

团 体 标 准

T/WHDQHX 004—2022

电气成套设备制造业数字化车间 通用要求

Digital factory of electrical complete equipment manufacturing industry
—General requirements

2022年10月31日发布

2022年11月1日实施

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	2
5 体系架构	2
6 基本要求	3
6.1 数字化要求	3
6.2 网络要求	3
6.3 系统要求	4
6.4 信息集成要求	4
6.5 数据存储要求	5
6.6 可靠性要求	5
7 工艺设计数字化要求	6
8 基础层数字化要求	6
8.1 制造设备的数字化要求	6
8.2 生产资源要求	7
9 传输层数字化要求	8
9.1 通信网络	8
9.2 信息集成数据传输	8
10 执行层数字化要求	9
10.1 车间计划与资源配置	9
10.2 工艺执行与管理	10
10.3 生产过程质量管理	10
10.4 生产物流管理	11
10.5 车间设备管理	12
10.6 创新功能	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这些专利的责任。

本文件由武汉电气行业协会提出并归口。

本文件起草单位：盛隆电气集团有限公司、武汉慧工云信息科技有限公司、中国质量认证中心武汉分中心。

本文件主要起草人：谢正新、李丹、井彦娜、陈卫斌、陈顶、王祥、刘明阳、朱启昊、金敏恒、蒋庆兰、袁龙刚、董玲

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本次为首次发布。

引 言

电气成套设备制造业数字化车间的建设过程涉及多种系统、多种设备间的信息集成。通常存在信息格式繁多、信息语义、接口、协议不统一的问题。目前虽已具有数字化车间的国家标准，仍缺乏针对电气成套设备制造业数字化车间特点的国家标准、行业标准和地方标准。

为此，在武汉电气行业协会的组织下，由盛隆电气集团有限公司牵头，武汉慧工云信息科技有限公司、中国质量认证中心武汉分中心等多家企业参与，结合行业龙头企业数字化发展的建设经验，计划编制《电气成套设备制造业数字化车间 通用要求》。该团体标准为电气成套设备制造业数字化车间建设提供技术依据，能全面应用于对电气成套设备制造业数字化车间的建设、管理和评价，规范涉及电气成套设备制造业数字化车间的日常工作，有效弥补目前电气成套设备制造业数字化车间缺失建设依据的问题，同时本文件的制定对电气成套设备制造业数字化车间建设、管理、评价起到引领、指导的作用。

电气成套设备制造业数字化车间 通用要求

1 范围

本文件规定了电气成套设备制造业数字化车间的体系架构、基本要求、基础层数字化要求、传输层数字化要求、执行层数字化要求等内容。

本文件适用于指导电气成套设备制造业数字化车间建设的整体规划、产线升级、集成实施及验收。

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 7408-2005 数据元和交换格式 信息交换 日期和时间表示法

GB/T 18391.1-2009 信息技术 元数据注册系统（MDR） 第1部分：框架（ISO/IEC 11179-1:2004, IDT）

GB/T 18391.3-2009 信息技术 元数据注册系统（MDR） 第3部分：注册系统元模型与基本属性（ISO/IEC 11179-3:2003, IDT）

GB/T 37393-2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 38869-2020 基于OPC UA的数字化车间互联网络架构

GB/T 41392-2022 数字化车间可靠性要求

CQC 9258-2021 智能制造评价技术规范数字化车间

3 术语和定义

GB/T 37393-2019、GB/T 18391.1-2009、CQC 9258-2021界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化车间 digital factory

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

注：在本文件中，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 37393-2019, 3.3, 有修改]

3.2

数据字典 data dictionary

用于数据的引出使用以及构造数据，存储元数据的数据库。

[来源：GB/T 18391.1-2009, 3.13]

3.3

属性 attribute

一个对象或实体的特征。

[来源：GB/T 18391.1-2009, 3.1.3]

3.4

数据元 data element

用一组属性描述其定义、标识、表示和允许值的数据单元。

[来源：GB/T 18391.1-2009, 3.3.36]

