

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.02.005

基于FPGA的宽幅单PASS多喷头驱动研究

郝家春, 占红武, 龚振亮

(特种装备制造与先进加工技术教育部/浙江省重点实验室(浙江工业大学), 浙江 杭州 310014)

摘 要:针对多PASS印刷模式输出速度低和当前单PASS模式成本高的缺点,系统采用由多个小型喷头组成喷头阵列构成单PASS印刷模式,该方法不仅可以避免多PASS模式与当前单PASS模式的缺点,而且更加灵活。利用FPGA高速、灵活的优势实现了对大量印刷数据的缓存与异步读写操作,在FPGA内部实现了多喷头的并行驱动。实验结果表明,该系统可以实现高速、持续地宽幅面印刷输出,证明了设计的可行性与正确性。

关 键 词:喷墨印刷;单PASS;多喷头驱动;现场可编程门阵列(FPGA)

中图分类号:TS865

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)02-0016-04

Research of Multi-jet Drive with Wide Format and Single-PASS Based on FPGA

HAO Jiachun, ZHAN Hongwu, GONG Zhenliang

(Key Laboratory of E&M (Zhejiang University of Technology), Ministry of Education & Zhejiang Province, Hangzhou 310014, China)

Abstract: For multi-PASS printing mode which has a low output speed and the high cost of current single-PASS model, a new printing method, which uses components of multiple small nozzles to form single-PASS printing mode was proposed. This method could not only avoid the disadvantages of multi-PASS mode and the current single-PASS scheme, it was more flexible. FPGA with high-speed and flexible advantages was used to achieve a large number of printing data caching and asynchronous reading and writing operations. The multi-nozzle parallel driving was achieved within the FPGA. Experimental results show that the design can achieve high-speed and wide format printing output, and proves the feasibility and correction.

Key words: ink jet printing; single-PASS; multi-jet drive; field-programmable gate array(FPGA)

在喷墨印刷系统中有两种印刷模式,多PASS模式与单PASS模式。目前,市面上的宽幅喷墨印刷设备,如喷绘机、写真机等都是采用多PASS模式。多PASS模式每次扫描印刷输出的高度受限于喷头的宽度,大小十分有限,承印介质驱动电机与喷头驱动电机需要相互协调配合,二者都需要频繁起停,因此它的印刷输出速度低^[1-2]。多PASS模式是以牺牲印刷速度为代价换取宽幅面的印刷输出,工作效率较低。单PASS模式相比于多PASS模式取消了喷头驱动电机,喷头在横向上固定,只有承印介质在纵向上运动。单PASS下只有一个承印介质驱动电机,承印介质可以高速、连续地运动。目前单PASS模式一般是采用“wide

scan”喷头来获得宽幅面的印刷输出。“wide scan”喷头的喷嘴数目多、宽度大,但这种喷头的价格十分昂贵,不利于成本控制。为了克服多PASS模式输出速度低和传统单PASS方案成本高的缺点,文中采用多个小型喷头前后交错放置组成喷头阵列构成单PASS印刷系统。该系统既可实现高速、宽幅面的印刷输出,又降低了成本,此外,还可以灵活配置喷头数目来改变印刷幅面的宽度以适应不同场合的应用需求。

现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array, FPGA)具有并行、灵活和位操作方便的优点,利用FPGA实现对印刷数据的处理和喷头的驱动,集成度高、抗干扰性强,数据在传输过程中不易出错。

收稿日期:2013-09-15;修回日期:2013-10-11

基金项目:浙江省重大科技专项(2010C11021);浙江省教育厅科研项目(Y201018534)

作者简介:郝家春(1988),男,安徽六安人,硕士研究生,主要研究方向为喷墨印刷系统。E-mail:364584982@qq.com

1 系统工作原理

喷墨印刷系统的工作过程如下:首先,上位机对印刷内容(图形、文字和图像)进行页面描述和 RIP (Raster Image Processor) 处理。RIP 处理主要包括色彩空间转换,缩放和半色调三个环节。RIP 后的二进制数据还不能直接送给喷头,需要根据图 1 中喷头的位置和数量进行数据的分割、补“0”等处理。然后,上位机把处理好的二进制数据发给下位机 FPGA,由 FPGA 完成对印刷数据的缓存与读取、喷头阵列的并行驱动以及外围传感器信号的处理。外围传感器包括光电传感器和增量式光电编码器,光电传感器用于检测承印介质是否到达既定位置,增量式光电编码器提供承印介质的位移信息给 FPGA,以作为喷头喷射的控制信号^[3-5]。

