



T/CECS 974-2021

中国工程建设标准化协会标准

微生物抗泛碱剂在水泥基 材料中应用技术规程

Technical specification for application of microbial
based anti-efflorescence agent in
cement-based materials

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

微生物抗泛碱剂在水泥基
材料中应用技术规程

Technical specification for application of microbial
based anti-efflorescence agent in
cement-based materials

T/CECS 974-2021

主编单位：东 南 大 学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 2 2 年 5 月 1 日

中国计划出版社

2022 北 京

中国工程建设标准化协会标准
微生物抗泛碱剂在水泥基
材料中应用技术规程

T/CECS 974-2021



中国计划出版社出版发行

网址:www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2印张 49千字

2022年4月第1版 2022年4月第1次印刷

印数:1— 册



统一书号:155182·0977

定价:28.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

中国工程建设标准化协会公告

第 1038 号

关于发布《微生物抗泛碱剂在水泥基材料中应用技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2020〕14 号)的要求,由东南大学等单位编制的《微生物抗泛碱剂在水泥基材料中应用技术规程》,经协会防水防护与修复专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 974-2021,自 2022 年 5 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
二〇二一年十二月二十六日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2020〕14 号)的要求,编制组经深入调查研究,认真总结实践经验,参考国内外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分 5 章和 3 个附录,主要内容包括:总则、术语和符号、材料、设计与施工、质量检验与验收等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利,本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会防水防护与修复专业委员会归口管理,由东南大学负责具体技术内容的解释。执行过程中,如有意见或建议,请反馈给东南大学(地址:江苏省南京市江宁区东南大学路 2 号,邮编:211189,邮箱:zhangxuanseu@163.com)。

主 编 单 位: 东南大学

参 编 单 位: 江苏奥莱特新材料股份有限公司

南京倍立达新材料系统工程股份有限公司

河海大学

天津城建大学

广州建涂堡建材有限公司

天津大学

北京金隅砂浆有限公司

天津建筑科学研究院有限公司

主要起草人: 钱春香 张 旋 郑春扬 熊吉如 蒋亚清

周横一 荣 辉 王 辉 李 伟 张慧宁

张津瑞 田胜力 高 辉 丁赛华 吉 飞

杨 凯

主要审查人：俞海勇 巴明芳 朋改非 水中和 陆伟东
陈怀成 黄浩良

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(3)
3	材 料	(4)
3.1	微生物抗泛碱剂	(4)
3.2	其他原材料	(7)
4	设计与施工	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	掺微生物抗泛碱剂的砂浆和砂浆制品	(10)
4.3	掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品	(10)
5	质量检验与验收	(12)
5.1	原材料质量检验	(12)
5.2	掺微生物抗泛碱剂的砂浆和砂浆制品	(12)
5.3	掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品	(13)
附录 A	氢氧化钙转化率试验方法	(15)
附录 B	气体渗透系数比试验方法	(18)
附录 C	水泥基材料抗泛碱性能试验方法	(22)
	用词说明	(25)
	引用标准名录	(26)
	附:条文说明	(29)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Materials	(4)
3.1	Microbial based anti-efflorescence agent	(4)
3.2	Other raw materials	(7)
4	Design and construction	(9)
4.1	General requirements	(9)
4.2	Mortar and mortar products with microbial anti-efflorescence agent	(10)
4.3	Concrete and concrete products with microbial anti-efflorescence agent	(10)
5	Quality inspection and acceptance	(12)
5.1	Quality inspection of raw materials	(12)
5.2	Mortar and mortar products with microbial anti-efflorescence agent	(12)
5.3	Concrete and concrete products with microbial anti-efflorescence agent	(13)
Appendix A	Testing method for calcium hydroxide conversion rate	(15)
Appendix B	Testing method for ratio of gas permeability coefficient	(18)
Appendix C	Testing methods for anti-efflorescence	

properties of cement-based materials	(22)
Explanation of wording	(25)
List of quoted standards	(26)
Addition; Explanation of provisions	(29)

1 总 则

1.0.1 为规范微生物抗泛碱剂在水泥基材料中的应用,做到技术先进、经济合理、安全适用,保证工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于掺微生物抗泛碱剂水泥基材料的选择、设计、施工、质量检验与验收。

1.0.3 微生物抗泛碱剂在水泥基材料中的应用除应符合本规程规定外,尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 泛碱 efflorescence

水泥基材料中可溶性钙或碱金属化合物随水分向外渗析到表面形成白色薄霜的现象。

2.1.2 微生物抗泛碱剂 microbial based anti-efflorescence agent

通过微生物矿化作用提升水泥基材料抗泛碱性能的外加剂。

2.1.3 微生物菌粉 microbial powder

微生物经增殖加工制成的活菌粉料。

2.1.4 有效活菌数 number of effective microorganism

每克或每毫升样品中具有生理活性的微生物数量。

2.1.5 泛碱面积率 efflorescence area rate

水泥基材料表面泛碱区域面积占总面积的百分比。

2.1.6 泛碱均匀度 efflorescence uniformity

水泥基材料表面不同区域泛碱面积率的离散程度。

2.1.7 氢氧化钙转化率 calcium hydroxide conversion rate

在水泥基材料中,微生物通过矿化作用将氢氧化钙转化为碳酸钙的比例。

2.1.8 氢氧化钙转化率比 ratio of calcium hydroxide conversion rate

颜料或化学外加剂与微生物抗泛碱剂共同掺用时与微生物抗泛碱剂单掺时氢氧化钙转化率的百分比。

2.1.9 气体渗透系数比 ratio of gas permeability coefficient

掺微生物抗泛碱剂试验组与基准组水泥基材料气体渗透系数

的比值。

2.2 符 号

A_0 ——图像总面积；

A_E ——图像中灰度值大于 RAL9010 色卡灰度值阈值 G 的区域面积；

A ——试件横截面面积；

E_a ——泛碱面积率；

$\overline{E_a}$ ——各个区域的平均泛碱面积率；

E_{ai} —— i 区域的泛碱面积率；

E_u ——泛碱均匀度；

G ——通过 Image-J 软件读取的 RAL9010 色卡的灰度值；

K ——气体渗透率比；

k_a ——表观气体渗透率；

k_v ——试件的固有渗透率；

k'_v ——基准组水泥基材料固有渗透率；

L ——试件厚度；

P_{atm} ——测试条件下的大气压；

P ——进气口的绝对压力；

P_m ——进气口和出气口的平均压力；

Q ——出气口的稳定气体流量；

R_T ——氢氧化钙转化率比；

T_{CH} ——氢氧化钙转化率；

T'_{CH} ——模拟矿化溶液掺加待测物质的氢氧化钙转化率；

V_1 ——滴定未转化氢氧化钙消耗的 EDTA(乙二胺四乙酸)体积；

V_2 ——滴定待测沉淀物中全部钙消耗的 EDTA(乙二胺四乙酸)体积；

μ ——气体的动黏度系数。

3 材 料

3.1 微生物抗泛碱剂

3.1.1 微生物抗泛碱剂应为松散、无结块的粉剂。

3.1.2 有效成分应为微生物菌粉及营养物质,微生物菌粉宜采用低于 180℃ 的喷雾干燥法或冷冻干燥法生产。

3.1.3 菌种应安全、有效,不应采用基因工程等手段改造的微生物,不宜使用脲酶水解类微生物。

3.1.4 毒性检验结论应为实际无毒,毒性剂量(LD_{50})应大于 5 000mg/kg 体重。毒性测试方法应符合现行国家标准《食品安全国家标准 急性经口毒性试验》GB 15193.3 的有关规定,毒性剂量测试方法应符合现行国家标准《化学品 急性经口毒性试验方法》GB/T 21603 的有关规定。

3.1.5 微生物抗泛碱剂的性能应符合表 3.1.5 的规定。

表 3.1.5 微生物抗泛碱剂性能指标

项目		指标	试验方法
氢氧化钙转化率(%)		≥ 80	按本规程附录 A 执行
有效活菌数($\times 10^{10}$ CFU/g)		≥ 1.0	按现行国家标准《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》GB 4789.2 的有关规定执行
润湿时间(s)		≤ 60	按现行国家标准《农药可湿性粉剂润湿性测定方法》GB/T 5451 的有关规定执行
细度(0.315mm 方孔筛筛余量,%)		≤ 5.0	按现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077 的有关规定执行
含水率(%)		1.0~3.0	
有害物质	硫酸根离子含量(%)	≤ 1.0	
	氯离子含量(%)	≤ 0.06	
	总碱量(%)	≤ 0.1	

3.1.6 掺微生物抗泛碱剂的砂浆拌和物性能应符合表 3.1.6 的规定。

表 3.1.6 掺微生物抗泛碱剂的砂浆拌和物性能

项目	指标	试验方法
初凝时间差 ^a (min)	-20~+40	按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/ T 70 的有关规定执行
终凝时间差(min)	-20~+40	
含气量(%)	≤5.0	
注:a 凝结时间差中的“-”号表示提前,“+”号表示延缓。		

3.1.7 掺微生物抗泛碱剂的混凝土拌和物性能应符合表 3.1.7 的规定。

表 3.1.7 掺微生物抗泛碱剂的混凝土拌和物性能

项目	指标	试验方法
初凝时间差 ^a (min)	-20~+30	按现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定执行
终凝时间差(min)	-30~+60	
含气量(%)	≤7.0	
注:a 凝结时间差中的“-”号表示提前,“+”号表示延缓。		

3.1.8 掺微生物抗泛碱剂的水泥基材料强度、干燥收缩和抗气体渗透性应符合表 3.1.8 的规定。

表 3.1.8 掺微生物抗泛碱剂的水泥基材料性能

项目	砂浆		混凝土	
	指标	试验方法	指标	试验方法
28d 抗压强度比(%)	≥100.0	按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/ T 70 的有关规定执行	≥100.0	按现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定执行
90d 收缩值比(%)	≤115.0		≤110.0	
气体渗透系数比	≤0.7	按本规程附录 B 执行	≤0.7	按本规程附录 B 执行

