

电磁式漏电保护装置的脱扣器检测

郑永刚

(三信国际电器上海有限公司, 上海 201209)

摘要: 脱扣器是电磁式漏电保护装置的核心部件, 其工作参数直接决定着漏电保护的特性。通过对脱扣器工作过程的分析, 找出脱扣器各参数之间的相互关系, 确立设计与加工参数, 列出关键检测指标并介绍了检测方法, 保证了电磁式脱扣器的品质, 提高了漏电保护装置工作的稳定性和可靠性。

关键词: 电磁式漏电保护装置; 脱扣器; 检测

中图分类号: TM561 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-3175(2010)08-0049-03

Release Test of Magnetic Residual Current Circuit-Breaker

ZHENG Yong-gang

(Sassin International Electric Shanghai Co., Ltd, Shanghai 201209, China)

Abstract: A release is the core component of magnetic residual current circuit-breaker. Its working parameters directly determine the characteristics of residual protection. Via analysis to releases' working process, mutual relations between each parameter of releases were found to determine design and processing parameters. Key test indexes were listed and introduction was made to the test method to ensure the quality of release. The residual current circuit-breaker works more stably and reliably than before.

Key words: magnetic residual current circuit-breaker; release; test

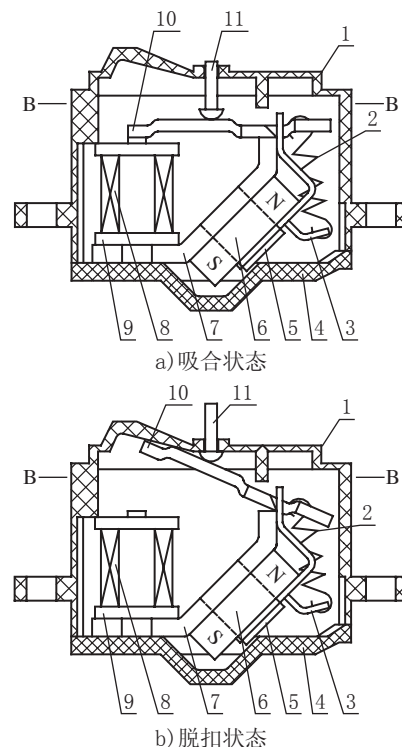
在低压配电系统安装漏电保护装置主要用来对人进行间接接触保护和对持续存在的接地故障电流引起的火灾危险提供保护。而电磁式漏电保护装置因工作稳定可靠、脱扣特性不受电网电压影响等诸多优点而被欧洲等发达国家以及国内高端客户选用。电磁式漏电保护装置的核心器件是电磁脱扣器, 脱扣器的工作参数直接决定着漏电保护的特性, 所以对脱扣器参数的检测就至关重要。

以电磁式漏电脱扣器为例, 介绍脱扣器相关的检测项目和实现方法。

1 检测参数

1.1 脱扣器工作过程

电磁式漏电脱扣器由永久磁铁和软磁材料组成磁回路进行工作, 磁回路中的衔铁依靠永久磁铁的磁性吸合在磁轭工作面上, 在磁轭中有一脱扣线圈, 脱扣线圈直接与漏电互感器二次输出相连, 即漏电信号直接驱动脱扣器工作。脱扣器结构见图 1。



1—罩壳 2—弹簧 3—支承件 4—盖 5—铆钉 6—永久磁铁
7—导磁体 8—线圈绕组 9—线圈骨架 10—衔铁 11—推杆

图1 脱扣器结构图

作者简介: 郑永刚(1979-), 男, 工程师, 本科, 从事低压断路器产品开发工作。

在正常状态衔铁是吸合在磁轭工作面上的, 如 a) 所示, 当有漏电信号且达到预设值时, 脱扣线圈产生的磁场抵消永久磁铁产生的吸合磁场而使衔铁释放, 脱扣器工作如 b) 所示, 序9带动机构使保护装置跳闸, 切断故障电路, 并且机构再使脱扣器复位, 即推序9使脱扣器从 b) 状态回到 a) 状态。

电磁式脱扣器的动作特性曲线如图2所示。

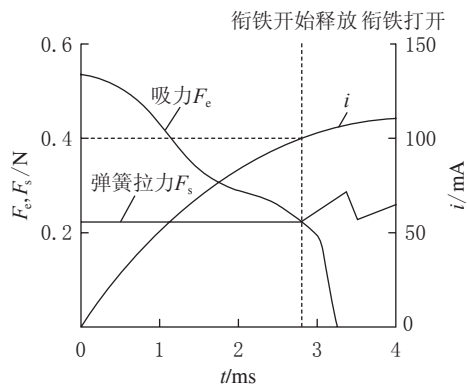


图2 电磁式脱扣器动作特性曲线

在衔铁没有释放之前, 弹簧拉力 F_s 是一个定值且保持不变, 随着释放电流 i 的增加, 衔铁的吸力不断变小, 吸力 F_e 与释放电流 i 之间存在一函数关系, 当衔铁吸力 F_e 变小到与弹簧拉力相等时, 衔铁开始释放, 随着衔铁的释放, 衔铁与磁轭吸合面气隙不断增大, 吸力 F_e 急剧变小直到0。

