

# 高速公路混凝土结构预防养护防腐涂装 技术规程

2025 - 06 - 23 发布

2025 - 09 - 22 实施

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 防腐涂装程序 ..... 2

5 材料 ..... 3

6 设计 ..... 4

7 施工 ..... 5

8 质量控制与验收 ..... 8

附录 A（资料性） 涂层渗透深度的测定 ..... 10

参考文献 ..... 11

## 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。

本文件由河南省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：河南交通投资集团有限公司、郑州大学、河南高速公路设计咨询有限公司、河南郑大建筑材料有限公司、四川大学、福州大学、河南交投交通建设集团有限公司、河南省公路工程监理咨询有限公司、广饶县交通运输局。

本文件主要起草人：陶向华、张普、张恩华、杨朝旭、朱遂亭、黄正强、陈猛、董春晓、史鸿远、张海涛、史博、范勇、刘烨、石萌萌、陈淼、韩慧、陈玮祎、张冬、王丽、郑莉、袁稳、吴煜璞、刘成永、王学修、王珂、黎杰、吴翔一、董军伟、贾华忠、翟贤昭、刘春莉、邵思源、杨文强。

# 高速公路混凝土结构预防养护防腐涂装技术规程

## 1 范围

本文件规定了高速公路混凝土结构防腐涂装的材料、设计、施工、质量控制与验收等要求。  
本文件适用于高速公路混凝土结构表层的预防养护。

## 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 1723 涂料粘度测定法
- 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 1731 漆膜、腻子膜柔韧性测定法
- 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 1865 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射曝露滤过的氙弧辐射
- GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 6750 色漆和清漆 密度的测定比重瓶法
- GB/T 7123.1 多组份胶粘剂可操作时间的测定
- GB 7691 涂装作业安全规程 安全管理通则
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- 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/T 26148 高压水射流清洗作业安全规范
- GB 37824 涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准
- JC/T 2217 环氧树脂防水涂料
- JC/T 2235 混凝土用硅质防护剂
- JGJ/T 70 建筑砂浆基本性能试验方法标准
- JT/T 695 混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件
- JTG/T 3310—2019 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
- JTG 5220 公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG/T J22 公路桥梁加固设计规范
- 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防腐涂装

通过在基层表面涂覆防腐涂料，形成保护层以防止腐蚀的工艺。

3.2

养护单元

根据养护工程性质和设施特点，结合养护施工方法、工序及规模等划分成的养护工程基本评定单位。

[来源：JTG 5220—2020，2.0.1]

