

JJF（有色金属）011—2024
金属粉末振实密度测定仪校准规范
(编制说明)

讨论稿

2025-3

金属粉末振实密度测定仪校准规范

编制组

主编单位：厦门厦钨新能源材料股份有限公司

一、工作简况

1.立项目的

金属粉末振实密度测定仪是将装有一定质量的粉末或颗粒的刻度量振动次数达到设定的次数或设定的时间后，机械振动装置停止振动，从刻度量筒上读出振动装置而发生有节拍的振动，随着振动次数的增加，量筒内的粉末、颗粒逐渐被振实，筒固定在机械振动装置上，振动电机带动机械振动装置垂直上下振动，刻度量筒随机粉末、颗粒的体积，根据密度的定义，计算出振实后的粉末、颗粒密度。。

此类设备应用极为广泛、比如电池正极材料生产中振实密度直接影响电池能量密度。迫切需要制定统一的校准方法，因此校准规范的实施具有良好的推广前景。同时对关键基础材料工艺所用到的性能或工艺测试设备校准具有特殊意义。

2.任务来源

根据工业和信息化部《关于印发 2024 年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工厅科〔2024〕602 号）文的要求，行业计量技术规范《校准规范》由厦门厦钨新能源材料股份有限公司负责起草。该项目计划编号为 JJFZ（有色金属）011-2024。

（在 2024 年 1 月 10 日，第三届有色金属行业计量技术委员会暨 2023 年度年会会议上，与会专家就规范名称提出修改意见，由于仪器为有色金属行业专用仪器，因此修改为《金属粉末振实密度测定仪校准规范》。）按计划要求，本计量规范应于 2026 年完成制定。

3.项目编制组单位简况

3.1 编制组成员单位

本规范的编制组单位为：厦门厦钨新能源材料股份有限公司等

3.2 主编单位简介

厦门厦钨新能源材料股份有限公司是世界钨行业领军企业-厦门钨业股份有限公司的全资子公司。公司于 2016 年 12 月 20 日将新能源材料业务从厦门钨业母公司分立，设立厦门厦钨新能源材料有限公司（以下简称“厦钨新能源”）。2021 年 8 月，厦钨新能源充分抓住科创板分拆上市的契机，正式在上海证券交易所科创板挂牌上市（股票代码：688778），成为一家上市企业。公司现拥有 9 家控股子公司和分公司、1 家参股子公司和 1 家新能源材料研究院、五大生产基地。公司产品涵盖钴酸锂、三元材料、前驱体、磷酸铁锂、高镍材料、NCA、贮氢合金等全系列新能源材料产品，其中，高电压钴酸锂、高电压三元材料、高性能磷酸铁锂、车用贮氢合金等享誉市场。产品应用于 3C 数码、车载动力、储能等领域，广泛服务于松下、三星、宁德新能源、LGC、中创新航、比亚迪、亿纬锂能、国轩高科等国内外知名电池客户。

厦钨新能源检测实验室 2024 年通过中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可，现有技术人员 110 余人，检测项目涵盖：理化分析、微区分析、谱学分析和电化学性能测试四个平台，拥有完善的检

测检验设备如：粒度分析仪、比表面分析仪、振压实密度分析仪、真密度分析仪、粉体流变分析仪、碳硫分析仪、X 射线粉末衍射仪、原位 X 射线粉末衍射仪、场发射扫描电子显微镜、离子研磨仪、电化学工作站、扣电制作与测试系统、全电制作与测试系统等；校准项目涵盖：温度、力学、压力等，已通过计量建标授权项目 4 项、2011 年通过 ISO10012 测量管理体系认证；参与多项国家标准、行业标准制定与起草工作。

该单位主要负责本规范的起草工作，成立编制组并根据委员会的工作安排组织编制组成员单位开展相关校准工作，组织各单位对各版《征求意见稿》进行认真的讨论，并就提出的意见和建议进行反馈和修改，在编制组中发挥了主要带头作用。

3.3 成员单位简介

广东省科学院工业分析检测中心（以下简称本中心）始建于 1971 年，先后隶属于广州有色金属研究院、广东省工业技术研究院、广东省科学院，是独立法人事业单位。本中心通过 CMA、CNAS 等认可，运营管理中国有色金属工业华南产品质量监督检验中心、国家矿物及再生金属材料质量检验检测中心、广东省质量监督有色金属产品检验站、广东省质量监督电子产品检验站和广东省科学院认证有限公司。主要从事矿产资源、再生资源、金属材料、建筑材料、汽车材料、电子电器、医疗器械、化工产品、新能源电池、充电桩等产品的检验、检测、评价及分析测试技术研究和计量校准等服务，还开展软件测评、标准制修订及培训、企业科研、实验室资质申请及运营咨询、工厂检查和认证服务，形成以有色金属和再生资源检测为基础，以绿色建材、新能源电池、电气元器件 EMC 和安规、产品认证为特色领域的集检验检测、标准制修订、计量、认证、科研及公共技术评价为一体的综合性服务机构。

