

# 火力发电机组深度调峰技术研究

张伟

陕西德源府谷能源有限公司 陕西 榆林 719000

**摘要:** 随着可再生能源的大规模并网和电力负荷的峰谷差逐渐增大,火力发电机组的深度调峰能力成为了电力系统稳定运行的关键因素。本文首先简要介绍了火力发电机组深度调峰技术的重要性,接着分析了当前火力发电机组深度调峰技术的现状,并提出了一系列优化策略,包括燃烧优化、热力系统改造、智能控制技术应用和设备维护与改造升级等。旨在提高火力发电机组的调峰灵活性,保障电力系统的安全、稳定、经济运行。

**关键词:** 火力发电;深度调峰;技术研究;优化策略

## 引言

在多元化的电力系统中,火力发电机组凭借其稳定的供电能力长期占据核心地位。但随着新能源如风电、太阳能的迅猛发展和电力负荷日益复杂的特性变化,火力发电机组的传统运行方式正面临前所未有的挑战。深度调峰技术,作为提升机组响应速度、增强其在变负荷条件下运行灵活性和适应性的关键技术,已成为行业研究的热点。本文旨在全面剖析火力发电机组深度调峰技术,为相关领域的进一步研究与实践提供坚实的理论支撑和实践指导。

## 1 火力发电机组深度调峰技术的重要性

随着新能源的大规模接入,电力系统的运行特性发生了显著变化,其中最为明显的就是峰谷差的逐渐增大。这种变化对火力发电机组的调峰能力提出了前所未有的高要求。深度调峰技术,作为应对这一挑战的有效手段,其重要性不言而喻。首先,深度调峰技术能够显著提高火力发电机组的灵活性。通过深度调整机组的出力,使其能够在短时间内快速响应电力系统的负荷变化,从而确保电力系统的稳定运行。这种灵活性的提升,不仅增强了机组对突发事件的应对能力,也为其在电力市场中的竞争提供了有力支持。其次,深度调峰技术还有助于降低机组的运行成本。通过优化机组的运行方式,减少不必要的燃料消耗和设备磨损,从而降低机组的运行维护成本。此外,深度调峰还能够提高能源利用效率,减少能源浪费,进一步降低发电成本。最后,深度调峰技术对于环境保护也具有积极意义。通过减少机组的运行时间和燃料消耗,可以降低火力发电过程中的污染物排放,从而减轻对环境的压力。因此,研究和应用火力发电机组深度调峰技术不仅对于保障电力系统的安全、稳定、经济运行具有重要意义,同时也是推动电力行业绿色发展的重要举措<sup>[1]</sup>。

## 2 火力发电机组深度调峰技术的现状

目前,国内外对于火力发电机组深度调峰技术的研究已经取得了一定的成果,这些成果在提高机组灵活性、降低运行成本、减少环境污染等方面都具有重要意义。然而,尽管如此,火力发电机组在实际进行深度调峰时仍然面临一系列问题,这些问题不仅影响了机组的稳定运行,还可能对设备的安全性和经济性造成潜在威胁。

### 2.1 燃烧不稳定问题

在火力发电机组深度调峰过程中,燃烧不稳定是一个常见且关键的问题。具体表现为火焰闪烁、灭火、燃烧效率下降等。这些问题主要由以下因素引起,燃料特性变化:在深度调峰过程中,机组可能需要使用不同种类的燃料或燃料混合物,这些燃料的燃烧特性可能存在较大差异,从而导致燃烧不稳定。空气动力场变化:随着机组负荷的降低,燃烧器的空气动力场可能发生变化,导致燃料与空气的混合不良,进而影响燃烧的稳定性。燃烧器设计限制:部分燃烧器的设计可能不适用于低负荷工况,导致在深度调峰时燃烧不稳定。燃烧不稳定不仅会影响机组的热效率,还可能导致不完全燃烧产物的增加,从而对环境和设备造成污染和损害。此外,长期的燃烧不稳定还可能加速设备的磨损和腐蚀,降低设备的使用寿命。

### 2.2 热工参数波动大问题

在火力发电机组深度调峰过程中,热工参数的波动也是一个需要关注的问题。具体表现为蒸汽温度、压力等参数的快速变化。这些问题主要由以下因素引起,负荷变化速率快:在深度调峰过程中,机组的负荷变化速率可能非常快,这使得热工参数难以及时响应和调整,导致波动增大。控制系统滞后:部分机组的控制系统可能存在滞后现象,无法及时准确地跟踪和调整热工参数的变化,从而导致参数波动。设备热惯性大:火力发电

机组的设备通常具有较大的热惯性，这使得在负荷变化时热工参数的调整需要一定的时间，容易引起波动。热工参数的波动可能对机组的设备造成损伤，加速设备的疲劳和老化。同时，波动还可能导致机组的控制精度下降，增加运行风险。

