

# 江苏省风电发展的策略研究

叶瑛莹, 赵媛

(南京师范大学地理科学学院, 210097, 江苏, 南京)

**[摘要]** 风电是几乎无污染的绿色能源, 世界风电正进入快速发展时期. 江苏省虽然常规能源资源缺乏但风能资源比较丰富, 然而, 江苏的风电发展却落后于国际国内发展潮流, 未能为江苏经济、资源和环境的协调发展发挥应有作用. 文章分析了江苏省风电发展的必要性及可行性, 根据江苏风电发展现状, 提出大力发展风电的策略: (1) 构建沿海风能产业带; (2) 引进风力发电配额制度; (3) 加强投资环境建设.

**[关键词]** 江苏, 风电发展, 必要性, 可行性, 策略

**[中图分类号]** TK81, **[文献标识码]** A, **[文章编号]** 1001-4616(2005)03-0106-05

## Study on Strategies of Wind Power Development in Jiangsu Province

Ye Yingying, Zhao Yuan

(School of Geographical Science, Nanjing Normal University, 210097, Nanjing, China)

**Abstract:** Wind power, as one of the unpolluted energy, is growing in a high speed in the world. Jiangsu is short of the conventional energy resources, but its wind resource is abundant. However, Jiangsu is behind the pace of wind power development both at home and abroad. Wind power in Jiangsu is unable to play an important role in the harmonious development with its economy, resource, and environment. This paper analyzes the necessity and feasibility of developing wind power in Jiangsu province, putting forward three strategies as follows: 1) planning of wind power industrial belt along the seaside; 2) applying the Renewable Portfolio Standard; and 3) improving the environment of investment.

**Key words:** Jiangsu, wind power development, necessity, feasibility, strategy

## 0 引言

风电是几乎无污染的绿色能源, 近年来世界风电发展突飞猛进, 年增长达 35%, 美国、意大利和德国年增长更是高达 50% 以上. 我国可利用的风能资源为 2.53 亿 kw, 位居世界前列. 随着全社会对发展清洁能源认识的普遍提高与国家支持力度的增大, 风电产业也呈现出蓬勃发展的势头. 从 1990 年到 2003 年 13 年间, 风电装机容量从 2 MW 增加到 567 MW, 增长了 280 多倍. 风电场数目达到 40 个, 分布在 14 个省(区). 江苏作为经济大省, 风电发展却远远落后于世界和国内发展的潮流, 2004 年江苏第一家风电场——如东风电场破土动工, 才填补了江苏风电发展的空白.

## 1 江苏风电发展的必要性

### 1.1 能源结构单一, 供需缺口进一步加大

江苏能源结构以煤炭占绝对优势. 近年来虽然在能源供应的多样化上作了一定努力, 但 2001 年年煤炭占能源消费总量的比重仍为 75.79%. 目前, 江苏单位平方千米煤炭消费量在全国各省中位居第一, 每平方千米接近 920 t.

收稿日期: 2005-02-28.

基金项目: 江苏省高校自然科学研究计划资助项目(01KJB170003).

作者简介: 叶瑛莹, 女, 1982—, 硕士研究生, 主要从事区域经济与可持续发展的学习与研究. E-mail: yeyingying2@126.com

通讯联系人: 赵媛, 女, 1963—, 教授, 主要从事区域经济与可持续发展的学习与研究. E-mail: zhaoyuan@njnu.edu.cn

万方数据

在能源供求方面,江苏的煤炭主要来自山西、河北、河南等几个较近的省份,但随着这些省份经济的发展,能源消费量增加,河北、山东、河南等省已经或即将成为煤炭调入省,能够供给江苏的能源难以增加,甚至还会减少。山西作为江苏最大的煤炭来源区,目前产量已达4亿t左右,开始进入稳产时期,再出现大幅度增长的可能性不大。省内的主要生产基地徐州矿区和大屯矿区,开采强度偏大,形势也不容乐观。而江苏的能源需求随着江苏经济的迅猛发展,21世纪仍会呈现不断增长的势头,使得江苏能源缺口不断拉大。实现江苏能源的多元化,增加可再生能源的比重,是解决江苏能源问题的根本途径之一。

