

多头双导程蜗杆副的加工及安装调整

长春一汽教育培训中心 (吉林 130011) 战淑红

随着组合机床和数控机床的发展,机床部件的传动精度越来越高,传动功率范围大,要求传动平稳无振动,正反转无冲击。因此,双导程的蜗杆蜗轮副被广泛用于铣削头、镗削头及分度、回转装置等部件中。德国 FES 蜗杆蜗轮传动装置中采用了大模数、多头的双导程渐厚蜗杆副。下面以德国许勒勒·惠勒公司的蜗杆传动装置为例,介绍蜗杆、蜗轮的加工及安装调整技巧。

由于双导程蜗杆左右两侧齿面的导程不相等,因此两齿面具有不同的模数,但同名齿侧的导程却是一个定值。这样左右齿面分别具有各自的节点 P_x 、 P_y ,而与之相啮合的蜗轮左右齿面的节圆(即相对齿面的分度圆)也与公称值不相同。双导程蜗杆传动特点如下:

(1) 双导程蜗杆传动具有改变啮合侧隙的特点,能够始终保持正确的啮合关系,并且结构紧凑,调整方便,因而在要求连续精确分度的结构中被采用,以便调整啮合侧隙到最小程度。

(2) 在蜗杆轴向移动改变啮合侧隙过程中,始终保持传动比不变。

(3) 蜗杆齿厚沿轴线方向变化的同时,齿槽沟宽也会沿轴线方向变化,即厚齿端齿槽底部宽变得很窄。

(4) 由于双导程蜗杆左右齿面的导程不相等,所以在公称分度圆柱上,左右齿面的导程角也不相等。在加工蜗杆螺旋面时,必须分别按两齿面的导程计算交换齿轮。在磨削螺旋面时,还应按公称分度圆柱上左右齿面的导程角,分别调整砂轮的安装角度。

(5) 蜗轮的齿部加工,一方面要用与蜗轮啮合的蜗杆具有相同设计参数的滚刀,另一方面滚刀的安装应该和蜗杆装配的实际情形完全一致,即中心距应严格一致,滚刀齿厚薄端对蜗轮基面方向应严格一致。此外,滚刀标准牙中心要严格对准蜗轮的回转中心。

1. 蜗杆的加工

德国 FES 蜗杆蜗轮传动装置中的双导程蜗杆基本参

数:公称模数 $m=8$,头数 $t=5$,右旋蜗杆,公称导程角 $\beta=20^\circ19'23''$,左齿面模数 $m_x=7.84$ 、右齿面模数 $m_y=8.16$ 。在没有变速箱的卧式车床上加工,按照左右齿面导程值分别计算方法如下

$$L_x = \pi m_x t = 123.504 \text{ mm}$$

$$L_y = \pi m_y t = 128.177 \text{ mm}$$

分别计算左右齿面交换齿轮

切左齿面: $z_1/z_2 \times z_3/z_4 = L_x/\text{丝杠螺距} = 123.504/6 = 20.525067$ 。换算成倒数,以便查阅交换齿轮手册: $1/i_x = 1/20.525067 = 0.048720915$ 。查表得: $z_1=127, z_2=30, z_3=97, z_4=20$ 。

检验是否符合啮合条件,应满足: $z_1+z_2-z_3 > 15$, $z_3+z_4-z_2 > 15$ 。而左齿面交换齿轮: $127+30-97 > 15$, $97+20-30 > 15$ 。满足啮合条件。

切右齿面: $z'_1/z'_2 \times z'_3/z'_4 = L_y/\text{丝杠螺距} = 128.177/6 = 21.362833$ 。

同理, $1/i_y = 1/21.362833 = 0.04681027$ 。查表得: $z'_1=113, z'_2=23, z'_3=100, z'_4=23$ 。检验是否符合啮合条件: $113+23-23 > 15$, $100+23-23 > 15$, 满足啮合条件。

若车床没有相应齿数的交换齿轮,首先要加工齿轮;装到交换齿轮箱后进行分头切削,分头方法有轴向和圆周分头两种。

(1) 轴向分头 当车完第一条螺旋槽后,车床主轴不转,手摇小刀架移动一个齿距 πm ,就可以加工另一条螺旋槽。

(2) 圆周分头 当车完第一条螺旋槽后,车刀不动,使交换齿轮的传动链脱开,主轴与蜗杆一起相对于车刀转动($360^\circ/\text{头数}$),或者交换齿轮 z_1 转过 ($z_1/\text{头数}$) 个齿。

蜗杆车削后,齿侧留量再经过淬火、低温时效、反复磨齿,与蜗轮配接触区达 70%~80%后,蜗杆加工完

毕。

2. 蜗轮的加工

双导程蜗轮最精确的制造方法是用双导程蜗轮滚刀来加工,即用一把和该工件啮合的蜗杆螺牙部分几何尺寸除外圆尺寸增加 $2C_0m$ 外,其他尺寸完全相同的情况下切制蜗轮,而且滚刀的渐变方向应与蜗杆实际装配时的齿厚渐变分析一致,蜗轮的工艺基面应和设计基面一致。标准滚刀齿对准蜗轮中心线,这样才能保证所加工的双导程蜗轮与蜗杆的啮合传动的接触精度。

