

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.02.010

天然气分布式电源的用户运行分析和环境研究

刘利平¹, 陈泽韩², 王路², 丁一², 刘泽鑫²

(1. 中国南方电网有限责任公司 广州 510623; 2. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 总结和梳理了天然气分布式电源(DG)应用的技术和政策环境、同时结合实际用户数据对分布式电源的综合应用进行分析, 对运行方式和经济效益进行研究。分析表明, 分布式电源即使在现有相对不利的市场环境下, 对城市特定用户、工业园在技术和经济上具备应用条件, 同时随着政策价格的发展, 将得到越来越广泛的应用, 对现有电力供应模式带来深远的影响。

关键词: 分布式电源; 电力供应; 经济效益; 热电联供

中图分类号: TM714

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)02-0057-05

Study on Operation Mode and Development Environment for DG

LIU Liping¹, CHEN Zehan², WANG Lu², DING Yi², LIU Zexin²

(1. China Southern Power Grid Co., Ltd., Guangzhou 510623, China;

2. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: Technical and policy environment are summarized in this paper. Application of distributed power in the actual user is analyzed. Operation mode of DG is calculated in this paper. The result shows that DG can be used in practical application conditions in many areas such as city special user, industry factory, and so on. With development of economic and policy, DG will be applied more widely in many fields. They will bring the profound influence to the existing power supply mode.

Key words: DG; power supply; economic benefit; combined heat and power

分布式电源的定义综合国际上典型国家及组织界定标准和我国电网特点, 分布式电源一般可定义为: 利用分散式资源, 装机规模小, 位于用户附近, 通过 10(35)kV 及以下电压等级(中低压配网电压等级及以下)接入的可再生能源、资源综合利用和能量梯级利用多联供发电设施。主要包括风能、太阳能、生物质能、水能、潮汐能、海洋能等可再生能源发电, 以及余热、余压和废气利用发电和小型天然气冷热电多联供等, 其中天然气分布式电源由于其能源利用效率高, 安装便利等, 得到了越来越广泛的应用。现今分布式电源的规模已经有着较快速度的发展, 在此背景下, 本文首先总结概括国内外分布式电源发展的情况, 其次对典型用户分布式电源的影响进行计算分析。以

此为基础就分布式电源的经济发展和应用模式进行分析, 同时对分布式电源对用户电力供应的影响进行分析, 提出用户以及电网公司对分布式电源发展的建议和结论。

1 分布式电源的发展环境

近年来, 随着我国天然气产能和进口量的不断扩大, 天然气分布式电源的发展被提上了议事日程, 在即将出台的《新能源产业发展规划》中, 天然气分布式能源被列为未来重点发展方向之一。总体来看, 相对于发达国家, 我国天然气分布式能源尚处在起步发展阶段, 建设规模不大, 发展速度相对缓慢, 已在上海、广州和北京等地开展了若干试点项目, 用于医院、机场、商业中心等场合。据初步统计, 全国天然气分布式电源已投和在建设项目装机容量达到约 5.4 GW。未来有充裕的建设空间。

从国内政策来看, 国家层面通过如分布式电源管理暂行办法等规定保障了分布式电源的电量优先

收稿日期: 2015-03-07

作者简介: 刘利平(1976), 男, 湖南邵阳人, 工程师, 硕士, 主要从事电力系统自动化方向研究(e-mail)liulp@csg.cn。

上网并保障收购,由电网公司负责承担接入和改造费用,并要求简化并网流程,因地制宜的给予建设资金和单位电量补贴。

具体到天然气分布式电源方面,政策多为引导和鼓励,如鼓励技术创新、优先发展、推动天然气消费、加快审批等为主,在项目方面则以示范项目为主要形式,如设定了水平年的技术发展目标 and 示范项目建设目标。而在分布式光伏方面,政策则更为具体化一些,从设备制造、并网流程、补贴标准等各方面均有一定的引导政策,保障光伏电量的上网收购,并形成了一定的价格标准要求,将全国按照光照资源分成了四类地区,分别制定了上网电价标准,南方电网方面则针对国家层面的政策出台具体的光伏并网工作规范,明确了电价上网、收购、结算等具体工作办法。

从国外政策来看,西方欧美发达国家开始推动天然气分布式能源热电联产及冷热电联供的时间较早,各类鼓励政策也推出的较早,政策的重点主要放在了电力收购、电量或者容量补贴、贷款税收优惠以及强制性的机组改造等,包含有引导性政策、法规法令等,形成了一定的体系,尤其是补贴及税收类政策较多。例如,美国天然气价格便宜是其分布式能源系统发展迅速的主要原因,通过热电冷多联供技术的引进,分布式能源供能系统具有较高的经济性,在加上美国较为细致的支持和补贴政策,美国的天然气分布式发展迅速。

