**《热导管铜粉》**

**行业标准编制说明**

1. **任务来源**

根据工信厅科函[2016]241号及《工业和信息化部办公厅关于印发2016年第四批行业标准制修定计划的通知》，其中安徽经信委《2016年第四批行业标准项目计划表》序号第378项（项目计划为2016-1955T-AH），《热导管铜粉》行业标准由安徽鑫佳铜业有限公司、安徽国家铜铅锌及制品质量监督检验中心、安徽工业大学共同起草，完成年限2018年，提出单位为原材料司、安徽经信委，归口单位为全国有色金属标准化技术委员会。

本标准的起草人如下：

胡柏明：标准执笔人，资料的收集、整理、汇总验证。

郭殿月：标准主要技术指标的数据的收集、整理、汇总。

曹克龙：标准主要技术指标的数据的验证。

赵 亮：标准主要技术指标的数据的验证

樊友奇：标准主要技术指标的数据的验证。

姚永林：标准主要技术指标的数据的验证。

王季林：标准资料的收集、汇总。

1. **工作简况**
2. **立项目的和意义**

导热性是铜及铜合金最重要的特质之一，这种特质决定了铜材料在导热领域具有广泛的应用。其中热导管铜粉由于其结构特殊，作为热导管的三大主材料之一，广泛应用于航空航天、消费电子和工业领域。

热导元器件作为手机、电子领域和新能源汽车散热模组等的核心元件，近年来发展迅速，目前，全球热导市场增长的主要拉动因素就是航空航天、消费电子和工业领域需求的增长。2016年，全球热导管市值达到22.98亿美元，预计从2017年起以4.12%的年复合增长率持续增长。

从地理区域来看，热导管市场可以划分为北美、欧洲、亚太地区、中东、非洲和拉丁美洲，2016年亚太地区占据最大的市场份额，这主要得益于亚太领域的工业领域和消费电子领域的发展。据市场调研机构Qyresearch统计数据显示，截止2016年年底亚太地区热导管市场规模在9.71亿美元左右。而中国的发展有目共睹，相应领域的发展带动了热导管产业的巨大需求。过去几年热导管进入中国市场的生产企业越来越多，如山东熵恒传热、深圳诺威科技和AVC, Harbin DawnHappy等，不少中国企业的产品销往欧美发达国家。

热导元件的主要生产商一直在创新生产，以满足日益多样化和个性化的需求。未来五年，热导管产品仍将以更先进的技术，更广泛的应用领域而服务于社会的高速发展，行业竞争也更趋于激烈。未来热导管生产企业的核心竞争力仍然是技术，打破高端产品的行业垄断地位或者在特定应用领域占据市场将是领先该行业的重中之重。

热导元件的生产主要由三大部分组成，包含外壳、吸液芯、液体。热导铜粉是吸液芯的主要构成部分，约占整个热导元件总重量的1/2。其结构示意图如下图：



我国热导管铜粉最广泛应用的是松装密度1.6~2.3g/cm³水雾化铜粉。50~150目约占75%，其余的约占25%。但目前国内外尚无相应标准可以参照，认为符合其使用要求即可，导致各生产厂家的此类产品质量不一，容易引起市场上同类产品的质量混乱。由于此类产品是消费电子类产品必备元器件，其涉及到安全、环保的要求相对比较苛刻，同时其发展潜力较大，所以有必要形成一个统一的标准。根据国内热导管铜粉的生产使用情况，现在各公司供应的热导管铜粉成分基本一致，性能都能达到使用要求，因此形成一个统一的标准也是完全可行的，本标准主要针对的是在电子消费领域的热导管使用的热导铜粉的技术要求及其规范。

1. **申报单位简况**

安徽鑫佳铜业有限公司（以下简称鑫佳铜业）是一家集金属粉末新材料研发、制造、以及铜锭加工、销售的新科技公司，公司成立于2009年7月14日，注册资金1200万元，坐落于安徽省铜陵市枞阳县老洲镇兴湾工业区，占地总面积约50亩。现公司已通过ISO9001质量管理体系、ISO14001环境体系、ISO18001健康体系、SGS体系认证，已拥有三个商标权，连续多年被省国家税务局和地方税务局评为纳税A级单位。

