

## YG6 拉丝模渗硼的试验研究

胡三媛

(中国农业大学机械工程学院)

**摘要** 对 YG6 硬质合金拉丝模进行了固体粉末渗硼试验, 结果表明, 不同渗硼温度和时间对渗硼层硬度影响不大, 经 950 ℃, 5 h 固体粉末渗硼后, 可获得 40 μm 厚的 Co<sub>3</sub>B 单相渗硼层, 表面硬度 (HV) 提高 90~ 100, 使拉丝模寿命提高 5 倍以上。

**关键词** 硬质合金; 渗硼; 组织; 应用

**分类号** TG 156. 87

## Study on the Boronization of the YG6 Dies of Draw Winder

Hu Sanyuan

(College of Machinery Engineering, CAU)

**Abstract** The effects of solid powder boronization experiments to the hardness of YG6 alloy die have been carried out. The results showed that the change of hardness of the boron layer is not very sensitive to the change of temperature and time. Under the conditions of different boronization technology, 950 ℃ heating temperature and boronizing for 5 h, the Co<sub>3</sub>B layer with 40 μm on the dies can be obtained. The surface hardness of the test sample can be increased to HV 90~ 100, and a 5 fold increase of the life of the die can be obtained.

**Key words** harden alloy; boronization; structure; application

拉丝模工作时处于高速连续拉拔的条件下。用 WC-Co 硬质合金材料制作的拉丝模, 由于其合金的粘结相 Co 比硬质相 WC 的硬度低因而先行磨损, 致使硬质相剥落; 另外 WC-Co 硬质合金中的 WC 颗粒棱角尖锐也易引起快速磨损<sup>[1]</sup>, 这些因素导致了拉丝模耐磨损性下降, 使用寿命缩短。目前, YG6 硬质合金表面强化工艺尚不多见<sup>[2]</sup>, 笔者对 YG6 硬质合金拉丝模进行了固体粉末渗硼的试验研究, 对渗硼工艺与渗硼层厚度、硬度的关系及渗层组织和相组成进行了初步分析。

### 1 渗硼工艺对渗硼层厚度及硬度的影响

将 YG6 试样放置在固体粉末渗硼剂中, 在试验温度分别为 900, 950 和 1 000 ℃ 的条件下进行 3, 4, 5, 6 h 的渗硼试验, 测定不同温度 θ 下渗层深度 δ 与时间 t 的关系, 结果见图 1。可

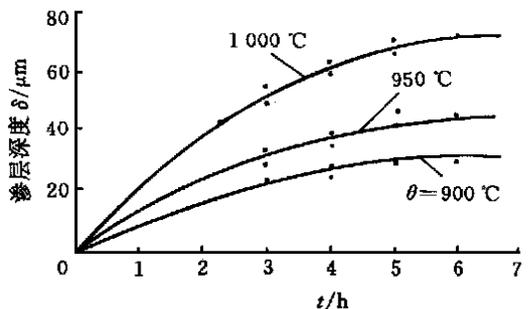


图 1 不同温度 θ 下渗层深度 δ 与时间 t 的关系

收稿日期: 1999-12-16

胡三媛, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区) 61 信箱, 100083

以看出, 渗层深度  $\delta$  与渗层时间  $t$  符合扩散过程的函数关系, 即

$$\delta = [A t \exp(-Q/RT)]^b$$

式中:  $\delta$  为渗层深度, mm;  $A$  为常数;  $t$  为渗层时间, h;  $Q$  为渗层扩散激活能,  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $R$  为气体常数;  $T$  为渗层温度, K;  $b$  为时间常数。经回归分析, 有

$$\delta = [1.41 \times 10^{11} t \exp(-11.48/RT)]^{0.51}$$

式中:  $A = 1.41 \times 10^{11}$ ,  $b = 0.51$ ; 可见 YG6 硬质合金渗层过程激活能  $Q$  约为  $11.48 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

渗层温度和时间对渗层硬度的变化影响不大, 各种工艺条件下合金表面硬度均有所提高, HV 提高值大体在 90~100 范围内(表 1), 其原因是渗剂在金属表层形成相同的组织, 不同工艺只影响渗层深度而对表面组织的影响不大。

表 1 渗层前后合金表面硬度(HV)

渗层前	渗层后	硬度增加值
1 839	1 940	90~100

## 2 渗层组织及相分析

由于 WC-Co 粉末粒度不易控制, 以及烧结工艺不稳定等因素, 烧结态 YG6 硬质合金的内部孔隙度较大, 组织不均匀, 甚至出现特大 WC 聚结(图 2); 而且 WC 颗粒之间的毗连程度很大, 颗粒呈明显棱角状。这种组织不均匀性及棱角尖锐的 WC 颗粒会导致硬质合金的耐磨性下降, 特别是毗连的 WC 相之间呈脆性连结, 故更易引起 WC 颗粒在摩擦过程中早期脱落。

