



中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 502—2016
代替 JG 3042—1997

环氧树脂涂层钢筋

Epoxy resin coated steel reinforcing bars

2016-06-14 发布

2016-12-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类和标记	2
5 材料	3
6 一般要求	4
7 要求	4
8 试验方法	7
9 检验规则	10
10 标志、包装、运输和贮存	12
附录 A (资料性附录) 涂层钢筋特性及现场施工技术指南	14
附录 B (规范性附录) 净化处理后钢筋表面质量的检验	17
附录 C (规范性附录) 涂层钢筋涂层的检验	21
附录 D (规范性附录) 涂层修补材料的检验	27
附录 E (资料性附录) 涂层钢筋与混凝土相对粘结强度的检验方法	28

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准是对 JG 3042—1997《环氧树脂涂层钢筋》的修订,与 JG 3042—1997 相比主要技术变化如下:

- 范围增加了镀锌环氧涂层钢筋;
- 增加了环氧树脂涂层钢筋的分类;
- 增加了环氧树脂粉末的要求;
- 增加了锌合金的要求;
- 对于钢筋表面净化质量的技术指标,以氧化铁皮残余量替代表面洁净度项目,增加了表面污染物项目;
- 对于涂层钢筋涂层,增加了镀锌环氧涂层钢筋镀锌环氧涂层的相关技术指标、增加了湿附着力、电气强度、体积电阻率等技术指标以及相关试验方法;提高了阴极剥离、抗冲击性等技术指标;修改了耐化学腐蚀性的试验方法;
- 对于涂层修补材料,取消了阴极剥离、涂层的可弯性、涂层钢筋粘结强度、耐磨性和冲击试验的技术指标要求、增加了容器中状态技术指标,修改了抗氯化物渗透性、耐盐雾性和耐化学腐蚀性技术指标,并修改了相应试验方法;
- 对于涂层钢筋,增加了镀锌环氧涂层钢筋相关技术指标;提高了涂层连续性、与混凝土相对粘结强度技术指标;增加了外观、孔隙率、涂层附着性指标及相关试验方法;修改了涂层厚度技术指标和涂层钢筋与混凝土之间相对黏结强度的试验方法;
- 修改了检验分类、组批规则、出厂检验项目和型式检验项目。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑结构标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:中国建筑科学研究院。

本标准参加起草单位:建研科技股份有限公司、国家建筑工程质量监督检验中心、中国石油管道科技研究中心、海丰县宏利钢材涂层有限公司、宁波科鑫腐蚀控制工程有限公司、佛山市南海嘉多彩粉末涂料有限公司、厦门新钢金属制品有限公司、福建海西防护新材料联合研究院有限公司、廊坊市新立粉末涂料有限公司、威士伯(上海)企业管理有限公司、天津瑞远粉末涂料有限公司、天津市天铁轧二制钢有限公司、福建金鼎建筑发展有限公司。

本标准主要起草人:马捷、史志华、杨志、孟扬、姜红、王连盛、崔德奎、冯少广、杨舒钧、吴新航、李亮坚、郑菁菁、郑栩、崔志刚、张建中、毕学振、史国明、陈荔萍。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- JG 3042—1997。

环氧树脂涂层钢筋

1 范围

本标准规定了环氧树脂涂层钢筋的术语和定义、分类和标记、材料、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于钢筋混凝土用环氧涂层钢筋和镀锌环氧涂层钢筋。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 470 锌锭

GB/T 1408.1 绝缘材料电气强度试验方法 第1部分:工频下试验

GB/T 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋

GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋

GB/T 1499.3 钢筋混凝土用钢 第3部分:钢筋焊接网

GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法

GB/T 4472 化工产品密度、相对密度的测定

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—2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB 13788 冷轧带肋钢筋

GB/T 16995 热固性粉末涂料在给定温度下胶化时间的测定

GB/T 20624.2 色漆和清漆 快速变形(耐冲击性)试验 第2部分:落锤试验(小面积冲头)

GB/T 21782.1 粉末涂料 第1部分:筛分法测定粒度分布

GB/T 21782.7 粉末涂料 第7部分:烘烤时质量损失的测定法

HG/T 3668—2009 富锌底漆

JB/T 6570 普通磨料 磁性物含量测定方法

SY/T 0315—2013 钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范

YS/T 310 热镀用锌合金锭

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

环氧树脂涂层钢筋 epoxy resin coated steel reinforcing bars

表面为熔融结合环氧涂层的钢筋和成品钢筋,包括环氧涂层钢筋和镀锌环氧涂层钢筋。

JG/T 502—2016

3.2

环氧涂层钢筋 epoxy coated steel reinforcing bars

熔融结合环氧涂层的钢筋和成品钢筋。

3.3

镀锌环氧涂层钢筋 zinc and epoxy dual-coated steel bars

底层为热镀方式涂覆的锌合金涂层,面层为熔融结合环氧涂层的钢筋、成品钢筋。

3.4

熔融结合环氧涂层 fusion-bonded epoxy coating

以粉末形式喷涂在已加热的洁净金属表面,固化后形成的连续涂层。涂层包含热固性环氧树脂、固化剂、颜料及其他添加料。

3.5

成品钢筋 fabricated rebar

按规定尺寸、形状加工成型的非预应力钢筋制品。

3.6

涂装后可加工的涂层钢筋 post-fabricated reinforcement

熔融结合环氧涂层涂装后可再行加工的钢筋和成品钢筋。

3.7

涂装后不可加工的涂层钢筋 pre-fabricated reinforcement

熔融结合环氧涂层涂装前已加工成型、涂装后不应进行再加工的钢筋和成品钢筋。

3.8

修补材料 patching material

与熔融结合环氧涂层或镀锌涂层相容的材料,用于修补受损部位及钢筋两端切割部位。

3.9

剥离 disbonding

熔融结合环氧涂层与镀锌涂层或钢筋表面粘结失效。

4 分类和标记

4.1 分类

4.1.1 按加工工艺分类

环氧树脂涂层钢筋按涂层加工工艺分为两类:

- 涂装后可加工的钢筋,用 A 表示;
- 涂装后不可加工的钢筋,用 B 表示。

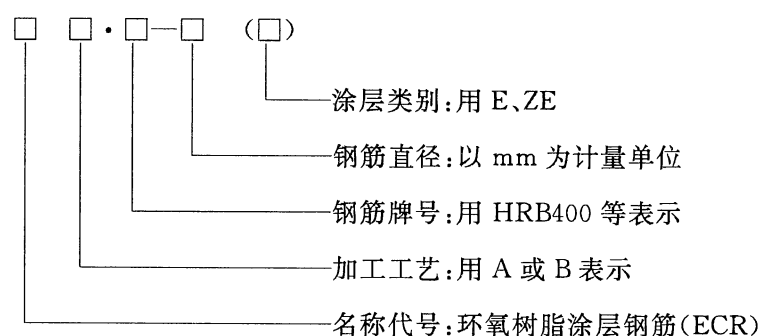
4.1.2 按涂层类别分类

环氧树脂涂层钢筋按涂层类别分为两类:

- 环氧涂层钢筋,用 E 表示;
- 镀锌环氧涂层钢筋,用 ZE 表示。

4.2 产品型号和示例

环氧树脂涂层钢筋的型号由名称代号、加工工艺、钢筋牌号、钢筋直径和涂层类别组成,并按下列顺序排列:

**示例 1:**

用直径为 20 mm、牌号为 HRB400 热轧带肋钢筋制作的可再加工类环氧涂层钢筋,其产品型号为“ECRA · HRB400-20(E)”。

示例 2:

用直径为 20 mm、牌号为 HRB400 热轧带肋钢筋制作的不可再加工类镀锌环氧涂层钢筋,其产品型号为“ECRB · HRB400-20(ZE)”。

5 材料**5.1 钢筋**

5.1.1 用于制作环氧涂层的钢筋和成品钢筋,应符合 GB 1499.1、GB 1499.2、GB/T 1499.3 和 GB 13788 的要求。

5.1.2 用于制作环氧涂层的钢筋和成品钢筋,应避免油、脂或漆等的污染。涂装前应目测确认钢筋不带锐边、毛刺或其他影响涂层质量的表面缺陷。钢筋选材可参照附录 A.2。

5.2 环氧树脂粉末

环氧树脂粉末技术指标及试验方法应符合表 1 的要求。

表 1 环氧树脂粉末技术指标及试验方法

项 目		技术指标	试验方法
外观		色泽均匀,无结块	打开容器,用搅棒搅拌
密度/(g/cm ³)		A类:1.20~1.30 B类:1.30~1.50	按 GB/T 4472 的要求进行
挥发分/%		≤0.6	按 GB/T 21782.7 的要求进行
粒径分布 %	250 μm 筛上粉末	≤0.2	按 GB/T 21782.1 的要求进行
	150 μm 筛上粉末	≤3.0	
磁性物含量/%		≤0.002 0	按 JB/T 6570 的要求进行
胶化时间/s		符合生产企业要求	按 GB/T 16995 的要求进行
固化时间/min		符合生产企业要求	按 SY/T 0315—2013 附录 A 的要求进行
热特性		符合生产企业要求	按 SY/T 0315—2013 附录 B 的要求进行

JG/T 502—2016

5.3 锌合金

用于制作锌涂层的锌锭,其质量应符合 GB/T 470、YS/T 310 的要求。

6 一般要求

6.1 涂层涂装

6.1.1 环氧涂层涂装应在净化后洁净的钢筋表面上进行,钢筋净化处理后至涂层涂装时间应不超过 1 h,且钢筋表面不应有目测可见的氧化现象,否则应重新进行表面处理。涂层钢筋环境湿度超过 85% RH 时,应停止涂装操作。

6.1.2 锌合金涂层涂装应在净化后洁净的钢筋表面上进行,钢筋净化处理后至锌合金涂层涂装时间应不超过 30 min,且钢筋表面不应有目测可见的氧化现象,否则应重新进行表面处理。环氧涂层涂装前,镀锌钢筋表面温度应不超过 334 ℃。环氧涂层涂装环境湿度超过 85%RH 时,应停止涂装操作。

