



环氧涂层钢筋的研制与应用

贺军会

(宝鸡铁军化工防腐安装有限公司)

摘要: 本文主要介绍了钢筋混凝土中钢筋的锈蚀如何防护的问题,其使用的工艺是目前业内较为先进的对钢筋进行处理即环氧涂层钢筋。对环氧涂层钢筋的涂装工艺、成品检测方法及标准、发展前景等作了论述。

关键词: 环氧涂层钢筋 工艺 前景

钢筋混凝土中的钢筋腐蚀是土建和海洋工程中的重要问题。历史已表明,由于钢筋腐蚀会引起工程的灾难性事故,因此对于钢筋的腐蚀防护已引起人们的广泛重视。北美地区早在20世纪五六十年代就开始了环氧树脂钢筋的研发工作,并已取得良好的应用效果,至今环氧树脂涂层钢筋是钢筋混凝土防护的最有效的手段。

环氧树脂涂层钢筋是一种在普通钢筋的表面制作了一层环氧树脂薄膜保护层的钢筋,涂层厚度一般在0.15mm-0.30mm。涂层一般采用环氧树脂粉末以静电喷涂方法制作:将普通钢筋表面进行除锈、打毛等处理后加热到230多摄氏度的高温,再将带电的环氧树脂粉末喷射到钢筋表面,由于粉末颗粒带有电荷,便吸附在钢筋表面,并与其熔融结合,经过一定养护固化后便形成一层完整、连续、包裹住整个钢筋表面的环氧树脂薄膜保护层。环氧树脂涂层以其不与酸、碱等反应,具有极高的化学稳定性和延性大、干缩小,与金属表面具有极佳的粘着性的特点,在钢筋表面形成了阻隔其与水分、氧、氯化物或侵蚀性介质接触的物理屏障,同时,还因其具有阻隔钢筋与外界电流接触的功能而被认为是化学电离子防腐屏障。

1 市场前景

钢筋混凝土制品是现代工程结构的主要材料。2005年我国钢筋产量为6800万吨。混凝土中钢筋锈蚀是当今影响钢筋混凝土耐久性的主要因素。采用环氧涂层钢筋可切实有效地解决钢筋混凝土的锈蚀问题。

伴随我国经济的高速发展,现在越来越多的建筑物寿命未能达到应有的设计年限就先后出现问题,究其原因主要是因建筑物应用钢筋的腐蚀所造成。目前该问题已引起国内有关部门和专家的注意。我国在上世纪末期开始涂层钢筋与相应粉末及涂装技术研究,建设部制定了有关涂层钢筋的行业标准。建设部依据国外先进经验及结合国内实际情况制定颁布了《环氧树脂涂层钢筋》(JG3042-1997)行业标准;国家金属腐蚀控制工程技术研究中心与有关单位制定了《熔融结合环氧粉末涂料的防腐涂装》(GB/T18593-2001)国家标准,意在能够有效的、规范的将这一先进技术引进到我国各类大型工程项目中去。

目前,随着我国高速铁路建设拉开新的序幕,环氧涂层钢筋的应用在此领域有着无可比拟的技术优势及广阔的前景。高速铁路是我国交通事业发展的重点,为了保障其安全稳定和可靠运行,要求全线铺设无砟轨道和无缝铁路,为了发展这项自主创新技术和经验积累,铁道部已组织进行了几个无砟轨道综合试验段,并取得了成功。

为了满足客运专线与既有线之间大量跨线列车列控系统兼容性问题,信号系统将配置ZPW-2000谐振式无绝缘轨道电路,同时借鉴德、法等国高速铁路的成功经验,采用综合接地系统。从现已试点铺设的无砟轨道,如秦沈线发现,无砟轨道内大量布置钢筋所形成的闭合回路,使钢筋阻抗中交流有效电阻增大,电感量减小,信号的线路损失增大,电气绝缘节的品质因素降低,轨道电路传输长度缩短了一半,整个轨道电路系统的可靠性降低,养护维修工作量增加。因此无砟轨道内的大量钢筋回路对路网控制系统的影响已经不容忽

邮箱: 721303 电话: 0917-6652108 传真: 0917-6652666 邮箱: zmgly@163.com

视, 必须使无砟轨道能适应 ZPW-2000 轨道电路。

改善钢轨阻抗参数是延长轨道电路传输长度的有效手段之一, 提高道床漏泄电阻, 是理想的有效手段。具体方法即为采用环氧绝缘涂层钢筋, 这是当前最为实际可行的办法, 而熔结环氧涂层粉末涂层用于钢筋已取得成功经验。所以, 采用环氧涂层钢筋是解决上述问题的最优选择。

