

团体标准

T/SAQ 0003—XXXX

代替 T/SAQ 0003-2023

高端装备智能制造生产现场管理实施指南

High-end equipment intelligent manufacturing production field management
implementation guide

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

上海市质量协会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 原则 2

 5.1 总则 2

 5.2 风险可控 2

 5.3 现场管理 2

 5.4 过程检查 2

 5.5 持续改进 2

6 目标与导向 3

 6.1 管理目标 3

 6.2 管理导向 3

7 管理要求 4

 7.1 推进要素 4

 7.2 管理过程 5

 7.3 管理结果 11

附录 A（资料性） 高端装备智能制造生产现场管理评价指标体系 13

附录 B（资料性） 高端装备智能制造生产现场管理关键结果指标 18

参考文献 21

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。

本文件由上海市质量协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

首期承诺执行单位：



上海市质量协会
SHANGHAI ASSOCIATION FOR QUALITY

引 言

本文件版权归上海市质量协会所有。除非另有规定或仅为了本文件的实施所需，否则未经事先书面授权，不得以任何形式或以任何方式（电子或机械方式）复制引用本文件，包括影印或发布在互联网或内联网上。可通过以下联系方式申请授权：

邮箱：saq_tb@saq.org.cn

网址：www.saq.org.cn



上海市质量协会
SHANGHAI ASSOCIATION FOR QUALITY

高端装备智能制造生产现场管理实施指南

1 范围

本文件规定了高端装备智能制造生产现场管理的原则、目标与导向，管理要求相关的推进要素、管理过程与管理结果。

本文件适用智能制造装备产业、航空航天装备产业、轨道交通装备产业、海洋工程装备产业、新能源装备产业、汽车装备行业、卫星及应用产业等高端装备智能制造生产现场管理及规划。

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 19000 质量管理体系基础和术语
GB/Z 19579 卓越绩效评价准则实施指南
GB/T 29590 企业现场管理准则
GB/T 37393 数字化车间 通用技术要求
GB/T 39116 智能制造能力成熟度模型
GB/T 39117 智能制造能力成熟度评估方法
GB/T 40647 智能制造 系统架构
GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南
T/CAMS 182 智能制造效能通用评测方法
T/SAQ 0004 现场管理评价实施指南
T/SAQ 0005 现场管理创新成果评价指南

3 术语和定义

GB/T 19000、GB/Z 19579、GB/T 29590、GB/T 37393、GB/T 39116、GB/T 39117、GB/T 40647、GB/T 45001、T/CAMS 182界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高端装备 high-end equipment

指具备“技术含量高、附加值高、居产业链核心”三个典型特征的装备，既包括传统制造业的高端部分，也包括新兴产业的高端部分。

3.2

智能制造 intelligent manufacturing

将物联网、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术与设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节融合，具有信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行等功能的先进制造过程、系统与模式的总称。

3.3

现场管理 field management

对现场进行的计划、组织、指挥、协调、控制和改进的活动。

[来源：GB/T 29590—2013，3.2]

3.4

数据包 data package

指产品在设计、生产、试验和交付等研制生产环节中形成的各类文件、记录等数据信息的集合。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI: 人工智能 (Artificial Intelligence)

ANDON: 安灯系统 (Andon System)

APS: 高级计划与排程 (Advanced Planning and Scheduling)

CQAs: 关键质量属性 (Critical Quality Attributes)

LIMS: 实验室信息管理系统 (Laboratory Information Management System)

MES: 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

MOM: 制造运营管理 (Manufacturing Operation Management)

MTBF: 平均失效间隔工作时间 (Mean Time Between Failure)

MTTF: 平均失效前工作时间 (Mean Time To Failure)

MTTR: 平均修复时间 (Mean Time To Repair)

PAT: 过程分析技术 (Process Analytical Technology)

PDCA: 计划-执行-检查-处理 (Plan-Do-Check-Act)

PDM: 产品数据管理 (Product Data Management)

PFMEA: 过程失效模式及后果分析 (Process Failure Mode and Effects Analysis)

QMS: 质量管理体系 (Quality Management System)

RFID: 射频识别技术 (Radio Frequency Identification)

SCADA: 监控与数据采集系统 (Supervisory Control And Data Acquisition)

WMS: 仓储管理系统 (Warehouse Management System)

5 原则

5.1 总则

践行制造强国战略,贯彻《制造业可靠性提升实施意见》等法律法规政策,按照高端装备生产质量管理的PDCA循环,系统辨识高端装备智能制造生产现场管理的内外部相关方需求,系统策划质量保证、安全合规、绿色节能、效率效益等生产现场管理目标、指标,遵循风险可控、现场管理、过程检查、持续改进的原则。

5.2 风险可控

在智能制造环境中,识别潜在的风险并采取有效的预防措施。基于风险管理,建立产品全生命周期的风险控制体系,运用风险评估工具和技术识别风险因素、制定应对策略,优先防控CQAs等相关风险。

5.3 现场管理

按照明确的生产现场进行系统策划,识别现场管理的具体环节、资源和要求,运用标准化、精益化、数字化、智能化等科学管理工具和手段,实施人员、设施设备、物料、技术方法、环境、能源、数据、测量等方面生产过程控制措施,实现安全、高效、人本、精益的现场管理过程,持续提升高端装备智能制造能力。

5.4 过程检查

5.4.1 识别智能制造生产现场需要监测和检查的关键过程,明确检查的内容、方法、频次和判定准则,制定详细的监查计划,制定全面完整的现场过程监测和检查流程,确保监测和检查工作有效、高效开展。

5.4.2 明确各职能部门和人员在过程检查中的职责和权限,建立检查工作协调机制,加强检查人员培训,提高过程检查的准确性和合规性。

5.4.3 建立异常情况快速响应机制,规定异常情况控制以及处置的流程、方法和职责,确保生产异常情况得到及时有效的控制和处置,形成相应的预防措施,保障产品的质量安全。

5.4.4 使用传感器、物联网和AI等技术提升过程检查的正确性和实时响应能力,如通过集成视觉、力觉等传感器实时检测位姿偏差,实现机器人在线纠偏;基于增量学习机制利用新样本持续验证并更新模型权重,从而实现AI模型的迭代校准。

5.5 持续改进

5.5.1 通过高端装备智能制造生产现场管理的质量、效率与效益、系统集成、绿色低碳等结果，评价管理活动的适宜性和有效性，针对薄弱环节制定改进计划并组织实施，提高高端装备智能制造生产现场管理水平。可参考高端装备智能制造生产现场管理评价指标体系（见附录 A）对现场进行评价。必要时，制定高端装备智能制造生产现场管理的标准化指导性技术文件，识别管理改进的机会，提高评价有效性。

5.5.2 按照高端装备智能制造的法律法规更新、技术进步、相关方需求变化，识别生产现场管理的创新点和提升点，确定改进与创新目标，实施现场管理创新活动，将有效的改进与创新成果固化并应用到智能制造生产过程中。

5.5.3 建立创新激励机制，鼓励员工积极参与合理化建议、精益改善、质量攻关等质量改进活动，持续完善生产现场流程和方法，赋能组织绩效的提升。

6 目标与导向

6.1 管理目标

6.1.1 低风险

低风险是生产现场管理的基本目标。生产现场管理应遵守相关的法律法规、行业标准和运行控制规范，建立完善的风险评估体系，保障产品质量、生产现场环境符合法规，提升质量风险管理水平，强化数据驱动的过程风险管理能力，有效降低信息、数据、模型等关键IT基础设施合规风险。

6.1.2 高效率

高效率是生产现场管理的重要目标。通过智能制造技术，评估现场涉及的人员、设备、物料、流程等方面的管理效率和效能结果，对操作绩效、设备综合效率、物料周转率及流程瓶颈进行量化分析，定位效率损失环节，基于评估结果实施数据驱动的优化决策与动态调度，从而系统性提升生产现场的整体效率与效能。

