

粗颗粒钨粉配碳新工艺的研究

田建华

(株洲硬质合金集团有限公司, 湖南 株洲, 412000)

摘 要 研究了双锥混合器的混合时间、填充率、转速对 W+C 混合粉的碳量均匀程度和碳化钨粉的总碳、游离碳的影响。结果表明双锥混合器生产效率高、碳化钨粘结度低、化合碳也高, 完全可以替代用球磨机配碳的传统工艺。制备好的 W+C 炉料必须选择合适的充填系数、转速和混合时间。

关键词 双锥混合器 W+C 混合粉 粗颗粒钨粉

1 前 言

粗晶硬质合金以其高强度、高韧性和高疲劳强度, 广泛应用于凿岩工具、冲压模具、冷锻模、高线轧辊等耐磨结构件, 市场需求旺盛。2005 年, 全国硬质合金总产量比上年度下降 3.88%, 而以粗晶合金为主体的地矿产品, 轧辊则分别提高 3.75% 和 12.46%。这样, 粗颗粒碳化钨需求不断攀升, 不仅量大, 而且对晶粒度大小、粒度分布、颗粒形貌、化合碳量和杂质元素含量提出了更高的要求。因此, 进一步提高粗颗粒 WC 的产量与质量就成了粉末供应者非常关注的重要课题。

经典的 WC 生产工艺是高温还原氧化钨制取粗颗粒钨粉, 粒度范围可控制在 $7\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$, 然后配碳、高温碳化、球磨破碎制备粗颗粒碳化钨粉, 其粒度可控制在 $9\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 范围。在过去的文献资料中, 对还原、碳化的研究报导较多, 几乎没有关于配碳工艺的专题研究报道。事实上, 配碳工艺合理与否直接影响着碳化钨晶粒度、粒度分布、形貌特征, 特别是杂质铁的含量。经典的球磨配碳采用不锈钢球磨筒和钢球, 增铁严重, 碳化块极难破碎, 碳化钨粉团粒明显。一些企业改用衬板球磨筒和衬胶球, 仍然达不到理想的效果。

根据高效、高质和可靠原则, 开展了用双锥混合器配碳的工艺研究。本文就充填系数、混合时间、转速等参数对配碳效果的影响作一些探讨。

2 试验方法和设备

采用小型双锥混合器配制 300 型由粗钨粉和碳黑组成的 W+C 炉料, 研究不同的填充率、不同的转速、混合时间对配碳结果的影响。混合器的技术参数如表 1。

表 1 双锥混合器技术参数

设备名称	容积, L	电机功率, kW	转速, r/min
小型双锥混合器	60	1.25	0~21(可调)

炉料的均匀性采用方差分析, 每次取样是在同一截面从中心到外层等距离取三点各 1.2kg。用库仑定碳仪测定碳量。同时取各点大样各 1kg, 在中频炉中 1900°C 碳化 2 小时, 用燃烧-气体容量法测定碳化钨的总碳(TC), 用酸溶法测定碳化钨中的游离碳(FC); 化合碳(CC)的值是总碳(TC)与游离碳(FC)之差。W+C 的混合状态和炉料中 W 粒形貌采用扫描电镜观察, 其试样是用离子水和丙酮多次洗涤, 除去炭黑并干燥而制得。方差按下式计算:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n}$$

