

加工中心自动对刀仪应用技术

大连大森数控技术发展中心有限公司 (辽宁 116023) 李洪波 冯明霞

在现代加工制造中, 高效率和高精度一直是机床用户和机床设计人员追求的目标。加工中心机床的出现, 使得需要多种刀具、多种切削工艺的零件, 可以在一台机床上一次性自动加工完成。但是, 由于刀库中各个刀具的长度不同, 需要测量其长度差, 进行刀长补偿。传统的手动测量方法费时费力, 而且存在人为测量误差。自动对刀仪技术的应用, 可实现刀具长度的精准测量和自动补偿。

1. 自动对刀仪的工作原理

一般来说, 自动对刀仪可用于刀具长度测量和

刀具半径测量, 本文以立式加工中心常用的刀具长度测量为例, 说明对刀仪的自动测量技术。对刀仪测量刀具长度的原理是通过带有 G31 的 Z 轴下移指令, 当刀尖接触到对刀仪的轻触开关, 其信号立即通过 SKIP 接口输入数控系统, 使得带有 G31 的 Z 轴下移指令终止执行, 并跳跃到下一单节继续执行, 同时, Z 轴当前的机械坐标值通过系统变量读出, 再通过宏程序中的计算, 将刀具长度的差值, 即刀补值写入到与刀号对应的补偿变量中。

三菱 M70 数控系统的跳跃信号接口电路, 如图 1 所示。数控系统将 2 ms 以上的输入信号识别为有效

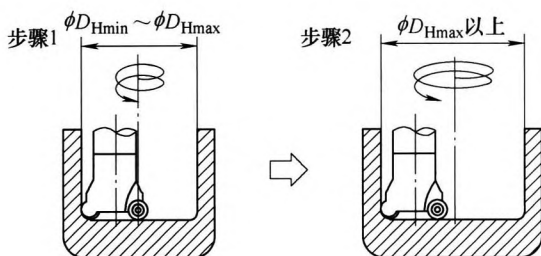


图9 BRP型立铣刀加工示意图

出便携式螺旋铣孔机床, 可用于装配生产线及飞机等大型机械的现场加工及修理上, 非常方便。利用此原理如 Vargus 公司用带可转位螺纹刀片立铣刀加工内外圆上的螺纹。可转位螺纹铣刀刀片有单齿和多齿两类。多齿的加工图如图 10 所示, 每次切数牙, 可降低走刀次数。单齿的可在深孔螺纹铣削时, 纠正轴向偏斜误差, 提高螺纹加工精度。

同样, 由于带螺纹可转位刀片立铣刀以高速回转、切深小、接触圆弧短、每分钟进给量大及铣削刀齿交替工作比车削冷却条件好和排屑易等优点, 使加工质量、加工效率、对难加工材料的切削及自

动化程度等均得以提高。

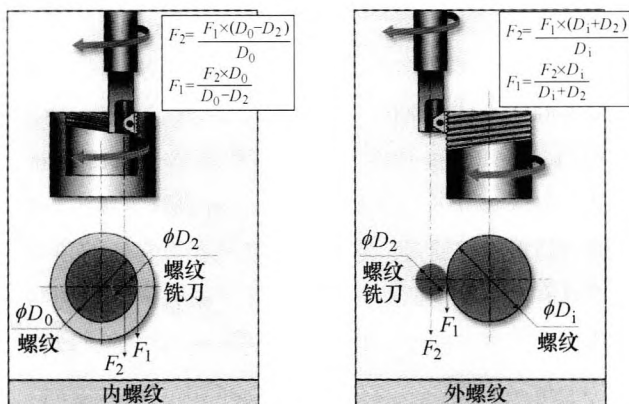


图10 可转位刀片螺纹立铣刀加工螺纹及进给速度的计算

我们提倡采用优质刀具来提高生产效率、降低成本、节约资源, 而先进的加工方法、新的切削技术的出现, 促使开发出了具有更优秀材料涂层及几何结构的刀具。新刀具的出现又会使机床和切削技术为了充分发挥刀具的能力而进一步得到改进和提高。MW (全文完)

(收稿日期: 20131121)

的 SKIP 信号。如果使用继电器等机械触点，可能会因振颤而导致误动作，所以需要使用晶体管等半导体触点，如图 2 所示。

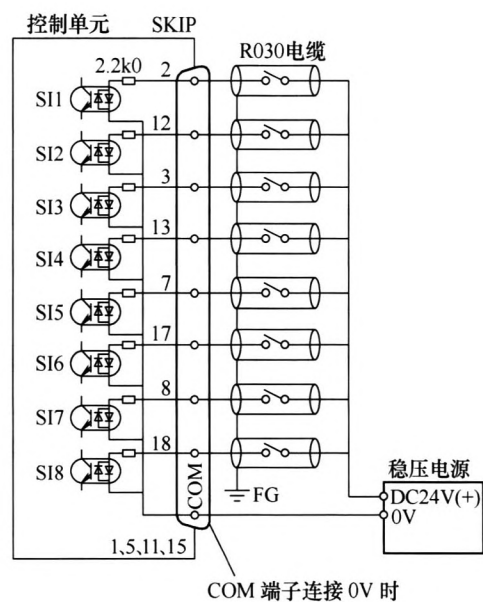


图 1 SKIP 接口信号图

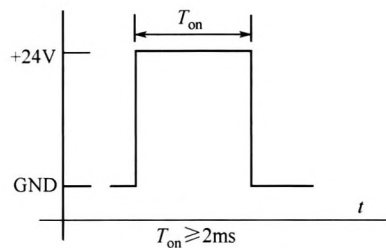


图 2 SKIP 信号时序图

2. 自动测量用的宏程序

在对刀仪的使用中，需要实现两种测量，一种是测量工件与对刀仪之间的落差值，即工件上表面与对刀仪轻触开关之间的 Z 轴位移差，对于同一个工件，只需测量一次；另一种是测量各刀具的长度补偿值，每个刀具都要分别进行测量。两种测量都需要通过 M 代码调用相应的宏程序并执行。

