

# 继电器接插件的初步试验研究

许昌继电器研究所 孙文荣 金乃坤 田 蓓

## 提 要

电气连接是电气产品中的一个重要组成部分，对于可靠性要求很高的保护继电器的接插件，显得更为重要。本文将从理论和实践两个方面，论述继电器接插件的试验研究情况，通过对一些数据的分析、对比，论证所设计的继电器接插件，适用于国内各种保护继电器和自动化装置的需要。

## 一、问题的提出

五十年代初期，我国开始生产保护继电器和自动化装置，以后开始了自行设计。这一时期产品基本上是仿苏的。到了七十年代，我国继电器的设计水平进入了一个新的阶段。单从继电器结构来说，我所在国内首创了嵌入式继电器结构。与仿苏的凸出式结构相比，嵌入式结构具有如下优越性：

1. 安装在屏上之后，整个屏的重心在屏的俯视投影面内，不易发生倾倒现象，制造安装时和在运行过程中安全可靠。

2. 屏架受力合理，符合力学原理。

3. 占地空间小，不妨碍运行现场交通，

4. 屏的内部空间可充分利用。

5. 屏的表面平整，便于操作和远距离监视。

6. 屏的面板布置美观、整齐，造成良好的视觉效果。

7. 使用维护方便。

以上这些优越性，已得到普遍公认。

嵌入式结构的采用，给机芯的插拔提供了条件。为了方便继电器的维护，机芯设计成插拔式之后，将给运行部门带来最大的方便。

解决插拔式结构的关键，是处理好电气连接问题，过去曾采用过的整体式、辫子式等，都不能满足这一要求。采用插接型式是解决插拔式结构电气连接的唯一途径。通过对接插理论的分析 and 接插件的试验设计，目前所采用的继电器接插件，符合我国目前工艺水平、能满足国内继电保护行业的需要，在技术指标上达到了国外同类产品的水平。

## 二、对插接理论的一般探讨

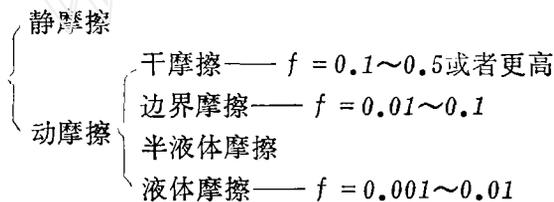
可靠性是电气产品的一个最重要的指标，对继电保护产品更是如此。所谓可靠性，就是指电气产品在指定的工作条件下和规定的时期内，能够圆满完成其预定目标的或然率，即产品在规定的条件下，在规定的时间内，完成规定任务的可能性，它是对产品质量的一种描述。

提高产品的可靠性，不仅仅靠产品的筛选，更重要的是要在设计、工艺上下功夫，解决其中最关键的问题。

继电器接插件，应用广、数量大，是沟通电路联系的关键，它的可靠性特别重要。根据有关资料介绍，因接插件质量不好造成的事故率达80~90%。因此，对于继电保护行业来说，接插件占有非常重要的地位。

### (一) 摩擦与磨损理论

接插件的接触与插拔问题。实际上可以说是两金属间的摩擦问题。按照摩擦理论，摩擦可以分为：



按照库仑定律：

$$F = A + fp \approx fp \dots \dots \dots (1)$$

式中  $F$ ——摩擦力，

$A$ ——与垂直载荷无关的摩擦物体间的结合力，

$f$ ——滑动摩擦系数，

$p$ ——垂直载荷。

继电器接插件一般都是处于干摩擦状态，所以亦应符合库仑定律。由于干摩擦的作用，势必会造成金属表面的磨损。

干摩擦力的大小，主要与以下诸因素有关：

1. 与摩擦表面上的垂直载荷成正比；
2. 与摩擦表面的粗糙程度成正比；
3. 与两摩擦材料有关；
4. 与接触面的大小有关；
5. 与滑动速度有关，开始时随滑动速度的增加而增大，到一定程度后开始下降。

以上诸因素，对接插件的设计均有一定影响，其中垂直载荷的大小变化，除了影响插拔力之外，同时也将加速磨损过程，特别是当镀层表面因磨损破坏之后，形成由不同金属构成的原电池，将使接插件受到腐蚀，这些都将影响接插件的接触电阻，致使电阻

值大大增高。

此外，由于环境条件的影 响，如潮湿、温度、化学性侵蚀、尘砂、微生物侵蚀、盐雾、手汗等因素的影响，不仅加速金属的腐蚀，也必将导致磨损的加剧，使电性能指标下降。

综上所述，摩擦与磨损理论对接插件的设计有一定指导意义。从减少摩擦、减轻磨损的角度去解决设计、工艺中的问题，无疑将会改善接插件的电气性能指标。

### (二) 影响接触电阻的因素

电气连接的连接处，由于两金属材料不是一体，在连接表面所产生的电阻，叫接触电阻，接触电阻除了影响电气连接性能以外，还将增大整个电路的功率消耗，所以技术上都千方百计地降低这个数值。

