



文章编号 :1674-8441(2011)10-0071-04

## 甘肃风电建设对电网经营影响探讨

贺 静, 王维洲, 吴 悦

(甘肃电力科学研究院, 甘肃 兰州 730050)

**摘 要:** 甘肃酒泉 516 万 kW 风电机组建成投产在即, 风电送出和调峰需求对电网产生了很大影响, 风电一期 750 kV 外送工程使电网投资大幅提高, 同时存在购电成本和运行维护费用增加、调峰电厂经济补偿以及跨省电力交易等经营管理方面的问题。针对这些问题, 深入分析了甘肃省风电建设对电网投资和经营管理造成的影响, 并对电网企业如何在大规模风电建设前提下合理经营提出了建议。

**关键词:** 风电; 调峰; 投资; 电网经营; 电力交易; 成本

**中图分类号:** TK89; F062.4; TK01 **文献标志码:** A

### Discussions on Impacts of Wind Power Construction in Gansu on Power Grid Operation

HE Jing, WANG Weizhou, WU Yue

(Gansu Electric Power Research Institute, Lanzhou 730050, China)

**Abstract:** As the 5 160 MW generation capacity of the Gansu Jiuquan wind farm will soon be completed and put into operation, the wind power transmission and the demand for peaking capacity will have significant impacts on the power grid. The first phase 750 kV outgoing project for wind power has already led to a substantial increase of investment in the power grid, and also given rise to problems such as increases in power purchase cost, operation and maintenance cost, economic compensation for peaking power plants and inter-provincial electricity trade, as well as other management issues. To solve these problems, this research conducts an analysis on the impact of the wind power construction of Gansu on the power grid investment as well as on operation and management. And advice is proposed on rational management of power transmission enterprises in the context of the large scale wind power construction.

**Keywords:** wind power; peak load regulation; investment; power grid operation; electricity trade; cost

### 0 引言

甘肃省位于我国西北腹地, 地处青藏高原、内蒙古高原和黄土高原的交汇处, 在 2006 年结束的第三次全国风能普查中, 应用气象站的测风资料分析, 甘肃省风能资源总储量为 2.37 亿 kW, 为全国第 5 位, 酒泉地区风能资源尤其丰富。《甘肃省循环经济总体规划》确定酒泉嘉峪关基地的发展定位为积极发

展风电、太阳能等清洁能源和可再生能源, 打造“陆上三峡”。

目前, 甘肃酒泉千万千瓦级风电基地的首批 516 万 kW 风电机组建成投产在即, 风电送出和调峰需求对现有电网经营管理产生了很大影响: 风电场一期 750 kV 外送工程使电网投资大幅提升, 增加了甘肃省电力公司的资金压力。同时还存在购电成本和运行维护费用增加、调峰电厂经济补偿以及跨省电力

收稿日期: 2011-06-30



交易等经营管理方面的问题。

## 1 甘肃风电发展环境

### 1.1 风电发展政策法规

2006 年 1 月 1 日《中华人民共和国可再生能源法》正式实施, 国家将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域, 规定电网企业应当为可再生能源发电提供上网服务, 并按照确定的上网电价全额收购可再生能源所发电量, 高于常规能源发电平均上网电价的费用差额, 附加在销售电价中分摊。

### 1.2 风电上网价格政策

国家发改委 2009 年 7 月发布的《关于完善风力发电上网电价政策的通知》规定, 按照国内风能资源状况和工程建设条件, 将全国分为 4 类风能资源区, 制定相应风电标杆上网电价。4 类资源区的标杆电价分别为 0.51 元/(kW·h)、0.54 元/(kW·h)、0.58 元/(kW·h) 和 0.61 元/(kW·h)。甘肃省被分级为 2 类资源区, 标杆上网电价为 0.54 元/(kW·h)。

## 2 甘肃电网经营特点

(1) 风电占比提高, 电源结构多元化。截至 2010 年年底, 甘肃省发电装机容量 2 151 万 kW, 酒泉千万千瓦级风电基地 516 万 kW 风电装机全部完成后, 风电装机的占比将会提高到 20% 左右。

