

智能变电站大二次模式下的电能计量分析

根据智能变电站不同于传统变电站的特点,分析智能变电站电能计量装置的构成和特性,目前智能变电站尤其是大二次模式下的电能计量及运维问题分析,重点阐述在技术、法制和管理方面的相关工作,分析智能变电站及数字化电能表国家标准、装置长期运行可靠性以及新模式下的运行维护等问题并给出了解决方式或建议。

周文斌 杨宝琳 陆翔宇/国网北京市电力公司电力科学研究院

0 引言

智能变电站作为坚强智能电网建设中的核心内容之一,是智能电网的重要组成部分,根据“十二五”规划,国家电网公司将在全国建5 000座智能变电站。2012年12月,国家电网公司启动新一代智能变电站示范工程建设6个试点项目,包括北京220 kV未来城变电站和110 kV海鹳落变电站。

虽然国家也出台了一些技术导则和规范,但主要集中在数字化继电保护和智能化一次设备上。电能计量方面相对较少,计量不仅要在技术上可行,还要获得国家的计量法制认可和量值溯源,本文针对目前智能变电站电能计量方面出现的问题进行分析,并提出了对策和建议。

1 智能变电站

1.1 智能变电站特点

新一代智能变电站以“系统高度集成、结构布局合理、装备先进适用、经济节能环保、支撑调控一体”为目标,着力探索前沿技术,推动智能变电站创新发展。智能变电站是由智能化一次设

备和网络化二次设备分层构建,建立在IEC 61850通信规范基础上,能够实现变电站内智能电气设备间信息共享和互操作的数字化变电站。智能变电站二次采用大二次设计模式,采用二次设备集成舱或二次装置就地布置,保护、测控、计量和自动化等专业高度集成,各专业间的影响更加直接和密切。

在电能计量方面,由于智能变电站在信息采集、传输、处理和输出过程全部数字化,具有各种功能共用统一的信息平台,采用电子式互感器和数字量输入的电能表进行计量,和常规变电站以传统互感器和模拟量输入的电能表进行计量有极大区别^[1]。

1.2 智能变电站在计量方面与传统变电站的区别

智能化变电站其技术特点与传统变电站有天壤之别,对于电能计量专业而言,电气二次回路全部或部分采用传输数字信号的光纤代替传输实际电压、电流的传统电缆,采用数字量电能表代替模拟量电能表,全部或部分使用电子式互感器代替传统互感器,可以说智能化变电站的出现颠覆了之前传统变电站的设计、施工、验收和运行模式。

传统变电站的计量方式是采用电容式电压互感器或电磁式电压、电流互感器将一次大电流、大电压转换成二次100 V或100/ $\sqrt{3}$ V、1 A或5 A的小电压、小电流,使用电子式电能表或智能电能表进行电能计量。而智能化变电站及新一代智能化变电站则完全不同,智能化变电站仍采用传统互感器转换电压、电流,将二次接入合并单元内,通过合并单元内的A-D转换等装置将模拟量转变成



周文斌/高级工程师

关键词/Keywords

智能变电站·
电能计量·
数字化电能表·

数字化输出,使用数字式电能表进行电能计量;新一代智能化变电站则采用电子式互感器替代传统互感器,一次电流、电压通过互感器可以直接以数字化输出,通过光纤进入合并单元后,由数字式电能表进行电能计量^[2]。

由于电子互感器和数字化电能表间不存在传统电能计量装置的直接电气连接,因此无传统电压互感器二次回路压降带来的误差及电流互感器、电压互感器二次回路负载变化对计量误差的影响,也无二次电压回路短路、电流二次回路开路带来的安全问题。

1.3 智能变电站电能计量装置

智能变电站电能计量装置包括遵循IEC 60044-7标准的电子式电流互感器、遵循IEC 60044-8标准的电子式电压互感器、合并单元(Merging Unit)、数字化电能表、全站的采样同步时钟GPS同步信号以及之间的连接光纤^[3]。

合并单元通过光纤或者双绞线传输系统,输出遵循IEC 61850通信规约的以太网类型的数据帧到数字化电能表。不同于传统电能计量装置中互感器、电能表及二次回路传输的模拟电流/电压信号为瞬时值,数字化变电站计量装置的电流/电压数字信号只有保证同步才能保证计量的准确,合并单元对电子式互感器的采样值传输起到协议转化和时间同步的作用。

电子式电流互感器采用低功率电流互感器(LPCT)将一次电流转变为小电压信号,经采集单元转化为数字信号后通过光纤输送到合并单元;电子式电压互感器采用串联电容、串联电感、串联电阻或阻容分压器等将一次电压转变为小电压信号,经采集单元转化为数字信号后通过光纤输送到合并单元。