3.1.9 掺微生物抗泛碱剂不应影响水泥基材料自身颜色。目测方法对比时,水泥基材料表面颜色不应有明显差异;表面色差变化值不应超过 5.0CIELAB,测试方法按现行国家标准《均匀色空间

和色差公式》GB/T 7921 的有关规定执行。

3.1.10 微生物抗泛碱剂的检验规则应符合下列规定：

1 出厂检验：

- 1) 应按 10t 为一个检验批,不足 10t 也应按一个检验批计,出厂检验项目为:氢氧化钙转化率、含水率、润湿时间、细度;
- 2) 产品出厂时,应由生产厂的质量检验部门按产品标准规定逐批进行检验,检验合格并签发质量合格证书的产品,方可出厂;

2 型式检验应包含全部性能指标。有下列情形之一时,应进行型式检验：

- 1) 正常生产时,每半年至少进行一次检验;
- 2) 生产 50t 后进行一次检验;
- 3) 新产品或老产品转厂生产的试制、定型或鉴定;
- 4) 正式生产后,如菌种、主要原辅材料、关键工艺有较大改变时;
- 5) 产品停产超过 90d 再恢复生产时;
- 6) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

3.1.11 微生物抗泛碱剂的检验判定应符合下列规定：

1 出厂检验判定：

- 1) 型式检验报告在有效期内,且出厂检验项目结果符合要求,可判定出厂检验合格;
- 2) 出厂检验项目有一项指标不符合要求时,应重新抽样进行复检,复检结果仍有一项不符合要求时,则判定不合格;

2 型式检验判定：

- 1) 产品性能指标全部符合本规程第 3.1.5 条的规定,且微生物毒性试验结论为实际无毒时,可判定型式检验合格,否则判定不合格;

- 2) 除毒性检验和有效活菌数外, 检验中有一项不符合要求时, 应重新抽样进行复检, 复检结果仍有一项不符合要求时, 则判定不合格;
 - 3) 如毒理性检验为有毒或致病性结论时, 不得复检, 直接判定不合格;
 - 4) 如有效活菌数不合格时, 不得复检, 直接判定不合格。
- 3.1.12** 出厂检验报告内容应包括出厂检验项目及合同约定的其他技术要求。
- 3.1.13** 微生物抗泛碱剂应采用覆膜编织袋或塑料编织袋衬聚乙烯内袋包装, 包装袋应符合现行国家标准《包装用塑料复合膜、袋干法复合、挤出复合》GB/T 10004 和《食品包装用塑料与铝箔复合膜、袋》GB/T 28118 的有关规定。
- 3.1.14** 产品的包装储运标识应按现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T 191 的有关规定执行。包装袋上应标明产品名称、商标、出厂编号、生产日期、净含量、生产或经销商名称及地址、保质期、生物安全性, 以及怕晒、怕辐射、怕雨淋、堆码质量极限、温度极限。
- 3.1.15** 运输过程中应有遮盖物, 防止雨淋、日晒及高温。轻装轻卸, 避免包装破损。严禁与对微生物有毒、有害的其他物品混装、混运。
- 3.1.16** 产品贮存条件应阴凉、通风、干燥, 避免阳光直晒, 远离热源、水和潮湿空气, 贮存温度不应超过 60℃。
- 3.1.17** 保质期为 24 个月, 过期应按本规程第 3.1.5 条的规定重新进行检验, 符合要求后方可使用。

3.2 其他原材料

- 3.2.1** 其他原材料与微生物抗泛碱剂的相容性应通过试验确定, 应对微生物无毒副作用, 且不降低微生物抗泛碱剂的作用效果, 氢氧化钙转化率比不应小于 95%。

3.2.2 颜料应符合国家现行标准《氧化铁颜料》GB/T 1863、《氧化铬绿颜料》GB/T 20785 和《混凝土和砂浆用颜料及其试验方法》JC/T 539 的有关规定。

3.2.3 化学外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定,不宜使用无机盐类早强剂。

3.2.4 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定;白色硅酸盐水泥应符合现行国家标准《白色硅酸盐水泥》GB/T 2015 的有关规定;彩色硅酸盐水泥应符合现行行业标准《彩色硅酸盐水泥》JC/T 870 的有关规定。

3.2.5 可掺用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、石灰石粉、天然沸石粉等矿物掺合料,并应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690、《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164、《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 566 的有关规定。

3.2.6 粗、细骨料应符合国家现行标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685、《建设用砂》GB/T 14684 和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定。

3.2.7 拌和水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

3.2.8 纤维应符合现行国家标准《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120、《水泥混凝土和砂浆用短切玄武岩纤维》GB/T 23265 和《水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维》GB/T 38143 的有关规定。无捻粗纱应符合现行国家标准《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369 和《玄武岩纤维无捻粗纱》GB/T 25045 的有关规定。纤维网格布应符合现行行业标准《耐碱玻璃纤维网布》JC/T 841 的有关规定。

4 设计与施工

4.1 一般规定

4.1.1 掺微生物抗泛碱剂水泥基材料的工作性能、力学性能和耐久性能等应满足工程设计和施工要求。

4.1.2 微生物抗泛碱剂掺量宜为胶凝材料质量的 0.4% ~ 0.8%, 并应根据生产商提供的技术文件通过试验确定。

4.1.3 掺微生物抗泛碱剂水泥基材料水胶比宜比掺加前降低 0.01~0.03, 并应通过试验验证。

4.1.4 微生物抗泛碱剂宜用于但不限于下列情况:

- 1 硅酸盐水泥或与其与辅助胶凝材料复合使用时;
- 2 装饰板材和砌筑块体的粘结、勾缝用水泥基材料;
- 3 需表层强化的硅酸盐水泥基材料;
- 4 有装饰性要求的现场施工的砂浆工程;
- 5 有装饰性要求的预制砂浆/纤维增强砂浆制品;
- 6 有装饰性要求的预制混凝土制品或现浇混凝土。

4.1.5 微生物抗泛碱剂不宜用于下列情况:

- 1 环境温度低于 10℃ 的工程;
- 2 环境温度高于 80℃ 的工程;
- 3 蒸汽养护和蒸压养护条件;
- 4 碱激发胶凝材料;
- 5 掺用抗菌剂的水泥基材料;
- 6 有无菌要求的环境;
- 7 表面涂刷防护剂的水泥基材料;
- 8 泛碱水泥基材料表面的泛碱处理。

4.2 掺微生物抗泛碱剂的砂浆和砂浆制品

4.2.1 掺微生物抗泛碱剂的砂浆及砂浆制品配合比设计应按现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98、《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220、《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T 1057 的有关规定执行。

4.2.2 成型、养护 7d 后的砂浆和砂浆制品,经加速泛碱试验 7d 的表面泛碱面积率应小于 20.0%,泛碱均匀度应小于 5.0%。测试方法应符合本规程附录 C 的规定。

4.2.3 掺微生物抗泛碱剂的砌筑、抹灰、地面等工程的预拌砂浆性能应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 的有关规定;墙体饰面砂浆性能尚应符合现行行业标准《墙体饰面砂浆》JC/T 1024 的有关规定。防水饰面砂浆性能应符合现行协会标准《地下工程防水饰面砂浆应用技术规程》T/CECS 484 的有关规定。

4.2.4 掺微生物抗泛碱剂的预拌砂浆施工应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的有关规定。抹灰砂浆施工应符合现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 的有关规定。

4.2.5 掺微生物抗泛碱剂的 GRC 装饰制品性能应符合现行行业标准《玻璃纤维增强水泥(GRC)装饰制品》JC/T 940 的有关规定。

4.2.6 掺微生物抗泛碱剂的 GRC 外墙板性能应符合现行行业标准《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T 1057 的有关规定。

4.3 掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品

4.3.1 掺微生物抗泛碱剂的混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定。

4.3.2 掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品成型、养护 7d 后经加速泛碱试验 7d,表面泛碱面积率应小于 10.0%,泛碱均匀

度应小于 5.0%。测试方法应符合本规程附录 C 的有关规定。

4.3.3 掺微生物抗泛碱剂的拌和物性能应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定,测试方法应符合现行国家标准《普通混凝土拌和物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定。

4.3.4 掺微生物抗泛碱剂的混凝土力学性能、长期性能和耐久性能应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。力学性能测试方法应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定,长期性能和耐久性能测试方法应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定。

4.3.5 掺微生物抗泛碱剂的混凝土的生产应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的有关规定,施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定,泵送应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的有关规定。掺微生物抗泛碱剂清水混凝土的生产和施工应符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定。

4.3.6 掺微生物抗泛碱剂的装饰混凝土砌块的性能应符合现行行业标准《装饰混凝土砌块》JC/T 641 的有关规定。掺微生物抗泛碱剂装饰混凝土砖的性能应符合现行国家标准《装饰混凝土砖》GB/T 24493 的有关规定。

5 质量检验与验收

5.1 原材料质量检验

5.1.1 原材料进场时,应提供质量证明文件,包括出厂检验报告、型式检验报告和合格证等,以及微生物抗泛碱剂使用说明书。

5.1.2 微生物抗泛碱剂应按每 10t 为一检验批,不足 10t 时也应按一个检验批计。每一检验批取样量不应少于 5kg。每一检验批取样应充分混匀,并应分为两等份:一份应按本规程第 3.1.5 条规定的氢氧化钙转化率、有效活菌数、润湿时间检验项目及要求进行检验,每检验批检验不得少于两次;另一份应密封留样保存半年,有疑问时,应进行对比检验。

5.1.3 配制砂浆的其他原材料检验项目应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定。配制混凝土的其他原材料检验项目应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

5.2 掺微生物抗泛碱剂的砂浆和砂浆制品

5.2.1 掺微生物抗泛碱剂的砂浆质量检验与验收应符合国家现行标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《建筑装饰工程施工及验收规范》JGJ 73 的有关规定。玻璃纤维增强水泥外墙质量检验与验收尚应符合现行行业标准《玻璃纤维增强水泥(GRC)建筑应用技术标准》JGJ/T 423 的有关规定。预拌砂浆和抹灰砂浆的质量检验与验收应符合现行行业标准《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 和《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 的有关规定。

