

新型电网元件技术应用于智能电网的构想

文/刘芳园 王世荣

摘要

由于传统电网在很多方面还存在许多值得改进的地方，随着科技的不断发展进步，各国都经过不懈的努力发展更加优化的电网。可进行观测的，可进行控制的，可进行嵌入式的自主处理的，可进行实时分析的，具有自适应性的，具有自愈能力的智能电网的构想也就应运而生。目前全球各地也都致力于发展本国的智能电网，智能电网的成功发展能够缓解全球环境资源的压力，对环境的保护以及节能减排还有社会的可持续发展都起了非常可观的效果。而如何研究出可以提供出更加安全的清洁的可靠性高的优质的电能，更加适应用电客户需要的智能电网是我们所要深入研究的内容，而本文主要介绍一些科技发展后新型的电网元件技术应用于智能电网中所带来的优势以及发展前景。

【关键词】 智能电网 超导储能装置 高温超导
电缆 灵活交流输电系统 新型电网元件技术

1 智能电网与传统电网相比优势特点

智能电网顾名思义就是有智慧的电网，与传统电网相比存在自己的优势特点以及目标，具体是自愈性，希望无论电网中发生任何的突发事故，智能电网都可以解决并且保证电力系统的安全性能。智能电网也希望末端的电力的用户能够形成与电网相适应的交互形式使电网更加去满足用户对电能的需要，以及客户不同的需求都尽可能的满足。智能电网是能够防范网络的攻击并且能够抵御自然灾害带来的各种危害。智能电网的改进能够提供 21 世纪所需要的电能质量，智能电网对电力系统进行优化目的是使资产和设备得到最好的应用。智能电网能够在发电和储能方面的选择上进行协调，智能电网也对电力的市场化的进一步实现做出重要的贡献。对智能电网的结构的基本要求是根据它的特点以及实现的目标所形成，

需要综合考虑对终端用户进行控制以及对总体配电系统进行合理的配置以使系统的性能能够达到最佳，这样才能够达到所希望的稳定性以及最佳的电能质量。智能电网为了提高系统的整体性工作效率以及系统的灵活性，支持高比重的分布式电源。智能电网从目标以及特点都比传统的智能电网要有优势所以研究智能电网的实现是非常有意义的。

2 智能电网所需的主要技术以及新型电网元件的介绍

智能电网所需要灵活的拓扑结构，为了去实现对智能电网系统中每个成员的实时监控以及信息间的交换需要开放体系并且高度集成的通讯系统。需要先进的传感以及测量技术能够去实现对比如分时电价远程监测以及用户侧管理等相关方面的更快更准的系统响应。智能电网还需要高级的电力电子设备超导和储能技术，先进的系统监测方法是实现快速诊断和事故下的准确解决所需要的。当然高级的运行人员决策辅助系统也是必不可少的。为了去实现智能电网的这些优势以及目标，一些新型电网元件也纷纷研究出来为了去满足不同的需求，本文简单介绍了一些新型电网元件以及将它们应用于智能电网中能够带来的优势。而新型的电网元件包括高温超导电缆 HTS (high-temperature super conductor)、超导储能装置 SMES (superconducting magnetic energy storage)、故障电流限制器 FCL (fault-current limiter)、复合导体 (composite conductor)、灵活交流输电系统 FACTS、高压直流输电系统 HVDC、先进的表计基础设施等非常多的新型技术。

3 高温超导电缆应用于智能电网的构想

首先我们先简单了解一下什么是高温超导电缆，它是应用无电阻的、可以去传输高的

电流密度的超导材料作为导电体的并且可以去传输较大的电流的一种电力设施。它的优势在于它体积小、重量轻、损耗低并且传输容量大，可以用来去实现更低损耗的、更高效率的、更大容量的输电。使用高温超导材料的高温超导电缆所引起的损耗低，不用使用绝缘油，不会带来环境的污染，这样对于电力成本方面也会相应的降低。考虑到高温超导电缆的这些优势，我们可以将它应用于发电机到变压器、变电中心到变电站、地下变电站到城市电网端口这些相对的短距离输送电力的场所，而应用于其他的电力场所也会相对而言减少很多损耗。不仅如此使用高温超导电缆传输电能时的传输容量也大大提高，能够显著地节约占地面积和空间，节省宝贵的土地资源。高温超导电缆能够显著的降低电力系统的损耗，快速的提高电力系统的总体效率，可以带来十分可观的经济效益。将高温超导电缆代替现有的地下电缆的趋势也是不可阻挡的，因此我们致力于将高温超导电缆应用于智能电网的建设中，这样就给智能电网带来十分可观的优势以及经济效益进而实现智能电网的构想。

4 超导储能装置应用于智能电网的构想

简单说明超导储能技术 (Superconducting Magnetic Energy Storage, SMES) 就是利用超导线圈中产生的电磁场把电磁能先储存起来，等到需要的时候再把相应的电磁能返回到电网或者其它的负载中，对于储存充放电时间很短的脉冲能量是十分有效果的。超导储能技术的储能效率是非常高的基本可以达到 95%，主要原因是超导线圈的电阻几乎为零，线圈中储存电能基本是零损耗的。超导储能技术的核心是超导材料，而超导储能装置的主要优点是它具有简单的结构，没有旋转机械部件以及不存在动密封的问题，这样一来设备的寿命比较长；由于储能的密度比较高，基本能够达到 108J/

