

# 团 体 标 准

T/CFA XXXX – 202X

## 熔模铸造用复晶砂、粉

Fujing sand/flour for investment casting

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国铸造协会 发布



目 次

前言..... II

引言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语与定义..... 1

4 代号..... 2

5 技术要求..... 2

6 试验方法..... 3

7 检验规则..... 4

8 标志、包装、运输与贮存..... 4

附录 A（资料性）复晶砂、粉的使用方法和注意事项..... 6

图 1 熔模铸造用复晶砂、粉的代号表示方法..... 2

表 1 复晶砂、粉的化学成分..... 2

表 2 复晶砂、粉的物理性能..... 2

表 3 复晶砂、粉的颗粒圆度要求..... 3

表 4 复晶砂的粒度组成..... 3

表 5 复晶粉的粒度组成..... 3

表 6 复晶粉的粒度分布要求..... 3

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国铸造协会精铸分会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

## 引 言

熔模铸造是高精尖、结构复杂铸件重要的、不可替代的成型工艺。型壳的质量直接决定了铸件的质量；然而，型壳的关键原材料之一锆英砂粉长期依赖进口。在国际贸易冲突的当下，供应链“卡堵”风险日益增强。

复晶砂粉是针对熔模铸造行业面层砂粉使用需求，研发的新品类耐火材料。复晶砂粉属于硅铝系合成耐火材料。硅铝系耐火材料国内原料丰富，合成加工成本低，供应链有保障。复晶砂粉的推广应用，给熔模铸造膜壳关键的面层耐火材料带来了更多的选择，降低了膜壳成本。

复晶砂粉已经推出了近十年，随着不断的改善提高，已经被众多厂商作为首选面层耐火材料。近两年，越来越多的耐火材料厂商推出复晶砂粉产品，造成产品质量参差不齐，给用户带来很大的困惑。因此，制定行业标准，保证产品质量，成为行业的迫切需求。

复晶砂粉膜壳的耐火度，高温强度，抗氧化性，抗干裂性能优于锆英砂粉；烧结性能，溃散性，粘砂倾向不如锆英砂粉。最大的优势就是国内原料丰富，制造成本低且稳定。

在确定本文件主要技术指标时，综合考虑了生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济效益和社会效益。推动复晶砂粉标准化，使用户用好产品，有利于实现“三高、三低”即高的生产效率、高的膜壳质量、高的经济效益，低的生产成本、低的能耗、低的污染。有利于铸造企业实现“优质、高效、低耗、环保”的绿色铸造生产。



# 熔模铸造用复晶砂、粉

## 1 范围

本文件规定了熔模铸造用复晶砂、粉的术语与定义、代号、技术要求、检验方法、检验规则，以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于熔模铸造用复晶砂、粉的生产制造和验收。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2997 致密定型耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率试验方法

GB/T 2999 耐火材料 颗粒体积密度试验方法

GB/T 3007 耐火材料 含水量试验方法

GB/T 6900 硅铝系耐火材料化学分析方法

GB/T 7322 耐火材料 耐火度试验方法

GB/T 17617 耐火原料抽样检验规则

GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法

GB/T 20316.1 普通磨料 堆积密度的测定 第1部分：粗磨粒

GB/T 21114 耐火材料 X 射线荧光光谱化学分析 熔铸玻璃法

GB/T 21649.1 粒度分析 图形分析法 第1部分：静态图像分析法

GB/T 22459.5 耐火泥浆 第五部分：粒度分布（筛分析）实验方法

GB/T 23769 无机化工产品 水溶液中 pH 值测定通用方法

GB/T 30904 无机化工产品 晶型结构分析 X 射线衍射法

## 3 术语与定义

GB/T 5611界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**熔模铸造用复晶砂、粉** *fujing sand/flour for investment casting*

熔模铸造用复晶砂、粉是用氧化铝粉，和优选石英粉（纯度 $\geq 99.9\%$ ），经高温电弧炉熔炼、冷却后，形成刚玉相和莫来石相的合成晶体，称为复晶砂粉；再经破碎、挑选、磨粉、筛分、磁选而成砂、粉的一种新型的、高档的面层耐火材料。

4 代号

熔模铸造用复晶砂、粉的代号为：

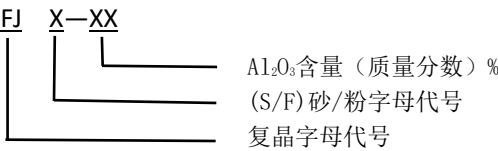


图 1 熔模铸造用复晶砂、粉的代号表示方式

示例： FJF-80 复晶粉，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量 80 % 。

示例： FJS-80 复晶砂，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量 80 % 。

5 技术要求

5.1 化学成分

熔模铸造用复晶砂、粉的化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 复晶砂、粉的化学成分

牌号	化学成分（质量百分数 %）							
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	CaO	烧失量	杂质总量
FJ(S/F)-80	>79	<21	<0.1	<0.03	<0.45	<0.08	<0.05	<0.8
FJ(S/F)-85	>84	<16	<0.1	<0.03	<0.45	<0.08	<0.05	<0.8
FJ(S/F)-90	>89	<9	<0.1	<0.03	<0.45	<0.08	<0.1	<0.8

