



中华人民共和国国家标准

GB/T 25826—2022
代替GB/T 25826—2010

钢筋混凝土用环氧涂层钢筋

Epoxy-coated steel for the reinforcement of concrete

(ISO 14654:1999,MOD)

2022-10-12发布

2022-10-12实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

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。

本文件代替GB/T 25826—2010《钢筋混凝土用环氧涂层钢筋》，与GB/T 25826—2010相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了对涂覆前处理的要求(见6.2.1, 2010年版的6.2.1)；
- 增加了不同直径钢筋的涂层厚度指标要求(见6.4.1)；
- 更改了涂层连续性，适当加严(见6.4.2.2, 2010年版的6.4.2.2)；
 - 更改了环氧涂层钢筋弯曲试验的表述方法(见7.3, 2010年版的7.3)；
- 更改了过程控制检验项目(见8.3.1, 2010年版的8.2.1)；
- 增加了涂层钢筋搬运的具体要求(见9.2)；
- 更改了表面污染物检测方法(见C.1.7, 2010年版的A.2.7)。

本文件修改采用ISO 14654:1999《钢筋混凝土用环氧树脂涂层钢》。

本文件与ISO 14654:1999相比，在结构上有较多的调整，两个文件之间的结构编号对照一览表见附录A。

本文件与ISO 14654:1999相比，存在较多技术差异，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(∟)进行了标示。这些技术差异及其原因一览表见附录B。

本文件做了下列编辑性改动：

- 将标准名称改为《钢筋混凝土用环氧涂层钢筋》；
- 删除了 ISO 14654:1999中4.1的注；**
- 删除了 ISO 14654:1999中第6章的注；**
- 删除了ISO 14654:1999的附录A中A.2；
 - 删除了ISO 14654:1999的附录C中C.1、C.2、C.3；
- 删除了ISO 14654:1999的附录D；**
- 删除了ISO 14654:1999的“参考文献”。**

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、浙江富钢金属制品有限公司、冶金工业信息标准研究院、富佰新材料(浙江)有限公司、杭州本创科技有限公司。

本文件主要起草人：朱建国、王玉婕、朱柏荣、陈洁、潘宜杰、刘洪义、刘宝石、李楠楠、陈荣良、何晓宇、唐亮、陶军、徐小梅。

本文件于2010年首次发布，本次为第一次修订。

钢筋混凝土用环氧涂层钢筋

1 范围

本文件规定了混凝土用熔融结合环氧涂层钢筋和成品钢筋的分类代号、订货内容、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于涂覆前、后加工的钢筋和涂层前加工的成品钢筋。

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 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 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法(GB/T 1768—2006,ISO 7784-2:1997,IDT)

GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 3505—2009 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法术语、定义及表面结构参数(ISO 4287:1997,IDT)

GB/T 8923.1—2011 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(ISO 8501-1:2007,IDT)

GB/T 13452.2—2008 色漆和清漆 漆膜厚度的测定(ISO 2808:2007,IDT)

GB/T 13788 冷轧带肋钢筋

GB/T 20624.2—2006 色漆和清漆 快速变形(耐冲击性)试验 第2部分：落锤试验(小面积冲击)(ISO 6272-2:2002,IDT)

GB/T 50152 混凝土结构试验方法标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

涂层钢筋 coated bar

熔融结合环氧涂层的钢筋、焊接网和成品钢筋。

3.2

涂覆前处理 conversion coating

涂覆前对金属表面预处理，以促进涂层附着，提高耐腐蚀和抗起泡能力。

3.3

剥离 disbonding

熔融结合环氧涂层与钢筋表面间粘结失效。

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上，固化后形成的连续涂层。

注：涂层包含热固性环氧树脂、固化剂、颜料及其他添加剂。

3.5

漏点 **holiday**

涂层上存在的肉眼不可见的连续缺陷。

3.6

涂覆后加工的钢筋 **post-fabricated reinforcement**

熔融结合环氧涂层涂覆后加工的钢筋和成品钢筋。

3.7

涂覆前加工的钢筋 **pre-fabricated reinforcement**

熔融结合环氧涂层涂覆前加工的钢筋和成品钢筋。

3.8

修补材料 **sealing material**

与熔融结合环氧涂层相容的材料，用于修补受损部位及钢筋两端切割部位。

3.9

润湿剂 **wetting agent**

降低钢筋与水的表面张力的介质，使水可以更好地渗透至涂层的漏点，更准确地测得漏点数量。

4 分类代号

4.1 分类

环氧涂层钢筋按涂层特性分为A类和B类。A类在涂覆后可进行再加工，B类在涂覆后不应进行再加工。

4.2 代号

环氧涂层钢筋的名称代号为ECR。

4.3 产品型号和示例

环氧涂层钢筋的型号由名称代号、涂层性质、钢筋牌号、钢筋直径组成。

示例1:用直径为20 mm、牌号为HRB400E 热轧带肋钢筋制作的A类环氧涂层钢筋，其产品型号为“ECRA · HRB400E-20”。

示例2:用直径为20 mm、牌号为HRB400E 热轧带肋钢筋制作的B类环氧涂层钢筋，其产品型号为“ECRB · HRB400E-20”。

5 订货内容

按本文件订货的合同应包括以下主要内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；

- c) 本文件编号;
- d) 重量;
- e) 长度;
- f) 特殊要求。

6 技术要求

6.1 材料

6.1.1 钢筋

用于制作环氧涂层的钢筋和成品钢筋，其质量应符合GB/T 1499.1或GB/T 1499.2或GB/T 1499.3或GB/T 13788或需方提出的其他产品标准要求。钢筋表面不应有毛刺、影响涂层质量的尖角及其他缺陷，并应无油、脂或漆等的污染。

6.1.2 环氧粉末

应用的环氧粉末形成的涂层应符合附录C中C.2的规定。

合同如有规定，粉末生产厂应从每批环氧粉末中抽取0.2 kg试样提供给用户。试样应分别储存在密闭的容器中并标明批次名称。

6.1.3 修补材料

修补材料应与熔融结合环氧涂层有相容性，在混凝土中具有惰性。修补材料适用于在工厂或工地用于环氧涂层钢筋受损涂层的修补，其检验方法见附录D。

6.2 涂覆

6.2.1 涂覆前处理

钢筋在涂覆前其表面应使用钢砂喷射清理，其质量应达到：

- a) 轧制氧化铁皮的残余量应不超过5%;
- b) 表面污染物 $\leq 30\%$;
- c) 平均粗糙度应在 $50\ \mu\text{m}\sim 70\ \mu\text{m}$,平均偏差采用GB/T 3505—2009中Ra值;
- d) 表面不应附着有氯化物;
- e) 达到GB/T 8923.1—2011规定的目视评定除锈等级Sa2级。

