

变螺距螺纹数车编程

潘应晖

(武夷学院电子工程系, 福建 武夷山 354300)

摘要:变螺距螺纹在|些行业的用途极其广泛,数控车床上车削变螺距螺纹,要解决的关键问题之|是加工程序的编写。文章以西门子 802D 数车系统为例,阐述变螺距螺纹的数控加工原理及参数编程方法,并给出原程序,为生产中解决变螺距螺纹的加工提供参考依据。

关键词:变螺距 螺纹 编程 802D 数车系统

中图分类号: TG 659

文献标识码: A

引言

变螺距螺纹指螺纹螺距值不是固定的,而是沿着螺旋线方向逐渐的变大或减小,有等槽宽变螺距螺纹(图 1)和等牙宽变螺距螺纹(图 2)两种型式。

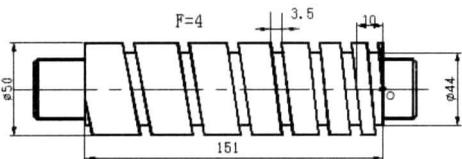


图 1 等槽宽变螺距螺纹

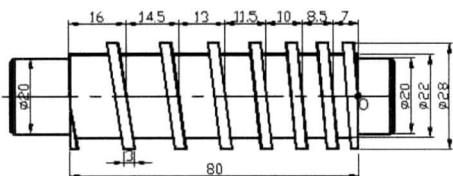


图 2 等牙宽变螺距螺纹

变螺距螺纹的应用非常广泛,在塑料、食品、轻纺工业和橡胶使用的挤出机械上,大量使用着各种类型的挤出螺杆,其中变螺距螺杆因螺距变化均匀,使丝杠螺旋槽的容腔也随之发生均匀变化,被挤压材料随螺旋槽容腔的减小而逐渐被挤紧、挤压力增大,被挤压材料自动、均匀的挤入到模具型腔中,因此具有压缩比大、压缩均匀、吃料情况好、出料口物料连续性好、送料均匀等诸多优点,挤出性能最佳;除此之外,在船舶上的变螺距螺旋桨、航空传输机械、高速离心泵上的变螺距诱导轮、汽车

前转向悬挂上的变螺距弹簧减振器以及变螺距螺旋桨动力装置等方面都得到很好的应用。

但是,如何精密地加工变螺距螺纹,在实际生产中存在较大的技术难度,传统加工方法通常有两类:一是在铣床上采用手工加工的方法完成,劳动强度大、精度低、效率低,且经常出现废品;二是在卧式车床进给系统中,增设一套凸轮变速机构辅助装置实现变速加工,虽然能保证精度,但所需技术难度较大,设计成本高,变螺距增量调整麻烦,不利于推广应用,导致其应用受到一定限制。现代数控系统具有强大的宏程序功能,用户通过变量编程运算,可大大提高数控机床的加工能力、加工效率,保证加工质量。笔者经过多年的实践探索,总结了变螺距螺纹加工的编程方法,可解决变螺距螺纹的技术难点。本文以西门子 802D 数车系统为例,针对变螺距螺纹加工编程进行探讨,为生产中解决类似问题提供参考。

1 螺距变化规律和成型工艺分析

1.1 螺距变化规律

变螺距螺纹的螺距变化规律是按等差数列规律排列,如图 1 图 2 所示,从数学知识可知,第 n 节螺纹的螺距长度 P_n 为:

$$P_n = P_1 + (n - 1) * F$$

对应 n 节螺纹长度 L_n 为:

$$L_n = P_1 + P_2 + \dots + P_n = n^2 * P_1 + n * (n - 1) * F / 2$$

式中: P_1 为第 1 节螺距; F 为螺距变化量; n 为第 n 节螺纹数; L_n 为 n 节螺纹长度。

1.2 成型工艺分析

加工固定螺距螺线, 只需主轴带动工件匀速转动, 刀具作轴向匀速移动车削, 就可形成等距螺旋线; 而加工变螺距螺线, 则一方面需主轴带动工件匀速转动, 另一方面还需刀具作轴向匀加(减)速移动才能形成变螺距螺旋线。一般普通车床, 刀具只能沿轴向匀速移动, 若要使刀具沿轴向匀加(减)速移动, 必需在进给装置中, 增加能实现匀变速运动的凸轮变速等附加机构, 改造成本较高; 现代数控车床所配的数控系统, 如西门子 802D 数车系统, 提供了车削变螺距螺线的功能指令 G34、G35 通过 R 参数变量运算, 可直接编程车削变螺距螺线。

