

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2011.10.007

天然气行业发展分布式能源系统有关问题的分析

□ 武汉市燃气热力集团有限公司 (430015) 张任国

摘 要: 中国经济的快速增长带来能源需求越来越旺盛,国际石油价格不断创新高,国内电荒不断,节能减排的任务繁重。天然气行业迅猛发展,为中国的优化能源战略提供了机会。在天然气行业发展分布式能源系统,既是产业发展的需要,也是解决能源相关问题的重要举措。本文分析了发展分布式能源系统中的相关问题。

关 键 词: 天然气 分布式能源节能减排 问题

1 前言

日本大地震带来核危机,致全世界对核电站又爱又怕;重要石油产地北非地区连掀政治暴乱,加上世界经济不断复苏,石油价格再次攀升;2011年4月底,江苏、江西两省在淡季闹电荒,进入夏季,全国电力供应更紧。能源,越来越让地球人神经紧绷!中国必须面对经济大复苏与能源紧缺的矛盾,既要增加能源供应、提高能源利用效率,又面临减排重任。勿庸置疑,天然气在中国能源中扮演的角色会越来越重要。但天然气也属于一次性能源,同样有着节能减排的迫切要求。愈演愈烈的电荒,使人们对电网的安全性提出质疑。在这种情况下,天然气分布式能源被强烈地呼之欲出。专家学者、行业人士热捧,政府也在研究相关支持政策,一些能源服务商也盯上了这一新的商机。城市天然气运营商,应该关注这一变化,抢抓这一商机,及时做出反应。

2 分布式能源

2.1 分布式能源的概念

所谓“分布式能源”(distributed energy sources)

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,实现以直接满足用户多种需求的能源梯级利用,并通过中央能源供应系统提供支持和补充;在环境保护上,将部分污染分散化、资源化,争取实现适度排放的目标。天然气分布式能源是建在用户端的冷、热、电三联供综合能源系统,利用先进的燃气轮机或燃气内燃机燃烧洁净的天然气发电,再对做功后的余热进一步回收,用来制冷、供暖和生活热水,从而实现对能源的梯级利用,能够提高能源利用效率至80%~90%。

2.2 分布式能源的优势

分布式能源系统分布安置在需求侧的能源梯级利用,以及资源综合利用和可再生能源设施。通过在需求现场根据用户对能源的不同需求,实现温度对口供应能源,将输送环节的损耗降至最低,从而实现能源利用效能的最大化。

2.3 分布式能源技术的基础

分布式能源技术的基础科学主要在以下几个方面:①动力与能源转换设备:主要是指一些基于传统技术的完善和新技术的发展。②一次和二次能源相关

技术；③智能控制与群控优化技术；④综合系统优化技术；⑤资源深度利用技术。

3 发展天然气分布式能源的必要性和可行性

目前，分布式能源的理念在中国已为越来越多的人所接受，上到国家政府部门，下到企业、个人。专家预测，未来3年~5年，中国分布式能源的发展一定会有一个质的飞跃和提升。主要原因是：

3.1 解决大电网存在的弊端

2008年暴发的中国南部大面积雪灾，使庞大的电网几近瘫痪，暴露出大电网的弊端，直接经济损失有1 516.5亿元，其中大部分是因大电网的瘫痪造成的。

2011年日本大地震引发的核泄漏事故，已经引发全世界重新审视发展核电的安全性，不难猜想出，许多国家的核电计划会因此受到影响。

与此同时，地震使得日本多个核电站关闭。由于日本核电占全国电力供应的33%，此番核电停供导致日本东北部地区大面积停电，部分地区已经停供。这再次充分暴露出了大电网集中供电的弊端——一旦发生大灾难，将导致电网瘫痪，随之而来的经济损失和对社会造成的负面影响将无法想象，更不可挽回。

而分布式能源能起到的作用却恰恰与大电网相反，其高效、灵活、安全的供电特点不仅能弥补大电网在应对诸如上述突发事件时的种种弊端，在日常生活中也能起到很好的电力调峰作用，无形之中会增加大电网的供电安全性。日本地震活生生地告诉我们，大电网是有缺陷的。受地震影响，东京电力实行了轮流停电计划，但在分布式能源发展较好的区域如东京的新宿、赤坂和幕张地区等未因此而遭受太大的损失，反而会在一定程度为大电网提供有益补充。不仅如此，以北京为例，北京夏季1 400万kW电力负荷的40%为电空调，而天然气近80%的年耗量是在供暖季，燃气和电力为了满足各自的峰谷需求均需多投资几百亿元或建调峰气库或建调峰电站，但这样做系统利用率会很低。