3.5

设备利用率 rate of capacity utilization

设备利用率是指每年度设备实际使用时间占计划用时的百分比，是指设备的使用效率。

设备利用率=每班次（天）实际开机时数/每班次（天）应开机时数×100%

[来源：CQC 9258-2021, 6.2.1.2]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BOM: 物料清单 (Bill of Material)
 DNC: 分布式数控 (Distributed Numerical Control)
 DTM: 设备类型管理器 (Device Type Manager)
 EDDL: 电子设备描述语言 (Electric Device Description Language)
 ERP: 企业资源规划 (Enterprise Resource Planning)
 FDT: 现场设备工具 (Field Device Tool)
 FME(C)A: 故障模式、影响和危害性分析 (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis)
 FTA: 故障树分析 (Failure Tree Analysis)
 MOM: 制造运营管理 (Manufacturing Operation Management)
 MTBF: 平均故障间隔时间 (Mean Time Between Failure)
 MTTR: 平均故障修复时间 (Mean Time To Repair)
 OEE: 整体设备效率 (Overall Equipment Effectiveness)
 OPC: 用于过程控制的对象连接与嵌入 (Object Linking and Embedding for Process Control)
 OPC UA: OPC统一架构 (OPC Unified Architecture)
 PCP: 过程控制计划 (Process Control Plan)
 PDA: 个人数字助理 (Personal Digital Assistant)
 PDCA: 计划执行检查行动 (Plan, Do, Check, Act)
 PDM: 产品数据管理 (Product Data Management)
 PFMEA: 过程潜在失效模式及影响分析 (Process Failure Mode and Effects Analysis)
 PLC: 可编程序控制器 (Programmable Logic Controller)
 RFID: 射频识别技术 (Radio Frequency Identification)
 SCADA: 监控与数据采集 (Supervisory Control And Data Acquisition)
 SDN: 软件定义网络 (Software Defined Network)
 TPM: 全面生产维护 (Total Productive Maintenance)

5 体系架构

电气成套设备制造业数字化车间体系架构如图1所示, 由企业层 (不在本文件范围内)、执行层、传输层、基础层四层组成。

基础层是电气成套设备制造业数字化车间实现生产加工的主要制造设备, 包括钣金设备、焊接设备、喷涂设备、线束加工设备、装配生产设备五类设备。

传输层实现执行层与制造设备之间集成信息的处理, 包括对信息的格式化处理、语义化处理、协议转换功能。

执行层对生产制造过程进行管理, 主要功能包括工艺设计、生产计划与调度、钣金排版套料、工艺执行与管理、生产物流管理、生产过程质量管理、车间设备管理, 并实现与企业层和传输层的集成交互。由于数字化工艺是生产执行的重要源头, 对于部分中小企业没有独立的产品设计和工艺管理情况, 可在数字化车间中建设工艺设计系统, 为制造运行管理提供数字化工艺信息。

企业层中, 因各企业规模不一、管理模式各不相同, 因此各企业可结合自身特点、模式进行层级建设, 故本文件中不对企业层有详细描述及要求。

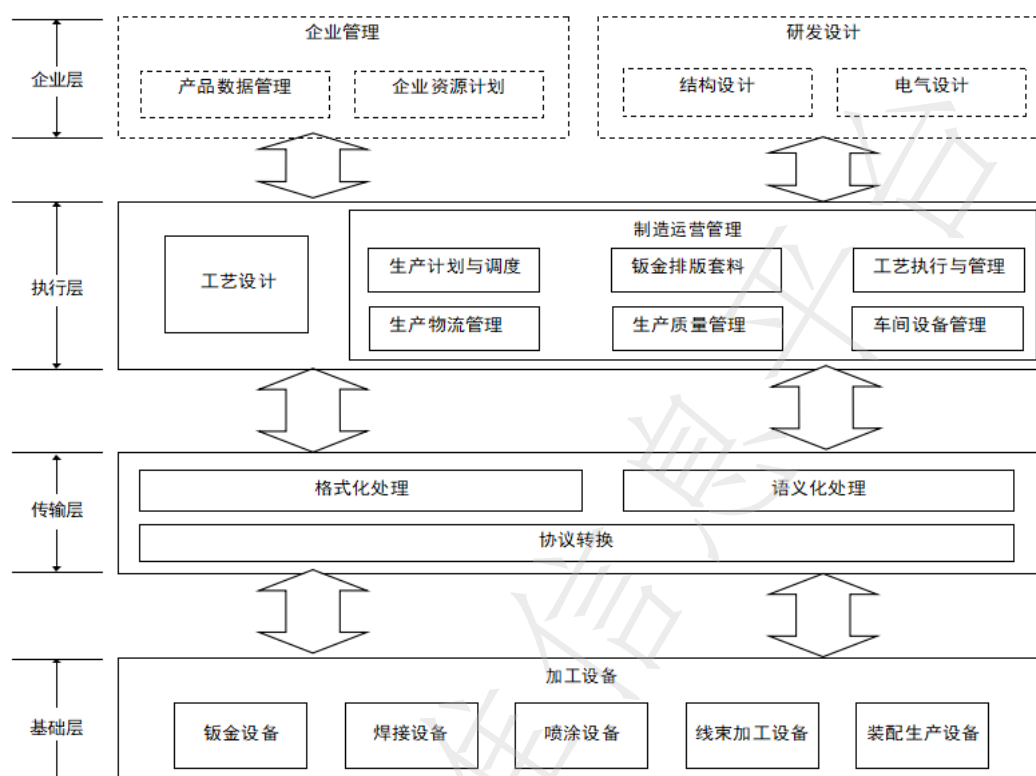


图1 电气成套设备制造业数字化车间体系架构

6 基本要求

6.1 数字化要求

电气成套设备制造业数字化车间的资产和制造过程信息应数字化。

数字化要求主要包括如下方面：

- 制造设备数字化：电气成套设备制造业数字化车间的制造设备数字化应符合 8.1 的要求，数字化制造设备的比率应不低于 70%。各企业可根据自身特点、模式规定相应数字化制造设备的数字化率；
- 生产信息的采集：应能通过电气成套设备制造业数字化车间信息系统完成 90% 的生产数据采集；
- 生产资源的识别：应能对电气成套设备制造业数字化车间制造过程所需要的生产资源的信息进行识别；
- 生产现场可视化：应能通过车间级通信与监测系统，实现车间生产与管理的可视化；
- 工艺设计数字化：电气成套设备制造业数字化车间的工艺设计应采用数字化设计方法，符合第 7 章要求。

