

火电厂电气运行优化与节能降耗的技术探索

胡 睿

江西赣能股份有限公司丰城发电厂 江西 丰城 331100

摘 要：随着社会经济的飞速发展，电力需求持续攀升，火电厂作为电力供应的中坚力量，其稳定运行与高效节能至关重要。本文聚焦火电厂电气运行优化与节能降耗技术。首先阐述火电厂电气运行现状，指出存在电气设备老化、运行管理水平不足、系统匹配不合理等问题。接着强调节能降耗对火电厂降低运营成本、减少环境污染、提升企业竞争力的重要性。最后详细介绍多种节能技术，涵盖变压器、线路损耗、电力拖动系统、照明系统等方面的节能措施，以及机组启停过程优化和汽轮机冷端优化运行技术等，为火电厂电气运行优化与节能降耗提供技术参考。

关键词：火电厂；电气运行；优化；节能降耗；技术

引言：在能源需求持续增长与环保要求日益严格的背景下，火电厂作为重要的电力供应主体，其运行效率和能源利用情况备受关注。电气运行作为火电厂生产运营的关键环节，不仅影响电力供应的稳定性，还与能源消耗和环境保护紧密相连。当前，火电厂电气运行面临着诸多挑战，如设备老化、管理粗放等问题，导致能源浪费现象较为严重。为提高火电厂的经济效益与生态环境效益，实现可持续发展，开展电气运行优化与节能降耗技术探索具有重要的现实意义，有助于推动火电厂向高效、清洁、低碳方向转型。

1 火电厂电气运行现状

1.1 电气设备陈旧老化

当前，部分火电厂存在电气设备陈旧老化的问题。一些关键设备如发电机、变压器等，由于长期运行，绝缘性能下降，部件磨损严重。这不仅导致设备运行效率降低，增加了能源损耗，还频繁引发故障，影响电力生产的稳定性与连续性。老化的设备在维修和更换部件时，往往面临备件供应困难、维修成本高昂等问题。而且，老旧设备的技术性能落后，难以满足现代火电厂高效、节能、环保的运行要求，成为制约火电厂电气运行优化和节能降耗的重要因素，亟待进行更新改造。

1.2 运行管理水平有待提高

火电厂电气运行管理水平参差不齐，整体有待提升。在人员管理方面，部分运行人员专业技能不足，对新技术、新设备的掌握和运用能力有限，在操作过程中容易出现失误，影响设备正常运行。在制度管理上，一些火电厂的运行管理制度不够完善，缺乏科学合理的考核机制和激励机制，导致员工工作积极性不高。同时，信息化管理手段应用不足，无法实时、准确地掌握设备运行状态和能源消耗情况，难以及时发现和解决问题，

制约了电气运行效率和节能降耗工作的推进。

1.3 系统匹配不合理

火电厂电气系统中，部分设备之间匹配不合理现象较为突出。例如，发电机与变压器的容量、参数不匹配，导致在运行过程中无法实现最佳的性能配合，造成能源的浪费。另外，电气系统与热力系统等其他子系统之间也存在协调性不足的问题，各系统运行参数不能有效衔接和优化，使得整个火电厂的运行效率低下。这种不合理的系统匹配不仅增加了能源消耗，还降低了设备的可靠性和使用寿命，增加了运行成本，需要通过科学的规划和调整来实现系统间的合理匹配^[1]。

2 火电厂节能降耗的重要性

2.1 降低运营成本

火电厂作为能源消耗大户，节能降耗对降低运营成本意义重大。燃料成本在火电厂运营成本中占比极高，通过节能降耗措施，如优化燃烧过程、提高锅炉效率等，可减少燃料消耗量，直接降低燃料采购成本。同时，降低能耗还能减少设备运行负荷，延长设备使用寿命，降低设备维护和更换成本。此外，节能降耗有助于减少水资源等辅助材料的消耗，进一步压缩运营成本。在电力市场竞争日益激烈的当下，降低运营成本能增强火电厂的经济效益，提升其盈利能力和抗风险能力，确保企业在市场中稳定发展。

2.2 减少环境污染

火电厂在生产过程中会排放大量的污染物，如二氧化硫、氮氧化物、粉尘以及二氧化碳等温室气体，对生态环境造成严重破坏。节能降耗能有效减少污染物的排放。例如，采用先进的节能技术和设备，提高能源利用效率，可降低煤炭等燃料的燃烧量，从而减少污染物的生成。同时，通过优化运行管理和污染治理措施，能进

