

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.10.018

汽车塑料件模具柔性制造系统设计

冯志新,刘华刚,郝瑞参

(北京电子科技职业学院,北京 100176)

摘要:介绍了汽车塑料件模具柔性制造系统的设计与组成。从汽车塑料件模具的实际加工出发,详细阐述模具镶块的制造过程及关键技术,并以此为基础构建了基于 SQL Server 数据库的全生产周期管理柔性制造系统。该系统包含产品数据管理、智能生产管理系统、镶块快速定位和图像识别系统等部分。通过在汽车模具厂的实际运行测试证明,该系统可明显提高企业的模具加工效率,保证模具的生产周期且同时降低成本,具有广泛的推广价值和应用前景。

关键词:汽车塑料件模具;镶块;产品数据管理;图像识别

中图分类号: TH165 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)10-0095-04

Design of Flexible Manufacturing System of Automotive Plastic Mold

Feng Zhixin, Liu Huagang, Hao Ruican

(Beijing Polytechnic, Beijing 100176, China)

Abstract : The design and composition of flexible manufacturing system for automotive plastic mold were presented. According to the actual manufacturing processing of automotive plastic mold, the process and key technology of inserts were elaborated in detail. The flexible manufacturing system of full production cycle management was constructed, which based on SQL Server database. The system included product data management, intelligent production management system, fast positioning and image recognition system. Through the actual operation test of the automobile mold factory, the system could obviously improve the processing efficiency of the enterprise, ensure the production cycle of the die and reduce the cost simultaneously. It had a wide range of popularization value and application prospects.

Keywords : automotive plastic mold ; insert ; product data management ; image recognition system

汽车工业的发展为汽车模具业的发展提供了极大的市场机遇,发达国家汽车模具在整个模具产业中占有 50% 左右的份额,而我国这一比例仅有 1 / 3 左右,因此我国汽车模具市场还有很大的发展空间。汽车模具主要包括覆盖件模具和汽车塑料件模具,其中汽车覆盖件模具制造取得了长足的进步,大部分企业都配置了先进的大型数控加工中心、精密测量设备和先进 CAD / CAM / CAE 软件。此类模具的成型分析、结构设计和数控编程技术都有了很大的提高,数字化制造、逆向工程、并行工程、精益生产等先进技术也已在模具生产中得到了应用^[1]。

相比覆盖件模具,汽车塑料件模具仍然沿用传

统的模具制造工艺管理,与国外先进水平相比还存在一定差距,主要表现为专业化和标准化程度低、管理跟不上、自动化程度低等。生产效率低进而导致了生产能力不足,成为当前制约我国汽车塑料件模具发展的主要瓶颈^[2]。随着智能制造技术的快速发展,数字化、柔性化、智能化制造技术已经成为提升制造业水平的关键技术,而模具柔性自动化制造作为制造业的重要组成部分已经成为提升模具制造水平的核心^[3-4]。目前国内已有少数模具企业使用智能工厂技术,并取得了显著的经济效益。因此很有必要研究并掌握汽车塑料件模具柔性制造系统的关键技术,开发出符合中国制造、价格较低的汽车塑料

通讯作者: 冯志新,副教授,主要研究方向为模具设计、模具的高效加工优化及精密制造 E-mail: zhixinfeng75@126.com

收稿日期: 2019-07-19

引用格式: 冯志新,刘华刚,郝瑞参. 汽车塑料件模具柔性制造系统设计[J]. 工程塑料应用,2019,47(10):95-98.

Feng Zhixin, Liu Huagang, Hao Ruican. Design of flexible manufacturing system of automotive plastic mold[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(10):95-98.

件模具智能工厂,形成应用示范并积极在行业内推广。

1 汽车塑料件模具柔性制造系统方案设计

1.1 塑料件模具制造工艺分析

汽车塑料件模具主要由模具本体、模具镶块和各类辅件组成,具有外形尺寸大、曲面复杂、技术要求高等特点,属于技术密集型产品。模具本体包括各类模架座板,单体尺寸和质量都较大,因此无法实现自动上下料。此类零件的生产制造过程主要由大型龙门式加工中心完成,工序相对简单,因此智能制造的实施非常困难且需求不强。模具各类辅件主要为机械标准件,根据设计要求由企业集中采购。模具镶块种类繁多,可分为成型镶块和辅助镶块,其通过钳工工艺装配于模具本体上实现塑料件成型,在汽车塑料件模具设计时,多采用镶拼式结构。相比模具本体,镶块尺寸和质量较小,加工形状复杂有时甚至没有基准,加工过程辅助时间大多效率不高,因此研究汽车塑料件模具镶块柔性化、智能化制造技术成为提高汽车塑料件模具加工制造水平的关键。

