

17-20

④

# 镍的添加方式对钨基高比重合金 显微组织和性能的影响

TF123  
TF12452

黄宁 黄建忠

(中南工业大学,长沙 410083)

**摘要** 对镍加入到钨基高比重合金中的四种方式进行了研究。结果表明,镍以共还原法的方式加入,所得合金在液相烧结时的活化作用大,降低了合金的烧结温度,钨晶粒微细,防上了脆性相  $WNi_4$  金属间化合物的形成,同时合金具有较高的物理和力学性能。

**关键词** 高比重合金 活化烧结

粉末冶金, 钨基合金,

THE AFFECT TO TUNGSTEN - BASE HIGH - DENSITY ALLOY'S MICRO  
- TISSUES AND FUNCTIONS OF NICKEL'S ADDING WAY

Huang Ning Huang Jian Zhong

(Central South University of Technology, Chang Sha, 410083)

**Abstract** The paper studies 4 adding - ways for Ni added to W - base high - density alloy. The result indicates that Ni adds alloy with common reduction adding way. The alloy has good activated sintering action in liquid - phase sintering, reduces alloy's sintering temperature, crystallizing grain is very small, which avoids forming fragile phase  $WNi_4$  between metal and has rather good physics mechanics functions.

**Key words** High - density alloy activated sintering

自1935年由McLennan和Smithells用液相烧结方法首先研制成功W-Ni-Cu重合金,并用作镭射线的屏蔽部件以来<sup>[1]</sup>,钨基高比重合金的发展十分迅速,近30年来相继研究出了强度和硬度都较高的W-Ni-Fe、W-Ni-Cr、W-Ni-Co和W-Ni-Mo等钨基高比重合金,而且已广泛应用于现代科学技术、国防工业和民用工业中<sup>[2]</sup>。在这些合金的添加元素中,镍

的加入是非常重要的,实验表明,添加镍可以获得高的强度和高的密度。本文以W-Ni-Cu高比重合金为例,研究了镍的添加方式对合金显微组织和性能的影响。

## 1 试样的制备和试验方法

镍以机械混料法、化学混料法、化学镀法和共还原法四种方式加入,来制取其化学成分为

黄宁:工程师,毕业于机械制造专业,从事粉末冶金设备和模具设计工作以及粉末冶金材料研究工作。

收稿日期:1997-01-24

90W-6.66Ni-3.34Cu 的复合粉末,用扫描电镜分别测定这四种复合粉末中镍的分布状态,然后以这四种复合粉末为原料,经压形、液相烧结制得高比重合金,分析了镍的活性对合金显微组织、性能和工艺特性的影响。

## 2 试验结果与讨论

### 2.1 添加方式对镍在复合粉末中分布状态的影响

(1)镍以机械混料的方式加入。按 90W-6.66Ni-3.34Cu(以下各方法相同)称取钨粉、镍粉和铜粉,装进球磨筒内进行球磨混料,球料比为 1:1,球磨时间为 24h。在配入的金属粉末中,钨粉的平均粒度为  $3.8\mu\text{m}$ ,铜粉为 -200 目,镍粉为 -300 目。由于镍粉只占合金重量的 6.66%,且镍粉的粒度较粗,因而镍在复合粉末中的分布是不均匀的(图 1),镍在烧结过程中的活性也就很差。



图 1 机械混料法加镍,镍在复合粉末中的分布状态(扫描电镜面扫描)  $\times 600$

(2)镍以化学混料的方式加入。是将钨粉和铜、镍的盐溶液进行混合,此时铜、镍浸到钨粉的周围,经蒸发干燥后进行热分解还原,便得到钨、镍和铜的复合粉末,由于沉积在钨粉上的镍很细,且能均匀包覆在钨粉的周围(也有局部聚集现象)(图 2),因此镍的活性较大。

(3)镍以化学镀法加入。是用  $\text{SnCl}_2$  活化钨粉后,在镍的碱性溶液中用联氨作还原剂将镍离子还原成金属,并沉积在钨粉的表面上,所以镍的分布较均匀(图 3),而且活性较好。



