

粉末冶金银—氧化铜触头材料^①

张齐勋 谢健全

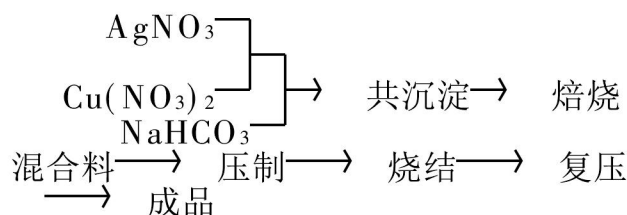
(中南工业大学粉末冶金研究所, 长沙 410083)

摘要 采用粉末冶金工艺研制成 Ag-CuO(10) 触头材料。结果表明: 产品密度达 9.62~ 9.7 g/cm³, 硬度 HB750~ 860, 电阻率 2.25~ 2.39 μΩ·cm, 抗弯强度 370~ 420 MPa; 200 万次机械寿命和 7 周期交变湿热试验均能满足电力机车的使用要求。此外, 在低压电器 CZ5 接触器上可代替 Ag-CdO₍₁₅₎ 触头。

关键词 粉末冶金 银—氧化铜触头 性能

国内外低压电器中广泛使用了粉末冶金 Ag-MeO 触头, 其中最常用的是 Ag-CdO₍₁₅₎ 和 Ag-CdO₍₁₂₎, 由于金属镉蒸汽对人体有毒害, 污染环境, 并且镉的价格较贵, 成本较高。所以, 多年来都在探索采用廉价无毒的金属氧化物来取代它, 如 Ag-ZnO, Ag-SnO₂, Ag-FeO 等。在国外, 前苏联等国家开展了 Ag-CuO 触头的研制工作, 已应用在中等和重负荷低压配电设备上的接触器、磁性开关、尾端开关、继电器和控制器等方面。国外试验用的几种不同制造工艺对合金触头性能的影响如表 1 和表 2 所示^[1]。制造工艺如图 1 所示。

(1) 共沉淀法



(2) 机械混合法

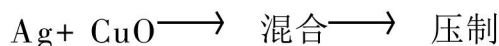


表 1 Ag-CuO₍₁₀₎ 触头特性与制造工艺的关系

制造工艺	特 性		
	腐蚀损失 /mg	接触电阻 /mΩ	熔焊力 F _{99.0} /kg
内氧化法	30	0.78	5.6
混合法	112	0.76	15.0
共沉淀法	95	1.08	5.5

(F_{99.0}数值表示闭合熔焊的概率)

1 试验方法

工艺流程如下。

表 2 Ag-CuO 触头的物理性能与制造工艺的关系

制造方法		CuO / %	硬度 Hv	导电率(IACS) / %
内氧化	在空气中	2~ 10	59~ 62	63~ 82
	在 0.6 MPa O ₂ 中	2~ 10	60~ 74	60~ 85
	雾 化	2~ 5	56~ 62	79~ 87
烧结	混 合	2~ 15	56~ 66	50~ 80
	共沉淀	2~ 20	55~ 110	45~ 80

