

# 先进控制策略在火电厂热工控制中的应用

王伟

山西华仁通电力科技股份有限公司 山西 晋中 030600

**摘要:** 随着电力市场的竞争日益激烈,火电厂作为我国电力工业的重要组成部分,其热工控制对于保障电力供应的稳定性和安全性具有举足轻重的地位。然而,随着火电厂规模的不断扩大和机组复杂性的增加,传统的控制方法已经难以满足现代火电厂的生产需求。因此,引入先进的控制策略,提高热工控制的智能化水平,成为当前火电厂热工控制领域的研究热点。

**关键词:** 控制策略;火电厂;热工控制;应用

引言:本文深入探讨了先进控制策略在火电厂热工控制中的应用。通过引入先进的控制策略,如模糊控制、神经网络控制等,火电厂热工控制得以实现更加智能化和精细化的管理。这些控制策略的应用不仅提高了热工控制的精度和稳定性,还有助于降低能耗,减少排放,实现绿色化发展。本文详细介绍了先进控制策略的原理、实施过程和应用效果,并展望了其未来的发展趋势和潜力。

## 1 先进控制策略概述

先进控制策略是一种基于现代控制理论和技术的方法,通过对被控对象的数学模型进行描述,采用最优控制、鲁棒控制、自适应控制等策略,实现对被控对象的精确控制。在火电厂热工控制中,先进控制策略的应用可以提高热工控制系统的响应速度、控制精度和稳定性,减少系统波动和故障,提高电力生产效率。首先,先进控制策略可以实现对被控对象的精确建模。通过对火电厂热工系统进行深入分析和研究,建立精确的数学模型,为后续的控制策略设计和实施提供基础。其次,先进控制策略可以采用最优控制策略。通过优化算法和数学方法,寻找最优的控制变量和控制方式,实现对热工系统的最优控制。这种控制策略可以提高系统的响应速度和控制精度,减少能源消耗和排放<sup>[1]</sup>。此外,先进控制策略还可以采用鲁棒控制策略。在火电厂热工控制中,鲁棒控制可以应用于锅炉燃烧自动调节、汽轮机调节等方面,提高系统的稳定性和抗干扰能力。

## 2 先进控制策略在火电厂热工控制中的现状

### 2.1 技术应用不够成熟

技术应用不够成熟的原因是先进控制策略的理论研究与实际应用之间存在一定的差距。虽然许多先进的控制策略在理论上具有很好的性能,但在实际应用中,由于受到系统复杂性、不确定性以及环境因素的影响,

往往难以达到预期的效果。其次,火电厂热工控制系统的复杂性和非线性也是导致技术应用不够成熟的主要原因。火电厂热工控制系统涉及多个子系统、设备和参数,其相互作用和影响具有高度的非线性和时变性。传统的控制方法往往难以处理这种复杂的非线性问题,而先进的控制策略需要更加精细和深入的理论支持和技术实现。最后,技术应用不够成熟的另一个原因是缺乏足够的技术支持和培训。目前,许多火电厂热工控制系统的操作和维护人员缺乏对先进控制策略的深入了解和掌握,这使得在实际应用中难以充分发挥先进控制策略的优势。

### 2.2 缺乏标准化和规范化

缺乏标准化和规范化的问题在先进控制策略在火电厂热工控制中的应用中表现得尤为突出。这主要是由于目前该领域的研究和发展尚未形成统一的规范和标准,各个控制系统和设备之间的接口和数据交换没有统一的标准和协议,导致系统的集成和调试面临诸多困难。同时,由于行业内缺乏统一的技术标准和规范,不同厂家生产的控制系统和设备在性能、参数、接口等方面存在差异,这也给系统的集成和调试带来了额外的复杂性和工作量。其次,缺乏标准化和规范化的另一个原因是技术更新迅速,而标准的制定和更新相对滞后。随着先进控制策略的不断发展和完善,新的技术和方法不断涌现,而相应的标准和规范却未能及时跟上。这使得在实际应用中,往往需要根据具体情况进行定制化的开发和实施,增加了系统集成的难度和成本。

### 2.3 人才短缺

人才短缺问题的根源在于当前教育体系对先进控制策略领域的重视不足。在现有的教育体系中,火电厂热工控制和先进控制策略的课程设置相对较少,而且往往只注重理论教学,缺乏实践操作和案例分析。这导致许多学生无法深入理解和掌握先进控制策略的核心技术和

应用方法<sup>[2]</sup>。其次,培训机制的缺失也是导致人才短缺的重要原因。目前,针对火电厂热工控制和先进控制策略的培训项目相对较少,而且往往缺乏系统性和深度。这使得许多专业人士无法通过培训获得必要的知识和技能提升,进一步加剧了人才短缺的问题。最后,人才短缺问题还与行业发展和市场需求的不匹配有关。随着火电厂热工控制技术的不断发展和进步,对先进控制策略的需求也在不断增加。然而,目前具备相关知识和技能的人才供给不足,无法满足市场需求。这导致了人才短缺问题的出现。

