

DB 11

北 京 市 地 方 标 准

DB11/T 2081—2023

道路工程混凝土结构表层渗透防护 技术规范

Technical specification for osmotic protection of concrete
structure surface layer in road engineering

2023 - 03 - 30 发布

2023 - 07 - 01 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	11
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 基本要求.....	3
5 材料要求.....	3
5.1 环氧渗透防护体系材料.....	3
5.2 硅烷浸渍防护体系材料.....	5
5.3 材料储存要求.....	6
6 设计.....	6
6.1 一般规定.....	6
6.2 环境类别及作用等级.....	6
6.3 防护体系选用.....	6
6.4 环氧渗透防护体系.....	7
6.5 硅烷浸渍防护体系.....	9
7 施工.....	10
7.1 一般要求.....	10
7.2 施工准备.....	11
7.3 试验段实施.....	11
7.4 混凝土结构基面处理.....	11
7.5 环氧渗透防护体系施工.....	11
7.6 硅烷浸渍防护体系施工.....	12
7.7 施工后的维护.....	13
8 质量检验.....	13

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。

本文件由北京市交通委员会提出并归口。

本文件由北京市交通委员会组织实施。

本文件起草单位：北京市市政工程设计研究总院有限公司、中铁京西（北京）高速公路发展有限公司、北京中地交科新材料技术研究有限公司、中铁投资集团有限公司、扬州大学、北京市政路桥股份有限公司、中铁十局集团有限公司、北京国道通公路设计研究院股份有限公司、中铁一局集团有限公司、北京市政路桥管理养护集团有限公司、北京住总基础设施建设集团有限责任公司、中铁北京工程局集团有限公司、北京建工土木工程有限公司、北京市城市道路养护管理中心、交通运输部公路科学研究院、北京路桥瑞通科技发展有限公司。

本文件主要起草人：刘宇、潘可明、宿利平、宋凯、张宇宁、吴金刚、刘子健、孙荣山、郝标、刘旭升、邬惠娟、汪琦、刘辰、王玉玺、张少锦、王晓强、陈翼军、雷晓刚、吕飞、孟均、王岩、杨玉平、陈鹏、刘志永、张松、王旭东、郑远松、张小华、田波、杜连杰、高海飞、陈作银、刘景生、贺文文、陈代昆、张彬、李春跃、杨扬、卢开艳、郭悬、陈鸿博、朱雪光、葛晨雨、郭家文、高尚、顾德银、赵耀、章淼、胡鼎原、田纲、陈超、亓凤龙、曹元义、郭宝君、孙勤霞、王坤、李彬伟、何福军、刘玉清、张彬彬、权磊、潘迪、罗飞、欧阳君、陈胜。

道路工程混凝土结构表层渗透防护技术规范

1 范围

本文件规定了道路工程混凝土结构表层渗透防护技术的基本要求、材料要求、设计、施工和质量检验。

本文件适用于道路工程（道路、桥梁、隧道）混凝土结构物的表层渗透防护。

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 611 化学试剂 密度测定通用方法
- GB/T 1724 色漆、清漆和印刷油墨 研磨细度的测定
- GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
- GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法
- GB/T 1771 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定
- GB/T 1865 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射暴露 滤过的氙弧辐射
- GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法
- GB/T 2794 胶黏剂黏度的测定
- GB/T 3354 定向纤维增强聚合物基复合材料 拉伸性能试验方法
- GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度
- GB/T 6742 色漆和清漆 弯曲试验（圆柱轴）
- GB/T 7123.1 多组分胶粘剂可操作时间的测定
- GB/T 7124 胶粘剂 拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）
- GB 7691 涂装作业安全规程 安全管理通则
- GB/T 9914.3 增强制品试验方法 第3部分：单位面积质量的测定
- GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50367 混凝土结构加固设计规程
- GB 50550 建筑结构加固工程施工质量验收规范
- GB 50728 工程结构加固材料安全性鉴定技术规范
- JC/T 2217 环氧树脂防水涂料
- JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准
- JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范

JTS 153 水运工程结构耐久性设计标准
JTS 239 水运工程混凝土结构实体检测技术规程
JT/T 695 混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件
JT/T 991 桥梁混凝土表面防护用硅烷膏体材料
JTG/T 3310—2019 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
HG/T 3792 交联型氟树脂涂料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

