

基于嵌入式系统的自动缝纫机控制技术研究

安晓英¹ 郭 辉²

1. 山西省检验检测中心 山西 太原 030032

2. 江苏禹冰水利勘测设计有限公司 江苏 南京 210000

摘要: 文章深入研究基于嵌入式系统的自动缝纫机控制技术,通过集成高精度传感器、先进控制算法与强大通信能力,实现缝纫过程的智能化与自动化。该技术显著提升生产效率,降低人工干预与错误率,同时优化布料处理与缝制质量。详细阐述系统架构设计、控制算法实现、嵌入式系统选型及软硬件开发等关键环节,为服装制造业的智能化转型提供技术参考与实践案例。

关键词: 嵌入式系统; 自动缝纫机; 控制技术

1 缝纫机在服装制造业中的重要性

缝纫机在服装制造业中占据着举足轻重的地位,它是连接设计创意与成品实现的桥梁,是推动服装产业现代化、高效化、规模化的关键工具。第一、缝纫机实现了服装生产的高效化,相比传统的手工缝制,机械化缝纫能够大幅度减少生产时间,提高缝制速度,降低人力成本。这使得服装制造商能够快速响应市场变化,批量生产出符合要求的服装产品,满足消费者的多样化需求。第二、缝纫机提升了服装制作的精度和品质,现代缝纫机配备了先进的控制系统和精确的针脚调整功能,能够确保每一针每一线都达到极高的标准,使服装的缝合线迹平整、牢固、美观。这种高精度的制作能力,对于提升服装的整体品质、增强品牌竞争力具有重要意义。第三、缝纫机的多样化功能为服装设计的创新提供了可能,随着科技的发展,缝纫机已经不仅仅局限于简单的直线缝合,而是具备了各种复杂缝型的制作能力,如包边、锁眼、钉扣等。这些功能的加入,使得设计师的创意得以更加自由地实现,为服装市场带来了更多新颖、独特的款式和风格。第四、缝纫机在服装制造业中的广泛应用,还促进产业链的协同发展,从面料供应商到辅料生产商,再到服装加工厂和销售商,缝纫机作为连接各个环节的重要工具,推动了整个产业链的紧密合作和共同进步。

2 嵌入式系统在自动缝纫机控制中的应用

嵌入式系统在自动缝纫机控制中的应用,极大地推动了服装制造业的智能化与自动化进程。在自动缝纫机的控制系统中,嵌入式系统作为核心处理器,负责接收来自外部传感器、操作面板或上位计算机的指令,并实时处理这些数据,以控制缝纫机的各项功能。通过内置的算法和程序,嵌入式系统能够精确控制缝纫机的针脚

密度、缝制速度、张力调节等关键参数,确保缝制过程的稳定性和一致性^[1]。嵌入式系统还具备强大的数据处理和通信能力,它能够实时监测缝纫机的运行状态,包括电机转速、温度、故障信息等,并将这些数据通过有线或无线方式传输给监控中心或操作员。一旦检测到异常情况,系统能够立即采取相应措施,如自动停机、报警提示等,以保障生产安全和设备完好。在自动缝纫机的智能化升级中,嵌入式系统更是发挥了关键作用,通过与机器视觉、人工智能等技术的结合,嵌入式系统能够实现缝制过程的智能识别与判断。例如,在缝制复杂图案或进行高精度定位时,系统能够自动调整缝纫路径和参数,确保缝制效果达到设计要求。

3 自动缝纫机控制技术的核心技术

3.1 总线通信技术

在自动缝纫机控制系统中,总线通信技术是确保各个组件之间高效、可靠数据传输的关键技术之一。总线,作为数据传输的“高速公路”,连接着控制器、传感器、执行器以及可能的其他辅助设备,如人机界面(HMI)或远程监控系统。现代自动缝纫机广泛采用如CAN(Controller Area Network)、EtherCAT、Modbus等高速、高可靠性的总线标准,以实现数据的实时交换和设备的协同工作。关键技术要点:选择合适的总线标准对于系统的整体性能和成本至关重要。CAN总线以其高可靠性、低成本和广泛的应用基础成为许多自动缝纫机控制系统的首选。而EtherCAT等工业以太网技术则以其高速度和低延迟特性,在需要更高性能控制的场合中展现出优势。合理的网络拓扑结构和布线布局能够减少信号干扰,提高数据传输的稳定性和效率。在自动缝纫机中,通常需要根据设备结构和工作流程来优化总线网络的布局,确保各个节点之间的通信畅通无阻。总线通信

