

Cr26高铬白口铸铁的研究与生产

刘 贞,王永庆,高建英

(双金机械配件有限公司,浙江 杭州 311115)

摘要:为降低生产成本,开发了Cr26高铬白口铸铁用以代替KmTBCr15Mo作为双金属复合颚板的耐磨层材料。详细介绍了Cr26高铬白口铸铁各元素的作用、成分设计、熔炼工艺、热处理工艺、金相组织和硬度检查结果。实际使用表明,使用效果与KmTBCr15Mo相当。

关键词:耐磨层;高铬白口铸铁;成本

中图分类号:TG251.2

文献标识码:B

文章编号:1003-8345(2006)05-0028-05

Development and Production of Cr26 Hi-Chromium White Cast Iron

LIU Zhen, WANG Yong-qing, GAO Jian-ying

(Shuangjin Machine Accessories Co. Ltd., Hangzhou 311115, China)

Abstract: As the material of wear-resistant layer of the bi-metal composite jaw plate, the KmTBCr15Mo alloy obtained excellent application results, however it is necessary for it to use the very expensive ferromolybdenum. Therefore, the Cr 26 hi-chromium white cast iron was developed as the substitute for the KmTBCr15Mo to reduce production cost. An introduction was made to the effects of various alloy elements, iron composition design, melting process, heat treatment process, microstructure and hardness test results. Practical application showed that the same result could be obtained by using the Cr26 cast iron as the substitute for the KmTBCr15Mo alloy.

Key words: wear-resistant layer; hi-Cr white cast iron; cost

我厂生产的双金属复合颚板耐磨层材料一直选用KmTBCr15Mo,各地采石场已使用了十多年,一致给予好评。但随着经济形势的发展,钼铁价格逐年上涨,开发时期到目前为止钼铁价格上涨了几十倍。而不含钼的双金属,经过采石场使用证明耐磨性明显降低,使用寿命比普通锰钢齿板没有明显优势,甚至不如,因此开发能取代KmTBCr15Mo的高铬白口铸铁,具有非常重大的意义。

我们选择了Cr26高铬白口铸铁作为研究对象,对化学成分和热处理工艺进行摸索研究,最终确定了目前的Cr26厂标和热处理工艺,并投入双金属齿板的生产,经过一年多的使用,效果与KmTBCr15Mo相当。

Cr26铸铁含有大量的铬合金元素,具有好的耐热耐蚀性能,并且由于含有大量高硬度碳化物,因而具有优越的抗磨性能,常用于磨料磨损工况,此外在

高温或湿态环境下作为耐磨材料也占有特殊地位。针对矿山机械破碎机使用的各类耐磨件,开发了高铬铸铁Cr26与碳素钢(#30、#35)构成双液双金属复合耐磨件。耐磨件工作面采用Cr26铸铁,非工作面采用碳钢,因而兼有两种材料的特性,既有高的耐磨性又有高的韧性。制造一些小型颚式破碎机中的磨损板(颚板),规格为250×1 000、250×750、250×500、250×400、400×600、150×750等多种活动及固定颚板,用于生产,效果良好。

1 耐磨面高铬白口铸铁Cr26化学成分设计

- ①采用亚共晶成分;
- ②应确保绝大部分碳化物为 M_7C_3 ;
- ③碳化物数量合适;
- ④耐磨性与使用工况所要求的韧性应达到最佳配合;
- ⑤有足够的淬透性,空淬时不出现珠光体及索氏体。

亚共晶成分高铬白口铸铁共晶点的碳量随 $w(Cr)$ 量的增加而下降,共晶碳量可参考下面的经验

收稿日期:2006-08-06

作者简介:刘贞(1934-),女,湖南衡阳人,主要从事金属材料研究工作,现为双金机械配件有限公司技术顾问,联系电话:0571-88537005。

公式计算,也可以参考表1。

$$w(C_E)=4.40-0.054[w(Cr)]$$

$w(C_E)$ ——共晶碳量(质量分数);

$w(Cr)$ ——含铬量(质量分数)。

表1 $w(C_E)$ 量与 $w(Cr)$ 量的关系

Tab.1 Relationship between eutectic carbon content and chromium content

$w(Cr)$ 量(%)	15	20	24	25	26	27	28
$w(C_E)$ 量(%)	3.6	3.3	3.1	3.05	3.0	2.95	2.9

铬和碳的搭配要遵循低于共晶碳含量的原则,否则基体组织中会出现粗大的过共晶初生碳化物(见图1)。初生碳化物的横截面外形呈规则的六角形,其内部有共晶成分的组织及缩孔,这种粗大的初生碳化物在磨料颗粒的冲击挤压下会碎裂剥落(见图2),以致脱离基体成为细小碳化物碎粒,夹在金属磨擦中间起着磨料磨损作用,当碎粒压入耐磨板表面,会犁出一道道沟槽引起磨损加剧。

