



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 27690—2023

代替 GB/T 27690—2011

## 砂浆和混凝土用硅灰

Silica fume for cement mortar and concrete

2023-03-17 发布

2023-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 前言 .....                      | I  |
| 1 范围 .....                    | 1  |
| 2 规范性引用文件 .....               | 1  |
| 3 术语和定义 .....                 | 1  |
| 4 分类与标记 .....                 | 2  |
| 5 要求 .....                    | 2  |
| 6 试验方法 .....                  | 3  |
| 7 检验规则 .....                  | 4  |
| 8 包装、标识、运输和贮存 .....           | 5  |
| 附录 A（规范性） 堆积密度试验方法 .....      | 6  |
| 附录 B（规范性） 需水量比和活性指数试验方法 ..... | 7  |
| 附录 C（规范性） 抑制碱骨料反应性试验方法 .....  | 10 |

“水泥学堂”公众号免费下载！

## 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。

本文件代替 GB/T 27690—2011《砂浆和混凝土用硅灰》，与 GB/T 27690—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 删除了硅灰浆的术语和定义(见 2011 年版的第 3 章)；
- b) 增加了原状硅灰和加密硅灰的术语和定义(见第 3 章)；
- c) 增加了硅灰按二氧化硅含量分类和按堆积密度分类，删除了硅灰按其使用时的状态分类(见第 4 章,2011 年版的第 4 章)；
- d) 增加了硅灰堆积密度和 45  $\mu\text{m}$  方孔筛筛余的技术要求(见第 5 章)；
- e) 增加了 90 级硅灰的技术要求(见第 5 章)；
- f) 删除了硅灰浆的技术要求(见 2011 年版的第 5 章)；
- g) 更改了硅灰烧失量、总碱量和氯离子含量的技术要求(见第 5 章,2011 年版的第 5 章)；
- h) 增加了堆积密度和 45  $\mu\text{m}$  方孔筛筛余的试验方法(见第 6 章、附录 A)；
- i) 删除了固含量的试验方法(见 2011 年版的第 6 章、附录 A)；
- j) 更改了抗氯离子渗透性试验用减水剂和活性指数试验用减水剂的规定(见第 6 章、附录 B, 2011 年版的第 6 章、附录 B)；
- k) 更改了批号和出厂检验项目(见第 7 章,2011 年版的第 7 章)。

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。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国水泥制品标准化技术委员会(SAC/TC 197)归口。

本文件起草单位：中国国检测试控股集团股份有限公司、山东新城建工股份有限公司、张家港市启胜集成房屋科技有限公司、珠海市振业混凝土有限公司、甘肃三远硅材料有限公司、中德新亚建筑材料有限公司、苏州景盛新型建材有限公司、深圳大学、广东新业混凝土有限公司、武汉纽瑞琪新材料有限公司、长江水利委员会长江科学院、中交一公局厦门工程有限公司、成都市建科院工程质量检测有限公司、河北交投干线公路开发有限公司、茌平信源环保建材有限公司、巩义市宏超建材有限公司、天津工业化建筑有限公司、四川中核艾瑞特工程检测有限公司、大连理工大学、华电电力科学研究院有限公司、广东省有色工业建筑质量检测站有限公司、中国建筑第二工程局有限公司、安徽中铁工程材料科技有限公司、中国建筑第四工程局有限公司、中建西部建设新疆有限公司、北京建工新型建材有限责任公司、中建二局第二建筑工程有限公司、中交第二航务工程局有限公司、中国水利水电第三工程局有限公司、四川聚力建材科技有限公司、四川省川铁枕梁工程有限公司、四川同舟化工科技有限公司、苏交科集团广东检测认证有限公司、埃肯国际贸易(上海)有限公司、中核混凝土股份有限公司、浙江省一建建设集团有限公司、成都建工第九建筑工程有限公司、中国水利水电第十二工程局有限公司、广西世诚工程检测有限公司、中铁二十三局集团有限公司、中化学交通建设集团有限公司、铁正检测科技有限公司、中核华辰建筑工程有限公司、山东城际轨道交通科技股份有限公司。

本文件主要起草人：蒋玉川、王文卓、伊功善、王亚垒、王清、王洪涛、王阳、丁奕玮、刘雄鹰、龙武剑、李俊杰、刘传新、陈薇、蒋科、赵喜宏、王勃璇、李伟、徐超、张利俊、黄斌、周荣贵、叶勇、吴志芳、张刚、宋世霞、吴文军、郭春霞、马艳军、李伟、刘志阳、黄启云、方自强、范冬冬、黄晨光、陈尚伟、孟书灵、