根据日本资料介绍，接触电阻值可用下面的公式来表示：

$$R_K = \frac{\rho_A + \rho_B}{4} \sqrt{\frac{\pi E}{n p}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $R_K$ ——接触电阻；
- $P$ ——接触压力；
- $E$ ——弹性模数；
- $\rho_A \rho_B$ ——两种材料的导电率；
- $n$ ——头数

根据西德资料介绍，接触电阻值由两部分组成：表示材料收缩特性的收缩电阻  $R_B$  和杂质及发暗层的表面膜电阻  $R_F$ 。当接触面为圆弧时，按 Holm 公式：

$$R_B = \frac{\rho}{4 \sum a} \dots\dots\dots (3)$$

$$R_F = \frac{\rho}{\pi a^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$R_K = R_B + R_F \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $R_B$ ——收缩电阻；
- $R_F$ ——表面膜电阻；
- $R_K$ ——接触电阻；
- $\rho$ ——电阻率；
- $a$ ——圆弧半径；

由公式 (1) ~ (5) 可以看出，降低接触电阻值有如下几个途径：

1. 选材适当，包括表面镀层的种类；
2. 增大接触压力；
3. 增大接触面积；
4. 减小摩擦表面的磨损程度。

其中增大接触压力一项，势必会使插拔力增加，在使用过程中感到困难，同时也会因插拔力增大而加速磨损。但插拔力可用机械的方法去克服，同时也可考虑用其它可能的办法来降低插拔力，使插拔力大小保持在一定的水平，以减轻磨损程度。单纯地就磨损而言，也可以寻求一种缓冲物质，以减轻磨损程度。

### 三、接插件基本型式的确定

一个正确的设计，必须具有先进性，同时也要立足于实际。根据对外接插件的分析，首先在选材上具有一个共同的特点：接插件本身既是导电件，又是弹性另件，以期造成接触压力，保证接插件的可靠性。根据目前国内冶金材料和工艺水平，按照国外的设计，将会出现较大的困难，这不仅是因为国外的铍青铜材料价格昂贵，同时热处理工艺及加工工艺都比较复杂，国内的工艺水平难以保证。我们设想：根据插拔原理，弹性另件采用目前国内通用的弹簧钢材料，导电件采用青铜（或黄铜）。具体的型式见图1。

图1所示的结构型式，经过一段使用，证明是可行的，达到了预期的效果。经过对这种型式的分析、研究、尚可提高一步，其原因如下：

1. 对于插片与导电片的接触深度，考虑到加工误差的影响。有可能造成插入深度不足或歪斜。为考虑安全裕度，可增大接触深度（达 $6.5\text{mm}$ ），使接触面积增大0.5倍。

2. 接插件有一个弹簧片，由于工艺上的原因，质量不够稳定，加上弹簧片压点的变化，使接触电阻值不够稳定。考虑到1款中接触深度增大的因素，再增加一个弹簧片（见图2），同时对弹簧片的形状、厚度、曲线型式作了优选。两个弹簧片的优点是：上下两个压点，使接触可靠性增大；如果有一个因偶然因素失效，仍不降低接触性能。

3. 考虑目前国内加工工艺水平，另件制造误差不大稳定，装配时零件的累积误差波动较大，在接插件设计时提供较大的安全裕度，可

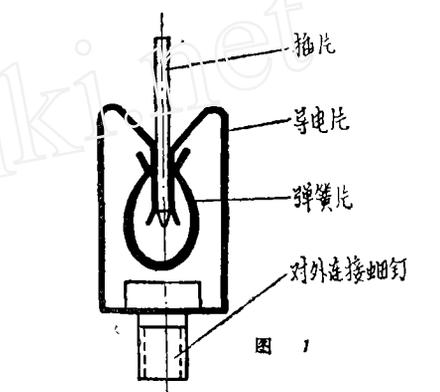


图 1

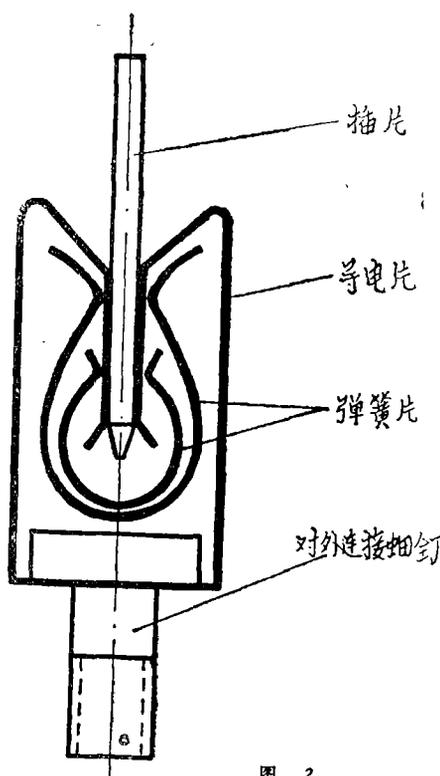


图 2

以克服由于累积误差过大造成的接触不可靠。

#### 四、数据对比及分析

接插件的电气性能指标目前尚无准确的计算方法，一般都是通过对试验数据的统计分析，得出结论。我们搜集了一些国内外同类产品的样品和有关技术资料，同我们的接插件进行对比。现将这些数据、资料及对比结果分述如下。

