



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

食品数字化工厂通用技术要求

General technical requirements for food digital factory

(报批稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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 缩略语 2

5 总体要求 2

6 食品数字化工厂总体架构 3

7 基础设施层 3

8 数据层 3

9 平台层 4

10 应用层 5

11 管理层 7

12 效能评价 7

13 证实方法 7

附录 A （资料性） 食品数字化工厂效能评测指标 8

参考文献 10

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。

本文件规定了食品质量相关技术要求，食品安全相关要求见有关法律法规、政策和食品安全标准等文件。

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。

本文件由全国食品质量控制与管理标准化技术委员会（SAC/TC313）提出并归口。

本文件起草单位：中国标准化研究院、佛山市海天（高明）调味食品有限公司、康师傅饮品投资（中国）有限公司、中粮集团有限公司、内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司、千禾味业食品股份有限公司、福建盼盼食品有限公司、黑龙江飞鹤乳业有限公司、蒙牛乳业（宁夏）有限公司、泸州老窖股份有限公司、西门子（中国）有限公司、北京工商大学、四川农业大学、北京交通大学、北京邮电大学、北京物资学院、中国科学院自动化研究所、东鹏饮料（集团）股份有限公司、无限极（中国）有限公司、广东百利食品股份有限公司、山东天骄生物技术股份有限公司、福建美一食品有限公司、浙江李子园食品股份有限公司、宁波泰一健康产业有限公司、福建省福宁浦生物科技有限公司、北京国标联合认证有限公司。

本文件主要起草人：刘鹏、云振宇、桂军强、李伟东、曹高峰、姚国新、郭建、戴岳、年益莹、萧春林、鄂志强、左敏、田权、张宿义、周济、张青川、张志清、任爽、杨洁、黎万义、胡海娥、黄延盛、黄树亮、王浩杰、袁九正、杜娟、孔建磊、张铮铮、徐伟鸿、陈来荫、李博胜、李卫军、张程、翟润、王新明、李学莉、刘耀军、王顺余、李海岭、黄义俊。

食品数字化工厂通用技术要求

1 范围

本文件规定了食品数字化工厂的总体要求、总体架构及其基础设施层、数据层、平台层、应用层、管理层等要求、效能评价、证实方法等内容。

本文件适用于食品生产企业的食品数字化工厂设计、建设与运行。

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 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- GB/T 30644 食品生产加工企业电子记录通用要求
- GB/T 41260 数字化车间信息安全要求
- GB/T 45547 食品生产追溯体系通用技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化工厂 digital factory

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，用数据连接工厂不同单元，对生产运行过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。

[来源：GB/T 37393-2019，3.3，有修改]

3.2

食品数字化工厂 food digital factory

以食品生产工艺和设备为基础，运用信息化、网络化、智能化等技术为手段，用数据连接企业不同单元，对食品生产过程进行规划、管理、诊断和优化的先进制造模式。

3.3

食品数字化工厂效能 food digital factory efficiency and capability

食品工厂实施数字化后，产生的研发周期缩短、生产效率提升、质量管控加强、成本下降等效益和可持续发展能力。

3.4

数据可视化 data visualization

将数据转化为图形、图表或图像等视觉元素形式的活动。

3.5

数字孪生 digital twin

具有保证物理状态和虚拟状态之间以适当速率和精度同步的数据连接的特定目标实体的数字化表达。

[来源：GB/T 43441.1-2023，3.4]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI:人工智能(Artificial Intelligence)

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

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

PLC:可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)

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

SDK:软件开发工具包 (Software Development Kit)

