Î¬ÆÔ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

第25卷 第4期 北京工业大学学报 Vol.25 No.4
1999年 12月 JOURNAL OF BEIJING POLYTECHNIC UNIVERSITY Dec 1999

(12)

62-64,82

稀土钨电极对TIG焊缝熔深和熔宽的影响

樊小武 聂祚仁 陈 颖 施定远 居美玲
(北京工业大学材料科学与工程学院，北京，100022)

TG444.74

摘 要 以不锈钢板为母材，对 $W-La_2O_3$、$W-Y_2O_3$、$W-CeO_2$和参照的 $W-ThO_2$ 4种 TIG 焊用钨电极进行了直流焊接试验，对比了它们焊缝的熔深和熔宽．试验结果表明，4种电极的熔宽相差不大，熔深由大到小的顺序为：$W-Y_2O_3$最大，$W-CeO_2$和 $W-La_2O_3$居中，$W-ThO_2$最小．研究发现，熔深的大小与电极电子发射能力的好坏有较好的对应关系：电极的电子发射能力越好，其焊接熔深越深．

关键词 TIG，稀土，钨电极，熔深，熔宽
分类号 TG434.5

焊缝
钨极氩弧焊

近年来，焊接和等离子技术的发展以及材料的环境协调性问题受到越来越广泛的重视，人们强烈要求用具有优异使用性能而且不产生放射性污染的新型电极材料取代具有放射性危害的钍钨 $W-ThO_2$ 电极材料[1]．在这方面，日本以及国内的一些学者开展了一些研究[2-5]，已研制出分别添加有 La_2O_3、Y_2O_3和CeO_2的3类单元稀土钨电极材料（$W-La_2O_3$、$W-Y_2O_3$和 $W-CeO_2$），并对它们的焊接电弧性能（包括引弧性能、电弧的稳定性和电极大电流、长时间工作时的抗烧损性能）进行了比较，结果表明，上述电极均具有各自的优缺点．本文主要就上述电极在直流焊接时的焊缝熔深和熔宽进行实验对比，并简要分析其差异及其原因．

1 实验方法

实验用电极材料为 $W-La_2O_3$、$W-Y_2O_3$、$W-CeO_2$和 $W-ThO_2$（氧化物的质量分数均为2%），电极直径为 2.4 mm，电极尖部锥角 45°，焊接母材为 6mm厚的不锈钢板．焊接电源为直流电．具体实验规范如表 1 所示．

表1 焊接实验规范及参数

电流 / A	120	160	200	240
焊接速度 /（mm · min^{-1}）	360	480	600	720
电弧长度 /mm	3	3	3	3
Ar流量 /（L · min^{-1}）	9	9	9	9
电极伸出长度 / mm	6	6	6	6

收稿日期：1998-10-23
基金项目：北京市教委重点基金资助项目

Î¬ÆÔ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

2　实验结果及讨论

表 2 是对不锈钢板进行直流焊接后测得的熔深(H)和熔宽(B)的实验数据.

表2　不锈钢直流焊接的熔深(H)与熔宽(B)

电极	120A		160A		200A		240A	
	H / mm	B/ mm	H / mm	B/ mm	H / mm	B/ mm	H/ mm	B/ mm
W-La_2O_3	0.83	4.04	0.70	4.94	0.79	5.56	1.41	7.00
W-Y_2O_3	1.08	3.90	0.87	5.10	1.01	5.58	1.63	7.10
W-CeO_2	1.08	4.08	0.62	4.98	0.91	6.04	1.53	7.04
W-ThO_2	0.67	4.10	0.57	5.29	0.72	5.88	1.26	6.93

将表 2 数据分别绘制成熔深-电流、熔宽-电流曲线如图 1、图2 所示.

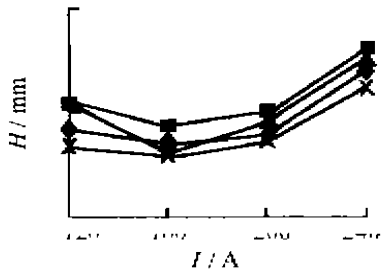

图1　熔深-电流曲线

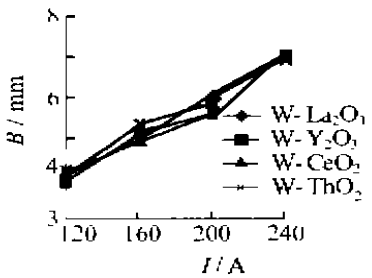

图2　熔宽-电流曲线

由以上实验结果可以看出，在所测的电流范围内，4 种电极在相同电流下，除了个别点外，熔宽总的来说差别不大．熔深的变化规律基本相同：W-Y_2O_3最大，W-CeO_2和W-La_2O_3居中，W-ThO_2最小．

3　分析讨论

一般来说，在电流一定的情况下，熔宽的大小决定于电弧长度的大小．弧长越长，锥形电弧扩展，其底面积越大，熔宽也就越宽，实验中由于弧长保持一致，所以 4 种电极的熔宽差别不大．同时也说明，虽然 4 种电极的成份不同，但它们在阳极钢板上形成的锥形 TIG 电弧的底面积相差不大．

4 种电极熔深的实验结果，与我们以前的电弧静特性实验结果[1]有很好的对应关系：相同电流下，4 种电极熔深由深到浅的顺序与它们静特性曲线由低到高的顺序(也就是电极热电子发射能力由好到坏的顺序)是一致的．为了便于对应和比较，将以前 4 种电极的电弧静特性实验结果绘于图 3．

一般来说，焊接熔深大小决定于电弧电流的大小，电流越大，电弧对工件的热输入越大，熔深也就越大．但在焊接电流一定的情况下，电弧所产生的由电极指向工件的轴向推

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

力和由此产生的冲击熔池的等离子流力将对熔深起决定作用.

