



国家电网
STATE GRID

国网山东省电力公司电力科学研究院
STATE GRID SHANDONG ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

2017年机炉监督会汇报材料之一

山东省首批可再生能源调峰机组的核定

丁俊齐

国网山东电科院电源中心

2017年06月22日



山东省首批可再生能源调峰机组的核定

- 一、可再生能源调峰机组
- 二、背景介绍
- 三、山东省首批可再生能源调峰机组的核定
- 四、可再生能源调峰机组的监管
- 五、山东火电机组的重新定位
- 六、总结



一、可再生能源调峰机组

可再生能源调峰：是指为消纳可再生能源而超出常规调峰手段的调峰。

可再生能源调峰机组：是指为消纳可再生能源而提供超出常规调峰手段的调峰机组。



二、背景介绍——国内背景

- 1) 风电弃风严重
- 2016年全年弃风电量497亿千瓦时，占发电量的20.6%。其中弃风较严重的地区：甘肃省弃风率43%，新疆弃风率38%，吉林省弃风率30%，内蒙古弃风率21%。
- 2) 可再生能源比例将持续增加
- 可再生能源发展“十三五”规划提出到2020年，常规水电、风电、太阳能发电要达到3.4亿千瓦、2.1亿千瓦和1.1亿千瓦以上，可再生能源消费占比要达到12%以上，可再生能源发电量占比要达到30%以上。



二、背景介绍——国内背景

- 3) 电力过剩，火电利用小时数持续下降
- 2015年火电利用小时数为4329h，2016年火电利用小时持续降至4165小时。
- 4) 供热机组比例提高
- 北方地区供热机组比例越来越高，采暖季调峰能力严重制约。

2016年火电机组利用小时数情况

省份	总装机	水电装机	火电装机	设备利用小时数	水电利用小时数	火电利用小时数	火电利用小时数排名
山东	10942	108	9540	4788	1348	5187	1
江苏	10160	115	8727	4806	1524	5093	2
广东	10452	1410	7742	3836	3550	3698	21
内蒙古	11044	241	7609	3656	1152	4532	6
河南	7218	399	6431	3674	2228	3855	19
山西	7640	244	6329	3485	1575	3800	20
浙江	8331	1154	6062	4010	2504	3921	18
安徽	5733	295	4915	4161	2045	4487	8
河北	6324	182	4510	4157	1242	4974	3
新疆	7751	665	4376	3112	3452	4206	13
辽宁	4601	293	3114	3857	1911	4331	9
陕西	3898	272	3043	4105	2437	4491	7
贵州	5510	2089	3014	3602	3315	3980	16
福建	5210	1304	2902	3917	4776	3161	27
湖北	6745	3663	2694	3819	3869	3985	15
湖南	4121	1553	2322	3325	3621	3270	25
上海	2371		2264	3564		3610	23
广西	4150	1663	2185	3494	3802	3008	28
宁夏	3675	43	2165	3575	3356	4904	4
黑龙江	2783	102	2104	3411	2167	3922	17
甘肃	4825	861	2002	2554	3534	3612	22
江西	2866	613	1918	4165	3807	4560	5
吉林	2716	378	1777	2756	2214	3286	24
四川	9108	7246	1642	3786	4234	2121	29
云南	8442	6096	1402	3357	3815	1922	30
天津	1467	-	1378	4141	-	4314	11
重庆	2059	687	1343	3379	3729	3259	26
北京	1103	98	971	3983	1234	4320	10
海南	750	91	464	4102	2676	4241	12
青海	2345	1192	402	2458	2572		
西藏	233	156	41	2378	3136		



二、背景介绍——国内背景

5) 机组灵活性改造试点加大。

2016年6月28日，国家能源局下发了《关于下达火电灵活性改造试点项目的通知》，共16个电厂被列入名单。

2016年7月28日，又增补了6个发电厂。

提升灵活性改造预期将使热电机组增加20%额定容量的调峰能力；纯凝机组增加15%—20%额定容量的调峰能力，最小技术出力达到30%—35%额定容量；

部分具备改造条件的电厂预期达到国际先进水平，机组不投油稳燃时纯凝工况最小技术出力达到20%—25%。



二、背景介绍——国内背景

6) 为了提升电力系统调峰能力，有效缓解弃水、弃风、弃光，促进可再生能源消纳，2016年7月19日，国家发展改革委、国家能源局印发了《可再生能源调峰机组优先发电试行办法》。