一步降低排放浓度和总量。减少环境污染不仅是火电厂履行社会责任的体现,也是响应国家环保政策、实现可持续发展的必然要求,有助于改善生态环境质量,保护人类健康。

2.3 提升企业竞争力

在能源转型和电力市场改革的背景下,火电厂面临着巨大的竞争压力。节能降耗是提升企业竞争力的关键因素。一方面,节能降耗能降低发电成本,使火电厂在电力市场竞争中具备价格优势,更容易获得市场份额。另一方面,注重节能降耗的企业往往更具创新能力和管理水平,能够吸引更多的投资和优秀人才。此外,积极践行节能降耗理念有助于提升企业的社会形象和品牌价值,赢得政府、社会和消费者的认可与支持。因此,火电厂通过节能降耗实现转型升级,能够在激烈的市场竞争中脱颖而出,实现可持续发展^[2]。

3 火电厂电气运行优化与节能降耗技术

3.1 变压器节能技术

3.1.1 采用节能型变压器

在火电厂电气运行中,采用节能型变压器是降低能耗的关键举措。传统变压器在设计和制造工艺上存在一定局限,导致运行过程中损耗较大。而节能型变压器通过采用新型材料和先进技术,有效降低了损耗。例如,其铁芯选用高导磁率的优质硅钢片,能减少磁滞损耗;同时,优化铁芯叠片结构,降低涡流损耗。在绕组方面,采用低电阻率的导线,可降低负载损耗。此外,节能型变压器还通过改进绝缘结构和散热设计,提高了运行效率。与普通变压器相比,节能型变压器空载损耗和负载损耗可降低 20% - 40%。火电厂在设备更新换代时,优先选用节能型变压器,不仅能直接减少电能损耗,降低运行成本,还能提升整个电气系统的能效水平,符合节能降耗的发展趋势。

3.1.2 优化变压器运行方式

优化变压器运行方式对火电厂节能降耗意义重大。合理调整变压器的运行台数,根据负荷变化灵活切换,可避免变压器轻载或空载运行。当负荷较低时,减少运行变压器数量,能有效降低空载损耗。同时,要确保变压器在合理的负载率下运行,一般负载率在 75% - 85% 时效率最高。此外,合理分配负荷,使各变压器所带负荷均衡,避免出现部分变压器过载而部分变压器轻载的情况。还应加强对变压器运行参数的监测和分析,根据实际情况及时调整运行方式。通过这些措施,可提高变压器的运行效率,减少不必要的电能损耗,实现火电厂电气运行的节能优化,提升整体经济效益和环境效益。

3.2 降低线路损耗技术

3.2.1 合理选择导线截面

合理选择导线截面是降低火电厂线路损耗的重要技术手段。导线在传输电能过程中,会因自身电阻产生功率损耗,而导线电阻与截面面积成反比。若导线截面过小,电阻较大,在传输相同电流时,线路损耗就会显著增加,不仅浪费电能,还可能导致导线发热,影响设备安全运行。反之,若导线截面过大,虽能降低电阻和损耗,但会增加材料成本和安装难度。因此,需根据火电厂电气系统的实际负荷、传输距离等因素,通过精确计算来确定合适的导线截面。例如,对于负荷较大、传输距离较长的线路,应选用较大截面的导线;而对于负荷较小、距离较短的线路,则可选用相对较小截面的导线。这样既能有效降低线路损耗,又能兼顾经济性和实用性,提高火电厂电气运行的能效。

3.2.2 优化线路布局

优化线路布局对降低火电厂线路损耗至关重要。合理的线路布局可以缩短供电半径,减少线路长度,从而降低电阻和电能损耗。在实际规划中,应根据火电厂的建筑布局、设备分布以及用电需求,科学规划线路走向,避免线路迂回曲折。同时,将负荷中心与电源点尽量靠近,使电能能够就近供应,减少传输过程中的损耗。此外,还可以采用环形供电或双回路供电等方式,提高供电的可靠性和灵活性,降低线路损耗。例如,将分散的用电设备进行集中整合,合理划分供电区域,使线路布局更加紧凑合理。通过优化线路布局,不仅能有效降低线路损耗,还能提高火电厂电气系统的运行效率和稳定性,为节能降耗目标的实现提供有力保障。

3.3 电力拖动系统节能技术

3.3.1 采用高效节能电机

在火电厂电力拖动系统中,采用高效节能电机是降低能耗的关键举措。传统电机由于设计、材料和制造工艺等方面的限制,运行效率相对较低,在能量转换过程中存在较大损耗。而高效节能电机采用了新型的电磁设计、优质的材料以及先进的制造工艺,能够有效降低电机的铁损和铜损,提高电机的运行效率。与普通电机相比,高效节能电机在额定负载下效率可提高 3% - 5%,在轻载时效率提升更为明显。火电厂中有大量的风机、水泵等设备由电机驱动,将这些设备中的普通电机更换为高效节能电机,可显著减少电能消耗。同时,高效节能电机还具有功率因数高、温升低、振动小等优点,能延长设备使用寿命,降低维护成本,从长远来看,具有良好的经济效益和环境效益。

