

火电厂锅炉汽轮机系统节能环保的问题及措施探索

范 哲

格盟国际能源有限公司 山西 太原 030002

摘 要：在环保要求日益严格和能源紧张的形势下，火电厂节能环保至关重要。本文聚焦火电厂锅炉汽轮机系统，分析其节能环保的重要性。探讨锅炉系统在燃料燃烧、热损失、水质方面，汽轮机系统在通流部分、冷端系统、调节系统存在的节能环保问题，并提出相应解决措施，如优化燃料管理、改进燃烧器结构、采用先进通流设计等，旨在为火电厂提升节能环保水平提供参考。

关键词：火电厂；锅炉汽轮机系统；节能环保；问题与措施

引言

火电厂作为电力供应的主力军，在能源生产中占据关键地位。然而，其锅炉汽轮机系统在运行过程中存在能源消耗大、污染物排放多等问题，不仅加剧了能源紧张局面，还对环境造成了严重污染。在当前强调绿色发展和可持续发展的背景下，探索火电厂锅炉汽轮机系统节能环保的问题及措施具有重要的现实意义，有助于火电厂实现经济效益和环境效益的双赢。

1 火电厂锅炉汽轮机系统节能环保的重要性

火电厂在能源生产领域占据着举足轻重的关键地位，是我国电力供应当之无愧的主力军。在当今社会，电力作为推动经济发展和保障民生的重要基础能源，其稳定供应至关重要，而火电厂凭借其强大的发电能力，为社会的正常运转提供了坚实保障。其中，锅炉汽轮机系统作为火电厂的核心组成部分，其运行效率与节能环保水平，对能源利用和环境状况产生着直接且深远的影响^[1]。从能源利用的角度深入剖析，提高锅炉汽轮机系统的节能性能具有重大意义。在产出相同电量的情况下，节能性能的提升意味着能够显著减少煤炭等一次能源的使用量。煤炭作为不可再生资源，其储量日益减少，提高能源利用效率可以有效缓解能源紧张的局面，保障国家能源安全。减少煤炭消耗还能降低对进口能源的依赖，增强我国能源供应的自主性和稳定性。在运营成本方面，能源消耗的降低能够直接减少燃料采购费用，这对于火电厂来说是一笔可观的开支节省。而且，节能措施的实施往往伴随着设备运行效率的提升。当设备运行更加高效时，设备损耗会相应减少，维护成本也会随之降低。这不仅有助于提高火电厂的经济效益，还能延长设备的使用寿命，进一步降低长期运营成本。从环保角度而言，有效减少污染物排放是锅炉汽轮机系统节能环保的重要目标。煤炭燃烧过程中会产生大量二氧化碳、

二氧化硫、氮氧化物以及粉尘等污染物。这些污染物是导致全球气候变暖、酸雨和雾霾等环境问题的主要因素，对人类的健康和生态环境造成了严重威胁。通过提升系统的节能环保性能，可以从源头上减少污染物的排放，对改善环境质量、保护生态环境具有不可估量的重要意义。

2 火电厂锅炉系统节能环保问题及措施

2.1 燃料燃烧问题及措施

燃料燃烧不充分是锅炉系统常见问题，会造成能源浪费和污染物排放增加。燃料质量不佳是导致燃烧不充分的原因之一。不同产地、品种的煤炭，其热值、挥发分、灰分等成分存在差异。若使用的煤炭热值低、挥发分少，在燃烧过程中就难以充分释放能量，导致燃烧不完全。燃烧器设计不合理也会影响燃烧效果。燃烧器的结构、喷口形状和布置方式等决定了燃料与空气的混合程度和燃烧火焰的形状。如果燃烧器设计存在缺陷，燃料与空气不能充分混合，就会形成局部缺氧区域，使燃料无法完全燃烧。燃烧调整不当同样不可忽视。在锅炉运行过程中，需要根据燃料特性和负荷变化及时调整风量、风温和燃料量。若调整不及时或不准确，如风量过小，会导致氧气供应不足，燃料燃烧不充分；风量过大，则会使炉膛温度降低，影响燃烧稳定性。为解决燃料燃烧不充分问题，可采取以下措施。优化燃料采购和储存管理是基础。在采购环节，要严格把控燃料质量，选择热值高、挥发分适宜、灰分和硫分低的优质煤炭。根据锅炉设计要求和实际运行情况，合理搭配不同品种的煤炭，以达到最佳燃烧效果。在储存过程中，要做好防潮、防自燃等工作，避免燃料质量下降。改进燃烧器结构是关键。采用先进的燃烧器设计技术，如低氮燃烧器，通过优化喷口形状和布置方式，改善燃料与空气的混合效果，使燃料在炉膛内能够充分燃烧，同时降低氮

