

能源互联网的发展现状

沈洲¹, 周建华², 袁晓冬², 杨伟¹

(1.南京理工大学自动化学院,江苏南京210094;2.江苏省电力公司电力科学研究院,江苏南京211103)

摘要:能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础,推动了世界经济和人类社会的发展。在分析能源发展与应用的基础上,引出能源互联网的概念,阐述了能源互联网的内涵与特点。介绍了国内外能源互联网建设概况,结合江苏电网现状提出了江苏发展能源互联网的几点建议。

关键词:能源互联网;智能电网;可再生能源;江苏电网

中图分类号:TK-9

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2014)01-0081-04

随着化石能源的不断发现与开采,人们逐步重视常规能源日益枯竭和环境保护等问题,世界各国也正积极探索各种不同类型的新能源。目前,可供使用的新能源(如风能、太阳能等)存在分布过于分散、随机性程度高、能量转化效率低和使用成本偏高等一系列问题,使得新能源的大规模发展和推广受到制约。为构建新能源大规模推广应用的理论体系框架,在2003年部分科研项目和媒体宣传资料中出现能源互联网的相关内涵,其后出现了诸多学术研究热点,如智能电网、坚强智能电网、智能配电网、微网、智能微电网等。2008年美国国家科学基金(NSF)项目未来可再生电力能源传输与管理系统的明确提出了能源互联网这一学术概念,指出能源互联网是一种构建在可再生能源发电和分布式储能装置基础上的新型电网结构,是智能电网的发展方向^[1]。

1 能源互联网的内涵和特点

1.1 能源互联网的内涵

能源互联网与之前出现过的智能电网、坚强智能电网、智能配电网、微网、智能微电网等相关概念并不矛盾。可以这样认为,能源互联网是Internet式的智能电网。具体来说,能源互联网是在现有能源供给系统与配电网的基础上,通过先进的电力电子技术和信息技术,深入融合了新能源技术与互联网技术,将大量分布式能量采集装置和分布式能量储存装置互联起来,实现能量和信息双向流动的能源对等交换和共享网络。以可再生能源发电为基础构建的能源互联网络,通过智能能量管理系统实现实时、高速、双向的电力数据读取和可再生能源的接入^[2]。

1.2 能源互联网的特点

能源互联网是新型电力电子技术、信息技术、分布式发电、可再生能源发电技术和储能技术的有机结合,具有以下特点:

(1) 能源来源的种类广泛。能源互联网发电体系包括常规能源、大规模新能源和大容量储能,以可再生能源发电的广泛应用为基础,包容多种不同类型的发电形式。然而,可再生能源发电具有模糊性和随机性,其大规模接入对电网的稳定性产生冲击,从而促使传统的能源网络转型为能源互联网。

(2) 能源来源的地域分散。可再生能源具有较强的地域性特点,来源分散,不易输送。为了最高效地收集和使用可再生能源,需要建立就地收集、存储和使用能源的网络,这些能源网络单个规模小,分布范围广,每个微型能源网络构成能源互联网的一个节点。

(3) 不同能源之间互联。能源互联网是以大规模分布式电源应用为基础,然而大部分微型能源网络并不能保证自给自足,因此,需要将每个微型能源网络互联起来进行能量交换。能源互联网是在传统电网的基础上将分布式发电、储能、智能变电和智能用电组成的微型能源网络互联起来。

(4) 能源网络共享开放。能源互联网不仅具备传统电网的供电功能,还提供能源共享的公共平台,系统支持小容量可再生能源发电、智能家电、电动汽车等随时接入和切出,真正做到即插即用。传统用户不仅是电能使用者,还是电能的创造者,可以没有任何阻碍地将电能传送到能源互联网上并取得相应的回报。从能量交换的角度看,所有微型能量网络节点都是平等的^[2]。

(5) 基础设施建设融入传统电网。传统电网中已有的骨干网络投资大,因此,在能源互联网的结构中应该充分考虑对传统电网的基础网络设施进行改造,并将微型能源网络融入到传统电网中形成新型的大范围分布式能源共享互联网络。

