《粘结剂喷射铸型用硅砂》

团体标准编制说明

（征求意见稿）

1、任务来源、工作简要过程，主要参加单位和工作组成员等

1) 任务来源

本项目是依据中国铸造协会“关于中国铸造协会标准工作委员会相关团体标准制修订的批复”的[2021] 03号文件，项目编号为（T/CFA 2021009），项目名称为“ 粘结剂喷射铸型用硅砂”，本项目是制定项目。主要起草单位：共享智能铸造产业创新中心有限公司，计划完成时间为2021年。

2）工作简要过程

起草(草案、调研)阶段：计划下达后，2020 年 06 月 01 由共享智能铸造产业创新中心有限公司牵头成立了标准编制工作组，负责主要起草工作。明确了标准的主要技术内容、进度安排及有关要求，并成立标准起草工作组，收集相关试验数据与材料，初步形成标准草案。2021 年 1 月 11 日，获得中国铸造协会批准，正式立项。

2021 年 1 月~ 2021 年 4 月，工作组对国内外 粘结剂喷射铸型用硅砂现状与发展情况进行全面调研，同时广泛搜集相关标准和国内外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，并结合实际应用经验，进行全面总结和归纳，在此基础上编制出《 粘结剂喷射铸型用硅砂》标准草案初稿。经工作组及有关专家研讨后，对标准草案初稿进行了认真的修改，于2021年5月形成了标准征求意见稿及其编制说明，报中铸协标准工作委员会秘书处。

2021年7月21日在北京组织初评审，建议将题目修改为“粘结剂喷射铸型用硅砂”，同时征求砂分会的专家意见，建议将硅砂的原砂和再生砂整合成一项标准。

3）主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准由共享智能铸造产业创新中心有限公司、安徽东阳矿业科技有限公司、宁夏瑞远石油压裂支撑剂有限公司、共享装备股份有限公司负责起草。

主要成员: XX。

所做的工作: XX。

2、标准化对象简要情况及制修订标准的原则

1）标准化对象简要情况

3D 打印是新兴产业，原辅材料质量良莠不齐，暂无行业相关标准，影响着 3D 打印行业的健康发展。目前 3D 打印技术与铸造相结合即缩短了铸造生产流程，又提高了铸件质量，提升了生产效率。粘结剂喷射主要用于铸造砂型的直接打印成形，传统铸造中的模具制造、造型、制芯、合型 4 个工序全部由 3D 打印一个工序代替。粘结剂喷射技术正在颠覆着传统铸造行业生产工序，原砂年需求量已超过1.5万吨，且以每年20%以上增幅逐渐增加，已初步形成规模化应用，其原辅材料厂家和供应品类亦在逐步增加中，原辅材料生产商缺乏相关标准及技术指导，导致产品质量参差不齐，买卖双方无可参照标准交易。同时，加入化学粘结剂的型砂可以通过不同再生方式得到符合粘结剂喷射铸型用砂的要求，而粘结剂喷射再生硅砂技术要求国内没有统一规定。

本标准的制定可以规范粘结剂喷射铸型用硅砂的制造、使用及验收，同时可实现节约资源、降低生产成本的效果。填补了粘结剂喷射铸型用硅砂的标准空白，为推广粘结剂喷射铸型用硅砂奠定了基础。

2）制修订标准的原则

（1）制修订标准的依据

本标准在起草过程中主要按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》的要求编写。在确定本标准主要技术指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，力图做到经济、社会效益最大化，工艺技术先进化和合理化。

（2）制修订标准的原则

本标准在制定过程中，遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则，注重标准修订与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，本着先进性、科学性、合理性和可操作性以及标准的目标、统一性、协调性、适用性、一致性和规范性的原则来进行本标准的制定工作。

3、与国际、国外对比情况

本标准没有采用国际和国外标准。国外无相关标准。国内有1项国家标准：GB∕T 9442—2010《铸造用硅砂》，该标准只适用传统铸造生产中造型、制芯用硅砂。规定了铸造用硅砂的术语和定义、分级和牌号、技术要求、试验方法、检验规则，以及包装、标志、运输和储存等要求。对于 粘结剂喷射铸型用硅砂无标准。

