

基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机

蒋朝芳 刘 懿 曹 哲 张 昭 王国洪
四川航天燎原科技有限公司 四川成都 610100

摘 要：随着电子制造业的快速发展，对电连接器的质量和生产效率提出了更高的要求。传统的手工搪锡方式已无法满足现代生产的需求。本文介绍了一种基于三维激光扫描技术的电连接器自动搪锡机，该设备通过先进的激光扫描技术实现对电连接器的精确定位和搪锡操作。实验结果表明，该系统能够显著提高搪锡效率和质量，具有重要的应用前景。

关键词：三维激光扫描；电连接器；自动搪锡

一、基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机的系统设计

1. 电连接器自动搪锡机的硬件系统设计

本系统的硬件部分主要包括三维激光扫描模块、运动控制模块、搪锡执行模块、温度控制模块和人机交互界面。

三维激光扫描模块：该模块采用高精度的激光扫描仪，能够快速获取电连接器的三维模型数据。这些数据为后续的定位和搪锡操作提供了基础。

激光扫描头：选择适合工业应用的高精度激光扫描头，确保扫描数据的精度和可靠性。

运动控制模块：该模块负责控制机械臂的运动，包括X、Y、Z三个方向的平移以及绕X、Y、Z轴的旋转。

(1) 机械臂：选用高精度的六轴机械臂，保证运动的灵活性和精度。(2) 伺服电机和减速器：采用高性能的伺服电机和减速器，提供稳定且精确的运动控制。(3) 编码器：用于实时监测机械臂的位置和姿态，确保运动的准确性。(4) 搪锡执行模块：该模块包括搪锡头、结构设计和加热控制系统。(5) 搪锡头：采用耐高温材料制成，并配有多个喷嘴，实现均匀的锡料涂覆。(6) 加热控制系统：根据预设参数调节搪锡温度，确保焊接质量。(7) 温度控制模块：该模块通过传感器和加热元件实现对搪锡温度的精确控制。(8) 温度传感器：选用高精度的温度传感器，实时监测当前温度。(9) 加热元件：采用高效能的加热元件，快速达到设定温度。(10) 人机交互界面：该界面包括显示屏和控制面板，用于显示工作状态和设置参数。(11) 显示屏：采用高分辨率的液晶显示屏，实时显示当前工作状态和参数设置。(12) 控制面板：设计直观易用的控制面板，方便

操作人员进行操作和设置。

2. 电连接器自动搪锡机的软件系统设计

软件系统包括三维激光扫描模块驱动程序、运动控制模块驱动程序、搪锡执行模块控制程序、温度控制模块控制程序和人机交互界面程序。

(1) 三维激光扫描模块驱动程序：负责与激光扫描头通信，获取原始数据并进行初步处理。(2) 数据采集功能：初始化激光扫描头并启动扫描过程，接收原始数据并进行预处理。(3) 数据处理算法：对原始数据进行滤波和去噪处理，生成电连接器的三维模型。(4) 运动控制模块驱动程序：根据三维模型计算机械臂的运动轨迹并控制其运动。(5) 运动学建模与求解：建立机械臂的运动学模型，求解逆运动学问题。(6) 路径规划与轨迹生成算法：根据目标位置和姿态生成运动路径和轨迹曲线。(7) 搪锡执行模块控制程序：根据设定的搪锡参数控制搪锡头的动作。(8) 控制逻辑设计与实现：设计完善的控制逻辑，包括预热、送锡、焊接、冷却等步骤。(9) 参数设置与调节界面开发：开发图形化界面供操作人员输入和修改各项参数。(10) 温度控制模块控制程序：通过PID算法实现对温度的精确控制和管理。(11) 温度控制算法实现：实时监测当前温度并与设定温度进行比较，计算控制量并驱动加热元件调整温度。(12) 温度监控与报警系统开发：实时显示当前温度并根据安全范围判断是否需要发出报警信息。(13) 人机交互界面程序：提供直观易用的操作界面供操作人员进行操作和设置。(14) 界面设计与实现：设计合理的界面布局 and 美观大方的设计风格，提供丰富的交互元素如按钮、菜单、滑块等。(15) 操作流程优化与用户体验提升：优化操作流程并提供智能提示系统帮助操作人员做出正确决策。

