

# 铸铁基硼化物增强复合材料的研究

宋月鹏, 冯承明, 许 斌

(山东农业大学)

摘 要: 介绍了生产铸铁基硼化物增强复合材料的工艺过程, 分析了熔合剂、粘结剂、浇注温度及粉剂的粒度等因素对合金硬化层质量的影响, 并对其显微组织进行了研究。

关键词: 合金粉剂; 硼化物; 增强复合材料

中图分类号: TB 331

文献标识码: B

文章编号: 100226819(2002)0320065203

据统计, 磨损失效是农机零件主要的失效形式。研究表明: 铁的硼化物组织 ( $FeB$  和  $Fe_2B$ ) 具有很高的硬度 ( $FeB$  为  $1\ 890\sim 2\ 340\ H_v$ ,  $Fe_2B$  为  $1\ 290\sim 1\ 680\ H_v$ ) 和耐磨性及良好的耐蚀性、红硬性和抗高温氧化性<sup>[1]</sup>。对于不经加工直接使用的铸件, 可以采用铸造表面合金化(或称涂覆铸造)工艺, 在铸件的特定表面熔覆一层以硼化物为主要耐磨材料的硬化层, 从而提高农机耐磨铸件的耐磨性。

此技术可以在零件铸造过程中形成硬化层, 具有工艺简单、成本低等特点, 可广泛应用于农机抗磨铸件的生产中。还可使农机零件(如犁铧、播种机的开沟器等)形成硬度及耐磨性不同的表面, 从而形成自磨刃, 提高其入土性能。其他机械(如矿山、建筑等)要求耐磨的铸件, 也可以利用该项技术进行处理。

## 1 试验方法及材料

利用膏块涂覆法进行试验研究, 以硼铁为供硼剂, 铬铁为增强剂, 另外加入一定量的熔合剂, 将这些组分粉碎成 100 目后, 按一定比例混合, 用粘结剂调成糊状。将型芯砂或石英砂用水玻璃混合均匀, 按铸铁表面形状大小填压成一定厚度的膏块, 膏块上插通气孔, 送入烘箱在  $100\ ^\circ C$  左右时进行烘烤、硬化, 用小刷子将已配置好的合金粉剂按不同厚度均匀地涂于膏块表面, 自然风干 5 h, 即可浇注使用。将做好的膏块置于铸型的底面或侧面, 基体为 HT200, 合金粉剂熔于铸件表面, 取出后冷却。铸型形状如图 1 所示。用 71 型显微硬度计对硬化层进行显微组织观察, 用 XJ216 型显微镜及其附件进行显微组织照相。

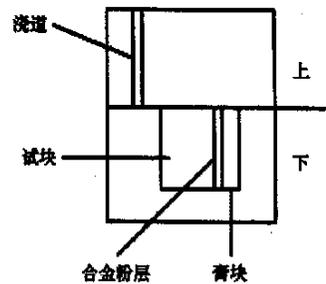


图 1 铸型形状

Fig 1 The sketch of the casting mould

## 2 试验结果及分析

### 2.1 各组分含量对硬化层质量的影响

利用表 1 的组分进行实验, 宏观观察发现试样 1 表面硬化层组织致密, 夹渣、气孔等缺陷较少, 融合质量较好; 试样 2 则没有很好的融合; 试样 3、4 有轻微的气孔及夹渣。进一步观察试样 1、3 的显微组织, 发现表层复合材料呈明显的共晶组织状, 而硼化物呈现出菊花状、鱼骨状, 如图 2 所示。这与文献 [2] 介绍的结果相一致。



图 2 硬化层中硼化物的形貌 ( $\times 100$ )

Fig 2 The micro structure of the boride in hardening layer ( $\times 100$ )

