

# 1000MW超超临界二次再热机组深度调峰浅析

曹伟男

江西赣能上高发电有限公司 江西 宜春 336400

**摘要:** 1000MW超超临界二次再热机组深度调峰技术对于电网的稳定运行和节能减排具有重要意义。本文深入探讨了深度调峰的目的、技术难点,以及1000MW机组在锅炉侧和汽机侧的深度调峰技术。通过优化锅炉燃烧参数、调整汽轮机蒸汽流量和叶片温度等措施,实现了机组出力的灵活调节。文章还详细阐述了深度调峰前后的准备工作、操作过程及评估优化方法,为同类机组的深度调峰操作提供了参考和借鉴。

**关键词:** 1000MW超超临界;二次再热机组;深度调峰;技术

## 引言

随着可再生能源的快速发展,电网负荷波动日益加剧,对火力发电机组的深度调峰能力提出了更高要求。1000MW超超临界二次再热机组作为当前主流的发电设备,其深度调峰技术对于维持电网平衡、提升能源效率具有重要意义。本文旨在深入研究该机组的深度调峰技术,分析其技术难点和操作流程,为电网的稳定运行和节能减排目标的实现提供技术支持。

### 1 深度调峰概述

#### 1.1 深度调峰的目的和意义

深度调峰在电网管理中发挥着举足轻重的作用,它不仅有效应对了可再生能源发电间歇性和不确定性带来的挑战,维持了电网平衡,确保了能源供应的稳定,还为电网调度人员提供了灵活应对负荷突变的手段。从电网调度的视角来看,深度调峰通过精细调控火力发电机组的输出功率,在电力需求急剧变化时快速调整机组出力,显著减少了供需不匹配引发的电网波动,从而确保了电力系统的稳定性和可靠性,满足了经济社会发展和居民生活的用电需求。同时深度调峰还承载着节能减排、提升能源效率的重要使命,它在电网负荷低谷期适时降低机组出力,有效减少了不必要的能源消耗,实现了节能减排的目标,缓解了环境压力,促进了可持续发展,降低了发电成本,提高了能源的经济性。而且深度调峰技术通过优化机组运行工况,减少了机组启停次数,延长了机组使用寿命,减少了因非计划停机导致的额外维护工作,进一步降低了运维成本,增强了发电企业的综合竞争力,提高了经济效益。在当前全球能源转型和气候变化的大背景下,深度调峰技术的推广和应用显得尤为重要,为实现绿色低碳的能源发展目标提供了有力支撑。

#### 1.2 深度调峰的技术难点

深度调峰过程中,机组需要承受较大的压力,面临诸多技术难点。一是锅炉热负荷调整。在深度调峰过程中,机组需要显著降低出力,这就要求锅炉的热负荷也要相应减少。然而,锅炉热负荷的调整并非易事,它涉及燃烧系统的精确控制、燃料供应的调节以及烟气排放的处理等多个方面。如何在保证锅炉燃烧稳定的前提下,有效减少热负荷,是深度调峰技术需要解决的首要问题。二是汽轮机蒸汽流量控制。汽轮机作为发电机组的核心部件,其蒸汽流量的控制直接关系到机组的出力。在深度调峰的过程中,如何精确控制汽轮机的蒸汽流量,以实现机组出力的灵活调节,是技术人员需要重点关注的问题。这要求必须建立完善的蒸汽流量控制系统,采用先进的控制算法和传感器技术,实时监测汽轮机的运行状态,并根据电网需求的变化快速调整蒸汽流量,以确保机组在深度调峰过程中能够稳定运行,同时满足电网的调度要求。三是机组稳定性监测。在深度调峰的过程中机组要承受较大的压力,其运行稳定性极易受到影响,所以如何有效监测机组的稳定性,及时发现并处理潜在的安全隐患,是确保机组安全运行的关键,这要求必须建立完善的监测系统,采用先进的传感器和数据分析技术,实时监测机组的振动、温度、压力等关键参数,并根据监测数据对机组的运行状态进行评估和预测<sup>[1]</sup>。

### 2 1000MW超超临界二次再热机组深度调峰技术

#### 2.1 锅炉侧深度调峰技术

在1000MW超超临界二次再热机组的深度调峰技术体系中,锅炉侧的优化策略占据着核心地位,旨在高效且安全地实现调峰操作,满足电力系统对灵活性和稳定性的严苛要求。这一过程中,锅炉热负荷的有效调控成为重中之重,要求操作人员对燃烧参数进行精细调整,包括优化煤粉细度以确保粒度适中,既提升燃烧速率又

