

T/JXEA

江西省工程师联合会团体标准

T/JXEA 239—2026

陶瓷行业智能工厂通用技术要求

General Technical Requirements for Smart Factories in the Ceramic Industry

（征求意见稿）

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

目 录

| | |
|-------------------|----|
| 前 言 | 3 |
| 引 言 | 4 |
| 1. 范 围 | 5 |
| 2. 规范性引用文件 | 5 |
| 3. 术语和定语 | 5 |
| 4. 基本架构要求 | 6 |
| 5. 智能装备配置 | 6 |
| 6. 感知网络部署 | 7 |
| 7. 工业网络建设 | 7 |
| 8. 数据资源管理 | 8 |
| 9. 工业软件应用 | 8 |
| 10. 智能生产管控 | 8 |
| 11. 质量智能管控 | 9 |
| 12. 智能物流调度 | 10 |
| 13. 能源智能管理 | 11 |
| 14. 安全防护体系 | 13 |
| 15. 运维服务规范 | 14 |
| 16. 人员能力要求 | 16 |
| 17. 评价与持续改进 | 18 |

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江西省工程师联合会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引言

在“工业 4.0”浪潮席卷全球与制造业向智能化、数字化转型的宏大背景下，陶瓷行业作为传统制造业的重要支柱，正面临着前所未有的机遇与挑战。陶瓷生产具有工艺流程冗长、热工制度复杂、多变量耦合干扰等显著特点，传统依赖人工经验与离散自动化设备的生产模式，在应对日益严苛的产品质量要求、不断攀升的能源与人力成本以及高度个性化的市场需求时，已逐渐显露出效率瓶颈与发展局限。

智能工厂建设通过深度融合新一代信息技术、工业自动化技术与人工智能算法，能够打破传统生产环节的数据孤岛，实现从原料制备、成型烧成到分选包装的全流程自动化、数字化与智能化管控。这不仅是提升陶瓷企业生产效率、稳定产品品质、降低综合运营成本的必由之路，更是重塑企业核心竞争力、实现高质量发展的关键举措。

为了科学、有序地引导陶瓷行业智能工厂的建设与运营，填补行业在顶层设计与技术规范上的空白，特制定本标准。本标准立足于我国陶瓷产业的实际发展现状，在深入调研企业迫切需求、广泛吸纳国内外先进智能制造经验及相关标准规范的基础上编制而成。标准全面涵盖了智能工厂的总体架构设计、关键设备设施要求、工业数据全生命周期管理、生产过程智能控制以及质量在线保障等核心技术环节，旨在为陶瓷企业提供一套系统、通用且具有高度实操性的技术指南。本标准的发布与实施，将有力推动我国陶瓷行业加速向高端化、智能化、绿色化方向转型升级，为行业的可持续繁荣注入强劲的科技动力。

陶瓷行业智能工厂通用技术要求

1. 范围

本文件规定了陶瓷行业智能工厂在规划、建设、运行及评价等方面的通用技术要求。在规划阶段，涵盖智能工厂的整体布局、工艺流程设计、设备选型与配置等内容，强调依据陶瓷生产特点进行科学规划，以实现高效生产与资源优化。建设过程中，对建筑结构、自动化生产线搭建、信息化系统集成等关键环节提出技术规范，确保工厂具备智能化运行的基础条件。运行环节，涉及生产过程的自动化控制、质量检测与追溯、能源管理等方面的要求，保障生产的稳定性与产品质量。评价方面，制定了针对智能工厂的综合评价指标体系，包括生产效率、智能化水平、绿色环保等维度。本文件适用于各类陶瓷生产企业的智能工厂，包括建筑陶瓷、日用陶瓷、艺术陶瓷等不同领域的智能工厂规划、建设、运行及评价工作。同时，也为相关的设计单位、施工企业、设备供应商以及行业监管部门等在陶瓷行业智能工厂的相关活动中提供技术依据和参考标准。

