

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

# T/GRM

## 中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM XXXX—2026

### 煤矿采空区浓盐水储库坝体防腐设计规程

Code for anti-corrosion design of concentrated salt water storage dam in coal mine  
goaf

(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。

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

## 目录

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	1
5 结构形式及构造.....	2
6 混凝土材料及施工要求.....	2
7 特殊防腐蚀措施.....	4
附录 A （资料性） 硅灰的品质标准和检验.....	7
附录 B （资料性） 混凝土表面涂层试验方法.....	9

## 前 言

本文件按照GB/T1.1-2020《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。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位: 国家能源集团宁夏煤业有限责任公司, 清华大学、清华大学建筑设计研究院有限公司、中煤(北京)环保工程有限公司、生态环境部评估中心。

本文件主要起草人: 李小龙、王恩志、虎晓龙、刘晓丽、胡楠、黄相明、王芳、李庭、陈阳、宋喜东、黄进、武书泉、高峻、黄辉、邸卫猛。

本文件为首次发布。

# 煤矿采空区浓盐水储库坝体防腐设计规程

## 1 范围

本文件规定了煤矿采空区浓盐水储库坝体防腐设计的术语和定义、一般原则、结构形式及构造、普通混凝土、特殊防腐蚀措施等。

本文件适用于浓盐水地下储库工程混凝土结构防腐蚀耐久性设计和施工。其它新建浓盐水地下储库工程混凝土结构可参照执行。

## 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。

- GBJ 119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 175 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥
- GB 203 用于水泥的粒化高炉矿渣
- GB 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 1865 漆膜老化测定法
- GB 8076 混凝土外加剂
- JG/T502 JG/T502
- JTJ 268 水运工程混凝土施工规范
- JTJ 269 水运工程混凝土质量控制标准
- JTJ 270 水运工程混凝土试验规程
- JTJ/T 273 港口工程粉煤灰混凝土技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**浓盐水地下储库** concentrated saltwater underground storage

浓盐水地下储库是指利用地壳内的天然储水空间，采用人工干预而形成的地下蓄水实体，具有不占地、库容大、投资少、蒸发损失小、安全可靠等优点，是调蓄水资源时空分配的一种地下水开发工程。

### 3.2

**粉煤灰取代水泥率** substitution rate of fly ash for cement

基准混凝土中的水泥被粉煤灰取代的质量百分率。

### 3.3

**超量取代法** excess substitution method

为达到粉煤灰混凝土与基准混凝土等稠度、等强度的目的，粉煤灰的掺入有量超过其取代的水泥质量的配合比设计方法。

### 3.4

**混凝土表面硅烷浸渍** silane impregnation on concrete surface

用硅烷类液体浸渍混凝土表层，使该表层具有低吸水率、低氯离子渗透率和高透气性的防腐蚀措施。

## 4 基本要求

4.1 浓盐水地下储库工程混凝土结构应进行防腐蚀耐久性设计，保证混凝土结构在设计使用年限内的安全和正常使用功能。

4.2 混凝土结构防腐耐久性设计，应针对结构预定功能和所处环境条件，选择合适的结构形式、构造和抗腐蚀性、抗渗性良好的优质混凝土；对处于浸水面区域的混凝土构件，宜采用高性能混凝土，或同时采用特殊防腐措施。

4.3 处于浸水面区域的构件，宜采用焊接性能好的钢筋。

4.4 应根据预定功能和混凝土建筑物部位所处的环境条件，对混凝土提出不同的防腐要求和措施。

4.5 混凝土构件在制作过程中出现的裂缝应按 JTJ 268 的有关规定及时进行处理。

## 5 结构形式及构造

### 5.1 结构形式

5.1.1 浓盐水地下储库工程混凝土结构形式应根据结构功能和环境条件进行选择。构件截面几何形状应简单、平顺，减少棱角、突变和应力集中。

5.1.2 暴露部位构件的最小截面尺寸应满足下列要求：

- a) 直线形构件的最小边长不宜小于保护层厚度的6倍；
- b) 曲线形构件的最小曲率半径不宜小于保护层厚度的3倍。

5.1.3 混凝土表面应有利于排水，不宜在接缝或止水处排水。

5.1.4 混凝土结构应有利于通风，避免过高的局部潮湿和水汽聚积。

5.1.5 结构构件应便于施工，易于成型。

### 5.2 构造

5.2.1 应处理好构件的连接和接缝。

5.2.2 钢筋间距应能保证混凝土浇筑均匀和抽捣实，且不宜小于 50mm，必要时可采用两根钢筋的并筋。

5.2.3 构件中受力钢筋和构造钢筋宜构成闭口的钢筋笼。

5.2.4 当结构暴露面无法避免截面突变或施工缝时，应按 JTJ268 要求保证混凝土的质量和处理好施工缝外，还应在截面突变处设置构造钢筋，跨施工缝设置骑缝构造钢筋。构造钢筋面积的最小值可采用构件截面的 0.05%，间距不宜大于 250mm。

