

·科技建议·

西部地区风电产业的困境与出路

——关于“弃风限电”的思考

为应对全球气候变化,中国确立了绿色发展的战略,实施了一系列节能减排的政策和措施,并取得举世瞩目的成效。其中,清洁能源的开发利用是一个重要方面。在2016年签订的《巴黎气候变化协定》上,中国政府再次承诺,到2030年,中国非化石能源占一次能源的比重达到20%左右。开发利用丰富的风能资源是实现这个战略目标的重要组成部分。然而国内刚刚起步的风电产业面临着“弃风限电”的尴尬局面。根据可再生能源中心的统计数据,2015年全国风电累计装机容量15.1亿kW,居世界第一;但每年弃风电量达339亿kW·h。其中甘肃弃风电量82亿kW·h、弃风率39%,新疆弃风电量71亿kW·h、弃风率32%。西北地区成为弃风限电的重灾区。但另一方面,各地仍在大规模增加投资,扩大风电装机容量,加剧了“弃风限电”的潜在压力。本文基于在甘肃的实地调查,通过对风电利弊和困境成因的分析,并就可能的出路加以探讨。

1 风能资源及其开发的利弊

风电是人们利用流动空气的动能转换成电力的一种能源形式。相对于其他能源,它既有一些独特的优势,也有一些较大的缺陷,认识其利弊对于开发利用颇为重要。

1.1 优点

1) 清洁性。有研究发现,相对于常规电站,风电可减少大量温室气体和污染物排放^[1]。这也是人们青睐风电的重要原因。2) 可再生性。风能可再生,人们不必担心资源的枯竭。3) 蕴藏量大。据全国第3次风能资源普查结果显示,中国陆地80 m高度风能资源技术开发量为91亿kW,开发潜力巨大。4) 分布广泛。中国三北地区(东北、华北、西北)、东南沿海及附近岛屿为风力资源丰富地区。5) 节约用地。风电场可以利用荒漠戈壁、稀疏草场和沿海滩涂及水域等农业上难以利用的土地,降低用地成本。6) 消耗资源少。除风电设备的制造和安

装以外,运行期间无需消耗其他资源。7) 促进经济发展。风能的开发能够形成清洁能源产业,促进欠发达地区的经济发展。大规模的风电场还将形成独特的人文景观,供游人参观。

1.2 缺点

1) 间歇性。风能时大时小的随机性变动使得风力发电缺乏稳定性,在一定程度上也是不可预测的,极大地影响电网稳定性,成为发展风电的最大劣势。2) 可控性低。风能的利用不像水电、风电那样具有可控性,大规模、低成本的贮电技术尚不成熟,缺乏可控性成为风电发展中的另一关键短板。3) 能量密度低。风电场需要占用较大土地面积,在城镇、农田、森林等、道路等用地类型上不宜建设。在目前的技术条件下,如不考虑环境效益,价格依然偏高。4) 有噪声污染。风电场的建设会带来噪声污染,影响候鸟及野生动物。

2 困境成因的分析

目前的“弃风限电”浪费了宝贵资源,使已经形成的生产能力不能发挥效益作用,延长了资本回收期,影响了风电产业的发展。目前的困境不仅有风电自身的缺陷,也有复杂的技术、经济和社会原因。理清其中的原因是走出困境的需要。

1) 风电产地和消纳地存在较大的空间错位。中国国土空间广阔,人口、城市和产业主要集中于东南部,这里具有生产技术和资本密集、生产高附加值产品的相对优势;而中西部和北部地区具有生产能源密集型产品的相对优势。中国陆地风能资源主要在西北、华北地区。现已建成的大型风电基地分布在新疆哈密、甘肃酒泉、蒙东、蒙西和冀北等地,风电产地和消纳地相隔较远。基于重心模型,用省会城市的经纬度坐标,计算中国2014年人口、经济、电力消费重心和陆地风能的理论蕴藏量重心。结果表明,前三者分别位于河南省桐柏县、新蔡县和泌阳县,后者位于甘肃古浪县,后者与前

