

DOI:10.15923/j.cnki.cn22-1382/t.2018.2.06

现场可编程门阵列步进电动机驱动系统设计

汪明珠, 毛德梅, 黄济, 李泽彬, 朱雪梅

(皖西学院, 安徽六安 237012)

摘要: 采用单片机实现对步进电动机转向与转速的控制, 现场可编程门阵列实现对步进电动机转角的任意细分。VHDL 语言编程实现多种不同模块功能。

关键词: 单片机; 现场可编程门阵列; 步进电动机; 驱动系统

中图分类号: TP 273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-1374(2018)02-0139-05

Design of a step motor drive system based on field programmable gate array

WANG Mingzhu, MAO Demei, HUANG Ji, LI Zebin, ZHU Xuemei

(West Anhui University, Luan 237012, China)

Abstract: A single-chip microcomputer is used for stepper motor steering and speed control, while the field programmable gate array for subdivision of the rotation angle. VHDL programming language is applied to the functional modules.

Key words: microcontroller; field programmable gate array; stepper motor; drive system.

0 引言

步进电动机是一种将电脉冲信号转化为转角位移的电器元件, 在多种机械与设备中都具有较为广泛的应用。步进电动机的工作原理是根据其所接受的电脉冲信号的个数输出与其完全成正比的转角位移。传统单片机控制方式在灵活性方面存在着较大的缺陷, 无法满足实际应用的需求, 因此, 开发新的步进电动机具有一定的必要性^[1]。利用现场可编程门阵列所设计的数字比较器能够同时产生多种不同类型的脉冲宽带调制波形, 同

时现场可编程门阵列内置的嵌入式阵列块能够暂时存放。首先, 不同相控制波形数据表, 因此这种控制方法更加灵活。其次, 通过现场可编程门阵列还可以对数据表中的相关数据进行修改, 并提升计数器的精确性, 最终实现了步进电动机的细分, 真正实现了对转角位移的精确控制。通过现场可编程门阵列实现对不同相波形的控制, 并不需要外接转换器, 因此, 整个控制电路被大大简化, 控制效果与控制精度也得到了明显提升^[2]。文中选择以单片机与现场可编程门阵列为基础进行步进电动机驱动系统的设计。

收稿日期: 2018-03-20

基金项目: 安徽省高校省级自然科学基金项目(KJ103762015B20); 安徽省大学生创客实验室建设计划项目(2016ckjh217)

作者简介: 汪明珠(1975-), 男, 汉族, 安徽六安人, 皖西学院实验师, 硕士, 主要从事电子技术、自动控制技术方向研究, E-mail: 719382327@qq.com.

1 驱动系统的系统构成

在本次设计中系统构成如图 1 所示。

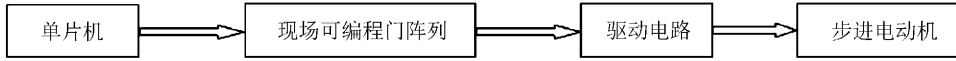


图 1 系统组成

在该系统中, 单片机的主要作用是实现对步进电动机转动速度与转动方向的控制, 现场可编程门阵列则实现了对步进电动机的细分控制, 其主要原理是现场可编程门阵列产生一种阶梯型的脉冲信号, 并将其转化成阶梯型的电压信号, 从而实现了对步进电动机不同相在不同时间内的绕组电压控制。在该系统中嵌入式阵列模块、转速控制模块以及数字比较模块等功能的实现都是通过

VHDL 语言编程实现的, 不同模块共同实现了步进电动机的细分控制^[3]。在该系统中所选用的驱动芯片为 I293D 驱动芯片。

1.1 硬件系统

设计的步进电动机控制系统中, 单片机与现场可编程门阵列是最核心的驱动技术, 因此, 该系统的硬件构成也是以单片机与现场可编程门阵列为基本核心硬件, 系统硬件电路如图 2 所示。

