

ICS 53.020.20

CCS J80

团 体 标 准

T/WHCIA-1013—2026

塔式起重机智能系统应用技术规程

Technical regulation for the application of intelligent system of tower crane



2026-06-30 发布

2026-07-30 实施

武汉建筑业协会 发布

团 体 标 准

塔式起重机智能系统应用技术规程

Technical regulation for the application of intelligent
system of tower crane

T/WHCIA-1013—2026

主编单位：广东腾晖信息科技开发股份有限公司

湖北联投集团有限公司

中国一冶集团有限公司

武汉市建筑工程质量安全中心

批准单位：武汉建筑业协会

施行日期：2026 年 7 月 30 日

中国建设科技出版社有限责任公司

China Construction Science and Technology Press Co., Ltd.

2026 北 京

团体标准

塔式起重机智能系统应用技术规程

Technical regulation for the application of intelligent

system of tower crane

T/WHCIA-1013—2026

*

出版：中国建设科技出版社有限责任公司

地址：北京市西城区白纸坊东街2号院6号楼

各地新华书店、建筑、建材书店经销

印刷：北京雁林吉兆印刷有限公司

开本：850mm×1168mm 1/32 印张：2.125 字数：50千字

2026年7月第1版 2026年7月第1次印刷

*

统一书号：155160·6740

定价：46.00元

版权所有 翻印必究

(邮政编码 100054)

本社网址：www.jskjcbs.com

关于批准发布《塔式起重机智能系统应用技术规程》团体标准的公告

根据《团体标准管理规定》以及《武汉建筑业协会团体标准制定程序》的相关规定，现批准团体标准《塔式起重机智能系统应用技术规程》（标准号：T/WHCIA-1013—2026）发布。可通过武汉建筑业协会官网（<http://www.whjzyxh.org/>）或全国团体标准信息平台（<http://www.ttbz.org.cn/>）查询。

武汉建筑业协会
2026 年 6 月 30 日

WHCIA



WHCIA

前 言

为进一步推动湖北省内城市建设工程项目塔式起重机智能系统的应用，规范行业发展，引导企业进一步完善标准、强化管理，提升智能建造水平，同时为相关单位提供标准依据，促进行业健康发展，特制定本规程。

本规程在编制过程中，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，并在广泛征求意见的基础上，最后经审查定稿。

本规程规定了塔式起重机智能系统（以下简称“塔机智能系统”）的系统架构、技术要求、功能要求及应用要求等，对全面提升塔机智能化推广应用起到重要作用，推动塔机智能系统的标准化、规范化，为规模化奠定基础。规程共分7个章节和9个附录，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 系统架构；5. 技术要求；6. 功能要求；7. 应用要求。

本规程不涉及专利。

本规程由武汉建筑业协会标准管理办公室归口管理，由广东腾晖信息科技开发股份有限公司解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送广东腾晖信息科技开发股份有限公司（地址：广东省珠海市创新一路腾晖科技与创新中心，邮编：519000，电话：0756-2686604）。

主 编 单 位：广东腾晖信息科技开发股份有限公司

湖北联投集团有限公司

中国一冶集团有限公司
武汉市建筑工程质量安全中心

参编单位：中建三局钢构科技有限公司
湖北省路桥集团公路工程有限公司
同济大学
中铁七局集团武汉工程有限公司
中天建设集团第六建设有限公司
中建科工集团武汉有限公司
腾晖科技建筑智能（深圳）有限公司
武汉建开工程总承包有限责任公司

主要起草人：郑宇 梁立弘 肖仲华 彭青顺 周国平
李青 张小强 田国清 廖生楷 熊畅
赵家栋 李前国 肖涛涛 黄俊 费雨桦
汪世强 梁莹 邬文奇 刘峰 安民洙
宋奎胤 黄欣妍 朱立新 白宝军 李湘华
田建家 程勋 李序 张绍明 朱江
陆亚飞 张伟 白剑 徐楨栋 廖文
熊金鹏

主要审查人：张义平 张巍 陶世峰 张伟 孟天甫
何洪普 余旻

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
3.1	一般规定	4
3.2	环境条件	4
3.3	供电电源及设备供电	5
4	系统架构	7
5	技术要求	9
5.1	耐振动冲击性	9
5.2	外壳防护等级	10
5.3	工频耐受电压	10
5.4	绝缘电阻	11
5.5	交变湿热性能	11
5.6	电磁兼容性与电源波动适应性	13
6	功能要求	14
6.1	一般规定	14
6.2	智能感知单元	15
6.3	智能控制单元	16
6.4	智能管理单元	18
6.5	数据传输、存储与安全要求	19
7	应用要求	20

7.1	一般规定	20
7.2	安装要求	21
7.3	检测要求	23
7.4	验收要求	25
7.5	培训要求	26
7.6	使用要求	26
7.7	拆除要求	28
附录		29
附录 A	塔式起重机智能系统专项施工方案模版	29
附录 B	塔机智能系统安拆安全技术交底	32
附录 C	塔机智能系统标定记录表	33
附录 D	塔机智能系统安装自检表	34
附录 E	塔机智能系统检测表	35
附录 F	塔机智能系统培训记录表	39
附录 G	塔机智能系统验收表	40
附录 H	塔机智能系统日常检查维护记录表	41
附录 I	塔机智能系统定期检查维护记录表	43
本标准用词说明		45
引用标准名录		46
条文说明		49

1 总 则

1.0.1 为规范工程建设项目中塔式起重机智能系统（以下简称“塔机智能系统”）的选型安装、检测、使用和维护，保障其安全、可靠、有效应用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于《起重机 术语 第3部分：塔式起重机》GB/T 6974.3 所界定的水平臂塔式起重机的塔机智能系统的设计、安装、检测与使用。

1.0.3 塔机智能系统的应用，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和规范的规定。

1.0.4 塔机智能系统是辅助塔机安全运行与信息化管理的技术手段，不得替代或削弱塔机本身应符合的安全技术要求及国家或行业规定的安全保护装置功能。严禁以配置智能系统为由拆除、停用或降低原有安全装置的可靠性要求。

1.0.5 塔机智能系统的可靠性、适用性和稳定性应满足塔机实际作业工况的需求，其自身故障不应影响塔机的基本安全运行功能。

2 术 语

2.0.1 塔式起重机智能系统 intelligent system for tower crane

集成感知、决策、控制等技术，用于实现塔式起重机的环境感知、路径规划、自动和/或辅助操作、安全预警、远程控制及信息化管理的综合系统。

2.0.2 智能感知单元 intelligent perception unit

用于采集塔机运行状态及作业环境信息的装置，其信息来源包括但不限于激光雷达、视觉相机、卫星定位、接触式传感器等。

2.0.3 智能控制单元 intelligent control unit

向塔机执行机构输出控制信息并获取反馈的装置。

2.0.4 智能管理单元 intelligent management unit

与智能控制单元交互数据，实现塔机应用过程管理的装置。

2.0.5 基础感知范围高度 basic sensing range height

从塔机基础上表面到塔身顶部的最大垂直距离。

2.0.6 基础感知范围半径 basic sensing range radius

从塔身中心到起重臂最远端的水平长度。

2.0.7 基础感知范围 basic sensing range

智能感知单元工作条件下需感知的最小范围，计算公式为：

$$V = \pi R^2 \times H$$

式中：

R ——基础感知范围半径（见 2.0.6）

H ——基础感知范围高度（见 2.0.5）

2.0.8 接管 takeover

操作人员（塔机值守人员或司机）响应吊运任务介入请求，从塔机智能系统获得全部或部分塔机操作权限，转为人工控制塔机的行为。

2.0.9 智能避障 intelligent obstacle avoidance

塔机智能系统在控制塔机运行过程中，主动识别运动路径上的障碍物或人，并采取减速、绕行、停止或告警等措施，避免其本体及被吊运物品与障碍物或人发生碰撞的能力。

2.0.10 群塔协同 multi-tower cranes coordination

塔机智能系统在自动驾驶状态下，能根据邻塔工作状态和作业需求，智能规划协同作业路径，通过等待、绕行、避让、减速、制动等动作，自动协同多台相邻塔机完成各自吊装作业。

2.0.11 健康状态评估 health condition assessment

通过收集、监测和分析塔机的运行数据、性能参数和故障信息等，对塔机当前的工作状态和系统整体健康状况进行评估和分析，能识别超出设计、使用工况等异常状态并主动发出告警。

