



T/CECS ×××-2025

中国工程建设标准化协会标准

塔式起重机远程智能控制系统技术规程

Technical specification for remote intelligent control system of tower cranes

（征求意见稿，202509）

×××出版社

中国工程建设标准化协会标准

塔式起重机远程智能控制系统技术规程

Technical specification for remote intelligent control system of tower cranes

T/CECS ×××-2025

主编单位： 广联达科技股份有限公司

批准单位： 中国工程建设标准化协会

施行日期： 202×年×月×日

中国××出版社

2025 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2024 年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2024〕65 号）的要求，编制组经过深入调查研究，并在广泛征求意见的基础上，按照工程建设标准编写规定和中国工程建设标准化协会相关规定编制了本规程。

本规程共分为九章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、功能与性能、远程驾驶舱、安装与验收、检验、系统使用以及检查与维护。

本规程由中国工程建设标准化委员会提出并归口管理，由广联达科技股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至××××××（地址：××省××市××区××号，邮编：×××）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

前 言	3
1 总 则	5
2 术 语	7
3 基本规定	10
4 功能与性能	13
4.1 一般规定	13
4.2 状态监控	14
4.3 群塔防碰撞	15
4.4 避障	17
4.5 可视化	17
4.6 区域限制	19
4.7 人机协同	21
4.8 信息存储	22
5 远程驾驶舱	24
5.1 一般规定	24
5.2 控制装置	25
5.3 显示装置	26
6 安装与验收	28
6.1 一般规定	28
6.2 安 装	28
6.3 调 试	30
6.4 验 收	32
7 检 验	33
7.1 一般规定	33
7.2 检验项目	33
7.3 判定规则	36
8 系统使用	37
8.1 一般规定	37
8.2 人员能力	38
8.3 安全使用	39
9 检查与维护	41
附录 A 安装自检	43
附录 B 安装验收	46
附录 C 能力要求	49
附录 D 日常检查	51
附录 E 月度检查	52
附录 F 维护记录	54
用词说明	55
引用标准名录	56

Contents

Preface	3
1 General provisions	5
2 Terms	7
3 Basic requirements	10
4 Functions and performance	13
4.1 General requirements	13
4.2 Status monitoring	14
4.3 Anti-collision between tower cranes	15
4.4 Anti-collision between tower crane and obstacles	17
4.5 Visualization	17
4.6 Area entry prohibition	19
4.7 Human and tower cranes collaboration	21
4.8 Information storage	22
5 Remote cockpit	24
5.1 General requirements	24
5.2 Control unit	25
5.3 Display unit	26
6 Installation and Acceptance	28
6.1 General requirements	28
6.2 Installation	28
6.3 Debugging	30
6.4 Acceptance	32
7 Inspection	33
7.1 General requirements	33
7.2 Inspection items	33
7.3 Judgment rules	36
8 System usage	37
8.1 General requirements	37
8.2 Personnel competence	38
8.3 Safe usage	39
9 Inspection and maintenance	41
Appendix A Installation self-inspection	43
Appendix B Installation acceptance	46
Appendix C Competence requirements	49
Appendix D Routine inspections	51
Appendix E Monthly inspections	52
Appendix F Maintenance records	54
Explanation of Wording	55
List of quoted standards	56

1 总 则

1.0.1 为了规范塔式起重机远程智能控制技术的应用，在塔式起重机的远程智能控制系统的基本规定、功能和性能、远程驾驶舱、安装与验收、检验、系统使用以及检查与维护中做到技术先进、运行安全、管理有序，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于塔式起重机的远程智控系统基本规定、功能和性能、远程驾驶舱、安装与验收、检验、系统使用以及检查与维护。

【条文说明】塔式起重机制造商在设计、制造智能塔机时可作为参考。

1.0.3 塔式起重机远程智控系统在基本规定、功能和性能、远程驾驶舱、安装与验收、检验、系统使用以及检查与维护方面，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】当本规程与其他标准不一致时，以最新的标准执行。

2 术 语

2.0.1 塔机远程智控系统 remote intelligent control system for tower cranes

具备塔机状态监控、群塔防碰撞、避障、塔机可视化、区域限制和信息存储等功能，通过远程驾驶舱实时操控塔式起重机的智能化控制系统，简称塔机远程智控系统。

2.0.2 塔机状态监控 tower crane status monitoring

对塔机自身运行参数和工作状态进行监视，并在工作参数接近或达到设定值时输出控制信号的功能。

2.0.3 群塔防碰撞 anti-collision between tower cranes

当相邻塔机趋向于发生碰撞危险时，发出报警并控制塔机不安全运动的功能。

【条文说明】塔机处于非工作状态或者断电时，系统的群塔防碰撞功能处于无效状态。相邻塔机的安全距离建议参考《塔式起重机 安装、拆卸与爬升规格》GB/T 26471、《起重机 安全使用 第3部分：塔式起重机》GB/T 23723.3 和《建筑施工升降设备设施检验标准》JGJ 305 的要求。

2.0.4 避障 anti-collision between tower crane and obstacles

当塔机和作业区域内障碍物趋向于发生碰撞危险时，发出报警并控制塔机不安全运动的功能。

【条文说明】同群塔防碰撞功能一样，塔机处于非工作状态或者断电时，系统的避障功能处于无效状态。塔机与周围建筑物及架空输电线的安全距离建议参考《建筑施工升降设备设施检验标准》JGJ 305 的要求。

2.0.5 塔机可视化 visualization of tower crane operations

能将吊装区域、起升机构和爬升架区域实时显示在远程驾驶舱显示装置的功能。

2.0.6 区域限制 area entry prohibition

在塔机远程智控系统中可划定、修改或删除的，禁止塔机小车变幅或臂架回转进入

某个区域的功能。

【条文说明】该区域通常因存在碰撞风险、安全规范限制或现场施工要求而设定，系统会通过诸如强制降速/停机等方式自动干预并阻止塔机动作跨越边界。同群塔防碰撞功能和避障功能一样，塔机处于非工作状态或者断电时，系统的区域限制功能处于无效状态。

2.0.7 人机协同 human and tower cranes collaboration

人与塔机通过有效协作、信息交互以及任务分配，安全高效地完成复杂吊运任务的过程。

2.0.8 任务调度 task scheduling

塔机远程智控系统根据塔机各机构性能和吊运任务优先级，生成最优作业指令队列的过程。

2.0.9 手持定位引导器 handheld positioning navigator

一种用于吊物的起落点定位呼叫、吊运任务申请、吊钩精准引导的移动装置。

2.0.10 起落点吊钩引导 hook guidance at loading/unloading points

在起钩点或落钩点通过手持定位引导器精准引导吊钩运行的功能。

2.0.11 空中辅助驾驶 aerial assisted operations

在操作员的全程监控下，塔机远程智控系统，通过自动避障和自主路径规划，完成除起落点吊钩引导以外的空中辅助操作吊钩运行的功能。

2.0.12 远程驾驶舱 remote cockpit

不设置在塔机上、放置控制装置和显示装置、用于操纵塔机而专门配备的空间。

2.0.13 控制装置 control unit

连接塔机操作员和塔机控制系统之间的操纵装置。

【条文说明】本术语来自《起重机 控制装置布置形式和特性 第1部分：总则》

GB/T 24817.1, 由一个或多个控制装置组合安装到同一个台架或面板上, 构成控制塔机启动、调速、制动和换向的整体操作单元为控制台 (console), 也称作联动控制台或联动台。

2.0.14 高精度多模态融合地图 high-precision multimodal fusion map

塔机作业范围内的、厘米级精度的、融合了包含经纬度和高程数据的点云信息与视觉图像的三维实时动态地图。

2.0.15 吊运任务 lifting task

从接受吊运命令到完成全部操作的塔机和/或人员承担的全部工作。

【条文说明】吊运任务一般由司机和/或塔机远程智控系统或由值守人员和塔机远程智控系统共同完成。

2.0.16 现场操作员 on-site operator

具备塔机操作资质, 通过手持定位引导器, 对吊运任务发起执行、临时任务呼叫、起落钩人工接管的现场作业人员。

2.0.17 远程操作员 operator in remote cockpit

具备塔机操作资质, 工作在远程驾驶舱内, 通过塔机远程智控系统操控塔机的人员。

2.0.18 调度员 tower crane operations coordinator

具备对吊运任务作业指令队列调整权限的人员。

2.0.19 供方责任人 supplier responsible person

塔机远程智控系统供应商指定的负责协调解决塔机远程智控系统问题的人员。

2.0.20 用方责任人 user responsible person

塔机远程智控系统使用单位指定的负责塔机远程智控系统安全使用和联系供方责任人的人员。

3 基本规定

3.0.1 安装塔机远程智控系统的塔机应为可调速的、动作平顺的，且有防止吊物失速下滑措施的塔机。通过远程驾驶舱操控塔机时，塔机远程智控系统及其各个功能可以工作的前提条件是塔机必须处于工作状态。

【条文说明】动作平顺指塔机各个机构启动、加速、换挡、减速、停止的完整作业循环中，速度始终平稳平滑。防止吊物失速下滑可以是采用零速悬停功能实现，也可以采用完善的检查和维护等管理措施。

3.0.2 塔机远程智控系统在安全监测和数据采集方面应符合《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》GB/T 37366、《起重机械安全监控管理系统》GB/T 28264、《建筑塔式起重机安全监控系统应用技术规程》JGJ 332 等标准要求，同时应支持与所在地政府监管平台对接。

