

火电机组协调控制系统优化策略

牛玉林

山西漳山发电有限责任公司 山西 长治 046021

摘要: 火电机组协调控制系统是电力系统的重要组成部分,其优化策略对于提高电力系统的运行效率和稳定性具有重要意义。本文介绍了火电机组协调控制系统的基本概念和优化目标,并探讨了多种优化策略,包括基于模糊控制的机组启停控制、基于自适应控制的机组功率调节、基于模型预测控制的机组组合优化和基于神经网络控制的机组负荷分配优化等。希望本文能为相关领域的研究和实践提供有价值的参考。

关键词: 火电机组; 协调控制系统; 优化策略

引言

火电机组协调控制系统是实现电力系统高效运行的关键环节。随着电力市场的快速发展和能源结构的不断调整,对火电机组协调控制系统的要求也越来越高。为了满足现代电力系统的需求,本文将探讨多种优化策略,这些优化策略可以有效地改善机组的启动和停止过程,优化机组的运行状态和功率调节,从而降低能源消耗和延长机组寿命。

1 火电机组协调控制系统的基本概念

火电机组协调控制系统是电力系统的核心组件,它负责调节火电机组的运行参数,确保电力系统的稳定运行和优化调度。该系统主要由负荷预测、机组组合优化、机组启停控制及机组功率调节等模块组成。其中,负荷预测是火电机组协调控制系统的基础,通过对电力系统负荷的准确预测,能提前制定出火电机组的调度计划,保障电力系统的稳定运行。常用的负荷预测方法包括基于统计方法的负荷预测和基于机器学习的负荷预测。机组组合优化是火电机组协调控制系统的关键,通过对火电机组的性能参数进行分析和评估,选出最佳的机组组合方案,以提高电力系统的运行效率和稳定性。常见的机组组合优化方法包括基于数学规划的机组组合优化和基于遗传算法的机组组合优化。机组启停控制是火电机组协调控制系统的重要环节,通过对火电机组的启停控制进行优化,能减少机组的启动时间和停机时间,提高机组的运行效率。常用的机组启停控制方法包括基于模糊控制的机组启停控制和基于自适应控制的机组启停控制。机组功率调节是火电机组协调控制系统的核心,通过对火电机组的功率调节进行优化,使机组的输出功率与电力系统的需求相匹配,提高电力系统的运行效率和稳定性。常用的机组功率调节方法包括基于比例-积分-微分(PID)控制的机组功率调节和基于模型预

测控制的机组功率调节^[1]。

2 火电机组协调控制系统的优化目标

2.1 提高火电机组的运行效率

火电机组的运行效率是通过优化机组的运行参数,如燃料消耗率、冷却水温度等,可以降低燃料消耗,提高发电效率。可以采用先进的控制算法和优化模型,对机组的运行参数进行实时监测和调整,以实现最佳的运行状态。此外,还可以通过改进燃烧系统、提高蒸汽参数等方式来提高机组的热效率,进一步提高发电效率。在优化燃料消耗率方面,可以采用先进的燃烧控制技术,如预混合燃烧、低氮氧化物燃烧等,以提高燃料的利用率和燃烧效率。同时,还可以通过优化燃料供应系统,减少燃料的泄漏和浪费,进一步降低燃料消耗率。在优化冷却水温度方面,可以采用先进的冷却水控制技术,如变频调速控制、余热回收利用等,以降低冷却水的温度和流量,减少冷却水的消耗。同时,还可以通过改进冷却水系统的设计,提高冷却水的效率和稳定性,进一步降低冷却水的消耗。

2.2 提高火电机组的稳定性

火电机组的稳定性通过优化机组的启停控制和功率调节,可以减少机组的振荡和故障发生,提高机组的稳定性。可以采用先进的控制算法和预测模型,对机组的启停过程进行精确控制,以减少启动时间和停机时间,降低振动和噪音。此外,还可以通过改进机组的结构和材料,提高机组的抗振能力和耐久性,进一步增加机组的稳定性。在优化启停控制方面,可以采用先进的启停控制技术,如模糊逻辑控制、自适应控制等,以实现对于机组启停过程的精确控制。同时,还可以通过改进机组的传感器和执行器系统,提高启停控制的响应速度和精度,进一步减少启停过程中的振动和噪音。在优化功率调节方面,可以采用先进的功率调节技术,如预测控

