高效加工汽车中桥零件

青海一机数控机床有限责任公司 （西宁 810018） 贾冀青 常伟军 许显存 杨锦斌

车桥是汽车重要的元件之一，它的需求数量非常大，因为每一辆汽车都需要车桥，而车桥的精度直接影响着汽车的综合性能。因此加工对每一道工序切削参数的合理性、工艺过程的正确性要求非常严格。下面针对车桥类零件加工过程的工艺方案进行简单介绍。

1. 工艺分析

（1）确定加工方案。车桥也称车轴，它通过悬架和车架（或承载车身）相联，两端安装汽车车轮。其功能是传递车架（或承载车身）与车轮之间各方向作用力。按照驱动方式可以分为：前桥、中桥、后桥。下面以某汽车中桥对其加工工艺进行详细分析。

图1是某汽车中桥零件，从图中可以看出该零件的两端为旋转轴类，也是该零件的基准（即*A*、*B*基准），零件上的所有尺寸均与两端关联，因此利用机械加工工艺学上的“互为基准原则”和“基准先行原则”，确定其加工方案，工艺流程如下：先分别加工两头内孔及端面，再加工两头轴外圆，最后加工中间琵琶孔及端面。

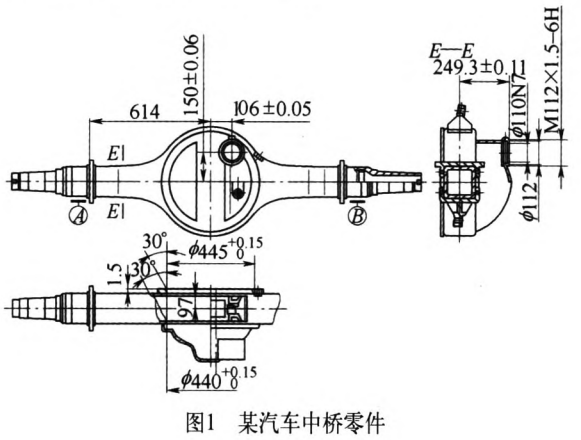

图1 某汽车中桥零件

（2）设备选型。工件特性：长度为2 072mm，宽度约540mm，镗孔直径约445mm。

加工设备选型：常理下，加工此类零件以卧式加工中心为第一选择，但卧式加工中心价值比较昂贵，加工成本过高。随后，我们多次组织与资深工艺人员和经验丰富的机床操作人员一起探讨、研究，决定采用以“经济最大化、性价比最高化”为原则进行设备选型，即立式加工中心配备CNC数控转台的零件加工方案。

2. 夹具设计

因为要加工ϕ445mm琵琶孔与ϕ110N7孔及其各自端面上的螺纹，从图1中可以看到ϕ445mm琵琶孔与ϕ110N7孔分别在两个相互平行的平面上，加工完一个平面后，工件需要旋转180°后再加工另外一个平面。若使用分工序或翻转夹具的方法加工，加工出工件的精度低、一致性差、效率不高、工人的劳动强大，发挥不出加工中心高效、快速、稳定的特点。所以选用立式加工中心配CNC数控转台来实现一次装夹完成对琵琶孔、端面及后盖孔的全部加工内容，在装夹方面分别由*A*、*B*基准用V形铁和614mm尺寸左面定位装夹，然后再分别联接在CNC数控转台和尾架上。

（1）防止工件在旋转时丢转。由于*A*、*B*基准表面光滑，与V形铁定位面之间摩擦力小，在CNC数控转台带动工件旋转时容易产生丢转现象，使得工件旋转不到位，ϕ445mm琵琶孔与ϕ110N7孔之间距离（150±0.06）mm和（106±0.05）mm尺寸不能保证。所以在设计夹具时增加夹紧装置，防止工件在旋转时丢转。

（2）防止工件挠曲变形。该工件自重170kg，

两定位处（两V形块）的跨度为1 400mm，工件约2/3的重量在中间部分。用两个定位块把工件支撑起之后，工件的中间部分处于悬空状态，因此，工件在自重的作用下产生中间部分下沉；再者，工件在镗ϕ445mm琵琶孔时，由于毛坯孔余量的不均匀，使得由*A*、*B*基准构成的轴线在空间产生各种程度的挠曲变形，从而影响零件的加工精度。为此，设计夹具时在工件的下方和侧面增加辅助支持装置，以防止工件的挠曲变形。