##### (一) 国内外同类接插件数据

表1列出了国外有代表性的几个公司的继电器接插件的技术数据和国内某同类产品的数据。

##### (二) 接触电阻试验数据

##### 1. 国内某同类产品的试验数据。

取国内某同类产品20个样品，编号测量，其结果如表2所示。

表 1

公司名称	接插件型式	材料	镀层	额定电流 A	接触电阻 (mΩ)		插拔力
					额定值	实测*	
ASEA	插针式	铍青铜	Ag	10.20	< 5	< 3	单头 400~1000g
			Au		< 2		
HITACHI (日立)	插接式	磷青铜	Au		< 10	< 5	
			Ni-Ag		< 7		
SIEMENS	插接~焊接		Ag, Au	6	≤ 5	≤ 8	39头 < 130N
	插接~绕接		Au	5	≤ 8		
DIN41462	插接~绕接	青铜	Ni + Au Ag	5.5	≤ 15 ≤ 8		48头 75N
国内某产品	插接~焊接	青铜	化学Ni	10		平均9.7 最小4.5 最大17	

\*接触电阻实测值，系采用ZC20型毫欧表测定，测量精度为2%，下同。

表 2

编 号	接触电阻值 (mΩ)	编 号	接触电阻 (mΩ)
1	12	11	14
2	15	12	7
3	12	13	7
4	15	14	15
5	8.5	15	6
6	4.5	16	17
7	10	17	4.5
8	8	18	16
9	4.5	19	9
10	5	20	5

把表 2 数据画成曲线，如图 3 所示

由表 2 和图 3 可以看出，接触电阻值不仅偏高且不稳定，最高达  $17m\Omega$ ，最小为  $4.5m\Omega$ ，平均值为  $9.7m\Omega$ 。

