



构建综合防御体系 持续提升电网安全水平

——访中国电科院总工程师 汤涌

文 / 本刊记者 王为民 吕刚 通讯员 孙志强

《国家电网》 //
随着公司特高压电网进入“强直弱交”过渡期，电网特性发生深刻变化。当前，大电网安全面临哪些新形势？
//

汤涌：

电力系统安全稳定运行问题是一个关系到社会稳定和经济发展的世界共性问题，历来受到各国政府及电力企业的高度关注。

当前，随着新能源发电、直流输电、电力电子装置等大量使用，电力系统的规模和复杂性日益增加，给电力系统安全稳定运行带来更大的挑战。早在2003年8月14日，美国东北部、中西部和加拿大东部联合电网发生大停电，引起了全世界的震惊。随后，英国、丹麦、俄罗斯、巴西、日本、印度、马来西亚等国又相继发生了较大面积的停电事故。这些大停电事故给社会和经济带来了巨大的损失。

此外，可再生电源大规模并网，在提供绿色能源的同时，也给电力系统安全、经济运行带来诸多挑战。例如，风电已经成为我国“三北”（华北、东北、西北）地区第二大电源，西北部分省份风电出力比例占比甚至超过50%，其间歇式新能源动态特性已经成为影响电力系统安全稳定运行的重要因素之一。

步入“互联网+”时代，技术与产业融合激发创新活力的同时，也给电力网络安全带来新挑战。2015年末，乌克兰电网发生世界首例因遭受黑客攻击而造成的大规模停电事故，这说明随着信息和网络技术与电力系统不断融合，网络安全已成为电力安全的重要组成部分。

《国家电网》 //
确保大电网安全是一个综合性问题，涉及电网结构、自动控制、运行方式

计划等各个方面。请问，电网安全运行的主要挑战有哪些？
//

汤涌：

公司正处于特高压电网“强直弱交”的过渡期，电网的特性正发生改变，对电网的安全运行提出新的要求。

从运行层面而言，交直流电网和送受端耦合日趋紧密，区域间的交互容量增加，电网一体化特征加强，电网风险从局部扩展至全局。例如，在直流输电中，“换相”是直流转换为交流的关键环节。一般来说，“换相”失败产生的冲击比较大，这就要求必须相应加强特高压交流建设，以承受直流换相失败等故障的功率冲击。但目前“强直弱交”的格局使得电网安全仍然面临风险压力。

此外，经济发展背景下的电力负荷变化导致的用电侧的不确定性，以及新能源接入、分布式能源发展带来

的随机性等,电网的电压和频率稳定问题日益突出,进一步加大了电网运行调整控制的难度。

《国家电网》 //
面对电网发展新形势,保障电力系统的安全稳定运行的重点是什么?

汤涌:

对电力系统规划和运行而言,安全是永恒的主题。电力系统规划设计和调度运行要把电力系统安全放在首位,务必保证电力系统的安全稳定运行。为预防电力系统大停电事故的发生,必须构建坚强的电力系统综合安全防御体系。该体系可以分为电力系统受扰动前的安全保障体系(主动安全)和电力系统受扰动后的安全稳定控制体系(被动安全)两个层面。主动安全,就是电力系统受扰动前的安全保障体系,是一种主动的、积极的防止电力系统发生安全稳定事故的安全保障体系;被动安全,就是电力系统受扰动后尽可能地保持电力系统稳定运行、不发生大面积停电事故的安全稳定控制体系,是保证电力系统受到扰动后的安全性和稳定性的措施。

《国家电网》 //
如何从主动安全和被动安全层面构建电网安全综合防御体系,以适应未来电网发展的需要?

汤涌:

电力系统安全保障体系(主动安

全)主要包括“三道防线”:坚强的电网结构、最优的控制系统以及安全的运行方式。

首先,坚强的电网结构是奠定电力系统安全的基础。坚强的电网结构,是指为了保证各种正常和检修运行方式下的送电和用电需要,满足《电力系统安全稳定导则》规定的承受故障扰动的能力和具有灵活的适应性,以及主干输电网应具备的结构、容量和灵活性品质。实践证明,如果电网规划或建设与安全约束不匹配,特别是电网结构不合理,容易给电力系统安全稳定运行带来风险。

其次,最优的自动控制系统是提升电力系统安全运行水平的关键。虽然电网结构越坚强越好,但是在实际电网构建中,还要受到技术、经济、环境等各种因素的制约。解决电力系统建设“强直弱交”过渡期所面临的运行控制问题,需要充分利用先进控制理论和广域信息,优化电力系统自动控制系统,提升电力系统安全运行水平;加强交直流广域协调控制技术的应用研究,全面提升电网的综合控制能力和安全稳定运行水平。

最后,安全的运行方式是电力系统安全运行的保障。随着电力系统发展,受端系统大容量直流集中馈入,受电比例越来越高,需要不断优化适应电力系统发展新要求的新的运行技术和方式。例如,风电、光伏等新能源大规模接入,对传统的在线评估、预警及辅助决策技术提出新的要求。此外,自然灾害等外部不可预控因素

对电力系统安全稳定运行的影响,也需要不断深化对电力系统安全运行预警及辅助决策技术的研究。

电力系统稳定控制(被动安全)同样包括“三道防线”:快速切除故障元件、采取稳定控制措施以及系统失去稳定时采取紧急措施。

一是快速切除故障元件,防止故障扩大。要求能够快速、精确、可靠地切除故障元件,将故障的影响限制在最小范围内,有效防止故障扩大。需要确保继电保护装置和断路器的可靠正确动作。要加强二次设备隐患排查,确保各种装置不发生误动、拒动。

二是采取稳定控制措施,保持系统稳定运行。当故障比较严重,可能导致电力系统失去稳定时,要求安全稳定控制装置能够准确、可靠的动作,保证电力系统能够维持稳定运行。

三是系统失去稳定时,防止发生大面积停电。当遭受严重故障,失去系统稳定时,为防止发生大面积停电,要采取的解列、切负荷、切机等措施,以及调度运行人员采取的紧急措施,有效防止大面积停电。

随着大数据、云计算、物联网、移动互联网等新一代移动通信技术发展,应充分利用信息、计算与控制领域的最新技术,通过构建坚强的电网结构,配置最优的自动控制系统,安排合理的安全运行方式,加强电力系统安全保障体系(主动安全)的三道防线;进一步完善电力系统稳定控制体系(被动安全)的三道防线,保障大电网安全稳定运行。●