

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 21

辽宁省地方标准

DB 21/T XXXX—XXXX

水工混凝土预防碱骨料反应技术规范

(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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

辽宁省质量技术监督局 发布

目 次

- 1 范围 1
- 2 规范性引用文件 1
- 3 术语和定义 1
- 4 基本规定 2
- 5 骨料碱活性检验 2
- 6 抑制骨料碱-硅酸反应的技术措施 3
- 7 抑制骨料碱-硅酸反应活性有效性试验 5
- 附录 A（规范性） 抑制措施掺合料掺量选取方法 7
- 附录 B（规范性） 混凝土中总碱含量及可溶性总碱含量检测 9
- 附录 C（规范性） 全级配混凝土骨料碱活性检验方法 11

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。

本文件由辽宁省市场监督管理局提出。

本文件由辽宁省水利厅归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

请注意，本文件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。

本标准发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通信地址：沈阳市和平区十四纬路5号，联系电话：024-62181315。

标准起草单位通信地址：沈阳市和平区光荣街68号，联系电话：024-23872687。

水工混凝土预防碱骨料反应技术规范

1 范围

- 1.1 本文件规定水工混凝土用骨料碱活性检验方法、抑制碱骨料碱活性反应技术措施及抑制有效性的检验方法。
- 1.2 本文件适用于水利水电工程的混凝土。
- 1.3 水工混凝土抑制骨料碱活性反应除应符合本文件的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

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 8076 混凝土外加剂
- GB/T 176 水泥化学分析方法
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- SL 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程
- SL 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
- SL/T 352 水工混凝土试验规程
- JGJ 63 混凝土用水标准(附条文说明)
- CCES 01 混凝土结构耐久性设计与施工指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 有效碱含量 effective alkali content

混凝土原材料中能参与碱-骨料反应的碱的含量，以当量 Na_2O 表示，即 Na_2O 含量与0.658倍的 K_2O 含量之和，用百分数表示。

3.2 碱-骨料反应 alkali-aggregate reaction

混凝土中的碱与骨料中的碱活性矿物发生化学反应，导致混凝土产生膨胀开裂的现象。

3.3 碱-硅酸反应 alkali-silica reaction

混凝土中的碱与骨料中的碱活性 SiO_2 发生化学反应，导致混凝土产生膨胀开裂的现象。

3.4 碱-碳酸盐反应 alkali-silica reaction

混凝土中的碱与碳酸盐骨料中活性白云石晶体发生化学反应，导致混凝土产生膨胀开裂的现象。

4 基本规定

4.1 用于水工混凝土的骨料宜采用非碱活性骨料。对采用碱活性骨料或设计要求预防碱骨料反应的混凝土工程，应采取预防混凝土碱骨料反应的技术措施，对于具有潜在危害的碱-硅反应活性的骨料也可采取预防混凝土碱骨料反应的技术措施。

4.2 对于大型或重要的混凝土工程，骨料碱活性检验和抑制骨料碱活性措施有效性检验宜进行不同检验检测机构的比对试验。

5 骨料碱活性检验

5.1 取样内容

5.1.1 在勘察和选择骨料料场时，骨料碱活性的检验取样应符合以下规定：

- a) 从砂砾料料场和人工骨料料场取样时，应符合 SL251 的有关规定，样品应为开采或爆破的料场非表层部分；
- b) 每份样品应至少进行 2 组碱活性检验；
- c) 每组试样的最小取样量应满足 SL251 的要求。

5.1.2 成品料场骨料碱活性的检验取样应符合以下规定：

- a) 应在不同料场的成品料堆分别取样，每个料场宜分别选取至少 3 组具有代表性的样品。取样时先将取样部位表层的骨料铲除。对于细骨料，应分别从每批骨料 8 个均匀分布的部位取得数量大致相等的细骨料混合成 1 组样品。对于粗骨料，应分别从每批骨料 15 个均匀分布的部位取得数量大致相等的粗骨料混合成 1 组样品。样品应混合均匀，再用四分法缩取；
- b) 对于料源稳定的料场，应每 3 个月检验一批次，每批次至少选取 3 组有代表性的样品。料源发生变化时，应重新取样检验。