5.2.5 钢筋混凝土保护层最小厚度不应小于 90mm。

5.2.6 浇筑在混凝土中并暴露在外的临时或永久性的吊环、紧固件、预埋件等，应与混凝土中的任何配筋绝缘，否则，应采用牺牲阳极保护。

5.2.7 应通过合理设计和采取分缝、温度控制等施工措施控制在允许范围内。

## 6 混凝土材料及施工要求

### 6.1 混凝土原材料

a) 浓盐水地下储库工程的混凝土原材料应符合下列规定：

- 1) 所用的材料除应满足强度要求外，尚应充分考虑环境条件的影响，具有所需的耐久性。
- 2) 所用的材料应有证明书或检验报告单，使用时应按 JTJ 270 进行检验，并按 JTJ 269 进行质量控制，其质量应符合国家现行有关标准的规定，并满足设计要求。
- 3) 材料在运输及存贮过程中应设标志，并按品种、规格分别堆放，不得混杂，不得接触浓盐水等，并防止其它污染。

b) 水泥应符合下列规定：

- 1) 宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥，其质量应符合 GB 175 和 GB1 344 的有关规定，强度等级不得低于 32.5。
- 2) 普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥的熟料中氯酸三钙含量宜控制在 6%~12% 范围内。
- 3) 不应使用立窑水泥和烧粘土质的火山灰质硅酸盐水泥。
- 4) 当采用矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥时，宜同时掺加减水剂或高效减水剂。

- c) 骨料应符合下列规定：
- 1) 骨料应选用质地坚固耐久，具有良好级配的天然河砂、碎石或卵石。
  - 2) 骨料的质量应符合 JTJ 268 的有关规定。
  - 3) 骨料的粒径应满足下列要求：不大于构件截面最小边尺寸的 1/4；不大于钢筋最小净距的 3/4；
  - 4) 不应采用可能发生碱-骨料反应的活性骨料。
- d) 拌和用水应符合下列规定：
- 1) 拌和用水宜采用城市供水系统的饮用水，不应采用高盐水。当采用其它水源时，应符合 JTJ 268 的有关规定。
  - 2) 钢筋混凝土的拌和用水氯离子含量不宜大于 200mg/L。
- e) 掺合料应符合下列规定：
- 1) 当采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥拌制混凝土时，宜适当掺加优质掺合料。
  - 2) 混凝土掺合料宜采用粒化高炉矿渣、粉煤灰、硅灰等。掺合料的品质应符合标准 GB 203、GB 1596 及 JTJ/T 273 的规定，硅灰的品质应满足附录 A 的要求。掺合料的掺量应通过试验确定。
  - 3) 粒化高炉矿渣的粉磨细度不宜小于 4000cm<sup>2</sup>，其掺量宜通过试验确定。用硅酸盐水泥拌制的混凝土，其掺量不宜小于胶凝材料质量的 50%；用普通硅酸盐拌制的混凝土，其掺量不宜小于胶凝材料质量的 40%。
  - 4) 粉煤灰的质量，应满足 II 级以上粉煤灰的要求。
  - 5) 对普通混凝土，粉煤灰取代水泥质量的最大限量应符合下列规定：  
用硅酸盐水泥拌制的混凝土不宜大于 25%；用普通硅酸盐水泥拌制的混凝土不宜大于 20%；  
用矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土不宜大于 10%；经试验论证，最大掺量可不受以上限制。
  - 6) 硅灰的掺量不宜大于水泥质量的 10%。
- f) 外加剂应符合下列规定：
- 1) 外加剂质量应符合 GB 8076 的规定。
  - 2) 外加剂对混凝土的性能应无不利影响，其氯离子含量不宜大于水泥质量的 0.02%。
  - 3) 外加剂的应用应符合 GBJ 119 的规定，其掺量应通过试验确定。

## 6.2 混凝土质量

6.2.1 混凝土拌和物的稠度、均匀性、含气量等质量指标的检验应符合 JTJ 268 的有关规定。

6.2.2 混凝土拌和物中的氯离子最高限值应小于 0.10。

## 6.3 混凝土保护层垫块

6.3.1 混凝土保护层垫块宜为工字形或锥形，其强度和密实性应高于构件本体混凝土。垫块宜采用水灰比不大于 0.4 的砂浆、细石混凝土或耐碱和抗老化性能好，抗压强度不小于 50MPa 的工程塑料制作。

