

文章编号: 1001-1609(2007)01-0025-04

变压器有载分接开关检测系统的设计

刘云鹏¹, 丁玉剑¹, 律方成¹, 王胜辉¹, 毕虎²

(1. 华北电力大学电气工程学院, 河北 保定 071003; 2. 邯郸供电公司, 河北 邯郸 056035)

The Program Development of OLTC Detecting System

LIU Yun-peng¹, DING Yu-jian¹, LU Fang-cheng¹, WANG Sheng-hui¹, BI Hu²

(1. School of Electrical Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China;

2. Handan Power Supply Company, Handan 056035, China)

摘要: 介绍了变压器有载分接开关的切换过程和检测原理, 基于该原理设计了变压器有载分接开关检测系统, 阐述了上位机软件的设计, 该软件以 LabVIEW 为平台, 利用 VISA 技术实现了上位机与下位机的串口通信; 通过 LabVIEW 的数据库工具包实现 VI 和 ACCESS 数据库的互连, 管理大量历史数据; 调用 LabVIEW 中的生成报告工具包, 可直接生成 Word 格式的试验报告。最后给出了利用该系统检测出的几种有载分接开关的典型故障。

关键词: 有载分接开关; 检测系统; 软件开发

中图分类号: TM261

文献标识码: A

Abstract: In this paper, switching process and detecting principle of OLTC are introduced. Based on this principle, the OLTC detecting system is designed. The host computer software for the detecting system of OLTC is presented in this paper. Based on LabVIEW and VISA technique, the serial communication between the host computer and the guest computer is achieved by the software. By using LABVIEW database toolkit, the interconnection between VI and ACCESS database is realized, and amounts of history data is managed. Using the generating report toolkit of LABVIEW, the test report of Word format can be generated directly. Finally, several kinds of typical faults of OLTC detected by this system are given.

Key words: OLTC; detecting system; program development

0 引言

有载分接开关是变压器完成有载调压的核心部件, 也是变压器中唯一频繁动作的部件。有载分接开关的性能状况直接关系到有载调压变压器的安全运行。据有关资料统计, 有载分接开关的故障在有载调压变压器的故障中占有很大的比例^[1-2]。因此, 开展

有载分接开关检测技术的研究, 提高检测的智能化水平, 对于减少有载分接开关故障, 保证有载调压变压器的安全运行具有重要的意义。

有载分接开关参数综合测试系统, 能用于测量和分析有载分接开关动作特性指标, 可实现测试有载分接开关的过渡过程、过渡波形、过渡时间、各瞬间过渡电阻值、三相同期性等参数。笔者开发的软件以 LabVIEW 为开发平台, 结合 ACCESS 数据库, 开发出实用稳定的有载分接开关参数综合测试系统上位机软件。可实现现场测试、历史数据查询、生成 Word 格式的试验报告等功能。

1 有载分接开关的检测原理

1.1 有载分接开关的切换过程

有载分接开关是在带负载的情况下变换分接位置, 它必须满足两个基本条件: ①在分接过程中, 保证电流的连续性, 也就是不能开路; ②在变换分接过程中, 保证分接间不能短路^[2]。因此, 在切换过程中必然要在某个瞬间同时连接两个分接以保证负载电流的连续性。而在连接的两个分接之间必须串入阻抗以限制循环电流, 保证分接间不发生短路。现以双电阻的有载分接开关为例, 说明其切换分接的过程。

电阻有载分接开关示意图见图 1。整个切换过程是滑动触头从 K_1 滑动到 K_4 , 完成从分接 I 到分接 II 的过渡。正个切换过程约 30~60 ms。

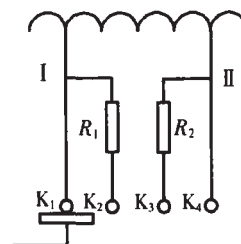


图 1 有载分接开关切换示意图

收稿日期: 2006-05-22

作者简介: 刘云鹏(1976-), 男, 博士, 从事电气设备在线监测与故障诊断方面的研究。

图 2 为切换过程中某一相的过渡电阻随时间的变化曲线(R-t),表 1 为曲线各段与滑动触头、静触头连接关系表。从曲线中可获得过渡时间,过渡电阻,三相同期性等参数。因为分接开关的两个辅助电阻一般相等,所以从整个切换过程看,开关两端的电阻值变化规律为:从 0 R R/2 R 0。