5.1.3 混凝土拌合现场用骨料碱活性的检验取样应符合以下规定：

- a) 当采购产地发生变化时，应对进场骨料至少选取 3 组有代表性的样品进行检测；
- b) 当采用商品混凝土时，应提前对拟采用的骨料开展碱活性检测，并应保证骨料的稳定性，细骨料同料源每 1200t 抽检 1 组；粗骨料应按同料源 2000t 抽检 1 组；
- c) 当采用自拌混凝土时，首批进场检测后，对于料源稳定，可每月检验 1 组。

5.2 试验方法

5.2.1 按 SL/T 352 中规定的方法对岩石种类进行鉴别，骨料中含有碱活性成分根据岩石类别采用相应的方法对碱活性进行检验。

5.2.2 对含有碱-硅酸反应活性矿物的骨料检验方法为砂浆棒快速法、砂浆长度法、混凝土棱柱体法，具体试验方法应符合 SL/T 352 的规定。

5.2.3 对含有碱-碳酸盐反应活性矿物的骨料检验方法为岩石柱法、混凝土棱柱体法，也可采用其他方

法检验骨料碱-碳酸盐反应活性，具体试验方法应符合 SL/T 352 的规定；

5.2.4 混凝土棱柱体法除应符合 SL/T352 的规定外，试验方法还应满足本文件附录 C 的规定。

5.3 检验结果评价

5.3.1 检验报告结论应明确骨料碱活性类型。

5.3.2 应取同一检验批的同一检验项目所有试验结果中膨胀率最大者作为检验结果。

5.3.3 岩相法、砂浆棒快速法、岩石柱法和混凝土棱柱体法的试验结果判定应符合 SL/T 352 的规定。

5.3.4 当岩相法、砂浆棒快速法、岩石柱法、混凝土棱柱法的检验结果不一致时，应以混凝土棱柱法检验结果为准。

5.3.5 当采用砂浆棒快速法 14d 试验结果在 0.10%~0.20%时，应延长至 28d。当 28d 试件膨胀率小于 0.20%时，可判定为不具有潜在危害性的碱活性骨料；当 28d 试件膨胀率大于 0.20%时，宜开展混凝土棱柱法试验或结合工程用配合比抑制材料掺量开展砂浆棒快速法抑制措施有效性检验。

6 抑制骨料碱-硅酸反应的技术措施

6.1 一般规定

6.1.1 水工混凝土工程宜采用非碱活性骨料。

6.1.2 具有碱-碳酸盐反应活性的骨料不应用于配制混凝土。

6.1.3 碱-硅酸盐反应活性骨料及快速砂浆棒法无法判定硅酸盐反应活性骨料用于水工混凝土工程时，应采取技术措施抑制骨料碱-硅酸反应并验证抑制措施的有效性。

6.1.4 抑制骨料碱-硅酸反应可采用掺活性掺和料和外加剂、使用低碱水泥、控制混凝土总碱量等措施抑制混凝土碱-骨料反应，也可采用阻止外来水分进入混凝土内部等措施预防混凝土碱-骨料反应。

6.2 水泥

6.2.1 水泥碱含量不宜大于 0.60%，水泥碱含量试验方法按 GB/T 176 执行，散装水泥应按每 400t（袋装水泥每 200t）为一个检验批。

6.2.2 水泥品种宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥等。

6.3 掺和料

6.3.1 活性掺和料可采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、磷渣粉、天然火山灰等，宜优先采用粉煤灰。

6.3.2 粉煤灰宜采用 F 类的 I 级或 II 级粉煤灰，碱含量不宜大于 2.0%，粉煤灰碱含量试验方法按 GB/T 176 执行，粉煤灰应每 200t 为一个检验批。粉煤灰其它指标应符合 GB/T 1596 的规定。

6.3.3 粒化高炉矿渣粉碱含量不宜大于 1.0%；粒化高炉矿渣粉碱含量试验方法按 GB/T 176 执行，粒化高炉矿渣粉应每 200t 为一个检验批。粒化高炉矿渣粉其它指标应符合 GB/T 18046 的规定。

