

应用CAXA齿轮生成工具辅助测量 双联行星齿轮两齿槽对中误差

■ 大同市东华机械厂 (山西 037036) 吕学成

摘要: 灵活运用CAXA渐开线齿轮生成工具, 计算出用于测量双联齿轮齿槽对中误差的圆柱直径, 用跨柱距差值计算齿槽偏差值, 来判定零件是否合格。该方法操作简单, 可有效保证产品质量, 满足双联行星齿轮在行星机构中的装配要求。



1. 双联行星齿轮结构

一般的双联齿轮, 两端齿轮的齿廓或齿槽相互之间没有相对位置要求, 齿轮刀具的进刀点可以在任意部位上。而我们现在所遇到的双联齿轮 (见图1) 则是安装在行星传动机构上的, 双联齿轮在安装时, 对两端齿轮的齿槽相互之间有一定的位置要求, 能否达到图样要求的技术条件, 将取决于零件的加工方法和零件测量的准确程度。

2. 测量分析

由图1可知, 该双联行星齿轮的齿轮参数为模数 $m=2.5$ 、压力

角 $\alpha=20^\circ$ 、齿顶高系数 $h_a^*=0.8$, 齿数分别为 $z_1=21$ 与 $z_2=24$ 。图1技术要求为: 在两齿轮的齿槽当中必须各有一个齿槽中线“位于同一轴平面”, 两齿轮的齿槽对

称中线相对于理想对称中线的偏移转移误差小于 0.02mm 。如果超差就会造成啮合齿轮之间的侧隙减小, 运转时温度升高, 可能会有卡死现象, 严重超差的根本就安装不上。对于两端齿轮齿槽对中的技术要求, 用普通量具、常规的测量方法去测量无法完成。制作专用检具精度高, 但制造有难度; 用三坐标检测需专职人员进行操作, 数量较多时检测很不便。这里我们想到应用CAXA电子图版渐开线齿轮生成工具, 对两端齿轮齿槽之间的相对位置的误差运用计算机绘图标注法, 进行对比测量, 然后把实测数据与

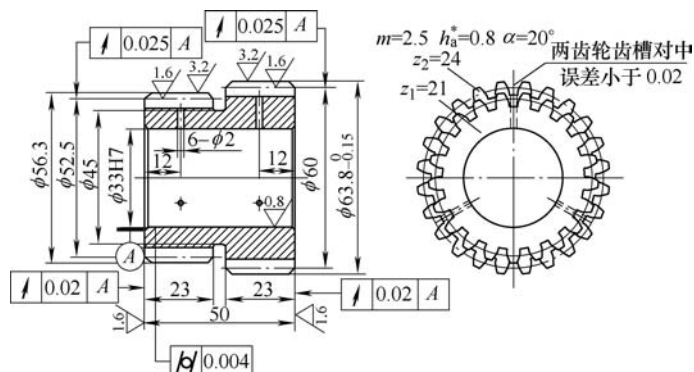


图 1

图形上的标注数据进行对比,来判断零件是否合格及得到实际误差值。

3. 双联行星齿轮齿槽对中的测量

(1) 应用CAXA渐开线齿轮生成工具,分别生成齿数 $z_1=21$ 与 $z_2=24$ 、模数 $m=2.5$ 、压力角 $\alpha=20^\circ$ 、齿顶高系数 $h_a^*=0.8$ 的两种齿轮的平面图形。操作步骤为:打开CAXA电子图版,单击主菜单中【绘图】,再单击下拉菜单中【齿轮】,在弹出的渐开线齿轮齿形参数对话框(见图2a)中填入相对应的齿轮参数,单击下一步,出现渐开线齿轮齿形预显对话框(见图2b),填入有效齿数,齿轮的有效起始角输入为 90° (使齿槽处在便于标注的正上方),精度栏的数值为 0.001mm ,设置完毕后单击完成按钮,即生成渐开线齿轮平面图形(见图3)。

(2) 在生成的齿轮平面图形中求齿轮的理想量柱直径。根据齿轮齿厚的测量规则,应用量柱测量齿轮,当被测齿轮为标准齿轮时,量柱直径在齿轮的齿廓中应与分度圆处的齿廓接触最为理想。当被测齿轮为变位齿轮时,

量柱直径应与齿轮节圆处的齿廓接触最为理想。而在实际测量中,如果没有理想量柱,也可以选用其他直径的量柱。因量柱与齿面接触是一条直线,所以任选在一定范围内的量柱直径也会得到较准确的测量数值。

