

炸药爆炸法制备超细金刚石粉末

徐康* 金增寿** 魏发学** 江天籁*

*(中国科学院兰州化学物理研究所)

** (甘肃省化工研究院)

摘要 本文介绍了用 TNT/RDX 炸药爆炸的方法合成超细金刚石粉末的初步结果。爆炸后在容器壁上收集到的黑色固体产物中金刚石含量为 27~30%。经混酸处理后得到了金刚石含量超过 90% 的产物, XRD 和电子衍射的结果表明产物为金刚石, 收率为 6% (对炸药用量计算)。透射电镜的结果表明, 这种金刚石的颗粒尺寸为 3~15nm。

关键词 金刚石 炸药爆炸法 超细粉末

人工合成金刚石的方法分为高压法与低压法两大类。高压法又分静压法和动压法两种, 其共同之处均为由石墨在高压下发生相变转化为金刚石, 前者是用静态压力, 后者是用炸药爆炸产生的动态压力。80 年代中期又出现了一种新的合成金刚石的方法, 即是: 当爆炸产物中含有不能被氧化成二氧化碳的多余游离碳时, 在爆轰瞬间的高压和高温作用下, 这些游离碳可以转化为纳米级的超细金刚石粉末^[1,2]。目前人们正在对这种金刚石进行表征和探索其新的用途。本报道介绍了我们在制备这种超细金刚石粉末方面的一些初步结果。

超细金刚石粉末是通过炸药在密闭容器中爆炸而合成的。所用炸药为注装 TNT/RDX 50/50, 药量 80~90g, 在一个约 80L 的高压容器中进行爆炸。爆炸前将空气抽空, 充上 CO₂, 以防止金刚石被氧化, 并用水作冷却剂, 以减少金刚石发生石墨化。爆炸后, 收集附在器壁上的黑色固体产物(简称黑粉)。在 120℃ 烘干后, 通过 40 目筛以除去其中的杂物(如金属导线、胶布残渣)。XRD 分析表明, 这种黑粉的主要成分为石墨与金刚石, 还可能含有少量无定形碳。

用高氯酸与硝酸的混合物加热处理黑粉, 一般经过 3~4 小时, 悬浮物即可由黑色变为灰色。倾去酸液, 用水洗涤, 在离心机上分离, 大约经过五次洗涤与分离后, 烘干, 即得灰色粉末。由图 1 可见, 这种固体粉末的主要成分为金刚石, 但仍含有少量石墨。能谱分析表明, 其中还含有一些无机杂质, 主要为硅的化合物。为此又用氢氟酸处理, 得到了完全不含硅的金刚石粉末。元素分析结果表明, 碳含量为 84%, 还含有少量氮、氢和氧, 说明为类金刚石, 其成分与文献上公布的结果符合^[3], 即类金刚石含量在 90% 以上。

分析结果表明, 爆炸后生成的黑粉中类金刚石含量为 27~30%, 收率(对炸药用量计算)为 6% 左右, 分析结果详见表 1。

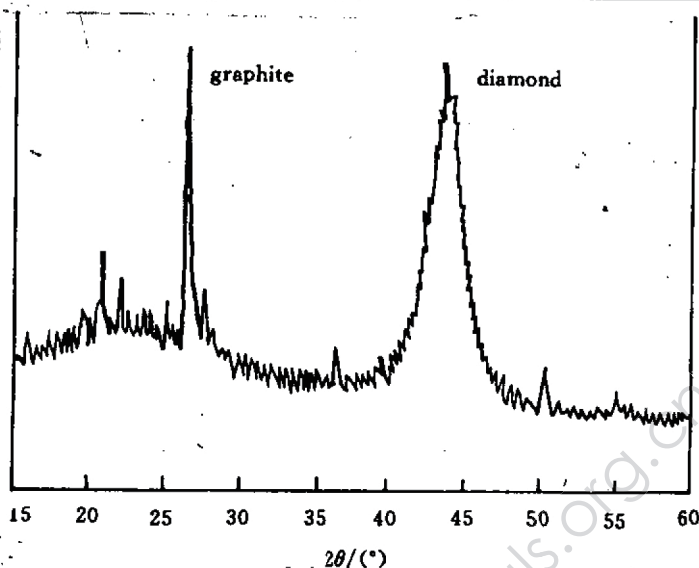


图1 类金刚石粉末的XRD图

Fig. 1 XRD pattern of diamond powder

表1 炸药爆炸法合成金刚石的初步分析结果

Table 1 Preliminary results of diamond synthesized by explosive detonation method

