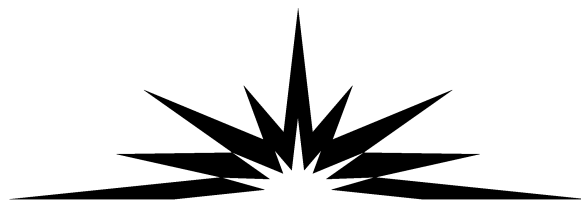

中国可持续能源项目

大卫与露茜尔·派克德基金会
威廉与佛洛拉·休利特基金会
能 源 基 金 会
项目资助号：G-1011-13567



发展分布式能源系统的体制性约束 及对策研究

北京节能环保促进会

2011 年 10 月

前 言

在温室气体排放日渐加剧、化石能源供应日趋紧张的形势下，发展低碳能源、支持经济发展已成为世界潮流。为实现我国经济的可持续发展和减少二氧化碳排放，转变能源利用方式、调整能源结构、提高能源利用效率、改善环境污染，已成为我国能源工作的重点。发展分布式能源系统是寻求更高效能源利用方式、实现上述目标的重要选择。

相对于传统集中的供能方式而言，分布式能源系统是一种建立在用户端能源利用方式。它以系统解决方案、综合利用能源的理念构建面向用户的能源系统，以满足用户对各种能源的需求，从而实现能源高效利用。分布式能源技术包括靠近负荷端的太阳能、风能、地热资源的利用、燃料电池和天然气分布式能源等多种形式，其中天然气分布式能源起着主导作用，将作为本报告研究的主要内容。

天然气分布式能源系统出现至今已有几十年，由于其对能源的高效利用，已成为发达国家应对全球气候变化和实现节能减排的有效措施。各国政府制定了相关法律、出台鼓励政策，使得分布式能源系统在这些国家得到长足发展。如美国政府出台了一系列的鼓励政策：每年对分布式能源节能减排进行评估；通过“能源之星”活动等树立高质

量的分布式能源样板工程；通过了一系列立法、税收抵扣、减税、免税、特殊融资和政府补贴等政策和法案，为分布式能源的发展提供了良好的政策环境。同时，欧洲各国也都在采取类似的行动。

十几年来，我国在北京、上海、广州等城市建设了一批分布式能源项目。由于我国尚未制定针对分布式能源系统政策法规，使得分布式能源系统在电力并网、价格机制、财政支持、技术标准等方面受到体制性约束，发展缓慢。

随着我国天然气在能源供给比重的不断增长，如何用好天然气这种珍贵、优良资源，实现能源高效利用成为当前迫在眉睫的问题。我们需要在借鉴其他国家发展分布式能源系统经验的基础上，结合本国国情，找出约束分布式能源系统发展的体制性问题，推动建立和完善相关的法律法规和政策，促进分布式能源快速、健康、有序的发展。

虽然可再生能源发展迅速，但以天然气为能源的分布式能源系统目前仍然是分布式能源系统的主要部分，故本报告将对天然气分布式能源系统发展的体制性约束分析及对策建议作为主要研究内容。

本研究报告共分为七个部分：第一部分介绍了分布式能源基本概念；第二部分分析了我国发展分布式能源的必要性；第三部分分析了我国分布式能源发展和政策法规现状；第四部分对国际分布式能源发展和政策法规进行研究，重点分析了以美、日、欧为代表的发达国家

分布式能源发展的政策法规现状；第五部分对我国分布式能源发展的市场潜力进行分析；第六部分分析我国现行能源管理体制对分布式能源发展的制约因素；第七部分提出了对我国发展分布式能源的对策和建议。

目 录

1	分布式能源系统概述.....	1
1.1	分布式能源系统基本概念.....	1
1.2	分布式能源系统的特点.....	3
1.3	分布式能源系统的适用范围.....	6
2	我国发展分布式能源的必要性分析.....	9
2.1	应对全球能源环境的需要.....	9
2.2	社会经济可持续发展的需要.....	10
2.3	能源发展战略目标要求.....	11
2.4	能源和产业结构调整需求.....	12
2.5	发展分布式能源的经济价值.....	13
2.6	具备分布式能源发展的条件.....	15
3	我国分布式能源发展现状及政策法规分析.....	17
3.1	分布式能源发展现状.....	17
3.2	我国分布式能源政策环境.....	22
3.3	我国分布式能源发展情况分析.....	28
4	国际分布式能源发展现状及政策法规分析.....	29
4.1	美国分布式能源发展及政策法规分析.....	30
4.2	日本分布式能源发展及政策法规分析.....	36
4.3	欧洲分布式能源发展及政策法规现状.....	39
4.4	国际分布式能源发展经验分析.....	47
5	我国发展分布式能源的市场潜力.....	49
5.1	分布式能源市场环境分析.....	49
5.2	发展分布式能源的目标市场.....	53
5.3	发展分布式能源市场需要政府的引导和调控.....	56
6	发展分布式能源的体制性约束分析.....	59
6.1	我国能源管理体制分析.....	59
6.2	行政管理体制约束.....	66

6.3	政策体系约束	67
6.4	电力体制约束	69
6.5	能源价格机制约束	73
6.6	投资和建设体制约束	74
7	对策和建议	76
7.1	加快现行国家能源管理体制改革	76
7.2	健全分布式能源产业发展法律法规	77
7.3	加强宏观政策引导、制定支持政策	77
7.4	加快现行电力管理体制改革	78
7.5	加强智能电网建设	81
7.6	推进能源服务产业发展	82
7.7	加强技术创新机制、加速软硬件国产化	83
7.8	探索符合我国国情的分布式能源发展模式	84
7.9	有步骤分区域开展试点、逐步推进分布式能源的发展	85
7.10	加强国际合作、充分利用外部资源	85
附件	天然气分布式能源典型案例经济性分析	88

1 分布式能源系统概述

1.1 分布式能源系统基本概念

分布式能源系统是相对于传统的集中式能源供应方式而言,是指将能源供应系统建在用户附近,利用天然气等清洁燃料、当地的可再生能源、或工业余热余压等,通过能源梯级利用的方式,满足用户冷、热、电、蒸汽、生活热水等各种负荷需求。分布式能源系统是一种完全根据直接负荷需求建设的供能系统,可以根据负荷的变化进行调节,既可独立运行,也可以与大电网并网运行。

分布式能源系统的起源可追溯到十九世纪的 80 年代。早在 1882 年,美国纽约出现了以工厂余热发电满足自身与周边建筑电、热负荷的需求,成为分布式能源系统最早的雏形。随着这种热电联产(CHP)技术的不断发展,至今已成为世界各国普遍采用的一项成熟技术。热电联产根据能量梯级利用原理,将燃料燃烧的能量先用于发电,再将排放的余热(可占燃料总能量的 50%以上)充分利用,以满足用户的热负荷需求。随着技术的不断发展,余热利用进一步用于制冷,发展成为冷、热、电联供能源系统(CCHP),一次能源利用率可达到 70% 以上。理论上,几乎任何能源均可作为分布式能源系统的燃料,其中包括石油、天然气、煤炭、煤层气、矿井瓦斯、焦炉煤气,以及沼气、

秸秆气等。由于天然气管网的发展和其本身所具有的良好环保性能，以清洁、环保、高效的天然气为燃料的分布式能源系统（包括热电联产、冷热电联供技术）成为国际上分布式能源发展的主要内容。同时，风力发电、太阳能光伏发电、生物质能发电等可再生能源发电也是分布式能源系统的重要组成部分。

目前国际上对分布式能源尚无统一的定义，不同国家和组织对分布式能源有不同的理解和定义。国际分布式能源联盟（WADE）对“分布式能源”的定义为：位于用户端的发电系统同时可以实现（1）高效利用发电产生的余热进一步生产热和冷；（2）与可再生能源系统有效的结合；（3）包括利用废气、余热以及多余压差来发电或供热的能源循环利用系统。国际能源署（IEA）对分布式能源定义为：服务于当地用户或当地电网的发电站，主要采用内燃机、小型或微型燃气轮机、燃料电池和光伏发电技术等，能够进行能量控制及需求侧管理的能源综合利用系统。

在我国，2004年8月国家发改委就发展分布式能源问题向国务院总理温家宝汇报的文件中正式使用了“分布式能源系统”的概念，对分布式能源系统给出了原则性定义：分布式能源系统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，多采用天然气、可再生能源等清洁能源为燃料，可以有效地实现能源的梯级利用，

达到相互独立，系统的可靠性和安全性高。本报告认为分布式能源系统应具备以下基本条件：（1）分布在用户附近的供能系统；（2）真正实现了对能源的梯级利用；（3）全年总能效不应低于 70% 的分布式供能系统。

1.2 分布式能源系统的特点

分布式能源系统具有综合能源效率高、污染少、能耗低、经济安全等优势，主要体现在以下几个方面：

（1）实现能源资源的优化利用，提高能源利用效率

分布式能源系统建在用户附近，减少了能源长距离输送引起的能源损耗。以供电为例，大型电厂大都远离用户，通过高压输电网的远程输电和逐级降压后进入配电网，再分配给低压用户，造成的电量损失约占发电量的 5%-10%。分布式能源系统通过热电联产和冷热电联供的方式，应用能量梯级利用原理，先发电，再利用发电余热供热、供冷，用户就地使用，实现了就近供电，同时实现了对能源从高品位到低品位的优化利用，使一次能源综合利用效率可达到 70%—80%，减少燃料费用开支，产生了直接的经济效益。同时减少了对环境的影响，也带来了显著的社会效益。

（2）降低排放，环保标准高

常规煤电厂造成大量温室气体（CO₂）和其他污染物（SO₂、NO_x、

颗粒物等)的排放,而污染物排放量与燃料消耗成正比。分布式能源系统采用清洁燃料,大量减少了烟气中温室气体等有害成分,从而减轻了城市的环保压力。在满足同样电热负荷和燃料条件下,分布式能源热电联产方式与传统热电分供方式比较,总污染物排放量可显著降低。近年来,脱氮、脱硫及温室气体捕获技术的发展可以使分布式能源系统满足各种严格的环保标准。

(3) 提高能源供应的安全性和可靠性

随着人们生活品质的提高,传统的集中式供能系统已不能满足人们对能源供应安全的需求。分布式能源系统是布置在用户端的供能系统,相对灵活,安全可靠,既可作为常规供电,又可承担应急备用电源,还可以起到为电力、燃气调峰的作用。当大电网出现大面积停电事故时,可以正常运行维持供电,减缓了对大电网系统的过分依赖,从而弥补了大电网在安全稳定方面的不足。

(4) 对电力和天然气的削峰填谷作用

分布式能源系统对电力和天然气供应的削峰填谷作用显著。以北京为例,自 2007 年以来采暖季天然气的耗量可占全年用气量的 80%,冬夏季天然气供应峰谷差可达 8:1 以上,而制冷季空调耗电占总电负荷的 40%。随着需求的不断增长和峰谷差的逐步拉大,将对电力与燃气的安全供应造成影响。采用分布式能源系统既能减小电空调造成的

供电高峰，又填补了夏季天然气供应的低谷，缓解了各自的峰谷差，改善了输气管网和电网的总体效率与经济效益，有利于能源供应的可持续发展。

因分布式能源技术的自身特点决定，在发展过程中也存在着一些局限性：

（1）技术要求高

较常规发电厂，分布式能源系统的集成技术更为复杂，主要发电设备，如燃气轮机、燃气内燃机等还需要依赖进口；系统集成、建设和维修维护方面有较高的技术要求。同时，分布式能源系统需要根据用户的负荷特点进行按需设计，没有普遍适用的技术方案，因而在系统设计和设备配置方面同样具有较高的技术难度。

（2）单位容量投资大

因分布式能源系统集成度高，部分技术还处于发展阶段，相对于传统的常规大型发电厂，分布式能源系统发电单位容量造价较高，从而使采用分布式能源技术比常规的供电、制冷和采暖方式增加了资金投入，影响了项目经济效益。

（3）对大电网的规划和运行方式带来挑战

分布式能源规划和建设的不确定性，增加了配电网布局规划的难度。分布式能源接入配电网时需要改变原有的输电方式，同时分布式

能源系统从电网受电和向电网送电均存在不确定性，给配电网的调度管理和运行带来了一定的难度。

1.3 分布式能源系统的适用范围

分布式能源系统的应用非常广泛，原则上可应用于任何有稳定电、热（冷）负荷和有燃料供应的地方，无论负荷规模的大小和当地有无公用电网。欧洲、美国、日本等发达国家的分布式能源具有较长的发展历史，如丹麦从上个世纪 80 年代开始推广分布式热电联产技术，其分布式发电量已占全国总发电总量一半以上。我国正处于工业化和城镇化发展进程中，天然气分布式能源系统潜在市场十分广阔，包括公用建筑节能改造、城市商务区、大型公建设施、具有高负荷密度的数据中心、区域供热供冷、工业园与经济开发区能源中心等。

根据不同用户类型的特点，天然气分布式能源系统在系统规模和特点上有较大差异。大致分为楼宇型、区域型和产业型三种类型。

楼宇型系统主要针对楼宇单一类型的用户，建筑规模相对较小，系统比较简单，用户的用能特点和规律差异不大。由于用户的负荷具有随季节、工作、生活规律不同而变化的特点，系统的运行应实时跟踪负荷的变化而变化。这类联供系统目前应用数量最多，建筑面积一般在几十万平米以内，用户类型包括办公楼、商场、酒店、医院、学校、居民楼等。在楼宇型系统中，多采用微燃机和燃气内燃机为发电

装置的分布式能源系统。

区域型系统指在一定区域内多种功能建筑构成的建筑群，建筑群各组成部分的能量需求有显著差异，不同功能建筑的负荷种类、用能规律、负荷曲线都有所不同。负荷分析时需要以“同时使用系数”考虑不同功能建筑负荷变化的不同。用户类型包括商务区（含商场、酒店、办公楼等）、金融区（金融中心、办公楼、酒店等）、机场、火车站、大学、新城（含部分住宅）、综合社区等。该类型联供系统广泛应用较大功率的燃气内燃机和各种型号的燃气轮机发电机组，可采用多台机组并联或若干能源站，以及微电网或区域电网，区域冷网、热网组成的区域能源系统。

产业型指产业相对集中的工业园区、高新技术区、经济开发区等。在区域中集中较多的工业企业，不同工业企业的用能特点有所不同，如钢铁、化工、冶金、建材等企业的工艺流程较复杂，有大量能流与物流的转换过程，耗能大，热负荷比例高，需要大量热水或蒸汽供应，24 小时连续用能；另一些企业如家电、通信、服装、玩具制造等大部分负荷是动力用电，电负荷大、电热比高。产业型用户的建筑面积可由几百万平米到数千万平米，更多采用大容量燃气轮机热电联产机组，包括燃气-蒸汽联合循环热电联产装置。

我国正处在工业化和城镇化的发展进程中，有利于同步进行区域

总体能源规划和分布式能源规划，建设更多的区域型或产业型的中、大规模分布式能源系统，发挥分布能源的规模效益，为实现节能减排目标提供更有利条件。

2 我国发展分布式能源的必要性分析

2.1 应对全球能源环境的需要

随着全世界工业化和城市化的快速发展，人类使用化石能源，创造了巨大的物质财富，但同时也产生了大量污染物和温室气体。全球能源、气候变化和环境问题越来越突出，如何减少温室气体的排放和提高能源使用效率，已成为全世界面临的共同挑战。为应对全球环境变化，世界各国都将提高能效、促进新能源发展上升为国家发展战略。

气候变化要求减排二氧化碳、保障人类可持续发展，是全人类的责任。作为全球能源消费大国，我国应加快发展清洁能源，应对全球气候变化。2010年10月中央关于“十二五”规划建议中强调指出：面对日趋强化的资源环境约束，必须增强危机意识，树立绿色、低碳发展理念，以节能减排为重点，健全激励和约束机制，加快构建资源节约、环境友好的生产方式和消费模式，增强可持续发展能力。同时指出，为完成以上目标应采取优化调整产业结构，发展清洁能源，尽可能减少对煤炭过度依赖等保障措施。

分布式能源系统是未来世界能源技术的重要发展方向，它具有能源利用效率高，环境负面影响小，提高能源供应可靠性和经济效益好等特点。发展以清洁天然气为燃料的分布式能源系统将成为我国缓解

能源与资源供需矛盾、遏制环境污染、降低温室气体的途径之一。

2.2 社会经济可持续发展的需要

在我国经济发展过程中，以煤为主的能源结构所造成的污染和生态问题已经对我国的可持续发展形成了巨大的压力。环境的管理和保护是我国实施经济可持续发展战略的保护措施之一，尽量减少环境污染物排放是解决环境问题最有效的办法，而作为能够实现能源有效利用、降低污染物排放的分布式能源技术将成为国民经济持续快速发展的重要能源供应保障，在我国实行可持续发展战略中起着举足轻重的作用。

分布式能源系统是我国可持续发展的重要选择。我国人口众多，自身资源有限且分布不均衡，按照目前的能源利用方式，依靠我国自身的资源条件很难实现全社会经济快速发展。面对提高能效和环境、生态保护方面的压力，我国应站在世界低碳经济的最前列，顺应世界潮流，抓住历史机遇，立足于现有能源资源，不断提高能源利用效率，而分布式能源无疑是解决这一问题的关键性技术。

