

机器人技术在机械设计制造中的应用

董海亮

(陕西彬长矿业集团有限公司生产服务中心, 陕西 咸阳 713602)

摘要 机器人技术作为现代自动化技术的重要组成部分,在机械设计与制造领域中扮演着越来越关键的角色。本文主要探讨了机器人技术在机械设计制造中的应用情况,分析了机器人技术的特点及其在机械设计制造中的优势,同时也指出了存在的挑战和未来的发展方向。通过对机器人技术在设计、加工、组装、检测等环节的应用分析,阐述了机器人技术推动机械设计制造自动化、智能化的重要性。

关键词 机器人技术; 机械设计; 设计辅助系统; 加工自动化; 组装自动化

中图分类号: TP24; TH12

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0016-03

随着全球工业自动化水平的不断提升,机器人技术已成为推动机械设计与制造行业进步的关键力量。这一技术不仅提高了生产效率,降低了劳动成本,还极大地提升了产品的质量与制造过程的可靠性。在机械设计制造领域,机器人技术的应用涵盖了从设计辅助、模拟仿真到加工、组装乃至质量检测等多个环节,其高度的灵活性和智能化水平为实现制造业的数字化转型和智能化升级提供了强有力的技术支撑。

1 机器人技术的基本特点

1.1 高度自动化与灵活性

机器人技术的发展为机械设计和制造行业带来了前所未有的变革,其中高度自动化与灵活性是其最为显著的两大特点,对于提升生产效率和适应多变的生产需求具有重要意义。首先,高度自动化指的是机器人技术能够在极小的人工干预下完成复杂的生产任务。在传统的制造过程中,许多重复性高且劳动强度大的工作需要大量的人力投入,这不仅增加了生产成本,也限制了生产效率的提升。机器人技术的应用,特别是在机械加工、组装、焊接等环节的广泛应用,使得这些过程可以高效、准确地完成。例如,通过预编程,机器人可以无间断地进行产品的加工和装配,极大地缩短了生产周期,同时也降低了因人为操作失误导致的废品率。其次,灵活性体现在机器人技术能够迅速适应生产线上的变化,满足定制化和小批量生产的需求。随着市场竞争的加剧,消费者对产品的个性化需求日益增长,这要求生产线能够快速调整生产计划,以适应不同产品的制造。机器人技术通过更换末端执行器或调整软件程序,就能实现从一种产品到另一种

产品的快速切换,这种灵活性大大提高了企业对市场变化的响应速度,增强了市场竞争力。

1.2 智能化与集成化

机器人技术在智能化与集成化方面的特点,为机械设计与制造行业带来了深刻的影响,进一步推动了行业向智能制造的转型。

智能化是指机器人技术通过集成先进的传感器、人工智能算法和大数据分析等技术,实现对环境的感知、决策和学习能力的提升。在机械设计与制造领域,这种智能化使得机器人不仅能够执行预设的任务,还能根据生产环境和过程中发生的变化做出相应的调整或决策。例如,通过装配视觉识别系统的机器人可以实现对工件的自动识别、定位和质量检测,当检测到生产异常时,机器人能够即时调整作业策略或者向操作员发出警报,从而保证生产过程的稳定性和产品质量。

此外,借助人工智能算法,机器人还能通过持续学习优化其操作程序,以适应复杂多变的生产任务,这显著提高了生产的灵活性和效率。集成化则体现在机器人技术能够与其他工业自动化系统和信息技术系统无缝连接,形成一个高效、智能的生产系统。在现代制造业中,机器人技术往往不是孤立运用的,而是作为整个生产系统的一部分与计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、企业资源规划(ERP)系统等集成使用,实现从设计到制造再到物流管理的全流程自动化和信息化。这种集成化不仅大大提高了生产效率,还增强了生产过程的可控性和透明度,使企业能够更加灵活地响应市场变化,提高了市场竞争力。

