ICS 27.140
CCS P 55

DB21

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

（报批稿）

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

辽宁省市场监督管理局 发 布

目　　次

前言 II
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） 全级配混凝土骨料碱活性检验方法 7
附　录　B （规范性） 抑制骨料碱-硅酸反应技术措施掺合料掺量选取方法 10
附　录　C （规范性） 混凝土中总碱含量及可溶性总碱含量检测 12

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。

本文件由辽宁省水利厅提出并归口。

本文件起草单位：沈阳兴禹水利建设工程质量检测有限公司、辽宁省水利水电勘测设计研究院有限责任公司、沈阳岩土工程技术测试开发有限公司、辽宁水资源管理集团、丹东市水利勘测设计研究院、彰武水投建设集团有限公司、水利部建设管理与质量安全中心、沈阳建筑大学、葫芦岛市青山水库建设有限公司、辽宁省阜新市水文局。

本文件主要起草人：杨冬鹏、曹卫东、李静、曲瑞、石杰夫、王茺、陈长山、陈艳伶、王磊、崔海龙、陈晓、冯云晓、李婷、鲍立新、樊东旭、刘欢、付长剑、张巍、权京玉、王柏强、董枫枫、罗京元、韩宇舟、付秋林、张广勇、于小苇、郭彩银、郑晓康、金亮、王多姿、鲁远杰、孙锡荣、许强、孟兆武、谷城、张文双、张省身、吴延明、穆建国、张晓博、张霁宇、王旭东、俞世轩、徐驰、高良艳、马秀梅、董冰、王馨雪、任众、张娜、张瑾、贾永革、李伟、王浩燃、王浩宇、闫宇彪、钟锁蓝、王琳、刘鹏、吕林蓬、胡荣新

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：辽宁省水利厅（沈阳市和平区十四纬路5号），联系电话：024-62181601。

标准起草单位通信地址：沈阳兴禹水利建设工程质量检测有限公司(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

本文件规定了水工混凝土用骨料碱活性检验方法、抑制碱-硅酸反应活性技术措施及抑制有效性的检验方法。

本文件适用于水工混凝土用骨料碱活性的检验及抑制。

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 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB 8076 混凝土外加剂
GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
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 50733 预防混凝土碱骨料反应技术规范
GB/T 50784 混凝土结构现场检测技术标准
DL/T 5298 水工混凝土抑制碱-骨料反应技术规范
JGJ 63 混凝土用水标准
SL 251 水利水电工程天然建筑材料勘察规程
SL/T 352 水工混凝土试验规程
SL 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
SL 677 水工混凝土施工规范

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。

[来源：DL/T 5298-2013，2.0.1]

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。
[来源：DL/T 5298-2013，2.0.2]

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。
[来源：DL/T 5298-2013，2.0.3]

3.4

碱-碳酸盐反应 alkali-carbonate 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。
[来源：DL/T 5298-2013，2.0.4]

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-硅酸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 SL 251 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 SL 251 的相关要求。

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) 为了确保取样的准确性和代表性，应该在不同的料场中进行采样，并选取至少 3 组具有代表性的样品。在取样之前，需要先将取样部位的表层骨料除去。对于细骨料，需要从每批骨料中均匀选择 8 个部位，并将相等数量的细骨料混合成 1 组样品。而对于粗骨料，应该从每批骨料中均匀选取 15 个部位，并将数量大致相等的粗骨料混合成 1 组样品。为了确保样品的均匀性，需要充分混合，并使用四分法进行缩取。
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 现场施工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验；
b) 采用商品混凝土时，应提前对拟采用的骨料开展碱活性检验，并保证骨料的稳定性，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) 采用自拌混凝土时，首批进场完成检测后，当料源稳定时，可每月检验 1 组。

5.2 试验方法

5.2.1 骨料的碱活性检验方法有岩相法、岩石柱法、砂浆棒快速法、混凝土棱柱体法，具体试验方法应符合 SL/T 352 的规定。

5.2.2 宜采用岩相法对骨料的岩石类别和碱活性进行检验，检验结果按下列规定处理：

a) 检验结果为不含碱活性矿物的骨料可不再进行检验。
b) 检验结果为碱-硅酸反应活性骨料检验方法可采用砂浆棒快速法、混凝土棱柱体法。
c) 检验结果为碱-碳酸盐反应活性骨料检验方法可采用岩石柱法、混凝土棱柱体法。