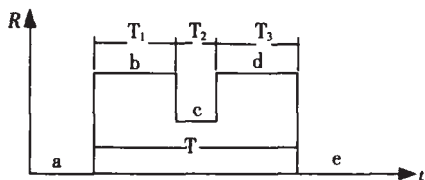


图 2 过渡电阻变化曲线

表 1 曲线各段与动静触头连接状态对照表

	a	b	c	d	e
K ₁	通	断	断	断	断
K ₂	断	通	通	断	断
K ₃	断	断	通	通	通
K ₄	断	断	断	断	通

1.2 有载分接开关检测测量电路

有载分接开关的测量分为无绕组和有绕组测量两种,即不带负载(变压器)和带负载测量^[3]。无绕组测量主要用于开关生产时出厂测量,有绕组则用于开关检修时。由于有载分接开关使用时和变压器是连为一体的,测量时开关和变压器分开很麻烦,所以采用有绕组测量,因有载分接开关测量大多是在出厂后,因此有绕组测量通常更重要。

无绕组测量采用加电压源的方法,见图 3(a),在开关两分接之间加入一电压源,串入一个取样电阻 R₁,采集电压 U_k 和 U₁,有:

$$R_x = U_k R_1 / U_1 \quad (1)$$

有绕组测量由于回路中加入了变压器绕组,而变压器绕组呈感性,在切换过程中会阻碍回路电流的变化,产生震荡,使测量的电压和电流信号不准,造成 R_x 不准。因此,对有绕组测量,采用加电流源的方法,以恒流消除开关切换时变压器绕组电感对测量的影响,测试电路见图 3(b)。

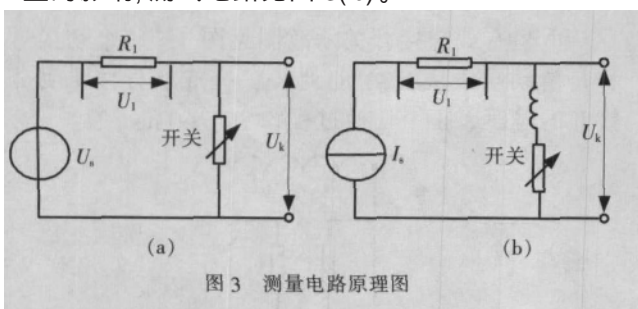


图 3 测量电路原理图

2 系统硬件组成和三相同步测量的实现

2.1 系统硬件组成

有载分接开关参数综合测试系统的硬件组成见

图 4,被测开关的三相电压电流信号分别经过测量电路获取并转换成数字量送入单片机进行运算和处理,单片机和计算机通过 RS232 串口进行通信。根据被测开关是否带绕组测量,选择不同的测量电源,不带绕组时,选择电压源,带绕组时,选择电流源,并且单片机接有实时时钟芯片,记录每次测量的时刻。

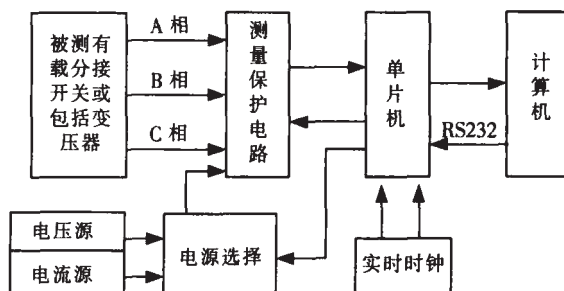


图 4 系统硬件框图

2.2 三相同步测量的实现

为了实现有载分接开关的三相同期性的测量,必须保证三相信号测量的同步性。对于每相在某个时刻要测量的量有 U₁、U_k 两个,这就要求对三相 6 个信号进行理论上的同时采样。若采用 6 路 A/D 转换,不但造成了系统的复杂,也将会大幅度增加系统的成本。为了达到理论上的同时采样,本文采用了采样保持器、多路转换开关和双路 A/D 转换电路来实现。电路图见图 5。