分布式能源系统是缓解我国严重缺电问题、保证可持续发展战略实施的有效途径，符合我国能源安全、电力安全以及天然气发展战略的需要，在缓解环境、电网和燃气调峰压力的同时，能够有效的提高能源使用效率。发展天然气分布式能源可以有效地解决天然气和电力

供应的峰谷差问题，对调整我国能源利用结构，促进经济结构转型具有深远意义。

2.3 能源发展战略目标要求

我国正在积极制定国家“十二五”规划的战略目标和宏伟蓝图，提出为了夺取全面建设小康社会的新胜利，推进中国社会主义伟大事业，必须加快转变经济发展方式，开展科学发展新局面，坚持把建设资源节约型、环境友好型社会作为加快转变经济发展方式的重要着力点；坚决贯彻节约资源和保护环境的基本国策，发展循环经济，推广低碳经济，走可持续发展之路。要加强现代能源产业建设，加强新能源开发，推进传统能源清洁高效利用，把大幅降低能源消耗强度和二氧化碳排放强度作为约束性指标。

分布式能源系统自身的优势和发达国家几十年的发展经验证明：分布式能源系统是节能减排、发展低碳经济、实现经济与能源可持续发展的有效的途径之一。分布式能源系统具有节能、环保、经济、安全、调峰填谷、促进循环经济发展等多方面的优势，是电力、燃气、热力、动力、暖通空调、自控、信息、材料、环保等多行业多种技术的交叉与融合，可以推动一大批高新技术产业的发展。分布式能源系统的发展将有力的推进我国经济和产业结构的调整，对实现国家“十二五”规划的能源目标具有现实意义。

2.4 能源和产业结构调整需求

我国能源结构的特点是以煤为主，多年来，煤炭占一次能源消费总量的比例居高不下，维持在 70%~75% 左右，远远高于国际平均的水平，能源消费远远偏离当前世界以油气燃料为主的基本趋势。煤基燃料的燃烧释放出大量的温室气体、氮氧化物、硫化物和固体颗粒物，造成严重的环境污染，加之煤的开采、能源转换、终端利用的效率低于液体或气体燃料，伴随着能源消耗和严重的生态环境的污染，给我国的经济社会可持续发展带来了巨大挑战。

随着天然气在一次能源构成中的比例逐步提高，我国以煤为主的能源结构在逐渐改变，为了保障国内天然气的需求，我国在加大天然气开采力度的同时，大力引进国外气源，通过采取国内开采加国外进口模式，满足国内中长期天然气需求。到 2015 年我国天然气（包含液化天然气）供应量有可能达到 2600 亿 m^3 。此外，页岩气、沼气、煤层气等非常规燃气也是天然气资源的有力补充与保障。如何使用好清洁天然气资源，使其在改善城市大气环境、实现我国节能减排目标、增强城市和区域供能安全性和经济性、平抑电力和天然气各自的峰谷差等方面发挥重要作用，而不是按传统方式把天然气简单用于供热和发电，这个问题已开始得到政府和社会的广泛重视。

此外，资源和能源需求量在地域上的不匹配，造成“北煤南运”、

“西电东送”的不合理布局，电力跨省、地区的长距离输送带来供电安全和输变电的巨大损耗，都预示着能源结构的调整已经刻不容缓。调整能源结构的根本出路是在进一步“节能优先”的前提下，实行能源多元化，大力发展清洁能源和可再生能源的同时，发展分布式能源。通过宏观政策的调控，建立起新的能源供求系统，这是关系到我国能源安全和经济可持续发展的重要举措。

2.5 发展分布式能源的经济价值

发展分布式能源所带来的经济价值体现在很多方面，从国家层面看，我国经济社会发展需要不断扩大能源技术设施建设，加大分布式能源所占比例，能够明显的降低我国能源系统建设的总投资；在公共事业建设方面，由于城市负荷的不断增加，需要新建和扩建能源基础设施，以电力和燃气供应为例，其供应总量和季节性峰谷差将会带来巨大投资的问题，采用分布式能源是削峰填谷、提高整体经济性的有效途径。在终端用户方面，用户是分布式能源节能减排、降低能源使用费用和提高能源安全性的直接经济受益者（采用“天然气分布式能源典型案例经济性分析”详见附件）。

在分布式能源产生的经济价值中，对燃气和电力的调峰方面的价值最为显著，主要体现在：

为天然气调峰带来经济价值。我国天然气随季节和天气变化影响

显著，个别地区季节性天然气峰谷差可达到 7~8 倍以上，给城市天然气保障供应带来了难度。为解决需求高峰期平稳供气问题，国家将投入近千亿元资金建设储气库用于季节性调峰。如果在天然气的负荷区发展分布式能源，把天然气供应和调峰规划与分布式能源的发展规划统一考虑，可有效消减天然气供应的季节性峰谷差，不仅增加了供气系统的安全性，还可以大规模减少天然气地下储气库的建设规模和减少相关投资。

为电网调峰带来经济价值。由于分布式能源自身特点决定其运行比较灵活，只需要增加少量的供冷、供热调峰设备的投资，便可以成为可中断、可调节的发电系统，为用户提供冷热电的同时还可以为电网调峰。为解决电力系统的平衡问题，我国规划大规模建设大型抽水蓄能电站和大型燃气调峰电厂，预计总投资将达到几千亿元。如果配合电网建设规划，有计划的大规模发展天然气分布式能源，完全可以替代原规划的部分大型天然气调峰电厂和抽水蓄能电厂，节省国家大量投资，有效地降低电网的运行成本。

减少长距离输电带来的经济价值。目前我国大量大型火电厂一般建在煤炭资源丰富的地域，长距离的输电损耗和输变电建设投资相当巨大。天然气分布式能源系统是被安装在靠近负荷的地方或直接在负荷端发电，电能不需要通过大电网输送，不仅可以减少长距离线路传

输中的电能损失，并有效减少输电设施投资建设费用。

2.6 具备分布式能源发展的条件

分布式能源的发展对于我国具有重要的经济、环境、社会方面的效益。经过多年的探索与实践，我国在分布式能源实际和理论研究方面取得了可操作性的成果，而且已经有多个成功应用的实例，以下几个方面可以说明分布式能源在我国已基本具备了规模化发展的条件。

首先，从政策环境角度看，随着国家节能减排、调整能源结构需要，分布式能源的发展越来越受到政府重视。《国家发展改革委关于分布式能源系统有关问题的报告》、《中华人民共和国节约能源法》、《关于发展热电联产的规定》等多个文件和法规都提出了鼓励发展热能综合利用率较高的天然气热电冷联供分布式能源技术。

为了完成国家节能减排指标，2010 年 4 月国务院办公厅转发了国家发改委、财政部、人民银行、税务总局四部门《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》；国家能源局在下发的《〈发展天然气分布式能源的指导意见〉征求意见的函》中提出了发展分布式能源初步的量化指标；北京、上海等城市已经采取一些优惠政策鼓励天然气分布式能源项目的发展。2008 年，上海市出台了《上海市分布式供能系统和燃气空调发展专项扶持办法》的通知，文件中明确规定了对分布式能源项目的鼓励政策。

从市场角度来看，由于分布式能源系统依据“温度对口，梯级利用”的准则，能够同时满足冷热电需求，同时又具有能源利用率高（冷热电联供分布式能源系统效率更高，可达 70%-90%）、热电比变化适应性强、热电需求变化调节灵活、电站独立性强、起到调节区域电力质量和性能等优点，能够满足城镇、区域、园区、公建、企业等多种能源需求，具有很好的市场前景。此外，国家大力推行分布式能源系统的举措，也为其市场的开拓提供了动力。

从技术角度来看：分布式能源技术已经比较成熟。经过十几年的摸索和吸收国外先进经验，我国已经有了一批燃气多联供技术方面的专家，这些专家在系统的优化配置、优化运行、协调控制等方面都积累了丰富经验，一批分布式能源项目的成功设计、投产运行，为分布式能源的发展奠定了坚实的技术基础。

通过以上三个方面的分析可以看出，我国已经基本具备了分布式能源系统发展所需的必要因素。

3 我国分布式能源发展现状及政策法规分析

3.1 分布式能源发展现状

随着我国能源结构的调整，天然气在能源利用中的比重不断增加，以风能、太阳能、生物质能为能源的发电系统也在不断兴起，分布式能源在我国得到了广泛重视。我国分布式能源发展概况起来具有以下特点：

（1）起步晚，发展快。与国际上发达国家相比，我国分布式能源起步相对较晚，尚未形成经济化的产业规模，但市场潜力大，发展非常快。上世纪末，在发达国家发展了30多年的天然气分布式能源理念和技术被引入到了中国。近年来，利用化石能源为燃料的天然气分布式能源得到了推广和利用，据不完全统计，我国目前已有天然气分布式能源项目总装机容量近100万kW。

（2）处于初期探索阶段。虽然分布式能源在发达国家已经是一种比较成熟的技术，并得到了大力推广，但在我国刚刚开始，这一先进理念和高效节能技术如何在我国有序发展，需要在政策扶持、能源价格、设备国产化、建立行业技术标准等方面进行不断的探索。

（3）地域发展不平衡。由于我国资源分布和地域特点决定，“西气东输”、“西电东送”是目前我国能源供应的显著特征。华北、华东

地区有均衡的冷热电负荷需求,高效节能的分布式冷热电联供技术发展较快,以北京、上海为例,已建有一批天然气分布式能源示范项目。沿海地区由于气候特点及能源价格过高,限制了天然气分布式能源的发展,随着沿海经济的高速发展,对电力的需求迅猛增加,发展区域型分布式能源势在必行。

(4) 相关技术发展不完善。我国分布式能源发展刚刚起步,在电力并网、设备制造研发等技术方面发展还不充分,例如分布式能源的关键技术和设备主要依靠进口,造成初始投资大,维护成本高,单位造价高。我国分布式能源市场潜力很大,如果突破目前一些技术难关,能够引进国外先进技术或设备本土化生产将大大降低投资成本,增加分布式能源发展规模。

3.1.1 北京发展现状

北京是高耗能的城市,能源使用结构非常不平衡,冬季缺气夏季缺电。北京天然气用量的70%以上仅用于冬季采暖,天然气管网利用率只有30%左右。而北京夏季电力负荷中约40%为电空调。因此,发展天然气分布式能源具有双重削峰填谷作用,可以有效地改善北京市的能源使用结构。近几年来,随着北京天然气使用领域的扩展,北京市建设了一批天然气分布式能源项目,已建成并投入运行的项目(见表3.1)总装机容量达到约32万kW。

表 3.1 北京市天然气分布式能源项目统计表

序号	项目名称	发电设备类型	装机容量 (kW)	应用情况
1	北京燃气集团控制中心大楼	燃气内燃机	1200	建成使用
2	燃气集团次渠门站	微燃机	80	建成使用后停用
3	北京清华文津国际公寓	燃气内燃机	2400	建成部分使用
4	北京交通培兴宾馆		180	建成使用
5	宝能供热厂	燃气轮机	1500	建成使用
6	北京会议中心 9# 楼	燃气内燃机	1088	建成部分使用
7	火车南站	燃气内燃机	3000	建成部分使用
8	北京蟹岛三联供项目	燃气内燃机	3000	建成使用
9	中关村软件园	燃气轮机	1200	建设中
10	亦庄华润协鑫天然气热电厂	一套燃气、蒸汽轮机	150000	建成使用
11	电子城天然气热电厂	燃气轮机	150000	建成使用
12	左安门公寓能源站	微燃机	35	建成使用
13	中关村国际商城	燃气轮机	8000	建设中

3.1.2 上海发展现状

从上个世纪90年代开始，上海开始建设天然气分布式能源项目。上海市夏季电力短缺，2005年夏季缺口达到200万kW，发展分布式能源是解决电力紧缺的最佳方式。但是，由于当时天然气供应和电力并网等问题阻碍了分布式能源的发展。2005年后，上海市政府对天然气分布式能源发展给予高度重视，制定了一系列扶持政策以鼓励分布式能源的发展。2008年，上海市政府办公厅正式发布了《上海市分布式供能系统和燃气空调发展专项扶持办法》的通知，明确规定了对天然气分布式能源项目的鼓励政策，其中包括每千瓦装机将

获得1000元的政府补贴、进口设备减免税、由政府帮助协调电力并网等。从技术层面上，上海市于2008年正式颁布了《分布式供能系统工程技术规程》，该规程是我国第一个有关分布式供能的技术规程，对分布式供能的设计、施工、安装做了全面的阐述，对分布式能源在技术推广方面做好了铺垫。

截止到2009年底，上海市共计建设了天然气分布式能源项目19个（如下表3.2所示）。上海拟建立以“集中电网供电”为主导，以“分布式供能”为补充的“供能”模式。同时上海市发改委组织制定了全市天然气分布式供能系统中长期专项规划，规划到2015年，全市将新建分布式能源项目105项，新增发电功率为5.5万kW，年用气规模约8000万m³。

表 3.2 上海市天然气分布式能源项目统计表

序号	项目名称	发电设备类型	装机容量 (kW)	运行状况
1	天庭大酒店	内燃机	357	已停运
2	浦东金桥联合发展有限公司	内燃机	315	已停运
3	华夏宾馆	内燃机	480	已投运
4	奥特斯（中国）有限公司	内燃机	1166	已投运
5	闵行区中心医院	内燃机	350	已投运
6	交通大学软件学院	微型燃气轮机	60	已投运
7	上海燃气市北销售有限公司	微型燃气轮机	65	已投运
8	上海英格索兰压缩机公司	微型燃气轮机	250	已投运
9	中电投高培中心	微型燃气轮机	250	已投运
10	同济大学汽车学院	微型燃气轮机	100	已投运
11	上海飞奥燃气设备有限公司	微型燃气轮机	30	已投运

12	同济医院	微型燃气轮机	500	已投运
13	上海理工大学	微型燃气轮机	60	已投运
14	申能能源中心	微型燃气轮机	200	试运行
15	浦东机场	燃气轮机	4000	已投运
16	黄浦区中心医院	燃气轮机	1000	已停运
17	中国船舶重工 711 研究所	燃气轮机 内燃机 外燃机	453	已投运
18	南汇老港填埋场	内燃机 外燃机	992	已投运
19	普陀区生活垃圾填埋场	垃圾焚烧发电		已投运

3.1.3 广州发展现状

广东省由于气候原因，空调制冷时间长，冷负荷需求大，为发展天然气分布式能源提供了良好机遇。广东省发展和改革委员会下发关于开展全省工（产）业园区天然气分布式能源规划编制工作文件，指出天然气分布式能源站必须是以集中供冷、供热为前提，号召全省开展工（产）业园区发展天然气分布式能源专项规划编制工作。各市国土规划、建设、环保、供电以及相关园区结合本市的发展和产业布局等进行了详细的规划。

近几年来，广东省分布式能源发展良好。2010年，广东计划建设天然气分布式能源装机容量达到100万kW。

表 3.3 广东省部分天然气分布式能源项目情况

序号	项目名称	发电机类型	装机容量 (kW)	运行状况
----	------	-------	--------------	------

1	广州大学城	一套燃气、蒸汽轮机	一期：156000	建成使用
2	深圳龙岗区燃机改造	燃气轮机	10000	建设中
3	广东某药工业集团		1100	建成使用
4	南方电网燃气分布式 供能试验项目	微型燃气轮机	600	建成使用

3.2 我国分布式能源政策环境

3.2.1 国家分布式能源政策

我国分布式能源行业的发展与发达国家之间存在很大差距。与发达国家相比，我国在制定鼓励分布式能源相关政策法规方面相对滞后，仅停留在初级探索阶段。尽管热电联产事业在我国已经存在了50余年，装机容量已经达到全国火电机组容量的14.58%，2002年供热总量达到13.9亿GJ，为我国的节能和环境保护做出过巨大的贡献。但是，在过去国家颁布的多部法律法规中，仅在有限的法规中提及鼓励热电联产分布式能源发展。

近年来，随着分布式能源应用技术的不断推广和应用，我国政府越来越重视分布式能源发展和研究，在相关政策法规中提到了鼓励发展分布式能源的内容。

(1) 1997年发布的《中华人民共和国节约能源法》第39条规定，国家鼓励“热电联产”和“热电冷联产技术”。《节能法》的颁布确实对于节能工作特别是热电联产分布式能源事业起到了一定的积极推动

作用。但是由于各级政府和一些垄断企业节约资源意识还存在差距，致使国家对热电和热电冷技术的鼓励政策未能形成推动力。

（2）2000年，为了促进热电联产分布式能源事业的健康发展，当时的国家发展计划委员会、国家经济贸易委员会、建设部和国家环保总局联合发布了“关于印发《关于发展热电联产的规定》的通知”，这是我国分布式能源发展的一个里程碑式的文件。文中曾经明确规定符合指标的热电厂，电网管理部门应允许并网。《规定》还明确提出：“以小型燃气发电机组和余热锅炉等设备组成的小型热电联产系统，使用于厂矿企业、写字楼、宾馆、商场、医院、银行、学校等公用建筑。它具有效率高、占地小、保护环境、减少供电线损和应急突发事件等综合功能，在有条件的地方应逐步推广”。这是我国政府部门首次在行政规章中列入了支持分布式能源的条款，具有重要的历史意义。

（3）2004年出台的《节能专项规划》是我国能源中长期发展规划的重要组成部分，也是我国中长期节能工作的指导性文件和节能项目建设的依据，在其文中提到：发展热电联产、热电冷联产和热电煤气多联供；优化电源布局，适当发展以天然气、煤层气和其他工业废气为燃料的小型分散电源，加强电力安全，减少电厂自用电。同时，对建筑节能也提出了标准，其中北京、天津等少数大城市率