1.1 高铬白口铸铁中主要元素的作用

(1) 铬和碳

高铬铸铁的组织和性能实际上取决于铬和碳的含量,高碳低铬碳化物为 M_3C ,低碳高铬碳化物为 $M_{23}C_6$,碳与铬适当配合则可得 M_7C_3 。 M_7C_3 的硬度达1 200~1 800 HV,六方晶系。这种碳化物孤立分布,呈杆状和片状,对基体的割裂作用较小,铸铁的韧性较好。

碳量决定碳化物数量。提高含碳量,增加碳化物数量,提高耐磨性。但基体中固溶合金元素减少,使基体得不到强化,引起淬透性降低。据马乌利科夫等人的研究,高铬铸铁含碳量与耐磨性的关系(如图3所示):①淬火态耐磨性优于铸态,②无论是淬火态或铸态,耐磨性先是随含碳量增加而提高,含碳量达到3%时耐磨性最佳,进一步提高含碳量耐磨性逐渐降低。

铬量决定碳化物类型,高铬铸铁具有优越的耐



图1 初晶碳化物 400×

Fig.1 Primary carbide 400×

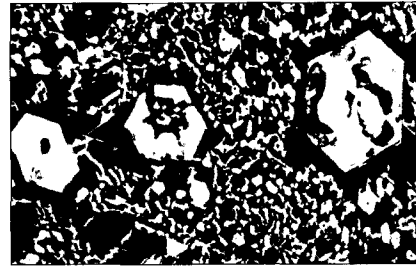
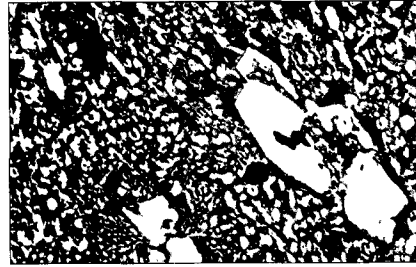


图2 破碎碳化物 200×

Fig.2 Broken carbides 200×

磨性主要是显微组织中含有较多的 M_7C_3 碳化物。在碳化物与耐磨性关系中,耐磨性也是先随碳化物量增加而提高,当碳化物量增加到30%时,耐磨性的提高就不明显了。

碳化物含量(质量分数)可用下式估算:

$$\text{碳化物含量(质量分数)}(\%)=12.33[w(C)]+0.55[w(Cr)]-15.2\%$$

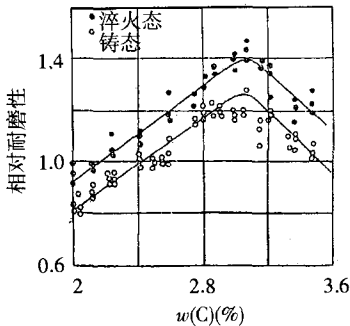


图3 碳对高铬白口铸铁耐磨性的影响

Fig.3 Influence of carbon on wear resistance of hi-Cr white cast irons

铬除与碳形成碳化物外,尚有部分溶解于奥氏体中提高淬透性,当碳量不变增加铬量,或铬量不变降低碳量,均能使淬透性提高。

(2)钼

钼在高铬铸铁中一部分进入碳化物,一部分溶入奥氏体,在亚共晶高铬白口铸铁中,溶入奥氏体基体中的钼主要是提高淬透性。钼是一种昂贵而稀少的合金元素,世界上很多国家短缺,是扩大使用的一大障碍。本研究项目中没有加钼。

(3)镍

镍不溶于碳化物,全部进入基体,提高淬透性。

(4)铜

铜能提高淬透性,但作用小于镍。

(5)锰

锰能进入碳化物,又溶解于基体中,稳定奥氏体,降低Ms点。当锰和钼联合使用时对提高淬透性有很好的效果,故一般控制在0.8%以下。

(6)硅

硅是降低淬透性元素,一般 $w(\text{Si})$ 控制在0.3%~0.7%之间。在许多的情况下,材料的耐磨性不好,有可能是由于硅量超限而使淬透性不足。

(7)硫、磷

为有害元素,均应低于0.06%。

1.2 Cr26铸铁的化学成分

我厂制订的标准如表2所示。

表2 Cr26铸铁化学成分(工厂标准)
Tab.2 Chemical composition of Cr26 cast iron
(enterprise standard)