镶块的加工特征包括底面、侧定位面、冷却水孔、定位销孔、曲面、起吊螺孔等,其传统的工艺流程是:铣底面-深孔钻加工冷却水孔-普铣加工孔-精磨底面-NC开粗-表面淬火-NC精加工-五轴加工-三坐标检测。镶块的加工数据传递主要靠车间文件,工序间流转速度慢且安装次数多定位误差大,人工依赖度高、劳动强度大且易出错,过程、质量和周期不易控制。

1.2 塑料件模具柔性制造系统方案设计

针对以上传统工艺存在的问题,汽车塑料件模具镶块柔性制造系统的总体目标应该是:采用标准化托盘实现各类镶块的快速定位;采用工业机器人实现镶块的自动上下料,能够自动排产的制造执行系统,实现7×24h无人值守全自动化运行。基于以上目标,系统需要解决的关键技术有:基于SQL Server数据库,以CAD/CAM技术为核心的产品数据管理系统;基于图像识别的加工坐标系自动设定;适用于不同形状镶块的快速定位和识别系统;具有智能排产功能的MES生产管理系统;大行程的导轨机器人及合理的车间布局。

图1为设计的汽车塑料件模具柔性制造工厂系统体系结构,主要由模具产品数据管理PDM系统、制造执行MES系统和柔性化制造FMS系统等组成。所有产品数据和工艺过程数据及文件由PDM

系统统一存储和管理,借助SQL Server数据库和文件服务器进行数据和文件的存储,柔性制造系统通过上位机软件实现MES系统与加工设备的互联和控制。任何一套模具从设计到制造的全过程由总控系统按流程管理,包括设计任务的下发、BOM清单生成、制造过程准备、自动排产以及异常的紧急处理等。

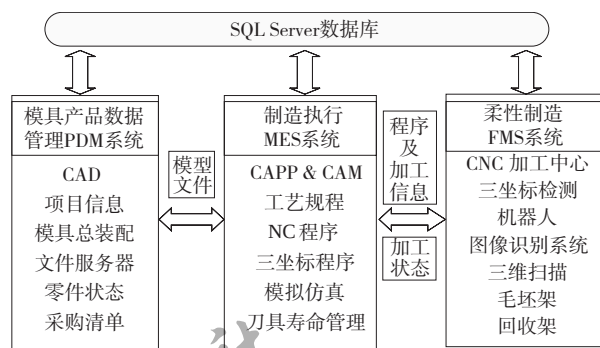


图1 系统体系结构图

2 关键技术的实现

2.1 产品数据管理

产品数据管理伴随镶块生产的全生命周期,按数据对象不同可分为制造文件管理和产品制造信息管理,常见的产品数据管理软件也有类似功能,但主要集中在对数据文档的管理上。如三维数模、加工工艺卡、二维工程图、程序和刀具清单、检测报告和NC程序等数据文档,但对于项目管理信息、零件详细属性、加工过程信息、刀具切削总时长等数据的记录则需要设计专用形式,成本较高且不利于统一协调,因此设计采用SQL Server数据库和文件服务器相结合的方式对产品数据管理。文件服务器用于存放各类专用文件,SQL Server数据库中记录各文件的具体路径,采用关系数据表对各类产品和生产数据进行管理,有效控制数据库冗余度、保证运行效率。

2.2 镶块的快速定位和识别系统

汽车塑料件模具镶块主要使用螺栓与模具本体连接锁紧,并通过销孔定位。镶块形状复杂且螺栓孔距也不尽相同,无法采用常规的快速定位夹具进行自动化生产。为解决这一难题,采用了一种专门用于不规则工件的万能快速定位夹具,该快速定位夹具可以实现绝大部分汽车塑料件模具镶块的快速定位和夹紧,如图2所示。

区别于其它快速夹具的主要特征为夹具座上分布着多组垂直直通T型槽,可适用于不同孔距的



图2 万能快速定位夹具

工件,直通 T 型槽可实现至少两个螺栓锁紧。在夹具座上可增设活动挡块实现工件侧向的定位。该快速定位夹具结构紧凑,适用性强,可有效提高定位精度并减少辅助时间。

2.3 基于图像识别的加工坐标系自动设定

采用图 2 的万能快速定位夹具虽然能解决不同形状镶块的快速装夹问题,但其在夹具上的加工基准却很难统一,因此可以认为镶块在快速夹具的上表面处于自由状态。这也为镶块的安装提供了便利,上料人员只需将坯料按工艺指示图大致摆正并锁紧,保证整个生产过程中镶块与快速夹具之间相对固定即可,加工坐标系的准确识别则由柔性制造系统自动完成。

