

环氧喷涂钢绞线在水工、桥梁结构中的应用

赵靖钊 方中予 戴义平 黄 雄

【摘要】 预应力筋的防腐性能对水工、桥梁结构耐久性起着极为关键的作用。本文介绍了由柳州 OVM 公司研制的具有良好防腐性能的一种新型预应力筋——环氧喷涂钢绞线，以及其在水工、桥梁工程中的应用。

【关键词】 环氧喷涂钢绞线 防腐性 水工 桥梁结构

一、引言

随着我国经济建设的迅速发展，水工、桥梁建设已成为新的建设热点。不论是水工结构，还是桥梁结构由于其所处的内陆和海洋环境因素的作用，存在着不同程度的腐蚀倾向。而预应力筋的腐蚀是关系到现有结构耐久性的重要问题。北方寒冷气候中消冰盐的腐蚀，海边桥梁的海水侵袭，空气中的有害废气以及一些地下土壤所含腐蚀性化学物质等，对混凝土结构中的预应力筋的破坏作用，已引起了建筑界的广泛关注。

由 PC 钢绞线等预应力钢材的腐蚀破坏而导致各种事故时有发生，一般的防腐技术已很难适应需要。因为普通预应力筋的周围握裹层一旦开裂，即造成防腐失效，特别是应力状态下腐蚀会加快，而镀锌防护，混凝土中氯离子与锌铁会产生电极反应，造成预应力筋的腐蚀。为此，有关研究单位提出了各种各样的防腐方法，以提高 PC 钢绞线、钢筋的防腐性能及其耐久性。经过几年的研究实践，柳州 OVM 公司开发出了一种全新的环氧防腐预应力筋——高压静电喷涂环氧粉末防腐钢绞线，并成功地应用于我国的许多桥梁、水工、建筑结构中，得到专家们的认可和好评。

二、环氧喷涂钢绞线的技术特点及性能指标

1、环氧喷涂钢绞线的制作和技术特点

环氧喷涂钢绞线是在 $7 \times \phi 5$ 钢绞线中钢丝表

赵靖钊：柳州欧维姆机械有限责任公司

面逐根喷涂一层致密的厚度均匀的环氧被膜，故又被称为全涂装钢绞线。由于其涂膜均匀、表面光滑平整，磨擦系数小，又可制成无粘结筋形式。

环氧喷涂钢绞线生产技术是一种高环保无污染高压静电喷涂技术，利用静电吸附将环氧树脂粉末喷射于钢绞线上，然后加热熔融、固化、冷却，从而在钢丝表面形成一层致密的环氧涂膜。

镀锌钢绞线与环氧喷涂钢绞线的主要区别是所用防腐材料与工艺不同，前者采用热镀锌，后者采用高分子防腐介质，因而防腐效果及钢绞线的机械性能有所差别，PC 钢绞线经过镀锌处理后，机械性能有所改变（即 270KN 级钢绞线镀锌后抗拉强度 σ_b 降为 1770MPa）；镀锌钢绞线被刮伤后，在受伤处可产生阴极反应，会使腐蚀速度加快。而此文所述的环氧喷涂钢绞线不会对其的机械性能有任何影响。镀锌钢绞线的生产会对环境造成污染，而环氧喷涂钢绞线是一种高环保的表面防腐工艺。

除具有优异的防腐蚀能力外，环氧喷涂钢绞线还具有以下特点：

- 对构成钢绞线的各根钢丝都进行了充分地表面材质调整，各钢丝一边旋转一边进行涂装，因此与其它涂装法相比，膜层较薄（平均 150~180um），且均匀，致密性好，可靠性高；

- 与涂装前的钢绞线相比，环氧喷涂钢绞线的韧性指标基本上没有降低；

●环氧涂层能在 -70°C 至 $+100^{\circ}\text{C}$ 的环境中工作而不影响涂层性能, 即涂层不脆裂、软化, 不降低传递荷载能力;

●PC 钢绞线涂装后外径变化较小, 应用新的张拉工艺, 适用于原有的 OVM 锚固体系。

2、主要材料的质量标准

(1) PC 钢绞线: 用于制作环氧喷层钢绞线的光面 PC 钢绞线, 应符合国家标准 GB/5224-95, 国外标准: ASTM A416-90A、BS5896-80、JIS G3536。

(2) 环氧粉末: 采用熔融键结型环氧树脂粉末。其优点如下:

- 化学稳定性优良;
- 温度稳定性优良;
- 对金属材质的附着性好;
- 抗阴极分解好;
- 耐曲折度优良;
- 抗冲击性优良;
- 耐磨性好;
- 低氧渗透性好。

3、环氧喷涂钢绞线的性能

参考国外经验, 制定了企业标准《〈环氧树脂涂层预应力钢绞线〉》Q/OVM011-1999, 其主要内容如表 1 所示。

经大量试验及工程应用证实, 环氧喷涂钢绞线的防腐性能、可弯曲性、柔软性、涂膜耐冲击性、混凝土的附着性, 锚固性能、疲劳强度均达到设计要求。同时, 环氧喷涂钢绞线与 OVM 锚固体系有良好的适配性, 测试组件符合锚具国家标准要求。