混凝土结构表层 concrete structure surface layer

易受外部环境影响的混凝土结构浅表部位，通常指钢筋保护层厚度内的混凝土层。

3.2

设计保护年限 design protection life

在正常设计、正常施工、正常使用和正常养护条件下，防护体系不需要进行大修或更换，可按其预定目的使用的年限。

3.3

环氧渗透防护体系 epoxy osmotic protection system

由渗透防护层、修补找平层、纤维修复层和耐久保护层中的若干层构成的防护体系。

3.3.1

渗透防护层 osmotic protective layer

由环氧渗透固结剂渗透进入混凝土结构表层，固化反应后形成的致密保护层。

3.3.2

修补找平层 repair leveling layer

采用环氧修补砂胶对混凝土结构表面缺陷进行修补，固化反应后形成的保护层。

3.3.3

纤维修复层 fiber repair layer

在混凝土结构裂缝病害处粘贴纤维布形成的局部增强保护层。

3.3.4

耐久防护层 durable protective layer

由表面保护漆形成的耐候性表面涂层。

3.4

环氧渗透固结剂 epoxy osmotic consolidation agent

由小分子环氧树脂、固化剂及助剂组成的高渗透性环氧固结材料。

3.5

环氧修补砂浆 epoxy repair mortar

采用改性环氧树脂与砂、矿粉、水泥等干粉填料按比例配置而成的砂浆体。

3.6

硅烷浸渍防护体系 silane impregnating protection system

采用硅烷渗透型材料渗入混凝土结构表层使其表面具有憎水性的防护体系。

4 基本要求

- 4.1 环境类别、作用等级的划分、防护调查以及检测与评定，应符合 JTG/T 3310-2019 相关规定。
- 4.2 混凝土结构表层渗透防护设计保护年限不应低于 15 年。
- 4.3 混凝土结构表层渗透防护所用材料应符合国家环境保护相关规范的规定。
- 4.4 施工作业安全应符合 GB 7691 和 JGJ 80 的相关规定。

5 材料要求

5.1 环氧渗透防护体系材料

- 5.1.1 环氧渗透固结剂性能应符合表 1 的规定。

表 1 环氧渗透固结剂性能

项目	单位	指标要求	试验方法	
可操作时间	h	≥ 2	GB/T 7123.1	
混合后初黏度	mPa·s	≤ 500	GB/T 2794	
粘结强度（干基面）	MPa	≥ 3.5 或混凝土内聚破坏	JC/T 2217	
抗渗压力	MPa	≥ 1	JC/T 2217	
断裂伸长率	%	≥ 3.5	GB/T 2567	
拉伸强度	MPa	≥ 45	GB/T 2567	
拉伸弹性模量	MPa	≥ 2000	GB/T 2567	
压缩强度	MPa	≥ 40	GB/T 2567	
弯曲强度	MPa	≥ 30	GB/T 2567	
渗透深度	$\leq C30$ 混凝土	mm	≥ 6	JC/T 2217
	$>C30, \leq C45$ 混凝土		≥ 5	
	$>C45$ 混凝土		≥ 2	

表 1 环氧渗透固结剂性能（续）

项目	单位	指标要求	试验方法
耐盐性	—	涂层无开裂、起皮、剥落	JC/T 2217
抗冻性	—	涂层无开裂、起皮、剥落	JC/T 2217
柔韧性	—	涂层无开裂	JC/T 2217

5.1.2 环氧修补砂胶性能应符合表 2 的规定。

表 2 环氧修补砂胶性能

项目	单位	指标要求	试验方法
28d抗折强度	MPa	≥ 8	GB/T 17671
28d抗压强度	MPa	≥ 40	GB/T 17671
粘结强度（干基面）	MPa	≥ 2.5 或混凝土内聚破坏	JC/T 2217
28d干燥收缩值	%	≤ 0.10	JGJ/T 70

5.1.3 纤维布宜采用玄武岩纤维布或碳纤维布，其性能应符合表 3 和表 4 的规定。

表 3 玄武岩纤维布性能

项目	单位	指标要求	试验方法
单位面积质量	g/m^2	≥ 200	GB/T 9914.3
拉伸断裂强力	N/25mm	≥ 1200	GB/T 7689.5
拉伸弹性模量	GPa	≥ 90	GB/T 3354
伸长率	%	≥ 2.0	GB/T 3354

表 4 碳纤维布性能

项目	单位	指标要求	试验方法
单位面积质量	g/m^2	≥ 200	GB/T 9914.3
抗拉强度	MPa	≥ 3000	GB/T 3354
拉伸弹性模量	GPa	≥ 210	GB/T 3354
伸长率	%	≥ 1.5	GB/T 3354

