

电力需求侧管理系列丛书

国家发展和改革委员会
电力需求侧管理培训推荐用书

分布式能源 与热电冷联产

国家发展改革委经济运行调节局
国家电网公司营销部 编
南方电网公司市场营销部

DSM



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

分布式能源 与热电冷联产

国家发展改革委经济运行调节局
国家电网公司营销部 编
南方电网公司市场营销部

The letters 'DSM' are rendered in a large, bold, black, sans-serif font. A thick, grey, three-dimensional ribbon-like graphic weaves through the letters, starting from the left, passing behind the 'D', then in front of the 'S', and finally behind the 'M'.

中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《电力需求侧管理系列丛书》是国家发展和改革委员会开展电力需求侧管理培训工作的推荐用书，丛书共 13 个分册，涵盖电力需求侧管理工作的管理、技术、工具三个层面。本书是其中的《分布式能源与热电冷联产》分册，具体介绍了能效电厂的理论依据、实施情况和经验总结，包括分布式供能技术、分布式能源系统综合优化技术、热电冷联产和国外能效项目实践经验等内容。

本丛书可供各级政府主管部门、电网企业、能源服务机构、电力用户相关人员阅读、使用。

图书在版编目（CIP）数据

分布式能源与热电冷联产 / 国家发展改革委经济运行调节局，国家电网公司营销部，南方电网公司市场营销部编. 北京：中国电力出版社，2013.8

（电力需求侧管理系列丛书）

ISBN 978-7-5123-4708-3

I. ①分… II. ①国… ②国… ③南… III. ①热电冷联供—技术培训—教材 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 158318 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11.5 印张 172 千字

印数 0001—3000 册 定价 29.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《电力需求侧管理系列丛书》编委会

主任 鲁俊岭

副主任 徐阿元 吴建宏 王勤 胡兆光

编委 (按姓氏笔画排序)

马丽华	王玉萍	王成强	王林	王宗义	王海龙
王海波	王榕	王德亮	王鑫	韦加雄	卞忠庆
左松林	田永军	史景坚	冯小维	朱炯	朱清
乔昆	任泽	华普校	刘学军	刘宪明	刘继东
关长祥	江峰	孙红光	李开明	李永宁	李郁
李绍祥	李洪宾	李家才	李惊涛	杨仁泽	杨锦辉
何胜	汪穗峰	张庆云	张兴华	张军	张志飞
张波	张南娇	张艳红	张继刚	张磊	陈少江
陈军	陈枫	范继臣	林世良	金必煌	金国生
周新民	郑建平	赵小平	赵青山	胡占廷	钟树海
段学民	姜林福	羿宗胤	夏云飞	夏鑫	顾国栋
徐兵	徐磊	卿三红	郭炳庆	朗琼	陶时伟
黄永斌	黄志明	黄惠英	梅学民	曹念忠	崔海山
董新	舒旭辉	路民辉	詹昕	廉国海	颜庆国
薛建虎	檀跃亭	魏宏俊			

《电力需求侧管理系列丛书》编写组

组 长 陈江华

副组长 周 珏 徐杰彦

编写人员 (按姓氏笔画排序)

丁 胜 王振宇 王 鹤 尹玉霞 吕晓剑

闫华光 吴亚楠 吴在军 李玉琦 李 军

李铁男 李涛永 李德智 邱泽晶 张小松

陈 磊 苗常海 周伏秋 周 莉 周 晖

单葆国 钮文洁 黄学良 曹 荣 蒋利民

谭显东 Wolfgang Eichhammer

前 言

为深入开展电力需求侧管理工作，增强全社会科学用电、节约用电、有序用电的意识，提高从业人员电力需求侧管理业务水平，国家发展和改革委员会经济运行调节局会同国家电网公司营销部、南方电网公司市场营销部组织有关单位和专家编写出版了《电力需求侧管理系列丛书》。

本丛书共 13 个分册，涵盖电力需求侧管理工作的管理、技术、工具三个层面。其中，管理层面有《中国节约能源法规与政策解析》《综合资源规划与资源选择》等分册；技术层面有《能效电厂理论与实践》《负荷特性及优化》《重点用能行业节能技术》《能源审计》《通用节能技术》《分布式能源与热电冷联产》《空调与热泵技术》《电机系统节能技术》《电蓄冷蓄热技术及技术经济评估》等分册；工具层面有《节能量和节约电力测量与核证》《欧盟能效指令与白色证书》等分册。

