

机械汽车行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	振实密度测定仪校准规范		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	/
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	精工博研测试技术（河南）有限公司		
联系人	赵金坠	联系电话	18530880265
任务年限	2 年	申请经费	5 万
参加单位	郑州磨料磨具磨削研究所有限公司 国机金刚石（河南）有限公司		
目的、意义和必要性	振实密度是粉末、颗粒材料在振动等外力作用下达到极限堆积状态时的单位体积的质量。振实密度作为粉末、颗粒的重要参数，直接关联颗粒的微观特性（如尺寸、形貌、分布均匀性）及宏观性质（如流动性与压缩性）用于评估粉末、颗粒材料的堆积特性、压缩和填充性能，并在工业生产中优化工艺条件，进行质量控制。在产品研发、生产及质量控制过程中具有重要意义。振实密度仪是国内颗粒、粉体生产企业常备仪器。 振实密度测量是将装有颗粒或粉末材料的量筒固定在机械装置上，经过规定节拍和次数的振动，使得量筒内材料间隙被填实，通过测量容积和质量，获得样品振实密度。振实密度测量结果的准确性需要振实密度测定仪的计量溯源性保证，因此对于振实密度仪定期开展计量校准，保证测量结果的准确性、一致性和统一性，对于科研、工业生产及应用具有重要的社会价值。 GB/T 5162-2021 金属粉末 振实密度的测定、GB/T 6609.25-2023 氧化铝化学分析方法和物理性能测定方法 第 25 部		

	分：松装和振实密度的测定、GB/T 21354-2008 粉末产品振实密度测定通用方法、GB/T24533-2019 锂电池石墨类负极材料、GB/T 31057.2-2018 物理性能测试 第2部分：振实密度的测量等多个标准都规定了颗粒、粉末材料等振实密度的测定方法和检测仪器的技术条件。按照标准，振实密度测定仪是对颗粒、粉末进行振实的振实装置和玻璃量筒组成，对振实装置参数如振幅、振动频率（频次）、振动次数及量筒容量进行了规定，而这些参数的准确性对振实密度的测量结果起着重要的关键的作用。所以有必要通过制定计量技术规范，依此开展计量周期校准，统一量值，完善计量溯源连，助力提升产品质量，规范企业发展。 通过本规范的制定，形成振实密度仪校准方法，填补国内空白，提升产品质量，支撑颗粒、粉体企业高质量发展。本规范主要立足磨料磨具产业，也可拓展到新能源电池、新材料等重点领域，未来将服务于中小型粉体材料企业，提升企业竞争力，具有较好的辐射应用价值和良好的社会效益。 经过查新，目前尚无国家计量技术规范。
产业链应用	一、 重点产业链 粉体材料应用非常广泛，在磨料磨具行业中金刚石和碳化硅粉体的应用日趋广泛。 1、金刚石微粉 金刚石微粉指粒径细于 54 微米的金刚石颗粒，是自然界最坚硬的物质，化学成份为碳。金刚石微粉是金刚石单晶通过破碎、球磨等加工后形成的微米级或亚微米级超细金刚石粉体。金刚石的强度高，耐磨性好，显微硬度比石英高 1000 倍，比刚玉高 150 倍。因此金刚石微粉作为一种超硬磨料，具有其他产品无可比拟的研磨能力，日益受到各工业发达国家的高度重视。 金刚石微粉及制品具有硬度高、耐磨性好、稳定性强等特点，作为切割、抛光、精密研磨材料广泛应用于电子芯片、光伏、军工、航空航天、石油煤炭、电子机械、汽车、机床工具、精密制造、石

材、陶瓷等国计民生的各个领域。伴随着行业生产技术的不断提高和高效、高精密制造工艺的日趋成熟，金刚石微粉及制品的应用领域还在不断拓展，需求也逐年增加。

2、碳化硅粉体材料

碳化硅的硬度仅次于金刚石，传统的碳化硅作为砂轮等磨具的磨料，制造砂轮磨削、研磨和抛光等工具。在磨具磨料领域，碳化硅用于各种磨削工具，如砂轮、砂布、砂纸各种研磨料，在机械、航空航天、汽车、高速铁路、木材、皮革加工等行业。

