国家标准

《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定 第2部分：高温时流速的测定》

编制说明书

（送审稿）

国家标准《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定

第2部分：高温时流速的测定》

编制说明（送审稿）

**一、工作简况**

**1．1 任务来源**

根据国标委《国家标准化管理委员会关于下达2019年第四批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发函[2018]83号）文件要求，国家标准《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定 第2部分：高温时流速的测定》的制定工作由中南大学粉末冶金研究院负责，项目计划编号为：20184708-T-610，项目完成年限为2020年1月。

**1.2 项目概况**

粉末流速，也叫粉末流动性，是指以一定量粉末流过规定孔径的标准漏斗所需要的时间来表示，通常采用的单位为s/50g，其数值愈小说明该粉末的流速愈好，它是粉末的一种工艺性能。它对生产流程的设计十分重要，自动压力机压制复杂零件时，如果粉末流速差，则不能保证自动压制的装粉速率，或容易产生搭桥现象，而使压坯尺寸或密度达不到要求，甚至局部不能成形或开裂，影响产品质量。高温时流速的测定一般主要应用在温压成形工艺上，温压成形工艺是将预热的混合粉末([铁粉](https://baike.baidu.com/item/%E9%93%81%E7%B2%89)、[石墨粉](https://baike.baidu.com/item/%E7%9F%B3%E5%A2%A8%E7%B2%89)、合金元素粉及高温润滑剂)在预热的封闭钢模中进行的加压成形。温压成形预热温度一般在100～150℃。由于压制的温度介于通常的室温和热压温度之间，因而被称之为温压。正确的温压工艺可以将铁基零件的生坯密度由室温压制(600～800MPa)的6．6～6．8g/cm提高到7．25～7．45g/cm，而工艺成本又低于复压、复烧，渗铜，热锻。因此，以ANCORDENSE工艺为代表的温压成形技术被誉为90年代钢铁粉末冶金零件生产工艺的一大突破。温压工艺由于可以用较低的压制压力获得较高的压坯密度和强度，即可以利用现有的压机生产截面较大的部件。同时，压坯密度的提高，可以使原来必须烧结后进行的后加工如钻盲孔和车削螺纹提前在压制后进行。这就大大减轻了粉末压坯后加工的难度，提高了生产效率。温压为高强度铁基零件在汽车、轿车上的应用开辟了新的低成本的工艺路线。因而，这项技术已引起人们的高度重视，正在被不断地完善和改进。粉末温压工艺对所采用的原料钢[铁粉](https://baike.baidu.com/item/%E9%93%81%E7%B2%89)末的要求较严格。一般应使用高压缩性，流速适当的粉末。

对于温压成形工艺来说，高温时粉末流速是很重要的一个性能，目前国内只有常温下流速的测试国标，对于温压成形需要的高温时流速的测定方法还没有相关的国家标准或行业标准，还没有形成统一一致的测定方法，导致高温时流速的测定方法在不同企业或者科研院校不尽相同，测试结果各异，对温压工艺的质量控制造成不利影响，也为供需双方埋下质量异议的隐患，这些都不利于温压工艺产品性能的稳定和提高。

目前国际上已有现行实施的国际标准《ISO 18549-2：2009金属粉末 高温时松装密度和流速的测定 第2部分：高温时流速的测定》，为解决缺失，对它的采标就成必要了。等同采用国际标准，国际国内同步推进，可以确保国家标准的先进性，促进我国检测技术的进步。同时在国内形成统一的测试方法，保证行业从业人员在开发、生产、科研、检测过程中有法可依，填补我国在这一检测方法上的空白。其内容具有很强的先进性及教学指导意义，为粉末冶金和材料专业的教学、学术交流、学科发展产生积极的影响，产生很大的社会效益。

