

20MnMoNb钢的焊接工艺试验

中国石化集团南京化学工业有限公司化工机械厂 (南京 210048) 高申华 董安霞

【摘要】 通过焊接材料的选择, 对20MnMoNb钢进行了有关工艺试验, 并提出了20MnMoNb钢焊接后热处理的加热温度越高, 保温时间越长, 对焊缝力学性能有一定的影响。

1. 概述

某设备的管板为20MnMoNb锻件, 其直径为7000mm, 厚度为350mm。由于管板直径较大, 所以采用三块锻件拼焊而成。以前的焊接工艺评定厚度覆盖不了, 而且此管板拼接后要进行多次消应力处理, 因此针对厚度350mm的20MnMoNb钢进行了焊接工艺试验及焊接工艺评定。

2. 20MnMoNb锻件及管板拼焊的技术要求

(1) 20MnMoNb锻件的要求 20MnMoNb锻件级别为IV级, 经调质处理(淬火+回火)后供货, 回火温度 $\geq 630^{\circ}\text{C}$, 其化学成分(熔炼分析)应符合表1规定, 锻件应逐件进行力学性能试验, 其结果应符合表2规定。

(2) 管板拼焊要求 该设备管板由三块锻件

表1 锻件的化学成分(熔炼分析)(质量分数) (%)

C	Si	Mn	Mo	Cr	Nb	P	S	Ni	Cu
0.17~0.23	0.17~0.37	1.30~1.60	0.45~0.65	<0.30	0.025~0.050	<0.015	<0.010	<0.30	<0.25

表2 力学性能要求

钢号	热处理状态	拉伸试验			冲击试验		硬度试验 HBW
		抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 R_{el} /MPa	伸长率(%)	试验温度 /℃	冲击吸收能量 A_{KV} /J 平均值 单值	
20MnMoNb	调质	620~790	>470	>16	-10	>41 >28	185~235

拼焊而成, 管板拼缝坡口形式如图1所示。

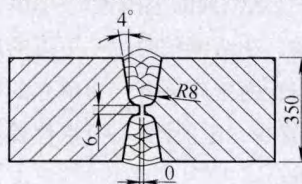


图1 管板拼缝坡口形式

高出管内壁1~2mm, 这样可防止内凹缺陷的形成。③填充盖面时焊条在两侧停留的时间比以上两位置要长一些, 中间过渡要快, 以控制焊缝高度。

4. 结语

要确保管道焊缝返修一次合格率, 就应注意以

管板拼焊前应对焊接坡口表面进行磁粉检测, 拼焊完成后对拼接接头应分别进行100%的射线、超声和TOFD无损检测以及磁粉检测。

管板拼缝检测合格后进行消应力热处理, 热处理后对拼缝再次进行超声和磁粉检测。

针对上述要求, 我们进行了20MnMoNb钢的焊

下几个方面: 正确判断缺陷的种类、位置、尺寸和深度, 准确清除缺陷, 无残留, 同时形成合格的返修凹槽, 返修方法应用正确, 能形成合格的焊缝, 不能出现新的缺陷。MW

(20111201)

接材料和系列焊接性试验。

3. 焊接工艺评定

(1) 工艺参数 按JB4708-2000进行焊接工艺评定, 试件为20MnMoNb锻件, 厚度300mm, 采用埋弧焊焊接(SAW)。焊接材料我们首次选用了与20MnMoNb强度相匹配的H08MnMoA+SJ107, 试件焊接坡口形式如图2所示, 焊接参数如表3所示。焊件预热100℃, 最大层间温度250℃。

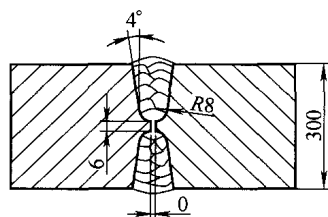


图2 焊接坡口形式

表3 焊接参数

焊道层次	焊接方法	焊材牌号	焊材规格 ϕ /mm	焊接电流 /A	电弧电压 /V	焊接速度 /mm·s ⁻¹
1~6	SAW	H08MnMoA+SJ107	4	575	27	7
7~9	SAW	H08MnMoA+SJ107	4	600	29	7