4、标准主要内容

1）标准适用范围

本标准规定了粘结剂喷射铸型用硅砂的术语和定义、分级及牌号、技术要求、试验方法、检验规则以及包装、标志、运输和贮存。

本标准适用于利用 粘结剂喷射技术生产的铸型用硅砂的生产、使用和验收。

2）标准内容

本标准分为 7 个组成部分，主要内容如下：

1 范围；

2 规范性引用文件；

3 术语和定义；

4 技术要求；

4.1 硅砂中二氧化硅的确定。二氧化硅含量越低，耐火度越低，浇铸后铸件粘砂严重，按表 1 二氧化硅的含量分两个等级，确定 粘结剂喷射适用。

表1 硅砂按二氧化硅含量分级

|  |  |
| --- | --- |
| 分级代号 | 最小二氧化硅含量（质量分数/%） |
| 98 | 98 |
| 96 | 96 |

4.2 粒度的确定：粒度大小与层厚需匹配，不同的粒度规格，铺粉层厚不同，粒度粗，铺砂层厚大，粒度细铺粉层厚小。50目~100 目的硅砂适用表面粗糙度  Ra≥50 的机床类、压缩机类、机架类等铸件；70目~140目的硅砂适用表面粗糙度  Ra 25~ Ra 50 的缸头类、汽车发动机类、汽车水套类、涡轮（壳）类、液压阀体类等铸件；100 目~200目的硅砂，适用表面粗糙度 Ra 12.5~ Ra 25 的缸盖类、管路类等砂型。

表2 硅砂按粒度组成分级

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 分级 | AFS | 粒度规格  （目） | 各目数所占质量百分比% | | | | | | | | | | | |
| 6 | 12 | 20 | 30 | 40 | 50 | 70 | 100 | 140 | 200 | 270 | ≥200 |
| 原砂 | 55 | 50-60 | 50-100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-1 | 5-15 | 50-60 | 30-40 | 0-5 | 0 | 0 | 0 |
| 70 | 65-75 | 70-140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-1 | 25-35 | 50-60 | 10-20 | 0-3 | 0-0.2 | ≤3.0 |
| 105 | 100-115 | 100-200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0～1 | 5-15 | 50-60 | 25-35 | 0-2 | ≤37 |
| 再生砂 | 55 | 50-60 | 50-100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-1 | 0-10 | 45-65 | 25-45 | 0-3 | 0 | 0 | 0 |
| 70 | 65-75 | 70-140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-1 | 15-30 | 50-60 | 25-45 | 0-3 | 0-0.5 | ≤3.5 |
| 105 | 100-115 | 100-200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0-1 | 0-10 | 45-65 | 25-45 | 0-3 | ≤48 |

4.3 含泥量的确定：含泥量太高固化剂耗量增大，影响砂子与固化剂的粘附力，应严格控制。应按表 3 控制。

4.4 酸耗值的确定：酸耗值高低影响 3D 打印液料加入量，影响固化剂加入量和型砂硬化情况，应进行合理控制。

4.5 灼减量的确定：灼减量增加，发气量随之增加，应按表 3 控制。

4.6 含水量的确定：含水量越高影响 3D 打印硬化速度，直接影响清砂时间，最终也会影响型砂强度。应按表 3 控制。

4.7 松装密度的确定：确定砂型的密度，保证尺寸、体积及强度不受影响，应按表 3 控制。

4.8 角形因数、流动性及休止角的确定：影响砂子流动性，铺粉的顺畅性，以及决定铺粉口的大小，应按表 3 控制。

含泥量、酸耗值、灼减量、含水量、流动性、角形因数及休止角等指标波动范围宽，对 粘结剂喷射影响较大，为了达到检验、试验结果的一致性，将 粘结剂喷射用硅砂指标定在一定范围内，见表 3。

表3 各参数要求

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数 | 类别 | 含泥量（%） | 酸耗值  （ml） | 灼减量（%） | 含水量（%） | 松装密度kg/cm3 | 流动性 | 角形 因数 | 休止角（°） |
| 指标要求 | 原砂 | ≤0.2 | ≤5 | ≤0.3 | ≤0.2 | ≥1.35 | 20s/50g-40s/50g | ≤1.45 | ＜32 |
| 再生砂 | ≤5.0 | ≤0.1 |

