

# 国外发展风电产业的经验与启示

杨莉 余艳 高琴

(兰州理工大学人文学院,甘肃 兰州 730050)

**【摘要】**风电产业在国外发展迅速,本文介绍了印度及欧洲部分国家风电产业发展的概况和法规政策,对我国风电产业的发展有着一定的启示。

**【关键词】**风电产业;风力发电;新能源

**【中图分类号】**F407.61

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1003-0166(2011)06-0040-05

doi:10.3969/j.issn.1003-0166.2011.06.008

## 0 引言

当前,国外对风电产业方面的研究大多见于实施中的法律、政策等的规定中,国外激励风电市场的措施主要是法律规定全部收购可再生能源发出的电量,且必须在电源中占一定比例;另外还有对风电投资的补贴、税收减免和鼓励电价。风电与常规电源的价差是用征收火电CO<sub>2</sub>排放税,或从火电用户分摊可再生能源发电份额中进行补偿<sup>[1]</sup>。

## 1 印度风电产业及其政策

印度位于南亚,属于半岛地形,

南端以阿拉伯海和孟加拉湾为界,海岸线长达7 000km,属亚热带和热带气候,风能资源受强西南夏季季风的影响,地理位置非常有利于开发风力发电。从20世纪80年代起,印度政府就启动了风电项目;到90年代中期,风电年新增装机容量达到高峰期,新机组安装量超过原计划50万kw的2倍以上;1994-1996年,印度中央政府和邦政府为促进风力发电颁布了一系列金融和财政方面的政策和刺激性措施,印度再生能源开发署(IREDA)也实行了自由信贷机制,从而使印度的风力发电在这一时期有了飞速发展;1997年后,印度政府有关的财政政策稍作修改,如实行最低限度选择税(MAT)等,国内工业

生产普遍下滑,使风力发电的发展受到影响,风力发电的增容速度开始减慢;1998年底,印度的风力发电的装机容量为99.2万kw,2006年底为6 270mw;近几年,印度风力发展又进入了第二个高峰期,仅2005年,新增装机容量就达到143万kw;目前,印度非常规能源部参照国际测试和认证标准组织实施的风机认证项目,已经认定208个风场为候选厂址,建设了30处示范工程,单机容量已超过37亿kw·h。

### 1.1 法律法规

印度在20世纪90年代建立了非常规能源部和可再生能源开发机构,管理和推动风能等可再生能源的发展,同时还采取专门的政策措施推

基金项目:本文为甘肃省哲学社会科学规划项目《甘肃发展风电产业问题研究》的阶段性成果之一

作者简介:杨莉 兰州理工大学人文学院,教授、硕士生导师,研究方向:能源科技政策

余艳 兰州理工大学人文学院,硕士研究生,研究方向:风能资源法律问题

高琴 兰州理工大学人文学院,副教授,研究方向:经济学

动可再生能源的商业化发展,例如100%折旧制度等;2005年制定新能源政策,希望通过水电等能源,保障在2030年前实现能源自给。政府已经提出到2012年再增加1000万kw风电装机。总的来说,印度在能源安全与经济指标建设之间存在长期的选择与衡量,其能源政策在经常的不稳定性和难以持续性的特点,在可再生能源产业发展政策上起伏也比较大。

### 1.2 财税信贷政策

印度政府为风电提供10%~15%的投资补贴,用抵扣所得税补贴开发商5年免税,也降低了可再生能源企业的运行成本;建立可再生能源投资公司,专门为可再生能源技术的开发提供低息贷款,以及帮助可再生能源项目进行融资;可再生开发署设立了专项周转基金,通过软贷款形式资助风电项目。

印度政府全额免除风电设备制造业和风电产业的生产经营增值税;对风电整机设备进口提供25%的优惠关税税率,免除散件进口关税,有些邦还减免销售税;对风力发电设备实行第一年100%折旧,风电开发商可以将风电的投资计入其经营的其他产业成本,并用以抵扣所得税;自1992年起,风力发电企业5年免交企业所得税;风力发电的销售收入免税5年;工业企业利润用于投资风电的部分可免交36%的所得税;特设风电最低保护价,一般为每kw·h 5.8~7.4美分;免税计划规定中风电场前10年的收入可享受100%的免税;风电项目还可以减免货物税、关税、及附加税。

