

文章编号:1671-2579(2006)05-0043-03

# 沿海地区环氧涂层钢筋的施工

吴雪熙, 陈晓芳

(广东省长大公路工程有限公司, 广东 广州 510620)

**摘要:**近年来,环氧涂层钢筋在欧美、日本等国得到越来越广泛的应用(如在美国,环氧涂层钢筋应用在桥梁方面占钢筋总用量的2/3左右),许多国家也规定在工程建造中必须使用环氧涂层钢筋,中国国内有关环氧涂层钢筋的科研和工程应用资料不多。该文就湛江海湾大桥环氧树脂涂层钢筋的施工要点、主要注意事项、施工质量控制及相关规范要求进行探讨。

**关键词:**环氧涂层钢筋;沿海地区;钢筋施工

根据湛江海湾大桥地质水文情况,结合大桥主要部位构件的等级强度、施工工艺,在桩基桩顶水位变动区、承台受力钢筋、主塔及桥墩位于浪溅区的受力主筋采用环氧涂层钢筋。

## 1 环氧涂层钢筋的施工

### 1.1 环氧涂层钢筋的特点

环氧树脂涂层钢筋的主要特点有:在混凝土与钢筋间有抗氧离子、氯离子和水分子渗透的作用,具有极佳的化学抗腐蚀性能;形成后的涂层与金属粘着力高、干缩小、延性大,有效阻隔侵蚀物质;可延长建筑物的使用寿命达50年以上,避免因维修或拆除造成的诸多不便和昂贵的成本。目前该项产品已被美国、日本、欧洲及远东、中东等国家和地区规定在恶劣环境中的工程必须使用的产品。应用经验和研究表明,它与优质混凝土或掺阻锈剂方法联合使用,具有叠加的保护效果。

由于环氧涂层钢筋之间为绝缘涂层所隔开,缺乏电连续性,若采用外加电流阴极保护,不仅会降低保护效果,而且在环氧涂层局部损伤处产生的杂散电流,还会引起严重的电腐蚀问题。故环氧涂层钢筋不得与外加电流阴极保护联合使用。

环氧涂层钢筋表面光滑、胶结—摩擦降低,咬合作

用不好而容易滑脱,致使粘结性能减弱、粘结强度降低。试验研究表明,与无粘结涂层钢筋相比,涂层钢筋的粘结锚固强度降低约10%,在最不利锚固条件下可降低20%,锚固长度约增长25%,搭接锚固强度约降低13.8%。考虑到环氧涂层钢筋的工程应用经验尚少,故偏安全地规定:环氧涂层钢筋的粘结强度可取为无涂层钢筋的80%,锚固长度和受控绑扎搭接长度分别取为无涂层钢筋锚固长度的1.25倍和1.5倍。

与无涂层的钢筋混凝土结构相比,配涂层钢筋的混凝土构件承载力基本相同,刚度降低0~11.3%,钢筋应变不均匀系数增大6.2%,平均裂缝间距增大10.8%。据此分析,并从偏安全方面考虑,配涂层的钢筋混凝土构件的承载力、裂缝宽度及刚度的计算方法与无涂层钢筋构件相同,但计算刚度应取系数0.9,裂缝宽度应取系数1.2。

### 1.2 涂层检测标准

在涂敷环氧粉末涂层前,必须对钢筋表面进行净化处理,其质量应达到目视评定除锈等级S21/2级。净化后的钢筋表面不得附着氯化物,表面洁净度不低于95%;净化后的钢筋表面应具有适当的粗糙度,其波峰至波谷间的幅值应在0.04~0.10mm之间。

固化后的涂层厚度应在0.18~0.30mm之间。涂层应保持连续性,不应有孔洞、孔隙、裂纹或肉眼可见的其他缺陷。涂层钢筋在每米长度上的微孔(肉眼

收稿日期:2006-08-10

作者简介:吴雪熙,男,大学本科,助理工程师。

不可见之针孔)平均不应超过 3 个。

涂层钢筋必须具有良好的可弯性,可采用“弯曲试验机”进行检测。试验样品应在 20~30℃之间达到热平衡状态,将试验样品的两纵肋(弯形钢筋)置于与弯曲试验机心轴半径相垂直的平面内,以均匀的且不低于 8 r/min 的速率弯曲涂层钢筋,弯曲角度为 180°(回弹后),对于直径  $d$  不大于  $\phi 20$  mm 的涂层钢筋,弯曲直径应不大于  $4d$ ;对于直径  $d$  大于  $\phi 20$  mm 的涂层钢筋,弯曲直径应不大于  $6d$ 。

