

《数字糖量计及数字折光仪》检定规程编制说明

一、任务来源

根据天津市市场监督管理委员会于 2021 年 4 月 6 日发布了《关于下达 2021 年度天津市地方计量技术规范制修订计划项目的通知》要求，由天津市计量监督检测科学研究院制定《数字糖量计及数字折光仪检定规程》。

二、编制规程的目的和意义

折光仪，又称折射仪，是通过测量样品折射率，进而判定样品浓度或特定物理量（如果汁含糖量、防冻剂冰点、尿液尿比重）的仪器。数字糖量计（包括便携式糖量计和台式糖量计）是折光仪的一种，是利用光的折射和反射原理，自动测量溶液中糖含量和折射率的仪器。其中，糖度以白利糖度（Brix）表示，代表在 20℃ 下，每 100 克水溶液中溶液的蔗糖克数；折射率以 n_D 表示，不同浓度的含糖溶液具有不同的折射率。

传统手持糖量计/折光仪操作简单，便于携带，一般应用于饮料、罐头等食品行业的糖含量测定。但手持糖量计是通过肉眼观察目镜，读取视场内刻度线度数来获取溶液样品的含糖量，且没有测温/控温系统，因此具有一定的局限性。随着科技的快速发展和分析仪器的迭代更新，出现了越来越多高准确度等级、多功能的数字糖量计/折光仪，具有读数直观、分辨力高、自动温度补偿、检测速度快等优点，逐渐地取代了手持式糖量计。折光仪的应用范围也逐步覆盖了食品、化妆品、石油化工、医疗制药等各行各业。

当前市售数字糖量计/折光仪主要有台式折光仪和便携折光仪两类，便携式折糖量计/折光仪以体积小为优势，但没有控温功能，只具有温度测量功能，白利度分辨率基本为 0.1%，主要生产厂家有济南海能、上海仪电、托普云农等公司。台式糖量计/折光仪具有控温功能，测量范围覆盖较全（Brix: 0~100%），精度高、准确度高，白利度分辨率可达 0.001%。台式产品仍以进口仪器为主，有奥地利安东帕、瑞士梅特勒、日本爱拓、美国鲁道夫等公司。

然而，目前并没有此类仪器的检定规程、规范及标准，国内生产企业只是针对自家生产的仪器提供使用说明书、企业标准，仪器的使用条件、测量方法及技术指标均没有统一的标准，计量部门只能参考 JJG820-1993《手持糖量（含量）

计及手持折射仪》检定规程进行校准。该规程包括仪器示值误差、标尺转换误差等项目，由于数字糖量计属于数字显示仪表，在被测参数信号转换过程中，会受到仪表内部和外部各方面干扰源的干扰，测量过程中会出现示值漂移，从而影响仪器测量重复性能。此外，溶液的糖度受温度影响也会产生变化。可见该规程已然不能满足数字糖量计/折光仪计量性能要求，需要增加重复性、温度示值误差等技术指标。另外，糖量计在 2019 年新发布的强检目录中。为更好地保证量值准确可溯源，促进数字糖量计强检工作的顺利进行，有必要编制相应的检定规程，为此类仪器的计量检定提供技术依据。

三、起草工作组的组成

工作组由天津市计量监督检测科学研究院组成，负责本规范的制订工作。人员如下：

天津市计量监督检测科学研究院：白玉洁，李红亮，郭知明，常子栋，王志鹏，姚尧，杨佳。

四、规程编制原则

本规程依据 JJF 1002-2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的规定而制定。在本规程制定过程参考了 JJG 820-1993《手持糖量（含量）计及手持折射仪》、JJG 536-2015《旋光仪及旋光糖量计》和 GB/T 6488-2008 液体化工产品 折光率的测定(20℃)，GB/T 614-2006 化学试剂 折光率测定通用方法。以科学、客观、合理、适用为原则，明确数字糖量计及数字折光仪的主要计量性能和检定方法。

五、主要内容说明

5.1 范围和概述

本规程适用于基于光的折射或全反射原理的数字式糖量计和数字式折光仪（包括便携式和台式）的首次检定、后续检定和使用中检查。

5.2 计量特性

通过对当前市场上数字糖量计/折光仪进行调研，并选择梅特勒-托利多、日本 ATAGO、上海仪电、济南海能、上海精科等多家厂商生产的数字糖量计/折光仪进行了检定项目、检定方法的适用性与可行性验证，验证结果见表1及原始记录报告。最终确定了检定数字糖量计和数字折光仪的主要计量参数，包括温度示

值误差、零点漂移、仪器示值误差、仪器重复性等。

表1 计量性能实验结果汇总

名称	厂家	型号	温度示值误差(°C)	零点漂移(糖度计)	仪器示值误差(糖度)			仪器重复性(糖度)	零点漂移(折射率)	仪器示值误差(折射率)	仪器重复性(折射率)
					10%	20%	30%				
数显折光率仪	梅特勒-托利多	R4	0.1	0.01%	0.16%	0.12%	0.16%	0.1%	0.0001	0.0009	0.0001
全自动台式折光仪	ATAGO(爱拓)	RX-5000α	0.03	0.02%	0.08%	0.09%	0.07%	0.03%	0.0001	0.0008	0.0001
数显折光仪	上海仪电物理光学仪器有限公司	WZB-45	0.14	0.05%	0.29%	0.45%	0.51%	0.07%	0.0001	0.0010	0.0002
全自动折光仪	济南海能仪器股份有限公司	A630	0.1	0.08%	0.50%	0.57%	1.12%	0.02%	0.0002	0.0008	0.0001
全自动折光仪	上海精密科学仪器有限公司	SGW-756	0.13	0.11%	0.46%	0.48%	0.92%	0.03%	0.0001	0.0009	0.0001

