

现代化机械装配自动化的应用与发展

李中明 施 磊 梁之宇

石嘴山工贸职业技术学院 宁夏 石嘴山 753000

摘要: 随着科技的飞速发展,机械装配自动化在制造业中扮演着日益重要的角色。本文详细阐述了机械装配自动化的特征,包括系统化和泛化性;深入分析了国内机械装配行业自动化应用现状;全面探讨了机械装配自动化在自动检测、加工系统自动化、信息自动化等方面的应用;并对其未来发展趋势,如智能化、网络化、微型化和绿色化进行了展望,旨在为机械装配自动化的进一步研究和应用提供有益的参考和指导。

关键词: 现代化;机械装配自动化;应用;发展

引言

在制造业蓬勃发展的浪潮中,机械装配环节举足轻重。传统的装配方式已难以满足日益增长的市场需求,提高其自动化程度迫在眉睫。计算机技术的革新为自动化装配提供了强大的运算与控制能力,控制技术使得装配过程精准有序,传感器技术则赋予了系统敏锐的感知能力。这些技术的协同进步,推动机械装配自动化驶入发展的快车道,在汽车制造、电子产品生产、航空航天等众多领域展现出无可比拟的优势,开启了制造业的全新篇章。

1 机械装配自动化的特征

1.1 系统化

机械装配自动化是一个复杂的系统工程,它涵盖了从零部件的供给、传输、定位、装配到检测等一系列环节,各个环节之间相互关联、相互协调,共同构成一个完整的装配体系。例如在汽车发动机的装配自动化生产线中,首先需要有精确的零部件输送系统,将各种不同的零部件按照装配顺序准确无误地输送到相应的装配工位;装配工位上的自动化装配设备则根据预设的程序和参数,对零部件进行精确的定位和装配操作;装配完成后,又有自动化的检测系统对装配质量进行全面检测,只有当所有环节都按照系统的要求稳定运行时,才能保证整个发动机装配过程的高效、准确和可靠。这种系统化的特征使得机械装配自动化能够实现大规模、高效率的生产,并且能够有效保证产品的一致性和稳定性。

1.2 泛化性

机械装配自动化具有一定的泛化能力,即能够适应不同产品或同一产品不同型号的装配需求。虽然在初始设计和调试阶段,自动化装配系统是针对特定的产品或产品系列进行优化的,但通过合理的模块化设计、可编程控制以及柔性工装夹具等技术手段,可以在一定程度

上实现对不同产品的装配兼容性。例如,在电子产品的装配生产中,自动化生产线可以通过更换部分工装夹具和调整程序参数,快速适应不同型号手机、平板电脑等产品的装配要求。这种泛化性使得企业能够在面对市场需求的变化和产品更新换代时,更加灵活地调整生产策略,减少设备的重复投资,提高生产资源的利用率,从而增强企业的市场应变能力和竞争力。

2 国内机械装配行业自动化应用现状

近年来,国内机械装配行业在自动化应用方面呈现出喜人的发展态势,但也依然存在着一些亟待解决的问题。在积极的一面,许多大型企业和重点行业已经成为自动化应用的先锋。例如,汽车制造业中,一汽、上汽等企业广泛采用了先进的自动化装配生产线。从车身焊接到发动机装配,大量机器人和自动化设备精准协作,不仅使生产效率大幅提升,而且产品质量的稳定性和一致性显著增强,有力地提升了国产汽车在市场上的竞争力。航空航天领域同样如此,为满足高精度、高可靠性的装配要求,企业引入了自动化的铆接、检测等设备,保障了航天器和飞机部件的装配质量,推动我国航空航天事业迈向新高度。电子行业的自动化装配更是日新月异,以富士康为代表的企业,其自动化生产线能够快速、准确地完成电子产品零部件的精密装配,满足了全球市场对电子产品的巨大需求。然而,不可忽视的是,国内机械装配行业的自动化应用还存在不均衡的状况^[1]。众多中小企业由于受到资金的限制,难以购置先进的自动化设备,技术力量的薄弱也使其在自动化改造方面举步维艰,导致这些企业仍主要依赖人工装配,生产效率低下,产品质量波动较大。此外,在自动化技术的自主研发和创新方面,国内与发达国家相比仍有一定差距。一些关键的自动化装配技术和核心设备,如高精度的装配机器人、先进的柔性装配系统等,国内企业仍需依赖