6.2 网络要求

电气成套设备制造业数字化车间应建有互联互通的网络，可实现设备、生产资源与系统之间的信息交互。网络架构可参照图2所示电气成套设备制造业数字化车间信息集成网络拓扑图进行集成网络搭建，具体要求应符合GB/T 37393-2019中9.1的要求。

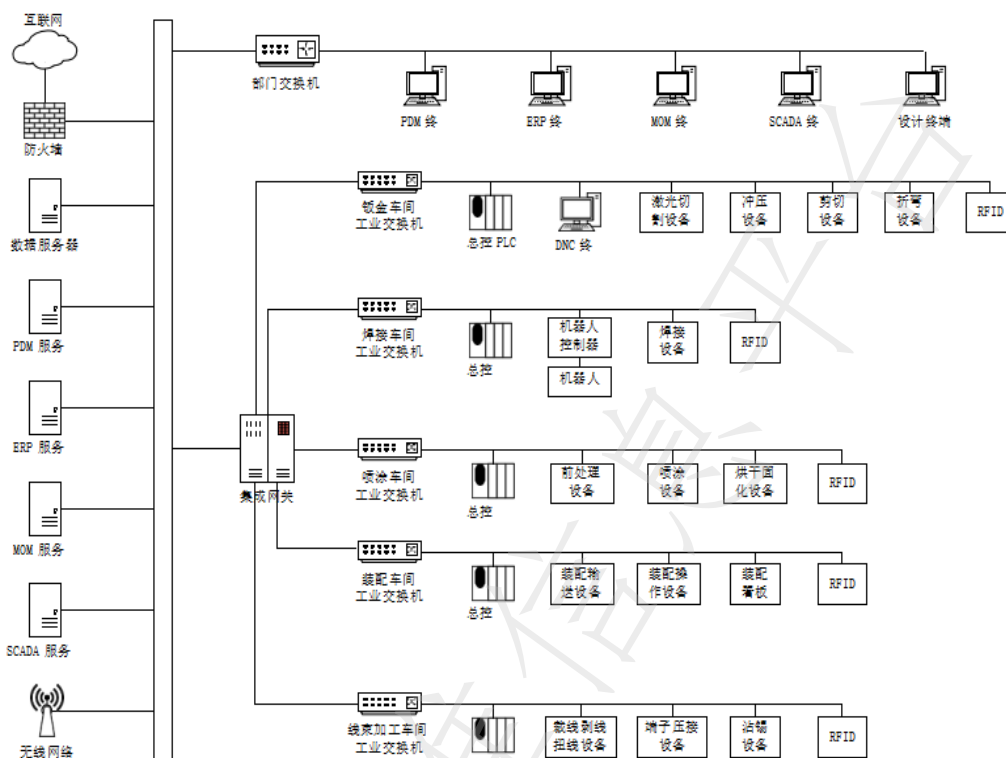


图2 电气成套设备制造业数字化车间信息集成网络拓补图

基础网络架构由服务器、防火墙、交换机、集成网关、终端、加工设备组成，覆盖高低压电气成套设备生产企业主要业务部门及钣金、焊接、喷涂、线束加工、装配五类生产车间网络设备。网络设备间应通过企业总线采用有线网络或无线网络进行连接。

6.3 系统要求

电气成套设备制造业数字化车间应建有制造执行系统或其他的信息化生产管理系统，支撑制造运行管理的功能。

6.4 信息集成要求

电气成套设备制造业数字化车间应实现企业层、执行层、传输层、基础层系统间的信息集成。

6.4.1 信息集成模型

电气成套设备制造业数字化车间信息集成模型如图3所示，其中执行层制造运营管理软件作为电气成套设备制造业数字化车间的核心系统，与企业层研发设计类软件及企业管理类软件以及车间现场的加工设备均应进行集成。

