

全国物理化学计量技术委员会（MTC17）

啤酒（酒精度）分析仪校准规范

编制说明

主要起草单位：

2026 年 08 月

一、任务来源

为了保障啤酒（酒精度）分析仪的量值溯源及仪器性能计量评价、满足各实验室对啤酒（酒精度）分析仪的计量需求以及政府管理和监督需要，急需制定该类仪器的计量校准规范。啤酒（酒精度）分析仪校准规范起草任务由国家市场监督管理总局 2025 年下达（市监计量发〔2025〕45 号文），归口单位为全国物理化学计量技术委员会。主要起草单位为青岛市标准化研究院、青岛市计量技术研究院、青岛啤酒股份有限公司。

二、目的意义

啤酒（酒精度）分析仪主要用于测量啤酒酒精度，通过与密度计测量的密度一起用于计算原麦汁浓度、真正浓度、发酵度等参数，有时也被称作啤酒全自动分析仪，其中酒精度是啤酒产品质量、标签标识及食品安全监管的核心指标，直接关系到贸易结算、消费者权益及市场公平竞争；原麦汁浓度、真正浓度、发酵度属于啤酒生产过程中重要的控制指标。传统的啤酒酒精度的检测主要是通过蒸馏后得到酒精水溶液，再通过密度瓶或密度计进行检测，俗称手工法进行检测，操作过程比较复杂，对人员技能要求比较高。GB 5009.225—2023《食品安全国家标准 酒和食用酒精中乙醇浓度的测定》，规定了酒精度的密度瓶法、酒精计法、气相色谱仪法和 U 形管密度计四种测定方法。GB/T 4828—2026《啤酒分析方法》在条款 10.2 中，将使用啤酒分析仪作为仪器法，该方法的酒精度通过分析仪对啤酒进行直接测量得到。在实际啤酒生产过程中，啤酒（酒精度）分析仪在检测酒精度方面因用时少，操作简捷，准确度高，已在过程产品及成品酒精度的检测中得到了广泛应用。随着啤酒行业的发展，啤酒（酒精度）分析仪在全国的啤酒行业保有量日趋增大，据不完全统计，酿酒企业在用的啤酒（酒精度）分析仪应该有数千台以上。目前国家暂无相关的技术规范，无法满足该类设备急迫的量值溯源需求。因此，制定本校准规范，可统一校准方法、计量指标及不确定度评定要求，实现量值溯源至国家基准，为企业质控、第三方检测、监督检查提供统一技术依据，对规范行业检测行为、保障产品质量安全、降低贸易风险、推动啤酒行业高质量发展具有重要意义。

三、 规范制定过程

起草组在广泛调研国内外相关技术资料和仪器现状的基础上，参考了 JJF 2165—2024《实验室振动式液体密度仪校准规范》和 GB 5009.225-2023《食品安全国家标准 酒和食用酒精中乙醇浓度的测定》等现行规范、标准，结合我国啤酒行业计量工作的实际需求，经过多次技术讨论、意见征集和试验验证，最终形成了本规范的汇报稿。本规范为首次发布。

