

团 体 标 准

T/ZIUR XXXX—2026

机电装备制造数字化车间建设通用规范

General Specification for Construction of Digital Workshop in Electromechanical
Equipment Manufacturing

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
5 总体架构	3
6 基础设施	4
7 生产运行	5
8 质量控制	7
9 系统集成	8
10 建设实施	9
附录 A（资料性） 数字化车间关键绩效指标参考	12

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XXX提出。

本文件由浙江省产学研合作促进会归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

机电装备制造数字化车间建设通用规范

1 范围

本文件规定了机电装备制造数字化车间建设的术语和定义、总体要求、总体架构、基础设施、生产运行、质量控制、系统集成及建设实施。

本文件适用于机电装备制造数字化车间建设工作。

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 23022 信息化和工业化融合管理体系 生产设备运行管理规范
- GB/T 36323 信息安全技术 工业控制系统安全管理基本要求
- GB/T 37393 数字化车间 通用技术要求
- GB/T 37413 数字化车间 术语和定义
- GB/T 40813 信息安全技术 工业控制系统安全防护技术要求和测试评价方法
- GB/T 41256 机器人制造数字化车间装备互联互通和互操作规范
- GB/T 41392 数字化车间可靠性通用要求
- GB/T 41665 制造执行系统模块化框架
- GB/T 42127 智能制造 工业数据 采集规范系统层级
- GB/T 42405.1 智能制造应用互联 第1部分：集成技术要求
- GB/T 44446 生产过程质量控制 质量追溯系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化车间 digital factory (digital workshop)

以生产对象所要求的工艺和设备为基础，以信息技术、自动化、测控技术等为手段，用数据连接车间生产运行过程不同单元，对生产运行过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。

注：在本标准中，数字化车间仅包括生产规划、生产工艺、生产执行阶段，不包括产品设计、服务和支持等阶段。

[来源：GB/T 37393, 3.3]

3.2

质量 quality

- 1) 产品或服务所有属性的量以及它们的特点，这些特点能满足事先确定的功能需求和质量需求；
- 2) 产品或服务的所有属性、特点满足要求的程度；
- 3) 满足（对产品或服务的特性的）期望的完整性。

[来源：GB/T 37413, 4.3.3]

3.3

质量控制 quality control

质量管理的一部分，致力于满足质量要求。

[来源：GB/T 19000, 3.3.7]

3.4

智能制造 intelligent manufacturing

通过综合和智能地利用信息空间、物理空间的过程和资源，贯穿于设计、生产、物流、销售、服务等活动的各个环节，具有自感知、自决策、自执行、自学习、自优化等功能，创造、交付产品和服务的新型制造。

[来源：GB/T 40647，3.1]

3.5

工业互联网 industrial internet

通过人、机、物、系统等的全面连接，构建覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系，实现生产制造与服务资源的泛在连接、弹性供给和高效配置。

[来源：GB/T 42021，3.1，有修改]

3.6

数据采集 data acquisition

利用传感器、射频识别、条码、智能仪表、数据接口等技术手段，从生产设备、检测仪器、工控系统、人员操作等源头获取生产现场各类数据的过程。

4 总体要求

4.1 建设目标

4.1.1 机电装备制造数字化车间建设应面向离散型机电装备生产特征，覆盖零部件精密加工、整机柔性装配、成品检测调试、仓储物流周转等全核心业务场景，构建标准化、数字化、协同化的车间生产管控体系。

4.1.2 宜依托工业互联网、数据采集、云边协同等数字化技术，打通生产、设备、质量、物料、人员等多维度业务数据链路，消除车间信息孤岛，提升跨岗位、跨工序的业务协同效率。

