

火电工程建设中节能降耗措施的探讨

庄福栋

中国电力国际发展有限公司 北京 100000

摘要：随着我国经济的快速发展，能源需求持续增长，能源供需矛盾日益凸显。火电作为我国主要的发电方式之一，在能源消耗和污染物排放方面占据较大比重，其节能降耗问题日益受到社会各界的广泛关注。基于此，本文针对火电工程建设，从设备选型、系统设计、运行管理等多个方面深入探讨了节能降耗的措施。通过选用高效设备、优化系统设计、加强运行管理以及应用新技术等手段，可以有效提高火电工程的能源利用效率，降低能耗和污染物排放，实现火电行业的可持续发展，对缓解我国能源压力、改善生态环境具有重大意义。

关键词：火电工程；建设；节能降耗措施

引言：在全球能源紧张局势不断加剧和环保要求日益严格的双重背景下，能源的高效利用与环境保护已成为世界各国共同关注的焦点。我国火电行业作为能源消耗和污染物排放的大户，面临着巨大的挑战。火电工程作为电力供应的重要组成部分，其能源消耗和污染物排放问题不仅关系到企业的经济效益，更对国家的能源战略和生态环境有着深远影响。节能降耗不只是有助于降低火电企业的生产成本，提高经济效益，还对缓解我国能源压力、减少环境污染具有重要意义。因此，研究火电工程建设中的节能降耗措施具有迫切的现实需求。

1 火电工程建设中节能降耗的重要性

1.1 降低能源消耗

火电工程作为能源消耗的第一巨头，在能源体系中占据着举足轻重的地位，其能源消耗量十分巨大。因此，采取节能降耗措施迫在眉睫且意义深远。具体可采取优化设备选型的方式，挑选出性能卓越、能耗更低的主机和辅助设备，能从源头上减少能源的浪费。同时，改进生产工艺，对发电流程中的各个环节进行精细调整和优化，使能源在转换和传递过程中损失最小化。这样一来，煤炭等一次能源的使用量显著减少，对于我国这样能源需求庞大但资源相对有限的国家来说，能够有效缓解能源短缺的压力，一定程度上保障能源的稳定供应，继而为经济的持续健康发展提供坚实的能源基础。

1.2 减少环境污染

传统火电生产过程堪称环境污染的“重灾区”，会排放大量的污染物，像二氧化硫、氮氧化物、粉尘等，这些污染物对空气、水和土壤等环境要素造成严重破坏，严重影响生态平衡和人类健康。而节能降耗措施与环保技术紧密结合，形成强大的环保合力^[1]。采用先进的脱硫、脱硝、除尘技术，能够在燃料燃烧前后对污染物

进行有效处理，降低其排放浓度和总量。在降低能耗的同时，显著减少了污染物的排放，使空气更加清新，有助于改善空气质量，保护生态环境，实现经济发展与环境保护的良性互动。

1.3 提高企业经济效益

节能降耗对于火电企业而言，是提升经济效益的关键所在。降低能源消耗直接意味着减少燃料采购成本，为企业节省大量资金。并且，提高设备运行效率能够减少设备的磨损和故障发生率，降低设备维护和维修费用。更重要的是，符合环保要求还能避免因环境污染问题而产生的罚款等额外支出，使企业在市场竞争中轻装上阵，增强市场竞争力，实现可持续发展。

2 火电工程建设中节能降耗现状

2.1 设备选型不足

首先，从设备选型角度来看，部分大型火电项目已积极采用先进的主机设备，超临界及超超临界机组的应用愈发广泛。像某电厂便建成了“百万二次再热”首台套机组，其发电效率显著提升，以每年发电130亿千瓦时计算，二期两台机组一年可节约标煤约48万吨，二氧化碳排放量减少约130万吨。但不可忽视的是，仍有相当数量的老旧机组在运行，这些机组参数较低、容量较小、能源转化效率低下，与先进机组相比，供电煤耗差距明显。如一些早期建设的亚临界机组，其供电煤耗可能高达350克/千瓦时以上。在辅助设备方面，虽然一些新建电厂或经过改造的电厂选用了高效节能型产品，如采用变频调速技术的风机和泵，漏风率控制良好的预热器等，但在一些小型或老旧电厂中，设备老化、选型不合理的问题普遍存在。部分风机和泵的实际运行工况与设计工况偏差较大，“大马拉小车”现象严重，导致大量电能浪费；一些预热器由于密封性能差，漏风率远超10%的标

