

doi: 10.3969/j.issn.2095-0780.2012.01.012

基于单片机和无线电遥控技术的网衣升降控制系统设计

许明昌

(中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 农业部渔业装备与工程重点开放实验室, 上海 200092)

摘要: 为了减轻网箱养殖捕捞和网衣维护的劳动强度, 应用单片机和无线电遥控技术实现网衣升降自动控制。文章介绍了 PT2262 编码器和 PIC16C57 单片机的主要性能特点, 详细叙述了基于 PT2262 编码器的无线遥控发射器和基于 PIC16C57 单片机的接收控制器的工作原理、电路设计和软件编程技术等。无线发射器既可以单独控制某个无线接收解码控制器, 也可以同时控制多个无线接收解码控制器工作。系统使用方便, 稳定可靠, 具有正反转控制、自锁与互锁以及自学习等功能。

关键词: PT2262 编码器; PIC16C57 单片机; 无线电遥控; 网衣; 解码与控制

中图分类号: S 951.2

文献标志码: A

文章编号: 2095-0780-(2012)01-0075-08

Design of net lifting control system based on MCU and wireless remote control technology

XU Mingchang

(Key Lab. of Fishery Equipment and Engineering, Ministry of Agriculture; Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092, China)

Abstract: In order to ease the labor intensity of net culture fishing and net maintenance, MCU and wireless remote control technology are adopted to realize the automatic control of net lifting. This paper introduces the main performance characteristics of PT2262 encoder and PIC16C57 MCU, elaborates the working principle, circuit design and software programming technology of the wireless remote control transmitter based on the former, and those of the receiving controller based on the latter. The wireless transmitter can control not only single wireless receiving decoding controller but also multiple wireless receiving decoding controllers. The system is user-friendly, stable and reliable, with functions such as positive and negative control, self-locking and interlocking, as well as self-learning, etc.

Key words: PT2262 encoder; PIC16C57 MCU; wireless remote control; net; decoding and control

20 世纪中期以来, 过度捕捞导致渔业自然资源极度匮乏, 人类不得不采取禁捕、限捕和放流等措施来保护渔业自然资源, 同时采取网箱(海水或淡水)、池塘及工厂化养殖等技术措施来弥补和保障人类对水产品日益增长的需求, 网箱养殖的相关技术也获得了迅速发展^[1-10]。由于在网箱养殖过程中网衣上会生长大量附着物(藻类和贝壳类), 网衣质量随养殖时间推移而不断加大, 不仅会影响

鱼类的正常生长、增加捕捞作业难度, 严重时还会损坏网衣, 造成经济损失, 因此必须定期保养(更换或清洗)网衣。目前国内外在网箱养殖捕捞和网衣保养作业中有关网衣升降作业主要有人工和专用工作船(吊机起降)2 种方式^[11-12], 至今未见新的相关研究报道。由于人工作业劳动强度大和安全性差, 制约和降低了网箱养殖业的整体发展水平, 而专用工作船成本高, 对网箱设施及操作要求较高,

收稿日期: 2011-03-24; 修回日期: 2011-06-24

资助项目: 国家高技术研究发展计划“863 计划”项目(2006AA100302)

作者简介: 许明昌(1961-), 男, 高级工程师, 从事助渔仪器与自动化控制。E-mail: mingchangxu@163.com

推广与普及难度较大。为了降低网箱养殖捕捞和网衣保养作业劳动强度，提高网箱养殖整体发展水平，笔者研制了一种基于单片机和无线电遥控技术的网衣升降控制系统。文章分别介绍了 PT2262 编码器和 PIC16C57 单片机的性能特点，以及基于 PT2262 的无线遥控发射器和基于 PIC16C57 单片机的接收控制器的系统功能组成、工作原理、电路设计和软件编程技术等。无线遥控发射器可以控制某个无线接收解码控制器，也可以同时控制多个无线接收解码控制器工作。

1 系统设计

1.1 系统组成

系统由发射部分和接收解码控制部分组成，发射部分为一个无线发射器，接收解码控制部分由 4 个(可根据需要设定)接收解码控制器组成(图 1)。无线发射器既可以单独控制某个无线接收解码控制器，也可以同时控制 4 个无线接收解码控制器。

1.2 系统工作原理

无线发射器是基于编码器，包括按键电路及 315 MHz 发射器等组成。接收解码控制器是基于单片机，包括超再生式接收器、运放电路、驱动器和继电器输出电路等组成。当按下无线发射器的任意按键，无线发射器立即发出经过编码的 315 MHz

