

银-氧化锌触头材料制备的新工艺^①

侯赛彰 刘照明 周继扣 唐仁正
(中南工业大学材料科学与工程系, 长沙 410083)

摘 要 研究了雾化合金粉末经压坯内氧化及热锻新工艺制备的 Ag-ZnO 触头。静态性能检测和模拟电路运行试验都表明, 用新工艺制取的触头性能优良, 在重负荷的直流接触器上完全可以取代有毒的 Ag-CdO 触头。
关键词 Ag-ZnO 触头 雾化制粉 内氧化

Ag-CdO 作为触头材料, 具有良好的综合性能, 应用范围很广, 已有几十年的应用历史。但镉蒸汽有毒, 对环境造成污染。近年来, 许多国家都开展了代镉材料的研究^[1-3], 其中 Ag-ZnO 就是研究对象之一。

目前, 国内制备 Ag-ZnO 触头材料的工艺, 一般都采用合金板内氧化法。此法虽工艺简单, 生产率高, 但由于经轧制后的 Ag-Zn 合金板进行内氧化时, 氧向合金中扩散困难, 因此很难使合金中锌原子完全氧化, 形成均匀弥散的 Ag-ZnO 复合材料, 往往在合金中间有一“亮带”, 即“贫锌”区。这一组织的出现, 严重降低了材料的抗熔焊性和电寿命。为了解决这一问题, 我们研究了用雾化合金粉末, 经压形烧结内氧化和热锻工艺制备了 Ag-ZnO 触头材料, 经检测, 合金各项性能均达到或超过了目前性能优良的 Ag-CdO 触头材料。

1 实验材料与方法

试验的 Ag-ZnO 触头材料的成分为(%): Ag-12ZnO-0.3 添加物。按此成分, 熔制 Ag-Zn 合金时, Zn 含量为 9.74%。试样及触头的制备工艺为: 配料→熔炼→雾化制粉→干燥→过筛→压坯→烧结内氧化→热锻→性能测试。

静态性能测试的试样尺寸为: 50 mm×10

mm×4 mm, 动态试验的触头, 按触头图纸实际要求, 将触头装在直流接触器上, 在试验站模拟电路上运行。测试触头的机械寿命、温升、额定分断、报限分断、电寿命等参数。用 X-650 扫描电镜分析观察合金的组织, 用能谱仪分析合金中微区成分。

2 试验结果与讨论

触头材料的物理性能测试结果如表 1。
触头材料的动态性能测试结果如表 2。

表 1 Ag-ZnO ₍₁₂₎ 静态性能				
材料名称	相对密度 /%	硬度 HB /MPa	电阻率 /μΩ·cm	附注
Ag-ZnO ₁₂	≥98.5	1100	2.70	本研究 所得数据
Ag-CdO ₍₁₂₎	≥99	670—1150	3.10	合金内氧化 的触头数据

从表 1 和表 2 的实验结果可以看出, 用本文所定的新工艺生产的 Ag-ZnO 触头, 无论是静态物理性质, 还是动态电性能均达到或超过了用合金内氧化生产的 Ag-CdO 触头。

材料的优良性能取决于它所具有的组织结构。首先, 雾化的 Ag-Zn 合金粉末粒度较小, 其粒度分布如图 1, 90%以上都是一 200 目; 同时由于雾化时冷却速度较快, 合金粉末的枝晶间距小, 合金元素 Zn 的分布均匀, 偏析小。图

① 收稿日期: 1994—04—26; 修回日期: 1994—05—26

2 为 Ag-Zn 合金粉末的扫描电镜照片。

表 2 Ag-ZnO ₍₁₂₎ 动态性能				
项目	试验条件	Ag-ZnO ₍₁₂₎		
		要求	实测	结论
额定分断 (有感)	要求：231 V,1640 A,15 ms	180 次	180 次	良好
	实际：242 V,1699 A,14.2 ms			
额定分断 (纯阻)	要求：847 V,902 A,<150 ms	180 次	180 次	良好
	实际：887 V,905 A,22.7 ms			
极限分断	要求：924 V,820 A,<150 ms	3	3	良好
	实际：922 V,851 A,14.2 ms			
机械寿命	500 kPa,110 V	100 万次100 万次良好		
温升	要求：在 820 A 时			合格
	上引线≤55 C			
	软连线≤85 C			
	下引线≤55 C			
电寿命 1.2 U _e	要求：231 V,820 A,15 ms	1 万次	1.5 万次	优
	实际：242 V,845 A,14.2 ms			
电寿命 2.5 I _e	要求：440 V,2500 A,7.5 ms	1 万次	1.1 万次	优
	实际：470 V,2600 A,9.0 ms			

图 3 为粉末中 Zn 的分布波谱线扫描相。由于粉末粒度小，成分均匀，偏析小，为压坯烧结内氧化时，形成均匀弥散分布的 ZnO 质点创造了有利条件。

为了探讨合金粉末先经过内氧化再压形烧结，粉末的成型性能如何，对内氧化后的合金粉末的组织结构特征和氧的分布进行了分析。图 4 为 Ag-ZnO 粉末的组织，发现 Ag-Zn 粉末颗粒表面包覆一层颜色较深的物质。有的文献^[4]称之为氧化膜。对这种内氧化后的粉末进行微区成分分析，结果表明，粉末颗粒表面包覆层中氧化物含量的摩尔百分比在 80 %～