**1.3 承担单位情况**

本单位为国家双一流大学中南大学的二级学院粉末冶金研究院，是我国新材料领域集教学、科研和产业为一体的综合性基地。依托研究院建设有“粉末冶金国家重点实验室”、“轻质高强结构材料国家级重点实验室”及“粉末冶金国家工程研究中心”等3个国家级基地；研究院辖有2个教学系、8个研究所、5个实验（检测）中心。有教职工300余人，其中中国工程院院士3人，中国科学院院士1人，国家“千人计划”入选者4人，国家“长江学者”特聘教授5人、讲座教授4人，国家杰出青年基金获得者4人，博士生导师54人，教授（研究员）51人。

本单位拥有“材料科学与工程”一级学科国家重点学科，“材料科学与工程”一级学科博士点和硕士点，建有材料科学与工程博士后科研流动站。现有各类在校学生1500余人，其中博士后研究人员近50人，博士研究生160余人，硕士研究生400余人。目前，研究院已培养了5000多名各类高级专门人才活跃在高等教育、科学研究、企业管理以及政府部门等社会领域。

本单位建立了系统的从事材料研究的体系，从材料基础理论研究、应用基础研究、工程化研究到材料的性能检测评价，包含了材料基础与相图计算、难熔金属与硬质合金、摩擦减磨材料、粉末高温合金、特种陶瓷材料、轻质合金材料、电工电子材料、炭基复合材料和航空制动系统等研究领域，研究的材料和系统广泛应用于航空、航天、兵器、船舶、电子、核工业等工业部门和相关国民经济建设部门。近年来先后完成了各类国家863计划、973计划、国家自然科学基金、国家科技重大专项、国防军工等国家级科研项目500余项，获国家级和省部级科技奖励60余项，其中国家技术发明（科技进步）一等奖3项（次），拥有发明专利200多项。

　　本单位积极推动产学研一体协调发展，以粉末冶金国家工程研究中心为“孵化器”进行高新技术的产业转化，先后发起组建多家学科性公司，包括1家上市公司—湖南博云新材料股份有限公司，1家与美国HONEYWELL公司组建的合资公司—霍尼韦尔博云航空系统（湖南）有限公司。

本单位是中国材料研究学会理事长、中国有色金属学会副理事长、中国粉末冶金联合会（筹）主席单位，在国际材料界影响日增，先后与美国、俄罗斯、英国、法国、德国、日本、澳大利亚等国家地区的高等学校和科研机构建立了广泛而深入的学术交流与合作关系。

**1.4 参编单位及主要起草人工作情况**

整个标准起草过程中各参编单位给予了大力的支持帮助。由西北有色金属研究院提供TC4合金粉末样品，中南大学提供三种不同规格的还原铁粉样品，西安塞隆金属材料有限责任公司提供不锈钢粉样品，东睦新材料集团股份有限公司提供温压钢铁粉样品，钢铁研究总院提供不锈钢粉样品，由广东省工业分析检测中心、西安欧中材料科技有限公司、中南大学和东睦新材料集团股份有限公司4家单位提供试验数据的验证工作。

标准主要起草人以及分工见下表。

标准主要起草人及分工

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 姓名 | 单位 | 分工 |
| 黄志锋 | 中南大学 | 负责调研、验证、标准起草 |
| 凌继容 | 中南大学 | 负责全过程的标准编制、协调工作 |
| 吴艳华 | 有色金属技术经济研究院 | 负责标准审核、协调工作 |
| 谈 萍 | 西北有色金属研究院 | 参与标准起草，资料收集，提供相关验证 |
| 伍超群 | 广东省工业分析检测中心 | 参与标准起草，资料收集，提供相关验证 |
| 薛 飒 | 西安欧中材料科技有限公司 | 参与标准起草，资料收集，提供相关验证 |
|  | 东睦新材料集团有限公司 | 参与标准起草，资料收集，提供相关验证 |
|  | 西安塞隆金属材料有限责任公司 | 参与标准起草，资料收集，提供相关验证 |
|  | 钢铁研究总院 | 参与标准起草，资料收集，提供相关验证 |
|  | 江苏威拉里新材料科技有限公司 | 参与标准起草，资料收集，提供相关验证 |