### 1.2 电力供应紧张,电网峰谷差突出

近几年,江苏经济发展势头强劲,带动电力需求持续保持高速增长,2000年全省的用电负荷为1650万kw,到2003年达到了2430万kw,年平均增长率为18%。而全省装机容量2003年也只有2208万kw,年平均增长率只有5%,电力供应情况并不乐观(图1)<sup>[1]</sup>。同时,随着装机容量和用电量的不断增加,调峰难度也随之加大,特别是用电结构的变化,居民用电、第三产业用电的大幅度增加,造成电网峰谷差呈逐渐加大的趋势,季节调峰和分时调峰问题日益突出。2003年全省最大峰谷差已超过770万kw。随着连云港核电站投产发电,山西、三峡等西电东输工程完工并投产送电,还将使江苏电网峰谷差矛盾进一步扩大。因此,当传统的火电高负荷运作依然难以解决江苏电力供应紧张、电网峰谷差突出的问题时,发展尚未大规模开发、建设周期短的风电就显得非常必要。

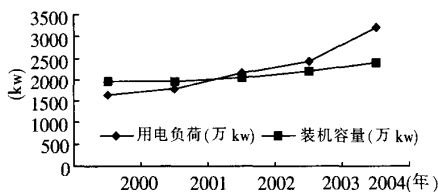


图1 2000年-2004年江苏电力供求情况

### 1.3 可持续发展的要求

可持续发展的核心是经济发展与保护资源、保护生态环境的协调一致。江苏以煤为主的能源结构对环境的污染非常严重。江苏大气环境一直属于煤烟型污染,总悬浮颗粒物或可吸入颗粒物成为影响江苏省城市空气质量的首要污染物。根据2003年的相关统计资料,全省原煤消费量比上年增加1140.6万t,全年排放烟尘38.8万t,二氧化硫排放量124万t,都比上年有所增长。同时,燃煤还是酸雨产生的重要因素。江苏酸雨发生率为30.5%,除南通、常州、南京这3个传统的酸雨污染较重区域外,现在苏北地区的徐州和连云港市区酸雨也呈现加重趋势。因此,发展绿色能源尤其是风电,降低煤炭生产消费对环境的冲击和破坏,是江苏经济社会可持续发展的要求。

## 2 江苏风电发展的可行性

### 2.1 风能资源丰富,风能利用大有可为

江苏省风能资源丰富,实际可开发量居全国第七位,仅次于内蒙古、新疆、甘肃、河北、辽宁、山东等省(区)。除淮河以北、沭阳以西的地区外,全省均属于风能可利用区、风能较丰富区或风能丰富区(图2)。

江苏苏东沿海海岸、滩涂和岛屿,年平均有效风能功率密度在 $200 \text{ W/m}^2$ 左右,3~20 m/s风速的年累积时数在5000 h左右。如西连岛年平均有效风能功率密度为 $292 \text{ W/m}^2$ ,年累积时数达6574 h;燕尾港年平均有效风能功率密度为 $148 \text{ W/m}^2$ ,年累积时数为6693 h。同时,江苏还有海岸线以外领海基线以内的海洋内水2万多 $\text{km}^2$ 、12海里宽的领海和12海里宽的毗连区各约1万 $\text{km}^2$ ,这些都是风能丰富地区<sup>[2]</sup>。江苏风能利用大有可为。

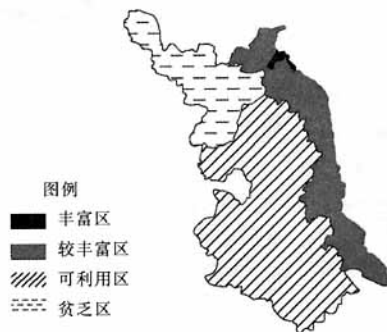


图2 江苏风能资源分布图

### 2.2 国际国内风电价格不断降低

从世界范围看,风能产业在过去20年的时间里获得迅速发展。风电价格随着风电技术的提高和风电规模的扩大不断降低,目前国际上风电价格为4美分/kwh左右。与国际市场相比,我国风电价格仍然偏高,其主要原因是目前我国风电机组国产率低,主要依赖进口,而风电机组成本在风电场初始投资中所占比例颇大,约为75%。若以国产化风机替代进口风机,成本可降低约20%—30%。随着我国风电技术的逐

步成熟,国产化率已从 1993 年的 1% 增加到 2003 年的 12%,风电价格也由过去的 13 美分/kwh 降到 6—8 美分/kwh,虽然比起国际风电价格和国内煤电价格(约为 5 美分/kwh)仍然偏高,但随着我国风电技术的提高和风电市场的扩大,风电价格无疑仍会下降.同时,随着国家加大对可再生能源发展的支持,风电的融资情况、政策环境都会得到改善,风电价格也会得到不同程度的降低.如 2003 年出台的对风电实行按增值税应纳税额减半征收的优惠政策,就使风电电价平均每度降低约 5—6 分人民币/kwh<sup>[3]</sup>.