进口，这不仅增加了企业的生产成本，也在一定程度上制约了我国机械装配行业自动化水平的进一步提升和产业的自主发展。

3 机械装配自动化的应用

3.1 自动检测

自动检测是机械装配自动化中的重要环节，它能够实时监测装配过程中的零部件质量、装配精度等参数，及时发现并剔除不合格产品，保证产品质量的稳定性和可靠性。自动检测技术包括视觉检测、传感器检测、无损检测等多种方式。视觉检测系统通过工业相机获取装配零部件的图像信息，利用图像处理算法对图像进行分析和处理，从而实现对零部件尺寸、形状、表面缺陷等的检测。例如，在精密机械零件的装配过程中，视觉检测系统可以精确测量零件的孔径、轴径等尺寸参数，确保其符合装配要求；同时，还可以检测零件表面是否存在划痕、裂纹等缺陷，避免不合格零件进入装配环节。传感器检测则是利用各种物理传感器，如压力传感器、位移传感器、力传感器等，对装配过程中的力、位移、压力等参数进行实时监测。例如，在螺栓拧紧装配过程中，通过扭矩传感器可以精确控制螺栓的拧紧力矩，保证连接的可靠性；在精密装配中，位移传感器可以实时监测零部件的装配位置，确保装配精度。无损检测技术，如超声波检测、射线检测等，主要用于检测装配完成后的产品内部缺陷，如焊缝中的裂纹、气孔等，确保产品的内部质量。

3.2 加工系统自动化

加工系统自动化包括自动化的切削加工、成型加工等，旨在提高零部件的加工精度和生产效率，为后续的装配工作提供高质量的零部件。在自动化加工系统中，通常采用数控机床、加工中心等先进设备，通过预先编写的加工程序实现对零部件的自动加工。数控机床具有高精度、高速度、高自动化程度等优点，可以对各种复杂形状的零部件进行精确加工。例如，在航空发动机叶片的加工中，采用五轴联动数控机床，可以实现对叶片复杂曲面的高精度加工，保证叶片的形状精度和表面质量，从而提高发动机的性能和可靠性。加工中心则集成了多种加工功能，如铣削、钻孔、镗削等，能够在一次装夹中完成多个工序的加工，减少了加工过程中的定位误差和装夹次数，提高了加工效率和精度。同时，自动化加工系统还配备了自动换刀装置、自动上下料装置等，实现了加工过程的全自动化，大大提高了生产效率和设备利用率。

3.3 信息自动化

信息自动化是实现机械装配自动化的关键支撑技术，它涵盖了生产计划管理、装配工艺设计、设备监控与管理、质量追溯等多个方面。通过信息化系统，可以实现对机械装配全过程的数字化管理和控制，提高生产效率和管理水平。在生产计划管理方面，企业资源计划（ERP）系统可以根据市场需求和企业生产能力，制定合理的生产计划，并将生产任务分解到各个装配车间和工位，实现生产任务的均衡分配和优化调度。装配工艺设计采用计算机辅助工艺设计（CAPP）软件，能够根据产品的三维模型和技术要求，快速生成详细的装配工艺规程，包括装配顺序、装配方法、装配工具等信息，并通过数字化的方式传递给装配工人或自动化装配设备，指导装配过程的实施^[2]。设备监控与管理系统利用传感器技术和网络通信技术，对自动化装配设备的运行状态进行实时监测和远程管理。通过采集设备的运行参数，如温度、压力、转速等，及时发现设备的故障隐患，并进行预警和维护，保证设备的正常运行，减少设备停机时间，提高生产效率。质量追溯系统通过对产品生产过程中的各种数据进行采集和记录，如零部件的批次号、加工参数、装配人员、检测结果等信息，实现对产品质量的全程追溯。一旦产品出现质量问题，可以快速准确地查找出问题的根源，采取有效的改进措施，提高产品质量和企业的质量管理水平。

