

# 汕头市岩石大桥HDPE管安装施工技术

甘国荣

## 1 工程概述

汕头岩石大桥于1999年建成通车,岩石大桥主桥为双塔双索面混合结构斜拉桥,其主跨为518m,跨径布置为47+47+100+518+100+47+47m,其中47m跨径的梁体为砼结构,其余为钢结构。桥面设6个机动车道,全宽30.35m,通航净空为38m。

塔柱为钻石型钢筋砼结构,全高148.00m,肢体和上下横梁均为箱型断面,塔柱顺横桥向均为变断面尺寸。就每个索面看,20对共40根斜拉索呈扇形布置,均为空间索。斜拉索的钢绞线根数分别为19、22、27、31、34、37、43根,斜拉索的截面形状分别为正六边形、三角形及不规则多边形。沿索长每隔3m安装有不锈钢索箍。横桥向索距为25.15m,顺桥向钢梁部分标准索距为12m,砼梁部分索距为7m,塔上索距为2.5m、3m、4m,水平夹角 $23^{\circ}\sim 68^{\circ}$ ,索的布置及桥形如图1所示。

由于岩石大桥地处海湾,属多风、强风地带,对斜拉索的防护要求非常高,除了在设计上

采用了OVM250群锚拉索体系进行多层防护,还在其最外层采用双层“哈佛”扣结式HDPE管进行外防护。岩石大桥建成后,全桥斜拉索尚未来得及进行外防护,在风速、风向随时间、空间变化的风荷载作用下,斜拉索的振动影响了全桥结构体系的稳定和使用安全。为防止风振引起拉索的谐振对大桥安全使用的不利影响,迫切需要进行PE管施工。在PE管施工前,作为一个临时设施,在距离桥面12m高的地方拉起抗风索,抗风索把每20根拉索连在一起,有效地减弱了风振的影响,保证斜拉索的使用质量和大桥的行车安全。

## 2 施工方案的编制依据

- 2.1 中国机械工程学会焊接学会《焊接手册》。
- 2.2 德国焊接学会(DVS)标准。
- 2.3 德国专家的《技术指导记录》。
- 2.4 PE焊机的《操作规程》。
- 2.5 人民交通出版社1998年12月《公路桥涵施工技术规范》。

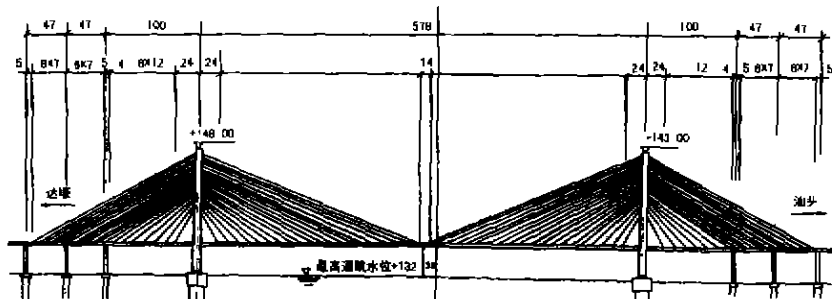


图1 主桥立面布置示意图

甘国荣: 柳州市欧维姆工程有限公司工程师

### 3 HDPE管施工工艺流程

安装塔上牵引装置→拆抗风索→PE焊接平台就位→安装PE焊机→焊PE接头→安装PE索上导向装置及牵引装置→焊PE管到头→安装PE上端连接装置→接长管与锚管点焊→安装刚性连接→安装法兰盘→点焊法兰盘螺杆→法兰盘与接长管全焊接→除锈→打两道底漆→刮腻子密封→刷面漆→安装PE下端连接装置→预埋管内排水→法兰环与预埋管焊接→法兰盘与法兰环焊接→安装接长管→安装套管→油漆→密封。

其中,安装塔上牵引装置~焊PE管到头,循环160次;安装PE上端连接装置~刷面漆,循环160次;安装PE管下端连接装置~密封,循环160次。

### 4 HDPE管焊接施工的主要施工设备及材料 (见表一)。

#### 5 施工工艺要点

##### 5.1 准备工作

5.1.1 根据PE管的焊接参数,用PE焊机焊好一根198/170的标准管,取出两根PE管的对接结合部即焊缝部分,在汕头质量检测站作焊缝拉伸强度试验。

5.1.2 根据设计及技术要求,作PE管的防水

试验。

5.1.3 利用塔顶钢支架作为吊点来提升转角吊篮,由于塔柱顺横桥向均为变截面,在钢丝绳自重的作用下,将会产生向桥中央及顺桥向的塔柱外的漂移力,使吊篮漂移工作面且升降困难,不利于施工的安全、可靠。根据大桥的设计蓝图及高空作业的需要,设计出专用的可伸缩转角吊篮,配对使用。使用中,当吊篮提升到塔上锚管下面后,方能推出吊篮悬臂,到达工作面施工。吊篮四周均布有细眼的钢丝网,高空作业均在吊篮内作业,以防止不慎让落物伤及人、车的安全。

