

工业机器人在机械工程中的应用

张 晨

普瑞特机械制造股份有限公司 山东 泰安 271000

摘 要：本文概述了工业机器人，涵盖其发展历程、结构组成及不同类型特点与应用场景。重点阐述工业机器人在机械加工中的切削、焊接、打磨抛光加工应用，在机械装配中的零部件搬运与上料、精密装配及复杂装配任务执行应用，以及在机械检测中的尺寸、表面缺陷和性能检测应用，展现了工业机器人在机械制造各环节的重要作用与广阔前景。

关键词：工业机器人；机械工程；应用；研究

引言：在当今工业制造领域，自动化与智能化浪潮汹涌澎湃，工业机器人作为这一变革的核心驱动力，正深刻重塑着机械制造行业的格局。工业机器人凭借其可重复编程、多自由度运动控制以及高度自动化等特性，在机械加工、装配、检测等多个环节展现出卓越性能。从发展历程、结构组成到各类机器人的特点与应用场景，工业机器人不断进化发展。深入探究工业机器人在机械制造各环节的具体应用，对于把握行业发展趋势、提升企业生产效率与产品质量、推动制造业转型升级具有重要的现实意义。

1 工业机器人概述

工业机器人是应用在工业产线领域，可重复编程实现自动化控制的机械结构，是广泛用于工业领域的多关节机械手或多自由度的机器装置，具有一定的自动性，可依靠自身的动力能源和控制能力实现各种工业加工制造功能。（1）工业机器人发展历经多个重要阶段。最初，其概念与技术雏形诞生，犹如一颗种子埋下，标志着萌芽期的开启。之后，工业机器人走出实验室，在焊接、搬运等工业场景中尽显身手，凭借实用性能开启实用阶段。随着技术不断打磨完善，工业机器人于各领域广泛应用，进入成熟阶段，如今更朝着智能化大步迈进，具备自主学习、自适应等能力。（2）从结构组成来看，工业机器人主要由机械本体、控制系统、驱动系统等部分构成。机械本体即机座和执行机构，包括臂部、腕部和手部，有的还有行走机构，大多数工业机器人有3—6个运动自由度；驱动系统包括动力装置和传动机构，核心为减速器以及伺服电机，用以使执行机构产生相应的动作；控制系统按照输入的程序对驱动系统和执行机构发出指令信号，并进行控制。其工作原理是通过编程控制各关节运动实现任务，常见控制方式有“示教再现”“可编程控制”“遥控”“自主控制”等。（3）

不同类型的工业机器人具有不同的特点及适用场景。关节机器人是当今工业领域中最常见的工业机器人形态之一，其各个关节的运动都是转动，与人的手臂类似，有很高的自由度，5—6轴，适合于几乎任何轨迹或角度的工作，可以自由编程，完成全自动化的工作，提高生产效率，可控制的错误率，常用于汽车制造、电子组装、食品加工等行业的焊接、装配、搬运、喷涂等作业。

（4）直角坐标机器人，也称为直角坐标机器人或桁架机器人，结构简单、成本相对较低、系统结构清晰，具有多个自由度，这些自由度通常构成空间直角关系，直线运动轴可以沿X、Y、Z轴进行直线运动，可实现精确的定位和操作，长时间连续运行，并保证效率和产品质量，广泛应用于自动化生产线、装配线、检测线等场合的焊接、搬运、上下料、包装、码垛、拆垛、检测、装配、喷涂等任务。（5）SCARA机器人即水平多关节机器人，设计专注于水平运动，在完成精密的水平插入和组装任务时表现出色，具有高速度和高精度、垂直刚性、紧凑的设计、易于编程和集成等特点，在电子制造、汽车工业、食品和医药包装、实验室自动化等行业有广泛应用，如电子组件的装配、安装小型配件、药品分拣、食品包装、实验样品的处理和搬运等^[1]。

2 工业机器人在机械加工中的应用

2.1 切削加工

在切削加工中，工业机器人可搭载多种切削工具，如铣刀、钻头、镗刀等，通过精确的运动控制，实现对各类材料的铣削、钻孔、镗孔等加工操作。其运动系统具备多自由度，能够灵活地调整工具与工件的相对位置和姿态，从而适应不同的加工需求。（1）在复杂零件加工中，工业机器人凭借灵活的编程能力展现出显著优势。通过编写程序，可实现多样化的加工路径规划，无论是直线、圆弧还是复杂的空间曲线，工业机器人都能

