

印刷机工作平稳性影响因素的影响程度研究

曾台英¹, 方立英², 隋立明¹

(1. 上海理工大学, 上海 200093; 2. 上海毅智机电系统有限公司, 上海 200435)

摘要:以印刷质量为出发点,分析和总结了印刷机械系统的典型工作环境和影响工作平稳性的各种因素。基于广义质量定义,提出了一种对平稳性各影响因素的影响程度的评价方法。以J2108型胶印机为例,研究结果表明:滚动振动引起的不平衡是影响印刷机工作平稳性的关键因素,传动不平衡和机件自身运动分别为主要和较主要的因素。研究为实际生产印刷质量和印刷机工作平稳性的控制提供参考。

关键词:印刷机械; 工作平稳性; 动态特性; 印刷质量

中图分类号: TS803; TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)05-0065-04

Study of Influence Degree of Factors for Working Stability of Printer

ZENG Tai-ying¹, FANG Li-ying², SUI Li-ming¹

(1. University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Shanghai Intelligent E & M System Ltd., Shanghai 200435, China)

Abstract: The working environment and influencing factors for working stability of typical press mechanical system was analyzed and summarized based on printing quality. The evaluation method of influence degree of factors for working stability was put forward based on broad sense definition of quality. Model J2108 offset printer was studied as sample. The results showed that roller vibration is the key factor for working stability; transmission un-stability and work part movement are the main and secondary factor. The purpose was to provide references to control printing quality and working stability control of printer in actual production.

Key words: printing machine; working stability; dynamic characteristic; print quality

印刷机是由机、电、液等上万个零件(或元器件)组成的复杂系统,整个系统平稳工作是印刷质量的根本保障。平稳性是指机器工作时的动态特性,它是由各部件运转时的动态性能以及传递性能表现出来的,是机械产品平稳性和可靠性这两大质量评定标准之一。

对于印刷机而言,平稳性主要是指纸张在输送、交接和印刷过程中的稳定性,以及印刷工艺流程的稳定性,并最终表现为生产出质量合格或不仅质量高而且稳定的印品。良好的平稳性是生产出合格印刷品的保证,是印刷机生产质量的综合性标准,也是影响机器使用寿命的一个重要因素^[1]。笔者从印刷机械系统典型工作环境为考虑出发点,总结印刷机平稳性

的影响因素基础上,以广义质量分析方法,探讨各因素对印刷机工作平稳性的影响程度。

1 印刷机械系统工作环境和平稳性影响因素

任何系统的运行都存在相应的工作环境,而环境中必然会存在各种干扰振源。系统工作环境中典型的干扰振源见图1^[2]。

从图1中可以看到,环境的随机干扰振动的来源主要可以分为3种:地面噪声、声学噪声、流体噪声,环境干扰源在低频较大范围(0~500 Hz)内都存在。印刷机在工作转速状况下进行振动测试,可得滚筒的转动频率在1~4 Hz之间;另对机体进行响应频率函

收稿日期: 2010-10-21

基金项目: 上海高校选拔培养优秀青年教师科研专项基金(5108309001); 上海理工大学引进人才科研启动基金资助项目(10D122)

作者简介: 曾台英(1978—),女,浙江人,博士,上海理工大学讲师,主要从事印刷机械、数字印刷的教学与研究。

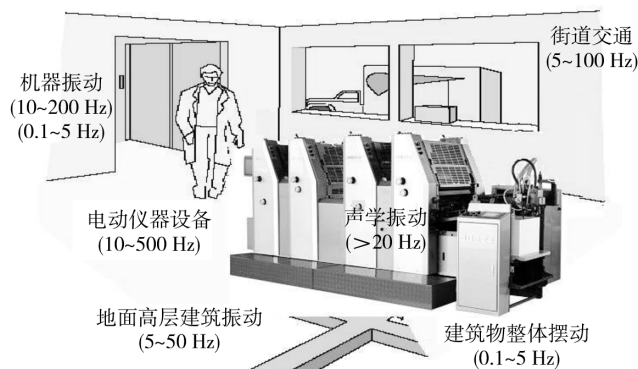


图1 印刷机周围环境的各种干扰源及其频率范围

Fig. 1 Environmental disturbances and their frequency range

数测试,印刷机在频率 2.11~4.11 kHz 范围时有多阶固有频率的存在。当印刷机的滚筒转动频率与印刷机机体固有频率重合时,必然会引起结构共振现象^[3]。另外,环境的各种干扰源的频率也会引起印刷机机体和印刷滚筒的共振现象。按照不同的印刷质量要求,应该保证印刷系统良好的工作环境,采用适当的减振措施,以减少周围环境因素对印刷机械系统工作平稳性的影响。