2.0.12 远程操控端 remote control terminal

操作人员使用的与塔机本体分离、远程控制塔机作业的控制端，典型形式包括智能终端、驾驶舱等。

2.0.13 系统产权单位 system property rights unit

对塔机智能系统拥有所有权，或通过合法方式提供系统并承担相应管理责任的法人单位。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 塔机智能系统出厂时应随附产品出厂合格证书、保修卡和产品使用说明书及操作手册。

3.1.2 塔机智能系统应具有唯一的出厂编号及可追溯的产品标识，标识应清晰、耐久，并固定在系统主控单元或显著位置上。

3.2 环境条件

3.2.1 塔机智能系统设备应满足《塔式起重机》GB/T 5031 所规定的塔机使用环境条件要求。

3.2.2 塔机智能系统的硬件设备应具备防盐雾、防腐蚀性能。应能承受高低温、大风、暴雨的侵袭及塔机维保时润滑剂的腐蚀作用。

3.2.3 未做特殊申明时，产品应能在以下条件下正常使用：

- 1) 工作环境温度 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，存储环境温度： $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于90%（不凝露）；
- 2) 安装架设时塔机顶部3 s时距平均瞬时风速不大于12 m/s，工作状态时不大于20 m/s，非工作状态时风压按《塔式起重机设计规范》GB/T 13752 规定；
- 3) 无易燃和/或易爆气体、粉尘等非危险场所；
- 4) 使用工作级别不高于产品使用说明书的规定。

3.3 供电电源及设备供电

3.3.1 智能系统电气硬件应具有过压保护、过载保护、过流保护、欠压保护功能。

3.3.2 塔机智能系统安装于塔机上司机室内的电子部件，凡列入《强制性产品认证目录》内的，应取得 CCC（中国强制性产品认证）认证；其余应通过符合国家标准的电气安全型式检验，如 CQC（中国质量认证中心）认证并提供检验报告，同时采取有效措施防止发生漏电、起火等问题。

3.3.3 工作电源符合《机械电气安全 机械电气设备 第32部分：起重机械技术条件》GB/T 5226.32 规定。

3.3.4 除采用 PoE（以太网供电）方式的设备外，安装于塔机塔身、起重臂、平衡臂等室外部位的设备，其供电电压不应超过《特低电压（ELV）限值》GB/T 3805 规定的潮湿条件下安全特低电压（通常为 12 V AC 或 25 V DC），接线线路应满足防水、防漏电和接地要求。

3.3.5 塔机智能系统与塔机主机共用供电回路时，不得影响塔机主机控制系统的正常运行。宜采用独立、专用的供电回路，并配备必要的稳压与浪涌保护装置。

3.3.6 信号线路宜安装适配的浪涌保护器（SPD），其性能及安装应满足《建筑物防雷设计规范》GB 50057 及《建筑物雷电防护装置检测技术规范》GB/T 21431 中针对室外电子设备的防雷要求，对于不具备独立接地系统的塔机，应采用等电位连接措施。

3.3.7 塔机智能系统宜配置不间断电源（UPS）或超级电容模

组，实现塔机主电源失电后关键传感器（高度、幅度、回转、重量、风速）及通信模块可持续运行 15 ~ 30 min，并实时上传断电报警信号。

3.3.8 接地与等电位连接，塔机智能系统的所有外露可导电部分应与塔机主体接地系统可靠连接。系统内各单元之间应采取等电位连接措施，防止共模干扰及雷击损坏。



4 系统架构

4.0.1 塔机智能系统由硬件和软件组成，按功能划分为智能感知单元、智能控制单元和智能管理单元。各单元之间通过数据接口进行信息交互。

4.0.2 塔机智能系统结构如图 1 所示。

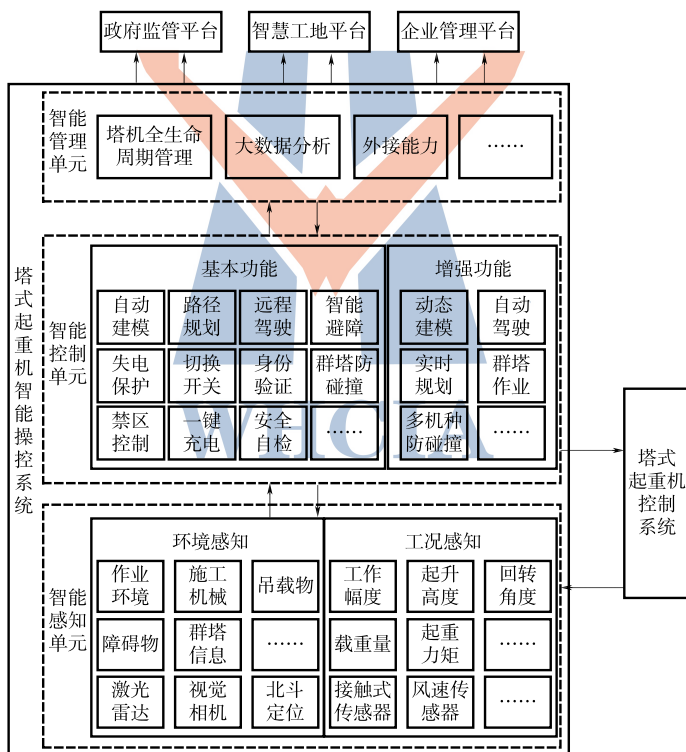


图 1 塔式起重机智能系统结构

4.0.3 智能感知单元获取塔机工况、环境数据等，数据可来源于传感器、激光雷达、相机等信息采集装置，感知单元的数据应发送到智能控制单元。

4.0.4 智能控制单元对感知单元获取的数据进行分析，向塔机执行机构发出控制指令并获取控制结果的反馈，实现塔机工作的规划、决策、动作、保护及安全控制。

4.0.5 智能管理单元完成系统的数据统计分析、可视化展示、塔机的作业管理、任务管理、操作记录管理、报警与事件管理、配置管理与用户管理，与第三方系统的对接和数据传输，第三方系统包括但不限于政府监管平台、企业管理平台、智慧工地平台等。

4.0.6 数据结构与通信，各功能单元之间的数据接口应明确定义，包括通信协议、数据格式、传输频率、校验机制等。接口设计应具备抗干扰能力，并支持故障隔离。

4.0.7 塔机智能系统的软件应具备模块化、可配置、可升级特性。关键安全功能（如紧急制动、限位保护等）的软件实现应符合功能安全相关标准（如《机械安全 安全控制系统 第1部分：设计通则》GB/T 16855.1）。

4.0.8 各单元之间的系统时间应保持同步，误差不宜超过100 ms，以确保事件记录与追溯的一致性。

5 技术要求

5.1 耐振动冲击性

5.1.1 振动试验：塔机智能系统位于塔上的硬件设备应能承受《电气继电器 第 21 部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第 1 篇：振动试验（正弦）》GB/T 11287 中规定的严酷等级为 I 类的振动响应试验和振动耐久试验。试验后，设备应无紧固件松动、机械损伤或变形，并能正常工作。试验参数除特殊规定外，应不低于表 1 的要求。

表 1 振动试验

振动方向	频率范围	振幅/加速度	扫频循环次数	要求
X、Y、Z 三个相互垂直方向	10 Hz ~150 Hz	0.15 mm (10 Hz ~57 Hz) /10 m/s ² (57 Hz ~150 Hz)	5 次/轴	试验中及试验后功能正常

5.1.2 冲击试验：设备应能承受《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击》GB/T 2423.5 规定的冲击试验，严酷等级由产品规范规定，试验后设备应无损坏且功能正常。试验参数除特殊规定外，应不低于表 2 的要求。

表 2 冲击试验

冲击波形	峰值加速度	脉冲持续时间	冲击次数	要求
半正弦波	150 m/s ² (15 g)	11 ms	3 个相互垂直方向的 每个方向连续冲击 3 次（共 18 次）	试验后功能正常

