应用A轴高精度数控转台加工螺旋渐深小直径斜齿

北京北方红旗精密机械制造有限公司 （101149） 李桂臣

1. 零件介绍

我公司承接某出口设备上两个关键零件——滚轮座及滚轮，其中滚轮的工艺及编程论文已在本刊上发表。而滚轮座由于技术难度较大，滚轮座内径壁上分布为140条渐深直齿及140条与之交叉的螺旋渐深斜齿，工件材料为65Mn，螺旋斜齿齿宽仅1.2mm，深度0.5～1.6mm渐深，旋转角度16°，沿圆周内壁分布，与之交叉的直齿齿宽仅1.6mm，深度0.5～1.6mm渐深。此件加工、编程及装夹技术难度比滚轮要复杂得多，涉及到90°立卧转换刀柄，立式数控转台卧倒放置，里面线圈换位，加工空间小、槽多而直径小等一系列技术问题。零件简图如图1所示。渐深螺旋斜齿宽度为1.2mm，工件材料为65Mn，材质弹性大，对刀具磨损较大。

2. 螺旋渐深斜齿的展开计算

从图1可知，螺旋渐深斜齿展开角度是16°，槽深0.4～1.6mm，加工时要保证A轴转台转过的角

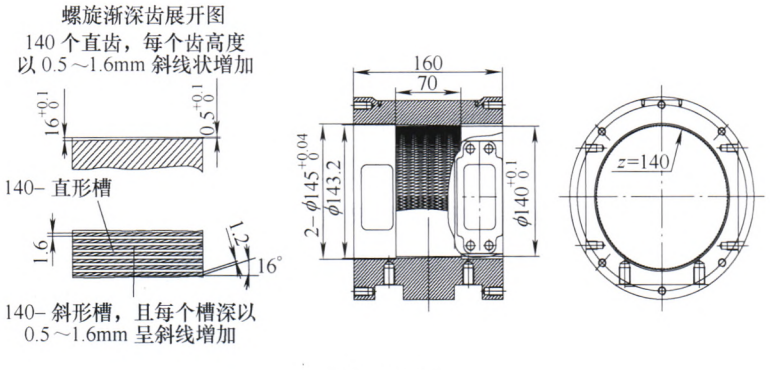


图1 滚轮座

度与展开角度及逐渐加深的深度同步配合才能完整地加工出齿形。因此我们必须通过计算来确定A轴转台每条齿形匹配转过的角度，过程如下：

（1）齿部位有效长度70mm，根据0.5～1.6mm的渐深深度可求出刀具实际加工距离，按勾股定理可求出斜边长度70.008 6mm，可忽略小数部分，实际长度仍按70mm计算。

（2）按照展开长度及展开角度16°，可求出实际A轴转台转过的弧长L

$$L=70\text{mm}\times\tan16^\circ=20.07\text{mm}$$

（3）圆心角$\theta=L/R=20.07\text{mm}/70\text{mm}=0.287\text{rad}$，换算为：$0.287\text{rad}\times180^\circ/3.14=16.4^\circ$。当刀具行程70mm时，转台转过16.4°，同时X轴深度从0.5mm到达1.6mm，此过程为4轴3联动，从而加工出分布在内壁上的螺旋渐深斜齿。工件装夹示意如图2所示。

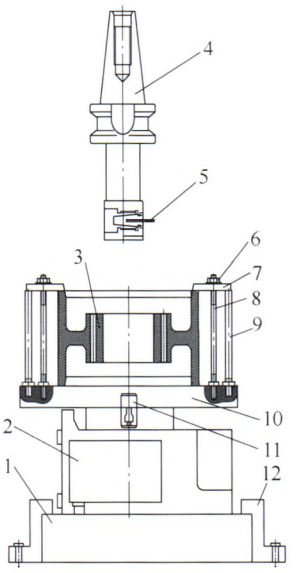


图 2

1.转台联接板 2.A轴转台 3.滚轮座 4.90° 角度转换刀柄
5.立铣刀 6.螺母 7.压板 8.压紧螺杆 9.支撑杆
10.工件定位底板 11.（工件）圆柱销 12.转台压板

3. 程序

渐深直齿与渐深螺旋斜齿的主程序是一样的：

```
O2000；（主程序）
G40 G80；
G91 G28 Z0；
#20=1.；（铣削次数起始值）
#5=0.5；（深度调整系数）
#5=#5*#20；
N100 M98 P2001 F120；
M00；
N200 M98 P2002 F120；
M00；
#20=#20+1.；
#5=0.5；
#5=#20*#5；
IF [#20] LE 12 GOTO100；
M30；
O2001；（渐深直齿子程序）
#2=1.13；（起点与终点高度差）
#100=0；（转台转角起始值）
#101=360/140；（角度增量）
N100 M6T1；
G54 G17 G90 G0 X0 Y0 A#100；
G43 H1 Z30.；
M3 S5000；
M8；
M10；（转台锁紧）
#1=0；
#1=#1+#5*0.2825；
G01 X#1  F500；
G01Z3.F1000；
G01Z1.F500；
G91G01X-[#2] Z-72.F100；
G91G01Z-2.；
G90G0X-10.；
Z100.；
#100=#100+#101；
M11；（转台松开）
IF [#100] LT 360. GOTO100；
M5；
M9；
G91G28Z0；
M99；
O2002；（渐深螺旋斜齿子程序）
#2=1.13；
#100=0；
#101=360/140；
N200 M6T1；
G17 G55 G90 G0 X0 Y0 A#100；
G43 H2 Z100；
M3 S5000；
M8；
#10=0；
#10=#10+#5*0.2825；
G90 G01 X#10 F1000；
G0Z3；
G01Z1.F1000；
G91 G01 A-16.9 X-#2Z-72.F100；
G01Z-2.F100；
G90 G0 X-10.；
Z100.；
G91 G01 A16.9；
#100=#100+#101；
IF [#100] LT 360. GOTO200；
M5；
M9；
G91G28Z0；
M99；
```

4. 调试加工过程中注意事项

（1）装夹时按图2所示方向小端向下（工件内径带1°锥度）。

（2）工件可用夹具板定位，压表找正板上的圆柱销外径后，再将工件装入，压紧。

（3）切削液要充分浇在刀具上，刀具一旦磨损及时换刀。

（4）最佳工艺为先加工螺旋渐深斜齿，再加工渐深直齿，渐深直齿刀具直径大，不易由于断续切削而出现断刀现象。

（5）刀具选用4刃硬质合金立铣刀，要求耐磨且硬度高，刀具伸出夹簧尽量短，以减少颤动。

（6）注意防止转台进水而烧毁。

完成内齿加工的零件如图3所示。

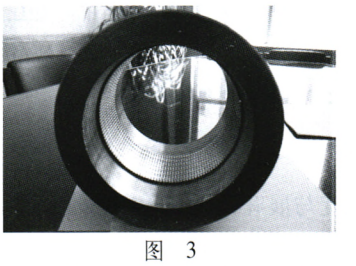


图 3

MW （收稿日期：20120726）