

SIEMENS 840D 在数控平旋盘镗铣床中的应用

河南科技学院机电学院 (新乡 453003) 聂福全

在使用数控镗铣床加工大直径孔时, 由于受到刀具的局限, 大直径孔的加工一般采用立铣刀圆弧插补的办法进行加工。采用此种加工工艺方法虽然能够获得满意的加工质量, 但存在加工轨迹长、效率低、机床插补精度对加工形位精度影响大等问题, 制约了数控镗铣床的效率和效能。而采用数控平旋盘通过将铣削变为车削的方法则可以较好的解决上述问题, 充分发挥数控镗铣床的潜能, 且刀杆制作简单, 车刀通用性强、采购方便, 可实现大直径孔、平面及外圆的加工。以某公司所产 TKP6513 带平旋盘数控镗铣床为例, 该机床数控系统为 SIEMENS 840D, 是西门子公司最新产品, 具有控制精度高、质量可靠、性能优异、功能广泛的特点, 可控制该机床 X 、 Y 、 Z 、 W 、 U 、 B 六个轴, 其中 B 轴为回转轴, 并可实现任意三个轴联动控制。本文以该数控系统为例, 简要介绍数控平旋盘结构及工作原理, 及在一些典型加工特征中应用的实例。

1. 数控平旋盘工作原理

如图 1 所示, 数控平旋盘由花盘 5、数控滑块 4 组成。滑块 4 由数控系统控制并由专用伺服电动机驱动, 可沿花盘上 V 形导轨直线方向按照程序指令坐标自动向内、外径向移动。其定位精度应小于 0.03mm , 重复定位精度小于 0.020mm , 平旋盘行程视机床规格而有所不同, 一般为 200mm 。滑块进给率范围为 $1 \sim 3000\text{r/min}$, 旋转速度范围 $10 \sim 125\text{r/min}$ 。具体使用方法是:

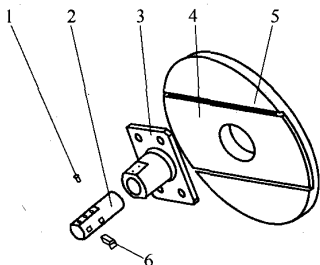


图1 平旋盘结构与刀具联接图

1. 紧固螺栓 2. 刀杆 3. 刀架
4. 滑块 5. 花盘 6. 车刀

机床开机各轴回零后, 驱动轴默认为 X 、 Y 、 Z 三个基本轴, 此时平旋盘还不能使用。一般情况下, 机床将平旋盘设置为第四轴 (U 轴), 必须输入相应指令并执行后, 才能使第四轴接受数控指令产生动作, 具体指令如下 (该指令可能会因不同机床生产厂家参数设置不同而有所区别):

```
M03 S20;  
G04 F5;  
SPOS=0;  
M02;
```

执行完以上指令后, 按下平旋盘专用 POS 键, 此时该键指示灯闪亮, U 轴即可起动。通过参数设置, 将 U 轴的原始位置定为 $U0$ ($U0$ 距机床主轴中心距离可自定), 将平旋盘向外移动方向定为 $U-$, 平旋盘向主轴方向定为 $U+$, 根据工件加工尺寸大小, 定义程序中 U 轴坐标, 使滑块沿平旋转盘产生相应径向滑动, 刀具移动到一定位置, 就可以车削孔、平面及外圆。关闭机床前, 可采用机床平旋盘快捷按钮释放平旋盘, 使机床默认轴还原为主轴。

使用平旋盘加工工件时, 先将刀架 3 用 T 形螺栓固定在滑块 4 上, 在刀架中装入刀杆 2, 并用侧固式方法用紧固螺钉固定刀杆, 然后在刀柄上的刀槽中装入刀具 5, 用螺栓 1 将刀具紧固后, 即可以类似车削的方法加工零件。

2. 数控平旋盘在加工中的应用实例

(1) 大直径孔的加工 孔类加工是数控镗铣床最主要的加工结构类型, 如前文所述, 对于大直径的孔类加工在普通数控镗铣床上多用铣刀采用圆弧插补的方式进行加工, 而对于配有数控平旋盘的数控镗铣床而言, 就可以使用车刀, 采取车削加工的方法进行加工。由于在数控镗铣床上采用数控平旋盘加工孔及端面实际上是类似车