### 2.3 设备磨损和腐蚀加剧问题

火力发电机组在深度调峰过程中可能面临设备磨损和腐蚀加剧的问题。具体表现为关键部件的磨损速度加快、腐蚀程度加深等。这些问题主要由以下因素引起，频繁启停：在深度调峰过程中，机组可能需要频繁地启动和停机以适应电力系统的负荷变化。这种频繁的启停会加速设备的磨损和腐蚀。负荷变化大：机组在深度调峰时承受的负荷变化范围较大，这可能导致设备在承受交变应力时出现疲劳损伤和微裂纹等现象。长期下来会加剧设备的磨损和腐蚀。运行环境恶劣：火力发电机组的运行环境通常比较恶劣，存在高温、高压、腐蚀性气体等不利因素。这些因素会加速设备的腐蚀和老化过程。设备磨损和腐蚀的加剧不仅会影响机组的运行效率和使用寿命还会增加维修成本和安全风险。

### 2.4 控制策略与优化问题

除了上述提到的技术问题外，火力发电机组深度调峰在实际应用中还面临着控制策略与优化方面的挑战。具体表现为控制精度不足、优化手段缺乏等，控制精度不足：由于火力发电机组是一个复杂的非线性系统其控制精度往往受到多种因素的影响。在深度调峰过程中由于机组运行工况的变化较大传统的控制策略可能难以实现精确的控制导致机组运行不稳定或经济性下降。优化手段缺乏：目前针对火力发电机组深度调峰的优化手段还比较有限。传统的优化方法往往难以适应复杂多变的运行工况而先进的优化算法又需要大量的计算资源和时间成本难以在实际应用中推广使用。

## 3 火力发电机组深度调峰技术的优化策略

### 3.1 燃烧优化

在火力发电机组深度调峰技术的优化策略中，燃烧优化占据着举足轻重的地位。为了提高燃烧的稳定性和效率，我们可以从多个方面入手，其中最为关键的是改进燃烧器的设计和调整配风方式。燃烧器作为火力发电机组中的核心部件，其设计直接影响到燃料的燃烧效果<sup>[2]</sup>。通过改进燃烧器的结构，我们可以实现燃料与空气的更好混合，从而提高燃烧的均匀性和稳定性。具体来说，可以采用新型的燃烧器喷嘴设计，使燃料和空气在喷嘴内部就能实现充分的预混合，这样一来，燃料在进入炉膛后就能更快速、更完全地燃烧。除了改进燃烧器设计

外，调整配风方式也是提高燃烧效率的重要手段。合理的配风可以确保炉膛内的温度分布均匀，避免局部高温或低温区的出现，从而减少热损失和污染物的排放。在实际操作中，我们可以根据燃料的种类和炉膛的结构来调整各风门的开度，使风量分配更加合理。同时，还可以采用分级配风的方式，即根据燃烧过程的不同阶段来调整风量，以满足不同阶段对氧气的需求。此外，为了实现燃烧过程的精确控制，我们还需要采用先进的燃烧控制技术。这些技术包括自动化控制系统、智能控制算法等，它们可以对燃料量、风量、炉膛温度等参数进行实时监测和调整，确保燃烧过程始终处于最佳状态。通过这些技术的应用，我们不仅可以提高燃烧的稳定性和效率，还能降低机组的运行成本和维护难度。通过改进燃烧器设计、调整配风方式以及采用先进的燃烧控制技术，我们可以实现更高效、更环保的火力发电。

### 3.2 热力系统改造

在火力发电机组深度调峰技术的优化策略中，热力系统改造是至关重要的一环。为了提高机组的适应性和灵活性，更好地应对电力负荷的波动，对热力系统进行改造升级显得尤为必要。热力系统改造的核心目标是在保证机组安全稳定运行的前提下，提高其调峰能力。其中，增加蓄热装置是一种有效的改造手段。蓄热装置可以在电力负荷低谷时段吸收过剩的热量，并在高峰时段将这些热量释放出来，以满足电力系统的负荷需求。具体而言，蓄热装置可以采用热水蓄热、蒸汽蓄热或熔融盐蓄热等形式。这些蓄热装置能够在机组负荷较低时，将多余的热量储存起来，避免热量的浪费。当电力负荷增加时，蓄热装置可以迅速释放储存的热量，补充机组的供热能力，从而满足高峰时段的负荷需求。除了增加蓄热装置外，热力系统改造还可以包括优化热力循环、改进热交换器设计等方面。例如，通过优化蒸汽循环路径、减少热力损失，可以提高机组的热效率；改进热交换器的设计，则可以增强换热效果，减少热量传递过程中的损失。热力系统改造不仅可以提高机组的调峰能力，还有助于降低机组的运行成本。通过合理利用低谷时段的过剩热量，可以减少高峰时段的燃料消耗量，从而降低发电成本。同时，减少热力损失和提高热效率也有助于降低机组的能耗和排放。然而，热力系统改造也需要考虑技术可行性和经济性等因素。在实际操作中，需要根据机组的实际情况和运行需求制定切实可行的改造方案，并进行充分的技术经济分析。只有在确保改造效果和投资回报的前提下，才能顺利实施热力系统改造项目。

