

中国分布式供能系统的现状与发展趋势

李发扬

(纽约大学 理工学院电气与计算机工程系, 纽约 美国 11201)

[摘要] 分析了过去 20~30 年中国一次能源消费总量、煤炭所占一次能源的比例、年人均能源消费量、 SO_2 排放量、发电机组容量、能源消费弹性系数和电力生产弹性系数等的变化规律, 得出了促进分布式供能系统在中国得到快速发展的主要因素. 介绍了中国分布式供能系统的类型、技术现状和有关特点, 指出了中国分布式供能系统目前存在的问题和解决途径. 预测了 2020 年中国一次能源消费总量和分布式供能系统的市场潜力, 为外国企业进入中国分布式供能系统市场提出了建设性的建议.

[关键词] 分布式供能系统, 热电联产, 能源消耗, 电网, 可再生能源

[中图分类号] TM 711; TM 76 TM 62/4 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2009)04-0036-08

Applications and Prospects of Distributed Power Systems in China

Li Fayang

(Department of Electrical and Computer Engineering, Polytechnic Institute of New York University, Brooklyn, New York 11201, USA)

Abstract Total consumption of primary energy, the proportion of coal in primary energy resources, emission of SO_2 , annual per capita energy consumption of households, generating unit capacity, and elasticity ratio of energy consumption and power generation over the past three decades are illustrated. Principal incentives for rapid development of distributed power systems are summarized thereafter. Classification, application cases and characteristics of distributed power systems are introduced with major problems and resolving routes pointed out. Total consumption of primary energy as well as potentiality of distributed power systems till 2020 is predicted for overseas enterprises to open up the market in China.

Key words distributed power system, CHP, energy consumption, power grid, renewable energy

全球在能源需求持续增长和环境保护双重压力下, 发达国家率先开展了既可以提高能源利用率、又可以充分利用各种可再生能源的分布式技术的研究. 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). 实际上, DER、DP、DG 的目的基本相同, 但三者所涵盖的技术范围存在区别, 属于逐级包容的关系, DG 属于最小范畴. 分布式供能技术具有燃料的多元化、设备的小型化与微型化、可实现热、电、冷联产、环境友好、可实现智能化控制和信息化管理等特点. 在分布式供能技术应用最早的欧洲, 如丹麦、芬兰、挪威等国家分布式发电装机容量现已达到总装机容量的 50%. 美国 2010 年新增发电容量的 25%~30% 将来自分布式供能系统. 美国在未来 10 年内, 分布式发电市场装机容量每年将增加 5 000~6 000 MW. 日本 20 世纪 80 年代就开展了分布式发电供能系统的理论和技术研究, 在超级电容器、燃料电池、潮汐发电、光伏发电技术等方面现处于国际领先水平. 中国经济在过去 30 年中取得了世界瞩目的快速发展, 2008 年中国 GDP 达到 300 670 亿元. 中国经济的持续发展推动了能源消费总量的持续增长, 2008 年达到 28.5 亿 t 标准煤^[1]. 在 2008 年环境监测的 477 个城市(县)中, 出现酸雨的城市 252 个, 占 52.8%^[2]. 中国能源持续增长和环境的恶化, 使我国政府十分重视分布式供能技术的推广与应用. 2007 年 8 月颁布的《可再生能源中长期发展规划》^[3]中指出, 到 2010 年要使我国可再生能源消费量达到能源消费总量的 10%, 到 2020 年达到 15%. 自《可再生能源中长期发展规划》颁布以来, 政府加大了可再生能源和分布式供能系统的研发支持力度, 为推广可再生能源和分布式供能系统提供了广阔的市场. 因此, 研究我国分布式供能系统的现状和

收稿日期: 2009-08-20

通讯联系人: 李发扬, 硕士研究生, 研究方向: 分布式供能系统的系统优化与控制. E-mail: flld1@students.poly.edu

发展趋势,对进一步探寻我国分布式供能系统技术的研究和投资热点具有实际意义,也有助于推动我国分布式供能系统的可持续发展.

1 中国分布式供能系统的发展驱动力

推动我国分布式供能系统发展的驱动力主要包括我国能源消费总量的逐年增加、人均能源消耗量的增加、环境污染的日趋加剧、能源市场的开放、各级政府对分布式供能系统的政策和经济优惠措施等.

