

文章编号:1673-9981(2010)01-0075-03

焊接工艺参数对焊接残余应力的影响

贺启良¹, 马东溟²

(1. 抚顺石油化工公司, 辽宁 抚顺 113001; 2. 郑州宇通重工业有限公司, 河南 郑州 450051)

摘 要:以 16MnR 钢为实验材料, 研究了焊接电流和焊接速度对构件焊接残余应力的影响. 实验结果表明: 焊接电流和焊接速度是影响构件焊接残余应力的两个重要因素. 在实验的基础上探讨了焊接电流和焊接速度影响构件焊接残余应力的机理.

关键词:焊接残余应力; 焊接工艺参数; 焊接电流; 焊接速度

中图分类号: TG404

文献标识码: A

石油、化工等行业中的很多重要部门, 存在着大量的焊接构件, 在对其进行焊接制造和安装的过程中, 不可避免地会产生焊接残余应力. 构件的焊接残余应力是造成焊接接头或结构脆性断裂、疲劳断裂和应力腐蚀开裂等失效形式的重要因素. 因此, 正确认识焊接工艺参数对焊接残余应力的影响, 不论是对焊接金属学的研究、开发新的焊接方法, 还是对保证焊接质量、提高焊接技术水平、降低生产中设备的故障率、延长设备的运转周期都具有重要的意义.

1 实验方法

选取在石油化工容器、塔类制作中常用的 16MnR 钢(厚 16 mm)作为实验材料. 将 16MnR 钢板切成十块 1000 mm×200 mm 的试块, 将每个试块的一侧长边制成斜面, 每二块组对成如图 1 所示的 1000 mm×400 mm 的试件.

采用埋弧自动电焊机按表 1 所列的焊接电流及焊接速度, 在室温(25 ℃), 分别焊接五组试件, 自然冷却至室温. 然后在每块焊接好的试件上, 用小盲孔法测焊缝的纵向和横向残余应力^[3-5]. 应变贴片的粘贴位置如图 2 所示(贴片间距 5 mm). 所测得的残余应力列于表 2.

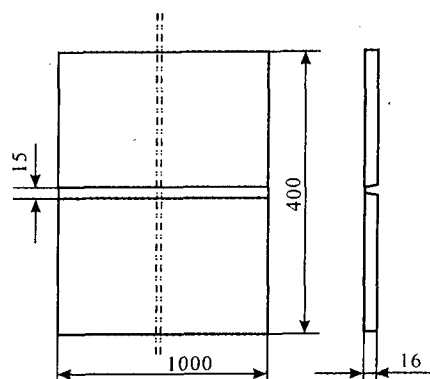


图 1 试件图样

Fig. 1 The sample unit

表 1 试件焊接参数

Table 1 The welding parameters

试件 编号	焊接电流 /A	焊接速度 /(mm·min ⁻¹)	焊接电压 /V
1 ¹⁾	600	600	35
2	550	600	35
3	750	600	35
4	600	500	35
5	600	750	35

注: 1) 标准试件

收稿日期: 2009-01-28

作者简介: 贺启良(1977—), 吉林梅河口人, 工程师, 学士.

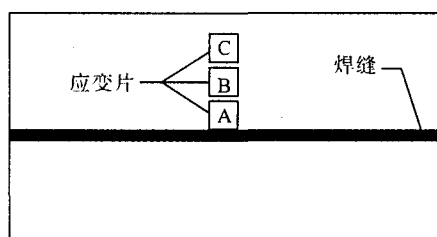


图2 应变片粘贴示意图

Fig. 2 The Strain gage drawing

表2 试件残余拉应力

Table 2 The residual tension stress

试件编号	应变片编号	应力/MPa	
		纵向 σ_x	横向 σ_y
1	A	280.1	133.7
	B	241.5	110.2
	C	204.5	88.5
2	A	260.5	114.5
	B	203.6	99.6
	C	174.8	74.5
3	A	294.6	163.6
	B	271.0	141.4
	C	230.4	104.2
4	A	269.6	122.6
	B	220.8	108.3
	C	186.4	87.8
5	A	287.2	159.9
	B	250.1	136.5
	C	212.5	90.7

