

黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XX—2024

比重瓶校准规范

Calibration Specification for Pyknometer

（审定稿）

2024-XX-XX发布 2024-XX-XX实施

黑龙江省市场监督管理局 发 布



比重瓶校准规范

JJF（黑）XX—2024

Calibration Specification for Pyknometer

归 口 单 位 ：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：齐齐哈尔市检验检测中心

本规范委托齐齐哈尔市检验检测中心负责解释

本规范主要起草人：

许 伟（齐齐哈尔市检验检测中心）

宋明谦（齐齐哈尔市检验检测中心）

朱文静（齐齐哈尔市检验检测中心）

王 馨（齐齐哈尔市检验检测中心）

王 麒（伊春市检验检测中心）

徐 卓（齐齐哈尔市检验检测中心）

薛 超（齐齐哈尔市检验检测中心）

参加起草人：

陈 雷（齐齐哈尔市检验检测中心）

刘赫男（齐齐哈尔市检验检测中心）

詹 扬（齐齐哈尔市检验检测中心）

目 录

引言 II

1 范围 1

2 引用文件 1

3 术语 1

3.1 比重瓶 1

3.2 玻璃比重瓶 1

4 概述 1

5 计量特性 1

6 校准条件 2

6.1 环境条件 2

6.2 测量标准及其他设备 2

6.3 校准介质 2

7 校准项目和校准方法 2

8 校准结果表达 3

9 复校时间间隔 3

附录A 比重瓶校准记录格式（推荐性） 5

附录B 比重瓶校准证书内页格式（推荐性） 6

附录C 比重瓶容量示值误差不确定度评定示例 7

附录D 衡量法 *K*（*t*）值表 10

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

比重瓶校准规范

# 1 范围

本规范适用于测量范围（5~100）mL玻璃比重瓶的校准。

# 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 20—2001 标准玻璃量器

JJG 196—2006 常用玻璃量器

GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

# 3 术语

3.1 比重瓶 pyknometer

测量液体或固体密度的实验室用玻璃材质或者金属材质的仪器，通常也称作比重杯、密度瓶或密度杯。

3.2 玻璃比重瓶 glass pyknometer

由玻璃制成的比重瓶，配有一个中心有孔的瓶塞或无孔的盖子。

# 4 概述

玻璃比重瓶（以下简称比重瓶）是实验室中用于测量液体或固体密度的玻璃材质仪器，主要应用于化工、材料研究、农产品、食品、建筑等行业。其原理是基于物质在不同密度介质中的浮力，利用物体在空气和液体中的浮力差异来测量密度。比重瓶主要由杯体和杯盖（或瓶塞）组成。

# 5 计量特性

容量允许误差

在标准温度20℃时，容量允许误差应符合表1的要求。

表1 比重瓶的容量允许误差

|  |  |
| --- | --- |
| 标称容量（mL） | 容量允许误差（mL） |
| 5 | ±0.04 |
| 10 | ±0.1 |

表1 (续)

|  |  |
| --- | --- |
| 标称容量（mL） | 容量允许误差（mL） |
| 25 | ±0.2 |
| 50 | ±0.4 |
| 100 | ±0.8 |
| 注：以上所有计量特性技术指标仅提供参考，不适用于合格性判定。 |

# 6 校准条件

# 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（20±5）℃，室温变化应不大于1℃/h。

6.1.2 相对湿度：≤80％。

6.1.3 室内应清洁无灰尘，周围无明显影响正常工作的机械振动和强光直射。

# 6.2 测量标准及其他设备

校准用测量设备见表2。

表2 校准用设备一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 技术参数 |
| 1 | 电子天平 | 测量范围：（0～200）g；分度值：0.1 mg；准确度等级： Ⅰ 级 |
| 2 | 温度计 | 测量范围：（0～50）℃；分度值：0.1℃ |

6.3 校准介质

校准用介质应符合GB/T 6682—2008 《分析实验室用水规格和试验方法》要求的纯水（蒸馏水或去离子水）。实验用纯水提前24 h放入实验室，使水温和室温之差不超过2℃。

# 7 校准项目和校准方法

校准前将比重瓶注水约2/3处，盖上瓶塞，瓶塞处有小孔的用手按住，倒置10次。每次倒置状态至少持续10秒，瓶塞和瓶体结合处无渗漏现象。

采用衡量法对比重瓶进行校准。将比重瓶及瓶盖清洗干净并擦干或烘干（应至少提前4个小时放置于实验室内进行恒温），置于电子天平中，待稳定后按下去皮键使天平复零。从电子天平中取出比重瓶，将纯水注满比重瓶，注意防止比重瓶中产生气泡。盖上瓶盖，用擦拭纸吸去比重瓶外部和由瓶塞孔中溢出的水分。用电子天平称量注满水的比重瓶，记录此时电子天平显示纯水质量，同时测量并记录此时纯水的温度。