m3, 可以形成较大功率的系统; 因为装置的响应速度比较 (1 ~ 100ms), 在调节电压和频率时就相对快速并且容易; 装置没有噪声的污染, 并且维护起来相对的简单。现代的电力系统由于缺少能够大规模快速存取电能的器件, 在安全稳定运行的方面存在很大的欠缺。超导储能装置不但可以调节系统的阻尼力矩还可以调节系统的同步力矩, 它作为一个可以灵活的进行调控的有功功率源, 对于系统的滑行失步以及系统振荡失步的解决是有一定作用的, 可以将系统扰动消除后暂态过渡的过程大大的缩短, 使系统稳定的状态迅速的达到。超导储能装置对于减少发电机出力变化对电网的冲击以及减少负荷波动方面也有一定的作用。它的应用可以改善供电的品质, 可应用于敏感负载和重要的设备, 对于配电网内产生异常或由于主网受到干扰而引起配电网向用户供电时产生的异常等问题起到解决作用。超导储能装置由于响应速度快, 对于不稳定电力对电网的冲击能够最大程度的解决。对于解决风电或者光伏发电系统并网的问题, 超导储能装置是十分有效的。它的高效的储能特性可作为备用容量能够储存应急的备用电力, 对于提高电网的安全稳定运行水平是十分有意义的, 这些优点正是建设智能电网所需要的, 因此将超导储能装置应用于智能电网的建设是必不可缺的。

5 灵活交流输电技术应用于智能电网的构想

灵活交流输电系统总体来说是将最新发展的电力电子技术以及现代控制技术应用于高压输电系统, 通过改变高压输电网的相位、电压以及线路阻抗这些参数还有网络的结构可以对输电线路进行直接的控制, 这样它可以代替传统的机械电子以及电磁的控制手段, 这样可以使交流输电系统的功率的可控性有高度的提高, 这样一来系统的网损以及发电的成本就会降低很多, 而系统的稳定性和可靠性也能够大幅度提高。灵活交流控制器是基于晶闸管包括移相器、先进的静止无功补偿器、可控串

联电容、动态制动器、带载调压器、故障电流限制器、以及其他我们正在致力于去研发的产品集合。由于具有控制灵活方便、响应速度快的优点, 将灵活交流输电控制器应用于智能电网带来的好处十分显著, 例如可以提高电网的传输容量, 能够按照需求合理的控制电网的潮流这样能够使潮流分布尽可能的去最大限度的实现符合客户要求的最优化指标, 不仅如此对于系统的电压稳定性、暂态稳定性、中长期稳定性的提高也起到了十分重要的作用。灵活交流输电技术的应用有效的降低了阻尼低频功率振荡以及次同步谐振, 能够限制短路电流, 有效防止连锁故障和类似大范围停电事故的发生, 有效提高电力系统的安全性和可靠性, 这些都满足智能电网的需求, 对于智能电网的发展起到了非常大的促进作用, 降低了电网中的电能损失, 节约了发电所需的成本。灵活的交流输电系统支持电网的自愈, 支持交互的电网, 能够优化电网的运行, 还可以兼容分布式发电, 通过构想灵活交流输电系统应用于智能电网建设所带来的好处, 可以了解到发展灵活交流输电技术是十分有意义以及有前景的。

6 结论

本文简单的介绍了新型电网元件技术应用于智能电网的构想, 未来的智能电网发展成为主要趋势, 它的优势也是有目共睹的, 而如何实现这些优势则需要我们不断的去研究发展, 新型的电网元件技术为智能电网的发展起到了至关重要的作用, 如果我们将这些新型电网元件技术应用于智能电网的建设, 我们可以实现智能电网更加聪明更加灵活更加健康更加友好更加负责, 可以给绿色节能环保资源最优化配置防灾减灾等各种方面提供坚强的支撑。当然现在要做的是去想到更好的办法将新型电网元件的功能研究并且最大程度的应用于智能电网的建设, 这条道路还是需要一定的时间发展空间还是很大的。

参考文献

- [1] 施婕, 艾芊. 智能电网实现的若干关键技术问题研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (19); 1-5.
- [2] 肖世杰. 构建中国智能电网技术思考 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33 (9); 1-4.
- [3] 陈树勇, 宋书芳, 李兰欣, 沈杰. 智能电网技术综述 [J]. 电网技术, 2009, 33 (8); 1-3.
- [4] 吴俊勇. 智能电网的核心内涵和技术框架 [J]. 电力电子, 2010, 1; 1-5.
- [5] 余贻鑫, 栾文鹏. 智能电网 [J]. 电网与清洁能源, 2009, 25 (1); 7-11.
- [6] 高红, 陈继军. 灵活交流输电技术在智能电网中的应用 [J]. 广东电力, 2010, 23 (9); 1-4.
- [7] 谢开, 刘永奇, 朱治中, 等. 面向未来的智能电网 [J]. 电网与清洁能源, 2009, 25 (1); 7-11.
- [8] 徐建, 邱晓燕, 汪兴旺. 超导储能技术对智能电网电压稳定的影响 [J]. 四川电力技术, 2009, s1; 8-13.
- [9] 李勇, 刘俊勇, 胡灿. 超导储能技术在电力系统中的应用展望 [J]. 四川电力技术, 2009, s1; 7-16.
- [10] 李海滨, 李雪, 胡富静. 超导储能技术在现代配电网中的应用研究 [J]. 技术与市场, 2012, 9; 5-9.
- [11] 张俊莲, 金建勋. 高温超导电缆技术探讨与应用 [J]. 华中电力, 2006, 06; 2-9.
- [12] 许令顺, 张俊峰, 武义锋, 仰叶. 高温超导电缆技术及发展概述 [J]. 华东电力, 2013, 03; 20-27.

作者简介

刘芳园 (1991-), 女, 河北省廊坊市人, 在读研究生, 现就读于长春工业大学。主要研究的方向是电力系统及其自动化方向。

作者单位

长春工业大学 吉林省长春市 130000