二、背景介绍——山东省的形势

1) 外电入鲁步伐加快

今明两年特高压入鲁步伐加快，2016年锡盟山东特高压交流投运，2017年榆横潍坊交流、上海庙临沂直流、扎鲁特青州直流投运，2017年，接受外电能力达2000万千瓦。根据《山东电网十三五发展规划》，预计到2020年，山东电网主网架接受区外来电将达3750万千瓦。

2) 供热机组增加

供热机组比例逐年增加，采暖季，机组供热与调峰矛盾越来越突出。截止2016年11月底为止，已经有149台供热机组接入山东省热电联产监测系统，总容量已经达到了38565MW。直调机组改造为高背压供热的机组中，300MW级机组4台，135MW等级机组12台。



二、背景介绍——山东省的形势

3) 核电机组投运

- 海阳核电第一台机组计划2017年8月份投运。根据《山东省能源中长期发展规划》，作为全国重要的能源生产和消费大省，山东计划“到2020年，核电装机270万千瓦;到2030年，力争核电装机2065万千瓦”，并将“打造全国重要的东部沿海核电基地”。

4) 风电等清洁能源发电增多

- 截止到2015年，累计光伏装机规模达到了133万千瓦。截止到2016年底，山东省风电装机容量839万千瓦。
- 据调度中心统计和预测，截至2017年底，风电将达到1000万千瓦，光伏发电将达到430万千瓦。

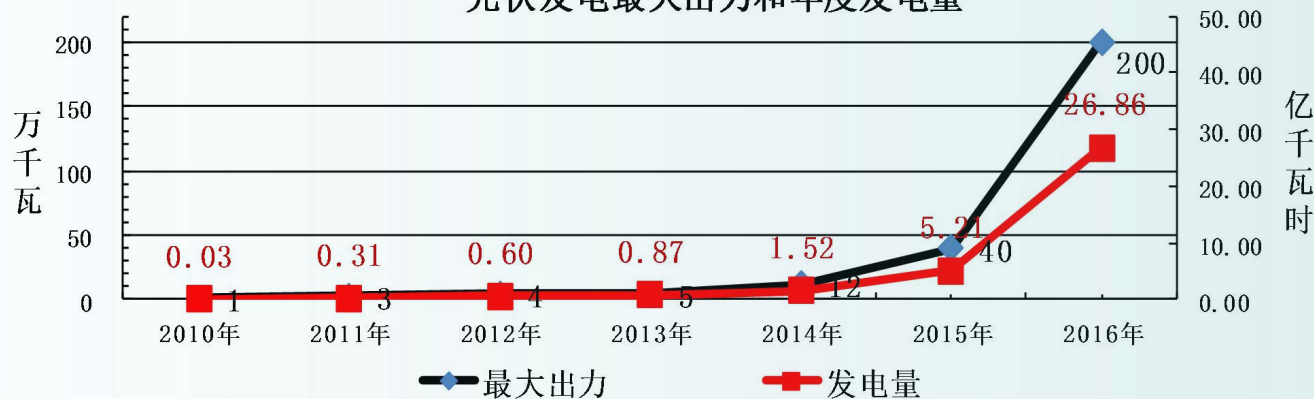


二、背景介绍——山东省的形势

风电最大出力和年度发电量



光伏发电最大出力和年度发电量





二、背景介绍——山东省的形势

- 5) 调峰手段有限。
- 受自然资源限制，山东没有条件建设常规水电站用于调峰；
- 受天然气源限制,山东没有燃油或燃天然气的燃气轮机用于调峰；
- 抽水蓄能机组反应迅速，非常适合用作调峰电源，其调峰能力可达100%。但目前山东电网抽水蓄能装机容量少，只有4台25万千瓦机组，占比较小；