合金元素	C	Cr	Mn	Si	Cu	Ni	S、P
$w_B(\%)$	2.8~3.0	24~27	≤ 0.8	≤ 0.6	1	1	≤ 0.06

2 Cr26铸铁的熔炼、铸造和试样制备

用中频感应电炉熔炼,在浇注复合颚板中途浇Y型试块,用线切割成20×25×45 mm试样,化学分析实际成分如表3。

表3 化学成分分析结果
Tab.3 Results of composition analysis

C	Cr	Mn	Si	Cu	Ni	P
2.92	26.01	0.63	0.47	0.92	1.1	0.026

3 热处理工艺的制订

高铬铸铁铸态基体组织为奥氏体混合组织,为了得到稳定的高硬度技术指标,无论是大件还是小件都要进行必要的热处理,目的是使高铬铸铁具有高硬度的马氏体基体,能有力地支撑碳化物,使在磨

损过程中碳化物不脱落、碎裂、折断,同时提高高铬铸铁的宏观硬度和显微硬度。

3.1 淬火

确定淬火加热温度为960℃,1 000℃,1 020℃,1 040℃,1 050℃,1 080℃,1 120℃。

3.2 回火

取淬火态下硬度最高值分别加热和保温2 h。
1 020℃淬火,回火温度为200℃,300℃,400℃,450℃,500℃,550℃。

1 050℃淬火,回火温度为200℃,300℃,400℃,500℃,600℃。

3.3 硬度检测(测三点取一个值)

检测铸态及各种热处理状态下的洛氏硬度值。

3.4 金相组织分析

对铸态及各种热处理状态下显微组织进行分析。

4 试验结果

4.1 铸态硬度 54~56 HRC

4.2 淬火后的硬度

Cr26合金铸铁不同淬火温度有不同的硬度值(见图4),随淬火温度升高硬度升高,达到最高值后,淬火温度再升高硬度却下降,最高硬度值对应下的淬火加热温度就是该合金铸铁最佳淬火加热温度。

表4 不同淬火温度的硬度(HRC)
Tab.4 Hardness with different quenching temperatures

淬火温度/℃	960	1 000	1 020	1 040	1 050	1 080	1 120
硬度(HRC)	57.1	59.2	62.4	62.3	60.5	58.7	53.4

4.3 回火硬度

化学成分相同的Cr26合金铸铁,随着淬火温度提高,残余奥氏体量增多,残余奥氏体在随后回火过程中转变成马氏体,使硬度再得到升高。

表5 1 020℃淬火不同温度回火硬度值
Tab.5 Hardness values with different tempering temperatures and the same quenching temperature of 1 020℃

回火温度/℃	200	300	400	450	500	550
硬度(HRC)	60	59	60.5	62	60.6	52.6

表6 1 050℃淬火不同温度回火硬度值
Tab.6 Hardness values with different tempering temperatures and the same quenching temperature of 1 050℃

回火温度/℃	200	300	400	500	600
硬度(HRC)	59.6	61.4	61.3	63.7	50

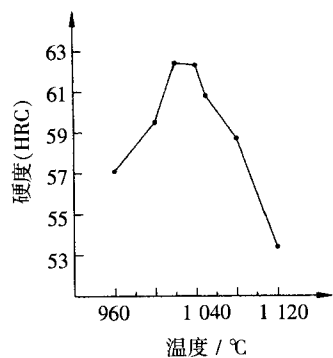


图4 奥氏体温度与硬度的关系
Fig.4 Relationship between austenizing temperature and hardness

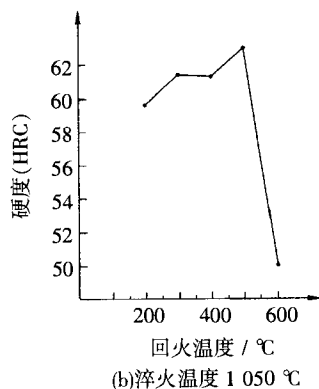
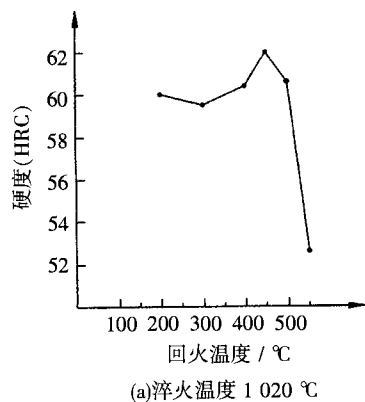


图5 Cr26 铸铁在不同温度淬火后回火温度与硬度关系
Fig.5 Hardness values with different quenching and tempering temperatures
(a) Quenched at 1020 °C, (b) Quenched at 1050 °C

Cr26 铸铁在不同温度淬火后回火温度与硬度关系见图5、表5和表6。

随回火温度升高,起初硬度下降,当高于 300 °C

以后,回火温度升高,硬度值又上升。1020 °C 淬火,残余奥氏体量小于 1050 °C 淬火的残余奥氏体量。在回火冷却过程中残余奥氏体转变为马氏体,出现二次硬化现象,淬火温度愈高,二次硬化温度愈高,1020 °C 淬火二次硬化在 450 °C 左右,1050 °C 淬火二次硬化在 500 °C 左右,且二次硬化后的硬度高于淬火态硬度。

