

激光打印机打印歪斜度的校正方法研究

刘平平¹, 胥宏¹, 李刚俊¹, 索来春²

(1.成都工业学院, 成都 611730; 2.哈尔滨工业大学, 哈尔滨 150001)

摘要: **目的** 针对激光打印机常见的打印图像歪斜问题, 以激光打印原理为理论基础, 研究并设计打印歪斜的校正方法。**方法** 首先, 利用激光打印机自身的硒鼓结构制作测试组件, 详细介绍其制作方法及工作原理; 然后, 设计专门的测试样张; 最后, 将测试组件放入打印机, 并打印该测试样张。**结果** 按照文中所述的方法可精确检测并调整激光束位置, 从而达到校正打印歪斜度的目的。**结论** 该方法可快速、精确地检测激光束的位置和歪斜状态, 可将打印歪斜度精准校正至允许范围内, 尤其适用于产品试制阶段的样机调试以及产品售后维保阶段。

关键词: 激光打印机; 打印歪斜; 激光束; 校正方法; 测试样张

中图分类号: TS801 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)09-0167-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.09.027

Correction Method for the Printing Skew of Laser Printer

LIU Ping-ping¹, XU Hong¹, LI Gang-jun¹, SUO Lai-chun²

(1.Chengdu Technological University, Chengdu 611730, China; 2.Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

ABSTRACT: In view of the common skew of the printing image of a laser printer, the work aims to study and design the correction method of the printing skew based on the principle of laser printing. First of all, the laser printer's cartridge structure was used to make the test module, and the manufacturing method and working principle were introduced in detail. Secondly, a special test sample was designed. Finally, the test component was put into the printer and the test sample was printed. The laser beam position could be accurately tested and adjusted according to the proposed method so as to correct the skew of printing. This method can quickly and accurately test the position and skew state of the laser beam, and accurately correct the printing skew to the allowable range. This method is especially suitable for the debug of the prototype in the trial production stage and the maintenance phase of the product after sale.

KEY WORDS: laser printer; printing skew; laser beams; correction method; test sample

激光打印机已成为自动化办公系统的关键环节, 而打印图像歪斜是激光打印机使用过程中发生概率相对较高的打印故障之一, 直接影响产品的质量^[1]。打印歪斜故障指的是打印副本上的文字或图像整体相对于电子文档发生倾斜。例如, 电子文档上水平方向的文字或图像打印后看起来是歪斜的, 打印副本上的内容左高右低或左低右高, 这就是最常见的打

印歪斜故障, 严重的将造成打印内容缺失, 影响副本的可读性。

针对该问题, Yanabe 和 Maeda 利用有限元软件对打印机中胶辊输送纸张的歪斜进行了数值模拟, 研究了预紧力不均衡、摩擦因数不均衡分布和前张力对纸张歪斜的影响, 给出了歪斜方向的确定方法^[2]。Okamoto 等对胶辊送纸的速度参数和机理进行了研

收稿日期: 2018-09-06

基金项目: 国家自然科学基金 (51705041)

作者简介: 刘平平 (1982—), 女, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为产品结构设计与优化。

究和试验验证,得出两辊之间的法向载荷、纸张的背张力以及摩擦因数的变化对纸张平移速度与辊转速之比的影响^[3]。Mori 和 Yanabe 研究了纸张与送纸辊之间的微滑动,利用非线性有限元分析方法模拟了橡胶包覆辊与刚性辊共同驱动载纸板从微滑移接触过渡到滚动接触的行为,进一步分析了不同条件下橡胶的剪切应力分布和变形以及局部滑移的变化^[4]。Yanabe 等采用改进的库仑摩擦有限元软件对反转辊式送纸机构的送纸过程进行了数值模拟^[5]。Kawamoto 等对复印纸及其送纸机构进行了力学及有限元分析,提出了新型的纸张分离及传送机构,并通过相关实验对与分纸有关的送纸速度、正向力及摩擦因数等作了详细分析^[6—8]。