试样 2 融合较差的主要原因在于铬铁的含量较高, 由于铬铁熔点高, 复合涂料层在形成过程中, 需要的热量也较多, 但是铸件的形成过程较短, 再加上

收稿日期: 2002201223

作者简介: 宋月鹏, 硕士, 讲师, 泰安市 山东农业大学机械与电子工程学院, 271018

热量的散失,使得该成分的融合质量较差。另外还发现,熔合剂 1 是熔点较低的金属,在金属中的含量很高,造成复合层分布厚薄不匀,影响铸件的使用效果。而且在浇注过程中会使合金粉层塌陷,因此低熔点的熔合剂含量在 2%~5% 左右。这些熔合剂的存在,在浇入铁水时,要先于合金粉熔化,这样液体的熔合剂就包围在合金粉粒周围,使其表面熔化烧结,提高合金粉剂与铁水的润湿性。

表 1 合金粉剂各组分含量

Table 1 Composition of the alloy powder %

试样	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
硼铁	40~ 45	20~ 30	30~ 35	30~ 35
Na F	2	2	2	2
铬铁	25~ 30	45~ 50	25~ 30	25~ 30
SiCa 合金	5~ 10	5~ 10	5~ 10	5~ 10
熔合剂 1	2~ 5	2~ 5	5~ 10	2~ 5
熔合剂 2	余量	余量	余量	余量

2.2 粘结剂对表面硬化层质量的影响

粘结剂要使合金粉剂能够涂附在型腔壁或膏块表面上,并在高温铁水的冲刷下,具有一定的强度,还能形成稳定的毛细孔隙,这样可保证高温铁水在毛细作用下,浸透整个合金粉层,从而形成质量较好的复合硬化层<sup>[3]</sup>。另外,毛细孔隙的存在,还可使浇注过程中形成的气体逸出,不致在合金层内形成气孔。同时制作膏块的粘结剂要使膏块本身具有一定的强度,保证在浇注过程中不变形,或不被高温铁水冲散。

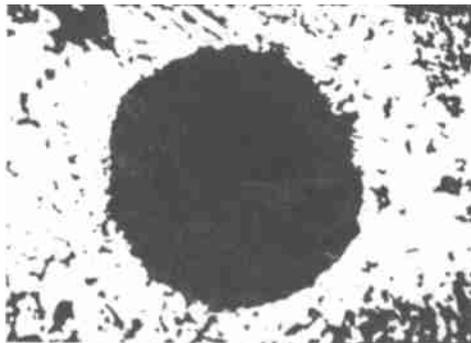


图 3 合金硬化层中的气孔形貌 (×100)

Fig. 3 The microstructure of the holes in the hardening layer (×100)

通过实验,发现用 PVA 作粘结剂效果最好,其次是氯丁酚醛胶。用水玻璃烘干后具有很好的强度,但它在浇注过程中容易分解成  $Na_2O$  和  $Si_2O$ , 这些物质又是造渣材料,由于铁水的凝固时间较短,来不及浮出就固溶到合金层内,形成夹渣。对于氯丁酚醛胶在高温时因分解和燃烧,油膜被破坏而失去高温强度,浇入铁水后合金粉剂易被冲散,另外,氯丁酚

醛胶燃烧产生大量气体,若排气不畅,易在铁水和膏块之间产生气体层,使铁水渗透能力下降,造成分层现象,致使合金层与母材结合不牢,或在合金层中形成气孔。相对于氯丁酚醛胶,PVA 的发气量较少。另外,粘结剂加入量要适中,只有当粘结剂加入量适中时,才能保证合金硬化层的质量。但还是应该尽可能减少粘结剂的加入量。图 3 为用氯丁酚醛胶作粘结剂时在硬化层内形成的气孔。

表 2 不同粘结剂对合金硬化层质量的影响

Table 2 The effects of different binding agents on hardening layer

粘结剂	加入量 占铁合金质量ö%	表面合金化的影响
	< 6	膏块制作易破损,浇注时合金粉剂被铁水冲散
水玻璃	7~ 12	能形成很好合金层(发气量少,渣量少,强度适中)
	> 12	不能形成合金层或合金层有大量空洞
氯丁酚醛胶	8~ 12	能形成合金层
PVA	5~ 8	能形成合金层

