

● 表面改性技术 ●

硼对氩弧熔敷 Fe-V-C 合金系组织与性能影响

杨凤琦, 罗辉, 黄柏颖, 张元彬

(山东建筑大学材料科学与工程学院, 山东 济南 250101)

摘要:利用氩弧堆焊技术,在 Q235 材料表面熔敷 Fe-V-C 合金系,研究了硼铁对熔敷 Fe-V-C 合金系硬质点相形态变化的影响。结果表明,硼元素可以提高 Fe-V-C 合金系熔敷层的表面硬度。当添加硼铁质量分数小于 10%时,熔敷层可获得晶粒细小的硬质点相,熔敷层表面硬度可达 60.1 HRC;当硼铁质量分数大于 25%时,熔敷层硬质相转为针状,熔敷层表面硬度随硼铁含量的增加而减少。

关键词:氩弧堆焊;合金粉末;熔覆层

中图分类号: TG174.44

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2011)22-0108-03

Effect of Boron Element on Microstructure and Properties of TIG Cladding Fe-V-C Alloy System

YANG Fengqi, LUO Hui, HUANG Baiying, ZHANG Yuanbin

(School of Materials Science and Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

Abstract: Fe-V-C alloy system was deposited on the surface of Q235 materials with the argon arc welding technology, and the effects of B-Fe on the hard particle-phase microstructure of deposited Fe-V-C alloy system was investigated. The results show that the surface hardness of cladding layer of the Fe-V-C alloy system can be improved by adding B element. The fine grain hard particle-phase is obtained in cladding layer, when the mass of B-Fe is less than 10%, the surface hardness of cladding layer is up to 60.1 HRC. But when the mass of B-Fe is more than 25%, the microstructure of particle-phase in cladding layer changes into needle-shaped, and the surface hardness of cladding layer decreases with the increase of the mass of B-Fe.

Key words: argon arc welding; alloy powder; cladding layer

氩弧堆焊 Fe 基合金粉末与低碳钢母材更为接近,且成本较低,在生产中易于推广。在铁基合金粉末中添加硼铁,利用硼元素可明显抑制铁素体在奥氏体晶界上的形核,从而改变熔敷层组织形态,提高熔敷层硬度^[1]。王智慧等^[2]利用焊条堆焊方法制备了 Fe₂Cr₂B₂C 合金涂层,着重研究了硼对其组织和硬度的影响,结果表明: $w(B)=0.1\% \sim 0.9\%$ 时提高了涂层的硬质相密度和硬度。王晓荣等^[3]研究了硼对激光熔敷 Fe₂Ti₂V₂C 合金系组织和性能的影响,结果表明:硼的加入,细化了涂层中均匀分布的陶瓷相颗粒,同时使基体组织由针状铁素体组织转变为珠光体和高碳马氏体组织。随着硼铁加入量的增加,

涂层显微硬度随之提高,当硼铁加入量达 25%时,涂层出现纵向裂纹。本文研究了在 Q235 碳钢表面氩弧堆焊 Fe-V-C 合金系,利用扫描电镜分析熔敷层硬质点相形态变化和熔敷表层硬度。

1 实验材料与方法

选用 Q235 钢作为堆焊母材,母材尺寸为 50mm×30mm×8mm。合金粉末用工业钒铁粉(FeV50)、石墨(99.5%纯度)、硼铁粉(FeB16C1.0)并按一定比例混合组成,以水玻璃作为粘结剂将合金粉末混合压制成形,厚 0.8~1.2mm,晾干 5h,再低温烘干 2h。采用钨极手工氩弧焊技术,具体工艺为:钨极直径 3.0mm,Ar 气作为保护气体,流量 5~6L/min。电流 120~130A,电压 15~18V,焊接速度 3~5mm/s,材料合金粉末成分见表 1。

氩弧堆焊后,沿试板焊缝横截面制备金相试样,并用体积分数为 20%的硝酸乙醇溶液腐蚀。利用扫

收稿日期:2011-01-12

基金项目:山东省优秀中青年科学家科研奖励基金项目(2007BS04010)

作者简介:杨凤琦(1988-),女,山东菏泽人,硕士研究生,主要从事金属

连接工艺与表面强化技术研究;电话:15550460568;

E-mail:yangfengqi1988@126.com

表1 材料合金粉末成分(质量分数,%)
Tab.1 Composition of alloy powder (wt,%)

合金元素	V	B	Al	Si	C	S	P
FeV50	≥50	-	≤2.0	≤2.0	0.75	≤0.05	≤0.05
FeB16C1.0	-	15~17	0.5	4.0	1.0	0.01	0.2

描电镜(SEM)分析熔敷层的显微组织,用HR-150D洛氏硬度计,预加载荷1471.5N,随机测试3~5点熔敷层表层洛氏硬度。用激光直烧测试仪测得的熔敷层表面C、V、B的含量,结果见表2。可看出,熔敷层表层 $w(C)=1.92\% \sim 2.91\%$, $w(B)=1.08\% \sim 3.31\%$ 。