纸张的行进状态和激光束的扫描方向是影响打印歪斜的根本原因。以上研究从纸张传送机构的复杂性以及纸张的力学特性等方面说明了影响纸张行进状态的设计因素,然而,在实际生产中,影响纸张行进的还有零件的制造误差、装配误差以及其他随机误差。另外,整机装配完成后,纸张在机内的行进方向已经确定,无法再做调整,因此,要想改善打印歪斜问题,必须通过专门的工艺手段在一定范围内调整激光束的位置,即保证激光束与纸张之间的相对位置对校正打印歪斜更具有实际意义。文献[9]和文献[10]虽然在激光打印机的生产过程中设置了激光束校准工位,通过专门的校准装置调整激光束的水平度,但也只能把激光束的水平度控制在一定范围内,以保证打印机能正常打印,却无法控制最终的打印歪斜度。

文中在分析激光打印原理的基础上研究打印歪斜故障的产生机制,结合机内纸路结构研究并设计用于检测和调整激光打印机中激光束位置的方法,从而达到校正打印歪斜故障的目的。该方法无需任何测量工具,通过打印样张直接读取校正值。通过此方法可对打印歪斜的图像进行更精确的校正。

1 激光打印歪斜故障产生机制

1.1 激光打印原理

激光打印技术源于静电复印技术,即卡尔逊静电复印法。激光打印机图像的形成是一个动态过程,需要由激光扫描器发出激光束,在做旋转运动的感光鼓表面曝光形成静电潜像,静电潜像经显影后成为墨粉图像并转印到行进的纸张上,这个激光打印过程可详细划分为充电、曝光、显影、转印、分离、定影和清洗这 7 个过程^[11—12],见图 1。

随着感光鼓的旋转,当充有电荷的感光鼓表面旋转到激光扫描位置时,激光束沿轴向扫描感光鼓表面。由于感光鼓表面是光敏材料,因此,经过激光照射的部位电位将迅速降低^[13—14],在感光鼓表面形成

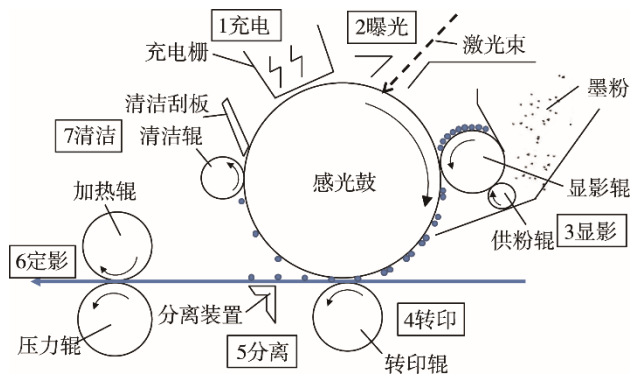


图 1 激光打印过程原理

Fig.1 Principle of laser printing process

所打印图像的静电潜像,此为曝光过程。感光鼓表面被激光照射的部位与显影辊上的墨粉有较高的电势差,墨粉就被吸到感光鼓表面的潜像上^[15]。感光鼓上没被激光照射的部位与墨粉之间的电势差小,不会与墨粉相吸,这样就使感光鼓上的潜像显现出来了,形成墨粉图像。墨粉图像再在转印辊的作用下被转移到纸张上^[16—17],最后,通过定影过程在纸张上形成固定的图像。

1.2 打印歪斜故障产生机制

如图 2 所示,激光打印机用于曝光的激光束由激光扫描器中的激光发射器发出,通过线同步信号控制数据对激光进行调制,控制激光发射器的关闭与导通,调制后的激光束经激光扫描器中的透镜、棱镜等光学元件聚焦、反射并沿感光鼓轴线方向对感光鼓进行线扫描曝光,感光鼓上的静电潜像经显影后被转印到行进的纸张上。然后,重复线扫描过程^[18—19],直到图像打印完毕。