电力专家指出，一个城市为保证其供电系统的安全性，自发电能力至少应超过25%。由于用电与用气的季节性差异，发展天然气分布式能源在夏季用电高峰期提供冷和电，一方面是对电网的有益补充，另一

方面更是对燃气的高效利用。著名的广州大学城分布式能源项目就是一个很好的例子。

3.2 节能减排，提高能源利用效率

当前在城市大力发展天然气已经成为国家实施低碳经济的重要组成部分。为促进天然气事业的发展，国家在加大国产气勘探开发力度的同时，正积极扩大国际贸易进口，并努力发展各种替代气源。其中，提高城市燃气的利用效率成为最重要的要求，任务也最艰巨。

国际上很多国家的实践证明，通过提高天然气最终的使用效率，扩大天然气在运输、供暖和发电方面的应用，以取代碳含量较高的固体和液体燃料是减小二氧化碳排放最有效的措施。尤其是大力发展天然气分布式能源，使一些国家的能源可靠性得到了很大提高，能源消费价格大幅降低，不仅使消费者得到了实惠，这些国家的能源消耗和碳排放也得到了有效的控制。

3.3 国家出台了許多支持分布式能源发展的政策

2007年9月3日，国家发改委出台的《天然气利用政策》，第四条关于天然气利用领域和顺序中，分布式热电联产、热电冷联产用户列为优先类。

当前，国家已经把发展天然气分布式能源列入重要议程。据报道，天然气分布式能源已经被列入国家发改委的“十二五”《新能源产业发展规划》中。根据国家能源局去年的发文，要在2011年拟建设1 000个天然气分布式能源项目。由此，天然气分布式能源在国内的发展前景可见一斑。

受国家能源局的委托，中国城市燃气协会正组织开展“十二五”天然气分布式能源发展形式、国内外市场和技术示范、相关标准规范、与智能电网关系等问题的专题研究。按要求，上述研究成果将为我国“十二五”天然气分布式能源的发展提出针对性的政策和建议。

2008年4月1日实施的《中华人民共和国节约能源法》第三十二条规定“电网企业应当按照国务院有关部门制定的节能发电调度管理的规定，安排清洁、高效和符合规定的热电联产、利用余热余压发电的机组以及其他符合资源综合利用规定的发电机组与电网并网运行，上网电价执行国家有关规定”。

此外，根据国家发展和改革委员会、财政部、

中国人民银行、国家税务总局今年联合制定的《关于加快推行合同能源管理促进节能服务产业发展的意见》，政府对节能服务产业采取适当的金融和财政、税收等方面的扶持政策。其中，对节能服务公司实施合同能源管理项目，取得的营业税应税收入，暂免征收营业税，对其无偿转让给用能单位的因实施合同能源管理项目形成的资产，免征增值税。

4 国内外实施分布式能源的情况

4.1 国外分布式能源积累了丰富经验

分布式能源是从20世纪70年代末开始最先在美国发展起来的。30多年来，分布式能源在很多国家如美国、日本、丹麦、荷兰等得到大力发展和推广，与此同时，其在节能减排上发挥的作用也让这些国家切切实实享受到了实惠，继而推动其进一步发展。国外几十年取得的经验不容忽视，值得我国借鉴。它反映了分布式能源在世界范围发展的大趋势，这是世界范围能源与环境的形势、经济可持续发展的要求、以及分布式能源自身的特点所决定的，是历史发展的必然趋势。

目前美国已经有6 000多座分布式能源站，仅大学校园就有200多个采用了分布式能源站。美国政府计划到2020年，一半以上的新建办公或商用建筑采用分布式热电冷三联产。同时有15%的现有建筑改用热电冷三联产。此外，美国能源部和环境保护署还计划2010年分布能源的装机容量达到9 200万kW，占全国总用电量的14%，2010年~2020年间再增加9 500万kW，占全国总用电量的28%。日本到2008年就有达7 800个总能系统投入运行，并计划在2010年分布式能源供能达1 000万kW。日本还大力发展了低热值燃料和可再生能源利用、微网及控制、热电联产装置的小型化及家庭单元机组等一系列新技术，使节能减排收到明显效果。此外，日本能源贸易工业部于2004年发布了到2030年的长期能源规划，其中进一步强调了分布能源及微网系统。该规划中规定2030年前分布能源发电量将占总电力供应的20%。丹麦和荷兰是分布式能源系统推广力度最大的两个国家，因此也成为各国效仿的对象。目前，丹麦分布式能源的占有率在整个能源系统中已经接近60%，荷兰也超过40%。由于