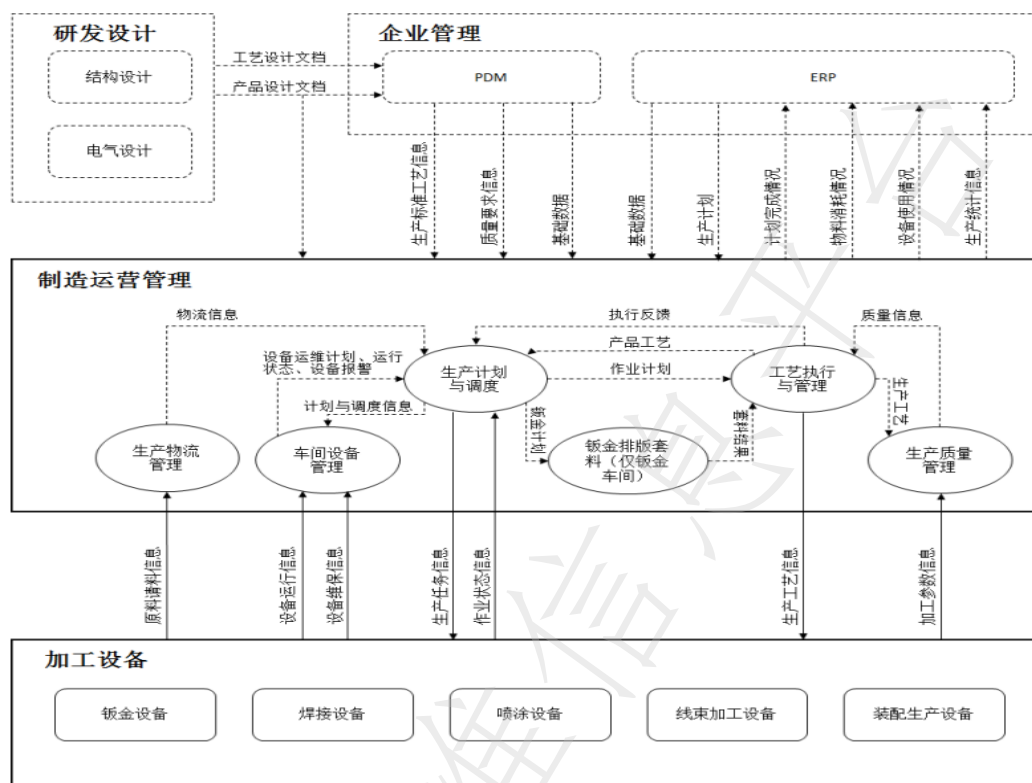


图3 电气成套设备制造业数字化车间信息集成模型

执行层制造运营管理软件应与企业层研发设计类软件及企业管理类软件集成，集成数据包括产品设计文档、工艺设计文档、生产标准工艺信息、质量要求信息、生产计划、计划完成情况、物料消耗情况、设备使用情况、生产统计信息。

执行层制造运营管理软件还应与加工设备集成，集成数据包括原料请料信息、设备运行信息、设备维保信息、生产任务信息、作业状态信息、生产工艺信息、加工参数信息。

6.5 数据存储要求

电气成套设备制造业数字化车间应在企业数据字典定义的数据采集内容基础上，结合数据的实时性要求，利用合理的网络通信方式与数据存储方式进行数据的存储，并与企业级数据中心实现对接。包括：

- 应能对车间所需数据进行存储和管理，并支持异构数据之间的格式转换，实现数据互通；
- 宜采用实时数据库与历史数据库相结合的存储方式：

实时数据库：储存生产现场实时性较高的数据，支持执行层的各项应用，如OEE统计等，

历史数据库：宜采用关系数据库，储存工艺设计和制造过程所需的相关主数据及过程数据；

- 应具备信息安全策略，并支持更新和升级，如访问与权限管理、入侵防范、数据容灾备份与恢复等；
- 应具备云端信息存储方式，并支持以实时通讯上报异常或平台沟通，如应用于异地灾备方案、异地热备方案等。

6.5.1 数据字典

电气成套设备制造业数字化车间应建立数据字典，具体要求如下：

- 应包括车间制造过程中需要交互的全部信息，如设备状态信息、生产过程信息、物流与仓储信息、检验与质量信息、生产计划调度信息等；
- 应描述各类数据基本信息，如数据名称、来源、语义、结构以及数据类型等；
- 应支持定制化，各行业可根据各自特点制定本行业的数据字典。

6.6 可靠性要求

6.6.1 电气成套设备制造业数字化车间安全可靠要求

电气成套设备制造业数字化车间投产运行时应根据其运行环境、操作人员、维护条件及人员水平等综合因素，提出其安全可靠要求。

电气成套设备制造业数字化车间安全可靠定性要求如人员的培训、系统故障应急处理及备品备件储备要求等，如表1所示。

表1 安全可靠定性要求

序号	名称	主要内容
1	操作要求	电气成套设备制造业数字化车间各操作工位段的设计及操作要求及作业指导书
2	人员技能要求	电气成套设备制造业数字化车间工种设计及操作技能培训要求、培训材料、考核要求等
3	维护要求	电气成套设备制造业数字化车间的设计图纸、设计说明书、工艺说明书、关键制造设备的维护要求、维护手册、备件准备要求等
4	应急处理说明	电气成套设备制造业数字化车间运行故障分类、故障模式及纠正措施说明
5	环境要求	电气成套设备制造业数字化车间运行环境要求
6	可靠性信息要求	电气成套设备制造业数字化车间有关制造装备、产品的故障信息的收集、分析和处理要求