科学技术是第一生产力。鑫佳铜业十分重视人才队伍的建设，不断壮大专业人员队伍，有较健全的人才激励机制，通过各种有效途径和方式，不断提高专业技能人员的业务能力和水平。同时，鑫佳铜业也非常重视对广大员工的职业职能培训，不断提高广大员工的职业素质和专业技能，这样，鑫佳铜业已形成一支由各类专业技术人员组成的人才队伍，在技术改造、技术创新和新产品开发等项工作方面积极发挥作用，不断取得丰硕的成果，显著的提升了鑫佳铜业的核心竞争力，推动了鑫佳铜业的持续发展。

鑫佳铜业技术中心长期以来始终重视技术创新工作，以企业技术中心为创新平台和载体，与安徽工业大学等开展产学研合作，在采用新工艺、新技术及新产品等方面开展了多个创新项目的研究，取得多项重要成果。近年来，鑫佳铜业在品牌建设、技术创新方面取得了突出成绩。同时获多项省、市、区标准化战略项目资助资金和奖励。

目前公司正在进行扩产计划，其年产10000吨高性能有色金属粉体项目将打造为数字化、智能化生产车间，并拥有循环经济建设等多项先进成果。

近年来，鑫佳铜业作为主要单位积极参与4项行业标准制定的起草工作。

1. **主要工作过程**
	1. **项目分工**

经鑫佳铜业有限公司立项申请、全国有色金属标准化技术委员会批准，《热导管铜粉》行业标准主要起草单位为鑫佳铜业有限公司，参与起草单位为安徽工业大学。

标准制订计划任务正式下达后，公司成立了标准编制组，并落实起草任务，确定标准的主要起草人，拟定该标准的工作计划。具体分工为：安徽鑫佳铜业有限公司负责市场和同行业信息收集、资料汇总及执笔；安徽工业大学负责补充市场信息和标准数据的验证。各单位分工明确，紧密合作，进行了全面的市场调研、资料查询，收集了产品测试、用户使用方面的相关技术数据，比较全面和准确地了解导热铜粉领域的需求及其技术要求，为本标准的制定提供了依据。本标准在制定过程中，与用户进行了多次沟通，以此来保证本标准的数据采集和各项技术指标的验证以及标准文本的编制任务的顺利完成。

* 1. **主要起草过程**

热导铜粉作为热管主要原材料之一，国内外都广泛使用。经过标准编制组及有关人员的共同讨论和研究，并通过对国内外现状及发展趋势的分析，结合国内的实际情况，在YS/T 499-2015《雾化铜粉》的基础上，结合欧盟ROSH指令，编制小组于2017年10月上旬起草完成了该标准讨论稿。

2017年11月24日，全国有色金属标准化技术委员会组织在安徽铜陵召开《热导管铜粉》等5项有色金属行业标准讨论会。铜陵有色、中铝洛铜、中科铜都等19家单位及相关25名专家参与了此次讨论会，安徽鑫佳铜业有限公司和铜陵市宏安太阳能科技有限公司主要起草人员参加了该次会议，与会专家对该标准的《讨论稿》进行了认真、热烈的讨论，对产品规格范围、产品化学牌号等提出了宝贵意见和建议。2017年12月～3月上旬，编制小组根据铜陵工作会议要求，起草单位在此基础上对标准进行了认真修改，并对标准涉及的各相关企业进行广泛调研和数据统计，结合企业的生产实际技术指标和检验数据形成了本标准的《征求意见稿》。2018年2月标准起草单位下发各有关单位广泛征求意见，编制小组根据各单位的回函意见对标准进行修改完善，并对各项性能指标进行了检测数据对比，3月20日修改完善了形成了标准《预审稿》，2018年5月在成都进行预审会议，会议期间，相关同行进一步对标准内容提出宝贵意见，其中修改了保质期，去掉颗粒形貌检测，形成现在的审定稿，具体意见汇总见。

1. **编制原则、主要技术指标确定依据**

在查阅相关资料时，我们发现国内外没有关于《热导管铜粉》的相关标准，于是我们加大力度回访客户，征求客户的意见和要求，并参照[YS/T 499-2015《雾化铜粉](http://www.baidu.com/link?url=l129oVNtpB3QgB1AvPA6VfCgrhTl43aLlpKXlMIRAccC3I8Cvz4s9Up84_51FZ_tqtKxTfwLOEQ3HRrjpH_ozK" \t "_blank)》进行了该标准的制定。

在确定产品规格、牌号时，因为国内外尚无此类标准可参考，我们主要依据不同种类的热导管对产品的使用要求，以及客户对产品性能的需要，在参照YS/T 499-2015的基础上，经过反复试验、论证，最后确定了热导管铜粉的各个牌号以及材料中各个成分的含量。因为该产品对粉末粒度分布、松装密度、流动性、孔隙率等都有一定要求。不同的热导管主要对粒径分布控制严格，故主要分类以粒度分布进行分类，同时松装密度、流动性、孔隙率作为工艺指标进行控制，以满足市场的需求。

