

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术分析

席丝笛

(华电湖北发电有限公司武昌热电分公司, 湖北 武汉 430062)

摘要 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术主要是通过一系列技术手段, 将锅炉尾部排放的烟气中蕴含的余热进行有效回收和利用。这些烟气在排放过程中温度较高, 蕴含着大量的热能, 如果不加以利用, 不仅会造成能源的浪费, 还会加剧环境污染。因此, 对这部分余热的回收利用具有极大的价值。在火力发电厂中, 锅炉尾部烟气余热利用技术通常与脱硫、脱硝等环保技术相结合, 实现烟气在排放前的综合处理。通过安装余热回收装置, 如热管换热器、相变换热器等, 将烟气中的热能传递给其他介质, 如水或空气, 从而实现热能的回收和利用。基于此, 本文进行了相应的分析, 希望可以为同行业人员提供借鉴。

关键词 火力发电厂; 锅炉尾部; 烟气余热利用技术

中图分类号: TM62

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0046-03

1 研究背景

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术是一种重要的节能减排手段, 对于提升发电厂的经济效益和环保效益具有重要意义。以下是对该技术的概述及技术优势的详细分析。(1) 提高能源利用效率: 通过回收和利用锅炉尾部烟气中的余热, 可以有效提高火力发电厂的能源利用效率。这部分余热可以转化为蒸汽或热水, 用于发电或供热, 从而降低对化石燃料的依赖, 减少能源消耗。(2) 降低环境污染: 烟气余热的回收利用有助于减少烟气排放温度, 降低烟气对环境的热污染^[1]。同时, 结合脱硫、脱硝等环保技术, 可以进一步减少烟气中的有害物质排放, 改善环境质量。(3) 提升经济效益: 烟气余热利用技术可以降低火力发电厂的运行成本, 提高经济效益。通过回收利用余热, 可以减少对外部能源的需求, 降低燃料成本。此外, 余热还可以用于其他工艺过程, 如加热、干燥等, 进一步提高能源的综合利用价值。(4) 技术成熟可靠: 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术已经相对成熟, 并在实际应用中取得了良好的效果。通过不断优化和改进技术, 可以进一步提高余热回收效率, 降低技术成本, 推动该技术的广泛应用。

2 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的制约因素

在火力发电厂中, 锅炉尾部烟气余热利用技术是一种重要的节能减排手段, 它能够有效提高能源利用效率, 降低环境污染, 进而提升发电厂的经济效益和

环保效益。然而, 在实际应用中, 该技术受到多种因素的制约, 导致余热回收效率不尽如人意。本文将重点探讨设备制约因素和低温腐蚀因素, 并深入分析其影响机制。

2.1 设备制约因素

2.1.1 排烟温度与能量品位

排烟温度是制约锅炉尾部烟气余热利用技术的重要因素之一。通常可以采用余热锅炉进行能量回收, 并通过汽轮机发电转化为电能。这部分能量的回收和处理方法相对简单。然而, 对于低位能级的低温烟气, 由于能量品位较低, 其回收手段则相对有限, 主要依赖于省煤器、脱硫系统等设备^[2]。

2.1.2 省煤器的性能与限制

省煤器作为锅炉尾部烟气余热利用的关键设备之一, 其性能直接影响到余热回收的效果。省煤器布置在锅炉尾部竖井中烟气温度相对较低的区段, 通过吸收烟气中的热量来降低排烟温度, 从而提高锅炉热效率并节省燃料。然而, 省煤器的性能受到多种因素的制约。首先, 省煤器的传热效率受到其材质、结构、设计参数等因素的影响。如果材质选择不当或结构设计不合理, 将降低其传热效率, 进而影响余热回收效果。其次, 省煤器的布置位置也会对余热回收效果产生影响。如果布置位置不合理, 将导致烟气流动不畅或温度分布不均, 从而降低余热回收效率。

此外, 省煤器在实际运行中还存在一些技术难题。例如, 当烟气流速过高时, 可能导致省煤器内部结垢

或磨损加剧；而当烟气流速过低时，又可能导致传热效率下降。因此，需要对省煤器进行优化设计，提高其适应性和稳定性^[3]。

2.1.3 其他相关设备的限制

除了省煤器外，其他相关设备如脱硫系统、除尘器等也会对锅炉尾部烟气余热利用技术产生制约。这些设备在运行过程中可能会对烟气温度和成分产生影响，从而影响余热回收的效果。例如，脱硫系统可能会降低烟气温度，使得余热回收效率下降；而除尘器则可能改变烟气的成分和流速，对余热回收过程产生干扰。

