

T/CBIA

中国饮料工业协会团体标准

T/CBIA XXX—2025

饮料行业 数字化生产通用要求

Beverage industry—General requirements for digital production

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2025.01.16)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 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	2
5.1 数字化要求	2
5.2 工业网络	2
5.2.1 网络架构	2
5.2.2 网络设备	2
5.2.3 网络通信协议	2
5.2.4 网络安全与防护	3
5.2.5 网络监控与维护	3
5.3 数字架构	3
6 技术要求	3
6.1 数据管理	4
6.1.1 数据安全	4
6.1.2 数据接口	4
6.1.3 数据采集	5
6.1.4 实时监测与预警	5
6.1.5 数据分析	6
6.2 生产管理	6
6.2.1 生产执行模块	6
6.2.2 质量管理模块	7
6.2.3 设备运维模块	7
6.2.4 能源管理模块	8
6.2.5 水管理模块	8
6.2.6 环境管理模块	8
6.2.7 任务管理模块	8
6.2.8 前处理模块	8
6.2.9 效率核算模块	8
6.2.10 人员管理模块	9
6.3 食品安全追溯	9
6.3.1 物料追溯模块	9
6.3.2 生产过程追溯模块	9
6.3.3 数字标签模块	9
6.4 厂内物流	9

6.4.1	仓储物流设备	9
6.4.2	物流管理系统	9
6.4.3	涉及产品卫生、质量和安全的特殊要求	9
6.4.4	物流信息的数字化呈现	10
6.5	活动管理与知识萃取	10
6.5.1	活动管理模块	10
6.5.2	知识萃取模块	10
附录 A	(规范性) 典型饮料产品数字化车间应用案例 (5G+MES 深度融合)	11
A.1	概述	11
A.2	实现方案	11
A.2.1	数字化架构	11
A.2.2	功能说明	11
A.3	工业网络	12
A.3.1	基础网络层	12
A.3.2	组网特点	12
A.4	生产执行层	12
A.4.1	MES 系统架构	12
A.4.2	功能说明	13
A.4.3	工作台	13
A.4.4	生产订单管理	13
A.4.5	追溯管理	13
A.4.6	设备管理	13
A.4.7	活动管理	14
参考文献		15
图 1	饮料数字化生产架构	3
图 A.1	数字化工厂系统架构	11
图 A.2	OT-5G 网络架构	12
图 A.3	MES 整体功能框架	12
图 A.4	工作台界面	13
图 A.5	追溯管理架构	13
图 A.6	设备管理架构	14
图 A.7	活动管理架构	14

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：

本文件主要起草人：

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。任何单位和个人如将本文件用于取得认证、认可、资质认定等，须获得中国饮料工业协会书面授权。

征求意见稿

引 言

作为数字经济发展的重点，数字化转型已上升为国家战略，是企业谋求生存发展的必由之路，是提升企业的竞争力、创新能力和经济效益的重要手段。《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 23022—2022）等国家标准的发布，见证了企业数字化愈加深入，而《民用航空锻件数字化生产车间集成要求》（GB/T 43919—2024）的发布则揭开了细分行业内企业数字化转型的标准化之路。

相比于电子、汽车及工程机械等行业，饮料行业的数字化转型尚处于初级阶段。部分企业虽已开展了数字化转型实践，但苦于没有标准指引，整个行业的数字化转型进度相对滞后。针对饮料行业数字化转型现状，结合其“短流程生产”的特点，在总结饮料企业数字化转型共性问题的基础上，借鉴其他行业数字化转型经验，为饮料行业量身定制一套有行业特点的生产管理数字化标准，从而引领整个行业的数字化转型，意义重大。

饮料行业数字化转型面临的主要问题包括：数字化系统覆盖业务的广度和数字化应用的深度不够，系统和系统之间的连通性和协同性不够；信息资源在执行和推广的过程中仍然存在数据标准和组织架构的问题；总部与工厂、工厂与工厂之间的协同能力不足，技术架构尚不能支持集团化管控要求等等。通过数字化的组织转型，结合数字化技术手段，在一定程度上解决了企业运营管理的问题，但业务管控链条尚未完全打通，核心系统的支撑能力不足，需要打造集团业务管理运营的数字化闭环，并构建完善的数据治理体系，增强集团各个领域的数字化赋能。在日常生产运营中，大量的现场手工记录，给生产运营管理决策带来不便。通过实施数字化转型，包括生产管理、质量管理、设备管理、与外围系统集成等功能，打造生产现场的可视化、制造过程的可视化、跨工厂的可视化。

饮料生产管理数字化转型，是饮料生产管理的一次革命，是从原料到成品的全流程优化。通过生产管理数字化，实现全流程透明可追溯，确保食品安全；提高生产效率，提升产品质量；从材料、能源、人工、物流等方面降低生产成本，节能减排、绿色运营，提高企业经济效益和社会效益。

饮料行业数字化生产通用要求的标准制定，将有利于饮料行业数字化转型的规范化，提升整个行业数字化转型的效率，引导行业推进智改数转网联，走上数字化快车道，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

