

基于 Pro/Mechanica 的印版滚筒体有限元模态分析

王 川

(中国人民银行印制科学技术研究所, 北京 100070)

摘要: 叙述了用 Pro/Mechanica 软件对印版滚筒体进行前 2 阶模态分析的过程, 根据分析结果, 计算出了印版滚筒体的前 2 阶固有频率和振型。与滚筒齿轮的啮合频率比较, 判断了滚筒的工作特性, 为印版滚筒体的振动特性分析、振动故障诊断和预报以及结构动力特性的优化设计提供了依据。

关键词: Pro/Mechanica; 印版滚筒体; 模态分析; 固有频率

中图分类号: TS803.6; TP391.72 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)15-0072-03

Finite Element Modality Analysis of Plate Cylinder Body Based on Pro/Mechanica

WANG Chuan

(Research Institute of Printing Science and Technology, Beijing 100070, China)

Abstract: The process of first two orders modality analysis of plate cylinder body using Pro/Mechanica was introduced. The first two order natural frequency and vibration mode of plate cylinder body was calculated according to the analysis results. The operating characteristics of cylinder were evaluated by comparison of roller gear meshing frequency. The purpose was to provide reference for the plate cylinder body vibration analysis, vibration fault diagnosis and prediction, and optimization design of dynamic characteristics of structure.

Key words: Pro/Mechanica; plate cylinder body; modality analysis; natural frequency

随着印刷技术的不断提升, 胶印机也不断向着多色、高速、自动化的方向发展。印版滚筒是印刷机的关键部分, 它的性能的好坏直接影响到印刷品的质量。

现代印刷机向着高速化的趋势发展, 而实践和理论证明, 当印刷机的速度显著提高时, 印刷时的压力也要相应地增加。因为印刷机速度的提升, 就会使橡皮布和印版、橡皮布和纸张之间相互对应的接触点接触的时间相应减少, 这就导致了印刷面之间发生不完全接触的程度变大。为了使得印刷面能够充分接触, 必须保证有更大的印刷压力。假如不增加印刷的压力, 就会影响到印刷时的油墨转移。如果适当地增加印刷的压力, 印版滚筒的挠度形变会增大, 印刷的压力分布就会变得更加不均匀, 印版滚筒体的固有频率与振型也会发生变化。印刷速度的提高, 也会带来滚筒齿轮啮合频率的改变。

1 印版滚筒体有限元三维模型的建立与计算

1.1 建立印版滚筒体的三维几何模型

使用 Pro/Engineer 软件进行印版滚筒体的三维实体建模, 见图 1。

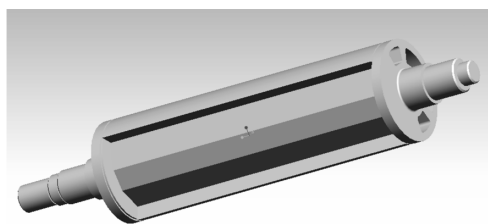


图 1 印版滚筒体的三维几何模型

Fig. 1 The geometry model of plate cylinder body

1.2 定义印版滚筒体的材料属性

印版滚筒体通常选用优质灰铁 HT250 铸造而

收稿日期: 2012-06-01

作者简介: 王川(1963—), 女, 重庆人, 学士, 中国人民银行印制科学技术研究所高级工程师, 主要负责科研管理与新产品开发管理以及科研绩效管理工作。

成,其弹性模量为 1.55×10^{11} Pa,泊松比为 0.27,密度为 $7\,340\text{ kg/m}^3$ 。进入 Mechanica 界面,定义上述材料属性,并给模型分配材料。

1.3 定义印版滚筒体上受到的约束

印版滚筒体可以沿着周向旋转(绕着 z 轴旋转),定义的约束必需要限制印版滚筒体其它 5 个自由度。印版滚筒体与滑动轴承内圈接触,轴承内圈限制了印版滚筒体沿 x, y 方向的平移和 x, y 轴的旋转,印版滚筒体轴肩与止推轴承接触,限制了印版滚筒体沿 z 方向的平移。

在 Mechanica 的菜单中分别进行如下选择 Constraints, New, Surface, 并在弹出的定义对话框中对以上说到的各个约束进行定义,滚筒体两端定义的约束是对称的,见图 2。