6.3.4 硅灰的二氧化硅含量不宜小于 85%，碱含量不宜大于 1.5%；硅灰碱含量试验方法按 GB/T 176 执行，硅灰应按每 20t 为一个检验批。硅灰其它指标应符合 GB/T 27690 的规定。

6.3.5 磷渣粉、天然火山灰等其他类型的活性掺和料应进行试验论证。

6.3.6 不足一个检验批量的混凝土原材料应作为一个检验批。同一厂家的同批出厂材料，用于同时施工且属于同一工程项目的多个单位工程可检一批次。

6.4 外加剂及拌合用水

6.4.1 宜采用低碱含量的外加剂。

6.4.2 外加剂应符合 GB 8076 的规定；折固后总碱含量不宜大于 0.25kg/m³；外加剂碱含量试验方法按 GB/T 8077 执行。外加剂应按掺量划分检验批次，掺量大于或等于 1%的外加剂以 100t 为一检验批，掺量小于 1%的外加剂以 50t 为一个检验批，掺量小于 0.01%的外加剂以 1t~2t 为一个检验批。

6.4.3 拌合用水碱含量不应大于 1500mg/L，水的碱含量试验方法按 JGJ 63 执行，拌合用水应按同一水源不少于一个检验批。

6.4.4 当采用外加剂作为抑制材料时，在满足上述要求时还应满足如下要求：

- a) 对于引输水工程直接接触水源的混凝土，严禁使用含有六价铬盐、亚硝酸盐和硫氰酸盐成分的混凝土外加剂；
- b) 与锌钢材或铝铁相接触部位的混凝土结构、外露钢筋预埋铁件而无防护措施的混凝土结构、使用直流电源的混凝土结构、距高压直流电源 100m 以内的混凝土结构，严禁使用含有强电解质无机盐的外加剂；
- c) 用于办公、居住等有人活动的建筑工程，严禁使用含有硝酸铵、碳酸铵、尿素类的外加剂；
- d) 预应力混凝土结构，严禁使用含有亚硝酸盐、碳酸盐外加剂。

6.5 混凝土总碱量

6.5.1 按 SL654 对水工建筑物所处的侵蚀环境进行分类，按表 5.5.1 对混凝土工程进行环境分类；依据配筋水工建筑物耐久性进行划分，应根据表 5.5.2 的要求对混凝土总碱量进行限制。

表1 环境分类

环境类别	环境条件
一	室内正常环境
二	室内潮湿环境；露天环境；长期处于水下或地下的环境
三	淡水水位变化区；有轻度化学侵蚀性地下水的地下环境；海水水下区
四	海上大气区；轻度盐雾作用区；海水水位变化区；中度化学侵蚀性环境
五	使用除冰盐的环境；海水浪溅区；重度盐雾作用区；严重化学侵蚀性环境
注1：海上大气区与浪溅区的分界线为设计最高水位加15m；浪溅区与水位变化区的分界线为设计最高水位减10m；水位变化区与水下区的分界线为设计最低水位减1.0m；重度盐雾作用区为离涨潮岸线50m内的陆上室外环境；轻度盐雾作用区为离涨潮岸线50~500m内的陆上室外环境。 注2：冻融比较严重的二类、三类、四类环境条件下的建筑物，可将其环境类别分别提高为三类、四类、五类。	

表2 混凝土中最大总碱量限制

环境类型	碱-硅酸反应活性骨料 (kg/m ³)	碱-碳酸盐反应活性骨料
一	不限制	不限制
二	3.0	用非碱活性骨料
三	3.0	用非碱活性骨料
四	2.5	用非碱活性骨料
五	2.5	用非碱活性骨料

混凝土配合比设计阶段的混凝土总碱量按式 (1) 计算:

$$M_h = W_c \times C_c + W_a \times C_a + W_m \times C_m + W_w \times C_w \dots\dots\dots (1)$$

式中:

M_h ——混凝土的总碱量 (kg/m³) ;

W_c ——混凝土水泥用量 (kg/m³) ;

W_a ——混凝土外加剂用量 (kg/m³) ;

W_m ——混凝土掺和料用量 (kg/m³) ;

W_w ——混凝土拌合用水量 (kg/m³) ;

C_c ——水泥碱含量 (%) ;

