

# 新型电子式互感器二次接口的过渡方案

刘忠战<sup>1</sup>, 罗万兴<sup>2</sup>, 张根盈<sup>1</sup>

(1. 西安华伟光电技术有限公司, 陕西 西安 710118; 2. 咸阳供电局, 陕西 咸阳 712000)

Transitional Method of Novel Electronic Transformer's Secondary Ports

LIU Zhong-zhan<sup>1</sup>, LUO Wan-xing<sup>2</sup>, ZHANG Gen-ying<sup>1</sup>

(1. Xi'an Huawei Optic Electric Technology Co. Ltd., Xi'an 710118, China;

2. Xianyang Electric Power Company, Xianyang 712000, China)

**摘要:** 分析了新型电子式互感器与传统互感器在二次输出接口上的区别, 提出了在新-老标准过渡期, 几种可行的过渡性连接方法。根据我国现行二次继保装置的信号输入、处理流程, 重点讨论了基于“中介电压”的模拟连接法以及利用原有A/D口实现点到点通信的合并数字连接法。同时, 介绍了新标准中关于“数字变比”的概念, 提供了过渡型连接法的实际应用效果。挂网运行和试验表明, 该方法简易经济且可靠, 在技术上是可行的。

**关键词:** 电子式互感器; 二次接口; 中介电压; 过渡连接法

中图分类号: TM452.93

文献标志码: B

**Abstract:** This article analyzed the differences between electronic transformer and traditional transformer in secondary output port, put forward several doable transitional interfacing methods in the transitional period from old to new standard. According to signal input and disposal process presently performed in our country, two connecting methods was discussed emphatically: ① analog connecting method based on "medium voltage"; ② point to point merge digital communication interfacing method based on inhere A/D port. This article also introduced the concept about "digital transform ratio" in new standard, provided practice application effect of transition interfacing methods.

**Key words:** electronic transformers; secondary interface;

medium voltage; transition interfacing

## 0 引言

近年来, 新型电子式互感器以其优良的技术性能逐渐赢得电网用户的信赖, 在我国不同地域电网上已有小批量投入试用。依据 IEC 60044-7/8<sup>[1]</sup>, 电子式互感器将不再输出功率型电压或电流信号, 代之以微

功耗的数字信号或模拟小电压信号。由于电站正在使用的数字综合保护及计量仪表还没有与新标准对应的接口, 所以给电子式互感器的应用带来了一定的困难。诸如原来互感器模拟输出采用“ $\sqrt{3}Y/V$ ”接法实现的相量运算以及与之对应的保护、测量算法, 采用数字输出后不再适用, 相应的算法只能以软件方法实现, 原来的“模拟变比”到“数字变比”概念上的转变, 也将导致操作习惯上相应的改变。

在这种新旧技术标准的过渡期, 如何解决新、老设备之间接口的配合, 已成为一个重要话题, 这一问题在西方工业发达国家也同样存在, 文[2]详述了这种技术磨合期采用的过渡方案及其技术上的可行性。在用户电网没有配备全新标准的数字接口仪表前, 过渡性做法不失为一种新老兼容、技术渐进、节约投资、稳妥可靠的方法, 是老电站逐步改造的可行方案之一。笔者将讨论新型电子式互感器与老式二次设备接口标准的区别以及几种可行的过渡连接方法, 并附以实际使用效果的说明。

## 1 电子式互感器的输出标准

依据 IEC 60044-7/8, 电子式电流、电压互感器的二次输出是以数字型为主, 考虑到近距离点对点应用, 也可以是模拟电压信号。数字输出实际上是以连续数字串表达的波形幅值, 具体规定为: 数字输出额定值: 测量有效值为 2D41h(十进制: 11 585); 保护有效值为 01CFh(十进制: 364); 保护输出的准确度限值系数为 25、50; 电压输出额定有效值: 测量有效值为 4V(或其它选用值)<sup>[1]</sup>; 保护有效值为 0.2V(或其它选用值); 数字采样率额定值为 80、48、20 fr

收稿日期: 2007-03-11; 修回日期: 2007-04-28

作者简介: 刘忠战(1947-), 男, 高级工程师, 长期从事光电测控技术教学与研究, 近几年, 专业从事光电互感器产品研发。

(即:每周波采样 80/48/20 点)。此外还有同步方法、传输通信协议等有关规定(参见文[1])。

以上标准基于以下考虑:①原有 CT 的 5A/1A 电流输出,以及 PT 的  $100\text{V}/\sqrt{3}$  电压输出均带有较大的功率容量,以保证在长距离传输中信号的抗干扰能力以及对后续负载的驱动能力,而电子式的弱电信号输出依靠光纤(或屏蔽双绞线)实现数字信号的远传,因而可以获得更远的传输距离及更优越的抗干扰能力;②小电压输出一般采用双屏蔽线连接,仅适用于距离较近(几米)时,也可在数字远传的末端,即二次设备入口处通过 D/A 转换实现小电压输出。