5.2.1 温度示值误差

溶液的折射率和糖度受温度影响,因此有必要对仪器的温度示值误差进行检定。温度示值误差检定用数字温度计需定期检定,其测量范围为(0~100)℃,最大允许误差±0.2℃。结合市场调研以及表1中实验数据,考虑实际情况,将温度示值误差控制限定为±1.0℃。但由于温度只是糖度计的辅助性指标,而非必要特性指标,因此,该项只做首检。

台式仪器具有控温系统,检定时在样品池中加入一定量的纯水并将系统温度设置为20℃,待温度稳定后,用数字温度计对纯水温度进行测量。

便携式仪器没有控温系统,只有温度测量功能,检定时,在样品池中加入纯水并等待仪器温度示数稳定,记录此温度,然后用数字温度计测量纯水温度。重复上述操作3次,按规程中方法计算温度示值误差。

5.2.2 零点漂移

数字式糖量计和折光仪在测量前需要进行零点校正，仪器测量前，用脱脂棉蘸乙醚或乙醇擦洗棱镜表面，待表面干燥后，按仪器说明书要求滴入纯水，调好仪器初始值 Z_0 ，持续观察10 min，每隔2 min记录仪器示值 Z_i ，取绝对值最大值 ΔZ_i 为零点漂移。根据表1中对零点漂移的测量值以及仪器的技术水平的综合考虑，确定了零点漂移的性能参数。

5.2.3 仪器示值误差

5.2.3.1 糖度示值误差

选用国家有证蔗糖纯度标准物质配制蔗糖水溶液，溶液要现配现用，配制方法在规程中附录A中给出。

在20℃时，蔗糖在水中的溶解度为203.9 g，即蔗糖水溶液的最大浓度理论值为67.1%，结合仪器自身特点及使用情况，最终选用质量分数为10.0%、30.0%、50.0%的蔗糖水溶液对仪器的糖度示值误差进行检定，而对于量程范围小于50%的仪器，示值误差只做10.0%和30.0%的蔗糖标准溶液。示值误差要求见下表。

表2 糖度示值误差要求

蔗糖质量浓度	10%	30%	50%
示值误差	±0.5%	±1.0%	±1.5%

测定时，将特定浓度的蔗糖标准溶液放入样品池，对于台式仪器，将温度设定为20℃，分别记录溶液在20℃下的糖度测量值，重复测量3次，按公式（1）计算示值误差。

对于便携式仪器，记录仪器显示温度及该温度下的糖度测量值，分别重复测量3次，按公式（1）、（2）计算示值误差，此时糖度测量结果应引入温度影响下的糖度修正值（修正值在附录A.2.2中给出），仪器显示温度大于20℃时，修正值为正，显示温度小于20℃时，修正值为负。

$$\Delta C = \bar{C} - C_s \quad (1)$$

$$\bar{C} = \bar{C}_t + \Delta C_t \quad (2)$$

式中：

- ΔC —— 糖度示值误差（20℃）
- \bar{C} —— 3次测量平均值（20℃）
- C_s —— 标准溶液的浓度值（20℃）

\bar{C}_t —— 仪器显示温度下 3 次测量平均值

ΔC_t —— 仪器显示温度下糖度修正值

5.2.3.2 折射率示值误差

选用国家标准物质中心研制的折射率溶液标准物质（标准不确定度为0.0002）在（20±2）℃环境条件下进行检定，将20℃下的标准溶液的标称值作为折射率标准值。折射率的示值误差MPE：±0.001 n_D 。

对于台式仪器，将温度设定为20℃，分别记录标准溶液在20℃下的折射率测量值，重复测量3次，按公式（3）计算示值误差。

对于便携式仪器，记录仪器显示温度及该温度下的折射率测量值，分别重复测量3次，按公式（3）、（4）计算示值误差，此时折射率测量结果应引入温度影响下的修正值（修正值在附录A.2.1中给出）。

$$\Delta n = \bar{n} - n_s \quad (7)$$

$$\bar{n} = \bar{n}_t + \Delta n_t \quad (8)$$

式中：

Δn —— 折射率示值误差（20℃）

\bar{n} —— 3 次测量平均值（20℃）

n_s —— 标准溶液的标称值（20℃）

\bar{n}_t —— 仪器显示温度下 3 次测量平均值

Δn_t —— 仪器显示温度下折射率修正值

由于折射率受温度影响比较大，因此折射率检测在后续检定及使用中检查时可以不

5.2.4 仪器重复性

5.2.4.1 糖度重复性

选用质量百分比为30%的蔗糖标准溶液，对仪器的糖度进行测量，重复测量7次，并将7次测量结果的标准偏差作为糖度测量重复性。

重复性反应了仪器实际工作的能力，通常不大于示值误差的1/2，因此结合表1实验数据，故将重复性控制限定为：≤0.2%。

5.2.4.2 折射率重复性

选用折射率为1.5左右的折射率溶液标准物质，对仪器的折射率进行测量，重复测量7次，7次测量结果的标准偏差作为折射率的重复性结果。

重复性反应了仪器实际工作的能力，通常不大于示值误差的1/2，因此结合表1实验数据，故将重复性控制限定为： $\leq 0.0005n_D$ 。

六、总结

在本规程的制定过程中，编制组以国内外技术资料及相关标准、大量试验数据为技术依据，本着科学合理、易于操作和普遍适用的原则，制订完成了数字糖量计和数字折光仪检定规程。

规范编写组