

Study on the Characteristics and Development Strategies of Natural Gas Distributed Energy System in Southern China

Shuxun Wen¹, Jianbai Huang¹, Jianping Ou²

¹Business School, Central South University, Changsha

²Changsha Energy Bureau, Changsha

Email: oujp@csu.edu.cn

Received: Dec. 3rd, 2012; revised: Dec. 13th, 2012; accepted: Dec. 29th, 2012

Abstract: Based on the analysis of energy resources, energy consumption structure, climate characteristics and regional characteristics of southern China, the strategies and models of energy development of southern natural gas utilization were studied through the review of energy technology and energy development strategy. Results show that in southern China, according to the current condition, natural gas distributed energy system should be developed preferentially in industrial zones and new buildings. After being exemplarily operated and optimized, it can be applied to some other regions or existing buildings. To develop natural gas distributed energy projects, some principles should be insisted on. Such as determining the project layout by the origin of the supply, guiding the equipment selection by principle of energy efficiency maximization, determining the system capacity and scale by the demand for cooling and heating load. Scientific and orderly development of the natural gas distributed energy will provide strong protection and power for economic and social development of the southern.

Keywords: Natural Gas; Distributed Energy; CCHP; Southern Region

南方地区天然气分布式能源系统特点和发展对策研究

文树勋¹, 黄健柏¹, 欧俭平²

¹中南大学商学院, 长沙

²长沙市能源局, 长沙

Email: oujp@csu.edu.cn

收稿日期: 2012年12月3日; 修回日期: 2012年12月13日; 录用日期: 2012年12月29日

摘要: 本文基于可持续发展的需要, 针对我国南方地区的能源资源情况、能源消费结构、以及气候和区域特点, 从能源技术和能源发展战略的角度, 研究了南方地区天然气分布式能源发展对策和模式。研究表明, 我国南方地区能源资源紧缺, 用电用气负荷的季节性差别较大, 但随着国家天然气管网的发展以及非常规天然气的开发, 供气能力不断增强, 天然气分布式能源技术和市场条件不断成熟, 在发展天然气分布式能源时应优先选择工业园区和新建建筑, 示范推广后, 再在其他区域或既有建筑上推行; 在能源项目建设时应坚持以起源供应确定项目布局, 以能源利用效率最大化原则指导设备选型, 以冷热负荷需求确定系统容量和规模。天然气分布式能源的科学有序发展, 将为南方地区经济和社会的发展提供强大的保障和动力。

关键词: 天然气; 分布式能源; 冷热电联产; 南方地区

1. 引言

可持续发展是当今社会发展的重要课题, 开发利用清洁能源, 降低化石能源消耗, 是平衡经济增长、社会发展和节能减排之间矛盾和制约的重要途径, 发展分布式能源则是其中重要内容之一。分布式能源是指分布在用户端的能源综合利用系统, 一次能源以气体燃料为主, 可再生能源为辅, 利用一切可以利用的资源; 二次能源以分布在用户端的热电冷联产为主, 其他中央能源供应系统为辅。分布式能源是随着城市化与人类对更高生活质量的追求而出现的一种能源方式, 通过对能源的梯级利用和综合利用, 在以更少的能源投入、满足更多样的需求的同时, 实现经济、安全和清洁的能源供应目标。分布式能源在国外已经广泛应用, 特别是随着天然气的大规模应用, 分布式能源有了长足发展^[1-5]。我国天然气分布式能源尚处于起步阶段, 在能源与电力供给中规模还非常小, 但其对节能降耗和供能安全的作用十分明显。为推动我国天然气分布式能源的发展, 2011 年国家发改委、财政部、住建部、国家能源局联合发布《发展天然气分布式能源的指导意见》, 提出“十二五”期间计划建设 1000 个左右天然气分布式能源项目, 并拟建设 10 个左右各类典型特征的分布式能源示范区域; 到 2020 年, 在全国规模以上城市推广使用分布式能源系统, 装机规模达到 5000 万 kW, 初步实现分布式能源装备产业化。我国天然气分布式能源迎来了历史性的发展机遇, 但我国各地由于能源资源条件、能源消费结构以及地域和气候等因素的不同, 天然气的利用和天然气分布式能源系统特点和发展模式存在很大的差异。长沙市经历过 2008 年的冰雪灾害, 电网曾遭受严重损害, 经济发展受到重大影响。目前该市作为国家首批节能减排财政政策综合示范城市之一, 将重点建设一批天然气分布式能源项目, 目前面临的主要问题是建设时序、市场消纳、并网上网以及运维保障的问题。本文结合在能源利用技术和区域能源发展战略方面的研究, 分析探索了南方地区发展天然气分布式能源的新思路。

