

# 应用于智能变电站的电子式互感器选型分析

程 莉

(江苏省电力设计院,江苏南京 211100)

**摘要:**应用于智能变电站的电子式互感器分为3类:纯光互感器、有源电子式互感器和弱模小信号互感器。作为过程层的关键设备,电子式互感器如何选型是智能变电站建设所面临的实际问题。根据电子式互感器生产厂家的自述,以及已投运的智能变电站的调查,分析和总结电子式互感器的应用现状。从实现原理、可靠性和经济性等方面,对不同类型的电子式互感器进行比较和分析,提出了具有参考价值的选型理念。

**关键词:**智能变电站;纯光互感器;电子式互感器;弱模小信号互感器

中图分类号:TM63

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2010)04-0062-03

近年来,智能变电站技术的研究、实践和试点工作在我国正加速推进。迄今国内已经试点的智能变电站合计90余座,还不包括部分电气间隔尝试IEC61850的站点站。电子式互感器具有传统电磁式互感器所不具备的众多优点<sup>[1,2]</sup>,在智能变电站建设中已经崭露头角。作为一种新兴技术,电子式互感器的各种性能还待进一步验证。在智能变电站建设时,如何合理选择电子式互感器,实现可靠性、实用性和经济性等关键要素有机结合和平衡,是当前智能变电站建设不可回避的重要问题。文章通过对已投运智能变电站运行资料的分析,以及工程应用中电子式互感器出现的具体问题,结合电子式互感器的研究和应用现状,从实现原理入手,综合可靠性和经济性等要素,提出了电子式互感器选型的参考标准。

级则采用弱模小信号互感器。图1明示了纯光互感器和有源电子式互感器的分类。根据应用方式的不同,电子式互感器还可分为独立式ECT、EVT,及组合式电子式电流电压组合式互感器(ECVT)、隔离开关组合式、气体绝缘组合电器(GIS)嵌入式和变压器套管式等不同形式。

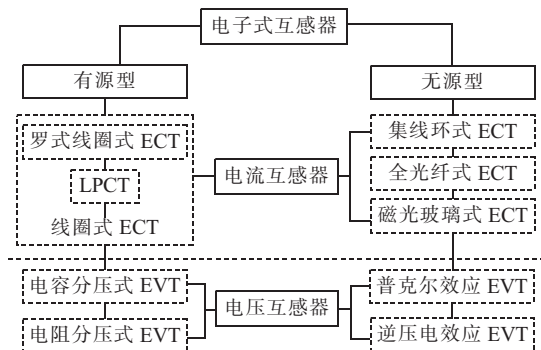


图1 电子式互感器的分类框

## 1 电子式互感器简介

国际电工委员会(IEC)于1999年和2002年分别制定了《IEC 60044-7 电子式电压互感器标准》和《IEC 60044-8 电子式电流互感器标准》,明确了电子式互感器的技术规范,为电子式互感器的研发和应用指明了方向。

### 1.1 电子式互感器的分类

标准<sup>[3,4]</sup>定义,电子式电流互感器(ECT)采用低功率线圈(LPCT)、罗氏线圈或光学材料作为一次传感器;电子式电压互感器(EVT)采用电阻/电容分压器或光学材料作为一次传感器,利用光纤进行信号传输,通过对测量电量的信号处理,实现数字量或模拟量的输出。

在66 kV及以上电压等级,按电子式互感器的高压传感头是否包含有源采集器,又可分为纯光互感器和有源电子式互感器,而35 kV及以下电压等

### 1.2 电子式互感器的研发现状

我国电子式互感器的正式研究起于上世纪八十年代,目前已有多种产品以多种形式进入工程试运行阶段,2004年,南自新宁公司的OET700系列有源型ECT/EVT,率先挂网运行。2007年,南瑞继保、中德等公司的全光纤式ECT<sup>[5]</sup>,同维、许继等公司的磁光玻璃式ECT也先后挂网运行。无源型EVT由于成本太高,没有推广和应用价值。

## 2 电子式互感器的选型

### 2.1 ECT 选型分析<sup>[6,7]</sup>

电子式电流互感器主要由高压侧的传感器、光纤复合绝缘子,以及低压侧的数据处理单元组成。就实现原理而言,线圈式ECT、全光纤式ECT和磁光玻璃式ECT是目前国内66 kV及以上电压等级以及试运行的3种电子式电流互感器。

### 2.1.1 技术比较

有源型 ECT 仍基于电磁感应原理,非周期及直流分量的传感是其不足。由于高压侧传感器包含电子电路,其使用寿命是令人担心的部分。电子电路故障时需要间隔停电维修,又是其一大弊端。但其优势在于计量精度高,不需要温度补偿。

