文章编号: 1008-1542(2005) 03-0230-03

大直径大导程多头梯形螺纹数控编程研究

范淑果[1], 韩彦军[2], 郝宏伟[3]

(1. 河北师范大学职业技术学院, 河北石家庄　050031; 2. 石家庄铁道学院机械工程分院, 河北石家庄　050017; 3. 河北工业职业技术学院机电系, 河北石家庄　050019)

摘　要: 为了加工大直径零件上的大导程多头梯形内螺纹, 需将 CQ5250 立车改造为西门子数控系统的数控车床。根据周向分度法基本原理进行分度, 采用斜向单面车削与左右扩削相结合的加工方法, 利用所编制的加工程序加工大直径大导程多头左旋梯形内螺纹, 既能够保证螺纹的加工精度, 又可以减少刀具重磨和重定位次数, 缩短辅助时间, 提高生产效率。

关键词: 大直径; 大导程; 多头梯形螺纹; 数控编程

中图分类号: TH16　　文献标识码: A

Numerical control programming research of the large diameter and steep-lead multiple-trapeziform screw thread

FAN Shu-guo[1], HAN Yan-jun[2], HAO Hong-wei[3]

(1. Vocation and Technology Institute, Hebei Normal University, Shijiazhuang Hebei 050031, China; 2. College of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang Hebei 050017, China; 3. Department of Machinery and Electronics, Hebei Institute of Vocation and Technology, Shijiazhuang Hebei 050019, China)

Abstract: In order to machine steep-lead multiple-trapeziform screw thread of large diameter parts, CQ5250 vertical lathe is modified to suit siemens numerical control system lathe. According to the method of circumferential indexing, by using the machining method of the slant single-sided turning and left-right combined, by using numerical control machining procedure, large diameter and steep-lead multiple-trapeziform screw thread is worked. The method not only guarantees the machining precision, but also reduces the times of the cutter regrinding and reorientation, reduces accessorial time, and improves production efficiency.

Key words: large diameter; steep-lead; multiple-trapeziform screw thread; numerical control programme

某公司承揽了上海航道局新海龙挖泥船所用泵上的叶轮机械的加工任务。该叶轮材料为耐磨钢, 硬度 HRC 为 35~ 40, 外径 Φ为 2 470 mm。该叶轮零件上有一 $T_r400\times160(P40)$–LH 的大直径大导程多头梯形左旋内螺纹。该叶轮外径较大, 加工其上内螺纹比较困难。为此, 笔者将用于加工普通多头螺纹的 CQ61125 普通卧车进行改造, 将其床头箱垫高, 垫高后的 CQ61125 普通卧车的加工规格已拓宽至极限 Φ为 1 500 mm, 但仍然不能加工该大直径叶轮的多头梯形左旋内螺纹。于是, 笔者决定将 CQ5250 立车改造为数控车床, 使用西门子数控系统, 将原 CQ5250 立车的横向和纵向的机械进给改装为由步进电机控制的自动进给, 将原 CQ5250 立车的手工控制的右刀架改造成由计算机控制的自动转位, 并对主轴安装了数字编码器, 为完成车削螺纹时主轴与刀架的联动提供了保证。

收稿日期: 2004-11-17; 修回日期: 2005-04-20; 责任编辑: 李　穆

基金项目: 河北省科技攻关项目(03212177)

作者简介: 范淑果(1963-), 女, 河北正定人, 副教授, 硕士, 主要从事机械设计、制造及 CAD/CAM/CAPP 方面的教学与研究工作。

1　多头螺纹分度方法

车削多头螺纹的关键在于解决螺纹的分度, 螺纹的分度既要简便又要准确。分头不准确会出现分头误差, 会使螺距不等, 严重影响配合精度, 降低使用寿命, 也影响产品质量。

1.1　轴向分度法基本原理

车削多头螺纹可用退刀程序解决。如图 1 所示, 以 A 点作为第 1 头螺纹的起点, 利用螺纹程序反复车好第 1 头螺纹后, 再用退刀程序退至 G 点作为第 2 螺纹的起点, 依此类推, 即可车削多头螺纹。设导程为 F, 头数为 K, 则每头的退刀距离为 $H = F/K$。以 H 值编制退刀程序, 同时, 将其后螺纹程序中的螺纹走刀长度每头相应增加 H 值, 以保证各头螺纹终点的一致。