削加工的方法,因而程序编制与采用螺旋立铣刀或大直径镗刀的编程方法有所区别。以图2所示工件为例,该工件上孔直径为 $\phi 700\text{mm}$,若机床参数设置平旋盘在 U_0 位置时加工出孔的直径为 $\phi 576\text{mm}$ (如前文所述,该尺寸可由用户自行定义数控系统参数获得),那么该零件精车孔2时 U 轴的坐标位置 $U_{\text{孔}}$ 应为:

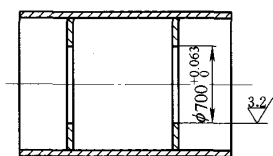


图2 大直径工件例图

$$U_{\text{孔}} = (d_1 - d_2) / 2 \quad (1)$$

式中 d_1 ——工件上孔图样要求直径尺寸

d_2 ——平旋盘处于 U_0 位置时加工孔的直径尺寸

将上述尺寸代入式(1)

$$U_{\text{孔}} = (700 - 576) / 2 = 62\text{mm}$$

由于刀具要随滑块向外侧移动,因此, $U_{\text{孔}}$ 坐标值应为 -62mm ,针对SIEMENS 840D系统,该孔的加工程序如下:

```
G90 G54 G00 X0 Y0 Z100; 选用工件坐标系
U0 F600; 滑块移动回归到零位
G43 D1 Z50; 插入刀具补正
M03 S80; 主轴旋转
G01 U - 62 F200; 平旋盘移动使刀具到指定位置(加工内孔直径坐标位置)
Z - 50 F120; Z方向进给车削内孔
SPOS = (0); 让刀并使主轴停止
Z500; 刀具退回
M30; 程序结束
```

如果需要多刀加工,则可调整 $U_{\text{孔}}$ 坐标值,再次 Z 向进刀即可。由于SIEMENS 840D系统具有极高的控制精度,可确保平旋盘位置坐标移动的精确性,方便、准确地实现大直径孔的加工。由于刀具采购成本低廉,可有效降低加工成本,并提高加工效率。

(2) 大平面的加工 普通数控镗床加工平面时一般采用大直径面铣刀铣削的方法,受主轴承载及切削力的影响,不可能将面铣刀的直径做的很大(大直径、高精度面铣刀的价格也是极高的,而且根据不同工序要求,需配备有粗、精两把刀,因而采购成本也较高),因此采用此法加工大平面时就需要多次接刀才能完成工

件加工,对加工效率和加工精度都有一定影响。采用数控平旋盘加工大平面则非常简单,只要将数控平旋盘移动到一定坐标位置,使刀具的回转切削轨迹大于工件加工面,然后移动工作台 X 轴至工件最终加工位置,即可方便、快捷地实现大平面的加工。以图3所示工件为例,首先按照工件加工尺寸及公式(1)计算 U 轴移动位置为 $U - 72$ (加上刀具长度,则加工时刀具回转直径应大于图3中的 $\phi 720\text{mm}$,因此可满足工件 700mm 尺寸平面加工需要),以图3中所示的工件表面 A 点为工件坐标系,该坐标系中 X 轴坐标距离刀具回转轨迹最近点为 50mm ,该零件加工程序如下:

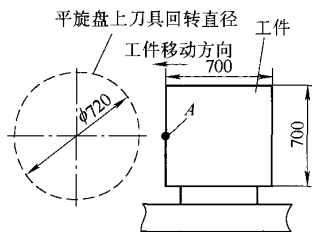


图3 加工大平面例图1

```
G90 G54 G00 X - 370 Y0 Z100; 选用工件坐标系
U0 F600; 滑块移动回归到零位
G43 D1 Z50; 插入刀长补正
M03 S20; 主轴旋转
G01 U - 72 F200; 平旋盘移动使刀具到指定位置(图示中回转轨迹)
Z - 3.0 F120; Z方向进给到达工件表面指定切削深度
X1100 F50; 工件进给开始车削平面直到完成(最终刀具位置超过工件)
M05; 主轴停止
Z500; 刀具退回
SPOS = (0); 平旋盘回零位
M30; 程序结束
```

采用数控平旋盘加工平面时,一定要注意刀具前刀面方向,安装位置及主轴旋转方向的关系。此外,由于回转直径较大,还要注意工件的安装位置、夹具的夹紧方式及刀具回转轨迹位置,避免刀具回转加工时与工作台及夹具产生干涉,造成事故。

利用平旋盘还可以采用“倒刮”的方法加工如图4所示的平面,程序编制同加工图3的所示平面类似,先使平旋盘移动到指定坐标位置,然后 Z 轴移动使刀具处于指定加工深度位置,平旋盘回转,移动 X 轴加工平面即可。

