

自保护药芯焊丝工艺在油田工程中的开发及应用

高海军　王晖　刘守恩　蒋小燕

自保护半自动焊接技术已广泛地应用于焊接领域的各个方面，本文主要介绍一种用于桥梁、大型钢结构、造船、储罐建设中有望取代焊条电弧焊的新工艺，这种焊接工艺在国外已得到广泛的应用。目前在油田管道以及储罐焊接施工中，广泛采用的焊接方法是焊条电弧焊，纤维素焊条E6010打底加半自动填充、盖面，氩弧焊打底加碱性焊条填充、盖面。这些工艺虽然设备简单，使用方便，抗风能力强，但也存在焊接效率低，焊缝缺陷多，施工进度慢，生产成本高，对焊接操作人员要求高等诸多限制因素。

1. 焊接概况

目前油田内部储罐建设中主要采用焊条电弧焊焊接工艺，这种工艺从开始问世到今天历经了近100多年的历程。虽然现在大型储罐焊接中出现了多种新工艺，但是由于各种条件的限制和使用长效性，决定了油田内部小型储罐不可能引进成套的焊接机具。因此如何调整焊接结构和有效应用先进的焊接工艺，是提高小型储罐焊接效率的关键。于是，寻找一种适合储罐焊接的自保护药芯焊丝，既适合野外操作，又可以连续焊接，不仅提高焊接熔敷率，而且对焊工的操做技能要求也不高。经过不断的试验、筛选，最终选择了美国Hobart公司生产的牌号为E71T—8J H8、ϕ1.6mm的焊丝作为试验性焊接的材料。

2. 焊接材料

E71T—8J H8 自保护药芯焊丝是专门为要求苛刻的结构钢、建筑用钢和储罐设计的。它能产生稳定的电弧，有大的焊接参数范围。在各种位置都能形成高质量X光片的焊缝，尤其是在向上焊接时，可以采用大电流以提高熔敷率，从而提高生产速度。它既可单道焊，也可多道焊，焊道平整、脱渣性好。E71T—8J H8在大的热输入范围内，都能获得满意的力学性能，符合AWS A5.20：2005新的D分类要求，能满足AWS D1.8 对抗震级焊缝的要求。在国外广泛应用于桥梁、大型钢结构及储罐的建设中。

由于E71T—8J H8是一种药芯自保焊丝，其药芯中含有大量的矿物质，在高温下可以产生大量的保护气体，在保护焊缝金属的同时，又可以在结晶的过程中脱去焊缝中大量的有害物质，使得焊缝中的晶粒更加细化，从而较好地满足对焊缝力学性能的要求。E71T—8J H8焊丝的使用特点和效果如表1所示。

3. 焊接设备选择

目前E71T—8J H8自保护焊丝在国内钢结构焊接中使用较少，国内各焊机生产厂家还没有成熟的机型进行试验性焊接。而国外的机型价格又太高，成本上没有优势，因此根据E71T—8J H8自保护药芯焊丝的焊接性，最

表　1

特性	效果
快凝渣	适合大电流，全位置焊接，提高生产率
熔敷金属低的含氢量	提高抗裂性并提升焊缝的X射线质量
优良的脱渣性	清理容易，提高生产率
不需要保护气体	适于室外焊接
高的低温冲击韧性	在各种应用场合，均有高的抗裂性

终选择了对国产焊机进行改进、开发。我们先后对焊接电源主板、送丝控制系统、焊枪的结构进行改进，提高了焊接电流的稳定性，现已达到预期效果，不仅比国外同等机型节约近一半的经费，而且在昆北油田工程中已得到应用，体现出较好的效果。

4. 焊接试验

由于E71T—8J H8自保护药芯焊丝目前在国内还没有得到广泛的应用，所以没有任何现成的焊接工艺可以作为参考，所有的焊接数据都需要在焊接试验中不断地摸索完善。为此，我们先从平角焊缝的焊接开始，逐步向板状试件拓展，最终获取了各种位置的焊接数据资料，各种位置的焊接角度如图1所示，详细数据如表2所示。

为验证该焊丝焊接的工艺性，模拟现场需要的位置在试板上焊接，试板的坡口形式如图2所示。a=3mm，b=1.5mm，d=40°~50°，c=10mm，经过反复试验，确认坡口角度为45°时最适合E71T—8J H8自保护药芯焊丝的焊接。该坡口在焊接时可以采用较大的电流，有利于焊缝的成形和提高焊接质量，同时也便于焊接操作人员的掌握。在实际焊接时，由于坡口较小，使得填充量变少，从而加快了焊接速度，并且能有效减少焊接热输入，提高了力学性能。

