# 用普通拉床拉削大导程螺旋套

郑州轻型汽车厂 (450004) 褚洪涛 郑秀云 任秀艳 延陵斌 王俊霞

在各种切削加工方法中，普通拉床拉削主要用于比较精密的孔类零件的直线拉削，但要在孔内加工导程大、线数多的螺旋槽却困难得多，其主要原因是受狭小的径向空间的限制，除了专用设备（螺旋拉床），用普通拉床拉削比较精密的大导程多线螺旋槽相对来说比较困难。

本文介绍一种在普通拉床上进行改造，利用工装实现加工比较精密的大导程多线螺旋套的方法。

**1. 技术原理及方案**

如图 1 所示的螺套，材料为 GCr15，导程为 $H$ = (201.6±0.1) mm，加工长度为 155mm，三线梯形螺旋槽，螺旋槽的加工精度要求较高。

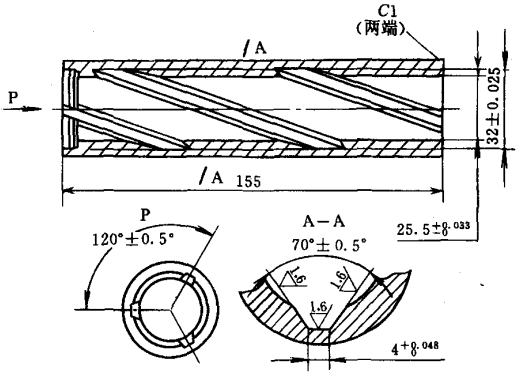


图 1 三线梯形螺旋套

实践证明快进快退时工作台的移动速度调整范围取 500mm/min 是合适的。

**4. 结束语**

使用经过改制的的龙门刨床加工带有较长“T”形槽工件，经过半年多的试用，实践证明各项技术指标均能达到设计要求，刨床工作状况良好。这次新工艺的使用，年产值可达 20 万元，为工厂创造较大的经济效益。而更重要的是扩大了一般工厂对外加工能力和加工范围。

(收稿日期：20040405)

实现加工大导程多线螺旋套，可采用螺旋拉床，但购置一台加工该零件的螺旋拉床，就要投资 20 多万元，且螺旋拉刀目前国内只有一家大型企业能够制造，成本较高。而我厂现有拉床 L6110A 利用率偏低，本着保质量、少投资、多收益的原则，我们将普通拉床改装成既能拉削螺旋孔又有通用性的拉床。

将普通拉床改装成既能拉削螺旋花键孔，又有通用性的拉床，必须解决三个问题：(1) 使拉床主轴输出直线运动的同时，产生旋转运动。(2) 解决拉削的同步进给问题（即产生螺距或导程）。(3) 拉削螺旋孔与拉削普通孔之间的转换可靠且易于操作。

我们对 L6110A 进行改造，主要设计并制造了三步螺旋拉削同步器。原理图见图 2。

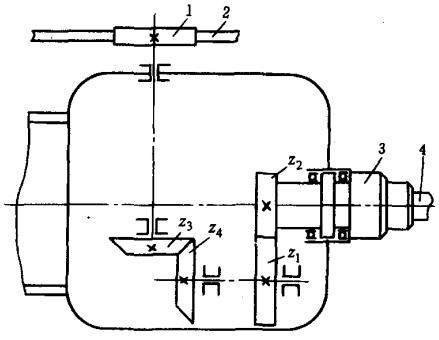


图 2 同步器的运动原理

1. 齿轮 2. 齿条 3. 夹头 4. 拉刀

由传动原理图可知，拉刀刀架（连拉床油缸活塞主轴）的直线运动通过齿条 2、齿轮 1，锥齿轮 $z_3$、$z_4$ 和齿轮 $z_1$、$z_2$，传给夹紧在夹头 3 内的拉刀 4。

从运动原理分析，拉削螺旋孔与拉削普通孔之间的主要区别在于：前者应保证在拉削过程中使拉刀齿的切削刃得到一个相对于孔中心线的螺旋运动。由图 2 可知，它是由直线运动和回转运动相复合而成，拉刀齿的切削刃 $A_b$ 的回转运动速度

$v_{OKP}$，直线运动速度 $v_{OC}$和螺旋线升角 $\omega$ 之间关系为：

$$\tan\omega = v_{OKP}/v_{OC} = \pi d/H = 28.75\pi/201.6\omega = 24.14°$$

根据所采用的拉削螺旋槽的传动原理，拉削螺旋槽的方法可分为两种：一是工件不动，将直线和回转运动均传给拉刀；二是直线运动传给拉刀，而回转运动传给工件。经过对现有加工设备和加工工艺的比较分析，决定采用第一种方法。

