

大数据背景下燃煤发电机组调峰经济性分析

贾存良

(国家能源集团河南电力有限公司, 河南 郑州 450000)

摘要 随着能源结构的优化和电力市场的深化改革, 燃煤发电机组作为电力供应的重要组成部分, 其调峰能力与经济性日益受到关注, 在大数据背景下, 借助数据分析提升燃煤发电机组的调峰性能, 成为当前研究的热点。本文探讨大数据背景下燃煤发电机组调峰的经济性问题, 以实际机组案例, 通过采集、存储和分析数据, 构建调峰经济性评估模型, 根据数据分析不同参数对发电机组的影响, 并提出优化建议, 以期为同行业人员提供借鉴。

关键词 大数据背景; 燃煤发电机组; 调峰经济性

中图分类号: F426

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0058-03

煤耗是燃煤发电机组运行的关键指标, 不仅关系到电厂运行效率, 还反映在能源利用、成本控制等方面的数据力^[1]。机组运行负荷是影响煤耗的关键因素, 当机组的整体负荷持续上升时, 锅炉效率可能会降低, 降低原因是高负荷运行会使锅炉内的燃烧过程变得更加复杂, 进而影响燃烧效率, 高负荷运行还会使汽轮机的综合热耗增加, 导致厂用电率上升, 增加煤耗。煤耗还受到厂用电率、锅炉热效率等多种因素的影响, 2022年我国原煤消耗达到了42.8亿吨, 相较于2021年上升了1.64亿吨, 发电厂用煤量为23.5亿吨, 工业农业等用煤量为19.3亿吨, 在能源消费总量中, 煤炭消费量占到了56.2%, 比上年上升了0.3%。为降低煤耗, 提高电厂的经济效益, 本文对燃煤发电机组调峰经济进行分析^[2]。

1 BP神经网络消耗预测

大数据技术背景下, 大数据技术及智慧能源已经成为新时期能源发展的重要方向, 本文以某660 MW的空冷机组为例, 对其2022年整年机组运行工况的数据进行分析, 深入了解机组的运行特性, 利用大数据进行预处理, 以30秒为间隔提取机组运行数据, 以此构建一个数据集, 作为后续分析的基础数据。为筛选出机组在稳态下的运行数据, 采用窗口设计的方式, 长度为10分钟, 计算出每个窗口内数据的相对标准差, 当相对标准差低于0.01时, 该窗口内的数据处于稳态, 这种稳态数据筛选的方法可以有效地去除异常数据, 提高数据的准确性, 如图1所示, 通过对稳态数据的筛选和处理分析, 进一步分析机组性能, 如机组在不同负荷下的能耗情况、排放情况, 根据分析数据为机组的优化运行、节能减排提供依据^[3]。

数据筛选是建立有效预测模型的关键步骤, 通过对机组运行数据的预处理, 为后续的神经网络建模提供支持。利用BP神经网络模型对风速和温度进行测试, BP神经网络是一种多层前馈网络, 通过反向传播算法不断调整网络参数, 达到最小化预测误差目的, 将风速和温度作为输入特征, 供电煤耗作为输出目标, 对神经网络进行模拟。为直观地展示预测结果, 将风速设置每秒5米, 绘制煤耗预测图, 基于该模型可以准确地预测供电煤耗的变化趋势^[4]。

随着机组运行负荷的降低, 整体供电煤耗呈现出上升趋势, 主要是由于在低负荷运行中, 机组的热效率会降低, 单位发电量所需的煤耗增加, 低负荷运行还会导致锅炉燃烧不稳定、机组效率下降等问题, 进一步加剧煤耗的增加; 在相同负荷条件下, 随着对应温度状态的逐渐降低, 供电煤耗表现出先下降后升高的趋势, 这一现象是由于机组在较低温度下的热交换效率发生变化所导致的。在初始阶段, 随着温度的降低, 机组可以通过调整运行参数来提高热交换效率, 降低煤耗, 当温度进一步降低时, 机组的热交换效率受到限制, 导致煤耗增加, 在高温环境下, 冷端换热效率下降, 供电煤耗增加。

资源消耗预测变化曲线如图2所示。从图2中燃煤消耗、石灰石消耗、工业用水消耗、液氨消耗与机组负荷之间的联系, 燃煤消耗和石灰石消耗随着机组负荷的增加呈现出明显的上涨趋势, 反映出在高负荷运行状态下, 机组为满足发电需求, 需要消耗更多的燃煤和石灰石。燃煤消耗的增加与发电量有着直接关系, 石灰石消耗的增加则是为保持脱硫效率, 保证烟气中的硫氧化物排放达到标准^[5]。

