

多品种、大批量汽车生产用柔性自动化生产线

陈少甫

(CAD/CAPP 研究室)

摘要 我国汽车工业的发展在制造方面受到刚性自动线的严重制约,如何解决我国汽车制造中的多品种与大批量这一矛盾呢?本文通过一条已成功地用于我国加工多种汽车零件的柔性自动线实例介绍多品种零件的加工转换方法、柔性自动线的布局特点及其控制、过程监视和故障诊断等,以此展示解决上述矛盾的前景和柔性自动线的特色。

关键词 刚性自动线;柔性自动线

中图法分类号 TH165

0 概述

汽车制造是一个国家的重要支柱产业,随着市场的国际化,汽车市场的竞争将更加激烈,谁能快速推出高性能、高可靠性、美观舒适的汽车,谁就能赢得市场。实现这一经营思想,重在汽车产品的设计与制造手段,强调“快速”二字。我国汽车工业发展缓慢的主要原因之一,是在制造上受到传统的大批大量生产用刚性自动线的制约,因此更换品种十分困难。随着用户对汽车的多样化要求,由单一品种的大量生产方式向多品种、批量生产方式的转变势在必行,在这一转变过程中,我国汽车制造企业应在充分挖掘刚性自动线的潜力基础上,对那些未来可能变换的零部件加工逐步实现柔性化,这样不仅可满足当前若干变型品种的加工需求,而且有利于汽车产品的更新换代。如何选择柔性加工设备或柔性加工系统,主要取决于生产批量,批量越大,相应地要求自动化程度就高,从而可缩短辅助时间。根据这一原则,对多品种、大批量汽车生产而言宜采用加工中心(MC)、柔性制造单元(FMC)和柔性自动线(FML)。

为展示我国多品种、大批量汽车生产的发展前景,特在本文介绍一条已成功地用于汽车生产的化油器本体柔性自动化生产线。该线是一条以3台加工中心为主体组成的柔性自动线,通过编程输入不同的加工程序,便可实现多品种零件的加工转换。系统由CNC和PLC实现联合控制,具有运行过程监视和故障诊断功能,还能统计日加工产量。此外,系统的硬、软件配置具有模块化结构特征,利于重组,亦方便维修。

1 化油器本体柔性自动线的加工对象和主要技术参数

该线用于对多品种化油器本体进行铣、镗、钻、扩、铰和攻丝等工序的加工。工件材料为HT20-40。当前加工的工件品种为4种(见图1),随着市场的需求和生产的发展,将来可达6-8种。

系统的主要技术数据

机床台数

3

加工工位数	3
输送站位数	9
刀库数	3
液压站数	5
切屑处理站数	3
脉冲电机台数	10
交流电机台数	8
外形尺寸	≈7600×3800×3200
生产率	≈10 件/小时

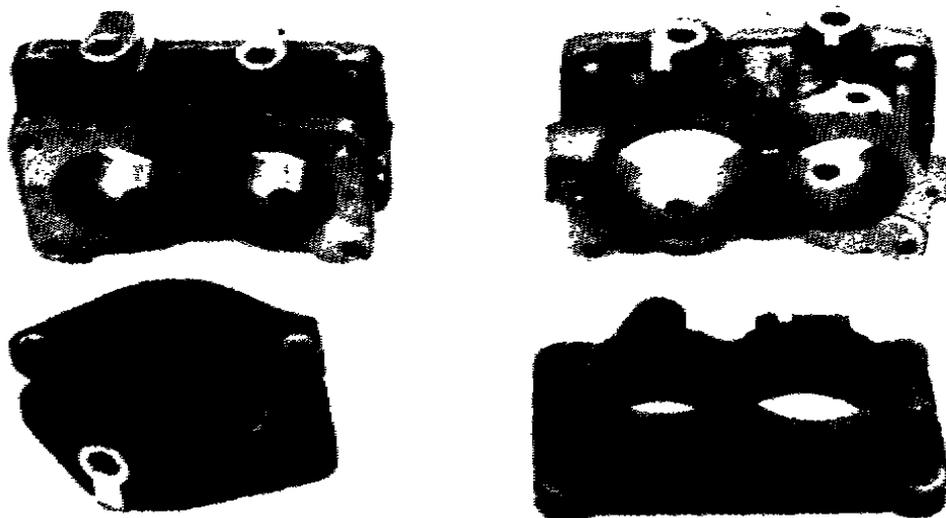


图 1 被加工零件图

2 系统的布局和组成

2.1 系统的布局

在该线上有 3 台 FANUC-3M 数控系统的加工中心机床。为节约车间占地面积,系统的布局采用了上下封闭式循环。工件和托盘在加工作业线上输送,是有顺序和有节拍的,但不是同步的。从图 2 可见,布置在 3 台机床加工作业线(J1~J9 站位)内的 9 个托盘,有 6 个不同步的油缸输送装置(图中未全部画出),只有前方站位上没有托盘时,本站位的托盘方能向前输送。这也是与刚性自动线上采用步伐式输送器的不同之处,可谓之一大特点。

