

成都市智能建造装备应用指南

(2025 版)

成都市住房和城乡建设局

2025 年 10 月

前言

为贯彻《住房和城乡建设部等部门关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》（建市〔2020〕60号）、《四川省住房和城乡建设厅等部门关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的实施意见》（川建建发〔2021〕173号），按照《成都市智能建造试点城市建设实施方案》（成府函〔2023〕34号）的有关要求，促进成都市智能建造试点城市建设工作，由成都市住房和城乡建设局组织成都蓉筑智能建造创新研发与产业促进中心等有关单位，对智能建造装备在工程施工环节的应用情况进行充分调查研究，在广泛征求意见的基础上，编著本指南。

本指南共分为6个章节，主要内容包含1总则；2适用标准文件；3基本规定；4塔式起重机智能化系统；5智能施工升降机；6高层建筑智能施工集成装备。

本指南由成都市住房与城乡建设局审核，由编制组负责具体技术内容的解释和说明。执行过程中如有意见和建议，请反馈至成都蓉筑智能建造创新研发与产业促进中心（地址：成都市锦江区柳荫路9号，邮编：610023，邮箱：cdrzic@163.com），以便进一步修改和完善。

主编部门：成都市住房和城乡建设局

主编单位：成都蓉筑智能建造创新研发与产业促进中心

四川锦城建筑机械有限责任公司
华西工程科技（深圳）股份有限公司
广东腾晖信息科技开发股份有限公司

参编单位：成都市建设工程施工安全监督站

成都市建筑业协会
中国五冶集团有限公司
中铁二局集团有限公司
成都建工第四建筑工程有限公司
中建五局西南建设投资有限公司
成都空港城市建设工程有限公司
成都磊数科技有限公司
北京东土科技股份有限公司
四川建瓴建设项目管理有限公司

主要起草人员：	易富民	毛伟	郑宇	李栋	李彦宏
	梁立弘	余先龙	徐冬艳	马平	李科
	唐兴华	李大炜	谢军旗	刘凌云	裴超武
	余荣	李威	唐克强	李佩莲	曾宏亮
	胡阔海	王杰	李瑞松	王成刚	李佳皓
	唐贵伟	李校			
审查人员：	刘俊	刘洋	胡林	侯计平	张海柱

目 次

前言	1
1 总则	1
2 引用适用标准文件	2
3 基本规定	3
4 塔式起重机智能化系统	4
4.1 术语	4
4.2 性能要求	5
4.3 应用场景	9
4.4 选型	9
4.5 安装、验收、使用与拆卸	9
4.6 人员资质	10
4.7 维护、保养与管理	10
5 智能施工升降机	12
5.1 术语	12
5.2 性能要求	12
5.3 应用场景	13
5.4 选型	13
5.5 安装	13
5.6 使用	14
5.7 拆卸	16
5.8 人员资质	16
5.9 维护与管理	17
6 高层建筑智能施工集成装备	18
6.1 术语	18
6.2 性能要求	18
6.3 应用场景	20
6.4 选型	20
6.5 安装	21
6.6 使用	22
6.7 拆卸	23
6.8 人员资质	24
6.9 维护与管理	25
附录	27
附录 A-1 塔式起重机智能化系统安全技术交底记录	27
附录 A-2 塔式起重机智能化系统智能控制部分验收表	31
附录 A-3 塔式起重机智能化系统操作员培训考核表	29
附录 A-4 塔式起重机智能化系统日常检查记录表	30
附录 B-1 升降机基础验收表	31
附录 B-2 智能施工升降机安装自检表(智能控制部分)	32
附录 B-3 智能施工升降机安装验收记录表	34
附录 B-4 智能施工升降机每月检查表	35
附录 B-5 智能施工升降机故障维修及保养记录表	37
附表 C-1 高层建筑智能施工集成装备安装前验收表	38
附表 C-2 高层建筑智能施工集成装备安装/爬升完成后验收表	39
附表 C-3 高层建筑智能施工集成装备爬升前验收表	40
附表 C-4 高层建筑智能施工集成装备拆除前验收表	41

1 总则

1.0.1 本指南适用于指导成都市行政区域内新建、改建和扩建房屋建筑与市政基础设施工程智能建造装备的选型、安装、使用、维护、保养、拆卸等相关工作。

1.0.2 智能建造装备的选型、安装、使用、维护、保养、拆卸等管理工作除应符合本指南外，尚应符合国家、行业和本省市现行有关标准的规定。

1.0.3 本指南将围绕塔式起重机智能化系统、智能施工升降机、高层建筑智能施工集成装备这三款智能建造装备，就其术语定义、性能特点、选型要点、人员资质要求，以及安装、使用、拆卸、维护保养的全过程进行阐述。

2 适用标准文件

本指南所涉及的智能建造设备的安装、使用、拆卸、检测及维护等环节，均须符合国家及行业相关标准和规范的要求，同时遵循与本指南无冲突的全国性协会团体标准，具体包括但不限于以下项：

- (1) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523
- (2) 《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
- (3) 《塔式起重机安全规程》GB 5144
- (4) 《钢结构设计标准》GB 50017
- (5) 《钢结构焊接规范》GB 50661
- (6) 《塔式起重机》GB/T 5031
- (7) 《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208
- (8) 《塔式起重机设计规范》（GB/T 13752）
- (9) 《起重机械安全监控系统》（GB/T 28264）
- (10) 《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》GB/T 37366
- (11) 《起重机械 智能化系统 第 1 部分：术语和分级》GB/T 45163.1
- (12) 《吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机》GB/T 26557
- (13) 《施工升降机安全使用规程》GB/T 34023
- (14) 《施工升降机安全监控系统》GB/T 37537
- (15) 《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858
- (16) 《六角头螺栓 C 级》GB/T 5780
- (17) 《六角头螺栓》CB/T 5782
- (18) 《碳素结构钢》GB/T 700
- (19) 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591
- (20) 《铝合金建筑型材》GB/T 5237
- (21) 《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T 6892
- (22) 《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880
- (23) 《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
- (24) 《智能控制的人货两用施工升降机技术规程》T/CCMA 0135
- (25) 《智能施工升降机安全标准》T/SCMTA 001
- (26) 《建筑施工安全检查标准》JGJ 59
- (27) 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
- (28) 《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196
- (29) 《塔式起重机操作使用规程》JGT 100
- (30) 《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ/T 46

- (31) 《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215
- (32) 《建筑塔式起重机安全监控系统应用技术规程》（JGJ 332）
- (33) 《起重机械安全技术规程》（TSG 51）
- (34) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》

3 基本规定

2.0.1 以“促安全、提品质、降成本”为目标，在工程施工阶段因地制宜集成应用塔式起重智能化系统、智能施工升降机、高层建筑智能施工集成装备等智能建造装备，促进“危、繁、脏、重”等施工作业场景下的人机协同作业，推动智能建造装备与施工现场“人、机、料、法、环”等生产要素以及质量、安全、进度等管理要素的全方位数据共享、协同和联动，实现数据驱动、人机协同的智能施工作业。

2.0.2 建设单位应在工程项目前期阶段组织编制项目的智能建造装备策划和实施方案，施工或工程总承包单位应在参与项目建设后正式开工前编制方案。

2.0.3 施工单位应针对项目特点和需求编制智能建造装备实施方案。在方案中明确实施目标、实施范围、实施对象，性能要求、实施方法、应急方案等内容。实施方案应明确项目智能建造装备应用的总体要求、实施计划、实施路径和应用场景。项目组织管理架构应分工有序、职责明确并配备智能建造装备专业人员，满足智能建造项目的建设需求。

2.0.4 监理单位应对智能建造装备的应用进行监督，确保智能装备在合规、高效的前提下达到预期目标。

2.0.5 智能建造装备应能与数字化管理平台实现数据传递和数据协同，提升项目数字化管理水平。数据交付方和接收方均应采取网络安全和数据安全的保障措施，防止信息泄露、篡改、缺失或损坏，确保数据的机密性和完整性。

4 塔式起重机智能化系统

4.1 术语

4.1.1 塔式起重机智能化系统

采用 5G、激光雷达、视觉相机、北斗定位、接触式传感器等感知技术，进行塔式起重机智能管控，实现塔式起重机吊运作业的场景感知、自动建模、路径规划、自动驾驶、远程驾驶、智能避险和紧急制动的系统。

4.1.2 智能感知单元

与智能控制单元对接，通过读取激光雷达、视觉相机、北斗定位、接触式传感器等信息源数据，获取塔式起重机吊运作业过程中运行环境、被吊物品状态、塔式起重机姿态、塔式起重机工况、塔式起重机和被吊物品三维空间位置等信息的装置。

4.1.3 智能控制单元

获取智能感知单元数据，向塔机执行机构输出控制信息并获取反馈的装置。

4.1.4 智能管理单元

同智能控制单元交互数据，实现塔机应用过程管理的装置。

4.1.5 基础感知范围高度

从塔机基础节底端到塔身最高处的直线长度。

4.1.6 基础感知范围半径

从塔身中心到起重臂末端的直线长度。

4.1.7 基础感知范围

智能感知单元工作条件下需感知的最小范围，计算公式为：

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

V:基础感知范围

R: 基础范围范围半径

H: 基础感知范围高度

4.1.8 远程操作端

操作人员使用与塔式起重机本体分离，通过可视化界面、视频等方式远程控制塔式起重机作业的控制端，远程操作端包含但不限于智能终端、工业级遥控器、驾驶舱等模式。

4.1.9 路径规划

塔式起重机智能化系统在塔式起重机作业区域范围内，根据所吊运指令，系统优选出吊具/吊物从起点到终点安全、高效的吊运路径的过程。

4.1.10 自动驾驶

塔式起重机智能化系统以无人干预的方式，按照规划路径，自动执行从起始点到目标点吊运作业的控制方式。

4.1.11 智能避障

塔式起重机智能化系统在控制塔式起重机自动驾驶运行过程中,发现运动路径上存在障碍物或人,能够自动控制塔式起重机,执行避让、绕行、减速或制动等动作,避免发生碰撞的能力。