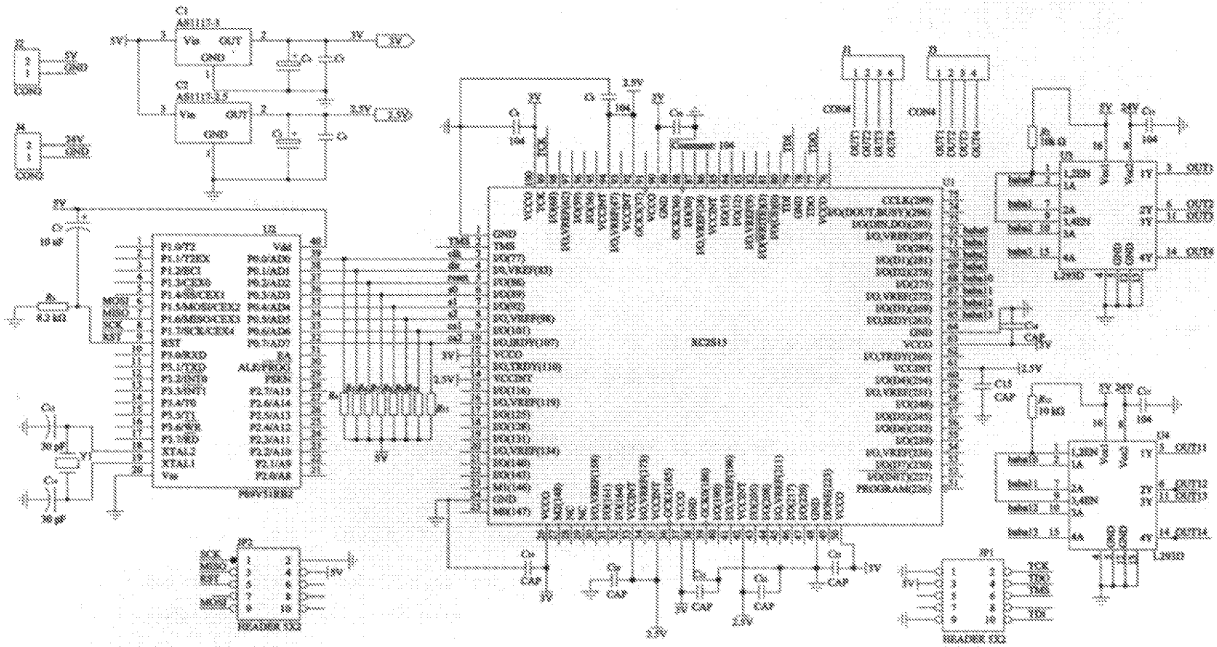


图 2 系统电路

驱动系统所采用的单片机为飞利浦 P89V53RB2 芯片, 其向现场可编程门阵列所传输的控制信号是通过 P0 接口所传递的。由于该单片机内置的 P0 接口属于一种 I/O 接口, 因此, 还必须接上外部上拉电阻才能作为程序校验接口

或者通用接口。同时将现场可编程门阵列的管脚设定为 43~36, 其主要目的在于完成转向、转速以及细分数的设定, 其中细分数的设定需要通过 S0~S2 三个引脚来实现, S0~S2 所对应的细分分数见表 1^[4]。

表 1 S0~S2 所对应的细分分数

细分分数	256	128	64	32	16	8	4	2
S0	0	1	0	1	0	1	0	1
S1	0	0	1	1	0	0	1	1
S2	0	0	0	0	1	1	1	1

在该控制系统中,控制器现场可编程门阵列器件为赛灵思公司生产的 XC2S15 芯片,现场可编程门阵列复位信号采用 RESET 信号,存储地址计数器脉冲输入采用 CLK,步进电动机转向信号采用 DIR 表示,“0”表示反向转动,“1”表示正向转动,采用 CS1、CS2 来控制电动机内部模块的选定,从而实现对多台步进电动机的有效控制。在该控制系统中提供了 86 个 I/O 接口,从而有效避免了单片机内置接口数量不足的基本现状,其次,还增加了 1 个 L293D 芯片,实现了对两相/四相电动机的有效控制^[5]。

1.2 软件系统

系统需要完成对步进电动机转速与转向的控制,同时还需要完成细分数的设定,其中转速与转向控制由单片机完成,而细分数的设定则通过现场可编程门阵列完成。在实际调频过程中可以通过步进频率不变调速控制方式实现控制,控制方式如图 3 所示^[6]。