(1) 测量工件与对刀仪之间的落差值：在 MDI 方式下，执行 M35 指令，测量过程自动完成。

M35 指令调用宏程序 O9005，其宏编程指令如下：

```
%
O9005
G40G49G80
M03S0
M09
```

```
#500 = #4003          (G 代码组 G90/G91)
#513 = #5023          (测量前的 Z 轴机械坐标值)
G91G28Z0.
#511 = #5021          (测量前的 X 轴机械坐标值)
#512 = #5022          (测量前的 Y 轴机械坐标值)
G90G0G53X#551Y#552  (对刀仪的 X、Y 轴机械坐标位置)
M17                  (打开对刀仪吹气)
G91G01Z-300. F4000
G91G01G31Z-130. F200
G91G01Z10. F500
M18                  (关闭对刀仪吹气)
G91G01G31Z-12. F200
#514 = #5063          (SKIP 跳跃时的 Z 轴机械坐标值)
#515 = #513-#514      (工件与对刀仪之间的落差值)
G01Z5. F200
G28Z0.
G90G00G53X#511Y#512 (移动到测量前的机械坐标位置)
G#500                (恢复 G 代码组 G90/G91)
M05
M99
%
```

(2) 测量各个刀具的长度补偿值：在 MDI 方式下，执行 M36 指令，测量过程自动完成。

M36 指令调用宏程序 O9006，其宏编程指令如下：

```
%
O9006
#500 = #4003          (G 代码组 G90/G91)
#511 = #5021          (测量前的 X 轴机械坐标值)
#512 = #5022          (测量前的 Y 轴机械坐标值)
#513 = #5023          (测量前的 Z 轴机械坐标值)
#520 = 0              (变量清零)
G91G28Z0.
M03S0
G90G0G53X#551Y#552  (对刀仪的 X、Y 轴机械坐标位置)
M17                  (打开对刀仪吹气)
G91G01Z-300. F4000
G91G31Z-130. F200
G91G01Z10. F500
M18                  (关闭对刀仪吹气)
G91G01G31Z-12. F200
#520 = #5063          (SKIP 跳跃时的 Z 轴机械坐标值)
#525 = #520 + #515    [#515 (工件与对刀仪之间的落差值)]
G90G10L10P#4120R#525 [将高度差写入刀补 (绝对方
```

```
式写入)]
G91G01Z5.F200
G28Z0.
G90G00G53X#511Y#512      (移动到测量前的机械坐标
位置)
G#500      (恢复 G 代码组 G90/G91)
M05
M99
%
```

3. 测量准备和测量方法

(1) 登录 M 代码调用的宏程序。将 O9005 和 O9006 宏程序输入到系统内存，并设置如下参数：

#1195 - 1、#7021 - 35、#7022 - 0、#7023 - 9005；
#7031 - 36、#7032 - 0、#7033 - 9006。

(2) 把测量刀具能够接触到对刀仪轻触开关时的机械坐标值写入系统变量：

#551: X 轴机械坐标值
#552: Y 轴机械坐标值

(3) 测量工件与对刀仪之间的落差值：将主轴当前刀具（或刀库中任意刀具）接触工件上表面，然后在 MDI 方式下执行 M35 指令，测量完毕后落差值自动写入系统变量。每次更换新的工件时，都要先用 M35 指令测量工件与对刀仪之间的落差值。

(4) 在 MDI 方式下执行下述指令，完成各个刀具的长度测量并自动写入对应刀号的刀补参数。

```
T△△ (△△为刀具号，以下相同)
M36
(5) 加工程序中调用刀补的指令格式：
T△△
M6
...
G43H1
...
G49
T△△
M6
...
G43H2
...
G49
```

4. 自动对刀仪安全工作的保护措施

对刀仪属于精密测量仪器，其精度和安全性对于机床来说十分重要。因此，需要采取必要的安全保护措施。

(1) 为防止异常情况下被刀具撞坏，对刀仪都带有过行程保护开关，该开关一般为常闭信号，接在数控系统 I/O 输入点上，当异常情况发生时，刀具接触到保护开关并使其信号断开，系统立即进入 Z 轴互锁保护状态并产生报警，从而避免撞坏对刀仪。

(2) 与刀库换刀宏程序一样，对刀仪调用的宏程序也是禁止用户修改和删除的。为了保护此类机床制造商程序，可根据需要将对下述参数进行设置。

9000 ~ 9999 宏程序锁住参数：

#1121 0：可编辑 1：禁止编辑
#1122 0：可显示和搜索 1：不可显示，可搜索 2：不可显示和搜索

(3) 吹气，由于对刀仪一般安装在机床工作台上，容易受到切削液或加工碎屑的影响，降低测量精度，因此，务必采用带有吹气装置的对刀仪（见宏程序中的 M17/M18 代码），使得在测量过程中，刀具接触对刀仪轻触开关之前，先将开关上面的液体或碎屑吹掉，从而保证测量精度。**MW**

(收稿日期：20131204)

“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