

五轴加工中心任意点旋转坐标的计算

青海一机数控机床有限责任公司 (西宁 810018) 李学义 才旦扎西

用五轴加工中心进行多面体加工时,为了保证工件的各方面、孔、角度等的尺寸公差,就要精确计算出其所在的坐标值。由于有两个回转轴在空间旋转和三个直线轴,要准确的运动到一点,就要经已知一点坐标精确计算出其他点坐标,而不能直接测出该点坐标。在程序编制时由于数据计算复杂,计算的点坐标较多,无疑增加了编程难度,也降低了效率。

为了解决此问题,我在 FANUC 系统上用宏变量设计一套零点跟踪平移计算的宏程序。由宏程序计算一个空间运动点,计算相对于工件坐标系的其他点的坐标,从而减轻了编程人员的劳动强度,提高了工作效率和产品质量。

1. 分析

由于机床有两个回转轴 B 、 C ,我们测出一个工件坐标系,当 B 轴回转时,如果 C 轴此时也转动,就形成了工件坐标系的空间旋转,从而点坐标值也发生了空间位置的变化,计算也就变的复杂。 B 轴上叠加了一个 C 轴,但 C 轴的回转中心一直是绕 B 轴回转中心旋转,把两个轴分开计算,对于单个回转轴的计算是比较简单的,所以就用两个轴的单个回转计算来完成坐标计算。随后完成两个轴的叠加计算,从而得出一个运动定点的准确位置。

2. 计算

(1) 数学计算 利用数学上的坐标系平移和坐标系旋转进行计算(详细计算过程请看程序部分)。

平移公式: $X = X' + h$

$Y = Y' + K$

旋转公式: $X = X' \cos \alpha - Y' \sin \alpha$

$Y = X' \sin \alpha + Y' \cos \alpha$

由以上两个公式稍加改动就可以作为其他平面内的坐标系平移和坐标系旋转公式。

(2) 编制程序 将数学公式用程序表达出来,使用绘图软件建立五轴机床模型,再用机床模拟软件调用机床模型。找出两个回转轴的旋转中心及工件上一点作为一个定点的坐标。

(3) 验证 给出任意坐标点进行机床模拟,经验证程序跟踪定点运动正确无误。

3. 示例

现在一长方体 ($100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 50\text{mm}$) 上钻 b 、 c 两个孔,程序 G54 坐标原点为 O 点,设计的孔位如图 1,那么 a 点坐标为 $(-50, 0, -50)$ 、 b 点坐标为 $(-100, -40.825, 0)$ 、 c 点坐标为 $(0, -40.825, 0)$,其中 b 孔轴线为 ba , c 孔轴线为 ca 。由计算可知钻 b 孔时 B 轴和 C 轴的旋转角度分为 $B - 52.238^\circ$ 、 $C 39.232^\circ$;钻 c 孔时 B 轴和 C 轴的旋转角度分为 $B 52.238^\circ$ 、 $C - 39.232^\circ$,现使用程序计算旋转后的坐标值。加工结果如图 2。

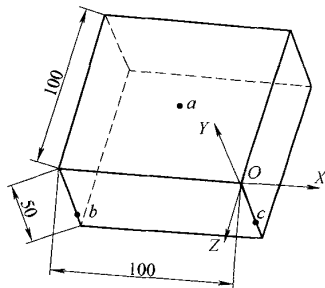


图 1

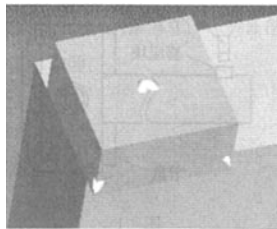


图 2 加工结果

%O1000

N0010 G65P9011X0Y-40.825Z0

N0020 G57G0G90X0Y0B-52.238 C39.232

N0030 G43H01Z50M3S300

N0040 G83Z-85R10Q3F50

N0050 G0G91G28Z0

N0060 G65P9011X0Y-40.825Z0

N0070 G57G0G90X0Y0 B52.238 C-39.232

N0080 G43H01Z50

N0090 G83Z-85R10Q3F50

N0100 G0G91G28Z0M5

N0110 M30

%

O9011

N0010 #506 = #5226

N0020 #505 = #5225

N0030 #511 = #5226

N0040 #512 = #5225

N0050 #513 = #5221

N0060 #514 = #5222

N0070 #515 = #5223

N0080 #103 = 500

N0090 #104 = -1000

N0100 #105 = 500

N0110 #106 = -200

N0120 #108 = #103 - [#103 - #5221] * cos[-#505]

+ [#104 - #5223] * sin[-#505]

N0130 #110 = #104 - [#103 - #5221] * sin[-#505]

- [#104 - #5223] * cos[-#505]

N0140 #5221 = #108

N0150 #5223 = #110

N0160 #108 = #105 - [#105 - #5221] * cos[#506]

+ [#106 - #5222] * sin[#506]

N0170 #109 = #106 - [#105 - #5221] * sin[#506]

- [#106 - #5222] * cos[#506]

N0180 #5221 = #108 + #24

N0190 #5222 = #109 + #25

N0200 #5223 = #110 + #26

N0210 #506 = #3

N0220 #505 = #2

N0230 #281 = #105 - [#105 - #5221] * cos[-#506]

+ [#106 - #5222] * sin[-#506]

N0240 #282 = #106 - [#105 - #5221] * sin[-#506]

- [#106 - #5222] * cos[-#506]

N0250 #5281 = #103 - [#103 - #281] * cos[#505]

+ [#104 - #5223] * sin[#505]

N0260 #5283 = #104 - [#103 - #281] * sin[#505]

- [#104 - #5223] * cos[#505]

N0270 #5282 = #282

N0280 #5226 = #511

N0290 #5225 = #512

N0300 #5221 = #513

N0310 #5222 = #514

N0320 #5223 = #515

N0330 #5285 = 0

N0340 #5286 = 0

N0350 M99

程序调用格式:

G65P9010X_Y_Z_

参数意义: X_Y_Z_为设定坐标原点内的点的坐标值。

此宏程序在 FANUC 系统上经过验证完全符合使用要求。在此也非常感谢我的老师李映平的指导与帮助。



(收稿日期: 20060419)

(上接第 64 页)

为了保证插销与键槽根部不干涉, 两者之间应留间隙 Δ_3 , 该值由设计者确定, $\Delta_3 = 0.4 \sim 0.7 \text{ mm}$ 。

② 分析对称度的测量影响 在图 3 所示的设计结构中, 除了配合间隙 $\Delta_1 = 0.002 \sim 0.006 \text{ mm}$ 和测量头对基准 A_1 的同轴度 $\Delta_2 = \phi 0.0035 \text{ mm}$ 的影响外, 没有别的因素影响对工件键槽对称度的测量。该两因素的综合误差 $\Delta_{\max} = \Delta_{1\max} + \Delta_2 = 0.006 + 0.0035 \text{ mm} = 0.0095 \text{ mm}$ 。

由于工件键槽对称度公差 $\Delta_4 = 0.025 \text{ mm}$, $\Delta_{\max}$ 相对 Δ_4 的百分比 P 为: $P = \Delta_{\max} / \Delta_4 \times 100\% = 38\%$, 即 $\Delta_{\max}$ 略大于 $1/3\Delta_4$ 。这说明, 该因素的综合误差 $\Delta_{\max}$ 对对称度测量的影响较小。

三、结论

综上所述, 用新设计的 V 形板式键槽对称度量规 (如图 4 的所示) 检测该工件键槽时, 可保证较高的精确和有效性。



(收稿日期: 20060528)