2 机器人技术在机械设计中的应用

2.1 设计辅助系统

机器人技术在机械设计中的应用，尤其是作为设计辅助系统的一部分，已经成为推动设计效率和创新能力提升的关键因素。设计辅助系统通过集成机器人技术，可以实现更加高效、精准的设计流程，为设计师提供了一个强大的工具，以应对日益复杂的设计需求。首先，机器人技术在设计阶段的应用，使得设计师能够利用机器人进行自动化的设计草图绘制、模型构建等初步设计工作，这不仅大大节省了设计时间，还提高了设计的精确度。例如，利用机器人自动绘图系统，可以根据设计参数快速生成设计图纸，减少人为错误，提高设计效率。其次，设计辅助系统还可以利用机器人进行复杂组件的装配和测试，这在设计复杂机械产品时尤为重要^[1]。通过模拟真实的装配过程，设计师可以及时发现设计中可能存在的问题，如接口不匹配、结构稳定性不足等，从而在产品投入生产前进行必要的调整，降低返工率和成本。此外，机器人技术还支持高度定制化的设计需求。在传统设计流程中，针对特定客户的定制化设计往往耗时长、成本高。而机器人技术的应用，通过灵活调整设计参数和自动化生产流程，可以快速响应个性化设计需求，提供更加多样化和个性化的设计方案。

2.2 模拟与仿真

机器人技术在模拟与仿真方面的应用，为机械设计提供了强大的验证手段。通过高度精确的模拟和仿真，设计师能够在虚拟环境中测试和分析设计方案，预测产品在实际使用中的表现，从而确保设计的可行性和可靠性。首先，机器人技术可以协助进行动态仿真，通过模拟机械部件的运动学和动力学行为，评估设计方案的性能。这种仿真不仅包括机械运动的模拟，还能模拟负载条件下的应力、变形等参数，为设计优化提供科学依据。其次，模拟与仿真还可以应用于产品的整体性能评估，如耐久性测试、环境适应性分析等^[2]。通过这种方式，设计团队可以在不制造实物原型的情况下，对产品的长期使用性能和可靠性进行全面评估，显著降低了研发成本和时间。最后，模拟与仿真技术还支持多学科的综合分析，如将机械、电气、控制等不同领域的设计参数整合在一起进行仿真分析，这对于复杂系统的设计尤为重要。这种跨学科的仿真分析，可以揭示不同系统间的相互作用和影响，确保整个系统的协调性和高效性。

3 机器人技术在机械制造中的应用

3.1 加工自动化

3.1.1 高精度加工

高精度加工是现代制造业追求的重要目标之一，机器人技术的应用使得这一目标的实现变得更加可行。机器人具有稳定的操作性能和高重复定位精度，通过精确控制加工路径和速度，能够实现对材料的精细加工。此外，机器人系统通常集成有高精度的传感器和视觉系统，这些系统可以实时监测加工状态，确保加工过程中的每一步都能达到预定的精度要求。在微小零件的加工或者是需要极高表面光洁度的应用场景中，机器人技术展现出了其无可比拟的优势。例如，在半导体行业，机器人被广泛用于晶圆的打磨和抛光过程，通过精确控制加工力度和速度，确保晶圆表面的平整度和清洁度满足极高标准。

3.1.2 复杂形状加工

复杂形状加工是传统加工技术面临的一大挑战，而机器人技术的灵活性和多轴工作能力为解决这一问题提供了有效途径。机器人能够执行多角度、多方向的操作，配合先进的计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助制造（CAM）软件，可以精确地加工出复杂的三维形状。在航空航天、汽车以及模具制造等行业，对复杂曲面和非标准形状的零部件需求日益增长。利用机器人进行这些复杂形状的加工，不仅可以提高加工效率，还能保证加工质量。例如，机器人可以在单一的设置中完成多个加工步骤，如切割、打磨和抛光，这大大缩短了生产周期，降低了生产成本^[3]。

3.2 组装自动化

3.2.1 精密组装

精密组装主要涉及小型零件的高精度定位和固定，这对操作的精准度和稳定性提出了极高要求。机器人技术以其卓越的重复定位精度、灵活的操作能力和可编程性，在精密组装领域展现出巨大优势。首先，机器人能够实现高精度的动作控制，配合先进的视觉识别系统，可以精确识别零件位置和方向，实现微小零件的快速而准确的装配。这在电子行业的芯片安装、手机和计算机组装等领域尤为重要，这些领域的产品对组装精度有着极高的要求。其次，机器人还能够通过灵活的编程，适应各种复杂的组装任务。在许多情况下，精密组装过程需要在特定条件下进行，如在无尘室或特定气氛环境中。机器人可以被编程以在这些特殊环境下操作，保证组装过程的质量和安全性。此外，

机器人技术的应用还显著提高了精密组装的效率。通过自动化的流水线，机器人可以连续不断地执行组装任务，大幅度减少了人工操作所需的时间和成本，同时也降低了因人为错误导致的废品率。

