

·智能电网技术专栏·

智能电网状态监测的发展

刘 骥, 黄国方, 徐石明

(国电南瑞科技股份有限公司, 南京市, 210061)

[摘要] 简述了国内外电网状态监测的现状,分析了智能电网与传统电网在状态监测方面的差异。从状态监测的信息涉及范围、采集及应用等方面,提出了对未来智能电网状态监测的考虑和构想,仔细分析了未来智能电网状态监测的应用方向,并提出了相关建议。

[关键词] 智能电网;传统电网;状态监测;全网全寿命周期综合优化体系

中图分类号: TM 76 文献标志码: A 文章编号: 1000-7229 (2009) 07-0001-03

1 传统电网状态监测技术现状

随着电网规模的日趋扩大和复杂、输送容量的大幅提升和电压等级的提高,电能输送效率越来越高,电网装备投资越来越高,突发故障所造成的直接与间接损失也越来越大,如何避免和减少损失就成为十分突出的问题。为此,电网装备的检修逐渐从事事故检修发展到定期检修,进而发展到基于可靠性的状态检修^[1-3]。

20世纪60年代起,美国开始对航空工业飞行器进行基于状态监测的设备检修,之后又在核工业中应用,并很快发展到电力工业的电网装备检修中。各工业发达国家也随之开始进行状态监测和故障诊断技术的研究。

在电力行业应用方面,因受相关技术水平不足、对电网装备故障机理认知有限、对于特征量辨识不足等因素的影响,加之电网装备运行中环境恶劣,可变因素及约束条件较多,状态监测的结果与电网装备的实际状态不完全对应等原因,致使初期状态监测技术发展较慢,其发展和应用受到一定阻碍。

20世纪90年代后,随着传感器技术、计算机技术和网络通信技术等的发展和应用,电网装备的状态监测和故障诊断技术得到迅猛发展,欧、美、日等工业发达国家率先在电网装备状态监测方面取得了较大突破和进展。目前,容性设备介损及泄露电流的在线监测、充油设备油中溶解气体的在线监测、变压器/发电机/GIS等局部放电的在线监测、交联电缆泄露电流及温度的在线监测、红外/紫外温度及电晕的在线监测、输电线路(覆冰、舞动、视频、绝缘子等)

的在线监测技术等,已经逐渐达到实用化的技术水平,并得到了一定的应用^[4-7]。近年来,国内状态监测技术发展也较快,不仅在监测技术和监测手段上有了长足进步,而且还提出了相应的状态检修导则^[8]。纵观目前电网状态监测技术的发展及应用,状态监测技术是为基于状态的检修或预知性维护服务的一种技术,其发展是源于状态检修对于电网装备状态信息获取、分析、评判的技术性需求。因此,目前发展的状态监测技术都是针对某一类装备、某一种具体应用而开发的,主要集中在发电设备、变电设备、输电线路等方面的具体设备状态检修应用上。

2 智能电网与传统电网在状态监测方面的差异

传统电网是一刚性系统,业务按照发、输、配、用横向的电能传输方向配置,每一业务面又由垂直多级控制机制构成,系统内部存在多个纵向和横向信息孤岛,缺乏系统信息共享。虽然电网系统采集了相当多的信息,但由于信息采集的不一致和缺失统一断面,使得系统信息在采集上是局部的、孤立的,不能构成一个有机的统一整体;另一方面,电网在技术管理上,也是依据同样的业务范畴实施,由此造成系统信息的应用是割裂的、离散的。因此,传统电网的信息获取及利用水平较低,且难以构成系统级的综合业务应用。

与传统的电网相比,智能电网进一步拓展了对电网的全景实时信息的获取能力,通过安全、可靠、通畅的通信通道,可以实现生产全过程中系统各种实时信息的获取、整合、分析、重组和共享。通过加强

收稿日期: 2009-05-11

作者简介: 刘 骥(1967—),男,大学本科,高级工程师,主要从事电磁测量、变电站自动化、状态监测等方面的研究。

对电网实时、动态状态信息的分析、诊断和优化,可以为电网运行和管理人员提供更为全面、精细的电网运行状态展现,并给出相应的控制方案、备用预案及辅助决策策略,最大程度地实现电网运行的安全、可靠、经济、高效、环保。