二、背景介绍——山东省的形势

- 近年新建机组基本为大容量、高效率火电机组，一般设计为带基本负荷运行，调峰使整个电网安全和经济运行受到一定影响。
- 在电力总体过剩的背景下，电网调峰、热网供热、清洁能源消纳之间的三角矛盾越来越突出。



1、制定规范

为了进一步提升山东电网的调峰能力，促进可再生能源消纳，山东省经济和信息化委员会、山东电力研究院、山东电力调度控制中心、发电公司代表结合我省实际，制定了《山东省可再生能源调峰机组运行管理办法（暂行）》，山东电力技术监督办公室制定了《山东省可再生能源调峰机组最低出力核定试验技术规范》。



三、山东省首批可再生能源调峰机组的核定

2、办法中对可再生能源调峰机组的主要调峰激励政策

- 1) 对于可再生能源调峰机组，按照高于当年同类型火电机组平均利用小时一定水平安排优先发电权计划，并根据核定的调峰深度设定级差；
- 2) 可再生能源调峰机组因调峰无法完成的优先发电权计划，可以按照《山东省替代发电管理办法》有关要求，通过替代发电交易给其他机组，且替代不受机组容量等级限制。**确定为可再生能源调峰机组的，不参与电力直接交易。**



三、山东省首批可再生能源调峰机组的核定

3、可再生能源调峰机组申报基本条件

- 1) 能减至额定容量的40%及以下并稳定运行，正常方式下能持续6小时；春节、大风期等特殊时期能持续18小时；
- 2) 机组具备当日启停能力，且不受次数限制；
- 3) 环保排放指标达到国家及省排放要求；
- 4) 机组功率因数满足要求；
- 5) 满足本厂最小运行方式；
- 6) 满足电网安全稳定运行要求和电网最小运行方式；
- 7) 满足本厂供热要求；
- 8) 在运的非涉外机组。



4、试验概况与核定原则

- 首批报名参加可再生能源调峰机组核定的机组共18台，实际进行了15台机组的核定试验。
- 核定入围机组基本原则如下：
- **纯凝机组：**在不采取点火及助燃措施、环保达标、额定功率因数条件下可以维持40%及以下额定负荷连续稳定运行。
- **供热机组：**在不采取点火及助燃措施、环保达标、额定功率因数、单机运行能够满足抽汽需求的条件下可以维持40%及以下额定负荷连续稳定运行。



4、试验概况与核定原则

- 根据试验数据，按照调峰比例优先的原则确定下列8台机组可以作为可再生能源调峰机组。考虑到纯凝机组在负荷调节时可靠性更高，对满足要求的机组排序见表：



山东省首批可再生能源调峰机组核定结果

序号	机组名称	机组类型	额定容量 (MW)	最低出力 (MW)	最低出力比例 (%)	最低出力下的最大供热流量 (t/h)
1	运河电厂#4机组	纯凝	145	55	37.9	/
2	邹县电厂#5机组	纯凝	635	243	38.3	/
3	润泽电厂#2机组	供热	645	222	34.4	9
4	费县电厂#2机组	供热	650	228	35.1	237
5	鲁北电厂#2机组	供热	330	124	37.6	94
6	蓬莱电厂#1机组	供热	330	128	38.8	42
7	莱城电厂#4机组	供热	335	130	38.8	170
8	威海电厂#3机组	供热	320	128	40	150



5、测试机组不具备40%及以下额定负荷连续稳定运行的原因

- 1) 低负荷下不能满足供热需求;
- 2) 低负荷下SCR入口烟温过低;
- 3) 设备缺陷, 例如个别机组在降负荷过程中上下缸温差增加、振动增大。
- 4) 百万千瓦级机组, 单机容量大, 发生风险时对电网的冲击较大。低负荷参与调峰在经济指标方面的损失较大。在当前电网调峰余量尚能满足需要的情况下, 不建议将1000MW机组列入可再生能源调峰机组的序列。



四、可再生能源调峰机组的监管

- 1) 加强考核

- 山东电力调度控制中心统计实际出力高于调度指令的时间。根据《办法》进行考核。高于40%额定容量部分的积分电量记为考核电量，按照月度累计考核电量的10倍作为次月考核电量，从发电企业优先发电权计划电量内扣除；累计实际出力高于调度指令并超过40%额定容量12小时，取消次年度可再生能源调峰机组资格。