### 2. 本所接插件的试验数据。

对本所的 20 个插件进行插拔次数与接触电阻值的测试试验，数据列于表 3 并绘出图 4。

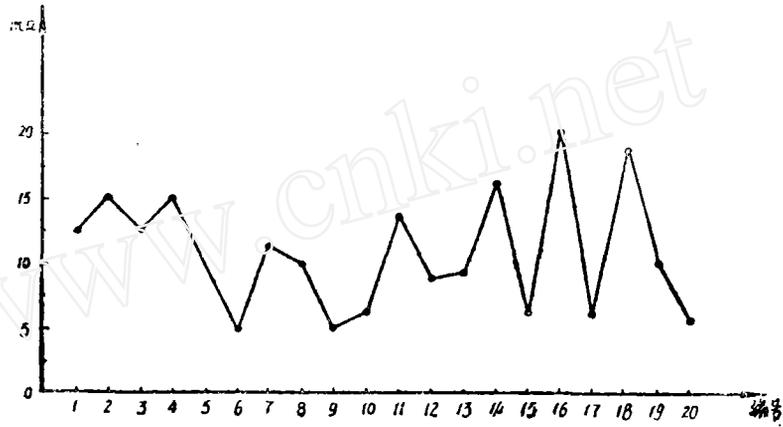


图 3

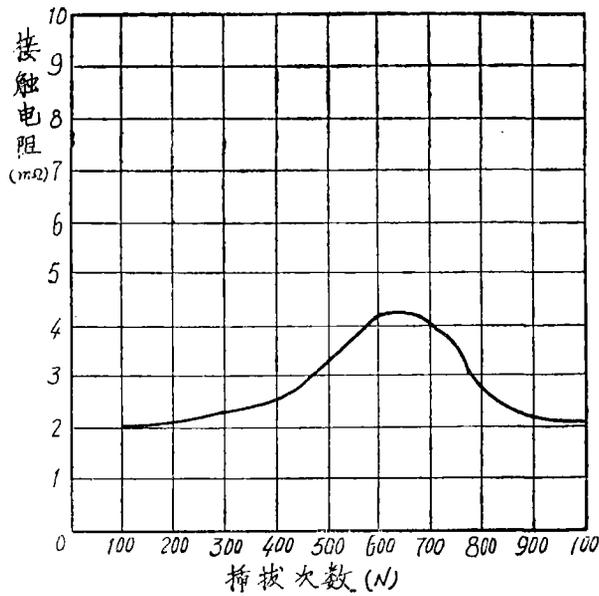


图 4

表 3

序 号	接 触 电 阻 $m\Omega$																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均
初 始	2	2	2	1.5	2	1.5	2	2	1.5	2	2	2.5	2	1.5	2	2.5	2	1.5	2	2	2
100次	2	2	2	1.5	2	1.5	2	2.5	1.5	2	2	2.5	2	1.5	2.5	3	2	1.5	2	2	2.1
200	2	2	2	1.5	2	1.5	2	2.5	1.5	2	2	2.5	2	1.5	2.5	3	2.5	1.5	2	2	2.1
300	2	2.5	2	1.5	2	1.5	2	2.5	2	2	2.5	3	2	2	2.5	3	2.5	1.5	2	2	2.2
400	2.5	2.5	2	2	2.5	2	2.5	2.5	2.5	2	2.5	3	2.5	2.5	3	3	2.5	2	2.5	3	2.5
500	3.5	3	3	2	2.5	2.5	3	2.5	3	3	2.5	3	3.5	2.5	3	3	4	2.5	3	3.5	3
600	4	4	4	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	3.5	4.5	3.5	4.5	4.5	3.5	4.5	4.5	4.5	3.5	4	4.5	4.2
700	4	4	4	3.5	4	3	4	4	3.5	4.5	3.5	4.5	4.5	3.5	4	4.5	4.5	3.5	4	4.5	4.1
800	3	2.5	2.5	2	2.5	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	2.5	3	3	3	2	2.5	3	2.5
900	2.5	2.5	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2	2.5	2	2	2	2.5	2.5	2	2.5	2.5	2.2
1000	2	2.5	2	2	2	1.5	2	2	2	2.5	2	2.5	2	2	2	2.5	2	2	2	2	2.1

\* 插片镀银, 导电片镀镍

从表 3 和图 4 可以看出,当插拔600次时,接触电阻值最大,平均为 $4.2 m\Omega$ ,插拔1000次后,为 $2.1 m\Omega$ ,接触电阻值随插拔次数而上升,当上升到一定值以后,又保持稳定。

### 3.工业腐蚀气体加速腐蚀试验

工业腐蚀气体加速试验,是人工的静态模拟方法,对接插件的插片进行加速腐蚀,每24小时相当于在恶劣的大气中贮存两年。工业腐蚀气体加速试验的条件为:

$H_2S$  100 PPM

$SO_2$  700 PPM

相对湿度 85~95%

试验温度 25~35°C

容器:大型玻璃干燥器(密封)。

插件条件:插件放在工业气体中15天,取出后作接触电阻值测试。测试结果列于表 4,并绘成图 5。

从表 4 和图 5 看出,除编号 2 电阻值偏高外,其它各编号的电阻值相差不多,曲线较平缓。

### 4.大气暴露试验

把插片在大气中自然暴露,环境为化工车间厂房外,受阳光、风砂、雨雪等侵袭半年,取10个插片进行接插件的接触电阻测试,数据列于表 5 并绘成图 6。

表 4

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均
接触电阻 $m\Omega$	4	19	3	7	6	5.5	4.5	6.5	5	8	4	4.5	4	9	5	7	3	4	5	7	6.5

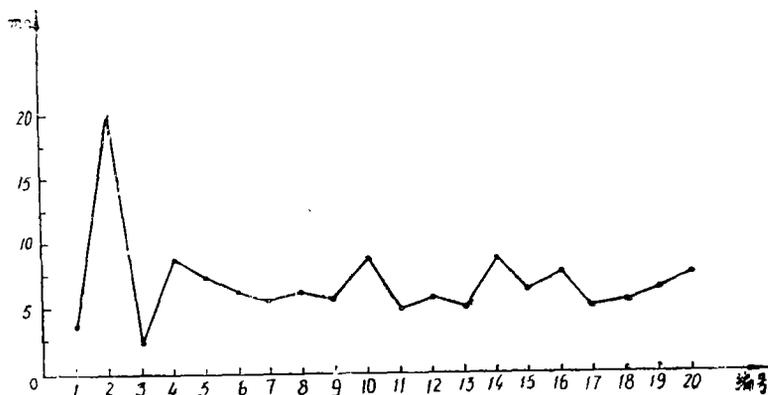
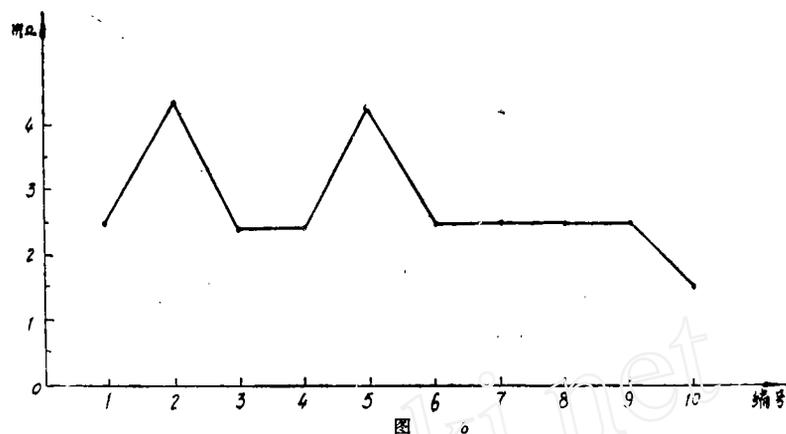