**GB/T 27690—2023**

孔凡敏、张雷明、刘可心、陈思、王宝民、赵军、李伟、王群英、孔海峡、王玉婷、杨奉源、舒学军、方波、岳汉威、赵宝铨、王孟奇、杨磊、童小明、焦挺、钱峰、郜永勤、隗收、丁德春、刘延龙、申永利、赵方华、杨树人、张勇、石峻尧。

本文件于 2011 年首次发布，本次为第一次修订。

# 砂浆和混凝土用硅灰

## 1 范围

本文件规定了砂浆和混凝土用硅灰的分类与标记、要求、试验方法、检验规则、包装、标识、运输和贮存。

本文件适用于砂浆和混凝土用硅灰。

## 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 176 水泥化学分析方法

GB/T 1345 水泥细度检验方法 筛析法

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 混凝土外加剂

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)

GB/T 19587 气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积

GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

JC/T 681 行星式水泥胶砂搅拌机

JGJ 63 混凝土用水标准

## 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，经收集通过烟道排出的硅蒸气得到的以无定形二氧化硅为主要成分的粉体材料。

### 3.2

**原状硅灰 non-densified silica fume**

直接收集获得、未进行增密处理，且堆积密度不超过  $350 \text{ kg/m}^3$  的硅灰。

### 3.3

**加密硅灰 densified silica fume**

将原状硅灰进行增密处理，堆积密度提高至  $350 \text{ kg/m}^3$  以上的硅灰。

## 4 分类与标记

### 4.1 产品分类

4.1.1 按二氧化硅含量分为 85 级硅灰(代号 SF85)和 90 级硅灰(代号 SF90)。

4.1.2 按堆积密度分为原状硅灰(代号 R)、加密硅灰(代号 D)。

### 4.2 产品标记

产品标记由二氧化硅含量分类代号、堆积密度分类代号和标准号组成。

示例:90 级加密硅灰的标记如下:

SF90-D GB/T 27690。

## 5 要求

### 5.1 堆积密度

原状硅灰堆积密度应不大于  $350 \text{ kg/m}^3$ ,加密硅灰堆积密度应大于  $350 \text{ kg/m}^3$ 。

### 5.2 技术要求

砂浆和混凝土用硅灰的性能指标应符合表 1 的规定。

表 1 砂浆和混凝土用硅灰的性能指标

| 项目   |                                 | 性能指标                            |                |
|--|---------------------------------|---------------------------------|----------------|
|  |                                 | SF85                            | SF90           |
| 二氧化硅含量/%   |                                 | $\geq 85.0$                     | $\geq 90.0$    |
| 含水率/%  |                                 | $\leq 3.0$                      | $\leq 2.0$     |
| 烧失量/%  |                                 | $\leq 6.0$                      | $\leq 3.0$     |
| 细度   | 45 $\mu\text{m}$ 方孔筛筛余/%        | $\leq 8.0$                      | $\leq 5.0$     |
|  | 比表面积/( $\text{m}^2/\text{kg}$ ) | $\geq 15\ 000$                  | $\geq 18\ 000$ |
| 需水量比/%   |                                 | $\leq 125$                      |                |
| 活性指数/%   |                                 | $\geq 105$                      |                |
| 放射性  |                                 | $I_m \leq 1.0$ 和 $I_r \leq 1.0$ |                |
| 抑制碱骨料反应性(14 d 膨胀率降低值)/%  |                                 | $\geq 35$                       |                |
| 抗氯离子渗透性(28 d 电通量之比)/%  |                                 | $\leq 40$                       |                |
| 注:抑制碱骨料反应性(14 d 膨胀率降低值)和抗氯离子渗透性(28 d 电通量之比)为选择性试验项目,由供需双方协商决定。 |                                 |                                 |                |

### 5.3 总碱量和氯离子含量

5.3.1 总碱量按  $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$  计算值表示。根据工程需要,由供需双方商定供货指标的要求。

5.3.2 氯离子含量由供需双方商定供货指标要求。

## 6 试验方法

### 6.1 堆积密度

按附录 A 进行。

### 6.2 二氧化硅含量、烧失量、总碱量和氯离子含量

按 GB/T 176 进行。

### 6.3 含水率

#### 6.3.1 仪器设备

6.3.1.1 烘干箱:能使温度控制在  $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,精度为  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.3.1.2 天平:分度值为  $0.01\text{ g}$ 。