氧化物的生成。加强燃烧调整是保障。建立完善的燃烧调整制度,根据燃料特性和负荷变化,及时、准确地调整风量、风温和燃料量。通过安装先进的监测设备,实时监测炉膛内的燃烧情况,如氧气浓度、火焰温度等,为燃烧调整提供科学依据,使燃烧始终处于最佳状态。

2.2 锅炉热损失问题及措施

锅炉运行过程中存在多种热损失,排烟热损失、散热损失和灰渣物理热损失是主要类型。排烟热损失在锅炉热损失中占比较大,主要由排烟温度过高和排烟量过大引起。排烟温度过高,意味着烟气带走了大量热量,这些热量本可以被锅炉有效利用。排烟量过大,同样会增加热损失,因为烟气中含有的热量会随烟气排出锅炉。散热损失是指锅炉本体及管道向周围环境散失的热量。锅炉在运行过程中,其表面温度高于环境温度,就会通过热传导、对流和辐射等方式向周围散热。灰渣物理热损失是指灰渣在排出锅炉时所带走的热量。灰渣是煤炭燃烧后的残余物,其温度较高,若不能及时冷却,就会带走大量热量。针对排烟热损失,可采取优化受热面布置的措施^[2]。通过合理调整锅炉受热面的结构和布局,增加受热面积,提高锅炉的传热效率,使烟气中的热量能够更充分地传递给工质,从而降低排烟温度。加强空气预热器的维护和清理也至关重要。空气预热器的作用是利用烟气余热加热空气,提高进入锅炉的空气温度。若空气预热器积灰或损坏,就会影响其换热效果,导致排烟温度升高。定期清洗空气预热器管束,清除积灰,修复损坏部件,可提高空气预热效果,减少排烟量。对于散热损失,加强锅炉本体及管道的保温措施是有效方法。选用优质的保温材料,如硅酸铝纤维、岩棉等,对锅炉本体和管道进行包裹,减少热量向周围环境的散失。要定期检查保温层的完好程度,及时修复破损部位。对于灰渣物理热损失,可采用先进的除灰渣设备。高效的除灰渣设备能够快速将灰渣从锅炉中排出,并进行冷却处理,提高灰渣的冷却效率,减少热量损失。

2.3 锅炉水质问题及措施

锅炉水质不良会对锅炉的安全运行和热效率产生严重影响。水中的杂质,如悬浮物、胶体、离子等,会在锅炉受热面上形成水垢。水垢的导热性能很差,其导热系数远低于金属。当锅炉受热面结垢后,热量传递受到阻碍,为了达到相同的加热效果,就需要消耗更多的燃料,从而降低了锅炉的热效率。水垢的存在还会导致局部过热,使金属材料强度下降,引发锅炉鼓包、爆管等安全事故,缩短锅炉使用寿命。此外,水中的溶解氧和某些化学物质会引起金属腐蚀,损坏锅炉设备,影响锅

炉的正常运行。为保证锅炉水质,应建立完善的水处理系统,对给水进行严格的预处理和锅内处理。预处理包括沉淀、过滤、除盐等工艺。沉淀是通过重力作用使水中的悬浮物沉降到底部,去除较大颗粒的杂质。过滤则是利用过滤介质,如石英砂、无烟煤等,拦截水中的细小悬浮物和胶体。除盐是通过离子交换、反渗透等技术,去除水中的离子,降低水的硬度。锅内处理是通过添加化学药剂,防止水垢的形成和金属的腐蚀^[3]。例如,添加阻垢剂可以阻止水中钙、镁离子形成水垢;添加缓蚀剂可以在金属表面形成保护膜,减缓金属腐蚀速度。此外,还应加强对锅炉水质的监测和管理。定期进行水质化验,检测水中的各项指标,如硬度、碱度、溶解氧、pH值等,根据检测结果及时调整水处理工艺,确保锅炉水质符合标准要求。

3 火电厂汽轮机系统节能环保问题及措施

3.1 汽轮机通流部分问题及措施

汽轮机通流部分的效率直接影响汽轮机的整体性能。通流部分存在叶栅损失、余速损失等问题,会导致汽轮机的内效率降低。叶栅损失是指蒸汽在叶栅中流动时,由于摩擦、涡流等原因产生的能量损失。叶栅的形状、尺寸和安装角度等因素都会影响叶栅损失的大小。余速损失是指蒸汽从汽轮机某一级排出时,仍具有一定的速度,这部分速度所携带的能量未能被下一级充分利用而造成的损失。通流部分的结垢和磨损也会增加能量损失。结垢会使叶栅通道变窄,增加蒸汽流动阻力,降低蒸汽流速和通流能力;磨损则会改变叶栅的形状和尺寸,破坏叶栅的气动性能,导致能量损失增加。为提高汽轮机通流部分效率,可采用先进的通流部分设计技术。利用计算流体动力学(CFD)等先进技术,对叶栅进行优化设计,优化叶片型线和安装角,减少叶栅损失和余速损失。通过模拟蒸汽在叶栅中的流动情况,分析不同设计参数对能量损失的影响,从而确定最佳的设计方案。对汽轮机进行通流部分改造也是有效措施。更换高效的叶片和隔板,采用新型材料和制造工艺,提高叶片和隔板的性能和精度。对通流部分进行全面检查和修复,清除结垢和修复磨损部位,恢复通流部分的正常气动性能^[4]。此外,还应加强汽轮机的运行维护。定期检查通流部分的磨损和结垢情况,建立完善的维护制度,根据设备运行状况制定合理的检修计划,及时进行清理和修复,确保通流部分始终处于良好的运行状态。

