ICS 91.120.30

Q 17

团体标准

T/CECS \*\*—2022

水性环氧树脂涂层钢筋

waterborne epoxy coated steel reinforcing bars

征求意见稿

2022-\*\*-\*\*发布 2022-\*\*-\*\*实施

中国工程建设标准化协会 发布

目次

[前  言 II](#_Toc31078)

[1 范围 1](#_Toc11127)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc19175)

[3 术语和定义 1](#_Toc10267)

[4 分类和标记 1](#_Toc16745)

[5 材料 2](#_Toc30834)

[6 一般要求 2](#_Toc18796)

[7 技术指标 3](#_Toc14185)

[8 试验方法 4](#_Toc16675)

[9 检验规则 7](#_Toc1430)

[10 标志、包装、运输和贮存 8](#_Toc15687)

[附　录　A 9](#_Toc18756)

[附　录　B 12](#_Toc1423)

[附　录　C 15](#_Toc924)

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》和GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》的规则起草。

本文件是按中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2021〕20号）的要求制定。

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这些专利的责任。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件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。

**本文件负责起草单位：**烟台大学，建研建材有限公司

**本文件参加起草单位：**山西黄河新型化工有限公司，河北新丰工程检测有限公司，广东省珠海市建设工程质量监测站，中能建广西水电科学研究院有限公司，中建新疆建筑科学研究院有限公司，山东飞鸿建设集团有限公司，山东圣凯建筑设计咨询有限公司，山东格瑞特公路工程有限公司，山东新世纪工程项目管理咨询有限公司，浙江广天构件集团股份有限公司，山东惠晟建筑科技有限公司,中铁广州局集团有限公司长沙工程建设指挥部，烟台国泰土木工程检测有限公司，烟建集团有限公司，江南大学，宁波工程学院，西南石油大学，四川大学，同济大学，威海市环翠区建筑工程事务服务中心，山东龙口市城乡建设事务服务中心，烟台市政府投资工程建设服务中心，烟台市建设工程质量和安全监督站，威海市西郊建筑工程有限责任公司。

**本文件主要起草人：**刘志勇，王海龙，郭忠义，王建峰，李志华，陈洪钢，蓝文坚，吴保泓，杨桓，郑克勤，翟一鸣，吴本国，祝广川，何建明，林艳君，李玉强，莫丹，顾鹏，王亦军，李长领，彭飞，杜崇磊，王海霞，周道，廖志泓，张玉莲，黄远锋，张裔生，邢纪波，邵永波，毛江鸿，温小栋，刘斯凤，路建国，曲鹏远，迟昊德，姜传胜，刘辉生，杨统江，熊远亮。

**本文件主要审查人：**

水性环氧树脂涂层钢筋

1. 范围

本标准规定了水性环氧树脂涂层钢筋的术语和定义、分类和标记、材料、一般要求、技术指标、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水性环氧树脂涂层钢筋。

1. 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 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋

GB/T 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 13788 冷轧带肋钢筋

GB/T 25826-2010 钢筋混凝土用环氧涂层钢筋

JG/T 502-2016 环氧树脂涂层钢筋

GB/T 9271 色漆和清漆 标准试板

GB/T 6742 色漆和清漆 弯曲试验（圆柱轴）

GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法

GB/T 9286 色漆和清漆 划格试验

GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度

GB/T 1768-2006 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法

T/CECS 874-2021 钢筋阻锈剂应用技术规程

GB/T 1771-2007 色漆和清漆 耐中性盐雾性能测定

GB/T 228.1-2021 金属材料 拉伸试验

HG/T 5176-2017 钢结构用水性防腐涂料

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* 1. 水性环氧树脂涂层waterborne epoxy coating