在确定产品的各项性能指标时，同样充分考虑了客户的实际需求，因为标准的性质是指导生产，规范市场，在符合国情的前提下，提高技术水平。产品性能主要包括粒度分布、松装密度、流动性、孔隙率在内的4项性能参数。

根据用户的不同需求选择，使本标准有了广泛的使用基础，生产厂家可根据用户不同要求生产不同产品，本标准可以规范生产。本标准中各项性能的确定，主要基于用户要求和现有生产企业主要产品性能。以YS/T 499-2015为参照，在此基础上，我们查阅了大量相关资料，进行了多次相关试验，以试验数据为基础，起草的标准更实用、科学，与国际接轨，使我国的热导管铜粉适应国内外厂商的不同需求。

1. **确定标准主要内容的论据**

**5.1标准题目与适用范围**

**5.1.1本标准立项名称为“热导管铜粉”，英文名称“Copper powder used in heat pipes”。**

**5.1.2规定了本标准适用范围：**

本标准规定了热导管铜粉的要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及合同内容。

本标准适用于水雾化工艺制备的热导管用铜粉。

**5.2 要求**

**5.2.1产品分类**

产品分类是以铜粉粒度分布、松装密度、流动性、孔隙率进行规定，同时规定了产品标记方法。相关情况分别说明如下：

（1）近年来随着技术的不断进步，行业标准YS/T 499-2015雾化铜粉已难于满足目前市场对热导管铜粉产品的物理性能需求，本标准规定的热导管铜粉物理性能更符合市场和行业发展的需求，适用范围更广、实用性更强。