在焊接试验过程中我们不断改进焊机的性能，完善焊接工艺。使得焊缝质量得到较大提高，焊接试件的合格率为100%，一级片为85%，力学性能全部合格。

5. 工程中应用和传统工艺的比较

为了验证E71T—8J H8 自保护药芯焊丝在工程中的应用效果，我们在昆北联合站储罐建设工程中进行了试验焊接，主要在3 000m^{3}大罐上进行试验（该罐主材采用的是Q235钢板）。在焊接中E71T—8J H8 自保护焊丝，不但能够很好地应用在大罐所有位置的焊缝上，而且焊接速度均快于焊条电弧焊3倍以上。以8mm板为例，E71T—8J H8 自保护药芯焊丝在完成立缝时所用时间为11min，而传统的焊条电弧焊所用时间在45min以上；横缝焊接时，E71T—8J H8 自保护药芯焊丝焊接完成1m所需要时间为8min，而传统的焊条电弧焊焊接完成1m需要时间35min。由此可见，自保护药芯焊丝焊接施工速度优于传统的焊条电弧焊，焊

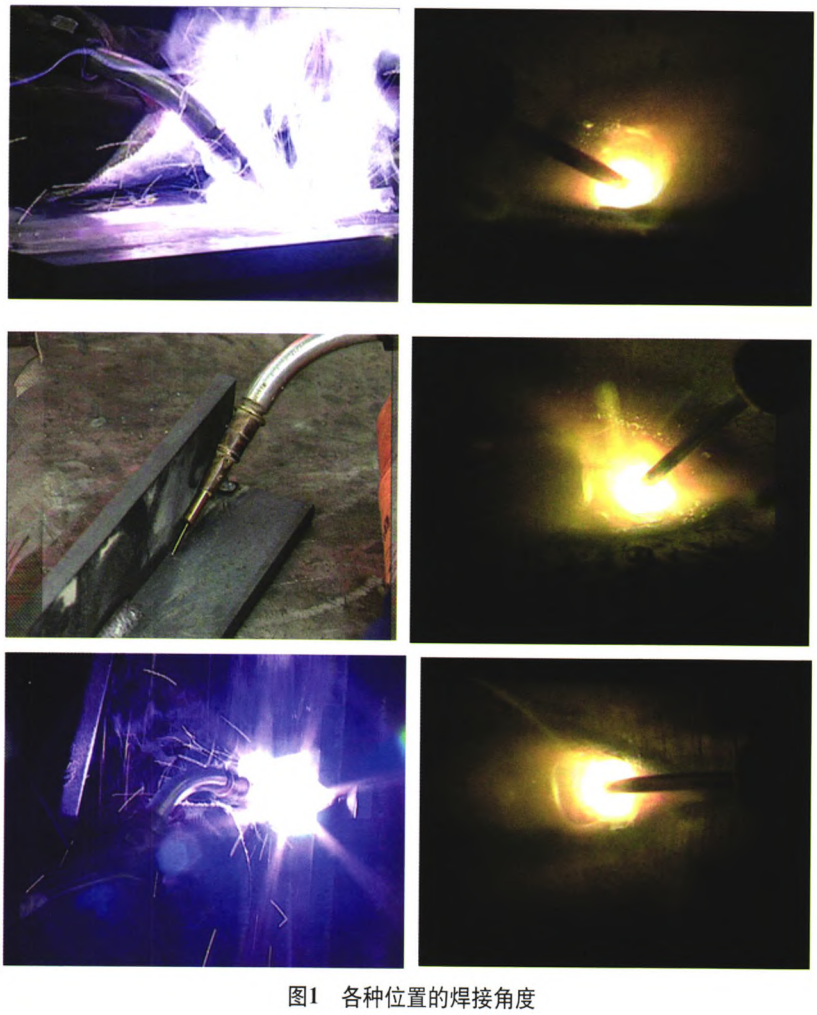


图1 各种位置的焊接角度

表2 采用的焊接参数

位置	极性	电弧电压/V	焊接电流/A	送丝速度/m·min^{-1}	熔敷率(%)	熔敷效率/kg·h^{-1}
平焊	DCEN(+)	24	280~290	7.112	80	3.27
横焊	DCEN(+)	24	260~280	7.112	78	3.27
立向上	DCEN(+)	24	240~260	5.588	75	2.59
仰焊	DCEN(+)	23	220~240	5.334	76	2.36