先实施节能65%的标准；鼓励发展区域热电联产分布式能源技术。

（4）2006年国家发展改革委会同科技部、财政部、建设部、国家质检总局、国家环保总局、国务院机关事务管理局、中共中央直属机关事务管理局等有关部门组织编制了《“十一五”十大重点节能工程实施意见》，其中提到“建设分布式热电联产和热电冷联供；研究并完善有关天然气分布式热电联产的标准和政策”。

（5）2007年，在总结天然气发展经验的基础上，国家发改委发布了《关于印发天然气利用政策的通知》对天然气梯级利用给予充分的肯定。鼓励通过合理利用天然气实现节能减排的目标，并指出：“天然气利用顺序应综合考虑天然气利用的社会效益、环保效益和经济效益等各方面因素，并根据不同用户的用气特点，将天然气利用分为优先类、允许类、限制类和禁止类”。将城市居民用气、分布式热电联产、热电冷联产用户等为优先类，极大的促进了我国分布式能源发展的进程。

（6）2007年，全国人大对《中华人民共和国节约能源法》进行修改并于2008年4月1日起施行。修改后的《中华人民共和国节约能源法》规定，节约资源是我国的基本国策。国家实施节约与开发并举、把节约放在首位的能源发展战略。其中，在工业节能条款中规定：“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。”

近来，国家能源局于2010年初发布《关于发展天然气分布式能源的指导意见》（征求意见稿），旨在鼓励以节能减排为目标，推广天然气分布式能源项目，目标是到2011年拟建设1000个天然气分布式能源示范项目；到2020年，在全国规模以上城市推广使用分布式能源系统，装机规模达到5000万kW，并拟建设10个左右各类典型特征的分布式能源示范区域。2011年4月，国家能源局制定了《分布式发电管理办法》（征求意见稿），该办法将通过资金补贴、多余电力向电网出售、赋予投资方电网设施产权等措施大力刺激分布式能源发展。

以上相关政策表明，随着国家对分布式能源的日趋重视，阻碍分布式能源发展的制约问题将会逐渐得到解决，预示着我国分布式能源大发展时期即将到来。

3.2.2 地方分布式能源政策

1、上海市

（1）上海市于2004年出台了《关于本市鼓励发展燃气空调和分布式供能系统意见的通知》，通知提出“为缓解高峰季节电力供需矛

盾，改善企事业单位生产和生活条件：优化能源结构，提高能源总体效率，本市鼓励在工厂、宾馆、医院、大型商场和商务楼宇等建筑物中发展燃气空调和分布式供能系统”。

（2）2008 年 11 月，上海市发改委出台了《上海市分布式供能系统和燃气空调发展专项扶持办法》，进一步增强了对分布式能源的支持力度。《办法》明确了资金来源、支持范围、支持方式和标准、设备补贴资金申请程序、计划编制程序和部门职责等事项。对分布式供能系统项目和燃气空调项目的单位，给予设备资金补贴(分布式供能系统按 1000 元/kW 补贴)、电网并网支持、天然气价格和掘路收费优惠等方面的政策支持，并要求政府投资的重大基础设施建设项目优先使用分布式供能系统和燃气空调。

（3）2005 年，上海市颁布实施了《分布式供能系统工程技术规范（试行）》，这是国内首部专门针对分布式能源系统的技术规范。该规程包括了分布式能源系统并网和运行的相关规定，如分布式能源系统的并网电压等级与装置容量、分布式能源发电机的并网要求、天然气的供应质量和压力等。

2、北京市

（1）北京市贯彻落实《国务院关于加强节能工作的决定》若干意见，该文件中提出在落实规定内容时需突出功能分区特色，推动产

业集聚发展。遵照梯度分布、专业集聚、功能耦合、协调发展的原则，合理规划产业空间布局。在有条件的园区建设热电联产和冷热电联供分布式能源系统，促进能源梯级利用。鼓励有条件的地区和部门应用分布式能源，实现能源的互补和替代，提高终端用能效率。

（2）北京市发改委在2008年公布了《北京市节能节水减排技术推广计划》。文中提出：北京市“十一五”时期能源发展及节能规划按照“扩大用量，拓展领域，综合利用”的原则，加大替煤力度，适度发展燃气热电厂，适当增加工业用气和夏季空调制冷用气，开展天然气梯级有效利用，推进分布式能源系统。

（3）《北京市“十一五”时期燃气发展规划》作为北京市“十一五”市级一般专项规划，明确了城市燃气的发展目标、主要任务和政策措施，对北京市“十一五”燃气发展有着重要的指导意义。文中明确提出“鼓励用户节约用气、错峰用气。积极推广节约型燃气用具和小型热电联产设备，促进天然气综合利用”。

（4）为了加快发展循环经济，推进资源节约型环境友好型城市建设，北京市政府于2008年发布《加快发展循环经济建设资源节约型环境友好型城市2008年行动计划》，在行动计划中提到“新技术新产品推广工程。推广烟气余热回收、空调系统节能、膜技术等一批成熟技术。实施高温空气燃烧、热电冷燃气分布式能源等一批示范项目”。

3.3 我国分布式能源发展情况分析

(1) 从目前我国分布式能源发展和政策法规的现状来看，由于缺少分布式能源相关发展战略和规划，在国家层面尚未制定总体发展战略，使得分布式能源的发展缺乏总体指导，缺乏统一的能源规划，并与其他专项规划，如城市规划、天然气管网规划和电网规划等相脱节，影响了分布式能源的发展。

(2) 我国目前尚没有形成完善的能源管理体系和价格机制，缺乏统一的分布式发电并网和行业技术标准，使得分布式能源并网矛盾突出，限制了分布式能源项目在我国的推广和应用

(3) 纵观我国分布式能源支持政策，虽然国家和地方出台了一些相关政策法规，但主要还是停留在原则层面上，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。例如政策中并没有提到具体的财税金融扶持政策、如何解决分布能源项目的电力并网和上网问题等。

国际上分布式能源发展较成熟的国家为我国分布式能源发展提供了成功经验。今后，以可持续发展为核心，建立更加有效的能源管理体系，积极发展分布式能源技术，推动新型能源服务体系的普及，成为解决当前我国能源供应困难的正确途径。

4 国际分布式能源发展现状及政策法规分析

由于分布式能源系统可以提高能源利用率和供电安全性,实现按需供能以及为用户提供更多选择,逐渐成为全球电力行业和能源产业的重要发展方向,美、日、欧等先进国家纷纷将天然气分布式能源系统作为其基本国策大力推广。到目前为止,美国仍然是分布式能源技术的积极倡导者,美国已建有 6000 多座分布式能源站,其中大学校园 200 多个、医院 170 多所;在欧洲,2000 年时,丹麦、荷兰和芬兰等国分布式能源发电量已超过该国总发电量的 30%,英国只有 6000 多万人口,但是分布式能源站就有 1000 多座。世界上分布式能源得到快速发展的国家,也是政府对分布式能源在政策和激励机制上予以大力支持的国家。

表 4.1 国外发展分布式能源的计划

国家	计划	目标
丹麦	铺设全球最长的智能化电网基础设施	使分布式能源系统成为丹麦主要的供电渠道。在 2008 年到 2012 年期间,使 CO ₂ 的排放量比 1990 年降低 21%。
欧盟	SAVE □ 能效行动计划	到 2010 年可再生能源能够提供 22% 的电能
美国	能源部的 (Distributed Energy Resources) 计划、冷热电联产 (CCHP) 组织发布的“分布式能源系统 2020 年纲领”	A) 2010 年的中期目标: 减少分布式能源系统的成本, 提高分布式能源系统的效率和可靠性, 使分布式能源系统占美国新增发电装机容量的 20%。 B) 2020 年的长期目标: 通过最大程度地使用

		具有良好成本效益的分布式能源系统，使美国的电能生产和输送系统成为世界上最洁净、最有效、最可靠的系统。
英国	能源效率最佳方案计划（EEBPP）	将分布式能源系统用于园艺可以做到热电冷联产，将分布式能源系统排出的 CO ₂ 、SO ₂ 、NO _x 用做植物的肥料，最大限度地减轻能源使用对环境带来的危害。

4.1 美国分布式能源发展及政策法规分析

1、发展现状

美国是全球发展新型能源系统的先锋，从 1978 年开始提倡发展小型天然气分布式热电联产技术，1980~1995 年的 15 年间发电装机容量从 1200 万 kW 增加至 4500 万 kW。据统计显示，2000 年，美国在商业、公共建筑中建有约 700 多个天然气分布式能源项目，总装机容量约为 350 万 kW；工业中建有天然气分布式能源项目 600 多个，总装机容量约为 2900 万 kW。

美国加州大停电以后进一步加大了美国天然气分布式能源的建设力度，到 2003 年总装机容量达到 5600 万 kW，占全美电力总装机容量的 7%。2008 年，美国有 3,374 个天然气冷热电联供项目，总装机容量为 8,520 万千瓦，占全国发电总装机容量的 8.6%，目标客户群集中在大型工业、企业和大型商业建筑：如大学（约 300 所）、医院（约 170 个）、市区的分布式能源站 72 个。

1999 年，美国能源部制定了《建筑使用冷热电三联供——2020 愿景》的发展战略，确定到 2010 年，20% 的新建商用或办公建筑中

使用冷热电联供模式，计划发电装机容量达到 9,200 万 kW，占全国总用电量的 14%。到 2020 年,在新建办公楼或商业楼群中应用冷热电联供技术的比例将提高到 50%，发电装机容量新增 9,500 万 kW，占到全国总用电量的 29%。据介绍，美国能源部计划在 2010 年削减 460 亿美元国家电力投资,加快天然气分布式能源发展。

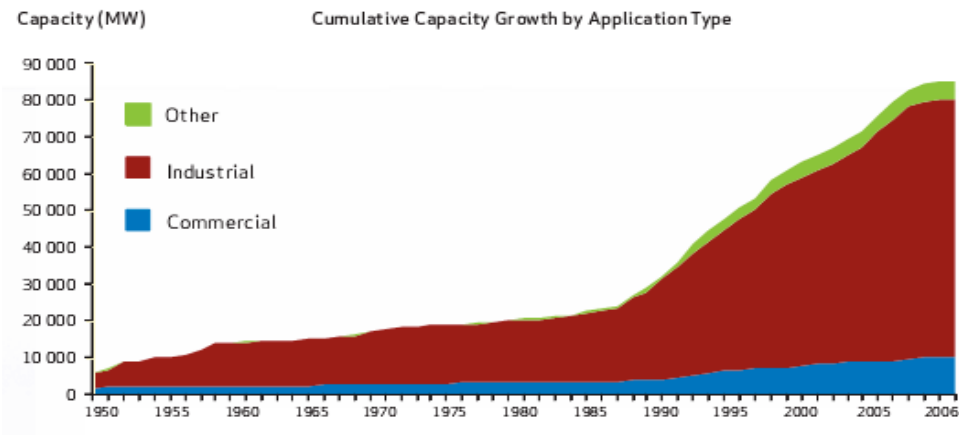


图 4.1 美国 CHP 累计装机容量

在美国的分布式能源利用方式中，热电联产和冷热电联供是主要的利用类型，其中热电联产主要用于工业，以超过 2 万 kW 的大型机组为主，冷热电联供主要应用于商业和居民小区，主要以小型燃气机组为主，多用于医院、学校、办公楼等。美国热电联产在各州的分布差异很大，主要分布在加利福尼亚州、纽约州、德克萨斯州，这三个州的总装机容量均超过 500 万 kW。

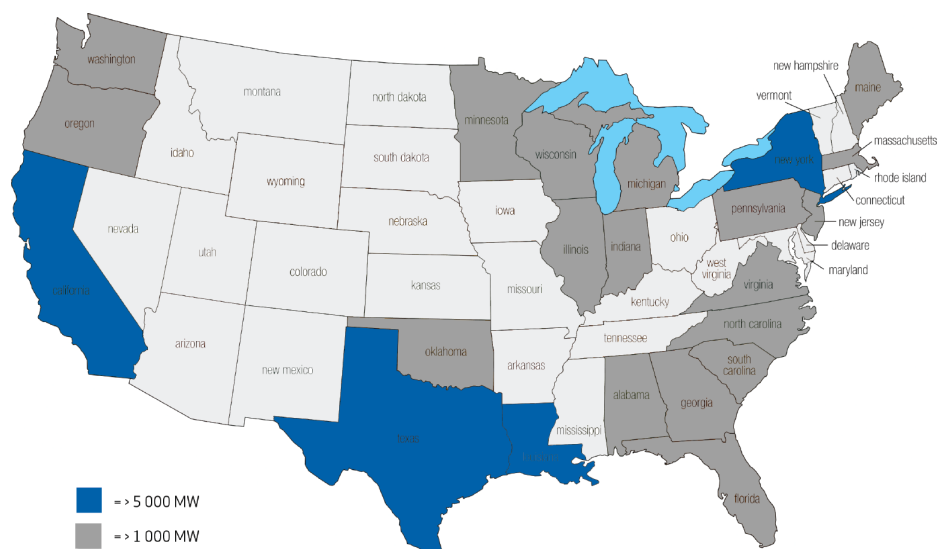


图 4.2 美国 CHP 装机地区分布现

近年来，由于美国天然气价格上涨和在一些地区装机容量过剩，用于工业的热电联产大机组在很多州受到限制，而冷热电联供分布式能源系统则有了潜在的发展空间。

2、政策法规

美国对分布式能源的鼓励政策包括联邦和州两个层面，联邦层面的鼓励政策由联邦政府制定，适用于全国所有符合条件的用户；各州的鼓励政策由各州政府制定，主要用于鼓励各州的分布式能源的发展。此外，为了鼓励分布式能源技术研发与应用，美国能源部（DOE）与美国环境保护署（EPA）、美国热电联产联合会（USCHPA）及国际区域能源协会（IDEA）共同支持成立了 8 个区域级分布式能源技术指导中心，为分布式能源技术应用提供指导。

近年来，美国制定了一系列的法律法规鼓励分布式能源的发展，

其中对分布式能源发展影响较大、被世界很多国家广泛关注和借鉴的法规政策主要包括：

（1）1978 年颁布的“公共事业管理法案”中，要求受监管的公共事业公司需要向符合条件的分布式能源项目提供并网和备用服务，并要求购买分布式能源项目所发电力。

（2）2001 年“美国能源政策”给予热电联产分布能源项目 10%~20% 的税收优惠，并提出简化审批程序的建议。

（3）2003 年，美国电机工程学会（IEEE）制定了分布式能源的并网标准——1547 标准正式成为美国国家标准。美国各州的分布式能源的并网技术标准主要依据 IEEE1547 标准和美国联邦输电监管委员会（FERC）并网标准的内容来制定，但由于各州的电力系统特点不同，对并网的分布式能源机组的类型和容量规定也不同，如纽约州的并网标准规定 2MW 以下的分布式能源机组可以并网；科罗拉多州规定的分布式能源并网机组容量为 10MW 以下；而加州对分布式能源并网机组没有容量限制。

（4）2005 年 8 月，美国联邦政府出台了《联邦能源政策法案》。其中规定了电量计量标准如下：

- 净电量计量：即每个电力公司应其所服务的任意电力消费者的要求，提供净电量计量服务。“净电量计量服务”是指电力

消费者自己合法的现场发电设备所发电力，传送给当地的配电网，该电量应在指定交费期内从配电公司向电力消费者提供的总电量中扣除。

- 分时计量和买卖双方的沟通机制：此法案被通过之日起 18 个月内，每家电力公司应分别为客户提供培训，根据客户的要求提供不同的服务。电力公司将分时收取不同的电价，分时电价是由于电力公司在不同时段的电力生产成本费用和统购的电力成本价格不同而造成的。分时计量使得电力消费者可以通过先进的计量和沟通技术管理能源使用及成本。
- 并网：根据电力客户的要求，每家供电公司均应对其提供并网服务。“并网服务”是指：根据客户的要求，现场发电设施必须联接到当地的配电设施。另外，制定并网协议和程序应本着实事求是和鼓励分布式发电并网的原则，应符合但不必完全受到国家立法机构、协会采用的现行案例法规的限制。但对这些协议和程序的修改均应本着合理和公平的原则。

（5）2006 年，FERC 针对小机组（20MW 以下）的接入输电网，制定了小机组接入输电网的并网标准、并网流程和并网合同。

（6）奥巴马“能源计划”之一是全面推进分布式能源管理，创造世界上最高的能源使用效率。

(7) 美国能源部计划在 2010 年通过加快分布式能源发展的办法来削减 460 亿美元国家电力投资。

除了联邦政府的政策支持外,美国的许多州政府都制定了相应的对分布能源的鼓励支持,例如:

➤ 俄勒冈州的税费抵扣政策

该州的任何商业机构均有资格为热电联产分布式能源项目申请税收抵扣。能进行税收抵扣的成本费用包括:与项目直接相关的成本及设备费、工程及设计费用、材料供应及安装费。贷款费用和获得许可的费用也可包含在抵扣范围内。但是,设备重置费用、为了满足规范和其他政府条例所增加的设备费用不能抵扣。项目运行维护成本同样不能抵扣。州法律于 2007 年 7 月实施,将税收抵扣增至总投资的 50%,抵扣上限为 1000 万美金。50%的税收抵扣分 5 年执行,每年 10%的标准。投资小于(或等于)2 万美金的项目税收抵扣为 1 年期。该政策适用于 2007 年 1 月 1 日以后的项目,其自动失效日期为 2016 年 1 月 1 日。