3.0.3 在既有塔机升级加装塔机远程智控系统时，不应损伤或减弱塔机受力结构，不应遮挡或损坏塔机的标识编码，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，不应降低塔机设备的技术指标。

3.0.4 在塔机的安装、拆卸、检查、维护和使用中，不应改变塔机远程智控系统的电路。

3.0.5 塔机远程智控系统应有状态监控功能、群塔防碰撞功能、避障功能、可视化功能、区域限制功能和信息存储功能，应配备远程驾驶舱，宜有人机协同功能。塔机远程智控系统的功能还应满足下列要求：

1 除人机协同功能外，在塔机远程智控系统开机或重启时，其他功能如果被禁用都自动启用并正常运行或有明确提示并经确认后才能继续使用的步骤；

【条文说明】如果某个功能被禁用，系统重启后自动恢复启用状态或弹出被禁用的功能清单列表进行确认。

2 所有功能具备连续工作的能力；

【条文说明】所有功能都具备 24h 不间断工作的能力。

3 除人机协同和塔机可视化功能外，塔机远程智控系统实时监测其他功能全部正常运行才能通过远程驾驶舱控制塔机，并在塔机远程智控系统开机时提醒远程操作员检查塔机可视化视频信号；

【条文说明】实时监测各个功能是否正常，都正常工作时才允许通过远程驾驶舱继续操控塔机。监测方法见 4.2.10、4.3.3、4.4.6、4.6.8、4.7.8 5 和 4.8.8。

4 如果塔机远程智控系统允许禁用某个功能，系统应有方责任人授权才能继续使用的步骤。

【条文说明】特殊情况下，如果需要禁用某个功能，通常需要用方责任人授权，用时要遵循 7.2.12 的要求。

3.0.6 如果塔机的最大安装高度处的 3s 时距平均瞬时风速大于 12 m/s 或出现大雾、大雨、大雪、雷电等恶劣天气时，应停止塔机远程智控系统的安装、调试、自检和验收作业。

【条文说明】《塔式起重机》GB/T 5031 和《塔式起重机 安装、拆卸与爬升规则》GB/T 26471 规定塔机安拆作业时塔机最大安装高度处的 3s 时距平均瞬时风速不应大于 12m/s。塔机远程智控系统的安装、调试、自检和验收涉及高空作业，因此也采用这个风速要求。

3.0.7 塔机安装、检查和维护作业时，禁止在远程驾驶舱操作塔机。

3.0.8 塔机远程智控系统应具有产品出厂合格证书、保修卡和产品使用说明书。塔机远程智控系统的使用说明书应符合下列要求：

1 描述供应商名称、产品名称和型号、主要性能参数、部件上的安全标志和警告标志及其含义、安装用的所有相关零部件、适配的塔机型式和规格、需要的电力供应参数以及适用的工况场景和环境条件；

【条文说明】适应的工况场景和环境条件通常要描述是否适应沙尘、雨雪等。

2 单独章节描述基本原理、主要功能和系统构成框图；

3 单独章节描述安装前准备工作、安装注意事项、各部件安装的具体要求、调试流程、步骤和调试要求，并以附录形式提供安装自检表；

4 单独章节描述人员能力和安全使用，并附录形式远程操作员能力要求表；

5 单独章节描述检查和维护，并附录形式提供日常检查表、月度检查表和维护记录表；

6 单独的章节描述故障处置信息，包括常见故障类型、故障原因和故障时的处置方法。

4 功能与性能

4.1 一般规定

4.1.1 塔机远程智控系统的设计应符合国家及行业现行相关标准的规定，并与塔机机械结构与电气设计相适应。

4.1.2 未做特殊申明时，系统应能在环境温度 $-20^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 90%（不凝露）条件下稳定运行。

【条文说明】与《塔式起重机》GB/T 5031 规定的环境条件一致，如果需要在特殊环境下使用，使用单位可以和系统供应商协商约定。

4.1.3 塔机远程智控系统应采取输入极性防反接、短路保护、电源隔离措施，应具有防雷击、防浪涌、过压保护、欠压保护和过流保护功能，且保护时应切断输入电源。

4.1.4 塔机远程智控系统的电气设备都应有保护，以不受外部作用和落物（如雨、雪、砂浆、灰尘）的有害或危险影响。防护等级为：便携式控制装置不应低于 IP 65，控制柜和开关等电气元件不应低于 IP 53。

【条文说明】IP 防护等级来自《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208。

4.1.5 塔机远程智控系统所有线缆的布位和安装，应使其防止机械损伤。应特别注意远程驾驶舱和塔机的连接线缆的强度和气候对其影响。为防止不正确的插接，所用的插头和插座都应有符合《机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件》GB/T 5226.1—2019 中 13.4.5 要求的机械编码或等效标志。

4.1.6 塔机远程智控系统应具备抗电磁干扰能力，且不应干扰其他设备。

4.1.7 电气元件的选择应考虑塔机工作时振动大、工作频繁、露天作业等特点。

4.1.8 线缆连接应采用快速插接的连接器。

【条文说明】常用的快速插接连接器有航空插头和重载连接器。

4.1.9 有坠落风险的部件应设置防脱、防坠保护装置。

【条文说明】防脱保护装置可以是防坠绳或防坠链。

4.1.10 各个部件均应带有标牌，并清晰地标明产品名称、型号、制造编号、出厂日期和制造商名称。如含有固件，也应标明固件版本。

4.1.11 塔机远程智控系统应具备更新升级和参数调整功能。系统供应商进行系统更新升级或参数调整应符合下列要求：

- 1 进行系统升级或参数调整前，系统供应商对系统更新升级的内容或调整的参数进行全面测试；
- 2 测试通过后，在更新升级系统或调整系统参数前向使用单位提出书面申请，申请中明确更新升级的内容或调整的参数内容以及潜在影响；
- 3 经使用单位同意后方可进行更新升级系统或调整参数；
- 4 在塔机非工作状态下进行更新升级系统或调整参数；
- 5 更新升级或调整参数后的系统应兼容历史存储数据。

4.2 状态监控

4.2.1 应对塔机的倍率（如果倍率可变）、起重量、起重力矩、吊钩高度、工作幅度、风速、回转角度、各机构运行速度及启停状态等进行实时监视，并在工作参数接近或达到设定值时声光报警且输出控制信号。对起升高度、工作幅度和回转角度的监视要求如下：

- 1 监视起升高度时，宜对臂架的俯仰角度进行实时监视；
- 2 工作幅度总为正值，且小车向内减小向外增加，小车回到向内停止限位时的工作幅度为吊钩竖直中心线到回转竖直中心线的实际距离；
- 3 俯视塔机时，臂架回转 0° 的方向为塔机自身回转限位的中间位置，向左回转时回转角度为正值且逐渐增大，向右回转时回转角度为负值且逐渐减小；
- 4 回转角度、工作幅度、起升高度的数据应能断电保持。

【条文说明】

- 1 臂架俯仰角度随着吊载大小和工作幅度的大小会发生变化，监视俯仰角度可以更准确的计算吊物与附近障碍物的距离。

2 精准的工作幅度才能更准确的计算起重力矩。

4.2.2 应对塔机的吊钩起升限位、臂架回转限位、小车变幅限位、重量限位和力矩限位进行实时监视，并至少在停止限位触发时输出控制信号。

【条文说明】这些限位通常指吊钩向上运行停止限位、吊钩向上运行减速限位、吊钩向下运行停止限位、吊钩向下运行减速限位、小车向外运行停止限位、小车向外运行减速限位、小车向内运行停止限位、小车向内运行减速限位、臂架向左回转停止限位、臂架向左回转减速限位、臂架向右回转停止限位、臂架向右回转减速限位等。

4.2.3 应对起升、回转和变幅机构的变频器状态和电机工作电流进行实时监视，并应在电流超限时至少给出警示信号。

4.2.4 应对风速进行实时监视，并应在风速超限时至少给出警示信号。

4.2.5 应对远程驾驶舱控制装置的吊钩升降挡位、臂架回转挡位和小车变幅挡位等操作指令信息进行实时监视。

4.2.6 对塔机状态监控功能所用传感信息的采集周期不应大于 100ms，同时应对塔机状态监控功能所用传感器等设备进行故障监测，并应对监测到的故障进行报警。

4.3 群塔防碰撞

4.3.1 应实时计算本塔机及吊物与相邻塔机及其吊物之间的最小空间距离。

【条文说明】本规程描述的相邻塔机均指作业区域有重叠的塔机。

4.3.2 应具有禁行区域和预警区域，且应根据空间距离实时调整上述区域。

【条文说明】禁行区域为塔机工作状态下塔机及吊物禁止进入的区域，预警区域为塔机工作状态下塔机及吊物进入后发出预警并自动限制速度的区域。

4.3.3 当相邻塔机趋向于发生碰撞危险时，进入预警区域应发出断续声光报警并控制塔机减速，到达禁行区域边界应连续声光报警并控制塔机停止不安全运动，应允许塔机向安全方向运行。

4.3.4 相邻塔机之间应具备进行自身状态和运行状态交互的通信功能。应对相邻塔机之间的通信进行故障监测，并应对监测到故障进行报警。

【条文说明】相邻塔机之间可采用如工作于 433MHz 的 LoRa 技术无线通信，进行自身状态和运行状态的交互。

4.3.5 塔机的自身状态应至少包括回转中心的相对空间位置、臂架长度、平衡臂长度、塔顶高度以及安全距离。同一施工现场的塔机回转中心的相对空间位置应采用相同坐标系。