将水性环氧树脂乳液以浸渍、喷、涂等方式结合在金属表面，固化后形成的连续涂层。

* 1. 水性环氧树脂涂层钢筋waterborne epoxy coated steel reinforcing bars

结合水性环氧树脂涂层的钢筋和成品钢筋。

1. 分类和标记
   1. 分类

水性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，适用于工厂涂装；

—涂装后不可加工的钢筋，用B表示，适用于现场涂装。

* 1. 标记

水性环氧树脂涂层钢筋的型号由名称代号、加工工艺、钢筋牌号、钢筋直径组成，按下列顺序排列：

名称代号：水性环氧树脂涂层钢筋（WECR）；

加工工艺：用A或B表示；

钢筋牌号：用HRB400等表示；

钢筋直径：以mm为计量单位。

**示例1：**用直径为20 mm、牌号为HRB400热轧带肋钢筋制作的A类水性环氧树脂涂层钢筋，其产品型号为“WECRA**·** HRB400-20”。

**示例2：**用直径为20 mm、牌号为HRB400热轧带肋钢筋制作的B类水性环氧树脂涂层钢筋，其产品型号为“WECRB**·** HRB400-20”。

1. 材料
   1. 钢筋

用于制作水性环氧树脂涂层的钢筋和成品钢筋，应符合GB/T 1499.1、GB/T 1499.2、GB/T 1499.3和GB/T 13788的要求，表面净化处理应符合JG/T 502-2016的要求。

* 1. 水性环氧乳液

水性环氧乳液技术要求应符合表1。

1. 水性环氧乳液技术要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 技术要求 |
| 外观 | 均匀稳定的乳液 |
| 施工性 | 符合生产企业要求 |
| 固含量 | 符合生产企业要求 |
| 固化温度 | 符合生产企业要求 |

1. 一般要求
   1. 涂层涂装

水性环氧树脂涂层涂装应在净化处理后的钢筋表面上进行，钢筋表面净化处理应符合JG/T 502-2016的要求，钢筋净化处理后至涂层涂装的放置时间应不超过3 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。涂装钢筋环境湿度超过85%RH时，应停止涂装操作。

用于制作水性环氧树脂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。

水性环氧树脂涂层涂装时，应对钢筋表面预热，预热温度范围和涂装后固化温度应符合生产企业的技术要求。涂层涂装工艺及涂装道数根据产品要求确定。

* 1. 修补材料厚度

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。

1. 技术指标
   1. 涂层

用于水性环氧树脂涂层钢筋的涂层技术指标应符合表2的要求。

1. 水性环氧树脂涂层技术指标

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 指标 |
| 耐弯曲性/mm  23℃±2℃ | ≤2 |
| 耐冲击性/cm  23℃±2℃ | ≥100 |
| 划格试验/级  23℃±2℃ | ≤1 |
| 铅笔硬度/H  23℃±2℃ | ≥2 |
| 耐磨性/mg  1kg，1000r | ≤50 |
| 抗氯化物渗透性/M  23℃±2℃，30d | <1×10-4 |
| 电化学测试/μA/cm2  23℃±2℃，3.5%氯化钠溶液中60 d | ≤0.10 |
| 耐盐雾  35℃±2℃，720 h | 不起泡、不剥落、不生锈、不开裂 |
| 耐酸性  23℃±2℃，50 g/L硫酸溶液中3 d | 不起泡、不剥落、不生锈、不开裂 |
| 耐碱性  23℃±2℃，50 g/L氢氧化钠溶液中7 d | 不起泡、不剥落、不生锈、不开裂 |
| 耐盐性  23℃±2℃，3.5%氯化钠溶液中28 d | 不起泡、不剥落、不生锈、不开裂 |

* 1. 涂层修补材料

涂层修补材料应采用专业生产企业的产品，修补水性环氧树脂涂层材料应符合表3的要求。

1. 水性环氧树脂涂层修补材料技术指标

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 指标 |
| 耐磨性/mg  1kg，1000r | ≤50 |
| 抗氯化物渗透性/M  23℃±2℃，30d | <1×10-4 |
| 电化学测试/μA/cm2  23℃±2℃，3.5%氯化钠溶液中60 d | ≤0.10 |
| 耐盐雾  35℃±2℃，720 h | 不起泡、不剥落、不生锈、不开裂 |
| 耐酸性  23℃±2℃，50 g/L硫酸溶液中3 d | 不起泡、不剥落、不生锈、不开裂 |
| 耐碱性  23℃±2℃，50 g/L氢氧化钠溶液中7 d | 不起泡、不剥落、不生锈、不开裂 |
| 耐盐性  23℃±2℃，3.5%氯化钠溶液中28 d | 不起泡、不剥落、不生锈、不开裂 |

