

工业机器人在柔性制造技术上的应用

山东鲁南机床有限公司 (滕州 277500) 王绍存 白迪 吕刚 李刚



山东鲁南机床有限公司工艺主管 王绍存

今天的制造行业面临着很多的问题,例如:产品多样化、产品寿命周期短和老龄化社会等。为了解决这些问题,我们需要利用经验丰富的操作员的专业知识,来实现卓越的生产力和更高的加工精度;也需要更加智能、操作简便的人机对话装置和机器人技术,来支持加工效率的提升和适应产品的多样化小批量特点;还需要利用传感技术、计算机技术等,使加工设备、机器人、操作者三位合一,紧密融合,具有数据分析、智能决策和调节控制的功能。柔性制造技术,随着机器人技术的发展和制造业转型升级的需要,其应用已经在我们身边占有相当重要的位置。

在柔性制造单元(FMC)上的应用

FMC可视为一个规模最小的柔

性制造系统(FMS),是FMS向廉价化及小型化方向发展的一种产物,它是由1~2台加工中心、工业机器人(或机械手)、数控机床及物料运送存贮设备构成,其特点是实现单机柔性化及自动化,具有适应加工多品种产品的灵活性。迄今已进入普及应用阶段。例如现在国内不少主流机床厂家都研发制造了车铣复合柔性制造单元,即是在一台设备上通过机器人自动上下料系统可完成车、铣、钻、镗、攻螺纹丝、铰孔及扩孔等多种加工要求,可实现24h无人值守自动运行,堪称FMC应用的典范,是当前柔性加工技术热门发展方向。

下面介绍两种车铣复合FMC的主要特点:

1. TS40车铣复合柔性制造单元

图1为TS40关键功能模块配置方案图。主要结构特点是:自动上下料系统采用三轴联动桁架式双爪机器人,可实现示教式功能;床身采

用整体箱式结构,可后排屑;导轨全部采用高刚性滚柱式直线滚动导轨;主轴采用横向并列式双主轴;动力刀塔采用BMT型动力双刀塔;其各功能模块化的组合,可构成不同型号的机床。

图2为整机实物图,主要性能特点是:由于高刚性三轴联动桁架式机器人的应用,使得双主轴、双刀塔可以单机集成,采用对称布局,结构更加紧凑,缩短了送料时间,适合盘类工件的柔性自动化生产;双通道数控系统控制,可同时进行零件双面加工或不同类型零件分别加工;物流传送自动化,提升能力强,适用范围广。

2. VTC2040倒立式车铣复合柔性制造单元

图3为该机床的结构示意图,主要结构特点是:集成式的工业机器人自动上下料系统如图4所示,工业机器人技术与机床本身完美结合;床身采用倒立式车床结构,后置排屑;导轨采用高刚性滚柱式直线滚

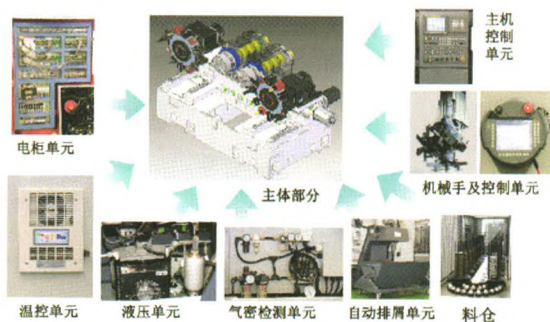


图 1



图 2

动导轨；主轴采用大功率电主轴；动力刀塔采用BMT型动力双刀塔，可实现四轴加工；最大限度的减少非加工制造时间；各功能部件可模块化组合。

图5为整机三维整机设计图，主要性能特点是：工业机器人技术与动力刀塔相结合，自动化上下料系统通过刀塔执行，当工件卡爪（在刀塔内）把一个零件运送至机床内的同时，另一个卡爪将加工完成的零件取出；传送带作为链式循环带配置有工件托架，可以在NC工件程序中定义不同的工件高度和工件直径；来自两面的加工工艺，能展示出轴类加工的最高效率；两个分别拥有11个刀位的BMT刀塔可以配置车削刀具，也可以配置动力刀具，确保了机床的高柔性化。

