

# 1000MW超超临界燃煤锅炉深度调峰研究

张力元

国电电力双维内蒙古上海庙能源有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 016299

**摘要：**本文研究1000MW超超临界燃煤锅炉的深度调峰技术，探讨其在低负荷下的稳定运行策略、燃烧优化调整以及环保性能等方面的内容。通过试验和分析，得出深度调峰对锅炉经济性、稳定性和环保性的影响，并提出了相应的优化措施。本研究有助于提高1000MW超超临界燃煤锅炉在低负荷下的运行效率和环保性能，为电力行业的可持续发展提供技术支持。

**关键词：**1000MW超超临界；燃煤锅炉；调峰研究

引言：随着新能源的快速发展，燃煤锅炉在电力系统中的调峰作用日益凸显。1000MW超超临界燃煤锅炉作为大容量、高效率的发电设备，其深度调峰能力对于保障电力系统的稳定运行具有重要意义。深度调峰过程中锅炉的稳定性和环保性面临挑战。因此开展1000MW超超临界燃煤锅炉的深度调峰研究，对于提升锅炉的综合性能具有重要意义。

## 1 1000MW 超超临界燃煤锅炉概述

1000MW超超临界燃煤锅炉是电力行业中的一颗璀璨明珠，以其高效发电能力著称。该锅炉的工作压力极高，主汽压力往往超过25MPa，而主热、再热蒸汽温度更是轻松突破600℃，这样的参数设定无疑大幅提升了发电效率。它采用了最先进的燃烧技术和热交换设计，使得燃料能够更充分地燃烧，热能转换效率显著提高。在结构设计上，1000MW超超临界燃煤锅炉展现出极高的专业性。 $\pi$ 型或H型的布局，墙式对冲或切向的燃烧方式，都体现了其设计的精妙。锅炉内部，复杂的汽水系统和热控系统协同工作，确保蒸汽的生成、过热和再热过程既稳定又高效。不仅如此，该锅炉还十分注重环保。低NO<sub>x</sub>燃烧技术和高效的烟气脱硫、脱硝装置的应用，使得其对环境的污染降到了最低。经过优化设计的启动系统，更是能在短时间内启动锅炉，大大提升了其可靠性和稳定性。

## 2 1000MW 超超临界燃煤锅炉深度调峰的关键技术

1000MW超超临界燃煤锅炉作为现代电力行业的重要设备，其深度调峰能力对于电网的稳定运行和新能源的消纳具有重要意义。为了实现这一目标，需要采用一系列关键技术，包括低负荷稳燃技术、水冷壁温度控制技术、脱硝与空预器防堵塞技术以及再热汽温调整技术等。

### 2.1 低负荷稳燃技术

低负荷稳燃技术是1000MW超超临界燃煤锅炉深度

调峰的关键技术之一。在深度调峰过程中，锅炉常常需要运行在较低的负荷下，这对锅炉的燃烧稳定性提出很高的要求<sup>[1]</sup>。为了确保锅炉在低负荷下能够稳定运行，需要采取一系列低负荷稳燃技术。进行深度调峰前，需对锅炉进行低负荷稳燃试验，摸清机组的调峰能力。这包括通过理论分析和实际测试，确定锅炉在低负荷下的燃烧稳定性、火焰传播速度以及燃烧效率等关键参数。针对锅炉的燃烧系统进行优化改造，例如，可以对燃烧器进行稳燃改造，如采用微油燃烧器或等离子燃烧器等先进技术，以提高燃烧器的稳燃能力。还可以对制粉系统进行优化，如采用动态分离器、煤粉分配器等设备，以提高煤粉的均匀性和燃烧效率。还可以采用双燃料仓技术，即在锅炉中设置两个燃料仓，一个用于存放高热值、高挥发分的烟煤，另一个用于存放低热值、低挥发分的贫煤或无烟煤。在低负荷时，可以优先使用高热值烟煤进行燃烧，以确保锅炉的稳定运行。在实际操作中，还需要根据锅炉的负荷变化和煤种变化，及时调整燃烧器的配风方式和煤粉的供给量，以保持锅炉的燃烧稳定性。同时还需要加强锅炉的燃烧监控和自动调节系统，以实现燃烧过程的精确控制和稳定运行。

### 2.2 水冷壁温度控制技术

水冷壁温度控制技术是1000MW超超临界燃煤锅炉深度调峰的另一项关键技术。在深度调峰过程中，锅炉的负荷变化范围较大，水冷壁的温度也会随之波动。为了确保锅炉的安全运行，需要采取一系列措施来控制水冷壁的温度。首先，需要对水冷壁进行精确的流量控制和压力调节。通过调整节流孔圈的大小和位置，可以控制水冷壁的流量和压力分布，从而实现对水冷壁温度的精确控制。还需要加强水冷壁的冷却效果，如采用内螺纹管或螺旋管等结构形式，以提高水冷壁的传热效率和冷却效果。其次，需要对水冷壁进行温度监测和预警，