#### 6.3.2 试验步骤

6.3.2.1 称取硅灰试样  $50\text{ g}\pm 1\text{ g}$ ,记为  $m_1$ ,精确至  $0.01\text{ g}$ ,倒入蒸发皿中。

6.3.2.2 将烘箱温度调整并控制在  $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.3.2.3 将硅灰试样放入烘箱内烘干  $2\text{ h}$ ,取出后放在干燥器中冷却至室温后称量,精确至  $0.01\text{ g}$ ,重复上述过程直至连续两次称量之差不大于  $0.02\text{ g}$  时即为烘干后试样的质量  $m_0$ 。

#### 6.3.3 计算

硅灰含水率按式(1)计算,计算结果精确至  $0.1\%$ :

$$w = \frac{m_1 - m_0}{m_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$w$  ——含水率;

$m_1$  ——烘干前试样的质量,单位为克(g);

$m_0$  ——烘干后试样的质量,单位为克(g)。

含水率取两次试验结果的平均值,精确至  $0.1\%$ 。

### 6.4 细度

$45\text{ }\mu\text{m}$  方孔筛筛余按 GB/T 1345 中的水筛法进行,比表面积按 GB/T 19587 进行。

### 6.5 需水量比和活性指数

按附录 B 进行。

### 6.6 放射性

按 GB 6566 进行。

### 6.7 抑制碱骨料反应性

按附录 C 进行。

## 6.8 抗氯离子渗透性

按 GB/T 50082 进行,抗氯离子渗透性用受检混凝土与基准混凝土电通量之比表示。混凝土用材料和成型试验应符合 GB 8076 的规定。基准混凝土配合比水泥用量应为  $400 \text{ kg/m}^3 \pm 5 \text{ kg/m}^3$ ,砂率应为  $38\% \pm 2\%$ ,通过用水量调整坍落度,坍落度控制在  $80 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ ;受检混凝土中掺入硅灰  $10\%$ (等量代替水泥),受检混凝土与基准混凝土配合比相同,并采用符合 GB 8076 规定的标准型高效减水剂或标准型高性能减水剂调整受检混凝土坍落度。

## 7 检验规则

### 7.1 批号、取样和留样

#### 7.1.1 批号

以  $40 \text{ t}$  相同种类的硅灰为一个检验批,不足  $40 \text{ t}$  计一个检验批。

#### 7.1.2 取样

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  $5 \text{ kg}$ ,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

每一批硅灰出厂检验项目包括堆积密度、二氧化硅含量、含水率、烧失量、细度、需水量比、活性指数。

#### 7.2.2 型式检验

型式检验应包括第 5 章的全部项目。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) 产品长期停产后,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。

### 7.3 判定规则

#### 7.3.1 出厂检验

出厂检验项目的检验结果均符合本文件的要求时判该批产品为合格品;若有一项的检验结果不符合本文件要求时,则判为不合格品。

#### 7.3.2 型式检验

型式检验项目的检验结果均符合本文件的要求时判该批产品为合格品;若有一项指标不符合本文



件要求时,则判为不合格品。

## 8 包装、标识、运输和贮存

### 8.1 包装

硅灰可以袋装或散装。袋装每袋净质量不应少于标识质量的 99%,随机抽取 20 袋总质量不应少于标识质量总和的 100%,采用吨袋包装的每吨袋净质量不应少于标识质量的 100%。散装由供需双方商量确定。

### 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应受潮、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 180 d,贮存时间超过贮存期的应复检,合格后方可使用。

附 录 A  
(规范性)  
堆积密度试验方法

### A.1 仪器设备

- A.1.1 天平:分度值为 0.1 g。
- A.1.2 容量筒:圆柱形金属筒,内径 108 mm,净高 109 mm,壁厚 2 mm,筒底厚 5 mm,容积为 1 L。
- A.1.3 烘箱:能使温度控制在  $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,显示装置的分辨力为  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- A.1.4 圆钢棒:直径 10 mm、长 500 mm 的圆钢。
- A.1.5 直尺、漏斗或料勺、毛刷、搪瓷盘等。

