

# 继电器贮存寿命加速试验装置的研究

李文华, 陆俭国, 刘宏勋, 骆燕燕

(河北工业大学, 天津 300130)

**摘要:** 继电器的应用十分广泛,其寿命和可靠性非常重要。寿命不仅仅是指电寿命和机械寿命,也包括贮存寿命。产品在贮存过程中处于非工作状态,因贮存而失效是长期的缓变过程,采用贮存寿命加速试验可大大缩短试验时间和费用。介绍了研制的继电器贮存寿命加速试验装置,采用寿命加速试验方案能同时对处在不同应力水平下的多台继电器的多对触点进行电参数检测,以完成贮存寿命加速试验。进一步工作集中在进行长时间的试验并积累试验数据,进而预测贮存寿命。对失效试品作表面物理分析以便分析其失效机理,验证寿命加速试验是否正常。

**关键词:** 贮存寿命; 继电器; 寿命加速试验; 加速应力; 电器可靠性

**中图分类号:** TM581 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)20-0070-03

## 0 引言

电磁继电器被广泛应用在控制系统中,其寿命及可靠性是我们所关心的。寿命不仅仅是指其电寿命和机械寿命,也包括贮存寿命。而继电器产品的贮存寿命可能会有15~20年、甚至更长,所以我们必须采用更短的时间和更少的费用去研究。为了通过寿命加速试验能准确地推算出正常应力水平下的产品寿命,这里拟采用一种寿命加速试验方法对电磁继电器的贮存寿命进行加速试验。

本文介绍了研制的电磁继电器贮存寿命加速试验装置,能同时对处在不同应力水平下的多达几十个继电器共数百对触点进行参数的测量,可定期对试品的如下参数进行检测:接触压降、断开触点间电压、吸合电压、释放电压、吸合时间和释放时间。

## 1 背景

许多产品出厂以后,通常都要经历较长时间的贮存。它遇到的贮存环境比较复杂,除了固定的库房贮存外,还有临时简易库房贮存;当贮存场所需要转移时,还要考虑运输振动环境,从而涉及到的环境因素很多,例如振动、温度、湿度、风、雨、冰、雪、尘土、盐雾以及其它大气污染等都可能对产品产生影响;此外霉菌、昆虫、啮齿动物也可能侵入产品。这些环境因素长期作用于产品,将引起各种机械应力、化学应力、热应力等使产品特性参数变化。当参数变化到超过允许值时,产品就不能再投入使用。受贮存环境影响最大的一般是电气元器件、非金属材料

与密封件,以及金属的锈蚀。

由于产品在贮存过程中处于非工作状态,贮存环境应力要比工作应力小得多。产品因贮存而失效,往往是长期的缓变过程。这需要我们对这种缓变过程有所估计,以便在贮存失效前采取修复、更换等措施,使贮存寿命延长。所谓贮存期,是指产品在贮存环境长期作用下,产品特性参数随之变化到以一定概率超过允许值所对应的时间。为了评价贮存期到底有多长的试验称为贮存寿命试验。因此,贮存寿命试验是保证产品可靠性工作的重要环节。

## 2 贮存寿命加速试验方案

### 2.1 加速寿命试验方法

加速寿命试验与传统寿命试验的最大差别就是使用了加强的应力水平,按照施加应力的方式不同,加速寿命试验大致可分为以下四种:1)恒定应力加速寿命试验;2)步进应力加速寿命试验;3)序进应力加速寿命试验;4)变应力加速寿命试验。

在上述四种方法中,恒定应力加速寿命试验方法是把一定数量的投试样品分成若干组,每组在某一恒定应力水平(高于产品在额定状态下的正常应力水平)下分别进行的寿命试验。该方法较为成熟,其试验因素单一,数据容易处理,外推精度较高,所得到的信息也最多,所以它是目前最常用的加速寿命试验方法。不过,它的代价是需要大量的试验样品和试验时间。步进应力加速寿命试验和序进应力加速寿命试验都可以有限地减少试验时间,但施加的应力仍与实际应力有一定的距离。变应力加速