**1.5 主要工作过程**

**1.5.1 起草阶段**

中南大学粉末冶金研究院接到《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定 第2部分：高温时流速的测定》标准的制定任务后，立即组织相关技术人员成立了标准编制小组，进行相关资料的查询与收集工作，明确了成员的任务，制订了工作计划和进度安排。对该标准进行了翻译和熟悉，同时收集、分析、研究了国内外相关技术资料，对方法的可行性进行了试验。在此基础上，于2020年6月形成了标准的征求意见稿和编制说明。

**1.5.2 征求意见阶段**

2020年8月12日～14日，全国有色金属标准化技术委员会组织在青岛召开本标准的讨论会，编制组成员广东省工业分析检测中心、西北有色金属研究院、西安欧中材料科技有限公司、西安赛隆金属材料有限责任公司、东睦新材料集团股份有限公司、钢铁研究总院、江苏威拉里新材料科技有限公司，以及参会单位深圳注成科技股份有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、北矿新材料有限公司、湖南屹林材料技术有限公司、清远佳致新材料研究院有限公司、金驰能源材料有限公司、深圳清华大学研究院等33家单位50名代表对标准的征求意见稿和编制说明进行了充分、细致地讨论，提出了修改意见和建议。

2020年7月31日至2020年10月8日，全国有色金属标准化技术委员会将征求意见资料在国家标准化管理委员会的“公共信息服务平台”上挂网，向社会公开征求意见。同时，全国有色金属标准化技术委员会通过工作群、邮件向委员单位征求意见，并将征求意见资料在[www.cnsmq.com](http://www.cnsmq.com)网站上挂网。征求意见的单位包括主要生产、经销、使用、科研、检验等单位及大专院校，征求意见单位广泛且具有代表性，征求意见时间大于2个月。

编制组单位对收集到的意见进行整理，共收到了15条意见，形成了标准征求意见稿意见汇总处理表。标准制定工作组对征求意见稿进行修改，形成标准送审稿。

**二、标准的制定原则、主要内容与论据**

**2.1 标准制定原则及依据**

等同采用《ISO 18549-2：2009 Metallicpowders -Determination of apparent density and flow rate at elevatedtemperatures —Part 2:Determination of flow rate at elevatedtemperatures》，保证标准的适用性和先进性，加快和国际接轨的步伐，提高产品的竞争能力。

**2.2 标准制定的主要内容**

根据《ISO 18549-2：2009 Metallicpowders -Determination of apparent density and flow rate at elevatedtemperatures —Part 2:Determination of flow rate at elevatedtemperatures》翻译等同制定。本标准规定了两种方法，用于测定一定数量的加热粉末混合物通过一个固定孔径的漏斗的时间（流速），这种粉末主要是用于温压的钢铁粉末。方法A使用孔径为2.5mm的漏斗，试样为50g，主要依据GB/T 1482标准方法。该方法只适用于在加热的条件下能自由流动2.5mm孔径的混合粉末。方法B使用孔径为5mm的漏斗，试样为150g。这两种方法的测试温度范围为60℃到180℃。方法提要：称重样品50±0.1g或150±0.1g，将其加热到适当温度后快速倒入孔径为2.5mm或5 mm的漏斗中心，当粉末首先离开孔口时启动秒表，当粉末最后离开孔口时停止秒表。

**2.3 主要试验验证情况**

编制组统计汇总了国内5家金属粉末生产使用单位，按《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定 第2部分：高温时流速的测定》标准要求检测金属粉末高温时流速的检测结果，其中检测使用到的国内外金属粉末流速设备生产厂家5家、设备型号5个，检测金属粉末样品8类。大量的检测数据证明金属粉末流速测定标准的广泛性和适用性，为本标准的修订奠定了坚实的基础。一验各单位检测数据见表1～表4。