6.3.2 混凝土保护层垫块厚度尺寸不应出现负偏差，正偏差不得大于 5mm。

## 6.4 混凝土配合比设计

6.4.1 混凝土配合比设计应满足设计的强度等级和耐久性要求，并做到经济合理。混凝土配制强度应同时符合设计的强度等级和最低强度等级。

6.4.2 混凝土配合比的设计方法和步骤除应按现行行业标准 JTJ268 的规定通过计算和试配确定外，尚应符合下列规定：

- a) 混凝土拌和物宜掺减水剂及优质掺合料，其掺量和品种应通过试验确定；
- b) 掺粉煤灰的混凝土配合比设计应采用超量取代法，超量系数可按表 1 选用。

表1 粉煤灰的超量系数

粉煤灰等级	超量系数
I	1.1-1.4
II	1.3-1.7

## 6.5 混凝土施工

- 6.5.1 混凝土施工应符合 JTJ 268、JTJ 269、JTJ/T 273 的有关规定。
- 6.5.2 混凝土构件宜由工场预制，减少现场作业量。在现场浇筑混凝土时，宜采用水上作业。
- 6.5.3 混凝土的组成材料应以质量比配料，按配料单进行称量。当施工过程中骨料含水率有显著变化时，应依据测定结果及时调整用水量和骨料用量。
- 6.5.4 混凝土拌和物应搅拌均匀，各项质量指标应按规定进行检测并符合设计要求。
- 6.5.5 混凝土拌和物运送到浇筑地点时，应不离析、不分层，并应保证施工要求的稠度。浇筑混凝土前必须检查下列内容：
- 检查模板、钢筋、预埋件和预留孔的尺寸、规格、数量和位置，其偏差应符合 JTJ 268 的有关规定，并应检查模板支撑的稳定性和接缝的密合情况等；
  - 检查混凝土保护层垫块的位置和数量，构件侧面或底面的垫块应至少为 4 个/m<sup>2</sup> 绑扎垫块和钢筋的铁丝头不得伸入保护层内；
  - 检查混凝土保护层厚度尺寸允许偏差，范围为-5~+10mm。
- 6.5.6 在浇筑过程中，应控制混凝土的均匀性和密实性，不应出现露筋、空洞、冷缝、夹渣、松顶等现象，特别对构件棱角处，应采取有效措施，使接缝严密，防止在混凝土振冲过程中出现漏浆。
- 6.5.7 混凝土的浇筑应连续进行，在浇筑及静置过程中，应采取防止产生裂缝。对混凝土的沉降及塑性干缩产生的表面裂缝，应及时予以处理。
- 6.5.8 在养护过程中，应控制混凝土处在有利于硬化及强度增长的温度和湿度环境中。混凝土潮湿养护时间应符合表 2 的规定。

表2 混凝土潮湿养护时间

水泥品种	混凝土养护时间(天)
硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	≥10
矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥	≥15

- 6.5.9 混凝土浇筑完毕后应及时加以覆盖，终凝后浇水养护，养护用水应与拌和用水相同，缺乏淡水时应采用覆盖塑料薄膜或涂养护剂进行养护。当采用塑料薄膜或养护剂养护时，应覆盖严密，并经常检查塑料薄膜或养护液膜的完整情况和对混凝土的保湿效果。
- 6.5.10 混凝土构件拆模后，其表面不得留有螺栓、拉杆、铁钉等铁件，因设计要求设置的金属预埋件，其裸露面必须进行防腐蚀处理，其范围为从伸入混凝土内 100 mm 处起至露出混凝土外的所有表面。

## 7 特殊防腐蚀措施

### 7.1 混凝土表面涂层

- 混凝土表面涂层保护应符合下列规定：
  - 当采用涂层保护时，混凝土的龄期不应少于 28d，并应通过验收合格。
  - 涂层系统的设计使用年限，不应少于 10a。
  - 涂层涂装的范围应按表 3 划分为表湿区和表干区。

表3 涂层涂装范围的划分表

名称	范围
表湿区	坝体浸水面和其它与浓盐水接触区域
表干区	坝体背水面等与大气接触区域

- 涂料品质与涂层性能应满足下列要求：
  - 防腐蚀涂料应具有良好的耐碱性、附着性和耐蚀性，底层涂料尚应具有良好的渗透能力；表层涂料尚应具有耐老化性。
  - 表湿区防腐蚀涂料应具有湿固化、耐磨损、耐冲击和耐老化等性能。
  - 涂层的性能应满足表 4 的要求。涂层与混凝土表面的粘结力不得小于 1.5MPa。

