

The Influence of the Monopole and the Bipolar High Pressure Deflection Plate on the Electric Field Distribution

Yuhua Zeng¹, Qiang Xu², Lijun Tang¹, Huiyong He¹

¹Changsha University of Science & Technology, Changsha Hunan

²Guangzhou EC-PACK Packing Equipment Co., Ltd., Guangzhou Guangdong

Email: 969066378@qq.com

Received: May 2nd, 2018; accepted: May 16th, 2018; published: May 24th, 2018

Abstract

The high pressure deflection plate of the inkjet printer is a key part of the inkjet printer nozzle. After the high voltage deflector plate is electrified, there will be a certain high voltage electric field between the two plates. The droplet is charged at the charging pole and enters the high voltage deflector, deflecting under the deflection electric field. Changing the electric charge of the droplet or changing the electric field intensity between the high voltage deflector can change the deflection displacement of charged droplet. The polarity of the voltage between the deflection plates has a certain effect on the deflection displacement of the droplets. Under the condition of unipolar high pressure deflection plate and bipolar high pressure deflection plate, the electric field distribution of charged ink drops before entering the deflection plate and leaving the deflection plate respectively. Meanwhile, the influence of charging pole voltage on the field strength distribution before entering the deflection plate is also studied.

Keywords

Jet Printer, Unipolar, Bipolar, High Pressure Deflection Plate, Electric Field Distribution

喷码机的单极性和双极性高压偏转板对电场分布的影响

曾育华¹, 徐强², 唐立军¹, 贺慧勇¹

¹长沙理工大学, 物理与电子科学学院, 湖南 长沙

²广州易达包装设备有限公司, 广东 广州

Email: 969066378@qq.com

收稿日期: 2018年5月2日; 录用日期: 2018年5月16日; 发布日期: 2018年5月24日

摘要

喷码机的高压偏转板是喷码机喷头中的一个关键组成部分。高压偏转板通电之后, 两极板之间会产生一定的高压电场。墨滴在充电极充上电, 进入高压偏转板, 在偏转电场作用下发生偏转。改变墨滴的带电量或者改变高压偏转板间的电场强度, 可以改变带电墨滴的偏转位移量。偏转板间电压的极性对墨滴的偏转位移量是有一定影响的。本文研究分别在单极性高压偏转板和双极性高压偏转板条件下, 带电墨滴在进入偏转板前、以及离开偏转板后的电场分布情况。同时研究充电极电压对进入偏转板前的场强分布的影响。

关键词

喷码机, 单极性, 双极性, 高压偏转板, 电场分布

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1.1. 喷码机技术概述与研究意义

喷码机是能够辨识产品、标识产品的实用设备。二十世纪七十年代末出现在美国, 世界上的第一台商用喷码机就是在美国率先产生。但是直到 1992 年, 我国才出现了第一个生产喷码机的厂家。喷码机技术的引进和推广对国内产品包装和标识的应用方面产生了深刻的影响, 现在大部分的生产企业已经意识到了喷码标识的发展性及重要性。增加产品的高品质, 提升产品的强竞争力需要标识技术的强有力支撑, 也就是喷码机技术的改进。消费者知识水平的提高对标识产品信息的质量越来越看重、对于内容要求也随着提高, 所以市场提出的高要求推动了喷码机技术的高速发展。而喷码机的喷头决定着喷印技术的质量。本文将分析研究高压偏转板在不同极性下, 对带电墨滴的影响, 从而达到对喷码机喷印质量的优化。

1.2. 喷码机工作原理

非接触式连续喷墨技术一般应用于要求喷印的速度快而对于喷印质量要求不是很高的高速生产线上。喷码机的工作原理: 油墨进给管在油墨系统压力的作用下进行油墨供给, 在振幅信号的提供下, 因振幅信号而引起的压电晶体震荡, 在压电晶体的激励下, 墨流在充电极内断裂为墨滴, 墨流在充电极中断裂并且同时被充上负电。带电墨滴经过高压偏转板时, 而高压偏转板是通以静电直流高压的两直板, 会形成一个静电场, 带电墨滴在静电场作用下发生偏转, 打落在被喷印产品表面, 形成所需要的字符。不带电的墨滴, 在静电场中是不会发生偏转的, 直接落入回收槽中, 被加以重复利用。喷码机喷头结构原理如图 1:

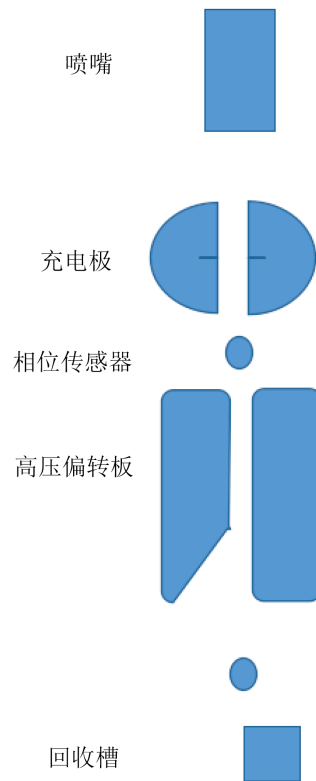


Figure 1. Spray head structure diagram of inkjet printer
图 1. 喷码机喷头结构图

2. 单极性和双极性高压偏转板对电场分布的影响

2.1. 理论依据

墨点的偏转指的是带电墨点在偏转电场中受到电场力作用，偏离原来飞行轨迹。带电墨点通过相位传感器检测后继续直线飞行，进入一对平行的高压极板。由于墨点体积很小，质量很轻，飞行过程中的空气阻力和重力相对于受到的电场力可以忽略不计[1]。

根据带电粒子在电场中的运动理论，在理想状态下，带电粒子的重力忽略不计，带电荷量为 q 的带电粒子以垂直电场方向，也就是平行于极板的速度 v_0 进入高压偏转板，带电墨滴在垂直于板面的方向受到静电力。根据公式加速度 $a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md}$ ，带电粒子射出电场时，在垂直于板面方向产生的位移为

$$y = \frac{1}{2}at^2$$

其中 t 为飞行时间。带电粒子在平行于两偏转板的方向不受力，所以在这个方向做匀速运动，可得

$$t = \frac{l}{v_0}$$

将 a 和 t 代入 y 中，得到

$$y = \frac{1}{2} \cdot \frac{qUl^2}{mdv_0^2}$$

带电墨滴的偏转距离 y 与高压偏转板间的电压 U 成正比, 与带电墨滴所带的感应电荷量 q 成正比。由此可见, 高压偏转板间的电场分布影响着带电墨滴的运动。

2.2. 高压偏转板的极性对电场分布的影响

本设计主要研究带电墨滴进入高压偏转板前和离开高压偏转板后的电场分布。为了得出单极性的高压偏转板对电场分布的影响, 充电极取 200 v, 偏转板分别取值为 6 kv 和 0。同时为了研究双极性的高压偏转板对电场分布的影响, 偏转板分别取值为 ± 3 kv。两偏转板相距 4 mm。规定充电极的中心位置为坐标原点。x 即为到这个点的距离。带电粒子从 $x = 2.5$ mm 处离开充电极, 在 2.5 mm 之前由于充电极的屏蔽作用, 高压偏转板对带电粒子的影响几乎为 0。两高压偏转板间的距离为 4 mm。在 10 mm 处进入偏转板。高压偏转板的坐标示意图如图 2 所示。

2.2.1. 带电墨滴进入高压偏转板前

带电墨滴在离开充电极进入高压偏转板前的电场分布, 本设计将重点分析在运动方向的场强分量大小。如图 3 所示。

根据 $F = qE$, $a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$, 带电墨滴带负电, 在高压偏转板为单极性的情况下, 运动方向的加速度

分量 a 与带电墨滴的运动方向一致, 带电粒子的速度也将增快, 带电粒子在高压偏转板中的偏转量将减小。而在双极性高压偏转板中, 带电墨滴在运动方向的加速度分量与带电墨滴的运动方向相反, 且加速度大小变大, 带电粒子的速度将减慢, 从而在高压偏转板中的偏转量越大。

2.2.2. 带电墨滴离开高压偏转板后

同理得出带电墨滴离开高压偏转板后的运动方向的场强分量大小, 观察分析数据会发现不管高压偏转板是单极性 or 双极性, 其场强分量大小几乎一样。说明单极性偏转板和双极性偏转板的影响大概无差别。

2.2.3. 不同充电极电压条件下的场强分布

以上是充电极 200 伏的情况下, 为了进一步研究场强分布情况, 本课题还研究了不同充电极电压条件下的场强分布, 当充电极电压为 0 时, 场强分布图如图 4 所示。

与充电极电压 200 v 的条件下相比较, 当高压偏转板是双极性时, 充电极电压越大时, 运动方向的场强分量值就越大, 也就是充电极电压越大, 带电粒子在运动方向的速度越慢, 在高压偏转板中的偏转量也将越大。当高压偏转板是单极性时, 充电极电压越大, 运动方向的场强分量值就越小, 运动方向的速度越慢, 在高压偏转板中的偏转量也将越大。

