

深度调峰下火电机组启停机节能措施研究

吕雪健

华电内蒙古能源有限公司土默特发电分公司

DOI:10.12238/etd.v6i3.14338

[摘要] 深度调峰下火电机组启停机能耗问题凸显,研究节能措施意义重大。通过对深度调峰下火电机组启停机过程的分析,探讨了燃料、辅机等方面的节能策略。从优化运行参数、改进设备性能等角度提出具体措施,旨在降低火电机组启停机能耗,提高能源利用效率。

[关键词] 深度调峰; 火电机组; 启停机; 节能措施

中图分类号: TE08 **文献标识码:** A

Research on energy-saving measures for starting and stopping thermal power units under deep peak shaving

Xuejian Lv

Huadian Inner Mongolia Energy Co., Ltd.

[Abstract] The issue of energy consumption during the start-up and shutdown of thermal power units under deep peak shaving has become prominent, and researching energy-saving measures is of great significance. By analyzing the start stop process of the thermal power unit under deep peak shaving, energy-saving strategies for fuel, auxiliary equipment, and other aspects were explored. Specific measures are proposed from the perspectives of optimizing operating parameters and improving equipment performance, aiming to reduce the energy consumption of start-up and shutdown of thermal power units and improve energy utilization efficiency.

[Key words] deep peak shaving; Thermal power units; Start stop; energy-saving measure

引言

随着电力系统峰谷差的不断增大,火电机组深度调峰成为常态。启停机过程频繁且能耗较高,不仅增加发电成本,还对环境造成一定压力。因此,深入研究深度调峰下火电机组启停机节能措施,对于提升火电机组运行经济性和环保性具有重要现实意义。

1 深度调峰下火电机组启停机现状

1.1 深度调峰背景及要求

在我国电力系统的发展进程中,随着新能源发电的快速崛起,如风力发电和光伏发电的大规模接入,电力系统的结构和运行特性发生了深刻的变化。新能源发电具有间歇性和随机性的特点,这对电力系统的稳定性和供需平衡带来了挑战。为了适应这种新的电力格局,火电机组被要求进行深度调峰。深度调峰是指火电机组在较低的负荷水平下稳定运行,以满足电网的调峰需求。这种需求源于多种因素,一方面,风电和光伏发电的出力受自然条件影响较大,在某些时段可能出现大规模的电力过剩或短缺情况;另一方面,随着社会经济的发展,电力负荷的峰谷差不断增大,需要火电机组具有更强的调峰能力。根据我国的电力发展规划和电网运行要求,火电机组需要在不同的季节和时

段,根据电网的调度指令,将负荷降低到额定负荷的30%-50%甚至更低的水平运行,并且要保证机组的安全、稳定和高效运行,这对火电机组的运行技术和管理水平提出了很高的要求。

1.2 启停机能耗情况分析

火电机组的启停机过程是一个复杂且能耗较高的过程。在启动阶段,首先要对锅炉进行上水、点火、升温升压等操作。锅炉的上水过程需要消耗大量的电能来驱动给水泵,将水从除氧器输送到锅炉。点火后,为了使燃料能够稳定燃烧,需要投入大量的助燃设备,如油枪等,这不仅消耗大量的燃油,还会产生一定的热量损失。在升温升压过程中,由于蒸汽参数的逐渐升高,汽水管道和设备的热应力也在不断变化,为了保证设备的安全,升温升压速度受到严格限制,这就延长了启动时间,增加了能耗。在停机过程中,同样存在能量损失。机组停机时,需要将蒸汽参数逐渐降低,在这个过程中,仍然有部分蒸汽通过疏水系统排出,这部分蒸汽携带的能量没有得到有效利用。而且,在停机后的冷却过程中,由于设备的余温散失,也会造成一定的能量损失。通过对火电机组启停机过程的详细分析可以发现,启停机过程中的能耗主要集中在设备的启动和停止操作、能量转换过程中的损耗以及维持设备安全稳定运行所必需的能量消耗等方面。

