

文章编号:1673-9981(2013)01-0011-05

灰铸铁显微组织对磷化膜质量的影响

徐志辉

大连三洋压缩机有限公司, 辽宁 大连 116033

摘要:通过金相检验、硬度检测、表面粗糙度测试及形貌分析,对压缩机用不同显微组织灰铸铁的磷化膜进行了试验研究.结果表明,在相同的加工工艺和磷化处理条件下,灰铸铁基体中珠光体层间距及石墨形态对磷化膜的质量有影响,珠光体层间距越小、石墨分布越细小均匀,磷化膜的质量越好.

关键词:灰铸铁;磷化膜;显微组织

中图分类号: TB303

文献标识码: A

磷化处理是一种典型的金属化学表面转化处理工艺,即利用化学方法改变金属表面原有的性质而提供新的物理特性或物理化学特性.磷化处理是用含有磷酸、磷酸盐及其他化学药品的稀溶液处理金属,金属表面在上述溶液中与磷酸、磷酸盐介质起化学反应,使其表面转变为完整的、具有中等防蚀作用的不溶性磷酸盐层,即磷化膜^[1].

磷化技术的发展已有近百年的历史,对金属材料进行磷化处理可有效降低摩擦副表面的摩擦系数、防止咬合或擦伤、减小运动阻力和噪声及增加润滑效果.对压缩机零部件的滑动表面进行磷化处理可以有效降低部件磨损、提高机械效率,因而磷化技术广泛应用于制冷行业中.影响磷化质量的因素有多种,国内外已有很多文献^[2-9]对温度、时间、表调工艺及药液浓度等影响因素进行了研究,但针对显微组织影响因素却报道不多.本文主要通过金相显微镜及扫描电镜(SEM)等分析手段,研究压缩机用灰铸铁显微组织对磷化膜的影响,为进一步改善磷化膜的质量提供思路.

1 实验部分

1.1 试样及方法

选择不同显微组织的灰铸铁实验样品,分别记

做A、B和C,采用相同的机械加工工艺对样品进行加工,表面粗糙度均为Rz3.2以下,并在相同的磷化工艺条件下对样品进行磷化处理.磷化处理工艺流程为预脱脂→脱脂→一次水洗→二次水洗→防锈→烘干→表面调整→磷化(高温)→一次水洗→二次水洗→干燥.分别用OLYMPUS GX51型金相显微镜、HB-3000型布氏硬度计、MH-6型小载荷显微硬度计、SURFCOMI30A型粗糙度仪及XL30型扫描电镜对样品的显微组织、硬度、表面粗糙度及表面与横截面形貌进行测试.

1.2 实验结果

1.2.1 显微组织

灰铸铁表面磷化膜是由脆性的结晶所组成^[2],其表面和横截面的形貌如图1所示.从图1可见,磷化颗粒呈规则、均匀排列,磷化膜与基体界面清晰可见.

对样品A、B、C进行磨制与抛光,采用4%的硝酸酒精溶液对抛光试样进行浸蚀.图2和图3分别为样品石墨形态和显微组织的金相照片.从图2和图3可以看到,样品A的石墨粗大,B和C的石墨细小;样品A、B和C的基体均由铁素体和层片相间的珠光体所组成,样品A的珠光体层间距较B和C的大.样品A、B和C的石墨形态、石墨含量及显微组织列于表1.

收稿日期:2012-11-16

作者简介:徐志辉(1980-),女,辽宁丹东人,工程师,硕士.

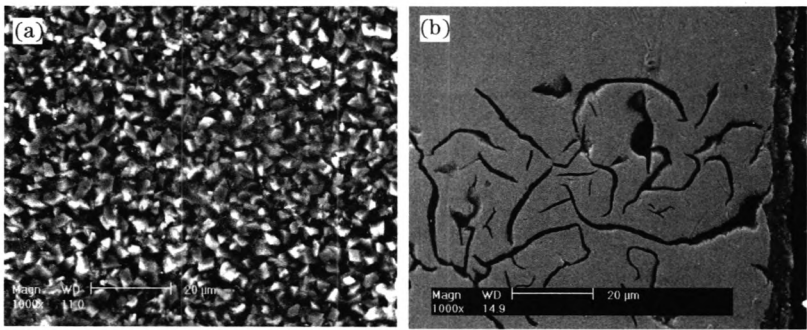


图 1 磷化膜表面和横截面形貌 SEM 照片
(a)表面 ;(b)横截面
Fig.1 SEM image of phosphorizing film surface and cross section
(a)surface ;(b)cross section