5.1.4 用136片1.89×1.2m的门架搭起两个将拆抗风索和焊PE管结合在一起的梁上平台,并用Φ40mm的钢管改善、加强平台的结构,使其具有良好的自稳性和抗风性。平台配置脚轮,使平台移动自如。将平台一个放置于边跨,一个放置于中跨,两边对称施工作业。

5.1.5 为方便PE管的焊接操作,使每一根PE管焊接完成后能快速移开PE焊机,清理完焊瘤后用牵引系统上拖,并保证PE焊机的焊接位置不变,焊接角度不变,因此,根据施工的实际需要,制作出一种可调焊接小车,使施工中的移位、复位简单可靠。

表一 HDPE管焊接施工的主要施工设备及材料

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	PE焊机	台	2	进口
2	80KVA焊机	台	5	
3	5t卷扬机	台	4	
4	1t卷扬机	台	2	
5	5t汽车	辆	1	运PE管
6	空中吊篮	个	1	自行设计
7	提升吊篮	个	1	
8	梁上焊接平台	个	2	自行设计
9	PE焊接小车	个	2	自行设计
10	PE导向装置	个	6	自行设计
11	PE管管夹	个	12	自行设计
12	HDPE管	米	24000	进口
13	HDPE管接头	个	160	进口

5.1.6 在斜拉索成索后,为了让斜拉索成形,沿索长每3m装有假索和不锈钢索箍,使得斜拉索的断面形成三角形、正六边形和多边形等截面形状。PE管每接长一段,上拖一段,于是在其连接头的头部安装一个导向装置,使得PE管能够顺利地通过每一个假索和索箍。根据斜拉索索径和PE管的内外径,制作三种不同尺寸的导向装置共6个。

5.1.7 HDPE管是“哈佛”式的,且每一根管长是5.8m,要扣合完好相当困难。根据PE管管径及施工工艺,制作专用的PE管夹持器,使其具有制作简单、操作简易、可靠和重复使用的特点。

### 5.2 HDPE管的牵引系统

由于PE管每根长5.8m,待两根PE管对接好以后,因PE焊机焊接PE管的位置是不变的,所以需要利用牵引系统把焊好的PE管上拖,以便下一根PE管的焊接。利用主塔塔顶的刚支架,并用特制的空中吊篮根据索的不同角度安装塔上锚管的滑轮导向装置,穿好钢丝绳后用5t卷扬机牵引,并定期检查滑轮导向装置和卷扬机的安全可靠。HDPE管的牵引系统如图2所示。

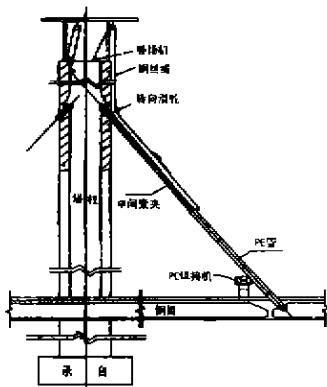


图2 HDPE管牵引系统示意图

### 5.3 安装塔上牵引装置

根据岩石大桥斜拉索空间角度的不同,采用两种不同的牵引方式:索上牵引和索下牵引。当

拉索角度小于 $60^\circ$ 时,即C1~C17、C1'~C17'采用索下牵引方式;当拉索角度大于 $60^\circ$ 时,即C18~C20、C18'~C20'采用索上牵引方式。专用的可伸缩的转角吊篮用于安装塔上连接装置和PE管上端连接装置。

### 5.4 拆抗风索

抗风索是一种临时设施,通过内箍、外箍、拉杆和钢丝绳把每20根拉索在离桥面高12m处连接在一起,共同构成抗振整体。为防止风雨激振等不利振动形式对斜拉索的影响,有效保护斜拉索的正常使用,拆一根抗风索,就安装一根斜拉索的PE管。