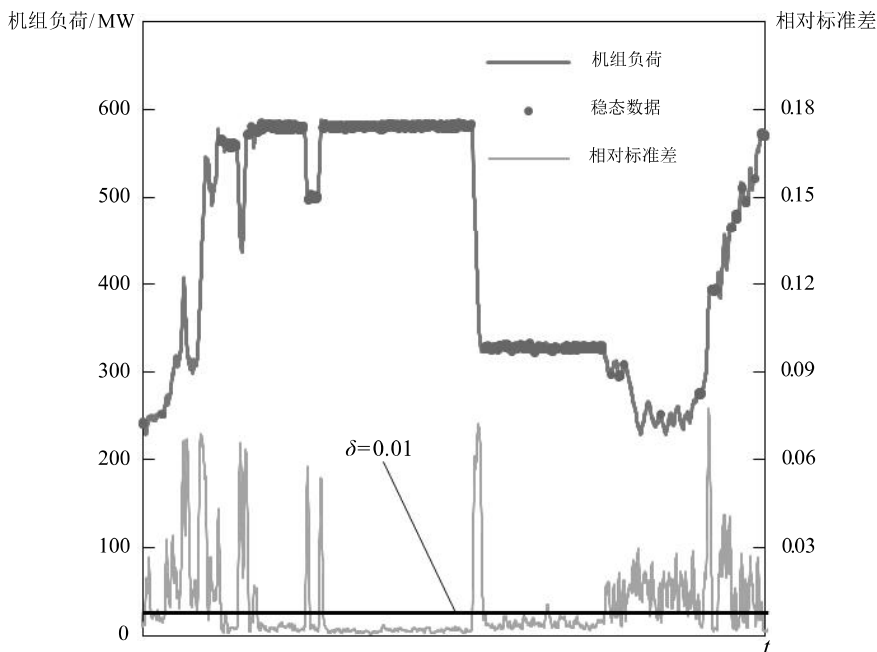


图 1 稳态数据筛选展示图

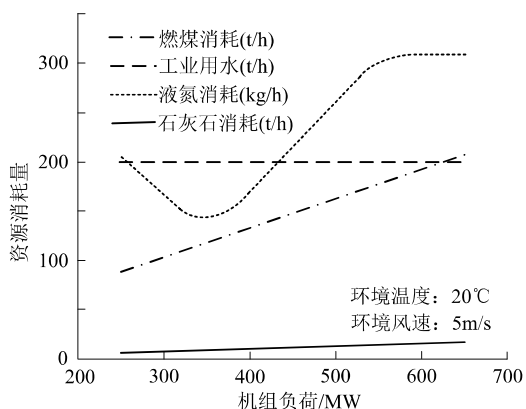


图 2 资源消耗预测变化曲线图

工业用水的消耗在整个负荷变化过程中呈现稳定趋势，大致维持在 200 t/h，在水资源方面，没有受到负荷增减出现过大波动，有利于保持机组的稳定运行，减少因水资源不足带来的潜在风险。

液氨消耗量在机组负荷降低时出现回升趋势，在 50% 负荷附近达到最小值的现象，这与机组低负荷运行时的富氧燃烧密切相关。在低负荷状态下，锅炉内的氧元素含量增加，影响燃烧过程，导致污染物排放的折算值增加，出现排放不达标的情况，富氧燃烧意味着烟气中氧含量的增加，加快燃料中的有机物燃烧速度，导致排放增加。为降低含氧量并减少污染物排放，需要投入适量的氨气进行脱硝处理，优化烟气成分，

减少对其他环保设备的影响，如除尘器等，提升整个烟气处理系统的效率，液氨的添加需精确控制，避免过量添加导致氨逃逸等问题。在这种情况下，操作人员需要密切监控机组负荷变化情况，及时调整氨气的投入量，确保脱硝处理的效果最大化同时又不会造成额外的问题。对于液氨的添加，需要精确控制投入量，并配合其他环保设备的运行，以达到最佳的处理效果。同时，还需要定期对氨气投入系统进行检查和维护，确保设备运行正常，避免出现漏氨等安全隐患。除此之外，运行人员还需要加强对机组低负荷状态下燃烧过程的监测和调整，及时发现并解决燃烧不完全等问题，有效降低污染物排放。

2 实时电成本预测分析

2.1 对温度进行分析

资源消耗预测模型的建立对于调峰收益预算来说具有重要意义，这一模型能够对各项资源消耗进行定量分析，更准确地评估机组的运行成本和经济效益。

当温度较高时，在同一环境风速和机组负荷下，UVC 随温度上升而增加，高温环境下机组的冷却效率降低，热交换过程受阻，增加机组的能耗成本，高温还会影响机组的稳定性，进一步加大运行成本，在高温季节，需要特别关注机组的能耗情况，采取有效措施降低度电成本。

在低温条件下，尤其是 0 °C 以下，间接空冷机组

的运行面临挑战,由于防冻的需求,百叶窗必须关闭,这导致空冷系统的背压增高,使得机组的煤耗增加。由于煤耗在度电成本中占据相当大的比重,即使环境温度下降,UVC却呈现出上升的趋势,这一现象凸显间接空冷机组在冷端优化方面的重要性。为降低低温环境下的UVC,可以采取一系列的技术措施,如优化空冷系统的运行方式,提高空冷器的传热效率,减少背压的增加。还可以考虑从机组整体运行策略的角度进行优化,如在低温环境下,可以合理安排机组的负荷分配和运行时间,减少因防冻措施带来的煤耗增加,通过加强设备的维护,确保机组在低温环境下的稳定运行,降低因设备故障带来的额外成本。