表2 熔敷层表面C、V、B含量(质量分数,%)
Tab.2 The content of C, V, B in the surface of cladding layer (wt,%)

试样编号	3#	4#	5#	6#
C	2.91	2.34	2.46	1.92
V	6.52	5.74	5.19	4.60
B	1.08	1.69	2.42	3.31

2 实验结果与分析

2.1 熔敷层硬质点相分析

为了研究B对钒铁基组织影响,分别配置了钒铁基合金1#(Fe-V-C)和硼铁基2#(Fe-B-C)合金,采用上述工艺参数进行氩弧堆焊;在上述1#(Fe-V-C)合金基础上分别添加硼铁,硼铁加入质量分数分别为10%、25%、40%和60%,氩弧堆焊获得四个熔覆层分别是3#、4#、5#和6#。试样1#、2#的熔敷层金相组织

如图1所示。

从图1(a)可看出,焊缝Fe-V-C合金熔敷层出现硬质点相为VC^[5],VC形态由菊花瓣形、方形,不加入硼铁时,在液态熔池中,碳化物熔点较高首先析出,随着温度降低,原始奥氏体开始析出,由于熔敷层含碳量较高,因此,Fe-V-C合金系熔敷层基体组织为莱氏体。莱氏体是钢中组织形态之一,它是一种亚稳定组织,硬度比较高,较脆。由图1(b)可看出,Fe-B-C合金熔敷层出现均匀细小颗粒状硬质点相,经X射线衍射分析为BF₂,基体组织为珠光体。由图1可以清楚地看到这两种硬质点相形态不同。