对符合要求的钢筋方可进行涂层制作。

为了增加钢筋和成品钢筋与涂料的粘结性，允许采用化学方法和/或其他预处理方法清理。

注：使用某些粉末涂料按照涂料说明书对钢筋进行预处理。

6.2.2 涂层的涂覆

涂层的涂覆应尽快在净化处理后的钢筋表面上进行，钢筋净化处理后至涂覆涂层的间隔时间不宜超过表1的规定，且钢筋表面不应有肉眼可见的氧化现象。如果相对湿度超过85%，应停止涂覆操作。

表 1 钢筋净化处理和涂覆涂层最长间隔时间

相对湿度 (RH)	最长时间/min
RH ≤ 55%	180
55% < RH ≤ 65%	90
65% < RH ≤ 75%	60
75% < RH ≤ 85%	30

涂层涂覆时，钢筋表面预热温度范围和涂层涂覆后的固化要求，应按照涂层材料生产厂的说明书执行。在连续涂覆的过程中，至少每30 min 测量一次进行涂覆的钢筋的表面温度。

6.3 质量保证和试验步骤

环氧涂层钢筋生产过程中的质量保证和试验步骤按附录C 的规定进行。

6.4 涂层钢筋

6.4.1 涂层厚度

固化后的涂层厚度的记录值应满足表2要求。

表 2 涂层厚度的记录值

序号	钢筋直径/mm	普通环境			耐腐蚀等要求较高的环境		
		平均值/ μm	单点厚度/ μm		平均值/ μm	单点厚度/ μm	
			最小值	最大值		最小值	最大值
1	$d < 20$	180~300	144	360	220~300	180	360
2	$d \geq 20$	180~400	144	480	220~400	180	480

6.4.2 涂层连续性

6.4.2.1 涂层固化后，应无孔洞、空隙、裂纹和其他目视可见的缺陷。

6.4.2.2 涂层钢筋每米长度上的漏点数目不应超过2个。对于小于300 mm 长的涂层钢筋，漏点数目不应超过1个。钢筋焊接网的漏点数量不应超过表3中的规定。切割端头不计入在内。

表 3 涂层钢筋焊接网的连续性

间距	检测的交叉点数量/个	最多漏点数量
b、和bc ≤ 100 mm	10	20个/ m^2
bL或bc > 100 mm	5	10个/ m^2

注1: bL是钢筋横向间距; bc是钢筋纵向间距。

注2: 一个交叉点是指以一个焊点及以焊点为圆心半径13 mm范围内的钢筋。

6.4.3 涂层可弯性

A类钢筋应进行弯曲试验。弯曲试验后，试样弯曲外表面上没有肉眼可见的裂纹或剥离现象。

6.4.4 涂层附着性

涂层的附着性应按照C.2.2 和C.2.3 规定进行阴极剥离和盐雾试验。

6.4.5 粘结强度

涂层钢筋与混凝土之间的粘结强度，应不小于无涂层钢筋粘结强度的85%。

6.5 允许的涂层损伤和修补

涂层在修补前，其受损涂层面积不应超过每米环氧涂层钢筋总体表面积的0.5% (不包括切割部位)。

对目视可见的涂层损伤，应该用6.1.3规定的修补材料，按照修补材料的使用说明书进行修补。在修补前，应通过适当的方法除去受损部位所有的铁锈。修补后的涂层应符合6.4的规定，受损部位的涂层厚度应不小于180 μm 。

涂层钢筋的切割部位应使用相同的修补材料进行密封。

注：该规定适用于从用户订货到工地施工的整个过程，见附录E。

由于涂覆工艺的限制，钢筋的端部会出现约200 mm 的不完全的涂覆段。建议将钢筋端部切除或在后续加工中进行修补。

如果每米涂层钢筋损伤面积超过0.5%，该段应舍弃。修补涂层损伤时，要注意不应将修补材料过多地涂在完好涂层上。

7 试验方法

7.1 涂层厚度

涂层厚度的检验按照GB/T 13452.2—2008的方法7规定进行测量。每个厚度记录值为3个相邻肋间厚度测量值的平均值。应在钢筋相对的两侧进行测量，且沿钢筋的每一侧至少应取得5个间隔大致均匀的涂层厚度记录值(每个试样最少10个记录值)。

7.2 涂层连续性

交货前应使用电压不低于67.5 V, 电阻不小于80 k Ω 的湿海绵直流漏点检测器或相当的方法，并按照漏点检测器或相当方法的说明书进行检测。漏点检测器应使用固定检测电压，并检定有效。漏点检测器应装有指示灯或蜂鸣器，以指示涂层的不连续。探头应检测涂层钢筋的整个表面。

浸泡海绵的水中应添加润湿剂。

推荐采用在线检漏法。应使用手持式检漏仪定期检查，以检验在线系统的准确性。

为了得到准确的漏点数，应确保海绵总是与被检测的涂层保持接触。

7.3 涂层可弯性

对于钢筋，应通过将涂层钢筋绕芯轴弯曲180° (回弹后)的方法对涂层可弯性进行评价。采用弯曲试验机进行涂层可弯性的检验，带肋钢筋应将试样的纵肋置于与弯曲试验机的芯轴半径相垂直的平面内。弯曲试验应以至少8 r/min 的均匀的角速度进行。试验的温度应为23 $^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。环氧涂层钢筋弯曲试验参数应符合表4要求。