2. 发展条件和特点

2.1. 能源紧缺

我国能源消费具有以煤和水电为主, 石油、天然

气、风能等其他能源为重要组成的结构特点。我国煤炭资源主要分布在昆仑山 - 秦岭 - 大别山一线以北的北方地区, 已发现的煤炭资源占全国的 90.3%, 南方地区煤炭资源稀缺; 水能资源主要分布在我国的西南地区; 风能资源主要分布在我国的“三北”(东北、华北、西北)和东南沿海及附近岛屿; 天然气主要分布在陆上西部的塔里木、鄂尔多斯、四川、柴达木、准噶尔盆地, 东部的松辽、渤海湾盆地, 以及东部近海海域的渤海、东海和莺琼盆地, 这些地区占全国资源总量的 82%左右, 南方地区的能源资源十分匮乏。另一方面, 南方地区经济发展迅速, 经济发展水平和总量居全国领先, 这与我国的能源资源呈逆向分布, 能源供需矛盾尤其突出, 亟需拓展能源供应模式、优化能源结构。

2.2. 负荷季节性差别大

南方地区受海陆热力性质差异和副热带高压的影响, 夏季普遍高温, 用电负荷大, 经常面临“调煤保电”的艰巨任务; 在冬季, 虽然气温并不低, 供暖能耗总量不大, 但由该地区大多火电厂都是纯发电, 并不对外供热, 电取暖成为居民取暖的主要方式, 导致冬季用电负荷大, 经常出现用电紧张的局面。在春秋两季用电负荷却很低, 全年用电负荷季节性差别很大。为了保证该地区的峰值用电安全, 火电装机容量增加, 造成大量火电机组在低负荷季节停机, 造成了严重装机浪费和企业运行效益下降。此外, 随着天然气的大规模应用, 天然气负荷季节性差别也逐渐增大, 调峰压力增加。该地区这种气候和负荷特点为发展天然气分布式能源提高了良好的机遇。首先, 火电厂将计划增容的火电改为天然气燃机发电, 能更加方便、经济地启停调峰, 解决了火电机组启停时间长、费用高、机组损伤大的不足; 其次, 该地区天然气使用特点是冬季量大、夏季少, 天然气分布式能源系统夏季正好可以利用富裕的供气能力进行发电调峰。

2.3. 供气能力增强

气源不足一直是制约南方地区天然气分布式能源发展的瓶颈, 目前这一状况正在改变。中亚 - 西气东输二线干线的建成投产, 不仅可有效缓解珠三角、长三角和中南地区天然气供需矛盾, 而且还实现了与

西气东输一线、涩宁兰线等多条已建管道的联网,进而形成我国主干天然气干线管道网络,构成了近4万公里的“气化中国”的能源大动脉。截至2011年5月28日,“西二线”已累计接输中亚天然气超过100亿立方米,与国内其他天然气管道相连的投产段已惠及我国18个省区市,约1亿人受益。而随着2012年其他几条支干线的贯通,届时我国将有5亿人受益。西气东输建设“西二线”还连接着塔里木气田、准噶尔气田、吐哈气田、长庆气田,它们随时向西气东输二线提供约150亿立方米的应急气源^[6]。这将为南方地区天然气分布式能源的发展提供气源保障。

2.4. 页岩气资源丰富

南方地区一直是传统天然气资源较为匮乏的城市,但最新的勘探成果给这一地区带了新希望。湖南等地页岩气勘探和开采取得了可喜的成果,具有丰富的页岩气资源。据勘探,我国页岩气可采资源量为25万亿立方米^[7],超过常规天然气资源,资源潜力与美国相当,经济价值巨大。页岩气田开采寿命一般可达30~50年,甚至更长,页岩气具有巨大潜力和开发利用价值。湖南有效页岩面积达27.8万多平方公里,页岩气远景资源量达11万亿立方米以上,湖南省页岩气可采资源量达1.5~2万亿立方米,约占全国储藏量的10%^[7]。湘西北地区将作为优先开发区块,洞庭-湘中地区区块作为加强资源勘探和评价区块已纳入国家页岩气开发利用规划,将有力推动当地天然气分布式能源的发展。

2.5. 技术和市场条件成熟

目前天然气冷热电联产(CCHP)已经成熟,是一种建立在能量的梯级利用概念基础上,将制冷、供暖和供热水及发电过程一体化的多联产总能系统^[8-10]。与集中式发电-远程送电相比,CCHP可大幅提高能源利用效率,且输电损耗极小;与用氟利昂为制冷剂的电空调相比,CCHP有利于大气环境的保护。针对不同的用户需求,冷热电联产系统技术方案的可选择范围很大:热电联产技术方面,可以选择蒸汽轮机驱动的外燃烧式和燃气轮机驱动的内燃烧式技术方案,而涉及制冷的,可选择压缩式、吸收式或其它热驱动的制冷技术。另外,供热、供冷热源包括直接和间接等