### 1.3 环氧涂层钢筋施工细则

为更好地发挥环氧树脂涂层钢筋抗腐蚀的功能,在涂层钢筋的运输吊装、验收、贮存与搬运、加工、连接与定位、涂层修补及混凝土浇筑等施工过程中,除应符合一般钢筋的施工要求外,尚应符合以下特殊要求,以使涂层不受损坏。

#### 1.3.1 环氧涂层钢筋的包装、标志、搬运和存放

除应符合现行行业标准的有关规定外,尚应符合下列规定:

(1) 环氧涂层钢筋宜采用集装箱运输。

(2) 环氧涂层钢筋在施工中应减少吊装次数。吊装时应使用不损伤环氧涂层的绑带、麻绳索及多吊点的刚性吊架,或坚固的多点承托,接触环氧涂层钢筋的区域应设置垫片。不得在地上或其他钢筋上拖、掉落或承受冲击荷载。对长度超过 6 m 的涂层钢筋,应采用多支点吊装,避免钢筋两端因过大垂落造成钢筋之间的摩擦与碰撞,损坏涂层。

(3) 堆放时,环氧涂层钢筋与地面之间应架空并设置保护性支承。各捆环氧钢筋之间,应以垫木隔开,支撑的间距应小到足以防止成捆钢筋的下垂。成捆堆放层数不得超过 5 层。无涂层钢筋与环氧涂层钢筋应分别堆放。

(4) 环氧涂层钢筋现场堆放期在室外不得超过 2 个月,总堆放期不得超过 6 个月。当环氧涂层钢筋在室外堆放的时间需要 2 个月以上时,应采取保护措施,采用不透光的黑色塑料布包裹,避免阳光、烟雾等影响。

#### 1.3.2 环氧涂层钢筋的验收

(1) 直径小于 20 mm 的宜 2 t 为一验收批,直径大于 20 mm 的宜 4 t 为一验收批。

(2) 每一验收批随机至少应抽取一根,进行涂层厚度、连续性和柔韧性的复检。

① 固化后的无破损环氧涂层厚度应为 180~300  $\mu\text{m}$ 。在每根被测钢筋的全部厚度记录中应有不少于

95%的厚度记录值在上述规定范围内,且不得有低于 130  $\mu\text{m}$  的厚度记录值;② 环氧涂层的连续性,应在进行弯曲试验前检查环氧涂层的针孔数,每米长度上检测出的针孔数不应超过 4 个,且不得有肉眼可见的裂缝、孔隙、剥离等缺陷;③ 环氧涂层的柔韧性,应在环氧涂层钢筋弯曲后,检查弯曲外凸面的针孔数,每米长度上测验出的针孔数不应超过 4 个,且不得有肉眼可见的裂缝、孔隙、剥离等缺陷;④ 弯曲试验方法应符合现行行业标准《环氧树脂涂层钢筋》的有关规定。

(3) 每米涂层钢筋上涂层缺陷总面积最大不得超过钢筋表面的 0.05%。

#### 1.3.3 环氧涂层钢筋的加工

(1) 在对涂层钢筋进行弯曲加工时,环境温度宜不低于 5℃;钢筋弯曲机的心轴应套以专用套管,平板表面应铺以布毡垫层,避免涂层与金属物的直接接触挤压;对直径  $d \leq 20$  mm 钢筋,涂层钢筋的弯曲直径不宜小于  $4d$ ;对直径  $d > 20$  mm 钢筋,不宜小于  $6d$ ,且弯曲速率不宜高于 8 r/min。

(2) 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;切断头应以修补涂料进行修补。

#### 1.3.4 环氧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固定和不损坏涂层,应采用专用的包胶铅丝;对十字交叉钢筋,应采用“X”形绑扣。

(3) 涂层钢筋的绑扎搭接长度应符合设计要求,当无特殊要求时,对受拉钢筋,不得小于有关设计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,不得小于有关设计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。

(4) 涂层钢筋的焊接连接,应先将用于焊接的钢筋部位的涂层剔除干净;焊接后,应将焊接部位附近受影响的涂层剔除干净,并根据专用修补材料的使用要求,将焊接部位及其影响区域的涂层修补好。

(5) 涂层钢筋的机械连接,宜采用已经过涂装的专用套筒、螺母进行,并根据专用修补材料的使用要求,将接口处受损涂层修补好;当采用未经过涂装的套筒、螺母进行涂层钢筋的机械连接时,尚应在连接后根据专业修补材料的使用要求,将套筒、螺母等连接件涂