表1：广东省工业分析检测中**心**高温时流速试验数据统计表（一验）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 粉末样品和漏斗的测试温度（℃） | 漏斗孔径（mm） | 测量次数 | 流速检测值(单位) | 检测仪器厂家规格型号 | 备注 |
| TC4粉末 | 60 | 2.5 | 1 | 47.67(s/50g) | 1.漏斗及支架：霍尔流速与松装密度计  2.加热装置：烘箱，rt+5℃~300℃，±1℃  3.天平：电子天平，量程620g，±0.01g  4.秒表：电子秒表，0.1S |  |
| 2 | 46.20(s/50g) |
| 3 | 45.05(s/50g) |
| 5 | 1 | 25.27(s/150g) |
| 2 | 25.09(s/150g) |
| 3 | 25.65(s/150g) |
| 100 | 2.5 | 1 | 48.08(s/50g) |
| 2 | 47.75(s/50g) |
| 3 | 47.34(s/50g) |
| 5 | 1 | 25.40(s/150g) |
| 2 | 25.53(s/150g) |
| 3 | 25.43(s/150g) |
| 140 | 2.5 | 1 | 48.67(s/50g) |
| 2 | 48.73(s/50g) |
| 3 | 48.20(s/50g) |
| 5 | 1 | 26.20(s/150g) |
| 2 | 25.56(s/150g) |
| 3 | 25.27(s/150g) |
| 180 | 2.5 | 1 | 50.87(s/50g) |
| 2 | 51.61(s/50g) |
| 3 | 50.23(s/50g) |
| 5 | 1 | 29.55(s/150g) |
| 2 | 29.14(s/150g) |
| 3 | 29.33(s/150g) |
| 还原铁粉-100目 | 60 | 2.5 | 1 | 35.14(s/50g) |
| 2 | 34.99(s/50g) |
| 3 | 34.95(s/50g) |
| 5 | 1 | 21.64(s/150g) |
| 2 | 21.78(s/150g) |
| 3 | 21.45(s/150g) |
| 100 | 2.5 | 1 | 35.52(s/50g) |
| 2 | 35.62(s/50g) |
| 3 | 35.73(s/50g) |
| 5 | 1 | 21.74(s/150g) |
| 2 | 22.05(s/150g) |
| 3 | 21.88(s/150g) |
| 140 | 2.5 | 1 | 36.20(s/50g) |
| 2 | 36.09(s/50g) |
| 3 | 36.16(s/50g) |
| 5 | 1 | 22.68(s/150g) |
| 2 | 23.57(s/150g) |
| 3 | 22.55(s/150g) |
| 180 | 2.5 | 1 | 36.34(s/50g) |
| 2 | 37.60(s/50g) |
| 3 | 36.32(s/50g) |
| 5 | 1 | 23.00(s/150g) |
| 2 | 22.88(s/150g) |
| 3 | 23.75(s/150g) |
| 还原铁粉-200目 | 60 | 2.5 | 1 | 33.14(s/50g) |
| 2 | 32.76(s/50g) |
| 3 | 32.79(s/50g) |
| 5 | 1 | 21.51(s/150g) |
| 2 | 22.32(s/150g) |
| 3 | 22.28(s/150g) |
| 100 | 2.5 | 1 | 35.84(s/50g) |
| 2 | 34.98(s/50g) |
| 3 | 34.62(s/50g) |
| 5 | 1 | 24.05(s/150g) |
| 2 | 24.13(s/150g) |
| 3 | 23.98(s/150g) |
| 140 | 2.5 | 1 | 36.08(s/50g) |
| 2 | 35.89(s/50g) |
| 3 | 36.07(s/50g) |
| 5 | 1 | 25.39(s/150g) |
| 2 | 24.92(s/150g) |
| 3 | 24.27(s/150g) |
| 180 | 2.5 | 1 | 37.33(s/50g) |
| 2 | 37.58(s/50g) |
| 3 | 37.25(s/50g) |
| 5 | 1 | 24.79(s/150g) |
| 2 | 24.24(s/150g) |
| 3 | 24.10(s/150g) |
| 还原铁粉-300目 | 60 | 2.5 | 1 | / |  | 不流动 |
| 2 | / |
| 3 | / |
| 5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 3 | / |
| 100 | 2.5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 3 | / |
| 5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 3 | / |
| 140 | 2.5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 3 | / |
| 5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 3 | / |
| 180 | 2.5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 3 | / |
| 5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 3 | / |
| 试验现象：  1、使用烘箱作为加热装置，试验过程在烘箱中完成，试验器具及粉末加热时间约30分钟，开启烘箱门操作时温度略有下降，高温时下降较多。  2、由于开烘箱门温度会下降，每次操作后继续加热约10分钟后再进行下次操作。还原铁粉在累计加热约3小时左右出现轻微变色，可能发生了氧化。  3、200目还原铁粉在180℃下试验时有轻微流动不畅的现象，300目铁粉在所有试验温度下均流动不畅。  4、200目和300目还原铁粉加热后有轻微粘附烧杯壁的现象，300目铁粉有少量结块现象。 | | | | | | |