5.2.3 对于棱柱体法检测全级配混凝土试验方法宜按附录 A 进行。

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 当同一检验批的同一检验项目采取一组以上试验时，应取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、混凝土棱柱体法的检验结果不一致时，应以混凝土棱柱体法检验结果为准。

5.3.5 当采用砂浆棒快速法 14d 试验结果在 0.10%～0.20%时，应延长观测时间至 28d，如膨胀率小于 0.2%，判定为不具有潜在危害性反应的碱活性骨料，如果 28d 膨胀率大于 0.2%时，宜开展混凝土棱柱体法试验进行判定,或可结合工程实际情况采取抑制混凝土碱骨料反应技术措施并开展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 具有碱-碳酸反应活性的骨料不应用于除一类环境（详见表 1）的混凝土工程。

6.1.2 碱-硅酸反应活性骨料在 5.3.5 条件下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。

6.1.3 抑制骨料碱-硅酸反应可采用掺活性掺合料和外加剂、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。

6.2 原材料

6.2.1 水泥碱含量不宜大于 0.60%，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。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。

6.2.2 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%，试验方法按GB/T 176执行，粉煤灰应按每200t为一个检验批。粉煤灰其他指标应符合GB/T 1596的规定。

6.2.3 粒化高炉矿渣粉碱含量不宜大于1.0%，试验方法按GB/T 176执行，粒化高炉矿渣粉应按每200t为一个检验批。粒化高炉矿渣粉其他指标应符合GB/T 18046的规定。

[来源：DL/T 5298-2013，4.3.3]

6.2.4 硅灰的二氧化硅含量不宜小于90%，碱含量不宜大于1.5%，试验方法按GB/T 176执行，硅灰应按每20t为一个检验批。硅灰其他指标应符合GB/T 27690的规定。

6.2.5 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。采用掺加活性掺合料作为抑制措施时，掺合料的种类、掺量的确定应符合SL/T 352的规定外，掺合料掺量宜按附录B选取。

6.2.6 宜采用低碱含量的外加剂，折固后总碱含量不宜大于0.25kg/m^3，试验方法按GB/T 8077执行，外加剂其他指标应符合GB 8076的规定。外加剂应按掺量划分检验批次，掺量大于或等于1.0%的外加剂以100t为一检验批，掺量小于1.0%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。

6.2.7 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) 对于引调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、居住等有人员活动的建筑工程，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。

6.2.8 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。

6.3 混凝土总碱量

依据SL 654对水工建筑物所处的侵蚀环境按表1进行分类；配筋混凝土最大总碱量应符合表2的要求。

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1.5m；浪溅区与水位变化区的分界线为设计最高水位减1.0m；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50m～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：

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

式中：

M_h——混凝土的总碱量（kg/m^3）；

W_c——混凝土水泥用量（kg/m^3）；

W_a——混凝土外加剂用量（kg/m^3）；

W_m——混凝土掺合料用量（kg/m^3）；

W_w——混凝土拌合用水量（kg/m^3）；

C_c——水泥碱含量（%）；

C_a——外加剂碱含量（%）；

C_m——掺合料有效碱含量（%）；

C_w——拌合水碱含量（%）；

Cc、Ca、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 （掺合料有效碱含量）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) 硅灰有效碱含量可按硅灰碱含量的 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) 其他矿物掺合料的有效碱含量宜通过试验研究确定。

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、掺合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、掺合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砂浆棒快速法或混凝土棱柱体法。

7.3　对 1 级和 2 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 C 检测。

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；

［来源：GB/T 50733-2011，5.0.2］

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。

［来源： SL/T 352，3.40.4］

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 A 检测，按径向与轴向试验结果取最大值，参照棱柱体试验结果处理。

7.8　当抑制的碱骨料用于有抗冻性要求的水工混凝土时，宜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），检测结果应满足表 3 要求。

