

团 体 标 准

T/CHI XX—2025

酱香型白酒年份光学鉴别技术规范

Technical Specification for Optical Identification of Aged Jiang-flavor Baijiu

(征求意见稿)

提交反馈意见时，请将您知道的专利连同支持性文件一并附上。

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国高技术产业发展促进会 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 技术要求	2
4.1 测试安全要求	2
4.2 安装要求	2
4.3 样品准备要求	2
4.4 环境要求	3
4.5 光配方参数要求	3
4.6 辐射均匀性要求	3
4.7 图像分辨率要求	3
4.8 结果重复性要求	3
5 年份白酒光学现象测定	3
5.1 方法原理	3
5.2 装置	4
5.3 测试步骤	4
5.4 测试结果表述	4
6 效果评价方法	4
6.1 概述	4
6.2 判别指标	4
参 考 文 献	5

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。

本文件适用于酱香型白酒的年份检测。

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。

本文件由上海应用技术大学、贵州龙大师酒业有限公司提出。

本文件由中国高技术产业发展促进会归口。

本文件起草单位：贵州龙大师酒业有限公司、上海应用技术大学、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。

本文件主要起草人：龙则河、郭春风、石明明、邹军、朱泽南、王艺霖、彭松、王正华、卢要华、刘滔、李小双、葛玉红、展光辉、王益芳、曾凡浩。

酱香型白酒年份光学鉴别技术规范

1 范围

本文件规定了利用光学图像特征和化学计量学算法对酱香型白酒进行年份鉴别的装置条件、操作步骤、数据处理与评价指标。其他含酒精饮料可参照执行。

本文件适用于酱香型白酒的年份检测。

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 6682-2008 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 10346-2023 白酒检验规则和标志、包装、运输、贮存

GB/T 15109-2021 白酒工业术语

GB/T 42100-2022 白酒分析方法

T / CBJ 2101-2019 白酒年份酒

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

原酒 Base Baijiu

采用符合国家或行业规定工艺生产，经发酵、蒸馏后获得的蒸馏酒液，未经调味、勾调或其他酒体混合的白酒基酒。

注：原酒亦称基酒。

3.2

酒龄 Spirit Age

自原酒生产完成（即蒸馏结束）之日起，至勾调、调配或灌装进入最终销售容器前的实际贮存年限。

注：酒龄通常以整数年计算，未满足整年的部分按标准规定进行取整或四舍五入。

3.3

酱香型年份酒 Aged Jiang-flavor Baijiu

以高粱、小麦、水等为原料，采用传统固态法发酵、蒸馏、分轮次摘酒，经陈贮五年及以上的基酒勾调而成，标注年份为所用主体基酒加权平均酒龄，不直接或间接添加食用酒精及非自身发酵产生的呈色、呈香、呈味物质，且具有酱香型白酒典型风格特征的产品。

注：主体基酒用量不得少于基酒总用量的 85%，标注年份取加权平均酒龄的整数年。

3.4

年份 Age

自产品灌装进入最终销售容器之日起，至销售或检验时止的陈贮时间。

注：每满 12 个月计为一年，年份多用于标识产品所用基酒或产品整体的陈贮时间，通常以加权平均酒龄为准。

3.5

CIE 图 CIE chromaticity diagram

由国际照明委员会（CIE）制定的二维色度图，用于表示颜色的色调和饱和度，不考虑亮度。其中最常用的是 CIE 1931 x y 色度图，广泛用于颜色分析、光源评价和图像处理等领域。

3.6

荧光 fluorescence

样品在激发光照射下所发出的荧光强度，用于定性或定量分析含荧光特性的成分。单位可为光强度值或图像像素灰度值。

3.7

散射 scattering

当光波遇到介质中不均匀结构或粒子时，光的传播方向被改变的物理现象。散射可分为瑞利散射、米氏散射等类型。

3.8

平均灰度值 average gray value, AGV

经图像预处理后，在图像中指定区域所有像素的灰度值的算术平均数，常用于量化图像亮度特征

3.9

主成分分析-线性判别分析模型 Principal Component Analysis - Linear Discriminant Analysis Model, (PCA-LDA)