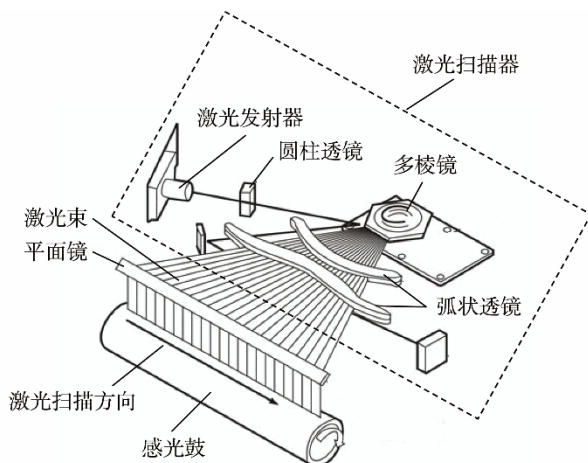


图 2 激光扫描器扫描曝光示意

Fig.2 Scanning and exposure of laser scanner

打印歪斜故障的产生一方面是由于纸张在机内转印前的行进方向发生偏移,使原本水平扫描曝光的图像转印到歪斜的纸张上,造成打印图像相对于纸张

歪斜,见图3a。另一方面是由于激光束的水平度偏差,激光束未能水平扫描感光鼓,歪斜着扫描曝光的图像转印到正常行进的纸张上,同样产生打印歪斜故障,见图3b。对于打印机的动态打印过程来说,激光束的扫描方向垂直于纸张的行进方向是最理想的,因此,打印歪斜度取决于激光束扫描方向与纸张行进方向的相对位置精度。

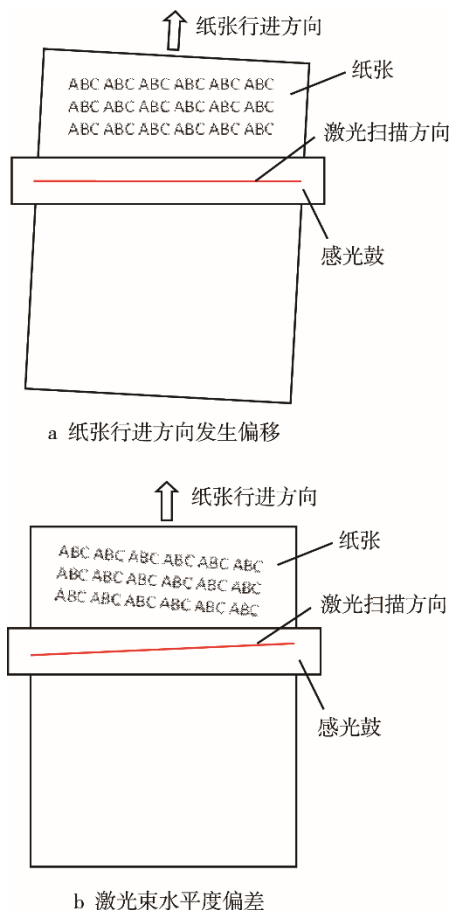


图3 打印歪斜故障产生示意
Fig.3 Generation of printing skew

纸张在机内的行进方向由导纸辊及纸路相关零件决定,由于零件已经定型,打印机装配完成后,纸张在机内的行进方向已经无法再做调整,因此,对于发生打印歪斜的产品,必须通过专门的工艺手段在一定范围内调整激光束的位置,即保证激光束与纸张之间的相对位置。

2 校正方法研究

文中所研究的打印歪斜故障的校正方法是基于一种测试样张和一个测试组件的设计,校正过程的实质是对激光束状态进行检测和调整。该方法的基本思想是在打印机内放入测试组件并打印测试样张,通过读取打印副本来检测激光束的实际位置,使不可见的光束间接地变为可见,从而对其进行调整。高方法的

最大的特点是通过打印副本检测激光束状态,并依此调整激光束位置,从而校正打印歪斜问题。由于进行了实时打印,调整激光束的同时相当于考虑了送纸机构的动态特性即纸张的行进状态,更容易得到预期的打印质量。

文中以 OEP102B 型黑白激光打印机为研究对象,打印 A4 幅面时主要参数:纸张尺寸为长 297 mm、宽 210 mm^[20];硒鼓上盖光束入口尺寸为长 222 mm、宽 4 mm;光束扫描宽度为最大 216 mm;打印区域,定边距=左边距=6 mm。

部件位置关系:如图4所示,相关部件有激光扫描器、光束、平面镜、硒鼓上盖(含光束入口)、感光鼓和纸张等。由于感光鼓是安装在硒鼓组件内部的,所以激光束要通过硒鼓上盖的光束入口照射到感光鼓上。