5 总体要求

5.1 食品质量安全

5.1.1 食品数字化工厂应输出食品质量监管需要的相关文件、数据和记录。

5.1.2 食品数字化工厂应实现对生产环节的食品质量安全关键控制参数（如杀菌温度、异物检测）自动化监控。

5.2 信息化系统

5.2.1 企业应建立信息化系统，在信息系统使用之前，应对系统的稳定性、可靠性进行全面测试验证，确保系统获得预期结果。

5.2.2 企业应制定信息化系统出现故障或损坏时进行处理的操作规程并验证。

5.2.3 信息化系统的电子记录应符合 GB/T 30644。

5.3 数据互联

5.3.1 食品数字化工厂应建立食品生产各环节之间数据交互的规范文件。

5.3.2 食品数字化工厂应实现食品生产各环节之间的数据交互。

5.3.3 食品数字化工厂宜实现与供应链上下游企业之间的数据交互。

5.3.4 食品数字化工厂宜实现与监管部门之间进行其所需的数据交互。

5.4 信息安全

食品数字化工厂的信息安全应符合 GB/T 41260。

5.5 人员要求

5.5.1 企业高级管理人员应重视数字化工厂建设，并了解相关专业知识。

5.5.2 食品数字化工厂相关人员应具备数字化相关知识和能力，并定期培训。

6 食品数字化工厂总体架构

6.1 食品数字化工厂重点涵盖产品生产过程，其总体架构如图 1 所示，分为基础设施层、数据层、平台层、应用层和管理层。

- 注：在食品数字化工厂之外，还有生态层(不在本文件范围内)。
- 6.2 食品数字化工厂的基础设施层包括食品数字化工厂生产所必需的各种食品生产设备、网络设备以及边缘计算设备等。
- 6.3 食品数字化工厂的数据层包括数据准备、数据采集、数据集成、数据处理、数据备份等。
- 6.4 食品数字化工厂的平台层包括数据建模、数字仿真、数字孪生、AI 分析工具、云服务等。
- 6.5 食品数字化工厂的应用层主要包括生产设备管理、食品研发、原辅料、食品相关产品管理、食品生产计划、食品生产过程、食品质量安全管控、食品贮运、食品销售、能源与碳排放管理等。
- 6.6 食品数字化工厂的管理层主要包括数据可视化、辅助决策等。

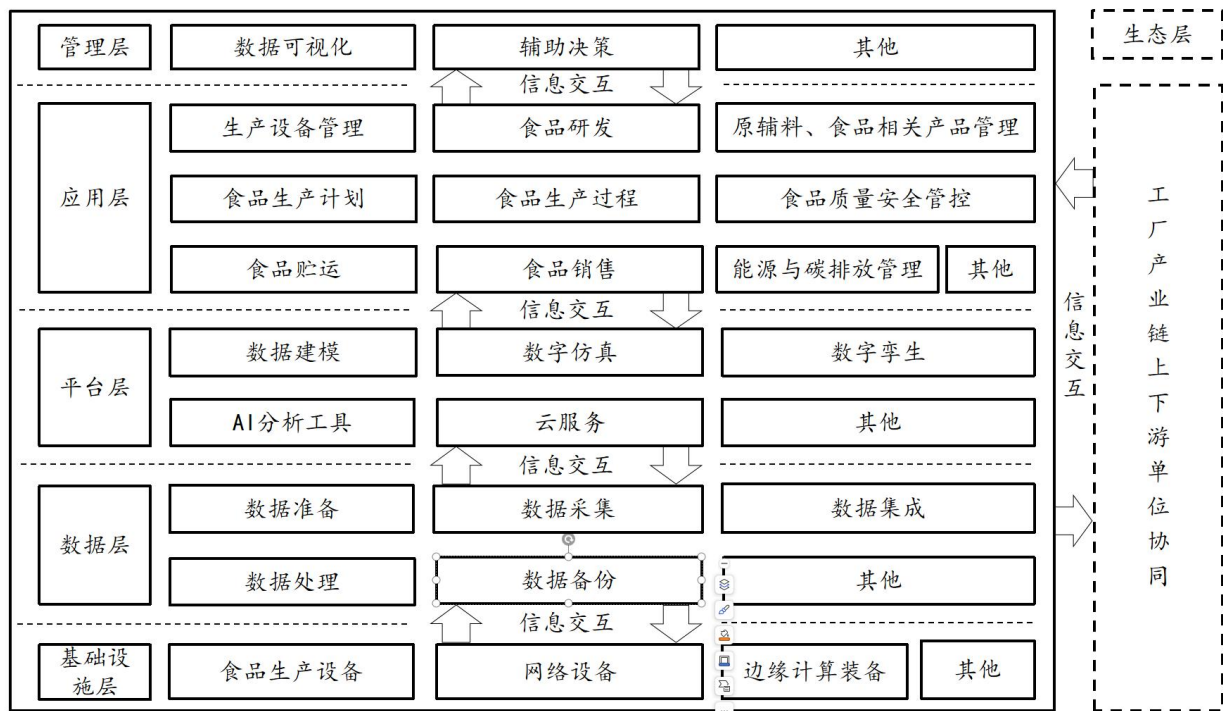


图 1 食品数字化工厂总体构架图

7 基础设施层

- 7.1 企业应制定重要工序（如原料预处理、杀菌灭菌、异物控制等）生产设备的通信接口规范文件，并制定数据交互技术方案。
- 7.2 企业应建有互联互通的网络，在特殊区域（如发酵车间、冷库等）的网络设备需考虑防爆/防水等方面要求。

