

QB

中华人民共和国轻工行业标准

QB/T XXXXX—XXXX

# 智能制造 白酒行业应用 生产过程智能监 控平台技术要求

Intelligent manufacturing-Baijiu industry application-Technical requirements for  
intelligent monitoring platform in the production process

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

征求意见稿

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 技术架构图 ..... 1

5 一般要求 ..... 2

    5.1 规范性要求 ..... 2

    5.2 实时性要求 ..... 3

    5.3 可靠性要求 ..... 3

    5.4 安全性要求 ..... 3

    5.5 数据集成要求 ..... 3

6 功能要求 ..... 3

    6.1 数据层要求 ..... 3

        6.1.1 数据采集 ..... 3

        6.1.2 数据传输 ..... 4

        6.1.3 数据管理 ..... 4

    6.2 建模层要求 ..... 4

    6.3 智能决策层要求 ..... 4

7 辅助性设备与运维 ..... 5

    7.1 辅助性设备 ..... 5

    7.2 辅助性设备要求 ..... 5

        7.2.1 数据采集设备要求 ..... 5

        7.2.2 网络及存储设备要求 ..... 5

        7.2.3 基础设施设备要求 ..... 5

    7.3 运维管理 ..... 5

附录 A （资料性） 白酒酿造关键工艺过程质量数据采集、建模、决策参考资料 ..... 7

    A.1 白酒酿造关键工艺过程质量数据采集规范 ..... 7

        A.1.1 概述 ..... 7

        A.1.2 原料 ..... 7

        A.1.3 制曲 ..... 7

        A.1.4 酿造 ..... 7

        A.1.5 贮存 ..... 8

        A.1.6 勾调 ..... 8

    A.2 白酒酿造关键工艺过程质量数据建模规范 ..... 8

        A.2.1 概述 ..... 8

        A.2.2 原辅料 ..... 8

        A.2.3 制曲 ..... 8

A.2.4 酿造 ..... 8

A.2.5 贮存 ..... 9

A.2.6 勾调 ..... 9

A.3 白酒酿造关键工艺过程质量数据智能决策规范 ..... 9

A.3.1 概述 ..... 9

A.3.2 原辅料 ..... 9

A.3.3 制曲 ..... 9

A.3.4 酿造 ..... 9

A.3.5 贮存 ..... 9

A.3.6 勾调 ..... 9

## 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。

本文件由中国轻工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

# 智能制造 白酒行业应用 生产过程智能监控平台技术要求

## 1 范围

本文件规定了白酒生产企业在原料（验收、仓储、处理）、制曲、酿造（投配料、糖化发酵、蒸馏、摘酒、分级入库）、贮存、勾调等生产过程中的智能监控平台术语和定义、技术架构图、一般要求、功能要求及辅助性设备和运维。

本文件适用于白酒生产企业酿造生产过程智能化监控体系的构建和应用。

## 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 4793.1-2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 10346-2023 白酒检验规则和标志、包装、运输、贮存

GB/T 23544-2009 白酒企业良好生产规范

GB/T 37393-2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 37413-2019 数字化车间 术语和定义

