

海上风电开发与多能源协同 供电规模化制氢(氧)产业基地 建设研究

金春鹏

(江苏省宏观经济研究院,南京 210013)

[摘要] 中国风能资源丰富,沿海尤其是近海海域风能资源更为丰富,为大规模、超大规模海上风电发展创造了巨大空间。大规模非并网风电的应用,更是开辟了一条中国特色风电多元化发展之路。本文分析了海上风能资源布局及沿海风电开发现状;在风电非并网理论指导下,以规模化制氢产业为例,探讨非并网风电与高载能产业间的链合路径,并构建相应产业链;依据产业链合机制,探讨多能源协同供电规模化制氢(氧)产业基地建设的实施目标与战略规划。

[关键词] 海上风电;多能源协同供电;规模化制氢(氧);产业基地

[中图分类号] TK01 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)03-0056-04

1 前言

当前,能源安全已经上升为国家战略,尤其是对新能源与可再生能源的需求日益迫切。风能是最具开发利用前景、技术最为成熟的新型可再生能源。风力发电已成为全球发展最迅速的可再生能源利用方式,正朝向规模化、产业化方向发展。风电的规模化应用及其自然特性决定风电市场必须走多元化发展道路,非并网风电系统的开发则是风电多元化发展的探索和实践。本文在分析海上风能资源布局及开发现状的基础上,以规模化制氢(氧)产业为例,构建相关产业链,并提出多能源协同供电规模化制氢(氧)产业发展的实施路径。

2 海上风电开发现状

2.1 中国海上风电发展概况

中国海上风电规划开始于2007年,江苏在全国

率先做了沿海海上基地风电场建设规划。到2009年,我国以江苏海上风电为蓝本,制订了海上风电工作大纲,启动了沿海各个省市海上风电规划。目前上海、江苏、山东、河北、广东、辽宁、大连海上风电规划已经获得国家批准。浙江、福建、海南正在审批当中,广西正在编制当中。目前,全国已经建成海上风电的总装机为 4×10^5 kW(含样机)。其中包括上海东海大桥一期 1×10^5 kW,剩余4个项目都在江苏。在建的海上风电项目大约有6个,合计是 7.8×10^5 kW。已经核准待建项目6个,合计 1.35×10^6 kW。这些项目主要集中在江苏和上海,其他也包括已经核准待建,或者是尚未核准的,也有待建的、主要分布在浙江、福建、河北、广东等省份。

2.2 江苏沿海风电发展现状

通过对风能资源、并网条件、交通运输及环境等因素综合分析,江苏沿海除东西连岛地区因交通安装条件不具备建设大型风电场外,其他沿海地区

[收稿日期] 2014-12-08

[作者简介] 金春鹏,1982年出生,男,辽宁抚顺市人,硕士,主要研究方向为产业经济;E-mail:jcp@zjzw.net

如启东、通州、如东、东台、大丰、射阳、滨海、响水、赣榆和洪泽湖东南部、太湖东部都极具开发潜力,其中从射阳河到长江口的 $2.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 浅海辐射沙洲具备开发大规模风电场的综合条件。目前,江苏根据规划组成了3个比较集中的百万千瓦基地:一是连云港与盐城北部的百万千瓦基地,装机 $2.57 \times 10^6 \text{ kW}$;二是盐城南部百万千瓦基地, $5.4 \times 10^6 \text{ kW}$;三是南通的百万千瓦基地, $4.58 \times 10^6 \text{ kW}$ 。

