

Smart Grid Construction of Transmission Links of the Key Technologies

Zewen QIAN, Kejian WANG

Pingdingshan Power Supply Company, Pingdingshan, Henan, China 467001

Abstract: the construction of the development of smart grid systems, introduced the key technology of transmission links, a detailed analysis of AC Transmission System (static var compensator, controllable shunt reactors (CSR), static synchronous compensator), three-dimensional geographic intelligence transmission lines Information systems, intelligent operation and maintenance of transmission lines and transmission building inspection system life cycle management, and building smart grid generated by economic and social benefits were analyzed.

Keywords: Smart grid; transmission; key technology

浅析智能电网建设输电环节的关键技术

钱泽文, 王克俭

河南省电力公司平顶山供电公司, 河南 平顶山 467001

摘要: 本文结合智能电网系统建设的发展, 介绍了输电环节的关键技术, 详细分析了交流输电技术(静止无功补偿器、可控并联电抗器(CSR)、静止同步补偿器)、输电线路智能三维地理信息系统、输电线路智能运维巡检系统和输电建设全寿命周期管理等, 并对建设智能电网产生的经济效益与社会效益进行了分析。

关键词: 智能电网; 输电; 关键技术

1 引言

美国总统奥巴马能源变革中发展统一的智能电网一时间成为全球能源界关注的焦点。而“智能电网”这一全新的词汇也如同当年的“互联网”一样迅速风靡全球。

所谓智能电网, 就是电网的智能化, 也被称为“电网 2.0”, 它是建立在集成的、高速双向通信网络的基础上, 通过先进的传感和测量技术、先进的设备技术、先进的控制方法以及先进的决策支持系统技术的应用, 实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全的目标, 其主要特征包括自愈、激励和包括用户、抵御攻击、提供满足 21 世纪用户需求电能质量、容许各种不同发电形式的接入、启动电力市场以及资产的优化高效运行。智能电网的核心内涵是实现电网的信息化、数字化、自动化和互动化, 简称为“坚强的智能电网(Strong Smart Grid)”。

就国内而言, 智能电网建设的推进是迅速和高效的。智

能电网建设内容涵盖发电、输电、变电、配电、用电、调度及通信平台、新能源接入、智能小区等多个领域与方面的内容。输电智能化建设的目标是: 确定灵活交流输电装置的配置原则及与其他智能设备的协调控制策略, 选取高压输电末端节点、重要输电线路和关键负荷断面, 进行 110kV 直挂式 SVC、可控电抗器和 STATCOM 装置等灵活输电技术在电网的示范应用; 建成输变电设备在线监测系统, 特别是 220kV 及以上线路中, 在重要交叉跨越、环境条件恶劣及特别重要线路上实现全面在线监测; 建设智能巡检运维系统, 推广应用无人机、机器人等智能巡检技术, 使 220kV 及以上线路实现智能化巡检, 状态检修得到成熟应用; 深入开展输电线路状态评估和状态检修关键技术研究, 建立 220kV 及以上输电线路的时变模型和灾变模型, 为输电线路安全运行风险动态评估提供基础; 建立输电线路材料和结构性能退化与抗力衰减模型; 基本建立输电线路全寿命周期管理体系, 使 220kV 及以上线路均纳入全寿命周期管理; 在以上基础上实现基于三维地理信息系统、在线监测系统和智能巡检系统的智能化

运行维护。

本文通过对智能电网输电环节涉及的关键技术进行分析,来解决智能电网建设中遇到的一些问题。

2 灵活交流输电技术应用

灵活交流输电技术(FACTS)是一种利用大功率半导体开关器件完成能量变化、传输和控制的技术,其具有响应速度快、无机械运行部件等优点,可以充分利用现有电网资源实现电能的高效利用,实现大幅度提高输电线路输送能力、优化输电网络运行条件、提高电力系统稳定水平,降低输电成本,同时促进高压坚强电网的发展和互联。

灵活交流输电技术包括静止无功补偿器(SVC)、可控并联电抗器(CSR)、静止同步补偿器(STATCOM)等技术及装置。根据一次电网发展规划以及存在问题分析,分别对以上技术提出适应性的研究方向,以指导建设工作。