（3）采用液压夹具。由于该工件的特殊性和结构的限制，若使用机械夹具装夹工件，操作者在每加工一个零件需要花费约5min的时间来调整辅助装置和夹具装置，才能完成工件的定位和装夹。这样使得生产效率不高，操作者的劳动强度大。

从提高生产效率和降低操作者的劳动强度方面考虑，采用专用液压夹具（见图2），工件的整个定位和装夹过程全部由液压系统来完成。操作者将工件安装到位后，只需要在机床上执行相应的夹紧代码，整个夹紧过程就会自动完成，不需要人为地调整。工件的整个夹紧过程大约为30s的时间，从而，加工一个车桥在该工序上可节约出2.5min的时间。

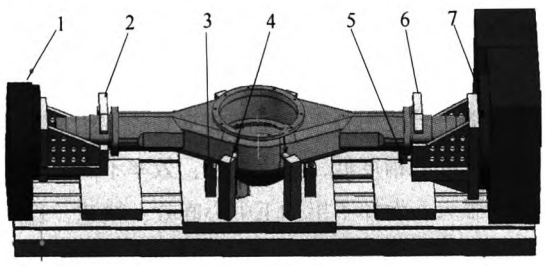

图 2

1.尾架 2、5、6.夹紧机构 3、4.辅助支撑装置 7.CNC数控转台

3. 采用自动工件坐标测量系统

工件装夹完成后，首先，将工件的琵琶孔端面在机床*Y*轴方向找平（*X*轴方向由等高V形定位块保证）；其次，需要先确定和测量出工件的坐标零点，再确定编程零点；最后，编程加工。由图可知，我们以琵琶孔向上定位数控转台零度位置，以琵琶孔中心为工件的*X*、*Y*轴坐标零点，以图中97mm尺寸上面为工件的*Z*轴坐标零点；数控转台180°（ϕ110N7孔端面坐标）位置坐标可以通过数控转台的零度坐标换算而来。

（1）找正平面。若使用百分表和手动旋转CNC数控转台的方法来找平，需要花费约1min的时间（这取决于操作者的熟练程度）；使用雷尼绍自动工件坐标测量系统，人为事先设置好参数后，在机床上执行程序，测头就会自动测量出琵琶孔端面与工作台面在*Y*轴方向的夹角，然后CNC数控转台会自动旋转来消除该夹角，使得工件琵琶孔端面与工作台面平行。

（2）测量工件坐标系。人工手动测量*X*、*Y*、*Z*轴坐标零点的方法，会使测量的误差大（主要取决于操作者的技术），浪费时间；使用英国雷尼绍自动工件坐标测量装置，操作只需要在机床上执行工件测量程序，测头就会自动测量并换算出*X*、*Y*、*Z*轴坐标零点。这样操作方便简单，测量精度高，节约时间。

4. 数控加工工艺设计

为了解决某汽车中桥零件的高效加工，采取了先粗后精、先面后孔的加工方案，具体加工内容如下：

（1）工件检测及校正。*Y*轴：测桥壳琵琶孔$\phi445^{+0.15}_{0}$mm端面（4点）、数控转台校平。*X*轴：测两端法兰端面定琵琶孔轴向位置。*Z*轴：测ϕ126g6外圆（图中未标出）。

（2）夹具夹紧加工工件。

（3）数控工作台回转0°位置。

（4）粗精铣$\phi445^{+0.15}_{0}$mm孔端面。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ100mm面铣刀，切削速度180m/min，主轴转速573r/min，进给速度802mm/min，切削长度3 560mm，切削时间4.689 min。

（5）粗镗ϕ440mm孔至ϕ439.5mm。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ439.5mm双刃镗刀，切削速度150m/min，主轴转速109r/min，进给速度44mm/min，切削长度47mm，切削时间1.318min。