本丛书是国家发展和改革委员会开展电力需求侧管理培训工作的推荐用书，可供各地政府主管部门、电网企业、能源服务机构、电力用户相关人员阅读、使用。

丛书的编写得到了国家发展和改革委员会能源研究所、能源基金会、德国国际合作机构、国际自然资源保护协会、国网能源研究院、中国电力科学研究院、东南大学、北京交通大学等单位、机构和专家的大力支持。

本分册为《分布式能源与热电冷联产》，由东南大学黄学良教授、吴在军副教授和南京工程学院李军博士主编，本书共 4 章，黄学良教授编写了第一、三

章，李军博士编写了第二章，吴在军副教授编写了第四章；全书由国网北京经济技术研究院韩丰主审。

由于编写时间仓促，书中难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见。

编 者

2013年6月

目 录

前言	
第一章 概述	1
第一节 分布式能源系统	1
第二节 热电冷联产系统	12
参考文献	21
第二章 分布式供能技术	23
第一节 基于化石燃料的分布式供能技术	24
第二节 基于可再生能源的分布式供能技术	46
第三节 基于混合能源的分布式供能技术	78
参考文献	85
第三章 分布式能源系统综合优化技术	87
第一节 制冷与热泵技术	87
第二节 蓄能技术	95
第三节 多种能源系统整合优化	105
第四节 分布式能源与大规模电动汽车互动优化	118
第五节 网络式能源系统	125
第六节 分布式供能系统对配电网的影响	129
参考文献	133
第四章 热电冷联产	135
第一节 热电冷联产设备选型及运行维护	135
第二节 热电冷联产系统综合评估	154
第三节 热电冷联产案例分析	168
参考文献	176

概 述

第一节 分布式能源系统

分布式能源系统（Distributed Energy System, DES）是具有低污染排放、灵活方便、高可靠性和高效率等特点的能量生产系统。包括内燃机、燃气轮机、微型燃气轮机、燃料电池等原动机构成的发电系统和可再生能源发电系统。分布式能源系统与大电网的合理结合将大大改善供电效率、供电质量、供电安全性，减轻环境污染，减轻不断增长的能源需求对电网造成的压力，被认为是 21 世纪电力工业的发展方向。

一、分布式能源系统内涵及特点

人类使用自然界能源经历了一个从分布式能源系统到集中式能源系统的过程，现在一些工业发达国家又出现了从集中式能源系统到分布式能源系统的发展趋势。造成这种演变，反映了能源与环境关系的需求，同时也反映了单独集中式能源系统的固有缺陷。现代分布式能源系统正越来越受到人们的重视。

分布式能源系统只是这种新型能量供应系统的一种称呼，国外常用的称呼还有 Distributed Generation、Decentralized Generation、Distributed Power Generation、Distributed Power、Distributed Energy Resources 等，与此相应，国内的称呼也不一致，如分布式能源系统、分布式电源、能源岛、分布式能源、分布式供能等，这些称呼的内涵大同小异，本书一概称之为分布式能源系统^[1~3]。

对于分布式能源系统的定义，一般认为，是指以可再生能源或天然气等清洁化石燃料为能源的、孤立的或只与配电网相联系的小型能量系统。到目前为止，对于分布式能源系统还没有确切的、统一的定义。

在技术方面，有些定义认为分布式能源系统只是发电技术，而有些定义除了包括发电技术外还包括能量储存、能源管理、需求侧管理等技术。能量储存、能源管理、需求侧管理等概念在分布式能源系统定义中的出现使分布式能源系统的概念更加含混。因为，能量储存、能源管理、需求侧管理等技术本身覆盖的领域比较广泛，尤其是这些内容不是分布式能源系统所独有的，传统的电力系统同样可采用这些技术。因此，为了使分布式能源系统的定义更鲜明、更突出其特性和本质，分布式能源系统应以发电技术^[4]为核心。