1978 ~ 2008年我国能源消费总量 E 的变化如图 1所示. 从图 1中可以看出,能源消费总量由 1978年的 57 144万 t标准煤,增加到 2008年的 28.5亿 t标准煤. 导致我国能源消费总量持续增长的原因包括: 经济快速发展增加了能源消费总量; 煤炭在我国能源消费总量中一直占有主导地位,其利用效率远低于国际先进水平; 中国经济以粗放型为主,每万美元的能源消耗量是发达国家的 3~7倍.

我国人均能源消费量 e_{CE} 的变化如图 2所示. 经济的发展、生活方式的改变和生活水平的提高增加了人均能源消费量. 2008年我国人均能源消费量为 $214.6 \text{ kg}_{CE}/(\text{a} \cdot \text{P})$, 虽然不足美国人均能源消费量的五分之一,但由于我国人口基数大,2008年末人口已达到 132 802万,使我国的能源消费总量仅次于美国位居世界第二.

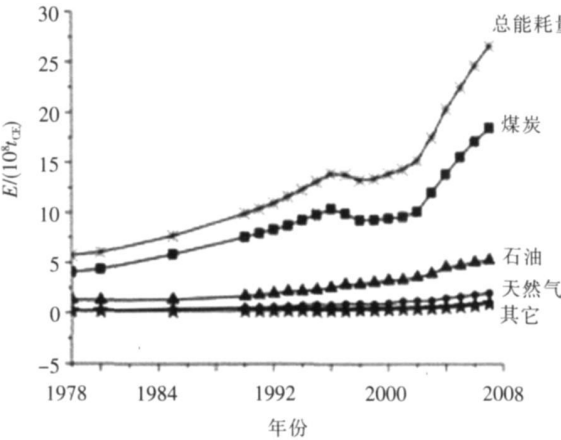


图 1 我国能源消耗总量的变化
Fig.1 Total consumption of energy in China

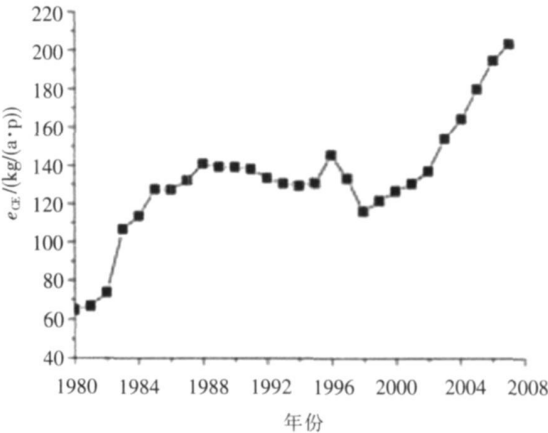


图 2 我国人均能源消耗量
Fig.2 Per capita consumption of energy in China

长期以来,煤炭在我国一次能源消费中一直占主导地位,这是由于我国的石油资源和天然气资源相对贫乏所致. 煤炭在我国一次能源消费中所占的比例如图 3所示^[1 2]. 在全国的总发电量中,燃煤电厂的发电量占总发电量的比例超过煤炭在一次能源中所占的比例,如 2008年全国总发电量 34 668.8亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$,其中燃煤火电厂发电量为 27 900.8亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 占总发电量的 80.48%.

煤炭在能源化利用过程中所排放的 SO_2 远高于燃油或天然气,煤炭作为主要一次能源使 SO_2 的排放量居高不下,2008年全国 SO_2 排放量 2 321.2万 t 全国 SO_2 的排放量随时间的变化如图 4所示. 大量的 SO_2 的排放,导致我国的酸雨区不断增加,我国现有的酸雨区面积约占全国国土面积的 1/3

随着我国能源消费总量的不断增加,我国已开放能源市场,允许非国有资金经营煤矿、发电厂等能源产业. 非国有资金进入能源产业,加快了我国能源产业发展,我国年新增装机容量的变化规律如图 5所示.

我国的能源消费弹性系数 r_e 和电力生产弹性系数 r_{ep} 的变化如图 6所示. 为了提高能源的利用率,节约能源、减少电力生产过程中的污染排放,政府对分布式供能系统给予了优惠政策和经济补贴,推动了分布式能源系统在我国快速发展.