➤ 华盛顿州税收激励

为激励分布式能源的发展,华盛顿州于 2007 年通过了一项(B&O)税收抵扣。根据法律规定,除电力公司外,私人或企业均可要求税收抵扣,额度为热电联产设施每年成本的 3%。对于 2007 年 6 月 30 日

前建成的热电联产设施，其累计抵免总额不得超过热电联产设施投资的 50%或 500 万美金。对于 2007 年 6 月 30 日以后的热电联产设施，其累计抵免总额不得超过热电联产投资的 50%，约为 750 万美金。

➤ 纽约州的免税政策

2005 年 11 月 30 日，纽约州政府官员签署了使热电联产和分布式能源受益的法律。根据该项新法律中的免税条款适用如下范畴：在一定条件下由合资公司拥有或运营的热电联产设施产生的电力、蒸汽和制冷服务的销售适用于纽约州和地方销售及补偿使用税。然而该项法律仅适用于合资公司，它可以作为模板被其他类型的热电联产和分布式能源所有者利用。

4.2 日本分布式能源发展及政策法规分析

1、发展现状

1985 年，日本分布式能源装机容量为 20 万 kW。截止 2003 年，总装机容量 650 万 kW。到 2004 年，装机容量达到 700 万 kW，占发电总容量的 23%。分布式能源发电保持每年 40 万 kW 至 45 万 kW 的稳固增长幅度，年增长率为 6%。到 2007 年装机容量为 923 万 kW，超过德国，仅次于美国的 1,268 万 kW，装机容量位居世界第二位。

近几年来，容量为 1kW-300kW 的小型天然气分布式发电系统出现在住宅及小型商务用户市场。在日本，超过 2000 家的家庭安装了

1kW 的附带热水储藏的小型天然气分布式供能系统。截止 2010 年底，日本商业和工业采用分布式能源发电项目总装机容量达到 944 万 kW，其中商业项目为 6,319 个，装机容量为 197 万 kW；工业项目为 7,473 个，装机容量为 212 万 kW。图 4.3 和 4.4 分别给出了商业、工业分布式能源发电项目的比例。从日本能源供应及需求分析，预计到 2030 年，分布式能源系统的发电量将占全国总量的 20%。

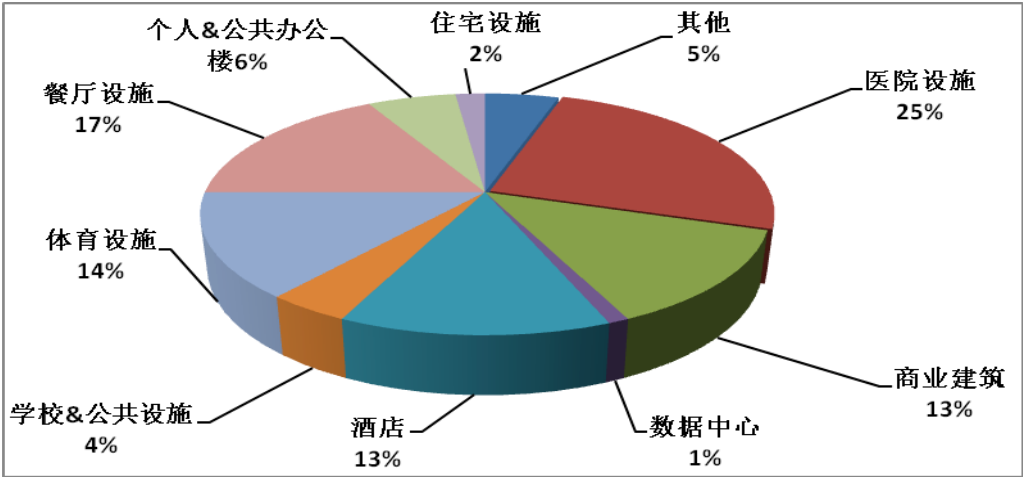


图 4.3 2010 年底，日本商业分布式能源发电项目比例

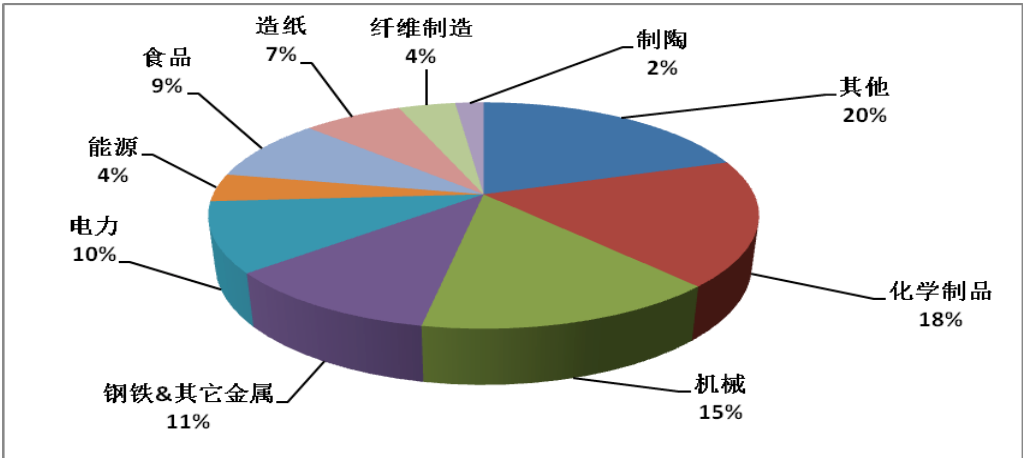


图 4.4 2010 年底，日本工业分布式能源发电项目比例

2、政策法规

日本对发展热电联产等分布式能源的扶持政策始于 1990 年初。

日本政府从立法、政府补助、建立示范工程、低利率融资以及给予减免税等方面来促进分布式能源的发展，基本上可分为：特殊税费、低息贷款、投资补贴、新技术发展补贴四类。

（1）1986 年，日本发布了《并网技术要求指导方针》，使分布式能源可以实现合法并网；

（2）1995 年，日本政府修改了《电力法》，并进一步修改了《并网技术要求指导方针》，打破 9 家电力公司垄断全国供电市场，使拥有分布式能源装置的业主，可以将多余的电能反卖给供电公司，并要求供电公司为分布式能源业主提供备用电力保障；

（3）日本政府规定热电联产项目建成第一年可享受 30% 安装成本折旧率或 7% 免税。总投资 40% 至 70% 可享受低息贷款（年利率 2.3%）；

（4）日本新能源与工业技术发展组织（NEDO）提供补贴：大型热电联产区域供热投资额的 15%，上限最多为 500 万美金；天然气分布式能源可享受安装成本的 1/3 及市政设施投资的 50% 补贴；

（5）允许自发电给第三方，壮大了能源服务公司。如 SUWA 区域的 10 个能源供应公司，提供冷、热、电给医院和其他用户。一家

能源服务公司向周边的 67 个用户提供电力、蒸汽及冷水。

4.3 欧洲分布式能源发展及政策法规现状

1、发展现状

欧洲的分布式能源发电量占其总发电量的 9%（其中丹麦、芬兰和荷兰已达到 30% 以上），计划到 2010 年达到 18%，减少二氧化碳排放 1.5 亿吨。图 4.5 展示了欧洲各国分布式能源所占的比重。目前欧洲已投入运行的分布式能源项目电力供应占整个欧洲电力生产的 10% 左右，项目规模从几 kW 到几百 MW 不等。

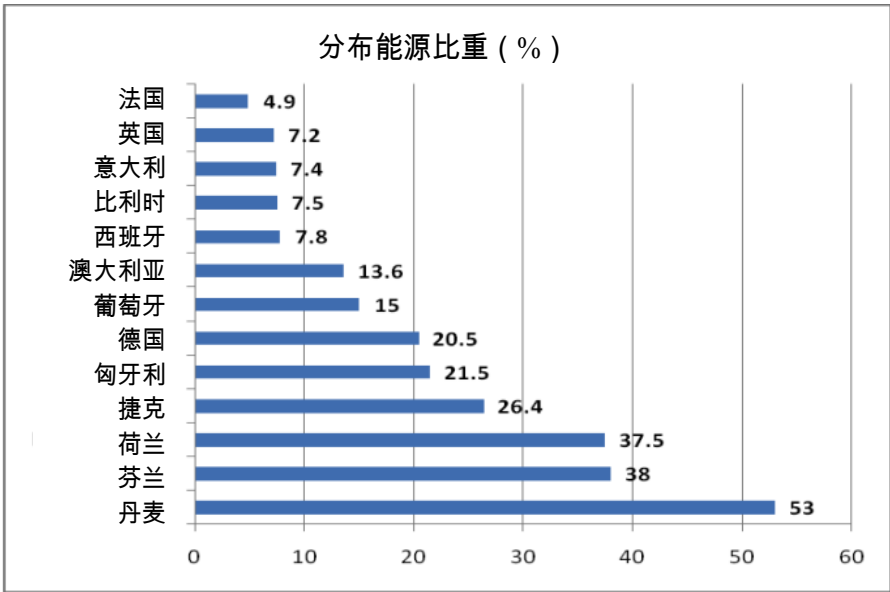


图 4.5 欧洲各国分布式能源所占的比重

（1）丹麦

在 20 世纪 70 年代以前，全国能源消费曾经 99% 依赖进口。丹麦政府审时度势，制定适合本国国情的能源发展战略，大力调整能源供

应结构，提高能源使用效率，积极开发和利用清洁能源。丹麦从上个世纪 80 年代开始推广分布式热电联产技术，分布式能源的占有率在整个能源系统中已经接近 60%，2006 年底，丹麦分布式热电联产装机容量已达到 569 万 kW。由于推广分布式能源，全国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 年前降低了 30%。由于大力推广各种节能技术和措施，从 1980 年至 2005 年，丹麦的 GDP 增长了 56%，但能源消耗只增长了约 3%，能源消耗总量多年来基本保持不变，环境污染也未加剧。其原因之一就在于丹麦积极发展分布式能源技术，通过提高能源利用效率支持国民经济的发展。

（2）英国

自 1990 年以来，英国分布式能源项目装机翻了不止一番。根据 2008 年的《英国能源统计摘要》，2007 年英国分布式能源项目的装机容量达到 547 万 kW，所发电量达到 28.6TWh，相当于英国总发电量的 7%。英国分布式能源项目主要遍布在各大饭店、购物商城、休闲中心、医院、综合性大学、机场、公共建筑、商业建筑及其他相应场所。发展分布式能源系统已成为英国政府提高能源效率措施的有机组成部分，英国政府机构首先倡导使用分布式能源，比如英国女王的白金汉宫，首相的唐宁街 10 号官邸，都建有分布式能源站。

（3）德国

德国是欧洲最大的分布式热电联产市场，50%的电力需求将通过分布式能源技术覆盖。2005 年，分布式能源项目装机容量达到 2,100 万 kW，发电量占 12.5%。德国政府计划，到 2020 年将分布式能源发电比例较目前 12.5%的水平增加一倍达 25%。德国联邦政府将能源效率加倍作为综合性能源和气候计划的中心目标，正积极计划通过大力推广利用分布式能源发电来实现这一目标。

（4）芬兰

芬兰分布式能源发电项目也很发达，同时在世界区域供热领域处于较高水平。2007 年，分布式热电联产发电量占总发电量的 28%以上，天然气分布式热电联产供热达到区域供热的 74%，并保障芬兰 29%的电力供应，实现发电量 26.8TWh。

2、政策法规

欧洲各国一直致力于持续推广分布式能源技术，2007 年 1 月，欧盟理事会通过了《高效能源行动方案》。该方案推出了一系列高效利用能源的标准，及提高能效减排的措施，以实现欧盟 2020 年减少能源消耗 20%的目标。此方案无疑将继续推动分布式能源在欧盟各国的发展。同时，欧盟各国也制订了一系列与分布能源相关的法律、法规，从污染排放控制（交易）、电网准入、电价及税收等方面进行规范，其中比较具有代表性的国家包括丹麦、荷兰、英国等。

欧盟制订了一系列与热电联产和天然气分布能源相关的法律、法规，从污染排放控制（交易）、电网准入、电价及税收等方面进行规范。例如：

1997 年《能源产品税收规范》、2001 年《污染排放交易规范》、2001 年《政府支持环境保护的共同指导方针》、2002 年《新型电力和燃气规范》、2002 年《建筑能源利用性能规范》、2002 年《热电联产规范》。

（1）丹麦

丹麦政府认为热电联产可以节约 28% 的燃料，减少 47% 的 CO₂。因而对热电联产的优惠政策制定的最多、最完善。政府提供热电联产和分布式能源项目能源税退税政策，同时丹麦民众还享有市政当局为热电联产和分布能源项目出具的贷款担保，获得较低的利息费用。

1990 年到 2006 年间，丹麦对于分布式热电联产颁布了一系列法律法规和鼓励政策，先后制定了《供热法》、《电力供应法》和《全国天然气供应法》，并对相关的各项进行了法律修正案，在法律上明确了保护和支持的立场。《电力供应法》规定，电网公司必须优先购买热电联产生产的电能，而消费者也有义务优先使用热电联产生产的电能（否则将做出补偿）。具体如下：

1990 年丹麦议会决议，1MW 以上燃煤燃油供热锅炉强制改造为

天然气或垃圾为燃料的分布式能源项目（热电站），对此类工程的建设给予财政补贴并辅以银行信贷优惠。例如在供热小区中，对热电工程给予信贷优惠（利率 2%，偿还期 20 年），对天然气热电站，给予 30% 的无息贷款，给予 0.07 元丹麦克朗/kWh 的补贴。

1992—1996 年政府对区域供热改造为小型热电联产和生物能系统给予投资补贴。五年期间，政府每年拨款五千万丹麦克朗。

1993—2002 年政府为推广区域供热系统的应用对在热电联产供热区域内 1950 年前建造的供热系统给予补贴。补贴一般为总成本的 30% 至 50%。

1995 年，电力供应法案的一项修正案规定，独立生产者（小型热电联产等）出售的电力应遵照可避免成本原则定价，其中包括设施节省出的长期投资成本，以确保联合生产与分别生产相比具有经济优势。

1996 年在工商业中引入环保税。税收所得作为投资拨款返还给工商业者。其中 40% 的款项将发放给工业热电联产。在全国范围征收 CO₂ 排放税，按热电厂上网电量对电价按人民币 0.15 元/kWh 补贴。

1997 年政府给予垃圾或天然气为燃料的小型热电联产给予补贴。每兆瓦小时 70 丹麦克朗。对装机小于 4MW 的工厂补助以 8 年为限，为 4MW 及以上的工厂补助年限为 6 年。

1998 年电力法修正案，电力调度时对小型热电联产和再生物质产生的电力给予优先。

2006 年以后丹麦开始研究和推广配电网中的“细胞架构”，用以防止大量分布式能源（风电、热电联产等）发电并网对电网影响太大。使大量分布式能源并网成为现实并受集中控制，制衡其对电网影响，解决了供电和电网安全可靠性和及分布式能源并网难和成本高等问题。

（2）英国

英国政府规定允许一定限量内的电力直接销售。1998 年政府解除限制，购电少于 100kW 的用户可以直接向热电联产电厂买电，拥有与大用户相同权利。

政府于 1999 年宣布英国热电联产的目标是：到 2010 年生产能力要翻一番，达到 10,000MW。后来的新政策也重申了要达到此目标的决心。为达此目标，英国政府在 2001 年采取了一系列的措施，包括：免除气候变化税、免除商务税、高质量的热电联产项目还有资格申请政府对采用节约能源技术项目的补贴金。

英国自 2001 年 4 月 10 日起实施气候变化税，初步税率将使电费提高 0.43 便士/ kWh，煤和燃气费提高 0.15 便士/kWh，而热电联产用户将可避免对上列项目征收税款，使热电联产可以节省 20%的能源

费用。同时英国电力工业中使用天然气发电的比重比较大，而且电力工业已经私有化，电力价格按市场定价，电价与天然气价格比较合理，能够保证天然气发电的竞争力和项目的经济性。

英国政策还颁布了一套指南，规定所有发电项目开发商在项目上报之前都要认真考虑使用热电联产技术的可能性。这套新指南指明了热电联产的市场机遇并提供了相应的联系方式。其他的措施如免税、电力交易细则的修改、刺激热电联产的热负荷的增长等也都提上了日程。

（3）荷兰

1998 年，荷兰颁布了新的《电力法》，赋予分布式热电联产特别的地位，即规定热电联产的发电量优先上网，并对用于公用电网的电力按照最小税率征税。

由荷兰能源分配部门起草的《环境行动计划》中，电力部门将积极使用清洁高效的能源技术以承担其对环境的责任。其中分布式热电联产是最为重要的手段，将负担 40% 的二氧化碳减排任务。