5.2 外壳防护等级

5.2.1 安装在塔机驾驶室或电气柜等室内环境的设备，其外壳防护等级不应低于《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 中规定的 IP44。

5.2.2 安装在塔机起重臂、塔身、平衡臂等室外环境的设备，其外壳防护等级不应低于《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 中规定的 IP65。

5.3 工频耐受电压

5.3.1 使用交流电源的设备，其主电路以及与主电路直接连接的辅助电路，应能承受《低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则》GB/T 14048.1 中工频耐受电压试验的规定，试验电压值按表 3 选取。试验前应确保设备处于干燥状态，试验持续时间为 1 min，试验期间不应发生绝缘击穿或闪络现象。对于采用安全特低电压（SELV）供电且不与交流主电路直接连接的设备，可不进行本项试验。

表 3 工频耐受电压试验

单位：伏特

额定绝缘电压 U_i	介电试验电压交流有效值
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	1500
$300 < U_i \leq 690$	1890
$690 < U_i \leq 800$	2000
$800 < U_i \leq 1000$	2200

5.3.2 不与主电路直接连接的辅助电路，其工频耐受电压值应

符合《低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则》GB/T 14048.1 的规定。

5.4 绝缘电阻

5.4.1 使用交流电源的设备：

1) 常态要求：各独立电路与外露可导电部件（地）之间、各独立电路之间的绝缘电阻值不应低于 $10\text{ M}\Omega$ ；采用 SELV 供电的电子电路，其绝缘电阻不应低于 $1\text{ M}\Omega$ 。

2) 湿热试验后要求：按《低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则》GB/T 14048.1 中规定的方法进行试验时，其绝缘电阻不应低于 $0.5\text{ M}\Omega$ 。

5.4.2 绝缘电阻试验应按以下方法进行：

1) 试验仪器：应采用输出电压为直流 500 V （当额定绝缘电压 $U_i \leq 690\text{ V}$ 时）的绝缘电阻测试仪（兆欧表），其准确度等级不应低于 10.0 级。对于 SELV 电路，可采用 100 V 兆欧表。兆欧表准确度等级不应低于 5.0 级。

2) 试验条件：断开或短路不能承受试验电压的元器件（如半导体器件、电容等），设备电源开关应处于接通位置，但不接电源。

3) 试验方法：应依次施加于各带电回路与外露可导电部件（地）之间以及各无电气联系的独立带电回路之间，待示值稳定 5 s 后读数。

5.5 交变湿热性能

5.5.1 试验严酷等级

设备应能承受《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db 交变湿热（12 h + 12 h 循环）》GB/T 2423.4 规定的严酷等级为2类的试验。试验参数如下：

- 1) 高温温度：+55 ℃；
- 2) 试验周期：2 个循环（48 h）。

5.5.2 试验程序

1) 初始检测：试验前，试样在标准大气条件下按 5.3 和 5.4 的要求进行工频耐压测试和绝缘电阻，其值应符合规定，且外观和功能正常；

2) 条件试验：试样在无包装、不通电、“准备使用”状态下放入试验箱，按 5.5.1 规定的严酷等级进行交变湿热试验；

3) 恢复：试验结束后，试样应在《环境试验 概述和指南》GB/T 2421 规定的标准大气条件下恢复 1 h ~ 2 h，直至试样达到温度稳定；

4) 最后检测：恢复后，立即按 5.5.3 的要求进行检测。

5.5.3 合格判据

经交变湿热试验并恢复后，设备应满足以下所有要求：

1) 外观：设备外壳、结构件及标志应无显著锈蚀、裂纹、翘曲、褪色等影响设备性能或安全的机械损伤；

2) 绝缘性能：按 5.4.1 规定方法测量的绝缘电阻值不应低于 0.5 MΩ；

3) 介电强度：应能承受 5.3.1 规定的工频耐受电压试验，但其试验电压值可降为规定值的 75%，持续时间为 1 min，试验期间不应发生击穿或闪络现象；

4) 功能：上电后，塔机智能系统应能正常启动和运行，所

有监控、控制、显示、报警等功能均应符合其产品标准或技术说明书的规定，且不应出现数据错误或功能失效。

5.6 电磁兼容性与电源波动适应性

5.6.1 塔机智能系统应满足《机械电气安全 机械电气设备 第32部分：起重机械技术条件》GB/T 5226.32 及《电磁兼容 通用标准 第2部分：工业环境中的抗扰度标准》GB/T 17799.2 中关于工业环境的电磁兼容要求，包括静电放电、电快速瞬变脉冲群、浪涌、射频辐射等抗扰度试验。

5.6.2 当塔机主供电电压在额定值的 $-15\% \sim +10\%$ 范围内波动时，塔机智能系统应能正常工作，不误动作、不损坏。

The logo of the World Heavy Construction Industry Association (WHCIA) is centered on the page. It features a stylized 'W' shape composed of four triangles (two blue, two orange) meeting at a central point. Below this graphic, the acronym 'WHCIA' is written in a bold, blue, sans-serif font.

WHCIA

6 功能要求

6.1 一般规定

6.1.1 塔机智能系统应采用生物识别技术对操作人员进行身份信息核验，核验通过方能使用。

6.1.2 塔机智能系统应不执行来自未经授权的塔机操作控制指令。

6.1.3 系统应具备开机自检和报错功能，使用过程中应能自动对系统健康状态进行实时评估和故障诊断，在系统状态不满足使用条件（如故障、失效等）时，应能发出预警，并自动禁止或者限制智能系统投入使用，但不应影响塔机原有的安全保护装置及塔上驾驶功能。

6.1.4 塔机智能系统应具备非自动复位式机械切换开关，实现远程控制与塔上控制的模式切换。切换开关应设置于塔上，不得设置于塔下，塔上控制权限应高于塔下控制权限。

6.1.5 塔机智能系统出现断电、通信中断、通信超时、网络风暴等异常时，应自动停止塔机回转、变幅、起升机构的动力输出，并使其处于制动状态，塔机司机应能在塔上司机室内继续作业。

6.1.6 塔机智能系统在工作中、实验中或检修维护中突然断电后，在恢复供电时不得自行运转。

6.1.7 塔机智能系统的远程操控端功能应包括但不限于启动、回转、变幅、起升/下降、急停、电铃、旁路、锁臂、制动、微

动、风标、停止等，功能不得少于被控塔机上方司机室内联动台的控制功能。

6.1.8 应在远程操控端上实时显示塔式起重机工况、作业面模型（三维或图片）、作业数据、操作人员位置、吊物形态、负载、运行轨迹、限位数据、报警信息等信息。

6.1.9 塔机智能系统使用激光雷达时，激光雷达应符合《激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求》GB/T 7247.1 中 Class 1 级别的要求。

6.1.10 塔机智能系统的数据采集、存储应符合《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》GB/T 37366 要求。

6.1.11 塔机智能系统应支持无线或有线网络通信模式，支持 4G、5G、Wi-Fi、自组局域网等一种或多种模式。

6.2 智能感知单元

6.2.1 实际感知覆盖区域不应小于基础感知范围的 90%。系统运行时，应根据吊钩、吊物及相关运动机构的运行速度动态调整有效感知范围；对当前运动状态可能发生碰撞的障碍物，系统首次感知该障碍物至预计碰撞发生的时间间隔不应小于 30 s。

6.2.2 应能准确识别基础感知范围内的典型小尺寸障碍物。典型小尺寸障碍物 15 mm（直径）×1000 mm（长度）条状物体（钢丝绳、钢筋等）或 50 mm（长）×50 mm（宽）的片状物（如防护网）或 50 mm（长）×50 mm（宽）×50 mm（高）的立方体。

6.2.3 感知数据采集周期 ≤ 100 ms。

6.2.4 智能感知单元的感知信息应包括实时的塔机工况信息和

环境信息。塔机工况信息应包括塔机位置、起升高度、回转角度、变幅距离、起重量、起重力矩等信息，宜包括塔机倾角、结构信息。环境信息应包括塔顶风速、塔机作业范围内的车辆、施工机械、人员、障碍物、吊载物的三维空间信息。

