



中华人民共和国国家标准

GB/T 29423—20××

代替 GB/T 29423-2012

用于耐腐蚀水泥制品的化学激发混凝土

Chemical-activated concrete for anticorrosive cement products

（征求意见稿初稿）

2025.7.10

20××-××-××发布

20××-××-××实施

国家市场监督管理总局

国家标准化管理委员会 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 2

4 分类 3

5 原材料 3

6 技术要求 4

7 试验方法 5

8 检验规则 7

9 贮存与输送 8

附 录 A（规范性）耐酸和耐碱腐蚀性能试验方法和评定规则（胶砂试件法） 9

附 录 B（规范性）耐盐腐蚀性能试验方法和评定规则（混凝土试件法） 12

附 录 C（规范性）耐盐腐蚀性能试验方法和评定规则（胶砂试件法） 14

附 录 D（规范性）快速耐酸腐蚀性能试验方法（胶砂试件法） 17

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 29423—2012《用于耐腐蚀水泥制品的碱矿渣粉煤灰混凝土》，与 GB/T 29423—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a) 将“碱矿渣粉煤灰混凝土”更改为“化学激发混凝土或地质聚合物。”（见第1章，2012年版的第1章）；

b) 增加了规范性引用文件（见第2章）；

c) 更改了“碱性激发剂”（见 3.1，2012年版的 3.1），增加了化学激发胶凝材料（见 3.2）、硫酸盐激发胶凝材料（见 3.3）、碱激发胶凝材料（见 3.4）、碱矿渣胶凝材料（见 3.5）、复合激发胶凝材料（见 3.6）、化学激发混凝土（见 3.7）；

d) 删除了“按所用碱激发剂种类分类”（见 2012年版的第4章）；增加了“化学激发混凝土按所用激发剂种类分为：碱激发混凝土（A型）、硫酸盐激发混凝土（S型）和复合激发混凝土（H型）。”（见 4.2），增加了“按所用集料种类分为：有粗集料化学激发混凝土、无粗集料化学激发混凝土”（见 4.3）；

e) 增加了对化学激发胶凝材料的要求（见 5.1），增加了对硫酸盐激发剂的要求（见 5.4），删除了“如使用沸石粉、硅灰等掺和料时，掺和料的质量应分别符合相应标准要求”（见 2012年版的 5.8），增加了“硅灰应符合 GB/T 27690 的规定，沸石粉等其他掺和料的质量应分别符合相应标准的规定。”（见 5.10）；

f) 增加了对硬化胶砂试件膨胀率、干燥收缩率、自收缩率的要求（见表2），增加了对硬化混凝土试件抗氯离子渗透性、抗冻性的要求（见表2），增加了抗冻性的要求（见表2）；

g) 增加了硬化胶砂试件膨胀率（见 7.5）、干燥收缩率（见 7.6）、自收缩率（见 7.7）的试验方法；

h) 增加了硬化混凝土试件抗氯离子渗透性的试验方法（见 7.9）；

i) 增加了“其容积不小于 5L”（见 A.1.5），删除了“恒温温度 $(75 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，降温 2 h。”（见 2012年版的 A.4），增加了“降温 2 h，S型和H型化学激发混凝土恒温温度 $45^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ，A型化学激发混凝土恒温温度 $(75 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。”（见 A.4）；增加了“硫酸溶液的体积应超过被侵蚀试件体积的 5 倍”（见 A.5.1.2）；

j) 删除了“调温箱加热，当升温达到 $(75 \pm 3)^\circ\text{C}$ 时，恒温 6 h，使其试件快速腐蚀，停止加热，将其自然冷却至室温，40 h 后取出试件”（见 2012年版的 A.5.1.3、A.5.2.3），增加了“侵蚀 14 d 后取出试件”（见 A.5.1.3、A.5.2.3）；

k) 删除了“耐碱腐蚀系数 F_s 不小于 0.80”（见 2012年版的 A.7.2.2），增加了“耐酸腐蚀系数符合表2中序号6的要求”（见 A.7.2.2），将“且耐碱腐蚀系数 F_j 不小于 0.80”更改为“且耐碱腐蚀系数 F_j 不小于 0.90”（见 A.7.2.2，2012年版的 A.7.2.2）

l) 将“耐盐腐蚀系数 F_{yc} 不小于 0.85，且三组耐盐腐蚀系数的最小值不小于 0.80”更改为“耐盐腐蚀系数 F_{yc} 不小于 0.75，且三组耐盐腐蚀系数的最小值不小于 0.70”（见 B.8.2，2012年版的 B.8.2）

i)删除了“胶砂比为 1:3, 水胶比为 0.48” (见 2012 年版的 C.2), 增加了“胶砂比为 1:6, 用水量以胶砂流动度达到 180mm~190mm 来确定, 胶砂流动度按 GB/T 2419 规定进行。” (见 C.2)