(6) 具有很强的自愈功能。电力系统自愈机制主要是指当电网出现故障时,无需或仅需少量的人为干预,即可实现自动隔离电网中存在危险或潜在危险的器件,使供电中断最小化或恢复其业务的一种机制。能源互联网系统在出现故障时,应能够主动隔离故障,实

现系统自愈功能,必要时允许孤岛运行。

(7) 具备系统运行的高效性。能源互联网通过智能代理终端实现发电端与用户设备之间行为的交互,引入最先进的 IT 和监控技术,既可以对电网运行状态进行精确估计,也可以对负荷、发电端、储能装置等进行实时监控和管理,合理分配电网资源,提高单个资产的利用效率,降低运行成本。

(8) 响应环境友好的政策。能源互联网以分布式可再生能源发电的大量应用为基础,以建立智能型绿色电网为目标,具有绿色、环保的特点,有利于我国改善能源结构,也是构建资源节约型与环境友好型社会的基石^[3,4]。

2 国内外能源互联网建设概况

为了应对未来可再生能源的规模化利用,在能源互联网构想提出之前,各国均以新能源和互联网络为基础的智能电网作为培育新兴产业的重点,有针对性地拟定了发展战略和行动路线。

2.1 美国以智能电网建设为先导推动能源互联网建设

美国虽然尚未明确提出能源互联网,但其提出的智能电网却与能源互联网的内涵有诸多相似之处。美国智能电网技术主要应用在智能电网平台、电网监控和管理、智能计量、需求方管理、集成可再生能源、充电式油电混合动力车或纯电动汽车等方面。早在 2008 年 8 月,美国科罗拉多州的波尔得就完成了智能电网的第一期工程,成为全美第一个智能电网城市。智能电表安装在波尔得的每户家里并与电力公司实现双向通信。消费者不仅可以直观地了解即时电价,从而错开用电量 and 电价的峰平谷阶段,还可以优先使用风电和太阳能等清洁能源。智能变电站可收集到每家每户的用电状况,一旦出现问题,可以重新配备电力,更为有效、安全和可靠地运行电网。目前,美国政府已经在多个州开始设计智能电网,从 2003 年开始一直致力于智能电网研究的得克萨斯州首府奥斯汀市已开始试运行智能电网。此外,通用、IBM、西门子、谷歌、英特尔、思科等企业都积极加入到美国智能电网建设中,并展开了激烈竞争。IBM 将自己的软件和服务器应用到智能电网系统之中,参与各地的智能电网建设。思科主攻链接计量器、转化器、数字化电站、发电厂之间的网络系统。通用生产计量器和部分相关软件。谷歌 2009 年 2 月将开发成功的利用电表节约电费的应用软件 Power Meter 在员工家庭试用。

2.2 德国以实践项目探索来大力推进能源互联网发展

2008 年,德国联邦经济和技术部在智能电网的基础上选择了 6 个试点地区进行为期 4 年的 E-Energy 技术创新促进计划。其目标是建立一个基于信息和通

信技术实现自我调控的智能化能源系统,在整个能源供应体系中实现综合数字化互联以及计算机控制和监测的目标。

(1) 库克斯港 eTelligence 项目。库克斯港在电能使用方面需要综合调节大规模风力发电与供热需求,该项目利用价格杠杆进行自动控制,重点对象为生产型企业和地方用电大户。

(2) 哈茨可再生能源示范区 RegModHarz 项目。哈茨地区的风力、太阳能等自然能源较为丰富且该地区已经建立抽水蓄能水电站,希望依靠可再生能源联合循环利用实现电力供应的最佳调度,对可再生能源发电与抽水蓄能水电站进行协调调度,使其目标效果达到最优。