车削变螺距螺线指令格式为:

G34 X... Z... I(K)... F... ; 螺距增加的螺线。

G35 X... Z... I(K)... F... ; 螺距减小的螺线。

其中“X... Z...”表示螺线切削终点的绝对坐标值, “I(K)...”表示 X 轴(或 Z 轴)的起始螺距, 取其中较大者, 另一个较小的螺距尺寸不用给出; “F...”表示螺距变化量。

2 变螺距螺线的加工

变螺距螺线有二种情况, 一种是等槽宽变螺距螺线(图 1), 一种是等牙宽变螺距螺线(图 2)。数控车床虽然提供了车削变螺距螺线的功能指令, 但如何用一定宽度的螺线刀, 加工出所需变螺距螺线, 必须由操作人员自行编程, 实际操作中存在一定的难度, 下面以西门子 802D 数车系统为例, 说明如何完成变螺距螺线的编程加工。

2.1 螺线分层车削

螺线在实际加工过程中, 由于深度不断加大, 刀具与螺线两侧面接触面积越来越大, 加工越来越困难, 轻则会产生振动, 增加刀具磨损, 重则出现扎刀、崩刀、断刀, 损坏加工工件。因此在变螺距螺线加工时, 一般要采取分层车削方法, 将螺线按一定深度分成若干层, 分层进行加工, 使每次车削的切削用量基本一样, 切削力基本相同, 从而降低加工的难度, 保证顺利完成螺线车削。

2.2 等槽宽变螺距螺线加工

加工等槽宽变螺距螺线, 可直接通过数控系统提供的变螺距螺线指令, 选择刀宽等于槽宽的刀具进行。以图 1 所示零件为例, 第一个螺距为 10mm, 螺距变化量为 $F = 4\text{mm}$, 以右端面中心点 O 为坐标系零点, 从坐标

系零点算起的螺距实际为 $F = 10 - 4 = 6\text{mm}$; 在车削螺线时因主轴升降速影响和安全考虑, 刀具起点必须离端面一定距离, 因此, 可把这一螺距看成是预车螺距, 选择切削起点距离坐标零点端面为 6mm 的位置; 因螺距的变化量为 4mm, 故起刀点的基本螺距为 $F = 6 - 4 = 2\text{mm}$, 根据上述分析计算, 利用相关数控指令, 即可进行编程加工。以某一刀精车程序如下:

```
.....
G00 X44 Z6 螺线加工起始点
G34 Z- 151 K2 F4 加工等槽宽变螺距螺线
.....
```

2.3 等牙宽变螺距螺线加工

等牙宽变螺距螺线加工, 比等槽宽变螺距螺线复杂, 理论上分析, 在加工螺线的过程中, 如果能使刀具宽度均匀变大(或变小), 即可符合要求, 但实际生产中刀具宽度是固定不变的, 因此不能仅通过变螺距螺线指令完成, 还必须通过改变螺距 K 和相应的起刀点来加工, 经多次循环反复, 逐渐完成等牙宽变螺距螺线车削, 其加工原理如下:

首先用变螺距螺线指令 G34(或 G35), 加工出一个等槽宽变螺距螺线; 第二刀切削时, 根据起点螺距偏移量, 将刀具起始点向端面靠近(或远离)所计算的偏移量, 同时基本螺距减小(或增大)相应的偏移量, 继续用变螺距螺线指令 G34(或 G35)加工螺线。依次类推, 第三刀、第四刀切削时, 刀具起始点同样再向端面靠近(或远离)一定的偏移量, 基本螺距再减小(或增大)一定的偏移量, 直至加工到等牙宽变螺距尺寸要求为止。