4.1.3 可通过标准化建设流程与数字化管控模式，优化车间设备、人力、物料、能耗等各类生产资源配置，精简冗余作业流程，持续提升车间精细化运营管理水平。

4.1.4 数字化车间整体建设应具备良好的兼容性、可拓展性与可移植性，适配企业产能升级、工艺迭代、新品研发等发展需求，符合 GB/T 37393 的规定。

4.1.5 宜依托全流程数字化管控模式，减少人工干预带来的操作偏差与管理漏洞，稳定提升机电装备产品加工一致性与车间整体生产运行稳定性，降低综合运营成本。

4.2 基本原则

4.2.1 合规适配原则

4.2.1.1 数字化车间建设应严格遵循国家智能制造、工业数字化转型相关政策法规，全面契合 GB/T 41392 的规定。

4.2.1.2 建设方案宜深度适配机电装备多品种、小批量、定制化的离散生产特点，贴合企业现有生产工艺、作业流程与管理体系。

4.2.2 统筹协同原则

4.2.2.1 应统筹规划基础设施、数据资源、业务应用、安全防护、系统集成等所有建设模块，保障各模块有序衔接、联动运行、整体适配。

4.2.2.2 宜建立纵向贯通、横向联动的协同机制，对上对接企业 ERP、PLM 等管理系统，对下联动现场智能装备与采集终端，实现全域数据与业务协同。

4.2.3 经济实用原则

4.2.3.1 数字化改造工作应立足企业实际产能规模、生产现状与中长期发展规划，科学规划建设内容，严控无效投入，避免设备闲置、系统冗余等资源浪费问题。

4.2.3.2 宜优先落地适配性强、落地难度低、提质增效显著的数字化改造项目，循序渐进、分步推进车间全维度数字化升级，保障建设性价比。

4.2.3.3 应结合企业年度经营预算与生产迭代节奏，分阶段、分模块完成建设落地，动态平衡建设投入与生产运营综合效益。

4.2.4 迭代升级原则

4.2.4.1 数字化车间软硬件建设均应预留升级拓展空间，支持新型智能设备、工业软件、通信协议的无缝接入与适配应用。

4.2.4.2 宜紧跟智能制造行业技术发展趋势，结合企业生产工艺优化、产品迭代需求，持续完善数字化管控体系，优化车间运行模式。

4.2.5 安全可控原则

4.2.5.1 应同步落实网络安全、数据安全、工控安全相关要求，将安全防护体系融入各建设模块，保障生产运行全程安全可控。

4.2.5.2 应建立常态化安全管控与风险排查机制，动态识别并规避数字化运行过程中的各类安全隐患，保障车间长期稳定运行。

5 总体架构

5.1 架构层级划分

机电装备制造数字化车间总体架构应采用分层模块化设计思路，层级独立、权责清晰、互联互通，全面适配机电装备离散制造全流程数字化管控需求，整体分为四层核心架构，各层级组成与建设要求如表1所示。

表 1 数字化车间总体架构层级及建设要求

架构层级	核心组成内容	层级建设要求
基础设施层	工业网络、智能生产装备、数据采集终端、工控安全设备、云边协同硬件设施	应保障所有硬件设备稳定可靠运行，满足现场作业、数据传输、安全防护、云端交互的基础运行需求
数据资源层	设备运行数据、生产作业数据、质量检测数据、人员岗位数据、物料流转数据、环境监测数据	宜统一全域数据标准规范，实现数据集中采集、规范存储、统一治理、安全共享与高效调用
业务应用层	计划排产、作业调度、过程监控、质量管控、设备运维、物料配送、人员绩效等核心业务模块	可根据企业生产规模、产品类型与业务需求灵活配置功能模块，适配机电装备定制化、柔性化生产场景
协同管理层	系统集成、跨层级数据交换、上下游业务协同、全体系运维管理、安全管控运营	应保障各业务系统高效集成联动，实现车间与企业整体信息化体系的深度协同与一体化管控

