

# 高密度聚乙烯哈佛管焊接技术在岩石大桥的应用

甘国荣

**【摘要】** 通过高密度聚乙烯哈佛管焊接技术在岩石大桥工程的应用,介绍了HDPE的材料特性、PE焊接装置及工作原理及工艺要点。

**【关键词】** 哈佛管 焊接技术 原理 工艺

## 1 概述

聚乙烯是一种塑料,其化学简称为PE,高密度聚乙烯简称为HDPE,“哈佛”是“half”的音译。高密度聚乙烯哈佛管专门用于进行斜拉索挂索完成后的外防护,也可用于更换斜拉索正在使用中的外防护管。

汕头岩石大桥位于牛田洋和汕头港之间,属跨海大型钢砼混合结构斜拉桥。大桥1999年建成通车后,采用平行钢绞线拉索体系的斜拉索长期暴露在风雨的侵蚀下,钢绞线的外包PE出现不同程度的老化,让钢绞线成型的不锈钢索箍部分开始松弛脱落,斜拉索的抱箍和减振器锈蚀严重。根据汕头市岩石大桥建设总公司召开的研讨会和广泛征求专家意见,采用国内尚无先例的HDPE“哈佛”管进行外防护,由柳州OVM工程有限公司负责组织施工。全部HDPE管总长约2万4千米及其接头采用德国进口产品。

## 2 汕头的气候条件

汕头市属于热带气候,冬季寒冷,夏季潮湿。据气象局资料统计,气象要素如下:

### 2.1 气温

年平均气温为21.3℃。历史最高气温为38.6℃,最低气温为0.4℃。1月份平均温度为13.2℃,7月份平均温度为28.3℃。

### 2.2 降水

年平均降水量为1560.1mm。年最大降水量为2420.4mm(1983年),年最小降水量为923.9mm(1956年),最大24小时雨量384mm(1960年9月8日)。历年平均降雨日为131.5天,年最大降雨日171天(1971年),历年最高月降雨日25天。

相对湿度:年平均约为82%~88%

日照时数:2055.7小时/年

年平均日照百分率为49%

年平均太阳辐射强度为310.5卡/cm日。

## 2.3 风

桥址附近常多东北风,夏季多偏南风,每年的5~11月(集中于7~9月)为台风季节。当台风在闽西、粤东及珠江口沿海一带登陆时,对桥址均有不同程度的影响。尤其是在汕头附近沿海登陆的强台风,常常造成严重的灾害,中心风力均在12级以上。实测最大风力为54m/秒(1992年7月19日)和52.9m/秒(1969年7月28日)。据资料提供,本区域的最大风速为40m/秒。按照交通部颁发的“公路桥涵设计通用规范”(JTJ021-89)中的附录3,本地区的风压值为1200Pa,相当于基本风速 $V=44\text{m/秒}$ 。

## 3 HDPE管的材料特性及尺寸规格

### 3.1 原材料

原材料为Hostalen GM 5010 T3或与GM 5010 T3相当的材料。原材料制成的管材特性见表1。

表一 HDPE管原材料制成的管材特性

名称	国际标准	标准样本特性		HDPE管材料特性
		MRS 80 黑色	Hostalen GM 5010 T3=MRS 80 黑	
屈服应力	ISO 527	21	21	18
屈服延伸率	ISO 527	10	10	8
密度	ISO 1183	0, 953	0, 953	0, 953-0, 960
MFI 190/5	ISO1133, P18	0, 3-0, 7	0, 43	0, 2-0, 7
破断延伸率	ISO527	>600	>600	>300
切口冲击强度 23℃-40℃	ISO 179/leA	10-4	10-4	10-4
拉伸杨氏模量	ISO 527	800	800	600

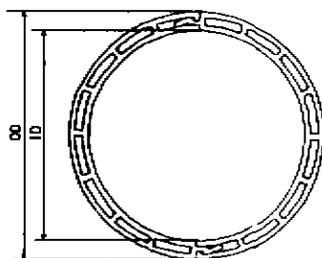
### 3.2 HDPE管尺寸及相关参数：

根据汕头市的气候条件统计资料对PE管直径和壁厚分析计算，确定岩石大桥PE管采用如表二所示的尺寸规格。

表二 岩石大桥PE管尺寸规格

种类	规格	外径×内径×壁厚
1		160/132mm × 4/7/3
2		198/170mm × 4/7/3
3		225/195mm × 5/6/4

HDPE管标识为NOFX-PES，全黄色（颜色代码：RAL1033），带独有的锁定机构以使HDPE管对接锁定。PE管的截面如图1所示。



ID-HDPE管的内径 OD-HDPE管的外径

图1 PE管的截面示意图

PE管的相关参数：

PE管的出货长度为约为5.8m。PE管相扣接且外包保护箔用集装箱运输。

正直度偏差为1°/m；

厚度偏差为+1.0/-0.5mm；

直径偏差为+/-3.0mm；

PE管锁定偏差为+/-0.5mm。

PE管原材料的颜色为黄色，按照DIN53387之-1-A-X试验10000小时，其颜色稳定性达到DIN54001规则中五级标准之2/3级。

## 4 PE管焊接装置及工作原理

### 4.1 PE管焊接装置—PE焊机

PE焊机由柳州市建筑机械总厂从国外进口，并由柳州OVM工程有限公司组织技术人员充分吸收其技术而形成生产力。PE焊机由主控制系统、PE夹持系统、刀盘、加热器等组成，其基本结构如图2所示。