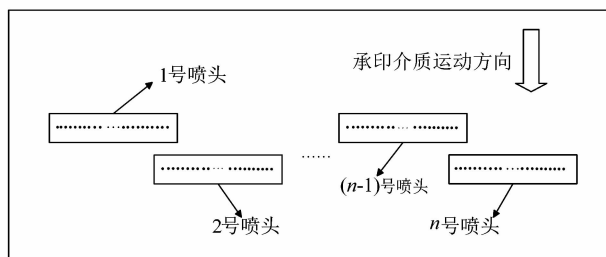


图 1 喷头阵列示意图

Figure 1 Schematic diagram of nozzle array

2 高速、大容量印刷数据的缓存与异步读写

2.1 SDRAM 的操作实现

RIP 后的印刷数据量是非常巨大的,系统采用两块同步动态随机存储器(SDRAM)进行乒乓操作^[6]来

缓存来自上位机的打印数据。SDRAM 具有容量大、速度快、价格低的优点,但由于 SDRAM 的特殊结构,它的操作命令比较多而且复杂。一般操作命令由控制信号和地址信号相互辅助完成,RAS_N、CAS_N 和 WE_N 这三个信号决定什么操作命令,SA 和 BA 决定了相应的 Bank 和行列地址。为简化对 SDRAM 的操作控制,系统设计了一个 SDRAM 控制器,并通过状态机实现对 SDRAM 的初始化和简单的读写操作。

图 2 为在 Quartus II 软件中,设计的 SDRAM 的操作状态机与控制器的 RTL 视图,图中 addin 为读/写地址输入接口,当写请求 write_req 有效时,状态机 state 向 SDRAM 控制器给出写命令和写地址,数据从 din 接口写入,当读请求 read_req 有效时,状态机 state 向 SDRAM 给出读命令和读地址,数据从 dout 接口读出。可见,通过状态机和 SDRAM 控制器,屏蔽了 SDRAM 自身负责的操作控制。

2.2 两块 SDRAM 的异步读写

为实现高速、持续地印刷输出,在文中研究的宽幅单 PASS 系统中,多个喷头需要连续、高速地工作,喷头对印刷数据的供给速度有着较高的要求。在实际设计中,数据传输的速度又必须大于喷头消耗数据的速度,不然就会出现数据供应不足的情况。两块 SDRAM 进行乒乓读写操作,但读写速度不一致,写 SDRAM 的速度大于读 SDRAM 的速度。

为解决上述问题,系统采取的解决方法如图 3 所示。上位机第一次给的印刷数据不超过两块 SDRAM 容量大小,当 full = 1 时,开始读 SDRAM。当第一次读完第 1 块 SDRAM 后,下位机 FPGA 反馈给上位机一个

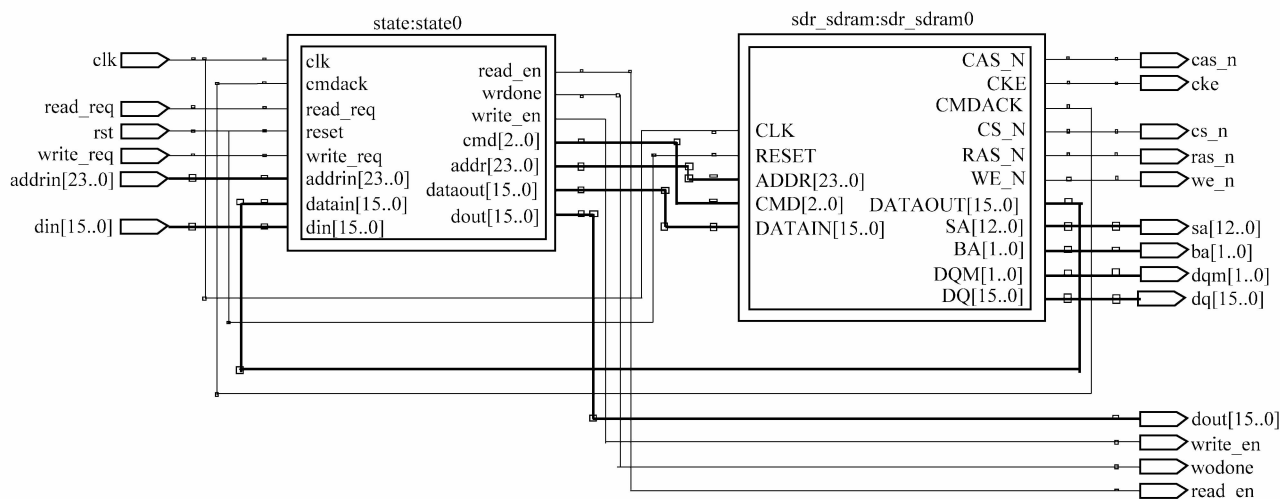


图 2 SDRAM 控制器与状态机

Figure 2 SDRAM controller and state machine

型号为 Altera 公司 Cyclone II 系列的 EP2C20F484C8^[8]。系统采用了 4 个 Xaar 公司的 Xaar 500 喷头^[9],该喷头拥有 512 个喷嘴,最高工作频率为 4 kHz。增量式光电编码器型号为 ISC3806-H03G2500BZ3,它的输出即为周期方波,简化了电路设计^[10]。

