

# 数字化计量技术在智能化变电站中的应用

易天福<sup>1</sup>, 曾燕波<sup>2</sup>

(1. 四川水利职业技术学院, 四川 成都 611231; 2. 国家电网四川省德阳供电公司, 四川 德阳 618000)

**摘要:**随着智能电网建设的不断推进,智能化变电站建设开始进入实质性实施阶段。作为变电站智能化的主要特征之一是数字式计量技术的应用。对电子式互感器、数字式电能表等数字化计量器具进行了介绍与分析,对数字化计量系统与传统计量系统进行了比较,可为数字化计量系统在智能化变电站中的应用提供参考。

**关键词:**数字化;计量技术;变电站;应用

**中图分类号:**TV7;TV736;TV737

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2015)增2-0096-03

## 1 概述

随着智能化开关、电子式互感器、IEC61850通信规约及计算机高速网络在变电站实时系统中的应用,为智能化变电站建设提供了基础。由于智能化变电站实现了信息采集、传输、处理和输出过程全数字化,各种功能共用统一的信息平台,因而避免了设备的重复投入。作为变电站智能化的主要特征之一,是电子式互感器、数字式电能表等数字化计量技术的应用。数字化计量系统具有测量精度高、无饱和、二次接线简单等诸多优点,同时光纤取代了电缆,电磁兼容性优越,信息传输通道可自检,具有更高的可靠性。但至目前为止,数字化计量技术尚未普及,有些技术亦尚未完全成熟。笔者通过对电子式互感器、数字式电能表等数字式计量器具进行介绍与分析,以及对数字化计量系统与传统计量系统进行比较,可为数字化计量技术在变电站中的应用提供参考。

## 2 电子式互感器

电子式互感器是指具有模拟量电压输出或数字量输出、供电气测量仪器和继电保护装置使用的电流或电压互感器。

### 2.1 电子式互感器的分类

电子式互感器按其原理可以分为无源电子式互感器和有源电子式互感器。

(1)无源电子式互感器基于光学传感技术,一次侧光学电流、电压传感器无需工作电源,是独立安装互感器的理想解决方案。

(2)有源电子式互感器传感头部分具有需用

电源的电子电路,将其用于GIS或罐式断路器更为方便。对于户外配电装置则采用激光供能的办法,从而较好地解决了电源问题。目前有源电子式互感器在工程中已获得较多的应用。

无源电子式互感器是未来电子式互感器的发展方向,但直到目前为止其尚未完全成熟;有源电子式互感器目前已有成熟的产品,采用激光供能的方式较好地解决了独立式互感器中传输距离和电磁干扰问题,且已有较多的工程实践。因此,对于变电站,建议采用有源式电子互感器。

### 2.2 电子式互感器的主要特点

(1)高低压完全隔离,绝缘简单,安全性高,没有因漏油而潜在的易燃易爆等危险。

(2)不存在磁饱和、铁磁谐振等问题,TA二次输出可以开路。

(3)频率响应宽、动态范围大、精度高,可同时满足测量和继电保护的需要,适应电力系统数字化、智能化和网络化的需要。

(4)体积小、重量轻,节约占地面积;无污染、无噪音,具有优越的环保性能。

## 3 数字式电能表

数字式电能表是指输入为数字量或小模拟量的电能表。主要分全数字式和半数字式两种。

### 3.1 全数字式电能表

全数字式电能表是指输入的电压和电流全部为数字信号,电能表直接根据输入的电压、电流数字信号进行电能量计算,电能表无基本误差,为真正意义的数字式电能表。目前大多应用在变电站的高压侧。

### 3.2 半数字式电能表

收稿日期:2015-03-08

半数字式电能表是指输入的为小模拟信号,电能表对输入的小模拟信号需进行模数转换后再进行电量计算,因此,半数字式电能表与传统的电子式电能表类似,依然存在计量基本误差。这种电能表主要用在变电站的低压侧。由于变电站低压侧的出线较多,为节省投资,一段母线一般共用一组电压互感器,如果全部采用数字式电能表,光纤接口既复杂,也不经济。