精准执行。这种灵活性使得它能够轻松应对形状复杂、加工要求高的零件，大大拓展了加工范围。(2)与传统机床加工相比，工业机器人在小批量、多品种生产中具有独特的优势。传统机床通常针对特定零件进行设计和制造，当生产任务发生变化时，需要重新调整设备，这不仅耗费时间和成本，还限制了生产的灵活性。而工业机器人具有高度的通用性，只需更换末端执行器和重新编程，即可快速适应不同零件的加工需求，有效降低了设备成本。同时，其高柔性使得生产过程更加灵活高效，能够快速响应市场变化，满足客户多样化的需求。

2.2 焊接加工

工业机器人在焊接加工领域的应用十分广泛，涵盖了弧焊、点焊等多种焊接工艺。在弧焊过程中，工业机器人能够精确控制焊接参数，如电流、电压、焊接速度等。通过先进的传感器和控制系统，实时监测焊接过程中的各种参数变化，并及时进行调整，确保焊接质量的稳定性。例如，在焊接不同厚度的金属板材时，机器人可根据预设的程序自动调整焊接参数，保证焊缝的质量和强度。在大型结构件焊接中，工业机器人的优势更加明显。大型结构件往往具有复杂的空间形状和焊缝，人工焊接难度大、效率低，且对焊工的技能要求极高。而工业机器人凭借其多关节的运动能力和精确的轨迹控制，可实现复杂空间焊缝的焊接。它能够按照预定的路径准确移动，保证焊缝的均匀性和一致性，大大提高了焊接效率和质量。同时，减少了人工焊接的劳动强度，降低了对焊工技能的依赖，为企业节省了人力成本^[2]。

2.3 打磨抛光加工

在打磨抛光加工中，工业机器人配备专用的打磨抛光工具，如砂轮、抛光轮等，对机械零件表面进行精细处理。通过力控系统，工业机器人能够实现对不同材质、形状零件的自适应打磨。力控系统可以根据零件表面的反馈信息，实时调整打磨力度和速度，保证表面质量的一致性。工业机器人在打磨抛光加工中具有重要的作用。一方面，它提高了打磨抛光的效率。与人工打磨相比，工业机器人可以连续不间断地工作，且运动速度和精度更高，大大缩短了加工周期。另一方面，它改善了工作环境。打磨抛光过程中会产生大量的粉尘，对工人的身体健康造成危害。而工业机器人可以在封闭的环境中进行作业，避免了粉尘对工人的影响，保障了工人的健康和安全。

3 工业机器人在机械装配中的应用

3.1 零部件搬运与上料

在机械装配过程中，零部件的搬运与上料是基础且

重要的环节。工业机器人利用先进的视觉识别系统，能够快速准确地识别和抓取各种形状、尺寸和材质的零部件。视觉识别系统通过摄像头捕捉零部件的图像信息，经过图像处理算法分析，确定零部件的位置、姿态和特征，然后机器人根据这些信息规划抓取路径，精准地抓取零部件。将零部件搬运至装配位置时，工业机器人展现出高效、稳定的特点。与人工搬运相比，它不受疲劳、情绪等因素的影响，能够持续保持高速、准确的搬运动作，大大提高了搬运效率。同时，工业机器人的抓取力可以精确控制，避免了因人工操作不当导致的零部件损伤，保证了零部件的质量。在自动化装配生产线中，工业机器人作为物料配送环节的关键设备，实现了零部件的自动化供应，使整个生产过程更加流畅、高效，减少了生产过程中的等待时间和物料积压，提高了生产线的整体运行效率。

3.2 精密装配作业

在电子设备、汽车零部件等精密产品的装配中，对装配精度和质量要求极高。工业机器人凭借其高精度的运动控制和力反馈技术，能够满足这些精密装配的需求。高精度的运动控制系统可以使机器人的末端执行器实现微米级的运动精度，确保零部件能够精确对接和安装。力反馈技术则能够实时监测装配过程中的作用力，当作用力超过设定值时，机器人会自动调整装配动作，避免因用力过大导致零部件损坏或装配不到位。与人工装配相比，工业机器人在提高装配效率和降低次品率方面具有显著优势。人工装配需要经过长时间的培训和实践才能达到较高的装配水平，而且容易受到人为因素的影响，如疲劳、注意力不集中等，导致装配效率低下和次品率较高。而工业机器人可以不知疲倦地连续工作，且装配动作稳定、准确，能够大大提高装配效率。同时，由于其精确的控制和检测能力，可以有效减少次品的产生，提高产品质量和企业的经济效益。