### A.2 试验步骤

- A.2.1 取大约 1 000 g 的样品,均铺在搪瓷盘内,放在烘箱中于  $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  下烘干 2 h,取出置于干燥器中,冷却 30 min 后称量,重复上述过程,直至连续两次称量的质量差不超过 0.5 g。
- A.2.2 称量备好的容量筒质量为  $m_1$ ,精确至 0.1 g。用漏斗或料勺将试样从容量筒中心上方约 50 mm 处徐徐倒入,让试样自由落下。样品分两次装入容量筒,装完第一层后(约计稍高于 1/2),在筒底垫放一根直径 10 mm 的圆钢棒,将筒按住,左右交替击地面各 5 次。然后装入第二层,第二层装满后用同样方法击地面,再加样品直至超过筒口,然后用直尺沿筒口中心线向两边刮平,用毛刷去除粘在容量筒外面的硅灰。
- A.2.3 称量容量筒和样品的总质量为  $m_2$ ,精确至 0.1 g。

### A.3 结果计算

硅灰的堆积密度按式(A.1)计算:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- $\rho$  ——硅灰的堆积密度,单位为千克每立方米( $\text{kg}/\text{m}^3$ );
- $m_1$  ——容量筒的质量,单位为千克(kg);
- $m_2$  ——容量筒和硅灰的总质量,单位为千克(kg);
- $V$  ——容量筒体积,单位为立方米( $\text{m}^3$ )。

堆积密度取两次试验结果的平均值,精确至  $10\text{ kg}/\text{m}^3$ 。

## 附录 B

(规范性)

## 需水量比和活性指数试验方法

## B.1 仪器设备

B.1.1 采用 GB/T 17671 规定的试验用仪器。

B.1.2 采用 GB/T 2419 规定的试验用仪器。

B.1.3 天平:分度值为 0.01 g。

## B.2 原材料

## B.2.1 水泥

采用 GB 8076 规定的基准水泥。允许采用铝酸三钙( $C_3A$ )含量为 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或等于 42.5 的普通硅酸盐水泥,但仲裁仍需用基准水泥。

## B.2.2 砂

采用符合 GB/T 17671 规定的标准砂。

## B.2.3 水

采用符合 JGJ 63 规定的水。

## B.2.4 减水剂

采用符合 GB 8076 规定的标准型高效减水剂或标准型高性能减水剂。

## 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 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,使其达到试验室相同的温度。

## B.3.2 试验步骤

## B.3.2.1 胶砂配合比

需水量比胶砂配合比见表 B.1,活性指数胶砂配合比见表 B.2。

表 B.1 需水量比胶砂配合比

单位为克

| 材料   | 水泥    | 硅灰   | 标准砂     | 水                       |
|------|-------|------|---------|-------------------------|
| 基准胶砂 | 450±1 | —    | 1 350±5 | 225±1                   |
| 受检胶砂 | 405±1 | 45±1 | 1 350±5 | 使受检胶砂流动度达到基准胶砂流动度的±5 mm |

表 B.2 活性指数胶砂配合比

单位为克

| 材料                | 水泥    | 硅灰   | 标准砂     | 水     |
|-------------------|-------|------|---------|-------|
| 基准胶砂              | 450±1 | —    | 1 350±5 | 225±1 |
| 受检胶砂 <sup>a</sup> | 405±1 | 45±1 | 1 350±5 | 225±1 |

<sup>a</sup> 当受检胶砂小于基准胶砂流动度时,应加入减水剂,使受检胶砂流动度达到基准胶砂流动度的±5 mm;当受检胶砂流动度大于基准胶砂流动度时,直接成型,并在试验结果中标注流动度数据。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 的规定进行搅拌,开动机器低速搅拌 30 s 后,在第二个 30 s 开始的同时均匀地将砂子加入。把机器转至高速再搅拌 30 s。停止搅拌 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±1 s 以内。

**B.3.2.3 需水量比测试**

胶砂流动度测定按 GB/T 2419 进行,调整胶砂用水量使受检胶砂流动度控制在基准胶砂流动度的±5 mm 之内。

**B.3.2.4 试件制备**

按 GB/T 17671 进行活性指数试验用胶砂试件的制备。

**B.3.2.5 试件的养护**

胶砂试件成型后,1 d 脱模。脱模前,试件应置于温度为 20 °C±2 °C、相对湿度为 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 °C±2 °C 温度下蒸养 6 d。

**B.3.2.6 强度测定**

胶砂试件蒸养结束后,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 的规定进行。

**B.4 结果计算**

**B.4.1 需水量比**

硅灰的需水量比,按式(B.1)计算,计算结果精确至 1%:

$$R_w = \frac{W_t}{225} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$R_w$  ——需水量比;