(2) 电力市场结构特殊, 抗风险能力薄弱。甘肃全省经济结构呈现的是“城乡二元”的经济特点, 在电力市场反映出“二高一低”的特点: 即工业用电的高耗能、农业灌溉用电的高扬程和全省低电价。其中, 高耗能工业用电量约占全省用电量的 50% 以上, 省内电力市场抗风险能力薄弱。

(3) 风电大规模并网, 公司经营难度增大。按照全国风电消纳的初步研究方案, 甘肃省内需要消纳占全省用电量 10% 的风电电量, 风电消纳量的提高会造成购电成本的大幅提升, 调峰电量的跨省调度和交易也会增加电网经营难度。

(4) 电网建设投资加大, 公司运营压力增加。河西风电一期 750 kV 送出工程的建设投资规模巨大, 其中 2010 年甘肃电网投资较 2009 年增长了

60% 以上。电网运行成本和财务费用不断攀升, 受到国家政策制约, 销售电价难以反映电网运行和投资成本的上升, 运营压力无法缓解。

## 3 甘肃风电发展现状

### 3.1 甘肃风电装机规模

2011 年上半年, 酒泉地区风电场总装机容量达 516 万 kW, 其中瓜州地区装机容量将达 405 万 kW, 玉门地区装机容量将达 111 万 kW。“十二五”、“十三五”期间甘肃风电装机将达到千万千瓦以上。

### 3.2 风电送出工程

2006 年以来, 为满足风电上网, 酒泉电网新建 330 kV 瓜州、玉门镇 2 座变电站, 线路长 438 km, 投资 6.25 亿元。750 kV 输变电工程投产前, 瓜州、玉门地区风电场通过瓜州—玉门—嘉峪关—永登 330 kV 线路接入甘肃主网, 线路长度超过 800 km。

2010 年年底, 配合酒泉风电基地一期工程建设, 建成哈密—敦煌—酒泉—河西—永登 750 kV 输变电工程, 扩建瓜州 330 kV 变电站 1 台主变, 新建 330 kV 风电并网线路 229 km, 总投资 84.76 亿元。

## 4 风电对电网经营产生的影响

### 4.1 风电场并网对电网经营产生的影响

(1) 酒泉风电基地各风电场机组制造厂家及型号呈多样化, 风机单机容量从 0.3 MW 至 1.5 MW 不等<sup>[1]</sup>, 不同类型的风机稳态特性和暂态特性相差较大, 在运行中对电网产生的影响有所不同<sup>[2]</sup>。因为风电产业在国内是新兴的行业, 完善的行业标准还尚未完全建立, 风电场并网前的验收工作缺乏指导规范和必要的验收流程, 对于不满足性能要求, 尤其是不满足低电压穿越要求的风电机组没有相应的处理措施, 给电网公司的经营埋下了隐患<sup>[3]</sup>。

(2) 风电场并网运行初期, 技术监督、技术服务工作还没有全面展开, 网厂的协调性有待加强。对于风电场的并网检测, 因为国内没有成熟的经验可以借鉴, 需要在实践中完成检测设备和相关软件的开发工作, 培养研究人员与测试技术人员。大规模风电并网后, 对风电场的运行缺乏系统管理, 风



电场的资料搜集不全面，风电场涉网保护和装置没有进行联网试验，电网企业对风机的技术性能不能全面掌握，致使在运行过程中出现问题不能及时解决，故障出现后处理时间拖延，造成经济损失。

#### 4.2 风力发电对电网企业经营产生的影响

(1) 风电出力特性研究结果显示，在 95% 概率下，516 万 kW 风电装机的保证容量（保证容量是指在电力平衡分析时，风电可为系统提供的容量）只有 17.028 万 kW。大规模风电并网后，风电的随机性和不可预测性将给传统调度计划的编制带来很大困难<sup>[4]</sup>。

(2) 全省电源结构发生重大变化。在全省电力市场用电需求增加不大的情况下，全省火电机组发电利用小时数将随着风电占比的增加而随之大幅下降，丰水季节火电开机方式调整难度更大，增加了火电机组运行维护费用。