## 2 传统二次设备的输入接口标准

以现有数字保护仪表装置为例,其对输入信号的连接及处理流程大致如下。

CT 的电流输入额定值为 5 A,见图 1(a),经小 CT 作电气隔离、变换为小电流,再经分流电阻  $R_s$  转换为电压,经 A/D 转换后进入数据处理。PT 的电压输入额定值为  $100\text{V}/\sqrt{3}$ ,见图 1(b),通过分压电阻  $R_v$  转换为小电压,再通过与图 1(a)类似的处理过程。无论是电压还是电流输入,其信号处理过程可以归纳如下(见图 2):电气隔离。采用微型 CT/PT 隔离输入信号中附加的直流电位;变流/分压。将较大的电流/电压信号额定值压缩到 A/D 窗口对应的电压范围(如 5 Vpp),该电压被称为“中介电压”;

A/D 转换。将模拟量转换为数字量并读入微处理器;数据处理。按照一定的算法程序对数据进行运算,判断线路运行状态是否超出设定值;控制量输出。按照既定的控制原则输出报警、开关驱动以及管理监控信息<sup>[3]</sup>。可认为、环节属于信号的输入调理环节,有不同类型信号接入的可能,如(中介)小电压/小电流接入;直接数字接入(图中虚线)。

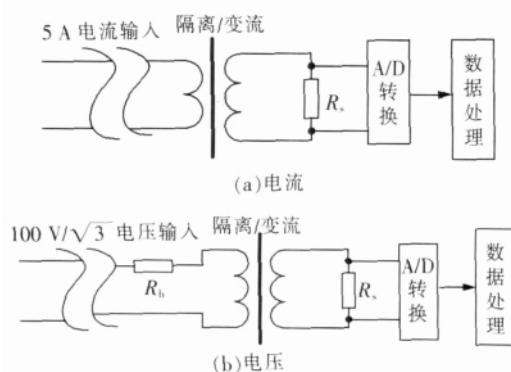


图1 电流与电压输入的信号调理

## 3 过渡连接方法

依据 IEC 60044-8 或 IEC 61850-9<sup>[4]</sup>,互感器

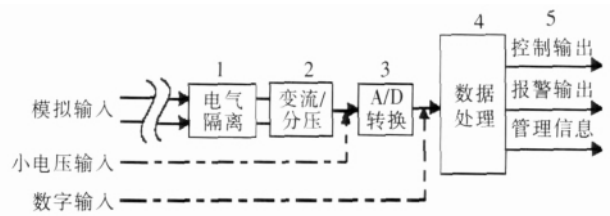


图2 传统模拟输入的信号处理流程

与二次设备的数字连接遵循一种专用以太网协议,而现用的二次设备并不具备这种以太网接口,为了照顾到电站技术过渡的这种实际可能,标准中仍然提供了点到点的通信连接方式以及小电压连接方式。

从信号处理流程(图 2)可以看出实现过渡性连接的可能性:由光缆传输信号,所以光隔离实现了电气隔离,因此环节 1 可以省去;如果数字信号经 D/A 转换,还原为小电压信号,并且按中介电压标准校准,则可省去 1、2 环节,即变换得到的中介电压信号可直接输入到环节 3 的 A/D 输入端;环节 4 是以单片机为核心的数据处理单元,可以改变数据读入程序,即将原有的 A/D 转换读入改变为直接通信接口读入。

以上做法都是在不改变原有算法及控制原则的前提下,完成电子互感器与原有二次设备的过渡性对接。

### (1) 中介电压接口

新型高压电子式互感器的输出普遍采用光缆远距离数字传输,这正好满足上述限定的技术条件,可以按照中介电压馈送法作过渡连接。其做法见图 3,由光纤传输的单台互感器数字信号经 D/A 器件转换成模拟信号,经校准后直接馈送到二次设备的 A/D 输入端,校准模块用于将信号的额定值校对到原有的 A/D 窗口额定值(通常有效值为 3.53 V)。这一做法的好处是不对软件做任何修改,完全由硬件完成标准过渡和对接。对多相多路输入,这一作法有一定的硬件成本。

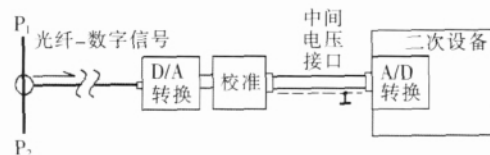


图3 数字转模拟的中间电压对接法

对近距离传输的中、低压互感器,可直接传输小电压或小电流信号,当互感器距保护装置较远时,宜传输小电流信号,如 0~20 mA,以增强传输过程的抗干扰能力,由于小电流信号通过取样电阻后可以转为中介电压信号,所以可将小电流信号接入也归类为中介电压接口。直接利用中、低压互感器模拟输出信号,调理成中介电压标准,与数字保护设备对

接,免去了 A/D、D/A 过程,是经济、简便的做法,图 4 是如何将传统中、低压 (<35 kV) 电磁式电流互感器与数字保护设备对接的例子。中低压互感器一般安装在控制屏后顶的母排上,距测控仪表距离在数米范围,可以将  $S_1$ 、 $S_2$  输出端引入到电流/电压转换模块,经微型 CT 隔离、变流及分流电阻电压取样,转换为中介电压,经屏蔽线馈送至二次设备 A/D 输入口,这一方法与图 3 所示的 D/A 转换法结合使用,可以实现数字化改造工程中的新、老互感器的混用,便于电站的渐进式数字化改造。

