

团 体 标 准

T / CBIA 015—2025

饮料行业 数字化生产通用要求

Beverage industry—General requirements for digital production

2025-08-25 发布

2025-08-25 实施

中国饮料工业协会 发布

目 次

前言 III

引言 IV

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 基本要求 3

 5.1 数字化要求 3

 5.2 工业网络 3

 5.2.1 网络架构 3

 5.2.2 网络设备 3

 5.2.3 网络通信协议 3

 5.2.4 网络安全与防护 3

 5.2.5 网络监控与维护 4

 5.3 数字化生产架构 4

6 技术要求 4

 6.1 数据管理 4

 6.1.1 概述 4

 6.1.2 数据安全 5

 6.1.3 数据接口 5

 6.1.4 数据采集 6

 6.1.5 实时监测与预警 6

 6.1.6 数据分析 7

 6.2 生产管理 7

 6.2.1 概述 7

 6.2.2 生产执行 7

 6.2.3 质量管理 7

 6.2.4 设备运维 8

 6.2.5 能源管理 8

 6.2.6 水管理 9

 6.2.7 环境管理 9

 6.2.8 任务管理 9

 6.2.9 前处理 9

 6.2.10 效率核算 9

 6.2.11 人员管理 9

 6.3 食品安全追溯 9

 6.3.1 基本要求 9

 6.3.2 物料追溯 9

6.3.3	生产过程追溯	10
6.3.4	仓储物流追溯	10
6.3.5	数字标签	10
6.4	厂内物流	10
6.4.1	仓储物流设备设施	10
6.4.2	物流管理系统	10
6.4.3	涉及产品卫生、质量和安全的特殊要求	10
6.4.4	物流信息数字化呈现	10
6.5	活动管理与知识萃取	10
6.5.1	概述	10
6.5.2	活动管理	11
6.5.3	知识萃取	11
附录 A(资料性)	5G+MES 深度融合饮料数字化车间应用案例	12
A.1	概述	12
A.2	实现方案	12
A.2.1	数字化工厂系统架构	12
A.2.2	功能说明	12
A.3	工业网络	13
A.3.1	基础网络层	13
A.3.2	组网特点	13
A.4	生产执行层	13
A.4.1	MES 架构	13
A.4.2	功能说明	13
A.4.3	工作台	13
A.4.4	生产订单管理	14
A.4.5	追溯管理	14
A.4.6	设备维护保养管理	15
A.4.7	活动管理	15
参考文献		16
图 1	饮料行业数字化生产架构	4
图 A.1	数字化工厂系统架构	12
图 A.2	OT-5G 网络架构	13
图 A.3	MES 整体功能框架	14
图 A.4	工作台界面	14
图 A.5	追溯管理架构	15
图 A.6	设备维护保养管理系统架构	15
图 A.7	活动管理系统架构	15

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。

本文件由中国饮料工业协会提出。

本文件由中国饮料工业协会团体标准技术工作委员会归口。

本文件起草单位：中国饮料工业协会、燕山大学、达能(中国)食品饮料有限公司、江苏新美星包装机械股份有限公司、康师傅饮品投资(中国)有限公司、农夫山泉股份有限公司、利乐包装(昆山)有限公司、中粮可口可乐饮料有限公司、维他奶有限公司、雀巢(中国)有限公司、太古可口可乐(中国)有限公司、东鹏饮料(集团)股份有限公司、华彬快速消费品投资管理有限公司、青岛崂山矿泉水有限公司、天地壹号饮料股份有限公司。

本文件主要起草人：张明、孙迎兵、靳国兴、董海龙、车军峰、许文昭、张坤、周炼军、郑荣珍、石秋香、叶松盛、胡海娥、吴镇君、姜明洪、熊贤平、吴凤和、蒋展鹏。

本文件为首次发布。

本文件知识产权归属中国饮料工业协会，本文件仅供中国饮料工业协会会员单位自愿使用。本文件未经中国饮料工业协会同意，不得印刷、销售。任何单位和个人使用本文件开展认证、认可、资质认定等活动应经中国饮料工业协会书面批准授权。

引 言

作为数字经济发展的重要着力点,数字化转型已上升为国家战略,成为企业谋求生存与发展的必由之路,也是提升企业竞争力、创新能力和经济效益的关键手段。一系列数字化相关国家标准的发布,见证了企业数字化进程的日益深入。

相较于电子、汽车及工程机械等行业,目前饮料行业的数字化转型整体处于初级阶段。部分企业虽已着手数字化转型实践,但因缺乏标准指引,整个行业的数字化转型进度相对迟缓。鉴于饮料行业数字化转型的现状,并结合其“短流程生产”的特性,在归纳饮料企业数字化转型共性问题的基础上,参考其他行业数字化转型的成功经验,为饮料行业定制一套具有行业特色的生产管理数字化标准,以此引领全行业的数字化转型,具有重要意义。

饮料行业数字化转型面临以下核心挑战:一是现有数字化系统存在业务覆盖广度不足、应用深度有限的问题,各系统间缺乏有效连通与协同机制;二是数据标准化建设滞后,组织架构适配性不足,制约信息资源的高效执行与推广;三是集团化管控需求与当前工厂间协同能力薄弱之间的矛盾突出,现有技术架构难以支撑多层级、跨地域的运营管理要求,亟须构建覆盖全集团的数字化闭环管理体系,完善数据治理架构以强化各业务域的赋能效应;四是生产运营层面大多依赖人工记录,导致生产数据采集时效性差,制约管理决策效率,亟待通过数字化转型实现生产计划、质量管理、设备运维等核心环节的数字化集成,并与外围系统形成数据互通,最终达成生产现场可视化、制造过程透明化及跨工厂生产协同数字化的目标。

深入推进饮料生产管理数字化转型变革,是饮料生产管理的革命,旨在实现从原料到成品的全流程优化。通过生产管理数字化可以实现:全流程透明可追溯,保障食品安全;提高生产效率,增强生产柔性,提升产品质量;从材料、能源、人工、仓储、物流等多方面降低生产成本,推进节水节能、低碳减排、绿色制造,进而提升企业的经济效益与社会效益。

制定饮料行业数字化生产通用要求标准,有助于规范饮料行业的数字化转型,提高整个行业数字化转型的效率,引导行业推进智能化改造、数字化转型、网络化联接,步入数字化发展的快车道,实现饮料行业的高质量发展。