其中 S-方差, x_i -各点的碳量, \bar{x} -三点平均值

3 试验结果分析

3.1 填充率、混合时间对混合效果的影响

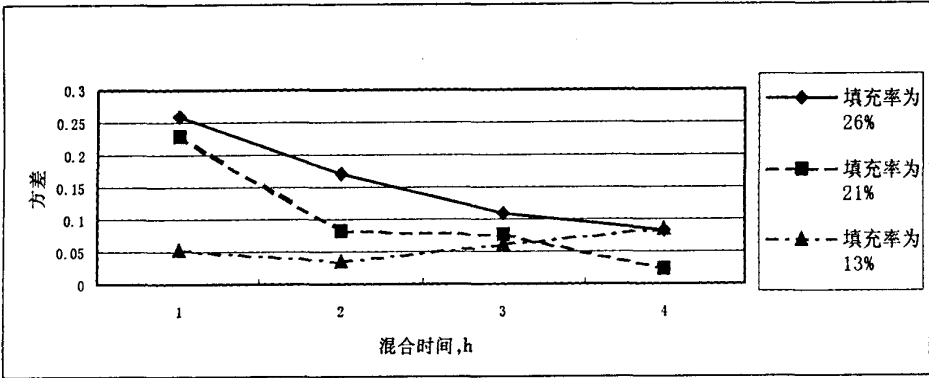


图 1 碳含量的方差与混合时间、填充率之间的关系

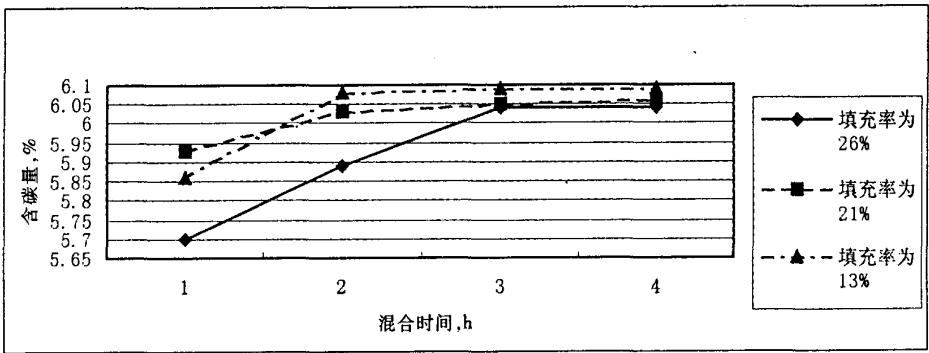
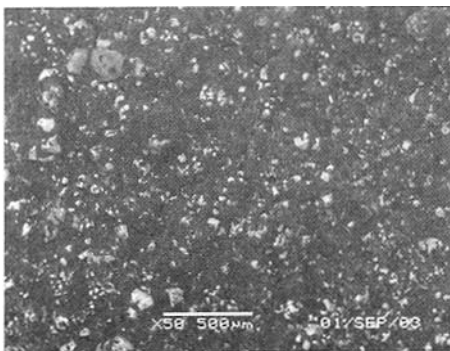


图 2 碳含量的平均值与混合时间、填充率之间的关系

图 1、图 2 为碳含量方差与混合时间、填充率之间的关系,由图可见,不同点的碳含量方差,随混合时间的延长而变小,W+C 混合料的平均碳量随混合时间的延长而不断提高,最后趋于一个固定值。由于配碳时是先加钨粉后加炭黑,钨粉与炭黑的混合是外层的炭黑向钨粉内部扩散,随着混合时间的延长,钨粉与炭黑混合均匀程度增加直到固定值;随着填充率增加,使扩散路径增加,扩散所需的时间越长。填充率为 13% 的 W+C 混合料,在混合两小时后,其方差却有所上升,说明填充率较小时,混合在较短的

时间内就能达到比较均匀的程度,过长的混合时间会导致颗粒之间的碰撞加剧,造成包裹在钨粉表面的炭黑剥落,反而使混合料的均匀程度降低。

从图 3 可以看出,经过 4 小时混合以后,炭黑与钨粉混合均匀,炭黑比较均匀的包裹在钨粉颗粒的表面上。与图 4 的生产料相比,试验料炭黑剥落的情况要少得多。图 5 a)是球磨混合的 W+C 中钨粉形貌,可观察到部分颗粒发生变形和开裂而显扁平状。众所周知,钨晶粒是面心立方结构,其(111)面是易滑移面,在外部应力(球的冲撞)的不断作用下,粗大

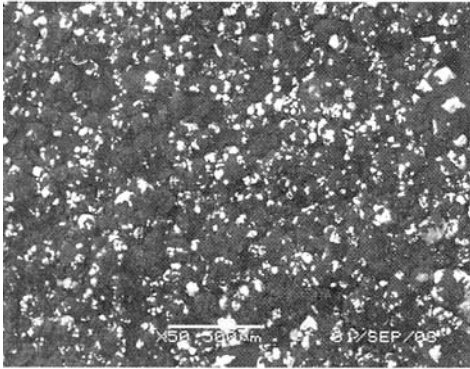


a)300 型 W+C 的 SEM(50x)