轴向推力是由于锥形电弧在电极端断面面积小而在工件端断面面积大而引起的电磁收缩压力差而产生的. 其方向是由电极指向工件, 其表达式为[5]:

$$F_m = KI^2 \log (R_{\text{下}} / R_{\text{上}}) \quad (1)$$

式中K为系数, $K = \mu / 4\pi$ (μ为介质的磁导率); I为电流值; $R_{\text{下}}$为锥形下底面半径; $R_{\text{上}}$锥形弧上底面半径.

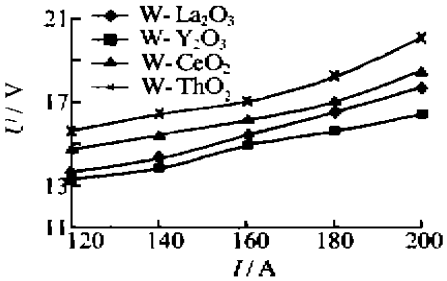

图3 4种电极的电弧静特性曲线

又根据金属表面热电子发射在理想的情况下应满足的 Richardson-Dushman公式[2]:

$$J_S = I / S = AT^2 \exp (- e\phi / KT) \quad (2)$$

式中, J_S为电流密度; I为电流值; S为热电子发射区的面积; $A = 1.2 \times 10^6$ A / m^2 K^2; K为波尔兹曼常数; T为温度(K); ϕ为功函数.

在其它因素不变的条件下, (2)式中ϕ越低(也就是电极的电子发射能力越好), S就越小, 从而(1)式中$R_{\text{上}}$就越小, $F_{\text{轴}}$就越大, 于是等离子流力对熔池的冲击就越大, 熔深就越深. 此外, 电极的电子发射能力越强, 电子对阳极工件的撞击作用就越大, 熔深也就越大. 由此可解释4种电极在电流一定的条件下熔深之间的大小关系. 关于热电子发射能力与稀土元素本质特点之间的内在联系, 仍是有关基础研究有待深入的问题.

4 结论

1) 在所测的电流范围内 ($I > 120$ A), 4种电极在相同电流下的熔宽总的来说差别不大. 熔深的变化规律基本相同: W-Y_2O_3最大, W-CeO_2和W-La_2O_3居中, W-ThO_2最小.

2) 当电流一定且其他条件相同时, 电极的热电子发射能力决定了工件熔深的大小, 发射能力越强, 熔深越大.

参 考 文 献

1 稀有金属与应用编写组. 稀有金属应用(上). 北京: 冶金工业出版社, 1984. 35～36

2 聂祚仁, 周美玲, 张久兴, 等. 稀土钨电极材料与稀土氧化物作用. 稀有金属材料与工程, 1997, 26(6): 1～5

3 Matsuda F, Ushio M, Sadek A A, et al. Roles and behaviors of rate earth metal oxides during the operation of tungsten doped electrodes. Trans. Japan Weld Soc, 1990, 21(2): 3～12

4 聂祚仁, 周美玲, 张久兴, 等. La-W、Ce-W、Y-W电极材料热发射性能研究. 北京工业大学学报, 1998, 24(2): 28～31

5 姜焕中. 电弧焊与电渣焊. 北京: 机械工业出版社, 1988. 31

下转第82页

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

Preparation of Integral Silicon-Based Composite Membranes

Zeng Meiyun Wang Shusen Wang Zhizhong Zhang Jing Wu Jun
(College of Environment and Energy Engineering, Beijing Polytechnic University, Beijing, 1000022)

Abstract A porous, integral silicon-based composite membrane was developed, with silicon gel and silicon resin as raw materials. Its gas permeability for H_2 is about 10^5～10^6 Barrer; and its separation factor for H_2 / N_2 is 3～4.13, for O_2 / N_2 is 1～1.29. The selectivity of the membrane is improved through surface treatment, upon which the separation factor reaches 16.5 for H_2 / N_2 and 5.32 for O_2 / N_2. The composite membrane is suitable for hot industral gas separation in an oxidizing environment.

Keywords composite membrane, pyrolysis, silicon resin, silicon gel, gas separation

上接第 64 页

The Influence of Rare Earth-W Electrodes on TIG Welding Penetration and Width

Fan Xiaowu Nie Zuoren Chen Ying Shi Dingyuan Zhou Meiling
(College of Materials Science and Engineering, Beijing Polytechnic University, Beijing, 100022)

Abstract The welding penetration and width of four types of Tungsten electrodes, W-La_2O_3, W-Y_2O_3, W-CeO_2 and W-ThO_2 (for reference) are measured and compared by means of DC TIG welding with stainless steel as the base metal. As it turns out that, there is no significant difference among the four types of electrodes in terms of welding width, under the same experimental condition, and W-Y_2O_3 electrode exhibits the deepest welding penetration followed by W-CeO_2 and W-La_2O_3 as the medium and W-ThO_2 as the smallest. Studies indicate that the welding penetration has corresponding relationship with the electrode's hot emission ability, that is, the better the emission ability, the deeper the welding penetration.

Keywords TIG, rare earth, tungsten electrode, welding penetration, welding width