五轴加工中心在汽车模具制造中的应用

沈阳机床股份有限公司中捷钻镗床厂 （辽宁 110142） 郭生涛

汽车零件的设计主要由CAD系统、逆向工程及各种试验完成，模具复杂表面的加工程序则来自CAM软件，但如何保证设计及加工的精度要依靠数控加工，下面讨论一些在模具加工中五轴数控系统的应用与模具质量的关系。

三轴加工和五轴加工模具的对比

应用三轴加工中心做深腔模具加工只能靠加长刀柄及刀具来实现（见图1），但五轴加工中心在加工较深、较陡的型腔时，可以通过工件或主轴头的附加回转及摆动为加工创造最佳的工艺条件，适当缩短刀具长度，并可避免刀具及刀杆与型腔壁发生碰撞，减小刀具加工时的抖动和刀具破损的危险，从而提高模具的表面质量、加工效率和刀具的寿命（见图2）。

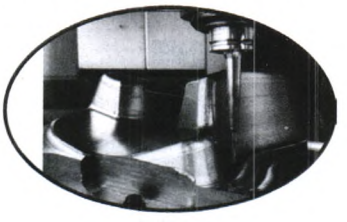


图 1

应用三轴加工中心加工一个模具的侧壁时，侧壁的深度就决定了选用刀具的长度，刀具长度必须大于侧壁的深度，刀具长度增加，就会降低刀具的强度，如果刀具长度超过3倍径就会出现让刀现

轨。工作台床身上装有*Y*轴进给机构，由1FT6105交流伺服电动机，经减速器降速后驱动P3级滚珠丝杠旋转，实现工作台*Y*轴进给及快速移动。

（3）龙门架 左、右立柱与联接梁联结组成高刚度框架式结构，左、右立柱分别设有横梁进给箱，进给箱内带有失电制动器，对横梁进给进行失电保护。立柱导轨为阶梯导轨，采用恒压闭式静压导轨。

（4）横梁 横梁采用整体铸造结构而成，为保证横梁前后方向的受力平衡，避免横梁前倾，横梁背部的设计为突出式，使横梁的中心通过丝杠中心。横梁到位后自动夹紧，采用碟簧夹紧，液压放松。

（5）垂直刀架 垂直刀架由回转滑座、滑枕两部分组成，横梁滑座、回转滑座合为一体，滑枕的垂直移动为滚滑复合导轨，滑枕右为靠铁，左为斜铁。滑枕的平衡采用双平衡油缸形式，平衡滑枕重量80%。为保证垂直定位精度丝杠采用P3级，进给采用全闭环控制。

（6）直驱万能铣头 直驱万能铣头整体外购，铣头带有*B*轴、*C'*轴。铣头为附件头形式，铣削采用电主轴驱动，*B*轴、*C'*轴采用伺服电动机控制。

（7）刀库 本机床带有车、铣刀库，右为12工位车削落地刀库，左为24工位链式刀库。车削刀库采用西门子电动机经减速机降速后对刀库进行伺服分度，由位置开关进行到位检测。刀库装有空刀位识别开关，对刀库换刀点进行有、无刀检测。

结语

由于我公司生产的五轴联动系列产品具有高速、高效、高精的特点，在与山特和山高等高性能高速球形刀具配合使用时，可充分发挥出刀具的性能，再利用该机床五轴联动的特性，能够高效率地加工出复杂、高硬度、高精度的二维或三维几何图形，可以很好地完成一些高端复杂的汽车模具的加工。从而改善我国高端汽车模具一直依赖进口的现状，顺应了我国汽车模具制造行业从低端到高端发展的趋势。MW

（收稿日期：20130412）

象，很难保证工件质量（见图3）。利用五轴加工中心加工工件侧壁，可以摆动工件或主轴使刀具与工件侧壁垂直，然后选用平面铣刀铣侧壁，能很好地保证工件质量又能延长刀具寿命（见图4）。