5.1.4 纤维黏贴胶性能应符合表 5 的规定。

表 5 纤维黏贴胶性能

项目	单位	指标要求	试验方法
不挥发物含量	%	>95	GB 50728
可操作时间	min	≥20	GB/T 7123.1
拉伸剪切强度	MPa	≥10	GB/T 7124
拉伸强度	MPa	≥15	GB/T 2567
粘结强度（干基面）	MPa	≥3.0 或混凝土内聚破坏	JC/T 2217
断裂伸长率	%	≥15	GB/T 2567

5.1.5 表面保护漆宜采用丙烯酸聚氨酯面漆或氟碳面漆，其性能应符合表 6 的规定。

表 6 表面保护漆性能

项目	单位	指标要求		试验方法
		丙烯酸聚氨酯面漆	氟碳面漆	
外观	—	搅拌后均匀、无硬块、无分色		目测
不挥发物含量	%	≥55		GB/T 1725
基料中氟含量	%	—	≥24	HG/T 3792
表面干燥时间	h	≤2		GB/T 1728
实际干燥时间	h	≤24		
细度	μm	≤35	≤30	GB/T 1724
附着力（拉开法）	MPa	≥5.0 或混凝土内聚破坏		GB/T 5210
耐冲击性	cm	≥50		GB/T 1732
铅笔硬度（擦伤）	—	≥F		GB/T 6739
耐弯曲性	mm	≤2		GB/T 6742
耐磨性（500g·500r）	g	≤0.05	≤0.03	GB/T 1768
耐盐雾性	—	1000h，漆膜不起泡，不生锈，不脱落		GB/T 1771
人工老化	—	1000h	3000h	GB/T 1865
		漆膜不起泡、无脱落、不粉化。白色和浅色漆膜允许变色 1 级，失光 1 级；其他颜色漆膜允许变色 2 级，失光 2 级		

5.2 硅烷浸渍防护体系材料

5.2.1 硅烷浸渍防护体系的材料宜采用异丁基三乙氧基硅烷液体或异辛基三乙氧基硅烷膏体。

5.2.2 硅烷浸渍防护体系的材料性能应符合表 7 的规定。

表 7 硅烷浸渍材料性能

项目	单位	指标要求		试验方法
		异丁基三乙氧基硅烷液体	异辛基三乙氧基硅烷膏体	
外观	—	无色或淡黄色液体	白色膏体, 均匀稳定, 无杂质、无分层、无漂油、无沉淀, 90° 倒置后无明显液体流淌	目测
主要有效成分	—	异丁基三乙氧基硅烷	异辛基三乙氧基硅烷	JTS 153
主要有效成分含量/	%	≥98	≥80	JTS 153
气味	—	无明显刺激性气味	无明显刺激性气味	JT/T 991
密度 (25℃)	g/cm ³	0.9±0.1	0.9±0.1	GB/T 611
氯离子含量	%	≤0.01	≤0.01	JTS 153
吸水率	mm/mi n ^{1/2}	≤0.01	≤0.01	JTS 239
氯离子吸收降低率	%	≥90	≥90	JTS 239
渗透深度	≤C45 混凝土	mm	≥3	JTS 239
	>C45 混凝土	mm	≥2	
吸水率比	%	<7.5	<7.5	JT/T 991
抗盐冻性能	—	盐溶液中与基准混凝土相比至少多 15 次	盐溶液中与基准混凝土相比至少多 15 次	JT/T 991

5.3 材料储存要求

5.3.1 材料储存地点应保持环境温度介于 5℃~40℃之间, 干燥通风, 无阳光直射, 有防雨、防潮、防冻设施。

5.3.2 材料存储应远离明火、避免火种、隔离热源, 并配备灭火器具, 满足有关消防要求。

6 设计

6.1 一般规定

6.1.1 设计应包括目的、范围、设计依据、设计保护年限、设计技术要求、施工工艺要求和质量检验要求等内容。

6.1.2 设计应对混凝土结构分区域分部位, 并结合工程性质、环境类别及作用等级, 确定适宜的防护体系。

6.1.3 设计应考虑与周边景观的和谐匹配, 明确表面保护漆色号。

6.1.4 设计应明确待防护的混凝土基面应处于洁净、面干状态, 表面缺陷应进行修复。

6.2 环境类别及作用等级

环境类别应按照 JTG/T 3310—2019 中表 4.2.1 的规定执行。环境作用程度应采用环境作用等级表达, 按照 JTG/T 3310—2019 中表 4.2.3 的规定进行划分。

