

浅析热工优化控制在火电厂节能中的应用

杨晓东 辛文斌 李 璞

北方联合电力有限责任公司包头第三热电厂 内蒙古 包头 014060

摘 要：火电厂作为能源消耗和排放大户，其节能降耗工作具有重要意义。本文探讨了热工优化控制在火电厂节能中的应用及其基本原理，并分析了其在火电厂节能中的重要性。文章从锅炉节能、汽轮机节能、辅助系统、电气系统以及整体系统集成与协调优化等多个维度，阐述了热工优化控制的具体应用。展望了热工优化控制的未来发展趋势，指出其在技术融合、智能化、绿色环保等方面的潜力。本研究对于提升火电厂能效、推动可持续发展具有重要意义。

关键词：热工优化控制；火电厂节能；应用

引言

随着全球能源需求的不断增长与环保意识的日益增强，火电厂作为能源消耗与排放大户，面临着巨大的节能与减排压力。热工优化控制作为一种先进的控制技术，通过实时监测与分析火电厂各系统的运行状态，为火电厂的节能降耗提供了有效途径。本文旨在探讨热工优化控制在火电厂节能中的应用，以期为火电厂的能效提升与可持续发展提供参考。

1 热工优化控制的基本原理

热工优化控制是指通过对火电厂热工系统参数的精确调节和优化，实现对锅炉、汽轮发电机组等设备运行过程的高效控制，从而提高火电厂的能源利用效率，降低能源消耗，实现节能减排的目标。这一技术的实施基以下一系列基本原理。（1）对被控对象的精确建模与监测。在火电厂中，被控对象通常包括锅炉、汽轮机等关键设备。通过对这些设备的热力学特性、运行参数以及外部扰动因素进行深入研究，可以建立精确的数学模型。这些模型能够实时反映设备的运行状态，为优化控制提供可靠的数据支持。（2）采用先进的控制算法与策略。这些算法能够根据实时监测到的数据，对被控对象的运行参数进行动态调整。在锅炉燃烧过程中，通过调整送风量、燃料量等参数，可以优化燃烧效率，减少排烟热损失^[1]。在汽轮机运行过程中，通过调整主蒸汽压力、温度等参数，可以优化机组的做功效率，提高能源利用率。（3）注重系统间的协调与优化。在火电厂中，各个系统之间是相互关联的，一个系统的变化往往会对其他系统产生影响。因此在实施热工优化控制时，要综合考虑各个系统的运行状态，通过协调控制实现整体优化。在锅炉与汽轮机的协调控制中，要确保锅炉产生的蒸汽量与汽轮机的需求相匹配，以避免能源浪费和设备

损坏。（4）依赖于先进的传感器与执行机构。传感器能够实时监测设备的运行状态和参数变化，为控制系统提供准确的数据输入。执行机构则根据控制系统的指令，对被控对象的运行参数进行精确调整。这些先进的传感器与执行机构是热工优化控制得以实施的关键保障。

2 火电厂节能中应用热工优化控制的重要性

在当前全球能源形势紧张、环境保护压力增大的背景下，火电厂作为能源消耗和排放大户，其节能降耗工作显得尤为重要。热工优化控制作为一种先进的控制技术，在火电厂节能中发挥着以下重要作用：（1）显著提高火电厂的能源利用效率。通过对锅炉、汽轮机等关键设备的运行参数进行精确调节和优化，热工优化控制能够确保设备在最佳工况下运行，从而提高能源转换效率，减少能源消耗。这有助于降低火电厂的运营成本，能有效缓解能源供应紧张的局面。（2）有助于减少火电厂的污染物排放。在燃烧过程中，通过优化燃烧参数和控制排放物的生成，热工优化控制能够显著降低氮氧化物、二氧化硫等有害物质的排放量，从而减轻对环境的污染。（3）提升火电厂的运行安全性和稳定性。通过对设备运行状态的实时监测和预警，热工优化控制能够及时发现并处理潜在的安全隐患，避免设备故障和事故的发生。同时，通过优化控制策略，还能确保火电厂在负荷波动等复杂工况下稳定运行，保障电力供应的可靠性和稳定性。（4）推动火电厂技术创新和设备升级。为了实现更高效的能源利用和更低的排放水平，火电厂需要不断引入新技术、新设备。热工优化控制作为一种先进的控制技术，能够引导火电厂的技术创新方向，推动设备升级和改造，提升火电厂的整体竞争力。