3.2 汽轮机冷端系统问题及措施

汽轮机冷端系统的性能对汽轮机的排汽压力和热效率有重要影响。冷端系统存在凝汽器真空度下降、冷却

水流量不足等问题,会导致汽轮机的排汽压力升高,热效率降低。凝汽器真空度下降的原因主要有凝汽器管束结垢、漏气、冷却水量不足等。凝汽器管束结垢会降低换热效率,使蒸汽不能充分冷凝,从而导致真空度下降。漏气会使外界空气进入凝汽器,破坏真空环境。冷却水流量不足则无法及时带走蒸汽冷凝释放的热量,影响凝汽器的换热效果。冷却水流量不足还可能与冷却水系统故障、水泵性能下降等因素有关。为提高冷端系统性能,可采取以下措施。加强凝汽器的维护和清理是关键。定期清洗凝汽器管束,采用化学清洗或机械清洗等方法,清除管束内的污垢和杂质,提高换热效率。要检查凝汽器的密封性,及时发现并修复漏气部位,确保凝汽器内部保持良好的真空环境。优化冷却水系统的运行方式。根据环境温度和负荷变化,合理调整冷却水流量和温度。在环境温度较低时,可适当减少冷却水流量,降低水泵能耗;在环境温度较高或负荷较大时,增加冷却水流量,保证凝汽器的换热效果。采用高效的冷却设备,如高效冷却塔、空冷器等。高效冷却塔能够提高冷却水的冷却效率,降低冷却水温度;空冷器则利用空气作为冷却介质,减少了水资源的消耗,同时具有占地面积小、运行维护方便等优点。

3.3 汽轮机调节系统问题及措施

汽轮机调节系统的性能影响汽轮机的负荷适应能力和运行稳定性。调节系统存在调节迟缓、调节精度不够等问题,会导致汽轮机在负荷变化时不能及时调整,影响机组的经济运行。调节迟缓是指调节系统从接受负荷变化信号到实际调整汽轮机进汽量之间存在时间延迟。这可能是由于调节系统部件磨损、卡涩,或信号传输不畅等原因引起的。调节精度不够则是指调节系统不能准确地将汽轮机的负荷调整到设定值,存在一定偏差。这会影响机组的运行效率,增加能源消耗。为解决调节系统问题,可采用先进的调节技术,如数字电液调节系统(DEH)。DEH系统采用电子技术和液压技术相结合

的方式,具有响应速度快、调节精度高、可靠性好等优点。它能够快速、准确地接受和处理负荷变化信号,及时调整汽轮机的进汽量,使汽轮机能够迅速适应负荷变化。加强对调节系统的维护和检修也至关重要。定期对调节系统进行检查、校准和试验,及时发现并更换磨损、老化的部件,确保调节系统的各个部件正常运行。要保证信号传输系统的畅通,避免信号干扰和丢失^[5]。此外,还应优化汽轮机的运行方式。根据电网负荷需求和机组特性,合理调整汽轮机的负荷,避免频繁的负荷变化。通过制定科学的负荷调度方案,使汽轮机在稳定的负荷下运行,减少调节系统的动作次数,提高机组的运行效率和稳定性。

结语

火电厂锅炉汽轮机系统的节能环保是一个系统工程,涉及多个环节和方面。通过对锅炉系统燃料燃烧、热损失、水质问题以及汽轮机系统通流部分、冷端系统、调节系统问题的分析和解决措施的探讨,可以有效提高系统的节能环保性能。火电厂应高度重视节能环保工作,积极采取有效措施,不断优化系统运行,为实现能源的可持续利用和环境保护做出贡献。

参考文献

- [1]邵山.火电厂锅炉汽轮机系统节能技术及优化措施研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026(1):049-052.
- [2]马亮.火电厂锅炉汽轮机系统节能环保问题与应对措施[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(10):041-044.
- [3]邓怡民.火电厂锅炉汽轮机节能环保对策研究[J].电力设备管理,2025(23):246-248.
- [4]秦朝然,荣优亮,王领.浅谈火电厂锅炉汽轮机系统节能环保的问题及措施[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(5):275-276.
- [5]戚仕勇.谈火电厂锅炉汽轮机系统节能环保的问题及措施[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(12):137-139.