准,极大地影响了机组能耗。

2.2 系统设计存在短板

系统设计层面,不少电厂对热力系统进行了优化,像部分大型机组采用八级回热系统替代传统六级回热系统,热效率得以提高。一些电厂在汽轮机再热系统中应用蒸汽冷却技术,降低了热耗率。在疏水系统管理上,部分电厂仍存在不足,疏水管道布置不合理,疏水阀泄漏监测不及时,导致大量工质和热量损失^[2]。在燃烧系统设计方面,一些电厂能够根据煤种特性合理选择燃烧器,优化炉膛设计,并采用先进的燃烧控制技术,提高了燃烧效率。但是,仍有部分电厂因缺乏对煤种变化的适应性设计,燃烧器与煤种不匹配,造成燃烧不充分,飞灰含碳量较高,不仅浪费燃料,还增加了环境污染。

2.3 运行管理待提升

运行管理领域,部分先进电厂已建立起完善的能耗监测与分析系统,能够实时监测各设备能耗数据,并依据数据优化调整设备运行参数。但在许多电厂中,能耗监测体系不完善,数据准确性和及时性不足,难以有效指导运行优化。尤其是在人员培训方面,部分电厂重视运行人员节能意识和操作技能的培养,定期组织培训,使运行人员能熟练掌握节能操作方法。但还有大量电厂对人员培训投入不足,运行人员节能意识淡薄,操作不规范,在机组启停、负荷调整等关键操作环节中,因操作不当导致能耗增加。

2.4 新技术应用不足

新技术应用方面,余热利用技术在一些电厂得到应用,部分电厂安装了烟气余热回收装置,降低了排烟温度,提高了锅炉热效率;一些供热电厂采用吸收式热泵技术,有效提升了供热能力和能源综合利用效率。但整体而言,余热利用技术的普及程度仍有待提高,尤其是在纯凝机组中,汽轮机乏汽余热利用技术的应用还不够广泛。智能化技术在火电领域的应用正逐步兴起,一些电厂利用智能传感器和智能化控制系统,高度实现了设备的智能化管理和运行优化,降低了供电煤耗。不过,智能化转型需要大量资金和技术投入,对于许多中小电厂来说,存在资金短缺、技术人才不足等问题,智能化进程较为缓慢。新型材料在火电工程中的应用尚处于起步阶段,虽然部分先进电厂开始尝试采用高温超导材料、新型保温材料等,但由于新型材料成本较高,技术成熟度有待提升,大规模推广应用面临诸多困难。

3 火电工程建设中节能降耗措施

3.1 设备选型方面

3.1.1 主机设备

优先选择高参数、大容量、高效低耗的机组,如超临界、超超临界机组。这些机组具有更高的蒸汽参数和热效率,能够更有效地将燃料的化学能转化为电能。如,超临界机组的发电效率相比常规亚临界机组可提高3%-5%,超超临界机组的发电效率则更高。

3.1.2 辅助设备

首先,预热器的性能对机组的能耗有重要影响。应选用漏风率低的预热器,控制漏风率不大于10%。良好的预热器能够提高进入锅炉的空气温度,增强燃料的燃烧效果,减少不完全燃烧损失,同时降低风机的能耗。其次,对于风机和泵类等转动机械,应根据实际工况合理选型,避免过大的裕度。电动机容量应合理选用,防止出现“大马拉小车”的情况^[3]。并且,可采用高效节能型的风机和泵,如采用变频调速技术的风机和泵,能够根据负荷变化自动调节转速,降低能耗。此外,给水泵是电厂中的重要辅机,其能耗较大。无论空冷、湿冷还是供热机组,给水泵均应优先选用小汽轮机驱动的方式,这样可以利用主机的抽汽作为动力,减少厂用电的消耗。与电动给水泵相比,小汽轮机驱动的给水泵可降低厂用电率0.5%-1%。

3.2 系统设计方面

3.2.1 热力系统优化

采用多级回热系统提升热效率,通过增加回热级数(如八级回热替代六级)强化蒸汽余热利用,减少冷源损失。优化汽轮机抽汽参数与回热加热器布置,使各级抽汽能量匹配更合理,避免热量浪费。而且,在再热系统中集成蒸汽冷却技术,通过高温蒸汽对再热管道进行冷却,降低再热过程的热耗率,提升机组整体热经济性。

3.2.2 疏水与工质回收系统改进

重新规划疏水管道布局,按压力等级分区设计,缩短疏水路径并减少弯头数量,尽可能降低疏水阻力与热量损耗。在疏水阀组设置智能监测装置,利用流量传感器与温度传感器实时检测阀门泄漏状态,并且结合DCS系统实现异常泄漏的自动报警与隔离,避免工质持续流失。而且,还可构建闭式循环工质回收系统,将疏水、排汽等工质通过冷凝水箱集中回收,经除氧、加热后重新送入热力系统,提高工质利用率。