表 4 环氧涂层钢筋弯曲试验参数

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

弯曲试验后，涂层钢筋表面因可见缺陷所引起的断裂或部分断裂、裂缝或涂层剥离，不应被认为是涂层可弯性不合格，应对该批双倍取样再次进行试验。

对于钢筋焊接网或者对涂层有较高级别要求的涂层弯曲性能，应由供需双方协商。

7.4 涂层附着性

应按照C.2.2和C.2.3使用阴极剥离和盐雾试验的方法对涂层的附着性进行试验。

8 检验规则

8.1 产品检验分类

产品检验分为过程控制检验、交货检验和型式检验。

8.2 组批规则

环氧涂层钢筋应成批验收。每批由同一生产线、同一生产工艺、同一公称直径、同一牌号的钢筋组成。每批重量不大于30 t。

8.3 检验项目及取样数量

8.3.1 过程控制检验

每批钢筋的过程控制检验项目、次数和方法应符合表5的规定。

表 5 过程控制检验项目和数量

序号	检验项目	检验数量 次/班	试验方法
1	氧化铁皮残余量	3	C.1.1
2	平均粗糙度	3	C.1.2
3	氯化物附着	3	C.1.3
4	目视评定除锈等级	3	C.1.4
5	喷砂磨料级配	3	C.1.5
6	涂覆前钢筋表面温度	16	C.1.6
7	表面污染物	3	C.1.7

8.3.2 交货检验

每批涂层钢筋的交货检验项目、数量和方法应符合表6的规定。

表 6 交货检验项目和数量

序号	检验项目	检验数量 个	试验方法
1	涂层厚度	2	7.1
2	连续性	2	7.2
3	可弯性	1	7.3

8.3.3 复验与判定

涂层钢筋的复验与判定应符合GB/T 2101的规定。

8.3.4 型式检验

8.3.4.1 型式检验仅在原料、生产工艺、设备有重大变化及新产品生产、停产后复产时进行。

8.3.4.2 型式检验项目包括：抗化学腐蚀性、阴极剥离、盐雾试验、氯化物渗透性、涂层钢筋的粘结强度、耐磨性、冲击试验。

8.3.4.3 型式检验取样方法和试验方法应符合附录C的规定。

9 包装、标志及质量证明书

9.1 涂层钢筋的包装、标志和质量证明书应符合GB/T 2101的有关规定。

9.2 涂层钢筋搬运过程应小心谨慎。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6m以下的应设置2个支点吊装，长度超过6m时每隔4 m应设置一个支点吊装；涂层钢筋重量超过2t时，支点数量应增加。防止钢筋与吊索之间及钢筋与钢筋之间因碰撞、摩擦造成的涂层破坏。涂层钢筋的搬运应采用水平方式，不应拖拽抛掷。每捆涂层钢筋之间应用木隔板分离；暴露于车间外的涂层钢筋应用帆布包裹保护。

如果涂层在室外存放2个月以上，应采取保护措施，避免暴露在日照、盐雾和大气中。如果涂层钢筋贮存在具有腐蚀性的环境中，应对涂层进行有效防护，防止涂层损坏。如果涂层钢筋在室外贮存且无覆盖物，应在该捆钢筋标签上注明室外贮存的时间。涂层钢筋应用不透明材料或其他合适的保护罩覆盖。对于分层堆放的钢筋捆，遮盖物料应盖严。遮盖物应固定牢固，并保持涂层钢筋周围空气流通，避免覆盖层下凝结水珠。

所有涂覆钢筋贮存时应离开地面，并设有保护隔层。

涂层钢筋和成品钢筋的产品型号及批号、涂层日期，应在标牌及质量证明书上标示。

附录 A
(资料性)
结构编号对照一览表

本文件与ISO 14654:1999相比在结构上有较多的调整，具体结构编号对照情况见表A.1。

表A.1 本文件与ISO 14654:1999结构编号对照情况

本文件结构编号	ISO 14654:1999结构编号
1	1
2	2
3.1	3.3
3.2	3.7
3.3	3.8
3.4	3.10
3.5	3.11
3.6	3.15
3.7	3.16
3.8	3.17
3.9	3.20
4	
5	
6.1.1	4.1、4.2
6.1.2	4.3
6.1.3	4.4
6.2.1	5
6.2.2	6
6.3	附录C
6.4.1	7.2
6.4.2	7.3
6.4.3	7.4
6.4.4	7.5
6.4.5	7.1
6.5	8
7.1	A.1.1.1
7.2	A.1.2.1
7.3	A.1.3.1
7.4	A.1.4.1

表 A.1 本文件与ISO 14654:1999 结构编号对照情况(续)

本文件结构编号	ISO 14654:1999结构编号
8.1、8.2	
8.3.1	C.4、C.5
8.3.2	A.1.1.2、A.1.2.2、A.1.3.2、A.1.4.2
8.3.3	
8.3.4	
9.1	9
9.2	10
附录A	
附录B	
附录C	C.6、C.7、C.8、C.9、C.10
附录D	
E.1、E.2	
E.3	附录B
	3.1、3.2、3.4、3.5、3.6、3.9、3.12、3.13、 3.14、3.18、3.19、A.2、C.1、C.2、C.3、附录D

附 录 B
(资料性)
技术差异及其原因一览表

表 B.1 给出了本文件与ISO 14654:1999技术差异及其原因一览表。

表B.1 本文件与ISO 14654:1999技术差异及其原因

本文件结构编号	技术差异	原因
1	更改了文件的适用范围	根据我国产品情况进行了调整
3	删除术语和定义3.1、3.2、3.6、3.9、3.12、3.13、3.14、3.18、3.19	术语和定义3.1、3.2、3.6、3.9、3.12、3.13、3.14、3.18、3.19已广为人知，在本文件中不再重复
4	增加产品分类、代号、型号和示例	更符合我国产品代号的表达方式
5	增加订货内容	便于本文件的应用
6.1.1	增加国家标准GB/T 13788	根据我国国情与生产实际，按照国内产品标准进行了调整
6.1.2	更改了环氧粉末要求	根据我国国情与生产实际，按照国内产品标准进行了调整
6.2.1	增加平均粗糙度偏差及除锈等级具体要求	根据我国国情与生产实际，参考我国产品几何技术规范和涂覆涂料前钢材处理标准，增强可操作性
6.3	更改了质量保证和试验步骤	增加可操作性，便于本文件的应用
6.4.1	增加了不同直径钢筋的涂层厚度指标要求、增加了平均值和单点厚度的范围	依据实践经验，不同直径钢筋涂层厚度的范围要求应是不同的
6.4.2	将涂层钢筋每米长度上的漏点数目不应超过4个提高至不超过2个	考虑我国环氧涂层钢筋实际使用情况，对漏点数目进行加严
7.1	更改了涂层厚度检验标准	根据我国漆膜厚度的测定标准进行了调整
7.3	更改了环氧涂层钢筋弯曲试验的表示方法	修改后的表示方法更加直观、清晰
8.1、8.2	增加产品检验分类和组批规则	根据我国国情与生产实际，便于本文件的应用
8.3.1、8.3.2	更改了检验项目及数量表示方法	参考我国标准，增加该表格
8.3.3	增加了涂层钢筋的复验与判定以及增加国家标准GB/T 2101	考虑到国内环氧涂层钢筋行业有使用该产品标准和方法标准检测的需求，以及本文件的应用
8.3.4	增加了型式检验的具体要求	根据我国国情与生产实际，增加可操作性，便于本文件的应用
9.1	更改了质量证明书的规定以及增加国家标准GB/T 2101	根据我国国情与生产实际，按照型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定，增强可操作性，便于本文件的应用