3 热工优化控制在火电厂节能中的应用

3.1 在锅炉节能中的应用

热工优化控制在火电厂锅炉节能方面发挥着至关重要的作用,具体体现在以下几个方面:(1)燃烧控制系统优化。燃烧控制系统是锅炉节能的关键。通过热工优化控制,可以精确调整锅炉的燃料供给、送风量以及二次风量等参数,确保燃料在炉膛内充分燃烧。采用先进的氧量控制技术,根据锅炉负荷和燃料特性实时调整送风量,使燃烧过程达到最佳状态,从而减少未完全燃烧损失和排烟热损失。(2)过热器与再热器温度控制。过热器和再热器的温度控制直接影响锅炉的热效率和汽轮机的安全运行。通过热工优化控制,可以精确调节减温水流量、烟道挡板开度等参数,使过热器和再热器的出口温度保持在设定范围内。这可以防止超温现象的发生,能提高蒸汽的品质和做功效率,从而降低能源消耗。(3)排烟温度控制。排烟温度是影响锅炉热效率的重要因素之一^[2]。过高的排烟温度会导致大量的热量损失。通过热工优化控制,可以调整锅炉的尾部受热面布置、吹灰策略等,使排烟温度保持在合理范围内。利用烟气余热回收技术,将排烟中的热量回收利用用于预热空气或加热给水等,进一步提高能源利用效率。(4)磨煤机与给煤机控制优化。通过热工优化控制,可以精确调节磨煤机的出力、给煤机的给煤量以及磨煤机出口温度等参数,使煤粉细度和浓度保持在最佳范围内,从而提高燃烧效率和减少磨煤电耗。

3.2 在汽轮机节能中的应用

汽轮机是火电厂发电系统的核心设备之一,其运行效率直接关系到整个电厂的能耗水平。热工优化控制在汽轮机节能方面的应用,主要体现在以下几个实际操作的优化上:(1)主蒸汽与再热蒸汽参数优化。主蒸汽和再热蒸汽的温度、压力等参数对汽轮机的做功效率有着重要影响。通过热工优化控制,可以实时监测并调整这些参数,使其保持在最佳范围内。根据汽轮机的实际运行情况和负荷需求,调整主蒸汽和再热蒸汽的压力和温度,以最大限度地提高汽轮机的做功能力,减少能量损失。(2)汽轮机调门运行优化。汽轮机调门的开度直接影响蒸汽的流量和流速,进而影响汽轮机的运行效率和能耗。通过热工优化控制,可以精确控制调门的开度,使其与汽轮机的实际负荷和蒸汽流量相匹配。(3)凝汽器真空度控制。通过热工优化控制,可以实时监测凝汽器的真空度,并根据实际情况进行调整。当凝汽器真空度降低时,控制系统可以自动调整循环水泵的转速或开启备用泵,以提高凝汽器的真空度,从而降低汽轮机的排汽温度和能耗。(4)回热系统优化。通过热工优化控制,可以优化回热系统的运行方式,如调整加热器的进

出口温度、压力和流量等参数,使回热系统的效率达到最高。这可以减少热量的损失,能提高汽轮机的做功效率,从而降低整个电厂的能耗。

3.3 在辅助系统节能中的应用

除了锅炉和汽轮机外,火电厂的辅助系统也是节能潜力巨大的领域。热工优化控制在这些辅助系统中的应用,同样能够实现显著的节能效果。(1)给水泵系统优化。通过热工优化控制,可以实现给水泵的变频调速,根据锅炉的实际需水量和给水泵的扬程、流量等参数,自动调整给水泵的转速,从而降低泵组的能耗。同时可以优化给水泵的运行方式,如采用并联运行或备用泵轮换运行等方式,进一步提高给水泵系统的运行效率和节能效果。(2)循环水系统优化。循环水系统是火电厂中用于冷却汽轮机排汽和锅炉给水的重要系统^[3]。通过热工优化控制,可以实时监测循环水的温度、流量和压力等参数,并根据实际情况调整循环水泵的转速和开启数量,以优化循环水系统的运行方式。在夏季高温时段,可以适当增加循环水泵的开启数量,提高循环水的流量和散热效果;而在冬季低温时段,则可以减少循环水泵的开启数量,降低能耗。(3)除氧器与加热器控制优化。除氧器和加热器是火电厂中用于处理锅炉给水的重要设备。通过热工优化控制,可以精确控制除氧器的压力和温度等参数,确保给水中的溶解氧含量达到标准要求,防止锅炉受热面腐蚀和汽水共腾等现象的发生。还可以优化加热器的运行方式,如采用分段加热、变负荷加热等方式,进一步提高加热器的热效率和节能效果。

(4)脱硫脱硝系统优化。通过热工优化控制,可以实时监测脱硫脱硝系统的运行参数和排放指标,并根据实际情况调整脱硫脱硝剂的用量和喷射方式等参数,以优化脱硫脱硝系统的运行效果。