在分布式能源系统的容量方面，有的定义用的是“小的”一词，有的定义给出了确切的容量限值，但限值不统一，有的是 50 000kW，有的是 30 000kW，有的是 10 000kW。然而，由于容量限值的不统一，使人们无法确切判定哪些发电设备属于分布式能源系统，哪些不属于分布式能源系统。对发电设备来说，容量大小只是一个相对概念。当前分布式能源系统所说的“小”有两个方面的含义，一方面，分布式能源系统所涉及的新型发电技术——太阳能、风能、燃料电池的容量在现有的技术条件下本身就不大，与中央电站相比是小的发电设备。另一方面，则隐含着环保政策的制约，分布式能源系统的概念起源于美国。在美国，《洁净空气法》规定，任何装置只要每年排放 10t 以上危害空气的污染物，如汞；或者排放 100t 以上标准污染物，如 SO_2 或 NO_x 等，则被认为是污染源。对污染源，环境保护法有严格的限制。用户在建造自己的发电设备时，为了回避环境保护法带来的不必要的麻烦，都采用小的发电装置，使发电装置的污染物排放低于《洁净空气法》所规定的污染源排放限值。因此，从设备上讲，分布式能源系统容量的大小是由环境政策和发电技术的污染物排放水平决定的。由于不同的国家、不同的地区采用不同的环保政策，所以分布式能源系统的容量大小将会因环境政策和采用的发电技术的不同而有不同的界定，容易产生混乱。

应该指出的是，以发电装置容量的大小来界定分布式能源系统是不科学的，从新型发电技术本身来说，技术在发展，分布式能源系统所涉及的新型发电技术——太阳能、风能、燃料电池的容量也会随着科学的发展、技术的进步、制造工艺的改进而不断增加，燃料电池已显现出这一趋势。因此，以容量范围进

行界定将会限制分布式能源系统技术的发展。另外，简单地为了回避环境法的限制而采用小的发电设备，使发电装置的污染物排放量低于《洁净空气法》所规定的污染源排放限值，这种做法本身就值得商榷。

究竟应该如何界定分布式能源系统的容量范围，或者该不该界定分布式能源系统的容量范围，本书认为应该用发展的眼光，从分布式能源系统的本质特征出发进行讨论。由于科学在发展、技术在进步，各种新的发电技术的装置容量会随技术的进步而发生变化，因此，不能简单地以容量大小来界定分布式能源系统。分布式能源系统是相对于“大电网、大容量、大电站”的集中式能量供应方式而言的，是布置在用户附近满足用户能量需求的能量系统。究其本质，就是为了服务于当地的负荷中心，而不是为了大规模远距离输送电力。从满足用户用能需求角度来讲，分布式能源系统容量的大小应由用户能量需求特性来决定。所以，建议在分布式能源系统的定义中不要界定发电设备的容量范围。

基于上述考虑，分布式能源系统是指一种位于用户侧的，包含能量转换、传递和终端输配等环节的发电系统或有电能输出的联产系统。其具有高效、节能、环保、经济和安全可靠等基本特征，可灵活地、因地制宜地利用清洁化石能源和可再生能源^[5]。

分布式能源系统立足于现有的能源——资源配置条件和成熟的技术组合，是不同领域新技术革命的整合，建立在信息通信技术、智能控制技术、先进的材料技术、灵活的制造工艺等新技术的基础上，具有低污染排放，灵活方便，高可靠性和高效率的能量生产系统。

分布式能源系统能够克服中央电站受规模(容量)、地域和广度限制的不足，有利于各种规模热电联产、多联产系统和多联产联供系统的广泛应用，有利于需求侧能量管理及相关技术的应用，有利于包括余热、太阳能、风能、生物质能等多种能源之间的互补，充分利用一切可以利用的资源。

分布式能源系统是基于一系列能源技术进步和能源结构调整的产物，是不同领域新技术革命的整合，是建立在自动控制系统、先进的材料技术、灵活的制造工艺等新技术的基础上，具有低污染排放，灵活方便，高可靠性和高效率的电能生产系统。

分布式能源系统有如下优点^[4]：

(1) 分布式能源系统避免了输配成本。传统的中央发电技术，必须通过输配电网，才能将生产的电能供给用户，随着电网的进一步扩大，电能输配成本在总成本中占的比例越来越大，电能的输送成本占电能生产成本的 50%~80%，就美国的评估结果来看，平均的电网输送成本为 2.5 美分/kWh，电能输送的边际成本达到 20 美分/kWh。而分布式能源系统在用户附近，几乎不需要或只需要很短的输送线路，电能输配成本几乎为零。因此，分布式能源系统不仅避免了输配线路的线损，而且避免了输配线路的建造成本。

(2) 分布式能源系统能延缓输、配电网的升级换代。当新用户出现或特殊用户需要增加用电的可靠性，传统供电方式就只能通过建新变电站或升级输配电系统实现，需要投入巨额资金。而对于小型、模块化的分布式能源系统来说，在满足新用户、特殊用户的用电需求时，可简单地在用户所在地安装分布式能源系统，灵活、方便、可靠、便宜的为用户提供能量，延缓输、配电网的升级换代。