技术还包括一系列的错误检测、纠正和恢复机制，以确保在通信过程中即使出现短暂的中断或错误，系统也能迅速恢复并继续工作。这些机制对于保障生产连续性和稳定性具有重要意义。在自动缝纫机控制系统中，实时性是一个核心要求。总线通信技术需要确保关键数据能够在最短时间内从源节点传输到目标节点，以便控制系统及时作出响应。总线技术通常采用优先级排队、数据压缩等策略来优化数据传输效率。

3.2 实时控制算法

实时控制算法是自动缝纫机控制技术的核心，它负责根据实时采集的数据和预设的控制策略，计算出最优的控制指令，并实时调整缝纫机的运行状态。这些算法不仅需要具备高度的精确性和稳定性，还需要能够快速响应外部环境的变化和内部参数的波动。关键技术要点：根据缝纫机的具体工作需求和控制目标，选择合适的控制算法至关重要。常见的控制算法包括PID控制、模糊控制、神经网络控制等。这些算法各有优缺点，需要根据实际情况进行选择和优化。控制算法中的参数设置对于系统的性能具有重要影响^[2]。在实际应用中，往往需要根据设备特性和生产要求不断调整算法参数，以达到最佳的控制效果。同时为了应对外部环境的变化和内部参数的波动，控制算法还需要具备一定的自适应能力。实时控制算法需要在极短的时间内完成计算并输出控制指令。为此，算法设计时需要充分考虑计算复杂度和资源消耗，采用高效的算法结构和优化策略来减少计算时间。实时控制算法还需要具备故障检测和容错控制的能力。在检测到系统故障或异常情况时，算法能够迅速作出反应，采取适当的措施来保障生产安全和设备完好。

3.3 驱动系统设计

驱动系统是自动缝纫机控制技术的另一个重要组成部分，它负责将控制器的指令转化为执行器（如电机、气缸等）的实际动作。一个高效、可靠的驱动系统对于保障缝纫机的正常运行和提高生产效率具有重要意义。关键技术要点：根据缝纫机的具体工作需求和控制要求，选择合适的电机类型和规格至关重要。常见的电机类型包括步进电机、伺服电机等。在选择电机时，需要综合考虑其扭矩、转速、精度、响应速度等性能指标，以确保其能够满足缝纫机的控制需求。驱动器是连接电机和控制器的关键部件，它负责将控制器的指令转换为电机可以识别的信号。在设计驱动器时，需要充分考虑其驱动能力、控制精度、稳定性以及与其他系统的兼容性等因素。为了降低能耗和提高效率，还需要对驱动器进行优化设计。传动机构是连接电机和执行器的桥梁，

它负责将电机的旋转运动转换为执行器所需的直线运动或旋转运动。在设计传动机构时，需要充分考虑其传动效率、精度、寿命以及维护便捷性等因素。还需要根据缝纫机的具体工作需求来选择合适的传动方式和结构形式。驱动系统还需要具备完善的安全与保护机制，以防止电机过载、过热等异常情况的发生。这些机制通常包括过载保护、过热保护、短路保护等，能够在检测到异常情况时迅速切断电源或采取其他措施来保障设备安全。

3.4 传感器及执行器选择与配置

传感器和执行器是自动缝纫机控制系统中的“感知”和“执行”部件，它们分别负责采集外部环境信息和执行控制指令。选择合适的传感器和执行器，并合理配置它们的位置和参数，对于提高控制系统的性能和精度具有重要意义。关键技术要点：根据缝纫机的具体工作需求和控制要求，选择合适的传感器类型和规格至关重要。常见的传感器包括位移传感器、速度传感器、力传感器、温度传感器等。在选择传感器时，需要综合考虑其测量范围、精度、响应时间、稳定性以及与其他系统的兼容性等因素。还需要合理配置传感器的位置和数量，以确保能够全面、准确地采集到外部环境信息。执行器是控制系统的输出部件，它负责将控制指令转化为实际动作。在选择执行器时，需要根据缝纫机的具体工作需求和控制要求来选择合适的类型和规格。常见的执行器包括电机、气缸、电磁阀等。在配置执行器时，需要充分考虑其驱动力、响应速度、精度以及与其他系统的兼容性等因素。还需要合理配置执行器的位置和数量，以确保能够准确、快速地执行控制指令。传感器和执行器输出的信号往往需要进行调理和转换才能被控制器识别和处理。在设计和配置传感器和执行器时，还需要考虑信号调理电路和接口电路的设计。这些电路需要能够将传感器输出的微弱信号放大、滤波并转换为控制器可以识别的数字信号；同时还需要将控制器输出的控制信号转换为执行器可以识别的驱动信号。为了确保传感器和执行器的准确性和可靠性，还需要对它们进行校准和标定。校准是通过比较传感器或执行器的输出与标准值之间的差异来调整其测量或执行精度的过程；标定则是通过设定特定的参考点或参考曲线来确定传感器或执行器的测量范围或执行特性。

