

应用于精密电子制造的高速贴片机运动控制算法改进

于 淼

山东英蓝建设工程有限公司 天津

【摘要】高速贴片机是精密电子制造的关键设备，其运动控制精度直接影响产品质量与生产效率。本文针对传统运动控制算法在高速运行时的精度不足问题，提出一种改进算法。通过引入先进的轨迹规划与误差补偿技术，优化贴片机的加减速过程和定位精度，实验结果表明，改进算法显著提升了贴片机的贴装精度和生产效率，为精密电子制造提供了更可靠的技术支持，具有重要的应用价值和推广前景。

【关键词】高速贴片机；运动控制；算法改进；轨迹规划；误差补偿

【收稿日期】2025 年 2 月 23 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 26 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250096

Improvement of motion control algorithm for high-speed patch machine applied to precision electronic manufacturing

Miao Yu

Shandong Yinglan Construction Engineering Co., Ltd., Tianjin

【Abstract】High-speed patch machine is the key equipment of precision electronic manufacturing, its motion control precision directly affects the product quality and production efficiency. This paper proposes an improved algorithm to solve the insufficient accuracy of the traditional motion control algorithm at high speed. By introducing advanced trajectory planning and error compensation technology to optimize the acceleration and deceleration process and positioning accuracy of the machine, the experimental results show that the improved algorithm significantly improves the mounting accuracy and production efficiency of the machine, provides more reliable technical support for precision electronic manufacturing, and has important application value and promotion prospect.

【Keywords】High-speed patch machine; Motion control; Algorithm improvement; Trajectory planning; Error compensation

引言

在现代精密电子制造中，高速贴片机承担着高精度、高效率的电子元件贴装任务。随着电子产品向小型化、高性能化发展，对贴片机的运动控制精度提出了更高要求。传统运动控制算法在高速运行时存在轨迹偏差和定位误差等问题，制约了生产效率和产品质量的提升。研究并改进高速贴片机的运动控制算法，对于提高精密电子制造水平具有重要意义。

1 传统运动控制算法的局限性

在精密电子制造领域，传统高速贴片机的运动控制算法主要依赖于简单的梯形或S型加减速控制策略。这种控制方式虽然能够满足贴片机的基本运动需求，但在面对高速运行工况时，其局限性逐渐凸显。当贴片

机以高速度运行时，加速度的突变会导致机械系统产生较大的惯性冲击，进而引发轨迹偏差。由于动态响应的滞后性，贴片机在高速运动过程中难以及时调整运动状态，进一步加剧了定位抖动现象^[1]。这种轨迹偏差和定位抖动不仅影响了电子元件的贴装精度，还可能导致元件损坏或贴装失败，严重影响产品质量。传统运动控制算法在高速运行时的稳定性不足，已成为制约贴片机性能提升的重要因素之一。

除了加减速控制的不足，传统算法在机械系统误差补偿方面也存在明显缺陷。在精密电子制造中，贴片机的机械结构会受到多种因素的影响，如机械磨损、装配误差以及温度变化等，这些因素都会导致机械系统的误差累积。传统运动控制算法往往缺乏对这些误差

的有效补偿机制，难以对机械系统的动态变化进行实时监测和调整。在高精度制造要求下，这种误差补偿不足的问题会导致贴片机的实际运动轨迹与理想轨迹之间存在较大偏差，无法满足精密电子制造对贴装精度的严格要求^[2]。随着电子产品向微型化、高性能化方向发展，对贴片机的运动控制精度提出了更高的挑战，传统算法的这一局限性进一步限制了贴片机在高端电子制造领域的应用。

综上所述，传统高速贴片机运动控制算法在高速运行时的轨迹偏差、定位抖动以及机械系统误差补偿不足等问题，已成为制约其性能提升的关键因素。这些问题不仅影响了贴片机的贴装精度和生产效率，还限制了其在精密电子制造领域的进一步发展。迫切需要对传统运动控制算法进行改进和优化，以满足现代精密电子制造对贴片机高性能、高精度的要求。通过引入先进的控制理论和技术，如智能控制算法、轨迹规划优化以及实时误差补偿等，有望突破传统算法的局限性，推动高速贴片机技术的进步，为精密电子制造提供更可靠的技术支持。