在释放电流 $i=0$ 时, 即没有漏电信号, 各参数满足: $\Phi = U_m / R_m$ 。 Φ 为永久磁铁 (序6) 产生的磁通; U_m 为永久磁铁 (序6) 磁势; R_m 为磁回路总磁阻。

$$F_e = (K \times \Phi)^2 / (5000^2 \times S) \quad (1)$$

F_e 为永久磁铁 (序6) 对衔铁 (序4) 的吸力; S 为导磁体 (序3) 截面积, 即磁回路截面积; K 为系数。

将 Φ 代入式 (1) 得: $F_e = (K \times U_m \times P_1)^2 / (5000^2 \times S)$, P_1 为磁导系数, 即 $1/R_m$ 。

当释放电流 $i \neq 0$ 时, 即去磁线圈有去磁磁势: $I_2 \times W_2 = \Phi_i \times l_i / (\mu_i \times S)$ 。 W_2 为线圈绕组匝数; Φ_i 为去磁线圈内产生的交变磁通; l_i 为去磁线圈磁路长度; μ_i 为脱扣器导磁体的磁导率。永久磁铁的 B 、 H 值要发生变化 (即工作点变化), 吸力公式变为:

$$F_e = \frac{1}{2} U_m^2 \frac{dP_c}{dx} + (I_2 W_2) U_m \frac{dP_{cm}}{dx} + \frac{1}{2} (I_2 W_2)^2 \frac{dP_{cc}}{dx} \quad (2)$$

P_c 为假想的直流 (永久磁铁产生的) 磁导系数; P_{cm} 为由永久磁铁与去磁线圈交链的平均磁通及永久磁铁的磁势 U_m 所决定的磁导系数; P_{cc} 为去磁线圈的磁

导系数。 P_c 、 P_{cm} 、 P_{cc} 分别为:

$$P_c = \frac{P_m (P_{e1} + P_{e2} + P_e)}{P_m + P_{e1} + P_{e2} + P_e} \quad (3)$$

$$P_{cm} = \frac{P_m (P_{e2} + P_e)}{P_m + P_{e1} + P_{e2} + P_e} \quad (4)$$

$$P_{cc} = \frac{(P_m + P_{e1}) (P_e + P_{e2})}{P_m + P_{e1} + P_{e2} + P_e} \quad (5)$$

式中: P_m 为永久磁铁的磁导系数; P_{e2} 为衔铁与导磁体极面之间气隙的磁导系数; P_{e1} 为永久磁铁与导磁体极面的磁导系数; P_e 为漏磁导系数。

对于高灵敏的漏电保护装置, 除要求互感器有良好的输出特性, 脱扣器有足以使主开关跳闸的弹簧反力和一定的保持力之外, 动作功率 P 要小。 $P = I_2^2 \times Z_L$, Z_L 为线圈阻抗。脱扣器动作功率、线圈阻抗与线圈匝数的关系曲线如图3所示。

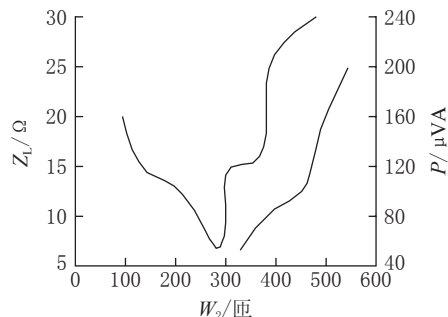


图3 脱扣器动作功率、线圈阻抗与线圈匝数的关系曲线

1.2 工作特性参数

从脱扣器工作过程中可以知道脱扣器工作时脱扣线圈的电流 i 是一个重要指标, 吸力 F_e 与 i 之间存在函数关系, 吸力 F_e 与弹簧拉力 F_s 相等时是衔铁释放的标志 (即脱扣器动作), F_s 是通过设计而确定的。

通过对脱扣器各参数相互关系的分析, 建立数学模型, 试图寻找到影响脱扣器工作的关键特征参数, 从而得出哪些是设计参数, 哪些是加工参数。对脱扣器生产厂家来说, 当各设计参数设计确定之后, 就要对加工参数以及因种种原因造成飘移的参数通过直接或间接的方法进行检测控制, 以保证实际脱扣器工作状态没有偏离设计目标, 以确保产品工作的稳定性和可靠性。

通过分析, 列出以下工作特性参数: (1) 最小脱扣功率 P_{min} ; (2) 去磁线圈直流电阻 R ; (3) 工作点阻抗 Z ; (4) 标准条件下最小动作功率 S_{min} ; (5) 标准条件下最大动作功率 S_{max} ; (6) 工作点动作电流 $i (I_2)$ 。

