

双线丝杠的数控车削

九江海天设备制造有限公司 (江西瑞昌 332209) 黄红新 阙庭 陈建平 付 彧

我公司承制某产品时有一零件局部如图1所示,该丝杠左旋、右旋矩形槽以轴心线对称,两端圆弧平滑过渡,无退刀槽且两端平滑过渡位置均应达到图示槽深尺寸要求,螺距大且为非标螺距,法向尺寸精度要求高。本单位因无车铣床或带旋转轴的加工中心,只能使用普通数控车床进行加工,数控车床配西门子802D数控系统。

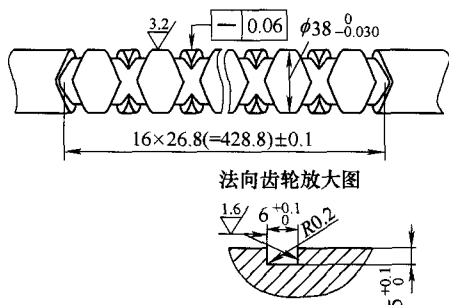


图 1

1. 加工工艺分析

(1) 本产品为细长轴类零件,为防止其在加工过程中因内应力及切削应力等因素的作用下发生变形,需要增加多次时效去应力处理的工序,并在加工过程中采用夹、顶装夹,跟刀架跟随加工。

(2) 双线丝杠无进退刀槽,而螺纹深度在428.8mm的长度范围内均应保证 $5^{+0.1}$ mm尺寸要求。按常规加工,在螺纹两头进行退刀则无法保证其深度要求,且其左、右旋槽难以满足其轴心线对称的要求。经过在数控机床上采用试件试加工后,采用G33螺纹指令进行连续往复切削,可以在无进退刀槽的情况下满足槽深及左、右旋槽轴心线对称的要求。

(3) 零件的左右螺旋槽的螺纹导程为26.8mm,

为非标准大导程螺纹。根据车床加工原理,把矩形槽的顶部和根部沿周长展开,并按1:1将螺纹导程26.8mm在CAD软件上绘制,如图2所示。由于其螺纹导程较大且直径较小,导致其槽顶部与槽根部的螺纹升角分别为 12.853° 和 16.945° ,角度相差较大。按图要求保证法向尺寸为 $6^{+0.1}$ mm时,假设使用的刀具宽度为6.27231mm,从槽根部周长展开图来看,其槽宽的法向尺寸正好是6mm。但是从槽的顶部展开图来看,使用宽度为6.27231mm的刀具加工出来的法向槽宽为6.11998mm。由此图可以得出,槽的根部按最小值6.0mm制作宽度为6.27231mm的刀具时槽顶为6.11998mm,槽顶与槽底相差尺寸为0.11998mm($6.11998 - 6.0 = 0.11998$ mm),此尺寸已经超出了 $6^{+0.1}$ mm的公差范围。而刀具宽度只能是一个固定的尺寸,不能根据槽深的变化而变化,因此按照正常螺纹加工的方法无法达到图样要求。

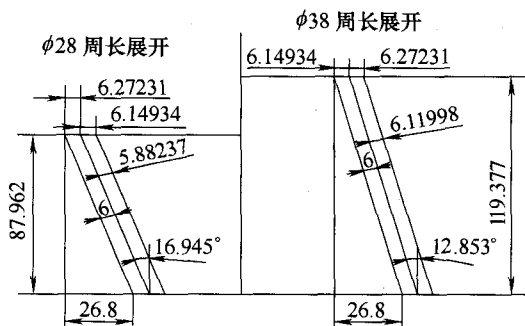


图 2

根据工艺分析得出结论:如果要在数控车床上加工此类大螺距小直径的丝杠,主要是解决因螺纹升角的变化而导致法向槽宽尺寸产生变化的问题,提出了通过由程序控制在槽顶向槽底逐步进给的过程中进行轴向补偿的加工方案,来保证其法向尺寸

的要求。

2. 加工刀具的选择

根据提出的加工方案,首先对刀具进行选择和改进。由图2知,最大螺旋升角可达 16.945° ,因此刀具两边侧刀刃必须大于或等于此角度,否则刀具后刀面就会刮到矩形槽的侧边。

