

# Exploration of the application of mechatronics technology in industrial robots

Qingguang Huang

Zhejiang Zhongyang Liku Technology Co., Ltd., Jiaxing, Zhejiang, 314100, China

## Abstract

Mechatronics technology is the core of modern industrial technology and the essence of industrial robots. This article briefly outlines the basic concepts and characteristics of mechatronics technology, and analyzes the expected standards of modern industrial robotics, including ultra-precision of mechanical components and transmissions, optimization and precision of manufacturing and assembly, and excellent work efficiency. Subsequently, the research focuses on the analysis of the application of mechatronics technology in industrial robots, involving working principles, motion analysis, trajectory planning and control, etc., and analyzes its application in industrial robot design, hardware and software through practical application, showing its important role in actual production.

## Keywords

mechatronics; modern industrial technology; Practical application

# 机电一体化技术在工业机器人中的应用探究

黄庆光

浙江中扬立库技术有限公司, 中国 · 浙江 嘉兴 314100

## 摘要

机电一体化技术是现代工业技术的核心, 是工业机器人的精髓。本文简单概述了机电一体化技术的基本概念与特点, 分析现代工业机器人技术的期望标准, 包括机械组件与传动装置的超精密性、制造与装配的优化与精确性及展现出卓越的工作效率。随后, 研究重点分析机电一体化技术在工业机器人中的应用, 涉及工作原理、运动分析以及轨迹规划与控制等, 并通过实际应用分析其在工业机器人设计、硬件与软件方面的应用情况, 展示其在实际生产中的重要作用。

## 关键词

机电一体化; 现代工业技术; 实际应用

## 1 引言

随着现代科技不断发展, 全球工业进入 4.0 时代, 机电一体化技术成为推动现代工业转型升级的关键力量。工业机器人是该技术的杰出代表, 在自动化生产线、智能制造、精密加工等多个领域展现出了巨大的应用潜力和价值。机电一体化技术, 即将机械技术与电子技术、信息技术、自动控制技术等有机融合, 为工业机器人设计、制造和应用提供新思路、新方法。在现代工业生产中, 工业机器人不仅能够完成高强度、高精度、高重复性的工作任务, 还能在复杂多变的生产环境中展现出卓越的自适应能力和灵活性。但是, 要想实现上述功能, 还需工业机器人具备高速集成的机械结构、传感器系统、控制系统及智能软件算法。因此, 本研究主要

探究机电一体化技术在工业机器人中的应用, 以此推动工业机器人技术创新、产业升级, 为现代工业智能制造和可持续发展提供有力保障。

## 2 机电一体化技术概述

机电一体化技术 (Mechatronics) 是将机械技术与电子技术、信息技术、自动控制技术等多种技术进行有机融合的一种综合性技术, 最早出现在 1970 年代, 随着计算机技术的迅猛发展及广泛应用, 机电一体化技术随之发展<sup>[1]</sup>。机电一体化技术旨在通过集成电子、机械、信息处理和控制技术, 创造出功能更强大、性能更高效、操作更便捷的现代装备, 不仅可简单改进传统机械技术, 更是一种全新的设计理念和设计方法<sup>[2]</sup>。该技术通过传感器、执行器、控制器和通信网络等技术手段, 能够将机械系统和电气控制系统有机结合起来, 实现机械结构和电气控制紧密结合。这一技术主要涉及机械工程、电子工程、计算机技术、自动控制理论、传感器技术、执行机构等多个领域知识、技术, 通过综合运用与集成, 能够创造出具有智能化、自动化、高精度和高效率等特

【作者简介】黄庆光 (1968-), 男, 中国浙江金华人, 本科, 高级工程师, 从事机电领域, 仓储物料设备、仓储机器人, 电池行业专用非标设备研究。

点的现代工业机器人，为现代工业生产提供强大的技术支持和技术保障。

### 3 现代工业机器人技术的期望标准

#### 3.1 机械组件与传动装置的超精密

随着现代科学技术的不断发展，现代工业机器人技术开始朝着更高、更精方向迈进。其中，机械组件与传动装置超精密性已成为衡量工业机器人技术水平的关键指标之一。特别是在面对“0.001英寸或更高精度”严格要求时，对工业机器人机械组件与传动装置精密性提出了更高挑战<sup>[1]</sup>。为满足这一期望标准，工业机器人机械组件设计必须精益求精，从材料选择到加工工艺，每一环节都必须严格控制，保证组件尺寸精度、形状精度和位置精度达到极致。此外，机械组件结构设计也需不断优化，减少摩擦、磨损和变形，以此提高机器人稳定性、可靠性。传动装置是工业机器人实现精确运动的关键部件，精度可直接影响机器人的运动轨迹和定位准确性。所以，传动装置齿轮、皮带、链条等部件需采用磨削、研磨等高精度加工技术，保证传动比准确、传动平稳、噪音低。为实现更高传动精度，现代工业机器人还需广泛采用谐波齿轮传动、行星齿轮传动等先进传动机构，其具有结构紧凑、传动效率高、传动比范围大等优点，能够满足工业机器人对高精度、高速度、高负载能力的需求。所以，在未来工业机器人研发和制造领域，为保证机器人运行高效、稳定，需采取一系列高效且具有针对性的措施，维护并提升传动系统的高精度状态。