4.1.12 接管

操作人员从塔式起重机智能化系统获得手动操作塔式起重机权限,接管干预包括停止当前作业动作、手动控制塔式起重机动作、急停等操作。

4.1.13 群塔协同

塔式起重机智能化系统在自动驾驶状态下,能够根据相邻塔式起重机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、接管等动作,自动协同完成吊装作业,降低人工干预度。

4.1.14 健康状态评估

通过收集、监测和分析塔式起重机的运行数据、性能参数和故障信息等,对塔式起重机当前的工作状态和整体健康状况进行评估和分析,识别异常状态并主动发出预警。

4.2 性能要求

4.2.1 基本要求

- 1) 塔式起重机智能化系统应满足《塔式起重机》(GB/T 5031)所规定的塔式起重机使用环境条件要求。
- 2) 塔式起重机智能化系统在安装、部署和拆卸过程中,应确保不对塔式起重机的受力结构造成损伤或削弱;不得改变塔式起重机原有安全保护装置及电气控制系统的功能和性能;且应具备可重复使用性,并能适配国内外各类主流塔式起重机品牌及型号。
- 3) 塔式起重机智能化系统部署在塔上的设备、线路应不危及施工作业人员及周边作业环境的安全,应不影响塔式起重机本身的正常运转。
- 4) 任何情况下,在塔式起重机发生突然断电后,在恢复供电时,塔式起重机智能化系统严禁自行运转。
- 5) 在塔式起重机上应设置能在塔上驾驶模式与智能化系统驾驶模式之间切换的开关装置。只有在选择智能化系统驾驶模式时,远程操作端的控制指令才能起作用。
- 6) 塔式起重机智能化系统应不执行来自系统外的操作控制指令。
- 7) 当塔式起重机智能化系统本身失去供电或出现异常时,塔式起重机应自动进入空挡停止状态,塔式起重机司机应能在塔上驾驶室内继续作业。

4.2.2 系统架构

- 1) 塔式起重机智能化系统由硬件和软件组成,其功能单元构成如下:智能感知单元、智能控制单元、智能管理单元等。

2) 塔式起重机智能化系统结构模式如图 1 所示。

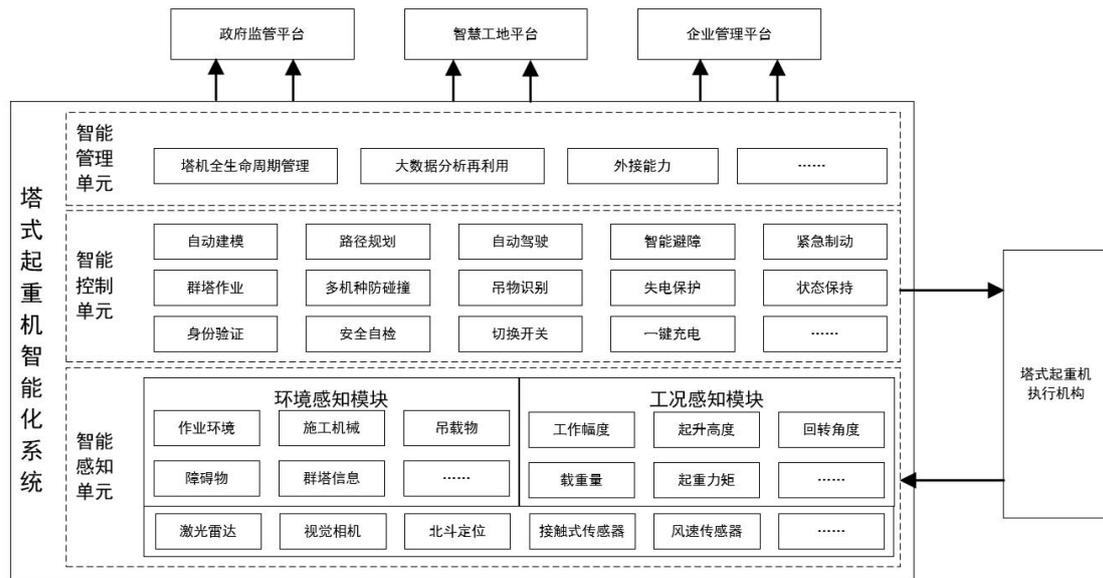


图 1 塔式起重机智能化系统结构模式

4. 2. 3 耐振动冲击性，塔机智能系统设备应能承受塔机持续工作所引起的振动和冲击，并通过表 1 和表 2 规定的振动和冲击试验后，设备仍可正常工作。

表 1 振动试验

振动频率/Hz	加速度/(m/s^2)	振动时间/h		
		上下	左右	前后
30	40	4	2	2

表 2 冲击试验

冲击加速度/(m/s^2)	冲击时间/ms	冲击次数/h		
		上下	左右	前后
30g	<18	3	3	3

4. 3. 4 外壳防护等级

- 1) 室内用设备不应低于《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 规定的 IP44。
- 2) 室外使用的传感器不应低于《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 规定的 IP65。
- 3) 室外用设备不应低于《外壳防护等级（IP 代码）》GB/T 4208 规定的 IP66。

4. 2. 4 智能感知能力

- 1) 塔式起重机智能化系统的塔式起重机工况感知数据应包含起重臂回转角度、吊钩起升幅度、小车变幅距离、塔顶风速等数据，宜包括塔高、配重臂、力矩、倾角等数据。
- 2) 塔式起重机智能化系统的吊物感知数据应包括重量、轮廓（长宽高）和在三维空间中的实时位置。
- 3) 塔式起重机智能化系统应能实时感知吊运作业运行方向和周边的突发障碍物。
- 4) 感知单元的感知范围不低于基础感知范围的 90%。感知单元的感知范围应根据运动速度动态调整，预期碰撞障碍物被感知时间不低于 30s。

- 5) 感知单元的数据采集和采集周期应符合《塔式起重机安全监控系统及数据传输规范》(GBT37366)的要求, 数据采样周期不大于 100ms。
- 6) 感知单元中的激光雷达不应损伤人眼, 激光安全等级 \geq Class 1。
- 7) 回转传感器角度感知精度 $\leq 0.01^\circ$ 。
- 8) 幅度传感器感知精度 ≤ 0.01 米。
- 9) 风速传感器感知量程范围 $\geq 0.5-50$ m/s。
- 10) 重量传感器感知精度: 灵敏度 $\leq 1.0 \pm 0.05$ mV/V。
- 11) 障碍物识别要求: 应能够准确识别距离小车 100 米范围内的 13mm(直径) \times 1000mm(长度)条状物体(如钢丝绳、钢筋等)或 30mm(长) \times 30mm(宽)的片状物(如防护网)或 30mm(长) \times 30mm(宽) \times 30mm(高)的立方体。

4.2.5 智能决策能力

- 1) 塔式起重机智能化系统应通过智能控制单元实现自动建模、路径规划等智能决策能力。
- 2) 塔式起重机智能化系统应具备自动建模能力, 能建立塔式起重机起重臂基础感知范围内作业面和运行环境的三维模型和/或图片。模型应具备更新能力, 模型精度应达到厘米级。
- 3) 塔式起重机智能化系统应具备路径规划能力, 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》(JGJ196)、《塔式起重机操作使用规程》(JGT100)等行业标准规范对吊装作业过程的相关要求。宜具备实时路径规划调整能力, 能够在执行过程中根据作业面实际情况, 自动调整路径。
- 4) 塔式起重机智能化系统应具备禁入区和禁吊区设置, 实现禁止起重臂进入禁入区, 实现禁止小车进入禁吊区。
- 5) 塔式起重机智能化系统应根据障碍物感知结果, 判断障碍物对吊装作业安全的影响情况, 在存在安全风险时主动发出声光预警。塔式起重机现场报警信息至远程操作端显示响应时间 ≤ 2 s。
- 6) 塔式起重机智能化系统在感知被吊物品重量在吊运过程中发生改变时, 应能及时发出声光预警。
- 7) 塔式起重机智能化系统应清晰定义系统可以投入使用的状态参数(包括但不限于如各类智能感知单元、智能控制单元和智能管理单元的设备或组件的状态), 并对自身健康状态进行实时评估和故障诊断, 在系统状态不满足可投入使用条件(如故障、失效等)时, 应能发出预警并自动禁止系统投入使用。系统健康评估和故障诊断应贯穿整个系统使用过程。

4.2.6 智能控制能力

- 1) 塔式起重机系统应通过智能控制单元实现自动驾驶、智能避障、远程操作、运行限位控制、群塔防碰撞、群塔协同等智能控制能力。
- 2) 塔式起重机智能化系统应具备塔下驾驶能力, 操作人员无需上塔即可通过远程操作端操控塔式起重机运行。应具备自动驾驶能力, 自动完成从起吊点到目标点的吊运动作。自动驾

驶抵达目标与实际目标的直线距离 $\leq 50\text{cm}$ 。

- 3) 自动驾驶模式下应具备智能避障能力,遇到突发障碍物应能自动采取绕行、避障、减速、制动等措施,避免发生碰撞。
- 4) 塔式起重机智能化系统应具备接管的能力,操作人员可随时从自动驾驶状态中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。
- 5) 手动驾驶模式下应具备障碍物预警能力,遇到突发障碍物时应能及时发出声光预警,塔式起重机现场报警信息至远程操作端显示响应时间 $\leq 2\text{s}$ 。
- 6) 应具备塔式起重机运行的小车限位、吊钩高度限位、回转限位等的电子限位功能,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。
- 7) 塔式起重机智能化系统应具备载荷重量限制功能,能根据塔式起重机起重臂不同位置的限重设计和要求实现载荷超重自动限制运行功能,超重时小车只能向后移动、吊钩只能向下运行。
- 8) 塔式起重机智能化系统应具备群塔防碰撞功能,执行吊运任务过程中在判断可能与相邻塔式起重机发生碰撞时,手动驾驶模式下应具备声光预警和提示功能,自动驾驶模式下除了预警外应能自动采取绕行、减速或制动等措施避免发生碰撞。
- 9) 塔式起重机智能化系统宜具备群塔协同作业能力,能够根据群塔协同作业的原则自动采取等待、绕行、避让、减速、制动、提示接管等措施。
- 10) 远程操作端应支持智能终端、远程驾驶舱、工业级遥控终端等一种或多种模式,宜兼容多种模式。
- 11) 远程操作端应具备电铃、停止、急停等功能。
- 12) 控制单元与塔上 PLC 的通讯延迟 $\leq 25\text{ms}$ 。
- 13) 控制单元与远程操作端的通讯延迟 $\leq 200\text{ms}$ 。