饮料行业 数字化生产通用要求

1 范围

本文件规定了饮料行业数字化生产通用要求,提出了饮料数字化生产中数据管理、生产管理、食品安全追溯、厂内物流、活动管理与知识萃取的技术要求。

本文件适用于饮料生产企业开展数字化转型的设计、建设、验收与运行。

本文件不适用于固体饮料生产。

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 10789 饮料通则

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

3 术语和定义

GB/T 10789、GB/T 37393、GB/T 37413 界定的术语和定义适用于本文件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

4G:第四代移动通信技术(Fourth Generation Mobile Communication Technology)

4R:源头减量、循环回收、重复利用、水再利用(Reduce, Recycle, Reuse, Reclaim)

5G:第五代移动通信技术(Fifth Generation Mobile Communication Technology)

AAU:有源天线单元(Active Antenna Unit)

AI:人工智能(Artificial Intelligence)

AGV:自动导引车(Automated Guided Vehicle)

BI:商业智能(Business Intelligence)

BOM:物料清单(Bill of Material)

CAN:控制器局域网(Controller Area Network)

CC-Link:控制与通信链路(Control & Communication Link)

CCP:关键控制点(Critical Control Point)

CCTV:闭路电视(Closed-circuit Television),本文件中指视频监控系统。

CIP:原位清洗(Cleaning in Place)

CLIT:清洁、润滑、检查与紧固(Cleaning, Lubrication, Inspection and Tightening)

DMZ:非军事区(Demilitarized Zone),本文件中指网络隔离层。

DPI:深度包检测(Deep Packet Inspection)

EtherCAT:以太网控制自动化技术(Ethernet Control Automation Technology)

EtherNet/IP:以太网工业协议(Ethernet Industrial Protocol)

ERP:企业资源计划(Enterprise Resource Planning)

GM2D:全球二维码迁移计划(Global Migration to 2D)

HMI:人机界面(Human-Machine Interface)

IEEE:电气电子工程师学会(Institute of Electrical and Electronics Engineers)

IoT:物联网(Internet of Things)

KPI:关键绩效指标(Key Performance Indicators)

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

LLF:看、听与感受(Look, Listen and Feel)

MDM:主数据管理(Master Data Management)

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

MTBF:平均无故障工作时间(Mean Time Between Failure)

NMS:网络管理系统(Network Management System)

OEE:综合设备效率(Overall Equipment Effectiveness)

OMS:订单管理系统(Order Management System)

OPE:整体生产效率(Overall Production Effectiveness)

OT:运营技术(Operational Technology)

PAD:便携式安卓设备(Portable Android Device),本文件中指平板电脑。

PC:个人计算机(Personal Computer)

PDA:个人数字助理(Personal Digital Assistant),本文件中指智能手机。

PDCA:计划-执行-检查-处理循环(Plan-Do-Check-Act Cycle)

PLC:可编程控制器(Programmable Logic Controller)

PM:生产经理(Production Manager)

PROFIBUS:过程现场总线(Process Field Bus)

PROFINET:过程现场网络(Process Field Network)

pRRU:微远端射频单元(Pico Remote Radio Unit)

RCS:机器人控制系统(Robotic Control System)

RFID:射频识别(Radio Frequency Identification)

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

SDCA:标准-执行-检查-处理循环(Standardize-Do-Check-Act Cycle)

SIM:即时管理(Short Interval Management)

SIP:原位消毒(Sterilization in Place)

SOP:标准操作规程(Standard Operating Procedure)

TMS:运输管理系统(Transportation Management System)

UHT:超高温瞬时杀菌(Ultra High Temperature Sterilization)

UPF:用户面功能(User Plane Function)

UT:用户终端(User Terminal)

WCS:仓储控制系统(Warehouse Control System)

WMS:仓库管理系统(Warehouse Management System)

5 基本要求

5.1 数字化要求

主要包括如下方面：

- 制造设备数字化：水处理、调配、杀菌、CIP/SIP、吹瓶、灌装、封盖、贴/套标、打/喷码、仓储、物流等关键设备具备独立控制系统与数字化扩展功能；
- 生产信息采集：CCP、关键工艺参数、在线及非在线检测数据等；
- 生产资源识别：原辅包材出/入库、成品出/入库和与之相应的检验、质量判定及化学品管理等；
- 信息交互与人机互动：人与相关的数字化设备、模块、系统间具备信息交互；
- 信息流追溯：信息流的正向与反向追溯，且追溯信息能基于用户权限控制其信息分发；
- 记录：通过交互设备进行数字化记录与自动统计分析，尽量减少纸质表单手工记录；
- 辅助设备设施：锅炉、空压、污水处理等辅助设备设施具备数据监测、采集与传输功能。

5.2 工业网络

5.2.1 网络架构

网络架构应包括现场设备层、过程控制层、监视控制层、制造执行层和资源管理层，并宜设置网络隔离层。现场设备层负责数据采集，过程控制层负责数据处理与控制指令的下发，监视控制层负责实时监控与预警，制造执行层负责生产计划下发及制造事务执行与生产过程优化，资源管理层负责企业资源整体规划与管理，DMZ 负责隔离内部受信任网络与外部不受信任网络。

5.2.2 网络设备

数字化车间应建有互联互通的网络，以实现设备、生产资源与系统之间的信息交互。网络设备可采用工业交换机、工业路由器、无线设备等组成有线、无线或混合网络。

网络设备可选型如下：

- 工业交换机：应选择具有高可靠性、高带宽、低延迟的工业交换机，宜支持冗余电源、冗余链路等特性，确保网络稳定性与可用性；
- 工业路由器：用于连接不同网络段或实现远程通信，应具备适宜的数据处理能力与安全防护功能；
- 无线设备：在需要无线覆盖的区域，如仓库、物流通道等，应部署无线接入点或无线网关，以实现无线网络的接入与数据传输。

5.2.3 网络通信协议

为执行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，可采用如下通信协议：

- 现场总线：PROFIBUS、ControlNet、DeviceNet、CC-Link、MODBUS、CAN 等；
- 工业以太网通信：PROFINET、EtherNet/IP、EtherCAT、POWERLINK 等；
- 无线通信：IEEE 802.11、蓝牙、4G、5G 等。

