

ICS 91.100.10  
Q 12



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 27690—2011

## 砂浆和混凝土用硅灰

Silica fume for cement mortar and concrete

2011-11-21 发布

2012-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本标准负责起草单位：中国建筑材料检验认证中心有限公司、山东新城建工股份有限公司、大连金广建设集团有限公司。

本标准参加起草单位：泰兴市第一建筑安装工程有限公司、甘肃三远硅材料有限公司、江西省建筑材料工业科学研究设计院、中交武汉港湾工程设计研究院有限公司、上海市建筑科学研究院(集团)有限公司、大连理工大学、北京城建亚东混凝土有限责任公司、埃肯国际贸易(上海)有限公司。

本标准主要起草人：张利俊、蒋玉川、崔佃和、王拥鹏、李春亮、朱启林、诸葛顺金、李运北、王洪涛、乔渊、刘可心、刘松柏、王宝民、俞海勇、杨磊、安同富、张贺。

# 砂浆和混凝土用硅灰

## 1 范围

本标准规定了砂浆和混凝土用硅灰的术语和定义、分类和标记、要求、试验方法、检验规则、包装、标识、运输和贮存。

本标准适用于砂浆和混凝土用硅灰。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 176 水泥化学分析方法

GB/T 2419 水泥胶砂流动度测定方法

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

GB 8076—2008 混凝土外加剂

GB/T 12573 水泥取样方法

GB/T 19587 气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积

GB/T 17671—1999 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)

GB/T 18736—2002 高强高性能混凝土用矿物外加剂

GB/T 50082—2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

JC/T 420 水泥原料中氯的化学分析方法

JC/T 681 行星式水泥胶砂搅拌机

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**硅灰 silica fume**

在冶炼硅铁合金或工业硅时,通过烟道排出的粉尘,经收集得到的以无定形二氧化硅为主要成分的粉体材料。

### 3.2

**硅灰浆 silica fume slurry**

以水为载体的含有一定数量硅灰的匀质性浆料。

## 4 分类和标记

### 4.1 分类

硅灰按其使用时的状态,可分为硅灰(代号 SF)和硅灰浆(代号 SF-S)。

## 4.2 产品标记

产品标记由分类代号和标准号组成。

示例：硅灰浆，标记为：

SF-S GB/T 27690—2011

## 5 要求

硅灰的技术要求应符合表 1 的规定。

表 1 硅灰的技术要求

项 目	指 标
固含量(液料)	按生产厂家控制值的±2%
总碱量	≤1.5%
SiO <sub>2</sub> 含量	≥85.0%
氯含量	≤0.1%
含水率(粉料)	≤3.0%
烧失量	≤4.0%
需水量比	≤125%
比表面积(BET法)	≥15 m <sup>2</sup> /g
活性指数(7 d 快速法)	≥105%
放射性	Ir <sub>a</sub> ≤1.0 和 Ir <sub>r</sub> ≤1.0
抑制碱骨料反应性	14 d 膨胀率降低值≥35%
抗氯离子渗透性	28 d 电通量之比≤40%

注 1：硅灰浆折算为固体含量按此表进行检验。  
注 2：抑制碱骨料反应性和抗氯离子渗透性为选择性试验项目，由供需双方协商决定。

## 6 试验方法

6.1 SiO<sub>2</sub>含量

按 GB/T 18736—2002 附录 A 进行。

## 6.2 氯含量

按 JC/T 420 进行。

## 6.3 含水率、烧失量、总碱量

按 GB/T 176 进行。

## 6.4 固含量

按附录 A 进行。

## 6.5 需水量比

按 GB/T 18736—2002 附录 C 进行。

## 6.6 比表面积

按 GB/T 19587 进行。

## 6.7 活性指数

按附录 B 进行。

## 6.8 放射性

按 GB 6566 进行。

## 6.9 抑制碱骨料反应性

按附录 C 进行。

## 6.10 抗氯离子渗透性

按照 GB/T 50082—2009 第 7 章进行,抗氯离子渗透性能用受检混凝土与基准混凝土电通量之比表示。混凝土配合比用材料应符合 GB 8076—2008 的规定。基准混凝土配合比水泥用量为  $400 \text{ kg/m}^3 \pm 5 \text{ kg/m}^3$ ,砂率为 36%~40%,坍落度控制在  $80 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ ;受检混凝土中掺入硅灰 10%(占胶凝材料总量比例),并采用符合 GB 8076—2008 标准中标准型高效减水剂要求的萘系减水剂调整受检混凝土坍落度,减水剂的减水率要求大于 18%。