2. 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。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 26282-2010 工业企业信息化集成系统规范
GB/T 33173-2016 智能制造 术语
GB/T 34066-2017 智能工厂 通用技术要求
GB/T 36113-2018 智能制造 评价指标体系建设指南
GB/T 39116-2020 智能制造 能力成熟度模型
JC/T 2199-2013 建筑陶瓷工业节能设计规范

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

1 陶瓷智能工厂

运用物联网、大数据、人工智能等技术，实现生产自动化、管理智能化的陶瓷生产场所。

2 智能生产设备

具备自动化、智能化功能，可完成陶瓷生产特定工序的设备。

3 数据采集与监控系统

实时收集陶瓷生产数据，并对生产过程进行监控的系统。

4 智能仓储物流

利用自动化设备和信息技术，实现陶瓷产品存储、运输智能化的体系。

5 质量追溯系统

对陶瓷产品生产全过程信息进行记录和查询，实现质量追溯的系统。

6 生产管理系统

对陶瓷生产计划、调度、质量等进行全面管理的软件系统。

4. 基本架构要求

规定陶瓷智能工厂分层架构及各层级核心功能定位 遵循 GB/T 39116-2020 智能制造标准体系框架

4.1 设备层

部署传感器、执行器等硬件设备 实现生产数据采集与动作执行

4.2 控制层

配置 PLC、DCS 等控制系统 完成单设备或单元的实时控制与调节

4.3 车间层

搭建 MES 系统模块 实现生产计划调度、质量管控与物料跟踪

4.4 工厂层

构建 ERP、BI 决策平台 完成全工厂资源配置与经营决策管理

4.5 协同层

对接供应链与客户系统 实现跨企业数据交互与业务协同

各层级间采用标准化通信协议 确保数据流转与功能协同的一致性

架构设计需满足可扩展性 适配陶瓷生产多品种小批量的柔性生产需求

分层架构应预留接口 支持后续智能技术的集成与升级

5. 智能装备配置

规范陶瓷生产关键设备智能化改造与标配选型要求 覆盖原料制备、成型、烧结、质检全流程

5.1 原料制备设备

标配智能配料秤、球磨机在线监测系统 实现配料精度与球磨效率的自动优化

5.2 成型设备

配置智能液压压砖机、机械手上下料系统 满足不同规格砖坯的成型需求

5.3 烧结设备

升级智能辊道窑 配置窑温自动调节系统、烟气在线监测装置 实现烧结工艺参数闭环控制

5.4 质检设备

部署智能视觉检测系统、重量分选设备 完成砖坯外观缺陷与尺寸精度的自动检测

老旧设备改造需满足智能化改造标准 加装数据采集模块与远程控制接口

装备选型需符合 GB/T 25676-2010 陶瓷机械通用技术条件 确保设备稳定性与兼容性

6. 感知网络部署

规定生产数据采集传感器、识别设备的部署与应用标准 实现全生产流程的数据覆盖

6.1 传感器部署

在原料仓、球磨机、辊道窑、包装机等关键设备部署温度、压力、流量、振动传感器 采集频率不低于 1 次/秒

6.2 识别设备

配置 RFID 标签、二维码识别装置 实现物料批次、砖坯编号的自动识别与跟踪

6.3 网络架构

采用有线与无线结合的感知网络 关键设备采用有线以太网传输 移动设备采用 5G/Wi-Fi 6 无线传输

6.4 数据传输安全

部署数据加密网关 对采集的生产数据进行加密传输 防止数据泄露与篡改

部署规范需满足 GB 50311-2016 综合布线系统工程设计规范 确保感知网络的稳定性与可靠性

7. 工业网络建设

要求工厂内部工业互联网、5G 等网络的建设与运维规范 保障生产数据的高效稳定传输

7.1 工业互联网平台

搭建企业级工业互联网平台 支持多协议接入、数据存储与分析功能 对接各层级生产系统

7.2 5G 专网建设

部署 5G 独立专网 满足移动设备、AGV 机器人的低时延数据传输需求 时延不超过 10ms

7.3 网络运维