C_a ——外加剂碱含量 (%) ;

C_m ——掺和料有效碱含量 (%) ;

C_w ——拌合水碱含量 (%) ;

C_c 、 C_a 、 C_w (水泥碱含量、外加剂碱含量、拌合水碱含量) 按100%碱含量计算;

C_m (掺和料有效碱含量) 按以下方法计算:

- 1) 粉煤灰有效碱含量可按粉煤灰碱含量的 1/5 计算;
- 2) 硅粉有效碱含量可按硅粉碱含量的 1/2 计算;
- 3) 粒化高炉矿渣粉有效碱含量可按粒化高炉矿渣粉碱含量的 1/2 计算;
- 4) 其他矿物掺和料的有效碱含量宜通过试验研究确定。

6.5.2 采用掺加活性掺和料作为抑制措施时, 掺和料的种类、掺量的确定除应符合 SL/T 352 的规定外, 还应符合附录 A 的规定。

7 抑制骨料碱-硅酸反应活性有效性试验

7.1 碱-硅酸反应活性骨料用于工程时, 工程使用的水泥、掺和料等原材料应检验其抑制碱-骨料反应有效性, 可每 6 个月检验一次。水泥、掺和料等原材料来源发生变化时, 应重新检验其抑制碱-骨料反应有效性。

7.2 抑制骨料碱-硅酸反应活性有效性试验可采用快速砂浆棒法或混凝土棱柱法, 试验方法应符合 SL/T 352 的规定。

7.3 对 I 级和 II 级水工混凝土建筑物, 或常年处于潮湿环境的重要混凝土结构部位, 宜采用抑制碱-骨料反应有效性试验 (混凝土棱柱体法) 进行不少于 2 年的长期观测, 当不具备长期观测条件的, 可在混凝土结构体达到设计龄期后取芯检测混凝土总碱量和可溶性总碱量, 进行综合评定。混凝土总碱量及可溶性总碱量按附录 B

7.4 当采用砂浆棒快速法进行抑制碱-骨料反应有效性检验时,若 14d 龄期试件长度膨胀率小于 0.03% 时,则抑制效果评定为有效;若 14d 龄期试件长度膨胀率大于 0.03%,则延长观测至 28d;若 28d 龄期试件长度膨胀率小于 0.10%,则抑制效果评定为有效。

7.5 采用混凝土棱柱体法进行抑制碱-骨料反应有效性检验时,若 2 年龄期试件长度膨胀率小于 0.04%,则抑制效果评定为有效。

7.6 当砂浆棒快速法与混凝土棱柱体法的结果不一致时,以混凝土棱柱体法的试验结果为准。

7.7 当需要对混凝土实体进行碱骨料反应的危害性检验时,应根据工程部位、浇筑批次、配合比、工作环境等因素划分检测单元,可进行实体取样按附录 C 检测,并按径向与轴向试验结果最大值选取作为判定值。

7.8 当抑制的碱骨料用于有抗冻性耐久性要求的水工混凝土时,除满足上述抑制有效性,还应对检验龄期后的试件开展气泡参数试验,试验方法参照 SL/T 352 混凝土气泡参数试验(直线导线法),检测结果应满足以下要求。

表3

条件环境	混凝土 高度饱水	混凝土 中度饱水	盐或化学腐蚀下 冻融
气泡间距系数 μm	≤ 250	≤ 300	≤ 200
注1: 高度饱水指冰冻前长期或频繁接触水或湿润土体,混凝土体内高度水饱和;中度饱和指冰冻前偶 受雨水或潮湿,混凝土体内饱水程度不高;盐冻指接触海水、除冰盐或其他化学腐蚀物质下的冻 融情况。			