3.3 复杂装配任务执行

以大型机械设备装配为例，其装配过程往往涉及多个零部件的协同安装，装配难度大、精度要求高。工业机器人可以通过多机器人系统协同作业来完成这些复杂装配任务。多机器人系统通过编程实现动作协调，每个机器人根据预设的程序和任务分配，在空间和时间上精确配合，共同完成大型结构件的装配。(1)在大型机械设备装配中，多机器人系统的应用具有诸多优势。它可以提高装配质量，通过精确的运动控制和协同作业，确保各个零部件的安装位置和姿态准确无误，避免了因人工操作误差导致的装配质量问题。同时，多机器人系

统可以缩短装配周期,各个机器人可以同时进行不同的装配操作,大大提高了装配效率。此外,工业机器人在解决大型复杂机械装配难题方面具有广阔的应用前景,如对于一些大型航空航天设备的装配,工业机器人可以发挥其高精度、高柔性的优势,实现高效、高质量的装配。(2)工业机器人在机械装配中的应用具有显著的优势和广阔的发展前景。随着技术的不断进步和创新,工业机器人将在机械装配领域发挥更加重要的作用,推动机械制造业向智能化、自动化方向发展,为提高产品质量和生产效率做出更大贡献。

4 工业机器人在机械检测中的应用

4.1 尺寸测量

在机械制造中,尺寸精度是衡量产品质量的重要指标之一。工业机器人搭载先进的测量探头,能够依据预设的编程路径对机械零件的尺寸进行精确测量。测量过程中,机器人可以灵活调整测量探头的位置和姿态,实现对零件不同部位尺寸的全面测量。与传统人工测量相比,工业机器人在尺寸测量方面具有显著优势。人工测量容易受到测量人员的技术水平、疲劳程度等因素的影响,导致测量结果存在误差。而工业机器人采用高精度的传感器和先进的测量算法,测量数据的准确性和稳定性极高。同时,工业机器人可以连续不间断地进行测量,大大提高了测量效率。在生产过程中,工业机器人能够实时对零件尺寸进行监测,及时发现尺寸偏差,为生产调整提供及时反馈,确保产品质量始终处于稳定状态。

4.2 表面缺陷检测

机械零件表面的缺陷,如裂纹、划痕、砂眼等,会严重影响产品的性能和使用寿命。工业机器人利用视觉检测系统对机械零件表面进行缺陷检测,具有高效、准确的特点。视觉检测系统通过摄像头捕捉零件表面的图像信息,然后运用先进的图像处理算法对图像进行分析和处理,识别出零件表面的各种缺陷。在大规模生产中,工业机器人的表面缺陷检测能力显得尤为重要。人工检测不仅效率低下,而且容易出现漏检现象。而工业机器人可以快速、准确地对大量零件进行检测,大大提

高了检测效率,降低了漏检率。通过对零件表面缺陷的及时发现和处理,有效避免了不合格产品流入市场,为产品质量控制提供了有力支持^[1]。

4.3 性能检测

机械产品的性能检测是确保产品满足设计要求和使用寿命的重要环节。工业机器人在机械产品性能检测中也有着广泛的应用,例如对发动机、传动系统等进行模拟工况测试。在性能检测过程中,工业机器人可以精确控制测试参数,如转速、扭矩、温度等,模拟产品在实际使用中的各种工况条件。通过对产品在不同工况下的性能指标进行准确评估,工业机器人能够及时发现产品存在的性能问题,为产品研发和质量改进提供重要依据。与传统的性能检测方法相比,工业机器人具有更高的测试效率和可靠性。它可以快速完成大量的测试任务,并且测试结果更加准确、稳定,有助于企业缩短产品研发周期,提高产品质量。

结束语

综上所述,工业机器人在机械领域的多方面应用展现出巨大价值。从工业机器人自身发展来看,历经多个阶段不断进步,其结构组成与工作原理为其广泛应用奠定基础,不同类型机器人适配多样场景。在机械加工、装配及检测等环节,工业机器人凭借高效、精准、灵活等优势,显著提升了生产效率、产品质量,降低了成本与劳动强度。随着技术持续发展,工业机器人将不断拓展应用边界,为机械制造业的智能化、自动化转型注入强大动力,推动行业迈向新高度。

参考文献

- [1]胡飞,邹修敏,高朝祥等.OPC UA信息模型在工业机器人监测系统中的应用研究[J].机床与液压,2023,51(01):107-114.
- [2]庄志鑫.工业机器人上料工艺与数控车床制造技术的综合应用[J].南方农机,2023,54(07):153-155.
- [3]赵吉虎,杨小梅.机械制造中智能机器人数控技术的运用分析[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023(9):0174-0177.