6.2.5 应具备通过视频监控实时显示吊钩作业状态的吊钩可视化功能。宜具备通过视频监控显示塔机各关键部位工作状态的功能。

6.2.6 应可实时检测塔机与作业范围内的邻塔、工程车辆和施工机械的相对位置与距离，并判断是否存在碰撞风险。

6.2.7 应具备稳定、可靠的传输网络或方式，将采集的环境数据和工况数据实时传至智能控制单元。

6.3 智能控制单元

6.3.1 应能实时获取智能感知单元采集的环境数据和塔机工况数据。

6.3.2 应能自动建立真实反映塔式起重机作业面和运行环境情况的三维模型，模型应具备自动更新能力，模型精度应达到厘米级。宜具备三维模型的动态建模和实时更新能力。

6.3.3 宜具备实时同步邻塔的工况数据、感知数据和控制数据的功能。

6.3.4 应能识别吊装物体的轮廓、尺寸、质量和摆动状态，辅助判断作业风险等级。

6.3.5 应具备最优路径规划能力，路径规划结果应符合《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196、《塔式起重机操作使用规程》JG/T 100 中对吊装作业相关要求。宜

具备在执行过程中根据作业面实时变化自动调整路径规划的能力。

6.3.6 应具备符合《塔式起重机设计规范》GB/T 13752 所规定的紧急制动能力，实现塔机的停止、急停、锁臂等制动措施，规避碰撞风险。

6.3.7 应具备远程驾驶能力，操作人员可通过远程操控端在地面远程控制塔机执行启动、电铃、锁臂、风标、旁路、升降、变幅、回转、急停等操作任务。宜具备自动驾驶能力，可以根据路径规划自动控制塔机完成从起吊点到目标点的吊运动作。

6.3.8 具备自动驾驶能力时，应具备遇到突发障碍物时进行预警并自动采取减速、制动、绕行、提示接管等智能避障措施的能力。

6.3.9 应具备小车变幅限位、吊钩高度限位、回转限位等塔式起重机运行的电子限位功能，限位功能应符合塔式起重机本身物理限位要求，且电子限位应先于塔式起重机自身的物理限位起作用。

6.3.10 应具备起重量限制功能，能根据塔式起重机小车不同幅度的限重设计和要求实现超载时自动限制运行功能，超载时小车只能向内变幅、吊钩只能向下运行。

6.3.11 应具备接管的能力，操作人员可随时接管塔式起重机控制权限，以执行手动控制、中止当前动作、紧急制动等操作。

6.3.12 应能对系统异常状态进行提示、报警和记录，系统发出的预警、报警及提示信息应采用声、光、文字等多种方式明确表达，避免歧义，关键报警应具有明确的优先级与确认机制。

6.3.13 应具备群塔防碰撞能力，执行吊装作业时，能实时感知

邻塔的工作状态和运动趋势，存在碰撞风险时主动采取报警、减速、制动、绕行、提示接管等措施。

6.3.14 宜具备立体多机种防碰撞能力，执行吊装作业时，能实时感知周边汽车吊、履带吊等工程车辆和施工机械的位置与运动趋势，存在碰撞风险时主动采取报警、减速、制动、绕行、提示接管等措施。

6.3.15 对于多套塔机智能系统分时共用一套远程操控端的情况，当系统运行于辅助智控模式或由司机通过远程操控端手动操控时，一套远程操控端在同一时间应仅能操控一台塔机，且一台塔机在同一时间只能由一套远程操控端控制。

6.3.16 应具备禁入区和禁吊区设置，实现禁止起重臂进入禁入区、禁止小车进入禁吊区。

6.3.17 宜具备群塔协同作业能力，能够实时获取相邻塔机的位置、运动状态及作业计划，通过动态路径优化和避让策略实现群塔安全、高效的协同作业。

6.4 智能管理单元

6.4.1 应能实现塔机的安装、检测、使用、维保、拆除等全生命周期的信息管理。

6.4.2 能对塔机的吊装起重量、吊次、单次吊装时长以及操作记录进行统计。

6.4.3 具备信息管控能力，管控内容应包括塔式起重机信息管理、系统授权鉴权管理、操作人员管理、作业数据管理、历史数据管理、预报警管理等。

6.4.4 应支持远程查看塔机的实时作业数据和历史数据。

6.4.5 应能与政府监管平台、智慧工地平台、企业管理平台等第三方平台进行对接实现数据互通功能。

6.4.6 宜具备远程升级与配置管理功能，并记录版本变更历史。

6.5 数据传输、存储与安全要求

6.5.1 控制单元与塔上 PLC（可编程逻辑控制器）的通信延迟 ≤ 25 ms。

6.5.2 控制单元与远程操控端的通信延迟 ≤ 50 ms。

6.5.3 塔机现场报警信息至远程操控端显示响应时间不大于 2 s。

6.5.4 远程操控端实时数据刷新时间不大于 1 s，视频传输时延、包丢失率、包误差率和虚假包率应满足《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》GB/T 28181 的要求。

6.5.5 数据内容应包括塔机工况数据、操作指令数据、人员数据、视频数据、环境数据、预警数据。

6.5.6 视频存储时间不小于 14 d，工况数据、操作指令数据、人员数据、预警数据等数据存储时间应不少于 6 个月，或覆盖智能系统在当前项目上的使用周期。

6.5.7 数据应在本地存储，并具有备份措施。

6.5.8 应具备数据完整性校验机制和防重放机制。

6.5.9 应采用身份验证、加密访问控制等措施保证数据只能被授权人员、组织访问和使用。

6.5.10 应保证数据的来源和用途可以被追溯到原始来源和后续使用的步骤，确保数据在重要步骤上都有记录，如数据提交者、修改者、访问者等信息。

7 应用要求

7.1 一般规定

7.1.1 塔机智能系统产品应按照国家标准、行业标准进行型式检验，若未有适用的前述标准，可按照企业标准进行委托检验。企业标准应符合《标准化法》和相关法规规定，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。

7.1.2 塔机智能系统应用流程如图 2 所示：

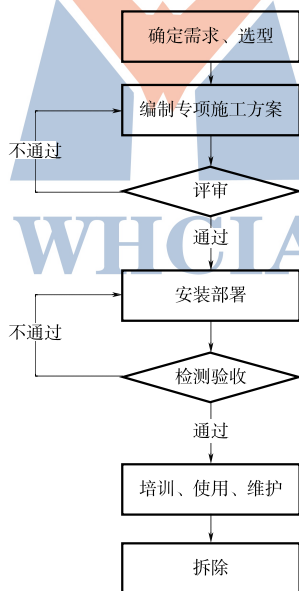


图 2 塔机智能系统应用流程

7.1.3 施工总承包单位应对施工现场所有塔机智能系统的运行承担总体管理责任；系统的产权单位负责塔机智能系统的设备提供、安拆和回收管理；安装单位负责塔机智能系统的安装、拆除、维修；使用单位负责塔机智能系统的日常运行管理职责，包括人员培训、使用、日常检查、故障报修、报警监控等；监理单位履行监督职责；系统供应商负责系统的巡检、技术支持、售后服务；建设工程安全监督机构履行监督管理职责。

7.1.4 使用单位应根据塔机智能系统的设计使用要求和行政主管部门要求，合理配置系统的管理人员和操作人员。

7.1.5 塔机智能系统安装和拆卸应由系统产权单位负责，或由产权单位委托塔机智能系统供应商或具备塔机安装、拆卸、维护资质的安装单位实施，安装单位应具有相应施工企业资质和安全生产许可证。

7.1.6 塔机智能系统安装施工前，安装单位应编制专项施工方案，报施工总承包单位、施工单位、监理单位审核。若方案涉及超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，应按照相关规定对专项施工方案进行论证。专项施工方案宜与塔机安装方案一同编制，其组成内容参考附录 A。