### 3.3 智能控制技术应用

在火力发电机组深度调峰技术的优化策略中,智能控制技术应用日益显现出其重要性。随着人工智能、机器学习等技术的快速发展,构建智能控制系统已成为提升机组运行效率、降低能耗的关键手段。智能控制系统能够实现对机组运行状态的实时监测和自动调整。通过安装在机组各关键部位的传感器,系统能够实时收集温度、压力、流量等运行数据,并利用先进的算法进行分析处理。一旦发现异常或偏离最优状态,系统能够自动调整相关参数,确保机组始终运行在最佳状态。此外,智能控制技术还能通过优化算法寻找最佳运行参数。传统的火力发电机组在运行过程中,往往需要根据经验或试验来确定运行参数,这不仅耗时耗力,而且难以保证找到最优解。而智能控制系统则可以利用机器学习等算法,在大量历史数据中寻找规律,自动优化运行参数,从而降低能耗、提高效率。智能控制技术的应用还能带来其他诸多好处。例如,通过远程监控和诊断技术,运行人员可以在不进入现场的情况下,对机组进行实时监控和故障排查,大大提高了工作效率和安全性。同时,智能控制系统还能对机组的维护计划进行优化,根据机组的实际运行情况和维护需求,制定合理的维护计划,从而延长机组的使用寿命。通过实时监测、自动调整和优化算法等手段,智能控制系统能够显著提升机组的运行效率和稳定性,降低能耗和成本。随着技术的不断进步和应用范围的扩大,相信智能控制技术将在未来火力发电领域发挥更加重要的作用<sup>[1]</sup>。

### 3.4 设备维护与改造升级

火力发电机组深度调峰技术的优化策略中,设备维护与改造升级是确保机组稳定、高效运行的关键环节。在日常运营中,任何设备的故障都可能影响到整个机组的出力与稳定性,因此,加强设备的日常维护和定期检查至关重要。设备的日常维护包括清洁、润滑、紧固等基本操作,这些看似简单的步骤实际上对于延长设备使用寿命、减少故障率有着不可替代的作用。例如,定期的清洁工作可以去除设备表面积累的灰尘和污垢,避免

它们对设备运行造成干扰;而适当的润滑则能确保设备各部件之间的顺畅运转,减少磨损。除了日常维护外,定期检查也是保障设备健康的重要手段。通过定期检查,可以及时发现设备潜在的故障隐患,避免其在关键时刻突然发作。这种预防性的维护策略不仅提高了设备的可靠性,也降低了维修成本和停机时间。在设备维护与改造升级方面,根据机组的实际运行情况和需求,对关键设备进行改造升级是提高其性能和可靠性的有效途径。随着科技的进步和市场需求的变化,一些老旧设备可能已无法满足当前的运行要求。此时,通过技术改造或升级换代,可以显著提升设备的运行效率、降低能耗,同时增强其适应性和灵活性。例如,对燃烧器进行改造可以提高燃料的燃烧效率,减少污染物排放;对控制系统进行升级则可以实现更智能化的运行管理。这些改造升级措施不仅有助于提升机组的整体性能,也为实现更高级别的深度调峰提供了有力支持。通过加强日常维护和定期检查、以及对关键设备进行适时的改造升级,可以确保机组在各种工况下都能保持最佳的运行状态。

### 结语

总的来说,火力发电机组深度调峰技术在保障电力系统稳定运行方面发挥着至关重要的作用。尽管当前该技术在实际应用中还存在一些问题,但随着科技的不断进步和研究的深入进行,我们有理由相信这些问题将得到有效解决。未来,通过持续的研究和实践创新,我们期待看到火力发电机组在深度调峰方面取得更大的突破和进步,为全球能源转型和可持续发展做出更大贡献。

### 参考文献

- [1]谭政.火力发电机组深度调峰技术研究[J].环球市场,2019(23):175,222.
- [2]陈红兵,郑坚刚,张敬坤等.660M W超超临界汽轮机深度调峰安全性浅析[J].电力与能源,2019,3(5):690-692.
- [3]李玲,刘鑫屏.新能源大规模并网条件下火电机组深度调峰控制策略优化[J].中国电力,2020,53(1):151-161