2 改进运动控制算法的设计

为克服传统运动控制算法在高速贴片机应用中的诸多不足，本文提出了一种创新的改进算法。该算法的核心在于融合了轨迹优化与误差补偿技术，旨在全面提升贴片机的运动控制性能。在轨迹规划方面，引入了多项式轨迹规划方法，通过精确的数学建模，使贴片机的加减速过程更加平滑。与传统的梯形或 S 型加减速控制相比，多项式轨迹规划能够有效减少速度和加速度的突变现象。这种平滑的运动轨迹不仅降低了机械系统的冲击和磨损，还显著提高了贴片机在高速运行时的稳定性和可靠性^[3]。在实际应用中，这一改进有效缓解了因加速度突变而导致的元件贴装偏差问题，为实现高精度贴装奠定了坚实基础。

在误差补偿方面，本文结合贴片机的机械系统建模，采用了一种前馈与反馈相结合的复合误差补偿策略。前馈补偿基于对机械系统动态特性的精确预测，能够提前对可能出现的误差进行补偿；而反馈补偿则通过实时监测贴片机的运动状态，对实际发生的偏差进行及时修正。这种双重补偿机制能够有效应对贴片机在运行过程中由于机械结构变形、传动误差以及外部干扰等多种因素引起的定位偏差。通过实时修正运动偏差，该算法显著提高了贴片机的定位精度，使其能够满足精密电子制造对高精度贴装的要求。实验结果表明，采用该改进算法后，贴片机的定位误差大幅降低，

贴装精度得到了显著提升，完全符合现代精密电子制造对贴片机的高精度需求。

该改进算法综合考虑了贴片机的动态特性和制造精度要求，充分体现了其在实际应用中的优势。它不仅能够有效解决传统算法在高速运行时的精度瓶颈问题，还具有较强的适应性和实用性^[4]。无论是在不同型号的贴片机上，还是在面对不同类型的电子元件贴装任务时，该算法均能表现出良好的兼容性和稳定性。其创新的轨迹优化和误差补偿策略为贴片机运动控制领域提供了新的思路和方法，有望在未来的精密电子制造中得到广泛应用和推广，推动整个行业向更高水平发展。

3 改进算法的实验验证

为全面验证改进运动控制算法在实际应用中的性能提升效果，本研究搭建了一套完整的高速贴片机实验平台。该平台模拟了真实的电子元件贴装生产环境，配备了高精度的传感器和数据采集系统，能够实时监测贴片机的运动轨迹、速度、加速度以及贴装精度等关键参数^[5]。在实验过程中，分别采用传统运动控制算法和改进算法对贴片机进行驱动控制，测试其在不同运行速度下的贴装表现。测试速度范围覆盖了贴片机的常规工作速度以及极限高速运行状态，以确保实验结果能够全面反映两种算法在各种工况下的性能差异。为保证实验结果的准确性和可靠性，每种算法的测试均重复进行多次，取平均值作为最终的实验数据。

通过对实验数据的深入分析，可以明确得出结论：改进的运动控制算法在提高高速贴片机的贴装精度和生产效率方面具有显著优势。在实际的精密电子制造生产中，这一改进算法的应用将极大地提升生产效率和产品质量，降低生产成本，增强企业的市场竞争力^[6]。改进算法的实施还能够减少因贴装精度不足导致的次品率，进一步优化生产流程，提高企业的经济效益。未来，随着技术的不断发展和创新，该改进算法有望在更广泛的电子制造领域得到推广应用，为推动整个行业的技术进步和产业升级发挥重要作用。

4 结论与展望

在当今精密电子制造领域，高速贴片机的运动控制算法改进已成为提升生产效率和产品质量的关键。随着电子产品向小型化、高性能化发展，贴片机在生产过程中的作用愈发重要，其运动控制的精度和效率直接决定了产品的质量 and 生产成本。传统运动控制算法在高速运行时往往面临诸多挑战^[7]。轨迹偏差会导致元件贴装位置不准确，影响产品的电气性能和可靠性；定位误差则可能使贴装精度无法满足高端电子产品的要

