

改制非标准渐开线花键滚刀的计算

石家庄科一重工有限公司 (河北 050071) 曹月丛

我厂在产品制造过程中,需要加工参数为模数 $m = 1.27$, 压力角 $\alpha = 37.5^\circ$ 的渐开线外花键。因为该花键为非标准渐开线花键,需要定做非标准刀具。但是定做刀具周期太长,影响生产进度,延误交货时间,所以选用模数 $m = 1.25$, 压力角 $\alpha = 30^\circ$ 的标准渐开线花键滚刀改制。这就需要进行复杂的几何参数计算,具体计算过程概述如下。

1. 依据的基本原理

通过对《机械原理》的学习我们知道:要使两齿轮正确啮合,则它们的法(基)节必须相等,即:

$$\begin{aligned} p_{b1} &= p_{b2} \\ p_{b1} &= \pi m_1 \cos \alpha_1 \\ p_{b2} &= \pi m_2 \cos \alpha_2 \\ \alpha_2 &= \arccos \left(\frac{m_1}{m_2} \times \cos \alpha_1 \right) \end{aligned}$$

经过分析,我们决定用模数 $m = 1.25$, 压力角 $\alpha = 30^\circ$ 的渐开线花键滚刀改制加工模数 $m = 1.27$ 压力角 $\alpha = 37.5^\circ$ 的花键用滚刀。图 1 为滚刀修磨前后轴向齿形示意图。

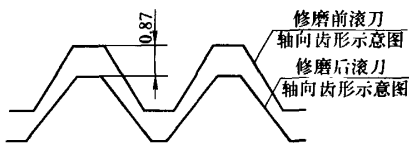


图 1

从图 1 可以看出,修磨齿形余量较小,比较容易加工。故取上式中 $m_1 = 1.27$, $\alpha_1 = 37.5^\circ$, $m_2 = 1.25$, 则

$$\alpha_2 = \arccos \left(\frac{1.27}{1.25} \times \cos 37.5^\circ \right) = 36.289^\circ$$

经过前面的分析与计算,将问题转化成用参数 $m = 1.25$, $\alpha = 30^\circ$ 的滚刀改制参数为 $m = 1.25$, $\alpha = 36.289^\circ$ 的滚刀。

2. 被加工花键相关参数计算

被加工花键已知参数:模数 $m_1 = 1.27$, 齿数 $z = 41$, 压力角 $\alpha_1 = 37.5^\circ$, 变位系数 $x = 0$, 齿顶高系数 $f = 0.5$, 顶隙系数 $c = 0.2$, 则齿顶圆 $d_{a1} = 53.34\text{mm}$, 分度圆 $d_1 = 52.07\text{mm}$, 齿根圆 $d_{f1} = 50.29\text{mm}$, 如图 2 所示。

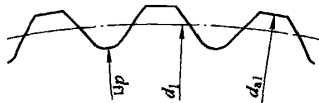


图 2

根据 $p_{b1} = p_{b2}$, 则 $zm_1 \cos \alpha_1 = zm_2 \cos \alpha_2$

$$d_1 \cos \alpha_1 = d_2 \cos \alpha_2$$

d_2 为相当于模数 $m_2 = 1.25$, 齿数 $z = 41$, 压力角 $\alpha_2 = 36.289^\circ$ 的花键的分度圆直径。

$$d_2 = \frac{d_1 \cos \alpha_1}{\cos \alpha_2} = \frac{52.07 \cos 37.5^\circ}{\cos 36.289^\circ} = 51.25 (\text{mm})$$

又根据任意圆上的齿厚计算公式:

$$\begin{aligned} s_i &= s \frac{r_i}{r} - 2r_i (\text{inv} \alpha_i - \text{inv} \alpha) \\ &= d_i \left[\frac{s}{d} + (\text{inv} \alpha - \text{inv} \alpha_i) \right] \end{aligned}$$

得出被加工花键在直径 $\phi 51.25\text{mm}$ 处的齿厚为:

$$\begin{aligned} s_i &= 51.25 \times \left[\frac{1.99}{52.07} + (\text{inv} 37.5^\circ - \text{inv} 36.289^\circ) \right] \\ &= 2.569 (\text{mm}) \end{aligned}$$

如图 3 所示。

3. 需改制刀具相关参数计算

用渐开线花键滚刀加工渐开线外花键时,相当于两个齿轮的啮合,所以,被加工花键在 $\phi 51.25\text{mm}$ 处的齿槽宽即为刀具在此直径处的齿厚:

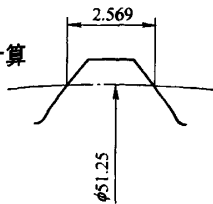


图 3

(下转第 50 页)

依旧来看图1所示的零件,其基准C在很短的直边冲切轮廓上,由于其轮廓区域极小,因此,在此区域内选择测量的两点间的线段、方向(角度)误差也就比较大,从而造成该基准的可靠性较差。

再来看一个例子。图4所示的零件,基准A选择在一长约365mm,且靠近一端的圆环状的宽度仅为2mm的冲压成形凸台上。在这个圆环状的凸台上,若平面在长度方向上仅有0.05mm的高低误差,其对零件另一端的高度位置也会有约0.5mm影响。

可见,这种基准的不稳定,自然造成了与其相关的被指位置要素测量的不准确和不稳定。因此在选择确定基准时,应尽量避免选择这种要素,而选择一些对测量影响相对较小的要素。

若实在无法避免,也应尽量减小其影响。对图4所示零件,笔者认为,由于宽度为2mm的圆环面是主要功能面,因此,在选其为面基准的同时,再在零件的中部C基准孔底部的平面F(其为次要功能面)上选一点作为辅助基准,同时,给出其面至A面的理论正确尺寸或较小的面轮廓度公差,或较严的尺寸公差,如图5所

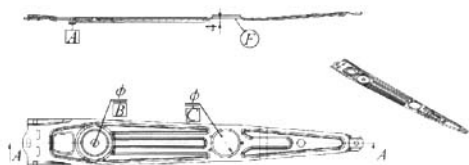


图 4

(上接第34页)

$$e_i = p_2 - s_i = \pi \times 1.25 - 2.569 = 1.36(\text{mm})$$

由于被加工花键齿根圆 $d_n = \phi 50.29\text{mm}$, 所以

$$h' = (51.25 - 50.29) \div 2 = 0.48(\text{mm})$$

即距刀具齿顶圆高度为0.48mm处的齿厚为1.36mm,再计算刀具的全齿高:

$$h = (0.5 + 0.25) \times 2 \times 1.25 = 1.88(\text{mm})$$

刀具的齿形尺寸如图4所示。

因为距齿顶圆高度为0.48mm处的齿厚无法测量,所以放大到全齿高中部测量,故取测量齿厚位置距齿顶高度为0.94mm处:

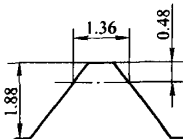


图 4

示。尽管此点在理论上形成了过定位,但其使测量稳定性却大有好转。选择确定这类基准时,此法不失为一种可考虑的方案。

对一些涉及到的要素,应尽可能地选择较大的面为基准。在图4所示的零件中,以A面为基准,用三坐标测量尺寸4mm(即F面上的点至A面的距离),测得的质心距离,与以F面为基准,从A面到F面时,测量的结果是不一样的,不仅两者的测量值会有较大的偏差,且以A面为基准时测量的稳定性亦较差。

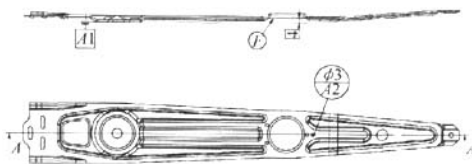


图 5

3. 结语

从上述分析介绍可知,位置公差基准的选择确定,不是一个简单的问题,而是一个对零件加工、测量乃至成本都有很大影响的问题。基准的选择确定,不仅要从事件的功能、安装和使用等方面考虑,还要从事件的加工、测量等方面去斟酌。这样,才能使基准的确定更加合理可靠,并使一些用于批量生产的专用检验器具的设计更为方便、合理、可靠。MW

(收稿日期:20081012)

$$h'' = (0.94 - 0.48) \times \tan 36.289^\circ \times 2 + 1.36 = 2.04(\text{mm})$$

刀具的齿顶圆齿厚:

$$s_a = 1.36 - 0.48 \tan 36.289^\circ \times 2 = 0.66(\text{mm})$$

修磨刀具的测量尺寸如图5所示。

再根据相关手册查得轴向齿距,铲背时计算螺距交换齿轮用。

4. 结语

通过对改制后刀具所加工工件的检测,各项参数均在公差要求范围内,满足设计要求。此举措为产品按期交货争取了时间,为企业赢得了良好的信誉。MW

(收稿日期:20081016)

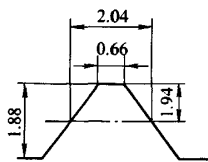


图 5