4、环氧喷涂钢绞线的经济性

关于使用环氧喷涂钢绞线是否增加成本的问题, 若仅考虑预应力材料, 采用环氧喷涂钢绞线由于增加了涂层加工费, 显然成本将增加, 但增加的部分所占工程费用的比例极小。若综合考虑由此带来的工程的使用年限大大增加, 工程结构大大减薄, 相应基础费用大为降低, 另外建成后维护费用也可减少, 因此总建设成本是显著地降低了。

三、环氧喷涂钢绞线的工程应用

环氧喷涂钢绞线的应用范围包括水工混凝土结构工程、各种桥梁的预应力拉索、体外索工程及桥梁的加固修复工程等。由于水工混凝土结构要求预应力拉索耐腐蚀的特点, 采用环氧喷涂钢绞线将大大提高使用年限。例如电站中的排水洞、排沙洞、调水工程中的涵管隧洞、渡槽、污水处

(下转第 35 页)

表 1 环氧喷涂钢绞线的质量标准(企业标准)

项目	试验方法及条件	标准要求
外观	生产过程中成盘前用目视检查	涂膜均匀、表面光滑平整、无凸起、裂开、气孔、气泡或有其它附着物
耐冲击性	耐冲击试验法(JIS K54008.3.2中的社邦试验法)	冲锤直接冲击的部位以外涂膜无损伤
可弯曲性	用油压千斤顶进行弯曲加工, 弯曲半径为钢绞线直径的 2 倍, 弯曲角度有 90 度和 180 度两种	涂膜无损伤
涂膜硬度	按 JIS K5400.8.4.2 用 H 型铅笔手划	涂膜无破损、划伤
涂膜硬化度	用试剂来回抹拭	涂膜无软化和粘着
耐腐蚀性	按 JIS Z 2371 的方法进行 2000 小时盐水喷雾试验	钢绞线表面及内部发锈率在 0.5% 以下
耐化学药品性	分别用 CaCl_2 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 NaOH 溶液进行浸渍试验 1000 小时	钢绞线内部及表面均无发锈
柔软性	用与无涂装 PC 钢绞线比较的方法进行	挠度差在 4% 以下
疲劳强度	用与无涂装 PC 钢绞线比较的方法进行	疲劳试验结束后再分别对两种钢绞线进行拉伸试验, 然后将抗拉强度进行比较, 基本上无差别

表 3 为 OVM 公司现有的控制系统的情况。

对提升同步精度要求一般,可用定点位置开关量检测,电磁换向阀作为执行元件,即选择 LSDKB 或 LSDKB-6 型控制系统;对同步精度要求较高,可采用位移传感器,电液换向阀(或电液比例阀)作为执行元件,即选用 LSDKC-8 型控制系统;对于工程同步精度要求很高,则采用激光精密测距,电液比例阀作为执行元件,选用 QW1T16 型控制系统。

4、工程应用

此前的《OVM 通讯》已经介绍过 OVM 公司的液压提升系统(或组成系统的设备)在上海东方明珠电视塔 110m 高的天线桅杆整体提升、北京西客站 1800t 重的钢门楼整体提升、上海大剧院近 6000t 重的钢屋架整体提升、广东虎门大桥钢箱梁提升等工程的应用情况。其实 OVM 公司的液压提升技术早已突破原有的建筑、桥梁等工程施工项

目,已延伸到了石化、电力建设等新的领域。例如在深圳月亮湾电厂、南山电厂以及上海外高桥电厂二期 2 × 900MW 扩建工程中的应用,表明了 OVM 公司开发的具有自主知识产权的液压提升技术能够适用于火力电厂建设上刚性梁、受热管件、顶棚、烟道、汽包以及定子等多种钢构件的吊装施工,并且具有其独特的优势及安全性。(施工介绍详见《OVM 通讯》2002 年第 6 期)

目前,随着越来越多特殊结构的设计建设,运用液压提升技术进行施工的优势越来越明显,OVM 公司正源源不断地接到各个领域不同要求的提升施工合同,这不仅仅是 OVM 公司的福音,更是设计、施工工作者们的福音,因为 OVM 液压提升技术的广泛适应性,成为了各领域工程施工的有利帮手。

.....
OVM COMMUNICATION
.....

(上接第 31 页)

理池、预应力衬砌等。在国外,环氧喷涂钢绞线在许多斜拉桥中用作斜拉索,例如美国伊利诺斯州的内维尤桥、密西西比河上的克拉克桥和布林敦桥;日本东京附近名胜区的矮塔斜拉桥等。在国内,在建的四川宜宾中坝金沙江大桥也采用了 OVM 公司的环氧喷涂钢绞线拉索。在体外索工程中,由于环氧喷涂钢绞线的防腐性能优异,且易弯成曲线形状,所以应用非常广泛。国外如美国的长礁桥、七英里桥、科威特布比延海大桥等,国内如北京紫竹立交主桥单箱三室箱梁中的曲线环

氧喷涂钢绞线无粘结筋、福州洪塘大桥 40m 连续梁、北京万泉河桥(高架桥)、鞍山五一路立交桥等。另外,越南新济桥以及各种拱桥中的系杆拉索等也大量采用了这种钢绞线。

参考文献

《环氧树脂涂层预应力钢绞线》柳州市建筑机械总厂 2001 年 9 月