

团体标准
《酱香型白酒年份光学鉴别技术规范》
编制说明

2025年8月

《酱香型白酒年份光学鉴别技术规范》编制说明

一、标准制定的必要性

酱香型白酒作为中国白酒的重要香型之一，因其独特的酿造工艺、复杂风味和深厚的文化底蕴而享誉国内外。近年来，随着消费升级和品质需求的不断提升，年份酒已成为高端白酒消费的重要品类。然而，当前酱香型年份酒市场发展面临诸多挑战，具体表现为：行业标准体系尚不完善，存在年份定义模糊、标注不规范等；市场存在“虚标年份、概念炒作”等乱象，严重影响了消费者的信任度；现有的检测技术和溯源体系难以科学验证酒体真实年份，制约了行业的健康发展。针对上述问题，提出建立科学规范的酱香型白酒年份鉴别体系，具体目的在于通过制定酱香型白酒年份光学鉴别技术规范，建立科学、可追溯的年份认证体系，确保酱香型白酒年份真实可靠，规范市场秩序，保障消费者权益，促进酱香型白酒产业的高质量可持续发展。

现有酱香型白酒年份鉴别方法主要依赖感官评价与传统理化检测，前者受评酒师经验、心境和环境影响，主观性强、可重复性差；后者如色谱/质谱、光谱法、电子鼻等虽具有较高精度，但仪器昂贵、样品需前处理、检测周期长，难以满足生产与流通环节“快速、客观、低成本”的迫切需求。近年来国内外研究转向无损快速技术，集中在近红外光谱、拉曼光谱、深紫外荧光等方向；国外在威士忌、白兰地领域的近红外-化学计量学模型判别正确率多在 80% - 88%，模型迁移性差。国内深紫外激发荧光与傅里叶红外光谱亦有进展，但普遍受制于设备高成本与人体安全性问题。目前在可见-近紫外散射光路成像结合化学计量学的方向上，仅见少量实验室级探索，尚无商业化产品与成熟标准。而酱香型白酒因复杂的酿造工艺含有丰富的胶体物质，这些纳米至微米级颗粒可通过增强光散射和荧光特性，在结合数字图像处理技术时，显示出较高的年份鉴别潜力。

我国现行白酒标准体系（如 GB/T 10346-2023《白酒检验规则》、QB/T 4257-2011《白酒感官品评方法》、GB/T 5273-2022《蒸馏酒及其配制酒分析方法》）对年份真实性的检测仍停留在感官评定与理化检测层面，缺乏无损快速鉴别的技术路线与量化评价指标。国际上，国际官方分析化学家协会（AOAC）等组织尚未发布针对蒸馏酒年份光学鉴别的标准；苏格兰威士忌和欧盟原产地名称保护（PDO）/地理标志保护（PGI）制度主要通过法律定义（如原料、产地、工艺）约束产品资格，但技术检测规范（如成

分分析方法)通常由成员国或行业自主实施,缺乏全球统一的强制性标准;光源与测量方面虽有 IEC 60825-1、ISO 13694、CIE S 025/E 等通用安全与光度计量标准,但业界缺乏把这些通用规范与白酒年份鉴别场景有效衔接的技术文件。

在现行标准框架下,年份鉴别存在主观性强、周期长、成本高、跨实验室结果不可比、数据模型与设备参数未统一、缺乏可追溯性等问题;尤其在市场监管环节,快速、客观、低成本的技术空白突出。因此,有必要制定《酱香型白酒年份光学鉴别技术规范》,将405 nm蓝紫激光、CMOS成像、散射/荧光多模态融合与机器学习模型固化为标准流程,明确检测技术指标、图像采集及处理、模型评价、结果判读与安全操作要求,推动年份鉴别技术从传统经验判断和大型仪器依赖,向标准化、定量化及可重复验证的方向发展。

《酱香型白酒年份光学鉴别技术规范》的制定,聚焦于光学采集一致性、特征量化标准化、模型训练与验证可复现性以及数据全流程可追溯管理。通过明确激光波长、辐射均匀度、相机分辨率、图像预处理算法(裁剪、移除背景噪声等)以及 PCA-LDA/神经网络的窗口构建与性能评价体系,实现酱香型白酒年份的快速、无损、高精度鉴别,保障跨企业、跨批次的检测结果一致性,构建“设备-数据-模型-安全”四位一体的标准化链路。标准规范支持企业质检、自检、监管抽检与司法鉴定场景应用,为行业共享数据库和数字酒库建设构建统一接口与评价体系,极大降低了人工品评与化学试剂使用,促进了白酒质量管理数字化、绿色化转型,加快了检测装备规模化量产与技术国际标准化进程,预计带动装备及服务新增年产值数亿元,并具备向国际标准化组织(ISO)/食品技术委员会(TC 34)/感官分析分技术委员会(SC 12)提案的可行性。

