

电磁型继电器线圈断线及防断线方法

许昌继电器研究所 韩天行

内 容 提 要

220伏电磁型继电器线圈断线是继电器制造行业和电力部门长期以来没有解决的老大难问题。它已严重影响继电器的工作可靠性和电力系统的安全运行。本文将从理论和实践二方面,论述继电器线圈断线的主要原因,并通过试验数据论证防断线方法的可行性,为解决线圈断线提供一些简单易行的措施和方法。

一、前 言

保护继电器是继电保护的主要组成部分,它的工作可靠性是电力系统安全生产的关键,然而影响继电器工作可靠性的因素很多,对于电压等级为220伏电磁型继电器线圈断线就是一个非常突出的问题。它已成为继电器制造行业和电力部门长期未能得到解决的老大难问题。由于电磁型继电器在设计上受到“体积小、重量轻、材料省”思想的影响下,一味追求小巧玲珑,不考虑体积小对它的工作可靠性的影响,造成了电压等级为220伏的电磁型继电器线圈所用导线的线径很细,最细的仅有0.05 mm,这就是线圈断线的主要原因。

我国是一个地域辽阔的国家,各地气候条件差异很大。在东北、华北、西北地区气候比较干燥,而在长江以南的广大地区气候湿润多雨特别进入五、六月份的霉雨季节,空气中相对湿度很高,达90%以上。甚至在一些物体表面出现凝露的水珠。除此地区之外,在沿海一带除了空气中含有大量的水分外,还含有各种盐类,因此继电器工作在江南和沿海一带时,各种金属零件都处于潮湿的介质之中,这些介质都是电解质,因而要引起各种金属出现不同程度的腐蚀。220伏继电器线圈断线就是在潮气作用下所引起的电化学腐蚀。

线圈断线的情况是比较严重的。我们对许昌继电器厂生产的5XJ、520、553、1线圈进行了一次检查。第一次抽样检查30个线圈中,发现5个线圈断线,占抽样数的16.6%,接着对库存的该类型线圈逐个进行检查,在库存的200个线圈中,又发现15个断线,占总线圈数的7.5%,并且发现这些线圈的胶木骨架还有不同程度的长霉现象。该厂自用件库中存放的20台DX—31A信号继电器,有6台断线,占30%,从许昌继电器厂收到反映线圈断线的情况看,也是以长江以南和沿海一带出现断线的最多,从以上的数据看出

继电器线圈断线已成为继电器可靠工作的一大危害。必须采取措施及时解决。

二、金属的电化学腐蚀

当金属和电解质溶液接触时，由于电化学作用而引起的金属腐蚀即为电化学腐蚀。电化学腐蚀是在形成原电池的基础上而产生的。

1、原电池的形成

根据勒斯特 (W·Nernst) 理论，把金属放在电解质溶液中，金属表面的正离子要受到电解质溶液中水分子的吸引。(水分子是一强极性分子) 这样金属表面的正离子有进入电解质溶液形成离子的趋向，而留在金属表面的是电子。同时，电解质溶液中的金属离子(正离子)又有向金属表面靠拢，沉积在金属表面的趋向。这是二个方向相反的过程，前一过程进行的速度决定于金属的活泼性或电解质溶液中金属离子的浓度。当金属愈活泼，电解质溶液中金属离子浓度越小，则金属离子进入电解质溶液的趋向越大。后一过程进行的速度决定于电解质溶液中金属离子的浓度，浓度越大，电解质溶液中金属离子聚集在金属表面的趋向越大。当这二个过程进行的速度相等时，即达到动态平衡。这时，若金属离子溶解的趋向大于金属离子沉积在金属表面的趋向时，金属带负电，溶液带正电。并且由于电解质溶液的金属离子和金属表面的电子的静电作用，使金属表面的电子聚集在与电解质溶液接触的金属表面上，而电解质溶液中的金属离子聚集在与金属接触的电解质溶液的表面层。这样在金属与电解质溶液的交界面上分别形成带负电的电子