表4 涂层性能要求

项目	试验条件	标准	涂层名称
涂层外观	耐老化试验 1000h 后	不粉化、不起泡、不龟裂、不剥落	地层+中间层+面层的复合涂层
	耐碱试验 30d 后	不起泡、不龟裂、不剥落	

抗氯离子渗透性	标准养护后	均匀, 无流挂、无斑点不起泡、不龟裂、不剥落等
	活动涂层片抗氯离子渗透试验 30d 后	氯离子穿过涂层片的渗透量在 $5.0 \times 10^{-3} \text{mg/cm}^2\text{d}$ 以下
d) 涂层系统应符合下列规定:		
1) 涂层系统应由底层、中间层和面层或底层和面层的配套涂料涂膜组成。选用的配套涂料之间应具有相容性。		
2) 根据设计使用年限及环境状况设计涂层系统, 其配套涂料及涂层最小平均厚度可按表 5 选用。		

表5 混凝土表面涂层最小平均厚度

设计使用年限	配套涂料名称	涂层干膜最小平均厚度 ( $\mu\text{m}$ )		
		表湿区	表干区	
50	地层	环氧树脂封闭漆	无厚度要求	无厚度要求
	中间层	环氧树脂漆	300	250
	1 面层	I 丙烯酸树脂漆或氯化橡胶漆	200	200
		II 聚氨酯磁漆	90	90
		III 乙烯树脂漆	200	200
	2 底层	丙烯酸树脂封闭漆	15	15
		或氯化橡胶漆	500	450
	3 底层	环氧树脂封闭漆	无厚度要求	无厚度要求
		面层 环氧树脂或聚氨酯煤焦油沥青漆	500	500

## 7.2 混凝土表面硅烷浸渍

7.2.1 硅烷浸渍适用于浓盐水储库工程混凝土结构浸水面和背水面的防腐蚀保护。

7.2.2 宜采用异丁烯三乙氧基硅烷单体作为硅烷浸渍材料, 也可论证采用其它硅烷浸渍材料。异丁烯三乙氧基硅烷质量应满足下列要求:

- 1) 异丁烯三乙氧基硅烷含量不应小于 98.9%;
- 2) 硅氧烷含量不应大于 0.3 %;
- 3) 可水解的氯化物含量不应大于 0.01%;
- 4) 密度应为 0.88g/cm<sup>3</sup>;
- 5) 活性应为 100%, 不得以溶剂或其它液体稀释。

7.2.3 浸渍硅烷前应进行喷涂试验。试验区面积应为 15m<sup>2</sup>, 施工工艺应符合附录 D 的规定。完成试验区的喷涂工作后, 应按附录 D 规定的方法, 在试验区随机钻取六个芯样, 并各取两个芯样分别进行吸水率、硅烷浸渍深度和氯化物吸收量的降低效果测试。

7.2.4 浸渍硅烷质量的验收应以每 500m<sup>2</sup> 浸渍面积为一个浸渍质量的验收批。浸渍硅烷工作完成后, 按附录 E 规定的方法各取两个芯样进行吸水率、硅烷浸渍深度、氯化物吸收量的降低效果的测试。当任一验收批硅烷浸渍质量的三项测试结果中任意一项不满足下列要求时, 该验收批应重新浸渍硅烷:

- 1) 吸水率平均值不应大于 0.01mm/30s;
- 2) 对强度等级不大于 C45 的混凝土, 浸渍深度应达到 3-4mm; 对强度等级大于 C45 的混凝土, 浸渍深度应达到 2-3mm。
- 3) 氯化物吸收量的降低效果平均值不小于 90%。

7.2.5 硅烷的浸渍深度宜采用染料指示法评定。浸渍硅烷前的喷涂试验可采用热分解气相色谱法, 当硅烷喷涂施工中对染料指示法的检测结果有疑问时, 也可采用热分解色谱法进行最终结果评定。

## 7.3 环氧涂层钢筋

7.3.1 环氧涂层钢筋适用于浓盐水储库工程坝体混凝土结构的浸水面区域。

7.3.2 采用环氧涂层钢筋的混凝土, 可同时掺加钢筋阻锈剂, 但不得与外加电流阴极保护联合使用。

7.3.3 环氧涂层钢筋与混凝土之间的粘结强度可为无涂层钢筋粘结强度的 80%。涂层钢筋的锚固长度应为无涂层钢筋锚固长度的 1.25 倍。绑扎搭接长度对受拉钢筋应为无涂层钢筋锚固长度的 1.5 倍；对受压钢筋应为 1.0 倍，且不应小于 250mm。