表2：西安欧中材料科技有限公司高温时流速试验数据统计表（一验）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 漏斗孔径（mm） | 粉末样品和漏斗的测试温度（℃） | 测量次数 | 流速检测值（s/50g） | 检测仪器厂家规格型号 | 备注 |
| TC4粉末 | 2.5 | 60 | 1 | 43.57 | HYL-102 | 设备有改动 |
| 2 | 43.97 |
| 100 | 1 | 42.81 |
| 2 | 42.47 |
| 140 | 1 | 44.10 |
| 2 | 43.86 |
| 180 | 1 | 44.13 |
| 2 | 43.97 |
| 还原铁粉粉-100目 | 2.5 | 60 | 1 | 32.03 |
| 2 | 32.00 |
| 100 | 1 | 32.10 |
| 2 | 32.03 |
| 140 | 1 | 32.15 |
| 2 | 32.14 |
| 180 | 1 | 32.16 |
| 2 | 32.06 |
| 还原铁粉粉-200目 | 2.5 | 60 | 1 | 31.91 | HYL-102 | 设备有改动 |
| 2 | 31.66 |
| 100 | 1 | 32.04 |
| 2 | 32.10 |
| 140 | 1 | 32.02 |
| 2 | 32.16 |
| 180 | 1 | 29.26 |
| 2 | 29.31 |
| 还原铁粉粉-300目 | 2.5 | 60 | 1 | / |
| 2 | / |
| 100 | 1 | / |
| 2 | / |
| 140 | 1 | / |
| 2 | / |
| 180 | 1 | / |
| 2 | / |

表3：中南大学高温时流速试验数据统计表（一验）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 粉末样品和漏斗的测试温度（℃） | 漏斗孔径（mm） | 测量次数 | 流速检测值（单位） | 检测仪器厂家规格型号 | 备注 |
| TC4粉末 | 60 | 2.5 | 1 | 43.00（s/50g） | 北钢院  FL4-1型粉末松装密度测定仪 | 设备按标准要求增配高温控制部分 |
| 2 | 43.58（s/50g） |
| 5 | 1 | 24.20（s/150g） |
| 2 | 24.38（s/150g） |
| 100 | 2.5 | 1 | 42.35（s/50g） |
| 2 | 42.98（s/50g） |
| 5 | 1 | 24.68（s/150g） |
| 2 | 24.64（s/150g） |
| 140 | 2.5 | 1 | 46.72（s/50g） |
| 2 | 46.50（s/50g） |
| 5 | 1 | 25.50（s/150g） |
| 2 | 26.06（s/150g） |
| 180 | 2.5 | 1 | 50.21（s/50g） |
| 2 | 50.48（s/50g） |
| 5 | 1 | 28.28（s/150g） |
| 2 | 28.42（s/150g） |
| 还原铁粉 | 60 | 2.5 | 1 | 31.81（s/50g） |
| 2 | 31.60（s/50g） |
| 5 | 1 | 20.00（s/150g） |
| 2 | 20.22（s/150g） |
| 100 | 2.5 | 1 | 32.11（s/50g） |
| 2 | 31.56（s/50g） |
| 5 | 1 | 20.80（s/150g） |
| 2 | 20.88（s/150g） |
| 140 | 2.5 | 1 | 32.96（s/50g） |
| 2 | 32.63（s/50g） |
| 5 | 1 | 21.01（s/150g） |
| 2 | 21.61（s/150g） |
| 180 | 2.5 | 1 | 34.06（s/50g） |
| 2 | 33.58（s/50g） |
| 5 | 1 | 22.90（s/150g） |
| 2 | 23.00（s/150g） |
| 还原铁粉-200目 | 60 | 2.5 | 1 | 29.98（s/50g） |
| 2 | 30.15（s/50g） |
| 5 | 1 | 20.55（s/150g） |
| 2 | 20.99（s/150g） |
| 100 | 2.5 | 1 | 30.09（s/50g） |
| 2 | 29.53（s/50g） |
| 5 | 1 | 21.50（s/150g） |
| 2 | 20.48（s/150g） |
| 140 | 2.5 | 1 | 30.32（s/50g） |
| 2 | 30.98（s/50g） |
| 5 | 1 | 21.00（s/150g） |
| 2 | 21.18（s/150g） |
| 180 | 2.5 | 1 | 32.43（s/50g） |
| 2 | 32.68（s/50g） |
| 5 | 1 | 22.36（s/150g） |
| 2 | 22.76（s/150g） |
| 还原铁粉-300目 | 60 | 2.5 | 1 | / |  | 不合适此方法 |
| 2 | / |
| 5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 100 | 2.5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 140 | 2.5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 180 | 2.5 | 1 | / |
| 2 | / |
| 5 | 1 | / |
| 2 | / |