3.2.3 燃烧系统适应性设计

基于煤种特性数据库,采用可调式燃烧器结构,通过摆动式喷口、分层配风等设计适应不同煤质的燃烧需求。优化炉膛几何尺寸与受热面布置,针对高挥发分煤种降低炉膛热负荷,以避免燃烧器区域结焦;针对贫煤或无烟煤增加炉膛容积热强度,强化燃烧稳定性^[4]。同

时,集成智能燃烧控制系统,通过在线煤质分析数据动态调整二次风配比、一次风速等参数,确保燃烧效率最大化,降低飞灰含碳量与排烟热损失。

3.2.4 冷端系统节能设计

对于湿冷机组,优化凝汽器管束排列方式,采用高效换热管材提升传热系数,同时合理设计循环水流量与温度,确保凝汽器真空度维持在最优区间。空冷机组则通过优化空冷岛风机布置与百叶窗调节策略,根据环境温度与负荷变化动态调整冷却风量,降低空冷系统的电耗。另一方面,可在冷端系统中增设余热回收装置,将凝汽器排汽余热用于加热生活用水或辅助生产系统,减少热量直接排放。

3.3 运行管理方面

3.3.1 加强人员培训

提高运行人员的专业素质和节能意识,定期组织培训,使其熟悉设备的性能和运行特点,掌握先进的操作方法和节能技巧。运行人员在日常操作中,应严格按照操作规程进行操作,避免因操作不当导致能耗增加。

3.3.2 建立能耗监测与分析系统

在电厂内建立完善的能耗监测与分析系统,实时监控各设备和系统的能耗数据,如煤耗、电耗、水耗等。利用对这些数据的分析,及时发现能耗异常的设备或系统,并采取相应的措施进行优化调整。

3.3.3 优化机组运行方式

根据电网的负荷需求和机组的实际情况,优化机组的运行方式。在低负荷时段,可采用滑压运行方式,通过调整汽轮机的进汽压力,使机组在较低的蒸汽参数下运行,降低汽轮机的节流损失,提高机组的运行效率。并且,合理安排机组的启停时间,避免频繁启停机组,减少启停过程中的能量损失。

3.4 新技术应用方面

3.4.1 生物质掺烧技术

生物质作为一种可再生能源,具有低碳、环保的特性。在火电工程中应用生物质掺烧技术将生物质燃料与煤炭按一定比例混合燃烧,可有效降低煤炭消耗量,减少二氧化碳等温室气体排放。并且,生物质掺烧还能改善煤炭的燃烧特性,显著减少炉内结渣和积灰,提高锅炉的热效率。

3.4.2 碳捕捉技术

碳捕捉与封存(CCS)技术是应对全球气候变化的关键技术之一。在火电工程中,该技术可利用化学吸收、物理吸附等方法,将燃烧过程中产生的二氧化碳从烟气中分离出来,然后进行压缩、运输和封存,避免其排放到大气中。^[5]目前,一些大型火电厂已开展碳捕捉技术试点项目,采用先进的胺法吸收工艺,实现了较高的二氧化碳捕捉效率。此外,碳捕捉技术还可与碳利用技术相结合,将捕捉到的二氧化碳转化为有价值的化学品或燃料,实现碳资源的循环利用,进一步提高火电工程的环保效益和经济效益。

3.4.3 其他新技术

除了上述技术,智能化控制技术也在火电工程中发挥着重要作用。利用大数据、人工智能等技术,可实现对火电机组的精准控制和优化运行,提高能源利用效率。像是,通过智能算法对机组运行参数进行实时优化调整,降低供电煤耗;利用智能监测系统对设备进行故障预测和健康管理,减少设备停机时间,提高设备可靠性。

结语

火电工程建设中的节能降耗是一项系统工程,涉及设备选型、系统设计、运行管理以及新技术应用等多个方面。通过选用高效设备、优化系统设计、加强运行管理以及积极应用新技术,可以有效提高火电工程的能源利用效率,降低能耗和污染物排放。其结果不仅有助于火电企业降低生产成本,提高市场竞争力,还对我国能源可持续发展和环境保护具有重要意义。在未来的火电工程建设中,应进一步加强对节能降耗技术的研究和应用,不断探索新的节能途径和方法,推动火电行业向高效、清洁、低碳的方向发展。

参考文献

- [1]张远.火电厂节能技术应用现状与发展趋势[J].中国电力,2022,55(3):12-18.
- [2]陈光华.超临界机组锅炉节能降耗技术研究[J].热能动力工程,2021,36(4):45-50.
- [3]刘建平.火电厂辅机系统变频节能技术应用分析[J].节能技术,2023,41(1):78-83.
- [4]李坤.1000MW超超临界机组节能降耗措施研究[J].电气技术与经济,2023,(07):291-293.
- [5]高洪权.660MW超超临界机组节能降耗措施[J].今日制造与升级,2021,(06):47-48.