

# 焊接工艺参数对焊接残余应力的影响

杨 坪<sup>1</sup>, 苏 威<sup>2</sup>

(1. 辽宁石油化工大学 机械工程学院, 辽宁 抚顺 113001; 2. 辽河油田 油田建设工程二公司, 辽宁 盘锦 124010)

**摘 要:** 选取 20G 作为实验材料, 采用埋弧自动焊焊接成试板, 分别考察了焊接电流和焊接速度这两个焊接工艺参数对其焊接残余应力数值大小的影响。结果表明, 焊接电流一定时, 焊接残余拉应力随焊接速度增大而增大; 焊接速度一定时, 焊接电流越大, 焊接残余拉应力越大。

**关键词:** 焊接残余应力; 焊接电流; 焊接速度

中图分类号: TG445

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2010)07-0144-02

## Effect of Welding Process Parameters on Welding Residual Stress

YANG Ping<sup>1</sup>, SU Wei<sup>2</sup>

(1. College of Mechanical Engineering, Liaoning Petrochemical University, Fushun 113001, China; 2. Oilfield Construction Engineering Company, Liaohe Oilfield, Panjin 124010, China)

**Abstract:** Selecting 20G as experimental material, the effect of welding current and welding speed on welding residual stress were studied by using submerged arc welding. The results show that when the welding current is definite, the welding residual stress increases with the increase of welding speed, when the welding speed is definite, the welding residual stress increases with the increase of welding current.

**Key words:** welding residual stress; welding current; welding speed

在焊接过程中, 将不可避免地产生残余应力, 复杂的残余应力状态可能直接或间接地减少构件的承载能力<sup>[1-2]</sup>。因此, 对焊接残余应力以及影响残余应力分布的因素的研究是很有必要的。焊接工艺参数是影响焊件焊缝性能的主要因素, 本文选择焊接电流、焊接速度两个工艺参数作为研究对象, 对不同焊接工艺参数组合下的焊接残余应力进行分析, 得出各个焊接工艺参数对焊接残余应力的影响程度<sup>[3-4]</sup>。

## 1 实验部分

### 1.1 实验方案

选取化工容器常用材料 20G 作为实验材料, 将其制成中间带 V 型坡口槽(宽 15 mm)的 1000 mm × 400 mm × 16 mm 的试件, 然后采用埋弧自动焊方法按表 1 所示的焊接工艺参数进行焊接, 焊后自然冷却到室温。最后将试件表面加工光滑, 紧贴焊缝边缘并垂直于焊缝依次相距 5 mm 粘贴应变片(如图 1), 并用小盲孔法测量焊缝附近的焊接残余应力<sup>[5-6]</sup>,

表 1 焊接工艺参数数值  
Tab.1 The value of welding parameters

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

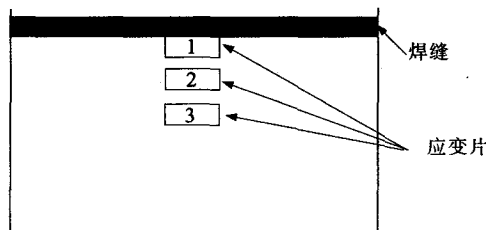


图 1 应变片位置示意图

Fig.1 The sketch map of strain foil location

所得数据如表 2 所示。

### 1.2 数据分析

将试件 1 作为标准试件, 试件 2 和试件 3 的焊接速度与标准试件相同而改变其焊接电流, 测得试件 2 和 3 焊缝周围残余应力值与标准试件 1 进行对比。焊接电流增大至 750 A 的试件 2 焊缝周围残余拉应力平均值与标准试件相比, 横向增加了 11.59%, 纵向加了 21.31%; 焊接电流减少至 550 A 的试件 3 焊缝周围残余拉应力平均值与标准试件相

收稿日期: 2009-11-06

作者简介: 杨坪(1974-), 女, 辽宁抚顺人, 工程师, 硕士, 主要从事焊接工艺方面的研究; 电话: 0413-6865042;  
E-mail: yplnpu@126.com

表 2 试件的焊接残余应力数值  
Tab.2 The residual stresses value of specimen

试件编号	孔 序	$\sigma_{\text{横向}} / \text{MPa}$	$\sigma_{\text{纵向}} / \text{MPa}$
1	1	282.15	141.20
	2	238.13	116.22
	3	204.56	88.22
2	1	298.35	153.21
	2	275.14	143.56
	3	235.37	122.52
3	1	261.26	125.77
	2	203.86	102.52
	3	180.24	89.13
4	1	291.25	150.23
	2	253.86	130.12
	3	212.13	103.26
5	1	270.24	136.21
	2	221.51	108.75
	3	190.46	92.56