7.1.7 塔机智能系统安装、拆卸和调试人员应经过塔机智能系统供应商的技术培训，经考核合格后方可进行相关作业，登塔作业人员应取得相关特种作业操作资格证书。

7.2 安装要求

7.2.1 塔机智能系统安装作业应在塔机安装完成并验收合格后进行。

7.2.2 塔机智能系统的安装作业，应按照安装方案要求施工。安装作业人员应分工明确、职责清晰。安装前应对安装作业人员进行安全技术交底。

7.2.3 在安装塔机智能系统时，不应损伤或减弱塔机受力结构；不应改变塔机原有安全保护装置及电气控制系统的功能和性能。

7.2.4 安装作业区域应设置警戒线，安装作业时避免高处坠物，同时配备专职安全员和指挥员，并确保通信畅通。

7.2.5 塔机智能系统安装前应完成下列准备工作：

1) 对智能系统设备完整性（含传感器、控制器、通信模块等）及安装附件进行检查，不符合设计要求的不得安装；

2) 对塔机智能系统与目标塔机结构及控制系统的兼容性进行检查；检查各部件是否适合该塔机结构和安装位置；

3) 确认塔机智能系统设备及安装辅材、工具的完备性，并形成设备进场确认文件；

4) 对安装人员进行技术交底，技术交底内容参考本规程附录 B。

7.2.6 塔机智能系统部件安装应采用防松紧固件紧固，塔机运行时无明显晃动，并设置防脱保护装置；轴系连接具备补偿制造与安装偏差的能力；安装位置及走线不影响塔机的正常运行。

7.2.7 塔机智能系统线缆敷设应无交叉扭曲，避开运动部件和高温区，弯曲半径满足线缆规格书要求，并做好固定保护措施；动力线与信号线应分开敷设，避免干扰；线缆与各部件的连接部位、进线孔有防水措施。

7.2.8 应按照系统设计的要求或说明书要求为塔机智能系统各部件提供合格的电源和足够的线径。在雷电多发地区，应考虑在电

源和信号线上安装浪涌保护器。

7.2.9 塔机智能系统调试各项参数应符合系统设计文件及产品说明书要求，并记录存档。

7.2.10 塔机智能系统设备安装调试完成后，安装单位应按照塔机智能系统的使用手册进行数据标定，并应按本规程附录 C 填写标定结果。

7.2.11 安装过程应严格执行方案，监理单位应对关键工序（如传感器校准、通信链路测试、与塔机安全保护装置联动调试等）进行旁站监督。

7.2.12 塔机智能系统安装调试完毕后，安装单位应组织自检，并应按本规程附录 D 填写自检报告表。

7.3 检测要求

7.3.1 施工总承包单位应将自检合格的塔机智能系统委托第三方专业机构进行检测。

7.3.2 塔机智能系统检测时机参照塔机检测相关规定与塔机检测同步进行。对于安装塔机同时安装塔机智能系统的，首次检测宜与塔机检测同步组织；对于后期加装塔机智能系统的，首次检测可分开检测。检测不合格的应限期整改，复检合格后方可继续使用。

7.3.3 受委托的塔机智能系统专业检测机构及其检测人员应具备相应检测能力。

7.3.4 对塔机智能系统功能和指标的检测，内容应包含系统适用的相关标准及产品设计功能和指标，并进行空载运行试验、额定载运行试验、超载运行试验。对具备自动驾驶功能的系统，还应

进行自动驾驶避障试验。检测内容参照本规程附录 E。

7.3.5 空载运行试验：在塔机空载状态下，使用塔机智能系统的远程操控端操控塔机运行，验证吊钩到达目标点位置的准确性和手动微调控制状态。

7.3.6 额载运行试验：根据塔机型号，选择起重臂最前端 100% 力矩额定载荷对应的负载，使用塔机智能系统的远程操控端操控塔机运行，验证吊钩和吊物到达目标点位置的准确性、远程操控端上显示的吊物起重量与实际起重量的一致性、起吊和运行时吊物与小车的同步运行一致性、落料时重物底部距下料平面的安全距离、吊物微调控制的准确性等。

7.3.7 超载运行试验：在塔机起重臂前端 10 m 处起吊 1.1 倍额定负载的重物时，验证远程操控端上实时显示吊物起重量；当载荷达到超载限时，系统应自动停止动作，此时手动控制和自动控制均应无法控制塔机执行上钩和小车向外运行的动作，并且系统应发出超载告警。

7.3.8 具备自动驾驶功能的系统应进行自动驾驶状态下的避障试验，试验包括固定障碍物测试和突发障碍物测试。对于固定障碍物，塔机智能系统在发起自动驾驶时应能自动规划路径绕开固定障碍物并完成吊装任务；对于突发障碍物，塔机智能系统在自动驾驶过程中应能自动检测到吊物运动路径上的突发障碍物，并做出停止或更改路径绕行等动作而不发生与突发障碍物的碰撞。

7.3.9 应对塔机智能系统的电子限位功能进行测试，电子限位应与塔机原有物理限位的功能一致，且电子限位应先于塔机原有物理限位起作用。

7.4 验收要求

7.4.1 塔机智能系统检测合格后，应由施工单位组织系统产权单位、系统安装单位、塔机安装单位、监理单位等相关方共同开展验收工作。

7.4.2 验收内容应包括性能和功能测试，性能与功能测试内容应严格遵循现行国家标准、行业标准及本规程执行；无对应国家标准、行业标准的，可参照系统设计文件或专项施工方案载明的技术验收标准进行测试验收。

7.4.3 验收应提交包括但不限于下列材料：

- 1) 塔式起重机智能系统专项施工方案（参见附录 A）；
- 2) 塔式起重机智能系统设备清单；
- 3) 施工安全交底（参见附录 B）；
- 4) 系统说明书；
- 5) 系统标定记录表（参见附录 C）；
- 6) 塔机智能系统安装自检表（参见附录 D）；
- 7) 性能及功能测试结果记录（参见附录 E）；
- 8) 培训记录表（参见附录 F）；
- 9) 系统验收表（参见附录 G）；
- 10) 其他需要的材料。

7.4.4 塔机智能系统经检测验收合格后方可投入使用。投入使用后，应按当地监管机构的要求进行备案登记。

7.4.5 塔机智能系统停用 6 个月以上的，在复工前，应对系统进行重新验收，合格后方可使用。

7.5 培训要求

7.5.1 施工单位应组织对塔机操作人员、管理人员开展专项培训，培训内容包括理论培训和实操培训，对系统功能、操作流程、数据解读、故障应急处理及安全注意事项进行系统培训和考核，并参照附录 F 填写培训考核表。

7.5.2 操作人员接收培训并考核合格后，由监管部门或厂家颁发培训合格证明，地方监管部门另有规定的，从其规定。

7.5.3 操作人员 6 个月以上没有使用塔机智能系统的，在复工前，应重新进行岗前培训。

7.6 使用要求

7.6.1 操作人员应持有由监管部门或厂家出具的培训合格证明，方可操作塔机智能系统。

7.6.2 每天班前交底会时，应对塔机智能系统进行授权，未授权的智能塔机系统禁止投入作业。

7.6.3 操作人员应采用生物识别技术进行身份信息核验，核验成功后方可操作系统，获取操控权限的操作人员不得将控制权交由未取得相应权限的人员使用。

7.6.4 每日作业前，操作人员应系统进行外观检查、系统运行状态和功能检查（如数据采集是否正常、报警功能是否有效），并填写检查记录表；发现异常应立即停机并通知维保人员处理，禁止在设备存在异常状态时进行吊装作业。

7.6.5 操作人员在吊装过程中应严格执行“十不吊”原则，应严格遵循塔机吊装作业规程和塔机智能系统操作手册的相关

规定。

7.6.6 操作人员应时刻关注塔机吊装作业情况，及时响应塔机智能系统发出的接管请求。

7.6.7 塔机进行安装、拆卸（含顶升加节或降节）作业或检修时，严禁使用塔机智能系统。

7.6.8 塔机顶升加节、塔机维修、更新、倍率及主钢丝绳等部件更换后，应对塔机智能系统重新进行标定，完成标定并确认运行正常后，方可进行吊装作业。

7.6.9 塔机智能系统运行中出现故障时，操作人员应立即停止操控，并按照塔机智能系统操作手册指引操作并联系维保人员，等待系统恢复正常，经检查合格后方可继续使用。

7.6.10 应对塔机智能系统进行日常检查，日常检查由操作人员负责实施，并应贯穿于整个作业班次。检查结果参照本规程附录 H 进行填写和保存。

7.6.11 应定期对塔机智能系统进行检查，检查周期通常每半个月 1 次。检查结果应参照本规程附录 I 进行填写和保存。

7.6.12 暴雨、6 级及以上大风（风速 ≥ 12 m/s）、大雾等恶劣天气来临前，应按照塔机安全规程和塔机智能系统操作手册要求采取防护措施。严禁在恶劣天气下使用塔机，恶劣天气结束后，应对塔机智能系统进行检查（参见附录 I），检查正常后方可进行使用。

