

电子式互感器极性校验系统的设计与应用

卜强生¹, 王建明², 袁宇波¹, 高磊¹, 潘志新², 宋亮亮¹

(1.江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏南京 211103; 2.无锡供电公司, 江苏无锡 214061)

摘要:在传统电磁互感器极性校验方法的基础上,分析了电子式互感器的特点,设计了基于数据分析软件的电子式互感器极性校验系统,并详细介绍了采用直流法对不同原理的电子式互感器进行极性校验和结果判断的方法,为电子式互感器的极性校验提供了有效手段,在工程上保证了智能变电站保护、测控、计量等后端应用的正确性。

关键词:电子式互感器;极性校验;数据分析软件;直流电源

中图分类号:TM764;TM73

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2012)05-0032-04

电力互感器是电力系统重要的电气设备,承担着高压向低压或大电流向小电流转换以及高、低压系统间隔离的功能。互感器接线正确性直接关系到保护、测控、计量等应用设备能否正常工作^[1]。为了防止互感器极性的误标或标签老化模糊,新安装互感器投运或互感器检修时,对其极性进行校验,已是试验维护人员必不可少的工作程序。传统的电磁式电力互感器极性校验方法较为成熟。随着光纤技术和光电子学的发展,电子式互感器在智能变电站建设中得到了广泛应用。由于电子式互感器与电磁式互感器原理、结构、输出方式的不同,传统的极性校验方法已不再适用于电子式互感器。针对此情况,提出了一种基于电子式互感器数据分析软件的极性校验系统,该校验系统可以在现场或实验室方便地对电子式互感器极性进行校验。

1 传统互感器极性校验系统

传统电磁式互感器采用法拉第电磁感应原理,一次侧和二次侧通过同一个磁通链路进行能量传递和电流/电压大小的转换。目前,一般采用干电池“点极性法”对其进行极性校验,如图1所示。

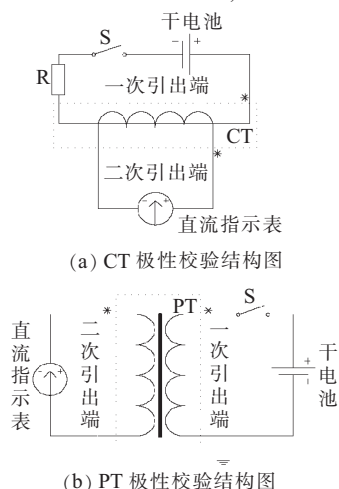


图1 电磁式互感器极性校验结构

互感器一次引出端与干电池相连,通过开关S控制电流/电压的通断,互感器二次引出端接至高灵敏度双向直流指示表。闭合/打开开关S,通过观察直流指示表的指针偏转方向即可判断互感器的极性。由传统互感器的原理、结构及接线方式可知,其二次输出的极性可以方便地通过改变二次引出端的接线方式而调整。

2 电子式互感器特点

电子式互感器主要包含一次传感元件、数据采集转换模块以及合并单元三大部分。一次传感元件采集一次大电流/高电压,并转换为小电压信号或光信号。数据采集转换模块将一次传感元件输出信号转换为与一次量相关的数字量信号,并通过光纤传输给低压侧合并单元,彻底隔离一次高压系统和二次低压系统。合并单元是电子式互感器与保护、测控等二次设备的接口,它收集相关一次电流/电压采样数据,并进行同步处理后输出^[2](下文提及电子式互感器输出数据即指其合并单元输出的数据)。

根据高压侧元件是否需要电源供电,电子式互感器可以分为有源式和无源式。无论是有源式还是无源式,电子式互感器最终输出都是统一的数字量方式,类似传统互感器的二次引出端已不存在,无法使用传统的直流指示表对电子式互感器的输出进行观察、校验。电子式互感器的原理也发生了变化,传统的互感器极性校验方法已经不再适用于电子式互感器,必须针对电子式互感器的特点采用新方法对其极性进行校验。

有源电子式电流互感器工作原理是法拉第电磁感应原理,可以测量周期性交变的电流量和突变的直流量,且稳定性好、不易受外界环境因素影响^[3];对稳态的直流量有滤除效果。

无源电子式电流互感器主要指采用光学测量原理的电流互感器,又称光学电流互感器(OCT),其原

理主要基于法拉第磁光效应。它可通过测量线性偏振光沿外加磁场方向或磁化强度方向通过磁光介质时的偏振面偏转角度来计算被测电流^[4]。

基于法拉第磁光效应的光学电流互感器测量频带宽,暂态性能好,可以测量稳态和暂态的交流,也可以测量直流电流,但其测量精度及稳定性容易受外界环境影响,且其自身存在固有的白噪声。

