

DOI: 10.3969/j.issn.1009-9492.2023.05.045

李建荣, 王永伟, 韩岩. 基于STM32单片机的水下触发式报警装置设计 [J]. 机电工程技术, 2023, 52 (05): 217-219.

基于STM32单片机的水下触发式报警装置设计*

李建荣¹, 王永伟², 韩岩¹

(1. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130033; 2. 中国人民解放军93127部队, 北京 100036)

摘要: 为实现对水下特殊目标的监测, 设计一种基于STM32单片机的水下触发式报警装置。对该系统的原理、功能、组成、工作流程等进行研究。根据功能需求进行硬件设计, 报警装置主要由触发开关、电缆和主机组成, 其中主机由警报器、控制电路板、控制开关、电池、显示屏等组成。当触发开关被触碰时, 警报器会发出声光报警, 同时记录触发日志。操作人员可以通过控制开关调整声光报警强度及时长、查看报警日志、清除报警日志、解除警报等。根据功能和 workflow 进行软件设计, 依据系统任务设计出软件结构及程序流程图。根据软硬件设计结果试制产品样机, 并利用样机进行实际使用验证试验。结果表明: 该报警装置使用方便、可靠性高, 能够实现对水下特殊目标的监测。

关键词: 触发开关; 报警装置; STM32单片机

中图分类号: TP277

文献标志码: A

文章编号: 1009-9492(2023)05-0217-03

Design of Underwater Trigger Alarm Device Based on STM32 MCU

Li Jianrong¹, Wang Yongwei², Han Yan¹

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Science, Changchun 130033, China;

2. Troops No.93127 of the Chinese People's Liberation Army, Beijing 100036, China)

Abstract: In order to realize the monitoring of underwater special targets, an underwater trigger alarm device based on STM32 was designed. The principle, function, composition and workflow of the system were studied. The hardware design was carried out according to the functional requirements, and the alarm device was mainly composed of a trigger switch, a cable and a host, of which the host was composed of an alarm, a control circuit board, a control switch, a battery, a display screen and so on. When the trigger switch is touched, the siren will sound an audible and visual alarm, and the trigger log will be recorded at the same time. The operator can adjust the intensity and length of the sound and light alarm through the control switch, view the alarm log, clear the alarm log, and dismiss the alarm. The software design was carried out according to the function and workflow, and the software structure and program flow chart were designed according to the system tasks. According to the software and hardware design results, the product prototype was trial-produced, and the actual use verification test was carried out. The results show that the alarm device is convenient to use and has high reliability. By using the device, the monitoring of underwater special targets can be realized.

Key words: trigger switch; alarm device; STM32 MCU

0 引言

海洋的开发和利用是世界各国关注的重点, 各种精密仪器仪表得到广泛应用。水下环境复杂, 海洋生物种类多, 一些海洋生物攻击性、破坏性强, 为避免放置在水下的精密仪器设备遭到大型动物攻击破坏, 应给仪器设备加装防护, 并安装报警装置^[1], 以便做出相应的应对措施, 对设备进行更好的保护。

常用的动物感应报警装置主要有光电报警器、电磁报警器等^[2-4]。光电报警器使用最广泛的是红外光电报警器, 利用动物的热辐射进行识别报警。因为设备置于海水中, 动物的热辐射基本完全被海水吸收, 并且海水对其他波段的光吸收能力也比较强, 所以各个波段的光学监测设备在水下都具有较大的使用局限性, 不适用于水

下工作。同时, 海洋中天然电磁场和海水在地磁场中运动时产生的感应电磁场, 都会对电磁信号造成较大的干扰, 电磁信号在海水中时能量会急剧衰减, 常用的电磁监测设备也具有较大的局限性。

针对海水中的工作环境要求, 设计一种触发式报警装置, 采用机械触发开关作为传感器, 利用STM32芯片为处理器, 并以此研制出工程样机。该样机成功应用于某水下仪器防护试验, 结果表明该报警装置能够有效监测大型动物的靠近情况, 保护仪器设备不被攻击破坏。该报警装置结构简单, 密封性、防水性、可靠性好, 满足预期使用要求。

1 系统组成及工作原理

如图1所示, 触发式报警装置主要由触发开关、电

基金项目: 吉林省科技发展基金资助项目 (20210201048GX)

收稿日期: 2023-01-07

缆和主机组成。其中，触发开关选用密封性能好的水下使用机械开关，并利用密封胶对该



图1 触发式报警装置组成框图

开关进行二次密封加固处理；电缆选用带双钢丝加固的抗拉电缆，抗拉强度大，满足海水中水流造成的意外拉力，并能够防止因意外拖拽造成损坏；主机CPU选用STM32系列芯片，主机主要由控制电路板、警报器、控制开关、电池、显示屏等组成。