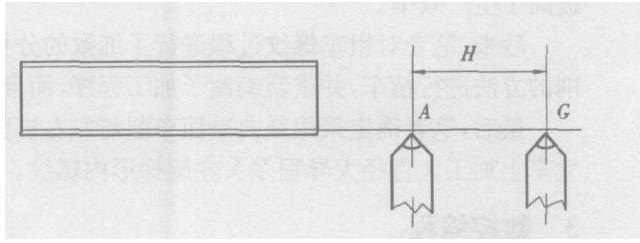

图 1　轴向分度法车削多头螺纹的原理

Fig. 1　Theory of turning the multiple thread by axial graduated method

1.2　周向分度法基本原理

数控车床主轴转动与刀架进给运动之间没有直接的机械连接, 一般车削螺纹时微机是通过检测与主轴同步旋转的脉冲信号发生器(圆光栅编码器) 发出的信号来协调主轴与刀架的运动(主轴旋转 1 周, 刀架进给 1 个导程) 。

脉冲信号发生器在回转过程中发出 2 种信号: 一种是零件脉冲信号(每转 1 个) ; 另一种是主光栅脉冲信号(由主光栅条纹数决定) 。微机通过对零件脉冲信号的采集来控制刀架在每次切削深度方向进给后, 轴向于同一点切入工件, 保证循环切削而成的螺纹不乱扣; 通过对主光栅脉冲信号的采集计数, 控制刀架的运动速度, 保证被加工螺纹的导程正确[1] 。

轴向分度法车削多头螺纹是目前数控系统普遍采用的方法, 但是该方法不仅编程繁琐、程序冗长, 而且由于其必须额外地移动 1 个螺距, 对于有顶尖或轴肩的螺纹可能会因为顶尖或轴肩的干涉, 车刀没有退刀的余地, 致使螺纹无法加工[2] 。针对这些问题, 笔者决定采用周向分度法来加工叶轮零件上的大直径多头左旋梯形内螺纹。

2　多头螺纹加工

2.1　确定螺旋升角

T_r400 × 160(P40) -LH 是公称直径为 400 mm、导程为 160 mm、螺距为 40 mm、牙型角为 30°的 4 头梯形左旋内螺纹, 通过计算可知其螺旋升角为 7.6°。

2.2　设备选择

该叶轮外径较大, 在经常加工同类多头螺纹的 CQ61125 普通卧车上加工其多头左旋梯形内螺纹无法实现。于是, 笔者与齐齐哈尔第一机床厂合作, 将 CQ5250 立车改造为数控车床。使用西门子数控系统, 将原 CQ5250 立车的横向和纵向机械进给改装为由步进电机控制的自动进给, 将原 CQ5250 立车的手工控制的右刀架改造成由计算机控制的自动转位, 并对主轴安装了数字编码器, 为完成车削螺纹时主轴与刀架的联动提供了保证。

2.3　螺纹车刀的选用

叶轮材质为耐磨钢, 软化时硬度 HRC 为 25~ 30, 硬化后硬度 HRC 为 35~ 40。在确定软化车螺纹、硬化修螺纹的车削工艺后, 考虑刀具的耐用度和耐冲击性, 首选螺纹车刀材质为 YG 类焊接刀(俗称铸铁刀或 8 号刀) 。

螺纹车刀 2 侧切削刃的后角分别选择为(3°~ 5°) + 7.6°和(3°~ 5°) - 7.6°, 采用轴向安装螺纹车刀, 这样, 虽然会产生较大的螺纹牙型半角误差, 但所加工的螺纹经过轴头螺纹规修正后, 仍能保证螺纹的加工精度, 并且可以降低螺纹车刀的安装难度。

2.4　加工方法的确定

数控车床能严格地保证螺纹的加工精度, 然而目前车床数控系统一般只有单头螺纹的加工指令, 要实现多头螺纹的加工只能采取轴向分度法(即以轴向移动 1 个螺距来车削多头螺纹的方法) 。与轴向分度法相比, 周向分度法可避免螺纹分度时刀具与顶尖或轴肩的碰撞事故, 所以, 笔者决定利用周向分度法来加工大直径大导程多头左旋梯形内螺纹。

起初, 在粗车叶轮螺纹时, 笔者摸索出 1 套径向直切和左右扩削相结合的加工方法, 采用圆周分头法进行分线, 自行编制了加工程序。将牙型分成 8 层进行粗车, 一共进行 26 次粗车循环。每次循环对程序仅需进行几个参数的调整即可实现粗车, 大大降低了操作难度, 减少了刀具重磨和重定位次数, 缩短了辅助时间, 提高了生产效率。