7.3.4 采用环氧涂层钢筋的混凝土构件的承载力、裂缝宽度和刚度计算方法与无环氧涂层构件相同，但裂缝宽度计算值应为无环氧涂层钢筋的 1.2 倍，刚度计算值应为无环氧涂层钢筋的 0.9 倍。

7.3.5 环氧涂层钢筋制作所采用的材料和加工工艺应符合 JG 3042 的有关规定。

环氧涂层钢筋的涂层厚度、连续性和柔韧性应符合下列规定：

- 1) 固化后的无破损环氧涂层厚度应为 180-300 $\mu\text{m}$ 。在每根被测钢筋的全部厚度记录值中，应有不少于 95% 的厚度记录值在上述规定范围内，且不得有低于 130 $\mu\text{m}$  的厚度记录值。
- 2) 环氧涂层的连续性，应在进行弯曲试验前检查环氧涂层的针孔数，每米长度上检测出的针孔数不应超过 4 个，且不得有肉眼可见的裂缝、孔隙、剥离等缺陷。
- 3) 环氧涂层的柔韧性，应在环氧涂层钢筋弯曲后，检查弯曲外凸面的针孔数，每米长度上检测出的针孔数不应超过 4 个，且不得有肉眼可见的裂缝、孔隙、剥离等缺陷。

7.3.6 弯曲试验方法应符合 JG/T502 的有关规定。

7.3.7 环氧涂层钢筋的检验应符合 JG/T502 的有关规定，但每一检验批应由同一条生产线连续生产出的同一尺寸的涂层钢筋组成。每一检验批钢筋的试验样品应在生产线上随机抽取，涂层厚度、连续性和柔韧性的检验数量每 1h 应各不少于 1 根。

环氧涂层钢筋验收应符合下列规定：

- 1) 直径不大于 20mm 的宜 2t 为一验收批，直径大于 20mm 的宜 4t 为一验收批；
- 2) 每一验收批随机应至少抽取 1 根涂层钢筋进行涂层厚度、连续性和柔韧性的复检；
- 3) 每米涂层钢筋上涂层缺陷总面积最大不得超过钢筋表面积的 0.05%。

7.3.8 施工过程中应随时检验涂层缺陷，严格限制环氧涂层钢筋出现过多的缺陷，每米涂层钢筋上小于 25mm<sup>2</sup> 涂层缺陷的总面积不得超过钢筋表面积的 0.1%。

7.3.9 架立环氧涂层钢筋时，不得采用无涂层钢筋，绑扎环氧涂层钢筋应采用尼龙、环氧、塑料或其它材料包裹的饮丝，架立环氧涂层钢筋的钢筋垫座、垫块应以尼龙、环氧、塑料或其它柔性材料包裹。同一构件中，环氧涂层钢筋与无涂层钢筋不得有电连接。

7.3.10 环氧涂层钢筋架立后，不宜在其上行走，应防止工具或重物跌落其上，并应规定可移动设备的位置，以免损伤环氧涂层钢筋。浇筑混凝土前，应检查环氧涂层钢筋的涂层，尤其是剪切端头处，如有损伤应及时修补，待修补材料固化后，方可浇筑混凝土。

7.3.11 浇筑混凝土时，宜采用附着式振动器振捣密实。当采用插入式振动器时，应用塑料或橡胶包覆振动器，防止振捣混凝土过程中损伤环氧涂层。现场多次浇筑成整体或预制构件的外露环氧涂层钢筋应采取措施，避免阳光暴晒。

#### 7.4 钢筋阻锈剂

阻锈剂质量验证试验应符合 JTJ 270 中相关规定。

7.4.1 浓度为 30% 的亚硝酸钙阻锈剂溶液推荐掺量，可按 JTJ 270 规定值选取。所选定的亚硝酸钙掺量应符合盐水浸烘试验的质量合格标准。其它阻锈剂的掺量，应按生产厂家建议值和预期的氯化物含量通过盐水浸烘试验确定。

7.4.2 在特殊情况下，混凝土拌和物的氯化物含量超过规定值需掺加阻锈剂时，应进行阻锈剂掺量的验证试验，并应将预期渗入的氯化物含量加上该混凝土拌和物已有的氯化物含量，作为验证试验所采用的氯化物掺量。

