

Develop Distributed Energy to Promote the Energy Conservation and Emission Reduction of the State

Chen Bin^{1, 2}, Lin Shiping^{1, 2}

1. The College of Resources and Environmental Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan430070, China

2. ENN Energy Service limited company, Langfang065001, China

1.chenbin99@sina.com, 2.21LSP@21cn.com

Abstract: The article introduces the advantages of distributed energy, including improving energy multipurpose utilization, optimizing energy structure, certain economic benefits and improving the safety for applications of energy resources. The article also analyzes the impediments to develop distributed energy project at present, and offer a proposal of policy making for supporting developing distributed energy project.

Keywords: distributed energy; the impediments to develop; supporting policy

发展分布式能源促进国家节能减排

陈斌^{1,2}, 林世平^{1,2}

1.武汉理工大学资源与环境工程学院 武汉 430070

2.新奥能源服务有限公司 廊坊 065001

1.chenbin99@sina.com, 2.21LSP@21cn.com

【摘要】本文介绍了分布式能源的优点，包括提高能源综合利用率、优化能源结构、一定的经济效益及提高能源应用的安全性。分析了目前分布式能源项目发展的障碍，并提出了支持发展分布式能源项目的政策制定建议。

【关键词】分布式能源；发展障碍；支持政策

1 引言

温总理 2010 年 4 月 28 日主持召开国务院常务会议，部署进一步加大工作力度确保实现“十一五”节能减排目标。会议指出“十一五”前四年，全国单位 GDP 能耗累计下降 14.38%，与“十一五”降低 20% 左右的目标有较大差距。会议强调，实现“十一五”节能减排目标是政府向全国人民做出的庄严承诺，今年是决战之年，现在只有八个月时间，各地区、各部门必须进一步增强紧迫感、责任感，采取强有力、见效快的措施，确保目标的实现。此外，为应对全球气候变化，我国政府承诺到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放要比 2005 年下降 40%~45%，其中，节能提高能效的贡献率要达到 85% 以上，这也给节能减排工作带来巨大挑战。

为了达到上述目标一方面我们要大力发展可再生能源和核能。胡主席指出到 2020 年非化石能源占

一次能源消费比重达到 15% 左右；另一方面我们也要考虑如何提高占能源消费比重 85% 的常规化石能源的使用率。丹麦在这方面给我们提供了成功的经验。丹麦是世界上能源利用效率最高的国家，在过去近 20 年中，GDP 翻了一番，能源消耗却没有增加，污染排放反而大幅度下降。其主要的措施就是大力发展分布式能源（DE，Distributed Energy）—（冷）热电联产（CCHP，Combined Cooling Heating and Power）。欧盟对节约能源也高度重视。在欧盟委员会发布的能源效率行动计划中，提出到 2020 年减少一次能源消费 20% 的节能目标，并减少温室气体排放 20%，对此，欧洲有关机构对分布式热电联产的节能潜力进行评估，结果表明：仅热电联产一项技术可完成 1/3 的欧盟节能目标，每年可减少 CO₂ 排放 1 亿吨。

丹麦是世界公认的已经实现了经济发展和资源消耗，以及环境保护可持续发展的国家，成为世界的楷模。丹麦政府鼓励发展分布式能源（其中包括热电

联产和可再生能源)的态度最为鲜明,制定了一系列行之有效的法律、政策和税制,并坚决贯彻执行。自1990年以来,丹麦大型凝气发电厂容量没有增加,新增电力主要依靠安装在用户侧的,特别是工业用户和小型区域化的分布式能源电站(热电站)和可再生能源项目提供的,热电发电量占总发电量的61.6%。丹麦新的目标是在2008年到2012年阶段,将二氧化碳的排放量从1990年的水平降低21%。

2 分布式能源的优点

2004年,国家发展改革委能源局就发展分布式能源问题向国务院温家宝同志进行汇报的文件中,对分布式能源的定义是:分布式能源是近年来兴起的利用小型设备向用户提供能源供应的新的能源利用方式。分布式技术目前分为3种,即分布式供能DG(Distributed Generation)、分布式电力DP(Distributed Power)和分布式能源资源DER(Distributed Energy Resources)^[1]。分布式能源系统一般包括动力系统和发电机(供电)、余热回收装置(供热)和制冷系统(供冷)等。其燃料可分为化石能源和可再生能源;其动力装置可分为蒸汽轮机、内燃机和燃气轮机;其用户需求可分为简单供能方式、热电联产方式和冷热电联产方式^[2]。与传统的集中式能源系统相比,分布式能源接近负荷。不需要建设大电网进行远距离高压或超高压输电,可大大减少线损,节省输配电建设投资和运行费用;由于兼具发电、供热等多种能源服务功能,分布式能源可以有效地实现能源的梯级利用,达到更高能源综合利用效率。分布式能源具有以下优点:

2.1 能源综合利用率提高

大型发电厂的发电效率为35%(燃煤)~55%(燃气),如果扣除厂用电和线损率,终端的利用效率只能达到30~47%,集中发电不能最有效的利用余热,而分布式发电可以就地消化余热,实现能量的梯级利用,前者总效率如平均33%,后者可超过85%。根据研究结果,传递1MWh热能比传递同样数量的电能多消耗7倍的能量,比传递同数量的化学能多消耗49倍的能量。因此集中供电将余热传递远处后再回收利用是很不经济的,而分布发电不存在这个障碍。很多工业部门如炼钢、炼铝、化学、石油、炼焦、玻璃等有大量的废热、和低热值燃气,这些能量传递到远处发电或余热利用是不经济的,这给分布发电提供了可

能和巨大潜力。另一方面从能量质量的角度看,锅炉的热效率虽然也能达到70~90%,但是它的最终产出能量形式为低品位的热能,而分布式能源系统中将有30~40%左右的高品位电能产出。电能的作功能力是相同数量热能的2倍以上,所以分布式能源的能源利用率实际上比锅炉直接供热的能源利用率高的多。发展分布式能源系统可以大幅度提高社会能源利用效率。

我国工业锅炉是重要的热能动力设备,使用面广、需求量大。截止2003年,全国在用工业锅炉保有量为52.74万台、125.40万MW(约180万蒸吨/小时)接近电站锅炉装机容量的2倍。约85%的工业锅炉为燃煤锅炉,燃油气次之,另外还有少量废液、燃气、木屑、可燃垃圾的锅炉。工业锅炉年耗燃料约4~5亿吨标准煤,由于工业锅炉效率不高,能源浪费相当严重,锅炉设计效率为72%~80%,平均运行效率仅50%~65%,比国外水平低10~20个百分点,平均每年多耗煤6000万吨左右。由于工业锅炉排放大量烟尘以及SO₂和NO_x等污染物,成为我国大气主要煤烟型污染源之一。据估算,燃煤工业锅炉每年约向大气排放SO₂640万吨,烟尘800万吨,CO₂6亿吨,排放灰渣8700万吨,产生的污染约占燃煤污染总量的1/3。另外,我国的工业锅炉比较分散、以用户为单位各自为政、重复建设、设备利用率较低;设备的机械化、自动化水平较低;无除尘、脱硫设备或不健全。同时大量集中式发电厂,由于发电余热量大且远离用户,大量热量直接排放到大气中得不到充分的利用,如果可以参考丹麦的做法,大力发展小型分布式能源热电联产取代小锅炉单纯供热将大大提高我国一次能源的使用效率。

2.2 优化能源结构——电力和燃气双重削峰填谷

以北京为例,盛夏时节北京市总空调电负荷约400~500万千瓦,约占北京市最大供电负荷的40%~50%。夏季空调耗电量约25~33亿度,仅为全市总用电量的7%~10%。巨大的空调用电增加了供电压力,它所引起的用电负荷峰谷的剧烈波动严重危及到大电网的安全供电。如果三联供装机容量达到100万kW,其余热提供的冷量相当于耗电85万kW电空调的供冷量,加上三联供系统自身的发电,大电网高峰供电负荷可以降低185万kW,对于削减峰值负荷、缓解供电压力起到重要的作用。

北京市 2009 年的天然气用量近 50 亿 m^3 , 其中采暖约占 60%, 制冷只占到约 4% 左右, 这样的用气结构导致冬夏用气量极不平衡, 日峰谷差达到 8 倍以上, 既增加了大量的储气设备投资, 也使得系统的运行管理成本增加。发展燃气冷热电三联供系统是扩大燃气用量的最佳途径之一。夏季三联供系统通过燃烧天然气供冷、供电可以有效的平衡天然气季节性峰谷差。仍以三联供装机 100 万 kW 计算, 其每年的耗气量在 17 亿 m^3 以上, 燃气季节性峰谷差将有望缩小到 3~4 倍。