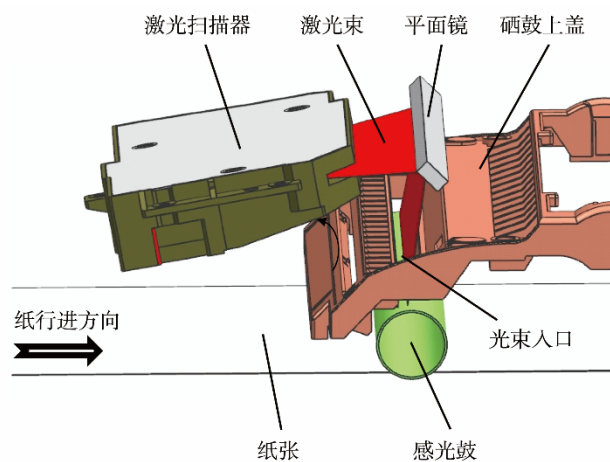


图4 部件位置关系
Fig.4 Position relation of parts

2.1 测试样张的设计

如图5所示,测试样张作为校正打印质量的电子版样张,设计为 A4 幅面,主要由边距框、参照刻度尺和测试块组成。如果还有其他测试需求,还可在此基础上扩展更多内容。

1) 边距框。形状为矩形框线,是打印图像的最大边界,用于测量图像的顶边距、左边距以及图像歪斜度,其中,横向歪斜度= $|a-b|$,纵向歪斜度= $|c-d|$ 。

2) 参照刻度尺。由 1:1 的刻度线组成,最小单位为 1 mm,为便于读数,每间隔 5 mm 和每间隔 10 mm 都设置一条长刻度线。刻度尺向内对称布置于边距框的四周,一方面用于检测图像缩放,即打印后实际尺寸与理论尺寸的比值,包括横向缩放和纵向缩放;更重要的是用于快速度量打印后副本图像的位置。

3) 测试块。由 5 个黑色实心矩形图案组成,分为 3 个梯度排列,第 1 梯度测试块位于纸张宽度方向的中心;第 2 梯度测试块左右对称分布,其上设置

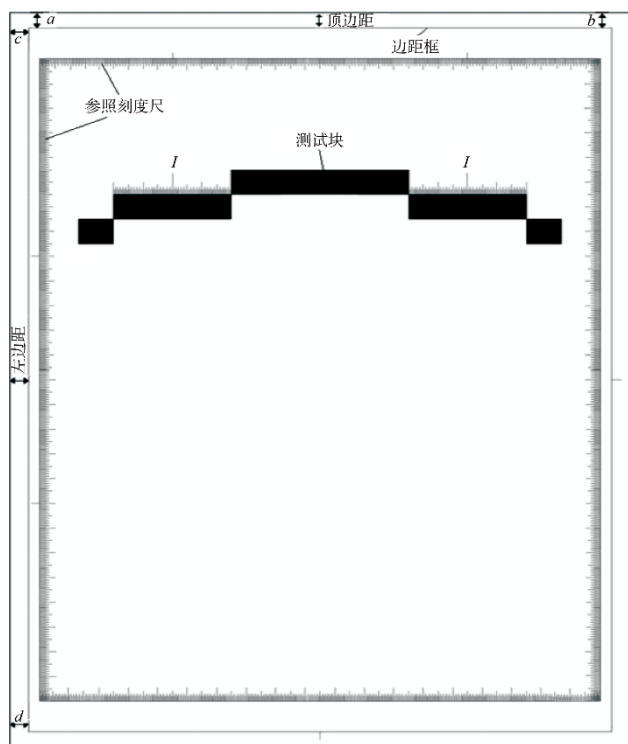


图5 测试样张
Fig.5 Test sample

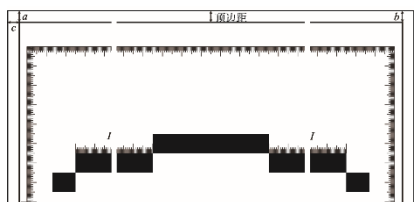
有刻度线,包括2条较长刻度线 I ;第3梯度测试块对称分布于整个测试块的最外侧。整个测试块位于纸张的上半部分的中心,主要用于打印图像后检测光束位置。

2.2 测试组件的设计

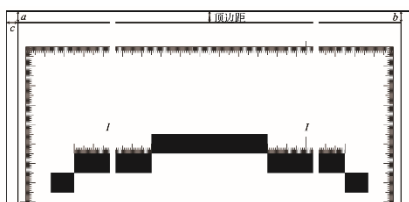
该测试组件利用硒鼓组件本身进行改造,只有这样的装置才可正常装入整机,保证正常打印。