6.3 防护体系选用

6.3.1 设计应根据结构所处的环境类别及作用等级选用防护体系。

6.3.2 设计应按照表 8 选用环氧渗透防护体系或硅烷浸渍防护体系。

表 8 防护体系选用表

防护体系	环境类别及作用等级										
	一般环境	冻融环境		除冰盐等其他氯化物环境		盐结晶环境		化学腐蚀环境		磨蚀环境	
	I-C	II-D	II-E	IV-D	IV-E	V-D	V-E V-F	VI-D	VI-E VI-F	VII-D	VII-E
环氧渗透防护体系	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲
硅烷浸渍防护体系	—	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲

注 1：表中符号意义：● 宜采用；▲ 可采用；— 不宜采用。
注 2：环境类别及作用等级划分参见 JTG/T 3310—2019 表 4.2.3。

6.4 环氧渗透防护体系

6.4.1 环氧渗透防护体系从内到外分别为：渗透防护层、修补找平层、纤维修复层、耐久防护层，实施过程中，根据混凝土结构工况，选用其中的两层、三层或四层体系。具体结构如下：

a) 环氧渗透两层防护体系由渗透防护层和耐久防护层组成（见图 1）；

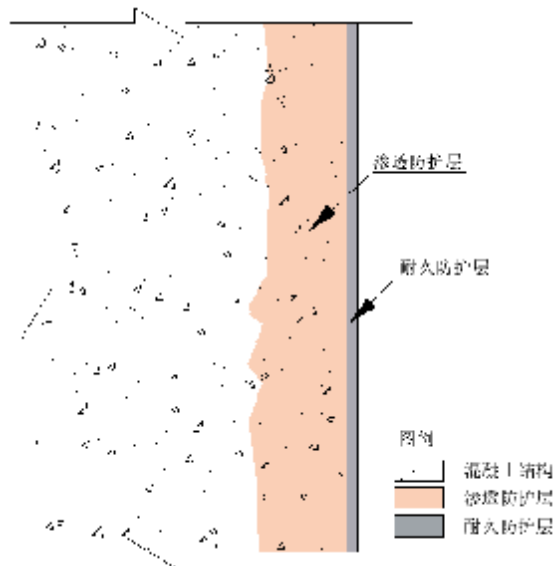


图1 环氧渗透两层防护体系

b) 环氧渗透三层防护体系由渗透防护层、修补找平层和耐久防护层组成（见图 2）；

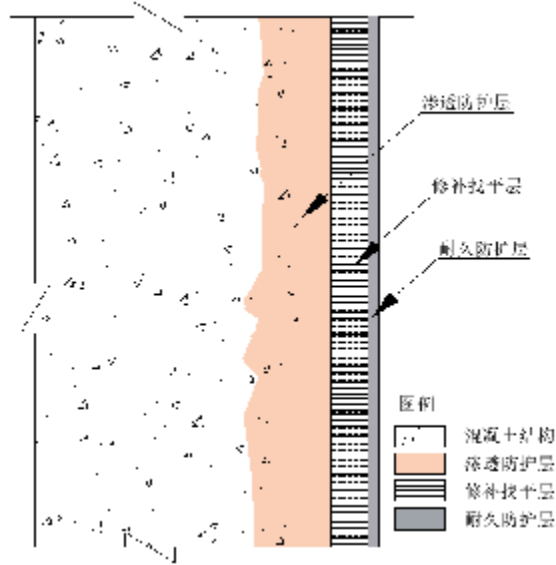


图2 环氧渗透三层防护体系

c) 环氧渗透四层防护体系由渗透防护层、修补找平层、纤维修复层和耐久防护层组成（见图3）。

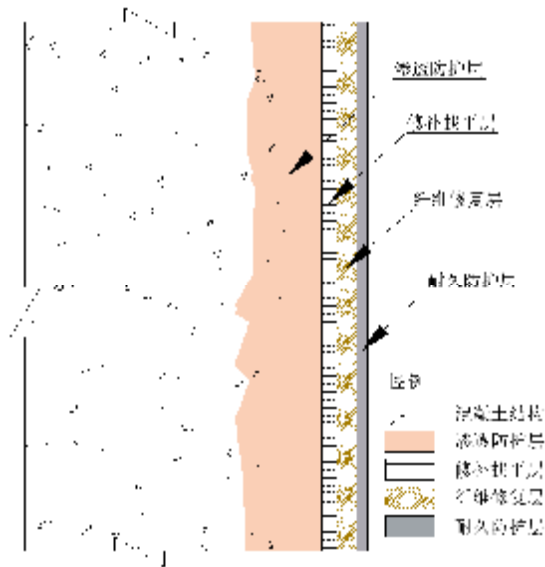


图3 环氧渗透四层防护体系

6.4.2 设计应根据工程性质，按照表9选用环氧渗透防护体系。

表9 环氧渗透防护体系选用表

防护体系类型	两层防护体系	三层防护体系	四层防护体系
新建工程	●	▲	—
养护修复工程	▲	●	●

注：表中符号意义：● 宜采用；▲ 可采用；— 不宜采用。

6.4.3 环氧渗透防护体系单位面积材料用量应符合下列规定：

- a) 混凝土标号、结构工况及防护要求不同，单位面积材料用量有所差异；
- b) 采用辊涂施工环氧渗透防护层时，C30 及以下混凝土结构，环氧渗透固结剂用量不宜低于 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$ ；C30 以上混凝土结构，环氧渗透固结剂用量不宜低于 $0.4\text{kg}/\text{m}^2$ ；采用喷涂施工时，应适当提高材料用量，具体用量应结合试验段情况确定；
- c) 环氧修补砂胶、纤维黏贴胶和纤维布用量应根据结构工况和防护要求并结合试验段情况进行确定；
- d) 表面保护漆用量应根据产品说明书并结合试验段情况进行确定。

