

## 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     | <input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订  | 被修订计量技术规范号 | /   |
| 计量技术规范性质  | <input type="checkbox"/> 检定规程<br><input checked="" type="checkbox"/> 校准规范   | 计量技术规范类别   | <input type="checkbox"/> 重点<br><input checked="" type="checkbox"/> 基础 |
| 主要起草单位    | 精工博研测试技术（河南）有限公司<br>郑州磨料磨具磨削研究所有限公司   |            |   |
| 联系人       | 赵金坠   | 联系电话       | 18530880265   |
| 任务年限      | 1 年   | 申请经费       | 5 万元  |
| 参加单位      | 国机金刚石（河南）有限公司   |            |   |
| 目的、意义和必要性 | <p>振实密度是表征粉体质量的一项重要指标，有效反应粉体体积密度和颗粒孔隙率，在产品研发、生产及质量控制过程中具有重要意义，振实密度的测量方法有 GB/T 5162-2021《金属粉末 振实密度的测定》、GB/T21354-2008《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/T31057.2-2018《颗粒材料 物理性能测试 2 振实密度的测量》等国家标准中都规定了颗粒性材料、粉末产品的振实密度的测定方法，主要通过振实密度仪实现。据不完全统计，振实密度仪几乎是国内粉体生产企业（其中仅磨料、金刚石微粉企业 2000 多家）必备仪器，测量方法是将装有粉体或颗粒材料的量筒固定在机械装置上通过有节拍的振动，在此过程中定向滑杆上下滑动，敲击砧座，使得量筒内材料间隙被填实，从而获得材料的体积，通过称重计算获得振实密度。振实密度是评价粉末、颗粒材料物理性能的重要指标，是衡量材料后期加工性能应用的主要依据，振实密度对科研、生产的重要性越来越重视。在振动过程中振动装置参数的可靠性对振实密度的影响不言而喻，因此对于振实密度仪定期开展计量校准，保证振实密度测量的准确性，对于科研、工业生产及应用具有重要的社会价值。</p> <p>按照前述标准，振实密度测量方法主要由材料振实后体积（量筒）和质量（天平）测定，振实密度测定仪由测量量筒及振动装置组成，量筒已有国家计量检定规程，振动装置的关键参数如振幅、振动频次、振动次数也对材料振实的测量值的准确性起关键作用。振幅过低、频率偏小、振动次数影响粉体间隙填充效果，测量体积偏大，振实密度失真，在一定程度上影响对材料正确认识，进而影响生产质量控制，对行业发展不利，目前对于振实密度仪还没有有效的规范对其进行计量校准，无法保证振动过程的参数（量筒振幅、振动频次、振动次数）对振实密度的影响。所以有必要通过制定计量技</p> |            |   |

|               |  |
|---------------|--|
|               | <p>术规范，依此开展计量周期校准，统一行业量值，完善溯源链，助力提升产品质量，规范企业发展。</p> <p>通过本规范的制定，将开发出拥有自主知识产权的振实密度仪校准方法，填补行业空白，提升产品质量，支撑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。</p>   |
| 产业链应用         | <p>一、重点产业链<br/>超硬材料及制品。</p> <p>1、金刚石微粉</p> <p>金刚石微粉指粒径细于 54 微米的金刚石颗粒，化学成份为碳，是自然界最坚硬的物质。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。</p> <p>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。</p> <p>2、碳化硅粉体材料</p> <p>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。</p> <p>二、对本行业重点产业链的支撑作用</p> <p>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。</p> |
| 范围和主要<br>计量特性 | <p>1、范围</p> <p>本规范适用于振实密度测定仪的校准。</p> <p>2、振实密度仪概述</p> <p>振实密度仪主要结构如图 1 所示，主要由凸轮机构、定向轴套，定向滑杆以及配套量筒组成，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，随着凸轮转速提高，滑杆按设置频率上下振动，滑杆上部的量筒内粉体被振实，仪器主要原理为凸轮的圆周运动转换为滑杆的上下振动。</p>   |