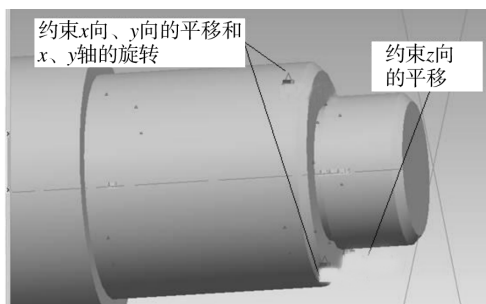


图 2 在印版滚筒体上施加约束

Fig. 2 Imposing constraints on the plate cylinder body

1.4 定义印版滚筒体上的载荷

在印刷过程中,印版滚筒受 2 个力的作用。一个是扭矩力,是滚筒齿轮传动所给的,它使印版滚筒产生微小的扭转变形。由于扭转变形很小,对印刷品的质量影响甚微,所以在定义载荷的时候可以忽略印版滚筒齿轮传动产生的扭矩力。

印版滚筒所承受的另一个作用力是印刷压力,由于忽略了印版滚筒齿轮传动所产生的力,所以可以近似地认为印版滚筒只受到印刷时的压力作用。且认为印刷压力是沿着印版滚筒轴向(即接触区的长度方向)均匀分布的——匀布载荷。对这个载荷进行定义:先在 TOP 基准面上草绘一个小长方形,长方形的长度与滚筒体长一样,宽定义为 12.5 mm ,再把长方形投影到印版滚筒体曲面上。在 Mechanica 菜单中点击“新建力/力矩负荷”,在弹出的对话框中设定如下,References: Surface(s); Surface(s): 选择小长方形; Properties: 选择 CSO 坐标; Force: 选择 Compo-

nents, $R = -1\,200\,000\text{ N/m}^2$, Theta = 0, Z = 0; 点 OK 完成定义,见图 3。

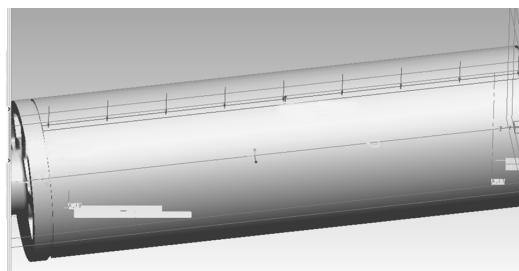


图 3 在印版滚筒体上定义载荷

Fig. 3 Defining load on the plate cylinder body

1.5 对印版滚筒体进行网格划分

使用 Mechanica 菜单中的 MESH 来进行网格的定义与划分,使用它还可以检查网格的质量,在有限元的网格模型中,可以标志出不符合要求的网格。印版滚筒体的网格模型见图 4。

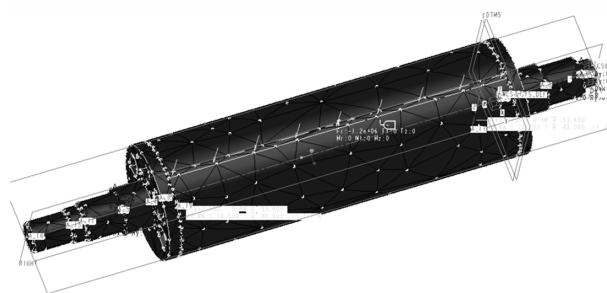


图 4 划分好的印版滚筒体的有限元网格模型

Fig. 4 Finite element meshing model of the plate cylinder body

1.6 建立网格模型的分析任务并进行有限元分析与计算

在 Mechanica 的菜单里选择: 分析 — Mechanica 分析/研究,会弹出 Analyses and Design Studies 对话框,在其上选择 File → New Modal,定义好分析任务,接着进行印版滚筒体有限元的分析与计算。

2 印版滚筒体有限元 1,2 阶模态分析的结果

对印版滚筒体进行有限元模态的分析求解时,一般情况下没有要求出此振动系统所有的固有频率与振型,实验证明系统在低阶模态时对整个振动系统的影响比较大,所以仅需要计算此振动系统的 1,2 阶模态。印版滚筒体 1,2 阶振型见图 5。

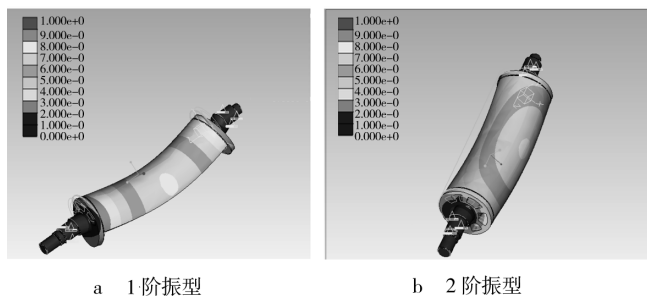


图5 印版滚筒体的前2阶振型
Fig. 5 First two orders vibration models
of the plate cylinder body

