

# 探析火力发电厂锅炉和汽轮机组协调控制策略

薛伟朋

河北建投宣化热电有限责任公司

**摘要：**随着火力发电厂在能源生产中的重要性不断增加，其锅炉和汽轮机组的协调控制成为保障发电厂安全、高效运行的关键。然而，传统的控制系统在面对负荷变化、燃料品质等因素时存在精细度不足、安全性不高等问题。为此，本文提出了一系列策略，包括优化控制算法、加强设备维护与管理以及提高人员素质与技能等，旨在建立智能化、安全可靠的协调控制系统。通过实施这些策略，将实现火力发电厂的运行效率提升、能耗降低以及安全生产目标的达成。

**关键词：**火力发电厂；协调控制；锅炉；汽轮机组；智能化控制；优化控制算法

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.12.088

## 引言

在当今社会，火力发电厂作为主要的能源供应来源，承担着满足工业和生活用电需求的重要责任。然而，随着能源需求的不断增长和环境保护意识的提升，火力发电厂面临着更加严峻的挑战。为了提高发电效率、降低排放以及确保安全生产，火力发电厂的锅炉和汽轮机组协调控制显得尤为重要。锅炉作为能量转换的核心，而汽轮机组则是电能输出的主要设备，它们之间的协调控制直接影响着整个发电厂的运行效率和质量。因此，建立高度智能化、安全可靠的协调控制系统，成为保障火力发电厂持续稳定运行的关键

### 一、协调控制系统的特点

#### （一）高度集成性

在现代火力发电厂中，锅炉和汽轮机组作为核心设备，其运行状态直接关系到整个发电厂的效率和安全性。因此，为了实现对这些子系统的统一监控和协调控制，集成化设计成为必然选择。锅炉和汽轮机组作为独立的运行单元，其运行参数如温度、压力、流量等存在复杂的相互关系，需要通过集成化设计将它们统一起来。这就要求控制系统具备强大的数据采集和处理能力，能够实时获取并分析各个子系统的运行状态。在火力发电厂的运行过程中，锅炉和汽轮机组的工作状态需要密切配合，以确保整个发电系统的稳定运行。通过集成化设计，控制系统可以根据实时数据对锅炉和汽轮机组进行协调调整，使其在最佳工作状态下运行，提高发电效率和能源利用率。随着科技的不断发展和发电厂运行环境的变化，控制系统需要能够及时进行升级和改造，以适应新的需求和挑战。因此，集成化设计应考虑到系统的可扩展性，采用模块化结构和开放式接口，以便于后续的扩展和更新。

#### （二）智能化控制

随着能源需求的增长和环境保护的呼声日益高涨，火力发电厂需要更加智能化的控制系统来应对日益复杂的运行环境和挑战。智能化控制借助先进的控制算法，

能够根据实时的负荷变化、燃料品质等因素，自动调整锅炉和汽轮机组的工作状态。这意味着系统能够实现对发电厂运行的实时监测和响应，及时进行调整以达到最佳的运行效果。例如，在负荷变化较大的情况下，智能化控制系统可以自动调整锅炉和汽轮机组的工作参数，以适应不同的负荷需求，从而实现发电厂的稳定运行。现代火力发电厂涉及众多参数和指标，如温度、压力、流量等，这些数据需要被实时采集、分析和处理。智能化控制系统能够通过先进的数据处理技术，从海量数据中提取出关键信息，实现对发电厂运行状态的精准把控。这不仅有助于提高发电质量，还可以降低能耗，减少资源浪费。