6.5 硅烷浸渍防护体系

6.5.1 混凝土结构的水平面宜选用硅烷液体浸渍防护，侧立面或仰面宜选用硅烷膏体浸渍防护。

6.5.2 硅烷浸渍防护体系应根据新建工程或养护修复工程，选用单层或双层防护体系。具体结构如下：

- a) 硅烷浸渍防护单层体系由硅烷浸渍层组成（见图 4）；

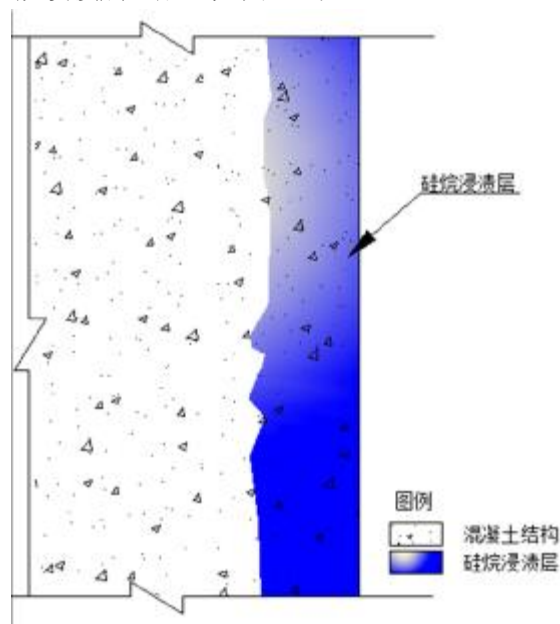


图4 硅烷浸渍单层防护体系

- b) 硅烷浸渍防护双层体系由修复层和硅烷浸渍层组成（见图 5）。

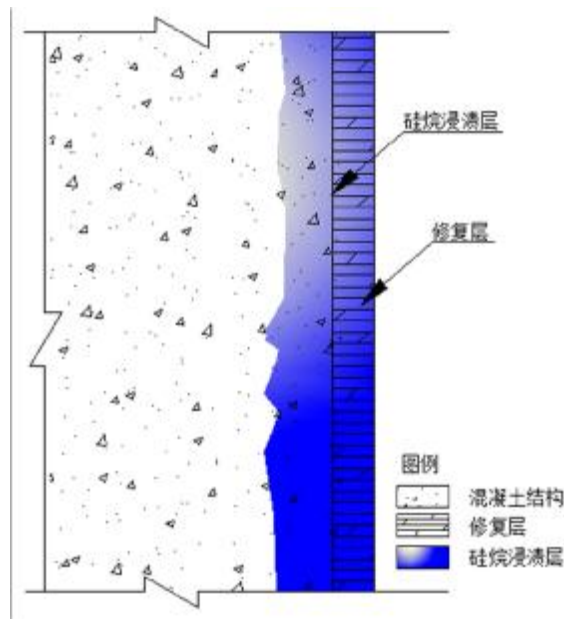


图5 硅烷浸渍双层防护体系

6.5.3 设计应根据工程性质，按照表 10 选用硅烷浸渍防护体系。

表 10 硅烷浸渍防护体系选用表

防护体系类型	单层防护体系	双层防护体系
新建工程	●	▲
养护修复工程	—	●

注：表中符号意义：● 宜采用；▲ 可采用；— 不宜采用。

6.5.4 硅烷液体材料理论用量不宜低于 400mL/m²；硅烷膏体材料理论用量不宜低于 300g/m²；设计可按照 10%损耗率估算合理损耗。实际用量应根据构件类型、涂覆面积及涂覆方式并结合试验段情况进行确定。

7 施工

7.1 一般要求

7.1.1 施工宜在混凝土浇筑完成不少于 28d 后进行。

7.1.2 混凝土结构基面含水率宜小于 6%。不应采用人工加热方式降低表层含水率。

7.1.3 施工前应测量并记录环境温度、湿度和风力。

7.1.4 材料的施工环境要求：

- a) 低温型环氧渗透固结剂的施工与固化环境温度宜为-5℃~15℃；
- b) 常温型环氧固渗透结剂、环氧修补砂胶、纤维黏贴胶、表面保护漆的施工与固化环境温度宜为 5℃~38℃；
- c) 硅烷浸渍施工温度宜为 5℃~38℃；

