

锡青铜粉末的压制与烧结性能^①

曹 鹏 曲选辉 雷长明 陈仕奇 黄伯云
(中南工业大学粉末冶金研究所, 长沙 410083)

摘 要 采用预合金粉、部分合金化粉、混合粉, 制得具有理想物理性能、压制性能和烧结性能的 Cu-Sn 粉末, 研究了粉末组成对压坯密度、压坯强度、烧结后尺寸变化、烧结密度和烧结强度等性能的影响。
关键词 锡青铜粉末 压制 烧结

90/10 锡青铜粉末广泛应用于生产高精密微型含油轴承。近年来, 我国已有数家工厂从国外引进了先进的铜基粉末冶金产品自动生产线, 这些生产线对原料粉末提出了许多特定的要求。目前生产高性能含油轴承的锡青铜粉仍然依赖进口。工业生产这种青铜粉主要有两种方法, 即采用预合金粉(本文称之为 90/10), 或者是 90% 的铜粉和 10% 的锡粉相混合(这种混合粉称之为 Cu+10)。这两种方法各有其优缺点, 混合粉(Cu+10)具有相对较好的压制性能和烧结性能, 但成分不均匀; 相反, 预合金粉(90/10)不存在成分偏聚, 但其压制性较差, 而且这种粉末压坯的烧结常在无液相情况下进行, 因而其烧结强度不高。另外, 控制坯体烧结尺寸变化在工业生产中具有现实意义, 尤其对精密微型轴承而言更是如此。部分合金化可以解决上述两种粉末在压制性和均匀性方面存在的问题, 但烧结收缩/膨胀仍难以控制。本文通过配制不同比例的混合粉(Cu+10), 预合金粉(90/10), 以及部分合金化粉(Cu10), 研究了它们的压制和烧结性能, 以满足工业生产要求。

1 试验材料与方法

试验用粉末的有关数据见表 1 和表 2。铜

表 1 原料粉末有关数据

粒度	粒度组成/%				
	预合金粉末		单质粉末		部分合金化粉 Cu10
	90/10	94/6	Cu	Sn	
+150 目	—	—	0.5	—	6
+200 目	—	—	6.5	0.5	17
+325 目	18.5	27.0	22	7.5	25
—325 目	81.5	73.0	71	92	52
松装密度 /g·cm ⁻³	3.96	3.84	2.4	3.2	2.68
流率 /0.02s·g ⁻¹	23	22	40	不流	36

表 2 锡青铜含油轴承用粉末的性能

指标	性能
—320 目细粉率/%	62~65
松装密度/g·cm ⁻³	2.8~3.2
流率/0.02 s·g ⁻¹	32~39

粉与预合金粉用水雾化法得到, 锡粉采用气雾化方式得到。铜粉、预合金粉、锡粉的松装密度分别为 2.4、4.0、3.2 g/cm³。将不同配比的粉末加上 0.5% 的润滑剂后在混料机中进行合批, 时间为 0.5 h, 这种粉末再加入适量的部分合金化粉, 混合均匀后得到试验用 Cu-Sn 粉末, 本文中称这种 Cu-Sn 粉为 Premix 粉。

试验采用两种试样。一种是直径为 20 mm 高为 17~19 mm 的圆柱体试样, 另一种是 44 mm×6.3 mm×6.5 mm 的矩形试样。测定压坯

① 收稿日期: 1995-02-21; 修回日期: 1995-05-23

密度、压坯强度、烧结密度、烧结强度以及烧结后尺寸改变,取三个点作为测量平均值。

2 试验结果

2.1 压制性能

图1示出了不同压制压力下压坯密度的变化。可以看出,随着压制压力增大,压坯密度提高。从图1(a)还可发现:还原态粉末比未还原粉末的压坯密度高。图1(b)表示含有不同含量预合金粉的压坯密度随压制压力的变化,粉末均经还原处理。可以发现,含7.5%的预合金粉的压坯密度最低,而不含预合金粉的压坯密度最高。这表明粉末的表面状态和其中预合金粉的含量对压制性能均有影响。