（2）通过大量调研，国内目前在热导产品的实际生产中，根据粉末命名规则主要包含： FSWCuⅠ、FSWCuⅡ、FSWCuⅢ四个牌号。如图1所示

图1牌号典型示例

（3）产品标记方法：按照GB/T 1.1-2009的规定，产品标记按产品名称、标准编号、牌号、规格的顺序表示，标准中给出了热导管铜粉的典型标记示例。

**5.3.2化学成分**

热导管铜粉的化学成分应符合YB/T 499中雾化铜粉的化学成分的规定。对3个牌号产品，各抽取10个样品进行化学分析，具体测试数据见表1。

表1 产品化学元素测试数据

|  |  |
| --- | --- |
| 　 | 化学成分(质量分数)/% |
| 样品 | Cu | Fe | Zn | As | Sb | Bi | Ni | Sn | P | S | C | 氢损 | 硝酸 不溶物 | 总和 |
| FSWCuⅠ样品1 | 99.7 | 0.008 | 0.001 | 0.008 | 0.001 | 0.005 | — | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.007 | 0.310 | 0.007 | 0.353 |
| FSWCuⅠ样品2 | 99.85 | 0.009 | 0.002 | 0.001 | 0.005 | 0.004 | — | 0.001 | 0.010 | 0.003 | 0.004 | 0.287 | 0.002 | 0.326 |
| FSWCuⅠ样品3 | 99.91 | 0.002 | 0.006 | 0.004 | 0.007 | 0.009 | — | 0.006 | 0.009 | 0.010 | 0.001 | 0.200 | 0.004 | 0.258 |
| FSWCuⅠ样品4 | 99.72 | 0.003 | 0.007 | 0.006 | — | 0.009 | 0.001 | 0.004 | 0.009 | — | 0.002 | 0.037 | 0.003 | 0.081 |
| FSWCuⅠ样品5 | 99.95 | 0.008 | 0.006 | 0.009 | 0.005 | 0.007 | — | 0.002 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | 0.017 | 0.006 | 0.076 |
| FSWCuⅠ样品6 | 99.88 | 0.009 | 0.002 | 0.003 | 0.008 | 0.001 | — | 0.008 | 0.003 | 0.004 | 0.001 | 0.160 | 0.006 | 0.204 |
| FSWCuⅠ样品7 | 99.76 | 0.009 | 0.005 | 0.006 | 0.008 | 0.002 | 0.001 | 0.007 | 0.001 | 0.005 | 0.005 | 0.023 | 0.010 | 0.081 |
| FSWCuⅠ样品8 | 99.68 | 0.010 | 0.008 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.197 | 0.004 | 0.241 |
| FSWCuⅠ样品9 | 99.9 | 0.010 | 0.002 | 0.006 | 0.003 | 0.007 | — | 0.006 | 0.002 | 0.007 | 0.002 | 0.283 | 0.009 | 0.338 |
| FSWCuⅠ样品10 | 99.81 | 0.009 | 0.003 | 0.004 | 0.007 | 0.003 | — | 0.004 | 0.003 | 0.008 | 0.007 | 0.263 | 0.007 | 0.317 |
| FSWCuⅡ样品1 | 99.76 | 0.004 | 0.003 | 0.006 | 0.009 | 0.008 | 0.001 | 0.003 | 0.005 | 0.005 | 0.002 | 0.060 | 0.009 | 0.114 |
| FSWCuⅡ样品2 | 99.79 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | — | 0.002 | 0.001 | 0.001 | — | 0.002 | — | 0.183 | 0.007 | 0.212 |
| FSWCuⅡ样品3 | 99.7 | 0.005 | 0.001 | 0.004 | 0.007 | 0.005 | 0.001 | — | 0.002 | 0.006 | 0.006 | 0.310 | 0.002 | 0.348 |
| FSWCuⅡ样品4 | 99.68 | 0.010 | 0.007 | 0.007 | 0.009 | 0.001 | — | 0.007 | 0.004 | 0.006 | 0.004 | 0.273 | 0.005 | 0.332 |
| FSWCuⅡ样品5 | 99.92 | 0.010 | 0.004 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.001 | 0.007 | 0.005 | 0.009 | 0.002 | 0.083 | 0.003 | 0.144 |
| FSWCuⅡ样品6 | 99.67 | 0.003 | 0.003 | 0.006 | 0.007 | 0.006 | — | 0.009 | 0.006 | 0.006 | 0.008 | 0.167 | 0.008 | 0.228 |
| FSWCuⅡ样品7 | 99.85 | 0.003 | 0.004 | 0.001 | 0.007 | 0.006 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.007 | 0.009 | 0.153 | 0.010 | 0.205 |
| FSWCuⅡ样品8 | 99.91 | 0.003 | 0.007 | 0.001 | 0.001 | 0.009 | 0.001 | 0.008 | 0.004 | 0.009 | 0.004 | 0.060 | 0.006 | 0.112 |
| FSWCuⅡ样品9 | 99.79 | 0.007 | 0.008 | 0.008 | — | 0.009 | — | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.006 | 0.323 | 0.002 | 0.369 |
| FSWCuⅡ样品10 | 99.72 | 0.001 | 0.002 | 0.006 | 0.007 | 0.005 | — | 0.005 | 0.002 | 0.007 | 0.002 | 0.063 | 0.001 | 0.102 |
| FSWCuⅢ样品1 | 99.78 | 0.009 | 0.005 | 0.008 | 0.004 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | — | 0.001 | 0.004 | 0.177 | 0.008 | 0.219 |
| FSWCuⅢ样品2 | 99.94 | 0.002 | — | 0.010 | 0.003 | 0.008 | 0.001 | 0.003 | 0.008 | — | 0.001 | 0.197 | 0.009 | 0.242 |
| FSWCuⅢ样品3 | 99.76 | 0.010 | 0.001 | 0.001 | 0.007 | 0.003 | — | 0.003 | 0.002 | 0.005 | 0.005 | 0.043 | 0.003 | 0.082 |
| FSWCuⅢ样品4 | 99.76 | 0.003 | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.007 | 0.001 | 0.007 | 0.005 | 0.010 | 0.009 | 0.297 | 0.009 | 0.359 |
| FSWCuⅢ样品5 | 99.79 | 0.007 | 0.006 | 0.009 | 0.004 | 0.001 | — | 0.010 | 0.005 | 0.009 | 0.002 | 0.063 | 0.004 | 0.120 |
| FSWCuⅢ样品6 | 99.78 | 0.008 | 0.002 | 0.006 | 0.002 | 0.005 | — | 0.010 | 0.008 | 0.002 | — | 0.330 | 0.009 | 0.381 |
| FSWCuⅢ样品7 | 99.75 | 0.003 | 0.005 | 0.007 | 0.006 | 0.009 | 0.001 | 0.005 | 0.003 | 0.008 | 0.003 | 0.140 | 0.006 | 0.195 |
| FSWCuⅢ样品8 | 99.86 | 0.002 | 0.005 | 0.009 | 0.003 | 0.003 | 0.001 | 0.003 | 0.007 | 0.010 | 0.004 | 0.143 | 0.003 | 0.191 |
| FSWCuⅢ样品9 | 99.8 | 0.006 | 0.003 | 0.006 | 0.002 | 0.007 | — | 0.005 | 0.005 | 0.009 | 0.008 | 0.057 | 0.007 | 0.114 |
| FSWCuⅢ样品10 | 99.89 | 0.004 | 0.004 | 0.007 | 0.005 | 0.008 | 0.001 | 0.004 | 0.002 | — | 0.004 | 0.023 | 0.008 | 0.070 |