6.1.3 高质量

高质量是生产现场管理的核心目标。遵守法律法规，确保高端装备产品的有效性、质量可控性及稳定性。基于智能制造场景下的质量控制特点，开展质量保证和提升的整体策划与实施，加强过程质量信息的采集、分析、研判和改进。推动质量管理方法由传统的事后管理向事前预防转变，保证产品安全，提高产品质量。

6.1.4 高效益

高效益是生产现场管理的终极目标。运用自动化生产线、智能仓储物流、机器视觉等先进技术，结合精益生产等管理方法，有效降低生产成本，提高生产效率，系统分析基本要素“人、机、料、法、环、测”以及新增要素“成本、数据”相互耦合的整体效能，优化生产要素配置，提升企业竞争力。

6.2 管理导向

6.2.1 业务驱动

智能制造生产现场具有自适应、自决策等特点，包括生产计划智能排产、物料工具自动配送、制造指令即时推送、生产过程人机协同、数据在线自动采集等。智能制造生产现场以业务为驱动，是人员、设备设施、工具、物料的集成及数据与信息流的融合，现场管理满足供应链与物料的精准管理，实现物料的仓储、配送、检验等环节人员与设备设施、工具的协同。通过相关目标指标测量、分析与改进，保障系统稳定可靠、协调高效。

6.2.2 技术赋能

在高端装备智能制造中，深度应用物联网、数字孪生、AI和大模型等技术于高端装备产品全生命周期，推动产业链供应链数智化深度融合。智能制造生产现场管理过程中，集成生产现场的生产、设备、安全、工艺、质量、能源、环境等数据，消除信息孤岛；通过大数据分析、智能推理等技术的用进行排产优化与工艺改善，缩短交付周期；对生产数据建模与实时监控，智能调整工艺参数，融合在线计量检测手段，实现安全有序高效生产。

6.2.3 绿色低碳

生产现场管理关注现场的环境保护、节能减排、污染治理、资源循环等管理结果，利用先进监测设备和智能管理系统，实时监测、分析、处理污染物排放和能耗。通过相关指标评价绿色节能可持续发展成效，推动资源循环高效利用和绿色制造。

6.2.4 以人为本

智能制造生产现场应尊重员工多样性，兼顾不同背景、能力与需求，优化岗位适配与协作机制；强化包容性管理，营造公平、尊重的工作氛围，鼓励多元意见表达与参与决策；系统识别并降低职业健康安全风险，完善人机协同安全防护、职业暴露控制及应急响应措施，持续提升员工身心健康保障水平。

7 管理要求

7.1 推进要素

7.1.1 概述

高端装备智能制造生产现场推进要素参照GB/T 29590要求，涵盖领导作用、战略秉承、组织保证、员工素质、风险管理五项。

7.1.2 领导作用

7.1.2.1 明确目标

高层领导在提高高端装备智能制造生产现场管理水平中发挥首要作用，为满足高端装备质量管理体系要求，明确智能制造生产现场管理的目标，包括提升质量、确保安全、满足交付、降低成本、节能环保、人员发展、减少浪费、提高效率等方面内容。

7.1.2.2 配置资源

为现场管理活动提供必要的技术、人力、财力和其他资源保障，从而确保现场管理标准有效执行、问题及时闭环，并驱动现场绩效持续提升。

7.1.2.3 营造氛围

注重现场管理氛围的营造，通过安全、质量、精益文化建设，向全员传达现场管理的重要性。通过绩效激励机制，率先垂范并鼓励员工积极参与生产现场管理改善、改进与创新活动。

7.1.3 战略秉承

高端装备智能制造生产现场管理的目标、导向和具体管理要求要与企业的核心价值观、使命、愿景、战略规划和智能制造数字化转型路线协调统一，将战略目标层层分解到现场管理的具体业务流程中，确保现场关键绩效指标能够涵盖现场管理的各个方面，包括风险、效率、质量、效益等方面。以目标为导向，通过业务驱动、技术赋能、绿色低碳提高现场管理的效率和水平。

7.1.4 组织保证

7.1.4.1 设立组织机构

为保证组织的相关流程、职能与现场管理需求相匹配，实现生产现场与组织整体运行协调一致，建立系统的管理机制，设立由最高管理者授权、生产现场管理与质量管理部门等牵头的跨部门、跨团队智能制造与生产现场管理协同的推进机构。

7.1.4.2 构建运行机制

建立系统化的现场管理运行制度，明确组织机构的功能及岗位的相互关系，确定现场管理过程的范围、权责等内容。提倡跨团队、跨职能的协作机制，提升现场问题的解决速度。

7.1.4.3 建立授权与激励机制

在现场管理过程中建立授权管理机制，明确各管理层级责权并确保其适宜性。建立激励机制，包括精神激励、薪酬激励、晋升激励，构建良好的员工关系和沟通渠道。

7.1.5 员工素质

7.1.5.1 员工意识

采用适宜的方式方法，激发员工主动参与现场管理活动的热情，如合理化建议、质量管理小组等。通过可视化展板、应用场景案例、成果发布会等途径，充分展示和分享员工参与现场管理和持续改进与创新的成果，提升员工质量意识。激发员工主动参与现场管理改善、改进与创新活动，提升员工在智能制造生产现场中发现问题、分析问题和解决问题的能力。

7.1.5.2 员工技能

员工技能要求如下：

- 按照智能制造生产现场管理的要求，识别对于现场员工的能力需求。采用系统的方法，有目的地提升；
- 明确现场管理对不同角色人员能力和技能的要求，包括但不限于技术人员、设备人员、操作人员、检验人员、管理人员；
- 配备必要的培训资源，宜建立内部知识库，应用数字化教学与管理，有计划地开展现场员工的培训，提升员工对信息技术的认知水平，并鼓励创新。对员工的岗位技能进行系统评估时，遵循法律法规和行业标准建立岗位资质要求；
- 建立多通道的员工发展路径，倡导一专多能、一岗多能、交叉轮岗，全面提升员工的技能水平和综合素养。

7.1.5.3 员工关怀

员工关怀要求如下：

- 应建立无歧视的人机协作新模式：根据机器能力与人工技能的互补匹配来分配任务，不得因性别、年龄、残疾等非实质性特征限制其参与适宜的人机协作岗位，并须配套必要的辅助操作设备与无障碍交互界面，确保人与机器高效协同；
- 应提供多元化的培训与沟通方式：针对不同语言、文化或学习风格的员工，采用图示、视频、本土化术语支持等，确保全员准确理解现场管理要求；
- 应设立包容性反馈渠道：通过匿名建议、圆桌会、数字平台等形式，消除层级与沟通障碍，鼓励员工利用 AI 技术进行赋能并持续参与现场管理改进活动。

7.1.6 风险管理

7.1.6.1 质量风险管理

围绕生产过程控制，按照法律法规、行业标准、相关方需求构建覆盖产品全生命周期的质量风险管理体系，根据科学知识及经验对质量风险进行识别、评估、控制、监测和预警，以保证产品质量。

7.1.6.2 过程风险管理

在高端装备智能制造生产现场管理过程中，识别智能制造过程中的潜在风险，采用信息系统灾难备份、风险评估预测、资源智能匹配、供应网络自动切换等适宜的方法进行预防性管理，建立覆盖全流程的智能制造风险管理体系，降低包括供应链风险在内的过程风险。

7.1.6.3 合规风险管理

建立数据全生命周期安全管控机制，确保采集、传输、存储及销毁合规，定期开展数据泄露与隐私风险评估。应持续监测AI模型漂移及输出幻觉现象，部署自动化校验与人工抽检及时校准模型参数，确保决策结果真实、可靠、可溯源。

7.2 管理过程

7.2.1 概述

高端装备制造现场管理过程涵盖过程策划、过程实施和过程改进与创新三项。

7.2.2 过程策划

7.2.2.1 过程要求确定

过程要求确定的要求如下：

- a) 识别标准、规范及内外部顾客需求，分析各类需求与智能制造生产现场管理活动之间的关系，将需求转化为现场管理过程相对应的需求和指标，明确各生产现场管理指标的监控流程，形成系统化的现场管理指标体系；
- b) 生产现场管理的指标体系应适应智能制造柔性化、集成化需求，创新应用新技术、新方法和新手段，涵盖各项现场管理业务流程并协调一致，包括但不限于人员管理、设备设施管理、物料管理、作业计划管理、成本管理、现场环境管理。

