

# 基于筛选法的小型漏电开关可靠性研究

严睿

浙江德力西电器有限公司

**[摘要]**小型漏电开关的应用范围比较广泛,不仅大量使用在家庭用电中,也应用在很多工厂、矿业场合。而小型漏电开关的可靠性,是产品质量的关键指标,检验其可靠性的方法有很多,其中筛选法是一种非常重要的方法。本文根据研究资料,结合自身在小型漏电开关生产当中的一些经验,将筛选法应用于小型漏电开关的可靠性检验,论述了检验过程以及检验过程中应该注意的一些基本问题,分析了检验过程中的一些分析方法,并对筛选法的应用提出了相应的对策建议。通过研究,希望能够对小型漏电开关可靠性的检测提供一些帮助和启示。

**[关键词]**小型漏电开关;筛选法;可靠性;检测

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.528

根据国家标准GB 16917.1-2014《家用和类似用途的带过电流保护的剩余电流动作断路器(RCBO)第一部分:一般规则》,小型漏电开关主要用于交流电50Hz/60Hz、额定电压不超过440V和额定电流不超过125A的应用场合。小型漏电开关在家庭用电当中主要是为了保护各类电器和线路的安全,当出现过载、短路故障以及人体间接触时进行保护,可以通过脱扣器及时动作将电路切断,从而达到保护人身安全、保护电路和电气设备的目的。

## 一、筛选法及其特点

筛选法是指在产品生产过程中,通过筛选不同的产品进行可靠性检测,以检测结果为基础来分辨相关产品在对应的检测项目上的质量状况。筛选法的应用过程具有随机性的特点,一般情况下都是分批次和按照筛选比例的方式进行筛选。值得注意的是,筛选的目的不是检查产品的合格率,而是在假定所有产品都合格的情况下,某一项的质量指标达到规定的标准和要求,在此基础上来确定产品的寿命及预期的工作条件。通过这种方法的应用,可以及时发现产品当中存在的早期失效的预兆,为产品的可靠性检测及控制提供准确的依据。从筛选法的特点来看,筛选的过程是挑选的过程,但是需要对待检产品进行100%的筛选,这样才能达到预期的筛选检测目的。另外,筛选法的应用可以提高整批产品的可靠性,所以有别于一般的产品质量控制。所以在产品生产过程中,不管是小型漏电开关,还是其他小型机电设备,一般都是将其作为产品质量控制的辅助方法和手段加以应用。

## 二、筛选法应用于小型断路器可靠性检测的过程

### (一)应用实验条件分析

1. 环境条件。一般情况下,将筛选法应用于小型漏电开关的可靠性检测,必须按照GB2423规定的标准大气条件下进行,除非产品生产标准另有要求或高于规定的标准和要求。其中,试验温度应该控制在15~35℃,而相对湿度应该控制在50%~90%之间,大气压在86~106 kPa,并且在实验的过程中,为了减少其他因素的影响,需要对实验环境当中的灰尘及其他污染源进行控制,甚至可以考虑负压实验室进行实验,实验的放置时间不能低于8小时。

2. 实验电源条件。针对小型漏电开关的可靠性实验当中所使用的电源条件,和现有的研究成果可以发现一般都是采用直流电源。适合进行实验的电源,包括发电机,蓄电池电源或者是稳压电源,如果实验产品对电源有要求,也可以使用三相全波整流电源,但是要控制波纹系数,一般不能超过5%。

3. 负载条件。由于电源采用直流电源,所以在实验的过程中,负载最好选择阻性负载,实验室必须保证触头电路开路电压U,并使用6V或者是小型漏电开关当中规定的触头最低直流额定电压值,这一点需要考虑产品的实际生产标准和要求,其中电路负载电流为100mA。

4. 激励条件。激励条件主要根据额定电流来确定操作频率,小型漏电开关的额定电流一般为32A及以下,对应的操作频率应该为每小时240次。每240次为一个循环,循环以后要断开,断开时间不能少于13s,断开以后可以进行重新检测。超过32A以上的小型漏电开关,每小时的操作频率为120次,断开时间要≥28s。