注：—为未检出

 从表1 可见，产品测试数据满足YS/T 499-2015化学成分的要求。

**5.3.3 物理性能**

（1）物理指标采用《[GB/T 1480-2012 金属粉末干筛分法测定粒度](http://www.so.com/link?m=aY1yBA897RwNkc11cCNVUHB9fa0NczyJ2OJsLedtzivDrnpAgwgP1wMJifIpErp2%2FrHCmPwHzu%2FduhsjdMGemLjK37%2BI2D5lqX9lE6HcHDFLOtmax" \t "_blank)》、《[GB/T 1479.1-2011 金属粉末松装密度的测定第1部分:漏斗法](http://www.so.com/link?m=abWyo%2BxsEOnHM6IKXICrIzyOo2Uf%2Bx0CBIH%2FoInyniOF66puoVskwajG7c4Jp4dDDANKzFCVFadE%2BBKL4GaHWTavgYBgMAX4Z4LnJKUoRknXR8JEuiaO7Wa4bvnMnegND9njgRg%3D%3D" \t "_blank)》、《GB/T 1482-2010 金属粉末流动性的测定标准漏斗法(霍尔流速计)》以及《GB/T5163-2006 烧结金属材料(不包括硬质合金)可渗性烧结金属材料 密度、含油率和开孔率的测定》，结果见表2.统计结果见表3。

表2 热导管铜粉物理指标实验数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品名称及编号 | 粒度组成(%) | 松装密度(g/cm³) | 流动性(s/50g) | 开孔率(%) |
| ＞250μm(60目） | 250μm～104μm（60目~150目） | 104μm～75μm（150目~200目） | 75μm～45μm（200目~325目） | ＜45μm（325目） |
| FSWCuⅠ样品1 | 1.1 | 92.1 | 6.8 | — | — | 1.85 | 48 | 55 |
| FSWCuⅠ样品2 | 0.9 | 91 | 8.1 | — | — | 1.89 | 45 | 57 |
| FSWCuⅠ样品3 | 0.5 | 92.3 | 7.2 | — | — | 1.97 | 49 | 62 |
| FSWCuⅠ样品4 | 0.8 | 93.4 | 5.8 | — | — | 1.95 | 51 | 58 |
| FSWCuⅠ样品5 | 0.7 | 91.5 | 7.8 | — | — | 1.99 | 43 | 61 |
| FSWCuⅠ样品6 | 1.4 | 91.4 | 7.2 | — | — | 2.06 | 44 | 60 |
| FSWCuⅠ样品7 | 1.6 | 91.5 | 6.9 | — | — | 2.11 | 46 | 57 |
| FSWCuⅠ样品8 | 1.1 | 93.1 | 5.8 | — | — | 2.05 | 42 | 59 |
| FSWCuⅠ样品9 | 1.4 | 90 | 8.6 | — | — | 2.03 | 44 | 61 |
| FSWCuⅠ样品10 | 1.2 | 90.9 | 7.9 | — | — | 2.11 | 45 | 56 |
| FSWCuⅡ样品1 | — | 2.1 | 89.3 | 8.6 | — | 2.32 | 42 | 48 |
| FSWCuⅡ样品2 | — | 2.4 | 87.8 | 9.8 | — | 2.45 | 43 | 44 |
| FSWCuⅡ样品3 | — | 1.6 | 89.8 | 8.6 | — | 2.26 | 46 | 46 |
| FSWCuⅡ样品4 | — | 1.6 | 90.5 | 7.9 | — | 2.47 | 43 | 42 |
| FSWCuⅡ样品5 | — | 1.8 | 90.3 | 7.9 | — | 2.43 | 42 | 41 |
| FSWCuⅡ样品6 | — | 1.4 | 90.3 | 8.3 | — | 2.34 | 48 | 46 |
| FSWCuⅡ样品7 | — | 1.6 | 90 | 8.4 | — | 2.41 | 41 | 41 |
| FSWCuⅡ样品8 | — | 1.5 | 91 | 7.5 | — | 2.25 | 47 | 47 |
| FSWCuⅡ样品9 | — | 1.8 | 90 | 8.2 | — | 2.27 | 48 | 48 |
| FSWCuⅡ样品10 | — | 1.6 | 89.7 | 8.7 | — | 2.36 | 44 | 42 |
| FSWCuⅢ样品1 | — | — | 3.7 | 81.1 | 15.2 | 2.51 | 38 | 38 |
| FSWCuⅢ样品2 | — | — | 3.4 | 81.9 | 14.7 | 2.55 | 36 | 36 |
| FSWCuⅢ样品3 | — | — | 4.5 | 78.1 | 17.4 | 2.58 | 37 | 34 |
| FSWCuⅢ样品4 | — | — | 4.6 | 79.1 | 16.3 | 2.62 | 35 | 36 |
| FSWCuⅢ样品5 | — | — | 4.3 | 80.4 | 15.3 | 2.59 | 36 | 35 |
| FSWCuⅢ样品6 | — | — | 4.2 | 77.6 | 18.2 | 2.64 | 38 | 31 |
| FSWCuⅢ样品7 | — | — | 3.8 | 79.8 | 16.4 | 2.57 | 34 | 33 |
| FSWCuⅢ样品8 | — | — | 3.7 | 82.1 | 14.2 | 2.58 | 33 | 32 |
| FSWCuⅢ样品9 | — | — | 4.1 | 77.6 | 18.3 | 2.53 | 37 | 34 |
| FSWCuⅢ样品10 | — | — | 4.3 | 79 | 16.7 | 2.51 | 39 | 38 |