### 二、控制系统设计原则

#### （一）安全性原则

在现代火力发电厂的运行中，安全始终是首要任务，而控制系统的设计应当以确保机组的安全运行为核心目标。安全性原则要求控制系统具备完善的设备保护功能。这包括对锅炉和汽轮机组等关键设备的监测和保护，以防止因设备故障或异常操作导致的安全事故。例如，系统可以通过实时监测设备的温度、压力等参数，及时发现设备运行异常并采取相应的保护措施，如自动停机或调整工作状态，以避免进一步的损坏或危险。火力发电厂的设备复杂且运行环境恶劣，故障难免会时有发生。因此，控制系统应能够及时识别潜在的故障风险，并提前发出预警信号，以便运维人员及时采取修复措施，避免故障进一步发展，确保设备和人员的安全。在发生严重故障或安全事故时，为了最大限度地减少损失和风险，控制系统应能够实现快速、有效的紧急停机。通过设定合理的停机程序和应急控制策略，系统可以在关键时刻迅速切断设备的供电和工作状态，以保护设备和人员的安全。

#### （二）经济性原则

现代社会对能源的需求日益增长，同时对环境保护的压力也越来越大，因此火力发电厂需要在确保安全运

行的前提下,尽可能地降低发电成本,提高经济效益。火力发电厂的运行涉及诸多参数的调节和控制,如燃料的使用、燃烧效率等,而控制系统可以通过先进的算法和策略,实现对这些参数的精准调控,以达到最佳的能源利用效率。例如,通过合理调整燃煤的供给量和燃烧温度,可以降低燃料消耗,从而降低能源成本。现代火力发电厂的设备复杂,运行环境恶劣,因此控制系统的设计应考虑到设备的可靠性和稳定性,以减少维护成本和提高使用寿命。例如,采用高品质的材料和先进的制造工艺,可以提高设备的耐久性,减少维修频次和维护成本。经济性原则还要求控制系统能够实现发电厂运行成本的实时监测和控制。通过对运行数据的实时分析,系统可以及时发现成本异常,采取相应的调整措施,以保证发电厂的经济效益。

### (三) 灵活性原则

现代火力发电厂的运行环境经常面临着负荷变化、燃料品质波动等挑战,而控制系统的灵活性可以有效应对这些变化,保证发电厂的稳定运行和高效发电。火力发电厂的负荷需求常常会发生变化,如工业用电需求的波动或季节性变化等。因此,控制系统应具备灵活的调节能力,能够根据实时的负荷需求进行相应的调整,以保证发电厂能够稳定供电,并在不同负荷条件下实现最佳的运行效率。火力发电厂使用的燃料种类繁多,而不同燃料的品质差异也较大,如煤炭的含硫量、水分含量等。因此,控制系统需要具备智能化的控制算法和策略,能够根据燃料的实际品质进行调整,以确保锅炉和汽轮机组在不同燃料条件下的稳定运行,并最大限度地发挥能源利用效率。随着科技的不断进步和发电厂运行环境的变化,控制系统可能需要进行升级和改造,以适应新的需求和技术。因此,控制系统的设计应考虑到未来的发展趋势,具备模块化的结构和开放式的接口,以便于后续的扩展和更新。例如,系统可以采用分布式控制结构,将各个子系统进行解耦,从而实现更灵活、更可靠的控制。

## 三、锅炉和汽轮机组协调控制系统的组成

### (一) 数据采集与处理系统

数据采集与处理系统作为控制系统的基础组成部分,它负责收集、处理和分析锅炉和汽轮机组的各项运行数据,以确保机组在最佳状态下运行。数据采集与处理系统通过各种传感器和监测装置,实时地收集锅炉和汽轮机组的运行数据。这些数据包括温度、压力、流量等多个参数,覆盖了机组运行的各个方面。例如,通过温度传感器可以实时监测锅炉和汽轮机组的工作温度,而压力传感器则可以监测设备的工作压力,流量传感器则可以监测介质的流量情况。这些数据的准确采集为后续的控制和决策提供了重要的依据。通过先进的数据处理算法和技术,系统可以对海量的数据进行快速、准确

的分析,提取出其中的关键信息。例如,系统可以通过数据分析来判断锅炉和汽轮机组的运行状态是否正常,发现异常情况并进行预警。同时,系统还可以对历史数据进行统计和分析,为优化运行参数提供参考。通过对锅炉和汽轮机组运行数据的实时监测和分析,系统可以及时调整工作参数,优化设备运行状态,以确保机组在最佳状态下运行,提高发电效率。例如,在负荷变化时,系统可以根据实时数据调整锅炉和汽轮机组的工作参数,以适应不同负荷需求,保证发电厂的稳定供电。

