

我国风电开发利用创新与发展建议

朱 军

(江苏省宏观经济研究院,南京 210013)

[摘要] 我国可开发风能储量远高于化石能源之和,高效利用风能,有助于缓解能源与环境压力。起步晚,增速快,目前我国风电装机总容量全球领先,但跟随式发展思维导致风电开发应用模式单一。而我国电源结构中适合调峰的灵活电源比重小,随着风电装机数量的快速扩张,限电“弃风”问题日益突出,影响了风电产业的可持续发展。发展新能源风电产业,需要从国情实际出发,遵循经济、环境和社会效益相统一的原则,获得国家“973”计划科研项目支持、源自我国的“非并网风电”理论,突破传统观念束缚,研究风电在不上网情况下实现高效、低成本的开发利用,目前已进入科技成果转化为现实生产力的关键期,需要多措并举,使风电真正成为造福我国的绿色清洁能源。

[关键词] 风电发展模式;非并网风电;成果转化

[中图分类号] F271 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)03-0079-05

1 前言

当前,能源已成为制约我国经济发展的主要瓶颈。为了增加能源供给并减少环境污染,我国正在大力推进核能、太阳能、风能等新能源产业的发展。统计数据显示,风能的开发利用成本在新能源领域中是最低的。全国风能详查和评价结果显示,陆上 50 m 高可开发利用的风能储量达 2.38×10^9 kW,远高于我国所有化石能源(煤炭、石油、天然气)之和,成为世界上风力资源最丰富的国家之一。因此,我国政府将发展风电作为发展新能源实现节能减排的重大战略举措。

2 我国风电产业发展概况

2.1 风电产业起步晚、发展快

欧美在现代风电发展领域起步较早,引领着现

代风电产业的发展方向,风电并网是其大规模风电场的唯一应用模式。我国风电产业起步虽晚,但在政策扶持下,发展速度惊人。2005 年我国出台《可再生能源法》,以法律形式要求电网公司无条件全额收购风电,使得我国风电产业出现井喷式发展。我国风电装机容量在 2005—2009 年连续 5 年每年翻番,2009 年新增装机 1.38×10^7 kW,实现增长 113%,装机容量达到 2.601×10^7 kW,位居全球第二,新增装机超过美国,位居全球第一。2012 年,全国新增风电装机容量 1.296×10^7 kW,总量已达 7.532×10^7 kW,分别占全球新增风电装机容量的 30%和总容量的 26.8%,保持全球领先地位^[1](见图 1)。

2.2 跟随式发展思维导致风电发展模式单一、产能浪费严重

由于我国风电产业发展照搬欧美模式,风电并网也是我国大规模风电场的唯一应用模式。而风

[收稿日期] 2014-12-09

[基金项目] 国家重点基础研究发展计划“973”资助项目(2007CB210307);江苏省社科基金重点资助项目(12JZA004)