后来, 笔者对粗车螺纹过程进行了细致的分析, 认为径向直切法不适合精车螺纹, 故确定用斜向单面车削的方法进行精车, 并重新编制了加工程序, 而且此程序也同样适用于粗加工。

最后, 笔者确定采用斜向单面车削与左右扩削相结合的加工方法, 在西门子数控系统改造后的 CQ5250 立车上加工大直径大导程多头左旋梯形内螺纹。

3 数控编程

利用周向分度法基本原理进行分度, 运用斜向单面车削与左右扩削相结合的加工方法, 加工 $T_r400\times160(P40)$–LH 大直径大导程多头左旋梯形内螺纹的加工程序如下。

主程序 TKLH1604.MPF

```
N10 G54
N40 G0 X= 20.0 Z= R8
N20 R1= 0 R2= 4 R4= 610 R5= 10 R6= 60 R7= 15
R8= 7.8
N30 G0 X= 0 Z= 0
N50 G0 Z= IC(- R4)
N60 G0 X= R1
N70 L1110002 P= R2
N80 G0 X= - 20.0
N90 G0 Z= 0
N100 M30
    eof
```

子程序 L1110002.SPF

```
N10 G1 X= IC(R5) F300.0
N20 G33 Z= IC(R4) K160 SF= 15
N30 G1 X= IC(- R6) F300.0
N40 G0 Z= IC(- R4)
N50 G1 X= IC(R6)
N60 G33 Z= IC(R4) K160 SF= 105
N70 G1 X= IC(- R6) F300.0
N80 G0 Z= IC(- R4)
N90 G0 X= IC(R6)
N100 Z= IC(R4) K160 SF= 195
N110 G1 X= IC(- R6) F300.0
N120 G0 Z= IC(- R4)
N130 G0 Z= IC(R6)
N140 G33 Z= IC(R4) K160 SF= 285
N150 G1 X= IC(- R6) F300.0
N160 R4= R4+ R5* TAN(R7)/2
N170 G0 Z= IC(- R4)
N180 G0 X= IC(R6)
N190 RET
```

该程序中, $R1$ 为 X 轴定位点(单位为 mm); $R2$ 为车削次数, 即子程序调用次数; $R4$ 为起刀点(单位为 mm); $R5$ 为每次吃刀深度(单位为 mm); $R6$ 为退刀距离(单位为 mm); $R7$ 为刀具角度(15°为牙型上面, –15°为牙型下面); $R8$ 为 Z 轴定位点(单位为 mm)。

第 1 步, 分 4 次循环, 斜向单面切削上面, 消除牙型上面参差不齐现象: 1) $R1=0$, $R2=20$, $R4=610$, $R5=0.5$, $R6=60$, $R7=15$, $R8=8.5$; 2) $R1=10$, $R8=7.16$; 3) $R1=20$, $R8=5.82$; 4) $R1=30$, $R2=24$, $R8=4.48$。

第 2 步, 再分 4 次循环, 斜向单面切削牙型下面, 消除参差不齐现象: 5) $R1=0$, $R2=20$, $R4=610$, $R5=0.5$, $R6=60$, $R7=-15$, $R8=-8.5$; 6) $R1=10$, $R8=-7.16$; 7) $R1=20$, $R8=-5.82$; 8) $R1=30$, $R2=24$, $R8=-4.48$。

第 3 步, 使用若干次循环, 分别对上、下面光刀, 直至轴头螺纹规能够旋和下去为止, 并预留出螺纹硬化变形收缩量。$R1=0$, $R2=4$, $R4=610$, $R5=11$, $R6=60$, $R7=\pm15$, $R8=$ 调整量(每次 0.1 mm)。

4 结 论

实践证明: 在西门子数控系统的立车上可加工大直径和大导程多头左旋梯形内螺纹, 利用周向分度法基本原理进行分度, 采用斜向单面车削与左右扩削相结合的加工方法, 这一方案是正确的、合理的。利用所编制的加工程序加工叶轮上的螺纹, 既能够保证螺纹的加工精度, 又可以减少刀具重磨和重定位次数, 缩短辅助时间, 提高生产效率。

参考文献:

[1] 吴祖育, 秦鹏飞. 数控机床[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
[2] 任玉田. 机床计算机数控技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1996.