4 防腐涂装程序

高速公路混凝土结构预防养护防腐涂装主要包括材料、设计、施工、质量控制与验收等内容，具体程序见图1。

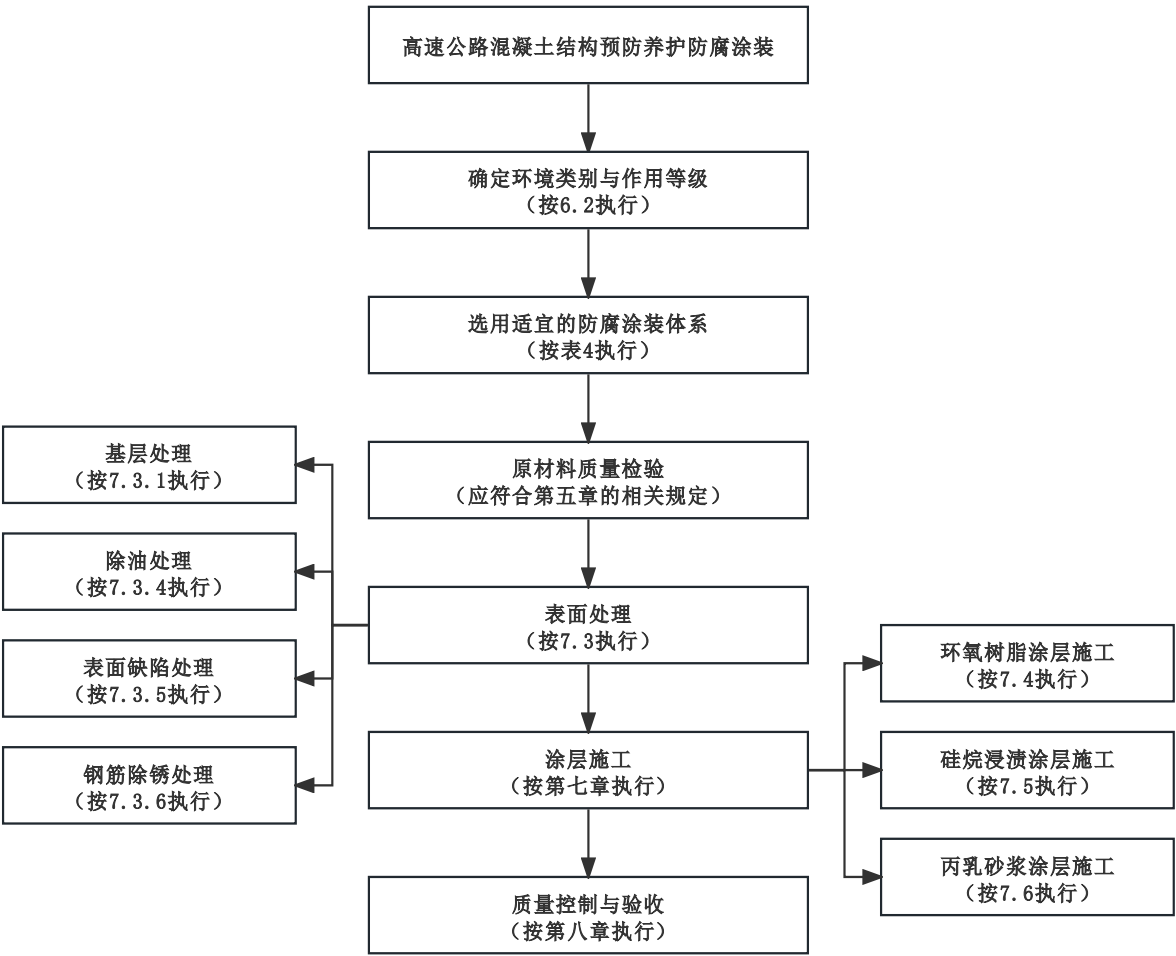


图1 防腐涂装程序流程图

5 材料

5.1 一般规定

- 5.1.1 防腐材料主要包括环氧树脂涂料、硅烷浸渍涂料、丙乳砂浆涂料等。
- 5.1.2 材料的生产与应用涉及有关的安全与环保性能要求，应符合 GB 37824 的相关规定。
- 5.1.3 材料储存应介于 5℃～40℃之间，干燥通风，无阳光直射，并设置防雨、防潮、防冻设施。
- 5.1.4 材料储存应远离明火、避免火种、隔离热源，并配备灭火器具，满足消防有关要求。

5.2 环氧树脂涂料

- 5.2.1 环氧树脂防护体系的固化剂宜选用低毒类固化剂，对潮湿基层可选用湿固化型的环氧固化剂。
- 5.2.2 环氧树脂防护体系的稀释剂宜选用正丁基缩水甘油醚、苯基缩水甘油醚等活性稀释剂。
- 5.2.3 环氧树脂涂料的技术要求应符合表 1 的规定。

表1 环氧树脂涂料的技术要求

项目		技术要求	试验方法
可操作时间/h		≥2	GB/T 7123.1
在容器中状态		淡黄色或其他色透明均一液体	目测
固体含量/%		≥60	GB/T 1725
初始粘度/（mPa·s）		≤500	GB/T 1723
干燥时间/h	表干时间	≤12	GB/T 1728
	实干时间	≤24	
粘结强度/MPa	干基面	≥3.0	GB/T 5210
	潮湿基面	≥2.5	
	浸水处理		
	热处理		
涂层抗渗压力/MPa		≥1	JC/T 2217
抗冻性（200次循环）		涂层无开裂、起皮、剥落	
耐酸性			
耐盐性			
耐碱性			
抗冲击性（500 g，500 mm）		涂层无开裂	GB/T 1732
耐紫外线老化（1 000 h）		涂层无起泡、脱落和粉化	GB/T 1865
柔韧性		涂层无开裂	GB/T 1731
渗透深度/mm		≥2	参照附录A执行

5.3 硅烷浸渍涂料

- 5.3.1 硅烷浸渍防护体系的材料宜选用异丁基三乙氧基硅烷或正（异）辛基三乙氧基硅烷。
- 5.3.2 硅烷浸渍涂料的技术要求应符合表 2 的规定。

表2 硅烷浸渍涂料的技术要求

项目		技术要求			试验方法
		异丁基三乙氧基硅烷	正（异）辛基三乙氧基硅烷		
外观		无色或淡黄色液体	无色或淡黄色液体	白色膏体	目测
主要有效成分含量/%		≥98	≥98	≥80	JTS 153
主要有效成分		异丁基三乙氧基硅烷	正（异）辛基三乙氧基硅烷		
密度/（g/cm <sup>3</sup> ）		0.9±0.1			GB/T 6750
渗透深度/mm	>C45混凝土	≥2			JTS 239
	≤C45混凝土	≥3			
吸水率/（mm/min <sup>1/2</sup> ）		≤0.01			
氯离子吸收降低率/%		≥90			
抗碱性/%		碱处理后吸水率比<10			JC/T 2235
抗冻融性/%		≥100			