5.2 物理性能

熔模铸造用复晶砂、粉的物理性能应符合表 2 的规定。

表 2 复晶砂、粉的物理性能

牌号	物理指标							
	体积密度 g/cm <sup>3</sup>	显气孔率 %	吸水率 %	耐火度 ℃	含水量 %	PH 值	莫来石相 %	刚玉相 %
FJ(S/F)-80	≥3.0	≤5.2	≤1.7	>1800	≤0.3	7-9	>60	<35
FJ(S/F)-85	≥3.1	≤5.0	≤1.6	>1800	≤0.3	7-9	>50	<45
FJ(S/F)-90	≥3.2	≤4.8	≤1.5	>1800	≤0.3	7-9	>40	<55

5.3 工艺性能

5.3.1 熔模铸造用复晶砂、粉的颗粒圆度应符合表 3 的规定。



表 3 复晶砂、粉的颗粒圆度要求

牌号	复晶粉堆积密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	复晶砂堆积密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	复晶砂颗粒圆度系数
FJ(S/F)-80	>1.20	>1.75	$\geq 0.830$
FJ(S/F)-85	>1.20	>1.75	$\geq 0.830$
FJ(S/F)-90	>1.20	>1.75	$\geq 0.830$

### 5.3.2 粒度要求

5.3.2.1 熔模铸造用复晶砂的粒度应符合表 4 的规定。

表 4 复晶砂的粒度组成

规格型号	前筛粒径 (mm)	主筛粒径 (mm)	粒度组成 (%)			含粉量 (%)
			前筛上余量	主筛上余量	主筛下余量	200 目筛下
FJS60~80	0.250	0.180	$\leq 5$	$\leq 85$	$\leq 10$	$\leq 0.3$
FJS80~120	0.180	0.125	$\leq 5$	$\leq 85$	$\leq 10$	$\leq 0.3$

5.3.2.2 熔模铸造用复晶粉的粒度组成应符合表 5、表 6 的规定。

表 5 复晶粉的粒度组成

规格型号	前筛粒径 (mm)	主筛粒径 (mm)	粒度组成 (%)		
			前筛上余量	主筛上余量	主筛下余量
FJF200	0.106	0.075	5~10	5~10	80~90
FJF270	0.075	0.053	5~10	5~10	80~90
FJF325	0.053	0.045	5~10	5~10	80~90

表 6 复晶粉的粒度分布要求

规格型号	粒度组成 ( $\mu\text{m}$ )				
	D10	D25	D50	D75	D90
FJF200	3.0~4.5	8~15	28~35	55~74	100~125
FJF270	2.0~3.2	6~10	15~22	35~48	55~75
FJF325	1.5~3.1	5~9	14~20	25~43	50~70

5.3.2.3 复晶砂、粉的粒度规格和组成,也可由供需双方协商,定制特殊规格型号。

## 6 试验方法

- 6.1 复晶砂、粉的取样应按 GB/T 17617 的规定执行。
- 6.2 复晶砂的粒度试验方法应按 GB/T 22459.5 的规定执行。
- 6.3 复晶粉的粒度检测方法应按 GB/T 19077 的规定执行。
- 6.4  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CaO}$  等氧化物含量的测定应按照 GB/T 6900、或 GB/T 21114 的规定执行。
- 6.5 复晶砂、粉的含水量的测定应按 GB/T 3007 的规定执行。
- 6.6 复晶砂、粉的矿物相的测定应按 GB/T 30904 的规定执行。
- 6.7 复晶砂、粉的体积密度和吸水率应按 GB/T 2999 的规定执行。
- 6.8 复晶砂、粉的显气孔率应按 GB/T 2997 的规定执行。
- 6.9 复晶砂、粉的堆积密度应按 GB/T 20316.1 的规定执行。
- 6.10 复晶砂、粉的颗粒圆度应按 GB/T 21649.1 的规定执行。
- 6.11 复晶砂、粉的 PH 值应按 GB/T 23769 的规定执行。
- 6.12 复晶砂、粉的耐火度应按 GB/T 7322 的规定执行。
- 6.13 复晶砂、粉的烧失量应按 GB/T 21114 的规定执行。

## 7 检验规则

### 7.1 型式检验

型式检验项目为本文件 5.1、5.2 和 5.3 规定的所有指标项目。有下列情况之一时，应重复作型式检验：

- a) 正常情况下，每 6 个月至少进行 1 次；
- b) 当原材料或生产工艺发生重大变化可能影响产品性能时；
- c) 长期停产后刚恢复生产；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异；
- e) 国家或行业提出型式检验要求。