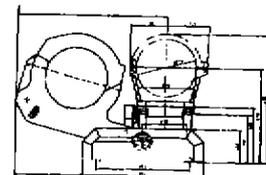
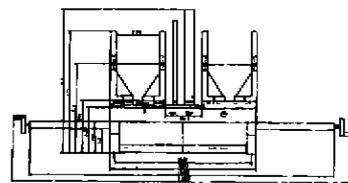


图2 PE焊机的结构示意图

## 4.2 PE管焊接工作原理

4.2.1 扣合PE管,用夹持装置固定PE管的位置,并让加热板加热至设计温度(如图3)。

4.2.2 调整好加热板的温度,以一定的加热压力使PE管两端面均匀受热(如图4)。

4.2.3 加热时间到了以后,迅速减压,撤离发热工具(如图5)。

4.2.4 把加热好了的两根PE管的两端面以一定的焊接压力对接,并在压力下空冷。靠压力使两根PE管的融化部分在逐渐冷却中结合在一起。(如图6)

## 5 HDPE管的焊接工艺流程

安装PE焊机→校对加热板的温度→扣接PE管→夹持PE管→刨平PE管端面→清理PE碎屑→加热板对中→加热PE管→持荷冷却PE管→清理加热板→清除焊瘤→松开夹持装置→上拖PE管。

其中,校对加热板的温度~上拖PE管循环n次。

## 6 HDPE管的焊接工艺要点

### 6.1 安装PE焊机

锁上PE焊机的手柄,以免安装时不慎让焊机的夹持装置碰伤加热板。把焊机安装到焊接小

车上后,给焊机接上地线,清除感应开关上的油污,清理干净刀盘上的水和油,通电检查焊机的运转情况。

### 6.2 校对加热板的温度

焊机运转正常后,给加热板通电,将温度调至212℃。当加热温度达到所定的指示温度后,加热板的绿色指示灯开始闪烁,说明可以焊接PE管了。

### 6.3 扣接PE管

由于汕头地处北回归线以南,白天炙热,紫外线照射强烈,致使PE管的外包保护箔在风吹日晒中开裂、脱落。而保持PE管成形的扣子,材质松软,致使部分PE管发生轴向弯曲和径向收缩等塑性变形,严重的影响了PE管的使用。而进口PE管价格昂贵,没有太多的备用管,所以用特制的PE管夹持器将PE管扣接,减少PE管变形带来的影响,保证施工的顺利进行。