5.2 架构设计要求

5.2.1 各架构层级之间应配置标准化、规范化的数据交互通道，保障层级间数据传输稳定、响应及时，无交互壁垒与数据断层。

5.2.2 架构整体宜采用模块化轻量化设计模式，支持单一业务模块独立优化、升级与迭代，不影响整体系统的正常稳定运行。

5.2.3 架构设计可兼容行业主流工业通信协议与企业通用信息化系统，有效降低后续系统集成、改造升级的适配成本与实施难度。

5.2.4 应兼顾实用性、拓展性与安全性，在保障生产业务高效运转的基础上，完善分层分级的安全防护与容错机制。

5.3 架构运行特性

5.3.1 应具备全域实时感知能力，可动态采集、识别车间生产、设备、环境、物料等各类现场运行信息。

5.3.2 宜具备基础智能分析与自主适配能力，可依托全域采集数据，辅助优化生产流程、资源配置与管理模式。

5.3.3 应具备可靠容错与应急能力，局部设备故障、系统异常或网络波动时，可保障核心生产业务持

续不间断运行。

6 基础设施

6.1 工业网络

6.1.1 数字化车间工业网络建设应搭建覆盖车间全区域、全设备、全系统的专用工业通信网络。

6.1.2 车间工业网络应实现生产加工设备、数据采集终端、工控系统、云边设备、仓储物流设备的全网覆盖，无通信盲区与设备断连点位。

6.1.3 网络架构宜采用分层分区的组网模式，严格区分生产控制网络与办公管理网络，实现网络逻辑隔离、独立运维、互不干扰。

6.1.4 车间核心生产控制网络应配置双链路冗余架构，规避单链路故障引发的设备断联、数据中断、生产停机等问题，保障网络持续稳定运行。

6.1.5 车间部署的网络交换机、网关、传输线路等设备宜选用工业级产品，适配车间高电磁干扰、温湿度波动的复杂生产现场环境。

6.1.6 可结合车间设备总量、数据传输频次与数据体量，科学规划网络带宽资源，满足高频次、大容量的工业数据实时传输需求。

6.2 智能装备

6.2.1 车间智能装备的选型与配置应全面适配以下生产作业需求：

- a) 机电装备加工；
- b) 精密装配；
- c) 无损检测；
- d) 物料仓储；
- e) 智能转运。

6.2.2 车间新增及改造的生产装备应配置标准化数字通信接口，支持设备状态信息、工艺参数、作业数据的实时对外传输与系统对接。

6.2.3 宜结合车间数字化改造进度，逐步替换老旧纯人工操作、无数字化交互能力的传统设备，持续提升车间装备智能化、数字化整体水平。

6.2.4 车间检测类智能装备应具备数据自动记录、存储、上传功能，减少人工录入数据带来的滞后性与偏差问题，保障检测数据真实有效。

6.2.5 仓储与物流配套智能装备宜适配车间物料周转节奏，实现原材料、零部件、半成品、成品的数字化存储、调取与转运管控。

6.2.6 车间智能装备的互联互通和互操作应符合 GB/T 41256 的规定。

6.3 数据采集

6.3.1 车间数据采集体系应实现全覆盖建设，全面采集设备运行状态、生产作业进度、质量检测结果、物料流转轨迹、人员操作记录等现场数据。

6.3.2 数据采集模式宜兼容自动采集与半自动采集方式，适配车间新旧设备混搭、自动化程度不均衡的现场配置现状。

6.3.3 温感、射频、传感器等各类采集终端设备应具备良好的环境适应性，可长期稳定运行于车间复杂工况，保障采集工作连续开展。

6.3.4 所有采集的现场数据应保证完整、真实、有效，不得随意删减、篡改、屏蔽生产过程中的各类原始数据。

6.3.5 应依据 GB/T 42127 的规定，建立统一的数据采集管理规范，明确不同类型数据的采集频次、存储格式、传输协议与归档标准。

6.3.6 可针对核心加工工序、关键生产设备、重点质量检测环节增设专属采集点位，强化核心生产环节的数据精细化管控能力。

6.4 工控安全

- 6.4.1 车间工控安全体系建设应严格遵循 GB/T 36323 和 GB/T 40813 的要求，构建全方位、多层次的工控安全管理与防护体系。
- 6.4.2 应设置完善的工控网络边界防护机制，部署工业防火墙、入侵检测系统等安全设备，有效防范外部网络入侵、非法访问与数据泄露风险。
- 6.4.3 工控系统操作账号与权限应实施分级分类管控，依据岗位权责配置对应操作权限，不应跨权限、越权操作系统的行为。
- 6.4.4 宜定期开展工控系统漏洞扫描、安全巡检与风险评估，及时修复系统安全隐患，动态更新安全防护策略与规则。
- 6.4.5 应建立健全工控安全应急处置机制，针对网络异常、系统攻击、数据异常、设备失控等风险场景制定专项处置预案。
- 6.4.6 宜定期组织车间岗位人员开展工控安全专项培训，强化人员安全操作意识与应急处置能力。
- 6.4.7 工控系统核心生产数据应执行定期备份制度，保障关键数据可追溯、可恢复，规避突发故障导致的数据丢失问题。

