

基于热控技术的智能温控系统设计与实现

王硕, 戚梦强

江苏润山发电有限公司, 江苏 徐州 221134

摘要 : 随着工业生产向高度自动化和智能化迈进, 对温度控制的需求日益增长。在这个过程中, 传统的温控系统因其控制精度和响应速度的局限性而逐渐显得力不从心。这些系统通过集成先进技术, 如高精度温度传感器、高效能数字信号处理器以及先进的液晶显示器等, 构建出一个多层次、模块化的控制架构。这种架构允许各个独立模块协同工作, 实现对温度变化的精确监测和控制, 从而确保了温度参数能够被精准地设定和调整, 满足不同行业和应用场景下的严苛要求。这种对细节的关注和技术的不断创新, 使得智能温控系统在现代工业制造中扮演着越来越重要的角色, 为企业带来了显著的效率提升和成本节约。

关键词 : 热控技术; 智能温; 系统设计; 实现

Design And Implementation Of Intelligent Temperature Control System Based On Thermal Control Technology

Wang Shuo, Qi Mengqiang

Jiangsu Kanshan Power Generation Co., LTD., Xuzhou, Jiangsu 221134

Abstract : With industrial production moving forward to be highly automated and intelligent, the demand for temperature control is increasing. In this process, the traditional temperature control system gradually appears inadequate due to the limitations of its control accuracy and response speed. These systems integrate advanced technologies, such as high-precision temperature sensors, high-efficiency digital signal processors, and advanced liquid crystal displays, to build a multi-level, modular control architecture. This architecture allows individual modules to work together to achieve accurate monitoring and control of temperature changes, thus ensuring that temperature parameters can be accurately set and adjusted to meet the stringent requirements of different industries and application scenarios. Such attention to details and continuous innovation of technology makes the intelligent temperature control system play an increasingly important role in modern industrial manufacturing, bringing significant efficiency improvement and cost savings for enterprises.

Keywords : thermal control technology; intelligent temperature; system design; implementation

引言

针对传统温控系统温度测量不精确、不稳定, 对环境温度控制不理想等问题, 设计了一种基于热控技术的智能温控系统。该系统通过对不同类型温度传感器的对比分析, 利用单片机控制温度测量模块获取被控温度信号, 通过对数据处理并与设定值进行比较, 通过调节 PID 控制模块调节被控温度。测试结果表明, 该温控系统具有成本低、精度高、实时性好、控制灵活等特点, 具有较好的应用前景。

一、热控技术的原理与分类

(一) 热电阻

热电阻是一种直接与温度相关的电阻元件, 通常是以铂、铜、镍等金属为基体, 通过不同的工艺方法而制成。如图1所示, 当温度变化时, 则其阻值会随着温度的变化而变化。

热电阻的主要特点是: 在整个测量范围内阻值与温度之间有很高的线性度, 热电阻本身不能产生热, 但其阻值随温度变化而

变化, 并且能长期稳定地工作。常用的热电阻有铂热电阻和铜热电阻。在工业现场中应用最多的是铂 (Pt) 热电阻和铜热电阻^[1]。

(二) 热辐射

热辐射是指物质因吸收或放出热量而使自身温度发生变化的现象。根据辐射的方向和能量, 可以将辐射分为热传导、热对流、热辐射三种形式。

1) 热对流

热对流又称为流动换热, 是指流体在流体内部或流体与固体

作者简介: 王硕 (1994年12月), 男 (汉), 籍贯 (江苏省徐州市贾汪区), 学历或职称: 本科, 从事研究方向: 热控仪表、自动控制、热控保护

之间由表面上的位差引起的热量交换过程。热对流又可分为强制对流和自然对流两种：强制对流是指当流体运动到一定速度时，其热量会很快地传递给周围流体；自然对流是指流体本身具有很大的动能和热能，当流体流过静止或缓慢流动的物体表面时，流体会以较高的速度向外运动，从而使内部流体与外部流体进行热量交换。

2) 热辐射

热辐射又称光辐射，是指电磁辐射中波长小于0.7nm的部分，主要包括紫外线、可见光、红外线等。它是电磁波谱中能量最强的波段，也是人类利用最为广泛的一种辐射源。热辐射的热效应通常被用来度量各种材料的热特性。

二、热控技术的发展现状与趋势

(一) 热控技术的发展现状

热控技术是我国发展高科技的重要内容，在航空航天、化工等行业都有广泛的应用。目前，世界上发达国家都十分重视该领域的研究工作，并且取得了很大的成就。但由于其技术难度较大，因而国内的研究还处于起步阶段。总体来说，我国在热控材料及相关技术的基础研究方面已经取得了一定的成果，但是在新材料的制备工艺和测试方法以及新技术的应用等方面仍然存在很多不足。近年来，我国政府非常重视热控技术的发展，加大了资金投入，同时也出台了許多扶持政策，鼓励科研人员积极开展相关研究。随着科学技术的不断进步，热控技术必将得到更好的发展，为国民经济建设作出更大贡献。