(3) 建设周期短，节约投资。大型电站和大电网需要大量的资金和长时间的建设周期，建设周期长容易出现需求与供应脱节、不同步问题。而分布式能源系统可以在几周或几天内实现，不会出现需求与供应脱节、不同步问题。另外，分布式能源系统实现能源就地转换、就地供应，大大减少输电、变电、热力管网、换热站等的投资，节约了资金。

(4) 分布式能源系统易于实现热电冷联产。由于大型电站的选址，受到水源、交通和环境污染等诸多因素的制约，一般远离城市和负荷中心，只能是以相对单一的电能方式满足用户的需求。然而，用户不仅仅需要电能，还需要其他形式的能量，如空调和供暖需求等，由于制冷介质、供热介质不宜远距离传输，这样，中央电站不易实现热电联产。分布式能源系统一般布置在用户附近，克服了制冷介质、供热介质远距离传输的困难，可根据用户的需求，灵活地通过不同循环的有机整合，进行热电联产或热电冷多联产系统，实现能量的综合梯级利用，提高了能源利用率，分布式能源系统热电联产方案的总效率也可达 75%以上，现代先进的热电联产系统的总效率可达 85%。

(5) 环保效果好。分布式能源系统利用风能、太阳能等可再生能源生产电能几乎对环境没有污染;利用化石燃料发电易于实现热电联产,热电联产有利于提高能源利用效率,能源利用效率的提高实质上就是减少了污染物的排放。

(6) 分布式能源系统具有高的供电效率。大型电网中央发电机组采用汽轮发电机组,其发电效率一般在 30%~40%,考虑到电网的输送损失,电力系统的供电效率为 30%左右。而分布式能源系统除了太阳能、风能的发电效率明显低于中央发电机组的效率外,其他分布式能源系统的发电效率都接近或超过中央发电机组的发电效率,就连微型燃气轮机的效率也可达 28%,先进的燃料电池的发电效率也可达 50%以上。

二、分布式能源系统应用及研究现状

1. 美国分布式供能发展和政策支持概况^[6]

分布式能源系统的概念是从 1978 年美国《公共事业管理政策法案》公布后,在美国开始推广,然后被其他发达国家所接受。

迄 2009 年底为止,全美热电联产机组总装机容量约 8500 万 kW,占全美发电机组总装机容量的 9%,发电量占美国总发电量的 12%,计划到 2030 年实现分布式能源装机占全美发电机组总装机容量的 20%,预计约 2.4 亿 kW。热电联产的平均效率约 66%,年平均运行时间约 5900h。楼宇式分布式供能项目数量远高于区域性分布式供能项目,但装机总量基本相同,大多使用燃气轮机,楼宇分布式供能项目主要是业主自行投资,区域分布式供能项目主要由有政府背景的公司或者专业能源服务公司投资建设。

美国支持扩大热电联产和支持小型电站联网,大多州均依据联邦法案制定了各类电站上网标准,分布式能源的奖励标准由各州自行制定。有的州给予采用微型燃气轮机的分布式供能项目每千瓦补贴 500 美元,使用燃料电池的每 0.5 千瓦补贴 1500 美元。美国政府鼓励发展分布式能源的政策体系比较完备,联邦政府一级,包括能源部、FERC 和环保署制定法案或条例等鼓励分布式能源发展,环保署通过制订减排方案等对各州进行奖励。各州根据具体情况分别制订相应政策和奖励办法,其中,康涅狄格州通过实施提高能效和减少排放给予分

布式能源及可再生能源奖励的措施，使该州分布式能源得到长足发展。

以纽约万豪酒店分布式能源项目为例，该项目是典型的楼宇式热电冷三联产项目，由酒店自行投资建设，供应酒店所需 70% 的电力和 80% 的热水及空调用冷水，共装备了 11 台 65kW 微型燃气轮机，系统综合能源利用效率达到 80% 以上，年减排 CO₂1700 万 t、NO_x10t，年减少向电网购电 5800MWh，年节约购电和蒸汽费用约 50 万美元，总投资约 300 万美元，4 年即收回成本。美国分布式能源发展较快得益于相对较低的天然气价格。

2. 德国分布式供能发展和政策支持概况^[6]

