性，实时监测、实时捕捉风险、实时管控，消除事故风险。

3.0.3 智能传感器数据传输延迟时间需小于 5s，数据传输成功率大于 99.5%，且具备数据重传机制。

4 安全监测及风险预警

4.1 安全监测

4.1.3 对塔机爬升作业进行安全监测。安全监测设备与设备安装同步，临时作业采用移动智能传感器监测。

4.1.4 对门式起重机使用过程进行安全监测。永久设备的安全监测设备与设备安装同步，临时作业采用移动智能传感器监测。

4.2 安全风险预警

4.2.1 作业工序周期短，监测预警时延，延缓质量安全问题管控时间，潜在事故风险高，因此，必须实时监测管控。

4.2.2~4.2.3 塔机作业安全状态分级需综合考虑倾角、油缸位移速度、作业时长、顶升横梁安全销轴、爬爪、下支座连接螺栓/销轴、风速等预警阈值。

4.2.4~4.2.5 门式起重机作业安全状态分级需综合考虑主梁水平倾斜角度、支腿垂直倾斜角度、主梁与支腿连接状态、风速等预警阈值。

5 传感器布设要求

5.1 一般规定

5.1.1~5.1.3 从过程结构角度看，传感器与布设位置数量需要满足的要求包括监测设备整体稳定、关键风险部件、作业环境参数。

5.2 塔机安全监测系统的传感器与布设位置数量

5.2.1~5.2.3 塔机支撑结构几何对称，承受反复荷载，故需监测整体倾斜、爬爪、顶升横梁安全销轴等状态。

5.3 门式起重机安全监测系统的传感器与布设位置数量

5.3.1~5.3.2 门式起重机结构多为钢构，故监测整体倾斜、主梁与支腿连接等状态。

6 安全监测系统集成

6.2 数据格式

6.2.1~6.2.4 规定为现场监测管控需提供的技术手段。数据交换格式包括 JSON（JavaScript Object Notation）或 XML（Extensible Markup Language）。

6.3 安全预防管理

6.3.1~6.3.4 规定进行预防管理所需要的技术装备。其中，人脸识别的认证技术确保只有授权的设备才能接入系统并上传数据。

6.4 数据存储及共享

6.4.1~6.4.3 规定监测数据储存及管理、备份及恢复、安全防护所需要满足的要求。数据加密措施可选，特别是敏感数据。

6.4.4~6.4.5 系统及其数据库基于技术装备的预防管控、风险管控所需要满足的要求。

6.5 监测系统预警及维护

6.5.1 规定监测数据信息预警所需要满足的要求。

6.5.2~6.5.3 响应国家数字化战略，对数字资产涉及的硬件的维保进行规定。