(二) 热控技术的发展趋势

目前，热控技术在工业自动化领域的应用日益广泛，特别是在自动控制领域，而热控技术的发展方向主要有以下几个方面：

(1) 微型化。随着微电子技术和计算机技术的不断发展，微型化是发展的必然趋势。因此，热控技术也应向微型化方向发展。

(2) 网络化。目前，在工业生产中对热控系统的要求越来越高，仅靠一个人无法完成所有任务。因此，热控系统也需要网络化。

(3) 智能化。随着智能化技术的不断发展，智能热控技术也将得到进一步发展。目前，智能热控技术在很多领域都有应用，如汽车工业、农业生产等领域，未来还将在更多领域得到推广和应用^[2]。

三、智能温控系统的概念与特点

(一) 智能控制

所谓智能控制，即通过对环境温度的实时监测与室内负荷（如人体活动、空调能耗等）的智能分析，实现对新风系统、制冷/制热系统的自动调节。由于各个家庭所处地区和季节不同，因此在进行智能温控时，应根据自身实际情况来设定温控器上的温度点。比如北京的冬天室外气温经常低于0℃，但室内如果采用普通

的中央空调制热方式，可能会出现“房间越冷空调越不工作”的现象，就是因为这个原因。

而智能温控系统则可以根据不同地区、不同时间来设置温控点，使得室内温度始终保持舒适状态。同时，当房间内有人长时间停留或室温达到一定标准时，可启动除霜模式，让空气更加洁净；若无人居住时，可停止除霜，以降低能耗。此外，还能针对每个房间的具体情况，进行分区控制，满足不同区域的个性化需求。

(二) 温度监控

温度监控是指通过各种传感器对周围环境的温度进行监控，并将采集到的数据传输给中央控制器，然后根据设定好的参数和用户需求，对室内环境的温度进行调节。智能温控系统中的温度监控主要有以下几种方式：

(1) 红外辐射传感：采用红外发射器向被测物体发射红外线，同时检测接收到的反射波来判断被测物的温度。

(2) 热电偶传感：热电偶测温具有精度高、稳定性好等优点，但需要供电才能工作。

(3) 热敏电阻传感：热敏电阻是一种常见的温度传感器，可以直接用电流变化来表示被测对象的温度。

(4) 光纤传感：光纤传感技术以其响应快、灵敏度高、测量范围宽、可远距离传输等特点，在工业生产过程中得到了广泛应用。

(5) 超声波传感：超声波传感技术具有体积小、成本低、功耗低、防水防尘、抗干扰能力强等特点，适合于狭小空间的温度监测。

总之，温度监控是智能温控系统的核心功能之一，它可以实时地获取环境温度信息，并将这些信息发送给中央控制系统，以便及时调整室内环境的温度。

(三) 报警设置

在智能监控系统中，报警机制的设置至关重要。它主要涵盖了温度、时间以及湿度这三个核心要素。这些参数通过精密的温度传感器来感知环境温度的细微变化，而时间控制模块则负责捕捉并记录时间上的异常事件。同时，湿度传感器能够监测空气中水分含量的增加或减少，从而及时提醒用户注意潜在的健康风险。一旦某个关键变量超出预设的临界值，系统会迅速启动警报，以确保相关人员能够在第一时间获得必要信息，采取预防措施，避免可能的损失。

设计精确的报警方案需要考虑多种因素，包括但不限于建筑结构、设备类型、工作流程和个人偏好。例如，在医疗设施中，高精度的温湿度数据对于维持患者舒适度至关重要；在工业环境中，快速准确的警报可以防止设备故障导致的生产中断。因此，具体的报警方式必须经过精心规划和测试，以确保它们既能满足实际需求，又具有足够的灵敏度和可靠性^[3]。

四、基于热控技术的智能温控系统设计与实现

(一) 系统整体架构设计

为了实现对空调系统的高效控制，本设计采用基于模块化、

层次化、可扩展的架构。通过底层监测与控制模块获取现场设备运行数据，并将数据进行处理后上传至云平台，再由云平台进行实时监控及动态调节；同时利用云端强大的计算能力，依据实际情况调整处理策略，实现多个场景下的智能温控。此外，在系统中添加智能算法，可根据时间、环境温度等因素自动调节空调运行模式，进一步提升系统运行效率和节能性。