西安汉唐分析检测有限公司成立于 2018 年 8 月，是由西北有色金属研究院（集团）整合其分析检测资源组建的具有独立法人地位的检验检测机构。公司实验室可追溯于 1965 年，是我国较早开展有色金属材料分析检验检测与评价研究的专业机构之一。先后通过国家认证认可监督管理委员会(CMA)、中国合格评定国家认可委员会(CNAS)、国防科技工业实验室认可委员会(DILAC)认证、国家航空航天和国防合同方授信项目（NADCAP）认证、武器装备质量管理体系认证（GJB9001C）、质量管理体系认证（ISO9001）。公司是陕西省法定授权计量检定机构，业务涉及力学、理化、热工、几何量、电磁、声学、电离辐射等 6 大类 350 个检定校准项目。同时，面向社会提供技术咨询、实验室规划设计、国际/国家/行业标准制定、分析方法研究、标准物质研制、人员培训等服务项目，是国家工信部授权的“国家新材料测试评价平台西安区域中心（筹）”、“工业（稀有金属）产品质量控制和技术评价实验室”、“国家产业技术基础公共服务平台”，也是陕西省授权的“陕西省有色金属分析检测与评价中心”、“核工业用金属材料检测与评价服务平台”、“稀有金属检测信息化管理及共享平台”、“陕西省有色金属产业计量测试中心”、“陕西省稀有金属材料安全评估与失效分析平台”。

4.主要工作过程

厦门厦钨新能源材料股份有限公司于 2024 年 8 月接到有色金属行业计量技术委员会转发的下达的制定任务后，成立了计量规范编制组，对计量技术规范编写工作进行了部署和分工，制定了本规范的制定原则及工作计划。本项目主要工作过程经过了以下几个阶段：

- 1) 2024 年 9 月成立了计量规范编制组，明确了编制组成员各自的工作内容和任务。
- 2) 2024 年 10 月～2025 年 3 月，计量规范编制组成员搜集了金属粉末振实密度测定仪相关设备收

集表、技术资料、检测/校准方法、研究金属粉末振实密度测定仪校准方法，制定金属粉末振实密度测定仪校准方案，并进行前期基础性实验，验证试验方法可行性，确定金属粉末振实密度测定仪技术要求、校准项目、校准方法等，针对主要技术指标进行查询，并与实验室进行技术讨论，最终确认了校准项目的测量范围和误差范围，最终形成《金属粉末振实密度测定仪校准规范 - 讨论稿》。

二、编制原则和依据

（一）编制原则

本规范是以 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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行编写。

本规范引用了 GB/T 5162-2021《金属粉末振实密度的测定》、GB/T 31057.2-2018《颗粒材料 物理性能试验第 2 部份：振实密度测量》、JJG 196-2006 常用玻璃容器检定规程相关内容。

（二）确定主要内容

1 范围

本规范适用于金属粉末振实密度测定仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

本规范主要计量特性参数引自 GB/T 5162-2021《金属粉末振实密度的测定》、GB/T 31057.2-2018《颗粒材料 物理性能试验第 2 部份：振实密度测量》、JJG 196-2006 常用玻璃容器检定规程

3 概述

振实密度测定仪是测试金属粉末材料振实密度性能的试验仪器，振实密度测定仪工作原理是将装有一定质量的粉末的刻度量筒固定在机械振动装置上，振动电机带动机械振动装置垂直上下振动，刻度量筒随机械振动装置而发生有节拍的振动，随着振动次数的增加，量筒内的粉末逐渐被振实，振动次数达到设定的次数或设定的时间后，机械振动装置停止振动，从刻度量筒上读出粉末的体积，根据密度的定义，计算出振实后的密度。

振实密度测定仪结构示意图如图1所示。

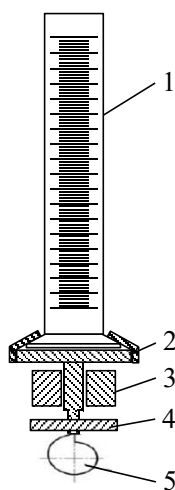


图1 金属粉末振实密度测定仪装置示意图。

1—量筒；2—带有导杆的夹座；3—铁砧(钢砧)；4—凸轮

4 计量特性

4.1 量筒容量允差

$5\text{mL} \pm 0.05\text{mL}$ 、 $10\text{mL} \pm 0.10\text{mL}$ 、 $25\text{mL} \pm 0.25\text{mL}$ 。

4.2 振幅

$3\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 。

4.3 振动次数

(250 ± 15) 次/分钟

5 校准条件

5.1 环境条件

试验机应在 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度不大于80%的条件下校准。校准环境周围无腐蚀性介质，附近无影响实验结果的振源。