5.2.2 掺微生物抗泛碱剂的 GRC 装饰制品应符合现行行业标

准《玻璃纤维增强水泥(GRC)装饰制品》JC/T 940 的有关规定, GRC外墙板应符合现行行业标准《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T 1057 的有关规定。

5.2.3 掺微生物抗泛碱剂砂浆和砂浆制品的抗泛碱性能应符合本规程第 4.2.2 条的规定。

5.2.4 砂浆抗泛碱性能的检验批次和检查数量应符合下列规定:

1 有装饰功能要求的相同强度等级、施工工艺的砂浆,每 1000m^2 划分为一个检验批,不足 1000m^2 的也应划分为一个检验批;每 50 个自然间(大面积房间和走廊按抹灰面积 30m^2 为一间)应划分为一个检验批,不足 50 间的也应划分为一个检验批;

2 每个检验批的检查数量,室外每 100m^2 应至少抽查一处,每处不少于 10m^2 ;室内应至少抽查 10%,并不得少于 3 间,不足 3 间时,应全数检查。

5.2.5 砂浆制品的抗泛碱性能检验批次和检查数量应符合下列规定:

1 同一检验批砂浆制品应使用相同原料、生产工艺、强度等级及花色品种,以 500 块为一批,不足 500 块也应划分为一个检验批;

2 砂浆制品每检验批抽取数量为检验批的 1%,且不少于 3 块。

5.3 掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品

5.3.1 掺微生物抗泛碱剂的混凝土的质量检验与评定应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定;建筑装饰装修混凝土应符合《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的有关规定,清水混凝土质量检验与验收尚应符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定,铁路工程混凝土质量检验与验收尚应符合

现行行业标准《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424 的有关规定。

5.3.2 混凝土抗泛碱性能检验批次和检查数量应符合下列规定：

1 有装饰功能要求的相同强度等级、施工工艺的室外混凝土,每 $1\,000\text{m}^2$ 划分为一个检验批,不足 $1\,000\text{m}^2$ 时也应划分为一个检验批;室内混凝土每 50 个自然间(大面积房间和走廊按抹灰面积 30m^2 为 1 间)应划分为 1 个检验批,不足 50 间也应划分为 1 个检验批;

2 每个检验批的检查数量,室外每 100m^2 应至少抽查 1 处,每处不少于 10m^2 ;室内应至少抽查 10%,并不得少于 3 间,不足 3 间时,应全数检查。

5.3.3 混凝土制品抗泛碱性能检验批次和检查数量应符合下列规定：

1 同一检验批的混凝土砌块应具有相同的原材料、生产工艺、强度等级及花色品种,并以 5 000 块为一批,不足 5 000 块也应划分为一个检验批;同一检验批的混凝土墙板应具有相同的原材料、生产工艺、强度等级及花色品种,并以 1 000 个为一个检验批,不足 1 000 个也应划分为一个检验批;

2 混凝土砌块每个检验批抽取 50 块做抗泛碱性能检验;混凝土墙板每个检验批抽取数量为检验批的 1%,且不少于 5 块。

5.3.4 掺微生物抗泛碱剂混凝土和混凝土制品的抗泛碱性能应符合本规程第 4.3.2 条的规定。

附录 A 氢氧化钙转化率试验方法

A.0.1 本方法适用于测试微生物抗泛碱剂将水泥基材料中氢氧化钙转化为碳酸钙的能力。

A.0.2 仪器应符合下列规定：

1 高压灭菌锅应符合现行国家标准《大型蒸汽灭菌器技术要求 自动控制型》GB 8599 的有关规定；

2 恒温振荡培养箱应符合现行国家标准《环境试验仪器及设备安全规范 第 13 部分：振荡器、振荡恒温水槽和振荡恒温培养箱》GB/T 32710.13 的有关规定；

3 天平精度应为 0.001g，并应符合现行国家标准《数字指示秤》JJG 539 的有关规定。

A.0.3 试剂应符合下列规定：

1 溶剂应为蒸馏水或同等纯度的水。

2 盐酸、EDTA(乙二胺四乙酸)、氢氧化钙、氢氧化钠、氢氧化钾、硫酸钾、三乙醇胺、硫化钠、柠檬酸钠均应为化学纯。

3 溶液和指示剂：

(1)氢氧化钠溶液浓度应为 200.00g/L；硫化钠溶液浓度应为 10.00g/L；柠檬酸钠溶液浓度应为 12.90g/L；三乙醇胺溶液浓度应为 281.00g/L；盐酸溶液浓度应为 36.50g/L；EDTA 溶液浓度应为 18.61g/L。

(2)钙红指示剂浓度应为 1g/L。

A.0.4 氢氧化钙转化率测试按下列步骤进行：

1 首先应按表 A.0.4 配制水泥基材料模拟孔隙溶液。

表 A.0.4 水泥基材料模拟孔隙溶液成分

成分	氢氧化钙	氢氧化钠	氢氧化钾	硫酸钾
含量(mol/L)	0.002	0.25	0.54	0.003

2 然后量取 250mL 水泥基材料模拟孔隙溶液和 1.2g 氢氧化钙粉末加入锥形瓶中,得到矿化模拟溶液。应将模拟溶液置于高压灭菌锅中灭菌,灭菌温度应为 $121^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$,时间应为 25min,灭菌后应冷却至室温。

3 宜称取 2.5g 微生物抗泛碱剂放入矿化模拟溶液中,混匀后应置于恒温振荡培养箱($30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $170\text{rpm} \pm 3\text{rpm}$)培养 3d,过滤、洗涤、烘干收集沉淀物质。

4 应称取 0.1g 沉淀物质置于 250mL 锥形瓶中,并应依次加入 25mL 蒸馏水、1mL 三乙醇胺、1mL 硫化钠和 1mL 柠檬酸钠溶液;然后滴加氢氧化钠溶液调节 pH 至 13~14;继续加入 3~5 滴钙红指示剂,并使用 EDTA 溶液滴定,以溶液由酒红色变为天蓝色为终点,标记此时消耗体积 V_1 。

5 宜称取 0.1g 沉淀物质置于 250mL 锥形瓶中;应向锥形瓶中加入盐酸溶液 5mL,再加入 25mL 蒸馏水和 1mL 三乙醇胺;然后滴加氢氧化钠溶液调节 pH 至 13~14;继续加入 1mL 硫化钠、1mL 柠檬酸钠溶液和 3~5 滴钙红指示剂,振荡摇匀,并使用 EDTA 标准溶液滴定至溶液变色,记录消耗体积 V_2 。

A.0.5 氢氧化钙转化率应按下式计算:

$$T_{\text{CH}} = \frac{V_2 - V_1}{V_2} \times 100\% \quad (\text{A.0.5})$$

式中: T_{CH} ——氢氧化钙转化率(%);

V_1 ——滴定未转化氢氧化钙消耗的 EDTA 体积(mL);

V_2 ——滴定待测沉淀物中全部钙消耗的 EDTA 体积(mL)。

A.0.6 氢氧化钙转化率比 R_T 应按下式计算:

$$R_T = \frac{T'_{\text{CH}}}{T_{\text{CH}}} \times 100\% \quad (\text{A.0.6})$$

式中: R_T ——氢氧化钙转化率比(%);

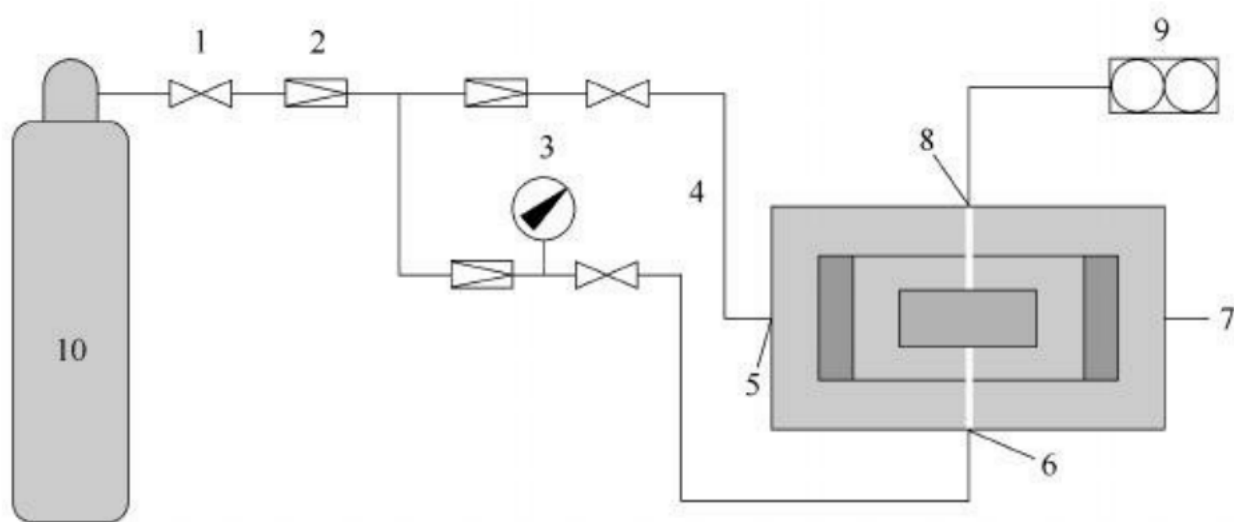
T'_{CH} ——模拟矿化溶液中掺加待测物质的氢氧化钙转化率(%).