3 多能源协同供电规模化制氢(氧)产业链

3.1 多能源协同智能供电理论概述

随着城市化进程的加速,用电负荷峰谷差逐年增大,在一些以火电和核电为主要机组类型的省网出现了巨大的低谷调峰容量不足的问题。在负荷低谷时段,部分火力发电机组被迫运行在极不经济区,甚至被迫通过日启停进行调峰。调峰需求日益突出。由于电力生产的特殊性,电网供给用户的电力必须和用户的用电量时刻保持一致。而数据显示,火电机组在参与调峰的情况下,煤耗和机组效率都有所折扣。高耗能产业是最理想的需求侧管理调峰载体。高载能调峰项目可有效解决这些问题,释放机组最优效率,并有效抑制机组输出功率频繁大幅波动而导致的发电成本上升。高载能调峰功能,可节省掉巨额的调峰电站的建设投资和火电厂调峰运行的成本,包含附加的维护费用、等效被迫停机率和系统生产成本的增加,夜间发电负载率从40%增加到90%,即发电量从40%增加到90%,同时度电煤耗也大幅下降(见图1)。



图1 高耗能产业电网调峰示意图

Fig. 1 High energy consuming industries peak shaving for power grid

多能源协同智能供电系统^[1]是将风电、网电、光伏发电、水电、核电、余热发电及沼气发电等多种能源产生的电能,通过智能控制系统按一定顺序使用,给某个区域协同供电。根据有无网电,此系统

有两种能源供给模式。当有网电时,多能源协同供电模式可以优先使用风电、光伏发电、水电、余热发电及沼气发电等绿色电力,不足部分由网电补充。当无网电时,可以利用上述多种电力进行多能源脱网独立供电^[2]。其中,非并网风电是该系统的一个特例。多能源协同智能供电系统主要为高耗能产业供电,通过新能源发电与高耗能产业之间耦合,把高耗能产业转变为调峰产业,不但使我国以煤电为主的刚性电网变成柔性电网,实现电网的变革;也为耗能产业实现了功能转变,推进产业结构、经济结构发生变革。

目前,多能源协同智能供电系统在电解铝、氯碱工业、海水淡化、制氢、煤化工、冶金、新能源汽车等高耗能产业的应用研究已经取得重大研究成果^[3]。这些成果的基础理论研究、实验验证及配套的技术转化工作已全部完成,其中一些重点项目与企业合作建设了一批示范工程,已验收,现急需大规模商业化、市场化和产业化推广应用^[4]。这些项目产业化成功,不仅能够解决我国能源系统矛盾和难题,还能够创造若干个新兴产业,为建立我国能源产业物联网体系、实现经济转型升级和快速发展提供新的出路,也有利于推进经济体制深化改革,成为我国全面深化改革的重要抓手。

3.2 规模化制氢(氧)产业链

以非并网风电制氢为例,能够验证多能源协同供电系统在电解水制氢产业上的可行性。通过非并网风电直接电解水制氢(氧),可以大幅度降低生产成本,实现氢能商业化。在非并网风电独立供电条件下(见图2),当模拟风电电流密度在 $3.4 \sim 13.6 \text{ A/dm}^2$ 大幅波动时,对电解过程中电流效率的影响并不明显。

