

火电厂的热力系统自动化控制系统设计分析

马浩田

中国神华胜利发电厂 内蒙古 锡林浩特 026000

摘要: 随着能源市场竞争的日益激烈和环保要求的不断提高,火电厂的热力系统自动化控制已成为提高能源利用率、降低污染的重要手段。本文主要对火电厂的热力系统自动化控制系统设计进行分析,提出合理的方案和设计思路,以期对火电厂的热力系统自动化控制提供有益的参考和指导。

关键词: 火电厂;热力系统;自动化控制;设计;分析

随着全球能源需求的不断增长,火电厂作为重要的能源生产场所,其运行效率和安全性受到了广泛关注。热力系统是火电厂的重要组成部分,其运行状态直接影响到火电厂的经济效益和社会效益。因此,对火电厂的热力系统进行自动化控制已成为火电厂技术升级和改造的重要方向。

1 火电厂热力系统概述

电厂热力系统是火电厂中的核心部分,对于电厂的能源转换和热量传递起着至关重要的作用。本文将详细介绍电厂热力系统的基本概念、组成、工作原理、运行维护、节能减排措施以及其在现代社会的重要性和应用价值。首先,电厂热力系统主要包括锅炉、汽轮机、发电机和各种辅助设备。锅炉是电厂热力系统的重要设备,其主要作用是燃烧燃料,将化学能转化为热能,并产生高温高压的蒸汽。汽轮机则是利用这些蒸汽推动汽轮机转动,从而驱动发电机发电。而辅助设备则包括各种泵、风机、除尘器等,它们的作用是确保锅炉和汽轮机的正常运行,以及处理各种化学物质和废弃物。其次,电厂热力系统的工作原理主要是能量转换和热量传递。在锅炉中,燃料燃烧产生的化学能被转化为热能,这些热能通过辐射和对流等方式传递给水,使水变成高温高压的蒸汽。然后,这些蒸汽被输送到汽轮机,推动汽轮机转动并驱动发电机发电。在这个过程中,蒸汽的热能被转换成机械能,最终转换成电能。在电厂热力系统的运行维护方面,工作人员需要对各种设备进行巡检、保养和维修。例如,定期检查锅炉的受热面是否结垢、燃料是否充足、风机是否正常运行等。此外,还要定期对汽轮机和发电机进行维护,确保它们的正常运行。当设备出现故障时,工作人员需要及时采取措施进行维修,以减小对电厂运行的影响^[1]。另外,随着人们环保意识的不断提高,电厂热力系统的节能减排措施也受到越来越多的关注。电厂可以通过优化设计、加强管

理、更新设备等方式来实现节能减排。例如,采用新型的燃烧技术,提高燃烧效率;改进汽轮机的设计,提高其热效率;使用清洁能源,减少燃煤的使用等。这些措施不仅能够减少对环境的影响,还能提高电厂的经济效益和社会形象。

2 火电厂热力系统自动化控制系统设计原则

2.1 安全性原则

在火电厂热力系统自动化控制系统的设计中,安全性应当是首要考虑的因素。系统的设计应当能够保障设备安全、运行安全和人员安全。这包括但不限于对热力系统运行状态的实时监控、对潜在故障的预警和诊断、对突发情况的应急处理等。

2.2 经济性原则

火电厂热力系统自动化控制系统的设计同时应考虑其经济性。在保障安全性和可靠性的前提下,应尽量降低系统的建造成本和维护成本,同时要保证系统的操作简易性,以方便操作人员的培训和维护^[2]。

2.3 可扩展性原则

由于火电厂的运行环境和设备状况会随着时间的推移发生变化,因此自动化控制系统应具有一定的可扩展性,能够根据实际需要进行功能扩展或调整。这要求系统设计时充分考虑系统的开放性和扩展性,合理规划硬件和软件的接口,以便于系统的升级和扩展。

2.4 环保性原则

随着环保要求的提高,火电厂热力系统自动化控制系统设计也需考虑环保因素。系统应能在保证生产效率的同时,尽量降低能源消耗和环境污染,例如通过优化能源调度策略,实现能源的合理分配和利用。

