

500 kV 变压器油自动取样装置

石 川¹, 赵铁柱², 刘灿培²

(1. 武汉大学 电气工程学院, 湖北 武汉 430072; 2. 武汉大学 动力与机械学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 近年来国内电网500 kV变压器数量迅速增加,采用传统的变压器油取样方法,500 kV变电站主变/电抗器在进行色谱、含气量普查中,因取样不合格而需要复查的现象时有发生。针对500 kV变压器油取样失真的问题,设计了一套自动取油样装置,给出了取样油、氮气管路设计方案以及基于单片机技术的控制系统设计方案;同时,分析了几种因素对于取样精度的影响。研究表明,该装置能够实现500 kV变压器油的高精度、高真空度、高清洁度的自动取样,且操作简便快捷。

关键词: 500 kV变压器;自动取油样;单片机

中图分类号: TH86; TP29; TM41

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2012)05-0533-03

Automatic oil sampling equipment for 500 kV transformer

SHI Chuan¹, ZHAO Tie-zhu², LIU Can-pei²

(1. School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. School of Power and Mechanical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: In recent years, the number of 500 kV transformers of the national power grid is increasing rapidly. Using the traditional oil sampling method, unqualified samples for many 500 kV transformers or reactors resulted in failure monitoring analysis of the chromatogram and gas content. In order to solve the problems of the distortion of the oil samples for 500 kV transformers, an automatic oil sampling equipment was introduced. The route of the sampling oil and nitrogen was designed. Based on single-chip microcomputer, the control technological process was presented. The influence on the sampling precision was analyzed. The results show that the equipment can simply and quickly carry out operation with high precision, high vacuum and high cleanliness for 500 kV transformer.

Key words: 500 kV transformer; automatic oil sampling; single-chip microcomputer

0 引 言

近年来,我国500 kV变电站的投产逐渐增大,已有100座以上。对于变压器故障的分析诊断一般采用色谱、含气量分析,目前取样都为人工操作,使用玻璃注射器、三通阀取样(即GB/T7597-2007)^[1],这种操作方式往往会因为注射器清洗不干净、空气没有完全排空、注射器存放样品时渗入空气等原因,造成样品失真,测试数据不能有效反映变压器真正运行状态。目前,我国500 kV变电站主变/电抗器进行的色谱、含气量普查中,因取样不合格而需要复查的数量较多^[2-3]。这不仅浪费大量人力、物力,而且还会影响对变压器运行状态的判断,造成不可估量的损失。文献[4]等对变压器油

样采集方法进行了改进,但很难适应500 kV变电站主变压器油采样。

本研究提出一种500 kV变压器油自动取样装置,能有效保证采样管路的清洁、排空与密封,可大大提高油样的真实性。

1 目前取样方法的缺陷分析

目前国内对于500 kV变压器绝缘油的取样,依照GB/T-7597-2007,该标准采用人工操作取样,将导管、三通阀、注射器依次连接好后,旋转三通阀,利用变压器油本身的压力使油注入注射器,冲洗2~3次,旋转三通,使设备本体与大气隔绝,将注射器排空,继续旋转三通阀,与大气隔绝,利用油自身压力流入注射器,完

成取样。由于注射器以及旋转三通阀的密封性不足,同时与大气的接触会导致注射器不能够完全排空,且注射器的清洗度难以保证,注射器的油样在运输过程中会渗入空气,这些因素都会导致所取得油样失真。

2 取样装置工作原理与机械系统设计

500 kV 变压器油取样装置采用商用氮气清洗管道及阀门,实现采样的高清洁度,并采用真空泵抽取管道内氮气来实现高真空度。阀门开关量采用单片机控制,开关量的逻辑顺序依照取样装置动作时序,采用软件编程实现,以实现装置的自动采样。

该装置工作原理如图1所示。

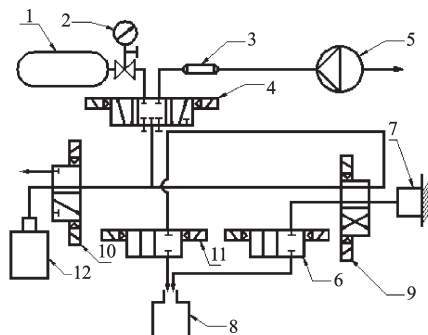


图1 500 kV 变压器油取样装置工作原理

1—氮气瓶;2—氮气瓶阀门;3—油气分离器;4—三位四通阀;5—电动真空泵;6—两位四通阀1;7—真空取样阀;8—废液瓶;9—两位四通阀2;10—两位三通阀1;11—两位四通阀2;12—取样瓶