6.1.3 环氧涂层涂装时,钢筋表面预热温度范围和涂层涂装后的固化要求,应符合环氧粉末生产企业技术要求,预热温度应不超过 275 ℃。钢筋表面出现深蓝或深褐色过氧化现象时,应重新进行表面处理。连续涂装时应至少每 30 min 测量涂装钢筋表面温度,测量宜选用红外测温仪或测温笔。B 类环氧树脂涂层钢筋,应按照环氧粉末生产企业技术要求预热钢筋后再涂装环氧树脂涂层。

6.2 涂层修补厚度

涂层钢筋生产企业应提供涂层修补材料。涂层修补处的厚度不应小于涂层修补材料生产企业规定的最小厚度值。

7 要求

7.1 钢筋表面净化处理

钢筋在镀锌或涂装环氧涂层前,钢筋表面应进行净化处理,其质量应符合表 2 的要求,对符合要求的钢筋方可进行镀锌或涂层涂装。

表 2 钢筋表面净化质量技术指标

项 目	技术指标
平均粗糙度/ μm	40~100
氯化物附着	不应有
表面污染物/%	≤ 30
氧化铁皮残余量/%	≤ 5
除锈等级	$\geq \text{Sa}2\frac{1}{2}$

7.2 涂层

环氧树脂涂层钢筋的涂层技术指标应符合表 3 的要求。

表 3 环氧树脂涂层钢筋的涂层技术指标

项 目	技术指标	
	环氧涂层钢筋 环氧涂层	镀锌环氧涂层钢筋 镀锌环氧涂层
耐化学腐蚀性 23 ℃±2 ℃,45 d	涂层不应起泡、软化、失去黏着性或出现微孔,人为缺陷孔周围的涂层也不应发生凹陷	
阴极剥离/mm 23 ℃±2 ℃,168 h	剥离半径≤2	剥离半径≤7.5
耐盐雾性/mm 35 ℃±2 ℃,800 h	剥离半径≤3	剥离半径≤7.5
抗氯化物渗透性/M 23 ℃±2 ℃,45 d	≤1×10 ⁻⁴	
耐磨性/mg 1 kg,1 000 r	≤100	
湿附着力 ^a ,级 3.5%NaCl,90 ℃±2 ℃,15 d	1~2	
抗冲击性 1.8 kg,23 ℃±2 ℃	涂层的冲击吸收能量为 10 J,周边涂层不应发生破碎、开裂	
涂层可弯性 ^b	直径 80 mm 芯轴,弯曲 180°,弯曲段外半圆涂层不应有肉眼可见的裂纹、剥离出现	直径 120 mm 芯轴,弯曲 180°,弯曲段外半圆涂层不应有肉眼可见的裂纹、剥离出现
电气强度 ^c ,MV/m	≥30	
体积电阻率 ^c ,Ω·m 23 ℃±2 ℃	≥1×10 ¹³	
^a 当对涂层耐久性有较高要求时,试验周期为 45 d。 ^b 粉末涂料生产企业应保证使用需方要求的钢筋制样时,按表 6 规定的弯曲参数检测涂层可弯性应符合要求。 ^c 在有绝缘性能要求时,应检测此项指标。		

7.3 涂层修补材料

涂层修补材料应采用专业生产企业的产品。性能应与涂层材料兼容,在混凝土中呈惰性。修补环氧涂层材料应符合表 4 的要求,修补镀锌层的富锌底漆质量应符合 HG/T 3668—2009 中 1 类产品的要求。

表 4 环氧涂层修补材料技术指标

项 目	技术指标
容器中状态	色泽均匀,无结块
抗氯化物渗透性/M	≤1×10 ⁻⁴
耐盐雾性 35 ℃±2 ℃,400 h	修补涂层不应出现鼓泡和生锈
耐化学腐蚀性 23 ℃±2 ℃,28 d	修补涂层不应起泡、软化、失去黏着性或出现微孔、生锈

7.4 涂层钢筋

环氧涂层钢筋以及镀锌环氧涂层钢筋应符合表 5 的要求。涂层钢筋特性以及现场施工技术指南，可参照附录 A。

表 5 环氧树脂涂层钢筋技术指标

项目		技术指标	
		环氧涂层钢筋	镀锌环氧涂层钢筋
外观		平整、色泽均匀、无气泡、无开裂及缩孔，允许有轻度桔皮状花纹	
涂层厚度 ^a	钢筋直径 < 20 mm	平均值: 180 μm ~ 300 μm 144 μm ≤ 单点厚度 ≤ 360 μm	镀锌层厚度 ≥ 35 μm 固化后(镀锌层+环氧层) 总厚度平均值: 180 μm ~ 300 μm 144 μm ≤ 单点厚度 ≤ 360 μm
	钢筋直径 ≥ 20 mm	平均值: 180 μm ~ 400 μm 144 μm ≤ 单点厚度 ≤ 480 μm	镀锌层厚度 ≥ 35 μm 固化后(镀锌层+环氧层)总厚度平均值: 180 μm ~ 400 μm 144 μm ≤ 单点厚度 ≤ 480 μm
涂层连续性		—	
		镀锌层应平滑均匀无锌刺、锌瘤、裂纹、松散颗粒或漏镀	
涂层固化后应连续，不应有孔洞、空隙、裂纹或肉眼可见的其他涂层缺陷；涂层钢筋在每米长度上的微孔(肉眼不可见的针孔)数目平均应不超过 2 个			
涂层可弯性 ^b		弯曲试验中，钢筋弯曲段外半圆涂层不应有肉眼可见的裂纹或剥离出现	
与混凝土 相对黏结强度 ^c /%		≥85%	
孔隙率, 级	黏结面	1~3	—
	断面		1~3
耐化学腐蚀性 23 ℃ ± 2 ℃, 45 d		涂层不得起泡、软化、失去黏着性或出现微孔，人为缺陷孔周围的涂层也不应发生凹陷	
耐盐雾性/mm 35 ℃ ± 2 ℃, 800 h		剥离半径 ≤ 3	剥离半径 ≤ 7.5
抗冲击性 1.8 kg, 23 ℃ ± 2 ℃		涂层的冲击吸收能量为 10 J, 周边涂层不应发生破碎、开裂	
涂层附着性/mm 23 ℃ ± 2 ℃, 168 h		剥离半径 ≤ 2	剥离半径 ≤ 7.5
^a 涂层厚度上限值不适用于受损涂层修补部位。 ^b 弯曲试验后，因钢筋表面可见缺陷所引起的涂层断裂或部分断裂、裂纹或涂层剥离，可对该批双倍取样再次试验。 ^c 直径小于 16 mm 的涂层钢筋不做要求。			

8 试验方法

8.1 钢筋表面净化处理

净化处理后钢筋表面质量的检验应按附录 B 进行。

8.2 涂层

8.2.1 耐化学腐蚀性

耐化学腐蚀性应按附录 C.2 进行。

8.2.2 阴极剥离

阴极剥离应按附录 C.3 进行。

8.2.3 耐盐雾性

耐盐雾性应按附录 C.4 进行。

8.2.4 抗氯化物渗透性

抗氯化物渗透型应按附录 C.5 进行。

8.2.5 耐磨性

耐磨性应按附录 C.6 进行。

8.2.6 湿附着力

湿附着力应按附录 C.7 进行。

8.2.7 抗冲击性

抗冲击性应按附录 C.8 进行。

8.2.8 涂层可弯性

涂层可弯性应按附录 C.9 进行。

8.2.9 电气强度

电气强度应按 GB/T 1408.1 进行。

8.2.10 体积电阻率

体积电阻率应按 GB/T 1410 进行。

8.3 涂层修补材料

8.3.1 环氧涂层修补材料

8.3.1.1 容器中状态

打开包装容器用搅棒搅拌时无硬块易于混合均匀,目测色泽均匀,认为“色泽均匀,无结块”。

8.3.1.2 抗氯化物渗透性

抗氯化物渗透型应按附录 D.1 进行。

8.3.1.3 耐盐雾性

耐盐雾性应按附录 D.2 进行。

8.3.1.4 耐化学腐蚀性

耐化学腐蚀性应按附录 D.3 进行。

8.3.2 镀锌层修补材料

富锌底漆检测应按 HG/T 3668—2009 进行。

8.4 涂层钢筋

8.4.1 外观

外观目测检验。

8.4.2 涂层厚度

涂层厚度检验方法如下：

- a) 涂层厚度的检验,可按照 GB/T 13452.2—2008 中 5.5 规定的方法进行,厚度测量应在钢筋相对的两侧进行,3 个相邻肋间厚度测量值的平均值记为 1 个涂层厚度值,钢筋的每一侧应至少取得 5 个间隔大致均匀的涂层厚度值,应至少检测 2 个长度 1 m 的试样且每个试样至少 10 个厚度值;
- b) 锌层厚度的测量可通过使用仅有锌涂层的钢筋,也可使用能同时读出锌和环氧涂层厚度值的双测量装置。

8.4.3 涂层连续性

8.4.3.1 涂层连续性的检验,取 2 个长度 1 m 的涂层钢筋试样,采用电阻不小于 80 kΩ,电压不低于 68.5 V 的直流微孔检测仪或相当的方法测量。

8.4.3.2 镀锌环氧涂层钢筋镀锌层表面状态应使用 10 倍放大器检查。

8.4.4 涂层可弯性

8.4.4.1 涂层可弯性的检验,取 2 个长度 1 m 的涂层钢筋试样,采用弯曲试验机测量。试验样品应处于 20 ℃~30 ℃ 的热平衡状态。弯曲机的芯轴应套专用尼龙套管,平板表面应铺毛毡垫层。

8.4.4.2 环氧涂层钢筋:应将试验样品的两纵肋置于与弯曲试验机上的芯轴半径相垂直的平面内,以均匀的且不低于 8 r/min 的速率弯曲钢筋,环氧涂层钢筋弯曲试验参数应符合表 6 的要求。