2.5 易用性原则

自动化控制系统的设计应考虑到操作人员的技能水平和知识背景,尽量简化操作流程,优化用户界面,使操作人员能够快速上手,减少误操作的可能性。

3 火电厂热力系统自动化控制系统设计

3.1 系统总体结构

热力系统是火电厂中一个重要的组成部分，其自动化控制系统设计是确保火电厂运行稳定和安全的關鍵。本文将从系统总体结构、控制策略、控制器选择以及系统性能分析等方面进行论述。热力系统的自动化控制系统设计需要考虑整个系统的组成和工作流程。一般而言，火电厂的热力系统主要包括锅炉、汽轮机、冷却系统和热交换系统等。其自动化控制系统需要实现对这些组件的监测、控制和优化调节。在系统总体结构上，可以采用分层、分级的方式进行设计^[3]。一般而言，可以将系统分为监测层、控制层和执行层三个层次。监测层负责对各个组件的工作状态、参数进行实时监测和数据采集；控制层根据监测层的数据，实现对各个组件的控制和调节；而执行层则是实际执行控制命令和指令的设备和设施。此外，还可以考虑引入网络通信技术，将不同层次和不同组件之间的信息交互通过网络进行，以实现更高效、稳定的控制和管理。

3.2 控制策略与算法设计

控制策略是火电厂热力系统自动化控制的核心，它决定了系统的稳定性和效率。在设计控制策略时，需要考虑到热力系统的特点和需求，以及各个组件之间的相互关系。一般来说，火电厂热力系统的自动化控制主要包括以下几个方面：燃烧控制、锅炉控制、蒸汽调节、给水控制、再热控制、凝汽器控制等。对于燃烧控制，可以采用PID控制算法，通过监测锅炉的燃烧参数，如燃料氧量、燃烧温度等，进行反馈调节，以保持燃烧效果的稳定和高效。对于锅炉控制，可以采用模型预测控制算法，通过建立锅炉的数学模型，预测出未来一段时间内的状态，并根据预测结果进行调节，以提高锅炉的效率和运行稳定性。蒸汽调节是控制锅炉产生的蒸汽流量和压力的过程。可以利用模糊控制算法，根据蒸汽需求和实际蒸汽流量进行模糊逻辑推理，以调节蒸汽阀门的开度，从而实现蒸汽流量的控制。给水控制是控制锅炉的给水流量和水位的过程^[4]。可以采用串级控制算法，通过对给水流量和水位进行级联调节，使得给水流量与水位之间达到一定的平衡，以保证锅炉的稳定运行。再热控制是控制锅炉再热器的温度和蒸汽质量的过程。可以利用模型预测控制算法，通过建立再热系统的数学模型，预测出再热器的温度和蒸汽质量，并根据预测结果进行调节，以实现再热质量和温度的控制。凝汽器控制是控制锅炉排出的冷凝水流量和温度的过程。可以采用反馈控制算法，通过监测冷凝水的流量和温度，对凝汽

器的排出口和冷凝水回收系统进行调节，以保持冷凝水的流量和温度稳定。

4 火电厂热力系统自动化控制系统实现

4.1 硬件平台实现

在火电厂的热力系统自动化控制系统实现中，硬件平台的选择和实现是非常重要的。这涉及到选择合适的硬件设备和配置，以及确保系统的稳定性和可靠性。首先，硬件平台需要考虑到系统的实时性和性能要求。在选择控制器时，应综合考虑其计算能力、存储容量和输入输出接口等因素。一般来说，采用高性能的控制器和处理器，如PLC（可编程逻辑控制器）或DCS（分布式控制系统），能够满足实时控制的需求。其次，硬件平台还包括与传感器和执行器的连接。传感器用于实时采集热力系统的参数，如温度、压力和流量等。执行器用于控制热力系统中的设备，如锅炉、汽轮机和泵等。在硬件平台的设计中，需要考虑到传感器和执行器的类型和数量，以及其与控制器之间的连接方式。在实际实施过程中，需要进行硬件设备的配置和安装。这包括将控制器和传感器等设备安装在合适的位置，并确保设备之间的连接稳固可靠。此外，还需要进行调试和测试，以确保硬件平台与软件平台的正常配合和运行^[1]。

4.2 软件平台实现

在软件平台方面，火电厂热力系统自动化控制系统采用的是分布式控制架构。系统的控制策略和算法旨在实现热力系统的高效运行和优化控制。其中，控制策略可以根据热力系统的运行特点和需求进行设计，如PID控制、模型预测控制等。控制算法则是根据不同的控制策略和目标进行设计和实现，如优化控制算法、自适应控制算法等。为了实现火电厂热力系统的自动化控制，软件平台通常由上位机和下位机组成。上位机负责监控和调度整个热力系统的运行，包括实时数据的采集与显示、控制策略的选择和调整、报警处理等。上位机还可以通过网络与其他系统进行数据交换及远程监控。下位机则负责实际的控制执行和信号处理，通过与传感器和执行器的连接实现实时控制与调节。

5 火电厂热力系统自动化控制系统的优化与改进

5.1 优化控制算法的研究

在火电厂热力系统自动化控制系统设计中，优化控制算法的研究是非常重要的。通过对系统的运行数据进行分析 and 建模，可以确定系统中的不确定性，从而设计出更加精确、稳定和高效的控制算法。首先，可以考虑使用基于模型的预测控制算法来优化火电厂热力系统的运行。这种算法可以根据系统的动态模型和预测模型来