2.2 对同一温度不同风速进行分析

受同一温度下不同风速的影响,在特定运行条件下,当机组低负荷运行时,环境风速对UVC的影响较小,在低负荷时,机组本身的散热需求就相对较低,环境风速的变化对散热效果的影响也就相对较小。当机组负荷增加到50%以上时,机组需要更强的散热能力来保持稳定运行,在这种情况下,环境风速的增加会导致空冷塔的散热能力降低,增加机组的能耗和单位变动成本。表面在同一负荷下,UVC会随着环境风速的增加而增加。基于此,对优化机组提出以下建议:

随着风速的进一步增大,达到一定程度时,迎风面冷却三角的换热能力已经足够强,其多余的散热能力开始能够补偿侧面和背面冷却三角因流量减少而降低的换热效果,机组的综合性能开始回升。这一现象表明,在一定的风速范围内,机组能够通过优化布局和设计,适应并利用风的作用,实现性能的提升。优化建议如下:在设计间接空冷机组时,充分考虑当地的风速分布特性,在风速频繁波动或存在高风速的地区,通过合理的空冷塔布局设计,降低机组对环境风速的敏感性,提高其抗风能力,在实际运行中,根据实时监测的环境风速数据调整机组的运行策略,以应对不同风速对机组经济性的影响。

图3展示了9机组在不同两级报价下的效益情况,这9有助于电厂优化报价策略,提高经济效益。带有数字的斜线代表机组的等效益线,每条线上的数字表示机组在该报价策略下能够达到的效益值,如5000代表机组盈利5000元/h,而0则代表机组收支平衡,即盈利为零,收支平衡0效益线上有两个点 p_{com-1} 和 p_{com-2} ,对应着不同的两级报价组合,但此时机组的效益是相同的,即都是收支平衡状态,说明在某些情况下,电厂可以通过调整两级报价的比例来达到相同的效益目标。

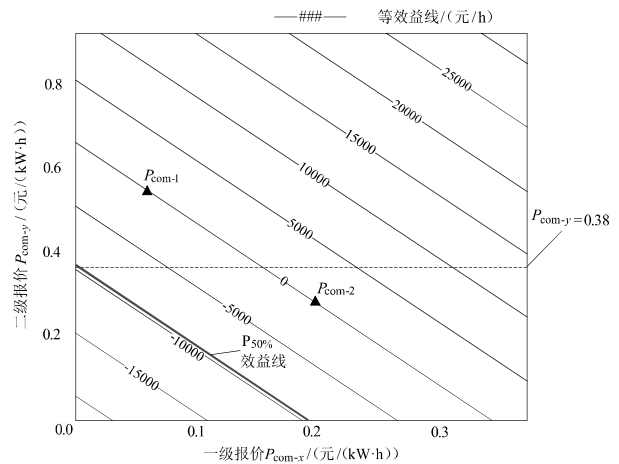


图3 不同调峰报价机组效益展示图

$P_{50\%}$ 效益线是一个重要的参考线,表示在这条线上的任意一组报价 p_{com-x} 、 p_{com-y} 都能带来与机组在50%负荷率运行时相同的效益,这条线与0效益线的比较基准不同,在实际应用中具有不同的数据价值,通过比较这两条线上的报价组合,可以更好地理解不同报价策略对效益的影响,从而提高经济效益和市场竞争。

3 结束语

大数据背景下对燃煤发电机组进行调峰经济性分析,利用大数据技术,构造模型,为燃煤发电机组的优化运行、稳定发展提供数据参考,推动燃煤发电机组调峰经济性提升。本文选取煤发电厂的某660MW的空冷机组为例,对2022年数据进行分析,根据模型建立调峰经济性评估模型,进行实证分析,及时发现机组问题,优化机组运行参数,降低调峰成本,提高调峰经济性。

参考文献:

- [1] 刘涛.信息时代下燃煤发电机组的调峰经济性研究[J].中国产经,2023(10):63-65.
- [2] 赫广迅,余海鹏,孙嘉.燃煤发电机组与压缩空气储能耦合热力系统分析及调峰特性研究[J].电站系统工程,2023,39(02):53-54.
- [3] 赵斌,王喆,闫晨帅,等.超临界600MW燃煤机组深度调峰运行热经济性分析[J].热力发电,2022,51(01):109-114.
- [4] 胡春成.风力发电发展现状以及行业发展浅谈[J].科技创新与生产力,2023(03):55-57.
- [5] 王炜.碾压混凝土重力坝温度场和温度应力状态的数学模型研究[J].水利科学与寒区工程,2022,05(04):15-19.