附录 A
(规范性)
抑制措施掺合料掺量选取方法

A.1 掺合料抑制试验方法要求

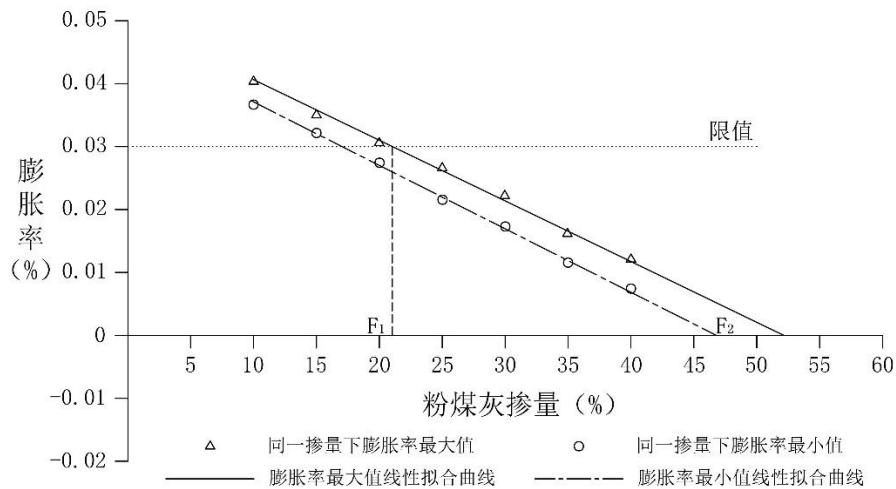
A.1.1 掺合料抑制试验方法按照砂浆棒法进行试验，按规程要求以粉煤灰为抑制试剂，以粉煤灰内掺法替代胶凝材料进行砂浆棒法平行试验。

A.1.2 当掺入抑制材料进行抑制试验时，试件不宜少于3组；

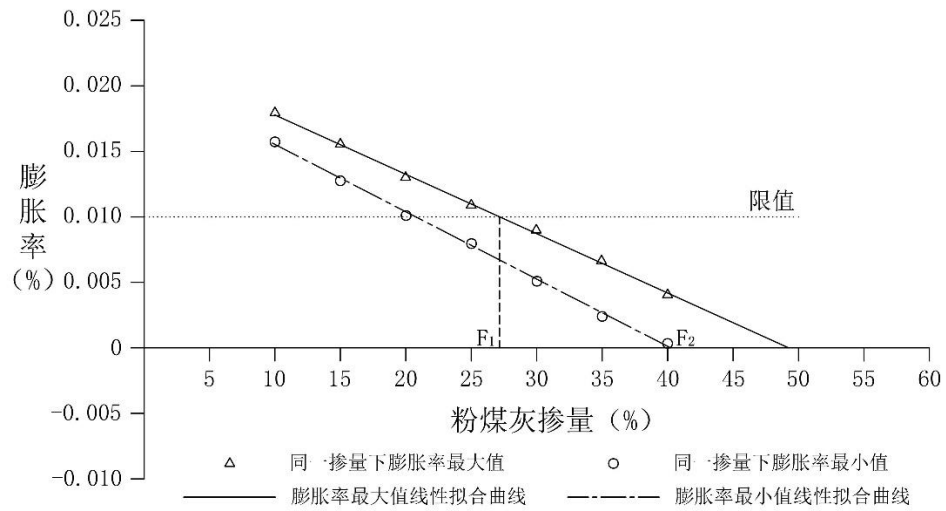
A.1.3 每组试件，抑制材料掺量不宜少于5种，掺量按等比例递增且递增幅度不宜大于5%（不同掺合料应采用不同的递增幅度选取）；每组试件试验结果中应不少于2个掺量的膨胀率满足要求，即14d膨胀率小于0.03%或28d膨胀率小于0.10%；当不满足上述条件时，应做补充试验，完成曲线绘制。

A.2 曲线绘制

选取各组试验数据中同掺量的膨胀率最大值及最小值绘制掺量-膨胀率曲线。曲线横坐标为掺量，纵坐标为膨胀率，曲线为膨胀率最大值及最小值数据线性拟合曲线，如图A.1、图A.2。线性拟合曲线拟合度不应小于0.95。



图A.1 掺量-膨胀率典型曲线（14d）



图A.2 掺量-膨胀率典型曲线 (28d)

