

黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XX—2024

松装密度测定仪校准规范

Calibration Specification for Apparent Density Tester

（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

松装密度测定仪校准规范

JJF（黑）XX—2024

Calibration Specification for Apparent Density Tester

归 口 单 位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：鸡西市检验检测中心

本规范委托鸡西市检验检测中心负责解释

本规范主要起草人：

杨 光（鸡西市检验检测中心）

丁新国（鸡西市检验检测中心）

姜 毅（鸡西市检验检测中心）

王玉海（鸡西市检验检测中心）

宋 阳（鸡西市检验检测中心）

刘 璐（鸡西市检验检测中心）

兰国志（鸡西市检验检测中心）

参加起草人：

邹亮亮（鸡西市检验检测中心）

唐 辰（鸡西市检验检测中心）

薄铸新（鸡西市检验检测中心）

目录

[引言 ...（II）](#_Toc11422)

[1 范围 ...（1）](#_Toc4281)

[2 引用文件 .....](#_Toc2106)（1）

[3 概述 ....](#_Toc13062)（1）

[4 计量特性 ...（1）](#_Toc4604)

[4.1 密度杯容积示值误差 （1）](#_Toc4604)

[4.2 漏斗孔径示值误差 （1）](#_Toc4604)

[5 校准条件 （1）](#_Toc31251)

[5.1 环境条件 （1）](#_Toc4604)

5.2 [测量标准及其他设备 （2）](#_Toc4604)

[6 校准项目和校准方法 （2）](#_Toc22170)

[6.1 密度杯容积示值误差 （2）](#_Toc13062)

[6.2 漏斗孔径示值误差 （3）](#_Toc13062)

[7 校准结果表达 （3）](#_Toc23222)

[8 复校时间间隔 （3）](#_Toc1672)

[附录A 松装密度测定仪校准记录格式（推荐性） （4）](#_Toc13030)

[附录B 松装密度测定仪校准证书内页格式（推荐性） （5）](#_Toc6845)

[附录C 松装密度测定仪密度杯容积测量结果的不确定度评定示例](#_Toc26385) （6）

[附录D 松装密度测定仪漏斗孔径测量结果的不确定度评定示例 （10）](#_Toc13062)

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。

松装密度测定仪校准规范

# 1 范围

本规范适用于粉末产品松装密度测定仪的校准。

# 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 264 容重器

GB/T 31057.1 颗粒材料 物理性能测试 第1部分：松装密度的测量

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（包括所有修改单）适用于本规范。

# 3 概述

松装密度测定仪（以下简称测定仪）是在石墨加工、制药等行业中用于测量粉体松装密度的专用计量仪器。测定仪一般由漏斗、密度杯以及支架等组成，按实验方法分为斯科特容量计法测定仪、漏斗法测定仪、振动筛法测定仪三种。

松装密度测定仪的工作原理：将粉体从（固定在一定高度）漏斗孔落下，填充满已知容积的密度杯中，在松装状态下，以单位体积粉体的质量表示粉体的松装密度。

# 4 计量特性

4.1  密度杯容积示值误差

密度杯容积示值误差不超过0.2％。

4.2 漏斗孔径示值误差

漏斗孔径示值误差见表1。

表1 漏斗孔径示值误差

|  |  |
| --- | --- |
| 漏斗孔径规格 | 示值误差 |
| 2.5 mm | ±0.1 mm |
| 5.0 mm | ±0.15 mm |
| 8.0 mm | ±0.2 mm |
| 注：以上所有计量特性技术指标仅提供参考，不适用于合格性判断。 | |

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：（20±5）℃。

5.1.2 相对湿度：不大于85％。

# 5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备技术指标见表2。

表2 测量标准及其他设备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器设备名称 | 测量范围 | 技术指标 |
| 1 | 三爪内径千分尺 | （30～35）mm | 分度值：0.001 mm；MPE：±0.004 mm |
| 2 | 深度千分尺 | （25～50）mm | 分度值：0.01 mm；MPE：±0.007 mm |
| 3 | 游标卡尺 | （0～150）mm | 分度值：0.02 mm；MPE：±0.02 mm |
| 注：也可以采用满足不确定度评定的其他设备。 | | | |