A. 0. 7 以三次试验测得的氢氧化钙转化率的算术平均值作为最终测定值。当最大值或最小值与中间值之差超过中间值的 10% 时,应剔除此值,再取其余两值的平均值作为测定值;当最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 10% 时,应重新测试。

附录 B 气体渗透系数比试验方法

B.0.1 本方法适用于测定水泥基材料试件气体渗透系数比。

B.0.2 本测试方法的气体渗透系数比测试装置如图 B.0.2 所示,由整体装置和气体渗透单元组成。



1—气路开关;2—减压阀;3—压力表;4—塑料管;5—橡胶套进气嘴;

6—渗透单元进气嘴;7—充气胶囊;8—渗透单元出气嘴;

9—皂膜流量计;10—氮气瓶。

图 B.0.2 气体渗透系数比测试装置图

1 高压氮气瓶应符合现行国家标准《钢质无缝气瓶》GB/T 5099 的有关规定,最低工作压力应为 2MPa;

2 高精度压力表的量程不应小于 1MPa,精度不应低于 1kPa,应符合现行国家标准《一般压力表》GB/T 1226 和《弹性元件式精密压力表和真空表》JJG 49 的有关规定;

3 皂膜流量计量程宜为 0.1mL/min~100mL/min。

B.0.3 水泥基材料配合比应符合下列规定:

1 基准砂浆配合比按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 的有关规定执行,水泥:砂:水=1:3:0.5

(质量比), 单次搅拌成型三条试块, 单次搅拌材料用量见表 B. 0. 3。

表 B. 0. 3 基准砂浆单次搅拌原材料用量

单位	42.5 级硅酸盐水泥	标准砂	水
质量(g)	450±2	1 350±5	225±1

2 基准混凝土配合设计比按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定:

- 1) 水泥种类及用量: 应采用 42.5 级 P · I 型硅酸盐水泥, 用量为 $330\text{kg}/\text{m}^3 \pm 5\text{kg}/\text{m}^3$;
- 2) 砂种类及砂率: 应采用天然河砂, 砂率为 36%~40%;
- 3) 水灰比应为 0.5。

3 受检砂浆或混凝土的微生物抗泛碱剂掺量按本规程第 4.1.2 条执行, 水胶比按本规程第 4.1.3 条调整。

B. 0. 4 水泥基材料试件制备、养护应符合下列规定:

1 砂浆搅拌、试件制备及养护应符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的有关规定。混凝土搅拌、试件制作及养护按现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定执行。

2 应采用直径为 150mm、高度为 50mm 的圆饼状试件, 每组试件数量为 3 块。试件应一次成型, 不应通过切割或钻芯取样获得。

3 试件应在 $24 \pm 2\text{h}$ 内拆模, 并在标准养护室养护至 28d。养护过程中, 试件应保持侧立, 使试件上、下表面充分接触空气。

4 加工密封好的试件应水平放入真空干燥箱中, 在 $5\,000\text{Pa} \pm 500\text{Pa}$ 恒压和 $60^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 条件下烘干至恒重, 间隔 12h 连续称重三次, 质量差均应小于 0.02g, 精确到 0.001g。烘干结束后, 将试件置于温度为 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度为 $60\% \pm 5\%$ 环境中 14d。

B. 0. 5 气体渗透性测试应按下列步骤进行:

- 1 应在圆饼试件侧面涂敷环氧树脂, 并保持室温干燥;

2 应将钢瓶高压氮气调压至 1.2MPa 左右;调节充气橡胶囊调压阀压力至 1.0MPa,打开其后气路开关给充气橡胶囊充气;

3 打开连接进气口调压阀,压力稳定至 0.15MPa $\pm$ 0.02MPa,打开其后气路开关;每隔 1h 读取出气口气体流量计流量,待连续两次测量值误差小于 5%时,记录此时气体流量;

4 调整气体压力,按步骤 3 的方法分别测试进气口气体压力在 0.20MPa、0.30MPa 和 0.40MPa 下的出气口流量;

5 关闭高压气瓶开关,泄压充气橡胶囊后取出试件,按步骤 1~3 进行下一试件测量。

B.0.6 气体渗透率比的计算及确定应按下列步骤进行:

1 表观气体渗透率应按下式计算:

$$k_a = \frac{\mu L Q P_{atm}}{A(P - P_{atm})P_m} \quad (\text{B.0.6-1})$$

式中: k_a ——表观气体渗透率(m^2);

P_{atm} ——测试条件下的大气压(Pa);

P ——进气口的绝对压力(Pa),150 000Pa~400 000Pa;

P_m ——进气口和出气口的平均压力(Pa),等于 $(P + P_{atm})/2$;

Q ——出气口的稳定气体流量(m^3/s);

L ——试件厚度(m),0.05m;

μ ——气体的动黏度系数($\text{Pa} \cdot \text{s}$), $1.76 \times 10^{-5} \text{Pa} \cdot \text{s}$;

A ——试件横截面面积(m^2),0.017 66 m^2 。

2 固有渗透率回归应按下式计算:

应分别计算 4 个压力水平下的表观渗透率,然后对不同压力下的 $1/P_m$ 与对应的表观渗透率 k_a 进行线性回归。

$$k_a = b \times \frac{1}{P_m} + k_v \quad (\text{B.0.6-2})$$

式中: b ——克式系数(Klinkenberg 系数);

k_v ——试件的固有渗透率,精确到 $0.1 \times 10^{-18} \text{m}^2$ 。

3 气体渗透率比应按下式计算,即将受检水泥基材料固有渗

透率 k_v 与基准组水泥基材料固有渗透率 k'_v 作比值。

$$K = \frac{k_v}{k'_v} \quad (\text{B. 0. 6-3})$$

式中： K ——气体渗透率比；

k'_v ——基准组水泥基材料固有渗透率， m^2 。

B. 0. 7 以 3 组试件气体渗透率比的平均值作为试验最终结果。

附录 C 水泥基材料抗泛碱性能试验方法

C.0.1 本方法规定了水泥基材料加速泛碱、图像采集、泛碱面积率和泛碱均匀度的试验和计算方法。

C.0.2 本方法所用的水为蒸馏水或同等纯度的水,所用化学试剂除特别注明外,均为分析纯化学试剂。

C.0.3 设备应符合下列规定:

1 加速泛碱试验所用砂浆搅拌机和混凝土搅拌机应符合国家现行标准《试验用砂浆搅拌机》JG/T 3033 和《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142 的有关规定;

2 采用无人机采集图像时,设备应配置导航装置、触发装置和图像采集装置,有效像素应大于 2 000 万像素,无人机功能应符合国家现行标准《电磁兼容 试验和测量技术》GB/T 17626、《无人机航摄安全作业基本要求》CH/Z 3001 和《低空数字航空摄影规范》CH/Z 3005 的有关规定;采用轨道式扫描仪采集图像时,设备扫描精度应高于 600dpi,且在该精度下最大扫描速度不低于 6cm/s;采用数码相机采集图像时,设备有效像素应大于 2 000 万像素。

C.0.4 试件制备和养护应符合下列规定:

1 试件尺寸宜为 300mm×300mm×30mm,以 3 块为一组;砂浆制品应按工厂实际生产工艺成型,凝结硬化后切割成 300mm×300mm,厚度为制品的实际厚度,以 3 块为一组。

2 混凝土试件尺寸宜为 300mm×300mm×100mm,以 3 块为一组。

C.0.5 试件加速泛碱应按下列步骤进行:

1 首先应将砂浆或砂浆制品试件在标准条件下养护 7d;然

后应将养护完成后的试件置于 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、半浸水(浸水高度为试件高度一半)、 $2\text{m/s} \sim 3\text{m/s}$ 风速下加速泛碱 7d。

2 首先应将混凝土试件在标准条件下养护 7d, 然后应将养护完成后的试件置于 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、半浸水(浸水高度为试件高度一半)、 $2\text{m/s} \sim 3\text{m/s}$ 风速下加速泛碱 7d。

C. 0.6 水泥基材料外观图像采集应符合下列规定:

1 实验室内水泥基材料试件表面图像采集可使用轨道式扫描仪或数码相机, 现场水泥基材料表面图像采集宜使用无人机或轨道式扫描仪;

2 采集图像时, 摄像头与混凝土表面的垂直距离不宜大于 5m, 每幅图像采集区域不宜大于 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 。

C. 0.7 泛碱面积率测试应符合下列规定:

1 同屏采集色号为 RAL9010 的劳尔色卡和待测水泥基材料外观图像, 应避免色卡遮挡水泥基材料表面。

2 泛碱面积率的计算及确定按下列步骤进行:

1) 通过 Image-J 软件将图像转换为仅存在灰度变化的黑白图像。

2) 通过 Image-J 软件读取 RAL9010 色卡灰度值 G , 统计待测水泥基材料表面灰度值大于 G 的区域面积 A_E 和待测水泥基材料表面的总面积 A_0 。

3) 泛碱面积率应按下列式计算:

$$E_a = \frac{A_E}{A_0} \times 100\% \quad (\text{C. 0.7})$$

式中: E_a ——泛碱面积率(%);

A_E ——图像中灰度值大于 RAL9010 色卡灰度值阈值 G 的区域面积(像素);

A_0 ——图像总面积(像素)。

3 以三个试件测得泛碱面积率的算术平均值作为最终测定值。当最大值或最小值与中间值之差超过中间值的 10% 时, 应剔

除此值,再取其余两值的平均值作为测定值;当最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 10% 时,应重新试验。

C. 0.8 泛碱均匀度测试应符合下列规定:

1 泛碱均匀度测试及计算按下列步骤进行:

1) 采集的图像应按图 C. 0.8 划分区域;

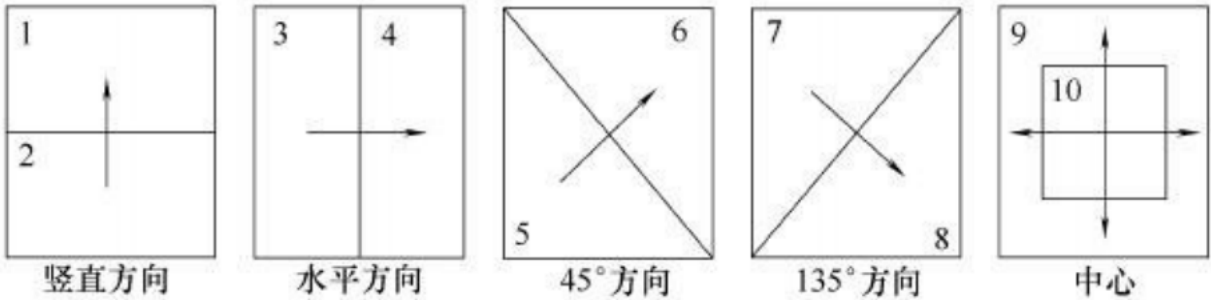


图 C. 0.8 图像区域划分方法

2) 按本规程第 C. 0.7 条的规定获取每个图像区域的泛碱面积率,并依次用 E_{ai} ($i=1\sim 10$) 编号。

2 泛碱均匀度应按下式计算:

$$E_u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (E_{ai} - \overline{E_a})^2}{10}} \times 100\% \quad (\text{C. 0.8-1})$$

$$\overline{E_a} = \frac{\sum_{i=1}^{10} E_{ai}}{10} \quad (\text{C. 0.8-2})$$

式中: E_u ——泛碱均匀度(%);