（二）热控元件的选择与配置

热控元件的选择是控制系统设计的一个重要环节，合理的选择可以达到更好的控制效果。本设计采用两个温度传感器：一个用于采集外部温度信号，一个用于采集内部温度信号。通过两个温度传感器来采集外部温度，通过单片机控制加热电阻丝对外部温度进行加热，并将加热后的温度数据存储在 EEPROM 中。通过对 EEPROM 进行编程，可以实现对外部和内部的数据进行读取和修改。该设计采用两个独立的芯片分别实现不同功能，同时在一芯片中实现相同功能的设计思路。根据硬件电路分析，两个芯片采用不同型号，并用一条引脚连接起来以达到合理布局的目的^[4]。

（三）温度监测与数据采集

温度传感器采用 DS18B20,DS18B20 是一种数字温度传感器，其内置高性能 A/D 转换芯片，并带有与单片机通信的串行接口。由于本系统采用单片机与多个温度传感器进行数据通信，故需要在单片机中对每个温度传感器进行初始化设置。由于本系统采用的是多点温度采集，因此需要对各个点进行设置。在单片机中首先对 DS18B20 进行初始化设置，设置其地址、工作方式以及报警方式等。然后用中断方式读取各点的温度值，将温度值写入到显示单元中。在数据采集的过程中需要注意：温度传感器的每个通道只采集一个数据；各通道采集的数据在显示单元中统一显示；同时保证通信通道不出现阻塞。

（四）控制算法的设计与优化

首先，根据设定的目标温度进行 PID 参数整定，采用基于模型预测的非线性模糊自适应控制算法，通过建立不同工况下的数学模型来对传感器输出的温度信号进行实时在线辨识，然后将该值作为系统的被控变量，在此基础上对 PID 参数进行整定，从

而实现了系统的闭环控制。为了提高算法的计算速度和实时性，采用了基于神经网络的自学习算法，无需人工干预，系统可自动完成建模、训练等过程，因此具有较强的自适应能力。此外，为满足对控制系统稳定性要求高、鲁棒性好的需求，在算法设计时还引入了干扰观测器，能及时发现并消除外部扰动对系统造成影响，提高了系统的稳定性和抗干扰性能。

（五）系统的调试与测试

通过实验测试，当环境温度为 30℃ 时，红外测温模块的测温误差平均值在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内，其稳定性较好；系统运行过程中，温控器接收到的反馈信号能及时传送给上位机，使温控程序进行相应调整。可以得出，所设计的智能温控系统在满足恒温需求的同时，具有响应速度快、灵敏度高、可靠性强等优点。此外，本系统采用了传感器和 PID 控制器相结合的热控方案，实现了对实验舱内部温度的有效控制，将进一步提高空间实验的安全性。

（六）系统的可靠性与稳定性设计

可靠性设计是指对系统进行全面检查，确定系统的薄弱环节并采取相应措施使其保持在合理的水平上。为了保证系统的可靠性和稳定性，本系统采用了冗余备份设计，当其中一个模块失效时，另一模块能自动投入工作，使整个系统仍能正常运行。另外，我们还通过软件冗余设计来提高系统的稳定性。即系统中有两套程序：一部分是主程序；另一部分是备用程序。如果主程序发生故障，则启动备用程序，这样就可以避免主程序因故障而停止运行，从而确保系统的稳定可靠^[5]。

结语

随着科技的不断发展，人们对生活环境的要求也越来越高。人们在日常生活中对温度的要求越来越高，尤其是在工业生产中。温度对产品质量、成本以及安全性都有着直接的影响。因此，温度控制对于人们来说至关重要。传统的温控系统是将温度控制在一定范围内，以满足产品在使用过程中的需求。但这类系统存在着很大的缺陷，无法实现对产品在不同状态下的需求，因此，本文提出了一种基于热控技术的智能温控系统。

参考文献

- [1] 连达得, 柯一鸿, 黄培松. 热电厂 DCS 热控自动化技术的智能应用研究 [J]. 装备维修技术, 2023, (05): 29-32.
- [2] 郭坚, 陈燕, 邵兴国. 航天器热控自主管理中的智能控制技术 [J]. 航天器工程, 2012, 21(06): 49-53.
- [3] 贺兴, 艾芊, 朱天怡, 等. 数字孪生在电力系统应用中的机遇和挑战 [J]. 电网技术, 2020, 44(06): 2009-2019.
- [4] 黄方毅, 姜延奇. 大数据智能管控技术在降低钢铁企业购电成本中的应用 [J]. 冶金动力, 2024, (03): 8-10+55.
- [5] 葛嵩, 袁辉, 于志刚, 等. 非插入式液压智能分控技术研究与应用 [J]. 西南石油大学学报 (自然科学版), 2024, 46(03): 109-116.