推广分布式能源，这两个国家的废气排放量已经大大降低，二氧化碳和氮氧化物的排放量已经比10年前分别降低了30%和20%，而且能源的可靠性大大提高，能源消费的价格也大大降低。这两个国家政府先后出台了一些鼓励分布式能源的法规和法律，如丹麦的《供热法》和《电力供应法》就对分布式能源明确提出了予以鼓励、保护和支持，政府也制订了分布式能源建设的一些补偿政策和给予优惠的贷款，如无息贷款等。

4.2 分布式能源在中国的应用

目前我国北京、上海、广州等地已有一批以油、气为燃料的分布式热、电、冷工程投入运行，取得明显的经济效益、环保效益和社会效益。上海分布式能源系统发展已有十几年历史。目前上海已建成浦东国际机场一期工程、闵行中心医院、711研究所莘庄研发基地、航天能源飞奥基地、老港垃圾场（沼气）等15个分布式能源项目，“2011年上海将继续推进医院、宾馆、园区等一批项目”。就在3月26日，上海虹桥商务区分布式能源项目举行了开工仪式。北京燃气集团生产调度指挥中心大楼是北京市天然气管网监控和调度的中心，其建筑面积32 800万m²。该项目是由燃气集团投资建设的国内第一个成功运行的楼宇型三联供项目，于2004年8月调试成功，制冷季和采暖季三联供系统运行，过渡季检修维护。项目采用燃气内燃机发电机组，选择了卡特彼勒公司的G3508（容量480kW）和G3512（725kW）机型，分别与远大的BZHR100Ⅷ（100万大卡）和BZHR200Ⅷ（200万大卡）的余热型直燃机联合工作。北京南站为响应国家节约能源，改善北京市环境保护，在北京南站中建设燃气冷热电三联供系统解决南站的全部冷热和部分电力供应。另外，长沙黄花国际机场新建航站楼拟利用天然气冷热电多联供技术。深圳市招商局光明科技园启动区区域冷热电联产能源中心工程作为深圳市招商局光明科技园启动区的一部分，主要是为解决整个启动区的能源供应问题。

5 分布式能源系统工作基本原理分析

天然气分布式能源系统提高能效的潜力有两方面：一是抽出低压蒸汽供给用户取代直接燃用天然气

或煤的锅炉；二是利用燃料发电后40%排放的废热。前者相当于工业CHP，只不过联合循环电站建设时只考虑了调峰，而没有注意与工业热用户的结合。在新建的工业园区中，在注意规模大小、空间布局、蒸汽参数、使用时间特性等各方面协调配合的情况下，是不难实现的。

燃料发电后40%的废热，有余热锅炉排烟和汽轮机乏汽的冷凝潜热两项。最新设计的排烟温度已降低到100℃以下。因为天然气含氢量大、烟气水露点高于60℃，显热、潜热都有。乏汽的冷凝潜热通过复水器传递给循环冷却水，夏季温度约30℃~38℃，冬季为20℃~28℃。显然，直接用这些“废热”供暖、供热水并不现实，但它们可作为热泵供暖、供热水的热源。与目前热泵系统广泛采用的地热源（14℃~20℃）、海水源（3℃~6℃）比较，温位高、相应的能效比（COP）大、取用成本低且方便，具有很好的经济效益。

热泵供生活热水的创新流程是：原水首先利用16h/d运行的天然气联合循环电站汽轮机乏汽冷凝潜热加热到25℃~35℃，然后再与烟气换热升温到约50℃^[7]，通过大部分埋地的塑料管网泵送到各个热水用户的负荷中心，再用热泵升温到60℃~70℃，储存于热水罐中，供每日傍晚集中使用。冬季废热把原水从小于10℃加热到50℃，承担了70%~80%的加热负荷；在50℃的基础上进一步用热泵提升10℃~20℃，能效比从海水或浅层地热的温度提升大得多，因此能耗费用极低。储罐中60℃~70℃热水的经济输送距离约1km。实例分析表明，热水成本主要由管网等设备折旧和热泵耗能构成，约为每吨10多元。以20元/t价格售出（电/燃气热水器热水价为24元/t~44元/t）时电站可获相当于售电收入1/4~1/2的经济效益（取决于供热与发电规模的比率关系）。