四、可再生能源调峰机组的监管

- **2) 不定期抽查、试验**
- 为了实际验证调峰能力，山东电力调度控制中心将对可再生能源调峰机组进行不定期的抽检试验，2次不能达到要求的，取消次年度可再生能源调峰机组资格。
- **3) 动态管理**
- 可再生能源调峰机组实行动态管理，按年度核定。对已核定的可再生能源调峰机组若变更最低出力，需参加下一年度的可再生能源调峰机组申报。



四、可再生能源调峰机组的监管

- **4) 加强对供热量的在线监督**
- 对于涉及供热抽汽的可再生能源调峰机组，其抽汽量应接受实时监督。如果发现其抽汽量大于试验验证时的最大抽汽量，应重新核定其能否继续作为可再生能源调峰机组。
- **5) 机网协调试验项目相应调整**
- 在机组大修后进行机网协调试验时，应在纯凝和供热工况下检验机组的调峰能力，如果机组不能满足作为可再生能源调峰机组的要求，则应退出可再生能源调峰机组序列。对于机网协调试验在非采暖期进行的情况，应在采暖期进行供热工况下调峰能力的试验验证。



四、可再生能源调峰机组的监管

- **6) 强化信用监管**
- 将调峰情况纳入发电企业信用评价指标体系，作为一项信用记录，录入山东省电力技术监督服务平台，使调峰信息状况透明，可追溯、可核查。
- 山东电力调度控制中心向省经济和信息化委、山东电力技术监督办公室定期报送调峰情况。
- 对于失信违反约定的发电企业要予以警告，严重失信的要纳入不良信息记录，并按有关规定进行惩戒。



五、山东省火电机组的重新定位

- 在外电入鲁、电力总体过剩的背景下，电网调峰、热网供热、清洁能源消纳之间的矛盾越来越突出。火电机组面临重新定位。
- 1、中小机组将同时面临关停压力和热源市场增加的机遇
- 1) 2014年9月12日下发的《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020年）》中要求：到2020年，现役燃煤发电机组改造后平均供电煤耗低于310克/千瓦时。



五、山东省火电机组的重新定位

- 2) 我国城市集中供热以区域锅炉房为主，热电联产只占40%左右，雾霾将加快小锅炉的关停节奏。2017年3月5日，李克强总理在政府工作报告中指出：“坚决打好蓝天保卫战，今年二氧化硫、氮氧化物排放量分别下降3%，重点地区PM2.5明显下降”。
- 3) 2016年3月22日发布的《热电联产管理办法》第八条中规定：“新建工业项目禁止配套建设自备燃煤热电联产项目”



五、山东省火电机组的重新定位

- 4) 2017年2月17日，环境保护部、发展改革委、财政部、能源局联合北京市、天津市、河北省、山西省、山东省、河南省人民政府下发了《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》
- “2+26”城市中，山东省7个城市被划入实施范围：济南、淄博、济宁、德州、聊城、滨州、菏泽市。



五、山东省火电机组的重新定位

- 5) 国家发改委和国家能源局近日下发了《关于开展燃煤自备电厂规范建设及运行转型督查的通知》。
- 2017年6月底选定新疆、内蒙古、甘肃、广西、江苏、山东等6省现场调查。
- 督查内容主要包括三方面：自备电厂基本情况、承担社会责任情况、达标排放情况。



五、山东省火电机组的重新定位

- 2、基荷电力向调峰电力转变
- 随着电力过剩和可再生能源装机容量的持续增加，火力发电机组将由提供电力向提供调峰、调频、稳定转向，将逐步由基荷电力向调峰电力转向。



五、山东省火电机组的重新定位

- 3、政府出台平衡政策是趋势
- 为了缓解热、电之间的矛盾，促进风电、太阳能、核电等清洁能源消纳，国家或地方政府将陆续出台平衡政策，调动各发电企业参与调峰调频的积极性。
- 国家能源局东北能源监管局2016年11月18日下发了《东北电力调峰辅助服务市场运营规则（试行）》，其中最明显的变化是对调峰辅助服务加大了补偿力度，拉开了普通调峰与深度调峰的补偿差距。