从国内的情况来看,在天然气分布式方面,提出的鼓励引导政策虽多,但并未形成较多的落地细则,从当前发展情况来看,制定的“十二五”期间的核心装备制造以及示范项目建设情况较难完成,而实际建设的分布式项目经营情况也并不理想。而在较早推动细化政策的上海市,在扶持政策的助推下,上海市天然气分布式能源发展成绩斐然。“十一五”末,上海市燃气电厂(含天然气分布式能源)装机容量为2 600 MW,占总装机的12.9%;“十二五”期间规划装机7.38 GW,占总装机的28.9%。至2012年底,上海建成楼宇型天然气分布式能源站26个,总装机约30 MW,在建和开展前期工作的楼宇型天然气分布式能源项目30多个,总装机超过50 MW,预计到2017年,天然气分布式能源装机总容量可达300 MW。目前在项目规模和数量上都走在了全国前列,政策激励效果显著。

2 典型分布式电源的应用分析

2.1 工业园典型负荷特性及应用分析

工业园是建立在一块固定地域上的由制造企业和服务企业形成的企业社区,作为一个整体,开展集中供能能够减低基础成本、提高能源效率。工业园区域的产业尤其是重工业生产时间长,通常适宜以热电联产的形式供能,由于其热负荷稳定,负荷的利用小时数也较高。对工业园的典型类型用户负荷特性进行研究,铁合金行业、建材行业等几类主要工业园典型日负荷曲线如图1所示:

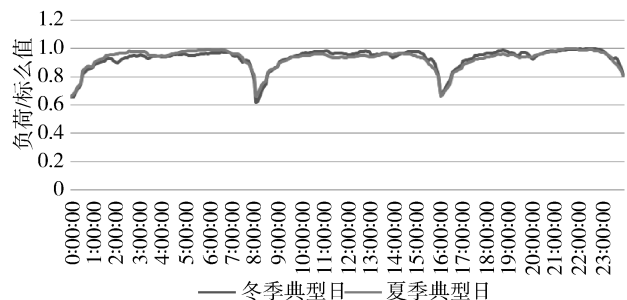


图1 铁合金相关企业典型日负荷曲线(单位:标么值)

Fig. 1 Typical Power Load Curve of Iron

从热负荷的峰值平均特性来看,各类工业热负荷的峰值大约比平均值高出15~20%,峰值波动不大,相对比较稳定,供应需求性具有很强的稳定性。

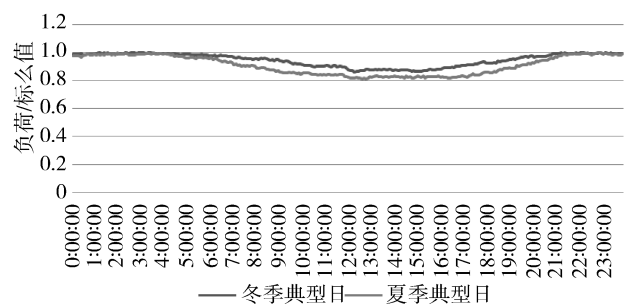


图2 建材相关企业典型日负荷曲线(单位:标么值)

Fig. 2 Typical Load Curve of Building Materials

从对用户的选择上,工业园的负荷水平较高,装设的分布式电源机组容量也较大,因此应选择负荷水平稳定、负荷率较高的用户,并选择用户集中度较高的区域;而在机组的利用小时数上,参考火电行业的平均机组利用小时数水平和相关工程设计数据,并为了方便研究和计算,工业园天然气分布式电源机组的年利用小时数均按照5 000 h考虑。

其中以某工业园具体工程为例, 主要经济技术运行指标如下所示:

该分布式能源站周边工业冷、热负荷密集, 负荷发展迅速, 就近向知识城提供工业用蒸汽、空调制冷蒸汽(或冷水)。该能源站项目近期采用2套Titan130发电机组建设2套21 MW燃气—蒸汽联合循环系统, Titan130燃气轮机, 其发电机额定功率: 15 MW, 设计选用了单轴、抽汽凝汽式、双压、双抽汽汽轮机, 功率为6 MW。对配置的联合循环方案进行测算, 其年均系统综合能源利用效率在70%以上, 发电部分每千瓦的造价约为7 000~7 500元/kW, 资本金内部收益率8%的条件下, 上网电价为0.805元/(kW·h)。