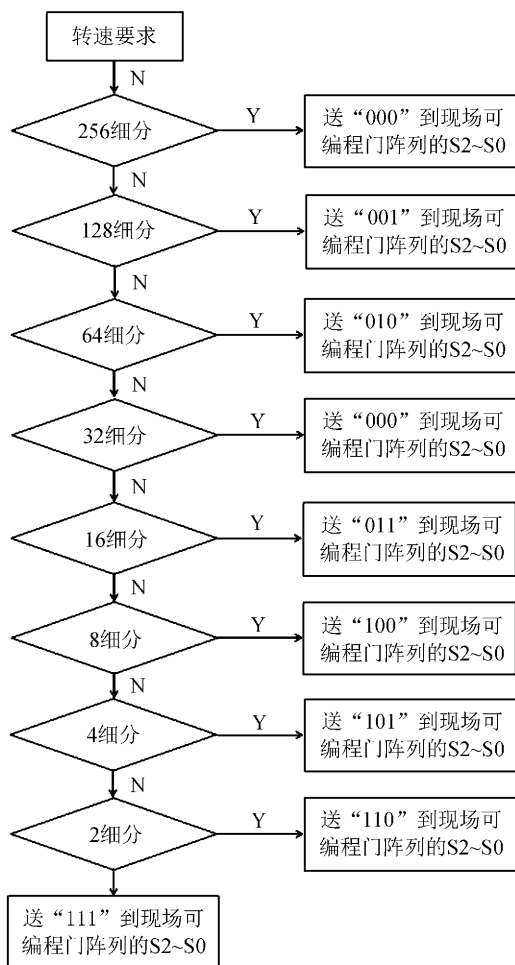


图3 步进频率不变调速控制方式

2 现场可编程门阵列设计

根据步进电动机的实际工作原理,采用 PWM 细分驱动,并根据步进电动机在实际工作中所需要具备的精度要求,对系统结构进一步详细设计。该系统主要由以下几个不同部分组成: PWM 计数器、ROM 地址计数器、ROM 存储器、比较器以及功放电路等。其中, PWM 计数器的主要功能在于发出锯齿波形,并将该波形所代表的信号加载到比较器的一端,其次, ROM 也根据锯齿波形输出数据,所得到的数据则加在比较器的另一端,最终得到 PWM 波形。在这个过程中细分电流数值则被寄存在 ROM 中,而选址则由地址计数器随机产生,因此,主要实现对地址计数器的控制则可以实现对步进电动机转动的控制,同时, PWM 信号也会随着 ROM 中数据的变化对所输出信号的占空比进行调控,从而实现细分控制,最终实现了步距细分的目的^[7-8]。

在该系统中现场可编程门阵列设计是最核心的内容,现场可编程门阵列芯片选择 XC2S15, VHDL 编写以及引脚分配均采用 QUARTUS 完成,并采用 VHDL 软件进行仿真处理,从而对两台步进电动机实现转向、转动速度以及细分的有效控制。

现场可编程门阵列的顶层系统设计如图 4 所示。

在现场可编程门阵列顶层设计当中配置了 256 以及 2 560 两个不同的模块,从而实现了对外四相电动机的有效控制,同时,这两个模块也是实现对 PWM 内部控制的模块。

PWM 内部控制设计如图 5 所示。

3 结语

针对传统步进电动机在控制灵活性方面所存在的问题,设计了一种基于单片机与现场可编程门阵列的电动机驱动系统。由于使用了现场可编程门阵列,实现了步进电动机步进角的精确控制,同时也在一定程度上简化了整个电动机驱动控制系统。随着现场可编程门阵列技术的进一步发展,其在步进电动机控制中的应用必然可以得到进一步提升。

