

硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响

王效莲, 亢天佑, 王 国

(中国船舶重工集团公司第七二五研究所, 河南 洛阳 471023)

摘 要:研究了硅酸钠对碱性低氢焊条性能的影响。试验结果表明,适当增加药皮中的硅酸钠含量,可使焊条套筒长度减小,熔渣黏度减小,立焊笔尖倾向减小,飞溅稍微增大,而焊条熔敷金属的化学成分、力学性能和扩散氢含量的变化则不明显。故可以通过调整碱性低氢焊条药皮中硅酸钠的含量来优化焊接工艺性。

关键词:硅酸钠;碱性低氢焊条;焊接工艺性

中图分类号: TG44

文献标识码: A

Effect of Sodium Silicate on Performance of Alkaline Low Hydrogen Electrode

WANG Xiaolian, KANG Tianyou, WANG Dun

(Luoyang Ship Material Research Institute, Luoyang 471023, China)

Abstract: Effect of sodium silicate on performances of alkaline low hydrogen electrode is studied. Test results show that increasing the content of sodium silicate in coating of electrode could reduce electrode sleeve length, slag viscosity and tendency of vertical welding nubs, and increase splash slightly, and that the chemical composition and mechanical properties of deposited metal of welding electrodes and content of diffusion hydrogen have no obvious change. Therefore, the welding technicality could be optimized by adjusting content of sodium silicate in the coating of alkaline low hydrogen electrode.

Keywords: sodium silicate; low hydrogen electrode; welding technicality

水玻璃是硅酸钠的水溶液,由一种不同比例的碱金属氧化物和 SiO_2 的系统所组成^[1]。水玻璃在焊条制造中被广泛用作粘结剂,固体水玻璃(硅酸钠)也作为增塑剂使用。硅酸钠对焊条的压涂性能、烘干工艺和烘干质量的影响被重点关注,而其对焊条焊接工艺性等其他性能的影响则被关注不够,甚至被忽略。

试验测试了药皮中不同硅酸钠含量对碱性低氢焊条的焊接工艺性、熔敷金属化学成分、力学性能和扩散氢含量的影响,以期优化焊条性能。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

试验材料包括 $\phi 4.0$ mm 试验焊条和配套低合金钢板。

采用相同原材料压涂碱性低氢焊条 A、B、C,三者配方唯一的区别是硅酸钠加入量不同。焊条 A、B、C 药皮中硅酸钠含量分别为 9.5%、11.5%和 13.5%。这里的硅酸钠有两个来源:一是作为焊条粘结剂的模数为 3.2 的纯钠水玻璃;二是加入焊条药皮粉料中的模数为 3.2 的硅酸

收稿日期:2021-05-20

作者简介:王效莲,女,1980 年生,高级工程师,主要从事不锈钢及低合金钢焊材研发。E-mail:768649928@qq.com

钠粉末。焊条药皮中硅酸钠含量的计算公式如下所示。

$$\text{焊条药皮中的硅酸钠含量} = \frac{\text{固体水玻璃用量} + \text{所用液体水玻璃中含有的硅酸钠重量}}{\text{固体水玻璃用量} + \text{所用液体水玻璃中含有的硅酸钠重量} + \text{其它药粉用量}} \quad (1)$$

1.2 试验设备

所用主要试验设备包括焊条压涂机、焊条烘箱、手工电焊机、电感耦合等离子体发射光谱仪、碳硫分析仪、冲击试验机、万能拉伸试验机和扩散氢分析仪。

1.3 试验方法

在平焊和立焊位置对焊条 A、B、C 焊接工艺性进行定性对比评价。

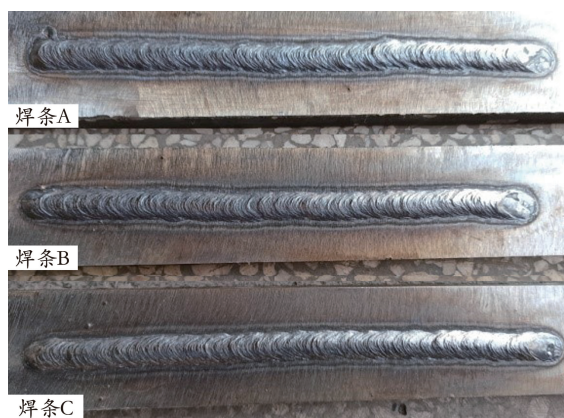
参照 GB/T 25774.1—2010 焊接熔敷试板, 制取拉伸、冲击试样。采用配套低合金钢钢板, 钢板尺寸为 20 mm×150 mm×400 mm, 坡口 10°, 根部间隙为 16 mm。垫板尺寸为 12 mm×40 mm×450 mm。焊接电流为 160~180 A, 焊接速度为 14~20 cm/min。道间温度为 100~150 ℃。