四、 规范制定的主要技术依据及原则

4.1 主要技术依据

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》

JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》

JJF 1071—2012《国家计量校准规范编写规则》

JJF 1074-2018《酒精密度-浓度测量用表》

JJF 2165—2024《实验室振动式液体密度仪校准规范》

GB 5009.225—2023《食品安全国家标准 酒和食用酒精中乙醇浓度的测定》

4.2 本规范的制定遵循以下原则

4.2.1 规范适用范围明确，指标科学合理

本校准规范制定，立足啤酒行业酒精度检测实际工况，以仪器测量原理、设备形态分类为技术依据，结合不同类型啤酒酒精度分析仪的分辨力、最大允许误差、重复性计量特性开展指标梳理。考虑到啤酒（酒精度）分析主要用于啤酒酒精度检测，参考 GB/T4927-2025《啤酒质量要求》中对啤酒酒精度标注控制要求（如：酒精度按范围标注时，允许的正偏差为 1.0%vol；酒精度标签标示固定数值时，实测值与标签标示值允许偏差 $\pm 0.5\%vol$ ），结合市场上主流啤酒（酒精度）分析仪厂家指标，科学设定酒精度允许误差设置在 $\pm 0.05\%vol$ ，既覆盖了国内外主流酒精度分析仪的技术指标，又满足仪器用户的使用要求，同时为未来国产设备的研发留出了空间。依据目前行业内使用主流的酒精度检测仪器原理不同，主要依据近红外、U 形管密度检测等不同测量原理区分技术要求。如针对由密度换算酒精度的仪器，因原理对检测误差的影响，增设密度分辨力配套指标，保证密度-酒精度换算关系的计量一致性（如台式 U 形管原理仪器，当密度分辨力为 $0.00001g/cm^3$ 时，酒精度最大允许误差 $\pm 0.05\% vol$ ，密度分辨力下降至 $0.0001g/cm^3$ 时，通过测算转换关系，将误差调整至 $\pm 0.10\% vol$ ）。为

为了避免指标一刀切，扩大规范适用覆盖面，考虑到其他非主流原理仪器的科技研发成熟性，参照执行了便携式仪器的指标。

规范充分考虑了不同应用场景对测量精度的差异化需求，区分台式实验室仪器与便携式现场检测仪器。台式仪器主要用于实验室环境下对酒精度的精密测量，对误差、重复性指标，应满足实验室精密检测；便携式仪器兼顾现场快速检测使用场景，适度放宽技术指标，匹配不同精度设备的实际性能水平。例如台式仪器分辨力为 0.01%vol，酒精度示值误差为 $\pm 0.05\%vol$ ，而携式为 $\pm 0.1\%vol$ ；重复性方面，同为 U 形管原理，台式重复性 $\leq 0.03\%$ ，部分便携式仪器重复性放宽至 $\leq 0.2\%$ 。校准点选择 2%vol、5%vol 酒精度（或其他常用酒精度）。

4.2.2 校准方法编制完整、严谨可行

规范充分考虑了啤酒常用酒精度的检测需求，选用 2%vol、5%vol 酒精度（或其他常用酒精度）作为校准点作为校准点来进行校准，覆盖市场上常见高浓度啤酒（原麦汁浓度为 $\geq 14.5^{\circ}P$ 时，酒精度 $\geq 5.2\%vol$ ），以及低浓度啤酒（原麦汁浓度为 $\leq 8.0^{\circ}P$ 时，酒精度 $\geq 2.5\%vol$ ）的常用检测点，满足了仪器使用者的需要。规范计量特性指标为参考指标，不直接作为合格判定依据，避免指标一刀切，兼顾市面新旧设备、不同档次仪器的现实情况，既为校准工作提供技术参考标尺，又留给校准人员结合设备说明书、实际使用要求综合评价空间，保障规范在啤酒生产质控、第三方检测等场景下可落地执行。

规范对校准条件[环境温度： $(20\pm 5)^{\circ}C$ 、相对湿度：20%~70%]、测量标准[乙醇纯度国家有证标准物质：纯度 $\geq 99.8\%$ ，扩展不确定度不大于 0.3% ($k=2$)、配套设备 A 级容量瓶、检定合格的吸量管等]以及对一些影响量进行控制（例如，无控温系统的便携式酒精度仪需要配备恒温水槽对标准物质进行温度控制）均做出了明确规定，最大限度地减少外部因素对校准结果的影响，确保校准结果的准确可靠。规范不仅规定了校准项目和校准方法，还提供了酒精度体积百分浓度与质量百分浓度关系表（附录 A）、酒精度仪工作温度与 20 $^{\circ}C$ 酒精度换算表（附录 B）、酒精度示值误差校准结果不确定度评定的示例（附录 C）、原始记录格式（附录 D）和证书内页格式（附录 E）。其中附录 C 的不确定度评定示例，系统分析了由标准物质、配制过程及仪器重复性引入的不确定度分量，为用户理解和应用测量不确定度提供了具体指导，体现了规范的完整性。规范要求使用乙醇纯度国家有证标准物质或适用于本规范浓度点的国家有证