多种方式,余热回收装置(供热)、制冷系统(供冷)等均不断完善。近年来,南方地区经济快速发展,能源多元化需求和总量不断增加,天然气分布式能源系统建设的各种政策环境比较优越,为天然气分布式能源的发展提供了良好的市场条件。

3. 发展对策

天然气分布式能源是天然气利用的主要方式之一,也将是我国今后一段时间内能源消费结构调整的重要方向,并将带来冷热电联产技术进步和设备国产化进程,具有很好的节能减排效果。因此,应该从战略的高度重视天然气分布式能源的发展。不同类型的天然气分布式能源项目适应于不同的功能分区,其发展应遵循有规划、分步骤、有序推进的原则。根据南方地区经济增速加快、气源保障增强,但天然气和电负荷需求的季节性差异大、绿色新区和两型园区建设任务重等特点,确定发展思路和对策时应注意以下几方面。

3.1. 以供定需

天然气分布式能源站的建设前提条件是要有可靠的气源保证,目前南方许多地区天然气供气能力还很弱,只能基本满足居民生活用气需求,大多数城乡还未通气,这时普遍建设大型的天然气分布式能源系统是不科学的。“十二五”期间,“西气东输”管网建设以及页岩气开发利用的步伐加快,供气能力将极大提高,天然气分布式能源的规划布点应与主管网或规划中的供气专线相协调,以供定需。同时,应加紧建设大容量的天然气储气站,保证供气安全。以长沙为例,该市规划到“十二五”末将实现年供气16亿标准立方米以上的目标,其中50%的天然气配额拟用于发展天然气分布式能源,另有几个大型天然气分布式能源项目正在协调规划外的气源保障,若没有气源协议将不予立项。此外,该市已在河西、星沙等地建立了四个液化天然气气源储备基地,总储气能力达到1300万 m^3 以上,多渠道保障用气需求。

3.2. 以冷热定电

天然气分布式能源站的规模选择应遵循因地制宜,一切从实际出发,形式多样化,燃气利用效率最

高化、电能自发自用、余热利用最大化的思路。首先遵循“以冷热电”的原则，发电余热供应冷热，根据现有和规划冷热负荷合理选取燃气机组，工业园区以满足生产所需蒸汽负荷为主，辅助供应部分厂房和办公楼冷负荷。考虑采用余热锅炉、燃气蒸汽联合循环形式，以热定电，用热定电。城市民用和公建区，以满足冷负荷为主，以冷定电，并能保证能源综合利用率70%以上；规模选择还应遵循“宁小勿大”的原则，发电余热供应基础冷暖，不足部分利用太阳能、地源热泵、电能等能源，避免机组选型过大，造成投资浪费和运行效益低；此外，还应按照“自发自用”的原则确定装机规模，采用并网(或上网)运行方式，发电区域自用，不远距离外供。综合考虑各因素，做到项目容量选择科学合理。

3.3. 效率优先

CCHP 系统设计和设备选型要综合考虑建设和运行成本和利用效率等因素，由于南方天然气是由“西气东输”管网长距离输送，用气成本相对较高，从建设资源节约型和环境友好型社会的角度综合考虑，在天然气分布式能源系统设计和设备选型上必须坚持能源利用效率优先的原则。微燃机 CCHP 系统的火用效率比传统供能方式高，选用合适的微燃机能达到较好的能源利用效果^[11]。燃气轮机热效率随比功的增大而增加，而燃机的燃烧温度是决定比功的主要因素^[12]。所以，从热力学角度讲，提高联合循环电厂热效率的首要途径是选择透平初温较高的燃气轮机。此外，还应具有对联合循环最佳的压比和较高的排气温度。这样才能做到燃气循环和蒸汽循环效率的最佳配比，使联合循环效率最大^[13]。

3.4. 园区优先

国家级的宁乡经济技术开发区的实践表明，工业园区发展分布式能源系统集中供冷供热，作为园区吸引企业入驻的有竞争力的重要基础设施，能大大节省企业自建锅炉等设备系统的成本和运营成本，为企业带来可观的经济效益。由于环境污染和小机组效率低等原因，南方地区工业园区一般不允许建设配套的热电联产的火电厂，只能寻求其他的高效、低污染的集中供冷供热模式。工业园区企业集中，管网延伸半径