数字化电能表无A-D转换部分,电能表误差仅包含在电量计算的过程中理论计算误差和数据传输的误码率带来的误差,比传统电子式电能表精度稳定性更高,温漂的影响更小。

2 智能变电站电能计量方面的问题

2.1 技术问题

1. 相关标准制定滞后

电子式互感器方面,目前我国具有相关国家

标准GB/T 20840.7-2007《互感器第7部分:电子式电压互感器》和GB/T 20840.8-2007《互感器第8部分:电子式电流互感器》,但是没有专门制订检定规程。

数字化电能表方面,我国在2014年7月15日正式实施了GB/T 17215.303-2013《交流电测量设备 特殊要求 第3部分:数字化电能表》,但是因为滞后原因,大多数生产数字化电能表的厂家无制造计量器具许可证^[4]。

智能变电站设计规范及标准匮乏,并且没有相关操作规程和操作规范。

2. 计量装置长期可靠性及误差稳定性

电子式互感器关系到数字化变电站运行可靠性的重要设备,也是电能计量装置可靠性的关键环节。由于电子式互感器包含有电子元器件构成的采集单元,并且采集单元通常安装在高压一次设备上,运行环境受温度、湿度和强电磁场影响大,使电子式互感器的可靠性和寿命受到影响。另外由于电子式互感器为有源互感器,一般需要通过激光供能,激光供能器件的质量是影响电子式互感可靠性的关键环节。

光学互感器具备绝缘性能好、无源的优点,但由于存在线性双折射现象、发光源器件发光强度下降、光纤传输环节引起偏振角变化和不同材料的维尔德参数的外界温度影响等很多影响误差的因素,造成误差稳定性相对于电子式互感器差。

3. 检定及溯源问题

数字化电能表虽然有了制造标准,但是没有检定规程,无法进行检定,同时因为国家并未建立数字化电能表的基准,量值溯源无法正常开展。

目前有些智能变电站没有安装数字化电能表,并且也未预留出安装电能表的位置,仅靠合并单元输出到显示装置。设备无计量用电能表,计量准确性无法验证,同时造成计量和线损管理不便合并单元与计量问题合二为一,设备划分不清,检定和溯源更是无从说起。

2.2 管理问题

1. 运行维护职责划分不明确

智能变电站改变了传统变电站对设备维护的划分界线。电子式互感器的采集单元是易损部件

之一,属于电子器件,不属于传统的高压设备,其更换、维护应归入一次设备还是二次设备不明确。

合并单元在电子式互感器标准中属于电子式互感器的一组成部分,但由于与继电保护、自动化和计量设备的紧密关系,将合并单元归入哪个部门管理也不明确。

由于使用光缆传送保护、测控、计量和自动化等专业高度集成的信号,各专业间的影响更加直接和密切。某专业对设备进行的操作均会影响到其他专业,可能带来不可预测的后果,引起运维困难。

目前智能变电站设备的前期调试、设置均由供应商完成,电力公司参与度小,为后期管理和运行维护带来不便。

2. 数字化计量技术人员缺乏

相对于传统变电站,智能变电站有很多崭新的概念,特别是IEC 61850协议相对比较复杂,很多技术人员无法跟上新技术。智能变电站建设需要电网公司各级部门有一大批技术过硬的专业人员,目前来看相关专业人员非常缺乏。科研院校及国家相关资质认证机构缺乏真正的智能变电站方面的专家,还往往停留在技术概念上,没有深入了解数字化变电站的技术核心以及IEC 61850技术规范,在智能变电站的建设、验收和维护中更多依靠生产厂家技术力量。这样限制了电力企业人才的培养以及对智能变电站产品功能和性能的

全面检验。

3 应对措施和相关建议

3.1 计量的独立性

确立智能变电站二次回路典型设计,充分考虑计量、保护等专业工程验收和后期运维工作的便利性,考虑到计量工作的特殊性,为提高数字化计量装置的可靠性,也为了保证计量的公平、公正和合法,从采集线圈、A-D转换器、传输光纤到合并单元各个环节,计量和保护应独立。可利用智能变电站的原有设计,在合并单元内建立计量独立通道或同等技术措施,同时在设计时预留数字电能表安装位置,强化智能变电站内的计量管理。

目前看来有两种解决方式:一是建立计量专用传输信道,二是应用计量专用合并单元。合并单元应通过光纤直接联到电能表,合并单元到电能表间信号不应通过交换机转发。如是计量专用合并单元应加独立铅封。

3.2 量值溯源的建立

目前国际和国内尚未建立起数字电能表的溯源标准,但是模拟电能表溯源标准非常成熟完善,中国计量科学研究院的电能最高标准是0.003%,目前安装式电能表和电子式互感器的最高准确度等级要求是0.2 S级,只要有了0.05级的数字标准表就可以用来检定现场安装式0.2 S以下的数字式电能表。量值溯源如图所示。

