

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 智能分级入库系统技术要求

Intelligent manufacturing-Baijiu industry application-Technical requirements for
intelligent classifying and storing system

(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 系统架构 1

 4.1 通用要求 1

 4.2 数据采集模块 2

 4.3 数据管理模块 2

 4.4 基酒分级模块 2

 4.5 库位分配模块 2

 4.6 交互显示模块 2

5 工作流程 2

 5.1 概述 2

 5.2 模型训练阶段 2

 5.2.1 数据准备 3

 5.2.2 模型训练 3

 5.2.3 系统测试 3

 5.3 在线应用阶段 3

 5.4 报告处理阶段 4

6 系统一般要求 4

 6.1 设计原则 4

 6.2 可靠性 4

 6.3 安全性 4

 6.4 开放性与可集成性 5

 6.5 可扩展性与可维护性 5

 6.6 易用性原则 5

 6.7 一致性 5

7 系统功能要求 5

 7.1 数据采集模块 5

 7.1.1 概述 5

 7.1.2 采集内容 5

 7.1.3 采集方式 5

 7.1.4 系统硬件要求 5

 7.1.4.1 硬件类别 5

 7.1.4.2 硬件要求 5

 7.2 数据管理模块 6

 7.2.1 通用要求 6

 7.2.2 数据传输 6

- 7.2.3 数据存储 6
 - 7.2.4 数据读写 6
- 7.3 基酒分级模块 6
 - 7.3.1 概述 6
 - 7.3.2 数据预处理 6
 - 7.3.3 分级模型建立 6
 - 7.3.4 分级模型评价 6
 - 7.3.5 分级模型应用 7
 - 7.3.6 分级模型迭代 7
- 7.4 库位分配模块 7
- 7.5 交互显示模块 7
 - 7.5.1 概述 7
 - 7.5.2 采集数据的展示 7
 - 7.5.3 数据查询与导出 7
 - 7.5.4 报告生成 7
 - 7.5.5 系统预警 7
 - 7.5.6 系统管理功能 8