表 6 环氧涂层钢筋弯曲试验参数

序号	钢筋直径/mm	芯轴直径/mm	弯曲角度/(°)
1	$d \leq 20$	$4d$	180
2	$20 < d \leq 36$	$6d$	180
3	$d > 36$	$6d$	90

8.4.4.3 镀锌环氧涂层钢筋:应将试验样品的两纵肋置于与弯曲试验机上的芯轴半径相垂直的平面内并在规定时间内完成,弯曲时,试样温度应保持在 70 ℃~80 ℃之间。镀锌环氧涂层钢筋弯曲试验参数应符合表 7 的要求。

表 7 镀锌环氧涂层钢筋弯曲试验参数

序号	钢筋直径 mm	芯轴直径 mm	弯曲角度 (°)	最大完成时间 s
1	10	75	180	15
2	12	100	180	15
3	14	100	180	15
4	16	125	180	15
5	18	125	180	15
6	20	150	180	15
7	22	175	180	45
8	25	200	180	45
9	28	230	180	45
10	32	250	180	45
11	36	280	180	45
12	40	400	90	45

8.4.5 与混凝土相对黏结强度

与混凝土相对黏结强度的检测可参照附录 E。

8.4.6 孔隙率

8.4.6.1 试验样品:已涂层的钢筋 1 根。

8.4.6.2 试验器具:30 倍放大镜。

8.4.6.3 试验步骤:

- a) 以适宜的方法使涂层钢筋的涂层开裂,从涂层钢筋裂缝周边获取至少 100 mm² 的涂层样本;
- b) 按图 1(自上而下依次为 1 级~5 级)和图 2(自上而下依次为 1 级~5 级)中所示的等级图评定试件的孔隙率等级。

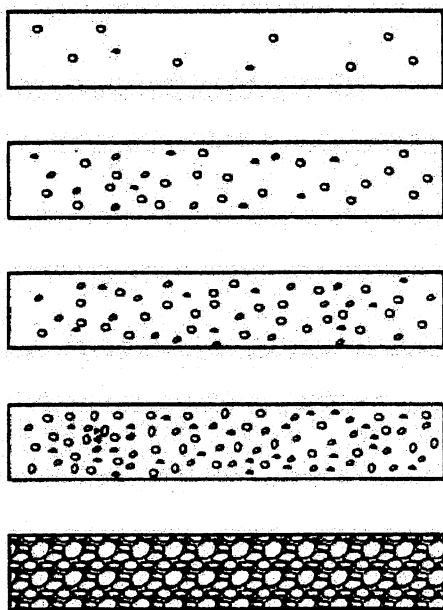


图 1 涂层黏结面孔隙率等级

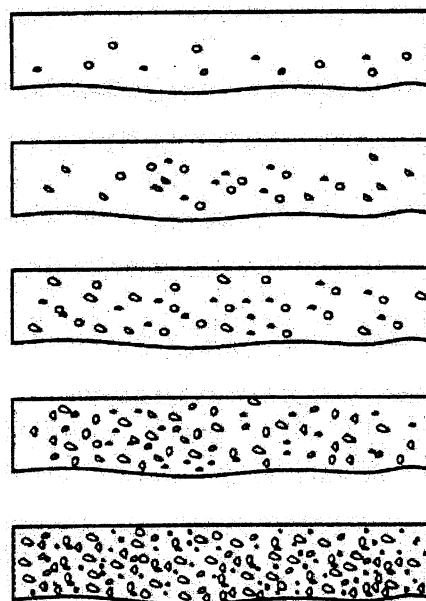


图 2 涂层断面孔隙率等级

8.4.7 耐化学腐蚀性

8.4.7.1 试验样品:共 32 根试样,其中 16 根为长度 300 mm 的直筋试样;另 16 根为弯筋试样,制备方法为将所选取的直筋按照表 6 和表 7 的要求进行弯曲,弯曲后对称裁切至 300 mm 长,端部用修补材料进行封闭。依据 8.4.2、8.4.3 的规定对弯曲裁切后的涂层钢筋进行逐一检测,选取符合表 5 中涂层厚度和涂层连续性规定的 16 根涂层钢筋,作为弯筋试样。

8.4.7.2 试验步骤:按附录 C 中 C.2 阴极剥离的要求进行。

8.4.8 耐盐雾性

8.4.8.1 试验样品:选取符合表 5 中涂层厚度和涂层连续性规定的 3 根长度为 250 mm 的涂层钢筋试样。

8.4.8.2 试验步骤:按附录 C 中 C.4 阴极剥离的要求进行。

8.4.9 抗冲击性

8.4.9.1 试验样品:选取符合表 5 中涂层厚度规定的 3 根长度 200 mm 的涂层钢筋试样。

8.4.9.2 试验步骤:按附录 C 中 C.8 阴极剥离的要求进行。

8.4.10 涂层附着性

8.4.10.1 试验样品:选取涂层厚度满足表 5 的要求,且无漏点的 3 根直径长度 250 mm 的涂层钢筋试件;

8.4.10.2 试验步骤:按附录 C 中 C.3 阴极剥离的要求进行。

9 检验规则

9.1 检验分类

产品检验分为前处理检验、涂装过程检验、出厂检验和型式检验。

9.2 组批规则

环氧树脂涂层钢筋应成批验收,每一检验批由同一生产线、同一生产工艺、同一公称直径、同一牌号钢筋、同一批环氧树脂粉末制备的涂层钢筋组成。每批重量应不大于 60 t。

9.3 检验项目

9.3.1 前处理检验

每批涂层钢筋的前处理检验项目和数量宜符合表 8 的要求。

表 8 涂层钢筋前处理检验项目和数量

序号	检验项目	检验数量 (次/班)	试验方法
1	平均粗糙度	3	附录 B.1
2	氯化物附着	3	附录 B.2
3	表面污染物	3	附录 B.3
4	氧化铁皮残余量	3	附录 B.4
5	目视评定除锈等级	3	附录 B.5
6	涂装前钢筋表面温度	16	6.1.2 6.1.3

9.3.2 涂装过程检验

涂装过程检验应由生产企业进行,涂装过程检验项目和数量不应低于表 9 的要求。

表 9 涂装过程检验项目和数量

产品类别	检验项目	检验频次	试验方法
环氧涂层钢筋	涂层厚度	2 根/2 h	8.4.2
	涂层连续性	2 根/2 h	8.4.3
	涂层可弯性	1 根/4 h	8.4.4
镀锌环氧涂层钢筋	锌层及环氧层厚度	2 根/2 h	8.4.2
	涂层连续性	2 根/2 h	8.4.3
	涂层可弯性	1 根/4 h	8.4.4

9.3.3 出厂检验

出厂检验应由生产企业或其他检验机构进行,并出具每批产品的检测报告,每批涂层钢筋的出厂检验项目和数量应符合表 10 的要求。

表 10 出厂检验项目和数量

产品类别	检验项目	检验频次	试验方法
环氧涂层钢筋	外观	2	8.4.1
	涂层厚度	2	8.4.2
	涂层连续性	2	8.4.3
	涂层可弯性	1	8.4.4
	涂层附着性 ^a	1	附录 C.3
镀锌环氧涂层钢筋	外观	2	8.4.1
	锌层及环氧层厚度	2	8.4.2
	涂层连续性	2	8.4.3
	涂层可弯性	1	8.4.4
	涂层附着性 ^a	1	附录 C.3

^a 涂层附着性根据需方要求进行检测,样品应从生产线上随机抽取。

9.3.4 型式检验

9.3.4.1 涂层钢筋型式检验项目应包括表 5 的全部要求。

9.3.4.2 在正常生产情况下,型式检验项目为两年检验一次。

9.3.4.3 凡属于下列情况之一者,应进行型式检验:

- a) 产品主要原材料及用量或生产工艺有重大变更时;
- b) 主要生产设备改造后或生产过程中关键设备发生较大故障时;
- c) 停产半年以上恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

9.4 复验和判定规则

9.4.1 当出厂检验和型式检验项目符合本标准要求时,判定为合格。当外观、涂层厚度、与混凝土相对黏结强度、孔隙率、涂层附着性不符合本标准要求时,应在同一检验批产品中,随机抽取双倍数量复验。复验结果全部达到本标准要求,可判定该批涂层钢筋为合格产品。

9.4.2 当对检验批涂层钢筋进行复验的结果仍有不符合本标准规定的技术指标要求时,应判定该批涂层钢筋为不合格产品。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

10.1.1 涂层钢筋生产企业应向用户提供有关涂层材料的书面合格证,说明在全部订货中所用每批环氧涂层材料的批号、数量、生产企业及厂址、生产日期以及材料的性能等。涂层钢筋生产企业应保留涂层钢筋前处理检验和涂装过程检验记录。

10.1.2 每捆涂层钢筋除应保留原钢筋的标志内容外,还应标志出涂层钢筋生产企业名称、生产日期、产品名称及代号等,并做出合格标记。

10.2 包装

10.2.1 涂层钢筋产品应采用不透光的抗紫外线照射的黑色塑料布包装。

10.2.2 涂层钢筋应按规格分捆包装,每捆重量应不超过 2 t。

10.3 运输

10.3.1 吊装涂层钢筋的吊索宜采用高强度的尼龙带,不应使用钢丝绳吊装;涂层钢筋的长度在 6 m 以下的应设置 2 个支点吊装,长度超过 6 m 时每隔 4 m 应设置一个支点吊装;涂层钢筋重量超过 2 t 时,支点数量应适当增加。防止钢筋与吊索之间及钢筋与钢筋之间因碰撞、摩擦等造成的涂层损坏。

10.3.2 涂层钢筋搬运应采用水平方式,严禁拖拽抛掷。每捆涂层钢筋之间应用木隔板分离;暴露于车厢外的涂层钢筋应用帆布包裹保护。

10.4 贮存

10.4.1 涂层钢筋生产企业应按照环氧树脂粉末生产企业规定的条件储存环氧树脂粉末。

10.4.2 涂层钢筋存放期不宜超过 6 个月,在室外存放期不宜超过 2 个月。室外存放 2 个月以上时,应采用不透明材料或其他保护罩覆盖保护,避免日照、盐雾、雨水的影响。保护罩应固定牢固,并保持涂层钢筋周围空气流通,避免遮盖层下凝结水珠。

