

空间斜孔加工工艺研究

■ 中车永济电机有限公司 （山西运城 044502） 周国安 方 毅 高铁军 荆国伟 李发玺

摘要：电机零件加工过程中，传感器孔、注油孔均以斜孔方向标注，多角度且位置多样，在实践加工中，通过设计通用工装，利用宏程序编制通用程序，解决了生产现场换型时操作工频繁计算、容易出错以及严重依赖工艺技术配合等难题。

在公司的电机零件加工中，存在大量需要加工的传感器孔和润滑注油孔。因功能需要，甚至个别电机上同时存在4种不同的斜孔，角度不一，深度不同。图样标注时，钻头起钻位置多为毛坯面，而且孔直径普遍较小，注油孔的终点位置多为贯通孔，传感器孔的终点位置多为铁芯槽边缘，稍有偏差，就会造成孔位置偏移，无法满足要求且无法修复，甚至报废。现场加工时，转换计算量大，容易出错，严重依赖工艺技术配合。

1. 加工工艺分析

如图1所示，机座端盖上有两种不同类型的斜孔，经分析，在工件的主坐标系中，尺寸标注在孔的起始钻点，要实现任意方向孔的钻削加工，首先要实现孔的轴线方向和机床主轴方向平行，以便利用机床B轴任意旋转功能，实现任意角度加工。因此，使用卧式加工中心（FANUC）来加工此类斜孔，通用性强。

