

智能化控制在机械制造业中的创新探索

杨正法, 尹超杰, 饶梅贵, 蔡前龙

(浙江长兴和良智能装备有限公司杭州分公司, 浙江 杭州 311000)

摘要 随着智能化控制技术的迅速发展, 机械制造的生产效率显著提升, 工作人员在生产中无需过多介入。本文以某中型汽车零部件企业为案例, 分析数控加工、工业机器人、机器视觉技术在机械制造业中的应用, 探讨其在生产过程、监控、维护等环节的具体应用路径和优势, 旨在凸显智能化控制技术的优势, 以及为企业带来的效益, 进而推动企业生产顺利转型。同时指出, 企业要将三种技术进行有效整合和系统, 打破三者之间的数据壁垒, 保障生产过程中的数据安全, 避免数据面临泄露和丢失等风险; 加强专业人才培养, 才能更有效地发挥智能化控制技术的价值。

关键词 智能化控制技术; 机械制造业; 数控加工技术; 工业机器人; 机器视觉技术

中图分类号: TH16; TP273

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.18.009

0 引言

随着技术不断发展和进步, 传统机械制造模式很难满足制造业面临的高要求和高标准。智能化控制技术并非仅依靠一种技术手段, 其中, 数控加工、工业机器人、机器视觉技术均发挥重要的作用, 以此推动生产迈向自动化方向, 实现对生产过程的精准控制, 提高企业效益。同时, 智能化控制技术可以对生产流程进行优化, 保证资源得到合理配置, 提高企业竞争力, 推动企业实现可持续发展。

1 案例背景

某中型汽车零部件制造企业主要从事汽车传动零部件生产, 近年来, 企业正积极推进生产迈向智能化方向。企业将智能化控制技术进行有效整合, 并将其与企业生产过程进行全面融合。(1)采用数控加工技术, 严格保证汽车零部件的加工精度; (2)采用工业机器人技术实现自动化上、下料, 对零部件进行智能化装配; (3)采用机器视觉技术对生产加工过程和零部件质量进行实时化检测。将三种技术相结合, 可有效提高生产效率, 确保产品质量符合要求, 降低人力投入, 及时发现不合格的零部件, 降低返工成本。该企业通过应用智能化控制技术, 为其他企业智能化改造提供相应的参考。

2 智能化控制在机械制造业中的创新应用

2.1 数控加工技术

数控加工技术主要依靠数字代码指令对机床运行进行操作和智能化控制。在本案例中, 操作人员首先

利用 CAD 软件对汽车传动齿轮等零部件进行详细绘制, 再将绘制好的图纸导入 CAM 之中, 转换成与企业生产需求相匹配的加工程序。数控主机负责读取该加工程序, 并将代码转化为可控制信号, 对机床的切削等操作进行指挥, 无需人工介入。在数控技术的支持下, 该机床的加工精度大大提升, 同时零部件生产速度和生产效率更有保障, 零部件生产符合严格的标准^[1]。

2.1.1 工作流程

在具体加工中, 主要分为四个阶段:

一是在准备阶段中, 技术人员结合零部件的性能要求, 利用 CAD 工具绘制二维图纸, 并在图纸中详细标注零件的加工精度、尺寸、表面粗糙度等相关技术参数, 为后续加工奠定基础。

二是技术人员利用 CAM 软件将 CAD 设计好的图纸转换为机床可识别的运动切削指令和辅助功能指令。根据零部件的加工要求, 对加工走刀轨迹进行合理规划, 科学设置进给和切削核心工艺参数, 提高加工的稳定性, 尤其涉及齿轮齿形和异形曲面等复杂的工艺时, 这项操作能够严格按照要求进行零部件加工。

三是将编写好的程序利用 USB 存储介质导入数控机床控制系统中, 确保机床能够精准读取各种控制指令, 避免出现传输错误的问题, 保证后续加工顺利进行。

四是在本案例中, 企业使用高精度数控机床与伺服驱动系统, 对机床轴类运动进行精准控制。系统根据导入后的程序, 自动指挥机床操作。机床根据设定的路径, 对传动齿轮等零部件进行自动化切削和铣削, 最终保证加工后的零部件各项参数均符合标准。

作者简介: 杨正法 (1970-), 男, 专科, 工程师, 研究方向: 机电一体化。

2.1.2 技术优势

结合本案例中的真实生产情况,将数控加工技术中的优势转化为具体应用,使企业转变传统的粗放式制造模式,推动企业迈向智能化制造方向。该技术精度高,使用灵活,与汽车传动齿轮等零件的生产需求高度匹配,可解决传统机床加工精度有限等问题。企业无需大规模更换设备,只需对不同加工程序进行切换,就能生产不同型号的零件,充分满足市场的需求。