10.4.3 涂层钢筋堆放时,钢筋与地面之间应架空并设置保护层支承,各捆钢筋之间应以宽木条隔开,堆放层数应不超过 5 层。支承点的间距应防止成捆涂层钢筋过度下垂。

附录 A
(资料性附录)

涂层钢筋特性及现场施工技术指南

A.1 适用范围

A.1.1 环氧树脂涂层钢筋适用于处在潮湿环境或腐蚀性介质中的钢筋混凝土结构中。

A.1.2 在实际结构中,可根据工程的具体要求,全部或部分采用环氧树脂涂层钢筋。

A.2 钢筋选材

A.2.1 用于制作环氧涂层的钢筋不宜采用盘螺钢筋及穿水轧制钢筋。

A.2.2 用于制作环氧涂层的钢筋表面不应存在尖点且外形尺寸应满足下列要求:

- a) 基圆与横肋根部连接处应圆滑过渡,横肋顶部无尖角,对于直径大于 20 mm 的钢筋,过渡圆角半径 r 取 2 mm,过渡圆角半径 r_1 不小于 1 mm;对于直径不大于 20 mm 的钢筋, r 取 1.5 mm, r_1 不小于 0.5 mm;钢筋横肋截面见图 A.1;
- b) 基圆与纵肋连接处应圆滑过渡,过渡圆角半径 R 取(2~3)mm,其中上、下限值分别对应大直径钢筋和小直径钢筋。钢筋横截面见图 A.2;
- c) 所轧牌号标志、注册厂名以及公称直径等字母或数字的横截面与横肋截面相同,且与基圆连接处应圆滑过渡,过渡圆角半径 r 不小于 1 mm。

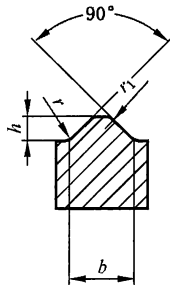


图 A.1 钢筋横肋截面

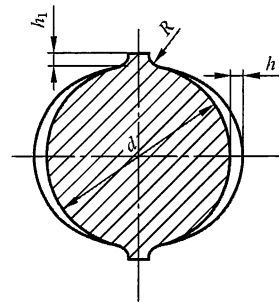


图 A.2 钢筋横截面

A.3 涂层钢筋特性

A.3.1 涂层钢筋的锚固长度应取为不小于有关设计规范规定的相同等级和规格的无涂层钢筋锚固长度的 1.25 倍。

A.3.2 涂层钢筋的绑扎搭接长度,对受拉钢筋,应取为不小于有关设计规范规定的相同等级和规格的无涂层钢筋搭接长度的 1.25 倍且不小于 375 mm;对受压钢筋,应取为不小于有关设计规范规定的相同等级和规格的无涂层受拉钢筋搭接长度的 0.88 倍且不小于 250 mm。

A.4 现场施工技术要求

A.4.1 钢筋涂层保护

在施工现场的模板工程、钢筋工程、混凝土工程等各分项工程施工中,均应根据具体工艺采取有效

措施,使钢筋涂层不受损坏,对在施工操作中造成的少量涂层破损,应及时予以修补。

A.4.2 加工

A.4.2.1 在对涂层钢筋进行弯曲、切割等加工时,环境温度宜不低于 5℃。

A.4.2.2 当环氧树脂涂层钢筋进行弯曲加工时,对直径 d 不大于 20 mm 的钢筋,其弯曲直径不应小于 $4d$;对直径 d 大于 20 mm 的钢筋,其弯曲直径不应小于 $6d$ 。

A.4.2.3 钢筋弯曲机的芯轴应套以专用套筒,平板表面应铺以毛毡、橡胶等柔软垫层。涂层钢筋的弯曲直径和弯曲速率应按表 6、表 7 执行。

A.4.2.4 应采用砂轮锯或钢筋切断机对涂层钢筋进行切断加工。切断时,在直接接触涂层钢筋的部位,应加以非金属缓冲垫保护。严禁使用气割或其他高温热力方法切断涂层钢筋。

A.4.3 连接和定位

A.4.3.1 涂层钢筋的连接可根据设计要求,采用绑扎连接、焊接连接和机械连接。

A.4.3.2 为保证涂层钢筋绑扎连接的牢固性且不损坏涂层,对于直径为 12 mm~25 mm 的涂层钢筋,宜采用直径为 1 mm 的包环氧树脂铅丝;对于直径大于 25 mm 的涂层钢筋,宜采用直径为 2.4 mm 的包环氧树脂铅丝。对交叉钢筋,宜采用“X”型绑扣。

A.4.3.3 在对涂层钢筋焊接前,应先将用于焊接部位的涂层剔除干净。焊接后,应将在焊接部位周围受影响的涂层剔除干净,然后用修补材料进行修补。

A.4.3.4 当涂层钢筋需进行机械连接时,用于连接的部件也应进行涂层保护。

A.4.3.5 环氧树脂涂层钢筋允许与非环氧树脂涂层钢筋联合使用,但应注意防止两者之间形成电连接,造成电腐蚀并且架立筋应采用环氧树脂涂层钢筋进行固定。

A.4.3.6 涂层钢筋铺装就位后,施工人员不宜在其上行走。避免施工工具跌落砸坏涂层。

A.4.4 修补

A.4.4.1 当涂层有孔洞、空隙、裂纹及肉眼可见的其他缺陷时,在生产和搬运过程中造成的涂层钢筋破损时,在加工过程中受到剪切、锯割或工具切断时或在连接过程中造成的涂层破损或烧伤时,应在切断或损伤后 2 h 内及时修补。当涂层和钢筋之间存在不黏着现象时,在剔除不黏着的涂层后,影响区域应进行修补;在涂层钢筋经过弯曲加工后,若弯曲区段仅有发丝裂缝,涂层与钢筋之间没有可察觉的黏着损失,可不必修补。

A.4.4.2 涂层修补受损涂层面积应不超过每 1 m 长环氧树脂涂层钢筋总体表面积的 0.5%(不包括切割部位)。

A.4.4.3 修补前应除尽不黏的涂层和修补处的锈迹。对目视可见的涂层损伤,应用 7.3 规定的修补材料,按照使用说明书进行修补。修补前应去除受损部位的所有铁锈和污染物。修补后的涂层应符合 7.3 的要求,受损部位的涂层厚度应不少于 220 μm ,与原涂层搭接的宽度应不小于 10 mm。

A.4.4.4 当修补时的环境湿度大于 85%RH 时,可用电热吹风机进行加热除湿处理。

A.4.4.5 涂层钢筋的切割部位应使用环氧树脂粉末生产企业提供的专用修补材料。

A.4.5 混凝土的浇筑

A.4.5.1 在混凝土浇筑前,应检查涂层钢筋的涂层连续性,尤其是切割端头处和钢筋连接处。如有损伤,应及时修补。

A.4.5.2 混凝土的浇筑过程应待环氧涂层和修补材料完全固化后进行。

A.4.5.3 采用插入式振捣棒振捣混凝土时,应在金属振捣棒外套以橡胶套或采用非金属振捣棒,并尽量避免振捣棒与钢筋直接碰撞。

A.4.6 腐蚀监测系统

A.4.6.1 根据工程需要可对于混凝土结构中钢筋的腐蚀状况实施监测。

A.4.6.2 进行监控前,监测点宜安装在较易暴露在含氯离子环境的位置。

附录 B (规范性附录)

净化处理后钢筋表面质量的检验

净化处理后钢筋的表面质量,应符合 7.1 的规定,并应根据本附录要求进行检验。

B.1 平均粗糙度

B.1.1 试验样品:至少 1 m 长已净化未涂层的钢筋 1 根。

B.1.2 试验设备:表面粗糙度仪或弹簧式千分表与拓膜胶带。

B.1.3 试验方法:使用表面粗糙度仪或千分表读数减去塑料薄膜厚度,平均测试 3 个区域,计算波峰与波谷的平均值。

B.1.4 如钢筋表面的平均粗糙度不符合表 2 的要求,应停止生产,检查抛丸机,并经重新检测合格后方可继续生产。

B.2 氯化物附着

B.2.1 试验样品:至少 1 m 长已净化未涂层的钢筋 1 根。

B.2.2 试验器具:铁氰化钾试纸、蒸馏水、塑料袋、塑料喷雾瓶、橡胶手套、镊子。铁氰化钾试纸条应存放在密封的塑料袋中,并应避免光照,该试纸应呈黄色。

B.2.3 试验步骤:

- a) 用蒸馏水浸湿试纸直到饱和,可将多余的水挤掉;轻轻地将试纸贴在钢筋表面,并保持接触 30 s,揭开试纸并翻转过来,观察颜色的改变,蓝色指示存在可溶性氯化亚铁。当检测磨砂介质中的氯化物时,将该介质撒在湿的试纸上,直到盖满为止,再保持在试纸上 30 s。不得使试纸与手指直接接触;
- b) 将试纸条与图 B.1 氯化物试纸法检测的目视标准进行对照,确定氯化物浓度;
- c) 在钢筋试样上平均测试 3 个区域,另外 2 个不同区域重复上述检测步骤。