无砟轨道的基础是钢筋网混凝土构成, 钢筋网纵横交错, 相互连通, 形成闭合网络, 使钢轨阻抗交流有效电阻增大, 电感量减小, 信号的线路损失增大, 电气绝缘节的品质因素降低, 轨道电路的传输长度大为缩短。可见纵横相交的钢筋表面绝缘是解决这个问题的最实际、最有效的办法。

2 环氧涂层钢筋在我国的发展

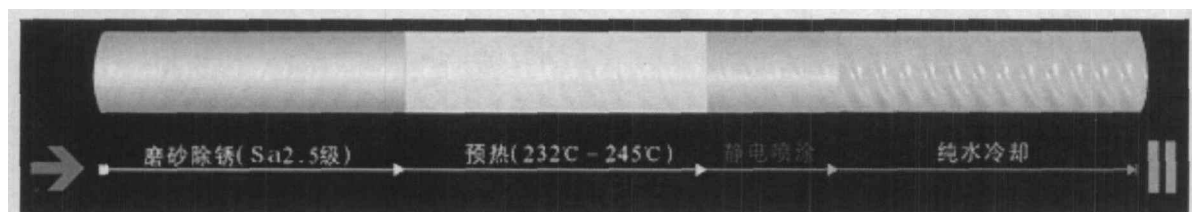
为推动此项技术在我国的发展, 我国也先后制定了有关标准: 由中国建筑科学研究院会同有关单位共同编制完成了建筑工业行业标准《环氧树脂涂层钢筋》JG3042-1997, 该标准对涂层钢筋产品的技术要求, 品质检测的试验方法、产品的检验规则以及对制作环氧树脂涂层材料的性能等均作出了具体规定, 此外, 鉴于我国现行的有关混凝土结构设计、施工规范尚未对涂层钢筋应用中的有关要求作出规定, 该标准还对涂层钢筋的设计与施工方法提出了原则要求, 该标准已于 1997 年 12 月 1 日起实施。我国交通部亦于 1999 年组织编写了 JTJ275-2000《海港工程砼结构防腐蚀技术规范》, 将环氧树脂涂层钢筋列为主要的防腐措施之一, 为在国内推广应用环氧树脂涂层钢筋提供了法规依据。有关专家在参与我国“十一五”规划时, 建议国家采取建筑材料与制品技术政策来提高建筑安全性, 环氧树脂涂层钢筋材料已名列其中。

从总体来看, 我国混凝土建筑物的钢筋涂层保护刚刚起步。这是因为国内的涂装技术(装备和涂料)尚未成熟, 进口装备和涂料产品价格昂贵。目前国内生产环氧涂层钢筋的企业只有很少几家。他们的涂装生产线和涂料都是进口的, 年生产能力在 10 万吨左右。由于缺乏自主核心技术, 有关部门检测这几家企业的产品都存在一些质量缺陷。目前国内具有这方面技术优势的中科院金属研究所已研制出适合国情的涂装设备和相应配套的粉末涂料。因此涂层钢筋在我国高层建筑领域的防腐方面及大跨度路桥方面的应用前景是十分宽广和诱人的。

3 环氧涂层钢筋的工艺介绍

3.1 涂层钢筋的制作

其主要工艺流程: 钢筋表面预处理(喷砂除锈)→钢筋加热→静电喷涂→喷水冷却→质量检查→包装捆扎→成品库存。



表面处理 加热 喷粉 冷却

将钢筋去除油、油脂和表面疏松积淀后进密封室内作喷砂除锈, 要求达到 Sa2.5 级等级, 并具有一定的粗糙度, 以保证涂层与钢筋的粘结性。处理后的表面不得含有氧化物有害物质以及结疤、尖角、毛刺等影响涂层质量的表面缺陷。表面处理合格和清除灰尘后的钢筋随即进入加热装置室内, 通过感应加热炉加热, 使表面达到一定的温度(218-239℃, 用不含硫的测温蜡笔或红外线光学测温计测试温度)。加热过的钢筋进入静电喷涂室中喷涂粉末环氧树脂, 粉末在钢筋表面熔融形成一层均匀薄膜, 若干秒后固化, 冷却后便在钢筋表面