通过理化性能测试对比, 分析硅酸钠对碱性低氢焊条熔敷金属化学成分、力学性能和扩散氢含量的影响。

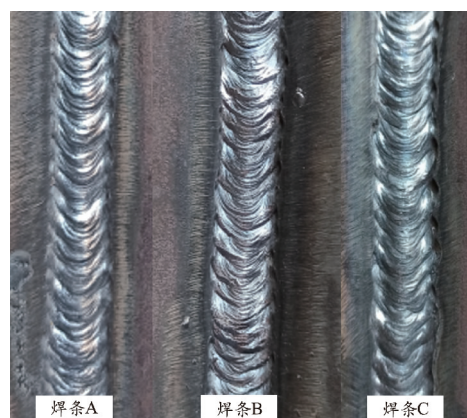
表 1 焊工对焊条 A、B、C 的可操作性评价

Table 1 Evaluation of welding rods A, B, C operability by welders

焊条编号	可操作性评价
A	药皮熔化稍慢, 电弧吹力适中, 熔渣稍黏, 立焊笔尖明显, 飞溅较小
B	药皮熔化速度适中, 电弧吹力适中, 熔渣黏度适中, 立焊笔尖不明显, 飞溅稍大
C	药皮熔化较快, 熔渣黏度较小, 立焊笔尖最不明显, 药皮成块脱落, 电弧吹力减小, 飞溅较大



(a) 平面堆焊



(b) 立角焊

图 1 焊条 A、B、C 的焊缝形貌

Fig. 1 Weld appearance of welding rods A, B, C

2 试验结果与分析

2.1 焊接工艺性

从可操作性、焊缝形貌和套筒形貌 3 个方面来对比焊条 A、B、C 的焊接工艺性。平焊电流 160~180 A, 平焊速度 14~20 cm/min, 立焊电流 140~160 A, 立焊速度 5~10 cm/min, 极性采用直流反接。为了避免焊道之间相互影响, 每个焊条平焊和立焊均采用独立的试板。

对焊条 A、B、C 的可操作性评价见表 1。焊条 A、B、C 平焊和立焊的焊缝形貌见图 1。采用精度为 0.02 mm 的游标卡尺测量平焊套筒长度和立焊笔尖长度, 测量结果见表 2。焊条 A、B、C 平焊和立焊的套筒形貌见图 2。

表 2 平焊套筒长度和立焊笔尖长度统计结果¹⁾

Table 2 Statistical results of the length of flat welding sleeve and vertical welding nib mm

焊条编号	平焊套筒长度			立焊笔尖长度
	最大值	最小值	平均值	
A	2.82	2.44	2.63	5.24
B	2.42	2.08	2.25	3.86
C	2.24	1.86	2.05	2.08

注 1): 平焊套筒长度为药皮边缘沿焊心轴向到焊心中心的距离,立焊笔尖长度为药皮边缘沿焊心轴向到焊心中心的最大距离。

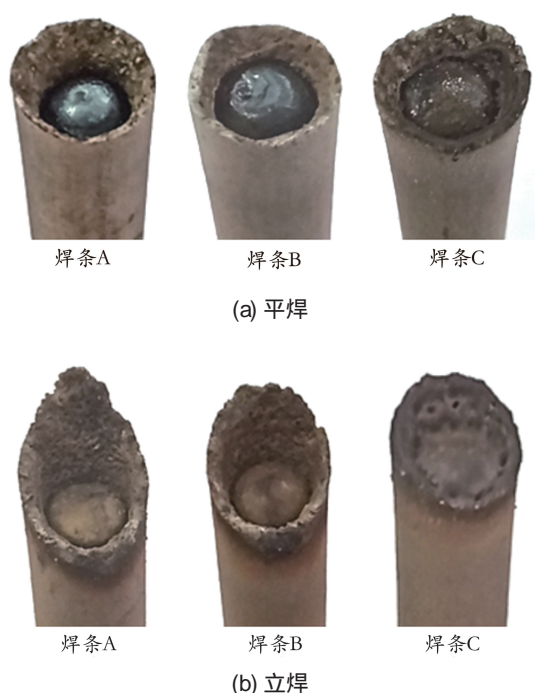


图 2 焊条 A、B、C 的套筒形貌

Fig.2 Sleeve shape of welding rods A, B, C

由表 1 可以看出,由于硅酸钠加入量的不同,焊条 A、B、C 的可操作性差别非常明显。由图 1 可以看出,焊条 A、B、C 的平面堆焊和立角焊缝均成形良好。由表 2、图 2 可以看出,焊条 A、B、C 的套筒形貌有所差别,焊条 A 平焊套筒最长,立角焊笔尖最明显;焊条 C 平焊套筒最短,立角焊笔尖最轻;焊条 B 的套筒介于焊条 A 和 C 之间。