刷涂层。

(6) 涂层钢筋允许与非涂层钢筋联合使用, 但要注意防止两者间形成电连接。涂层钢筋和非涂层钢筋的架立筋必须采用涂层钢筋。

(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。

### 1.3.5 环氧涂层钢筋的修补

(1) 在环氧涂层的任一点上, 当涂层脱开、剥离或损伤到下列程度时, 不得修补和使用:

① 一点上的面积大于  $25 \text{ mm}^2$ , 或长度大于  $50 \text{ mm}$ , 其中不包括钢筋剪切端头的修补面积;

②  $1 \text{ m}$  长度内有 3 个点以上, 即使每个点的面积小于  $25 \text{ mm}^2$ , 或长度小于  $50 \text{ mm}$ ;

③ 环氧涂层钢筋切下并弯曲的一段上, 涂层有 6 个以上的损伤。

(2) 环氧涂层钢筋在搬运、加工、焊接、安装过程中造成的涂层损伤应按下列规定进行修补:

① 加工过程中受到剪切、锯割或工具切断时的切断头, 与焊接烧伤及热影响区, 均应在切断或损伤后  $2 \text{ h}$  内及时修补;

② 修补应采用环氧涂层钢筋生产厂家提供的材料;

③ 修补前, 应除尽不粘着的涂层和修补处的锈迹;

④ 当修补时的环境相对湿度大于  $85\%$  时, 应以电热吹风机适当加热除湿;

⑤ 修补时, 应使涂抹修补材料与已有牢固涂层搭接的范围适当, 不宜使已有的牢固涂层过量增厚;

⑥ 修补涂层厚度不得少于  $180 \mu\text{m}$ 。

### 1.3.6 环氧涂层钢筋的施工质量控制

(1) 在整个施工过程中应随时检验涂层缺陷, 严格限制环氧涂层钢筋出现过多的缺陷, 每米涂层钢筋上小于  $25 \text{ mm}^2$  的涂层缺陷, 其总面积不得超过钢筋表面积的  $0.1\%$ 。

(2) 涂层钢筋进行剪切、冷弯时, 所有接触涂层钢筋的机具接触面应有尼龙套管筒或衬垫, 防止损伤涂层。

(3) 架立环氧涂层钢筋时, 不得采用无涂层钢筋。绑扎环氧涂层钢筋应采用尼龙、环氧塑料或其他柔软材料包裹。同一构件中, 环氧涂层钢筋与无涂层钢筋不得有电连接(防雷接地钢筋应另外布置)。

(4) 环氧涂层钢筋架立安装之后, 不宜在其上行走, 应防止工具或重物跌落其上, 并应规定可移动设备

的位置, 以免损伤环氧涂层钢筋。

(5) 浇筑混凝土前, 应检查环氧涂层钢筋的涂层, 尤其是剪切端头处, 如有损伤应及时修补, 待修补材料固化后, 方可浇筑混凝土。

(6) 浇筑混凝土时, 当采用插入式振动棒振动, 则应用塑料或橡胶包裹振动器, 防止振捣混凝土过程中损伤环氧涂层。

## 2 存在的问题

环氧涂层钢筋有许多优点和优势, 在国外得到迅速发展。然而, 其也存在一些问题与不足, 主要有:

### (1) 修补难以避免

环氧涂层钢筋的主要问题集中在能否保证钢筋表面环氧涂层的完整性上。如果涂层不完整, 有孔洞、破伤或膜层太薄等“缺欠”, 在腐蚀环境下, 结构中的钢筋依然会锈蚀。值得注意的是, 在涂层不完整的“缺欠”处, 局部锈蚀发展常比无涂层钢筋还要快。因此, 一方面要保证环氧涂层钢筋的自身质量; 另一方面, 在运输、装卸过程中, 应最大限度地保证不碰伤、划伤钢筋表面的环氧涂层, 同时, 施工过程中更应注意, 人和机械, 都不应碰伤、划伤、损坏钢筋表面的环氧涂层。这对运输、施工提出了严格的要求, 虽然现场允许用环氧树脂修补, 但修补质量比不上原涂层质量, 修补多总体质量更难保证。

以上说明, 环氧涂层钢筋的关键问题, 是在生产和使用过程中, 最大限度地保护环氧涂层, 减少修补量。

### (2) 环氧涂层钢筋价格高昂

环氧涂层钢筋的价格要比普通钢筋贵, 因此, 使用环氧涂层钢筋势必会增加工程造价, 由于费用的增加而使得很多工程可能不会采用环氧涂层钢筋, 或者是减少环氧涂层钢筋的使用量。但是, 使用环氧涂层钢筋可以保护结构物, 从而有效延长建筑物的使用年限。

