

# 江苏电网中长期机组组合问题研究

王岗<sup>1</sup>, 李利利<sup>2</sup>, 丁恰<sup>2</sup>

(1. 江苏省电力公司, 江苏南京 210024; 2. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏南京 210061)

**摘要:**结合江苏电网火电运行环境和调度业务特性两方面需求, 研究中长期机组组合问题。以安全约束机组组合(SCUC)技术为基础, 通过时段简化、电力电量解耦, 建立了以电量进度偏差最小为目标的中长期机组组合模型。理论与实例分析表明, 模型解决了中长期机组组合所关注的主要问题, 是一种有效、实用的算法模型。

**关键词:**中长期发电计划; 机组组合; 安全约束机组组合(SCUC); 混合整数规划

**中图分类号:** TM73

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1009-0665(2012)02-0001-04

中长期机组组合作为调度计划的重要内容, 核心是安排未来月份的电力、电量平衡, 获得发电机组的中长期开停机方案, 为日发电计划的制定提供参考依据。中长期机组组合可以在更长的时间跨度内统筹考虑电网运行效益, 其优化效果明显高于日发电计划。同时, 江苏电网以火电机组为主的能源结构, 也决定了机组不宜采用频繁启停优化的调度经营模式, 从而凸显了中长期机组组合在实际生产中的重要性。

机组组合问题是一个大规模混合整数非线性规划问题, 对于短期机组组合问题, 通过安全约束机组组合(SCUC)技术, 人们已经提出各种优化方法进行求解<sup>[1]</sup>。但将短期 SCUC 的优化模型扩展到中长期机组组合时, 受计算效率的影响难以实用。近年来, 国内外学者对中长期机组组合进行了探索性研究。文献[2]采用拉格朗日松弛来处理长周期的耦合约束, 将中长期 SCUC 问题分解为一系列短期 SCUC 子问题, 滚动求解; 文献[3]采用时序优化方式解决月度机组组合和电网安全校核问题, 并针对电力市场和节能调度模式, 建立了优化模型; 文献[4]研究了年度电量合同、月度电量合同的分解优化, 并提出按峰谷平负荷等效分解校核电网安全。中长期机组组合求解的难度在于: 如果要长周期、精细优化, 则计算性能受局限; 发电计划基于电量、安全校核基于电力, 中长期的电量、电力关系是个模糊概念; 加入机组连续运行的时间上耦合要求后, 中长期机组组合的复杂性增加, 给建模求解带来了难度。

## 1 江苏电网中长期机组组合需求分析

目前, 国内外对发电计划的研究重点为日前和实时计划, 而对中长期发电计划的研究则集中于水电调度。然而, 以江苏电网调度运行实际情况来讲,

迫切需要中长期的机组组合技术, 主要体现在火电运行环境需求和调度业务特性需求两个方面。

### 1.1 火电运行环境需求

截至 2010 年底, 江苏电网统调(省调调度管辖)装机容量 5 728.5 万 kW, 其中火电装机容量 5 287 万 kW, 占 92.3%; 水电装机容量 110 万 kW, 占 1.9%; 核电装机容量 200 万 kW, 占 3.5%; 风电装机容量 131.5 万 kW, 占 2.3%。

在火电机组中, 10 万 kW 及以上机组 127 台, 装机容量 4 851 万 kW, 占火电总装机容量的 91.75%。其中, 12.5 万 kW 级机组 31 台, 装机容量 447 万 kW, 占总装机容量的 8.47%; 30~35 万 kW 级机组 62 台, 装机容量 2 095 万 kW, 占总装机容量的 39.63%; 60 万 kW 级及以上机组 34 台, 装机容量 2 309 万 kW, 占总装机容量的 43.65%。

从江苏电网的电源结构可以看到, 江苏电网是以火电机组为主的发电结构, 火电机组的启停费用高昂, 且启停过程复杂, 机组不会频繁启停; 同时, 节能发电调度的实施, 逐步淘汰了高耗能的小火电机组, 形成了以大火电机组为主的发电运行环境, 也决定了机组不宜采用频繁启停优化的调度经营模式, 凸显了中长期机组组合在实际生产中的重要性。

### 1.2 调度业务特性需求

从我国电网调度业务实际情况来讲, 迫切需要中长期机组组合技术。国外电力调度主要是市场模式, 按日结算, 不需要全网级的中长期机组组合, 但国内各电厂签有中长期的电量合同, 对某一天的出力计划并不特别关注, 更关注中长期电量合同的完成情况。这个问题在短期计划中无法有效处理, 只能通过中长期机组组合来解决。

国内中长期计划的安排是以电量形式给出各电厂的总发电量, 电量计划如何进行电网安全校核, 直接关系到中长期计划执行的可行性, 成为亟待解决的问题。然而, 目前尚无有效的技术支撑手段解决上