5.2 校准项目和测量标准

校准项目和测量标准见表1。

表 1 校准项目和测量标准

校准项目	测量标准	技术指标
量筒体积	电子天平	测量范围：120g，精度等级 I 级
振幅	千分表	测量范围：(0~12) mm，最大允许误差(MPE)： $\pm 0.012\text{mm}$

振动次数	数字转速计	测量范围：（20~8000）r/min，精度等级 0.5 级
------	-------	--------------------------------

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表 2。

表 2 校准项目

序号	校准项目	说明
1	量筒容量示值误差	—
2	振幅示值误差	—
3	振动次数示值误差	—

6.2 校准方法

6.2.1 通用技术要求

被校仪器应有完整的下列标识：仪器名称、型号、出厂编号、制造厂商、制造日期等。

6.2.2 量筒容量示值误差

玻璃量筒的校准参照JJG 196《常用玻璃量器检定规程》中7.3.5.1衡量法校准。

6.2.3 振幅示值误差

将千分表安装在固定支架上，使千分表测量杆的测量面垂直放置于金属粉末振实密度测定仪夹座平面上，将千分表归零，启动金属粉末振实密度测定仪，读取千分表测量数据一分钟以最大值为单次的示值，以重复测量三次算术平均值作为振实密度测定仪振幅示值。

计算方法见公式（1）。

$$\Delta l = L - \bar{l} \quad (1)$$

式中：

Δl ——振幅示值误差，mm；

L ——振幅标称值，mm；

$\bar{l}$ ——振幅算数平均值，mm。

6.2.3 振动次数示值误差

6.2.3.1 校准点为250次/分钟，也可依据客户要求进行选择。

6.2.3.2 将反光带贴在金属粉末振实密度测定仪振动装置侧面，打开数字转速计开关，使用FUNC键，将模式调整为RPM光学式测量，将数字转速计对准反光带，且两者之间的距离保持在500mm以内。

6.2.3.3 启动金属粉末振实密度测定仪，按测量键激活红外光束，重复校准3次。

6.2.3.4 振动次数示值误差

$$\Delta m = M - \bar{m} \quad (2)$$

式中：

Δm ——振动次数示值误差，次；

M ——振动次数标称值，次；

$\bar{m}$ ——振动次数算数平均值，次。

7 校准结果表达

经校准的金属粉末振实密度测定仪出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映，校准证书至少应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
 - b) 实验室的名称和地址；
 - c) 实施校准活动的地点，包括客户设施、实验室固定设施以外的地点；
 - d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
 - e) 客户的名称和联络信息；
 - f) 被校对象的描述和明确标识；
 - g) 进行校准活动的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期和证书发布日期；
 - h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
 - i) 本次校准所用的测量标准和溯源性及有效性说明；
 - j) 校准环境的描述；
 - k) 校准结果及其测量不确定度的说明（给出整个测量范围校准结果测量不确定度的最大值）；
 - l) 对校准规范偏离的说明；
 - m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
 - n) 校准人和核验人签名；
 - o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
 - p) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。
- 校准原始记录参考格式见附录A，校准证书内页参考格式见附录B。

8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短取决于其使用情况，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间，建议复校时间间隔为1年。

9 附录

附录主要包含校准原始记录参考格式、校准证书内页参考格式、金属粉末振实密度测定仪示值误差测量不确定度评定示例。

三、规范水平分析

经查阅国家计量技术规范全文公开系统及行业计量技术规范等公开资料信息，各省市地方计量技术规范，目前国内均无涉及关于“金属粉末振实密度测定仪”的计量校准或检定的相关技术规范。

目前国外没有相关技术规范，本规范水平达到国内先进水平。本规范的制定填补了有色金属行业金属粉末振实密度测定仪的校准空白，属于国内首创，水平达到国内领先。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本规范所引用的规程、规范及标准均为我国现行有效的计量规程及规范，是本规范的一部分，引用这些文件后，使本规范的要求与现行的相关法律、法规、规章及相关规程规范的关系不矛盾、不冲突，相互关系协调。

五、规范中涉及的专利或知识产权说明

无。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、规范作为国家（或行业）计量技术规范的建议

建议本规范作为行业计量技术规范，供行业企业参考使用。必要时可根据实际需要，结合其他行业使用要求，申报国家计量技术规范，以满足校准需要。

八、贯彻规范的要求和措施建议

本规范发布后，中国有色金属行业协会和有色金属行业计量技术委员会应加强本规范的宣传力度，以促进我国企业的技术进步和产品质量上档次，提高我国产品在国际国内市场的竞争能力。

九、废止现行有关规范的建议

无。

十一、预期效果

本规范发布后，能解决金属粉末振实密度测定仪校准方法不统一、校准方法差异化、计量标准技术指标不明确、校准点的选择不统一、金属粉末振实密度测定仪的校准方法未规定等问题，弥补金属粉末振实密度测定仪校准的空白，为保证金属粉末振实密度测定仪测试结果的准确可靠提供保证。

十二、其他应予说明的事项

无。

《金属粉末振实密度测定仪校准规范》编制组
2025年3月19日