* 1. 涂层钢筋

水性环氧树脂涂层钢筋应符合表4的要求。

1. 水性环氧树脂涂层钢筋技术指标

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 指标 |
| 外观 | 平整、色泽均匀，无气泡、开裂、缩孔、流挂等现象。 |
| 涂层厚度 | 固化后的涂层厚度：160 μm≤平均值≤260 μm；  130 μm≤单点厚度≤300 μm。 |
| 涂层连续性 | 涂层固化后应连续，不应有孔洞、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。 |
| 冷弯试验 | 冷弯试验中，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。 |
| 涂层开裂时钢筋伸长率/%  23℃±2℃ | ≥15% |
| 与混凝土相对黏结强度/% | ≥85% |

1. 试验方法
   1. 水性环氧树脂涂层
      1. 耐弯曲性

涂层耐弯曲性的检验，选用底材应符合GB/T 9271的技术要求，将底材使用砂纸打磨，无水乙醇擦拭晾干后，使用线涂棒将水性环氧乳液涂覆在打磨好的底材上，待涂膜完全固化后，按照GB/T 6742-2007中第7章的规定进行测试。

* + 1. 耐冲击性

涂层耐冲击性的检验，选用底材应符合GB/T 9271的技术要求，将底材使用砂纸打磨，无水乙醇擦拭晾干后，使用线涂棒将水性环氧乳液涂覆在打磨好的底材上，待涂膜完全固化后，按照GB/T 1732-2020中第7章的规定进行测试。

* + 1. 划格试验

涂层划格试验，选用底材应符合GB/T 9271的技术要求，应平整且没有变形，试样的尺寸应能允许在三个不同的位置进行试验，此三个位置的相互间距和其与试板边缘的间距均不小于5 mm。将底材使用砂纸打磨，无水乙醇擦拭晾干后，使用线涂棒将水性环氧乳液涂覆在打磨好的底材上，待涂膜完全固化后，按照GB/T 9286-2021第8章的规定进行测试。

* + 1. 铅笔硬度

铅笔硬度试验，选用底材应符合GB/T 9271的技术要求，应平整且没有变形，将底材使用砂纸打磨，无水乙醇擦拭晾干后，使用线涂棒将水性环氧乳液涂覆在打磨好的底材上，待涂膜完全固化后，按照GB/T 6739-2006第9章的规定进行测试。

* + 1. 耐磨性

涂层的耐磨性按照GB/T1768规定的方法进行测定，涂层干膜厚度为250μm～300μm，耐磨性应达到在1kg负载下，采用CS-10轮，转动1000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。

* + 1. 抗氯化物渗透性

抗氯化物渗透性试验应按附录B.1进行。

* + 1. 电化学腐蚀试验

电化学腐蚀试验应按附录B.2进行。

* + 1. 耐盐雾性

耐盐雾性试验应按附录B.3进行。

* + 1. 耐酸性、耐碱性、耐盐性

耐酸性、耐碱性、耐盐性试验按附录B.4进行。

* 1. 涂层修补材料
     1. 耐磨性

涂层的耐磨性按照GB/T1768规定的方法进行测定，涂层干膜厚度为250μm～300μm，耐磨性应达到在1kg负载下，采用CS-10轮，转动1000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。

* + 1. 抗氯化物渗透性

抗氯化物渗透性试验应按附录B.1进行。

* + 1. 电化学腐蚀试验

电化学腐蚀试验应按附录B.2进行。

* + 1. 耐盐雾性

耐盐雾性试验应按附录B.3进行。

* + 1. 耐酸性、耐碱性、耐盐性

耐酸性、耐碱性、耐盐性试验按附录B.4进行。

* 1. 涂层钢筋
     1. 外观

外观目测检验。

* + 1. 涂层厚度

涂层厚度的检验，采用涡流测厚仪或相当的方法测量，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测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。

* + 1. 涂层连续性

涂层连续性的检验，取2个长度1 m的涂层钢筋试样，采用10倍放大镜观察或相当的方法测量。

* + 1. 冷弯试验

8.3.4.1 冷弯试验，取3个长度300 mm的涂层钢筋试样，采用冷弯试验机测量。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。

8.3.4.2 应将试验样品水平放置，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5的要求。

1. 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≤20 | 4d | 180 |
| 2 | 20<d≤36 | 6d | 180 |
| 3 | d>36 | 6d | 90 |

