

# 数字式光电互感器的应用

范寿宁, 黄琼辉

(四川省西昌电业局, 四川 西昌 615000)

**摘要:**数字式光电互感器被国家电网公司列入2005年度电网先进适用技术分类表, 评估分类为“示范应用”。为了推广应用新技术、新设备, 安装了一组由南京自动化设备有限公司生产的OET700 35 kV光电互感器并与传统电磁式互感器进行数据对比, 通过一年的运行实践, 将该设备的运行情况进行了分析和总结。

**关键词:**数字式光电互感器; 现场应用; 分析

**Abstract:** Digital Optical Voltage and Current Transformer(OVCT) was listed in the classified table of advanced and practical technology issued by the State Grid Corporation of China in the year of 2005, and it was evaluated and classified as demonstration and application. In order to promote the popularization and application of new technology and equipment, a series of OET700 35 kV OVCT produced by NanJing Automatic Equipment Co., Ltd. are installed, and the data are compared with the data of traditional electromagnetic voltage and current transformer. After one year's operation, the operating condition of this equipment is analyzed and summarized.

**Key words:** digital optical instrument transformer; application on site; analysis

中图分类号: TM452 文献标识码: B 文章编号: 1003-6954(2008)03-0060-03

互感器是电力系统中用于电测量和继电保护的重要设备, 其精确度和可靠性对电力系统的安全、稳定和经济运行有着重要的影响。随着微电子技术及设备的集成化、智能化和变电站综合自动化的广泛应用, 都要求互感器体积小、质量轻, 输出实现数字化, 甚至直接接入总线实现网络化。数字技术和光通信技术的快速发展, 则使互感器输出数字信号成为现实, 并通过光纤输出, 彻底解决了高压设备的绝缘问题和电磁干扰问题。

数字式光电互感器是利用电磁感应原理的 Rogowski 线圈以及串行感应分压器实现的混合式交流电流电压互感器。其传感头部件包括串行感应分压器、Rogowski 线圈、采集器等。传感头部件与电力设备的高压部分等电位, 传变后的电压和电流模拟量由采集器就地转换成数字信号。采集器与合并器间的数字信号传输及激光电源的能量传输全部通过光纤来进行。

## 1 安装的目的和意义

西昌地区多高耗能用户, 该类用户的电炉设备功率大, 负荷波动大, 产生大量大功率低次谐波污染, 同时冲击电流造成电磁式互感器铁心饱和, 有可能造成继保误动作, 并使二次电流、电压产生畸变, 影响计量

的准确性。本项目使用的数字式光电互感器及其配套的继电保护和计量装置具有从根本上解决以上问题的先进性能。通过 35 kV 数字式光电互感器及其保护和计量装置及其二次系统的设计、安装、运行和运行效果的对比分析, 希望找出一条适合西昌地区的可靠先进的电网技术革新之路。将该组光电互感器安装于一个对电铁及高耗能工业园区供电的 110 kV 变电站内一条 35 kV 出线间隔, 该线路对冶炼企业供电, 日均负荷为 1.2 万 kW。该线路原装有电磁式电流互感器, 准确级 0.2 级。35 kV 母线电压互感器亦采用 JDJ2-35 型电磁式电压互感器。本次在该出线间隔安装了一组组合式光电电流电压互感器, 并装配一套线路保护和一块具有光纤以太网接口的电能表, 以便将光电互感器的采集数据与电磁式互感器采集的模拟量在数据采集、电量及所接保护功能等方面进行对比。同时, 南自厂在合并器报文读取中加进了谐波分析部分, 采集了当地的谐波污染情况。

