

基于 ARM 和 CPLD 的横机机头电路测试系统

姚 璐, 董林玺 *

(杭州电子科技大学 射频电路与系统教育部重点实验室, 浙江 杭州 310018)

摘要: 为解决电脑横机机头控制系统信号的测试可靠性问题, 基于低成本、高效率的考虑, 研究设计了机头控制系统电路板的批量测试系统。该系统采用 TI 公司的 LM3S5R31 芯片作为系统的核心部分, 通过 CPLD 进行 I/O 扩展及辅助控制, 使得系统功能灵活强大。将同一信号通路中的前后级元件信号进行编码, 向待测板发送握手信号并使之发送反馈信号, 该系统将反馈信号进行采样并在程序中比较计算, 制作了实物并进行了大量实验。研究结果表明, 该测试系统可有效解决电脑横机机头控制系统的快速故障测试及定位问题。

关键词: 电脑横机; 测试系统; ARM; CPLD

中图分类号: TP273; TH69; TM133

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2012)02-0208-03

Test system based on ARM+CPLD for head control part of computerized flat knitting machine

YAO Lu, DONG Lin-xi

(Key Lab of RF Circuit and System, Ministry of Education, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to solve the problem of reliability testing of the head control part of computerized flat knitting machine, the complete test system of the circuit boards of head control part was investigated. After the analysis of the requirement of the system and the feature of the signals, a system used LM3S5R31 of TI as a centre part and a CPLD as a auxiliary control part was established. A method was presented to encoding the signal of the former and the latter component in the same signal path. The system were evaluated on the accuracy, reliability and the efficiency, the performance of the real object were tested. The experimental results show that this system can solve problems such as locate and solve the problems of head control part of computerized flat knitting machine quickly.

Key words: computerized flat knitting machine; test system; ARM; CPLD

0 引 言

电脑横机是如今羊毛衫生产行业主要使用的机种^[1-2], 而电脑横机控制系统正是控制电脑横机各部件有序运转从而完成编织任务的核心部分。机头控制系统电路要由 3 部分组成: 机头主控板、选针器与电磁铁驱动板、电机驱动板^[3]。机头控制信号类型各异、数量较多。任何一个信号的故障都将影响整个系统的运行, 而在出现故障时往往难以快速定位具体故障, 造成生产停滞。以往在出现电路故障时一般依靠人工排查解决, 或有测试平台但测试效率不高、性能不佳、成本高昂, 影响了企业的效益。因此, 可靠地测试机头控制电路的信号、

快速地定位故障位置并降低测试成本是很重要的。

本研究设计一整套的电脑横机机头信号测试系统, 包括机头主控板测试系统、选针器板和电机板测试系统, 完成硬件和软件的设计, 并进行实际的应用实验。

1 测试系统原理

1.1 横机机头原理及特点

机头是电脑横机编织任务的执行机构, 机头的任务包括: 改变编织密度、决定纱嘴位置、完成选针、驱动织针、决定工作宽度^[4]。本研究所涉及的横机机头控制系统为双系统的机头, 其中每个选针器都有 8 路控制信号, 每个电磁铁有 2 路控制信号, 每个步进电机有 4 路

收稿日期: 2011-09-30

作者简介: 姚 璐 (1987-), 男, 浙江舟山人, 主要从事基于 ARM 的嵌入式系统软、硬件设计方面的研究。E-mail: yaolu0724@sina.com

通信联系人: 董林玺, 男, 博士, 副教授, 硕士生导师。E-mail: donglinxi@hdu.edu.cn

控制信号,控制信号的总和有上百路之多。机头控制电路的任务就是有序控制这些信号,以完成编制任务^[5]。

1.2 前、后级信号采样编码

通过大量的实际调查发现,机头板容易发生故障的位置都集中在控制芯片、驱动芯片(包括电磁铁驱动、电机驱动、选针器驱动)、光耦、连接器等位置。为了快速准确地进行测试,本研究对前后级容易发生故障的器件的信号进行采样并编码。将采样的信号通过编码输入测试板控制芯片,如果发现前级信号正常而后级信号不正常则初步判断后级器件发生故障。将待测板中容易发生故障的位置均设置测试点,并送入测试板的 CPLD 及 ARM。通过在程序中制定编码表,并发送握手信号通知待测板发送反馈控制信号,然后对各级测试点的信号进行采样,最后与预先设置好的编码表比较处理,便可快速准确地定位具体故障。系统采用的前后级信号编码测试框图如图 1 所示。