此外,系统以每台机床为中心,将加工作业线分成 3 个相互有机联系的作业区段(J1—J2—J3;J4—J5—J6;J7—J8—J9)。在每一区段内布置有 3 个托盘,构成一个托盘组,对应的中间站位(J2、J5、J8)为加工站位,其左边为托盘输入站位(J1、J4、J7),右边为托盘输出站位(J3、J6、J9),这 3 个站位上的托盘由三个油缸组成的一组油缸输送装置进行输送。在每台机床上均配置有可编程逻辑控制器(PLC)和一个液压驱动站,用以控制这一组输送油缸,并协调它们之间的动作。这一布局相当于在每台加工中心机床上,配置有一个控制器、一个液压站、一组输送油缸、一组供工件输入——加工——输出用的托盘和一个独立的冷却与排屑装

置,从而形成了一个自动化加工“孤岛”,可以单独地对工件实现自动化加工,在全线上一旦某台机床因发生故障而不能使用时,其余的机床仍可继续加工。这与刚性自动线相比较,可谓之第二大特点。

每个自动化加工“孤岛”的组成设备、输送装置、冷却与排屑装置和控制系统等,都是通用化模块,因而制造厂商根据用户的不同要求,可通过这些模块组成多种多样的柔性自动化生产线。这种模块化的结构配置形式可谓之第三大特点。

2.2 系统的组成

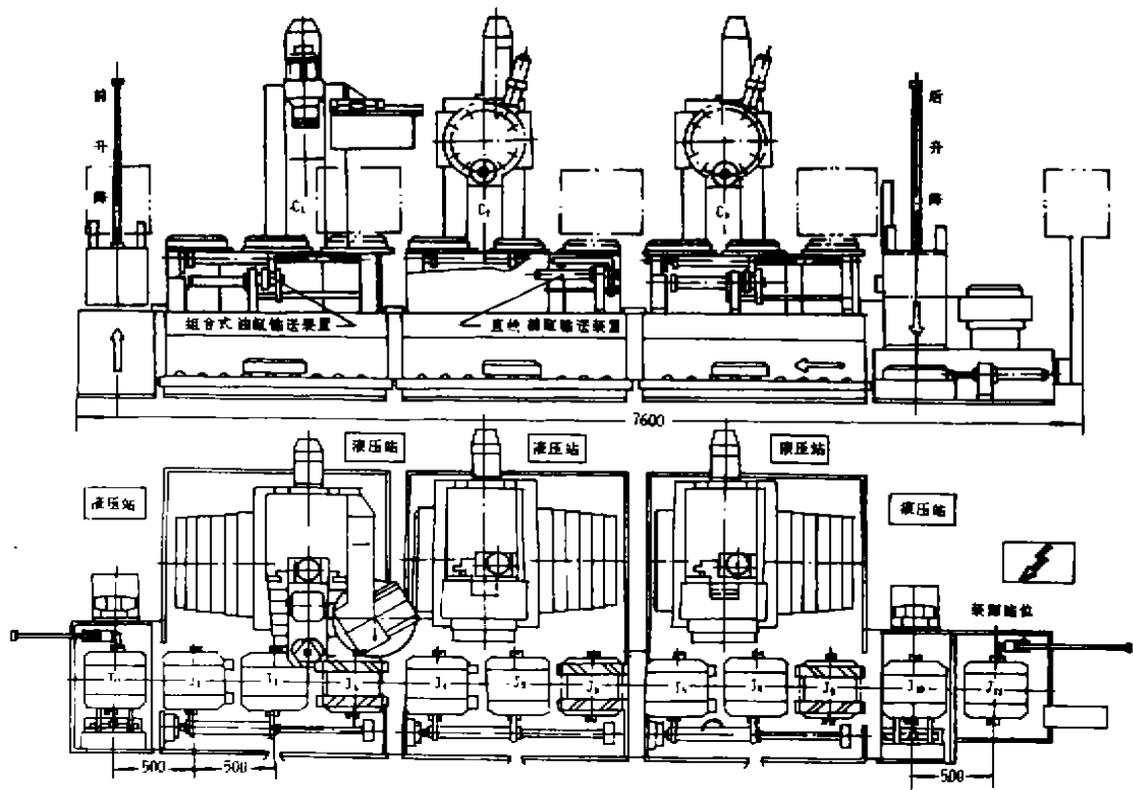


图 2 汽车化油器体柔性自动化生产线

- 加工设备 一台(C1)立式加工中心,两台(C2、C3)卧式加工中心。在C2机床的工作台上配置有能分度 90° 、 180° 、 270° 、 360° 的液压驱动分度装置,用于对零件的四面进行加工。在C3机床上配置有数控分度装置,用于对零件在水平面内任意角度上的平面和孔进行加工。