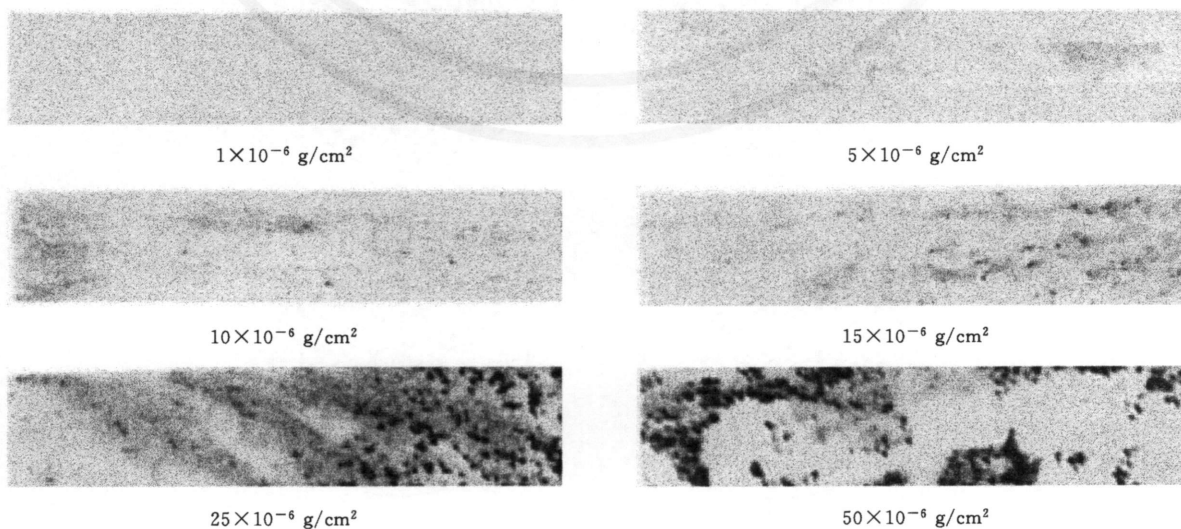


图 B.1 氯化物试纸法检测的目视标准

B.2.4 如果在净化后的钢筋表面上或磨砂介质中发现存在氯化物,应另取样品进行检测,如发现新样品仍存在氯化物,应停止生产,查找和清除污染源,并经重新检测合格后方可继续生产。

B.3 表面污染物

B.3.1 试验样品:至少 1 m 长已净化未涂层的钢筋 1 根。

B.3.2 试验器具:白色胶带、30 倍放大镜或显微镜、标记笔、美工刀、抛光工具。

B.3.3 试验步骤:

- 在距离钢筋一端约 300 mm 处横肋间用标记笔作第一个标记。在其相邻横肋间用胶带作第一个胶带标志。间隔三个横肋,在横肋间贴第二个胶带标志,并在其后相邻的横肋间用标记笔作第二个标记;
- 用抛光工具轻轻打磨胶带后,再揭开胶带;
- 在 30 倍放大镜或显微镜下观察胶带上的最黑点,并与接触面污染图 B.2 作比较,判定接触面污染的比例;
- 距离钢筋另一端大约 300 mm 处,再粘贴一块胶带。重复 b) 和 c) 的步骤;
- 以弯芯直径为 $6d$ 做 180° 弯曲,弯曲前和弯曲后不要污染标记的区域;
- 弯曲后,在弯曲前 c) 所示贴胶带标志的位置贴上新的胶带,重复 b) 和 c) 的步骤。

B.3.4 直条和弯曲后的钢筋样品受污染的面积均不应超过 30%。如不满足,应停止生产,检查抛丸机,并经重新检测合格后方可继续生产。

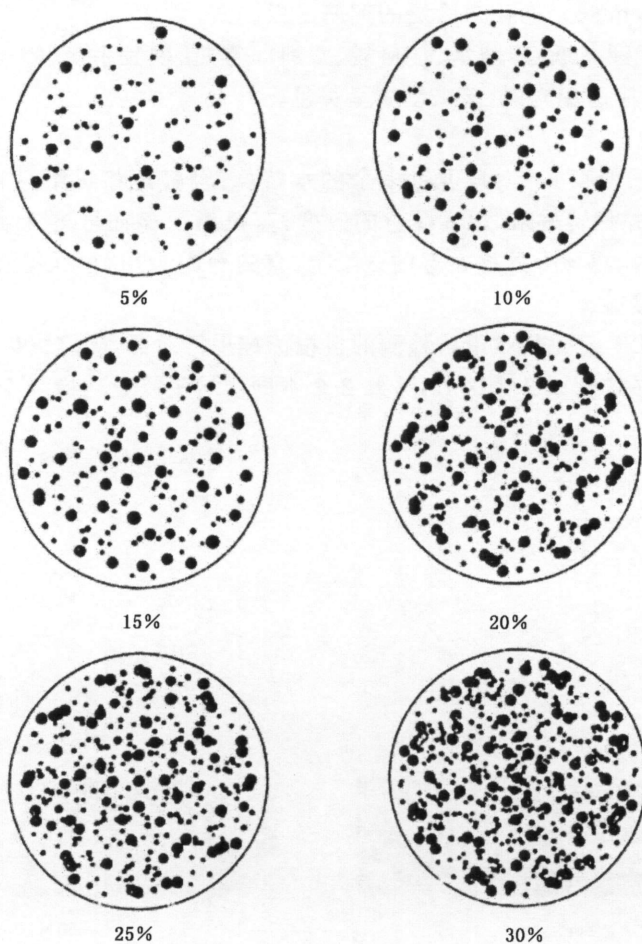


图 B.2 接触面污染

B.4 氧化铁皮残余量

B.4.1 试验样品:至少 1 m 长已净化未涂层的钢筋 1 根。

B.4.2 试验器具:无水硫酸铜、蒸馏水、用于配制溶液的干净的玻璃瓶、滴管、30 倍放大镜或显微镜。

B.4.3 试验步骤:

- a) 配制浓度为 5wt.% 的硫酸铜溶液,将少许硫酸铜溶液涂在净化后的钢筋表面上,放置 1 min 后,洁净的钢筋表面将呈铜黄色,而钢筋表面附着的磨料碎屑、灰尘或残留的铁锈等的部分不起变化;
- b) 用 30 倍放大镜或显微镜观察涂有硫酸铜溶液的钢筋表面,并与图 B.3 氧化铁皮污染图表进行对照,确定钢筋表面的氧化铁皮残余量;
- c) 在与受检钢筋测试位置相对的钢筋的另一侧,至少应再进行一次氧化铁皮的检验。

B.4.4 如钢筋表面的氧化铁皮残余量不符合表 2 的要求,应停止生产,检查喷砂机,并经重新检测合格后方可继续生产。

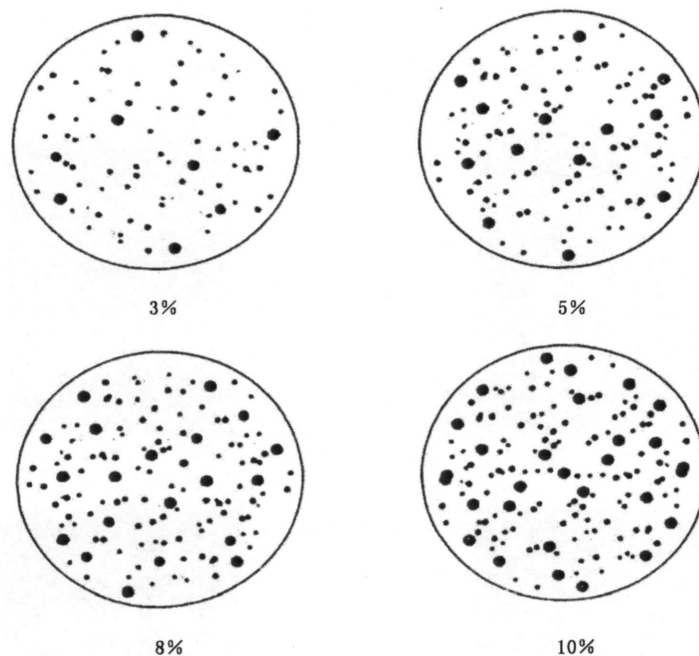


图 B.3 氧化铁皮污染图

B.5 除锈等级

B.5.1 依据 GB/T 8923.1 规定的方法,用 30× 放大镜或显微镜观察净化处理后的钢筋表面,并与图 B.4 喷射清理 Sa2½ 等级图和图 B.5 喷射清理 Sa3 等级图进行对照,目视评定除锈等级。