2.2.1 基本原理

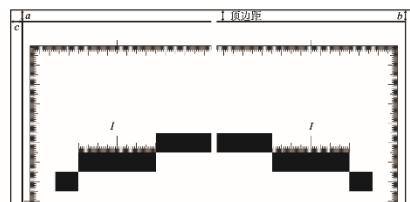
根据激光打印原理,只有感光鼓上的曝光部位才能吸附墨粉从而在纸张上留下图像,如果激光扫描器与感光鼓之间的光路被阻挡,反映在纸张上的必然是白色,即无图像。基于此,该设计在激光扫描器与感光鼓之间制造障碍遮挡局部光路,将得到的白色图像打印在黑色的测试块上,从而达到确定光路位置的目的。该方法的关键就在于白色图像的形状及其遮挡物的设计上。



a 打印白线对称



b 打印白线不对称



c 打印1条居中白线

图7 打印效果
Fig.7 Printing effect

2.2.2 设计方案

设计采用2条交叉的细线作为遮挡物,对称布置在硒鼓上盖的光束入口上,用于遮挡光束入口。光束入口可简化为矩形框,见图6。根据激光打印原理,激光束沿感光鼓轴线方向对感光鼓表面进行线扫描曝光并重复线扫描过程,直到图像打印完毕。如果单条扫描光束的扫描线路被细线遮挡,那么,遮挡的部位(激光束线路与细线的交点)在纸张上所形成的图像必是左右2个白点,重复线扫描过程后就形成左右2条竖向白线,刚好体现在黑色测试块上。

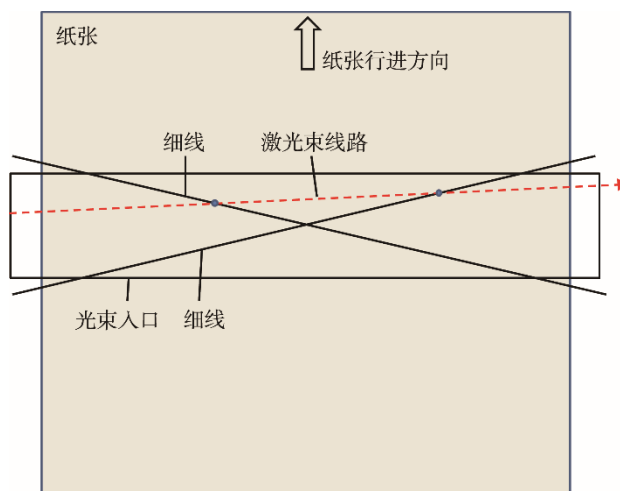


图6 测试组件原理
Fig.6 Test component principle

根据激光打印基本原理,打印效果见图7a,如果2条白线对称,则说明扫描光束是水平的(相对于纸张行进方向垂直)。进一步,打印出来的2条对称白线之间的距离越近,则说明光束扫描线路位置更接近于光束入口宽度的中心。打印效果见图7b,如果2条白线不对称,则说明扫描光束不是水平的,光束发生了倾斜。如果打印在纸张上的白线仅有1条,且位于中间黑色测试块的对称轴线上,见图7c,说明扫描光束刚好通过两细线的交叉点。

设计上希望光束的扫描方向是水平的,且尽量靠近通道宽度的中心,入射位置准确才能保证打印质量,但实际生产中很难得到这样的状态。为了得到尽量靠近通道中心且水平的光束,一方面需要调整光束

在光束入口宽度方向上的位置,另一方面需要调整光束的水平度,这就需要设置一个参考。文中在图4所示测试样张的测试块上设置了2条长刻度线 I ,并根据实际情况界定 $I-I$ 的距离作为调整光束的参考,设计推荐样张上 $I-I$ 距离为120 mm。