【条文说明】计算安全距离时需要考虑配重外形尺寸、变幅钢丝绳下垂、臂架拉索、平衡臂拉索、吊载时臂架下压、空载时臂架上仰。臂架、臂架拉索、塔顶、平衡臂、平衡臂拉索的术语来自《起重机 术语 第 3 部分：塔式起重机》GB/T 6974.3。

4.3.6 塔机的运行状态应至少包括回转角度、工作幅度、吊钩高度以及各个机构运行速度。同一施工现场的塔机回转角度和吊钩高度应采用相同计算基准。

4.3.7 应允许塔机驶离群塔防碰撞功能的禁行区域。

【条文说明】塔机在非工作状态下，可能会因为大风等原因进入群塔防碰撞功能的禁行区域。

4.4 避障

4.4.1 应自动扫描作业区域内的固定和移动障碍物，并实时计算塔机及吊物与障碍物之间的最小空间距离。

4.4.2 应具有禁行区域和预警区域，且应根据塔机自身运动状态和距障碍物空间距离实时调整上述区域。

【条文说明】禁行区域为塔机工作状态下塔机及吊物禁止进入的区域，预警区域为塔机工作状态下塔机及吊物进入后发出预警并自动限制速度的区域。

4.4.3 应支持吊物轮廓尺寸识别，分辨率不宜低于 1 m。

4.4.4 应实时计算显示吊物距地面高度。

【条文说明】此处的地面为计算塔机回转中心高度的基准面。此高度可根据吊钩距地高度和吊物尺寸计算获得。

4.4.5 检测到与障碍物有碰撞趋势时，进入预警区域应发出断续声光报警并控制塔机减速，到达禁行区域边界应连续声光报警并控制塔机停止不安全运动，应允许塔机向安全方向运行。

4.4.6 应对避障功能所用传感器进行故障监测，并应对监测到的故障进行报警。

4.5 可视化

4.5.1 应具备吊装区域可视化功能和起升机构可视化功能。起升机构可视化功能应带有视频信号和音频信号，视频应能清晰看到卷筒钢丝绳的排列状态，音频应能清晰听到起升机构是否有异响。

【条文说明】起升机构可视化的视频是为了远程操作员判断钢丝绳脱槽、卡槽、乱绳等情况。

4.5.2 宜具备爬升架区域可视化功能。爬升架区域可视化的视频应能清晰观察到加节或降节状态和安拆作业人员的工作情况。

【条文说明】本规程的爬升架术语来自《塔式起重机》GB/T 5031。

4.5.3 宜具备塔机可视化区域内人员不规范行为识别功能和吊钩及吊物周边人员探测功能。

【条文说明】不规范行为包括未戴安全帽/安全绳、未穿反光背心、人员在吊点下方危险区域、起吊时工人仍在吊物上等。

4.5.4 可视化的视频信号中断不应影响远程操作员停止塔机的运行。

4.5.5 可视化的摄像机应实时跟踪和捕捉吊物，应对摄像机的焦距、倍率、光圈等进行自动调节，以保证近距离的视觉效果。

4.5.6 塔机可视化的摄像机应满足夜间工作的需求。

4.5.7 应符合《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规定的网络传输要求，并满足以下要求：

- 1 单台摄像机本地和远程传输带宽满足码流不低于 2 Mbps；
- 2 网络延时上限值为 400 ms；
- 3 时延抖动上限值为 50 ms；
- 4 丢包率上限值为 1×10^{-3} ；
- 5 包误差率上限值为 1×10^{-4} 。

4.5.8 应支持实时视频显示，支持存储时长内任意时间段存储视频查询、回放及导出。导出的视频应为通用视频文件格式，导出视频应不影响设备本身的正常运行和不影响其内部视频的完整性。

4.5.9 应采用循环覆盖的方式实时存储视频信息，存储时长不宜少于 72h，存储的视频应包括所有摄像机采集的视频，电源关闭或中断后，存储的视频不应丢失。

【条文说明】存储时长与《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》GB/T 37366 要求一致。

4.5.10 可视化存储的视频应具有日期和时间、摄像机号、防伪标签等信息的字符叠加功能，字符叠加宜在视频边角位置且不影响图像记录效果。日期和时间至少为年月日时分秒。

4.5.11 存储的起升机构可视化视频应带有声音，存储的吊装区域可视化和爬升架区域可视化视频宜带有声音。

4.6 区域限制

4.6.1 应支持小车变幅禁行区域和臂架回转禁行区域分别划定。

【条文说明】臂架回转禁行区域包含了小车变幅禁行区域，小车变幅禁行区域应可独立于臂架回转禁行区域单独设定。

4.6.2 划定禁行区域时，应在远程驾驶舱内的显示装置上实时预览，且不宜进行复杂的操作。

【条文说明】划定禁行区域时，无需进行计算等复杂操作，例如仅通过鼠标连线即可划定，复杂操作不便于远程操作员的培训和操作。

4.6.3 进行禁行区域的划定、修改或删除操作时，操作完毕生效前应有二次确认步骤，且禁行区域的修改和删除应经用方责任人授权。

【条文说明】弹窗提示操作员确定该操作还是取消该操作，避免远程操作员误操作。

4.6.4 禁行区域生效后，应自动设定禁行区域外围预警区域。

【条文说明】禁行区域为塔机工作状态下塔机及吊物禁止进入的区域，预警区域为塔机工作状态下塔机及吊物进入后发出预警并自动限制速度的区域。

4.6.5 应允许划定多个禁行区域，且应允许多个禁行区域同时有效。

4.6.6 删除禁行区域后，对应的塔机作业空间内，群塔防碰撞功能和避障功能应立即无延迟生效。

4.6.7 检测到与禁行区域有接近趋势时，进入预警区域应发出断续声光报警并控制塔机减速，到达禁行区域边界应连续声光报警并控制塔机停止不安全运动，应允许塔机向安全方向运行。

4.6.8 应对区域限制功能所用传感器进行故障监测，并应对监测到的故障进行报警。

4.6.9 应允许塔机驶离区域限制功能的禁行区域。

【条文说明】塔机在非工作状态下，可能会因为大风等原因进入区域限制功能的禁行区域。

4.7 人机协同

4.7.1 具备人机协同功能的塔机远程智控系统宜具备任务调度、起落点吊钩引导和空中辅助驾驶功能。

4.7.2 具备人机协同功能的塔机远程智控系统，应具备进入和退出人机协同的功能，并在进入和退出时有二次确认的步骤。

4.7.3 具备人机协同功能的塔机远程智控系统应能自动完成吊运任务调度，也应允许调度员手动调整吊运任务优先级，并有二次确认的步骤。

4.7.4 手持定位引导器宜具备吊运任务申请和起落点吊钩引导功能。

4.7.5 使用起落点吊钩引导功能前应先申请控制并有二次确认的步骤。仅允许通过“保持-运行”方式控制在起落点引导吊钩。

【条文说明】按照 GB/T 15706 的定义，“保持-运行”控制方式是指只有在手持续触发才能并保持吊钩的运行，亦可以简单理解为“松手停”。

4.7.6 空中辅助驾驶过程中，远程操作员应能随时接管塔机的操作并在接管后自动退出空中辅助驾驶。

【条文说明】按照《起重机械 智能化系统 第1部分：术语和分级》GB/T 45163.1 的描述，接管为远程操作员从塔机远程智控系统获得塔机的操作权限。

4.7.7 空中辅助驾驶过程中，群塔防碰撞、避障和区域限制功能应实时有效，并根据碰撞趋势的变化实时调整运行路径。

4.7.8 人机协同过程中，如果检测到下列故障之一时，应在手持定位引导器上有提示，并应向远程操作员发出接管请求并控制塔机减速停车：

- 1 塔机状态监控的传感器故障；
- 2 相邻塔机通信故障；
- 3 避障的传感器故障；

- 4 区域限制的传感器故障;
- 5 人机协同功能所用手持定位引导器故障或通信断开。

4.7.9 空中辅助驾驶宜使用高精度多模态融合地图进行路径规划。

4.7.10 相邻塔机进行人机协同作业时，应进行统一自动吊运任务分配和路径协调。

【条文说明】更好的避免多塔机任务路径和作业空间冲突。

4.8 信息存储

4.8.1 塔机远程智控系统的信息存储功能应存储塔机可视化信息，并符合 4.5 的要求。

4.8.2 塔机远程智控系统的信息存储功能应存储塔机状态监控信息、群塔防碰撞信息、避障信息、区域限制信息、人机协同信息（如有）以及远程驾驶舱操作指令信息，并至少以 1 条/2s 的频率存储。

【条文说明】远程驾驶舱操作指令通常为吊钩升降档位、臂架回转档位和小车变幅档位。

4.8.3 塔机远程智控系统的信息存储功能应完整记录所有发生的报警、预警、保护动作触发事件及其发生时的详细数据。

4.8.4 除可视化信息外，其他信息存储时长应不少于最近 30 个连续工作日。

【条文说明】存储时长与《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》GB/T 37366 要求一致。