4.2.7 智能管理

- 1) 塔式起重机智能化系统应具备智能管理单元实现信息管控能力,管理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;非视频数据存储时间 ≥ 1 个月,视频数据 ≥ 7 天。
- 2) 塔式起重机智能化系统应在远程操作端上实时显示塔式起重机工况、作业数据、吊物重量、运行轨迹、限位数据、报警信息等信息。宜能显示作业面模型(三维或图片)、操作人员位置、吊物形态等信息。远程操作端实时数据刷新时间 $\leq 1\text{s}$ 。
- 3) 应具有操作人员登录身份生物鉴别机制,通过生物认证技术,如活体人脸、指纹、声纹、虹膜等。
- 4) 塔式起重机智能化系统应具备重要数据传输过程中的完整性校验机制和防重放机制。
- 5) 塔式起重机智能化系统应能将各类数据传输到施工单位管理系统或行业主管部门的管

理平台。

4.2.8 其他能力

- 1) 塔式起重机智能化系统应支持无线或有线网络通信模式，支持 4G、5G、WiFi、自组局域网等一种或多种模式。
- 2) 塔式起重机智能化系统应实时检测网络通讯状态，在出现通信异常中断或网络延时 $>3s$ 时，应能自动采取保护措施，如停止手动驾驶、停止自动驾驶、停止塔机当前动作等，防止发生危险。

4.3 应用场景

适用于在各类新建、改建和扩建的建筑工程与基础设施工程（包括但不限于房屋建筑、市政公用、工业设施、能源项目等）中，使用塔式起重机进行物料和构件吊装作业的活动。

4.4 选型

4.4.1 在选用塔式起重机智能化系统时，应充分遵循本指南，根据自身项目情况、特点和需求，应经过需求分析、市场调研、性能评价和综合决策等环节进行选用，所选设备的性能应符合且不低于本章节 4.2 性能要求中的内容要求。可选用具有更高性能和性价比的装备，以更好的提升项目安全性和智能化施工水平。

4.4.2 选择塔式起重机智能化系统时，性能要求中标记为“应”的各项性能和功能要求为必须满足；标记为“宜”或“可”的性能和功能为推荐具备。

4.5 安装、验收、使用与拆卸

4.5.1 安装塔式起重机智能化系统前，施工单位应确保塔式起重机已经完成安装并通过验收且可正常使用。

4.5.2 安装前，项目各方应对塔式起重机智能化系统实施方案组织进行评审，评审通过后，才可进行安装。

4.5.3 安装塔式起重机智能化系统前，施工单位应先由管理人员对施工作业人员进行安全技术交底，并存档。技术交底可参考附录 A-1。

4.5.4 塔式起重机智能化系统厂家应提供详实的塔式起重机智能化系统安装拆卸及使用手册。

4.5.5 安装拆卸人员应严格按照塔式起重机智能化系统安装拆卸及使用手册进行安装操作。

4.5.6 施工单位应按照方案要求和实际工作要求提供停塔、协调等相应的配合工作。

4.5.7 安装完成后，施工单位应组织验收，验收单位至少应包括施工单位、安装单位、监理单位。验收通过后方可投入使用，验收内容可参考附录 A-2。

4.5.8 塔式起重机智能化系统使用前应由施工单位指定的设备管理员对装备的健康状态进

行人工或自动评估，确认系统正常且符合使用条件后方可投入使用，应禁止健康状态评估不合格的系统投入使用。

4.5.9 操作人员在使用塔式起重机智能化系统进行吊装作业时，应严格遵循国家、行业制定相关吊装作业规程和塔式起重机智能化系统厂家提供的操作手册要求进行操作。

4.5.10 操作人员在结束作业时，应严格遵循国家、行业制定相关吊装作业规程和塔式起重机智能化系统厂家提供的操作手册相关要求结束作业。

4.5.11 塔式起重机智能化系统拆卸应在塔式起重机拆卸前进行。

4.5.12 安装拆卸人员进行拆卸作业时，应严格遵循国家、行业制定相关吊装作业规程和塔式起重机智能化系统厂家提供的操作手册相关要求作业。

4.6 人员资质

4.6.1 塔式起重机智能化系统的操作人员应按照行业主管部门要求，持有相关部门颁发的建筑施工特种作业人员职业资格证，应接受塔式起重机智能化系统厂家的操作培训，并获得考核合格的证明方可使用塔式起重机智能化系统。参考附录 A-3。

4.6.2 塔式起重机智能化系统的安装拆卸人员和维护人员应持有建筑施工特种作业人员职业资格（操作类别包括高处作业证/建筑起重机械安拆工等其中的任意一项）。

4.7 维护、保养与管理

4.7.1 施工单位应建立塔式起重机智能化系统的管理体系，并成立相应部门或机构并配备专职人员负责管理和使用。管理体系内容应包括但不限于管理机构 and 人员配置、设备管理、设备使用、日常检查与维护、应急处置等。

4.7.2 施工单位应建立塔式起重机智能化系统异常信息预警机制，能够将塔式起重机智能化系统的异常信息推送至相关责任人，并反馈处理结果。

4.7.3 施工单位应按照行业主管部门要求将塔式起重机智能化系统的相关数据对接到指定平台或系统。

4.7.4 施工单位应制定塔式起重机智能化系统的应急处置方案，对塔式起重机智能化系统使用进行风险评估，制定相应的应急处置方案并定期开展演练。

4.7.5 塔式起重机智能化系统生产厂家应提供完整和详细的维护手册或资料。

4.7.6 塔式起重机智能化系统应具备手动或自动健康评估和故障诊断功能，手动评估和诊断频率每日至少一次，宜具备自动健康评估和故障诊断机制。

4.7.7 塔式起重机智能化系统生产厂家应建立健全的技术支持服务机制，为施工单位提供常见故障的排查、解决方案及相应服务。

4.7.8 施工单位应参照塔机操作规范、塔式起重机智能化系统说明书及操作手册的要求，制定日常保养规范和管理制度，并指派设备管理员和维护人员负责建筑智能施工装备的维护与

管理。

4.7.9 施工单位应严格按照相关制度和设备使用手册的规定，定期对塔式起重机的智能化系统进行全面检查、保养及维护，并将检查结果详尽记录并妥善保存。记录表格可参照附录 A-4。一旦发现系统出现异常情况，应立即停用并采取相应处置措施，以防系统在带故障状态下运行。

5 智能施工升降机

5.1 术语

5.1.1 智能施工升降机

无需专人操作，吊笼可自动响应楼层外呼和笼内选层指令，可在指定楼层自动平层，并具有安全监控系统、运行通道检测系统、运行语音提示系统等功能的升降机。

5.1.2 自动平层

升降机自动运行至目标楼层并停靠至规定位置。

5.1.3 智能操控系统

吊笼响应层站呼梯指令和笼内选层指令，自动运行至目标楼层且自动平层的系统。

5.1.4 自动门

指令控制、动力驱动自动开/关的吊笼门或层门。

5.1.5 层站呼梯系统

召唤吊笼停靠在呼梯层站的指令系统。

5.1.6 升降通道检测装置

用于检测智能施工升降机升降通道范围内是否有障碍物干扰吊笼运行的装置。

5.1.7 安全保护系统

应用安全保护装置检测智能施工升降机的工况与环境，鉴别危险性并将危险性减至最小，从而保障智能施工升降机安全运行的系统。

5.1.8 安全监控系统

由硬件和软件组成，对智能施工升降机运行参数和安全运行进行监测、报警、记录的系统。

5.1.9 乘员人数自动识别装置

自动识别吊笼内乘员数量，超出设定人数时吊笼停止启动并有语音报警提示的安全装置。

5.1.10 自动运行模式

升降机能自动响应楼层外呼和吊笼内选层指令，并在指定楼层自动平层的升降运行方式。

5.1.11 防夹装置

在吊笼门或层门关闭过程中，能自动检测吊笼门或层门通道障碍物，停止关门并重启开门的装置。

5.2 性能要求

5.2.1 智能施工升降机的设计制造及安全要求应符合《吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机》GB/T 26557 的规定，应保证其安全使用，便于安装、拆卸、维护和检修。

5.2.2 智能施工升降机应具备运行通道检测、安全监控、自动运行、自动平层、自动吊笼门、乘员人数识别、语音（文字）提示、防夹功能等基本的自动化功能及安全监测功能。

5.2.3 智能施工升降机运行模式应包括自动运行模式和手动操控运行模式，两种运行模式之

间应有互锁、切换功能。

5.2.4 智能施工升降机应能满足施工现场货物尺寸、运载重量、运载频率和使用高度等方面的要求。

5.2.5 智能施工升降机投入使用前,应通过产品检验和安装验收合格。

5.2.6 智能施工升降机宜具备突发断电自动停靠功能,在突发断电情况下,吊笼可向下任意楼层停靠,吊笼门、楼层门可开启,疏散笼内人员。

5.2.7 智能施工升降机层门正常工况下应保持关闭,仅在吊笼停靠相应层站且吊笼底板与层站垂直高差 $\leq \pm 150\text{mm}$ 时才可打开。

5.2.8 检修操作模式应在施工升降机安装、拆卸、加节、维护、检修等工况下使用。

5.3 应用场景

适用场景:使用施工升降机的新建、改建和扩建房屋建筑、市政基础设施工程。

5.4 选型

5.4.1 在选用智能施工升降机时,应充分遵循本指南,根据自身项目情况、特点和需求,应经过需求分析、市场调研、性能评价和综合决策等环节进行选用,所选设备的性能应符合且不低于本章节4.2.性能要求中的内容要求。建议选用具有更高性能和性价比的装备,以更好的提升项目安全性和智能化施工水平。