$W_t$  ——受检胶砂的用水量,单位为克(g);

225 ——基准胶砂的用水量,单位为克(g)。

**B.4.2 活性指数**

硅灰的活性指数按式(B.2)计算,计算结果精确至1%:

$$A = \frac{R_t}{R_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$A$  —— 硅灰的活性指数;

$R_t$  —— 受检胶砂的抗压强度,单位为兆帕(MPa);

$R_0$  —— 基准胶砂的抗压强度,单位为兆帕(MPa)。

## 附录 C

(规范性)

## 抑制碱骨料反应性试验方法

## C.1 仪器设备

C.1.1 烘箱:能使温度控制在  $105\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,精度为  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C.1.2 天平:分度值为  $0.1\text{ g}$ 。

C.1.3 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。

C.1.4 测长仪:测量范围为  $275\text{ mm}\sim 300\text{ mm}$ ,分度值为  $0.01\text{ mm}$ 。

C.1.5 水泥胶砂搅拌机:应符合 JC/T 681 的规定。

C.1.6 恒温养护箱或水浴装置:温度控制范围为  $80\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,精度为  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C.1.7 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。

C.1.8 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。

C.1.9 镩刀、捣棒、量筒、干燥器等。

## C.2 原材料

C.2.1 骨料:石英玻璃颗粒,级配应满足表 C.1 的要求,骨料应洗净并烘干备用。

表 C.1 碱骨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.2.2 水泥:水泥应采用基准水泥,碱含量控制在  $1.00\%\pm 0.05\%$  ( $\text{Na}_2\text{O}\%+0.658\text{K}_2\text{O}\%$ ),应通过掺入浓度为  $10\%$  的氢氧化钠溶液将碱含量调至此范围。

C.2.3 水:采用符合 JGJ 63 规定的水。

## C.3 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               | 水泥          | 玻璃骨料        | 硅灰         |
|-------------------|-------------|-------------|------------|
| 基准胶砂 <sup>a</sup> | 400 $\pm$ 1 | 900 $\pm$ 5 | —          |
| 受检胶砂 <sup>a</sup> | 360 $\pm$ 1 | 900 $\pm$ 5 | 40 $\pm$ 1 |

<sup>a</sup> 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.4 试件成型

C.4.1 成型前  $24\text{ h}$ ,将试验所用材料(水泥、石英玻璃骨料、拌和用水等)放入  $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  的恒温室中。

C.4.2 将称好的水泥与石英玻璃骨料倒入搅拌锅,应按 GB/T 17671 的规定进行搅拌。

C.4.3 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,浇捣完毕后用镩刀刮除多余砂浆,抹平表面,并标明测定方向及编号。

## C.5 试验步骤

C.5.1 将试件成型完毕后,带模放入温度为  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度大于 95% 的养护环境中,养护  $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$  后脱模。

C.5.2 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为  $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  的恒温养护箱或水浴装置中养护 24 h。不同的硅灰样品制成的试件应放在不同的养护筒中。

C.5.3 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初始长度( $L_0$ ),精确至 0.01 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  $15\text{ s} \pm 5\text{ s}$  内结束,读完数后的试件应用湿布覆盖。全部试件测完初始长度后,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  $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,将养护筒放回恒温养护箱或水浴装置中。

C.5.4 自测定初始长度之日起,第 3 d、7 d、10 d、14 d 再分别测其长度( $L_t$ )。测长方法与测初始长度方法相同。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  $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  的恒温养护箱或水浴装置中,继续养护到下一个测试龄期。操作时应防止氢氧化钠溶液溢溅,避免烧伤皮肤。

C.5.5 在测量时应观察试件的变形、裂缝、渗出物等,应特别观察有无胶体物质,并做详细记录。

## C.6 结果计算

C.6.1 试件的膨胀率按式(C.1)计算,精确至 0.01%:

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

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);

$L_0$  ——试件的初始长度,单位为毫米(mm);

$\Delta$  ——测头长度,单位为毫米(mm)。

以 3 个试件膨胀率的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。

C.6.2 砂浆和混凝土用硅灰的膨胀率降低值按式(C.2)计算,精确至 1%:

$$R_e = \frac{E_{t0} - E_{t1}}{E_{t0}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{C.2})$$

式中:

$R_e$  ——膨胀率降低值;

$E_{t1}$  ——受检砂浆试件的膨胀率,%;

$E_{t0}$  ——基准砂浆试件的膨胀率,%。