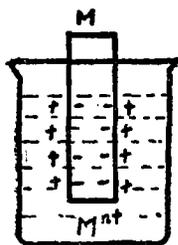


图 1

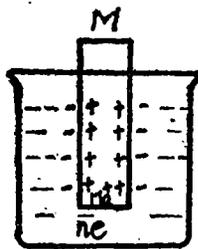


图 2

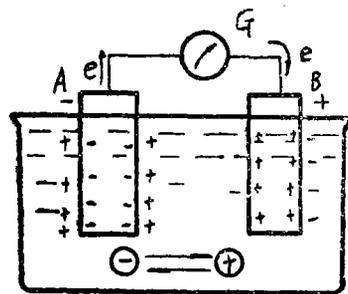


图 3

层和带正电的金属离子层的双电层。如图 1 所示，在金属表面的这种双电层就构成了金属的电极电位。反之当金属离子进入电解质溶液的趋向小于电解质溶液金属离子聚集在金属表面的趋向，则金属带正电，电解质溶液带负电。如图 2 所示，也形成了电极电位。这样由于不同的金属它们的活泼性不同，它们的电极电位就不相同。因而当二种不同的金属在同一种电解质溶液中，就要形成电位差，出现电流而构成了原电池，如图 3 所示。

对于同一种金属，当它含有杂质时，在电解质溶液中也会出现不同的电极电位，形成原电池。

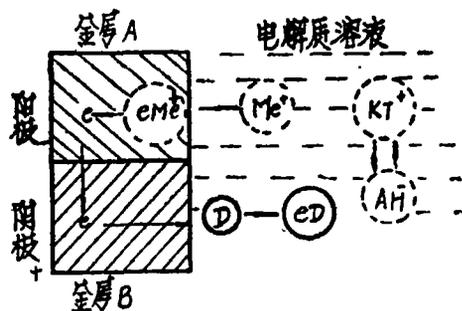
表 1 列出几种常用金属的电极电位

表 1 常用金属的标准电极电位

电 对	电极反应	电极电位 (V)	电 对	电极反应	电极电位 (V)
Mg ²⁺ /Mg	Mg ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Mg	-2.375	Sn ²⁺ /Sn	Sn ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Sn	-0.136 φ
Al ³⁺ /Al	Al ³⁺ + 3e ⁻ ⇌ Al	-1.706	Pb ²⁺ /Pb	Pb ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Pb	-0.1263
Mn ²⁺ /Mn	Mn ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Mn	-1.029	H ⁺ /H	H ⁺ + e ⁻ ⇌ H	0
Zn ²⁺ /Zn	Zn ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Zn	-0.7628	Cu ²⁺ /Cu	Cu ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Cu	+0.3402
Fe ₂₊ /Fe	Fe ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Fe	-0.408	O ₂ /OH ⁻	$\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^- \rightleftharpoons 2OH^-$	+0.401
Ni ²⁺ /Ni	Ni ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Ni	-0.23	Cu ⁺ /Cu	Cu ⁺ + e ⁻ ⇌ Cu	+0.522
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	Fe ³⁺ + e ⁻ ⇌ Fe ²⁺	+0.77	Ag ⁺ /Ag	Ag ⁺ + e ⁻ ⇌ Ag	+0.7996
Hg ₂ ²⁺ /Hg	$\frac{1}{2}Hg_2^{2+} + e^- \rightleftharpoons Hg$	+0.7986	Hg ²⁺ /Hg	Hg ²⁺ + 2e ⁻ ⇌ Hg	+0.851

2. 电化学的腐蚀过程

上面已经谈到，当二金属处于电解质溶液中，就形成了原电池。在原电池中把电极



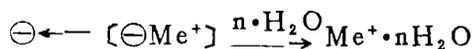
KT⁺—电解质溶液中阳离子

AH⁻—电解质溶液中阴离子

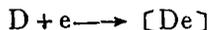
图 4 电化学腐蚀的原理图

电位较负的金属电极称为阳极，电极电位较正的金属电极称为阴极，整个电化学腐蚀的过程如下：

(1) 阳极过程：阳极区的金属 A 以水化离子的形式进入电解质溶液，并把一定量的电子留在金属 A 中，其反应方程为：



(2) 阴极过程: 电子在阴极区被去极化剂D吸收, 即反应方程为:



去极化剂D: 能在阴极区被还原(吸收电子)的原子和离子。

(3) 电流流动过程: 二金属在电极电位作用下, 金属A中的电子从阳极区向阴极区移动。在电解质溶液中, 溶液中的阳离子从阳极区向阴极区移动, 同时阴离子从阴极区向阳极区移动, 实现了电流在阳极和阴极间的流动。

整个过程中, 作为阳极的金属A一方面由于金属离子以水化形式进入电解质溶液中, 另一方面留在金属A中的电子又向阴极移动, 因而作为阳极的金属A被腐蚀。

电化学腐蚀过程如图4所示:

三、线圈断线的原因

1. 铜的抗腐蚀性能:

铜是一种具有高的导电性和导热性的金属。在一般情况下, 具有较良好的抗腐蚀能力。铜在室温干燥的空气中, 几乎是不氧化的。在大气中, 也具有较好的耐腐蚀能力。它能与大气中的硫化物如硫化氢、二氧化硫起反应, 表面形成一层 $CuSO_4 \cdot 3Cu(OH)_2$ 的深绿色保护膜。并能降低腐蚀速度。但是在大量的二氧化硫, 硫化氢, 硝酸, 氨和氯气等气体场合, 会引起强烈的腐蚀。在沿海一带, 由于大气中含有盐类, 经长期使用, 在铜类表面形成一层细微的溃伤斑点。

铜的电极电位较高, 约+0.34伏。一般在非氧化性盐类溶液中比较稳定。而在各种含氧或氧化性的酸、盐溶液中及氨盐溶液中极易腐蚀。铜在氨盐溶液, 当空气中存在氧和氧化剂进入溶液中时, 铜的电极电位向负方向移动, 并形成 $[Cu(NH_3)_4]^{++}$ 络离子。它易形成络盐而溶解于水, 这样能加速铜的腐蚀。因而氨气是铜发生腐蚀的强烈催化剂。

2. 线圈断线的原因

继电器线圈一般是由漆包线绕制在骨架上, 漆包线是由铜线涂覆绝缘漆烘干而成的。理应不会发生腐蚀现象, 但是对于220V线圈断线现象却屡见不鲜, 这是什么原因呢?

我们从大量试验中发现220V线圈都常发生断线现象, 当线圈的导线线径大于0.09mm时, 是很少发生断线现象的。但是对于0.09mm以下线径的线圈断线的几率却比较大。当然这除了某些机械上的原因, 如绕线速度过快, 使导线产生较大的拉伸, 随着气候的变化可以造成机械拉断外, 大部分的断线都是在潮湿条件下所产生的电化学腐蚀。

从漆包线来说, 由于制成漆包线的铜导线的纯洁度不可能达到100%。它必定要含有一些杂质如铁、锌、镉、银、金等。这些杂质的电极电位与铜不同, 并且又直接与铜

相接触，还有接触电势产生。另一方面在制造漆包线的过程中，空气中的杂质和灰尘也会进入漆包线内。然而在绕制线圈的过程中，在各种机械应力作用下，会使漆包线漆皮层损伤将铜线裸露。加上漆包线的漆层含有较多的气孔，这样继电器作在潮湿环境中，潮气大量侵入线圈中，包围着各层漆包线。被裸露的铜线与潮气接触就形成原电池。一只有杂质的电极电位比铜正时，铜就成为原电池的阳极将失去电子被腐蚀，由于导线的线径很细，就很容易引起线圈断线。

