

文章编号: 1002- 025X( 2007) 02- 0035- 02

# EH36 钢的焊接工艺

刘光云<sup>1</sup>, 任爱珍<sup>2</sup>, 吕向阳<sup>1</sup>, 袁 浩<sup>1</sup>

( 1.中国石油管道局 焊接培训中心, 河北 廊坊 065000; 2.北华航天工业学院, 河北 廊坊 065000)

**摘要:**通过对“西气东输”压气站管线EH36钢焊接性能的研究,并根据“西气东输”工程技术标准(Q/SY XQ18—2002),制定了2种焊接工艺方案。第1种方案是采用钨极氩弧焊根焊,焊条电弧焊填充、盖面;第2种方案是采用焊条电弧焊根焊,自保护药芯焊丝半自动焊填充、盖面。研究表明,2种焊接工艺方案均符合有关标准的要求。因此,在施工时应根据实际的人员、设备与地质情况选择合适的焊接工艺方案进行焊接。

**关键词:** EH36; 焊接工艺; 站场施工

**中图分类号:** TG457.11      **文献标识码:** B

“西气东输”压气站管线种类较多,新工艺层出不穷。本文针对EH36钢的焊接工艺特点进行研究,并按Q/SY XQ18—2002《西气东输管道工程站内工艺管道施工与验收规范》标准对所制定的焊接工艺进行了研究与评定。

## 1 试验用母材

EH36是低温高强度结构钢,其组织均匀、晶粒细化,因而具有良好的强度、低温冲击韧性和厚度方向性能。它的主要合金元素是Ni, Ni在钢中不形成碳化物,是形成稳定奥氏体组织的主要合金元素。它能提高钢的抗蚀性能,不仅抗酸,而且还能抗碱和大气腐蚀。Ni可降低钢的脆性转变温度,即提高了钢的低温韧性。EH36钢的生产工艺为控制轧制+正火处理,其主要化学成分见表1,力学性能见表2。

表1 EH36化学成分(质量分数)(%) (GB 712—2000)

元素名称	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Nb	Ti
实测值	0.06	0.39	1.55	0.01	0.004	0.01	0.16	0.04	0.01
标准值	0.18	0.10~0.50	0.90~1.60	0.04	0.04	0.40	0.02	0.015~0.05	0.02

表2 EH36力学性能(GB 712—2000)

数据类型	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率(%)	冲击吸收功/J(-40℃)
标准值	355	490~620	21	34
实测值	510	580	27	315

## 2 焊接方法及焊接材料

### 2.1 焊接方法的确定

因为站场施工比较复杂,施工条件比较艰苦,对于焊工技术要求较高,为了满足不同的人员、设备与地质等施工工

体条件,本文特别研究了2种焊接工艺方案:一是采用钨极氩弧焊根焊,焊条电弧焊填充、盖面;二是采用焊条电弧焊根焊,自保护药芯焊丝半自动焊填充、盖面。

第1种方案:焊条电弧焊灵活简便、适应性强,但每层焊道厚度较大,焊接效率低。其显著特点是焊缝质量好,适合于焊接较为重要的部件,但工人掌握的难度较大,根焊适应性较纤维素焊条差,多用来进行填充、盖面。所以采用钨极氩弧焊根焊,焊条电弧焊填充、盖面。

第2种方案:纤维素型焊条向下焊的显著特点是根焊适应性强,根焊速度快,工人容易掌握,射线探伤合格率高,普遍用于混合焊接工艺的根焊。自保护药芯焊丝半自动焊能够连续送丝,生产效率高,焊接质量好,特别是其焊接工艺性能优良,电弧稳定,成形美观,能实现全位置(向下)焊,抗风能力强,尤其适用于野外施工。

### 2.2 焊接材料的选用

为了保证焊接接头的强度、韧性、塑性等力学性能与母材相匹配,在选择焊接材料时应从母材的力学性能出发,而不是从化学成分出发选择与母材成分完全一样的焊接材料。因此,本文采用了如下焊材:方案1采用 $\phi 2.5$  mm ER50-6焊丝根焊, $\phi 4.0$  mm E5515焊条填充、盖面;方案2采用 $\phi 4.0$  mm E6010(AWS A5.1)焊条根焊, $\phi 2.0$  mm E71T8-Ni1(AWS A5.29)填充、盖面。

2种工艺所用焊接材料的化学成分见表3,力学性能见表4。

表3 焊接材料的化学成分(质量分数)(%)

焊材	C	Si	Mn	S	P
ER50-6	0.06~0.15	0.80~1.15	1.40~1.85	0.035	0.025
E6010	0.126	0.11	0.43	0.004	0.012
E5515	0.12	0.80	1.00	0.035	0.035
E71T8-Ni1	0.12	0.080	1.50	0.03	0.03

表4 焊接材料的力学性能

焊材	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率 (%)	冲击吸收功/J(最小值)
ER50-6	480	400	22	27(-30)
E6010	331	414	22	27(-29)
E5515	440	540	17	27(-40)
E71T8-Ni1	400	480~620	20	27(-29)

