

用 G10 编制加工棱边圆角程序

中船重工集团公司第 716 研究所电子设备厂 (江苏连云港 222006) 王 磊

在生产加工过程中,我们经常碰到工件棱边(工件两面相交所形成的边)、孔口等特殊部位倒圆角的加工,这些圆角要求往往比较高,特别是模具上圆角有配合要求。棱边倒圆角根据棱边形成的相邻两面所夹的角度可分三种情况:直角、锐角、钝角。如图 1, a 为直角, b 为锐角, c 为钝角。a 和 c 均可直接加工, b 必须通过工装将其转一个角度再加工,否则不能将圆弧全部加工出来。

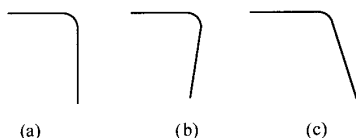


图 1

棱边倒圆角通常可以用三种方法来解决:一是由钳工手工修挫,这种方法是一种传统的方法,工作量较大,很难达到较高的要求,且一致性比较差。二是用成形 R 刀直接加工,这种方法对刃磨刀具比较严格,刀具两切削刃很难磨的对称,且每倒一种圆弧就需要磨一种 R 刀,刀具的量比较大,加工中刀具的找正也比较困难,尺寸不容易保证。三是用 CAD/CAM 软件生成数控程序来加工。然而,我们发现用 CAD/CAM 软件生成的程序比较繁琐,每改动一个参数必须重新生成程序,可读性比较差,程序占用的内存比较大,如在中途更换刀具程序就必须重新编制。

那么,有没有更好的解决办法呢?在实践中我们发现,数控系统为用户提供了许多具有特殊意义的 G 指令、宏指令以及参变量。这就使我们在编制特殊零件的加工程序时,更容易编制零件的相同加工内容部分的通用程序,而且采用特殊 G 指令及宏指令、参变量编程,使数控程序更加简化,更具灵活性。在 FANUC 和 HASS 系统中有可编程参数设定指令 G10,用此命令可以轻松地编制棱边倒圆角的程序。

1. 编程技巧

(1) 可编程参数设定指令 G10 及宏指令 FANUC 和 HASS 系统中的 G10 指令,可实现刀具几何参数的设定与编辑功能,由程序指令变更刀具加工过程中的半径补偿量。其另一功能是在加工程序中实现工件坐标系的设定与设定值的变更。

① G10 指令 变更刀具补偿量。

格式: G90/G91 G10 L12 P R;

式中 变量 L12——表示变更刀具补偿量方式

P——偏置编号的选择

R——偏置值或长度和直径的增量

G90——覆盖原有补偿量

G91——在原有补偿量的基础上累加

在程序中通过改变 R 变量中的刀具半径补偿量,实现零件轮廓粗加工时调整加工余量,使用同一把刀具实现粗、精加工。

② G10 指令 实现工件坐标系的设定、变更。

格式: G90/G91 G10 L2 P X Y Z;

式中 变量 L——赋值为 2 表示变更工件坐标系方式

P——工件坐标系,赋值 1~6 表示 G54~G59

X、Y、Z——工件坐标系原点坐标值

G90——覆盖原有补偿量

G91——在原有补偿量的基础上累加

利用 G10 工件坐标系的设定、变更功能,可实现工件坐标系的设定、修改和平移。

(2) 棱边倒圆角的程序编制

①程序编制原理。编程思路是用球刀加工,加工时从工件的上表面开始铣,此时 α 为 90° ,铣到圆弧的下面结束,此时为 0° 。加工示意图如图 2,从图得知:

$$A = (R + r) \sin \alpha$$

$$B = (R + r) \cos \alpha$$

$$C = A - R$$

$$D = B - r$$

其中 R 为球刀半径, r 为圆弧半径。

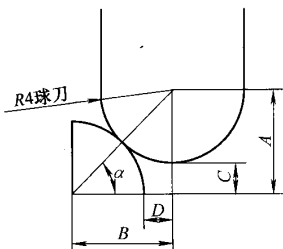


图 2

②用 G10 指令编制的棱边倒圆角固定程序。

#1=4. (球刀半径)

#2=3. (所倒圆弧半径)

#3=90. (起始角度)

#4= [#1 + #2] * SIN [#3] - #1 (变量 C)

#5= [#1 + #2] * COS [#3] - #2 (变量 D)

N10

G00 X Y

Z10.

G0 Z#4 F500

G10 L12 P01 R#5 (设定刀具偏置量)

G41... (要倒圆角的棱边外形尺寸)

#3=90.-5. (度数每次递减 5°)

#4= [#1 + #2] * SIN [#3] - #1

#5= [#1 + #2] * COS [#3] - #2

G00 Z10.

IF [#3 GE 0] GOTO10 (给定循环直到角度为 0 为止)

③当形成棱角的两面夹角为钝角时, 加工方法与形成棱角的两面夹角为直角的情况相同, 只需将程序中循环的最终结束时的角度为 & 即可, 其加工原理图如图 3 所示。

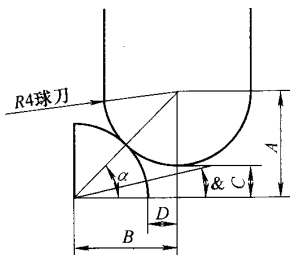


图 3

④该程序为加工棱边圆角的通用万能程序, 通过改变程序中的棱边轨迹、加工棱边圆角半径, 给定球形刀具半径等参数, 即可实现对任何棱边轨迹倒圆角的加工, 不需要加工前进行繁琐的编程工作, 实现了加工程序的通用化要求。