E_{ai} —— i 区域的泛碱面积率(%);

$\overline{E_a}$ ——各个区域泛碱面积率的平均值(%)。

3 以三个试件测得泛碱均匀度算术平均值作为最终测定值。当最大值或最小值与中间值之差超过中间值的 10% 时,应剔除此值,再取其余两值的平均值作为测定值;当最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 10% 时,应重新试验。

用 词 说 明

为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- 2 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- 3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- 4 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中,注日期的,仅对该日期对应的版本适用本规程;不注日期的,其最新版适用于本规程。

《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080

《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081

《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082

《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119

《混凝土质量控制标准》GB 50164

《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《混凝土结构工程施工规范》GB 50666

《通用硅酸盐水泥》GB 175

《包装储运图示标志》GB/T 191

《一般压力表》GB/T 1226

《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596

《氧化铁颜料》GB/T 1863

《白色硅酸盐水泥》GB/T 2015

《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》GB 4789.2

《钢质无缝气瓶》GB/T 5099

《农药可湿性粉剂润湿性测定方法》GB/T 5451

《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921

《混凝土外加剂》GB 8076

《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077

《大型蒸汽灭菌器技术要求 自动控制型》GB 8599

《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》GB/T 9142

《包装用塑料复合膜、袋干法复合、挤出复合》GB/T 10004

《建设用砂》GB/T 14684

《建设用卵石、碎石》GB/T 14685

《预拌混凝土》GB/T 14902

《食品安全国家标准 急性经口毒性试验》GB 15193.3

《电磁兼容 试验和测量技术》GB/T 17626

《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》GB/T 17671

《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046

《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369

《氧化铬绿颜料》GB/T 20785

《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120

《化学品 急性经口毒性试验方法》GB/T 21603

《水泥混凝土和砂浆用短切玄武岩纤维》GB/T 23265

《装饰混凝土砖》GB/T 24493

《玄武岩纤维无捻粗纱》GB/T 25045

《预拌砂浆》GB/T 25181

《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690

《食品包装用塑料与铝箔复合膜、袋》GB/T 28118

《环境试验仪器及设备安全规范 第13部分:振荡器、振荡恒温水槽和振荡恒温培养箱》GB/T 32710.13

《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164

《水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维》GB/T 38143

《混凝土泵送施工技术规范》JGJ/T 10

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52

《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55

《混凝土用水标准》JGJ 63

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
《建筑装饰工程施工及验收规范》JGJ 73
《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98
《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169
《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220
《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223
《玻璃纤维增强水泥(GRC)建筑应用技术标准》JGJ/T 423
《无人机航摄安全作业基本要求》CH/Z 3001
《低空数字航空摄影规范》CH/Z 3005
《混凝土和砂浆用颜料及其试验方法》JC/T 539
《装饰混凝土砌块》JC/T 641
《耐碱玻璃纤维网布》JC/T 841
《彩色硅酸盐水泥》JC/T 870
《玻璃纤维增强水泥(GRC)装饰制品》JC/T 940
《墙体饰面砂浆》JC/T 1024
《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T 1057
《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 566
《试验用砂浆搅拌机》JG/T 3033
《弹性元件式精密压力表和真空表》JJG 49
《数字指示秤》JJG 539
《铁路混凝土工程施工质量验收标准》TB 10424
《地下工程防水饰面砂浆应用技术规程》T/CECS 484

中国工程建设标准化协会标准

微生物抗泛碱剂在水泥基
材料中应用技术规程

T/CECS 974-2021

条文说明

目 次

1	总 则	(33)
2	术语和符号	(34)
2.1	术语	(34)
3	材 料	(36)
3.1	微生物抗泛碱剂	(36)
3.2	其他原材料	(39)
4	设计与施工	(42)
4.1	一般规定	(42)
4.2	掺微生物抗泛碱剂的砂浆和砂浆制品	(44)
4.3	掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品	(45)
5	质量检验与验收	(48)
5.1	原材料质量检验	(48)
5.2	掺微生物抗泛碱剂的砂浆和砂浆制品	(48)
5.3	掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品	(49)
附录 A	氢氧化钙转化率试验方法	(50)
附录 B	气体渗透系数比试验方法	(51)
附录 C	水泥基材料抗泛碱性能试验方法	(52)

1 总 则

1.0.3 本条规定了本规程与其他标准、规范的关系。在掺微生物抗泛碱剂水泥基材料的实际应用中,本规程难以对所有情况做出规定;未做出规定的,按现行相关标准执行。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 泛碱现象指在水泥基材料表面析出的一层白色薄霜状物质,其主要为水泥基材料中的可溶性钙或碱金属化合物随水分迁移至表面蒸发后形成的沉淀物。

2.1.5 水泥基材料表面泛碱物质颜色为白色,其与基体颜色的差异造成了视觉美感的降低。泛碱面积越大,视觉冲击效果越强烈,视觉体验越差。可采用水泥基材料表面泛碱面积率定量表征泛碱区域大小对材料外观的影响程度。泛碱面积率测试方法按本规程附录 C 的规定执行。

2.1.6 水泥基材料表面泛碱区域的分布均匀程度是影响外观视觉效果的另一重要特征。泛碱均匀度测试方法按本规程附录 C 的规定执行。

2.1.7 微生物通过矿化作用促进氢氧化钙转化为碳酸钙,减少迁移至材料表面的氢氧化钙,达到抗泛碱作用。

2.1.8 本条规定了其他原材料对微生物抗泛碱剂抗泛碱效果影响的评价指标。当水泥基材料中需要添加颜料或者化学外加剂时,需要考虑颜料和化学外加剂与微生物抗泛碱剂的兼容性,其他原材料的掺入不能影响掺微生物抗泛碱剂水泥基材料的抗泛碱性能。因此,需要考虑掺用颜料或化学外加剂对微生物抗泛碱剂性能的影响。

2.1.9 本条规定了微生物抗泛碱剂对水泥基材料气体传输性能影响的评价指标。水泥基材料内部泛碱物质向外迁移导致孔隙结构变大,抵抗气体传输能力随之降低,耐久性能、钢筋保护性能等受到不利影响。微生物矿化作用将氢氧化钙转化为碳酸钙,孔隙

结构填充密实,抗气体渗透性能增强。因此,采用掺微生物抗泛碱剂试验组与基准组水泥基材料的固有渗透系数比值作为定量评价气体渗透性能改善的指标。

3 材 料

3.1 微生物抗泛碱剂

3.1.1 本条规定了微生物抗泛碱剂的剂型要求。微生物抗泛碱剂应为粉状制剂,便于其在水泥基材料中均匀分布并发挥作用。

3.1.2 本条规定了微生物菌粉的生产方法。微生物抗泛碱剂的有效成分为微生物芽孢和必要的营养物质,喷雾干燥法和冷冻干燥法是食品、生物药剂生产过程中常用的粉剂制备方法,其工艺成熟,应用广泛,获得的菌粉外观松散、不结块,有利于储存、运输和实际工程应用。

3.1.3 本条规定了微生物抗泛碱剂所用菌种要求。微生物抗泛碱剂所用菌种应由自然界分离纯化,经人工选育等手段获得,不应包含采用基因工程等手段进行 DNA 诱变或重组而获得的微生物。微生物抗泛碱剂所用菌种不应产生对环境造成破坏的物质。脲酶水解类微生物在矿化过程中会释放氨气。根据现行国家标准《混凝土外加剂中释放氨的限量》GB 18588 的有关规定,混凝土外加剂中释放氨的量 $\leq 0.1\%$ (质量分数)。研究表明,室内空气中每立方米含有 0.3mg 氨气就会感觉有异味和不适,0.6mg 时可引起结膜刺激,1.5mg 时可引起呼吸道黏膜刺激、咳嗽、流泪等不良反应,严重时将造成神经系统、呼吸系统、免疫系统等损害。室内空气中的氨主要来自建筑施工中使用的混凝土外加剂。因此,在砂浆和混凝土中应严格限制氨释放类外加剂的使用。

3.1.4 本条明确了微生物抗泛碱剂的安全性要求。微生物抗泛碱剂的生产和使用过程不应危害人体健康。参照现行国家标准《食品安全国家标准 急性经口毒性试验》GB 15193.3 中对于毒理学检验的结论分类,微生物抗泛碱剂的毒理学检验结论应为实

际无毒,急性毒性剂量大鼠口服 $LD_{50} > 5\,000\text{mg/kg}$ 体重,相当于人的致死量 $250\,000\text{mg/kg}$ 体重 $\sim 500\,000\text{mg/kg}$ 体重或 500g/人 。微生物抗泛碱剂中微生物菌粉的急性经口毒性测试方法应符合现行国家标准《食品安全国家标准 急性经口毒性试验》GB 15193.3 的限量法的有关规定。微生物抗泛碱剂中化学品的急性经口毒性测试方法应符合现行国家标准《化学品 急性经口毒性试验方法》GB/T 21603 的限量法有关规定。

