

数控龙门铣四轴加工技术

■ 大连豪森设备制造有限公司 (辽宁 116036) 刘超

摘要: 数控龙门铣是机械加工企业常有的大型设备,但是,由于不具备X方向旋转功能,很多大中型零件上的斜面及斜孔无法加工。为解决数控龙门铣床加工之不足,本文详细论述了设计专用的双角度旋转夹具,解决了在数控龙门铣床上加工高精度要求的斜面及斜孔的难题。

数控龙门铣床是近几年陆续登上我国老工业基地的新型设备，为我国先进的加工技术做出了不朽的贡献。但是，它也被限制在三维空间内进行各种加工，对于四轴及五轴的加工也是无能为力的。

本文介绍的是用CKUMA-MCR-ASC II 数控龙门铣床加工HS-FAS42024012-2111 支架（见图1）。该件除上下面具有定位销孔外，在Z 方向还有两斜面，并在斜面内各自有各坐标孔。

下面论述加工需自制具有简

单而精确旋转功能的先进夹具，完成四轴的加工技术，以完善和充实该机床之不足。

1. 技术分析

该支架采用Q235—A焊接件，是用于汽车装配线上重要部位的零部件。

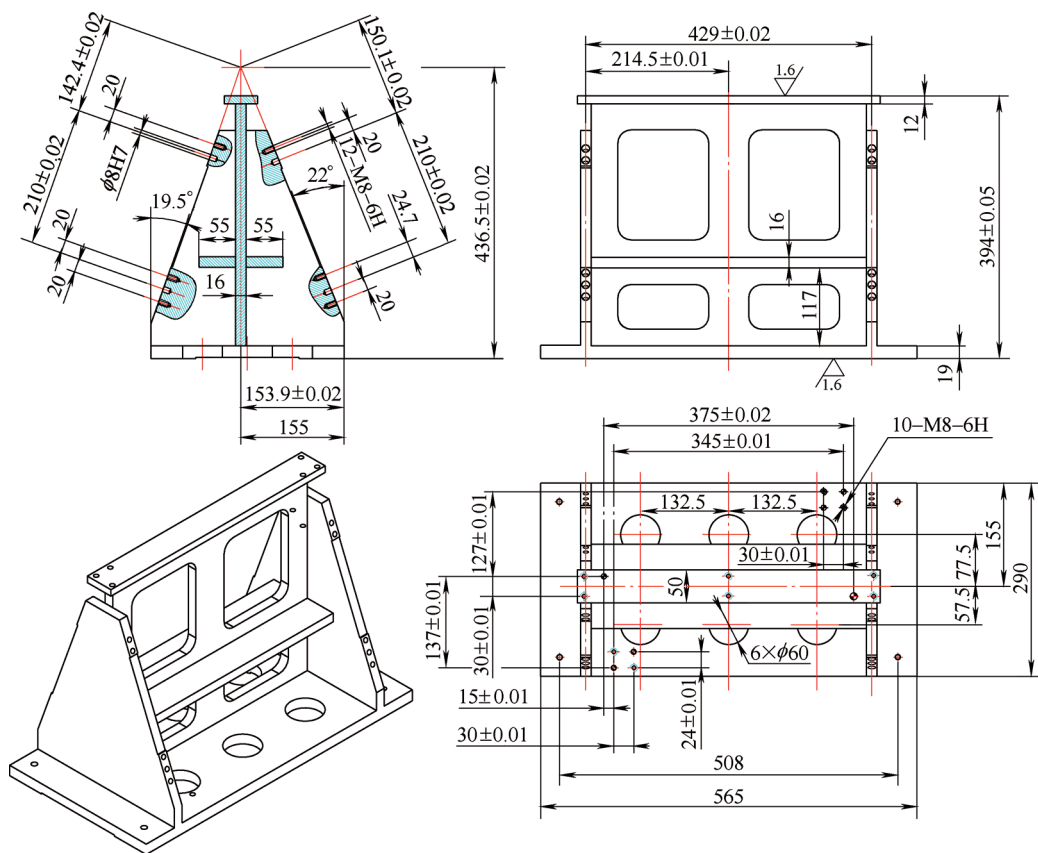


图 1

4. 关键件的设计情况

(1) 底座。底座是该夹具的基础件（见图3），它必须具备以下条件：①外形360mm×600mm即可，该大小既要适用于本次工件的加工范围，又要具备一定的通用性和广泛的使用性能，属于中型加工件的专用夹具。