

南方区域电力现货市场出清原理 宣贯培训

南方总调 王旭辉

2025年11月27日





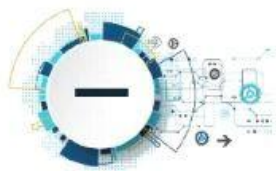
目录

一 前言

二 南方区域电力现货市场出清流程

三 南方区域电力现货市场优化模型

四 南方区域电力市场机制典型案例



前言

南方区域电力现货市场出清原理知识结构由哪些内容构成？

理论与实践 (推荐)

电力系统经济学原理
运筹学
(机械工业, 4/5/6/11/12章)
经济学
电力系统分析
美国电力市场运行与监管实例分析
...

政策

发改能源〔2025〕1171号
发改办体改〔2025〕394号
发改价格〔2025〕136号
发改办体改〔2023〕813号
发改体改〔2022〕118号
...

规则

国家《电力市场运行基本规则》
国家《电力现货市场基本规则》
《南方区域电力市场运行规则》
《南方区域电力市场现货电能量交易实施细则》
《南方区域电力现货市场连续结算试运行实施方案》
...



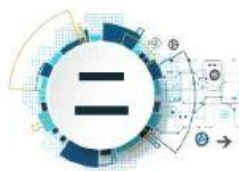
目录

一 前言

二 南方区域电力现货市场出清流程

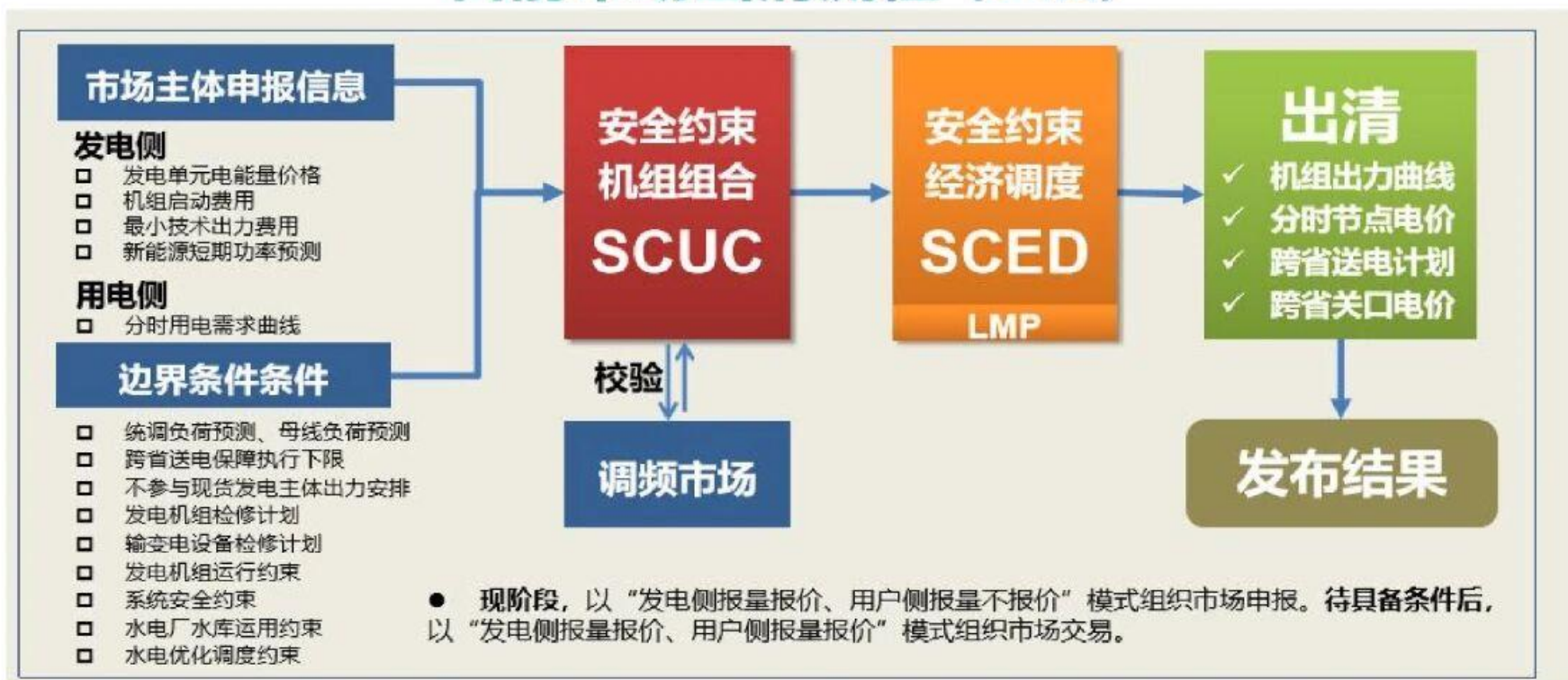
三 南方区域电力现货市场优化模型

四 南方区域电力市场机制典型案例



南方区域电力现货市场出清流程

日前市场出清流程 (D-1日)