本文件界定了饮料行业数字化生产的术语和定义，规定了数字化生产的基本要求和技术要求。本文件适用于指导饮料行业数字化工厂的规划、建设(新建、改建、扩建)、验收和运营。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 12695 食品安全国家标准 饮料生产卫生规范
GB 19304 食品安全国家标准 包装饮用水生产卫生规范
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。

4R: 源头减量、循环回收、重复利用、中水再利用 (Reduce, Recycle, Reuse, Reclaim)
4G: 第四代移动通信技术 (4th Generation Mobile Communication Technology)
5G: 第五代移动通信技术 (5th Generation Mobile Communication Technology)
AGV: 自动导引运输车 (Automated Guided Vehicle)
BI: 商业智能 (Business Intelligence)
BOM: 物料清单 (Bill of Material)
CIP: 原位清洗 (Cleaning in Place)
CCP: 关键控制点 (Critical Control Point)
CLIT: 清洁、润滑、检查和紧固 (Cleaning, Lubrication, Inspection and Tightening)
DMZ: 网络隔离层 (Demilitarized Zone)
DPI: 深度数据包检测 (Deep Packet Inspection)
ERP: 企业资源计划 (Enterprise Resource Planning)
HMI: 人机界面 (Human Machine Interface)
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、听和感受 (Look, Listen and Feel)
MDM: 主数据管理 (MDM 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: 设备综合效率 (Overall Equipment Effectiveness)

PC: 个人计算机 (Personal Computer)
PDCA: 计划-执行-检查-处理循环管理 (Plan-Do-Check-Act Cycle)
PLC: 可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)
RFID: 射频识别技术 (Radio Frequency Identification)
SCADA: 数据采集与监视控制系统 (Supervisory Control And Data Acquisition)
SDCA: 标准-执行-检查-总结循环管理 (Standardize-Do-Check-Act Cycle)
SIM: 即时管理 (Short Interval Management)
SIP: 原位杀菌 (Sterilization in Place)
SOP: 标准作业程序 (Standard Operating Procedure)
UPF: 用户面功能 (User Plane Function)
WCS: 仓库控制系统 (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、仓储等关键设备具备独立控制系统, 具备数字化扩展功能。
- 生产信息采集: CCP 点, 关键工艺参数在线检测数据, 微生物检测。
- 生产资源识别: 原辅料和包材出/入库、成品出/入库, 及相应的检验、质量判定, 化学品管理。
- 信息交互与人机互动: 人与相关的数字化设备、模块、系统间应具有信息交互功能。
- 信息流追溯: 信息流的正向与反向追溯, 追溯信息能基于用户权限控制其信息分发。
- 记录: 宜通过交互设备进行数字化记录, 便于作业记录的统计分析, 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宜至少具备基础的数据、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, 并宜有DMZ。现场设备层负责数据采集, 过程控制层负责数据处理和控制指令的下发, 监视控制层负责实时监控和预警, 制造执行层负责生产计划的下发及制造事务的执行和生产过程的优化, 资源管理层负责企业资源的整体规划和管理, 网络隔离层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, 可实现设备、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、无线设备等设备组成有线或无线网络。

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, 支持冗余电源、冗余链路等特性, 确保网络的稳定性和可用性。
- 工业路由器: 用于连接不同网络段或实现远程通信, 需具备适宜的数据处理能力和安全防护功能。
- 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, 实现无线设备的接入和数据传输。

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、Control net、Devicenet、CC-LINK、MODBUS TCP、CAN、RF433 等协议。
 - 工业以太网通信：PROFINET、Ethernet/IP、EtherCAT、POWERLINK 等协议。
 - 无线通信：Wi-Fi、蓝牙、4G/5G 等协议。
- 宜尽量统一或减少所使用的协议。

5.2.4 网络安全与防护

信息系统可能遇到的不安全威胁包括但不限于：病毒、黑客和内部人员的非授权网络操作或误操作。为了消除以上不安全因素，整个车间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考虑物理隔离手段，应考虑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，可采用网络管理系统监控网络状态，并支持远程维护，同时定期进行网络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，及时发现并处理网络故障。
- 远程维护：应支持远程登录和诊断功能，便于技术人员在远程对网络设备进行维护和故障排除。
- 备份与恢复：定期备份网络设备配置和数据，确保在设备故障或数据丢失时能够快速恢复。
- 数据包检测：内容审查和网络监控，识别特定的关键词、网站或应用程序，并根据政策或法规要求对它们进行阻断或限制，确保信息安全。