②该件底面的几何公差确定在平面度0.02mm，为工作台安装后的平面精度提供条件。③该件的旋转孔定位 $\phi 40H7$ ，承受工件质量的能力绰绰有余。④该旋转孔是和F11125分度头配套使用，其与底面距离（125±0.01）mm。⑤该孔左右各一个，除保证与底面（125±0.01）mm的尺寸公差外，还必须对称中心0.02mm。⑥该底座底面定位键槽宽24H7，与机床本身工作台配套使用。⑦该定位槽应与旋转孔中心对称0.02mm，以防止使用时旋转中心偏移。⑧该底座的4个定位槽是固定各种角度定位柱的基面，应与底面统一尺寸（16±0.01）mm。

(2) 工作台。工作台是和底座联接在一起的关键件（见图4），它除了担负装夹各种加工件的任务外，很重要的是负责旋转各种角度，这就要求具备以下技术要求：①外形360mm×600mm，与底座配套使用。②该工作台上平面的几何公差确定平面度为0.02mm，为工件精加工时提供合理的装夹精度。③该件的中间旋转定位孔 $\phi 40H7$ 前后各一个，是与底座旋转孔配套使用的，前孔需安装模式4号锥套，后孔则担负着固定安装旋转轴的功能。前后孔对工作台上平面尺寸精度（71±0.01）mm。④

该件两侧各有4个 $\phi 30H7$ 通过孔，在定位孔上安装高精度的转轴，转轴上安装同一高度的旋转定位柱，当角度确定后，用两侧随角度配套使用的角度定位柱，检测旋转角度的正确与否，同时起到