宜尽量统一或减少所使用的协议。

5.2.4 网络安全与防护

信息系统可能遭遇的不安全威胁包括但不限于：病毒、外部网络攻击和内部非授权网络操作或误操作。为了消除以上不安全因素，企业网络系统宜采用纵深防御策略，包含安全防护、安全监测、实施

响应、恢复等层级,生产网络环境与办公网络环境宜采用物理隔离手段,可采用防火墙与入侵检测、加密传输、访问控制等措施以保障网络安全。

5.2.5 网络监控与维护

企业应对网络系统进行定期维护,宜监控网络状态,并支持远程维护,同时定期进行备份以保证网络安全可靠,宜进行 DPI。

- 网络管理系统:应部署 NMS,实时监控网络设备的运行状态、网络流量、响应时间等关键指标,并具备自动告警、故障诊断、性能优化等功能;
- 远程维护:应支持远程登录与辅助诊断功能,便于技术人员在远程对网络设备进行维护与故障排除;
- 备份与恢复:应定期备份网络设备配置与关键数据,确保在设备故障或数据丢失时能够快速恢复;
- 数据包检测:应进行内容审查和网络监控,自动识别特定的关键词、网站或应用程序,并根据法律法规与规章制度的要求进行阻断或限制,确保信息安全。

5.3 数字化生产架构

数字化生产架构是一个综合性的体系,分为资源管理层、制造执行层、监视控制层、过程控制层、现场设备层等,共同为数字化生产提供支撑(见图 1)。数字化生产应用案例参见附录 A。

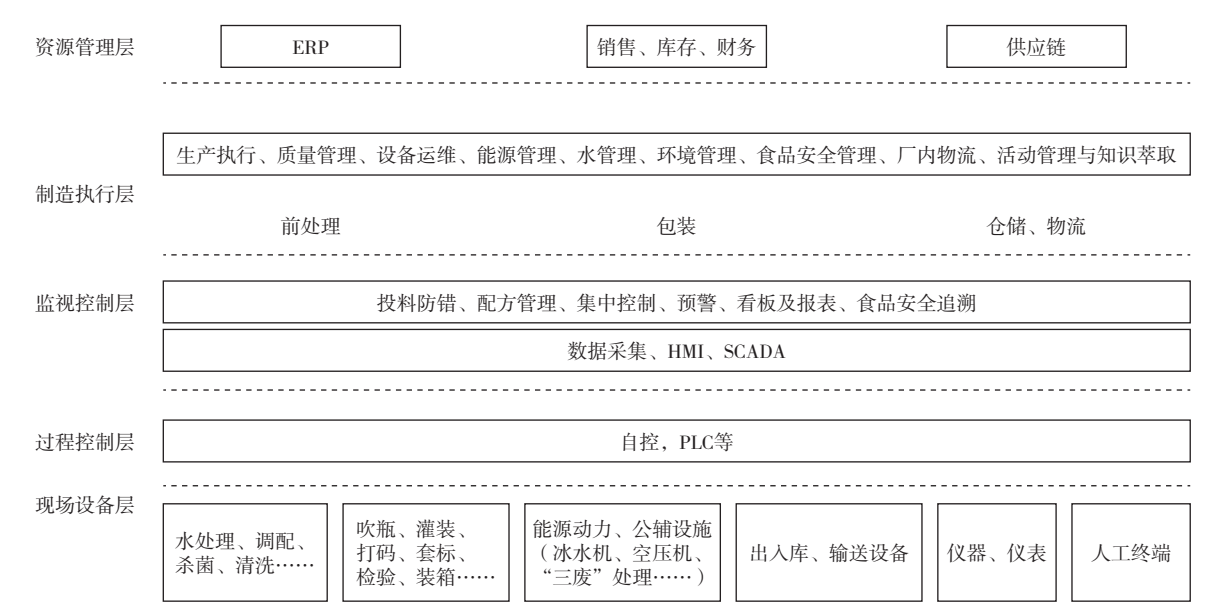


图 1 饮料行业数字化生产架构

6 技术要求

6.1 数据管理

6.1.1 概述

企业数据是对业务实体的属性定义,数据实体对应于具体的物理实体,根据应用和管理需要分为主数据、业务数据、主题分析数据等。数据管理以确保数据的安全性、准确性、一致性、可用性和完整性为目的。

6.1.2 数据安全

6.1.2.1 概述

企业应对静态存储和动态传输过程中的数据进行分类分级保护。其中,关键数据应根据法律、法规、标准的规定与企业管理的需要进行重点保护,并根据风险评估结果对数据信息进行分级分类管理。

- 应对关键业务数据,如工艺参数、配置文件、设备运行数据、生产数据、控制指令等进行定期备份;
- 应对测试数据,包括安全评估数据、现场组态开发数据、系统联调数据、现场变更测试数据、应急演练数据等进行保护,如签订保密协议、回收测试数据等;
- 针对静态数据设定留存时间(如 24 个月),涉及关键工艺控制的动态数据系统宜考虑设置热备冗余,确保任一关键管控节点出现故障或宕机不影响整个控制系统;
- 涉及第三方接入时,数据向外流动应通过合同等法律文件约定使用目的、流动范围、留存时间和删除销毁等要求。

6.1.2.2 数据分级与分类

应对生产数据进行分类,如生产环境数据、设备状态数据、产品质量数据、员工操作数据等;并应根据数据的重要性和敏感度进行分级,如绝密、机密、秘密、内部公开等,并采取不同的安全措施。

6.1.2.3 数据访问控制

应实行严格的数据访问控制策略,确保仅授权人员才能访问相应级别的数据;并宜采用多因素认证、基于角色访问控制、基于属性访问控制等先进技术,提高访问控制的安全性及灵活性。