减少燃烧不完全现象,以及合理配置风量以营造理想的燃烧氛围,促进煤粉充分燃烧,提高热效率。锅炉侧深度调峰技术的创新体现在湿态运行方式的引入,它通过改变锅炉内部介质状态,显著提升了热传递效率,降低了热负荷,但也带来了受热面腐蚀与磨损的挑战。所以需强化受热面的实时监测与维护,采用耐腐蚀材料替代传统材料,增加防护涂层,并定期检查磨损情况,以保障锅炉长期稳定运行。此外,维持锅炉燃烧稳定性同样关键,采用集中燃烧煤粉策略,优化燃烧器布局,形成紧凑火焰区域,提高燃烧强度,同时精确监测与控制氧量,确保煤粉在充足氧气下充分燃烧,避免熄火风险。深度调峰的过程中还需要注意安全风险,特别是熄火与爆燃风险,为确保安全,需稳定煤粉供应,保持燃烧器正常运行,并定期对燃烧系统进行细致的检查与维护,通过精准的氧量监测,调整燃烧条件,维持炉膛温度和压力的稳定性。并且防止可燃气体或粉尘在炉膛内积聚,杜绝安全隐患,还要实施有效的点火与熄火保护机制,加强人员安全培训,定期组织应急演练,全面提升在紧急情况下的应对能力,确保深度调峰过程安全高效。

## 2.2 汽机侧深度调峰技术

在1000MW超超临界二次再热机组的深度调峰技术中,汽机侧的优化策略对实现机组出力的灵活调控与高效稳定运行具有至关重要的作用。深度调峰时,精确控制汽轮机蒸汽流量成为调节机组输出功率的核心,这要求采取多种措施来精细调节蒸汽流量,包括维持锅炉在最小燃烧负荷下稳定运行以减少不必要蒸汽的产生,以及利用高旁路和低旁路系统灵活旁路多余蒸汽,从而避免其进入汽轮机做功。但是这些措施在实际操作中需谨慎实施,因为频繁操作旁路阀可能导致阀门内部泄漏,影响系统密封性和长期运行可靠性,同时高负荷运行时旁路阀后温度过高也是潜在的安全隐患,所以制定调峰策略时,必须综合考虑机组的具体运行状态、运行需求及潜在风险,以确保调峰操作的合理性和安全性。此外,叶片温度调节也是深度调峰过程中不可忽视的关键,因为叶片作为汽轮机能量转换的核心部件,其温度状态直接影响机组的运行效率和安全性。在深度调峰过程中蒸汽流量和进汽温度等参数的波动会显著影响叶片温度,进而影响叶片的机械性能和寿命。所以加强叶片温度的监测和调整至关重要,需通过精确调整进汽参数如蒸汽压力、温度等实现对叶片温度的间接控制,并优化叶片冷却方式,如采用更高效冷却介质或改进冷却通道设计,以提高叶片散热能力,确保叶片温度始终在安全范围内,避免叶片因温度过高而变形、磨损甚至断

裂,从而保障机组的安全高效运行<sup>[2]</sup>。

## 3 1000MW 超超临界二次再热机组深度调峰操作过程

### 3.1 深度调峰前的准备工作

第一,制定一份详尽的调峰计划,这份计划应当涵盖调峰的具体目标、时间节点、操作步骤、预期效果以及可能遇到的挑战和应对措施,确保每一步操作都有据可依、有章可循。同时,计划还须具备足够的灵活性,以应对实际操作中可能出现的突发状况,确保调峰过程能够平稳推进。第二,优化机组的运行参数,这包括对锅炉、汽轮机等主要设备的运行参数进行精细调整,以达到最佳的运行状态。对锅炉的燃烧参数进行微调,以提高燃烧效率,减少热损失;对汽轮机的进汽参数进行优化,以提高热效率和输出功率。这些参数的优化调整,将为深度调峰过程中的灵活调节提供有力支持。第三,加强设备的维护和检修,在深度调峰前,需要对机组进行全面的检查和测试,及时发现并处理潜在的故障和隐患。这包括对锅炉受热面的磨损情况、汽轮机叶片的完好程度、各类阀门的密封性能等进行细致检查,确保机组在深度调峰过程中不会因为设备故障而中断运行,同时还需要对机组的关键部件进行预防性维护,如更换磨损严重的部件、清洗积灰严重的区域等,以提高设备的可靠性和耐用性。第四,对机组进行全面的性能测试和模拟试验,通过模拟深度调峰过程中的各种工况,对机组的响应速度、调节能力、稳定性等进行全面评估,确保机组在实际操作中能够迅速、准确地响应调峰指令,保持稳定的运行状态,这些准备工作不仅有助于提升机组在深度调峰过程中的安全性和可靠性,还能后续的运维工作提供宝贵的参考数据<sup>[3]</sup>。