表4 ：各验证单位高温时流速试验数据对比表（一验）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 漏斗孔径（mm） | 粉末样品和漏斗  温度（℃） | 广东省工业分析检测中心流速测试平均值（s/50g） | 西安欧中材料科技有限公司流速测试平均值（s/50g） | 中南大学  流速测试平均值(s/50g） |
| TC4粉末 | 2.5 | 60 | 46.31 | 43.77 | 43.29 |
| 100 | 47.72 | 42.64 | 42.67 |
| 140 | 48.53 | 43.98 | 46.61 |
| 180 | 50.90 | 44.05 | 50.35 |
| 还原铁粉-100目 | 2.5 | 60 | 35.03 | 32.02 | 31.71 |
| 100 | 35.62 | 32.07 | 31.84 |
| 140 | 36.15 | 32.15 | 32.80 |
| 180 | 36.75 | 32.11 | 33.82 |
| 还原铁粉-200目 | 2.5 | 60 | 32.90 | 31.79 | 30.07 |
| 100 | 35.15 | 32.07 | 29.81 |
| 140 | 36.01 | 32.09 | 30.65 |
| 180 | 37.39 | 29.29 | 32.56 |
| 还原铁粉-300目 | 2.5 | 60 | / | / | / |
| 100 | / | / | / |
| 140 | / | / | / |
| 180 | / | / | / |
| TC4粉末 | 5 | 60 | 25.34 | / | 24.29 |
| 100 | 25.45 | / | 24.66 |
| 140 | 25.68 | / | 25.78 |
| 180 | 29.34 | / | 28.35 |
| 还原铁粉-100目 | 5 | 60 | 21.62 | / | 20.11 |
| 100 | 21.89 | / | 20.84 |
| 140 | 22.93 | / | 21.31 |
| 180 | 23.21 | / | 22.95 |
| 还原铁粉-200目 | 5 | 60 | 22.04 | / | 20.77 |
| 100 | 24.05 | / | 20.99 |
| 140 | 24.86 | / | 21.09 |
| 180 | 24.38 | / | 22.56 |
| 还原铁粉-300目 | 5 | 60 | / | / | / |
| 100 | / | / | / |
| 140 | / | / | / |
| 180 | / | / | / |

根据讨论会的要求，编制组会后分别由西安塞隆金属材料有限责任公司提供不锈钢粉样品，东睦新材料集团股份有限公司提供温压钢铁粉样品，钢铁研究总院提供不锈钢粉样品，分发给4家单位按本标准要求开展标准制定的二验工作，二验检测结果见表5～表9。检测结果显示，中南大学、西安塞隆不锈钢粉末、北钢院不锈钢粉、东睦温压粉三家单位检测的结果基本一致，二验检测结果表明，虽然各单位检测仪器的厂家和型号不完全相同，但按《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定 第2部分：高温时流速的测定》标准要求检测粉末的流速基本一致，进一步证明本标准具有广泛的适用性和可操作性。