6.5 云边协同

- 6.5.1 数字化车间应搭建架构清晰、权责明确的云边协同运行体系，合理划分云端平台与边缘端设备的功能定位及业务分工。
- 6.5.2 边缘端设备应承担车间现场高频次、低延迟的业务工作，包含实时数据采集、现场即时运算、设备就地管控、工序实时监控等内容。
- 6.5.3 云端平台宜承担全局性、综合性的管理业务，涵盖全域数据汇总存储、大数据统计分析、生产趋势研判、车间资源全局调度等。
- 6.5.4 云边两端应建立安全稳定的双向数据交互机制，实现现场边缘数据实时上传、云端管控指令精准下发的联动运行模式。
- 6.5.5 边缘端设备应具备离线作业能力，网络中断场景下可独立完成基础数据采集、现场设备管控等核心作业，保障生产不中断。
- 6.5.6 云端平台宜依托海量历史数据与实时数据，开展生产工艺优化、设备故障预警、质量缺陷分析等深度数据应用，赋能精细化管理。

7 生产运行

7.1 计划排产

- 7.1.1 车间生产计划排产应综合统筹订单交付需求、设备产能状态、物料库存余量、人员配置情况等多维生产资源，结合机电装备工艺流程与生产周期编制排产方案。
- 7.1.2 宜采用数字化仿真排产模式，对不同排产方案的资源负荷、工序衔接、交付周期进行模拟校核，择优确定最优生产计划。
- 7.1.3 生产排产计划应具备动态适配能力，可依据订单变更、设备故障、物料延期、工艺调整等突发工况，合理微调生产任务与作业时序。
- 7.1.4 企业、车间、工序三级生产计划应保持逻辑统一、进度联动，杜绝层级计划脱节、任务错配、进度脱节等管理问题。
- 7.1.5 宜建立常态化计划偏差评审机制，定期统计计划完成率、准时交付率，分析进度滞后成因，持续优化排产规则。
- 7.1.6 可依托车间历史生产数据沉淀排产经验，搭建适配不同品类机电装备的排产知识库，支撑新品订单快速排产。
- 7.1.7 宜结合车间产能瓶颈工序，针对性优化排产优先级，提升瓶颈设备利用效率，缓解整体生产拥堵问题。