起点螺距偏移量可通过下面公式计算, 以图 2 所示方形等牙宽变螺距螺杆为例, 由图 2 可知螺距增量为 $F = 1.5\text{mm}$, 其中第一个螺距为 7mm, 最大螺距为 16mm, 以 O 点为坐标系零点, 选择刀宽为 3mm 的方形牙刀, 第一刀车削后:

$$\text{轴向剩余最大余量} = \text{最大螺距} - \text{牙宽} - \text{刀宽} = 16 - 3 - 3 = 10\text{mm}.$$

$$\text{剩余部分车削刀数} = \text{轴向剩余最大余量} \div \text{刀宽} = 10 \div 3 = 3.333 \text{ 取整数, 需车削 } 4 \text{ 刀}.$$

$$\text{第一刀车削后轴向剩余最小余量} = \text{第一螺距} - \text{牙宽} - \text{刀宽} = 7 - 3 - 3 = 1\text{mm}.$$

$$\text{起点螺距偏移量} = \text{轴向剩余最小余量} \div \text{剩余循环刀数} = 1 \div 4 = 0.25\text{mm}.$$

3 变螺距螺线加工编程

为方便使用, 根据上述原理, 将变螺距螺线加工部分编写成一个子程序, 主程序调用时只需先将变螺距螺

纹的初始参数赋值,即可调用子程序进行实际加工,大大提高了编程效率。

主程序 MYAAA.MPF如下:

```
G 54 M 03 S200 G90 T1
```

```
G 0 X 50 Z 50
```

```
R0= 0 螺纹起始点的 Z坐标
```

```
R1= 28 螺杆大径
```

```
R2= 22 螺杆小径
```

```
R3= 3 直径方向分层切削次数
```

```
R4= 7 螺杆初始螺距
```

```
R5= 1.5 螺距变化量
```

```
R6= 16 螺杆终点螺距
```

```
R7= 3 螺纹牙宽
```

```
R8= 3 加工螺纹的刀具宽度
```

```
R9= 1; 加工类型参数, 0 为等槽宽变螺距螺纹, 1
```

为等牙宽变螺距螺纹

```
MYBBB 加工变螺距螺纹子程序
```

```
G 0 X 50 Z 50
```

```
M 05 M 02
```

加工变螺距螺纹子程序流程图如图 3

具体子程序 MYBBB.SPF 如下:

```
R10= R6- R7- R8 第一刀车削后轴向剩余最大
```

余量

```
IF R4< R6 GOTO F WW
```

```
R20= - 1; 螺距逐渐减小的螺纹
```

```
GOTO F QQ
```

```
WW: R20= 1; 螺距逐渐增加的螺纹
```

```
QQ: R21= ABS(R6- R4) /R5+ 1 螺纹节数
```

```
R22= R21* R4+ R20* R21* (R21- 1)* R5/2
```

螺纹长度

```
IF ABS ( R10/R8 - TRUNC ( R10/R8 ) ) < 0. 001
```

```
GOTO F CC 1
```

```
R11= TRUNC(R10/R8) + 1
```

```
GOTO F DD 1
```

```
CC1: R11= TRUNC ( R10/R8); 等牙宽变螺距纵向
```

(Z轴)车削刀数

```
DD1: IF R9= 1 GOTO F EE 1
```

```
R12= 0
```

```
GOTO F FF 1
```

```
EE1: R12= (R4- R7- R8) /R11; 等牙宽变螺距,
```

每次起点螺距偏移量

```
FF1: R13= 1; 直径方向分层切削计数
```

```
BB R14= R1- (R1- R2) /R3* R13 分层切削时
```