4.8.5 在电源关闭或者供电中断之后，所有存储的信息均应被保留。

4.8.6 应具备被授权人员导出信息的功能，导出信息不应影响塔机远程智控系统内信息的完整性。导出信息应无需攀爬塔机。

4.8.7 应对操作权限的更改、系统的登录和退出进行存储。

4.8.8 应有软件或硬件对导出的信息进行解析。

4.8.9 应对信息存储功能所用存储器等设备进行故障监测，并应对监测到的故障进行报警。

5 远程驾驶舱

5.1 一般规定

5.1.1 远程驾驶舱内为每个塔机的远程智能控制系统分配的空间,其长度不应小于 1.2m、宽度不应小于 1 m、高度不应小于 2 m,且足以放下控制装置和显示装置以及足以允许第 2 个人偶尔进入该空间。

【条文说明】本条要求的为最小尺寸,来自《起重机 司机室和控制站 第 3 部分:塔式起重机》GB/T 20303.3。

5.1.2 塔机远程智能控制系统处于工作状态时,远程驾驶舱内都应有照明,且控制装置处的照度不应小于 30 lx。

【条文说明】本条要求的照度为最小照度,来自《塔式起重机安全规程》GB 5144。

5.1.3 远程驾驶舱需要防雨,且有通风和温度控制措施。在下雨、酷热或严寒等条件下,远程驾驶舱应能为远程操作员提供保护。

5.1.4 应采取措施确保未授权人员无法进入远程驾驶舱。

【条文说明】措施可以是人脸、指纹或门禁等身份识别装置。

5.1.5 塔机远程智控系统宜具备操作员身份识别和管理功能。

5.1.6 远程驾驶舱宜具备通过音频和视频记录操作员行为状态的功能。

5.1.7 远程驾驶舱宜具备远程驾驶操作培训功能。

5.1.8 如果多个塔机的远程智能控制系统共用 1 个远程驾驶舱，应明确标记控制装置、显示装置和其对应塔机。

5.1.9 远程驾驶舱内应设置标牌，标牌应至少标明塔机远程智控系统的供应商名称、产品名称和型号、主要性能参数、出厂编号和出厂日期。

5.1.10 远程驾驶舱内应设置音量可调节的、用于播放起升机构可视化音频信号播放设备。

5.2 控制装置

5.2.1 远程驾驶舱应设有控制塔机工作场地警报声响信号的装置。

5.2.2 远程驾驶舱应设有非自动复位的、能停止塔机所有运动的急停按钮，该按钮应设在远程操作员操作方便的地方，且在远程驾驶舱内应设有指示电源开合状态的指示信号。

5.2.3 远程驾驶舱与塔机通信中断和/或电气线路断开时，塔机应能自动减速停止，且不应影响塔机的作业范围内障碍物扫描功能，也不应影响相邻塔机之间进行自身状态和运行状态交互的通信功能。

【条文说明】远程驾驶舱和塔机的控制信号通信中断和/或电气线路可能由于电气线路因施工、天气或其他原因损坏而断开时，应不会使塔机处于不受控的危险状态。

5.2.4 远程驾驶舱应有使回转机构的制动器处于非制动状态的措施。

5.2.5 远程驾驶舱内控制装置和控制台应符合《起重机 控制装置布置形式和特性 第3部分：塔式起重机》GB/T 24817.3 和《起重机控制台》JB/T 6748 的要求。

5.2.6 远程驾驶舱内的控制装置应与塔上司机室内控制装置电气互锁，塔上司机室内控制优先，且操作位置应在远程驾驶舱内有显示。

【条文说明】互锁能保证任何时间内只允许远程驾驶舱或塔上司机室中其中一处控制塔机。

5.3 显示装置

5.3.1 远程驾驶舱的显示装置应实时显示塔机状态监控信息、群塔防碰撞信息、避障信息、塔机可视化信息和区域限制信息。显示的塔机可视化信息应能单画面和多画面预览切换。

5.3.2 远程驾驶舱的显示装置显示数值时，应满足下列要求：

- 1 长度单位为米（m），分辨率不低于 0.01m，吊物轮廓尺寸除外；
- 2 角度单位为度（°），分辨率不低于 0.1°；
- 3 重量单位为吨（t），分辨率不低于最大起重量的千分之一；
- 4 力矩单位为百分比（%），分辨率不低于 1%；
- 5 速度单位为米/秒（m/s），分辨率不低于 0.1m/s。

5.3.3 远程驾驶舱的显示装置通过颜色区分不同状态时，宜满足下列要求：

- 1 吊钩升降限位开关、回转限位开关以及变幅限位开关，未触发时为绿色，触发时为红色；
- 2 变频器状态，正常时显示为绿色，故障时显示为红色；
- 3 载荷、力矩数值预警状态显示为黄色或橙色，报警状态显示为红色；
- 4 风速低于 12m/s 或风力小于 6 级，显示为绿色，否则显示为红色；
- 5 群塔防碰撞、避障和区域限制的禁行区域，为红色；

- 6 群塔防碰撞、避障和区域限制的预警区域，为黄色或橙色；
- 7 显示信息存储正在进行为绿色闪烁，信息存储停止或故障为红的。

5.3.4 如有人机协同功能，远程驾驶舱应满足下列要求：

- 1 具备进入和退出人机协同功能的装置或措施；
- 2 至少显示当前吊运任务和下一吊运任务；
- 3 能随时接管塔机的操作并在接管后自动退出人机协同；
- 4 明显信息显示人机协同的当前状态：“非人机协同”、“人机协同：无吊运任务”、“人机协同：起点吊钩引导”、“人机协同：空中辅助驾驶”或“人机协同：落点吊钩引导”；
- 5 空中辅助驾驶时，应在显示装置上区别显示自动规划的路径和实时运行的路径。

5.3.5 远程驾驶舱的显示装置应按照俯视臂架且上北下南左西右东状态显示臂架回转方位。向左回转时回转角度应逐渐增大，向右回转时回转角度应逐渐减小。

5.3.6 远程驾驶舱的显示装置应实时显示塔机作业范围内的高精度多模态融合地图，并在地图上叠加显示臂架回转方位和变幅小车位置的动态模型。

5.3.7 远程驾驶舱应具备塔机远程智控系统各个功能处于离线状态的提示，该提示宜显示为红色。

6 安装与验收

6.1 一般规定

6.1.1 系统安装前，安装单位应向使用单位提交塔机远程智控系统的专项实施方案，并按规定审核审批。

【条文说明】专项实施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。

6.1.2 塔机远程智控系统安装和调试应由塔机远程智控系统供应商培训并认证的人员实施，高处作业应持有有效的高空作业证书，电气连接应由具备资格证书的专业人员完成。

6.1.3 安装调试人员作业区域设置警戒线，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。

6.1.4 塔机远程智控系统调试各项参数应符合系统设计的要求。

【条文说明】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、控制系统离线调试、控制系统整体联合调试。

6.1.5 塔机远程智控系统验收工作应在安装与调试、自检合格后进行。通过验收后，供应商应向使用单位开具保修卡。

【条文说明】验收使用应符合现行规范要求及系统设计的要求。

6.2 安 装

6.2.1 塔机远程智控系统安装前应完成下列准备工作：

- 1 确保塔机远程智控系统目标塔机结构及控制系统兼容；

【条文说明】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。

2 确保塔机远程智控系统的设备及安装辅材、工具完备，并形成设备进场确认文件。

6.2.2 塔机远程智控系统各个部件的安装及其线缆敷设应满足下列通用要求：

1 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；

【条文说明】塔机远程智控系统通常需要安装起升高度传感器、变幅传感器、回转传感器、可视化摄像头以及配套的控制柜，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。

2 轴系连接具备补偿制造与安装偏差的能力；

3 安装位置及走线不影响塔机的正常运行；

4 线缆敷设无交叉扭曲，避开运动部件和高温区，弯曲半径满足线缆规格书要求，并应做好固定保护措施；

5 动力线与信号线分开敷设，避免干扰；

6 线缆与各部件的连接部位进线孔有防水措施。

6.2.3 塔机远程智控系统各部件安装的具体要求如下：

1 摄像头视角应覆盖整个监视部位，应设置避免镜头污染或水汽侵袭的防护，同时应避免逆光；

【条文说明】摄像头宜根据不同的应用需求安装在合适的位置，安装时用螺丝、螺母、抱箍等固定，并用安全绳进行绑定，应注意方向和角度，镜头视线不被遮挡；

2 臂架倾角传感器应安装在臂架刚性部位，确保水平基准准确；

【条文说明】臂架倾角传感器安装在臂架平面，安装前确保安装位置平整无杂物，Y方向平行于塔机臂架的指向；

3 重量传感器应作用于起升钢丝绳，且其受力方向与起升钢丝绳受力方向一致；

【条文说明】起升钢丝绳的定滑轮处，应选择塔机主要承力杆件固定，

4 风速传感器应安装在塔顶最高处无遮挡位置，安装时确保风速传感器旋转灵敏，安装位置平整，受风良好；

5 控制柜的安装位置应留有柜门打开空间，以及安装、调试或检修人员的工作空间；

6 激光雷达（如有）的安装位置和角度应确保其能有效扫描到塔机全部作业区域；

7 定位传感器（如有）装在信号接收良好的位置；

8 说明书中的其他要求。

6.2.4 应按照系统设计要求或说明书要求为塔机远程智控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。

