

# 多功能调焦调光系统电路实现

The circuit implementation of the multifunction focus and light adjustment system

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 李洪文

LI Hong-wen

**摘要:** 设计了一种多功能调焦调光电路系统,能够驱动 8 路直流电机,每路最大电流达 1.2A,具有过流保护功能、通讯功能、LCD 液晶显示模块以及 8 路 ADC 采样,能胜任大型望远镜系统中的调焦调光系统的电路要求。实际项目运行证明,设计的电路系统满足要求,模块化,体积小,运行可靠,维护方便。

**关键词:** 调焦调光; 硬件电路; 电机驱动

**中图分类号:** TP273 **文献标识码:** A

**Abstract:** The focus and light adjustment circuits are designed, which can drive eight DC motors and the maximum current of each channel is 1.2A. The system also has functions including the over-current protection, communication, LCD display, and eight ADC sampling channels, all the characteristics can satisfy the demand of focus and light system. The results are verified in actual projects, its modular design decreases the volume, increase the reliability, and convenient maintenance.

**Key words:** focus and light; hardware circuits; motor driver

## 引言

在大型望远镜或经纬仪系统中,往往需要一些调焦调光系统,通过上位机发出的相关命令进行必要控制,如变倍、调焦、调光等,才能得到优异的成像质量。调焦的目的在于调整镜头中的光学组件位置使目标像点始终位于焦平面上,以获得最佳成像质量,从而提高对目标的发现能力。调光的目的是当背景光不断变化时,维持像面上背景光的曝光量基本不变,使目标在 CCD 上的感光特性曲线的直线段所规定的范围内,而不受外界背景亮度变化的影响,从而避免对比度的降低,使仪器达到应有的作用距离。为此设计了一种模块化的统一电机电压的调焦调光系统,能最大驱动 8 路直流电机,输出电流达 1.2A 每路,CPU 采用 C8051F020 作为控制的核心器件,调控各部分的协调工作,同时具有液晶显示模块,RS422 和 RS232 通讯,满足实时和上位机进行通讯,8 路数字量输入,8 路 ADC 输入,数字量输入可以用于检测系统上的限位信息,ADC 可以采样系统上的电位器的输出电压值。在设计系统的机械结构和选择合适的直流电机时,注意选择同等电压等级的电机,好在电机的种类多,品种全,这一点也并非难事。大型望远镜中的调焦调光子系统往往具有多个电机,如可见电视调焦电机、红外电视调焦电机、捕获电视调焦电机、可见调光电机、开关机盖的电机等,以及调焦限位开关的输出、电位器式位置反馈元件。这就需要功能齐全的控制芯片,模块化设计,才能大大减小系统的体积。设计的该电路系统已在多个项目种应用,实践证明,该方法可行,可靠性高,能满足设计要求。

## 1 系统工作原理

作为调焦调光的执行机构,电机和机械传动部件是在设计系统时考虑好了的,有减速箱和转动比等齿轮机构,检测位置

李洪文: 副研究员 博士

的元件在要求精度不是很高的情况下可采用电位器,有单圈和多圈电位器,这样电路设计中就得有 A/D 采样电路。为配合电路设计的具体需求,在选择电机的转矩时,充分考虑电机的直流电压和峰值电流,当使用多个电机时,最好将电机的额定电压选择一致,而电流的大小则和转矩相关。这样有利于电路控制系统的模块化和实现标准化。

上位机或给定信号机构发出的控制信号通过通讯线传到该系统,按照事先的通讯协议进行解码,分解为各种功能,调焦调光系统进行相应的控制。如:上位机发出的调焦信号为向前运动到一固定位置,C8051F020 的通讯口接收到命令后,控制相应的接口信号,再通过电机驱动级控制电机的转动方向和快慢,在这过程中,一直检测位置反馈电位器的电压大小,当到达给定的位置时,控制电机停止;电压大小和距离之间的关系是在调试时标校好的。又如:在电机的转动过程中,某限位开关发出了限位信号,CPU 接收到后也控制相应的电机作出适当的反应。原理框图如图 1。