7.2 作业调度

- 7.2.1 车间作业调度应依托数字化管控平台统筹各工序、工位、设备的作业任务，均衡分配生产资源，保障全流程工序衔接有序。

7.2.2 宜采用云边协同调度模式，边缘端承接现场即时作业调整，云端统筹车间全局资源调配，提升调度响应及时性。

7.2.3 作业调度系统应参照 GB/T 41665 规定的系统架构进行设计，实现生产任务的协同分配与动态优化。

7.2.4 调度作业应优先保障核心工艺工序、紧急交付订单与关键生产设备的作业需求，合理平衡车间整体生产负荷。

7.2.5 可依托可视化调度看板实时掌握车间作业动态，弱化人工经验调度的局限性，提升跨岗位协同作业效率。

7.3 过程监控

7.3.1 实时状态感知

7.3.1.1 车间生产全流程应纳入数字化监控范畴，全面覆盖零部件精加工、结构装配、性能调试、成品送检等机电装备核心作业环节。

7.3.1.2 宜实时采集工序推进进度、设备运行状态、工艺参数执行、车间作业环境等数据，构建可视化生产动态管控界面。

7.3.1.3 机电装备生产关键工艺的执行状态应全程可视可控，便于管理人员及时识别工艺参数偏离标准区间的作业隐患。

7.3.1.4 可针对高风险作业环节增设专属监控点位，强化现场作业安全与质量的双重管控力度。

7.3.2 异常闭环处置

7.3.2.1 数字化车间应搭建自动化异常识别体系，自主甄别生产进度滞后、工艺参数偏差、设备空载待机、物料供应中断等异常工况。

7.3.2.2 宜按照异常影响范围与严重程度设置分级预警机制，通过终端推送、平台提示等方式及时告知对应管控岗位人员。

7.3.2.3 各类生产异常处置应落实闭环管理，完整记录异常触发、核查处置、复核销项的全流程信息，形成标准化管控台账。

7.3.2.4 应依托海量历史异常数据开展统计分析，梳理高频异常诱因，针对性优化生产工艺与现场作业管理模式。

7.4 物料配送

7.4.1 车间物料配送管理应适配数字化生产节拍，遵循按需补给、精准配送、高效周转的管控原则，适配机电装备零部件品类多配套性强的特点。

7.4.2 物料配送任务应与车间生产作业计划深度联动，依据各工序开工时序精准匹配物料领用、转运、补给需求。

7.4.3 应采用数字化台账记录物料流转全流程信息，完整留存原材料、零部件、半成品的出入库、工位周转、批次绑定等数据。

7.4.4 车间物料存放区域与配送行进路径宜定期优化，减少无效周转时长，规避物料堆积、错配、漏配、磕碰损耗等问题。

7.4.5 应依托智能仓储与自动配送设备完成核心精密零部件的转运补给，降低人工操作带来的物料损耗与匹配偏差。

7.4.6 宜建立物料缺料预警机制，提前识别物料库存不足风险，及时触发补货流程，保障生产连续稳定运行。

7.5 设备运维

7.5.1 车间设备运维管理应符合 GB/T 23022 的规定，构建覆盖设备全生命周期的数字化运维体系。

7.5.2 应持续采集设备运行时长、运行工况、启停状态、故障报错等实时数据，动态研判车间各类生产设备的健康运行水平。

7.5.3 宜建立预测性运维机制，依托设备运行大数据预判潜在故障风险，在故障触发前完成保养检修等预防性作业。

- 7.5.4 设备故障报修、停机检修、复工核验的全流程作业应纳入数字化管控，形成可追溯可统计可分析的完整运维档案。
- 7.5.5 应依据设备类型、精度等级、使用场景建立差异化运维标准，区分通用设备、精密加工设备、专用检测设备的管控要求。
- 7.5.6 宜定期统计设备稼动率、故障频次、保养合规率等核心指标，结合数据规律优化设备运维策略与现场管控细则。
- 7.5.7 应搭建车间设备运维知识库，归集各类设备故障处置、日常保养的成熟经验，持续提升运维人员专业作业能力。
- 7.5.8 应建立设备备品备件数字化管理台账，动态跟踪备件库存状态，保障设备故障维修时的备件及时供应。

7.6 人员绩效

- 7.6.1 车间人员绩效管控应依托数字化手段落地实施，以岗位真实作业数据为核心核算依据，保障绩效评价客观公正有据可依。
- 7.6.2 宜通过系统自动采集人员出勤状态、工序完成数量、作业合格率、异常处置成效等岗位作业数据，夯实绩效核算基础。
- 7.6.3 应结合操作岗、运维岗、质检岗、调度岗等不同岗位的作业特征，设置差异化适配化的绩效评价维度与考核权重。

8 质量控制

8.1 质量数据采集

- 8.1.1 车间质量数据采集应覆盖来料检验、工序自检、过程巡检、半成品抽检、成品终检等全质量管控环节，实现全域质量数据统一归集规范管理。
- 8.1.2 机电装备核心加工工序、精密装配工序的质量检测数据应采用自动化采集方式录入系统，减少人工录入带来的滞后性与数据偏差。
- 8.1.3 应统一全域质量数据采集标准，明确各类检测数据的记录格式、采集频次、精度要求与归档存储规范，保障数据口径统一。
- 8.1.4 生产过程中产生的不合格品数据应完整采集留存，涵盖缺陷类型、缺陷位置、产生工序、处置方式、复核结果等关键信息。
- 8.1.5 应依据产品质量等级与客户管控要求，针对性强化核心零部件、关键工艺环节的数据采集密度与精细化管控力度。
- 8.1.6 宜建立质量数据校验机制，定期核查采集数据的完整性与准确性，及时修正异常数据，保障数据真实有效。

8.2 过程控制

8.2.1 工艺合规管控

- 8.2.1.1 车间生产工艺执行全过程应纳入数字化管控，现场工艺参数、作业流程、操作规范应与标准化工艺文件保持一致，杜绝随意变更。
- 8.2.1.2 宜搭建工艺防错管控机制，对违规操作、参数超差、工序倒置等不规范作业行为进行约束拦截，有效降低人为质量风险。
- 8.2.1.3 工艺优化、版本更新后的标准信息应及时同步至所有现场作业终端，保障各工位均依据最新工艺标准开展生产作业。
- 8.2.1.4 宜定期开展工艺执行情况专项检查，梳理工艺执行偏差问题，针对性强化作业人员培训与现场管控力度。
- 8.2.1.5 应依托历史工艺执行数据，识别影响产品质量的关键工艺参数，优化工艺参数控制范围，稳定产品加工质量。

