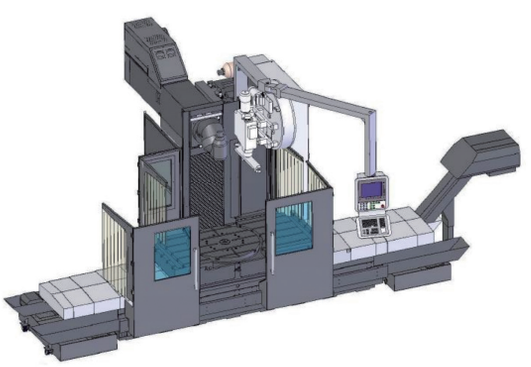
立卧两用加工中心坐标自动计算及主轴头自动分度方法

凌忠波
浙江金火科技有限公司　浙江杭州　311411

摘要：通过机床西门子840D数控系统用户宏程序功能，并利用系统的宏指令和变量编程，实现立卧式加工中心在不同加工方式下的坐标自动建立、主轴头自动旋转到位、*C*轴工作台自动回转到位的要求，编制了能自动实现的宏程序。

关键词：立卧两用；工件坐标系；宏程序；坐标旋转



1　序言

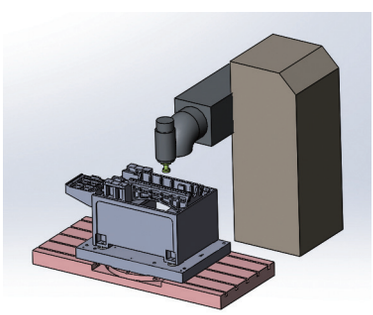
我公司使用西班牙尼古拉斯DIANA MG-20床身式立卧两用加工中心加工车床底座类箱体零件。此机床通过高精度多面体分度铣头，可在工件一次装夹的情况下实现立式和卧式加工，一次装夹完成5面加工，提高效率达到一机两用的效果。机床行程*X*、*Y*、*Z*：2 000mm×1 000mm×1 000mm；*C*轴为直径1 000mm回转工作台，360°分度；主轴头万能头每等分2.5°；*C*轴回转范围：±180°。

加工中存在的问题：此机床虽然加工灵活，但操作者需要找出的坐标系繁多，如果每个面都用寻边器去找坐标，不仅效率低下而且误差大，不能保证加工精度；万能主轴头旋向和*C*轴转台旋向如果跟坐标系不匹配，还容易出现撞刀或导致工件报废。因此，编制宏程序让机床自动分度计算坐标，是此机床能正常运行的核心。

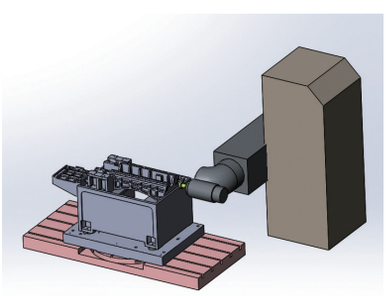
解决思路：①根据机床特性规定加工方式，固定各加工方式下坐标名称及位置。②找出一个基准点，利用宏程序完成其他旋转面坐标的自动计算。③利用宏程序，使主轴头根据坐标系自动判断万能主轴头旋向和*C*轴自动旋向，并自动分度定位。

2　确定加工方式

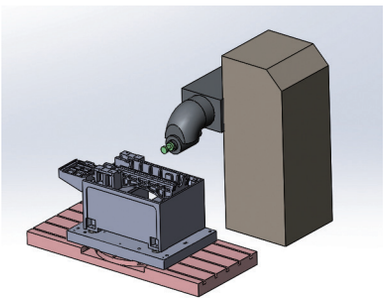
据此机床的特点，结合本公司产品的特性（矩形箱体），为方便统一后期的加工方式，故规定如图1所示的3种加工模式。