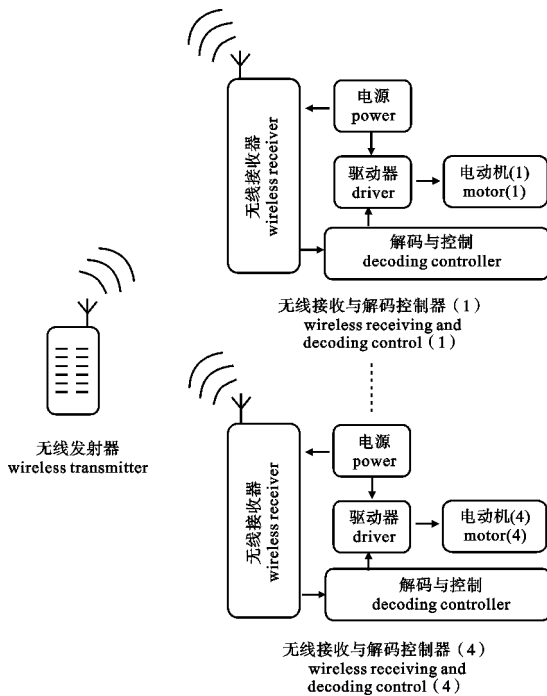


图 1 系统组成

Fig. 1 Composition of system

高频调制信号，接收器收到信号后经过超再生式接收解调电路解调和运放电路的信号放大输出编码信号，编码信号通过单片机的软件(解码和控制)处理后输出控制信号，由驱动器控制继电器驱动绞机带动网衣工作，实现无线遥控。

2 硬件设计

2.1 无线发射器

2.1.1 PT2262 编码器 PT2262 编码器集成了振荡器、系统定时器、地址解码器、编码脉冲发生器和控制逻辑电路，使发射电路变得非常简洁^[13-14]。其中 A0 ~ A7 为地址端口，可置为“0”，“1”或“f”(悬空)，可提供 38 种寻址。D0 ~ D3 为数据输入端，有一个为“1”即有编码发出。TE 为编码启动端，低电平有效。OSC1 和 OSC2 分别为振荡电阻的输入和输出端，外接电阻决定振荡频率。设定的地址码和数据码从 17 脚串行输出，平时为低电平，可以直接调制发射模块发射信号。PT2262 的特点有：1) 功耗低 (CMOS 工艺)；2) 外围电路简单；3) RC 振荡电阻；4) 工作电压范围宽 (2.6 ~ 15 V)；5) 数据多达 6 位；6) 地址码多达 531 441 种。PT2262 输出编码信号由同步码、地址码及数据码等组成一个完整信号，图 2 为 PT2262 编码时序。

2.1.2 电路组成

无线发射器的作用是发射按

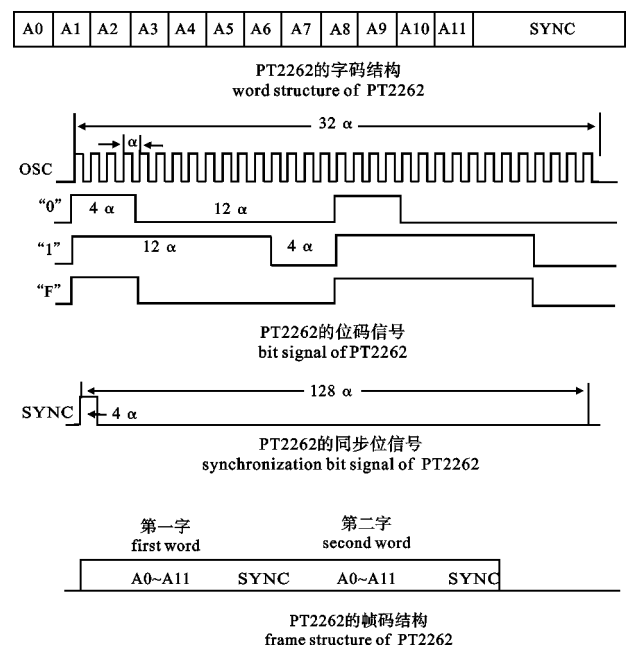


图 2 PT2262 编码时序图

Fig. 2 Sequence diagram of PT2262 coding

键信号，完成无线遥控。由按键电路、编址电路、PT2262 编码器、315 MHz 发射器(315 MHz 声表振荡器与发射管等外围电路)和电源电路等组成(图 3)。其工作原理是按键信号由编址电路编成 8421 (BCD) 码，经 PT2262 输出编码信号，通过 315 MHz 发射电路调制后发射遥控信号。

2.1.3 电路设计 图 4 是无线发射器电路原理图。为了降低功耗，电路采用特殊设计，当发射机没有按键按下时三极管 Q1 截止，PT2262 无电源 315 MHz 高频发射电路不工作。当有按键按下时 Q1 导通，编码器 PT2262 工作，输出调制串行数据信号。输出信号高电平时 315 MHz 发射电路起振，发射等幅高频信号，输出信号低电平时 315 MHz 发射电路停振，所以发射电路完全受控于 PT2262 的输出，从而对高频电路完成幅度键控(ASK 调制)，