d) 在雨、雾、雪、风力大于 4 级、空气相对湿度大于 85%或较大灰尘的条件下，不应施工。

7.1.5 因特殊天气暂停施工时，应对半成品采取覆盖保护措施。

7.1.6 施工前应在实体构件上进行试验段施工，试验面积不宜小于 20m²。

7.2 施工准备

7.2.1 应根据工程情况、涂覆要求、基面条件、施工平台和施工设备等制定专项施工方案，专项施工方案应包括安全技术措施和应急预案。

7.2.2 应对施工设备以及用具进行检查，确保满足使用要求和安全要求。

7.3 试验段实施

7.3.1 试验段应检验和确定以下设计参数和施工工艺：

- a) 材料配比；
- b) 单位面积材料用量；
- c) 设备种类及参数设置；
- d) 工艺流程。

7.3.2 试验段检验结果应符合设计及规范要求。

7.4 混凝土结构基面处理

7.4.1 裸露的钢筋应按照 GB 50204 的相关规定进行除锈、防锈处理。

7.4.2 对于有裂缝的基面，应按照 GB 50367 和 GB 50550 的相关规定进行处治。

7.4.3 处理后的混凝土结构基面应平整牢固、不掉粉、不起砂、不空鼓、无灰尘、无浮浆、无油迹、无霉点、无盐类析出物、无苔藓及其他松散附着物。

7.5 环氧渗透防护体系施工

7.5.1 渗透防护层施工

7.5.1.1 基面处理好的混凝土结构宜在 7d 内进行环氧渗透防护层施工。

7.5.1.2 应根据施工环境温度，选用常温型或低温型环氧渗透固结剂。

7.5.1.3 环氧渗透固结剂的涂覆可采用人工辊涂或机械喷涂，相关设备及工艺参数应通过试验段确定，应严格控制用量不低于设计要求用量。

7.5.1.4 环氧渗透固结剂的涂覆宜按两道工序实施：第一道渗透固结，第二道成膜保护。每一道宜分多遍涂刷，直至达到设计的单位面积用量，具体涂覆遍数应在试验段试验时确定。