建立网络运维监控系统 实时监测网络带宽、丢包率、时延等指标 自动告警网络异常

7.4 带宽配置

核心网络带宽不低于 10Gbps 车间级网络带宽不低于 1Gbps 满足高清视频与大数据传输需求

7.5 网络安全

部署防火墙、入侵检测系统 实现网络边界防护与异常流量监测 符合等保 2.0 三级要求

表 1 网络安全与边界防护规范

| 建设模块 | 核心配置要求 | 技术与实施规范 |
|--------|-----------------|--|
| 安全防护体系 | 部署防火墙、入侵检测系统 | 在 IT/OT 边界部署工业防火墙，识别管控各类工业协议，防范异常流量与外部攻击 |
| 合规等级要求 | 符合 等保 2.0 三级 要求 | 落实网络分段（VLAN）、访问控制、数据加密等措施，通过国家等级保护测评 |

8. 数据资源管理

明确生产数据的采集、存储、治理及共享应用的要求 实现数据资产化管理

8.1 数据采集

统一数据采集标准 覆盖生产、设备、质量、能耗等全维度数据 确保数据的完整性与准确性

8.2 数据存储

采用分布式存储系统 按数据类型与访问频率分级存储 生产实时数据存储周期不低于 1 年 历史数据存储周期不低于 5 年

8.3 数据治理

建立数据治理体系 制定数据标准、数据质量规则、数据安全策略 定期开展数据质量检查

8.4 数据共享

搭建数据共享平台 按角色权限开放数据接口 支持跨部门、跨系统的数据共享与应用

8.5 数据安全

部署数据加密、脱敏、备份机制 防止数据泄露与丢失 符合《数据安全法》相关要求

9. 工业软件应用

规范 ERP、MES、PLM 等工业软件在陶瓷工厂的适配应用 提升生产管理效率与决策水平

9.1 ERP 系统

适配陶瓷生产特点 实现采购、库存、销售、财务的一体化管理 支持多工厂、多产品线的业务协同

9.2 MES 系统

覆盖生产计划、调度、质量、物料、设备等全生产管理模块 实现生产过程的可视化与可控化

9.3 PLM 系统

管理产品全生命周期数据 包括产品设计、工艺规划、配方管理等 支持新产品快速开发

9.4 WMS 系统

配置智能仓储管理系统 实现原材料、成品的自动入库、出库与库存盘点 准确率不低于 99.9%

软件适配需满足陶瓷行业业务场景 避免通用软件的水土不服问题 软件供应商需提供本地化技术支持

10. 智能生产管控

规定生产计划、调度、过程控制的智能化运行机制 实现陶瓷生产的高效、柔性、精准管控

10.1 生产计划

基于订单需求、库存水平、设备产能生成智能生产计划 自动调整计划优先级与排产顺序

10.2 生产调度

采用智能调度算法 实时平衡设备负荷、物料供应与人员安排 自动处理生产异常与订单变更

10.3 过程控制

搭建智能过程控制系统 基于工艺参数模型实现烧结、成型等关键工序的自动优化与闭环控制

10.4 质量管控

部署智能质量检测与预警系统 自动识别产品缺陷 生成质量分析报告 实现质量问题的快速追溯

10.5 异常处理

建立生产异常智能预警机制 自动识别设备故障、物料短缺等异常情况 自动触发应急预案与通知相关人员

11. 质量智能管控

质量智能管控涵盖在线质量检测、数据分析及异常预警的全流程管理，通过数字化手段实现陶瓷产品质量的实时管控与精准追溯。

在线质量检测参数

11.1 陶瓷坯体含水率在线检测

精度 $\pm 0.2\%$ ，采样频率 1 次/分钟；

11.2 釉面厚度在线检测

检测范围 0.1mm-2.0mm，误差 $\leq \pm 0.05\text{mm}$ ；

11.3 烧成温度实时监测

测温点覆盖窑炉各区段，精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；

11.4 缺陷自动识别

采用机器视觉系统，识别率 $\geq 98\%$ ，涵盖针孔、斑点、变形等 12 类常见缺陷；

11.5 在线尺寸检测

对陶瓷制品的长宽高、孔径等参数进行 100%全检，精度 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