利用主成分分析 PCA (Principal Component Analysis) 降维提取主要图像特征，再用线性判别分析 LDA (Linear Discriminant Analysis) 建立多类年份判别函数的方法。

4 技术要求

4.1 测试安全要求

a) 405nm 激光器辐射风险分级应符合 IEC 62471，若评定为 RG2 及以上，检测通道必须具备联锁遮光装置，开启时激光器熄灭；

b) 外置适配器或整机电源应符合 GB 4943.1 基本绝缘和漏电流要求；

c) 单次检测酒样体积 $\leq 25\text{mL}$ ；检测结束后的残余酒液按《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597 分类收集。

4.2 安装要求

比色皿定位：比色皿中心高度应与激光器光轴同轴对准，距杯底 $15 \pm 1\text{mm}$ 。

4.3 样品准备要求

a) 取样 15~20mL 置洁净比色皿，静置 1min；

- b) 严禁稀释或加入荧光增益剂；
- c) 样品池尺寸为 $30\text{mm} \times 30\text{mm} \times 30\text{mm}$ ，四壁透明且底部经毛玻璃处理的比色皿，要求测试时内外壁无水迹与脏污。

4.4 环境要求

测量时环境应满足下面要求：

- a) 无明显的振动、气流、烟尘、杂散光及电磁干扰；
- b) 环境照度：在较暗环境下，避免强光干扰；
- c) 防静电；
- d) 在 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 环境温度，平均相对湿度 $\text{RH} \leq 90\%$ 的环境。

4.5 光配方参数要求

在暗室照度 $\leq 1\text{lx}$ 条件下，使用符合 CIE S 025/E:2015 或 ISO 13694 的光谱-辐照度计，将探头置于样品杯液面中心位置，测得 405nm 辐射照度 E_{λ} ，实测 E_{λ} 与标准值的相对偏差应 $\leq \pm 5\%$ 。

4.6 辐射均匀性要求

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。

4.7 图像分辨率要求

所测得图像应符合 ISO 12233，在工作距离拍摄分辨率靶，计算空间频率响应 (SFR)，中心分辨率应 $\geq 50\text{lp/mm}$ 。

4.8 结果重复性要求

对同一瓶样品在 1h 内连续测定 6 次，年份判定结果的一致率应 $\geq 95\%$ ， AGV 的相对标准偏差 (RSD) 应 $\leq 5\%$ 。

对标准偏差 (RSD) 按式 (1) 计算：

$$RSD = \frac{S}{\bar{x}} \times 100\% \quad (1)$$

公式 (1) 中， S 为标准差； $\bar{x}$ 为依据各类别边缘分布计算的理论偶然一致率。

5 年份白酒光学现象测定

5.1 方法原理

采用激光器作为激发光源，使光束垂直入射酱香型白酒样品，酒液中的胶体颗粒及微量物质成分对入射光产生散射、荧光等光学现象，形成可视光路。通过与光轴垂直安装的电动变焦 CMOS 传感器在暗箱内采集可视光路图像，经暗场校正、阈值分割及形态滤波后提取平均灰度值 (AGV) 及 CIE xy 色坐标等特征参数。对标定年份样品进行主成分分析 (PCA) 降维，再以线性判别分析 (LDA) 建立年份分类模型；待测样品的特征向量投影至 PCA-LDA 模型空间后，按照最小欧氏距离原则输出年份判定结果。本方法无需化学前处理，检测周期不超过 60 s，可实现对白酒年份的无损、快速、客观鉴别。

5.2 装置

- a) 激光器中心波长 $405\text{ nm} \pm 5\text{ nm}$ ；半高全宽 $\text{FWHM} \leq 15\text{ nm}$ ，依据 CIE S 025/E:2015 规定，设备预热 1min，连续输出，每 10min 光输出稳定度优于 1%，在整个寿命期内满足上述要求；
- b) 相机有效像素 $\geq 1.3\text{ MP}$ ，12bit 灰度；
- c) 四壁透明且底部经毛玻璃处理的 $30\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 比色皿；
- d) 纯度为化学纯的无水乙醇，无尘布。