### 1.3 其他

印度加快风电机和部件的出口,同时吸引私营企业参与可再生能源开发。印度政府动员大型私营企业充分利用政府对风电等的建设项目所给予的财经支持和鼓励措施,以解决其自身的能源需求。成立风能技术中心,其主要目标是建立和加强实验研究室,提高风电领域研发能力,进行风力资源评估、风电项目选址及提供风电信息,搞好培训和检测,建立风机检测机构、认证机构及预备标准;建立213个风力检测站,同时安装

530个风能地图站,准确测量20~30m距离外的风速,用精密的微处理器控制处理记录下来的风速、风向等数据;在非常规能源部协助下,由相关机构制定总体规划,配以现有风能检测手段,将风力发电所需各方面的信息进行细节化;参照国际测试和认证标准,建立风机检测机构、认证机构及预备标准,组织实施风机认证项目。

## 2 德国的风电产业及其政策

德国一直引领着世界风电市场的发展,对风力发电的扶持政策是目前国际上最有效益的政策之一,不仅风电装机容量一直位居世界第一,培育出世界上一流的风机制造业和研发队伍,还吸引了世界上大型风电企业参与竞争,通用电气(GE)、歌美飒(Gamesa)、苏司兰(Suzlon)、维斯塔斯以及我国的金风科技等均在德国设立了工厂和研发中心。预计到2050年风电至少占总用电量的25%,到2050年占总用电量的50%。很多技术认证项目和100mw、250mw的示范项目都是有利的德国风力技术发展的。同样重要的是德国海外公司的扩张使得他们能够在不同的当地条件下测试他们的风电技术和建立他们的风电设备品牌。

### 2.1 法律法规

1990年的《电力输送法》:该法对风能等可再生能源生产者给予政策优惠。规定大中型电力用户要按居民电价的90%支付风能等生产的电力。德国政府按电力产出量或设备能力成本支付津贴。投资风能等可再生能源的企业,国家还以低于市场利率1~2个百分点的优惠利率,提供相当于设备投资成本75%的优惠政策。1991年的《可再生能源购电法》:该法提出风能等可再生能源电力的收购价格政策,强制要求公用电力公司购买可再生能源电力,并且规定风电的收购价格为零售电价的90%。1998年的《新能源经济法》:该法规定了电网运营商在其供电网范围内生产出来的风能等可再生能源电力的接纳和给予补偿的义务,该法允许电力公司自由使用现有电网,将生产的风能等可

再生能源电力供给任意地区的客户。2000年的《可再生能源法》(EEG):该法被视为世界上关于清洁可再生能源进步的立法,规定了购买风能等可再生能源所发之电的补偿价格,对风能等各种可再生能源发电设备的补偿期和发电量的计算细则及并网成本的负担原则等。2004年的《优先利用可再生能源法》:该法是对2000年的《可再生能源法》的修订和补充,目的是在保护大气和自然环境的条件下推动能源供应的可持续发展,减少国家能源供应成本,促进风能等可再生能源的开发技术的进一步发展。《未来投资计划》:该计划规定政府每年投资6000多万欧元用于开发风能等可再生能源。

### 2.2 财税信贷政策

政府补贴是对设备制造商的补贴,德国政府规定对风力发电设备制造商在发展中国家开发风力发电,最多可获得装备出口价格70%的出口信贷补贴,提高了德国风力发电设备的市场竞争力;是政府对风力发电投资者进行直接补贴。德国财政补贴政策表现在相关法律法规中:每台风机的最大补贴额为60800美元,单个风电场的补贴不得超过121600美元。2004年修订后的法律规定了电力公司必须无条件地以政府制定的保护价购买风能等可再生能源生产的电力。德国国有发展银行、欧洲银行等设立了风能等可再生能源投资贷款专项或额度,贷款可占到投资成本的50%。在法律中也有所体现,规定:对投资风能的企业,国家以低于市场利率1~2个百分点的优惠利率,提供相当于设备投资成本75%的优惠贷款。目前,德国对风电项目正在实施低利率贷款,利率从2.5%~5.1%不等。同时,政府还要求电网收购并消化风力发电的差价,也促使个体电力开发商发展迅速。