随着科学技术的进步，碳化硅性能和用途正在不断的得到研究开发，高档碳化硅精细微粉是光伏产业、半导体及压电晶体产业生产晶硅片的主要切割材料，晶硅片切割是整个太阳能光伏产业链中仅次于硅原料的生产的重要环节，而高档碳化硅精细微粉是打造完整太阳能产业链中的重要链接。碳化硅成为第三代化合物半导体材料，半导体产业的基石是芯片，碳化硅具有优越的物理性能：高禁带宽度、高电导率、高热导率，将是未来最被广泛使用的制作半导体芯片的基础材料。半导体芯片分为集成电路和分立器件，但不论是集成电路还是分立器件，其基本结构都可划分为“衬底-外延-器件”结构。碳化硅在半导体中存在的主要形式是作为衬底材料。碳化硅晶片是碳化硅晶体经过切割、研磨、抛光、清洗等工序加工形成的单晶薄片。碳化硅晶片作为半导体衬底材料，经过外延生长、器件制造等环节，可制成碳化硅基功率器件和微波射频器件，是第三代半导体产业发展的重要基础材料。

二、 对本行业重点产业链的支撑作用

振实密度测定仪是评价粉体材料物理特性的一项重要手段，其校准规范的制定和应用，使设备的设备技术指标和计量量值实现规范统一，为该设备的使用一致性、统一性和有效性提供技术保障。同时，该规范制定能够进一步完善粉体、磨料磨具、超硬材料及制品产业计量量值溯源体系，保障产品质量，支撑相关产业链高质量发展。

范围 and 主要
计量特性

1、范围

本规范适用于振实密度测定仪的校准。

2、振实密度仪概述

振实密度仪主要结构如图 1 所示，主要由凸轮机构、定向机构以及量筒组成，电机带动凸轮转动过程中，与凸轮接触的定向滑杆在轴套内部上下滑动，随着凸轮按设置频率（转速）旋转，滑杆上下振动，振实密度仪的量筒内样品被振实。

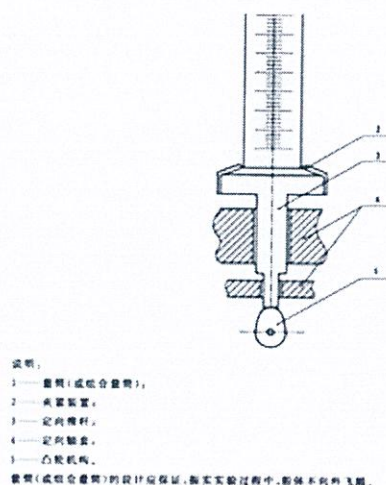


图 1 振实密度仪原理示意图

3、计量特性选择及确定

计量参数的选取原则主要是对仪器检测结果有关键影响的参数，保证其符合标准要求。依据前述相关国家标准对振实密度仪的明确规定，确定量筒容积、振幅、振动频次、振动次数等关键参数。

量筒作为振实密度仪的构件之一，相关技术要求与 JG196-2006 常用玻璃量器检定规程的计量特性尚有不同，其技术要求需要细化针对不同标准的要求，便于不同标准使用的符合性。

同时根据相关标准对振实密度仪的技术要求，对振动装置要符合标准要求，同时也兼顾其设计制造的产品特性，确定以下计量特性：

- （1）量筒：可满足不同标准的相关容量允差要求；
- （2）振幅：

(3) 振动频次;

(4) 振动次数;

(5) 测量误差。

4、测量标准选择及确定

根据振实密度仪的原理与组成, 量筒的校准按照 JJG196-2006 的测量标准选择相应的电子天平即可; 密度仪振幅校准可采用百分表进行校准; 密度仪振动频次可采用转速测量装置进行校准、振动次数采用计数器进行校准; 测量误差选用有证国家标准物质。