5.3 数字架构

数字架构是一个综合性的体系，各个层次相互关联、相互影响，共同为企业实现数字化提供支撑，如图1所示。

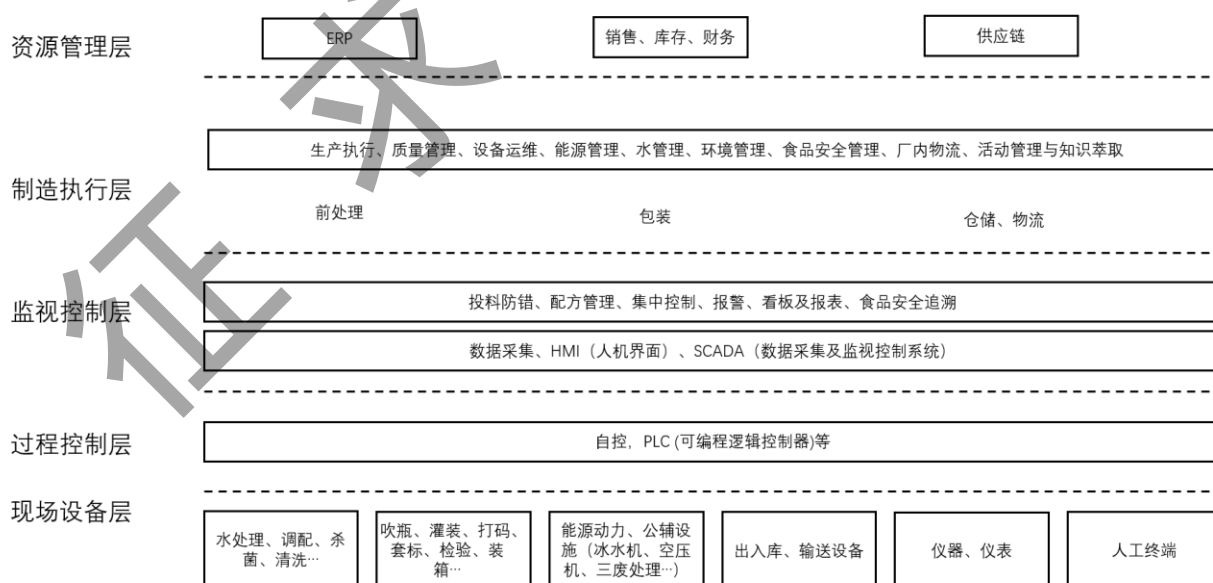


图1 饮料数字化生产架构

6 技术要求

6.1 数据管理

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。数据管理其目的在于确保数据的安全性、准确性、一致性、可用性和完整性。

6.1.1 数据安全

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，重要数据应根据法律法规进行重点保护，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，任何一个关键管控节点出现故障或宕机都不会影响到其它整个控制系统。
- 涉及第三方接入的，数据向外流动应通过合同协议等框架约定使用目的，流动范围，留存时间和删除销毁要求。

6.1.1.1 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，以便采取不同的安全措施。

6.1.1.2 数据访问控制

应实行严格的访问控制策略，确保只有授权人员才能访问特定级别的数据；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和灵活性。

6.1.1.3 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。

6.1.1.4 数据备份与恢复

应定期备份全部数据，确保数据在丢失或损坏时能够迅速恢复；应建立数据恢复预案，明确数据恢复的流程、责任人和时间要求。

6.1.1.5 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，以便追溯和查证；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。

6.1.1.6 安全培训与意识提升

应定期对饮料生产企业及车间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。

6.1.1.7 法律遵从与合规性

应遵守关于数据安全的法律法规、标准和规范，确保数据安全管理的合法性和合规性；应定期进行合规性评估，及时发现并纠正不合规行为。

6.1.1.8 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和措施，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。

6.1.2 数据接口

6.1.2.1 接口定义与标准

应制定统一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和安全性。应明确接口的功能范围、输入输出参数、错误处理机制等。

6.1.2.2 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，支持RESTful、GraphQL等主流协议。数字化系统与控制系统发生互联，并考虑接口设计时，上层非控制系统不得影响控制系统的安全性和稳定性。

6.1.2.3 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和时效性；宜对接口进行性能优化，提高数据传输效率和稳定性。

6.1.3 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，并与企业业务系统实现对接。包括：

- 可对车间所需数据进行采集、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。
- 宜采用保障实时性的数据库技术满足业务需求。

6.1.4 实时监测与预警

6.1.4.1 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：关键设备的运行状态、故障与维护信息、能耗情况等，预防设备故障对生产的影响。
- 生产过程：生产和CIP过程监控数据及报警数据，生产关键信息（如温度、流量、浓度、时间等）需有曲线图及故障提示等。
- 产品质量：半成品、成品的关键质量指标，如pH值、微生物含量、口感等，确保产品质量符合标准。

6.1.4.2 预警机制

宜至少采取以下机制：

- 根据异常情况的严重程度，应设置多级预警机制，如初级预警、中级预警、高级预警等，以便采取相应的应对措施。
- 根据生产经验、行业标准和法规要求，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、反馈等各个环节的责任人和处理时限，确保预警信息得到及时有效的处理。

6.1.4.3 技术实现

可采用以下技术实现方式：

- 采用合适精度、高可靠性的传感器和仪表设备，新设仪器仪表应具备远传能力，核心工艺设备应具备独立的控制系统和操作屏系统便于就地监视控制，同时可在中控监控和操作。
- 运用云计算、大数据等先进技术，对采集到的数据进行实时处理和分析，提高数据处理效率和准确性。
- 通过预设的算法和模型，对处理后的数据进行智能分析，自动触发预警机制。
- 采用稳定可靠的通信和网络技术，确保预警信息能够及时准确地传输到相关人员和设备。
- 运用新技术实现业务功能时，应考虑系统可靠性、可用性、延展性，宜设置量化指标，满足数字化生产业务稳定性要求。