2.1 静止无功补偿器(SVC)的应用

区域电网一般存在着无功调节能力不足、补偿设备配置单一、缺乏感性或容性补偿容量的问题,而随着接受外区电力的增加,区域电网将由目前的自我平衡式电网转变为受端电网。静止无功补偿装置(SVC)具有较强的无功调节能力,有利于暂态电压恢复,提高系统电压稳定水平。该技术较为成熟,在区域电网已有挂网运行经验。区域电网将在无功负荷需求预测研究的基础上,积极开展区域电网 SVC 群协调控制策略研究,同时依托智能电网通信平台,开展自适应 SVC 控制策略研究。

2.2 可控并联电抗器:

可控并联电抗器在特高压和超高压输电领域具有广泛的应用前景,是特高压输电工程中必须解决的关键技术之一。结合区域电网特高压工程的建设,开展特高压可控电抗器基于广域信息的优化控制策略研究,开展可控高抗与其它 FACTS 装置或智能设备的协调控制研究,以实现灵活无功补偿。

2.3 静止同步补偿器(STATCOM):

目前电网夏季大负荷方式下,部分地区部分厂站电压偏低。冬季小负荷方式下,部分地区部分厂站电压偏高。静止同步补偿装置(STATCOM)能补偿无功功率,维持电压稳定,提高电能质量,技术较为成熟,在区域电网已有应用。“十二五”期间建议结合电网实际进行 STATCOM 在电网中的适用性研究及优化配置;研究适合智能电网运行的 STATCOM 电路拓扑结构,以及稳态及暂态工作特性的理论分析和仿真研究、控制策略研究;实现 STATCOM 装置在区域电网中的应用及协调控制,提供电网动态无功快速控制,提高系统稳定性。

3 输电线路三维地理信息系统

目前在电力系统中应用的主要还是基于二维坐标的 GIS 系统,其空间表现和分析能力都有很大的局限性。输电线路往往距离长,通过地区的地理条件比较复杂,与众多电力线路和通讯线路交叉跨越,输电线路及其杆塔位置与地理空间位置密切相关,特别是在垂直方向上的层次信息尤为重要,这使得二维地理信息系统无法达到其管理的需求。因此构造更接近于现实的三维地表模型和各类设备模型,是适应电网智能化发展和输电线路设计、运行、维护的必要手段。

目前在电力线路中逐渐应用的海拉瓦技术,通过三维可视化平台,主要应用于路径优化、断面图生成等方面,可以大大缩短勘测设计时间,提高杆塔利用效率,减少投资,因此在 220kV 及以上线路中已得到普遍应用。

采用海拉瓦技术提供的三维地面数据模型,利用三维超大范围海量数据调度技术建立三维场景,建立输电设备如铁塔、绝缘子、导线等资料数据库,与地面模型进行组合构造,建立相对准确的输电线路三维地理信息模型。三维输电线路 GIS 系统是一个集数字地表模型、输电设备模型和各类相关地理、设备信息数据的综合管理系统平台,其通过标准的接口与其他系统进行数据共享和功能交互。同时三维输电线路 GIS 系统建设将紧密跟踪一体化信息中心 GIS 管理系统的建设,在条件具备时将通过标准接口进行基础地理信息的融合和共享。

4 输电线路智能运维巡检系统

输电线路的运行运维主要包括线路巡检和设备检修两部分,目前线路巡检普遍采用的是人工巡视、手工纸介质记录的工作方式,存在着人为因素多、管理成本高、无法监督巡检人员工作、巡检数据信息化程度低等缺陷。部分地区为提高巡检效率,采用了视频监控、综合检修车,甚至直升飞机等电力线路巡检手段,这些方式由于成本过高,实施困难,且不易推广,同时也难以解决巡视工作中人为因素的影响。

而对于输电设备的检修,一直沿用着定期检修和事后检修相结合的模式,随着近年来电网规模迅速发展,电网设备数量急剧增加,定期检修工作量剧增,检修人员紧缺问题也日益突出。因此发展智能运维巡检系统不仅是提高电网运行可靠性、提高企业运行效率的要求,而且是适应智能电网发展的需要。