制、模型预测控制等, 以实现机组功率的精确调节。同时, 还可以通过改进机组的调节器和传动系统, 提高功率调节的速度和稳定性, 进一步减少机组的振荡和故障发生。

2.3 提高电力系统的调度灵活性

电力系统的调度灵活性是通过优化机组的组合和调度, 可以实现电力系统的灵活调度和优化运行。可以采用先进的调度算法和优化模型, 对机组的运行状态进行实时监测和分析, 以确定最佳的组合和调度方案。此外, 还可以通过改进通信和数据传输技术, 提高系统的信息传输速度和准确性, 进一步增加系统的调度灵活性。在优化机组组合方面, 可以采用先进的组合优化算法, 如遗传算法、粒子群算法等, 以确定最佳的机组组合方案^[2]。同时, 还可以通过改进机组的状态监测和维护管理系统, 提高机组的可靠性和可用性, 进一步增加机组组合的灵活性。在优化机组调度方面, 可以采用先进的调度算法和优化模型, 如动态规划、线性规划等, 以确定最佳的机组调度方案。同时, 还可以通过改进通信和数据传输技术, 提高系统的信息传输速度和准确性, 进一步增加机组调度的灵活性。

3 火电机组协调控制系统的优化策略

3.1 负荷预测优化策略

在火电机组协调控制系统中, 负荷预测不仅关系到机组的运行效率, 还直接影响到电力系统的稳定性。

(1) 统计方法是一类经典的数据分析工具, 可以对大量数据进行有效的处理和解释。在负荷预测中, 统计方法可以帮助我们找出历史负荷数据中的规律和特征, 从而建立更为准确的预测模型。例如, 时间序列分析是一种常用的统计方法, 它可以有效地处理时间序列数据, 发现其中的趋势和周期性变化。通过应用时间序列分析, 我们可以对未来的负荷进行准确的预测。(2) 近年来, 机器学习的发展为负荷预测提供了新的解决方案。机器学习是一种通过训练数据自动发现模式并进行预测的算法。在负荷预测中, 我们可以利用各种机器学习算法, 如支持向量机(SVM)、神经网络等, 对历史负荷数据进行学习和训练, 从而得到一个可以自动预测未来负荷的模型。与统计方法相比, 机器学习可以自动提取数据中的非线性特征, 并且具有良好的泛化能力。(3) 深度学习是近年来机器学习领域的一个热门方向, 它通过构建多层神经网络来模拟人脑的学习过程。在负荷预测中, 深度学习可以处理更为复杂的负荷数据, 例如那些包含大量噪声和异常值的数据。通过构建深度神经网络, 我们可以有效地提取数据中的特征, 并得到更为准

确的预测结果。此外, 深度学习还具有强大的泛化能力, 可以自动适应各种复杂的负荷变化情况。(4) 以上三种方法各有优劣, 为了进一步提高负荷预测的准确性和鲁棒性, 我们可以考虑采用混合方法的优化策略。具体来说, 我们可以将不同的方法进行有效的融合, 例如将统计方法和机器学习结合起来, 或者将机器学习和深度学习结合起来。通过取长补短, 我们可以得到更为全面和准确的负荷预测结果。

3.2 机组组合优化策略

在火电机组协调控制系统中, 机组组合优化旨在根据电力系统的需求和机组的性能参数, 确定最佳的机组组合方案, 以提高整个电力系统的运行效率和稳定性。

(1) 数学规划是一种经典的优化方法, 可以解决各种具有约束条件的优化问题。在机组组合优化中, 我们可以利用数学规划来寻找满足电力系统需求和机组性能限制的最佳机组组合。可以通过定义一个目标函数来衡量机组的运行效率, 并利用数学规划来求解最优的机组组合方案。例如, 线性规划是一种常用的数学规划方法, 它可以有效地解决线性约束下的优化问题^[3]。通过将机组组合问题转化为线性规划问题, 我们可以得到一个确定的优化方案, 从而提高电力系统的运行效率。(2) 遗传算法是一种基于生物进化原理的优化算法, 可以解决各种复杂的优化问题。在机组组合优化中, 我们可以通过引入遗传算法来寻找最佳的机组组合方案。具体来说, 我们首先将机组组合问题转化为一个编码问题, 将每个机组组合方案看作一个染色体。然后, 我们利用遗传算法中的选择、交叉和变异等操作, 不断迭代和更新染色体群体, 最终得到一个优秀的机组组合方案。与其他方法相比, 遗传算法具有较强的鲁棒性和适应性, 可以在短时间内寻找到较为优秀的机组组合方案。(3) 模拟退火算法是一种基于物理退火原理的优化算法, 可以解决具有随机性的优化问题。在机组组合优化中, 我们可以通过引入模拟退火算法来寻找最佳的机组组合方案。具体来说, 我们首先将机组组合问题转化为一个能量模型, 将每个机组组合方案看作一个能量状态。然后, 我们利用模拟退火算法中的退火、冷却等操作, 不断迭代和更新能量状态群体, 最终得到一个低能量的机组组合方案。与其他方法相比, 模拟退火算法具有较强的局部搜索能力, 可以在一定程度上避免陷入局部最优解。

