

叶轮渐开线外型几何尺寸计算*

肖永庆

(郑州工院校办总厂)

摘 要: 罗茨鼓风机的叶轮曲线为渐开线。为设计加工叶轮的模板曲线, 本文从推导渐开线的基本关系式入手, 并进行了实例计算, 此法有利于提高风叶的齿形精度。

关键词: 叶轮, 渐开线, 模板

中图分类号: TH444

在生产罗茨鼓风机的过程中, 叶轮的制造精度是影响产品质量的关键因素。它的外型加工工艺由粗刨、半精刨、精刨等工序组成, 粗刨、半精刨在龙门刨床上用靠模仿形法成形。由于模板的磨损, 影响叶轮的精刨质量, 使鼓风机整体性能下降, 故必须定期精修或更换模板。要做出精度高的模板必须用渐开线外型几何尺寸理论计算公式, 把等分点选的多一些, 通过数学运算和几何作图相结合来完成。本文就计算公式及几何作图方法加以论述。

1 叶轮渐开线外型几何尺寸理论计算公式

罗茨鼓风机有一对叶轮相互啮合, 如图 1, 它是一对特殊的渐开线齿轮, 除齿顶高, 齿根高外, 其余均可用渐开线齿轮啮合的计算公式

①模数 m

$$m = \frac{d}{Z}$$

式中 d 为分度圆直径, Z 为叶轮叶数

②压力角 α

$$\cos \alpha = \frac{r_b}{r}$$

式中 r_b 为基圆半径, r 为分度圆半径

③分度圆齿厚 S

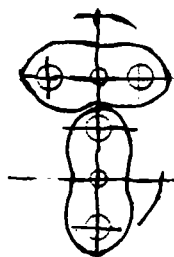


图 1

* 收稿日期: 1994-05-14

$$S = \frac{\pi m}{2}$$

④基圆齿厚 S_b $S_b = S \cos \alpha + m Z \cos \alpha \operatorname{inv} \alpha$

式中 $\operatorname{inv} \alpha$ 为渐开线函数。

⑤基圆上两倍的压力角对应基圆圆周上的弧长 n 等分后, 每等分的弧长 M 。

如图 2, $n=8$ 时, M 值分别为 $\widehat{0-1}$, $\widehat{1-2}$, $\widehat{2-3}$...

且 $\widehat{0-1} = \widehat{1-2} = \widehat{2-3} = \dots$

$$M = \frac{\pi}{180} \frac{\alpha d_b}{n}$$

式中 d_b 为基圆直径。

⑥基圆上两倍的压力角对应基圆圆周上的弧长 n 等分后, 相邻等分点切线长度差 N (简称相邻切线长度差), 当 n 取定值时, 相邻切线长度差 N 为常数。

如图 2, $n=8$ 时, $N = \widehat{0-0'} - \widehat{1-1'} = \widehat{1-1'} - \widehat{2-2'} = \dots$

由渐开线性质: 发生线在基圆上滚过的长度等于基圆上滚过的弧长, 可得

$$N = M = \frac{\pi}{180} \frac{\alpha d_b}{n}$$

⑦基圆上两倍的压力角对应基圆圆周上的弧长 n 等分后, 每等分的切线长度。

(1)“等分中点的切线长度”

“等分中点的切线长度”如图 2 中的“4—4'”, 由渐开线的性质可得出: “等分中点的切线长度”等于基圆齿厚的一半, 即“4—4'” = $\frac{S_b}{2}$ 。

(2)“其他点的切线长度”“其他点的切张长度”等于 $\frac{S_b}{2} \pm \frac{\pi}{180} \frac{\alpha d_b}{n} i$