图 5

表 5

编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
接触电阻 ( $m\Omega$ )	2.5	4.5	2.5	2.5	4.5	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	2.8



### (三) 热稳定试验

按照接插件的技术条件，对18个样品进行热稳定试验，条件是：按照40倍额定电流（200 A）通电1秒，测量插片温度并观察接插件外观变化。我们试验时通电时间都超过1秒，插片无变化。试验数据列于表6。

表6 热稳定试验

序号	电流 (A)	时间 (S)	环境温度	插片实测温度 °C	备注
1	6	600	室温		插件无变化
2	50	4	室温	45	
3	50	10	室温	50	
4	50	16	室温	60	
5	100	4	室温	65	
6	100	10	室温	70	
7	100	16	室温	76	
8	150	2	室温	52	
9	150	3	室温	60	
10	150	5	室温	80	
11	150	6	室温	90	
12	150	12	室温		导电片变色
13	160	2	室温	30	
14	160	4	室温	40	
15	160	6	室温	>100	
16	160	10	室温		外接导线冒烟
17	200	2	室温		
18	200	5	室温		导电片变色

除上述3项试验之外,我们还对化学镀镍的插件进行了接触电阻测试,发现接触电阻值高达 $7.5\sim 15\text{ m}\Omega$ 。化学镀镍镀层,实际是镍的合金,含有Ni、P等元素,其电阻值必然增大。因此不宜采用。

通过上述试验数据可以得出结论:

- 1、接插件的接触电阻值是最重要的一项技术指标。在正常情况下实测值为 $1.5\sim 2.5\text{ m}\Omega$ ,达到国外同类产品的水平。
- 2、经工业大气暴露试验,工业腐蚀气体模拟加速试验,接触电阻平均值分别为 $2.8$ 和 $6.5\text{ m}\Omega$ 。在经过腐蚀破坏后,接插件的接触电阻值仍保持在较低水平。
- 3、经热稳试验证明,接插件完全可以经受大电流冲击。

## 五、导电润滑剂的应用

接插件处于干摩擦状态,通过本文第二部分的分析,说明对其电性能是不利的。如果象机械运动中的润滑一样,解决电接触元件的润滑问题是否可行呢?国外早在50年代中期就进行了这方面的研究,但效果均不理想。美国从60年代开始,推广应用“ODA·HCL”润滑剂,虽然降低了接触电阻值并使其稳定,但因有氯离子的存在,加速了对金属的腐蚀性。以后,西方各国都在研制定电润滑剂,如美国的IL,法国的G526油脂,日本的DC~550和DC~710等,均应用于工业各部门中,由于其技术性强,经济效果大,国际间保密甚严。

我国从六十年代开始自力更生研制定电润滑剂,经过几番周折,于1975年8月研制成功了BY-2电接触固体薄膜润滑剂,1979年4月正式通过国家级鉴定。

(一)导电润滑剂的润滑机理和导电机理

### 1. 润滑机理

在电接触元件的接点上,都承受着一定正压力。由于电镀的不均匀性,造成接触面金属出现镀层微孔和大约 $1\mu$ 的微观粗糙表面。由于两接触面之间的空隙很小,不可能存在较厚的润滑油层,所以不可能出现理想的液体摩擦状态,最多能出现边界摩擦状态。这样,就要求润滑剂的分子必须能牢固地附着于摩擦表面,并能承受高载荷和高温,才能避免不产生干摩擦。

根据流体动力学和润滑剂分子结构理论,电润滑剂应当选用带极性基的分子,以便在金属表面具有很强的附着力。美国的“ODA·HCl”系由十八烷基胺氯氢酸盐组成,其分子式为:



分子式中左端的为长链状碳氢基团,右端为胺盐的极性基团,这类分子属于一种极性共轭体系,分子内部受诱导效应与共轭效应作用,电子向极性基一端转移。



(非极性碳氢基团)

(极性基团)