固定工作台和稳定工件的作用。⑤为防止各套在旋转过程中松动，在中间旋转套的侧面钻有螺钉孔，待套安装后，用沉头螺钉压紧。

(3) 中心莫式套（见图

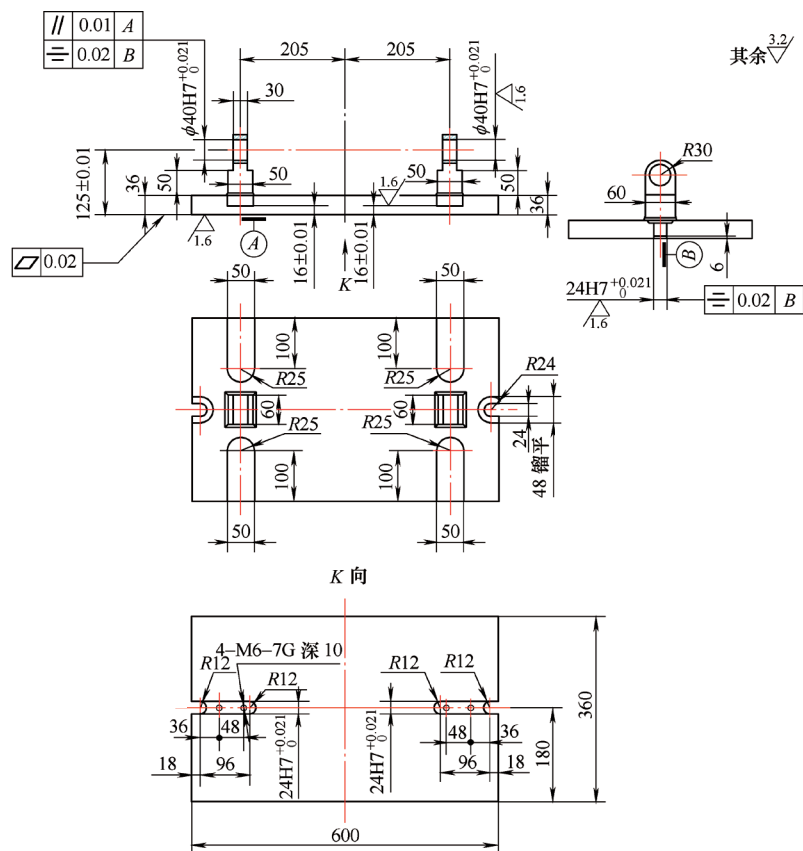


图 3

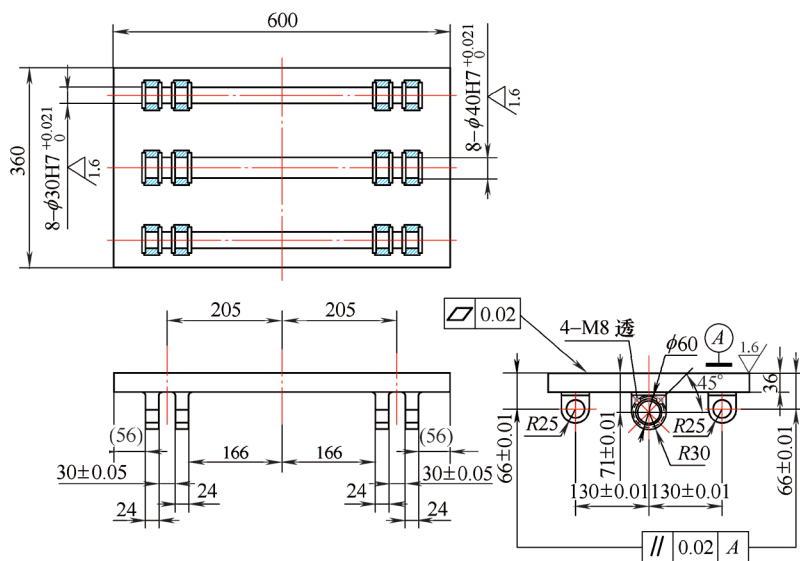


图 4

5)。该件是安装在工作台中间的前旋转孔上，它除了担负着底座和工作台上下联接的作用外，更重要的是担负着联接分度头安装使用的作用，所以它必须具备以下功能：①材料采用45钢，精加工前需热处理硬度48HRC，并且表面发蓝处理。②莫氏孔需涂色检查，接触精度 $\geq 85\%$ 。③ $\phi 40h7$ 外圆与莫氏孔的同心度要求 $\leq 0.01\text{mm}$ ，表面粗糙度值 $R_a=0.8\text{mm}$ 。④为防止转动，在套的端面划两个固定窝，安装时用螺钉将其固定。

(4) 双莫氏连接轴（见图6）。双莫氏连接轴是该夹具的附件，它是紧紧联接夹具和分度头的关键工件，承担着联接夹具和分度头承前启后的作用，它既要传递分度头到夹具的转矩，又要保证左右旋转角度的精度。所以，该连接轴的精度需达到以下要求：①材料采用40Cr，粗加工后进行调质处理，精加工前进行表面热处理硬度48HRC。②前后莫氏锥外圆需涂色检查，接触精度 $\geq 85\%$ ，同心度 $\leq 0.01\text{mm}$ 。③前后孔需采用 60° 中心孔，表面粗糙度值 $R_a=1.6\text{mm}$ ，并带有 120° 保护窝。④中间连接轴需和两端锥外圆同时磨出，待分度头和夹具联接后，用卡盘轻轻夹紧，即可增加两个联接件的稳定性。