表 3　气泡间距系数指标

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）
全级配混凝土骨料碱活性检验方法

A.1 仪器设备：

a) 比长仪：量程 275-300mm，分度值不大于 0.001mm；
b) 恒温养护箱：温度控制在（38±2）℃；
c) 水浴箱：温度控制在（38±2）℃；要求：水浴养护盒放入水浴箱后由室温逐渐升温至（38±2）℃。
d) 方孔筛：孔径 150mm 120mm 80mm 40mm 20mm 10mm 5mm 的筛一套，筛的底盘和盖各一只；
e) 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。长度、宽度、高度两侧（六面）分别大于试件 50 mm；
f) 捣棒：直径（16±0.5）mm，长约 650mm，一端为弹头形的金属圆棒；
g) 测头及试模：头用不锈钢金属制成，其规格和尺寸如图 A.1 所示。试模应为钢质，可以拆卸，振捣时不应变形、漏浆，模腔最小尺寸不应小于骨料最大粒径 3 倍。试模两端板正中有孔，以固定测头；
h) 温度计：0.5℃；
i) 动态电阻应变仪：电桥、放大器、相敏检波器、滤波器、振荡器；
j) 应变片：使用温度大于 38℃，耐碱，电阻值应为 120Ω；
k) 混凝土取芯机：主轴转速:200~1000r/min，人造金刚石薄壁钻头 50mm、100mm、150mm 等；
l) 混凝土搅拌机：强制式或自落式。强制式搅拌机的公称容量（60~100）L，转速（45~48）r/min；自落式搅拌机公称容量（50~100）L，转速（18~22）r/min。；
m) 称：分度值不大于 0.01kg；
n) 天平：分度值不大于 0.1g；
o) 振动台：频率（50±3）Hz，空载时台面中心振幅（0.5±0.1）mm；
p) 辅助器具：拌和钢板（平面尺寸不小于 1.5m×2.0m，厚度不小于 5mm）、盛料容器和平头铁铲、抹刀、橡胶锤、毛笔等。

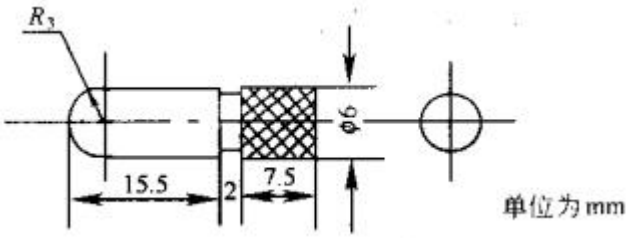

图 A.1 测头示意图

A.2 试件要求：

A.2.1 试件可采用现场取芯试样或试验室室内成型试件；

A.2.2 现场取样制作及其他要求

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，应以径向检测结果进行判定。芯样数量不应少于3个。

A.2.3 试验室试件制作及养护要求

A.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对试件进行标记，不应在试件表面进行刻画；及时测量基准长度，并应标记测试方向，后期测量时，应保证测量方向与基准长度测量方向一致；

A.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±2℃；

A.2.3.3　将水浴养护盒放入 10℃～40℃水浴箱中宜逐渐进行升温，待水浴箱中水温达到设定温度开始计算养护时间。

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

A.3　试件长度测试方法

试件长度测量可采用千分表法或应变片法。

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，采用耐碱耐高温应变片。

A.4　试验步骤：

a)　试验应在恒温恒湿环境中进行，室温应在（20±2）℃，相对湿度应在（60±5）%。测量试件初始值时，试件应在 72h±3h 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，成型自由面朝上，使试件中心线与两测头座同心；
    2)　横向测量时应对测量点进行标记，测量接触面积应为 400mm2，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，径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。应仔细观测试件的外观特征，有无开裂、弯曲、渗出物等，并做好记录。如有开裂、弯曲等现象，应停止该组试件的试验。

A.5　数据处理

a)　应变片法径向测量变化量按下式计算：

$$\Delta r = r_0 \times \left(\frac{l_t}{l_0} - 1\right) \quad \text{(A.1)}$$

其中：

$$l_t = l_0（1 + \varepsilon） \quad \text{(A.2)}$$

式中:

△r——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，检验结果按照棱柱体法进行评定。

$$P = \frac{\triangle r}{r_0} \times 100\% \cdots\cdots (A.3)$$

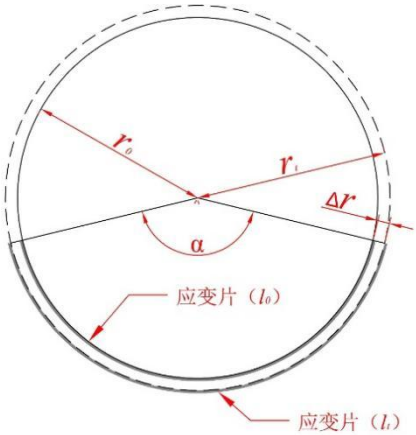

图 A.2 应变片法径向测量变化量计算示意图

附 录 B
（规范性）
抑制骨料碱-硅酸反应技术措施掺合料掺量选取方法

B.1 一般规定

B.1.1 掺合料抑制试验按照SL/T 352 中砂浆棒快速法进行，按规程要求以掺合料为抑制材料，以内掺法替代胶凝材料进行砂浆棒法平行试验。

B.1.2 当掺入抑制材料进行抑制试验时，试件不宜少于3组；

B.1.3 每组试件，抑制材料不宜少于5种掺量，相邻2个试样掺量差值宜为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。