综上所述,《酱香型白酒年份光学鉴别技术规范》的制定是支撑酱香型白酒高质量发展、市场溯源的关键基础工作,也是落实数字化质量监管、提升消费者信任度与推动“双碳”战略的实践路径。其必要性不仅体现在填补无损、快速、高精度年份鉴别技术标准空白、提升检测结果权威性与可比性的现实需求,更是增强我国白酒行业在国际标准体系中话语权、推动核心技术输出的重要战略举措。故申请立项。

二、标准编制原则及依据

1. 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》要求进行编写。

2. 参照相关法律、法规和规定，在编制过程中着重考虑了科学性、适用性和可操作性。

三、项目背景及工作情况

（一）任务来源

根据《中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会团体标准管理办法》的有关规定，经中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会及相关专家技术审核，批准《酱香型白酒年份光学鉴别技术规范》团体标准制定计划，项目计划编号为CHI2025009。本标准由上海应用技术大学、贵州龙大师酒业有限公司提出，中国高技术产业发展促进会归口。

根据计划要求，本标准完成时限为6个月。

（二）标准起草单位

本标准的主要起草单位是贵州龙大师酒业有限公司和上海应用技术大学，负责标准文档起草及相关文件的编制等。贵州省仁怀市茅昌祥酒业有限公司，贵州省仁怀市台缘酒厂，贵州贤酒股份有限公司，贵州省仁怀市茅台镇华星酒业有限公司，贵州省仁怀市味丰酒业有限公司，贵州窖王酒业有限公司，贵州祥康酒业(集团)有限公司，贵州省仁怀市启康酒业有限公司、花间行（徐州）酒业有限公司等单位参与起草，负责标准中重要技术点的研究和建议，并参与标准内容的讨论。

（三）标准研制过程及相关工作计划

1. 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，以及标准GB/T 42100-2022《白酒分析方法》、GB/T 10346-2023《白酒检验规则和标志、包装、运输、贮存》等，广泛搜集不同品牌酱香型年份酒，开展实验室测试，积累了从数据采集、模型训练到年份鉴定的全流程经验，并多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。在此基础上，编制小组初步整理形成了《酱香型白酒年份光学鉴别技术规范》标准术语、检测技术要求及方法，并据此草拟了标准框架。

2、标准起草过程

2025年5月29日，上海应用技术大学作为牵头单位，向中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会提交了《酱香型白酒年份光学鉴别技术规范》立项申请及标准草案，经委员会组织相关领域专家评审，同意立项。

2025年6月5日，由中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会向国家标准委全国标准服务平台提交立项，立项编号为：CHI2025009，并向全社会公示了15日。

2025年6月9日，上海应用技术大学组织召开标准启动会暨第一次起草会议，就标准总体框架、章节分工及编制进度进行深入讨论，明确了各小组任务与时间节点。

2025年6月20日，编制小组赴贵州召开第二次起草会议，确定标准内容草案。

2025年7月26日，将标准草案提交中国高技术产业发展促进会标准化工作委员会，通过审核。

3. 征求意见情况

2025年8月，报送全国标准平台，并向全社会公开征求意见30日。

（四）标准依托的主要试验（或验证）情况分析

1. 实验环境与系统布置

1) 场地配置与任务建模：

验证工作在近黑环境的暗室内开展，事先排除杂散光、机械振动与电磁干扰等影响因素。比色皿与激光光轴保持严格同轴，光束落点固定在杯底附近的既定位置，确保光路与成像轴线垂直，从源头保证光学采集条件的稳定与一致。

2) 设备调试与接口配置：

激光与成像模块在试验前完成统一性能确认：选用405nm蓝紫激光，经过持续输出稳定性核验，功率波动保持在极小范围内；配套的CMOS相机在规定工作距离下对标准分辨率靶进行标定，其中心清晰度与空间频率响应均明显高于规范要求，为后续特征提取提供足够的成像分辨力与灰度稳定性。