数据分析与异常预警

11.6 质量数据实时采集

对接生产设备 PLC 系统，每分钟上传 1 次检测数据；

11.7 质量趋势分析

采用移动平均算法，提前 2 小时预判质量波动风险；

11.8 异常阈值设定

根据历史数据设定单品种类缺陷率阈值，超出阈值自动触发声光预警；

11.9 质量追溯体系

关联生产批次、设备参数、原材料批次，实现质量问题全链路追溯；

11.10 质量报告生成

每日自动生成质量分析报告，包含合格率、缺陷类型占比等 18 项指标。

检测设备校准

在线检测设备每日进行零点校准，每周进行标准件校准；

机器视觉系统每月进行分辨率校准，确保识别精度符合要求；
温度检测传感器每季度进行计量校准，校准证书有效期不超过 1 年；
校准数据上传至质量管理体系，形成校准档案留存至少 3 年。

异常处理流程

发现质量异常时，系统自动锁定对应生产批次的半成品；
质量管控人员在 5 分钟内收到预警信息，需在 30 分钟内完成异常原因排查；
制定临时整改措施并实施，同时暂停对应生产线的连续生产；
整改完成后需进行 3 次连续检测验证，合格后方可恢复正常生产。

质量数据管理

所有质量检测数据存储周期不低于 5 年，支持按批次、时间、设备维度查询；
建立质量数据库，累计存储不少于 10 万条历史检测数据用于模型训练；
定期对质量数据进行挖掘分析，优化生产工艺参数；
质量数据加密存储，仅授权人员可访问，确保数据安全性。