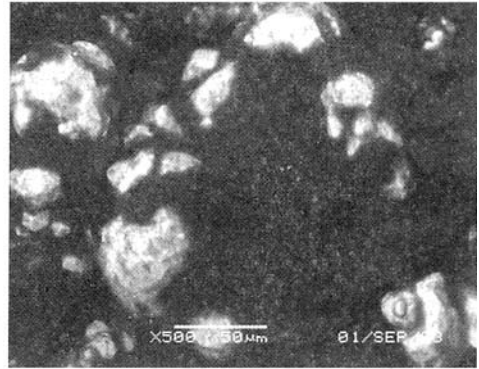


b)300 型 W+C 的 SEM(500x)

图 3 300 型试验料的 W+C SEM(填充率:21%;混合 4h)

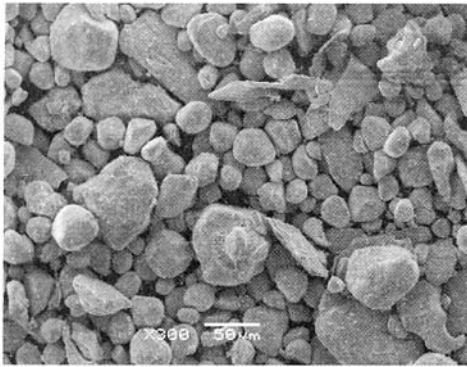


a)300 型 W+C 的 SEM(50x)

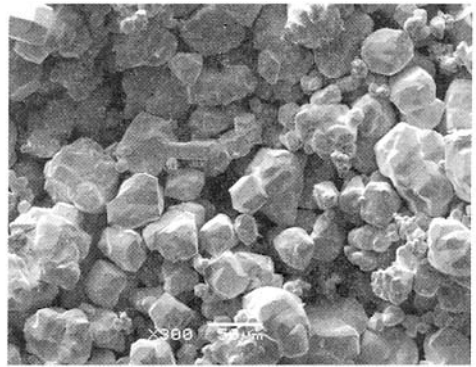


b)300 型 W+C 的 SEM(500x)

图 4 300 型生产料的 W+C SEM(混合 4h)

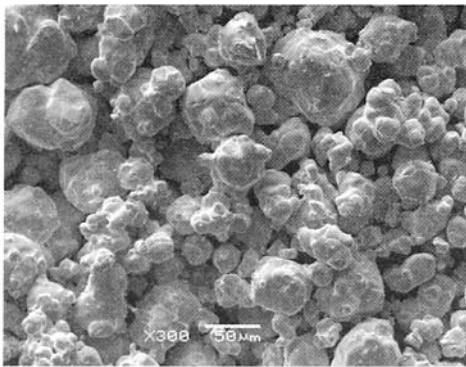


a)球磨混合的 W+C 中钨粉 (300x)

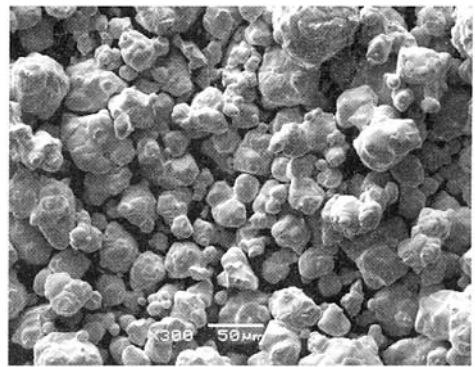


b)试验料 W+C 中钨粉 (300x)

图 5 300 型 W+C 中的钨粉 SEM(混合 4h)



a) ×300



b) ×300

图 6 碳化钨的 SEM 照片(其中 a:生产料; b:试验料)