2 中国分布式供能系统现状

热电联产具有利用率高的优点,热电联产可分为两种类型,一种是采用大容量机组进行热电联产,对外供热和发电,电能接入高压电网集中进行分配,属于集中式发电;另一种为小型热电联产机组进行热电

联产, 以热定电, 在满足一定热负荷需求的前提下, 热电联产所产生的电能由用户自身消化或在当地配电网内消化, 属于分布式供能系统. 分布式供能系统所采用的一次能源可以是常规的化石燃料, 也可以是太阳能、风能、海洋能、地热能、生物质能等可再生能源. 与集中式供能系统相比, 分布式供能系统具有容量小的特点, 运行方式一般为独立运行或与电网联网运行, 还具有启停灵活、节约电网和电力设施投资等优点, 特别适宜满足大中城市局部的独立能源用户或边远地区大电网不能覆盖到的能源用户的用能需求. 由于分布式供能系统的容量一般较小, 若仅对外输出单一的电能产品, 其发电效率大都低于并网运行的大型发电机组的发电效率. 另外, 并网运行的大型发电机组都配备完善的烟气净化装置, 污染排放都很低, 分布式供能系统的经济性和环保友好性就难以体现出来. 为了充分发挥分布式供能系统的优点, 分布式供能系统一般都采用热电 (冷) 联产方式运行, 既可满足用户对不同形式能量的需求, 也可提高系统的能源化利用率, 最大限度发挥分布式供能系统的热经济性和环保友好性.