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 智能分级入库系统技术要求

1 范围

本文件规定了基酒智能分级入库系统的架构、工作流程、一般要求及系统功能要求。

本文件适用于白酒生产企业智能分级入库系统的规划、设计、开发和部署，也可作为相关解决方案供应商提供产品和服务的参考。

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 6040 红外光谱分析方法通则

GB/T 9722 化学试剂 气相色谱法通则

GB/T 10781.1 白酒质量要求 第 1 部分：浓香型白酒

GB/T 10781.2 白酒质量要求 第 2 部分：清香型白酒

GB/T 10781.3 白酒质量要求 第 3 部分：米香型白酒

GB/T 10781.4 白酒质量要求 第 4 部分：酱香型白酒

GB/T 10781.7 白酒质量要求 第 7 部分：特香型白酒

GB/T 10781.8 白酒质量要求 第 8 部分：浓酱兼香型白酒

GB/T 10781.9 白酒质量要求 第 9 部分：芝麻香型白酒

GB/T 10781.10 白酒质量要求 第 10 部分：老白干香型白酒

GB/T 10781.11 白酒质量要求 第 11 部分：馥郁香型白酒

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 29858 分子光谱多元校正定量分析通则

GB/T 33404 白酒感官品评导则

GB/T 33405 白酒感官品评术语

GB/T 40219 拉曼光谱仪通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

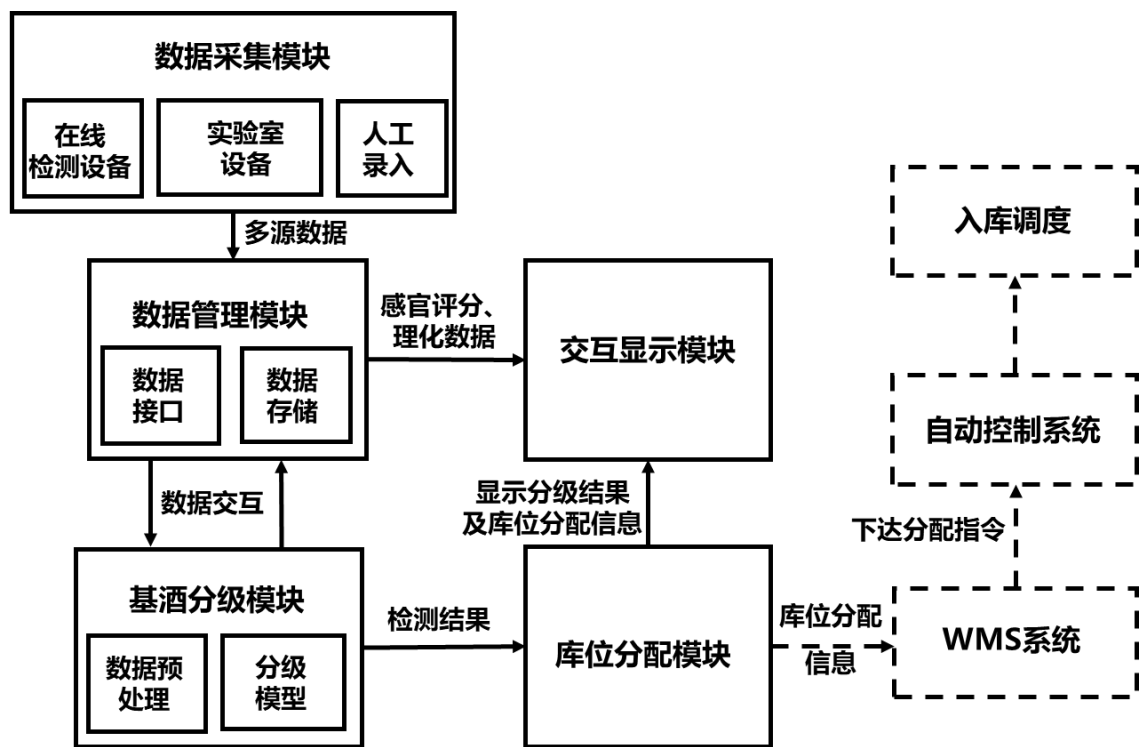
基酒智能分级入库 intelligent classification and storage of baijiu

按照白酒企业的生产工艺，基于理化检测、风味分析、感官品评，构建多源数据融合的基酒分级模型，实现对新酿基酒的品质分级、库位分配的现代化生产流程。

4 系统架构

4.1 通用要求

基酒智能分级入库系统架构见图1。



^a 实线框和箭头表示检测系统所含模块，虚线框和箭头表示外部系统/模块以及与检测系统的交互关系

图1 基酒智能分级入库系统架构

4.2 数据采集模块

利用在线检测设备、实验室设备、依托物联网和采集系统实现自动采集和人工填报完成智能分级入库系统所需数据的采集

4.3 数据管理模块

对数据采集模块输出的数据以及基酒分级模块的数据进行存储管理。

4.4 基酒分级模块

基于采集得到的数据,进行数据预处理,并基于算法和模型进行基酒智能分级,输出基酒分级结果,核心为检测模型。

4.5 库位分配模块

基于基酒分级结果和外部库存管理系统的库存信息，对所新酿基酒进行库位分配,并将库位分配结果送达WES。

4.6 交互显示模块

对智能分级入库流程中关键数据进行可视化，实现人机交互显示，包括数据管理、数据溯源、分级结果显示、库位分配确认等。

5 工作流程

5.1 概述

基酒智能分级入库系统工作流程分为模型训练阶段、在线应用阶段和报告处理阶段。模型的训练阶段和模型应用阶段的具体工作流程分别见图2和图3。模型训练阶段是检测系统上线之前模型构建的流程，在线应用阶段则是系统上线后的具体工作过程。

5.2 模型训练阶段

5.2.1 数据准备

在既定方案指导下，收集基础理化、风味分析、感官品评及分级结果等历史数据，若无法满足算法需求，则应补充采集新的相关数据。根据算法需求和算力条件，构建合适的训练集、验证集和测试集。