*注意：日前市场与可靠性机组组合分开计算后，上述出清流程将改变



南方区域电力现货市场出清流程

实时市场出清流程 (D日)

现阶段，实时市场基于日前市场封存的发电侧价格申报信息及机组组合 (SCUC) 进行出清。

启动计算时间	覆盖时段 案例时间	0:00	0:15	0:30	0:45	1:00	1:15	1:30	1:45	2:00	2:15	2:30	2:45	3:00	3:15	3:30	3:45	4:00	4:15	4:30	4:45	5:00	5:15	5:30
D-1日23:45	0:00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
0:00	0:15		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
0:15	0:30			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
0:30	0:45				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
0:45	1:00					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1:00	1:15						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



滚动更新边界

- 电网设备状态
- 机组设备状态
- 人工干预情况
- 发用两侧负荷预测
- 电量滚动上下限
- 最新电网控制要求

滚动出清
SCED
LMP

滚动执行

- 机组出力曲线
- 分时节点电价
- 跨省送电计划
- 跨省关口电价

启动计算时间	覆盖时段 案例时间	22:45	23:00	23:15	23:30	23:45	D-1日 00:00	D-1日 00:15	D-1日 00:30	D-1日 00:45	D-1日 01:00	D-1日 01:15	D-1日 01:30	D-1日 01:45	D-1日 02:00	D-1日 02:15	D-1日 02:30	D-1日 02:45	D-1日 03:00	D-1日 03:15	D-1日 03:30	D-1日 03:45	D-1日 04:00	D-1日 04:15
22:30	22:45	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
22:45	23:00		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23:00	23:15			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23:15	23:30				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23:30	23:45					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
23:45	D+1日00:00						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



目录

一 前言

二 南方区域电力现货市场出清流程

三 南方区域电力现货市场优化模型

四 南方区域电力市场机制典型案例



南方区域电力现货市场优化模型

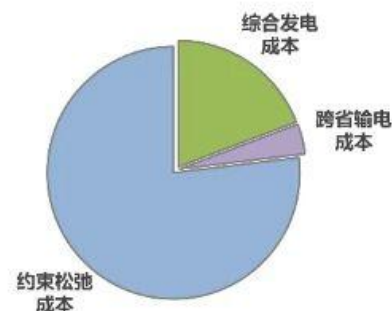
区域电力现货市场数学模型 (SCUC、SCED、LMP)

1. 目标函数: 以社会福利最大化为目标, 优化综合运行成本最小化。

$$\min \left\{ \begin{aligned} & \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T [C_{i,t}(P_{i,t}) + C_{i,t}^U + C_{i,t}^{pmin}] + \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T P_{i,t} [P_{L,i,t}] + \sum_{l=1}^{NL} \sum_{t=1}^T M_l [SL_t^+ + SL_t^-] + \sum_{s=1}^{NS} \sum_{t=1}^T M_s [SL_s^+ + SL_s^-] \\ & + \sum_{r=1}^{NR} \sum_{t=1}^T M_2 P_{r,t}^d + \sum_{i=1}^{NH} \sum_{t=1}^T M_3 P_{i,t}^d + \sum_{k \in \Omega_p} \sum_{t=1}^T M_4 [SL_k^-] + \sum_{es=1}^{ES} \sum_{t=1}^T [\lambda_{es}^{div} P_{es,t}^{div} + \lambda_{es}^{ch} P_{es,t}^{ch}] + [\dots] \end{aligned} \right\}$$

最小化综合运行成本 = 综合发电成本 + 跨省输电成本 + 约束松弛成本

综合运行成本大致构成



优化目的: 成本全局最优

可以直观得出结论:
个体发电成本最低并不等于
综合运行成本最低!