通过在水冷壁上安装温度传感器和报警装置,可以实时监测水冷壁的温度变化,并在温度超过设定值时发出报警信号。这有助于及时发现和处理水冷壁的超温问题,防止因超温而导致的锅炉故障和安全事故。还可以采用先进的控制算法和调节系统来实现水冷壁温度的自动调节,例如,可以采用模糊控制、神经网络控制等先进算法,根据锅炉的负荷变化、煤种变化以及水冷壁的温度变化等因素,自动调节节流孔圈的大小、燃烧器的配风方式以及给水量等参数,以保持水冷壁的温度稳定。在实际操作中,还需要定期对水冷壁进行清洗和维护,以去除水冷壁上的积灰和结垢等问题,保持水冷壁的传热效率和冷却效果。同时要加强水冷壁的材质选择和质量控制,以确保水冷壁在高温高压下的长期稳定运行<sup>[2]</sup>。

### 2.3 脱硝与空预器防堵塞技术

脱硝与空预器防堵塞技术是1000MW超超临界燃煤锅炉深度调峰中不可忽视的关键技术。随着环保要求的日益严格,锅炉的氮氧化物排放问题日益突出。在深度调峰过程中,由于锅炉负荷的降低和燃烧条件的恶化,空预器堵塞问题也时有发生。在脱硝方面,可以采用低NO<sub>x</sub>燃烧技术和高效的烟气脱硝装置。低NO<sub>x</sub>燃烧技术主要是通过优化燃烧器的设计和配风方式,减少燃烧过程中产生的氮氧化物。高效的烟气脱硝装置则可以在烟气中喷入还原剂(如氨水或尿素等),将氮氧化物还原为氮气和水蒸气等无害物质。在空预器防堵塞方面,可以采取多种措施来防止空预器的堵塞,可以加强空预器的清洗和维护工作,定期清除空预器上的积灰和污垢。可以采用先进的空预器设计和技术,如采用热管式空预器或搪瓷管式空预器等,以提高空预器的抗堵塞能力和传热效率。还可以采用空气预热器旁路系统等技术手段,以在锅炉低负荷时减少空预器的堵塞风险。在实际操作中,还需要加强锅炉的燃烧调整和烟气分析工作,以及及时发现和处理氮氧化物排放和空预器堵塞等问题。同时要加强对锅炉的环保监测和排放控制工作,以确保锅炉的氮氧化物排放符合国家和地方的环保要求。

### 2.4 再热汽温调整技术

再热汽温调整技术是1000MW超超临界燃煤锅炉深度调峰中的另一项关键技术。在深度调峰过程中,由于锅炉负荷的降低和燃烧条件的恶化,再热汽温往往会出现波动和下降等问题。为了确保锅炉的发电效率和热经济性,可以通过调整燃烧器的配风方式和煤粉的供给量来改变炉膛内的燃烧条件和火焰温度,从而影响再热汽温的变化。例如,在锅炉低负荷时,可以适当增加燃烧器的二次风量和煤粉的供给量,以提高炉膛内的燃烧强

度和火焰温度,从而提高再热汽温。可以通过调整再热器的结构和参数来改变再热汽温的分布和变化趋势,例如,可以采用多级再热器或变工况再热器等先进技术来提高再热汽温的稳定性和可控性。还可以通过调整再热器的受热面积和流阻等参数来优化再热汽温的分布和变化趋势。还可以采用先进的控制算法和调节系统来实现再热汽温的自动调节,例如,可以采用模糊控制、神经网络控制等先进算法来根据锅炉的负荷变化、煤种变化以及再热汽温的变化等因素自动调节燃烧器的配风方式、给水量以及再热器的受热面积等参数,以保持再热汽温的稳定和可控。在实际操作中,还需要定期对再热器进行清洗和维护工作,以去除再热器上的积灰和污垢等问题,保持再热器的传热效率和稳定性。同时,还需要加强锅炉的运行监测和调整工作,以及时发现和处理再热汽温波动和下降等问题。

## 3 1000MW 超超临界燃煤锅炉深度调峰的操作策略

### 3.1 调峰前的准备与检查工作

在进行1000MW超超临界燃煤锅炉的深度调峰之前,一系列周密的准备与检查工作至关重要。需要对锅炉进行全面的检查和评估,确保其处于良好的运行状态。这包括检查锅炉的受热面、燃烧系统、汽水系统以及控制系统等关键部位,确保没有泄漏、磨损或异常现象,还需要对锅炉的辅机设备进行测试,如风机、给水泵、磨煤机等,确保其能够正常运行并满足调峰需求<sup>[3]</sup>。要根据电网的调峰要求和锅炉的实际情况,制定合理的调峰计划。这包括确定调峰的起始时间、持续时间、负荷变化范围以及需要采取的调峰措施等。在制定计划时,需要充分考虑锅炉的负荷适应性、燃烧稳定性以及环保要求等因素,确保调峰过程的安全性和经济性。还需要对锅炉的运行人员进行培训和指导,使其熟悉调峰过程中的操作要点和注意事项。这包括了解锅炉的控制系统、燃烧调整方法、汽水系统调整以及异常情况的处理等。通过培训和指导,提高运行人员的操作技能和应急处理能力,为调峰过程的顺利进行提供有力保障。