6 校准项目和校准方法

6.1 密度杯容积示值误差

# 6.1.1 密度杯内径

使用三爪内径千分尺分别在密度杯深度的1/4、2/4、3/4处测量，取3次测量的算术平均值作为测量结果。

6.1.2 密度杯深度

使用深度千分尺测量密度杯底面到杯体上沿的垂直距离，将密度杯依次旋转90°用同样的方法重复测量。密度杯深度按公式（1）计算：

 （1）

式中：

——密度杯深度测量平均值，mm；

——第次测量值，mm。

6.1.3 密度杯实际容积按公式（2）计算：

 （2）

式中：

——密度杯实际容积，mm3；

——取3.14。

6.1.4 密度杯容积示值误差按公式（3）计算：

 （3）

式中：

——密度杯容积示值误差，mm3；

 ——密度杯容积标称值，mm3。

6.2 漏斗孔径示值误差

使用游标卡尺的量爪在漏斗孔的直径方向上测量，如为正方形漏斗孔则测量其中一边的长度，漏斗孔径按公式（4）计算：

 （4）

式中：

——漏斗孔径，mm；

——漏斗孔径测得值，mm。

漏斗孔径示值误差按公式（5）计算：

 （5）

式中：

——漏斗孔径示值误差，mm；

——漏斗孔径标称值，mm。

# 7 校准结果表达

经校准的测定仪出具校准证书，给出校准结果以及扩展不确定度。校准记录格式见附录A（推荐性），校准证书内页的信息和格式见附录B（推荐性）。

# 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由测定仪的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定，因此送校单位可根据实际使用情况决定复校时间间隔，建议复校时间间隔不超过1年。

附录A

松装密度测定仪校准记录格式（推荐性）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 委托单位 |  | | | | 仪器名称 |  | | |
| 制造厂家 |  | | | | 型号规格 |  | | |
| 环境温度 | ℃ | | 相对湿度 | ％ | 出厂编号 |  | | |
| 校准日期 |  | | | | 校准人员 |  | | |
| 校准地点 |  | | | | 核验人员 |  | | |
| 校准依据 |  | | | | 证书编号 |  | | |
| 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 |
|  | |  | |  | | |  |
|  | |  | |  | | |  |
|  | |  | |  | | |  |
|  | |  | |  | | |  |

校准结果

1 密度杯容积

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 密度杯内径（mm） | | | | | | 密度杯内径3次测量平均值(mm) |
|  | |  | |  | |  |
| 密度杯深度（mm） | | | | | | 密度杯深度4次测量平均值（mm） |
|  |  | |  | |  |  |
| 密度杯容积= mm3 | | | | | | |
| 扩展不确定度= mm3 (*k*=2) | | | | | | |

2 漏斗孔径

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 漏斗孔径 | 漏斗孔径测得值(mm) | 扩展不确定度(mm) |
|  | = （*k*=2） |

附录B

松装密度测定仪校准证书内页格式（推荐性）

**校 准 结 果**

一、密度杯容积

密度杯容积：

密度杯容积扩展不确定度：

二、漏斗孔径

漏斗孔径测得值：

漏斗孔径扩展不确定度：

附录C

松装密度测定仪密度杯容积测量结果的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被测对象：松装密度测定仪密度杯。

C.1.2 测量标准：三爪内径千分尺：测量范围（30～35）mm，分度值0.001 mm，MPE：±0.004 mm；深度千分尺：测量范围（25～50）mm，分度值0.01 mm，MPE：±0.007 mm。

C.1.3 环境条件：环境温度：21 ℃；相对湿度：45％。

C.1.4 测量方法：依据本规范中6.1的规定。

C.2 测量模型



式中：

——密度杯容积，mm3；

——取3.14；

——密度杯内径3次测量平均值，mm；

——密度杯深度4次测量平均值，mm。

灵敏系数的计算：  ，



C.3 标准不确定度分量评定

C.3.1 密度杯内径测量引入的标准不确定度

C.3.1.1 密度杯内径测量重复性引入的标准不确定度

依据本规范校准方法，在重复性条件下，对密度杯的内径平均值重复测量10次，测量结果为：30.014 mm，30.018 mm，30.013 mm，30.015 mm，30.012 mm，30.015 mm，30.014 mm，30.011 mm，30.016 mm，30.017 mm。依据贝塞尔公式计算：



在实际测量中，以3次测量值的算术平均值作为测量结果，因此：



C.3.1.2 三爪内径千分尺读数引入的标准不确定度分量

校准使用的三爪内径千分尺分度值为0.001 mm，则半宽区间为0.0005 mm，按均匀分布，则读数引入的标准不确定度分量：

 mm

由于重复性引入的标准不确定度分量大于三爪内径千分尺读数引入的标准不确定度分量，两个分量取最大值，故在计算合成标准不确定度时不考虑三爪内径千分尺读数引入的标准不确定度分量。

