

智能控制在火电厂热工自动化中的应用研究

李兵华

山西兆光发电有限责任公司 山西 霍州 031400

摘要: 在能源需求日益增长的当下,火电厂作为重要的电力供应源,其运行效率与稳定性备受关注。本文聚焦于智能控制在火电厂热工自动化中的应用研究。先阐述了火电厂热工自动化及智能控制技术的基本概念,接着详细介绍了模糊控制、神经网络控制、专家系统控制、遗传算法优化等关键智能控制技术。然后深入探讨了智能控制在火电厂制粉系统、汽温控制、锅炉燃烧控制、机组负荷控制、给水加药控制等方面的应用。最后分析了其应用中面临的技术复杂性、数据质量与安全、系统集成难度大等挑战,并提出加强人才培养、完善数据管理与安全体系、优化系统集成方案等应对策略,以推动智能控制在火电厂的发展。

关键词: 智能控制;火电厂热工;自动化;应用研究

引言:随着能源需求的增长和科技的进步,火电厂作为重要的能源生产场所,其热工自动化水平的提升至关重要。传统的火电厂热工控制方法在应对复杂工况时逐渐显现出局限性。智能控制技术凭借其强大的适应性和自学习能力,为火电厂热工自动化带来了新的发展机遇。深入研究智能控制在火电厂热工自动化中的应用,不仅能提高火电厂的生产效率、降低能耗,还对保障电力供应的稳定性和可靠性具有重要意义。因此,对其进行研究具有重要的现实价值。

1 火电厂热工自动化及智能控制技术概述

在现代火电厂运行体系中,热工自动化扮演着极为关键的角色。火电厂热工自动化是指利用自动化技术,对火电厂生产过程中的热工参数,诸如温度、压力、流量、液位等进行精确测量、自动控制与调节,进而保障整个生产流程稳定、高效、安全地运行。其涵盖了对锅炉、汽轮机、发电机等主要设备的自动化监控,通过自动化系统可实现设备启停、负荷调整、故障诊断等一系列操作,极大减少了人工干预,提升了生产效率与质量。智能控制技术作为自动化领域的前沿技术,具备高度的自适应能力、学习能力以及决策能力。它能够处理复杂的、不确定的和难以建立精确数学模型的系统。在火电厂热工自动化中引入智能控制技术,可使热工系统更好地应对工况的动态变化。例如,智能控制技术能依据实时采集的热工参数,自动调整控制策略,优化设备运行状态,提升能源利用率,降低能源消耗与污染物排放,为火电厂实现智能化、绿色化发展奠定坚实基础^[1]。

2 智能控制的关键技术

2.1 模糊控制技术

模糊控制技术以模糊集合理论为根基,模拟人类模

糊推理与决策流程。在实际运行中,它把输入的精准数值,通过模糊化处理转变为模糊语言变量,接着依据预先设定的模糊控制规则开展推理运算,最终将模糊输出结果反模糊化,得到精准的控制量。于火电厂热工自动化场景而言,该技术优势尽显。在锅炉燃烧控制环节,燃烧过程极为复杂,各类不确定因素交织,难以构建精确数学模型。模糊控制技术凭借实时监测的炉膛温度、烟气含氧量等参数,灵活且精准地调控燃料与空气的配比。如此一来,不仅能大幅提升燃烧效率,减少污染物排放,即便面对工况大幅波动,也能牢牢维持燃烧的稳定性,保障火电厂稳定高效运转。

2.2 神经网络控制技术

神经网络控制技术依托众多简单的处理单元,即神经元,构建起复杂的网络结构。其核心优势在于强大的自学习、自适应以及并行处理能力。在学习过程中,通过对大量样本数据的分析,建立起输入与输出间精准的映射关系。以火电厂汽温控制系统为例,汽温受多种复杂因素共同作用,动态特性捉摸不定。神经网络控制技术能够全面综合分析各类影响因素,自动、及时地调整控制参数,确保汽温稳定维持在设定值附近。无论是负荷突变,还是燃料品质出现较大变化,该技术都能迅速响应,有效克服传统控制方法在复杂工况下的短板,显著提升汽温控制的精度与响应速度。

2.3 专家系统控制技术

专家系统控制技术将领域内专家丰富的知识与经验,以规则形式存储于知识库中。运行时,推理机依据系统当下状态展开分析判断,进而给出对应的控制决策。在火电厂热工自动化领域,其主要应用于设备故障诊断与处理。当热工参数出现异常波动时,专家系统凭