求理想量柱直径的操作步骤为:①画出齿轮的分度圆直径 $d=mz$ 。②画出齿轮的基圆直径 $d_b=mz\cos\alpha$ 。③画基圆直径的切线,切线的落点在分度圆与齿轮齿廓的交点处,然后把切线延长,与齿轮齿槽中线相交,以此相交点作为理想量柱的圆心,画圆与齿轮齿廓相切,得到的直径即为理想量柱直径。图3a所示的齿轮平面图中即通过标注所得到的理想量柱直径 d_p 为 4.304mm ,图3b得到的理想量柱直径 d_p 为 4.287mm 。

下面运用计算公式来验证计算机绘图求得理想量柱直径 d_p 是否准确,计算公式为

$$d_p = mz \cos \alpha (\operatorname{inv} \theta + \eta)$$

$$\theta = \tan \alpha' + \eta$$

$$\eta = \pi / (2z) - \operatorname{inv} \alpha - (2x \tan \alpha) / z$$

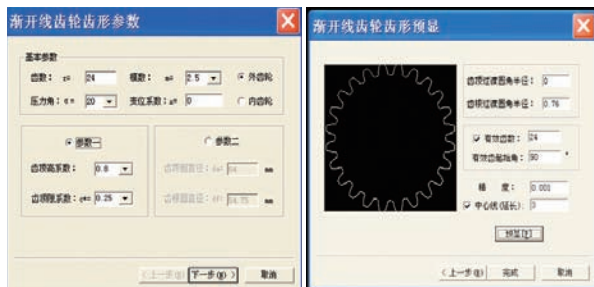
$$\alpha' = \arccos \{ (zm \cos \alpha) / [(z+2x)m] \}$$

式中, θ 为通过量柱中心作用角,单位为弧度; η 为齿槽半角,单位为弧度; α' 为量柱与齿面接触点上的压力角。

通过计算公式求得 $z_1=21$ 的齿轮的理想量柱直径为 4.304mm , $z_2=24$ 的齿轮的理想量柱直径为 4.287mm ,运用公式计算与计算机绘图求得的齿轮理想量柱直径完全一致,说明计算机绘图求得理想量柱直径是准确、可靠的。从公式中可以看出,求齿轮的理想量柱直径 d_p 与模数 m 、压力角 α 、齿数 z 有关系,这里模数、压力角相同,但齿数不同,所以齿轮量柱的理想直径也就略有不同。在这里量柱统一采用 $\phi 4.30\text{mm}$ 直柄钻头,因 $\phi 4.30\text{mm}$ 直柄钻头的柄部经测量正好是 $\phi 4.28\text{mm}$,与理想量柱直径较接近。

经过两种方法的运用,体会到用计算公式求理想量柱直径的过程较为复杂,计算过程耗时;计算机绘图法求得理想量柱直径比公式计算法方便、省时,而且更换量柱直径很方便。

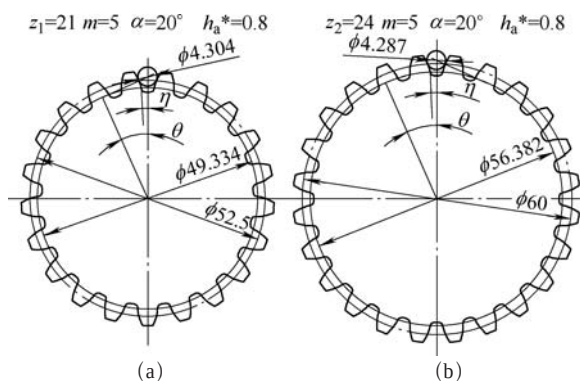
(3) 在生成的齿轮平面图中标注出跨柱距。根据零件技术要求,两端齿轮齿槽的对称中线相



(a)

(b)

图 2



(a)

(b)

图 3

对于理想齿槽对称中线的偏转移误差小于0.02mm。假设 $z_1=21$ 的齿轮相对于理想齿槽对称中线顺时针偏转移0.02mm， $z_2=24$ 的齿轮逆时针偏转移0.02mm，那么两端齿轮齿槽之间的最大误差为0.04mm。