欧盟的能源发展情况以德国为代表。德国传统能源依赖煤炭和核能。随着能源危机的出现、温室气体减排的压力日益增加，特别是 2011 年日本“3·11”大地震后，德国的能源方针发生了较大转变。主要是积极发展可再生能源、大力利用低碳能源，减少煤炭的消费和逐步压缩核电（计划 2020 年全部停用德国境内核电站）。在这种背景下，德国的燃气分布式能源得到长足发展。

德国的发电主要依靠四大发电公司（E.ON、RWE、EnBW 和 Vattenfall），而供热主要依靠地方能源公司。地方能源公司在有条件的区域，一般把分布式能源和区域集中供热结合起来建设。

2005 年，德国燃气分布式能源系统装机项目共计 2938 个，容量达到 2100 万 kW，发电量占全国总发电量的 12.6%，占供热量的 14%。每个项目平均容量为 6.6MW。政府期望在新政策推动下，到 2020 年使燃气分布式能源系统的发电量翻一番，达到 25%。在新政策推动下，34 个地方能源公司已经计划新建 2200MW 燃气分布式能源系统，同时有 29 个地方能源公司开展了对 1250MW 的现有电站进行燃气分布式能源系统改造。

目前，四大发电公司也纷纷进入热电联产领域。E.ON 和 Vattenfall 主要把传统电站进行热电联产改造，而 RWE、EnBW 则在工业领域开发热电联产业务。德国 BEI 和斯图加特大学研究表明，德国燃气分布式能源系统开发潜力为每年发电 300~500TWh，可以减少一氧化碳排放 5400 万~8000 万 t，能够满足全国 37% 的用电。

德国的燃气分布式能源系统重点用户是宾馆、医院和商业。此外，化工企

业使用也比较普遍。而政府办公楼及其他公共建筑一般接入集中供热系统，单独安装燃气分布式能源系统比较少。德国家庭用电占总用电量的 29%，其中供暖和热水用电占 89%。针对家庭需求，德国公司开发了微型燃气分布式能源系统，目前，设计了 5kW 的系统，已经安装了数千个，未来几年，将会有更大发展。

德国的政策扶持措施主要是在 2002 年制定了燃气分布式能源系统法。规定电网运营商必须与燃气分布式能源系统并网，同时以标准电价收购燃气分布式能源系统的上网电量。标准电价根据《欧洲能源交换条约》规定的平均基本电价确定。从 2002 年 4 月 1 日起，2MW 及以下的燃气分布式能源系统还能得到 1.59 欧分/kWh 的节能附加优惠；由于燃气分布式能源系统发电减少了使用电网资源和输电损失，所以燃气分布式能源系统所发电量，包括上网电量和自发自用电量还能得到节约输电损失和公共网络使用的奖励，每千瓦时 0.4~1.5 欧分。2007 年德国修订燃气分布式能源系统法，规定电网运营商有义务接纳燃气分布式能源系统电站，并且予以优先调度；原有奖励措施延伸到 2016 年；并取消了容量限制。

国际能源署（International Energy Agency, IEA）预计，到 2030 年，德国在政府强有力的政策支持下，燃气分布式能源系统能够发电 250TWh/年。德国政府接受了 IEA 的建议并付诸实施，把燃气分布式能源系统纳入城市发展规划；继续加大发电环保税，对燃气分布式能源系统免税；继续通过可再生能源法支持沼气燃气分布式能源系统；加大沼气燃气分布式能源系统出口，德国已经成为沼气燃气分布式能源系统国际领跑者，为德国商业创造新的市场发展机会。

3. 日本分布式供能发展和政策支持概况^[6]

日本发展分布式供能已有 30 余年的历史。日本天然气应用中心调查显示，到 2010 年 3 月末，日本分布式供能的装机容量总共 9440MW，占发电容量总数的 3.4%。日本分布式供能发展呈现波浪式，20 世纪 70 年代世界能源危机和 90 年代末期世界金融危机时期，发展快一些。2011 年“3·11”大地震以前，相对来说用电比用气方便，分布式供能一度发展不快。地震后，电力紧张，建设分布式供能项目的需求有所增加。

日本政府对于分布式供能历来采取支持态度，支持力度也相当大。业主建设分布式供能项目，向政府提出申请，就可享受政策优惠。首先是减免税收，

即从法人税额里扣除相当于设备购置金额的 7%（以不超过使用年度法人税的 20%为上限）或者特别退税，为最初年度的普通退税加上相当于项目投资总量（有详细内容规定）的 30%的特别退税。