1.3 尺寸配合参数

从脱扣器工作过程的介绍中, 可以知道, 脱扣

器衔铁释放时脱扣力(即弹簧拉力 F_s)要能够推动漏电保护装置机构的锁扣,使机构解锁,达到断开主触头的目的,衔铁释放后进入下一个工作周期还需要机构的复位件让衔铁复位,使衔铁重新吸合于磁轭极面,这个即是脱扣器的复位力,这个复位力大小要合适,若复位力过大会造成衔铁工作面损伤,改变吸合工作面的状态,使脱扣器工作点漂移,造成漏电装置脱扣电流不稳定,并且会大大降低脱扣器的使用寿命,若复位力过小,又会造成衔铁复位失败,以致机构不能够正常再扣,出现“滑扣”故障,产品不能正常使用。

所以脱扣器配合参数除了安装配合尺寸以外还有力度之间的配合:(1)安装尺寸;(2)推杆行程 s ;(3)推力(推杆行程 $s=0.2\text{ mm}$) F_u ;(4)推力(推杆行程 $s=1.5\text{ mm}$) F_i ;(5)复位力 F_r 。

2 检测方法

通常对于脱扣器的工作参数需要使用专用检测设备测试,彼此相互独立,比如去磁线圈直流电阻和阻抗用电桥测量,脱扣功率用功率表测量,动作电流用电流表测量,对动作功率的范围按常规方法测试会很麻烦,因为需要对永久磁铁进行定量退磁,在退磁过程中测量相应参数,安装尺寸可以使用投影仪测量或者使用专用检测器具进行检测,推杆行程可以使用红外线检测方法确定,推力和复位力使用测力计配合专用夹具进行测量,对于衔铁吸合面状态使用脱扣器动作一致性测试仪进行检验。

按着传统的方法对脱扣器参数进行检测耗时耗力,需要很多检测设备,并且还要制作专用夹具、检具,需要浪费很多人工,对检测的结果也不方便统计、整理、分析,并且按着生产厂家实际情况也难以实行全数检查,抽查检测又给品质带来风险,不利于脱扣器质量的控制。

所以需要设计一套能够检测所有参数的装置,脱扣器的装夹、检测、退出全部实现自动化,检测项目以及结果全部由程序自动完成,并且几十个工位同时操作,这是国外公司对脱扣器检测的做法。

具体操作过程是:脱扣器装夹的过程就对安装尺寸进行检测,若尺寸不合格,装夹不能成功,脱扣器自动退出。在确定衔铁释放时,脱扣电流、推力、推杆行程参数就全部测出,在夹具使脱扣器复位时

检测复位力。测试装置带自动充、退磁功能,能够定量充、退磁,以确定脱扣功率和动作功率的范围,在退磁调整到工作点状态时,测量线圈直流电阻和脱扣阻抗。

脱扣器的定量充退磁是整个检测系统的核心,工作特征参数大多与之相关,充退磁调整曲线如图4所示。

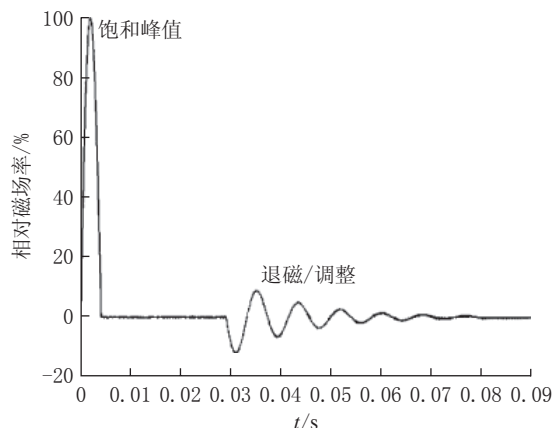


图4 脱扣器充退磁曲线

其工作原理是通过控制对大电容充放电,产生瞬间高压作用于环形线圈,线圈产生足够强的磁场使脱扣器永久磁铁磁化,接着给线圈一个逐渐衰减的交流电压,对永久磁铁退磁,通过对衰减的交流电压大小的控制,达到定量退磁的目的。

整个充退磁过程通过软件由程序自动完成,通过计算得出各动作功率值,并将检测结果存入数据库。

通过多次对永久磁铁充退磁操作,达到“磁锻炼”的目的,以使永久磁铁的工作点稳定。

3 结语

通过对电磁式漏电脱扣器工作过程的分析,找出脱扣器各参数之间的相互关系,确立设计参数与加工参数,列出关键检测指标,介绍检测方法。

在确定了电磁式漏电脱扣器工作参数后,并对各参数进行检测,特别是对动作功率和磁回路工作面状态的检测,对确定脱扣器的工作点,以及对脱扣器工作状态的稳定性和可靠性至关重要,对提高国内电磁式漏电保护产品整体水平具有非常重要的实际意义。

修稿日期:2010-06-24