借预设规则与经验知识,迅速剖析可能引发异常的根源,并针对性地提供解决方案。它整合了海量运行数据与专家智慧,有效弥补操作人员知识储备与经验的不足,在保障设备安全稳定运行、快速解决故障方面发挥着关键作用,极大增强了火电厂运行的可靠性。

2.4 遗传算法优化技术

遗传算法优化技术模拟生物进化进程中的遗传、变异以及选择机制,对问题的解空间展开搜索与优化。在火电厂热工自动化中,常被用于控制参数的优化工作。例如在机组负荷控制场景下,需要确定最为合理的负荷分配方案,以实现高效运行。遗传算法对不同负荷分配策略进行编码,模拟生物进化中的交叉、变异操作,经过多轮迭代,在复杂的解空间中快速筛选出较优解。通过这种方式,能够找到最佳的控制参数组合,使机组在不同工况下均能达成经济高效运行,切实提高能源利用效率,降低运行成本^[2]。

3 智能控制在火电厂热工自动化中的应用

3.1 制粉系统

在火电厂制粉系统中,智能控制发挥着重要作用。传统制粉系统易受煤质、负荷变化等因素影响,导致运行不稳定,能耗较高。智能控制引入后,通过传感器实时采集磨煤机进出口温度、压差、给煤量等参数。利用模糊控制技术,依据这些参数灵活调整给煤机转速、通风量等关键运行指标。当煤质变差时,系统能自动增加给煤量并优化通风,确保磨煤机出力稳定,维持合适的煤粉细度。神经网络控制技术还可对制粉系统的运行数据进行学习和分析,提前预测设备故障,如磨辊磨损、堵塞等,以便及时维护,提高制粉系统的可靠性与运行效率,降低维护成本与能耗。

3.2 汽温控制

汽温的稳定对火电厂机组安全高效运行至关重要。智能控制为汽温控制带来了显著改善。汽温受锅炉负荷、燃料特性、给水温度等多种因素综合影响,传统控制方法难以应对复杂工况。采用神经网络控制技术,能够对大量历史运行数据及实时工况信息进行深度分析,建立精确的汽温动态模型。当负荷突变时,系统可迅速根据模型调整减温水流量、燃烧器摆角等控制手段,精准维持汽温稳定。同时,结合专家系统控制技术,当汽温出现异常波动时,专家系统依据积累的经验知识,快速判断故障原因,如受热面结渣、蒸汽带水等,并给出针对性解决方案,保障汽温控制的准确性与稳定性,提升机组运行安全性与经济性。

3.3 锅炉燃烧控制

锅炉燃烧过程极为复杂,涉及多个变量相互耦合。智能控制在锅炉燃烧控制方面成效显著。利用模糊控制技术,根据实时监测的炉膛温度、烟气含氧量、一氧化碳含量等参数,动态调整燃料与空气的配比。当炉膛温度降低时,自动增加燃料供给并优化配风,确保燃料充分燃烧,提高燃烧效率。遗传算法优化技术则用于对燃烧器的运行参数进行全局优化,寻找最佳的燃烧器组合方式与运行参数,使燃烧过程在不同工况下都能达到最优状态,降低污染物排放,减少能源浪费。此外,通过专家系统对燃烧过程中的异常情况进行诊断与处理,保障锅炉燃烧系统稳定、高效运行。

3.4 机组负荷控制

火电厂机组负荷需根据电网需求灵活调整。智能控制技术使机组负荷控制更加精准高效。神经网络控制技术通过对机组历史运行数据及实时工况的学习,建立负荷与各控制变量之间的复杂映射关系。当电网负荷需求变化时,系统能快速准确地调整汽轮机调节阀开度、锅炉燃烧率等,实现机组负荷的平稳跟踪。同时,结合遗传算法对负荷分配策略进行优化,在多台机组联合运行时,依据各机组的特性和运行状态,合理分配负荷,使整个电厂在满足电网需求的同时,实现能耗最低、运行成本最优,提高电厂的整体经济效益与电网适应性。

3.5 给水加药控制

给水加药控制直接关系到火电厂水汽系统的水质与设备腐蚀防护。智能控制在此领域的应用优化了加药过程。通过传感器实时监测给水的pH值、电导率、溶解氧等水质参数,模糊控制技术依据这些参数精确调整加药量。当水质出现波动时,系统能迅速响应,自动增减加药泵的速率,确保加药量与水质需求匹配。专家系统还可对水质变化趋势进行分析,判断是否存在设备腐蚀风险、结垢倾向等问题,并给出相应的处理建议。这不仅保障了水汽系统水质稳定,延长设备使用寿命,还减少了化学药品的浪费,降低了运行成本与环境污染风险^[3]。