4.4 颚板截面硬度分布

在生产中随机抽取颚板耐磨面,从齿面到心部,测得截面硬度分布如图6所示。

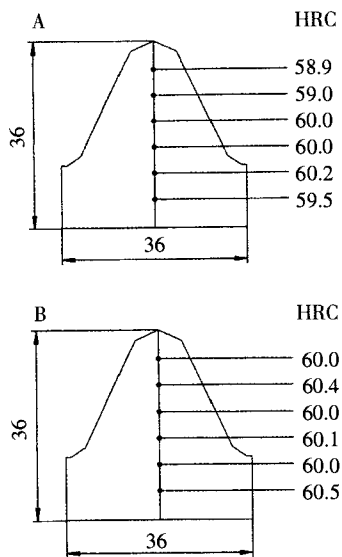


图6 颚板截面硬度分析
Fig.6 Hardness distribution in section of jaw plate

5 金相分析

Cr26 高铬铸铁的铸态组织为初生奥氏体和共晶碳化物(图7),由于奥氏体中的合金元素及碳在



图7 Cr26 高铬铸铁的铸态组织:奥氏体+共晶碳化物 400x
Fig.7 As-cast structure of hi-Cr cast iron: austenite+eutectic carbide 400x

冷却过程中来不及充分析出,使铸态下的奥氏体含有过饱和的合金元素及碳,使 M_s 点下降到室温以下。

二次碳化物析出为主,并聚集长大,由于奥氏体中合金元素及碳元素含量降低,导致奥氏体转变曲线左移,使其淬透性降低。

二次碳化物溶入为主,基体中碳及合金元素含量增加,空淬后奥氏体转变成马氏体,马氏体中含碳量也较高。

金相组织形貌见图 8、图 9 和图 10。



图 8 马氏体混合组织+共晶碳化物+二次碳化物(聚集)+残余奥氏体 400x

Fig.8 Mixed structure of martensite+eutectic carbide+second carbide(congregated)+residual austenite 400x



1 020 °C 空淬 250 °C 回火



1 040 °C 空淬 250 °C 回火

图 9 回火马氏体+共晶碳化物+二次碳化物+少量残余奥氏体 400x

Fig.9 Tempered martensite+eutectic carbide+second carbide+little amount of residual austenite 400x



图 10 奥氏体混合组织+共晶碳化物+二次碳化物粗化 400x

Fig.10 Mixed structure of austenite+eutectic carbide+coarse second carbide 400x

6 使用结果

高铬铸铁 Cr26 与碳素钢构成双液双金属复合颚板,经过湖州、海宁、海盐、萧山、绍兴、舟山等多家采石场使用,反映较好,产品可以与 KmTBCr15Mo 作为耐磨层的齿板相媲美。

铸造用系列膨润土

锂基膨润土——涂料悬浮剂、触变剂

该产品能在水及极性有机溶剂中充分溶胀,形成胶体。其在涂料中形成立体网状结构,有效托浮涂料中的基料粒子,使其不下沉;增强涂料粘接力,使涂料更稳定,延长涂料储存时间。本产品粘度大,发气量低,触变性及涂挂性能好,适用于喷、淋、浸、刷及 V 法造型、离子浇注等涂料的制备,是替代有机膨润土的理想产品。

钠基膨润土

1、涂料级 用于各种水基涂料的悬浮剂、增稠剂。该产品悬浮性好,结构松,上下一致,长期存放不沉淀、不板结及无毒环保,价格便宜等优点,深受用户青睐。

2、铸造级 用于精密铸造,该产品粘度强,膨胀倍数高,发气量低,能改善型砂性能,提高湿压及热湿拉强度,从而提高铸件质量,降低废品率。

钙基膨润土

主要用于型砂粘结剂。该产品与优质煤粉配用,能提高型砂的稳定性,减少铸件夹砂、掉砂、气孔等现象,提高铸件表面光洁度,降低废品率。

本厂为企业法人单位,重合同守信用,诚信经营,并郑重承诺:一公斤内样品免费邮寄,并接受技术咨询,满意后订货,如出现质量问题,包退包换,代办铁路、公路托运,欢迎来人来电联系。

信阳市平桥区淮源膨润土厂

厂址:五里镇 邮编:464117 网络实名:膨润脂土
电话:0376-3882099 传真:0376-3882919 手机:13700767725
Http://www.xyhy.cn E-mail:web@xyhy.cn
开户:信阳市平桥区农行中心大道分理处 帐号:16-744701040000949