### 7.2 出厂检验

本文件规定下列检验项目为出厂检验项目，应按批次逐批检验。

- a) 产品的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  三种氧化物含量；
- b) 产品的粒度分布；
- c) 应采用同一批原料，在相同的生产工艺条件下，连续生产的熔模铸造用复晶砂、粉为一批，每批产品不超过 10 t，或由供需双方商定。

### 7.3 取样

应按 GB/T 17617 的规定取样。所有取样样品最低存档周期为 1 年。

### 7.4 判定与复检

7.4.1 检验结果应根据本文件 5 进行判定。

7.4.2 熔模铸造用复晶砂、粉指标检验结果中，如有一项指标不符合要求时，应在同批产品中重新采取双倍的试样对不合格项进行复检，并以复检结果作为该批产品的最终检验结果。

7.4.3 需方对产品质量有异议时，应在收到货物之日起 15 日内提出，并会同供方重新取样复检，按照复检结果进行判定；如需仲裁，有关事宜由双方商定。

## 8 标志、包装、运输与贮存

### 8.1 标志

产品标志应包含但不限于：

- a) 生产单位名称或标识；
- b) 产品名称；
- c) 生产日期（批次号）；
- d) 规格/型号；
- e) 重量/净重；
- f) 发货日期。

### 8.2 包装

8.2.1 采用托盘或吨袋包装，即吨袋包装的里面是小袋包装，每袋 25 kg，外面是吨袋包装，即 1000 kg。

8.2.2 本产品小袋采用双层袋包装，内层为防潮塑料袋，外层为聚丙烯编织袋，每袋 25 kg。

8.2.3 客户有特殊要求包装时，供需双方商定。

### 8.2 运输与贮存

#### 8.3.1 运输

外包装不得破损，内包装产品不能撒漏时，应在篷车中运输，防止雨淋。

#### 8.3.2 贮存

应按产品分级堆放，贮存场地应清洁，防止外来杂物混入或污染。

## 附录 A

### (资料性)

#### 复晶砂、粉的使用方法和注意事项

##### A.1 复晶粉使用方法

###### A.1.1 制浆

A.1.1.1 浆桶直径 600 mm，需要 (32~38) 转/min。

A.1.1.2 浆桶直径 800 mm，需要 (30~36) 转/min。

A.1.1.3 浆桶直径 1000 mm，需要 (28~34) 转/min。

###### A.1.2 粉液比

A.1.2.1 25 kg 复晶粉添加 (8~8.6) kg 硅溶胶；根据铸件结构适当调整硅溶胶的添加量。

A.1.2.2 25 kg 复晶粉，添加 (25~35) ml 湿润剂，添加 (5~10) ml 消泡剂；也根据客户使用情况适当调整湿润剂和消泡剂的添加量。

###### A.1.3 搅拌时间

A.1.3.1 新配置涂料，搅拌时间 (24~48) h。

A.1.3.2 正常使用情况下添加复晶粉，搅拌时间 (6~8) h 后再沾浆。

###### A.1.4 面层涂挂效果检测

A.1.4.1 涂料搅拌 24 h 后，用清洗后的浇口棒，沾浆深度约至 3/4 处，观察涂层效果，若出现犬牙状、下滑及局部显蜡现象，则需适量增加湿润剂和消泡剂。

A.1.4.2 使用 (50×200) mm 的透明平板玻璃沾浆，把平板玻璃的其中一面擦拭干净，让沾浆一面的浆料自然滴干，分别从两面观察涂层的效果，每天需要检测一次。

###### A.1.5 干燥

A.1.5.1 面层干燥室内温度 (21~25) °C，湿度 (70~80) %。

A.1.5.2 干燥常规时间为 (10~16) h，根据铸件结构，可适当调整干燥时间，直到面层干透。

A.1.5.3 过渡层、加固层、封浆层，应按正常工艺操作即可。

A.1.5.4 使用水分测试仪测试膜壳干燥程度，含水量在 20 % 以内则为干燥到位，可开展下一步工序。

###### A.1.6 焙烧

A.1.6.1 电焙烧炉：温度上限 1180 °C，下限 1150 °C。

A.1.6.2 燃气焙烧炉：温度上限 1180 °C，下限 1120 °C。

A.1.6.3 焙烧时间 ≥ 不低于 40 min。

## A.2 复晶砂使用方法

- A.2.1 正常添加入浮砂桶或淋砂桶，使用过程中应定期用筛网清理覆砂中的滴落的浆料。
- A.2.2 定期更换砂桶内的复晶砂材料。

## A.3 复晶砂、粉使用注意事项

- A.3.1 复晶粉不能与锆英粉以及其他面层粉混合配置涂料，否则，有可能影响铸件表面效果。
  - A.3.2 复晶砂不能与锆英砂以及其他面层砂混合使用，有可能影响铸件表面效果。
-