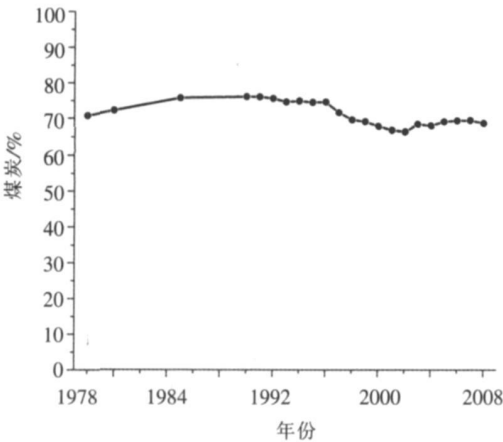


图 3 煤炭在我国一次能源消费中所占比例

Fig.3 Proportion of coal in primary energy resources in China

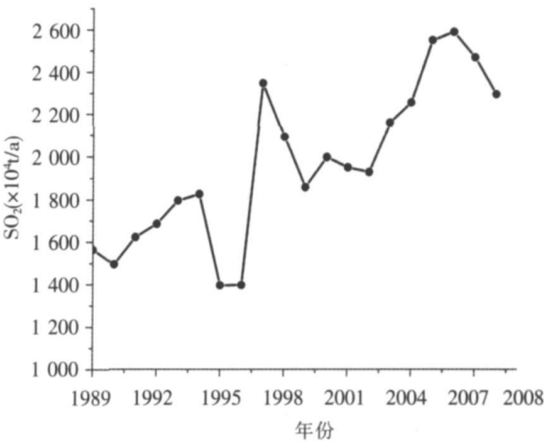


图 4 二氧化硫排放量的变化

Fig.4 Total emission of sulphur dioxide in China

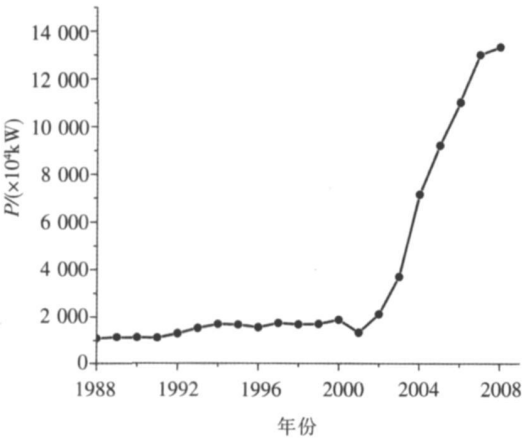


图 5 我国年新增装机容量的变化

Fig.5 Newly installed capacity of power generation in China

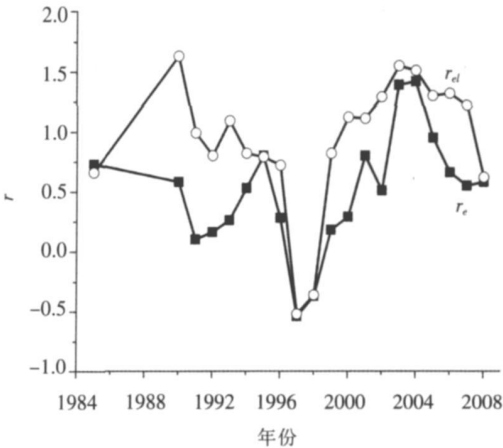


图 6 能源生产弹性系数和电力生产弹性系数的变化

Fig.6 Elasticity ratio of energy consumption and power generation in China

目前我国分布式供能系统所采用的一次能源包括天然气、煤层气、高炉煤气、太阳能、生物质能、风能、地热能、水能、余热等, 对外输出的产品分为单一产品电能和热电联产两种. 分布式供能系统完成能量转换分为采用热力循环和非热力循环两种. 常见的热力循环有燃气轮机循环、斯特林 (Stirling) 发动机循环、内燃机循环、燃气蒸汽联合循环、燃料电池-燃气-蒸汽联合循环等. 采用非热力循环完成能量转换的分布式供能系统有光伏发电、燃料电池、风力发电和小水电站. 常见的分布式供能系统的特点如表 1 所示.

在上述分布式供能系统中,用作燃料的燃气,可以是天然气、高炉煤气、生物质燃气、矿井瓦斯、沼气和填埋场气体.我国目前应用最多的是以天然气、生物质燃气、矿井瓦斯、沼气和填埋场气体为燃料的分布式供能系统.以生物质燃气、填埋场气体、高炉煤气为燃料的热电联产机组,单机一般容量都超过 1 MW,常采用集中并网方式运行.目前我国大中城市运行的分布式供能系统应用最多的为天然气燃气轮机热电联产机组、天然气内燃机热电联产机组和燃油内燃机热电联产机组,以天然气为燃料的热电联产分布式供能机组的发电功率一般在 60 kW ~ 12MW,在实现集中供热或集中空调的基础上,将所产生的电能自用或供入当地局网.我国仅有 50% 以下的矿井瓦斯发电机组和沼气发电机组在边远地区作为分布式供能系统运行,其余机组则为集中供能系统.

表 1 常见分布式供能系统的特点
Table 1 Common types of distributed power system in China

类型	所用能源	能量转换方式	输出产品	功率范围 /kW	发电效率 /%	能量利用率 /%	参考价格 (元 /kW)
燃气轮机机组	燃气	热力循环	电、蒸汽、热水	≥ 1000	27 ~ 42	75~ 85	7 000
蒸汽轮机机组	余热	热力循环	电、蒸汽、热水	≥ 500	18 ~ 28	75~ 85	6 000
微型燃气轮机机组	燃气	热力循环	电、热水	35~ 1000	27 ~ 32	75~ 85	4 000~ 6 000
斯特林发动机	燃气、余热	热力循环	电、蒸汽、热水	10~ 200	32 ~ 40	75~ 85	5 000~ 7 000
内燃机机组	燃气、轻油	热力循环	电、热水	30~ 1800	27 ~ 41	75~ 85	4 500~ 5 500
燃料电池联合循环	燃气	热力循环	电、蒸汽、热水	200~ 1 000	37 ~ 60	85	10 000~ 15 000
光伏发电	太阳能	非热力循环		0.02~ 1 000	15 ~ 24	15~ 24	14 000~ 36 000
太阳能热水机组	太阳能	非热力循环	热水	5~ 2000	-	-	300~ 1000
燃料电池	燃气	非热力循环	电、热水	30~ 1000	37 ~ 60	85	8 000~ 15 000
小水电站	势能	非热力循环	电	≤ 500	60 ~ 70	60~ 70	6 500~ 9 000
风力发电	动能	非热力循环	电	0.5~ 100	23 ~ 40	23~ 40	6 000~ 8 000

工业领域的热电联产一般都属于分布式供能系统,大都以集中并网方式运行.我国目前工业领域的热电联产的总装机容量为 20 000MW,到 2010年将达到 50 000MW,到 2020年将达到 100 000MW.

我国的大中城市中,有并网运行的可再生能源供能系统,如北京市路灯管理中心办公楼屋顶光伏发电系统.太阳能电池板 1 734块,总发电功率为 140 kW.容量小于 100 kW 的光伏发电装置一般以分布式供能系统方式运行,我国近来建立的容量在 1MW 以上的光伏发电装置一般并网运行,容量在 100 kW ~ 1MW 之间的光伏发电机组,大多并网运行,也有一小部分以分布式供能系统方式运行.北京官厅风电场安装 33 台风力发电机组,容量为 5万 kW,每年发电量 1亿 kW · h 通过 110 kV 变电站直接并入北京市电网.