6.1.4.4 管理与维护

宜至少采取以下管理与维护措施：

- 根据生产需求和实际情况，合理配置实时监测、预警系统的参数和规则。
- 对相关人员进行系统操作和维护的培训，确保他们能够熟练掌握系统的使用方法和维护技巧。
- 定期对系统进行检查和维护，确保系统的稳定性和可靠性。
- 根据生产过程中的实际情况和反馈意见，不断优化系统的功能和性能，提高系统的实用性和效率。
- 运用数字化技术赋能生产应考虑数字化系统在售后服务，远程支持，后续升级及其可维护性能力，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。

6.1.5 数据分析

6.1.5.1 数据来源与整合

应明确数据来源，包括但不限于生产线传感器、库存管理、销售管理、质量管理等。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，确保数据的一致性和可访问性。

6.1.5.2 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（日、周、月、年）、产品维度（不同品类、批次）、生产环节维度（原料采购、生产加工、包装、仓储）等。

6.1.5.3 数据分析与可视化

可利用BI、大数据分析、看板和报表工具进行可视化，如报表、仪表盘、趋势图、热力图等，直观反映生产运营状况；宜支持交互式分析，如钻取、切片、联动等，帮助管理者快速定位问题，制定决策。

6.1.5.4 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，并供管理人员进行决策制定，提高决策效率和准确性。

6.2 生产管理

饮料生产涉及多种复杂工艺，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，和资源管理层的不同数字化系统的有效协同，实现“人-机-料-法-环”的全过程协同，保持设备基本状态，稳定工序保障能力，从而实现食品安全、产品质量、高效生产。

6.2.1 生产执行模块

6.2.1.1 生产订单管理

应具备导入或录入生产订单、激活生产订单、采集设备参数关联生产订单、生产订单完工、记录数量、关闭生产订单等功能。

6.2.1.2 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：根据生产订单物料需求发起领料，仓库将物料配送到车间，车间接收物料；
- 消耗管理：关联生产订单，自动获取或手工录入物料消耗，包括正常耗用、异常损耗、取样等；
- 物料退料：将车间消耗剩余、不合格物料退至仓库；
- 物料平衡：物料衡算和盘点。

6.2.1.3 配方管理

宜以数字化方式创建和管理产品配方，配方可以是成分/参数的列表（单阶段），也可以是成分和执行步骤的组合（多阶段），并可涵盖包装与加工及质量控制参数。

6.2.1.4 批次（排产）管理

批次（排产）管理宜具备：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。

6.2.2 质量管理模块

应具备来料检验及自动放行、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系统对接。

6.2.2.1 来料检验

接收报检信息，生成报检任务，检验完成后系统根据检验结果处理来料，合格放行入库，不合格触发处理流程。

6.2.2.2 过程检验

生成待检计划，系统记录检验数据，审核检验过程数据，根据检验结果触发相对应流程。

6.2.2.3 成品检验

生成成品待检单，系统记录检验数据，审核最终检测数据，系统根据检验结果处理待检成品，合格放行，不合格触发处理流程。

6.2.2.4 不合格品处理

6.2.2.4.1 不合格原辅包材

来料检验不合格，系统根据审批结果触发不合格品处理（原辅料）流程，处理结果库存冻结或库存放行。

6.2.2.4.2 不合格成品

成品检验不合格，系统根据审批结果触发不合格品处理（成品）流程，处理结果库存冻结或库存放行。

6.2.3 设备运维模块

对生产设备实现维修管理、保养管理、备件管理、故障诊断、设备档案等的数字化管理，宜具备自主维护、点巡检、故障维修、大修、特种设备、计量设备管理功能。

6.2.3.1 自主运维

依据维保计划等自动生成相关活动任务，并推送至相关授权人员根据维护标准执行清洁、点检、润滑、紧固，通过对应执行记录，对任务进行全程追踪，自动判断任务是否处理完成，有无其他异常。

6.2.3.2 点巡检

对巡检标准统一进行管理和分配，规范点巡检工作标准，由授权人员对设备关键部位进行检查，对于异常点在系统可发起临时计划和故障维修流程，依据执行记录，自动统计生成巡检活动表单。

6.2.3.3 故障维修

自动识别故障，系统创建报修单，如须更换备件，在系统创建备件领用单；完成故障维修后，系统更新维修经验库。

6.2.3.4 大修管理

基于设备的运行时间或日历时间自动生成大修方案，系统审批后，制定大修执行任务；完成大修后，系统上传大修总结报告。

6.2.3.5 特种设备与计量器具管理

根据规程周期量、预警期自动计算下次检验或校验日期，系统自动生成任务；检验或校验不合格的设备，通过系统创建临时检验任务单，检验合格后，系统更新设备下次检验或校验日期。