3.4 在电气系统节能中的应用

电气系统作为火电厂的核心组成部分,其节能优化直接关系到整个电厂的能效提升。热工优化控制在电气系统节能领域的应用,展现出了独特的优势。(1)针对厂用电管理,热工优化控制能够精准捕捉并分析厂用电的消耗细节。通过对历史数据的深度挖掘,系统能够识别出哪些设备或时段能耗偏高,进而为电厂提供针对性的节能建议。对于能效不佳的辅助设备,电厂可以考虑进行技术改造或升级,以降低其能耗。同时通过优化设备运行策略,如合理安排设备的启停时间,也能有效减少不必要的电能消耗。(2)无功补偿与电压优化。通过实时监测电力系统的无功功率和电压水平,系统能够智能调整无功补偿装置的投入状态,确保电力系统的稳定

运行和功率因数的最大化。这种动态调整有助于减少线路损耗,能提升电力设备的整体运行效率。(3)电动机节能控制。通过变频调速和智能控制技术,系统能够根据电动机的负载变化实时调整其转速和功率输出,从而实现能耗的精准控制。通过对电动机进行定期的能效评估和维护管理,电厂能够确保其始终处于最佳运行状态,进一步降低能耗成本。

3.5 在整体系统集成与协调优化中的应用

火电厂作为一个庞大的能源转换体系,其内部各子系统间的协同运作对于提升整体能效具有决定性意义。热工优化控制在这一领域的运用,体现在以下方面:

(1)系统级能效评估与优化。热工优化控制通过对火电厂整体能效的实时监测与深度剖析,能够精准定位能效瓶颈及潜在提升区域。这一能力为电厂提供了宝贵的决策依据,助力其制定并实施针对性的节能优化策略。无论是调整运行参数,还是优化设备配置,热工优化控制都能为电厂的整体能效提升贡献力量。(2)多系统协调控制。火电厂中的锅炉、汽轮机、电气等多个子系统之间存在着错综复杂的相互作用关系。通过热工优化控制,这些子系统能够实现更加精准的协同运作,确保能量在流动与转换过程中达到最优状态^[4]。根据负荷需求实时调整锅炉和汽轮机的运行参数,以及优化电气系统的无功补偿和电压水平,都是热工优化控制在多系统协调控制中的具体应用。(3)智能运维与故障预警。通过对设备运行数据的实时监测与深入分析,系统能够及时发现潜在的故障隐患,并提醒电厂采取相应的维护措施。这种智能化的运维方式有助于避免设备故障导致的能耗增加和能效下降,还能提升设备的可靠性和使用寿命,进一步降低能耗成本。

4 热工优化控制的未来发展趋势

随着科技的飞速发展和工业4.0时代的到来,热工优化控制作为提升火电厂能效的关键技术,其未来发展趋势展现出无限潜力。以下是对热工优化控制未来发展趋势的几点展望:(1)技术融合趋势。随着物联网、大数

据、云计算等技术的不断成熟,热工优化控制将与这些前沿技术深度融合,形成更加智能化、网络化的控制系统。这种融合能够提升热工优化控制的精度和效率,能为火电厂提供更加全面、实时的能效监测与优化方案。

(2)智能化水平的提升。通过引入人工智能、机器学习等先进技术,热工优化控制系统将具备更强的自学习、自适应能力。这将使得系统能够根据火电厂的实际运行状况,自动调整控制策略,实现更加精准、高效的能效优化。(3)绿色环保。随着全球环保意识的不断提升,火电厂作为能源消耗和排放大户,面临着巨大的环保压力。热工优化控制将通过优化燃烧系统、提高能源利用率等手段,助力火电厂实现节能减排目标,推动其向绿色、可持续发展方向迈进。(4)定制化、模块化发展趋势。针对不同火电厂的实际需求和运行特点,热工优化控制系统将提供更加个性化、模块化的解决方案。这将使得系统更加灵活、高效,满足不同火电厂的能效优化需求。

结束语

热工优化控制在火电厂节能中具有广泛的应用前景与显著的经济效益。通过不断优化控制系统,火电厂可以实现能源的高效利用与节能减排目标。随着技术的不断发展与创新,热工优化控制将在火电厂节能领域发挥更加重要的作用,为推动能源行业的可持续发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]周铭祺.浅析热工优化控制在火电厂节能中的应用[J].中国设备工程,2024(20):84-86.
- [2]陈兴秀.热工优化控制在火电厂节能中的应用[J].建筑工程技术与设计,2019(1):22-23.
- [3]宋词.热工优化控制在火电厂节能中的应用[J].区域治理,2019(12):196-197.
- [4]邵劲松.热工优化控制在火电厂节能中的应用[J].建筑工程技术与设计,2020(21):36-37.