表 B.1 本文件与ISO 14654:1999技术差异及其原因(续)

本文件结构编号	技术差异	原因
9.2	增加对钢筋支点数量的要求	依据实践经验，不同长度、重量的涂层钢筋搬运过程中的支点数量应是不同的，明确要求有利于涂层的有效保护
附录C	增加附录C(规范性附录)中阴极剥离、盐雾试验、氯化物渗透性、耐磨性、冲击试验的方法	根据我国国情与生产实际，参考我国标准，增加该试验方法
C.1.4.2	更改除锈等级具体要求	根据我国国情与生产实际，参考我国产品几何技术规范和涂覆涂料前钢材处理标准，增强可操作性
C.2.5	增加国家标准GB/T 50152	考虑到国内环氧涂层钢筋行业有使用该产品标准和方法标准检测的需求

附录 C
(规范性)
环氧涂层钢筋的相关试验方法

C.1 过程控制检验

C.1.1 氧化铁皮的检验

C.1.1.1 概述

本检验用于检测净化后钢筋表面的氧化铁皮残余量。

C.1.1.2 检测试剂及设备

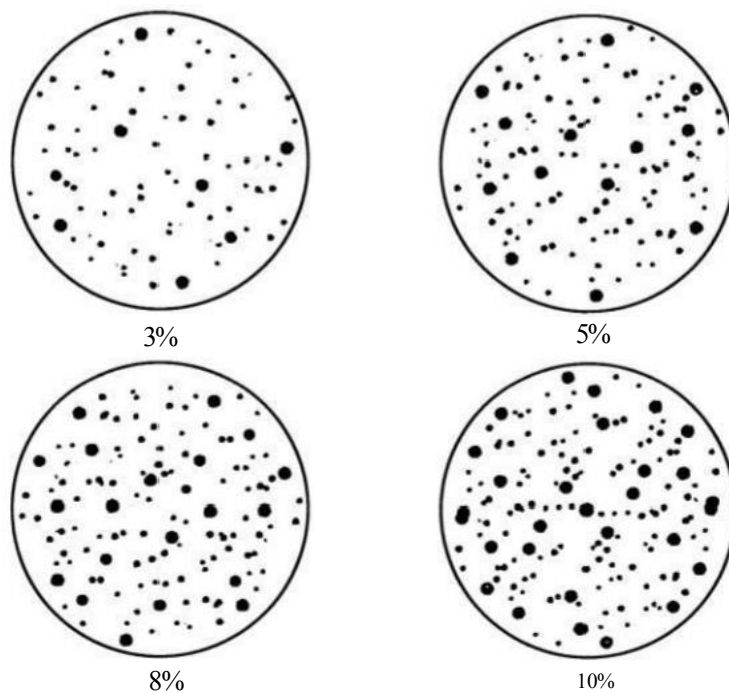
检测试剂及设备包括无水硫酸铜、蒸馏水、用于配制溶液的干净的玻璃瓶、滴管、放大镜(×30放大倍率)或显微镜。

C.1.1.3 检测步骤

C.1.1.3.1 将硫酸铜溶于蒸馏水,配制5%(质量分数)的硫酸铜溶液。在生产线上取一根刚刚经过净化但尚未制作涂层的钢筋,长度不少于1 m。将少许硫酸铜溶液涂在净化后的钢筋表面上,并放置1 min。洁净的钢筋表面呈铜黄色,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。

C.1.1.3.2 用放大镜(×30放大倍率)或显微镜观察涂有硫酸铜溶液的钢筋表面,并与图C.1进行对照,确定钢筋表面的氧化铁皮残余量。

C.1.1.3.3 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。



图C.1 氧化铁皮污染

C.1.1.4 判定标准

如钢筋表面的氧化铁皮残余量不符合6.2.1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。

C.1.2 钢筋平均粗糙度检验

C.1.2.1 本检验用于检测净化后钢筋表面粗糙度。

C.1.2.2 可采用“表面光度仪”对净化处理后的钢筋进行表面粗糙度的检验。

C.1.2.3 如钢筋表面的平均粗糙度不符合6.2.1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。

