

文章编号:1673-9981(2010)01-0056-04

硬质合金增塑挤压工艺研究

陈强, 罗锴, 蔡一湘

(广州有色金属研究院, 广东 广州 510650)

摘要:采用增塑挤压工艺,以WC-3Co硬质合金为原料进行挤压成形.研究了粉末填充量、热脱粘工艺及真空烧结过程对材料性能的影响.当粉末填充量为62%时,经1470℃烧结90 min,材料的密度可达14.75 g/cm³,硬度(HRA)可达93.8.

关键词:增塑挤压; 粘结剂; 真空脱粘; 真空烧结; 硬质合金

中图分类号: TF124.3

文献标识码: A

金属粉末增塑挤压工艺,是为了在低温下进行挤压而开发的新技术,是制备等截面、大长径比产品的最有效的方法.其关键工序为:用塑料等高分子材料作骨架,以低分子聚合物为填充剂,以硬脂酸等为表面活性剂的多组分粘结剂作载体,与一定比例的金属粉末或陶瓷粉末充分混炼,制粒后,在挤压机上通过模具,挤出等截面形状的预成形坯.经脱粘、烧结等工序,制成制品.

采用粉末增塑挤压技术,已制备出直径0.5~40 mm棒材,壁厚小于0.3 mm管材.还生产出各种形状、尺寸的蜂窝状横截面结构的陶瓷零件,其产品广泛用于电子、机械、航空、汽车等领域.粉末增塑挤压具有粉末冶金技术的近净形技术特点,成型材料范围涵盖金属、陶瓷、金属间化合物.该技术为新材料及其产品的开发,提供了新的技术方法^[1].

硬质合金作为“工业的牙齿”材料,在微钻、水刀喷管这类高长径比的制品中,受到广泛关注.而这类

产品最简便的制作工艺,就是粉末增塑挤压.但是,由于该工艺复杂,影响因素多,并且对制品密度和硬度的要求高,所以如何稳定硬质合金粉末增塑挤压工艺,如同硬质合金粉末注射成形工艺一样,有待于我们努力去研究.在粉末增塑挤压成形工艺中,粘结剂的选择和脱除是影响硬质合金挤压成形至关重要的因素.在硬质合金挤压成形中,由于引入了大量的有机高分子聚合物,所以在烧结前这些有机物必须完全脱除.既不能产生增碳,也不能产生脱碳,否则会对产品的性能产生很大影响.

1 实验方法

实验用原始粉末为广汉科力特有限公司生产的WC-3Co硬质合金混料.粉末的化学成分和粒度列于表1.

表1 粉末的性质与成分
Table 1 The property and component of powder

平均粒度/ μm	比表面积/ $(\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1})$	元素质量分数/%			
		Co	C _B	O	W
0.76	1.58	3.12	5.81	1.34	余量

收稿日期:2010-01-05

作者简介:陈强(1956—),男,重庆江津人,高级工程师,学士.

在混合料中加入晶粒长大抑制剂,其含量为 Cr_3C_2 0.1%, TaC 0.2%, VC 0.2%。粘结剂选择以石蜡基为主的多组元粘结剂(低密度聚乙烯、聚丙烯、石蜡、巴西棕榈蜡、微晶蜡和硬脂酸)。以此粘结剂配方为基础,根据不同的粉末填充量,适当调整塑料组元成分。在 D20 单螺杆挤出机上进行挤出成形。采用真空热脱粘方式,直接一次脱除。在真空烧结炉中进行烧结,烧结坯经加工打磨后,测定其硬度和密度。

2 结果与讨论

2.1 粉末填充量对挤出成形的影响

用外径 8.9 mm、内孔 0.95 mm 的模具进行挤出成形实验,实验结果列于表 2。由表 2 可知,随着粉末填充量的增加,挤出扭矩增加。但是当粉末填充量超过 62% 后,无论怎样调整塑料组元及挤出工艺参数,都不能挤出成形。因此,该粘结剂配方案具有一定的局限性。采用该配方的粘结剂挤压成型,粉末填充量为 60% 较合适。

表 2 挤出成形工艺参数

Table 2 The technical parameter of extruding

粉末填充量 /%	模温 /℃	转速螺杆 /(r·min ⁻¹)	塑料组元 /%	扭矩 /(N·m)
55	85	32	30	75
58	90	32	28	120
60	100	32	25	170
62	100	50	23	270