6.6.2 电气成套设备制造业数字化车间运行可靠性要求

6.6.2.1 基本要求

电气成套设备制造业数字化车间投入使用后，应开展运行可靠性跟踪和评估相关工作，包括运行可靠性信息收集、运行可靠性评估和运行可靠性改进等，确保电气成套设备制造业数字化车间的运行满足可靠性要求。

6.6.2.2 运行可靠性跟踪与评价

电气成套设备制造业数字化车间运行可靠性跟踪与评估如下：

- 电气成套设备制造业数字化车间运行中，应重点开展各子系统或设备的运行可靠性信息收集工作，并将此类信息作为运行可靠性评估的主要分析依据；
- 对于运行中出现的故障，应首先对照分析数字化车间设计时的 FME(C)A 或 FTA 是否已经考虑；
- 对于新出现的故障应重点分析其故障模式及原因，分析采用的方法有 FME(C)A、FTA 等，并将分析结果补充到电气成套设备制造业数字化车间设计时的 FME(C)A 分析中，以作为电气成套设备制造业数字化车间运行可靠性改进依据；
- 电气成套设备制造业数字化车间运行可靠性评价应充分利用现有条件，可采用运行可靠性设计分析技术，利用子系统及设备的试验和/或现场运行数据进行，也可利用相似系统的现场运行数据进行。

7 工艺设计数字化要求

根据生产过程需求，电气成套设备制造业数字化车间的工艺设计宜采用数字化设计方法，并满足以下要求：

- 应采用辅助工艺设计，如三维工艺设计；
- 应能进行工艺路线和工艺布局仿真；
- 应能进行加工过程仿真和/或装配过程仿真；
- 应建立工艺知识库，包括工艺相关规范，成功的工艺设计案例，专家知识库等；
- 应提供电子化的工艺文件，并能下达到生产现场指导生产；
- 应向制造执行系统输出工艺 BOM。

8 基础层数字化要求

8.1 制造设备的数字化要求

制造设备的数字化要求包括：

- 应具备完善的档案信息,包括编号、描述、模型及参数的数字化描述;
- 应具备通信接口,能够与其他设备、装置以及执行层实现信息互通;
- 应能接收执行层下达的活动定义信息,包括为了满足各项制造运行活动的参数定义和操作指令等;
- 应能向执行层提供制造的活动反馈信息,包括产品的加工信息、设备的状态信息及故障信息等;
- 应具备一定的可视化能力和人机交互能力,能在车间现场显示设备的实时信息及满足操作的授权和处理相关的人机交互。

8.1.1 智能化程度与要求

- 自动化程度:自动化设备应能够在没有人或者少人的直接参与下,按照人的要求,完成设定功能,如柜体钣金部分自动化剪板,冲压,折弯等;
- 数字化程度:设备应具备信息获取、信息传递、信息处理等功能,并能实现设备与设备之间、设备与系统之间的通信;
- 智能化程度:要求设备应具有自感知、自控制、自诊断、自优化等智能功能;
- 应具备通信接口,能够与其他设备、装置以及执行层实现信息互通;
- 应能接收执行层下达的活动定义信息,包括为了满足个性制造运行活动的参数定义和操作指令等;
- 应能向执行层提供制造的活动反馈信息,包括产品的加工信息、设备的状态信息及故障信息等;
- 应具备一定的可视化能力和人机交互能力,能在车间现场显示设备的实时运行状态信息及满足操作的授权和处理相关的人机交互;
- 应应用数字化展示系统,能通过电子大屏实时呈现工厂的订单、物料、人员等生产运营数据,直观可视化图表呈现工厂管理状态;
- 设备履历信息化:应建立全方位设备基础信息管理,全流程设备履历记录;
- 保养执行标准化:应建立专业规范保养标准,点检/维修/保养;
- 异常的闭环解决方案:应能实现异常一键报修,维修工单全过程信息管控;
- 数据报表实时化:应支持多维度 MTTR 和 MTBF 报表的分析与展示。

8.1.2 数据服务能力

智能装备应具远程诊断、实时监测、设备数据分析等数据服务能力:

- 应能依据在线检测结果预测生产设备,生产管理过程可能出现的异常,自动预警给出纠正措施;
- 应能实现安全、环保管理过程标准化,应对数据进行收集、监控以及分析利用,最终能对安全作业和环境治理等进行优化;
- 应能在线监测产品质量并进行质量数据分析,自动修复和调校相关生产参数,保证产品质量持续稳定。

8.1.3 人机协同与交互能力

应能实现设备与设备、设备与人之间的实时交互与协同操作,包括设备数字化反馈。

8.1.4 联网与数据采集

核心设备和检测传感器应具备联网能力,能自动在线采集设备状态关键数据。

8.1.5 故障监测与预警

基于实时采集的海量设备状态数据,应形成预测性维护系统,提供设备故障监测、预警与维护决策指导。

8.1.6 专家知识库、标准作业指导

应具备专家知识库、标准作业指导等能力。

8.2 生产资源要求

8.2.1 生产资源的数字化要求

生产资源的数字化要求包括：

- 在条码及电子标签等编码技术的基础上应满足生产资源的可识别性,包括生产资源的编号、参数及使用对象等的属性定义;
- 上述信息应采用自动或者半自动方式进行读取,并自动上传到相应设备或者执行层,便于生产过程的控制与信息追溯;
- 识别信息应具备一定的可扩展性,如利用RFID进行设备及执行层的数据写入。