4 基于嵌入式系统的自动缝纫机控制技术与实现

4.1 系统结构设计

在系统结构设计阶段，首先需明确自动缝纫机的功能需求和控制目标。基于这些需求，设计出一个包含嵌

入式控制器、传感器网络、执行机构、通信接口以及人机交互界面的系统架构。嵌入式控制器作为系统的核心，负责接收传感器数据、执行控制算法并驱动执行机构；传感器网络用于实时监测缝纫机的运行状态和外部环境；执行机构则根据控制指令完成具体的缝制动作；通信接口实现与其他设备或系统的数据交换；人机交互界面则提供操作员与控制系统之间的交互平台^[3]。

4.2 控制算法实现

控制算法是自动缝纫机控制技术的核心。在算法实现阶段，需要根据缝纫机的具体工作特性和控制要求，选择合适的控制策略，如PID控制、模糊控制或神经网络控制等。通过编程将这些算法嵌入到嵌入式控制器中，实现对缝纫机速度、张力、针脚密度等关键参数的精确控制，还需要考虑算法的实时性、稳定性和鲁棒性，确保在复杂多变的生产环境中能够稳定运行并快速响应。

4.3 嵌入式系统选型

嵌入式系统的选型是设计与实现过程中的关键环节。在选择嵌入式系统时，需要综合考虑其处理能力、内存大小、外设接口、功耗以及成本等因素。针对自动缝纫机的控制需求，通常会选择具有高性能处理器、丰富外设接口和良好实时性的嵌入式系统。还需要考虑系统的可扩展性和可维护性，以便在未来进行功能升级或维护时能够方便地进行操作。

4.4 硬件设计与软件开发

硬件设计包括嵌入式控制器的电路设计、传感器和执行机构的选型与布局以及通信接口的设计等。在硬件设计过程中，需要确保各个部件之间的电气连接正确无误，并充分考虑电磁兼容性、散热性能以及机械结构等因素。软件开发则包括嵌入式操作系统的选择、控制算法的编程以及人机交互界面的开发等。在软件开发过程中，需要采用模块化设计思想，将系统划分为多个功能模块进行独立开发和测试，以提高开发效率和软件质量。还需要进行严格的软件测试和调试工作，确保软件能够稳定运行并满足控制要求。

5 基于嵌入式系统的自动缝纫机控制技术的应用案例分析

在追求高效与品质的服装制造领域，某知名企业率

先迈出了智能化转型的关键一步，成功引入了一套基于嵌入式系统的自动缝纫机控制系统。这一创新举措不仅彻底改变了传统缝纫作业的面貌，更在提升生产效率与产品质量上取得了显著成效。该系统集成了高精度传感器网络，能够实时监测并精确反馈布料张力、针脚密度等关键缝制参数，确保每一针每一线都达到最优状态^[4]。嵌入式控制器作为智能大脑，运用先进的控制算法对收集到的数据进行快速处理与分析，自动调整缝纫机的各项参数，以适应不同材质与复杂缝制要求，极大地减少人工干预与操作误差。更令人瞩目的是，该系统还具备强大的通信能力，能够实时将生产数据上传至云端服务器。这不仅为企业管理者提供便捷的远程监控手段，还使得生产数据的收集、分析与利用变得更加高效与智能。通过大数据分析，企业能够更准确地把握生产状况，优化生产流程，为服装制造业的智能化转型提供了有力支撑。

结束语

基于嵌入式系统的自动缝纫机控制技术展现了其在提升生产效率、保障产品质量及推动行业智能化转型方面的巨大潜力。随着技术的不断进步与应用的深入拓展，有理由相信，这一领域将涌现出更多创新成果，为服装制造业的可持续发展注入新的活力与动力。未来，期待看到更多智能化缝纫解决方案的涌现，共同推动行业的繁荣与进步。

参考文献

- [1]梅武,张家友,唐德姣.一种缝纫机在线噪音和力矩的自动化测试系统[J].家用电器,2022(02):92-96.
- [2]徐建勇,严辉,周永光.缝纫机针杆刺布机构的惯性力优化平衡研究[J].科技创新与应用,2021,11(30):1-6. DOI:10.19981/j.CN23-1581/G3.2021.30.001.
- [3]尚岁燕,邱静华,马通,赵飞,梅雪松.基于云技术的工业缝纫机状态检测及分析软件的设计与实现[J].制造业自动化,2021,43(04):13-18+84.
- [4]吴昱桦.工业缝纫机的下支承轴承承载力实验分析[J].集成电路应用,2020,37(12):48-49. DOI:10.19339/j.issn.1674-2583.2020.12.020.