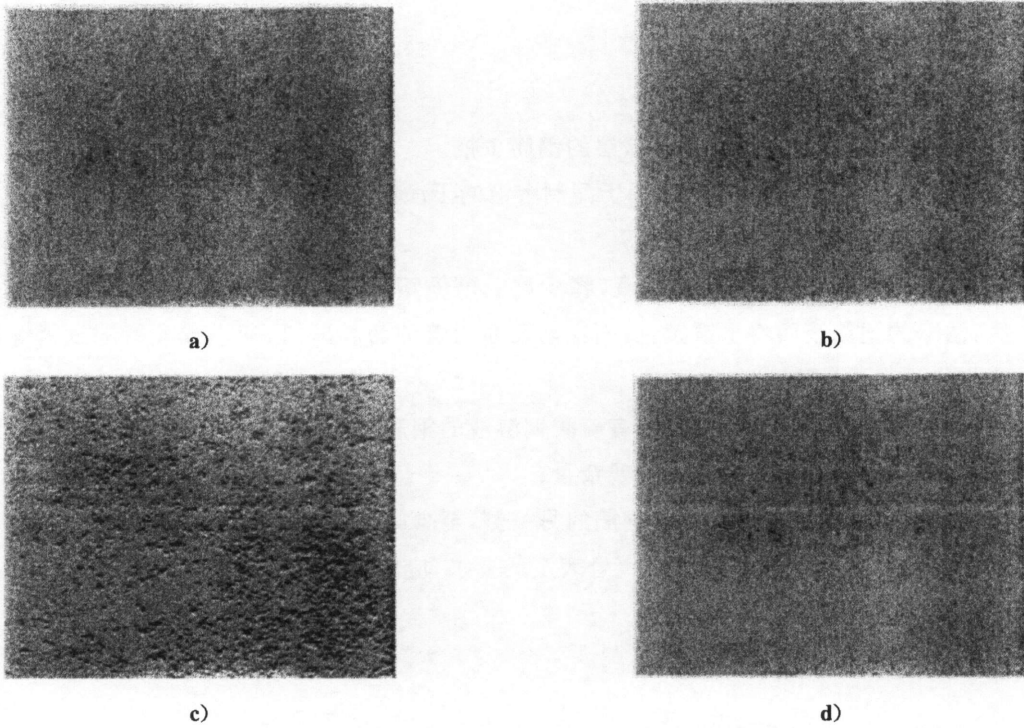


图 B.4 喷射清理 Sa2 $\frac{1}{2}$ 等级图

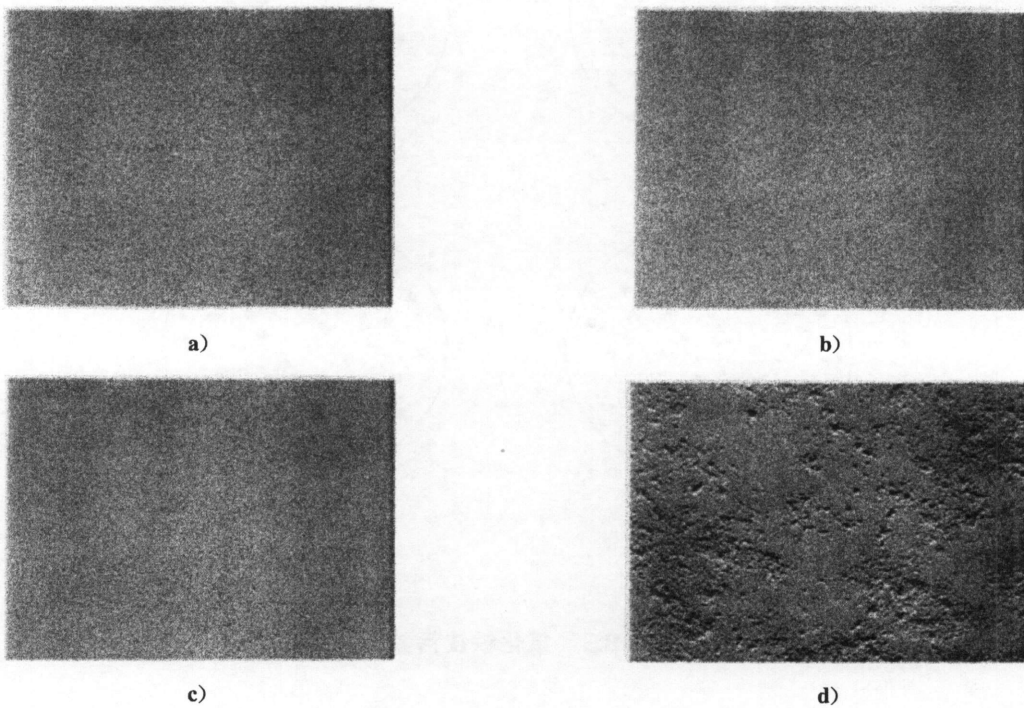


图 B.5 喷射清理 Sa3 等级

B.5.2 如钢筋表面的除锈等级不符合表 2 的规定,应停止生产,检查喷砂机,并经重新检测合格后方可继续生产。

附录 C
(规范性附录)
涂层钢筋涂层的检验

C.1 样品制备

无特殊要求时,实验室喷涂涂层试件的厚度应为 $250\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ 。

C.2 耐化学腐蚀性

C.2.1 本试验用于评价在模拟大气环境暴露下抗起泡和耐腐蚀性能。

C.2.2 试验样品:共 32 根试样,其中 16 根为直径 20 mm,长度 300 mm 的直筋试样;另 16 根为弯筋试样,制备方法为选取直径 20 mm 的直筋,以恒定速率绕直径为 100 mm 弯芯,在 5 s 内弯曲至 180° ,弯曲后对称裁切至 300 mm 长,端部用修补材料进行封闭。依据 8.4.2、8.4.3 的要求对弯曲裁切后的涂层钢筋进行逐一检测,选取符合表 5 中涂层厚度和涂层连续性要求的 16 根涂层钢筋,作为弯筋试样。

C.2.3 试验器具及试验溶液:密闭试验容器、恒温箱、蒸馏水、3M CaCl_2 , 3M NaOH , 饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液。

C.2.4 试验温度: $23\ ^\circ\text{C}\pm 2\ ^\circ\text{C}$ 。

C.2.5 试验步骤:

- a) 所有试样上制备 1 个直径 6 mm 且穿透涂层的人为缺陷孔。直筋样品缺陷孔应居于试样中部的钢筋肋间位置;弯筋样品缺陷孔应居于试样弯曲外侧顶部的钢筋肋间位置;
- b) 将 4 根直筋试样、4 根弯筋试样分别放入 C.2.3 规定的 4 种溶液中,保持 C.2.4 规定的溶液温度并确认缺陷孔浸入溶液中,在 45 d 的试验过程中应保证试验容器密闭,且试验溶液的 pH 值与起始值差距不应超过 ± 0.2 。试验期间,如有 1 根试样的涂层出现起泡、软化、失去黏着性、出现微孔或人为缺陷孔周围的涂层发生凹陷,则判定试验样品该试验溶液耐化学腐蚀性不合格。

C.3 阴极剥离

C.3.1 本试验用于评价在阴极保护条件下钢筋涂层的抗阴极剥离性能。

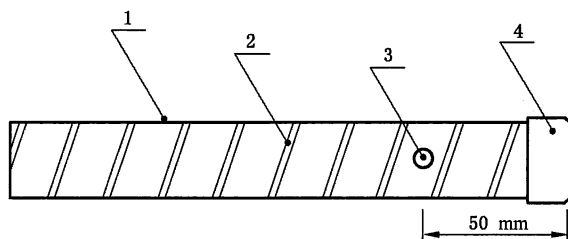
C.3.2 本试验的主要仪器设备和材料应符合如下规定:

- a) 可调直流稳压电源:应满足电压调节要求;
- b) 测厚仪:应满足涂层厚度的测量要求;
- c) 湿海绵漏点检漏仪:应提供不低于 67.5 V 的检漏电压;
- d) 游标卡尺:量程 0 mm~200 mm,精度 0.02 mm;
- e) 阴极:长度为 250 mm 的涂层钢筋;
- f) 辅助电极:可采用铂电极(Pt)等惰性材料;
- g) 参比电极:饱和甘汞电极;
- h) 万用表:内阻阻值不低于 $10\ \text{M}\Omega$,测量范围为 $0.01\ \text{V}\sim 5\ \text{V}$,用于试件附加电压的测量;
- i) 电解液:蒸馏水或去离子水配制的 3% NaCl 溶液;
- j) 试件端部密封材料:可用玻璃胶、石蜡、环氧树脂或者其他材料;

- k) 盖板:适用于制作非导电性的容器盖,并且适合作为试件和电极的支架;
- l) 测试容器:采用不与电解质溶液反应且能够承受试验温度的材料制作容器,容积和尺寸应满足试件及电极布局要求;
- m) 翘剥工具:带有安全手柄的刚性尖头小刀。

C.3.3 试验步骤:

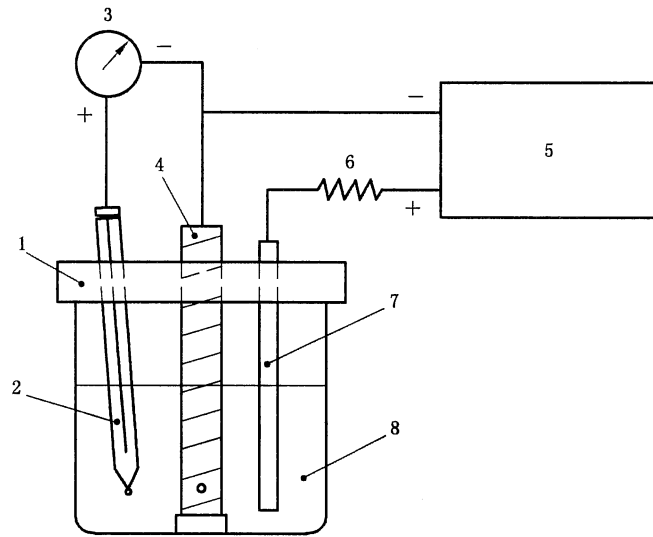
- a) 本试验应使用涂层厚度满足表 5 要求,且无漏点的 3 根直径 20 mm、长度 250 mm 的涂层钢筋试件进行测试;
- b) 采用合适的密封材料将钢筋一端密封,在距钢筋密封端约 50 mm 处的两肋中间制作一个 3 mm 的人为缺陷孔,钻透涂层,露出基材(如图 C.1 所示);
- c) 将样品的人为缺陷孔所在端固定在烧杯底部,将另一端与电源负极连通。加入电解液使样品封端头浸没,浸没高度约为 100 mm,并标注液面位置,每日添加满足测试温度要求的蒸馏水或者去离子水以保持液面高度(如图 C.2 所示);
- d) 将辅助电极置于溶液中,与电阻和电源正极相连。将试件与直流稳压电源的负极相连接(如图 C.2 所示);
- e) 打开电源,调节电路使试件电位控制在 $-1.5 \text{ V} \pm 0.02 \text{ V}$ (相对于饱和甘汞电极),并记录开始时间;
- f) 试验过程中,电解液的温度应保持为 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$,试验时间为 168 h,在前 8 h 内,每 2 h 测量记录一次电压值,试验进行 24 h 测量电压,之后每 24 h 测量一次,需始终控制试件的相对电压满足要求;
- g) 试验周期结束后,将钢筋取出,并在 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 放置 $1 \text{ h} \pm 0.25 \text{ h}$ 后进行测试;
- h) 采用与人为缺陷孔相同的制作程序在涂层钢筋未浸泡区域距盖板和浸没线 1/2 处钻一个相同直径的对比孔;
- i) 用小刀分别以人为缺陷孔和对比孔为中心沿 0° 、 90° 、 180° 和 270° 向外划割涂层,需划透涂层,露出基材,将涂层分为 4 个区域,划割距离至少为 5 mm 或两肋间距离(如图 C.3 所示);
- j) 用小刀从人为缺陷孔处插入防腐层下面,以水平力沿划割线撬剥涂层,相比对比孔更易挑起或剥离的防腐层区域即为剥离区域(如图 C.4 所示);
- k) 从试验孔边缘开始,测量每条划割线的剥离距离,并求出其平均值,即为该试件的阴极剥离距离。用 3 个平行试验试件阴极剥离距离的算术平均值表示,精确至 0.1 mm。