在柔性化、自动化生产线 (FLM) 上的应用

柔性化生产和精益化制造已成

为不少制造业追求的理念，高质量、高效率 and 低成本运行的生产制造系统为他们的迫切期望。随着工业机器人、CNC机床和自动化技术的成熟，FLM发展到现在，已经进入了实用化阶段。例如图6所示零件，为汽车转向节，其加工制造在国内已经有了成熟的FLM如图7所示。现在介绍一下机器人技术在这条FLM中的运用思路。

1. 传统零件加工工艺流程的分析

目前，国内外对于转向节的加工工艺多采用由专用机床、通用机床或由专用机床、通用机床和加工中心等组成的加工线，分成十几道或二十几道加工工序。这样的工艺流程存在以下方面的缺点：基准多次转换，加工产品的精度不稳定；各工序单机作业，柔性差；设备结构和布局限制，生产线较长，生产效率难以实现最大化，精益化管理推行困难。

2. 工业机器人技术可实现的目标

实现先进工艺制造技术、信息技术、自动化技术和管理技术的集成应用；保证生产线高效率、高质量和低成本运行；满足汽车对转向节产品变化、制造精度、可靠一致性和生产能力的需求。

3. 工艺流程重组再造的方案

(1) 采用工业机器人技术和复合加工技术，进行工艺流程的重组再造，将原来十几道工序复合成三道工序，达到了转向节加工工艺流程再造和简约化处理的目的。在流程设计时做好工艺难点的预测与控制，实现各工序定位准确、夹紧可靠，系统动静平衡；特别重视工业机器人卡爪加持安全性的设计（见图8），当卡爪夹紧时，卡爪其中2个检测夹紧动作的开关动作，当卡爪松开时，其中2个检测松开动作的开关动作，如果夹紧、松开动作异常时，开关信号不正确，系统将发

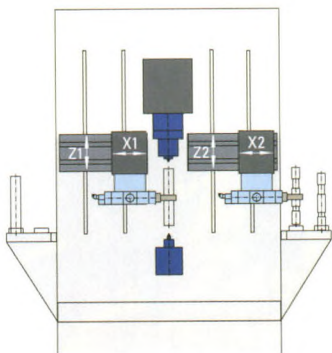


图 3



图 4

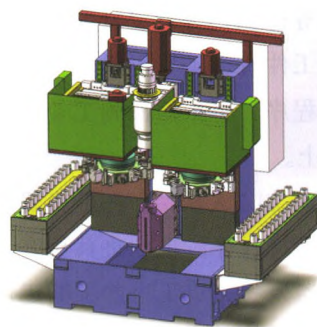


图 5

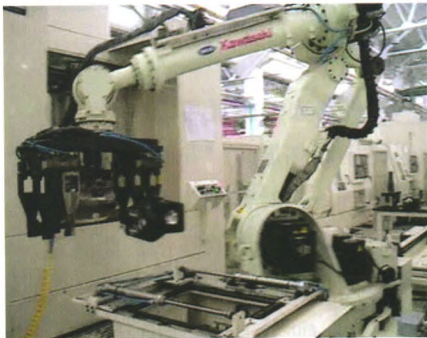


图 6



图 7

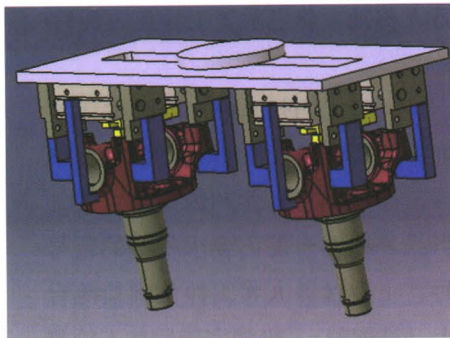


图 8

出相应报警信息。

(2) 采用柔性制造技术, 可根据所加工产品的需要通过简单的更换夹具元器件, 实现零件的多品种加工; 可迅速而有效地综合应用新技术、新工艺和新刀具, 快速改变生产运营效率和成本; 面对产品换型需求变化及特殊要求时, 工业机器人的加持方式 (见图8) 能迅速做出反应, 适应瞬息万变的市场需求。