GB/T 45547-2025 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

**白酒数字化质量检测设备** digital quality detection equipment for the baijiu production process

具备在线联网、数据自动上传功能，用于采集白酒酿造过程理化指标、环境参数、设备状态等质量相关数据的传感设备、快检仪器、实验室分析设备等硬件总称。

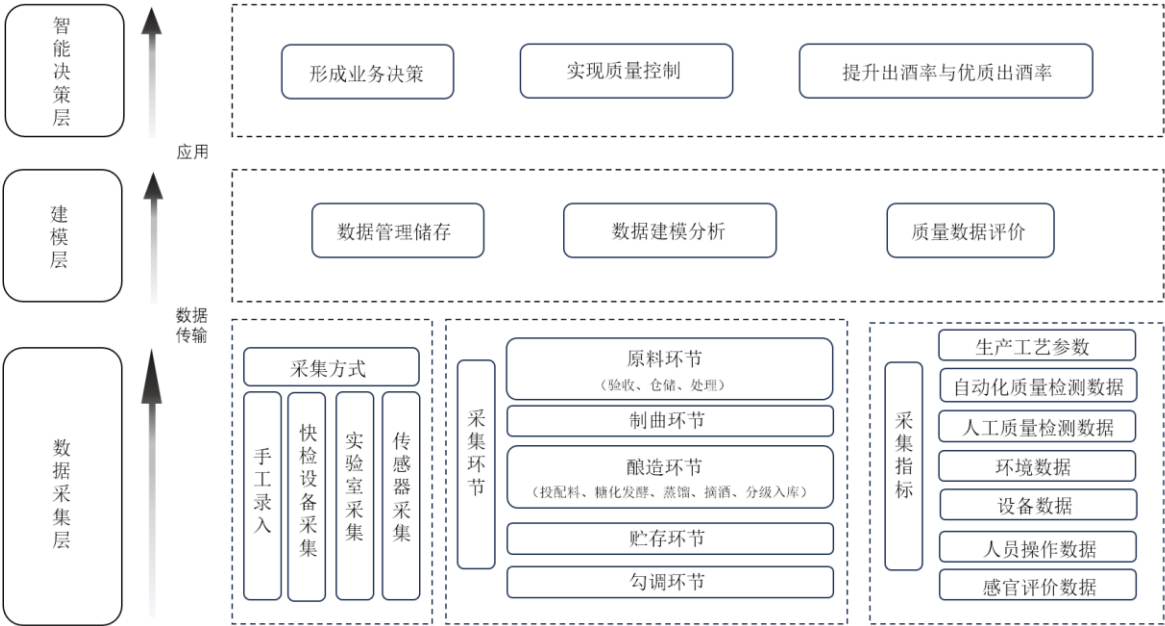
### 3.2

**白酒生产过程智能监控平台** intelligent monitoring platform for the baijiu production process

基于物联网、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术，对白酒生产全过程监测和控制进行数据采集、传输、存储、处理、分析、可视化、业务决策和优化控制的综合性软件系统。

## 4 技术架构图

图 1、图 2 分别为白酒智能酿造过程监控系统及酿造过程质量控制流程的整体架构。



<sup>a</sup> 各层级通过标准化接口实现数据交互，数据层与建模层采用 OPC UA/REST API 接口，建模层与智能决策层支持算法模型调用接口标准化（如 PMML 格式）；数据流向为“数据采集层→数据层→建模层→智能决策层”，决策指令反向下达至生产设备时需经过权限校验与日志记录。

图1 白酒智能酿造过程监控系统架构图

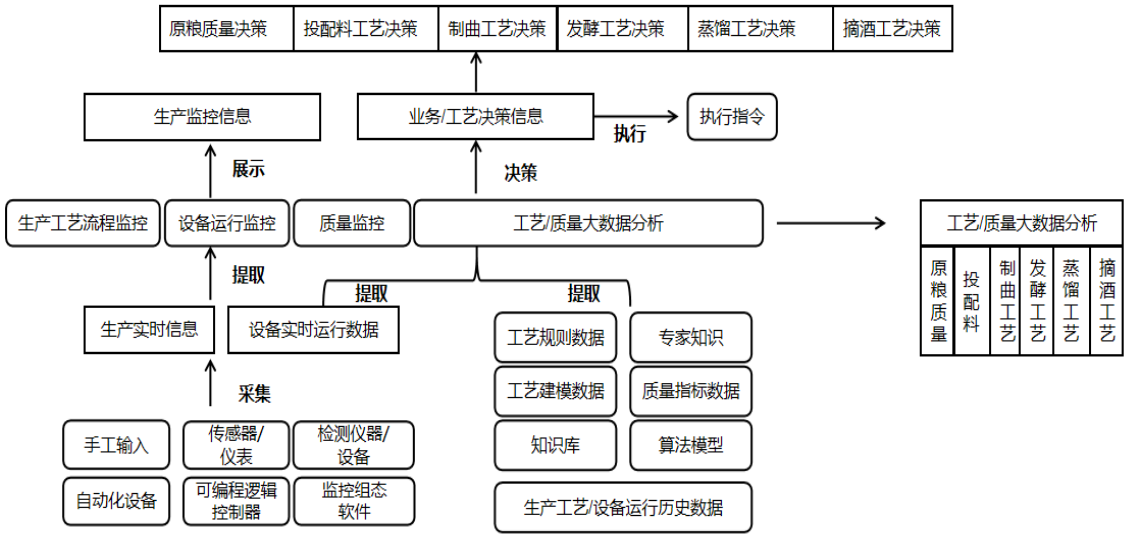


图2 酿造过程质量智能监控流程图

5 一般要求

5.1 规范性要求

平台在信息表征与交互上应满足以下要求：

- a) 数字化（信息、数据、流程、操作）：依据 GB/T 37393-2019 的数字化要求条款，应实现白酒酿造全生产过程信息（包括工艺参数、设备状态、环境参数、理化指标及感官评价数据）的数字化表征，应建立统一的数据字典与元数据管理机制，确保数据语义一致、可解释、可复用；确保物料、设备与数据模型之间的映射关系准确、一致；