采用抗压强度值来表征压坯强度。实验用Premix粉末具有良好的压制性,压坯强度高,且压坯强度随压力呈直线递增关系,如图2所示。

2.2 烧结性能

烧结试验是在 H_2 气氛中进行的。烧结工艺制度如图3所示。450℃下保温30min以去除润滑剂,然后在烧结温度下保温60min,随后冷却。观察压坯密度、压制压力和烧结温度

对烧结坯性能的影响。

2.2.1 径向尺寸变化

图4表示径向尺寸变化和压坯密度的关系。随着压坯密度提高,尺寸改变量呈直线增大。Cu和Sn的混合坯块在798℃烧结时会出现“反常膨胀”现象,并且在略高于798℃时膨胀最严重^[1,2],而预合金粉在烧结时有收缩趋势。图4虽然也采用了一定含量的预合金粉末,但仍不能抵消反常膨胀。通过调整粉末的原料配比、表面状态等因素,我们得到了尺寸改变极小的坯块试样,当烧结温度为812、829和845℃时,对应的尺寸变化分别为0.11%、-0.05%和-0.20%。

2.2.2 烧结密度

图5表示不同含量预合金粉坯块的烧结密度与压制压力的关系。随着压力的增大,粉末烧结密度增大;且预合金粉含量大者,其烧结密度亦大。这也进一步说明了预合金粉坯块在烧结过程中具有收缩趋势,预合金粉的收缩可以部分抵消铜锡混合坯的反常膨胀,从而导致烧结密度的提高。