相当于调制度为 100% 的调幅^[15-20]。

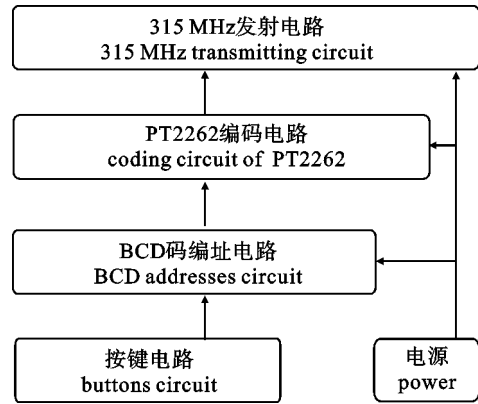


图 3 无线发射器工作示意图

Fig. 3 Instruction chart of wireless transmitter scheme

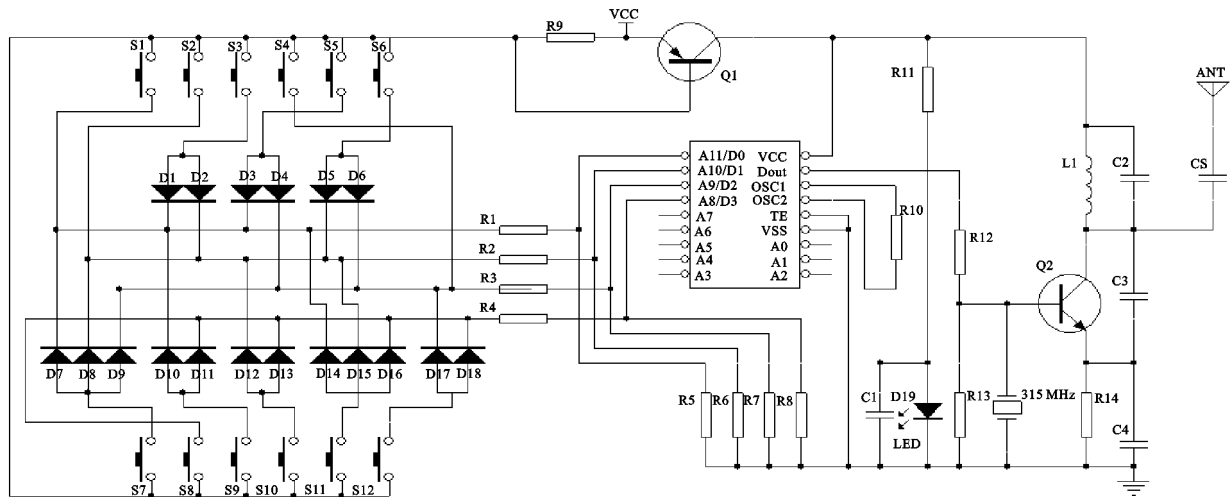


图 4 无线发射电路原理图

Fig. 4 Illustrative diagram of wireless transmitting circuit

2.2 无线接收器

2.2.1 电路组成 无线接收器的作用是接收来自无线发射器的信号，并进行信号解调和放大。由超再生式接收解调电路、LM358 双运算放大电路和电源电路等组成(图 5)。其工作原理是无线信号经过超再生式接收解调电路解调输出编码信号，编码信号通过双运算放大电路放大后由 PIC16C57 单片机进行软件解码和控制处理。

2.2.2 电路设计 图 6 是无线接收器电路原理图。由天线 (ANT)、C1 ~ C5、R1 ~ R3、L1、L2、D1 和 Q1 等组成超再生式接收解调电路，其中 Q1、