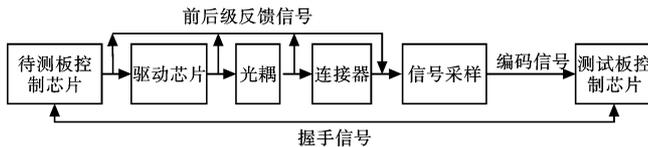


图 1 前后级信号编码测试框图

机头信号需要满足一定的周期要求才能顺利控制编织机构。因此本研究采用软件捕捉信号边沿的方法测量。开始测量时,判别第一个信号上升沿的到达,启动 ARM 的定时器开始计数,当信号一个周期结束,下一个上升沿时,关闭定时器,待测信号的周期即定时器计数值与定时器时钟周期的乘积。在软件中信号周期判断信号的有效性,以进行下一步的编码验证。

2 硬件设计

根据整套机头控制系统电路的特点,本研究将整个测试系统分为两大部分:机头主控板测试电路系统、机头选针器板和电机板测试电路系统。

2.1 ARM 和 CPLD 的选择

两部分测试系统均以 ARM 和 CPLD 为控制核心。ARM 芯片负责整个测试系统的人机交互、中断采集、信号控制、反馈信号处理等。CPLD 实现输出信号的信号采集、数据选择、译码、锁存,以及协助 ARM 进行数据处理工作。根据系统需求,ARM 共需要 42 个 I/O 口、128 KB 以上 Flash、CAN、EPI 且要求有价格优势。因此本研究选定主控芯片为 TI 公司的 Stellaris[®]系列的 ARM 处理器 LM3S5R31,它内置的 ROM 函数库还可以提高运行速度^[6]。CPLD 共需要 108 个 I/O,通过选型比较,Lattice[®]公司的 MachX0256C 是同等级 CPLD 中性价比较高的产品^[7],非常适合系统的需要。

2.2 硬件电路的设计

机头主控板测试系统的硬件电路结构图如图 2 所示。因篇幅所限,以总线形式表述。主控板 CAN 信号与握手信号直接与 ARM 通讯。按键部分接收中断实现显示翻页功能,用 PWM 外接蜂鸣器以实现测试系统发现错误时的声音报警,控制 PWM 的输出以代表不同的错误类型。通过 UART 外设与 PC 机相连,实现 ARM 运行信息的输出。CPLD 与 LCD 通过 EPI 外设连接减少 I/O 口的占用。其他信号与 CPLD 相连达到控制及反馈目的。该部分系统可同时测试 4 块主控板。

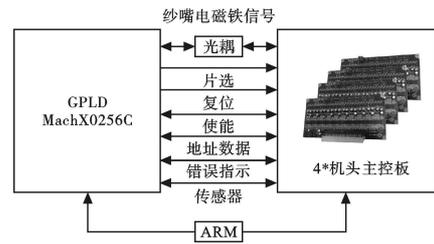


图 2 机头主控板测试系统的硬件电路结构图

选针器板和电机板的输出信号均表现为电流大、数量多,因此为了提高测试效率,本研究将这两类电路板的测试放在一起进行测试。硬件电路结构图如图 3 所示,ARM 部分的与主控基本相同。选针器板部分需要测试的信号包括电磁铁反馈信号及选针器反馈信号,电机板部分需要测试的信号包括步进电机反馈信号,通过光耦隔离,并将前后级的信号均采样输入 CPLD 及 ARM。为了提高灵活性,本研究设计了跳线以适应不同细分值的电机板。该部分系统可同时测试 4 块选针器板及 4 块电机板。

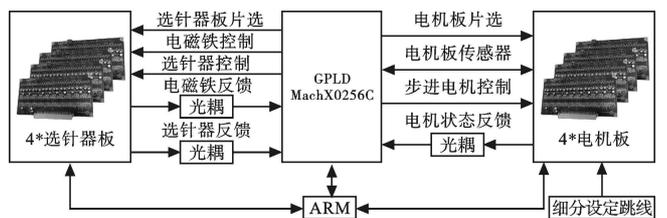


图 3 机头选针器板和电机板测试系统的硬件电路结构图

3 软件设计

3.1 按键中断与 CAN 中断程序设计

按键中断部分完成对按键信号的采集,这里设计 3 个按键:向左,向右,确定。可以通过按键上下翻页,以达到查看统计结果的目的。CAN 中断部分完成对 CAN 通信中断的处理^[8]。LM3S5R31 的 CAN 中断分为两种:①报文对象中断,通过读取报文中断号可以得知产生中断的报文对象,并根据 CAN 报文对象初始化时的配置作相应的处理。②状态中断,通过读取状态中断的原因可以得知是否为 CAN 通信异常中断,

并根据产生的异常作相应的处理及显示。

3.2 信号编码表的处理

本研究在程序中预先制定好信号编码表,对不同的信号进行不同次数的采样^[9-10]。电磁铁信号有 2 路,程序采样 4 次。电机信号若是 8 细分设定,则采样 8 次。本研究将采样得到的信号码分别与编码表中的值进行异或比较。如若发生故障,结果便不为 0。程序根据计算值的不同情况分析并记录发生故障的位置。