- b) 表述规范化：平台内所有数据项标签、操作界面、系统日志及文档应采用中文，或中英文对照方式，计量单位、符号、代码应使用国际或国家通用标准；
- c) 数据点表规范化：接入平台的智能设备应提供符合平台要求的、规范化的数据点表。点表应明确定义每个数据点的名称、标识符（Tag Name）、数据类型、工程单位、量程、采集频率及简要说明，确保数据接入的无歧义性。

## 5.2 实时性要求

平台在数据处理与传输上应满足以下要求：

- a) 数据采集实时性：应根据白酒酿造关键环节的控制与质量监测需求，确定数据采集频率与精度，确保数据能真实反映过程中的状态。
- b) 数据传输与处理效率：平台应具备高效的数据传输机制与处理能力，确保关键数据从采集到呈现的端到端延迟满足业务实时监控与控制的时限要求。

## 5.3 可靠性要求

平台及其关键组件应满足以下可靠性要求：

- a) 环境适应性：部署于生产现场的智能检测设备、自动控制设备、数据采集设备、边缘计算单元及通信网关等，其硬件设计应具备良好的环境适应性，能够长期稳定运行在高温、高湿、粉尘、高酸、易腐蚀及存在电磁干扰的典型酿酒生产环境中。工作温度范围-10℃~55℃、相对湿度10%~95%(无冷凝)、防尘等级不低于 IP65；
- b) 数据与系统可靠性：平台应确保数据采集、计算、存储与传输过程的准确性与完整性。系统架构应具备高可用性设计，关键服务应支持冗余配置，以保障平台的连续、稳定运行。平台关键服务故障后，自动恢复时间≤15 分钟；全年系统可用率≥99.5%；
- c) 数据一致性：企业宜通过协议解析、嵌入式 SDK 和外加传感器等方式，制定统一的数据采集、传输、计算及交互模式，统一传感数据格式、规则和协议，以确保所有系统和设备互联互通。

## 5.4 安全性要求

依据GB 4793.1-2007的安全条款要求，对平台的安全提出了要求，主要包括：

- a) 网络安全：应遵循“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的原则。生产控制层与管理信息层之间应采用技术手段进行逻辑隔离或物理隔离，并在纵向通信时采用加密认证措施，保证数据传输安全；
- b) 数据安全：应通过专用数据服务器或安全域对数据进行集中管理。数据处理过程应安全可控，并建立覆盖数据全生命周期的安全策略，包括但不限于数据存储安全、数据交换安全、数据访问授权与审计、以及数据销毁安全；
- c) 访问安全：应建立严格的用户身份认证与权限管理体系，实现分角色、分权限的精细化管理，确保数据与功能仅被授权用户访问。

## 5.5 数据集成要求

监控平台应通过开放数据服务组件，以OPCUA、MQTT、API、Web Service、RESTful等多种方式对外提供数据访问和集成服务，供第三方系统从监控平台获取数据、交互数据和触发联动。

# 6 功能要求

## 6.1 数据层要求

### 6.1.1 数据采集

依据GB/T 37413-2019要求，平台应集成或具备接入数据采集装备或数据传输的能力。

- a) 数据采集方式：质量监控所需数据应尽可能以自动在线传感方式采集、产线层系统数据的采集、音视频数据（如图像检测、安全图像等）的采集，根据白酒企业数字化水平以及数据类型，平台可通过人工录入、快检设备采集、实验室分析、传感设备等多方式采集数据，应支持对异常数据、缺失数据的自动识别与标记，并记录数据质量评估指标。