6.2.3.6 设备档案管理

基于设备与操作岗位的数字化且编目的档案资料，包括但不限于：标牌、合格证、说明书、工作与维护日志、操作规程等。

6.2.4 能源管理模块

6.2.4.1 数据采集

从能源与耗能设备和系统中采集实时数据，包括能源消耗、产量、温度、压力等参数，宜覆盖从能源产生能源输送到能源消耗全过程管理。

6.2.4.2 能源监控

实时监控能源设备和系统的运行状态，能源输送过程中关键参数，参数（如：压力、温度流量等），车间生产设备能源耗用（如：吹瓶机、灌装机、杀菌机等），当出现异常或超出设定的阈值时，发出报警并采取相应的措施。

6.2.4.3 能源平衡

通过计算能源消耗和产出的平衡，分析能源的损耗和利用情况，提供平衡计算和优化建议。

6.2.4.4 能源分配

根据能源消耗和产出的数据，进行能效的分配和核算。

6.2.4.5 能源调度

基于能源需求和供应情况，制定能源调度策略和计划，实施能源的合理调度和分配。

6.2.5 水管理模块

6.2.5.1 数据采集

应从供水设备、水处理与用水设备采集数据，包括取水量、用水量等参数，宜追踪水足迹，尤其是原料用水、CIP用水、污水处理等关键用水场景。

6.2.5.2 水平衡与分配

通过关键耗水设备计量以及不同产品和生产模式的耗水分配规则，关联生产订单统计产线水耗用量，自动计算生成单位产品水耗；根据水消耗和产出的数据和污水排放数据，进行水平衡核算；当出现异常或超出设定的阈值时，发出报警并采取相应的措施。宜按照4R原则给出节水建议。

6.2.6 环境管理模块

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，对空间环境清洁消毒，定期对净化系统维护保养。宜通过LIMS系统获取微生物检测数据。

6.2.7 任务管理模块

应满足生产任务管理需求，根据生产订单，系统自动生成岗位待办任务，员工通过工作台可直观看到任务清单及完成情况，如：模块工作台应包括生产工作台、质量工作台、设备工作台等。

6.2.8 前处理模块

宜根据生产计划自动分解配料任务，可通过二维码、RFID等方式实现称料投料环节的防呆防错（如配方、称量、投料等的核对与确认等），保证前处理各项工艺参数的准确性。

6.2.9 效率核算模块

宜实时监控及显示生产线灌装机等各关键机台状态自动核算生产线、工段、设备的效率数据(如OEE、良品率、停机损失等)，并自动判断和给出影响效率的关键因素。

6.2.10 人员管理模块

在符合个人信息隐私保护的前提下,结合饮料生产卫生规范、人力资源管理、特种设备管理等要求,可通过身份识别等方式进行生产现场的人员管理,如健康证明、用工效率自动核算、特种设备操作人员身份与资质识别等。

6.3 食品安全追溯

追溯宜基于生产批号或其它唯一代码进行,系统自动关联、筛选并可视化呈现相应的数据。

6.3.1 物料追溯模块

应满足对供应链上游所提供的原辅包材的信息(如:商品标识、检验数据、物流配送、出入库等)追溯,宜包含对特殊物料(如:化学品、促销品)的信息追溯。

6.3.2 生产过程追溯模块

应满足产品生产过程(含返工)的信息(原辅料投料、工艺参数、过程与成品检验、设备维保、生产环境、人员信息等)追溯。

6.3.3 数字标签模块

宜配置数字标签模块,根据合规性等的需求(如:预包装食品数字标签、一物一码等),基于追溯信息,支撑为消费者、供应链下游及外部数字化系统,通过二维码、RFID及数据接口提供的经筛选的信息(如:合规性信息、分销商信息、流通信息等)服务及增值服务。

6.4 厂内物流

6.4.1 仓储物流设备

工厂应配备数字化的仓储物流设备,以实现物料领取、存放、运输、入库、装卸、分拣等仓储物流作业。各类仓库、货架的存货位置都应有唯一的数字化地址,各类物流输送设备、托盘等都应有唯一的数字身份。应配置相应的光学扫码、蓝牙、射频、视觉等各类型信息识别和采读设备,配备相应的无线、有线通讯网络以实现各种物料和仓储物流设备之间的互联互通。

在必要的工位需要设置适宜的手持式采读和赋码设备,来完成工序异常时的人工干预作业。

6.4.2 物流管理系统

应建有物流管理信息系统,包括:WCS、WMS等,实现厂内各类货物资源的规划、调度、转仓、盘点等物流作业,具备物流规划、物流调度及优化、物料领取与配送、车间库存管理等功能。

物流管理系统宜对自动化物流系统进行业务生成、分解,并下发到各物流设备执行;在货物收发存储的过程中,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,能够进行实时报告,并能够提供手段处理设备运行事件包括对设备运行进行人工干预。物流管理系统能够使自动化物流系统准确高效的完成自动货物收发作业,对物流设备及其作业进行最佳分配、调度和控制,为使用者提供准确的物流数据信息,减少由差错引起的损失。

6.4.3 涉及产品卫生、质量和安全的特殊要求

涉及产品配方的原料,涉及过程清洗消杀的化学品对储存和使用环境有一定的要求,应建立独立的原料仓库和化学品仓库,有需要的还应有冷冻库和冷藏库,相关的温湿度、通风、门窗安全状态等信息宜进行实时采集、上传、监控和管理,应具备当发生异常、超差时的报警功能。。