(3) 莱茵-鲁尔 E-DeMa 项目。该项目主要希望加强消费者与电力系统之间的互动,消费者也可以作为小型电力供应商发挥更积极的作用。即消费者可同时扮演发电者与电力消耗者的专家消费者角色,形成专家消费者能源过多或不足时的交易市场。

(4) 亚琛 Smart W@TTS 项目。该项目希望营建完全自由零售市场。如果零售商能够完全自由地采购与销售,从而可以多角度提升电网的效率,促成符合成本效益和环保的电力供应。

(5) 莱茵-内卡(曼海姆)MOMA 项目。该项目采用了开源软件 OGEMA 直接控制次日价格的提示与家电供电,Energie butler 系统能够帮助个人管理能源,同时也促进了需求响应机制的实现。比如在电力昂贵或电力不是来自可再生能源时,系统会自动关闭冰箱。

(6) 斯图加特 MEREGIO 项目。该项目利用智能电表及各种 ICT 技术,在很大程度上实现对电力生产、电网负荷、电力消耗的自动调节,以达到有效控制二氧化碳减排的效果^[5]。

2.3 我国以实施坚强智能电网来推动能源互联网建设

2009 年 5 月,国家电网公司正式发布了坚强智能电网发展战略。我国的智能电网战略目标是全面建设以特高压电网为骨干网架、各电压等级电网协调发展的坚强电网为基础,以信息化、自动化、互动化为特征的自主创新、国际领先的坚强智能电网^[6]。

华东电网公司于 2007 年在国内率先开展了智能电网可行性研究,并规划了 2008 至 2030 年“三步走”的行动战略。以整合提升调度系统、建设数字化变电站、建设企业统一数据信息平台为主,使电网安全控制水平、经营管理水平得到全面提升。力争到 2010 年全面建成华东电网高级调度中心,2020 年全面建成具有初步智能特性的数字化电网,2030 年真正建成具有自愈能力的智能电网^[7]。

2009 年 2 月,华北电网稳态、动态、暂态三位一体

安全防御及全过程发电控制系统成功通过验收,有力推动了华北公司智能化电网的建设步伐。这套系统将以往分散的在线稳定分析预警系统、电网广域动态监测系统和能量管理系统集成于一体。调度人员无需频繁切换不同的系统与平台,即可实现对电网综合运行情况的全景监视并获取辅助决策支持^[8]。

由中国电力科学研究院等单位承担的国家973计划项目“提高大型互联电网运行可靠性的基础研究”研究人员针对当前和未来我国电网大规模互联出现的问题,对电网的安全稳定性问题进行新的基础性和前瞻性研究。该项研究能为降低大电网大停电的风险性提供理论基础和具有重要应用前景的关键技术,并提供进一步研究和开发的平台^[9]。

国家电网公司在2006年初启动SG186工程,建成运转高效灵活的一体化企业级信息平台,实现“纵向贯通、横向集成”;建成适应公司现代化管理需求的八大业务应用,增强公司各业务管理能力,提高工作质量和效率;建成安全可靠、规范有效的六大保障体系,推动信息化健康、快速、可持续发展。公司信息化水平将力争达到国内领先、国际先进,数字化电网建设取得重大进展,实现信息化企业的建设目标^[10]。2008年1月,华东、华北等电力公司通过SG186一体化平台建设工程示范单位评审。2009年11月SG186工程实施ERP的28家省网公司实现系统推广上线。

智能电网的核心技术包括分布式能源系统和储能式混合动力交通工具,无疑智能电网是新能源发展的重要技术支点。国家在可再生能源发电方面也启动了多项863高技术研究发展计划项目,如:以煤气化为基础的多联产示范工程,兆瓦级并网光伏电站系统,太阳能热发电技术及系统示范等项目^[11]。