2.3. 结果讨论

由以上的试验结果可以看到单极性高压偏转板和双极性高压偏转板造成的电场分布是有明显区别的, 单极性高压偏转板的电场分布图和双极性高压偏转板的电场分布图对比分析。

1) 在单极性高压偏转的情况下, 带电粒子在未进入偏转区域前, 运行方向的速度增加, 从而导致在高压偏转板中的偏转量减小。在离开偏转区域后, 偏转板的极性影响几乎无差别。

2) 在双极性高压偏转板的情况下, 带电粒子在未进入偏转区域时, 偏转板对其运行方向的速度影响相比单极性高压偏转板要小。

3) 无论高压偏转板为双极性还是单极性, 充电极电压在可变范围内越大, 对墨滴的运动速度影响更小。

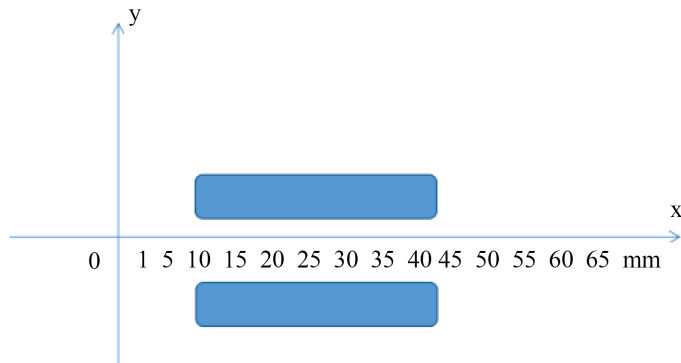


Figure 2. High voltage deflection plate coordinate diagram
图 2. 高压偏转板的坐标示意图

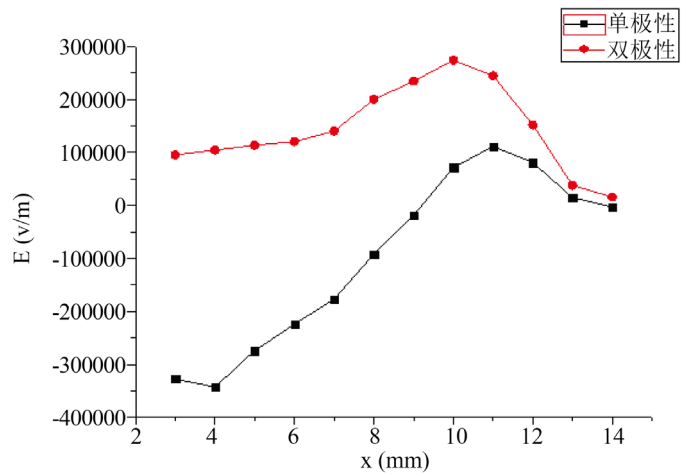


Figure 3. Field strength component diagram of the direction of motion near the high voltage deflection plate at 200 v of the charging electrode
图 3. 充电极 200 v 下的高压偏转板附近的运动方向的场强分量图

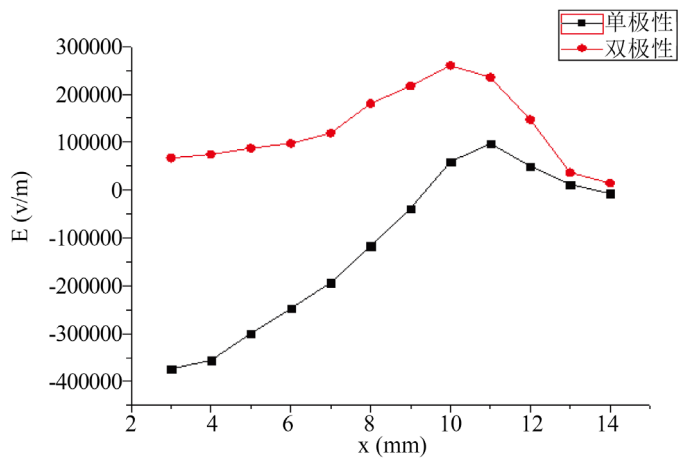


Figure 4. Field strength component diagram of the direction of motion near the high voltage deflection plate at 0 v of the charging electrode
图 4. 充电极 0 v 下的高压偏转板附近的运动方向的场强分量图

3. 结论

通过对比单极性高压偏转板和双极性高压偏转板对电场影响效果,可以明显看到双极性高压偏转板对带电粒子在未进入高压偏转板前的运动速度影响更小,在进入高压偏转板后的偏转量也将增大。而在高压偏转板为单极性情况下,带电粒子的运动速度更快,偏转量更小。

参考文献

- [1] 张泳. 连续喷墨式喷码机设计及其多变量控制研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2014.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7567, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: app@hanspub.org