式中 $i = (1 \sim \frac{n}{2})$

正、负号问题: “等分中点的切线长度”以上的切线长度取“+”, 以下的取“-”。

⑧渐开线外型几何尺寸理论计算表

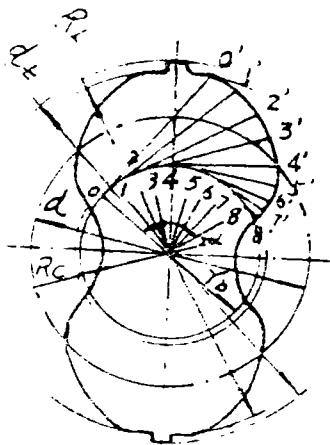


图 2

| 名 称 | 代号 | 公 式 | 备注 |
|------------|----------|--|-----------------------|
| 模数 | m | $m = \frac{d}{Z}$ | |
| 压力角 | α | $\cos\alpha = \frac{r_b}{r}$ | |
| 分度圆齿厚 | S | $S = \frac{\pi m}{2}$ | 弧齿厚 |
| 基圆齿厚 | S_b | $S_b = S\cos\alpha + mZ\cos\text{inv}\alpha$ | 弧齿厚 |
| 相邻切线长度差 | N | $N = \frac{\pi}{180} \frac{\alpha d_b}{n}$ | |
| “等分中点切线长度” | | $\frac{S_b}{2}$ | |
| “其他点切线长度” | | $\frac{S_b}{2} \pm \frac{\pi}{180} \frac{\alpha d_b}{n} i$ | “等分中点切线长度”以上的切线长度取“+” |

表中符号:
n—等分的点数, 取偶数; r_b —基圆半径;
 r —分度圆半径; d_b —基圆直径;
 d —分度圆直径; Z —叶轮叶数;
 $\text{inv}\alpha$ —渐开线函数; $i = (i \sim \frac{n}{2})$

2 应用举例

已知: 一个罗茨鼓风机, 叶轮外径 $d_t=600\text{mm}$, 分度圆直径 $d=390\text{mm}$, 基圆半径 $r_b=133.69\text{mm}$, 叶轮叶数 $Z=2$, 叶轮渐开线起始圆半径 $R_c=138.7\text{mm}$, 渐开线终止圆半径 $R_e=280.75\text{mm}$, 在渐开线起始圆和终止圆之间用计算和作图的方法, 较为准确的作出叶轮模板渐开线外型, 见图 2.

①计算

模数 $m = \frac{d}{Z} = \frac{390}{2} = 195\text{mm}.$

压力角 α $\cos\alpha = \frac{r_b}{r} = \frac{133.69}{195} = 0.6856, \alpha = 46.718^\circ$

分度圆齿厚 S $S = \frac{\pi m}{2} = \frac{\pi \times 195}{2} = 306.3\text{mm}.$

基圆齿厚 $S_b = S\cos\alpha + mZ\cos\text{inv}\alpha$
 $= 306.3 \times 0.6856 + 195 \times 2 \times 0.6856 \times 0.24643 = 275.89\text{mm}.$

式中渐开线函数 $\text{inv}\alpha$ 由手册查得 $\text{inv}46.718^\circ = 0.24643$.

相邻切线长度差 N

$$N = \frac{\pi}{180} \frac{\alpha d_h}{n} = \frac{\pi}{180} \frac{46.718^\circ \times 267.38}{8} = 27.25 \text{ mm}$$

式中 n 取 8

$$d_h = 2r_h = 2 \times 133.69 = 267.38 \text{ mm}$$

$$\text{“等分中点切线长度” “4—4'”} = \frac{S_h}{2} = \frac{275.89}{2} = 137.945 \text{ mm}.$$

$$\text{其他点的切线长度} = \frac{S_h}{2} \pm \frac{\pi}{180} \frac{\alpha d_h}{n} i = 137.945 \pm 27.25i$$

式中 $i = (1 \sim \frac{n}{2})$

则 3—3', 2—2', 1—1', 0—0' 可用 $137.945 + 27.25i$ 算出.

5—5', 6—6', 7—7', 8—8' 可用 $137.945 - 27.25i$ 算出.

各切线长度列表如下:

| | | | |
|------|---------|------|---------|
| 0—0' | 246.745 | 5—5' | 110.695 |
| 1—1' | 219.695 | 6—6' | 83.445 |
| 2—2' | 192.445 | 7—7' | 56.195 |
| 3—3' | 165.195 | 8—8' | 28.945 |
| 4—4' | 137.945 | | |

②作图

作出各切线长, 然后把点 0' 1', ……8' 光滑连接即可见图 2.

在实践中, 等分点 n 取 8 不能准确地作出模板渐开线外型, 可以把等分点 n 取得大一些, 使作出的模板渐开线外型较为准确为止, 运算方法同上.

参 考 文 献

- 1 朱景梓主编. 机械原理及机械零件. 上册. 山西人民出版社. 1984 年
- 2 严家杰主编. 机械原理. 同济大学出版社. 1987 年

The geometric size calculation of impeller involute appearance

Xiao Yong Qing

(The Factory attached of ZIT)