013 卧式加工中心的数控改造

河南科技大学机电学院 （洛阳 471003） 李水山 张明柱

我国机械加工行业过去购买的一些数控机床，随着时间的推移，控制系统已不能满足现代工业生产的需要。一些机械因系统、电器元件老化而造成机床故障频繁发生，严重影响企业的正常生产，间接制约着企业经济。由于控制系统更新速度较快，备品备件的严重缺乏，维修的难度越来越大，造成机床停机时间越来越长。设备报废是一种资源浪费，这时进行系统及电器改造不失为明智的选择。013 卧式加工中心是青海第一机床厂生产的早期产品，采用 FANUC 7M 系统，该加工中心电器柜接线零乱，系统和电器元件已老化，且伺服故障不断，加工时间远低于故障停机时间，大大影响了企业的生产，经检测设备的各项几何精度还比较稳定，很适合进行数控改造。

1. 013 加工中心结构及其对控制系统的要求

JCS-013C 卧式加工中心，其主要参数：有效工作台面 1 400mm × 900mm；工作台分度 120 × 3°；*X* 轴行程：1 000mm；*Y* 轴行程：830mm；*Z* 轴行程：750mm；*X*、*Y*、*Z* 快移速度 8m/min；主轴功率：11kW；主轴转速：10 ~ 2 000r/min；刀库容量：60；换刀方式：机械手换刀。

根据烟机零件的加工精度，其对控制系统具有以下要求：①系统需要实现三轴联动以及任意两轴联动。②系统的最小设定单位为 1μm。③机床各坐标快进速度为 10m/min，进给速度为 5m/min。④为满足选刀、换刀等动作的要求。系统应有输入 45 个点，输出 20 个点。为满足其他辅助控制要求，CNC 系统需 37 个输入点，13 个输出点。因此控制系统应有 82 个输入点，33 个输出点。⑤机床定位精度：0.01mm/1 000mm，重复定位精度：0.004mm。⑥主轴转速 1 ~ 2 000r/min，功率 15kW。

2. 013 卧式加工中心改造方案

根据上述要求和机床现有实际水平，数控系统采用 FANUC 0*i*-MA 型，伺服控制为 α 系列，特点体积小、性能稳定；主轴控制为串型主轴，性能好、信号光缆传输、抗电磁干扰能力强；其基本框图如图 1 所示：

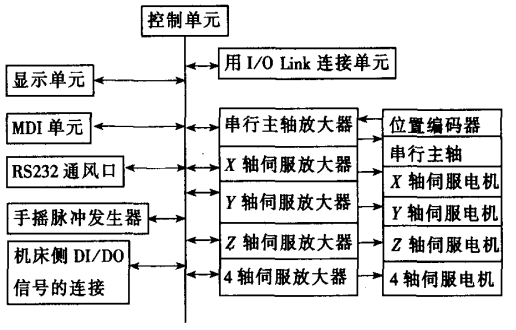

图 1 FANU 0*i* 系统组成框图

（1）基本配置

①FANUC 0*i*-MA 型数控系统标准型：基本控制轴：4 轴；I/Olink 轴：2 轴；零件程序存储长度：640m；内装 I/O 卡：DI/DO 为 96/64；8.4″ 彩色 LCD；PMC-SA3 带手摇脉冲发生器一部。

②伺服驱动单元：FANUC 交流数字伺服单元，SVM 系列；*X*、*Y* 轴电机选用 FANUC 交流数字伺服电机 α30 型，30Nm；*Z* 轴电机为单元 α40 型，40Nm；*B* 轴为 α22 型，22Nm。

③主轴驱动单元：选用 FANUC 交流数字式主轴单元及电机，电机规格为 α15 型，功率为 15kW。

③3/4 轴卡，手摇脉冲发生器配标准机床操作面板。

④配两个 LINK 轴控制刀库旋转轴以及机械手手架上下运动轴。

⑤内装 I/O 输入输出接口 4 个，共 96 点输入/64 点输出。

（2）FANUC 0*i*-MA 数控系统先进的 CNC 技术

①提前的预测控制　提前的预测控制可以预读多个加工程序段，实现切削速度最佳的加减速控制，从而有效地减小工件形状的拐角处或小半径圆弧的伺服跟踪误差，可在高速加工时获得高的加工精度。