2.3 有一定的经济效益

分布式能源建设在用户的附近, 以充分利用发电后的余热为原则, 发电主要是自发自用, 其能源价格比照终端能源价格, 与传统集中式电厂相比具有一定的经济效益优势。以北京建设的大型燃气电厂为例, 为维持项目的运转, 北京市给予电厂燃气价格优惠和电费补贴, 其优惠气价仅为终端气价的 65% 左右, 每度电上网政府需要补贴 0.25 元左右, 一年政府需要补贴数亿元。而小型分布式燃气冷热电联产项目设置在用户侧, 在终端的燃气价格和电价下项目可以有 8% 左右的内部收益率, 如果政府给予一定优惠政策支持项目就会有较好的收益足以吸引社会投资者进入。

以北京的能源价格计算, 燃气分布式能源与燃气锅炉直接燃烧方式相比也具有一定的经济优势:

北京现行采暖气价 1.95 元/ m^3 (天然气热值 8400kcal/ m^3), 以发电效率 35% 计算, 系统效率 80% 计算, 每立方米天然气可发电 3.4kWh, 回收热量 4.4 kWh。

一般商业用户峰平时段平均电价约为 0.94 元/kWh, 采暖采用天然气, 按照燃气锅炉效率 95% 计算, 可以得到 9.3 kWh 的热量, 燃气锅炉产生每 kWh 热量需要燃料费用约 0.21 元。

在上述计算条件下同样是 1 立方米天然气, 采用三联供方式和烧锅炉方式相比经济效益相差:
 $3.4 \times 0.94 + 4.4 \times 0.21 - 9.3 \times 0.21 = 2.2$ 元。

2.4 提高能源供应的安全性

2008 年 1 月中旬以来, 我国华中、华东南方等区域遭遇了罕见的持续低温、雨雪和冰冻极端天气, 全国共有 14 个省级 (含直辖市) 电网 (约占全国省级 (直辖市) 电网总数的 43%) 近 570 个县供电受到不同程度的影响, 部分地区电力设施受灾损坏极其严

重。

在大型电网出现事故时, 小型分布式能源可以发挥重要的作用, 根据美国能源部调研分布式能源项目又有如下优势:

- 1) 增加电力系统可靠性;
- 2) 减少尖峰电力需求;
- 3) 提供包括无功补偿在内的辅助服务;
- 4) 改进电质量;
- 5) 减少对土地使用的不良影响并降低土地收购价格;
- 6) 增强对恐怖袭击的应对能力, 提高了基础设施的可再建性。

在根据对台湾热电项目的调研, 台湾的两次全岛大停电事故中, 台湾的热电联产发挥了重要作用, 凡热电厂供电地区仍一片灯光通明, 显示了地方电源的支撑作用。

3 制约分布式能源发展的障碍

分布式能源具有显著的优势, 但是在其发展中碰到了许多障碍制约了它的发展。国家对于分布式能源支持政策大都还停留在原则层面, 只是在政策中提到了应该发展分布式能源技术, 缺乏具体的执行措施和配套政策, 可实施性不强。目前制约分布式能源项目发展的主要障碍在于:

3.1 行政体制障碍

目前, 中国煤、电、油以及其他可再生能源的管理职能分散在各个不同职能部门, 各自为政, 能源开发、能源消费、能源节约、能源储备和环境保护等方面的工作, 缺乏统一的总体规划和政策指导。分布式项目属于能源的综合利用, 包含能源的输送, 转化和使用等多个环节, 涉及燃气、电力、热力等多个部门, 各个部门之间行政上相互独立, 相互制约, 利益各不相同, 如果没有政府牵头协调, 用户很难协调各个能源部门满足各个能源单位的要求, 这导致分布式能源项目在项目报批, 手续办理方面遇到了很多困难。

3.2 电力并网、上网和售电障碍

分布式能源, 是建立在用户附近的综合能源利用系统, 用户的能源负荷波动性很大, 为了保证在经济、安全、高效下运行分布式能源系统应当与电网并网运行, 分布式能源系统发电不能满足用户全部需求时由电网给予补充, 同时对于多余电力还应销售给电网公

