

# SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金材料在继电器上应用初探

苏州继电器厂 戚仕新

在继电器制造行业中,传统上多采用锡磷青铜制作弹性元件,特别是在接触系统及需储能释放、隔磁等作用的零件。这一类零件的相同功效是:弹性稳定性要好,抗疲劳强度要高,加工的工艺性要好,表面处理后抗腐蚀强度高等等。同时,目前我行业继电器的设计,在主要技术参数指标上,很多因素取决和依赖于这一类零件的一次装配定型。随着继电器元件的发展,对其性能要求也将越来越高。在继电器额定工作寿命内,对有关参数指标的离散率,希望限制得更小;在通断接触频繁操作要求下,在TH产品的应用上;甚至赶超世界先进标准的目标下;对原来使用极广泛的锡磷青铜已远不能满足新的需求了。

为了开拓新材料,国外已普遍从降低锡磷青铜的含锡量或不含锡的铜基弹性合金着手研制,如美国的C6900(Cu-Zn-Al-Ni),苏联的ИАНКМИ(Cu-Zn-Al-Ni-Si-Mn),日本的CAS31(Cu-Zn-Al-Ni)等等都是一些性能优于锡磷青铜的无锡弹性合金。最近从冶金部门传来好消息,中南工业大学材料系与苏州铜林厂合作研制成功了SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金,并于八四年四季度经省冶金部门及有关科研院所、院校、部分用户鉴定证明,该材料性能优于锡磷青铜(QSn-6.5-0.1),其主要性能指标已达到国外同类材料(如美国C6900)的水平,使用该材料有明显的经济效益。

## 一、SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金简介

该材料结合我国资源及生产状况,选用Cu-Zn-Al系合金作为代用材料的基础,添加微量其它元素(见表一),通过一系列冷热加工,使该合金在大范围内改变Zn、Al含量,达到调整组织中 $\alpha$ 、 $\beta$ 相的相对百分比以获得优越性能。

表一

合金牌号	主要成份%					杂质不大于%					总和	
	铜	铝	镍	其他	锌	铅	铁	铋	磷			
SP <sub>2</sub>	71.5~	3.0~	0.4~			余量	0.03	0.05~	0.05	0.02		1.0
	74.5	3.7	0.8					0.1				

## 二、SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金的主要性能

表二

材料状态	软态	半硬态	硬态	特硬态	弹硬态
机械性能					
$\sigma_{0.2} \text{kg/mm}^2$	/	/	/	61	64.1
$\sigma_b \text{kg/mm}^2$	37	58.2	65.5	72.4	82.9
$\delta \%$	56	21	6.7	3.5	1.0
硬度	/	/	/	HV 230	HV 244

SP<sub>2</sub>的强度、硬度和延伸率都达到或超过了Qsn-6.5-0.1的有关数值

### 三、SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金的工艺性能

SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金新材料目前已制定有关标准，其供货可有软一硬七种状态，这样在加工上有很大的选择性来满足产品及工艺的要求，按我们现在继电器行业生产工艺水平不太高的情况也完全可采纳加工。

我们在试验中对该材料按顺压延方向，与压延方向成90°位置各进行冲裁制作，由于该合金的冷热加工性很好，因此在冲裁、拉延、剪切弯曲等加工都具有良好的工艺性，甚至优于Qsn-6.5-0.1磷青铜。

表三为SP<sub>2</sub>与Qsn-6.5-0.1磷青铜弯曲性能的对比

表三

合金牌号	弯曲次数			
	试样1	试样2	试样3	试样4
SP <sub>2</sub>	10	9	10	9.6
Qsn6.5-0.1	5	4	6	5

### 四、SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金材料的密度测定

各种合金材料都是以重量计算价格的，如果材料的使用性能上一样，其密度也是选材时应考虑的重要因素之一，测定密度的方法如下：先以精度为1/10000克的天平称出试样在空气中的重量W<sub>1</sub>，和在水中的重量W<sub>2</sub>（其中包括挂样品的铜丝的重量0.4320克），然后用下式算出试样的密度r，详见表四。

$$r = \frac{W_1}{W_1 - (W_2 - 0.4320)}$$

表四

合金号	状态	W <sub>1</sub> (g)	W <sub>2</sub> (g)	悬丝重(g)	r(g/cm <sup>3</sup> )
SP <sub>2</sub>	热轧态	2.9192	2.9940	0.4320	8.1725

其它如弹性模量、弹性回复角、冲杯值、电阻率、抗氧化性、耐蚀性、膨胀系数、比热、液相点等均优于锡磷青铜材料。（略）

### 五、SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金材料在继电器上的应用

我们将SP<sub>2</sub>合金制成继电器上要求弹性稳定度较高、抗疲劳强度较好的动静接触片及弹片，经加工后的接触片、弹片装于DZY-203电压中间继电器，在规定试验条件下对样机进行型式试验结果如下：

#### 1. 触头（接触片）压力

常开触头（接触片）接触后压力应大于16g。

产品编号	接触片，弹片的压延纹理	寿命前弹性压力(g)		寿命后弹性压力(g)		结果
		左	右	左	右	
11188	顺材料压延方向	23	18	20	16	合格
09052	与材料压延方向成90°	26	19	24	18	合格
09050	顺方向成90°均有	19	24	16	20	合格