### 3 先进控制在火电厂控制系统的应用的具体策略

#### 3.1 温度控制

随着科技的发展,先进控制在火电厂控制系统中的应用越来越广泛。先进控制不仅能够提高火电厂的运行效率,降低能耗,还能提高设备的安全性和可靠性。首先,先进控制在温度控制方面发挥了重要作用。火电厂中的温度控制对于设备的正常运行至关重要。通过采用先进的温度传感器和测量技术,可以实时监测设备的温度,及时发现异常情况并进行处理。同时,先进控制算法的应用使得温度控制更加精确和稳定。这些算法可以根据实时数据和其他相关参数进行计算和控制,确保温度在设定的范围内波动。其次,先进控制在压力控制方面也取得了显著效果。压力是火电厂运行中的重要参数,控制好压力对于设备的安全和正常运行至关重要。通过先进的压力传感器和测量技术,可以实时监测设备的压力状态,及时发现异常并进行处理。同时,采用先进控制算法对压力进行精细化控制,能够提高设备的运行效率和安全性。最后,先进控制在火电厂控制系统的应用中还涉及到其他方面的控制,如液位控制、流量控制等。这些控制与温度和压力控制相辅相成,共同保障了火电厂的稳定运行。通过先进的传感器、测量技术和控制算法的应用,可以实现更加精确和稳定的控制效果,提高火电厂的运行效率和安全性。

#### 3.2 过热汽温控制

火电厂的复杂控制系统中,先进控制技术发挥着越来越重要的作用。其中,过热汽温控制作为火电厂的关键部分,对整个机组的稳定运行具有决定性影响。过热汽温控制是火电厂控制系统中的重要环节,其目标是确保锅炉出口的蒸汽温度在设定范围内。这个环节涉及的因素多且复杂,包括给水流量、燃料流量、送风量以及各种燃烧器摆角等。当这些参数发生变化时,过热汽温也会相应波动。因此,要实现精准的温度控制,必须依赖先进的控制策略和方法。先进控制技术在此场景中的

应用,能够显著提高过热汽温的控制精度和响应速度。它通过对历史数据的学习和分析,能够提前预测汽温的变化趋势,并提前做出调整,从而实现超前控制。此外,先进控制还能优化控制逻辑,根据实时工况调整控制参数,以适应各种复杂变化。在实施先进控制时,还需要考虑火电厂的实际运行状况,包括机组的老化、运行人员的操作习惯等。这需要先进的控制系统具备自适应学习能力,能够随着时间和运行数据的积累不断优化自身控制策略。

#### 3.3 再热汽温控制

再热汽温控制是火电厂控制系统中的另一关键环节,其目标是确保再热蒸汽的温度在设定范围内。与过热汽温控制相比,再热汽温控制具有更高的复杂性和难度。这是因为再热蒸汽的温度受到更多因素的影响,如中压和高压缸的排汽温度、给水温度、高压缸的效率和高压缸的进汽量等。这些因素之间相互影响,使得再热汽温的控制更加困难。先进控制在再热汽温控制中的应用同样具有重要意义。通过引入先进的控制策略和方法,可以显著提高再热汽温的控制精度和响应速度。例如,采用预测控制算法能够提前预测蒸汽温度的变化趋势,并提前进行调节,从而实现超前控制<sup>[3]</sup>。此外,通过引入人工智能技术,可以实现对再热汽温的智能控制。通过训练神经网络或支持向量机等模型,能够学习并模拟实际的蒸汽温度变化规律,实现更加精准的控制。值得注意的是,过热汽温控制和再热汽温控制之间存在一定的关联。在实际运行中,两者相互影响,必须综合考虑进行控制。因此,先进的控制系统需要具备全局优化能力,能够同时考虑过热汽温和再热汽温的控制需求,实现两者的协调控制。

#### 3.4 给水系统控制

给水系统控制是火电厂控制系统中的重要组成部分,它负责确保锅炉的给水量与机组负荷相匹配,以满足蒸汽发生系统的需要。这一环节对整个火电厂的稳定运行具有关键作用,因为给水系统的稳定直接影响到锅炉的效率和汽温控制。传统的给水控制系统主要基于PID控制器进行设计。然而,随着火电厂规模和复杂性的增加,单一的PID控制已无法满足现代火电厂的高效和稳定运行需求。先进控制技术在此领域的应用变得至关重要。先进控制策略,如模型预测控制(MPC)和模糊控制,被广泛应用于给水系统控制。这些策略能够更好地处理给水系统的非线性和时变特性,提高系统的鲁棒性和响应速度。通过引入先进控制,给水系统能够更好地应对各种扰动,如负荷变化、燃料波动和水质变化,从