表3 样品统计表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品名称 | 统计 | 粒度组成(%) | 松装密度(g/cm³) | 流动性(s/50g) | 开孔率(%) |
| ＞250μm(60目） | 250μm～104μm（60目~150目） | 104μm～75μm（150目~200目） | 75μm～45μm（200目~325目） | ＜45μm（325目） |
| FSWCuⅠ | 最大值 | 1.6 | 93.4 | 8.6 | — | — | 2.11 | 51 | 62 |
| 最小值 | 0.5 | 90 | 5.8 | — | — | 1.85 | 42 | 55 |
| 标准差 | 0.35 | 1.03 | 0.93 | — | — | 0.09 | 2.83 | 2.37 |
| FSWCuⅡ | 最大值 | — | 2.40 | 91.00 | 9.80 | — | 2.47 | 48 | 48 |
| 最小值 | — | 1.40 | 87.80 | 7.50 | — | 2.25 | 41 | 41 |
| 标准差 | — | 0.30 | 0.86 | 0.62 | — | 0.08 | 2.63 | 2.84 |
| FSWCuⅢ | 最大值 | — | — | 4.60 | 82.10 | 18.30 | 2.64 | 39.00 | 38.00 |
| 最小值 | — | — | 3.40 | 77.60 | 14.20 | 2.51 | 33.00 | 31.00 |
| 标准差 | — | — | 0.39 | 1.68 | 1.42 | 0.04 | 1.89 | 2.36 |

依据试验数据制定相应的产品物理性能见表4。

表4 热导管铜粉物理性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 粒径组成（质量分数）/% | 松装密度g/cm3 | 流动性s/50g | 孔隙率% |
| ＞250μm(60目） | 250μm～104μm（60目~150目） | 104μm～75μm（150目~200目） | 75μm～45μm（200目~325目） | ＜45μm（325目） |
| FSWCuⅠ | ≤ 2 | ≥90 | ≤ 8 | — |  | ＜2.2 | ≤ 55 | ≥55% |
| FSWCuⅡ | — | ≤3 | ≥87 | ≤10 |  | ＜2.6 | ≤ 50 | ≥40% |
| FSWCuⅢ | — | — | ≤5 | ≥75 | ≤20 | ＜2.7 | ≤40 | ≥30% |

（2）欧盟为消除电机电子等产品中的六项物质：铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯及多溴联苯醚，于2006年7月1日起正式执行电子电机设备中危害物质禁用指令(Restriction of Hazardous Substances, 简称RoHS，见表8)，根据市场的需求和战略发展的需要，让产品顺利进入欧盟市场，同时也为提高国内消费者的环保意识、减少电子电器产品对环境的污染，作为原材料供应商，对这六种有害物质必须进行严格控制，故本标准根据用户的要求对相应４种元素也分别作了规定，RoHS测试数据见表5。