跨柱距标注的操作步骤为：①分别以图3a、b中求出的理想量柱直径圆心为基准画圆 $\phi 4.28\text{mm}$ ，因这里量柱直径统一选用 $\phi 4.28\text{mm}$ ，比理想量柱直径小，所以要正交移动圆 $\phi 4.28\text{mm}$ 与齿廓相切。图3b中运用阵列工具，将 $z_2=24$ 的齿轮的测量柱放置在中部齿槽左右两侧的位置上（见图4），尽量与 $z_1=21$ 的齿轮的测量柱平齐的位置，这里以 $z_2=24$ 的齿轮中部齿槽数起，左右分别过两齿放置测量柱较合适。②分别把图3a、b设置成为块，然后以两齿轮圆心为基准，将两齿轮重合在一起（见图4）。③使 $z_1=21$ 的齿轮的齿槽对称中线处于理想状态，使用旋转工具，以齿轮圆心为基准，旋转 $z_2=24$ 的齿轮（这里是逆时针旋转，也可以顺时针旋转），使 $z_2=24$ 的齿轮相对于 $z_1=21$ 的齿轮整体偏转，分别偏转移0.01mm、0.02~0.12mm，然后对每次偏转移图形标注出跨柱距值 L_1 、 L_2 ，并计算出 L_1 、 L_2 之间的差值 Δ ，并以表格形式列出（见附表）。

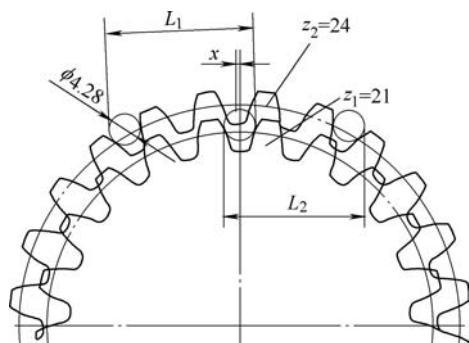


图 4

两齿轮齿槽的偏转移对比测量表 (单位: mm)

$z_2=24$ 的齿轮逆时针圆周偏转移的数值 x	跨柱距 L_1	跨柱距 L_2	两柱差值 $\Delta=L_1-L_2$
0	19.678 9	19.678 9	0
0.01	19.687 9	19.669 9	0.018
0.02	19.696 9	19.660 9	0.036
0.04	19.714 9	19.642 9	0.072
0.06	19.733 0	19.624 8	0.108
0.08	19.751 0	19.606 8	0.144
0.10	19.769 0	19.588 8	0.180
0.12	19.787 0	19.570 8	0.216

(4) 两柱之间的差值 Δ 在实际中的应用。判断零件是否合格，根据零件图的要求，两端齿轮齿槽的对中误差小于0.02mm，相互之间最大误差为0.04mm，从附表中的数值可以看出，当偏转移数值 $x=0.04\text{mm}$ 时，两柱之间的差值 $\Delta=0.072\text{mm}$ 。实际测量出跨柱距 L_1 、 L_2 ，并计算出两柱之间的差值 Δ ，当 $\Delta < 0.072\text{mm}$ 时，就可以判定为合格品；当 $\Delta > 0.072\text{mm}$ 时，就可以判定为不合格品。

进一步确定零件的实际误差值，从附表中所列出的数值可以看出，随着偏转移数值 x 的逐渐增加，跨柱距 L_1 按一定规律逐步增加，跨

柱距 L_2 按一定规律逐步减少，两量柱之间的差值 Δ 按一定规律逐步增加。偏转移数值 x 每增加0.01mm，两柱之间的差值 Δ 就会增加0.018mm。根据差值 Δ 的变化规律，得出求偏转移数值 x 的计算公式为： $x = (\text{两柱差值 } \Delta_{\text{实测}} / 0.018\text{mm}) \times 0.01\text{mm}$ 。例如有一组实测数据： $L_1=19.22\text{mm}$ 、 $L_2=19.48\text{mm}$ 、两柱之间的差值 $\Delta_{\text{实测}} = -0.26\text{mm}$ ，代入公式得 $x = (-0.26\text{mm} / 0.018\text{mm}) \times 0.01\text{mm} = -0.14\text{mm}$ ，这时我们就可以判定 $z_2=24$ 的齿轮是相对于 $z_1=21$ 的齿轮顺时针偏转移，两齿轮之间的误差为0.14mm，为不合格品。

4. 结语

应用CAXA渐开线齿轮生成工具，运用量柱标注法，对双联行星齿轮两端齿槽之间的相对位置的对比标注，及实际测量数值与在计算机绘图区中的理论标注数值之间的对比，能准确地判断出零件的实际误差值，可以有效地保证产品的质量。此测量方法简单、容易操作，能满足双联行星齿轮在行星机构中的装配要求。MW

(收稿日期: 20150917)

专家点评

本文所述方法的亮点在于，灵活运用CAXA绘图软件，计算出用于测量双联齿轮齿槽对中误差的圆柱直径，并总结出用跨柱距差值计算齿槽偏差值，判定零件是否合格的方法。