

胶印机胶辊弹性压力的计算

杨家华¹, 管 华²

(1.北京工业大学 机械工程与应用电子技术学院, 北京 100022; 2.北京科技大学 机械工程学院, 北京 100083)

摘 要: 在胶印机胶辊压缩区域面积计算和胶皮刚度测试的基础上, 给出了一种计算胶辊弹性压力及其时域波形的计算方法。首先讨论了胶辊胶皮的压缩刚度的概念, 指出胶皮压力的大小与压缩面积、胶皮宽度近似成正比, 从而说明压缩刚度与压缩面积成正比。接着讨论了用积分方法求解压缩面积的方法, 并给出了积分式及其相应的计算公式。在压缩面积计算的基础上, 计算出胶辊的弹性压力, 从而求得胶辊的弹性压力波形图, 并给出了对压力波形进行 FFT (fast Fourier transform) 分析所得到的弹性压力频谱图。

关键词: 胶印机; 压缩刚度; 弹性压力

中图分类号: TB 533

文献标识码: B

文章编号: 0254-0037(2003)04-0396-03

胶印机工作时胶辊与版辊, 胶辊与压印辊之间的工作压力常采用假设的方法确定, 人们对工作压力的大小的确定方法及其时域的实际波形的研究似乎不够^[1]。对胶印机结构的振动和噪声测试研究表明, 胶印机工作时胶辊与版辊、胶辊与压印辊之间的工作压力对胶印机工作时的振动和噪声影响很大, 有些胶印机加压印刷时机器的振动与噪声明显加大, 严重的振动与噪声影响印刷质量, 恶化工作环境, 成为限制印刷速度的主要障碍。造成胶印机振动和噪声过大的因素很多, 而胶辊与版辊, 胶辊与压印辊之间的工作压力的变化则是振动和噪声的主要激励源之一。因此研究胶印机工作时胶辊与版辊、胶辊与压印辊之间的工作压力及其变化规律, 对胶印机结构的减振降噪设计意义重大。作者结合国产胶印机结构的减振降噪设计, 在胶印机胶辊压印区域面积计算的基础上, 建立起胶辊胶皮弹性压力及其时域波形的计算公式, 提出了一种计算胶辊弹性压力及其时域波形的计算方法, 该方法可为胶印机工作振动特性的分析以及胶印机的结构改进设计提供可靠的依据。

1 胶辊胶皮的压缩刚度

如图 1 所示, 胶皮的宽度为 b , 压印辊的直径为 D , 在集中力 F 的作用下, 辊子在胶皮上将压缩出一个如图中阴影部分所示的区域, 设该部分的面积 (压印面积) 为 S 。在压印辊的上方安装力传感器和位移传感器。改变施加在力传感器上方的集中力 F 的大小, 就可以通过测微仪和测力仪测定力和压印深度的大小, 由压印深度可以求得压印面积 S 。实验表明, F 的大小与 S, b 的大小近似成正比, 可表示为

$$F = k_1 S b \quad (1)$$

式中, 系数 $k_1 = F / (Sb)$ 称为压缩刚度, 表示单位面积单位宽度上的压力, 对于特定的印刷用胶皮, 可以通过实验测定。

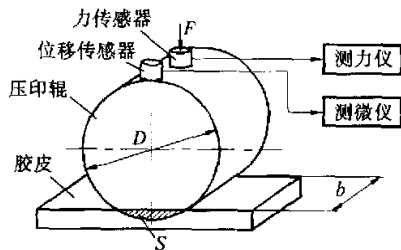


图1 压缩面积与压缩刚度测试示意图

收稿日期: 2003-01-20.

作者简介: 杨家华(1951-), 男, 江苏盐城人, 副教授.

2 胶辊工作时弹性压力计算的原理

如图2所示,一对滚筒对滚,滚筒2绕 O_2 逆时针旋转,设 A 、 B 为滚筒2上的缺口,当 A 点旋转到 x_1 位置时,开始压缩胶辊的胶皮,当旋转到 x_2 位置,转角 $\alpha = \alpha_2$ 时,由 x_1 、 x_5 、 x_3 3点包围的阴影部分就是 S 。当 $\alpha \geq 90^\circ$,转角 $\alpha = \alpha_1$ 时,由 x_1 、 x_3 、 x_6 3点包围的阴影部分就是 S 。此时, S 由小到大,当 A 点转到 x_4 点, S 达到最大值 S_{\max} 。

当滚筒逆时针旋转, B 点旋转到 x_1 位置时,缺口将进入压缩区, S 开始逐渐减小,当 B 点旋转到 x_2 位置时,用 S_{\max} 减去 x_1 、 x_2 、 x_3 3点包围的阴影部分的面积就是 S 。当 $\alpha \geq 90^\circ$,转角 $\alpha = \alpha_3$ 时,用 S_{\max} 减去由 x_1 、 x_3 、 x_6 3点包围的阴影部分的面积就是 S 。此时, S 由大变小,当 B 点转到 x_4 点时, $S = 0$ 。

如果能知道滚筒转动的每一瞬时的 $S(t)$,同时又知道胶皮的压缩刚度 k_1 ,令 $k = k_1 b$,那么就可以根据式(1)求得滚筒转动的每一瞬时的弹性压力 $F(t) = kS(t)$ 。

$F(t)$ 的作用方向与滚筒中心连线 O_1O_2 之间的夹角是 $\beta(t)$,但对于胶印机的实际结构,由于滚筒半径 r 远大于压缩深度 h ,夹角 $\beta(t)$ 很小,因此 $F(t) \cos \beta(t) \approx F(t)$,即可以足够精确地认为 $F(t)$ 就是作用在两滚筒上的径向弹性压力。