输电线路智能运维巡检系统覆盖超高压运检公司和各地市运检中心,其将依据三维地理信息系统、在线监测系统提供的数据库,结合各地电网实际,开展无人机、机器人巡线等多种智能巡检技术的工程应用,同时完善智能巡检系

统体系和状态检修机制。输电线路三维地理信息系统为线路的维护管理提供了直观的显示效果和一个更接近于现实的操作平台,使用户可以在三维场景下执行查询、分析和其它功能,实现三维场景下的空间数据编辑;在线监测系统实现了对输电线路的气象条件、污秽、覆冰、导线温度、舞动等信息的实时监测,并能及时发出预警信息;智能巡检系统提供了在线监测系统无法提供的更为详细的线路运行数据和缺陷数据。智能运维巡检将建立统一的输电线路智能巡检应用系统和业务规范,通过虚拟现实功能、输电设备维护功能、在线监测及灾害预警功能、故障定位和抢修辅助等功能,实现对特高压线路、长距离输电线路、网内主干线路以及人工巡检较为困难地区的智能化巡检。

5 智能输电建设全寿命周期管理

智能输电建设工程项目全寿命周期成本管理是现代管理理论——系统论、控制论和信息论与建设项目相结合的产物。将全寿命周期管理与工程实践相结合,可以在输电线路的设计、决策环节,给出量化的分析结果,有效指导输电线路的设计、施工和运行维护过程,获得良好的经济效益和社会效益。

开展输电线路设备寿命模型研究,输电线路在运设备剩余寿命评估技术研究,输电线路设备运行可靠性技术研究,输电线路全寿命周期设备管理技术。通过全寿命管理与预测

技术、设备可靠性分析技术、设备故障诊断技术和信息管理与决策技术等,开发输电线路状态评估、状态检修所需的参数库。完善输电线路系统的安全风险评价、可靠性评估、寿命预测和经济性评价等智能评估,逐步建立完善的输电设备全寿命周期管理评估体系。

6 经济效益与社会效益

6.1 经济效益

建设智能输电工程有利于实施大规模远距离高效率输电,促进大煤电、大水电、大核电、大型可再生能源基地的集约化开发,实现更大范围的能源和电力资源优化配置,有着降低基础投资成本、节约电网建设占地投资、节约设备安装及设备调试投资、降低运行成本、减少线损、提高供电可靠性、拓展电量服务业务等直接效益。

6.2 社会效益

建设智能输电工程可以全面提升公司的管理水平和服务水平。在社会层面,特别是智能电网本身“坚强自愈、经济高效、集成优化、兼容互动、清洁环保”的特征,将展现出巨大的社会效益。

总之,建设智能输电工程,发展坚强智能电网,不仅可以使电网企业受益,而且使社会、电力用户及发电企业都取得更好的经济效益。

参考文献

- [1] Chen Shuyong, Song Shufang, Li Lanxin, Overview of Smart grid technology [J]. Power grid technology, 2009, . P78-79.
陈树勇, 宋书芳, 李兰欣, 等.智能电网技术综述[J].电网技术, 2009. P78-79.
- [2] Shi Zhuming. The situation of Smart grid development [J]. Mechanical equipment 2010/03 P46-49.
施祖铭. 智能电网发展现状[J]. 装备机械 2010, 03P46-49.
- [3] He Guangyu, Shen Chen, Deng Yong, Deng Zhaoyun, Huang Wenying The U.S. intelligence assessment review power grid, [J]. Automation of electric power systems 2010/08 P67-70.
何光宇, 沈沉, 邓勇, 邓兆云, 黄文英.美国智能电网评估综述 [J].电力系统自动化, 2010/08P67-70 P90-94.
- [4] Li Yuebing, Liu Yang, Smart grid development analysis[J]. China power education 2010/19P90-94.
李越冰, 刘洋.智能电网发展分析[J]. 中国电力教育, 2010/19.
- [5] Fang Ting, Bai Dan. The characteristics and development trend of smart grid[J]. Yunnan electric power, 2009/07P89-93.
方廷, 白丹.智能电网特点及发展趋势[J].云南电业, 2009/07 P89-93.

作者简介

钱泽文 男, (1966.05-)工学学士, 高级工程师, 现从事电力生产管理工作。