## 2 运行情况分析

光电互感器从 2006 年 4 月安装以来对其采集的电量与电磁式互感器采集的电量按月进行了对比见表 1。

在表 1 中两种计量系统的月电量相差不多, 最大

表1 电量按月进行了对比

MW·h

日期	电磁式互感器计度电量		光电互感器计度电量			
	正向有功	反向有功	正向有功	误差	反向有功	误差
4月	6 436.360	60.480	6 463.014	-0.4%	68.260	-1.2%
5月	2 629.200	167.240	2 635.542	-0.2%	167.815	-0.3%
6月	7 941.360	16.240	7 930.079	0.1%	16.306	-0.4%
7月	9 631.160	17.640	9 621.855	0.1%	17.489	0.8%
8月	6 371.120	353.640	6 361.110	0.15%	353.630	0
9月	4 906.2	100.8	4 908.410	-0.04%	100.801	0
10月	4 930.2	659.7	4 955.01	-0.5%	662.91	-0.5%

表2 各次测量结果的平均值

电量名称	THD(%)	2次谐波	3次谐波	4次谐波	5次谐波	6次谐波	7次谐波
A相电流	11.378 06	3.365	4.663615	2.392769	3.325923	1.956538	4.166 462
B相电流	9.387 436	4.849 909	3.594 273	3.19	3.560 273	2.036	6.369 818
C相电流	10.277 41	3.979 615	4.524 385	2.428 769	3.725 077	2.041	4.685 385
零序电流	9.196 918	0.288 6	0.311 6	0.237 7	0.246 3	0.096 7	0.346 2
A相电压	2.180 356	0.201 833	0.145 333	0.055 75	0.335 167	0.115 5	0.675 917
B相电压	2.270 818	0.058 143	0.080 429	0.023 286	0.213 214	0.055 143	0.333 571
C相电压	1.988 451	0.056 455	0.093	0.029 455	0.151 455	0.045 364	0.285 455

续表2

电量名称	THD(%)	2次谐波	3次谐波	4次谐波	5次谐波	6次谐波	7次谐波
A相电流	4.025 923	4.030 462	0.925 615	17.54 038	1.615 538	5.577 692	1.137 462
B相电流	3.367 182	2.372 818	0.970 182	12.331 36	2.372 818	8.450 364	0.867 273
C相电流	3.455 231	2.744 077	1.257 923	15.652 31	1.772 385	9.492	0.770 385
零序电流	0.263 2	0.159 3	0.080 2	0.921 3	0.113 9	0.861 4	0.089 7
A相电压	0.633 333	0.216 917	0.024 417	0.280 667	0.016 667	0.111 833	0.027 833
B相电压	0.204 5	0.057 214	0.026 929	0.148	0.012 786	0.051 286	0.011 714
C相电压	0.165 364	0.069	0.020 364	0.127 818	0.010 455	0.044 364	0.009 545

误差仅为0.5%。两种计量系统采用不同的互感器,不同的数据转送方式,不同的计量表计,没有统一的标准,不好做出一个准确的定量的误差分析,但可以看出其计量精度不低于常规互感器。另外,安装光电互感器以来该线路故障跳闸2次,该光电互感器所接保护装置动作行为正确,并完整记录了故障量。

此外,对该条线路的谐波进行了采集,表2为各次测量结果的平均值。

可从统计的角度看出电源为正弦波时,用户负荷电流波形畸变的层度和各次谐波的含量。电源电压基本为正弦波,用户的电炉负荷电流波形畸变严重,

各次谐波的含量,尤其是7、11、13次谐波含量很大。理论上,只有相同频率的电压和电流才能构成功率,工频电压(电流)和谐波电流(电压)并不产生功率,当输入的电压和电流只一方含有谐波时,电路中该次谐波的功率为零。传统的电磁式互感器采用模拟电量信号,频率特性具有非线性;光电互感器采用数字电量信号,有很好的线性特性。但同频率谐波分量相互作用引起的谐波功率,使电度计量出现随机的或正或负的误差,这种误差有可能部分相互抵消,从表1中也未出现较大的差别。目前,该组光电互感器已运行一年多,运行状况良好。

### 3 数字式光电互感器的优点

2006年11月在西昌局500kV普提变电站投运的西门子公司生产的500kV串补装置中的TA亦采用了光电互感器,解决了在超高压系统中互感器体积庞大、绝缘困难等难题,同时西门子公司还利用光电互感器对MOV的触发回路提供能量。这些新设备、新技术的应用开创了四川电网二次系统的一个崭新的应用领域。经过光电互感器的安装及运行,体会到光电互感器相对与传统电磁式互感器具有以下优点:

1)光电互感器具有无磁饱和、频率响应范围宽、精度高、暂态特性好等优点,由于信号传送实现了数字化,有利于新型保护原理的实现及提高保护性能,也有利于对电网智能监控。2)采集器处于和被测量电压等电位的密闭屏蔽的传感头部件中,采集器和合并器通过光纤相连,数字信号在光缆中传输,增强了抗EMI性能,数据可靠性大大提高。并彻底解决了电流互感器的过负荷和TV二次回路的压降问题。

3)光电互感器通过光纤连接互感器的高低电压部分,绝缘结构大为简单。以绝缘脂替代了传统互感器的油或SF<sub>6</sub>,互感器性能更加稳定,同时避免了传统充油互感器渗漏油现象,也避免了SF<sub>6</sub>互感器的SF<sub>6</sub>

气体对环境的影响。无需检压检漏,运行过程中免维护。

4)无油设计彻底避免了充油互感器可能出现的燃烧爆炸等事故;高低压部分的光电隔离,使得电流互感器二次开路、电压互感器二次短路可能导致危及设备或人身安全等问题不复存在。

5)光电互感器完备的自检功能,若出现通讯故障或光电互感器故障,保护装置将会因收不到校样码正确的数据而可以直接判断出互感器异常。

6)价格低廉的光纤光缆的应用,大大降低了光电互感器的综合使用成本。由于绝缘结构简单,在高压和超高压中,光电互感器这一优点尤其显著。

### 4 结束语

由于光电互感器具有上述优点,现场运行情况良好,极具推广价值。同时光电互感器的应用使变电站二次系统由传统的模拟信号方式转变为数字信号方式,这一转变势必对已有的变电站自动化技术将产生深刻的影响,将大大提高电网建设的现代化水平,降低变电站建设的总造价,变电站及其自动化技术将进入数字化新阶段,全数字化的变电站自动化系统将出现。

(收稿日期:2008-03-10)

(上接第56页) Eigen analysis of series compensation schemes reducing the potential of subsynchronous resonance. IEEE Transactions on Power Systems, 1995, 10 (2).

[6] Canay I M. Anovel approach to the torsional interaction and electrical damping of the synchronous machine. part I:theory. T-PAS-101, 1982, 101(10).

[7] Canay I M. Anovel approach to the torsional interaction and electrical damping of the synchronous machine, part II: application to an arbitrary network. T-PAS-101, 1982, 101(10).

[8] Agrawal B L, Farmer R G. Use of frequency scanning techniques for subsynchronous resonance analysis. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1979, 98(2).

[9] X·Lei, D·W·Retzmann. Analyzing Subsynchronous Resonance Using a Simulation Program. Proceeding of PowerCon 2000, Dec. 2000, Vol. 2, pp. 775-781.

[10] Mahmoud Elfayoumy, Carlos Grande Moran. A comprehensive approach for Subsynchronous resonance screening analysis using frequency scanning technique. IEEE Bologna

PowerTech Conference, 2003.

[11] 杨煜,陈陈,伊敏. 一大庆500kV输电系统次同步谐振分析——兼论发电机轴系共振频率[J]. 电网技术, 2000, 24(5):10-13.

[12] 李光琦,张世学,张直平. 频率扫描法分析西北330kV主网高串补水平下的次同步谐振可能性[J]. 中国电机工程学报, 1992, 12(1):57-61.

[13] Prabha Kundur. 电力系统稳定与控制[M]. 北京:中国电力出版社, 2001.

[14] 倪以信,陈寿孙,张宝霖. 动态电力系统的理论和分析[M]. 北京:清华大学出版社, 2002.

#### 作者简介:

李伟(1981-),男,硕士研究生,主要研究方向为电力系统稳定与控制。

李兴源(1945-),男,教授,博士生导师,中国电机工程学会理事,IEEE高级会员,从事电力系统稳定与控制、高压直流输电、分散式发电等方面的研究。

(收稿日期:2008-02-10)