除了税收优惠之外，政府还设置专项基金，给予补助：对于新建的应用天然气的项目，可得到燃气热电联产推进事业费补助；对于原来使用其他能源通过技术改造使用天然气的项目，可得到能源合理化事业支援补助；既有企事业单位采用热电联产达到节能效果的项目，也可得到能源合理化事业支援补助。前一类补助由城市事业振兴中心负责核定发放，后一类由环境共创中心核定发放。环境共创中心受政府委托从事这项工作。业主和政府签订 5 年协议，每年要接受政府审核。

申请取得优惠政策支持的具体条件是：

第一种（新建项目）针对单机 10kW~10MW 之间的高效分布式供能项目，其中，单机在 500kW 以下、节能率在 10%以上的；或者单机在 500kW 以上，节能率在 15%以上的均可以享受。凡是市场营利性项目，可得到项目投资总量（有详细内容规定）1/3 的资助；凡是公益性的项目，可得到项目投资总量（有详细内容规定）1/2 的资助。但是每个项目最多不得超过 5 亿日元。2011 年政府预算为 20 亿日元。

第二种（天然气替代改造项目）以使用天然气为主，项目节能率在 5%以上、CO₂ 减排在 25%以上，或者虽然节约了燃料，但是其投资回收仍然要超过 4 年的项目均可以得到支持，资助金额是改造项目投资总量（有详细内容规定）的 1/3，上限不超过 1.8 亿日元。2011 年预算大约 40 亿日元。

第三种（节能改造项目）以企事业单位为对象，通过节能改造，节能率达到 1%及以上或节能量达到 1000kW 以上的项目均可以得到优惠，金额为项目投资总量（有详细内容规定）的 1/3（上限为 50 亿日元）。2011 年的预算为 240 亿日元。

大阪地区目前有分布式供能 1500MW、3500 台。其中，民生项目 500MW、3000 台；工厂项目 1000MW、500 台。民生项目主要分布在饭店、宾馆、医院和办公楼。每千瓦投资水平大约为 2030 万日元，相当于每千瓦 15 000 元人民币。如果政府没有补贴，投资回收将达到 10 年，甚至 20 年。得到政府优惠之

后,投资回收年限能够缩短到5~10年。

基本上所有分布式供能项目都并入电网运行,但是向电网卖电的相当少。“3·11”地震发生后,这一状况正在发生变化。

4. 中国分布式能源发展和政策支持概况^[4,7,8]

我国分布式能源系统是从1995年黄浦区中心医院热电冷三联产项目开始的。目前我国分布式能源系统的应用仍处于初级阶段,与国外存在着一定的差距。国内的一些科研单位、高校、大型企业,如中科院、清华大学、发电集团、电网公司、燃气集团等已经开展了这方面的研究,并已有工程项目投产运行。目前,在我国上海、北京、广州已有一批以油、气为燃料的分布式能源系统投入运行,取得了明显的经济效益、环保效益和社会效益。

上海市夏季电力短缺,2005年夏季缺口达200万kW,可以说,发展热电联产是西气东送到达上海后的最佳利用方式。目前,上海市热电联产总容量已超过200万kW,占装机容量的18%,多数热电联产都是燃煤锅炉+蒸汽轮机形式,供热基本上是区域集中供热。已有部分建筑物开始采用燃气小型热电联产,但总容量还不足1万kW。

在北京,根据国外经验和本地利用天然气的一些经验教训,建议改变利用天然气烧锅炉的方式,采用一些比较小的燃气轮机和其他热电技术,改造比较小的区域锅炉房和用户锅炉房,直接深入到用户端进行热电冷联产。该地区分布式三联产项目运作借鉴了国外的经营模式,利用专业技术公司在三联产项目运作方面高效率、低成本的优势,为用户提供方案设计、建设管理、系统调试、运行管理等一条龙服务,开发运作了北京燃气集团指挥调度中心热电冷联产(Combined Cooling Heating Power, CCHP)项目等三联产项目。

广东省由于经济发展快,能源供应跟不上,采用了很多柴油机内燃机发电,用于紧急情况和备用情况,但效率与热电冷三联产相比还有较大差距,且经济性较差。现在很多项目正在进行热电联产改造,以提高能源利用率,同时,在广州大学城项目中试行分布式热电冷三联产系统,以适应经济发展、环保要求、减轻电网负担、降低能耗等要求。

国内其他地区的分布式能源系统主要是在油田地区,充分就地利用资源,避