[作者简介] 朱 军,1970 年出生,男,辽宁丹东市人,副研究员,研究方向为产业经济;E-mail:well1970@hotmail.com

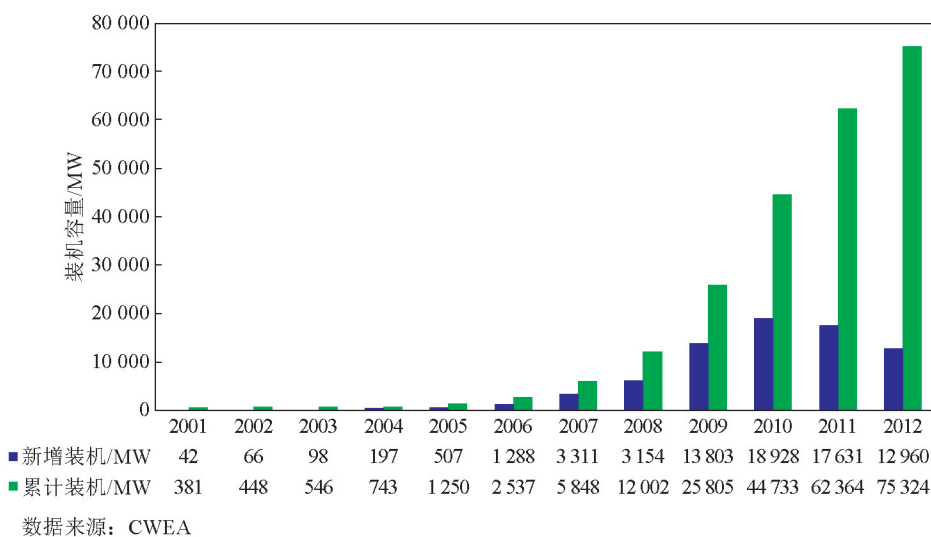


图1 2001—2012年中国新增及累计风电装机容量

Fig. 1 In 2001—2012 China's new and total wind capacity

电是一种间歇性能源,由于风速、风量的不可控因素,风电稳定性不足。不稳定的风力发电上网时,对电网的冲击很可能导致整个电网瘫痪。在没有燃气发电、水电等为其调峰情况下,风电对电网贡献率难以超过10%,这是一个世界性难题。

我国电源结构以煤电为主,燃气、抽水蓄能等灵活电源比重小,这种电源结构在短期内难以得到实质性改变。由于各类电源的规划缺乏统筹的衔接、风电并网运行技术水平不高等原因,因电网调峰限制,2008年有 3.27×10^6 kW的风机不能并网发电,占装机总量的26.8%;2009年有 9.88×10^6 kW的风机不能并网发电,占装机总量的38.0%,风电发电量仅占电网总电量的0.75%左右。2010年风电累计吊装机组44.73 GW,但能够并网的仅有31 GW,有13.66 GW风电机组无法并网,占风电总装机的31%,风电并网容量远低于装机量,造成极大的资源浪费,并且随着风电装机数量的快速扩张,难以并网的风电数量逐年增长。统计显示,全国2011年限电“弃风”量超过 1×10^{10} kW·h,相当于损耗 3.3×10^6 t标准煤或向大气排放 1×10^7 t二氧化碳。2012年全国限电“弃风”量翻番,达到 2×10^{10} kW·h。“弃风”问题不仅严重影响了发电企业的经济效益,挫伤风电投资的积极性,也造成了大量的能源浪费,导致风电行业的投资效益和环境效益低下。

2.3 基础研发投入不足、锁定产业链低端

由于我国现代风电产业发展起步较晚,缺乏基础研究的积累和人才,风力发电机组的研发能力严

重不足,处于跟踪和引进国外先进技术的发展阶段。同时,我国风电发展方式照搬欧美模式,我国风电机组制造厂商缺乏自主知识产权,尤其是高端的风电技术设备,几乎被国外厂商垄断。核心技术在别人手中,限于知识产权保护,国内风电产业的大量利润(包括政府财政补贴)以“技术专利生产许可”方式源源不断地流入外国公司。由于上述成本的叠加,规模效应并未在国内风电产业高速扩张中呈现。与此同时,通过生产许可方式带走大量利润的外国公司,将这些得自中国的资金用于研发和设计,然后将这些技术再次转让和销售到国内,使我们始终处于产业价值链末端,风电产业发展陷入恶性循环,我国风电产业的可持续发展受到影响。与此相印证,我国风电产业龙头企业,华锐风电2013年发布的前三季度报告显示,截至9月30日,存货高达92.50亿元,而前三季营业收入仅为20.15亿元。

3 发展新能源风电的国情差异

我国发展风电等新能源与欧美发达国家发展新能源的背景有很大差异,主要有三点:一是欧美等发达国家已经完成工业化进程,对能源需求量基本稳定;而我国正处于工业化中期,在较长一段时间内,对传统能源总量需求仍将继续快速增长,短期内还存在能源供不应求、缺口较大的难题;二是欧美等发达国家对新能源大规模的开发利用是为了替代传统化石能源,减少温室气体排放,保护环境;而我国发展新能源一方面是为了保护环境,目前更重要的是对能源总量起到重要的补充和对能

源结构调整起到重要的战略导向作用;三是欧美等发达国家经过几百年的发展,已经完成了原始资本积累,可以拿出大量资金来补贴新能源,换言之就是可以“花钱买环境”,而我国虽然近几年财政收入有了大幅增长,但是城市低保、医保等劳动保障体系,以及广大农民的社保、医保等基本社会保障体系尚在建设中,需要大量、长期的公共财政配套投入,因此我国不可能像欧美发达国家那样拿出大量财政资金补贴新能源。