2.2 城市典型用户负荷特性及应用分析

医院作为提供诊疗、手术、护理等功能的专业场所, 具有人流量大, 用能类型丰富、用电负荷密度高等特点。南方地区的医院除了对电、蒸汽、热水具有一定要求外, 还有较高的制冷需求, 为了更好的研究医院用户装机比例和运行方式, 考虑选择大型综合性医院作为典型研究对象。

医院的蒸汽和热水供应一般依靠锅炉供应, 而冷负荷以空调负荷为主, 主要采用电制冷供应, 采用天然气分布式能源系统以后, 一方面可以依靠机组所发电力就地供应, 减少电网供应负荷, 另一方面利用机组产生的高温烟气进行热交换制冷, 减少空调的用电需求, 也能够降低电网供应负荷, 因此, 采用天然气分布式能源系统能够产生双调峰的效果。在这里的研究中, 考虑机组烟气进行热交换制冷, 冷负荷需求不足的部分由电制冷补充, 冷负荷需求满足的情况下, 剩余烟气供应热负荷。

从医院电负荷的变化特性来看, 夏季典型日的负荷特性呈现出从早到晚先上升后下降的变化趋势, 用电从早上7点之后开始上升较快, 高峰负荷集中在8:00—17:30时段, 其中最高电负荷发生在约下午4点, 最高负荷达到5.6 MW, 此时负荷密度达到约51 W/m², 而夜间负荷水平则较为稳定, 曲线分布较为均匀。医院的用电高峰集中在白天工作时段, 由于就诊人数较多, 负荷水平上升较快, 晚间由于住院、急诊、值班等大量需求, 负荷水平仍然较高, 平均水平超过了最高负荷的50%。

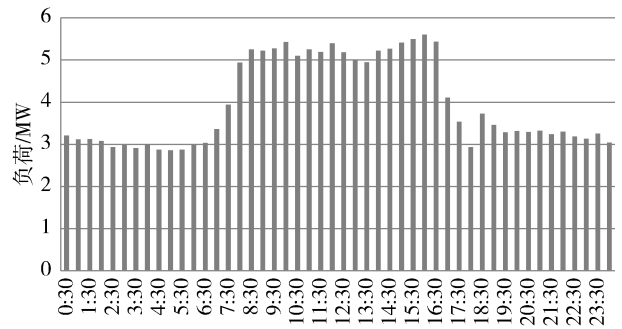


图3 医院夏季典型日电负荷特性曲线

Fig. 3 Typical Power Load Curve of Hospital

从冷负荷的变化特性来看, 冷负荷也呈现出从早到晚先上升后下降的变化趋势, 其中最高冷负荷发生在约上午10点半, 最高冷负荷达到8.47 MW, 此时冷负荷密度达到约77 W/m², 夜间的冷负荷水平也较为稳定。白天由于气温的上升和医院工作、就诊人数的高峰, 制冷需求较大, 冷负荷水平较高, 而夜晚医院的人数较少, 且气温下降, 冷负荷供应主要为了维持一定的房间温度, 夜间冷负荷仅约为最高冷负荷水平的25%左右。

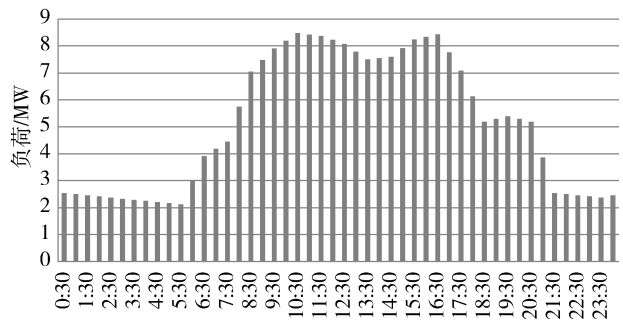
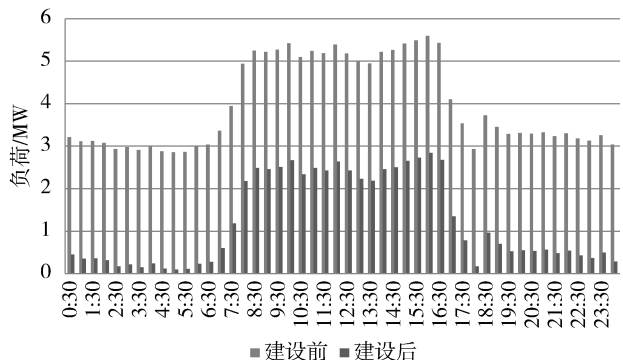