6.1.2.4 数据加密与脱敏

应对敏感数据进行加密存储和传输,防止数据在存储和传输过程中被窃取或篡改;并应对敏感个人信息进行脱敏或匿名处理,如隐藏身份证号码、电话号码等敏感信息。

6.1.2.5 数据备份与恢复

应定期备份全部数据,关键数据宜进行容灾备份,确保必要时可迅速恢复;应建立数据恢复预案,明确数据恢复的流程、责任人与时限要求。

6.1.2.6 数据审计与监控

应对数据的访问、修改、删除等操作进行记录和审计,确保可追溯与查证;应实时监控数据的安全状态,及时发现并处理潜在的安全威胁。

6.1.2.7 安全培训与意识提升

应定期对相关人员进行数据安全培训,提高其数据安全意识和技能;宜鼓励全员积极参与数据安全管理工作,形成良好的数据安全文化。

6.1.2.8 法律遵从与合规性

应遵守关于数据安全的法律、法规、标准,确保数据安全管理工作合法合规;应定期进行合规性评估,及时发现并纠正不合规行为。

6.1.2.9 应急响应与灾难恢复

应制定数据安全应急预案,明确应急响应的流程与措施,确保在发生数据安全事件时,迅速启动应急预案,组织力量进行应急处置和恢复工作,并定期进行演练。

6.1.3 数据接口

6.1.3.1 接口标准与规范

应制定规范化的数据接口标准和规范,包括数据格式、传输协议、安全认证等,确保不同系统间数据交换的兼容性、可靠性与安全性。应明确接口的功能范围、输入输出参数、错误处理机制等。

6.1.3.2 接口设计与实现

设计数据接口时,应充分考虑系统架构、数据流向、业务需求等因素,确保接口的稳定性和可扩展

性;宜采用应用程序编程接口技术实现数据接口,并支持高通用性的协议与规范。数字化系统与控制系统如需互联,则在接口设计中,上层非控制系统不得影响控制系统的安全性与稳定性。

6.1.3.3 数据同步与更新

应实现数据的实时或定时同步机制,确保各系统间数据的一致性与时效性;宜对接口进行性能优化,提高数据传输效率与稳定性。

6.1.4 数据采集

在企业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采集与存储,并与相关业务系统实现对接。包括但不限于:

- 对运营所需数据进行采集、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;
- 宜根据业务需求采用保障实时性的数据库技术。

6.1.5 实时监测与预警

6.1.5.1 监测内容

宜至少监测以下内容:

- 生产环境:关键设施的温度、湿度、洁净度等环境参数,确保生产环境符合标准;
- 生产设备:关键设备运行状态、能耗、水耗、故障与维护信息等,预判设备故障;
- 生产过程:过程监控数据与预警数据,生产关键信息(如温度、流量、浓度、时间等),宜自动生成图表与故障提示等;
- 产品质量:半成品、成品关键质量指标,如 pH、茶多酚、°Bx 等,确保产品质量达标。

6.1.5.2 预警机制

宜至少采取以下机制:

- 根据异常情况严重程度,应设置多级预警机制,如初级预警、中级预警、高级预警等,以便采取应对措施;
- 根据法规、标准、知识、经验等,制定科学合理的预警规则,确保预警的准确性和及时性;
- 建立预警处理流程,明确预警信息的接收、确认、处理、反馈等各环节责任人与处理时限,确保预警信息得到及时有效的处理。

6.1.5.3 技术实现

可采用以下技术实现方式:

- 采用精度适宜、可靠性高的传感器与仪表设备,新设仪器仪表应具备总线或工业以太网接口,核心工艺设备应具备独立控制系统与操作屏系统以就地监视与控制,并可进行中控监控与操作;
- 运用云计算、大数据模型等技术,对采集的数据进行实时处理与分析,提高数据处理效率与准确性;
- 通过预设的 AI、算法与模型,对处理后的数据进行智能分析,并具备自动触发预警机制;
- 采用稳定可靠的通信与网络技术,确保预警信息及时准确传输至相关人员与设备;
- 运用新技术实现业务功能时,应满足可靠性、可用性、可扩展性与稳定性要求,宜设置量化指标进行测评。

6.1.5.4 管理与维护

宜至少采取以下管理与维护措施:

- 根据业务需求与实际情况,合理配置实时监测、预警系统的参数与规则;
- 对相关人员进行系统操作与维护培训,确保熟练掌握系统使用方法与维护技巧;
- 定期对系统进行检查和维护,确保系统稳定性和可靠性;
- 根据生产过程中的问题与反馈,不断优化系统功能与性能,提高系统实用性与效率;

——数字化系统应具备适宜的售后服务、远程支持、版本升级及可维护性,宜使用服务水平协议与供应商或第三方确定系统保障指标。

6.1.6 数据分析

6.1.6.1 数据来源与整合

应明确数据来源,包括但不限于生产环节、质控环节、库存环节、销售环节等。宜通过数据接口实现多源数据的整合,构建统一的数据仓库或数据湖(data lake),并确保数据的一致性和可访问性。

6.1.6.2 分析维度与指标

应定义量化 KPI,如生产效率、能耗比、次品率、库存周转率、销售预测准确率等。宜根据不同业务场景,设计多维度分析模型,如时间维度、产品维度(品类、批次)、生产维度(原料供给、生产加工、包装、仓储)等。

6.1.6.3 数据分析与可视化

可利用 BI、大数据分析、看板与报表工具等进行数据可视化,如仪表盘、趋势图、热力图等,以实时直观反映生产运行状况。宜支持交互式分析,如钻取、切片、联动等,以支持管理者快速定位问题、制定决策。

6.1.6.4 决策支持与优化建议

应基于数据分析结果,提供预警、预测和优化建议,如库存预警、生产调度优化、质量控制改进等,供管理者决策参考,提高决策效率与准确性。

6.2 生产管理

6.2.1 概述

生产管理可通过现场设备层、过程控制层、监视控制层、制造执行层与资源管理层等的不同数字化系统的有效协同,实现“人-机-料-法-环-测”的全过程协同,保持设备良好状态,稳定工序保障能力,以满足食品安全与产品质量要求,实现高效生产。

6.2.2 生产执行

6.2.2.1 生产订单管理

应具备生产订单导入或录入、激活、关联、数量记录、完工关闭等功能。

6.2.2.2 物料管理

宜至少具备以下功能:

- 物料收取:根据采购订单记录物料的关键信息,如供方、运输方、数量、规格、等级等;
- 物料领用:根据生产订单与 BOM 实现物料领用、配送与接收;
- 消耗管理:自动计算或手工录入物料消耗并关联生产订单,包括正常耗用、异常损耗、取样消耗等;
- 物料退料:将剩余物料、不合格物料等退至仓库;
- 物料平衡:物料衡算与盘点等。