(3) 物料输送系统要结合工业机器人运行速度和动作精度, 设置相对应数量的工业机器人, 分别完成各工序间的工件输送、上/下料、状态识别及检测等工作。辅助设施由抓取系统、运行系统、物料输入/输出系统、中间周转/检测系统及各类传感器组成。

4. 工业机器人在FLM中的执行实效

(1) 将工件毛坯放置到上料自动输送装置上, 上料装置检测开关检测到有工件时开始运行, 将工件运送到等待位, 等待位检测开关检测到有工件时, 工业机器人执行抓取工件程序, 将工件抓到工业机器人卡爪上。

(2) 加工完毕后, 工业机器人执行上下料程序。机床夹具松开, 工业机器人将完成工序加工的工件取出, 然后将毛坯工件装入机床夹具; 夹具夹紧动作准确完成后, 机器人移动, 将已加工工件放入周转/检测台。

(3) 通过同样的控制方式实现第二工序的工件自动装卸。在第二工序增加了工件在线检测功能。当线外检测台发出要求检测的信号时, 工业机器人将工件放到检测台上 (见图9), 检测完毕后按下检测

完毕按钮发出检测完毕信号, 工业机器人再将工件从检测台上取下。如果没有要求检测信号, 则工业机器人直接将工件放入下一工序的周转/检测台上。



图 9

(4) 第三工序的工件加工完毕后, 工业机器人将工件放置到下料输送装置上, 当下料装置的检测开关检测到有工件时则装置运行, 将工件向外移送一步, 等待操作工将加工完的工件取走。该工序同样增加了工件在线检测功能。

5. FLM总体效果

本条自动生产线运用了先进的自动物料输入/输出系统、工件自动准确定位系统、气密检测系统以及状态识别、在线诊断/检测、刀具寿命管理、破损检测系统和加工管理系统, 先进的柔性复合加工技术等多项先进技术, 并通过机器人完成数控加工中心与车铣复合加工机床的工序交换, 实现了全线从毛坯到成品的自动化制造, 将原来多道加工工序压缩为三道, 达到集制造加工技术、自动化技术和信息技术于一体的柔性制造技术的应用。同时, 工业机器人柔性制造技术消除了人为因素在生产制造过程中的影响, 极大地提高了工程保证能力, 体现了产品制造的高品质和高一致性。

对工业机器人发展应用前景的展望

柔性制造、智能制造已经成为

高端制造的标志, 是未来企业发展的新趋势, 这一切的发展归根结底都需要工业机器人智能技术的发展做支持。并联机床的发展是未来智能机床发展的一个方向, 并联机床实质上是并联机器人技术与机床技术相结合的产物, 可以实现等同功能的传统五座标数控机床。并联机床一旦数控系统研究得到更大突破, 可以预见不久的将来一台车铣复合加工中心本身就是一台智能化机器人, 完全可以实现人机对话编程、智能振动抑制技术、智能热屏障技术、虚拟加工技术、智能安全防护技术、智能语音导航技术、智能维护保养支持、智能远程诊断等多方面功能。还可以参照如图10所示设想, 多台智能机器人根据分工不同, 协同完成五面体加工中心才可以完成的铣、钻、镗、攻螺纹、铰孔及扩孔等工作, 成品件清洁检验后被专门加持工件的机器人带出加工区。实现完全意义上的柔性智能化制造。



图 10

机器人的发展可以使我们的思路不断拓展, “与时消息、与时偕行、与时俱进”, 让我们做好思想和行动上的准备, 共同迎接柔性制造的新时代。MW

(收稿日期: 20140529)