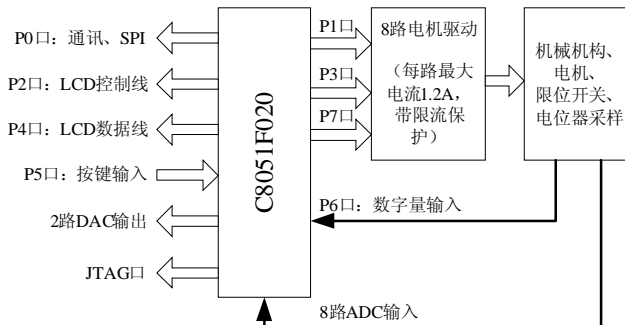


图 1 系统工作原理结构框图

## 2 电路设计

采用 C8051F020 作为整个系统的 CPU,流水线指令结构,

64K 字节 FLASH 存储器,可以在线编程,速度达 25MIPS(时钟频率为 25MHz) 8 个字节宽的端口 I/O, 22 个矢量中断源,两个 UART, 5 个通用 16 位计数器/定时器等。从上位机来的控制信号和调焦命令等是通过通讯口 RS422 或 RS232 接口传送来的,因此具有通讯接口电路,此外解码、运算、逻辑、PWM 等功能是 CPU 核心电路实现的,控制电机还需有电机驱动电路。

通讯接口电路主要设计了常使用的 RS232 (采用 SP3223 芯片)和 RS422(采用 MAX3074 芯片)接口,最高波特率可达 230.4kbps。电路原理图如图 2。

电机驱动电路采用专用集成芯片 A3988,含有四路 DMOS 全桥式驱动器,可驱动两个步进电动机或四个直流电动机。每一全桥式输出可达 1.2A 和 36V。A3988 包括脉宽调制 (PWM) 电流稳压器,以及 2 位非线性 DAC(数字模拟转换器),可允许步进电动机以全、半及四分之一步进模式控制,直流电动机以正转、反转及自由停机模式控制。内部同步整流控制电路用来改善脉宽调制 (PWM) 操作时的功率消耗。其保护功能包括过热关机、欠压锁定 (UVLO) 及交叉电流保护。封装非常小,并带有用于增强热性能的外露功率片。36 引脚 QFN 封装面积为  $6\text{mm} \times 6\text{mm}$ , 48 引脚 LQFP 封装则为  $7\text{mm} \times \text{mm}$ 。采用两片 A3988 则可以驱动 8 路直流电机,满足许多望远镜系统调焦调光系统的需求,而且大大减小了体积。其中一片的电路原理如图 3。图 4 为四路 DMOS 全桥 PWM 电机驱动器芯片 A3988 功能框图。