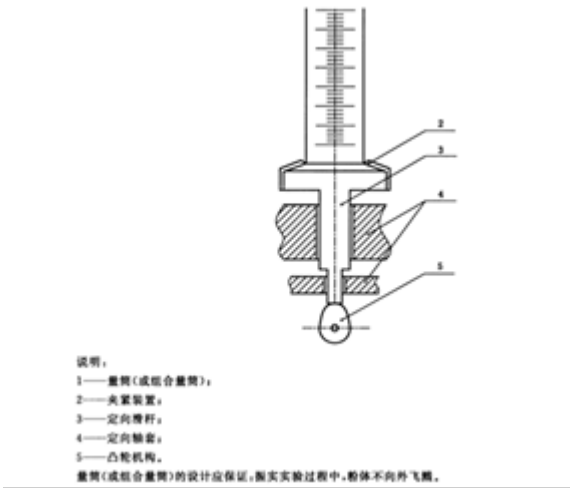


图 1 振实密度仪原理示意图

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，确定体积、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：满足不同标准的相关容量允差要求；
- (2) 量筒振幅： $3 \pm 0.2\text{mm}$ ；
- (3) 振动频次：满足标准要求；
- (4) 振动次数：满足标准要求；

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非接触式位移传感器进行校准；密度仪振动频次可采用转速表进行校准、振动次数采用计数器进行校准；

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          |
| 非接触式位移传感器 | 测量范围：（0~5）mm，精度：0.01mm         |
| 转速表       | 测量范围：（100~99999）r/min，精度：0.5 级 |
| 计数器       | 测量范围：（0~11000）次，MPE：±1 次       |

|               |   |
|---------------|---|
|               | <p>5、校准方法</p> <p>(1) 量筒</p> <p>按照 JJG196-2006 采用衡量法进行测量。</p> <p>(2) 量筒振幅</p> <p>校准时, 将非接触式位移传感器探头固定在夹持装置上, 与电脑连接后, 调节探头与振实密度仪相对位置, 并进行对光聚焦, 启动振实密度仪, 振动过程稳定后, 利用位移传感器对振幅进行跟踪测量, 测量后选取全程振幅最大测量值作为本次的计量结果, 即</p> $H=\max \left(h_1, h_2, h_3, \cdots h_i\right) \quad (1)$ <p>其中 <math>H</math> 为计量过程中的最大振幅, <math>h_i</math> 为某一次振动过程的振幅。</p> <p>(3) 振动频次</p> <p>振动频次使用转速表测量时, 测量范围: (100~99999) r/min, 精度 0.5 级。</p> <p>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, 用转速表测量, 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 <math>n_1</math>、<math>n_2</math>、<math>n_3</math> (<math>n_j</math> 为仪器测量值), 3 次测量最大偏差按公式 (2) 计算。</p> $k=\max \left\{\left n_i-n_j\right \right\} \quad (i, j \text { 分别为 } 1,2,3, i \neq j) \quad (2)$ <p>其中 <math>k</math> 为最大偏差。</p> <p>(4) 振动次数</p> <p>使用计数器直接测量设定的振动次数即可。</p> |
| 水平            | <div><input type="checkbox"/> 国际先进</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> 国内先进</div>  |
| 国内外情况<br>简要说明 | <p>美国药典 USP36-616 明确规定了振实密度仪的技术要求, BP(英国药典) 和 EP(欧洲药典) 对振实密度仪也有相应说明; 我国国家标准 GB/T 5162-2021 《金属粉末 振实密度的测定》、GB/T21354-2008 《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/T31057.2-2018 《颗粒材料 物理性能测试 2 振实密度的测量》中都有关于振实密度仪的相关要求, 但也存在一些不同, 如量筒分度值、量筒刻度线长度、量筒容量允许误差、密度仪振动频次、密度仪振动次数等还有不同的技术要求。</p> <p>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。而本规范对振实密度的要求不仅限于 GB/T 5162-2021、GB/T31057.2-2018, 而且增加行业重要的标准 GB/T21354-2008、GB/T24533-2019 中对振实密度仪不同标准的量筒容量允差要求和振动次数要求。</p> <p>综上, 本规范适用标准更多, 更加关注影响行业产品测试稳定性的量筒分度值、量筒刻度线长度、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。</p> <p>本规范不涉及知识产权的问题, 或涉及专利的情况。</p>  |

|                |                     |   |                  |                 |                  |
|----------------|---------------------|---|------------------|-----------------|------------------|
| 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。该项目属于超硬材料及制品重点产业链方向，建议立项。 |                  |                 |                  |
| 主要<br>起草<br>单位 | (签字、盖公章)<br><br>月 日 | 技术<br>委员<br>会   | (盖公章)<br><br>月 日 | 部委托<br>支撑<br>单位 | (盖公章)<br><br>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。