从线圈骨架来说：目前大多数的骨架是由酚醛塑料压制而成的。酚醛塑料虽然在电器行业中广泛地应用，但是这种材料在它聚合过程中产生一些副产品，如 H_2O 、 NH_3 、 HCl 等。 HCl 、 NH_3 对铜有不同程度的腐蚀作用，特别是 NH_3 ，在潮湿的各条件下与铜要形成 $[Cu(NH_3)_4]^{++}$ 络离子，它能溶解于水加速铜的电化学腐蚀。

从以上分析可以看出，线圈断线是由于在潮气和氨气作用下，铜导线的电化学腐蚀。由于导线的线径很细，因而一旦发生电化学腐蚀就容易引起线圈断线。

四、防止线圈断线的方法

要防止线圈断线，就必须减少空气中的水分，并阻止氨气的产生。这样就必须改善继电器生产，贮存和使用的环境条件。要求这些环境条件中的空气的相对湿度不大于35%，这样各制造厂，仓库和电力部门的继电保护处都要进行大量技术改造后才能达到，目前是无法实现的。另一方面应尽量使用无氨气产生的塑料。但是只有继电器中所有的绝缘零件（如线圈骨架、外壳、底座、接点支座等）都不用酚醛塑料才能阻止在潮热条件下氨气的释放，杜绝氨盐溶液对铜的加速腐蚀。但是酚醛塑料是一种绝缘性能良好的热固塑料，全部不使用是无法实现的。由于客观生产条件的限制，无法解决产生断线的二个重要原因。但是我们在进行断线的加速试验中，却发现当线圈和它的铁心具有不同电位时，有的线圈断线，有的线圈不断线，现将几次试验的结果介绍如下：

1. 线圈断线的加速试验：

(1) 试验方法：

将继电器放入潮湿的条件下进行线圈断线的加速试验。

潮湿的条件：环境温度为 $+40^{\circ}C$ ，相对湿度93~98%，历时14小时，然后随试验箱自然降温至箱外的环境温度。温度为 $22^{\circ}C \pm 3^{\circ}C$ 相对湿度93%~98%历时10小时，在降温时，在继电器和线圈表面出现凝露现象。共进行11个周期的试验。

(2) 试验样品：

1) DX—32B信号继电器 9台

线圈线径为0.09mm

2) DX—32A信号继电器 8台

线圈线径，内线圈为0.05mm，外线圈为0.1mm

- 3) DX—32信号继电器 3台
线圈线径为0.11mm
- 4) DZY—202中间继电器 4台(包括1台DZY—208)
线圈线径:内层为0.09mm,外层为0.12mm(康铜线)
- 5) DZB—262中间继电器 4台
线圈线径为0.06mm
- 6) DZ—70/Y中间继电器 4台
线圈线径为0.07mm