3.3 机组启停控制优化策略

在火电机组协调控制系统中, 机组启停控制不仅关系到机组的启动和停止时间, 还直接影响到整个电力系统的稳定性和运行效率。(1) 模糊控制是一种经典的

智能控制方法，它通过建立模糊数学模型来描述被控对象的复杂行为，并利用模糊逻辑进行推理和决策。在机组启停控制中，模糊控制可以有效地处理不确定性和非线性问题，提高机组的启动和停止速度。具体来说，我们可以通过建立模糊控制器来对机组的启停过程进行监督和控制，根据机组的运行状态和目标负荷进行智能决策，以实现最佳的启停时间和能量消耗。（2）自适应控制是一种先进的控制方法，它可以自动调整控制参数以适应被控对象的变化。在机组启停控制中，自适应控制可以有效地处理参数不确定性和外部干扰，保证机组的稳定运行。具体来说，我们可以通过建立自适应控制器来对机组的启停过程进行监督和控制，根据机组的运行状态和目标负荷进行参数调整和优化，以实现最佳的启停效果。（3）模型预测控制是一种先进的控制方法，它可以利用预测模型对未来的系统行为进行预测和控制。在机组启停控制中，模型预测控制可以有效地处理多变量和非线性问题，提高机组的启动和停止精度。具体来说，我们可以通过建立模型预测控制器来对机组的启停过程进行监督和控制，根据机组的运行状态和目标负荷进行最优决策，以实现最佳的启停路径和能量消耗。

3.4 机组功率调节优化策略

在火电机组协调控制系统中，机组功率调节直接关系到电力系统的稳定运行和电能质量，同时也会影响到机组的运行效率和寿命。（1）PID控制是一种经典的控制算法，它通过比例、积分和微分三种基本控制作用来实现对被控对象的精确控制。在机组功率调节中，PID控制可以根据设定值与实际值之间的误差，对机组的功率进行快速而精确的调节。通过选择合适的比例、积分和微分系数，可以有效地消除功率偏差，提高机组的功率稳定性和响应速度。然而，PID控制对于参数选择和调整要求较高，需要经验丰富的操作人员来进行设置和优化。（2）模型预测控制是一种先进的控制方法，它通过建立被控对象的预测模型，对未来的系统行为进行预测和控制。在机组功率调节中，模型预测控制可以利用机组的动态特性和负荷预测信息，实现对机组功率的优化

调节。通过预测未来的负荷需求，可以提前调整机组的功率输出，避免瞬时的大幅波动，从而提高电力系统的稳定性和可靠性^[4]。然而，模型预测控制需要准确的系统模型和可靠的负荷预测信息，对于外部干扰和不确定性具有较强的敏感性。（3）神经网络是一种模拟人脑神经元网络结构的计算模型，它具有强大的非线性映射能力和自学习能力。在机组功率调节中，神经网络控制可以利用大量的历史数据和学习样本，自动识别机组的运行状态和负荷变化规律。通过训练神经网络控制器，可以实现对机组功率的智能调节。由于神经网络具有较好的鲁棒性和自适应性，可以在一定程度上克服PID控制和模型预测控制的不足。然而，神经网络控制需要大量的训练数据和计算资源，对于实时性要求较高的系统可能存在一定的延迟和局限性。

结束语

通过对火电机组的负荷预测、机组组合优化、机组启停控制及机组功率调节等模块进行优化，可以有效提升电力系统的性能。机组组合优化、启停控制和功率调节是火电机组协调控制系统的关键环节。未来研究可以针对这些环节进行深入探讨，发掘新的优化策略和算法，进一步提升电力系统的运行效率和稳定性。同时，也需要关注不同优化策略之间的协调与配合，实现整体优化的目标。

参考文献

- [1]李志恒, 张晓东, 赵建华.火电机组协调控制系统优化策略研究[J].电力科学与工程, 2020, 36(6):46-51.
- [2]王丽娟, 吕剑虹, 韩璞.基于模型预测控制的火电机组协调控制系统优化研究[J].中国电机工程学报, 2019, 39(13):3704-3713.
- [3]胡伟, 孙建龙, 吴振华.基于自适应控制理论的火电机组协调控制系统优化设计[J].电力科学与工程, 2021, 37(3):56-61.
- [4]张红光, 王晓晨, 赵建华.基于模糊逻辑控制的火电机组协调控制系统优化策略[J].中国电机工程学报, 2018, 38(14):4184-4192.