在非并网风电和网电互补供电条件下,采用直流低电压供电,风电降压整流与网电降压整流后的直流电源可以直接并联工作,相互补充。

可见,在非并网风电电解水规模化制氢过程中,不制氢设备都能正常工作,且电压和电流的波动只影响氢气产量,对电流效率的影响不明显。

根据非并网风电与规模化制氢产业之间的耦合机制,可形成“多能源协同供电系统——规模化制氢(氧)”产业链,其技术路线和产业路径见图3。

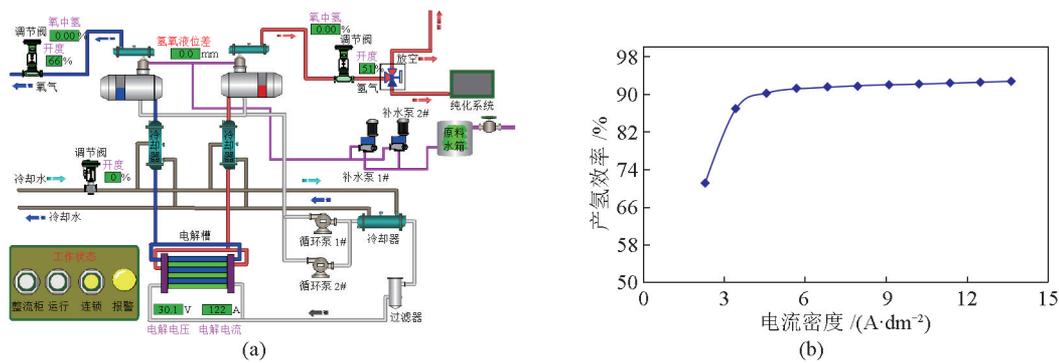


图2 模拟江苏沿海风电独立供电系统示意图

Fig. 2 Wind power independent supply system simulating Jiangsu coastal conditions

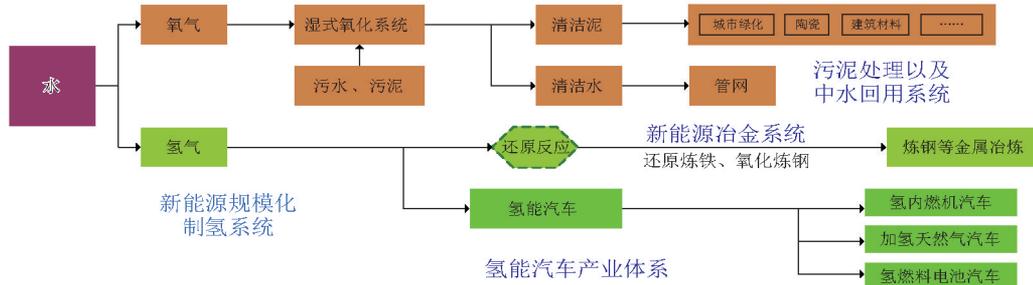


图3 多能源协同供电规模化制氢(氧)产业路线

Fig. 3 Industry chain of hydrogen (oxygen) production in multi energy cooperative supply system

多能源协同供电规模化制氢(氧),根据产品不同形成氢气和氧气两条路径。氢气的主要用途是氢能汽车和新能源冶金产业;氧气主要用于污泥处理及中水回用产业。

4 多能源协同供电规模化制氢(氧)产业基地建设

4.1 产业基地的建设目标和原则

多能源协同供电规模化制氢(氧)产业基地建设,要发挥沿海风能资源优势,实现打造沿海绿色能源基地的战略构想;进一步延伸“多能源协同供电—高载能产业”产业链,带动新型发电设备、新能源汽车、循环经济等产业快速发展;注重培育在产业链主要环节上的大型龙头企业,加强技术创新能力;建立完善新能源产业政策服务体系;建立健全人才引进、培养机制。从而加快产业化进程,建设生产性制造业和现代服务业共同繁荣的市场体系,培育新的经济增长点,节能减排、环境保护,实现人与自然、经济与社会和谐发展^[5]。建设中要遵循技

术创新、经济效益、环境友好、产业关联和政策配套等原则(见图4)。

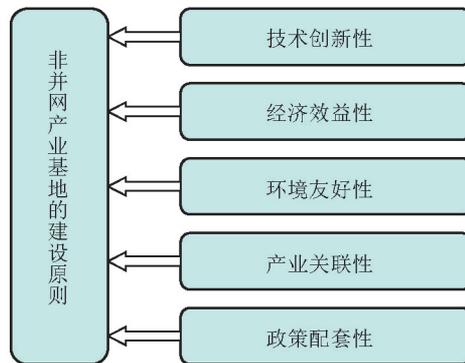


图4 非并网风电产业基地的建设原则

Fig. 4 The principles of constructing industrial base of non-grid-connected wind power

