

划时代的防腐预应力钢材——环氧树脂

全喷涂 PC 钢绞线

柳州市建筑机械总厂 唐小萍 张升华

前言

随着预应力施工技术在高层、多层、单层建筑及桥梁、水工、护坡与池、罐塔等工程中的不断应用和发展,对预应力材料防腐技术的要求越来越严格。同时,由于过去特殊环境中所使用的预应力材料在防腐技术方面存在的不足也逐步显露出来。最近,有关 PC 构件的重要组成部分——PC 钢绞线因腐蚀而发生各种事故时见报迹。

为从根本上解决特殊环境中的防腐问题,适应预应力技术的发展要求,OVM 公司从 1994 年开始从国外引进 PC 预应力材料环氧树脂喷涂防腐方法。

本文介绍一下 OVM 公司已经生产的具有划时代意义的新型防腐预应力材料——环氧树脂全喷涂 PC 钢绞线。

一、简介

环氧树脂全喷涂 PC 钢绞线是对构成钢绞线的芯线及外周的六根钢线的表面用静电喷涂的方法,喷涂上环氧树脂粉末并加热熔化使其致密附着于钢绞线表面而形成一层保护膜,该保护膜对各种各样的腐蚀环境具有良好的耐蚀性。同时,该新型防腐钢绞线具有与母材钢绞线相同的强度特性及相同的混凝土粘结强度,且其柔软性与喷涂前相同,它还具有与普通钢绞线共用锚具和张拉设备等优点。

二、环氧树脂全喷涂 PC 钢绞线加工工艺

该产品选用全新的加工工艺、先进的

加工设备,并进行完善的工艺管理和质量管理。

加工工艺:PC 钢绞线质量检验→钢绞线开包→上转盘→表面质量调整→外圈钢线打散→前加热→喷涂→后加热→冷却→外圈钢线回绞→外径测定→气泡检测→成卷→检查→入库。

三、产品的种类及用途

目前 OVM 公司可生产 $\varnothing 12.7\text{mm}$ 、 $\varnothing 12.9\text{mm}$ 和 $\varnothing 15.24\text{mm}$ 、 $\varnothing 15.7\text{mm}$ 的环氧树脂全喷涂 PC 钢绞线和单层、双层 PE 套管的环氧树脂全喷涂钢绞线无粘结筋。

产品的种类及主要用途如表 1 所示

表 1

种 类	代 号	张拉方式	主要用途
环氧树脂全喷涂防腐钢绞线	OVM—S	先 张	建筑结构、盐碱地区桥梁、港湾结构、海洋结构斜拉索等,特别适应于强腐蚀环境及永久地锚等。
环氧树脂全喷涂防腐无粘结筋	OVM—U1 OVM—U2	后张 先后张并用	

① 环氧树脂全喷涂层的厚度为 0.1mm~0.2mm;

② 环氧树脂全喷涂防腐无粘结筋的外层为 PE 套,可根据用户的要求加工成单层、双层、黑色或彩色;

③ S 为有粘结筋, U1 为单层 PE、U2 为双层 PE。

四、产品的性能试验

由于环氧树脂全喷涂无粘结筋与环氧树脂全喷涂防腐钢绞线仅相差 PE 套,且主要目的是分析喷涂后的钢绞线的各项性能指标,因此,所有的试验均以环氧

树脂全喷涂钢绞线进行试验(注:所有试验均在外国进行)。

(1) 耐腐蚀性能试验

按标准要求对全喷涂钢绞线在喷雾塔内进行快速腐蚀性试验。

试验条件:

a. 试件: $\varnothing 12.7\text{mm}$ 全喷涂钢绞线, (试件是经过按标准强度张拉至 80% 后的钢绞线)

b. 试验时间: 2000 小时

试验结果如表 2 所示:

表 2

条件	1000 小时的状况				2000 小时的状况				注: O: 无异常 R: 有锈蚀 B: 有气泡
	外部		内部		外部		内部		
	生锈	气泡	生锈	气泡	生锈	气泡	生锈	气泡	
试件	0	0	0	0	0	0	0	0	

注: a. 普通 PC 钢绞线的盐雾试验在 400 小时的情况下出现锈斑;

b. 镀锌 PC 钢绞线的盐雾试验在 1000 小时的情况下出现锈斑。

(2) 耐化学药品性能:

为检验涂层的耐化学药品性能,选用氯化钾、氢氧化钠、氢氧化钾溶液进行试验。

试验条件: a. 试件: $\varnothing 12.7\text{mm}$ 全喷涂钢绞线

b. 试验时间: 1000 小时。

试验结果见表 3

表 3

试验 溶液 种类	条件		500 小时				1000 小时				O:无异常 R:有锈 B:有气泡
			外部		内部		外部		内部		
	生锈	气泡	生锈	气泡	生锈	气泡	生锈	气泡	生锈	气泡	
氯化钾 3mol 溶液	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
氢氧化钠 3mol 溶液	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
氢氧化钾饱和水溶液	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

注:所谓外部,即一根钢绞线的外表,所谓内部即打开钢绞线后的一根一根钢丝。

(3)变形性能试验

涂膜的可等变形性能试验是在 R25 圆柱形试验工具上进行弯曲试验,然后检查试件被弯曲部份的内、外径部份的涂膜状态。

- 试验条件:a. $\varnothing 12.7\text{mm}$ 全喷涂钢绞线
b. 试验方法:弯曲试验方法

试验结果:

涂膜在曲率半径为钢绞线直径 2 倍这样苛刻的条件下,使钢绞线与试验工具紧密接触,然后检查,没有发现龟裂、鼓胀、剥落等缺陷。

(4)抗冲击性能试验

根据 GB1732—79 所规定的试验方法进行涂膜的抗冲击性能试验。

- 试验条件:a. $\varnothing 12.7\text{mm}$ 全喷涂钢绞线。
b. 试验设备:落锤式冲击试验机
c. 试验方法: $\varnothing 12 \times 500\text{g} \times 50\text{cm}$

试验结果:

冲击各试件的外圈钢线,用肉眼检查除冲击锤直接冲击部位以外的涂膜状态,检查结果没有发现破碎、开裂、剥落

及鼓胀等现象。

(5)柔软性试验

对钢绞线的重要特性之一的柔软性用挠曲试验的方法进行检测。

- 试验条件:a. 试件: $\varnothing 12.7\text{mm}$ 全喷涂钢绞线
PC 钢筋($\varnothing 13.0\text{mm}$)
b. 试件数量:各 2 根
c. 荷载:1.0kg、1.5kg、2.0kg

试验结果:

涂膜对柔软性没有影响,它与 PC 钢绞线具有相同的柔软性能。

(6)机械性能试验

为检验喷涂对钢绞线的机械性能有何影响,采用了对比试验的方法。

试验条件:试件: $\varnothing 12.7\text{mm}$ 全喷涂 PC 钢绞线和普通 PC 钢绞线

试验结果:

从环氧树脂全喷涂防腐钢绞线和 PC 钢绞线的机械性能试验结果来看,全喷涂钢绞线屈服强度及断裂时的延伸率有些提高。特别是通过试验可以看出,由于涂膜均匀,使外围线的绞合状态得到了改善,从而使全喷涂钢绞线的机械性能较稳定。详见表 4

表 4

试验项目	直径 mm	拉伸强度 (kN)	0.2 (kN)	破断时的 延伸率(%)	松弛率 (%)
标准 试件类型	$\varnothing 12.7 \begin{matrix} +0.4 \\ -0.2 \end{matrix}$	以上	156 以上	3.5 以上	3.0 以内
PC 钢绞线	12.97	193	176	8.06	1.49
	12.93	193	178	7.69	1.49
	12.85	195	178	8.2	1.53
	12.95	194	179	8.25	1.55
	12.91	193	177	7.95	1.49
平均	12.92	194	178	8.03	1.51
OVM-S	13.20	194	183	8.81	1.53
	13.18	194	181	8.96	1.59
	13.19	195	183	8.5	1.49
	13.22	194	183	8.8	1.53
	13.20	195	182	8.94	1.59
平均	13.20	194	182	8.8	1.55

(7)与混凝土的粘附性能试验

与混凝土的粘附强度试验,有张拉试验和锚固段长度试验两种,全喷涂有粘结筋主要用于预应力混凝土,所以采用锚固段长度的试验方法,同时,对 PC 钢绞线进行了对比试验。

试验条件:a. 全喷涂钢绞线及普通钢绞线($\varnothing 12.7\text{mm}$ 、 $\varnothing 15.2\text{mm}$)

b. 张拉荷载:标准强度的 70%

c. 试件尺寸:见表 5

表 5

试件种类	试件尺寸 cm		
	纵向	横向	长度
$\varnothing 12.7\text{mm}$	10.0	10.0	350
$\varnothing 15.24\text{mm}$	11.5	11.5	350

e. 混凝土的压缩强度:圆柱形试件 2 个,平均值 413kgf/cm^2 。

f. 试验方法:把模板放在试验装置内,配置 PC 钢绞线等,然后把 PC 钢绞线等张拉至规定的荷载后锚固,浇注混凝土并进行养护,在确认圆柱试件的混凝土压缩强度达 $300\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上时,取出模板,在试件两侧贴上应变片,调整检测读数至零,然后消除锚固力,测量应变片的变形量:

试验结果:

测量方法为:在逐步解除锚固力后,用数字式测量仪测量记录试件两侧的应变片情况,从端部开始至某处,应变片在逐渐变化,而之后则不变化,此处至端部的距离即为预应力导入的距离。

从试验结果来看,全喷涂钢绞线与普通 PC 钢绞线的粘结强度相同,完全适应于后张法所规定:65 倍钢绞线直径以下的锚固段长度。

(8)锚固性能:试验

全喷涂钢绞线具有直接与 PC 钢绞线用锚具或其它所有的工具共用的特点。

另外,锚具等需要进行防腐处理的各种预应力产品,都可以喷涂与全喷涂

钢绞线相同的环氧树脂粉末。

全喷涂环氧树脂防腐钢绞线的内缩量与普通 PC 钢绞线的内缩量相同,其值为 $2\sim 6\text{mm}$ 。

五、结论:

通过以上试验我们可以看出,环氧树脂喷涂 PC 钢绞线具有以下几个方面的优良性能:

1. 优良的耐腐蚀性能。这为高层建筑、桥梁等重大工程提供长久的耐腐蚀材料奠定了基础,从试验结果来看,其性能大大优于镀锌钢绞线。

2. 从试验结果来看出,该新型 PC 钢绞线具有优良的抗冲击性能,解决了运输及安装过程中因碰撞损伤等产生的防腐问题。

3. 良好的可等变形性能和优良的柔软性。

更值得一提的是,它不仅具有良好的防腐性等,而且还具有普通 PC 钢绞线的机械特性,克服了镀锌钢绞线的脆脆等不良影响。它将是未来防腐领域预应力工程首选的预应力钢绞线。

唐小萍:柳州 OVM 公司副总经理、工程师

张升华:柳州 OVM 公司总经理助理、硕士

书

本编辑部邮售以下书籍(邮寄费另加收 10%),欢迎选购。

讯

《岩土锚固工程技术的应用与发展》16K 精装本:41 元

《岩土锚固工程技术》16K 简装本:35 元