图 5 为整个系统的 SigalTap II 验证图,上位机持续发送数据 0x1111,0x1111 用十六位二进制数表示为 00010010001001,图中 di 为数据信号,dstb 为给喷头送数据的时钟信号,在 dstb 信号为高时,数据被采集送给喷头,由图可见数据传输是正确的。

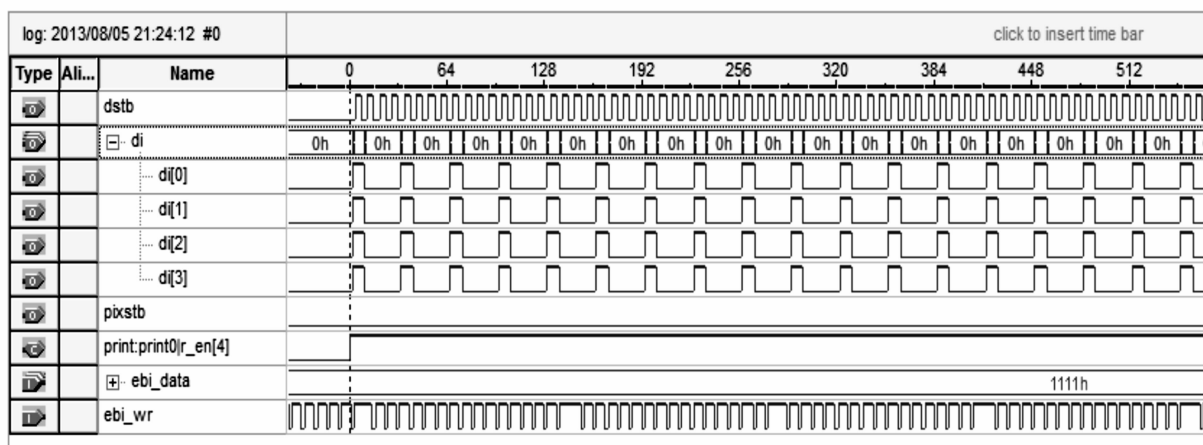


图 5 数据验证

Figure 5 Data validation

图 6 为印刷的实验样张。实验表明,印刷幅面可达 281.4 mm,当以 180 dpi 分辨率运行时,印刷速度高达 500 mm/s,由此实现了宽幅、高速地印刷输出,证明了设计的正确性与可行性。



图 6 印刷样张

Figure 6 Printing sample

5 结语

文中介绍了一种新的可以实现宽幅、高速印刷输出的方法,并搭建实验平台验证了该方法的可行性与正确性;以 FPGA 为核心解决了数据传输和多喷头驱动两个关键问题。不同于多 PASS 印刷,多个喷头组成的单 PASS 模式对印刷数据的传输速度有着更高的要求,系统中两块 SDRAM 对印刷数据读写的实现方法对于其它场合下高速、大数据的缓存和异步域的读写具有一定的指导意义;多喷头驱动中喷头的数目可

以根据适用场合而改变,实现方法灵活。

相对于传统的物理印刷,喷墨数字印刷在印刷幅面的大小和印刷速度这两个方面都还没有绝对优势,因而对进一步研究和实现宽幅面、高速地印刷输出喷墨印刷技术的发展有着非常重要的意义^[11]。

参考文献:

- [1] 廖强,文荣,夏洋,等.基于 SOPC 的宽幅喷墨打印机控制系统[J].计算机工程,2009,35(19):260-262.
- [2] 崔玉娟.基于 FPGA 的喷墨写真机喷头驱动系统设计[D].郑州:郑州大学,2010.
- [3] 方耀湘,黎福海,胡兆斌.基于 PCI 总线高解析喷码机的 FPGA 设计与实现[J].微计算机应用,2008,29(1):82-85.
- [4] 钟亮,包能胜,于文平.模糊自适应 PID 控制在凹版印刷机收卷张力控制中的应用[J].轻工机械,2012,30(4):65-68.
- [5] 卫军朝,张国渊,陈焱,等.一种基于 DSP+FPGA 的电子凸轮控制方法[J].机电工程,2013,30(6):721-724.
- [6] 段然,樊晓桢,张盛兵,等.基于状态机的 SDRAM 控制器的设计与实现[J].计算机工程与应用,2005,41(17):110-112.
- [7] 王诚,蔡海宁. Altera FPGA/CPLD 设计:基础篇[M].2 版.北京:人民邮电出版社,2011.
- [8] Altera Corporation. Cyclone II device handbook: 1 卷 [DB/OL]. [2007-02-01]. <http://www.alter.com.cn/literature/lit-cyc2.jsp>
- [9] Xaar Corporation. XJ500 guide to operation [Z]. Xaar Document D030108301. Cambridge, UK: Xaar Corporation, 2003.
- [10] 文引强,高有行.喷墨绘图机喷头小车的驱动设计[J].计算机工程,2002,28(9):201-203.
- [11] 张桂兰.数字印刷,因变而精彩——国内外数字印刷的发展与展望[J].今日印刷,2011(4):9-13.