8.2.2 生产资源联网情况

人员、物料、工具等生产资源应基本联网。

8.2.3 可扩展性

生产资源的联网装置应具备可扩展性,包括可擦写,可重复等,如利用RFID进行设备及执行层的数据写入。

9 传输层数字化要求

9.1 通信网络

为执行电气成套设备制造业数字化车间基础层的工作任务处理,实现控制设备与现场设备之间的通信,可采用如下通信方式:

- 现场总线:可采用 PROFIBUS、CC-LINK、MODBUS、CAN 协议;
- 工业以太网通信:可采用 PROFINET、Ethernet/IP、EtherCAT、POWERLINK 协议;
- 无线通信:工业无线(WIA-FA, WIA-PA)、WIFI, 蓝牙、4G/5G 协议。

9.2 信息集成数据传输

9.2.1 数据传输基本功能

在电气成套设备制造业数字化车间信息集成架构中,传输层根据信息集成需求实现执行层与基础层的数据交互与信息传输,进行数据协议转换,通过格式化处理、业务语义化处理等操作,满足执行层制造运营管理业务相关信息向加工设备的指令下发、资源协同、状态监控,以及基础层向执行层传递设备状态、加工参数、故障报警等信息,完成信息传输。

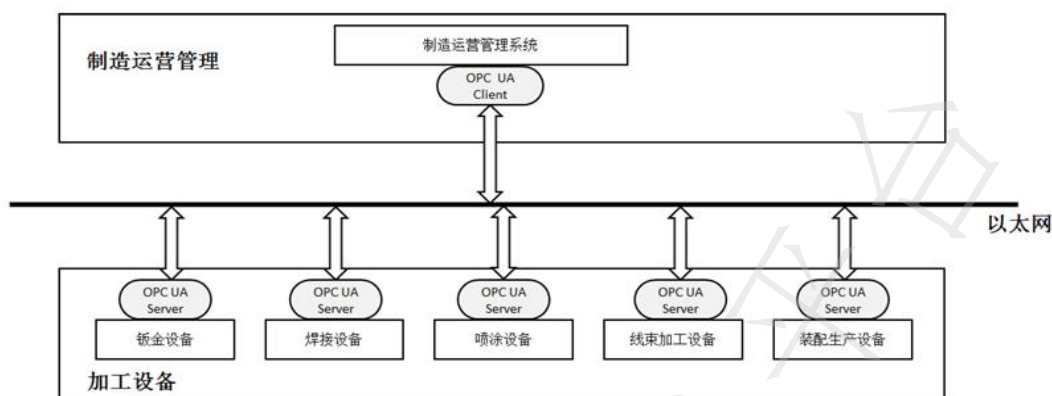
9.2.2 数据传输技术

在电气成套设备制造业数字化车间中,本文件推荐使用OPC UA作为电气成套设备制造业数字化车间统一互联的技术。具体应符合GB/T 38869-2020中6.4的要求。

注:目前OPC UA在电气成套设备制造业数字化车间实际应用较少,OPC UA技术仅作为推荐使用。现场加工设备常见集成技术包括OPC、EDDL、FDT/DTM等,实际使用中需充分考虑对用户资产和投入的保护。

9.2.3 数据传输实现

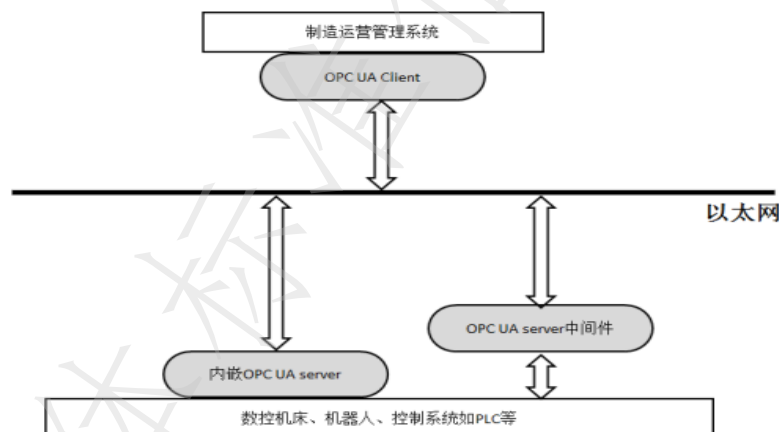
执行层制造运营管理系统与加工设备之间的集成如图4所示。在此情况下,执行层制造运营管理系统作为OPC UA客户端,加工设备作为OPC UA服务器。