对于基于大环境工作的印刷机,在工作过程中,由于印刷机本身结构特性产生的影响工作平稳性的因素主要有:印刷机传动机构不平衡、机件自身运动的不均衡、滚筒振动引起的不平衡等,各因素产生的原因和相应的解决措施见表 1^[1]。

表1 印刷机工作平稳性的影响因素

Tab. 1 Influencing factors of printer working stability

影响因素	原因	解决措施
传动机构的传动不平衡	加工和装配误差	加强设计、制造、检测和装配环节
机件自身运动的不均衡	高速状态下的动态特性不稳定	用印刷机械性能的测试来改善
滚筒引起的不平衡	滚筒振动	理论和实践研究相结合,提高滚筒的平衡

2 平稳性因素影响程度评价方法

采用广义质量定义方法,对上述各因素对工作平稳性的影响程度进行研究^[4]。

2.1 平稳性组成元素公式

平稳性的各个影响因素可视为平稳性的组成元素,这样可得印刷机平稳性的组成元素公式为:

$$S(y) = f(y_1, y_2, y_3, \dots, y_n) \quad (1)$$

式中: $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ 分别表示传动系统的传动不平衡、机件自身运动不平衡、滚筒振动引起的不平衡及其他平稳性影响因素。

在各个组成元素中又分别由它们各自的元素所组成,因此,其组成元素的表达式分别:

$$\begin{aligned} y_1 &= f_{y1}(x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1n}) \\ y_2 &= f_{y2}(x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2n}) \\ y_3 &= f_{y3}(x_{31}, x_{32}, x_{33}, \dots, x_{3n}) \\ &\dots \end{aligned} \quad (2)$$

$$y_n = f_{yn}(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{nn})$$

式中: x_{ij} 表示 y_i 的各个组成元素。

将公式(2)代入公式(1),则印刷机平稳性的组成元素公式为:

$$\begin{aligned} S(y) &= f[f_{y1}(x_{11}, x_{12}, x_{13}, \dots, x_{1n}), \\ &\quad f_{y2}(x_{21}, x_{22}, x_{23}, \dots, x_{2n}), \\ &\quad f_{y3}(x_{31}, x_{32}, x_{33}, \dots, x_{3n}), \\ &\quad \dots \\ &\quad f_{yn}(x_{n1}, x_{n2}, x_{n3}, \dots, x_{nn})] \end{aligned} \quad (3)$$

公式(3)中,各组成元素的量的多少和质的高低对系统平稳性会产生不同程度的影响。元素的量,是指该元素所含的各子因素的多少;元素的质,即是指该元素影响程度的高低,直接关系各元素的动态性能,最终反应在对系统平稳性的影响。

元素量和质的综合影响表达式为:

$$Q_i = \eta_i q_i \quad (4)$$

式中: η_i, q_i 分别表示元素 i 的数量和质量。

2.2 组成元素对平稳性的影响程度分析

根据各因素组成元素的量和质对平稳度的影响,可以写出单个因素对平稳性的影响总量:

$$Q(n) = \sum_{i=1}^n \eta_i q_i = \eta_1 q_1 + \eta_2 q_2 + \dots + \eta_n q_n \quad (5)$$

式中: η_i, q_i 分别表示元素 i 的质量和数量。

根据上式可以分析各元素对系统平稳性的影响大小。对于一定的机械系统,其元素的量和质是确定的条件;另为保证系统的有效工作,可根据各结构部件的动态特性确定确保工作平稳性的极限条件,记为 $Q_{\max}(n)$ 。这样元素 i 和单个因素 n 对极限平稳性条件的影响程度分别为:

$$\Delta Q_{\max i} = \frac{\eta_i q_i}{Q_{\max}(n)} \quad (6)$$

$$\Delta Q_{\max n} = \frac{Q(n)}{Q_{\max}(n)} \quad (7)$$

通过式(6)和(7)知,组成元素和单个因素对平稳性的影响程度是不相同的,可以分析总结影响程度大的为重要元素和重要因素,影响程度小的为次要元素和次要因素,影响程度等于零的为不必要元素。在进行工作平稳性故障分析时,基于把影响因素分为重要的和次要的、必要的和不必要的,可以及时找到问题的关键,便于开展印刷质量控制。