3 焊接工艺的制定

由于是以板代替管来进行评定，而站场管道焊接为了保证质量一般均采用向上焊，所以选取了平焊、立焊2个位置来进行焊接工艺评定。立焊采用向上焊，板厚为22 mm。

3.1 坡口形式

坡口形式直接影响焊接质量及生产成本。根据设计及相关资料，本研究采用V形坡口，其接头形式及坡口尺寸如图1所示。

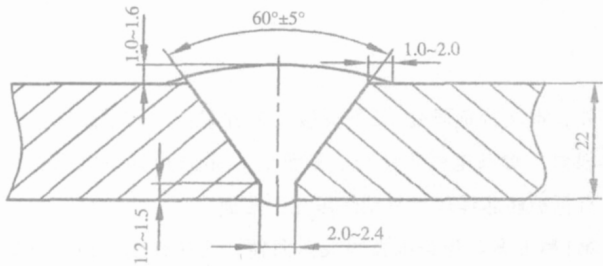


图1 坡口形式及尺寸

3.2 焊前准备

为了保证焊接质量，焊前对试板坡口两侧各约宽20 mm范围内必须清理干净，直至呈现金属光泽，不应残留油污、氧化皮、水分和灰尘等。使用低氢型焊条时，焊前对焊条必须进行350 ℃×2 h烘干。焊条从烘箱内取出后，应贮存在保温筒内，在现场焊接时逐根取出使用。

EH36钢的碳当量为0.38%，淬硬倾向小，冷裂倾向较小。但由于EH36钢强度级别较高，板厚也较大，而且站场的工件结构比较复杂，拘束度较大，仍然具有一定的冷裂纹倾向。特别是采用纤维素焊条、自保护药芯焊丝等氢含量较高的焊材时，热输入小，冷却速度快，会增大焊接冷裂纹的敏感性，所以需要采取必要的预热措施。本文确定的EH36钢焊接时的预热温度为100~120 ℃。

试验用焊接设备包括：WS-400氩弧焊机；ZD7-400逆变直流焊机；LINCOLN DC-400药芯焊丝自保护半自动焊机。

3.3 焊接工艺评定

2种工艺方案的焊接工艺参数见表5，在对焊缝进行外观检查及射线检测合格后，进行焊接工艺评定，焊接工艺评定的试验数据见表6。

表5 EH36高强钢的焊接工艺参数

工艺方案	焊道名称	焊接材料	规格/mm	极性	焊接电流/A	电弧电压/V	送丝速度/(m·min <sup>-1</sup> )	焊接速度/(cm·min <sup>-1</sup> )	气体流量/(L·min <sup>-1</sup> )
1	根焊	ER50-6	2.5	DC-	100~110	15~16	—	5~7	10
	填充	E5515	4.0	DC+	120~150	21~26	—	10~15	—
	盖面	E5515	4.0	DC+	120~150	21~26	—	10~15	—
2	根焊	E6010	4.0	DC-	85~100	27~32	—	26~32	—
	填充	E71T8-Ni1	2.0	DC-	200~250	18~19	2.16	15~20	—
	盖面	E71T8-Ni1	2.0	DC-	200~250	18~19	2.16	15~20	—

注：DC-表示钨极、焊条或焊丝接负。

表6 焊接接头的力学性能试验数据

工艺方案	抗拉强度/MPa	冲击吸收功/J (平均值, -20 )				其它	结论
		平焊		立焊			
		焊缝	熔合区	焊缝	熔合区		
1	684	113	167	120	196	刻槽锤断试验、弯曲 试验均未见超标缺欠	合格
2	589	134	190	138	134		合格

焊接接头拉伸试样的断裂处均在焊缝。另外，由表6中抗拉强度的数据可以看出，2种方案的抗拉强度均高于母材，说明其焊接接头力学性能均满足要求。工艺1的抗拉强度值明显高于工艺2的抗拉强度值，所以从抗拉强度上来看，工艺1优于工艺2；工艺1和工艺2的冲击吸收功值相差不多，而且从数据上看均符合要求。

3.4 技术措施及环境要求

当焊完一层后，应用钢丝刷和角向磨光机清理焊道表面后才能进行下一层焊接；如采用定位焊固定管口，则应采用与根焊相同的焊材和焊接方法，且焊接工艺参数也应与根焊相同。管口组对的定位焊缝长度为30~40 mm，沿圆周均布。

施焊的环境应符合下列要求：当采用TIG焊时，风速应小于2 m/s；采用低氢型焊条时，风速应小于5 m/s；其它焊接方法风速应小于8 m/s；环境温度应高于0 ℃。施焊环境不符合上

述要求时，如无特殊措施，应停止焊接作业。

4 结论

根据材料焊接性分析及有关技术标准，提出了EH36钢的2种焊接工艺方案，对这2种工艺的试件进行了工艺评定，结果均合格，并且这2种工艺已经在“西气东输”工程中得到了成功运用，经实践证明，这2种焊接工艺方案均能满足施工技术要求。

参考文献：

[1] 周振丰, 张文钺. 焊接冶金与金属焊接性[M]. 北京: 机械工业出版社, 1987.  
[2] 张文钺. 焊接冶金学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1996.  
[3] 杜则裕. 工程焊接冶金学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.