荷兰政府还规定对有稳定热负荷的热电厂，其天然气价格较其他工业用户便宜 2 美分/m³。

（4）德国

自开展电力市场自由化改革后，德国的电价比 1998 年的水平下

降了 30%。电价的下滑使天然气分布式能源的竞争力下降，为了扭转这种局面，政府出台了新的扶持政策：

➤ 对于总效率达到 70%以上的电厂免征 0.085 欧分/kWh 的天然气税；

➤ 对自备电厂完全免除电力税；

➤ 总效率达到 57.5%以上的联合循环电厂免税；

➤ 传统利用锅炉的电厂的天然气税从 0.164 欧分/kWh 调高至 0.348 欧分/kWh。

2002 年 1 月 25 日，德国通过了新的热电法，该法律中激励天然气分布式能源发展的优惠政策包括：

➤ 某些类型的热电企业享有并网权；并网、双向交易；不并网、高额补贴。

➤ 天然气分布式能源在正常售电价格之外还可按每 kWh 售电量获得补贴。

➤ 近距离输电所节约的电网建设和输送成本返还天然气分布式能源电厂。

该部新法律对已有天然气分布式能源电厂，不限规模给予鼓励；对未来 2MW 以下新建电厂和利用燃料电池技术的分布式能源电厂亦给予长期的补贴，以鼓励新技术发展。补贴资金通过小幅调高电网使

用费来平衡。德国政府正在采取措施鼓励发展小型热电联产系统，尤其是在其东部地区。

4.4 国际分布式能源发展经验分析

国外发展分布式能源首要的经验是政府的引导和支持，把发展分布式能源置于国家能源安全和应对气候变化的战略高度。政府组织力量制定战略决策，建立法制体系，制定总体规划，成立执行与监管机构，研究发展潜力和存在的障碍，提出整体解决方案。

（1）以政府为主导积极制定发展规划，明确发展目标。如美国通过能源部（DOE）和环境保护署（EPA）等国家职能部门制定和发布分布式能源发展的战略构想和路线图，在能源规划和能源供需长期预测中提出分布式能源发展规模的预测和指导，获得相关行业和公众的认可和支持，起到良好的引导作用。

（2）通过立法和政策来保障战略目标的落实和实施。如美国、欧洲、日本等国家均颁布了相关的法律法规来保障分布式能源的发展，同时在政府层面出台一些扶持政策。这对于分布式能源战略规划的实施起到重要保障作用。

（3）通过政府补贴来推动分布式能源发展。各国均出台了促进高效、低排放为特点的分布式能源发展优惠和补贴政策，包括投资补贴、低息贷款、税收减免、燃料优惠等，有效的带动了私有部门的

投资和相关行业的投入。

（4）通过加强标准体系建设来指导分布式能源发展。美国和日本都在国家层面成立了专门机构，制定一系列法规明确分布式能源技术标准，以促进和规范相关行业之间的协调配合，指导产业发展。如美国电机工程学会（IEEE）于 2003 年颁布了 IEEE1547 标准，规定了电源并网的基本要求，在国际上受到广泛认可，这一标准为美国各州制定分布式能源的并网标准提供了依据。

（5）很多国家经验表明，发展分布式能源不能仅仅依靠经济刺激，更需要的是找到关键性的障碍和建立有针对性的政策和机制。具有普遍性的障碍包括：在经济与市场方面，缺乏合理的电、气价比例和合理的上网价格；在管理机制方面，缺乏并网的法制保障和透明的审批程序；在社会人文方面，缺乏节能减排的社会义务感和对分布式能源的认识；在效益评价方面，没有把分布式能源节能减排的社会效益纳入市场运作机制。

5 我国发展分布式能源的市场潜力

近几年来，随着我国天然气的快速发展，为了解决煤电污染和低效输电问题，推广天然气分布式能源已成为推进我国节能环保的重要技术措施之一。根据对天然气增长的预测，到 2015 年和 2020 年预计供应量将分别增加到 2600 亿 m^3 和 4000 亿 m^3 。发展天然气分布式能源是国际上天然气市场发展成熟国家所采用的主要能源利用方式，若按照欧美国家天然气用于冷热电联供分布式能源约 20~30% 的比例匡算，2015 年和 2020 年我国将分别有 1000 亿立方米和 1600 亿立方米天然气可用于分布式能源，装机容量可分别达到 7800 万 kW 和 1.2 亿 kW。可相应替代燃煤为城市提供大量热源和冷源，每年减少煤炭消耗 3.6 亿吨，减排二氧化碳将超过 7 亿吨，将在我国节能减排和调整能源结构中发挥关键作用。

5.1 分布式能源市场环境分析

5.1.1 资源环境

我国能源资源不足并且利用效率很低，大力发展高能效的天然气分布式能源技术对优化我国能源系统具有重要意义。十几年来，我国天然气分布式能源技术没有发展起来的原因，一方面是电力系统体制的制约，电力部门垄断了电网，分布式能源电厂难以并网，所发电力

更难以上网，或者接入费高使得分布式能源项目得不到较好的经济效益；另一方面是没有加速开发和引进天然气资源，缺乏清洁燃料的来源。目前，我国正在积极制定相关政策，制约天然气分布式能源发展的条件正在改变。

到本世纪末，可再生能源无疑将成为世界一次能源的主体，但一二十年内必然有一个过渡时期。我国能源结构以煤为主的特点在短期内不会改变，但随着我国近年来大力开采国内油气资源和扩大进口，使天然气的供应和能源比重逐年增长，预计到 2020 年左右，我国天然气和液化天然气进口总量可达近 2000 亿 m^3 。此外，我国还具有丰富的非常规天然气资源，如页岩气、煤层气、可燃冰等，其资源总量约为常规天然气资源的几倍。目前国家加大了非常规天然气资源的开发力度，加强天然气的储备体系建设，发挥价格杠杆调节作用，确保天然气稳定供应。根据国家能源局预测，“十二五”期间天然气消费比例将翻番，2015 年可能增加到 2600 亿 m^3 /年，由目前占能源消费结构比重的 4%左右提高到 8%。种种迹象表明，我国天然气供应呈现了新形势，“富煤少气”的传统概念正在逐步发生变化。

由于分布式能源节能减排、安全稳定的特点，在城市建筑、高耗能企业、各种经济技术开发区引进天然气的同时，进行分布式能源规划和示范项目的建设将会取得明显的社会和经济效益。如果目前存在

的天然气价格相对较高，以及并网、上网运行等问题得到有效解决，能够把资源的改善和迫切需求转化成有应对能力的市场范畴，分布式能源将会得到迅速发展。

5.1.2 市场环境

我国已进入到经济高速发展的新阶段，在经济全球化的背景下制造业正向我国转移，城市化水平将明显加快，居民的消费结构将向提高居住、出行水平的方向升级。未来 20 年我国要实现能源消费翻一番、GDP 翻两番的目标，必须在体制改革方面有新的突破。

能源领域市场化改革的总体目标为：让市场发挥优化配置资源的基础性作用，提高我国能源部门的国际竞争力，为用户提供低价、优质、稳定、充足、清洁的能源。发展分布式能源正是实现这一目标的重要手段之一。

我国城镇化的发展，为分布式能源提供了广阔的市场空间。我国城镇化进程正处于一个快速推进的时期，预计到 2015 年城镇化率将达到 52%左右，到 2030 年将达到 65%左右。城镇化过程中将培育松嫩平原、中原地区、江汉平原、湘中地区、成都平原、关中地区以及其他沿江、沿交通干线、沿海地区已经形成的城镇密集区进行整合，走集约化和可持续发展的城镇化道路。城镇总体规划、基础设施建设、能源系统建设提供了分布式能源发展的良好机遇。我国建筑能耗占总

能耗的 27%以上，而且还在以每年 1 个百分点的速度增加。北京、天津、上海等各省会及大、中城市正在考虑通过分布式能源规划进行能源结构调整，实现节能减排的目标。据预测，到 2015 年我国 80%新增天然气分布式能源项目将建在新城镇或老城的新城区。

5.1.3 技术环境

北京、上海等已建的天然气分布式能源项目为此类项目的建设和管理培养了技术队伍，积累了丰富的经验。我国目前一些专业能源服务公司已具备了独立完成项目的策划、设计、建设、调试和运营管理的能力。根据一批天然气分布式能源项目的成功经验，结合国外资料，上海已经出台了相关技术规范《分布式供能系统工程技术规程》，北京等地的技术规范也在制定之中。

同时，借鉴国际能源服务公司的经验，我国相继成立了一批专业化能源服务公司运作天然气分布式能源项目。专业化能源服务公司为客户提供的是集成化的节能服务和完整的节能方案，为客户实施“交钥匙工程”，包括资金、技术、商务、工程管理、运行管理等一系列服务，将实施节能项目所需的各种资源进行有机地整合，保证项目的成功实施。专业化公司的介入分担了业主节能项目的经济风险、技术风险，利用其专业性、低成本、高效率的优势确保分布式能源项目的安全稳定的实施。

5.1.4 政策环境

我国政府为了促进能源结构的调整，节约能源，近几年来，在政策上发布了不少相关的规定，对天然气分布式能源项目进行鼓励和支持，为市场的形成提供了政策支持。

在总结我国天然气发展经验的基础上，国家发改委发布的《关于印发天然气利用政策的通知》对天然气梯级利用给予充分的肯定。通知指出“合理利用天然气，可以优化能源消费结构，对实现节能减排目标、建设环境友好型社会具有重要意义”。2010年4月，国家能源局发布的《关于发展天然气分布式能源的指导意见》（征求意见稿），其中明确提到在经济发达、天然气资源丰富、能源品质要求高的地区及天然气资源地选择基础较好的工业、企业及单位鼓励采用天然气热电冷联供技术，建立示范工程。

随着国家对能源发展战略的不断重视，各地政府正在积极调研燃气分布式能源发展优势和有力条件，为制定相关鼓励政策和推动发展策略做准备。

5.2 发展分布式能源的目标市场

应用天然气分布式能源利用技术应满足以下几个条件：（1）有较长时间较为稳定、较平衡的（冷）热、电负荷；（2）较高的电价和相

对较低的天然气价格；（3）相对较为严格的环境保护要求；（4）对电力供应安全有较高的要求；（5）天然气供应充足。符合上述条件的场所主要为工业技术开发区、城市商务或综合商业区、宾馆、医院、大型商用建筑、写字楼、机场、火车站、大中型公交枢纽、数据中心以及部分工业用户等。近年来，随着我国分布式能源技术水平的不断提高、常规天然气和非常规天然气（如页岩气、煤层气等）的快速发展，提高能效、抑制碳排放以及加快的工业化、城镇化进程，都需要高效清洁的能源供应系统。

目前，这种高效清洁的能源利用方式在我国仅占较小比例，但可以预计未来的若干年内，天然气分布式能源利用方式不仅可以作为集中式发电的一种重要的补充，还将在能源综合利用上占有十分重要的地位，除此之外，分布式能源系统还可以解决我国不发达地区、边疆地区的电力短缺问题。在我国，由于地理条件的限制，许多农村地区的供电问题还没有解决。在偏远地区布置长输电网，不仅造价巨大，而且电网沿途损失也较大，天然气运输则比较便捷，可以发展以沼气、液化天然气为燃料的分布式能源发电站，以解决这些地区的用电问题。分布式系统直接布置在用户端，对这些地区来说不失为一种更加可靠、可行的供能方式。因此，无论是解决城市的供电、还是解决边远和农村地区的用电问题，都具有巨大的潜在市场，一旦解决了主要

的障碍和瓶颈，分布式能源系统将获得迅速发展。

随着我国城市化进程的快速发展，预计到 2015 年，一大批工业园区、新城区、新城镇正在规划和建设中。在一些城市商业中心、居民区和一些工业园区，其电力负荷和冷、热负荷密度都比较大，用户比较集中。分布式能源技术可以根据不同用户对冷、热、电的需求在不同季节和一天中各个时段的区别性和互补性，可获得更高的效率，并且由于规模效应而取得最佳的经济性。

针对以上特点，将以下几种类型作为未来发展分布式能源的主要目标市场：

（1）北方集中供暖市场。在满足大部分城市居民冬季供暖的需求基础上，开拓非采暖季制冷和热水用户；

（2）南方区域供电及供冷市场。以满足城市商业、行政中心区公共建筑集中供冷需求为主要负荷，同时可以向附近住区建筑物居民提供生活热水来提高能源利用效率；

（3）大型工业园区，主要以大量使用蒸汽用户为主；

（4）现有城乡工业园区；

（5）大城市规划新区；

（6）新规划中的中小城镇；

（7）对现有城市燃煤热电厂的改造等。

5.3 发展分布式能源市场需要政府的引导和调控

从国外分布式能源成功发展的原因分析中可以发现，丹麦、美国、荷兰、日本等国的分布式能源市场之所以得到良好发展，一个重要因素就是这些国家都结合本国国情，制定和颁布了相关的政策、法规和标准来保障分布式能源在本国的发展。我国政府虽然也在大力推行分布式能源，而且也有一些地方性法规出台，但从国家层面来讲，目前还没有出台保障分布式能源发展的国家级政策法规。在规划、发电上网、电气价、能源补贴等诸多方面还没有政策性的保障。

国家政策和法规的不完善主要体现在上网问题和电价问题。目前，天然气分布式能源发电项目基本都是自用，并不能并网及上网。而天然气分布式能源技术的特点决定了只有通过电力并网才能实现供电的安全稳定性和项目的经济性。同时，现有的法律法规制约了分布式能源项目的实施，也大大降低了分布式能源的经济效益。纵观分布式能源发展较快的国家均在财政和税收方面出台了一系列鼓励政策，在电价方面出台了优惠上网电价等措施，极大地促进了天然气分布式能源在有章可循的基础上经济、有序的发展。比如，日本规定天然气分布式能源项目的上网电价高于火力发电的电价，这就在一定程度上保证了天然气分布式能源发电的效益。

由此可见，我国应加大政府扶植力度，在立法和宏观调控方面对

发展分布式能源市场予以支持，这将是天然气分布式能源发展最根本的推动力，并以此为推动力去解决发展天然气分布式能源的管理体制和市场机制问题。

政府扶植首要的是立法支持，提高分布式能源的经济效益，让它具有市场生存力。此前我国天然气分布式能源的多余电力上网一直存在困难，极大地限制了天然气分布式能源按最优规模进行设计和运行。目前中央政府已会同有关部门正在制定分布式能源电力上网的政策，这无疑将有助于天然气分布式能源经济效益的提高。各地政府根据自己的财政实力对天然气分布式能源进行扶植，其一是建设支持，每千瓦发电装机给以一定数量补贴、设备购置减免关税；其二是运营支持，对上网电价给以补贴。

政府有责任推动立法来改变天然气、电力企业在分布式能源市场中的利益关系，还可以将税法作为宏观调控手段，提高天然气分布式能源对煤电的竞争力。设立评估电网电能含碳量的税种，将所有绿色能源与电网结成利益共同体。在分布式能源电力上网割占电网市场、增加电网管理成本的同时，可以使分布式能源电力上网成为电网降低成本的路径。通过这样的措施可以降低煤电相对于所有绿色能源的竞争力，在煤电和绿色电能不平等竞争中，实现对绿色电能补贴的支付转移。

同时，政府应发挥宏观调控职能，以政府的力量政策性地进行一些规定，在工业市场中打破垄断，引入竞争，一方面可以刺激电力和燃气行业进入分布式能源领域的积极性，另一方面可以帮助业主得到更合理的经济效益。

6 发展分布式能源的体制性约束分析

6.1 我国能源管理体制分析

分布式能源在我国得以发展的最重要前提因素是需要具有一个合理的能源管理体制。研究建国以来我国能源以及各个相关领域能源管理体制的沿革,将有利于理解现行能源和管理体制对分布式能源发展的有利因素和制约因素,为制定合理的政策和能源体制改革的方向提出建设性的意见。

6.1.1 能源管理体制变革历程

我国能源管理体制先后经历了十六次变革,每次变革都代表了能源发展的一个新阶段,体现了能源与经济社会发展的调适。其中,规模较大、涉及面较广的三次重大变革主要发生在改革开放以后的社会主义市场经济体制初步确立的十几年里。

(1) 第一次变革是改革开放后的 1980 年,成立了国家能源委员会,分管煤炭工业部和石油工业部。由于国家能源委与国家计委职能分工不明确,致使国家能源委难以全面行驶综合管理职能,因此成立不到三年被撤销。

(2) 第二次变革是 1988 年组建能源部,撤销了煤炭工业部、石油工业部、水利电力部、核工业部,同时成立了分管统配煤矿、石油

天然气、石油化工、海洋石油、核工业等几大能源总公司。但由于能源部与当时的国家计委职能重复，很难充分发挥其应有的作用，因此成立不到五年也宣布撤销了。同时，再次组建电力工业部和煤炭工业部。

(3) 1998 年，我国能源管理体制迎来了第三次重大改革，国家撤销了煤炭工业部，将其管理职能移交给当时国家经贸委下属煤炭工业局，并组建中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司和中国海洋石油总公司，由新成立的国家石油和化学工业局行使其政府管理职能；同时组建国家电力公司，将电力部管理职能移交给国家经贸委。

此后，我国能源管理体制又经历了几次改革，2002 年，我国电力体制发生重大变革，国家电力监管委员会正式成立，承担起全国电力监管职责。2003 年，国家发展和改革委员会成立，下设能源局作为能源综合管理机构。2005 年，成立国家能源领导小组，下设国家能源领导小组办公室。2008 年，为加强能源行业管理，组建国家能源局。2010 年，正式成立国家能源委员会。