(3) 试验分组及试验接线图

试验共分四个组

第一组共8台继电器

继电器线圈的一端接直流电源负极,铁心接直流电源的正极。直流电源的电压为220V,接线如图5所示。

第二组共8台继电器

继电器线圈一端接直流电源正极,铁心接直流电源的负极,直流电源的电压为220V,接线如图6所示。

第三组共8台继电器

继电器线圈一端接电源负极,为了加速线圈断线,在二月三日将铁心接电源正极。如图5所示,直流电源电压为220V。

第四组共8台继电器

继电器线圈一端接电源正极,为了加速线圈断线,在二月三日将铁心接电源负极。如图6所示,直流电源电压为220V。

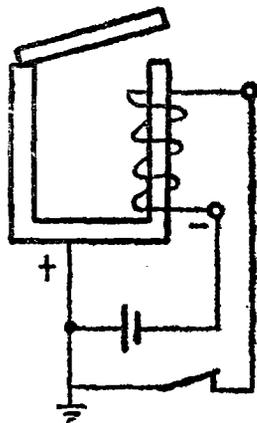


图5

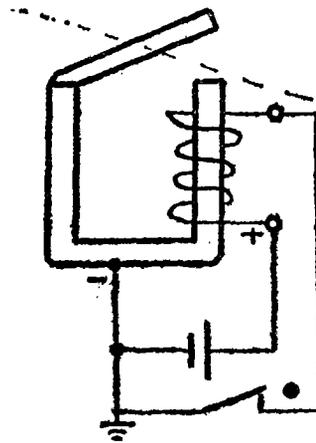


图6

(4) 试验数据:见表2—5

2表 第一组

编号	产品型号	1月26日	1月28日	1月29日	1月30日	1月31日	2月1日	2月2日	2月3日	2月4日	2月5日	2月6日	2月7日
20	DZY-202	10710 ²	10760 ²	10760 ²	10750 ²	10790 ²	10810 ²	10890 ²	10910 ²	11000 ²	10950 ²	10980 ²	11090 ²
25	DZ-70	11030 ²	11220 ²	1150 ²	11000 ²	11130 ²	11190 ²	11560 ²	11690 ²	11920 ²	11700 ²	11800 ²	12070 ²
18	DX-32	422 ²	425.9 ²	422 ²	419 ²	419.5 ²	422 ²	444.5 ²	444.9 ²	454.4 ²	444.8 ²	445 ²	456.5 ²
13	DX-32B	1021 ²	1036 ²	1025 ²	1015 ²	1017 ²	1025 ²	1079 ²	1079 ²	1104 ²	1077 ²	1080 ²	1106 ²
28	DZB-262	14900 ²	15390 ²	15160 ²	15100 ²	15140 ²	15260 ²	15730 ²	15790 ²	16140 ²	15780 ²	16000 ²	16430 ²
17	DX-32B	1021 ²	1039 ²	1020 ²	1012 ²	1021 ²	1023 ²	1071 ²	1081 ²	1109 ²	1085 ²	1089 ²	1105 ²
5	DX-32A	18240 ²	18420 ²	18290 ²	18250 ²	18370 ²	19460 ²	19120 ²	19290 ²	19650 ²	19380 ²	19800 ²	19830 ²
		378 ²	381 ²	377 ²	375 ²	376.8 ²	378.5 ²	393.9 ²	397.9 ²	406.5 ²	3968 ²	401.3 ²	408.3 ²
6	DX-32A	18840 ²	18930 ²	19000 ²	18860 ²	18900 ²	19020 ²	19820 ²	19890 ²	20360 ²	19980 ²	20010 ²	20500 ²
		396 ²	398.5 ²	396 ²	393 ²	393.7 ²	395.5 ²	415.5 ²	415.9 ²	415.9 ²	429 ²	415.8 ²	425.3 ²

表 3 第二组

编号	产品类型号	1月26日	1月28日	1月29日	1月30日	1月31日	2月1日	2月2日	2月3日	2月4日	2月5日	2月6日	2月7日
26	DX-32	404 ^Q	401.7 ^Q	404 ^Q	400 ^Q	402.3 ^Q	403.9 ^Q	421.5 ^Q	423.9 ^Q	421.9 ^Q	424.5 ^Q	431.3 ^Q	432.3 ^Q
24	DZ-70	10930 ^Q	11280 ^Q	11310 ^Q	11230 ^Q	11300 ^Q	11300 ^Q	11810 ^Q	11900 ^Q	断			
11	DX-32B	1026 ^Q	1022 ^Q	1027 ^Q	1016 ^Q	1025 ^Q	1032 ^Q	1082 ^Q	1076 ^Q	1070 ^Q	1080 ^Q	1090 ^Q	1099 ^Q
16	DX-32B	1006 ^Q	1004 ^Q	1009 ^Q	998 ^Q	1003 ^Q	1009 ^Q	1066 ^Q	1061 ^Q	1050 ^Q	1063 ^Q	1070 ^Q	1080 ^Q
30	DZB-262	14920 ^Q	15080 ^Q	15090 ^Q	15050 ^Q	断							
29	DZY-208	10490 ^Q	10560 ^Q	10560 ^Q	10550 ^Q	10590 ^Q	10600 ^Q	10750 ^Q	10700 ^Q	10730 ^Q	10770 ^Q	10790 ^Q	10880 ^Q
7	DX-32A	18080 ^M	18000 ^M	18020 ^M	17930 ^M	18060 ^M	18190 ^M	19070 ^M	19000 ^M	18900 ^M	断		
		383 ^M	381.3 ^M	384 ^M	379.7 ^M	382.6 ^M	384.7 ^M	403.6 ^M	403.5 ^M	403.5 ^M	402.5 ^M	408.3 ^M	412.6 ^M
10	DX-32A	18190 ^M	18160 ^M	18240 ^M	18200 ^M	18360 ^M	18440 ^M	19250 ^M	19320 ^M	19210 ^M	19350 ^M	19400 ^M	断
		383 ^M	381.3 ^M	384 ^M	379.7 ^M	382.6 ^M	384.7 ^M	403.6 ^M	403.5 ^M	400.5 ^M	402.5 ^M	405 ^M	412.6 ^M