根据上述振实密度仪的计量特性, 按照测量标准最大允许误差 (或准确度等级、不确定度) 优于被校准对象 1/3 的原则, 结合测量标准成本和校准现场的便捷性, 因此确定测量标准计量性能如表 1 所示。

表 1 测量标准

名称	计量性能
电子天平	测量范围 (0~200) g, 分度值 0.1mg
电子天平	测量范围 (0~1000) g, 分度值 1mg
百分表	测量范围: (0~5) mm, 分度值: 0.01mm
转速测量装置	测量范围: (100~99999) r/min, MPE: $\pm 0.5\%$
计数器	测量范围: (0~11000) 次, MPE: ± 1 次
石墨振实密度标准物质	GBW(E)130940、GBW(E)130941、 GBW(E)130942

5、校准方法

(1) 量筒

按照 JJG196-2006 采用衡量法进行测量。

(2) 振幅

校准时, 将百分表固定在量筒夹持端面上, 设置最低振动频次, 启动振实密度仪, 以百分表的极差值最大测量值作为校准结果, 即

$$H=\max \left(h_1, h_2, h_3, \cdots h_i\right) \quad (1)$$

3) 振动频次

校准时, 将反光纸粘在试样管架上, 设置振动次数为 300 次,

	也可根据使用者需求设置振动次数，启动振实密度仪达到稳定状态时，用转速测量装置测量，每隔 10s 测量一次，每个测量点测量 3 次，作为该点的校准结果，依次记为 n_1、n_2、n_3 (n_j 为仪器测量值)，3 次测量最大偏差按公式 (2) 计算。 $k = \max \{ n_i - n_j \} \quad (i, j \text{ 分别为 } 1, 2, 3, i \neq j) \quad (2)$ 其中 k 为最大偏差。 (4) 振动次数 使用计数器直接测量设定的振动次数即可。 (5) 测量误差 测量石墨振实密度标准物质，计算振实密度测量误差。 $\Delta = (\rho_{\text{标}} - \rho_{\text{测}}) / \rho_{\text{测}} * 100\%$
水平	☐ 国际先进 ☒ 国内先进
国内外情况 简要说明	振实密度仪校准规范目前有已发布的 JJF(黑) 振实密度测试仪校准规范，其中计量特性为量筒及振动频次，无振幅、振动次数校准项目和方法，另有工信部 2024 年立项的有色金属行业计量技术规范 金属粉末振实密度仪校准规范计划项目，该项目对振实密度仪的技术性能要求来源于 GB/T 5162-2021 《金属粉末振实密度的测定》和 GB/T31057.2-2018 《颗粒材料 物理性能试验第 2 部份：振实密度测量》要求。 本规范对振实密度仪的要求不仅限于 GB/T 5162-2021、GB/T31057.2-2018，而且增加其他相关标准 GB/T21354-2008、GB/T24533-2019 中对振实密度仪的量筒针对不同标准的容量允差要求、振动次数要求。本规范为适用标准更多，关注量筒分度值、量筒容量允许误差、密度仪振动频次、密度仪振动次数等关键参数的计量校准方法，不设定允差规定，以适用相关标准的使用。 本规范与其他规范最大不同是重点增加了使用振实密度标准物质进行测量误差的校准，通过测量误差的校准结果可以对使用者对振实密度仪振动参数的选择、可以进行针对性的调整使用。

		本规范不涉及知识产权的问题，或涉及专利的情况。			
推荐意见		该项目建议书结合专业特点，提出专用测试设备的校准方案，为磨料磨具产业链发展方向上提供技术支撑；建议书很好的阐述了此规范制定的必要性、目的和意义，同时在计量特性制定方面参考行业标准进行了理论计算、量化准确，经全国机械汽车专业计量技术委员会审定，建议立项。			
主要起草单位		技术委员会		部委托支撑单位	
	2026年5月26日		年 月 日		年 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，10 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。
2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。