②图形显示功能　可在 CNC 的显示器上绘出加工工件的刀具轨迹。

③机床操作面板的按键设置　键帽可任意拔下，字符可任意修改，安装灵活。

④伺服波形显示　CNC的显示像数字示波器一样，伺服控制的数据如位置误差，位置指令脉冲，转矩指令都可以用波形在CNC上显示。通过波形可对伺服性能进行调整，找出伺服的故障。

⑤报警履历和操作履历　运行中的报警和实验过的操作及运行状态都自动地记录在存储器中，大大方便了故障的诊断。

⑥存储卡存储系统的数据　CNC的数据如参数、加工程序、刀偏量等都可存储在PCMCIA的存储卡中进行保存，并可方便地恢复，将数据重新送入CNC存储器。

⑦帮助功能　可帮助操作者了解CNC的操作、报警和故障的处理。

⑧Power Mate的CNC管理器　除了CNC控制轴外还可以通过I/O LINK连接8个β系列伺服电机的控制单元。这些电机参数的设定与显示可在CNC的显示器上进行，电机可用$0i$的外部控制功能由PMC的运动指令进行控制。

⑨使用Flash存储器　无须专用的ROM写入器或PMC的调试RAM。MTB可以方便地在CNC上修改PMC程序和宏程序。

⑩用HSSB连接PC机　通过高速串行总线(HSSB)可将$0i$系统与PC机相连。在PC机上可以显示CNC的各种数据，也可用PC机设定这些数据，HSSB用光缆实现了高速数据传输、传送，且可靠、不受噪声干扰。

(3) 智能型数字控制伺服系统

①AC伺服电机α系列　速度偏差很小，适用于机床的进给轴驱动，用高分辨率的绝对脉冲编码器(65 536/转)实现高精度进给；有伺服HAV(高速响应矢量)控制，响应快。

②AC主轴电机α系列　高速大功率主轴电机，适用于机床控制，有主轴HRV控制，响应快、速度稳定；有高速主轴定向控制，高速高精度刚性攻螺纹。

③伺服放大器α系列　使用最新的智能性控制器件(IPM)，放大器体积小；有能量再生控制，节省能源；可靠性好，符合国际标准。

④伺服HAV控制　可实现高速、高精度加工，减少了定位时间其特性如下：伺服轴进给系统刚性好，速度增益高，采用了减少伺服延时提前控制，大大提高了位置指令的跟踪特性，减少了位置误差。

⑤AC伺服电机β系列　高的性能价格比，适用于机床的进给和辅助轴的驱动，可采用高可靠性、高分辨率的绝对脉冲编码器(32 768/转)，体积小，与机床结构相配。

⑥伺服放大器β系列　使用最新的功率器件、伺服放大器；I/O LINK非常方便地扩展位置控制轴数，可靠性高，符合国际标准。

(4) 系统的PMC程序设计　$0i$用PMC-8A3，可执行机床和外部设备的顺序控制程序。梯形图执行一步为0.15μs，最多可编16 000步。梯形图可在显示器上显示和编辑。

刀库的控制：该加工中心采用I/O LINK轴伺服电机同液压阀结合起来实现刀库的旋转及定位控制。刀库运动方式有：正转、反转、快进、慢进。由于该机床采用固定式换刀方式，刀库的控制分为：刀库初始化、刀库手动、刀库自动选新刀、刀库自动选旧刀四大部分；刀库控制旋转运动信号有：刀库编码信号、编码同步信号、刀库定位信号和刀库定位完成信号。由于编码同步信号有一定的宽度，所以当刀库作正转或反转运动时，不能精确定位。为了解决这些问题，我们采用在刀库正转/反转时，接受到刀库定位信号以后，使刀库继续一定的速度和初始方向运动一半同步信号宽度的距离，然后关断伺服电机，并制动离合器吸合，使刀库固定，当PMC得到刀库定位完成信号以后，过程结束。刀库初始化顺序过程如图2所示：