12. 智能物流调度

智能物流调度规范原材料、半成品及成品的仓储、搬运与配送全流程，通过物联网与调度系统实现物流环节的精准管控与高效协同。

仓储管理规范

12.1 原材料仓储

陶瓷原料采用密闭料仓存储，料仓配备温湿度监测装置，温湿度控制范围为温度 15℃-25℃、湿度 40%-60%；

12.2 半成品仓储

设置专用周转区，采用 RFID 标签进行批次管理，存储周期不超过 72 小时；

12.3 成品仓储

按照产品类型分区存放，货架高度不超过 8m，配备自动存取系统（AS/RS），存取效率≥120 次/小时；

12.4 仓储库存预警

设置安全库存阈值，当库存低于阈值时自动触发补货提醒，预警准确率≥95%。

搬运作业规范

12.5 原材料搬运

采用密闭式皮带输送机或自动导引车（AGV），搬运过程中避免原料撒漏；

12.6 半成品搬运

采用专用周转箱和液压搬运车，周转箱承载量不超过 500kg；

12.7 成品搬运

采用电动托盘车或自动化输送线，搬运过程中避免磕碰导致产品损坏；

12.8 搬运设备调度

通过 WMS 系统实时分配搬运任务，设备利用率提升至 85%以上。

配送调度管理

12.9 生产配送

按照生产计划提前 2 小时配送原材料至对应工位，配送误差不超过±10 分钟；

12.10 成品配送

根据订单信息自动规划配送路线，配送车辆配备 GPS 定位系统，实时跟踪运输状态；

12.11 跨车间配送

采用环形输送线实现车间间物料流转，流转效率提升 40%以上；

12.12 配送任务优化

采用遗传算法优化配送路径，降低物流成本≥15%。

物流数据管理

12.13 物流数据实时采集

对接仓储、搬运、配送设备，每分钟上传 1 次运行数据；

12.14 物流成本分析

每月统计物流费用，包含运输、仓储、人工等成本，形成成本分析报告；

12.15 物流效率评估

统计设备利用率、订单响应时效、库存周转率等指标，每月生成评估报告；

12.16 物流档案留存

所有物流作业数据存储周期不低于 3 年，支持追溯每一次物流作业详情。

应急调度机制

突发订单时，启动应急配送预案，优先保障核心订单的物料供应；

设备故障时，自动切换备用搬运设备，确保生产流程不中断；

库存不足时，联动供应商启动紧急补货流程，补货响应时间不超过 4 小时；

建立应急物流储备库，储备不少于 3 天的常用原材料库存。

13. 能源智能管理

能源智能管理规定能耗监测、优化调度及节能降耗的智能管理要求，通过能源管理系统实现陶瓷工厂能源消耗的精准管控与高效利用。

能耗监测体系

13.1 能源计量器具配置

按照 GB/T 17167 要求配置一级、二级、三级计量仪表，覆盖率 100%；

13.2 窑炉能耗监测

在窑炉的燃气、空气、电力等入口设置计量点，实时采集能耗数据，采样频率 1 次/秒；

13.3 动力设备能耗监测

对空压机、水泵、风机等设备的用电量进行实时监测，精度 $\pm 0.5\%$ ；

13.4 能耗数据上传

所有能耗数据实时上传至能源管理系统，上传延迟不超过 5 秒；

13.5 能耗数据展示

通过可视化界面展示各车间、设备的实时能耗情况，支持按日、周、月维度查询。

能耗优化调度

13.6 窑炉温度优化

采用模糊控制算法，根据产品类型自动调整窑炉各区段温度，降低能耗 $\geq 8\%$ ；

13.7 空燃比优化

实时监测窑炉内氧气含量，自动调整燃气与空气的配比，确保燃烧效率 $\geq 95\%$ ；

13.8 设备负载调度

根据生产计划调整空压机、水泵等设备的运行台数，实现负载均衡，降低空载能耗 $\geq 10\%$ ；

13.9 错峰用电调度

根据电网峰谷电价，将非紧急生产任务安排在谷段进行，降低用电成本 $\geq 12\%$ 。

节能降耗措施

13.10 余热回收利用

在窑炉排烟口设置余热回收装置，回收余热用于原料烘干或生活热水，余热回收率 $\geq 60\%$ ；

13.11 照明节能改造

采用 LED 照明灯具，搭配人体感应开关，照明能耗降低 $\geq 40\%$ ；

13.12 设备节能改造

对老旧电机更换为高效节能电机，电机效率提升至 IE3 及以上标准；

13.13 蒸汽冷凝水回收

回收蒸汽系统的冷凝水，回收率 $\geq 85\%$ ，用于原料制备环节。