A.3 抑制措施掺合料掺量选取方法

粉煤灰掺合料抑制试验的合理掺量应选取大于膨胀率最大值线性拟合曲线与限值交点对应掺量值 (F1) 与不小于膨胀率最小值线性拟合曲线膨胀率为0时对应掺量值 (F2) 之间作为掺量的选取范围, 并根据工程设计要求及现场实际情况, 在掺量范围内合理选取, 宜选择膨胀率最大值线性拟合曲线与限值交点对应掺量 (F1) 与膨胀率最小值线性拟合曲线膨胀率为0时对应掺量 (F2) 的中间值, 即 $(F1 + (F2 - F1) / 2)$ 。

附录 B

(规范性)

混凝土中总碱含量及可溶性总碱含量检测

B.1 混凝土中碱含量应以单位体积混凝土中碱含量表示。

B.2 混凝土碱含量测定所用试样的制备应符合下列规定：

- 当从成型混凝土试块中取样检测混凝土总碱量时，应切除表面不少于 20mm 后，作为试验用样品；当为取芯样品时，应切除芯样为混凝土结构体表面不少于 20mm 后，作为试验用样品。
- 将混凝土试件破碎，剔除石子；
- 将试样缩分至 100g，研磨至全部通过 0.08mm 的筛；
- 用磁铁吸出试样中的金属铁屑；
- 将试样置于 105℃~110℃ 烘箱中烘干 2h，取出后放入干燥器中冷却至室温备用。

B.3 混凝土总碱含量的检测应按符合下列规定：

- 混凝土总碱含量的检测操作应符合现行国家标准 GB/T 176 的有关规定；
- 样品中氧化钾质量分数、氧化钠质量分数和氧化钠当量质量分数应按下列公式计算：

$$\omega_{k_2O} = \frac{m_{k_2O}}{m_s \times 1000} \times 100 \quad \text{..... (B.1)}$$

$$\omega_{Na_2O} = \frac{m_{Na_2O}}{m_s \times 1000} \times 100 \quad \text{..... (B.2)}$$

$$\omega_{Na_2O,eq} = \omega_{Na_2O} + 0.658\omega_{k_2O} \quad \text{..... (B.3)}$$

式中：

- ω_{k_2O} ——样品中氧化钾的质量分数（%）；
 ω_{Na_2O} ——样品中氧化钠的质量分数（%）；
 $\omega_{Na_2O,eq}$ ——样品中氧化钠当量的质量分数，即样品的碱含量（%）；
 m_{k_2O} ——100mL 被检测溶液中氧化钾的含量（mg）；
 m_{Na_2O} ——100mL 被检测溶液中氧化钠的含量（mg）；
 m_s ——样品的质量（g）。

B.4 样品中氧化钠当量质量分数的检测值应以 3 次测试结果的平均值表示：

B.5 单位体积混凝土中总碱含量应按下式计算：

$$m_{a,t} = \frac{\rho(m_{cor}-m_c)}{m_{cor}} \times \bar{\omega}_{Na_2O,eq} \quad \text{..... (B.4)}$$

式中：

- $m_{a,t}$ ——单位体积混凝土中总碱含量（kg）；
 ρ ——芯样的密度（kg/m³），按实测值；无实测值时取 2500kg/m³；
 m_{cor} ——芯样的质量（g）；
 m_c ——芯样中骨料的质量（g）；
 $\bar{\omega}_{Na_2O,eq}$ ——样品中氧化钠当量的质量分数的检测值（%）。

B.6 混凝土可溶性碱含量的检测应按符合下列规定：

- a) 准确称取 25.0g (精确至 0.01g) 样品放入 500mL 锥形瓶中, 加入 300mL 蒸馏水, 用振荡器振荡 3h 或 80℃ 水浴锅中用磁力搅拌器搅拌 2h, 然后在弱真空条件下用布氏漏斗过滤。将滤液转移到一个 500mL 的容量瓶中, 加水至刻度。
- b) 混凝土可溶性碱含量的检测操作应符合现行 GB/T 176 的有关规定。
- c) 样品中氧化钾质量分数、氧化钠质量分数和氧化钠当量质量分数应按下列公式计算:

$$\omega_{K_2O}^S = \frac{m_{K_2O}}{m_s \times 1000} \times 100 \dots\dots\dots (B.5)$$

$$\omega_{Na_2O}^S = \frac{m_{Na_2O}}{m_s \times 1000} \times 100 \dots\dots\dots (B.6)$$

$$\omega_{Na_2O,eq}^S = \omega_{Na_2O}^S + 0.658\omega_{K_2O}^S \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