#### 3.2 制造与装配的优化与精确

工业机器人制造和装配阶段是其研发流程中不可或缺的关键环节，可直接关系到机器人未来在执行任务及整体性能方面的表现。制造过程中，任何微小瑕疵或装配疏忽，如未全面评估零部件兼容性、性能表现等，均会对机器人运动末端精确度产生影响，严重时还会引发安全事故，损害企业声誉。所以，在现代工业背景下，工业机器人制造与装配过程必须严格遵循科学、严谨原则，精心把控每一个细节。相关人员在制造阶段需采用高精度加工技术及严格质量控制体系，保证零部件尺寸、形状、材质均符合设计要求。装配过程中，技术人员需综合考虑机器人各部件性能特点，保证能够协调工作，发挥最佳整体性能。同时，还需通过科学合理的负载能力设计，保证机器人在各种作业场景下均能够保持稳定的运动状态，提高作业效率和作业安全性。

#### 3.3 展现出卓越的工作效率

机电一体化通过将机械设备与电子设备有机结合，使工业机器人具备更高智能化和自动化水平，能够显著提升工作效率及生产质量。在工业机器人中，机电一体化技术应用体现在多方面。传感器、控制系统和执行机构等关键部件优化设计，使其能够更精确地完成各种生产任务。例如，在生产过程中，工业机器人可以根据生产任务自主决策和控制，

完成搬运、装配、喷涂、焊接等工作，实现整个生产过程自动化、智能化。而现代工业机器人技术期望标准之一为展现其卓越的工作效率，应用机电一体化技术可有效满足这一标准。通过优化工业机器人设计，提升其智能化和自动化水平，可使工业机器人以更高速度、更高精度完成生产任务，有效提高生产效率。

### 4 工业机器人中机电一体化技术的应用

#### 4.1 工作原理

工业机器人是现代制造业当中的中流砥柱，核心功能在于替代人类执行高风险、繁复或重复性生产任务。其具有高效率、高精度及经济性等优势，在众多行业领域中被广泛应用。在这一进程当中，机电一体化技术的地位是非常高的，能够引领机器人技术不断发展。机器人具有精密的构造，其中包括多种关键组件。控制器作为大脑中枢，负责统筹协调整个机器人系统的运作；驱动装置则承担将电能转化为机械动能的重任，驱动机器人进行各种动作；传感系统如同机器人的感官，负责捕捉外界温度、压力等参数环境信息；执行元件则是实现具体机械操作的核心部件，而环境感知模块则让机器人能够感知并响应外界变化。为适应多样化生产任务，工业机器人还需具备一定的智能水平，依赖先进的机器学习算法或深度神经网络等技术，使机器人能够自主学习并优化作业流程。同时，为保证工业机器人持续、高效运行，定期维护保养及技术升级非常重要，能够有效延长机器人使用寿命，提升作业效率及作业可靠性。

#### 4.2 运动分析

工业机器人运动分析能够有效保证机械臂和手部良好地开展各种工作。在进行生产的前后，机器人所执行的工作较复杂，例如装配、焊接、喷涂等，所以其必须可以良好地控制各个关节的位置以及速度，达成最优作业成效。实现这一目标关键在于如下几点：（1）周密设计、精确建模机器人整体结构，保证机器人各部件之间能够协调配合，为后续运动学分析提供可靠的物理模型。（2）深入理解并研究机器人运动学原理，其能够揭示机器人关节运动与末端执行器位置之间的关系，是规划机器人运动轨迹、优化运动性能的理论依据。（3）细致规划、优化机器人运动轨迹，通过合理的规划渠道保证机器人在执行任务时运动路径既高效又准确，最大限度提升作业效率与作业质量。除此之外，还需综合考虑多种外部因素对机器人运动性能产生的影响。例如，工作环境、工作负载等均会在一定程度上改变机器人运动规律。所以，在实际应用中，需根据具体情况精细化设计并调试机器人的运动规律，保证其能够在个汇总复杂环境下保持稳定的运动性能，更好地满足生产需求。