8.2.2 质量缺陷管控

- 8.2.2.1 生产过程中出现的质量偏差、缺陷问题应触发实时预警，及时推送至生产、质检岗位人员开展核查处置，缩短问题处置周期。
- 8.2.2.2 应建立标准化质量异常闭环处置流程，依次完成问题核查、成因分析、整改实施、效果复核、经验沉淀等管控动作。
- 8.2.2.3 应定期汇总阶段性质量异常数据，分析质量波动规律与核心诱因，持续优化生产工艺与现场管控模式。
- 8.2.2.4 可针对高频复发的同类质量问题建立专项管控机制，细化作业标准与检查要求，规避同类问题反复发生。
- 8.2.2.5 应建立质量责任追溯机制，明确各环节质量管控责任，强化岗位人员质量意识，提升整体质量管控水平。

8.3 追溯管理

8.3.1 全链追溯构建

- 8.3.1.1 数字化车间应依据 GB/T 44446 的要求，建立全链条全要素的产品质量追溯体系，实现机电装备产品从原料入厂到成品出厂的全程信息溯源管控。
- 8.3.1.2 产品追溯信息应涵盖物料批次、供货来源、生产设备、作业人员、工艺参数、检测结果、生产时序等核心管控要素。
- 8.3.1.3 宜采用一物一码、批次绑定的数字化标识方式，关联产品全生命周期生产质量数据，保障追溯信息精准匹配一一对应。
- 8.3.1.4 应保障追溯系统的稳定性与可靠性，确保在产品全生命周期内，追溯数据可随时查询调用，无数据丢失或篡改风险。

8.3.2 追溯数据应用

- 8.3.2.1 产品出现质量异议或问题缺陷时，可依托追溯台账快速定位问题工序、根本成因与影响批次，支撑精准整改与风险管控。
- 8.3.2.2 应定期梳理追溯数据，分析产品质量与生产要素之间的关联关系，为工艺优化、设备升级、供应商管理提供数据支撑。
- 8.3.2.3 追溯数据应长期归档留存，满足质量核查、售后溯源、体系审核、工艺优化等各类生产管理工作的使用需求。
- 8.3.2.4 应结合客户需求，提供定制化的产品质量追溯报告，提升客户满意度与产品市场竞争力。

9 系统集成

9.1 集成框架

9.1.1 纵向集成

- 9.1.1.1 纵向集成应实现车间现场层、执行层与企业管理层的互联互通，打通自上而下的指令传递与自下而上的数据反馈链路。
- 9.1.1.2 应集成企业资源计划、产品生命周期管理等上层管理系统，同步接收生产计划、工艺文件、物料需求等核心业务信息。
- 9.1.1.3 应集成车间现场智能装备、采集终端、工控系统等底层设备，实时上传生产运行、设备状态、质量检测等现场数据。
- 9.1.1.4 宜建立纵向集成数据校验机制，保障跨层级数据传输的一致性与准确性，避免数据偏差引发的业务问题。