应根据产品特性和不同的消防等级设置独立的包辅材仓库和成品仓库。

用于存放、运输原料和化学品的载具、托盘应当和其它同类物品用文字、颜色等进行明显的区分,防止混用。

监控和管理系统应能够通过物料和相关载具、托盘的数字身份进行防错检查和异常报警，防止发生产品质量和安全事故。

6.4.4 物流信息的数字化呈现

应设计合理的人流、物流运输线路以确保人员和产品的安全。应建立相应的无线通讯的网络，以实现在物流线上移动的AGV等输送设备与系统之间的信息交互。中控系统和相关的监控画面应能够及时准确的显示各仓储物流设备的动态位置、作业信息和仓储物料信息。

6.5 活动管理与知识萃取

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。

6.5.1 活动管理模块

至少应具备以下功能：

- 通过系统标准化流程统一管理生产过程中的设备、质量、安全等改进活动，将各个功能模块的数据流拉通，每项活动责任到人，跟进过程透明化，实现活动的闭环管理。
- 将安全、质量、设备管理等管理标准 SOP 建立在系统内，按照时间要求自动推送到相关岗位责任人，执行后，系统自动计算审计结果并推送需要跟进的不合格项到对应负责人进行跟进，可实现自动管理计划，汇总结果，为问题改善提供行动建议。

6.5.2 知识萃取模块

基于活动管理产生的结果萃取历史经验，按活动类型形成维修经验、安全改善、质量提升等知识库，完善生产管理的标准化，并用于员工培训、提升技能、操作执行，减少人为因素导致的生产损失。

附录 A (规范性) 典型饮料产品数字化车间应用案例 (5G+MES 深度融合)

A.1 概述

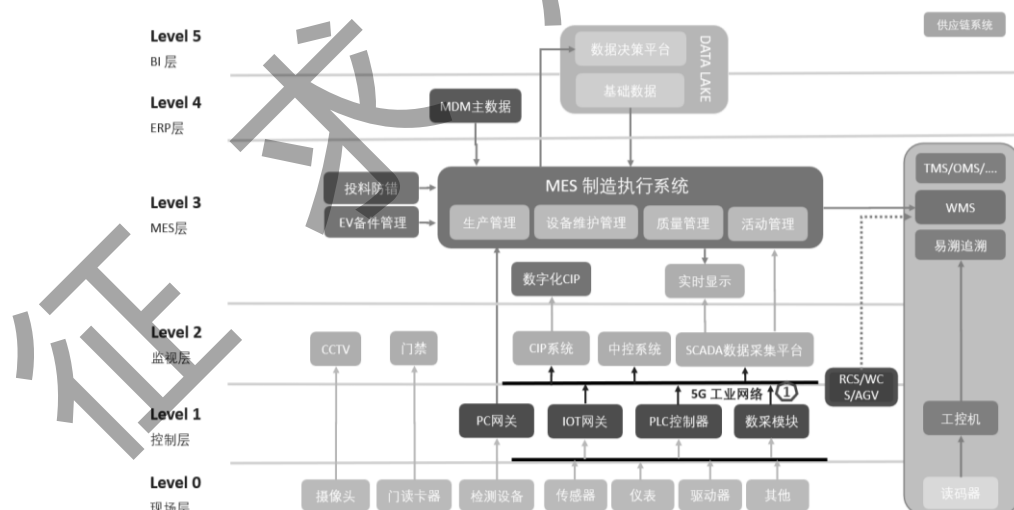
近年来,中国数字经济蓬勃发展,已成为构建新发展格局、构筑国家竞争新优势的重要力量。5G作为引领性的新一代信息技术和新型基础设施的核心内容,是数字经济发展的主要增长引擎。同时也为企业降本增效、高质量发展提供有力保障和坚强支撑。

在网络方面,现有的工业专用网络主要通过有线以太网或无线Wi-Fi网络构建的。有线以太网非常便宜,并提供稳定的通信质量和性能,但无法提供移动性,面对厂线环境改造成本较高;无线Wi-Fi易于构建和操作,具有较低的网络成本,但通信连接不稳定,通信距离短,等待时间长于数十毫秒,易受安全性影响,但仅适用家庭或一般办公室环境,应对企业的数字化应用部署存在局限性。

在应用方面,数字化转型面临的主要问题包括:业务覆盖的深度和应用的深度不够,系统和系统之间的关联度不够,无法保证数据上报的及时性和准确性;信息资源在执行和推广的过程中仍然存在数据标准和组织架构的问题;总部与工厂、工厂与工厂之间的协同能力不足,技术架构尚不能支持集团化管控要求等等。通过数字化的组织转型,结合数字化技术手段,在一定程度上解决了企业运营管理的问题,但业务管控链条尚未完全打通,核心系统的支撑能力不足,需要打造集团业务管理运营的数字化闭环,并构建完善的数据治理体系,增强集团各个领域的数字化赋能。在日常生产运营管理中,大量的现场手工记录,给生产运营管理决策带来不便。通过实施MES系统,包括生产管理、质量管理、设备管理、与外围系统集成等功能打造生产现场的可视化、制造过程的可视化、跨工厂的可视化。