6.3 调 试

6.3.1 塔机远程智控系统调试前应完成下列工作：

- 1 系统所有部件的安装位置、安装角度、紧固、接线、防护符合说明书要求；
- 2 系统所有传感器完成标定和参数初始化设置。

【条文说明】通常需要标定和参数初始化的传感器有起升高度传感器、工作幅度传感器、回转角度传感器、倾角传感器、激光雷达等。

6.3.2 塔机远程智控系统调试时，除调试人员外，宜配有地面观察员并保持通信畅通，同时使用标准化的通信口令。

【条文说明】调试工作通常需要人员协助进行，畅通的通信手段和标准化的通行口令（如“开始变幅测试”“报警已触发，执行停机”）有助于快速、准确进行调试。

6.3.3 塔机远程智控系统调试宜进行离线和联网调试、分功能或分模块调试、以及分阶段调试和整体调试进行。应先调试急停按钮。

【条文说明】分功能或分模块调试可按照起升高度、工作幅度、回转角度、臂架倾角、激光雷达、吊钩可视化、载荷称量、风速测量、进行分别调试。

分阶段调试可按照静态通电调试、空载动态调试、带载动态调试。静态通电调试可对上电自检、数据采集、通信功能、基本功能进行逐项调试等；空载动态调试可单机构动作验证、多机构联动验证、安全逻辑验证、终端限位验证；带载动态调试可验证防碰撞、载荷和力矩是否准确、倾角传感器数据波动是否在允许范围内等。

整体调试首先应连接所要测试的塔机，并检查通信是否正常，然后进行数据准确性测试，检查系统客户端软件显示的状态数据、防碰撞数据、视频数据、自动运行起落吊位置的误差是否符合系统设计要求；远程控制命令测试前，应先完成远程急停测试和通信中断测试；联调测试完成数据准确性、实时性测试、通信中断测试后，还应对塔机的控制命令进行测试，测试应在塔机空载的状态下进行；设备所有的运行数据及历史数据

应配套系统平台进行存储与查看。

6.3.4 塔机远程智控系统功能调试应符合下列规定：

- 1 塔机状态监控的倍率、起重量、起重力矩、起升高度（下降高度）、工作幅度、风速、回转角度显示正常；
- 2 远程驾驶舱实时显示本塔机和相邻塔机的自身状态以及运行状态正常，群塔防碰撞功能正常；
- 3 避障显示和功能正常；
- 4 塔机可视化的显示和功能正常；
- 5 区域限制的显示和设定功能正常；
- 6 采用高精度多模态融合地图做路径规划时，地图显示正确，进行高度抽样检查、基准点校核、地图精度应符合系统设计要求；
- 7 手持定位引导器的调试，信号稳定、定位准确、控制指令及时，地图显示与中控一致，且符合系统设计要求；
- 8 信息存储的显示和导出功能正常；
- 9 远程驾驶舱操作变幅机构、起升机构、回转机构做不同方向、挡位运动，塔机运动和远程驾驶舱中控信息变化一一对应，急停开关功能正常，回转制动功能正常；
- 10 变幅限位、起升限位、回转限位、重量限位、力矩限位功能正常；
- 11 远程驾驶舱其他显示和功能正常。

6.3.5 网络与数据信号调试应符合下列规定：

- 1 视频传输设备的视频显示位置、视频内容与实际场景的延迟符合系统设计要求；
- 2 远程控制指令延迟不大于系统设计要求；
- 3 手持定位引导器控制功能执行正常、信号稳定、通信延迟不大于系统设计要求；
- 4 群塔通信正常，数据及时准确、群塔防碰撞生效距离、预警及制动功能符合系统设计要求；
- 5 通信稳定性符合说明书要求。

6.3.6 塔机远程智控系统调试完成应符合下列规定：

- 1 覆盖所有设计功能，且均通过验证；
- 2 响应零失误，安全逻辑触发准确率 100%，无漏报、误报；
- 3 性能达标，数据刷新率、控制延迟、识别精度符合技术规格书。

6.3.7 塔机远程智控系统安装调试后,安装单位应附录 A 的要求进行自检并填写自检表。

6.4 验 收

6.4.1 塔机远程智控系统安装调试完成且自检合格后,应进行资料审查、安装和功能验收。

6.4.2 资料审查检查所需资料的完整性和准确性,资料应包含设备出厂合格证、安装专项实施方案、安装单位自检报告、系统使用说明书、培训记录和培训资料。

6.4.3 现场验收通过后,应根据验收结果及验收记录表并进行签字确认,系统验收合格后方可投入使用;系统安装验收表可参照附录 B 的格式填写。

7 检 验

7.1 一般规定

7.1.1 安装自检并验收合格的塔机远程智控系统应委托有资质的第三方机构进行检验。

7.1.2 应采用适宜的仪器、设备和工具进行检验。属于法定计量检定范畴的仪器、设备和工具，必须经法定计量检定机构检定合格，并应在有效期内。

7.1.3 检验应在下列条件下进行：

- 1 风速：≤8.3 m/s；
- 2 环境温度：-15℃～+40℃；
- 3 相对湿度：≤90%（20℃时）；
- 4 电源电压波动：不超过额定电压的±10%；
- 5 无雨雪等影响检验安全的气候条件。

7.2 检验项目

7.2.1 塔机远程智控系统的检验项目应符合表 7.2.1 的规定。

表 7.2.1 检验项目

序号	检验项目		判定依据	检验方法	项目分类
1	信息标牌	塔机远程智控系统的整机标牌	5.1.9	目测	C
		塔机远程智控系统的各部件标牌	4.1.10	目测	C
2	随机资料	合格证书、保修卡和说明书	3.0.8	目测	C
3	一般规定	系统安装是否损伤或减弱塔机受力结构	3.0.3	目测检查安装方式	A
		系统安装是否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	3.0.3	查看使用说明书	A
		系统功能是否配置齐全	3.0.5	查看使用说明书	A
		开机或重启时，其他功能是否都自动启用并正常运行	3.0.5 1	操作验证	A

		所有功能是否具备连续工作的能力	3.0.5 2	操作验证	C
		除人机协同和塔机可视化功能外，其他功能是否全部正常运行才能通过远程驾驶舱控制塔机	3.0.5 3	操作验证	A
		如果塔机远程智控系统允许禁用某个功能，系统是否有用方责任人授权的步骤	3.0.5 4	操作验证	A
		系统各个部件 IP 防护等级	4.1.4	目测	C
		线缆连接是否为快速插接的连接器	4.1.8	目测	C
		有坠落风险的部件是否带有防脱、防坠保护装置	4.1.9	目测	B
4	塔机状态监控	是否对运行状态参数进行监视	4.2.1	操作验证	A
		是否对各个机构的限位进行监视	4.2.2	操作验证	A
		是否对各个机构的电流进行监视	4.2.3	操作验证	B
		是否对风速进行监视	4.2.4	操作验证	B
		是否对控制装置挡位进行监视	4.2.5	操作验证	B
		对工作幅度的监视是否满足要求	4.2.1 2	操作验证	A
		对回转角度的监视是否满足要求	4.2.1 3	操作验证	A
		数据是否断电保持	4.2.1 4	操作验证	B
		是否对传感器进行故障监测	4.2.6	操作验证	C
5	群塔防碰撞	是否实时计算本塔机及吊物与其他塔机及其吊物之间的最小空间距离	4.3.1	操作验证	A
		是否具有禁行区域和预警区域，且根据空间距离实时调整	4.3.2	操作验证	A
		是否发出碰撞预警并控制塔机不安全运动	4.3.3	操作验证	A
		是否监测相邻塔机的通信故障	4.3.4	操作验证	A
		相邻塔机通信交互的自身状态是否齐全	4.3.5	操作验证	A
		相邻塔机通信交互的运行状态是否齐全	4.3.6	操作验证	A
		允许塔机驶离群塔防碰撞功能的禁行区域	4.3.7	操作验证	A
6	避障	是否自动检测障碍物并计算距离	4.4.1	操作验证	A
		是否具有禁行区域和预警区域	4.4.2	操作验证	A
		是否支持吊物轮廓识别	4.4.3	操作验证	A
		是否能实时计算吊物距地面高度	4.4.4	操作验证	A
		是否能发出碰撞预警并控制不安全运动	4.4.5	操作验证	A
		是否对传感器进行故障监测	4.4.6	操作验证	C
7	塔机可视化	是否具有吊装区域可视化和起升机构可视化功能	4.5.1	操作验证	A
		视频信号中断是否影响操作员停止塔机的运行	4.5.2	操作验证	A
		摄像机是否实时跟踪和捕捉吊物	4.5.3	操作验证	A
		起升机构可视化能否清晰看到卷筒钢丝绳的排列状态	4.5.5	操作验证	C
		爬升架区域可视化是否能观察加节或降节状态和安拆作业人员的工作情况	4.5.6	操作验证	C
		网络传输是否符合要求	4.5.7	操作验证	A
		可视化视频是否可查询、回放及导出	4.5.8	操作验证	C
		循环覆盖和存储时长是否满足要求	4.5.9	操作验证	C
		是否叠加日期、时间、摄像机号等字符	4.5.10	操作验证	C