5.4 丙乳砂浆涂料

- 5.4.1 丙乳砂浆防护体系的材料宜选用聚丙烯酸酯乳液。
- 5.4.2 丙乳砂浆涂料的技术要求应符合表 3 的规定。

表3 丙乳砂浆涂料的技术要求

项目		技术要求	试验方法
抗压强度（28 d）/MPa		≥45	GB/T 17671
抗拉强度（28 d）/MPa		≥5.0	
抗折强度（28 d）/MPa		≥3.5	
粘结强度/MPa	与旧水泥基材	≥1.5	JGJ/T 70
	与钢材	≥1.8	
抗渗等级/MPa		≥1.5	JTG/T 3310—2019
吸水率/%		≤5.5	
收缩率/%		≤0.1	JGJ/T 70
磨耗百分比/%		≤5.0	GB/T 1768
快速碳化深度/mm		≤3.0	JTG/T 3310—2019
抗冻性/%	冻融循环100次 强度损失率	≤25	JGJ/T 70
	冻融循环100次 质量损失率	≤5	

6 设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 应包括设计使用年限、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 应根据混凝土结构的区域及部位，并结合工程性质、环境类别及作用等级，确定适宜的防护材料和工艺。

6.1.3 应考虑与周边景观的和谐匹配，明确表面保护色号。

6.2 环境类别与作用等级

6.2.1 高速公路工程混凝土结构环境类别应按照 JTG/T 3310—2019 中表 4.2.1 的规定执行。

6.2.2 环境作用等级的确定应根据 JTG/T 3310—2019 中表 4.2.2 的规定，选取适宜因素，对最近 3 年的环境状况和数据开展进一步调研。

6.2.3 环境对高速公路工程混凝土结构的作用程度应采用环境作用等级表达，并按 JTG/T 3310—2019 中表 4.2.3 的规定进行划分。

6.3 防腐涂装选用

6.3.1 应根据结构所处的环境类别及作用等级选择适宜的防腐涂装材料。同时应根据所在地区的气候、环境、经济条件，考虑节能减碳要求，优先选择绿色建材。

6.3.2 应按表 4 选用适宜的防腐体系。

表4 防腐体系选用表

防腐体系	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	
	I—C	II—D	II—E	IV—D	IV—E	V—D	V—E V—F	VI—D	VI—E VI—F
环氧树脂防腐体系	●	●	●	●	●	●	●	●	▲
硅烷浸渍防腐体系	—	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲
丙乳砂浆防腐体系	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲
注1：“●” 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中表 4.2.3。									

6.3.3 应结合混凝土结构状况、气候条件、通车年限、交通量、实施时机和养护资金等，进行全寿命周期费用效益分析，综合评价后选择最适宜的防腐养护方案。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工作业安全应符合 GB 7691 的相关规定。