3.1.5 本条规定了微生物抗泛碱剂的性能指标要求。

微生物通过自身的矿化作用固结水泥基材料中的游离钙离子,从而减少泛碱物质迁移。微生物抗泛碱剂中的有效活菌数量是影响抗泛碱效果的主要因素。试验结果表明,当微生物抗泛碱剂中有效活菌数低于 10^{10}CFU/g 时,其对水泥基材料的抗泛碱性改善不足。因此,给出微生物抗泛碱剂的有效活菌数推荐值不低于 10^{10}CFU/g 。

微生物抗泛碱剂为固态粉状外加剂,为保证其在水泥基材料拌和物中均匀分散,其应具有良好的润湿性能。参考现行国家标准,对于混凝土和砂浆搅拌时间不低于 60s 。因此,本条给出了微生物抗泛碱剂的润湿时间推荐值不高于 60s 。

根据现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定,粉状外加剂进行检验时应全部通过 $630\mu\text{m}$ 方孔筛。结合现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077 中关于外加剂细度试验方法的有关规定,应选用筛孔公称直径为 0.315mm 的铜网筛进行试验。因此,为便于进行微生物抗泛碱剂的匀质性检验,本条给出了微生物抗泛碱剂细度推荐值,即通过 0.315mm 方孔筛的筛余量不应大于 5.0% 。

根据试验结果,冻干生物制品要求剩余含水量质量分数通常控制在 $1.0\%\sim 3.0\%$ 之间,过多或过少的水分含量都会影响冻干制品的质量。过分干燥将导致活细胞死亡;水分过多会导致蛋白质分子结构发生改变,影响其活性。菌粉在后期储存中含水量的

变化,对于芽孢的存活率及酶活性都有较大的影响。根据现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定,对于含水率 $\leq 5.0\%$ 的固体外加剂,其含水率应控制在生产厂控制值的 0.8 倍~1.2 倍之间。对于微生物抗泛碱剂含水率的生产厂控制值不应大于 2.5%。

混凝土中氯离子含量过高时,会导致钢筋出现锈蚀,破坏整体结构;硫酸根离子含量过高时,直接影响混凝土自身的体积稳定性,腐蚀混凝土,降低混凝土强度和耐久性,容易导致混凝土构件开裂、损伤;总碱含量过高时,会引起碱集料反应,导致混凝土体积异常膨胀,产生裂缝,加速混凝土劣化。因此,对于微生物抗泛碱剂规定了氯离子含量、硫酸根离子含量、总碱量的指标要求。

3.1.6 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的砂浆拌和物性能要求。

试验测试了不同掺量的微生物抗泛碱剂下的砂浆凝结时间,如图 1 所示。砂浆凝结时间随掺量增加先延长后缩短。初凝和终凝时间的变化规律和幅度一致,在一 20min~+40min 之间。由此给出了掺微生物抗泛碱剂砂浆凝结时间变化指标推荐值。

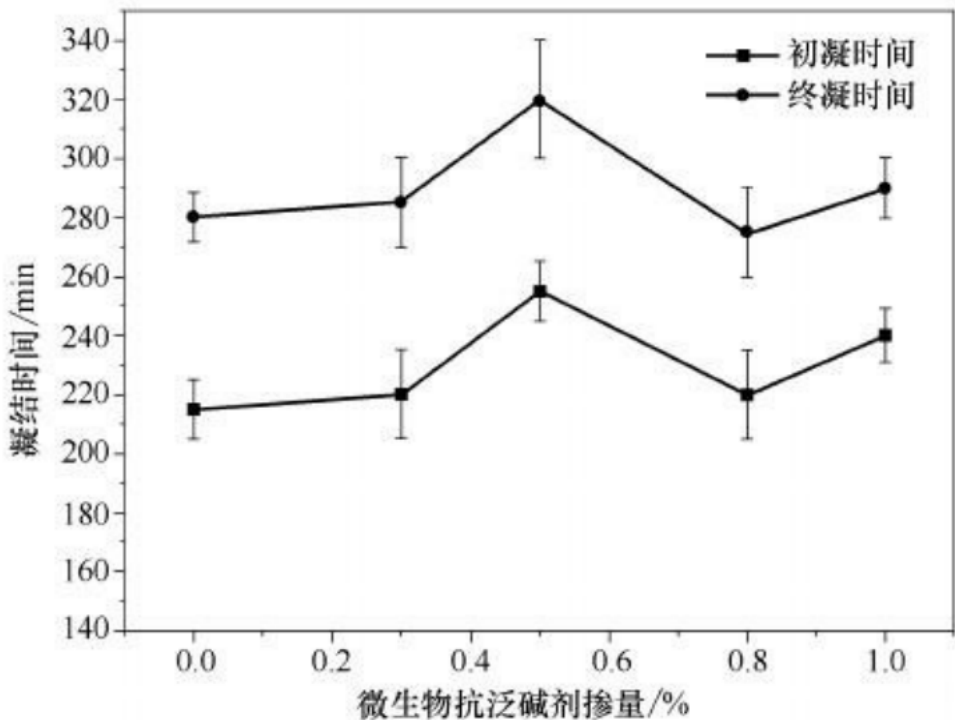


图 1 微生物抗泛碱剂掺量对砂浆凝结时间的影响

3.1.7 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的混凝土拌合物性能和试验方法技术要求。

掺微生物抗泛碱剂的混凝土拌合物试验方法按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定执行,拌合物性能应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。采用预拌混凝土时,拌合物性能尚应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的有关规定。纤维混凝土拌合物性能应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的有关规定。清水混凝土拌合物性能应符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定。

3.1.9 掺微生物抗泛碱剂的水泥基材料通常应用于具有较高装饰功能要求的场合,如玻璃纤维增强水泥装饰制品、清水混凝土等。掺微生物抗泛碱剂时,不对水泥基材料的外观颜色产生明显影响,从而改变材料的设计颜色。参考现行国家标准《均匀色空间和色差公式》GB/T 7921 的有关规定,色差幅度介于 0~5.0CIELAB 范围内时,颜色均匀,无可见花纹或不均匀性。因此,微生物抗泛碱剂对水泥基材料成品的色差调控能力不应大于 5.0CIELAB。当采用目测对比方法进行参考时,颜色不应有明显差异。

3.2 其他原材料

3.2.2 彩色混凝土和砂浆用颜料主要为氧化铁系列(红色、黑色、棕色、黄色等)和氧化铬绿颜料。当在砂浆或混凝土中掺加颜料时,为了保证水泥基材料的抗泛碱性能,所使用的颜料应对微生物无毒副作用,并不应抑制微生物抗泛碱剂作用效果。掺颜料和未掺颜料的装饰水泥基材料的氢氧化钙转化率比不应小于 95%。当采用氧化铁颜料配制装饰水泥基材料时,其技术要求应符合现行国家标准《氧化铁颜料》GB/T 1863 的有关规定。采用氧化铬绿颜料时,其技术要求应符合现行国家标准《氧化铬绿颜料》GB/T

20785 的有关规定。采用其他粉状或浆状颜料时,其技术要求应符合现行行业标准《混凝土和砂浆用颜料及其试验方法》JC/T 539 的有关规定。在颜料试验前,通过试验验证其与微生物抗泛碱剂的相容性。

3.2.3 水泥基材料掺用的化学外加剂包括但不限于减水剂、膨胀剂、引气剂、早强剂等。掺用化学外加剂不应降低微生物抗泛碱剂的作用效果,氢氧化钙转化率比不应小于 95%。掺用的化学外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的有关规定,化学外加剂的使用应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的有关规定。

3.2.4 当采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥配制装饰水泥基材料时,其技术要求应满足现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定。当采用白色硅酸盐水泥配制装饰水泥基材料时,其技术要求应符合现行国家标准《白色硅酸盐水泥》GB/T 2015 的有关规定。当采用彩色硅酸盐水泥配制装饰水泥基材料时,其技术要求应符合现行行业标准《彩色硅酸盐水泥》JC/T 870 的有关规定。

3.2.6 粗骨料应符合现行国家标准《建设用卵石、碎石》GB/T 14685 的有关规定。所使用的细骨料应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的有关规定。骨料尚应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定。对于玻璃纤维增强水泥装饰制品,所使用的粗、细骨料应符合现行行业标准《玻璃纤维增强水泥(GRC)装饰制品》JC/T 940 的有关规定。饰面清水混凝土用粗、细骨料应符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定。轻骨料技术要求应符合现行国家标准《轻集料及其试验方法 第 1 部分:轻集料》GB/T 17431.1 的有关规定。配制有饰面要求的轻骨料混凝土尚应符合现行行业标准《轻骨料混凝土应用技术标准》JGJ/T 12 的有关规定。轻骨料使用前应进行充分试验验证。再生粗骨料应符合现行

国家标准《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177 的有关规定;再生细骨料应符合现行国家标准《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176 的有关规定;再生骨料的使用应符合现行行业标准《再生骨料应用技术规程》JGJ/T 240 的有关规定。

3.2.8 对于装饰水泥基材料,纤维增强水泥和纤维增强混凝土产品比例较大。纤维应符合现行国家标准《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120、《水泥混凝土和砂浆用短切玄武岩纤维》GB/T 23265 和《水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维》GB/T 38143 的有关规定。无捻粗纱技术要求应符合现行国家标准《玻璃纤维无捻粗纱》GB/T 18369 和《玄武岩纤维无捻粗纱》GB/T 25045 的有关规定。纤维网格布应符合现行行业标准《耐碱玻璃纤维网布》JC/T 841 的有关规定。对于纤维增强水泥(GRC)装饰制品,使用的纤维、无捻粗纱和纤维网格布应符合现行行业标准《玻璃纤维增强水泥(GRC)装饰制品》JC/T 940 和《玻璃纤维增强水泥(GRC)建筑应用技术规程》JGJ/T 413 的有关规定。纤维在装饰功能混凝土中的应用应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的有关规定。对于公路工程用纤维,其技术要求应符合现行行业标准《公路工程水泥混凝土用纤维》JT/T 524 的有关规定。