风电价格的一路走低和煤电价格由于我国能源重心西移的上涨,使得未来江苏的风电发展潜力不容忽视.

2.3 华东电网实力雄厚,市场容量大

华东电网覆盖的华东三省一市(上海市、江苏省、浙江省、安徽省)是我国经济发达的地区之一.2003 年该区的 GDP 总量达到 3.71 万亿元,约为全国的 1/3. 经济发展促进了用电需求的快速增长.目前华东电网电力和电量全面紧缺,2003 年华东电网的年负荷率达 87.3%,特别是上海、浙江、江苏缺电尤其严重.因此经济的发达、电力的紧张使得华东电网具有较强的电力消化能力,为风电发展提供了广阔的市场.

此外,华东电网的电网建设规模位居全国前列,近几年各省市投资力度屡创新高.2003 年,江苏电网建设力度进一步加大,全年完成投资 319 亿元,共投产发电装机容量 132 万 kw,机组改造增容 40 万 kw.与此同时,全省共建成投运了 4 200 km 的 35 千伏及以上的输变电路.而上海电力公司也宣布,上海市 2004 年将投资近 200 亿元,超常规加快电网输变电项目、电力营销系统、市政配套以及架空线入地等工程的建设与改造,投资力度之大也为历年之最.华东电网输电能力的不断增强,供电可靠性的不断提高,也为风电场的建设提供了强大的保障.

3 江苏风电发展现状与对策

3.1 江苏风电发展现状

较为丰富的风能资源对于经济发达而常规能源缺乏的江苏来说,无疑是极其宝贵的资源.但是在 2004 年以前,江苏的风力发电仅限于利用微型风力发电机,为电网暂时达不到的滩涂地区及沿海和几大淡水湖的渔民提供生活用电,在利用大中型风力机建设风电场方面仍是一片空白.而资源条件与江苏相当甚至不如江苏的山东、广东、浙江、福建、海南等省,风电场建设在全国都已占有一定比重,特别是广东、浙江、海南,占有较大的比重(表 1).

2004 年如东 10 万 kw 的风力发电项目的破土动工,标志着江苏在风电事业发展中迈出了实质性的一步.同时,也给江苏的风电发展带来了机遇与挑战.

3.2 江苏风电发展的对策

3.2.1 构建沿海风能产业带,与沿海经济互动发展

江苏风能资源尤以沿海地区最为突出,同时,沿海地区风况具有典型的季风特征,一年内风向交替变化,秋冬季节盛行北风和东北风,春夏季以东南风为主,全年以北风、东北风和东南风为主,很有规律性.日风速为白天风速大,风功率密度高,发电量多,夜晚相对较小,与用电负荷曲线有较好的吻合性,是建设风电场的优良场所.中国水利水电建设工程咨询公司曾对江苏省的风电发展进行了初步规划,重点对南通的启东、如东,盐城的大丰、射阳、滨海,连云港的云台区、赣榆等地的风电场进行了规划布点,这些站址将是

表 1 我国部分省(区)风能资源及风电场建设情况

省(区)	风能实际可开发量(GW)	已建风电场占全国比重(%)
内蒙古	61.78	23
新疆	34.33	39
甘肃	11.43	1
河北	6.12	3
辽宁	6.06	10
山东	3.94	0.3
江苏	2.38	
广东	1.95	11
浙江	1.64	7
福建	1.37	1
海南	0.64	5

资料来源:根据参考文献[4]整理



图 3 江苏省较优良的风电场分布图

江苏省发展风电的主要资源<sup>[5]</sup>。除此之外,经过初步勘查,沿海的东台、响水、灌云、通州也是适宜发展大规模风电的优良场所<sup>[6]</sup>(图3)。

