

15CrMo 低合金耐热钢焊接裂纹缺陷修补工艺

张良华 张岭海

(哈尔滨汽轮机厂有限责任公司,黑龙江 哈尔滨 150000)

摘 要:对 15CrMo 低合金耐热钢焊接,应依据化学成分及它的碳当量综合分析 15CrMo 钢的可焊性及裂纹敏感性。采用 R307 焊条进行焊接。
关键词:耐热钢;碳当量;焊接裂纹

前言

我公司生产的阀体材质为 15CrMo,介质为过热蒸汽。按要求:手工电弧焊选用 R307 焊条,焊前预热 150~200℃,焊后需经过 680℃~720℃回火。焊后射线探伤发现存在裂纹缺陷,特制定返修焊接工艺。

1 原因分析

15CrMo 低合金耐热钢,含有 Cr、Mo 的珠光体耐热钢具有明显的淬硬倾向,焊接时在焊缝和热影响区极易出现硬脆的马氏体组织,产生很大的内应力,导致焊接接头热影响区产生裂纹。如果焊接线能量过大,热影响区晶粒明显粗化,在焊接残余应力的作用下,焊缝热影响区的粗晶区还易出现再热裂纹。再者,在焊后热处理过程中也会有产生再热裂纹的可能。另外,还可以依据碳当量公式间接判断 15CrMo 的焊接性。

$C_{eq} = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14$ (1)

当 $C_{eq} < 0.46\%$ 时,钢材的淬硬倾向不明显,其焊接性优良;当 $C_{eq} = 0.46\% \sim 0.52\%$ 时,钢材的淬硬倾向逐渐明显;当 $C_{eq} > 0.52\%$ 时,钢材的淬硬倾向强,属于较难焊接的材料。

将 15CrMo 钢的化学成分(表 1)代入(1)得:0.52%

$C_{eq} = 0.15 + 0.51/6 + 0.23/24 + 1.1/5 + 0.54/4 = 0.59\% > 0.52\%$

可见,15CrMo 钢有很大的淬硬性,如果没有特殊的控制措施,很难避免焊接裂纹的出现,同时返修焊接时拘束度较大,容易出现比较大的拘束应力。因此,在焊接 15CrMo 钢的时候应该采取适当的工艺措施和选择合适的焊接材料,才能避免焊接裂纹的出现。

2 确定焊接修补工艺

2.1 焊接材料的选用

通过分析 15CrMo 的焊接性可知,在焊接 15CrMo 钢的时候选择合适的焊接材料至关重要。由于补焊后不能再进行焊后热处理,加之补焊时焊接拘束度大,因此选用奥氏体焊条焊接,奥氏体焊条焊接珠光体耐热钢属于异种钢焊接。如果选用 18-8 型焊条可以防止裂纹的产生,但是焊缝区易产生脆硬的马氏体组织;如果选用 25-20 型焊条,焊缝易形成奥氏体组织,并且容易出现热裂纹。为避免上述问题的出现,最后选用了 A302 焊条进行焊接,A302 焊条的化学成分见表 2。

2.2 技术措施

焊前经 150~200℃(夏季)预热,预热范围(宽度)大于壁厚的 4 倍($16 \times 4 = 64$)且不大于 150mm,做好实际温度测量记录。由于该类钢的淬硬倾向大,且异种钢焊接时接头各区域金属热膨胀系数不同,如果焊接时冷却速度较大则容易形成马氏体组织,导致裂纹的产生。因此,

焊前预热很重要。焊接过程中每一道焊缝不要焊太长,以避免被焊段在短时间内重复加热。连续焊并适当锤击消除应力(锤击力不要太大),直流反接短弧焊接。层间温度控制在 300℃左右。