4 设计与施工

4.1 一般规定

4.1.2 微生物抗泛碱剂通过转化硅酸盐水泥水化产物氢氧化钙抗泛碱,其掺量与硅酸盐水泥的用量有关。试验结果表明,微生物抗泛碱剂掺量为胶凝材料的 $0.4\% \sim 0.8\%$ (质量分数) 时,水泥基材料具有较好的抗泛碱能力。实际工程应用中,微生物抗泛碱剂的合理掺量应根据硅酸盐水泥品种和用量通过试验确定。

4.1.3 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的水泥基材料配合比调整要求。微生物抗泛碱剂具有一定的引气作用,需适当降低水胶比。试验结果表明,当水胶比降低 $0.01 \sim 0.03$ 时,微生物抗泛碱水泥基材料孔隙率与未掺微生物抗泛碱剂的孔隙率相当。

4.1.4 本条规定了微生物抗泛碱剂的可用范围。

1 水泥基材料中引起泛碱的物质主要为硅酸盐水泥水化产物——氢氧化钙。当硅酸盐水泥与其他辅助胶凝材料复合使用时,仍然存在较大的泛碱可能。对于此类复合胶凝材料的泛碱问题,可通过掺加微生物抗泛碱剂解决。

2 装饰板材和砌筑块体的黏结剂、勾缝剂多以硅酸盐水泥为主要成分,在服役过程中会在装饰瓷砖、石材表面和缝隙处泛碱。微生物抗泛碱剂作为一种生物外加剂,主要是通过微生物矿化作用抑制泛碱,其在水泥基材料表层发挥作用的效果与材料表面在空气中的暴露面积有关。只要与空气有接触的硅酸盐水泥基材料均可使用微生物抗泛碱剂抑制泛碱现象。

3 大气中二氧化碳通过早龄期水泥基材料的孔隙进入内部,与微生物抗泛碱剂发挥作用,将内部氢氧化钙转化为生物碳酸钙,填充在孔隙结构中,在表层一定范围内形成高致密结构层(图2),

强化水泥基材料表层性能。因此,对于有表层强化需求的水泥基材料,可通过掺微生物抗泛碱剂实现。

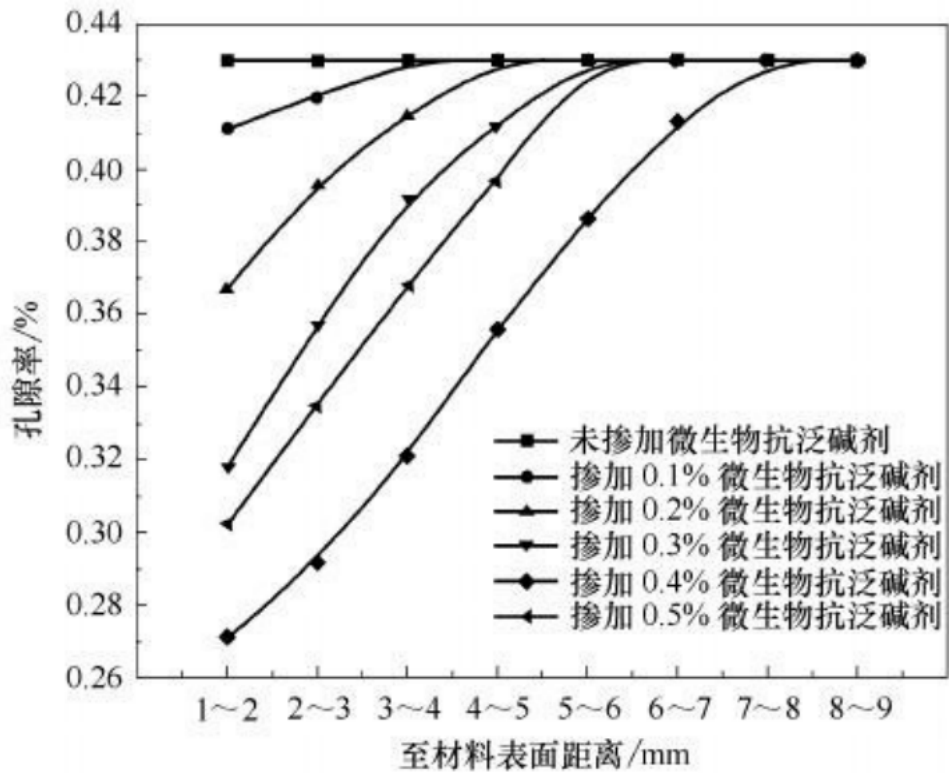


图 2 掺加微生物抗泛碱剂降低水泥基材料表层孔隙率

4.1.5 本条规定了微生物抗泛碱剂不宜使用的条件。

1、2 温度对于微生物的影响是广泛的,适宜的温度会促进微生物的生长和代谢,严苛的温度条件会改变微生物的代谢,甚至导致死亡。当培养温度高于 10℃时,微生物可生长繁殖,并维持一定细胞活性,当培养温度低于 10℃时,细胞活性被显著抑制,矿化作用减弱,难以发挥抗泛碱作用。微生物经 80℃水浴条件下培养可全部存活,当水浴温度达到 90℃时,有效活菌数大幅下降,从而影响微生物抗泛碱剂的作用效果。

4 碱激发胶凝材料激发剂一般为苛性碱(MOH)、非硅酸盐的弱酸盐(M_2CO_3 、 M_3PO_4 、MF 等)、硅酸盐($M_2O \cdot n SiO_2$)、铝酸盐($M_2O \cdot n Al_2O_3$)、铝硅酸盐[$M_2O \cdot n Al_2O_3 \cdot (2 \sim 6) SiO_2$]、非硅酸盐的强酸盐(M_2SO_4)中的一种或几种复合使用。其中,氢氧化钠、碳酸钠、硅酸钠、硫酸钠使用频率最高。碱激发胶凝材料的

泛碱现象主要是强碱性激发剂随水分迁移至材料表面形成。其泛碱物质取决于掺用的碱激发剂。微生物抗泛碱剂主要是针对由氢氧化钙迁移引起的泛碱。因此,对于碱激发胶凝材料的外观泛碱问题,微生物抗泛碱剂不宜使用。

5 水泥基材料常用的抗菌剂主要是无机抗菌剂(银、铜、锌、钛及其化合物)、有机抗菌剂(季铵盐高分子、季磷盐类、有机金属等)。抗菌材料一般都具有广谱抗菌能力,对于材料表面和内部的微生物无差别致死,添加进材料内部的抗泛碱微生物也将失去活性,从而导致水泥基材料失去抗泛碱能力。因此,对于抗菌水泥基材料,微生物抗泛碱剂不宜使用。

7 调研结果表明,对于部分清水混凝土工程,如联想集团北京电脑大厦、武汉琴台大剧院、辽河美术馆等使用了日本旭硝子涂料树脂株式会社(Asahi Glass Coating & Resin Co. Ltd.)生产的邦氟珑水性氟碳树脂涂料(Bonnflon Water Base AC),合肥南站、宁波南站、黄帝陵国家文化公园等使用了有机硅树脂涂料。上述工程清水混凝土通过在表面涂刷无色防护剂维持表面美学功能。而当水泥基材料表面与空气隔绝时,由于阻碍了气体传输,微生物抗泛碱剂无法有效发挥作用,从而使材料失去抗泛碱功能。因此,对于掺微生物抗泛碱剂的水泥基材料不应做表面涂覆处理,以避免微生物抗泛碱剂失效。

8 当水泥基材料发生泛碱时,泛碱物质已迁移至材料表面,此时使用微生物抗泛碱剂已无法对泛碱进行抑制。微生物抗泛碱剂一般在水泥基材料拌和时复合掺加,而在水泥基材料表面涂覆时,无法发挥有效作用。

4.2 掺微生物抗泛碱剂的砂浆和砂浆制品

4.2.2 试验结果表明(图3),掺用0.4%以上微生物抗泛碱剂时,龄期7d的试件经加速泛碱处理后,泛碱面积率降低至20.0%以下,此泛碱程度对肉眼观感的影响较小。

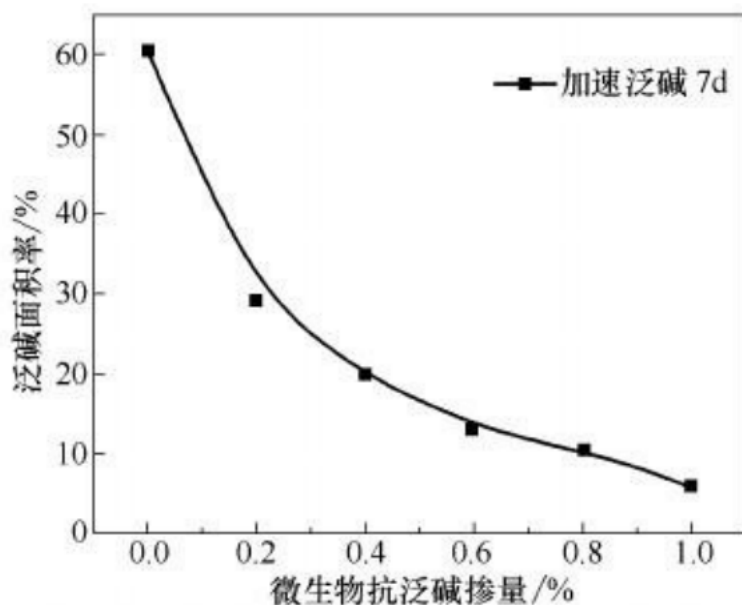


图 3 微生物抗泛碱剂对砂浆试件表面泛碱面积率的影响

4.2.3 本条规定了掺微生物抗泛碱剂砂浆的其他性能要求。根据砂浆用途不同,掺微生物抗泛碱剂的砂浆的其他性能要求也不同。用于建设工程的,掺微生物抗泛碱剂的砌筑、抹灰、地面等的预拌砂浆性能应符合现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 的有关规定。墙体饰面砂浆性能应符合现行行业标准《墙体饰面砂浆》JC/T 1024 的有关规定。用于地下工程的防水饰面砂浆性能尚应符合现行协会标准《地下工程防水饰面砂浆应用技术规程》T/CECS 484 的有关规定。