接质量也高于焊条电弧焊。在焊接试验和工程应用中，自保护药芯焊丝合格率在98%以上，一级片率为85%，焊条电弧焊合格率为85%，一级片率为30%。由此可见，E71T—8J H8 自保护药芯焊丝在焊接速度、质量上都优于传统的焊条电弧焊。由于E71T—8J H8自保护药芯焊丝采用大电流焊接，因此冶金反应充分，焊缝金属成分均匀，焊缝成形也优于焊条电弧焊（见图3、图4）。

结合在这次试验施工中所得到的数据，在经济性分析中由表3可以看出，采用这种自保护药芯焊丝焊接，可降低施工成本约1/3。

此次比较不包括在焊接操作人员培训时所产生的数据。E71T—8J H8焊丝是一种重金属自保护药芯焊丝，焊接时主要调节的是焊接电流和电弧电压的参数，不需要特定的手法进行控制。由于操作简单、使用方便、容易掌握，所以培训周期短，可以节省大量的培训经费和人员。

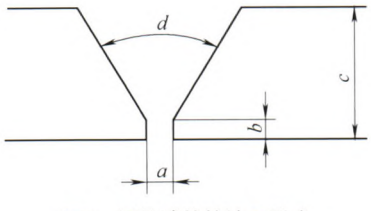


图2　板状试件的坡口形式

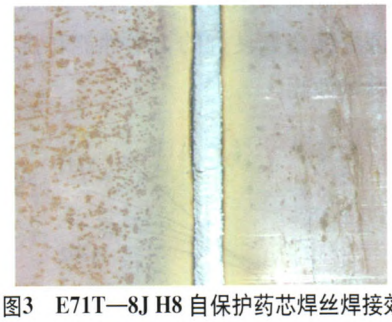

图3　E71T—8J H8 自保护药芯焊丝焊接效果


图4　焊条电弧焊焊接效果

表3　与传统焊接方法成本对比

序号	对比项目	焊条电弧焊	E71T—8J H8	计算方法
A	熔敷效率/kg·h^{-1}	1.5	3.2	—
B	生产率（%）	65	85	—
C	熔敷率（%）	35	76	—
D	焊材成本(元/kg)	10	55	—
E	焊工成本（元/月）	5000	5000	—
F	辅助工成本（元/月）	3000	3000	—
G	设备功率/kW	10	12	—
H	1kg焊缝金属所需时间/h	2.93	0.48	A×B×C
I	1kg焊缝所需电费（1.5元/kWh）/元	15.38	6.62	1.5×H×G×C
J	1kg焊缝金属所需焊工成本/元	48.84	8.06	H×E/30/10
K	1kg焊缝金属所需辅助工成本/元	29.30	4.84	H×F/30/10
L	1kg焊缝金属的焊材成本/元	15.38	52.94	D/B
M	施工总成本/元	108.91	72.46	I+J+K+L
	节省比例（%）	33		—

6. 结语

根据以上的测试结果，可以得出如下结论：

（1）采用E71T—8J H8焊丝，可以提高生产效率 3 倍。

（2）该焊丝熔敷率高，克服了下向焊自保护药芯焊丝熔敷率低的问题，特别适合油田建设中大罐和厚壁管道的焊接。

（3）使用该焊丝，可以降低施工成本约1/3。

（4）可进一步对国产焊机进行提升和改造，为自动化焊接奠定基础。

作者简介：高海军等，青海油田工程建设公司工程师。

MW 20140511

《金属加工（冷加工）》2014年第16期要目

电起爆器接头零件加工工艺优化
典型小薄壁套类零件的加工
直角铣头体的加工
某型燃机薄壁套筒制造工艺研究
立式车床球面加工仿形治具设计
加工石材锯片外圆自制磨削设备
偏心圆柱体零件的车削机构
圆锥齿轮轴切齿干涉分析及改进
高效精巧去毛刺倒角钻锪孔切削工具
数控车削球体的一种简单方法
机床主轴箱温升自动检测装置设计
滚齿机转台结构分析及同步控制研究
模具冲裁间隙标准问题研讨
大长度零件的多孔加工与模具设计
机床主轴端部短锥测量
Vericut 五轴数控加工仿真技术
15 MW汽轮发电机滑环的现场修复
对Y7520K螺纹磨对刀机构的修复与改进