### 2.3 其他

在研发投入方面,德国政府每年投入6000多万欧元,用于开发风能等可再生能源,推动风能的开发。同时通过本土公司或合资,来满足国内装机不断增长的需求。德国在向发展中国家提供的风场开发混合贷款中,要求项目采购德国产品的比例至少

达到 51%。

上网电价优惠制是德国 1990 年正式实施的,且规定了不同条件下上网电价的计算方式。德国 2004 年制定了目标:即 2020 年使可再生能源发电量占总发电量的 20%,能源长期的目标是到 2050 年一次能源的总消费量中可再生能源至少要供应 50%。德国同时也实行了强制上网制度。

行政因素包括在德国某些州引入计划编制来确定风力发展的区域,主要是确定哪些地区适宜发展风电,哪些地区应当禁止等。宣传、教育和培训因素包括:在德国公民中,风能具有很高的环境公信力,是其他能源的替代选择,风能对农民来说具有特殊的意义,他们把它看作是通过出租土地和出售电力获得额外收入的机会。许多风电场是由地方团体的捐献部分资助的。规模和稳定的市场环境,也使得德国本地制造业非常成功。

### 3 丹麦风电产业及其政策

20 世纪 80 年代开始,丹麦政府根据资源优势,大力发展以风能和生物质能为主的可再生能源。先后投入约 20 亿美元支持风电技术的研发和产业发展,率先制定了鼓励发展风电等其他分布式电源的政策,要求电力企业全额收购可再生能源发电。2005 年,可再生能源在全部能源生产中比例已经达到 15% 以上。到 2007 年年底,丹麦的风力发电装机容量达到 310 万 kw,占其发电装机总容量的 25%,占其发电量的 17%。同时,消费者现在购买风力发电电力比煤炭电力花费更少。丹麦政府现在风力发电机销售量超过了世界总销售量的一半。其生产的风力发电机供给了全世界新增风力发电装机容量的 60%,年收入超过 10 亿美元,提供了 1.6 万个就业机会。如今,10 万丹麦家庭拥有风力发电机或风力发电合作社的股份。丹麦还形成了维斯塔斯、恩德和包纳斯(后被西门子收购)等一批世界一流的风电企业。目前世界累计安装的风机中 60% 以上产自丹麦,丹麦风机产量占世界的 50%,在世界贸易额中占据 70%。仅维斯塔斯一家的风

机产量就高达 400 万 kw,出口达 30 亿欧元,占欧盟的 1/3。

#### 3.1 法律法规

《21 世纪的能源》:该法是以减少 CO<sub>2</sub> 排放量为目标进行制定的,对此,丹麦政府在提高能源利用效率的同时,提高风能等可再生能源利用的比例。《电力改革方案》:该法目前要求电力公司有义务以固定的价格,向小规模的热电厂或可再生能源发电商购电。1976 年生效的《电力供应法》于 20 世纪 90 年代末进行了重要修订,引入了供电公司购买独立电厂(IPP)生产的电力的义务,只要该电力是地方热电厂(CHP)生产或源于可再生能源。1996 年该法修订时将可再生能源电力引入富有竞争性的电力市场,并在电力供应方面给予可再生能源和其他无害环境的能源优先权,使可再生能源的成本能够在所有用户之间平等分配。在此基础上,1999 年引入 CO<sub>2</sub> 配额和可再生能源证书制度,确保在竞争的市场上对可再生能源电力的需求。该法不仅引入了可再生能源配额制度,而且还包含了转型期的规章。

#### 3.2 财税信贷政策

丹麦政府对使用化石燃料的用户征收空气污染税,而风能使用者则享受一定的税收优惠。同时,设有电力节约基金,政府对提高能源效率的技术和设备进行补贴。对能源相关污染行业征收环境税,即碳税。对资源综合利用、循环利用的能源生产和对环保高效的热电项目实行免税等一系列措施,以提高能源的利用效率,降低环境污染。以 1990 年的排放水平作为基准,经济合作与发展组织国家对生化燃料征收每吨 1 美元的碳税,每年会有 43 亿美元的收入,两年的碳税收入就足以支持全世界今后 20 年太阳能技术与开发的费用。