3个重心的直线距离都超过了1000 km。风电资源富集地区多是人口稀疏、经济欠发达地区,往往不具备消纳大量电力的条件,电力外送成为必然选择。

2) 特高压电网建设的投资多、技术要求高。目前,电网建设滞后于资源开发的现状极大地影响了电力的外送。特高压输电线路被称为“电力高速公路”,具有远距离、大容量输电的能力,还具有较好的安全性、可靠性、灵活性、经济性以及节省土地资源等优点,有利于实现大范围内的资源优化配置,也是构建未来全球能源互联网的关键所在。然而,特高压电网建设需要的投资规模大,规划设计、施工建设、管理维护的技术要求高。2017年酒泉—湖南±800 kV特高压直流输电线路工程建成,是中国首条大规模输送清洁电力特高压直流工程。它途经甘、陕、渝、鄂、湘5省市,全长约2382 km,年输电能力400亿kW·h,总投资达262亿元。由于输电线路负荷高,为保障施工和运行的安全,需要严格绝缘、较高的耐污和防雷特性等,这对材料、建设和维护提出了很高的技术要求。中国已掌握了该领域的知识产权,并获得国际标准认证,但技术的改进和提高仍然任重道远。

3) 大容量的储存技术成本高。风电具有间歇性,而社会对电力需求存在着周期性的峰谷变化,供需两方面都是非平稳的。要适应电网供电的周期变动,就需要给风电匹配其他电源,或是建设大容量的储能设备,对随机产生的风电加以调蓄。根据中国储能行业发展缓慢原因分析及储能系统成本与经济性测算,张北风光储输示范项目中20 MW(兆瓦)储能电池的设计投资就达到4亿元。储能系统的度电成本在实际应用中达1.1~1.5元/kW·h,高于目前民用电价的一倍以上。在酒泉风电基地,新建的10 MW的储能系统通过风电、光电、储能互补,实现新能源的可调度、可控制,其技术研发和试验示范的意义重大。这个储能试点项目投资1.8亿元,与张北示范项

目的投资相近。显然,储能电价缺乏市场竞争能力。可以预言,谁掌握了大规模、低成本的储电技术,谁将成为未来清洁能源产业的执牛耳者。

4) 地区之间和部门之间涉及利益博弈。增加清洁能源是能源系统转型的重要部分,转型过程涉及到一系列利益关系的调整。传统的能源部门在与可再生能源部门的竞争中一开始占有价格、供给体系的优势,为保持自己的市场份额会阻碍能源系统的转换^[2]。新能源产业依靠国家的价格补贴等优惠政策的支持维持生存,随着其规模的日益扩大,国家难以承担起高昂的补贴。因此要减少或取消补贴,让企业依靠自身技术进步来降低成本,增强市场竞争能力。

5) 现有的能源系统不适应新能源的快速增长。2015年,中国电力结构中可再生能源的份额占22.2%,其中风电占3.3%。与风电发达的一些欧洲国家相比,中国风电的比例较小,开发潜力巨大。2012年丹麦、德国、芬兰、西班牙四国风电的比重分别达到39%、24%、30%和33%^[3]。但中国风电装机容量增长迅速,由2005年的125万kW增加到2016年的16869万kW,增长了100多倍。显然,现有的能源系统在基础设施、运行机制和技术配置上还没有做好接纳大量风电的准备,不适应电力结构的快速变化。

3 走出困境的对策建议

在应对气候变化的背景下出现“弃风限电”现象本已悖理,而资源产地继续扩大装机规模的冲动将进一步加剧这种矛盾。深刻认识风电产业发展中的问题,从技术、市场、基础设施建设、政策和体制方面寻求解困的举措是实现绿色发展的需要。

1) 充分认识能源系统转换的长期性和复杂性,对风能的开发利用进行综合规划设计。可再生能源对化石能源的替代是一个长期的过程。风电的资源属性和目前的技术条件决定了它难以成为持续、独立的电源,目前只能作为电网系统中的配套电源,与其他形式的能源协调发展。因此,应着眼于中国现代化过程对能源的长期需求,对风能资源开发的潜力、成本和适宜开发规模进行全面评估,科学制定风电的中长期发展规划,优化风电布局。以绿色发展为导向,谋划能源系统转换的路线图,逐步增加可再生能源在能源体系中的份额,实现由配角向主角的转化。政府的规划、政策应