7.2.2.2 过程设计

过程设计的要求如下：

- a) 针对高端装备智能制造生产现场涉及的各项管理活动，对实现各项生产现场管理目标所涉及的管理要素和所需资源进行识别。设计完整的现场作业组织结构、管理流程、作业标准、现场布局和信息管理系统，保证过程运行的稳定、高效、敏捷和协调一致；
- b) 在生产现场管理过程的设计中，结合智能制造设备设施与软件平台，优化工艺规程、现场布局、作业指导书、检验规程，构建人-机协同的管理新模式。采用价值流图、系统仿真等适当的方法，识别并减少流程中的各种浪费；
- c) 在生产现场管理过程的设计中，采用防差错分析、PFMEA 等方法，识别过程存在的潜在风险，并采取相应的措施实现预防性管理，防止非预期结果的发生。

7.2.3 过程实施

7.2.3.1 概述

过程实施包含人员管理、IT基础设施管理、设备设施管理、物料管理、生产计划管理、作业文件管理、现场环境管理、过程质量控制、安全管理、成本管理、能源与环保管理、过程测量与监控环节，以标准化、精益化、数字化、智能化为路径，不断提升现场的作业效率和产品质量，保证过程的稳定性。

7.2.3.2 人员管理

人员管理要求如下：

- a) 现场管理要求方面，实时了解车间人员的在岗情况和操作资质，做到工序计划的合理分派，通过身份自动识别系统记录生产现场操作人员在不同工位的操作记录，改善工序计划分派效率；
- b) 人员能力要求方面，操作、技术及管理人员应经过智能制造生产操作与现场管理的系统培训，经考核合格方可上岗；
- c) 能力评价方面，现场作业人员掌握基本的生产现场管理改进方法，并定期对其岗位技能、合规意识、安全意识、质量意识、行为规范等进行综合评价；
- d) 教育培训方面，定期进行岗位的技能培训，并通过轮岗、换岗、一岗多能培养方式，增强员工的复合能力，实现生产现场作业人员的敏捷性配置。

7.2.3.3 IT 基础设施管理

IT基础设施包含基础网络及信息系统，管理要求如下：

- a) 基础网络主要包括车间及办公网络、网络交换设备、信息存储设备、安全保密设备、机房等，管理要求包括但不限于：
 - 1) 应采取网络状态监测和故障预警机制，制定相应的网络异常处理措施，确保网络通信稳定通畅；

- 2) 对运行关键业务的网络设备应配备相应备份,并采取措施,在外部供电意外中断和恢复时,实现无人值守下网络设备安全运行;
- 3) 按照不同的保密等级要求制定网络安全防护措施,配备防火墙、入侵检测系统、网络安全漏洞扫描系统等,涉密网络要与外部公网实现物理隔离;
- 4) 应对机房的温度、湿度、火情和通风状况进行监测,确保机房内各种设备的正常运转。
- b) 信息系统按功能划分主要包括 MES、MOM、WMS、SCADA、QMS、LIMS 系统等,管理要求包括但不限于:
 - 1) 应建立信息系统与人员、设备设施、工具、物料等之间的数据连接,实现生产现场各要素运行状态数据的采集、存储、分析和管理的;
 - 2) 通过各系统间的集成,消除信息孤岛,保证数据和模型的完整性、一致性、真实性和可追溯性;
 - 3) 应采用灵活的系统部署方式,通过微服务等架构将业务功能解耦,针对具体应用场景敏捷组合;
 - 4) 应对信息系统的运行状态进行监测,采用自主修复方式对可能存在的问题进行修复。

7.2.3.4 设备设施管理

设备设施主要包括生产设备、安全环保设备、公用工程设备、测量检验设备、工装、仪表等。对设备设施的运行状态进行监控,并分析预测运行趋势,识别潜在风险,制定合理的维保计划,降低意外宕机的风险,提高设备利用率。具体要求包括但不限于:

- a) 结合智能制造生产现场作业特点,系统地开展设备设施生产维保活动,提升设备综合效率;
- b) 基于设备设施通讯接口和通讯协议,制定设备设施联网方案,建立数据采集系统,实时获取设备设施的运行状态;
- c) 采用电子看板等对设备设施的运行状态进行可视化展示,展示内容包括但不限于产品信息、工艺参数、报警信息、执行进度、预计完成时间、质量水平;
- d) 基于大数据、人工智能等方法,对设备设施运行状态进行分析和预测,实现对设备设施维护保养的预警;
- e) 建立设备故障知识库,自动给出预测性的维护解决方案,减少故障时间,提高设备利用率;
- f) 结合现场和设备设施特点,制定设备设施改善计划和设备节能降耗改善方案;
- g) 配置和使用适宜的监视和测量资源,制定智能化测量检验设备的过程控制措施,满足测量溯源的要求;
- h) 设备设施应设置防差错措施,对异常情况采用 ANDON 管理。

7.2.3.5 物料管理

物料管理要求如下:

- a) 物料编码方面,利用信息化技术构建物料统一编码体系,对于不同的物料综合考虑物料编码方式。物料按照质量追溯方式和管理颗粒度采用一物一码或者一批次一码等不同方式进行唯一性标识;
- b) 状态在线追踪方面,运用物联网技术,通过条码、二维码、RFID 标签、传感器、视频终端、定位装置等感知设备,将生产现场的物料、工具、设施设备等制造资源与信息管理系统关联起来,实现对采购、入库、领用、配送、盘点等环节全周期追踪;
- c) 仓储管理方面,基于物料管理系统与制造执行系统的集成,建设自动化立体仓库和智能仓储管理系统,应用自动化盘点、仓储策略优化、多形态混存拣选、库存实时调整等技术以及条码、二维码等手段,实现物料和成品出入库、存储、拣选的智能化管理,提高库存周转率和空间利用率;
- d) 物料配送方面,应建立生产全流程物料配送调度模型,实现生产物流智能配送与管理。应用室内高精度定位导航、物流路径动态规划、物流设备集群控制等技术,通过数字化物料仓储设备(如手持终端等)、配送设备(如 AGV 等)和信息系统集成,依据实际生产状态及时将物料送达,提升物流配送效率和准时率;
- e) 防护措施方面,建立防护措施,对标识和物料进行有效性、安全性防护;

- 1) 标识防护。标识的使用环境要求与物料或者产品的生产环境一致，保证其在生产过程中具有良好的可识别性；
- 2) 物料防护。在运输、仓储、配送和交付过程中，现场加强对物料的主动防护和生产现场环境控制，避免污染、变异、腐蚀等影响物料质量的情况发生。

7.2.3.6 生产计划管理

生产计划管理要求如下：

- a) 高端装备智能制造生产现场的计划管理，应以准时化交付与均衡化排产为核心目标，基于产能约束与物料齐套情况动态编排生产计划，并通过实时跟踪与滚动修正确保计划落地；
- b) 生产计划的编制应考虑产品工艺、资源约束条件，包括但不限于工序工时、物料齐套情况、车间设备可用性、在岗人员情况、当前计划完成进度；
- c) 生产计划的编制应通过智能算法，平衡各产品的生产节拍，一般包括不同种类产品的投产顺序和数量平衡，减少生产现场物料的周转数量；
- d) 通过 APS 等信息化系统，基于各种数据要素及相关方要素开展生产能力运算，生成主生产计划，基于主生产计划快速进行各车间的详细排产计划；
- e) 针对紧急插单、临时变更等非预期扰动，建立动态调度系统，综合运用运筹优化、强化学习、遗传算法、专家系统等技术，实现生产扰动快速响应和制造资源动态配置，提升生产效率和资源利用率；
- f) 作业现场应通过数字化看板等系统，实时采集、统计和监测人员配置、物料消耗、设备使用等生产过程数据，监控生产计划的实时完成情况。