自 1976 年丹麦风力发电项目开始以来,到 1996 年,丹麦政府投入 7500 万美元用于风力发电机的研究与开发。政府提供的用于投资成本的补贴在 1980 年高达 30%,1984 年减少到 15%,1989 年由于市场已经接受了这一新技术而完全取消补贴;1981 财政年度有 1.202 亿丹麦克朗投入了补贴基金,每一项设施最高可

获得安装成本的 20% 最高额不超过 100 万丹麦克朗的补贴,1982 年补贴的上限提高到安装成本的 30%,1988 年制定了一项详尽的规章:规定了安装何种设施会得到补贴以及如何申请补贴;1992 年生效的丹麦电力生产补贴法,规定私有风力发电机可以获得每千瓦时 0.27 丹麦克朗的补贴,而公用事业公司的风力发电机获得每单位 0.10 丹麦克朗的补贴,与新采行的 CO<sub>2</sub> 税收返还相等。

#### 3.3 产业发展促进政策

1981-1999 年丹麦一直使用固定电价,要求电力公司必须以固定价格购买可再生能源电力,并将售电收入优先付给私人风机所有者。后废止,推出交易绿色电力证书制度,即配额制度。丹麦政府积极支持风电的研究和开发,有关设备制造、安装的技术及监督标准和保险政策及时跟上,为促使技术成熟,政府为每台风能发电机投入相当于成本 30% 的财政补助,此项补贴计划共实行了 10 年。丹麦为了占领风力发电制造技术的制高点,累计投入了大约 20 多亿欧元的研发经费,支持研究机构和企业开展风力发电设备与零部件的研发和产业化。

#### 3.4 其他

首先,丹麦在能源规划方面,自 1976 年起,法律规定能源部每年必须向国会提交能源部门发展的年度总结,并由能源处监督能源的生产、供应、消费、研究与开发等活动。1976—1996 年,政府先后公布了 4 次能源计划:第一个能源计划“1976 年丹麦能源政策”,重点放在发生能源供给中断时为丹麦提供防护措施,能源资源选择包括可再生能源和核能;第二个能源计划“1981 能源政策”,重点放在能源供给、能源安全、能源效率等领域,通过了一项支持可再生能源的措施,即提供 30% 的投资补贴;第三个能源计划“2000 年能源——可持续发展行动计划”,提出了具体的发展目标:与 1988 年的水平相比,2005 年能源消费减少 15%,CO<sub>2</sub> 排放量减少 20%,政府还作出了一项政治决策,将以收入为基础的税收转向以消费为基础的税收,并在 1992 年引入了 CO<sub>2</sub> 税;第四个能源计划“21 世纪能



源”，支持了2000年能源政策中的CO<sub>2</sub>目标，并在该规划中加入了长期目标(2003年可更新能源要满足35%的自给能源需求)，另外还制定了每年增加可再生能源在总能源供应中的比例目标(每年增加1%)：在2030年前，可再生能源在整个国家能源构成中的比例将每年增加1%，提出届时风电比重达50%。由此可见，丹麦能源规划经历了从一开始较宽松的目标到具体的目标及行动方案的过程，并产生了许多有约束力的目标。

其次，丹麦依靠公众广泛参与可再生能源开发利用，丹麦的基层民众相信技术的未来在促进风能开发的过程中的重大作用，有几家机构和社区甚至安装了自己的风力发电机，其中最有名的是TvindFolke学校的风力发电机(900kw)。广泛的合作与共同融资始于1976年能源研究开发方案(ERP)的推行，大多数风能项目都有几个来自研究机构、私有公司、公用事业公司或其他组织的合作伙伴，为支持新能源技术的商业化，丹麦制定了新能源技术方案(NETP，1980-1990年)；公用事业公司一直支持风电，研究相关技术，支持建造大型电站以及支付平均零售价格85%的风力发电联网价格；由于公众高度参与风能开发，致使绝大部分风力发电装机容量由合作社和个人拥有，并于1978年成立了风力发电机所有者协会，其在同公用事业公司和政府磋商电力购买以及私人所有的风力发电机联网方面起了重要作用；丹麦1981年成立了风力发电机生产者协会，该协会是政策讨论、技术开发以及标准化做法的重要参与者。此外，丹麦对风能提供15%的投资补贴；同样实行强制上网制度；建立国家级的风力机测试中心；成立了大量为政府提供咨询的政府委员会，如可再生能源委员会等<sup>[2]</sup>。