实验编号	炸药用量 (g)	黑粉产量 (g)	黑粉收率 (对炸药) (%)	分析取样 (g)	混酸处理后 金刚石产量 (g)	黑粉中 金刚石含量 (%)	金刚石收率 (对炸药) (%)
4 [#] , 5 [#]	162.7	34.2	21.0	6	1.65	27.5	5.8
6 [#] ~9 [#]	349.6	79.1	22.6	6	1.80	30.0	6.8

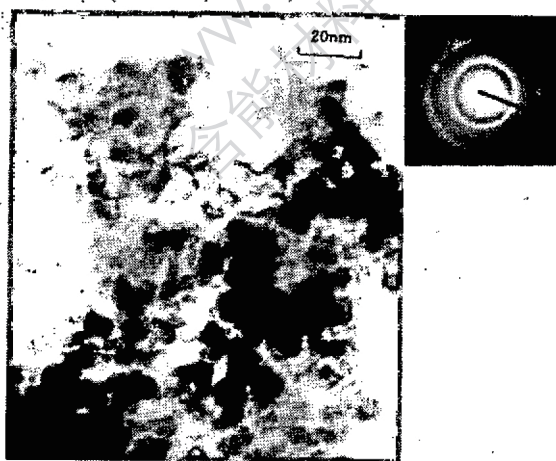


图2 类金刚石粉末透射电镜照片与电子衍射图

Fig. 2 TEM and electron diffraction pattern of diamond powder ($\times 400\text{ k}$)

用这种方法合成的超细金刚石粉末的透射电镜照片和电子衍射图见图2。从图中可见,电子衍射图证实所观察到的颗粒为金刚石。从透射电镜照片可以看出,金刚石颗粒均为纳米级,最大颗粒10~15nm,最小颗粒3~5nm,但它们聚集在一起,形成微米级的聚集体。

以上初步工作表明,用TNT/RDX 50/50炸药可以制备出纳米级金刚石超细粉末,收率在6%左右。目前正在进一步研究提高金刚石收率的途径,并已开始探索这种金刚石细粉在材料科学中可能的应用。

本工作得到中科院基础局和中科院兰州化物所固体润滑开放实验室的资助。XRD分析是由丛秋滋、冯淑瑜同志;元素分析是由马敏智、陈学纯、张仲安同志;电镜是由徐洮同志完成的,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 Лямкин А Ц, Петров Е А, Ершов А П, и др. ДАН СССР, 1988, 302(3):611~613
- 2 Greiner N R, Phillips D S, Johnson J D, et al. Nature, 1988, 333(6172):440~442
- 3 Kuznetsov V L, Aleksandrov M N, Zagoruiko I V, et al. Carbon, 1991, 29(4, 5):665~668

PREPARATION OF ULTRAFINE DIAMOND BY EXPLOSIVE DETONATION METHOD

Xu Kang* Jin Zengshou** Wei Faxue** Jiang Tianlai*

* (Lanzhou Institute of Chemical Physics)

** (Chemical Industrial Research Institute of Gansu Province)

ABSTRACT The preliminary results of diamond synthesized by the detonation of TNT-RDX explosive were reported. The content of diamond in the black solid product collected from the wall of the container after detonation was 27~30%. By treatment with mixed acids the product containing more than 90% diamond was obtained, the yield was about 6%. TEM results indicated that the particle size of diamond is 3~15nm.

KEY WORDS diamond, explosive detonation method, ultrafines.