与传统的电网相比,智能电网通过对全网各类实时状态信息的获取和共享,势必能够构建起全网全寿命周期的综合优化体系。智能电网可以实现从电网全寿命周期的角度,实施电网最大经济效益化运营,实现装备最优技术经济比运行,保证装备最佳时机检修,优化电网装备运行方式,提高装备综合投资利用效益。

可以肯定的是,智能电网的状态监测将不仅仅局限于电网装备的状态检修方面,势必延伸出更多的复合型高级应用。

3 智能电网状态监测技术的发展

3.1 智能电网状态监测的信息范围

智能电网对状态信息的获取范围将与传统电网发生很大的变化。不同于传统电网的局部、分散、孤立信息,对于智能电网而言,其所监测的状态信息具有广域、全景、实时、全方位、同一断面、准确可靠的特征。由于电网是一统一协调的系统,未来智能电网的状态监测需要通过对涵盖发电侧、电网侧、用户侧的状态信息,进行关联分析、诊断、研判和决策,因此,智能电网的状态监测信息必须是广域的全网状态信息。再者,电网运行状态不仅依赖于电网装备状态、电网实时状态,还与供需动态及趋势、甚至自然界的状态相关。因此,未来智能电网的状态监测信息不仅有电网装备的状态信息,如:发电及输变电设备的健康状态、劣化趋势、安全运行承受范围、经济运行曲线等;还应有电网运行的实时信息,如:机组运行工况、电网运行工况、潮流变化信息、用电侧需求信息等;还应有自然物理信息,如:地理信息、气象信息、灾变预报信息等。因而,智能电网的状态监测信息是全景、实时、全方位的。

传统电网状态监测的分散性和局部性,决定了其获取的状态信息是凌乱的、孤立的,难以形成统一应用的关联信息;同时,由于监测技术的限制,使其采集到的许多数据,缺乏一致性、准确性,降低了可用性和可信度。因此,在未来智能电网的状态信息监测中,势必要提高信息采集的准确性,加强采集信息的可靠性和准确性验证手段,通过远程、现场校验和校准技术,提高状态监测信息的可用度。同时,为了保证信息的关联性、系统性、完整性,便于信息处理、

分析、挖掘,形成更高层面的应用,提供实时在线辅助决策,必须保证全网状态信息采集的同一断面,实现广域的统一采集。因此,智能电网的状态监测信息必须是同一断面、准确可靠的。

3.2 智能电网状态监测的信息采集与处理

状态信息是智能电网状态监测的基础支撑,智能电网状态监测的信息已远远超出了传统电网状态监测的信息范畴,是更加宽泛的信息采集。在智能电网中,一次装备与二次设备、设备与系统将更加融合,多学科复合技术应用将日益广泛,随之而来的就是专业界限的模糊和融合。因此,智能电网状态监测的信息采集不仅涵盖了传统二次系统设备,还囊括了传统一次系统的装备;不仅涉及电网装备,还包括发电、用电装备;不仅包含装备自身状态信息,还包括电网运行状态信息及其他信息。

如此广泛的状态信息,已绝非任何独立的小系统所能涵括。因此,智能电网状态监测信息的采集,是以整个电网作为一个系统对象进行的信息采集,实质上是对全网各类信息的综合采集和整合。

从技术层面上看,必须根据不同的对象和需求,进行科学、合理的信息分类,确定实时信息与间歇信息、快速信息与趋势信息等的不同采集方式;在保证数据准确可靠的基础上,整合现有数据采集系统,通过建立广域实时同步信息采集体系,确保状态监测信息同一断面的采集。

从信息处理层面上看,全网的实时状态信息,将是海量的信息,完全集中处理将对通信体系及信息处理系统造成不可预估的后果。因此,智能电网状态监测的信息处理,必须针对不同应用需求,分层分布处理。例如,装备级的状态信息应该就地处理;对于高级应用,则需要综合整合相关的数据进行进一步处理。