6.1.2 能源管理体制现状

我国已经初步形成了以煤炭为主体，电力为中心，石油天然气和可再生能源全面发展的能源供给格局。但是，能源管理的体制性缺陷，

使我国能源行业难以协调相互间的问题，难以实现国家能源产业的有效整合和科学发展，以及能源战略的落实。

我国能源管理职能多年来处于分散管理的状态，缺少权威的、统一的能源管理部门，各项管理职能分散于国家各个不同职能部门，如国家发展和改革委员会负责能源产业总的综合平衡、重大政策的制定等；商务部负责煤炭、电力、石油等行业归口管理；电监会承担维护电力市场秩序和规范市场主体行为的职能；国家环境保护部负责能源企业生产经营的环境监控等。这种分散的管理模式产生了许多不良的后果，成为我国近几年能源供应紧张和改革难以推动的重要原因之一。由于能源管理中没有统一权威的管理部门，各部门间缺乏有效的协调和沟通，能源供需的宏观调控目标混乱局面时有发生。

2008 年，我国进行第六次政府机构改革，国家发展和改革委员会增设国家能源局和国家能源委员会。为加强能源战略决策和统筹协调，设立高级别的议事协调机构国家能源委员会，负责研究拟定国家能源发展战略，审议能源安全和能源发展中的重大问题。同时，为加强能源行业管理，组建国家能源局。国家能源局主要负责拟定并组织实施能源行业规划、产业政策和标准，发展新能源，促进能源节约等。我国的能源体制随着这次政府机构改革有所变化，但由于能源管理职能还没有真正实现统一，如电力、煤炭、石油天然气等能源行业相关

的管理职能依然分散在不同部门(如大型国有能源企业的领导权和人事任命权在国资委, 能源定价权在发改委), 国家能源局缺乏实施行业管理的手段和资源, 致使制定的政策和规划很难执行下去。

从我国能源管理职能体系和运行状况来看, 我国的能源管理体制中, 政府仍然处于主导地位, 各级政府部门分别承担了不同的能源管理职能。因此, 我国能源管理体制呈现出互相影响、相互制约、错综复杂的状态。

6.1.3 电力体制改革历程

分布式能源发展的主要制约因素是我国现行的电力体制问题。事实上, 我国电力体制在建国后的 60 年已经经历了一个不断改革的历程。特别是 20 世纪 80 年代初进行的经济体制改革中, 电力产业改革是重要内容之一。它对促进我国经济的发展起了重要的作用。只有继续坚持电力体制改革进程, 不断的适应经济发展新形势, 才能使分布能源这种先进的生产方式得以健康、有序地发展。回顾电力改革的历史, 有利于理解当前电力体制的缺陷, 为更好的促进分布式能源的发展提出正确的改革方向和策略。

建国以来, 电力产业改革分可为三个阶段: 政企合一时期、市场化改革时期和管制改革时期。

（1）政企合一时期（1996 年以前）

20 世纪 80 年代以前，国家对电力实行高度集中的计划生产和分配，形成中央政府独家投资、国家垄断经营的集中统一管理模式。管理上政企分工不明确，政府既是投资者，又是管理者、经营者和监督者。

从 80 年代开始，国家为解决中央独家办电资金不足问题，出台一系列集资办电和多种电价制度政策，在 1988 年开始对电力工业进行改革，目标是实现“政企分开，省为实体、联合电网、统一调度、集资办电”的管理体制。电力管理体制曾经历了八次变革，其中先后两次成立水利电力部、三次成立电力工业部。虽然主管部门变动频繁，体制却没有触动。

这一阶段，主要改革措施是引入集资办电融资形式。虽然这为后来改革造成产权关系模糊问题，但电力短缺问题基本上得到解决；其次调动地方政府积极性，管理体制上以省为经营实体。这些政策调整和实施产生两个积极结果：（1）极大调动地方政府和外资投资积极性，促进电力产业快速发展。1997 年，全国性严重缺电局面得到缓解；（2）打破多年国家垄断市场格局，发电市场形成多元化投资主体市场结构。

虽然发电市场已逐步放开，但政府管理体制并没有做出相应调

整，同时还出现新的问题，主要集中在三个方面：（1）发电市场存在两类性质不同的发电厂商：政企合一垄断性经营的发电企业，以及从事发电业务的独立发电厂或者公司。随着电力供需矛盾扭转和发电市场竞争程度加强，这两类发电市场参与者不公平竞争矛盾不断激化，问题突显；（2）中央政府监管能力削弱，地方自主发展能力逐步增强，导致各省间交易壁垒，资源得不到优化配置；（3）价格形成机制不合理和价格监管能力不足，导致价格倒退现象，使得用户电价不断攀升。

(2) 市场化改革阶段（1997-2002 年）

1996 年，中央政府根据《国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标》，对电力产业机构设置和管理职能进行改革：中央政府以国有独资形式出资设立、组建国家电力公司，承担保值增值责任，并作为经营跨区送电的经济实体和统一管理国家电网的企业法人，公司按照企业集团形式经营管理。国家电力公司实行电力产业管理职能和国有电力资产运营职能相分离的原则，逐步形成由国家经贸委、国家计委等部门共同行使政府监管职能。

1999 年，浙江、上海、山东、吉林、辽宁、黑龙江“五省一市”进行厂网分开，竞价上网的市场化改革试点，探索破除垄断性经营的可行途径。价格监管部门进行上网电价改革，改“还本付息”电价为“经营期”电价。经过这一阶段改革，电力产业政企合一体制性弊端得到

一定程度克服。我国电力产业改革通过对行政体制进行局部的、必要的调整，逐步建立了一种新的行政体制。这一过渡阶段表明政府改革决心，为下一阶段改革做准备。

（3）管制改革阶段（2003 年至今）

发电、输电、配电各环节实行一体化垄断经营的旧电力体制越来越不能适应经济发展需要。2002 年，中央政府批准了《电力体制改革方案》，由国家计委牵头，成立电力体制改革工作小组，负责组织电力体制改革方案实施工作。电力体制改革总体目标是：打破垄断，引入竞争，提高效率，降低成本，健全电价体制，优化资源配置，促进电力发展，推进全国联网，构建政府管制下政企分开、公平竞争、开放有序、健康发展的电力市场体系。此次电力产业管制体制的目标是实行厂网分开，将国家电力公司管理的资产按照发电和电网两类业务进行划分。2002 年，国家电力公司进行资产重组，形成了中国华能集团公司、中国大唐集团公司、中国华电集团公司、中国国电集团公司和中国电力投资集团五大全国性独立发电集团公司，逐步实行竞价上网，开展公平竞争。

2003 年，中央政府为完善宏观调控体系，将国家发展计划委员会改组为国家发展和改革委员会，行使行业规划、产业政策、经济运行调节、技术改造和投资管理等职能，并增设能源局和国民经济运行

局。这样，国家电力行业行政管理职能就移交到国家发展和改革委员会和国家电力监管委员会。电监会主要职责是：制订市场运营规则，监管市场运行，维护公平竞争；向政府价格主管部门提出调整电价建议；监管电力企业生产标准，颁布和管理电力业务许可证；处理电力纠纷；负责监督社会普遍服务政策的实施。

6.2 行政管理体制约束

(1) 缺乏统一的能源管理部门

目前，我国煤炭、电力、石油和天然气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。在能源开发、能源消费、能源节约、能源储备和环境保护等方面的工作，缺乏统一管理和政策指导。分布式能源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，统一管理，用户很难协调各个职能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。

(2) 缺乏统一规划和协调机制

分布式能源的大规模发展，依赖于城市天然气管网的成熟发展，以及电网对分布式能源系统并网的有力支持。因此分布式能源的规划应与天然气资源及供应规划、供热规划、电网发展规划相协调统一，

才能保证分布式能源系统燃料的稳定供应，将对电网的负面影响降到最低限度，同时发挥调峰等积极作用。分布式能源系统的站址选取也应与城市的总体发展规划相协调，如何做好供电、燃气、供热、市政设施等各行业间的利益协调，在促进社会整体利益的前提下，形成利益共享和共赢机制，对分布式能源的发展至关重要。

目前，我国还没有在国家层面制定发展分布式能源的总体规划和发展战略，分布式能源基本处于盲目发展状态，这使得我国分布式能源的发展缺乏总体指导。

（3） 监管力度不够

目前我国能源监管处于较分散状态，监管机构面临职能缺失和监管真空问题。在国际上分布式能源发展成熟的国家，影响分布式能源技术发展的各种障碍与电力监管体制密切相关。而现有的电力监管体制未能充分认识分布式能源系统的价值，尤其是环保效益、提高电网服务质量、保障电力供应等方面的益处。与国外分布式能源发展较快国家相比，我国能源监管法律法规不健全，能源监管的法律基础十分薄弱，造成政府部门管理无法可依、无章可循，企业的主体地位难以完全确立，电力生产者和消费者权益得不到切实保障。

6.3 政策体系约束

（1） 缺乏专项鼓励政策

我国相继出台了一些鼓励分布式能源系统发展的鼓励政策，但这些原则性的意见多散布在各项法规中，并不系统且缺乏可操作的实施细则、技术标准和配套政策。如在《节约能源法》中，提出“鼓励工业企业采用热电联产分布式能源技术”，在《节能专项规划》中，提到“在重点工业中鼓励发展热电联产、冷热电联产分布式能源，适当发展以天然气为燃料的小型分散电源”。但这些法律条款大多仅仅做了一些原则性的规定，没有形成专项的指导性政策，配套的鼓励和补贴政策很少，可操作性不强。

虽然国务院研究室、国家能源局等一些我国主要政府部门已经在积极推进天然气分布式能源的发展和制定鼓励政策，但是其他一些重要的相关部门和单位对发展天然气分布式能源的意义认识不够全面，特别是对其在优化我国整体能源结构方面的作用认识不足，对为天然气和电网调峰所带来的经济价值认识不足，没有将天然气和电力的发展规划与天然气分布能源发展规划结合起来。这些都成为制定鼓励政策的障碍。

（2）缺乏系列的技术标准和规范

天然气分布式能源在我国属于新型能源技术，属于“按需供能”，而传统的电力和热力技术标准和规范受长期计划经济的影响偏重于“保障供应”，在本质上与分布式能源的要求有着很大的差别。在分布

式能源设备容量指标的选取方面，如果按照传统规范选择设备容量，将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，降低了项目的经济效益。由于我国目前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。现有燃气规范、排放标准、消防规范在制定时没有考虑天然气分布式能源的特点，其中许多条款都限制了分布式能源的发展。

另外，在电力方面，分布式能源只有实现并网运行才可以提高其可靠性和经济性，目前我国还没有制定统一的分布式能源并网相关标准。现有并网和保护等技术规范和标准主要针对大型热电厂，对于小型天然气分布式能源发电系统并不适用。近年来，风电和太阳能的快速发展推进了可再生能源相关并网技术标准的制定，但针对天然气分布式能源并网标准的制定还没有提到日程，致使分布式能源项目并网问题日益突出。

6.4 电力体制约束

(1) 电力市场垄断，限制了分布式能源技术的推广

我国现行的电力体制是阻碍天然气分布式能源发展的最主要的问题。我国的发电行业由几家大的电力集团所主导，而电网则是被两家规模较大的电网公司所垄断。2002 年，我国政府下发《电力体制改革方案》，坚持政企分开、厂网分开、主辅分开、输配分开的电力

工业改革方向。要打破垄断，引入竞争，建立社会主义电力市场经济体制。然而，至今除了政企分开、厂网分开基本实现外，主辅分开和输配分开的改革目标仍然遥遥无期。出于市场利益考虑，处于垄断地位的电网公司也许并不热衷于分布式能源的发展，如对已建或在建天然气分布式能源项目不予支持并网及上网等，从而客观上阻碍了分布式能源系统的发展。

（2） 电力市场没有放开

在目前我国诸多的电力交易的规则法律中明确规定：“一个供电营业区内只设立一个供电营业机构”、“在公用供电设施未到达的地区，供电企业可以委托有供电能力的单位就近供电，非经供电企业委托，任何单位不得擅自向外供电”、“发电企业、输电企业和供电企业按照有关规定取得电力业务许可证后，方可申请进入区域电力市场，参与区域电力市场交易”等。上述规定限制了分布式能源的使用范围，使分布式能源技术仅仅适用于所发电力全部为用户自用的一些项目，如用户自备电厂等。而像大型工业、经济开发区以及综合商业写字楼等类型的分布式能源项目，因涉及向周边用户供电的问题，往往使项目在前期决策阶段受到诸多阻碍。同时，《电力法》中“不得擅自向外供电”的规定也使分布式能源项目的建设资金来源上仅限于由业主自行投资建设，而不能采取由第三方资金投资建设的方式，否则，将被

视为第三方售电的行为，这是《电力法》中明确禁止的。

（3） 缺乏明确的电力并网规定

在分布式能源项目并网方面，目前我国诸多的电力法规中多数的条款仅仅是针对大型电厂的规定，针对小型的天然气分布式能源项目发电并网还没有明确、可操作的规定。缺乏与分布式能源技术相适应的并网规定，导致了分布式能源在电力并网方面存在诸多障碍。通过近几年我国分布式能源发展的实际操作经验得出，电力并网上网问题是影响我国分布式能源推广的重要制约因素之一。在这些障碍因素中，技术问题不是关键，最重要的是电力管理体制、电价机制、各方利益如何分配等问题。因此，为了消除这些障碍，有必要在相关的电力规则和法律中增加支持分布式能源电力并网的明确条款，促进分布式能源技术的推广。

（4） 电力定价规定限制经济效益

由于现行的电力法和电力市场的垄断，分布式能源虽然是位于用户端的发电项目，却不能公平地获得周边的电力市场准入和与电网公司同样的销售电价。在采用天然气分布式能源技术所发电力的定价方面，若依照相关的电力规则规定，其上网电价应按照“同网同质同价”的原则，但分布式能源处于用户端，所发电力需与远在千公里以外的燃煤电厂的电力同价是不合理的。欧美等发达国家早已建立了相对成

熟的电力市场，形成了完善的发电和用电市场竞争机制，而我国仍然由行政审批来规定全部发电上网电价和用电价格。我国目前还没有形成独立的市场化配电价格体系，如果仅仅以现有集中发电的上网电价和销售电价为参照依据，不能完全体现分布式能源成本的合理分摊和计价原则。

目前我国较大容量的分布式能源发电都是采用以天然气为燃料的燃气轮机、内燃机、微型气轮机等发电系统，由于天然气的价格较高，所发出的电力价格比燃煤电厂的电力价格要高一些，即使充分考虑分布式能源提高能效所带来的效益，在电价上也很难与燃煤发电的电价匹敌。而事实上，多数项目所发电力的成本与周边地区电网公司的商业销售电价相比，具有一定的竞争力。但由于分布式能源系统只能自发自用，不能向周边用户售电，不能有效的体现其经济和社会价值。

（5） 电力容量备用规定不完全适用于分布式能源

目前，针对电网为自备电厂提供电力容量备用，各省分别制定了相关规定，如北京市《关于企业自备电厂收费政策有关问题的通知》。根据此规定：1）与电网连接的所有企业自备电厂（含资源综合利用、热电联产电厂）均应向接网的电网公司支付系统备用费；2）系统备用费征收标准为 15.00 元/千瓦/月；3）系统备用费征收容量按照企业

自备电厂在役发电机组额定功率的 70%确定，每年 7-9 月及电力公司要求用户错峰、避峰、满发期间免征系统备用费。

这些规定目前被用于一些分布能源电力并网时需要遵循的规定。事实上，按在役发电机组额定功率的 70%向电网缴纳容量备用费对许多楼宇型或区域型分布能源项目是不合理的。许多项目只需要少量的备用容量，就可以实现系统的安全稳定运行。另一方面，许多项目可以对电网的安全和调峰提供反向支持，如华电新能源公司投资建设的广州大学城项目，在 2010 年亚运会期间，作为广州电网在事故期间的黑启动电源，同时在每年 7-9 月期间为南方电网提供电力调峰。因此，这种不合理的规定损害了许多分布能源项目的经济利益。

6.5 能源价格机制约束

能源价格对分布式能源发展影响重大，特别是天然气价格和电的影响。

天然气价格决定了分布式能源项目的主要成本，燃气成本占总成本的比重最大。由于天然气价格太高，天然气分布式能源虽然在节能方面可以创造一定的效益，但其发电电价也很难与未考虑环境成本和节能减排的煤电电价相竞争。

电价是决定分布式能源项目收益的另一个重要因素，使用分布式能源的用户，衡量项目经济性的方式主要是与传统供能方式进行比

较，电网供电价格较高地区（如北京、上海和沿海经济发达地区）和楼宇（如采用商业电价的酒店、商城、写字楼等）的分布式能源项目经济性相对较好。而这些用户同样是电网公司的高端用户，电网公司同时需要承担向低端用户（如居民）以较低的电价供电的义务，以及在电价中承担国家的各种附加费用（如城市建设基金，教育附加费和三峡基金等）。而分布式能源属于自发自用，没有承担与电网公司等的相关义务和附加费，这在一定程度上影响了电网公司接纳分布式能源项目的电力并网。

目前我国能源价格体系尚不健全，并不能反应真实的市场和环境价值，许多能源价格还带有福利性质，例如北京市采用的供热价格仅考虑了能源和运营成本，并未考虑设备投资。在这种情况下，天然气分布式能源的提高能源利用效率、减排温室气体、优化能源结构等众多社会效益很难得到充分体现，导致项目经济性较差。如果不解决项目的经济性问题，分布式能源将不会得到快速发展。

6.6 投资和建设体制约束

根据我国能源价格和建筑用能特点分析，商场、写字楼、宾馆酒店、医院、商务区和工业开发区等建筑是天然气分布式能源技术最为适用的场所，但这些项目的投资建设单位（一般称为“开发商”）往往与最终用户不属于同一个单位，建设者和后期的使用者是脱节的，这

