德产铣床改造为四轴联动数控工具铣床

广州数控设备有限公司 （广东 510165） 张小明

待改造机床是20世纪80年代初德国制造的DECKEL－FP2NC三轴联动立卧数控铣床，由于原机床数控系统及相关电子元器件老化而不能继续运作，经过全方位技术考察和分析研究，认为该机床功能可改造再利用的价值极高。事实也证明，改造非常成功，值得推广借鉴。

1. 该机床结构和功能特点

该机床原为六轴三联动，结构紧凑，刚性很好，自带立式、卧式两种铣头，需要时转换快捷。主轴四段无级调速，通过四个微型直流电动机由系统PLC控制实现自动机械变档，配有自动油压松、拉刀机构，工作台在$X-Y$平面内手动实现0～360°旋转（即C轴）且两侧有锁紧螺母以保证动态加工时工件的平稳性，$X-Z$和$Y-Z$平面内工作台手动实现0～90°之间倾斜，即A轴和B轴，其工作台和导轨、丝杆、轴承等主要机械部件完好，无需更换外观（见图1）。

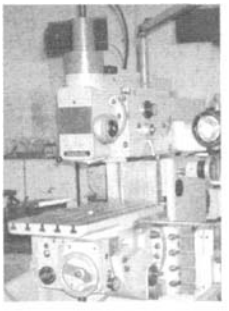


图1 原机床外观图

2. 拟定改造方案

（1）根据客户要求及机床特点，保留原来机床的机械结构，更换原来机床的CNC系统，选用广州数控四轴联动加工中心数控系统，按照传统数控机床改造方法设计必要的机械连

α——仪器读数（格）。

$$\Delta H=\frac{0.005}{1000}\times 250\times[11.9-(-5.8)]=0.022(\text{mm})$$

因此，M1432B磨床导轨在本次加工后，垂直平面内直线度误差值为0.022mm。

其在水平面内的直线度测量方法与在垂直平面内直线度相似，区别仅在于在测量时，将自准直仪镜筒旋转90°，再进行测量。

3. 测量中注意事项

（1）自准直仪的反射镜在镜座上应用橡皮泥粘住，使之稳固，防止产生难以察觉的微小移动，放置反射镜的镜座表面和放置自准直仪的支架表面应等高并与被测导轨平行。

（2）使用自准直仪测量时，当反射镜对瞄准线的垂直度已调整到一定范围时，目镜中才会出现十字线的像，所以在测量前要仔细调整，反射镜垂直于被测导轨，反射镜垂直于瞄准线，使瞄准线平行于被测导轨表面。

（3）目镜中十字线的像自被测导轨的始端至末端都保持清晰时，方可进行测量。

（4）为使误差曲线向上的部位反映被测导轨“凸”，向下的部位反映被测导轨“凹”，做图和计算的顺序应始终从靠近自准直仪一端开始。

4. 结语

自准直仪采用光学自准直原理和二维测量结构，对机床、仪器精密导轨和精密平板的直线度和平面度，同时做水平、垂直二维方向的角、线值精密测量。它测量范围大、精度高、使用方便，配以一定的附件后，能扩大使用范围。仪器主体与平面反射镜联合使用，可以测量工件、平板的平面度。与光学五棱镜联合使用，测量垂直导轨的直线度和垂直度；与多棱体联合使用，可测量度盘的圆分度误差。

自准直仪因其安装调整过程相对框式水平仪麻烦，在普通磨床、车床短导轨的直线度测量中应用较少。但在拼接导轨和3～30m长导轨中应用非常广泛，其便利性与优越性能得到更充分体现。**MW**

（收稿日期：20090717）

接部件，采用圆弧齿同步带传动，更换原来3个进给轴的伺服控制系统，包括伺服驱动和伺服进给电动机，原有的丝杆及轴承安装和调整方式不变。

（2）拆除原工作台在 $X-Y$ 平面旋转的手柄机构，增加一套伺服控制系统，改造为一个自动旋转控制 C 轴，并把原来手动锁紧工作台方式增加机构变为自动锁紧，通过数控系统外围PLC来控制，可以在 $X-Y$ 平面内实现自动分度旋转和锁紧。

