

# 工业机器人恒力打磨系统设计

莫名韶 伍贤洪 韦雅曼

(南宁职业技术学院 智能制造学院, 广西南宁 530008)

**摘要:** 针对目前机械零件加工中, 打磨工序耗时长、工人强度大、质量稳定性差、环境恶劣等问题, 研究设计了一套基于工业机器人设备的恒力打磨系统。通过对系统关键机械部件打磨装置的设计和恒力控制系统的设计, 实现打磨装置输出平稳的接触力, 提升机械零件表面的打磨效果。

**关键词:** 恒力打磨; 工业机器人; 控制系统; STM32

DOI: 10.12373/xdhjy.2022.02.4488

随着机械生产行业的迅速发展, 很多传统机械加工的生产方式已经无法满足高效、高质量和高安全性的生产要求, 从而日益广泛的引入了工业机器人技术, 改进原来的生产加工方式。在机械零件的生产环节中, 引入工业机器人等自动化打磨装备, 替代传统的人工劳动的生产方式, 不仅能够提升机械零件的打磨效果, 提高生产效率, 还能够改善生产过程中粉尘大、噪音大等有害环境, 保障工人身心健康。针对目前普遍、传统的打磨方式, 本文研究设计的恒力打磨系统具有较强的通用性和适用性, 可以用于多种不同表面的打磨加工。在打磨加工中, 零件的表面质量很大程度上是由打磨工具的接触力和加工时间来决定的, 使用专用控制系统采集压力传感器数据, 动态控制特定的打磨工具施以打磨加工, 可以有效提升机械零件的表面打磨效果。

## 一、工业机器人恒力打磨系统整体设计

工业机器人恒力打磨系统是以通用的机械零件加工工艺需求来设计的。整个系统主要包括工业机器人、机器人控制柜、电气总控柜、恒力输出控制打磨装置、打磨装置控制器等部件组成。打磨系统结构框图如图1所示。

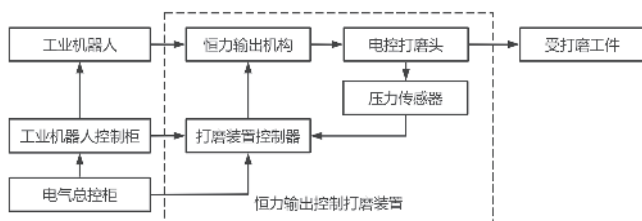


图1 打磨系统结构框图

在该工业机器人恒力打磨系统中, 其工作原理和流程为: 工业机器人的机械手末端安装有恒力输出打磨装置, 打磨装置上安装有电动打磨头, 根据打磨对象的加工工艺设置编写工业机器人的运动轨迹, 工业机器人带着打磨工具沿轨迹运动对工件进行打磨操作的同时, 打磨装置上的压力传感器会实时将获取的数据传回力控控制器, 由控制器实时调整打磨电机及打磨头与工件表面的相对距离, 以动态调整和保持打磨接触力在设置的范围内, 从而确保打磨的效果。

## 二、恒力打磨装置的设计

恒力打磨装置的主要功能是连接工业机器人末端法兰与打磨

电机, 并使打磨电机带动打磨头实施打磨作业时其与加工对象表面的接触力保持稳定。恒力打磨装置机械硬件主要包括: 安装法兰、固定基座板、直线运动电机、浮动安装板、打磨电机、打磨头、防尘罩、吸尘管、压力传感器等。恒力打磨装置机械机构示意图如图2所示。

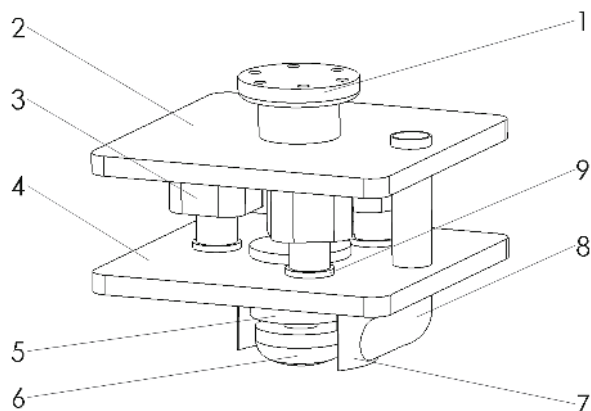


图2 恒力打磨装置机械机构示意图

恒力打磨装置各主要部件的具体位置和功能是: 1为安装法兰, 其上设置有螺纹孔, 可以通过螺钉将打磨装置整体安装于工业机器人末端法兰上; 2为固定基座板, 其作为整个打磨装置的基础固定结构, 用于安装其他部件; 3为直线运动电机, 共设置有3个, 呈圆周均布安装; 4为浮动安装板, 安装于三个直线运动电机运动轴的末端; 5为打磨电机, 固定安装于4浮动安装板中心, 打磨电机的中心轴线与三个直线运动电机中心轴线所形成的圆心轴线重合; 6为打磨头, 用于打磨零件表面, 实施打磨作业, 安装于打磨电机5的旋转轴末端; 7为防尘罩, 固定安装于打磨头周围, 用于遮拦打磨过程中产生的细屑和粉尘; 8为吸尘管, 与防尘罩相通, 可穿过浮动板和固定基座板上的通孔外接于离心抽风除尘装置上; 9为压力传感器模块, 安装于每个直线电机运动轴端与浮动板的连接位置处, 用于实时监测浮动板三个位置的压力数据。

