

文章编号:1003—7837(2000)01—0055—04

石墨和铜对粉末冶金 低合金钢烧结硬化性能的影响

张 立 华

(中南工业大学, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 研究了添加石墨和铜对粉末冶金低合金钢烧结硬化性能的影响. 结果表明, 烧结钢的表观硬度和抗拉强度随石墨和铜含量的增加而增加, 但石墨含量过高会导致烧结钢的抗拉强度降低.
关键词: 粉末冶金; 低合金钢; 石墨; 铜; 力学性质
中图分类号: TF125.1⁺2 文献标识码: A

烧结硬化是一种提高粉末冶金零件硬度和强度的低成本工艺技术^[1]. 为了获得最佳的淬透性, 通常烧结硬化所采用的预合金钢粉除了含有低合金粉末冶金钢常用的镍和钼之外, 还含有一定量的锰和铬. 在这四种合金元素中, 锰对淬透性的影响最显著, 但锰和铬与氧的亲合力大, 在水雾化钢粉的退火处理时它们的氧化物很难还原, 有降低压缩性和烧结性能的危险^[2].
本试验采用国产的低合金钢粉进行烧结硬化及性能的研究, 与常规的烧结硬化用预合金钢粉比较, 它几乎不含提高淬透性能的合金元素锰和铬, 为了弥补所造成的淬透性系数下降, 采用粉末冶金温压成形的新工艺来获取较高的压坯密度^[3]. 密度的提高可以减少材料的孔隙度, 有助于增加其热导率进而增强淬透性. 另外, 采用特殊的烧结冷却工艺可达到较快的冷却速度. 在这些前提下, 本文主要探讨了添加石墨和铜对该材料体系烧结硬化性能的影响.

1 试验材料和方法

本试验所用的主要原材料为 FJSY200.30 低合金钢粉、电解铜粉和鳞片石墨粉, 其中 FJSY200.30 低合金钢粉是鞍钢冶金粉材厂生产的可用于粉末热锻和烧结低合金钢的一种水雾化预合金钢粉. 表 1 为其主要的物化性质.
将 FJSY200.30 低合金钢粉与铜粉和石墨粉混合, 制备两种系列的混合粉. 第一种为石墨含量固定在 0.8%(质量分数, 下同), 铜粉含量从 1.0%至 3.0%变化; 第二种为铜粉含量固定在 2.0%, 石墨含量从 0.6%至 1.2%变化. 混合粉中均混入 0.6%的高温润滑剂, 采用温压成形工艺将混合粉压制成拉伸试样, 试样的压坯密度控制在 7.12g/cm³, 误差不超过 0.01

收稿日期: 2000—02—18
作者简介: 张立华 (1968—), 男, 湖南澧县人, 在职硕士研究生, 工程师, 现在广州有色金属研究院从事粉末冶金材料方面的研究.

g/cm^3 . 烧结在连续式推杆烧结炉中进行, 烧结温度 1120°C , 保温时间 90min , 烧结气氛为分解氮. 冷却时, 采用较快的冷却速度.

表 1 FJSY200.30 的物化性质
Table 1 Chemical and physical properties of FJSY200.30

元素含量/%								松比	压缩比(588MPa)
C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	氢损值	$/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	$/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$
<0.02	<0.05	<0.15	<0.015	<0.015	$<1.7\sim2.0$	$<0.5\sim0.6$	0.2	3.0	6.8

采用 HRD-150 洛氏硬度计和 WE-300 液压万能材料试验机分别测量试样的表观硬度和抗拉强度, 利用 PMG3 型倒立式光学金相显微镜进行微观组织观察.

2 试验结果与分析

2.1 铜和石墨的添加量对烧结性能的影响

图 1 为石墨含量 0.8% 时, 试样烧结性能与铜含量之间的关系. 由图 1 可以看到, 随着混合粉中铜含量的增加, 表观硬度几乎呈线性增加; 抗拉强度也随铜含量的增加而增加, 但铜含量超过 2.5% 后, 其增幅趋缓. 当铜含量为 2.5% 时, 抗拉强度为 845MPa ; 当铜含量 3% 时, 抗拉强度为 850MPa .

图 2 为铜含量 2.0% 时, 试样烧结性能与石墨含量之间的关系. 由图 2 可以看到, 随石墨含量的增加, 表观硬度开始快速增加. 当石墨含量为 1.05% 时, 表观硬度达到最大值 HRC38. 随石墨含量继续增加, 表观硬度趋于稳定. 而抗拉强度开始也随石墨含量的增加而增加. 当石墨含量为 0.9% 时, 抗拉强度达到最大值 860MPa , 但再进一步提高石墨含量, 抗拉强度却明显下降. 从硬度和强度的综合性能来考虑, 较好的配方为 0.9% 石墨和 2.0% 铜.

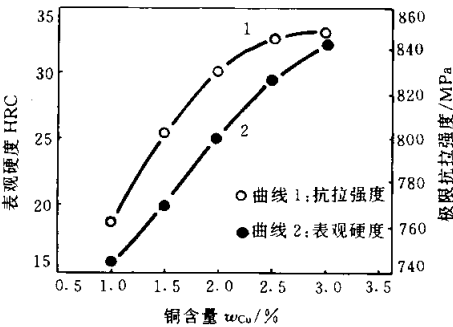


图 1 铜含量对低合金钢烧结硬化性能的影响
Fig. 1 Influence of copper content on the sinter-hardening properties of low alloy steel