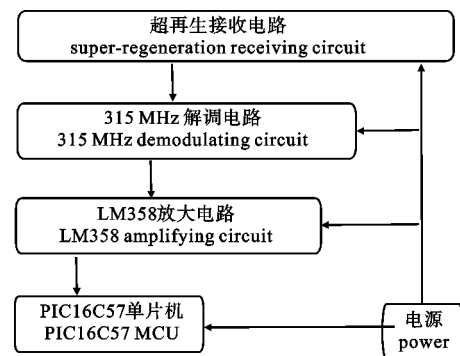


图 5 无线接收器工作示意图

Fig. 5 Instruction chart of wireless receiver scheme

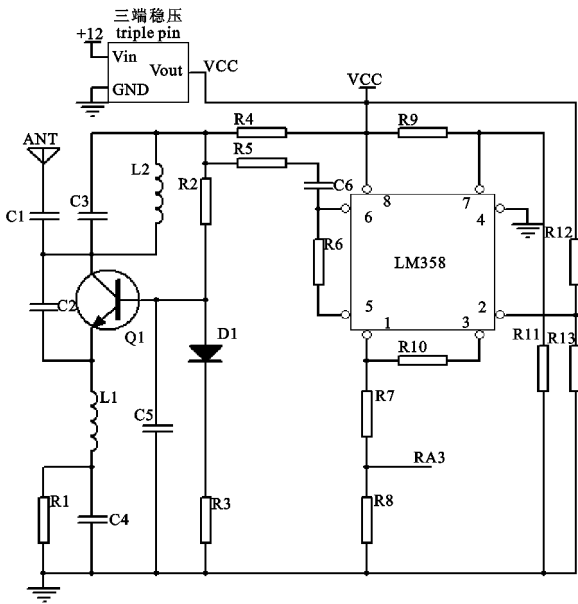


图6 无线接收器电路原理图

Fig.6 Illustrative diagram of wireless receiver circuit

L1、L2、C2、C3、C4 和 R1 等组成超再生检波器，Q1 及 L2、C2 和 C3 等构成电容三点式振荡器，振荡频率由谐振回路 L2、C3 及反馈电容 C2 决定，

同时 C2 还可调整反馈强度。由 R4 ~ R13、C6 和 LM358 等组成信号放大电路^[15-20]。

收到信号时谐振回路谐振，振荡器开始振荡，高频电流经过 C2 和 Q1 向 C4 充电，同时 C4 上的电压作为 Q1 的反向偏置电压，使 Q1 工作点迅速下移，高频振荡减弱。当 C4 上的电压升至使 Q1 的 be 间电压小于导通电压时振荡器停振。之后 C4 经 R1 放电，使 Q1 又获得正向偏置建立下一个振荡过程，形成淬熄振荡。信号经过超再生检波器后输出编码信号，编码信号通过 R4 和 R5 由 LM358 放大后输出 (RA3)。

2.3 解码与控制

2.3.1 PIC16C57 单片机

PIC16C57 是美国 Microchip 公司推出的一款低价位高性能 8 位单片机，体积小功能强，省却了很多外接元器件，图 7 是 PIC16C57 内部结构^[21]。可以看到，PIC16C57 把数据寄存器 RAM 当作存储器来使用以方便编程。寄存器组按功能分成两部分，即特殊寄存器组和通用寄存器组。特殊寄存器组包括实时时钟计数器 RTCC、程序计数器 PC、状态寄存器 Status、I/O 口寄存器以及存储体选择寄存器 FSR。总线采取数