$\omega_{K_2O}^S$ ——样品中可溶性氧化钾的质量分数 (%) ;

$\omega_{Na_2O}^S$ ——样品中可溶性氧化钠的质量分数 (%) ;

$\omega_{Na_2O,eq}^S$ ——样品中可溶性氧化钠当量的质量分数, 即样品的可溶性碱含量 (%) 。

- d) 样品中氧化钠当量质量分数的检测值应以 3 次测试结果的平均值表示。

- e) 单位体积中混凝土中可溶性碱含量应按下式计算:

$$m_{a,s} = \frac{\rho(m_{cor}-m_c)}{m_{cor}} \times \bar{\omega}_{Na_2O,eq}^S \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

$m_{a,s}$ ——单位体积混凝土中总碱含量 (kg) 。

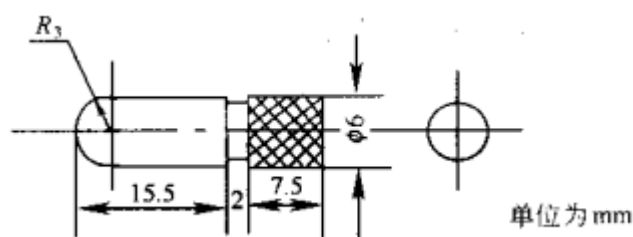
附录 C

(规范性)

全级配混凝土骨料碱活性检验方法

C.1 仪器设备:

- a) 测长仪: 量程 275~300mm, 精度 0.01mm;
- b) 恒温养护室: 室温 $(38 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- c) 破碎设备: 颚式破碎机或圆盘破碎机;
- d) 方孔筛: 孔径 4.75mm 2.36mm 1.18mm $600\ \mu\text{m}$ $300\ \mu\text{m}$ $150\ \mu\text{m}$ 的筛一套, 筛的底盘和盖各一只;
- e) 天平: 称量 1000g, 精度 1g; 称量 500g, 精度 0.01g;
- f) 胶砂搅拌机: 符合 JC/T681 的规定, 但搅拌叶片底缘同搅拌锅底间的间隙为 $(5 \pm 0.3)\ \text{mm}$;
- g) 测头及试模: 用不锈钢或铜制成, 端头呈球形, 头身为圆柱体, 其规格和尺寸如图 1 所示。试模为金属制成, 可以拆卸, 其内壁尺寸为 $25\ \text{mm} \times 25\ \text{mm} \times 280\ \text{mm}$ 。试模的两端板上开有安置测头的小孔, 小孔的位置应保证测头在试件的中心线上;
- h) 捣棒: 截面尺寸为 $14\ \text{mm} \times 13\ \text{mm}$ 、长度为 $120\ \text{mm} \sim 150\ \text{mm}$ 的钢制长方体;
- i) 刮平刀;
- j) 养护容器: 由耐腐蚀耐高温材料(如塑料或不锈钢)制成的带盖容器, 其内设有试件架, 加盖后不漏水、不透气。高度不低于 350 mm;
- k) 恒温水浴或烘箱: 温度为 $80^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$;
- l) 温度计: 0.5°C ;
- m) 比长仪: 量程不小于 30mm, 精度为 $\pm 0.001\ \text{mm}$ 的千分表或测微器;
- n) 应变片: 使用温度大于 80°C , 耐碱, 电阻值应为 $120\ \Omega$ 。



图C.1 测头示意图

C.2 试件要求:

C.2.1 试件可采用现场取芯试样或试验室室内成型试件;

C.2.2 现场取样制作及其它要求

从受检区域随机钻取直径不应小于骨料公称粒径的3倍, 高径比宜为3:1, 当不具备制样条件时, 高径比不宜小于1:1, 芯样数量不应少于3个。

C.2.3 试验室试件制作及养护要求

C.2.3.1 试件成型拌和时, 应加入与标准环境温度相同水进行拌和; 试件脱模后应及时采用有效可靠

的方式方法对试件进行标记,不应在试件表面进行刻画;试件脱模后应及时测量基准长度,后期测量时,应保证测量方向与基准长度测量方向一致;试件脱模后测量基础长度,并应标记测试方向,后期测量应保持原方向不变;