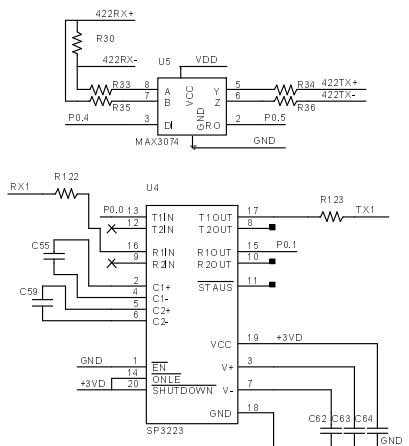


图 2 通讯接口电路原理图

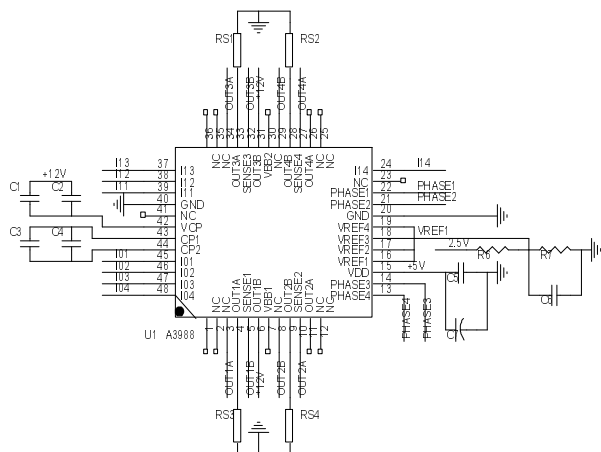


图 3 其中 4 路电机的驱动原理图

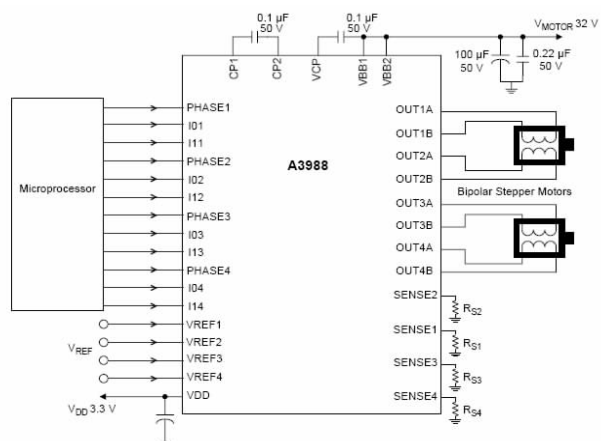


图 4 四路 DMOS 全桥 PWM 电机驱动器芯片 A3988 功能框图

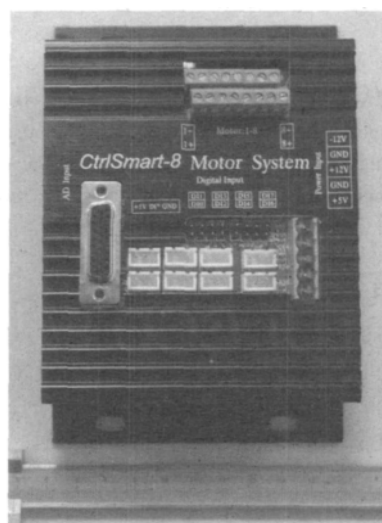


图 5 设计的实物图

### 3 实验结果

采用上述原理及电路设计的调焦调光系统实物如图 5,由两块板组成,一是 CPU 控制板,板上带 128\*64 的 LCD 显示器,另一块是电机驱动板,板上带输入输出接口和电源输入。设计的该系统已经用在实际的工程项目中,保护功能可行,运行稳定可靠。也可使用在其他直流电机的驱动场合。

本文作者创新点:以往每一类型大型望远镜的调焦调光系统需要单独设计,调试周期长,浪费人力物力。针对该系统的电路要求设计了最多 8 路、电流达 1.2A 的直流电机驱动控制电路,通用性强,体积小,功能强,模块化设计。

#### 参考文献

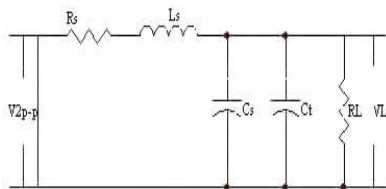
- [1] www.xhl.com.cn/xhl/download/c8051f02x.pdf
- [2] www.allegromicro.com/en/products/part\_Numbers/3988/3988.pdf
- [3] 林为才,王晶,一种新型调焦机构设计,长春理工大学学报(自然科学版),30,4,2007,12.
- [4] 梁翠萍,李清安等,简析光学系统自动调焦方法,电光与控制,13,6,2006,12.
- [5] 陶可妍,靳英卫,闫英敏. 船载卫星天线伺服系统仿真设计[J]. 微计算机信息,2007,11-1,201-202.

作者简介:李洪文(1970-),男(汉族),四川乐至人,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所副研究员,博士,主要从事精密伺服控制。

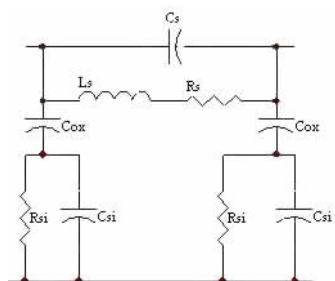
(下转第 241 页)

范围,并且可以任意添加约束条件以适应不同环境的需求。

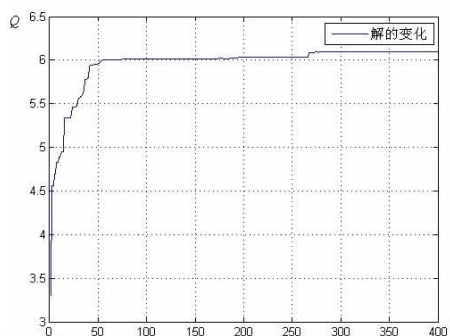
本文作者创新点:将遗传算法应用于集成线圈天线的优化设计中,提高了设计效率,提高了天线的性能。