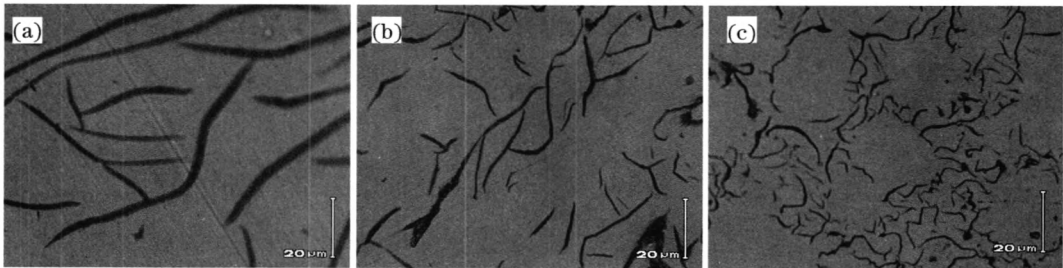


图 2 灰铸铁石墨形态金相照片
(a) 样品 A;(b) 样品 B;(c) 样品 C
Fig.2 Graphite morphology of gray cast iron
(a)sample A;(b)sample B;(c)sample C

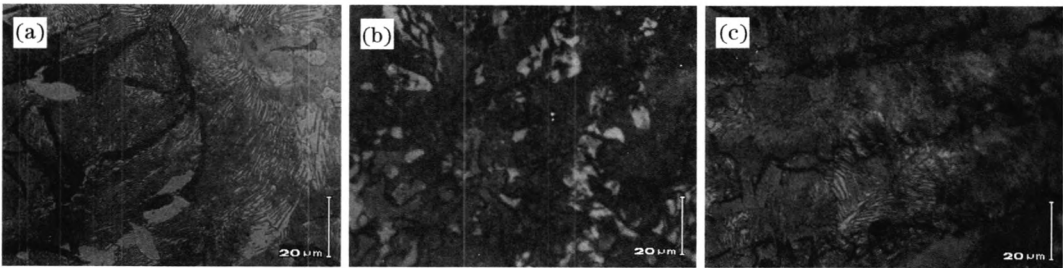


图 3 灰铸铁显微组织金相照片
(a) 样品 A;(b) 样品 B;(c) 样品 C
Fig.3 Microstructure of gray cast iron
(a)sample A;(b)sample B;(c)sample C

表 1 灰铸铁石墨分布与金相组织检测结果

Table 1 Results of graphite morphology and microstructure testing

样品	石墨形态	石墨含量 w/%	显微组织
A	片状	9.5	片状 P+F
B	片状+枝晶片状+枝晶点状	8.13	片状 P+F
C	枝晶点状+片状+枝晶片状	7.8	片状 P+F

由表 1 可以知,样品 A,B 和 C 的石墨形态明显不同,样品 A 石墨形态主要以片状为主,样品 B 和

C 石墨形态除片状以外还存在一定比例的枝晶片状和枝晶点状;样品 A 石墨含量较样品 B 和 C 要高一些;样品 A,B 和 C 显微组织没有明显差异,均由铁素体和层片相间的珠光体所组成.

1.2.2 硬度及表面粗糙度

样品 A,B 和 C 磷化前后硬度与表面粗糙度的检测结果列于表 2. 由表 2 可以知,样品 A,B 和 C 磷化后的硬度随磷化前硬度的增加呈上升趋势.

表 2 硬度和表面粗糙度检测结果
Table 2 Results of hardness and surface roughness testing

实验样品	硬度		表面粗糙度 R_z	
	磷化前(HB)	磷化后(HV0.05)	磷化前	磷化后
A	200	225	2.352	6.932
B	215	245	2.360	4.066
C	240	261	2.614	3.825

图 4 为磷化膜显微硬度压痕的扫描电镜照片。从图 4 可见:磷化后表面粗糙度及硬度压痕有明显差异,样品 A 的表面较粗糙而 C 的较光滑;磷化后

样品 A 表面压痕较深,而 C 的较浅. 这些由表 2 也可得到证实.

