

西门子 840D 数控系统手动测量功能的扩展及应用

唐山轨道客车有限责任公司 (河北 063035) 黄军军 刘绍宏 刘建新

在高速动车组生产中,所有大型关键部位的部件都要在数控加工中心上完成。而焊接件的变形较大,需要采用探头测量各加工部位的状态,对某些复杂的焊接件需要在加工前对加工余量进行测量检测以及建立工件零点,在加工过程中进行实时精确补偿,从而保证高质量、高精度的产品加工要求。

1. 手动测量功能及问题的提出

数控加工过程中,工件的装夹找正及刀具的辅助测量占用较大时间。对于大型复杂加工件来说,通常采用手动测量功能建立工件零点坐标系,然后再通过编制好的程序进行精确零点计算,从而建立工件精确零点。当然也可用手动测量功能进行工件尺寸的检测和加工余量的考证。

手动测量功能是西门子 840D 数控系统自带的一种功能,由于系统只能测量 $\pm X/\pm Y-Z$ 五个方向,当 A/C 轴保持一定的角度时,则不能直接测量,有一定的局限性,也限制了手动测量在实际生产中的

是以激光作为加工手段来去除防热的陶瓷保护膜(TBC: Thermal Barrier Coating),然后再用电火花加工冷却孔与扩散口形状的精加工。

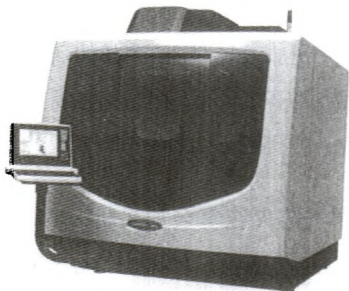


图8 激光与电火花复合加工机

应用范围。

SINUMERIK 数控系统中的循环有以下几种形式:工艺循环、测量循环、用户循环、ISO 兼容循环、编译循环等。尤其是工艺循环和测量循环的开放性主要体现在两个方面:

(1) 所有的工艺循环和测量循环都是以子程序的方式提供的,如有必要可以进行修改;

(2) 根据机床的工艺要求,用户可以方便地编制自己的用户循环。

基于以上特点,结合实际加工需要进行编程的二次开发来扩展手动测量功能,以提升手动测量功能的应用范围,在此以 SINUMERIK 840D 数控系统为基础通过编程举例在实际加工中的应用进行验证。

2. 手动测量功能的扩展及应用

公司数控加工设备大都为大型五轴龙门式加工中心,用于加工车体的复杂型材料件及焊接件,某些加工件由于工件的特殊性及复杂性,加工前需检测

该机床的主体(床身)采用树脂与混凝土原料,在 X、Y、Z 三轴上配置了直线电动机、在工作台的旋转轴上使用了力矩电动机。

各轴的移动量在 X、Y、Z 轴分别为 800mm、300mm、700mm,旋转轴 $B \pm 150^\circ$ (100r/min),旋转轴 C: 连续旋转 (150r/min)。直线移动精度为 0.08mm,旋转精度为 10rad · s。在重复精度情况下,直线精度为 0.006mm,旋转精度为 8rad · s。工件重量为 25kg。ATC 可用于 4 个激光加工工位,电火花加工可用于 6 个工位。MW

(收稿日期:20130810)

工件的加工余量, 测量过程中需摆角测量, 或加工后需要摆角测量用于检测工件的垂直度等, 由于机床自带手动测量功能的限制, 无法满足实际生产的需求。因此, 鉴于上述实际需求, 通过对测量循环的研究及产品的实际需要, 对测量功能进行扩展使用。

以下以公司某车型车钩梁组成为例进行阐述, KK 端加工时, 必须保证前面板、车钩安装面的加工余量少于 3mm, 由于焊接变形大, 既要考虑加工余量, 还要考虑 F 端上面的水平度。

(1) 测量循环编程方法: 通过编制一测量循环 CYCLE 730, 主轴测量状态由工程人员根据工件实际需要预定, 实际运用时操作者先手动将主轴移动到待测量位置, 待位置合适时运行测量循环 CYCLE 730, 测量数据自动存储在测量循环预设的文件中。

首先定义各轴位置

```
DEF REAL ST_POS_X; 定义当前 X 轴位置变量
DEF REAL ST_POS_Y; 定义当前 Y 轴位置变量
DEF REAL ST_POS_Z; 定义当前 Z 轴位置变量
DEF REAL ST_POS_A; 定义当前 A 轴位置变量
DEF REAL ST_POS_C; 定义当前 C 轴位置变量
DEF REAL SIN_A; 定义当前 A 轴正弦函数角度变量
DEF REAL SIN_C; 定义当前 C 轴正弦函数角度变量
DEF REAL COS_A; 定义当前 A 轴余弦函数角度变量
DEF REAL COS_C; 定义当前 C 轴余弦函数角度变量
```

通过采用二次开发的测量程序解决了这一问题。具体方法为: 依靠定位工装进行粗定位, 利用扩展测量程序及坐标系零点自动补偿程序进行精调整, 实现工件自动找正、零点自动输入, 将人为因素的影响降到最低, 同时扩展测量程序的应用, 可以任意角度测量 (见图 1、图 2)。