对于这种拉削方法，拉刀获得回转运动的方法有两种：一是直接通过拉刀的轴向运动（即由切削力产生的自回转）获得；二是由专门的传动机构获得（即强迫回旋）。

自回转法拉削螺旋槽，应用于螺旋线升角不大（$\omega < 10°$）和螺旋精度不高的场合。当 $\omega > 15°$时，应采用强迫回旋法。通常是由仿形螺母螺牙或进入拉刀的导向槽，螺牙迫使拉刀产生回转。这种加工方法简单可靠，但仿形螺母制造困难，而加工小孔径螺旋槽孔的仿形螺母制造尤为困难；其应用还受到拉刀尺寸的限制，因为用于实现回转运动导向槽的底径小于拉刀切削刃的底径，削弱了拉刀的强度，造成加工上的困难。

通过螺旋拉削的技术原理的科学分析和反复论证，我们绕开了传统上使用的仿形螺母，并充分考虑了拉床的结构状况，设计同步器的内部结构。为便于工人操作，同步器的整体外形不宜过大，在满足使用的前提条件下，越小越好。

**2. 工装设计**

同步器的结构图如图 3 所示。该同步器采用固定于拉床导轨上的齿条传递导程，齿轮箱变速变向实现导程，拉床导轨定位定向并作为同步器的滑动导轨，同步器装夹机构为锥形自锁紧通用夹头，行程开关限位。同考虑到其他产品在该拉床上的直线拉削加工，将齿条设计成快换式，只要拆除齿条，在同步器上仍可加工其他产品，即恢复该拉床的通用性。

由图 2 可知，在拉刀刀架（连拉床油缸活塞主轴）完成直线运动时，该专用机构使拉刀产生回转。拉刀刀架的直线运动通过齿条 2、齿轮 1，配换齿轮 $z_1$、$z_2$ 和锥齿轮副 $z_3$、$z_4$，传给夹紧的夹头 3 内的拉刀 4。由传动原理图可知，根据被拉削的螺旋槽的导程 $P$ 确定配换齿轮 $z_1$、$z_2$ 的计算

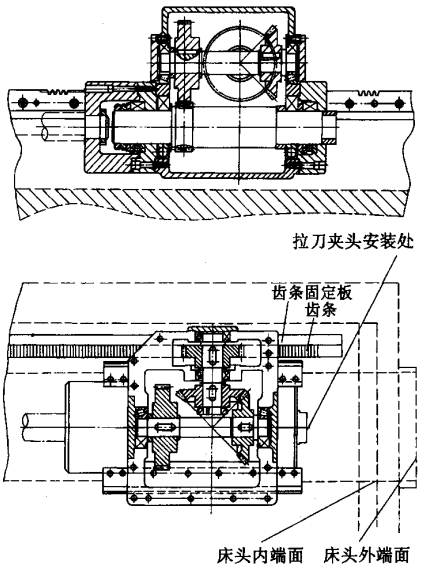


图 3　同步器的结构图

公式为：

$$z_2/z_1 = \pi z m z_3/z_4 P$$

式中　$z$——与齿条啮合齿轮的齿数

$m$——与齿条啮合齿轮的模数

由螺套的导程 $P$ = 201.6mm、加工长度 155mm，推出拉刀的工作行程为 1 254mm，由此也确定了齿条的长度。由于齿条过长不利于加工制作及热处理等其他多种因素，故分成相等的三段，每段为 38 齿。此三段式齿条的安装由专门设计的齿条固定板安装在拉床原导轨的位置。由下箱体上的导轨与拉床导轨的内侧面相配合，从而可靠地保证了同步器与拉刀主轴的同轴度。

科学合理的选择配换齿轮 $Z_1$、$Z_2$，决定了整个同步的齿数和模数及配换齿轮的齿数进行优化设计来达到变速变向同步进行的目的，同时考虑到零件的加工工艺性、通用性、标准化等。

**3. 结论**

本文介绍的是一种在普通拉床上用螺旋拉削拉床同步器拉削大导程三头梯形螺旋槽的加工方法，具有原理正确、结构严谨、构思新颖、使用方便、制造容易等特点。仅投入费用 25 000 元，便成功地实现了在普通拉床上进行螺旋拉削且保持该拉床的通用性。自投入使用近 2 年以来，运行稳定可靠，效果良好。

（收稿日期：20040227）