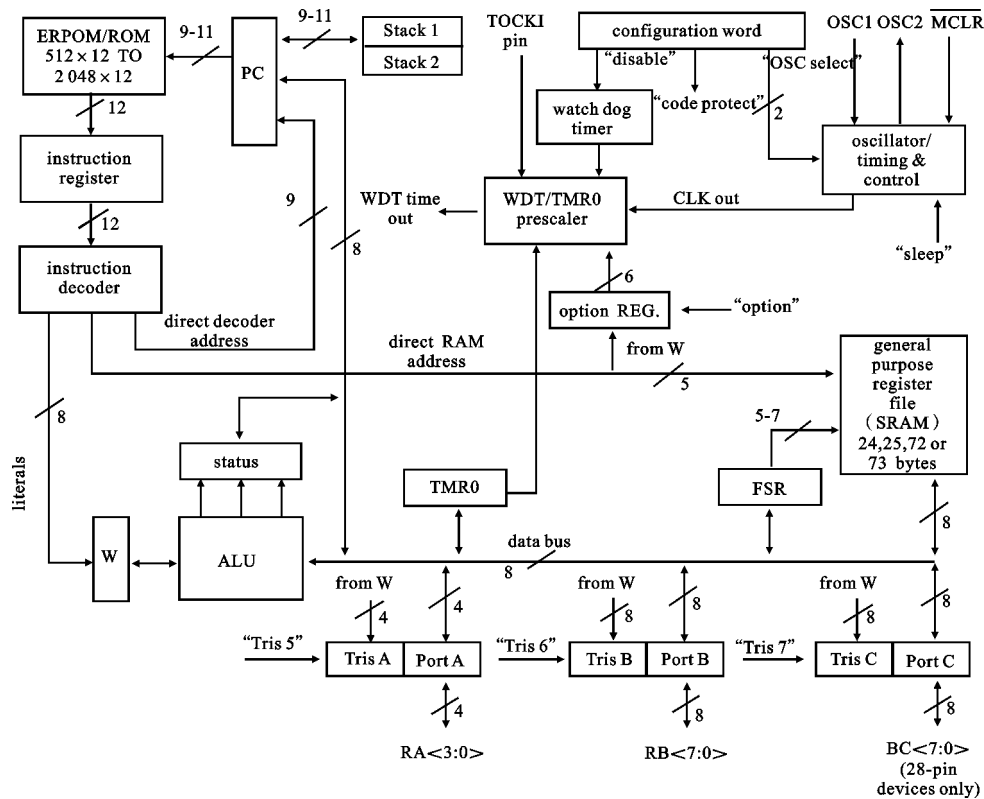


图7 PIC16C57 单片机内部结构

Fig.7 Internal structure of PIC16C57 MCU

据线(8位)和指令线(12位)独立分离结构,这样可使指令速度得到提高。当一条指令在ALU中执行,下一条指令已经被取出放到指令寄存器等待执行了。算术逻辑单元ALU和工作寄存器W承担算术逻辑操作任务。主要特点有:1)RISC精简指令集(33条12位长度指令);2)速度快(20MHz时可达200ns);3)片内程序存储器512~2000bytes;4)片内静态数据存储器(SRAM)25~73bytes;5)7个专用寄存器;6)两级硬件堆栈;7)多种寻址(直接、间接及相对和位)功能;8)L/O引脚设置功能(每条引脚均可设置为输入和输出态);9)多种时钟振荡电路及WDT(看门狗)带码保护电路;10)电压范围宽(2.5~6.0V)和功耗低(工作电流2mA,睡眠状态3μA),这些特性使PIC16C57单片机得到广泛应用。

2.3.2 电路组成 解码与控制电路的作用是完成编码信号的解码与处理、驱动并输出控制信号。由PIC16C57单片机、驱动器、继电器电路和电源组成(图8)。其工作原理是将解调放大后的编码信号经过PIC16C57单片机软件解码,输出对应按键的控制信号,再通过ULN2003驱动控制继电器的开闭动作,继电器输出连接负载(电机等)完成控

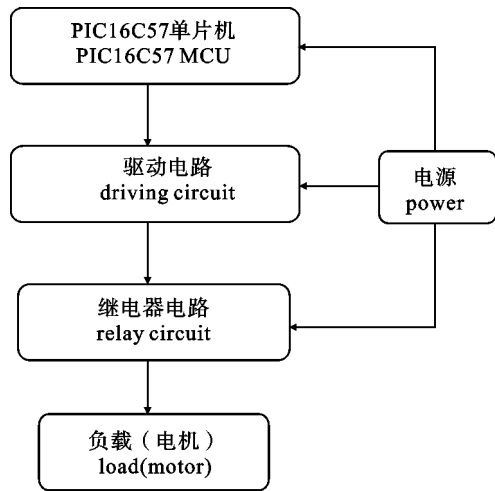


图8 解码与控制工作示意图

Fig. 8 Instruction chart of decoding and control schemes

制输出。

2.3.3 电路设计 图9是解码与控制电路原理图。由PIC16C57单片机、C7、C8和晶振(crystal)组成解码电路,2片ULN2003驱动模块组成驱动电路,继电器J1~J12组成控制输出电路^[22-25]。工作原理是软件从PIC16C57的RA3读取输入(编