加工蜗轮的进刀方法一般采用径向进刀比较方便,但在螺旋线导程角较大,径向进刀要引起蜗轮齿顶面过切时,应采用切向进刀。

在蜗轮切削前,蜗轮的安装找正应注意标准齿的对应。双导程蜗杆副运转一定时间以后,蜗杆需要沿齿厚减薄方向轴向位移一段距离,以消除啮合侧隙。因此,必须确立蜗杆蜗轮的原始啮合点的位置,设计时将这一点定在蜗杆的标准牙上。在蜗轮滚刀上也有一个与蜗杆完全一样的标准牙,在该牙背面的对称中心上刻有 $0.3\text{mm} \times 0.3\text{mm}$ 沟槽记号。滚刀安装时,事先调整机床回转工作台的圆周位置,使其轮坯端面上所划中心线平行于滚齿机纵向导轨,再调整滚刀的轴向位置,使其滚刀标准牙上的沟槽记号与轮坯上的中心线重合,最后调整滚刀轴线平行于机床工作台台面。此时,按规定的啮合中心距和分度交换齿轮滚削加工出的蜗轮齿部,就保证了双导程蜗杆副的原始啮合点的位置。

在蜗轮切削后,上齿轮配对机,使蜗杆蜗轮啮合,互研,进行接触区检查。通过接触区的位置、形状、接触面积大小来判断啮合状态是否良好。若个别区域接触不好,达不到要求,一般通过修蜗轮来消除蜗轮加工误差,改善啮合状况。

若在蜗杆蜗轮加工均正确情况下,装配后状态不好,接触区及接触位置不正常,则应通过调整蜗杆、蜗轮的装配关系来改善。

3. 蜗杆、蜗轮的装配及调整

蜗杆的左齿面与右齿面导程不同,由于导程差,轮齿的形状为厚度连续变化的齿形。蜗轮的齿牙也与蜗杆一样,加工有左右不同的齿面。因为蜗轮是圆柱齿轮,所以所有的轮齿齿距相等(齿厚相同)。像这样的蜗杆和蜗轮在一定的距离下组装后,蜗杆沿轴向移动,啮合

部分蜗杆的齿厚不断地变化,使齿隙的调整成为可能。因此,可以不改变齿轮箱的组装距离即可调整齿隙,可使组装及维修变得非常方便。

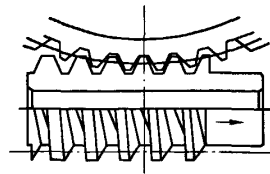
(1) 装配时,要保证蜗杆与蜗轮的正确位置,主要满足:①蜗杆与蜗轮中心距。②蜗轮中心平面与蜗杆轴线在同一平面内。③蜗轮与蜗杆轴线相互垂直。

其中①、③项是通过传动装置壳体的加工精度来保证的,②项蜗轮中心平面与蜗杆轴线在同一平面的装配关系,是通过装配时调整出来的。调整蜗轮轴窜中的调整垫的厚度来改变轴承座的位置,从而调整蜗轮的位置,使蜗轮的中心平面与蜗杆轴线在同一平面,保证蜗杆副的接触精度达到要求。避免由于蜗轮中心平面偏移,造成接触区出现在蜗轮齿前、后两端的情况。

(2) 双导程蜗杆副的侧隙调整。由于蜗杆左右导程不同,齿厚从一端向另一端逐渐减小,可通过改变蜗杆的轴向位置,获得要求侧隙。按照蜗杆基本参数,可以计算出蜗杆每移动 1mm 时,齿厚变化量

$$(L_{\text{左}} - L_{\text{右}}) / (\text{头数公称齿厚}) \\ = (128.177 - 123.1504) / (58\pi) = 0.04(\text{mm})$$

这表明此对蜗杆蜗轮副的蜗杆轴向每移动 1mm 时,齿隙变化量 0.04mm 。理论上可根据所测得的蜗杆蜗轮间隙,计算出蜗杆移动量,从而计算出蜗杆轴窜上调整垫片的厚度。如附图所示,箭头方向移动蜗杆,齿隙逐渐变小。蜗杆轴向每移动 1mm ,齿隙变化量 0.04mm 。



基准齿

在我公司的具体调整方法是:将蜗杆向前推移至无侧隙,再倒退至蜗杆所需侧隙。本套传动装置技术要求是当蜗轮与蜗杆在中心距 $(250 \pm 0.01)\text{mm}$ 啮合时,齿侧间隙 $0.03 \sim 0.05\text{mm}$ 。倒退蜗杆,用表测量或凭手感测出间隙 $0.03 \sim 0.05\text{mm}$,达到要求以后,修磨调整垫到尺寸装配。因为蜗杆、蜗轮的加工精度、安装精度以及使用一段时间磨损跑合后,自然出间隙。因此实际安装时,一般调至无间隙。**MW**

(收稿日期:20090912)