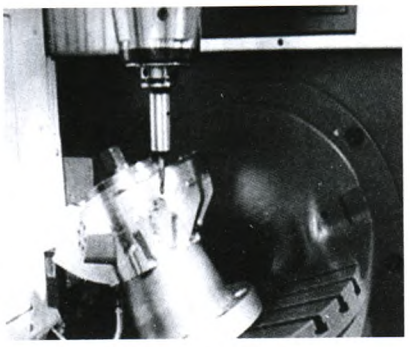


图 2

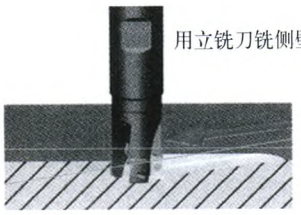


图 3

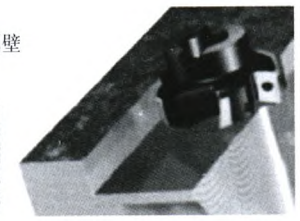


图 4

应用三轴加工中心加工一个较平的曲面时，应用球刀来精铣，以得到较好的表面质量，这样就应该增加刀路。但大家知道，球头刀的刀具中心旋转起来的线速度接近零，所以在加工中对刀具损伤很大，使刀具寿命缩短，表面质量变差（见图5）。用五轴加工中心加工一个较平的曲面时，为了提高球头刀与工件间的相对线速度，如图4所示把刀具在工件上成一定的角度加工，使球头刀与工件间的相对线速度增加，这样既能提高刀具的寿命，又能提高工件表面质量（见图6）。



图 5



图 6

另外在五轴加工中心进行斜面上法向孔加工时，在摆头式机床中加工动作是通过摆头把主轴放置到与工件上的斜面垂直的方向再定位到孔的位置，孔加工时需要至少两个线性轴插补运动才能把斜孔加工出来，这样大大降低了孔的精度。应用摆台式五轴加工中心进行斜面孔加工时，其动作是通过摆台把工件上的斜面摆放到与主轴垂直的方向，孔加工时只需要主轴一个线性轴运动即可，这样大大提高了孔的精度（见图7）。

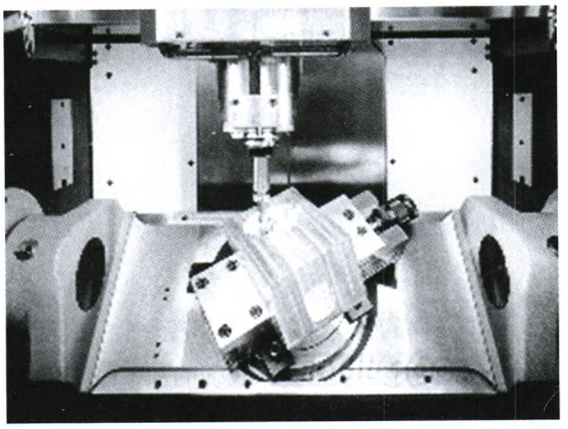


图 7

五轴加工系统的其他优点

现在汽车模具对模具的表面质量和切削加工速度所提出的要求已经越来越高。应用五轴数控系统加工带有三维曲线的平面时可以取得最佳切削状态，在机床加工区域内的任意位置通过刀具轴的设置角度改变，加工不同的几何形状。

造型相同的不规则曲面通常用三轴加工，切削刀具方向在沿着整个切削路径运动过程中保持不变，刀尖的切削状态始终无法在整个曲面的各个部位都达到完美。但对于深凹槽或频繁改变曲率的曲面则需要使用五轴数控系统加工，刀具的方向或者工作台的位置可改变，切削刀具始终都能保持最佳的切削状态，在沿着整个加工路径运动过程中可对刀具方向进行优化，同时刀具作直线运动，这样，在整个曲面的各个部位都达到完美。如果要铣削一条无方向变化的直线，刀架划一条直线就行了。如果方向同时改变，则刀尖划一条曲线。若使刀尖在方向改变时能划出所需要的直线，则必须对这条曲线进行补偿，这是五轴加工时至关重要的一点。在控制系统不考虑刀具长度的情况下，刀具围绕轴的中心旋转。刀尖将移出其所在的位置，并不固定。但在控制系统中增加了五轴控制功能，控制系统只改变刀具的方向，刀尖位置仍保持不变。*X*、*Y*、*Z*轴上必要的补偿运动已被自动计算进去，保证了加工的精度。**MW**

（收稿日期：20130415）