3 评价分析

现以 J2108 型胶印机为例,基于表 1 所列的影响因素,展开各因素的影响程度的评价分析。

3.1 评价依据

考虑到表 1 中所列的因素的多样性,并且影响印刷机械工作稳定性的方式也不同,所以在评价过程中,基于因素本身所涉及部件在整个机械系统中的重要性、部件相关路径组成零件、零件本身精度及影响方式这样的准则进行质的过程评价。同时,在评价过程中考虑已有文献[5-7]对相关子因素的定量研究和分析的结果。

3.2 评价过程

首先进行 y_1 : 传动系统的传动不平稳因素的评价,细分各子因素见表 2 第 2 列。在 J2108 型胶印机

表 2 胶印机传动不平稳影响因素的质的评价

Tab.2 Quality evaluation of transmission instability of offset printer

因素	子因素	传动类型	影响方式等说明	质的评价
y_1 : 传动系统的传动不平稳	y_{11} 压印滚筒的传动	带传动和齿轮组传动		A
	y_{12} 橡皮滚筒的传动	齿轮组传动	出现齿轮杠子,及滚筒扭振	B
	y_{13} 印版滚筒的传动	齿轮组传动		A
	y_{14} 收纸传动	链传动	多边形效应,啮合冲击,产生动载荷	B
	y_{15} 输墨系统传动	摩擦传动	因工作速度较低,振动冲击不大。	C
	y_{16} 输水系统传动	摩擦传动		C
	y_{17} 输纸传动	摩擦传动		C
	y_{18} 其他	—	非主要因素	D

中,传动系统见图 2^[5],根据图 2 可以得到各子因素的传动路线。

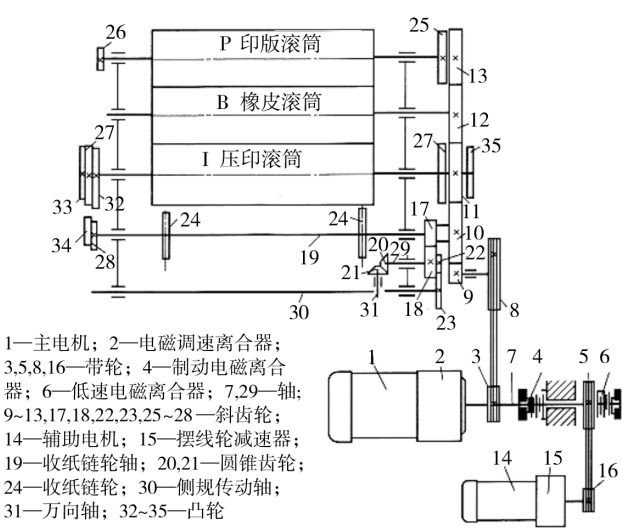


图 2 J2108 型胶印机的传动系统

Fig. 2 The drive system of model J2108 offset printer

从图 2 中可以得到子因素压印滚筒的传动路线为:主电机 1→电磁调速离合器 2→轴 7→带轮 3→带轮 8→斜齿轮 9→斜齿轮 10→斜齿轮 11→压印滚筒 I。传动路径中主电机 1→电磁调速离合器 2→轴 7→带轮 3→带轮 8 属于原动力传动部分。通过带传动,传动速度比较低,不会产生很大冲击;另斜齿轮 9→斜齿轮 10→斜齿轮 11→压印滚筒 I,是齿轮传动方式。齿轮因在加工装配过程中不可避免的加工误差造成滚筒间微小的滑移而产生的齿轮杠子,以及由于齿轮传动精度的差异造成了重影印刷质量问题。结合文献[6]中关于的印刷机结构部件工作原理和设计,作为印刷机主要执行机构之一的压印滚筒,在传动不平稳影响因素中属于重要的子因素,对工作平稳性影响制度的质的评价为 A 级。据上述评价准则,分别对表 2 中的 y_1 其他子因素进行质的评价。根据公式(5)和表 2 中评价的结果,可以得到因素 y_1 综合影响表达式:

$$Q(y_1) = \sum_{i=1}^8 Q(y_{1i}) = 2A + 2B + 3C + 1D \quad (8)$$

式(8)中: A, B, C, D 表示质的评价等级, A 级为影响程度最高等级。

机件自身运动不平衡影响因素 y_2 主要包含前规、侧规、递纸机构运动不平衡等元素,见表 3,这些机构一般由凸轮、连杆组合机构组成。在 J2108 型胶印机中,前规采用组合上摆式前规,机构中靠山和压簧组合能有效保证前规在定位时的抖动,保证定位的精确性。侧规采用滚轮旋转式侧拉规,这种侧拉规冲