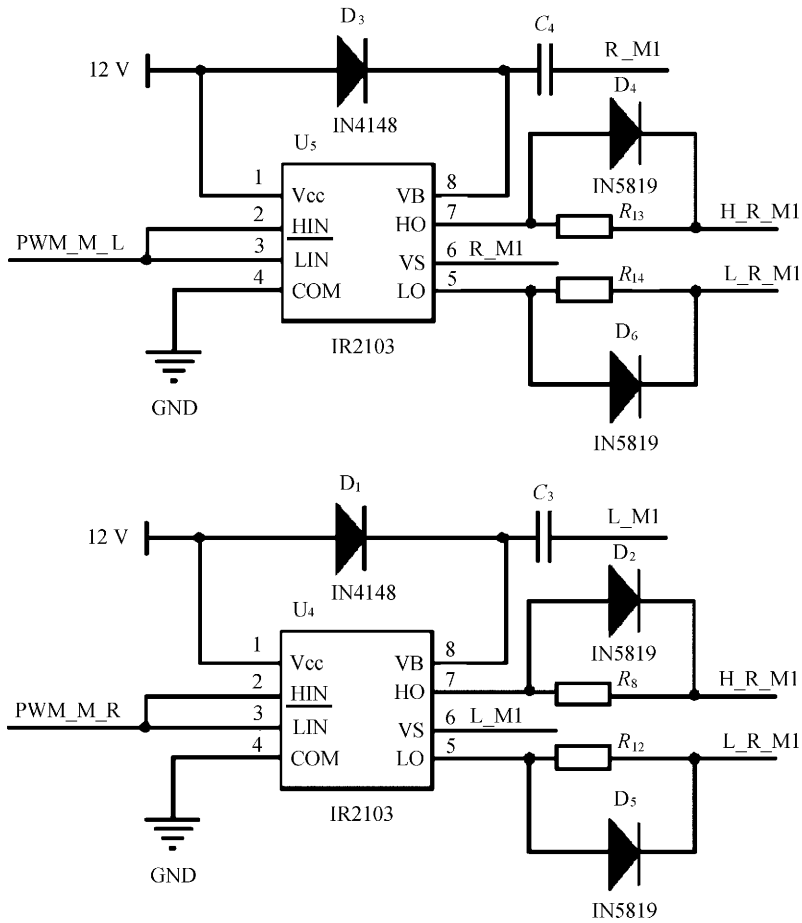


图 4 现场可编程门列系统顶层设计

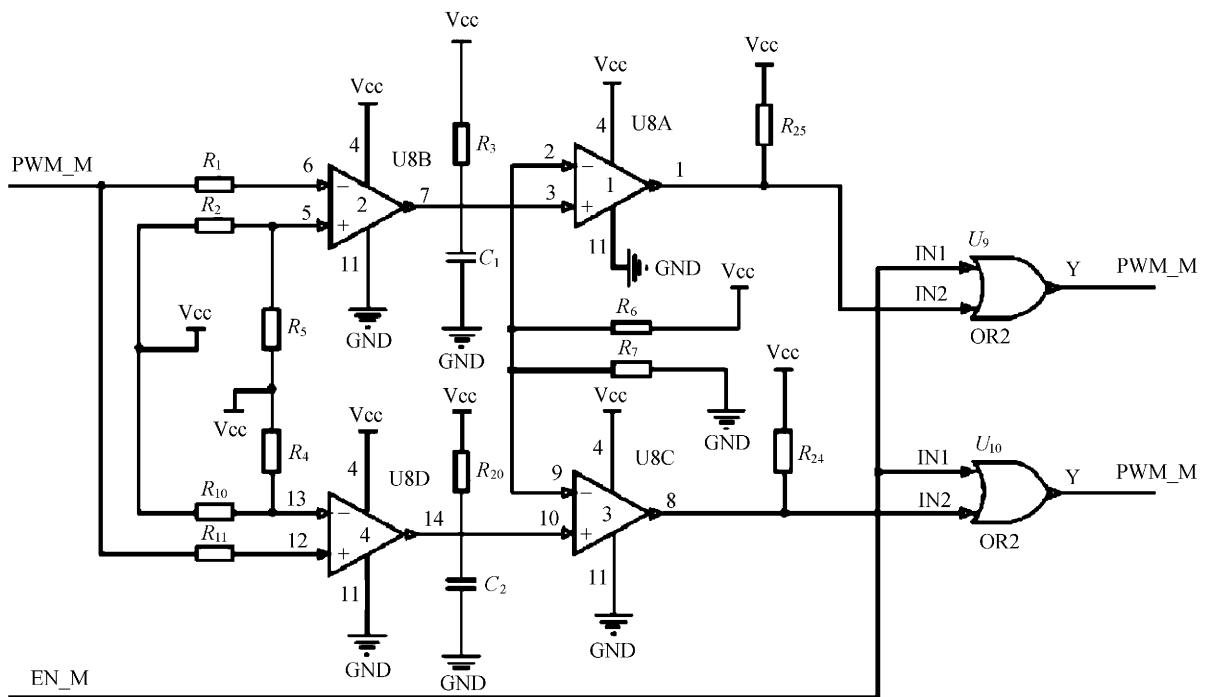


图 5 PWM 内部控制设计

参考文献:

- [1] 黄平,李进,黄德生.基于FPGA的实时宽带脉冲参数测量与设计[J].工业控制计算机,2017,30(8):26-27.
- [2] 潘伟祥,甘宏.基于FPGA多功能键盘显示控制器的设计与研究[J].科技广场,2017(5):73-76.
- [3] 郭文会.基于FPGA和单片机技术的多波形信号发生器设计[J].自动化与仪器仪表,2016(8):19-20,25.
- [4] 刘畅,田国健,党克,等.计及随机误差的高压断路器机械参数测试仪的研究[J].吉林电力,2015,43(6):19-21,46.
- [5] 倪祥刚,何华强,李宇.基于C8051F340单片机和FPGA的多路电源电压在线检测装置设计[J].计算机与数字工程,2015,43(9):1693-1697.
- [6] 冷建伟,徐琼琼.基于单片机和FPGA的扫频信号发生器[J].化工自动化及仪表,2014,41(8):939-942.
- [7] 苗建林,王玉华.交流异步电动机模糊PID矢量控制系统[J].长春工业大学学报:自然科学版,2012,33(1):73-77.
- [8] 董天正,王承中,冯大力.自组织Fuzzy控制在炼油生产作业计算机控制系统中的应用[J].吉林工学院学报,1990,11(3):83-87.