A.2 实现方案

A.2.1 数字化架构



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;同时食品饮料行业的产品安全性尤为重要;企业必须通过更为精益化的管理实现成本控制和市场快速反应,以保持企业可持续发展,通过5G+MES的深度融合可实现:

——全流程拉通: MES系统从供应链端开始,涵盖物料流转、生产订单、制造执行、质量控制、

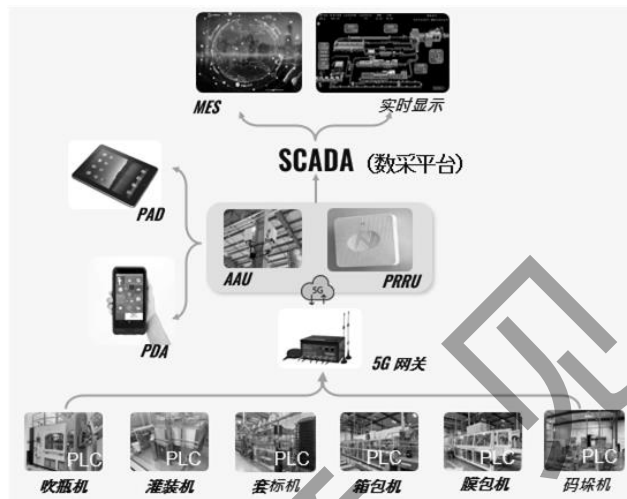
设备管理等全方位制造业流程。

——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。

——上下游协同：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



图A.2 OT-5G网络架构

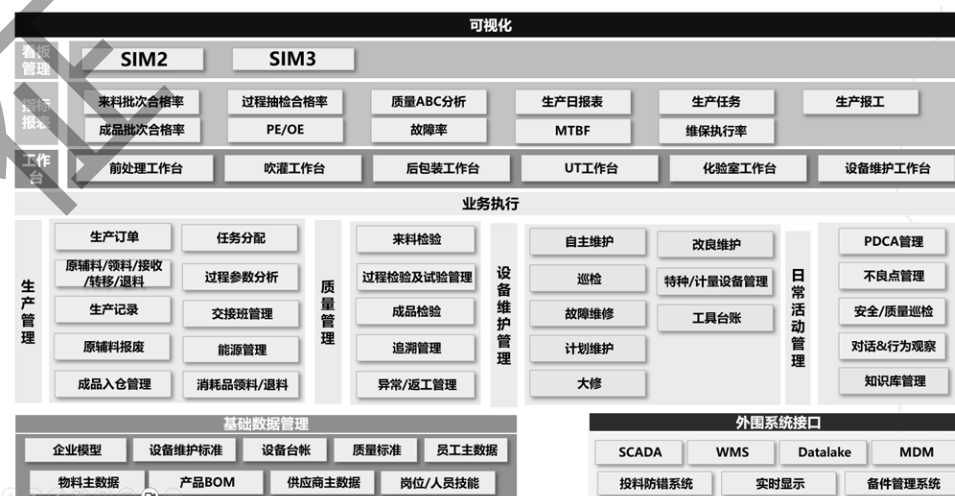
A.3.2 组网特点

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，厂线关键设备均通过5G实现数据实时采集，工作人员亦可在园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系统查看和录入数据。

A.4 生产执行层

A.4.1 MES系统架构



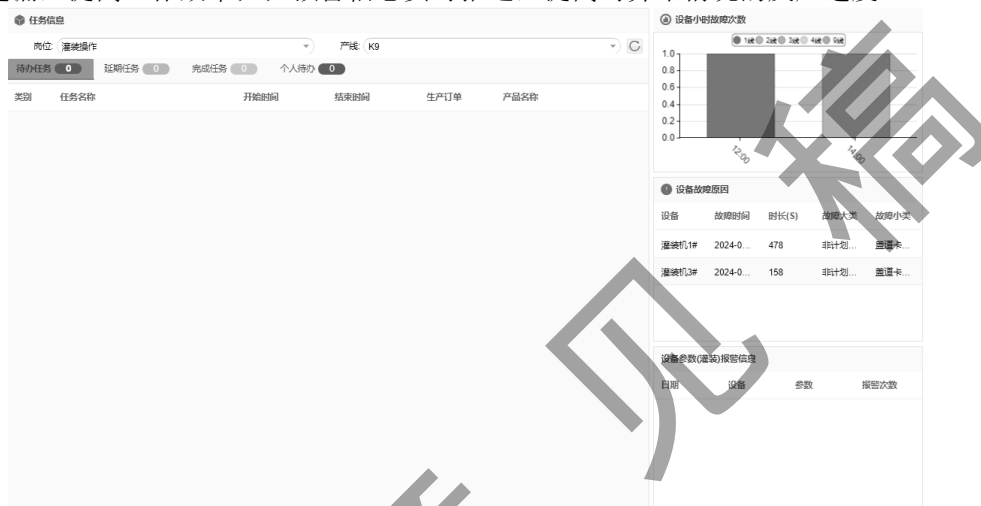
图A.3 MES整体功能框架

A.4.2 功能说明

MES系统覆盖范围：生产（订单管理、原辅料管理、能源管理、追溯管理）；质量（原辅料检验、过程控制、化验室）；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）；日常活动管理（安全质量观察、安全质量审计、不良点、PDCA管理）。

