大数据时代彰显电子式互感器节能减耗等高性能优势

基于电子式互感器优点，结合大数据时代数据传输需求，通过具体数据分析比较，阐明选用节能减耗且性能优良的电子式互感器的重要性，希望引起相关人员重视，促进高性能产品广泛应用。

叶丽慧／厦门ABB开关有限公司技术支持分部

叶丽慧／工程师

关键词／Keywords

大数据·
罗氏线圈·
电子式互感器·
IEC61850规约·

0 引言

大数据指的是所涉及的数据量规模巨大到无法通过目前主流软件工具，在合理时间内达到截取、管理和处理，并整理成为帮助企业经营决策更积极目的的信息。

针对电力系统中压开关设备，“大数据”的重要特点是要求及时采集大量瞬息万变的电力系统参数，包括正常运行的技术参数及故障瞬间的系统参数。为实时掌控电力系统运行状态获取大量瞬时数据，同时为快速分析判断且解决故障，确保电力系统安全稳定运行。

作为检测电气回路电量的重要元器件，电子式互感器以其低功耗、低耗材、响应速度快、线性范围宽广和利于远程传输等独特优点适合这一时代需求。

自2011年以来，国家电网就户内中压开关设备陆续统一成批招标，包括高铁、地铁、石化、发电厂、工业和建筑等电力工程在内。据不完全统计，就10 kV系列中压配电开关设备，国内每年保守预计需要40万台量的开关柜，需相应配套互感器多达120万只。针对如此庞大的中压配电开关市场，倘若改变观念，选用节能型且高性能电子式互感器替代传统互感器，将为节能减耗做出极大贡献，同时有利大数据通信传输。

1 传统式互感器的弊端

互感器系一次电气系统与二次电气系统间的联络元件，用于分别向测量仪表、综合保护装置提供必须的电压信号及电流信号，正确反映电气设备的正常运行及故障情况，是中压电气设备正常运行的必备元器件。

纵观电力系统户内10 kV互感器，目前99%以上采用传统的电磁式浇注互感器，即“传统的电流互感器”及“传统的电压互感器”。

基于传统互感器工作原理及其结构特点，传统互感器耗材多、体积大、笨重、回路功耗大及磁饱和现象将造成电压互感器的铁磁谐振等弊端。

与电子式互感器相比，传统电流互感器标准输出为1 A或5 A，电压互感器二次侧输出为100 V，通过综保装置实现其保护功能，通过二次侧变送器或测量表计等附加元器件实现数据上传，所需附加转换及匹配的元器件多，耗能且耗材。

2 电子式互感器工作原理及优良性能

（1）电子式互感器目前应用情况

大数据时代呼唤节能减耗且与信息时代匹配的电力产品，ABB集团多年来致力于电子式互感器的研究与制造，结合工程运用反馈信息，产品性能不断提升。

ABB集团研发制造的中压户内电子式互感器1993年陆续应用于工程实践，迄今为止已有超过12万台不同型号的电子式互感器与其综合保护装置配套投入使用，大多数应用在欧洲各个国家（主要包括瑞士、意大利、英国、捷克和芬兰等国家）的变配电网络和工业领域，与ABB集团保护测控综合装置配套使用，准确及时实现电力系统所需的保护及测量的所需功能。

（2）电子式电流互感器特点

如图1所示，ABB电子式电流互感器结构采用无铁心罗氏线圈，即环形线圈，采用与电流互感器二次侧绕组相同的方式置于初级导体周围。

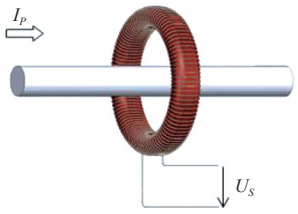

图1　电子式电流互感器：罗氏线圈

罗氏线圈输出量为电压模拟量微分信号，分别为150 mV（50 Hz）和180 mV（60 Hz）两标准值应用于不同运行工况。其微分输出需通过二次侧配置的ABB－REF系列智能综保装置进行积分还原，准确实现相应灵敏保护功能，提供准确详实的电量信息。

电子式电流互感器主要参数表如表1所示。其

表1　ABB电子式电流互感器技术参数

应用参数	技术参数
应用的额定初级电流/A	高达1 250/4 000
电子式互感器参数	值
设备最高电压U_m/kV	0.72
额定工频耐受电压/kV	3
额定初级电流I_{pr}/A	80
额定连续热电流I_{cth}/A	1 250，4 000
额定变压比K_{rn}（80 A）	50 Hz时为150 mV 60 Hz时为180 mV
电流准确度等级	
KECA 80 C 104	0.5/5P400
KECA 80 C 165	0.5/5P630
额定总负荷R_{br}/MΩ	10
单只重量/kg	0.45

单重为0.45 kg，传统式电流互感器常规重量为15 kg及以上，前者单重仅为后者的5%。常规每一开关柜标准配置三相电流互感器。当采用ABB电子式互感器，其重量仅为传统配置的15%，由此大大节省互感器所需耗材。