m)将“静停 4h, 升温 3h, 恒温 4h, 恒温温度 $(75\pm3)^{\circ}\text{C}$, 降温 2h。”更改为“静停 4h, 升温 3h, 恒温 4h, 降温 2h, S 型和 H 型化学激发混凝土恒温温度 $45^{\circ}\text{C}\pm3^{\circ}\text{C}$, A 型化学激发混凝土恒温温度 $(75\pm3)^{\circ}\text{C}$ 。” (见 C.4, 2012 年版的 C.4)

n)将“盐侵蚀方法采用干湿循环法”更改为“盐侵蚀方法采用浸泡法” (见 C.6, 2012 年版的 C.6)

o)增加了“附录 D” (见附录 D)

本文件附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 是规范性附录。

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: 嘉兴大学...、.....。

本文件主要起草人:。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为:

——2012 年首次发布为 GB/T 29423—2012;

——本次为第一次修订。

用于耐腐蚀水泥制品的化学激发混凝土

1 范围

本文件规定了用于耐腐蚀水泥制品的化学激发混凝土（以下简称化学激发混凝土）的分类、原材料、技术要求、试验方法、检验规则、贮存与输送等。

本文件适用于处于酸、碱、盐环境下耐腐蚀水泥制品使用的化学激发混凝土。

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 209 工业用氢氧化钠
- GB/T 210.2 工业碳酸钠及其试验方法
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 1596—2017 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB/T 2419 水泥胶砂流动度测定方法
- GB/T 4209 工业硅酸钠
- GB/T 5483 天然石膏
- GB/T 8076 混凝土外加剂
- GB/T 6009 工业无水硫酸钠
- GB/T 14684 建筑用砂
- GB/T 14685 建筑用卵石、碎石
- GB/T 14902 预拌混凝土
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
- GB/T 18046—2018 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 20491 用于水泥和混凝土中的钢渣粉
- GB/T 21371 用于水泥中的工业副产石膏
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准
- 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 313—2009 膨胀水泥膨胀率试验方法
- JC/T 603 水泥胶砂干缩试验方法
- JC/T 726 水泥胶砂试模
- JC/T 681 行星式水泥胶砂搅拌机
- JC/T 682 水泥胶砂试体成型振实台
- JC/T 899 混凝土路缘石

JC/T 2603—2021 生态型混凝土鱼礁
JC/T XXXX—20XX 碱矿渣胶凝材料
JGJ 63 混凝土用水标准
JG/T 317 粒化电炉磷渣粉
JGJ/T 322 混凝土中氯离子含量检测技术规程

· 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准

3.1

激发剂 activator

能够诱导引发硅铝酸盐类固体粉末发生反应，使其凝结、硬化形成地质聚合物的具有化学激发作用的固态或者液态的碱或盐。如硫酸盐激发剂、碱激发剂、复合激发剂。

3.2

化学激发胶凝材料 Chemical-activated binder (cementitious material)

以硅铝酸盐类工业固体废弃物（如矿渣、磷渣等冶金废渣或粉煤灰等）为主体组分，掺入激发剂，通过化学激发形成硬化体的无机胶凝材料统称，亦称作地质聚合物。包括“硫酸盐激发胶凝材料”、“碱激发胶凝材料”、“复合激发胶凝材料”。

3.3

硫酸盐激发胶凝材料 sulfate-activated binder (cementitious material)

以硫酸盐激发剂和硅铝酸盐类工业固体废弃物为主要原料制备的水硬性胶凝材料。硫酸盐激发剂可以是天然石膏、工业副产石膏、硫酸钠等。

3.4

碱激发胶凝材料 alkali-activated binder (cementitious material)

以碱激发剂和硅铝酸盐类工业固体废弃物为主要原料制备的水硬性胶凝材料。包括但不限于“碱矿渣胶凝材料”、“碱粉煤灰胶凝材料”、“碱矿渣粉煤灰胶凝材料”。

3.5

碱矿渣胶凝材料 alkali-activated slag binder (cementitious material)

以碱组分和磨细水淬高炉矿渣为主要原料制备的水硬性胶凝材料，分为单组分和双组分两种类型：碱组分和水淬高炉矿渣粉按比例混磨制备的胶凝材料称为单组分碱矿渣胶凝材料；碱组分和水淬高炉矿渣粉分别制备和贮存的胶凝材料称为双组分碱矿渣胶凝材料。

3.6

复合激发胶凝材料 hybrid alkaline(composite-activated) binder (cementitious material)

以碱激发剂和硫酸盐激发剂共同激发硅铝酸盐类工业固体废弃物而制备的化学激发胶凝材料。

3.7

化学激发混凝土 chemical-activated concrete

由化学激发胶凝材料、细集料、粗集料、水、外加剂配制的混凝土。

3.8

矿渣粉碱性系数 basicity factor

表示矿渣粉活性的一项指标。它是矿渣粉中氧化钙、氧化镁质量分数之和与二氧化硅、三氧化二铝质量分数之和的比值 $M_0 = \frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$ 。