南方区域电力现货市场优化模型

区域电力现货市场数学模型 (SCUC、SCED、LMP)

2.约束条件: 出于安全稳定控制、物理特性匹配、优先计划保障、一次能源调度、清洁能源消纳等目的, 在出清模型中配置的约束条件。

01

安全稳定控制

- 负荷平衡约束
- 正/负备用容量约束
- 一次调频备用容量约束
- 线路潮流约束
- 断面潮流约束

02

物理特性匹配

- 机组出力上下限约束
- 特殊机组状态约束
- 机组爬坡约束
- 最小连续开停时间约束
- 最大启停次数约束
- 直流联络线相关约束
- 储能约束

03

优先计划保障

- 跨省优先计划约束

04

一次能源调度

- 机组群电量/出力约束
- 水电厂水位控制约束
- 水电厂发电量控制约束

05

清洁能源消纳

- 新能源弃电约束
- 水电弃电约束

细节说明: 1.SCUC、SCED以及LMP环节数学模型基本一致, 不同点为: 1.SCUC环节存在机组组合等更多类型离散变量, SCED、LMP环节离散变量更少更易求解。2.三个环节对同类约束条件设置的惩罚因子不同。3.三个环节部分约束生效情况不同。



三

南方区域现货市场出清模型

以海南-广东两省简化模型为例说明区域市场跨省送电优化出清逻辑 (海南——>广东)

目标函数: Σ 海南发电成本 + Σ 广东发电厂成本 + 海南送广东输电价 \times 海南送广东出力 (受端) + 约束松弛成本

约束条件

$$\begin{cases} \textcircled{1} \uparrow \Sigma \text{海南机组出力} = \text{海南送广东出力 (送端)} \uparrow + \text{海南负荷} & \text{(送端省份电力平衡)} \\ \textcircled{2} \overline{\Sigma \text{广东机组出力}} + \text{海南送广东出力 (受端)} \uparrow = \text{广东负荷} \uparrow & \text{(受端省份电力平衡)} \\ \textcircled{3} \text{海南送广东出力 (送端)} \uparrow \times (1 - \text{线损率}) = \text{海南送广东出力 (受端)} \uparrow & \text{(两省送受传递关系)} \end{cases}$$

当广东负荷增加1MWh, 通过电力平衡约束中的海南送广东出力 (受端) 传导至海南送广东出力 (送端) \times (1-线损率), 最终由海南机组出力来提供。

供应紧张或调峰困难时的特性: **省内机组无调节能力**



目录

一 前言

二 南方区域电力现货市场出清流程

三 南方区域电力现货市场优化模型

四 南方区域电力市场机制典型案例



四 区域市场出清特性分析

1. 报价低于市场价，但无法中标

广东晚高峰时段出清价格高于自身报价，但市场出清结果并未调出相应报价的出力。

图1: 典型低价机组的报价和出清电力场景

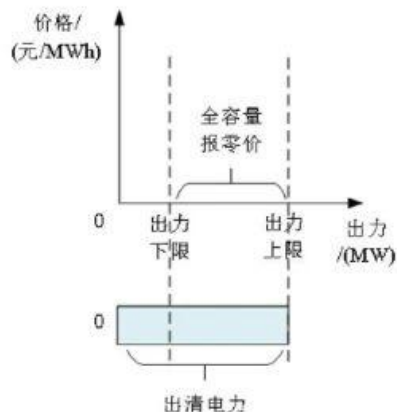
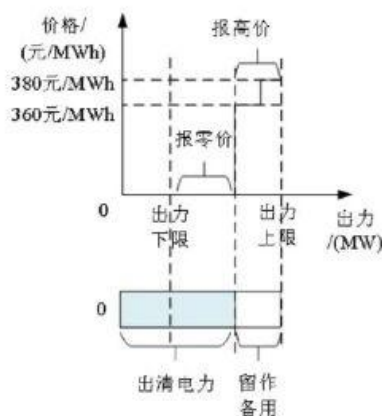


图2: 典型高价机组出清价格与申报价格

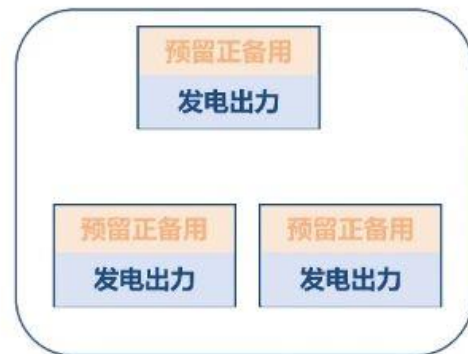


广东晚高峰期间正备用容量达界，广东省内**报价低的机组出力全部调出**，而**报价高的机组未调出的发电空间留作省内正备用**。

广东省内开机机组仍有上调能力，但受到正备用要求无法上调出力，出清价格**被省外高价机组定价**。

2. 在某些运行方式下，大容量机组更有开机优势

广东交流入口检修期间，晚间用电负荷较高，容易导致**广东省正备用约束达界**；广东出现了报低价的小容量机组未安排开机但位于相邻节点的**大容量机组被安排开机的现象**。