注：图中仅是示意，并不意味着相关系统及设备位于同一网络。

图4 电气成套设备制造业数字化车间基于 OPC UA 的集成

电气成套设备制造业数字化车间典型设备包括钣金设备、焊接设备、喷涂设备、线束加工设备及装配生产设备，具体的现场数字化装备可包括数控机床、焊接机器人、装配机器人、PLC等，部分装置内嵌了OPC UA接口，可直接与支持OPC UA客户端的制造运营管理系统进行集成；对于不支持OPC UA接口的该类装置，可开发OPC UA中间件来构造该类设备的信息模型，如图5所示。



注：图中仅是示意，并不意味着相关系统及设备位于同一网络。

图5 电气成套设备制造业数字化车间基于 OPC UA 的集成

10 执行层数字化要求

10.1 车间计划与资源配置

10.1.1 计划排产

计划排产主要要求：

- 详细排产：为满足车间生产计划要求，应根据产品工艺路线和可用资源，通过数字化软件制定工序作业计划；
- 生产调度：为了实现作业计划的要求，应分派设备或人员进行生产，并对生产过程出现的异常情况进行管理，能应对紧急插单常见情形；
- 生产跟踪：为完成企业资源计划，应跟进实际生产响应的一系列活动。应保障项目进度透明，交付日期明确并预测准确，减少沟通成本。

10.1.2 设备利用率

设备利用率提升比率应明确，应按照实际产能配置和使用设备，避免造成水、电、气（汽）等资源浪费。

10.1.3 无纸化

车间计划和执行过程应通过数字化软件实现，实现无纸化办公，避免纸张浪费以及纸张传递中的时间浪费。

10.1.4 排产效率

- 详细排产应根据产品生产工艺制定工序计划，考虑车间设备管理、生产物流管理中设备、人员、物料等资源的可用性进行计划排产，形成作业计划发送给生产调度；
- 排产生成的作业计划会影响生产设备、人员、物料等生产要素的管理。如作业计划与设备维护保养计划相互影响。车间应能减少技术准备时间，提高排产效率。

10.1.5 异常处理

应建立异常处理的数字化系统，协同如物流、车间班组等不同部门，暴露问题并提高问题处理效率，使人员之间协同工作效率提高。

10.1.6 计划进度实时跟踪

为完成企业资源计划，应跟进实际生产响应的一系列活动，包括：

- 应建立与管理项目分节点的运行计划，实现流程节点进度透明与节点之间消息协同；
- 应建立基本的项目管理视图与报表，使得所有项目的进度可实时跟踪与展示；
- 应实现项目进度透明化，项目任务能责任到人，责任人任务状态可追踪，项目进展完全掌控；
- 应降低管理成本和时间，提高管理层效率；
- 应降低项目风险，缩短项目交付周期，提高销售、生产、物流等不同部门协同效率。

10.2 工艺执行与管理

10.2.1 工艺规划与仿真

- 车间应实现工艺的数字化与车间系统的网络化，实现作业文件、作业程序的自动下发和标准工艺精准执行；
- 车间应通过生产和质检数据、现场求助信息采集，反馈工艺执行实时状态和现场求助信息，实现产品生产工艺的可追溯与现场求助的快速响应；
- 车间应能够通过计算机辅助系统、仿真软件进行产品工艺规划。

10.2.2 车间调度信息系统

车间应建立车间调度的信息系统。

10.2.3 生产监控信息系统

车间应建立生产监控的信息系统。实时监控生产进度，可及时发现生产异常情况并能快速响应。

10.2.4 可视化信息系统

车间应建立可视化工作管理信息系统，以实现车间工艺执行管理的便捷性与灵活性。

10.3 生产过程质量管理

10.3.1 质量管理信息系统

应具备质量管理信息系统，能够对质量异常做出处理，包括：

- 检验批管理：应实现质检全过程管理，涵盖送检-质检-检验结果-不良品处理；
- 多检验类型：应支持所有常用入库检、出库检、制程检等检验类型的质检；
- 检验计划配置：应按照不同管理颗粒度对物料的检验标准、检验方案、检验内容等进行规范管理。

10.3.2 生产过程质量数据和产品质检数据

质量数据主要包括：

- 生产设备工艺控制参数；
- 质量检测设备检测结果；
- 人工质量检测结果等生产过程数据；

应构造全流程质量管理体系，根据企业的管理深度灵活设定检验标准与管控规则，实现质检过程全流程管理，将质量标准串联在供应的各个节点。

10.3.3 预警、评估

车间应基于实时采集海量质量数据所呈现出的总体趋势，利用以预防为主的质量预测和控制方法对潜在质量问题发出警告，以避免质量问题的发生。

10.3.4 正向、反向追溯

- 应以产品标识（生产批号或唯一编码）作为追溯条件，以条码及电子标签为载体，基于产品质量档案，以文字、图片和视频等媒体方式，追溯产品生产过程中的所有关键信息；
- 应实现产品信息整合与呈现，全周期透明可视，问题返溯直接高效；
- 应以智能二维码为载体，以每台产品为统计单元，能扩展串联项目、设计、生产、质检、物流、售后等全程信息；
- 应以智能二维码为载体，使得设计图纸在产品生命周期各阶段能以数字化的方式进行追踪和获取，从而实现图纸的数字化与可追踪；
- 相同产品标识，应能针对不同角色赋予不同使用权限与内容，真正实现产品端交互，做到各取所需。车间应具备质量正向跟踪和反向回溯的能力，形成全生产过程质量档案。