#### 4.3 轨迹规划与控制

机电一体化技术融合应用使工业机器人拥有了实时监测及反馈控制能力。通过机电一体化技术，工业机器人能够

精确规划、控制工业机器人，因其是先进的传感器、控制器和执行机构有机结合，共同构成了工业机器人的神经系统和运动系统。传感器能够实时感知机器人的运动状态和环境变化，为控制器提供精确的数据支持；控制器则根据预设算法和程序对传感器反馈的数据进行处理和分析，生成控制指令；执行机构则根据控制指令，驱动机器人按照预定的轨迹进行运动。

## 5 实例应用

### 5.1 设计方案

本案例主要聚焦某大型汽车生产线，设计团队针对生产线实际需求创新性融合机械臂与伺服电机技术，以实现高度自动化作业。项目实施前，团队细致评估了整个生产流程，提出针对性、实效性解决方案。设计方案过程中，需要着重考虑系统是否可靠和稳定。为了能够使系统正常顺利运行，所选择的硬件需要是高性能伺服电机，且需要为高精度传感器，以支撑自动化作业。同时，通过不断优化算法、提升软件智能化水平，保证系统整体性能达到最优状态。经过设计

和测试，这一方案得到了客户的认同，而且在实际中得到应用。这一案例表明，机电一体化技术在提升工业机器人性能方面存在的潜力。

### 5.2 硬件设计

在工业机器人硬件设计方面，机电一体化技术非常重要。为构建高性能、高可靠性的机器人系统，需精心策划硬件设计的每一个步骤。为实现工业机器人最佳性能，需根据具体工作环境和任务需求，精心挑选电机驱动器、传感器等核心硬件组件。例如，对于要求高精度、高灵敏度的应用场景，可考虑采用如下配置：①电机驱动器：选用高性能伺服马达，其扭矩输出稳定，响应速度快，能够满足复杂动作需求。②传感器：集成多种高精度传感器，如视觉传感器、触觉传感器等，全面感知环境信息。③结构设计：采用精密导轨结构，保证机械臂运动平稳，减少振动、误差。为保证机器人可靠性、稳定性，硬件设计完成后对其进行严格测试、调试，通过模拟实际工作场景对机器人进行性能测试，保证其可在各种条件下稳定运行。具体见表1。

表1 工业机器人关键硬件组件数据

组件名称	型号/规格	关键参数
伺服马达	XYZ-123	扭矩: 10Nm, 响应时间: < 10ms
视觉传感器	Vision-500	分辨率: 0.1mm, 视野范围: 500x500mm
触觉传感器	Touch-Sense-10	灵敏度: 10g, 响应时间: < 5ms
精密导轨	Guide-Rail-Pro	精度: $\pm 0.01$ mm, 最大负载: 50kg

### 5.3 软件设计

ROS 平台是高度灵活、功能强大的机器人软件框架，为开发者提供了一套标准化、模块化的工具和接口。在工业机器人中，`move_group` 模块作为 ROS 平台的核心组成部分，简化了运动规划和执行过程，允许开发者发送规划请求、执行轨迹，并与机器人前状态进行交互，精确控制机器人运动。`roscpp` 通信协议是 ROS 平台与工业机器人硬件之间的重要桥梁，采用分布式节点设计，通过不同节点之间的通讯收集传感器数据和控制指令保证机器人系统稳定性和可靠性。`roscpp` 支持多种通信方式，其使得高性能处理器能够执行 SLAM、图像识别等复杂计算任务。结合 ROS 平台的 `move_group` 模块与 `roscpp` 通信协议，工业机器人软件设计更高效、灵活，可有效提升工业机器人的智能化水平，为其在自动化制造、精确装配、质量检测等领域广泛应用奠定了坚实基础。

除此之外，还需在 ROS 中集成多个扩展插件，为后续系统优化与功能升级预留充足的空间。

## 6 结语

机电一体化技术在工业机器人中的应用能够极大推动工业制造自动化、智能化进程，通过融合机械、电子、信息技术等提升机器人的性能与效率，满足现代工业的高精度、高效率需求，为智能制造提供有力支持。

### 参考文献

- 司永祥. 智能制造背景下机电一体化技术的应用与发展[J]. 造纸装备及材料, 2024, 53(10): 91-93.
- 赵小会. 基于机电一体化技术的现代制造业人才培养模式研究[J]. 造纸技术与应用, 2024, 52(02): 76-78.
- 张珂. 浅析机电一体化在智能装备领域中的应用[J]. 冶金设备, 2023, (S1): 112-113.