

APL 5L Gr.BNS PSL2管的焊接工艺

李国庆

2011年，大庆油田某单位中标伊拉克CPF1项目，项目中出现了一种新材质，APL 5L Gr.BNS，即12Mn4V，且在酸性环境下服役。由于该管材在国内很少应用，因此缺乏成熟的焊接工艺。为保证该项目的顺利开展，我中心技术人员进行了大量试验，最终选定氩电联焊的方法进行焊接，既可保证焊接质量，又能兼顾施工效率。

1. 焊接性分析

APL 5L Gr.BNS耐酸管化学成分如表1所示。从化学成分可知，该管的含碳量及碳当量数值不大，因此焊接性良好。但焊接时，要同时考虑所选焊接材料对焊接性的影响，控制焊接热输入，保证焊缝成形及内部质量。

2. 焊前准备

（1）焊接方法　钨极氩弧焊打底，焊条电弧焊填充盖面。

（2）焊接材料　一般选择与母材强度相当的焊接材料，但仍须综合考虑焊缝金属的韧性、塑性及强度，要求焊缝金属强度不低于基材强度即可。如果焊缝金属强度太高，必然导致焊缝的塑性、韧性及抗裂性能降低，使焊接质量变差。因此，焊接该工件采用钨极氩弧焊打底，钨极选用铈钨极WCE—20，ϕ2.5mm，焊丝为ER50—G（CHG—SHA），ϕ2.5mm；焊条电弧焊填充盖面，焊条为E5015—G（CHE507SHA），ϕ3.2mm。

表1　APL 5L Gr.BNS的化学成分（质量分数）　（%）

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	P	S
0.13	0.20	0.88~0.92	0.03	0.04	0.02	0.04	≤0.010	≤0.004

（3）坡口和接头形式　管材规格为ϕ273.1mm×11mm，选择的坡口形式如图1所示，坡口角度为60°~65°，间隙为2.5~3.2mm，钝边为0.5~1.5mm。

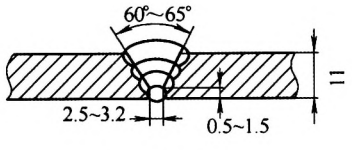


图1　坡口形式

3. 焊接工艺

（1）焊前清理　用锉刀、砂纸、钢丝刷、角向磨光机等工具，在管子坡口外边缘20mm范围内，内边缘6mm范围内清除铁锈、油脂、氧化皮及其他污垢，使之呈现出金属光泽。

（2）焊接　焊接参数如表2所示。

施焊时应注意以下事项：

第一，钨极应伸出喷嘴断面6~8mm，电弧长度保持在2~4mm，以保证电弧稳定的燃烧，同时保证合理的钨极锥度。若锥度过小，则钨极越尖，会导致熔深过大，熔宽不够；若锥度过大，则钨极越钝，会导致熔宽过

表2　焊接参数

焊接层次	焊接方法	填充金属		焊接电流		焊接速度/cm·min^{-1}	气体流量/L·min^{-1}
		型号	规格ϕ/mm	极性	/A		
1	GTAW	CHG—SHA	2.5	DCEN	80~120	5~10	10~15
2	SMAW	CHE507SHA	3.2	DCEP	70~120	6~12	–
3	SMAW	CHE507SHA	3.2	DCEP	70~120	6~12	–
4	SMAW	CHE507SHA	3.2	DCEP	70~110	6~12	–

大，熔深不够。为了加强保护效果，喷嘴与焊件应尽量垂直或保持较大的夹角，一般在不影响焊工视线的前提下，保持夹角在80°～90°，而焊丝与焊件的夹角则较小，一般为10°～15°。施焊的过程中需要保持层间温度＜200℃。

第二，将管件水平放置，找好间隙后采用钨极氩弧焊方法将组对好的工件进行定位焊。试件在装配定位焊时，所使用的焊丝和正式焊接时使用的焊丝相同。定位焊可一处或两处，每处定位焊缝长约10mm，可在试件上部偏11点钟10mm位置进行一点定位焊，或在10点钟及2点钟位置两点定位焊（按钟表转向）。

第三，保持原工件的水平固定位置，采用全位置焊接方法，采用钨极氩弧焊方法进行打底焊。焊接分为左、右两个半周进行，首先焊接右半周，焊接方向由下而上施焊，从仰焊位置起焊，在平焊位置收弧。焊接打底层要控制钨极、喷嘴与焊缝的位置，即钨极应与管子的轴线保持合适的角度，喷嘴至两管的距离要相等。

第四，打底焊完成后，将打底层焊缝清理干净，并将焊道接头处的过高部分打磨平整。保持工件的水平固定位置，采用焊条电弧立焊方法进行全位置焊接。填充焊时在仰焊部位过5～10mm处引燃电弧，稍作停留，焊接采用斜椭圆形运条或斜锯齿形运条，焊接时采用短弧焊操作，焊接速度要均匀一致，使填充焊道高低平整。

第五，填充焊完成后，盖面层施焊前，清除填充层焊缝熔渣、飞溅，并将焊道接头处的过高部分打磨平整。采用焊条电弧焊进行盖面。盖面焊道焊接仍采用斜椭圆形运条或斜锯齿形运条，起头、收尾、收弧及接头方法与填充层焊接相同。

4. 焊接工艺评定

（1）拉伸试验　按照ASME IX Code标准对焊接接头进行拉伸试验，拉伸试样及试验结果分别如图2、表3所示。由表3可知，拉伸试样塑性断裂于母材，表明焊缝强度高于母材，符合标准要求。

（2）弯曲试验　按照ASME IX Code标准对焊接接头进行弯曲试验，弯曲试样如图3所示，试验结果如表4所示。

（3）冲击试验　按照ASME IX Code标准对焊接接头进行冲击试验，试验结果如表5所示。

经过焊后的外观检测、射线检测和力学检测显示，此工艺在焊缝成形、内部质量以及力学性能上均达到了设计要求。



图2　拉伸试样



图3　弯曲试样

表3　拉伸试验

试件编号	宽度/mm	厚度/mm	抗拉强度/MPa	断裂位置	结果
HFY02-01	19.5	11	460	焊外塑断	合格
HFY02-02	19.0	11	480	焊外塑断	合格

表4　弯曲试验

试样编号	弯曲类型	弯曲角度（°）	结果
face bend-01	面弯	180	合格
face bend-02	面弯	180	合格
root bend-01	背弯	180	合格
root bend-02	背弯	180	合格

表5　冲击试验

试样编号	试样尺寸/mm×mm×mm	冲击位置	缺口类型	冲击吸收能量/J（-20℃）
HFY02-01(H)	55×10×7.5	焊缝	V	114
HFY02-02(H)	55×10×7.5	焊缝	V	116
HFY01-03(H)	55×10×7.5	焊缝	V	149
HFY01-01(R)	55×10×7.5	热影响区	V	142
HFY01-02(R)	55×10×7.5	热影响区	V	158
HFY01-03(R)	55×10×7.5	热影响区	V	138

5. 结语

（1）采用氩电联焊的工艺焊接APL 5L Gr.BNS，通过选择合适的焊接材料及焊接工艺，控制热输入，可获得优质的焊接接头，达到设计要求。

（2）该工艺应用于伊拉克哈法亚CPF1工程后，累计施焊2万多道焊口，一次合格率达99.6%，保证了项目的顺利竣工。

作者简介：李国庆，大庆油田工程建设培训中心。

MW 20140429