10.3.5 质量判定与评价体系

应建立质量判定与评价指标体系，对生产质量进行分析、对比与评价。通过PFMEA/PCP工具排除生产过程中的异常与潜在风险，提高生产流程的稳定性。制定PFMEA流程文件，并能持续优化产品质量。

10.3.6 质量改进策略

车间应建立质量改进经验库，跟踪质量改进过程，形成质量改进记录。针对生产过程中发现的质量缺陷，应基于PDCA循环原则构建质量持续改进机制，固化质量改进流程，提供质量异常原因分析工具，并不断积累形成完备的质量改进经验库。质量改进经验做到定时，定位。

10.4 生产物流管理

10.4.1 物流管理系统

应具有安全防护设施、人机交互系统、先进物流设备、物料编码感知设备、物流应用软件及数据库。

10.4.2 供应商门户系统

应具有供应商门户系统，实现供应商的基础信息登记，物流信号传输，以及在途物品管理，并与信息系统提供互动关联。

10.4.3 统一编码

关键数据应统一编码，自动感知识别，进行传输、保存和利用。物料数据编码应实现一物一码，应用系统落实严格规范的物料编码管理。对于关键元件物料，应逐渐形成企业和行业的标准化。

10.4.4 精益物流

精益物流方案应使物流批量与工艺指令相匹配。

10.4.5 库存管理

电气成套设备制造业数字化车间的库存管理应是基于不同库存活动对车间物料形态、数量、状态等属性变化进行记录、追溯与分析等活动。库存管理可借助于信息化手段与自动化技术，使其变得更加精确和透明。做到高成本物料数量明确，财务成本清晰。例如对于高低压成套设备中元件、铜排、钣金件的精确管理。

10.4.6 防错措施

电气成套设备制造业数字化车间应运用数字化系统对生产物流管理人员的操作过程设计防错(防呆)措施。系统应规范现场业务操作,并在各个流程节点进行各种检查,避免各类错误的产生。如通过扫描物料码、库位码直接获取识别对应库位信息、实现物料出入库等。

10.5 车间设备管理

10.5.1 设备状态监控

通常由设备控制与数据采集系统实现,应能自动在线采集反映设备状态所需的关键数据。对于不同类型的设备,应有不同方式进行数据采集(包括但不限于4G/5G移动通信、窄带物联网、短距离无线和软件定义网络(SDN))。电气成套设备制造业数字化车间应实现设备运行自动分析、设备仿真系统、设备运行跟踪系统。

10.5.2 设备维修维护

- 应建立以设备维修维护计划制定、工单分配、下发、执行、反馈为流程的标准化维修维护体系,以计划工单为主要管理形式,利用智能移动终端(如手持PDA、平板电脑)完成维修维护的执行和反馈;
- 针对典型故障,提供维护维修的经验库,能够基于采集的设备状态进行自诊断;
- 对于维修过程,提供图文、视频等标准作业指导,以确保设备安全稳定运行;
- 数字化车间的设备保养维护应通过数字化管理、SCADA设备维修维护管理系统、设备备件管理系统;
- 建立全面生产维护(TPM)减少因设备问题造成的质量、交期、安全等因素的不可控。

10.6 创新功能

10.6.1 人员管理

- 应实现人员信息化管理,对人员技能进行记录;
- 应建立合理有效的员问题即时反馈体系,应用数字化系统对各层级问题进行记录并跟踪解决进度;
- 应建立以数字化系统为支撑的人员合理化建议反馈通道,结合公司机制,定期进行激励与改善落实。

10.6.2 能效管理

应实现工厂自动化能效信息化管理:

- 建立完整的自动化能效数据采集、统计、存储管理体系,执行并产生实际经济效益,降低企业用能成本;
- 建立能源综合管理监测系统,主要耗能设备实现实时监测与控制;
- 建立产耗预测模型,水、电、气(汽)煤、油以及物料等消耗实现实时监控、自动分析、实现能源资源的优化调度和有效管理。

10.6.3 项目管理

应用项目管理系统软件,优化多人员协同的项目管理运营模式,使得数字化智能化贯穿整个项目的生命周期管理,实现端到端的项目过程透明与可决策管理。

10.6.4 售后管理

应实现售后服务的数字化管理,使得从终端用户反馈至售后服务完成整体过程可通过数字化软件系统协同实现,提升客户满意程度,降低售后管理成本。

10.6.5 发运管理

应实现物流发运过程的智能化管理。应用软件系统进行物流商报价、选择、派发,以及物流过程的跟踪管理,优化发运管理方式。