司。但是目前，国内建设的分布式能源项目在电力并网方面都遇到了很大的困难，一些建成多年的项目仍然没有获得并网批准，即便是获得政府相关批准文件的项目供电部门所提出的并网的费用也远远超过了项目的承受能力从而导致并网无法实施。

目前中国电力并网规则条款仅仅是针对大型电厂的规定，针对小型的分布式项目发电并网事宜还无明确可操作的规定。缺乏与分布式技术相适应的并网规定，导致了分布式项目电力并网存在种种障碍。通过近几年的中国三联供项目的操作经验得出，三联供项目电力并网的障碍是阻止三联供技术推广的重大障碍，而且在这些障碍中，并不主要是由于技术原因造成，主要还是部分利益集团出于自身利益的考虑，限制该类项目电力的并网。因此为了消除此障碍，有必要在相关的电力规则和法律中增加支持三联供项目电力并网的明确条款，对该类项目的电力并网提供明确的规定，促进三联供技术的推广。

由于国家电力法的相关规定，分布式能源项目产生的电力只能由用户自己使用或者销售给电网公司，不能直接销售给第三方；而电网公司根据“同网同价”的原则，要求收购电价与煤电价格相同，并不考虑分布式能源的社会价值（提高能源利用效率、减排温室气体、优化能源结构等），这就导致电网收购电价远远低于燃气分布式能源项目的发电成本，燃气分布式能源项目电力上网或销售给第三方，根本不能实现。

3.3 缺乏技术标准和规范要求

分布式能源项目在中国属于新型能源技术，其本质在于“按需供能”，国内相关技术标准和规范受长期计划经济的影响偏重于“保障供应”在本质上与燃气CCHP项目的要求有着很大的差别。例如，在设备容量指标的选取方面国内相关规范远远大于用户实际要求，造成大多数用户的能源供应设备容量过大，设备闲置率很高，如果分布式能源项目设备也按照现行规范选型在多余电力不能销售给电网公司和第三方的情况下，将会造成机组长期在低负荷下运行，甚至导致机组无法运行，降低项目的经济效益。

另外，现有燃气规范、排放标准、消防规范在制定时没有考虑分布式能源项目的特点，其中许多条款都限制了分布式能源项目的发展。电力方面并网、保护等相关技术规范主要针对大型电厂，对于分布式能源项目这种小型发电系统并不适用。另外，由于国内分布式能源项目较少，相应的设计、施工、运行维护

等技术标准和规范也尚未出台，这些都影响了分布式能源项目的发展。

3.4 社会效益不能得到合理的体现

国内能源价格体系尚不健全，能源价格并不反应其真实市场价值和环境价值，许多能源价格还带有福利性质，例如供热价格等。分布式能源项目具有提高能源综合利用效率、减少能源输送损失、提高能源供应安全性、优化能源结构平衡燃气电力峰谷差、减少温室气体排放等多项社会效益，但是目前在没有相关支持鼓励政策的情况下，采用分布式能源技术增加的技术和资金风险全部由业主承担，产生的社会效益却没有转化成经济效益体现在业主身上。

3.5 缺乏适合的商业运作模式

分布式能源项目涉及燃气、电力、热工、空调、控制等各个专业，技术含量较高，在项目设计、采购、施工、运行的各个阶段需要配置高素质的技术人员，加之国内缺乏相关技术标准和规范指导，用户自行建设分布式能源项目人员成本较高、技术风险较大。另外，目前分布式能源项目涉及到并网、上网、设备减免税等许多政策问题，协调起来难度很大。这些都导致用户很少选择采用分布式能源技术。专业技术能源公司拥有高素质的技术人员，运作分布式能源项目具有低成本、高效率的优势，但是由于目前没有适合的商务运作模式及配套政策支持，专业化公司很难发挥自身的优势真正的分担用户采用分布式能源技术和资金风险。例如：由于电力法不允许第三方售电，所以专业公司不能投资建设分布式能源，将产生的电力卖给用户。