9.1.2 横向集成

- 9.1.2.1 横向集成应覆盖车间生产运行、质量管控、设备运维、物料管理等所有核心业务系统，实现跨业务域的协同联动。

9.1.2.2 应打通生产执行系统与质量管理系统的数据库链路，实现生产过程与质量管控的同步推进与数据共享。

9.1.2.3 应集成物料管理系统与生产执行系统，依据生产进度自动触发物料配送需求，保障物料供应与生产节拍匹配。

9.1.3 端到端集成

9.1.3.1 端到端集成宜延伸至企业上下游供应链，实现与供应商、客户的业务协同与数据交互。

9.1.3.2 可集成供应商管理系统，实时获取原材料供应状态、物流信息，支撑生产计划的动态调整与物料风险管控。

9.1.3.3 可对接客户管理系统，同步订单变更、交付要求、质量反馈等信息，提升客户响应速度与服务质量。

9.2 数据交换

9.2.1 数据标准统一

9.2.1.1 应建立车间统一的数据元标准，规范数据名称、数据类型、数据格式、编码规则等基础属性，保障数据口径一致。

9.2.1.2 宜统一物料、设备、人员、产品等核心业务对象的编码规则，实现跨系统数据的唯一标识与精准关联。

9.2.1.3 应同步更新数据标准与业务规则，保障数据标准与实际业务需求的适配性。

9.2.1.4 应建立数据标准管理体系，明确标准制定、发布、更新、废止的流程与责任。

9.2.2 数据传输管控

9.2.2.1 数据传输应采用加密传输方式，保障数据在传输过程中的保密性与完整性，防范数据泄露与篡改风险。

9.2.2.2 应根据数据的重要性与实时性要求，设置差异化的数据传输频率与优先级，保障核心数据优先传输。

9.2.2.3 应建立数据传输备份机制，对关键传输数据进行备份留存，便于数据追溯与异常恢复。

9.2.2.4 可采用断点续传技术，提升数据传输的稳定性，避免网络波动导致的数据传输中断。

9.2.2.5 数据传输协议的选择及适配宜参照 GB/T 42405.1 的要求执行。

9.2.3 数据质量管控

9.2.3.1 应建立数据质量校验规则，对交换数据的完整性、准确性、一致性进行自动校验，过滤异常数据。

9.2.3.2 应对校验不通过的数据进行标记与隔离，及时通知相关人员进行核查与修正。

9.2.3.3 应定期开展数据质量评估，分析数据质量问题成因，针对性优化数据采集与交换流程。

9.2.3.4 可建立数据质量考核机制，将数据质量纳入相关岗位的绩效考核范围，提升数据质量管控水平。

10 建设实施

10.1 实施流程

10.1.1 前期准备

10.1.1.1 应开展全面的现状调研，梳理企业现有生产流程、设备状况、信息化水平、管理模式等基础情况。

10.1.1.2 宜结合行业发展趋势与企业发展战略，明确数字化车间建设的需求与目标，识别建设过程中的关键问题与风险。

10.1.1.3 应组建由企业管理层、技术人员、业务骨干组成的建设团队，明确团队职责与分工。

10.1.2 方案设计

- 10.1.2.1 应基于前期调研结果，编制数字化车间建设总体方案，明确建设内容、技术路线、实施计划、投资预算、风险管控等内容。
- 10.1.2.2 应组织行业专家对总体方案进行评审论证，优化完善方案内容，保障方案的科学性、可行性与合理性。
- 10.1.2.3 应根据总体方案，编制各子系统的详细设计方案，明确系统功能、接口规范、部署方式等技术细节。
- 10.1.2.4 可同步制定建设过程中的风险应对预案，提前防范各类潜在风险。

10.1.3 建设部署

- 10.1.3.1 应按照详细设计方案，开展基础设施建设、硬件设备采购与部署、软件系统开发与配置等工作。
- 10.1.3.2 应建立建设过程质量管控机制，对设备采购、安装调试、软件开发等环节进行全程质量监督。
- 10.1.3.3 应同步开展人员培训工作，针对不同岗位人员开展差异化培训，提升人员操作与管理能力。
- 10.1.3.4 应分模块开展建设部署工作，完成一个模块验收一个模块，保障整体建设质量。

10.1.4 系统上线

- 10.1.4.1 应制定详细的系统上线方案，明确上线时间、上线范围、切换方式、应急措施等内容。
- 10.1.4.2 应采用分步上线的方式，先在局部工序或生产线进行试点运行，验证系统稳定性与适用性后，再逐步推广至全车间。
- 10.1.4.3 应在系统上线前进行全面的测试与性能测试，及时发现并修复系统问题。
- 10.1.4.4 应建立系统上线应急保障机制，安排专人值守，及时处置上线过程中的各类突发问题。

10.2 试运行

- 10.2.1 数字化车间系统上线后应开展试运行工作，试运行周期不宜少于3个月，全面验证系统功能、性能、稳定性与适用性。
- 10.2.2 应制定试运行方案，明确试运行目标、范围、内容、周期、责任分工与考核标准。
- 10.2.3 宜安排专人记录试运行过程中的系统运行数据、业务执行情况、出现的问题与整改情况。
- 10.2.4 应及时组织人员对试运行中发现的问题进行分析与整改，优化系统功能与运行流程。
- 10.2.5 试运行结束后，应编制试运行总结报告，全面评估试运行效果，提出后续改进建议。
- 10.2.6 应根据试运行情况，适当调整试运行周期，确保系统达到预期运行效果。