2.2.3 烧结坯强度

随着烧结密度的提高,实验中的铜锡Premix粉坯块的烧结强度提高,如图6所示。

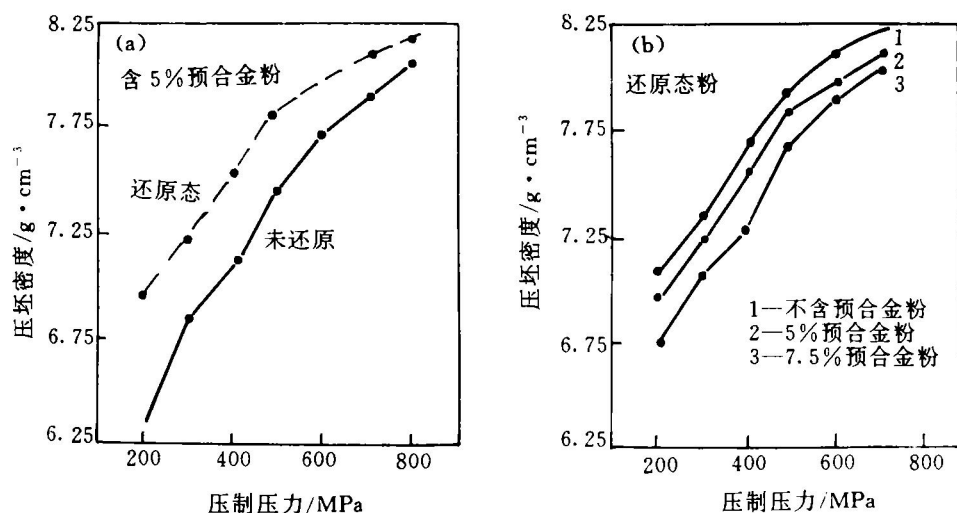


图1 影响压坯密度的因素

(a)—粉末表面状态; (b)—预合金粉含量

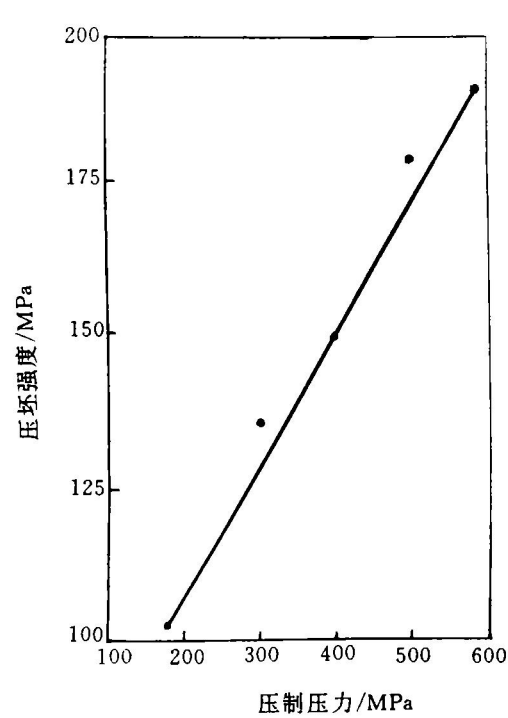


图2 压坯强度与压制压力关系

从图6可以得出：预合金粉含量增加，烧结坯强度降低，这可能是因为预合金粉阻碍了铜和锡的相互扩散，从而引起扩散粘结强度降低，最终导致了烧结坯强度的下降。

3 讨论

压坯密度主要反映了压坯体的致密化程度。当压制压力增大时，粉末颗粒间相互接触增大，这导致了压坯密度的提高。预合金粉的压制性能低于混合粉，因此加入一定量的预合金粉会使压坯密度下降。经过还原处理可以改变粉末的表面状态，铜粉由不规则变形为海绵状，因此，还原态的粉末压制性能优越，压坯密度大于未经还原处理的粉末坯块。