### 3.3 数字式电能表的特点

(1)全数字式电能表采用数字输入接口模式。通过光纤接收以太网传送的数字电流、电压瞬时值计算各项电量值,不存在基本误差。

(2)数字式电能表工作电源为外接,需敷设专用工作电源,但同时也消除了表计功耗对计量的影响。

(3)提供给表计的采样值必须打上时标,现场试验需要验证各传感器单元采样数据以及时间同步准确度。另外,电能表误差现场校验需在停电状态下进行。

(4)电能表的显示值是一次数据需事先在表内设置互感器变比,虽然方便了运行人员的数据读取,但同时也使表计的通用性受到影响。

## 4 数字化变电站计量系统与传统变电站计量系统的比较

### 4.1 传统变电站计量系统的组成

传统变电站计量系统组成情况见图 1。

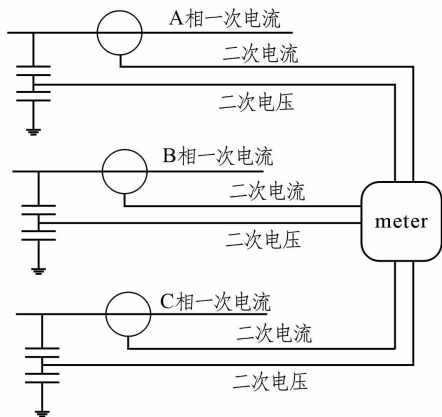


图 1 传统变电站计量系统组成图

传统计量系统由电容式或电磁式电压互感器、电磁式电流互感器对一次输入量进行变压、变流,经二次电缆将二次电压、电流输送至电能表,由电能表进行模数转换、积分运算。该计量系统的误差来源主要由电压、电流互感器比差与角差、

电能表误差及二次回路电压降构成。

### 4.2 数字化变电站计量系统的组成

数字化变电站计量系统的组成情况见图 2。

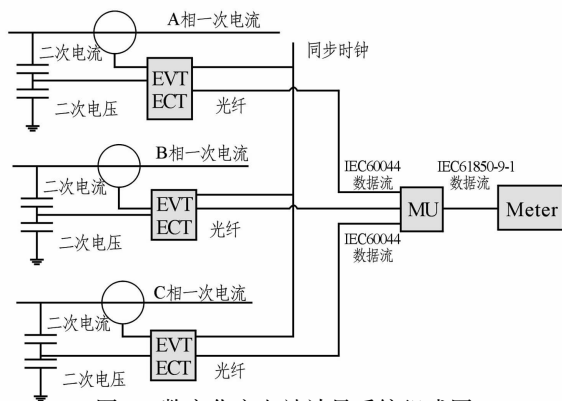


图 2 数字化变电站计量系统组成图

数字化计量系统由电子式电压互感器、电流互感器、数字式电能表及光纤电缆组成。由于数字式电能表接收的是数字信号,直接对数字信息进行运算,不存在计量误差,在光纤传输环节也不存在电能损耗,因此,该计量系统的误差来源仅由电子式互感器构成。