扣接PE管时要对齐,使用夹持器时注意PE管扣结处的扣合,PE管一边旋转一边扣合。

### 6.4 夹持PE管

在上下PE管保持约4cm的距离的时候,用PE焊机的夹持装置把上下PE管夹持住。PE管的扣合缝应与水平方向一致(如图7)。

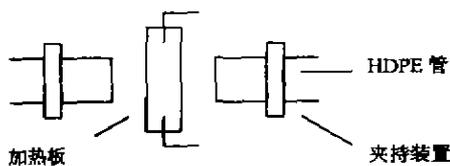


图3 焊接准备示意图

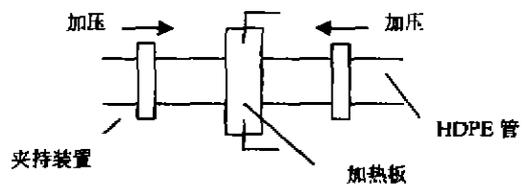


图4 预加热示意图

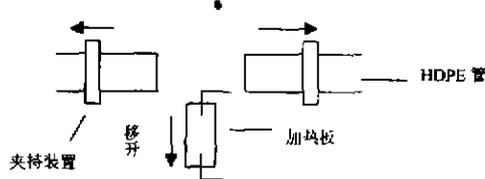


图5 撤离发热工具切换示意图

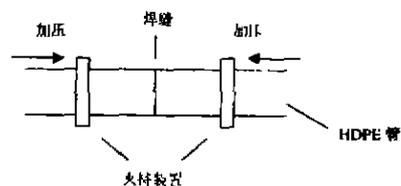


图6 加压焊接示意图

表3 HDPE管焊接数据一览表

序号	索号	管径 外径/内径 (mm)	加热压力 (KPa)	冷却压力 (KPa)	加热时间 (s)	冷却时间 (min)	焊接温度 (℃)	焊接宽度 (mm)	备注
1	C1	160/132	70	140	40	7	212	1.6	
2	C2	160/132	65	135	40	7	212	1.6	
3	C3	160/132	60	130	40	7	212	1.6	
4	C4	198/170	60	130	45	8	212	1.5	
5	C5	198/170	60	130	45	8	212	1.6	
6	C6	198/170	50	120	45	8	212	1.6	
7	C7	198/170	50	120	45	8	212	1.5	
8	C8	198/170	50	120	45	8	212	1.6	
9	C9	198/170	50	120	45	8	212	1.6	
10	C10	198/170	50	120	45	8	212	1.5	
11	C11	198/170	45	115	45	8	212	1.6	
12	C12	198/170	45	115	45	8	212	1.5	
13	C13	198/170	45	115	45	8	212	1.5	
14	C14	198/170	45	115	45	8	212	1.6	
15	C15	198/170	40	110	45	8	212	1.5	
16	C16	198/170	40	110	45	8	212	1.6	
17	C17	198/170	40	110	45	8	212	1.6	
18	C18	225/195	60	130	70	11	212	1.7	
19	C19	225/195	60	130	70	11	212	1.7	
20	C20	225/195	60	130	70	11	212	1.7	
21	C1'	160/132	75	145	40	7	212	1.6	
22	C2'	160/132	70	140	40	7	212	1.6	
23	C3'	160/132	65	135	40	7	212	1.6	
24	C4'	198/170	60	130	45	8	212	1.6	
25	C5'	198/170	60	130	45	8	212	1.6	
26	C6'	198/170	55	125	45	8	212	1.5	
27	C7'	198/170	55	125	45	8	212	1.6	
28	C8'	198/170	50	120	45	8	212	1.5	
29	C9'	198/170	50	120	45	8	212	1.5	
30	C10'	198/170	50	120	45	8	212	1.6	
31	C11'	198/170	50	120	45	8	212	1.6	
32	C12'	198/170	50	120	45	8	212	1.5	
33	C13'	198/170	50	120	45	8	212	1.6	
34	C14'	198/170	45	115	45	8	212	1.7	
35	C15'	198/170	45	115	45	8	212	1.6	
36	C16'	198/170	45	115	45	8	212	1.6	
37	C17'	198/170	45	115	45	8	212	1.5	
38	C18'	225/195	65	135	70	11	212	1.7	
39	C19'	225/195	65	135	70	11	212	1.7	
40	C20'	225/195	65	135	70	11	212	1.7	

### 6.5 刨平PE管端面

松开焊机的闭锁手柄，把焊机的刀盘放置在上下PE管之间。启动刀盘，以小于100KPa的压力刨平上下PE管的端面，摆开刀盘，用焊机的调节手柄检查上下PE管端面的平整度（误差〈1mm）、两PE管的吻合度（误差〈2mm）。

### 6.6 清理PE碎屑

为保证PE管的焊接质量，彻底清除PE管被刨平后的碎屑，并防止PE管的端面被油、水等污染。

### 6.7 加热板对中

利用加热板的对中螺杆进行对中，使上下PE管的端面都能受热均匀。

### 6.8 加热PE管

用调节手柄以一定的压力使PE管上下两端面都均匀受压于加热板两侧，让上下PE管的端面卷边都能均匀卷起。当卷边卷起约2mm高的厚度时，用调节手柄减压至PE管的焊接加热压力、锁定，并记录起始时间。

### 6.9 持荷冷却PE管

当PE管的加热时间一到，迅速减压至零，并摆开加热板，用调节手柄加压至PE管的冷却压力，使两PE管在冷却压力中慢慢冷却。从减压到加压的转换时间不应超过3秒。

### 6.10 清理加热板

利用冷却PE管的时间，清理加热板上的PE融渣，并检查加热板的温度。

### 6.11 清除焊瘤

当PE管冷却了3分钟以后，用铲刀清除PE焊瘤，并检查PE管的焊接质量。

### 6.12 松开夹持装置

等到PE管的冷却时间到了以后，松开夹持装置，利用焊接小车把PE焊机移开。

### 6.13 上拖PE管

用牵引系统上拖PE管，其末端要与上一根的PE管末端的位置大致相同。

### 6.14 循环3~13的操作。

## 7 结束语

高密度聚乙烯哈佛管焊接技术在岩石大桥的成功应用，进一步拓宽了斜拉桥的施工工艺，也给国内HDPE管制造技术的发展提供了广阔的市场，并为斜拉桥的外防护管的更换和安装提供了宝贵的经验和技術保障。



图7 HDPE管扣合示意图