预测未来一段时间内状态变化,并根据目标和约束条件进行优化控制。通过预测系统未来状态的变化,可以提前进行调整和优化,从而提高系统的稳定性和效率^[2]。其次,可以使用基于模糊逻辑或神经网络的智能控制算法来优化火电厂热力系统的控制。这些算法可以通过学习和训练来适应系统的变化和非线性特性,从而提供更加灵活和精确的控制。通过建立系统的输入输出数据模型,可以应用这些智能控制算法来实现优化控制。此外,还可以考虑使用模型预测控制和智能优化控制相结合的方法。通过将两种算法相互补充,可以进一步优化火电厂热力系统的控制效果。模型预测控制可以提供准确的预测和优化控制策略,而智能优化控制可以通过学习和优化来提高控制算法的性能和适应能力。在优化控制算法的研究中,要考虑实际情况下的实施和调试。通过使用系统辨识和参数估计方法,可以根据实际运行数据来优化控制算法的参数和结构。同时,需要将优化后的控制算法与实际硬件平台相结合,通过实时数据采集和处理来实现实时的优化控制。

5.2 多目标控制策略优化

随着现代火电厂的不断发展,热力系统自动化控制系统的优化和改进成为了提高火电厂运行效率和能源利用率的关键。传统的单目标控制策略往往只关注某一方面的性能指标,无法充分考虑到系统的多个目标和约束条件。在火电厂热力系统中,常见的多目标包括:保持燃烧效率、提高发电效率、降低排放浓度、保证设备安全运行等。针对这些多目标,研究人员进行了各种控制策略的优化,以实现最佳的系统性能。其中一种常用的优化方法是多目标优化算法。这些算法通常利用进化算法、遗传算法、粒子群算法等对控制参数进行优化,以找到控制策略的最优解。通过这种方式,热力系统的多个目标可以得到平衡,以最大程度地提高系统的整体效益。另外,还有一种优化方法是基于模型预测控制的多目标优化策略。该方法通过建立数学模型,预测系统的未来发展趋势,根据多个目标函数进行优化。这种方法在实时控制和多目标优化方面具有较高的准确性和灵活性。除了多目标控制策略的优化,其它方面的改进也有助于提高火电厂热力系统的性能。例如,改进燃烧系统的测量和监控设备,提高燃烧的稳定性和效率;优化燃

烧控制算法,减少燃烧过程中的二氧化碳排放;改进传热系统,提高能源利用效率等^[3]。

5.3 控制系统稳定性分析与改进

控制系统的稳定性是火电厂热力系统自动化控制系统中非常重要的一个方面。稳定性分析能够帮助我们了解控制系统在运行过程中的性能表现,发现可能存在的问题,并制定相应的改进措施。对于火电厂热力系统的稳定性分析,我们需要对各个控制环节进行全面的评估。通过对传感器、执行器、控制器和过程之间的相互作用进行建模和仿真,可以得到控制系统的传递函数并进一步进行频域和时域的分析,以评估系统的稳定性。其次,一种常用的方法是使用根轨迹分析,通过绘制系统传递函数的特征根在复平面上的轨迹,可以得到系统的稳定性情况。根轨迹分析可以帮助我们判断系统是否存在不稳定的根,并通过增加反馈增益、减小反馈延迟等方式来进行系统的稳定改进。在优化和改进控制系统的稳定性方面,可以采取一些措施来减少控制系统中的不稳定因素。例如,通过增加系统的阻尼系数来减少系统的振荡,提高系统的抗干扰能力。此外,还可以使用自适应控制算法,根据系统的实时状态调整控制参数,以提高系统的动态响应和稳定性^[4]。

结束语

在火电厂热力系统中,自动化控制系统的设计是至关重要的。本论文对火电厂的热力系统自动化控制系统进行了设计分析,并提出了相应的优化改进措施。通过对系统总体结构的设计,可以实现对热力系统的全面监控和控制。在控制策略与算法设计方面,通过选择合适的控制策略和算法,可以实现对热力系统的稳定运行和高效能利用。

参考文献

- [1]肖木清.浅析火电厂汽机运行中问题及解决措施[J].中国高新区,2018(9):70-72.
- [2]张丽真.电厂汽机热力系统运行优化研究[J].通信电源技术,2019(04):260-261.
- [3]李硕辉,王海群.浅谈自动化控制系统在热力站的应用[J].中国设备工程,2018(15):224-225.
- [4]肖梅.暖通空调系统的自动化控制研究[J].自动化应用,2018(12):22-23.