(3) 虽然甘肃省电力公司已经完成了风电短期预测、预报系统建设，但是短期预测、预报的精确度还有待进一步提高，中长期预测、预报仍然缺乏有效的手段，风电调度问题仍然存在，限制了现有风电的上网电量<sup>[5]</sup>，影响了电网公司的经济效益。

#### 4.3 风电调峰对电网企业经营产生的影响

(1) 按照甘肃省自身调峰能力计算，无法满足酒泉千万千瓦级风电基地一期 516 万 kW 装机的调峰需求。按照枯水年的平均调峰能力计算，2011—2014 年风电调峰缺额达到 275 万~296 万 kW<sup>[6]</sup>。

(2) 调峰电源跨省电力交易。甘肃电网自身调峰能力无法满足酒泉风电基地一期调峰的需要，必须依靠西北五省区，尤其是青海省黄河中上游水电参与调峰，涉及黄河水资源的综合利用，大规模跨省调峰的调度管理模式和电能交易管理办法等一系列管理问题。更重要的是涉及跨省调峰的补偿政策问题，现有以省为实体的省间联络线结算考核的管理模式，将大幅度增加甘肃省公司跨省电力、电量交易的成本。

(3) 调峰电源的建设。酒泉风电基地远期调峰电源的需要可否考虑通过西北电网内配置？可否选择抽水蓄能来解决？如果建设调峰火电机组，则存在投资建设问题。调峰电源建设和运行的补偿问题都会对电网的经营管理产生一定的影响。

#### 4.4 风电电量消纳对电网企业经营产生的影响

(1) 购电成本增加。甘肃新建风电执行上网电价 0.54 元/(kW·h)，其中省公司支付的火电机组脱硫标杆电价部分高于省公司购电均价，这部分费用由省公司承担。酒泉风电基地 516 万 kW 风电全部建成投产后，2011—2014 年需要多支付 2 亿元左右的购电成本。

(2) 线损成本增加。在河西地区的用电负荷不能有较快增长的情况下，酒泉风电基地电量需要远距离输送，线损费用会大幅提升。

### 5 对电网经营策略建议

#### 5.1 风电场并网政策和规范方面

(1) 在已经编制的《风电并网检测管理办法（初稿）》、《风电场功率调节能力和电能质量测试标准》、《风电场并网测试规范》等规程标准的基础上，根据近几年运行实践进一步完善，推动国家行业标准的出台，规范风电场的并网接入。

(2) 通过已经完成的风电机组及风电场的启动验收试验研究，提出合理的启动验收方法，为新建风电场的启动验收起到指导作用<sup>[7]</sup>。

(3) 在风电场运行过程中，按照已经比较成熟的火电、水电的技术监督管理流程，对风电场开展相应的技术监督服务，进行技术支撑，以提高经营水平。

#### 5.2 风电并网送出方面

(1) 酒泉风电基地需要配置大量的无功补偿装置。静止型无功补偿器或静止型无功发生器可以很好地改善风电场的运行水平，提高风电场无功发出和吸收能力，降低风电机组电压穿越的事故率，提高电网稳定性和风电场运行经济性<sup>[8]</sup>。

(2) 酒泉风电基地 750 kV 送出工程的建成投运部分解决了风电上网的困难，但还需要加装串联补偿装置，提高电网运行经济性。

(3) 积极争取风电远距离送出配套政策，维护甘肃省电力公司可持续发展能力。按照现行规定，酒泉风电基地 750 kV 送出工程不属于风电接网工程，不享受国家新能源发展政策补贴。应该积极争取有利于激励风电远距离送出的特殊补偿政策。



### 5.3 风电并网发电方面

(1) 加快风电预测、预报系统建设。结合地区风电发展的特点,加快全省风电预测、预报系统的研究开发,不断提高风电预测的精度。

(2) 借鉴国外经验,对并网运行的风电场提出风电出力预测的要求,预测误差超过一定范围就扣除部分上网电价,以此鼓励各风电场积极开展风电出力预测、预报工作,提高发电计划编制的准确度,也可以杜绝风电场擅自增加出力的行为发生,减少经营管理难度。