- 物流系统 由工件——专用夹具——托盘、直线输送装置、升降装置和驱动式滚子链组成。托盘在加工作业线各站位上的输送装置和在加工作业线两端的升降装置,均为液压驱动。

- 刀具系统 由刀具、刀具预调仪、刀库和刀具自动交换装置(机械手)组成。每台机床的刀库中有12把可供任意选择的刀具,在加工过程中可实现刀具的自动交换。刀具与刀架装置预先在线外刀具预调仪上调整好,然后由人工装入机床刀库。

- 控制系统 由3个FANUC-3M数控系统、5个可编程逻辑控制器、5块供系统操作与显示监控信息的面板和警报装置组成。可编程逻辑控制器主要用于控制机械—液压输送装置和其他辅助装置。操作面板主要用于生产线的起停、停止等操作和供人工输入加工程序及显示系统运行状态信息。

- 液压系统 它由5个液压站及其管道组成,被用作输送装置的驱动。在每个工作站上设有一排输送进程指示灯,用以监视托盘输送过程的运行状态。

- 气动装置 它主要用于刀库防护门的开启与关闭、刀具的吹净和接触面的气隙检查。被输送到机床加工站位上的托盘与机床工作台定位表面之间的接触度通过气隙检查确定,如果表面接触不良,则气隙大,通过气孔送入接触表面的压缩空气便从隙缝面上跑出来,并发出“呼、呼、呼”的叫声,反之则表示表面接触良好。

- 冷却与切屑自动处理装置等。

3 系统的控制、监控与诊断

从该自动线控制系统的任务分工和管理内容出发,将其分为控制、监控(或监视)和诊断三部分,见图3所示。

3.1 系统的控制

在该生产线上,各台机床上的加工程序和刀具的选择、抓举与自动交换主要由CNC进行控制。

每台机床上所配置的三菱A2系列的PLC,主要用以控制机床下属的液压站,再通过液压油缸控制机床加工作业区段内的输送装置,使工件和托盘按加工进程要求,依次从机床的输入站位(J1、J4、J7)输送到加工站位(J2、J5、J8)和输出站位(J3、J6、J9),并保证与加工作业区段外前进方向上的输送运动协调一致。所谓协调一致,是指当某一站位上的工件和托盘在等待向前输送时,前方相邻站位上是否满足接受条件,如果空闲着,则该站位上的工件和托盘方能送往下一站位,否则仍然在原位等待。这样可保证系统的安全。

在加工作业线前端(J0站位)和后端(J10站位)的升降装置上,各配有一个三菱K2系列的PLC。前端升降装置上的PLC,用于控制下属的液压站,通过升降油缸控制托盘的升降运动,并保证与J1站位之间的输送运动协调一致。后端升降装置上的PLC,除用以控制该升降装置升降在三种不同高度位置上外,还要控制升降装置与装卸站位(J11)之间的往复输送装置和托盘在底部滚子链上初始向前输送的直线运动,以及它们之间的运动协调。