5. 被加工件安装过程

根据工艺安排，精加工时，龙门铣床担负工序4：精铣上下面，钻铰各坐标孔，其余各孔点窝；工序5：精铣两斜面，钻铰各坐标孔，其余各孔点窝（用专用夹具）。

工序4在这里不做论述，只介绍一下加工两斜面及斜面上坐标孔的内容。

(1) 夹具安装前，按规定位置，在工作台上钻出装夹工件的螺钉孔M16-6H共9个。

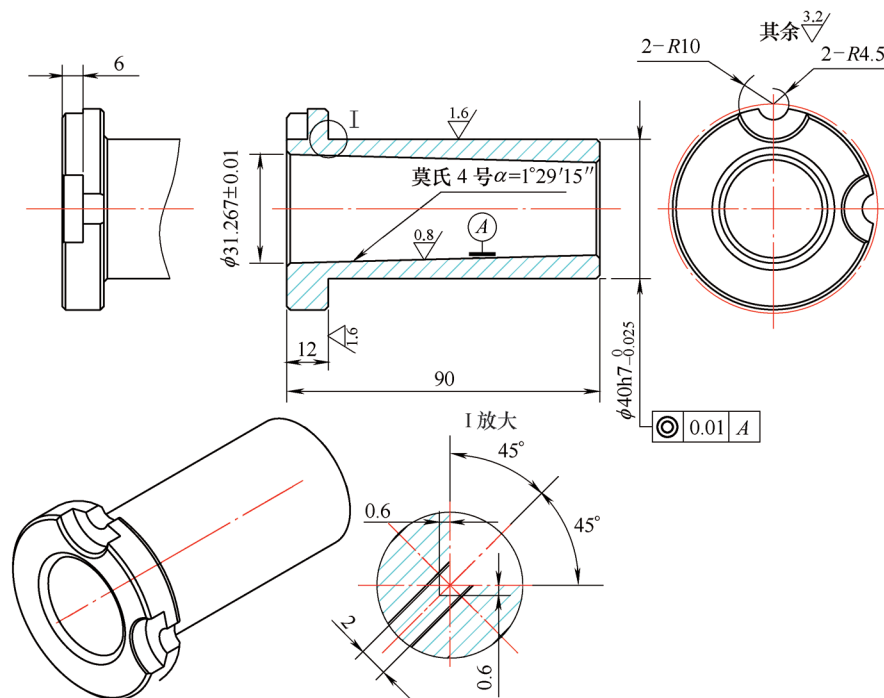


图 5

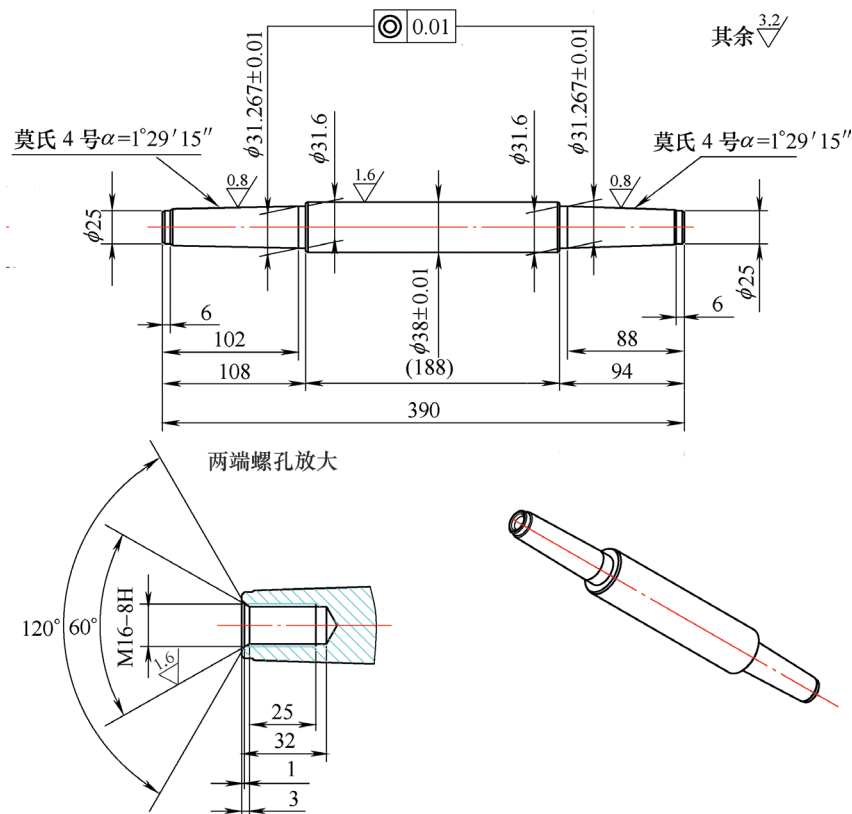


图 6

夹具安装分三步：①安装前，须将各接触面清洗干净。②按定位键确定的位置，将夹具安装在龙门铣床的合理位置。③分度头安装。首先将连接轴安装在分度头的主轴孔内；然后用螺杆拉紧；其次，将分度头轻轻推进夹具的中间莫氏4号孔内，在用螺杆拉紧；最后，用卡盘扳子将连接杆轻轻夹紧，再用扳子将分度头紧固在龙门铣工作台上。

此时夹具和分度头安装完毕，其状态如图7所示。

找正工作台平面，用分度头调整左右角度，将分度头盘左侧螺钉松开，将定位销插在分度盘内，旋转时，只需旋转插上定位销的分度盘即可，待用百分表找平后，再将左侧螺钉紧固。根据图样要求，分度盘最好选54孔为好，每孔=10'。22°时，当手柄旋转2圈后等于18°，剩4°，再转24孔即可；19.5°时，再转9孔即可。

该夹具是一面两销定位。首先，要在工作台上钻出定位孔，两定位孔要按着图样要求在工件中心偏离1.1mm处，用探针确定夹具旋转中心位置，即检测连接轴（ $\phi 38 \pm 0.01$ ）mm外圆，当中心确定后，机床主轴向左侧移动（ 142.4 ± 0.02 ）mm，向右侧移动（ 150.1 ± 0.02 ）mm，两孔在X方向距离（ 210 ± 0.02 ）mm，与工作台侧面127.5mm。

工件的夹压螺钉孔，是在把该夹具安装于龙门铣床之前完成的，根据被加工件底面形状，在6个 $\phi 60$ mm通孔处，钻出夹紧螺杆6处，均采用M16即可。在右侧3个M16螺纹孔处同时钻出3个M16