8 数据层

8.1 数据准备

8.1.1 企业应制定食品生产数据管理（如数据格式、数据采集、数据集成等）所需的标准规范。

8.1.2 企业应识别各相关数据源的访问接口、交换格式与传输方式，开展相关软件系统（如 ERP、MES、SCADA 等）和硬件终端（如传感器、PLC、检测仪器等）的适配连接工作。

8.2 数据采集

8.2.1 企业应对食品原辅料采购与管理、生产加工、质量管理、能源与碳排放管理等方面数据进行采集。

8.2.2 企业宜通过协议解析、嵌入式 SDK 和外加传感器等方式对工艺原料（如原料配比）、工艺参数（如杀菌温度）和设备信息（如开停机时间）等数据进行自动采集。

8.3 数据集成

企业应通过中间件、集成平台、总线交换等方式，实现相关业务系统（如生产管理系统、质量管理系统、供应链管理系统等）和自动化控制系统之间的数据集成。

8.4 数据处理

8.4.1 企业应采用缺失值处理、异常值检测、冗余数据识别，统一计量单位等技术手段对集成数据清洗汇总。

8.4.2 企业宜根据需要对生产现场照片、视频监控数据、检测报告扫描件等非结构化数据进行结构化处理。

8.4.3 企业宜对食品生产经验、工艺数据、法规标准等专业领域数据进行集成处理，构建食品生产知识图谱。

8.5 数据备份

企业应定期对法律法规规定的、企业生产经营需要的等重要数据进行备份。

9 平台层

9.1 数据建模

企业应使用统计分析、机器学习等模型构建技术对生产设备运行预测、生产工艺自适应控制、食品生产风险预测、质量分析等应用场景构建相关分析模型。

9.2 数字仿真

企业宜构建食品产品工艺设计仿真分析平台，开展试验验证（如动态模拟食品加工中微生物发酵等）。

9.3 数字孪生

企业宜使用数字孪生模型开展模拟优化生产流程，虚拟映射物理工厂。并进行典型虚拟场景（如研发设计、工艺优化、设备管理）建立与交互。

9.4 AI 工具分析

企业宜使用大模型、智能体、机器学习算法等人工智能技术，开展食品质量安全问题溯源分析、杀菌工艺参数动态优化、生产线调度智能决策等方面的分析。

9.5 云部署

企业宜使用私有云或混合云部署相关信息系统。

10 应用层

10.1 生产设备管理

10.1.1 企业应对生产关键设备（如杀菌釜、灌装机等）的运行、维护保养、能力验证、设备报废等全生命周期进行数字化管理。

10.1.2 企业应对备品备件的分类、编码、采购、验收、储备、使用等方面进行数字化管理。

10.1.3 企业应对生产设备运行状态进行数字化管理。

10.1.4 企业应对生产设备清洁消毒情况进行数字化管理。

10.1.5 企业宜基于设备历史运行数据、工艺参数等建立生产设备运行趋势预测模型和预测性维护方案。

10.2 食品研发

10.2.1 企业应实现对消费者调查、产品市场需求调研环节的数字化管理。

10.2.2 企业应实现对研发产品的概念筛选与可行性分析、配方设计、原材料选择、保质期确认以及小试、中试的数字化管理。

10.2.3 企业应实现对食品产品包装设计与标识标注设计的数字化管理。

10.2.4 企业宜构建食品研发知识图谱及数字化辅助系统。

10.3 原辅料、食品相关产品管理

10.3.1 企业应实现包括准入、维护、评审、退出等方面的供应商数字化管理。

10.3.2 企业应实现包括原辅料、食品相关产品采购验收、出入库及库存管理等方面数字化管理。

10.3.3 企业宜建立原辅料、食品相关产品采购模型，综合考虑市场价格波动、供应商交货期、库存成本等因素，实时监控采购风险并及时预警。

10.3.4 企业应能与供应商实现信息交互，及时向供应商传递原料需求计划、订单信息、质量反馈等信息，同时获取供应商的库存、质量、生产进度等信息。

10.4 食品生产计划

10.4.1 生产计划管理系统应根据市场需求、生产能力、原料供应、产品库存、设备状况等因素实现自动编制生产计划。

10.4.2 生产计划管理系统应能自动计算物料需求，根据产品配方和生产计划准确计算出所需原料的种类、数量和时间，具备需求变化与生产计划和物料需求的联动调整等功能。