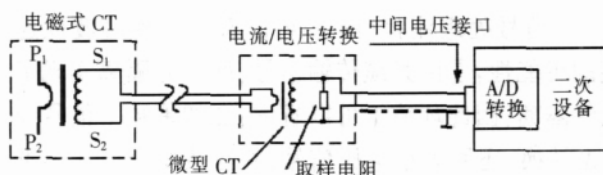


图 4 传统电磁式互感器利用中间电压的对接法

(2) 多台传感器的合并数字接口

实现一个整间隔的保护算法,往往必需包括三相电压、电流以及剩余电压、电流等多台互感器组传送的全部信息,所以 IEC 60044-8 建议采用合并器将相关互感器组的输出合并一条线路中,按照同期量数据帧的方式传输,图 5 示例了三相电压、电流合并传输的例子,这要求在二次设备上要有相应的符合通信协议的总线式接口,按照数据帧格式<sup>[1]</sup>接收同一采样时间点的所有数据,其同步方法及帧格式详见文[1]。

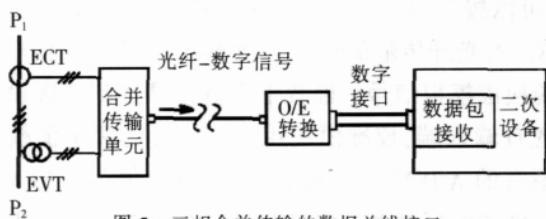


图 5 三相合并传输的数据总线接口

该做法省去了原有二次设备信号调理的 3 个环节,节约了硬件开支,除了改动原有 A/D 数据读入程序为直接数据帧读入外,其他软件资源(如保护算法等)保留不变,已经实现了网络化传输的基本要求,即点到点的数字合并传输。按照 IEC 61850<sup>[4]</sup>实现以太网联接,需要开发符合以太网接口的软硬件,最终实现完全数字化电站及网络化连接的目标。

4 数字变比及设定

实现过渡型模拟连接或数字连接后,原有数字

计量、保护仪表对互感器变比的设定有表 1 中所列的对应关系。

表 1 传统输出与电子式输出变比对照表

互感器类型	输出类别	传统输出变比	电子输出变比
电流互感器	模拟输出(测量)	$I_{1e} 5 A$	$I_{1e} 3.53 V/k^{[1]}$
	模拟输出(保护)	$I_{1e} 5 A$	$I_{1e} 3.53 V/k^{[2]}$
	数字输出(测量)		$I_{1e} 2D41h$
	数字输出(保护)		$I_{1e} 01CFh$
电压互感器	模拟输出	$U_{1e} 100/\sqrt{3} V$	$U_{1e} 3.53 V$
	数字输出		$U_{1e} 2D41h$

注:[1]按 IEC 60044-8 之规定,模拟电压输出标准值可选为 0.2、4 V,由于我国现有二次数字仪表 A/D 输入的窗口电压多为  $\pm 5Vp$ ,即有效值 3.53 V,所以采用过渡性接法,采用 3.53 V 作为二次额定输出值(即中介电压);[2]k 为保护系数,一般为一次额定电流  $I_{1e}$  的 10~50 倍,所以与额定一次电流对应的变比应为  $I_{1e} 3.53 V/k$ 。

5 结语

分别采用上述中介电压或小电流转换中介电压的过渡型连接方法于 2005 年 10 月先后在陕西咸阳两个 110 kV 电站上接入了 4 台新型光隔离电子式电流互感器(LDTZGBW-110),与电站上原先配用的 CSL-216 型微机线路保护装置实现了对接,为了便于比较,新型电子式与传统电磁式互感器并列运行,进行了长达一年的比对试验。试用结果表明:一年来,数据显示始终与对照组保持一致,工作稳定、正常。特别是 2006 年 5 月 16 日 22 时,实验组与对照组同时捕捉到电网过流故障,准确作出了相应的保护动作。点到点数字合并传输,以及与原有微机保护装置的过渡型数字口对接试验也获得了成功。通过以上挂网试用和试验,表明了在以数字输出、网络化传输为主导方向的新型电子式互感器进入应用的技术过渡期,这种过渡型连接方法在技术上是可行的,也是简易、经济、可靠的方法。

参考文献:

[1] IEC 60044-8-2002. Electronic Current Transformers [S]. 2002.  
 [2] HERRMANN H J, KATSCHINSKI U, MENKE U, et al. Substation Control and Protection Systems for Novel Sensors [EB/OL]. <http://www.cigre.org> 12/23/34-03 Session 2000.  
 [3] 张艳霞, 姜惠兰. 电力系统保护与控制 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.  
 [4] IEC 61850. Communication Networks and System in Substations [S]. 2002.

欢迎投稿! 欢迎订阅! 欢迎评刊! 欢迎刊登广告!