作为特例,设 $r = r_1 = r_2$,可求得:

$$x_1 = \sqrt{rh - h^2 / 4} \tag{2}$$

$$x_4 = -\sqrt{rh - h^2 / 4} \tag{3}$$

$$x_2 = x_3 = r \cos \alpha \tag{4}$$

$$x_5 = [2(2r - h)\tan \alpha + \sqrt{4(2r - h)^2 \tan^2 \alpha - 4(1 + \tan^2 \alpha)(3^2 + h^2 - 4rh)}] / [2(1 + \tan^2 \alpha)] \tag{5}$$

$$x_6 = [2(2r - h)\tan \alpha - \sqrt{4(2r - h)^2 \tan^2 \alpha - 4(1 + \tan^2 \alpha)(3r^2 + h^2 - 4rh)}] / [2(1 + \tan^2 \alpha)] \tag{6}$$

$S(t)$ 的计算公式可以通过积分求得,因为 $\alpha = \omega t$,所以,以 A 点进入压缩区为例,对应每一时刻 t 的 α 角,当 $\alpha \leq \pi / 2$ 时有

$$S = \int_{x_5}^{x_1} \sqrt{r^2 - x^2} dx - \int_{x_5}^{x_2} (2r - h - \sqrt{r^2 - x^2}) dx - \int_{x_3}^{x_2} (2r - h - \sqrt{r^2 - x^2}) dx + \int_{x_3}^{x_5} \tan \alpha x dx = (h - 2r)(x_1 - x_5) + \tan \alpha (x_5^2 - x_2^2) / 2 + x_5 \sqrt{r^2 - x_5^2} / 2 + x_2 \sqrt{r^2 - x_2^2} / 2 - x_1 \sqrt{r^2 - x_1^2} + r^2 [\arcsin(x_2 / r) + \arcsin(x_5 / r) - 2\arcsin(x_1 / r)] / 2 \tag{7}$$

当 $\alpha > \pi / 2$ 时有

$$S = \int_{x_6}^{x_1} \sqrt{r^2 - x^2} dx - \int_{x_6}^{x_2} (2r - h + \sqrt{r^2 - x^2}) dx + \int_{x_3}^{x_2} \sqrt{r^2 - x^2} dx - \int_{x_3}^{x_5} \tan \alpha x dx = (h - 2r)(x_6 - x_1) - \tan \alpha (x_6^2 - x_3^2) / 2 - x_6 \sqrt{r^2 - x_6^2} / 2 - x_3 \sqrt{r^2 - x_3^2} / 2 - r^2 [\arcsin(x_6 / r) + \arcsin(x_3 / r)] / 2 \tag{8}$$

将式(2)~(6)求得的各值代入式(7)、(8)就可以求得 S ,即对应于时间 t 的 $S(t)$ 。

3 胶印机胶辊弹性压力的计算机计算

根据以上原理,参考了文献[2],笔者编写了胶印机胶辊弹性压力计算机计算程序。对胶印机的胶辊弹性压力进行了分析计算,通过计算,可以快速地确定弹性压力波形(见图3),对其进行FFT分析,可快速地得到弹性压力的频谱图(见图4)。通过频谱分析,可考察胶印机印刷时不同胶辊的弹性压力变化对振

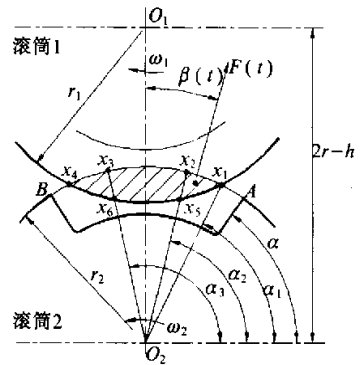


图2 胶辊胶皮的压缩面积计算

动和噪声的影响,该方法被有效地应用于印刷机结构的减振降噪设计.

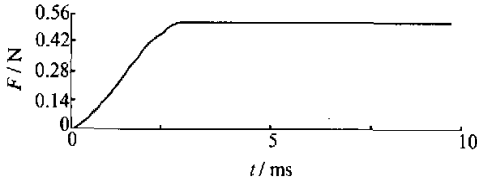


图3 胶辊弹性压力的波形

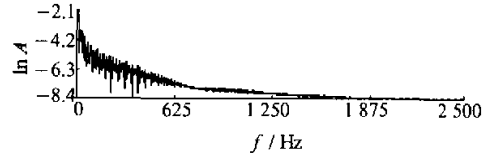


图4 弹性压力的幅频曲线

参考文献:

- [1] 钱军浩. 现代印刷机与质量控制技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001. 95-128.
- [2] 应怀樵. 波形和频谱分析与随机数据处理[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1985. 280-296.

On the Elastic Pressure Calculation of Offset Rollers

YANG Jia-hua¹, GUAN Hua²

(1.College of Mechanical Engineering and Applied Electronics Technology,
Beijing University of Technology, Beijing 100022, China;

2.College of Mechanical Engineering, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: On the basis of the calculation of compressed roller area and the rubber rigidity test, the authors give a method of calculating the elastic pressure of offset rollers and the waveform of time domain. They first discuss the concept of compression rigidity of offset roller rubber and point out that the rubber pressure is about directly proportional to the compressed area and the rubber width, that is to say, the compression rigidity is directly proportional to the compressed area; Then, they discuss the method of adopting integral method to calculate the compressed area and give out the integral formula and its corresponding calculation result. On the basis of calculating the compressed area, the elastic pressure of offset roller is calculated so as to obtain its waveform; Finally, the authors show the elastic pressure frequency spectrum obtained from the FFT(fast Fourier transform) analysis on the pressure waveform.

Key words: offset press; compression rigidity; elastic pressure