注:实验条件:膏块烘干温度 100~ 150 ,浇注温度为 1 300~ 1 350 。

2.3 浇注温度及粉剂粒度对硬化层质量的影响

浇注温度对合金层质量的影响最大,因为浇注温度高,合金粉末之间的化学反应进行得充分,析出的活性硼原子多,而且高温下的硼原子扩散渗透能力强。另外,温度越高,铁水的粘度越小,流动性越好,对合金粉层的浸透性越好,形成的气体及渣能够及时排出,从而形成质量较好合金硬化层。若浇注温度过低,膏块得不到充分的热量,加之流动性差,渗透能力下降,铁水不易与膏块颗粒熔合,常出现夹渣,气孔等缺陷。但浇注温度也不能过高,过高会使膏块发生变形,合金粉剂易被铁水冲散,形成不了质量均匀的表面合金层,还会使铸件的其它部位产生气孔、粘砂等缺陷。因此浇注温度一般控制在 1 300 ~ 1 400 左右。

合金粉剂的粒度也可影响硬化层质量,粒度过小,毛细作用较差,铁水的浸透能力很弱,这样就会使合金层熔合不好。粒度过大,则可在合金层中形成硬质颗粒,影响合金层的机械性能。文献[4]在观察该硬化层显微组织时也发现了有圆角的硬质颗粒夹杂物。实验证明,合金粉剂的粒度在 100 目效果较好。

3 现场试验

将该技术应用于磨米机输送机构的 U 形衬套铸件生产中,在该铸件内壁表面上形成一层硬化合

金层, 安装到机械上进行试验。结果发现, 材质为 HT250 的 U 形衬套生产 100~150 t 米粉就磨损严重, 必须更换。而内壁有合金层的 U 形衬套(材质也为 HT250), 生产了 300 t 还能够满足其实用性能。耐磨性能提高了 1 倍以上, 使用寿命延长, 且生产效率得到大幅度提高。

#### 4 结 论

- 1) 表面合金硬化层的质量受到合金粉剂的组分及粒度、粘结剂、浇注温度等因素的影响。
- 2) 表面硼化物复合增强材料技术具有生产成

本低, 方法简便易行等特点, 非常适用于农机、矿山、建筑机械等耐磨铸件的生产中。

#### [参 考 文 献]

- [1] 宋月鹏等 钢的硼2铬2稀土共渗层脆性行为研究[M] 理化检验2物理分册, 1998(6): 3~ 5
- [2] 张晓玲等 表面铸渗硼组织中奥氏体转变产物[J] 金属热处理学报, 1999(9): 61~ 64
- [3] 袁绪华等 铸铁件表面合金化的研究与应用[J] 铸造, 1987(1): 6~ 12
- [4] 宋月鹏等 铸渗硼层显微组织观察[J] 现代铸铁, 2000(4): 16~ 18

### Harden ing Layer by Boride for Casting Iron

Song Yuepeng, Feng Chengming, Xu Bin

(Mechanical and Electronic Engineering College, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China)

**Abstract** In this paper, the manufactural process of a new technique about hardening the casting iron surface by boride was studied. The effects of the factors, such as the kind of melting agent, binding agent, the casting temperature and the size of alloying powder and so on, on the hardening were analyzed. Moreover, the microstructure of the hardening layer was also studied.

**Key words:** alloying powder; boride; composite hardening material

## 《农业工程学报》再次进入 2000 年被引频次最高和影响因子最高的中国科技期刊 300 名排行榜

根据中国科学院文献情报中心中国科学引文数据库统计发布的《2000 年被引频次最高的中国科技期刊 300 名排行榜》,《农业工程学报》以被引频次 214 排名第 199 位(1999 年排行榜中, 被引频次 187, 排名第 209 位)。在《2000 年影响因子最高的中国科技期刊 300 名排行榜》中,《农业工程学报》以影响因子 0.1889, 列第 290 位(1999 年排行榜中, 影响因子 0.1639, 列第 298 位)。按两项

指标的排名,《农业工程学报》都再次进入了中国科技期刊 300 强的行列。纵比与横比表明,《农业工程学报》的学术质量和办刊水平都在持续上升。《农业工程学报》一直被中国科学引文数据库收录为核心期刊和统计源刊, 已连续 3 年进入被引频次和影响因子最高的中国科技期刊 300 名排行榜。

(王应宽)