7.2.3.7 作业文件管理

作业文件管理要求如下：

- a) 应对生产现场的作业文件进行数字化管理，按照需求形成虚拟标准作业指导，便于在生产过程被各系统识别和使用。管理信息应包含静态信息和动态信息，其中，静态信息是指一定时间内不变或者缓变的数据，如零件编号、名称等，动态信息是指随生产过程可发生变化的数据，如零件质量信息、状态信息等；
- b) 应对作业文件予以控制，包括但不限于分发、访问、检索、使用、存储、保护、保留和处置。
- c) 应对作业文件定期维护，并根据生产过程的控制要求维护周期及维护人员资质等要求；
- d) 在线作业文件应实施版本唯一性控制，禁止非授权修改，系统自动校验，确保与生产指令同步；
- e) 数控程序作业文件使用前应经确认并确保满足要求，修改后应及时定版，并回传到 PLM 系统，经工艺管理人员确认和审核后，存入指定的数据库保存；
- f) 生产过程采集的作为符合性证据的所有数据，应客观、准确、完整，能够与工艺参数自动匹配，满足可追溯性要求；
- g) 生产过程采集的作为符合性证据的数据，应采取结构化格式存储，并通过数字模型进行可视化表达；
- h) 对所保留的、作为符合性证据的所有数据应予以保护，建立备份过程，包括远程储存和灾难恢复等，防止丢失、未经授权更改、非预期更改、损坏或物理损毁等。

7.2.3.8 现场环境管理

现场环境管理要求如下：

- a) 应识别智能制造生产现场产品工艺及设备设施对环境控制要求，按照法律法规强制要求和个性化改进需求，在信息系统里制定现场环境控制策略，保证所需的温度、热量、湿度、光照度、洁净度、空气流通、卫生、噪声、振动、盐雾，以及静电、电磁辐射等环境得到有效控制，以满足生产技术和工艺规范要求；
- b) 应配置相应的硬件和软件设施，建立现场环境智能监测及控制系统，以实现现场环境的实时查询、记录、报警及自动调节等功能。具体要求包括：

- 1) 应配置生产现场环境监测所需的各类传感器和数据采集、传输装置，通过分布式采样、集中监控等方式，将现场环境数据传输至控制系统，控制系统根据生产现场环境的控制策略调节现场环境；
- 2) 应采用独立的或嵌入式的环境监控软件或程序，用以监测、记录及控制现场的环境。

7.2.3.9 过程质量控制

过程质量控制要求如下：

- a) 制定过程质量控制方案，包括：针对高端装备多品种小批量、工艺链路长、加工精度高的生产特点，定义关键工序和质量监控参数，采用信息化技术对高端装备智能制造过程中关键过程参数进行建模和在线监测，建立过程异常处理方案及预警机制。宜基于AI视觉在线检测偏差，系统实时解算补偿量，驱动机器人自动调整作业轨迹与参数，形成闭环控制，确保过程质量受控。
- b) 制定产品质量检验规程，包括：中间品、成品质量检验规程。质量检验规程可采用人工智能技术并与信息系统集成，实现产品质量状态动态监控、自动推送、动态干预和质量问题的有效处理。
- c) 建立制造过程质量实时监控系统，通过信息系统集成构建质量数据包，采用产品质量分析关联模型等方法分析和诊断质量问题发生的高置信度原因，缩短质量问题处置和改进周期。具体要求包括：
 - 1) 对关键质量指标进行监控分析；
 - 2) 对经汇总测算得到的综合质量指标进行动态监控；
 - 3) 通过设置关键指标参数阈值，对超出界限的数据及时报警，经质量管理人员确认工序/产品不合格后触发不合格审理流程，并及时处理；
 - 4) 以产品标识作为追溯条件，基于产品质量数据包，追溯产品生产过程中的关键信息，实现多维度、快速的产品质量全周期追溯。

7.2.3.10 安全管理

安全管理要求如下：

- a) 设备设施安全方面，按照设备设施的防护要求，建立适应的设备运行环境，设置防护栏、隔离带或独立操作间，确保设备运行安全。应建立健全设备设施的操作、使用、维护规程，对安全关键设备配置在线监测系统，建立设备设施安全管理系统；
- b) 制造过程安全方面，具体要求包括：
 - 1) 配置过程安全管理系统，自动识别采集过程安全状态数据，提供安全监测和风险预警，提高过程安全管理可视化水平。现场操作人员应熟悉设备性能和操作方法，并能按使用说明或操作规程进行正确操作，确保智能制造生产现场加工、包装、配送、仓储、检测等过程安全管理；
 - 2) 面向高危物料处理、极端环境操作、密闭空间作业等危险业务活动，部署工业机器人、协作机器人等智能作业单元，应用环境感知与识别、远程实时操控、自主决策等技术，实现危险作业环节的少人化、无人化，提高生产作业安全水平。
- c) 职业健康安全方面，应参照GB/T 45001要求，建立符合人体工学的作业条件，减少安全隐患，提高劳动效率。对智能制造生产现场危险源进行识别、监测、报警和防护管理。应用仿真技术优化工位布局，预防人机工程风险，保障作业安全与效率；
- d) 信息系统安全方面，依据智能制造生产现场业务要求和相关法律法规建立完善的信息系统安全防护措施，包括防火墙、防病毒网关、权限管理等，定期对信息系统进行查杀，对安全隐患进行隔离和防护，对异常监测进行记录并预警；
- e) 数据安全方面，对静态存储和动态传输过程中的重要数据进行安全加密，采用防泄密措施对数据进行保护，保证数据的完整性和可靠性，定期对关键业务数据进行备份，包括远程储存和灾害恢复等，防止丢失、未经授权更改、非预期更改、损坏或物理损坏等，保障信息安全。

7.2.3.11 成本管理

成本管理要求如下：

- a) 识别车间成本构成要素，包括材料、人工、设备、能源及废损等。分类归集直接费用与间接费用，运用作业成本法精准核算，建立成本控制基准与异常预警机制；
- b) 利用数字孪生技术模拟生产流程，提前识别制造过程中的潜在浪费（如装配干涉、物流冗余），从源头上锁定成本；
- c) 通过视频分析等手段，量化生产节拍中的“动作浪费”（如寻找工具、多余走动），并转化为货币价值进行改善；
- d) 在关键工序部署防错装置与在线视觉检测，确保不良品不流入下一道工序，避免高价值原材料在后续加工中的浪费；
- e) 集成智能机器人、智能机床和智能控制系统，打造工艺可重构的柔性制造单元。应用标准化接口、模块化结构、智能任务编排等技术，实现产线快速切换，缩短停机换产时间，缩短高端装备因定制化生产导致的长时间停机切换时间，增加有效产出时间；
- f) 建立生产现场的数字化成本看板，实时显示单台设备的能耗、刀具损耗、物料消耗与标准成本的差异；
- g) 将成本改善成果（如节约的工时、物料）固化为新的作业标准，定期修订标准作业指导书，结合智能制造系统采集的实际作业时间，持续优化标准工时。
- h) 建立合理化提案征集、评审与激励机制，对降本增效的改进项，按价值给予积分或专项奖励。

7.2.3.12 能源与环保管理

能源与环保管理要求如下：

- a) 应定期对智能制造生产过程中产生的各类污染物进行监测、收集和处理，建立绿色的制造环境，采用环保工艺和原材料，从源头减少污染物的产生；
- b) 宜建立能效管理数字孪生模型，搭建基于能源大数据的智能分析组件，实现设备启停、生产排产、环保运行和能源管理体系的深度协同，实现生产制造现场用能的智能诊断与预测，达到精准控能目标；
- c) 宜建立能源使用消耗全覆盖的能源管理系统，采用智能化手段，科学真实统计生产现场水、电、气、油等能源消耗数据。
- d) 应使用太阳能、风能等绿色能源，对生产现场辅助功能系统进行能源供应。使用智慧照明系统等，通过精准控制，实现节能减排目标。