图4 医院夏季典型日冷负荷特性曲线

Fig. 4 Typical Power Cold Load Curve of Hospital

以此负荷情况下对定时间和负荷跟踪时间进行分析, 如图5所示:



(a) 恒功率模式3 MW

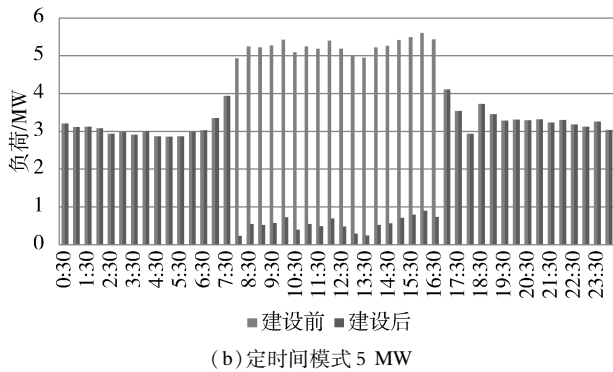


图6 医院典型运行模式分析

Fig 6 Operation Mode for Hospital User

就医院的用户进行综合分析, 机组容量的确定和运行模式的选择应当是综合了调峰性能、电量上下行、机组利用效率等各方面优化后的结果。单纯的恒功率模式和定时间模式并不适合医院用户的负荷特性, 如果要维持良好的调峰性能, 那么机组的实际出力不能较大, 为了保证一定的机组利用效率, 机组的装机容量也会较小, 或者考虑在开机时段的平均负荷低于停机时段的平均负荷后, 延长开机时间。如果要较大程度的降低网供电量, 实现本地供应自主化, 那么机组需要取较大的装机容量, 但负荷的峰谷差会增加, 或者选择延长机组的开机时间, 那么会出现较多的上送电量, 定时间模式将与恒功率模式的运行情况相近。综合来看, 单纯的

定时间模式较不适合医院用户的负荷特性, 如果定时间模式与定功率模式结合可以改善运行效果。

3 分布式电源的经济效益分析

根据以上的冷热和运行方式的分析, 以中国南方地区的燃气和冷热价格对天然气分布式综合余热的经济效益进行分析和计算。

热价、冷价以机会成本法测算。冷价采用电制冷价格加制冷系统投资及收益分摊的方法。热价为燃气制热价格加制热系统投资及收益分摊的方法。测算各省余热利用冷、热价格根据实际工程, 南方各省在不同的制冷、热量比例下的综合余热价格约为 0.34 ~ 0.39 元/(kW · h)。

以上述工业园以及城市特定用户的运行分析为基础, 天然气分布式综合余热利用价格为按制冷、制热比例加权测算。对分布式天然气电源的经济效益进行分析, 分析结果见表 1。

由表 1 测算分析可知, 各省在考虑投资、运维费用、燃料成本及余热利用后, 为达到基准收益率 7% 的水平, 所需成本电价分别为, 广东 0.88 元/(kW · h), 广西 0.82 元/(kW · h), 云南 0.75 元/(kW · h), 贵州 0.84 元/(kW · h), 海南 0.81 元/(kW · h)。其中云南燃气利用小时数高, 且燃料成本较低, 成本电价最低。

表 1 各省分布式能源的成本电价分析

Table 1 Electrical Power Price of Several Province

效益分析		单位	广东	广西	云南	海南
投资	单位投资	元/kW	8 250	7 650	7 650	7 650
	年发电时间	小时	5 000	5 000	5 000	3 500
	净年值	元/kW	707.94	656.45	656.45	656.45
	每度电分摊	元/(kW · h)	0.14	0.13	0.13	0.19
运维成本	运维费用比例	%	4.50	4.50	4.50	4.50
	年运维费用		371.25	344.25	344.25	344.25
	每度电运维费用	元/(kW · h)	0.07	0.07	0.07	0.10
燃料成本	燃料价格	元/nm ³	3.32	3.15	2.85	2.78
	单位电量耗气	m ³ /(kW · h)	0.25	0.25	0.25	0.25
	每度电发电燃气成本	元/(kW · h)	0.83	0.79	0.71	0.70
余热利用	利用率	%	30	30	30	30
	余热价格	元/(kW · h)	0.31	0.30	0.30	0.31
	余热量	kWh	3.75	3.75	3.75	3.75
	余热收益	元	1.18	1.14	1.13	1.16
	每度电余热收益	元/(kW · h)	0.29	0.29	0.28	0.29
成本电价(含税)		元/(kW · h)	0.88	0.82	0.74	0.81