表5：西安欧中材料科技有限公司高温时流速试验数据统计表（二验）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 漏斗孔径（mm） | 粉末样品和漏斗的测试温度（℃） | 测量次数 | 流速检测值（s/50g） | 检测仪器厂家规格型号 | 备注 |
| 塞隆不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 1 | 17.45 | HYL-102 | 设备有改动 |
| 2 | 17.25 |
| 120 | 1 | 16.98 |
| 2 | 16.60 |
| 150 | 1 | 17.23 |
| 2 | 16.57 |
| 5.0 | 80 | 1 | 11.22 |
| 2 | 11.18 |
| 120 | 1 | 11.11 |
| 2 | 11.04 |
| 150 | 1 | 10.89 |
| 2 | 11.07 |
| 北钢院不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 1 | 15.18 |
| 2 | 15.25 |
| 120 | 1 | 14.69 |
| 2 | 14.88 |
| 150 | 1 | 15.63 |
| 2 | 14.88 |
| 东睦温压粉 | 2.5 | 80 | 1 | 23.10 |
| 2 | 22.22 |
| 120 | 1 | 25.78 |
| 2 | 25.00 |
| 150 | 1 | / |
| 2 | / |

表6：中南大学高温时流速试验数据统计表（二验）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 漏斗孔径（mm） | 粉末样品和漏斗的测试温度（℃） | 测量次数 | 流速检测值（s/50g） | 检测仪器厂家规格型号 | 备注 |
| 塞隆不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 1 | 17.55 | 北钢院  FL4-1型粉末松装密度测定仪 | 设备按标准要求增配高温控制部分 |
| 2 | 17.75 |
| 120 | 1 | 16.52 |
| 2 | 16.68 |
| 150 | 1 | 16.57 |
| 2 | 16.39 |
| 5.0 | 80 | 1 | 11.05 |
| 2 | 11.01 |
| 120 | 1 | 10.97 |
| 2 | 11.05 |
| 150 | 1 | 10.90 |
| 2 | 10.90 |
| 北钢院不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 1 | 15.00 |
| 2 | 14.94 |
| 120 | 1 | 14.47 |
| 2 | 14.87 |
| 150 | 1 | 15.78 |
| 2 | 15.50 |
| 东睦温压粉 | 2.5 | 80 | 1 | 22.50 |
| 2 | 22.54 |
| 120 | 1 | 25.11 |
| 2 | 25.33 |
| 150 | 1 | / |
| 2 | / |

表7：广东省工业分析检测中心高温时流速试验数据统计表（二验）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 漏斗孔径（mm） | 粉末样品和漏斗的测试温度（℃） | 测量次数 | 流速检测值（s/50g） | 检测仪器厂家规格型号 | 备注 |
| 塞隆不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 1 | 17.85 |  |  |
| 2 | 17.88 |
| 120 | 1 | 17.70 |
| 2 | 17.67 |
| 150 | 1 | 17.48 |
| 2 | 17.55 |
| 5.0 | 80 | 1 | 10.39 |
| 2 | 10.47 |
| 120 | 1 | 10.63 |
| 2 | 10.55 |
| 150 | 1 | 10.57 |
| 2 | 10.65 |
| 北钢院不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 1 | 16.63 |
| 2 | 16.42 |
| 120 | 1 | 16.51 |
| 2 | 16.57 |
| 150 | 1 | 16.60 |
| 2 | 16.77 |
| 东睦温压粉 | 2.5 | 80 | 1 | 25.90 |
| 2 | 26.61 |
| 120 | 1 | 27.17 |
| 2 | 26.80 |
| 150 | 1 | / |
| 2 | / |