形成惰性的优良防腐蚀保护层。涂层冷却至 121℃ 以下时, 进行电气检查, 以检出漏点。

涂层型钢绞线的喷涂方法是将环氧粉末静电喷涂吸附于钢绞线上, 然后加热熔融、固化、冷却使之在钢丝表面形成一层致密的环氧涂层。钢绞线可以在单根钢丝喷涂后再绞成一根, 也可绞好后再喷涂固化。与其他涂层的钢材一样, 涂前必须要经表面清净处理(化学法或其他有效方法), 在出现肉眼可见的重新氧化之前, 必须进行涂层, 以确保钢材不受腐蚀。

3.2 涂层技术要求与产品检验

涂层钢筋目前执行的标准国外有 ASTM A775/A 775M, ASTM D3963 和 ASTM A884, 国内主要执行建设部标准 JG3042-1997。

涂层应具有对化学腐蚀、热湿环境腐蚀、阴极剥离和氯化物渗透等的足够抵抗力。一般以涂层厚度、连续性和可弯性三项指标作为判定涂层质量依据。其指标按中国行业标准《环氧树脂涂层钢筋》JG3042-1997 中第 4.3.1、4.3.2、4.3.3 条的规定执行。

涂层钢筋因表面光滑、与混凝土的磨擦阻力减小, 故粘结锚固性减弱, 设计时对涂层钢筋与混凝土之间的粘结强度、涂层钢筋的锚固长度、涂层钢筋的绑扎搭接长度、涂层钢筋作弯曲加工时的弯曲直径等的取值应按中国行业标准《环氧树脂涂层钢筋》JG3042-1997 中附录 D 的规定执行。现将 ASTM 与建设部标准中主要数据摘录如后。

表 1 环氧树脂涂层钢筋的性能指标

测试性能	测试条件	实际指标	参考标准
涂层厚度 mm	0.18-0.3	< 90% 测量点数	JG3042-1997
	0.15-0.3	< 90% 测量点数	GB/T18593-2001
	0.17-0.3	上限不限	ISO 14564
涂层连续性	钢筋长 1m	<3 个漏点	JG3042-1997
	钢筋长 1m	<5 个漏点	GB/T18593-2001
	钢筋长 1m	<4 个漏点	ISO14654
涂层弯曲性	钢筋直径 < 20mm	弯曲轴径 4d	JG3042-1997
	钢筋直径 > 20mm	弯曲轴径 6d	GB/T18593-2001
	钢筋直径 ≤ 20mm	弯曲轴径 4d	ISO14654
	钢筋直径 > 20mm	弯曲轴径 6d	ISO14654

表 2 涂层钢筋 ASTM 标准

性质	测试方法说明	测试结果
冲击	ASTM G14 1/8 in × 3in × 3in (0.32cm × 7.6cm × .6cm 钢板 5/8 in (1.6cm) 直径冲锤 ASTM A775	160 in.lbs 1.8kg.m 80 in.lbs, 0.9kg.m
耐摩擦性能	ASTM D1044 CS17, 1000g 重, 5000 次	0.012g 损失
渗透性	ASTM G17 -40℃-116℃	0
强度	洛氏硬度	>=16
耐盐雾	90 天, 5V, 5%NaCl 90 天, 1.5V, 3%ASTM G8 盐溶液 ASTM A775 2V, 7%NaCl, 30 天, 21℃	剥离直径平均 39mm (33mm~42mm) 剥离直径平均 31mm (30mm~32mm) 阳极, 无剥离 阴极, 孔周围稍些剥离
耐化学性	ASTM A775 45 天, 21℃ 3M(25%CaCl) 3M(10.7%NaOH) 饱和 Ca(OH) ₂	无裂缝, 剥离, 起泡 无起泡, 裂缝, 剥离 无起泡, 裂缝, 剥离 粘力轻微降低
弯曲度	焊接弯曲 0.325 in (8.25mm) 壁管 0.500 in (12.7mm) 厚焊缝 钢筋弯曲 23℃ 0.75 in (1.9cm) 粗钢筋 6 in (15.2cm) 直径轴	9.2 管径 6.2/ 径长 反弹后 120 度 无裂缝

表3 涂层钢筋专用粉末涂料的性能要求:

测试性能	测试条件	实际指标	参考标准
耐化学稳定性	3M CaCl ₂ , 3M NaOH, 3M Ca(OH) ₂ 饱和溶液 (24 ± 2°C, 45d)	涂层不起泡, 不软化, 不失去粘着性	JG3042-1997 GB/T 18593-2001
	3% NaCl, 0.3N KOH, 0.05N NaOH (55 ± 4°C, 28d)	钢筋弯曲前或弯曲后涂层不起泡, 不失去粘着性, 不返锈	ISO14656:1999(E)
阴极剥离	3% NaCl (24 ± 2°C, 1.5V, 168h)	< 4 mm	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	3% NaCl (23 ± 2°C, 1.5V, 168h) ≤ 8 mm	< 2 mm	ISO14656:1999(E)
抗弯曲性	Φ 100mm, 180°	无裂缝	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	Φ 100mm, 180°, 6d	无裂缝	ISO14656:1999(E)
盐雾试验	5% NaCl(35 ± 2°C, 800 ± 20h)	不起泡, 不返锈	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	5% NaCl(35 ± 2°C, 400 ± 10h)	不起泡, 不返锈	ISO14656:1999(E)
冲击性	(24 ± 2°C)	9J	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	(23 ± 2°C)	10J	ISO14656:1999(E)

表4 环氧树脂涂层钢筋用涂料的性能指标:

测试性能	测试条件	实际指标	参考标准
抗化学稳定	3M CaCl ₂ , 3M NaOH Ca(OH) ₂ 饱和溶液 [24°C ± 2°C, 45d]	涂层不起泡, 不软化和 不失去粘着性	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	3% NaCl, 0.3N KOH; 0.05N NaOH [55°C ± 4°C, 28d]	钢筋弯曲前或弯曲后涂层不起泡, 不失去粘着性和返锈	ISO14656; 1999 (E)
阴极剥离	3% NaCl [24°C ± 2°C, 1.5V, 168h]	< 4mm ≤ 8mm	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	3% NaCl [23°C ± 2°C, 1.5V, 168h ± h]	< 2mm	ISO14656; 1999 (E)
可弯性	φ 100mm, 180°	无裂缝	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	φ 100mm, 180°, 6d	无裂缝	ISO14656; 1999 (E)
盐雾试验	5% NaCl [35°C ± 2°C, 800h ± 20h]	不起泡, 不返锈	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	5% NaCl [35°C ± 2°C, 400h ± 10h]	不起泡, 不返锈	ISO14656; 1999 (E)
冲击性	[24°C ± 2°C]	9J	JG3042-1997 GB/T18593-2001
	[23°C ± 2°C]	10J	ISO14656; 1999 (E)

表 5

涂装环氧树脂涂层钢筋的性能指标:

测试性能	测试条件	实际指标	参考标准
涂层厚度	0.18~0.3mm	< 90%测量点数	JG3042-1997
	0.15~0.3mm	< 90%测量点数	GB/T18593-2001
	0.17~0.3mm	上限不限	ISO14654
涂层连续性	钢筋长 1 米	< 3 个漏点	JG3042-1997
	钢筋长 1 米	< 5 个漏点	GB/T18593-2001
	钢筋长 1 米	< 4 个漏点	ISO14654
涂层弯曲性	钢筋直径 < 20mm	弯曲轴径 4d	JG3042-1997
	钢筋直径 > 20mm	弯曲轴径 6d	GB/T18593-2001
	钢筋直径 ≤ 20mm	弯曲轴径 4d	ISO14654
	钢筋直径 > 20mm	弯曲轴径 6d	

3.3 配方设计

钢筋、钢绞线粉末涂料与管道粉末要求有所不同,除了要求快速固化外,对涂膜的柔韧性、延展性要求特别高,配方设计难度较大。主要难点体现在:1.要提高柔韧性必须选择高分子量的环氧树脂或在分子链中引入柔韧性的脂肪族链段,但分子量越高、脂肪链越长,其反应活性越低,就更难以快速固化。2.为了提高涂层的柔韧性与延展性,势必要减少填料的添加量,由此可能导致粉末易于结块,储存稳定性变差。目前,这类粉末的配方还很少公开,并且配方评价手段也不够完善。

