

车削大直径多头梯形内螺纹工艺

■ 中车永济电机有限公司（山西 044502） 周国安 方 毅

摘要：针对大直径多头梯形内螺纹的加工难点，利用数控立车设备加工该类工件，详细介绍了加工工艺，刀具选用及要求，相关尺寸计算，数控宏程序的编制技巧，过程问题的处理方法。



大直径多头梯形内螺纹导程大，加工难度高，公司承接了国外大型挖泥船铰刀头的机械加工任务，该部件中有一梯形螺纹如下图所示（成品），大径645~646mm，小径580.3~581.3mm，螺纹长度750mm，牙型角30°，螺距60mm，导程240mm，四头梯形右旋内螺纹。

1. 加工工艺分析

此类工件由于工件尺寸大，螺纹槽深，加工余量大，结合公司现有设备，选定数控立车VL-1600进行加工，系统为FANUC 0I-TD,加工分粗车和精车两步完成，粗车时将螺纹槽型加工出来，去除大部分加工量，螺纹牙侧和底面留量，精车时加工牙两侧和底面，保证螺纹尺寸精度和表面粗糙度，

2. 刀具选用

(1) 刀具的选择。考虑到螺

纹槽深尺寸大，使用梯形螺纹车刀加工时，无论采用何种进刀方式，螺纹车刀的侧面都会参与切削，当螺纹加工深度达到一定尺寸时，车刀侧面参与切削的刃长太大，导致刀具振刀严重，可能出现扎刀等质量问题，同时，粗车加工量大，刀具磨损严重，必须进行中间换刀，换刀时，对刀的误差，操作工的操作技能都会直接影响到螺纹尺寸的精度，甚至造成报废，综合考虑后，决定使用机加切槽刀加工，这样可以避免频繁换刀和对刀造成的质量问题。更有利于批量生产，提高加工效率。

(2) 刀具尺寸的确定。为避免刀具振刀，在满足刀具加持及加工尺寸条件下，伸出部分尽量短，其次，刀柄方体加持部分尺寸尽量大（本机床最大32mm）；刀体端头部分要做成角度<30°的锥形，最大限度提高刀具的刚性，根据加工实践，在加工过程中，刀具相对工件螺旋向下运动，为了保证最佳切削状态以及车刀相对工件的运动方向和螺纹旋转槽方向平行，在加

工时，刀具切削刃需要倾斜一个角度，这时需要计算螺纹升角 ψ 。多头螺纹升角按导程计算。

$$\tan\psi = Pn/\pi d_2$$

式中， P 为螺距； n 为螺纹头数； d_2 为螺纹中径。

(3) 刀具的装夹。加工时采用了机加刀具，磨损后只需更换刀片即可，所以，刀具的装夹很关键，其直接影响到螺纹槽牙型角的精度。刀具装夹首先要保证夹持部分牢固稳定，防止加工过程中松动；其次要保证刀柄部分水平，在对刀时，检查刀具底面切削刃和小径内圆间隙。

3. 程序的编制

(1) 编制程序思路。①粗车时，螺纹槽深度尺寸大，为避免侧面对刀具的影响，最终选择逐层切削的方式进行加工，每一层槽宽尺寸都比上一层槽宽尺寸小，这样，在加工到每层两边时，上一层已加工的侧面都不会给刀具侧刃造成影响。程序编制采取两层嵌套循环编制。②精车时，仍采取逐层切削加工，取消中间部分循环，每层只需上下两刀，对称加工螺纹槽的两侧面