10.4.3 当出现设备故障、订单变更等情况时，生产计划管理系统应能够调整作业任务，重新分配生产资源，确保生产计划的顺利执行。

10.5 食品生产过程

10.5.1 企业应实现食品生产数字化管理，采集并监控生产设备数据（如设备运行状态、故障信息、能

耗数据等)及生产过程数据(如原料投放量、加工温度、时间、压力、产品品种及产量等),并能及时预警。

10.5.2 企业宜开发工艺自适应控制模型,根据生产实际情况进行工艺参数在线检测与实时调控纠偏。

10.5.3 企业宜构建食品生产风险预测模型,对生产过程中的风险进行预测,并给出应对策略。

10.6 食品质量安全管控

10.6.1 质量控制

10.6.1.1 企业应实现食品质量控制数字化,包括质量预警规则制定,关键质量参数阈值设定,预警信息实时发送、产品出厂放行、全生命周期管理等方面。

10.6.1.2 企业应构建质量数字化分析模型,分析质量数据,挖掘质量数据的潜在规律与影响因素自动确定质量关键控制点以及对应检验计划和规程管理。

10.6.2 实验室管理

10.6.2.1 企业应实现实验室数字化管理,包括样品信息采集、检验数据采集与分析、检验报告生成等方面。

10.6.2.2 实验室信息管理系统应及时响应检测需求并反馈检测结果,根据生产过程的要求及时调整检测项目与检测频率。

10.6.2.3 企业宜基于实验室信息管理系统,收集整理检验检测相关的标准、方法、案例等数据,建立检验检测知识图谱。

10.6.3 食品质量安全追溯

10.6.3.1 企业应建立数字化食品质量安全追溯体系,宜采用区块链等先进技术构建追溯体系。

10.6.3.2 食品数字化质量安全追溯体系应符合 GB/T 45547 相关规定。

10.6.4 质量投诉处理

10.6.4.1 企业应实现产品质量意见建议及质量问题投诉信息的数字化采集分析。

10.6.4.2 企业宜建立产品质量意见建议及质量问题投诉处理智能分析模型。

10.7 食品贮运

10.7.1 企业应采用自动化仓储设备(如堆垛机、输送机、分拣机等)实现单元货物的自动存取作业。

10.7.2 企业应实现对原材料、半成品、成品、载具等的数字化标识。

10.7.3 企业应建立仓储管理系统,包括出入库管理、库存预警等,并对库存环境参数(如温度、湿度)进行实时监控与预警。

10.7.4 仓储管理系统应与生产过程实时交互物料信息并反馈物料运输信息。

10.7.5 企业应实现对食品运输的数字化管理,能对物流配送路径和运输模式进行规划,实现运输工具的智能调度。

10.8 食品销售

10.8.1 企业应实现食品销售数字化管理,应建立销售记录数字化档案包括销售对象客户信息、订单信息、产品维护等方面。

10.8.2 企业应建立对产品流向、市场分配等进行管理的信息化系统,并对企业内部的销售业务及销售

过程进行管理并与财务等信息系统数据集成。

10.9 能源与碳排放管理

10.9.1 企业应实现能源数字化管理，实现对能源生产、消耗数据的自动采集、监控与预警。能源数字化管理应符合 GB/T 23331。

10.9.2 企业宜根据企业实际能源消耗的历史数据及趋势，建立统计分析模型。

10.9.3 企业宜实现碳排放数字化管理，实现对碳排放数据自动核算和减排量评估。

11 管理层

11.1 数据可视化

企业应通过实现食品生产数字化看板（如实时监控看板、批次追溯地图、效能热力图等），支持按角色（如生产人员、管理人员等）定制数据视图。

11.2 辅助决策

企业宜应用各类先进智能算法模型（如深度学习等），对食品生产过程中的原料供应稳定性、生产设备故障预警、产品质量波动趋势、市场需求变化规律等进行模型构建。

12 效能评价

食品数字化工厂的效能评价指标见附录 A。

13 证实方法

食品数字化工厂应保存以下成文信息：

- a) 食品数字化工厂设计的相关技术文件；
- b) 食品数字化工厂各类设施设备相关技术文件；
- c) 食品数字化工厂人员培训记录；
- d) 食品数字化工厂建设的相关技术文件；
- e) 食品数字化工厂效能评价记录。

附 录 A

(资料性)