3.9

耐腐蚀系数 corrosion resistance factor

表示化学激发胶凝材料（或混凝土）耐腐蚀能力的指标。用试件经化学腐蚀后的强度值与未经腐蚀同龄期试件强度值之比表示。

4 分类

- 4.1 化学激发混凝土按耐腐蚀用途分：耐酸混凝土、耐盐混凝土和耐碱混凝土。
- 4.2 化学激发混凝土按所用激发剂种类分为：碱激发混凝土（A 型）、硫酸盐激发混凝土（S 型）和复合激发混凝土（H 型）。
- 4.3 化学激发混凝土按所用集料种类分为：有粗集料化学激发混凝土、无粗集料化学激发混凝土。

5 原材料

5.1 化学激发胶凝材料

碱矿渣胶凝材料应符合 JC/T XXXX-20XX 碱矿渣胶凝材料的规定，其他化学激发胶凝材料应符合相关标准的规定。
双组分碱激发胶凝材料的固体组分与液体组分比例按照产品说明书的要求确定。

5.2 粉煤灰

应符合 GB/T 1596-2017 中表 1 和表 2 规定的 F 类 I 级、II 级粉煤灰。其中化学成分还应满足表 1 要求。

表1 粉煤灰的化学成分指标

SiO ₂ / %	Al ₂ O ₃ / %	SO ₃ / %	烧失量 / %
≥40	≥20	≤3.0	≤6.0

5.3 矿渣粉

应选用碱性系数 $M_0 \geq 0.95$ ，比表面积不小于 400m²/kg。其他质量指标符合 GB / T 18046—2018 的 S95 以上等级的要求。

5.4 其他硅铝酸盐类材料

5.4.1 粒化电炉磷渣粉

应符合 JG/T 317 的规定。

5.4.2 钢渣粉

应符合 GB/T 20491 的有关规定。

5.5 激发剂

5.5.1 碱激发剂

5.5.1.1 工业硅酸钠

应符合 GB/T 4209，不应混入杂质。

5.5.1.2 氢氧化钠

应符合 GB/T 209 要求。

5.5.1.3 碳酸钠

应符合 GB/T 210.2

5.5.1.4 其他材料

应符合相应产品标准的规定。液体激发剂不应有沉淀分层，粉状激发剂不应结块，细度应满足 80 μ m 筛筛余不大于 20%。

5.5.2 硫酸盐激发剂

5.5.2.1 天然石膏

应符合 GB/T 5483 的规定。

5.5.2.2 工业副产石膏

应符合 GB/T 21371 的规定。

5.5.2.3 硫酸钠

应符合 GB/T 6009 的规定。

5.6 细集料

宜采用中粗砂；砂的质量要求应符合 GB / T 14684 的规定，用于有耐酸要求的水泥制品不应使用碳酸盐类细集料。

5.7 粗集料

粗集料应为碎石或卵石，其最大公称粒径应符合相应水泥制品的要求。粗集料的质量应符合 GB / T 14685 的规定。对有预防碱集料反应使用要求的水泥制品，不宜使用碱活性集料，用于有耐酸要求的水泥制品不应使用碳酸盐类粗集料。

5.8 水

混凝土用水应符合 JGJ 63 的规定。

5.9 外加剂

外加剂不应使混凝土产生有害影响，其质量要求应符合 GB 8076 的规定。

5.10 掺合料

硅灰应符合 GB/T 27690 的规定，沸石粉等其他掺合料的质量应分别符合相应标准的规定。

6 技术要求

6.1 新拌混凝土

6.1.1 混凝土的和易性

混凝土拌合物的稠度应以坍落度或维勃稠度表示。稠度大小应满足水泥制品成型的要求，干硬性混凝土维勃稠度值不宜大于 20s。

经过 30min 后，混凝土拌合物的稠度应不低于初始值的 50%。

6.1.2 凝结时间

初凝不宜小于 45min。

6.1.3 氯离子含量

混凝土中氯离子含量按 GB/T 14902 的规定。

6.2 硬化混凝土

6.2.1 混凝土抗压强度

强度等级按立方体抗压强度标准值划分为 C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C70、C80 等 10 个强度等级。