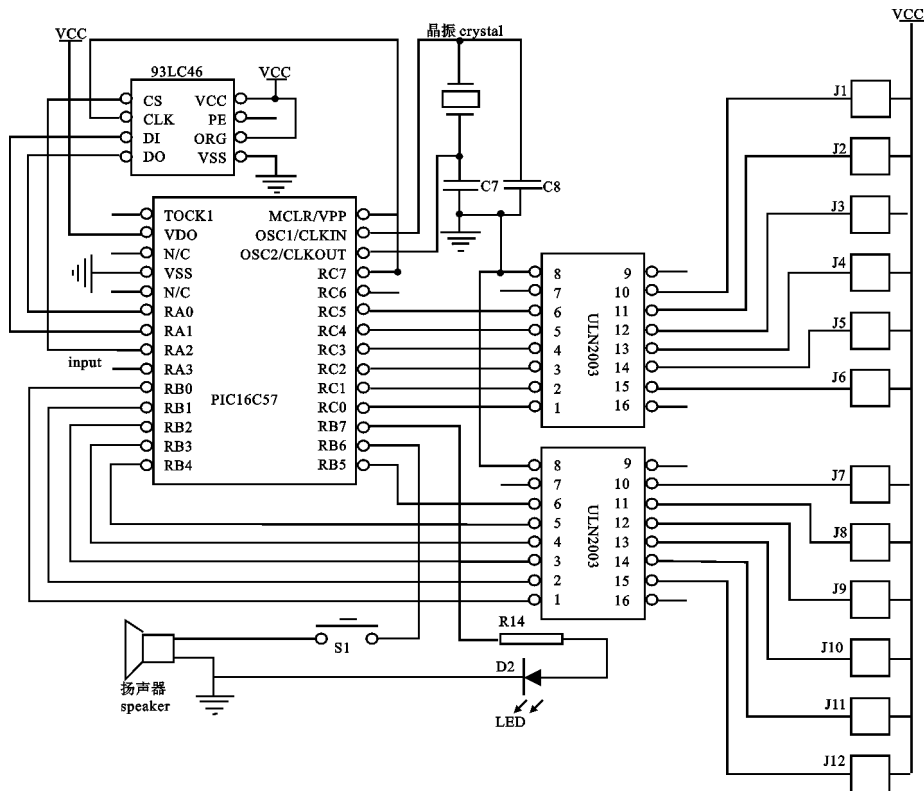


图9 解码与控制电路原理图

Fig. 9 Illustrative diagram of decoding and control circuit

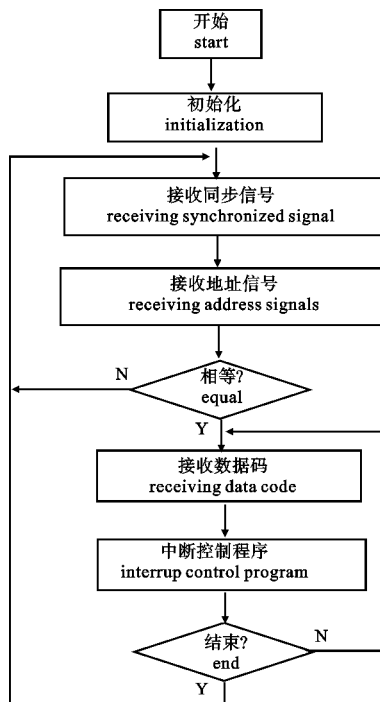


图 10 解码程序流程

Fig. 10 Program flow chart of decoding

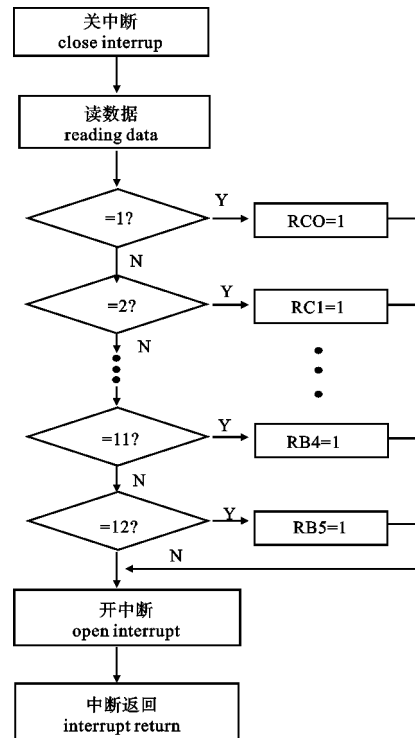


图 11 控制程序流程

Fig. 11 Program flow chart of control

码)信号,经过解码软件和控制软件处理后在 PIC16C57 的 RB0 ~ RB5 和 RC0 ~ RC5 端口输出按键控制信号,控制信号通过 ULN2003 驱动继电器工作。解码与控制电路具有设置(学习)功能,可以根据需要分别设置成点动、互动及自锁等功能,可以通过继电器输出的不同连接方式,完成不同控制要求。

3 软件设计

软件包括解码软件和控制软件^[26]。解码软件依据 PT2262 编码时序进行解码,程序流程见图 10。控制软件依据按键编址信号输出对应的控制信号,程序流程见图 11。

3.1 解码软件

PT2262 发出的编码信号由地址码、数据码和同步码组成,每次发射至少发 4 次编码,可以用检测同步码头(图 2 的 PT2262 同步位信号)进行解码。解码方法是按该位脉冲低电平的 128 个机器周期为依据,只要判断脉宽时间是否大于 8 倍“0”或“1”位脉宽,即可测出其同步信号,有码头开始进行编码解码,无码头继续等待。收到码头时,检测是否已经收到过码头,若无,为防止误码丢弃第一次编码信号。然后接收地址码。把收到的地址码与

预先设定的地址码比较,相等接收数据码,不相等不接收数据码。接收数据码后进入中断程序。中断程序完成相应的开关量控制。

3.2 控制软件

控制软件将解码信号与内存缓冲区中的数据进行对应比较,如果不相等,则该编码信号不是本系统中的信号;如果相等,则将 PIC16C57 输出端口 RB0 ~ RB5、RC0 ~ RC5 的相应端设置为“0”或“1”,输出对应的按键控制信号,由驱动器控制继电器驱动绞机带动网衣工作,实现无线遥控。

4 小结

科研人员通常比较重视网箱结构和养殖技术的研究,对捕捞和网衣维护技术的研究较少,随着网箱养殖业的迅速发展,已有的捕捞和网衣维护技术越来越不能满足产业发展需求,基于单片机和无线电遥控技术的网衣升降控制系统的研制,适应网箱养殖产业发展需求。系统根据网箱养殖环境和网衣升降作业方式,以低成本、高可靠、安装简单以及使用方便等原则进行网衣升降无线遥控系统设计。系统中发射电路采用低耗能设计,大大提高发射效率;与普通解码器电路相比,用 PIC16C57 单片机