#### 4 西班牙风电产业及其政策

西班牙是世界上风电发展最快的国家之一，从1978年开始发展风电。其既是风电市场大国，又是风电装备制造大国。2000年，风力发电装机容量达到了483.7万kw·h。西班牙

还于2005年制定了投资为230亿欧元的可再生能源计划。近十年的年均增长率超过了60%，2007年风电新增装机350万kw，累计装机容量达到1515万kw，位居世界第三，占世界风电总装机容量的15.5%，风电提供了8.7%的电量，在西班牙的电力供应中已经开始发挥一定的作用。在风电市场快速发展的同时，西班牙通过引进和吸收丹麦的技术，逐步建立风电机组制造产业，其中三家大的风电机组制造企业2006年的市场销售量占世界总量的20%左右，成为全球第二大风机制造国。2010年，总风电装机容量达到2100多万kw·h。西班牙制定和实施了系统、有效的政策，促进了电网接纳风电的技术手段，并通过溢价机制政策，既促进风电参与市场竞争，又克服电网接纳风电的经济障碍。

##### 4.1 法律法规

《54号电力法》：该法是西班牙1994年引入支持可再生能源发展的第一个政府法律，要求所有电力公司在5年期间保证为绿色环保电力按补贴价格支付，其运作的方式与德国的强制购电法相类似。其基本宗旨是建立一个自由竞争的电力市场，并通过电力体制改革使发电企业和供电企业向电力库系统售电，所有供电企业向电力库系统购电，售电和购电价格根据电力需求情况竞争确定。1998年的法律中订立了到2010年最少有12%的能源来自可再生能源的目标。对于风电的生产者来说，生产每千瓦时电，可以得到相当于零售电价80%~90%的电价。政府在2003年同意该电价金额为6.2欧分/kw·h。并根据政策实施的效果，在2004年对政策进行了调整。

##### 4.2 财税信贷政策

西班牙政府政策制定的主要思路是：在保证基本收益的前提下，鼓励风电场积极参与电力市场竞争，规定风电电价实行“双轨制”，即固定电价和溢价机制相结合的方式，发电企业可以在两种方式中任选一种作为确定电价的方式，但只能在上一年年底选择一次，持续一年。西班牙采取国家和地区补贴的形式，即国家能源节约和效率计划以资本补贴的形式

提供补贴，补贴可高达项目成本的30%。每个自治州都建立了相应的投资和项目补贴支持。

##### 4.3 产业发展促进政策

西班牙在风力发电设备制造业发展的初期，均要求电力公司每年必须安装一定数量的风力发电机，支持设备制造业迅速形成规模化生产能力。西班牙政府还通过资助公共风能研发中心组织西班牙能源及技术研究中心，为风电技术提供研发支持。投资与运营成本的降低和技术成熟在西班牙的风能产业发展方面起了非常大的作用。使得西班牙地区的发展规模不断扩张，由纳瓦拉扩展到西班牙的其他地区。

##### 4.4 其他

西班牙上网电价优惠制表现在规定了不同条件下上网电价的计算方式；西班牙也制定目标：将风能和太阳能利用作为重点，并规定2010年其可再生能源发电的比例达到29%以上；西班牙有专门的国家可再生能源机构：国家电力监管委员会来负责电力市场的监管；西班牙同样实行强制上网制度<sup>[3]</sup>。