上述进给轴改造工作采用一般的数控机床改造思路，达到恢复出厂精度，符合相关检验标准，关键在自动分度轴和自动夹紧机构的改造工作，保证分度精度和在动态加工时如何解决工作台自动锁紧。

3. 根据方案论证后对机床做如下改造

（1）3个进给轴的改造

拆除原来的电动机和更换后电动机的轴径、轴伸，加修或更换原有的主动齿轮，根据电动机止口尺寸设计电动机连接板，电动机端装配图见图2。

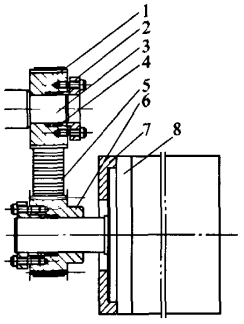


图2 进给轴电动机端装配图

1、6. 带轮 2. 压盖 3. 丝杆 4. 弹性胀套 5. 同步带 7. 电动机板 8. 交流伺服电动机

（2）设计旋转轴 C 轴机械连接件 由于原机构通过转动手柄采用键联接传输动力，现保持传动轴位置不变，设计专用的联轴器将电动机和传动轴无间隙连接，既经济又快捷，保证了旋转的定位精度，并在旋转工作台上增加回零传感器装置，调试时以工作台T形槽为基准确保零位时工作台水平线与主轴中心线平行（见图3）。

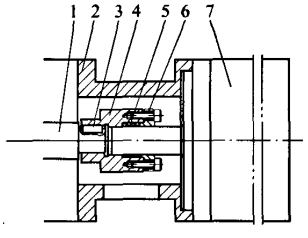


图3 旋转轴电动机端装配图

1. 传动轴 2. 电动机座 3. 键 4. 弹性胀套 5. 联轴器 6. 压盖 7. 交流伺服电动机

（3）工作台自动锁紧机构的设计 原来的锁紧螺母不动，增加机械手臂机构，采用气动机构原理通过电磁阀控制来实现自动夹紧，气动原理图如图4所示。

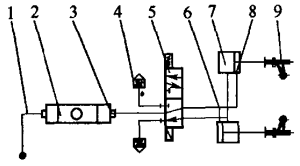


图4 气动原理图

1. 聚氨酯软管 2. 气源处理三联件 3. 终端宝塔式接头 4. 消声节流排气阀 5. 二位五通换向阀 6. 快速接头（三通） 7. 薄形气缸 8. 扩口式直通终端接头 9. 机械手部件

（4）夹紧和松开机械手臂设计要点 设计时要选用合适的气缸通过计算选择合适的臂长，保证机械手末端的夹紧和松开有足够的力矩，同时还要考虑机械手臂的工作角度范围，通过调整气缸的磁性开关控制机械手的行程，改造装配图如图5所示。

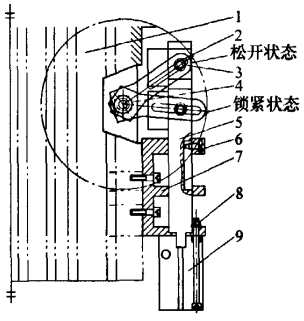


图5 工作台自动夹紧机械手臂机构装配图

1. 旋转工作台 2. 机构手臂 3. 固定销 4. 锁紧螺母 5. 动力轴 6. 定位螺钉 7. 安装支架 8. 支撑螺杆 9. 薄形气缸

4. 结语

改造后该机床变为一台六轴四联动立、卧式多功能数控复合工具铣床，适合各种成形曲面、刃具、螺旋槽的加工。满足了客户的需求，高性价比，高附加值，同类型相近功能的新机床少则要近百万元，后来经过跟踪客户，反映该机床经过改造后使用效果良好，此次改造对同类机床改造具有极高的参考价值，拓宽了机床改造思路，加大了机床的应用范围，提供了宝贵的借鉴经验。**MW**

（收稿日期：20090620）