螺钉孔，安装3个支撑垫，用M16螺杆即可，在螺栓上下端把上M16螺母，底螺母紧固螺杆，上螺母和压板配合，起支撑压板作用。

图8所示是工件安装前，销柱、压板及各螺钉摆放位置。

（2）安装销子后，以销孔定位，将工件安装在工作台上，用螺钉和压板将工件夹紧。

（3）按图8所示要求，用分度头左右旋转夹具角度

-19.5°、22°。

角度确定后，须在该夹具两侧安装左右定位柱，以稳定夹具，并在机床工作台上自找合适位置，将该夹具压紧，这里就不详细说明了（见图9）。

6. 加工过程

首先，将图示尺寸按坐标尺寸转换，在数控龙门机床上X、Y和Z方向的编程如下：

（1）X方向。设销孔为零点，用探针检查，左移42mm，

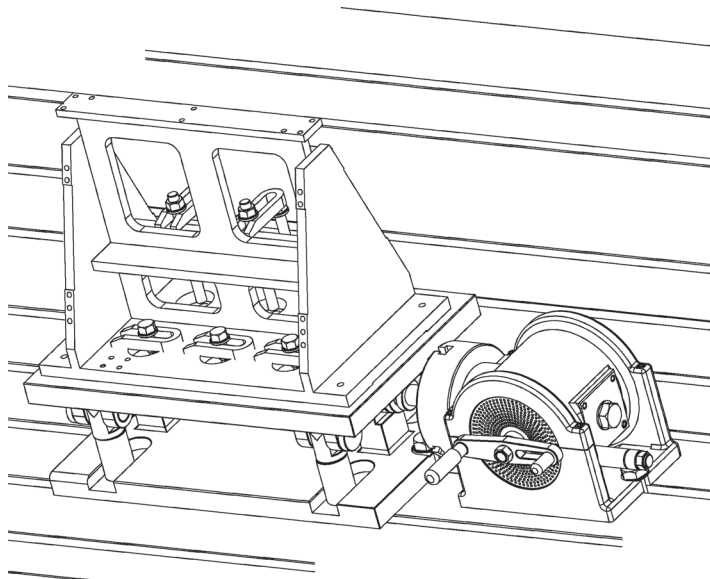


图 7

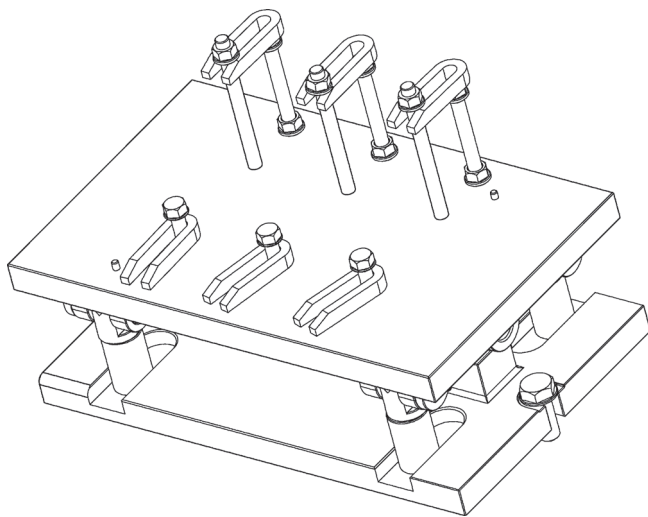


图 8

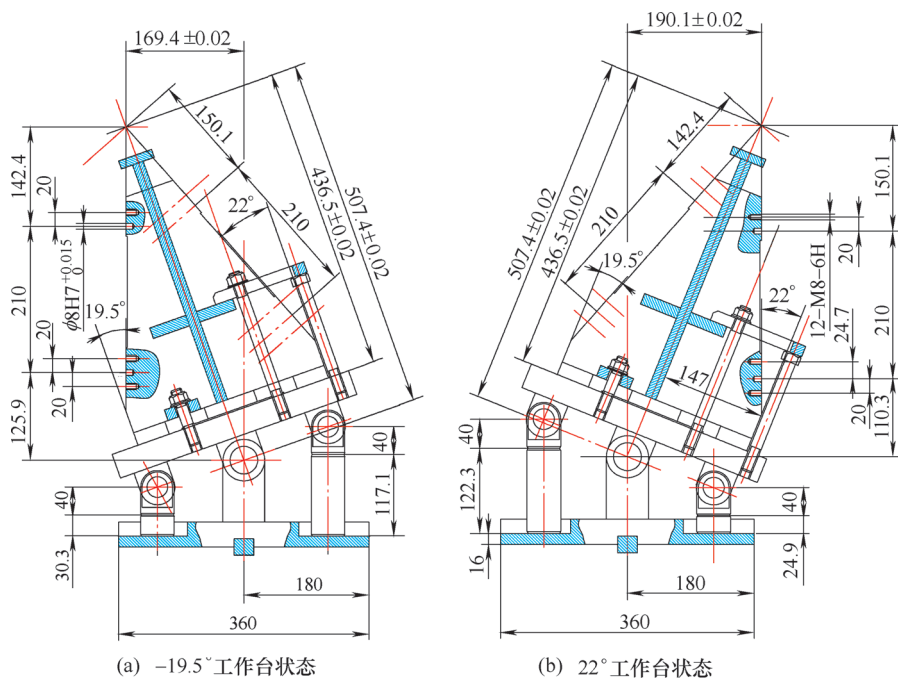


图 9

右移 $429 - 42 = 387$ (mm)。

(2) Y方向。设夹具旋转中心为零点,用探针检查,当左旋 -19.5° 时, $Y=169.4\text{mm}$,当右旋 22° 时, $Y=190.1\text{mm}$ 。该工序不能一次完成,需按最终尺寸反复加工几次。

(3) Z方向。设工作台平面为零点。①当左旋 -19.5° 时, $Z_1=230.9\text{mm}$, $Z_2=250.9\text{mm}$, $Z_3=270.9\text{mm}$, $Z_4=460.9\text{mm}$, $Z_5=480.9\text{mm}$ 。②当右旋 22° 时, $Z_1=215.3\text{mm}$, $Z_2=235.3\text{mm}$, $Z_3=260\text{mm}$, $Z_4=445.3\text{mm}$, $Z_5=465.3\text{mm}$ 。其中: Z_2 、 Z_4 为销孔,其余为螺孔点窝。

关键加工部位是在Y方向加工左右两侧面时,首先用探针将旋转中心零点确定,加工时,每面各留 $1 \sim 1.5\text{mm}$ 用探针检测其实际尺寸,按图9所示尺寸移动Y方向坐标。然后,反复精加工各斜面成品。需要重点论述的是,两斜面成品后,其相交

点必须保证与夹具旋转点距离为 $(507.4 \pm 0.02)\text{mm}$ 的尺寸,才能保证工件底面与两斜面相交点 $(436.5 \pm 0.02)\text{mm}$ 的尺寸精度。