### (二) 控制策略与执行系统

控制策略与执行系统其作用是根据数据采集与处理系统提供的信息,制定相应的控制策略,并通过执行机构对锅炉和汽轮机组进行精确控制,以实现机组的稳定运行和高效发电。系统通过对锅炉和汽轮机组运行数据的分析,可以了解到机组的当前运行状态、负荷需求、燃料品质等信息。基于这些信息,控制系统可以制定相应的控制策略,如调整燃料供给量、优化风量分配、控制蒸汽温度等,以保证机组在不同运行条件下的稳定性和高效性。执行机构可以是各种执行元件,如调节阀、控制阀、电动执行机构等,通过这些执行元件实现对机组的操作调节。例如,当需要调整燃料供给量时,执行系统会通过控制阀调节燃料的流量;当需要调整风量分配时,执行系统会通过风门控制风量的大小;当需要调节蒸汽温度时,执行系统会通过控制阀调节蒸汽的流量和温度。控制策略的制定和执行是一个动态过程,需要根据实时的运行情况进行调整和优化。数据采集与处理系统提供的实时运行数据为控制策略的调整提供了重要依据。例如,当发生负荷突变时,控制系统可以根据实时负荷数据,及时调整燃料供给量和风量分配,以保证机组的稳定运行。

### (三) 监控与报警系统

监控与报警系统其作用在于实时监控设备运行状态,并在发现异常情况或故障时及时触发报警机制,采取相应的处理措施,以确保机组的安全运行。监控与报警系统通过各种传感器和监测装置,实时监控锅炉和汽轮机组的运行状态。这些传感器可以监测温度、压力、流量等多个参数,覆盖了机组运行的各个关键指标。例如,温度传感器可以监测锅炉的工作温度,压力传感器可以监测蒸汽压力,流量传感器可以监测介质的流动情况。通过实时监控,系统可以及时了解设备的运行情况,发现异常情况并采取相应的措施。一旦监控系统检测到设备运行异常或故障,即可触发报警机制。报警系统可以通过声音、光信号或电子信息等方式向运维人员发出警报,提醒他们设备出现了问题。同时,系统还可以将报警信息发送给相关的管理人员,以便及时采取应对措施。这种即时的报警机制能够帮助运维人员迅速发现问题,并及时处理,最大限度地减少损失和风险。监

控与报警系统还可以通过对历史数据和实时数据的分析,系统可以识别出潜在的故障风险,预测设备的可能故障时间,从而提前采取预防性维护措施,降低故障发生的概率,保障设备的安全运行。

#### 四、汽轮机、锅炉协调控制方式的优化

##### (一) 优化控制算法

随着科技的不断发展,先进的控制算法如自适应控制和模糊控制等已经被广泛应用于工业控制领域,为火力发电厂的运行管理带来了新的机遇和挑战。自适应控制算法能够实时调整控制参数,以适应负荷变化、燃料品质波动等因素对系统性能的影响。例如,在负荷突然增加或减少时,自适应控制算法可以自动调整控制策略,使系统能够快速、准确地响应,保证机组的稳定运行。火力发电厂的运行环境复杂多变,存在许多无法精确建模的因素,如燃料品质的波动、设备磨损程度的变化等。而模糊控制算法可以通过模糊化处理和模糊推理,将模糊的输入映射到模糊的输出,从而实现系统的精确控制。例如,模糊控制算法可以根据温度、压力等参数的模糊规则,调整锅炉和汽轮机组的工作状态,使系统在各种工况下都能够保持稳定运行。通过优化控制算法,系统能够实现更精细的控制,提高发电厂的运行效率和经济性。例如,在燃料的选择和燃烧过程中,控制系统可以根据实时的燃料品质和负荷需求,自动调整燃料的供给量和燃烧温度,以实现最佳的燃烧效率和能源利用效率。同时,控制系统还可以通过优化控制算法,降低发电厂的能耗和排放,实现环保和节能的目标。