- b) 数据采集环节：根据 GB/T 23544-2009，数据采集环节应覆盖原料（验收、仓储、处理）、制曲、酿造（投配料、糖化发酵、蒸馏、摘酒、分级入库）、贮存、勾调等白酒生产关键环节。各环节质量数据采集应符合附录 A 的 A.1 的规定。
- c) 数据采集类型：包括生产工艺参数、自动化质量检测数据、人工质量检测数据等、环境数据、设备状态数据、人员操作数据、感官评价数据等。

### 6.1.2 数据传输

平台数据传输应具备实时性、可靠性、安全性、准确性功能。

- a) 实时性：关键工艺参数（如窖池温度、馏酒流速、酸酯含量）的数据传输至平台端到端延迟应不超过 100 毫秒。
- b) 安全性：对数据源进行身份认证与访问授权，防止数据篡改与泄露。
- c) 准确性：传输至平台的数据应与现场采集源数据保持一致，严禁未经授权的篡改或修饰。在网络正常条件下，数据传输的丢包率应低于 0.01%。

### 6.1.3 数据管理

平台应具备对数据的存储、追溯、备份等管理功能。

- a) 数据存储：对于采集周期为秒级的数据，存储时间不应低于 3 个月。控制数据、工艺数据和检测数据的存储时间不应低于 12 个月。模型相关的数据应根据模型需求确定存储时间。视频数据宜以结构化元数据（如时间戳、工序、设备编号）关联存储，支持关键事件帧提取与智能分析。
- b) 数据追溯：平台追溯要求应符合 GB/T 45547-2025 的相关规定。
- c) 数据库查询：可按多种条件（基酒编码、批次、等级、时间等多维度组合）对数据进行查询与追溯，并支持导出为 Excel 等格式。
- d) 数据备份：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。关键工艺数据（如发酵曲线、摘酒数据）每日全量备份，普通生产数据每周全量备份；采用“本地+异地”双备份模式，本地备份存储≥3 份，异地备份存储介质需满足防潮、防磁要求；备份数据恢复成功率≥99.9%。
- e) 数据清洗与校验：平台应具备异常值检测（如温度超出合理范围自动标记）、数据完整性校验（如缺失数据自动提醒补录）、数据一致性校验（如传感器数据与人工记录数据比对）功能，保障数据可靠性。

## 6.2 建模层要求

平台应具备统计分析、机器学习算法、大数据分析等模型构建技术能力，挖掘质量数据的潜在关系与影响因素，对生产设备运行预测、核心工艺环节（如窖池发酵、蒸馏摘酒）的优化控制、生产风险预测、质量分析等应用场景，及原料（验收、仓储、处理）、制曲、酿造（投配料、糖化发酵、蒸馏、摘酒、分级入库）、贮存、勾调等关键环节构建相关分析模型。白酒酿造关键工艺质量数据建模应符合附录A的A.2的规定。模型构建应结合工艺机理与数据驱动，优先覆盖对出酒率、优级酒率、核心风味物质生成有决定性影响的环节。建模过程应具备可解释性，可根据不同香型个性化建模。关键工艺模型宜提供参数影响分析、模型置信度评估等功能。

## 6.3 智能决策层要求

智能决策层应基于建模层分析结果，提供相应决策参数优化建议，包括：工艺参数优化、质量预测与预警、生产调度优化决策等，智能决策要求应符合附录A中A.3的相应规定。

- a) 工艺参数优化：基于历史数据与机器学习模型，对关键工艺参数（如发酵温度、馏酒温度曲线）进行建模与仿真，提供参数调优建议，以稳定并提升基酒质量与出酒率。
- b) 质量预测与预警：能够对半成品及成品的关键风味物质与理化指标进行实时预测，并对可能出现的质量偏差进行早期预警与根因分析，并将异常信息（异常位置、异常时间、异常类型）发送到相关位置。
- c) 生产调度优化：综合考虑工艺、物料、设备状态，提供全局或单元级的动态调度方案建议，给出应对策略。

- d) 基于长期积累的生产数据与品质数据,挖掘工艺参数与最终酒体品质之间的深层关联规则,形成可复用的工艺知识,为新工艺开发、风格定型、缺陷酒品成因分析等提供决策支持。