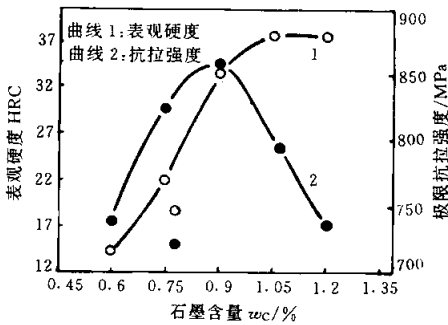


图 2 石墨含量对低合金钢烧结硬化性能的影响
Fig. 2 Influence of graphite content on the sinter-hardening properties of low alloy steel

2.2 显微组织分析

图 3 是添加同量的石墨和铜的烧结低合金钢的显微组织, 黑白相间的片层组织为珠光

体,浅灰色块状或针状组织为马氏体,马氏体周围往往存在白色残留奥氏体.图 3a 中主要由细的珠光体和少量马氏体组成.图 3b 中的马氏体已差不多和珠光体等量.这表明随着铜含量增加,试样中的马氏体量增加,烧结低合金钢的硬度和强度增加.图 3d 中的马氏体比图 3c 中的马氏体量多,因此表观硬度也明显高.一般来说,石墨含量提高,烧结体中的化合碳含量也随之升高,马氏体量增加.当石墨添加量为 1.0% 时,化合碳的含量约为 0.8%,接近共析钢的含碳量(0.77%),马氏体含量达到最大值,表观硬度也最高.由图 3 中可看到,马氏体量增加时,残留奥氏体量也增加,而残留奥氏体会导致强度下降.另外,石墨含量过高,将导致晶粒与晶粒间形成网状渗碳体,这也会引起强度的急剧降低.

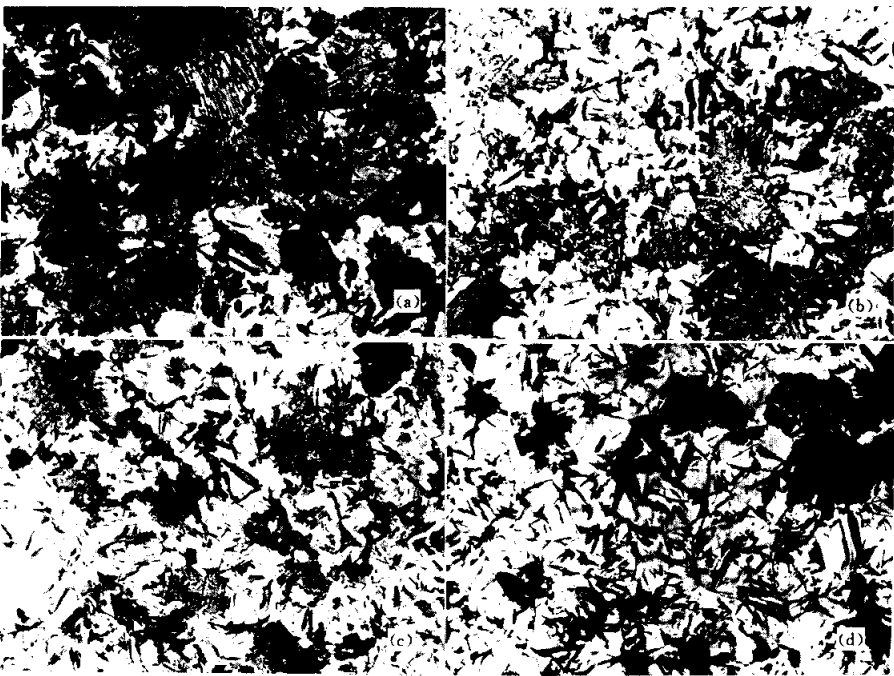


图 3 添加不同量的石墨和铜的烧结低合金钢的显微组织,200×

(a)0.8%石墨 1.0%铜; (b)0.8%石墨 3.0%铜; (c)0.9%石墨 2.0%铜; (d)1.05%石墨 2.0%铜

Fig. 3 Microstructure of sintered low alloy steels with addition of different levels of graphite and copper

3 结 论

- (1)石墨含量 0.8% 的试样,烧结态的表观硬度和抗拉强度随铜含量的增加而增加.但铜含量超过 2.5% 后,抗拉强度的增幅趋缓.
- (2)铜含量 2.0% 的试样,烧结态的表观硬度和抗拉强度随石墨含量的增加而提高.但当石墨含量超过 1.05% 时,表观硬度趋于稳定;当石墨含量为 0.9% 时,抗拉强度达到最大值,再增加石墨含量则抗拉强度下降.

(3)显微组织观察表明,马氏体量的增加导致表观硬度和抗拉强度的增加,但残留奥氏体的存在会导致强度的下降.

参考文献:

- [1] Chagon F, Trudel Y. Designing low alloy steel powders for sinterhardening applications[A]. Advances in Powder Metallurgy and Particulate Materials: Vol. 6[C]. NJ: MPIF, 1996. 142.
- [2] Skena C, Prucher T. Hardenability characteristics of P/M alloy steels[J]. The International Journal of Powder Metallurgy, 1997(33):25.
- [3] Rutz H, Hanejko F. High density processing of high performance ferrous materials[A]. Advances in Powder Metallurgy and Particulate Materials: Vol. 5[C]. NJ: MPIF, 1994. 117.

Influence of copper and graphite addition on the sinterhardening properties of PM low alloy steel

ZHANG Li-hua

(Central South University of Technology, Changsha 410083, China)

Abstract: Study on the effects of copper and graphite on the sinterhardening properties of PM low alloy steel has been carried out. The results show that the apparent hardness and tensile strength of sintered steel are improved with the increase of copper and graphite content, but overhigh levels of graphite have deleterious effects on the tensile strength of sintered steel.

Key words: powder metallurgy; low alloy steel; graphite; copper; mechanical property