图1 工件垂直面各角度位置测量



图2 工件水平面各角度位置测量

(2) 利用 840D 数控系统编程如下:

```
EXTERN CYCLE 730 (VAR REAL [3], VAR REAL [3],
VAR REAL, VAR REAL, VAR REAL)
DEF REAL Setval [3]; (定义测量位置地址变量)
```

```
DEF REAL TcD [3]; (定义测量轴地址变量)
DEF REAL StO; (定义测量距离变量)
DEF REAL DeO; (定义测量距离变量)
DEF REAL Rtp; (定义参考平面变量)
DEF ...
DEF INT DA
DEF INT DD
DEF INT DB
DEF INT NUMMER [25]; (定义 25 个实数, 用于零点偏置赋值)
DEF INT BBc = 0
DEF STRING [200] AB; (定义字符串变量, 用于储存测量信息)
NUMMER [0] = SET (500, 54, 55, 56, 57, 505,
506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516,
517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524)
;
TcD [0] = -1; X - Direction 选择测量轴和测量方向
TcD [1] = 0; Y - Direction
TcD [2] = 0; Z - Direction
STOPRE
;
DB = 0; (修改 DB 的数值, 选择测量数值赋值的零点偏置)
DD = DB + 1 或者 DD = 1; (选择用机床坐标系或者工件坐标系测量)
DA = NUMMER [DB]
;
T14
D1
...
MSG ("ORTS + RICHTUNGSVEKTOR")
ST_POS_X = $AA_IW [X]
ST_POS_Y = $AA_IW [Y]
ST_POS_Z = $AA_IW [Z]
ST_POS_A = $AA_IW [A]
ST_POS_C = $AA_IW [C]; (拾取当前各轴实际位置坐标数值)
;
SIN_A = SIN (ST_POS_A)
SIN_C = SIN (ST_POS_C)
COS_A = COS (ST_POS_A)
COS_C = COS (ST_POS_C)
;
SETVAL [0] = ST_POS_X
SETVAL [1] = ST_POS_Y
```

```

SETVAL [2] = ST_ POS_ Z
;
StO = 0
DeO = 50; (测量距离设定)
Rtp = 0; (返回平面设定, 保证回退时不发生碰创, 超程)
CYCLE730 (Setval, TcD, StO, DeO, Rtp)
; (测量循环测量)
Mp [1, 0] = R1 Mp [1, 1] = R2 MP [1, 2] = R3
; (拾取记录各轴地址变量)
STOPRE
;
IF TcD [0] < > 0
AB = "G" < < DA < < " * * " < < " X_ NUMBER = "
< < R1
ENDIF
IF TcD [1] < > 0
AB = "G" < < DA < < " * * " < < " Y_ NUMBER = "
< < R2
ENDIF
IF TcD [2] < > 0
AB = " G" < < DA < < " * * " < < " Z_ NUMBER = "
< < R3
ENDIF
STOPRE
IF DD < 2
$ P_ UIFR [DB, X, TR] = R1
$ P_ UIFR [DB, X, FI] = 0
$ P_ UIFR [DB, Y, TR] = R2
$ P_ UIFR [DB, Y, FI] = 0
$ P_ UIFR [DB, Z, TR] = R3
$ P_ UIFR [DB, Z, FI] = 0
STOPRE
WRITE (Bbc, "JILUSHUZH_ SPF", AB); (在自动生成的程
序中记录测量数值)
M17

```

通过采用扩展的测量程序分别测量垂直面和水平面,对测得数值进行比较,很直观地得出工件的加工余量和互相位置关系的误差,测量结果如图3所示。

对于车体部件的不规则性和产品的多样性,机床自带手动测量功能显得适应性不足。通过对手动测量循环进行完善,实现了手动功能的二次开发,使其功能得到扩展和延伸,实现了任意角度转轴的手动测量,增加了各轴的有效行程,解决了转轴测

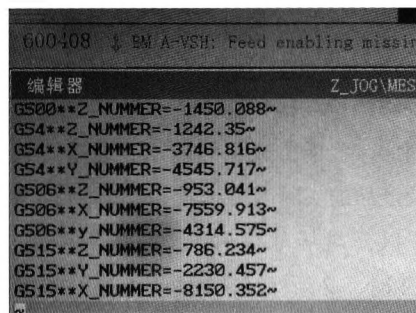


图3 测量结果存档与显示

量需要计算实际探头坐标位置或编程旋转坐标系才能得到实际数值的问题。测量数值可以在机床、工件坐标系任意转换,自动零点偏置赋值,数值自动记录并存储,便于检查校验。

3. 结语

数控机床手动测量功能的二次开发和应用，可大大缩短铝合金车体大型组焊件和型材件的找正、测量时间，有效地提高了测量效率，既节省了昂贵的加工中心工时，又提高了测量精度，实现了对工件的高精确测量补偿，避免了工件过切现象的发生，促进了加工中心测量、找正、加工一体化。MW

(收稿日期: 20131006)

“工业机器人”约稿函

尊敬的作者：

您好！随着科学技术的进步，工业机器人的使用越来越广泛。为了推动工业机器人的普及应用，促进工业机器人产业的发展，满足广大用户对工业机器人的需求，我刊特别在“机床自动化”栏目开设关于工业机器人相关的文章，约稿如下：

- (1) 工业机器人的先进技术的发展趋势。
- (2) 工业机器人的先进设计理念与制造经验。
- (3) 工业机器人的选型和应用。
- (4) 在操作过程中使用工业机器人的心得和体会。
- (5) 工业机器人使用的具体案例分析。

本次约稿的工业机器人侧重于金属加工冷加工的范畴,来稿一经录用,马上安排发表!希望广大作者和读者积极投稿!

本刊编辑部