表5 热导管铜粉杂质分析数据

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 产品名称 | 批号 | Pb（%） |
| FSWCuⅠ | F06015016101502 | 0.0016 |
| FSWCuⅠ | F06015016111201 | 0.0014 |
| FSWCuⅠ | F06015017011603 | 0.0020 |
| FSWCuⅠ | F06015017021101 | 0.0015 |
| FSWCuⅠ | F06015017031703 | 0.0013 |
| FSWCuⅠ | F06015017040702 | 0.0011 |
| FSWCuⅠ | F06015017050903 | 0.0014 |
| FSWCuⅠ | F06015017060501 | 0.0016 |
| FSWCuⅠ | F06015017080703 | 0.0017 |
| FSWCuⅠ | F06015017090802 | 0.0017 |
| FSWCuⅡ | F15020016091102 | 0.0019 |
| FSWCuⅡ | F15020016111303 | 0.0025 |
| FSWCuⅡ | F15020016121503 | 0.0018 |
| FSWCuⅡ | F15020017011002 | 0.0017 |
| FSWCuⅡ | F15020017021201 | 0.0015 |
| FSWCuⅡ | F15020017031702 | 0.0018 |
| FSWCuⅡ | F15020017041202 | 0.0029 |
| FSWCuⅡ | F15020017051103 | 0.0023 |
| FSWCuⅡ | F15020017061402 | 0.0015 |
| FSWCuⅡ | F15020017071701 | 0.0018 |
| FSWCuⅢ | F20032016101702 | 0.0019 |
| FSWCuⅢ | F20032017011001 | 0.0015 |
| FSWCuⅢ | F20032017021003 | 0.0017 |
| FSWCuⅢ | F20032017031102 | 0.0015 |
| FSWCuⅢ | F20032017041602 | 0.0014 |
| FSWCuⅢ | F20032017061801 | 0.0013 |
| FSWCuⅢ | F20032017071102 | 0.0018 |
| FSWCuⅢ | F20032017081302 | 0.0024 |
| FSWCuⅢ | F20032017091403 | 0.0016 |
| FSWCuⅢ | F20032017101901 | 0.0018 |
| 备注：由于Cd、Hg、Cr的含量已低于分析仪器的检测限，故未作分析。 |

根据顾客多年的使用情况，形成了本标准60~150目、150目~200、200目~325目热导管铜粉的各项理化指标的要求，如：化学成分、粒度、松密、流速、开孔率等，在多年的企业生产过程和用户使用过程中得到了验证，其部分产品的分析数据见表6。