ABB电子式互感器结构简单，额定总负荷Rbr10 MΩ，故其功耗约为0.1～0.2W，传统互感器每相功耗常规为15 W。

细究其原理，ABB电子式电流互感器采用非磁性的骨架、无铁心及不存在磁饱和现象，该方面优点分别描述如下：

1）电子式电流互感器的特性不受滞后曲线的非线性和宽度的影响，从而可在测定量的宽动态范围内提供高度准确和线性的响应。由于电子式互感器在整个工作范围内均具有线性和高度准确的特性，因此能够在一个绕组中同时实现计量等级和保护等级。使用ABB－KECA 80 C电子式互感器时，从额定初级电流I_{pr}的5%到的I_{pr}的120%（传统电流互感器常见电流），甚至到额定连续热电流I_{cth}的扩展准确度范围内，连续电流测量等级达0.5级、逐步向0.2级高准确度拓展。

2）对于动态电流测量（保护功能），ABB电子式电流互感器KECA 80 C满足额定短时热电流I_{th}时的5P保护等级要求、相应的精度等级达到5P400或5P630，该参数远高于传统互感器常规5P30或5P40准确度。

（3）电子式电压互感器特点

如图2所示，电子式电压互感器工作原理为电阻或电容分压式，变比为1：10 000，结构简单。

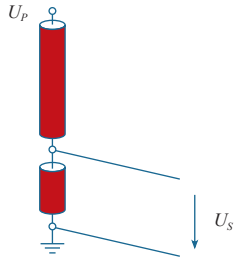

图2　电子式电压互感器：电阻分压

电子式电压互感器主要参数如表2所示。其单只重量为1.96 kg、功耗为0.000 1 W。传统式电压

互感器平均单重为20 kg且功耗30 W。

表2　电子式电压互感器主要参数

应用参数	技术参数
额定初级电压U_{pn}/kV	15/V3
设备的最高电压U_m/kV	17.5
额定工频耐受电压/kV	42（IEC：38）
额定雷电冲击耐受电压/kV	75（IEC：95）
额定变压比K_n	10 000：1
电压准确度等级	0.5/3P
额定总负荷R_{bn}/MΩ	10
单只重量/kg	1.96

根据IEC 60044标准定义，基于ABB产品特点，对于10 kV及以下电压等级的应用ABB电子式电压互感器输出直接接入ABB－REF6**系列综合保护二次装置，对输出信号进行相应处理。电子式互感器为纯粹的无源装置，其生命周期长，无需维护。

ABB电子式互感器与传统互感器性能比较如图3所示。互感器伏安特性曲线对比：相比于传统的电磁式互感器，电子式互感器输出近乎线性，可实现大范围的线性测量。电子式互感器另一突出优点是不出现饱和现象，避免传统互感器因磁饱和出现的保护死区的致命弱点。

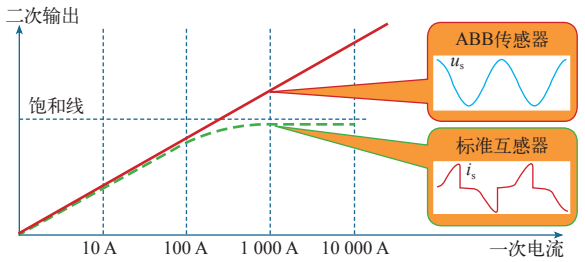

图3　ABB电子式互感器与传统互感器性能比较

3　电子式互感器工程案例

ABB电子式互感器应用于工程实践已超过20年，大量成熟工程应用验证ABB设备的先进性及安全可靠性，在实践应用中不断改进提升其性能，电子式产品低功耗利于远程传输。

ABB－REF6**系列智能型综合保护配有用于处理罗氏电子式互感器输入的内置积分器，与ABB电子式互感器配套，实现安全可靠保护功能。

目前ABB研发的电子式互感器可与国内继电保护装置配套应用，其应用面更广。

厦门某工业园专用变电所10 kV－电子式互感器工程应用如图4所示。厦门某工业中心110 kV专用变电所10 kV变电站选用ABB电子式互感器，同时配置ABB－REF6**系列智能综合保护装置。通过电子式互感器及时准确采集回路电流及电压信号。基于IEC 61850规约及GOOSE技术，由ABB－REF6**系列综保装置进行积分还原，确保保护功能准确灵敏，及时提供准确详实的电量信息，便于远程传输。同时还可依据设计需求将各回路电子互感器信号基于IEC 61850规范发布到过程层网络，实现各回路电流及电压信号共享，高效实现“母线差动、站域”等特殊需求的保护功能。