比重瓶标准温度20℃下的实际容量按式（1）计算：

 （1）

式中：

——温度20℃时比重瓶的实际容量，mL；

——比重瓶所能容纳的纯水质量，g；

——砝码密度，取8.00 g/cm3；

——校准时实验室内的空气密度，取0.0012 g/cm3；

——纯水在℃时的密度，g/cm3；

 ——比重瓶的体膨胀系数，℃-1；

 ——校准时纯水的温度，℃。

公式（1）可简化为公式（2）：

  （2）

其中： 

值列于附录D中。

## 实际容量示值误差按式（3）计算：

  （3）

式中：

——实际容量的示值误差，mL；

 ——标称容量，mL。

# 8 校准结果表达

经校准后的比重瓶出具校准证书，给出校准结果以及扩展不确定度。比重瓶校准记录格式（推荐性）见附录A，比重瓶校准证书内页格式（推荐性）见附录B。

# 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由设备的使用情况、使用者、设备本身质量等诸多因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔不超过2年。

附录A

比重瓶校准记录格式（推荐性）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 委托单位 |  | 证书编号 |  |
| 制 造 厂 |  | 器具名称 |  |
| 型号规格 |  | 校准地点 |  |
| 出厂编号 |  | 温 度 |  |
| 技术依据 |  | 相对湿度 |  |
| 校准人员 |  | 核验人员 |  |
| 校准日期 |  | 备 注 |  |
| 校准使用的计量标准器 |
| 标准器名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 证书编号及有效期 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

容量示值：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标称容量 （mL） | 水温*t* (℃) | 纯水质量*m*（g） | *K*（*t*）值 | 实际容量*V*20（mL） | 示值误差（mL） | 扩展不确定度 |
|  |  |  |  |  |  | *U*= （*k*=2） |

附录B

比重瓶校准证书内页格式（推荐性）

校准结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标称容量（mL） | 实际容量（mL） | 示值误差（mL） | 扩展不确定度 |
|  |  |  | *U*= （*k*=2） |

附录C

比重瓶容量示值误差不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校仪器：标称容量为25 mL的比重瓶，材质为钠钙玻璃。

C.1.2 测量标准：电子天平：测量范围（0~120）g，分度值0.1 mg，准确度等级：Ⅰ级；温度计：测量范围（0~50）℃，分度值0.1℃。

C.1.3 环境条件：温度：23℃；相对湿度：40％；实际测量水温：22.0℃。

C.1.4 测量方法：依据本规范中的规定。

C.2 测量模型

  （C.1）

式中：

——温度20℃时比重瓶的实际容量，mL；

——比重瓶所能容纳的纯水质量，g；

——砝码密度，取8.00 g/cm3；

——校准时实验室内的空气密度，取0.0012 g/cm3；

——纯水在℃时的密度，g/cm3；

 ——比重瓶的体膨胀系数，℃-1；

 ——校准时纯水的温度，℃。

公式（C.1）可简化为公式（C.2）：

  （C.2）

其中： 

C.3 不确定度传播律和灵敏系数

各输入量彼此独立不相关，因此：



式中：

 ——测量结果的合成标准不确定度；

 ——输入量引入的标准不确定度；

——输入量引入的标准不确定度。

灵敏系数由式（C.2）可得：

，

 

C.4 标准不确定度分量评定

C.4.1 纯水质量引入的标准不确定度

C.4.1.1 测量重复性引入的标准不确定度

在相同条件下，重复测量10次，测得数据分别为25.0889 g、25.0747 g、25.0508 g、25.0575 g、25.0621 g、25.0548 g、25.0678 g、25.0744 g、25.0827 g、25.0480 g。重复性计算：



则测量重复性引入的标准不确定度为：

== 0.0138 g

C.4.1.2 称量时电子天平引入的标准不确定度

称量时，该电子天平最大允许误差为±0.0005 g，服从均匀分布，所以：



由引入的标准不确定度为：



C.4.2 值引入的标准不确定度

校准时用0.1℃/50℃水银温度计测量水温，查附录D中值可知，温度每变化0.1℃，值的最大变化量为0.00003 cm3/g，温度计的最大允许误差为±0.15℃，服从均匀分布，所以：

 

校准时，实验室温度会发生变化，本规范室温变化不得大于1℃/h，取水温变化为0.2℃，则值的最大变化量为0.00005 cm3/g。



输入量引入的标准不确定度为：



C.5 标准不确定度分量汇总表

表C.1 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度分量 | 灵敏系数 | · |
|  | 纯水质量 | 0.0138 g | 1.00323 cm3/g | 0.0138 cm3 |
|  | 温度变化 | 0.000030 cm3/g | 25.0747 g | 0.00075 cm3 |