其具体步骤可表示为:

(1) 放废油:①氮气瓶阀门关闭,三位四通阀处于中位;②两位四通阀处于上位,两位四通阀2处于右位关闭状态,将两位四通阀1调到左位打开状态,使绝缘油通过两位四通阀1进入废油瓶。

(2) 氮气冲刷管道:①两位四通阀继续保持上位,将两位四通1调到右位关闭状态,两位四通阀2调到左位打开状态,两位三通阀调至下位;②将三位四通阀调至左位,准备放氮气;③打开氮气瓶阀门,用氮气冲刷管道。

(3) 抽真空:①关闭氮气瓶阀门,将三位四通阀调至右位与真空泵相连通;②两位三通阀调至上位,两位四通阀调至上位,两位四通阀1、2全部处于右位关闭状态;③打开真空泵,对取样瓶及管道抽真空。

(4) 取油样:①氮气瓶阀门保持关闭状态,将三位四通阀调至中位;②两位四通阀1、2保持关闭状态,两位三通阀保持上位与取样瓶连通;③将两位四通阀调至下位,开始取油样,直至取样瓶装满且有少量溢出。

(5) 手工拔掉取样瓶上的塑料管,用专用密封螺塞封堵取样瓶。

取样装置动作时序如表1所示。

表1 500 kV 变压器油取样装置动作时序表

	氮气瓶 阀门	三位五 通阀	两位三 通阀	两位四 通阀	两位两 通阀1	两位两 通阀2
放废油	关	中位	上位	上位	左位	右位
氮气冲刷管道	开	左位	下位	上位	右位	左位
抽真空	关	右位	上位	上位	右位	右位
取油样	关	中位	上位	下位	右位	右位

该装置主要由锂电池、电机、微型真空泵、氮气瓶、控制阀、高密塑料取样瓶、密封螺塞、机架等组成。主变压器真空取样阀与取样瓶之间的通道采用商用氮气瓶(容积:350 ml;压力2.5 MPa~15 MPa)清洁。采用微型真空泵SA751.5(重量约40 g;电压3.6 V;流量1.52 L/min;真空度75 kPa)实现主变压器真空取样阀、取样瓶之间排空;取样瓶采用PE高密塑料制造,容积为200 ml;采用密封螺塞密封。管道材料为PE,管内径5 mm。该装置采用单片机控制,以实现便携式设计,如图2、图3所示。

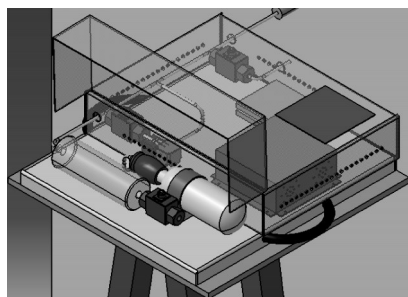


图2 500 kV 变压器油取样装置样机

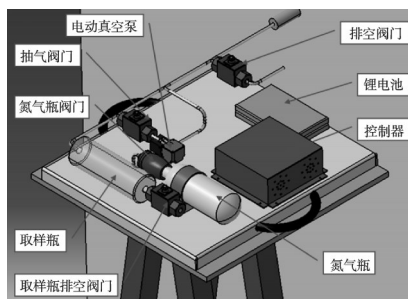


图3 500 kV 变压器油取样装置内部结构布置

3 取样装置控制系统设计

取样装置控制系统框图如图4所示,本研究采用ST89C51单片机作为控制核心,以P1串口接小功率固态继电器方式控制阀门开关。阀门采用微型小功率直动式电磁阀,以直流电机作为电气驱动元件^[5]。依据取样装置动作时序表,确定阀门开关逻辑顺序^[6],本研究采用C51实现软件编程,可达到精确控制。硬件上添加键盘、数字显示屏、传感器等^[7],供用户输入并显示采样、抽真空延时时间,并可测定瓶内及管内气体压力、流速等参数。电源采用锂电池接直流稳压源供电,为单片