3) 安全预案：

激光器依照相关激光安全标准完成风险分级，暗箱门体设置联锁遮光，未闭合即自动切断光束；单次检测仅取少量酒样，剩余部分按危险废物管理规范集中回收。

2. 图像采集与处理流程验证

1) 系统预热与空白校准：

鉴定系统经预热后进行空白校准，以去离子水采集参考图像，检查背景噪声处于正常范围并据此完成暗场校正，确保后续样品检测的基线稳定。

2) 批量图像采集与预处理：

对同一瓶样品连续采集多幅图像，将画面裁剪到统一区域后，依次进行阈值分割与形态滤波等预处理，以去除杂散光和背景干扰，保证特征提取的一致性。

3) 特征提取：

对预处理后的图像进行平均灰度值计算与CIE xy 色坐标提取，为后续特征向量构建奠定基础。

3. 模型构建与验证

1) 特征向量构建：

先对每个样本采集图像的平均灰度值、CIE xy 色坐标值以及必要的纹理/统计特征（如灰度标准差、能量、熵等）进行标准化处理，形成样本-特征矩阵。随后对该矩阵执行主成分分析（PCA），求协方差、进行特征值分解，按累计方差贡献率选取前若干主成分，将高维特征压缩为低维、互不相关的表示。接着将这些主成分输入线性判别分析（LDA），通过最大化类间散度、最小化类内散度求得最优投影向量，建立年份分类边界。预测时，新样本按照同样的流程提取图像特征信息并标准化，经PCA投影后送入LDA判别函数，输出对应年份类别及其判别得分，实现对年份的定量判定与置信度评估。

2) 年份判定模型：

对间隔3年的酱香型年份酒样品建立训练模型，待测样品特征在PCA-LDA空间中按最小欧氏距离原则输出年份判定。

3) 结果一致性测试：

在短时间内对同瓶样品进行多次重复检测，年份判定结果保持高度一致，平均灰度值的波动也被控制在小范围内，整体表现明显优于标准对一致性与重复性的要求。

4. 核心性能指标验证

1) 辐射均匀度:

在暗室条件下,采用“拍照+灰度分析”的方式评估光源辐射均匀度,主要步骤如下:先固定相机的曝光和白平衡,关闭相机自动增益,保持镜头与光斑平面稳定、无遮挡,采集光斑图像,利用python等软件处理光斑图像,圈定有效光斑区域,剔除边缘溢出和偶发噪点后读取灰度分布。重点分析最亮与最暗区域的差别是否明显、灰度变化是否平滑、是否出现局部“热点”“条纹”或边缘明显变暗等现象,当亮度起伏仅呈轻微波动、整体过渡均匀时,即可判断光斑均匀性良好。这样的均匀性为后续图像灰度基线的稳定、阈值分割的可靠以及图像信息特征量(如平均灰度值、色坐标值)的可重复提取提供了保障。

2) 图像分辨率:

将ISO 12233分辨率靶置于标定位置,记录相机在工作距离下的空间频率响应。中心区域实测值明显高于标准规定的要求。更高的分辨率意味着细小散射斑和微弱荧光条纹能够被清晰分辨,从而提高了年份特征向量的判别精度。

3) 判定一致性:

将ISO 12233分辨率靶置于标定位置,在实际工作距离下采集相机响应曲线,结果显示中心区域的空间频率响应明显高于规范要求。更高的成像分辨力使细小散射斑与微弱荧光条纹得以清晰分辨,从而提升后续特征量提取的准确性与年份判别的可靠性。

4) 检测效率:

借助多线程并行调用,系统在“图像采集—预处理—特征提取—模型判定”全链路内即可快速完成一次检测,耗时显著低于标准允许上限。这样的快速闭环不仅缩短了单瓶检测节拍,也为后续功能扩展和流程优化预留了充足的时间。

5. 实际应用效果

系统在试点酒企应用中,酱香型白酒年份鉴别准确率的提高具有显著成效,有效减少人工品评的频率和强度;单样检测时间缩短,显著提升了检测效率,缩短了检测周期。

四、试验验证的分析、综述报告,技术经济论证,预期的经济效益、社会效益和生态效益

1. 主要试验或验证的分析

（1）技术性能验证：

激光—相机同步与特征提取精度评估：按照标准规定的操作流程，试验人员调用统一脚本完成“激光点亮—相机曝光—图像写入”三步耦合动作，在连续采样模式下对相同酒样的光路图像采集，提取图像特征值，由算法模型计算得到酱香型白酒年份，验证鉴定系统在复杂光场与不同胶体颗粒浓度条件下的判别精度。