新规划建设电站选址如果靠近工业、商住等负荷中心区，规模与用热互相协调适应。由于50℃的经济输送距离可以长达10km，因此电站余热利用可以覆盖数十平方千米的区域。已建成的远离工业、商住区的电站必要时可以搬迁过来。原来废弃的低温热只要能利用一半，天然气能效就可以由45%~55%提高到65%~75%，既改善了天然气发电的经济性和电厂对天然气价格的承受能力，又提供了廉价、高效的终

端用热（蒸汽）服务。

6 分布式能源实施风险分析及规避

实施分布式能源存在一定的风险，概括起来说，分布式能源在中国起步晚，我们的技术研究、设备制造与配套技术还比较落后，政策还不完善，社会认知度还比较低。显然，制约分布式能源发展的障碍主要集中在技术、利益分配与体制方面。正如专家指出，分布式能源本应是智能电网天然的合作伙伴，它不仅能够保障大电网的安全，而且具有强大的调峰功能。但在目前的电力体制下，一方面分布式能源发的电无法实现上网，只能自发自用，经济效益无法得到保障，也就不能得以发展。

6.1 技术因素

技术因素涵盖了与分布式能源系统相关的各个技术问题。具体地说，就是分布式能源设备的技术性能，如发电机组、并网设施、输配电网的运行，以及电网安全、可靠及稳定运行的标准等。分布式能源系统并网存在以下的限制。

（1）电网的技术条件：分布式能源系统并网可能使电网的故障率上升，这就限制了分布式能源系统尤其是热电联产机组的并网。此外，并网还意味着电网电压的升高。这些都对电网的改造提出了新要求。

（2）现有的电网设计程序：它是根据电流由集中式发电厂输向用户端（单向）而制定的。而分布式能源系统的并网则意味着电流的双向流动，为此必须修改现有的电网设计程序。

（3）安全问题：分布式能源系统的并网可能引发意想不到的操作。如，某一条馈线的故障可能使另一条馈线产生断路。

（4）产生可能的波动和配备辅助装置：并网的分布式能源系统数量越多，对电网的冲击大。间歇性的分布式能源系统还需要配备存储设备等。

（5）精确计量和控制方式：目前的计量和控制方式尚不能满足分布式能源推广应用的要求。

（6）缺乏必要的基础设施，制约了远离电网的分布式能源系统的建设。为了并网，分布式能源开发商必须接受电网公司或电力公司的有关并网技术条款，其中包括各方的责任、电网改造及线路延伸的成

本分摊等。

6.2 政策与机制因素

政策与机制因素包括直接和间接地影响分布式能源项目的政策,以及制定、实施相关政策的体制结构等。虽然政府出台了上述一系列政策,但无直接政策,并在操作中存在一定的难度。支持政策的空缺或不确定是分布式能源发展的重要障碍。

6.3 市场因素

市场因素包括分布式能源技术自身的经济特性和市场结构。前者指的是设备及运行成本,以及融资、燃料和产品合同等。对于天然气热电冷联产设备而言,气价/电价比的迅速攀升极大地影响了分布式热电联产技术的推广。一方面,天然气价格不断上涨,而另一方面,电力市场开放的负面结果(未计入环境成本)使电价偏低,热电设备运行的经济性则难以维持。一台50万t处理量的锅炉设备成本在500万元以上,如果园区内有企业150家的话,至少需要3台锅炉,光设备投入就超过1 500万元,且不计人力等其他方面的成本投入。这样计算,投资回收期一般在3年~5年。

目前,在一批致力于分布式能源发展的专家、学者和企业的大胆实践探索下,国内已经开展了一些有意义的尝试。比如杭州燃气集团在新办公区建设的天然气分布式能源项目就与当地供电部门达成了“并网不上网”的协议。这样,在该项目自发电供应不足时可从外部电网弥补,但多余的发电量不能上网,需要自行调节电热冷量的配比。这种调节在技术上也能实现,比如采取微型模块式燃气发电机,这样就可以根据电冷热的实际需求来启动模块机组的多少,“‘并网不上网’在一定意义上说就是对过去不许‘并网’的突破。”

7 项目运作基本模式分析

虽然现在发展天然气分布式能源还存在一定的制约因素,但如果我们选取一些比较好的区域进行实施,成功的可能性比较大,如选择中央商务区、商业摩尔城、地铁沿线、高端居住楼小区等。选择这些区域主要是考虑一是未来需求较大,用户集中,容易形成规模效益,再是可以列入先行规划、同步建设,以

