

几种电子式互感器校验方式的研究和比较

杨慧霞¹, 郭伟², 邓迎君²

(1. 许昌继电器研究所行业标准部, 河南 许昌 461000; 2. 许继电气股份有限公司中试部, 河南 许昌 461000)

摘要: 根据电子式互感器输出信号的不同, 可分为模拟量输出型电子式互感器和数字量输出型电子式互感器两大类型, 分别对适用两种电子式互感器的校验方式从理论基础和实现方式等方面进行分类。通过对各种校验方式的结构、理论依据、可操作性等方面以及应用前景的研究、分析和对比, 分别指出了它们相应的优点和缺点。最后分别给出了适用于模拟量输出型和数字量输出型电子式互感器的校验方式, 并提出了利用标准电子式互感器作为标准器的电子式互感器校验方式是电子式互感器校验方式最终发展目标的观点。

关键词: 电子式互感器; 互感器; 模拟量输出; 数字量输出; 校验

Study and comparison on several different electronic transformer calibration methods

YANG Hui-xia¹, GUO Wei², DENG Ying-jun²

(1. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China; 2. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China)

Abstract: According to the different output signals from electronic transformer, this paper classifies electronic transformers into analog output and digital output. And this paper also has made the classification about calibration methods applied to these two kinds of electronic transformers in theory and according to their implementing modes. Through the research, analysis and comparison on the various calibration methods' structure, theoretical basis, the operation ability and application forecast, this paper hereby points out their respective advantages and disadvantages. At the last part of the paper, the applicable calibration methods applied to analog output and digital output electronic transformers are provided. In addition, this paper brings forward the point that using the standard electronic transformer as standard's electronic transformer is the final development objective of the electronic transformer calibration method.

Key words: electronic transformer; transformer; analog output; digital output; calibration

中图分类号: TM45 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)22-0099-03

0 引言

随着数字化变电站技术的发展, 电子式互感器 EIT (Electronic Instrument Transformer) 受到许多互感器厂家和电力用户的研究与支持, 使用 EIT 作为电力系统测量和继电保护信号源已经成为一种必然的趋势。GB/T 20840.7-2007 和 GB/T 20840.8-2007 中明确规定了 EIT 的两种输出型式: 小电压信号的模拟量以及符合 IEC 61850-9-1 格式或者 IEC 60870-5-1 的 FT3 格式的数字量, 这与传统互感器的输出有本质上的区别^[1,2]。因此 EIT 的校验方式, 和传统互感器校验方式也有很大的区别。近年来出现了多种关于 EIT 的校验方式, 对于模拟量输出型 EIT 有: 利用现有校验设备实现的校验方式、利用独立开发的设备实现的校验方式; 对于数字量输出型 EIT 有: 利用传统标准互感器作为标准器的校验方式、利用标准 EIT 作为标准器的校验方

式。

本文分析比较了上述多种 EIT 校验方式的实现方式、性能及存在的问题, 并对以后的发展趋势做出了展望。

1 性能及研究现状分析

1.1 模拟量输出型 EIT 的校验方式

针对于模拟量输出型 EIT, 这也是早期 EIT 和现有低压 EIT 的基本输出信号类型, 根据 GB/T 20840.7-2007 和 GB/T 20840.8-2007 的规定, 模拟量输出型 EIT 的额定输出值有^[1,2]。

a. 传统互感器校验方式的改进版

通过表 1 可以看出 EIT 的输出值和传统型互感器有很大的区别, 其输出值无论是电压还是电流互感器都是小电压信号, 如果要利用现有的校验方法和设备, 只有将标准互感器的输出值转换为与被测 EIT 同幅值的小电压信号, 然后再通过支持小电压

信号的校验仪进行校验。根据这种理论有以下 2 种解决方式。

表 1 电磁式互感器和 EIT 的输出信号
Tab.1 Outputs of electro magnetic and electronic instrument transformer

互感器类型	相应标准的规定值	常用值
电子式电压互感器	1.625($\sqrt{3}$)V、2($\sqrt{3}$)V、 3.25($\sqrt{3}$)V、4($\sqrt{3}$)V、 6.25($\sqrt{3}$)V	4($\sqrt{3}$)V
传统电压互感器	100($\sqrt{3}$)V	100($\sqrt{3}$)V
电子式电流互感器	22.5mV、150 mV、200 mV、225 mV、4 V	200 mV、4 V
传统电流互感器	1 A、5 A	5 A

方式 1.1: 利用标准电阻和精密感应分压器将标准互感器的输出 5 A、100 V 转换为与被测 EIT 输出信号一致的电压信号 4 V, 再通过微型电压互感器校验仪得到比值差和相位差。