实现信号解码与控制增加了系统扩展性和灵活性,使硬件电路更加简单清晰和稳定可靠。研究表明,系统的正反转控制、自锁与互锁及自学习等功能,完全能满足现有操作要求,而自设定控制模式功能,使养殖人员可根据实际需要改变控制功能,以满足不同情况的操作要求。研究发现,遥控发射器应选用符合人体学特征、并带有指示灯的按钮,同时按钮功能应尽量简单、直观,以适合普通网箱养殖人员使用;由于网箱养殖普遍存在动力电供应问题,尽管设计时使用了大功率(20 Ah)锂电池组,但还是存在供电不稳定的情况,需要选用功率更大和更轻便锂电池组或其他供电方式;因捕捞和网衣维护工作通常在网架上操作,必须考虑系统和绞机的轻便问题;由于湿度和盐度原因,应考虑密封和防腐要求,保证系统长期可靠性。实践表明,系统的实现不仅减轻了捕捞和网衣维护的劳动强度,改善和提高了网箱养殖网衣升降技术与水平,同时对网箱养殖产业的发展有很大的推动作用和推广价值。

参考文献:

- [1] AHMED M. Policy issues deriving from the scope, determinants of growth, and changing structure of supply of fish and fishery products in developing countries [C] // Priorities and Need. International consultation on fishery policy research in developing countries. Hirtshals: Priorities and Need, 1997: 2-5. (in Denmark)
- [2] BAILAY C. Aquaculture and basic human needs [J]. World Aquac, 1997, 28(3): 28-31.
- [3] 赵法箴. 海洋生物资源开发和保护 [C] // 中国水产科学研究院等. 面向21世纪全国渔业经济研讨会文集. 北京: 中国水产科学研究院等, 1999: 173-179.
ZHAO Fazhen. Marine biological resources exploitation and protection [C] // Chinese Academy of Fishery Sciences, et al. National fishery economic seminars facing the 21st century. Beijing: Chinese Academy of Fishery Sciences, et al, 1999: 173-179. (in Chinese)
- [4] 王世表, 宋铎, 李平. 我国渔业资源现状与可持续发展对策 [J]. 中国渔业经济, 2006(1): 24-27.
WANG Shibiao, SONG Yi, LI Ping. Current situation of China fishery resources and countermeasures for the sustainable development [J]. Chin Fish Econ, 2006(1): 24-27. (in Chinese)
- [5] 徐皓. 我国渔业装备与工程学科发展报告(2005~2006) [J]. 渔业现代化, 2007, 34(4): 1-8.
XU Hao. Discipline development report of the fishery equipment and engineering in China (2005~2006) [J]. Fish Modern, 2007, 34(4): 1-8. (in Chinese)
- [6] 徐皓, 张建华, 丁建乐, 等. 国内外渔业装备与工程技术研究进展综述 [J]. 渔业现代化, 2010(2): 1-8; 2010(3): 1-5, 19.
XU Hao, ZHANG Jianhua, DING Jianle, et al. The review of the research progress of fishery equipment and engineering technology at home and abroad [J]. Fish Modern, 2010(2): 1-8; 2010(3): 1-5, 19. (in Chinese)
- [7] 郭根喜. 我国深水网箱养殖产业化发展存在的问题与基本对策 [J]. 南方水产, 2006, 2(1): 66-70.
GUO Genxi. The existing problem and basic countermeasure in the industrialization development of deep-water net cage culture [J]. South China Fish Sci, 2006, 2(1): 66-70. (in Chinese)
- [8] 胡昱, 郭根喜, 黄小华, 等. 高压射流式水下洗网机喷嘴的设计 [J]. 南方水产, 2008, 4(4): 16-20.
HU Yu, GUO Genxi, HUANG Xiaohua, et al. Nozzle design of high-pressure free-jet-type submarine net cleaning machine [J]. South China Fish Sci, 2008, 4(4): 16-20. (in Chinese)
- [9] 庄保陆, 郭根喜. 水产养殖自动投饵装备研究进展与应用 [J]. 南方水产, 2008, 4(4): 67-72.
ZHUANG Baolu, GUO Genxi. The evolution and application of automatic feeding system in aquaculture [J]. South China Fish Sci, 2008, 4(4): 67-72. (in Chinese)
- [10] 黄小华, 郭根喜, 陶启友. 射流式吸鱼泵关键技术研究及设计 [J]. 南方水产, 2007, 3(3): 41-46.
HUANG Xiaohua, GUO Genxi, TAO Qiyu. Research on key technology and design for jet fish pump [J]. South China Fish Sci, 2007, 3(3): 41-46. (in Chinese)
- [11] 刘晋, 郭根喜. 国内外深水网箱养殖的现状 [J]. 渔业现代化, 2006(2): 8-9.
LIU Jin, GUO Genxi. Present situation of deep-water cage culture at home and abroad [J]. Fish Modern, 2006(2): 8-9.
- [12] 江涛. 大型网箱起网设备及方法 [J]. 科学养鱼, 2009(2): 69-70.
JIANG Tao. Equipment and methods of large cage hauling [J]. Sci Fish Farm, 2009(2): 69-70. (in Chinese)
- [13] 卿太全, 李萧, 郭明琼. 常用数字集成电路原理与应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005: 314.
QING Taiquan, LI Xiao, GUO Mingqiong. Principle and application of common digital integrated circuit [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2005: 314. (in Chinese)
- [14] 林金阳, 王世震, 林伟, 等. PT2262 编码芯片的内部电路分析及仿真 [J]. 现代电子技术, 2009, 29(17): 133-134, 137.
LIN Jinyang, WANG Shizhen, LIN Wei, et al. Analysis and simulation of internal circuit of the coding chip PT2262 [J]. Mod Electron Tech, 2009, 29(17): 133-134, 137. (in Chinese)
- [15] 肖景和, 赵健. 无线电遥控组件及其应用电路 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004: 240.
XIAO Jinghe, ZHAO Jian. Wireless remote control modules and applications circuit [M]. Beijing: Posts and Telecom Press, 2004: 240. (in Chinese)
- [16] 孟维晓, 王钢. 现代无线电测控技术 [M]. 北京: 电子工业