* + 1. 涂层开裂时钢筋伸长率

涂层钢筋拉伸时涂层开裂伸长率检测可参照附录C.1进行。

* + 1. 涂层钢筋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C.2进行。

1. 检验规则
   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。

* 1. 组批规则

水性环氧树脂涂层钢筋应成批验收，每一检验批由同一生产线、同一公称直径、同一牌号钢筋、同一批水性环氧乳液制备的涂层钢筋组成。每批重量应不大于60 t。

* 1. 检验项目
     1. 前处理检验

每批涂层钢筋的前处理检验标准为不得影响水性环氧树脂涂层与钢筋粘结或符合JG/T 502-2016前处理检验要求。

* + 1. 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6的要求。

1. 涂装过程检验项目和数量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检验频次 | 试验方法 |
| 1 | 涂层厚度 | 2根/2 h | 8.3.2 |
| 2 | 涂层连续性 | 2根/2 h | 8.3.3 |
| 3 | 冷弯试验 | 1根/4 h | 8.3.4 |

* + 1. 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。

1. 出厂检验项目和数量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 检验频次 | 试验方法 |
| 1 | 外观 | 2 | 8.3.1 |
| 2 | 涂层厚度 | 2 | 8.3.2 |
| 3 | 涂层连续性 | 2 | 8.3.3 |
| 4 | 冷弯试验 | 1 | 8.3.4 |

* + 1. 型式检验

8.3.4.1 涂层钢筋型式检验项目应包括表4的全部项目。

8.3.4.2 在正常生产情况下，型式检验项目为两年检验一次。

8.3.4.3 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。

* 1. 复验和判定规则

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。

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。

1. 标志、包装、运输和贮存
   1. 标志

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。

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。

* 1. 包装

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。

涂层钢筋应按规格分捆包装，每捆重量应不超过2 t。

* 1. 运输

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。

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。

* 1. 贮存

涂层钢筋生产企业应按照水性环氧乳液生产企业规定的条件储存乳液。

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。

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。



（资料性附录）

水性环氧树脂涂层钢筋特性及现场施工技术指南

* 1. 适用范围

水性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。

在实际结构中，可根据工程的具体要求，全部或部分采用水性环氧树脂涂层钢筋。

* 1. 钢筋选材

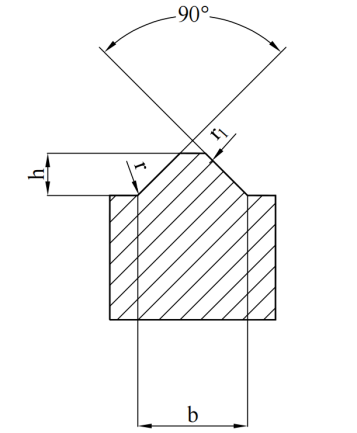
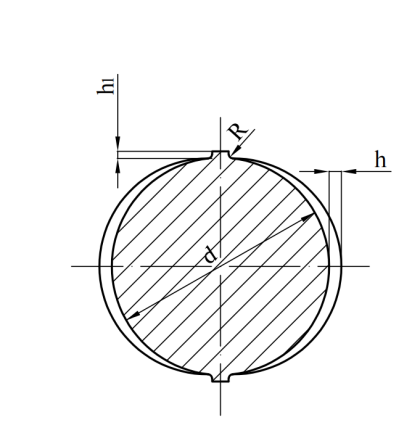
用于制作水性环氧树脂涂层的钢筋不宜采用盘螺钢筋及穿水轧制钢筋。

用于制作水性环氧树脂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20mm的钢筋，过渡圆角半径r取2mm，过渡圆角半径r1不小于1mm；对于直径不大于20mm的钢筋，r取1.5mm，r1不小于0.5mm；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

* 1. 涂层钢筋特性

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。

* 1. 现场施工技术要求
     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。

* + 1. 加工
       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℃。
       2. 当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4 d；对直径d大于20 mm的钢筋，其弯曲直径不应小于6 d。
       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。
       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。
    2. 连接和定位
       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。
       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的包环氧铅丝。对十字交叉钢筋，宜采用“X”型绑扣。
       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。
       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。
       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。
       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。
    3. 修补
       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。
       2. 涂层修补受损涂层面积应不超过每1 m长环氧涂层钢筋总表面积的0.5%（不包括切割部位）。
    4. 混凝土的浇筑
       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。
       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。
       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。
    5. 腐蚀监测系统
       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。
       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。



