

附件 4

智能装备（智能塔机）操作员 培训大纲和考核标准

1. 编制依据

本标准依据湖北省住建厅与人社厅《关于大力开展绿色智能建造产业领域职业技能培训工作的通知》（鄂建文〔2026〕8号）文件精神，参照绿色智能建造产业培训工种目录、塔式起重机自动驾驶系统应用技术规程要求，结合专业人才培养方案与岗位工作实际编制。

2. 范围

本文件规定了湖北省智能装备（智能塔机）操作员的职业技能培训大纲（以下简称培训大纲）和职业技能考核标准（以下简称考核标准）。

本文件适用于智能装备（智能塔机）操作员的职业技能培训、考核与评价。

3. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款，其最新版本适用于本文件。

T/SDJSXH 《塔式起重机自动驾驶系统应用技术规程》

GB/T 45163.1 起重机械智能化系统第 1 部分：术语和分级

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备第 1 部分：通用技术条件

GB/T 5226.32 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 6067.1 起重机械安全规程第 1 部分：总则

GB/T 6974.3 起重机术语第 3 部分：塔式起重机

4. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

4.1 智能装备（智能塔机）

集成激光雷达、AI 视觉识别、RTK 高精度定位、远程控制、自动避障等技术，依托 5G 网络实现信号实时传输，实现“远程操控+自动运行+现场值守”的智能化吊装设备，无需操作员现场登塔，通过远程控制台、现场手持仪（叫钩设备）协同配合完成吊装作业。

4.2 三种智能驾驶模式

自动驾驶模式：输入吊物参数、下发叫钩终点后，系统自主规划路径、完成吊装，操作员仅全程监护；

远程驾驶模式：远程操作台多画面可视化手动操控塔机，现场操作员辅助指引；

半自动驾驶（蚁速）模式：起吊、落吊阶段手持仪低速手动控制，空中转运由系统自动运行。

4.3 场地一键建图

依托塔机感知定位模块 360° 扫描作业场地，生成包含障碍物、吊装点位、禁入区的三维点云场地模型，为自动路径规划、自动避障提供数据支撑的标准化操作。

4.4 吊运任务

从下发吊装指令至吊物落地完整作业流程。

4.5 介入请求

系统检测风险后，提示操作员工接管设备。

4.6 接管

操作员获取塔机控制权限，手动干预吊装。

4.7 空间位置感知

雷达、视觉识别吊钩、吊物、场地三维坐标。

4.8 自动避障

系统识别障碍物自动减速、停机。

4.9 路径规划

根据场地、吊物尺寸生成安全行走路线。

4.10 防摇

设备启停控制吊物摆动幅度。

4.11 智能装备（智能塔机）操作员

受过专业培训，具备操作起重机械的必备条件与能力，监控起重机械运行状态，识别起重机械智能化系统发出的介入请求和明显与吊运任务相关的起重器械故障，并接管起重机械运行的人员。

5. 培训大纲

5.1 培训对象

职业院校在校学生和行业从业人员。行业从业人员需要持有建筑施工特种作业操作资格证（塔式起重机司机）。

5.2 培训要求

5.2.1 应按照本文件规定对智能装备（智能塔机）操作员开展标准化、系统化培训。

5.2.2 培训兼顾职业道德、安全法规、专业理论、设备实操、应急处置综合能力培养。

5.3 培训内容

围绕智能塔机全套智能操作流程，划分六大核心培训模块，覆盖理论、标定、实操、安全、故障、考核全内容：

培训模块	核心内容
智能塔机基础理论	1. 智能塔机定义、核心技术、五大系统组成； 2. 岗位划分（操作员、远程操作员、安全员）及岗位职责； 3. 三种智能驾驶模式定义、适用场景； 4. 行业规范、特种作业安全法律法规； 5. 手持仪一代、二代设备硬件结构、按键基础术语； 6. 智能塔机监视平台基础界面认知

