

火电机组深度调峰操作及其注意事项

Deep Peak Shaving Operation and Precautions for Thermal Power Units

王栋

Dong Wang

国家能源蓬莱发电有限公司 中国 · 山东 蓬莱 265600

CHN Energy Penglai Power Generation Co., Ltd., Penglai, Shandong, 265600, China

摘要: 随着经济社会的持续快速发展,火电机组运行面临更高强度,理应采取更加系统完善的深度调峰操作方法,提升调峰效益,保证火电机组运行的实际效能。基于此,论文首先介绍了火电机组调峰研究现状,分析了火电机组深度调峰操作方法。在探讨于模糊综合评价的火电机组调峰效益基础上,结合相关实践经验,分别从机组深调运行显性成本等多个角度与方面,研究了机组深度调峰经济运行优化问题,阐述了个人对此的几点浅见。

Abstract: With the sustained and rapid development of the economy and society, the operation of thermal power units is facing higher intensity. It is necessary to adopt more systematic and comprehensive deep peak shaving operation methods to improve peak shaving efficiency and ensure the actual efficiency of thermal power unit operation. Based on this, this paper first introduces the current research status of peak shaving for thermal power units and analyzes the deep peak shaving operation methods for thermal power units. On the basis of exploring the peak shaving benefits of thermal power units based on fuzzy comprehensive evaluation, combined with relevant practical experience, this paper studies the optimization problem of deep peak shaving economic operation of units from multiple perspectives and aspects such as explicit cost of deep peak shaving operation, and elaborates on several personal opinions on this.

关键词: 火电机组; 深度调峰; 操作方法; 注意事项

Keywords: thermal power unit; deep peak shaving; operation method; matters needing attention

DOI: 10.12346/peti.v5i4.8845

1 引言

当今社会,经济社会发展活力显著增强,电力能源需求持续旺盛,对火力发电厂运行效能提出更高要求,使火电机组深度调峰操作面临严峻考验。当前形势下,技术人员有必要立足火电机组运行实际需求,创新方式方法,改进深度调峰操作方法,以全面优化机组深度调峰经济运行效益。

2 火电机组调峰研究现状

火电机组是现代火力发电进程中的关键设备,对于保证火力发电厂正常高效运行具有至关重要的作用。通过科学合理的深度调峰操作,可有效优化火电机组整体运行状态,满足高标准、高要求的火力发电生产过程要求。近年来,国家

相关部门高度重视火力发电事业的创新发展,在基础建设、机组构造优化与深度调峰作业评价等方面制定并实施了诸多具有导向性的行业规范,为新时期火电机组深度调峰操作提供了重要基础遵循,保证了火电机组在深度调峰状态下的综合性能。同时,广大火力发电厂同样在提升调峰操作灵活性与经济性等方面进行了积极探索,优化了机组能耗、调峰能力与供热能力等要素之间的衔接关系,初步形成了火电深度调峰经济性最优化模型,积累了丰富而宝贵的实践经验。尽管如此,受限于技术路线与热负荷不平衡状态等要素,当前火电机组深度调峰操作水平尚有较大提升空间,低负荷时深度调峰能力需进一步改进,需采取更为系统完善的方法予以优化改进^[1]。

【作者简介】王栋(1992-),男,中国山东烟台人,本科,助理工程师,从事火电机组设备运行监视与操作研究。

3 火电机组深度调峰操作分析

3.1 燃烧调整方面

在火电机组低负荷状态下,深度调峰操作需要有针对性地解决炉膛火焰闪烁或失稳等问题,以保证火电机组燃烧过程的相对恒定状态。纵观传统火电机组深度调峰操作实际,普遍存在各层燃烧器状态欠佳等难点问题,不仅不利于保证火电机组运行状态的最优化,而且容易出现风机跳闸等问题。对此,火电机组深度调峰操作中的燃烧调整应综合把握与分析机组的整体负荷状态,通过控制一次风压强度等方法,避免炉膛负压波动起伏过大等问题。合理控制磨煤机筒体温度,避免出现容易引发安全事故的煤粉自燃现象。

3.2 给水调整方面

火电机组深度调峰操作中给水调整的过程同时也是保持水力相对均衡状态的过程,有助于防止管壁大面积超温问题。对此,应根据火电机组负荷强度,及时调整气泵循环状态,将煤水比偏值设定在技术允许范围内,保持对分离器温度的监测分析,防止小汽机供汽调门调节不良而起伏明显等状况。对给水调整操作完成后的负荷量实际值和设定值进行对比分析,当超出额定偏差幅度时,则应及时增减给水量,保持气泵运行状态正常稳定。

