

文章编号:1673-9981(2011)01-0021-03

金属陶瓷-锰钢复合材料的制备及磨损机理*

张长涛^{1,2}, 谢敬佩^{1,2}, 卢洪波³, 黄先波³, 王文焱^{1,2}, 王爱琴^{1,2}

(1. 河南科技大学材料科学与工程学院, 河南 洛阳 471003; 2. 河南省有色金属材料科学与工程重点实验室, 河南 洛阳 471003; 3. 郑州鼎盛工程技术有限公司, 河南 郑州 450000)

摘 要:通过扫描电镜对金属陶瓷-锰钢复合材料的组织、结合情况和磨损形貌进行了研究,并探讨了复合材料的结合和磨损机理.实验结果表明:烧结金属陶瓷和锰钢的结合为冶金结合;金属陶瓷磨损形貌为少量的犁沟.

关键词:复合材料; 冶金结合; 磨损机理
中图分类号: TF741.7; TH117.1

文献标识码: A

高锰钢作为耐磨材料,广泛应用于冶金、矿山、建材及铁路等机械装备中^[1-5].本文采用金属陶瓷增强高锰钢基体,获得了耐磨性能较好的高锰钢-金属陶瓷复合材料.

1 实验材料与方法

基体材料为 Mn13,化学成分列于表1,采用 500 kg 中频感应电炉熔炼,熔炼好后,将钢水浇入预先放有硬质合金块的铸型中,在母液强烈的热作用下,金属陶瓷块与母液接触的界面上在一定时间内处于高温状态并发生元素的相互扩散,冷凝后,金属陶瓷块与母材结合为一体.

将复合材料在 SX-4-12 型高温箱式电炉中进行热处理,1050 ℃,保温 4 h,然后进行 350 ℃回火^[6-8].

表 1 高锰钢和金属陶瓷成分

Table 1 Composition of high manganese steel and metal ceramics

	w/%					
	C	Mn	Cr	Mo	Ti	Fe
高锰钢	0.9~1.5	10~14	1~2	≤2	0.1~0.4	其余
金属陶瓷	21.8	—	—	6.1	55.1	15.1

收稿日期:2010-11-04

* 基金项目:河南省杰出人才创新基金资助项目(0621000600); 河南科技大学科研基金(2006ZY053)

作者简介:张长涛(1984—),男,河南周口人,硕士研究生.

2 实验结果及分析

2.1 复合材料的组织

复合材料的组织形貌如图1所示.由图1(a)可见,金属陶瓷的组织分布均匀,深灰色的硬质颗粒大小均匀,没有出现明显的团聚;由图1(b)可见,高锰钢与金属陶瓷的结合处看不到任何结合缝隙,说明两种材质结合得很好,靠近金属陶瓷部位的基体也无微裂纹;由图1(c)可见,高锰钢基体的晶粒不粗大,大小相对均匀,碳化物呈细小的弥散分布,这对提高基体的耐磨性有利.

2.2 磨损形貌及机理

图2是复合材料磨损后的形貌.由图2(a)可见,高锰钢基体的磨损主要是以较深、较宽的犁沟为主,这是由于高锰钢较软,初始阶段,在硬磨粒的切削作用下产生了犁沟.但在硬磨粒的持续作用下,高锰钢基体会产生加工硬化,阻碍了材料的磨损.图2(b)是基体和金属陶瓷结合部位的磨损形貌,由图2(b)可见,基体上的犁沟穿过了结合处,在过渡到金属陶瓷体上面时,犁沟变浅,长度变短,数量变少.这

的挤压和磨损。由图 2(c)可见,金属陶瓷上的磨损以浅、短的犁沟和凿削磨损为主,由于硬质相能够抵

抗磨粒的磨损,增强了材料的耐磨性。

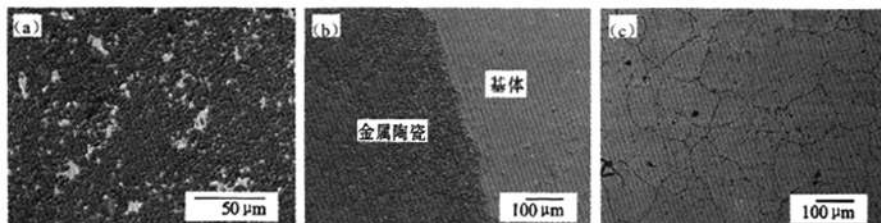


图 1 组织图片

Fig. 1 Images of the microstructure

(a) 金属陶瓷, 500 \times ; (b) 结合部位, 100 \times ; (c) 基体, 100 \times

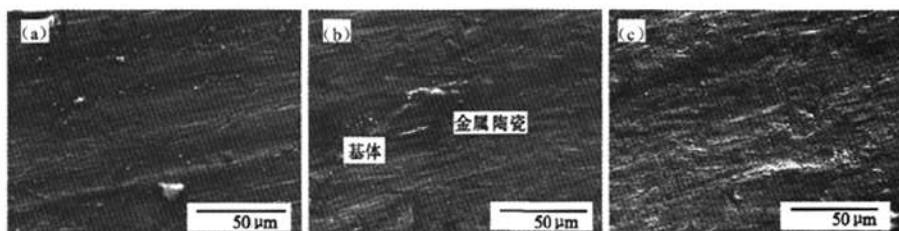


图 2 复合材料的磨损形貌

Fig. 2 Wear morphology of composite

(a) 基体, 500 \times ; (b) 结合部位, 500 \times ; (c) 金属陶瓷, 500 \times

2.3 结合情况和结合机理

图 3 为高锰钢与金属陶瓷结合处的形貌。从图 3(a)可见,高锰钢与金属陶瓷的结合处呈犬牙交错状,结合紧密,没有空隙;靠近基体处的金属陶瓷硬质相的分布较疏,有部分高锰钢在高温的作用下与被熔化的金属陶瓷结合并嵌入到金属陶瓷中。这是

