

农业大棚甲醇热风炉电控系统节能控制策略研究

张树荣

广东瀚宇新能源装备有限公司 广东 江门 529100

【摘要】：围绕农业大棚中甲醇热风炉电控系统的节能控制问题，探讨传统控制方式在能耗管理方面的不足，并提出基于智能算法的优化策略。通过对系统结构、控制逻辑及能源管理机制的改进，实现了对温室环境的高效调控。实际应用结果显示，新策略在温度稳定性、设备运行效率及燃料消耗控制等方面均有显著提升。未来，电控系统将进一步融合多种先进技术，向智能化、网络化和绿色化方向演进，为农业供暖提供更加高效的解决方案。

【关键词】：甲醇热风炉；电控系统；节能控制；农业大棚；智能算法

DOI:10.12417/2705-0998.25.16.022

引言

农业大棚作为现代设施农业的重要组成部分，在冬季低温环境下对稳定供热的需求日益增加。随着国家“双碳”政策的推进，甲醇热风炉因具备清洁燃烧、运行灵活等优势，逐渐被应用于各类温室环境中。然而，传统电控系统在响应速度、控制精度和能耗管理方面存在明显短板，难以满足现代农业对节能与智能化的要求。针对这一问题，亟需通过技术升级提升系统能效水平，推动农业供暖向更加高效、环保的方向发展，为农业生产提供可靠且可持续的环境调控方案。

1 农业大棚供暖系统中热风炉的应用现状

随着我国设施农业的快速发展，农业大棚作为实现反季节种植和提高作物产量的重要手段，已在全国范围内广泛推广。在冬季低温环境下，大棚内部的温度调控成为保障作物正常生长的关键因素之一。热风炉作为一种高效、直接的加热设备，因其升温速度快、结构简单、安装方便等优点，在农业大棚供暖系统中得到了广泛应用。尤其是在北方寒冷地区，热风炉已成为许多温室大棚的主要供热方式之一。

目前，农业大棚所使用的热风炉主要分为燃煤型、燃气型和甲醇型等多种类型。其中，甲醇热风炉由于燃烧清洁、运行成本相对较低、燃料来源稳定且便于储存运输，近年来在农业生产中逐渐受到青睐。与传统的燃煤热风炉相比，甲醇热风炉对环境的污染较小，符合当前国家对农业绿色发展的要求；相较于燃气型热风炉，其不受天然气管网覆盖限制，适用于更多偏远农村地区。甲醇热风炉在不具备集中供热条件的大棚环境中具有较强的应用优势。从系统构成来看，甲醇热风炉通常由燃烧室、换热器、风机、供料系统及电控系统等部分组成。其中，电控系统作为整个热风炉运行的核心控制单元，承担着点火控制、温度调节、故障报警以及运行状态监测等多项功能。

随着自动化技术的发展，现代甲醇热风炉普遍配备了基于PLC或单片机的智能控制系统，能够根据大棚内的实时温度变化自动调节热风输出，从而实现一定程度上的智能化管理。然而，目前多数系统的控制逻辑仍较为简单，缺乏对能耗优化的

深入考虑，导致能源利用效率仍有较大提升空间。甲醇热风炉在实际应用过程中也暴露出一些问题。例如，部分设备在低温启动时存在点火不稳定现象，影响了供热的连续性；再如，部分电控系统在应对复杂气候条件下反应迟缓，难以实现精准控温。由于缺乏统一的技术标准，市场上不同厂家生产的热风炉在性能、能效、安全性等方面差异较大，给用户的选择和维护带来一定困难。

2 传统电控系统在节能方面的局限性分析

农业大棚中广泛应用的甲醇热风炉，其运行效率与电控系统的性能密切相关。目前多数热风炉采用的是较为基础的电控系统，主要依赖设定温度阈值来控制设备启停，实现简单的温度调节功能。这种控制方式虽然结构简单、成本较低，但在实际运行过程中暴露出诸多影响能源利用效率的问题，成为制约系统节能效果的关键因素。从控制逻辑来看，传统电控系统多采用开关式或比例式控制策略，缺乏对环境温度变化趋势的预测能力。当大棚内部温度低于设定下限时，系统直接启动热风炉进行加热；当温度达到上限时则立即关闭。这种“非此即彼”的运行模式容易造成频繁启停现象，不仅增加了设备损耗，也导致热量输出不稳定，从而降低了整体能效水平。