由此可见,我国目前分布式供能系统所用的燃料和机组类型是多种多样的,以满足不同用户的用能需求.但总体来说,与发达国家的分布式供能系统相比,我国的分布式供能系统的单机容量一般都较大,家用分布式供能系统在分布式供能系统中所占的比例相对较少,而我国的家庭用电在夏季可占到用电量的 30% 以上,家庭分布式供能系统具有很大的发展空间.我国目前分布式供能系统的总容量在能源消费总量中所占的比例相对较小,分布式供能系统的技术和市场的发展潜力很大.

3 中国分布式供能系统存在的问题

分布式供能系统近来在我国得到了快速发展,分布式供能系统的种类逐渐增多,总装机容量也逐年增加.但在公共意识、投资模式、运行与管理体制、政策层面、资源分布、位置布局、技术储备、环境效益、投资收益等方面,还存在不同程度的问题和制约因素,这些问题和制约因素成为我国分布式供能系统健康发展的瓶颈.

目前分布式供能系统能源体系中的贡献较小,其潜在作用不为大多数人所知,不利于分布式发电项目的推广.积极宣传分布式供能系统的环境效益和社会效益,提高民众对分布式供能系统的认识,或通过典型项目的示范作用扩大分布式发电项目的社会影响,可以提高社会各界对分布式发电项目的认可度,使分布式供能系统成为一种受社会各界欢迎和符合公共利益的供能系统.

在现行的电力管理和监管体制下,政策的制定者和执行者对分布式供能系统产生的环境效益,以及对

提高电网运行的安全性与可靠性的作用认识尚有不足, 未能使分布式供能系统的环境效益和其他公共效益得到充分的政策体现和相应的经济补偿.

现行的并网规则中并网分摊成本不尽合理, 未充分考虑分布式供能系统对改善电网负荷特性、节约电网投资、减少线路损耗和削峰填谷的作用, 分布式供能系统在并网过程中得不到公平对待.

目前分布式供能系统行政许可方面比常规电力项目要难得多, 原因是缺乏分布式发电行政许可的规定, 即便是分布式发电与常规电力项目在行政许可方面一样对待, 对分布式发电也是不公平的. 分布式发电项目一般规模小、投资少, 完全套用常规发电项目, 分布式发电的前期准备费用相对较高. 建议在制定城市规划和能源规划时, 优先考虑分布式发电设施, 提前做好规划和安排, 并制定相应的分布式发电的技术条件和指标, 简化行政许可的审批程序和手续.

在目前市场条件下, 分布式发电的社会效益没有内部化, 政策不完善, 项目的不确定因素多, 金融部门认为风险高, 而且分布式发电项目的投资者多为中小型企业, 资金实力不雄厚, 融资资信低. 分布式供能系统的投资者需要承担较高的投资风险, 影响了投资者的积极性. 政府应给予政策上的支持, 可降低分布式发电项目的投资风险. 另外, 也可通过建立公共融资担保机制, 提高分布式发电投资者的融资能力, 促进分布式供能项目的投资积极性.

如前所述, 可作为分布式供能系统的资源有可燃气、轻油和重油、太阳能、风能、地热能、海洋能、水能等, 我国在上述资源的地理分布上不均衡, 特别是太阳能、风能和地热能, 主要分布在我国西部地区. 而西部地区又是电力缺乏的地区, 因此, 加快我国西部地区分布式供能系统的发展, 是实现我国分布式供能系统大规模快速健康发展的关键之一. 在政策上和经济上扶持西部地区发展分布式供能系统, 不仅可以满足西部地区工农业对电力的需求, 而且可以有效发挥该地区可再生能源资源丰富的优势, 增加分布式供能系统在总能源系统中所占的比例, 充分发挥分布式供能系统的环境效益和社会效益.

在环境效益方面, 分布式供能系统和集中供能系统的污染排放如表 2 所示. 从表 2 可以看出, 分布式供能系统与在我国为主要电力生产者的燃煤发电机组相比, 具有显著的环境效益. 我国可再生能源供能系统大多以集中供能系统方式并网运行, 只有分布式供能系统的规模不断增大, 并且使分布式供能系统的位置布局更加合理, 才能充分体现分布式供能系统的环境效益.