由于高温的高锰钢液体将部分金属陶瓷熔化,然后重新结晶。从图 3(b)中可以看出,在高锰钢和金属陶瓷结合处的中间有一断续的、不同于两侧组织特征的微区,该区域的范围较小,只有几微米厚,这说明高锰钢与金属陶瓷的结合为冶金结合。

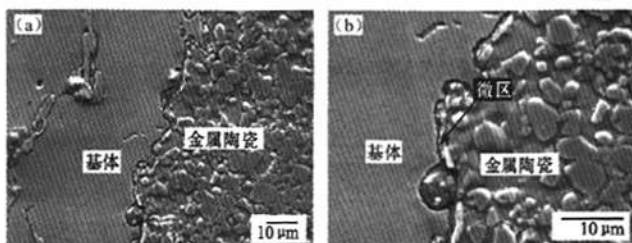


图 3 高锰钢与金属陶瓷的结合情况

Fig. 3 The combination of high manganese steel and metal ceramics

(a) 1000 \times ; (b) 2000 \times

2.4 碳化物的类型

图4是采用美国EDAX公司生产的Falcon型能谱仪对沿晶界分布的碳化物进行分析的能谱图。由图4可知,沿晶界分布的块状碳化物为Cr、Mn和V的复合碳化物。经热处理后的高锰钢中的碳化物

主要有两类:一是在水韧处理过程中没有固溶进奥氏体中的碳化物;二是在弥散强化过程中,从奥氏体中析出的碳化物。网状沿晶界分布的碳化物会减弱晶粒之间的结合强度,不利于材料性能的提高。

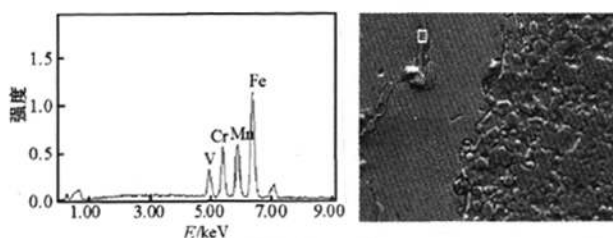


图4 碳化物 EDS 分析结果

Fig.4 EDS analysis results of carbide

3 结论

在高温作用下,高锰钢基体与金属陶瓷的结合为冶金结合;高锰钢基体的磨损形貌为较深的犁沟,而金属陶瓷为少量的较浅犁沟和疲劳磨损,结合区域的犁沟在由基体过渡到金属陶瓷上时由深变浅;沿晶界分布的块状碳化物类型为Cr、Mn和V的复合碳化物。

参考文献:

[1] 全健民. 耐磨钢研究进展[J]. 水利电力机械, 2003, 25(2): 29-32.

[2] 任耀剑, 耐磨材料的研究及进展[J]. 矿山机械, 2005, 33(6): 73-76.

[3] 刘湘, 沈蜀西, 于青. 高铬白口铸铁-碳钨镍铸结合区成分组织与性能的研究[J]. 现代铸铁, 2003(2): 9-12.

[4] 沈蜀西. 镍铸工艺制造双金属耐磨件的研究[J]. 新疆工学院学报, 2000(4): 267-271.

[5] 李茂林. 我国金属耐磨材料的发展和应用[J]. 铸造, 2002, 51(9): 525-529.

[6] 丁志敏, 王树娟, 杨芳, 等. 高锰钢低温时效处理时组织结构[J]. 材料热处理学报, 2007, 8(28): 29-33.

[7] 谢敬佩, 李卫. 耐磨铸钢及熔炼[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003: 18-438.

[8] 刘俊友, 伍燕生, 魏立, 等. 高锰钢中碳化物的形成特征及其高温固溶行为研究[J]. 材料工程, 2003(3): 24-27.

Study on the preparation and abrasion mechanism of metal ceramic-manganese steel composite

ZHANG Chang-tao^{1,2}, XIE Jing-pel^{1,2}, LU Hong-bo³, HUANG Xian-bo³, WANG Wen-yan^{1,2}, WANG Ai-qin^{1,2}

(1. College of Materials Science and Engineering, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China; 2. Henan Key Laboratory of Advanced Non-ferrous Metals, Luoyang 471003, China; 3. Zhengzhou Dingsheng Engineering Technology Co., Ltd. Zhengzhou 450000, China)

Abstract: The microstructure and wear morphology of metal ceramic-manganese steel composite were researched by SEM, and the combination and wear mechanism of composite materials were studied in this paper. The experiment results show that the connection of sintered metal ceramics and manganese steel is metallurgical bond, and the wear morphology of metal ceramics shows less amount of plough groove.

Key words: composite materials; metallurgical bond; wear mechanism