能耗分析与预警

13.14 能耗数据分析

每日对各车间能耗数据进行分析，对比历史数据找出能耗异常点；

13.15 能耗阈值设定

根据不同产品的能耗定额，设定单批次产品能耗阈值，超出阈值自动预警；

13.16 节能效果评估

每月统计节能降耗成果，形成节能分析报告，对比上月能耗降低率；

13.17 能源成本核算

自动核算每日、每月的能源成本，生成成本核算报表，为成本管控提供依据。

能源管理系统运维

能源计量仪表每半年进行一次校准，确保计量精度符合要求；

能源管理系统每周进行一次数据备份，备份数据存储周期不低于 1 年；

系统每月进行一次版本更新，优化能耗分析算法；

建立能源管理台账，记录每日能耗数据、节能措施实施情况等内容。

14. 安全防护体系

安全防护体系明确工业控制系统、数据安全及网络安全的防护标准，通过多层级防护措施保障陶瓷智能工厂的生产安全与数据安全。

工业控制系统防护

14.1 PLC 程序权限管理

设置三级权限，分别为管理员、工程师、操作人员，不同权限对应不同操作权限；

14.2 控制系统隔离

采用工业防火墙将生产控制系统与办公网络进行物理隔离，阻断非法访问；

14.3 控制指令加密

对 PLC 与设备之间的控制指令进行 AES 加密，加密长度不低于 256 位；

14.4 异常指令拦截

设置入侵检测系统（IDS），拦截非法控制指令，拦截率 $\geq 99\%$ ；

14.5 控制系统备份

每日对 PLC 程序进行备份，备份数据存储在线性介质中，恢复时间不超过 30 分钟。

数据安全防护

14.6 数据分类分级

按照数据重要程度分为公开、内部、敏感、核心四个等级，实施分级管理；

14.7 数据加密存储

对核心生产数据、用户数据采用 RSA 加密算法加密存储，加密长度不低于 2048 位；

14.8 数据备份机制

建立本地备份与异地备份双重备份机制，备份频率不低于每日一次；

14.9 数据访问审计

记录所有数据访问操作，审计日志留存周期不低于 6 个月，支持溯源查询；

14.10 数据脱敏处理

对外提供数据时，对敏感信息进行脱敏处理，避免信息泄露。

网络安全防护

14.11 网络架构划分

将工厂网络分为生产控制区、管理区、外网区三个区域，实施区域隔离；

14.12 边界防护

在各网络边界部署下一代防火墙，配置访问控制列表（ACL），仅允许授权流量通过；

14.13 入侵防御系统（IPS）

在核心交换机部署 IPS 系统，实时监测并阻断网络攻击行为；

14.14 VPN 远程访问

允许授权人员通过 VPN 远程访问系统，采用双因素认证方式；

14.15 网络安全巡检

每周进行一次网络安全巡检，检查防火墙规则、入侵检测日志等内容。

安全事件响应

14.16 安全事件预警

当检测到异常网络流量、非法访问行为时，系统自动触发预警信息；

14.17 应急响应流程

发现安全事件后，10 分钟内启动应急响应预案，采取隔离、阻断等措施；

14.18 安全事件调查

成立应急调查组，在 24 小时内完成事件原因分析，形成调查报告；

14.19 整改措施落实

根据调查报告制定整改措施，在 72 小时内完成整改并验证；

14.20 安全事件培训

每季度组织一次安全培训，提升人员安全防护意识。

安全合规性检查

每年进行一次等保 2.0 三级测评，确保符合网络安全等级保护要求；

每半年进行一次工业控制系统安全评估，排查系统安全漏洞；

定期检查安全防护设备的运行状态，确保防护规则生效效率 100%；

建立安全合规档案，记录所有安全检查、测评、整改的相关资料。

15. 运维服务规范

运维服务规范制定智能工厂设备、系统的运维与故障处理规范，通过标准化运维流程保障设备稳定运行与系统高效可用。

设备运维管理

15.1 设备巡检计划

制定每日、每周、每月巡检计划，明确巡检内容、巡检周期、巡检标准；

15.2 巡检数据采集

采用手持终端采集巡检数据，实时上传至运维管理系统，数据上传延迟不超过 1 分钟；

15.3 设备润滑管理

按照设备润滑手册制定润滑计划，明确润滑部位、润滑周期、润滑油型号；

15.4 设备预防性维护

根据设备运行时间和状态监测数据，制定预防性维护计划，维护完成率 $\geq 98\%$ ；