极性基一端有较大的电子密度,增加了电的吸附能力。极性分子并可在金属表面形

成定向排列和堵塞电镀层微孔，如图7所示。

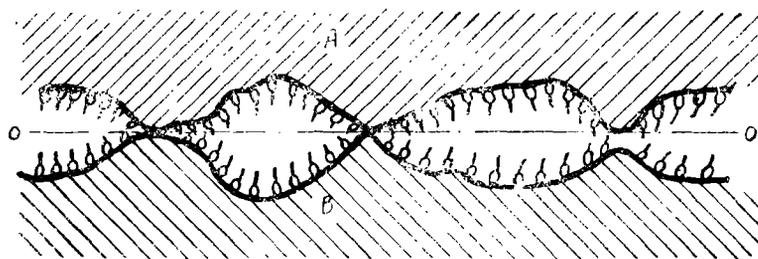


图 7

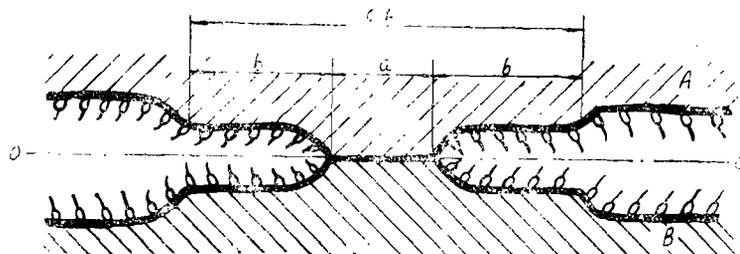
综上所述，由极性分子构成的固态型电润滑剂，由于有强的附着力和形成紧密的复盖层，所以可表现出优良的润滑性。

## 2. 导电机理

关于电润滑剂的导电机理，在国内外有两种说法：电润滑剂本身导电，另一种认为润滑剂被挤压到金属镀层的凹谷中，接触表面某些凸起的金属峰顶发生的直接接触而导电的。

国内研究资料证明，电润滑剂本身并不一定导电。根据对BY-2润滑剂的实测证明，其体积电阻系数  $\rho_v = 10^{10} \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$  之间，相当于酚醛树脂的数值；介电常数约为4，介质损耗角正切值  $\text{tg } \delta = 6 \times 10^{-3}$ ，相当于ABS工程塑料；涂层电阻  $R = 1.47 \times 10^{11} \Omega$ 。由此说明它是良好的绝缘介质。实验又证明，涂有BY-2的接插件不施加压力，则不导电。以上证明电润滑剂不导电的理论是可信的。

又根据美国W.E. Campbell的理论，当润滑剂被挤压到  $5 \times 10^{-10} \text{m}$  ( $5 \text{ \AA}$ ) 时，出现隧道型导电(如图8)\*。



- a—金属直接接触导电区
- b—隧道型导电区
- ab—导电区域

图 8

根据以上理论，电润滑剂远比金属柔软，很易在压力下达达到  $5 \text{ \AA}$  的厚度，同时又易露出微观的金属峰峦，使接触件之间具有导电性。

\*资料〔2〕介绍为  $0.02 \mu$  以下，出现隧道效应。

(二) 涂有BY-2 润滑剂的试验

按照BY-2 的使用说明, 我们将镀银插片浸涂BY-2 润滑剂, 与不涂BY-2 的插片进行对比, 作以下三组试验:

1. 浸与不浸BY-2 的插片插入底座中作接触电阻测试(浸涂后当即试验);
2. 浸与不浸BY-2 的插片, 在阳光下暴露半年后插入底座, 作接触电阻测试;
3. 用人工模拟的腐蚀方法, 对浸与不浸BY-2 的插片, 进行26小时(相当于自然暴露2年2个月)的模拟腐蚀试验后, 插入底座作接触电阻测试。

以上三组试验的数据分别列于表7、8、9。

表7 浸与不浸BY-2 的接触电阻值 (mΩ)

端子号	第一次测试		第二次测试		端子号	第一次测试		第二次测试	
	浸	不浸	浸	不浸		浸	不浸	浸	不浸
1	5	4	4	4	11	3.5	3	3	3
2	2.5	2.5	2.5	2.5	12	3.5	3	3.5	2.5
3	3	3	3.5	3.5	13	2.5	3	2.5	2.5
4	2.5	3	2.5	2.5	14	3.5	3.5	3.5	3.5
5	5	4	5	4	15	2.5	2.5	2.5	2.5
6	3.5	3	3.5	3	16	2.5	4	2.5	4
7	3.5	5.5	3	5	17	5	4.5	4.5	5
8	3	4	3	3.5	18	5.5	5	5	5.5
9	3	3	2.5	2.5	19	4	4.5	4	4
10	4	2.5	4	2.5	20	2.5	2.5	2.5	2.5

表8 阳光下暴露半年后接触电阻值 (mΩ)

端子号	浸BY-2	没浸BY-2	端子号	浸BY-2	没浸BY-2
1	2.5	2.5	6	2.0	2.5
2	1	4.5	7	1.0	2.5
3	1.5	2.5	8	2.5	2.5
4	2.5	2.5	9	2.0	2.5
5	1.5	4.5	10	1.0	1.5