由于发展背景不一样,欧美国家只需做到社会效益和环境效益“两个统一”。而我国发展风电则必须把经济效益放在重要位置,做到社会效益、环境效益和经济效益“三个统一”。而要做到“三个统一”,必须要和我国具体国情相结合,依靠科技创新,改变“重量轻质”的发展方式,走出一条具有中国特色、既能增加能源供给又能实现可持续发展的风电多元化发展之路。

我国目前风电装机总容量全球领先,但风电开发应用模式单一,加之我国电源结构以煤电为主,燃气、抽水蓄能等灵活电源比重小,这种电源结构在短期内难以得到实质性改变。随着风电装机数量的快速扩张,难以并网的风电数量逐年增长。限电“弃风”问题不仅造成了大量的能源浪费,还导致产能过剩,迟滞了风电产业的规模效应,影响了风电产业的可持续发展。而基于我国发展风电的国情,只有打破风电发展跟随式思维的束缚,创新风电发展理念,通过风电发展模式多元化,扩大风电消纳范围,才能有效提高风电消纳能力,减少限电“弃风”,实现风电发展的社会效益、环境效益和经济效益“三个统一”。

4 我国非并网发电开发现状

源自我国的“非并网风电”理论,突破传统观念,研究风电在不上网情况下如何高效、低成本开发利用。大规模非并网风电开发与应用的最初设想形成于20世纪80年代初,2007年,“大规模非并网风电系统的基础研究”获得国家“973”计划立项支持,研究团队包括来自江苏省宏观经济研究院、清华大学、南京航空航天大学、东北大学、中国科学院等高校及研究机构的200多人,其中院士3人,学术骨干68人,国家重点实验室4个。经过多年研究,在大规模风电与高耗能产业如电解铝、氯碱盐化工、海水淡化、规模化制氢、煤炭清洁化利用等耦

合机理和工艺方面取得重大进展,已申请和拥有多项国内外专利(发明专利号ZL200710019522.6等),具备了建设大规模“非并网风电”中试基地的理论和条件^[2]。

所谓“非并网风电”,就是将大规模、超大规模风电场所发电,直接应用于一系列通过技术创新、能较好适应风电特性的高耗能产业(如电解铝、氯碱、海水淡化、规模化制氢、煤碳清洁化利用等),使大规模风电不经过常规电网就可得到100%的利用,从而解决大规模风电场所发电量的应用难题。

风电的非并网运行模式有以下优势。

一是绕开电网这一限制风电大规模应用的瓶颈,也避免了风电并网对电网系统安全性的影响;二是采用直流电,回避风电上网的相位差、频率差和电压差控制问题,提高了风力机发电效率并降低了成本;三是风力机经专项适配后,结构得到优化,提高了风能利用效率,并可节省并网所需的大量辅助设备,大幅度降低风电场制造、安装、维护成本,与火电价格相比,风电价格非并网风电系统中具备市场竞争力;四是突破终端负荷使用风电的局限,使大规模风电在非并网风电系统中的供电比例达到100%,风电得到完全利用。

经过30年的研究与实践,“非并网风电”理论得到不断丰富与完善,也得到了国际学术界和世界可再生能源机构的关注、重视。世界风能学会主席麦加德(Preben Maegaard)、世界风能协会会长凯恩(Anil Kane)分别在EI检索的学术论文中均以专门篇章阐述“非并网风电”理论价值和全球风电产业发展的意义^[3]。非并网风电项目有一个特殊性,就是研究的不是某一种风机,而是包括风机在内的新型输变电耦合装置和一系列高耗能产业的完整系统(或称为系列化的成套设备)。

目前已通过鉴定的研究成果、示范工程主要有:一是在江苏沿海大丰市建立的日产100t淡水的非并网风电海水淡化系统已于2011年4月通过了国家鉴定,在此基础上,通过政产学研合作方式,由哈电集团制造建设的单台兆瓦级风机海水淡化系统于2013年开始在江苏大丰水产业园安装调试,示范工程建成投产后,可形成日产 1×10^4 t海水淡化水能力;二是非并网风电电解铝系统,已建立2000A示范工程,并通过国家级鉴定;三是非并网风/网互补智能供电油田抽油机系统,在辽河油田、胜利油田、大庆油田建设安装了数十套非并网风电抽油示