4 支持分布式能源发展的政策制定方向

为了克服上述阻碍分布式能源项目发展的障碍，建议在下述几个方面制定支持政策：

4.1 提高分布式能源项目经济性方面的政策

采用分布式能源技术的项目因为采购进口发电设备，交纳并网相关费用等增加和项目投资，这使得项目经济性不高。政府可以首先通过制定相关政策将分布式能源项目社会效益转换成为经济价值。例如对项目进行补贴；减免项目进口发电设备的进口关税和增值税；免收相关并网费用；电力交易价格；对燃气分布式能源项目实行优惠气价；给予低息贷款；允许项目加速折旧，减免项目业主税收等；

4.2 电力并网、上网、销售方面的政策改革

通过政策手段规定电力企业必须允许分布式能源项目并网运行，制定相关项目审批流程和时间期限；规定电力企业必须允许分布式能源项目多余电力上网，并按照能效优先、互惠互利的原则制定上网电价和计量办法；允许分布式能源项目向周边第三方售电，制定交纳过网费的标准；利用政策手段推进分布式能源项目的电力并网、上网相关技术标准和规范的制定；

基本上世界所有发达国家均允许三联供设施与大电网并网。事实上，大多数国家的政府均鼓励并网，甚至有些国家强制执行。

荷兰电力市场完全自由化，任何电力生产者均可以在电力市场(阿姆斯特丹电力交易所 APX)上售电，之所以能这样做，其首要原因归结为二氧化碳减排。

日本自 1990 年末起允许小电源的电力并网，1999 年至 2002 年间电力公司甚至鼓励日本私营业者投标提供 2.7GW 电力，所有投标方提供量合计 11GW，最终 3GW 得到了批准。在第 2 阶段 2001 年至 2004 年间，招标量加至 2.9GW，投标方提供量合计 14GW。其推动的首要原因为能源保护和二氧化碳减排。

美国自 1978 年公用事业政策管制法颁布以来，也批准小电源电力并网。2005 年的能源政策法案重申了并网的权利。

4.3 支持发展专业化能源服务公司方面的政策改革

出台政策扶持建立专业化能源服务公司，在税收和资金方面予以支持，为其提供低息贷款、减免所得税等。

借鉴国外经验，对于分布式能源这种技术含量高、工程难度大、审批程序复杂、规模较小、但集合

规模大，投资相对分散、经营期长，回报稳定的项目，应采用专业化能源服务公司作为平台。专业化能源服务公司定位于新型能源供应商，依托新型的能源技术，通过投资或融资、建设、拥有或经营三联供能源设施为客户提供能源供应和相关服务。如果由业主自行建设分布式能源项目，将面对政府、金融机构、工程公司、设备商、保险公司、维护公司等相关方面，这些工作费时费力，业主不得不雇佣一批高级专业技术人员来协调安排此项工作，增加了经济成本。这显然违背了社会分工专业化的发展趋势。专业化能源服务公司，将利用自身在工程技术、项目审批、投融资、工程管理及调试和运行等方面的经验，通过对项目的集约化管理有效地降低成本；通过能源服务合同，向业主提供专业化的一揽子的服务，简化了业主的工作、保证了项目的工期、技术先进性和可靠性，分散了业主的风险。

References (参考文献)

- [1] Li Fa-yang, Applications and Prospects of Distributed Power System s in China [J], Journal of Nanjing Normal University (Engineering and Technology Edition), 2007, 9(4), P36-43(Ch). 李发扬, 中国分布式供能系统的现状与发展趋势[J], 南京师范大学学报(工程技术版), 2009, 9(4), P36-43.
- [2] Zhou Jian-hua, Li Xiao-tang, Consideration on Construction and Development of Distributed Energy System[J], Journal of Aero-Engine, 2009, 35(6), P44-47(Ch). 周建华, 李孝堂, 关于分布式能源系统建设与发展的思考[J], 航空发动机, 2009, 35 (6), P44-47.
- [3] Gianfranco Chicco, Pierluigi Mancarella. Distributed multi2generation: A comp rehensive view[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2009 (13), 535-551.
- [4] Wang Zhen-ming, Setting Scientific Outlook on Development and Vigorously Developing Combined Cooling Heating and Power[C], symposium on China Association for Science and Technology and Chinese Society for Electrical Engineering 2004 scholarly annual meeting, 2004, P447-453(Ch). 王振铭, 树立科学发展观积极发展小型热、电、冷联产[C], 中国科协 2004 年学术年会电力分会暨中国电机工程学会 2004 年学术年会论文集, 2004, P447-453.