注:硅灰浆制样方法参照附录 A 规定的方法进行。

## 7 检验规则

### 7.1 批号、取样和留样

#### 7.1.1 批号

以 30 t 相同种类的硅灰/硅灰浆为一个检验批,不足 30 t 计一个检验批。

#### 7.1.2 取样

取样按 GB/T 12573 进行,取样应有代表性,可连续取,也可以从 10 个以上不同部位取等量样品,总量至少 5 kg,硅灰浆至少 15 kg,试样应混合均匀。

#### 7.1.3 留样

生产厂的同一批硅灰试样应分为两等份,一份供产品出厂检验用,另一份密封保存 6 个月,以备复验或仲裁时用。

### 7.2 检验

#### 7.2.1 出厂检验

每一批号硅灰出厂检验项目包括  $\text{SiO}_2$  含量、含水率(固含量)、需水量比、烧失量。

## 7.2.2 型式检验

型式检验项目包括本标准第5章的全部性能指标。有下列情况之一者,应进行型式检验。

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b) 正式生产后,如材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产时,一年至少进行一次检验;
- d) 产品长期停产,恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

## 7.3 判定规则

### 7.3.1 出厂检验

$\text{SiO}_2$  含量、含水率(固含量)、需水量比和烧失量的检验结果均应符合第5章的要求,若有一项的检验结果不符合要求,为不合格品,不能出厂。

### 7.3.2 型式检验

产品所检验的项目均符合第5章规定的,判为合格品;若有一项指标不符合本标准要求,则判为不合格品。

## 7.4 复验

在产品贮存期内,用户对产品质量提出异议时,可进行复验。复验可以用同一编号封存样品进行。如果使用方要求现场取样,应事先在供货合同中规定。生产厂应在接到用户通知7日内会同用户共同取样,送质量监督检验机构检验;生产厂在规定时间内不去现场,用户可会同质检机构取样检验,结果同等有效。

## 8 包装、标识、运输和贮存

### 8.1 包装

硅灰可以袋装或散装,硅灰浆由密封的容器包装,应考虑环保。袋(容器)装每袋(容器)净质量不得少于标识质量的100%。其他包装型式由供需双方协商确定。

### 8.2 标识

袋装硅灰的包装袋上应清楚标明产品名称、产品标记、净含量、生产方名称和地址、批号、生产日期。散装硅灰应提交与袋装标识相同内容的卡片。

### 8.3 运输和贮存

硅灰在运输和贮存时不得受潮、混入杂物,同时应防止污染环境。贮存期从产品生产之日起计算为6个月,贮存时间超过贮存期的应复检,合格后方能使用。

**附录 A**  
(规范性附录)  
**硅灰浆固含量检验方法**

**A.1 方法提要**

在已恒量的称量瓶内放入硅灰浆样品在一定的温度下烘至恒量。

**A.2 仪器设备**

仪器设备应满足下列要求：

- a) 烘箱——温度控制范围为  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 天平——称量  $100\text{ g}$ ，感量  $0.0001\text{ g}$ ；
- c) 带盖称量瓶—— $25\text{ mm} \times 65\text{ mm}$ ；
- d) 干燥器——内盛变色硅胶。

**A.3 试验步骤**

A.3.1 将洁净带盖称量瓶放入烘箱内，于  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 105\text{ }^{\circ}\text{C}$  烘  $30\text{ min}$ ，取出置于干燥器中，冷却  $30\text{ min}$  后称量，重复上述过程直至恒重，其质量为  $m_0$ 。

A.3.2 将  $5.000\text{ g} \sim 10.000\text{ g}$  硅灰浆放入已恒重的称量瓶内，盖上盖称出硅灰浆及称量瓶的总质量为  $m_1$ 。

A.3.3 将盛有硅灰浆的称量瓶放入烘箱内，开启瓶盖，升温至  $100\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 105\text{ }^{\circ}\text{C}$  烘干，盖上盖置于干燥器中冷却  $30\text{ min}$  后称量，重复上述过程直至恒重，其质量为  $m_2$ 。

**A.4 结果表示**

硅灰浆固含量  $X_{\text{固}}$  按式(A.1)计算，精确至  $0.1\%$ ：

$$X_{\text{固}} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中：

- $X_{\text{固}}$ ——硅灰浆固含量，%；
- $m_0$ ——称量瓶质量，单位为克(g)；
- $m_1$ ——称量瓶加硅灰浆的质量，单位为克(g)；
- $m_2$ ——称量瓶加烘干后硅灰浆的质量，单位为克(g)。