在不同气候条件和作物生长阶段下，热负荷需求存在显著差异，但传统控制系统难以根据这些动态变化进行自适应调整，造成能源浪费。在传感器配置方面，传统电控系统往往仅依靠单一温度传感器获取反馈信息，忽略了湿度、风速、光照强度等其他环境参数对热平衡的影响。这种信息采集方式具有明显的局限性，限制了系统对大棚微气候的全面感知能力，进而影响到加热策略的科学性和节能潜力的挖掘。由于缺乏多参数协同调控机制，系统无法精准判断实际热需求，易出现过度供热或供热不足的情况。传统电控系统在数据处理与通信能力上较为薄弱，缺少远程监控与智能优化模块。多数设备仍停留在本地手动操作层面，用户无法实时掌握设备运行状态和能耗情况，更无法通过网络平台进行集中管理或远程调控。这不仅降低了系统的灵活性与可维护性，也阻碍了节能策略的动态调整与持续优化。随着农业智能化的发展，传统控制系统已难以

满足现代农业对高效、绿色、可持续发展的要求。在能源管理层面,现有电控系统普遍未引入能量计量与分析模块,无法对热风炉的单位时间耗能情况进行有效监测与评估。缺乏能耗数据支撑,使得节能措施的制定与实施缺乏依据,难以为后续改进提供参考。部分系统未设置节能模式或低功耗运行机制,在非关键时段仍维持较高功率运行,进一步加剧了不必要的能源消耗。

3 基于智能算法的节能控制策略设计

为提升农业大棚甲醇热风炉电控系统的节能性能,需引入更加精细化和自适应性的控制方法。传统控制系统由于缺乏对环境变化的动态响应能力,难以实现高效能运行。而基于智能算法的控制策略则能够通过多参数信息的融合分析,优化设备运行逻辑,从而在保障供热需求的前提下降低能耗。在系统架构方面,节能控制策略以嵌入式控制器为核心,集成多传感器采集模块,构建具备环境感知能力的数据采集层。该层可实时获取大棚内部的温度、湿度、光照强度及外界气象条件等关键参数,并将这些数据传输至主控单元进行处理。通过建立多变量输入与输出关系模型,系统能够更准确地判断当前热负荷状态,避免因单一参数判断造成的误控现象。

控制算法采用模糊PID与神经网络相结合的方式,实现对热风炉运行状态的动态调节。模糊PID算法可根据误差及其变化率自动调整控制参数,使系统在面对非线性、时变性强的温室环境时仍能保持良好的稳定性与响应速度;而神经网络则通过对历史运行数据的学习,不断优化控制规则库,提高系统在不同工况下的适应能力。两种算法协同作用,使控制过程既具有快速响应特性,又具备长期学习与自我修正的能力。在节能机制设计上,系统引入预测控制模型,利用时间序列分析技术对未来一段时间内的温度变化趋势进行预判,并据此提前调整热风输出强度。这种前馈控制方式有效减少了因温度波动引起的频繁启停现象,降低了设备损耗与能耗。系统还设置分时段运行模式,根据不同作物生长阶段的温度需求设定差异化的控制目标,在满足作物生理需求的同时减少不必要的热量供给。

能源管理模块采用分级调控策略,依据单位时间内能耗指标动态调整加热功率。系统内嵌能量计量单元,对甲醇消耗量、风机运行时间、加热周期等关键参数进行统计分析,并结合环境参数的变化规律,制定最优启停计划。通过这种方式,可在不影响供热效果的前提下,最大限度地降低单位面积供暖能耗。通信与远程监控功能的引入进一步提升了系统的智能化水平。电控系统支持无线通信协议,可将运行数据上传至农业物联网平台,供管理人员远程查看与干预。平台还可根据多点数据对比分析,识别异常能耗行为并发出预警,辅助用户及时优化控制策略,实现节能效果的持续改进。

4 节能控制策略在典型农业大棚中的应用效果

将基于智能算法的节能控制策略应用于农业大棚甲醇热风炉系统后,其在运行效率、能耗控制和环境调控等方面展现出明显的优化效果。该策略通过引入多参数感知机制与自适应调节功能,显著提升了系统的响应能力与控制精度,从而实现更高效的能源利用。在温度调控方面,采用新型电控系统的热风炉能够根据大棚内部及外部环境的变化趋势进行动态调整,避免了传统控制方式下常见的温度波动现象。系统通过对历史数据的学习与实时反馈信息的分析,实现了对加热强度的精细化控制,使得温室内部温度维持在设定区间内的稳定性大幅提高。相比传统控制系统,新策略下的温度偏差范围缩小,减少了因温差过大而造成的作物生长不良风险。