2.2 热脱粘工艺过程

在石蜡基多组元粘结剂的热脱粘工艺中,石蜡在 250℃ 以前的低温脱粘过程中,极易产生缺陷^[2]。占主要成分的石蜡,在 250℃ 以前将以渗透、蒸发、裂解的形式脱除大部分。然而,每一种零件由于壁厚的不同,原始粉末粒度的差别,其升温曲线是不一样的。尤其是粘结剂中,石蜡的多少以及粉末填充量的多少,对热脱粘进程的影响很大。在挤出坯料中,粘结剂中的石蜡在 70℃ 以前不会发生分解、渗出,只有些软化。因此,70℃ 以前的升温可以快些。70℃ 以后,由于挤出时产生的应力和出模后校直的速冷

作用,使挤出坯存在一定的内应力。在加热过程中,如升温太快,这部分应力就会释放而形成显微裂纹。因此,为了消除这些应力,设定 110℃ 作为第一保温平台。在此温度下保温 1 h,坯件表面开始渗出石蜡。为了使其在后续的升温过程中,石蜡渗出、蒸发充分。在 110~145℃ 设置了两个保温平台,并且升温极慢。石蜡在此阶段的主要脱除方式是渗透到表面再蒸发,因此脱粘过程进行得很慢,坯料经过渗透蒸发逐步建立起由表及里的连通孔隙。在 145~190℃ 通过渗透蒸发可进一步脱除石蜡,只是这一过程进行得更快。通过控制升温速率和设置保温平台,在建立由内到外的连通孔道过程中,既能让石蜡脱除,又不能因升温过快而产生裂纹等缺陷。从升温到 190℃ 这一阶段脱除的石蜡,只占石蜡总量的 30% 左右。在 190~250℃ 前已建立了部分连通孔,因此在这一阶段石蜡的脱除会因温度的升高而大大加快。在 250℃ 保温后,可脱除石蜡总量的 80% 以上。由于基本上建立了由内到外的连通孔隙,因此可进一步脱除塑料组元。此后升温速率便可提高,经 480℃ 保温后,粘结剂基本脱除干净。在整个热脱粘过程中工艺参数的变化及石蜡的脱除情况列于表 3。

表 3 热脱粘试验结果

Table 3 The result of hot debonding examination

温度/℃	升温速率 /(℃·h ⁻¹)	保温时间/h	石蜡脱除率/%
110	220	1	
120	10	0.5	
135	15	1	
145	20	1.5	
165	20	1	
190	25	1	30
220	30	1	50
250	30	2	80
480	120	2	100

2.3 烧结温度和时间对密度和硬度的影响

图 1 为烧结温度对 WC-3Co 硬质合金密度和硬度的影响。由图 1 可知,随着烧结温度的提高,合金的密度和硬度增加。但是,当温度高于 1470℃ 以后,

密度增加不明显,硬度略有降低.图2为烧结时间对WC-3Co硬质合金密度和硬度的影响.由图2可知,随着烧结时间延长,合金的密度和硬度增加.但是,当保温时间超过90 min后,密度和硬度增加不明显.这主要是由于WC-3Co硬质合金的钴含量低,烧结中液相量相对较少.当烧结过程基本完成后,提高烧结温度和延长烧结时间,对致密化影响不大,反而有可能使晶粒长大而导致硬度降低^[3-4].