小，管网建设成本和能量运输损耗小；园区的集中管理模式，为天然气分布式能源系统的建设、运行和能源产品销售提供了方便。因此，工业园区应作为天然气分布式能源项目优先发展的领域。工业园天然气分布式能源站选址宜靠近负荷中心，应结合燃气管网、电力出线、供热管线、占地拆迁等因素进行多方案技术经济比较后确定；发电设备主要考虑采用燃气轮机发电机组，联供系统余热利用设备宜采用余热锅炉，组成燃气-蒸汽联合循环。

3.5. 新建优先

从技术上看，可以在新建建筑和既有建筑系统改建时鼓励推广小(微)型分布式能源项目，也可在单独、小范围的商业建筑、公用建筑及住宅小区等区域建设小(微)型燃气分布式能源站。南方地区由于冬季气温较北方偏高(最冷月平均气温介于 $0^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 之间)，既有建筑集中供冷、供热比例不高，且大多没有集中供暖的系统；而有些建筑墙体保温效果较差，应用天然气分布式能源系统时改造难度大，成本较高，不宜作为近期推广的重点。因此，综合考虑南方的气候、建筑特点和居民取暖习惯，楼宇式小、微型天然气分布式能源项目应该以新建建筑为主，现阶段可先在新建大型楼宇公共建筑、新建大型住宅小区等示范推广冷热电多联产的天然气分布式能源系统。长沙市在新建的黄花国际机场二号航站楼应用天然气冷热电三联供能源站，装机规模为发电 2.3 MW，制冷 27 MW，供热 18 MW，目前已投入使用，运行效果良好。在发展天然气分布式能源系统过程中应积极引导在新建单独、小范围的商业建筑、公用建筑及住宅小区等区域建设小(微)型燃气分布式能源站，逐步建立和完善小(微)型分布式能源项目应用市场体系。在试点示范的基础上，通过市场化手段，逐步在普通用户中推广应用推广小(微)型分布式能源。设备选型方面，应优先选用发电效率较高且设备技术成熟的燃气内燃发电机组，采用吸收式冷(温)水机组联供系统作为余热利用设备；具体条件的，可以在靠近供电区域主配电室，独立设置，布置于室外或建筑物地下一层、首层或屋顶的楼宇式小(微)型天然气分布式能源系统。

4. 结论

南方地区具有经济发达、能源供需矛盾突出，用

电负荷以及天然气需求的季节性差异大等特点，决定了南方地区的天然气分布式能源有广阔的发展空间和独具特色的发展模式。在发展天然气分布式能源时，应优先选择工业园区和新建建筑，进行试点示范后，再在其他区域或既有建筑上推行。在能源项目建设时应坚持以气源供应确定项目布局，以能源利用效率最大化原则指导设备选型，以冷热负荷需求确定系统容量和规模。天然气分布式能源的科学有序发展，将为南方地区经济和社会的发展提供强大的动力。

参考文献 (References)

- [1] 刘丽红, 袁益超, 刘聿拯. 分布式供能的现状与发展[J]. 热力发电, 2006, 7(7): 4-7.
- [2] 华贲. 我国分布式能源发展战略探讨[J]. 科技管理研究, 2004, 24(1): 3-5, 31.
- [3] 刘青荣, 阮应君, 任建兴等. 冷热电三联产系统节能减排效果的理论分析[J]. 华东电力, 2010, 38(2): 267-270.
- [4] 张朝军, 王婷. 分布式供能技术应用[J]. 上海电力, 2009, 11(4): 267-269.
- [5] 马雪松. 以液化天然气为一次能源的分布式供能系统的设计[J]. 广东电力, 2010, 23(4): 25-28, 85.
- [6] 新华社. 珠三角用上中亚天然气[N]. 深圳特区报, 2011-7-1.
- [7] 国土资源部, 国家能源局等. 中国页岩气发展规划[Z], 2012.
- [8] 杨晚生, 郭开华. 分布式供能系统的定义及其内涵[J]. 广东工业大学学报, 2010, 27(3): 76-82.
- [9] 马德春. 分布式供能冷热电联产系统介绍[J]. 内蒙古电力技术, 2011, 29(1): 9-10.
- [10] 杨锦成, 李冰, 薛飞. 国内分布式供能系统推进中的问题和建议[J]. 上海节能, 2011, 30(2): 9-17.
- [11] 秦朝葵, 李伟奇, 谢卫华等. 微燃机天然气冷热电三联供系统热力学分析[J]. 天然气工业, 2008, 28(1): 129-131.
- [12] 林汝谋, 刘瑞通, 金红光等. 联合循环电站的燃气轮机选型问题[J]. 燃气轮机技术, 2004, 17(3): 6-12.
- [13] 马悦, 纪锦锋. 燃气 - 蒸汽联合循环电站机组配置及选型分析[J]. 能源工程, 2011, 15(6): 52-57.