5.2.2 模型训练

利用构建的数据集对模型进行训练和测试，直到测试结果满足检测要求。若无法达到要求，应更新数据集或者重新设计训练模型。

5.2.3 系统测试

在线应用前，应联合测试数据采集、数据管理、交互显示等相关配套系统。基酒智能分级入库系统模型训练阶段按图2进行。

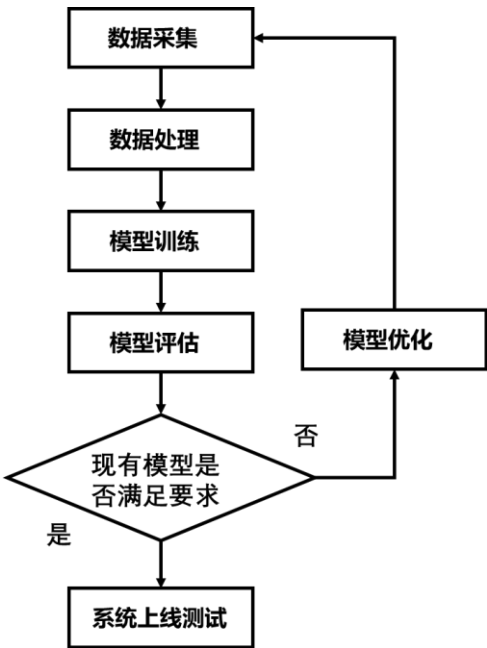


图2 基酒智能分级入库系统模型训练阶段

5.3 在线应用阶段

待入库基酒准备入库，利用数据采集模块采集得到基础理化、风味分析、感官品评等相关数据，数据传输进入数据管理模块。基酒分级模块利用数据接口调用采集数据，进行基酒分级，检测结果输出到数据管理模块和可视化模块，对分级结果进行可视化，实现人机交互显示，包括数据管理、数据溯源、分级结果显示、库位分配确认等。库位分配结果反馈到控制系统，实现入库调度。确保分级结果准确、库位分配合理，实现基酒入库流程的规范化、智能化管控，保障基酒存储品质的可追溯性。

基酒智能分级入库系统在线应用阶段按图3进行。

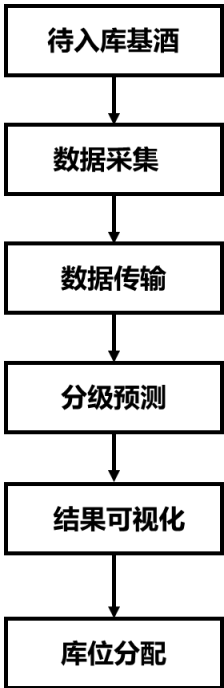


图3 基酒智能分级入库系统在线应用阶段

5.4 报告处理阶段

根据批次或时间，输出一定周期内的分级检测报告，包含分级结果，与分级相关的基础理化、风味分析、感官品评数据和生产工艺元数据，如：生产日期、入库日期、存储位置、香型、酿造车间、班组等。允许人工介入，包括自动生成检测报告、人工审核检测报告。

6 系统一般要求

6.1 设计原则

系统应遵循“先进性与实用性结合、可扩展性与兼容性并重、安全性与可靠性优先”的设计原则，采用成熟技术满足当前基酒智能分级入库需求，同时具备未来功能扩展能力，保障长期稳定运行。

6.2 可靠性

系统应具有较高的可靠性、完善的错误处理机制和数据备份机制，保证系统可提供不间断访问服务。

6.3 安全性

为保证系统安全，应符合以下要求：

- a) 网络安全：系统应符合 GB/T 22239 规定的国家网络安全等级二级保护要求。内部工业网络与外部网络之间应采用防火墙等技术进行安全隔离；
- b) 数据安全：传输数据应采用 TLS/SSL 等加密协议。对敏感数据（如分级结果、品评细节）应进行脱敏处理。应建立完善的数据备份、恢复与容灾机制；
- c) 访问安全：应具备基于角色的访问控制功能，对用户操作进行严格的权限管理和审计日志记录，确保所有操作可追溯；
- d) 操作安全：关键操作（分级规则修改、设备指令下发）需身份认证与审计，避免误操作 / 非法操作。

6.4 开放性与可集成性

系统应提供标准、开放的应用编程接口（API），支持与企业现有的仓储管理系统（WMS）、企业资源计划系统（ERP）、实验室信息管理系统（LIMS）等进行数据集成和业务协同。支持常见的工业通信协议（如OPC UA、Modbus、MQTT等），便于与底层设备和仪表集成。

