

一种珠宝首饰多轴数控加工智能夹具系统

谭忠传

(深圳城市职业学院, 广东 深圳 518100)

摘要: 随着技术的发展, 数控系统加工珠宝首饰在各行各业都有非常广泛的应用, 传统的珠宝首饰夹具由于功能单一性, 接口传统, 自动化程度低等问题不能满足智能化多轴数控机床效率与之匹配夹具的需求。为了满足工业市场智能化控制要求, 本项目开发一款适用珠宝首饰多轴数控加工的智能夹具系统。该夹具系统不仅可兼容不同尺寸、材料、厚度的首饰戒指多轴数控加工的智能夹具需求, 还能与智能制造生产线配合生产, 可实现自动化控制夹具物料的伸缩控制、换爪控制、旋转控制、多爪点控制等功能, 且具有 RFID 传感器, 智能化生产管控模块对工件数字化标识。

关键词: 珠宝首饰; 数控; 智能夹具

一、项目应用背景

珠宝加工过程中, 尤其是复杂形状的珠宝(如手镯、戒指等), 需要精确的固定和稳定的加工环境。传统的夹具设计往往无法满足这些需求, 容易导致珠宝在加工过程中移动或损坏, 从而影响加工质量和效率。此外, 现有夹具在夹取贵重易碎物件时, 可能会造成财产损失或难以控制压力。数控加工技术(CNC machining)在珠宝行业中的应用日益广泛, 它能够提高加工精度和效率, 同时降低人工成本。通过数控加工, 可以快速、准确地生产高质量的珠宝零件, 并在大规模生产前进行测试和优化设计。为了应对珠宝加工中的挑战, 创新的夹具设计显得尤为重要。例如, 一种新型的珠宝首饰加工用夹具通过液压缸、U 型板和电机等部件的配合, 能够有效固定珠宝内外壁, 避免加工过程中的移动和掉落, 从而提高加工效率和质量。此外, 针对环形珠宝的特殊设计, 可以减少对后续加工的影响, 进一步提升加工效果。通过检索国内外专利发现, 还未发现有类似本案结构、功能的产品申请专利。国内市场上只有传统单一产品手工上下料式的夹具, 自动化程度不高, 经济实用首饰戒指多轴数控加工的智能夹具是一个很大的空缺。

本方案提出一种珠宝首饰多轴数控加工智能夹具系统, 该夹具系统不仅可兼容不同尺寸、材料、厚度的首饰戒指多轴数控加工的智能夹具需求, 还能与智能制造生产线配合生产, 可实现自动化控制夹具物料的伸缩控制、换爪控制、旋转控制、多爪点控制等功能, 且具有 RFID 传感器, 智能化生产管控模块对工件数字化标识。本系统可出售给珠宝公司、用于珠宝数控加工的自动化流水线使用, 本项目能有效的弥补市场上的空缺。

二、智能夹具系统组成

智能夹具系统主要由数控加工中心、协作机器人、料盘工作台、RFID 识别系统、MES 总控系统、上下料机器人、显示屏看板组成。系统组成部分示意图如下图 1 所示, 系统设备主要配置清单是显示屏看板 1 台, 上下料机器人 1 台, 数控加工中心 1 台, MES 总控系统 1 套, RFID 识别系统 1 套, 料盘工作台 1 套, 协作机器人 1 台。

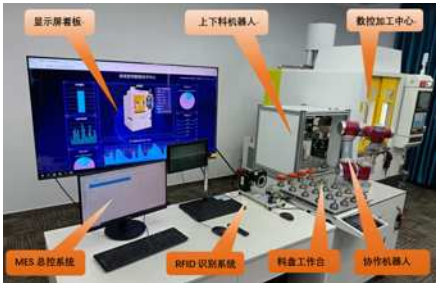


图 1 智能夹具系统



图 2 机器人程序



图 3 机器人程序

RFID 识别系统

RFID (Radio Frequency Identification, 射频识别) 技术是一种无线通信技术, 它通过无线电波实现对物体的自动识别和跟踪。RFID 系统通常由标签、阅读器、天线等部分组成。RFID 技术广泛应用于供应链管理、库存控制、资产跟踪、门禁系统、交通管理等领域。随着技术的发展, RFID 的应用范围还在不断扩大。本项目夹具上 RFID 信息可多次读写擦除, 重复使用, 通过 RFID 自动转盘 RFID 芯片读取, 可自动进行加载加工程序, 配合夹爪不同产品可实现连续加工, RFID 序列号与加工程序信息可通过数据采集系统与第三方系统通讯。实物如图 1 所示。

协作机器人和料盘工作台

为了提高机器人利用率, 加大机器人运行范围, 从而实现机器人的精确定位和稳定工作使机器人能够适应多工位、多机台、大跨度的复杂性的工作场所。设计一个上料台机构用于存放托盘和固定机械手, 通过 MES 系统可以控制机械手自动上下料到机床。占地面积少, 有利于客户厂房中生产线的布置, 可设置在狭窄的空间, 就地安装后即可有效的使用。实物如图 1 所示。

上下料机器人

上下料机器人可以自动从转盘取料放数控机床快换台上或从数控机床快换台上取料放转盘上。这包括将零件、原材料输送到

需要的位置。可以从生产线上获取已经加工完成的产品，并将它们放置到指定的区域，例如包装区域或废料处理区域。这些机器人通常能够以高精度和可控性执行任务，确保物料被正确地定位和处理。上下料机器人是自动化系统的一部分，可以通过编程或预设的指令执行任务，减少了对人力的依赖。实物如图 1 所示。