4 机械装配自动化的发展

4.1 智能化

智能化是机械装配自动化未来发展的重要趋势之一。随着人工智能技术、机器学习技术、机器人技术等不断发展，机械装配系统将具备更高的智能水平，能够实现自主决策、自适应控制和人机协作。智能装配机器人将能够根据装配任务的要求，自动规划装配路径、调整装配姿态和力度，实现对复杂零部件的高精度装配。例如，在微电子产品的精密装配中，智能机器人可以通过视觉识别和力觉反馈技术，精确地将微小的芯片、电子元件等装配到电路板上，保证装配质量和效率。同时，智能化的装配系统还将具备故障诊断和自我修复能力。通过对设备运行数据的实时分析和学习，系统能够及时发现潜在的故障隐患，并自动采取相应的修复措施，如调整设备参数、更换备用部件等，减少设备停机时间，提高生产的连续性和稳定性。此外，人机协作也是智能化装配的重要发展方向。未来的装配系统将实现人与机器人的紧密协作，充分发挥人的灵活性和创造力以及机器人的高精度和高速度优势。例如，在一些复杂的装配任务中，人可以与机器人共同完成零部件的

装配工作，机器人负责重复性、高精度的操作，人则负责对装配过程进行监控和调整，提高装配效率和质量。

4.2 网络化

网络化将使机械装配自动化系统实现更广泛的信息共享和协同工作。通过工业互联网技术，将分布在不同地理位置的装配设备、生产管理系统、供应商等连接在一起，形成一个庞大的网络制造体系。在网络化的装配环境中，企业可以实现远程监控和管理装配生产过程。管理人员可以通过网络实时了解装配车间的生产进度、设备运行状态、产品质量等信息，并及时做出决策和调整。同时，企业还可以与供应商实现紧密的协同合作，实现零部件的准时供应和质量追溯，降低库存成本和生产风险。此外，网络化还将促进机械装配技术的共享和创新。不同企业和研究机构可以通过网络平台共享装配技术和经验，开展技术交流与合作，共同攻克机械装配领域的关键技术难题，推动整个行业的技术进步和发展。

4.3 微型化

随着微机电系统（MEMS）技术、纳米技术等的发展，机械装配的微型化趋势日益明显。微型机械装配在生物学、电子信息、航空航天等领域具有广泛的应用前景，如微型传感器、微型医疗器械、微型卫星等的制造。微型机械装配对装配精度和操作技术提出了更高的要求。由于微型零部件的尺寸微小、质量轻、易损坏，传统的装配方法和设备已无法满足其装配需求。因此，需要开发专门的微型装配技术和设备，如微纳操作机器人、高精度微装配系统等，实现对微型零部件的精确抓取、定位和装配。同时，微型机械装配还需要解决微纳尺度下的物理现象和力学问题，如表面力、摩擦力、粘附力等对装配过程的影响，以及如何保证微型装配系统的稳定性和可靠性等问题。

4.4 绿色化

在全球倡导可持续发展的背景下，机械装配自动化的绿色化发展也成为必然趋势。绿色化主要体现在以下

几个方面：一是能源的高效利用。通过采用节能型的自动化装配设备和工艺，优化设备的运行参数和能源管理系统，降低装配过程中的能源消耗。例如，采用高效的电机驱动系统、节能型的照明设备等，减少电力消耗；同时，通过优化装配工艺流程，减少设备的空转时间和能源浪费^[1]。二是减少环境污染。在机械装配过程中，尽量减少对环境有害的物质的使用和排放。例如，采用环保型的润滑剂、清洗剂等，避免使用含有有害物质的化学试剂；同时，通过改进装配工艺，减少加工过程中的废料、废气、废水等污染物的产生，并加强对污染物的处理和回收利用，降低对环境的影响。三是资源的循环利用。注重对装配过程中产生的废旧零部件、材料等资源的回收和再利用。通过建立完善的废旧物资回收体系，对可再利用的零部件进行修复和再制造，对废旧材料进行分类回收和加工处理，使其重新投入生产过程，实现资源的循环利用，降低生产成本和资源消耗。

结束语

机械装配自动化作为现代制造业的重要发展方向，具有系统化、泛化性等特征，在国内已经取得了一定的应用成果，但与发达国家相比仍有差距。目前，机械装配自动化在自动检测、加工系统自动化、信息自动化等方面有着广泛的应用，并且未来将朝着智能化、网络化、微型化和绿色化的方向发展。随着相关技术的不断进步和创新，机械装配自动化将为制造业的发展带来更高的生产效率、更好的产品质量和更强的市场竞争力，推动我国从制造大国向制造强国迈进。

参考文献

- [1]朱军涛.机械装配的自动化应用与发展[J].河南科技,2019(07):39-40.
- [2]倪静.机械装配的自动化应用与发展之研究[J].山东工业技术,2018(20):138.
- [3]鲁娣.机械自动化在机械装配中的应用研究[J].时代农机,2019,(4):9,21.