6.2.2 其他性能

其他性能指标见表 2

表 2 性能指标

序号	项目			指标			
				A 型	S 型	H 型	
1	砂浆膨胀率，%			≤0.15	≤0.15	≤0.15	
2	砂浆干燥收缩率，%			≤0.15	≤0.10	≤0.15	
3	砂浆自收缩率，%			≤0.2	≤0.1	≤0.15	
4	吸水率，%			≤5.0	≤5.0	≤5.0	
5	抗氯离子渗透性		电通量法，C	≧C35 的混凝土	2500	≤1000	≤1500
				≧C35 的混凝土	≤1500	≤800	≤1000
			交流电测量 方法，电阻 率，Ω·m	≧C35 的混 凝土	≥180	≥280	≥280
				≧C35 的混凝土	≥580	≥580	≥280
6	耐化学腐 蚀性	耐酸腐蚀性（耐酸侵蚀系数）		≥0.90	≥0.80	≥0.80	
7		耐碱腐蚀性（耐碱腐蚀系数）		≥0.90	≥0.90	≥0.90	
8		耐硫酸盐腐蚀性（耐盐腐蚀系数）		≥0.75	≥0.85	≥0.85	
9	抗冻性			≥D50	≥D25	≥D50	
注 1：抗氯离子渗透性为选择性指标，交流电测量方法是常用法，电通量法是代用方法。							
注 2：根据耐腐蚀水泥制品所处侵蚀场合，进行耐硫酸盐腐蚀性或耐酸腐蚀性或耐碱腐蚀性检验。							
注 3：耐腐蚀水泥制品有抗冻性要求时，需检测混凝土抗冻性，可根据设计要求选择慢冻法或快冻法进行试验。							

7 试验方法

7.1 混凝土和易性

混凝土和易性的试验按照 GB/T 50080 的规定进行。无粗集料化学激发混凝土和易性按 GB/T 2419 测定流动性并对保水性进行观测，

7.2 混凝土凝结时间

7.2.1 砂浆法（标准法）

7.2.1.1 塑性混凝土的凝结时间

应按GB/T 50080的规定进行测定。

7.2.1.2 干硬性混凝土凝结时间

用符合JC/T 681要求的胶砂搅拌机搅拌出待测试的砂浆，该砂浆采用与混凝土设计配合比相同的胶砂比和水胶比配制，再按照GB/T 50080的规定进行测定凝结时间。

7.2.2 净浆法（代用法）

应按GB/T 1346测定标准稠度用水量下耐腐蚀胶凝材料净浆的凝结时间。

7.3 氯离子含量

应按JGJ/T 322 测定。

7.4 混凝土抗压强度

成型混凝土试件，以与水泥制品相同的养护制度进行养护，混凝土抗压强度应按 GB/T 50081 规定的试验方法进行测定。

7.5 砂浆膨胀率

7.5.1 选取与耐腐蚀水泥制品相同的化学激发胶凝材料和标准砂，胶砂比为 1:3，用水量以胶砂流动度达到 180mm~190mm 来确定，胶砂流动度按 GB/T 2419 规定进行。按照 GB/T 17671 制备 25 mm×25 mm×280mm 的胶砂试件，在标准养护室（箱）中带模养护 48h 后脱模，按 JC/T 313-2009 第 9 章的方法测量试件长度，此试件长度作为膨胀试件的初始长度值。

7.5.2 将试件放入沸煮箱，在90℃~95℃下蒸煮4h，停止加热后，自然降温至30℃以下取出，按JC/T 313—2009第9章的方法测量试件长度值，再将试件放入温度（20±2）℃水中继续养护至28d，按JC/T 313—2009第9章的方法测量28d试件长度。

7.5.3 按JC/T 313—2009第10章的规定分别计算蒸煮后试件线性膨胀率和28d线性膨胀率，取蒸煮后试件线性膨胀率和28d线性膨胀率二者中较大值作为受检试件的线性膨胀率。

7.6 砂浆干燥收缩率

选取与耐腐蚀水泥制品相同的化学激发胶凝材料和标准砂，胶砂比为 1:3，用水量以胶砂流动度达到 180mm~190mm 来确定，胶砂流动度按 GB/T 2419 规定进行。按照 GB/T 17671 制备 25 mm×25 mm×280mm 的胶砂试件，在标准养护室（箱）中带模养护 48h 后脱模，按 JC/T 603 的规定测试干燥收缩率。

7.7 自收缩率

按 GB/T 50082 的规定，测试同混凝土配比的砂浆。

7.8 吸水率

成型100 mm×100 mm×100 mm的混凝土试件，成型前将试模清理干净，在试模内涂刷非憎水性脱模剂，以与水泥制品相同的养护制度进行养护，测试前用洗洁精清洗试件，或用细砂纸打磨试件，按JC/T 899的方法进行检验。