3.3 主程序设计

主程序流程图如图 4 所示,主程序部分首先完成系统硬件和软件的初始化,包括时钟配置、引脚功能配置、EPI 接口配置、液晶屏的初始化、CPLD 的初始化、测试信号的初始化等。机头主控板由于具有 CAN 信号,因此还需完成 CAN 通信模块的初始化,此外还需检测待测板的插入状态,并统计并记录需要检测的编号。随后进行正式的测试,主控板需要测试的信号包括纱嘴电磁铁信号、传感器信号、使能信号以及错误指示信号。选针器板和电机板的信号包括电磁铁信号,选针器信号及电机驱动信号。这部分信号电流较大,为了在测试时不出现信号相互影响而干扰测试的情况,程序首先将所有输出信号置为高阻,并将电机驱动信号复位。所有测试均完成后,程序对整个测试过程进行统计分析后输出显示。

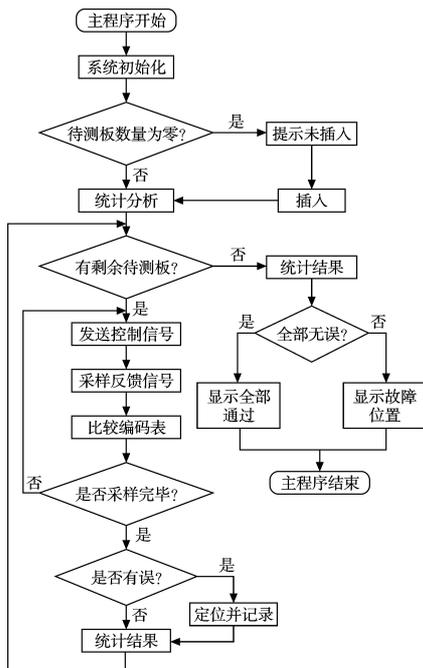


图 4 主程序流程图

4 测试实验

在软、硬件设计完成后,本研究设计并制作了实物,并在企业中进行了实验。大量的实验表明该系统具有较高的可用性。因篇幅所限,这里仅列举了对选

针器和电机测试系统进行的信号测试及故障定位实验,如图 5 所示。这里将 2 个光耦故意损坏,开机后不到 20 s 便完成了所有的测试工作,并且迅速准确地定位了故障,且在测试完成后进行了提示。

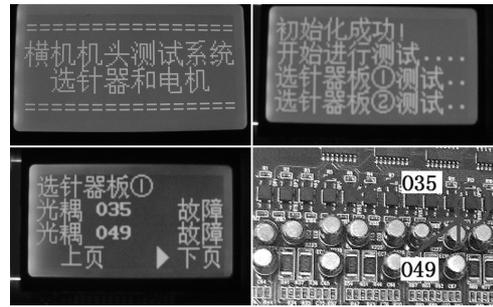


图 5 测试系统实验图

5 结束语

本研究设计了一种低成本、高效率、高可靠性的机头电路测试系统。实践结果表明,基于 LM3S5R31 和 MachXO256C 的设计及前后级信号编码测试的方法的机头信号测试系统成本低、效率高、可靠性好。在纺织产业大大发展的今天,该系统可望投入横机控制系统的生产及后期维修,大大提高生产效率。

参考文献 (References):

- [1] 中国纺织工业协会. 纺织工业“十二五”科技进步纲要 [EB/OL]. [2010-12-01]. http://news.ctei.gov.cn/266002_3.htm.
- [2] 吕建飞,傅建中. 新型电脑横机的开发研制[J]. 针织工业, 2005, (5):13-15.
- [3] 胡浙东,张雷. 针织横机控制系统设计[J]. 工业控制计算机, 2010, 23(7):55-56.
- [4] 李锋. 电脑横机控制器的硬件设计[D]. 杭州:浙江大学电气工程学院, 2006.
- [5] 寿挺. 基于 ARM 的电脑横机主控系统设计 [D]. 杭州:浙江大学电气工程学院, 2006.
- [6] 马忠梅. ARM Cortex 核 TI 微控制器原理与应用 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2011.
- [7] 刘岚,程莉. 嵌入式硬件系统硬件平台的选型研究 [J]. 电信工程技术与标准化, 2005(2):51-54.
- [8] 邬宽明. CAN 总线原理与应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.
- [9] Eduardo Tovar. Real-Time fieldbus using profibus networks [J]. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, 2001, 46(6):1241-1251.
- [10] PU Xiao-chuan, JIANG Lie-hui, ZHAO Qiu-xia, et al. Time characteristic analysis and circuit design of external interface of embedded system [C]. CAIDCD 06. 07th International Conference, 2006.

[编辑:李辉]