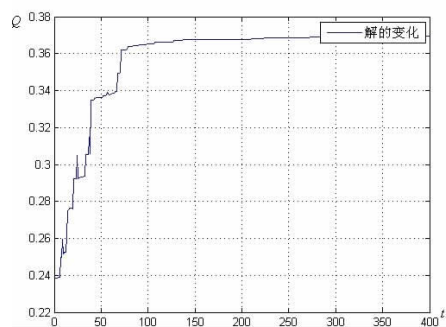
图一 等效电路



图二 等效物理模型



图三 优化全部参数时的进化图



图四 固定工艺条件时的进化图

#### 参考文献

- [1] 吴永祥. 射频识别(RFID)技术研究现状及发展展望[J]. 微计算机信息, 2006, 11-2: 234-236
- [2] Zu L, Lu Y, Frye R C, et al. High Q-factor inductors integrated on MCM Si substrates. IEEE Trans Compon Packag, Manuf Technol B, 1996, 19(3): 635.
- [3] Tao Wang, Yong Wang et al. "A fast optimizing technique for planar spiral inductor based on binary search algorithm," IEEE Translated Chinese Journal of Semiconductors, vol. 24, no. 9, pp. 999-1004, Sep. 2003.
- [4] 倪昊; 徐元森. 非接触式 IC 卡天线的 CMOS 集成化设计, 功能材料与器件学报, 2003/02 pp 195-200

[5] 高丹, 王元. 非接触式 IC 卡片上天线的优化设计, 微处理机, 2005/1 pp 40-41

[6] D. E. Goldberg, "Optimal initial population size for binary coded genetic algorithms," University of Alabama, Tech. Rep. TGCA 85001, 1985.

[7] J. Hesser, R. Manner and O. Shlcky, "Optimization of steiner trees using genetic algorithms," in Proc. 3rd International Conference on Genetic Algorithms, pp. 231-236, 1989

[8] Yue C P, Ryu C, Lau J, et al. A physical model for planar spiral inductors on silicon. Int Electron Devices Meeting Tech Dig, 1996: 155.

[9] H. M. GreenHouse, "Design of planar rectangular microelectronic inductors," IEEE Trans. Parts, Hybrids, Pack, vol. 10, no. 2, pp. 101-109, Feb. 1974.

作者简介: 吴德晏 (1985—), 女 (汉族), 重庆, 北京航空航天大学电子信息工程学院, 硕士, 研究方向: 电磁场与微波技术; 邓晖 (1968—), 女 (汉族), 北京航空航天大学电子信息工程学院, 副教授, 研究方向: 电磁场与微波技术。

**Biography:** WU De-yan (1985—), female (the Han nationality), ChongQing, Department of electronic and information engineering, Beihang University, Master, Research area: the magnetic and microwave technique.

(100083 北京 北京航空航天大学电子信息工程学院) 吴德晏 邓晖

(Department of electronic and information engineering, Beihang University, Beijing, China, 100083) WU De-yan

DENG Hui

通讯地址: (100083 北京 北京航空航天大学电子信息工程学院) 吴德晏

(收稿日期: 2009.03.03) (修稿日期: 2009.04.05)

(上接第 286 页)

**Biography:** LI Hong-wen (1970—), male (Han nationality), Lezhi county, Sichuan province, Changchun Institute of optics, fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, associate professor, doctor, mainly be engaged in precision servo control.

(130033 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)

李洪文

(Changchun Institute of optics, fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, china)

LI Hong-wen

通讯地址: (130033 吉林省长春市东南湖大路 16 号 长春光机所光电探测室) 李洪文

(收稿日期: 2009.03.03) (修稿日期: 2009.04.05)

## 书 讯

《现场总线技术应用 200 例》  
55 元 / 本 (免邮资) 汇至

《PLC 应用 200 例》  
110 元 / 本 (免邮资) 汇至

地址: 北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室  
微计算机信息 邮编: 100081  
电话: 010-62132436 010-62192616 (T/F)