7.9 抗氯离子渗透性

7.9.1 电通量法

采用与耐腐蚀水泥制品相同的养护方式。按 GB/T 50082 检测混凝土试件的电通量。

7.9.2 交流电测量方法

按 JC/T 2603-2021 附录 A 的规定。

7.10 耐化学腐蚀性

- 7.10.1 耐酸腐蚀性能试验按附录A或附录D的方法进行，附录A为标准法，附录D为代用法。
- 7.10.2 耐碱腐蚀性能试验按附录A的方法进行。
- 7.10.3 耐盐腐蚀性能试验按附录B或附录C的方法进行。混凝土试件法适用于C50以下的有粗集料碱激发（A型）混凝土，砂浆试件法适用于硫酸盐激发混凝土或复合激发混凝土、无粗集料化学激发混凝土和C50及以上的有粗集料碱激发（A型）混凝土，

7.11 抗冻性

采用与耐腐蚀水泥制品相同的养护方式。按GB/T 50082的规定进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为日常检验和型式检验。

8.2 日常检验

8.2.1 检验项目

检验项目包括混凝土的和易性、凝结时间、混凝土抗压强度。

8.2.2 抽样

每天测定一次耐腐蚀胶凝材料凝结时间。每天或每拌制 100 盘（不大于 100m³）同配比的混凝土拌和料应抽取混凝土样品测定一次和易性，同时制作一组以上立方体试件用于抗压强度测定。

8.2.3 判定规则

全部检验项目检验合格，则该批混凝土判为合格。

8.3 型式检验

8.3.1 检验条件

有下列情况之一时，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、配比、工艺有较大改变可能影响产品性能时；
- c) 产品停产半年以上恢复生产时；
- d) 出厂结果与上次型式检验有较大差异时。

8.3.2 检验项目

检验项目包括第 6 章规定的全部项目。

8.3.3 抽样

型式检验的抽样数量为：从 2 盘混凝土拌和料各取不少于 60L 的一份混凝土，分别测定混凝土和易性，凝结时间。同时制作 6 组以上立方体试件测定 28d 抗压强度、吸水率、抗氯离子渗透性、抗冻性和耐化学腐蚀性能。

8.3.4 判定规则

全部检验项目检验合格，则该批产品判为合格。若新拌混凝土的检验项目中有一项不合格，可加倍取样，对该项目进行复检且合格，则判定该批产品为合格品，否则判为不合格品。

9 贮存与输送

新拌混凝土应缩短贮存与输送的时间，及时成型，贮存与输送过程中，可采取覆盖等方法，使混凝土不被脱水、雨淋及冰冻。

附 录 A

(规范性附录)

耐酸和耐碱腐蚀性能试验方法及评定规则（胶砂试件法）

A.1 仪器设备

A.1.1 胶砂搅拌机，符合 JC/T 681 要求。

A.1.2 40mm×40mm×160mm 试模，符合 JC/T 726 要求。

A.1.3 胶砂振实台，符合 JC/T 682 要求。

A.1.4 电热蒸煮箱或可控温的电炉。

A.1.5 直径（边长）180mm 以上，高 180mm 以上带盖耐酸不锈钢锅或其他耐酸、耐碱、耐温容器，其容积不小于 5L。

A.1.6 感量 1g，量程不小于 500g 的电子天平。

A.2 胶砂制备

化学激发胶凝材料胶砂制备按照 GB/T 17671 进行，胶砂比为 1:3，用水量以胶砂流动度达到 180mm～190mm 来确定，胶砂流动度按 GB/T 2419 规定进行。

A.3 试件成型

A.3.1 实验室温度

实验室温度控制在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 范围内。

A.3.2 试件成型

成型前将试模清理干净，在试模内涂刷脱模剂，将搅拌好的砂浆装入胶砂试模，按 GB/T 17671 成型。试件顶面用抹刀抹平。

A.3.3 试件数量

耐酸和耐碱腐蚀性能试验需每种腐蚀条件成型试件四组，二组用于试验，另二组备用。同种腐蚀条件下用于试验的二组试件，一组试件用于酸或碱侵蚀，另一组试件浸入室温的清水用作对比试件，每组试件为 3 条。

A.4 养护

试件采用蒸汽养护加标准养护，蒸汽养护完毕后脱模，进行 7d 标准养护。蒸汽养护的养护制度为静停 4h，升温 3h，恒温 4h，降温 2h，S 型和 H 型化学激发混凝土恒温温度 $45^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ，A 型化学激发混凝土恒温温度 $(75 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。

A.5 侵蚀试验

A.5.1 酸侵蚀

A.5.1.1 购买 10%浓度的硫酸溶液，或用电子天平称取适量的化学纯 H_2SO_4 或工业浓硫酸，配出的 10%浓度的硫酸溶液。配制时，应将浓的 H_2SO_4 缓慢加入水中，不应将水倒入浓 H_2SO_4 内。配出的 10%浓度的硫酸溶液冷却至室温方可使用。

A.5.1.2 将完成养护的一组 3 条试件直立放入于耐腐蚀容器中，倒入 10%浓度的硫酸溶液，硫酸溶液的体积应超过被侵蚀试件体积的 5 倍，液面高于试件顶面 10mm 以上，盖上盖子，并将它们移置于 $(20$