3.3 主再热气温偏差方面

针对火电机组运行过程中容易出现的热偏差等不良状况,应在调整优化火电机组锅炉整体负荷的基础上,选择最为适用的煤种热值,若煤种热值超高,则容易产生更高的需氧量,进而出现较大烟气;若煤种热值较低,则火电机组的燃烧需求将得不到有效满足,炉膛内温度较低,炉膛热负荷的整体状态难以保持,同样不利于提升火电机组状态。若主再热气温偏差较大,可采用扰动方式予以调整。对于观察发现的燃烧偏斜等问题,应从燃烧器安装角度、烟道平整度和风粉管压力等方面进行分析解决^[2]。

4 基于模糊综合评价的火电机组调峰效益分析

4.1 火电机组调峰模型

根据火电机组的整体运行需求,可综合确定机组调峰特性,将火力发电机组的总台数作为恒定常量,将机组在某个时刻的有功功率、负荷和损耗等作为变量,按照电力系统功率平衡可得出火电机组调峰模型。在该模型约束作用下,火电机组深度调峰可实现自动化与可视化,在特定调峰空间范围内完成更高效率的调峰操作,满足有限负荷条件下的火电机组运行效率最大化。通常情况下,电网用电负荷需求值与火电机组最小运行值之间存在一定差值,该差值的大小决定了火电机组调峰模型的基本状态与调峰操作方向,需通过调整启停机状态,将机组调峰容量保持在整体负荷允许范围内,同时确保调峰灵活性。

4.2 火电机组深度调峰分析

为保证火电机组深度调峰操作的实时效果,应根据机组

负荷率指标,准确描述特定阶段内的机组运行情况。通常情况下,在特定时刻的负荷率指标可通过火电机组的实际出力与额定功率来体现,分别对常规调峰、不投油深度调峰和投油深度调峰等进行描述。针对火电机组深度调峰期间的煤耗成本、环境附加成本、油耗成本和机组寿命成本等,可结合火电机组阶段性运行所产生的效益等,调整优化火电机组的最经济安全稳定出力状态。火电机组深度调峰操作对电力系统综合状态的影响相对直接,需要再考虑阶段性能耗损失的同时,保持火电机组在调峰过程中压缩出力的持续效果,为调峰策略提供参考。

4.3 调峰调度的动态规划策略

4.3.1 系统状态空间和系统行动集

火电机组深度调峰操作的动态规划应首先设定目标函数,将火电机组的经济性状态进行有效表述,同时设定火电机组在特定时刻的最小技术出力值和最大出力限值等。选择火电机组深度调峰参数数据,分别进行出力约束、功率平衡约束、开停机时间约束和调峰爬坡约束等。在当前技术条件下,影响火电机组系统运行状态的因素趋于多样化,主要表现在处理消纳量增大和系统负荷波动变化等方面。因此,应将火电机组系统调峰裕度纳入深度调峰动态规划策略之中,保持等效负荷的相对稳定,满足火电机组预测误差对电网调峰资源的差异性需求。负荷用电随机性较大,需根据负荷需求的超短期预测值等及时调整机组的出力和启停状态。

4.3.2 系统运行代价与系统优化目标

在当前火电机组深度调峰操作中,如何高效准确优化系统调度策略效果,确保深度调峰策略的经济性与环境友好性等,成为工作实践中应予以关注的重点。研究表明,火电机组运行代价主要涵盖启停代价和费用代价等两种类型,需要严格控制二者之间的平衡对等关系,以确保实现火电机组系统优化的最终目标。对此,应从火电机组高效运行的整体角度设定系统运行优化目标,根据系统负荷与需求等,随时进行启停机调峰操作,从而实现调度优化。通过对火力机组的运行状态进行评估,达到电网所期待的最优调峰状态。

4.4 火电机组调峰效益评价分析

现代模糊综合评价理论的创新运用,为火电机组深度调峰操作效益评价分析提供了更为灵活多变的评价工具,使以往技术条件下难以实现的综合评价效果更具可达性。在火电机组调峰效益评价分析过程中,应对不同区间调峰操作带来的效益进行分别处理,获取指标数据和隶属度之间的线性关系,然后针对多因素和多层次的复杂问题,采用数字模型构造方法,描述可供执行的评价、推理、决策和控制过程。在火电机组调峰效益评价模型建立后,应对不同指标进行分别赋权操作,确定单因素的评分值,确保评价结果的可信度,为改进优化后期深度调峰策略提供依据。

5 机组深度调峰经济运行优化研究

5.1 机组深调运行显性成本分析

显性成本是火电机组深度调峰操作中应关注的重要事项,这直接关系到最终运行效益。在实践中,为准确描述火电机组深度调峰运行的显性成本,可采用机组耗煤特性曲线法,在考虑设备状态、人员技能、外部环境等因素的基础上,绘制形成特定时刻或特定时间范围内的耗煤特性曲线。由于温度、湿度和风速等均会对火电机组深度调峰产生直接影响,因此部分异常状态下的曲线数据并不能够准确反映火电机组的实际运行状况,这就需要对部分数据进行去伪处理,剔除存在明显偏差的成本数据,提高耗煤特性曲线的可表达性。合理划分火电机组深度调峰范围,更加有效地表达调峰出力门槛值,满足经济性运行要求^[3]。