7.4.3 阻锈剂可与环氧涂层钢筋、混凝土表面涂层、硅烷浸渍等联合使用，并具有叠加保护效果。

7.4.4 采用阻锈剂溶液时，混凝土拌和物的搅拌时间应延长 1min 采用阻锈剂粉剂时，应延长 3min。

附 录 A  
(资料性)  
硅灰的品质标准和检验

### A.1 品质标准

硅灰的化学指标应满足下列要求：

- (1) 二氧化硅含量 $\geq 85\%$ ；
- (2) 含水率 $\leq 3\%$ ；
- (3) 烧失量 $\leq 6\%$ 。

硅灰的物理指标应满足下列要求：

- (1) 火山灰活性指数 $\geq 90\%$ ；
- (2) 细度，45 $\mu\text{m}$ 筛余量 $\leq 10\%$ ；比表面积 $\geq 15\text{m}^2/\text{g}$ ；
- (3) 均匀性，密度与均值的偏差 $\leq 5\%$ ；细度的筛余量与均值的偏差 $\leq 5\%$ 。

### A.2 检验

硅灰品质检验的取样应符合下列规定：

- (1) 应以连续供应硅灰20t为一批，不足20t按一批计；
- (2) 散装硅灰应按不同部位取10份试样，袋装硅灰应从每批中任抽10袋取样。每份试样重为 200-500g，混合拌匀后按四分法缩取比试验需要量大1倍的试样。

硅灰品质的检验应符合下列规定：

- (1) 用作水泥砂浆和混凝土掺合料的硅灰，应按第A.1节规定的项目进行检验；
- (2) 当供应量不足 20t时，可不检验均匀性指标。

二氧化硅含量检验应符合下列规定。

检验所使用的试剂应包括1:2和2%的盐酸(HCl)、1:1的硫酸、氢氟酸、无水碳酸钠、1%动物胶溶液和蒸馏水。检验分析应按下列步骤进行：

先将试样在 105-110 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干，然后置于干燥器中冷却至室温；

用三只铂坩埚，各放入约 3.5g 无水碳酸钠；

用称量瓶称取 0.5 g 试样两份，精确至 0.1mg，分别投入二只坩埚中，然后用玻璃棒将试样与无水碳酸钠搅拌均匀，再送入预热至 800 $^{\circ}\text{C}$ 的马弗炉中，空白对照无试样的铂坩埚靠近炉门口放置，然后继续升温至 1000 $^{\circ}\text{C}$ 熔融 30min，取出，令各铂坩埚倾斜放置、冷却；

将冷却后的铂坩埚分别置于 250mL 烧杯中，往烧杯中加入 60 mL 的 1: 2 HCl 浸泡，待熔块脱落后，取出铂坩埚，用水和带橡皮套头的玻璃棒将铂坩埚擦洗干净，洗液应流入烧杯中；

将上述三只烧杯分别置于水浴器的孔口中，加热蒸至湿糊状。蒸发过程中经常搅拌溶液，使盐类成粉末状析出，然后取出冷却，分别加入约 7mL 动物胶溶液，空白对照样加 5mL，充分搅匀，放置 5min 以上后，用 20 mL 热水冲洗烧杯壁，同时搅拌溶液，使水溶性盐类溶解，静置数分钟，待不溶物沉降后，趁热用滤纸和 3 只 250 mL 容量瓶分别过滤，最后将烧杯中的沉淀全部移入滤纸上，并用热水将烧杯多次冲洗，洗液流入滤纸中，并用温热的 2% HCl 洗涤沉淀物直至无铁离子，再用水洗涤两次；

将三个试样的沉淀物连同滤纸，分别置于三个预先灼烧并称重的铂坩埚中，再在电热炉上低温灰化后，放入马弗炉中，在 1000 $^{\circ}\text{C}$ 温度下灼烧 30-50，取出，在干燥器中冷却称重，再灼烧 20-30min 直至恒重；

将每一铂坩锅中的灼烧残渣用水润湿，加入 4 滴 1: 1 硫酸和 5mL 氢氟酸蒸发至冒三氧化硫白烟，再放在电热炉上使白烟冒尽。最后移入马弗炉中，在 950 $^{\circ}\text{C}$ 温度下灼烧 20min 取出，再干燥中冷却称重，并用差减法计算每一坩埚中的二氧化硅含量。试样的二氧化硅百分含量减去空白对照的二氧化硅百分含量后的平均值，即为硅灰之二氧化硅百分含量。

烧失量应按 GB 176 的有关规定进行检验。

含水率应按 JTJ/T 273 规定的方法测定。

火山灰活性指数检验应符合下列规定：

- (1) 检验硅灰的火山灰活性指数可采用加速法或常温法，当二者的结果不同时，以加速法为准；
- (2) 加速法的养护温度，第1天应为20 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，第2天至第6天应为65 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，测第7天的抗压、抗折强度，常温法与测水泥胶砂强度相同；

(3) 试件成型的控制配比和测试配比应符合表7的规定；

表A.1 控制配比与测试配比的成分用量 (g)

材料	控制配比	测试配比
强度等级为 42.5 的硅酸水泥	540	486
硅灰	0	54
标准砂	1350	1350
水	流动度为 110-120mm 时的用水量	