±3)℃室内。

A.5.1.3 侵蚀 14d 后取出试件，用水冲洗表面。观察试件外观。

A.5.2 碱侵蚀

A.5.2.1 用电子天平称取适量的化学纯 NaOH 或工业氢氧化钠，配出的 10%浓度的氢氧化钠溶液。

A.5.2.2 将完成养护的一组 3 条试件直立放入于耐腐蚀容器中，倒入配好的 10%浓度的氢氧化钠溶液，碱溶液的体积应超过被侵蚀试件体积的 5 倍，溶液高于试件顶面 10mm 以上，盖上盖子，并将它们移置于 (20±3)℃室内。

A.5.2.3 侵蚀 14d 后取出试件，用水冲洗表面。观察试件外观。

A.6 试件检验

对比侵蚀过的试件与未经侵蚀的试件外观，分别测定抗压强度。

A.6.1 抗压强度按下式计算：

$$R_{ce} = P/A \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

R_{ce} ——抗压强度，单位为兆帕 (MPa)

P ——破坏荷载，单位为牛顿 (N)

A ——受压面积，单位为平方毫米 (mm²)

抗压强度计算精确到 0.1 MPa。以 3 条试件的 6 个抗压强度平均值作为该组的抗压强度值，6 个数值中的最大值或最小值如与平均值的差超过平均值的 10%，则把该值舍去，其他 5 个数值平均值作为抗压强度值。如 6 个数值中有两个测值与平均值均超过 10%，则此组试验结果作废。

A.7 耐酸、碱腐蚀性能的评定规则

A.7.1 耐腐蚀评定

A.7.1.1 耐酸腐蚀评定指标：外观和耐酸腐蚀系数。

外观：试件外观是否出现可见的裂缝或膨胀。

耐酸腐蚀系数以 F_s 表示，计算精确到 0.01。

$$F_s = R_{ce \text{ 酸侵蚀}}/R_{ce \text{ 未酸侵蚀}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

R_{ce 酸侵蚀} ——经酸液侵蚀后试件的抗压强度，单位为兆帕 (MPa)

R_{ce 未酸侵蚀} ——未经酸液侵蚀对比试件的抗压强度，单位为兆帕 (MPa)

A.7.1.2 耐碱腐蚀评定指标：外观和耐碱腐蚀系数。

外观：试件外观是否出现可见的裂缝或膨胀。

耐碱腐蚀系数以 F_j 表示，计算精确到 0.01。

$$F_j = R_{ce \text{ 碱侵蚀}}/R_{ce \text{ 未碱侵蚀}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

R_{ce 碱侵蚀} ——经碱液侵蚀后试件的抗压强度，单位为兆帕 (MPa)

R_{ce 未碱侵蚀} ——未经碱液侵蚀对比试件的抗压强度，单位为兆帕 (MPa)

A.7.2 判定

A.7.2.1 若外观出现可见的裂缝或膨胀，则此组试件耐酸或（和）耐碱腐蚀性能不合格。

A.7.2.2 若外观无可见的裂缝或膨胀，且耐酸腐蚀系数符合表 2 中序号 6 的要求，则此组为耐酸腐蚀

10

性能合格。否则为不合格。若外观无可见的裂缝或膨胀，且耐碱腐蚀系数 F_j 不小于 0.90，则此组为耐碱腐蚀性能合格，否则为不合格。

A.7.2.3 当试验组试件不合格时，允许使用备用试件，以相同方法重复试验一次，如其结果符合 A.7.2.1 和 A.7.2.2 的规定，仍判断为合格，反之判断耐酸或（和）耐碱腐蚀性能不合格。

(规范性附录)

耐盐腐蚀性能试验方法和评定规则（混凝土试件法）

B.1 仪器设备

B.1.1 30 L ~ 60 L 混凝土强制式搅拌机。

B.1.2 混凝土标准振动台。

B.1.3 烘箱或混凝土抗硫酸盐干湿循环试验机。

B.2 混凝土制备

B.3 试件成型

B.3.1 实验室温度

实验室温度控制在（20±5）℃范围内。

B.3.2 混凝土试模

用 100mm×100mm×100mm 的立方体试模，成型前将试模清理干净，在试模内涂刷脱模剂。

B.3.3 试件成型：取搅拌好的化学激发混凝土 20 L，将混凝土装入试模，放置于混凝土振动台进行试件成型，振动时间 20s，试件顶面用抹刀抹平。

B.3.4 试件数量

成型试件 6 组，其中三组试件用于盐侵蚀，另三组试件浸入清水用作对比试件，每组试件为 3 块。

B.4 养护

试件采用蒸汽养护加标准养护，蒸汽养护完毕后脱模，进行 7d 标准养护。蒸汽养护的养护制度为静停 4h，升温 3h，恒温 4h，恒温温度（75±3）℃，降温 2h。