5.4.2 选择智能施工升降机时,性能要求中标记为“应”“不得”或“必须”的各项性能和功能要求为必须满足;标记为“宜”或“建议”的性能和功能为推荐具备。

5.5 安装

5.5.1 安装条件

- 1) 安装前应编制专项施工方案并审批,审批通过后方可进行施工升降机安装。
- 2) 安装现场环境应满足升降机使用说明书中关于网络、机电连锁层门、安全监控系统、运行通道检测系统等要求。
- 3) 安装前应向建设行政主管部门进行安装告知,并在验收标牌上标明本升降机为智能施工升降机。
- 4) 安装作业前应勘查安装施工现场,进行安装前的条件检查。
- 5) 安装作业前应对升降机基础及机电连锁层门的安装环境进行检查,验收方法可参照本标准附录B-1及附录B-2。验收合格后方可进行安装。
- 6) 安装时,气象条件应满足作业要求。
- 7) 无监控中心的智能施工升降机不应安装使用。
- 8) 层门或层站应设置防护栏杆,且栏杆不应突出到吊笼的升降通道内。

- 9) 安装层门处的结构强度满足设计要求的强度后方可安装层门。
- 10) 当层站入口安装层门处的建筑结构不规则时,宜采取措施搭设相关的附加结构,满足层门安装的安全距离及荷载要求后方可安装层门。
- 11) 施工现场应具备大型运输车辆进出场路线,道路平整、坚实,满足运输车辆行驶和作业安全需要。

5.5.2 安装作业

- 1) 安装单位应配备项目经理、技术负责人、安全员、建筑电工、安装拆卸工等人员,且数量满足作业要求。
- 2) 安装作业中,应至少有1名人员拥有省级住房和城乡建设主管部门颁发的特种设备从业资格证,熟练掌握网络、智能系统的安装、调试工作。
- 3) 升降机的安装拆卸作业人员应进行有针对性的专项培训。
- 4) 升降机层门的安装由安装单位负责,总承包(施工)单位应提供相关层站、供电等设施。
- 5) 独立动力驱动的自动吊笼门与自动层门均应配备防夹装置,当层门驱动装置、自动门锁出现故障或层门未完全关闭时,对应的吊笼不能运行。自动层门门锁应配备可以在紧急情况下人工打开的机械锁紧装置。
- 6) 自动吊笼门和自动层门供电系统应可靠接地。
- 7) 升降机层门的安装应进行验收,验收方法参照本标准附录B-2。验收合格的层门方可投入使用。
- 8) 升降机乘员人数自动识别装置在安装作业完成后应有技术措施保证能有效限制人员超载情况。
- 9) 智能施工升降机安装时应采用检修操作模式进行操作;安装作业中途暂停时,吊笼应禁止使用;安装完成后,安装人员将检修操作模式转为自动控制模式,并对现场专业人员进行交底。
- 10) 智能施工升降机安装及加节后,层门及楼层防护设施未搭设完成,不应使用自动控制模式载人或货物至相应楼层;如需运行,应由专业人员进行操作,操作前应进行操作管理权限验证。

5.6 使用

5.6.1 使用要求

- 1) 智能施工升降机运行模式切换、功能参数设置应由专业人员进行操作,操作前应进行操作管理权限验证。
- 2) 智能施工升降机吊笼内、层门应具备相应的安全警示及安全提示标志,吊笼内显著位置标明紧急联系电话,并设置故障操作指南。
- 3) 正常使用条件下,智能施工升降机操控系统应具备故障和运行状态检测功能,并应有故障信息提示。

- 4) 报警开关、急停开关及呼救开关应有防止意外触碰的保护措施。
- 5) 设备使用时，监控中心应有监控人员值守。
- 6) 严禁使用超过有效标定日期的防坠安全器。
- 7) 严禁擅自拆除、损坏升降机的安全装置、安全监控设施。
- 8) 在吊笼运行过程中，严禁强行开启层门、吊笼门或将手及物品伸出吊笼外。吊笼停止时，乘员不得在自动门开闭处滞留。
- 9) 严禁超载和超员使用。乘员超过额定人数时升降机应无法启动，且层站一侧的吊笼自动门应保持在完全打开状态。
- 10) 乘员可直接在吊笼内选择目标楼层。无效楼层应无法选取。
- 11) 水平滑动层门和垂直滑动层门应在相应的上下边缘或两侧设置导向装置，并应设置安全挡块。
- 12) 吊笼控制装置应有非自动复位的急停开关，触发后应能停止吊笼运行。吊笼内乘员可通过对话装置与监控中心进行联系，也可按动报警装置寻求救助。
- 13) 升降机最外侧边缘与外部架空输电线路的边线之间，应保持安全操作距离。最小安全操作距离应符合现行行业标准《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215 的要求。

5.6.2 控制与运行

- 1) 正常使用条件下，智能施工升降机应使用自动控制模式。
- 2) 特殊情况下使用笼内手动操作模式，笼内手动操作模式应由持证的施工升降机司机进行操作。
- 3) 智能施工升降机在安装、拆卸、加节、检修等工况下，应使用检修操作模式，禁止使用自动控制模式。
- 4) 监控人员应能在监控中心停止设备运行。

5.6.3 使用管理

- 1) 乘员在乘用智能施工升降机前应接受专业教育培训和安全技术交底。
- 2) 乘员应遵守智能施工升降机安全使用要求，不应有下列行为：
 - a) 乘用明示停用的智能施工升降机；
 - b) 在吊笼内嬉戏、打闹、蹦跳，或者在吊笼门处滞留；
 - c) 强行开启层门、吊笼门；
 - d) 拆除、损坏智能施工升降机的零部件、附属设施或者标志、标识；
 - e) 乱按吊笼内选层按钮；
 - f) 运输材料长度、重量超过规定要求；
 - g) 其他危及人身安全或者智能施工升降机安全运行的行为。
- 3) 运输货物时吊笼内应具有防止货物挪位的措施。

4) 智能施工升降机应设专人管理，每日应至少检查一次是否有异常。

5.7 拆卸

5.7.1 智能施工升降机拆卸作业前，施工总承包、监理单位应按现行规定组织拆卸前条件核查。升降机的结构、关键部件应符合下列要求：

- 1) 升降机主要结构件、附墙装置及其连接应可靠；
- 2) 接地装置应可靠；
- 3) 升降机拆卸施工区域应无高压电线等障碍物；
- 4) 升降机运行通道、吊笼顶部、附墙、标准节等处，应无障碍物或易坠落物；
- 5) 齿轮、齿条、螺栓、附墙连接等处应连接可靠；
- 6) 安全装置应有效、可靠；
- 7) 检查升降机电源，并试运行各机构，应工作正常。

5.7.2 拆除前应编制专项施工方案并审批，审批通过后方可进行施工升降机拆除。

5.7.3 强风雨雪等恶劣天气及夜间不得进行拆卸作业。

5.7.4 拆卸作业时，吊笼不得超过额定安装载重量。拆卸过程中，拆卸人员应在吊笼顶部操作吊笼，不得在吊笼内操作。

5.7.5 如有人在导轨架上或附墙架上作业时，不得开动升降机。

5.7.6 利用升降机配置的吊杆进行拆卸时，不得超载。吊杆只可用来安装和拆卸升降机的零部件，不得用于其他用途，禁止斜拉歪吊。

5.7.7 拆卸附墙架时升降机导轨架的自由端高度，应始终符合使用说明书的要求。

5.7.8 应确保与基础相连的导轨架在最后一个附墙架拆除后，仍能保持各方向的稳定性。

5.7.9 升降机拆卸宜连续作业。当拆卸作业不能连续完成时，应根据拆卸状态采取相应的安全措施。

5.7.10 层门拆除后，施工总承包单位应做好楼层安全防护工作。

5.7.11 智能施工升降机的拆卸应符合《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215 和《施工升降机安全使用规程》GB/T 34023 的要求。

5.7.12 智能施工升降机在拆卸过程中，应仅能通过检修操作模式进行操作。

5.7.13 拆卸时不应损坏层站呼梯系统、安全监控系统、层门等智能施工升降机的零部件、附属设施，确保可再次重复使用。

5.8 人员资质

5.8.1 智能施工升降机的操作人员应持有省级住房和城乡建设主管部门颁发的特种设备从业资格证，同时应通过智能施工升降机的操作培训和考核并获得相关证明。

5.8.2 智能施工升降机的安装拆卸人员和维护人员应持有省级住房和城乡建设主管部门建筑施工特种作业操作资格证。

5.9 维护与管理

5.9.1 维护

升降机的维保应符合下列要求：

- 1) 升降机应按使用说明书的要求进行维保。维保时间间隔的确定应考虑使用频率、操作环境及升降机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保；
- 2) 维保工作应由专业的设备维保人员进行；
- 3) 在吊笼运行中严禁进行维保作业。双吊笼升降机其中一个吊笼的外侧进行维保时，另一个吊笼严禁运行；维保需在导轨架上站人操作时，双吊笼均严禁运行；
- 4) 维保工作中，对于磨损、损坏程度超出升降机产品使用说明书要求的部件，应及时维修或更换；
- 5) 升降机转场时，应按照使用说明书的要求做好转场保养，并做好相应记录；
- 6) 升降机进行检修时应切断电源。在危险区域内检修或通电检修时，应有安全防护措施。

5.9.2 管理

- 1) 吊笼内应配置维保人员身份识别的装置，经有效核验专业人员身份后，方可管理、检查和维保设备。维保和检查工况应禁止启用升降机自动运行模式。
- 2) 吊笼内应设有在吊笼门开关过程中使吊笼门停止和运行的控制装置。吊笼门出现故障或停电时，检修人员能通过专用的工具打开吊笼门。
- 3) 应建立升降机安装、使用、拆卸、维保相关的记录档案，各类档案保存时间应不少于 3 年。
- 4) 技术档案应包括以下内容：使用说明书、特种设备生产许可证、验收记录、产品合格证明、产权登记、专项施工方案、安装技术文件、检验检测报告、定期检查记录、定期维保记录、改装记录、转场记录、运行故障和安全事故记录、累计运转记录。