6.5 可扩展性与可维护性

系统应采用模块化、低耦合的设计，支持功能模块的灵活扩展与升级。提供友好的系统管理维护界面，支持对系统配置、用户、日志等进行便捷管理。

6.6 易用性原则

系统人机交互界面应设计直观、简洁，符合用户操作习惯，提供清晰的操作指引和帮助文档。

6.7 一致性

应制定统一的数据采集、传输、计算及交互模式，保证数据资源最大化利用，充分发挥系统整体效能。

7 系统功能要求

7.1 数据采集模块

7.1.1 概述

数据采集模块的主要功能是：利用在线检测设备、旁线实验室检测设备、人工填报等方式完成基础理化、风味分析、感官品评数据的采集，为智能分级提供数据基础。

7.1.2 采集内容

应采集以下数据。

- 理化数据和风味分析数据，根据需求采集如酒精度、总酸、总酯、四大酯（己酸乙酯、乙酸乙酯、乳酸乙酯、丁酸乙酯），四大酸（己酸、乙酸、乳酸、丁酸），高级醇（如丙醇、异戊醇），醛酮类等。其中，GB/T 10781 系列规定的指标为必须采集指标。
- 感官品评数据，品评评分、风味描述等，应符合 GB/T 33404 和 GB/T 33405 的规定。
- 生产工艺元数据，根据需求采集如生产日期（酿造日期/蒸馏日期等）、入库日期、存储位置、香型、产地、生产车间、班组、窖池编号、检测日期、检验员、品酒师等。

7.1.3 采集方式

应支持以下任意一种采集方式。

- 通过 OPC UA、Modbus 等主流工业协议从在线检测设备（如红外光谱仪）实时自动采集数据。
- 从 LIMS、WMS 等其他信息系统通过 API 接口进行数据集成。
- 人工录入理化数据、感官品评数据、生产工艺元数据等。

7.1.4 系统硬件要求

7.1.4.1 硬件类别

数据采集硬件设备宜包括以下设备，建设时应根据具体的生产条件和规模的实际情况进行选择。

- 理化快检设备，如：红外光谱仪、拉曼光谱仪等。
- 风味分析设备，如：GC、GC-MS、GC-IMS、电子鼻、电子舌等。
- 人工录入设备，如：计算机、RFID 扫描器等。

7.1.4.2 硬件要求

光谱采集质量依据光谱类型差异分别按GB/T 6040、GB/T 40219进行评价，其中评价项宜包含但不限于分辨率、准确度、重复性。与标准检测方法的误差应满足酒厂的生产工艺要求。

对GC、GC-MS、GC-IMS等风味分析设备数据质量的保证和误差评估需符合GB/T 9722要求。

在入库环节，系统应支持与电池阀、泵、传感器等辅助性设备对接。

7.2 数据管理模块

7.2.1 通用要求

数据管理模块应具备实现在线检测设备、旁线实验室检测设备、人工填报等多源数据接入，多源数据和分级数据的集中存储和分发的功能。数据管理模块应包括数据传输、数据存储和数据读写功能。

7.2.2 数据传输

设计适配在线检测设备、旁线实验室检测设备的API接口，以实时获取最新数据。

7.2.3 数据存储

应根据数据规模选择合适的存储方式,包括云端存储与本地存储等方式。应建立“一批一档”的统一数据模型，并建立数据备份和恢复机制，关键数据应定期备份并验证其可恢复性。为每坛/批基酒赋予唯一电子标识，关联所有相关数据，支持按基酒编码、批次、等级、时间等多维度组合查询与追溯。

7.2.4 数据读写

应支持历史数据和当前数据的读写，其读写速度应保证实时的检测推理。

7.3 基酒分级模块

7.3.1 概述

基酒分级模块的主要功能是基于数据采集模块得到的数据，进行数据预处理，并基于算法和模型进行基酒智能分级，输出基酒分级结果。

7.3.2 数据预处理

对数据采集系统输出的基础理化、风味分析、感官品评等多源数据进行预处理，确保数据能够顺利输入模型。

7.3.3 分级模型建立

模型应根据各个白酒生产企业的需求融合理化、风味分析、感官品评评分数据等多维度指标，支持基于机器学习/深度学习算法，结合酒厂历史分级数据、专家经验规则，训练入库分级智能决策模型。模型应能输出基酒的等级。支持模型参数可配置（如特征权重调整、阈值设定等），适配不同香型、不同生产工艺的白酒基酒分级需求。