表 9 经26小时模拟腐触试验后接触电阻值

端子号	第一次测试		第二次测试		端子号	第一次测试		第二次测试	
	浸	不浸	浸	不浸		浸	不浸	浸	不浸
1	3.5	4.5	3	4	11	2	3	2	3.5
2	2	3	2	2.5	12	2	4	2	3
3	2.5	3.5	2.5	2.5	13	2	2.5	2	2.5
4	2	2.5	2	2.5	14	2.5	3	2.5	3
5	3.5	3.5	3	3	15	2	2	3	2.5
6	2.5	3.5	2.5	2.5	16	2.5	3.5	2.5	3
7	3	3.5	3	3	17	4.5	5.5	3.5	5
8	2	3	2	2.5	18	2.5	4	2.5	4
9	2.5	5	2.5	4	19	4.5	4	4	4.5
10	3	2.5	2.5	3	20	1.5	3	1.5	2.5

如果把上述三个表中的数据，用曲线形式表示之，则可看出浸与不浸 BY-2 的对比结果。为了使图线清晰，两次测试时只画出一次数值，见图 9、10、11。

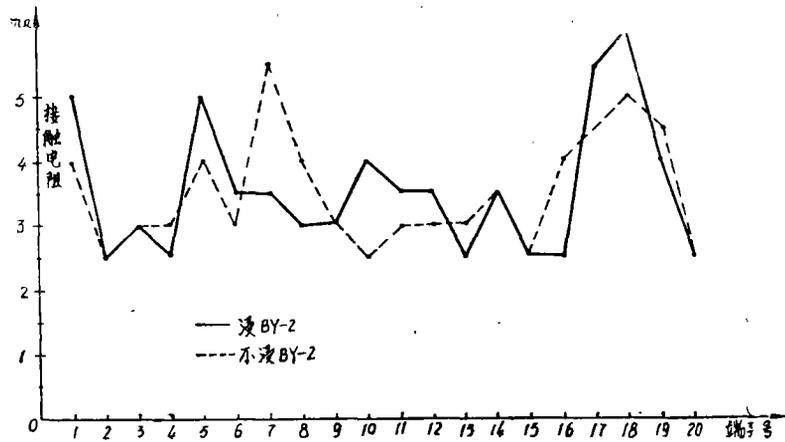


图 9 浸与不浸 BY-2 的插片接触电阻值曲线图

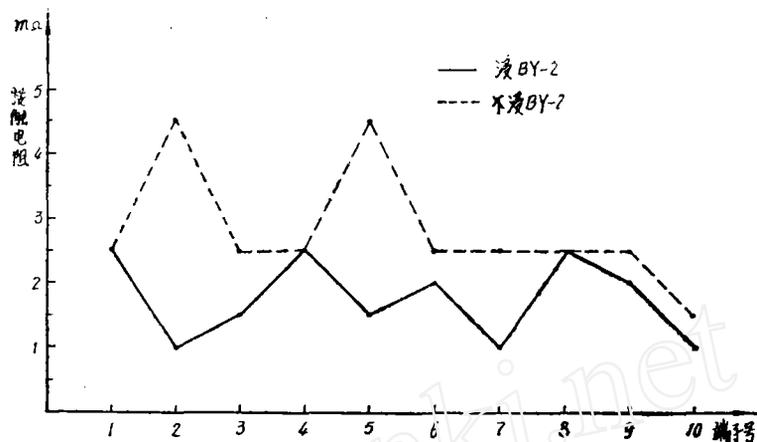


图10 浸与不浸BY-2插片暴露试验半年后接触电阻值曲线图

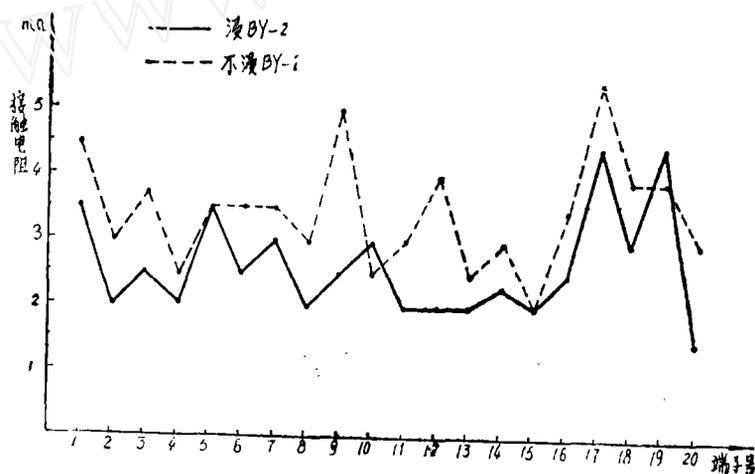


图11 涂与不涂BY-2插片经26小时模拟试验的接触电阻变化曲线

根据上述表格数据及下页各图，基本上可以得出如下结论：

(1) 浸涂与不浸涂BY-2的插片，在未经腐蚀时，其接触电阻值变化不大，从数据来看，浸BY-2的电阻值略有提高，其原因是，未形成隧道效应，表面接触状态尚未达到最佳状态。

