

汽轮机节能及运行管理探讨

伍波

(广东华电韶关热电有限公司 广东省韶关市 512499)

摘要:当前,在汽轮机节能运行管理过程中,相关单位需要对其中的各项参数指标进行严格管控,需优化汽轮机的运行参数,提高节能管控水平。同时,在常态化运营管理过程中,相关单位也需要加强对设备的维护和检修,提高设备的使用品质。并且引进有效的密封系统,使设备的运行效率得到提升。本文对汽轮机节能运行管理策略进行分析探讨。

关键词:汽轮机;节能;运行管理

引言:现阶段,在汽轮机节能运行管理过程中,相关单位需要结合精细化的节能管理模式,对其中能源消耗进行严格把控,提高汽轮机的整体使用水平。

一、汽轮机运行管理中的能耗问题分析

汽轮机在运行过程中会面临严重的能耗问题,导致能源损耗加剧的因素较多,汽轮机内部热流动不完全,会导致热损失过大,汽轮机内部各部分设计存在欠缺,导致热传递效率低下,未能够有效捕捉或回收热能。同时,汽轮机内部结构设计可能不够优化,使热能在转化过程中损失过大。另外,汽轮机的缸效率是将其他形式能量转化为电能的能力,但是在实际运行过程中,缸效率较低,导致整体功耗增加,可能与设备自身制造质量、安装品质以及维护水平有关。除此之外,机组的流动性与汽轮机效率成正比关系,如果通流面积和汽流不足,将影响汽轮机的运行效率,从而增加能耗。汽轮机在运行过程中汽压和温度变化会影响其运行效率,如果机组运行过程中不能够及时确保燃料供应或燃烧不充分,将导致压力和温度降低,进而增加能源消耗。汽轮机在运行过程中如果受到电力负荷波动的影响,也会导致汽轮机运行过程中的能耗增加,由于频繁调整电流电压,会导致机组运行不稳定,增加能源损耗。最后,汽轮机在长期使用过程中也会出现部件磨损老化的问题,导致摩擦阻力增大,从而增加机械损耗,随着设备使用年限增加,其性能也会逐渐降低,运行效率受到影响,增加能耗。再加上后续操作不当,存在加速或变速过快的情况,导致热损失增加,从而增加能耗。总体来说,汽轮机运行管理中的能耗问题大致囊括以上几点,相关单位需要对能源消耗进行严格把控,提高节能管控水平。

二、汽轮机运行管理中的节能措施

(一) 优化汽轮机的运行

现阶段,在汽轮机运行管理中的能源消耗问题需得到严格把控,相关单位需要优化汽轮机的运行参数,对其中的各项工艺指标进行严格把控,提高汽轮机的整体使用水平。

1. 主汽参数

相关单位可以通过提高进汽温度和压力,有效提高汽轮机的热力效率。但是需要引起注意的是,提高进汽温度会受到金属材料性能限制,其最高温度不应超设计允许值。同时进汽压力也不宜过高,以免增大排汽湿度,增加叶片冲刷腐蚀的概率。例如,某大型发电厂为提高能源利用效率,降低运行成本,决定对其主力汽轮机进行运行参数的全面优化,该发电厂采用多台大型再热式汽轮机,长期面临电网负荷波动大、机组能耗高等问题。通过深入分析,发电厂决定从主汽参数、再热参数、负荷调整及凝汽器真空度四个方面入手,实施优化策略。发电厂工程师首先对汽轮机的进汽温度和压力进行了细致分析。在确保金属材料性能不受影响的前提下,逐步提高了进汽温度至接近但不超过565℃的极限值。同时,通过调整燃烧系统,确保进汽压力稳定在合理范围内,既避免了排汽湿度过大,又减少了叶片冲刷腐蚀的风险。经过优化,汽轮机的热力效率显著提升,单位发电量能耗明显下降。优化前,进汽温度为550℃,机组热效率为42%;优化后,进汽温度提升至560℃(接近极限但安全范围内),机组热效率提升至44%;同时,通过精确控制进汽压力,排汽湿度降低了5%,叶片冲刷腐蚀现象明显减少。

2. 再热参数

工程师需要尝试对再热参数进行优化,对于采用再

热循环的汽轮机，工程师可以尝试提高再热温度，进一步增加汽轮机的做功能力，提高机组的热效率，同时，也需要考虑机组材料的性能限制。在此过程中，相关单位需要尝试优化再热压力，需考虑机组的整体性能和经济性，过高的再热压力会增加机组的复杂性和成本，而过低的再热压力则会影响机组的热效率。例如，针对采用再热循环的汽轮机，发电厂工程师在充分评估机组材料性能的基础上，逐步提高了再热温度。同时，通过调整再热压力，找到了机组整体性能和经济性的最佳平衡点。既避免了过高的再热压力增加机组复杂性和成本，又确保了机组的热效率不受影响。再热参数的优化使得汽轮机的做功能力进一步增强，机组热效率显著提高。