4.2.6 掺微生物抗泛碱剂玻璃纤维增强水泥外墙板性能应符合现行行业标准《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T 1057 的有关规定。

4.3 掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品

4.3.1 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的水泥基材料配合比设计要求。掺微生物抗泛碱剂的混凝土配合比设计按现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定执行。

4.3.2 本条规定了掺微生物抗泛碱剂混凝土的表面抗泛碱性能要求。试验结果表明(图 4),掺用 0.4% 以上微生物抗泛碱剂时,

标准养护 7d 的试件经加速泛碱处理后,泛碱面积率降低至 10.0%以下,此泛碱程度对感官影响较小。

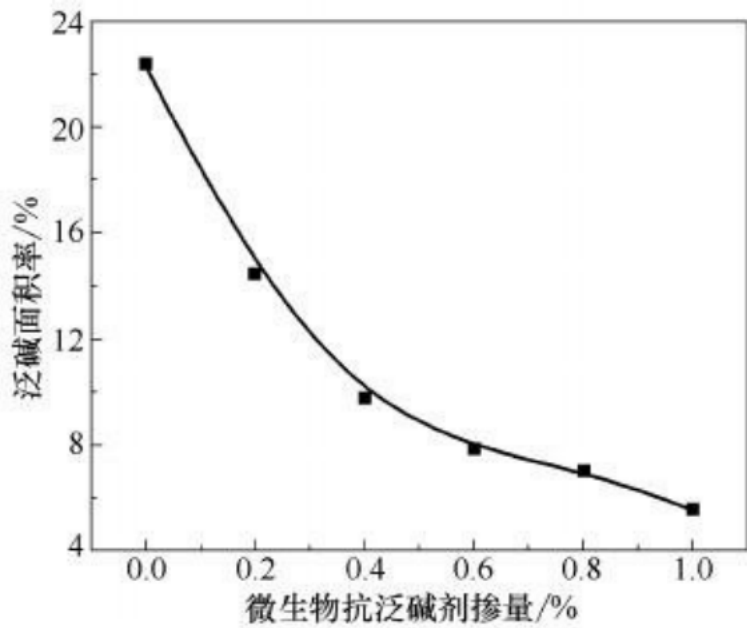


图 4 微生物抗泛碱剂掺量对混凝土泛碱面积率的影响

4.3.3 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的混凝土拌和物性能和试验方法要求。掺微生物抗泛碱剂的混凝土拌和物试验方法按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的有关规定执行,拌和物性能应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

4.3.4 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的混凝土力学性能、长期性能和耐久性要求及试验方法。混凝土物理力学性能试验方法按现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的有关规定执行。混凝土长期性能和耐久性能试验方法按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的有关规定执行。混凝土力学性能、长期性能和耐久性能还应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定。

4.3.5 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的混凝土生产与施工技术要求。

原材料储存、计量、搅拌和运输按现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的有关规定执行。微生物抗泛碱剂的储存应远离热源、水源等,避免降低微生物活性,避免与有毒、有害的化学物质混存,防止微生物抗泛碱剂效力降低,影响应用效果。

混凝土施工应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的有关规定执行。采用泵送工艺时,应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ /T 10 的有关规定。

有特殊要求的掺微生物抗泛碱剂的混凝土施工应按相应的标准执行,清水混凝土生产和施工应符合现行行业标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的有关规定。

5 质量检验与验收

5.1 原材料质量检验

5.1.1 本条规定了微生物抗泛碱剂质量检验要求。微生物抗泛碱剂进场时,应具有相关质量证明文件,如出厂检验报告、型式检验报告,且质量证明文件应存档备案作为原材料验收文件的一部分,有利于做好前期准备工作,充分了解微生物抗泛碱剂相关性能指标,确保砂浆或者混凝土的顺利生产和施工,进而保证砂浆或者混凝土工程的质量。因此,微生物抗泛碱剂进场时要先按批次验收出厂检验报告、型式检验报告,确保产品出厂合格后再进一步使用。原材料进场时需要严格检验把关,不合格的原材料不能进场。

5.1.3 本条规定了其他原材料进场检验要求。如硅酸盐水泥及其衍生产品,粉煤灰、矿粉及可用于有装饰要求水泥基材料的矿物掺合料,减水剂、早强剂、缓凝剂等可用于有装饰要求水泥基材料的外加剂,其检验项目按现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的有关规定执行。

5.2 掺微生物抗泛碱剂的砂浆和砂浆制品

5.2.4 本条规定了掺微生物抗泛碱剂砂浆的抗泛碱性能的检验批次和检查数量。参照现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 中关于抹灰砂浆的质量验收检验批次和检验数量的划分规定。

5.2.5 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的砂浆制品的抗泛碱性能的检验批次和检查数量。参照现行行业标准《玻璃纤维增强水泥(GRC)装饰制品》JC/T 940 中关于玻璃纤维增强水泥(GRC)装饰制品的质量验收检验批次和检验数量的划分规定。

5.3 掺微生物抗泛碱剂的混凝土和混凝土制品

5.3.2 本条规定了掺微生物抗泛碱剂混凝土的抗泛碱性能检验批次和检查数量。当混凝土存在外观装饰要求时(如清水混凝土),掺微生物抗泛碱剂可以有效抑制泛碱,提高饰面效果。因此,需针对混凝土外观质量进行检验与验收。参照现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 中关于抹灰工程质量验收检验批次和检验数量的划分规定。

5.3.3 本条规定了掺微生物抗泛碱剂的混凝土制品的抗泛碱性能检验批次和检查数量。参照现行行业标准《装饰混凝土砌块》JC/T 641 中关于装饰混凝土砌块的检验批次和检查数量的划分规则。

附录 A 氢氧化钙转化率试验方法

A. 0. 4 本条规定了氢氧化钙转化率的试验步骤。微生物抗泛碱剂是通过微生物矿化作用将氢氧化钙转化为生物碳酸钙,进而实现水泥基材料抗泛碱功能。因此,为保证微生物抗泛碱剂的作用效果,需测试其对氢氧化钙的转化能力。

为了精确检测溶液中钙离子浓度,规避其他干扰离子的影响,参照现行国家标准《食品安全国家标准 食品中钙的测定》GB 5009. 92、《海水冷却水质要求及分析检测方法 第 1 部分:钙、镁离子的测定》GB/T 33584. 1 的有关规定,在溶液中分别添加三乙醇胺、硫化钠和柠檬酸钠水溶液。结果表明,可有效掩蔽铜、锌、铁、汞、锰、铝、氨等离子干扰。

微生物抗泛碱剂多用于具有装饰要求的水泥基材料,通常会伴随添加颜料、化学外加剂等特殊原材料。为确保其掺入后不对抗泛碱效果产生影响,以掺待测原材料和微生物抗泛碱剂的试验组与仅掺微生物抗泛碱剂的对照组的氢氧化钙转化率比值,作为定量评价待测原材料对微生物抗泛碱剂性能的影响。

附录 B 气体渗透系数比试验方法

B.0.4 本条对水泥基材料试件制作、养护做了规定。

2 对于一次成型试块,微生物矿化作用可有效密实试件表层浆体孔隙结构,增强抗气体渗透性能。而通过切割或钻芯取样获得的试件,一方面切割或钻芯过程会对微生物造成大量机械损伤导致有效活菌数降低,另一方面切割面暴露出大量骨料截面,降低微生物矿化作用对试件表层的强化效果,进而影响试件抗气体渗透性的真实情况。

3 在养护过程中试件应保持侧立,使其上、下表面充分接触空气,确保表层浆体中的微生物能够有效发挥作用;当试件平放时,由于圆饼试件底面与空气的接触面积较小,使得底面微生物矿化作用效果受到抑制,从而削弱了底面的表层强化效果。

附录 C 水泥基材料抗泛碱性能试验方法

C.0.5 本条规定了水泥基材料加速泛碱的试验方法。为缩短抗泛碱性能测试周期,采用加速泛碱试验方法对试件进行处理。将试件置于半浸水和 $2\text{m/s} \sim 3\text{m/s}$ 风速条件下,通过该条件加速水分迁移促进氢氧化钙向外传输,从而加速泛碱。

C.0.6 本条规定了水泥基材料图像采集方法。实验室条件下小面积的图像采集,宜采用扫描仪或数码相机获取图像;对于现场检验大面积图像采集,宜选用无人机或扫描仪高效率获取图像。对于采集图像的要求,在图像采集分辨率不变的情况下,每幅图像采集区域越小,则图像中对于细节的还原越好,但每幅图像采集区域过小会导致图像采集效率过低。根据工程现场图像采集经验,每幅图像采集区域不大于 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 时,可较好还原水泥基材料外观质量细节,同时能保证较高的图像采集效率。对于拍照采集的方式,摄像头与混凝土表面的垂直距离过大易造成图像边缘失真变形。

C.0.7 本条规定了水泥基材料表面泛碱面积率的测试、计算方法。根据实验室对水泥基材料自身和泛碱物质颜色的观察对比,色号为 RAL 9010 的劳尔色卡可用于表示普通硅酸盐水泥基材料本征颜色。因此,将其与待测水泥基材料表面的图像同屏采集,并以该色卡灰度值为阈值用于灰度图像泛碱区域的甄别。通常灰度值越大越接近白色(黑色灰度值为 0,白色灰度值为 255),故以大于色卡灰度值的区域像素数作为泛碱面积。

C.0.8 本条规定了水泥基材料表面泛碱均匀度的测试、计算方法。实验室和现场观察表明,当水泥基材料表面泛碱面积率控制在较低水平时,泛碱面积分布的离散程度是影响外观视觉效果

另一重要特征,集中分布的泛碱面积会使水泥基材料外观美学效果显著下降。因此,采用五个视线方向上泛碱面积率的标准差表示不同方向图块泛碱面积率相差程度,若图像泛碱面积率在五个方向上的分布都比较均匀,则该样本集合的数据相互偏离程度较小,即整幅图像内的泛碱面积分布比较均匀,也即该情况下的水泥基材料表面的视觉效果较好。

S/N:155182 • 0977



统一书号:155182 • 0977

定价:28.00 元