**附录 B**  
(规范性附录)  
**活性指数试验方法**

**B.1 仪器设备**

采用 GB/T 17671—1999 中所规定的试验用仪器。

**B.2 原材料****B.2.1 水泥**

采用 GB 8076—2008 附录 C 中规定的基准水泥。允许采用  $C_3A$  含量 6%~8%，总碱量( $Na_2O\% + 0.658K_2O\%$ ) 不大于 1% 的熟料和二水石膏、矿渣共同磨制的强度等级大于(含)42.5 的普通硅酸盐水泥,但仲裁仍需用基准水泥。

**B.2.2 砂**

符合 GB/T 17671—1999 规定的标准砂。

**B.2.3 水**

采用自来水或蒸馏水。

**B.2.4 高效减水剂**

采用符合 GB 8076—2008 中标准型高效减水剂要求的奈系减水剂,要求减水率大于 18%。

**B.3 试验条件及方法****B.3.1 试验条件**

试验室应符合 GB/T 17671—1999 中 4.1 的规定。试验用各种材料和用具应预先放在试验室内 24 h 以上,使其到达试验室相同的温度。

**B.3.2 试验步骤****B.3.2.1 胶砂配合比**

**表 B.1 胶砂配合比**

单位为克

材料	水泥	硅灰	标准砂	水
基准胶砂	450	—	1 350	225
受检胶砂	405	45	1 350	225
注 1: 受检胶砂中应加入高效减水剂,使受检胶砂流动度达到基准胶砂流动度值的 $\pm 5$ mm。 注 2: 以上为一次搅拌量,一次成型 3 个试件。				



### B.3.2.2 搅拌

把水(水和外加剂)加入搅拌锅里,再加入水泥(预先混匀的水泥和硅灰),把锅放置在固定架上,上升至固定位置。然后按 GB/T 17671—1999 中 6.3 进行搅拌,开动机器后,低速搅拌 30 s 后,在第二个 30 s 开始的同时均匀地将砂子加入。当各级砂是分装时,从最粗粒级开始,依次将所需的每级砂量加完。把机器转至高速再拌 30 s。停拌 90 s,在第一个 15 s 内用一个胶皮刮具将叶片和锅壁上的胶砂刮入锅中间。在高速下继续搅拌 60 s。各个搅拌阶段,时间误差应在 $\pm 1$  s 以内。水泥胶砂流动度测定按照 GB/T 2419 进行。

### B.3.2.3 试件制备

按 GB/T 17671—1999 中第 7 章进行。

### B.3.2.4 试件的养护

胶砂试件成型后,1 d 脱模。脱模前,试件应置于温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度 95% 以上的环境中养护;脱模后,试件置于密闭的蒸养箱中,在 $65\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下蒸养 6 d。

### B.3.2.5 强度测定

胶砂试件养护 7 d 龄期后,从蒸养箱中取出,在试验条件下冷却至室温,进行抗压强度试验。抗压强度试验按 GB/T 17671—1999 中第 9 章进行。

## B.4 结果计算

7 d 龄期硅灰的活性指数按式(B.1)计算,计算结果精确到 1%:

$$A = \frac{R_t}{R_0} \times 100 \quad \text{----- ( B.1 )}$$

式中:

A —— 硅灰的活性指数, %;

$R_t$  —— 受检胶砂 7 d 龄期的抗压强度,单位为兆帕(MPa);

$R_0$  —— 基准胶砂 7 d 龄期的抗压强度,单位为兆帕(MPa)。

附录 C

(规范性附录)

抑制碱骨料反应试验方法

C.1 本试验方法采用检验碱骨料反应的快速砂浆棒法,通过人工设置碱骨料反应的条件,检验硅灰对碱骨料反应的抑制作用。

C.2 仪器设备

仪器设备应满足下列要求:

- a) 烘箱——温度控制范围为  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 天平——称量  $1\ 000\text{ g}$ ,感量  $0.1\text{ g}$ ;
- c) 试验筛——筛孔公称直径为  $4.75\text{ mm}$ 、 $2.36\text{ mm}$ 、 $1.18\text{ mm}$ 、 $600\text{ }\mu\text{m}$ 、 $300\text{ }\mu\text{m}$ 、 $150\text{ }\mu\text{m}$  的方孔筛各一只;
- d) 测长仪——测量范围  $275\text{ mm} \sim 300\text{ mm}$ ,精度  $0.01\text{ mm}$ ;
- e) 水泥胶砂搅拌机——应符合 JC/T 681 的规定;
- f) 恒温养护箱或水浴——温度控制范围为  $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- g) 养护筒——由耐碱耐高温的材料制成,不漏水,密封,防止容器内湿度下降,筒的容积可以保证试件全部浸没在水中。筒内设有试件架,试件垂直于试件架放置;
- h) 试模——金属试模,尺寸为  $25\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times 280\text{ mm}$ ,试模两端正中有小孔,装有不锈钢测头;钹刀、捣棒、量筒、干燥器等。