## 7 辅助性设备与运维

### 7.1 辅助性设备

为保障平台数据采集、传输、存储、计算和交互的顺利进行,应配置数据采集与边缘计算设备、网络通信设备、计算与存储设备、现场感知与交互设备、基础设施设备。

### 7.2 辅助性设备要求

#### 7.2.1 数据采集设备要求

- a) 企业应具备工业传感器/仪表:包括温度、湿度、压力、流量、液位等传感器,用于全面感知生产状态。温度传感器 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ;湿度传感器 $\pm 2\%\text{RH}$ 。
- b) 专用检测设备:鼓励在原料处理环节应用在线水分仪、粒度分析仪、金属检测仪、智能称重系统等专用设备,实现对物料关键质量的实时、自动化检测,并将数据自动接入平台。
- c) 企业应具备视频监控设备:包括高清网络摄像机、热成像摄像机等,用于对关键工序(如装甑、摘酒)、设备运行状态的远程可视化监控。
- d) 数据采集设备应配备工业智能网关,具有多协议转换、数据边缘采集、缓存、轻量级计算及协议转换功能,负责将现场设备数据安全上传至平台。
- e) 数据采集设备应具备一定的本地计算与滤波能力,可在边缘侧完成数据清洗与初步特征提取。
- f) 设备特殊环境防护等级:窖池区域传感器防护等级 $\geq \text{IP67}$ ,耐霉菌等级 $\geq 0$ 级;蒸馏车间采集设备耐高温 $\geq 120^{\circ}\text{C}$ ,防爆等级 $\geq \text{Ex d IIB T4}$ ;酒库区域设备防静电等级 $\geq 10^8 \Omega$ ,具备防醇类腐蚀涂层。

#### 7.2.2 网络及存储设备要求

- a) 企业应具备工业无线接入点或路由器,以提供稳定、安全的无线网络覆盖(如Wi-Fi 6、5G等)。
- b) 企业应配备必要服务器:包括用于平台核心应用、海量数据存储的服务器等。
- c) 企业应配备边缘计算服务器:用于实现高频数据实时处理、工艺模型本地执行、实时优化控制等边缘侧应用。

#### 7.2.3 基础设施设备要求

- a) 企业应具备不间断电源:为平台关键设备(如服务器、网络设备、控制柜)提供稳定、不间断的电力供应。
- b) 企业应具备工业机柜/机箱:为现场部署的电子设备提供物理保护和组织管理,应满足相应的防护等级。

### 7.3 运维管理

平台应提供完善的运维管理功能,确保系统稳定、安全、可靠运行:

- a) 系统监控与告警:实时监控平台各组件、服务及网络连接的健康状态,对CPU、内存、磁盘等关键指标设置阈值并实现异常自动告警;
- b) 人员与权限管理:应具备完善的基于角色的权限管理功能,支持用户、角色的新增、修改、删除和权限分配。应对所有操作留有审计日志;
- c) 日志与审计:记录所有用户操作、系统事件及数据变更日志,并提供查询与审计功能,满足生产质量追溯与安全合规要求。操作日志、系统事件日志留存时间不低于1年,且支持不可篡改存储,满足合规审计与追溯需求;
- d) 维护与配置:支持对平台参数、工艺流程、报警规则等进行可视化配置与在线更新,保障系统适应性和可维护性。
- e) 备份策略:重要数据采用“本地备份+异地备份”模式,本地备份每日一次,异地备份每周一次,备份数据保留时间不低于3年,且定期开展备份恢复测试。

- f) 应急运维：平台应制定故障应急预案，明确服务器宕机、网络中断等场景的处置流程与恢复时限(如核心系统故障恢复时间 $\leq 4$  小时)，并配备应急保障团队，确保生产监控不中断。

## 附录 A

(规范性)

## 白酒酿造关键工艺过程质量数据采集、建模、决策要求

## A.1 白酒酿造关键工艺过程质量数据采集要求

## A.1.1 概述

采集白酒酿造关键环节原料（验收、仓储、处理）、制曲、酿造（投配料、糖化发酵、蒸馏、摘酒、分级入库）、贮存、勾调的生产工艺参数、质量检测数据及基础信息。

## A.1.2 原料

## A.1.2.1 原料验收、仓储

在原辅料验收及仓储过程中，进行白酒酿造原辅料理化指标数据和基础信息数据的采集与监控，依据GB/T 10346-2023要求，采集数据包括但不限于：淀粉、水分、脂肪酸酯、蛋白质含量等质量指标，及批次编号、产地、种类、入库时间，等基础信息。