CNC和PLC之间通过接口进行通讯。在各子系统分别调整好的基础上,按预先制定的

系统总体运行要求和流程,便可实现全线的自动化加工。

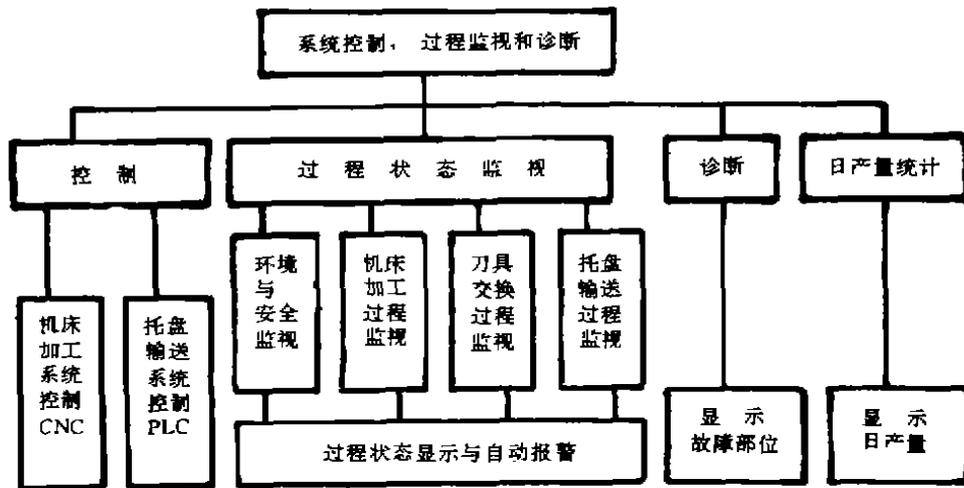


图 3 系统控制、过程监视和诊断

3.2 系统的监控

系统的监控包括对环境与安全、机床加工系统、输送系统和刀具系统等运行过程状态的监控。一旦系统运行过程状态发生异常,系统自动报警,以致中断单机或全线的运行。

- 环境与安全监控。 包括对系统运行过程中的电压和气压(≥ 4 大气压)及润滑油温度进行监视,以保证系统的运行环境正常,相应地保证了系统的安全。

- 机床加工系统运行过程状态的监控。 包括四项监控内容:CNC 是否异常(由光标跟踪加工程序进行监视);在完成零件的某些加工工序(需要换刀且改变加工部位的工序)或全部加工任务后,机床上的运动部件是否回到原位;工件的托盘在加工站位(J2、J5、J8)上是否被压紧;刀具在机床主轴上是否被抓牢。在系统运动过程中,如果某机床发生上述异常现象,则系统立即发出警报,并中断该机床的加工。

- 输送系统运行过程状态的监控。 主要监视托盘在机床加工作业线上(J1—J9 站位)和前后两端升降装置上的输送过程状态。在机床加工作业线上,监视托盘在各机床加工站位上的当前状态(正在工作或等待输送)和机床上一组油缸输送装置的一系列动作过程,如果在系统运行过程中,输送动作顺序有错或某个油缸未动作,则系统立即发出警报,自动中断全线的托盘循环输送。为此,在每台机床的液压站上,设置了相应的输送动作进程指示灯,按输送动作顺序依次亮灭,这些灯就像光标一样,随着输送过程一步一步地前进。在机床加工作业线前后两端的升降装置上,主要是监视它们当前是否在按程序规定的高度位置上,以保证整个系统的托盘循环输送。

- 刀具系统运动过程状态的监控。 主要是监视刀库上的机械手对刀具是否抓紧或抓偏,所抓刀号是否正确。便如,在系统运行过程中,一旦出现刀具未被抓紧的现象时,系统便立即发出警报,且中断该刀库所在机床的加工。