参照行业标准的相关指标，并结合 粘结剂喷射现场的使用要求及产品实际所达到的技术指标，确定以上参数。

5 试验方法；

规定硅砂技术要求中各项目的测定方法。

6 检验规则；

规定了实验取样要求等。

7 包装、标志、运输和贮存：规定了包装、标示等要求。

5、主要试验（或验证）结果的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效果等

5.1实验室对比几家供应商的原砂成分，二氧化硅含量越高使用效果越好，Al2O3、K2O和Na2O结果差异大，检测结果见表4，应用结果见表5。

表4 实验室检测结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供应商 | SiO2（%） | K2O+Na2O（%） | Fe2O3（%） | CaO+MgO（%） | Al2O3（%） |
| 供应商1 | 98 | 0.211 | 0.327 | 0.016 | 0.376 |
| 供应商2 | 92.16 | 2.04 | 0.417 | 0.315 | 3.130 |
| 供应商3 | 96.1 | 0.958 | 0.213 | 0.0457 | 1.609 |
| 供应商4 | 99.2 | 0.289 | 0.0453 | 0.0862 | 0.227 |
| 供应商5 | 94.30 | 1.036 | 0.15 | 0.117 | 4.397 |
| 供应商6 | 93.57 | 2.396 | 0.326 | 0.05 | 5.024 |
| 供应商7 | 92.8 | 2.582 | 0.219 | 0.206 | 4.266 |

5.2 通过分析下表可知，砂子分为不同类型不同规格，每一种砂子打印参数均不同，不同的砂子需要对应不同的打印参数和选择不同的固化剂类型等，二氧化硅含量、酸耗值、角形因数等对砂型打印均会产生影响。

表5 3D打印机打印技术参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 砂子种类 | SiO2含量（%） | 砂子规格 | 酸耗值 | 角形因数 | 打印层厚(mm) | X分辨率 | 铺砂器速度（m/s) | 振幅 | 混砂时间S | 打印温度 | 固化剂总酸度 | 固化剂量（%） | 下砂口间隙mm | 铺砂器角度(°) | 硬化时间min | 砂型表面质量 | 砂型强度 | 推痕 | 过程异  常状况 |
| 1 | 98.7 | 40-70目 | 4.8 | ＜1.63 | 0.56 | 0.06 | 300 | 3800 | 60 | 26 | 20 | 0.22 | 3 | 0.3 | 5 | 显著台阶纹路 | 易分层 | 无 | 无 |
| 2 | 99.1 | 50-100目 | 2.8 | ＜1.63 | 0.4 | 0.1 | 320 | 4200 | 50 | 23 | 20 | 0.24 | 4 | 0.4 | 4 | 良好 | 良好 | 无 | 无 |
| 3 | 93.24 | 50-100目 | 7.5 | ＜1.63 | 0.4 | 0.1 | 320 | 4600 | 50 | 25 | 25 | 0.28 | 4.5 | 0.4 | 50 | 良好 | 良好 | 轻微 | 推砂 |
| 4 | 98.9 | 70-140目 | 3.9 | ＜1.63 | 0.34 | 0.1 | 320 | 4200 | 55 | 23 | 20 | 0.24 | 5 | 0.5 | 4 | 良好 | 良好 | 无 | 无 |
| 5 | 98.7 | 70-140目 | 4.5 | ＞1.63 | 0.34 | 0.1 | 300 | 5000 | 55 | 23 | 25 | 0.18 | 8 | 0.6 | 6 | 明显缺陷 | 低 | 轻微 | 漏铺 |
| 6 | 99.2 | 100-200目 | 5 | ＜1.63 | 0.28 | 0.1 | 320 | 4400 | 60 | 23 | 20 | 0.28 | 6 | 0.6 | 4 | 良好 | 良好 | 无 | 无 |
| 7 | 96.5 | 40-70目 | 3.7 | ＜1.30 | 0.54 | 0.06 | 340 | 3800 | 55 | 24 | 25 | 0.34 | 3.5 | 0.1 | 15 | 显著台阶纹路 | 易分层 | 无 | 无 |
| 8 | 97.8 | 50-100目 | 4 | ＜1.30 | 0.44 | 0.08 | 340 | 4000 | 55 | 25 | 25 | 0.3 | 4 | 0.2 | 10 | 良好 | 良好 | 无 | 无 |
| 9 | 94.2 | 50-100目 | 3.5 | ＜1.30 | 0.44 | 0.08 | 340 | 4000 | 55 | 25 | 25 | 0.3 | 4 | 0.2 | 60 | 良好 | 低 | 严重 | 推砂 |
| 10 | 96.7 | 70-140目 | 5 | ＞1.30 | 0.38 | 0.09 | 340 | 4000 | 55 | 25 | 25 | 0.32 | 5 | 0.2 | 10 | 明显缺陷 | 良好 | 无 | 漏铺 |
| 11 | 98.8 | 100-200目 | 4.5 | ＜1.30 | 0.28 | 0.09 | 340 | 4000 | 55 | 25 | 25 | 0.34 | 6 | 0.3 | 10 | 良好 | 良好 | 无 | 无 |
| 12 | 98.8 | 100-200目 | 7.5 | ＜1.30 | 0.28 | 0.09 | 340 | 4200 | 55 | 25 | 25 | 0.34 | 6 | 0.3 | 10 | 良好 | 低 | 严重 | 推砂 |