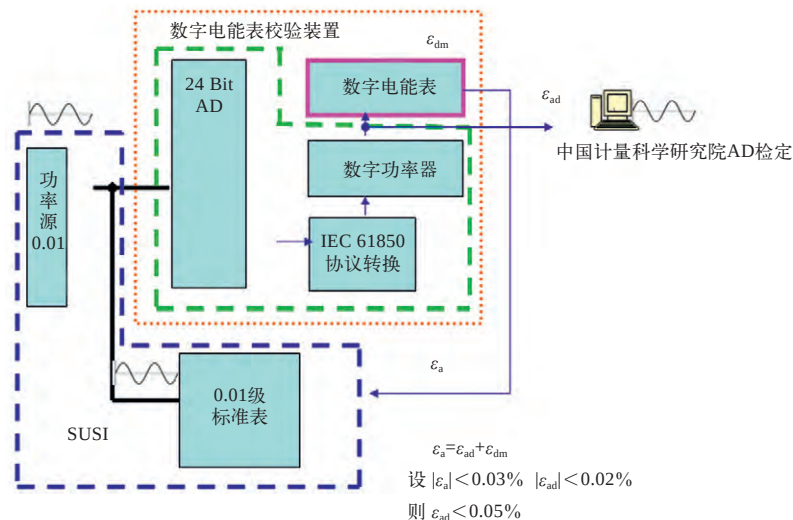


图 数字化电能表量值溯源图

3.3 提高设备的可靠性

强化相关专业的早期及时介入,以便充分了解设备的性能,便于开展设备的驻厂监造、出厂验收、到货验收和运行维护,进行合并单元等设备的安装调试前的初始设置、检测检验等工作,切实掌握核心设备。

组织制定新设备到货验收、运行、维护和检修等相关的技术规范和管理要求,提高设备质量管控力度和运维便利程度,组织制订不同专业智能变电站现场工作作业指导书。增加诸如规约检测,上电时波形对保护的影响、直流衰减波对保护的影响、高压侧电子器件的电磁兼容、合并单元的电磁兼容性、激光供电的可靠性、同步信号的可靠性、丢帧处理、合并单元的铅封和校准系数的修改范围等,进一步规范厂家的产品质量要求。

从目前现场检测的电子式互感器和数字电能表来看,一般数字电能表没有问题,测量电流互感器的准确度也比较稳定,现场也无需校准,但是电压互感器的校准非常普遍,而且有些互感器的校准量非常大。需要采取措施督促和规范供应商采用更好的措施提高其性能。

3.4 明确职责分工

充分考虑各专业高度集成的现状,与相关职能部门充分沟通协商的基础上,明确智能变电站内各专业相关管理和运维职责及界面划分,明确智能变电站内保护、测控、计量、自动化等各专业联调、全站联调、现场调试和现场运维等工作流程。

3.5 加强技术培训

参加相关培训,对于IEC 61850-9-1/IEC 61859-9-2的基本概念、数据定义、数值误差等和计量相关的规约进行培训、对数字电能表和电子式互感器的工作原理、校验方法、溯源原理以及误差来源等进行培训。

组织技术交流,探讨在实验室和现场检验过程中遇到的问题,以及现场运行过程中出现的各种问题,进一步提高解决和分析问题的能力,同时也为也提供更多的实际试验和运行数据。

4 结束语

基于IEC 61850规约的智能变电站是一个全新

的技术,而数字化电能计量更是崭新的技术,通过对数字化计量涉及到的几个最关键的问题进行分析并给出在技术,管理以及相关储备探索方面的对策和建议,便于加强智能变电站的管理和法制建设,强化现场运维,降低计量故障、减少计量贸易纠纷,后期运行维护各司其职,工作有序有效,整个智能变电站安全可靠运行得到有效保障。

参考文献

- [1] 覃剑. 智能变电站技术与实践[M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- [2] 罗承沐. 电子式互感器与数字化变电站[M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- [3] 吴俊勇. 牵引供电系统谐波和不平衡度在电力系统的分布计算[M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- [4] Q/GDW 383-2009. 智能变电站技术导则[S].
- [5] GB/T 17215.303-2013. 交流电测量设备 特殊要求 第3部分: 数字化电能表[S].

(收稿日期: 2015-03-30) EA

作者简介

周文斌(1979-), 男, 研究生学历, 高级工程师, 高级技师, 主要研究方向为电能表及采集装置、智能变电站计量、现场检测。

杨宝琳(1961-), 男, 本科学历, 高级工程师, 高级技师, 主要研究方向为互感器检定、智能变电站、电能计量现场运维。