3. 负荷调整

后续，在汽轮机参数优化过程中，工程师还需要做好负荷调整与优化，一般情况下，在电网负荷波动较大的情况下，工程师需调整机组的负荷，以适应电网的需求，可以减少机组频繁启停和变工况运行，降低能耗。而在部分负荷作用下，工程师可采用滑压运行方式，降低机组的节流损失，提高机组运行效率。滑压运行主要是改变主蒸汽压力，调节机组负荷。工程师可根据机组的实际状况和电网需求进行合理选用。

例如，面对电网负荷的频繁波动，公司工程师制定了灵活的负荷调整策略。在电网负荷高峰期，通过增加机组负荷以满足需求；在负荷低谷期，则采用滑压运行方式降低机组负荷，减少节流损失。工程师根据机组的实际状况和电网需求，合理调整滑压运行的参数，确保机组运行效率最大化。优化前，机组在电网负荷波动较大时频繁启停和变工况运行，导致能耗增加约 5%。优化后，通过灵活的负荷调整和滑压运行方式，机组频繁启停次数减少了 30%，变工况运行时间缩短了 25%，能耗降低了约 3%。

4. 凝汽器真空度的优化

另外，工作人员还需要对凝汽器真空度进行优化，通过定期检测和清理凝汽器，以保证其处于最佳真空状态，其中，可降低温度，提高机组的热效率。但是需要注意冷却水的温度和流量等参数，以确保凝汽器正常运行。在此过程中，工作人员可采用先进的真空系统，进一步提高凝汽器的真空度，降低排汽温度，以此来提高机组的热效率。总体来说，工程师在汽轮机运行管理过程中可通过调节汽轮机的运行参数，达到节能管控的目

标，但是需参照汽轮机组的物理限制、材料限制，做好灵活调整。

例如，上述公司定期对凝汽器进行检测和清理，确保其处于最佳真空状态。同时，引入了先进的真空系统，降低水环式真空泵工作液温度，提升抽真空效率，进一步提高了凝汽器的真空度。工作人员密切关注冷却水的温度和流量等参数，确保凝汽器正常运行。优化前，凝汽器真空度为 93%，机组热效率为 44%；优化后，通过定期清理和引入先进真空系统，凝汽器真空度提升至 95%，机组热效率提升至 46%，提高了约 2 个百分点。排汽温度降低了约 3℃，进一步提高了机组的热效率。

5. 引进回热系统

回热系统通过利用汽轮机中做过部分功的蒸汽来加热给水，显著提高了蒸汽的平均吸热温度，进而提升了整个蒸汽动力循环的热效率。这种改进减少了冷源损失，使得原本可能被废弃的蒸汽热能得到了有效利用。由于回热系统的应用，锅炉在加热给水时所需的热量减少，从而降低了燃料的消耗量。这不仅减少了运行成本，还有助于降低碳排放，符合当前节能减排的环保要求。热工自动控制系统在回热系统中的应用，实现了对汽轮机运行状态的实时监测和智能调节。这不仅提高了设备的运行效率，还降低了因人为操作失误导致的能耗增加。

随着火电厂创新创效工作的不断深化开展，打破传统的操作方法，#2 高加随炉投运操作法在很多电厂应运而生。在锅炉起压初期，通过提前投入#2 高加运行，充分利用开机冷段蒸汽，提高给水温度，缩短机组启动时间，减少锅炉油耗，提高机组启动经济性，收效显著。

（二）加强设备维护与检修

工作人员在汽轮机运行管理过程中要想达到节能管控的目标，则需要做好对汽轮机设备常态化的检修、维护和保养。为此，相关单位需要根据设备制造商的建议和机组实际运行状况，制定详细的维护计划，其中应当明确维护周期、内容、标准以及所需材料设备等，可采取预防性维护，在设备故障发生前，通过监测设备的运行状态和参数变化，预测可能发生的故障问题，并提前采取措施进行预防，借此可以有效避免故障停机造成的经济损失和能耗增加。另外，相关单位也应当建立起日常巡检制度，对汽轮机及其辅助设备定期进行巡检，包括但不限于设备运行状态、振动情况、温度、压力、油位、泄漏等问题的检测。针对关键部位和易损件，需要