1台大容量机组成本 < 3台小容量机组成本

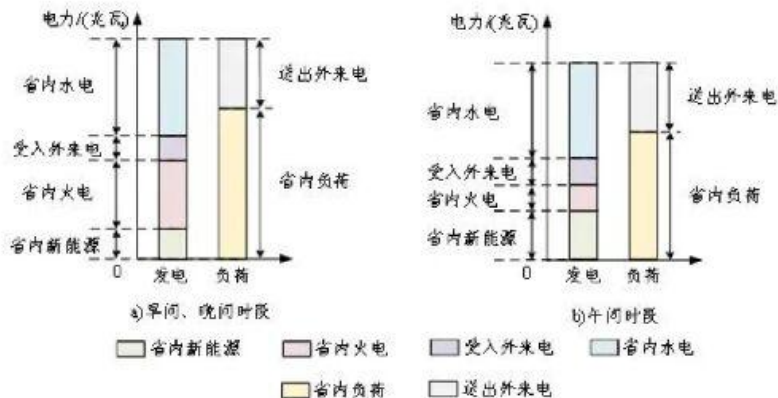
大容量机组虽然报价更高，但满足高峰负荷需求、提供正备用容量支撑的能力也更强，达到“**花一份钱办两件事**”的效果。若仅从报价考虑安排小容量机组开机，则需要更多机组开机，系统总成本不降反升。



四 区域市场出清特性分析

3. 低价火电安排停机的情况

在云南用电负荷和外送功率较相邻运行日无明显变化的情况下，4台报低价火电机组却均在当日逐步安排停机。



要满足**电力平衡**：省内电厂发电+受入外来电（点对网电厂留存云南电量）-外送电=省内负荷；相比于前一日运行情况来看，火电停机的裕度基本被水电增发出力所占据。

要满足**电网输配电设备输送功率极限要求**：新能源预测发电量作为市场边界，无法优化，午间光伏大发时，为保证该设备输送功率不越限，需要调增数倍的水电，只能通过停火电机组，才能实现午间电力平衡和系统安全。

4. 区域现货出清为何更加匹配广东负荷特性

在负荷需求高峰时段，西电出清电量跟随广东负荷增加而增加，在凌晨、午间及晚间三个谷荷时段，西电出清电量减少，匹配广东负荷走势。



以全网全天总成本最小化为目标，优化安排各时段的西电电量，能够充分引导低价机组多发、高价机组少发，**有效提升系统运行的经济性**。

通过将部分西电电量由负荷低谷时段转移至负荷高峰时段，既能**缓解西部送端省区的清洁能源消纳压力**，也能更好地响应广东省内负荷的变化，**有利于广东电力保供**。



四 区域市场出清特性分析

5. 清洁能源公平发电机制

区域现货市场中，当处在消纳困难场景时间，存在按相同价格申报，出清价格也相同，但出清出力在不同电厂间随机分配或波动的情况。为此总调近期开发了清洁能源公平发电机制并完成测试。以下为近期测试结果（注：此案例为展示公平发电分配效果，取消保障下限系数 α 、 β 后的测试结果，实际出清过程中不取消）：



加入公平消纳功能后的各测试案例，相较于对照案例的0价段出力消纳比例展现出明显的一致性，基本达到“**申报0价段越长，消纳量越大的**”的目的，可有效提升新能源消纳的公平性。并且即使只拆分10段的测试案例，依然能展现出不错的公平弃电分配效果，功能已于前几日上线应用。

《解市》栏目

南方能源观察

- 解市 | 报价低于市场价，为何无法中标？
- 解市 | 报价低于市场价，为何无法中标？（二）
- 解市 | 为什么在某些运行方式下，大容量机组更有开机优势？
- 解市 | 低价火电缘何安排停机？
- 解市 | 区域现货出清为何更加匹配广东负荷特性？
- 解市 | 水电机组开机费用取值对出清结果有何影响？
- 解市 | 为何要优化火电最小可调出力费用申报模式？
- 解市 | 南方区域电力现货实时市场4小时出清，如何提升风险感知能力？
- 解市 | 广西新能源参与南方区域现货市场成效分析？
- 解市 | 市场化燃气电厂如何更好参与南方区域电力现货市场？
- 解市 | 非市场机组如何参与实时市场安全调节？
- 解市 | 新能源报量报价参与南方区域电力现货出清：从逻辑到案例。
- 解市 | 南方区域电力现货市场为什么要将正备用约束纳入定价？



谢谢!
THANK YOU!