## A.1.2.2 原料处理

以白酒酿造所要求的工艺和数字化质量控制装备为基础，以信息技术、数字化、智能化技术等为手段，进行白酒酿造原辅料处理数据的采集与监控，依据GB/T 10346-2023要求，采集数据包括但不限于：粮食破碎度、粮食配比、稻壳的蒸汽压力、温度、时间、稻壳水分、高粱/大米等粮食的粉碎度（粒度分布）、润粮水流量与温度、润粮时间、稻壳的清蒸开始/结束时间、蒸糠锅实时温度与压力、物料摊晾后的平均温度等。

## A.1.3 制曲

采集并分析包括曲胚制作、培曲发酵、曲块陈化等制曲关键过程中理化指标数据，依据GB/T 10346-2023要求，采集数据包括但不限于：水分、酸度、淀粉、糖化力、液化力、发酵力等，基础信息数据，如：成品曲块批次编号、制曲原料信息、成曲时间、存储环境条件（温、湿度等），以及原料处理数据（粉碎度、加水量等）、培曲过程数据、大曲陈化时间等。

## A.1.4 酿造

## A.1.4.1 投配料

以白酒酿造所要求的工艺和数字化质量控制装备为基础，以信息技术、数字化、智能化技术等为手段，实时进行白酒酿造投配料理化指标数据和基础信息数据的采集与监控，依据GB/T 10346-2023要求，采集数据包括但不限于：淀粉（直链淀粉、支链淀粉）、水分、单宁、脂肪酸酯等理化指标数据，润粮水量、润粮水温、润粮时间、粮食用量、酒醅用量、糠壳用量、物料风冷/摊晾后的温度、料配比及入库批次编号、产地、种类、入库时间等基础信息。

## A.1.4.2 糖化发酵

采集发酵过程中理化指标数据，依据GB/T 10346-2023要求，采集数据包括但不限于：水分、酸度、淀粉、糖度，以及基础信息数据，如：温度、湿度、发酵周期等。

## A.1.4.3 蒸馏

采集蒸馏气压、蒸馏时间、温度、酒质特点等蒸馏过程关键指标数据。

## A.1.4.4 摘酒

实时监控摘酒过程基酒质量数据和感官分析数据，依据GB/T 10346-2023要求，质量数据包括但不限于：酒精度、总酸、总酯、己酸乙酯、乳酸乙酯、乙酸乙酯，等。自动上传不同等级白酒产品信息至

数据库，如：酒醅批次编号、甑锅编号、蒸馏时间、蒸馏温度（曲线）、馏酒数量和类别（酒头、中段、酒尾各级别）。

#### A.1.4.5 分级入库

实时采集白酒入库分级理化指标数据、基础信息数据与品感官品评数据，依据GB/T 10346-2023要求，采集数据包括但不限于：酒精度、总酸、总酯、乙酸乙酯、己酸乙酯、乳酸乙酯等、及入库批次编号（包括厂区、班组、容器号，等）、产地、种类、入库时间等。

#### A.1.5 贮存

贮存过程中定期监测重金属、塑化剂等易迁移的有害成分的含量，并上传数据至监控系统，进行实时质量检测，用于贮存期内白酒质量安全保障。关键采集指标包括但不限于：陶坛贮存时，新增坛体密封性（漏气率 $\leq 0.01\%$ /年）、库房微生物含量（霉菌 $\leq 100\text{CFU}/\text{m}^3$ ）；不锈钢罐贮存时新增罐体内壁腐蚀程度（年腐蚀速率 $\leq 0.001\text{mm}/\text{a}$ ）、罐内压力（波动范围 $\pm 0.005\text{MPa}$ ）等。

#### A.1.6 勾调

应全面采集用于勾调决策的基础数据、过程数据以及环境数据，包括各单体基酒的理化指标（如酸酯醛醇含量、总酸总酯）与感官品评结果（如风味特征、等级、缺陷）；勾调过程中实时记录的配方比例、半成品在线质量检测数据；以及勾调车间环境温湿度、储罐信息及所用基酒与加浆水的批次溯源数据等。

### A.2 白酒酿造关键工艺过程质量数据建模要求

#### A.2.1 概述

基于统计分析、机器学习算法、大数据分析等模型构建技术，构建白酒酿造关键环节原料（验收、仓储、处理）、制曲、酿造（投配料、糖化发酵、蒸馏、摘酒、分级入库）、贮存、勾调的相关分析模型。

