

并联机床动平台加工技术研究

■ 天津机电职业技术学院 (300131) 许超 赵华

摘要: 在Tricept并联机床动平台的加工中,通过分析其在整个机床中的作用,找出动平台加工的重点及难点部位,给出有效的解决方案,充分利用车间的机床和刀具,选择合适的加工方法及指令,并利用NX8.5进行数控编程,最终确保了加工的工件满足机床整体工作要求。

本文介绍了Tricept并联机床动平台的加工,通过工艺方案设计和加工方法的创新,得到的产品满足了客户需求。

1. 工件分析

动平台是Tricept并联机床的基础件之一。并联机床,又称虚拟轴机床,是近年来发展起来的一种新概念机床。Tricept并联机床主体结构由定平台、动平台和3根可以伸缩的驱动杆组成,定平台和动平台都是正三角形布局。并联机床的动平台如图1所示,中间的大孔用于安装2个自由度的转动刀具头,周边3对翅及上孔分别用于安装铰链。通过3根伸缩

杆的两端分别使用铰链把定平台和动平台连接起来,伸缩杆可以伸缩运动,长度发生变化会引起动平台以及刀具的位置和姿势发生变化,从而实现空间自由度的变化。动平台是该型并联机床的关键零件,其制造精度直接影响机床的运动精度。因此,该零件的尺寸精度和位置精度都要求较高,各个孔都有位置精度要求,3对翅及其上孔对称度要求也较高,总体精度为6级。

2. 工艺分析和加工方案

(1) 技术难点。动平台中心孔要保证刀具头的位置,即刀具的位置,需要极高的位置精度。

3对翅及其上孔保证铰链的位置精度,间接影响刀具头的位置。因此,各个孔的尺寸精度和位置精度要求都很高,具体尺寸如图2所示。其技术难点如下:①工件较大,最大半径为360mm,整个工件较重,无论是数控车加工还是五轴加工,都需要悬臂装夹,加工过程容易产生颤动。②客户提供的毛坯为20#钢铸件,铸件制造非常粗糙,毛坯余量不均匀,给装夹和加工都带来极大的不便。③中心大孔 $\phi 145^{+0.04}_0$ mm的内腔较深,最大的阶梯孔深度为164mm,表面粗糙度 R_a 为 $0.8\mu\text{m}$,平台与中心大孔中心线的垂直度要求为0.01mm,由于刀具容易产生颤动,尺寸精度和位置精度都不易保证。④翅上孔 $\phi 42^{+0.025}_0$ mm要求圆柱度为0.006mm,两翅上孔中心线的同轴度为0.01mm,表面粗糙度 R_a 为 $0.8\mu\text{m}$,孔端面对孔中心线垂直度要求为0.01mm。由于装夹限制,镗刀刀杆要求较长,刀具容易颤动,尺寸精度和位置精度都不易保证。⑤ $\phi 16\text{mm}$ 的孔为沉头孔,不易加工,如果采用T形

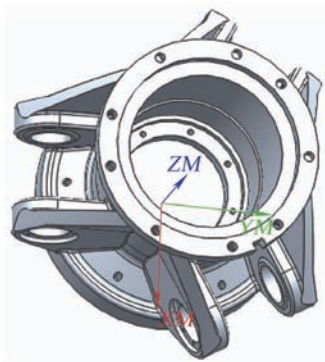


图1 并联机床动平台

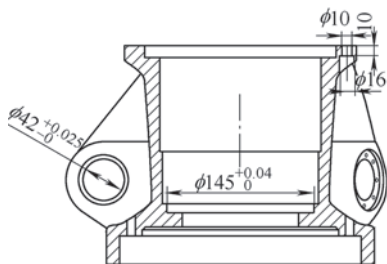


图2 技术难点涉及到的尺寸

刀反向铣削，由于刀杆直径受到 $\phi 10\text{mm}$ 孔的限制，刀具柄细长且刚性差，刀具容易损坏。

因此，为减少加工过程中的振颤并保证各个孔和相关轮廓的位置及尺寸精度，中心各孔均采用数控车床加工，周边翅及其他位置采用高精度五轴设备Mazak VARIAXIS 500-50II进行加工。

