

渐开线花键跨棒距 M 极限偏差的确定

许波

(大同煤矿集团 中央机厂, 山西 大同 037001)

摘要: 通过理论探讨, 推导出将齿厚和齿槽宽的偏差换算成跨棒距偏差的公式, 并通过举例介绍了公式的应用。

关键词: 渐开线花键; 跨棒距; 极限偏差

中图分类号: TG83; TH132

文献标识码: A

1 引言

跨棒距 M 的测量间接地反映了外花键分度圆弧齿厚(以下简称齿厚)和内花键分度圆弧齿槽宽(以下简称齿槽宽)。因其测量准确, 量具简单及测量方法容易, 故广泛用于渐开线花键的测量。特别是在单件小批量生产中更是如此。但目前跨棒距 M 的极限偏差尚无标准可查, 亦无适用的公式可用, 使得设计图样上的偏差很难达到 GB1104—72 的要求。该标准给出了齿厚和齿槽宽的偏差, 如何将齿厚和齿槽宽的偏差换算成跨棒距偏差? 本文试图通过理论探讨, 推导出这种换算公式。

2 渐开线外花键齿厚偏差与跨棒距 M 的偏差的关系

由图 1 可知, 当齿厚偏差 $\frac{1}{2}\Delta S$ 变化时, 引起了基圆齿厚的变化 $\frac{1}{2}\Delta S_j$ 及公法线平均长度的变化 $\frac{1}{2}\Delta L$ 。根据渐开线的性质

$$\frac{1}{2}\Delta S_j = \frac{1}{2}\Delta L \quad (1)$$

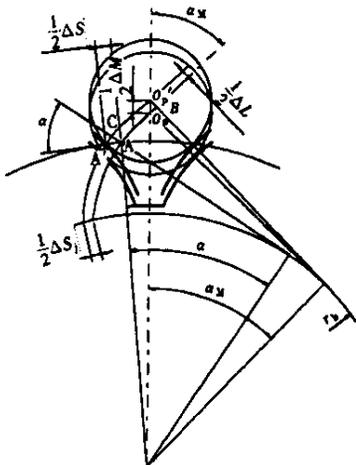


图 1 ΔM 与 ΔS 的关系

Fig.1 The relation between ΔM and ΔS

量棒与渐开线相切位置上的压力角为 α_M , 当

$\frac{1}{2}\Delta S$ 变化时, 相当于渐开线的位移, 量棒中心 O 随之在径向位移 $\frac{1}{2}\Delta M$ 。根据渐开线性质的

$$\frac{1}{2}\Delta L = \frac{1}{2}\Delta M \sin \alpha_M \quad (2)$$

则由式(1)式(2)联立解得

$$\Delta M = \frac{\Delta S_j}{\sin \alpha_M} \quad (3)$$

又由渐开线的性质可知, 基圆弧齿厚 S_j 与分度圆弧齿厚 S 存在如下关系

$$S_j = \cos \alpha (S + mz \operatorname{inv} \alpha)$$

式中 m ——花键模数;

z ——花键齿数。

$$\text{则} \quad \Delta S_j = \Delta S \cos \alpha \quad (4)$$

将式(4)代入式(3)得

$$\Delta M = \frac{\Delta S \cos \alpha}{\sin \alpha_M} = \frac{\Delta S \cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha_M}} \quad (5)$$

对于 α_M , 它与齿数 z 的奇偶性有关。

偶数齿时, 如图 2(a) 所示。

$$\cos \alpha_M = \frac{\overline{OD}}{\overline{OO_{M2}}} = \frac{r_b}{\frac{1}{2}(M - d_p)} = \frac{d_b}{M - d_p} \quad (6)$$

奇数齿时, 用量棒测量法如图 2(b) 所示。

$$\overline{OO_{M1}A} = \frac{M - d_p}{2} = \overline{OO_{M1}} \cos \left(\frac{90^\circ}{z} \right)$$

$$\overline{OO_{M1}} = \frac{M - d_p}{2 \cos \left(\frac{90^\circ}{z} \right)}$$

$\overline{OO_{M2}} = \overline{OO_{M1}}$ 在 $\triangle OO_{M2}OD$ 中,

$$\cos \alpha_M = \frac{\overline{OD}}{\overline{OO_{M2}}} = \frac{2r_b \cos \left(\frac{90^\circ}{z} \right)}{M - d_p} = \frac{d_p}{M - d_p} \cos \left(\frac{90^\circ}{z} \right) \quad (7)$$

式中 d_p ——量棒直径;

d_b ——渐开线内花键基圆直径;

α ——公称压力角;

ΔS ——齿厚极限偏差(当计算 M 的上偏差时, ΔS 为齿厚或齿槽的上偏差; 当计算 M 的下偏差时, ΔS 为齿厚或齿槽的下偏差)。

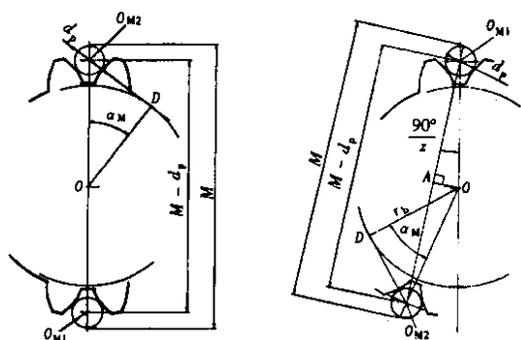


图 2 渐开线外花键

Fig.2 The involute outer spline

将式(6)式(7)分别代入式(5)得:

偶数齿渐开线外花键跨棒距偏差

$$\Delta M = \frac{\Delta S(M - d_p)\cos\alpha}{\sqrt{(M - d_p)^2 - d_b^2}} \quad (8)$$

奇数齿渐开线外花键跨棒距偏差

$$\Delta M = \frac{\Delta S(M - d_p)\cos\alpha}{\sqrt{(M - d_p)^2 - d_b^2\cos^2(\frac{90^\circ}{z})}} \quad (9)$$

3 渐开线内花键齿槽宽偏差与跨棒距 M 的偏差的关系

从图 1 的分析可以看出,该图为一一般渐开线,只是测量棒在渐开线的外侧。那么在内花键的情况下,只要把测量棒放在内侧,其计算方法完全与式(5)相同,只是 α_M 有所变化。

对于偶数齿,如图 3(a)所示。

$$\cos\alpha_M = \frac{\overline{OD}}{\overline{OO_{M2}}} = \frac{r_b}{\frac{1}{2}(M + d_p)} = \frac{d_b}{M + d_p} \quad (10)$$

对于奇数齿,如图 3(b)所示。

$$\overline{O_{M1}A} = \frac{1}{2}(M + d_p) = \overline{OO_{M1}}\cos(\frac{90^\circ}{z})$$

则 $\overline{OO_{M1}} = \frac{M + d_p}{2\cos(\frac{90^\circ}{z})}$

在 $\triangle OO_{M1}D$ 中

$$\cos\alpha_M = \frac{\overline{OD}}{\overline{OO_{M1}}} = \frac{2r_b\cos(\frac{90^\circ}{z})}{M + d_p} = \frac{d_b}{M + d_p}\cos(\frac{90^\circ}{z}) \quad (11)$$

将式(10)式(11)分别代入式(5)得:

偶数齿渐开线内花键跨棒距偏差

$$\Delta M = \frac{\Delta S(M + d_p)\cos\alpha}{\sqrt{(M + d_p)^2 - d_b^2}} \quad (12)$$

奇数齿渐开线内花键跨棒距偏差

$$\Delta M = \frac{\Delta S(M + d_p)\cos\alpha}{\sqrt{(M + d_p)^2 - d_b^2\cos^2(\frac{90^\circ}{z})}} \quad (13)$$

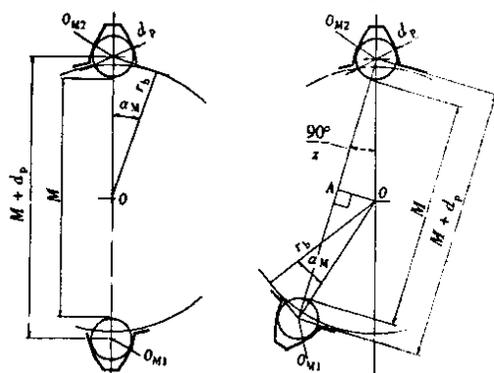


图 3 渐开线内花键

Fig.3 The involute inner spline

根据以上推导,可以把式(8)和式(12),式(9)和式(13)综合起来,结果为:

偶数齿

$$\Delta M_o = \frac{\Delta S(M \pm d_p)\cos\alpha}{\sqrt{(M \pm d_p)^2 - d_b^2}} \quad (14)$$

奇数齿

$$\Delta M_j = \frac{\Delta S(M \pm d_p)\cos\alpha}{\sqrt{(M \pm d_p)^2 - d_b^2\cos^2(\frac{90^\circ}{z})}} \quad (15)$$

式(14)式(15)选用时,内花键用正号,外花键用负号。

4 应用举例

有一外花键 $m = 2.5, z = 16, \alpha = 30^\circ, x = -0.25, d_p = \phi 5.493, M = 48.77$, 齿厚 $S = \begin{smallmatrix} 0.035 \\ 0.075 \end{smallmatrix}$, 求 ΔM 。

计算 M 的上偏差

$$\Delta M_s = \frac{\Delta S_s(M - d_p)\cos\alpha}{\sqrt{(M - d_p)^2 - d_b^2}} = -0.051$$

计算 M 的下偏差

$$\Delta M_x = \frac{\Delta S_x(M - d_p)\cos\alpha}{\sqrt{(M - d_p)^2 - d_b^2}} = -0.108$$

参考文献:

- [1] 唐敬修. 渐开线圆柱齿轮测量[M]. 北京:机械工业出版社, 1984.
- [2] 吴序堂. 齿轮啮合原理[M]. 北京:机械工业出版社, 1982.
- [3] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社, 1993.

作者简介:许波(1968-),山西大同人,工程师,1992年山西矿业学院机械制造工艺与设备专业毕业,现从事煤矿机械技术工作。Tel 0352-7037328.

收稿日期 2002-10-28

Confirmation of the tolerance of involute spline measurements with pins

XU Bo

(Datong Coal Mine Group, Datong 037001, China)

Abstract: Theoretically to analyse, the paper gives a formula of tolerance conversion from spline thickness space width to measurements with pins and introduces application of formula by example.

Key words: involute spline; measurements with pins; tolerance