培训模块	核心内容
场地标定与建图操作	1. 一键建图前置检查条件、清场规范； 2. 平台一键建图完整操作流程、模型核对与更新； 3. 吊物尺寸、载荷标准化录入规范； 4. 设备整机开机、停机、收工标准化工序； 5. 作业前整机、感知设备、手持仪自检项目
塔机多模式吊装实操	1. 自动驾驶（叫钩）全流程操作、终点下发、自动运行监护； 2. 远程驾驶操作台操控、人机协同配合要点； 3. 半自动驾驶蚁速起落钩档位控制、精准对位操作； 4. 一代/二代手持仪手动遥控吊钩、多轴联动操作；
手持终端专项操作	1. 一代手持仪电源、叫钩、急停、Fn、释放、蚁速等全部按键功能； 2. 二代手持摇杆、视频等分视图、地图模型切换操作； 3. 手持仪各类告警识别（GPS 弱、通讯故障等）
安全操作规范	1. 通用吊装安全准则、资质管理、作业环境风速管控标准； 2. 自动驾驶/远程/半自动驾驶分模式专项安全要求； 3. 手持仪操作安全红线、建图作业安全规范； 4. 吊具、钢丝绳、塔机结构日常检查标准； 5. 吊装作业人员防护、警戒区域管理要求
故障识别与应急处置	1. 常见设备故障分类：手持终端故障、建图故障、塔机不动作、通讯中断； 2. 五大典型应急场景处置：吊物晃动坠落风险、人员闯入、信号中断、设备故障、尺寸录入错误； 3. 紧急制动规范、停机排查、故障上报流程； 4. 故障排查基础方法、备用设备切换操作

5.4 培训学时安排

培训内容	学时安排
智能塔机基础理论	28 学时
场地标定与建图操作	12 学时
塔机多模式吊装实操	12 学时
手持终端专项操作	14 学时
安全操作规范	18 学时

培训内容	学时安排
故障识别与应急处置	6 学时
合计	90 学时

注：理论培训中，线上培训学时占比不超过总理论培训学时的 50%。

6. 考核标准

6.1 考核办法

6.1.1 考核方式

考核分为理论知识计算机闭卷考核、现场设备实操考核两部分。

6.1.2 考核要求

1. 理论知识计算机闭卷考核和现场设备实操考核均采用百分制；理论知识计算机闭卷考核达 60 分为合格，现场设备实操考核达 60 分为合格，两者均合格则整体考核合格。

2. 考核评价的结果分为合格、不合格，考核合格后颁发智能装备（智能塔机）操作员职业技能培训合格证书。

6.2 考核内容与权重

6.2.1 理论知识考核要点

6.2.1.1 职业道德与安全法规

遵纪守法，诚实信用，务实求真，团结协作。

6.2.1.2 专业基础知识

智能塔机基础：系统六大模块、激光雷达/AI 视觉/RTK 定位

技术原理、三种驾驶模式区别；

设备术语：吊运任务、介入请求、自动避障、防摇、自诊断、点位捕捉等专业名词定义；

场地建图知识：建图前置条件、模型更新要求、小车电量标准；

吊物管控：载荷限制、不规则吊物尺寸录入规则、吊物空中停留时限；

环境管控：作业允许风速上限 12 m/s，恶劣天气停工标准；

手持终端理论：一代/二代终端功能差异、告警故障识别、每月校准要求；

应急理论：所有突发场景优先急停、人员安全优先处置原则；

故障基础：手持无法开机、定位失败、叫钩塔机无动作、建图失败诱因。

6.2.2 实操技能考核要点

智能塔机值守职业实操技能要求表

职业技能模块	技能操作要求	考评占比/分
1. 设备开机、自检与场地一键建图	1. 完成塔上航插对接、地面控制柜、监控平台开机全套流程； 2. 逐项完成设备自检（急停、网络、雷达、风速、吊具）； 3. 规范执行一键建图前置清场、平台启动建模、三维模型核对、模型同步保存； 4. 场地变更后重新建图完整操作	20

职业技能模块	技能操作要求	考评占比/分
2. 吊物参数录入与自动驾驶（叫钩）操作	1. 精准测量并录入标准/不规则吊物长宽高、半径、绳长； 2. 手持仪定位成功后标准叫钩操作，下发终点指令； 3. 全程自动驾驶监护，识别系统预警，规范切换蚁速模式精准落钩； 4. 吊装完成释放控制权限的全流程	30
3. 手持终端手动遥控与模式切换	1. 熟练操作一代/二代手持仪蚁速手动控制，控制塔机变幅、回转、举升； 2. 地图选点、预设点位保存调用； 3. 一键开工、一键收工标准化操作	20
4. 安全规范执行与日常设备检查	1. 作业前警戒区域布置、人员隔离； 2. 塔机钢丝绳、吊具、感知设备、手持仪日常隐患排查； 3. 全程遵守吊装安全红线，无超速、超载、斜吊操作	20
5. 故障识别与现场应急处置	1. 模拟吊物晃动、人员闯入、信号中断、尺寸录入错误、设备异响 5 类场景； 2. 第一时间按下红色急停，规范完成停机、人员疏散、故障上报、隐患排查； 3. 故障消除后复位设备，重新启动作业流程。	10
合计	~	100