#### 5 小结

纵观国外发展风能的经验，启示概况如下：发展目标是国外确立具体优惠政策的依据和目的，也是立法的依据和目的；各国制定的风能法律条文多是比较具体明确的规定，可操作性强<sup>[4]</sup>；既有原则性的法律框架，又有具体配套的政策性条款，并且根据客观实际需要和形势变化进行不断修订和完善。政府支持是发展风能的关键，以强制性规定构成促进风能的根本法律基础，采用具体的经济激励措施保障法律的实施，例如，各国能够在数年内提供一个明确而有保证的电力购买价格。财政补贴政策能够极大地促进投资者的投资热情，在短期内效果较为明显，是最为常见的经济激励措施。增收环境保护税也是各国的一个手段<sup>[5]</sup>。国外在科技和研发上的投入很大，如建立国家实验室和研究中心，为企业提供技术指导和研发资金支持等。丹麦、德国等国都有专门的国家可再生能源机构，统一组织

和协调国家的可再生能源技术研发和产业化推进。国外对风能的产业化已经形成了比较成熟的模式,不仅支持风电的研发,而且特别重视新技术的试验、示范和推广,产业链各环节协调一致。大多数欧洲国家在进出口信贷中均要求以购买其设备为前提,帮助企业开拓国际市场;部分欧洲国家先后出台了鼓励风电设备国产化的相关政策,促使本国的风电设备制造及风电市场快速发展<sup>[6]</sup>。

在中国,全社会对发展风能的重要性意识不够,风能在国家发展总体战略中的地位不够突出,风能的环境效益和社会效益不能得到价值体现,公众对开发风能的关注不够,尚未形成全社会积极参与和支持风能发展的良好环境;促进风能的法规政策体系不够完善,相关法规政策缺乏系统性、完善性和协调性,主要表现在有关财政贴息和税收优惠等法规还没有制定出来,致使许多关键性的具体措施难以操作,也使得相关部门和企业无章可循;财政对发展风能投入不足,支持的方向和重点不明确,没有把风能项目规范地纳入各级政府的

财政预算和计划之中,风能投资缺乏最基本的保证,虽然我国已经设立了风能专项基金,但国家对风能的投入仍然不足,尚未形成政府资金投入机制,而且风能的投资方式和融资渠道也比较单一<sup>[7]</sup>;政府在市场调控方面没有制定明确的向风电产品倾斜的政策。

鉴于我国风能发展过程中的诸多不足,应从以下方面来改进:吸引民间资本进入;设立风能投资基金,中国的风能基金资金应主要来源于电费附加、电力附加费等,基金的管理应规范化,应在现行体制基础上,选择或新设合理的部门分别负责主管、监督、执行、评估等环节;开辟国际融资渠道;加快风能产业化、商业化进程;采用自主研发开发和引进消化国外技术相结合的方式,来实现企业较高水平的技术跨越,提高竞争能力;实施财政补贴,减轻初期投资较大项目的资金压力,调动投资者的积极性,增加生产能力,扩大产业规模。

□

#### 参考文献

- [1] 施鹏飞.21世纪风力发电前景[J].中国电力,2000,33(9):78-81.
- [2] 王凤远.丹麦的风能开发经验对我国可再生能源立法的启示[D].西南政法大学,2008.
- [3] 穆献中,刘炳义.新能源和可再生能源发展与产业化研究[M].北京:石油工业出版社,2009:67-95.
- [4] 顾为东.中国风电产业发展新战略与风电非并网理论[M].北京:化学工业出版社,2006:190-194.
- [5] 冯之浚.中国可再生能源和新能源产业化高端论坛[M].北京:中国经济出版社,2007:281-283.
- [6] 罗如意,林晔,钱野.世界风电产业发展综述[J].可再生能源,2010,28(2):14-17.
- [7] 崔民选.2009能源蓝皮书[M].北京:社会科学文献出版社,2009:101-108.

## Foreign Development of Wind Power Industry, Experience and Enlightenment

YANG Li, YU Yan, GAO Qin

(College of Humanities, Lanzhou University of Technology, Gansu Lanzhou, 730050)

**Abstract:** Wind power industry has developed rapidly in foreign countries, this paper introduces some countries of India and the European profile of the wind power industry development and regulatory policy, the development of China's wind power industry has some inspiration.

**Key words:** wind power industry; wind power generation; new energy

**CLC number:**F407.61

**Document code:**A

**Article ID:**1003-0166(2011)06-0040-05

**doi:**10.3969/j.issn.1003-0166.2011.06.008