7.5.1.5 第一道和第二道施工环氧渗透固结剂涂覆的时间间隔不宜少于 12h。第二道施工前，应避免第一道涂层淋雨、浸水或接触其他腐蚀介质，防止造成涂膜损伤。

7.5.1.6 每一道分遍的时间间隔不宜短于 30min 且不宜超过 4h，每遍涂刷用量以不流挂为宜。

7.5.1.7 环氧渗透固结剂应涂覆均匀，不应出现漏涂、裂纹、气泡、积液、流挂等现象。

7.5.1.8 施工后表面不粘手表示固化完成，用滴管滴水珠在表面，不吸不化，接触角小于 90°，表示封闭完成。

7.5.1.9 渗透防护层干膜厚度宜控制在 40~60 μm，不应大于 100 μm。

7.5.2 修补找平层施工

- 7.5.2.1 当混凝土结构表面有孔洞、凹面、剥落、露筋、错台或模板缝等缺陷时，宜采用环氧修补砂胶进行修补。
- 7.5.2.2 环氧渗透固结剂固化完成后，方能进行环氧修补砂胶修补施工。
- 7.5.2.3 环氧修补砂胶的施工宜采用人工涂抹。
- 7.5.2.4 缺陷修补时，环氧修补砂胶单次一层涂抹厚度不宜超过 20mm，超过该厚度时应分层施工，每层施工间隔不宜少于 12h，应待下层环氧修补砂胶初凝后再施工。
- 7.5.2.5 混凝土结构表面缺陷较轻微时，环氧修补砂胶中可不掺加干粉填料。
- 7.5.2.6 环氧修补砂胶固化期间应防止水浸、粉尘污染及硬物撞击。

7.5.3 纤维修复层施工

- 7.5.3.1 在待修复部位辊涂纤维黏贴胶，用量应控制在 $600\text{g}/\text{m}^2 \sim 900\text{g}/\text{m}^2$ ，宜分多次辊涂。
- 7.5.3.2 纤维布与混凝土结构应贴合紧密，纤维布每边应超出裂缝四周不少于 200mm，纤维布搭接长度宜为 50mm~100mm。
- 7.5.3.3 在纤维布粘贴完成后应再次辊涂纤维黏贴胶，使其充分浸润。
- 7.5.3.4 纤维黏贴胶施工应辊涂均匀，表面光滑平整。
- 7.5.3.5 纤维黏贴胶固化期间要防止水浸、粉尘污染及硬物撞击。

7.5.4 耐久防护层施工

- 7.5.4.1 表面保护漆施工可采用人工辊涂、刷涂或机械喷涂。
- 7.5.4.2 机械喷涂设备宜使用无气喷涂设备。
- 7.5.4.3 相关设备及工艺参数应通过试验段试验确定，应严格控制用量不低于设计用量。
- 7.5.4.4 采用无气喷涂设备进行施工时，宜分两遍进行喷涂。
- 7.5.4.5 喷涂应均匀，不应有露底现象。若喷涂厚度不足或发生漏喷，应进行补喷；对难以喷涂的部位，可采用刷涂或辊涂进行补涂。
- 7.5.4.6 涂覆完成后，7d 内不应与酸、碱等腐蚀性材料直接接触，避免造成涂膜损伤。
- 7.5.4.7 表面保护漆干膜厚度不应小于 $60\ \mu\text{m}$ 。

7.6 硅烷浸渍防护体系施工

- 7.6.1 硅烷浸渍时不应采用溶剂或其他液体稀释硅烷材料。
- 7.6.2 硅烷浸渍宜使用低压不间断循环泵送设备喷涂，浸渍面积较小时，可采用辊涂或刷涂。
- 7.6.3 硅烷浸渍施工浸渍涂敷遍数、每遍硅烷材料用量应根据试验段结果、构件类型、涂装面积、涂装方式等确定。
- 7.6.4 硅烷浸渍施工时，被涂敷面应至少保持 5s 表湿状态。
- 7.6.5 硅烷浸渍侧面施工时，应自最低处向上施工。
- 7.6.6 硅烷浸渍施工时，应严格控制用量，保证其不低于设计要求，同时应考虑施工损耗。
- 7.6.7 如突遇大风导致硅烷过快吹干，表面有白色残留物，应及时清洁后进行补涂。
- 7.6.8 硅烷浸渍后应避免暴晒和雨淋，宜使用适当材料围挡或塑料薄膜覆盖，保护时间不应少于 6h。

7.6.9 混凝土结构硅烷浸渍后产生的损伤部位，应在使用无收缩水泥基材料修补完成 14d 后进行硅烷浸渍修复。

7.6.10 硅烷浸渍应避免与橡胶支座、沥青材料和接口密封件等接触。

7.7 施工后的维护

7.7.1 发现环氧渗透防护体系起泡、粉化、龟裂、剥落和渗水现象应及时修复。

7.7.2 发现硅烷浸渍体系有水印迹现象应及时修复。

8 质量检验

8.1 质量检验分为进场材料抽检和施工质量验收。

8.2 应按本文件 5.1 和 5.2 规定的所有项目要求材料供应商提供第三方检验报告。

8.3 每批材料进场应检查产品出厂合格证。

8.4 进场材料抽检批次应符合表 11 的规定，数量不足 1 个批次的应按 1 个批次计。

表 11 材料性能检验批次

防护体系	材料名称	检验批次
环氧渗透防护涂层体系	环氧渗透固结剂	5000kg
	环氧修补砂胶	1000kg
	纤维布	2000m ²
	纤维黏贴胶	1000kg
	表面保护漆	2000L
硅烷浸渍防护体系	异丁基三乙氧基硅烷液体或异辛基三乙氧基硅烷膏体	5000kg