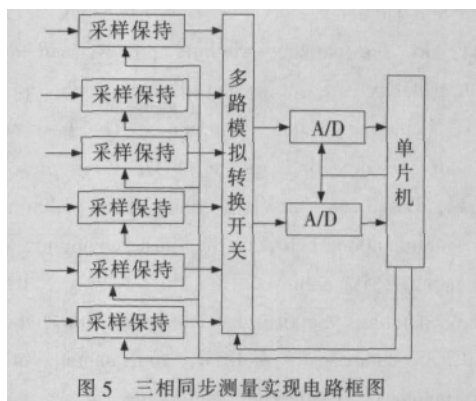


图 5 三相同步测量实现电路框图

电路首先由单片机向 6 路采样保持器发出采样保持命令,6 路采样保持器同时动作,然后经双选多路模拟转换开关选通其中一相的两个电压信号,接着单片机启动 A/D 转换,将两个电压信号转换为数字信号。然后再依次处理另外两相。这样就完成了对某一时刻的三相同步测量。

3 有载分接开关检测系统的软件组成

该检测软件是用虚拟仪器开发平台 LabVIEW 设计完成的^[4]。系统软件包括:现场测试;读取原始数据文件;参数变化趋势查询;打印测试报告等 4 部分。

3.1 现场测试程序

现场测试程序前面板见图 6。可分为 3 部分,从左到右依次是:试验信息输入区:输入试验地点、分

接开关的信息、环境参数等,可选择是否保存试验信息;波形显示区:用于显示试验得到的过渡电阻曲线,同时设定两个光标,以测量过渡时间、过渡电阻、三相不同期时间等;参数设置区:从上到下依次为选择串口、打开串口、仪器命令参数设置、判断电流是否稳定、显示测量到的开关参数等。

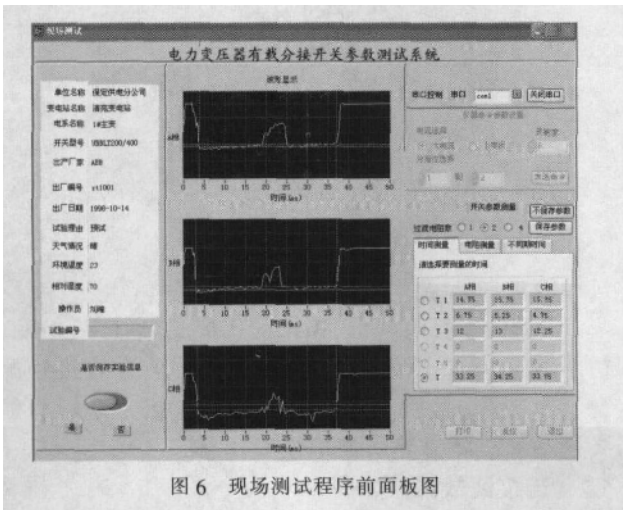


图 6 现场测试程序前面板图

该部分程序流程图见图 7。程序运行后,首先填入相关试验信息,接着选择串口,打开串口,然后向仪器发送命令参数设置,选择测试电流的大小以及试验的灵敏度,设置测试的分接开关的分接位,接下来读取初始电阻值,以判断读取的电流是否稳定。待电流稳定后,待触发;大概 10s 后,读取完下位机测得的数据,显示在波形显示区。这时候,开关测量参数区域变为可操作的,移动光标测得相应的时间、电阻参数,选择保存参数将把相应的数据保存到数据库中,选择不保存参数,软件复位,准备下次测量。图 8 给出了某次测量得到的数据。