(3) 甘肃省在 2010 年年底已经完成了“大型集群风电有功智能控制系统”的开发工作,此系统首次实现了电网接纳风电能力的实时评估。目前,已有 9 个风电场和 2 个火电厂应用该系统,应该在此基础上积极推进其他电厂应用该系统的工作。

### 5.4 风电调峰方面

(1) 风电不具有常规电源调峰、调频、调压和备用等方面的能力,电力系统其他电源与风电配套调峰导致运行成本大幅度增加,应该研究制定能够合理补偿调峰成本的经济补偿政策。

(2) 跨省电力、电量交易。以甘肃省目前的调峰能力,必须借助西北电网全网,才能消纳酒泉风电一期的风电电力,应该争取转变现有的以省为实体的省间联络线结算考核的管理模式,解决涉及跨省调峰的补偿政策问题。

(3) 调峰电源的建设。应结合风电基地的水、煤、气等资源情况,合理确定调峰电源结构和规模。

### 5.5 风电电量消纳方面

(1) 在产业政策范围内发展高载能产业,提高风电就地消纳能力。针对河西地区工业园区的建设开展市场开拓工作,争取就地消纳大部分风电电量。

(2) 在河西地区重点负荷发展区域,完善配电网架规划建设,为负荷发展提供保障。

(3) 加强需求侧管理。针对不同项目负荷特点,开展需求侧管理,降低风电消纳的调峰困难。

(4) 争取国家政策,在全国范围内倡导承担消纳风电的责任,或者进行风电消纳份额的交易。完善可再生能源交易机制和可再生能源配额管理办法,制定相关配套措施和实施细则,明确发达地区、能源调入省份消纳风电的责任,降低部分经营困难<sup>[9-11]</sup>。

## 6 结语

我国已向国际社会明确承诺 2020 年非化石能源在能源消费总量中占 15%,加快风电等可再生能源的发展已成为我国实现对国际社会庄严承诺的重要举措。目前全国已建成多个连片开发、规模达到数百万千瓦的风电基地。文中分析的甘肃风电建设对电网企业经营的影响以及对策建议可为其他风电基地发展提供参考。

### 参考文献

- [1] 王承熙,张源.风力发电[M].北京:中国电力出版社,2003.
- [2] 范李平,杨力森,武粉桃.风电场并网对电力系统稳定性影响[J].电网与清洁能源,2009,25(6):58-61.
- [3] 肖盛,张建华,郭世繁,等.并网双馈风电机组低电压穿越能力研究[J].电网与清洁能源,2010,26(2):69-73.
- [4] 白建华,辛颂旭,贾德香.我国风电大规模开发面临的规划和运行问题分析[J].电力技术经济,2009,21(2):7-11.
- [5] 仇卫东,王智冬,李隽.我国风电发展相关问题分析[J].电力技术经济,2008,20(1):19-23.
- [6] 汪宁渤.酒泉风电工程对电网企业经济效益及经营管理影响的探讨[J].能源技术经济,2011,23(6):63-68.
- [7] 孙元章,吴俊,李国杰.风力发电对电力系统的影响[J].电网技术:英文版,2007,31(20):55-62.
- [8] 吴俊,李建设,周剑,等.风力发电并网对电网的影响[J].南方电网技术,2010,4(5):48-52.
- [9] 张运洲,白建华,辛颂旭.我国风电开发及消纳相关重大问题研究[J].能源技术经济,2010,22(1):1-6.
- [10] 魏晓霞.我国风电发展存在的问题和应对措施[J].电力技术经济,2009,21(6):23-26.
- [11] 黄怡,张义斌,孙强,等.适应我国风电高速发展的举措建议[J].能源技术经济,2010,22(3):18-21.

贺 静 (1975—),女,甘肃靖远人,硕士,工程师,主要从事动力经济研究。E-mail: hj5551@163.com

王维洲 (1967—),男,甘肃临洮人,硕士,教授级高级工程师,主要从事电力系统及其自动化研究。E-mail: wangweizhou945@sina.com

吴 悦 (1973—),男,山西万荣人,硕士,高级工程师,主要从事动力经济研究。E-mail: wy7342@sina.com

(责任编辑 / 辛培裕)