### 4.3 传统计量系统与数字化计量系统误差之比较

传统计量系统与数字化计量系统误差比较情况见图 3。

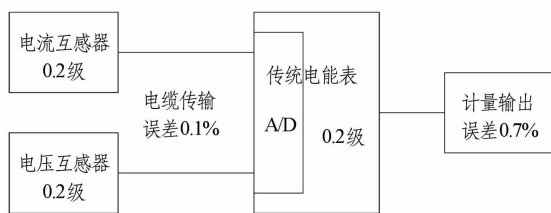


图 3 传统计量系统误差分布图

通过对上述两个计量系统进行比较后可以看出:如果采用相同准确度等级的电压、电流互感器,数字化计量系统的计量综合误差要小很多。

### 4.4 数字化计量系统的特点

(1)一次和二次系统无电的联系,进而提高了现场工作的安全性。

(2)数字信号代替了传统模拟量输入信号,电能表无需进行模数转换。

(3)无需进行回路压降测试、绝缘电阻测试和回路接地的检查。

(4)无需校验互感器极性及二次回路接线的检查。

(5)不存在二次电缆压降问题,也不存在表计自身的误差。因此,数字化计量系统的综合误

差要小于传统计量系统。

(6)数字化计量系统需增加接口可靠性试验。对传输网络需要进行激光电源模块测试,合并光纤接口、以太网接口等试验项目。

## 5 数字化计量系统的应用实例

作为浙江省首座智能化变电站——110 kV 诸暨大侣变,采用了较完整的数字化计量系统,该变电站已于2010年1月31日正式投运,其数字化计量系统构成情况如下。

### 5.1 高压侧计量系统配置

大侣变110 kV高压侧采用了全数字化计量模式。

(1)互感器配置:线路侧互感器采用有源电子式电压、电流组合互感器,工作电源采用激光供电方式,电流互感器部分采用空心线圈采样,电压互感器部分采用电容分压方式采样;主变侧互感器采用的是无源式磁光效应电子式电流互感器,工作原理为光在磁场中的偏转。其产品均为南京南瑞继保电气有限公司生产。

(2)电能表配置:高压侧电能表采用的是由南京新宁光电自动化有限公司生产的全数字式电能表,工作电源采用110 V直流供电,所有输入信号由一对光纤提供,接线非常简单。

(3)计量回路信道构成:由分相电子式互感器将采集到的各相电流、电压数字信号经光缆小终端传送至合并单元,再由合并单元将数字信号传送至过程层交换机,电能表从过程层交换机获取数据,完成电能量计算。

### 5.2 低压侧计量系统的配置

大侣变10 kV低压侧采用半数字化小模拟计量模式。

(1)互感器配置:电流互感器采用由南京新宁光电自动化有限公司生产的电子式互感器,输出为额定交流4 V的小模拟信号,电压互感器仍采用传统电压互感器。

(2)电能表配置:低压侧电能表采用的是由南京新宁光电自动化有限公司生产的半数字式电能表,工作电源采用110 V直流供电,电流输入为分相小模拟量,电压输入为传统100 V电压,输出为光纤。

(3)计量回路信道构成:低压侧计量回路与传统方式类似,仅将二次电流改成小模拟信号,并增加了表计工作电源回路。

### 5.3 近期运行情况

从大侣变数字化计量系统近期运行情况看,总体情况较好,但也存在不少问题,主要有:

(1)数字式电能表运行不稳定,出现过死机、液晶显示不正常等现象。

(2)全数字式电能表校验脉冲误差变动较大,主要是由于计量模块与通讯模块集成于同一CPU,使表内校验脉冲输出判断时间过长,导致校验脉冲精度不高。

(3)数字式电能表出现过运行时间失准现象,需解决设备对时和TA、TV的同步性问题。

(4)全数字式电能表出现过脉冲丢失和通讯不成功的问题。

(5)主变和线路侧电子式互感器在无一次电流、电压通过时,其合并单元有低频信号输出,其中电流回路有6 A(一次电流值)左右,从而引起电能表错误计量。该回路有待进一步改进。

(6)电能表通讯抗干扰性有待测试。

(7)电能表丢帧插值算法的合理性有待论证。

## 6 变电站数字化计量模式广泛应用尚需解决的问题

### 6.1 计量认证问题

由于电子式互感器、数字式电能表属新型计量器具,必须获得国家质量技术监督局颁发的计量器具制造许可证,目前很多厂家的产品尚未取得相应的许可证,从而给其应用带来困难。

### 6.2 检测手段问题

目前,对数字化计量器具尚无成熟的检测手段,而贸易结算用电能表、互感器则为强制检定计量器具,因此,检测手段亟待跟进。

### 6.3 计量人员技能更新问题

由于数字化计量系统涉及很多光纤通信技术和通讯协议,而上述技术均不属于传统计量技术范畴,从而给计量工作人员带来很大的挑战。

## 7 结语

数字化计量系统作为一种新型电能计量模式,目前尚无成熟的运行经验。但随着智能电网建设的不断推进,数字化计量技术在变电站中的应用将是一个发展趋势。

### 作者简介:

易天福(1971-),男,四川广元人,讲师,工程硕士,从事电力系统运行相关课程的教学与研究工作;

曾燕波(1971-),女,四川开江人,工程师,从事电力系统电能计量工作。

(责任编辑:李燕辉)