表 2 分布式供能系统和集中供能系统污染排放比较
Table 2 Emission components of different types of power generation systems 单位: $\text{g} \cdot \text{KW h}^{-1}$

供能方式	供能系统	CO ₂	SO ₂	NO _x	CO	PM ₁₀	HC
分散式 供能系统	燃气内燃机	625	0.032	0.5	1.8	0.014	0.54
	燃油内燃机	695	1.25	2.13	2.8	0.36	1.65
	微型燃气轮机	725	0.037	0.2	0.47	0.041	0.14
	燃料电池	477	0.024	0.015	0	0	0
	燃气轮机	625	0.032	0.29	0.42	0.041	0.42
	光伏发电	0	0	0	0	0	0
	风力发电	0	0	0	0	0	0
集中式 供能系统	蒸汽-燃气联合循环机组	363	0.019	0.195	0.07	0.041	0.05
	燃煤汽轮发电机组	965	5.64	1.7	0.07	0.136	0.05
	燃气锅炉	201	0.01	0.22	0.12	0.01	0.014

在技术储备上, 我国在分布式供能系统的设备制造方面, 目前已能批量生产单机容量 1MW 以上的内燃机, 但尚没有批量生产微型燃气轮机和斯特林发动机的能力. 我国东方电气集团有限公司生产的单机容量超过 1MW、且适用于高海拔、抗风沙和耐低温的风力发电涡轮机已处于世界先进水平. 分布式燃料电池供能系统正处于商业化试运行阶段. 生物质热解炉和生物质流化床焚烧炉的制造水平也接近国际先进水平. 对于分布式供能系统的智能控制系统的硬件和软件, 则主要依靠进口; 智能控制系统的硬件和软件正在由清华大学、上海交通大学、天津电力科学研究院、南瑞集团等研究机构独立或合作研发, 尚处于商业化试运行阶段, 真正批量投入商业化运行, 还需要 2~3 年的时间. 对分布式供能系统接入公共电网的硬

件、软件和管理系统,目前也正处于研发阶段,已有商业化试运行的实例,但要大规模商业化推广应用,还需要 3~5 年的时间.这说明,我国在分布式供能系统的硬件和软件技术储备方面,整体上与发达国家相比,还有一定的差距.这不仅为我国研发具有自主知识产权的分布式供能系统的硬件和软件提供了广阔的发展空间,也为国外先进的分布式供能系统技术进入我国市场提供了商机.

4 中国分布式供能系统的发展趋势

4.1 中国分布式供能系统的市场预测

按我国过去 30 年能源消费总量的增长率的变化规律,若我国 GDP 继续保持过去 30 年的平均增长速度,且在节能方面取得显著成效,假定从 2009 年到 2020 年期间,我国能源消费总量的增长速度约为 5%,到 2020 年我国能源消费总量将达到 48.1~51.2 亿 t 标准煤,超过一些研究机构以前预测的 34.8~44.1 亿 t 标准煤.为了达到可再生能源消费量在 2020 年达到能源消费总量 15% 的目标,我国政府积极推进可再生能源新技术的产业化发展,建立可再生能源技术创新体系,形成较完善的可再生能源产业体系.到 2010 年,我国基本实现以国内制造设备为主的装备能力.到 2020 年,我国将形成以自有知识产权为主的国内可再生能源装备能力.

到 2020 年,生物质发电总装机容量达到 30 000 MW,生物质固体成型燃料年利用量达到 5 000 万 t,沼气年利用量达到 440 亿 m^3 ,生物燃料乙醇年利用量达到 1 000 万 t,生物柴油年利用量达到 200 万 t.建成大型畜禽养殖场沼气工程 10 000 座、工业有机废水沼气工程 6 000 座,年产沼气约 140 亿 m^3 ,沼气发电达到 3 000 MW.全国风电总装机容量达到 30 000 MW.偏远农村地区光伏发电总容量达到 300 MW.全国建成 2 万个屋顶光伏发电项目总容量 1 000 MW.全国太阳能热水器总集热面积达到 3 亿 m^2 ,加上其它太阳能热利用,年替代能源量达到 6 000 万 t 标准煤.

到 2020 年,新增 1.9 亿 kW 水电装机,按平均 7 000 元 /kW 测算,需要总投资约 1.3 万亿元;新增 2 800 万 kW 生物质发电装机,按平均 7 000 元 /kW 测算,需要总投资约 2 000 亿元;新增约 2 900 万 kW 风电装机,按平均 6 500 元 /kW 测算,需要总投资约 1 900 亿元;新增 6 200 万户农村户用沼气,按户均投资 3 000 元测算,需要总投资约 1 900 亿元;新增太阳能发电约 173 万 kW,按 75 000 元 /kW 测算,需要总投资约 1 300 亿元.加上大中型沼气工程、太阳能热水器、地热、生物液体燃料生产和生物质固体成型燃料等,到 2020 年可再生能源规划总投资约 2 万亿元.