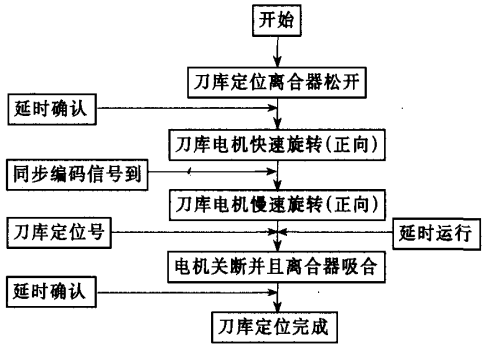

图　2

机械手换刀过程共25步，机械手上有两个机械手臂，机械手臂可进出，机械手架可整体伸缩，整体旋转，以实现换刀。

选刀是T字母后退两位十进制数指定刀库上

卧轴矩台平面磨床的调整

东风汽车公司发动机厂 （湖北十堰 442001） 周德生

卧轴矩台平面磨床的基本型式有磨头移动式、磨头立柱移动式和工作台滑板移动式三种。最大砂轮速度一般为 25～35m/s，工作台行程速度为 2～30m/min。

1. 工作台往复行程的调整

工作台的运动由液压传动。在启动液压前首先要观察液压箱内的油是否足够（油面达到油标），并关闭速度调整阀，然后启动液压按钮，逐渐开启速度调节阀，使工作台在快速运动至两端终点，以排除系统内的空气。然后将调速阀逐步关小，达到移动速度为 5m/min 或更低，要求运动平稳，低速不爬行。在调整中除要注意排除系统中的空气外，还要注意调整机床的润滑系统，保证导轨润滑正常。

（1）工作台的行程速度 工作台的行程速度即工件速度，是根据加工性质选择的，一般粗磨和易烧伤的工件选快速，精磨选慢速。怎么能一眼就判断工作台速度是多少呢？这就需要练，最简单的方法是将工作台行程长度调到 1m，观察走完一个行程要几秒钟，如果是 2s，则 $v_{工}$ = 30m/min，3s（$v_{工}$ = 20m/min）、4s（$v_{工}$ = 15m/min），如此类推，次数多了，自然就熟练了。以后遇到什么零件，首先要知道该用多大速度，就能很快地调到这个速度，这就是基本功。同时，在实践中还可不断总结提高，这就是科学与经验的结合。

（2）工作台的行程长度 磨削过程中工作台的行程长度是按磨削表面或工件的长度调整的，在磨削的往返行程中，砂轮对磨削表面（或工件）两端应有足够的超程，尤其是精密磨削时。

工作行程应该这样调整：当工作台运动开停阀手柄 d 处在垂线位置时，砂轮应停在工作台的中间位置，将零件对称于砂轮放置在工作台面上，慢移工作台，在砂轮超越磨削面两端一定距离时固定行程限位挡块，使其反向，保证超程为 40～80mm，见图 1。

（3）行程换向调整 工作台运动碰到挡铁，便要能及时平稳迅速地换向，这由换向手柄拨动换向阀来控制。因此，机修在安装换向手柄或调节换向阀时，必须使手柄处在垂线位置时工作台处在中间位置，以使在极左极右所成的换向倾角相等，然后检查限位挡铁能否在换向手柄的凸角上通过（应有约 2mm 的间隙），见图 1。

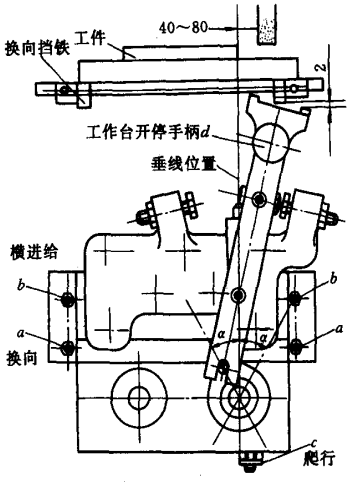

图 1 M7130 型工作台行程的调整

所选刀具。一般先选刀，然后再换刀。选刀过程可于其他机床运动过程同步执行，选刀后将自动触发一个顺序动作将刀具移动到等待换刀位置上，以便节省 M06 换刀时间。

换刀顺序用 M06 代码启动，执行换刀过程。另外为了使该机床便于操作，在 PMC 程序中又加入了两个顺序过程：M71 过程，将在处于等待换刀位置上的刀具返回它所在刀套的过程；M74 单独将主轴上的旧刀具卸下并且返回刀库中所处刀套的过程。M71 完成后还自动将主轴上的刀具号码清零。

改造后的设备各项技术指标都达到或超过原来的预期目标，机床的功能比过去更加丰富，操作更方便，提高了加工效率，减少了停机时间，使一台面临报废的设备又焕发了青春。

（收稿日期：20040220）