2.2 工业机器人

2.2.1 工作原理

工业机器人是一种专用的自动化生产装备,由机械、电子、计算机等技术负责执行各项操作^[2]。在本案例中,企业将机器人与数控加工技术和机器视觉技术相结合,主要负责传动系统零部件的转运和组装等重要工序。该技术可通过多个关节协同运动的方式实现自动化控制,保证定位精准,操作灵活,在精密零部件加工中起到重要的作用。工业机器人负责将数控加工后的零件转运到机器视觉监测区域,进一步优化生产流程,弥补各环节衔接不到位的问题。同时,该技术可推动生产向自动化和智能化发展。

结合该企业零部件生产需求,工业机器人的主要工作原理如下:根据之前设定的生产目标,控制系统会下发指令,对各项动作进行精准调控;根据规划好的路径,机器人的机械臂和各关节部分会随之移动,对工件进行自动抓取、转运与拼接。作为工业机器人的核心环节,控制系统好比机器人的大脑,确保零件得到精准定位,保证操作的稳定性和安全性。控制系统在生产过程中的具体作用如下:

一是人机接口。人机接口是技术人员与机器人沟通的重要窗口,主要包括显示屏、操作按钮和键盘,由技术人员负责对机器人进行管理与控制。技术人员结合企业的生产要求与零部件工艺标准,通过这一界面对生产参数进行设置与优化。技术人员需对机器人的运行模式、工作任务要求和移动路径等相关参数进行手动设置。确认参数没有问题并下达指令后,人机接口会将这一指令传递给核心控制系统。该系统负责对机器人的操作进行指挥,保证零部件的搬运和装配等工作顺利完成^[3]。

二是轨迹规划。根据企业的生产线布局情况,轨迹规划系统通过智能算法对机器人的机械臂的运动轨迹进行自动化计算和优化。对路线进行规划时,系统会自动避开各种障碍物,缩短时间,保障工作人员的人身安全,避免设备面临损伤,使机器人能够在数控

加工区域和机器视觉检测区域之间精准移动,对零件进行自动化搬运和组装。同时,通过对运动轨迹进行合理规划,还可避免机械臂与数控机床等设备发生碰撞,减少设备出现问题的可能性。在确保路径得到优化的情况下,实现连续作业,提高生产效率。

三是运动控制器。运动控制器对机器人的运动进行有效的控制。该设备主要接收已规划完毕的路线指令,对机器人的各个机械关节进行精准控制,保证机器人的速度、加速度和位置等参数得到有效控制。根据企业对零部件的加工精度要求,通过控制器可对机器人的每个关节动作的幅度和力度进行精细化调节与控制,确保机器人严格按照规划的路径移动,将加工完毕的零件输送到机器视觉检测区,同时还可实现对零部件的组装,保证各个环节紧密衔接,提高定位精准度。

2.2.2 技术优势

一是工业机器人的操作速度快,工作节奏稳定,可充分满足企业对大批量零部件的生产需求^[4]。对零部件进行组装时,机器人的机械臂匀速运动,运动速度快,实现精准定位,可以保证零部件的组装更加精准,提高操作的稳定性。为了更好地适应不同规格零部件的生产需求,只需利用机器人预先设定的程序,就能实现一键切换,不仅装配参数发生变化,还可切换成合适的运动轨迹,保证生产线得到迅速调换,生产柔性更强。利用机器人可以减少手工调试和组装的情况,降低操作失误,节省更多时间,既能满足大批量生产需求,又能实现小批量生产,保证零件得到个性化定制。将这一技术与数控加工相结合,可以保证企业生产线生产更多类型产品。

二是在该企业实际生产中,工业机器人系统配备高精度运动控制器和传感器,收集零部件,自动化搬运和组装等工作时,机器人操作更加平稳,精度更高。零件经过数控加工后,可能会存在微小的尺寸偏差,同时对零件进行组装时,零件会受到挤压,在这种情况下,机器人可以通过传感器及时对数据进行采集,根据数据分析结果对动作的力度和位置等相关参数进行略微调节,保证操作更加稳定,提高组装的精准度,避免零件出现磕碰和损伤等问题。同时,企业将工业机器人系统与CAD和CAM、数控机床进行联网,保证机器人能够直接调取零件的相关数据,在组装的过程中,利用传感器对实际组装参数进行实时化检测,并将其与设计要求进行对比,一旦发现有微小偏差,机器人会进行自动调节,保证组装后的精准度符合标准。