（规范性附录）

水性环氧树脂涂层的检验

* 1. 抗氯化物渗透性

本试验用于评价涂层的抗氯化物渗透性。

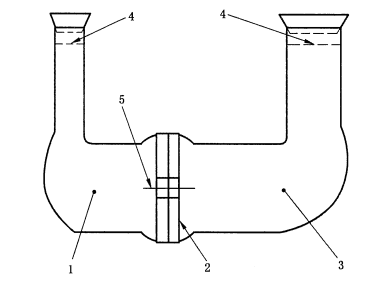
试验设备包括有两个隔间的透明容器（如图B.1）、氯离子计或滴定管、锥形瓶。

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3 M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℃±2℃的温度下试验30 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115mL蒸馏水的间隔

2—中心带25mm圆孔的两块透明材料隔板之间的环氧涂膜；

3—放置175mL浓度为3M的NaCl水溶液的隔间；

4—水平标记；

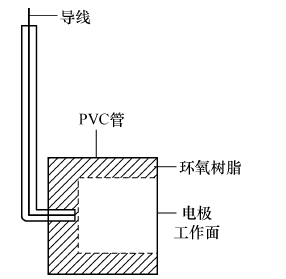
5—25mm的中心开口。

图B.1 氯化物渗透性试验装置

* 1. 电化学测试

本试验以电化学测试腐蚀电流密度评定涂层抵抗腐蚀的能力。

试验设备和材料：三电极体系电化学测试设备，钢筋电极，辅助电极，参比电极，环氧树脂胶，PVC管试件。试验材料应符合以下规定：钢筋试件宜采用HRB400光圆钢筋，直径为10 mm，长度为15 mm，钢筋试件应先切割出可绑扎铜导线的凹槽，如图B.2所示浇筑工作电极，将电极工作面依次用粒度为W14-W2的砂纸逐级打磨，用无水乙醇或丙酮浸擦除去油脂等杂质，待干燥检查无锈痕后使用100μm的线涂棒将水性环氧乳液涂覆工作电极面固化成型；三电极体系电化学测试设备电流量程为 2 A～40×10-6 μA，交流阻抗频率范围为10 μHz～0.1 MHz，输出阻抗大于1013 Ω或小于5×10-6 μF，辅助电极采用铂电极，参比电极为甘汞电极。



图B.2 电极结构图

试验步骤:

a)打开电脑和电化学测试设备；

b)启动操作软件，连接工作、辅助、参比电极；将工作电极提前1h浸入3.5%氯化钠溶液中，使溶液没过工作电极表面。

c)操作软件，设置参数：参比电极为以为以饱和氯化钾溶液为电解液的甘汞电极，钢筋面积约为1 cm2，从自腐蚀电位-10 mV到+10 mV缓慢扫描，其余参数也根据试验设置。