3 电子式互感器极性校验系统

3.1 电子式互感器数据分析软件

传统电磁式互感器,采用万用表或者交/直流指示表即可方便测得其二次输出,通过比例换算即可得到其一次量。电子式互感器的数字量输出,使得传统仪表不能对其进行测量,必须开发专用的数据分析软件才能对其输出数字量进行解析、处理和监视。

电子式互感器数据分析软件具有数字报文捕获功能,能按照 IEC61850-9-2 标准或 FT3 格式对报文进行解析,并在此基础上完成采样数据分析、波形和信息显示、谐波分析、数据录波、数据存储、格式转换等应用功能^[5]。电子式互感器数据分析软件功能结构如图 2 所示。数据分析软件各功能模块可用不同的任务实现,利用操作系统提供的多线程技术实现不同任务之间的并行工作。

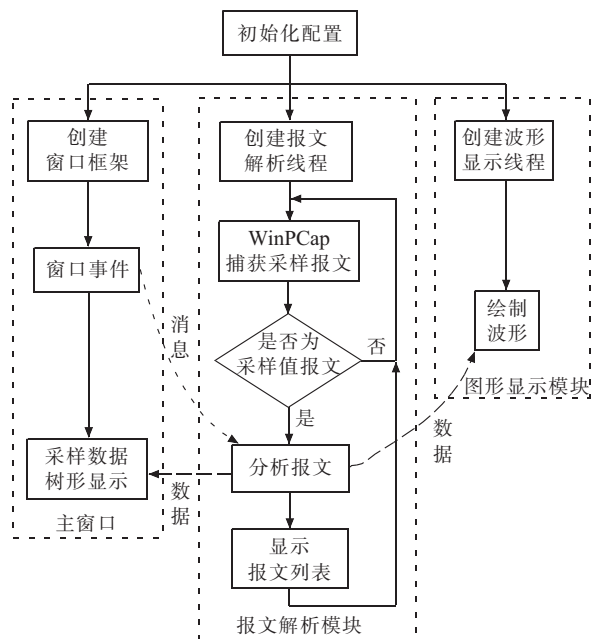


图2 数据分析软件功能结构

电子式互感器数据分析软件采用实时波形的方式直观反映一次电流/电压的变化情况,可以替代万用表等传统仪表对电子式互感器输出采样波形实时监视,从而判断其极性的正确性。

3.2 极性校验系统组成

传统电磁式互感器采用干电池法校验极性,校验时,干电池的阶跃输入使互感器产生冲击响应,利用此响应的特征即可判断互感器的极性。光学互感器可测直流信号,但其自身存在一定的白噪声,小电流情况下可能湮没其真实电流。若采用干电池法对其进行极性校验,将由于电流较小而无法正确判断。实际应用中可用大功率直流源替代干电池,提供较大的直流电流对电子式互感器进行极性校验,如图 3 所示,数据分析软件接收合并单元采样值数据,实时监视电子式互感器输出波形变化情况。

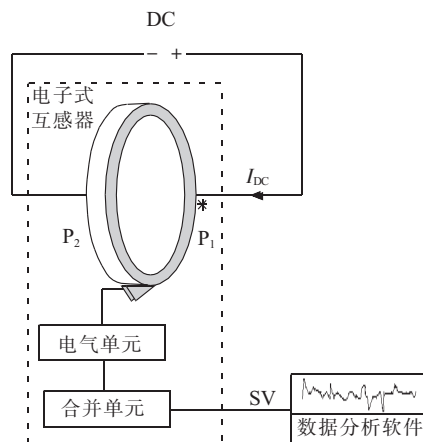


图3 电子式互感器极性校验系统

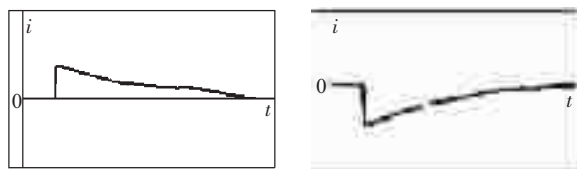
考虑到光学互感器的噪声、有源电子式互感器的电磁响应特性以及校验系统的安全性,直流源DC应能输出30 A以上直流电流,而校验时最大输出直流电流控制在100 A以内。直流源的输出容量应考虑校验系统的回路阻抗,在实验室校验时,其输出容量达到500 W以上即可;而在现场测试时,其输出容量需达到1 000 W以上。直流源可以是具有大功率直流电流输出的继电保护测试仪,也可以是便携式大功率直流恒流源。直流源DC和数据分析软件都是便携式设备,因此,该校验系统适用于实验室和现场的极性校验。

3.3 极性校验系统应用

极性校验时,接线方式如图 3,根据电子式互感器的极性标注,将DC的正极与互感器P1相连,负极与互感器P2相连,控制DC的输出,通过数据分析软件显示的波形判断互感器极性的正确性。此极性校验法主要采用直流对电子式互感器极性进行校验,可称为直流法。