多轴数控加工中心

多轴数控中心是一种先进的制造技术，它允许在一台机床上同时控制多个坐标轴（通常是 4 轴以上）的联动，以实现复杂零件的加工。多轴数控系统是实现复杂机械运动和高效生产过程的核心，它通过精确协调控制多个机械轴，使得制造设备能够进行复杂的三维运动，从而提高制造的灵活性和生产效率。本机床采用立式刀库，共 20 把刀，机器零摆长，加工效率更高；五轴机配有测头探针，可检测产品大小，自动补偿加工，适配不同尺寸大小的产品；配有自动转盘上料，无缝对接机器加工。核心优势是零摆长提高加工效率，自动转盘，提高设备利用率，减少人工。实物如图 1 所示。

MES 总控系统

MES 总控系统负责与机床的数控通信，可以实现远程对机床控制，设备管理模块：生产设备基本信息登记，设备操作文档数字化管理；电子看板模板：生产订单完成情况，设备利用率，生产产量情况，生产实时状态统计，生产故障统计等功能；设备报警管理模板：实时采集设备运行产生的报警信息，对其可进行分析 and 导出图表；设备关键数据采集模块：实时采集设备运行的关键数据、设置预警值，超过设定值报警，达到预防性维护作用；设备维保管理模块：设备定时维保（可发送微信、邮件、系统消息给相关人员。

三、动作流程

当 MES 系统收到开始加工指令后，发送调度指令给协作机器人，协作机器人根据指令到料盘中取相应的装有待加工首饰的夹具到转盘相应位置与转盘上的夹具上下料互换，协作机器人回原点等待下一个指令，转盘转动，安装在转盘上的 RFID 读取数据，数控加工中心程序判断是否需要加工，需要加工，上下料机器人抓取待加工件放入数控加工中心安装好的快换夹具中，机床通过程序关门，加紧工件，根据 RFID 读取数据调出相应的程序对首饰进行加工，加工完后机床 PLC 开门、松开夹具，上下料机器人进入机床取出夹具和首饰放到转盘位置，RFID 写入已加工信息。

四、程序编写

1、数控加工中心主程序表 2，机器人程序图 1，图 2。

表 2 数控加工中心主程序	
%@MACRO G53G90Z@107914; //Z 轴 避开 G 5 3 G 9 0 X @ 1 0 7 9 1 2 Y@107913 B0. C@107915; //XY 轴避开，BC 轴定位 M128; // 侧门开 G4X0.5; @120042:=0; // 清除取 料旗标 @120046:=1; // 发送允许 换料旗标 WAIT0;	#250:=SCANTEXT(100); #251:=SCANTEXT(101); @102:="#250@107906#251"; #252:=SCANTEXT(102); WAIT0; IF @10825<=1 THEN // 非调试模式 M98 P(#252); // 调用加 工档加工 WAIT0; END_IF; IF @120045=20 THEN // 加

G4X0.1; M137; // 启动非主换 料程序 WAIT0; M134; // 等待换料完 成 WAIT0; @120046:=0; // 清除换 料条件 WAIT0; WAIT0; IF @107901=1 THEN // 多 种产品加工 #202:=SCANTEXT(107868); #203:=SCANTEXT(107869); #204:=SCANTEXT(107870); #205:=SCANTEXT(107871); #206:=SCANTEXT(107872); #207:=SCANTEXT(107873); @120041:="#202#203#204# 205#206#207"; #31:=SCANTEXT(120041); // 读取加工档 WAIT0; G4X0.5; IF @10825<=1 THEN // 非调试模式 M98 P(#31); // 调用加工 档加工 WAIT0; END_IF; WAIT0; ELSEIF @107901=0 THEN // 单一产品加工 G4X0.5; @100:=("O"); @101:=("NC");	工完最后一个，程序结束 WAIT0); G53G90Z@107914; //Z 轴避开 G 5 3 G 9 0 X @ 1 0 7 9 1 2 Y@107913 B0. C@107915; //XY 轴避开，BC 轴定位 M128; // 侧门开 G4X0.5; @120042:=1; // 通知 取料 WAIT0; G4X0.2; @120046:=1; // 发送 允许换料旗标 WAIT0; G4X0.1; M134; // 等待换料 完成 WAIT0; @120046:=0; // 清除换 料条件 @120042:=0; // 清除取 料旗标 WAIT0; //MSG(" 产品加工完成， 程序结束 !"); //M00; // 程序暂停 ALARM(10001); G4X0.2; M30; WAIT0; END_IF; END_IF; M99; // 使用选择跳跃，只 加工一次 M30;
--	--

五、结论

本文提出的一种适用珠宝首饰多轴数控加工的智能夹具系统，该夹具系统不仅可兼容不同尺寸、材料、厚度的首饰戒指多轴数控加工的智能夹具需求，还能与智能制造生产线配合生产，可实现自动化控制夹具物料的伸缩控制、换爪控制、旋转控制、多爪点控制等功能，且具有 RFID 传感器，智能化生产管控模块对工件数字化标识。该系统设备可弥补市场同类产品的空缺，可向我企业员工培训，职业院校教学训练使用，同时将传统首饰加工夹具设备进行自动化升级后有助于在行业内进行技术推广，从而提高加工的生产效率，实时监控设备状态实现远程在线式排故。

参考文献：

[1] 张甜，方梁菲，许良元. 面向实践教学的数控车床轴向定位夹具设计研究 [J]. 池州学院学报, 2024, 38(3):139-142.

[2] 张欣雨. 机理—数据混合驱动的多轴机床轮廓误差动态预测方法研究 [D]. 天津职业技术师范大学, 2024.