说明:

- 1——涂层钢筋纵肋;
- 2——涂层钢筋横肋;
- 3——3 mm 直径孔;
- 4——密封端。

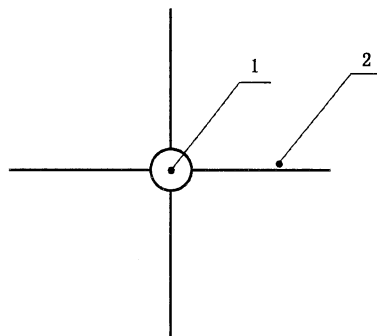
图 C.1 样品示意图



说明：

- 1——盖板；
- 2——甘汞电极；
- 3——电压表；
- 4——测试棒；
- 5——直流电源；
- 6——并联电阻；
- 7——阳极；
- 8——电解质溶液。

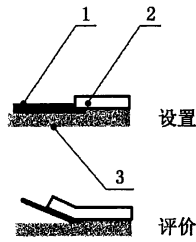
图 C.2 阴极剥离检测设备结构



说明：

- 1——人为缺陷孔；
- 2——切割线。

图 C.3 在试件上划透涂层的放射线



说明：

- 1——刀片；
- 2——涂层；
- 3——基层。

图 C.4 涂层翘剥示意图

C.4 耐盐雾性

C.4.1 本试验用于评价钢筋表面涂层对湿热环境腐蚀的抵抗性。

C.4.2 试验设备和材料包括盐雾试验箱、浓度为 5wt.%NaCl 溶液、小刀。

C.4.3 试验步骤：

- a) 选取符合表 5 中涂层厚度和涂层连续性规定的 3 根直径 20 mm、长度为 250 mm 的涂层钢筋试样，在试验钢筋的一侧制作 3 个直径为 3 mm 且穿透涂层的人为缺陷孔，孔心应位于肋间、孔距应大致均匀；
- b) 将包含人为缺陷孔的钢筋以缺陷点朝向箱边一侧、水平放置在盐雾试验箱中，试验箱中的盐雾由浓度为 5wt.%NaCl 的溶液形成；
- c) 在持续 800 h 后，将试样取出并在蒸馏水中清洗，在 23℃±2℃ 的空气中放置 1h 后进行测试；
- d) 在试件破坏点及其相邻区域，以刀片除去锈蚀产物，切勿损坏涂层；
- e) 用刀片在人为缺陷孔由内向外分别以 0°、90°、180°和 270°划 4 道划痕，划痕应透过涂层，并将涂层分为 4 个区域。划痕长度应不小于 5 mm 或两肋间距离；
- f) 用刀片将 4 个区域涂层撬起，直至涂层预基面良好附着无法撬起。从缺陷孔边缘开始，用游标卡尺测量每条划割线的剥离距离，所得的平均值即为该试件的剥离半径。用 3 个平行试验试件 9 个缺陷孔的剥离半径求其平均值即为该涂层的平均剥离半径。

C.5 抗氯化物渗透性

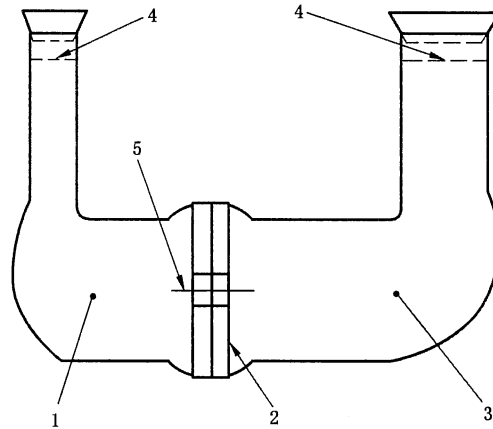
C.5.1 本试验用于评价涂层的抗氯化物渗透性。

C.5.2 试验设备包括有两个隔间的透明容器(如图 C.5)、能测定氯离子浓度小于 1×10^{-4} M 的氯离子计。

C.5.3 试验步骤：

- a) 取试样为无金属基体的已固化环氧涂层膜，尺寸应满足试验装置的要求，涂层厚度为 250 μm~300 μm，所选测试膜应无任何缺陷。透明容器两个隔间的端板中心位置均为一个直径为 25 mm 的圆孔；
- b) 将试样夹在两个隔间之间，其中心位于隔间的开口处，即在开口处形成一个隔膜。在大隔间注入 175 mL 浓度为 3M 的 NaCl 水溶液，小隔间注入 115 mL 蒸馏水。此时两个隔间的液面水平线应平齐，夹持隔膜的开口完全浸没在溶液中；

- c) 在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度下试验 45 d 后,采用氯离子计测量小隔间水溶液中的氯离子含量,然后转换为每升[M]溶液的累积氯离子浓度。



说明:

- 1——放置 115 mL 蒸馏水的间隔;
 2——中心带 25 mm 圆孔的两块透明材料隔板之间的环氧涂膜;
 3——放置 175 mL 浓度为 3M 的 NaCl 水溶液的隔间;
 4——水平标记;
 5——25 mm 的中心开口。

图 C.5 氯化物渗透性试验装置

C.6 耐磨性

涂层的耐磨性按照 GB/T 1768 规定的方法进行测定,涂层干膜厚度为 $250\text{ }\mu\text{m}\sim 300\text{ }\mu\text{m}$,耐磨性应达到在 1 kg 负载下,采用 CS-10 轮,转动 1 000 周。经供需双方协商也可采用其他磨轮,具体指标由双方协商。

C.7 湿附着力

C.7.1 本试验用于评价钢筋表面涂层抵抗透水导致的涂层黏结失效的能力。

C.7.2 试验设备和材料包括分析天平(精度为 0.000 1 g)、恒温水浴(可调范围室温至 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$,温控精度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)、硬质耐温容器(容积大于等于 1 000 mL,耐温大于等于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$)、鼓风干燥箱(温控精度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)、测厚仪(精度 0.02 mm),浓度为 3.5wt.% 的 NaCl 水溶液以及小刀。

C.7.3 试板要求:3 件 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}\times (4\sim 6)\text{ mm}$ 的钢板,涂装前钢板应按 7.1 的要求进行表面处理。

C.7.4 在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $50\%\pm 5\%$ 相对湿度的环境下,按照环氧涂层材料产品说明书规定的涂装工艺,将涂料涂装于符合 C.7.3 规定的钢板后进行固化和冷却处理。涂层干膜厚度应为 $250\text{ }\mu\text{m}\sim 300\text{ }\mu\text{m}$,试样表面应平整、光滑,清洁,若有污染,需用乙醇等试剂擦拭。

C.7.5 试验步骤:

- a) 将 3 件试样分别完全浸泡在内有浓度为 3.5% NaCl 水溶液的硬质耐温容器中,并标识液面高度。通过恒温水域或鼓风干燥箱加热测试容器保持溶液温度 $90\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,测试容器应良好密封,尽量降低水分挥发;

- b) 试验过程中应至少每天观察一次测试容器液面高度,有所降低时应及时补充蒸馏水至原液面高度。经过 15 d 或 45 d 后,从溶液中取出 3 件试样。当试样仍有温热时,立即用小刀在中心划刻出一个 30 mm×15 mm 的长方形框,划痕应透过涂层到达基底板。然后将试样在 23 ℃±2 ℃ 的空气中放置 1 h;
- c) 用刀尖从长方形的任一角插入涂层下面,以水平方向的力撬剥涂层,连续推进刀尖直到长方形内的涂层全部撬离或涂层表现出明显的抗撬性能为止,观察涂层剥离面积;
- d) 按下列分级标准评定长方形内涂层的湿附着力等级,见图 C.6:
- 1 级,即涂层明显地不能被撬剥下来;
 - 2 级,即被撬离的涂层小于或等于 50%;
 - 3 级,即被撬离的涂层大于 50%,但涂层表现出明显的抗撬性能;
 - 4 级,即涂层很容易被撬剥成条状或大块碎屑;
 - 5 级,即涂层成一整片被剥离下来。

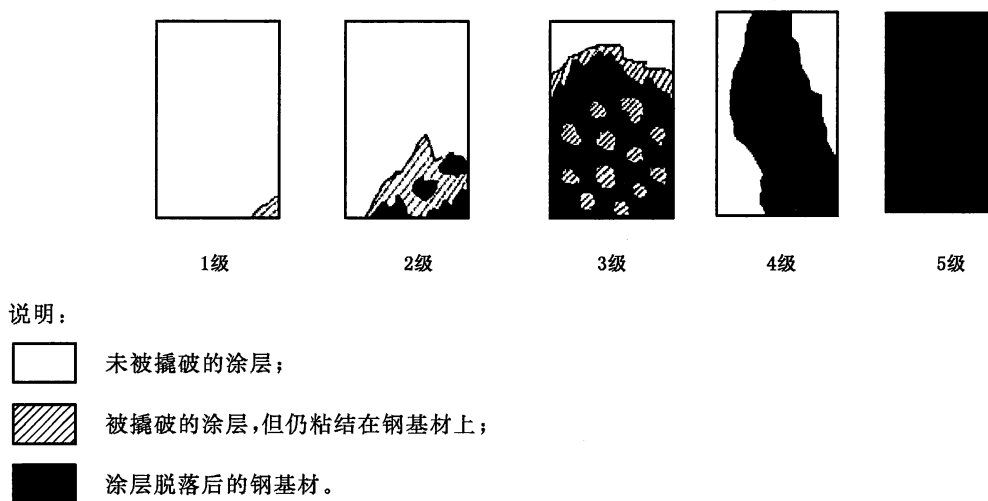


图 C.6 涂层湿附着力级别

C.8 抗冲击性

C.8.1 本试验用于通过落锤试验评价钢筋表面涂层抗机械损伤的能力。

C.8.2 试验设备:采用 GB/T 20624.2 中描述的冲击试验机及一个 1 800 g±10 g、锤头直径 16 mm±0.3 mm 的重锤。

C.8.3 试样步骤:取 3 根直径 20 mm,长度 200 mm,涂层厚度符合表 5 规定的环氧涂层钢筋或镀锌环氧涂层钢筋试样。试样固定在刚性基础上,试验在 23 ℃±2 ℃ 的温度下进行,冲击发生在环氧树脂涂层钢筋的横肋中间顶部。