2.2 低温腐蚀因素

2.2.1 硫酸蒸汽的凝结与腐蚀

低温腐蚀是制约锅炉尾部烟气余热利用技术的另一个重要因素。当锅炉尾部烟气温度降低至酸露点以下时，烟气中的硫酸蒸汽会凝结在金属壁面上，对壁面造成腐蚀。这种腐蚀不仅会导致设备损坏和维修成本增加，还会影响余热回收设备的正常运行和传热效率。

2.2.2 燃料含硫量与低温腐蚀的关系

锅炉燃料中通常含有一定量的硫。在燃烧过程中，硫会转化为二氧化硫，并在一定条件下进一步氧化为三氧化硫。三氧化硫与水蒸汽结合形成硫酸蒸汽，其凝结露点温度较高。当燃料含硫量较高时，硫酸蒸汽的生成量也会增加，从而导致低温腐蚀的风险增大。因此，燃料的含硫量是决定低温腐蚀程度的关键因素之一。

2.2.3 低温腐蚀对余热回收设备的影响

低温腐蚀对余热回收设备的影响主要表现在两个方面。首先，腐蚀会破坏设备的金属壁面，导致设备损坏和泄漏。这不仅会影响设备的正常运行，还会增加维修和更换的成本。其次，腐蚀会导致设备传热效率下降。由于腐蚀层的存在，金属壁面的热阻增大，使得热量传递受阻，从而降低了余热回收效率^[4]。

3 火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的应用要点

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术是一项重要的节能减排技术，通过有效回收和利用烟气中的余热，可以提高能源利用效率。下面将详细阐述该技术的应用要点，包括热管换热器的应用、相变换热器的应用等。

3.1 热管换热器的应用

热管换热器作为一种高效的传热设备，在火力发

电厂锅炉尾部烟气余热利用中发挥着重要作用。其工作原理是利用热管内部的工质在吸热段吸收热量并蒸发，然后在放热段冷凝并释放热量，从而实现热量的传递。在应用过程中，热管换热器需要注意以下几点：首先，要合理设计热管换热器的结构，确保其具有良好的导热性能和适应性；其次，要优化热管的工作参数，如工质的充装量、工作压力和温度等，以提高其传热效率；最后，要加强热管换热器的维护和保养，确保其长期稳定运行。通过应用热管换热器，可以实现对锅炉尾部烟气余热的充分回收和利用，提高能源利用效率，同时减少烟气排放对环境的影响^[5]。

3.2 相变换热器的应用

相变换热器是另一种重要的烟气余热利用设备，其工作原理是通过相变介质在换热过程中吸热放热来实现热量的传递。相变换热器具有换热效率高、结构紧凑、维护方便等优点，因此在火力发电厂中得到了广泛应用。在应用相变换热器时，需要注意以下几点：首先，要选择合适相变介质，确保其具有良好的热稳定性和传热性能。其次，要优化相变换热器的结构设计和工作流程，减少热量损失和压降。最后，要定期对相变换热器进行清洗和维护，防止积灰和结垢影响传热效率。通过应用相变换热器，可以进一步提高锅炉尾部烟气余热的回收效率，降低能源消耗和排放，提升火力发电厂的整体效益。

3.3 凝结水加热

凝结水加热是火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的重要应用之一。通过利用烟气余热对凝结水进行加热，可以提高凝结水的温度，降低回热加热器的负荷，从而提高整个热力系统的效率。在凝结水加热过程中，可以采用直接加热或间接加热的方式。直接加热是通过将烟气直接引入回热加热器与凝结水进行热交换；间接加热则是通过烟气回热加热器和水式换热器实现烟气与闭式水、闭式水与凝结水之间的热量交换。无论采用哪种方式，都需要注意控制加热过程的温度和压力，确保凝结水的质量和热力系统的稳定运行。同时，还需要优化凝结水加热系统的设计和运行参数，提高余热利用效率和能源利用效率^[6]。

首先，设备选型与布置至关重要。需选择合适的余热回收装置，如低温省煤器等，确保其能够在锅炉尾部烟气的特定温度和压力条件下稳定运行。同时，要合理布置设备，使其与现有系统的连接顺畅，减少管道阻力和能量损失。在布置过程中，还要考虑设备