4.2 中国分布式供能系统的技术需求预测

分布式发电的研究重点包括动力与能源转换设备、资源深度利用技术、智能控制技术、群控优化技术和综合系统优化技术等,与电网相关的技术主要包括分布式发电系统的电网接入硬件和软件、分布式发电系统与现有电网设施的兼容、整合和安全运行的硬件和软件等.为了推动我国分布式供能系统的快速发展,我国各级政府加大了可再生能源和分布式供能系统的政策扶持力度和经济支持力度,并投入了大量的人力和物力,取得了一系列突破性的研究成果,但距离大规模商业化应用还有一定的差距.

美国、德国、丹麦、法国、英国、加拿大和日本等发达国家,在分布式供能系统的硬件和软件的研发方面居于世界领先水平,并在不同类型的分布式供能系统的商业化应用方面积累了相当丰富的实际运行与管理经验.在经济和技术全球化的今天,我国已认识到,在重点发展具有自主知识产权的分布式供能系统技术的同时,需要积极开展国际化的研究合作和技术引进,尽快占据分布式供能系统硬件和软件的制高点,加快我国分布式供能系统推广与应用.

我国目前所需要的分布式供能系统的技术主要包括燃料电池供能系统的硬件和软件,燃气轮机、内燃机和斯特林发动机供能系统的硬件和软件,风能发电系统的软件,光伏发电系统的软件,生物质气化热电联产供能系统的硬件和软件.

另外,我国分布式供能系统也需要与微电网接入设备、网络控制系统、信息管理相关的硬件和软件等技术.这方面的技术需求在以自主研发为主的前提下,也可以采用技术引进和国际化合作,为国外先进技术进入我国分布式供能系统市场提供了机遇.

上述技术的需求量约占我国分布式供能系统市场占可再生能源 2 万亿元总投资的 30%~40%,如此

大的市场容量为国外先进的技术、装备、管理经验进入我国市场提供了商业机遇和空间.

4.3 外国资金与技术进入我国拟采用的战略

我国电网的运行和经营以前一直以国家为主的行业垄断,不允许非国有资本经营电网.虽然现在已逐渐开放市场,但拥有分布式供能系统先进技术和投资资本的外国企业,很难在我国境内进行分布式供能系统的自主经营,只有与中国合作伙伴进行技术合作或投资入股分布式供能系统项目,才能获得成功.外国公司要想在中国分布式供能系统领域占有一席之地并获得经济效益,选择合适的合作伙伴、投资地点和合作模式,是外国企业取得投资和合作成功的关键.随着我国在分布式供能领域采取了开放的政策,外国企业可以合资或采用 BOT 模式,甚至可采用独资方式在中国进行分布式供能技术的推广应用.在分布式供能系统项目的实施过程中,应注重自主知识产权的保护,使之在获取合作项目短期经济利益的同时,保护自己的知识产权,以期取得长期的经济效益.

外国企业在进入中国分布式供能系统领域之前,要深入了解中国政府在分布式供能系统领域的基本政策、基本法规和政策法规的变化趋势,以便根据各种可再生能源和分布式供能系统的应用领域、建设规模、技术特点和发展状况,采取合理的技术合作和投资方式,缩短技术推广周期和增大投资回报率.

外国企业在进入中国分布式供能系统领域时,要充分估计文化和思维方式上的差异,逐渐了解中国的文化和学会中国人的思维方式,不能完全照搬本国的管理模式.只有将本国取得的先进管理经验与中国文化和思维模式相结合,才能在中国取得投资回报的同时,扩大企业的社会影响,为企业在中国的可持续发展奠定良好基础.

外国企业要在充分了解中国在积极开展国际合作的同时,大力提倡将来以自主研发为主.目前中国企业普遍认为分布式供能系统投资风险较大、非国有资金投资者积极性并不高,这对拥有分布式供能系统先进技术和雄厚资金的外国企业来说,无疑提供了进入我国分布式供能系统市场提供了商机,外国企业应及时把握这一稍纵即逝的商机,适时进入中国分布式供能系统领域,扩大自己的市场占有率.