a）立加方式



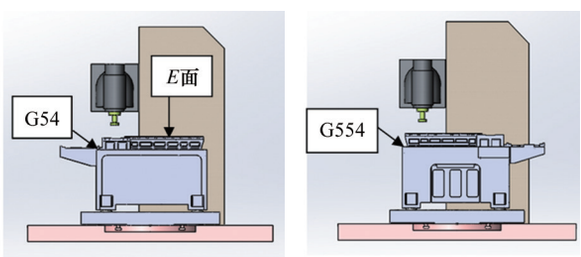
b）侧卧加方式



c）卧加方式

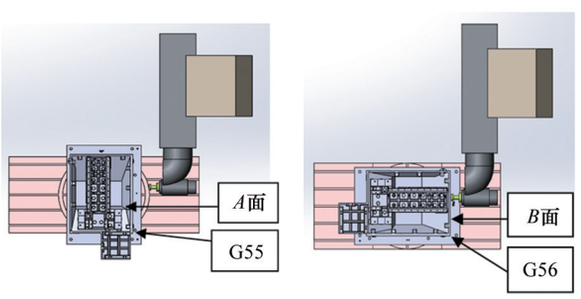
图1　加工模式

为方便后期编程管理，在3种加工模式的基础上，细分规定了8种坐标位置和G代码（见图2、图3和图4），度数均指转台*C*的旋转度数。由于本公司产品为矩形箱体零件，立加方式下90°和270°加工行程有干涉，故不考虑。

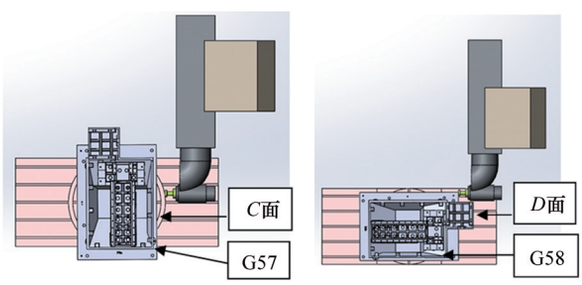


a）0°加工*E*面　　b）180°加工*E*面

图2　立加方式坐标位置和G代码

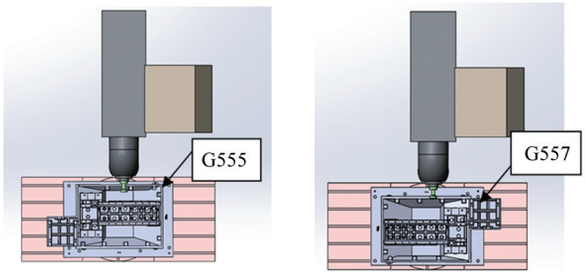


a）270°加工*A*面　　b）0°加工*B*面



c）90°加工*C*面　　d）180°加工*D*面

图3　侧卧加方式坐标位置和G代码



a）0°加工*C*面　　b）180°加工*A*面

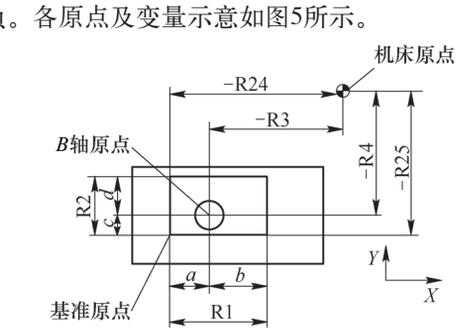
图4　卧加方式坐标位置和G代码

3　坐标计算及宏程序编制

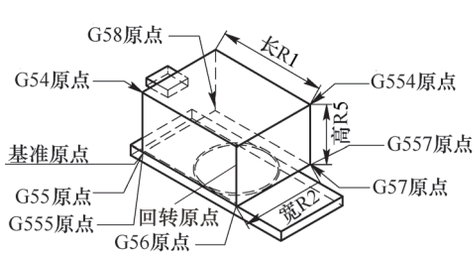
首先建立基准原点：在回转台0°时，设矩形工件左下角点为程序基准原点，其余8个坐标均由此点变换得到。各坐标系原点均为立加形式下的*X*、*Y*坐标，各加工方式通过840D系统自带指令“CYCLE800……”完成坐标旋转。