### 5.5 梁上PE焊接平台就位

根据斜拉索的空间走向,避开桥面照明灯杆,准确计算平台的安装高度和平台的放置位置。移动平台就位后,安装PE焊接小车,锁死脚轮,系上揽风绳。

### 5.6 安装PE焊机

安装好PE焊接平台后,合理利用平台支架的结构可调性,把PE焊机安装在其焊接小车上。并在焊接小车上调整PE焊机的焊接高度和方向,使PE焊机的焊接中轴线与斜拉索的中轴线一致。

### 5.7 焊PE接头

每根索的头一根PE管的前端焊一个PE接头,等整根斜拉索的PE管焊完后,PE接头与PE管的上端连接装置相连接,固定整根PE管。考虑到原进口的PE接头与设计的PE管上端连接装置扣合长度不符,且按原方案扣接,将会使PE管与其接头的焊接困难,焊接质量不能得到保证。在与德国专家讨论研究后,采用了如下方案:将PE接头倒焊,并在接头的前端加焊一段10cm的PE管,用塑料焊枪闭合连接头上的结合缝。PE接头与PE管的材料相同,接头是黑色,PE管是黄色。

### 5.8 安装PE管索上导向装置

在PE连接头上安装专门制作的导向装置, 根据具体的牵引方式, 在PE管上安装其牵引抱箍。把塔上牵引装置用钢丝绳与牵引抱箍相连, 并检查其安全可靠。

### 5.9 焊接PE管

由于PE焊接是一门新技术, 其焊接过程严格按《PE焊接的操作规程》操作。在操作过程中, PE焊机的刀盘把待焊接的两根PE管端面刨平后, 通过PE焊机上的夹持装置, 用可调手柄检查两端面的平整度 (误差 < 1mm)、两PE管的吻合度 (误差 < 2mm)。将PE管加热, 按照PE管的焊接参数焊接, 随时检查PE的焊接质量和PE焊机的稳定性。岩石大桥的PE焊接主要参数如表2。

等到PE焊接的冷却时间到了以后, 松开PE焊机上的夹持装置, 利用可调焊接小车把PE焊机移开。因PE焊机的焊接位置是不动的, 所以PE管对接好以后, 利用牵引系统把PE管上拖, 其PE管的末端要在PE焊机上相同的位置, 方能与下一根PE管进行焊接。

碰到大风或阴雨天气, 在焊接平台上临时搭建挡风遮雨篷, 并密切注意PE管的焊接质量。如果天气湿度太大, 经检查测试后, 必须暂停焊接施工。

### 5.10 安装上端连接装置

每一根PE管焊到塔上锚管处后, 拆掉其连接头上的导向装置, 用钢丝绳临时固定在锚管

上, 并及时安装其上端连接装置。每次吊篮升空前检查吊篮和卷扬机的安全可靠, 按施工组织设计进行上端连接装置的安装施工。

### 5.11 安装下端连接装置

等到PE管的上端固定好后, 方能进行PE管的下端连接装置的安装。严格按照设计的要求, 做好PE管下端的密封和防腐。

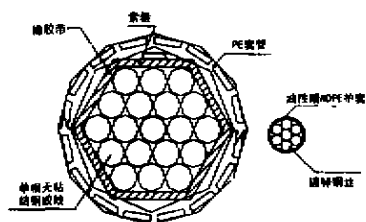


图3 斜拉索HDPE套管安装完成后索的断面图

## 6 结束语

目前国内平行钢绞线拉索体系大多采用单层PE圆管施工, 而对于HDPE哈佛管的安装施工尚无先例, 其制造技术更是落后于斜拉索施工工艺的发展。

柳州OVM工程有限公司抓住这一机遇, 凭着多年丰富的预应力桥梁施工经验, 在国内率先将HDPE哈佛管的安装施工技术应用于汕头岩石大桥的斜拉索外防护。通过与DSI公司等德国专家的合作, 不断完善和提高HDPE管的安装、焊接技术, 取得了宝贵的经验。通过HDPE哈佛管的安装施工, 本公司的桥梁施工技术得到进一步的巩固和发展。

表2 PE焊接主要参数

序号	索号	管径 (外径/内径)	加热时间 (s)	冷却时间 (min)	焊接温度 (°C)
1	C1、C1' ~ C3、C3'	160/132	40	7	212
2	C4、C4' ~ C17、C17'	198/170	45	8	212
3	C18、C18' ~ C20、C20'	225/195	70	11	212