同类型的机会投入,减少固定资产投入,可以缩短投资回收期。

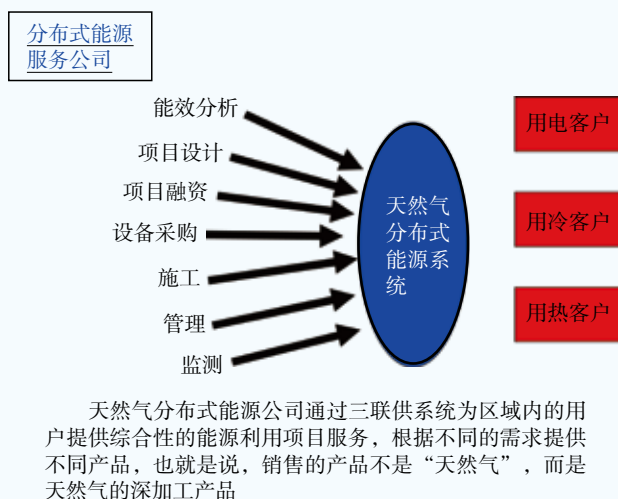


图1 天然气分布能源实施流程图

项目实施的赢利来源:一是能效提高部分。如采取天然气直接燃烧使用,热利用率只有30%至40%,而用分布式能源,能到70%至80%,基本能提高一倍的能效,这是项目产生利润的主要来源;二是政府节能奖励。按照合同能源管理模式实施分布式能源,可以按《合同能源管理项目财政奖励资金管理暂行办法》规定,对采用合同能源管理方式实施的工业、建筑、交通等领域以及公共机构节能改造项目,按照中央财政奖励标准为240元/吨标准煤,省级财政奖励标准不低于60元/吨标准煤进行节能奖励;三是能源咨询与设计。在技术水平高、管理能力强的条件下,为其他用能用户提供能源方案的设计与优化,项目单位可直接取得服务收入。

8 实施措施

实施天然气分布式能源,首要是改变价值观。我们要改变以前仅认为我们是在销售天然气这一有形产品的观念,而应认为我们是在做能源事业。实现天然气能效最大化,减少大气污染才是最终追求。其次,天然气只是初级产品,我们应该努力增加其附加价值,实现企业利益最大化。而分布式能源系统正是增加其附加价值,提高其能效率的重要手段。

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2011.10.008

降低管网运行风险，创新施工配合管理

—— 建设施工配合的全向管控机制

□ 北京市燃气集团有限责任公司第四分公司

1 企业基本情况

北京市燃气集团有限责任公司2009年组织机构优化重组后，成立了五家综合区域分公司和一家高压管网公司。始终秉承“气融万物，惠泽万家”的企业理念，坚持以用户需求为导向，以奉献优质清洁能源为媒介，提供安全满意的服务。“安全是魂，预防在先”是集团公司安全管理工作的基本原则。

运行维护三所隶属于北京市燃气集团第四分公司，共有员工59人。维护管理调压站68座，调压箱311台，闸井490座，中低压燃气管线共计约604km。

工作内容是通过对中低压管网和附属设施的运行维护管理，达到保证管网安全连续稳定向用户供气

的目的。

2 背景

2.1 影响燃气管网安全运行的原因

一般来讲只要是燃气供应企业，就存在发生突发事件（事故）的可能性。我国历来重视燃气安全工作，也出台了一些条例和管理办法，但是快速的城市化进程和各地生产力水平、城市管理水平的参差不齐，导致与燃气相关的事故不断发生。

北京市燃气集团公司在管网安全管理方面有过深刻的教训，也积累了丰富的经验。运用统计分析找出突发事件（本文仅讨论管网事故）的发生规律。

表1 2007年至2009年管网事故情况

年份	事故次数	自然腐蚀	外方施工	设施故障	地面临陷	人为误操作	建筑物重压或车辆碾压	水堵、冻堵、杂质堵塞	人为破坏
2007	122	19	50	34	4	1	7	6	1
2008	84	6	30	36	4	0	4	2	2
2009	91	22	41	20	4	1	1	1	1

9 结论

随着国家经济发展对能源、环境提出的新要求，天然气产业的深入发展，政府积极出台相关政策，企业改变经营观念，大力发展天然气分布式能源系统，对行业发展、对企业发展，实现科学发展意义重大。

参考资料

- 1 中国城市燃气发展现状战略动向（三）
- 2 中国能源网
- 3 中国政府网