C.3 原材料

C.3.1 骨料:石英玻璃颗粒(级配满足表 C.1 的要求),骨料应洗净并烘干备用。

表 C.1 碱集料反应用砂各粒级质量

筛径	2.36 mm~4.75 mm	1.18 mm~2.36 mm	600 $\mu\text{m}$ ~1.18 mm	300 $\mu\text{m}$ ~600 $\mu\text{m}$	150 $\mu\text{m}$ ~300 $\mu\text{m}$
比例/%	10	25	25	25	15

C.3.2 水泥:水泥应采用高碱水泥,碱含量控制在  $0.95\% \sim 1.05\%$  ( $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$ ),当碱含量低于此值时,可掺浓度为  $10\%$  的氢氧化钠溶液,将碱含量调至此范围。

C.3.3 水:蒸馏水。

C.4 配合比

胶砂配合比见(表 C.2):

表 C.2 胶砂配合比

单位为克

原材料	高碱水泥	玻璃骨料	硅灰
基准胶砂配合比	400	900	—
受检胶砂配合比	360	900	40

注:用水量使流动度控制在  $100\text{ mm} \sim 115\text{ mm}$ ;每次成型 3 个试件。

### C.5 试件成型

C.5.1 成型前 24 h,将试验所用材料(水泥、砂、拌和用水等)放入 20℃±2℃ 的恒温室中。

C.5.2 将称好的水泥与砂倒入搅拌机,应按 GB/T 17671—1999 的规定进行搅拌。

C.5.3 搅拌完成后,将砂浆分两层装入试模内,每层捣 40 次,测头周围应填实,浇捣完毕后用慢刀刮除多余砂浆,抹平表面,并标明测定方向及编号。

### C.6 试验步骤

C.6.1 将试件成型完毕后,带模放入标准养护室,养护 24 h±4 h 后脱模。

C.6.2 脱模后,将试件浸泡在装有自来水的养护筒中,并将养护筒放入温度 80℃±2℃ 的烘箱或水箱中养护 24 h。同种骨料制成的试件放在同一个养护筒中。

C.6.3 然后将养护筒逐个取出。每次从养护筒中取出一个试件,用抹布擦干表面,立即用测长仪测试件的基长( $L_0$ )。每个试件至少重复测试两次,取差值在仪器精度范围内的两个读数的平均值作为长度测定值(精确至 0.02 mm),每次每个试件的测量方向应一致;从取出试件擦干到读数完成应在 15 s±5 s 内结束,读完数后的试件应用湿布覆盖。全部试件测完基准长度后,把试件放入装有浓度为 1 mol/L 氢氧化钠溶液的养护筒中,并确保试件被完全浸泡。溶液温度应保持在 80℃±2℃,将养护筒放回烘箱或水箱中。

注:用测长仪测定任一组试件的长度时,均应先调整测长仪的零点。

C.6.4 自测定基准长度之日起,第 3 d、7 d、10 d、14 d 再分别测其长度( $L_t$ )。测长方法与测基长方法相同。每次测量完毕后,应将试件调头放入原养护筒,盖好筒盖,放回 80℃±2℃ 的烘箱或水箱中,继续养护到下一个测试龄期。操作时防止氢氧化钠溶液溢溅,避免烧伤皮肤。

C.6.5 在测量时应观察试件的变形、裂缝、渗出物等,特别应观察有无胶体物质,并做详细记录。

### C.7 结果计算

C.7.1 试件的膨胀率应按式(C.1)计算,精确至 0.01%:

$$E_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100 \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

$E_t$  —— 试件在  $t$ d 龄期的膨胀率, %;

$L_t$  —— 试件在  $t$ d 龄期的长度,单位为毫米(mm);

$L_0$  —— 试件的基长,单位为毫米(mm);

$\Delta$  —— 测头长度,单位为毫米(mm)。

以三个试件膨胀率的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。

C.7.2 硅灰混凝土膨胀率降低值按式(C.2)计算,精确至 1%:

$$R_e = \frac{E_w - E_{t1}}{E_w} \times 100 \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

$R_e$  —— 膨胀率降低值, %;

$E_{t1}$  —— 受检砂浆棒长度变化率, %;

$E_w$  —— 基准砂浆棒长度变化率, %。