(4) 试件的成型、抗压、抗折强度测试应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法》(GB 177)的有关规定执行；

(5) 计算测试配比试件与控制配比试件的抗压强度比和抗折强度比，应取两个比值中的较小值作为硅灰的火山灰活性指数，以百分率表示。

细度应按下列方法进行检验：

(1) 湿筛法，除取样质量为10g，筛网孔径为0.045mm，压力水喷头冲洗时间为5 min外，其它要求应按现行国家标准GB 1345的有关规定执行。

(2) 比表面积法，用BET氮吸附法表面孔测定仪，按仪器说明书给定的方法进行。

密度检验应按现行国家标准 GB 208 的有关规定执行，但硅灰试样质量应 45g。

检验结果评定应满足下列要求：

(1) 满足第A.1节品质指标的规定为合格品；

(2) 当其中任一项不满足规定标准时，应重新从同一批中加倍取样进行复检，仍不满足者，即为不合格品。

硅灰出厂应满足下列要求：

(1) 硅灰出厂应附产品合格证，主要内容包括厂名、日期、批号及品质检验结果；

(2) 袋装硅灰包装袋应有塑料衬里，包装袋上应标明厂名、重量、批号及日期；

(3) 硅灰在运输和贮存过程中应注意防潮。

附录 B  
(资料性)  
混凝土表面涂层试验方法

### B.1 耐碱性试验

试验应做好下列准备:

- (1) 试模, 尺寸100mm×100mm×100mm;
- (2) 涂层湿膜厚度规, 量程为0-50μm;
- (3) 显微镜式测厚仪。

试验应按下列步骤进行。

(1) 试验用混凝土块应采用不低于B25的混凝土, 水泥宜采用32.5级普通硅酸盐水泥, 用100mm×100mm×100mm试模成型6个混凝土块, 并标准养护28d。

(2) 涂层试件的制作, 每个混凝土块的任一个非成型面, 用饮用水和钢丝刷刷洗。如有气孔, 用普通硅酸盐水泥砂浆填补。处理完毕后, 置于室内, 用纸覆盖, 自然干燥7d, 即可涂装; 将试验的配套涂料, 依照其使用说明书要求, 按底层、中间层、面层的顺序分别涂装, 同时控制涂层的干膜总厚度为250-300μm, 涂装过程用湿膜厚度规检测各层的湿膜厚度, 并用称重法核实各层涂料的涂布率(kg/m<sup>2</sup>或L/m<sup>2</sup>)。试件制成后, 置于室内自然养护7d。

(3) 耐碱性试验, 取3个试件, 涂料涂层面朝上, 半浸于水或饱和氢氧化钙溶液中30d。试验过程中, 每隔1-2d检查涂层外观是否起泡、开裂或剥离等。

(4) 将余下的3件涂层试件, 用显微镜式测厚仪检测涂层干膜总厚度, 并计算至少30个测点的平均厚度。

试验结果报告应包括下列内容:

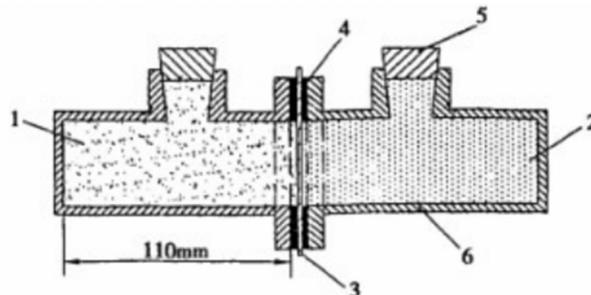
- (1) 涂料生产厂的名称;
- (2) 各种涂料的名称、牌号、生产批号;
- (3) 每一种涂料的涂布率(kg/m<sup>2</sup>或L/m<sup>2</sup>);
- (4) 干膜厚度的最大值、最小值和平均值;
- (5) 耐碱试验后涂层的外观状态描述。

### B.2 抗氯离子渗透性试验

试验应采用内径为4050mm的有机玻璃试验槽、湿膜厚度规和磁性测厚仪。试验应按下列步骤进行。

(1) 试验用的活动涂层片的制作系采用150mm×150mm的涂料细度纸作增强材料, 将其平铺于玻璃板上, 将试验的配套涂料, 依照使用说明书的要求, 先涂底层涂料一道, 再涂中间层涂料两道、面层涂料一道。每一道涂膜施涂后, 应立即将细度纸掀离玻璃板并悬挂在绳子上, 经24h再涂下一道, 如此反复施涂, 用湿膜规控制涂料形成的涂层干膜总厚度为250-300μm。按此方法共制作三张活动涂层片。制成后, 悬挂在室内自然养护28d, 再用磁性测厚仪测量涂层片的厚度供试验。