3.3 智能电网状态监测的应用范围

传统电网由于其系统特质,决定了其状态监测的范围和应用较为狭隘,只是应用于部分电网装备的状态检修方面;而且形成的知识是孤立的、割裂的,应用效果是单一的、局部的。

在智能电网中,借助于技术支撑层面上的信息纵向贯通、横向共享,知识支撑层面上的融合、互补及重构,可以形成更多的高级应用,实现系统级综合应用。因此,智能电网状态监测的应用范围,将不再局限于状态检修、全寿命周期管理等狭隘的应用范畴,将会扩大至对安全运行、优化调度、经济运营、优质服务、环保经营等领域。简而言之,智能电网的状态监测,将会构建起全网全寿命周期综合优化体系。

具体而言,智能电网的状态监测技术,至少应提供如下方面的应用:

(1)电网系统级的全景实时状态监测。未来智能电网的状态信息采集量将涵盖电网运行的各个方面,这些海量信息不仅提供给装备级应用,还应经过信息重组、处理,提供给更高层面的高级控制和高级管理使用。

(2)真正意义的电网装备全寿命周期状态检修。未来的电网装备状态检修,不仅仅是孤立地拘于装备本身的技术状态和健康状态,还应考虑到电网运行条件的约束;不仅仅是考虑保证电网装备的运行可靠性,还应考量如何尽可能使电网装备保持长期可靠性,进一步延长装备使用寿命,达到提高电网装备投资效益、经济环保使用装备的目的。

(3)基于态势的电网最优化灵活运行方式。未来智能电网的运行,在汇集全网状态信息的基础上,可以根据电网装备状况、电网运行状况,实时、明确地掌控全网运行态势,及时、适时地调整运行方式和运行策略,真正意义上实现全网运行于安全、经济、高效状态下,获取最佳运行效益。

(4)及时可靠的电网运行预警。基于准确可靠的全景信息,未来智能电网可以及时感知装备级的健康状态越限、运行参数越限、临近危险工况等险情,可以获得系统超越经济运行工况、系统稳定发生劣化、负荷潮流发生突变等预警,及时调整运行方式,敏捷变换运行工况,保证系统的安全、稳定、可靠。

(5)实时在线快速仿真及辅助决策支持。全网全景信息的获取,使得进行局域、区域、广域的实时在线快速仿真成为了可能,并在此基础上,形成辅助决策及仿真预警。

(6)促进发电侧经济、环保、高效运行。通过对电网运行态势信息及发电侧机组最优、最经济运行工况的掌控,在保证电网安全、可靠的前提下,可以实现发电机组最优化运行,降低机组调节频次,进而降低发电成本,提高发电设备投资效益。

(7)保质保量地为电力用户提供优质高效、依需而定的服务。

(8)综合知识支撑体系的建设。通过电网实时状态信息的挖掘和深化研究,可以加强基础理论研究,构建更合理的原理模型和技术模型,进一步完善相关理论及仿真验证技术;根据理论研究成果,加强状态监测实践,通过具体实践进一步验证、补充和完善理论研究成果,改进监测技术和手段,实现良性循环。

(9)电网装备的持续改进。通过实际运行状态监测数据的研究,进一步为电力装备制造企业提供有针对性的技术改进依据;为相关制备理论研究、制造工艺改进、新型材料应用、创新装备原理等提供第一手的基础数据。

如上所述,未来智能电网的状态监测技术,已经远远超出了传统电网状态监测的范畴。就状态监测技术而言,其监测范围将大范围扩展、全方位覆盖;就应用而言,为电网运行、综合管理等提供外延的应用支撑,而不仅局限于电网装备的监测。