纯光 ECT 基于法拉第磁光效应,其优势在于:可以检测非周期及直流分量;良好的动态测量品质和使用寿命;故障维修不需要间隔停电<sup>[8]</sup>。但计量精度低(仅针对国产纯光互感器),需温度补是其主要技术缺陷。国产纯光互感器,为了减少保偏光纤的长度和熔接成本,采取将采集器安装于户外环境的做法,使纯光 ECT 的使用寿命等同于有源型 ECT。

在此详细说明一下磁光玻璃式 ECT 和全光纤式 ECT 的优劣对比。磁光玻璃式 ECT 的磁光玻璃加工精度要求高,磁光玻璃与保偏光纤的连接采用粘接方式,温度对粘接损耗和精度有很大影响;全光纤式 ECT 中光纤即作为传感元件又作为传输元件,输入输出光路为统一路径,光学器件采用线内集成方式,温度对其测量精度的影响远小于磁光玻璃式。

有源型 ECT 由于技术实现较容易,产品试运行较早,试点站多而积累了一些经验,技术相对成熟是其近阶段的优势;无源型 ECT 试运行时间较短,还有许多需要改进的方面,如计量精度只能满足 0.5 级就是其一大缺陷。截止至 2009 年 7 月,对国内具有代表性的近 50 座智能变电站进行调查,其中不同 ECT 的应用情况如图 2 所示。

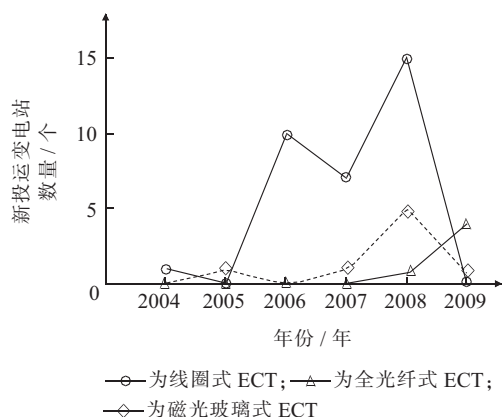


图 2 ECT 在我国的应用情况

AREVA 公司的 NXCT 系列纯光互感器具有国内同类产品无法比拟的优势,其一次电流 20 A 时可实现 0.2 S 级计量,测量的动态范围高达 100 万。采集器安装于控制室,仅需要单模光纤进行信号传输。运行业绩有 890 多套,分布于 19 个不同国家。这是

国内目前纯光 ECT 的技术差距,反之,也是希望和

### 2.1.2 经济性比较

近阶段电子式互感器价格比常规互感器高,主要是因为互感器厂家为了收回前期的研发投入,随着技术的成熟,材料价格和生产成本的下降,3 年后,电子式互感器肯定会比常规互感器便宜。电子式互感器在测量、运行维护、占地面积及工程施工方面体现的优势,会使其应用的总成本降低。绝缘、暂态特性、电磁特性要求越高,电子式互感器的性价比优势就越明显。鉴于经济性考虑,工程应用中,110 kV 以上电压等级采用纯光 ECT,66 kV、110 kV 电压等级采用有源型 ECT,35 kV 及以下电压等级采用弱模小信号互感器。

### 2.2 EVT 选型分析

35 kV 及以下电压等级的 EVT 目前有 3 种原理:电阻分压、电容分压和电感分压。电阻分压原理的 EVT 的主要缺陷是温漂高、抗电磁干扰差。温漂高是由于分压电阻的阻值相差较大,温漂的一致性很难做到,大阻值电阻的温度系数在 200 ppm 已经很不错了,难以实现 40 °C 变化范围内维持 0.2 级误差精度<sup>[9]</sup>。此外,由于二次信号输出功率很小,抗电磁干扰能力较差。电容分压原理的 EVT 由于采用的是干式电容,缺陷和电阻分压原理类似。电感分压原理则不同,串接电感分压原理在 66 kV 等级以上的感应式电压互感器中普遍使用,属于成熟技术。由于二次输出功率远小于常规互感器的要求,将串接电感分压原理应用于中低压场合,体现了体积小、精度高、抗电磁干扰能力强的优势。

66 kV 及以上电压等级的 EVT 目前主要采用 CVT 电容分压原理。CVT 属于成熟原理和成熟产品,EVT 只是使用 CVT 的电容分压支柱,体积已经远小于 CVT,其他特性和 CVT 相当。

无源纯光 EVT 虽然已有成熟产品,但其高昂的生产和制造成本,已使其退出竞争的舞台。

### 3 选型参考方案

对于电子式电流互感器,无源纯光 ECT 虽然有很多优点,但其较高的价格会限制其中低压领域的推广和应用。在高压特别是直流输电领域,采用全光纤式 ECT 有可行性,因为和传统电磁式互感器相比,价格比较接近,随着光学材料价格的下降,纯光 ECT 将越来越有优势,建议 220 kV 及以上电压等级采用纯光 ECT。有源电子式互感器虽然高压端有采集器和取能的电子电路,业内担心其使用寿命。电子电路的简化设计和元器件精心选择