6 高层建筑智能施工集成装备

6.1 术语

6.1.1 高层建筑智能施工集成装备

面向高层建筑结构施工，可沿结构竖向移动，提供施工作业面及防护，可搭载操作架系统、模板系统、施工设备设施、材料的集成化施工作业装备。

6.1.2 钢平台

由金属构件组成的空间结构体系，构件之间通过焊接、销轴连接或螺栓连接等方式形成整体，需满足强度、刚度及稳定性要求，用于提供作业操作平台、设备装载平台及材料堆放空间的集成化钢结构。

6.1.3 支撑装置

用于将装备自重、施工荷载及风荷载传递至混凝土主体结构的承力部件，包括竖向支撑装置和水平限位装置。

6.1.4 锚固系统

通过预埋件、螺栓或焊接等方式，将装备固定于混凝土结构或型钢构件的连接体系，包括锥形承载接头与承载螺栓的组合、附墙钢板支承装置的螺栓连接等。

6.1.5 操作平台

用于钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑等作业的工作平台。

6.1.6 护栏网

采用金属框加金属网、打孔板或钢板网制成的防护装置，设置于钢平台外围，兼具栏杆和安全网功能。

6.1.7 机位

爬升油缸等动力设备以及支撑装置在装备上的平面布置位置，是荷载传递和爬升控制的核心节点。

6.1.8 智能爬升系统

采用液压油缸、蜗轮蜗杆或智能电机驱动等动力系统，通过导轨、钢柱或支承结构实现装备分段爬升或整体顶升的动力系统。

6.1.9 智能监控系统

集成视频监控、倾角传感、荷载监测、风速监测等功能的信息化系统，通过数据传输与分析实现装备运行状态的实时预警。

6.2 性能要求

6.2.1 结构安全系数

在架体自重、施工荷载、风荷载等组合作用下，关键构件应力比应 ≤ 0.85 ，依据《钢结构设

计标准》GB 50017 第 3.3.2 条计算，确保整体结构安全可靠。同时，整体抗倾覆安全系数 ≥ 1.5 ，满足《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 等相关规范对高空作业结构稳定性要求，防止在复杂工况下发生倾覆事故。

6.2.2 刚度要求

架体构件受荷后最大挠度应 $\leq L/400$ （L 为构件跨度），保证结构在正常使用状态下不产生过大变形影响施工操作及结构外观。若有吊架结构，其侧向变形 $\leq H/250$ （H 为架体高度），以维持架体在风荷载等水平力作用下的整体稳定性。

6.2.3 附着点混凝土强度

承载体受力处混凝土强度 $\geq 15\text{MPa}$ （用于爬升阶段，需提供同条件试块报告或回弹检测报告）；支撑系统等支撑部位混凝土强度 $\geq 20\text{MPa}$ （用于作业阶段，检测要求同上）。

6.2.4 设计荷载标准值

设计荷载应与实际工况相符，操作层平台施工荷载设计标准值 $\geq 5\text{kN/m}^2$ ，防护层及设备操作层施工荷载设计标准值 $\geq 1.0\text{kN/m}^2$ 。

6.2.5 立面防护网

架体外立面防护网应采用金属钢板网进行全封闭，钢板网表面应做防锈处理；金属防护网规格按设计结果确定且厚度不宜 $< 0.7\text{mm}$ ，承载力按《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80）测试，单点承载力 $\geq 1\text{kN}$ 。同时防护网应设有金属加强框，应与架体主要受力杆件可靠连接。

6.2.6 脚手板

脚手板应采用钢或铝合金等金属材料制作，并应符合下列规定：

- 1) 金属脚手板的板面挠曲不应 $> 10\text{mm}$ ，且不得有裂纹开焊；材料选用钢材时使用前应做防锈处理，宜优先采用镀锌处理；
- 2) 滑花纹钢板脚手板的面板厚度不应 $< 2\text{mm}$ ；
- 3) 手板表面应设置防滑纹路，防滑花纹高度 $\geq 2\text{mm}$ ，间距 $\leq 50\text{mm}$ ；
- 4) 台之间、平台与结构墙体之间的水平间隙 $\leq 100\text{mm}$ ，并用厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ 钢板翻板封闭。

6.2.7 架体构架的连接材料

- 1) 钢构件的焊接材料应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB50661 的规定，对于承受动力荷载或振动荷载的桁架结构宜采用低氢焊条。
- 2) 铝合金材质焊接时宜采用手工焊接或自动焊接，所用焊条和焊丝应符合现行国家标准《铝及铝合金焊丝》GB/T10858 的规定，应选用 SAI5356 或 SAI4043、SAI5556 焊丝。
- 3) 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓 C 级》GB/T5780 和《六角头螺栓》CB/T5782 的规定，螺栓应采取防止电化学腐蚀的措施。
- 4) 锚栓和销轴可采用现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 中规定的 Q235 级钢或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 中规定的 Q355 级钢制成。

6.2.8 构配件材料

- 1) 构配件所用型钢、钢板、圆钢的材质应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700 中对于 Q235 级钢或《低合金高强度结构钢》GB/T1591 中对于 Q355 级钢的规定。架体结构承力的附着支承装置、导轨、立杆、竖向主框架、水平支承结构上/下吊点、防坠落装置等，不应采用强度等级低于 Q235 级钢。
- 2) 构配件采用铝合金型材，其力学性能不应低于 6061-T6 牌号力学性能，其材质应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB/T5237 和《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T6892 的规定；铝合金板材可采用 3003 或 3004 牌号的系列产品，其材料性能应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880 的规定。

6.2.9 动力系统

采用液压油缸、蜗轮蜗杆或智能电机驱动等动力系统，其额定荷载不应小于最大间距处机位工作荷载的 2 倍。

6.2.10 模板

模板面板变形 $\leq 1.5\text{mm}$ ，背肋挠度 $\leq L/500$ 。

6.2.11 电气控制

接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，漏电保护剩余动作电流 $\leq 30\text{mA}$ ；控制系统响应时间 $\leq 0.2\text{s}$ 。

6.2.12 智能系统

- 1) 监测精度：倾角传感器 $\pm 0.1^\circ$ ，位移传感器 $\pm 2\text{mm}$ ，超载报警响应时间 $\leq 0.5\text{s}$ ；风速监测范围 $0\sim 60\text{m/s}$ ，精度 $\pm 0.5\text{m/s}$ 。
- 2) 实时采集荷载、位移、风速数据，荷载超设计值 10%、位移超 50mm、风速 $\geq 10.8\text{m/s}$ （6 级风）后 0.5s 内触发声光报警，报警声压级 $\geq 85\text{dB}$ （距离 1m 处），并联动停止爬升。
- 3) 爬升同步性：相邻机位升差值 $\leq 1/200$ 爬升高度，整体升差值 $\leq 50\text{mm}$ 。
- 4) 数据存储：运行数据存储 ≥ 1 年，传输丢包率 $\leq 0.1\%$ ，支持与 BIM 模型实时联动。
- 5) 数据协同：装备智能监控系统应与施工单位数字化管理平台对接，实现荷载、位移、风速、爬升进度等数据实时传输，数据接口符合 IFC4.0 标准，传输频率 ≥ 1 次/秒。

6.3 应用场景

本章所述高层建筑智能施工集成装备，适用于成都市行政区域内新建、改建、扩建房屋建筑工程中建筑高度 $\geq 100\text{m}$ 的住宅、商业综合体、写字楼等超高层建筑主体结构施工，以及城市建成区环境敏感区高层建筑、信号塔桥墩等特殊结构的高层建筑施工。

6.4 选型

6.4.1 建筑参数匹配

- 1) 当标准层高 $\leq 5\text{m}$ 时，宜选用单行程顶升模式或多行程爬升模式；

2) 若层高 $>5\text{m}$ ，宜选用分段爬升/顶升模式。

6.4.2 承载力匹配

1) 操作层作为施工活动的主要区域，设计荷载需满足钢筋集中堆放等施工荷载需求，且 $\geq 5\text{kN/m}^2$ 。

2) 对于可能出现集中荷载的堆载区，单点集中荷载应 $\geq 10\text{kN}$ 。

3) 存在较多边梁、悬挑结构，机位布置不能避开的，应选用单机位承载力低的智能施工平台，确保建筑结构安全。单机位承载力大的智能施工平台应选用筒体剪力墙等承载能力大的位置布置机位。

6.4.3 安全性能匹配

1) 抗风能力是装备选型的关键安全指标，作业阶段装备须具备抵御 10 级以上强风的能力，爬升阶段应能抵御 6 级大风。同时，要合理配置防风锚固点，以此确保在不同施工阶段，面对强风天气时装备的稳定性。

2) 钢平台主体结构杆件应采用低合金高强度结构钢，其材质满足《低合金高强度结构钢》(GB/T1591)要求，其耐火极限 $\geq 1.5\text{h}$ ，确保在火灾工况下结构稳定性。

3) 立面防护网材质符合《热浸镀锌钢板和钢带》(GB/T2518)，表面经热浸镀锌处理(锌层厚度 $\geq 85\mu\text{m}$)，具备阻燃性；脚手板使用花纹钢板，材质满足《花纹钢板》(GB/T3277)要求，钢板燃烧性能等级达 A1 级，满足《建筑材料及制品燃烧性能分级》(GB8624)。

6.5 安装

6.5.1 安装前准备

1) 技术准备：安装作业前，施工单位应组织相关人员熟悉施工图纸及技术文件，明确各系统的安装要求、工艺流程及质量标准，编制详细且针对性强的安装专项施工方案，方案内容涵盖施工部署、施工方法、进度计划、资源配置计划以及安全保障措施等，并组织专家论证，确保方案的科学性与可行性。

2) 现场准备：根据施工现场总平面布置图，合理规划设备堆放场地及组装区域，场地应坚实、平整，满足设备存放及组装作业的承载要求。同时，设置明显的安全警示标识，划定作业警戒区域，防止无关人员进入。

3) 人员准备：安装作业人员需经过专业培训，熟悉设备安装流程及安全操作规程，特种作业人员必须持证上岗，严格遵守《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》，确保人员资质符合要求。

6.5.2 安装流程

1) 构件组装：在地面组装区域，依据设计图纸及装配说明，对钢平台、操作架体等构件进行预拼装，检查构件的尺寸偏差、连接节点质量，确保各构件组装精度满足要求，为后续吊装作业做好准备。