从设备运行状态来看,节能控制策略有效降低了热风炉的启停频率。由于具备预测性控制能力,系统能够在温度尚未明显下降之前提前介入加热过程,避免了因温度骤降而引发的频繁启动问题。这种平稳的运行模式不仅延长了设备使用寿命,还降低了因频繁切换工况带来的能量损耗,提升了整体运行效率。在能源消耗方面,系统通过引入分级供能与分时段调控机制,使甲醇燃料的使用更加合理。单位面积供暖所消耗的燃料量在应用新控制策略后出现明显下降,尤其在夜间低温时段,节能效果更为突出。系统内置的能量计量模块可对每次加热周期的耗能情况进行记录与分析,为后续优化提供数据支撑。这些数据还可用于对比不同时间段或不同大棚之间的能耗差异,辅助管理者制定更具针对性的节能措施。

远程监控与数据管理功能的应用也进一步提升了系统的实用性。通过物联网平台,用户可以实时查看热风炉的运行状态、能耗曲线以及环境参数变化情况,并可根据实际需求进行远程干预。平台还支持异常报警功能,在系统检测到运行异常或能耗超标时及时通知管理人员,提高了系统的可控性与维护效率。节能控制策略在应对复杂气候条件时表现出较强的适应能力。无论是在极端低温环境下还是昼夜温差较大的地区,系统均能根据实际热负荷需求调整运行参数,确保供热稳定的同时避免能源浪费。

5 未来电控系统在农业供暖中的发展方向

随着农业生产方式的不断升级和智能化技术的广泛应用,农业供暖系统对电控装置的功能要求正逐步提高。传统控制模式已难以满足现代农业对节能、高效、精准调控的需求,因此,电控系统的发展将朝着更高集成度、更强适应性和更优能效管理的方向演进。在未来的发展中,电控系统将进一步融合多种传感技术与数据处理能力,实现对大棚环境的全面感知。除了基本的温度监测外,还将整合湿度、二氧化碳浓度、光照强度及室外气象参数等多维信息,构建更加完整的环境调控模型。通过这些参数的协同分析,控制系统能够更准确地判断热负荷

需求,优化加热策略,从而提升整体运行效率。

人工智能与大数据分析的应用将成为电控系统升级的重要支撑。借助深度学习算法,系统可通过对历史运行数据的学习,识别不同气候条件下的能耗规律,并据此调整控制逻辑,使热风炉在不同季节、不同时段都能保持最佳运行状态。引入自适应控制机制后,系统具备了根据外部环境变化自动优化参数的能力,提高了应对复杂工况的灵活性和稳定性。远程通信与物联网平台的深度融合也将成为未来发展的重要趋势。新一代电控系统将支持无线通信协议,实现设备与云端平台之间的数据交互,用户可通过移动终端或计算机远程监控系统运行情况。这种集中管理模式不仅提升了系统的可操作性,还为多点农业设施的统一调度提供了可能。此外,系统还可接入农业管理平台,与其他环境调控设备联动运行,形成完整的智能温室管理系统。

能源管理功能将进一步细化和完善,推动农业供暖向绿色低碳方向发展。未来的电控系统将配备高精度能量计量模块,实时采集并记录燃料消耗、加热周期、功率输出等关键数据,

建立能耗评估体系。基于这些数据,系统可生成节能建议,辅助管理者优化运行方案,甚至实现预测性维护,减少因设备故障导致的能量浪费。安全性和可靠性也将是未来电控系统设计的重要考量因素。系统将集成多重保护机制,包括过温报警、缺料检测、燃烧异常识别等功能,确保设备在各种运行条件下均能稳定工作。采用模块化结构设计后,系统具备更高的可维护性,便于后期升级与扩展。

6 结语

农业大棚供暖系统的节能优化已成为设施农业可持续发展的关键方向。甲醇热风炉作为当前应用前景广阔的清洁能源供热设备,其电控系统在节能潜力挖掘方面具有重要意义。通过引入智能控制算法,结合多参数感知、远程监控与能耗管理等技术手段,可有效提升系统的运行效率与能源利用率。未来,随着人工智能、物联网和大数据分析的深入融合,农业供暖电控系统将朝着更高集成度、更强适应性和更优能效的方向发展,为实现精准农业和绿色农业提供坚实的技术支撑。

参考文献:

- [1] 刘志远.农业温室供暖系统节能控制技术研究[J].农业工程学报,2022,38(6):120-127.
- [2] 孙立峰.甲醇燃料热风炉在设施农业中的应用前景分析[J].可再生能源,2021,39(4):453-458.
- [3] 陈晓东.基于 PLC 的温室加热系统智能控制方法研究[J].自动化与仪器仪表,2020,35(2):78-82.
- [4] 黄志强.智能控制算法在农业环境调控中的应用进展[J].控制工程,2023,30(3):512-519.
- [5] 赵国栋.精准农业背景下温室节能控制技术的发展趋势[J].农业机械学报,2021,52(10):210-218.