校验 Rogowski 线圈原理的互感器极性时,控制DC输出,使阶跃的直流电流从 Rogowski 线圈P1端流入,此时若数据分析软件显示波形为图 4(a)所示:从0正向冲激至一定大小后又逐渐衰减至0,则被校电子式互感器标注的极性是正确的,DC正极相连一端为P1;若数据分析软件显示的波形为图 4

(b)所示:从0负向冲激至一定大小后又逐渐衰减至0,则被校电子式互感器标注的极性是错误的,与DC负极相连的一端为P1。



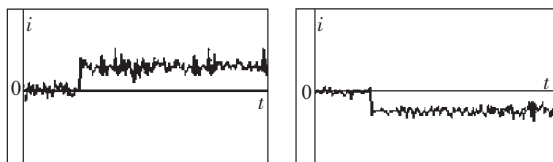
(a) 互感器极性正接

(b) 互感器极性反接

图4 Rogowski线圈互感器极性校验波形

校验LPCT互感器极性的方法与校验Rogowski线圈互感器极性相同。

校验光学互感器的极性时,控制DC输出,使稳态的直流电流从互感器P1端流入,光学互感器能测直流量,若数据分析软件显示的波形偏向0的上方并保持稳定,如图5(a)所示,则被校电子式互感器标注的极性是正确的,与DC正极相连一端为P1;若数据分析软件显示的波形偏向0的下方并保持稳定,如图5(b)所示,则被校电子式互感器标准的极性是错误的,与DC负极相连一端为P1。



(a) 互感器极性正接

(b) 互感器极性反接

图5 光学互感器极性校验波形

在实验室进行极性校验时,将DC的输出通过导线直接接至被校互感器的一次输入端。在现场校验时,被校电子式互感器已接入一次系统,由于DC的输出能力有限,为使数据分析软件显示的波形尽量利于观察,应使校验回路的电阻尽可能小。

4 工程应用实例

国家电网公司某智能变电站试点工程大范围应用了光学原理的全光纤电流互感器,采用双敏感环方式实现采样数据双AD的要求。变电站投运前,工作人员采用上述的直流法对全光纤电流互感器进行了极性校验,以保证保护、测控、计量等后端应用采样数据的正确性。现场全光纤电流互感器极性校验的一次接线如图6所示,合上开关以及开关两侧的地刀1GD和2GD;地刀2GD的“接地排”拆除,使其与大地断开连接;直流源DC正极输出接至大地,负极输出接至2GD;直流源、大地、1GD、开关、2GD构成了穿越电子式互感器的回路。直流源DC为最大可恒定输出90A直流电流的继电保护测试仪Doble,通过输出按钮可方便控制其输出。

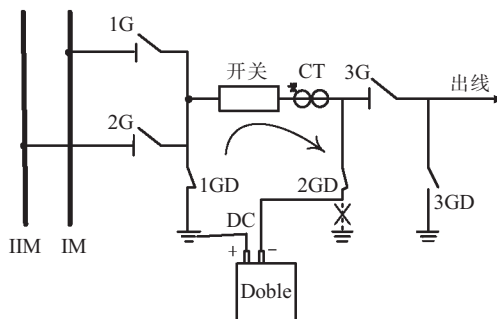
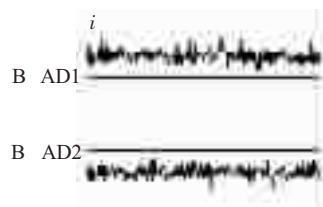
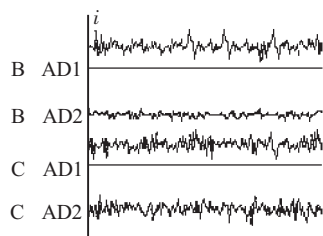


图6 现场变极性校验接线

测试过程中,Doble通过2GD和大地为系统提供恒定的30A直流电流。校验时,数据分析软件实时监视全光纤电流互感器的输出波形。互感器输出波形大部分都与图5(a)所示波形相同,说明大部分电流互感器的安装、接线都是正确的。但校验过程中也发现了一些互感器极性错误或相序错误的问题,如图7所示。



(a) B相AD2极性反接



(b) B相与C相数据交叉

图7 极性校验发现的问题

图7(a)为某220kV线路间隔B相极性校验时,B相AD1的波形偏向0上方,而AD2的波形偏向0下方,这说明B相AD1的敏感环极性是正确的,而AD2的敏感环极性是错误的,需要调整。电子式互感器不能通过更改二次输出的接线来改变极性,只有通过改变一次接线方式或修改数据采集模块、合并单元、后端应用等数据处理算法来改变其极性。更改互感器一次接线难度大且经济性差;修改合并单元或后端应用的数据处理算法不利于以后的管理、检修、设备更换;修改数据采集模块的数据处理算法涉及设备少且易于以后的维护。因此,工程中通过修改全光纤电流互感器数据采集模块的数据处理算法达到了改变极性的目的。