C.9 涂层可弯性

C.9.1 取 3 根直径 20 mm,长度满足弯曲设备要求,涂层厚度符合表 5 规定的环氧涂层钢筋或镀锌环氧涂层钢筋试样。将钢筋试样围绕 80 mm 直径的芯轴,以均匀的速率在 15 s 内弯曲 180°。

C.9.2 弯曲钢筋的两条纵肋应置于垂直于芯轴半径的平面内,试样应处于 23 ℃±2 ℃ 的热平衡状态下。

C.9.3 3 根试样中如果有 1 根弯曲段外半圆涂层有肉眼可见的裂缝、剥离,则认为涂层可弯性不合格。

附录 D
(规范性附录)
涂层修补材料的检验

D.1 抗氯化物渗透性

D.1.1 试验样品:取 4 个修补材料漆膜试样,漆膜厚度应控制在修补材料生产企业推荐最小涂装厚度的 $\pm 25\ \mu\text{m}$ 之内,表面应无任何缺陷存在。

D.1.2 试验设备:同 C.5.2。

D.1.3 试验步骤:同 C.5.3。

D.2 耐盐雾性

D.2.1 试验样品:3 块 $150\ \text{mm}\times 75\ \text{mm}\times 3\ \text{mm}$ 钢板,钢板经喷砂除锈处理,同时按照粉末涂层生产企业书面说明在两侧涂装 $175\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ 的环氧树脂粉末涂层;镀锌环氧树脂涂层钢筋应按生产企业的工艺要求先镀锌后再喷涂环氧树脂粉末涂层。面板上的挂钩标记应采用硅脂或其他合适溶剂来进行密封。

D.2.2 试验步骤:

- a) 用砂轮或其他适宜的方法在试样的中心磨去 $12\ \text{mm}\times 25\ \text{mm}$ 的人为缺陷孔。磨去涂层后用干净的布将缺陷处灰尘和失黏涂层清除干净;
- b) 用刷子将事先准备好的修补材料涂在人为缺陷孔上,将其全部覆盖,形成一块 $25\ \text{mm}\times 37\ \text{mm}$ 修补区域。保持试样平放在桌上,至少固化 3 天。修补过程保持温度为 $23\ ^\circ\text{C}\pm 2\ ^\circ\text{C}$ 。测量修补区域涂层的厚度并记录在报告中。

D.2.3 试验溶液为温度 $35\ ^\circ\text{C}\pm 2\ ^\circ\text{C}$ 、浓度 5wt.% 的 NaCl 水溶液,试验时间为 400 h。试验方法见 C.4。

D.3 耐化学腐蚀性

D.3.1 试验样品:3 块 $150\ \text{mm}\times 75\ \text{mm}\times 3\ \text{mm}$ 钢板,该钢板应经过喷砂除锈处理,同时按照粉末涂层生产企业书面说明在两侧涂装 $175\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ 的环氧树脂粉末涂层;镀锌环氧树脂涂层钢筋应按生产企业的工艺要求先镀锌后涂刷环氧树脂粉末涂层。面板上的挂钩标记应采用硅脂或其他合适溶剂来进行密封。

D.3.2 试验步骤:

- a) 用砂轮或其他适宜方法在试样的中心磨去 $12\ \text{mm}\times 25\ \text{mm}$ 的人为缺陷孔。磨去涂层后用干净的布将缺陷处擦净;
- b) 用刷子将事先准备好的修补材料涂在人为缺陷孔上,将其全部覆盖,形成一块 $25\ \text{mm}\times 37\ \text{mm}$ 修补区域。保持试样平放在桌上,至少固化 3 天。修补过程保持温度为 $23\ ^\circ\text{C}\pm 2\ ^\circ\text{C}$ 。测量修补区域涂层的厚度并记录在报告中;
- c) 试验溶液为 0.3 M KOH 和 0.05 M NaOH 的混合水溶液,试验时间为 28 d,试验方法见 C.2。

附录 E
(资料性附录)

涂层钢筋与混凝土相对粘结强度的检验方法

E.1 适用范围

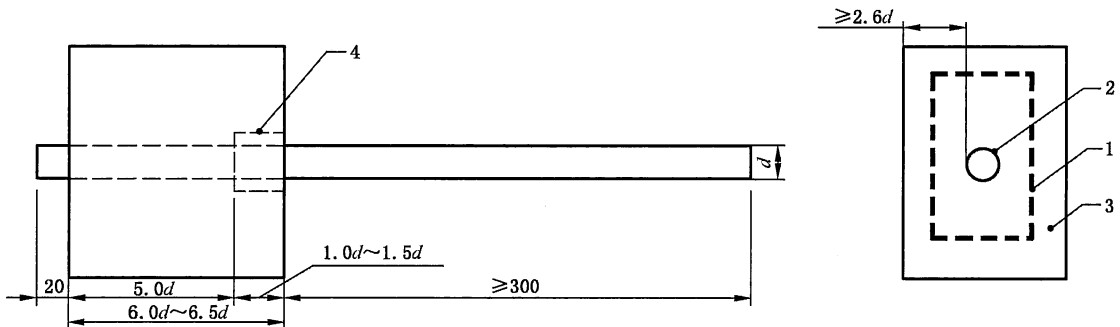
本方法适用于直径不小于 16 mm 的钢筋混凝土用各类涂层钢筋与混凝土相对黏结强度的检验。

E.2 试验步骤

E.2.1 试验样品：钢筋和混凝土的黏结强度应采用有箍筋的长方体拔出试件（简称“拔出试件”）确定。拔出试件应符合下列要求：

- a) 钢筋应与拉拔试件表面垂直，埋入部分的长度为 $5d$ ，无黏结部分的长度为 $(1\sim 1.5)d$ 。钢筋伸出拉拔试件表面的自由端长度为 20 mm，加载端应根据垫板厚度以及加载装置的夹具长度确定，但宜不小于 300 mm。被测钢筋表面到混凝土试件表面的最小距离为 $2.6d$ 。拔出试件结构示意图见图 E.1，对于不同拔出试件中箍筋直径的选取见表 E.1；

单位为毫米



说明：

- 1——箍筋；
- 2——钢筋；
- 3——混凝土；
- 4——塑料套管。

图 E.1 拔出试件示意图

表 E.1 不同拔出试件中箍筋直径的选取

拉拔钢筋直径/mm	16	18	20	22	25	28	32	40
箍筋直径/mm	4	4	4	6	6	8	8	10

- b) 钢筋表面不应有锈蚀、油污及轧制不正常的横肋；在混凝土中无黏结部分的钢筋应套上硬质的光滑塑料套管，套管末端与钢筋之间空隙应封闭；
- c) 试件的混凝土应采用普通骨料，粗骨料的粒径应不大于 25 mm，试件的混凝土设计强度

等级为 C30；

- d) 有涂层和无涂层钢筋的拔出试件数量每组各应制作 6 个且保证所有钢筋来自相同的钢炉批。应同时制作混凝土立方体试件, 每组 3 个, 其振捣方法与养护条件应与拔出试件一致；
- e) 试件应在钢模或不变形的其他材质试模中成型, 模板上应预留钢筋位置孔, 宜用振动台振捣。试件的浇注面应与钢筋纵轴平行, 钢筋应与混凝土承压面垂直, 并水平设置在模板内, 钢筋的两纵肋平面应放置在水平面上；
- f) 试件可在同条件下进行养护, 在其立方体抗压强度达到设计强度等级 75% 以上时进行试验。

E.2.2 加载速度应根据钢筋的直径确定, 施加荷载的速度应按式(E.1)计算：

$$V_F = 0.03d^2 \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

V_F ——加载速度, 单位为千牛每分钟(kN/min)；

d ——钢筋直径, 单位为毫米(mm)。

加载速度应均匀, 不应施加冲击荷载。

E.2.3 黏结强度试验的试验机精度应不低于 2 级, 最小分度值不应大于黏结破坏时最大荷载值的 2%。试验机的最大荷载值不应小于钢筋试件的破坏荷载值。

E.2.4 凡出现以下情况之一的试件, 其试验结果不能作为确定钢筋黏结强度的依据：

- a) 试件的混凝土强度不符合 E.2.1 中 c) 的要求；
- b) 钢筋与混凝土承压面不垂直, 偏斜较大, 致使试件提前劈裂破坏。

E.2.5 钢筋黏结强度实测值可按式(E.2)计算：

$$\tau_b^o = \frac{F_{bu}^o}{\pi d l_a} \times \alpha \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中：

τ_b^o ——钢筋黏结强度实测值, kN/mm²；

F_{bu}^o ——钢筋黏结破坏的最大荷载实测值, kN；

l_a ——钢筋的埋入长度, 取 $5d$, mm；

α ——混凝土立方体抗压强度修正系数, 设计用混凝土立方体抗压强度标准值与立方体抗压强度实测值的比值。

E.2.6 涂层钢筋与混凝土相对黏结强度按式(E.3)计算：

$$\lambda_\tau = \frac{\tau_{bm,c}}{\tau_{bm}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (E.3)$$

式中：

λ_τ ——涂层钢筋与混凝土相对黏结强度, %；

$\tau_{bm,c}$ ——涂层钢筋与混凝土黏结强度平均值, kN/mm²；

τ_{bm} ——无涂层钢筋与混凝土黏结强度平均值, kN/mm²。