7.6.13 塔机作业期间，系统必须全程保持通电和正常工作状态，严禁非授权人员切断系统电源或使其功能失效、遮挡传感器或修改系统参数。

7.6.14 施工现场应设立专人负责监控系统平台，对系统发出的

超限、预警等报警信息应立即核实，并采取相应措施（如通知塔机司机停止危险操作、通知现场安全员介入等），所有报警及处置情况应形成日志记录，相关处置应及时、可追溯。

7.6.15 系统生成的运行数据（含工作时间循环、载荷、位置、状态参数及报警记录）应实时上传至项目管理平台，并应定期保存或导出，保存期限不应少于塔机在该工程项目的使用周期（或不少于6个月），视频数据不少于14 d，且不得擅自篡改。

7.6.16 监理单位应定期检查系统使用情况，核查操作人员是否按规程操作，对违规行为及时制止并督促整改。

7.7 拆除要求

7.7.1 塔机拆卸前应先拆除塔机智能系统。

7.7.2 拆除前应先进行技术交底，格式参考本规程附录 B。

7.7.3 塔机智能系统拆卸前，应确保智能管理单元、智能控制单元及智能感知单元已正常关闭。

7.7.4 拆除前应明确防坠落、防碰撞措施。

7.7.5 拆除过程中，应按厂家提供的安装拆卸手册进行拆卸，避免设备损坏；拆除的设备应分类存放和清单登记，经检测合格后方可二次使用，处置记录需存档。

7.7.6 塔机智能系统拆除后，应妥善保管，便于再次利用。

附 录

附录 A 塔式起重机智能系统专项施工方案模版

塔式起重机智能系统专项施工方案应包括以下内容：

一、工程概况

介绍本工程项目基本情况，包括但不限于：

1. 项目概况，五方责任主体等；
2. 拟部署的塔机概况，包括品牌型号、臂长、高度、安装时间；
3. 拟安装塔机智能系统的品牌、型号和数量；
4. 工程需求。

二、编制依据

1. 编制说明。
2. 编制依据，包括法律法规依据、标准规范依据及其他相关文件依据。

三、系统说明

编制拟采用的塔机智能系统的情况，包括但不限于系统架构、技术路径、系统组成、系统性能指标、系统功能。

四、施工计划

编制施工计划，包括但不限于施工进度计划、劳动力计划。

五、施工准备

1. 现场勘察信息及详细的施工环境信息；
2. 施工要求和技术保障措施；

3. 施工准备措施，包括现场准备和物资准备信息。

六、施工工艺技术

编制施工工艺信息，包括但不限于：

1. 工艺流程；
2. 网络配置；
3. 现场信息，包括安装塔机的相关信息；
4. 系统安装技术，详细说明包括软硬件在内的安装过程说明，包括安装内容、图纸、图示、步骤等；
5. 系统和功能使用的简要介绍。

七、施工安全保证措施

编制施工安全保证的相关措施，包括但不限于：

1. 施工安全规范；
2. 系统安装使用安全措施，包括安装技术措施、安全操作规程、使用注意事项、人员要求、配合需求等；
3. 操作人员培训及考核要求；
4. 风险评估与控制措施；
5. 高空作业人员安全保证措施；
6. 环境保护措施；
7. 定期检查与维保措施。

八、技术支持与售后服务

编制技术支持与售后服务内容，包括但不限于：

1. 技术支持与售后服务内容；
2. 服务方式与响应说明；
3. 常见问题的排除方法。

九、验收要求

编制验收后要求，包括但不限于：

1. 验收组织；
2. 验收流程；
3. 验收标准；
4. 交付内容。

十、应急预案

编制应急预案，包括应急组织机构及职责、应急救援程序、应急处置措施、应急响应、应急培训与演练等。



附录 B 塔机智能系统安拆安全技术交底

施工总承包单位/系统安装单位：

工程名称		分部分项 工程名称	塔机智能系统安装/拆卸
工种		交底日期	
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（施工现场 管理人员）		专职安全员： 年 月 日	
被交底人（作业人员）			

附录 C 塔机智能系统标定记录表

附表 C.1 塔机智能系统标定记录表

工程名称				
塔机型号		塔机编号		
塔机厂家		出厂日期		
系统型号		系统编号		
标定日期		标定人		
基础标定项				
序号	标定项	标定说明及 标定结果	标定时间	备注
1	幅度标定			
2	回转标定			
3	高度标定			
4	质量标定			
5	雷达标定			
6	充电位标定			
7	电机标定			
8	禁入区标定			
9	禁吊区标定			
10	限速限位标定			
使用单位：				
盖章日期：				

- 说明：
- 1. 以上为示例，应根据实际塔机智能系统情况进行补充和修改，标定结果可包括数值或图片。
 - 2. 限速限位标定内容应至少包括幅度内限位、幅度外限位、起升上限位等限位的极限限位位置、停止限位位置、一档限位位置、二档限位位置。

附录 D 塔机智能系统安装自检表

附表 D.1 塔机智能系统安装自检表

工程名称				系统安装日期			
系统型号				系统编号			
塔机品牌				塔机型号			
塔机备案号							
检查结果 代号说明		“√” = 合格 “○” = 整改后合格 “×” = 不合格 “/” = 无此项					
名称	序号	检查项目	要求	检查结果	说明		
资料	1	基础检查	检查或实测记录、应附资料及签章齐全				
	2	部署方案 安全技术交底记录	内容及签章齐全				
	3	产品操作手册	内容齐全				
硬件安装	4	安装内容	硬件安装内容、安装数量符合部署方案内容、无遗漏				
	5	安装结果	安装位置、安装过程、安装结果符合产品安装手册要求，无安装错误、安装异常				
	6	硬件功能检测	所有安装硬件通电正常、功能正常				
软件安装	7	安装内容	软件安装内容、安装数量符合部署方案内容、无遗漏				
	8	安装结果	安装方式、安装过程、安装结果符合产品安装手册要求，无安装错误、安装异常				
	9	软件功能检测	软件功能检测结果正常（检测表另附）				
自检意见： 安装负责人（签字）： 年 月 日							
参加自检人员（签字）：							

附录 E 塔机智能系统检测表

附表 E.1 塔机智能系统检测表

工程名称					
项目详细地址					
施工单位		系统安装单位			
塔机品牌		塔机型号		塔机备案号	
系统品牌型号		系统编号		系统智能等级	
序号	检测项目	检测要求			检测结果
1	系统基本要求	1. 塔上模式/智控模式切换功能			
		2. 塔机智能系统出现断电、通信中断、通信超时、网络风暴等异常时，塔机应能自动进入回转、变幅、起升机构全部空挡制动状态，塔机司机应能在塔上司机室内继续作业			
		3. 具备辅助操控的功能，通过颜色、方向、数值等形式对操作人员进行到位提示，实现精准吊装，从而提高吊装质量，辅助作业操控			
		4. 能对系统操作人员和塔机司机身份进行生物识别功能			
		5. 监测到异常数据时，应能实时推送告警信息至管理人员			
		6. 在塔机驾驶室安装的塔机智能系统电子部件，应取得 CCC 或 CQC 认证，并采取有效措施防止发生漏电、起火等问题			
		7. 多套塔机智能系统分时共用一套远程操控端的，当塔机智能系统运行于辅助智控模式，或由司机依托远程操控端手动操控时，一套远程操控端同一时间应仅能操控一台塔机；一台塔机同一时间只能由一套远程操控端控制			
		8. 塔机智能系统能与第三方平台进行对接，包括但不限于施工现场智慧工地管理系统、主管部门的智慧工地监管平台等			

