采用偏心补偿法提高齿轮加工精度

齐齐哈尔二机床（集团）有限公司 （黑龙江 161005） 李景慧 陆凤云 崔 岩

在滚齿机上加工齿轮时，由于有几何偏心和运动偏心，就会引入被加工齿轮的齿距误差和齿距累积误差，影响齿轮传动的准确性和平稳性。

齿轮在加工时，几何偏心和运动偏心是同时存在的，引起的齿距误差均是以齿轮一转为周期，按正弦规律变化的，其综合影响结果，可按矢量相加合成。这样，就可设法使其相互补偿，消减齿距误差和齿距累积误差。

1. 几何偏心与最大齿距误差的位置关系

在滚齿机上由于齿坯安装误差引起齿轮基准轴线 O_1O_1 与机床工作回转轴线 OO 不重合，这种二轴线偏移量称几何偏心 e_G 如附图所示。几何偏心 e_G 的存在，使被加工齿轮产生齿圈径向圆跳动 ΔF_r，$\Delta F_r = 2e_G$。而其产生齿距误差最大正值的方向与几何偏心方向一致，与几何偏心方向的方向相反，齿距误差为最大负值。

（2）切削参数的选择 切削速度、进给量和切削深度是能够提高生产率的主要参数，但这些参数的增加对刀具寿命影响也很大。通过多次试验比较，我们选用了下述切削参数：

①主轴转速 $n = 1000\text{r/min}$。②刀具直径 $D_c = 80\text{mm}$。③切削速度 $v = \pi \cdot D_c \cdot n/1000 = 251\ \text{m/min}$。④工作台进给量 $v_f = 200\text{mm/min}$。⑤每齿进给量 $f_z = v_f/n \cdot z_n = 0.02\text{mm}$。⑥切削深度 $a_p = 5\text{mm}$。⑦切削宽度 $a_e = 110\text{mm}$。⑧最佳消耗功率 $P_c = a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot k/100000 = (5 \times 110 \times 500 \times 6.5/100000)\ \text{kW} = 19.9\text{kW}$，小于机床的最大功率 22kW。

采用上述切削参数，刀具的切削性能达到了最佳状态，降低了刀具的磨损，生产效率也有了很大提高。

5. 结论

2002 年 4 月，我们利用 XK738C 型数控立铣对压型后的下盖板组成的两端部分进行了加工，辅助支撑架运动灵活，达到了加工长大板材件的辅助支撑作用。采用山特维克的长刃铣刀，合理地选用切削参数，有效地提高切削加工性能，较圆满地完成了加工任务。

（收稿日期：20030708）

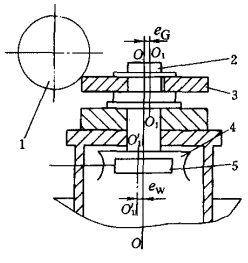
2. 运动偏心与最大齿距误差的位置关系

由于机床分度蜗轮与工作台旋转轴线的安装偏心 e_W（如附图所示）所引起的运动偏心，齿轮在加工时蜗轮蜗杆中心距呈周期性变化，相当于蜗轮传动半径在变化，而蜗杆的线速度是恒定不变的，这就导致在一转内，齿坯转速呈周期性变化。运动偏心使实际齿廓位置沿以齿坯旋转轴线的圆周齿距不均匀，由此亦引起齿距积累误差。因此各部分齿间的公法线长度是不均匀的，由运动偏心引起的公法线长度最大值 W_{max} 是在蜗轮安装偏心方向，而公法线长度最小值 W_{min} 是在蜗轮安装偏心的相反方向。

3. 几何偏心和运动偏心的补偿方法

根据以上两个问题的分析结果，在加工齿轮时，可使齿坯的安装偏心方向与机床分度蜗轮的安装偏心方向相反，即使两者的几何中心线 O_1O_1 和 $O'_1O'_1$ 各在工作台旋转轴线 OO 的两侧如附图所示，但加工出来的齿轮齿距误差可得到相互补偿，使齿距误差最小。

从上述分析可知，分度蜗轮的安装偏心方向，可根据公法线长度最大值来确定。如在加工一批齿轮前，先试切一件齿坯，然后测出公法线的最大值和最小值，在测公法线长度时，齿坯不要从机床心轴上卸下来，公法线长度最大值就是分度蜗轮安装偏心方向，在机床工作台的这个方向上打上标记，在重新安装齿坯时，可使齿坯径向圆跳动最大值的部位与标记方向相反，即能使加工出齿轮的齿距误差最小，从而能提高齿轮的运动精度。



1. 滚刀 2. 心轴 3. 工件 4. 蜗轮 5. 蜗杆

综上所述，在加工齿轮时，使用上述方法比较简单易行，但加工出齿轮的运动精度却提高了。这种方法可适用于单件小批生产，也适用于大批量生产，具有一定的经济意义。

（收稿日期：20030730）