该加工程序具有以下优点:

a. 采用普通的球形刀具, 可实现任一棱边倒不同圆角的加工, 省去了订购、自制多种 R 刀诸多弊端。球刀的半径可通过参数 #1 来设定, 有利于生产加工中刀具的选择。

b. 用此程序可以加工任意大小的圆角, 圆角大小可通过参数 #2 来设定。

c. 可根据圆角的要求选择不同的步长, 通过改变参数 #3 设定每次递减的度数来改变圆弧的表面粗糙度。

d. 此程序加工不同轨迹形状棱边的圆角, 只需给出棱边的外形轨迹即可。

2. 编程加工实例

通过图 4 可知, 在凸台的周边倒 $R3\text{mm}$ 的圆弧, 此形成棱边的两面夹角为直角。本题的解决方法很多, 可以磨一把 $R3\text{mm}$ 的内圆弧的成形刀, 通过成形刀来实现 $R3\text{mm}$ 圆弧。成形刀如图 5, 缺点是刀具研磨困难, 对刀也较困难, 且不容易保证尺寸。

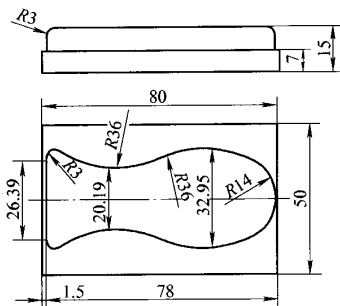


图 4

可以用 MasterCAM 自动编程软件来实现, 这使的程序较为复杂, 可读性较差。也可以用手工修挫的方法来实现, 可是工作量特别大, 且倒出的角一致性较差。

用上述固定程序加工可得出程序如下:

O0001

T1 M06 (换球头刀)

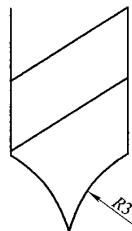


图 5

```

G90 G00 G54 S3000 M03 (设定工件坐标系)
G43 H01 Z100. M08 D01 (给定刀具长度补偿)
#1=4. (球刀半径)
#2=3. (要倒的圆弧半径)
#3=90. (起始角度)
#4= [#1 + #2] * SIN [#3] - #1
#5= [#1 + #2] * COS [#3] - #2
N10
G00 X-6. Y0
Z10.
G0 Z#4 F500
G10 L12 P01 R#5 (设定刀具偏置量)
G41 X1.5
Y13.196
G02 X5.598 Y15.99 R3.
G03 X40.44 Y13.23 R36.
G02 X71.95 Y12.43 R36.
G02 X71.95 Y-12.43 R14.
G02 X40.44 Y-13.23 R36.
G03 X5.598 Y-15.99 R36.
G02 X1.5 Y-13.196 R3.
G01 Y0

```

```

G00 Z10.
#3=90.-5. (度数每次递减 5°)
#4= [#1 + #2] * SIN [#3] - #1
#5= [#1 + #2] * COS [#3] - #2
IF [#3 GE 0] GOTO10 (给定循环直到角度为 0 时为止)
G00 Z100. M09
G28 Y0
M30 (程序结束)
%

```

我们发现用此程序可以简单快速的加工出图 4 棱边圆角, 程序要比用 CAM 编制的程序简短, 比手工修挫出的圆弧美观, 比用图 5 所示的成形刀铣出的圆弧尺寸要准确, 对刀要简单省时。

3. 结语

采用可编程的参数设定指令 G10 和宏程序编制的棱边倒圆角程序, 通过改变其中参数的方式, 用不同半径的球刀加工出不同半径的棱边圆弧。该程序灵活性较大, 进一步扩展了数控系统的功能, 程序大幅度简化, 提高了编程效率, 降低了编程差错率, 为解决一些特殊及复杂零件的加工程序编制问题打开了思路。❄

(收稿日期: 20070417)

(上接第 67 页)

具体改造方案如下: 改进原系统的卸荷回路, 另增加一条卸荷回路来改变卸荷量。原油路属于间隙回油, 当大流量、高压油通过该间隙时必然产生急剧的摩擦, 从而引起油温发热, 进而整个液压系统工作不稳。如果想把油温降下来, 最简单的办法是增加卸荷回路的回油量, 使油路畅通, 改造方法如图 3 所示。

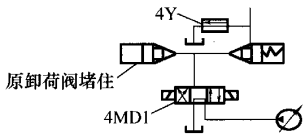


图3 改进后的插装阀卸荷回路

把原液压系统如图 2 中的插装阀阀芯去掉, 做一个如图 4 所示的堵头, 把这个堵头装入原阀心中以堵住原卸荷回路, 再从油泵出油到集成块的主油路上接入一液控三位四通阀, 型号为 4MD1, 该阀额定压力为 31.5MPa, 流量为 100L/min, 既可当溢流阀又可以在今后主缸油路的插装阀损坏时用来代替。

另外, 在主油路上加一个型号为 4Y 的溢流阀, 该

阀额定压力为 31.5MPa, 流量为 100L/min。加入该阀的目的是为了调节系统压力。因为原系统的卸荷部分也兼顾调节主压力, 现将该部分取消, 所以要加入该阀。

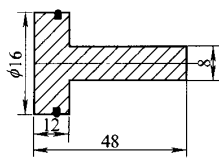


图4 堵头

这两个阀的性能都能满足该系统的要求, 通过以上的改进, 该系统运行良好, 解决了压力不稳和油温升高的问题。经测定该系统在工作一天后测量油温最高温度为 55℃, 平均温度为 45℃, 得到了稳定的压力, 问题得以解决。

3. 结语

通过改进后, 系统运行三个月, 该系统运行稳定, 工艺要求达到设定值, 满足质量要求。❄

(收稿日期: 20070516)