### (二)实验方法

在实验的过程中,实验的小型漏电开关必须在稳定的工艺条件下进行批量生产,并且在企业现有的质量管理条件和检测技术之下,均达到了规定的产品质量标准和要求。在合格产品当中进行随机抽取,在实验的过程中要先确定筛选时

间和次数,然后对被测的小型漏电开关进行实验检测,实验检测的过程中是通过一定的操作频率,通过不断的开合闸来检测其可靠性。整个实验过程是在高强度的应力压力条件下进行的,由于操作频率比较快,可以在极短的时间内发现潜在的早期失效产品。

### (三)实验时间估计

将筛选法应用于小型漏电开关的可靠性检测,一般都是将其作为老化筛选的一种方法,检测的基本原理是通过短期的工作应力或者是高应力条件下的实验,找到小型漏电开关存在缺陷,并可能导致早期失效的产品,将其淘汰以后可以提高整批产品的可靠性。当然,小型漏电开关的产品是多种多样的,在实验检测的过程中,需要通过摸底实验来确定老化筛选的时间。在实验时间估计中一般采用的是模型分析的方式进行。其中, $t$ 是产品寿命的随机变量,以 $f_1(t)$ 表示存在早期失效额可能的失效概率密度函数, $\mu_1$ 表示潜在失效产品平均寿命,则:

$$\mu_1 = \int_0^{\infty} t f_1(t) dt$$

另外, $f_2(t)$ 表示的其他好品的失效概率密度函数, $\mu_2$ 表示的是其他好评的平均寿命,则有:

$$\mu_2 = \int_0^{\infty} t f_2(t) dt$$

从实践的角度来讲可以发现,小型漏电开关的早期失效产品的寿命远远短于正常产品。如果不将其剔除,会直接降低整批产品的寿命和可靠性。实验的过程中, $r$ 表示小型漏电开关的老化实践,将潜在失效产品剔除该批次,可以用公式:  $p_t = \int_0^{\infty} f_1(t) dt$  表示,其值是非常小的,所以能够显著提高

小型短断路开关的产品可靠性。另外,在实践中 $r$ 在计算的时候一般都是使用分布函数进行计算,该小型漏电开关的早期失效寿命可以用 $m < 1$ 威布尔分布时进行计算,只要失效率低于的设定的常数 $\lambda$ ,即可以满足实验的要求,再通过摸底实验的失效率数据计算的 $r$ 值。其中,威布尔分布时计算的公式为:

$$\lambda(t) = \frac{m}{\eta^m} t^{m-1} = A t^{m-1}$$

根据线性化变化的相关理论,上述公式当中两边设定为对数,其线性模型可以用下面的公式进行计算。

$$\lg \lambda(t) = \lg A + (m-1) \lg t$$

在上述公式当中分析可以发现 $\lambda(t)$ 与 $t$ 之间存在直线关系,这种情况摸底实验所得的数据可以使用回归分析的方式进行分析,最终得出 $r$ 的具体数值。

## 三、结论和建议

从上面的分析中可以看出,运用筛选法可以较为直观地反映出小型漏电开关的可靠性,但是筛选法一般只用于小型漏电开关的可靠性检验。这种检验结果不代表小型漏电开关在实际使用环境当中,依然能够达到实验条件下所得出的可靠性的结果。因为实验条件更加严格,而小型漏电开关在家庭用电当中的使用环境更加复杂,所以这种方法在可行性检验上仍然具有一定的局限性。但是,从小型漏电开关生产和质量控制的角度来讲,筛选法仍然可以作为一种提高产品质量水平的有效方法和手段。

### 参考文献

[1] 杨文强,张保亮,张蓬鹤,袁学兵,赵虎.数字化精密测量技术及小型断路器分断性能提升研究[J].电器与能效管理技术.2021(08)