6.2.2.3 配方管理

宜以数字化方式创建与管理产品配方,配方可为成分与参数的列表(单阶段),也可为成分与执行步骤的组合(多阶段),并可涵盖加工、包装、质量等参数。

6.2.2.4 批次(排产)管理

应具备批次(排产)规则、策略优化、计划分解及调整与审核等功能,并自动生成统计图表。

6.2.3 质量管理

应具备来料检验、过程检验、成品检验及自动放行、不合格品处理等功能,宜与 LIMS 对接。

6.2.3.1 来料检验

接收报检信息、生成报检任务,根据检验结果自动处理来料,并触发相应流程。

6.2.3.2 过程检验

生成待检计划,记录检验数据,审核检验数据,根据检验结果触发相应流程。

6.2.3.3 成品检验

生成成品待检单,系统记录检验数据,根据检测数据判定,根据检验结果触发相应流程。

6.2.3.4 不合格品处理

应仅允许不合格品逆向物流(退库、退货),不允许正向物流(领用、使用、发货),宜允许复检合格后的正向物流。

6.2.4 设备运维

6.2.4.1 概述

应具备对生产设备的维修、保养、备件、故障诊断、档案资料等的数字化管理,宜具备自主维护、点巡检、故障维修、定期大修及特种设备与计量器具管理功能。

6.2.4.2 自主运维

按维护保养计划等自动生成并分配维护保养任务与标准至授权人员执行操作,全程追踪任务执行与完工判定、异常告警,自动生成执行记录。

6.2.4.3 点巡检

统一管理和分配巡检标准至授权人员执行点检并形成执行记录,对异常点自动发起维护保养计划或维修流程。

6.2.4.4 故障维修

自动识别故障并创建报修单、备件领用单,维修完成后自动萃取经验至知识库。

6.2.4.5 大修

基于设备运行时间或日历时间与历史维护保养记录自动生成大修方案、分配大修执行任务,大修完成后自动生成大修报告。

6.2.4.6 特种设备与计量器具

根据检定(校准、检验)规程自动计算检验或校验日期、生成任务,根据录入的检验或校验结论自动更新设备与器具下次检验或校验日期,并对不合格设备与器具触发维护保养或报废流程。

6.2.4.7 设备档案

生成基于设备与操作岗位的数字化档案资料并编目,包括但不限于铭牌、合格证、说明书、工作与维护日志、操作规程等。

6.2.5 能源管理

6.2.5.1 数据采集

应从能源与耗能设备设施及相关系统中采集实时数据,包括但不限于能耗、产量、温度、压力等参数,宜覆盖从能源产生(输入)、输送到消耗的全过程管理。

6.2.5.2 能源监控

实时监控能源与耗能设备设施的运行状态、记录关键参数(如压力、温度、流量等),宜分别记录主要生产设备(如吹瓶机、灌装机、杀菌机等)能源耗用;当出现用能异常或超出阈值时,自动告警并采取控制措施。

6.2.5.3 能源平衡

计算能源消耗与产出的平衡,分析能源的利用与损耗,提供平衡计算和优化建议。

宜核算相应温室气体排放。

6.2.5.4 能源分配

根据能源消耗与产出,进行能效的分配与核算。

6.2.5.5 能源调度

基于能源需求与供应,生成能源调度策略与计划,实施能源的合理调度与分配。

6.2.6 水管理

6.2.6.1 数据采集

应从取(供)水、水处理与用水设备采集数据,包括但不限于取(用)水量、排水量等参数,尤其是原料处理、CIP、污水处理等关键用水场景。

6.2.6.2 水平衡与分配

通过关键耗水设备计量以及不同产品与生产模式的耗水分配规则,关联生产订单统计产线水耗,自动计算生成单位产品水耗;根据水耗与饮料产出及污水排放数据进行水平衡核算;当出现水耗异常或超出阈值时,自动告警并采取控制措施。

宜核算相应水足迹,并按照 4R 原则给出节水建议。

6.2.7 环境管理

应定期监测洁净室关键参数(如温度、湿度、压差、风速、尘埃粒子)等,根据检测数据实时或定期进行空间环境清洁消毒。宜通过 LIMS 获取微生物检测数据。

6.2.8 任务管理

应根据生产订单自动生成岗位待办任务,通过工作台等系统界面直观显示任务清单及完成进度,宜采用模块化工作台(包括但不限于生产工作台、质量工作台、设备工作台等)。

6.2.9 前处理

应根据生产订单自动分解提(萃)取、配料、均质、UHT 等处理任务,宜采用二维码、RFID 等保障称料、投料的防呆防错(如配方、称量、投料等的核对与确认),并实时记录与监控前处理各项工艺参数(如 $^{\circ}\text{Bx}$ 、温度、压力、时间等)。

6.2.10 效率核算

应实时监控与显示各关键设备状态,核算生产线、工段(序)、设备的效率数据(如 OEE、良品率、停机损失等),自动判断并给出影响效率的关键点与改进建议。

6.2.11 人员管理

应符合个人信息隐私保护要求,并宜结合食品安全、人力资源、职业健康、特种设备等的管理要求,通过身份识别等方式满足生产现场人员管理需求,如健康状况、用工效率及特种设备操作人员身份与资质识别等。

宜记录来访者信息,包括但不限于身份登记、访问区域与时段等。

6.3 食品安全追溯

6.3.1 基本要求

追溯应基于生产批号或其他可代表具体产品单元(批次、班次、堆垛)的唯一代码,宜使用条码、二维码等编码方式,并自动关联、筛选及可视化呈现相应数据。

6.3.2 物料追溯

应对供应链上游提供的原辅包材信息(如商品标识、检验数据、物流配送、出入库等)实现追溯,宜包含对特殊物料(如促销品等)的信息追溯。

6.3.3 生产过程追溯

应对产品生产过程(含返工)信息(如投料、工艺参数、清洗消毒、过程与成品检验、设备维保、生产环境、人员信息等)实现追溯。

6.3.4 仓储物流追溯

宜通过与供应链下游企业的数字化系统对接等方式,实现对产品出厂后仓储物流过程的信息追溯。

6.3.5 数字标签

宜具备数字标签功能,在满足合规性、通用性等需求(如追溯码、GM2D等)前提下,通过二维码、RFID或数据接口,为消费者、供应链下游及外部数字化系统提供不限于追溯信息的商品信息(如食品标签信息、食用方法等)与增值服务(如促销、返利、抽奖等)。