方式 1.2: 利用专用信号转换装置将标准互感器的输出 5 A、100 V 转换为与被测 EIT 输出信号一致的电压信号 4 V, 再通过专业的 EIT 校验仪得到比值差和相位差。如图 1 所示。

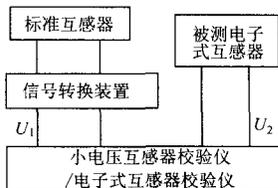


图 1 模拟输出式 EIT 校准方式-1

Fig.1 Principle of calibration method for analog output EIT -1

对于专用信号转换装置, 目的是将现有的标准电流互感器和标准电压互感器的输出值 5 A/100 V 转换为表 1 所示 EIT 的标准信号。方式 1.1 使用的是现有精密感应分压器和精密电流电压变换器(如霍尔 CT 等), 方式 1.2 使用的是单独设计的转换装置。两者相比, 方式 1.2 更加充分考虑到 EIT 的特性, 输出端具有不同的等级, 而方式 1.1 并不是专用设备, 具有精度不高的缺点。

对于后端校验设备的选取上, 方式 1.1 选取的是微型电压互感器校验仪, 其精度等级与方式 1.2 的精度等级一样为 2 级, 但是由于其为电压互感器校验仪, 可靠精度电压范围为 80%~190%, 而电子式电流互感器精度范围为 5% (1%)~120%, 也就是说无

法满足电子式电流互感器精度校验的要求。而方式 1.2 选取的专业设计的 EIT 校验仪主要是针对 EIT 模拟量输出型的校验, 其硬件结构和软件算法均充分考虑到 EIT 的信号输出特性, 不仅增加了针对 S 级电子式电流互感器的校验要求, 且对电压型和电流型 EIT 都有区分, 可见方式 1.1 不如方式 1.2。

虽然两方式结构简单, 便于操作人员学习使用, 但是两者设备在模拟量输出型 EIT 校验设备中, 均属于重量比较沉、运输不方便的类型, 而且存在数据需要手动记录和整理, 不人性化等缺点。但由于此类型是最早推出的电子式互感器校验仪设备, 也是现阶段使用最广的一种类型, 只是方式 1.1 有逐渐被方式 1.2 替代的趋势。

b. 利用虚拟仪器型校验仪的校验方式

这种类型的校验方式, 后端的软件处理原理和方法基本一致, 都是利用虚拟仪器软件进行数据处理并有界面可以进行操作和数据存储功能, 这也是和传统校验仪的最大区别。前端数据的采集区别如下:

方式 1.3: 通过 A/D 采集卡直接采集标准互感器输出量 5 A、100 V 和被测 EIT 的电压输出量 4 V, 然后将采集到的数字量经过软件进行处理计算得到比值差和相位差^[1]。

方式 1.4: 将标准互感器输出量 5 A、100 V 信号, 以及标准 4 V 信号经过采集卡进入 PC 机, 然后通过软件进行处理计算得到比值差和相位差。

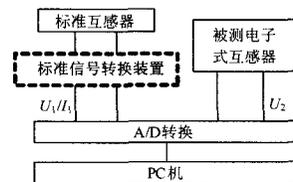


图 2 模拟输出式 EIT 校准方式-2

Fig.2 Principle of calibration method for analog output EIT -2

方式 1.3 和方式 1.4 相比实现原理和结构上基本没有区别, 只是方式 1.3 需要多采用专用信号转换装置, 方式 1.4 需要采用两个不同量程的数据采集卡或者一个多通道宽量程的数据采集卡(能同时保证 0~6 A 电流、0~190 V 电压和 0~13 V 电压的采集精度)。由于方式 1.3 的采集卡只要满足电压 0~13 V (6.5 V 的 2 倍) 即可, 因此方式 1.3 比方式 1.4 硬件容易实现, 对于后期数据采集和处理都比较方便, 考虑到研发成本和设备使用安全方面, 方式 1.3 对于方式 1.4 有着明显的优势。

在实际使用中, 在均采用外接采集卡的方式时, 方式 1.3 和 1.4 相比多了一个信号转换装置, 操作性能和数据处理功能方面两者一样方便。与方式 1.1 和 1.2 相比, 虚拟性校验仪具有携带方便、数据处理强、

智能化等优点,但也有成本高和使用环境的限制,如不适应现场恶劣工作条件等缺点。如果方式 1.1 和 1.2 的校验仪支持数据传输接口(如以太网、USB 接口等),方式 1.3 和 1.4 的优势将不再明显。

1.2 数字量输出型 EIT 的校验方式

GB/T 20840.7 和 GB/T 20840.8 中详细规定了电子式互感器数字量输出的定义,无论是 IEC 61850-9-1 格式或者 IEC 60870-5-1 的 FT3 格式都和传统的互感器没有任何相通之处,因此如何校准这种类型的 EIT 成为一时的难题,不过标准也给出了一个通用的测试模型,下面的两种测试方法就是依据标准建立的测试结构和实现方式。