B.5 盐侵蚀介质

侵蚀介质用硫酸钠，将纯度 98% 以上的硫酸钠配成 5% 浓度的溶液备用。

B.6 侵蚀试验

盐侵蚀方法采用干湿循环法。按照 GB/T 50082-2009 第 14 章的方法进行，干湿循环至 150 次结束。计算耐盐腐蚀系数。

B.7 试件检验

对比侵蚀过的试件与未经侵蚀的试件外观，分别测定抗压强度。

B.7.1 抗压强度按下式计算：

$$R_c = P / A \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

R_c ——抗压强度，单位为兆帕（MPa）

P ——破坏荷载，单位为牛顿（N）

A ——受压面积，单位为平方毫米（mm²）

抗压强度计算精确到 0.1MPa。以 3 块试件的抗压强度平均值作为该组的抗压强度值，3 个数值中的最大值或最小值如有一个与中间值的差超过该中间值的 15%，则把最大及最小值一并舍去，取中间值作为抗压强度值。如有两个测值与中间值之差均超过 15%，则此试验结果作废。

B.8 耐盐腐蚀性能的评定准则

B.8.1 评定指标：外观和耐盐腐蚀系数。

外观：试件外观是否出现可见的裂缝或膨胀。

耐盐腐蚀系数：耐盐腐蚀系数以 Fyc 表示，计算精确到 0.01。

$$Fyc = Rc_{盐侵蚀}/Rc_{未盐侵蚀} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

Rc_{盐侵蚀} ——经盐液侵蚀后试件的抗压强度，单位为兆帕（MPa）

Rc_{未盐侵蚀} ——未经盐液侵蚀的同龄期对比试件抗压强度，单位为兆帕（MPa）

B.8.2 判定

若三组试件中有二组及以上的耐盐腐蚀系数 Fyc 符合表 2 中序号 8 的要求，且三组耐盐腐蚀系数的最小值不小于 0.75，判定为耐盐腐蚀性能合格。

反之判断耐盐腐蚀性能不合格。

(规范性附录)

耐盐腐蚀性能试验方法和评定规则（胶砂试件法）

C.1 仪器设备

C.1.1 胶砂搅拌机，符合 JC/T 681 要求。

C.1.2 40mm×40mm×160mm 试模，符合 JC/T 726 要求。

C.1.3 胶砂振实台，符合 JC/T 682 要求。

C.1.4 耐盐容器，其容积不小于 10L。

。

C.2 胶砂制备

化学激发胶凝材料胶砂制备按照 GB/T 17671 进行，胶砂比为 1:6，用水量以胶砂流动度达到 180mm～190mm 来确定，胶砂流动度按 GB/T 2419 规定进行。

C.3 试件成型

C.3.1 实验室温度

实验室温度控制在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 范围内。

C.3.2 试件成型

成型前将试模清理干净，在试模内涂刷非憎水性脱模剂，将搅拌好的砂浆装入胶砂试模，按 GB/T 17671 成型。试件顶面用抹刀抹平。

C.3.3 试件数量

成型试件 6 组，其中三组试件用于盐侵蚀，另三组试件浸入清水用作对比试件，每组试件为 3 条。

C.4 养护

试件采用蒸汽养护加标准养护，蒸汽养护完毕后脱模，进行 7d 标准养护。蒸汽养护的养护制度为静停 4h，升温 3h，恒温 4h，降温 2h，S 型和 H 型化学激发混凝土恒温温度 $45^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ，A 型化学激发混凝土恒温温度 $(75 \pm 3)^\circ\text{C}$ 。

C.5 盐侵蚀介质

侵蚀介质用硫酸钠，将纯度 98% 以上的硫酸钠配成 15% 浓度的溶液备用。

C.6 侵蚀试验

盐侵蚀方法采用浸泡法，在常温硫酸钠溶液内放入完成养护的三组试件，浸泡 90d。

a) 试件可直立或水平放置于耐腐蚀容器中，试件之间不应接触，试件水平放置时，试件底部宜使用二根直径 5mm～10 mm 的塑料棒或玻璃棒垫起，以保证硫酸钠溶液均匀分布于试件四周；

b) 倒入配好的 15% 浓度的硫酸钠溶液，硫酸钠溶液的体积应超过被侵蚀试件的体积的 5 倍，溶液高于试件顶面 10mm 以上，盖上耐腐蚀容器盖子，并将它们置于 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 室内；

c) 每 7d 将试件放置方向沿竖向旋转 180 度，浸泡 90d 后取出试件，用水冲洗表面。观察试件外观。将侵蚀过的试件与未经侵蚀的对比试件移置于试验室，分别测定抗压强度，计算耐盐腐蚀系数。