镶块毛坯通常采用铣研六面的立方体,无特殊工艺安排四个侧面已经达到尺寸精度要求,因此在识别加工坐标系时容许误差很小。设计的柔性系统采用多组工业摄像机组成的视觉识别系统,可准确识别出皮料立方体的长、宽、高以及相对于快速夹具的加工坐标系。通过三坐标反复校准及算法优化,尺寸误差可控制在 0.01 mm 以内。柔性制造系统在分配具体加工内容到机床时,会自动进行加工程序刀位点的坐标变化,确保数控编程工作独立、先行,提高柔性制造系统的兼容性。

2.4 生产管理系统

汽车塑料件模具镶块的生产工艺过程涉及多个生产部门,各部门间的物料流转频繁,因此合理排产、优化机器人节拍成为提高设备开机率的关键。首先镶块的识别采用固定仓位为主、RFID 识别为辅的方式,镶块的出库入库都由机器人完成,系统自动分配固定仓位直至镶块出库,在机器人夹持镶块进行搬运的过程进行 RFID 身份校验,在保证系统安全可靠的同时可最大限度地减少辅助时间^[7]。其次由于机器人行程较长,系统需随时监控各机床的加工状态,提前将机器人定位至即将完成的机床并待命。自动排产主要参照工件进入制造系统的时间

及毛坯的准备状态,对于加急的工件则可以调整优先级等级实现插队加工;当多个设备同时需要机器人时,加工中心优先级高于三坐标,优先保证加工设备的运行。

另外,镶块自动加工时刀具寿命管理至关重要,系统采用累积切削时间法进行评价。对于不同刀具品牌和型号、不同材质、不同热处理状态,刀具寿命管理系统自动将切削时间换算后进行累加,当刀具标准切削总时长超出系统警戒值会发出更换刀具或刀片的报警信息。对于整体式刀具更换新刀具或刃磨后作为粗加工刀具重新进入系统,镶片式刀具则只需更换新刀片,更换完成后刀具切削总时长清零并重新开始累加^[8-9]。对于加工过程中的机床负载情况也进行实时监测,如检测到持续负载突增则会向操作人员发出报警,并将这台设备下线,待操作人员确认无误后再手动将机床并入系统。

2.5 柔性制造的车间规划

通过网络接口,利用 DNC 通信端口可实现柔性制造系统与加工设备的互联,实现数控加工中心、三坐标测量机和工业机器人的远程控制及运行状态监视^[10]。图 3 为设计的汽车塑料件模具镶块柔性制造的车间布局图,根据镶块的制造特点配置了三台粗中加工机床、一台精加工机床、一台三坐标测量机和一台导轨行走机器人。

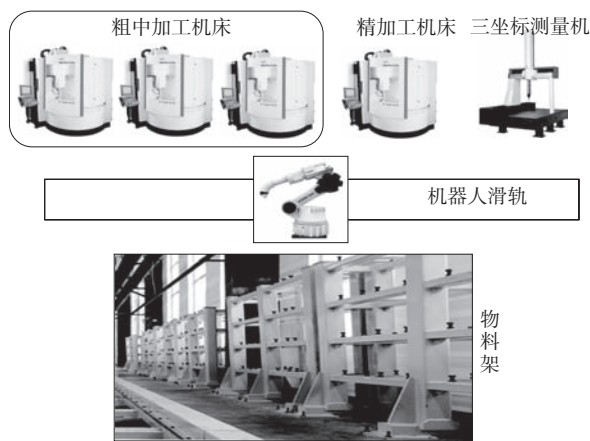


图3 数字化工厂车间布局图

其工作流程是:

(1) 在 CAD 部门完成设计并下发加工数据后,按照优先级顺序 CAM 部门首先对汽车塑料件模具镶块进行加工工艺编排,然后编制加工程序,并将所有工艺单和加工数据上传至 SQL Server 数据库。