### 3.2 调峰过程中的操作要点

在1000MW超超临界燃煤锅炉的深度调峰过程中,需要遵循一系列操作要点,以确保调峰的顺利进行和锅炉的安全运行。需要密切监控锅炉的运行参数,如负荷、压力、温度等,确保其处于合理的范围内。一旦发现异常参数,需要立即采取措施进行调整,防止事态扩大。根据负荷变化合理调整燃烧系统,在调峰过程中,锅炉的负荷会发生变化,因此需要调整燃烧器的配风方式、煤粉的供给量以及燃烧器的投运数量等,以保持锅炉的

燃烧稳定性和经济性。同时要注意控制锅炉的排烟温度和氧量等指标,以减少热损失和污染物排放。要加强对锅炉汽水系统的调整,在调峰过程中,锅炉的汽水系统可能会受到较大的冲击,因此需要加强对汽水系统的监控和调整。这包括调整给水量、保持汽包水位稳定、控制过热器和再热器的汽温等。通过合理的汽水系统调整,可以确保锅炉的汽水品质良好,提高锅炉的热效率和安全性。在调峰过程中还需要注意锅炉的环保要求,这包括控制锅炉的氮氧化物排放、二氧化硫排放以及颗粒物排放等指标,确保锅炉的排放符合国家和地方的环保要求。还需要加强对锅炉的环保设备的维护和保养,确保其正常运行和发挥良好的环保效果。

### 3.3 调峰后的总结与评估

在1000MW超超临界燃煤锅炉的深度调峰结束后,需要进行全面的总结与评估工作。首先,需要对调峰过程进行回顾和总结,分析调峰过程中出现的问题和不足之处。这包括锅炉的运行参数是否稳定、燃烧系统是否调整得当、汽水系统是否受到冲击以及环保要求是否得到满足等方面。通过回顾和总结,可以发现调峰过程中的问题和不足之处,为今后的调峰工作提供参考和借鉴。其次,需要对锅炉的运行状态进行评估和分析,这包括检查锅炉的受热面、燃烧系统、汽水系统以及控制系统等关键部位是否受到损害或磨损,以及锅炉的性能指标是否满足要求。通过评估和分析,可以了解锅炉在调峰过程中的运行状态和性能表现,为今后的运行和维护提供依据。最后,还需要对调峰工作进行总结和评估,分析调峰工作的效果和教训,这包括调峰计划是否合理、操作要点是否得到落实、运行人员是否熟悉调峰过程等方面<sup>[4]</sup>。通过总结和评估,可以发现调峰工作中的优点和不足之处,为今后的调峰工作提供改进和优化的方向。还可以将调峰工作的经验和教训分享给其他相关单位和人员,共同提高调峰工作的水平和效果。

## 4 深度调峰对1000MW超超临界燃煤锅炉经济性、稳定性和环保性的影响

### 4.1 经济性分析

深度调峰对1000MW超超临界燃煤锅炉的经济性影响主要体现在运行成本和效率上。在低负荷运行时,锅炉的热效率往往会下降,导致煤耗增加,直接影响运行成本。在经济性分析中,需要综合考虑深度调峰带来的收益和成本,以制定合理的调峰策略。

### 4.2 稳定性分析

深度调峰对1000MW超超临界燃煤锅炉的稳定性提出了更高要求。在低负荷下,锅炉的燃烧稳定性和汽水系统的稳定性都可能受到影响。燃烧不稳定可能导致锅炉熄火或爆燃等安全事故,而汽水系统的不稳定则可能导致汽水品质恶化,影响锅炉的安全运行。

### 4.3 环保性分析

深度调峰对1000MW超超临界燃煤锅炉的环保性影响也不容忽视。在低负荷下,锅炉的排放性能可能发生变化,如氮氧化物、二氧化硫和颗粒物的排放量可能增加。这主要是因为低负荷下锅炉的燃烧温度和氧量分布可能发生变化,影响污染物的生成和排放。

### 结束语

通过对1000MW超超临界燃煤锅炉深度调峰的研究,得出多种有效的优化策略和调整方法,显著提升锅炉在低负荷下的经济性和稳定性,同时满足严格的环保要求。本研究不仅为电力行业提供重要的技术支持,也为燃煤锅炉的节能减排和可持续发展开辟新的路径。未来,将继续深入研究,不断优化和完善深度调峰技术,为构建绿色、高效的能源体系贡献力量。

### 参考文献

- [1]杨学平.1000MW超超临界机组深度调峰断煤处理及预防[J].机电信息,2021,(25):27-28.
- [2]马云飞.超超临界1000MW机组深度调峰风险分析及措施[J].新型工业化,2021,11(09):247-248.
- [3]陈骞,陈卫勇等.1000MW超超临界机组深度调峰能力探讨与实践[J].锅炉技术,2020,51(05):73-77.
- [4]张秋生,梁华,胡晓花,等.超超临界机组的两种典型协调控制方案[J].中国电力,2019,44(10):74-79.