3.3.2 应用变频调速技术

应用变频调速技术是火电厂电力拖动系统节能的另一重要手段。在传统的电力拖动系统中,风机、水泵等设备的电机通常采用定速运行方式,通过调节阀门或挡板来控制流量和压力,这种方式会造成大量的节流损失,能源浪费严重。而变频调速技术可以根据实际需求,通过改变电机电源的频率来调节电机的转速,从而实现风机、水泵等设备流量和压力的精确控制。当负载降低时,降低电机转速,电机的功率消耗会按转速的三次方关系下降,节能效果显著。火电厂中许多设备都适合应用变频调速技术,如锅炉给水泵、引风机等。采用该技术后,不仅能大幅降低电能消耗,还能提高设备的运行稳定性和自动化水平。

3.4 照明系统节能技术

3.4.1 选用节能灯具

在火电厂照明系统中,选用节能灯具是降低能耗的关键一步。传统白炽灯发光效率低,大部分电能转化为热能散失,而节能灯具如LED灯、荧光灯等具有显著优势。LED灯发光效率高,相同亮度下,其功率仅为白炽灯的1/8-1/10,且寿命长达数万小时,远超白炽灯。荧光灯虽效率低于LED灯,但相比白炽灯也能大幅降低能耗。此外,节能灯具还具备启动快、无频闪、显色性好等特点,能提供更优质的照明环境。火电厂可根据不同场所的照明需求,合理选择节能灯具类型。例如,在设备检修区域,选用高亮度、高显色性的LED灯,既能满足工作照明要求,又能降低能耗;在一般办公区域,可采用荧光灯,实现节能与照明的平衡。通过全面推广使用节能灯具,可有效减少火电厂照明系统的电能消耗。

3.4.2 合理设计照明布局

合理设计照明布局对火电厂节能降耗至关重要。科学的照明布局能充分利用自然光,减少人工照明的使用时间和强度。在建筑设计阶段,应优化窗户的位置和大小,使自然光能充分进入室内。同时,根据不同区域的功能和照明需求,合理布置灯具。对于大面积的工作场所,如汽机房、锅炉房等,可采用分区照明方式,根据工作区域的实际需要开启相应灯具,避免不必要的照明浪费。在灯具安装高度和角度的设计上,要确保光线均匀分布,减少阴影和眩光,提高照明质量。此外,还可设置智能照明控制系统,根据环境光线强度和时间自动调节灯具亮度,实现照明的智能化管理。

3.5 其他节能技术

3.5.1 优化机组启停过程

优化机组启停过程是火电厂节能降耗的重要措施。在启动过程中,可通过优化循环水运行方式,如开启水塔直通门降低循泵耗电量;采用炉底加热系统提前预热炉水,减少燃油消耗;利用邻炉热一次风加热本炉一次风,缩短投粉时间;采用单侧风机启动,降低启动电流。同时,优化汽轮机预暖方式,利用辅汽预暖缩短启动时间,减少燃油浪费。在停机过程中,采用滑参数停机方法,充分利用锅炉余热,减少能量损失。此外,统筹安排停机前的上煤、制粉系统运行方式,避免煤仓上煤过多或粉仓存煤过多,减少启动过程中的排污和烧油时间。

3.5.2 汽轮机冷端优化运行技术

汽轮机冷端优化运行技术是提高火电厂效率的关键。冷端系统包括凝汽器、循环水系统、抽真空系统等,其性能直接影响机组真空和供电功率。通过冷端优化P2R2技术,以汽轮机功率增量与冷端设备用电功率增量的差值为目标函数,求解最佳结构参数和运行参数。例如,采用洁能管®优化凝汽器热阻,通过在线清洗装置减少水侧污垢,提高换热效率;优化循环水泵运行方式,采用变频或双速运行,降低电耗;改进冷却塔设计,增大淋水面积,降低循环水温度。这些措施可显著提高机组真空,降低供电煤耗^[3]。

结束语

火电厂电气运行优化与节能降耗技术探索意义深远且重大。通过采用节能型变压器、优化线路布局、应用高效节能电机与变频调速技术、选用节能灯具并合理设计照明布局,以及优化机组启停过程和汽轮机冷端运行等举措,火电厂在降低运营成本、减少环境污染、提升企业竞争力等方面成效显著。未来,随着科技的不断进步,更多创新节能技术将涌现。

参考文献

- [1]肖勇,李焕君,常屹,孙云贵.火电厂电气系统节能技术分析及优化控制[J].节能与环保,2021,(12):171-172.
- [2]陆华利.电气自动化技术在火力发电中的创新应用[J].科技风,2022,(34):217-218
- [3]邓艳辉.探究火力发电厂的安全运行综合管理系统的构建[J].科技创新导报,2022,16(29):153+155.