表 3 机件自身运动不均衡影响因素的质的评价
Tab.3 Quality evaluation of parts operation's imbalance

因素	子因素	机构类型	影响形式说明	质的评价
y_2 : 机件自身运动不均衡	y_{21} 前规运动	凸轮、连杆组合机构	定位精度	B
	y_{22} 侧规运动		采用滚轮旋转式侧拉规,振动冲击小	B
	y_{23} 递纸机构的运动		旋转偏心结构,提高平稳性和传递精度	B
	y_{24} 其他		非主要因素	D

击振动较小,工作较平稳。递纸机构是偏心旋转上摆式递纸装置,结构中采用旋转偏心,可以提高递纸牙运动的平稳性及传递精度。从上述分析可以看出,在机构中都采取特定结构以保证稳定工作。因我国在材料和热处理技术上的不成熟,在设计、加工、安装过程中势必存在误差,从而造成部件运动不平衡对工作平稳性的影响。综上 y_2 各子因素的评价等级分别为 B,B 和 B 级。根据公式(5)和表 3 可得到因素 y_2 综合影响表达式:

$$Q(y_2)=\sum_{i=1}^4Q(y_{2i})=3B+1D$$

(9)

滚筒振动引起的不平稳因素细分见表 4。

表 4 滚筒振动影响因素的质的评价
Tab.4 Quality evaluation of cylinder vibration

因素	子因素	振动类型	质的评价
y_3 : 滚筒振动引起的不平稳	y_{31} y_1 引起的滚筒振动	滚筒扭转振动	A
	y_{32} y_2 引起的滚筒振动	机构速度突变产生振动	A
	y_{33} 滚筒空档	冲击振动	A
	y_{34} 滚筒质量不均匀	滚筒的谐振	B
	y_{35} 滚筒轴承	扭振、谐振和摆振	B
	y_{36} 其他		D

结合上面 y_1 和 y_2 的因素分析和文献[7—8]相关分析结果,由于滚筒振动引起的不平稳是工作平稳性的关键因素,根据各子因素对影响程度的不同,质的评价见表 2。根据式(5)和表 4 可得到因素 y_3 综合影响表达式:

$$Q(y_3)=\sum_{i=1}^6Q(y_{3i})=3A+2B+1D$$

(10)

3.3 结果分析

根据式(7),假设 J2108 型胶印机其工作平稳性的极限条件为 $Q_{\max}$ 。可以分别得到 y_1 、 y_2 和 y_3 各因

素对极限条件下的影响程度:

$$\Delta Q_{\max}(y_i)=\frac{Q(y_i)}{Q_{\max}}$$

(11)

式中: i 分别取 1,2,3。

结合式(8)–(10),可以得到在 J2108 型胶印机中,滚筒振动引起的不平稳是影响系统工作平稳性的最关键因素;其次传动系统的传动不平稳是重要的因素;机件自身运动的不均衡属于较次一级的因素。根据需要,可以进一步考虑其他相关因素,更加系统性分析印刷机工作稳定性的影响因素。

4 结语

印刷机工作平稳性是生产出合格印刷品的保证。在分析印刷机械系统的工作环境基础上,总结了印刷机工作平稳性的影响因素。根据广义质量定义方法,提供了一种各因素影响程度的分析方法。通过分析,得出了滚筒振动引起的不平稳是影响印刷机械系统工作平稳性的最主要的因素,另传动不平稳也是重要因素,机件自身运动不均衡因素为次要因素。基于上述的结论,解决印刷机工作平稳性可以从最主要和关键因素,滚筒振动特性展开研究以得到更好的效果。另文中提出的平稳性性能评价的方法,也适用其他性能的分析 and 评价。

参考文献:

[1] 李洪利,张海燕.有关印刷机平稳性的研究[J].印刷杂志,2009(3):49—51.

[2] Newport Corporation. Vibration control 2007~2008 Catalog[Z].(余不详)

[3] 杨家华,管华.印刷机振动的测试与分析[J].北京工业大学学报,2004,30(1):35—38.

[4] 闻邦椿,张国忠.面向产品广义质量的综合设计理论与方法[M].北京:科学出版社,2006.

[5] 武吉梅.单张纸平板胶印印刷机[M].北京:化学工业出版社,2005.

[6] 陈虹.现代印刷机械原理与设计[M].北京:中国轻工业出版社,2007.

[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—39.

[8] 李淑娟,张成新.滚筒空档与印刷品质量控制[J].包装工程,2009,30(2):80—81.