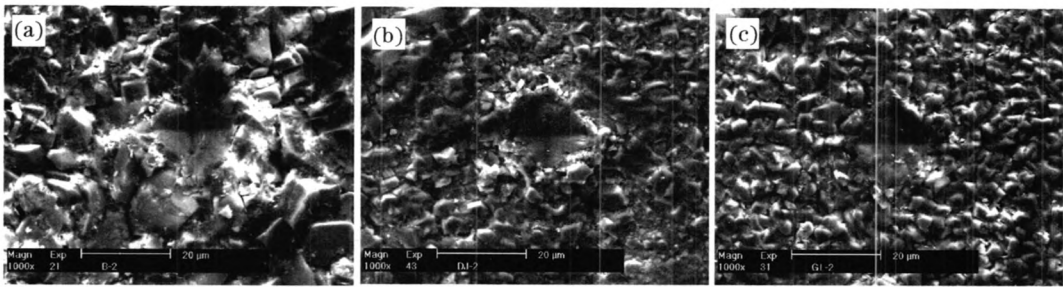


图 4 磷化膜硬度检测 SEM 照片
(a) 样品 A;(b) 样品 B;(c) 样品 C

Fig.4 SEM image of phosphorizing film for hardness testing
(a)sample A;(b)sample B;(c)sample C

1.2.3 表面与横截面形貌

图 5 为磷化膜表面形貌扫描电镜照片. 从图 5 可以看到,样品 A,B 和 C 磷化膜表面形貌有明显差异,样品 A 磷化颗粒粗大疏松、分布不均匀,局部呈

大块片层状,最大尺寸可达 10 μm 以上;样品 B 磷化颗粒比样品 A 细小致密、分布均匀;样品 C 磷化颗粒较样品 B 更细小致密、分布均匀,表面光滑平整.

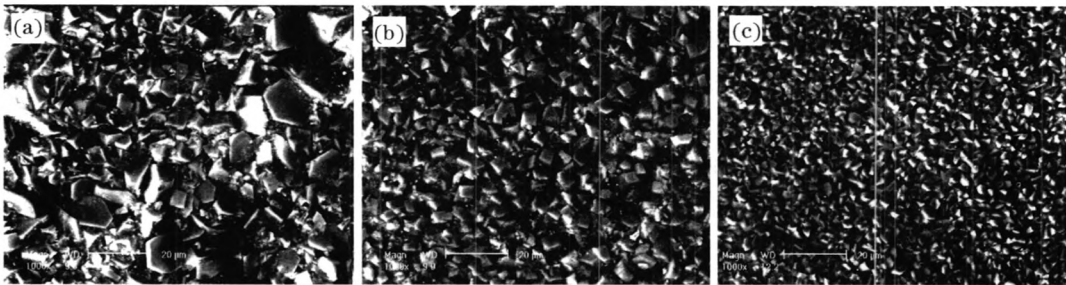


图 5 磷化膜表面形貌 SEM 照片
(a) 样品 A;(b) 样品 B;(c) 样品 C

Fig.5 SEM image of phosphorizing film for surface
(a)sample A;(b)sample B;(c)sample C

图 6 为样品 A,B 和 C 磷化膜横截面形貌的扫描电镜照片. 从图 6 可以看到,样品 A 磷化膜膜层厚薄不均且呈断续分布,厚度为 8.0~10.0 μm ;样

品 B 磷化膜厚薄相对均匀,厚度为 2.0~4.0 μm ;样品 C 磷化膜厚薄均匀且呈连续分布,厚度为 1.5~3.0 μm .