表 4 第三组

编号	型号	1月26日	1月28日	1月29日	1月30日	1月31日	2月1日	2月2日	2月3日	2月4日	2月5日	2月6日	2月7日
161	DX-32B	1038 ³	1059 ³	1044 ²	1034 ²	1055 ³	1054 ²	1106 ²	1108 ²	1120 ²	1107 ²	1105 ²	1117 ²
23	DZ-70	10990 ⁵	11430 ²	11370 ⁵	11220 ⁵	11360 ⁵	11370 ⁵	11850 ⁵	11950 ⁵	11020 ²	11930 ⁵	11980 ⁵	12170 ⁵
22	DZB-262	14990 ⁵	15460 ²	15390 ⁵	15220 ⁵	15420 ⁵	15440 ⁵	15990 ⁵	16200 ⁵	15290 ⁵	16130 ⁵	16300 ⁵	16490 ⁵
21	DZY-202	10670 ⁵	10770 ⁵	10800 ⁵	10750 ⁵	10780 ⁵	10800 ⁵	10910 ⁵	11000 ⁵	12030 ⁵	10990 ⁵	11000 ⁵	11760 ⁵
3	DX-32B	969 ²	992 ²	977 ²	962 ²	981.7 ⁵	892 ²	1031 ²	1032 ²	1043 ²	1049 ²	1045 ²	1040 ²
12	DX-32A	928 ²	1000 ²	994 ²	976 ²	997.7 ⁵	998 ²	1048 ²	1049 ²	1060 ²	1033 ²	1045 ²	1057 ²
1	DX-32A	18670 ⁵	19140 ⁵	19070 ⁵	18790 ⁵	19210 ⁵	19100 ⁵	19900 ⁵	20120 ⁵	20220 ⁵	20030 ⁵	20030 ⁵	20190 ⁵
		397 ²	405.5 ⁵	401 ²	390 ²	404.1 ⁵	401.8 ⁵	421.2 ⁵	423.7 ⁵	427.2 ⁵	423.3 ⁵	423.4 ⁵	427.3 ⁵
9	DX-32A	18320 ⁵	18790 ⁵	18550 ⁵	18470 ⁵	18830 ⁵	18830 ⁵	19580 ⁵	19800 ⁵	20000 ⁵	19730 ⁵	19780 ⁵	19910 ⁵
		388 ²	396.7 ⁵	391 ²	387 ²	395.3 ⁵	394 ²	414.1 ⁵	412 ²	420 ²	414.3 ⁵	415 ²	419 ²