寿命试验可以直接采用实际应力-时间载荷谱试验,并且可以利用其它试验的有效数据共同进行参数评估,是加速寿命试验方法的一种综合,因此既可以减少试验样本量也可以提高估计精度,是加速寿命试验的方向。但其相关理论也不很成熟,处于探索阶段。

综上,选择贮存寿命的加速试验类型为恒定应力加速寿命试验类型。

## 2.2 加速应力、应力水平及个数 $k$ 的选取

在影响电磁继电器贮存寿命的诸多因素中,主要考虑到热应力对产品寿命的影响。在一定的湿度条件下,环境温度过高,可能会造成电磁继电器绝缘材料的加速老化与接触电阻的增大,故选取温度作为贮存寿命加速寿命试验的应力,在加速试验中保持相对湿度稳定不变。

鉴于为了通过加速寿命试验能准确地推算出正常应力水平下的产品寿命,加速变量的应力水平个数  $k$  不宜过大及也不宜过小的原则,在进行电磁继电器贮存寿命加速试验时,选取 4 个等级的温度应力。

根据加速应力水平选取原则,最低加速应力水平应尽可能接近但又不能太接近正常应力水平,而对于最高应力应尽可能比正常应力水平高得多些,同时应考虑调温调湿箱的工作极限。我们选定了最低温度应力  $T_1$  和最高温度应力  $T_4$ 。对于热应力而言,当  $T_1$  与  $T_4$  确定后,其它应力水平下的加速变量值可按产品寿命与加速变量间满足阿伦尼斯方程的假设确定,即由公式计算出  $T_2$  和  $T_3$ 。

## 2.3 投试样品数的选择

贮存寿命的加速试验相对于其他加速寿命试验而言,最大的特点是耗时较长,若试验后获得数据很少或无数据,在时间和经费等方面都将是极大的损失。故计划该项加速寿命试验投试较大数量的试品,抽取试品数为 100 只电磁继电器,平均分成 4 组适用于 4 个应力水平。

## 2.4 试验检测方法

对试品的参数定期进行检测:触点的接触压降、断开触点间电压、吸合电压、释放电压、吸合时间和释放时间。为了尽量确切知道受试试品失效的时间,又要尽量减少测量的次数和无意义的测试工作量,定期进行时间间隔相等的检测。产品的失效判据拟依照国标 GB/T 15510“控制用电磁继电器可靠性试验通则”执行。由于时间以及设备的限制,按照确定的 4 个温度应力,每组试品在相应的加速应

力条件下贮存预定的时间,并定期进行检测。达到预定期限后,对积累的大量检测数据进行处理。

## 3 电磁继电器贮存寿命加速试验装置

### 3.1 设计方案

为了达到上述的贮存寿命加速试验目的,我们设计了一套贮存寿命加速试验装置。在贮存寿命试验中,主要考虑温度因素,分别在多个温度应力下贮存电磁继电器试品。为缩短试验时间,同时采用多台调温调湿箱来模拟不同的环境温度。若每台试品有 4 转换 8 对触点,则需同时对多个温度应力下贮存的试品(最多几十台)的几百对触点进行参数检测。采用触点参数轮检的方法进行检测,因需要测量的触点数很多,故在线路抗干扰及测量精度等方面存在很大的难度,通过大量试验实现的原理框图如图 1 所示。

### 3.2 硬件结构和软件设计

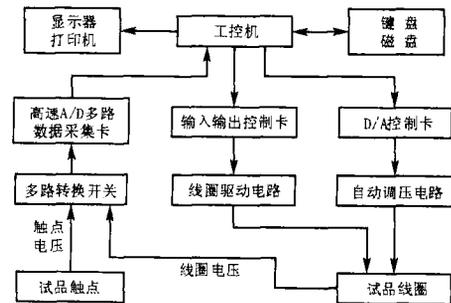


图 1 贮存寿命加速试验装置的控制原理框图

Fig 1 Accelerated testing instrument's control frame of storage lifetime

在以上硬件结构的基础上我们编制了相应的系统控制软件。

## 4 试验对比分析

采用以上技术,我们研制了电磁继电器贮存寿命加速试验装置,定期对以下参数进行检测:接触压降、断开触点间电压、吸合电压、释放电压、吸合时间和释放时间,并研制了程控可调直流电源用于线圈电压的连续调节。