5.3 测试步骤

- a) 系统校准，激光器与相机预热 $\geq 10\text{ min}$ ；以去离子水录空白图像，确认背景噪声 ≤ 5 灰度级。
- b) 图像采集，在暗箱内，激光器光束中心距杯底 $15 \pm 1\text{ mm}$ ；相机与光束垂直；每样品拍摄 6 幅。
- c) 裁剪至 $660 \times 660\text{ px}$ ，阈值分割、形态滤波去杂散光；计算 CIE xy 色坐标值与 AGV。
- d) 将特征向量输入经年份训练的 PCA-LDA 模型，输出样品年份。

5.4 测试结果表述

5.4.1 所测得的平均灰度值 AGV 分别按式 (2) 和式 (3) 计算：

$$\Delta\text{Gr} = R * 0.299 + G * 0.587 + B * 0.114 \quad (2)$$

$$\text{AGV} = \text{Average} (\Delta\text{Gr}) \quad (3)$$

公式 (2) 和 (3) 中， ΔGr 为单个非黑像素的灰度值 Gr；R 为红光通道；G 为绿光通道；B 为蓝光通道；AGV 为平均灰度值。

5.4.2 所测得的色坐标 (x, y) 分别按以下公式计算：

$$X = a * 41.24564 + b * 35.75761 + c * 18.04375 \quad (4)$$

$$Y = a * 21.26729 + b * 71.51522 + c * 7.21750 \quad (5)$$

$$Z = a * 1.93339 + b * 11.91920 + c * 95.03041 \quad (6)$$

$$x = \frac{X}{(X + Y + Z)} \quad (7)$$

$$y = \frac{Y}{(X + Y + Z)} \quad (8)$$

公式 (4-8) 中：a 为红光通道 R 除以 255 得到归一化后的值；b 为绿光通道 G 除以 255 得到归一化后的值；c 为蓝光通道 B 除以 255 得到归一化后的值；X, Y, Z 为计算色坐标的中间值；x, y 为色坐标值。

6 效果评价方法

6.1 概述

规定利用年份判别正确率、定量拟合优度与重复性这三项指标，对酱香型白酒年份光学鉴别技术的检测性能进行综合评价。

6.2 判别指标

6.2.1 样品数量要求

每个年份档应至少采集 30 瓶样品，其中验证集样品数量占全部样品的比例不得低于 25%（即训练

集样品数 $\leq 75\%$)。

6.2.2 年份判别技术参数

依据可视光路图像的平均灰度值 (AGV) 和 CIE xy 色坐标分布, 设置酱香型白酒年份判别阈值, 可作为快速区分 3~15 年酱香型白酒样品的参考基线。

表 1 年份酒判别技术参数平均灰度值和 CIE xy 色坐标

年份	灰度值	色坐标
3	$65 \geq \text{AGV} \geq 50$	$(0.155 \geq x \geq 0.15, 0.10 \geq y \geq 0.09)$
6	$85 \geq \text{AGV} \geq 75.0$	$(0.17 \geq x \geq 0.16, 0.14 \geq y \geq 0.11)$
9	$95 \geq \text{AGV} \geq 90$	$(0.231 \geq x \geq 0.23, 0.25 \geq y \geq 0.24)$
12	$100 \geq \text{AGV} \geq 95$	$(0.2315 \geq x \geq 0.231, 0.253 \geq y \geq 0.25)$
15	$110 \geq \text{AGV} \geq 100$	$(0.24 \geq x \geq 0.232, 0.256 \geq y \geq 0.254)$

参 考 文 献

- [1] GB/T10781.1-2021 白酒质量要求 第 1 部分: 酱香型白酒
- [2] GB/T 43847-2024 光学和光子学 光谱波段