根据刀具公司提供的样本,此类工件没有完全适合的刀具供选择。本工件材料为0Cr17Ni4Cu4Nb经固熔处理,整体硬度达350HBW,工件表面粗糙度值 $R_a=1.6\mu\text{m}$,断续切削;普通刀具刃磨成符合要求的角度后强度差,易磨损。经综合考虑决定,选择肯纳公司生产的NR3225P4切槽刀杆与NG4M500RK刀片组合刀具做精加工刀具,粗加工刀具用普通刀磨制,对刀片的后角及侧面刃改制成符合要求的(见图3)角度。

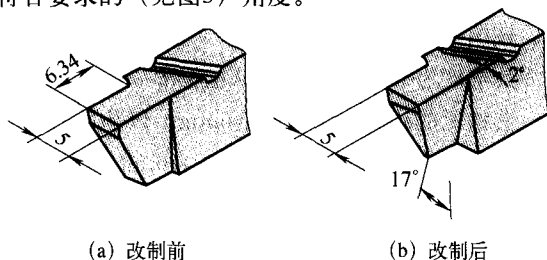


图 3

3. 加工顺序及程序编制

加工分为粗加工和精加工。粗加工对槽两侧及槽底去除大部分加工余量,精加工对槽两侧及槽底成品。工件零点设置在螺纹起点与外圆相交的位置,程序编制时应尽可能采用条件跳转指令简化程序编制工作,做到简单易懂。

(1) 粗加工:由于零件没有退刀槽,根据此情况采用了三个连续的G33指令进行编程,采取往复螺纹切削的同时以逐步切深的方法将大部分加工余量去除。在去除槽底余量后不能直接退出,否则会对矩形槽造成破坏,应采用顺螺纹方向退刀的方法,编制的部分粗加工程序如下。

```
主程序
Z0X0
MM: G33Z-13.4 X=R2 K26.8 SF=0;
G33 Z-428.8 K26.8;
G33 Z0 K26.8;
R2=R2-0.2;
IF R2>=-10 GOTOB MM;
```

```
G33 Z-26.8 K26.8;
G33 Z-53.6 X0 K26.8;
```

(2) 精加工:由零件法向尺寸精度分析结论得出,要保证槽底及槽顶的法向截面为同一尺寸,必须由槽顶向槽底进给时逐步进行补偿0.119 98mm(约为0.12mm,这里按0.12mm进行补偿)。因此在螺纹加工的过程中,从槽顶到槽底径向进给的同时逐步轴向单边补偿量为0.06mm,使用刀具的宽度为5mm,所以在程序的编制中应对刀具Z向进行偏置,槽宽取中差加工即为6.55mm,得出朝一侧偏置尺寸为0.775mm。由于使用的是普通数控车床,Z向没有第二轴可以使用,经过多次实践摸索,终于得出可通过数控系统中变螺距的功能对其进行逐步补偿。编制精加工左、右矩形槽左侧的程序如下:

```
主程序
TRANS Z-0.775; (Z轴偏置)
R1=0 R2=0.06 R3=10 R4=0.1 R6=0; (设置变量)
R5=R4*R4/R3; (确定径向进刀与轴向补偿量的关系)
Z0X0;
MM:G33 Z=-13.4-R6 X=R1 K26.8;
G33 Z=-428.8-R6 K26.8;
G33 Z-26.8-R6 K26.8;
R6=R6+R5;
R1=R1-R4;
G33 Z=0-R6 K=26.8-R5;
IF R1>=-R3 GOTOB MM;
MM1: G33 Z=-26.8-R6 K=26.8;
G33 Z-53.6 K=26.8-R6;
G33 Z=-80.4 X0 K26.8;
```

经检验,该丝杆左旋、右旋矩形槽以轴心线对称,两端圆弧平滑过渡,矩形槽的左、右旋法向尺寸控制在公差范围内,其余各项数据均能满足图样要求(工件见图4)。



图 4

4. 结语

经实践证明,普通的数控车床经由上述的方法进行加工,同样能够加工出法向要求高、无退刀槽的左、右旋双线丝杠。**MW**

(收稿日期:20120130)