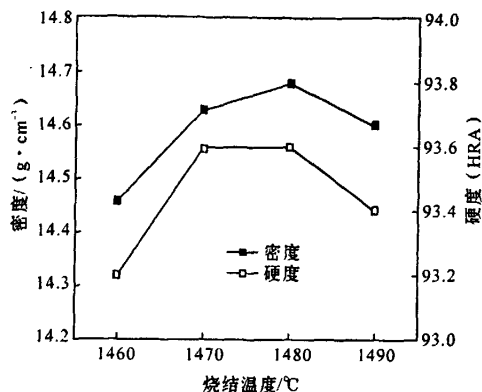


图1 烧结温度对密度和硬度的影响

Fig. 1 The effect of density and hardness with sintering temperature

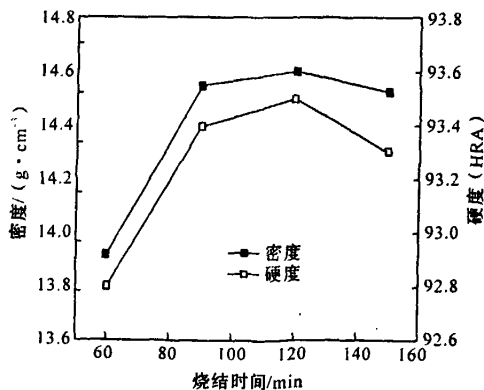


图2 烧结时间对密度和硬度的影响

Fig. 2 The effect of density and hardness with sintering time

2.4 粉末填充量对密度和硬度的影响

图3为在1470℃保温90min的烧结工艺下,粉末填充量对密度和硬度的影响.由图3可见,随着粉末填充量的增加,密度和硬度增加.这很容易理解,

填充量增加,粉末的表面积增加,烧结动力就增加^[5],因此密度就增加.在这一范围内,随着密度的增加,硬度也相应增加.所以粉末注射成形和粉末挤压成形一般都追求高的粉末填充量.实验表明,在1470℃保温90min,粉末填充量为62%时,产品的密度达到14.75 g/cm³,硬度达到HRA 93.8.

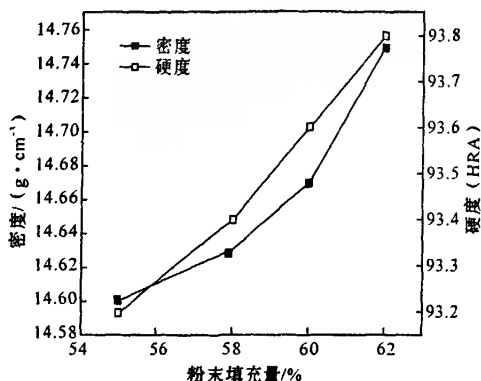


图3 粉末填充量对密度和硬度的影响

Fig. 3 The effect of density and hardness with the powder loading

3 结论

用以石蜡为主的多组元配方的粘结剂进行增塑挤压成形,其最大粉末填充量可达62%,最佳填充量为60%,且工艺性能稳定,可执行性良好.能稳定进行挤出成形、真空热脱粘和真空烧结.产品性能稳定,重复性良好.采用真空热脱粘工艺,可较好地解决硬质合金挤出坯脱粘和脱碳问题,且脱粘过程易于控制.当粉末填充量为62%时,在1470℃保温90 min,WC-3Co硬质合金产品的密度达到14.75 g/cm³,硬度达到HRA 93.8.

参考文献:

- [1] 陈勇军,左孝育,史庆南,等.金属粉末增塑挤压与注射成型[J].云南冶金,2003,32(1):42-46.
- [2] FAN J L, HUANG B Y, QU X H, et al. Low temperature thermal debonding behavior of wax-based multi-component binder for tungsten heavy alloy [J]. Trans Nonferrous Met Soc China, 1999, 9(1): 93-98.
- [3] 陈亚军,邹慧.超细WC-Co硬质合金的烧结特征[J].中国民航学院学报,2003(2):14-18.

- [4] 张立,黄伯云,吴恩熙. 纳米 WC-Co 复合粉的烧结特征 [J]. 硬质合金, 2001(6): 65-68. 收缩与晶粒长大[J]. 华东理工大学学报, 1999(10): 494-498.
- [5] 刘兵海,张跃,欧阳世翥. 超细晶粒 WC-Co 硬质合金的

Extrusion molding of WC-3Co cemented carbide

CHEN Qiang, LUO Kai, CAI Yi-xiang

(Guangzhou Research Institute of Nonferrous Metals, Guangzhou 510650, China)

Abstract: WC-3Co cemented carbide was shaped by using extrusion molding in this paper. It was found that the parameters of extrusion molding such as powder loading, the processing of hot debonding and vacuum sintering influenced the properties of WC-3Co cemented carbide. High properties of WC-3Co cemented carbide with a density of 14.75g/cm^3 and a hardness of HRA 93.8 were obtained when sintered by vacuum sintering at 1470°C for 90 minutes and the powder loading was up to 62%.

Key words: extrusion molding; binder; vacuum debonding; vacuum sintering; cemented carbides