也使得项目的投资和建设者为了节省投资和在未来转卖时能获取更高的利润，而不愿意采用较传统供能方式（如市电、电空调和锅炉）投资较高的分布式能源技术，由此增大了分布式能源技术推广的难度。

另一方面，一般房地产、工业园区的投资者或开发商，由于缺乏对分布式能源的了解，需要由专业的能源服务公司来投资、建设和运营与建筑项目配套的分布式能源站。能源服务公司为了回收成本投入，势必向用户销售冷、热、电等能源产品，这与我国相关法律法规内容相违背，这使得以分布式能源为主营业务的专业能源服务公司的发展受到限制。

7 对策和建议

7.1 加快现行国家能源管理体制变革

我国的能源管理体制多年来处于分散管理的局面，致使我国研究和制定统一的能源发展战略和政策法规的力度不够，不利于我国能源安全和能源产业的健康发展，深化能源体制改革已成为促进我国能源可持续发展的重中之重。

分布式能源系统涉及广泛的能源领域，包括天然气、电力、供热、制冷、工业蒸汽、建筑和工业节能、可再生能源利用等，需要更加市场化的能源体制。建议借鉴国际分布式能源发展较好的国家能源管理体制经验，切实转变政府职能，进一步明确政府各部门的职责和权力，改变政出多门、互相掣肘的局面，尽快完善能源领域的法律法规体系，打破行业垄断，引入市场竞争，完善能源价格形成机制。

目前，在我国能源管理体制下各能源部门的职能划分为：能源战略由国务院能源委员会制定，政策由能源局制定，项目计划和能源定价由国家发改委，能源企业管理人员任命由国资委，对电力的监管由电监会。建议应加强政府职能部门在能源战略和政策制定、项目计划和审批，能源定价等方面的宏观控制、综合协调、互相协作的管理机制，加强能源行业的监管，由其对具有垄断特征和安全问题较突出的

能源行业 and 部门依法实行独立监管。

7.2 健全分布式能源产业发展法律法规

健全分布式能源产业法律法规体系对我国大力推动分布式能源发展具有重要意义，从国际分布式能源成功发展的原因分析中可以发现，美国、日本、丹麦、英国等国的分布式能源之所以得到良好的发展，最重要的因素是这些国家都结合本国的国情制定和颁布了相关的政策、法规和标准来保障分布式能源在本国的发展。我国政府虽然也在大力推动分布式能源，而且也有一些地方政府（如上海市）制定了地方性法律法规来鼓励分布式能源的发展，但从国家层面来讲，在能源规划、发电并网上网、电气价、补贴政策等诸多方面，我国目前还没有制定国家级法律法规来保障分布式能源的发展。

完善相关的法律法规是保障分布式能源健康有序发展，真正走向市场化的必要条件。建议我国各级政府积极组织制定相应的法律、法规、产业政策、行业规范及市场规范，将分布式能源系统的建设、运行纳入法律化、规范化、制度化的轨道。

7.3 加强宏观政策引导、制定支持政策

面对当前分布式能源发展新形势，我国政府的积极引导是分布式能源发展的根本推动力，而政策的引导和体制的改革是实现这一推动

力的重要因素。把发展分布式能源放到国家能源发展战略高度，应用市场调节手段，制定促进分布式能源发展的税务、价格、补贴等优惠政策。建议政府机构出台有力措施加以扶植，如：减免进口设备增值税和进口税、投资与运行费用资金补贴、制定天然气与电力的合理比价、银行的信贷优惠、加大科研经费投入解决关键技术问题、引进碳交易机制等。

北京、上海和广州等地方政府已先后建设了几十个分布式能源项目。在推进这些项目时，各地政府制定了一系列相关政策，如上海市规定由政府协调天然气分布式能源项目上网；进口设备减免进口税和增值税；由政府间接出面协助企业进行天然气分布式能源项目的可研、立项审批；提供贴息贷款；为研究院校提供有关发展天然气分布式能源技术的研究经费；提供优惠天然气气价，减免天然气资源配套费等。建议政府部门对这些项目的成功经验加以总结，将那些行之有效的措施提升为国家政策。

7.4 加快现行电力管理体制变革

国外很多国家的实践表明，打破电力垄断，使分布式能源项目能够合法并网和售电，制定合理的电接入费用和标准，是发展分布式能源的基本前提。对电力体制改革是促进分布式能源发展的关键，建议通过以下三项措施使分布式能源获得公平的市场待遇：

（1） 解决电力并网问题

国家对可再生能源的并网问题出台了明确的政策，如针对太阳能和风能的上网程序、上网方式、上网电价等，但对天然气分布式能源的电力并网尚无具体规定，很多已建项目不能实现并网，极大地影响了运行的经济性。要加速分布式能源并网技术的研究，包括分布式电源与大电网的匹配特性、并网技术条件和规范、调节技术、计量技术、继电保护技术、换流技术、滤波技术等。

建议电监会和相关部门加强对并网的监管，尽快出台关于天然气分布式能源电力并网政策，包括透明的审批程序和相关的技术标准。

建议国资委不仅考核电网企业所创造的经济效益，还要考核其对清洁能源发展作贡献的社会责任，同时要求地方政府对本省所辖电网公司提出吸收绿色电力的要求（包括可再生能源发电、天然气分布式能源发电），并支持这些发电项目并网上网。

（2） 开放电力市场和修订《电力法》

我国原有的电力行业相关法律法规已不能适应现有多样化的发电形式，随着我国能源结构调整、分布式能源技术不断发展的需要，建议全国人大财经委、国务院发改委尽快启动对《电力法》中相关条款的修订、开放电力市场，建议采取的措施包括：

- 开放分布式能源项目周边的电力市场，鼓励采用区域能源（包

括电力) 特许经营的方式, 或修订《电力法》关于一些阻碍分布式能源发展的条文规定;

- 解除“一个供电营业区内只设立一个供电营业机构”的禁令, 修改的原则是进一步放开电力销售端的市场, 或修改“不允许第三方售电”的规定, 允许分布式能源项目在周边区域内与电网公司共同供电, 引入竞争, 建议在同一个市场上, 用户可以优先购买价格更便宜更加绿色环保的电力;
- 允许分布式能源多余电力上网制度, 要求电网企业在配电网上公平对待分布式能源, 由电监会对此进行监管;
- 鼓励电网公司和从事分布能源的服务公司在同一区域内建立优势互补的合作关系, 降低分布式能源项目交易成本;
- 建议加快输配分离的电力体制改革, 使分布式能源这种先进的能源生产和利用方式获得依靠自身优势发展的空间。

(3) 电价和财税政策的改革

目前, 我国天然气分布能源发展的主要障碍之一是天然气和煤碳的价格差过于悬殊, 单纯依靠天然气分布能源项目节能所产生的效益很难使项目获得应有的经济性; 另一方面, 电力市场没有放开, 分布能源项目所发电力不能向邻近的用户销售, 更不能在价格上与电网公司所供的燃煤电厂销售电价享有同等的待遇。因此, 建议发改委价格

司在考虑到天然气分布式能源发电的节能环保效益，特别是其对电网调峰、减少长距离输电的投资和输电线损、以及对天然气季节性供气调峰的贡献，对天然气分布式能源项目给予优惠气价，对发电价格进行统筹考虑，在实现电力输配分离改革之前，要求电网收购分布式能源项目所发电量，制定合理的可持续发展的标杆电价。同时，建议财政部、税务总局尽快出台减免税和补贴等优惠政策，推动分布式能源系统的发展，使节能减排效益能够得到真正的体现。

7.5 加强智能电网建设

天然气分布式能源的发展与智能电网的发展存在相互促进和依存的紧密联系，为发挥分布式能源的经济性和节能特点，需要采用并网和上网运行模式，对电网的影响是多方面的，如电压控制、频率控制、短路容量、高次谐波、潮流分布、网损、需求侧管理、配电网规划等。为保障分布式能源与电网连接后的电力系统安全稳定运行，建设智能电网为分布式能源的发展提供了坚实的基础。

随着我国天然气分布式能源项目数量和容量的不断增加，对电网的影响不断加大，发展智能电网势在必行。反之，智能电网的发展也是加速发展分布式能源的必要前提。国际上正在发展的“微网”、“智能能源网”是在“智能电网”的基础上更高层次的发展，是分布式能源技术的未来发展方向。

7.6 推进能源服务产业发展

对楼宇型或区域型分布式能源项目采用专业化能源服务公司的合同能源管理模式将是一个很好的经营模式，如果实施得当，可以使这一领域逐步脱离政府行政管理，使经营企业与用户形成自由的市场关系。同时，合同能源管理经营模式可以使分布式能源项目进行更加合理的、更加专业化的管理，将两者相结合以实现最大化的利益效果。

由于分布式能源用户大部分属于中小企业，缺少发电、供热、制冷和环保、安全方面的经验和知识。因此，采用合同能源管理为运营模式的专业能源服务公司，参与分布式能源的投资、建设和管理，是非常必要的。尤其是在项目投产后，能源公司可利用其专业知识和信息化工具优化运营，在不同的市场价格、季节气候条件下正确调整系统的运行方案，使系统始终处于最经济的运行状态，以获得最佳的经济效益。通过社会化服务体系提供设计、安装、运行、维修一体化保障，对分布式能源进行专业化、最高效的营运，从而更进一步发挥分布式能源高效利用，减少污染物排放的优势。

政府对能源服务公司的管理主要体现在：1）与能源服务公司签署能源投资、建设和运营协议，同时授予区域能源的特许经营权；2）提出能源价格的定价机制，审核批准能源价格；3）监管能源服务公司的执行情况。

目前，我国各地方纷纷成立能源服务公司，以合同能源管理的方式推动天然气分布式能源市场的发展。这些能源服务公司将为分布式能源的发展搭建良好的投融资平台，提供充足的资金保证，这将有利于分布式能源市场发展的进程。

7.7 加强技术创新机制、加速软硬件国产化

我国目前的分布式能源技术基础与国外相比尚有很大的差距，已经建设的分布式能源示范工程存在很多问题，除并网、价格等外界因素制约外，技术和装备上的问题也很突出。其中，在软件方面，需要建立完善的数据库、必要的软件工具、加强一体化技术研发、积累丰富的工程经验；在硬件方面，需要在政府大力支持下进行主要设备的国产化，只有立足于自主创新才能减少对进口设备的依赖，降低成本，建立自主的知识产权，提高分布式能源的市场竞争力。

分布式能源设备主要包括小（微）燃气轮机、余热锅炉、蒸汽透平、压缩式制冷、吸收式制冷蓄冷、蓄热设备以及控制系统。其中，我国的中小（微）型燃气轮机和燃气内燃机制造技术和控制系统上与国外有较大差距，国产化率也相对较低。发电设备多半依靠进口，导致机组单位千瓦造价远高于常规电厂（2-3 倍）。发电机的备品备件价格相对较高，增加了设备维修维护费用。可见，实现发电机组的国产化需要进行大量的工作，而且必然会经历较长的发展历程。鉴于此，

可以采用一些灵活的方式逐步推进发电机组的国产化进程，例如可以首先考虑进口核心部件，其余部件采用国内采购并组装的方式，也可以吸引国外设备厂家在国内设厂完成发电机组的组装，甚至生产。

7.8 探索符合我国国情的分布式能源发展模式

我国发展分布式能源比国外晚了二、三十年，但可以在借鉴国外经验的基础上，结合我国国情，实现跨越式的发展，开创具有我国特色的分布式能源发展道路。政府的宏观调控与决策，是实现发展低碳经济战略目标的最大保证。政府机构、电力燃气公用事业集团、电网公司、各类型能源企业有待转变观念，克服部门间和行业间的利益冲突、统揽全局、合作共赢、共同促进分布式能源新兴产业的发展。我国必须探索符合国情的具有中国特色的分布式能源发展模式，在今后几十年内，结合我国城镇化和工业化开发区的特点，引入专业能源服务公司的理念，充分利用世界先进的技术及设备，大力推进天然气分布式能源与可再生能源结合的耦合系统，建设一批各种类型和不同规模的高质量分布式能源项目，充分发挥其节能减排的规模效益。各级政府应把发展分布式能源纳入国家各级总体发展规划，从规划层面大规模引进分布式能源产业，因地制宜，大中小并举，新建与改造并重，工业、商业、民用建筑相结合的方式，从各个层面积极推进分布式能源发展。

7.9 有步骤分区域开展试点、逐步推进分布式能源的发展

2010 年初，国家能源局出台了《关于发展天然气分布式能源的指导意见》（征求意见稿），经过两年的多方论证和探讨，国家发改委、财政部、住建部、国家能源局联合发布的正式指导意见即将出台，对天然气分布式能源试点项目发展规模及装机容量进行明确规定，通过试点项目的建设摸索出天然气分布式能源的发展规律，总结经验，最终实现系统装备国产化，为大规模发展分布式能源奠定基础。

目前，我国天然气分布式能源系统受不确定因素约束，建议有步骤、分区域地试点推进，逐步开放分布式能源市场。选取不同的中心城市建设不同类型的天然气分布式能源试点项目，通过试点发现问题，积累经验，逐步完善，同时带动新型能源应用的发展，为增强现代化城市的能源供应安全提供最新的设施保障。

7.10 加强国际合作、充分利用外部资源

当前，世界各国都清楚地认识到，能源问题是一个全球性问题，需要国际社会的共同努力。加强国际间紧密合作，大力发展分布式能源与新能源，已经成为各国增加能源供给，促进节能降耗，保障能源安全，减少温室气体排放，发展低碳经济，实现经济与社会可持续发展的共同选择。我国要完成国家制定的能源发展规划和长期能源战

略，在充分利用我国内部的资源、人才和国家体制等方面的优势前提下，从基本国情出发，加强我国与世界各国在分布式能源领域的国际合作，推进分布式能源发展的国际化进程。

建议充分利用全球资源，建立我国与世界各国政府、企业和科研机构之间的对话、协商和沟通机制，在分布式能源开发与利用方面的观点和经验方面进行广泛交流，共同探讨解决发展瓶颈的方法与策略；通过与国际领先发展分布式能源技术的国家开展合作，借鉴国外分布式能源发展成功经验；通过对国外能源管理体制、支持政策等方面的基础分析研究，进一步完善我国能源管理制度和法规，加快我国分布式能源发展的进程。

参考文献：

- 〔1〕 中国城市燃气“十二五”期间分布式能源发展的若干问题研究，
2011 年 5 月
- 〔2〕 国务院研究室 关于加快天然气冷热电联供能源发展的建议，
2011 年 4 月
- 〔3〕 国网能源研究所 我国分布式能源政策法规问题研究，2010
年 12 月
- 〔4〕 华贲、龚婕 分布式冷热电联供系统经济性分析，中国能源网，
2006 年 11 月
- 〔5〕 华贲 中国分布式冷热电联供能源系统发展机制创新的历史
机遇，智能电网，2010 年第 2 期
- 〔6〕 王岚 论中国能源管理体制的发展与完善，
- 〔7〕 董小君 能源管理体制：从分散走向集中是国际大趋势，广西
电业，2008 年第 6 期
- 〔8〕 郭基伟 政策因素制约分布式能源发展 ，2010 年 2 月
- 〔9〕 李云峰 王峰峰 分布式能源发展对电网的影响，环球电气，
2010 年 6 月期

附件 天然气分布式能源典型案例经济性分析

随着我国能源结构的调整，天然气在能源利用中的比重不断增加，我国在天然气分布式能源领域进入了实质性开发实施阶段，并建设了一批典型示范项目，取得了一定的经济、环境和社会效益。但在我国现行的能源管理体制下，存在诸多制约分布式能源发展的因素，诸如天然气缺乏、并网限制、政策不到位等，严重影响了项目经济性其规模化发展进程。

本报告选取北京市某办公楼的天然气分布式能源系统为案例，对项目的现状、技术经济、存在问题等方面进行分析。通过对典型案例经济性分析，研究影响天然气分布式能源经济性的关键因素，为我国分布式能源发展研究提供基础。

1、 项目概况

北京某办公楼建筑面积 3.2 万平方米，采用天然气分布式能源供能系统满足办公大楼电力负荷、制冷和供热负荷需要。该项目于 2003 年建成，2004 年正式投入使用，项目至今已经稳定运行了将近 7 年。天然气分布式能源系统全年发电量约为 220~290 万 kWh，全年平均综合能源利用效率约为 65%~70%，与常规供能系统相比每年节约直接燃料费用约 90 万元。

2、 系统配置

➤ 主要设备参数

办公大楼天然气分布式能源系统主要由燃气内燃发电机组和余热吸收式空调机组构成。其主要参数如下表所示：

表 1 发电机组参数

序号	项 目	单位	额定参数	额定参数
1	机组型号	/	G3512	G3508
2	输出功率	kW	725	480
3	发电效率	%	33.9	37.7
4	烟气温度(100%负荷)	□	468	500
5	缸套水出口温度（100%负荷）	□	98	98

吸收式空调机组主要参数如下表所示。

表 2 余热吸收式空调机组参数

序号	项 目	单位	额定参数	额定参数
1	机组型号	/	BZHE200□	BZHE100□
2	制冷量	kW	2326	1163
3	制热量	kW	1799	901
4	制冷季烟气出/入口温度	□	170/500	170/500
5	制热季烟气出/入口温度	□	145/500	145/500
6	热源水出/入口温度	□	82/98	82/98
7	天然气补燃量	104kcal/h	117	58.3