① 收稿日期: 1995- 10- 19; 修回日期: 1995- 12- 27 张齐勋, 男, 59 岁, 副教授

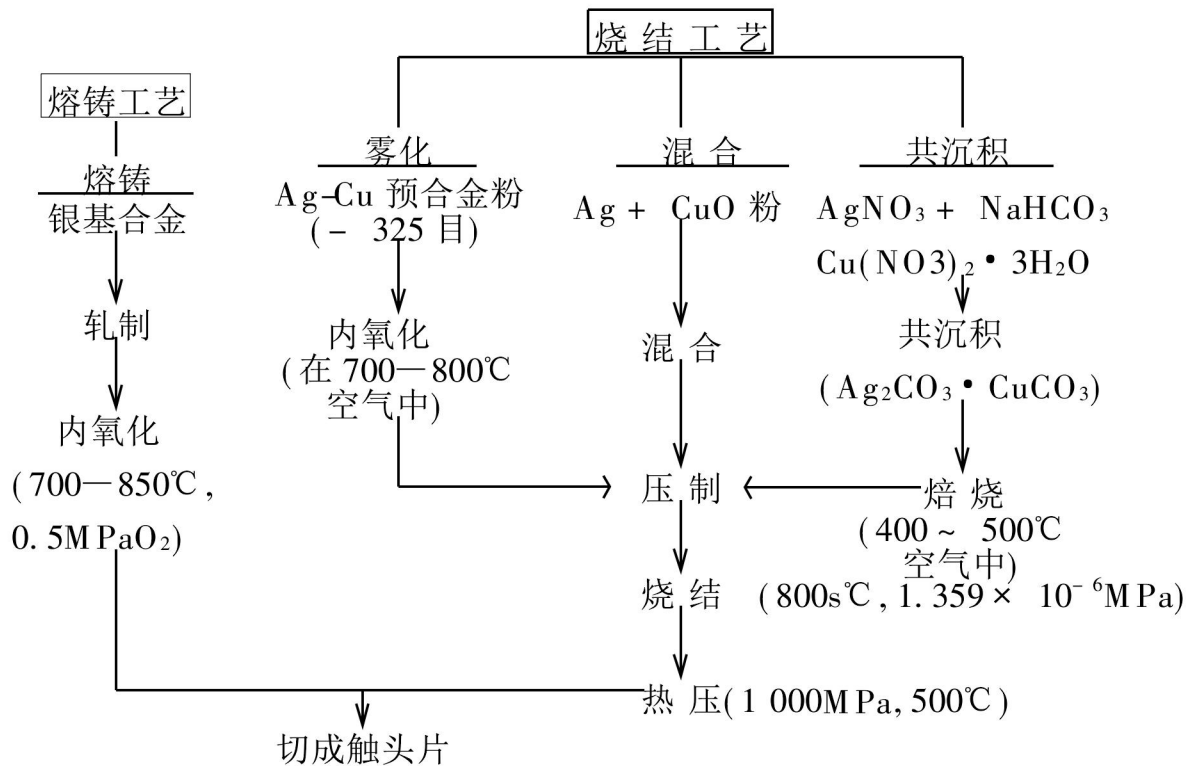
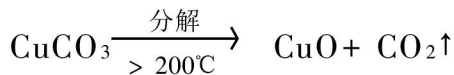
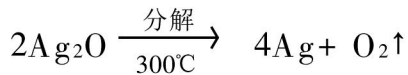
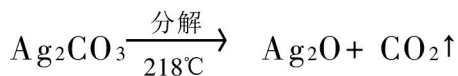
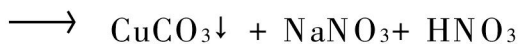
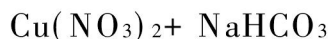
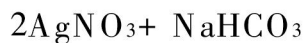


图1 国外 Ag-CuO 触头合金的制造工艺

→ 烧结 → 复压 → 成品

共沉淀法的基本化学反应式如下:



由图1和工艺流程可知, 我们未采用真空烧结和热压等特殊手段, 经济效益好。

测试方法: 密度、硬度、电阻率、抗弯强度按电触头材料基本性能试验方法(GB5586-1985)进行检测, 试样的机械寿命和温升及电性能试验按有关专业的标准进行。

2 试验结果与讨论

2.1 产品的物理机械性能

Ag-CuO₍₁₀₎触头材料的物理机械性能如表

3所示。

由表可知, 我们所研制的 Ag-CuO₍₁₀₎触头材料性能, 已满足了用户要求, 达到并超过了我国电器行业所用的触头性能指标, 比前苏联同类型触头性能还好。并且, Ag-CuO₍₁₀₎触头的电阻率比 Ag-CdO₍₁₅₎触头电阻率要低, 导电性能更好。

2.2 交变湿热试验

Ag-CuO₍₁₀₎触头按铁道部颁布的(TB1391-81) 40℃交变湿热试验条件进行了7周期试验, 结果如表4所示。

2.3 机械寿命和温升试验

在电力机车调压开关上多次进行的开闭200万次机械寿命试验证明触头外观质量良好, 未出现碎裂现象。

当通以1500 A 电流时, 温升小于80℃, 符合调压开关技术规范要求。

另外, 在低压电器标准试验条件下, 经纯电阻负载电流500 A 开断七次(技术要求仅5次), 又经电感性负载电流200 A 进行127次喷弧试验, 未经修锉的温升为: 静触头23.32~25℃, 动触头23.36~25.1℃, 结果表明该触