机控制系统及微型小功率电磁阀提供电源^[8-9]。单片机取样逻辑开关量控制程序流程如图5所示。

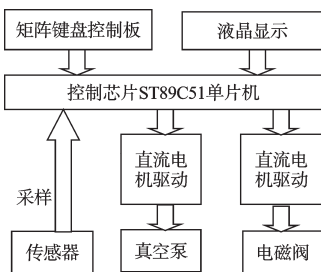


图4 取样装置控制系统框图

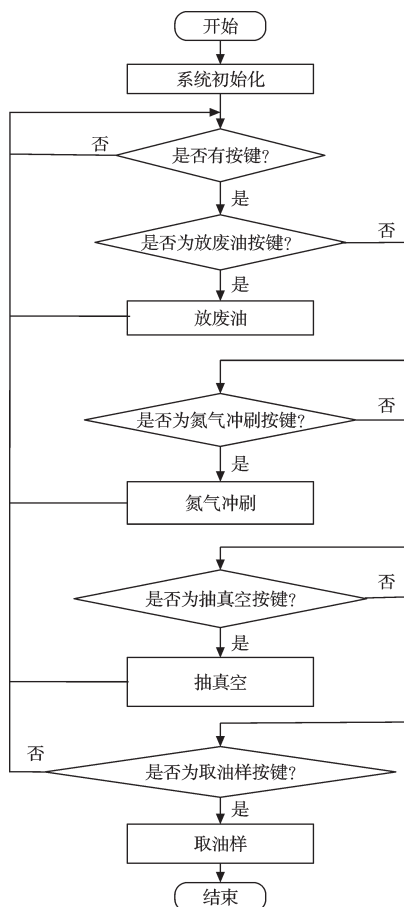


图5 取样逻辑开关量控制程序流程图

4 取样可靠性影响因素分析

通过分析可知,影响取样可靠性的因素如下:

(1) 氮气压力与流量对真空取样阀与取样瓶之间通道的清洁度的影响。

(2) 管路系统的真空度对测试结果的影响,同时,真空度还影响系统的结构、工作时间。

(3) 取样时间的不同对测试结果的影响。变压器负载在一天内有规律的增减变化引起变压油的呼吸作用也会使油中气体逸散而减少。当油温上升时,开放式变压器油箱中含气的油直达储油柜与油面空气相接触,为使油中气体含量和气相达到平衡而逸散在油面上并

呼出于储油柜之外^[10];反之,当油温降低时,进入储柜的含气量已降低的油又流回油箱,同时有相当量的新鲜空气吸入储油柜中,降低了油面上气体的气相含量,从而又加速了储油柜油中溶解气体向气相的释放。

(4) 取样位置造成的误差。主变压器有3个取样点,分布在变压器钟罩的顶部、中部及下部^[11],3个部位的取样将影响化验结果。在设备的底部所取油样与上部油样气体含量就有差异,由于气体的密度小于变压器油的密度,变压器油受热后向上溢出,造成变压器底部油样中气体含量少于上部。

(5) 密封螺塞密封取样瓶的速度(或时间)对油中气体的含量产生一定的影响。如果封堵太慢,一方面造成油中气体的泄露,另一方面空气进入油样,分析化验出的数据就有误差。

5 结束语

本研究针对目前传统手工注射器式取样方法存在的不足,对变压器自动取样装置的关键技术进行了深入研究,对装置的油路气路及控制系统进行了硬件及软件的设计。500 kV 变压器油自动取样装置能够解决目前严重的取样失真问题。其所具有的高取样精度对色谱、含气量分析以及500 kV 变压器的运行状况的准确判断有直接影响,具有重大的现实效益。

参考文献(References):

- [1] 中国国家标准化管理委员会. GB/T7597-2007 电力用油(变压器油、汽轮机油)取样方法[S]. 北京:中国标准出版社, 2007.
- [2] 赵慧光,杨忠理. 充油变压器氢含量超标的处理分析[J]. 变压器, 2009, 46(3): 69-72.
- [3] 应高亮. 一起500 kV 变压器油色谱数据异常的分析[J]. 浙江电力, 2010(8): 15-17.
- [4] 刘成能. 导向油循环式油浸变压器油样采集方法的改进[J]. 云南水利发电, 2004, 20(2): 84-86.
- [5] 向海健. 基于L297 / 298的步进电机工作模式的单片机接口[J]. 微计算机信息, 2007, 23(9): 302-303.
- [6] 祁 伟. 乳化液泵电液控制自动卸载及监控系统的研制[D]. 西安:西安科技大学机械工程学院, 2004.
- [7] 李 栋. 工业缝纫机计算机控制系统研制[D]. 西安:西北工业大学电子信息学院, 2004.
- [8] 瞿安连. 应用电子技术[M]. 北京:科学出版社, 2003.
- [9] 李朝青. 单片机原理及其接口技术 [M]. 3版. 北京:北京航空航天大学出版社, 2005.
- [10] 周文俊. 电气设备实用手册 [M]. 北京:水利水电出版社, 1999.
- [11] 林 莘. 现代高压电器技术 [M]. 2版. 北京:机械工业出版社, 2011.

[编辑:张 翔]