5.2 污染物排放惩罚成本分析

随着现代生态文明理念的持续深入,可持续发展战略同样成为火电机组深度调峰操作的重要注意事项。为落实绿色生态文明建设责任,执行火电机组烟气污染排放控制政策,降低火电机组运行成本,需对污染物排放惩罚成本作出合理分析。在当前政策规定下,火电机组燃煤烟气的除尘、脱硫和烟气脱销等均应执行强制性标准,这对烟气排放惩罚成本产生直接影响。从火电机组低负荷工作状态角度考虑,由于炉膛出口烟温不足以保证硝反应器的入口烟温,因此调峰操作会增大污染物排放量。设定火电机组功率平衡的约束条件,构建负荷优化分配数学模型,分析深度调峰操作状态下的污染物排放量,以降低燃煤烟气排放单价。

5.3 低周疲劳寿命损耗成本分析

火电机组在深度调峰运行期间,设备系统中的转子轴系热应力同步增高,容易导致系统性的低周疲劳机蠕变损耗等,影响机组使用寿命,严重情况下诱发机组本体变形。在上述情况下,会产生低周疲劳寿命损耗成本,同样关系火电机组运行经济性。为准确掌握损耗成本,可根据火电机组材料的疲劳强度系数和转子致裂循环周次等数据,校核确定转子材料总应变幅,并将其与事先设定的目标应变幅进行纵向对比。若对比超出额定值,则表明火电机组低周疲劳寿命损耗成本较高,需在后期深度调峰操作中予以优化。构建深度调峰下的机组损耗成本模型,根据低周疲劳特性关系式等,分析得出深度调峰分段补贴收益。

5.4 火电机组深度调峰经济优化方法

5.4.1 加速改进遗传算法的应用

遗传算法在火电机组深度调峰经济优化分析中具有重要

作用,可通过基因操作演化,对多类型数据信息进行转化利用,通过典型迭代进化,得出最终优化方法。对此,应对火电机组深度调峰期间的历史数据和实时数据进行动态采集分析,采用遗传算法建立形成编码方案,在进行种群初始化的同时,对机组负荷强度进行优化分配。选择火电机组深度调峰操作的适应度函数,执行加速改进遗传算法指令,保持个性化操作和共性化操作之间的差异,形成调度总指令。经过上述算法应用,可保持深度调峰操作的实时性和经济性。

5.4.2 负荷优化分配

在不同指令操作影响下,火电机组所形成的动态负荷具有多变性,可通过优化分析方法的运用,对机组负荷进行优化分配,使机组能够在不同调峰深度下均保持最经济运行状态。细化火电机组负荷优化分配指令信息传输通道,在特定条件下对指令信息进行关联交互,同时涉入火电机组煤耗成本、寿命损耗成本和深调操作成本等要素,确定最优负荷分配参数。执行负荷优化分配的反馈机制,将优化分配指令的执行情况进行回传,形成火电机组深度调整操作的闭环体系。此外,还应从企业、电网和社会等角度比选最经济的深度调峰方案,保持不同运行条件下的最优工况^[4]。

6 结语

综上所述,受机组构造、操作方法与过程监测等条件影响,当前火电机组深度调峰操作实践中依然存在诸多短板与不足,束缚着其整体运行效益的优化提升。因此,技术人员应摒弃传统陈旧的深度调峰操作理念束缚,建立健全基于全要素的深度调峰操作规程,选择具有代表性的参数指标,对火电机组调峰效益作出客观详实评价,对调峰操作中的各类成本进行细化分析,从多个维度保证深度调峰操作效果,满足火电机组高效、稳定、安全运行的总体要求。

参考文献

- [1] 陈建勋.深度调峰下的火电机组变负荷过程蒸汽参数反馈特性研究[J].电器工业(电子版),2023(10):45-47+70.
- [2] 朱波,王峥,朱溯寒,等.新型电网结构下火电机组深度调峰控制策略的研究与应用[J].电工技术,2022(11):50-55.
- [3] 邢智炜,康静秋,刘磊,等.供热储能和深度调峰工况下火电机组旁路供热自动控制策略研究与应用[J].热力发电,2023,52(2):136-145.
- [4] 魏文,姜飞,戴双凤,等.计及需求侧储能事故备用风险与火电机组深度调峰的经济优化研究[J].电力系统保护与控制,2022,50(10):153-162.