2. 动作电压与返回电压

动作电压不大于70%、不小于30%的额定电压。

返回值不小于5%的额定电压。

产品编号	动作电压(V)				返回值(V)				结果
	*平均值(V)		动作值/额定值(%)		*平均值(V)		动作值/额定值(%)		
	寿命前	寿命后	寿命前	寿命后	寿命前	寿命后	寿命前	寿命后	
11188	116.2	107.2	52.8	48.6	68.8	68.4	31.27	31	合格
09052	106.4	100	48.36	45.4	48.8	46.6	22.18	21.1	合格
09050	124.4	112	56.5	50.9	75.8	62	34.45	28.1	合格

\* 皆为测量5次的平均值

3. 动作时间与返回时间

动作时间在额定值下不大于45ms

返回时间在额定值下直流继电器不大于45ms。

产品编号	*动作时间(mS)		*返回时间(mS)		结果
	寿命前	寿命后	寿命前	寿命后	
11188	26.8	21.2	28	24.7	合格
09052	24.2	20.5	22.8	20.5	
09050	29.6	21.4	27	26.2	

4. 继电器寿命

实际试验时为加强考核,继电器寿命完成了130%额定次数,后经测试各项性能指标均能满足1、2、3项要求。

根据以上的试验结果认为SP<sub>2</sub>无锡铜基合金材料完全可以替代Qsn6.5-0.1锡磷青铜带而用于继电器上。

六、经济效果:

SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金的研制,由于结合我国冶金行业的生产能力及发展趋势,摸索出一套不需经过复杂热处理、生产工艺更加简单的方法,另对照1981年有色金属国际价格,该材料节省了昂贵的锡,大大降低了原材料的成本费用。生产厂从原料便宜、加工费用低、成材率高等综合分析,可以预计比Qsn6.5-0.1售价低。

材料性能指标上的优越,对继电器元件生产也同样具有提高产品质量、降低生产成本的明显经济效益。从使用厂角度,尚有以下途径可降低成本。

(1) 比重对成本的影响

经测定SP<sub>2</sub>合金比重为8:7,Qsn-6.5-0.1比重为8:8,以0.2mm和0.5mm厚,200mm宽的带材进行计算,(以每吨计算)结果表明:

(a) 0.5mm厚带材

SP<sub>2</sub>合金比Qsn-6.5-0.1合金每吨超出87.63m

(b) 0.2mm厚带材

SP<sub>2</sub>合金比Qsn-6.5-0.1合金每吨超出109.53m

## (2) 材料的各向异性对成本的影响

由于SP<sub>2</sub>合金的成份及加工不同于Qsn-6.5-0.1, 得到其方向性(即压延纹理)较小, 甚至无关(试验数据也说明如此)。因此加工零件可以套裁, 提高原材料的利用率。

## 七、结论

1. 在不改变产品性能要求条件下, SP<sub>2</sub>无锡铜基合金完全可以超过原Qsn-6.5-0.1锡磷青铜用于继电器生产。

2. 由于SP<sub>2</sub>合金渗入少量细化晶粒的元素, 其金相分析大部分为α相, 加上后期加工工艺科学合理, 因此材料成型性能较好, 可以制作成型较复杂的零件, 如继电器上的导电片等。

3. SP<sub>2</sub>弹性稳定性好, 因此不易松弛, 在产品试验时也通过继电器返回时间的测试, 其中平均最大仅增加了3 ms。同时该合金抗氧化性能好, 保证了零件具有较小的接触电阻, 接触温升小。

4. SP<sub>2</sub>合金可以直接镀银, 表面光泽。

5. 另外从经济效果来看, 对降低继电器产品制造成本效益明显。

6. 我厂从试验以来, 尚没有发现对继电器产品性能、外观等有影响的地方, 并且可以相信, 该材料能用于继电器元件上形状复杂, 要求更高的导电片, 优点将更加显著(接触电阻, 接触温升, 抗氧化等)。至于应用上更深的探讨, 愿在实践及理论上进一步努力。

## 参考资料

- [1] 金属材料物理性能检验标准工作手册 [2] “上海金属”有色分册 1985.2期  
[3] SP<sub>2</sub>无锡铜基弹性合金标准 苏Q/YB-18-84 [4] 苏冶科鉴字(84)0006号“技术鉴定证书”

## 基础继电器更新换代结构四统一方案两部评审会召开

基础继电器更新换代结构四统一方案两部评审会于一九八六年二月二十五日至三月一日在北京举行。会议由许继所主持, 参加会议的有机械部和水电部的科研、设计、制造、试验、运行等部门共42个单位的73名代表参加。会议按照机械部电工局贯彻国家法定计量单位米制、执行2.5毫米网格格距、求大同存小异、发挥各制造厂的优势的指示精神对结构统一工作组提出的五种方案和阿继厂提出的一种方案进行了充分、认真的讨论、分析和评审, 最后确定以工作组提出的方案Ⅲ作为统一的方案, 并决定了统一的具体尺寸。希望工作组在此基础上进一步完善。会议对下一步结构四统一设计工作作了安排。

水电部的代表就继电器的可靠性问题向制造厂提出了许多好的建议。两部的部分代表还就线路保护四统一产品的试运行问题进行了商讨, 以便使线路保护四统一产品尽早投入使用。

田衢报导