3 结果分析

通过对印版滚筒体进行有限元模态分析,计算出了印版滚筒体的1,2阶固有频率分别为396.59, 420.55 Hz,振型均为中间弯曲。通过振型和相应的动画显示,可以很直观地分析和研究印版滚筒体的动态性能,找到印版滚筒体制造的薄弱环节,可以为印版滚筒体结构的设计提供一定的理论依据。

现代印刷机的印刷速度一般是每小时印刷10 000~15 000张,由式(1)可算出滚筒齿轮的频率。经过计算, f 为2.78~4.17 r/s。

$$f = n/36\,000 \quad (1)$$

滚筒齿轮的啮合频率可由公式(2)计算出来,其中 z 是滚筒齿轮的齿数,分析的印版滚筒齿轮的齿数 $z=73$ 。经过计算,啮合频率 F 为202.94~304.41 Hz。

$$F = zf \quad (2)$$

计算出滚筒齿轮的啮合频率 F 小于滚筒体的一阶固有频率396.59 Hz,因此,滚筒体不会发生共振,滚筒体可以正常工作。

4 结语

将有限元分析技术应用于印版滚筒体的结构设计,缩短了设计的周期,保证了设计的质量。结合该印版滚筒体的有限元分析,得出以下结论。

1) 印版滚筒体在建模的时候考虑了滚筒空挡,滚筒空挡的存在会使得橡皮滚筒、印版滚筒、压印滚筒在旋转时会产生振动和冲击,印版滚筒转动1周会产生4次振动和冲击,所以在设计和生产的时候要避

免滚筒体发生共振。该印版滚筒体在工作时的一阶固有频率大于滚筒齿轮的啮合频率,所以滚筒体不会发生共振,适用于印刷生产。

2) 印版滚筒体的振型是中间弯曲,即薄弱环节是它的中间部位,在进行优化设计的时候应对薄弱环节进行着重考虑。

参考文献:

- [1] 张海燕. 印刷机设计[M]. 北京:印刷工业出版社,2006.
ZHANG Hai-yan. Printing Machine Design[M]. Beijing: Printing Industry Press,2006.
- [2] 成刚虎. 印刷机械[M]. 北京:印刷工业出版社,2007.
CHENG Gang-hu. Printing Machinery [M]. Beijing: Printing Industry Press,2007.
- [3] 万启超,魏田和. Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 结构、热、运动分析基础与典型范例[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
WAN Qi-chao, WEI Tian-he. Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 Structure, Heat, and Motion Analysis Basic and Typical Examples [M]. Beijing: Electronics Industry Press,2008.
- [4] 张凯乐,黄颖为,薛凤梅,等. PZ1650 橡皮滚筒受力分析的研究[J]. 包装工程,2009,30(3):55-57
ZHANG Kai-le, HUANG Ying-wei, XUE Feng-mei, et al. The Modeling and Analysis on Dynamic Function of Blanket Cylinder of the PZ1650 Printing Machine[J]. Packaging Engineering,2009,30(3):55-57.
- [5] 袁清珂,杜亚男,王同乐,等. 印刷机滚筒的模态分析[J]. 包装工程,2011,32(15):102-105.
YUAN Qing-ke, DU Ya-nan, WANG Tong-le, et al. Modal Analysis of Printing Cylinder[J]. Packaging Engineering,2011,32(15):102-105.
- [6] 李文威,陈南,解鹏程. 胶印机整机有限元建模与综合分析[J]. 包装工程,2010,31(15):25-29.
LI Wen-wei, CHEN Nan, XIE Peng-cheng. Finite Element Modeling and Synthesis Analysis Press[J]. Packaging Engineering,2010,31(15):25-29.
- [7] 黄颖为,薛凤梅. 印刷机滚筒动态性能的研究[J]. 包装工程,2007,28(8):34-37.
HUANG Ying-wei, XUE Feng-mei. Study on Dynamic Function of Print Cylinder[J]. Packaging Engineering, 2007,28(8):34-37.
- [8] ALI R. Use of Finite Element Technique for the Analysis of Composite Structures [J]. Computer&Structures, 1996,58(5):1015-1023.