(2) 浸涂BY-2的插片经腐蚀之后，远比不浸BY-2的插片的接触电阻值低。

(3) 由以上两点可以说明，BY-2润滑剂对镀层表面起保护作用。当接插件中有腐蚀气体存在或经长期使用时，由于浸涂BY-2润滑剂之后，有效地保护了接触表面不被腐蚀，使其接触电阻值保持稳定。

由此可以得出结论:当接插件浸涂BY—2 润滑剂之后,能够保持接触电阻值稳定。

## 六、结 论

通过对继电器接插件的以上的试验、分析和研究,我们可以初步得出如下结论:

### (一) 继电器接插件的设计依据

1. 要充分了解和掌握继电器对接插件的以下使用要求:

- (1) 额定电流和工作电压;
- (2) 接触电阻值;
- (3) 端子数;
- (4) 电流回路短接要求;
- (5) 绝缘要求,应符合IEC标准中对爬电距离和电气间隙的要求;
- (6) 使用寿命,应略高于产品寿命。

2. 充分考虑环境条件:

- (1) 使用温度范围;
- (2) 湿度;
- (3) 由以上两点选择适当的材料、镀层和保护剂。

3. 机械结构要求:

- (1) 插拔力;
- (2) 插拔工具或插拔机构的设计;
- (3) 导正方法及设计;
- (4) 端子号顺序;
- (5) 端子的布置不应超出元件在屏面板上的投影范围。

### (二) 接触电阻值的影响因素

1. 为了保证接触电阻值不致于过大,应适当增加接触压力,但又不使插拔力过大,以减小插拔的困难。

2. 在结构尺寸允许的情况下,适当增加接触面积。

3. 严格控制接触表面的质量状态;

4. 适当选择接插件的表面镀层;

5. 防止大气中腐蚀气体,尘埃对接插件的侵蚀;

6. 可选用国产BY—2 润滑剂保护镀层不被腐蚀;

(三) 按照我国工艺水平设计的继电器接插件,在性能指标上已经达到了国外同类产品的水平,完全适用于我国继电保护的需要。

当然,对于继电器接插件的深入研究,还有待我们在今后的工作中去进一步解决。

## 参 考 文 献

1. 电接触可靠性与BY—2 电接触固体薄膜润滑剂的研究与应用,彭道儒,北京市

- 2. *Functional Testing of Electrical Contact*, R. sohnall (西德 HERAEUS公司来华交流资料)
- 3. *ASEA Modular system COMBIFLEX* ® ASEA 手册 RK 92-200E
- 4. *SIEMENS Electromechanical components for Electronic Equipment*, Data Book 1980/81
- 5. 日本日立公司 (HITACHI) 来华交流记录
- 6. O/XJ 029—81接插件技术要求, 许昌继电器研究所

~~~~~

## 电气化铁路牵引变电所晶体管继电保护装置两部 鉴 定 会

根据机械工业部电工局(82)电器字第503号文由铁道部、机械工业部共同主持于1982年11月8日至12日在西安铁路局宝鸡分局召开了由许昌继电器研究所与铁道部铁道科学研究院、电化工程局、西安铁路局共同研究的电气化铁路牵引变电所晶体管继电保护装置鉴定会参加会议的有设计、研究、高等院校、安装、使用、制造等30多个单位70名代表。

会议由许昌继电器研究所介绍了晶体管变压器保护装置, 馈电线保护装置; 铁道科学研究院介绍了馈电线故障探测装置; 宝鸡铁路分局介绍了保护装置的运行情况, 并在现场进行了变压器保护的巡检装置操作。

与会代表进行了热烈、认真的讨论, 对装置的原理接线、性能指标及两年来的运行进行了分析。认为: 馈电线保护采用新原理具有四边特性方向阻抗继电器, 具有躲重负荷, 及励磁涌流能力强、灵敏度高、躲保护短路过渡电阻能力强, 省去断线闭锁装置, 简化了接线; 晶体管变压器保护的差动保护采用间断角加二次谐波制动原理躲励磁涌流, 经几十次冲击没有误动, 证明保护的原理是可行的。产品是可靠的。

变电所保护包括: 1. 变压器保护: BCD—23差动保护, BL—14单相过流保护, BL—15两相过流保护 BL—17三相过流保护, BY—9 单相低电压保护 Z BX—2 保护巡检。

- 2. ZKH—2A 馈电线保护装置
- 3. ZKT—1 馈线故障探测装置

与会代表也对装置的制造工艺等问题提出了宝贵的意见。

经过讨论, 与会代表认为, 牵引变电所晶体管继电保护装置可以投入小批生产, 在铁道牵引变电所逐步推广。

(许昌继电器研究所 钟锡龄)