

静态继电器及继电保护装置试验方法综述

韩天行 国家继电器质量监督检验中心(461000)

摘要 本文针对静态继电器及继电保护装置(以下简称静态产品)在原理构成上的重大突破,着重研究了以突变量作为启动元件的微机型和数字型的静态产品的试验方法,重点介绍这类产品的基本性能、绝缘性能、抗干扰性能等方面的试验方法及 IEC 标准所规定的试验内容。

随着世界技术的进步,已跨入了微机广泛应用的时代。对于电力系统的发展,新一代的静态产品已成为电力系统继电保护的骄骄者。随着改革开放的大好形式,我国的电力工业已成为世界上第四大电力生产和消费大国。电力系统出现了以 500kV 超高压的输电线路和以 600MW 的大型发电机组为主体的强大电力系统。电力工业的飞速发展,使继电保护也发生了很大的变化,传统的机电型产品已不能适应当今电力系统发展的需要,随着电力系统的发展,已出现了整流型、晶体管型、集成电路型等产品,但是这些静态型产品也不能适应超高压输电线路和大型发电机组所组成的电力系统的发展,现在随着科技的进步,微机型和数字型的产品已作为继电保护的主力军,登上了历史舞台,显示了其强大的生命力。随着静态型产品的大量涌现,就其检验它们性能的试验方法,在经过了多年的实践和研究,对于产品的外部特性而言,完全可以按 GB 7261 标准规定的基本试验方法来进行试验。对于以突变量作为启动元件的微机型和数字型产品,由于产品原理构成的不同,强调激励量施加突然变化才能使产品进入动作状态,因而在产品试验时要求以突变量的方式输入激励量。

下面着重介绍以突变量启动的微机型和数字型产品的电气性能、绝缘性能和抗干扰性能的试验内容及基本试验方法:

1 电气性能试验

1.1 在基准试验条件下的动作值准确度试验。

在产品标准中应规定动作值范围和平均误差的要求。试验时激励量施加的大小应根据动作值的整定值和平均误差的大小来确定。激励量施加的方法是采用突然变化的方式,施加激励量的相角应是随机的,共试验五次,下面分别介绍几种典型产品的试验方法及合格判据。

1.1.1 过量继电器

产品标准规定产品动作值的整定值为 L , 平均误差不超过 $\pm\Delta L$, 试验时施加的激励量应分别为从零突升至 $L-\Delta L$ 和从零突升至 $L+\Delta L$ 。

在试验期间,产品在激励量由零突升至 $L-\Delta L$ 时,应可靠不动作;当激励量由零突升至 $L+\Delta L$ 时,应可靠动作。

1.1.2 欠量继电器

产品标准规定产品动作值的整定值为 Y , 平均误差不超过 $\pm\Delta Y$, 试验时施加的激励量应分别为从额定值突降至 $Y+\Delta Y$ 和从额定值突降至 $Y-\Delta Y$ 。

收稿日期:1995-10-10

在试验期间,产品在激励量由额定值突降至 $Y+\Delta Y$ 时,应可靠不动作;当激励量由额定值突降至 $Y-\Delta Y$ 时,应可靠动作。

1.1.3 阻抗元件

产品标准应规定当两个激励量(即电流和电压)在规定的相角下,如线路阻抗角、最大灵敏角、转移阻抗角等,阻抗元件的动作整定值为 Z ,平均误差不超过 $\pm\Delta Z$ 。

在试验期间,电流和电压两个激励量处于规定的相角下,都要突然变化,一般电流激励量应由零突升至规定的电流,电压激励量应从额定值突降至 $(1-\Delta Z)(I'Z)$,或从额定值突降至 $(1+\Delta Z)(I'Z)$ 。

对于不同的阻抗元件,其电流 I' 的大小是不同的,对于相间阻抗元件电流 I' 应为施加电流 I 的两倍,接地阻抗元件电流 I' 为施加电流 I 。

产品在电流由零突升至规定电流,电压从额定值突降至 $(1-\Delta Z)(I'Z)$ 时应可靠动作;产品在电流由零突升至规定电流,电压从额定值突降至 $(1+\Delta Z)(I'Z)$ 时应可靠不动作。

1.1.4 功率方向元件

功率方向元件所施加的两个激励量也应在规定的相角下突然变化。一般而言,对于相间功率方向元件,电流应从零突升至额定电流,电压应从额定电压突降至零(或规定的某一电压值);对于零序功率方向元件,电流应从零突升至额定电流,电压应从零突升至额定电压(或规定的某一电压值),激励量施加的相角也是随机的。

1.2 时间参数试验

产品标准应规定在几倍动作值的情况下测试动作时间,施加的激励量大小应根据产品的整定值及倍数来确定,激励量施加的相角是随机的,试验十次,确定其平均值,比较平均值与标准规定的动作时间来判断是否合格。