(2) 焊后评定结果 工艺评定试板焊后进行了100%射线和超声检测, 射线按JB/T4730-2005 II级要求, 超声检测按JB/T4730-2005 I级要求, 试样抗拉强度为540MPa、635MPa、640MPa、630MPa、620MPa、585MPa、580MPa、600MPa、585MPa、550MPa, 焊缝的强度不能满足设计要求, 试样的其他力学性能和工艺性能均能满足设计要求。

(3) 评定结果分析 管板从拼焊到管板的带极堆焊过渡层、耐蚀层合格后, 需要进行多次长时间的热处理, 在确定焊接工艺评定焊后最大模拟热处理温度和保温时间时, 考虑了以上因素, 最终选定了焊后消应力处理: (620±20)℃×20h。由于焊后热处理保温时间长, 对焊缝金属的力学性能有一定的影响, 特别是抗拉强度和屈服强度低, 不能达到工艺要求, 因此重新选择了H09MnNiMoG+SJ16G焊材进行了焊接工艺评定。

在焊接过程中, 锰是较好的脱氧剂和脱硫剂, 减少了焊缝金属中的含氧量和焊缝的热裂倾向, 锰含量的增加提高了焊缝的强度。镍能提高焊缝的强度, 而又保持良好的塑性和韧性, w_{Ni} 在2.5%以下

时, 对焊接基本没有影响。而钼能使钢的晶粒细化, 提高淬透性和热强性能, 在高温时保持足够的强度和蠕变能力, 提高了力学性能。

基于上述合金元素在焊接过程中的作用, 因此选择了锰、镍、钼含量稍高的H09MnNiMoG焊材, 从而提高焊缝的强度, 解决热处理时对焊缝力学性能的影响问题, 得到了比较满意的力学性能和工艺性能。H08MnMoA和H09MnNiMoG焊材化学成分如表4所示。

表4 H08MnMoA和H09MnNiMoG焊材

化学成分(质量分数) (%)

焊材牌号	C	Si	Mn	S	P	Ni	Mo	Cu
H08MnMoA	0.051	0.20	1.49	0.003	0.018	0.005	0.45	0.034
H09MnNiMoG + SJ16G	0.16	0.19	1.79	0.003	0.008	0.91	0.55	0.05

(4) 重新评定结果 用H09MnNiMoG+SJ16G焊材按照表3的焊接参数进行了焊接工艺评定, 评定结果如表5所示。

表5 H09MnNiMoG+SJ16G焊材评定结果

抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 R_{el} /MPa	断后伸长率 $A(\%)$	冲击吸收能量 A_{kv}/J (-10℃)	弯曲 试验	硬度HBW		
					焊缝	HAZ	母材
650	550	20.0	54、58、61	四件 侧弯 无缺陷	147、 147、 151	170、 170、 174	174、 174、 179
640	535	25.0	38、77、73				
645	—	—	141、141、146				
650	—	—	60、82、70				
620	—	—	72、60、86				
650	—	—	58、79、46				
630	—	—	41、58、52				
615	—	—	69、51、84				
625	—	—	54、121、80				
640	—	—	—				
640	—	—	—				
635	—	—	—				

4. 结语

采用H08MnMoA+SJ107焊材焊接20MnMoNb钢焊缝的抗拉强度和屈服强度不能满足设计要求, 其他力学性能和工艺性能均能满足设计要求。

20MnMoNb钢焊后热处理的加热温度越高, 保温时间越长, 对焊缝的抗拉强度和屈服强度有一定的影响。

采用H09MnNiMoG+SJ16G焊材焊接20MnMoNb的焊接工艺性能和焊接接头的力学性能都能满足设计要求。MW (20120117)