➤ 系统工艺

两台燃气内燃发电机组分别与两台余热吸收式空调机组对接，天然气首先进入燃气发电机组发电，满足办公大楼用电要求，发电后的烟气进入余热吸收式空调机组，利用天然气燃烧做功后的高温余热烟气引入直燃机的高压发生器，作为双效溴化锂机组的高温热源，夏季

制冷，冬季供热。燃气发动机组的高温冷却水在夏季进入吸收式空调机组的低压发生器作为余吸收式空调机组的低温热源制冷，冬季则高温冷却水通过换热器直接给大楼供热。如果余热烟气和缸套水所产生的余热量不能满足大楼冷热负荷要求，吸收式空调机组将自动检测并通过补燃来满足系统的要求。系统流程图如下。

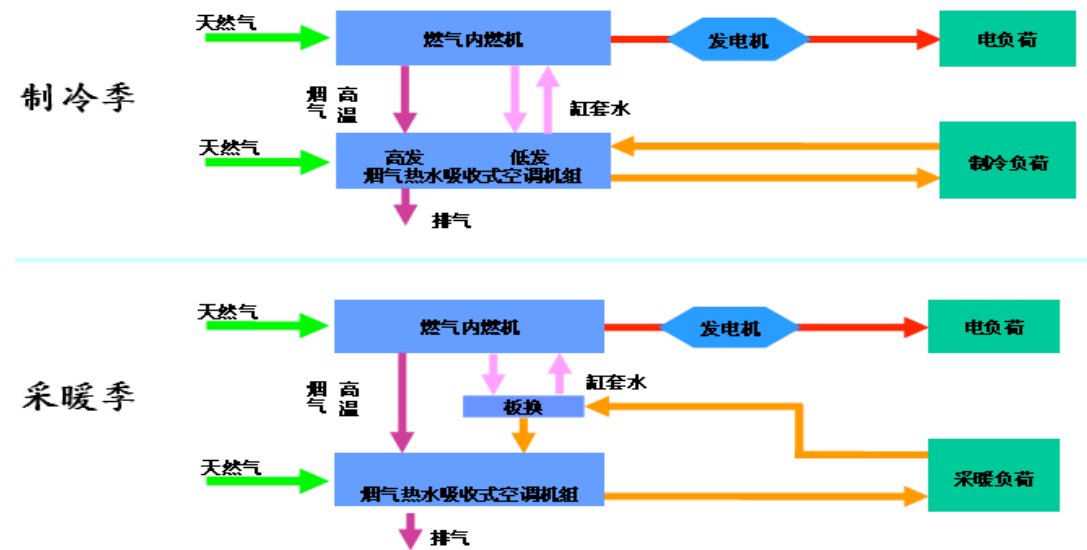


图 1 办公大楼三联供系统流程图

➤ 运行方式

1) 供电系统

办公大楼天然气分布式能源系统可以实现三种运行模式：发电机组与市电并网，优先利用自发电力满足大楼内部电负荷，不足部分由市电补充，同时保证自发电不向电网反送；燃气发电机组独立运行，满足办公楼全部电负荷；发电机组独立运行，满足办公楼部分电负荷，另一部分电负荷由市电满足，在需要时可以实现发电机组与市电之间

的不间断切换。

目前，由于没有获得并网批准，办公楼采取独立运行的方式。

2) 供热及制冷系统

大楼天然气分布式能源系统为保证余热被充分利用，在冬夏空调季运行时，满足大楼电力和空调负荷需要，春秋过渡季停机检修，此时电力由市电满足。在空调季运行时，优先利用发电机组余热作为吸收式空调机组的热源，满足大楼供冷或供热需求，余热量不足时由天然气直燃补充。

3、 天然气消耗规律

系统运行期间，燃气耗量主要随发电量的变化而变，用气量波动较为平稳。全年各时段用气量变化趋势如下图所示。

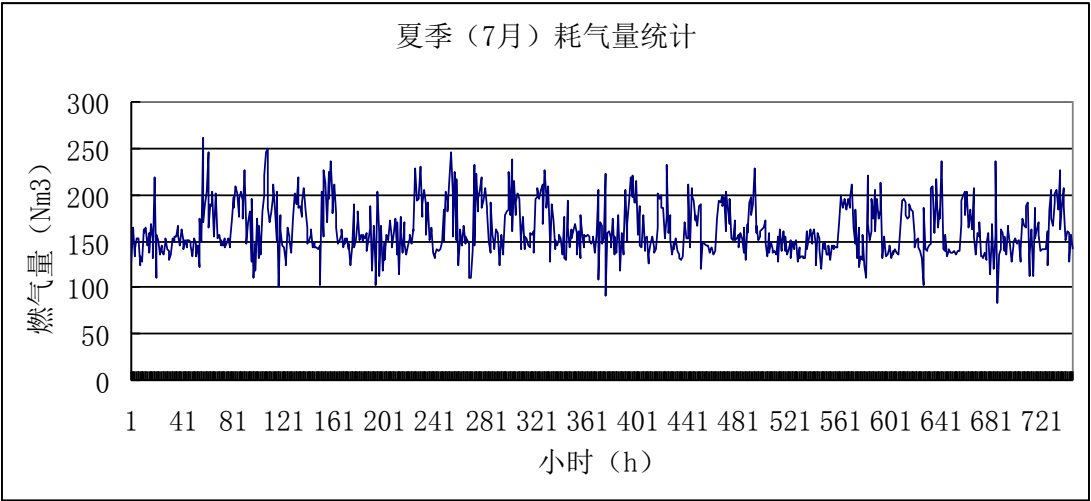


图2 夏季（7月）耗气量变化趋势

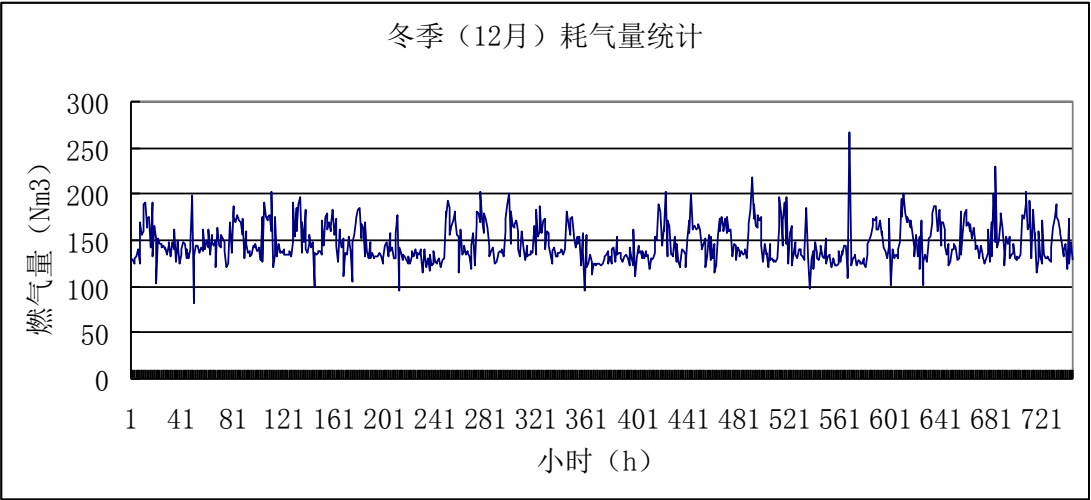
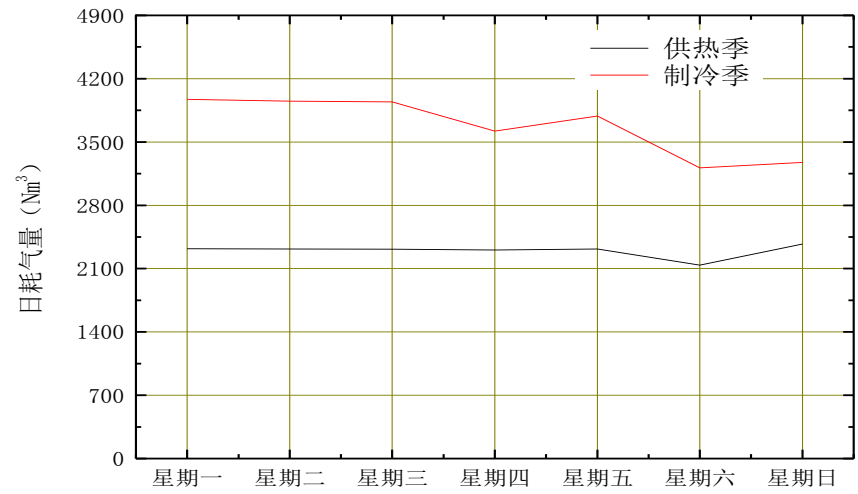
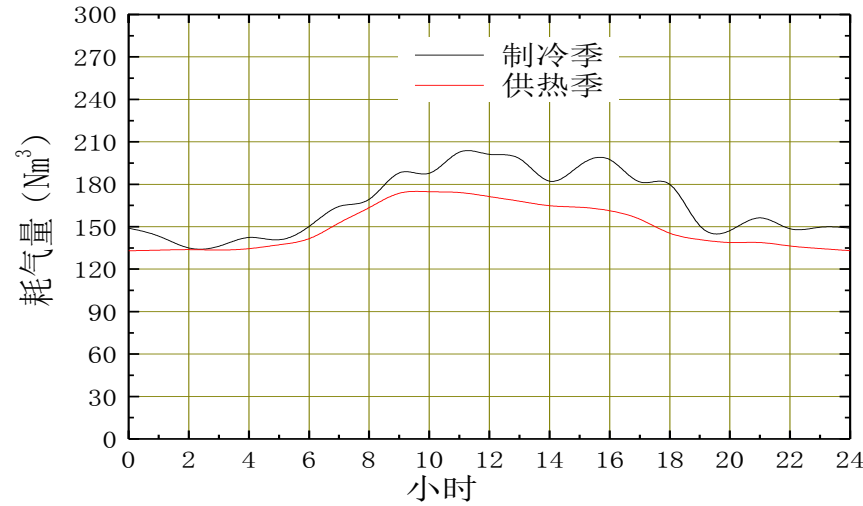


图 3 冬季（12月）耗气量变化趋势



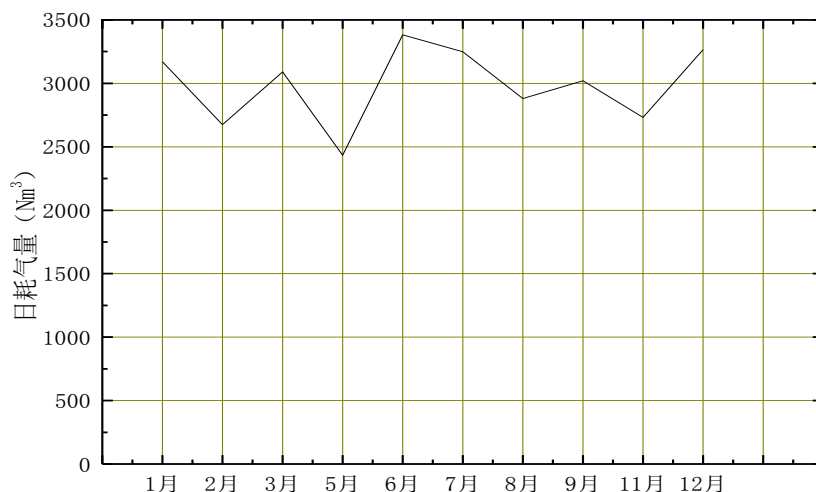


图4 三联供系统小时、日及年用气量变化图

由上图可见，小时用气量波动幅度最大，小时高峰系数约为 1.5；日用气量波动幅度最小，日高峰系数约为 1.1；年用气不均匀情况居中，月高峰系数约为 1.12。与常规城市天然气用气结构中高达 3 左右的小时高峰系数相比，天然气分布式能源系统的用气量较为稳定。

4、与常规供能系统的参数比较

➤ 投资比较

建设相同规模的常规空调系统，其冷热源系统初投资约为 850 万元，其中包含采用常规空调系统所需增加的市政电力接入费用和设置备用柴油发电机组的费用。与采用常规系统相比，天然气分布式能源系统总投资需增加约 900 万元，办公大楼天然气分布式能源系统初投资如下表所示。

表 3 天然气分布式能源系统初投资

	项目名称	单位	费用
1	发电机组	万元	684
2	直燃机	万元	278
3	水系统附属设备	万元	75
4	电气系统	万元	209
5	控制系统	万元	100
6	安装费用	万元	190
7	预备费	万元	92
8	其它费用	万元	98
9	费用合计	万元	1726

➤ 运行费用比较

大楼天然气分布式能源系统年能耗及运行费用与相同容量的常规系统相比如下表所示。

表 4 运行费用比较

	内容	单位	天然气分布式能源系统	燃气锅炉+电空调
1	年能源供应量			
	峰值时段发电量	万 kWh	87.01	
	平值时段发电量	万 kWh	82.18	
	谷值时段发电量	万 kWh	72.51	
	年供冷量	万 kWh	179.2	179.2
	年供热量	万 kWh	175	175
2	年耗燃气量	万 Nm ³	94.6	21
	峰值时段耗电量	万 kWh	0	102.94
	平值时段耗电量	万 kWh	0	98.11
	谷值时段耗电量	万 kWh	0	80.47
3	年运行费用	万元	268	328.37
	天然气支出	万元	179.5	41

	电支出	万元	0	239.37
	运行维护费用	万元	88.5	48
4	年节省运行费用	万元	60.37	
5	初投资	万元	1726	853
6	增量投资回收期	年	14.5	

注：1) 电价按照目前北京市最新分时电价计算，峰段 1.271 元/kWh、平段 0.806 元/kWh、低谷 0.366 元/kWh；2) 燃气价格按照夏季 1.85 元/Nm³，冬季 1.95 元/Nm³ 计算。

可见，按照大楼目前的运行模式与常规系统相比，每年单纯直接能源费用可以节省约 100 万元左右。但是由于大楼三联供系统独立运行，其年运行维护投入的人力物力较大，导致年运行维护费用比常规系统高出约 40 万元。因此在目前大楼运行状态下，每年比常规系统可以节省 60 万元的运行费用。在如上表所示的初投资情况下，增量投资回收期过长。如能实现并网运行，则情况将大为改善。

➤ 节能减排

在大楼目前的运行状况下，将全年能耗折成标煤，与相同供能量的常规供能方式相比，每年可节约标煤约 230t，如下表所示。

表 5 节能减排分析

	分布式供能方式	常规供能方式
主要设备	发电机+余热直燃机	燃气锅炉+电空调
全年能耗折至标煤（吨）	1135	1369
节能率	17%	
CO ₂ 减排量/年	1300 吨	

上述计算中，将常规系统耗电按照火电的方式折算至标煤，市电

至用户端的供电效率取为 31%。由于自发电减少了火电发电量，所节省的标煤消耗具有明显的减排效益。

以上比较依据为办公楼目前状况下的系统投资和运行方式，如能实现并网运行，调整目前的运行方式，则分布式供能系统的优势将更为明显。

5、 影响分布式能源项目经济性分析

通过对天然气分布式能源系统与常规供能系统相比较分析，天然气分布式能源系统的社会、经济、环保效益非常显著。但包括本案例在内的我国天然气分布式能源项目目前还停留在试点阶段，没有形成规模化发展，分析其原因主要有以下几点：

➤ 运行模式导致综合效率较低

由于我国大部分已建成的天然气分布式能源项目没有获得并网批准，发电机组均采用独立运行的方式，致使平均发电效率偏低，即使在电负荷低于发电机组的高效运行区域时发电机组仍需运行以保证供电安全，导致发电机组在低效运行状态下运行时间较长，年平均发电效率远低于发电机组的额定效率。同时，系统运行年均综合热效率不到 70%，低于一般天然气分布式能源项目综合能源效率达 80%~90%的预期。上述发电效率低是系统综合热效率偏低的一个主要原因，另外由于系统必须时刻独立满足电负荷需求，因此不能自主

调节余热量使之与热负荷匹配，导致余热量浪费较多，降低了综合热效率。如果项目采用并网模式，不但可为电网和燃气管网起到调峰的作用，同时系统的经济性及运行可靠性都将大为提高。

➤ 天然气价格偏高不具备经济性

天然气价格对天然气分布式能源系统的经济性具有重要的影响作用。目前，我国各地方天然气价格不均，在我国沿海城市燃气价格有可能高达 4 元/m³ 以上，经测算，如果天然气价格超过 3 元/m³，天然气分布式能源项目不具备经济优势。由于分布式能源项目初始投资大，运行维护成本较高，如果采用普通的天然气价格水平，将导致天然气分布式能源系统比常规能源供能系统不具备经济性。需要针对天然气分布式能源制定优惠的天然气价格，以促进天然气分布式能源的发展，提高天然气分布式能源的市场竞争力。

➤ 设备容量选取与负荷不匹配导致投资偏高

目前，我国许多分布式能源项目失败的原因在于设备装机容量偏大，不能充分发挥系统的优势，经济性差，这在很大程度上是因为在设计之初没有根据建筑冷热电负荷特色预测设备容量。如果选取了大容量机组后，一方面使分布式能源项目增加了初投资；另一方面为了保证项目的经济运行，大多数项目发电设备在部分时间段处于停机状态，致使分布式能源项目经济性得不到充分的体现。