前面提到,继电器产品的贮存寿命可能会有 15~20 年、甚至更长。所以,得到贮存寿命的传统试验结果具有非常大的难度。需要持续几十年的时间,直到得到寿命数据为止。在通常情况下,无法达到这样的要求。

所以,贮存寿命的加速试验方法就非常重要,可大大缩短试验时间和费用。由不同应力水平下的贮

存寿命加速试验结果,可以采用寿命预测理论来推算出正常应力下的贮存寿命。

## 5 结论

进一步工作主要集中在进行长时间的试验,积累大量的试验数据;并对数据进行分析,预测贮存寿命。对失效的试品作表面物理分析,以便分析其失效机理是否与实际状态的失效机理相一致,进而验证整个加速寿命试验是否正常。

## 参考文献:

- [1] LI Wen-hua, LU Guo-jin, LI Zhi-gang Study and Reliability Analysis on Testing Instrument for Dynamic Contact Resistance on Contact[A]. The 46<sup>th</sup> IEEE Holm Conf on Electrical Contacts USA: 2000
- [2] 陆俭国,李志刚. 电器试验技术与试验方法 [M]. 北京:机械工业出版社,1995  
LUO Jian-guo, LI Zhi-gang Experimental Techniques and Methods of Electrical Equipment[M]. Beijing: China Machine Press, 1995
- [3] LI Kui, LI Zhi-gang, LU Jian-guo, et al Study on the Method of Reliability Predication for Contact[A]. The 48<sup>th</sup> Electronic Components and Technology Conference, USA: 1998
- [4] 陆俭国,唐义良. 电器可靠性理论及其应用 [M]. 北京:机械工业出版社,1996  
LU Jian-guo, TANG Yi-liang Theory and Application of Electrical Equipment Reliability[M]. Beijing: China Machine Press, 1996
- [5] 程礼椿. 电接触理论及应用 [M]. 北京:机械工业出版社,1988  
CHENG Li-chun Electric Contact Theory and Application[M]. Beijing: China Machine Press, 1988
- [6] Rieder W F. Relay Life Tests with Contact Resistance Measurement after Each Operation [J]. IEEE Trans on Comp, Hybrids Manufact Tech, 1991, 14(1).

收稿日期: 2006-03-03; 修回日期: 2006-05-18

### 作者简介:

李文华(1973-),男,副教授,主要研究方向为电器可靠性、智能电器及检测技术;E-mail: liwenhua@jmail.hebut.edu.cn

陆俭国(1936-),男,博导,教授,主要研究方向为电器可靠性与电接触,检测技术;

刘宏勋(1973-),男,讲师,主要研究方向为电力电子、电气传动及智能控制技术。

## Study on accelerated testing instrument for electromagnetic relay's storage lifetime

LI Wen-hua, LU Jian-guo, LU Hong-xun, LUO Yan-yan  
(Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

**Abstract:** Relay is applied widely. Its lifetime and reliability are very important. The relay's lifetime not only includes its electrical lifetime and mechanical lifetime, but also its storage lifetime. During the storage time, products don't be used. The failure is longtime changing process. The accelerated lifetime testing can greatly shorten testing time and cost. A new testing instrument for electromagnetic relay's storage lifetime is introduced. By means of the accelerated lifetime testing method and instrument, this paper accurately measure the electrical parameters of decades of relays' hundred-pair contacts under different accelerated stress levels, and analyzes the storage lifetime. The further researching is focused on finishing longtime testing and analyzing the testing data to predict storage lifetime. Analysis of the physical characteristics of failure samples' contact surface verify the failure mechanism and accelerated lifetime testing.

**Key words:** storage lifetime; electromagnetic relay; accelerated lifetime testing; testing instrument; reliability of electrical apparatus

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告