5 结论

中国经济的快速发展使中国能源总消费量持续增长,我国新增装机容量的快速发展和以煤炭为主要一次能源的特点使我国环境污染状况不断加剧,能源需求的增长和环境保护的压力为中国分布式供能系统的发展提供了动力,我国近年来不同型式的分布式供能系统逐渐进入商业化运行,在运行过程中出现了一些急需解决的问题,如我国目前的分布式供能系统主要集中在大中城市、分布式供能系统的种类相对单一、政策层面需要进一步完善、进一步开放分布式供能系统市场、加快可再生能源丰富的少数边远地区的分布式供能系统的发展等.到 2020 年,我国分布式供能系统市场占可再生能源 2 万亿元总投资的 30% ~ 40%.我国整体技术水平与发达国家相比还有较大的差距,我国政府在鼓励研发具有自主知识产权的分布式供能系统的同时,积极吸引外来技术和资金进入我国分布式供能系统市场,为外国企业进入我国分布式供能系统市场提供了机遇和发展空间.外国企业进入中国分布式供能系统市场时在注意保护自主知识产权的同时,选择合适的合作伙伴和投资方式,注重短期效益和长期效益的最大化,是成功开发中国分布式供能系统市场的关键.

[参考文献] (References)

[1] 中华人民共和国国家统计局. 中华人民共和国 2008 年国民经济和社会发展统计公报 [R/OL]. 2009-02-26 <http://www.stats.gov.cn>
Statistical Communiqu of the People's Republic of China on the 2008 National Economic and Social Development National Bureau of Statistics of P. R. China [R/OL]. 2009-02-26 (in Chinese)

[2] 中华人民共和国环境保护部. 2007 年全国环境统计公报 [R/OL]. 2008-06-04 <http://www.zhh.gov.cn>
2007 Report on the State of the Environment in China Ministry of Environmental Protection of P. R. China [R/OL]. 2008-06-04 (in Chinese)

[3] 中华人民共和国国家发展与改革委员会. 可再生能源中长期发展规划 [R/OL]. 2007-08-31. <http://www.sdpc.gov.cn>

- Medium and Long-Term Development Plan for Renewable Energy. National Development and Reform Commission of P. R. China [R/OL]. 2007-08-31. (in Chinese)
- [4] Gianfranco Chicco, Pierluigi Mancarella. Distributed multi-generation: A comprehensive view[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2009(13): 535-551.
- [5] Aaron Knoll, Katherine Klink. Residential and commercial-scale distributed wind energy in North Dakota USA [J]. Renewable Energy, 2009(34): 2493-2500.
- [6] Nelson Fung Pedro JM ag, Louay M. Chamra. Emission operational strategy for combined cooling heating and power systems [J]. Applied Energy, 2009(86): 2344-2350.
- [7] Alzola J.A., Vechiu I., Cambong H., et al. Microgrids project: Part2: Design of an electrification kit with high content of renewable energy sources in Senegal[J]. Renewable Energy, 2009(34): 2151-2159.
- [8] Fabricio Salgado, Pedro Pedram. Short-term operation planning on cogeneration systems: A survey[J]. Electric Power Systems Research, 2008(78): 835-848.
- [9] Michel De Paepe, Peter D'Hert, David Mertens. Micro-CHP systems for residential applications[J]. Energy Conversion and Management, 2006(47): 3435-3446.
- [10] Khan M. J., Iqbal M. T. Analysis of a small wind-hydrogen stand-alone hybrid energy system[J]. Applied Energy, 2009(86): 2492-2442.
- [11] Angele A., Bayod-R? Julia. Future development of the electricity systems with distributed generation [J]. Energy, 2009(34): 377-383.
- [12] Neil Strachan, Alexander Farrell. Emission from distributed vs. centralized generation: The importance of system performance [J]. Energy Policy, 2006(34): 2677-2689.
- [13] Francesco Gull. Small distributed generation versus centralized supply: A social cost-benefit analysis in the residential and service sectors [J]. Energy Policy, 2006(34): 804-832.
- [14] Caemen L. T., Borges Djalma M., Falco. Optimal distributed generation allocation for reliability, losses and voltage improvement [J]. Electrical Power and Energy Systems, 2006(28): 413-420.
- [15] 朱晓红, 解蕾, 张延迟, 等. 分布式供能站热电特征设计 [J]. 华东电力, 2008, 36(5): 80-82.
Zhu Xiaohong, Xie Lei, Zhang Yanzhi, et al. Thermal and electric characteristic design for distributed power systems [J]. East China Electric Power, 2008, 36(5): 80-82. (in Chinese)

[责任编辑: 刘 健]