因此, 环氧涂层钢筋的使用, 应结合经济与其对建筑物的耐久性的贡献综合考虑。

### (3) 环氧涂层钢筋的检验认证

环氧涂层钢筋对涂层材料和涂装工艺都有很高的技术要求, 是否符合这些要求必须通过严格的检验测试才能确定。但目前只是生产厂家提供自检认证, 没有权威机构进行检验。

因此, 环氧涂层钢筋应该纳入进行产品质量认证的范围。

文章编号: 1671-2579(2006)05-0046-03

# 湛江海湾大桥引桥高墩爬架施工

郑智敬

(广东省长大公路工程有限公司, 广东 广州 510620)

摘 要: 该文针对湛江海湾大桥水中引桥高墩数量多、高度高、施工难度较大的特点, 提出了高墩爬架施工的施工方案, 并介绍了该方法的工作原理、特点及具体操作过程。结果表明, 该方法无论是在施工工艺上还是成本上都是可行的。

关键词: 高墩; 爬架; 提升系统

## 1 概述

湛江海湾大桥位于广东省西部沿海湛江地区, 跨越湛江市麻斜海湾, 全长 3 981.17 m。其水中西引桥 49<sup>#</sup>~66<sup>#</sup>墩共有 18 个墩(含主桥辅墩), 每个墩分左右幅两个墩身, 共有 4 种尺寸墩身。标准段截面分别为 400 cm×360 cm、400 cm×300 cm、400 cm×280 cm、400 cm×230 cm, 顶部为 580 cm 高的花瓶段, 均为空心薄壁墩, 壁厚 50 cm。高度为 19.02~49.2 m, 每个墩以 1.5 m 的高差递增。墩身数量多, 高度高, 施工难度较大, 故采用爬架提升、翻转模板法逐节施工的方法。标准段模板分为 3 节, 每节高 3.0 m, 总高度为 9.0 m, 混凝土浇筑高度每次为 6.0 m。

## 2 爬架的工作原理及结构

高墩采用爬架提升翻转模板施工工艺, 整个系统由模板、爬架、提升动力 3 大部分组成, 其工作原理为:

架体以接口模板作为支撑体, 利用手拉葫芦作为提升动力逐层连续施工。

整个爬架共分为 7 层, 底下 3 层每层高 2.9 m, 中间 3 层每层高 2.6 m, 最上一层高 1.0 m, 仅供操作使用, 整个爬架总高为 17.5 m。分 3 节制作和安装, 节高为 6、6、5.5 m, 节与节间采用法兰盘连接, 每节沿横桥向可分成两半, 也以法兰盘连接。走道宽 1 m, 考虑到墩顶 580 cm 花瓶段比标准段宽的施工需要, 最上两层走道在顺桥向分为 2 个 50 cm 的走道, 内边 50 cm 走道可拆除。爬架边与墩身间保证有 90 cm 的净空, 便于模板的翻转提升操作。爬架设计总体尺寸为 7.8 m×6.1 m×17.5 m, 适用于标准段截面为 400 cm×230 cm 的墩型, 考虑到施工的通用性, 另设计 70 cm 和 130 cm 长的两头带法兰盘的连接杆用来加宽爬架使其能适用其他墩型。整个架体加工材料选用无缝钢管, 钢管规格为  $\phi 50 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ , 操作平台铺设钢板网, 要求网眼密, 钢板厚, 每层操作平台内外侧均加焊栏杆扶手, 相邻两层平台之间设置爬梯。爬架在 4 个内面均设置 2 条支承牛腿, 共计 8 条牛腿, 支承牛腿做

## 3 结语

目前国内环氧涂层钢筋的应用还处在起步阶段, 采用涂层钢筋可大大提高结构的耐久性, 同时也不可避免地要增加一些工程造价, 但从成本效益分析来看

是十分值得的。从整个工程来看, 成本增加并不高, 但是由于涂层有效地保证了腐蚀介质与钢筋的隔离, 延缓和防止了钢筋的锈蚀, 可以减少建筑物使用期间的维修费用, 保证结构的设计使用条件, 并延长了结构使用寿命。因此, 对于处于腐蚀环境中的结构采用涂层钢筋, 其经济效益和社会效益是十分巨大的。

收稿日期: 2006-08-12

作者简介: 郑智敬, 男, 大学本科, 助理工程师。