表 5 第四组

编号	型号	1月26日	1月28日	1月29日	1月30日	1月31日	2月1日	2月2日	2月3日	2月4日	2月5日	2月6日	2月7日
27	DZY-202	10270 ²	10400 ²	10400 ³	10360 ²	10370 ³	10390 ²	10600 ²	10550 ²	10540 ²	10590 ²	10630 ²	10660 ²
19	DZB-262	14920 ²	15500 ³	15400 ²	15200 ²	15270 ²	15420 ²	16130 ²	15950 ²	16230 ¹	断		
2	DX-32	342 ²	352 ²	347 ²	342 ¹	344.6 ²	348.5 ²	365 ²	362.5 ²	362.2 ²	365.4 ²	364 ²	367.6 ²
31	DZ-70	10760 ²	11300 ²	11220 ²	11090 ²	11120 ²	11250 ²	11590 ²	11570 ²	11610 ²	11730 ²	11840 ²	11960 ²
14	DX-32B	982 ²	1011 ²	998 ²	980 ²	997 ²	1003 ²	1048 ²	1041 ²	1046 ²	1048 ²	1050 ²	1052 ²
15	DX-32B	990 ²	1020 ²	1020 ²	990 ²	996.9 ²	1014 ²	1057 ²	1051 ²	1050 ²	1058 ²	1063 ²	1062 ²
4	DX-32A	18990 ²	19790 ²	19630 ²	19340 ²	19530 ²	19720 ²	20290 ²	20430 ²	20410 ²	20630 ²	20640	断
		396 ²	409.7 ²	403 ²	396.6 ²	401.4 ²	405.1 ²	423.9 ²	422.1 ²	421.1 ²	423.3 ²	425.1 ²	426.4 ²
8	DX-32A	18190 ²	18550 ²	18480 ²	18200 ²	18290 ²	18570 ²	19380 ²	19150 ²	19110 ²	19340 ²	19350 ²	断
		383 ²	397.2 ²	394 ²	385 ²	389.3 ²	394.3 ²	411.9 ²	408.7 ²	409 ²	411.9 ²	411.8 ²	414.9 ²

(5) 试验结果:

1) 即使线圈和铁芯都与电源的正极相连, 线圈在 0.09mm 以上的线圈在试验期间内没有发生线圈断线的现象, 利用铜合金(康铜)线绕制在线圈外层的线圈也未发生断线的现象。

2) 当线圈的线径在 0.09mm 以下时, 线圈接于电源的正极, 铁芯接电源的负极, 线圈要发生断线的现象。而线圈接电源的负极, 铁芯接电源的正极, 线圈是不会发生断线的现象。断线的快慢与电源电压的等级有关, 电源电压等级越高, 断线越快。

在这次试验的基础上, 又对5XJ、521、553、1线圈(线径为 0.05mm)进行了为期一个月的线圈断线试验。这次试验的样品共分七个组, 其中六个组是5XJ、521、553、1线圈, 共30台, 另一组是第一次试验后未断线的继电器(线径为 0.09mm 以下)共9台。六组线圈的试验接线见图5(第五组)图6(第六组)图7(第一组)图8(第二组)图9(第三组)图10(第四组)所示, 第七组继电器接线如图5所示。

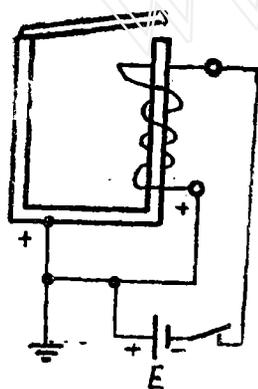


图7(第一组)

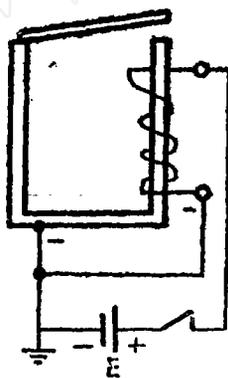


图8(第二组)

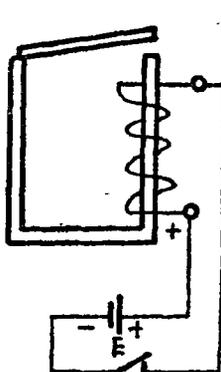


图9(第三组)

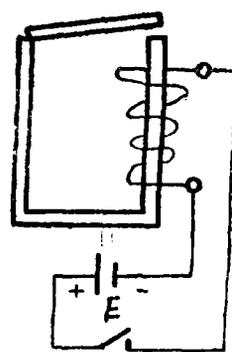


图10(第四组)