必然会提高其可靠性和使用寿命,其节约的生产和制造成本优势,必然会发扬和光大在 66 kV 至 220 kV 电压等级的应用。35 kV 及以下等级电压建议采用弱模信号输出的电子式互感器或 LPCT 原理的电磁式互感器。

电子式互感器作为新技术应用,必然会遇到一些具体问题,不同原理、不同厂家的电子式互感器的特性可能会存在差异,在差动保护应用中,应该制定相关的标准,规范电子式互感器的特性。在特性不明朗时,尽量使用同一种原理的电子式互感器。

#### 4 结束语

从长远的角度来看电子式互感器和传统互感器相比,具有明显的技术和价格优势。随着智能变电站的发展和运行经验积累,其稳定性和测量性能将会显著提高,最终将彻底取代传统电磁式互感器。在稳步推进电子式互感器的过程中,应针对不同原理的电子式互感器,综合考虑系统的建设成本,有选择地应用电子式互感器,才能体现电子式互感器应用的经济性。

#### 参考文献:

- [1] 王 鹏,罗承沐,张贵新.基于低功率电流互感器的电子式电流互感器[J].电力系统自动化,2006,30(4):98-101.
- [2] 李九虎,郑玉平,古世东,等.电子式互感器在智能变电站的应用[J].电力系统自动化,2007,31(7):94-98.
- [3] 王夏霄,张春熹,张朝阳,等.一种新型全数字闭环光纤电流互感器方案[J].电力系统自动化,2006,30(16):77-80.
- [4] 高 翔,张沛超.智能变电站的主要特征和关键技术[J].电网技术,2006,30(23):67-72.
- [5] 尚秋峰.光学电流互感器实用化方法的研究[D].华北电力大学,2005.
- [6] 方春恩,李 伟,王佳颖,等.基于电阻分压 10 kV 电子式电压互感器[J].电工技术学报,2007,22(5):58-53.
- [7] 李岩松,郭志忠川,杨以涵.提高光学电流互感器运行稳定性的方法[J].电力系统自动化,2006,30(18):61-65.
- [8] 赵丽君,席向东.智能变电站应用技术[J].电力自动化设备,2008,28(5):118-121.
- [9] 叶罕罕,许 平.智能变电站的电压互感器配置和电压切换[J].电力系统自动化,2008,32(24):93-95.

#### 作者简介:

程 莉(1964-),女,江苏泰州人,工程师,从事变电及线路技术经济工作。

## Analysis on the Electronic Measurement Transformer Selection for Application in Intelligent Substation

CHENG Li

(Jiangsu Electric Power Design Institute, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** There are three kinds of the electronic measurement transformer that apply in intelligent substation: optoelectronic transformer, active electronic current transformer and weak-mode small-signal transformer. As the key equipment of digitized substation process layer, how to select the electronic transformer is the practical problem confronted in intelligent substation construction. Through the introduction of the electronic transformers manufacturers, and the investigation of the digital substation in operation, the application situation of the electric transformer are analyzed and summarized. It also compares and analyzes these transformers from many aspects such as implementation principle, reliability and economy. At last the valuable idea for reference on selection is presented.

**Key words:** intelligent substation; optoelectronic transformer; electronic measurement transformer; weak-mode small-signal transformer

(上接第 61 页)

#### 参考文献:

- [1] 江苏省电力公司.500 kV 变电所通用运行规程[S].2006.
- [2] 陈玉顺.电气二次防误闭锁与微机防误闭锁共同运行的必要性[J].农村电气化,2005(9):23-25.
- [3] 江苏省电力公司.防止电气误操作装置管理规定[S].2003.

#### 作者简介:

赵旭峰(1981-),男,浙江新昌人,助理工程师,从事变电站运行工作;  
朱学勇(1968-),男,江苏镇江人,助理工程师,技师,从事变电站运行工作。

## Function and Application of Anti-taking Degating Device in Substation

ZHAO Xu-feng, ZHU Xue-yong

(Zhenjiang Power Supply Company, Zhenjiang, 212001, China)

**Abstract:** The anti-taking degating device in substation is an important measure to prevent personal and serious facility accidents caused by incorrect operation in electric equipment running. With the help of new technologies, some new anti-taking degating devices have arisen. With the effective combination of the existed mature anti-taking degating devices and new ones, it will greatly improve the reliability of substation operating equipments operation.

**Key words:** anti-taking degating device; electric lock; microcomputer lock; logic lock