2.3 工艺要求

焊前将坡口内侧面及两侧各 50mm 范围内的油污、水和铁锈等杂质清理干净。A302 焊条须经 200~250℃烘培并保温 1~2 小时,然后放保温筒内,随有随取。定位焊后立即清除熔渣,测量温度,符合层间温度要求后立即施焊,要始终保持层间温度不低于预热温度,焊后立即用石棉毡缠绕焊缝,保温时间不低于 1 小时。焊接工艺参数见表 3。

3 经验和结论

经过实际施焊操作,焊件外观质量符合规定要求,焊件经金相检验没有裂纹、疏松;没有过烧组织;没有马氏体组织。这说明只要焊接材

表 1 15CrMo 的化学成分%

材料牌号	C	Mn	Si	Cr	Mo	S	P
15CrMo	0.15	0.51	0.23	1.1	0.54	0.016	0.017

表 2 焊条 A302 的化学成分%

牌号	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Cu	S	P
A302	0.066	1.040	0.630	23.940	12.620	0.430	0.170	0.009	0.027

表 3 焊接工艺参数

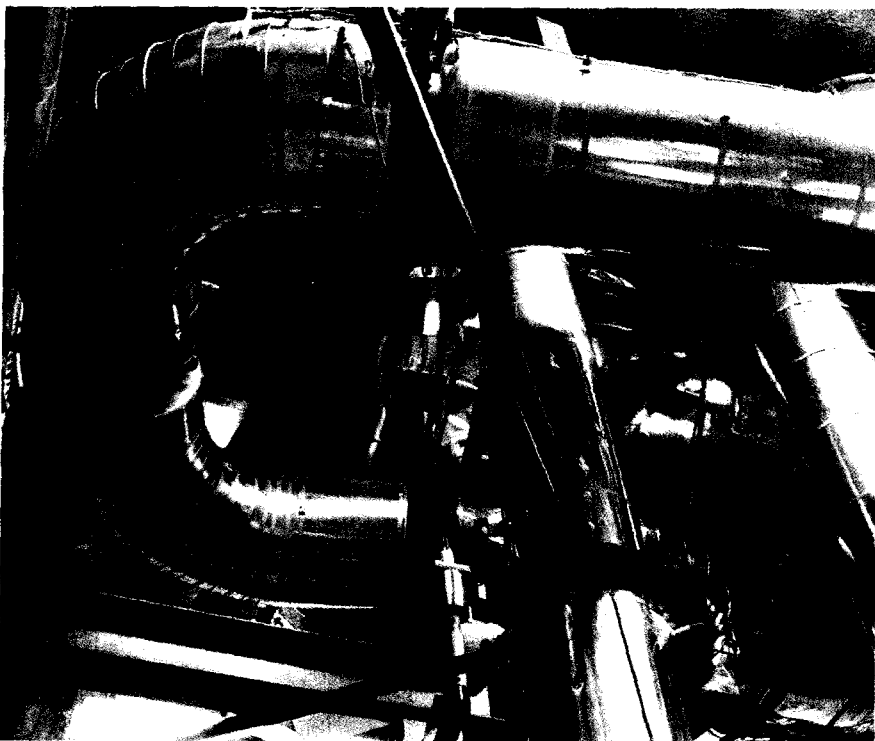
焊层	焊接方法	焊材牌号 规格	焊接电流 I/A	焊接电压 U/V	焊接速度 mm/根
第 1 层	SMAW	A302/F 3.2	100~110	22~24	50~60
其余层	SMAW	A302/F 4.0	140~160	24~26	50~60

注:采用直流反接

料选择得当,应用正确的焊接工艺,焊后不需要热处理,同样可以得到满足性能要求的焊接接头。

参考文献

- [1]唐国阳.最新焊接材料设计、生产及选用、焊接新工艺新技术[M].北京:北方工业出版社,2006.
- [2]李亚江,王娟,刘鹏.异种难焊材料的焊接及应用[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [3]宋天虎.焊接手册——材料的焊接[M].北京:机械工业出版社,2001.



责任编辑:杨帆