7.2.3.13 过程测量与监控

过程测量与监控要求如下：

- a) 应确定需要测量与监控的过程，包括但不限于计划过程、工艺过程、制造过程、质量过程、安环过程以及其他应纳入测量与监控的过程；
- b) 采用适宜的方法对生产现场管理整体过程进行监控，并在适当时进行测量，有效收集系统运行的相关数据和信息，监测过程运作的结果，通过分析与评价，支持企业对生产现场管理的决策、改进和创新。过程测量与监控充分考虑高端装备智能制造过程离散和追溯性的特点，应用 PAT 等技术实时监测关键工艺参数和质量属性，保证过程的稳定性和一致性。企业妥善保存测量与监控的结果；
- c) 明确测量与监控的方法和时间节点，采用信息化管理等技术手段收集现场管理过程中产生的数据，基于数据分析结果，科学进行决策，持续推进现场管理改善、改进与创新活动，提升现场管理过程的效率和效益；
- d) 建立现场管理过程中的异常处理程序，规定异常情况控制程序以及处置的有关职责和权限，确保过程异常情况得到及时有效的控制及纠正预防；
- e) 应将现场管理过程中的数据可视化，按照班组、产线、车间等不同层次，采用智能看板将生产现场的数据进行集成展示，包括但不限于产品数据、设备运行数据、环境数据、人员数据、质量数据、工艺参数，现场管理过程中的相关方可以获取所需的数据，监控现场管理运行的过程与结果。

7.2.4 过程改进与创新

7.2.4.1 建立机制

建立系统的高端装备智能制造生产现场管理过程改进与创新机制，导入精益理念，对智能制造场景的现场管理效率和效能进行评估、分析和改进，通过现场管理改善、改进与创新项目等将改进结果纳入现场管理体系，确保过程持续优化改进。

7.2.4.2 识别机会

集成生产、设备、安全、工艺、质量、能源、环境等数据，实现基于数据的改进与创新。依据“数据-信息-模型”架构，进行数据资源的挖掘应用，为生产现场管理改进与创新决策提供支撑，识别现场管理改进与创新机会，确定现场改进与创新目标。

7.2.4.3 评价固化

针对高端装备智能制造生产过程变批量、定制化、离散协同等特点，采取改善提案活动方式激发现场员工的创新能力，实施创新活动。按照T/SAQ 0005，对创新成果进行评价，将可为现场带来收益的创新成果固化并应用到现场管理中，最终形成可复制、可推广的创新成果。

7.2.4.4 AI 创新

针对高端装备提质降本增效的要求，将精益生产的理念与AI技术为代表的数智化技术深度融合，建立生产现场工业模型，提升质量数据标注与模型治理水平，通过AI智能体等手段实现生产现场技术和管理创新的深度赋能。

7.3 管理结果

7.3.1 概述

高端装备智能制造生产现场管理的实施衡量结果包括质量效率与效益、柔性集成、绿色节能等方面的内容，具体指标可依据现场实际的特点设定，也可参考附录B中的高端装备智能制造生产现场管理关键结果指标，以证实现场管理的适宜性和有效性，并为评价和改进现场管理的手段和措施提供信息。具备条件的企业引入标杆管理，通过不断分析与行业标杆或竞争对手的对比数据，借鉴、学习和吸收他人的先进经验，改善自身不足，达到持续的良性循环。

7.3.2 质量、效率与效益结果

质量、效率与效益结果包括：

- a) 低风险管理结果。提升质量风险管理水平，强化过程风险管理能力，有效降低关键IT基础设施合规风险，其主要指标可包括：重大质量事件次数、审计发现数、信息安全事件次数；
- b) 高效率生产结果。紧扣工序智能化、生产自动化、过程智能化等环节现场改进，其主要指标可包括：设备综合效率、设备维护与故障率、物料损耗率、库存周转率、生产计划/订单按时完成率、MTBF、MTTF、MTTR等；
- c) 高质量保证结果。推广智能制造生产现场先进质量管理技术和方法，持续、不断加快提升产品质量，完善质量产品全生命周期质量管理体系，其主要指标可包括：多能工比例、合理化建议数量每百人、关键工序合格率、流通合格率、不良质量成本、现场改善项目数量每百人、在线自动化监测率、检测系统器具周期校准合格率、外协件生产现场质量问题关闭周期等；
- d) 高效益经营结果。其主要指标可包括：人均加工产品/工时定额/结算产值增长率、全员劳动生产率、制造运营成本综合降低率、成本费用利润率等。

7.3.3 系统集成结果

系统集成结果包括：

- a) 柔性化生产结果。具备多品种小批量混线柔性化生产特征，其主要指标可包括：物料齐套率、生产计划自动排产率、平均换型时间、产线柔性化率等；
- b) 信息集成度结果。将生产现场的“人、机、料、法、环、测”等要素通过信息系统贯通和集成，其主要指标可包括：数据在线采集覆盖率、生产现场管理数据利用率、过程检验数字化覆盖率等。

- c) 数智化应用结果。将生产现场的“人、机、料、法、环、测”等要素通过数智化技术进行深度赋能，形成智能制造应用场景，其主要指标可包括：新技术应用场景覆盖率、AI应用模型覆盖率等。

7.3.4 绿色低碳结果

绿色低碳结果包括：

- a) 绿色制造结果。推动能源系统和基础设施绿色转型升级，优化生产现场环境和管理服务能力，探索构建生态友好型绿色制造模式。其主要指标可包括：“三废”排放达标率、安全生产达标率、环境保护/安全生产技改项目数量每百人等；
- b) 节能降耗结果。实现企业电、油、气、热、水等不同类型能源的在线监测和节能管理，构建生产车间能耗动态监测网络，其主要指标可包括：单位产品/工时/产值综合能耗、重点高耗能设备单位产品能耗、碳排放等。



上海市质量协会
SHANGHAI ASSOCIATION FOR QUALITY

附录 A

(资料性)

高端装备智能制造生产现场管理评价指标体系

高端装备智能制造生产现场管理评价指标体系见表A.1。

表 A.1 高端装备智能制造生产现场管理评价指标体系

评价要素	评价指标	评价维度	评价要求
推进要素	领导作用	明确目标	高层领导在提高高端装备智能制造生产现场管理水平中发挥首要作用，为满足高端装备质量管理体系要求，明确智能制造生产现场管理的目标
		配置资源	高层领导为现场管理活动提供必要的技术、人力、财力和其他资源保障
		营造氛围	- 高层领导注重现场管理氛围的营造，通过安全、质量、精益文化建设，向全员传达现场管理的重要性； - 建立激励机制，率先垂范并鼓励员工参与现场管理改善、改进与创新活动
	战略秉承	战略秉承	- 生产现场管理的目标、导向和具体管理要求要与企业的核心价值观、使命、愿景、战略规划和智能制造数字化转型路线协调统一； - 采用适当的工具方法将战略目标层层分解到现场管理的具体业务流程中，确保现场关键绩效指标能够涵盖现场管理的各个方面，包括风险、效率、质量、效益等方面； - 以目标为导向，通过业务驱动、技术赋能、绿色低碳提高现场管理的效率和水平
	组织保证	设立组织机构	建立系统的管理机制，设立由最高管理者授权、生产现场管理与质量管理部门等牵头的跨部门、跨团队智能制造与生产现场管理协同的推进机构
		构建运行机制	- 建立系统化的现场管理运行制度，明确组织机构的功能及岗位的相互关系，确定现场管理过程的范围、权责等内容； - 提倡跨团队、跨职能的协作机制，提升现场问题的解决速度
		建立授权和激励机制	- 在现场管理过程中建立授权管理机制，明确各管理层级责权并确保其适宜性； - 建立激励机制，包括精神激励、薪酬激励、晋升激励，构建良好的员工关系和沟通渠道
	员工素质	员工意识	- 采用适宜的方式方法，激发员工主动参与现场管理活动的热情，如合理化建议、质量管理小组等； - 通过可视化展板、应用场景案例、成果发布会等途径，充分展示和分享员工参与现场管理和持续改进与创新的成果，提升员工质量意识； - 激发员工主动参与现场管理改善、改进与创新活动，提升员工在智能制造生产现场中发现问题、分析问题和解决问题的能力
		员工技能	- 按照智能制造生产现场管理的要求，识别对于现场员工的能力需求。采用系统的方法，有目的地提升； - 明确现场管理对不同角色人员能力和技能的要求，包括但不限于技术人员、设备人员、操作人员、检验人员、管理人员； - 配备必要的培训资源，宜建立内部知识库，应用数字化教学与管理，有计划地开展现场员工的培训，提升员工对信息技术的认知水平，并鼓励创新； - 建立多通道的员工发展路径，倡导一专多能、一岗多能、交叉轮岗，全面提升员工的技能水平和综合素养
		员工关怀	- 应建立无歧视的人机协作新模式：根据机器能力与人工技能的互补匹配来分配任务，不得因性别、年龄、残疾等非实质性特征限制其参与适宜的人机协作岗位，并须配套必要的辅助操作设备与无障碍交互界面，确保人与机器高效协同； - 应提供多元化的培训与沟通方式：针对不同语言、文化或学习风格的员工，采用图示、视频、本土化术语支持等，确保全员准确理解现场管理要求； - 应设立包容性反馈渠道：通过匿名建议、圆桌会、数字平台等形式，