- 2) 吊装就位：选用合适的起重设备，如塔吊、汽车吊等，起重设备的选型应根据设备重量、安装高度及作业半径等参数确定，确保其起吊能力满足要求。吊装作业时，严格遵守《建筑施工起重吊装安全技术规范》（JGJ 276），合理设置吊点，平稳起吊，准确就位。
- 3) 连接固定：设备就位后，及时进行连接固定，连接方式及连接质量应符合设计要求，确保设备安装牢固可靠。
- 4) 系统安装与调试：完成设备主体安装后，进行动力系统、智能监控系统、防护系统等各子系统的安装及调试工作。调试过程中，对各系统的运行参数进行检测与调整，确保各系统功能正常，运行稳定，符合相关技术规范及设计要求。

6.5.3 安装过程验收

安装过程中，施工单位应进行自检、互检及专检，对每一道工序的安装质量进行检查验收，填写质量验收记录。监理单位应按照相关规范及监理细则，对关键工序、重要部位进行旁站监理，及时发现并纠正安装过程中的质量问题。

6.5.4 安装完成后验收

1) 验收参与单位

安装完成后，验收单位应包括施工单位、安装单位、监理单位、总承包单位，必要时邀请设计单位参与（针对特殊结构层施工的装备）。

2) 验收内容需涵盖：

- 锚固点状态：锚固点周边混凝土无裂纹、螺栓无松动，符合设计要求。
- 平台整体状况：平台水平高差（ $\leq \pm 10\text{mm}$ ）、防雷装置（接地电阻 $\leq 4\Omega$ ）。
- 防护系统：护网间隙（ $\leq 10\text{mm}$ ）、脚手板与结构距离（ $\leq 150\text{mm}$ ）及翻板密封有效性。
- 架体与连接：架体构件与方案一致性、螺栓拧紧力矩（符合设计，螺杆露出螺母 ≥ 3 丝）、连接销轴安装（开口销 / R 型销到位）。
- 液压系统：油管无裂纹、变形、漏油等缺陷。

3) 验收结果

验收合格后，各方签署《高层建筑智能施工集成装备安装 / 爬升完成后验收表》，作为投入使用的依据。

6.6 使用

6.6.1 使用管理

使用前培训：设备投入使用前，施工单位应对操作人员及相关管理人员进行培训，培训内容包括设备的工作原理、操作方法、安全注意事项、常见故障及处理方法等，确保操作人员熟悉设备性能，掌握操作技能，能够正确、安全地使用设备。培训应做好记录，留存相关资料。

6.6.2 使用规定

- 1) 荷载控制：严格按照设备的设计荷载要求使用，严禁超载运行。在设备上放置材料、设

备时，应均匀分布，避免局部集中荷载过大，影响设备的稳定性及结构安全。

2) 运行操作：操作人员应严格遵守操作规程，按照规定的操作流程进行设备的启动、运行、停止等操作。运行过程中，密切关注设备的运行状态，如发现异常声响、振动、温度过高等情况，应立即停机检查，排除故障后方可继续运行。

3) 安全防护：设备运行过程中，操作人员及作业人员必须正确佩戴个人防护用品，如安全帽、安全带、安全鞋等。同时，设备的安全防护设施应保持完好有效，不得随意拆除或损坏。

4) 定期检查：使用单位应按照规定的检查周期，对设备进行定期检查，检查内容包括设备的结构件、连接件、动力系统、智能监控系统、安全防护系统等，及时发现并处理设备存在的安全隐患。检查应做好记录，建立设备安全检查档案。

6.6.3 日常检查

1) 外观检查：每天对设备的外观进行检查，查看是否有变形、损坏、锈蚀等情况，连接部位是否松动，安全防护设施是否完好。

2) 运行状况检查：检查设备的运行是否平稳，有无异常声响、振动，各系统的运行参数是否正常，如液压系统的压力、油温，电气系统的电压、电流等。

3) 安全装置检查：对设备的安全装置进行检查，如防坠装置、限位装置、超载保护装置等，确保其灵敏可靠，能够正常工作。

6.7 拆卸

6.7.1 拆卸前准备

进场安装前编制的专项施工方案已涵盖拆卸流程、吊点布置及安全防护等基础内容；若实际拆卸时，因方式调整（如分段拆解顺序、起重设备选型变更）、条件变化（作业环境、架体状态改变）等导致原方案不适用，需重新编制拆卸专项方案，补充变更内容、明确新安全要求，重新组织专家论证，方案需经施工单位技术负责人与总监理工程师审批签字，确保符合《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》要求。同时组织作业人员进行安全技术交底，重点明确架体分段拆解步骤、高空作业防护要点等内容，交底过程需形成书面记录并由参与人员签字确认。现场需划定拆卸警戒区，设置明显警示标识，清理场地内障碍物，保证构件堆放区地面硬化平整。此外，需全面检查塔吊性能，确保其起重量满足单榀架体吊装需求。特种作业人员如架子工、塔吊司机等需持证上岗，作业前核查证件有效期，禁止无证人员参与作业。

6.7.2 拆卸作业实施

拆卸作业应遵循“先防护后结构、先非承重后承重”的原则，将架体分段拆解，单模块重量控制在塔吊起重量的80%以内。脚手板、防护网等部件拆卸时需捆绑牢固，避免拆卸过程中坠落。拆卸过程中应同步拆除临时支撑，拆除前需确认架体稳定性，防止拆卸过程中发生架体失稳现象。

6.7.3 安全管理要求

高空作业人员必须佩戴五点式双钩安全带，将挂钩固定在架体主节点或生命绳上。当风力达到6级及以上时，应立即停止拆卸作业，对已拆卸构件进行临时锚固，确保架体稳定。

6.7.4 验收与资料管理

拆卸作业前需进行安全条件验收，检查架体连接螺栓拧紧率、吊点强度、作业气象条件等是否符合要求。拆卸完工后，需确认架体已全部拆除、临时防护设施恢复到位，形成《拆卸验收记录表》。相关资料如拆卸方案、技术交底记录、验收报告等需整理归档，确保拆卸作业可追溯。

6.7.5 环保与节能措施

拆卸过程中产生的金属构件应分类回收，严禁随意丢弃废弃物，按规定运送至指定处置场所。作业现场需控制噪声污染，昼间噪声值不超过70dB，夜间不超过55dB，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523标准要求。设置喷雾降尘装置，当PM10浓度 $>80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时自动启动，有效控制拆卸作业扬尘污染，实现绿色施工。

6.8 人员资质

6.8.1 管理人员资质要求

- 1) 项目经理，需持有注册建造师证书，并取得B类安全生产考核合格证，证书在有效期内。负责统筹智能施工集成装备的整体管理。
- 2) 技术负责人，需工程师以上职称，具备智能装备技术管理经验。负责审核智能施工集成装备的技术方案，如安装、拆卸工艺及安全技术措施。
- 3) 安全管理人员，需持有注册安全工程师证书或C类安全生产考核合格证。熟悉智能装备安全操作规程，负责监督作业全过程，检查安全防护措施落实情况。
- 4) 质量管理人员，需持有质量员岗位证书。负责智能施工集成装备的质量验收，如构件安装精度、连接节点质量等，确保符合相关规范要求，组织分阶段质量验收并形成记录。

6.8.2 作业工人资质要求

- 1) 架子工，需持有建设行政主管部门颁发的特种作业操作证（架子工专业），证书经年度复审且在有效期内。熟悉智能施工集成装备的架体组装、拆卸工艺，能正确使用防护装备。
- 2) 塔吊司机与信号工，塔吊司机需持有塔式起重机司机特种作业操作证，信号工需持有起重信号司索工特种作业操作证，证书通过年度审核。司机与信号工需熟悉吊装流程。
- 3) 焊工，需持有焊接与热切割作业特种作业操作证。能熟练完成智能装备构件的焊接作业。
- 4) 电工，需持有低压电工或高压电工特种作业操作证。负责智能装备电气系统的安装与维护。
- 5) 普工，需通过企业组织的智能装备作业培训，考核内容包括构件搬运、安全防护用品使用，培训时长 ≥ 8 学时。负责配合架子工、电工等进行构件搬运、场地清理等辅助作业，熟

悉安全防护基本要求，能正确使用劳保用品。

6) 操作人员上岗前，由施工单位组织，联合装备生产厂家开展专项培训，培训时长 ≥ 16 学时，培训内容包括装备结构原理、安全管控要点、应急处置流程等，培训后经考核合格方可上岗。

7)

6.8.3 资质管理要求

1) 持证上岗核查，施工单位需建立作业人员资质台账，收录管理人员与作业工人的证书扫描件，确保人证一致。监理单位需在作业前核查证书有效性，禁止无证或证书过期人员上岗。

2) 专项培训要求，作业前需组织智能施工集成装备专项培训，培训内容包括操作技能、安全防护等。培训考核合格后方可上岗，培训记录需归档保存。

3) 动态管理机制，对高处作业人员每半年进行一次身体检查，禁止不适宜人员从事相关作业。当人员岗位变动时，需重新进行针对性培训。

6.9 维护与管理

6.9.1 维护管理

使用单位应根据设备的使用情况及厂家的维护要求，制定详细的设备维护计划，明确维护的内容、周期、责任人等，确保设备得到及时、有效地维护。维护计划应根据设备的实际运行状况进行动态调整。

6.9.2 维护内容

1) 清洁保养

定期对设备进行清洁，清除表面的灰尘、油污、杂物等，保持设备外观整洁。对设备的润滑部位进行注油润滑，确保各运动部件运转灵活，减少磨损。

2) 部件检查与更换

按照维护计划，对设备的结构件、连接件、易损件等进行检查，如发现部件有变形、损坏、磨损等情况，应及时进行修复或更换。更换的部件应符合设计要求及质量标准。

3) 系统调试与校准

定期对设备的动力系统、智能监控系统等进行调试与校准，确保各系统的性能指标符合要求，数据监测准确可靠。对智能监控系统的传感器、控制器等设备进行检查维护，保证系统的正常运行。