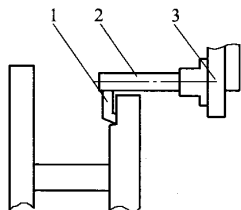


图 4 加工大平面例图 2

1. 刀具 2. 刀杆 3. 平旋盘

采用平旋盘“倒刮”平面时除了需要注意“正刮”平面相同的问题外，还要注意一点，为防止加工振动而影响加工质量，刀具不能伸出太长，因而加工平面的尺寸有限（主要是 Y 轴方向尺寸）。

(3) 加工外圆 采用数控平旋盘加工外圆与加工内孔的原理及程序相似, 最主要区别在于刀具在刀杆上的安装方向。如图 5 所示, 如果刀具安装在刀杆 B 位置, 刀具回转中心为机床主轴中心, 用于加工内孔; 若刀具安装在刀杆 A 位置, 刀具的回转中心也为机床主轴中心, 则可用于加工外圆。加工外圆时程序编制的基本思路是: 先使平旋盘移动到合适坐标, 然后使主轴旋转并 Z 向进刀, 即可车削外圆, 然后, 通过改变平旋盘的坐标位置 (平旋盘向正方向移动), 从而改变刀具切削回转直径, 直到加工出合格的工件为止。需要强调的一点是, 由于与车床切削机理的不同, 在镗床上加工外圆时容易出现“退把”的现象, 因此, 在编制程序时, 最后精加工时平旋盘的移动量要小, 一般为 0.10mm 以下, 以减小切削力对刀具刚性的影响, 提高外圆的加工质量。此外, 要注意刀具长度的补正方向。如要加工直径为 $\phi 200\text{mm}$, 长度为 $\phi 200\text{mm}$ 的外圆, 那么车该零件外圆时 U 轴的坐标位置 U 应为:

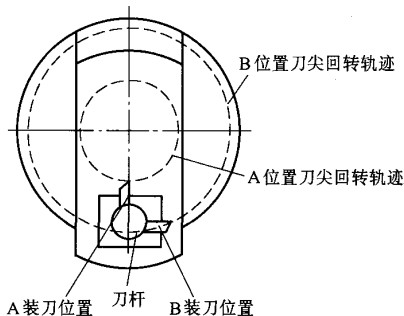


图 5 加工内孔与外圆时刀具安装位置

$$U = (576 - 200) / 2 = 188 \text{ mm}$$

其加工程序如下：

G90 G54 G00 X0 Y0 Z100; 选用工件坐标系

U0 F600: 滑块移动回归到零位

G43 D1 Z50; 插入刀长补正

M03 S80; 主轴旋转

G01 U+188 F200; 平旋盘向内移动使刀具到指定位置
(加工外圆直径坐标位置)

Z-200 F120: Z 方向进给车削外圆

SPOS = (0); 平旋盘回零位并使主轴停止

Z500: 刀具退回

M30: 程序结束

3. 效果

应用 SIEMENS 840D 数控系统控制的螺旋盘, 可以获得极高的位置精度和控制效果, 实现在数控镗床上“以镗代车”, 扩大数控镗铣床的加工应用范围, 并可以在满足加工质量的前提下, 充分降低刀具采购成本, 提高加工效率, 程序编制也非常容易, 适合工件的批量化生产需要。

(收稿日期: 20050901)

（上接第 19 页）

据转换等)也是市场上可以买到的通用或配套产品。③高可靠性(采用工控机、军用机箱、OA 计算机)。④友好的人机界面,开放的 API(应用编程接口),用户可以根据控制对象不同,使用 V-Basic 开发个性化界面。⑤强大的网络功能。⑥及时的软件升级。

4. 数控系统的发展对维修和改造的影响

(1) 对维修的影响: ①由于系统的自诊断能力的加强和结构的大幅度简化, 现场的系统故障判断将越来越方便。②现场的维修要求不仅仅局限于数控系统的故障判断, 同时需要对外围电路、机械、液压、气动、光学检测, 甚至加工等多种因素的综合判断能力。③对印刷电路板的维修将越来越困难, 直至彻底采用直接更换的方式。④随着外设的不断扩展和网络化发展, 对数控机床与其外部设备的连接及调整会越来越多。

(2) 对改造的影响: ①小型、简易机床的改造需求会逐步降低, 机床改造将进一步向大型化、全功能化、复杂化方向发展。②改造市场将进一步细分。③对改造承揽单位的要求将不断提高, 要求具有系统、机械、液压、光学甚至二次开发的综合能力。