10.3 验收评估

10.3.1 验收条件

- 10.3.1.1 应完成建设方案与合同约定的全部建设内容，系统功能与性能达到设计要求。
- 10.3.1.2 试运行期间系统运行应稳定，各项指标满足生产需求，试运行报告通过评审。
- 10.3.1.3 应具备完整的建设文档，包括需求文档、设计文档、测试报告、试运行报告、操作手册、维护手册等。
- 10.3.1.4 相关人员应完成培训，具备独立操作与管理系统的的能力。

10.3.2 验收内容

- 10.3.2.1 应验收基础设施建设情况，包括工业网络、智能装备、数据采集终端、安全防护设备等的部署与运行情况。
- 10.3.2.2 应验收系统功能与性能，包括各业务系统的功能完整性、数据准确性、响应速度、稳定性等，验收合格标准可参照附录A中的关键绩效指标参考值。
- 10.3.2.3 应验收数据集成与交换情况，包括跨系统数据传输的实时性、准确性、一致性等。
- 10.3.2.4 应验收安全防护体系建设情况，包括网络安全、数据安全、工控安全等防护措施的有效性。
- 10.3.2.5 可根据建设内容，增加验收项目与指标，确保验收全面覆盖建设要求。

10.3.3 持续优化

- 10.3.3.1 数字化车间投入正式运行后，应建立常态化的运行维护与持续优化机制，保障系统长期稳定运行。
- 10.3.3.2 宜定期对系统运行情况进行评估，分析系统存在的问题与不足，制定优化改进方案。
- 10.3.3.3 应结合企业生产工艺优化、业务拓展、技术发展等需求，持续升级完善系统功能与架构。
- 10.3.3.4 可建立数字化车间建设经验沉淀机制，总结建设过程中的经验与教训，为后续数字化改造提供参考。

附录 A
(资料性)
数字化车间关键绩效指标参考

表A.1给出了机电装备制造数字化车间常见的关键绩效指标（KPI）及其参考计算方法，可用于建设目标设定、试运行效果评价及验收合格判定。

表 A.1 关键绩效指标参考

指标类别	指标名称	计算公式/说明	单位	参考目标值（视企业实际调整）
生产效率	设备综合效率（OEE）	时间开动率×性能开动率×合格品率	%	≥75%
	计划达成率	实际完成产量/计划产量×100%	%	≥95%
	平均换模时间	总换模时间/换模次数	分钟	降低20%以上
质量水平	一次合格率	一次检验合格数量/总检验数量×100%	%	≥98%
	质量损失率	内部损失+外部损失/总产值×100%	%	≤1.5%
	客诉次数	年度客户质量投诉次数	次	同比降低
设备运维	设备故障率	故障停机时间/计划开机时间×100%	%	≤3%
	平均修复时间（MTTR）	总修复时间/故障次数	小时	同比降低
	预测性维护覆盖率	实施预测性维护的设备数/关键设备总数×100%	%	≥80%
物料与库存	库存周转率	出库成本/平均库存成本	次/年	同比提升
	物料配送准时率	准时配送次数/总配送次数×100%	%	≥99%
	缺料停线时长	月度因缺料导致的生产停机总时长	小时	≤0.5小时
人员绩效	人均产出	总产值/生产相关人员总数	万元/人	同比提升
	培训覆盖率	已培训人数/应培训人数×100%	%	100%
数字化水平	数据自动采集率	自动采集点数/应采总点数×100%	%	≥90%
	系统集成覆盖率	已集成系统数/应集成系统总数×100%	%	≥95%
	异常闭环处置率	闭环处置异常数/总异常数×100%	%	≥98%
安全与能耗	工控安全事件数	月度网络安全、数据安全事件次数	次	0
	单位产值能耗	总能耗/总产值	吨标煤/万元	同比降低

注1：参考目标值可根据企业实际产能规模、产品复杂度和行业特点进行调整，以持续改进为原则。

注2：建议在试运行结束后及正式运行每半年进行一次KPI综合评估，作为持续优化的依据。

注3：验收时可选取上述部分或全部指标，结合企业合同要求设定具体合格阈值。