4) 电气系统维护

对设备的电气系统进行检查维护，包括电线电缆的连接、绝缘性能，电气元件的工作状态等，及时发现并处理电气故障，确保电气系统的安全可靠运行。

5) 液压系统维护

每 50 次爬升更换液压油，滤芯同步更换，记录油品型号及更换时间。

6.9.3 日常保养

1) 清洁维护

- a) 每周清理钢平台表面杂物。
- b) 每月检查脚手板防滑纹路，磨损深度超 2mm 时更换。

2) 润滑保养

- a) 液压系统每 50 次爬升更换抗燃液压液（闪点 $\geq 240^{\circ}\text{C}$ ），同步更换滤芯。
- b) 导轨与爬升机构接触部位每周涂抹二硫化钼润滑脂，确保爬升阻力 $\leq 15\text{kN}$ （参照 JGJ195-2018 第 5.3.7 条）。

6.9.4 定期保养

1) 每月保养

检查架体连接，螺栓松动率 $\leq 5\%$ 。

测试电气系统接地电阻 $\leq 4\ \Omega$ ，漏电保护器剩余动作电流 $\leq 30\text{mA}$ 。

2) 每季度保养

校准倾角传感器（误差 $\leq \pm 0.1^{\circ}$ ），备份智能系统运行数据。

液压系统在空载运行 10min 后，进行 1.25 倍额定压力测试，保压 10min 无泄漏。

3) 每年保养

检测架体挠度（最大变形 $\leq L/400$ ），钢材防腐层厚度 $\geq 85\ \mu\text{m}$ 。

6.9.5 特殊工况保养

1) 大风季节

复紧防风锚固点螺栓，加固防护网连接。校准风速传感器，确保报警功能灵敏。

2) 冬季施工

更换低温液压油，油箱加装电加热装置。电气线路包裹保温层，每周测试接地电阻。

6.9.6 保养记录管理

建立《智能装备保养台账》，记录保养时间、项目、耗材及操作人员。

附录

附录 A-1 塔式起重机智能化系统安全技术交底记录

工程名称		施工单位	
交底部门		交底部位	
<p><u>交底内容:</u></p> <ol style="list-style-type: none">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 <p style="text-align: right;">交底人:</p> <p>参加对象签名:</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>			

附录 A-2 塔式起重机智能化系统智能控制部分验收表

工程名称				
施工单位		系统安装单位		
项目详细地址				
设备主机编号		塔式起重机型号		
序号	检测项目	检测要求		检测结果
1	系统管理	项目管理	能够录入查看项目资料	
2		塔式起重机管理	能对塔式起重机进行编辑、标定、授权	
3		人员管理	能对人员进行信息录入、分配权限	
4		塔式起重机自检	能够对塔式起重机状况进行检查，检查不通过时可以限制塔式起重机投入使用	
5		塔式起重机运行数据	能够对塔式起重机运行数据进行记录、查看	
6	系统功能	操作人员鉴别	能够采用生物识别技术鉴别操作人员信息	
7		权限控制	能够通过激活、权限转移等方式获取塔式起重机操控权限，能够切换不同塔式起重机进行操控	
8		塔式起重机自检	能够实时、定时对系统健康状态自检并反馈自检结果，自检不通过时可以限制塔式起重机投入使用	
9		自动驾驶	能够发起自动驾驶并完成作业	
10		手动驾驶	能够手动控制塔式起重机动作，进行微操控	
11		接管	能够随时从自动驾驶状态中手动接管塔式起重机控制	
12		作业面建模	能够建立作业面模型，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	
13		智能感知	系统能够实时感知运行环境、塔式起重机姿态、吊物状态、障碍物状态，并在远程操控端显示，发现障碍物时能及时预警	
14		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	
15		群塔防碰撞	系统能够有效实现群塔碰撞风险监测、在可能发生碰撞时发出预警，并在自动驾驶时能够采取避让、减速、制动等措施	
16		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。	
17		应急操控	能够从远程操控端发出并让塔式起重机执行急停、锁臂、启动、电铃等指令。	
验收结论				
安装单位（盖章）： 意见：		施工单位（盖章）： 意见：		监理单位（盖章） 意见：
年 月 日		年 月 日		年 月 日

附录 A-3 塔式起重机智能化系统操作员培训考核表

项目名称		项目地址		
参训人姓名		电话	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	基础培训	系统基础知识	了解系统的基础知识，包括功能、特点、优点、用途和价值	
2		远程操控端的使用	了解远程操控端的基本注意事项和要求	
3		界面与功能	了解界面各按钮的功能和用法	
4	使用基础支持	人脸识别及系统自检	了解如何进行人脸识别、自检结果查看以及注意事项和异常处理办法	
5		加入作业	了解如何选择项目、塔式起重机和加入作业	
6		激活与取消激活	如何激活权限和退出权限	
7		权限移交与接收	如何移交权限和接收权限	
8	系统使用	驾驶模式切换	如何在不同驾驶模式间切换和设置	
9		自动驾驶	掌握自动驾驶的用途和使用场景，	
10		手动驾驶	掌握手动驾驶的用途和使用场景；掌握定距驾驶的使用方法和注意事项；	
11		结束作业	掌握结束作业的方法、步骤和注意事项	
12		自动建图	掌握自动建图的用途和使用场景，掌握自动建图的方法和注意事项	
13	塔上驾驶	判断塔上驾驶情况	能够准确判断什么情况下需要上塔驾驶	
14		塔上驾驶切换	掌握如何进行塔上驾驶和塔下驾驶模式的切换	
15	紧急情况处理	紧急情况和安全处理机制	掌握操控系统的安全处理机制	
16		急停与恢复	掌握急停的使用场景、方法和注意事项，掌握急停后恢复作业的方法	
考核结论：				

参训人员签字：

培训人员签字：

日期：

附录 A-4 塔式起重机智能化系统日常检查记录表

塔式起重机编号		塔式起重机型号		检查日期	
序号	检查项目	检查内容		检查记录	备注
1	塔式起重机主控系统	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、烧黑现象			
		各子系统工作正常。			
		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，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	定位设备工作是否正常、定位数据是否准确			
6	远程操控端	远程操控端与塔式起重机主控系统通信正常			
		远程操控端各部件工作正常			
7	系统工作	系统感知功能正常，能准确识别障碍物			
8		系统建模功能正常，能正常完成建模，模型与作业面一致			
9		系统路径规划正常，能合理规划路径			
10		系统自动驾驶正常，能正确执行自动驾驶指令			
11		系统手动控制功能正常，指令执行正常			
12		系统防碰撞功能正常，能发出预警和执行防碰撞动作			
13		系统运行定位工作正常			
14		网络通信状态正常			
检查结论：					
检查人员		设备管理员			
参加人员：					

附录 B-1 升降机基础验收表

工程名称		产品型号			
工程地址		登记编号			
总承包（施工）单位		安装单位			
序号	项目	要求	结果	结论	备注
1	基础地基	符合基础专项施工方案设计要求			
2	基础尺寸（长×宽×厚）（m）	符合基础方案中的设计要求			
3	基础混凝土强度	符合方案或使用说明书要求			
4	基础表面平整度	符合方案或使用说明书要求			
5	基础顶部标高	符合方案或使用说明书要求			
6	预埋螺栓或预埋件位置	预埋螺栓有质保书。规格、尺寸符合说明书基础图要求			
7	基础周边排水措施	应设置			
8	基础周边与架空输电线安全距离	应符合规范要求			
9	基础资料是否齐全	详见备注			
10	其他需补充的内容				
总承包（施工）单位验收意见： 验收人：______ 日期：______					
安装单位验收意见： 验收人：______ 日期：______			监理单位验收意见： 验收人：______ 日期：______		

注：基础验收时应附以下资料：升降机平面布置图、基础桩基设计图、基础承台设计图（如有）、基础承台混凝土强度报告、基础土壤承载力资料及计算（如有）、非标基础专家论证报告（如有）

附录 B-2 智能施工升降机安装自检表(智能控制部分)

工程名称			工程地址		
安装单位			安装资质等级		
设备制造商			使用单位		
设备型号			备案登记号		
安装日期			初始安装高度	最高安装高度	
名称	序号	检查项目	要求	检查结果	备注
层门 层站	1	层站层门	各停层点应设置层门,层门高度不低于 1.8m,层门的净宽与吊笼净出口宽度之差 不应大于 120mm;门关闭时,门下部间隙不应大于 35 mm		
	2	层门开闭	如使用自动层门,层门和吊笼门应同时打开 或关闭 ; 如使用手动层门,吊笼底板离目标层站的垂 直距离在士 0.15 m 以内才能手动打开层门		
	3	层站呼梯系统	各楼层呼梯按钮工作正常,吊笼可以接收到 层站呼梯信号。吊笼运行状态显示正常,层 门开关状态显示正常		
安全 监控 系统	4	机电联锁及防夹功能	灵敏、可靠,任一吊笼门没有完全关闭时吊 笼不能运行		
	5	专业人员身份识别	专业人员身份识别设备工作正常		
	6	乘客人数识别	吊笼内乘员在无遮挡或无故意躲避情况下 人数识别误差≤1 人		
	7	信息显示系统	信息显示正常,语音清晰可辨		
	8	笼内选层系统	按键都能正常按下,并能指示按下的状态		
	9	吊笼运行控制	正确响应选层和层站呼梯请求,运行到目标 楼层		
	10	平层检测	自动平层误差≤±10mm		
	11	呼救装置	模拟触发,声光报警醒目、清晰		
	12	视频监控系统	视频监控画面清晰、流畅、无遮挡,对讲语音 清晰可辨		