7.3.4 分级模型评价

支持进行模型验证与评估，核心评估指标应包括：

- 准确率：准确率指模型分级结果与由高级别品酒师团队确定的基准等级之间的一致率，要求准确率不低于 70%；
- 精确率：精确率指模型判定为某等级（如特级酒）的酒样中，经高级别品酒师团队复核后确实属于该等级的酒样占比，要求准确率不低 70%；
- 召回率：召回率指高级别品酒师团队评定为某等级（如特级酒）的所有酒样中，模型能够准确识别并判定为该等级的酒样占比，要求准确率不低于 70%；
- Kappa 系数：用于衡量模型预测的白酒等级与由高级别品酒师团队确定的基准等级之间的一致性程度，并排除因随机猜测而产生的一致性。其计算公式如下：

$$\kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

其中， P_o 为观察一致率=模型与专家判断相同的样本比例（即准确率）； P_e 为随机预期一致率=假设模型和专家独立随机打分时，预期会一致的概率。Kappa系数 ≥ 0.6 作为模型可接受的底线。

评价指标未达标时，需重新优化数据集或调整模型参数，直至满足要求后方可上线应用。

7.3.5 分级模型应用

应能基于模型自动计算并推荐基酒等级，同时支持对自动分级结果进行人工复核与确认，确保决策可靠性。

7.3.6 分级模型迭代

支持模型迭代评估：可基于实际生产中的分级反馈数据（如人工复核修正结果），定期对模型进行重新训练和性能复测，确保模型与生产实际的动态适配。

7.4 库位分配模块

库位分配模块的主要功能基于基酒分级结果和外部库存管理系统的库存信息，对新酿基酒进行最优库位分配，并将库位分配结果送达WMS，进一步实现将分析决策结果转化为物理世界的实际工艺操作。

最优库位分配宜满足以下要求：

- a) 同一等级集中原则：同一等级的基酒，应优先分配至同一物理库区或相邻库位组。
- b) 风味体系互补原则：基于基酒风味物质组成（酯类、酸类、醇类等）、工艺属性（窖池类型、发酵周期、蒸馏段位等）及感官风格，应将具有风味互补特性的同等级基酒分配至相邻库位，避免风味冲突基酒混放。
- c) 陈化环境适配原则：应根据基酒陈化工艺要求（温湿度、通风条件、存储周期等），将不同陈化需求的基酒分配至对应环境分区的库位。
- d) 批次追溯可溯原则：同一生产批次、同一窖池或同一发酵周期的基酒，在满足等级集中、风味互补的前提下，应实现批次集中存放。

7.5 交互显示模块

7.5.1 概述

交互显示模块的主要功能是提供全面的数据展示、查询与报告生成功能。

7.5.2 采集数据的展示

对智能分级入库流程中关键数据进行可视化，实现人机交互显示，包括分级结果，与分级相关的理化、感官数据和库位分配信息。

7.5.3 数据查询与导出

用户可按多种条件（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。

7.5.4 报告生成

根据批次或时间，输出一定周期内的分级检测报告，包含分级结果，与分级相关的基础理化、风味分析、感官品评数据和生产工艺元数据，如：生产日期、入库日期、存储位置、香型、酿造车间、班组等。

系统可按用户要求，支持自动编辑的模板生成各类报告。用户可查看系统自动生成的报表数据，以列表等多种形式展示所有报表基本信息。可通过查看、下载和打印的形式进行相关数据的查阅。允许人工介入，包括自动生成检测报告、人工审核检测报告。

7.5.5 系统预警

提供系统预警功能，支持用户自定义预警规则，当数据异常或设备故障时，系统能自动报警并推送信息至相关责任人。

提供追溯分析功能，通过分析统计数据库中的异常数据信息，分类汇总出各类型的预警数据统计，以报表形式展示异常样本来源及处理建议。可通过不同批次、不同日期等信息进行筛选和查询，用户可通过此功能及时掌握异常情况发生的原因。

7.5.6 系统管理功能

系统管理功能应包括：

- a) 人员与权限管理：具备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；
 - b) 设备管理：对所有连接的采集设备、执行设备的编号、名称、状态、数据采集情况进行监控和管理。
-