范工程,系统自安装应用以来,整体运行良好,安全可靠,节能减排效果显著,并通过国家级鉴定;四是非并网风电规模化制氢,2009年12月,研究成果通过了由全国氢能标准化技术委员会(SAC/TC309)主持的审定会,并成为中国《小型氢能综合能源系统性能评价方法》国家标准(GB/T 26916—2011)的重要内容,填补了国际空白。2010年年底,国内第一个非并网风电电解水制氢示范工程在江苏沿海建成,利用1台30 kW风机直接给新型电解水制氢装置供电,日产120 Nm³氢气,系统运行稳定;五是非并网风电/煤制天然气集成系统,将新能源风电与传统煤能源进行“嫁接”,首次利用风电电解水为煤制天然气提供氢源和氧源,实现制气过程CO₂近零排放,大幅度提高传统煤能源的综合利用效率,实现煤炭资源的清洁、高效、低污染利用,达到经济效益、社会效益和环境效益的统一。

5 发展建议

“非并网风电”理论体系的提出与完善,打破了风电发展跟随式思维的束缚,创新了风电发展理念,具有良好的发展应用前景。在海水淡化领域,中国年均缺水 4×10^{10} m³,已被联合国列入全球13个“水资源紧缺国家”。我国东部沿海集中了40%常住人口和80%流动人口、70%的GDP和90%的出口产品,但沿海城市淡水资源严重短缺且日趋严重。现阶段大型海水淡化厂多采用热电联产形式,燃煤易造成环境二次污染,属高耗能产业,生产成本较高。而我国沿海风能资源丰富,采用非并网风电海水淡化,有利于大规模消纳风电,在解决淡水资源短缺问题的同时,还有利于温室气体减排、环境保护;在冶金、石油等高耗能产业应用领域,油田非并网风电抽油示范工程已取得良好效果,而在电解铝方面,2012年我国电解铝产能达 2×10^7 t, 测算,如60%的铝产能采用非并网风电电解生产,可以消耗我国 6.36×10^7 kW的风电场装机容量一年发出的电量,一年可节煤 4.7×10^7 t,减排二氧化碳 1.28×10^8 t,实现高耗能产业的低碳化生产,大幅度提高企业经济效益,增强国际竞争力;在煤炭清洁化利用领域,通过非并网风电规模化、低成本直接制氢、制氧,优化传统煤制气工艺,与传统方式1 t煤炭制天然气400 m³、排放二氧化碳680 m³比较,风/煤制天然气,1 t煤炭可制天然气1 000 m³,排放二氧化碳几乎为零,还节水38%。我国西部地区富煤、

少水、风能资源丰富,但受电网负荷水平、调峰能力、外送通道等因素影响,风电发展受到极大制约。利用传统方式发展煤炭制天然气,又会给当地本已脆弱的生态环境带来沉重的负担。而非并网风电/煤制天然气,则可扬长避短,结合已有的西气东输通道,将产生不可估量的经济效益、社会效益和环境效益。

非并网风电研究成果的推广应用,可为我国形成2~4个拥有真正完整自主知识产权的数千亿元级新兴战略型装备制造产业,能够充分发挥和高效利用我国丰富的风能资源,对我国节能减排、发展低碳经济具有重要战略意义^[4]。目前,非并网风电应用系统正处于科技创新的中后期,由于单台兆瓦级风机造价都已在数百万元以上,再加上价值不菲的系统设备,建设大规模“非并网风电”应用产业化示范工程投入巨大。在这个阶段,一方面创新收益开始向私人投资者收敛,政府不可能再承担这一阶段的主要投资。另一方面这一阶段离市场较远,风险大,私人投资者存在风险厌恶,因此不愿意进入。从而导致创新资金投入严重不足。这就需要深度的金融创新,引导偏向创新后期投入的金融资本前移至创新的中前期阶段,使得这些风险资本能够获得合理的风险溢价,步入良性循环的发展轨道^[5]。具体来看,一是以政产学研合作为基础,打造大规模“非并网风电”应用产业化联盟。加大金融创新的力度,设立政府引导基金,引导社会风险资本的进入,鼓励开发性金融机构放贷,吸引有实力的风机与电力企业参与,风险分担,成果共享,努力创造自主知识产权和核心技术,掌握风电产业发展的主导权。二是转变重生产轻消费的传统性思维,完善财税补贴政策。改革当前风电上网国家补贴政策,将财政补贴重心从生产端转向消费端,鼓励高效、低成本、大规模直接消纳风电,彰显替代传统能源的效果,解决电解铝等高耗能产业可持续发展问题,消除煤炭清洁化利用过程中二次污染问题。三是加大政策扶持力度,降低应用非并网风电的行业准入门槛。限于目前节能减排的巨大压力,针对电解铝等高耗能产业,我国实施项目审批准入制度。而风电是清洁可再生能源,降低应用非并网风电高耗能行业准入门槛,既能吸纳社会资本,发展经济,又能保护环境,实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。可以看到,通过以上创新举措,将使我国在世界上率先突破风电的大规模、超大规模利用