6.4 厂内物流

6.4.1 仓储物流设备设施

应配备数字化仓储物流设备设施,宜覆盖物料装卸、入库、存放、领取、运输、分拣等厂内物流全过程。

- 仓库、货架、货位等应有唯一数字化地址,物流输送设备、托盘等应有唯一数字身份;
- 可配置光学、蓝牙、射频、视觉等适宜的信息识别与采读设备,配备相应的无线、有线通讯网络,实现物料(标签)与仓储物流设备之间的互联互通;
- 宜配备适宜的手持式采读与赋码设备,以在工序异常时实施人工干预。

6.4.2 物流管理系统

应部署仓储物流管理信息系统(如WCS、WMS等),宜覆盖厂内物料资源的规划、调度、转仓、盘点等流程,并具备物流规划、调度及优化、物料领取与配送、车间库存管理等功能。

物流管理系统宜进行任务生成与分解,并下发至各物流设备自动执行;使自动化物流系统准确高效完成物料收发作业,对物流设备及其作业进行最佳分配、调度和控制;在物料收发存储流程中,对单元货物信息、位置信息进行管理;对自动化物流设备的运行状态信息进行采集,与业务管理层和设备控制层进行信息交互,管理物流设备的作业过程;提供物流设备的作业信息及运行状态信息的实时显示,在物流设备发生运行事件时实时告警,并采取处置措施。

6.4.3 涉及产品卫生、质量和安全的特殊要求

对涉及产品配料、清洗消毒等,及对储存与使用环境有一定要求的物料,应实时采集、上传、监控和管理其仓储与使用场所的温湿度、通风、门窗状态等信息,且有发生异常、超差时的告警功能。

对于特殊化学品(包括但不限于:危险化学品、易制毒化学品、易制爆化学品、危险废物等)的数字化管理应符合相应法律、法规、标准与监管要求,宜与专用监管信息化系统对接。

宜通过监控物料及其载具、托盘的数字身份进行防呆防错与异常告警,预防产品质量与安全事故。

6.4.4 物流信息数字化呈现

应通过AGV等输送设备与系统之间的信息交互,在中控系统及相关监控信息界面上实时准确显示各输送设备动态位置、作业信息与物料信息,宜自动规划合理的人流、物流动线以确保人员与产品的安全。

6.5 活动管理与知识萃取

6.5.1 概述

活动管理是推动PDCA向SDCA转变的重要工具,通过活动管理并从中萃取知识形成知识库,是

企业追求卓越绩效的重要支撑。

6.5.2 活动管理

宜包括但不限于以下功能：

- 通过标准化流程统一管理生产过程中设备、质量、安全等的改进活动，各功能模块数据流互通，每项活动责任到人、透明化过程跟进，实施闭环管理；
- 将安全、质量、设备等管理 SOP 数字化，并自动推送至各岗位责任人执行，自动审计与汇总执行结果，推送并跟进需改进的不合格项与问题改善行动建议。

6.5.3 知识萃取

可基于活动管理结果萃取历史经验，按活动类型自动分类（如维修保养、安全改善、质量提升等）并推送至知识库，实现经验的标准化，以用于员工培训、技能提升等，减少人为因素导致的生产损失。



附 录 A
(资料性)

5G+MES 深度融合饮料数字化车间应用案例

A.1 概述

近年来,中国数字经济蓬勃发展,已成为构建新发展格局、构筑国家竞争新优势的重要力量。5G作为引领性的新一代信息技术和新型基础设施的核心内容,是数字经济发展的主要增长引擎。5G+MES 深度融合的数字化生产管理系统为企业降本增效、高质量发展提供了有力保障和坚强支撑。

A.2 实现方案

A.2.1 数字化工厂系统架构

5G+MES 数字化工厂系统架构见图 A.1。

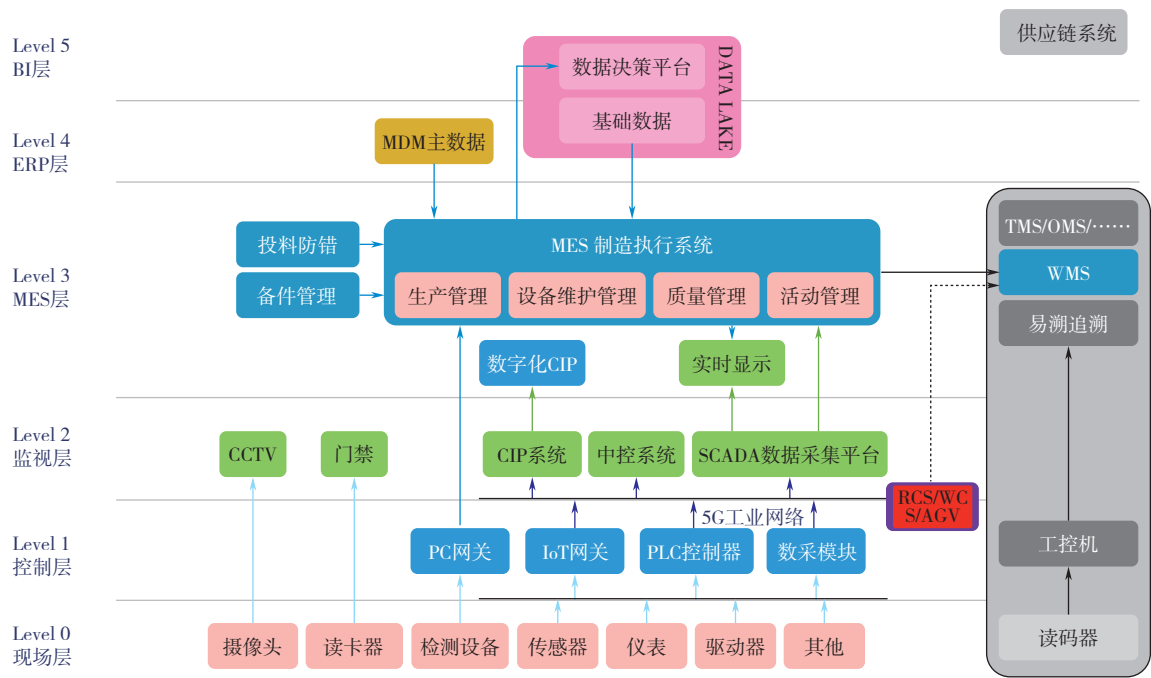


图 A.1 数字化工厂系统架构

A.2.2 功能说明

食品饮料行业产品安全性尤为重要,且自动化程度高、生产批量大,对于生产管理的精度要求高,并对生产过程的监控、产能分析、现场管理都有严格的要求。企业可通过 5G+MES 的深度融合实现精益化管理,确保质量安全、成本控制和市场快速反应,以保障可持续发展。