钨晶粒沿(111)面产生滑移变形或开裂。图 5b)试验料 W+C 中钨粉则基本保持原来的颗粒形貌。

图 6 b)是 17r/min,填充率为 21%,混合 4 小时后的大批碳化钨的 SEM 照片。a)是生产料采用球磨机配碳的碳化钨 SEM 照片,从 a)图中可见碳化钨粉的粘结程度比 b)图中要明显得多,这可能是球磨混合时,球对钨粒强烈碰撞,如图 5 a)所示使钨粒

发生变形而应变能增加,同时,球与钨粒之间的碰撞加剧,造成包裹在钨粉表面的炭黑剥落,使钨粒之间的邻接度增加,导致在碳化时碳化钨颗粒之间的粘结明显增多。

3.2 相同填充率时,不同混合时间对碳化钨总碳和化合碳的影响

从图 7、图 8 可知:在填充率较大时,WC 的碳量

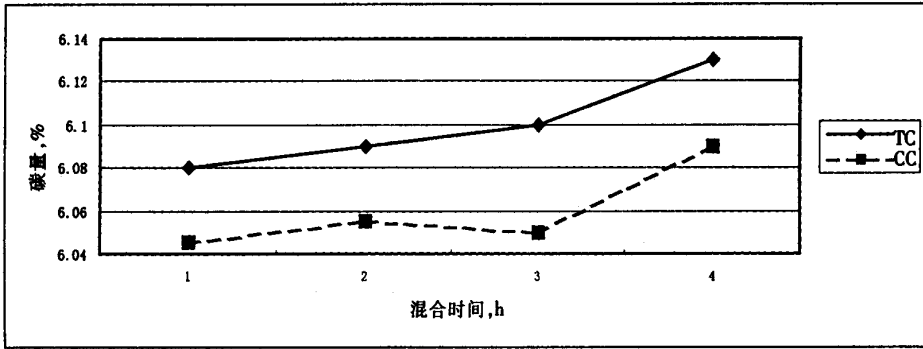


图 7 填充率为 26% 时, 碳量与混合时间之间的关系

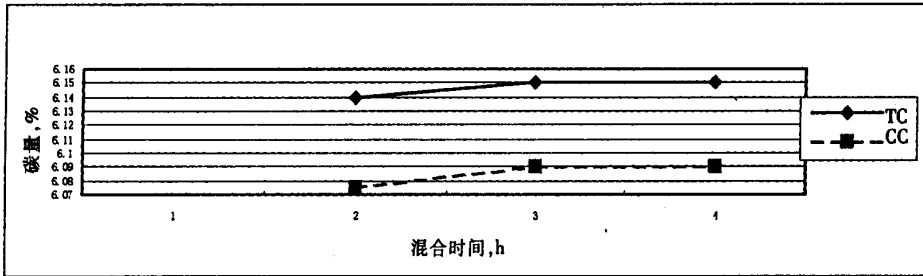


图 8 填充率为 13% 时, 碳量与混合时间之间的关系

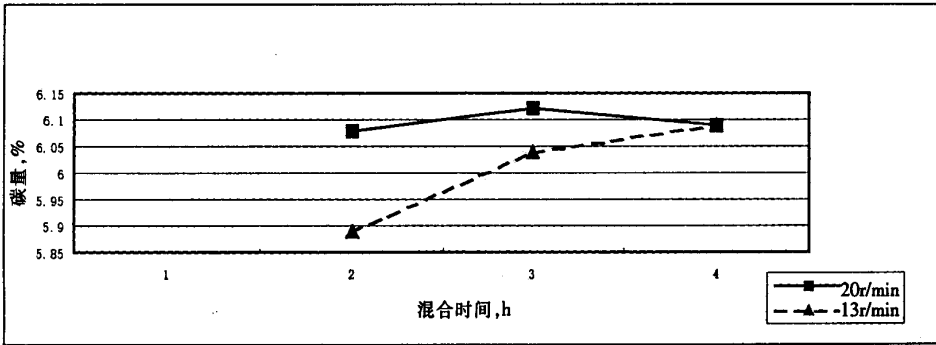


图 9 填充率为 24% 时, 平均碳量与转速、混合时间之间的关系

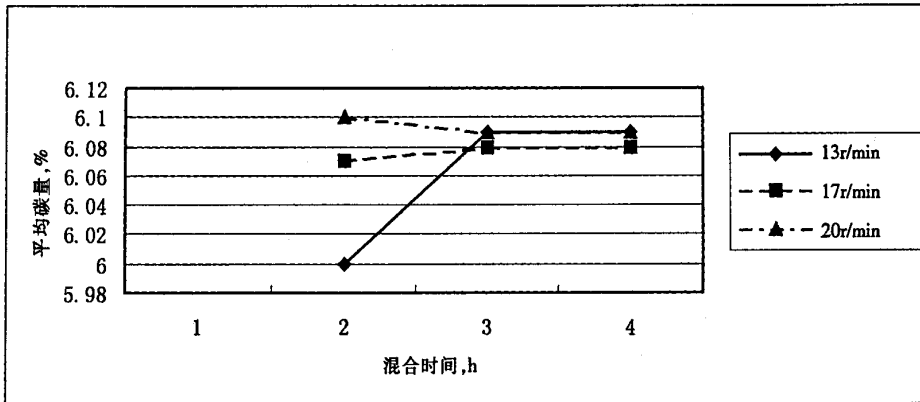


图 10 填充率为 21% 时, 平均碳量与混合时间的关系

在3小时后上升幅度最大,直到4小时左右接近理论配碳值;填充率(13%)小时,在3小时就与理论配碳量一致。说明钨粉与炭黑的混合是扩散过程,而粉末的下落高度是扩散的动力源。因此,采用大的混合器和适当的填充率有利于W+C的混合过程;同时,可提高生产效率。

3.3 相同填充率时,不同转速对平均碳量的影响

300型钨粉配碳结果如图9、图10所示,由图9、图10可以看出,随着转速的提高,达到混合均匀程度所需的时间缩短,这是由于转速增加,单位时间内下落的次数增加,扩散的能力增加。

填充率为21%时在不同转速下取得混合4小时的小样,经相同碳化条件得到碳化钨的检测结果如表2。

表2 不同转速对碳化钨质量的影响

转速	TC	FC	CC	Fe
13r/min	6.16	0.05	6.11	0.021
17r/min	6.17	0.05	6.12	0.023
20r/min	6.18	0.08	6.10	0.029

表2显示:转速增加,TC和FC略增,CC先增后降,这表明转速存在一最佳值,超过该值,混合好的炉料则因颗粒之间的摩擦,造成包裹在钨粉表面的炭黑部分剥落而局部集聚FC增加,CC降低。Fe