1.3 影响量及影响因素标准范围极限值的影响试验

产品标准应规定影响量及影响因素(包括环境温度辅助激励量、交流电源频率、交流电源波形失真等)、标称范围极限值变化的范围所引起产品性能的变差不超过 $\pm B$ 。

1.3.1 当 $\pm\Delta B=0$ 时,其试验方法与动作值准确度的试验方法相同。

1.3.2 当 $\pm\Delta B\neq 0$,其激励量施加的大小见表 1 规定

表 1 变差试验的产品动作状态

产品类型	施加激励量的情况	产品动作状态
过量继电器	激励量由零突升至 $L+\Delta L+\Delta B_L$	可靠动作
	激励量由零突升至 $L-\Delta L-\Delta B_L$	可靠不动作
欠量继电器	激励量从额定值突降至 $Y+\Delta Y+\Delta B_Y$	可靠不动作
	激励量从额定值突降至 $Y-\Delta Y-\Delta B_Y$	可靠动作
阻抗元件	电流激励量由零突升至规定电流,电压激励量从额定值突降至 $(1+\Delta Z+\Delta B_Z)I'Z$	可靠不动作
	电流激励量由零突升至规定电流,电压激励量从额定值突降至 $(1-\Delta Z-\Delta B_Z)I'Z$	可靠动作

2 抗干扰性能试验

2.1 承受高频干扰能力试验.

2.1.1 技术要求.

产品标准规定产品的试验部位及试验电压的幅值。

2.1.2 干扰试验波的特性参数

按 IEC 255-22-1 或 GB 7261 第 19 章的规定。

2.1.3 试验方法

a 试验条件及合格判据见表 2 规定

表 2 高频干扰试验条件(推荐)

产品类型	考核误动试验条件	考核拒动试验条件
过量继电器	激励量由额定值突降至整定值的 90%	激励量由零突升至整定值的 110%
欠量继电器	激励量从额定值突降至整定值的 110%	激励量从额定值突降至整定值的 90%
相间阻抗元件	电流激励量由零突升至额定值 I_n , 电压激励量从额定值突降至 120% $I'Z$	电流激励量由零突升至额定值 I_n , 电压激励量从额定值突降至 80% $I'Z$
接地阻抗元件	电流激励量由零突升至额定值 I_n , 电压激励量从额定值突降至 120% $I'Z$	电流激励量由零突升至额定值 I_n , 电压激励量从额定值突降至 80% $I'Z$

b 试验程序

根据表 2 规定的试验条件下,先加高频干扰信号,后施加激励量,激励量施加的方法均采用突然变化的方式。

2.2 承受静电放电干扰能力试验.

2.2.1 技术要求

产品标准应规定被试产品的试验部位、试验的严酷等级,及静电放电干扰对产品性能所引起的变差 B_G 。

2.2.2 有关静电放电波形参数见 IEC 255-22-2 的规定。

2.2.3 试验程序

在静电放电干扰的同时,施加激励量,施加激励量的方法均采用突然变化的方式。

2.2.4 试验条件及合格判据

试验条件见表 3

产品在静电放电干扰试验时,施加激励量后产品不应发生误动现象。

对于信号指示器发出暂时错误信号,如信号灯亮是允许的。

静电放电干扰试验后,产品性能仍应满足标准要求。

表 3 静电放电干扰试验条件

产品类型	整定值	平均误差	变差	试验条件	合格判据
过量继电器	L	$\pm\Delta L$	$\pm B_{GL}$	激励量由零上升至 $L - \Delta L - B_{GL}$	不误动
欠量继电器	Y	$\pm\Delta Y$	$\pm B_{GY}$	激励量从额定值下降至 $Y + \Delta Y + B_{GY}$	不误动
阻抗元件	Z	$\pm\Delta Z$	$\pm B_{GZ}$	电流激励量由零上升至规定电流 I , 电压激励量从额定值下降至 $(1 + \Delta Z + B_{GZ}) I'Z$	不误动

2.3 承受幅射电磁场干扰能力试验.

2.3.1 技术条件

产品标准规定试验的严酷等级及幅射电磁场干扰对产品性能所引起的变差 B_F 。

2.3.2 有关幅射电磁场要求见 IEC 255—22—3 的要求。

2.3.3 试验程序

产品在幅射电磁场下,施加规定的激励量,施加激励量的方法采用突然变化的方式。

2.3.4 试验条件及合格判据。

试验条件见表 4

产品在幅射电磁场干扰试验时,施加激励量后产品不应发生误动现象。

对于信号指示器发生暂时的错误信号,如信号灯亮应是允许的,产品试验后性能应能满足标准的要求。

表 4 幅射电磁场干扰试验条件

产品类型	整定值	平均误差	变差	试验条件	合格判据
过量继电器	L	$\pm\Delta L$	$\pm B_{FL}$	激励量由零上升至 $L - \Delta L - B_{FL}$	不误动
欠量继电器	Y	$\pm\Delta Y$	$\pm B_{FY}$	激励量从额定值下降至 $Y + \Delta Y + B_{FY}$	不误动
阻抗元件	Z	$\pm\Delta Z$	$\pm B_{FZ}$	电流激励量由零上升至规定电流 I 电压激励量从额定值下降至 $(1 + \Delta Z + B_{FZ}) I'Z$	不误动