C.3.1.3 三爪内径千分尺最大允许误差引入的标准不确定度

校准使用的三爪内径千分尺测量范围在（30～35）mm，其示值最大允许误差为±0.004 mm，按均匀分布，则三爪内径千分尺最大允许误差引入的标准不确定度：



故密度杯内径测量引入的标准不确定度为：



C.3.2 密度杯深度测量引入的标准不确定度

C.3.2.1 密度杯深度测量重复性引入的标准不确定度

依据本规范校准方法，在重复性条件下，对密度杯的深度平均值重复测量10次，测量结果为：32.962 mm，32.956 mm，32.962 mm，32.964 mm，32.962 mm，32.966 mm，32.964 mm，32.956 mm，32.958 mm，32.964 mm。依据贝塞尔公式计算：



在实际测量中，以4次测量的算术平均值作为测量结果，因此：



C.3.2.2 深度千分尺读数引入的标准不确定度分量

校准使用的深度千分尺分度值为0.01 mm，分辨力为0.005 mm，半宽区间为0.0025 mm，按均匀分布，则读数引入的标准不确定度分量：

 mm

由于重复性引入的标准不确定度分量大于深度千分尺读数引入的标准不确定度分量，两个分量取最大值，故在计算合成标准不确定度时不需考虑深度千分尺读数引入的标准不确定度分量。

C.3.2.3 深度千分尺最大允许误差引入的标准不确定度

校准使用的深度千分尺测量范围（25～50）mm，其示值最大允许误差为±0.007 mm，按均匀分布，则深度千分尺最大允许误差引入的标准不确定度分量：



故密度杯深度测量引入的标准不确定度为：



C.4 不确定度分量汇总表

表C.1 不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 灵敏系数 | 不确定度分量 |  |
| 内径测量重复性 |  |  | 2.019 mm3 |
| 最大允许误差 |  |  | 3.572 mm3 |
| 密度杯内径测量 |  |  | 4.193 mm3 |
| 深度测量重复性 |  |  | 1.272 mm3 |
| 最大允许误差 |  |  | 2.899 mm3 |
| 密度杯深度测量 |  |  | 3.182 mm3 |

C.5 合成标准不确定度

由于各输入量彼此独立不相关，故合成标准不确定度：





C.6 扩展不确定度

取包含因子，则扩展不确定度为：



附录D

松装密度测定仪漏斗孔径测量结果的不确定度评定示例

D.1概述

D.1.1 被测对象：松装密度测定仪漏斗。

D.1.2 测量标准：游标卡尺：测量范围（0～150）mm，分度值0.02 mm，MPE：±0.02 mm。

D.1.3 环境条件：环境温度：21 ℃；相对湿度：45％。

D.1.4 测量方法：依据本规范中6.2的规定。

D.2 测量模型



式中：

**——漏斗孔径，mm；

——漏斗孔径测得值，mm。

D.3 标准不确定度分量评定

D.3.1 漏斗孔径测量重复性引入的标准不确定度

依据本规范的校准方法，在重复性条件下，对漏斗孔径重复测量10次，测量结果为：12.36 mm，12.38 mm，12.40 mm，12.38 mm，12.40 mm，12.36 mm，12.38 mm，12.38 mm，12.38 mm，12.40 mm。依据贝塞尔公式计算：



在实际测量中，以单次测量值作为测量结果，因此：

**

D.3.2 游标卡尺读数引入的标准不确定度分量

校准使用的游标卡尺分度值为0.02 mm，半宽区间为0.01 mm，按均匀分布，则读数引入的标准不确定度分量：

** mm

由于重复性引入的标准不确定度分量大于游标卡尺读数引入的标准不确定度分量，两个分量取最大值，故在计算合成标准不确定度时不需考虑游标卡尺读数引入的标准不确定度分量。

D.3.3 游标卡尺最大允许误差引入的标准不确定度

校准使用的游标卡尺其示值最大允许误差为±0.02 mm，按均匀分布，则游标卡尺最大允许误差引入的标准不确定度：



D.4 合成标准不确定度

由于各分量相互独立，互不相关，故合成标准不确定度：

**

**

D.5 扩展不确定度

取包含因子，则扩展不确定度为：

**

JJF（黑）XX-XXXX