标准物质，并明确了其不确定度要求。同时，要求配套设备（容量瓶、吸量管等）经检定合格，确保了校准结果的量值能够溯源至国家基准。

4.2.3 校准活动经济合理

规范全部采用常规计量设备、通用校准流程，无需特殊昂贵设备及复杂实验条件，在保证计量准确、严谨可靠的前提下，降低各级实验室、企业质控部门的实施成本，经济可行、便于行业普遍推广应用。

五、 主要技术内容的说明

校准规范制定组通过查阅相关技术文献和标准等资料、对啤酒（酒精度）分析仪生产厂家及使用单位进行调研，经充分讨论后制定了本校准规范。技术规范主要内容包范围、引用文件、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果、复校时间间隔和附录等九部分。

5.1 仪器厂家调研

目前，国内外啤酒（酒精度）分析仪设备技术成熟，因具备操作方便，检测时间短、效率高等明显优于手工检测的优点，被广泛应用于全球啤酒生产及质检领域，也是国内高端检测实验室、大型啤酒企业的对啤酒酒精度检测的首选方式。通过调研，啤酒（酒精度）分析仪国内外主流厂家及仪器说明书中技术指标汇总参数如下：

表 1 啤酒（酒精度）分析仪国内外主流厂家技术指标汇总

序号	仪器品牌	国别	型号规格		测量原理	厂家技术指标		
						酒精度分辨力 (%vol)	密度分辨力 (g/cm ³)	酒精度最大允许误差 (%vol)
1	安东帕	奥地利	台式	DMA4500	近红外	0.01	/	±0.03
2	安东帕	奥地利	台式	Alcolyzer ME	近红外	0.01	/	±0.03
3	安东帕	奥地利	台式	Alcolyzer 3001 Beer	近红外	0.01	/	±0.03
4	梅特勒托利多	瑞士	台式	D6	U 形管	0.01	0.000001	±0.05
5	青岛澳邦	中国	台式	DSM-B45	U 形管	0.01	0.000001	±0.02
6	KEM	日本	台式	DA-850	U 形管	0.01	0.00001	±0.05

7	梅特勒托利多	瑞士	台式	D4	U 形管	0.01	0.0001	±0.1
8	青岛澳邦	中国	便携式	DSM-GA	U 形管	0.01	0.0001	±0.1
9	青岛澳邦	中国	便携式	DSM-G	U 形管	0.01	0.0001	±0.2
10	水星电化学	中国	便携式	DA-6	U 形管	0.01	0.0001	±0.1
11	KEM	日本	便携式	DA-130N	U 形管	0.1	0.0001	±0.3

5.2 检定/校准用标准物质及设备、试剂情况

5.2.1 测量标准

乙醇纯度国家有证标准物质：纯度 $\geq 99.8\%$ ，扩展不确定度不大于 0.3% （ $k=2$ ），或适用于本规范浓度点校准技术要求的国家有证标准物质。

5.2.2 其他配套设备

5.2.2.1 棕色容量瓶：A 级，经检定合格。

5.2.2.2 单标线吸量管：A 级，经检定合格。

5.2.2.3 恒温水浴槽：控温范围（ $10\sim 50$ ） $^{\circ}\text{C}$ ，显示分辨力不低于 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，稳定性等于或优于 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.2.4 GB/T 6682 规定的一级水。

（注：如果仪器无自动进样器，可根据仪器说明书准备适当体积的注射器，注射器大小应满足检测样品需求量。）

5.3 计量特性的选择

5.3.1 计量特性指标：酒精度仪的计量性能要求见表 2。

表 2 计量特性参考指标

仪器类型		仪器分辨力		计量特性	
		酒精度 （%vol）	密度* （ g/cm^3 ）	酒精度示值 误差（%vol）	酒精度重复 性（%vol）
台式	近红外 原理	0.01	/	不超过 ± 0.05	≤ 0.03
	U 形管 原理	0.01	0.000001	不超过 ± 0.05	≤ 0.03
			0.00001		
			0.0001	不超过 ± 0.10	≤ 0.05