2.4 承受快速瞬变干扰能力的试验

2.4.1 技术要求

产品标准规定试验的严酷等级及快速瞬变干扰对产品性能所引起的变差 $\pm B_K$ 。

2.4.2 有关快速瞬变干扰的要求见 IEC 255—22—4 的规定。

2.4.3 试验程序

在快速瞬变干扰时,应施加激励量,激励量施加的方法采用突然变化的方式。

2.4.4 试验条件及合格判据

试验条件见表 5 规定。

产品在快速瞬变干扰试验时,在施加规定的激励量时不应出现拒动和误动。

对于信号指示器发生暂时的错误信号,例如信号灯亮,应是允许的,试验后产品性能应能满足标准的要求。

表 5 快速瞬变干扰试验条件

产品类型	整定值	平均误差	变差	试验条件	合格判据
过量继电器	L	$\pm\Delta L$	$\pm B_{KL}$	激励量由零突升至 $L + \Delta L + B_{KL}$	应动作且不应复归
				激励量由零突升至 $L - \Delta L - B_{KL}$	不应动作
欠量继电器	Y	$\pm\Delta Y$	$\pm B_{KY}$	激励量从额定值突降至 $Y - \Delta Y - B_{KY}$	应动作且不应复归
				激励量从额定值突降至 $Y + \Delta Y + B_{KY}$	不应动作
阻抗元件	Z	$\pm\Delta Z$	$\pm B_{KZ}$	电流激励量由零突升至规定电流 I 电压激励量从额定值突降至 $(1 - \Delta Z - B_{KZ}) I'Z$	应动作且不应复归
				电流激励量由零突升至规定电流 I 电压激励量从额定值突降至 $(1 + \Delta Z + B_{KZ}) I'Z$	不应动作

3 绝缘性能试验

3.1 试验内容

3.1.1 绝缘电阻测试

3.1.2 介质强度试验

3.1.3 冲击电压试验

(下转 44 页)

本文的保护装置采用集成电路组件构成,除了电动机故障信息检测外,还包括反时限特性实现、故障显示、自检功能实现及电源和跳闸等辅助回路,限于篇幅,不再详细叙述。

本文研制的保护装置的各保护功能之间相互独立,各保护输出可只投信号,也可投跳闸,各保护功能可根据需要自行组合。

基于本文原理研制的高压电动机综合保护装置在通辽发电厂、佳木斯第二发电厂运行一年半,取得了非常满意的效果,显示出良好的推广应用前景。

4 结论

高压异步电动机的常规过流保护和速断保护不能有效地保护各类不对称故障。由于高压电动机及其辅机设备的特殊重要性,其保护急待完善。

本文基于对高压电动机故障特征的详细分析,将保护分解为过流、负序和零序保护三大类,由此构成的综合保护可基本覆盖电动机的所有常见故障类型,并可实现智能化的自动故障诊断。

本文研制的智能化高压电动机综合保护装置,已于1994年11月通过吉林省电力局鉴定,并在现场推广应用,具有良好的发展前景。

参考文献

- 1 Paoletti. J. Improving Existing Motor Protection for Medium Voltage Motors. IEEE Trans. Ind. Appl. 1989
- 2 Motor Reliability Working Group. Report of Large Motor Reliability Survey of Industrial and Commercial Installation, IEEE Trans. Ind. Appl. 1987
- 3 罗建业. 浅谈中压电动机的故障和保护. 电工技术杂志, 1991, 2
- 4 蔡泽祥. 异步电动机故障电流分析及保护. 继电器, 1993, 4
- 5 马长贵. 继电保护基础. 北京: 水电出版社, 1986
- 6 高景德. 交流电机及其系统的分析. 北京: 清华大学出版社, 1993年8月

(上接 23 页) 3. 1. 4 绝缘间隙及爬电距离测试

3. 2 技术要求

产品标准规定产品的额定绝缘电压, 试验电压的等级及试验部位。

3. 3 试验方法

a 绝缘电阻测试应根据不同的额定绝缘电压选择测试仪器的电压等级, 见表 6 规定。

表 6 额定绝缘电压与测试仪器

额定绝缘电压(V)	测试仪器电压等级(V)
$U \leq 60$	250
$60 \leq U \leq 250$	500
$U \geq 250$	100

b 介质强度试验和冲击电压试验, 应根据产品规定的试验电压, 施加于被试部位, 其方法见 GB 7261 的规定。

c 按试验部位的要求, 应将各独立回路所带电端子连在一起, 分别对外壳和地, 或者相互之间进行试验。