工业机器人可以替代人工完成材料搬运、组装等高强度工作,企业的人力成本进一步降低。机器人能够持续运转,不会出现中途停止操作的情况。同时,机器人的定位精度可达微米级别,操作稳定,涉及零件搬运和组装时,不会导致零件轻易磕碰和损坏,从而不必重新加工,降低材料成本。除此之外,机器人可以对自身运行状态进行实时化监测,一旦发现某一环节出现问题,系统会在第一时间发出警报,提醒工作人员及时关注问题,分析原因,尽快解决问题,不仅可以降低维护成本,又能缩短停机时间,不耽误生产进度。

2.3 机器视觉技术

机器视觉技术将工业相机与计算机相结合,用于拍摄物体,基于算法对画面进行加工和分析,实现对物体的有效识别,确定物体中存在的缺陷,对物体尺寸进行精准测量,确定其质量符合要求^[5]。在机械制造企业中,该技术主要用于以下几个方面:

一是对零件表面缺陷进行检测。机器视觉系统利用工业摄像头、传感器对零件表面进行拍摄,获取高清画面数据。将画面传输到系统后台,利用预先设计的图像处理算法对图片进行一系列分析和处理,从中提取关键特征,再对特征进行仔细识别与分类,对质量优劣进行合理区分,并判断零件是否存在质量缺陷,一旦发现问题,系统会自动下发控制指令,或向工作人员发出警报。系统可对检测到的问题进行迅速识别和分析,在很短的时间内处理大量数据,在不耽误生产的情况下,保证零部件质量及时得到检测与控制。依靠边缘检测对零件轮廓和边界进行识别,找出其缺陷位置;通过形状匹配将实际拍摄的零件和模板进行对比,及时识别缺陷;利用颜色灰度识别对表面瑕疵进行识别。同时,该技术还可以对零部件缺陷的尺寸等数值进行精准检测,确保零部件符合严格的质量标准。

二是对工件进行合理定位。正式加工之前,可利用工件定位系统明确零件在加工期间的位置与放置角度,保证加工尺寸精准。尤其是一些零件需要经过多次加工,一旦其位置出现偏差,就会出现较大的误差,通过工件定位系统就可以避免出现位移和偏差,提高加工精度与产品合格率。通过机器视觉技术获取零件表面的图像,再利用算法对零件的关键信息进行自动识别,利用系统中提前设置的标准工件合格模板,将现场的真实零件特点与模板进行对比,计算出实际零件的偏差,再将数据传递给数控机床和工业机器人,确保零件得到精准定位。

三是安全监测和警报。利用系统中的智能摄像头可对企业生产环境中的危险操作区域进行不间断监控,及时抓拍违规操作行为和异常情况。一旦系统检测到危险,就会立刻启动报警系统,同时采取相应措施,如对设备进行紧急停止操作等,避免问题范围扩大。

3 技术优化建议

企业在引入智能化控制技术的过程中,要结合行业发展趋势与自身实际情况,制定相应的技术优化方案^[6]。

一是将人工智能、大数据等技术与智能化技术的深度融合。例如:人工智能技术可对设备决策进行优化,提高设备自主感知与调控能力,及时发现和解决设备故障;采用大数据技术对各环节数据进行采集和分析,对设备故障进行诊断,优化工艺参数,提高生产效率。

二是对人才进行分层和分类培训,同时加强专业技术人才引进力度,构建复合型人才队伍。企业要加大研发投入力度,积极与相关机构开展合作,共同搭建技术成果转化与应用平台,鼓励更多人参与到技术研究、开发和创新工作之中。

4 结束语

本文通过具体案例分析数控加工、工业机器人、机器视觉技术在机械制造中的具体应用路径和效果。结果表明,智能化控制技术可有效提高生产效率,保证产品质量,降低生产成本,保证设备运行安全、可靠,推动制造业向数字化和智能化方向发展。与此同时,智能化控制技术可以对生产各个环节进行实时化监控,提高管理效率和管理水平,帮助企业做出科学合理的决策,保证生产水平得到提升,使各个环节工作高效协同,提高企业综合实力。

参考文献:

- [1] 曹伟.智能化控制在机械制造业中的创新实践研究[J].南方农机,2025,56(21):128-131.
- [2] 张晓梅,郑巍,任付威.机械制造中自动化技术的应用[J].流体测量与控制,2025,06(04):85-88.
- [3] 石立辉.矿山机械制造与自动化设计中的节能设计理念研究[J].中国战略新兴产业,2025(12):111-113.
- [4] 阿尔孜古丽·吾买尔.智能化控制技术在现代机械制造中的创新应用研究[J].农机使用与维修,2024(11):92-95.
- [5] 杜启鑫,李博,靳凯峰,等.现代机械制造工艺的优化与应用研究[J].中国机械,2024(15):40-43.
- [6] 胡军宝,李宁,杨赫.数控加工技术在机械加工制造中的应用[J].造纸装备及材料,2023,52(09):113-115.