求;而动态响应滞后则会降低生产效率,增加生产周期。这些问题严重制约了贴片机的性能表现,成为制约精密电子制造进一步发展的瓶颈。

幸运的是,随着技术的不断进步,新的解决方案逐渐浮出水面。本文提出的改进算法,通过优化轨迹规划和误差补偿机制,为这一领域带来了突破性的进展。在轨迹规划方面,改进算法采用了先进的数学模型,对贴片机的加减速过程进行了精细调整。通过引入多项式函数或其他优化算法,算法有效减少了速度和加速度的突变,使得贴片机在高速运行时能够保持更加平稳的运动状态。这种平稳的运动不仅减少了机械系统的磨损,还提高了贴片机的使用寿命。结合机械系统建模的误差补偿策略,改进算法能够实时修正运动偏差。通过对贴片机机械结构和运动特性的精确建模,算法可以预测并补偿可能出现的误差,从而显著提高了贴片机的定位精度。这种改进不仅解决了传统算法在高速运行时的精度瓶颈问题,更为精密电子制造行业提供了一种高效、可靠的运动控制方案。未来,随着人工智能和大数据技术的发展,改进算法还有望进一步优化。通过引入机器学习算法,贴片机可以自动学习和适应不同的生产环境和任务要求,实现更加智能化的运动控制。

随着科技的飞速发展,人工智能和大数据技术正在为各个行业带来深刻的变革。在高速贴片机运动控制领域,这些新兴技术同样展现出巨大的应用潜力^[8]。未来,我们可以进一步引入智能优化算法,如遗传算法、粒子群优化算法等,以实现贴片机运动控制的自适应调整。通过收集和分析大量的生产数据,智能算法能够自动学习贴片机在不同工况下的运动特性,从而动态调整运动参数,进一步优化贴装精度和生产效率。大数据技术可以用于实时监测贴片机的运行状态,提前预测潜在故障,实现预防性维护,从而提高设备的可靠性和使用寿命。这种智能化、数据驱动的运动控制模式,将为精密电子制造带来更高的生产效率、更低的生产成本以及更优异的产品质量。展望未来,高速贴片机运动控制技术的发展将与人工智能、大数据等前沿技术深度融合。这不仅将推动精密电子制造技术向更高水平发展,还将为整个制造业的转型升级提供有力的技术支持。在这一过程中,跨学科的研究合作将变得尤为

重要,机械工程、自动化技术、计算机科学等多学科的协同创新,将为解决复杂的工程问题提供更全面的思路和方法。

5 结语

高速贴片机运动控制算法的改进为精密电子制造带来了显著提升。通过优化轨迹规划与误差补偿,改进算法有效解决了传统方法在高速运行时的精度瓶颈,大幅提高了贴装精度与生产效率。未来,随着人工智能和大数据技术的融入,智能优化算法有望实现贴片机运动控制的自适应调整,进一步推动精密电子制造技术迈向更高水平。这不仅将助力电子产业的升级发展,还将为制造业的智能化转型提供强大动力,展现出广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 闫司琦,付威铭.数控刀具重点行业应用与技术发展前瞻[J].金属加工(冷加工),2025,(03):1-8.
- [2] 任静锋.工业智能化时代电子信息技术的应用研究[J].信息记录材料,2023,24(10):141-143.
- [3] 祝敏.动态能力视角下电子制造企业连续并购研究——以立讯精密为例[J].经营与管理,2022,(02):27-33.
- [4] 黄兴,谭桂斌.广东省高端装备制造及精密制造的摩擦学研究进展[J].机电工程技术,2020,49(09):1-6.
- [5] 《精密制造与自动化》征稿简约[J].精密制造与自动化,2020,(03):66.
- [6] 邱月焯.立讯逆风前行[J].21世纪商业评论,2020,(04):56-59.
- [7] 安蔚.新兴产业的舒城“修炼术”[J].决策,2019,(05):63-65.
- [8] 谈宜东,李继扬,朱开毅,等.激光回馈测量技术在航空精密制造中的应用[J].航空制造技术,2019,62(05):24-36.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