试验结果: 第一组、第二组、第四组、第六组、第七组未发生断线现象, 第三组、第五组全部断线。

由于这次断线试验仅做线圈, 没有外壳和其它绝缘零件, 这样由酚基塑料产生的氨气数量上大大减小, 所以从线圈发生断线的时间来看普遍比第一次试验时断线时间增长, 证明氨气在潮湿条件下对铜导线的加速腐蚀作用。

(6) 结论:

通过这二次加速试验可以得出如下的结论:

1) 线圈断线是潮气作用下的铜导线的电化学腐蚀, 同时也可以看出氨是潮湿条件下加速腐蚀的催化剂。

2) 在试验的周期中看出线圈断线是在有限范围内才产生的。即对于线径在 0.09mm 以上的线圈发生断线现象的几率是很少的, 但这并不意味着不会发生断线现象。对于线径在 0.09mm 以上的线圈也会产生电化学腐蚀, 但完全断线所出现的时间就很长了, 这一方面可以通过对继电保护的定期维修来解决。

对于线径为0.09mm以下的线圈发生断线现象是比较多的,但是可以利用“加外电流法”来防止断线。

五、外加电流法,防止线圈断线的原理及方法

利用外加电流法来防止线圈断线就是利用电解的原理,即当电流通过电解质溶液而要引起氧化还原反应,这种借助于电流引起氧化还原反应的装置叫电解池。在电解池中,和直流电源负极相连的极叫阴极,和直流电源正极相连的极叫阳极。电子沿电源的负极经导线进入电解池的阴极,另一方面电子又从电解池的阴极离开,沿导线流向电流正极。这样在阴极上电子过剩,阳极上电子缺少。而在电解液中,正离子移向阴极,在阴极上得到电子,进行还原反应,负离子移向阳极,在阳极上失掉电子,进入氧化反应,其结果是阳极被腐蚀,阴极得到保护。因而当线圈接于电源何极,将是线圈是否发生断线的关键。从实验证明,当线圈一端接电源负极,铁芯接电源正极,线圈就不会发生断线,反之就会发生断线。

利用外加电流法是目前防止线圈断线最有效的方法。它的实现是比较简单。在继电器投入到继电保护运行时,让线圈一端长期与直流电源的负极相连,同时继电器出厂时在继电器铁芯经一大电阻与直流电源的正极相连,(如图11所示)。这样既避免线圈断线又不能使铁芯被腐蚀,最有效地防止线圈断线,并保证继电器工作的可靠性。(详见工艺研究试验报告三)。

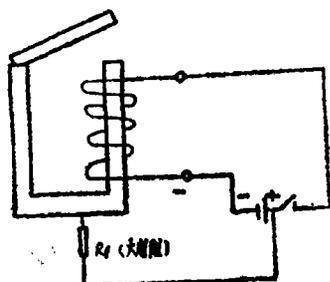


图 11

为了更好地提高继电器的产品质量,使它具有较高的可靠性指标,必须从可靠性设计入手,对原材料、结构形式、绝缘强度、安全系数、零部件制造加工工艺和装配工艺等方面进行全面考虑,开展全面质量管理,进行可靠性生产和可靠性试验。改善继电器生产、贮存、使用的环境条件,同时积极研制和采用新的绝缘材料,使之逐步取代酚醛塑料。从而全面杜绝各种影响继电器不可靠工作的因素的产生,保证电力系统安全生产。

参 考 文 献

1. Н.Д.ТомАЦОВ ТЕОРИЯ КОРРЗИИ И ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОВ ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК С.С.С.Р.1959.
2. Robert.C.Weast CRC Handbook of chemistry and physics 58th ed 1977~1978
3. 普通化学 浙江大学普通化学教研组编 1981年
4. 电机工程手册 电工材料部分 电机工程手册编委会 1978年
5. 电机电器制造工艺学 华中工学院电器教研室 1965年
6. 保护继电器试验 许昌继电器研究所韩天行 1982年
7. 防断线工艺研究试验报告(一)、(二)、(三)