4 参考文献

- [1] 关根志,贺景亮.电气设备的绝缘在线监测与状态维修[J].中国电力,2000,33(3):46-50.
- [2] 陈维荣,宋永华,孙锦鑫.电力系统设备状态监测的概念及现状[J].电网技术,2000,24(11):12-17.
- [3] 苏鹏声,王欢.电力系统设备状态监测与故障诊断技术分析[J].电力系统自动化,2003,27(1):61-65,85.
- [4] 幸晋渝,刘念,郝江涛,等.电力设备状态监测技术的研究现状及发展[J].继电器,2005,33(1):80-84.
- [5] 赵文清,朱永利.电力变压器状态评估综述[J].变压器,2007,44(11):9-12,74.
- [6] 黄书荣,林晓波,余磊,等.发电机组状态检修的研究[J].继电器,2008,36(4):47-50.
- [7] 马丽婵,郑晓泉,别成亮,等.电力系统外绝缘污秽状态在线监测[J].绝缘材料,2007,40(4):56-59.
- [8] 刘有为,李光范,高克利,等.制订《电气设备状态维修导则》的原则框架[J].电网技术,2003,27(6):64-67,76.

Development of Smart Grid Condition Monitoring

LIU Ji, HUANG Guo-fang, XU Shi-ming

(NARI Technology Development Co., Ltd, Nanjing 210061, China)

[Abstract] This paper has summarized the domestic and foreign power grid condition monitoring present situation, analyzed the smart grid and traditional power grid in the condition monitoring differences. Involving scope, gathering and application from the condition monitoring information, it proposed to the future smart grid condition monitoring consideration and the conception, analyzed carefully the future smart grid condition monitoring several application directions, and put forward relevant proposals.

[Keywords] smart grid; traditional power grid; condition monitoring; grid-wide life-cycle integrated optimization system

(责任编辑:魏希辉)

智能电网状态监测的发展

作者: [刘骥](#), [黄国方](#), [徐石明](#)
作者单位: [国电南瑞科技股份有限公司, 南京市, 210061](#)
刊名: [电力建设](#)
英文刊名: [ELECTRIC POWER CONSTRUCTION](#)
年, 卷(期): [2009, 30\(7\)](#)
被引用次数: 5次

参考文献(8条)

1. [刘有为](#); [李光范](#); [高克利](#) 制订<电气设备状态维修导则>的原则框架[期刊论文]-[电网技术](#) 2003(06)
2. [马丽婵](#); [郑晓泉](#); [别成亮](#) 电力系统外绝缘污秽状态在线监测[期刊论文]-[绝缘材料](#) 2007(04)
3. [黄书荣](#); [林晓波](#); [余磊](#) 发电机组状态检修的研究[期刊论文]-[继电器](#) 2008(04)
4. [赵文清](#); [朱永利](#) 电力变压器状态评估综述[期刊论文]-[变压器](#) 2007(11)
5. [幸晋渝](#); [刘念](#); [郝江涛](#) 电力设备状态监测技术的研究现状及发展[期刊论文]-[继电器](#) 2005(01)
6. [苏鹏声](#); [王欢](#) 电力系统设备状态监测与故障诊断技术分析[期刊论文]-[电力系统自动化](#) 2003(01)
7. [陈维荣](#); [宋永华](#); [孙锦鑫](#) 电力系统设备状态监测的概念及现状[期刊论文]-[电网技术](#) 2000(i1)
8. [关根志](#); [贺景亮](#) 电气设备的绝缘在线监测与状态维修[期刊论文]-[中国电力](#) 2000(03)

引证文献(5条)

1. [杨锦云](#) 智能电网技术的现状与发展[期刊论文]-[中国新技术新产品](#) 2010(11)
2. [杨驰](#); [刘继承](#); [王梦然](#) 基于贝叶斯态势评估的智能电网故障检测系统[期刊论文]-[软件导刊](#) 2010(10)
3. [赵丽华](#); [高进强](#); [郭相国](#) 浅谈电力设备智能化[期刊论文]-[高压电器](#) 2010(12)
4. [常泳](#) 智能电网涉及的关键技术分析[期刊论文]-[价值工程](#) 2010(9)
5. [黄国强](#) 智能电网关键技术的分析与探讨[期刊论文]-[陕西电力](#) 2009(11)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dljs200907001.aspx