钢筋、钢绞线粉末涂料对环氧树脂的柔韧性要求很高,所采用的环氧树脂多为增韧改性的环氧树脂,改性的办法主要有橡胶弹性体改性与引入柔性链改性。橡胶弹性体如CTBN与NBR改性的中分子量双酚A环氧树脂如韩国国都KR-102,也可用丙烯酸酯橡胶与中分子量双酚A环氧树脂进行核壳聚合的改性环氧树脂^[13]。固化剂可采用高分子的多羟基聚合物固化剂配合一定的促进剂。可选用的固化剂如美国道氏化学公司DEH-87\DEH-85 促进剂P-101。常熟佳发化学公司合成了一种分子结构中含有柔性链的中分子量环氧树脂,牌号E-10R,可适合于这类粉末的生产,参考配方如下:

E-10R 100 JECP-04B 15-20 BaSO₄10 CaCO₃ 7 TiO₂ 3 流平剂 1, 其他颜料, 适量。

上述配方制成的粉末涂料具有良好的弯曲性能,用DSC扫描,其固化曲线与等温固化速度与进口粉末基本一致。

3.4 环氧涂层钢筋粘结锚固性能试验、设计建议和有关规范的规定

3.4.1 建科院、郑州工业大学试验结论及设计建议

由于钢筋表面经环氧树脂涂层覆盖后,粗糙凹凸全被填满而成为平整光滑的表面,从而与混凝土界面的胶结和摩阻作用受到削弱,中国建筑科学研究院,郑州工业大学联合试验探讨了其粘结锚固机理、锚固特性及锚固强度,并通过梁锚试验加以验证,在此基础上,由可靠度分析提出锚固长度设计值的建议。

(1) 试验结论

- ① 环氧涂层钢筋由于表面光滑,胶结-摩阻力减小,机械咬合作用也因滑移而受到影响,故粘结性能削弱;
- ② 环氧涂层钢筋的粘结锚固刚度减小,滑移加大;
- ③ 环氧涂层钢筋的劈裂强度降低,但配箍后锚固强度有较大的增加,因此涂层钢筋的混凝土保护层中必须配置钢箍或围箍钢筋;
- ④ 环氧涂层钢筋比无涂层钢筋在一般情况下粘结强度降低 10% 左右,在最不利锚固条件下降低不超过 20%。

(2) 环氧涂层钢筋的锚固长度及其箍筋配置设计建议:

① 环氧涂层钢筋的锚固长度 l_{ac} (mm) 应不小于下表的数值:

混凝土强度等级	C20	C25	C30	$\geq C40$
Ⅱ级月牙钢筋	50d	45d	40d	30d
Ⅲ级月牙钢筋	55d	50d	45d	35d

② 环氧涂层钢筋的锚固长度范围内应配置不少于构造要求的钢箍或围箍钢筋。其箍筋直径应不小于力筋直径的0.25倍, 间距不宜大于力筋直径的10倍。

3.4.2 同济大学、河海大学的试验结论与设计建议

(1) 不同厚度的涂层钢筋与混凝土的粘结锚固性能试验结论:

① 普通钢筋与混凝土之间的粘结强度一般要大于环氧涂层钢筋与混凝土的粘结强度;

② 环氧涂层厚度为0.18mm的 $\Phi 12$ mm钢筋和 $\Phi 16$ mm钢筋与普通钢筋相比, 它们的粘度强度下降非常小, 这表明, 0.18mm的环氧涂层厚度对钢筋的粘结强度的影响非常小, 可以不计;

③ 当环氧涂层厚度为0.22-0.25mm时, $\Phi 12$ mm钢筋和 $\Phi 16$ mm的环氧涂层钢筋表现出了不同的情态, $\Phi 16$ mm环氧涂层钢筋的粘结强度下降较小, 而 $\Phi 12$ mm环氧涂层钢筋的粘结强度却下降较多, 说明这种涂层厚度对钢筋直径或横肋具有敏感性;

④ 当环氧涂层厚度为0.35mm时, 环氧涂层钢筋 $\Phi 12$ mm的粘结强度下降很多, 而 $\Phi 16$ mm环氧涂层钢筋的粘结强度则下降较小, 这表明对小直径的环氧涂层钢筋而言, 0.35mm的环氧涂层厚度过大, 工程中不宜应用;

⑤ $\Phi 16$ mm环氧涂层钢筋的粘结强度比 $\Phi 12$ mm钢筋的粘结强度高出较多, 说明钢筋与混凝土之间的机械咬合力对钢筋的粘结强度尤其是后期强度具有决定性的作用, 对普通钢筋和环氧涂层钢筋均适用。