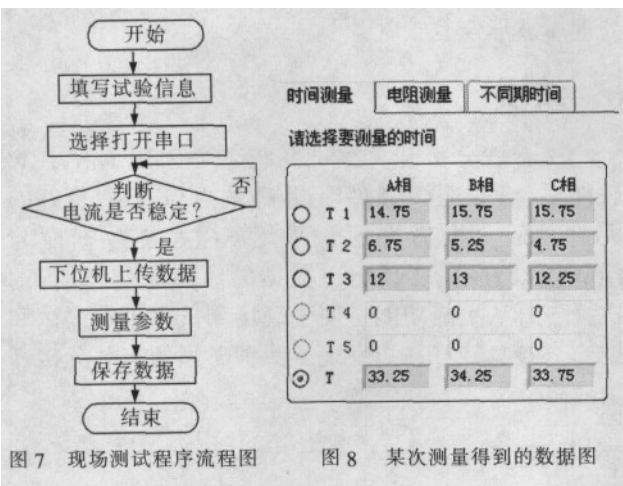


图 7 现场测试程序流程图

时间测量 电阻测量 不同期时间

请选择要测量的时间

	A相	B相	C相
<input type="radio"/> T 1	14.75	15.75	15.75
<input type="radio"/> T 2	6.75	5.25	4.75
<input type="radio"/> T 3	12	13	12.25
<input type="radio"/> T 4	0	0	0
<input type="radio"/> T 5	0	0	0
<input checked="" type="radio"/> T	33.25	34.25	33.75

图 8 某次测量得到的数据图

3.2 读取历史数据程序

因为有载分接开关的分接位特别多,在现场完成每次测量后,现场处理数据可能时间不允许,该软件在现场测量程序里,会自动以测试时间保存测量的原始数据,这样就可以很快的在现场做完试验,而回到办公室处理相关数据。这部分程序的前面板和

现场测试程序的前面板类似,只是把相关参数设置部分改为读取原始数据文件,其它部分和现场测试程序一致。

程序的运行过程也和现场测试程序的运行过程类似,首先读取原始数据文件,接着测量相关参数,选择是否保存参数,退出运行。

3.3 参数变化趋势查询程序

参数变化趋势查询有 3 种显示方式:图形显示,表格显示,历史数据波形。程序前面板见图 9。程序流程图见图 10。

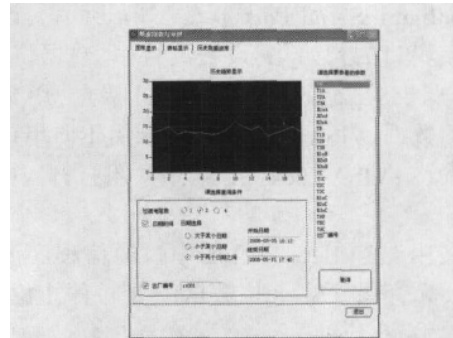


图 9 参数变化趋势查询程序前面板图

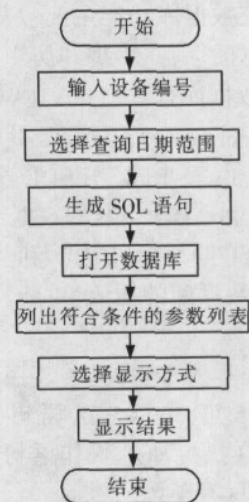


图 10 参数变化趋势查询程序流程图

程序运行后,选择过渡电阻数,输入设备编号,选择要查询的日期范围,在前面板右侧选择要查询的参数,相应的在表格显示中将以表格显示查询的数据。历史数据波形部分显示的是某次试验测得的原始过渡电阻曲线。

3.4 生成测试报告程序

本部分程序首先从数据库中读出所做过试验的有载分接开关的出厂编号,然后用户选择要打印测试报告的有载分接开关的出厂编号,选中后程序会自动给出此有载分接开关所对应的所有试验的试验编号,此实验编号是以出厂编号和做试验的日期时间自动生成的实验编号。最后程序列出此次的试验信息和数据信息,自动生成 Word 格式的测试报告并保存。

4 上位机软件关键技术

4.1 基于 VISA 的串口通信技术

该系统通过串口与下位机进行, 实现了低成本、灵活方便、接口简单的通信系统。LabVIEW 提供了功能强大的 VISA 库。VISA- 虚拟仪器软件规范, 是用于仪器编程标准 I/O 函数的总称。VISA 的 I/O 控制功能适用于各种类型仪器(如 VXI 仪器、GPIB 仪器, RS-232 串行仪器等)。

系统主要用到了 VISA 库中的以下通讯函数: VISA Configure Serial Port 节点(图 n 所示), 该节点主要用于串口的初始化, 设置波特率、数据位数、停止位、奇偶校验设置等; VISA Read 接点, 用于读取串口中的数据; VISA Write 接点, 用于向串口写要发送的命令; VISA Close 接点, 关闭打开 VISA 资源。