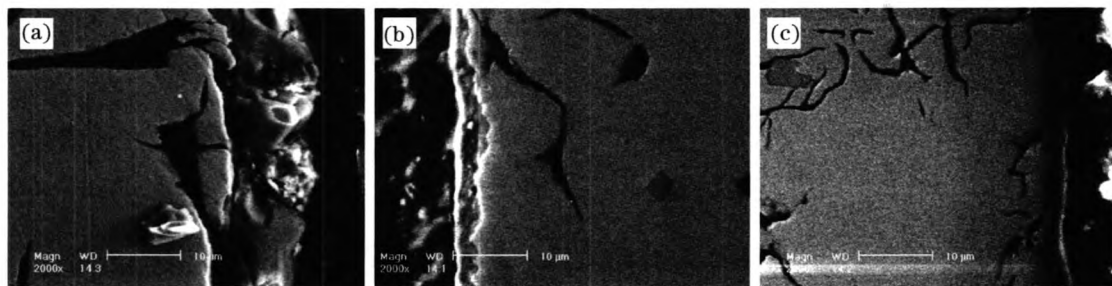


图6 磷化膜横截面形貌 SEM 照片

(a) 样品 A;(b) 样品 B;(c) 样品 C

Fig.6 SEM image of phosphorizing film for cross section

(a)sample A;(b)sample B;(c)sample C

2 讨论

通过对 A,B 和 C 灰铸铁样品的显微组织、磷化前后硬度、表面粗糙度及磷化膜表面与横截面形貌的检测结果可知,在相同的加工工艺和磷化处理条件下,灰铸铁基体中珠光体组织层间距越小,石墨越细小、分布越均匀,基体和磷化膜的硬度就越高,磷化颗粒越细小致密、分布越均匀,磷化膜的质量就越好。这是由于磷化过程本身是一种金属浸蚀和加速剂氧化还原两个反应交叉重叠的化学过程,磷化膜形成于金属表面的微阴极区域,在磷化膜形成过程中金属初始酸蚀是磷化过程的起点,但很快就同时发生加速反应、活化反应、形成晶核及结晶核成长等过程。本文灰铸铁磷化液主要由游离磷酸、含锰重金属磷酸盐和加速剂组成,在磷化初期,灰铸铁表面的铁离子和磷化液中的锰离子参与了酸蚀反应继而形核并长大,最后在灰铸铁表面沉积成为粘结牢固的锰铁磷酸盐膜,即磷化膜。而灰铸铁基体由珠光体、铁素体和石墨组成,珠光体呈铁素体和渗碳体片层相间分布。灰铸铁中的碳以渗碳体和石墨形态存在,由于碳在整个磷化过程中不参与任何反应,所以灰铸铁基体中珠光体层间距越小,石墨越细小、分布越均匀,灰铸铁表面形成的磷化颗粒就越细小致密、分布越均匀,磷化膜的质量就越好;反之,基体中珠光体层间距越大,石墨越粗大、分布越不均匀,则磷化颗粒就越粗大疏松、分布越不规则,磷化膜的质量就越差。

3 结论

(1)灰铸铁珠光体层间距对磷化膜的质量有影响,珠光体层间距越小,则磷化颗粒越细小致密、分布越均匀,磷化膜的质量越好。

(2)灰铸铁石墨形态对磷化膜的质量有影响,石墨越细小、分布越均匀,则磷化颗粒越细小致密、分布越均匀,磷化膜的质量越好。

参考文献:

- [1] 雷作铖,胡梦珍. 金属的磷化处理[M]. 北京:机械工业出版社,1992:27.
- [2] 文斯雄. 中温锰系抗蚀黑色磷化工艺[J]. 电镀与环保,2005(3):39-40.
- [3] 汪泉发. 磷化膜性能及应用[J]. 电镀与精饰,1994,16(4):17-21.
- [4] 陈淑良,龚爱民. 铸铁精密件的黑色磷化[J]. 金属热处理,1995(1):35-37.
- [5] 祝保林,陈养民. 钢铁磷化机理及新工艺研究[J]. 渭南师范学院学报,2004,19(5):36-38.
- [6] 唐春华,唐彬. 黑色磷化的影响因素与工艺改进[J]. 电镀与环保,2007,27(6):30-32.
- [7] 刘治国,李金生,王锡义. 锰系耐磨磷化工艺改进[J]. 电镀与精饰,2007,29(3):37-39.
- [8] 叶法军,李永樵. 表调对汽车涂装磷化成膜的影响[J]. 材料保护,2006,39(11):62-64.
- [9] 王国华. 铸铁件发黑磷化液的研究[J]. 表面技术,2006,35(5):43-44.

Influence of gray cast iron microstructure on the phosphating film

XU Zhihui

Dalian Sanyo Compressor Corporation of Limited ,Dalian 116033,China

Abstract: The influence of gray cast iron microstructure on phosphating film for compressor was studies by metallographic inspection, hardness test, roughness test and morphology analysis. Results showed that the pearlite layer distance and graphite morphology affected the quality of phosphating film; the phosphating film was better with smaller pearlite layer distance, and smaller and more uniform graphite under the same process condition.

Key words: gray cast iron; phosphating film; microstructure