- MES 从供应链端开始,涵盖物料流转、订单生产、制造执行、质量控制、设备管理等全方位的供应链全流程互联互通。
- 使工业互联网与生产制造之间的基础信息流整合,让多工厂、多车间的信息互联互通,打破产能共享、质量、供应链需求等生产环节之间的信息孤岛。
- 向供应链上游延伸,实现协同供方、厂内的相关物料计划,设备维护计划,生产计划的上下游协同,实现企业整体运营管理的数字化协同。

A.3 工业网络

A.3.1 基础网络层

OT-5G 网络架构见图 A.2：

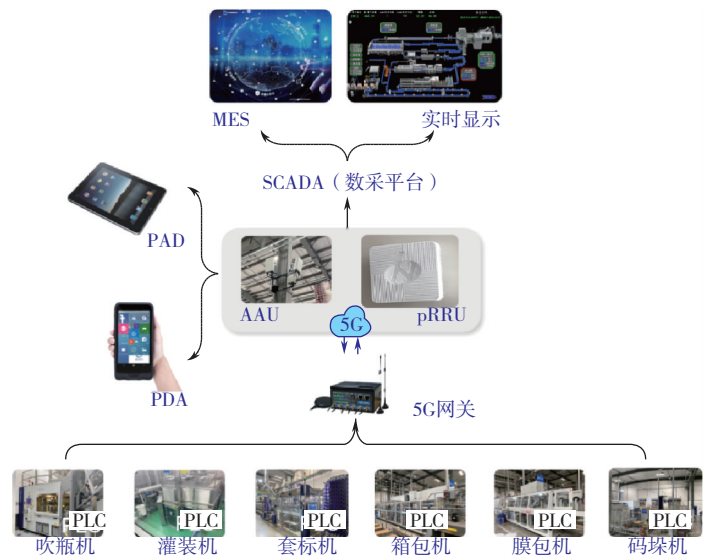


图 A.2 OT-5G 网络架构

A.3.2 组网特点

使用 5G 混合专网,将 5G 核心网元 UPF 下沉到客户侧。利用 5G 专网的大带宽、低时延、高并发能力及高度定制化的组网方式,为工厂提供了一个稳定、高效且安全的环境,解决了工厂数字化应用中对网络需求的三大痛点,即海量设备并发接入、高效数据传输及数据安全保障。

5G 网络建成后,实现 5G 网络全覆盖,产线关键设备均通过 5G 实现数据实时采集,工作人员也可在厂区内通过手持终端设备随时接入 5G 专网,进入部署在内网服务器上的 MES 查看和录入数据。

A.4 生产执行层

A.4.1 MES 架构

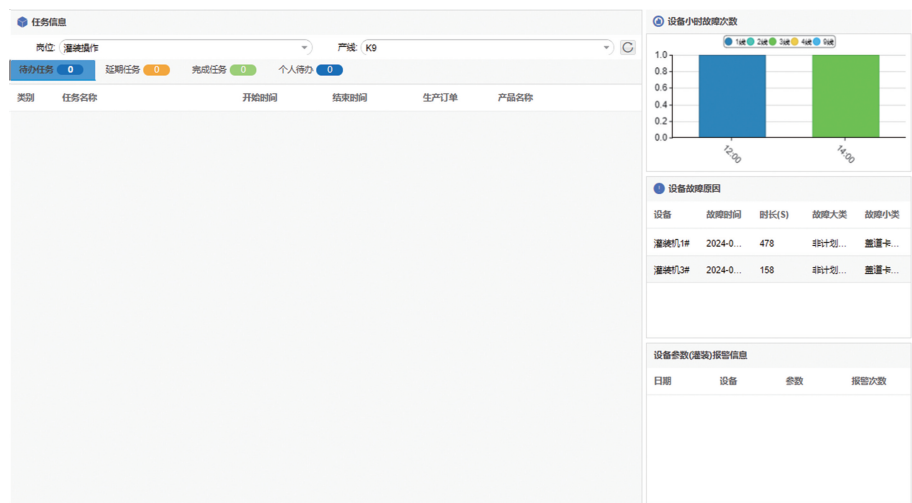
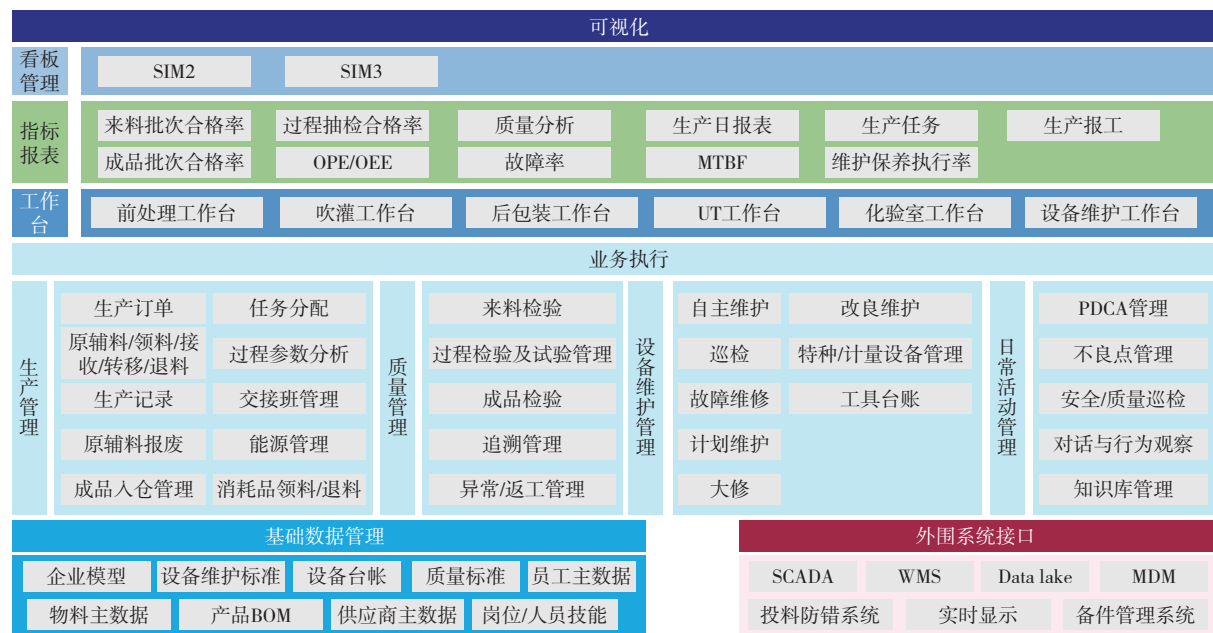
MES 整体功能框架如图 A.3 所示。