含量随转速增加,钨颗粒与筒壁摩擦的机率增加而升高,因此,根据不同容积的双锥混合器,应选择合适的工艺参数。

4 结论

(1) 采用双锥混合器的过程实质上是钨粉与炭黑相互扩散的过程,其混合的均匀程度取决于混合时间、填充率和转速。制备好的W+C炉料必须选择合适的充填系数、转速和混合时间。

(2) 在其他条件不变的前提下,随着混合时间的延长,均匀程度增加,但过分长时间混合,反而会带来不利影响。填充率越大、转速越慢,混合均匀所需的时间就越长。

(3) 采用双锥混合器配碳工艺完全可以取代传统工艺用于粗钨粉的混合,有利于提高生产效率。

参考文献

- [1] 王国栋.硬质合金生产原理.P82
- [2] 2005年行业统计年鉴
- [3]《国外硬质合金》.冶金工业出版社.1976

收稿日期:(2006-04-02)

Study on the New Process to the Mix of the Coarse Tungsten Powder and Carbon Black

Tian Jianhua

(Zhuzhou Cemented Carbide Group Co.Ltd ,Hunan Zhuzhou 41200,China)

ABSTRACT

In this article , the influence of the the bipyramid blender mixing time ,the charge ratio,rotaing speed on the uniformity is studied of the mix of coarse W+C and total carbon/free carbon of tungsten carbide .The result shows that the mix of W+C prepared by the the bipyramid blender has high chemical carbon,less the Fe content . the bond strength of WC block is small and the proudtion efficiency is high.It can take over the conventional ball-blending process at all.To produce good mixture,it must apply apposite mixing time, rotaing speed or charge ratio.

KEY WORDS bipyramid blender, the mix of W+C,coarse tungsten powder