2 结果与讨论

由表2数据可见,标准试件(1号试件)焊缝周围的残余拉应力的平均值为:纵向 $\sigma_x = 242.1$ MPa, 横向 $\sigma_y = 110.8$ MPa. 当其他条件不变,焊接电流减少至 550 A 时,2号试件焊缝周围的残余拉应力平均值为:纵向 $\sigma_x = 212.97$ MPa, 横向 $\sigma_y = 96.17$ MPa. 与标准试件相比焊缝周围残余拉应力的降低率分别为:纵向 $\eta_x = 12.04\%$, 横向 $\eta_y = 13.20\%$. 其

他条件不变,只增大焊接电流至 750 A 时,3号试件焊缝周围的残余拉应力平均值为:纵向 $\sigma_x = 265.33$ MPa, 横向 $\sigma_y = 136.4$ MPa. 与标准试件相比焊缝周围残余拉应力的增高率分别为:纵向 $\eta_x = 9.6\%$, 横向 $\eta_y = 23.1\%$. 其他条件不变,焊接速度减少至 500 mm/min 时,4号试件焊缝周围残余拉应力平均值为:纵向 $\sigma_x = 225.6$ MPa, 横向 $\sigma_y = 106.23$ MPa. 与标准试件相比,焊缝周围残余拉应力的降低率分别为:纵向 $\eta_x = 6.82\%$, 横向 $\eta_y = 4.12\%$. 其他条件不变,焊接速度增大至 750 mm/min 时,5号试件焊缝周围的残余拉应力平均值为:纵向 $\sigma_x = 249.93$ MPa, 横向 $\sigma_y = 129.03$ MPa. 与标准试件相比,焊缝周围残余拉应力的增高率分别为:纵向 $\eta_x = 3.23\%$, 横向 $\eta_y = 16.45\%$.

焊接时的局部不均匀热输入是产生焊接残余应力的主要原因. 在制造过程中,受材料和构件结构等因素的作用,构件会受到很多内外约束,在每个焊接热循环中,热输入正是通过这些约束而影响焊道周围金属的运动,最终产生焊接残余应力. 温度分布越不均匀,焊接残余应力越大.

焊接时,在电流一定的情况下,焊接速度越大,不均匀热输入越大,因此而产生的焊接残余拉应力也越大. 降低焊接速度,可减小焊接残余拉应力.

在焊接速度一定的情况下,焊接电流越大,不均匀热输入越大. 在焊接速度一定时,减小焊接电流,可减小焊接残余拉应力.

3 结论

(1)在焊接电流一定时,焊接速度越大,产生的焊接残余拉应力越大;焊接速度越小,产生的焊接残余拉应力越小.

(2)在焊接速度一定时,焊接电流越大,焊接残余拉应力越大;焊接电流越小,产生的焊接残余拉应力越小.

参考文献:

- [1] 宋天民. 焊接残余应力的产生与消除[M]. 北京: 中国石化出版社. 2004: 18-19.
- [2] 周振丰. 焊接冶金学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1995: 67-85.
- [3] 华南理工大学高压容器教研室. 钻小孔松弛法测定焊接残余应力[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 1984:

42-44.

[4] 林兴华,程常杰. 液化石油气储罐焊接残余应力的测试和分析[J]. 石油化工设备,1992,21(1):15-18.

[5] 袁发荣,伍尚礼. 焊接残余应力测试与计算[M]. 长沙:湖南大学出版社,1987:54-56.

The influence of welding technical parameters on welding residual stress

HE Qi-liang¹, MA Dong-ming²

(1. The Petroleum and Chemical Inc of Fushun, Fushun 113001, China;

2. Yu Tong Heavy Industries Limited Corporation of Zhengzhou, Zhengzhou 450051, China)

Abstract: The effect of two important technical parameters such as welding electric current and welding speed on the welding residual stress were investigated using the 16MnR steel as experimental materials. The mechanism of welding residual stress resulting from the welding electric current and the welding speed was discussed on the basis of the experiment.

Key words: welding residual stress; welding technics parameter; welding electric current; welding speed

~~~~~  
(上接第74页) of particles increased, the infiltration length of foam Al increased, while the diameter of filler has little influence on the infiltration length. Less oxidation loss was found and RE oxidation loss was less than 5% during the fabrication process of the RE foam aluminum when the filler preheating temperature is about 730°C, casting temperature is about 440°C and vacuum is 0.04—0.06 MPa.

**Key words:** RE; foam aluminum alloy; vacuum suction casting; infiltration length