评价要素	评价指标	评价维度	评价要求
	风险管理		消除层级与沟通障碍，鼓励员工利用 AI 技术进行赋能并持续参与现场管理改进活动
		质量风险管理	围绕生产过程控制，按照法律法规、行业标准、相关方需求构建覆盖产品全生命周期的质量风险管理体系，根据科学知识及经验对质量风险进行识别、评估、控制、监测和预警，以保证产品质量
		过程风险管理	识别智能制造过程中的潜在风险，采用信息系统灾难备份、风险评估预测、资源智能匹配、供应网络自动切换等适宜的方法进行预防性管理，建立覆盖全流程的智能制造风险管理体系，降低包括供应链风险在内的过程风险
		合规风险管理	- 建立信息、数据全生命周期安全管控机制，确保采集、传输、存储及销毁合规，定期开展数据泄露与隐私风险评估； - 应持续监测 AI 模型漂移及输出幻觉，部署自动化校验与人工抽检，及时校准模型参数，确保决策结果真实、可靠、可溯源
管理过程	过程策划	过程要求的确定	- 识别标准、规范及内外部顾客需求，分析各类需求与智能制造生产现场管理活动之间的关系，将需求转化为现场管理过程相对应的需求和指标，明确各生产现场管理指标的监控流程，形成系统化的现场管理指标体系； - 生产现场管理的指标体系应适应智能制造柔性化、集成化需求，创新应用新技术、新方法和新手段，涵盖各项现场管理业务流程并协调一致，包括但不限于人员管理、设备设施管理、物料管理、作业计划管理、成本管理、现场环境管理
		过程设计	- 对实现各项生产现场管理目标所涉及的管理要素和所需资源进行识别。设计完整的现场作业组织结构、管理流程、作业标准、现场布局和信息管理系统，保证过程运行的稳定、高效、敏捷和协调一致； - 结合智能制造设备设施与软件平台，优化工艺规程、现场布局、作业指导书、检验规程，构建人-机协同的管理新模式。采用价值流图、系统仿真等适当的方法，识别并减少流程中的各种浪费； - 采用防差错分析、PFMEA 等方法，识别过程存在的潜在风险，并采取相应的措施实现预防性管理，防止非预期结果的发生
	过程实施	人员管理	- 实时了解车间人员的在岗情况和操作资质，做到工序计划的合理分派，通过身份自动识别系统记录生产现场操作人员在不同工位的操作记录，改善工序计划分派效率； - 操作、技术及管理人员应经过智能制造生产操作与现场管理的系统培训，经考核合格方可上岗； - 现场作业人员掌握基本的生产现场管理改进方法，并定期对其岗位技能、合规意识、安全意识、质量意识、行为规范等进行综合评价； - 定期进行岗位的技能培训，并通过轮岗、换岗、一岗多能培养方式，增强员工的复合能力，实现生产现场作业人员的敏捷性配置
		IT 基础设置管理	- 应采取网络状态监测和故障预警机制，制定相应的网络异常处理措施，确保网络通信稳定通畅； - 对运行关键业务的网络设备应配备相应备份，并采取措施，在外部供电意外中断和恢复时，实现无人值守下网络设备安全运行； - 按照不同的保密等级要求制定网络安全防护措施，配备防火墙、入侵检测系统、网络安全漏洞扫描系统等，涉密网络要与外部公网实现物理隔离； - 应对机房的温度、湿度、火情和通风状况进行监测，确保机房内各种设备的正常运转； - 应建立信息系统与人员、设备设施、工具、物料等之间的数据连接，实现生产现场各要素运行状态数据的采集、存储、分析和处理； - 通过各系统间的集成，消除信息孤岛，保证数据和模型的完整性、一致性、真实性和可追溯性； - 应采用灵活的系统部署方式，通过微服务等架构将业务功能解耦，针对具体应用场景敏捷组合； - 应对信息系统的运行状态进行监测，采用自主修复方式对可能存在的问题进行修复
		设备设施管理	结合智能制造生产现场作业特点，系统地开展设备设施生产维保活动，提升设备综合效率；

评价要素	评价指标	评价维度	评价要求
			- 基于设备设施通讯接口和通讯协议，制定设备设施联网方案，建立数据采集系统，实时获取设备设施的运行状态； - 采用电子看板等对设备设施的运行状态进行可视化展示，展示内容包括但不限于产品信息、工艺参数、报警信息、执行进度、预计完成时间、质量水平； - 基于大数据、人工智能等方法，对设备设施运行状态进行分析和预测，实现对设备设施维护保养的预警； - 建立设备故障知识库，自动给出预测性的维护解决方案，减少故障时间，提高设备利用率； - 结合现场和设备设施特点，制定设备设施改善计划和设备节能降耗改善方案； - 配置和使用适宜的监视和测量资源，制定智能化测量检验设备的过程控制措施，满足测量溯源的要求； - 设备设施应设置防差错措施，对异常情况采用 ANDON 管理
		物料管理	- 物料编码方面，利用信息化技术构建物料统一编码体系，对于不同的物料综合考虑物料编码方式； - 状态在线追踪方面，运用物联网技术，将生产现场的物料、工具、设施设备等制造资源与信息管理系统关联起来，实现对采购、入库、领用、配送、盘点等环节全周期追踪； - 仓储管理方面，基于物料管理系统与制造执行系统的集成，建设自动化立体仓库和智能仓储管理系统，实现物料和成品出入库、存储、拣选的智能化管理，提高库存周转率和空间利用率； - 物料配送方面，应建立生产全流程物料配送调度模型，实现生产物流智能配送与管理。通过数字化物料仓储设备、配送设备和信息系统集成，依据实际生产状态及时将物料送达，提升物流配送效率和准时率； - 防护措施方面，建立防护措施，对标识和物料进行有效性、安全性防护
		生产计划管理	- 高端装备智能制造生产现场的计划管理，应以准时化交付与均衡化排产为核心目标，基于产能约束与物料齐套情况动态编排生产计划，并通过实时跟踪与滚动修正确保计划落地； - 生产计划的编制应考虑产品工艺、资源约束条件，包括但不限于工序工时、物料齐套情况、车间设备可用性、在岗人员情况、当前计划完成进度； - 生产计划的编制应通过智能算法，平衡各产品的生产节拍，一般包括不同种类产品的投产顺序和数量平衡，减少生产现场物料的周转数量； - 通过 APS 等信息化系统，基于各种数据要素及相关方要素开展生产能力运算，生成主生产计划，基于主生产计划快速进行各车间的详细排产计划； - 针对紧急插单、临时变更等非预期扰动，建立动态调度系统，综合运用运筹优化、强化学习、遗传算法、专家系统等技术，实现生产扰动快速响应和制造资源动态配置，提升生产效率和资源利用率； - 作业现场应通过数字化看板等系统，实时采集、统计和监测人员配置、物料消耗、设备使用等生产过程数据，监控生产计划的实时完成情况
		作业文件管理	- 应对生产现场的作业文件进行数字化管理，按照需求形成虚拟标准作业指导，便于在生产过程被各系统识别和使用； - 应对作业文件予以控制，包括但不限于分发、访问、检索、使用、存储、保护、保留和处置； - 应对作业文件定期维护，并根据生产过程的控制要求维护周期及维护人员资质等要求； - 在线作业文件应实施版本唯一性控制，禁止非授权修改，系统自动校验，确保与生产指令同步； - 生产过程采集的作为符合性证据的所有数据，应客观、准确、完整，能够与工艺参数自动匹配，满足可追溯性要求； - 生产过程采集的作为符合性证据的数据，应采取结构化格式存储，并通过数字模型进行可视化表达； - 对所保留的、作为符合性证据的所有数据应予以保护，建立备份过程，