A.4.3 工作台

便于日常工作任务和关注的指标管理，提升工作效率；实现待办任务实时推送，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。



图A.4 工作台界面

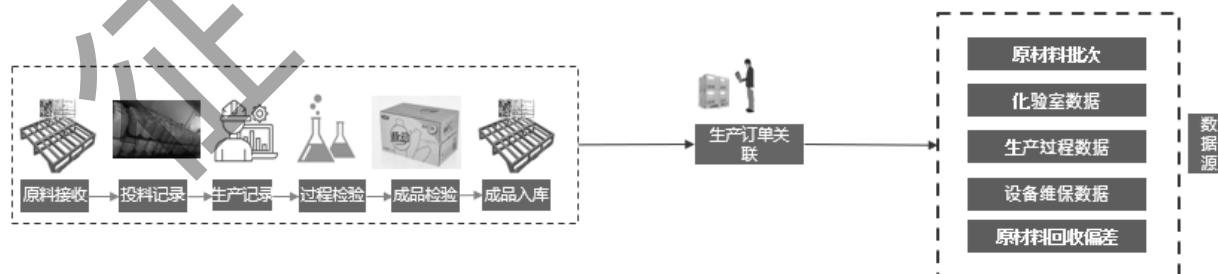
A.4.4 生产订单管理

将生产计划拆分成订单为管理单元，MES系统激活订单，将生产订单同步给数采系统，生产结束订单后MES系统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

根据成品批次号追溯过程数据，包括：生产记录、过程检验、化验室检验、成品检验、设备维修保养记录等；根据原辅料批号追溯成品及原料偏差率。

- 成品批次追溯：根据成品批次号追溯车间生产，质量，设备等过程数据。
- 包装辅料追溯：根据辅料批次号追溯成品产量辅料偏差率。
- 原材料追溯：根据原料批次号追溯成品产量原料偏差率。

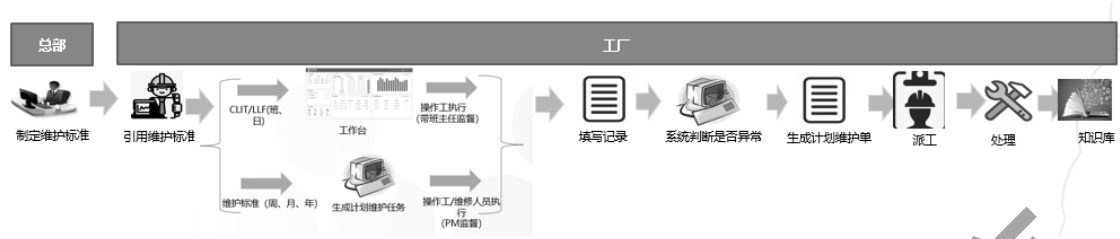


图A.5 追溯管理架构

A.4.6 设备管理

集团统一制定维护标准，工厂引用维护标准，使集团与工厂业务的拉通，保障维护活动的标准化。由总部专家维护设备维护标准，如设备维护标准的创建、修改；通过设备维护标准，总部专家根据不同设备建立不同类型的设备维护标准，设备维护标准包含：自主维护标准、LLF标准、计划维护标准、大

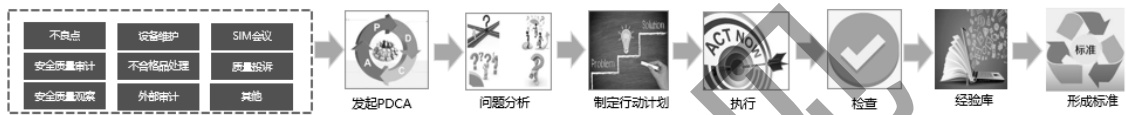
修标准，可以实现DWC设备维护标准的标准化及统一管理，规范了工厂设备维护标准。工厂引用集团的维护标准，经设备经理审批后，生成维护任务，在执行维护任务时发现异常，可进行异常上报，并通过计划维护工单对其进行闭环管理。



图A.6 设备管理架构

A.4.7 活动管理

各模块PDCA进行统一管理，包含安全、质量、设备及内外部事件；对于PDCA的各个环节责任到人，闭环管理；对已完成的PDCA形成经验库，可快速查询类似事件处理经过。



图A.7 活动管理架构

参 考 文 献

- [1] 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
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 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
- [5] GB/T 41257—2022 数字化车间功能安全要求
- [6] GB/T 41260—2022 数字化车间信息安全要求
- [7] GB/T 41392—2022 数字化车间可靠性通用要求
- [8] GB/T 43919—2024 民用航空锻件数字化生产车间集成要求
- [9] ANS/ISA-88.00.04-2006 Batch Control Part 4: Batch Production Records
- [10] ANS/ISA-95.00.03-2005 Enterprise-Control System Integration Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management

征求意见稿