7.1.2 混凝土结构预防养护防腐涂装施工前应清除结构表面灰尘、油污等，并保证混凝土结构干燥、表面清洁。

7.1.3 混凝土结构预防养护防腐涂装应在环境温度为 5℃～38℃，空气相对湿度为 85%以下进行，不宜在雨、雾、雪、风天气时施工。

7.1.4 施工过程中应做好现场交通组织，对施工人员进行安全教育，注意文明施工。

7.1.5 施工现场应有良好的通风条件，电线、照明、电机启动、配电设备应按防爆等级进行安装。



7.1.6 施工时应穿戴棉质或具有抗静电功能的工作服、手套和防腐眼镜。

7.2 涂装方法

7.2.1 刷涂

用刷子蘸涂料在被涂物表面涂刷的一种方法,适用于施工难度较大部位的预涂装和补涂,比如蜂窝、凹角和凸沿等。

7.2.2 辊涂

利用蘸涂料的辊子在被涂物表面滚动的涂装方法,辊子的类型和尺寸应与工作面相适应,适用于表面较为平整的混凝土表面涂装。

7.2.3 喷涂

通过喷枪或蝶式雾化器,借助于压力或离心力,分散成均匀而细微的雾滴,施涂于被涂物表面的涂装方法,适用于大面积、表面平整或形状规则的混凝土表面涂装。

7.2.4 刮涂

刮涂适用于抹面砂浆施工,适用于混凝土结构表面缺陷的修补。

7.3 表面处理

7.3.1 基层处理

宜采用高压射流处理高速公路混凝土基层表面,处理方式的选用应符合表5的规定。

表5 混凝土基层表面处理方式

混凝土强度	处理方式
≥C40	喷砂、高压射流
C25~C40	喷砂、高压射流、打磨
≤C25	喷砂、高压射流、铣刨、打磨、研磨

7.3.2 高压射流处理

采用高压水射流处理混凝土表面时,应按GB 26148执行。

7.3.3 表面打磨或喷砂处理

可采用喷砂或手工打磨等方法将混凝土表面的浮灰、浮浆、夹渣以及疏松部位清理干净。

7.3.4 除油处理

用碱性洗涤剂或碳酸钠溶液清洗油污,再用淡水冲洗至pH值到中性(pH值为7~8)。油污渗入混凝土内部时,应采用热碱液浸渍,并用淡水冲洗。

7.3.5 表面缺陷处理

混凝土表面缺陷及裂缝处理应按 JTG/T J22 执行。

### 7.3.6 钢筋除锈处理

对钢筋除锈处理时，应满足以下要求：

- a) 将钢筋周边的混凝土凿除深度 2 cm 的 V 型切口，漏出钢筋；
- b) 将钢筋表面除锈打磨，处理级别达到 GB/T 8923.1 规定的 St3 级后，预涂阻锈剂；
- c) 在混凝土表面涂封闭漆或界面剂，用无溶剂环氧腻子或聚合物水泥砂浆填补并打磨平整；
- d) 处理好的混凝土基面宜在一周内涂覆封闭底漆或界面剂。

### 7.4 环氧树脂涂层施工

7.4.1 环氧树脂防腐涂层可采用刮涂、刷涂、辊涂或喷涂的方法施工。

7.4.2 基层空洞、蜂窝麻面宜采用环氧树脂砂浆、环氧腻子等材料进行修补。

7.4.3 环氧树脂防腐涂层应按照设计要求进行配制。材料拌料量应根据涂覆速度和涂料适用期确定，并确保材料在适用期内使用完毕。

7.4.4 环氧树脂涂层的涂膜厚度应根据具体环境和防腐目的及要求确定。在长期浸泡或过水环境下，涂层厚度宜在 0.5 mm~2.0 mm 之间；非长期浸水运行环境下涂层厚度宜为 0.2 mm~0.5 mm 之间。

7.4.5 应根据设计要求和涂料性能确定涂层厚度。需多道涂覆时，应在涂料复涂间隔时限内执行。

7.4.6 整个涂覆过程中，作业基面无水、灰尘及杂物污染。

7.4.7 涂层施工完成后应进行固化养护，养护期内应避免接触水，并防止外力破坏。

### 7.5 硅烷浸渍涂层施工

7.5.1 施工面积 $\geq 1\,000\text{ m}^2$ 时，宜采用喷涂方法施工；施工面积 $< 1\,000\text{ m}^2$ 时，宜采用辊涂方法施工。

7.5.2 硅烷浸渍防腐处理前应按 JTG/T 3310—2019 进行喷涂和辊涂试验。

7.5.3 施工方法应满足以下要求：

- a) 辊子的类型和尺寸应与工作面相适应；
- b) 喷涂宜采用低压空气喷涂和无气喷涂。

7.5.4 涂装应保持连续，使被涂物表面饱和溢流。立面施工时，应自下向上涂装，被涂物表面应至少保持 5s 表湿状态。对于顶面或底面，被涂物表面应至少保持 5s 的光面效果。

7.5.5 液体硅烷涂装次数应不少于 2 次，且涂装间隔时间不小于 4 h。膏体硅烷涂装次数一般为 1 次，如有特殊要求，可在混凝土构件将膏体完全吸收并呈表干状态后再次涂装。

### 7.6 丙乳砂浆涂层施工

7.6.1 丙乳砂浆涂层施工可采用刮涂、刷涂的方法施工。

7.6.2 涂层施工前，应对混凝土基面进行人工凿毛，并用清水清洗干净，待施工面处于潮湿状态（无积水）进行丙乳砂浆的涂抹。

7.6.3 针对薄层修补区，宜在修补区边缘凿一道 3 cm 深齿槽，增加新旧混凝土的界面粘结性能。

7.6.4 丙乳砂浆涂层施工时，应用丙乳净浆打底，净浆要求涂布均匀，无漏涂现象。净浆涂抹后立即涂抹丙乳砂浆，砂浆涂抹到位后，进行压实和抹面。抹压时宜采用倒退法，即加压方向与涂抹砂浆层前进方向相反。