江苏的沿海地区虽然地理位置优越,但仍是我国东部沿海地区经济发展的洼地,其经济密度(每平方公里的GDP)是广东沿海经济带的1/6,浙江沿海经济带的1/4,福建沿海经济带的1/6,山东沿海经济带的1/5。江苏应充分利用这一资源优势,建设沿海风能产业带。风能产业目前在全球已发展为年产值超过50亿美元的庞大产业,具有巨大的商业潜力。江苏沿海风电场建成后,不仅能解决供电问题,而且随着风电设备国产化率的提高,电场规模的扩大,体积大、运输困难的风电设备的本地化生产是必然趋势,因此,风能产业的产业关联度将大大提高。风电场附近将会吸引机械制造业、电子、建筑材料及工程安装业等相关产业的集聚,并通过合理的空间布局而获得良好的集聚经济效益,成为地区的增长极,带动区域经济增长。如世界风能产业高地——丹麦,其风能产业营业额已高达30亿欧元,生产的风电机组主导着全球市场,为丹麦GDP增长做出了很大的贡献<sup>[7]</sup>。同时,沿海风电场的建设,将形成一道壮丽的风车带,结合沿海的滩涂开发,江苏沿海地区可形成独具特色的集生态旅游、海滨休闲旅游和观光旅游为一体的沿海旅游带。此外,利用风电优势,构建风能产业带,还可以提供就业机会,给当地居民创收。同时,风电所产生的经济效益显现出来后,能更进一步加深人们的环保意识,“绿色”的生产和消费方式得到大力提倡,反过来又会带动更多的个人和企业使用风电,形成良性循环。

### 3.2.2 引进风力发电配额制度(PRS),促进风电发展

风电成本高一直是阻碍风电市场做大的重要因素之一。对此,我国政府在1994年颁布的《并网风力发电的管理规定》中通过“风电场上网的电价高于电网平均电价的部分,采取分摊方式由全网共同承担”的方法来鼓励风电发展。但是目前,电力公司提高零售价格需要中央政府的批准,而且收费在某种程度上是硬性规定的,没必要与生产的成本挂钩。这样,电网也不能把较高的成本转给消费者。同时,每上一个可再生能源项目都需要政府批准上网电价,需要与电力公司谈判购电协议,需要与政府部门协商提高零售价格,涉及到众多部门,交易成本极高,而且不确定性的提高也增加投资的风险。对公用电力公司而言,在销售收入基本为刚性的条件下,只能尽量压低成本,所以公用电力公司拒绝以一个合理的价格从独立投资电厂那里购买电力。《规定》中虽然要求风电高于电网平均电价的部分采取分摊方式由全网共同承担,但实际上高价买电的成本往往不能在全省内分摊,更不用说由数省分摊了,这导致了高出部分只能由地区电网来消化,给地区电网造成了较大的压力,使得地区电网公司对购买高价“绿色电力”缺乏主动性和积极性。

江苏可借鉴风电开发利用先进国家的经验,建立风力发电配额制度(PRS)以促进风电发展。所谓风力发电配额制度是政府为培育可再生能源市场、使可再生能源发电量达到一个有保障的最低水平而采用的强制性政策手段,近年来已经在许多国家的能源政策领域得到广泛的应用<sup>[8]</sup>。如美国已经有13个州颁布了风力发电配额制度。欧盟则要求欧盟国家到2010年风力发展到22%的目标。建立风力发电配额制度,对江苏的风电发展将起到显著的推动作用。具体表现为:

(1) PRS要求有明确和量化的可再生能源发电目标,并且通过强制性手段保障目标的实现,从而为可再生能源发展提供持续可靠的市场保障。目标明确后,社会各投资主体与开发商能够对可再生能源产业的发展做出准确判断,增强对可再生能源项目进行投资与开发的信心,从而大大激发社会各主体投资开发利用可再生能源的热情,解决国家单方面投入可再生能源开发资金不足的矛盾,促进可再生能源的快速发展。

(2) 供电企业出于自身经济利益的考虑,总是会寻求最低成本、最高效率的方式来完成配额任务。他们可以跟当地可再生能源发电商签订长期购电合同,购买其电量来完成配额任务,也可以自己投资可再生能源项目来实现配额目标,他们还可以通过绿色证书市场从全国任何可再生能源发电商那里购买绿色证书来实现配额目标。绿色证书市场不仅大大增强了供电企业完成配额任务的灵活性,而且最大程度上促进了可再生能源发电商、开发商之间的竞争。只有那些能成功降低成本、保持市场竞争优势的项目才可能生存下去。开发商们总是会选择最好的资源首先进行开发,这不仅促进了资源潜力有效开发的过程,而且促进了一种“竞争性活力”,这是单独的、直接的给予可再生能源开发商投资补贴所无法做到的。

(3) PRS是一个以市场为基础的公正的政策,政府的角色简化为制定目标、监督政策的执行和处罚违规行为等,在管理上比较透明,它避免了一些传统优惠政策中政府机构分配资金的过程,从而可以减少政府