3 江苏省发展能源互联网的几点建议

3.1 努力建成可再生能源示范应用和推广基地

近年来,江苏省新能源产业发展出现快速发展,光伏产业、风能制造产业、生物质能产业皆已崭露头角,产业竞争力显著提高。结合省内13个城市的特色,在江苏建成全国领先的可再生能源示范应用和推广基地,推广太阳能、风能、生物质能等可再生能源的应用。建议在南通、盐城、宿迁、淮安和连云港等城市开展居民式风电和光伏计划,加快分布式能源的发展,改变以传统能源为主的状况,提高江苏省支撑引领能源互联网技术领域的创新能力。与此同时,加强推广电动车等新能源汽车的示范及其应用,对新能源汽车出台惠民政策,如加大补贴力度,增设新能源汽车充电站和新能源汽车专用停车位。加快发展电动车等新能源汽车的示范及应用,可以推进机电能源技术协同发展,加速能

源汽车产业结构调整,促进节约型社会的建设^[12]。

3.2 积极构建能源互联网研发的共享平台

目前国内可再生能源技术和设备研发比较分散,缺乏有效的集成和整合平台,应进一步加快可再生能源技术与设备研发布局,构建能源互联网研发的共享平台。以上海能源互联网为模范教材,加快建设江苏能源互联网有关技术研发平台和产业联盟。以江苏省电力科学研究院和东南大学等知名高校研究院所为依托,尽快组建能源互联网研发共享平台。设立相关基础研究项目、对能源互联网体系结构、相关标准协议、分布式系认同控制等关键基础理论问题进行研究。从长远角度出发,在江苏建成全国性示范能源互联网研发联盟或产业共性技术平台。

3.3 积极争取率先建成智能电网示范城市

在能源互联网时代,电力企业将充分利用在智能电网方面的丰富经验,将成千上万个分布式能源生产企业接入主干电网,从而完成从传统的集电力生产、传输、运营于一体的单一电力能源生产商转型成为电网管理运营服务的提供商。扬州作为配电网建设和管理示范区,完善提升了江苏省公司“三集五大”体系的建设。建设智能配网,以创新为追求,实用为导向,客户感知满意度为核心要素,科学严谨规划为灵魂,构建现代信息化平台为手段。把握好居民感知、社会和谐2个维度。形成江苏电网亮点、江苏电网特色,具有先进性、开放性、经济性、推广性。这样有助于带动其他城市的相关产业的发展,为江苏的转型发展提供有力的帮助,采取循序渐进的方式,科学推进能源互联网的发展^[13]。

4 结束语

主要介绍了能源互联网的概念、内涵、特点与国内外发展现状,暨江苏电网发展能源互联网提出了几点建设性意见。积极发展能源互联网,加快第三次工业革命的发展脚步,大大推动创新经济的发展,为率先实现我国能源战略转型提供有力的电力技术保障。

参考文献:

- [1] 崔文静. 能源互联网[J]. 电气时代, 2012(10): 11.
- [2] 孙莹, 李可军, 赵传辉. 新型能源互联网系统: 中国, CN2017 58280U[P]. 2011-03-09.
- [3] 查亚兵, 张涛, 谭树人, 等. 关于能源互联网的认识与思考[J]. 国防科技, 2012(5): 1-6.
- [4] 于慎航, 孙莹, 牛晓娜, 等. 基于分布式可再生能源发电的能源互联网系统[J]. 电力自动化设备, 2010, 30(5): 104-108.
- [5] 王叶子, 王喜文. 德国版智能电网“E-Energy”[J]. 物联网技术, 2011(5): 3-5.
- [6] 胡学浩. 智能电网——未来电网的发展趋势[J]. 电网技术, 2009, 33(14): 1-5.
- [7] 静恩波. 智能电网发展技术综述[J]. 低压电器, 2010(6): 14-18.