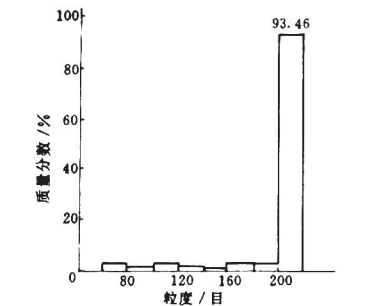


图 1 Ag-Zn 合金粉末粒度分布

90 %之间。图 5 为氧在氧化后粉末中的分布波谱线扫描相。粉末表面氧含量较高，而粉末内部氧含量较低。表明颗粒表面集中分布有一层氧化物。这可能就是粉末氧化后成型性能较差的原因。

关于 Ag-Zn 合金粉末氧化时，表面形成氧化物包覆层的机理，可能与银中的溶质浓度

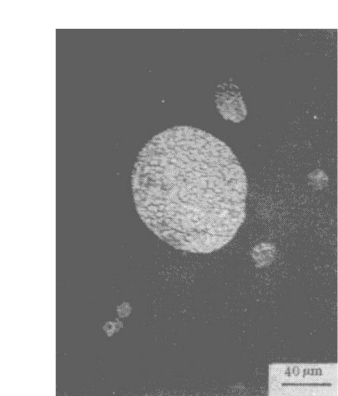


图 2 Ag-Zn 合金粉末形貌

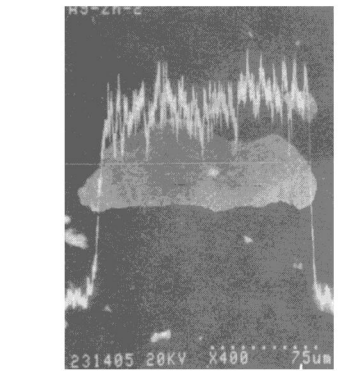


图 3 Ag-Zn 合金粉末 Zn 分布波谱线扫描相

超过了“临界成分”、氧化时气氛中氧分压大小、粉末曲率半径和比表面大小等因素有关。

采用粉末压坯烧结内氧化工艺，由于压坯中存在一定比例的空隙度，有利于氧的扩散，通过适当的工艺控制，可使内氧化和烧结这两个过程既有先后顺序又部分重迭进行，从而达到合金粉末的完全内氧化并同时烧结成型。

图 6 为压坯烧结内氧化组织，它还存在一定的空隙，为了提高其致密度，再进行一次热

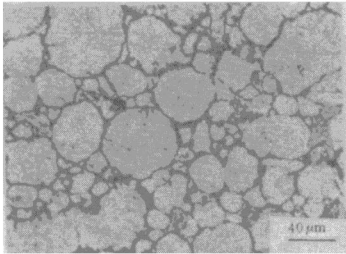


图 6 Ag-ZnO 压坯烧结内氧化组织

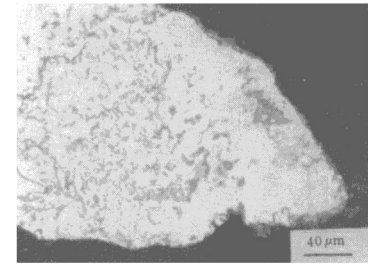


图 4 Ag-ZnO 粉末的组织

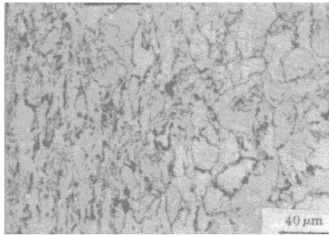


图 7 Ag-ZnO 烧结坯热锻后的组织

锻。图 7 为 Ag-ZnO 烧结坯热锻后的组织。

烧结坯经热锻后孔隙度大大降低，其密度达到理论密度的 98.5% 以上，粉末颗粒被压扁、破碎，氧化物也分布比较均匀，这就保证了材料的硬度值及导电性能都能满足触头的工作要求。

参考文献

1 Kim HJ *et al.*, In: 11th ICECP, 1982: 212—216.
2 Brenner O *et al.*, In: 5th International Conference on Electrical Contacts and Electromechanical Components (ICELEMC), 1989: 228—235.
3 Braumann P., In: 14th ICECP, 1988: 423—428.
4 赵建国. 电工合金文集, 1987, (2): 419—423.

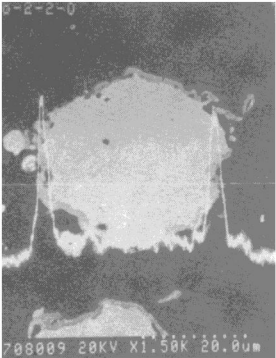


图 5 Ag-Zn 合金粉末氧化后，氧在粉末内分布的波谱线扫描相