A.4.2 功能说明

MES 覆盖范围:生产(订单管理、原辅料管理、能源管理、追溯管理等),安全质量(原辅料检验、过程控制、化验室等),设备(自主维护、故障维修、临时维护、改良维护、大修、知识库管理等),日常活动管理(安全质量观察、安全质量审计、不良点、PDCA 管理等)等。

A.4.3 工作台

工作台便于员工日常工作任务和关注的指标管理,通过待办任务实时推送,集中化处理岗位工作内容,避免遗漏,提高工作效率;预警信息实时推送,提高对异常情况的反应速度。工作台界面见图 A.4。



A. 4. 4 生产订单管理

将生产计划拆分为订单管理单元,MES 激活订单并将生产订单同步给数采系统,生产订单结束后MES 自动获取码垛机产量作为生产订单的初始完工数量。

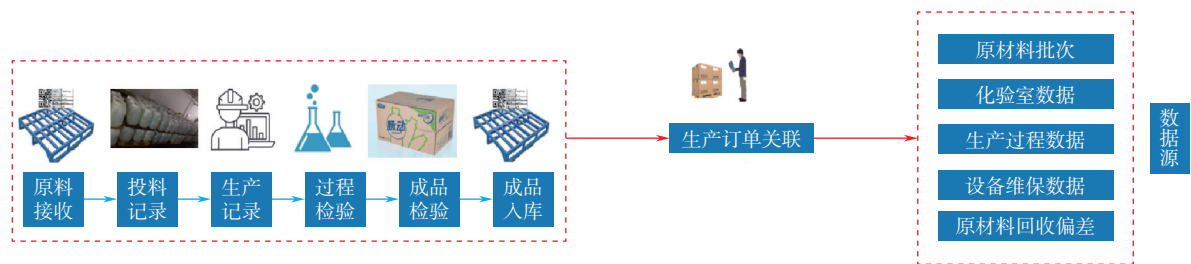
A. 4. 5 追溯管理

根据成品批号与原辅包材批号实现追溯。

——根据成品批次号追溯车间生产、质量、设备等过程数据。

——根据原辅料批次号追溯成品产量原辅料偏差率。

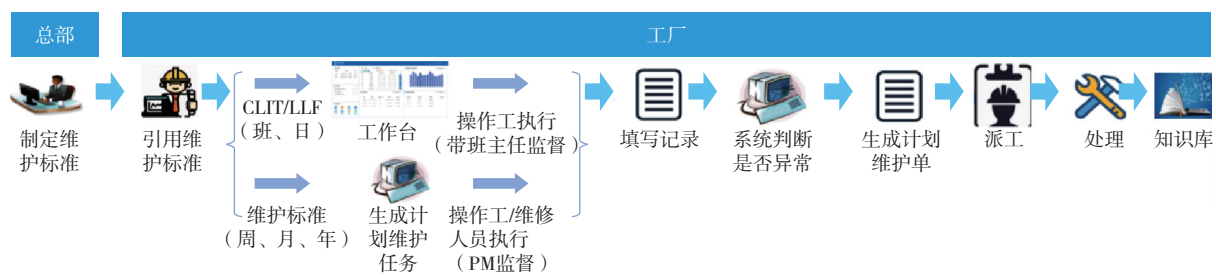
追溯管理架构见图 A. 5。



A. 4. 6 设备维护保养管理

集团统一制定、工厂直接引用维护标准,保障维护活动的标准化。由集团专家根据不同设备建立并维护不同类型的维护保养标准,包括自主维护标准、LLF 标准、计划维护标准、大修标准等,实现设备维护保养标准的标准化与统一管理,规范工厂设备维保作业。维修工引用集团维护保养标准,经设备经理审批生成维护保养任务,在执行时发现异常可实时上报,并通过计划维护工单实施闭环管理。

设备维护保养管理系统架构可参考图 A. 6。



A. 4. 7 活动管理

各模块 PDCA 实施统一管理,包含安全、质量、设备及内外部事件;对于 PDCA 的各环节责任到人、闭环管理;对已完成的 PDCA 形成知识库,支持快速检索类似事件处理经验。

活动管理系统架构见图 A. 7。



参考文献

- [1] GB 7718—2025 食品安全国家标准 预包装食品标签通则
 - [2] GB 12695—2016 食品安全国家标准 饮料生产卫生规范
 - [3] GB 19304—2018 食品安全国家标准 包装饮用水生产卫生规范
 - [4] GB/T 23011—2022 信息化和工业化融合 数字化转型 价值效益参考模型
 - [5] GB/T 23022—2022 信息化和工业化融合管理体系 生产设备运行管理规范
 - [6] GB/T 23023—2022 信息化和工业化融合管理体系 生产设备运行绩效评价指标集
 - [7] GB/T 23050—2022 信息化和工业化融合管理体系 供应链数字化管理指南
 - [8] GB/T 41257—2022 数字化车间功能安全要求
 - [9] GB/T 41260—2022 数字化车间信息安全要求
 - [10] GB/T 41392—2022 数字化车间可靠性通用要求
 - [11] GB/T 43919—2024 民用航空锻件数字化生产车间集成要求
 - [12] ISA-88.00.04-2006 Batch Control Part 4:Batch Production Records
 - [13] IEC 62264-3:2016 Enterprise-control system integration—Part 3:Activity models of manufacturing operations management
-