- [8] 冯俊青. 智能电网的实现与发展趋势[J]. 信息与电脑, 2010(12):37-38.
- [9] 周孝信, 郭剑波, 孙元章. 大型互联电网运行可靠性基础研究[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008: 28.
- [10] 郭丽庆. SG186 系统在国家电网企业中应用的研究[D]. 保定河北农业大学, 2012.
- [11] 王成山, 高菲, 李鹏, 等. 可再生能源与分布式发电接入技术欧盟研究项目述评[J]. 南方电网技术, 2008, 2(6): 1-6.
- [12] 单业才. 树立“大能源观”助力江苏经济社会发展[J]. 江苏电机工程, 2012, 31(4): 1-2.
- [13] 袁志彬. 上海距离“能源互联网”到底有多远[N]. 文汇报,

2013-05-29(012).

作者简介:

沈洲(1988), 男, 江苏盐城人, 硕士研究生, 研究方向为光伏发电系统;

周建华(1983), 男, 江苏镇江人, 工程师, 从事电力系统分析与可再生能源发电并网技术工作;

袁晓冬(1979), 男, 江苏南京人, 高级工程师, 从事电能质量、新能源及智能配网方面的研究工作;

杨伟(1965), 男, 江苏徐州人, 副教授, 研究方向为电力系统运行与分析。

Development and Suggestion of the Energy-Internet

SHEN Zhou¹, ZHOU Jianhua², YUAN Xiaodong², YANG Wei¹

(1. School of Automation, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China;

2. Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 211103, China)

Abstract: Energy is an important material basis of the survival and development for human society, and greatly promotes the development of world economy and human society. This paper leads the concept of the energy internet based on the analysis of development and application of energy, and elaborates the connotation and characteristics of the energy-internet. Finally, the construction of energy-internet home and abroad are introduced, and some pieces of suggestions for the development of energy-internet within Jiangsu Power Grid combining with its current status are presented.

Key words: energy-internet; smart grid; renewable energy; jiangsu power grid

(上接第 80 页)

流 236 A。解列操作期间, 炉膛压力波动范围-200~+150 Pa 之间, 未发生突变现象, 运行状况良好。

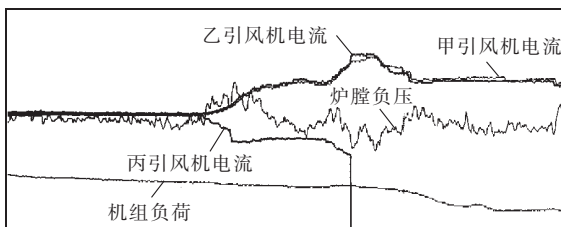


图 4 3 台引风机运行解列丙引风机操作

4 结束语

百万机组配置 3×35% 静调轴流风机具有较强的安全经济优势, 工程造价低, 操作也相对灵活, 单台引

风机容量相当于 600 MW 机组配套引风机, 厂用 6 kV 母线即可满足风机启动降压要求, 国产选型也相对容易, 该方案为今后新建百万机组引风机选型提供了新的思路。

参考文献:

- [1] 孙月亮. 三种锅炉引风机设置方案的技术经济分析[J]. 华北电力技术, 2010(10): 27-29.

作者简介:

崔国华(1961), 男, 江苏金坛人, 高级工程师, 从事火电厂设备管理工作;

朱广忠(1973), 男, 江苏兴化人, 工程师, 从事火电厂设备运行管理工作;

何俊松(1981), 男, 江西宜春人, 助理工程师, 从事火电厂热控设备维护管理工作。

Application of 3×35% Static Blade Adjustable Axial Flow Induced Draft Fan in 1000 MW Power Unit

CUI Guohua, ZHU Guangzhong, HE Junsong

(Jiangsu Xinhai Power Generation Co. Ltd., Lianyungang 222023, China)

Abstract: Three static blade adjustable axial flow induced draft fans have been applied in one 1000 MW power unit recently. For evaluating the safety and economy, comparison analysis between the new fans and the typical fans widely adopted in other 1000MW power units are performed. It is found that significant improvement can be achieved by using the three induced draft fans, from the aspects of reliability, construction cost and operation. It is believed that this work can provide valuable reference for other newly constructed 1000 MW power units.

Key words: induced draft fan; static blade adjustment; ultra-supercritical