恒力打磨装置的主要部件中, 采用直线电机作为运动输出动力源, 而没有采用其他一些类似功能装置所采用的气缸作为恒力控制的动力源, 主要原因是气缸采用压缩空气来驱动, 而压缩空

气具有柔性、压力波动大、响应速度低、气管牵引布置易缠绕干涉等缺点，因此本设计采用直线电机用作直线运动输出元件，充分利用其响应速度快、供电便捷等特点。同时，打磨头的动力源也没有采用气动驱动，而同样选择电机驱动，方便布线与控制。

### 三、恒力打磨控制器的设计

恒力打磨控制器的主要功能作用是接收来自电气总控柜和工

业机器人的控制信号，在进行打磨作业时，读取三个压力传感器的信号，通过微控制器的运算，实时控制三个直线电机运动轴地伸出与缩回，实现电机所带动的打磨电机及打磨头的位置和与工件的接触力，实现恒力打磨效果。控制器的主要硬件组成如图 3 所示：

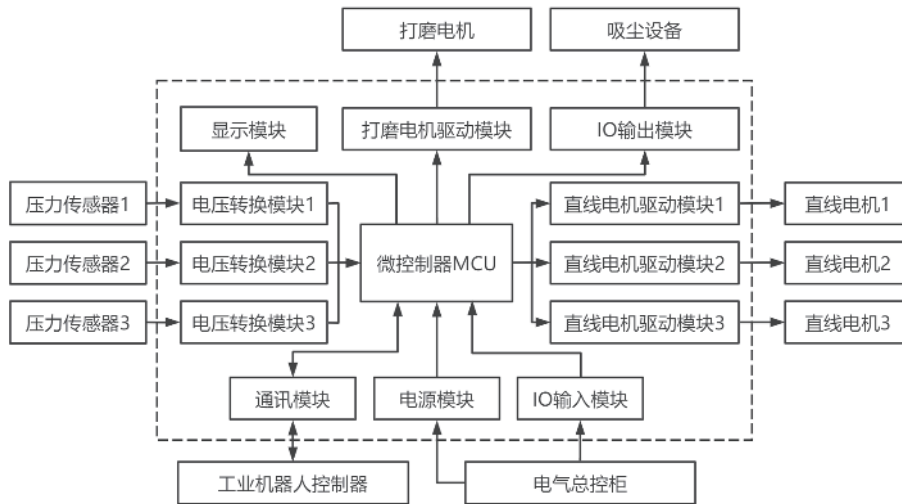


图 3 打磨控制器硬件框图

恒力打磨控制器的核心控制部件是微控制器，本系统微控制器采用的是意法半导体公司的 STM32F103VET6 芯片，该芯片具有高性能和低功耗特点，系统最高频率 72MHz，内置 512K 闪存与 64K 的 SRAM，加上丰富的外设，如 12 位分辨率的 A/D、16 位定时器、支持 SPI、CAN 总线通信等，能够完全满足本装置的设计需求。考虑到直线运动电机与浮动安装板之间的连接空间位置狭小，本设计采用了 FRP602 薄膜电阻式压力传感器用于获取压力数值，该传感器的优点是体积小、压力与电阻之间的线性关系优良、响应速度快、寿命长等。传感器的获取的压力数值是以电阻阻值的变化来体现的，通过基于 LM393 芯片的电压转换模块获取传感器的电压值，将电压信号输入 STM32 自带的 AD 端口，可精确获取压力传感器的数据，同时能够精简电路，提高系统稳定性。

系统的直线运动电机和打磨电机配置有响应的驱动器模块，使用 STM32 的定时器等功能通过发送方向和脉冲信号实现电机的运行和正反转等控制。简单的 IO 信号如电气总控柜发送给控制器启停输入信号、控制器发送给吸尘设备的启停输出信号等，可以通过 IO 输入和输出模块实现 STM32 芯片端口 3.3V 与外部设备 24V 信号之间的电平转换与通信。复杂信号的通信，如工业机器人控制器与 STM32 主控芯片之间的信号可以通过专用通信端口 CAN 总线等方式。为了便于监考数据和设备运行情况，控制器还设置了 LCD 显示模块。

### 四、结语

本文主要设计了一种用于工业机器人的接触力恒定输出的打

磨系统，介绍了其基本工作结构组成和工作原理、打磨装置的机械结构和控制系统的电路原理。使用易编程的、空间运动灵活的工业机器人装备，配合采用高精度灵敏度的电机、传感器、控制芯片等元器件设计的恒力输出打磨系统，能够在机械零件打磨加工领域为减轻人工劳动强度、提升工作效率和质量方面起到积极作用。

### 参考文献：

- [1] 王森, 杨宜民, 李凯格, 等. 抛光打磨机器人智能控制系统研究与开发 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2015 (12) : 94-96.
- [2] 杨一帆. 基于阻抗控制的弱刚性构件双机器人协同磨抛技术研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2019.
- [3] 何伟崇. 面向机器人抛光打磨的一维恒力装置及控制系统 [D]. 广东工业大学, 2016.
- [4] 高培阳. 基于力传感器的工业机器人恒力磨抛系统研究 [D]. 华中科技大学, 2019.
- [5] 吕斌, 卢琦, 袁艳丽. 一种基于恒力打磨的机器人自动加工方法 [J]. 机械设计与制造工程, 2017, 46 (3) : 5.

基金项目：2019 年度广西高校中青年教师基础能力提升项目“工业机器人恒力打磨抛光控制系统研究”（2019KY1235）。

作者简介：莫名韶（1983-），男，广西南宁人，讲师，研究方向为工业机器人应用技术。