3.2.2 大型设备组装

与精密组装相比，大型设备组装涉及的零部件更大、更重，组装过程更加复杂和多样。机器人技术在这一领域的应用，不仅提高了组装效率，还确保了组装过程的安全性和可靠性。首先，大型设备组装常常需要在特定的顺序和位置进行多个重量级零部件的搬运和固定。机器人具有高负载能力和多自由度的操作特点，可以精确地进行大型零件的搬运和定位，确保组装的精确性和效率。其次，对于一些特殊要求的大型设备组装，如航空航天器件的组装，需要在严格控制的环境和精确的操作下进行^[4]。机器人可以通过精确的编程，执行复杂的组装程序，满足特殊环境下的组装要求。此外，机器人技术的应用还极大地提高了大型设备组装的安全性。在传统的人工组装过程中，大型零件的搬运和固定往往存在安全风险。机器人的使用，可以有效避免人员直接参与高风险的操作环节，降低了工作人员的伤害风险。

3.3 检测与质量控制

3.3.1 自动化检测

自动化检测通过使用机器人技术来自动执行检测任务，可以大幅提高检测的速度和精度。机器人可以配备各种传感器和检测装置，如视觉系统、激光扫描仪、力感传感器等，以适应不同类型的检测需求。首先，机器人技术在视觉检测中的应用尤其广泛。通过高精度的摄像头和图像处理技术，机器人可以快速识别产品上的缺陷，如划痕、裂纹、不良焊点等，甚至可以达到肉眼无法识别的检测精度。这种检测方式不仅效率高，而且避免了因人工疲劳导致的检测遗漏。其次，机器人还可以进行三维尺寸测量。通过激光扫描或其他非接触式测量技术，机器人可以对产品的尺寸和形状进行精确测量，确保产品符合设计规范。这种方法特别适用于复杂几何形状的零件检测，能够有效提高测量的准确性和重复性。此外，机器人的灵活性和可编程性使得自动化检测系统可以轻松适应多样化的产品和变化的检测要求，极大地提高了生产线的灵活性和适应性。

3.3.2 实时质量监控

实时质量监控是指在生产过程中持续监控产品质

量的过程，它要求检测系统能够即时反馈检测结果，并根据结果调整生产参数，以确保产品质量。机器人技术的应用使得实时质量监控成为可能。首先，通过集成高精度的传感器和实时数据处理系统，机器人可以在生产过程中持续监测产品的质量状态。例如，在自动化装配线上，机器人可以实时检测装配过程中的力度、位置等参数，一旦检测到异常，即可立即调整操作或报警，避免产生更多的不良品。其次，机器人技术的应用还支持生产过程的自适应调整^[5]。通过实时分析检测数据，机器人可以自动调整生产参数，如改变加工速度、调整装配压力等，以适应产品质量的变化，确保最终产品的一致性和稳定性。此外，实时质量监控还有利于生产过程的优化和改进。通过收集和大量的生产和检测数据，企业可以发现生产过程中的潜在问题和改进空间，进而优化生产流程，提升产品质量。

4 结论

机器人技术在机械设计与制造领域的应用已经展现出巨大的潜力和价值。通过高度自动化与灵活性、智能化与集成化的特点，机器人技术不仅优化了设计和制造流程，提高了生产效率和产品质量，还为企业提供了强大的竞争优势。在设计阶段，机器人技术的应用使得设计更加高效、精准，支持复杂产品的快速开发；在制造过程中，无论是高精度加工、复杂形状的加工，还是精密组装和大型设备组装，机器人技术均能提供有效的解决方案。此外，自动化检测和实时质量监控进一步保证了制造过程的稳定性和产品的可靠性。

参考文献:

- [1] 杜民生,白兴东,周璋鹏,等.机械智能辅助带电作业关键技术与作业机器人设计[J].广东电力,2023,36(12):57-62.
- [2] 李款,许文正.自动化技术在机械设计中的应用[J].农机使用与维修,2023(09):79-81.
- [3] 李良,冯基钛,刘炜.人工智能在机械设计制造及其自动化中的应用[J].造纸装备及材料,2023,52(05):146-148.
- [4] 窦小刚.人工智能技术在机械设计制造中的应用[J].公关世界,2022(12):57-58.
- [5] 周莉萍,李召.机械结构设计技术与流程:《工业机器人机械系统》[J].铸造,2022,71(01):122.