发挥对市场的调控作用,引导投资者有序开发,避免无序竞争和新的“抢装”潮的出现。

2) 加快能源基础设施的建设,扩大外送与就地消纳的能力。在资源产地,要通过抽水蓄能电站、风电和光电的储能互补、自备电厂调峰和煤电机组的配合,提高电源的调节能力。电网覆盖范围的扩大、输送能力的提高和智能化运行则更为关键。大规模、远距离、特高压的输电线路成为资源产地和消纳地实现供需平衡的主要途径。哈密南至郑州、酒泉—湖南二条±800 kV特高压直流输电线路工程的建成,每年外送电量400亿kW·h,缓解了新、甘两省(区)风电、光电的外输压力。但从可开发的风光潜力而言,仍需要再建新的干线。另一方面,资源产地要努力扩大当地的产业规模,结合当地的资源条件适度发展冶金、建材、化工、农产品冷藏等一些高耗能产业,提高就地消纳能力。

3) 积极推进能源转型的技术创新,攻克发展瓶颈。目前风能融入电力系统已不存在难以逾越的技术障碍,成本也在逐步降低;但要进一步替代传统能源,仍需加大投资并给予政策支持,持续推进技术进步。近期需要着力解决的问题是:(1) 大规模、低成本的电力储存技术需要更好地与其他能源的技术匹配来降低功率输出的不稳定性,平抑峰谷;(2) 在低风速地区,研发叶片更长、塔架更高、叶片更轻和捕获更多风能资源的风电机组产品,扩大风电的利用范围;(3) 防范沙尘、强风、冰雪、雷暴等不利条件对发电、输送设备带来的风险,保证运行安全;(4) 将信息技术应用于电力的生产、传输和消费,对现有电力系统进行智能化改造,使其更加安全、可靠和高效;(5) 根据风能、光能和生物质能密度低、分布广的特点,开发分布式、小型化的户用微电网,形成多能互补、生产-储存-消费一体的独立电源系统。在人口较为稀疏的农区、牧区和孤立的工矿应用。

4) 深化能源体系的改革,营造良好的市场环境。可再生能源产业的有序发展不仅要加快自身的技术创新、改进基础设施,也需要整个能源体系的改革和环境治理模式的创新。要推进电价市场化改革,逐步放开竞争性环节电力价格,发挥市场机制的作用。在国家取消对风电的价格补贴后,为避免传统火电由于价格优势对可再生能源的挤出效应,探索运用新的政策工具来支持清洁能源的

利用。例如,支持技术创新的资金担保方式,拓宽融资渠道和碳税等手段。要设计技术研发、产业开发、市场运作和环境监管的配套机制,实行严格的环境法规和行业技术标准,形成良好的市场环境,规范地开展竞争。在供给侧,要调动发电企业参与调峰的积极性,激励输电网多融入可再生能源、扩大跨省跨区交易。让经营主体在提高效益、降低成本的同时,减少排放和环境影响。通过区域合作、联合开发和共同融资等方式协调部门之间和地区之间的利益关系,避免市场分割和地区壁垒对可再生能源应用的影响。

5) 培育需求侧响应,减少负荷峰谷差。随着风电、光电份额的增加,平抑负荷峰谷的需求进一步增加。除了开发储能系统、不同电源机组的匹配和电网的智能化调控外,还需要借鉴国际经验,引导用户参与需求侧响应。如,欧美一些家庭使用锂离子电池,在谷底低价时储电,在高峰高价时使用^[4]。因此,制定峰谷期间的差别电价,引导用户使用家用储电系统,通过需求侧响应来平抑峰谷负荷差,将是增加可再生能源利用的途径之一。

参考文献

- [1] Silerevans K, Azevedo IL, Morgan MG, et al. Regional variations in the health, environmental, and climate benefits of wind and solar generation[J]. PNAS, 2013, 110(29): 11768-11773.
- [2] 朱彤. 对当前中国能源转型的理论思考[N]. 光明日报, 2015-12-22(16).
- [3] Ratinen M, Lund P. Policy inclusiveness and niche development: Examples from wind energy and photovoltaics in Denmark, Germany, Finland, and Spain[J]. Energy Research & Social Science, 2015, 6: 136-145.
- [4] Bila M, Opathella C, Venkatesh B. Grid connected performance of a household lithium-ion battery energy storage system[J]. Journal of Energy Storage, 2016, 6: 178-185.

基金资助:国家自然科学基金项目(41171437)

文/牛叔文,王义鹏,曲玮,强文丽

作者简介:牛叔文,兰州大学资源环境学院教授;王义鹏,兰州大学资源环境学院硕士研究生;曲玮,兰州大学资源环境学院教授;强文丽,兰州大学资源环境学院讲师。

(责任编辑 王丽娜)