15.5 设备运维档案

建立每台设备的运维档案，记录维护、更换、维修等内容，留存周期不低于设备全生命周期。

系统运维管理

15.6 系统巡检计划

每日对生产系统、能源管理系统、物流调度系统等进行巡检，检查系统运行状态；

15.7 系统数据备份

每日对系统数据进行备份，备份数据存储在异地服务器，备份成功率 $\geq 99.9\%$ ；

15.8 系统版本更新

每月对系统进行一次版本更新，修复已知漏洞并优化系统功能；

15.9 系统性能监测

实时监测系统 CPU、内存、磁盘 I/O 等性能指标，当利用率超过 80%时触发预警；

15.10 系统故障排查

建立系统故障知识库，包含常见故障的排查方法、解决方案，提升故障处理效率。

故障处理流程

15.11 故障上报

设备或系统出现故障时，运维人员通过运维平台上报故障信息，包含故障时间、故障现象、设备编号；

15.12 故障分级

按照故障影响程度分为一般故障、严重故障、致命故障三个等级；

15.13 故障响应

一般故障响应时间不超过 30 分钟，严重故障不超过 15 分钟，致命故障不超过 5 分钟；

15.14 故障修复

根据故障类型制定修复方案，一般故障修复时间不超过 2 小时，严重故障不超过 4 小时，致命故障不超过 1 小时；

15.15 故障验证

修复完成后进行 3 次连续测试，确认故障完全解决后方可恢复生产。

备品备件管理

15.16 备品备件分类

按照设备类型、备件重要程度分为常用备件、关键备件、核心备件；

15.17 备品备件库存

设置专用备品备件仓库，库存周转率不低于 6 次/年；

15.18 备件采购计划

根据库存情况和设备运行数据，制定备件采购计划，采购响应时间不超过 7 天；

15.19 备件入库检验

备件入库前进行质量检验，检验合格率 $\geq 99\%$ ；

15.20 备件领用管理

建立备件领用台账，记录领用时间、领用数量、领用人员等信息。

运维人员管理

15.21 运维人员资质

要求运维人员具备相应的设备操作证书和系统运维证书，持证上岗率 100%；

15.22 运维培训

每月组织一次运维技能培训，培训内容包括设备原理、系统操作、故障处理等；

15.23 运维考核

建立运维考核机制，考核内容包括故障处理时效、设备完好率、系统可用性等指标；

15.24 运维手册

制定详细的运维手册，包含设备运维流程、系统操作指南、故障处理方案等内容，方便运维人员查阅。

16. 人员能力要求

人员能力要求规定相关岗位人员的智能化技能与培训考核要求，通过系统化培训提升人员的智能化操作与管理能力。

岗位分类与能力标准

16.1 生产操作岗位

掌握智能生产设备操作技能，熟悉 PLC 控制系统操作，具备基础故障排查能力；

16.2 质量管控岗位

掌握在线质量检测设备的操作与数据分析技能，熟悉机器视觉系统的使用方法；

16.3 物流调度岗位

掌握 WMS 系统、AGV 调度系统的操作技能，具备物流路径优化的基础能力；

16.4 设备运维岗位

掌握工业设备的维修与维护技能，熟悉工业控制系统的故障排查方法；

16.5 能源管理岗位

掌握能源管理系统的操作技能，具备能耗分析与节能优化的基础能力。

培训体系建设

16.6 新员工入职培训

培训周期不低于 15 天，内容包含工厂概况、安全规范、岗位基本技能等；

16.7 岗位技能培训

每月组织一次岗位技能培训，培训内容包括智能化设备操作、系统使用等；

16.8 进阶培训

每季度组织一次进阶培训，培训内容包括数据分析、工艺优化、故障处理等；

16.9 外部培训

每年组织不少于 2 次的外部培训，邀请行业专家进行智能化技术讲解；

16.10 培训考核

每次培训结束后进行考核，考核合格率 $\geq 90\%$ ，不合格人员需重新培训。

考核机制建立

16.11 日常考核

每日对岗位人员的操作规范、任务完成情况进行考核，考核结果与绩效挂钩；

16.12 月度考核

每月对岗位人员的技能水平、工作质量、安全合规性等进行考核；

16.13 年度考核

每年对岗位人员的综合能力进行考核，考核内容包括技能提升、创新成果等；

16.14 考核结果应用

考核优秀人员给予奖励，考核不合格人员进行培训或调岗；

16.15 技能等级认证