X坐标

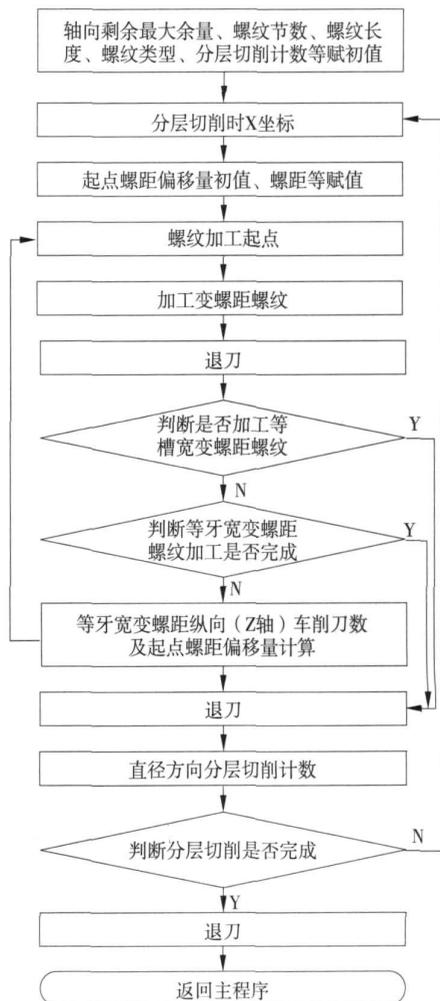


图 3 加工变螺距螺纹子程序流程图

```
IF R9= 1 GOTO F GG
```

```
R18= 0
```

```
GOTO F YY
```

GG: R18= R11; 每层开始切削时, 等牙宽变螺距纵向(Z轴)车削刀数重新赋值

```
YY: R19= 0 起点螺距偏移量初值
```

```
R15= R4- R5* R20 端面起点处的螺距
```

```
HH: G0 Z= R0+ R15- R19 X= R14 螺距加工起点
```

```
IF R20< 1 GOTO F RR
```

```
G34 Z= R0- R22 K= R15- R5* R20- R19 F=
```

R5 螺距逐渐增加的螺纹切削

```
GOTO F TT
```

RR: G35 Z= R0- R22 K= R15- R5* R20- R19 F = R5 螺距逐渐减小的螺纹切削

```
TE: G0 X= R1+ 5 X方向退刀
```

```
Z= R0+ 5 Z方向退刀
```

```
IF R9< 1 GOTO F KK; 加工等槽宽变螺距螺纹
```

```
IF R18< = 0 GOTO F KK; 加工等牙宽变螺距螺纹
```

完成

R18= R18- 1; 等牙宽变螺距纵向(Z轴)车削刀数

计数

R19= R19+ R12 起点螺距偏移量计算

GOTOB HH

KK G0 Z= R0+ 5; Z方向退刀

R13= R13+ 1; 直径方向分层切削计数

IF R13< = R3 GOTOB BB; 继续直径方向下一层切

削

G0 X= R1+ 5; X方向退刀

Z= R0+ 5; Z方向退刀

RET

4 结 论

实践证明: 该程序不仅适用于西门子 802D 数控系统, 比该系统更高级的 810D、840D 系统同样适用; 该编程方法还能用于不同类型(普通螺纹、梯形螺纹、矩形螺纹或蜗杆等)、不同增量的变螺距螺纹零件的加工, 有效地缩短加工时间, 提高加工效率, 起到事半功倍的效果。由于采用 R 参数编程, 只需在主程序中, 根据实际变螺距螺纹情况, 更改相关变量的初值即可, 毋需修改子程序, 具有很强的实用性, 扩展了数控机床的应用

范围, 具有一定的借鉴参考作用。

参 考 文 献:

- [1] 西门子股份公司. SNUMER K 802D/802D base line 操作编程-车床[M]. 2003(11).
- [2] 邱爱红, 龚曙光, 谢桂兰, 等. 变径变螺距螺旋轴参数化模型及性能仿真[J]. 机械工程学报, 2008, 44(5): 131-136
- [3] 刘伟, 余英良. 大尺寸变螺距丝杠的数控加工[J]. 农业机械学报, 2006, 37(5): 148-152
- [4] 陈文杰, 张辉, 孙大鹏, 等. 用 G34 加工可变导程螺纹的具体措施[J]. 制造业自动化, 2007, 29(6): 86-88.
- [5] 杨德卿, 邓建党, 余英良. 数控加工变螺距丝杠的研究[J]. 机电产品开发与创新, 2007, 20(6): 200-202
- [6] 彭中年, 刘运琴, 王海叶. 基于可变导程螺纹加工程序的探讨[J]. 机械研究与应用, 2009, 22(2): 71-72, 75
- [7] 刘康, 余玲, 张孝先. 包络法螺纹车削及其仿真分析[J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2007, 20(1): 6-9.

Variable Pitch Thread CNC Lathe Programming

PAN Ying-hui

(Electronic Engineering Department, Wuyi Institute, Wuyishan 354300, China)

Abstract Variable pitch thread is widely used, but when it is processed on the CNC lathe, one of the key problems is the preparation of processing. As an example of Siemens 802D CNC lathe system, the paper explains its numerical control processing principle and the parameter programming method, and then gives the original program. At the same time, it will offer reference for resolving the problem in the process of variable pitch thread.

Key words variable pitch; thread; programming; 802D CNC lathe system