8	区域限制	是否支持小车变幅禁行区域和臂架回转禁行区域分别划定	4.6.1	操作验证	B
		划定禁行区域是否可以实时预览	4.6.2	操作验证	B
		禁行区域的划定、修改或删除操作时是否有二次确认步骤	4.6.3	操作验证	C
		禁行区域的修改和删除是否需要用方责任人授权	4.6.3	操作验证	C
		是否允许划定多个禁行区域	4.6.5	操作验证	B
		删除禁行区域后，对应的塔机作业空间内，群塔防碰撞功能和避障功能是否立即生效	4.6.6	操作验证	A
		是否能发出预警并控制不安全运动	4.6.7	操作验证	B
		是否对传感器进行故障监测	4.6.8	操作验证	C
		是否允许塔机驶离区域限制功能的禁行区域	4.6.9	操作验证	A
9	信息存储	存储的信息是否包含各个功能	4.8.1、4.8.2	操作验证	B
		存储的信息是否完整详细	4.8.3	操作验证	B
		信息存储时长是否满足要求	4.8.4	目测并计算	B
		存储信息是否断电不丢失	4.8.5	操作验证	B
		导出存储信息功能是否满足要求	4.8.6	操作验证	B
		是否对操作权限的更改、系统的登录和退出信息进行存储	4.8.6	操作验证	C
		是否有解析导出信息的软件或硬件	4.8.8	操作验证	B
10	远程驾驶舱的显示装置和控制装置	是否对存储器进行监测	4.8.9	操作验证	C
		远程驾驶舱音频播放设备是否满足要求	5.1.10	操作验证	C
		是否有控制塔机工作场地警报声响信号的装置	5.2.1	操作验证	B
		是否有急停按钮	5.2.2	操作验证	A
		远程驾驶舱与塔机通信中断和/或电气线路断开时，塔机是否能自动减速停止，是否影响塔机的作业范围内障碍物扫描功能，是否影响相邻塔机之间进行自身状态和运行状态交互的通信功能	5.2.3	操作验证	A
		回转制动是否符合要求	5.2.4	操作验证	A
		控制装置和控制台是否符合要求	5.2.5	目测	C
		是否有电气互锁	5.2.6	操作验证	A
		显示装置是否能显示各个功能的信息	5.3.1	目测	B
		显示的数值单位和精度是否满足要求	5.3.2	目测	C
		如有人机协同功能，是否满足要求	5.3.4	操作验证	C
		回转的显示是否满足要求	5.3.5	目测	B
		高精度多模态融合地图是否叠加显示臂架和小车模型	5.3.6	目测	B
		是否有各个功能离线的状态提示	5.3.7	目测	B

7.3 判定规则

7.3.1 当检验出现 A 类项目不合格时，应判定该系统为不合格。

7.3.2 当检验出现 B 类项目不合格时，应消除不合格因素再行检验；若再出现 B 类项目不合格，应判定该系统为不合格。

7.3.3 当检验出现 C 类项目不合格时，应消除不合格因素再行检验；若出现 C 类项目不合格，应消除不合格因素后进行第三次检验，若再出现检验项目不合格，应判定该系统为不合格。

7.3.4 当检验项目均合格时，应判定系统为合格。

8 系统使用

8.1 一般规定

8.1.1 使用单位和系统供应商应以书面形式各自指定一人为用方责任人和供方责任人。

【条文说明】用方责任人代表使用单位行使职责，供方责任人代表系统供应商行使职责。通常用方责任人可能需要借助供方责任人的经验、专业技能和指示来履行自己的职责。

8.1.2 使用单位与系统供应商应协商约定塔机远程智能控制系统的安装与调试、检查和维护作业的执行单位，并应共同制订有效的作业方案。

8.1.3 使用单位应提供放置控制装置和显示装置的远程驾驶舱。

8.1.4 使用单位应在远程驾驶舱内设置相应的安全警示及安全提示标志，并应在显著位置标明供方责任人和用方责任人及电话。

8.1.5 使用单位应建立塔机和塔机远程智控系统的台账及检查维护档案，并记录升级日志。

8.1.6 系统供应商应按照合同约定，对塔机远程智控系统的硬件设备提供质量保证服务，并应对安装单位、使用单位、检查单位和维护单位提供技术支持。

【条文说明】在质保期内，系统供应商对于因产品质量问题导致的故障，免费进行维修或更换相关硬件设备。质保期外，为使用单位提供合理的硬件维修和更换服务，并收取相应的费用，同时保证所提供的硬件设备质量和兼容性。

系统供应商建立完善且高效的售后服务体系，设立专门的客服热线或在线服务平台，及时响应并解决系统在使用过程中出现的故障和问题。提供电话技术支持和远程技术支持服务，当各个单位遇到问题联系时，立即对问题进行排查，并在最短时间内给出解决方案。若问题需要现场处理，在接到使用单位通知后，应按照合同约定的时间内派遣专业技术人员到达现场。在故障未排除前，指导使用单位采取必要的安全措施，确保塔机

作业安全，不得擅自让塔机在系统故障状态下继续运行。

8.1.7 使用单位与系统供应商应协商约定，通过塔机塔上驾驶室操控塔机时，塔机远程智控系统及其各个功能是否工作。

8.2 人员能力

8.2.1 远程操作员和现场操作员应为持有建筑施工特种作业操作资格证书的塔式起重机司机。

8.2.2 使用单位应确保用方责任人、远程操作员、现场操作员和调度员具备相应的工作能力。

8.2.3 用方责任人的能力要求应包含但不限于：

- 1 掌握修改塔身高度参数的操作方法；
- 2 掌握禁用和恢复塔机远程智控系统某个功能的操作方法及禁用后的注意事项；
- 3 掌握修改和删除某个区域限制禁行区域的操作方法及注意事项；
- 4 掌握添加或删除远程操作员、现场操作员和调度员操作权限的操作方法；
- 5 经常检查系统的运行状态和操作员违规操作情况，生成安全日志。

8.2.4 远程操作员的能力要求见附录 C。

8.2.5 现场操作员的能力要求应包含但不限于：

- 1 掌握手持定位引导器开机和关机方法；
- 2 掌握起落点定位呼叫的操作方法；
- 3 掌握吊运任务申请的操作方法；
- 4 掌握吊钩精准引导的操作方法。

8.2.6 调度员的能力要求应至少包括掌握手动调整吊运任务优先级的操作方法。

8.2.7 日常检查人员的能力要求应至少包含掌握附录 D 中检查表内项目的检查方法。月度检查人员的能力要求应至少包含掌握附录 E 中检查表内项目的检查方法。

8.2.8 维护人员的能力要求应至少包括掌握常见问题的处置方法和易损件的更换方法。

8.3 安全使用

8.3.1 每日进行远程操控塔机前，远程操作员应先进行空载试运行，检查系统、通信及塔机状态是否正常，确认无异常后方可进行正式吊装作业。

8.3.2 在操作过程中，远程操作员和现场操作员应严格遵守安全操作规程和系统使用说明，确保塔机的安全运行。

8.3.3 远程操作员应实时监控塔机的运行状态和各项参数，当系统出现故障应立即停止吊运作业，并应及时告知用方责任人。

【条文说明】以便用方责任人及时联系专业人员进行检查和维护。

8.3.4 塔机升节或降节后，用方责任人应立即调整塔身高度参数与实际一致。

8.3.5 远程操作员应经常观察起升卷扬钢丝绳的排列状态，如出现钢丝绳脱槽、卡槽、乱绳等故障应立即停止吊装作业，并应及时告知用方责任人。

8.3.6 塔机使用前应编制各作业面吊运任务作业指令队列。

【条文说明】确保塔机可以智能、高效地运行。

8.3.7 操作结束后，远程操作员应将塔机调整到非工作状态，同时所有操作装置应处于“停”位，关闭总动力源，采取措施防止未经许可人员使用。

8.3.8 严禁擅自修改系统参数。严禁擅自关闭、修改、拆除或损坏塔机远程智控系统的任何设施或装置。

8.3.9 远程操作员应按照使用说明书的要求操作远程驾驶舱内的装置；正常运行过程中非紧急情况下严禁按下急停按钮。

8.3.10 空中辅助驾驶过程中，远程操作员应全程保持对驾驶环节和路径环境的监视。

8.3.11 如果塔机远程智控系统允许禁用某个功能，那么禁用前应经用方责任人授权，并配备专职安全员和指挥员，且应与远程驾驶舱操作人确保通信畅通。

9 检查与维护

9.0.1 应按使用说明书要求和相关标准的规定，对塔机远程智控系统进行日常检查和月度检查，对检查发现的问题应及时维护，并记录存档。

9.0.2 塔机远程智控系统检查与维护前，塔机远程智控系统的使用单位应对检查和维护人员进行安全技术交底，系统供应商应对检查和维护人员进行培训和认证。

9.0.3 检查和维护宜在塔机静止时进行。

9.0.4 检查和维护电子器件时应避免机械碰撞或静电损坏，光学类传感器需避免镜头污染或光学组件受损。

9.0.5 在使用期间，每日首次使用前应对塔机远程智控系统进行检查，检查项目详见本规程附录 D，并记录检查结果。检查完毕后应向使用单位提供检查记录。

9.0.6 在使用期间，每月应对塔机远程智控系统进行检查，检查项目详见本规程附录 E，并记录检查结果。检查完毕后应向使用单位提供检查记录。

9.0.7 塔机远程智控系统的各类安全装置应保持完好有效。大雨、台风等恶劣天气后应对各类安全装置进行全面检查。

9.0.8 塔机远程智控系统的检查和维护应由塔机远程智控系统供应商培训并认证的人员实施，高处作业应持有有效的高空作业证书，电气连接应由具备资格证书的专业人员完成。