评价要素	评价指标	评价维度	评价要求
			防止丢失、未授权更改、非预期更改、损坏或物理损毁等
		现场环境管理	- 识别智能制造现场环境控制要求，制定现场环境控制策略，保证所需的温度、热量、湿度、光照度、洁净度、空气流通、卫生、噪声、振动、盐雾，以及静电、电磁辐射等环境得到有效控制； - 建立现场环境智能监测及控制系统，实现现场环境的实时查询、记录、报警及自动调节
		过程质量控制	- 制定过程质量控制方案，采用信息化技术对高端装备智能制造过程中关键过程参数进行建模和在线监测，建立过程异常处理方案及预警机制； - 制定产品质量检验规程，可采用人工智能技术与信息系统集成，实现产品质量状态动态监控、自动推送、动态干预和质量问题的有效处理； - 建立制造过程质量实时监控系统，通过信息系统集成构建质量数据包，采用产品质量分析关联模型等方法分析和诊断质量问题发生的高置信度原因，缩短质量问题处置和改进周期
		安全管理	- 设备设施安全方面，按照设备设施的防护要求，建立适应的设备运行环境，确保设备运行安全。应建立健全设备设施的操作、使用、维护规程，对安全关键设备配置在线监测系统，建立设备设施安全管理系统； - 制造过程安全方面，配置过程安全管理系统，自动识别采集过程安全状态数据，提高过程安全管理可视化水平。部署工业机器人、协作机器人等智能作业单元，实现危险作业环节的少人化、无人化，提高生产作业安全水平； - 职业健康安全方面，建立符合人体工学的作业条件，减少安全隐患，提高劳动效率。应用仿真技术优化工位布局，预防人机工程风险，保障作业安全与效率； - 信息系统安全方面，建立完善的信息系统安全防护措施，包括防火墙、防病毒网关、权限管理等，定期对信息系统进行查杀，对安全隐患进行隔离和防护，对异常监测进行记录并预警； - 数据安全方面，对静态存储和动态传输过程中的重要数据进行安全加密，采用防泄密措施对数据进行保护，保证数据的完整性和可靠性，定期对关键业务数据进行备份，保障信息安全
		成本管理	- 识别车间成本构成要素，包括材料、人工、设备、能源及废损等； - 利用数字孪生技术模拟生产流程，提前识别制造过程中的潜在浪费，从源头上锁定成本； - 通过视频分析等手段，量化生产节拍中的“动作浪费”，并转化为货币价值进行改善； - 在关键工序部署防错装置与在线视觉检测，确保不良品不流入下一道工序，避免高价值原材料在后续加工中的浪费； - 打造工艺可重构的柔性制造单元，实现产线快速切换，缩短停机换产时间，缩短高端装备因定制化生产导致的长时间停机切换时间，增加有效产出时间； - 建立生产现场的数字化成本看板，实时显示单台设备的能耗、刀具损耗、物料消耗与标准成本的差异； - 将成本改善成果固化为新的作业标准，定期修订标准作业指导书，结合智能制造系统采集的实际作业时间，持续优化标准工时； - 建立合理化提案征集、评审与激励机制，对降本增效的改进项，按价值给予积分或专项奖励
		能源与环保管理	- 应定期对智能制造生产过程中产生的各类污染物进行监测、收集和处理，建立绿色的制造环境，采用环保工艺和原材料，从源头减少污染物的产生； - 宜建立能效管理数字孪生模型，搭建基于能源大数据的智能分析组件，实现设备启停、生产排产、环保运行和能源管理体系的深度协同，实现生产制造现场用能的智能诊断与预测，达到精准控能目标； - 宜建立能源使用消耗全覆盖的能源管理系统，采用智能化手段，科学真实统计生产现场水、电、气、油等能源消耗数据；

评价要素	评价指标	评价维度	评价要求
			应使用太阳能、风能等绿色能源，对生产现场辅助功能系统进行能源供应。使用智慧照明系统等，通过精准控制，实现节能减排目标
		过程测量与监控	- 应确定需要测量与监控的过程，包括但不限于计划过程、工艺过程、制造过程、质量过程、安环过程以及其他应纳入测量与监控的过程； - 采用适宜的方法对生产现场管理整体过程进行监控，并在适当时进行测量，监测过程运作的结果，通过分析与评价，支持企业对生产现场管理的决策、改进和创新； - 明确测量与监控的方法和时间节点，采用信息化管理等技术手段收集现场管理过程中产生的数据，基于数据进行科学决策，持续推进现场管理改善、改进与创新活动，提升现场管理过程的效率和效益； - 建立现场管理过程中的异常处理程序，规定异常情况控制程序以及处置的有关职责和权限，确保过程异常情况得到及时有效的控制及纠正预防； - 应将现场管理过程中的数据可视化，按照班组、产线、车间等不同层次，采用智能看板将生产现场的数据进行集成展示，监控现场管理运行的过程与结果
	过程改进与创新	建立机制	建立系统的改进与创新机制，导入精益理念，对智能制造场景的现场管理效率和效能进行评估、分析和改进，通过现场管理改善、改进与创新项目等将改进结果纳入现场管理体系，确保过程持续优化改进
		识别机会	依据“数据-信息-模型”架构，进行数据资源的挖掘应用，为生产现场管理改进与创新决策提供支撑，识别现场管理改进与创新机会，确定现场改进与创新目标
		评价固化	按照 T/SAQ 0005，对创新成果进行评价，将可为现场带来收益的创新成果固化并应用到现场管理中，最终形成可复制、可推广的创新成果
		AI 创新	建立生产现场工业模型，提升质量数据标注与模型治理水平，通过 AI 智能体等手段实现生产现场技术和管理创新的深度赋能
- 管理结果	质量效率与效益	风险管理	重大质量事件次数、审计发现数、信息安全事件次数等
		生产效率	设备综合效率、设备维护与故障率、物料损耗率、库存周转率、生产计划/订单按时完成率、MTBF、MTTF、MTTR 等
		质量保证	多能工比例、合理化建议数量每百人、关键工序合格率、流通合格率、不良质量成本、现场改善项目数量每百人、在线自动化监测率、检测系统器具周期校准合格率、外协件生产现场质量问题关闭周期等
		经营效益	人均加工产品/工时定额/结算产值增长率、全员劳动生产率、制造运营成本综合降低率、成本费用利润率等
	系统集成	柔性化生产	物料齐套率、生产计划自动排产率、平均换型时间、产线柔性化率等
		信息集成度	数据在线采集覆盖率、生产现场管理数据利用率、过程检验数字化覆盖率等
		数智化应用场景	新技术应用场景覆盖率、AI 应用模型覆盖率等
	绿色节能	绿色制造	“三废”排放达标率、安全生产达标率、环境保护/安全生产技改项目数量每百人等
		节能降耗	单位产品/工时/产值综合能耗、重点高耗能设备单位产品能耗、碳排放等