便携式	U 形管 等原理	0.1	0.00001	不超过±0.3	≤0.2
			0.0001		
		0.01	0.00001	不超过±0.10	≤0.05
			0.0001		
注：1.*仅限于酒精度是由密度测量换算得到的仪器。 2.其他原理的仪器计量特性参照便携式仪器。 3.以上指标仅供参考，不做符合性判定。					

5.3.2 与各厂家技术指标比对

经与各厂家技术指标比对，规范在计量特性中酒精度推荐的最大允许误差可覆盖目前常用的酒精度分析仪，见表 3

表 3 规范酒精度计量特性要求与各厂家技术指标对比

分类	序号	仪器品牌	型号规格	测量原理	厂家技术指标			规范技术特性 (酒精度)	
					酒精度 分辨力 (%vol)	密度 分辨力 (g/cm ³)	酒精度最大 允许误差 (%vol)	最大允 许误差 (%vol)	重复性 (%vol)
台式	1	安东帕	DMA4500	近红外	0.01	/	±0.03	±0.05	≤0.03
	2	安东帕	Alcolyzer ME	近红外	0.01	/	±0.03		
	3	安东帕	Alcolyzer 3001 Beer	近红外	0.01	/	±0.03		
	4	梅特勒·托利多	D6	U 形管	0.01	0.000001	±0.05	±0.05	≤0.03
	5	青岛澳邦	DSM-B45	U 形管	0.01	0.000001	±0.02		
	6	KEM	DA-850	U 形管	0.01	0.00001	±0.05		
	7	梅特勒·托利多	D4	U 形管	0.01	0.0001	±0.1	±0.1	≤0.05
便携式	8	青岛澳邦	DSM-GA	U 形管	0.01	0.0001	±0.1	±0.1	≤0.05
	9	青岛澳邦	DSM-G	U 形管	0.01	0.0001	±0.2		
	10	水星电化学	DA-6	U 形管	0.01	0.0001	±0.1		
	11	KEM	DA-130N	U 形管	0.1	0.0001	±0.3	±0.3	≤0.2

六、 征求意见及预审、终审情况

/

七、 规范水平

《啤酒（酒精度）分析仪》计量技术规范，在充分调研国内仪器生产企业、检测机构及啤酒生产用户实际需求的基础上，经多方论证、试验验证编制形成。规范既反映国内该领域先进计量技术水平，又兼顾仪器制造端与使用端现实工况，具备较强的适用性与技术指导价值。

本规范填补了该领域计量规范空白，该类仪器已在啤酒生产质控、第三方检测领域广泛应用，但校准工作长期缺少统一技术依据。本规范首次从国家计量层面界定该类仪器的计量特性、校准环境条件与标准化校准流程，补齐该领域计量技术规范短板，具备开创性意义。规范契合行业技术发展现状，技术科学合理，适用对象覆盖 U 形管振荡法、近红外光谱法等主流快速检测原理的自动化啤酒酒精度分析仪。按照仪器使用形态划分为台式、便携式两类，适配实验室精密检测、现场在线快速检测等不同应用场景的精度要求。

本规范贴近产业实际，校准点选取 2%vol、5%vol 及其他常用酒精度工作点，覆盖啤酒产品高低酒精度区间，匹配仪器实际检测范围；明确标准物质技术要求：纯度 $\geq 99.8\%$ ，扩展不确定度不大于 0.3%（ $k=2$ ），对样品恒温控制、脱除气泡、重复测量次数等关键操作环节作出细化规定，最大限度降低环境、样品前处理等外部因素对校准结果的干扰。规范附录 B 给出了酒精度示值误差校准的不确定度评定实例，系统识别并分析标准物质、溶液配制、仪器测量重复性等主要不确定度来源，形成标准化评定范式，为各机构开展结果不确定度评估提供统一技术参考。

综上所述，本规范填补了行业空白，技术先进、方法科学、不确定度评定完整，达到了国内领先水平。校准方法试验方法的研究和实验数据分析统计的基础上制定完成，计量特性及技术指标立足目前仪器设备现状，科学考量设置，对评价设备质量和规范市场具有重大意义。