图7(b)为某110kV线路间隔B相极性校验时,B相AD1的波形偏向0上方,B相AD2的波形

为0,而C相AD1的波形偏向0上方,C相AD2的波形为0。由此看出,B相AD2与C相AD1的2个敏感环数据相互交叉,这说明2个敏感环相序反了,需要调整。工程中最终通过更改全光纤电流互感器敏感环至其数据采集模块的光纤接线而达到互感器正确接线的目的。

5 结束语

随着智能变电站建设的不断推进,各种类型的电子式互感器在变电站中逐步得到应用。电子式互感器极性的正确性直接关系到智能变电站二次设备能否正确运行,因此对其极性校验非常必要。由于电子式互感器原理、结构以及输出方式都发生了变化,传统的互感器极性校验方式已不再适用于电子式互感器。文中提出的电子式互感器极性校验系统及方法适应了电子式互感器的变化,满足实验室和现场对其极性校验的要求。在电子式互感器逐步推广应用阶段,该极性校验系统为开展电子式互感器试验提供了良好的条件。该极性校验系统已在工程应用中对现场的光学互感器进行了极性校验,及时发现了互感器存在的极性、光纤接线问题,保证了工程的顺利推进。该极性校验系统也在实验室对有源电子式互感器开展了极性校验,取得了一定效果。

参考文献:

[1] 张胜宝,王世祥.一种用于测试主变套管CT极性的装置设计与应用[J].继电器,2007,35(18):82-85.

- [2] 梁晓兵,周捷,杨永标,等.基于IEC 61850的新型合并单元的研制[J].电力系统自动化,2007,31(7):85-89.
- [3] 李九虎,郑玉平,古世东,等.电子式互感器在数字化变电站的应用[J].电力系统自动化,2007,31(7):94-98.
- [4] SHORT S X.,TSELIKOV A A.,DE ARRUDA J U, et al.Imperfect Quarter-waveplate Compensation in Sagnac Interferometer-Type Current Sensors[J].Journal of Lightwave Technology,1998,16(7):1212-1219.
- [5] 袁宇波,卜强生,包玉树,等.电子式互感器数据分析系统的设计与应用[J].电力系统自动化,2009,33(20):78-82.
- [6] 裴焕斗,祖静,陈鸿.全光纤电流互感器研究[J].电子测量与仪器学报,2008,22(4):34-38.
- [7] 曹敏,梁仕斌,李毅,等.电子式互感器测试方法的研究[J].电测与仪表,2007,44(504):33-36.

作者简介:

- 卜强生(1983),男,江苏江阴人,硕士,从事智能变电站、继电保护方面的研究工作;
- 王建明(1963),男,江苏南通人,高级工程师,从事高电压技术和电力设备的运行和检修管理工作;
- 袁宇波(1975),男,博士,高级工程师,从事电力系统继电保护的研究工作;
- 高磊(1982),男,硕士,从事继电保护、智能变电站方面的研究工作;
- 潘志新(1974),男,湖北浠水人,高级工程师,从事电力设备运行管理工作。
- 宋亮亮(1984),男,江苏南通人,硕士,从事继电保护、智能变电站方面的研究工作。

Research and Application of the Polarity Verification System of Electronic Transformers

BU Qiang-sheng¹, WANG Jian-ming², YUAN Yu-bo¹, GAO Lei¹, PAN Zhi-xin², SONG Liang-liang¹

(1.Jiangsu Electric Power Company Research Institute, Nanjing 211103, China;

2.Wuxi Power Supply Company,Wuxi 214061,China)

Abstract: First the polarity verification method of traditional electromagnetic transformers is introduced. By analyzing the characteristics and working principle of electronic transformers, a polarity verification system of electric transformers is designed which is based on data analyzing software. Also the implementation and authentication method of DC law in polarity verification of different electronic transformers are elaborated, which has provided an effective means of polarity verification of electronic transformers, and ensured the accuracy of application in protection, monitoring, measurement and so on in intelligent substations.

Key words: Electronic Transformers; polarity verifying; data analysis software; DC power supply

页岩气是什么?

页岩气(shale gas)是从页岩层中开采出来的天然气,是一种重要的非常规天然气资源。页岩气的形成和富集有着自身独特的特点,往往分布在盆地内厚度较大、分布广的页岩烃源岩地层中。与常规天然气相比,页岩气开发具有开采寿命长和生产周期长的优点,大部分产气页岩分布范围广、厚度大,且普遍含气,这使得页岩气井能够长期地以稳定的速率产气。

摘自《国家电力信息网》