3 校正过程设计与案例分析

基于以上研究,文中以A4幅面打印为例,对打印歪斜的校正过程进行设计和案例分析。

3.1 激光束状态的检测

1) 当光束扫描线路太靠近光束入口边缘时,容易造成打印内容缺失,影响检测的准确性及打印质量,因此,先在光束入口上确认光束在宽度方向上的允许偏移范围,见图8a。

2) 如图8b所示,在光束入口上交叉对称设置2条细线遮挡物,使细线交点位于光束入口的中心,2条细线分别与允许偏移范围的上边界的交点之间的距离为 S_1 ,与允许偏移范围的下边界的交点之间的距离为 S_2 ,使 $S_1=S_2=120$ mm,测试组件制作完毕。

3) 将测试组件装入打印机,在纸张上打印测试样张内容。

4) 打印完成后,分别测量打印结果上的2条白线到纸的宽度中心线之间的距离 L_1 和 L_2 ,并根据 L_1 , L_2 与120 mm之间的关系确定激光束的偏移、歪斜状态。此时,打印出来的测试样张上的刻度线有助于

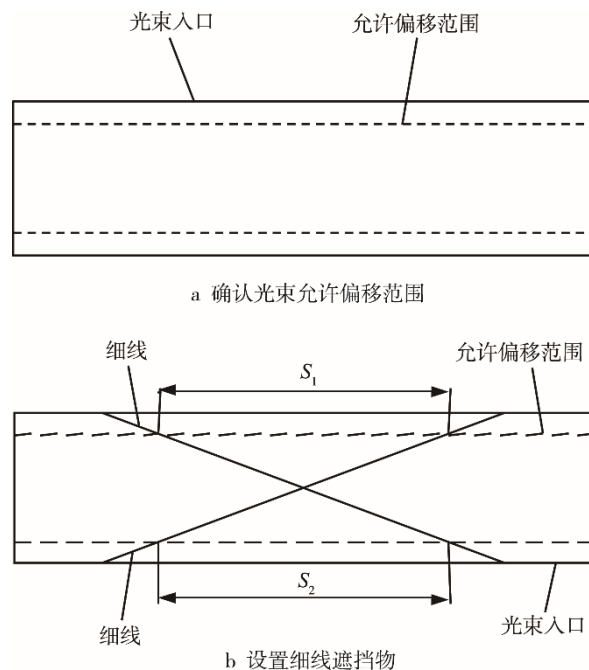


图8 激光束状态检测示意

Fig.8 Detection of laser beam state

快速度量,具体案例分析如下。

打印效果见图9a,如果 $L_1=L_2$ 且 $L_1+L_2 \leq 120$ mm,则说明激光束在允许范围内水平,此时的光束状态见图10a。同样,当 $L_1=L_2$ 且 $L_1+L_2 > 120$ mm时,说明激光束水平,但在光束入口宽度方向上偏离过大,可能会影响打印质量,甚至造成内容缺失,需要校正。