进行专项检查,比如对汽轮机的轴承、叶片、密封件进行定期检测,以保证其完好无损,防止因磨损或损坏导致能量损失。在检测过程中,相关单位还应当制定标准化的检测流程,确保每项维护工作都能够按照既定标准执行,借此有助于减少人为损失,提高维护质量。但是,需定期加强对检修人员的技术培训,提高其专业技能水平和综合素质,培训活动中包含对新技术、新工艺的学习以及对故障的检测,提高管理品质和效率。最后,在故障检测分析环节,相关单位还应当制定相应的预防性管理措施,对易损部件进行定期更换,对关键部件进行强化维护,并且引进先进的技术和设备,做到智能诊断,提高故障管控水平。

例如,某大型发电企业拥有多台高效能汽轮机,作为其核心发电设备,其运行效率直接关系到企业的经济效益和环境影响。为了响应国家节能减排号召,该企业决定加强对汽轮机设备的常态化检修、维护和保养,以实现节能管控的目标。该企业根据设备制造商的建议和机组多年的实际运行数据,制定了一套详细的汽轮机维护计划。计划中明确了每台机组的维护周期(如每季度一次大检、每月一次小检)、维护内容(包括但不限于清洗、润滑、紧固、调整等)、维护标准(如温度控制范围、振动阈值等)以及所需的材料设备清单。过去五年机组故障率统计数据,显示每季度进行一次大检可有效预防70%以上的潜在故障。此外,每项维护任务均附有详细的操作指南和验收标准,确保执行过程中无遗漏。并且,该企业引入了先进的在线监测系统,实时监测汽轮机的运行状态和关键参数(如温度、压力、振动等)。系统通过算法分析预测可能发生的故障,并提前发出预警。企业根据预警信息,提前安排维护人员进行检查和维修,有效避免了多起因故障停机导致的经济损失和能耗增加。在线监测系统应用后,故障预警准确率达到90%以上,提前干预避免了3次重大停机事件,预计节省维修成本约500万元,减少能耗损失约200万千瓦时。

(三) 提高系统的密封性

在汽轮机运行管理期间,相关单位提高系统的密封性可以减少能源泄漏,提高机组的运行效率和热效率。在此过程中,相关单位需引进先进的机械密封技术,包含静态密封技术,通过优化密封面的平整度,选取高性能密封材料以及合理的密封结构,增强密封效果,特别

在高压、高温、腐蚀性环境下,工程师需注重对密封件耐用性和适应性的管控,以保证其长期稳定运行。工程师还需要对密封面进行精密加工,进行研磨、抛光,确保密封面具备高平整度,减少泄漏点。而在装配过程中,需要按照严格工艺要求进行安装,以保证密封件正确位置和紧固力度,避免因安装不正当而导致泄漏。后续,在常态化管理期间,工作人员需要定期对密封件进行检查,对密封面的磨损情况、老化情况进行评测,如果发现问题,需要及时更换,以免泄漏加剧。此外,相关单位还需要融合检测结果,定期制定相应的维护记录,并加强档案管理,找出密封件失效的规律以及根本原因,为后续进行维护和管理提供数据支持。最后,相关单位还需要改善运行环境,控制运行参数,通过优化汽轮机的运行参数,如压力、温度,减少因参数波动而对密封件所带来的负面影响,特别是在机组启动、停机以及负荷变化时,需加强运行参数监控与调整,保证密封件在最佳工况下运行。后续,相关单位还应当对于采用水冷却的密封系统进行定期管控,定期检测冷却水的水质,确保无杂质、无腐蚀,并定期进行清洗和更换,减少对密封件的腐蚀和影响。

结束语

总体来说,在当前汽轮机节能运行管理环节,相关单位需要对能耗问题进行深入分析,评估能耗产生的根本原因,并制定科学合理的节能管控方案,对汽轮机的各项参数进行严格调控,使设备的能源消耗水平能够得到有效管控。

参考文献:

- [1]刘晨.锅炉汽轮机节能及运行管理探讨[J].现代工业经济和信息化,2023,13(11):99-101.
- [2]阎伟明.锅炉汽轮机节能及运行管理探讨[J].南方农机,2020,51(22):2.
- [3]金志洋,啜丽娟.锅炉汽轮机节能及运行管理探讨[J].幸福生活指南,2018(22):1.
- [4]秦岩.火电厂锅炉汽轮机系统节能环保的问题及措施探索[J].科技视界,2018(16):2.DOI:10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2018.16.102.
- [5]姜树伟,任立国,田地,等.基于锅炉长期低负荷运行条件下节能降耗方法研究[C]//2023年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(下册).2023.