C.1.3 氯化物附着的检验

C.1.3.1 概述

本检验用于检测净化处理后钢筋表面上及磨料中的残留氯化物。

C.1.3.2 检测试剂及设备

检测试剂及设备包括蒸馏水、铁氰化钾试纸、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。

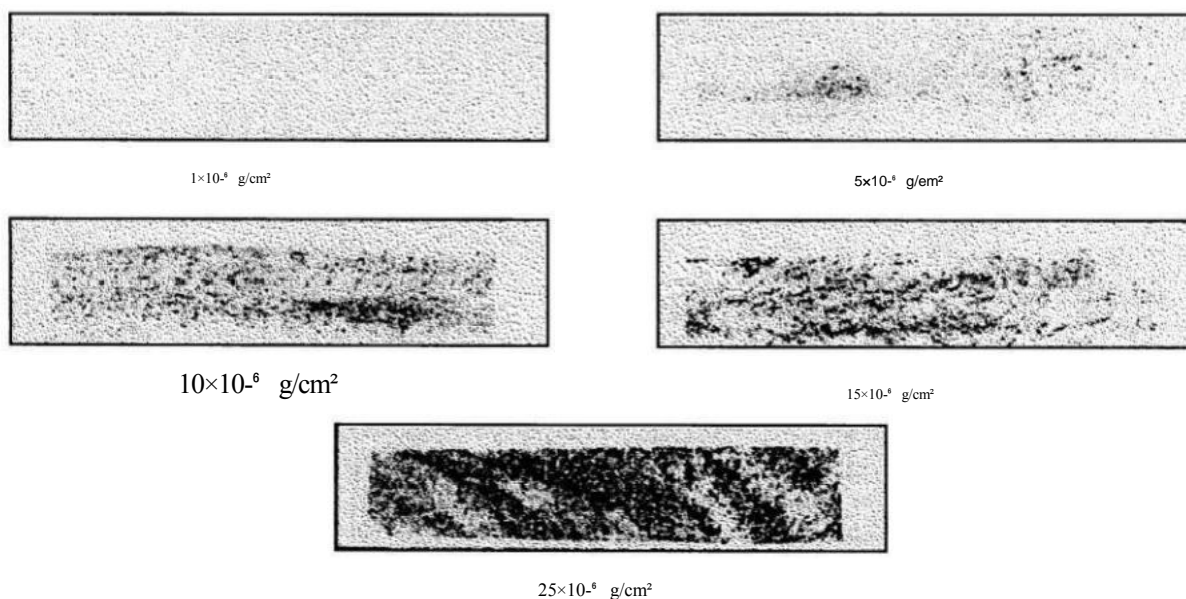
C.1.3.3 检测步骤

C.1.3.3.1 在生产线上取一根刚刚经过净化但尚未制作涂层的钢筋，长度不少于1 m；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。不应使试纸与手指直接接触。

C.1.3.3.2 将试纸条与图C.2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.1.3.3.3 在钢筋试样的另外两个不同区域重复上述检测步骤。



图C.2 氯化物

C.1.3.4 判定标准

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，寻找和清除污染源，并经重新检测合格后方可继续生产。

C.1.4 目视评定除锈等级检验

C.1.4.1 本检验用于检测净化处理后钢筋表面锈蚀等级。

C.1.4.2 依据GB/T 8923.1—2011规定的方法对净化处理后的钢筋表面除锈等级进行评定。

C.1.4.3 如钢筋表面的除锈等级不符合6.2.1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。

C.1.5 喷砂磨料的筛分

C.1.5.1 概述

本检验用于检验喷砂磨料的级配。

C.1.5.2 检测设备

检测设备包括标准筛(850 μm 、600 μm 、425 μm 、300 μm 、212 μm)、计量仪或100 mL量筒、漏斗。

C.1.5.3 检测步骤

C.1.5.3.1 取出约0.45 kg(或100 mL)的磨料放置在标准筛中。标准筛按照自上而下由粗到细依次排放，底层的标准筛带一个底盘。

C.1.5.3.2 给标准筛顶部盖上盖子，人工或机械摇晃3 min。

C.1.5.3.3 根据每个筛网上和底盘中磨料重量(体积)评价磨料。并把它换算为百分比。

C.1.5.4 判定标准

应有大于80%的磨料保留在850 μm 、600 μm 和425 μm 的标准筛中，且在底盘中的磨料应少于3g。如果磨料颗粒大小分布不符合该要求，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。

C.1.6 涂覆前钢筋表面温度

C.1.6.1 本检验用于检测涂覆前钢筋表面温度。

C.1.6.2 可采用红外测温仪或测温笔对涂覆前钢筋进行表面温度的检验。

C.1.6.3 如钢筋表面温度不满足涂层材料生产厂说明书的要求，应停止生产，并调整温度经重新检测合格后方可继续生产。

C.1.7 钢筋表面污染物的检测

C.1.7.1 概述

本检验用于检测净化处理后钢筋表面污染物。

C.1.7.2 检测设备

检测设备包括白色胶带、标记笔、美工刀、抛光工具和放大镜($\times 30$ 放大倍率)或显微镜。

C.1.7.3 检测步骤

C.1.7.3.1 在生产线上截取涂覆前预处理后尚未涂装的钢筋至少1 m。

C.1.7.3.2 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，在横肋间处贴第二个胶带标志，并在其后相邻的横肋间用标记笔作第二个标记。