多指令兼容性与模块协同测试：针对相机增益设置指令、预处理算法切换指令等功能段，试验通过组合调用方式模拟抽检复核场景，结果显示各模块状态切换顺畅，无指令冲突和资源锁死，证明标准提供的指令集能够覆盖常见检测需求。

（2）应用安全与异常管控机制测试：

为满足生产级安全要求，验证过程同步启用激光安全互锁、暗箱开门断光、背景噪声超阈报警等多级保护策略。测试结果证明，在任一环节检测到样品定位偏差大于 1mm 或背景噪声高于 5 灰度级时，及时调整相机曝光度，锁定成像设备，并将异常信息同步写入日志并推送到上位机，避免了激光误照、样品溢出和数据失真等安全风险。通过上述多维度验证，标准所规定的安全与异常管控条款完全满足工业化应用的风险控制需求。

2. 预期的经济效果

（1）降低人力成本：光学无损酱香型白酒年份快速检测系统能够显著减少人工品评的频率和强度，降低人力成本。

（2）提高检测效率：单样检测时间缩短至1分钟，可实现在线全检或抽检倍速扩容，加快检测速度，缩短检测周期。

（3）品牌溢价与市场信任提升：标准化的客观检测结果可作为年份标识的证据链，减少因年份争议引发的退赔与诉讼成本，增强消费者信任度和品牌黏性，间接提升企业市值与市场份额。

（4）产业链带动与再制造收益：规范明确硬件接口和算法模型格式，催生光学检测设备制造、软件算法服务、数据平台运营等配套产业，预计带动上下游年新增产值数亿元，并形成可出口的整套解决方案。

（5）绿色降耗的经济价值量化：无化学试剂消耗、整机功耗 $\leq 15\text{ W}$ 的绿色检测方案，按碳交易参考价折算的减排收益、危废处置费用节约等综合价值，进一步提升项目的经济回报率和社会投资吸引力。

3. 真实性验证

品牌年份酒现场测试：标准在贵州祥康酒业(集团)有限公司、贵州省仁怀市启康酒业有限公司的若干品牌酱香型年份酒上进行鉴定，均获得正向验证反馈。

持续反馈与版本优化机制：持续收集数据并进行分析，根据反馈进行优化和调整，确保方案的持续改进和完善。

用户反馈采集与场景回归测试：收集操作人员、管理人员等用户的反馈意见，了解实际效果，作为后续改进的依据。

五、标准制定的基本原则

标准编制过程中，遵循了以下基本原则：

- 1) 标准需要具有行业特点，分析方法与实践操作要积极参照采用国家标准和行业标准。
- 2) 标准能够体现出产品的具有关键共性的技术要素。
- 3) 标准能够为产品的开发、改进指出明确的方向。
- 4) 标准需要具有科学性、先进性和可操作性。
- 5) 要能够结合行业实际情况和产品特点。
- 6) 与相关标准法规协调一致。
- 7) 促进行业健康发展与技术进步。

六、标准主要内容

本文件规定了酱香型白酒年份光学鉴别规范的术语定义、检测技术要求、检测方法、检测判定规则、样品处理、安全操作要求等。

本文件适用于酱香型白酒在生产、仓储、销售和政府监管等环节的年份检测，以及产品年份真实性的溯源。

七、与有关法律法规和强制性标准的关系

遵守和符合相关法律法规和强制性标准要求。以下标准规范供本标准编制过程中参考和引用。

GB/T 42100-2022 白酒分析方法

GB/T 10346-2023 白酒检验规则和标志、包装、运输、贮存

GB/T 43847-2024 光学和光子学光谱波段

T / CBJ 2101-2019 白酒年份酒
GB/T 15109-2021 白酒工业术语

八、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准在制定过程中没有出现重大意见分歧。

九、后续贯彻措施

本标准可作为构建酱香型白酒年份光学鉴别系统、编制配套检测软件通用代码的推荐性技术依据。

待本标准发布后实施前，将面向标准的各相关方开展标准宣贯工作。

建议该标准自发布之日起3个月内开始实施。

标准编制小组

2025年8月