(2) 车间操作人员在镶块毛坯到货之后首先完

成 NC 加工前的准备工序,然后将毛坯安装在快速定位夹具上,利用图像识别系统自动识别加工坐标系,最后由机器人将毛坯连同快速夹具一起送入料架的指定仓位。

(3) 控制系统根据自动排产计划将所需的 NC 程序下发至数控机床, NC 程序的刀位点需根据加工坐标系完成坐标变化,若机床数控系统有多种则需经过 NC 代码格式转换过程,准备就绪后由加工系统发送远程启动指令。

(4) 精加工完的零件直接送至三坐标机床进行检测是否合格,合格则入库并标记为完成状态,不合格则须有 CAM 部门根据测量结果进行判定,添加修补程序重新等待加工或直接报废;对于不需要检测的镶块则直接入库并标记为完成状态,等待操作人员回收工件。

3 结语

从汽车塑料件模具的实际特点出发,详细分析了汽车塑料件模具柔性化、智能化制造的可能性,给出了关键零部件镶块的柔性化制造方案,并对其中的关键技术进行了深入研究。通过在汽车模具厂的实际运行测试,证明汽车塑料件模具镶块的柔性制造系统可明显提高汽车模具企业的加工效率,显著减少现场操作人员并减少加工过程中的人为失误,保证汽车模具生产周期的同时降低成本,具有广泛的推广价值和应用前景。

参考文献

- [1] 孙钊,周东. 柔性制造技术在数控机床中的应用分析[J]. 山东工业技术,2018(15):40.
Sun Zhao, Zhou Dong. Application and analysis of flexible manufacturing technology in CNC machine[J]. Shandong Industrial Technology, 2018(15):40.
- [2] 许奎. 柔性制造技术创新在汽车生产中的应用[J]. 科技创新导报,2017(15):110-111.
Xu Kui. Application of flexible manufacturing technology innovation in automobile production[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2017(15):110-111.
- [3] 单利华,刘晓晨,王玉光. 汽车行业数字化车间技术探索[J]. 汽车实用技术,2017(10):117-119.
Shan Lihua, Liu Xiaochen, Wang Yuguang. Auto industry digital workshop technology exploration[J]. Automobile Applied Technology, 2017(10):117-119.
- [4] 王涛,蔡玉俊,刘华刚. 精密注塑模具数字化工厂技术研究[J]. 工程塑料应用,2014,42(5):71-74.
Wang Tao, Cai Yujun, Liu Huagang. Research on digital factories for precision injection mold[J]. Engineering Plastics Application, 2014,42(5):71-74.
- [5] 李超,唐鸿雁,万齐访,等. 智能柔性生产线集成控制系统的研究[J]. 内燃机与配件,2018(7):39-41.
Li Chao, Tang Hongyan, Wan Qifang, et al. Research on integrated control system of intelligent flexible production line[J]. Internal Combustion Engine & Parts, 2018(7):39-41.
- [6] 诸葛洵,王笑含,王强,等. 航天器大型化构件数字化工厂方针建模方法[J]. 机械设计与研究,2018,34(4):137-141, 151.
Zhuge Xun, Wang Xiaohan, Wang Qiang, et al. Simulation approach for digital factory modeling of spacecraft large structural parts[J]. Machine Design and Research, 2018, 34(4):137-141, 151.
- [7] 明世雄. 基于 RFID 的柔性生产线物料管理系统设计与实现[D]. 武汉:华中科技大学,2017.
Ming Shixiong. Design and implementation of FMS material management system based on RFID[D]. Wuhan:Huazhong University of Science & Technology, 2017.
- [8] 万夕干,陆雪鹏,沈艳,等. 数字化制造车间刀具管理系统的研究[J]. 机械设计与制造工程,2011,40(23):36-38, 40.
Wan Xigan, Lu Xuepeng, Shen Yan, et al. Research on tool management system of DNC digital workshop[J]. Machine Design and Manufacturing Engineering, 2011, 40(23):36-38, 40.
- [9] 廖生辉,王建军,卓勇,等. 在线智能刀具管理系统的开发与研究[J]. 锻压技术,2018,43(9):189-195.
Liao Shenghui, Wang Jianjun, Zhuo Yong, et al. Development and research on online intelligent tool management system[J]. Forging & Stamping Technology, 2018, 43(9):189-195.
- [10] 丁涛,齐建军,杜林,等. 基于工业大数据的柔性生产线智能控制模型[J]. 信息技术与标准化,2015(7):15-17.
Ding Tao, Qi Jianjun, Du Lin, et al. Intelligent control model of flexible production line based on big data[J]. Information Technology & Standardization, 2015(7):15-17.

欢迎投稿、欢迎订阅、欢迎刊登广告