(2) 解决措施。根据以上分析，针对技术难点，给出以下解决措施：①粗铣毛坯，针对铸件毛坯余量严重不均的情况，采用立式加工中心，将毛坯铸件内孔和外圆余量加工均匀，留1mm的加工余量，将粗加工后的外圆作为车序装夹的粗基准。②精车各台阶孔和外圆，通过选用不同刀杆的伸出长度、防振的高强度刀体以及较小的刀尖圆角半径，找正并精加工两端各台阶孔和外圆。③五轴综合加工小端，采用底面和中心大孔定位，找正工件。

镗孔前，采用铣削方式将周边翅上的孔加工至余量为 0.2mm ，因受工件回转直径大以及工件悬臂的影响，选择 $\phi 16\text{mm}$ 加长合金立铣刀以及较

低的转速和进给速度，来避免振颤。

为解决镗孔振动问题，保证尺寸和位置精度，镗孔时选用刀尖圆角为 $R0.2\text{mm}$ 的镗刀刀片，转速 S 选取 $1\ 500\text{r/min}$ ，进给速度 F 取 40mm/min ，以减少切削力，防止振颤。

沉头孔加工时，采用定制的反向铣刀，主轴定位后，从沉头孔一端装入刀具，从下向上加工。

3. 数控编程

采用NX8.5进行数控编程，关键难点部位的刀路轨迹设计和参数设置分析如下：

(1) 翅内侧的铣削。翅内侧铣削选择“ZLEVEL_PROFILE（深度加工轮廓）”的加工方式，检查对象和铣削区域的选择如图3所示。刀具选择 $\phi 16\text{mm}$ 的立铣刀，主轴转速 S 取 $1\ 200\text{r/min}$ ，进给速度 F 取 800mm/min 。

(2) $\phi 42^{+0.025}_0\text{mm}$ 孔倒角的铣削。翅上孔的倒角铣削选用“FINISH_WALLS（精加工壁）”的加工方式，指定部件边界为倒角的上边沿，类型选择“封闭的”，材料侧选择“外

部”，指定毛坯边界为倒角的上边沿，类型选择“封闭的”，材料侧选择“内部”，生成的刀路轨迹和仿真效果如图4所示。

(3) 孔加工。该零件中，有多处孔加工。普通的钻孔加工，深度直径比小于2时，选择循环方式“标准钻”，后处理对应指令为G81；深度直径比大于2时，选择循环方式“标准钻，深孔”，后处理对应指令为G83；对于 $\phi 42^{+0.025}_0\text{mm}$ 孔，粗加工时，选择加工方式“HOLE_MILLING（铣削孔）”，精加工时，选择加工方式“BORING（镗孔）”，选择循环方式“标准镗”，后处理对应指令为G85。

最终加工出的成品如图5所示。

4. 结语

通过分析Tricept并联机床的工作原理和动平台的作用，找出动平台的精度要求，分析并解决加工难点，最终的加工成品经实际装机使用表明可以满足机床工作需要。实践证明，本文提出的工艺方案、编程方法以及相关问题的解决措施具有一定的可行性。

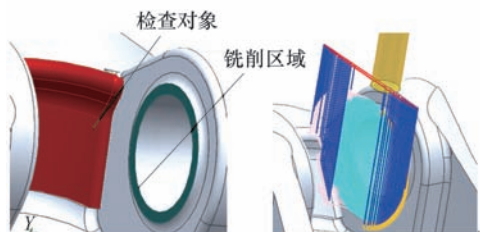


图3 翅内侧的铣削

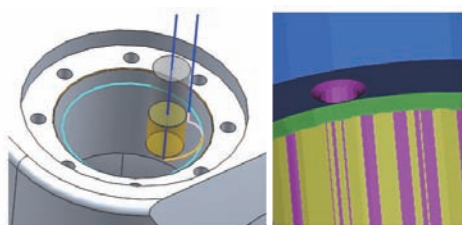


图4 $\phi 42^{+0.025}_0\text{mm}$ 孔的上倒角的铣削



图5 动平台加工成品

MW (收稿日期：20151226)