附表 E.1 塔机智能系统检测表（续）

序号	检测项目	检测要求	检测结果	
2	数据采集 存储基本 要求	1. 实时数据采集周期不大于 0.1 s		
		2. 塔机现场报警信息至远程操控端显示响应时间不大于 2 s		
		3. 远程操控端实时数据刷新时间不大于 1 s，视频传输时延、包丢失率、包误差率和虚假包率应满足 GB/T 28181 的要求，图像延迟时间宜低于 0.35 s		
		4. 数据应在本地存储，并具有备份措施		
		5. 视频存储时间不小于 14 d，工况数据、操作指令数据、人员数据、预警数据等数据存储时间应不少于 6 个月或覆盖塔机智能系统使用周期		
		6. 支持查看塔机的实时作业数据和历史数据		
3	系统管理	项目管理	能够录入查看项目资料	
		塔机管理	能对塔机进行编辑、标定、授权	
		人员管理	能对人员进行信息录入、分配权限	
		系统检测	能够对塔机状况进行检查，检查不通过时可以限制塔机投入使用	
		塔机运行数据	能够对塔机运行数据进行记录、查看	
		权限控制	能够通过激活、权限转移等方式获取塔机操控权限，能够切换不同塔机进行操控	
		系统自检	能够实时对系统健康状态进行自检并给反馈自检结果，自检不通过时可以限制塔机投入使用	
		自动驾驶	能够发起自动驾驶并完成作业	
		手动驾驶	能够手动控制塔机动作，进行微操控	
		接管	能够随时从自动驾驶状态中手动接管塔机控制	
		作业面建模	能够建立作业面的模型，包括三维模型和实景俯视图，具备自动更新和手动更新能力	

附表 E.1 塔机智能系统检测表（续）

序号	检测项目	检测要求	检测结果
3	智能感知	系统能够实时感知运行环境、塔机姿态、吊物状态、障碍物状态，并在远程操控端上进行显示，发现障碍物时能进行告警	
	智能避障	能够实时感知障碍物，自动执行绕行、减速、避让等智能避障动作	
	群塔防碰撞	系统能够有效实现群塔碰撞风险监测、在可能发出碰撞时发出告警，并在自动驾驶时能够采取避让、减速、制动等措施	
	群塔协同	在群塔作业自动驾驶时，能协同规划路径并自动执行作业，交叉作业时能自动进行避让、绕行、减速、制动等动作	
	应急操控	能够从远程操控端发出并让塔机执行急停、锁臂、启动、电铃等指令	
4	空载运行试验	1. 手动操控吊钩进行上、下、前进、后退和左右回转动作指令，塔机能够响应动作； 2. 自动驾驶指令下，吊钩可以达到指定目标点，偏差 $< 1\text{ m}$；吊钩最终停止在目标点上方安全区域内； 3. 自动驾驶运行过程中，没有发生碰撞	
	额定运行试验	负载：根据塔机型号和起重臂最前端 100% 力矩额定载荷的吊物： 1. 手动操控塔机对吊物进行上、下、前进、后退和左右回转动作指令，塔机能够响应动作； 2. 自动驾驶指令下，吊物可以达到指定目标点，偏差 $< 1\text{ m}$，吊物最终停止在目标点上方安全区域内； 3. 驾驶运行过程中，没有发生碰撞	

附表 E.1 塔机智能系统检测表（续）

序号	检测项目	检测要求	检测结果
4	运行试验 超载运行试验	吊物：塔机起重臂前端 10 m 处最大力矩载荷 1.1 倍的重物，自塔机起重臂根部开始作业： 1. 手动操控塔机对吊物进行上、下、前进、后退和左右回转动作指令，塔机能够响应动作，当手动操控吊物前进到此时，小车变幅安全运行的限位位置时，应无法继续前进和上钩，只能下钩和后退； 2. 自动驾驶指令下，如目标点位置位于此时小车变幅安全运行的限位位置之外，吊物应无法到达目标点或无法开始自动驾驶，同时系统发出相应的超载提示；如目标点位置位于此时小车变幅安全运行的限位位置之内，则吊物可以最终停止在目标点上方安全区域内； 3. 运行过程中没有发生碰撞	
5	固定障碍物	系统可以检测到固定障碍物，并自动规划路径绕开障碍物	
	突发障碍物	系统可以检测到作业路径上的突发障碍物，并能够在碰到障碍物前制动或重新规划路径绕开障碍物	
6	电子限位试验	系统电子限位应与塔机原有物理限位功能一致，且电子限位先于塔机原有物理限位起作用	
7	其他		
检测结论： 检测人员（签字）： 检测单位（盖章）： 年 月 日			

说明：

1. 检测通过的，在检测结果一栏中注明“通过”，否则写明检测情况；
2. 对于所检测的塔机智能系统，如不具备表中的功能应在检测结果中标明“无此功能”；
3. 塔机智能系统具备表中未列出的功能，应在“其他”栏逐项进行添加。

附录 F 塔机智能系统培训记录表

附表 F.1 塔机智能系统培训记录表

项目名称				项目地址		
参训人姓名			身份证号		培训人员	
序号	培训内容分类	培训内容	培训目标			是否掌握
1	理论培训	基本原理	掌握系统基本原理			
2		系统组成	掌握系统组成部分			
3		系统功能	熟悉系统功能			
4	使用培训	系统基本操作	熟练掌握系统各项基本操作			
5		实际应用操控	熟练掌握系统操控，能进行实际作业			
6		系统检查	掌握系统检查内容、要点和方法			
7		问题处理	能处理常见问题			
8	安全培训	安全规范及注意事项	熟悉吊装作业及系统使用的安全规范和注意事项			
9		应急处置	掌握应急处置的程序和方法			
考核结论：						
培训负责人（签字）：				培训单位（盖章）：		
日期： 年 月 日				日期： 年 月 日		

说明：以上为示例，应根据实际情况在以上内容基础上详细编制和填写培训内容。

附录 G 塔机智能系统验收表

附表 G.1 塔机智能系统验收表

工程名称			
施工单位		系统安装单位	
项目详细地址			
验收内容说明： （验收内容应包括系统验收清单、功能验收及检测结果的基本说明，具体详细内容应另附表）			
验收结论：			
施工总承包单位（盖章）： 意见：		监理单位（盖章）： 意见：	
年 月 日		年 月 日	
使用单位（盖章）： 意见：		系统安装单位（盖章）： 意见：	
年 月 日		年 月 日	

附录 H 塔机智能系统日常检查维护记录表

附表 H.1 塔机智能系统日常检查维护记录表

塔机备案号		塔机型号	系统型号			系统编号			月份																									
序号	检查项目	检查内容	检查维护日期																															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	感知单元	激光雷达工作是否正常																																
		北斗定位是否正常																																
		视觉相机工作是否正常,图像是否清晰																																
		传感器是否正常																																
		电量管理系统是否正常																																
2	塔机控制单元	左右控制器工作是否正常,指令准确																																
		通断控制系统正常																																
		场景感知系统正常																																
		自动驾驶系统是否正常,指令发送与执行正常																																
		决策规划系统工作正常																																
		视觉系统工作正常																																
		行为控制系统工作正常																																

附表 H.1 塔机智能系统日常检查维护记录表(续)

塔机备案号		塔机型号	系统型号			系统编号			月份																									
序号	检查项目	检查内容	检查维护日期																															
3	远程 操控	与控制单元通信正常	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
		自动驾驶指令及功能工作是否正常																																
		手动控制功能常																																
		防碰撞功能正常																																
		定位工作是否正常，定位是否准确																																
4		网络通信是否正常																																
		监测数据是否正常																																
		检查维护人员(签字)																																
		项目部设备安全管理人员(签字)																																
		填写说明	1.√=合格,○=整改后合格,×=不合格,/=无此项;2.本表于每月底检查维保人员应报项目部。																															