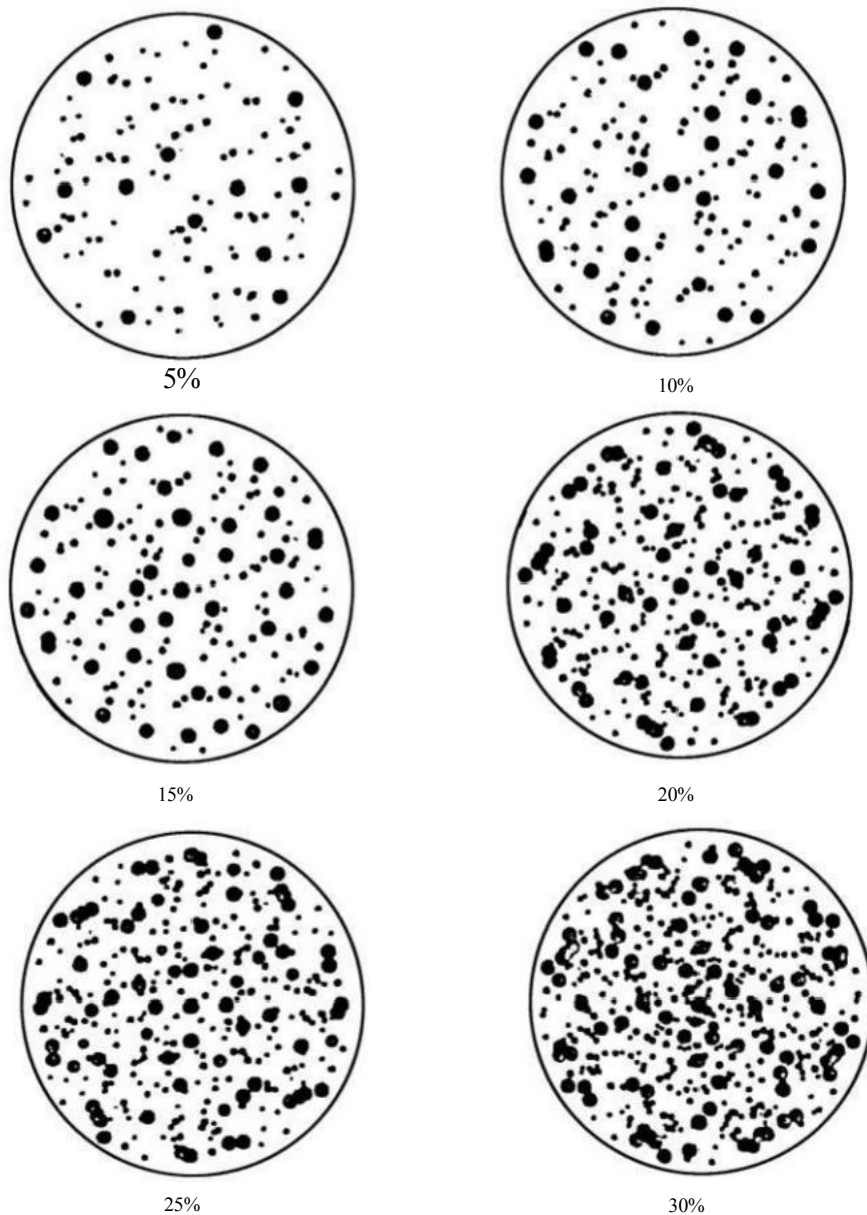
C.1.7.3.3 用抛光工具轻轻打磨胶带后，再揭开胶带。

C.1.7.3.4 在放大镜($\times 30$ 放大倍率)或显微镜下观察胶带上的最黑点，并与图C.3作比较，判定接触面污染的比例。

C.1.7.3.5 距离钢筋另一端大约300 mm处，再粘贴一块胶带。重复C.1.7.3.3和C.1.7.3.4的步骤。

C.1.7.3.6 以弯芯直径为 $6d$ 做 180° 弯曲，弯曲前和弯曲后不应污染标记的区域。

C.1.7.3.7 弯曲后，在弯曲前C.1.7.3.2所示贴胶带标志的位置贴上新的胶带，重复C.1.7.3.3和C.1.7.3.4的步骤。



图C.3 接触面污染

C.1.7.4 判定标准

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，检查喷砂机，并经重新检测合格后方可继续生产。

C.2 型式检验

C.2.1 抗化学腐蚀

C.2.1.1 概述

本检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.2.1.2 检测试剂及设备

检测试剂及设备包括透明的密闭试验容器16个、恒温箱、蒸馏水、3%(质量分数)的NaCl水溶液、浓度为0.3 mol/L KOH和0.05 mol/L NaOH混合水溶液、浓度为0.3 mol/L KOH和0.05 mol/L NaOH以及3%(质量分数)的NaCl混合水溶液。

C.2.1.3 检测步骤

C.2.1.3.1 对A类涂层钢筋，取32根300 mm长的环氧涂层钢筋试样，端部用修补材料进行封闭。在其中16个试样上，以恒定速率绕直径为100 mm弯芯在5s内弯曲至180°，弯曲后依据7.2检测并记录漏点数量。进行本检测前所有漏点都应进行修补。

C.2.1.3.2 对B类涂层钢筋，取16根300 mm长的环氧涂层钢筋试样，端部用修补材料进行封闭。并取16个未涂层钢筋以恒定速率绕直径为100 mm弯芯弯曲至180°，再按6.2、6.3对样品进行涂层。后依据7.2检测并记录漏点数量。进行本检测前所有漏点都应进行修补。

C.2.1.3.3 在所有样品上制备穿透涂层的3 mm的人为缺陷孔。

C.2.1.3.4 将4支直条、4支弯曲样品放入以上4种溶液中，保持溶液温度为55℃±4℃，pH值与起始值差距不应超过±0.2，进行28 d的试验。试验期间，涂层起泡或开裂，则试验样品不合格。

C.2.1.3.5 经过28 d后，从每种溶液中分别取出尚未干燥的2个直条、2个弯曲样品进行测试。在人为缺陷孔处划2道划痕，形成2个45°。然后以直径为3 mm的铜针沿划痕方向将涂层挑起，并用镊子揭开。测量缺陷孔边缘至最大剥离边缘的距离。

C.2.1.3.6 经过28d后，从每种溶液中取出2个直条、2个弯曲样品，在23℃±2℃、(50±5)%相对湿度的环境中干燥7 d后，再以同样的方法进行2个直条、2个弯曲样品的测试。

C.2.1.4 判定标准

28 d的试验后，95%的钢筋的最大剥离距离的平均值应不大于4 mm。

C.2.2 阴极剥离

C.2.2.1 概述

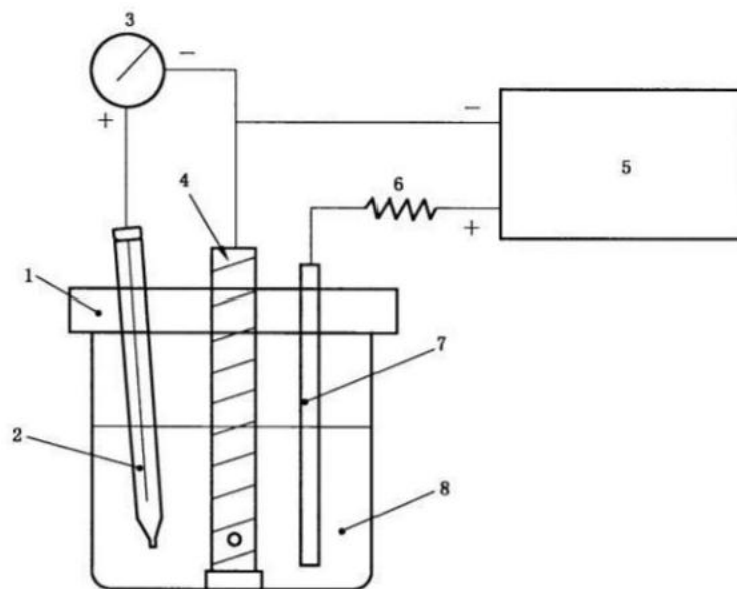
本检验用于评价钢筋表面涂层在阴极保护下耐阴极剥离性。

C.2.2.2 检测试剂及设备

检测试剂及设备包括以下4项，见图C.4:

a) 阴极是一根长为200 mm的涂层钢筋;