（6）粗镗ϕ445mm孔至ϕ444.5mm。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ444.5mm双刃镗刀，切削速度150m/min，主轴转速107r/min，进给速度43mm/min，切削长度25mm，切削时间0.831min。

（7）ϕ445mm孔口倒角和ϕ440mm孔口倒角。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ63mm倒角刀，切削速度240m/min，主轴转速1 213r/min，进给速度1 213mm/min，切削长度2 800mm，切削时间

2.558min。

（8）精镗ϕ445mm孔。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ445mm精镗刀，切削速度180m/min，主轴转速129r/min，进给速度13mm/min，切削长度25mm，切削时间3.865 min。

（9）精镗ϕ440mm孔。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ440mm精镗刀，切削速度170m/min，主轴转速123r/min，进给速度12mm/min，切削长度23mm，切削时间2.333 min。

（10）钻12个M16×1.5mm底孔并孔端倒角。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ14.5mm×ϕ18mm复合钻头，切削速度60m/min，主轴转速1 318r/min，进给速度198mm/min，切削长度480mm，切削时间2.924min。

（11）攻12个M16×1.5螺纹孔。加工刀具及加工参数：刀具为M16×1丝锥，切削速度60m/min，主轴转速12r/min，进给速度358mm/min，切削长度1 100mm，切削时间3.573 min。

（12）夹具松开加工工件。

（13）数控转台180°位置。

（14）夹具夹紧加工工件。

（15）粗精铣ϕ110N7孔端面。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ100mm面铣刀，切削速度150m/min，主轴转速478r/min，进给速度574mm/min，切削长度855mm，切削时间1.74 min。

（16）粗镗ϕ110N7孔至ϕ109.5mm。加工刀具及加工参数：刀具为109.5mm粗镗刀，切削速度120m/min，主轴转速349r/min，进给速度70mm/min，切削长度42mm，切削时间0.85 min。

（17）镗M112×1.5至ϕ110.5mm。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ110.5mm粗镗刀，切削速度120m/min，主轴转速346r/min，进给速度69mm/min，切削长度22mm，切削时间0.569 min。

（18）M112×1.5mm孔口45°倒角。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ63mm×45°倒角刀，切削速度200m/min，主轴转速1 011r/min，进给速度1 011mm/min，切削长度360mm，切削时间0.606min。

（19）铣M112×1.5螺纹。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ32mm螺纹铣刀，切削速度90m/min，主轴转速896r/min，进给速度269mm/min，切削长度360mm，切削时间1.844 min。

（20）精镗ϕ110N7孔。加工刀具及加工参数：刀具为ϕ110mm精镗刀，切削速度180m/min，主轴转速521r/min，进给速度52mm/min，切削长度25mm，切削时间0.731 min。

（21）夹具松开加工工件。

（22）数控工作台回转0°位置。

5. 加工程序

下面以FANUC 0*i* MD 数控系统为例，根据数控加工工艺对图1所示的加工零件进行数控加工编程，具体加工程序如下：

```
%
O4350；（程序名）
G91G30Z0M19
M43；（夹具夹紧装置夹紧）
M45；（夹具头架夹紧）
T01；（1号刀具，1号刀具为雷尼绍侧头）
M06；（换1号刀具）
M03S500；（主轴正传：500r/min）
G04X1
M05
N20M19
…；（调用雷尼绍侧头工件找正和工件坐标系测量子程序）
M06；（1号刀具还回刀库）
M47；（夹具尾架夹紧）
M49；（下部辅助支撑液压缸支撑）
M53；（侧面辅助支撑液压缸支撑）
T02
M06；（换2号刀具）
N1G0G90G57X135Y0
G43H2M03S600Z50
…（以下程序略）
```

6. 结语

该工艺方案经过实践验证了其切削参数合理性、工艺过程正确性，加工精度完全达到了用户图样要求，成为车桥加工成熟的加工工艺典范。在生产实践中承担大量成批生产的重任，加工出的车桥具有精度高、互换性好等优点，完全满足当代“节能汽车，环保汽车”所需的车桥，值得在车桥类零件加工中推广应用。**MW**

（收稿日期：20130312）