5.3 含泥量的确定：含泥量太高固化剂耗量增大，影响砂子与固化剂的粘附力，应严格控制。应按表3控制。

5.4 灼减量的确定：随着再生次数增加，灼减量可能增加，发气量随之增加，应按表3控制。

5.5 含水量的确定：含水量越高影响粘结剂喷射硬化速度，直接影响清砂时间，最终也会影响型砂强度。应按表3控制。

5.6 松装密度的确定：确定砂型的密度，保证尺寸、体积及强度不受影响，应按表3控制。

含泥量、酸耗值、灼减量、含水量、流动性、角形因数及休止角等指标波动范围宽，对粘结剂喷射影响较大，为了达到检验、试验结果的一致性，将粘结剂喷射用硅砂指标定在一定范围内，见表3。

5.7 电导率的测定：见表4.

表4 某供应商的硅砂电导率测量数据

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 委托编号 | 加热电导率μs/cm | 不加热电导率μs/cm |
| 20210303019 | 72.2（24.1℃） | 53.5（24.1℃） |
| 20210303020 | 64.6（24.6℃） | 50.1（23.9℃） |
| 20210303023 | 65.6（24.4℃） | 47.4（24。0℃） |

参照行业标准的相关指标，并结合粘结剂喷射现场的使用要求及产品实际所达到的技术指标，确定以上参数。

6、与有关的现行的方针、政策、法律、法规和强制性标准的关系

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。根据《中华人民共和国标准化法》的要求，本标准科学、合理、先进、适用，有利于提高生产企业的技术水平和经济效益，有利于保护消费者的利益，有利于保护环境，有利于合理利用国家资源，推广科学技术成果，有利于促进对外经济技术合作和对外贸易，并符合技术上先进，经济上合理的要求，具有合法性、实用性、规范性、协调性。

7、对征求意见及重大分歧意见的处理经过和依据

无。

8、标准水平建议，预期的社会经济效果

1）标准水平建议

建议本标准的性质为团体标准，在铸造行业内推广使用。

2）预期的经济、社会效果

此标准的制定，使 粘结剂喷射铸型用硅砂的质量控制和质量监督有标准可依，有利于企业与企业之间在产品质量管理方面的协调统一。为铸件生产企业对型砂的质量检验和 粘结剂喷射铸型用硅砂选用提供技术依据。为规范行业行为，客观准确地评价 粘结剂喷射铸型用硅砂的指标优劣，保证检验和使用的准确性和稳定性。

本标准的实施，对促进 粘结剂喷射铸造材料产业的技术进步、产品的升级起到积极作用。截止2020年底，粘结剂喷射砂型行业市场规模达到10亿元以上，硅砂作为此行业的主要原材料，此标准将为 粘结剂喷射铸型用硅砂的生产企业实现标准化、规模化、高质量生产提供有力的技术支撑和市场交易提供准则。对于保证我国铸件的生产质量，促进铸件生产技术进步，改进铸件生产的环境污染和降低铸件的生产成本，都会起到重要的作用。

9、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容），根据国家经济、技术政策需要和该标准涉及的产品的技术改造难度等因素提出标准的实施日期的建议

首先应在实施前保证文本的充足供应，让本标准的相关方及时得到文本；发布后、实施前建议将本标准的相关信息在媒体上广为宣传；建议对标准的相关方有针对性的进行培训；实施的过渡期宜定为6个月；建议质量检查监督部门加强对该标准的执行情况进行监测。

10、废止有关标准的建议

无。

11、标准涉及专利情况说明（包括1、专利发布日期、专利编号、专利权人；2、专利处置情况；3、专利使用许可申明和披露申明。）

本标准不涉及专利问题。

12、重要内容的解释和其它应予说明的事项。

无。

《粘结剂喷射铸型用硅砂》团体标准编制工作组

2021年09月03日