比,横向降低了 10.96%,纵向降低了 8.16%。

试件 4 和试件 5 保持与标准试件 1 相同的焊接电流而改变其焊接速度,测得其焊缝周围的焊接残余应力值与标准件 1 进行对比。焊接速度增大至 750 mm/min 的试件 4 焊缝周围残余拉应力平均值与标准试件相比,横向增加了 4.47%,纵向增加了 10.99%;焊接速度减少至 500 mm/min 的试件 5 焊缝周围残余拉应力平均值与标准试件相比,横向降低了 5.88%,纵向降低了 2.34%。

## 2 机理分析

在焊接过程中,被焊金属由于热的输入和传播而经历的加热、熔化和随后的凝固及连续冷却过程称之为焊接热过程。焊接热过程贯穿于整个焊接过程的始终,是产生焊接残余应力的决定性因素。焊接温度场的温度分布越不均匀,焊接残余应力越大。在焊接速度一定时,焊接电流越大,不均匀热输入越大,所产生的温度场分布不均匀度越大,因此产生的

焊接残余拉应力越大;反之焊接电流越小,不均匀热输入越小,所产生的温度场分布不均匀度越小,因此产生的焊接残余拉应力越小。在焊接电流一定时,焊接速度越大,不均匀热输入越大,所产生的温度场分布不均匀度越大,因此产生的焊接残余拉应力越大;反之焊接速度越小,不均匀热输入越小,所产生的温度场分布不均匀度越小,因此产生的焊接残余拉应力越小<sup>[7-8]</sup>。

## 3 结论

焊接电流一定时,焊接残余拉应力随焊接速度增大而增大,随焊接速度减小而减小;焊接速度一定时,焊接电流越大,焊接残余拉应力越大。

### 参考文献:

- [1] 黄薇,黄志超,倪昀,等. 焊接工艺参数对后桥壳残余应力影响的数值模拟[J]. 热加工工艺,2006,35(19):74-76.
- [2] 宋天民. 焊接残余应力的产生与消除[M]. 北京:中石化出版社,2005. 18-19.
- [3] 刘婉莹,宋天民,张国福,等. 焊接工艺参数对焊接残余应力的影响[J]. 石油和化工设备,2007,10(1):12-13.
- [4] 陈怀宁,陈亮山,林泉洪. 逆焊接加热处理引入压缩残余应力的数值分析[J]. 机械强度,2002,24(1):73-76.
- [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.
- [6] 谭险峰,张华. 焊接工艺参数对温度场的影响研究[J]. 焊接技术,2005,34(1):6-8.
- [7] 李海洲,罗红梅,于福义. 焊接工艺参数对短路过渡过程的影响分析[J]. 广西轻工业,2008,(12):36-37.
- [8] 周振丰. 焊接冶金学 [M]. 北京:机械工业出版社,1995. 67-85. H

(上接第 143 页)

### 参考文献:

- [1] 刘中青,刘凯. 异种金属焊接指南[M]. 北京:机械工业出版社,1997,1-3.
- [2] [美]美国金属学会. 金属手册,第二卷,性能与选择:有色金属及纯金属,第九版 [M]. 北京:机械工业出版社,1994. 97-98.
- [3] 李传民,王向丽,闫军. Deform5.03 金属成形有限元分析实例指导教程[M]. 北京:机械工业出版社,2007.

- [4] 戚春晓,南雷英,孙友松,等. 基于 DEFORM 的汽车空调三角皮带轮辊轧成形过程的数值模拟[J]. 特种成形,2009,20(3):76-78.
- [5] 于思荣,陈显君,刘耀辉. AZ31B 镁合金搅拌摩擦焊工艺优化[J]. 热加工工艺,2009,38(15):88-92.
- [6] 张洪武,张昭,陈金涛. 搅拌摩擦焊接过程中材料的三维流动分析[J]. 中国机械工程,2006,17(7):719-722.
- [7] 韩晓辉,王希靖. 铝合金搅拌摩擦焊三维模拟流场厚度方向流动状况分析[J]. 电焊机,2006,36(11):48-52. H