7. 结语

数控龙门铣床是机械加工企业常有的大型设备,但是,由于不具备四轴功能,就是X旋转功能,为增加使用范围,只好靠夹具弥补数控龙门铣床的不足。

本夹具是根据大中型零部件加工的范围,选用 $360\text{mm} \times 600\text{mm}$ 平面,其高度是在考虑安装分度头后的情况下,采用 196mm 。X方向旋转采用F11125分度头联接的方法,即将分度头联接在该夹具上,靠分度头手柄左右旋转,按被加工件的要求选择合理的角度。

本文详细论述了夹具关键件加工的技术要求,如底座和工作台,该件的各项精度不得小于8级精度,处理各面与孔的距离要求

全部在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内,各孔与孔的距离要求也同样在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内。上下面的几何公差均在 0.02mm 以内。连接轴是该件旋转角度功能的关键工件,是联接分度头和该夹具的功能转化的关键工件,其精度要求较高,两端莫氏联接又定位的锥面接触精度必须 $\geq 85\%$ 以上,方能保证旋转角度的误差。

该工件精加工时的各定位基准必须用探针检查确定,在加工两斜面空间相交点时,不能一次加工成品,需留一定的精加工余量,经反复测量后方能加工成品。斜面的坐标孔应选数控龙门铣床工作台底面为基准,防止基准转化误差。

本夹具是根据生产现场经常出现的產品情况,经过认真分析,在角度旋转方面,利用铣床常用的分度头,前后采用高精度的莫氏定位法,将分度头巧妙地安装在该夹具中,填补了数控龙门铣床之不足,完成了正负角度旋转高精度加工这个难点。

参考文献:

- [1] 胡家富. 国家职业资格培训教材——高级铣工[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 国家机械工业委员会. 机制工艺基础与夹具[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
- [3] 孙健, 曾庆福. 机械制造工艺学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1982.
- [4] 薛源顺. 国家职业资格培训教材——磨工[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.

MW (收稿日期: 20171205)