附 录 B

(资料性)

高端装备智能制造生产现场管理关键结果指标

高端装备智能制造生产现场管理关键结果指标见表B.1。

表 B.1 高端装备智能制造生产现场管理关键结果指标表

评价维度	侧重点	关键指标	CTQ	统计口径	必填项	选填项
质量效率与效益	风险管理	重大质量事件次数	质量	Σ (满足重大事件定义的单次事件)	☐	☒
		审计发现数	财务	金额类问题个数 + 非金额类问题个数	☐	☒
		信息安全事件次数	数据安全	Σ (经过核实且被定义为信息安全的单次事件)	☐	☒
	质量保证	多能工比例	生产人员	2种及以上岗位技能的多能工数量 / 生产现场总员工人数 * 100%	☒	☐
		合理化建议数量每百人	生产人员	年度生产人员合理化建议总数 / 年度生产人员总数 * 100	☒	☐
		关键工序合格率	技术方法	每道关键工序合格率总和/关键工序数量 * 100%	☒	☐
		流通合格率	技术方法	(工序1的首次合格率) × (工序2的首次合格率) × ... × (工序N的首次合格率)	☐	☒
		不良质量成本	财务绩效	返工返修成本+报废成本+额外检验成本+停线损失成本+客户索赔成本	☒	☐
		现场改善项目数量每百人	技术方法	年度现场质量、工艺、设备设施、管理等改善项目数量/年度生产人员总数 * 100	☒	☐
		在线自动化监测率	计量检测	在线关键工艺参数自动化监测点数量 / 总体设定监测点数量 * 100%	☒	☐
		检测系统器具周期校准合格率	计量检测	计划周期内合格数量 / 实际校准数量 * 100%	☒	☐
		外协件生产现场质量问题关闭周期	供应链	各项次外协件供应商现场解决质量问题的平均时间长度(工作日)	☒	☐
		产品一次交付合格率	财务绩效	通过测试的产品数量 / 总生产的产品数量 * 100%	☒	☐
	生产效率/效益	设备综合效率	设备设施	可用率 * 性能率 * 一次性合格率	☐	☒
		平均失效间隔工作时间	设备设施	总运行时间 / 故障次数	☐	☒
		平均失效前工作时间	设备设施	所有不可修复产品从开始使用到发生失效的工作时间之和 ÷ 产品总数	☐	☒
		平均修复时间	设备设施	所有故障从发生到修复完成的耗时之和 ÷ 故障次数	☐	☒
		设备维护与故障率	设备设施	故障时间 / (总运行时间 - 计划停机时间) * 100%	☒	☐
		物料损耗率	生产物料	损耗量 / 净用量 * 100%	☒	☐
		库存周转率	生产计划	出库(消耗/销售)量(或金额) / 平均库存量(或金额) * 100%	☒	☐

评价维度	侧重点	关键指标	CTQ	统计口径	必填项	选填项
		成品/工序加工周期缩短率	生产计划	(改善前加工周期 - 改善后加工周期) / 改善前加工周期 * 100%	☒	☐
		生产计划/订单按时完成率	财务绩效	实际完成数 / 计划完成数 * 100%	☒	☐
		人均加工产品/工时定额/结算产值增长率	财务绩效	(本年度数量 - 上年度数量) / 上年度数量 * 100%	☐	☒
		全员劳动生产率	财务绩效	年度产值 (万元) / 总人数	☐	☒
		制造运营成本综合降低率	财务绩效	(上年度数量-本年度数量) / 上年度数量 * 100%	☒	☐
		成本费用利润率	财务绩效	利润总额 / 成本费用总额 * 100%	☐	☒
系统集成	柔性化生产	物料齐套率	生产物料	实际齐套的物料套数 / 计划齐套的物料套数 * 100%	☒	☐
		生产计划自动排产率	生产计划	自动排产计划当量 / 总计划当量 * 100%	☐	☒
		平均换型时间	生产计划	所有换型操作的总耗时之和 ÷ 换型次数	☒	☐
		产线柔性化率	生产计划	每条生产线所能生产的产品种类总和/整个生产体系内部具备的所有构件种类 * 100%	☐	☒
	信息集成度	数据在线采集覆盖率	数字驱动	在线自动采集数据项 / 总采集数据项 * 100%	☒	☐
		生产现场管理数据利用率	数字驱动	实际利用的数据项 / 总采集数据项 * 100%	☒	☐
		过程检验数字化覆盖率	数字驱动	(已实现数字化检验的过程节点数 ÷ 过程检验节点总数) × 100%	☒	☐
	数智化应用场景	新技术应用场景覆盖率	数字驱动	实际应用的场景数 / 典型场景数 * 100%	☒	☐
		AI应用模型覆盖率	数字驱动	AI应用场景数 / 典型场景数 * 100%	☒	☐
	绿色低碳	“三废”排放达标率	生产环境	政府法定检测合格项数 / 总检测项数 * 100%	☒	☐
		安全生产达标率	生产环境	实际安全生产完成的指标数 / 安全生产目标指标数 * 100%	☒	☐
		环境保护/安全生产技改项目数量每百人	生产环境	年度环境保护、安全生产技改项目总数 / 年度生产人员总数 * 100	☒	☐
		单位产品/工时/产值综合能耗	生产环境	年度生产总能耗 / 年度生产产品总数或工时总额或总产值	☒	☐

评价维度	侧重点	关键指标	CTQ	统计口径	必填项	选填项
		重点高耗能设备的单位产品能耗	生产环境	设备综合能耗 ÷ 设备生产的合格产品产量	☐	☒
		碳排放	生产环境	直接碳排放量+间接碳排放量+其他间接碳排放量	☐	☒
注1：必填项为企业申报资料必须填写的指标，选填项企业可视情况选择性填写相关指标。 注2：数智化应用场景中的典型场景可参考工业和信息化部《智能制造典型场景参考指引》中与生产现场相关的典型场景。						



上海市质量协会
SHANGHAI ASSOCIATION FOR QUALITY

参 考 文 献

- [1] GB/T 19000-2015/ISO 9000:2015 质量管理体系基础和术语
- [2] GB/T 19580 卓越绩效评价准则
- [3] GB/T 20720.1-2019 企业控制系统集成 第1部分：模型和术语
- [4] GB/T 20721-2006 自动引导车 通用技术条件
- [5] GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- [6] GB/T 32827-2016 物流装备管理监控系统功能体系
- [7] GB/T 37693-2019 信息技术 基于感知设备的工业设备点检管理系统总体架构
- [8] GB/T 37695-2019 智能制造 对象标识要求
- [9] GB/T 38129-2019 智能工厂 安全控制要求
- [10] GB/T 38847-2020 智能工厂 工业控制异常监测工具技术要求
- [11] GB/T 38848-2020 智能工厂 过程工业能源管控系统技术要求
- [12] GB/T 38872-2020 工业机器人生产环境通信架构
- [13] GB/T 39173-2020 智能工厂 安全监测有效性评估方法
- [14] GB/T 43064.1-2023 智能工厂建设导则 第1部分 物理工厂智能化系统
- [15] GB/T 43064.2-2024 智能工厂建设导则 第2部分 虚拟工厂建设
- [16] GB/T 43064.4-2024 智能工厂建设导则 第4部分 设计文件编制
- [17] 工业和信息化部，国家标准化管理委员会. 国家智能制造标准体系建设指南（2021版）[Z]，工信部联科（2021）187号. 2021年11月17日.
- [18] 工业和信息化部. 智能制造典型场景参考指引（2025年版）[Z]，工信厅通装函（2025）155号. 2025年4月19日.
- [19] 工业和信息化部，教育部，科学技术部，财政部，国家市场监督管理总局. 制造业可靠性提升实施意见[Z]，工信部联科（2023）77号. 2023年6月2日.