从各省分布是天然气电源成本电价与 10 kV 售电价对比分析可知,从南方五省的分布式电源的经济效益评估来看,南方典型几省分布式电源成本价格均低于 10 kV 售电价,说明基本能达到基本收益率 7% 的水平,有一定的经济效益。云南省及海南省售电价格较成本电价高 0.2 元/(kW·h)左右,说明天然气分布式电源建设的经济性较好,存在较大的建设空间。

4 结语

我国能源资源人均占有量低于世界平均水平,且利用效率相对较低,此外消费以煤为主,生态环境压力明显。分布式发电因其节能、环保等诸多优点,已经越来越受到关注,本文梳理了分布式电源近期发展的技术与政策环境,建立了相关模型,就实际工业园以及城市特定用户的负荷特性对分布式电源的运行进行了比较分析。同时基于运行结果结合具体工程进行分析比较,研究认为:在特定用户冷热电综合需求的情况下,优化运行方式,分布式能源除了提高整体的能源利用效率外,在经济也有较好的收益,具备逐渐推广的基础。从长远来讲,将会给现有电力供应模式带来巨大的影响。

参考文献:

- [1] 王成山,李鹏. 分布式能源发展与用户侧电能的高效利用[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(2): 1-6.
WANG Chengshan, LI Peng. Development of Distributed Energy Resources and Energy Efficiency Improvement on Customer Side [J]. Automation of Electric Power, 2012, 36(2): 1-6.
- [2] 高军彦,麻秀范. 计及分布式发电的配电网规划新模式[J]. 现代电力, 2009, 26(1): 83-86.
GAO Junyan. Novel Mode of Distribution Network Planning Including Distributed Generation [J]. Modern Electrical Power, 2009, 26(1): 83-86.
- [3] 雷金勇,李战鹰,卢泽汉,等. 分布式发电技术及其对电力系统影响研究综述[J]. 南方电网技术, 2011, 5(4): 47-51.
LEI Jingyong, LI Zhanying, LU Zehan, et al. Review on Research of Distributed Generation Technology and Its Impacts on Electrical Power Systems [J]. Southern Power Grid Technology, 2011, 5(4): 47-51.
- [4] 杨朝红. 天然气分布式能源及其在我国的发展趋势[J]. 国际石油经济, 2012, 5(2): 107-109.
YANG Chaohong. Develop Trend of DG in China [J]. International Petroleum Economics, 2012, 5(2): 107-109.
- [5] MORI H, SAKATANI Y. Application of Probabilistic (N-1) Security Assessment Technique to Distribution Systems with Distributed Generation [C]//Proc. of IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conference. Asia Pacific, 2002: 739-744.
- [6] 王丽慧,吴喜平. 分布式能源系统运行效果受负荷稳定性的影响[J]. 建筑节能, 2007, 135(1): 48-51.
Wang Lihui, WU Xiping. The Effect of Load Stability on the Distribution Energy Supply System [J]. Construction Energy-Saving, 2007, 135(1): 48-51.
- [7] 王江海,邵能灵,宋凯,等. 考虑继电保护动作的分布式电源在配电网中的准入容量研究[J]. 中国电机工程学报, 2010, 30(22): 37-41.
WANG Jianghai, YI Nenglin, SONG Kai, et al. Penetration Level Permission of for DG in Distributed Network Considering Relay Protection [J]. Proceedings of the CSEE, 2010, 30(22): 37-41.

(责任编辑 黄肇和)

订 阅

《南方能源建设》的办刊宗旨立足于为能源行业尤其是电力行业工程建设提供技术支持和信息服务,推广新理论、新技术的工程应用,提高我国能源建设质量和技术水平。主要面向全国能源行业尤其是电力行业设计、建设、制造企业、以及相关的研究机构 and 高等院校的广大工程技术人员、管理人员、专家学者等。本刊设有能源资讯、专家论坛、规划咨询、勘测设计、施工建设、装备制造、工程管理、投资运营、运行维护、案例分析、简讯等栏目,将优先报道低碳环保、节能减排等工程应用以及风能、太阳能、生物质能、海洋能等可再生能源的技术研究及工程建设。

出版周期: 季刊(季末 25 号) 订阅年价: 60 元

国内刊号: CN 44-1715/TK 国际刊号: ISSN 2095-8676

联系电话: 020-3211683 传 真: 020-32117518

期刊网站: <http://nynf.cbpt.cnki.net>