2 火电机组启停机节能影响因素

2.1 燃料特性与燃烧效率

燃料是火电机组运行的基础,其特性对启停机过程中的节能有着重要影响。我国火电机组主要以煤炭为燃料,煤炭的种类繁多,不同种类的煤炭具有不同的特性,如发热量、挥发分、灰分 and 水分等。发热量高的煤炭在燃烧过程中能够释放更多的热量,在启停机过程中,如果能够使用发热量高的煤炭,可以减少燃料的投入量,从而降低能耗。挥发分是煤炭燃烧过程中的重要组成部分,挥发分高的煤炭容易着火和燃烧稳定,在启动阶段,可以更快地建立稳定的燃烧工况,减少启动时间和启动过程中的燃油消耗。灰分和水分则对燃烧效率有负面影响,灰分高会导致炉内结渣和积灰,影响热量传递,降低燃烧效率;水分高会使煤炭的发热量相对降低,增加燃料的消耗量。因此,在启停机过程中,合理选择煤炭的种类,控制煤炭的质量,对提高燃烧效率、降低能耗具有重要意义。此外,燃料的粒度分布也会影响燃烧效果,合适的粒度分布可以保证燃料在炉内的充分燃烧,减少不完全燃烧损失,这在启停机过程中同样有助于节能。

2.2 辅机设备运行状况

火电机组的辅机设备在启停机过程中扮演着重要的角色,其运行状况直接影响到机组的能耗。以给水泵为例,给水泵是将水输送到锅炉的关键设备,在启动阶段,给水泵需要消耗大量的电能来克服管道阻力和提升水的压力。如果给水泵的效率低下,如由于叶轮磨损、密封不严等原因,就会导致电能的浪费。在停机过程中,给水泵的合理停运时间也会影响能耗,如果停运过早,可能会导致锅炉缺水等安全问题,若停运过晚,则会增加不必要的电能消耗。再如风机,包括送风机和引风机,它们的主要作用是为燃烧提供空气和排出燃烧后的烟气。风机的运行效率取决于风机的叶片设计、转速、电机性能等因素。如果风机的效率不高,在启停机过程中就需要消耗更多的电能来维持空气的供应和烟气的排出。另外,辅机设备之间的匹配性也很关键,例如给水泵与锅炉的容量匹配、风机与燃烧系统的匹配等,如果匹配不合理,就会导致设备运行在非最优状态,增加能耗。而且,辅机设备的启停控制策略也会影响能耗,合理的启停控制可以根据机组的实际运行需求,及时调整辅机设备的运行状态,避免不必要的能量消耗。

3 节能措施研究

3.1 优化运行参数

优化运行参数是火电机组启停机节能的重要手段。在启动阶段,对于锅炉的上水温度和速度可以进行优化。合适的上水温度可以减少汽管道和设备的热应力,从而可以适当提高上水速度,缩短上水时间,降低给水泵的运行时间,减少电能消耗。同时,对于点火时的风煤比进行精确控制,确保燃料能够在最佳的空气环境下燃烧,提高燃烧效率。根据不同的煤炭特性,调整风煤比,使燃料能够充分燃烧,减少不完全燃烧损失。在升温升压过程中,合理控制升温升压的速率,在保证设备安全的前提下,尽可能提高升温升压速度,减少启动时间。通过建立精确的数学

模型,模拟不同参数下设备的应力变化、燃烧效果等,从而确定最优的升温升压曲线。在停机过程中,优化蒸汽参数的降低速度,减少疏水损失。例如,通过调整汽轮机的进汽量和排汽量,使蒸汽能够在汽轮机内尽可能多地做功,然后再缓慢降低蒸汽参数,将蒸汽中的能量充分利用起来。此外,对于机组的真空度等参数也需要进行优化,合适的真空度可以提高汽轮机的效率,在启停机过程中,根据机组的负荷情况,动态调整真空度,降低能耗。