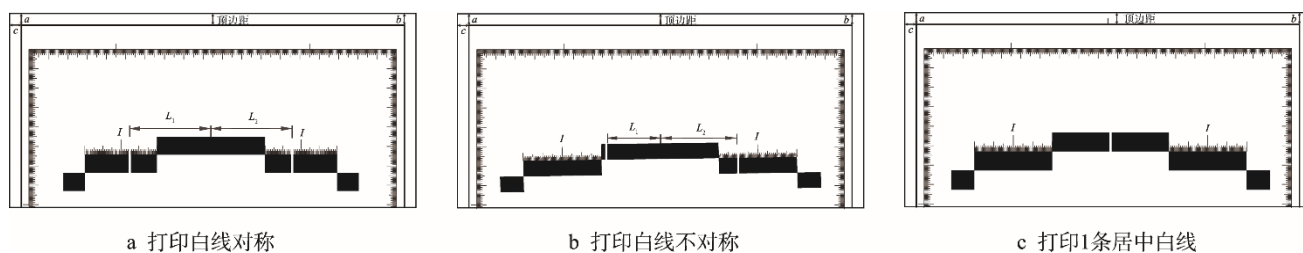


图9 打印效果
Fig.9 Printing effect

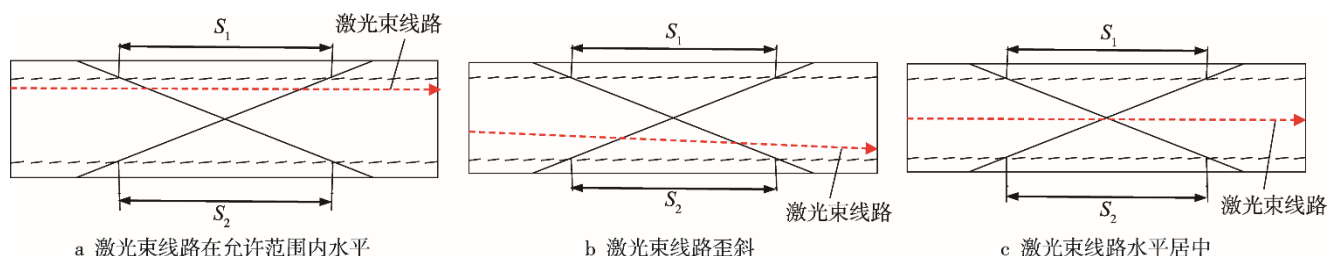


图10 激光束扫描线路示意
Fig.10 Scanning route of laser beam

如果打印副本上 $L_1 \neq L_2$,即2条白线不对称时,则说明激光束发生歪斜,会影响打印质量,需要校正激光束,但校正之前需要检测激光束的歪斜方向。当

打印效果见图9b时,仅直接读取 $L_1 < L_2$ 无法检测激光束的具体倾斜方向,此时需要借助样张上的边距值 a, b, c, d 来做进一步的判断。若 $a > b, c > d$,根据

激光打印原理和纸张的行进方向可检测出激光束扫描线路的歪斜情况见图 10b。另外,通过读取打印出来的样张副本上的刻度还可以进一步帮助精确确定激光束的校正量,从而精确控制打印歪斜度。

3)若打印效果见图 9c,只有 1 条白线,同时 $a=b$, $c=d$,则说明激光束水平且扫描线路位于光束入口宽度的中心,激光束的扫描线路见图 10c。

3.2 激光束位置的调整

激光束位置的调整需首先根据所检测到的激光束状态,再结合打印机的具体结构进行,常用的方法是调整激光扫描器的安装角度以达到改变激光束位置的目的。以文中的激光打印机为例,根据激光束位置检测过程中所读取的数据,再结合激光束的发射路径和纸张行进方向,采用的调整方法是在图 4 所示的激光扫描器下方对应的位置处增加或减少专用垫片的数量,从而调整激光束的位置,垫片厚度越小越有利于提高调整精度。然后,重复前文所述的检测和调整过程直至打印歪斜故障缓解或消除。由于同一型号产品之间的个体差异,调整激光束位置所用的垫片数量虽不尽一致,但会在某个数量左右的一定范围内浮动,具有可操作性。

4 结 语

针对激光打印机打印歪斜问题,文中提出了用于校正打印歪斜的方法。采用该方法无需专门、复杂的检测装置,就能够快速、精确地检测激光束的位置和歪斜状态,快速确定激光束是否水平或扫描线路是否偏移过大。在生产环节和售后维保环节中,采用文中所述方法能够快速检测激光束的歪斜方向及其校正量,从而精确调整激光束并改善打印歪斜问题,有利于提高维修效率和打印质量。

参考文献:

- [1] 周罗岚. 激光打印机成像质量综合评价方法研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2017.
ZHOU Luo-lan. Research on Comprehensive Evaluation Method of Imaging Quality of Laser Printer[D]. Wuhan: Wuhan University, 2017.
- [2] YANABE S, MAEDA T. Skew Simulation of A Paper Transferred by Rubber Rollers in Printers[J]. The Japan Society of Mechanical Engineers, 2007, 13: 959—964.
- [3] OKAMOTO N. Study on Velocity Characteristics and Mechanics of Paper Feeding with Rubber-covered Roller Drive[C]// In Trans of JSME, Japan, 2001: 475—482.
- [4] MORI H, YANABE S. Study on Micro Slip Between Paper and Feeding Rollers[J]. The Japan Society of Mechanical Engineers, 2000, 37: 15—16.
- [5] YANABE S, HOSOKAWA Y, MAEDA T. FEM Simulation of Paper Feed Mechanism with Reverse Roller[C]// In Proceedings of the International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment, Santa Clara, California, 2003: 311—312.
- [6] KAWAMOTO H, UMEZU S. Development of Electrostatic Paper Separation and Feed Mechanism[J]. Journal of Electrostatics, 2007, 65: 438—444.
- [7] UMEZU S, SHIRAISHI J, NISHIMURA J, et al. Paper Separation and Feed Mechanisms Utilizing Electrostatic Force[A]. In International Conference on Digital Printing Technologies[C]// New Orleans, Louisiana, 2003: 559—564.
- [8] 许天河. 走纸机构之动态分析与测量[D]. 台北: 台湾清华大学, 2001.
XU Tian-he. Dynamic Analysis and Measurement of A Paper Walking Mechanism[D]. Taipei: Taiwan Tsinghua University, 2001.
- [9] 刘平平, 杨峻达, 梅爽宁, 等. 一种激光扫描器调光装置: 中国, ZL201420672719.5[P]. 2015-05-13.
LIU Ping-ping, YANG Jun-da, MEI Shuang-ning, et al. A Light Adjust Device of A Laser Scanner: China, ZL201420672719.5[P]. 2015-05-13.
- [10] 李忆, 孙芳, 杨云涛, 等. 一种激光扫描器测试装置及测试电路: 中国, ZL201420673471.4[P]. 2015-05-13.
LI Yi, SUN Fang, YANG Yun-tao, et al. A Testing Device and Circuit of A Laser Scanner: China, ZL201420673471.4[P]. 2015-05-13.
- [11] 林建雄. 静电复印技术及其发展方向[J]. 韩山师范学院学报, 2006, 27(3): 58—61.
LIN Jian-xiong. Electrophotography and Its Development Direction[J]. Journal of Hanshan Teachers College, 2006, 27(3): 58—61.
- [12] 李程新. 静电复印技术的发展史[J]. 办公自动化, 2004(8): 21—23.
LI Cheng-xin. The Development History of Electrophotography[J]. Office Automation, 2004(8): 21—23.
- [13] 宋晟, 毕明珠, 蒋立琴, 等. 墨粉与感光鼓性能对激光输出图像质量的影响[J]. 包装工程, 2009, 30(9): 99—102.
SONG Sheng, BI Ming-zhu, JIANG Li-qin, et al. Effect of Toner and Photosensitive Drum Performance on Laser Output Image Quality[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(9): 99—102.
- [14] 毕明珠, 李培芬, 蒋立琴. OPC 感光鼓质量评价的探讨[J]. 计量与测试技术, 2009, 30(6): 27—28.
BI Ming-zhu, LI Pei-fen, JIANG Li-qin. Discussion on the Quality Evaluation of OPC Photoreceptor Drum[J]. Measurement and Test Technology, 2009, 30(6): 27—28.
- [15] 任小军. 佳能 Canon 复印机的 NP 显影法[J]. 计量与测试技术, 2000(3): 62.
REN Xiao-jun. NP Developing Method of Canon Copier[J]. Measurement and Test Technology, 2000(3): 62.
- [16] 王娟娟, 王京武. 东芝彩色单鼓和多鼓复印机对比

- 分析[J]. 办公自动化, 2012(231): 62—64.
- WANG Juan-juan, WANG Jing-wu. Comparison and Analysis of Toshiba Color Single Drum and Multi Drum Duplicator[J]. Office Automation, 2012(231): 62—64.
- [17] HAYAMA Y, TAKEHIRA O, KADONAGA M. Toner Scattering Mechanism by Numerical Simulation of Electric Field Near the Transfer Nip Considering Paper Behavior[R]. Japan: Ricoh Environmental Technology R&D Center, 2002.
- [18] 孙文虎. 蜂鸟系列激光打印机的工作原理及设计[D]. 济南: 山东大学, 2004.
- SUN Wen-hu. Working Principle and Design of Hummingbird Series Laser Printer[D]. Jinan: Shandong University, 2004.
- [19] 李忆, 张德华, 吴秋菊. 一种双光路激光扫描办公设备: 中国, ZL201621232764.4[P]. 2017-06-13.
- LI Yi, ZHANG De-hua, WU Qiu-ju. A Dual Optical Laser Scanning Office Equipment: China, ZL201621232764.4[P]. 2017-06-13.
- [20] GB/T 17540—2017, 台式激光打印机通用规范[S]. GB/T 17540—2017, General Specification for Desktop Laser Printers[S].