即可，这样做的优势是，能尽快确认螺纹槽尺寸，便于及时调整补偿。避免重复返工造成时间浪费。

(2) 粗车程序编制。程序Z原点设置在工件最上端面，X原点以工件小径内圆对刀来确定。

```
%
O0001
G28W0
G0X746T0313
G0Z0
M03S15
M08
#2=580.8; 螺纹小径
#3=60; 螺距
#4=37.8; 螺纹槽顶宽度
#5=32.35; 螺纹槽深
#7=4; 切槽刀刀宽
#8=0.3; 精车留量
#11=0.9; 步距系数
#13=0; 根部圆弧
#18=30/2; 螺纹牙型半角
#17=0.3; X向每次进给量
#26=755; 螺纹长度
#21=#17; 断点参数
#6=#5-#13+SIN[#18]*#13
#14=#6*2; 螺纹底部直径尺寸
#10=#4-#8*2-#7; Z向循环距离
#12=#7*#11; 步距
WHILE[#21LE#14]DO2
#16=#10-#21*TAN[#18]
#23=0; 层间循环变量
WHILE[#23LE#16]DO1
[0+#8+#21*TAN[#18]/2+#23]
G92X[#2+#21]Z-#26F240; 第一头
螺纹车削
0Z[#3+#8+#21*TAN[#18]/2+#23]
G92X[#2+#21]Z-#26F240; 第二头
```

```
螺纹车削
G0Z[#3*2+#8+#21*TAN[#18]/2+#23]
G92X[#2+#21]Z-#26F240; 第三头
螺纹车削
G0Z[#3*3+#8+#21*TAN[#18]/2+#23]
G92X[#2+#21]Z-#26F240; 第四头
螺纹车削
G28W0
#23=#23+#12
END1
(以下为每层的最后一刀车削)
G0Z[0+#8+#21*TAN[#18]/2+#16]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3+#8+#21*TAN[#18]/2+#16]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3*2+#8+#21*TAN[#18]/2+#16]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3*3+#8+#21*TAN[#18]/2+#16]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G28W0
#21=#21+#17
END2
M30
(3) 精车程序编制。精车程序和粗车程序编制思路相同，只是去除中间循环部分。留量变量参数初始值设置为0。
%
O0001
G28W0
G0X746T0313
G0Z0
M03S15
M08
```

```
#2=580.8; 螺纹小径
#3=60; 螺距
#4=37.8; 螺纹槽顶宽度
#5=32.35; 螺纹槽深
#7=4切; 槽刀刀宽
#8=0.3; 精车留量
#11=0.9; 步距系数
#13=0; 根部圆弧
#18=30/2; 螺纹牙型半角
#17=0.3; X向每次进给量
#26=755; 螺纹长度
#21=#17; 断点参数
#6=#5-#13+SIN[#18]*#13
#14=#6*2
#10=#4-#8*2-#7
WHILE[#21LE#14]DO1
#16=#10-#21*TAN[#18]
G0Z[0+#8+#21*TAN[#18]/2]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3+#8+#21*TAN[#18]/2]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3*2+#8+#21*TAN[#18]/2]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3*3+#8+#21*TAN[#18]/2]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G28W0
G0Z[0+#8+#21*TAN[#18]/2+#16]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3+#8+#21*TAN[#18]/2+#16]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3*2+#8+#21*TAN[#18]/2+#16]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
G0Z[#3*3+#8+#21*TAN[#18]/2+#16]
G92X[#2+#21]Z-#26F240
END1
4. 注意事项
使用G92编程时，螺纹分度
```

GCr15大长径比微小孔钻削

■ 西安飞行自动控制研究所 (陕西 710065) 肖 荣 金艳玲 陈苏丽

摘要: GCr15是高碳铬轴承钢的代表钢种,在GCr15上钻削12:1的 $\phi 0.5$ 小孔加工难度大。本文从零件材料、刀具、切削参数以及冷却等方面对GCr15的大长径比微小孔钻削进行阐述,介绍此类孔在小台车上加工的关键技术。

1. 技术背景

GCr15,高碳铬轴承钢的代表钢种。由于其综合性能好,具有高而均匀的硬度,良好的耐磨性和高的接触疲劳寿命,被广泛地用于航空、航天产品上。但就加工性能来讲,其硬度较大、较黏,属于一种难加工材料;而且国产轴承钢在精炼过程中有较多的非金属夹杂物,主要有氧化物铝酸钙、镁铝尖晶石等,硫化物MnS和CaS,以及氧化物与氯化物的复合夹杂,这些夹杂物形成局部硬点,给加工带来难度。如图1所示,某GCr15产品上 $\phi 0.5$ mm的小孔对控制流量起着非常重要的作用,孔深约6mm,是典型的

大长径比(12:1)微小孔。

2. 加工方法探索

(1) 加工刀具选择。①Co高速钢钻头。因为零件材料硬度较高,Co高速钢钻头磨损较快,切削刃易磨钝,摩擦力急剧上升,机床出现闷车现象,刀具容易折断,因此无法满足加工要求。②通用合金钻头。通用合金

钻头,切削刃较长,刀具相对单薄,当钻头接触到零件材料中夹杂的非金属杂质时,零件发烫,钻头发尖锐声音,很快折断,亦无法满足加工要求。③自制扁钻。在综合考虑小孔的加工特点和零件材料特点后自制刀具,选定YL10.2和YD15合金棒。

YL10.2用于高速车削、铣

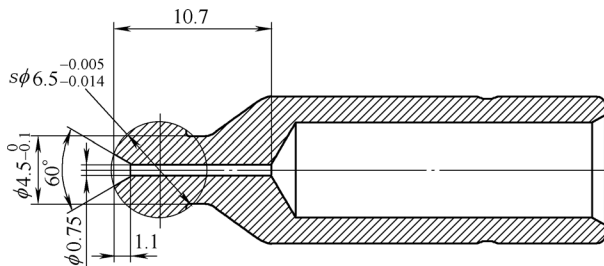


图1 某GCr15产品结构图

起始角度跟转速有关,关闭机床对起始分度无影响。

起始转速需固定,加工过程中不能随意更改转速,否则,会导致四头螺纹分度出现偏差。

进入螺纹切削过程时,切忌断开电源或紧急停车,容易造成装车事故。

程序编制时,要适当补偿刀具刀尖圆弧影响,只需要修改螺纹槽顶宽度参数。

5. 结语

通过实践,使用G92指令加工此类螺纹,程序编制灵活,各点控制方便,程序通用性强,对于此类螺纹,只需变换相关参数,即可满足所有此类螺纹的加工编程要求。且加工过程易于控制,操作简单,采用机加刀具加工,螺纹牙型角通过程序得到保证,工艺稳定,避免了刀具系统

造成人为质量问题,降低了操作技能要求,提高了加工效率。

参考文献:

- [1] 陈海舟. 数控铣削加工宏程序及应用实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [2] 孙德茂. 数控机床铣削加工直接编程技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

MW (收稿日期: 20170818)