8.5 进场材料抽检项目应符合表 12 的规定。

表 12 进场材料抽检项目

材料名称	进场材料抽检项目	
环氧渗透固结剂	可操作时间、混合后初黏度、对混凝土粘结强度、压缩强度、渗透深度	
环氧修补砂胶	抗压强度、抗折强度、对混凝土粘结强度、干燥收缩值	
纤维布	玄武岩纤维布	单位面积质量、拉伸断裂强力、拉伸弹性模量、伸长率
	碳纤维布	单位面积质量、抗拉强度、拉伸弹性模量、伸长率
纤维黏贴胶	不挥发物含量、可操作时间、拉伸剪切强度、拉伸强度、粘结强度（干基面）、断裂伸长率	
表面保护漆	不挥发物含量、基料中氟含量（氟碳面漆）、细度、附着力、铅笔硬度（擦伤）、耐磨性	

表 12 进场材料抽检项目（续）

材料名称	进场材料抽检项目
异丁基三乙氧基硅烷液体或异辛基三乙氧基硅烷膏体	外观、主要有效成分、主要有效成分含量、气味、吸水率、氯离子吸收降低率、渗透深度

8.6 环氧渗透防护体系每道工序施工后均应对涂层进行目视检查，不应有漏涂、气泡、流挂等缺陷。

8.7 环氧渗透防护体系的最终施工质量验收项目应符合表 13 的规定。

表 13 环氧渗透防护体系施工质量验收项目

验收项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
干膜厚度	涂层平均干膜厚度应不小于设计干膜厚度；且 80% 的测定点应大于设计干膜厚度；最小干膜厚度应不小于设计干膜厚度的 80%	宜采用无损方法测定，检验方法按照 GB/T 13452.2 执行，每一个检验批取一个检测单元，面积为 10m ² ，进行 9 个测点的检测
粘结强度	≥2.5MPa 或混凝土内聚破坏	宜采用拉脱式涂层粘结强度测定仪测定涂层粘结强度，检验方法按照 JT/T 695 执行，每一个检验批取一个检测单元，面积为 10m ² ，每一个检测单元检测 3 个位置

8.8 硅烷浸渍防护体系的施工质量验收项目应符合表 14 的规定。在工程不宜钻芯取样检测时，可采用符合相关规范要求的无损检测方法。

表 14 硅烷浸渍防护体系施工质量验收项目

验收项目	单位	规定值或允许偏差	检查方法和频率
吸水率	mm/min ^{1/2}	≤0.01	应在硅烷浸渍 14d 后进行取样，取芯与检验方法按照 JTS 239 规定的吸水率试验执行，每一个检验批取 3 个芯样进行检测
氯离子吸收降低率	%	≥90	应在硅烷浸渍 14d 后进行取样，取芯与检验方法按照 JTS 239 规定的氯化物吸收量的降低效果试验执行，每一个检验批取 6 个芯样进行检测
渗透深度	≤C45 混凝土	≥3	宜采用染料指示法测定，应在硅烷浸渍 14d 后进行取样，取芯与检验方法按照 JTS 239 的硅烷浸渍深度试验规定执行，每一个检验批取 3 个芯样进行检测
	>C45 混凝土	≥2	

8.9 施工质量验收批次规定为：

- a) 当混凝土结构表面涂覆面积不大于 10000m²时，宜每 5000m²为一检验批，不足 5000m²为一个检验批；
- b) 当涂覆面积大于 10000m²时，宜每 10000m²为一检验批，不足 10000m²为一个检验批。

8.10 工程验收时应提交下列资料：

- a) 设计文件（包括变更设计文件）；
- b) 材料第三方检验报告、产品合格证、进场抽检报告、进场验收记录和质量检验文件；
- c) 施工记录（包括施工过程中对重大技术问题和其他质量检验问题处理记录）；
- d) 补修和返工记录；

- e) 过程检验和最终检验资料；
 - f) 其他相关资料。
-