7.6.5 总涂抹厚度较大时，应分层涂抹丙乳砂浆，第一层为整平层，最上层为罩面层，每层涂抹厚度控制在 7 mm 左右。

7.6.6 丙乳砂浆抹压后约 4 h（表面略干后），可采用农用喷雾器进行喷雾养护或用薄膜覆盖养护，使砂浆面层始终保持湿润状态 7 d。

8 质量控制与验收

8.1 质量控制

- 8.1.1 材料进场前应提供第三方检测报告，并进行取样抽检，材料性能应符合第5章的相关规定。
- 8.1.2 防腐涂料产品各组份应无凝胶、无结块。
- 8.1.3 涂料品种和质量（涂料颜色、外观、粘度、细度、干燥时间和附着力）应满足设计要求。
- 8.1.4 涂料配合比、配制方法和涂刷间隔时间应满足设计要求。
- 8.1.5 涂料应附着牢固，无气泡、开裂、剥落和漏涂等现象。
- 8.1.6 损坏涂层应按涂装工艺分层修补，修补后的涂层外观应完整一致。

8.2 验收

- 8.2.1 防腐涂层的质量验收应符合表6的规定，养护单元的划分按JTG 5220执行。

表6 防腐涂层验收项目

防腐涂层	验收项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
环氧树脂防腐涂层	干膜厚度/mm		涂层平均干膜厚度应不小于设计干膜厚度；最小干膜厚度应不小于设计干膜厚度的80%	采用无损方法测定，检验方法按GB/T 13452.2执行，每一个检验批取一个养护单元，面积为10 m <sup>2</sup> ，每一个养护单元检测9个位置
	粘结强度/MPa		≥2.5	采用拉脱式涂层粘结强度测定仪测定，检验方法按JT/T 695执行，每一个检验批取一个养护单元，面积为10 m <sup>2</sup> ，每一个养护单元检测3个位置
硅烷浸渍防腐涂层	吸水率/（mm/min <sup>1/2</sup> ）		≤0.01	按JTS 239规定的吸水率试验执行，每一个检验批取3个芯样执行检测
	氯离子吸收降低率/%		≥90	按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个芯样执行检测
	渗透深度/mm	≤C45混凝土	≥3	按JTS 239的硅烷浸渍深度试验规定执行，每一个检验批取3个芯样执行检测
		>C45混凝土	≥2	
丙乳砂浆防腐涂层	吸水率/%		≤5.5	在丙乳砂浆涂覆7 d后执行取样，取芯与检验方法按JTG/T 3310—2019规定的吸水率试验执行，每一个检验批取3个芯样执行检测
	粘结强度/MPa		≥1.5	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JT/T 695执行，每一个检验批取一个养护单元，面积为10 m <sup>2</sup> ，每一个养护单元检测3个位置

- 8.2.2 防腐涂层的验收抽取点位合格率应不低于95%。

- 8.2.3 混凝土防腐涂层工程的验收资料应包括：

- 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。

附 录 A  
(资料性)  
涂层渗透深度的测定

A.1 试样制备

A.1.1 基材的制备

基材采用水泥混凝土试块,试块的制作与养护按GB/T 50081执行,尺寸为100 mm×100 mm×100 mm。

A.1.2 涂层的制备

待测试涂层的制备,按其相应的涂料技术条件或涂层施工工艺设计说明中规定的条件执行。

A.2 试验步骤

A.2.1 混凝土表面处理

清除混凝土试块表面的薄弱层及油污、浮浆、粉尘、腐蚀性物质等。

A.2.2 涂刷涂层

涂刷时宜采用先横向再竖向的十字交叉法,在混凝土试块表面均匀涂刷第一遍涂层,静置10 min后再涂刷第二遍,以此类推,直到混凝土表面形成均匀的漆膜为止。在GB/T 9278规定的标准条件下,静置7 d。

A.2.3 检测底漆的渗透深度

A.2.3.1 用切割机在干燥后的试件涂刷面中部向下切割10 mm,并露出断面,在断面处均匀选取5个测量点,用放大镜观察测量涂料渗入混凝土内的深度,用分度值为0.5 mm的钢尺测量,实验结果取5个测量点的算术平均值,精确到0.1 mm。

A.2.3.2 测试涂层的试样不少于3件,取测试值算术平均值,即为底漆的渗透深度。

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度
  - [2] GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
-