基准原点*X*、*Y*、*Z*坐标在程序中分别用变量R24、R25、R26表示，当装夹位置变动时，变量可以更改；工件长、宽、高分别用R1、R2、R5表示，当工件大小变动时，变量可以更改；回转台*X*、*Y*坐标分别用R3、R4表示，每台机床有自己的回转中心坐标，变量可以更改。

由以上几何关系可知：R24、R25、R3和R4均为负值，因为坐标在坐标轴负方向，所以实际长度取负。各原点及变量示意如图5所示。



a）平面示意



b）立体示意

图5　各原点及变量示意

从图5可知，$a=-R24-(-R3)=R3-R24$，$b=R1-a=R1-R3+R24$，$c=-R25-(-R4)=R4-R25$，$d=R2-c=R2-R4+R25$。

结合图6，可得到8种状态下各G代码原点的X、Y坐标公式。以G54、G55、G56为例，G54：$X=R24$，$Y=R25$；G55：$X=-(-R3+c)=R3-R25+R4$，$Y=-(-R4+a)=R4+R24-R3$；G56：$X=-(-R3-b)=R24+R1$，$Y=-(-R25)=R25$。

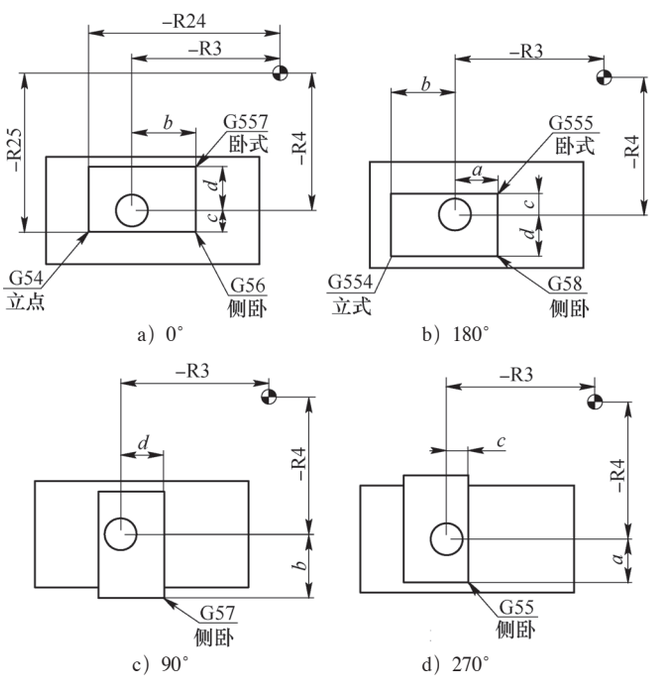


图6　转台角度与坐标位置示意

按各坐标关系推导出所有坐标系关系式，得到坐标自动计算子程序如下。

```
L8000
R41=R24；（存储G54坐标）
R42=R25
R43=R26+R5
R51=R3-R25+R4；（存储G55坐标）
R52=R4+R24-R3
R53=R26
R61=R24+R1；（存储G56坐标）
R62=R25
R63=R26
R71=R3+R25-R4+R2；（存储G57坐标）
R72=R4-R24+R3-R1
R73=R26
R81=R3-R24+R3；（存储G58坐标）
R82=R4+R4-R2-R25
R83=R26
R45=R3-R24+R3-R1；（存储G554坐标）
R46=R4+R4-R2-R25
R47=R26+R5
R55=R3-R24+R3；（存储G555坐标）
R56=R4+R4-R25
R57=R26
R75=R24+R1；（存储G557坐标）
R76=R25+R2
R77=R26
$P_UIFR[1]=CTRANS(X,R41,Y,R42,Z,R43)；（把储存器变量放入G54坐标系）
$P_UIFR[2]=CTRANS(X,R51,Y,R52,Z,R53)；（把储存器变量放入G55坐标系）
$P_UIFR[3]=CTRANS(X,R61,Y,R62,Z,R63)；（把储存器变量放入G56坐标系）
$P_UIFR[4]=CTRANS(X,R71,Y,R72,Z,R73)；（把储存器变量放入G57坐标系）
$P_UIFR[5]=CTRANS(X,R81,Y,R82,Z,R83)；（把储存器变量放入G58坐标系）
$P_UIFR[54]=CTRANS(X,R45,Y,R46,Z,R47)；（把储存器变量放入G554坐标系）
$P_UIFR[55]=CTRANS(X,R55,Y,R56,Z,R57)；（把储存器变量放入G555坐标系）
$P_UIFR[57]=CTRANS(X,R75,Y,R76,Z,R77)；（把储存器变量放入G557坐标系）
M17；（子程序结束）
```