表6 热导管铜粉部分产品分析数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品名称 | 批号 | 粒度组成 | 松装密度(g/cm³) | 流动性(s/50g) | 开孔率(%) |
| ＞250μm(60目） | 250μm～104μm（60目~150目） | 104μm～75μm（150目~200目） | 75μm～45μm（200目~325目） | ＜45μm（325目） |
| FSWCuⅠ | F06015016101502 | 1.6 | 90.9 | 7.2 | — | — | 1.85 | 48 | 56 |
| FSWCuⅠ | F06015016111201 | 1.1 | 92.1 | 6.8 | — | — | 1.89 | 45 | 53 |
| FSWCuⅠ | F06015017011603 | 0.9 | 91 | 8.1 | — | — | 1.97 | 49 | 61 |
| FSWCuⅠ | F06015017021101 | 0.5 | 92.3 | 7.2 | — | — | 1.95 | 51 | 62 |
| FSWCuⅠ | F06015017031703 | 0.8 | 93.4 | 5.8 | — | — | 1.99 | 43 | 58 |
| FSWCuⅠ | F06015017040702 | 0.7 | 91.5 | 7.8 | — | — | 2.06 | 44 | 54 |
| FSWCuⅠ | F06015017050903 | 1.4 | 91.4 | 7.2 | — | — | 2.11 | 46 | 53 |
| FSWCuⅠ | F06015017060501 | 1.6 | 91.5 | 6.9 | — | — | 2.05 | 42 | 57 |
| FSWCuⅠ | F06015017080703 | 1.1 | 93.1 | 5.8 | — | — | 2.03 | 44 | 58 |
| FSWCuⅠ | F06015017090802 | 1.4 | 90 | 8.6 | — | — | 2.11 | 45 | 54 |
| FSWCuⅡ | F15020016091102 | — | 1.8 | 89.4 | 8.8 | — | 2.41 | 43 | 47 |
| FSWCuⅡ | F15020016111303 | — | 0.6 | 91.6 | 7.8 | — | 2.44 | 45 | 45 |
| FSWCuⅡ | F15020016121503 | — | 1.5 | 89.9 | 8.6 | — | 2.35 | 41 | 46 |
| FSWCuⅡ | F15020017011002 | — | 1.9 | 89.8 | 8.3 | — | 2.37 | 39 | 49 |
| FSWCuⅡ | F15020017021201 | — | 1.4 | 90.6 | 8 | — | 2.41 | 43 | 43 |
| FSWCuⅡ | F15020017031702 | — | 1.7 | 89.8 | 8.5 | — | 2.43 | 45 | 45 |
| FSWCuⅡ | F15020017041202 | — | 1.4 | 89.2 | 9.4 | — | 2.36 | 47 | 48 |
| FSWCuⅡ | F15020017051103 | — | 1.3 | 90.5 | 8.2 | — | 2.28 | 48 | 45 |
| FSWCuⅡ | F15020017061402 | — | 1.8 | 89.9 | 8.3 | — | 2.3 | 40 | 44 |
| FSWCuⅡ | F15020017071701 | — | 1.8 | 88.5 | 9.7 | — | 2.41 | 47 | 46 |
| FSWCuⅢ | F20032016101702 | — | — | 3.6 | 83.2 | 13.2 | 2.53 | 36 | 37 |
| FSWCuⅢ | F20032017011001 | — | — | 3.3 | 82 | 14.7 | 2.51 | 35 | 35 |
| FSWCuⅢ | F20032017021003 | — | — | 4.7 | 77.9 | 17.4 | 2.6 | 33 | 38 |
| FSWCuⅢ | F20032017031102 | — | — | 4.2 | 81.5 | 14.3 | 2.56 | 38 | 33 |
| FSWCuⅢ | F20032017041602 | — | — | 3.5 | 84.2 | 12.3 | 2.61 | 39 | 30 |
| FSWCuⅢ | F20032017061801 | — | — | 4.1 | 84.7 | 11.2 | 2.54 | 32 | 32 |
| FSWCuⅢ | F20032017071102 | — | — | 2.8 | 81.8 | 15.4 | 2.51 | 34 | 33 |
| FSWCuⅢ | F20032017081302 | — | — | 3.6 | 82.2 | 14.2 | 2.59 | 33 | 34 |
| FSWCuⅢ | F20032017091403 | — | — | 4.5 | 81.2 | 14.3 | 2.53 | 36 | 36 |
| FSWCuⅢ | F20032017101901 | — | — | 3.3 | 79 | 17.7 | 2.51 | 31 | 34 |

**6 标准水平分析**

从各项技术指标分析看，本标准对热导管铜粉的各项性能指标及要求进行了详细、明确的规定，能更好的对产品进行规范，满足产品的适用性，促进热导管行业的发展。本标准的整体内容达到国内先进水平。

**7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准等效采用了RoHS指令。RoHS指令见表7。

表7 RoHS指令

|  |  |
| --- | --- |
| 检测物质 | ROHS Limint(ppm) |
| Cadmium(Cd)镉 | 100 |
| Lead(Pb)铅 | 1000 |
| Mercury(Hg)汞 | 1000 |
| Hexavalent chromium[Cr(Ⅵ)]六价铬 | 1000 |
| Polybrominated Biphenyl(PBBs)多溴联苯 | 1000 |
|  Polybrominated diphenylether(PBDEs)多溴二苯醚 | 1000 |

**8 重大分歧意见的处理经过和依据**

无

**9 标准作为强制性或推荐性标准的建议**

本标准建议作为推荐性行业标准

**10 贯彻标准的要求和措施建议**

本标准是以我国热导管铜粉的实际生产现状为基础，结合国内、外订货合同及技术标准要求而进行制定。标准全面覆盖了热导管铜粉产品的技术要求，建议相关生产及使用单位组织专项标准宣传贯彻会进行系统学习。本标准发布后，各企业应积极宣传和贯彻，并按照本标准进行组织生产，以保证产品质量，满足国内、外市场及用户的需要。

**11 废止现行有关标准的建议**

无

**12 预期效果**

本标准在国内生产企业及国内外用户需求的基础上，参照国内外相关产品标准规范制定，技术指标先进，具有普遍性、广泛性、适用性、科学性和先进性。本标准发布后，将更好的规范我国热导管铜粉产品的性能和技术要求，提高产品在国内、外市场上的竞争力，给生产企业带来更大的经济效益。