说明:本表仅为示例,应根据具体塔机智能系统详细制定检查内容。

附录 I 塔机智能系统定期检查维护记录表

附表 I.1 塔机智能系统定期检查维护记录表

工程名称					
塔机备案号		安装位置			
塔机编号		塔机型号			
系统型号		系统编号			
维保单位				检查日期	
序号	检查项目	检查内容		存在问题	处理结果
1	塔机主控系统	控制中心设备正常、指示灯正常，连接线接头稳固无松动、无渗水、无烧黑现象			
		各子系统工作正常			
		塔上/塔下工作模式切换功能正常			
		模式切换旋钮可正常旋转，无卡顿、卡死或松动			
2	雷达系统	雷达安装紧固，无晃动情况，镜面干净无异物，无渗水、漏水现象			
		雷达感知数据正常，数据正确			
3	传感器	传感器安装紧固没有明显晃动，连接部分转动灵活，无卡阻现象，不干涉其他设备的运行			
		传感器数据正常，数据准确			
4	相机系统	摄像头安装紧固，用力晃动时没有晃动现象，无渗水现象，镜头无明显灰尘，设有防坠落的安全绳时连接正常			
		镜头无破损，镜头朝向正常，视频显示正常			
5	定位系统	定位设备工作正常，定位数据准确			

附表 I.1 塔机智能系统定期检查维护记录表（续）

序号	检查项目	检查内容	存在问题	处理结果
6	远程操控端	远程操控端与塔机主控系统通信正常		
		远程操控端工作正常		
7	系统工作	系统感知功能正常，能准确识别障碍物		
		系统建模功能正常，能正常完成建模，模型与作业面一致		
		系统路径规划正常，能合理规划路径		
		系统自动驾驶正常，能正确执行自动驾驶指令		
		系统电子限位工作正常		
		系统物理限位工作正常		
		系统手动控制功能正常，指令执行正常		
		系统防碰撞功能正常，能发出告警和执行防碰撞动作		
		系统运行定位工作正常		
		网络通信状态正常		
	监测数据	监测数据符合存储要求，可查看，备份数据完整		
维保人（签字）： 年 月 日				
施工单位项目机械或综合类专职安全管理人员（签字）： 施工单位项目部（盖章）： 年 月 日				

本标准用词说明

1 为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：

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：

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：

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，采用“可”。

2 条文中指明应按照其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

WHCIA

引用标准名录

- 1 《塔式起重机安全规程》 GB 5144
- 2 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 3 《环境试验 概述和指南》 GB/T 2421
- 4 《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db 交变湿热（12h + 12h 循环）》 GB/T 2423. 4
- 5 《环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ea 和导则：冲击》 GB/T 2423. 5
- 6 《特低电压（ELV）限值》 GB/T 3805
- 7 《外壳防护等级（IP 代码）》 GB/T 4208
- 8 《塔式起重机》 GB/T 5031
- 9 《机械电气安全 机械电气设备 第32部分：起重机械技术条件》 GB/T 5226. 32
- 10 《激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求》 GB/T 7247. 1
- 11 《起重机 术语 第3部分：塔式起重机》 GB/T 6974. 3
- 12 《电气继电器 第21部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1篇：振动试验（正弦）》 GB/T 11287
- 13 《起重机械超载保护装置》 GB/T 12602
- 14 《塔式起重机设计规范》 GB/T 13752
- 15 《低压开关设备和控制设备 第1部分：总则》 GB/T 14048. 1
- 16 《机械安全 安全控制系统 第1部分：设计通则》 GB/T 16855. 1

- 
- The logo of the World Heavy Crane Industry Association (WHCIA) is a large, stylized 'W' composed of blue and orange geometric shapes. Below the 'W' is the acronym 'WHCIA' in a blue, serif font.
- 17 《电磁兼容 通用标准 第2部分：工业环境中的抗扰度标准》GB/T 17799.2
- 18 《起重机械分类》GB/T 20776
- 19 《建筑物雷电防护装置检测技术规范》GB/T 21431
- 20 《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》GB/T 28181
- 21 《起重机械 安全监控管理系统》GB/T 28264
- 22 《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》GB/T 37366
- 23 《起重机械 智能化系统 第1部分：术语和分级》GB/T 45163.1
- 24 《塔式起重机操作使用规程》JG/T 100
- 25 《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196
- 26 《建筑塔式起重机安全监控系统应用技术规程》JGJ 332



WHCIA

团体标准

塔式起重机智能系统应用技术规程

Technical regulation for the application of intelligent
system of tower crane

T/WHCIA-1013—2026

条文说明

WHCIA



WHCIA

目 次

1	总则	53
6	功能要求	54
6.1	一般规定	54
6.2	智能感知单元	54
6.3	智能控制单元	54
6.5	数据传输、存储与安全要求	55
7	应用要求	56
7.1	一般规定	56
7.2	安装要求	56
7.3	检测要求	56
7.4	验收要求	57

WHCIA



WHCIA

1 总 则

1.0.1 本规程是规范塔式起重机智能系统的应用活动的基本依据。



6 功能要求

6.1 一般规定

6.1.1 生物识别技术包括活体人脸识别、指纹识别、声纹识别等技术，考虑到建筑工地和工程项目存在污染大、声音嘈杂的特殊性，通常建议选用活体人脸识别技术。

6.1.3 模式切换开关设置于塔下时，存在处于塔上控制时，塔下进行切换操作可能导致出现塔吊动作发生失控的风险，故从安全防范的角度，切换开关不得设置于塔下。

6.2 智能感知单元

6.2.5 塔机关键部位一般包括吊钩、起重臂、起升卷扬机、变幅卷扬机以及起重臂的左右侧和平衡臂，关键部位配置摄像头可以根据塔机智能系统功能和需求进行灵活配置，但吊钩的摄像头是必须的。

6.2.7 选择数据传输的网络通信模式时，应对工程项目的无线和有线环境进行综合评估，评估实际环境下各种通信模式的稳定性、抗干扰性和安全性，例如在无线网络较为复杂的环境下，不宜选择 Wi-Fi 模式，因为 Wi-Fi 的抗干扰性较差，易出现延时、中断等情况。

6.3 智能控制单元

6.3.2 模型自动建立和自动更新指不应借助塔机智能系统以外

的设备进行模型建立和更新。

6.3.9 电子限位的设置是出于安全考虑，不能取代塔机原有的物理限位功能，且电子限位应先于塔机自身的物理限位起作用，否则就失去限位的意义。

6.3.15 可以通过权限切换实现一台远程操控端实现分时操控不同的塔机智能系统，以及多台远程操控端分时操控一台塔机智能系统。但从安全角度出发，不允许使用一台远程操控端同时操控两台或两台以上的塔机。同样，也不允许多台远程操控端同时拥有同一台塔机智能系统的操控权限。

6.3.16 禁入区：自动驾驶或手动驾驶应都无法将起重臂行驶进入禁入区。

禁吊区：自动驾驶或手动驾驶状态下，无法将小车行驶进入该区域，但起重臂可以行驶经过禁吊区上方。

6.5 数据传输、存储与安全要求

6.5.6 视频数据可以采用与项目自身的管理平台对接传输的方式进行更长时间的保存。

7 应用要求

7.1 一般规定

7.1.6 专项施工方案应包含安装步骤、安全措施和应急预案，以及远程驾驶舱、传感器、控制箱和线缆敷设的规划安装位置，并确认方案符合当地特种设备安全法规、建筑安全规范，如需无线通信还应符合无线电管理规定。

7.2 安装要求

7.2.5 检查摄像头、雷达、倾角传感器、风速仪、载荷传感器等是否适合该塔机结构和安装位置。如需与原塔机通信，还应确认通信协议是否兼容。

7.2.6 塔机智能系统通常安装的硬件包括激光雷达、起升高度传感器、变幅传感器、回转传感器、可视化摄像头等设备，均需要安装牢固，避免塔机工作时的振动导致松脱或影响正常工作，有坠落风险的应设置防脱保护装置，如防坠绳。

7.2.9 系统的调试一般包括：控制系统硬件功能调试、网络与数据信号调试、控制系统软件调试、控制系统整体联合调试。

7.3 检测要求

7.3.8 障碍物的设置应具有一定高度，对塔机的行驶造成阻碍。障碍物的尺寸不应过大或者过小，应符合 6.2.2 的识别要求。突发障碍物测试时，应当先让塔机开始自动驾驶，然后再让突发障

碍物出现在塔机的行驶路径上。

7.4 验收要求

7.4.2 对于塔机智能系统具备本规程或国标、行标中未列明的功能或性能时，验收时应单独列出并进行测试和记录测试结果。相关的功能或性能不能与本规程或国标、行标存在直接或间接冲突。





0 015516 06740 >

统一书号:155160 · 6740

定 价: 46.00 元