#### A.2.2 原辅料

根据历史数据中原辅料质量数据趋势，形成原辅料知识图谱；将企业采购原辅料原则以及技术检验部门、生产部门、采购部门制定的规则，结合原辅料相关的企业标准和国家标准，数字化处理形成业务规则。例如，应支持构建稻壳清蒸效果（如无菌化程度）与蒸汽压力、时间的关联模型，粮食吸水率与润粮水温、时间的关联模型等。

#### A.2.3 制曲

结合制曲过程监测数据与质量监控数据总体变化趋势及相互之间关系，数字化呈现曲块质量状态及变化规律，构建数据分析建模。

#### A.2.4 酿造

##### A.2.4.1 投配料

定量刻画原辅料、曲、酒醅等指标，与预测变量与基酒指标之间的关系。

##### A.2.4.2 糖化发酵

结合酿造结果及发酵过程检测数据，构建数据分析模型。

##### A.2.4.3 蒸馏

实时测量、分析蒸馏过程酒醅的质量数据，建立相关数据库或趋势分析模型。

##### A.2.4.4 摘酒

建立不同等级基酒质量差异数据分析模型，为实现自动化基酒分级提供基础。

##### A.2.4.5 分级入库

通过分级入库智能决策模型，实现待入库白酒的精细化和定量化控制，指导白酒的入库存储，确保白酒酿造工艺执行的稳定。因工艺或酿造需要转移的，应及时登录系统，变更转移日期、数量、原贮存地点、现贮存地点等详细信息。形成基酒分级入库制度为保证白酒的产量与质量打下基础。

#### A.2.5 贮存

系统综合分析基酒初始品质、陶坛微氧环境及库房温湿度波动，动态分析其风味成熟曲线，构建贮存期白酒老熟分析模型。

#### A.2.6 勾调

构建基于色谱、光谱、感官数据的感官风味物质数字指纹图谱模型，并应用机器学习算法开发勾调配方推荐与成品酒质预测模型，实现从基酒组合到最终风味的精准设计与前瞻性调控。

### A.3 白酒酿造关键工艺过程质量数据智能决策要求

#### A.3.1 概述

基于建模层模型结果，为白酒酿造关键环节原料（验收、仓储、处理）、制曲、酿造（投配料、糖化发酵、蒸馏、摘酒、分级入库）、贮存、勾调等提供相应决策参数优化建议，包括：工艺参数优化、质量预测与预警、生产调度优化决策等。

#### A.3.2 原辅料

系统采购入库环节中通过感官评价和理化检测数据，匹配业务规则，做出相关的原辅料业务决策建议，形成原辅料贮存数字化管理制度。工艺参数优化应包括：基于模型对润粮、蒸糠等工艺参数进行优化，以达到最佳工艺效果，并实现节能降耗。

#### A.3.3 制曲

基于曲块质量分析模型，实时调节发酵条件、监控曲块发酵程度，避免异常发酵。

#### A.3.4 酿造

##### A.3.4.1 投配料

通过获得的投配料预测模型函数表达式，在投配料环节中实现控制醪、粮、糠的比例、润料时间、水温等投配料工艺的精细化和定量化控制，指导醪、粮、糠的投入量，确保白酒酿造工艺执行的稳定。

##### A.3.4.2 糖化发酵

基于数据分析模型，对发酵的质量进行预测，必要时采取控制措施，防止发酵异常或遭受污染。

##### A.3.4.3 蒸馏

基于分析模型，智能判定酒头、酒身、酒尾的精准分割点，并动态调节蒸汽压力与冷却强度，以优化馏酒品质、提升优质酒产出率。

##### A.3.4.4 摘酒

制定智能摘酒决策，进行自动化基酒分级以及量质摘酒智能决策，确保最佳摘酒时间，用于提高优级酒率。

##### A.3.4.5 分级入库

基于入库决策模型，实时判定基酒等级，并智能推荐最优入库陶坛与存储区位，实现资源高效配置与风味体系化管理的科学分级。

#### A.3.5 贮存

根据白酒贮存老熟分析模型，智能推荐勾调窗口期与最优调度方案，以提升老熟效率与资源利用率。

#### A.3.6 勾调

通过基酒感官风味数字化模型，利用智能算法推荐最优配方组合，并实时预测与调控成品酒感官品质，实现智能化勾调。

---