(2) 设计建议

① 对于环氧涂层厚度介于0.18mm-0.25mm之间的涂层钢筋, 其粘结锚固长度宜为普通钢筋粘结锚固长度要求取值的1.4倍;

② 对于 $\Phi 16$ mm等直径较大的环氧涂层钢筋, 其粘结锚固长度的取值可适当放宽, 宜为普通钢筋粘结锚固长度要求取值的1.2倍;

③ 对于 $\Phi 12$ mm等较小直径的涂层钢筋来说, 涂层厚度应不大于0.25mm, 而对于 $\Phi 16$ mm等较大直径的涂层钢筋来说, 涂层厚度宜不大于0.35mm。在满足涂层钢筋微孔要求的基础上, 应尽量使涂层厚度薄一些, 但应至少大于0.13mm。

3.4.3 JG3042-97《环氧树脂涂层钢筋》中对钢筋锚固长度的规定

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;

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锚固长度的1.5倍, 且不小于375mm; 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钢筋锚固长度的1.0倍且不小于250mm。

3.5 使用环氧涂层钢筋注意事项

3.5.1 吊装

① 吊装涂层钢筋的吊索应采用高强度的尼龙带, 不得使用钢丝绳吊装, 以避免吊索与钢筋之间因挤压、摩擦造成涂层破坏;

② 对长度超过 6m 的涂层钢筋应采用多支点吊装, 以避免钢筋两端因过大垂落造成钢筋的摩擦与碰撞, 损坏涂层。

3.5.2 贮存与搬运

- ① 涂层钢筋在施工现场的贮存期应尽量缩短, 一般不宜超过三个月;
- ② 涂层钢筋在贮存期间, 应采用不透光的黑色塑料布包裹, 以避免因紫外线照射引起涂层的褪色和老化;
- ③ 涂层钢筋在堆放时, 钢筋与地面之间, 钢筋捆与钢筋捆之间应以木条隔开, 且堆放层数不宜超过 5 层;
- ④ 涂层钢筋应以水平方式搬运, 在搬运过程中, 严禁拖拽抛掷涂层钢筋。

3.5.3 涂层钢筋的加工

① 加工时, 环境温度宜不低于摄氏 5℃, 钢筋弯曲机的芯轴应套以专用套管, 平板表面应铺以布毡垫层, 避免涂层与金属物直接接触; 涂层钢筋的弯曲直径, 对直径 $\leq 20\text{mm}$ 钢筋, 不宜小于 4d, 对直径 $d \geq 20\text{mm}$ 钢筋不宜小于 6d, 且弯曲速率不宜高于 82r/min,

② 涂层钢筋的切断应采用砂轮锯或钢筋切断机进行, 严禁采用气割方法; 切断加工时, 在直接接触涂层钢筋的部位, 应垫以缓冲材料; 切断后应以专用修补涂料进行修补。

3.5.4 涂层钢筋的连接与定位

- 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 为保证涂层钢筋的绑扎连接的牢固和不损坏涂层, 应采用专用的包胶铅丝; 对交叉钢筋, 应采用“X”型绑扣;
- ③ 涂层钢筋的绑扎搭接长度应符合设计要求;
- ④ 涂层钢筋焊接前, 应先将钢筋焊接部位的涂层清除干净; 焊接后, 要将焊接部位附近受影响的涂层清除干净; 并采用专用修补材料将焊接部位及其影响区域的涂层进行修补;
- ⑤ 涂层钢筋的机械连接, 宜采用已经过涂装的专用套筒螺母, 连接后采用专用修补材料将接口处受损涂层进行修补; 当未采用已经过涂装的专用套筒螺母进行涂层钢筋的机械连接时, 尚应在连接后采用专用修补材料将套筒、螺母等连接件涂刷涂层;
- ⑥ 涂层钢筋宜采用已经过涂装的专用铁架定位;
- ⑦ 涂层钢筋铺装就位后, 施工人员不宜在其上行走, 并应避免将施工工具跌落砸坏涂层。

3.5.5 涂层修补

在混凝土浇筑前, 应检查钢筋涂层破损情况, 对破损涂层应采用专用修补材料予以修补。

3.5.6 混凝土的浇筑

- ① 混凝土浇筑应待涂层材料完全固化后进行, 涂层修补材料的固化时间可根据修补材料的说明书确定;
- ② 采用插入式振捣棒震捣混凝土时, 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。