- 通过系统运行过程状态的监控,系统还能自动统计出产品的日生产量,并以字符形式在各台机床的操作面板上显示出来。

综合上述,在该线上系统运行过程状态的监控过程和处理结果,是以光标跟踪、一组指示灯跟踪、单个指示灯亮灭、字符显示和发出警报五种形式表现出来。

3.3 系统的诊断

在该系统中,系统的诊断主要是根据监控系统所监视的故障信息,在操作面板上显示出故障发生的部位,后再由人工根据控制线路说明书和经验去找出故障发生的原因,并予以修复。

4 系统的总体运行

在一切准备工作做好的基础上,先以“人工启动”方式进行试运转,如果一切正常,再以“自动启动”方式实现零件的全线自动化加工(见图2)。

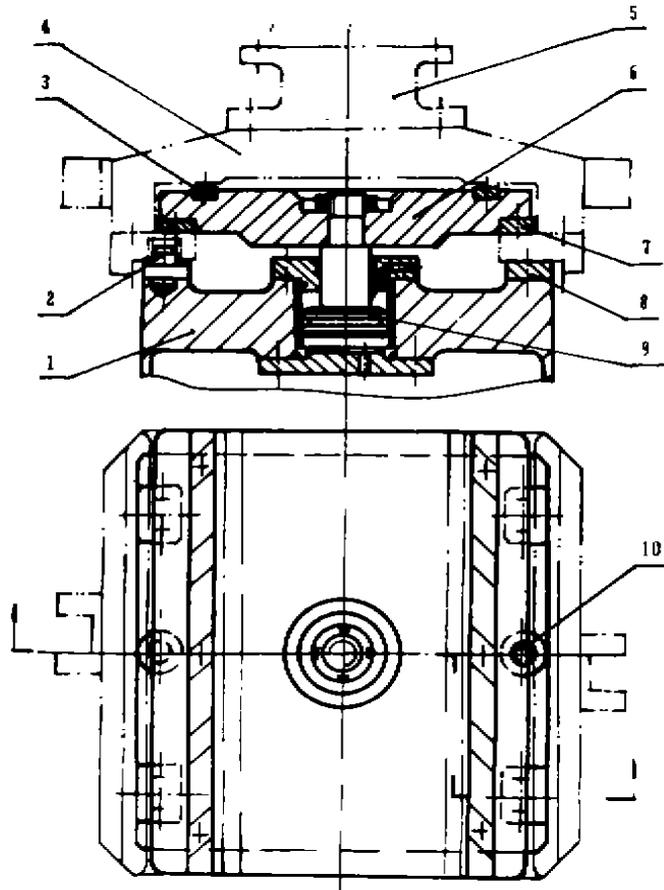


图4 托盘的定位夹紧原理

工件在 J11 装卸站位上被安装在托盘上部的专用夹具上后,由回转一直线组合式输送装置推送到 J10 站位上。该输送装置由回转油缸和直线往复油缸等部分组合而成,其输送动作过程:先是回转油缸工作,带动其中心杆旋转,使中心杆上的推送爪插入托盘侧边的凹槽内;接着作往复直线运动的油缸动作,将托盘向前推送一个步距。J10 站位是托盘的升降站位,该站位上的托盘通过升降装置降到与底部的滚子链相同的输送高度位置,再由安装在装

在装卸站位底部的油缸输送装置将托盘推送到滚子链上。当托盘到达滚子链末端时,再由另一个升降装置提升到与加工作业线输送高度相同的 J0 站位上,等待向 C1 机床的 J1 站位上输送。

在 C1、C2、C3 机床上各有一组输入——加工——输出站位。托盘在各站位上的输送条件是:只有在前站位上没有托盘的情况下,该站位上的托盘方能前进一个站距。若满足上述条件,则托盘便可依次从站位 J0→J1→J2→J3,依次类推。当工件被分别送到 C1、C2、C3 机床的加工站位(J2、J5、J8)上时,首先将托盘定位夹紧在工作台上(见图 4),然后再对工件实现加工,托盘定位夹紧的工作原理是:在托盘送入加工站位前,工作台上的油缸下腔通入压力油,活塞 9 带动托板 6 升起,上升到与加工作业线输送导轨相同的高度位置上,等待 J1 站位上的托盘输入,在托板 6 上有两个长条形的支撑板 3,输入的托盘 4 被支撑在这两条支撑板上。此后油缸上腔通入压力油,托盘随着托板 6 缓慢下降,在下降过程中,工作台上的定位肖 2 和定位肖 10 首先插入托盘两侧导向板的定位孔内,随着托板 6 的继续下降,其上的压块 7 便将托盘的导向压板压紧在工作台的两条支撑板 7 上,从而完成了托盘的定位夹紧过程。

工件首先在立式加工中心(C1)的加工站位 J2 上,被完成水平面上一系列铣、镗、钻、扩、铰、攻丝方面的加工任务;然后在两台卧式加工中心(C2 和 C3)的加工站位 J5 和 J8 上,被分别通过可依次转动 90°的液压驱动分度装置和可进行任意角度分度的数控分度装置完成竖直面上一系列铣、钻、扩、铰和攻丝方面的加工任务。

在加工作业线上完成了对工件全部加工任务后,托盘从 C3 机床的输出站位 J9 被送到升降站位 J10,然后被下降到与装卸站位 J11 相同的输送高度上,再通过回转——直线组合式输送装置送到装卸站位上,由人工卸下工件。从而完成了一个自动循环。

在该柔性自动线上,当更换零件品种时,只需要通过编程输入加工程序,并适当调整更换夹具和刀具,即可实现零件的加工转换

5 结论

柔性自动线布局合理,性能良好,可靠性较高,能满足若干种零件的加工需求。系统结构具有模块化特征,利于灵活组合和修理。不足之处是,缺乏自动测量装置和日生产统计报表的打印输出设备。

A Flexible Automatic Line for Multivariant and Mass Production of Automobile Parts

Chen shaopu

(CAD/CAPP Research office)

ABSTRACT The development of chinese automobile industry is momentarily restrained by the rigid automatic line. How to solve the contradiction between multivariant and mass productions? Applying flexible automatic line is a better method. In this paper a flexible automatic line's overall arrangement, control, process monitor and trouble diagnosis will be introduced through an example applied successfully to manufacturing multivariant automobile parts in chinese automobile industry, so as to show the prospect solving the above-mentioned contradiction and the feature of flexible automatic line.

KEY WORDS Rigid automatic line; flexible automatic line