

借助参数编程消除导轨垂直度误差对孔位精度的影响*

华茂发

(南京工程学院 自动化系, 江苏 南京 210013)

摘 要 测算出数控机床 X 、 Y 坐标轴导轨间不垂直的角度误差, 借助参数编程, 在孔位坐标值中补偿一误差值, 可显著提高孔的位置精度。

关键词 孔加工; 垂直度误差; 参数编程; 误差补偿

中图分类号 TG659

文献标识码 A

文章编号 1671-532X(2004)01-0025-02

零件上孔与孔之间的位置(中心距)尺寸加工精度除受机床的传动误差等因素影响外, 还受导轨几何误差的影响。在导轨几何误差中, 影响孔位精度的主要因素有与孔垂直的平面内的导轨直线度误差和此平面内纵横两个方向导轨之间的垂直度误差。加工大孔距孔时, 尤其是孔距接近工作台极限行程时, 垂直度误差对孔位精度的影响远大于直线度误差的影响。垂直度误差越大, 孔距越大, 孔位精度受到的影响就越大。数控机床导轨的垂直度误差反映为 X 、 Y 坐标轴之间不垂直的角度误差。根据笔者的实践, 测算出数控机床 X 、 Y 坐标轴之间不垂直的角度误差, 借助参数编程, 对孔位坐标值进行误差补偿, 消除导轨垂直度误差对孔位精度的影响, 从而提高孔的位置精度。

1 X 、 Y 坐标轴间角度误差的测算

加工(精镗)图 1 所示 A 、 O 、 B 3 孔, 图中 XOY 是理想加工坐标系, A 、 B 及 O 3 孔分别位于 X 轴、 Y 轴及坐标原点上。设 X 轴为基准轴, 则实际加工坐标系如 XOY' (或 XOY'')所示, 孔 B' (或 B'')为实际加工坐标系中的孔位, 中心距 OB' (或 OB'')等于 OB 。

在 3 坐标测量机上测出加工后的 A 、 O 、 B 3 孔的实际中心距 L_1 、 L_2 、 L_3 (图中以实际加工坐标系 XOY' 为例), 根据余弦定理, X 轴与 Y' 轴的夹角

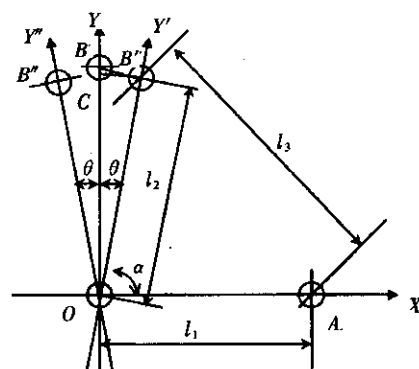


图 1 X 、 Y 坐标轴间角度误差测算

Fig. 1 measuring angle precision between X and Y axis

$$\alpha = \arccos \frac{L_1^2 + L_2^2 - L_3^2}{2L_1L_2}$$

则 Y 轴与 Y' 轴的夹角 $\theta = 90^\circ - \alpha$

当 $\alpha < 90^\circ$ 时, θ 为正; 当 $\alpha > 90^\circ$ 时, θ 为负。 θ 即为 X 、 Y 坐标轴间的角度误差。对一台具体机床, θ 值是一个常量。角度误差测算孔 A 、 O 、 B 的中心距越大, 测算出的 θ 值越准确。

2 参数编程及举例

取两坐标轴之一作误差补偿轴, 对孔位坐标中与误差补偿轴相应的坐标用 R 参数值进行补偿。本例以西门子数控系统参数编程为例, 取 X 轴为误差补偿轴。在图 1 中作 $B'C$ 垂直于 Y 轴, 由于 θ 角很小, 故 $B'C \approx B'B$, $B'C$ 即为孔 B 在误差补偿轴方向的补偿值, 其值为

$$R_i = B' \quad C = Y_B \sin \theta$$

* 收稿日期 2003-12-10

作者简介: 华茂发(1954-), 男, 江苏射阳人, 硕士、南京工程学院自动化系副教授

式中 Y_B 为孔 B 的 Y 坐标轴编程值。约定:

(1) 当 $\theta > 0$ 时

- ① 刀具向 Y 轴正方向移动, 作负补偿;
- ② 刀具向 Y 轴负方向移动, 作正补偿;

(2) 当 $\theta < 0$ 时

- ① 刀具向 Y 轴正方向移动, 作正补偿;
- ② 刀具向 Y 轴负方向移动, 作负补偿;

以加工图 2 中 A、B、C 3 孔为例, 设 X 轴与 Y 轴的角度误差为 θ ($\theta > 0$), 起刀点在 O (编程原点), 加工顺序为孔 A → 孔 B → 孔 C, 取 X 轴为误

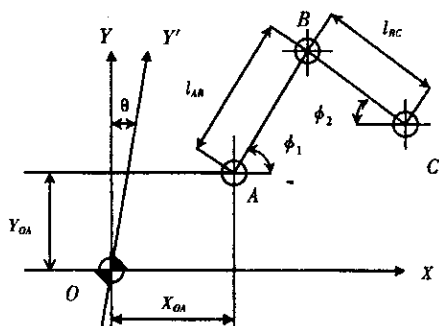


图 2 参数编程示例

Fig. 2 parameterized programming example

差补偿轴, 对 A、B、C 3 孔的 X 坐标值进行补偿。

坐标值补偿计算:

$$N10 \quad R1 = l_{AB} \sin \phi_1 \text{ (A、B 孔间 Y 坐标值)}$$

$$N20 \quad R2 = l_{AB} \cos \phi_1 \text{ (A、B 孔间 X 坐标值)}$$

$$N30 \quad R3 = l_{BC} \sin \phi_2 \text{ (B、C 孔间 Y 坐标值)}$$

$$N40 \quad R4 = l_{BC} \cos \phi_2 \text{ (B、C 孔间 X 坐标值)}$$

$$N50 \quad R5 = Y_{OA} \sin \theta \text{ (O} \rightarrow \text{A 孔的 X 轴补偿值)}$$

$$N60 \quad R6 = R1 \sin \theta \text{ (A 孔} \rightarrow \text{B 孔的 X 轴补偿值)}$$

$$N70 \quad R7 = R3 \sin \theta \text{ (B 孔} \rightarrow \text{C 孔的 X 轴补偿值)}$$

$$N80 \quad R6 = (Y_{OA} + R1 - R3) \sin \theta \text{ (C 孔} \rightarrow \text{O 的 X 轴补偿值)}$$

坐标轴赋值及补偿:

$$N90 \quad G91 \quad G00 \quad X = X_{OA} - ABS(R5) \quad Y = Y_{AO}$$

$$N100 \quad X = R2 - ABS(R6) \quad Y = R1$$

$$N110 \quad X = R4 + ABS(R7) \quad Y = -R3$$

$$N120 \quad X = -(X_{OA} + R2 + R4) + ABS(R8) \quad Y = -(Y_{AO} + R1 - R3)$$

程序中 ABS 表示绝对值。

3 结束语

借助参数编程, 对坐标轴之间的垂直度误差引起的孔位误差进行补偿, 能显著提高孔的位置精度, 对机床导轨间存在较大垂直度误差的数控机床特别适用。笔者曾在用西门子 802 C 数控系统改造的 T4163 A 型镗床上, 使用这一编程方法加工孔距为 300 mm × 300 mm 的 4 个孔, 对角线误差为 0.03 mm, 用参数编程, 对孔的 X 坐标值进行补偿, 对角线误差减小为 0.01 mm, 大大提高了孔的位置精度。使用这一方法, 可在坐标轴间存在较大垂直度误差的数控机床上加工位置精度要求较高的孔。这一方法简单、实用, 不失为提高大孔距孔位置精度的一种好方法。

Cancel influence of the station dimensional precision by the out of the vertical precision of guide track by dint of parameterized programming

HUA Mao-fa

(Nanjing Engineering Institute, Jiangsu Nanjing 210013, China)

Abstract While the out of the vertical precision of guide track of NC machine is measured, error of coordinate value of the bore be equalized by dint of parameterized programming. The station dimensional precision can be greatly increased.

Keywords the bore process, perpendicularity error, parameterized programming, error equalized