- b) 阳极是一根长为150 mm、直径为1.6 mm 的纯铂电极或直径为3.2 mm 的镀铂金属丝；
 c) 参比电极应使用甘汞电极；
 d) 电解质溶液是3% (质量分数) NaCl 溶液。



标引序号说明:

- | | |
|--------------|-----------|
| 1——盖子; | 5——直流电源; |
| 2——甘汞电极; | 6——电阻 |
| 3——电压表; | 7——阳极 |
| 4——试验样品(阴极); | 8——电解质溶液。 |

图C.4 阴极剥离试验设备

C.2.2.3 检测步骤

C.2.2.3.1 取3根长度为200 mm 的试验钢筋，在距离端头50 mm 处制作一个3 mm 的人为缺陷孔。将 Pt 阳极以硅烷密封，在距离端头10 mm 处制作一个人为缺陷孔。

C.2.2.3.2 将样品的人为缺陷孔所在端固定在烧杯底部，将另一段与电源负极连通。倒入电解液使样品端头浸没。将75 mm 长的阳极至于溶液中，通过其上的人为缺陷孔将其与电阻和电源正极相连。将电压表的正极与参比电极相连，负极与试样相连。

C.2.2.3.3 打开电源，当电压表读数为 $-1500 \text{ mV} \pm 20 \text{ mV}$ 时，测量电阻两端的电压，计算电流，并记录开始时间。

C.2.2.3.4 试验过程中，电解液的温度保持为 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ，试验时间为 $168 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ ，在前8 h 内，每2 h 记录电压值，并计算与起始电压的差值。试验进行24 h 测量电压，之后每12 h 测量一次，并计算电流值。

C.2.2.3.5 将钢筋取出后在 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 环境中放置1 h 后进行附着性测试。

C.2.2.3.6 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区域。划痕长度应不小于5 mm 或两肋间距离。

C.2.2.3.7 用刀片将4区域涂层撬起，直至涂层与基面良好附着无法撬起。测量撬剥后缺陷孔横纵方向间距离并求其平均值。同样的方法得到其余5点的取值，并取最终平均值。

C.2.2.4 判定标准

试验后3支样品的平均涂层剥离半径不应超过2 mm。

C.2.3 盐雾试验

C.2.3.1 概述

本检验用于评价钢筋表面涂层对热湿环境腐蚀的抵抗性。

C.2.3.2 检测试剂及设备

检测试剂及设备包括盐雾试验箱、5%(质量分数)NaCl溶液、刀。

C.2.3.3 检测步骤

C.2.3.3.1 取3根长度为250 mm的试验钢筋，在试验钢筋的两侧各制作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。

C.2.3.3.2 将包含人为缺陷孔的钢筋以缺陷点朝向箱边90°方向水平放置在试验箱中，试验箱中的盐雾由NaCl和蒸馏水配制成的5%(质量分数)NaCl溶液形成。试验温度保持为35℃±2℃。

C.2.3.3.3 持续800 h±20 h后，将试样取出并在蒸馏水中清洗，将样品在23℃±2℃的空气中放置24 h±2 h后进行附着性测试。

C.2.3.3.4 在破坏点及其相邻区域，以刀片除去锈蚀产物，切勿损坏涂层。

C.2.3.3.5 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区域。划痕长度应不小于5 mm或两肋间距离。

C.2.3.3.6 然后用刀片将4区域涂层撬起，直至涂层预基面良好附着无法撬起。测量撬剥后缺陷孔横纵方向间距离并求其平均值。同样的方法得到其余5点的取值，并取最终平均值。

C.2.3.4 判定标准

试验后3支样品的平均涂层剥离半径不应超过3 mm。

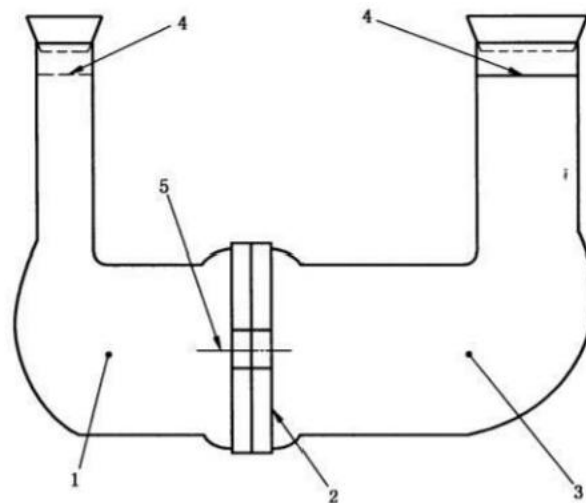
C.2.4 氯化物渗透性

C.2.4.1 概述

本检验用于评价涂层的抗氯化物渗透性。

C.2.4.2 检测设备

检测设备包括有两个隔间的玻璃容器(见图C.5)、能测定氯离子浓度小于 1×10^{-4} mol/L的氯离子计。



标引序号说明:

- 1——放置115 mL蒸馏水的隔间;
 2——中心带25 mm开口的两块玻璃板之间的环氧涂膜;
 3——放置175 mL浓度为3 mol/L的NaCl水溶液的隔间;
 4——水平标记;
 5——25mm的中心开口。

图 C.5 氯化物渗透性试验装置

C.2.4.3 检测步骤

C.2.4.3.1 取试样为无金属基体的已固化的方形环氧涂层，尺寸为100 mm×100 mm。玻璃容器的两个隔间被两块玻璃隔开，每块玻璃板的中心位置都有一个直径为25 mm的开口。

C.2.4.3.2 将试样夹在两块玻璃之间，其中心位于玻璃板的开口处，即在开口处形成一个隔膜。在大隔间注入175 mL浓度为3 mol/L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平齐。夹持隔膜的开口完全浸没在溶液中。试样放置在容器中的两块玻璃板之间。