方式 2.1: 将标准互感器经精密 A/D 采集器转换为数字信号输入 PC 机,再将被测互感器经过合并器以 IEC61850-9-1 或 FT3 的数据格式,经过网卡输入到 PC 机,然后通过软件进行处理计算得到比值差和相位差^[3]。

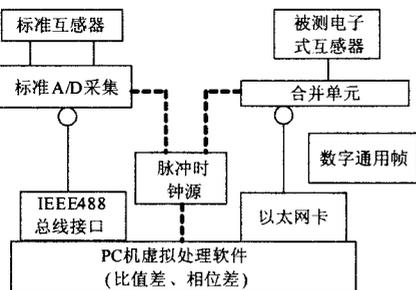


图 3 数字输出式 EIT 校准方式-1

Fig.3 Principle of calibration method for digital output EIT -1

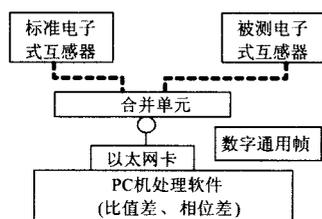


图 4 数字输出式 EIT 校准方式-2

Fig.4 Principle of calibration method for digital output EIT -2

方式 2.2: 利用已经校正过的标准数字量输出型互感器,将标准和被测互感器通过同一个合并器以 IEC61850-9-1 或 FT3 数据格式,经过网卡输入到 PC 机或者分别通过网卡输入到 PC 机,然后通过软件进行处理计算得到比值差和相位差^[5]。

由上可知,相比于方式 2.1,方式 2.2 的缺点:标准电子式互感器不容易确定,每种额定值的电子式电流互感器都需要配置一个标准电子式电流互感器、成本大大增加,设备需求更多,使用不方便。而且暂时还没有此类标准电子式互感器生产,所以现阶段数字量输出型 EIT 的校验大多采用方式 2.1

进行校验,但如果能解决标准电子互感器的问题,方式 2.2 将是非常完善的一种校验方式。

2 结束语

由于现阶段电子式互感器相关检定规程和标准电子式互感器均没有制定和生产出来,电子式互感器的校验工作还处于摸索阶段。参照电磁式互感器检定规程,针对模拟输出型电子式互感器而言,方式 1.2 有优势,其标准通道的各个标准器不仅具有严格的溯源性,而且校验仪的误差也可保证满足校验要求,此方式不仅可以作为现阶段校验电子式互感器使用,并且如果能解决标准电子式互感器的问题,此方式将是模拟量输出型电子式互感器校准系统最适用的方式;对于数字输出型电子式互感器,方式 2.1 同样可以作为现阶段的校验方式,但方式 2.2 将是数字量输出型电子式互感器校准系统未来的发展方向和理想方式。

参考文献

- [1] GB/T 20840.7-2007,互感器 第7部分:电子式电压互感器[S].
GB/T 20840.7-2007,Instrument Transformers — Part7: Electronic Current Transformers[S].
- [2] GB/T 20840.8-2007,互感器 第8部分:电子式电流互感器[S].
GB/T 20840.8-2007, Instrument Transformers-Part8: Electronic Voltage Transformers[S].
- [3] 余春雨,叶国雄,等.电子式互感器的校准方法与技术[J].高电压技术,2004, 30(4): 20-22.
YU Chun-yu, YE Guo-xiong, et al. Calibration Technique of Electronic Instrument Transducers[J]. High Voltage Engineering,2004, 30(4): 20-22.
- [4] 尚秋峰,杨以涵,等.光电电流互感器测试与校验方法[J].电力系统自动化,2005,29(9):77-81.
SHANG Qiu-feng,YANG Yi-han, et al. Test and Calibration of Optical Electric Current Transformer[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005,29(9): 77-81.
- [5] 秦晓军,童悦,等.电子式互感器数字输出现场校验仪[J].湖北电力,2008, 32(5):64-66.
QIN Xiao-jun,TONG Yue, et al. The Site Calibrator for Digital Output of Electronic Instrument Transformer[J]. Hubei Electric Power,2008,32(5):64-66.

收稿日期:2009-04-16; 修回日期:2009-07-28

作者简介:

杨慧霞(1977-),女,工程师,本科,主要从事继电保护与自动化设备行业的标准研究工作; E-mail: huixiy@powerkingdom.com

郭伟(1979-),男,工程师,本科,主要从事电子式互感器及相关产品测试方法和测试技术的研究工作;

邓迎君(1975-),男,工程师、硕士,主要从事电力系统及其自动化的研究和测试工作。