d)开始进行测试并记录钢筋线性极化电阻和锈蚀电流密度值。

e)测试结束后关机并整理数据。

* 1. 耐中性盐雾性

本试验用于评价水性环氧树脂涂层对湿热环境腐蚀的抵抗性。

试验设备和材料参照GB/T 1771-2007选用盐雾试验箱、浓度为 5 wt.%氯化钠溶液。

试验步骤：

a)取表面制备水性环氧树脂涂层钢板，在涂层钢板四周及涂层背面使用环氧胶粘封。

b)将涂层钢板放置在盐雾试验箱中，受试表面朝上，与垂线夹角是20°±5°，试验箱中的盐雾由浓度为5 wt.%氯化钠的溶液形成；

c)在持续720 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后观察。

d)观察涂层钢板表面是否存在起泡、剥落、生锈、开裂等现象，试板四周边缘、板孔周围5 mm以内及外来因素引起的破坏现象不做考察。

* 1. 耐酸性、耐碱性、耐盐性

本试验用于评价水性环氧树脂涂层对于极端腐蚀环境的抵抗性。

试验材料参照HG/T 5176—2017将液体介质取为50 g/L硫酸溶液、50 g/L氢氧化钠溶液、3.5%氯化钠溶液。

试验步骤：

a)取表面制备水性环氧树脂涂层钢板，在涂层钢板四周及涂层背面使用环氧胶粘封。

b)将涂层钢板分别放置在盛有硫酸溶液、氢氧化钠溶液、氯化钠溶液的试验箱中，受试表面朝上，

c)在持续3d、7d、28d后取出并在蒸馏水中清洗，在23℃±2℃的空气中放置1 h后观察。

d)观察涂层钢板表面是否存在起泡、剥落、生锈、开裂等现象，试板四周边缘、板孔周围5 mm以内及外来因素引起的破坏现象不做考察。

。



（规范性附录）

水性环氧树脂涂层钢筋的检验

* 1. 涂层钢筋表面涂层拉伸性

本试验以涂层钢筋表面涂层开裂情况评定涂层拉伸性能。

试验设备和材料：拉力试验机。

试验步骤：

a)在温度（23±2）℃热平衡条件下进行试验。可见的开裂或剥离时钢筋伸长率，以3根中最小值为准。拉伸速率按照GB/T 228.1—2021中10.3规定进行。

b)取3根长度600 mm的带肋涂层钢筋，拉伸标距大于350 mm。观察拉伸过程中涂层出现肉眼可见开裂或剥离时钢筋伸长率应按式（C.1）计算：

..............................................................（C.1）

式中：

—涂层开裂时钢筋伸长率，%；

—涂层开裂时钢筋标距，mm；

—钢筋原始标距，mm。

* 1. 涂层钢筋与混凝土相对黏结强度

本试验以相对黏结强度评定涂层钢筋与混凝土的黏结锚固性能。

试验设备和材料：拉力试验机

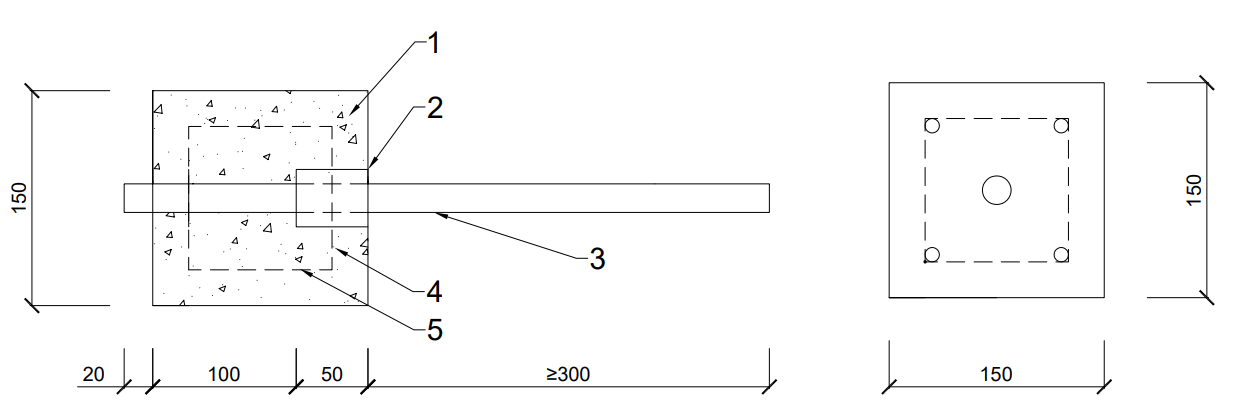
试验步骤：

a)钢筋和混凝土的黏结强度应采用150 mm×150 mm×150 mm立方体拔出试件（简称“拔出试件”），设有箍筋，防止混凝土脆性劈裂。拔出试件应符合下列要求：钢筋直径20 mm，箍筋直径6 mm。钢筋应与拉拔试件表面垂直，锚固长度为100 mm，无黏结部分的长度为50 mm，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，箍筋到混凝土试件表面的距离为25 mm，拔出试件结构示意图见图C.1。

b)混凝土应采用普通骨料，粗骨料的最大粒径应不大于25 mm，试件的混凝土设计强度等级为C30；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)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个试件测试混凝土抗压强度，其振捣方法与养护条件应与拔出试件一致。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；

d)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。

说明：

1—混凝土

2—塑料套管

3—钢筋

4—箍筋

5—架立筋

图C.1 拔出试件示意图

加载速度应根据钢筋的直径确定，施加荷载的速度应按式（C.2）计算：

.......................................................................（C.2）

式中：

—加载速度，kN/min；

—钢筋直径，mm。

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。

钢筋黏结强度实测值可按式（C.3）计算：

.................................................................（C.3）

式中：

—钢筋黏结强度实测值，MPa；

—钢筋黏结破坏的最大荷载实测值，N；

—钢筋直径，mm；

—钢筋的锚固长度，mm；

—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。

涂层钢筋与混凝土相对黏结强度按式（C.4）计算：

..........................................................（C.4）

式中：

—涂层钢筋与混凝土相对黏结强度，%；

—涂层钢筋与混凝土黏结强度平均值，MPa；

—无涂层钢筋与混凝土黏结强度平均值，MPa。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_