C.2.4.3.3 在23 ℃±2℃的温度下试验45 d后，测量小隔间水溶液中的氯离子浓度。

C.2.4.4 判定标准

小隔间水溶液中的氯离子浓度应小于 1×10^{-4} mol/L。

C.2.5 涂层钢筋的粘结强度

钢筋与混凝土的粘结强度试验，应符合GB/T 50152的有关规定。涂层钢筋的粘结强度应不小于无涂层钢筋粘结强度的85%。

C.2.6 耐磨性

涂层的耐磨性应按照GB/T 1768规定的方法进行测定，涂层的耐磨性在采用CS-10磨轮时应达到在1 kg负载下每1000周涂层的重量损失不超过100 mg。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.2.7 冲击试验

环氧涂层钢筋涂层的抗机械损伤能力应通过落锤试验进行评定。

采用GB/T 20624.2—2006中描述的试验装置，及一个1800 g±1 g、锤头直径16 mm±0.3 mm的重锤。试样固定在刚性材料上。

试验在23 ℃±2℃的温度下进行，冲击发生在环氧涂层钢筋的顶部，A类涂层的冲击吸收能量为10 J，B类涂层的冲击吸收能量为4.5 J。除了由重锤冲击而永久变形的区域，周边涂层不应发生破碎、开裂。

附 录 D
(资料性)
修补材料检验

D.1 抗化学腐蚀

D.1.1 概述

本检验用于评价修补材料在模拟大气环境暴露下抗起泡和耐腐蚀性能。

D.1.2 检测试剂及设备

本检验用样品为3块用修补材料修补的钢板，试验溶液为浓度0.3 mol/L KOH水溶液和浓度0.05 mol/L NaOH水溶液。

D.1.3 检测步骤

D.1.3.1 用砂轮或其他适当方法在试验样品的中心磨去涂层制备12 mm×25 mm的人为缺陷孔。磨去涂层后用干净的布将缺陷处擦净。

D.1.3.2 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 mm×37 mm的修补区域。保持试验样品平放在桌上，直到涂料固化完全。修补过程保持温度为23 ℃±2℃。测量修补区域涂层的厚度并记录在报告中。

D.1.3.3 试验方法依据C.2.1。

D.1.4 判定标准

测试完成后，3块试样上均不应出现鼓泡和生锈。

D.2 盐雾试验

D.2.1 概述

本检验用于评价修补材料对热湿环境腐蚀的抵抗性。

D.2.2 检测试剂及设备

本检验用样品为3块用修补材料修补的钢板，试验溶液为35 ℃±2℃的5%(质量分数)NaCl水溶液。试验时间为400 h±10 h。

D.2.3 检测步骤

D.2.3.1 用砂轮或其他适当方法在试验样品的中心磨去涂层制备12 mm×25 mm的人为缺陷孔。磨去涂层后用干净的布将缺陷处擦净。

D.2.3.2 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 mm×37 mm的修补区域。保持试验样品平放在桌上，直到涂料固化完全。修补过程保持温度为23 ℃±

2℃。测量修补区域涂层的厚度并记录在报告中。

D.2.3.3 试验方法依据C.2.3。

D.2.4 判定标准

测试完成后，3块试样上均不应出现鼓泡和生锈。

附 录 E
(资料性)
钢筋混凝土用环氧树脂涂层钢筋应用指南

E.1 涂层钢筋特性

E.1.1 涂层钢筋与混凝土之间的粘结强度，应取为无涂层钢筋粘结强度的80%。

E.1.2 涂层钢筋的锚固长度应取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。

E.1.3 涂层钢筋的绑扎搭接长度，对受拉钢筋，应取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1.5倍且不小于375 mm；对受压钢筋，应取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1.0倍且不小于250 mm。

E.1.4 当涂层钢筋进行弯曲加工时，对 $d \leq 20$ mm 钢筋，其弯曲直径不应小于4 d；对 $d > 20$ mm 钢筋，其弯曲直径不应小于6 d。

E.2 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。

E.3 现场操作指南

E.3.1 涂层钢筋在搬运过程中应小心操作，避免由于捆绑松散造成的捆与捆或钢筋之间发生磨损。

E.3.2 宜采用尼龙带等较好柔韧性材料为吊索，不宜使用钢丝绳等硬质材料吊装涂层钢筋，以避免吊索与涂层钢筋之间因挤压、摩擦造成涂层破损。吊装时采用多吊点以防止钢筋捆过度下垂。

E.3.3 涂层钢筋在堆放时，钢筋与地面之间、钢筋与钢筋之间应用木块隔开。

E.3.4 涂层钢筋与普通钢筋应分开贮存。

E.3.5 对涂层钢筋进行弯曲加工时，环境温度不宜低于5℃。钢筋弯曲机的芯轴应套以专用套筒，平板表面应铺以布毡垫层，避免涂层与金属物的直接接触挤压。涂层钢筋的弯曲直径对 $d \leq 20$ mm 钢筋，不宜小于4 d；对 $d > 20$ mm 钢筋，不宜小于6d，且弯曲速率不宜高于8 r/min。

E.3.6 应采用砂轮锯或钢筋切割机对涂层钢筋进行切断加工。切断加工时，在直接接触涂层钢筋的部位应垫以缓冲材料；严禁采用气割方法切断涂层钢筋。切断头应以修补材料进行修补。

E.3.7 任意1 m 长的涂层钢筋受损涂层面积大于其表面积的1%时，该根钢筋和成品钢筋应废弃。

E.3.8 任意1 m 长的涂层钢筋受损涂层面积小于或等于其表面积的1%时，应对钢筋和成品钢筋表面目视可见的涂层损伤进行修补。

E.3.9 修补材料要严格按照生产厂家的说明书使用。修补前，应用适当的方法把受损部位的铁锈清除干净。涂层钢筋在浇注混凝土之前应完成修补。

E.3.10 固定涂层钢筋和成品钢筋所用的支架、垫块以及绑扎材料表面均应涂上绝缘材料，例如：环氧涂层或塑料涂层材料。

E.3.11 涂层钢筋和成品钢筋在浇注混凝土之前，应检查涂层是否有损害。特别是钢筋两端剪切部位的涂覆。损伤部位修补使用的修补材料检验见附录D。

E.3.12 涂层钢筋铺设好后，应尽量减少在上面行走。施工设备在移动过程中应避免损害涂层钢筋。

E.3.13 采用插入式混凝土振捣器振捣混凝土时，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的直接碰撞。