难题,为我国能源结构和高耗能产业布局调整做出重要贡献,使风电真正成为造福我国的绿色清洁能源,实现风电产业的可持续发展。

6 结语

我国风电产业起步晚,但发展快,目前装机容量全球领先。但跟随式发展思维导致风电开发应用模式单一。由于我国电源结构以煤电为主,燃气、抽水蓄能等灵活电源比重小,这种电源结构在短期内难以得到实质性改变。随着风电装机数量的快速扩张,难以并网的风电数量逐年增加。限电“弃风”问题不仅造成了大量的能源浪费,还导致产能过剩,迟滞了风电产业的规模效应,影响了风电产业的可持续发展。基于我国发展风电的国情,只有打破风电发展跟随式思维的束缚,创新风电发展理念,通过风电发展模式多元化,扩大风电消纳范围,才能有效提高风电消纳能力,减少限电“弃风”,实现风电发展的社会效益、环境效益和经济效益“三个统一”。源自我国的“非并网风电”理论,突破传统观念,研究风电在不上网情况下高效、低成本开发利用的系统机理,并获得国家“973”科研项目计划支持。经过研究团队多年深入研究,目前已取得重大进展,进入科技创新的中后期,科技成果即将转化为现实生产力的关键阶段。由于单台兆瓦

级风机造价都在数百万元以上,建设大规模“非并网风电”应用产业化示范工程投入巨大,且存在一定风险,需要多措并举。以政产学研合作为基础,打造大规模“非并网风电”应用产业化联盟,努力创造自主知识产权和核心技术,掌握风电产业发展的主导权。转变重生产消费的传统性思维,完善财税补贴政策,将财政补贴重心从生产端转向消费端,鼓励高效、低成本、大规模直接消纳风电,解决高耗能产业可持续发展问题。加大政策扶持力度,降低应用非并网风电高耗能行业准入门槛,推动东部沿海非并网风电海水淡化与西部非并网风电/煤制天然气产业化发展,实现经济效益、社会效益和环境效益的统一,使风电真正成为造福我国的绿色清洁能源。

参考文献

- [1] 中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会.中国风电发展报告 2013[R]. 2013.
- [2] 顾为东.非并网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.
- [3] Maegaard P. Wind energy development and application prospects of non-grid-connected wind power [C]// Proceedings of 2009 World Non-Grid-Connected Wind Power and Energy Conference. USA: IEEE Press. 2009: 1-3.
- [4] 顾为东.大规模非并网风电系统开发与应用[J].电力系统自动化,2008(1): 5-8.
- [5] 洪银兴.科技金融及其培育[J].经济学家,2011(6): 24-29.

The wind power exploitation with innovation in China and development proposals

Zhu Jun

(Jiangsu Academy of Macroeconomic Research, Nanjing 210013, China)

[Abstract] The wind power which could be developed is abundant in China. Developing the wind power efficiently will be able to ease energy supply pressure and the environmental pressure. Developing the wind power must be proceeded from China's actual conditions. Based on technical innovation and financial innovation, Chinese wind power development type could be changed. With the state technical “973” plan support, the non-grid-connected wind power theory is used for developing wind power with Chinese characteristics.

[Key words] wind power developing mode; non-grid-connected wind power; achievement transformation