表7：东睦新材料股份有限公司高温时流速试验数据统计表（二验）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 漏斗孔径（mm） | 粉末样品和漏斗的测试温度（℃） | 测量次数 | 流速检测值（s/50g） | 检测仪器厂家规格型号 | 备注 |
| 塞隆不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 1 | 14 |  |  |
| 2 | 14 |
| 120 | 1 | 13 |
| 2 | 13 |
| 150 | 1 | 13 |
| 2 | 13 |
| 5.0 | 80 | 1 | / |  | 没有5.0孔径漏斗 |
| 2 | / |
| 120 | 1 | / |
| 2 | / |
| 150 | 1 | / |
| 2 | / |
| 北钢院不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 1 | 16 |  |  |
| 2 | 16 |
| 120 | 1 | 17 |
| 2 | 17 |
| 150 | 1 | 14 |
| 2 | 14 |
| 东睦温压粉 | 2.5 | 80 | 1 | 25 |
| 2 | 25 |
| 120 | 1 | 29 |
| 2 | 29 |
| 150 | 1 | / |
| 2 | / |

表9：二验各验证单位高温时流速试验数据对比表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 粉末名称 | 漏斗孔径（mm） | 粉末样品和漏斗  温度（℃） | 广东省工业分析检测中心流速测试平均值（s/50g） | 西安欧中材料科技有限公司流速测试平均值（s/50g） | 中南大学  流速测试平均值(s/50g） | 东睦新材料  流速测试平均值(s/50g） |
| 塞隆不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 17.87 | 17.35 | 17.65 | 14 |
| 120 | 17.69 | 16.79 | 16.60 | 13 |
| 150 | 17.52 | 16.90 | 16.48 | 13 |
| 5.0 | 80 | 10.43 | 11.20 | 11.03 | / |
| 120 | 10.59 | 11.08 | 11.01 | / |
| 150 | 10.61 | 10.98 | 10.90 | / |
| 北钢院不锈钢粉 | 2.5 | 80 | 16.53 | 15.22 | 14.97 | 16 |
| 120 | 16.54 | 14.79 | 14.67 | 17 |
| 150 | 16.69 | 15.26 | 15.64 | 14 |
| 东睦温压粉 | 2.5 | 80 | 25.76 | 22.66 | 22.52 | 25 |
| 120 | 26.99 | 25.39 | 25.22 | 29 |
| 150 | / | / | / | / |

在本标准规定的60℃至180℃的范围要求内，一验和二验分别选择了60℃、80℃、100℃、120℃、140℃、150℃和180℃共7点温度点，共计4家单位对8种不同粉末进行了验证，验证表明了《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定 第2部分：高温时流速的测定》国家标准的制定，使标准更加满足各单位的要求，将为科研、试验、生产、应用、贸易等方面提供最基本的技术标准依据，在该标准的基础之上促使试验、产品与国际接轨。

**三、标准水平**

**3.1 采用国际标准及国外先进标准的程度**

本标准等同采用《ISO 18549-2：2009 Metallicpowders -Determination of apparent density and flow rate at elevatedtemperatures —Part 2:Determination of flow rate at elevatedtemperatures》。

**3.2 与国际标准及国外同类标准水平的对比**

本标准达到了国际先进水平。

**3.3 与现有标准及修订中的标准协调配套情况**

本标准与现有标准及修订中的标准协调配套。

**3.4 涉及国内外专利及处置情况**

经查，本标准没有涉及国内外专利。

**四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系**

与有关的现行法律、法规和强制性国家标准具有一致性，没有冲突。

**五、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**六、标准作为强制性或推荐性国家标准的建议**

本标准建议作为推荐性国家标准。

**七、贯彻国家标准的要求和措施建议**

无。

**八、废止现行有关标准的建议**

无。

**九、其他应予以说明的事项**

无。

**十、预期效果**

《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定 第2部分：高温时流速的测定》国家标准的制定，使标准更加满足各单位的要求，将为科研、试验、生产、应用、贸易等方面提供最基本的技术标准依据，在该标准的基础之上促使试验、产品与国际接轨。

《金属粉末 高温时松装密度和流速的测定

第2部分：高温时流速的测定》标准编制组

2020年10月8日