图 2 化学混料法加镍,镍在复合粉末中的分布状态(扫描电镜面扫描)  $\times 600$



图 3 化学镀法加镍,镍在复合粉末中的分布状态(扫描电镜面扫描)  $\times 600$

(4)镍以共还原法的方式加入。是将钨、镍、铜的盐进行均匀混合后,经热解还原便得到钨、镍、铜的复合粉末。由于镍盐很微细,平均粒度只有  $1\mu\text{m}$ ,因此能均匀的分布到钨粉的周围,经热解还原后,得到的镍粉粒度只有  $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$ ,因而镍的活性大。图 4 是镍在复合粉末中的均匀分布状态。

实验表明,由于镍的添加方式不同,镍存在的状态和分布的均匀性也明显不同,沉积镍的活性也不一样。这四种镍的添加方式中,以共还原法所得到的复合粉末的粒度最细,均匀性最好,镍的活性最大。

### 2.2 镍的添加方式对合金物理力学性能和工艺性能的影响

对上述四种不同的方式添加镍所得到的复合粉末坯料进行液相烧结,测定合金的抗拉强度和密度。其结果如图 5 所示。

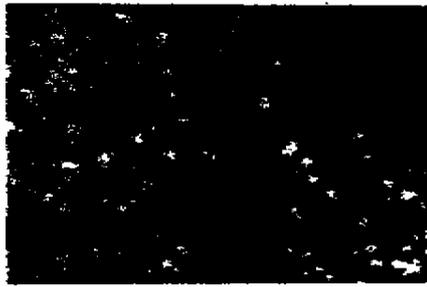


图4 以共还原法加镍,镍在复合粉末中的均匀分布状态(扫描电镜面扫描)  $\times 600$

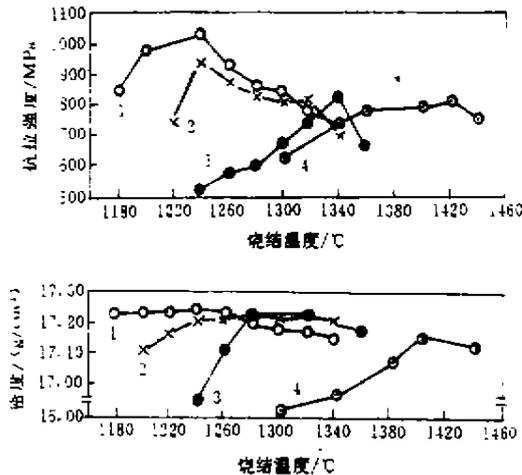


图5 烧结温度对合金抗拉强度和密度的影响

- 1—以共还原法添加的合金;
- 2—以化学镀法添加的合金;
- 3—以化学法添加的合金;4—以机械法添加的合金

从图5可见,由于镍的添加方式不同,镍在复合粉末中的分布及其状态也就不同,因此合金的物理力学性能和工艺性能也不同。镍以机械混料法加入所得到的复合粉末,由于镍的分散性和均匀性都不理想,镍粉又较

粗,活性也不好,因而需要的烧结温度高,在1420°C的温度下进行烧结,合金才能获得较为理想抗拉强度。而镍以共还原法加入所得到的复合粉末,镍在复合粉末中的分散性和均匀性好,镍粉的粒度又细,活性高,所以合金所需要的烧结温度比较低,在1240°C的温度下进行烧结,保温2h,其抗拉强度可以高达1020MPa。在1180°C~1260°C的温度下进行烧结,其密度可达到理论密度的99.65%以上。

实验表明,以共还原法添加镍,镍具有很高的活性,其在液相烧结过程中的作用,可以解释为由于镍以超细状态均匀分布在钨颗粒的周围和粘在钨颗粒的表面上,使在相邻钨晶粒界面之间生成合金层,这种合金层在液相烧结时,降低了基体钨晶粒的体积迁移激活能,通过扩散和类似液体般的粘性流动,使钨晶粒产生剧烈流变,从而增强粘相和钨晶粒界面的接触强度,使合金得到高的强度和高的密度。同时由于镍的活性大,降低了合金的液相烧结温度,因而防止了钨晶粒的长大和脆性相W<sub>3</sub>Ni<sub>2</sub>金属间化合物的形成,从而提高了合金的抗拉强度。