建立技能等级认证体系，分为初级、中级、高级三个等级，认证合格人员颁发证书。

智能化技能要求

16.16 智能设备操作

掌握至少 2 种智能生产设备操作技能，操作正确率 $\geq 98\%$ ；

16.17 系统操作

掌握至少 1 套工厂智能化系统的操作技能，如 MES、WMS、能源管理系统等；

16.18 数据分析

具备基础数据分析能力，能够使用 Excel、Python 等工具进行数据处理与分析；

16.19 故障排查

能够独立排查常见的设备故障与系统故障，故障排查时效提升 $\geq 30\%$ ；

16.20 工艺优化

能够根据生产数据提出工艺优化建议，助力产品质量提升与能耗降低。

人员资质管理

16.21 岗位资质证书

所有岗位人员需持有对应的岗位资质证书，证书有效期不超过 3 年；

16.22 资质复审

每三年组织一次资质复审，复审内容包含技能考核、安全考核等；

16.23 资质档案

建立人员资质档案，记录培训、考核、认证等信息，留存周期不低于个人职业生涯周期；

16.24 安全资质

所有人员需持有安全培训合格证书，每季度进行一次安全资质复训。

17. 评价与持续改进

评价与持续改进明确智能工厂的绩效评价指标及持续改进的实施机制，通过系统化评价与改进机制提升工厂的运营效率与管理水平。

绩效评价指标体系

17.1 生产效率指标

设备综合效率（OEE） $\geq 85\%$ ，生产计划完成率 $\geq 95\%$ ，人均产值 ≥ 50 万元/年；

17.2 产品质量指标

产品合格率 $\geq 98\%$ ，质量缺陷率 $\leq 0.5\%$ ，客户投诉率 $\leq 0.3\%$ ；

17.3 能源消耗指标

单位产品能耗 ≤ 0.8 吨标准煤/万元产值，能耗降低率 $\geq 8\%$ /年；

17.4 物流效率指标

库存周转率 ≥ 6 次/年，物流成本占比 $\leq 8\%$ ，订单配送准时率 $\geq 98\%$ ；

17.5 安全指标

千人负伤率 $\leq 0.5\%$ ，安全事故发生率为 0，安全合规率 100%。

评价周期与方式

17.6 日常评价

每日对生产、质量、能耗等指标进行监测与统计，形成每日评价报告；

17.7 月度评价

每月对各项绩效指标进行汇总分析，形成月度评价报告，对比上月指标变化；

17.8 季度评价

每季度对工厂的运营情况进行全面评价，包含设备运行、人员管理、安全防护等内容；

17.9 年度评价

每年对工厂的整体绩效进行评价，形成年度评价报告，对比年度目标完成情况；

17.10 第三方评价

每两年组织一次第三方评价，邀请行业专家进行全面评估。

持续改进机制

17.11 改进项目立项

根据评价结果确定改进项目，明确项目目标、责任人、完成时限；

17.12 改进方案制定

针对改进项目制定详细的改进方案，包含改进措施、资源需求、预期效果等；

17.13 改进措施实施

按照改进方案组织实施改进措施，实施过程中进行跟踪与监督；

17.14 改进效果验证

改进完成后进行效果验证，对比改进前后的指标变化，验证改进效果；

17.15 改进成果固化

将有效的改进措施纳入标准体系，形成标准化作业文件，持续推广应用。

问题闭环管理

17.16 问题收集

通过生产系统、质量系统、员工反馈等渠道收集工厂运营中的问题；

17.17 问题分类

按照问题类型分为生产问题、质量问题、设备问题、管理问题等；

17.18 问题处理

建立问题处理台账，明确问题责任人、处理时限、处理措施；

17.19 问题跟踪

跟踪问题处理进度，确保问题在规定时限内解决；

17.20 问题复盘

对已解决的问题进行复盘，分析问题产生的根本原因，制定预防措施。

评价结果应用

17.21 绩效奖金分配

将绩效评价结果与员工绩效奖金挂钩，奖金分配向高绩效岗位倾斜；

17.22 岗位调整

根据年度评价结果，对绩效不达标的岗位人员进行调整或培训；

17.23 资源配置优化

根据评价结果优化资源配置，加大对高绩效、高潜力项目的投入；

17.24 管理体系优化

根据评价结果优化工厂的管理流程与制度，提升整体管理水平；

17.25 持续改进规划

根据年度评价结果制定下一年度的改进目标与计划，明确改进方向与重点。