本文用 LabVIEW 设计的串口通信程序波特率为 9600, 无奇偶校验, 8 位数据位, 1 位停止位, 禁止软硬件握手。

4.2 数据库技术

本软件系统数据库功能主要包括对有载分接开关相关测试信息的保存、管理和历史查询等。

对于这些数据库操作, LabVIEW 通过其自带的 DataBase Connectivity Tools 工具包来完成。DataBase Connectivity Tools 与 SQL 兼容, 支持所有 ODBC、OLE DB 和 ADO 兼容的数据库驱动。软件用其中的多个子 VI 实现 LabVIEW 和 ACCESS 数据库的连接, 实现对数据库的插入、更新、查询、删除记录等操作。

数据库操作程序步骤如下: 连接到数据源, 编辑生成 SQL 检索语句, 执行 SQL 语句, 断开与数据库的连接。其中, 在执行 SQL 操作语句这个步骤中, 对数据库进行读、写等操作。

4.3 生成报告技术

LabVIEW 报告生成工具箱通过 ActiveX 技术将 Word 和 Excel 与 LabVIEW 集成开发环境结合起来, 用于快速生成专业的报告, 报告可以包含文字、表格、图表以及图片等。有两种常用的生成 Word 报告的方法: 直接生成 Word 报告和调用模板生成 Word 报告。

在本系统软件中, 由于生成报告的格式复杂, 所以选用调用模板生成 Word 报告的形式。生成过程见图 11。

5 典型故障分析

5.1 三相不同期故障

利用本套有载分接开关测试系统对保定某 M 型分接开关进行测试, 得到如图 12 所示的三相电阻

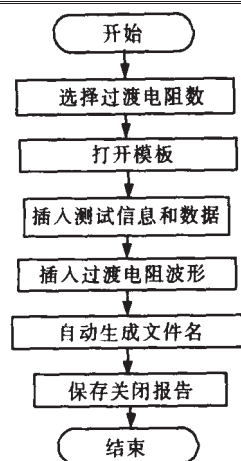


图 11 生成测试报告流程图

过渡波形曲线。

从图 12 可以看出, B 相动作要比 A、C 两相晚, 初步判断 B 相开关动触头和主通断触头的接触配合上有故障, 接触过晚, 吊检发现, B 相主通断静触头松动。故障排除后波形恢复正常。

5.2 连接线故障

利用本套测试系统对开关型号为 SYSZ-110/220 的某开关进行测试, 得到见图 13 所示的三相电阻过渡波形曲线。

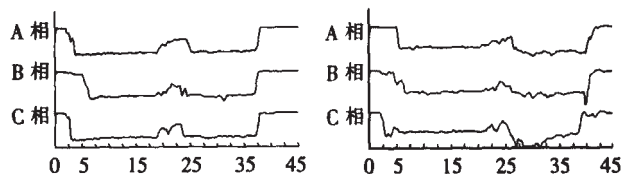


图 12 三相不同期故障波形

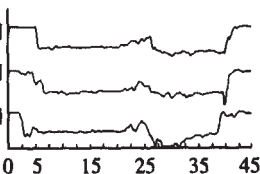


图 13 某侧电阻故障波形

从图 13 可以看出, C 相后半段的过渡电阻值比 A、B 两相大 1 倍左右, 吊检发现 C 相双数侧过渡电阻与辅助触头之间的软连接线已经烧毁了近 2/3。处理后波形恢复正常。

6 结语

该有载分接开关测试系统软件采用 LabVIEW 软件平台, 实现了‘软件即设备’的思想, 具有良好的人机界面, 操作方便; 采用 ACCESS 数据库与 LabVIEW 互连, 实现历史数据的纵向比较, 具备测试报告自生成功能, 便于现场测试人员的测试和维修。在现场应用中, 发现了两种典型的有载分接开关故障。

参考文献:

- [1] GB 10230-1988. 有载分接开关[S].
- [2] 陈敢峰, 姚集新. 变压器分接开关实用技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [3] 高松巍, 葛岷, 窦曦光. 智能型变压器有载分接开关参数综合测试仪[J]. 沈阳工业大学学报, 1999, 21(3): 236-238.
- [4] 候国屏, 王坤, 叶齐鑫. LabVIEW7.1 编程与虚拟仪器设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.