吊笼门	13	语音对讲	吊笼内与监控中心语音对讲功能正常		
	14	停启功能	监控中心停启功能灵敏、可靠		
	15	安全监控中心	安全监控中心的视频画面清晰，连接稳定		
	16	吊笼门	吊笼门工作正常，开口净高度应不小于 1.8m, 净宽度应不小于 0.6m		
安全保护系统	17	手动开启吊笼门	应配有专用的机械装置或工具手动打开吊笼门		
	18	关门速度	若采用垂直滑动门，平均关闭速度不大于 0.3 m/s		
	19	防夹功能	关门受阻时，吊笼门应停止关闭并自动开门		
	20	吊笼门与自动层门联动	吊笼到达指定楼层后，吊笼门能与自动层门联动		
	21	语音提示	开关门过程中应有语音提示		
	22	吊笼门开关控制装置	吊笼内设有在吊笼门开关过程中使吊笼门停止和运行的控制装置		
	23	升降通道检测装置	升降通道检测装置灵敏、可靠		
	24	吊笼定位装置	吊笼定位装置失效检查可靠		
	25	关门到位检测装置	应设有开关门到位行程限制装置，关门到位检测装置灵敏、可靠，任意一个层门及吊笼门没有完全关闭时该吊笼不能运行		
<p>自检结论：</p> <p>检查人签字：</p> <p style="text-align: right;">检查日期： 年 月 日</p>					

附录 B-3 智能施工升降机安装验收记录表

工程名称		工程地址	
设备型号		备案登记号	
设备制造商		出厂编号	
出厂日期		安装高度	
安全负责人		安装日期	
检查结果代号说明	√ 合格 ○ 整改后合格 × 不合格 无 无此项		
检查项目	序号	内容和要求	检查结果 备注
吊笼	1	吊笼到达指定楼层后，吊笼门能与自动层门联动	
	2	吊笼内电气照明装置可靠、有效，紧急照明装置可靠	
	3	吊笼内信息提示装置可靠	
智能操控系统	4	笼内选层装置可靠	
	5	各楼层呼梯按钮工作正常，吊笼可以接收到层站呼梯信号	
	6	专业人员身份识别和乘员人数识别可靠	
安全保护系统	7	吊笼定位装置可靠	
	8	限位开关灵敏、可靠	
	9	升降通道检测装置灵敏、可靠	
	10	超载、超员检测装置可靠	
	11	吊笼定位装置失效检查可靠	
	12	关门到位检测装置灵敏、可靠	
安全监控系统	13	安全监控中心的视频画面清晰，连接稳定	
	14	机电联锁防夹功能灵敏、可靠，任一吊笼门没有完全关闭时升降机不能运行	
	15	吊笼内与监控中心语音对讲功能可靠	
	16	监控中心停启功能灵敏、可靠	
验收结论：			
总承包单位(盖章)：		验收日期： 年 月 日	
总承包单位		参加人员签字	
使用单位		参加人员签字	
安装单位		参加人员签字	
监理单位		参加人员签字	
租赁单位		参加人员签字	

附录 B-4 智能施工升降机每月检查表

设备型号		备案登记号			
工程名称		工程地址			
设备制造商		出厂编号			
出厂日期		安装高度			
安装负责人		安装日期			
检查日期	年 月 日				
检查结果代号说明	√ 合格 0 整改后合格 × 不合格 无 无此项				
名称	序号	检查项目	要求	检查结果	备注
层门层站	1	层站层门	各停层点应设置层门，层门的净宽与吊笼净出口宽度之差不应大于 120 mm；门关闭时，门下部间隙不应大于 35 mm		
	2	层门开闭	如使用自动层门，层门和吊笼门应同时打开或关闭； 如使用手动层门，吊笼底板离目标层站的垂直距离在±0.15m 以内才能手动打开层门		
	3	层站呼梯系统	各楼层层站呼梯按钮工作正常，吊笼可以接收到层站呼梯信号。吊笼运行状态显示正常，层门开关状态显示正常		
安全监控系统	4	机电联锁及防夹功能	灵敏、可靠，任一吊笼门没有完全关闭时升降机不能运行		
	5	专业人员身份识别	专业身份识别设备工作正常		
	6	乘客人数识别	吊笼内乘员在无遮挡或无故意躲避情况下人数识别误差≤1 人		
	7	信息显示系统	信息显示正常，语音清晰可辨		
	8	笼内选层系统	按键都能正常按下，并能指示按下的状态		
	9	吊笼运行控制	正确响应选层和层站呼梯请求，运行到目标楼层		
	10	平层检测	自动平层误差≤±10mm		
	11	呼救装置	模拟触发，声光报警醒目、清晰		
安全监控系统	12	视频监控	视频监控画面清晰、流畅无遮挡，连接稳定		
	13	数据监控	通信连接正常，数据无异常		
	14	语音对讲	吊笼内与监控中心语音对讲功能可靠		
	15	停启功能	监控中心停启功能灵敏、可靠		

吊 笼 门	16	紧急逃离门	应完好		
	17	吊笼顶部护栏	应完好		
	18	吊笼门	吊笼门工作正常		
	19	手动开启吊笼门	应配有专用的机械装置或工具手动打开吊 笼门		
	20	关门速度	若采用垂直滑动门，平均关闭速度不大于 0.3 m/s		
	21	防夹功能	关门受阻时，吊笼门应停止关闭并自动开门		
	22	与自动层门联动	吊笼到达指定楼层后，吊笼门能与自动层门联动		
	23	语音提示	开关门过程中应有语音提示		
	24	吊笼门开关控制装置	吊笼内设有在吊笼门开关过程中使吊笼门 停止和运行的控制装置		
安全保护系统	25	升降通道检测装置	升降通道检测装置灵敏、可靠		
	26	吊笼定位装置	吊笼定位装置失效检查可靠		
	27	关门到位检测装置	应设有开关门到位行程限制装置，关门到位检测装置灵敏、可靠，任意一个层门及吊笼门没有完全关闭时该吊笼不能运行		
检查结论：					
检查人签字：			检查日期： 年 月 日		

附录 B-5 智能施工升降机故障维修及保养记录表

工程名称		使用单位	
设备型号		备案登记号	
设备制造商		出厂编号	
时间	年 月 日 时 分		
序号	项目	故障原因	维修记录/保养记录
其他需要说明的内容：			
专业人员签名：		维修人员签名：	

附表 C-1 高层建筑智能施工集成装备安装前验收表

工程名称				
楼层位置		验收日期		
序号	检查项目	标准	检测方法	检查结果
1	锚固点混凝土强度	$\geq C15$ (爬升阶段) $\geq C20$ (作业阶段)	同条件试块 / 回弹检测	
2	锚固件垂直 / 水平偏差	$\pm 5\text{mm}$	吊线 / 钢卷尺	
3	锚固件与混凝土面垂直度	$\pm 2^\circ$	吊线	
4	构配件材质与完整性	钢材 $\geq Q235$, 无变形、裂纹	材质证明 + 外观检查	
5	构件焊接节点质量	焊缝高度 \geq 设计值 85%, 无夹渣、气孔、裂纹	目测	
6	地面拼装尺寸偏差	符合设计图纸要求	钢卷尺	
7	螺栓节点拧紧质量	拧紧力矩符合设计要求, 抽查比例 $\geq 10\%$, 合格率 100%	扭力扳手	
8	吊索具规格与完整性	吊索具规格符合方案要求	游标卡尺	
安装单位 (盖章): 意见:		施工单位 (盖章): 意见:	监理单位 (盖章): 意见:	
年 月 日		年 月 日	年 月 日	

附表 C-2 高层建筑智能施工集成装备安装/爬升完成后验收表

工程名称				
楼层位置		验收日期		
序号	检查项目	标准	检测方法	检查结果
1	锚固点	周边混凝土无裂纹, 安装符合设计要求, 螺栓无松动	扭力扳手、目测	
2	平台整体水平高差	±10mm	水准仪	
3	防雷装置	接地电阻≤4Ω	电阻测试仪	
4	防护系统完整性	护网间隙≤10mm, 脚手板距离结构距离≤150mm, 翻板密封	卷尺、目测	
5	架体组成构件	与方案一致	目测	
6	螺栓节点	拧紧力矩符合设计要求、螺杆露出螺母不小于 3 丝	扭力扳手、目测	
7	连接销轴	安装方式符合设计要求, 正确安装开口销或 R 型销	目测	
8	液压系统	油管无裂纹、损坏、变形、漏油等情况	目测	
9	其他			
安装单位(盖章): 意见: 年 月 日		施工单位(盖章): 意见: 年 月 日		监理单位(盖章): 意见: 年 月 日

附表 C-3 高层建筑智能施工集成装备爬升前验收表

工程名称				
楼层位置		验收日期		
序号	检查项目	标准	检测方法	检查结果
1	施工层锚固位置处混凝土强度	符合设计要求且 \geq C15	试块或回弹检测	
2	锚固件偏差	$\pm 5\text{mm}$	吊线/钢卷尺	
3	架体组成构件	与方案一致	目测	
4	螺栓节点	拧紧力矩符合设计要求、螺杆露出螺母不小于 3 丝	扭力扳手、目测	
5	连接销轴	安装方式符合设计要求, 正确安装开口销或 R 型销	目测	
6	液压系统	油温、油压、油量符合要求, 压力表、指示灯等运行正常	目测	
7	架体清理	无杂物堆放、建渣清理干净	目测	
8	作业面	进行警戒, 不允许其它人员作业与通行	目测	
9	其他			
安装单位(盖章): 意见: 年 月 日		施工单位(盖章): 意见: 年 月 日		监理单位(盖章): 意见: 年 月 日

附表 C-4 高层建筑智能施工集成装备拆除前验收表

工程名称				
楼层位置		验收日期		
序号	检查项目	标准	检测方法	检查结果
1	锚固点周边混凝土	无裂纹，预埋件无松动	目测	
2	锚固件	安装符合设计要求，无变形、锈蚀严重等，螺栓无松动	人工排查 + 扭矩抽检	
3	构配件完整性	无变形、裂纹	目测	
4	架体连接状态	螺栓松动率 $\leq 5\%$ ，无结构变形	人工排查 + 扭矩抽检	
5	作业环境条件	风速 $< 13.9\text{m/s}$ （6级风），无雨雪	气象监测	
6	吊索具规格与完整性	吊索具规格符合方案要求	游标卡尺	
7	架体清理	无杂物堆放、建渣清理干净	目测	
8	作业面	进行警戒，不允许其它人员作业与通行	目测	
9	其他			
安装单位（盖章）： 意见： 年 月 日		施工单位（盖章）： 意见： 年 月 日	监理单位（盖章）： 意见： 年 月 日	