C.7 试件检验

对比侵蚀过的试件与未经侵蚀的试件外观，取侵蚀过的试件与未经侵蚀的试件各一组，分别测定抗

压强度。

C.7.1 抗压强度按下式计算：

$R_c = P / A$ (C.1)

R_c ——抗压强度，单位为兆帕（MPa）

P ——破坏荷载，单位为牛顿（N）

A ——受压面积，单位为平方毫米（mm²）

抗压强度计算精确到 0.1MPa。以 3 条试件的 6 个抗压强度平均值作为该组的抗压强度值，6 个数值中的最大值或最小值如与平均值的差超过平均值的 10%，则把该值舍去，其他 5 个数值平均值作为抗压强度值。如 6 个数值中有两个测值与平均值均超过 10%，则此组试验结果作废。取另一组同条件浸泡的试件测试抗压强度。

C.8 耐盐腐蚀性能的评定准则

C.8.1 评定指标：耐盐腐蚀系数

耐盐腐蚀系数：耐盐腐蚀系数以 F_{yce} 表示，计算精确到 0.01。

$F_{yce} = R_{ce\text{ 盐侵蚀}} / R_{ce\text{ 未盐侵蚀}}$ (C.2)

式中：

$R_{ce\text{ 盐侵蚀}}$ ——经盐液侵蚀后试件的抗压强度，单位为兆帕（MPa）

$R_{ce\text{ 未盐侵蚀}}$ ——未经盐液侵蚀试件的抗压强度，单位为兆帕（MPa）

C.8.2 判定

若试件的耐盐腐蚀系数 F_{yce} 符合表 2 中序号 6 的要求，判定为耐盐腐蚀性能合格。若一组试件的耐盐腐蚀系数 F_{yce} 小于 0.85，则需再取一组试件测试，当耐盐腐蚀系数 F_{yce} 不小于 0.85 时，该混凝土耐盐性能判为合格。

反之判断耐盐腐蚀性能不合格。

(规范性附录)

快速耐酸腐蚀性能试验方法（胶砂试件法）

D.1 仪器设备

D.1.1 胶砂搅拌机，符合 JC/T 681 要求。

D.1.2 40mm×40mm×160mm 试模，符合 JC/T 726 要求。

D.1.3 胶砂振实台，符合 JC/T 682 要求。

D.1.4 电热蒸煮箱或可控温的电炉。

D.1.5 直径（边长）180mm 以上，高 180mm 以上带盖耐酸不锈钢锅或其他耐酸、耐碱、耐高温容器，其容积不小于 5L。

D.1.6 感量 1g，量程不小于 500g 的电子天平。

D.2 胶砂制备

化学激发胶凝材料胶砂制备按照 GB/T 17671 进行，胶砂比为 1:3，用水量以胶砂流动度达到 180mm～190mm 来确定，胶砂流动度按 GB/T 2419 规定进行。

D.3 试件成型

D.3.1 实验室温度

实验室温度控制在（20±5）℃ 范围内。

D.3.2 试件成型

成型前将试模清理干净，在试模内涂刷脱模剂，将搅拌好的砂浆装入胶砂试模，按 GB/T 17671 成型。试件顶面用抹刀抹平。

D.3.3 试件数量

耐酸和耐碱腐蚀性能试验需每种腐蚀条件成型试件四组，二组用于试验，另二组备用。同种腐蚀条件下用于试验的二组试件，一组试件用于酸或碱侵蚀，另一组试件浸入室温的清水用作对比试件，每组试件为 3 条。

D.4 养护

试件采用蒸汽养护加标准养护，蒸汽养护完毕后脱模，进行 7d 标准养护。蒸汽养护的养护制度为静停 4h，升温 3h，恒温 4h，降温 2h，S 型和 H 型化学激发混凝土恒温温度 45℃±3℃，A 型化学激发混凝土恒温温度（75±3）℃。

D.5 侵蚀试验

D.5.1 酸侵蚀

D.5.1.1 购买 10%浓度的硫酸溶液，或用电子天平称取适量的化学纯 H₂SO₄或工业浓硫酸，配出的 10%浓度的硫酸溶液。

注：配制 10%浓度的 H₂SO₄溶液时，应将浓的 H₂SO₄缓慢加入水中，不应将水倒入浓 H₂SO₄内。配出的 10%浓度的硫酸溶液冷却至室温方可使用。

D.5.1.2 将完成养护的一组 3 条试件直立放入于耐腐蚀容器中，倒入 10%浓度的硫酸溶液，硫酸溶液的体积应超过被侵蚀试件体积的 5 倍，液面高于试件顶面 10mm 以上，盖上盖子，并将它们移置于调温

箱内。

D.5.1.3 调温箱加热，当升温达到 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，恒温 6h，使其试件快速腐蚀，停止加热，将其自然冷却至室温，40h 后取出试件，用水冲洗表面。观察试件外观。