9.0.9 塔机远程智控系统检查后根据检查结果应进行适应的维护工作，出现故障或发生异常情况时，应立即停止使用，由维护人员消除故障和安全隐患后，方可重新投入使用，每次维护应填写塔机远程智控系统维护记录表，维护记录详见本规程附录 F。维护完毕后应向使用单位提供维护记录。

9.0.10 塔机远程智控系统的维护应符合下列要求：

1 塔机远程智控系统应按使用说明书的要求进行维护。维护时间间隔的确定应考虑使用频率、操作环境及曾经发生过的故障等因素。一般情况下每个月至少做一次维护，使用单位应保证有足够的时间进行维护；

2 维护工作中，对于磨损、损坏程度超出产品使用说明书要求的部件，应及时更换；

3 塔机转场前，应按照使用说明书的要求做好转场检查和维护，并做好相应记录。

9.0.11 严禁擅自使用非原厂部件进行维护。

附录 A 安装自检

A.0.1 塔机远程智控系统安装完成后的自检内容至少应包括表 A.0.1 的要求。

表 A.0.1 塔机远程智控系统安装自检表

工程名称				工程地址	
使用单位				安装单位	
塔机产权单位				出厂日期	
系统供应商				出厂编号	
产品型号				安装日期	
当前安装高度（m）					
代号说明			√=合格，○=整改后合格，×=不合格，无=无此项		
名称	序号	项目	要求	结果	结论
对原塔机影响	1	设备安装对原塔机结构受力杆件的影响	设备安装不得在原塔机结构上打孔、焊接		
	2	设备安装对原塔机限位的影响	设备安装不得破坏原塔机限位器，设备安装完成后，原塔机的起升、回转和变幅、重量、力矩限位工作正常		
	3	设备安装对原塔机电气系统的影响	不得拆除、破坏原塔机的电气线路、设备及其功能		
	4	设备安装是否影响小车前后变幅运行	设备安装完成，小车前后变幅可正常运行，且能够到达原塔机的前后变幅限位位置		
塔机侧传感器及视频等设备安装	5	回转传感器安装	1、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； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	6	变幅传感器安装	1、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； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	7	起升传感器安装	1、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； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	8	风力传感器安装	1、安装紧固没有明显晃动，风杯保持水平，风杯周围没有遮挡物，不干涉其他设备的运行； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	9	重量传感器安	1、安装紧固没有明显晃动，连接部分转动		

		装	灵活无卡阻现象，不干涉其他设备的运行； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	10	倾角传感器安装	1、安装紧固没有明显晃动，不干涉其他设备的运行； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	11	摄像头安装	1、安装紧固，用力晃动时没有晃动现象，防坠落的安全绳连接正常，无渗水现象，镜头朝向正常，视频显示正常； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	12	供电设备安装	1、供电设备安装紧固，和其他设备没有干涉； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	13	主控柜安装	1、主控柜同护栏的连接可靠无晃动，按电控图纸进行核对符合设计要求； 2、引进主控柜、主动柜引出的线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	14	小车设备柜安装	1、设备柜与小车护栏的连接可靠无晃动，按电控图纸进行核对符合设计要求。		
远程 驾驶 舱安 装	15	控制装置及座椅安装	1、控制装置与座椅连接可靠无晃动； 2、座椅放置地面平整无晃动； 3、控制装置引出线缆铺设顺直整洁，并用线槽固定。		
	16	操作台安装	1、操作台放置平稳无晃动。		
	17	操作台内设备安装	1、操作台内设备固定牢固无晃动； 2、各设备之间的连接线缆标识清晰；线缆布局合理不互相缠绕。		
	18	显示器安装	1、显示器安装平稳无晃动。		
线缆 铺设	19	通信线缆铺设	1、光纤铺设走线合理，并在关键位置设置好标识牌，避免损坏线缆； 2、重点部位通过线槽方式固定以免破坏。		
	20	急停线铺设	1、急停线铺设走线合理，并在关键位置设置好标识牌，避免损坏线缆； 2、重点部位通过线槽方式固定以免破坏。		
	21	线缆标识	线缆应有正确、清楚的标识。		
远程 通信	22	通信设备状态	供电正常，指示灯显示正常。		
	23	通信时延	通过网络诊断工具进行远程通信测试，丢包率低于 1%，通讯时延不高于 50ms，测试时间不小于 2min		
数据 准确	24	传感器数据	将远程操作端显示的数值与实际值进行比较，应当准确可靠		

性	25	防碰撞数据	数据准确可靠		
远程 操作 端	26	控制装置手柄	手柄操作灵敏无卡阻，功能齐全，同控制器的 IO 连接测试符合设计要求。		
	27	控制装置指示灯	指示灯显示正常，同控制器的 IO 连接测试符合设计要求		
	28	控制装置物理按钮	操作灵敏无卡阻，同控制器的 IO 连接测试符合设计要求		
	29	电控系统	按电控图纸进行核对符合设计要求，各个设备的状态指示灯正常		
远程 控制	30	连接被控塔机	登录远程操作端软件连接被控塔机，检查通信是否正常		
	31	数据显示	连接被控塔机后，检查客户端软件显示的状态数据、防碰撞数据、视频数据是否准确、流畅		
	32	远程通信中断测试	塔机侧设备和操作端的通信中断后（可拔掉远程通信终端的电源测试），远程操作端远程控制的命令应立即失效且有中断后的安全措施，并能及时提醒远程操控者		
	33	远程控制	远程控制动作准确，控制命令应包括分合闸、升降、回转、变幅、急停、电笛、旁路、回转制动、风标等，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，远程控制有效时到了减速位塔机应自动减速、到了极限位塔机应自动停止		
人机 协同	34	人工接管	辅助驾驶过程中通过控制装置可以及时实现人工接管，退出空中辅助驾驶模式		
	35	规避障碍物	路径规划时自动规避沿途的障碍物，不与障碍物发生冲突		
	36	遇障碍物提醒报警	空中辅助驾驶过程中遇到临时障碍物能够及时提醒		
自检结论：					
自检人签字： 自检日期： 年 月 日					

附录 B 安装验收

B.0.1 塔机远程智控系统安装完成后的验收内容至少应包括表 B.0.1 的要求。

表 B.0.1 塔机远程智控系统安装验收表

工程名称		工程地址		
使用单位		安装单位		
塔机产权单位		出厂日期		
系统供应商		出厂编号		
产品型号		安装日期		
当前安装高度（m）				
代号说明		√=合格，○=整改后合格，×=不合格，无=无此项		
名称	序号	内容和要求	结果	结论
影响原塔机	1	设备安装不得在原塔机结构上打孔、焊接。		
	2	设备安装不得破坏原塔机限位器，设备安装完成后，原塔机限位器运行正常。		
	3	不得拆除、破坏原塔机的电气线路及设备。		
	4	设备安装完成，小车前后变幅可正常运行，且能够到达原塔机的前后变幅限位位置。		
塔机侧传感器及视频等设备安装	5	回转传感器安装： 1、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； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	6	变幅传感器安装： 1、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； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	7	起升传感器安装： 1、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； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	8	风力传感器安装： 1、安装紧固没有明显晃动，风杯保持水平，风杯周围没有遮挡物，不干涉其他设备的运行； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	9	重量传感器安装： 1、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； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	10	倾角传感器安装： 1、安装紧固没有明显晃动，不干涉其他设备的运行； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	11	摄像头安装：		

		1、安装紧固，用力晃动时没有晃动现象，防坠落的安全绳连接正常，无渗水现象，镜头朝向正常，视频显示正常； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	12	供电设备安装： 1、供电设备安装紧固，和其他设备没有干涉； 2、线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	13	主控柜安装： 1、主控柜同护栏的连接可靠无晃动，按电控图纸进行核对符合设计要求； 2、引进主控柜、主动柜引出的线缆铺设顺直整洁，走线合理并做好固定保护措施。		
	14	小车设备柜安装： 1、设备柜与小车护栏的连接可靠无晃动，按电控图纸进行核对符合设计要求。		
远程 驾驶 舱设 备安 装	15	控制装置及座椅安装： 1、控制装置与座椅连接可靠无晃动； 2、座椅放置地面平整无晃动； 3、控制装置引出线缆铺设顺直整洁，并用线槽固定。		
	16	操作台安装： 1、操作台放置平稳无晃动；		
	17	操作台内设备安装： 1、操作台内设备固定牢固无晃动； 2、各设备之间的连接线缆标识清晰；线缆布局合理不互相缠绕。		
	18	显示器安装：显示器安装平稳无晃动		
通信 线缆	19	1、线缆铺设走线合理，并在关键位置设置好标识牌，避免损坏线缆； 2、重点部位通过线槽方式固定以免破坏。		
	20	1、急停线铺设走线合理，并在关键位置设置好标识牌，避免损坏线缆； 2、重点部位通过线槽方式固定以免破坏。		
	21	1、线缆应有正确、清楚的标识。		
远程 通信	22	1、通信设备供电正常，指示灯显示正常。		
	23	1、通过网络诊断工具进行远程通信测试，丢包率 $\leq 1\%$ ，通信网络时延 $\leq 50\text{ms}$ ，测试时间 $> 2\text{min}$ ； 2、摄像头视频时延 $\leq 300\text{ms}$ 。		
数据 准确 性	24	1、将远程操作端显示的数值与实际值进行比较，应当准确可靠。		
	25	1、数据准确可靠。		
远程 操作 端	26	1、手柄操作灵敏无卡阻，功能齐全，同控制器的 IO 连接测试符合设计要求。		
	27	1、指示灯显示正常，同控制器的 IO 连接测试符合设计要求。		
	28	1、操作灵敏无卡阻，同控制器的 IO 连接测试符合设计要求。		
	29	1、按电控图纸进行核对符合设计要求，各个设备的状态指示灯正常。		