(2) 将制得的活动涂层片前成直径为60mm的试件, 按图B.2.2 所示方法进行抗氯离子渗透性试验。使试件涂漆的一面朝向3%食盐水; 细度纸的另一面朝向蒸馏水。共用三组装置。放置于室内常温条件下进行试验, 经30d试验终结后, 测定蒸馏水中的氯离子含量。



图B.1.1 涂层抗氯离子渗透性试验装置示意图

试验结果报告应包括下列内容:

- (1) 涂料生产厂的名称;

- (2) 各种涂料的名称、牌号、生产批号；
- (3) 氯离子穿过涂层片的渗透量 (mg/Bm<sup>2</sup>.d)。

### B.3 粘结力试验

涂层粘结力试验系采用直接拉脱试验方法测定涂层与被涂物体之间的粘结力。此法既适用于室内试验，也适用于现场试验。

试验应采用拉脱式涂层粘结力测试仪、湿膜厚度规和显微镜式测厚仪。

室内试验应按下列步骤进行。

- (1) 制作500mm×500mm×500mm的B30混凝土试件10件，标准条件下养护 28d。
- (2) 对每试件的 500mm×500mm的非浇注面进行表面处理。
- (3) 需要进行湿固化涂料粘结力试验的5件表湿试件，表面处理浸泡在清水中，其它5件表干试件则放置在室内阴干。

(4) 对处理后的500mm×500mm非浇注面的涂装，按设计的涂层系统和涂料产品使用说明书的要求，依次按底层、中间层和面层涂装。涂装过程用称重法核实各层涂料的涂布率，并用湿膜规测量各层湿膜厚度。对表干试件，先将涂装面的灰尘吹干净，而表湿试件，从水中捞起后，用湿布抹除涂装面的水滴，然后进行涂装。涂装方法，可以是刷涂、滚涂或喷涂表湿试件每涂一道涂层后，经4h，浸没3%食盐水中。

(5) 涂装完成以后，表湿试件经4h后，浸没在3%食盐水中，12h后捞起，再过12h又浸没，如此反复进行养护7d；而表干试件放置在室内自然养护7d。

(6) 取经7d养护的表干或表湿试件各3件，在每一试件的涂层面上随机找3个点，每点约30mm×30mm大小的面积，用零号细砂纸将每一点的涂层面轻轻打磨粗粘，并用丙酮或酒精等溶剂除油；同时，也对粘结力测试仪的铝合金铆钉头型圆盘座作同样打磨、除油处理。最后用粘结剂把铝圆盘座粘到处理好的涂层面上。

(7) 待粘结剂硬化24h，用拉脱式涂层粘结力测试仪的配件套筒式割刀，将圆盘座的周边涂层切除，使其与周边外围的涂层分离开。

(8) 将粘结力仪配件的钢环支座片套住圆舟座，然后把粘结力仪的手轮作反时针旋转，使仪器的爪具松下并嵌入铝合金铆钉头型圆盘座，令仪器的三只支撑柱立在钢环支座片上，将仪器的指针拨到“0”的刻度位置；最后，顺时针方向旋紧手轮，一直持续到涂层断裂为止，并立即记录指针的读数。按本步骤重复试验，将每一铝合金铆钉头型圆盘座拔下来，并记录每一次拉拔的读数。

(9) 用显微镜式测厚仪测定余下4个试件的涂层干膜厚度。每个试件至少测量 30个点，以计算干膜厚度平均值。

对现场喷涂的涂层面粘结力的测试，应在涂层涂装完毕经 7d 后进行。按每 50m<sup>2</sup> 面积随机找三个测点进行检测。

试验结果应按下列方法评定。

(1) 试验后立即观察铝合金铆钉头型圆盘座的底面粘结物的情况，如果底面有 75% 以上的面积粘附着涂层或混凝土等物体，则试验数据有效。

(2) 如果底面只有75%以下的面积粘有涂层或混凝土等物体，而且拉力小于 1.5MPa，则可在该测点的附近涂层面上重做粘结力试验。

(3) 表干或表湿试件各取9个试验点的实测数据分别计算其算术平均值代表涂层的粘结力。

试验结果报告应包括下列内容：

- (1) 涂层涂料生产厂的名称；
- (2) 各种涂料的名称、牌号、生产批号；
- (3) 每一种涂料的涂布率 (kg/m<sup>2</sup>或L/m<sup>2</sup>)；
- (4) 干膜厚度的最大值、最小值和平均值；
- (5) 涂料涂层的粘结力。