C.6 合成标准不确定度

合成标准不确定度：



C.7 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则测量结果的扩展不确定度为：



附录D

衡量法 *K*（*t*）值表

 表D.1 （钠钙玻璃体膨胀系数25×10-6℃-1，空气密度0.0012 g/cm3）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水温/℃ | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| 15 | 1.00208 | 1.00209 | 1.00210 | 1.00211 | 1.00213 | 1.00214 | 1.00215 | 1.00217 | 1.00218 | 1.00219 |
| 16 | 1.00221 | 1.00222 | 1.00223 | 1.00225 | 1.00226 | 1.00228 | 1.00229 | 1.00230 | 1.00232 | 1.00233 |
| 17 | 1.00235 | 1.00236 | 1.00238 | 1.00239 | 1.00241 | 1.00242 | 1.00244 | 1.00246 | 1.00247 | 1.00249 |
| 18 | 1.00251 | 1.00252 | 1.00254 | 1.00255 | 1.00257 | 1.00258 | 1.00260 | 1.00262 | 1.00263 | 1.00265 |
| 19 | 1.00267 | 1.00268 | 1.00270 | 1.00272 | 1.00274 | 1.00276 | 1.00277 | 1.00279 | 1.00281 | 1.00283 |
| 20 | 1.00285 | 1.00287 | 1.00289 | 1.00291 | 1.00292 | 1.00294 | 1.00296 | 1.00298 | 1.00300 | 1.00302 |
| 21 | 1.00304 | 1.00306 | 1.00308 | 1.00310 | 1.00312 | 1.00314 | 1.00315 | 1.00317 | 1.00319 | 1.00321 |
| 22 | 1.00323 | 1.00325 | 1.00327 | 1.00329 | 1.00331 | 1.00333 | 1.00335 | 1.00337 | 1.00339 | 1.00341 |
| 23 | 1.00344 | 1.00346 | 1.00348 | 1.00350 | 1.00352 | 1.00354 | 1.00356 | 1.00359 | 1.00361 | 1.00363 |
| 24 | 1.00366 | 1.00368 | 1.00370 | 1.00372 | 1.00374 | 1.00376 | 1.00379 | 1.00381 | 1.00383 | 1.00386 |
| 25 | 1.00389 | 1.00391 | 1.00393 | 1.00395 | 1.00397 | 1.00400 | 1.00402 | 1.00404 | 1.00407 | 1.00409 |

 表D.2 （硼硅玻璃体膨胀系数10×10-6℃-1，空气密度0.0012 g/cm3）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水温/℃ | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| 15 | 1.00200 | 1.00201 | 1.00203 | 1.00204 | 1.00206 | 1.00207 | 1.00209 | 1.00210 | 1.00212 | 1.00213 |
| 16 | 1.00215 | 1.00216 | 1.00218 | 1.00219 | 1.00221 | 1.00222 | 1.00224 | 1.00225 | 1.00227 | 1.00229 |
| 17 | 1.00230 | 1.00232 | 1.00234 | 1.00235 | 1.00237 | 1.00239 | 1.00240 | 1.00242 | 1.00244 | 1.00246 |
| 18 | 1.00247 | 1.00249 | 1.00251 | 1.00253 | 1.00254 | 1.00256 | 1.00258 | 1.00260 | 1.00262 | 1.00264 |
| 19 | 1.00266 | 1.00267 | 1.00269 | 1.00271 | 1.00273 | 1.00275 | 1.00277 | 1.00279 | 1.00281 | 1.00283 |
| 20 | 1.00285 | 1.00286 | 1.00288 | 1.00290 | 1.00292 | 1.00294 | 1.00296 | 1.00298 | 1.00300 | 1.00303 |
| 21 | 1.00305 | 1.00307 | 1.00309 | 1.00311 | 1.00313 | 1.00315 | 1.00317 | 1.00319 | 1.00322 | 1.00324 |
| 22 | 1.00327 | 1.00329 | 1.00331 | 1.00333 | 1.00335 | 1.00337 | 1.00339 | 1.00341 | 1.00343 | 1.00346 |
| 23 | 1.00349 | 1.00351 | 1.00353 | 1.00355 | 1.00357 | 1.00359 | 1.00362 | 1.00364 | 1.00366 | 1.00369 |
| 24 | 1.00372 | 1.00374 | 1.00376 | 1.00378 | 1.00381 | 1.00383 | 1.00386 | 1.00388 | 1.00391 | 1.00394 |
| 25 | 1.00397 | 1.00399 | 1.00401 | 1.00403 | 1.00405 | 1.00408 | 1.00410 | 1.00413 | 1.00416 | 1.00419 |

JJF（黑）XX—2024