B.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B.1、图B.2。线性拟合曲线拟合度不应小于0.95。

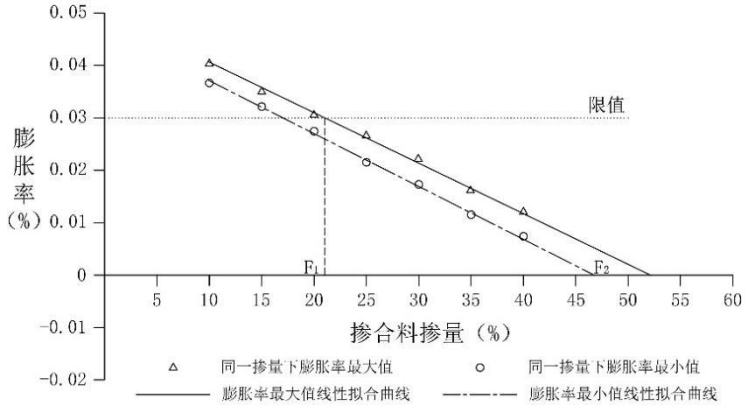

图 B.1 掺量-膨胀率典型曲线（14d）

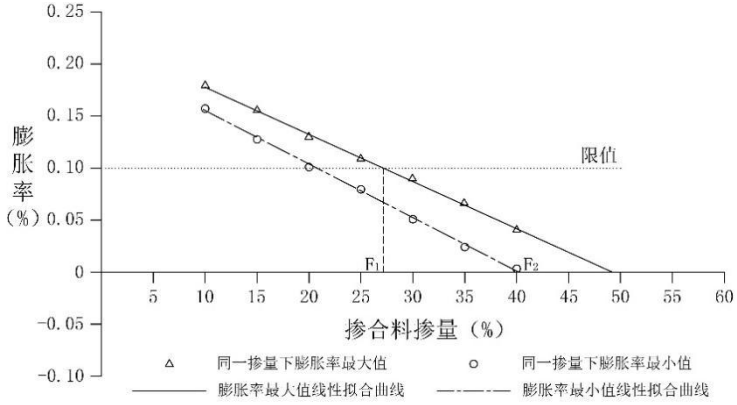

图 B.2 掺量-膨胀率典型曲线（28d）

B.3 抑制措施掺合料掺量选取方法

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 C
（规范性）
混凝土中总碱含量及可溶性总碱含量检测

C.1 混凝土中碱含量应以单位体积混凝土中碱含量表示。

C.2 混凝土碱含量测定所用试样的制备应符合下列规定：

a) 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。
b) 将混凝土试件破碎，剔除石子；
c) 将试样缩分至 100g，研磨至全部通过 0.08mm 的筛；
d) 用磁铁吸出试样中的金属铁屑；
e) 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。

C.3 混凝土总碱含量的检测应按符合下列规定:

a) 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；
b) 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:

$$\omega_{k_2O}\frac{m_{k_2O}}{m_s\times1000}\times100 \quad\cdots\cdots(C.1)$$

$$\omega_{Na_2O}\frac{m_{Na_2O}}{m_s\times1000}\times100 \quad\cdots\cdots(C.2)$$

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

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）。

C.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：

C.5 单位体积混凝土中总碱含量应按下式计算：

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

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/m^3），按实测值；无实测值时取2500kg/m^3；
m_{cor}——芯样的质量（g）；
m_c——芯样中骨料的质量（g）；
$\overline{\omega}_{Na_2O,eq}$——样品中氧化钠当量的质量分数的检测值（%）。

C.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：

$$\omega_{K_2O}^{S} = \frac{m_{k_2O}}{m_s \times 1000} \times 100 \quad \text{(C.5)}$$

$$\omega_{Na_2O}^{S} = \frac{m_{Na_2O}}{m_s \times 1000} \times 100 \quad \text{(C.6)}$$

$$\omega_{Na_2O,eq}^{S} = \omega_{Na_2O}^{S} + 0.658\omega_{K_2O}^{S} \quad \text{(C.7)}$$

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：

$$m_{a,s} = \frac{\rho(m_{cor} - m_c)}{m_{cor}} \times \overline{\omega}_{Na_2O,eq}^{s} \quad \text{(C.8)}$$

式中:

$m_{a,s}$——单位体积混凝土中总碱含量(kg)。