C.2.3.2 应将试件放入与标准实验室同温度水浴盒中,放入温度计,保持 30min,试件取出前水浴盒中的温度与初始温度相差应不大于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$;

C.2.3.3 将水浴养护盒放入 10—40 $^{\circ}\text{C}$ 水箱中宜逐渐进行升温,待水箱中水温达到设定温度开始计算养护时间。

C.2.3.4 当采用全级配混凝土进行碱活性试验时,试件应宜选用棱柱体试件,当无法取得棱柱体试件时,可选用圆柱体试件进行试验,试件边长或直径应不小于骨料公称粒径的 3 倍,试件高径比/长宽比宜为 3:1。试件脱模后清除试件边框浮渣和胶结物。

C.3 试件长度测试方法

试件长度测量可采用百分表法或应变片法。

- 1) 采用千分表法测量时,采用卧式混凝土比长仪。
- 2) 采用应变片法测量时,试件应为圆柱形,采用耐碱耐高温塑料应变片。

C.4 试验步骤:

- a) 试验应在恒温恒湿环境中进行,室温应在 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度应在 $(60\pm 5)\%$ 。测量试件初始值时,试件应在 $72\text{h}\pm 3\text{h}$ 龄期内(从混凝土搅拌加水时算起)从标准养护室取出,并立即移入恒温恒湿室。
- b) 采用千分表法测量时:
 - 1) 试件测量分为横向和纵向测量,纵向测量时,试样放置在卧式混凝土比长仪上时,应使成型自由面朝上,纵向测头嵌入槽座后,并调整侧面挡板使其试件中心线与两测头座同心,再用固定销固定好试件,后期测量侧面挡板不应再移动;
 - 2) 横向测量时应对测量点进行标记,测量接触面积应为 400mm^2 ,测量位置宜在试件的轴向三等分位置。
- c) 采用应变片法测量时:
 - 1) 当采用电阻应变片时,在测量完断面尺寸后,用电吹风吹干试件的两侧中间部位,然后用 502 胶粘贴电阻应变片,使电阻应变片与试件紧密结合不应有气泡。轴向测量时其电阻应变片应在中部两侧中间位置,且长度方向与试件轴线平行,环向测量时其电阻应变片应沿轴向两侧均匀对称粘贴不少于 3 组应变片。连接电阻应变片与记录仪,并将试样竖直放入测试水槽中,并开始记录;
 - 2) 在测定初始长度后,宜按下列规定的时间间隔测量其变形读数:1d、3d、7d、14d、28d、45d、56d、90d、120d,可根据实际情况考虑是否继续试验。

C.5 数据处理

- a) 应变片法径向测量变化量按下式计算:

$$\Delta r = r_0 \times \left(\frac{l_t}{l_0} - 1 \right) \dots\dots\dots (C.1)$$

其中:

$$l_t = l_0 (1 + \varepsilon) \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

Δr ——测试结束时试件径向变化量（mm）；

r_0 ——测试前试件半径（mm）；

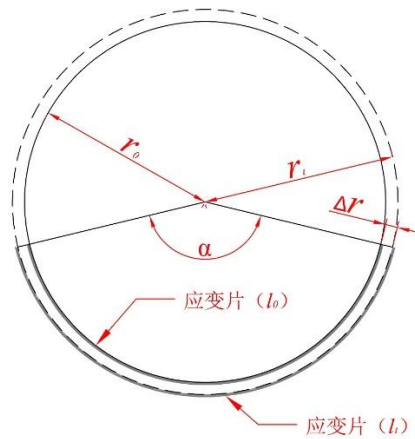
l_0 ——测试前应变片长度（mm）；

l_t ——测试结束时应变片长度（mm）；

ε ——应变计示数。

b) 采用应变片法径向测量变化量（ P ）作为判定值。

$$P = \frac{\Delta r}{r_0} \times 100\% \dots\dots\dots (C.3)$$



图C.2 应变片法径向测量变化量计算示意图