的维护和检修便利性,以便及时处理可能出现的问题。其次,控制凝结水的流量和温度。通过精确控制凝结水进入余热回收装置的流量,可以确保烟气余热得到充分利用,同时避免对系统其他部分造成不良影响。此外,要密切监测凝结水的温度变化,防止出现过热或过冷的情况,影响设备的安全运行和余热利用效果。最后,加强对烟气品质的监测。锅炉尾部烟气中可能含有一定的灰尘、腐蚀性物质等,这些物质会对余热回收装置造成磨损和腐蚀。因此,需要安装有效的烟气净化设备,减少灰尘和有害物质的含量。同时,定期对烟气品质进行监测,及时调整运行参数,延长设备的使用寿命。

3.4 干燥褐煤预热

在干燥褐煤预热过程中,需要选择合适的干燥设备和工艺流程,确保褐煤的干燥效果和预热温度达到要求。同时,还需要加强对干燥褐煤预热过程的监控和控制,防止因温度过高或时间过长导致褐煤的过度干燥或燃烧。通过干燥褐煤预热技术的应用,不仅可以实现烟气余热的充分利用,还可以改善燃煤质量,提高火力发电厂的能源利用效率和环保效益。

3.5 综合分析对策建议

本文针对设备制约因素和低温腐蚀因素对锅炉尾部烟气余热利用技术的影响,提出以下对策建议。

3.5.1 优化设备设计与选型

针对省煤器等关键设备,应加强优化设计,提高其传热效率和适应性。同时,在选择设备时,应充分考虑其性能参数、材质、结构等因素,确保其能够满足余热回收的需求。

3.5.2 加强运行管理与维护

通过加强运行管理和维护,可以确保余热回收设备的正常运行和高效利用。例如,定期对设备进行检修和保养,及时清理积灰和结垢,保持设备的清洁和传热效率。

3.5.3 控制燃料含硫量

通过控制燃料的含硫量,可以降低低温腐蚀的风险。例如,选择低硫燃料或采用脱硫技术降低烟气中的硫含量。此外,还可以通过调整燃烧方式和参数,减少二氧化硫的生成量^[7]。

3.5.4 研发新型防腐材料和技术

针对低温腐蚀问题,可以研发新型防腐材料和技术,提高设备的抗腐蚀性能。例如,采用耐腐蚀性能更好的材料制造设备,或在设备表面涂覆防腐涂层等。

3.5.5 其他措施

强技术研发与创新,推动余热回收技术和防腐材料的升级换代,提高设备的适应性和可靠性。综合考虑设备投资、运行成本以及节能减排效果,制定合理的余热利用方案。优化火力发电厂的运行参数,降低烟气中二氧化硫的含量,减轻低温腐蚀的程度。加强政策支持,提供资金支持和税收优惠等激励措施。

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的应用要点包括热管换热器的应用、相变换热器的应用、凝结水加热以及干燥褐煤预热等方面。通过合理选择和应用这些技术,可以实现对锅炉尾部烟气余热的充分回收和利用,为火力发电厂的可持续发展提供有力支持。同时,为了确保这些技术的有效实施和长期稳定运行,还需要加强技术研发和创新,优化设备设计和运行参数,提高设备的适应性和可靠性。此外,还需要加强政策支持和资金投入,推动火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术的广泛应用和深入发展。

4 结束语

火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术是一种具有显著优势的节能减排手段。通过回收和利用烟气中的余热,可以提高能源利用效率、降低环境污染、提升经济效益。随着技术的不断发展和完善,相信这一技术将在未来得到更广泛的应用和推广。烟气余热利用技术还存在一些挑战和问题需要解决。例如,如何进一步提高余热回收效率、降低技术成本、优化热力系统等方面仍需要不断探索和研究。因此,未来还需要加强技术研发和创新,推动烟气余热利用技术的不断进步和发展。

参考文献:

- [1] 赵麟.分析火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术[J].中国设备工程,2023(05):108-110.
- [2] 赵冠雄.火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术研究[J].现代工业经济和信息化,2022,12(07):252-253,335.
- [3] 王鸿飞.火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术探索[J].应用能源技术,2021(09):51-54.
- [4] 罗如生.燃煤电厂尾部烟气热能梯级利用技术研究[J].节能,2020,39(07):76-79.
- [5] 夏跃林.D电厂锅炉尾部烟气节能优化分析[J].内蒙古科技与经济,2019(20):84-85.
- [6] 徐大朋.电厂锅炉烟气余热应用系统的热力学研究及优化方案[J].科技传播,2016,08(15):192-193.
- [7] 王代刚.火力发电厂锅炉尾部烟气余热利用技术[J].中国新技术新产品,2016(12):79-80.