其次，利用L形弯板工装，以便实现斜孔角度旋转，可以

看出，角度旋转以后，斜孔相对工件胎具定位中心的X坐标发生了变化（见图2），唯有机床回转中心是固定的，因此只要把机床回转中心作

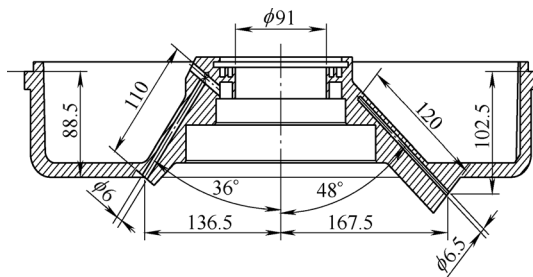


图 1

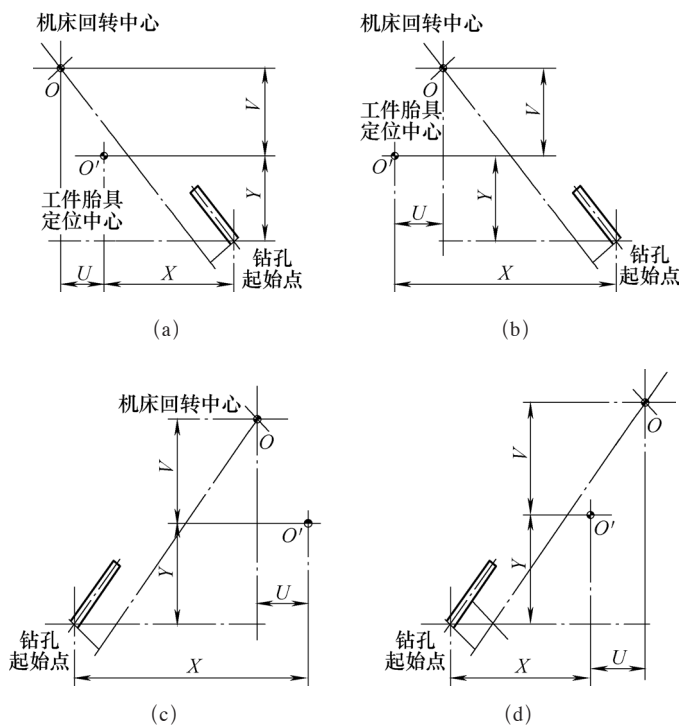


图2 四种位置关系

为工件加工原点,通过两个原点的坐标尺寸转换,就可实现程序的编制和加工。

以下为工件坐标原点与机床坐标原点关系图,分两种情况进行分析:图2a、图2b钻右侧孔,为一种情况;图2c、图2d钻左侧孔,为另外一种情况。

2. 通用工装制作

工装采用L形弯板为底座,在底座上装配可拆换的定位胎心(定位工件,确定工件中心,根据不同工件只需制作胎心即可),以定位胎心固定工件,确定工件加工坐标,通过位置定位销把所钻孔方向转换成水平方向,通过机床B轴旋转功能,实现任意角度孔的加工。可拆卸工装示意图如图3所示。

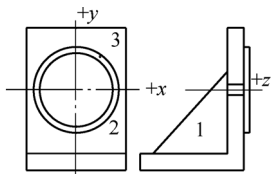


图 3

1.L形弯板 2.可拆换定位胎心 3.定位销

3. 通用程序的编制

(1) 第一种情况。①如图4所示(选取一种进行分析):

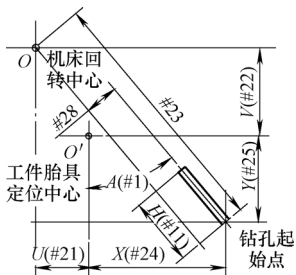


图 4

旋转角度 A 后, Y 坐标是固定的, X 、 Z 坐标都是变动的,因此,设定机床回转中心为编程坐标的 X 、 Z 原点。根据图样尺寸标注,尺寸换算的关键是:确定工件的定位中心和机床的回转中心偏差 U 和 V 值。②如图5所示:未旋转角度(B_0)前,百分表校正胎具定位中心和机床回转中心偏差值 U ,此值输入#21,确定机床 Z 方向偏差值 V 值,此值输入至#22。③程序坐标计算。工件旋转后,孔轴线和机床 Z 轴平行,这时,孔轴线相对机床回转中心的 X 值为: $\#28=[U+X]-[V+Y]\tan A\cos A$ 。

Y 值为胎具定位圆心, Y_0 。

孔起点坐标为: $\#23=[V+Y]/\cos A+[U+X]-[V+Y]\tan A\sin A$ 。

注释:

#21 (U): 胎具中心和机床原点的距离,百分表校正胎具中心,数显显示偏差值。

#22 (V): 胎具定位面到机床回转中心距离,通过机床主轴可以校正得出。

#24 (X)=167.5 图样标注的 X 轴方向孔的坐标值

#25(Y)=102.5, 图样标注的

Y 轴方向孔的坐标值。

#11(H)=120 孔深尺寸

#9(F)= 钻削进给(根据具体情况而定)

#18(R)=10 钻孔安全距离(以毛坯而定)

(2) 第二种情况。①如图6所示,选取一种,在此不再赘述。②程序坐标计算:工件旋转后相对机床回转中心的 X 值为: $\#28=[U+X]+[V+Y]\tan A\cos A$,孔起点坐标为: $\#23=[V+Y]/\cos A-[U+X]+[V+Y]\tan A\sin A$ 。

4. 程序编制

(1) 第一种情况。

主程序一:

%

O0001

G00X0Y0G54G90

G00Z1200G43H1

M03S800

M08

G65P9050A48X167.5 Y102.5U V

H120 R10 F80

G00G49Z1500M05

M09

M00

M30

%

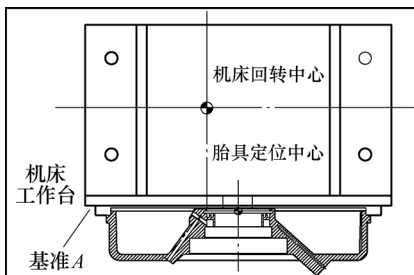


图 5

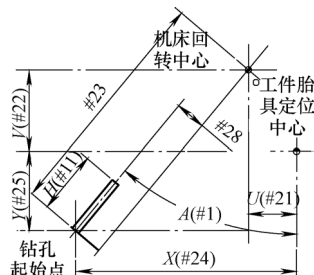


图 6

```

钻孔宏程序
%
O9050
#28=[#21+#24]-[#22+#25]*tan[#1]]
*COS[#1]
#23=[#22+#25]/COS[#1]+[#21+
#24]-[#22+#25]*tg[#1]]*SIN[#1]
#26=#23-#11 (孔底深度坐标)
G00G54 (调用G54工作坐标
系)
G00Z[#23+500] (离孔起始点500
安全距离,准备旋转工件,可视情况调
整)
B#1 (旋转钻孔角度)
G00Y0X#28 (钻孔坐标)
G81X#28Y0Z#26R[#23+#18]F#9K0

G80
G00Z[#23+800] (退至安全距
离)
M99
%
(2)第二种情况。
主程序二:
%
O0002
G00X0Y0G54G90
G00Z1200G43H1
M03S800
M08
G65P9060A36X-136.5 Y88.5U V
H110 R10 F80
M5G00G49Z1500M05
M09
M00
M30
%
钻孔宏程序
%
O9060
#28=[#21+#24]+[#22+#25]*tan[#1]

```

```

]]*COS[#1]
#23=[#22+#25]/COS[#1]-
[[#21+#24]+
[#22+#25]*tan[#1]]*SIN[#1]
#26=#23-#11 (孔底深度坐标)
G00G54 (调用G54工作坐标
系)
G00Z[#23+500] (离孔起始点100
安全距离,准备旋转工件,视情况调
整)
B#1 (旋转钻孔角度)
G00Y0X#28 (钻孔坐标)
G81X#28Y0Z#26R[#23+#18]F#9K0
G80
G00Z[#23+800] (退至安全距
离)
M99
%

```

从上可以看出,每次换型后,操作者只需调用主程序,确认修改主程序中的8个变量参数,无需进行繁琐的坐标转换计算,就可以顺利完成各孔的钻削加工。

5. 程序使用注意事项及工艺步骤

程序使用时需注意:①L形弯板放置在靠近主轴一侧。即V值总是正值。②变量参数值有正负之分,具体如下,X值以工件定位胎心为基准,在右侧为正,左侧为负,Y值总是正值,U值以机床回转中心为基准,即定位胎心在机床回转中心右侧取正值,左侧取负值(显示器显示数据),V值总是正值。③调用原点时,尽可能用G54,如果因特殊情况需要变换坐标原点,请同时更改宏程序中的调用原点。

工艺步骤如下:①设备为卧

加。装夹L形弯板,校正工件定位基准面A,确定工件旋转方向基准B₀。②百分表校正胎具中心坐标,确定胎具定位中心与机床回转中心的偏差值(U值),记录显示器数值。量块塞定位面,确定机床回转中心到工件定位面的偏差值(V值,胎具放置靠近机床主轴,在这里都是正值)修改G54坐标原点,Y₀为胎具定位中心,X、Z为机床回转中心。③修改宏程序中相关变量值(U、V、X、Y、H、F、R、A)。④加工毛坯面为可定位钻削的平面(孔深H取0)。⑤中心钻预钻导向孔(孔深H取3,参考数值)。⑥普通钻头钻孔(防止钻偏,孔深视钻头长度而定)。⑦加长钻头加工达图样要求(孔深H取120)。

6. 结语

实践可知,整个过程操作方便快捷,操作工只需确认主程序的8个参数,不需频繁进行尺寸计算,减轻了操作人员计算工作量,避免因计算转换错误造成质量事故。且程序通用性强,修改变量格式后,可复制于其他系统,加快了产品换型节奏,提高了劳动效率,保证了质量。

参考文献:

- [1] 陈海舟.数控铣削加工宏程序及应用实例[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [2] 周晓红.数控铣削工艺与技能训练[M].北京:机械工业出版社,2011.

MW (收稿日期:20170630)