4.2 产业基地的功能布局

随着产业基地建设的展开,要推动新型发电设备、新能源汽车、循环经济等产业发展,从而形成相应的产业基地,进而围绕大规模非并网风电产业基

地,形成功能完善的功能布局(见图5)。

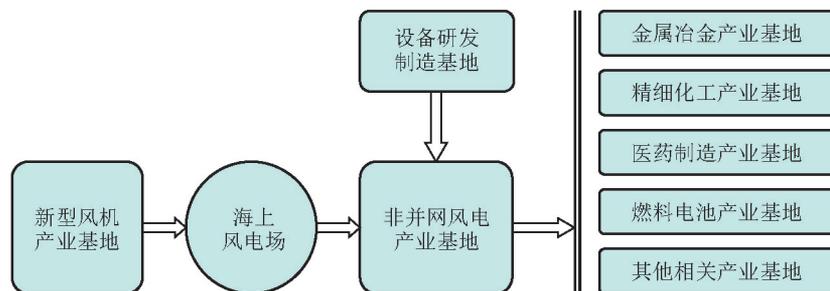


图5 非并网风电产业基地的功能布局

Fig. 5 Functional layout of non-grid-connected wind power industrial base

其中,通过用超低风速直驱风机和太阳能光伏直接规模化电解水制氢,为我国新型加氢天然气和氢内燃机汽车、氢燃料电池(技术储备)汽车及船舶提供强大的绿色动力。在这条技术路线基础上,规划建设京沪沿海千里氢能高速公路,贯穿京、津、冀、鲁、苏、沪6省市,GDP总量超过全国的43%,全国1/4的覆盖人口,结合原有加油站,扩(增)建加气加氢站,形成以可再生能源制氢(结合制天然气)为主的供应网络。这条技术路线充分发挥了沿海地区风能优势。同时,也能够使循环经济产业、冶金产业在沿海地区布局,形成新优势。

4.3 产业基地建设的对策建议

第一,建设技术创新体系。关键技术是指多能源协同智能供电技术、海上风电场施工技术、高载能产业与多能源协同供电系统耦合技术等。必须加大技术开发力度,组织跨行业联合攻关,参照而不是照搬国外经验,形成自主知识产权的技术创新体系。

第二,完善相互配套的政策体系。通过制定产业、财政、税收等相关政策措施,加强产业链各个环节间的经济技术联系,营造良好的市场环境,加快科技成果转化,推动产业化进程。

第三,培育专业化人才队伍。结合风电项目建立包括风电专家和本土技术人员在内的风电人才库,做好人才队伍培育工作。

5 结语

多能源协同供电规模化制氢(氧)产业基地建

设,对发挥沿海风能资源优势、提高电网效率、转变高耗能产业功能,具有重要战略意义。要进一步延伸“非并网风电—高载能产业”产业链,不断丰富其产业内容、拓展产业覆盖面、实现产业功能多样化,形成布局合理、功能完善的产业发展新局面。多能源协同供电规模化制氢(氧),把制氢(氧)产业转变为柔性负载,为国家大电网配套调峰,既有利于电网效率提升,也可推动我国产业结构调整和发展方式的转变,培育和发展一批中国特色的新兴产业,实现全行业经济效益大幅度提升,实现经济与社会、人与自然的可持续发展。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 罗昆燕,廖视叔,李松,等. 贵州高污染产业经济效益与环境效益的现状评价及预测研究[J]. 贵州科学,2006,24(3):57-61.
- [3] Gu Weidong, Fang Min, Liu Yong, et al. Study on Strategy for the development of the non-grid-connected wind power industry in China [C]//Proceedings of Non-Grid-Connected Wind Power Systems(ISTP). The American Scholars Press,2008:232-241.
- [4] Gu Weidong. The development and utilization research on large-scale non-grid-connected wind power systems [C]//Proceedings of Non-Grid-Connected Wind Power Systems(ISTP). The American Scholars Press,2008:159-164.
- [5] Fang Chuanglin, Huang Jinchuan, Zhang Qiang, et al. The development status and strategy of the wind power industry in China [C]//Proceedings of Non-Grid-Connected Wind Power Systems(ISTP). The American Scholars Press,2008:170-181.

(下转66页)