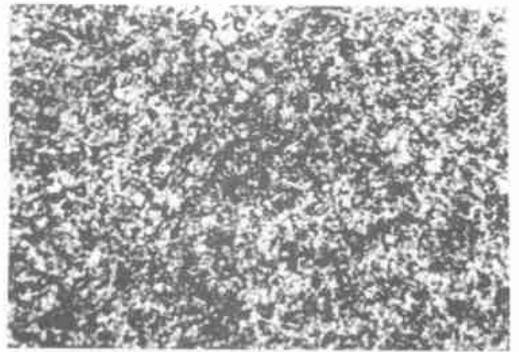
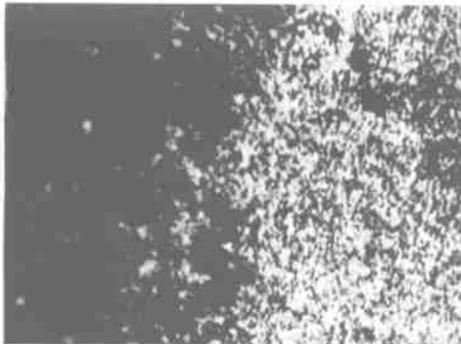
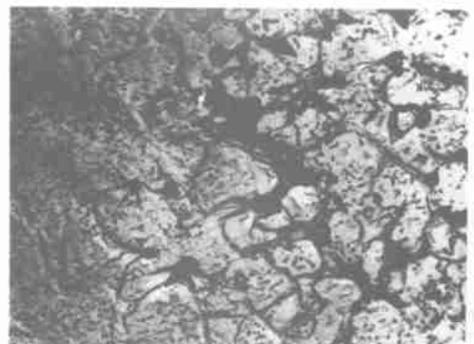


图 2 YG6 合金原始组织( $\times 400$ )

图 3 示出经 950 , 5 h 渗层之后, 合金表面形成的渗层组织。可以看出, 渗层后 WC 颗粒尖锐程度明显下降, 尖角圆化, 粘结相面积增大, 因此必将导致耐磨性的提高<sup>[3]</sup>。用 Philip APD-10 型 X-衍射仪对渗层组织进行了相分析, 在阳极电压为 40 kV, 角速度为  $0.05 \text{ rad}\cdot\text{m in}^{-1}$ , 以 Cu 靶辐射的条件下,  $K\alpha$  射线的衍射线测定结果如图 4 所示。



(a)  $\times 400$



(b)  $\times 5\ 000$

图 3 YG6 合金渗层组织

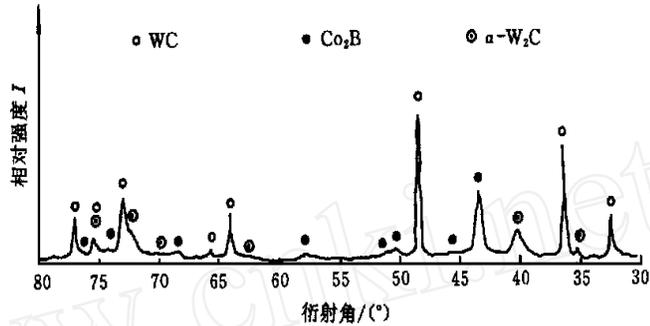


图4 YG6合金渗硼层X射线衍射图

相分析结果表明,除大量六角结构的WC外,渗层中含有 $\text{Co}_3\text{B}$ 和微量的 $\alpha\text{-W}_2\text{C}$ ,未发现 $\text{CoB}$ 存在。四方晶型 $\text{Co}_3\text{B}$ 含硼量仅为8.41%,斜方晶型的 $\text{CoB}$ 中含硼量为15.5%,因此 $\text{Co}_3\text{B}$ 较 $\text{CoB}$ 的硬度低,脆性也较低。渗层组织中未发现 $\text{CoB}$ 相存在,只有单相 $\text{Co}_3\text{B}$ ,这对减少硼层崩落,改善表层脆性会起一定的作用。此外,在渗层中还发现有 $\alpha\text{-W}_2\text{C}$ 相存在,该相具有六方结构,量很少,细小而分散,这对硬质合金的表面强化也有一定作用。渗硼后的组织WC颗粒之间的毗连程度也明显下降,说明WC发生溶解。高温下形成钴的固溶体,空冷过程中或有析出,或有固溶。固溶强化及弥散强化均会提高渗硼后基体的强度。

### 3 结论

1) WC-Co 硬质合金经渗硼后,表层形成硼与钴的化合物,从而强化了粘结相;WC颗粒间毗连程度下降,颗粒尖角圆化,使组织均匀;同时还有细小弥散的 $\alpha\text{-W}_2\text{C}$ 相存在;这些因素都会使耐磨性得到提高。

2) 950℃, 5h条件下渗硼,可获得40 $\mu\text{m}$ 的渗层,表面硬度(HV)可提高90~100。渗硼后拉丝模的耐磨性提高,适用于拉拔铜材、软钢等型材。

实际生产中的应用结果表明,将经渗硼处理后的拉丝模用于拉拔铜材、软钢材、电焊条等,平均寿命提高5倍以上。用渗硼法可进行WC-Co合金的表面强化,还可以对模具进行修复。

### 参 考 文 献

- 1 Jonsson H. Studies of the binder phase in WC-Co cemented carbon heat treatment at 650℃. Powder Metallurgy. 1972, 15(29): 1~ 10
- 2 于仁伟 硬质合金拉丝模的渗硼处理 硬质合金 1980(4): 48~ 51
- 3 Burkhardt C. Category effect of heat treatment on dimensional change in sintered tarts. Powder Metallurgy ETMA TM Thesis Competition Winner's 1994, 37(4): 247~ 249