3.2 改进设备性能

改进设备性能是实现火电机组启停机节能的关键环节。对于锅炉设备,可以对其燃烧器进行改造。采用新型的燃烧器,如低氮燃烧器,不仅可以降低氮氧化物的排放,还可以提高燃烧效率。新型燃烧器能够使燃料与空气更加充分地混合,改善燃烧工况,在启动阶段能够更快地建立稳定的燃烧,在停机阶段也能使燃料燃烧得更完全,减少燃料残留和能量损失。对汽轮机进行通流部分改造,提高汽轮机的内效率。通过优化汽轮机叶片的形状、流道设计等,减少蒸汽在汽轮机内的流动损失,提高蒸汽的做功能力。在启停机过程中,高效的汽轮机能够更有效地利用蒸汽能量,降低能耗。对于辅机设备,如给水泵和风机,可以采用变频调速技术。变频调速技术能够根据机组的实际运行需求,自动调整设备的转速,避免设备在固定转速下的能量浪费。在启动时,设备以较低的转速启动是一种非常有效的节能策略。当机组刚开始启动时,系统各部分处于相对静止或者低能量状态,如果以较高转速强行启动,会使得电机需要克服较大的惯性力,从而导致启动电流急剧增大。而以较低转速启动就像轻推一辆静止的车辆,所需要的初始动力较小。随着机组负荷的逐渐增加,设备的运行阻力也在慢慢增大,此时逐步提高转速,能够使设备平稳地过渡到正常运行状态。这种方式就如同循序渐进地给设备“加油”,避免了启动电流的瞬间峰值,从而大大减少了启动过程中的能量消耗。在停机时,根据实际情况逐渐降低转速直至设备停止运行同样有助于实现节能目标。

3.3 加强运行管理

加强运行管理在火电机组启停机节能方面具有不可忽视的作用。建立完善的运行管理制度,对机组的启停机过程进行严格规范。在启动前,要对设备进行全面的检查和维护,确保设备处于最佳状态。制定详细的启动操作流程,明确每个操作步骤的时间节点、参数要求等,操作人员必须严格按照流程进行操作,避免因操作不当而导致的能耗增加。例如,在点火操作时,规定准确的点火时间和点火方式,确保燃料能够顺利着火且燃烧稳定。在停机过程中,同样要有详细的操作规范,如汽轮机的降速、降负荷操作,要按照预定的曲线进行,防止出现超速、过负荷等异常情况。同时,要加强对运行人员的培训,提高他们的专业技能和节能意识。运行人员要熟悉设备的性能、运行原理和节能操作方法,能够根据机组的实际运行情况,及时调整运行参数和操作方法。此外,利用先进的监测技术对机组的启停机过程进行实时监测具有至关重要的意义。这些监测技术涵盖了多种高精度的传感器,能够全面、细致地采集机组在启停机各个阶段的数据,

包括设备的温度、压力、振动频率、流量等参数。通过对这些参数的实时监测,一旦设备出现异常情况,如某个关键部件温度突然升高或者振动幅度异常增大,都能被及时察觉。同时,能耗异常点也无处遁形,例如在某个特定启动阶段,若发现耗电量远超正常水平,即可判定为能耗异常点。借助大数据分析技术,对启停机过程中的海量数据进行深度挖掘。不仅能对各项数据进行详细的统计分析,还能探寻不同参数之间的内在关联。例如,分析不同环境温度下,机组启动时燃料的最佳供给量与机组达到稳定运行状态所需时间的关系。通过这样的分析总结节能经验,根据机组的实际运行状况和外部环境不断调整运行管理策略,如优化启动程序、合理安排设备的启动顺序等,从而实现火电机组启停机过程的节能目标。

4 结束语

通过对深度调峰下火电机组启停机节能措施的研究,提出

了一系列针对性策略。这些措施在降低能耗、提高经济效益方面具有显著作用。未来需进一步完善和推广节能措施,以适应电力系统不断变化的需求,实现火电机组可持续发展。

[参考文献]

[1]宋偲.火电厂锅炉节能降耗的技术措施[J].电力系统装备,2021(24):77-78.

[2]闫超,李德波,廖伟辉,等.600MW 机组燃煤锅炉 30%深度调峰下现场试验研究[J].广东电力,2024,37(3):109-114.

[3]李甲伟,刘新龙,梁祖雄,等.火电机组深度调峰控制系统优化研究[J].自动化仪表,2022,43(7):67-72.

作者简介:

吕雪健(1992--),男,汉族,内蒙古呼和浩特人,本科,工程师,研究方向:火电厂节能优化。