头材料在额定电压电流下能够长期使用, 而且可以经受得起故障电流的考验。

2.4 纯电阻断流能力试验

在试验条件下经10倍额定电流(500 A)和105%额定电压(231 V)的五次试验, 熄弧时间很短, Ag-CuO₍₁₀₎触头仅0.0134 s, Ag-CdO₍₁₅₎触头也只有0.017 s, 均不到一个周期, 满足了技术上的要求。

2.5 电感性负载断流试验

经过200 A、231 V 开断闭合50次, 电弧经过0.0155 s 熄灭, 产生过电压210V, 满足了技术要求。

2.6 接触电阻试验

Ag-CuO₍₁₀₎触头的接触电阻随温度的变化如图2所示。

Ag-CuO₍₁₀₎触头的接触电阻随压力的变化如图3所示。

图3 Ag-CuO₍₁₀₎触头接触电阻与压力的关系

由图2和图3可知, Ag-CuO₍₁₀₎触头的接触电阻随温度和压力的变化较小, 稳定性优于Ag-CdO₍₁₅₎触头。

2.7 金相组织

Ag-CuO₍₁₀₎触头的金相组织如图4所示。

由图4可知, Ag-CuO₍₁₀₎触头材料的金相组织中晶粒细小, CuO 质点分布十分均匀, 这种细小均匀结构的获得是由于粉末冶金工艺的特点所致, 从而为 Ag-CuO₍₁₀₎触头具有优良的综合机械电气性能提供了保证。

3 结论

(1) Ag-CuO₍₁₀₎触头的性能为: 密度9.62~9.7 g/cm³, 硬度 HB750~860 MPa, 电阻率2.25~2.39 μΩ·cm, 抗弯强度370~420 MPa。

图2 Ag-CuO₍₁₀₎触头接触电阻与温度的关系

表3 Ag-CuO₍₁₀₎触头材料的物理机械性能

类别	材料成分/%		性能			
	Ag	CuO	密度/g·cm ³	硬度 HB/MPa	电阻率/μΩ·cm	挠弯强度/MPa
前苏联	90	10	9.6	550~750	≥ 2.5	- ⁽²⁾
中国	90	10	9.4	520~670	2.5	- ⁽³⁾
用户要求	90	10	9.6	> 680	< 2.45	-
本研究	90	10	9.62~9.73	750~860	2.39	377~421
中国	85	CdO 15	9.6	620~700	2.8	- ⁽³⁾

表4 Ag-CuO₍₁₀₎触头交变湿热试验

序号	分项试验名称	结 果
1	20× 30× 3 Ag-CuO ₍₁₀₎ 静触片交变湿热试验	无铜绿、无腐蚀 1级
2	20× 25× 3 Ag-CuO ₍₁₀₎ 动触片交变湿热试验	无铜绿、无腐蚀 1级

(2) 经200万次机械寿命试验, 无异常现象, 满足了电力机车的使用要求。

(3) 经7周期交变湿热试验, 无铜绿和霉点出现。

(4) Ag-CuO₍₁₀₎触头符合了低压电器 CZ5 接触器的技术条件, 可以代替 Ag-CuO₍₁₅₎触头。

参考文献

- 1 梁秉钧. 电工合金文集(3). 桂林: 桂林电气研究学院, 1982.
- 2 北京粉末冶金研究所. 苏联粉末冶金材料性能手册. 北京: 机械工业出版社, 1984.
- 3 中华人民共和国机械行业标准: 粉末冶金法银金属氧化物电触头技术条件. 1995.

图4 Ag-CuO₍₁₀₎触头的金相组织

POWDER-METALLURGICAL Ag-CuO CONTACT MATERIAL

Zhang Qixun Xie Jianquan

Powder Metallurgy Research Institute,

Central South University of Technology, Changsha 410083

ABSTRACT The contact material of Ag-CuO prepared by P/M was investigated. The results showed that its density is 9.62~9.7 g/cm³, hardness HB 750~860 MPa, electric resistivity 2.25~2.39 μΩ·cm, TRS 370~420 MPa; and it can sustain 2 000 000 times of machine life-span tests and 7 cycles of thermohygrometric exchange tests, verifying that it meets the electric locomotive's demands; besides, Ag-CuO₁₀ may be used instead of Ag-CdO₁₅ contact on the contactor of low pressure electrical equipment.

Key words powder metallurgy Ag-CuO contact property

(编辑 朱忠国)