4 智能控制在火电厂热工自动化应用中面临的挑战与对策

4.1 面临的挑战

4.1.1 技术复杂性

智能控制技术本身融合了模糊控制、神经网络、专家系统、遗传算法等多种先进技术,每种技术都有其复杂的原理和算法。在火电厂热工自动化场景下,要将这些技术有效整合并应用,对技术人员的专业知识储备和技术应用能力要求极高。不同技术在处理热工参数时,其运行逻辑和数据交互方式差异大,例如模糊控制基于

模糊推理,神经网络依赖大量数据训练,二者协同工作时,参数调优与系统协调难度大,增加了技术实施与维护的复杂性。

4.1.2 数据质量与安全问题

火电厂热工自动化产生海量数据,数据质量参差不齐。传感器故障、传输干扰等因素,易使采集的数据出现偏差、缺失或错误,影响智能控制决策的准确性。同时,数据安全面临严峻挑战。火电厂涉及国家能源安全,智能控制系统中的数据一旦遭受恶意攻击、泄露或篡改,可能导致机组运行异常、生产事故,甚至威胁电网稳定。

4.1.3 系统集成难度大

火电厂热工自动化系统庞大且复杂,包含众多不同厂家、不同时期的设备与子系统。智能控制技术需与现有系统深度集成,而不同设备接口标准、通信协议各异,数据格式也不统一,导致系统集成面临重重困难。例如老旧设备通信接口难以适配新的智能控制模块,不同子系统间数据交互不畅,影响智能控制功能的完整实现,无法充分发挥智能控制在热工自动化中的优势,制约了火电厂智能化升级进程。

4.2 应对策略

4.2.1 加强人才培养

为应对智能控制技术的复杂性,火电厂需加强人才培养。一方面,与高校合作,开设热工自动化与智能控制相关专业课程,培养具备扎实理论基础的专业人才,使其深入理解模糊控制、神经网络等技术原理。另一方面,定期组织在职人员培训,邀请行业专家开展讲座,分享智能控制在火电厂实际应用的经验与案例,提升员工技术应用能力。鼓励员工参与技术研发与创新项目,通过实践加深对多种智能控制技术协同工作的理解,培养一批既懂热工自动化系统,又精通智能控制技术的复合型人才,为智能控制在火电厂的顺利实施与维护提供人力保障。

4.2.2 完善数据管理与安全体系

针对数据质量与安全问题,要构建完善的数据管理与安全体系。在数据质量方面,定期对传感器进行校准与维护,及时更换故障传感器,确保数据准确采集。

建立数据清洗与验证机制,对采集到的数据进行实时筛选与修正,去除错误、缺失数据。在数据安全层面,采用加密技术,对传输与存储的数据加密,防止数据泄露与篡改。部署防火墙、入侵检测系统等网络安全防护设备,抵御外部恶意攻击。制定严格的数据访问权限制度,根据员工职责分配数据访问级别,保障数据使用安全,全方位提升数据质量与安全性,为智能控制提供可靠的数据支持。

4.2.3 优化系统集成方案

面对系统集成难度大的挑战,需优化系统集成方案。首先,对火电厂现有热工自动化系统进行全面评估,梳理各设备接口、通信协议与数据格式。对于老旧设备,开发适配器或接口转换模块,使其能与新的智能控制模块通信。建立统一的数据标准与通信协议,规范不同子系统间的数据交互。采用中间件技术,实现不同系统间的数据共享与协同工作。在集成过程中,遵循逐步推进原则,先选取部分关键子系统进行试点集成,总结经验后再全面推广,确保智能控制技术与现有热工自动化系统深度融合,充分发挥智能控制优势,助力火电厂智能化升级^[4]。

结束语

综上所述,智能控制在火电厂热工自动化中展现出显著优势,从制粉系统到机组负荷控制等多方面提升了火电厂的运行效率、稳定性与安全性。尽管面临技术复杂性、数据质量与安全、系统集成等挑战,但通过加强人才培养、完善数据管理与安全体系、优化系统集成方案等策略,能有效推动其应用发展。

参考文献

- [1]张振坤,彭国梁,刘润.自动控制理论在火电厂热工自动化中的应用[J].科技尚品,2022,(12):141-145
- [2]王丽,白志刚.自动控制理论在火电厂热工自动化中的应用探究[J].价值工程,2022,37(25):120-134
- [3]闫吾龙,叶丽阳.自动控制理论在火电厂热工自动化中的应用[J].大科技,2022,(2):199-210
- [4]崔李阳.浅析火电厂热工自动化中自动控制理论的应用[J].建筑工程技术与设计,2022,(35):170-189