府分配资金过程中可能有的官僚化、低效率等弊端,降低了交易成本。

(4) 在 PRS 基础上建立的风电消费机制是把风电电价中高于平均电价的部分,按照公平合理的原则分摊给每个电力消费者。这样的电价定制方式能大大提高电力公司购买风电的积极性。

### 3.2.3 改善投资环境,吸引国内外资金参与风电建设

江苏大力发展风电,需要有良好的硬环境和软环境支持。硬环境主要包括交通基础设施建设和电网建设。江苏交通基础设施建设居于全国前列,至2002年底公路总里程突破6万km,全省国、省、县、乡公路已达到6014km,按国土面积计算的公路密度为58.62km/百km<sup>2</sup>,居全国第4位<sup>[9]</sup>。江苏沿海港口众多,2002年沿海港口共有339个,其中对外开放港口11个。江苏海路运输状况良好,方便风电机组的运输。江苏电网目前是全国最大的省网之一,至2001年已基本形成500kV主干网架,完成全省13个省辖市的城市电网改造和农村电网的建设与改造工作,2003年、2004年江苏电网建设规模继续位居全国第一。江苏电网的不断提速升级以及覆盖面的扩大,将减少风电场并网接入系统的投入,降低风电成本。

但是,江苏风电发展的软环境条件则不容乐观。软环境主要是指人才的储备和风电相关产业的配套等。在人才储备方面,2004年以前江苏仍没有一个大中型风电场,风电事业进程缓慢,因此也缺乏风电人才方面的储备。政府应组织我省风电方面的专家参与如东项目的实际建设和管理,并利用自身“知识高地”的优势,尽早培养风电方面的人才,形成省内的风电队伍。同时,政府应出台一些优惠政策:如提供一定的风电技术科技攻关基金等,加大对风电的科研基金的投入,使省内拥有技术实力比较雄厚的风能研发机构,形成有影响的风电科研网络,引导和推动风电设备国产化的发展。

在风电产业配套方面,由于江苏的风电发展刚刚起步,因此政府的政策对风电产业发展的快慢起着关键作用。在如东的特许权项目中,国家发改委要求风电机组设备国产化率不低于50%,今后风电机组国产化率的提高也是大势所趋<sup>[10]</sup>。而江苏目前还没有像新疆风能公司、西安维德风能有限公司、一拖美德风能有限公司这样具有研发能力的大公司,产业链也尚未形成,政府应出台一系列政策扶持江苏风电制造业的发展,如:对大中型风电装备提供一定的投资补贴(如德国那样,在风电机卖出并上网发电后才能领取此项补贴);对风电设备制造企业提供优惠的政策性贷款或提供国际优惠金融贷款;减免企业的某些税务负担,如实施开业后头5y免交所得税等。为风电制造业提供良好的创业环境,完善江苏风电产业配套。

只有硬环境和软环境得到改善,才能真正吸引国内外资金投资江苏的风电产业。国内外资金特别是外资的引入不仅可解决风电场建设中的融资难问题,而且能引进先进的技术,促进研制,特别是大型风电机组的制造技术。如内蒙古风电公司在引进外资后,10年间已建成4个并网风电场,并且已实现自行制造600kw机组塔筒和散件组装。江苏若要成为国内外资金在风电领域投资的高地,对软硬环境,特别是软环境的改善刻不容缓。

### [参考文献]

- [1] 国家电网公司编. 中国电力市场分析与研究—2004年春季报告[M]. 北京:中国电力出版社, 2004.
- [2] 张一民. 江苏省风能资源的分布和利用[J]. 能源研究与利用, 1997, (1): 33—36.
- [3] 张正敏,谢宏文,王白羽. 风电电价分析与政策建议[J]. 中国电力, 2001, 34(9): 44—48.
- [4] 赵媛. 可持续能源发展战略[M]. 北京:社会科学文献出版社, 2001.
- [5] 高峰. 江苏省风能资源的开发与利用[J]. 新能源, 2000, (9): 59—60.
- [6] 魏启东. 江苏省可再生能源规模化发展展望[J]. 能源研究与利用, 2004, (98): 6—9.
- [7] 欧洲风能协会,国际绿色和平编著,中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会,绿色和平中国编译. 风力12[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2004.
- [8] 王白羽. 可再生能源配额制在中国应用探讨[J]. 中国能源, 2004, 26(4): 24—28.
- [9] 郑志明,张继东,安宁. 2002年江苏交通经济综述[J]. 江苏交通, 2003, (2): 1—3.
- [10] 张剑. 风电特许经营迎来春天[J]. 太阳能, 2004, (4): 10—11.

[责任编辑:陆炳新]