##### (二) 加强设备维护与管理

随着火力发电厂设备的复杂性和运行环境的苛刻性增加,设备的维护与管理显得尤为关键,不仅可以确保设备处于良好的工作状态,还能提高设备的可靠性和稳定性,降低故障率,从而保障发电厂的安全稳定运行。通过定期的检查,可以及时发现设备的潜在问题,并进行相应的维修和更换,避免故障发生。例如,对锅炉进行定期的燃烧器清洗和管道检查,对汽轮机组进行轴承和润滑油的更换等,都可以有效延长设备的使用寿命,降低故障率。设备管理包括设备的档案管理、运行记录的统计分析、设备维修记录的建立等多个方面。通过建立健全的设备管理体系,可以及时了解设备的运行情况,发现问题并加以解决,防止设备故障对发电厂造成的不利影响。例如,对设备的运行数据进行实时监测和分析,可以发现设备的运行异常,并及时进行处理,防止故障的扩大。设备维护和管理人员需要具备专业的知识和技能,能够熟练操作设备,并对设备的运行情况有深入的了解。通过定期的培训和技能提升,可以提高人员的维护水平和应对突发情况的能力,进一步保障设备

的安全运行。

##### (三) 提高人员素质与技能

在一个高度自动化和智能化的控制系统中,操作人员的专业素质和技能水平直接影响着系统的运行效率和安全性。因此,加强对操作人员的培训和教育,提升其素质和技能水平,对于确保控制系统的正确、高效运行具有重要意义。操作人员需要了解控制系统的基本原理、工作原理以及各种控制策略和算法的应用。他们需要掌握设备的结构和特点,熟悉设备的运行流程和操作规程。他们还需要学习如何正确处理设备故障和应对突发情况,以确保设备的安全运行。除了理论知识的学习,操作人员还需要进行实际操作训练,掌握设备操作的技巧和方法。他们需要了解各种操作界面和控制面板的使用方法,熟悉设备的调节和控制程序。通过实际操作训练,操作人员可以提高操作技能,熟练掌握设备的操作流程,确保设备的正确、稳定运行。随着科技的不断发展,控制系统的技术和方法也在不断更新和演进。操作人员需要及时了解最新的技术发展和应用趋势,学习和掌握新技术和新方法。例如,他们需要学习和应用先进的自动化和智能化控制算法,提高控制系统的智能化水平,进一步提高系统的运行效率和经济效益。

#### 结束语

通过对火力发电厂锅炉和汽轮机组协调控制的深入探讨,我们不仅更加深入地理解了其重要性和复杂性,同时也提出了一系列有效的策略和方法来优化控制系统的设计和运行。然而,随着科技的不断发展和社会的不断进步,火力发电厂的协调控制仍然面临着诸多挑战与机遇。未来,我们可以进一步深化对控制算法的研究,探索更加智能化、自适应的控制方法,以应对复杂多变的运行环境。同时,加强设备的智能化监测与维护管理,提高系统的可靠性和安全性,是未来发展的重点方向之一。

#### 参考文献

- [1]王川.发电厂锅炉和汽轮机组的协调控制系统分析[J].电器工业,2023(08):67-70.
- [2]魏佳佳,曾国兵,韩佳园等.火力发电厂锅炉和汽轮机组协调控制策略分析[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2022,27(01):72-76.
- [3]高玉峰.火力发电厂锅炉和汽轮机组协调控制策略研究[J].信息记录材料,2019,20(08):200-202.
- [4]朱静,王磊,郝娜等.火力发电厂汽轮机组的节能降耗措施探讨[J].科技创新与应用,2017(23):54-55.
- [5]廖日昌.大型火力发电厂汽轮机组不同运行模式对经济性的影响[J].自动化应用,2011(07):3-5.