远程控制	30	1、登录远程操作端软件连接被控塔机，检查通信是否正常。		
	31	1、连接被控塔机后，检查客户端软件显示的状态数据、防碰撞数据、视频数据是否准确、流畅。		
	32	1、塔机侧设备和操作端的通信中断后（可拔掉远程通信终端的电源测试），远程操作端远程控制的命令应立即失效且有中断后的安全措施，并能及时提醒远程操控者。		
	33	1、远程控制动作准确，控制命令应包括分合闸、升降、回转、变幅、急停、电笛、旁路、回转制动、风标等，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，远程控制有效时到了减速位塔机应自动减速、到了极限位塔机应自动停止。		
空中辅助驾驶	34	1、空中辅助驾驶过程中通过控制装置可以及时实现人工接管，退出空中辅助驾驶模式。		
	35	1、路径规划时自动规避沿途的障碍物，不与障碍物发生冲突。		
	36	1、空中辅助驾驶过程中遇到临时障碍物能够及时提醒。		
塔机产权单位验收意见：		安装单位验收意见：		
验收人： 日期： 年 月 日		验收人： 日期： 年 月 日		
使用单位验收意见：				
验收人： 日期： 年 月 日				

附录 C 能力要求

C.0.1 远程操作员的能力要求应至少包括表 C.0.1 的内容。

表 C.0.1 远程操作员能力要求

序号	项目	要求
1	操作前事项	掌握远程驾驶舱身份识别装置的使用方法
2		掌握远程驾驶舱内警告标识和操作指示的含义
3		掌握塔机和远程智控系统的通电方法
4		掌握塔机由非工作状态进入工作状态前,根据塔机位置判断是否需要联系用方责任人的方法 条文说明:塔机在非工作状态下,可能因大风等原因接近相邻塔机、障碍物、输电线路等情况下,需要联系用方责任人分析处置方法。
5		掌握判断远程驾驶舱内操作装置是否均处于“停”位的方法
6	塔机远程智控系统客户端基本操作	掌握打开和关闭塔机远程智控系统主机的方法
7		能够正常打开塔机远程智控系统操作客户端软件,能够通过操作员身份识别登录后正常选择所要操控的塔机
8		能够识别塔下远程驾驶或塔上驾驶的操作位置
9		能够识别 4.2 中实时监视的数据,并根据显示描述状态
10		能够识别与相邻塔机的通信状态、相邻塔机的位置、群塔防碰撞的禁行区域
11		能够识别吊钩距障碍物的距离、吊物的尺寸、避障的禁行区域
12		能够对可视化的单画面和多画面进行切换,清楚显示装置每个视频所反映的是哪个部位的状态
13		能够根据视频画面连续变化,判断起升高度、小车幅度、回转角度显示数值是否正常
14		能够根据可视化视频叠加的日期和时间判断视频画面是否中断 条文说明:根据“秒”字符是正常变化判断视频画面是否中断
15		能够识别是否进入人机协同模式(如有),空中辅助驾驶过程中知晓人工接管方式
16		能够识别信息存储是否正常进行
17	吊装作业实操	掌握远程控制装置的启动、停止、急停、电笛控制的操作
18		掌握升降、回转、变幅各个挡位的操作
19		掌握回转制动、旁路、风标控制的操作
20		结合同现场信号工的沟通,掌握一个完整吊装过程的操作
21		当起升钢丝绳处于晃动状态后,掌握稳钩操作
22		掌握控制装置各指示灯的作用
23		掌握如何在中控地图上选择目标点
24		掌握使用空中辅助驾驶(如有)完成一个完整的吊装过程
25	异常情况处理	当操作端故障灯亮起时,掌握在哪里查看具体的故障原因
26		掌握出现哪些故障时,应立即停止远程操作
27		掌握到塔机上方驾驶舱操作时,应提前进行哪些操作
28		掌握操作台停电时的处理方法
29		掌握电脑卡顿时的处理方法

30		掌握视频卡顿时的处理方法
31		能根据显示装置显示的起升机构视频判断钢丝绳脱槽、卡槽、乱绳等情况
32		能根据发生装置发出的起升机构音频判断起升机构是否有异响
33	操作后 事项	知晓作业结束后，将塔机调整到非工作状态
34		知晓将塔机调整到非工作状态后，将所有操作装置应处于“停”位
35		知晓将所有操作装置应处于“停”位后，退出客户端软件
36		知晓退出客户端软件后，关闭塔机和远程智控系统的电源
37		知晓离开远程驾驶舱时，关闭舱门并确认舱门是否锁定的办法

附录 D 日常检查

D.0.1 塔机远程智控系统每日使用前检查的内容至少包括表 D.0.1 的要求。

表 D.0.1 塔机远程智控系统日常检查表

工程名称		工程地址	
制造单位		塔机产权单位	
产品型号		出厂日期	
当前安装高度（m）		出厂编号	
代号说明	√=合格，○=整改后合格，×=不合格，无=无此项		
序号	检查项目	检查结果	备注
1	系统登录和退出正常		
2	塔机工作场地警报声响信号		
3	塔机状态监控功能的塔机倍率、起重量、起重力矩、起升高度（下降高度）、工作幅度、风速、回转角度显示正常		
4	塔机状态监控功能的吊钩限位、小车限位、臂架回转限位工作正常		
5	群塔通信及群塔防碰撞功能和显示正常		
6	避障功能及显示正常		
7	塔机可视化显示正常		
8	区域限制功能和显示正常		
9	可正常存储各种信息		
10	远程驾驶舱的操作装置及显示装置的显示正常		
11	人机协同功能的任务调度、起落点吊钩引导和空中辅助驾驶正常		
发现问题： 检查人员：_____ 日期：_____ 年 ____ 月 ____ 日			

附录 E 月度检查

E.0.1 塔机远程智控系统每月检查的内容至少包括表 E.0.1 的要求。

表 E.0.1 塔机远程智控系统月度检查表

工程名称				工程地址	
检查单位				使用单位	
产品型号				系统出厂日期	
当前安装高度（m）				安装日期	
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	备注
远程驾驶舱	1	异响异味	电控柜、控制装置无异响和异味。		
	2	线缆	线缆无破损、松动		
	3	温湿度	电控柜温度湿度正常，散热良好，无凝露		
塔上控制柜	4	异响异味	电控柜、控制装置无异响和异味。		
	5	线缆	线缆无破损、松动		
	6	温湿度	电控柜温度湿度正常，散热良好，无凝露		
可视化	7	摄像头	摄像头牢固，防护装置正常		
传感器	8	吊钩高度传感器	吊钩高度传感器安装牢固，轴系连接正常		
	9	工作幅度传感器	工作幅度传感器安装牢固，轴系连接正常		
	10	回转角度传感器	回转角度传感器安装牢固，轴系连接正常		
	11	风速传感器	风速传感器安装牢固		
	12	卫星定位传感器	卫星定位传感器安装牢固		
	13	倾角传感器	倾角传感器安装牢固		
	14	激光雷达	激光雷达安装牢固		
	15	称重传感器	称重传感器安装牢固		
卷线器（如有）	16	收缩线缆	卷线器收缩线缆工作正常		
	17	安装	卷线器安装牢固		
手持定位引导器	18	手持定位引导器	手持定位引导器工作正常		
信息存储	19	信息存储	信息存储和导出功能正常		
塔上控制装置	20	塔上控制装置	塔上控制装置功能正常		
发现问题：					

检查人员:

日期:

年

月

日

使用单位意见:

用方责任人:

日期:

年

月

日

附录 F 维护记录

F.0.1 塔机远程智控系统的维护记录见表 F.0.1。

表 F.0.1 塔机远程智控系统维护记录表

[illegible]

用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

- 《外壳防护等级（IP代码）》GB/T 4208
- 《塔式起重机》GB/T 5031
- 《机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件》GB/T 5226.1
- 《塔式起重机安全规程》GB 5144
- 《起重机 术语 第3部分：塔式起重机》GB/T 6974.3
- 《机械安全 设计通则 风险评估与风险减小》GB/T 15706
- 《起重机 司机室和控制站 第3部分：塔式起重机》GB/T 20303.3
- 《起重机 安全使用 第3部分：塔式起重机》GB/T 23723.3
- 《起重机 控制装置布置形式和特性 第1部分：总则》GB/T 24817.1
- 《起重机 控制装置布置形式和特性 第3部分：塔式起重机》GB/T 24817.3
- 《塔式起重机 安装、拆卸与爬升规则》GB/T 26471
- 《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
- 《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
- 《起重机械 智能化系统 第1部分：术语和分级》GB/T 45163.1
- 《建筑施工升降设备设施检验标准》JGJ 305
- 《建筑塔式起重机安全监控系统应用技术规程》JGJ 332
- 《起重机控制台》JB/T 6748