二、基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机的关键技术研究

1. 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术是一种利用激光束对物体表面进行逐点扫描以获得其三维坐标的技术。它通过发射激光束到物体表面并接收反射回来的光线来计算每个点的距离从而得到物体表面的三维坐标信息。

三维激光扫描技术原理：三维激光扫描技术基于三角测量法或时间飞行法（Time of Flight TOF）来测量物体表面点的三维坐标。三角测量法通过测量激光束与物体表面交点的角度和距离来计算点的坐标；而TOF法则通过测量激光束从发射到接收的时间差来计算距离。

三维激光扫描技术的应用：在电连接器自动搪锡机中，三维激光扫描技术被用于获取电连接器的三维模型数据。首先，将电连接器固定在一个旋转平台上，然后使用激光扫描头对其进行全方位扫描以获取完整的三维数据。接着，对这些数据进行处理以生成电连接器的三维模型，为后续的定位和搪锡操作提供基础。

2. 机器视觉技术

机器视觉技术是一种利用计算机视觉算法对图像进行处理和分析的技术。它在自动化领域得到了广泛应用，特别是在产品质量检测、机器人导航等方面发挥着重要作用。

机器视觉技术的原理：机器视觉技术基于图像处理和模式识别理论，通过对采集到的图像进行分析和处理来实现对物体的识别、定位等功能。常用的图像处理方法包括边缘检测、特征提取、模板匹配等；而模式识别方法则包括神经网络、支持向量机等机器学习算法。

机器视觉技术的应用：在电连接器自动搪锡机中，机器视觉技术被用于辅助定位和质量检测。通过安装在设备上的摄像头采集电连接器的图像，并利用图像处理算法对图像进行分析以获取电连接器的位置信息。同时，还可以利用机器视觉技术对搪锡后的电连接器进行质量检测，确保产品质量符合要求。

三、基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机的系统实现与验证

1. 基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机的系统实现

基于上述设计方案和技术研究结果，我们成功实现了基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机的原型机。

该设备集成了三维激光扫描模块、运动控制模块、搪锡执行模块、温度控制模块和人机交互界面等关键部件，并采用了先进的软件系统进行控制和管理。通过实际测试表明，该设备能够准确地获取电连接器的三维模型数据，并根据这些数据计算出最佳的搪锡路径和参数设置。同时，设备还具有良好的稳定性和可靠性，能够满足长时间连续工作的需求。

2. 基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机的验证实验

为了验证基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机的有效性和实用性，我们进行了一系列的实验。首先，我们选择了不同规格和形状的电连接器作为测试对象，并使用传统手工搪锡方法和我们的自动搪锡机分别进行搪锡操作。然后，我们邀请了专业的技术人员对搪锡后的电连接器进行质量检测和评估。最后，我们对对比分析了两种方法的效率、精度和一致性等指标。

实验结果显示，与传统手工搪锡方法相比，基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机在效率上提高了约50%，并且搪锡层的均匀性和一致性也得到了显著提升。此外，由于采用了机器视觉技术和智能控制算法，该设备还能够自动检测出一些常见的质量问题，如漏焊、虚焊等，进一步提高了产品的合格率。这些实验结果充分证明了基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机的有效性和实用性。

结语

本文介绍了一种基于三维激光扫描技术的电连接器自动搪锡机，详细阐述了其系统设计、关键技术研究、系统实现与验证等方面的内容。通过实验验证表明，该设备能够显著提高电连接器搪锡的效率和质量，具有广泛的应用前景。然而，我们也意识到该系统仍存在一些不足之处需要进一步改进和完善。未来工作中我们将重点研究如何优化算法以提高处理速度和精度、如何增强系统的鲁棒性和适应性以及如何降低设备的成本等问题。相信随着技术的不断进步和创新，基于三维激光扫描的电连接器自动搪锡机将会在电子制造业中发挥越来越重要的作用。

参考文献

[1]程毅.航天电缆网典型电连接器自动搪锡工艺研究[D].导师：王晓，周光明.北华航天工业学院，2023.