- 出版社, 2003: 335.
- MENG Weixiao, WANG Gang. Modern radio measurement and control technology[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003: 335. (in Chinese)
- [17] 黄智伟. 调制解调器电路设计[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2009: 556.
- HUANG Zhiwei. Modem circuit design[M]. Xi'an: Xi'an University of Electronic Science and Technology Press, 2009: 556. (in Chinese)
- [18] 黄智伟. 单片无线发射与接收电路设计[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2009: 578.
- HUANG Zhiwei. Monolithic wireless transmitting and receiving circuit design[M]. Xi'an: Xi'an University of Electronic Science and Technology Press, 2009: 578. (in Chinese)
- [19] 成世明, 曾云. 新型多通道可编程遥控系统[J]. 半导体技术, 2000, 25(4): 53-55.
- CHENG Shiming, ZENG Yun. New multi-channel programmable remote control system[J]. Semicond Technol, 2000, 25(4): 53-55. (in Chinese)
- [20] 陈龙, 秦会斌, 周庆华. 可编程无线电遥控多通道开关系统的设计[J]. 半导体技术, 2004, 29(9): 60-63, 71.
- CHEN Long, QIN Huibin, ZHOU Qinghua. Design of programmable wireless remote multi-channel switch system[J]. Semicond Technol, 2004, 29(9): 60-63, 71. (in Chinese)
- [21] 孙余凯, 项绮明. 常用集成电路实用手册(续集)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 809.
- SUN Yukai, XIANG Qiming. Common integrated circuit practical manual (continued)[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2008: 809. (in Chinese)
- [22] 李东星, 陈小牧, 周立功. PIC16C5X 系列单片机应用设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 1996: 152.
- LI Dongxing, CHEN Xiaomu, ZHOU Ligong. PIC16C5X series MCU design[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 1996: 152. (in Chinese)
- [23] 宋军罡, 尚德基. 基于 PIC16C57 的解码器设计与应用[J]. 微计算机信息, 2003(5): 41-43.
- SONG Jungang, SHANG Deji. Design & application of based decoder by PIC16C57[J]. Microcomput Info, 2003(5): 41-43. (in Chinese)
- [24] 陈启明. 基于 PIC 单片机的无线遥控移动靶控制系统[J]. 工业仪表与自动化装置, 2008(2): 42-44.
- CHEN Qiming. A control system designed for wireless remote-operated locomotor targets based on PIC[J]. Ind Instrum & Autom, 2008(2): 42-44. (in Chinese)
- [25] 周计文, 王立新, 王辉. 基于单片机的多路无线遥控开关设计[J]. 微处理机, 2008, 29(3): 159-161.
- ZHOU Jiwen, WANG Lixin, WANG Hui. Design of multi-channel wireless remote control switch based on single chip microcomputer[J]. Microprocessors, 2008, 29(3): 159-161. (in Chinese)
- [26] 邬伟奇. PT2262 编码芯片的软件解码[J]. 微计算机信息, 2004, 20(7): 110-112.
- WU Weiqi. Software decoding of PT2262 encoder[J]. Microcomput Info, 2004, 20(7): 110-112. (in Chinese)