压坯密度、烧结密度和烧结坯强度有密切关系。压坯密度越大意味着坯体中孔隙越小，粉末颗粒间相互接触面积越大，烧结过程中原子扩散就越容易进行，因而烧结强度越大。

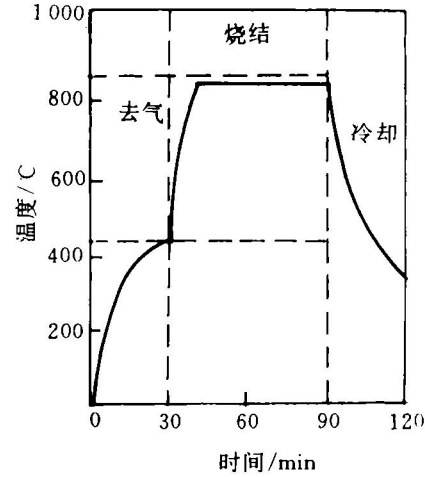


图3 Cu-Sn 烧结工艺

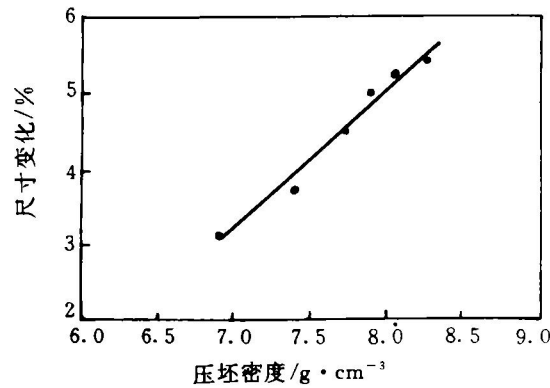


图4 烧结尺寸变化与压坯密度关系

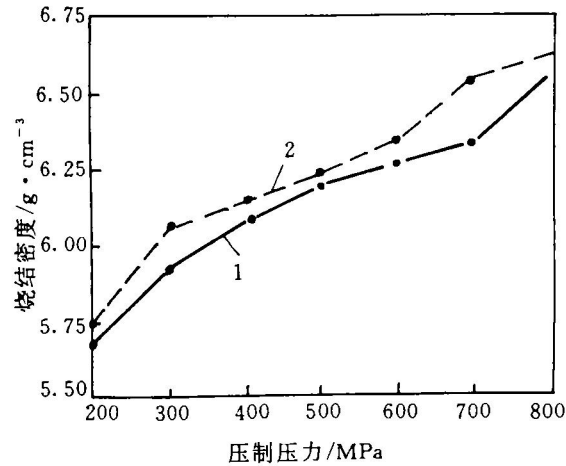


图5 烧结密度与压制压力关系
1 5%预合金粉；2 10%预合金粉

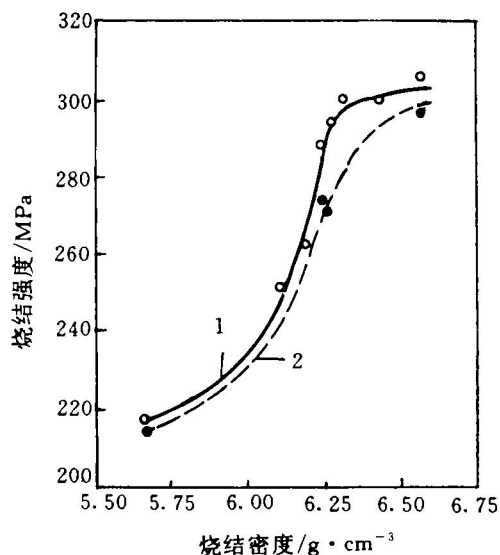


图6 烧结强度随烧结密度的变化关系曲线

1—5%预合金粉; 2—10%预合金粉

预合金粉对烧结性能的影响主要表现在烧结尺寸变化方面^[3, 4]。研究表明, 烧结温度大于 740 °C 以后, 随着烧结密度增大, 预合金粉坯块的烧结收缩越严重; 而单质 Cu 和 Sn 的混合坯块在 798 °C 以上温度烧结时, 会出现由于包晶反应引起的反常膨胀现象。通过调整预合金粉的含量以及 Cu 和 Sn 粉的物理性能, 可以有效地抑制反常膨胀现象。主要措施有: (1)

采用低松装比的细铜粉; (2) 采用低的压坯密度; (3) 细的 Sn 粉; (4) 控制润滑剂的含量等。实验过程中, 我们采取了部分合金化工艺后, Sn 可包覆在 Cu 粉表面或者部分扩散到铜中, 这样在烧结时就有更多的 Sn 存在于“安全”的 α 相中, 有效地抑制了反常膨胀。

4 结论

(1) 预合金粉含量影响压制性能和烧结性能; 预合金粉含量提高将导致压制性能的恶化, 引起烧结坯强度的下降。

(2) 添加预合金粉可抑制混合粉末坯块在烧结过程中的反常膨胀。

(3) 添加部分合金化粉末是制备高精度轴承用粉末的有效方法。

参考文献

- 1 Mitani H. Trans Japan Inst Met, 1962, 3: 244.
- 2 Peissker E. Modern Dev in Powd Metall, 1974, 7: 597.
- 3 Peissker E. Met Powd Rep, 1983, 38(5): 259.
- 4 Dowson G. Met Powd Rep, 1984, 39(2): 71.

COMPRESSING AND SINTERING CHARACTERISTICS OF TIN BRONZE POWDER

Cao Peng, Qu Xuanhui, Lei Changming, Chen Shiqi, Huang Baiyun

Research Institute of Powder Metallurgy,

Central South University of Technology, Changsha 410083

ABSTRACT High-quality bronze powder with extreme physical and pressing/sintering properties could be obtained by different stoichiometric proportions of pre-alloyed, partially-alloyed or mixed powder from elemental copper and tin. The effect of each content on the compacting and sintering properties was studied. The experimental results showed that the bronze powder with wonderful properties could be obtained by adjusting the content of each starting powder.

Key words tin bronze powder compressing sintering

(编辑 彭超群)