五、山东省火电机组的重新定位

- 第十九条 实时深度调峰交易采用“阶梯式”报价方式和价格机制，发电企业在不同时期分两档浮动报价，具体分档及报价上、下限见下表：

时期	报价档位	火电厂类型	火电厂负荷率	报价下限（元/kWh）	报价上限（元/kWh）
非供热期	第一档	纯凝火电机组	40%<负荷率≤50%	0	0.4
		热电机组	40%<负荷率≤48%		
	第二档	全部火电机组	负荷率≤40%	0.4	1
供热期	第一档	纯凝火电机组	40%<负荷率≤48%	0	0.4
		热电机组	40%<负荷率≤50%		
	第二档	全部火电机组	负荷率≤40%	0.4	1



五、山东省火电机组的重新定位

- **有偿调峰电量：**是指火电厂在各有偿调峰档区内平均负荷率低于有偿调峰基准形成的未发电量。
- **市场出清价：**就是在指定的价格下，需求=供给

$$\text{火电厂实时深度调峰获得的费用} = \sum_{i=1}^2 (\text{第}i\text{档有偿调峰电量} \times \text{第}i\text{档实际出清电价})$$



五、山东省火电机组的重新定位

- 国电电力大连庄河发电有限公司2台600MW机组通过灵活性改造，2015年共获得“两个细则”收益7913万元（含税）。2016年获得“两个细则”收益1.58亿元。
- 发电厂将不止追逐电量、煤耗等指标，更重要的是从自身利益最大化的角度出发制定机组的运行策略。



五、山东省火电机组的重新定位

- 4、发电厂进行供热改造时应充分考虑机组的调节性能
- 1) 热电联产的主要精神发生了变化。
- 国家计委、国家经贸委、国家环保总局、建设部2000年发布了《关于发展热电联产的规定》，2011年6月30日作了部分修改。国家发展和改革委员会、国家能源局、财政部、住房和城乡建设部、环境保护部于2016年3月22日发布了《热电联产管理办法》。



五、山东省火电机组的重新定位

- 旧规定的主要精神：落实《中华人民共和国节约能源法》中关于“国家**鼓励**发展热电联产、集中供热，提高热电机组的利用率”的规定。为实施可持续发展战略，实现两个根本性转变，**推动**热电联产事业的发展；
- 新规定的主要精神：为推进大气污染防治，提高能源利用率，**促进热电产业健康发展，解决我国北方地区冬季供暖期空气污染严重、热电联产发展落后、区域性用电用热矛盾突出等问题。**



五、山东省火电机组的重新定位

2) 新规定对热电联产增加了限制性条件

- 第十条 系统调峰困难地区，严格限制现役纯凝机组供热改造，确需供热改造满足采暖需求的，须同步安装蓄热装置，确保系统调峰安全。
- 第十三条 为提高系统调峰能力，保障系统安全，热电联产机组应按照国家有关规定要求安装蓄热装置。
- 第十六条 严格限制规划建设燃用石油焦、泥煤、油页岩等劣质燃料的热电联产项目。
- 第二十二条 在役热电厂扩建热电联产机组时，原则上采用背压热电联产机组。



六、总结

- 1) 可再生能源的消纳和调峰问题的解决需要政府或电力监管部门出台合理的政策，调动电网和发电企业的主观能动性，借助于技术的不断创新才能解决。
- 2) 电科院应充分发挥电厂、电网、经信委、能监办的桥梁纽带作用。有些工作电网、电厂矛盾。（一次调频性能与滑压运行、供热改造与调峰性能、开停机台数及电网安全）
- 3) 电厂进行设备改造时需要综合考虑经济性、电网调度、热网需求、电厂及热网设备、控制系统现状等因素，定出符合电厂实际的技术路线。



国家电网
STATE GRID

国网山东省电力公司电力科学研究院
STATE GRID SHANDONG ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

汇报完毕
不当之处敬请指正
谢谢！