食品数字化工厂效能评测指标

食品数字化工厂效能评测指标见表A.1。

表 A.1 食品数字化工厂效能评测指标

序号	类别	指标名称	指标说明及计算公式
1	研发周期	研发周期缩短率	实施食品数字化工厂后，产品研发周期缩短率= $[(\text{实施前研发周期天数}-\text{实施后研发周期天数})/\text{实施前研发周期天数}]\times 100\%$ 研发周期包括研究阶段、开发阶段。研究阶段包括调研与设计、立项、实验室试验；开发阶段包括小试、中试，中试完成后是研发周期结束
1	生产效率	生产转换时间缩短率	实施食品数字化工厂后，生产转换时间缩短率= $[(\text{实施前生产转换时间}-\text{实施后生产转换时间})/\text{实施前生产转换时间}]\times 100\%$ 生产转换时间是指产线从一种产品转为生产另一种产品所需要卸载/加载、重新安装、校准所花费时间
2		订单交付时间缩短率	实施食品数字化工厂后，订单交付时间缩短率= $[(\text{实施前订单交付时间}-\text{实施后订单交付时间})/\text{实施前订单交付时间}]\times 100\%$
3		库存盘点效率提升率	实施食品数字化工厂后，库存准盘点效率= $[(\text{实施前库存盘点时间}-\text{实施后库存盘点时间})/\text{实施前库存盘点时间}]\times 100\%$
4	质量管控	原料发料准确提升率	实施食品数字化工厂后，原料发料准确提升率= $[(\text{实施后原料发料准确提升率}-\text{实施前原料发料准确提升率})/\text{实施前原料发料准确提升率}]\times 100\%$ 原料发料准确率= $(\text{准确发料数}/\text{总发料数})\times 100\%$
5		检验速度提升率	实施食品数字化工厂后，食品检验速度提升率= $[(\text{实施前食品检验平均时间}-\text{实施后食品检验平均时间})/\text{实施前食品检验平均时间}]\times 100\%$
6		追溯响应时间减少率	实施食品数字化工厂后，追溯响应时间减少率= $[(\text{实施前追溯响应时间}-\text{实施后追溯响应时间})/\text{实施前追溯响应时间}]\times 100\%$
7		用户投诉处理速度提升率	实施食品数字化工厂后，用户投诉处理速度提升率= $[(\text{实施前用户投诉处理平均时间}-\text{实施后用户投诉处理平均时间})/\text{实施前用户投诉处理平均时间}]\times 100\%$
9	制造成本	单位食品制造成本降低率	实施食品数字化工厂后，单位食品制造成本降低率= $[(\text{实施前单位产品制造成本}-\text{实施后单位产品制造成本})/\text{实施前单位产品制造成本}]\times 100\%$ 制造成本包括各项直接支出和制造费用。直接支出包括直接

序号	类别	指标名称	指标说明及计算公式
			材料（原材料、辅助材料、外购半成品）、燃料及动力（直接用于产品生产的燃料和动力）、直接工资（生产人员的工资、补贴）、其他直接支出（如福利费）；制造费用是指企业的水电费、固定资产折旧、无形资产摊销、管理人员工资薪酬、劳动保护费、环保费、维修费等
10		人均产量增长率	实施食品数字化工厂后，人均产量增长率= $[(\text{实施后人均产量}-\text{实施前人均产量})/\text{实施前人均产量}]\times 100\%$
11		设备平均无故障工作时间增长率	实施食品数字化工厂后，设备平均无故障工作时间增长率= $[(\text{实施后设备平均无故障工作时间}-\text{实施前设备平均无故障工作时间})/\text{实施前设备平均无故障工作时间}]\times 100\%$ 设备平均无故障工作时间=总运行时间/发生故障次数
12	可持续发展	能耗减少率	实施食品数字化工厂后，能耗减少率= $[(\text{实施前单位产品能源平均消耗量}-\text{实施后单位产品平均能源消耗量})/\text{实施前单位产品平均能源消耗量}]\times 100\%$

参考文献

- [1] GB/T 37393-2019 数字化车间通用技术要求
 - [2] GB/T 38630-2020 信息技术 实时定位多源融合定位数据接口
 - [3] GB/T 39474-2020 基于云制造的智能工厂架构要求
 - [4] GB/T 40647-2021 智能制造系统架构
 - [5] GB/T 40648-2021 智能制造虚拟工厂参考架构
 - [6] GB/T 40654-2021 智能制造虚拟工厂信息模型
 - [7] GB/T 40655-2021 智能生产订单管理系统技术要求
 - [8] GB/T 40693-2021 智能制造工业云服务数据管理通用要求
 - [9] GB/T 41255-2022 智能工厂通用技术要求
 - [10] GB/T 41392-2022 数字化车间可靠性通用要求
 - [11] GB/T 43436-2023 智能工厂面向柔性制造的自动化系统通用要求
 - [12] GB/T 43441.1-2023 信息技术 数字孪生 第1部分：通用要求
 - [13] GB/T 43554-2023 智能制造服务通用要求
-