依据规范要求，本工程安装完毕进行相关出厂试验，其试验结果达到设计预期要求。

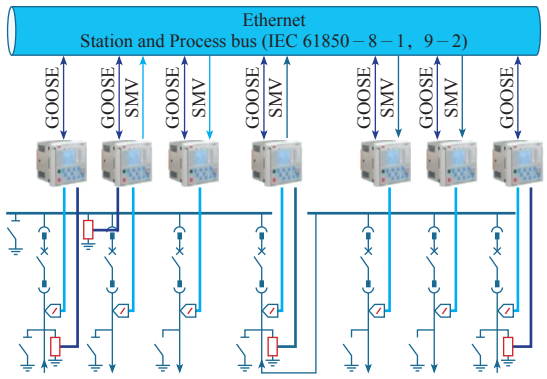

图4　厦门某工业园专用变电所10kV－电子式互感器工程应用

4　电子式互感器主要优点汇集

综上所述ABB电子式互感器具有如下突出优点：

1）低耗材、低功耗、体积小及重量轻。

2）良好的线性特性、无饱和现象、无迟滞现象、准确度高、频带响应宽及抗电磁干扰性能佳。

3）无二次侧开路或短路潜在故障存在，无需试验端子进行闭锁或进行保护。

4）产品归类简单化，便于制造厂商生产，交货期短，减少用户备用库存量。使用寿命长、安装灵活。

详细分析如表3、表4所示。

基于ABB电子式互感器上述优点，考虑电流互感器用量在工程应用中占主要份额，暂以电流

表3 单相电流互感器与传统产品参数对比分析

元器件	电子式产品	传统式产品	传统产品相对于电子式产品参数
功耗/W	0.1～0.2	15.0	100
铜耗材/kg	0.3	4.7	16
环氧树脂耗材/kg	0.8	12.0	15

表4 单相电压互感器与传统产品参数对比分析

元器件	电子式产品	传统式产品	传统产品相对于电子式产品参数
功耗/W	0.000 1	30.0	300 000
铜耗材/kg	0.100 0	1.0	10
环氧树脂耗材/kg	1.020 0	15.0	15

互感器为例进行统计分析：当争取将互感器全年用量的5%改用ABB电子式互感器，预计20年运行期间，由此将减少的功耗及减少的耗材将是非常可观的！具体如表5、表6所示。

表5 5%的传统电流互感器改用电子式产品运行20年能耗对比

元器件	电子式产品	传统式产品	备注
能耗/万kW·h	15 552	1 555 200	当改用电子式产品，可节约一台装机容量250 MW机组生产能力

表6 模拟5%的传统电流互感器改用电子式产品耗材量分析

元器件	电子式产品	传统式产品	备注
铜耗材/t	1 800	28 200	当改用电子式产品，则节约万吨铜材
环氧树脂耗材/t	4 800	72 000	若改用电子式产品，则节约近7万t环氧树脂

上述统计分析数据清晰表明：选用电子式互感器，由此将减少大量电能的损耗，无形等同于节省一台装机容量250 MW机组生产能力。

上述分析表明，如果将市场年需求量的5%互感器改用电子式节能型产品，由此将减少超200 t的铜材质损耗，与此同时将减少近700 t的环氧树脂材料的消耗，这是很可观的节省！

5 结束语

上述统计表明，大力推行选用低能耗、高性能电气产品、其重要性及紧迫性，让技术含量高的产品及时大量应用于电力工程，由此提升电力行业清洁高效性能，这是时代赋予我们的责任。

参考文献

[1] IEC 60044－7 电子式电压互感器规范 [S].
[2] IEC 60044－8 2002第8部分 电子式电流互感器规范 [S].
[3] GB/T 20840—2007 互感器第7部分电子式电压互感器 [S].
[4] GB 17201—2007 组合互感器 [S].
[5] GB 20840．1 互感器 第一部分：通用技术规范 [S].
[6] 李宝云．智能电网在电力技术及电力系统规划中的应用 [J]．黑龙江科技信息，2013 (11)：156.

（收稿日期：2017－09－28）EA

(上接第94页)

参考文献

[1] Roger C D，Mark F M，Wayne H B．Electrical Power Systems Quality [C]．New York：McGraw-Hill，1996.
[2] 胡治国，张静，何银永．带谐波的无功补偿系统 [J]．东北电力技术，2005，26 (6)：17-19.
[3] 廖东锋．配电网中谐波的危害与抑制方法 [J]．建材技术与应用，2008 (6)：45-46.
[4] 刘昌明．建筑供电谐波的治理措施 [J]．山西建筑，201137 (11)：112-113.
[5] 林海雪．电力系统三相不平衡 [M]．北京：中国电力出版社，1998.
[6] 林志雄，陈岩，蔡金锭，等．低压配电网三相不平衡运行的影响及治理措施 [J]．电力科学与技术学报，2009，24 (3)：63-67.
[7] 智能建筑设计标准 GB 50314—2015 [S]．北京：中国计划出版社，2015.

（收稿日期：2017－08－20）EA