### 3.2 深度调峰操作过程

(1)在锅炉侧,深度调峰操作的核心在于通过精细调整煤粉细度、风量等关键参数,来有效降低锅炉的热负荷。这一过程中,煤粉细度的调整能够直接影响到煤粉的燃烧效率和锅炉的热输出,通过适当减小煤粉粒度,可以提高煤粉的燃烧速率和燃尽率,从而在保持锅炉燃烧稳定性的同时,降低其热负荷。同时风量的调整也是关键一环,通过合理控制一次风和二次风的配比与流速,可以优化炉膛内的燃烧过程,减少不完全燃烧损失,进一步降低锅炉的热负荷。此外将锅炉的运行方式从干态转变为湿态,也是深度调峰过程中的一项重要措施。湿态运行方式下,锅炉的蒸发量减少,热负荷相应降低,有助于机组更好地适应低负荷运行需求,但是在调整过程中,必须加强对锅炉受热面的监测和维护工作,防止因热负荷降低而引发的受热面腐蚀和磨损问

题,确保锅炉的安全稳定运行。(2)在汽机侧,深度调峰操作则主要聚焦于通过调整汽轮机的蒸汽流量和叶片温度等参数,来精确控制机组的出,为了实现这一目标,可以采取多种措施。一方面,可以通过保持锅炉的最小燃烧负荷,减少蒸汽的产生量,进而降低进入汽轮机的蒸汽流量。另一方面,启用高旁路和低旁路系统也是有效的调节手段,它们能够灵活地将多余的蒸汽旁路掉,避免其进入汽轮机做功,从而实现对机组出力的精细调节。加强叶片温度的监测和调整也是至关重要的,在深度调峰的过程中由于蒸汽流量和进汽温度等参数的波动,叶片温度可能会受到显著影响。所以必须实时监测叶片温度的变化情况,并根据监测数据灵活调整进汽参数和冷却方式,确保叶片始终在安全温度范围内运行,而且还需要特别注意防止因叶片温度过高而导致的变形、磨损甚至断裂等严重问题,以保障机组的安全性和可靠性。

### 3.3 深度调峰后的评估与优化

在1000MW超超临界二次再热机组完成深度调峰操作后,对机组运行状态和性能的全面评估直接关系到机组后续运行的优化与改进方向,这一评估过程旨在通过对比调峰前后的各项关键数据,深入分析机组的调峰能力、响应速度、稳定性以及存在的潜在问题,为后续的优化调整提供科学依据。一是机组调峰能力的量化分析,通过对比调峰前后机组的出力变化、负荷响应时间及稳定性指标,可以直观反映出机组在深度调峰过程中的表现。观察机组是否能够在规定时间内迅速调整至目标负荷,以及调整过程中负荷波动的幅度和频率,这些都能直观体现机组的调峰灵活性和稳定性。同时对锅炉和汽机侧的关键参数,如煤粉细度、风量、蒸汽流量、叶片温度等的变化情况进行详细记录和分析,有助于揭示调峰操作对机组内部运行机制的具体影响。二是进一步挖掘机组在深度调峰过程中可能存在的问题和挑战,这些问题可能涉及锅炉受热面的磨损与腐蚀、汽轮机叶片的疲劳寿命、旁路系统的密封性能等多个方面,通过

细致的数据分析和现场检查,可以准确识别出问题的根源,为后续的优化调整提供精准定位。三是针对评估中发现的问题,制定针对性的优化调整方案,对于锅炉侧,可能需要根据受热面的磨损情况调整煤粉细度和风量,以减少磨损并优化燃烧效率;对于汽机侧,则需要通过调整蒸汽流量控制策略、优化叶片冷却方式等手段,来提高叶片的耐温性能和机组的整体稳定性,此外对于旁路系统等辅助设备,也需加强维护和检修,确保其密封性能和响应速度满足深度调峰的需求。四是在优化调整方案实施过程中,还要注重持续监测和反馈机制的建立,通过对机组运行状态的持续跟踪和数据分析,可以及时发现调整过程中可能出现的新问题或不足之处,并及时进行修正和完善。这种动态的优化调整过程,不仅能够确保机组在深度调峰过程中始终保持最佳运行状态,还能为机组的长远运行提供有力保障<sup>[4]</sup>。

### 结语

综上所述,1000MW超超临界二次再热机组的深度调峰技术对于电网的稳定运行和节能减排具有重要意义。通过精细调整锅炉和汽机侧的关键参数,优化操作流程和监测机制,可以显著提升机组的调峰能力和运行稳定性。未来随着技术的不断进步和经验的积累,深度调峰技术将在更多机组上得到应用和推广,为能源行业的可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]宋海,刘微,董吉柱.1000MW二次再热机组二次低温再热器爆管分析[J].电力设备管理,2024(3):208-210.
- [2]沈志超.1000MW机组储能调频运行分析研究[J].电工技术,2024(1):122-124,127.
- [3]杨博,王林,刘辉,等.1000MW超超临界二次再热锅炉吹管方案比较与优化[J].工业加热,2023,52(7):13-17.
- [4]刘衍卉,王勇,宋修奇,等.1000MW超超临界二次再热机组锅炉优化运行试验研究[J].锅炉技术,2022,53(4):62-67.