4　主轴转头和C轴自动回转宏程序

根据各坐标系相应的C轴分度位置以及万能主轴头旋向可得到以下分度宏程序。

```
L8010
IF R1==54  GOTO N54；（判断使用坐标系，选择相应程序段号）
IF R1==55  GOTO N55
IF R1==56  GOTO N56
IF R1==57  GOTO N57
IF R1==58  GOTO N58
IF R1==554 GOTO N554
```

```
IF R1==555  GOTO N555
IF R1==557  GOTO N557
M17
N54；（跳转到所在坐标系下的段号）
;(G54)
D0；（取消刀补）
CYCLE800()；（取消坐标旋转）
G153G0 Z0；（机床到安全位置准备换头）
G153G0 X2000
G153G0 Y-1000
G54；（提取相应坐标系）
M5；（主轴停止）
CYCLE800(0,”UDG”,100000,39,0,0,0,0,0,0,0,0,0,-1,100,1)；（主轴分度成立加方式，并将G54坐标旋转）
G1C0F1500；（转盘C自动分度0°）
D1；（带入刀补）
M17；（循环结束）
```

跳转到其他坐标系的程序与之类似。具体的加工编程举例如下。

```
N20 R24=520.1 R25=-884.9  R26=-909.657；（工件原始基准点坐标，工人用寻边器找出）
N30 R1=1035. R2=760. R5=678.5；（工件长宽高）
N40 R3=1023.818  R4=-544.127；（机床回转点坐标用寻边器找出）
N50 L8000；（调子程序L8000自动运算出8个坐标系）
N60 M0
N100G17 G40 G00
T1M6 ;(DIA100)；（换刀）
R1=554；（选择坐标系）
L8010；（调子程序L8010主轴头自动分度；C轴自动回转）
G0G90G554X100Y220；（加工程序）
S500M3……
N200G17 G40 G00
T6M6 ;(DIA40)
R1=55；（选择坐标系）
L8010；（调子程序L8010主轴头自动分度；C轴自动回转）
G0G90G55X100Y220
……
M30
```

5　实际运用效果

通过L8000、L8010宏程序，工人只需找出首件工件左下角原点坐标，机床便可自动完成所有坐标计算；主轴分度、*C*轴分度都自动完成，方便了后期编程；主轴转头和*C*轴分度盘每次自动停在安全位置，转向安全。对于此类方体零件，编程人员只需按规定坐标系位置进行软件编程，后处理调用此宏程序，便可达到通用目的。

经长期加工验证，此方法加工精度高，各加工面位置度好，零件更换操作简单，大幅度提升了机床的性能和加工效率。本文所述坐标系自动计算法与主轴头自动分度法，对各类立卧两用加工中心均具有借鉴作用。

参考文献：

[1] 黄云林，高长银．数控铣床（FANUC、SIEMENS系统）编程实例精粹[M]．北京：化学工业出版社，2011.

MW 20201120

2020年10月份中国制造业PMI为51.4%

中国物流与采购联合会、国家统计局服务业调查中心发布的2020年10月份中国制造业采购经理指数（PMI）为51.4%，自7月份以来始终位于51.0%及以上，已连续8个月处于扩张区间，制造业总体持续回暖。

从企业规模看，大型企业PMI为52.6%，中型企业PMI为50.6%，小型企业PMI为49.4%。

从分类指数看，在构成制造业PMI的5个分类指数中，生产指数、新订单指数和供应商配送时间指数均高于临界点，原材料库存指数和从业人员指数均低于临界点。制造业生产量继续增长，市场需求保持稳定恢复，原材料供应商交货时间较9月加快，主要原材料库存量有所减少，制造业企业用工景气度小幅降低。　　（来源：中国机械工业联合会）