从上述工艺性试验得出,焊条药皮中硅酸钠含量的变化对焊条工艺性影响较大。随着硅酸

钠含量的适当增加,焊条套筒长度变小,熔渣黏度降低,立焊笔尖倾向减小,仅飞溅稍微增大。当焊条药皮中的硅酸钠含量增加过量时,则药皮熔化速度变快,药皮成块脱落,电弧吹力减小,焊接工艺性变差。

硅酸钠的熔点相比于焊条药皮中的其它矿物和合金是相对较低的,硅酸钠的含量约占烘干后焊条药皮总重的 10%,是焊条药皮中主要的低熔点成分。焊条药皮的初始熔化温度和熔化速度是由药皮中低熔点组分的含量控制的,随着药皮中低熔点组分的增加,焊条药皮的初始熔合温度降低,熔合速度增大,药皮形貌表现为套筒变短,笔尖倾向减小。液体水玻璃的黏度随温度升高而降低,同样的配方和原材料在不同温度下适合压涂的液体水玻璃加入量是不同的。为了保证焊条具有稳定的焊接工艺性,焊条药皮中的硅酸钠总量必须相对稳定。所以当药皮中的液体水玻璃用量发生变化时,应该适当增加或减少药皮中固体硅酸钠的加入量。如果焊条药皮中的总硅酸钠含量发生变化,则会导致焊条焊接工艺性的波动。

按照焊条研发的基本原则,应先调试好焊接工艺性再进行其它理化性能测试。根据焊接工艺性试验结果,焊条 C 的套筒不能对熔池形成良好保护,未通过工艺性考察,测试其它方面的性能无意义,故下面仅对能对熔池形成良好保护的焊条 A 和 B 开展熔敷金属化学成分、力学性能和扩散氢含量测试。

2.2 熔敷金属化学成分

按照 GB/T 20125—2006 开展焊条 A、B 熔敷金属化学成分测试,结果见表 3。焊条 A、B 熔敷金属各元素含量差别不大,说明适当增加焊条药皮中硅酸钠的含量对焊条熔敷金属化学成分的影响不明显。

2.3 熔敷金属力学性能

按照 GB/T 5117—2012 开展焊条熔敷金属拉伸和冲击性能测试,焊条 A、B 熔敷金属的拉伸性能和冲击性能见表 4。其中焊条 A、B 熔敷金属的抗拉强度和 -40°C 冲击吸收能量的差别不大,说明适当增加焊条药皮中硅酸钠的含量对焊条熔敷金属力学性能的影响不明显。

表 3 熔敷金属化学成分

Table 3 Chemical composition of deposited metal(*w*)

%

焊条 编号	化学成分						
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni
A	0.053	0.260	0.949	<0.005 0	0.017	0.179	1.14
B	0.053	0.300	0.914	<0.005 0	0.016	0.208	1.10

表 4 熔敷金属力学性能

Table 4 Mechanical properties of deposited metal

焊条 编号	$R_{p0.2}/$ MPa	$R_m/$ MPa	$A/$ %	$Z/$ %	$KV_{2,-40^\circ C}/$ J
A	472	567	27.0	79	118;134;178 143
B	460	556	27.5	77	138;142;149 143

表 5 熔敷金属扩散氢含量

Table 5 Diffusion hydrogen content of deposited metal

mL/100 g

焊条编号	单个试样值	平均值
A	3.55;3.31;3.93;3.57	3.59
B	3.40;3.31;3.04;3.43	3.30

3 结 论

碱性低氢焊条药皮中的硅酸钠含量对焊接工艺性的影响比较明显,适当增加药皮中的硅酸钠含量,可使焊条套筒长度减小,熔渣黏度减小,立焊笔尖倾向减小,飞溅稍微增大,而焊条熔敷金属的化学成分、力学性能和扩散氢含量的变化则不明显。故可以通过调整碱性低氢焊条药皮中的硅酸钠含量来优化焊接工艺性。

参考文献:

- [1] 张子荣,李昇鹤.电焊条:设计、制造、选用[M].北京:机械工业出版社,1996.

2.4 熔敷金属扩散氢

熔敷金属扩散氢含量是碱性低氢焊条性能的重要性能指标。按照标准 GB/T 3965—2012,采用载气热提取法,在 20 ℃×60%RH 条件下,测试在空气中暴露 3 周后的焊条 A、B 的熔敷金属扩散氢含量,结果见表 5。从表 5 中可以看出,焊条 A、B 的熔敷金属扩散氢含量差别不大,说明适当增加焊条药皮中硅酸钠的含量对焊条熔敷金属扩散氢含量影响不大。