### 2.3 镍的加入方式对合金显微组织的影响

合金断口形貌分析表明,镍的四种添加方式对其合金显微组织和性能的影响如表1所示。

图6是以共还原法加镍所得合金的断口形貌。

表1 镍的添加方式对合金显微组织和性能的影响

镍的添加方式	合金的显微组织特征	合金的抗拉强度/MPa
共还原法	钨晶粒呈等轴型,其平均直径为6 $\mu$ m,呈沿晶断裂;粘相相均匀分布在钨晶粒周围,形成网状结构,呈延性断裂	1020
化学镀法	钨晶粒的平均直径为20 $\mu$ m,大部分呈沿晶断裂,个别呈穿晶解理断裂;粘相相均匀分布在钨晶粒的周围,呈延性断裂	940.5
化学混料法	钨晶粒的平均直径为30 $\mu$ m,一部分呈沿晶断裂,另一部分呈穿晶解理断裂,粘相相分布很不均匀,呈延性断裂	812
机械混料法	钨晶粒的平均直径为40 $\mu$ m,一部分呈沿晶断裂,另一部分呈穿晶解理断裂;粘相相分布很不均匀,呈延性断裂	803

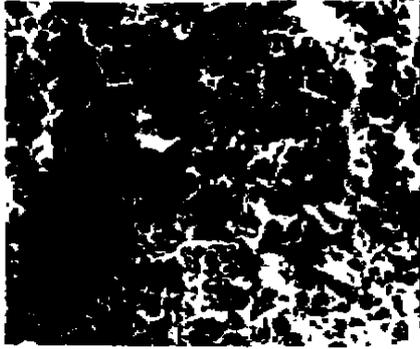


图 6 镍以共还原法加入所得合金的  
断面形貌(扫描电镜照片) ×2000

由图 6 可见, 微细的钨晶粒被粘结相均匀地包围, 有助于减少孔隙和裂纹的存在, 同时微细的钨晶粒形成复杂的晶界, 有助于阻止应力腐蚀和裂纹的扩展, 有利于提高合金的强度、密度和均匀性。

### 3 结 论

在钨基高比重合金中, 镍的添加方式对镍在复合粉末中分布的均匀性、液相烧结过程中的活化烧结作用、液相烧结温度的高低和合金的显微组织、性能都具有直接的影响。镍以共还原法的方式加入时, 镍在复合粉末中分布的均匀性好, 镍的活性大, 降低了合金的液相烧结温度, 减少了脆性相  $SNi_4$  的形成, 而且合金中钨晶粒微细, 粘结相分布均匀, 使合金具有较高的物理力学性能和优越的工艺性能。

#### 参 考 文 献

- 1 刘光俊. 国外难熔金属与硬质材料, 1995, (1): 14~43
- 2 朱桂霖. 稀有金属材料与工程, 1988, (2): 34~41

## 冶金工业部钢铁研究总院粉末冶金研究室

主任: 彭先奇

副主任: 陈广慈 金成海 主任助理: 刘森英

### 主 要 产 品

- 雾化不锈钢粉, 磁粉, 钎焊料粉, 自熔合金粉, 钴、镍、铜、锡粉等
- 不锈钢、青铜、镍、铁等片、管、杯、锥及其他特殊形状的过滤器
- 特殊环境(高温、腐蚀、高真空等)下使用的固体自润滑制品
- 粉末注射成形和模压烧结机械零件及高压泵柱塞缸体
- 隐身用微波吸收材料及高导磁率材料
- 八大系列的金刚石圆锯片(干切片、湿切片、普通涡轮片、干切涡轮片、加强筋涡轮片、水波纹片、激光焊片、高频焊片等), 特殊设计的刀头、薄壁钻头、磨轮、绳锯
- 五大系列(普通片、精品片、薄型片、组合片、非标异型片)的金刚石圆锯片基体
- 异形及表面硬化的硬质合金刀具和金属陶瓷挤压模具

### 竭诚欢迎国内外新老客户惠顾

地址: 北京市海淀区学院南路 76 号

邮编: 100081 电挂: 7560

电话: (010) 62182484

传真: (010) 62181018