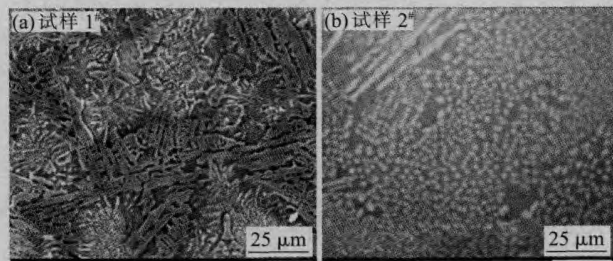


图1 熔敷层金相组织
Fig.1 The microstructure of cladding layer

图2为3#、4#、5#、6#熔敷表层金相组织与硬质点相成分图;测试点的硬质点相成分主要元素V、Cr、Fe质量分数见表3。

从图2(a)熔敷层表面组织形态看,氩弧堆焊

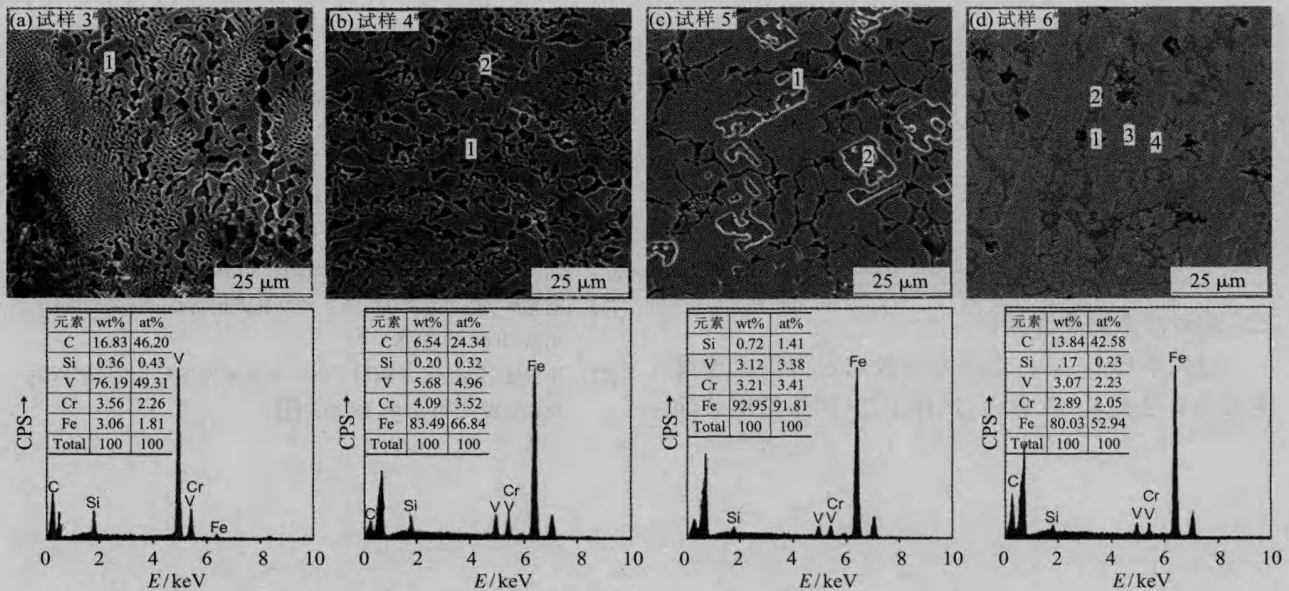


图2 组织与硬质点相成分
Fig.2 Microstructure and composition of hard particle-phase

Fe-V-C合金系中硼铁质量分数为10%，含硼相对少，熔敷层中硬质点相形态与VC相近，有不规则断续方块状，但菊花瓣形组织VC较少，这可能是少量硼元素固溶在基体中阻碍相的析出，基体中莱氏体数量较多。由表3得知硬质点相V含量为76.19%，因此硬质点相为Fe(V,Cr)的化合物。当Fe-V-C合金系中硼铁质量分数为25%时，熔敷层基体组织莱氏体量明显减少，硬质点相增多，且硬质点晶粒较前者粗，组织形态没有花瓣形和方形，这表明形成了新相Fe(V,Cr)B，表3中表明硬质点相V含量为5.68%，Cr含量为4.09%。当硼铁质量分数为40%时，基体组织没有莱氏体，出现较多的珠光体，硬质相颗粒基体均为珠光体，这主要是因为高温下硼易以原子状态偏聚于奥氏体晶界，以提高原始奥氏体的稳定性，致使更多的原始奥氏体以共析转变析出珠光体^[6]。同时有形态奇异新相组织，其中V含量为3.21%，Cr含量为3.21%，硬质点相为Fe(V,Cr)B，晶粒粗大。当硼铁质量分数为60%时，硬质点相长条形且粗大，其中V含量为3.07%，Cr含量为2.89%，硬质点相为Fe(V,Cr)B。周围是方形细小的组织，由于含硼铁高硬质点形态与BF₂组织形态接近。基体为珠光体。综上所述，氩弧堆焊Fe-V-C合金系，随着硼铁质量分数增加，硬质点相和基体组织形态发生变化。当含硼铁少时，硬质点相以VC为主，硼元素起固溶强化作用。随着硼铁含量增加，硬质点相含V显著降低，同时形成新相为Fe(V,Cr)B^[7]。

表3 成分点V、Cr、Fe质量分数(质量分数,%)
Tab.3 The mass fraction of composition point V, Cr, Fe (wt,%)

	3#-1点	4#-1点	5#-2点	6#-3点
V	76.19	5.68	3.21	3.07
Cr	3.66	4.09	3.21	2.89
Fe	3.06	83.49	92.95	80.03

2.2 熔敷层表面硬度分析

氩弧堆焊Fe-V-C合金系熔敷层表面洛氏硬度测试结果见表4。可看出，试样1#、2#的熔敷层表面

表4 熔敷层表面平均硬度

Tab.4 Average hardness of surface cladding layer

试样	1#	2#	3#	4#	5#	6#
硬度(HRC)	54.6	65.5	60.1	56.8	49.5	48.9

硬度分别为54.6、65.5HRC。而在氩弧堆焊Fe-V-C合金系中，试样3#的硬度为60.1HRC，其硬度大于1#试样小于2#试样，其硬质点相是以V为主的Fe(V,Cr)化合物。随着B-Fe含量增加，熔敷层硬度下降，试样6#熔敷层表面硬度为48.9HRC。这表明熔敷层中B元素含量高并不能有效提高熔敷层的表面硬度。

3 结论

(1) 氩弧堆焊Fe-V-C铁基粉末合金系中，随硼铁添加量改变，硬质点相Fe(V,Cr)B形态由分散的块状转为连续分布的条状，基体组织由莱氏体转为珠光体。

(2) 氩弧堆焊Fe-V-C铁基粉末合金系中，硼铁添加10%时，可有效提高Fe-V-C合金系熔敷层表面硬度。当添加硼铁量大于25%，随着硼铁增加，Fe-V-C合金系熔敷层表面硬度下降。

参考文献:

- [1] 颜慧成,曹慧泉. 钛、铌、硼对低碳贝氏体钢组织与性能的影响[J]. 钢铁研究学报,2010,22(5):55-58.
- [2] Wang Zhihui, He Dingyong, Wang Yueqin. The effect of boron on the microstructures of Fe₂Cr₂C hardfacing alloy [J]. Journal of Materials Engineering,2001,(10):18-20.
- [3] 王晓荣,王新洪,侍国文. 硼对激光熔覆Fe₂Ti₂V₂C合金系组织和性能的影响[J]. 中国激光,2010,37(7):1903-1907.
- [4] 赫庆坤,王勇,赵伟民,等. 激光熔覆TiC₂Ni₂Mo涂层界面组织与磨损性能[J]. 焊接学报,2009,30(1):77-80.
- [5] 罗辉,唐琳琳,张元彬,等. Ti、Cr、V铁基粉末氩弧堆焊组织与性能分析[J]. 山东建筑大学学报,2010,25(1):14-17.
- [6] 赵振华,陈伟庆,袁辉,等. 硼对低碳钢晶粒尺寸的影响[J]. 钢铁,2006,41(3):85-87.
- [7] 王智慧,贺定勇. 硼对Fe-Cr-C耐磨堆焊合金组织的影响[J]. 材料工程,2001,(10):18-20. [H]