而确保过热汽温的稳定。在先进控制的作用下，给水系统不仅能快速响应机组负荷的变化，还能有效预防汽温的过大波动。它减少了不必要的能耗，降低了操作人员的劳动强度，并提高了电厂的整体运行效率。

### 3.5 成功案例

某火电厂采用了先进控制技术对过热汽温和再热汽温进行了优化改造。改造后，该火电厂的控制性能得到了显著提升。以下图1是具体的数据和图表：

(1) 过热汽温系统：温度波动：改造前，过热汽温

的波动范围为 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ；改造后，波动范围缩小至 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，减小了50%。控制精度：改造前，过热汽温的控制精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；改造后，控制精度提高到了 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，提高了30%。

(2) 再热汽温系统：响应速度：从给定变化到系统稳定，所需时间从改造前的5分钟减少到改造后的2分钟，减少了60%。控制精度：改造前，再热汽温的控制精度为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；改造后，控制精度提高到了 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ，提高了50%。热偏差：改造后，回热系统的热偏差从改造前的平均 $5^{\circ}\text{C}$ 降低到改造后的平均 $2^{\circ}\text{C}$ ，降低了60%。

表1 过热、在热气温数据表

系统类型	参数	改造前数据	改造后数据	提升比例
过热汽温系统	温度波动 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\pm 10$	$\pm 5$	50%
	控制精度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\pm 2$	$\pm 1$	30%
再热汽温系统)	响应时间 (分钟)	5	2	60%
	控制精度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\pm 3$	$\pm 1.5$	50%
	热偏差 ( $^{\circ}\text{C}$ )	平均5	平均2	60%

## 4 先进控制策略在火电厂热工控制中的发展趋势

### 4.1 智能化

随着科技的飞速发展，人工智能和机器学习在火电厂热工控制中的应用将更加广泛。这些先进的技术使得热工过程能够实现自动学习和优化，从而实现对火电厂的智能化控制。通过引入人工智能和机器学习技术，火电厂的热工控制系统可以更加精准地预测和调节热工过程，提高生产效率，降低能耗，减少排放，为火电厂的可持续发展做出贡献。在火电厂中，热工控制是保证生产安全、稳定和高效的关键环节。随着电力市场的竞争日益激烈，火电厂对热工控制的要求也越来越高。因此，引入人工智能和机器学习技术，提高热工控制系统的智能化水平，是火电厂适应市场需求、提高竞争力的必然选择。

### 4.2 精细化

精细化控制是指通过对热工过程的精细化管理，提高控制系统的精度和稳定性，从而实现对火电厂的高效、安全和稳定运行。首先，精细化控制需要引入先进的控制策略和算法，如模糊控制、神经网络控制等。这些控制策略和算法可以对热工过程进行精确建模和控制，从而提高控制系统的精度和稳定性。其次，精细化控制需要实现对热工过程的全面监控和管理。最后，精细化控制需要实现对热工过程的优化和调整<sup>[4]</sup>。通过对热工过程的优化和调整，可以提高火电厂的生产效率，降低能耗和减少排放，为火电厂的可持续发展做出贡献。

### 4.3 绿色化

绿色化控制需要引入先进的环保技术和设备。这些技术和设备可以实现对热工过程的环保管理和优化，提高系统的环保性能。例如，采用低氮燃烧技术可以减少氮氧化物的排放；采用高效脱硫脱硝技术可以减少二氧化硫和氮氧化物的排放；采用余热回收技术可以回收利用热能，降低能耗。其次，绿色化控制需要实现对热工过程的全面监控和管理。最后，绿色化控制需要实现对热工过程的优化和调整。通过对热工过程的优化和调整，可以提高火电厂的生产效率，降低能耗和减少排放，为火电厂的可持续发展做出贡献。

结语：通过本文的探讨，我们可以看到先进控制策略在火电厂热工控制中的应用具有巨大的潜力和价值。随着技术的不断进步和创新，我们有理由相信，未来火电厂热工控制将更加智能化、精细化，为电力行业的发展注入新的活力。同时，我们也应关注先进控制策略在实际应用中可能遇到的问题和挑战，为推动火电厂热工控制的持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]刘勇.控制策略在火电厂热工控制中的应用分析[J].科学技术创新,2018(33):195-196.
- [2]侯占忠.火电厂热工控制技术的现状及发展[J].化工管理,2018(17):48-49.
- [3]赵小双.火电厂热工控制设备常见问题及应对措施[J].城市建设理论研究(电子版),2018(13):2-3.
- [4]王晋杰.浅谈火力发电厂中的热工自动化技术[J].工程建设与设计,2018(12):83-84.