系统上电后，可以通过控制开关设置报警持续时间，通过调整旋钮可以调节报警声音的大小。设置完成后设备处于待机状态，实时检测触发开关信号，当触发开关被触发时，触发开关会发出一个电平信号。CPU检测到触发开关的电平信号后，根据预设CPU内的控制逻辑控制警报器发出声光报警，同时进行工作日志记录，并把相关信息发送到显示屏上显示。当值班人员收到报警信息后，可通过控制开关关闭声光报警，同时也可以查看或删除报警日志；处理本次报警后，报警装置重新处于待机状态，实时监测触发开关信号。

2 主机硬件设计

主机组成框图如图2所示。控制电路板用于采集控制开关信息、采集触发开关信息、采集调试开关信息，综合这些信息及预设的控制逻辑，设置工作参数，控制声光警报器的工作状态、记录工作日志、控制相关信息在显示屏上显示。电池用于警报器、显示器、控制电路板等模块的供电，是报警装置的唯一电源。电池采用可充电的锂电池，能够一边工作一边充电。电池电量显示模块能够通过按钮实时显示电池电量，为工作连续性、充电时间的选择提供参考。警报器采用集成的声光报警器，有调节旋钮，通过调节电流大小来控制报警声的大小及光的强弱。显示屏选用OLED显示屏，用于显示工作状态、设定的报警时长、日志等信息。

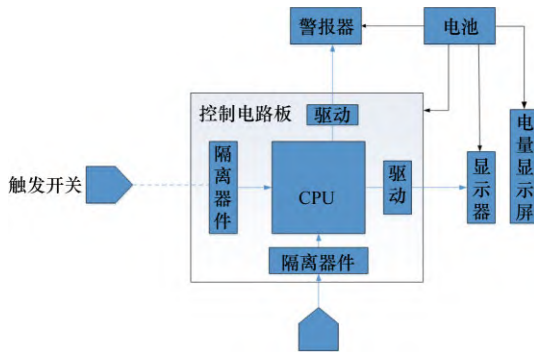


图2 主机组成框图

2.1 控制电路板设计

控制电路板的主要功能是采集触发开关的输入信号、采集控制开关的输入信号、输出报警信号、控制液晶显

示屏等，整体数据计算量小，I/O口使用较多。根据需求，控制芯片（CPU）选用STM32F103RCT6，该芯片是采用ARM Cortex-M3架构的32位微控制器^[5-6]，I/O口及外围接口资源丰富，体积小、功耗小、价格低。

为防止干扰，提高设备的可靠性及环境适应性，对各接口进行硬件隔离^[7]。CPU与触发开关之间的隔离器件选用74ls00和光耦，利用该器件组成R-S触发器，对按键进行抖动消除，利用光耦防止按键的强电流干扰信号对控制电路板的损坏。CPU与控制开关之间的隔离器件也采用相同的设计方法。

警报器驱动芯片选用固态继电器AQY212GHA，该器件内部采用光电隔离技术，工作电流大、可靠性高，满足驱动要求。CPU通过控制固态继电器AQY212GHA的输出来实现警报器电源的通断，从而达到控制警报器的目的。

显示器选用1.8寸SPI接口的OLED显示屏，驱动电压和背光驱动电压都是3.3V，数据接口用5个I/O口即可，使用方便。5个数据接口信号分别为CS、RST、DC、SCLK、SDIN。其中，CS是片选信号；RST是复位信号；DC是数据/命令选择，当DC为0时，进行读写命令操作，当DC为1时，进行读写数据操作；SCLK是串行时钟信号；SDIN是串行数据信号。

低电量自动提醒是利用大阻值电阻对电池供电电压进行分压，利用CPU的片内A/D对分压后的信号进行采样，测量出分压后的电压值。根据分压电阻值以及测量的电压值计算出电池的电压，然后依据电池自身的特性及剩余电量与电压的相关性，计算出剩余电量。当剩余电量小于20%（该阈值可根据需要利用控制按键进行调节）时进行电量不足自动提醒。

2.2 箱体与面板设计

主机的箱体为一个密封的长方形箱体，长、宽、高分别为160、120、70mm，声光警报器安装在箱体正上方。主机结构如图3所示。

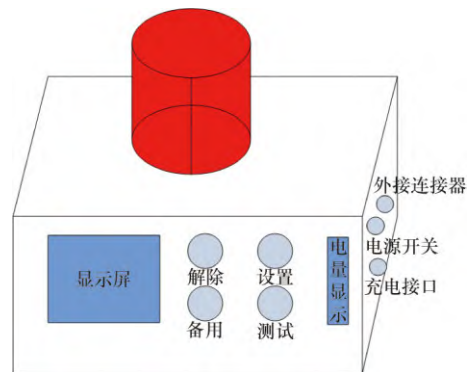


图3 主机结构示意图

主机底面为安装面，有内置固定螺纹孔和粘贴毛毡的凹槽，粘贴毛毡后稍高于底面。当临时使用时，可以

把主机放置在固定的平面上, 因粘贴有毛毡, 增加了摩擦力, 可防止滑动引起的碰撞导致的损坏。当找到最佳使用位置后, 可以用螺钉进行固定。

前面板左侧为显示屏, 中间为4个控制按钮, 右侧为电量显示屏。侧面板装有电源开关、充电接口和连接器, 其中连接器用于连接触发开关。

3 软件设计

报警装置的软件设计主要依据其功能要求及工作流程, 同时为提高设备的可靠性, 在软件上进行了抗干扰设计。

3.1 工作流程

报警装置的主要功能有参数设置、功能测试、查看与清除日志等功能。根据这些功能, 报警装置的工作流程如下:

- (1) 报警装置开机后, 观察显示屏上的信息是否正常, 如果发现异常则进行故障排除, 直至显示正常;
- (2) 利用测试按钮对报警装置进行自测, 当按下测试按钮后报警器发出声光报警, 则设备工作正常, 否则设备工作异常, 进行故障排除维修, 直至功能正常;
- (3) 利用报警解除按钮对测试报警进行解除, 并对该次报警日志进行清除;
- (4) 利用设置按钮对报警持续时间进行设置;
- (5) 利用声音调节旋钮对报警声音大小进行调节;
- (6) 利用电量显示按钮查看剩余电量, 根据工作任务需求确定是否进行充电;

(7) 重新确认检查显示屏信息, 确认设置参数及工作状态信息正常, 报警装置进入待机状态, 实时监测触发开关的状态。报警装置开始正常工作。

3.2 主程序架构

根据系统任务要求, 软件采用主程序加中断服务程序结构。主程序主要完成初始化工作, 流程如图4所示。

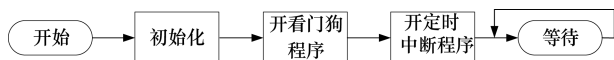


图4 主程序流程

报警装置的主要功能都在中断服务程序中实现, 中断服务程序流程图如图5所示。

3.3 抗干扰设计

软件的抗干扰设计主要针对各个开关接收到的干扰信号处理。因为各个开关连接到控制电路板的电缆容易受到干扰, 特别是触发开关电缆, 其长度长, 受干扰的风险大, 所以在软件设计时对其进行了抗干扰设计。

开关被触发后, 形成的电平信号都会持续一段时间, 干扰信号一般都是持续时间非常短的尖峰信号。根据此特征, 在读取开关信号时, 按照一定的时间间隔连续读取 N 次, N 次电平都有效时, 判断该开关被触发, 否则

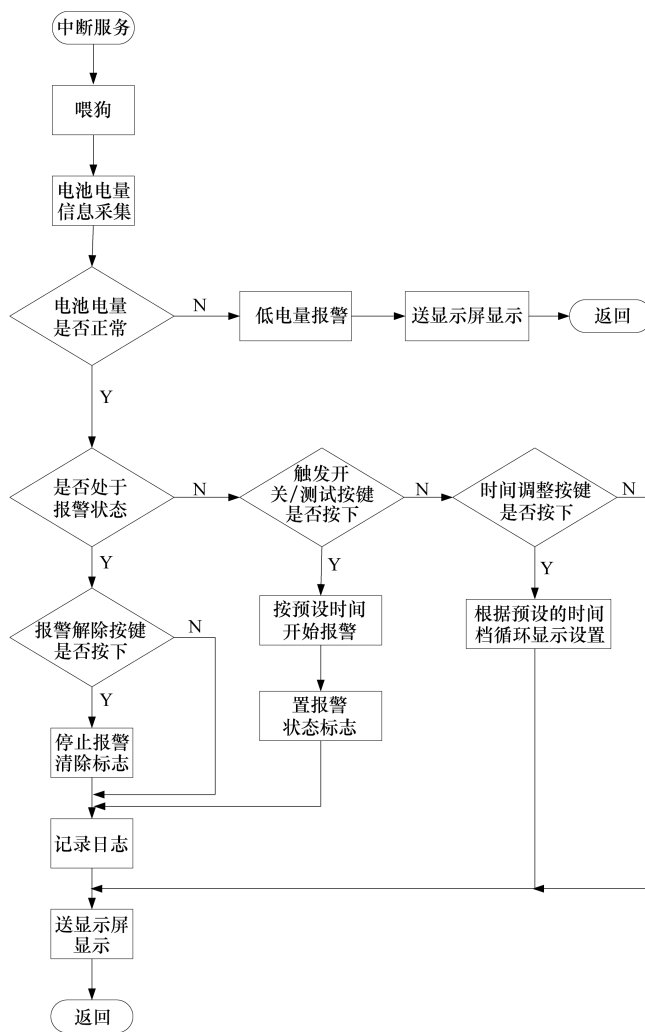


图5 中断服务程序流程

为干扰信号。 N 的取值和时间间隔根据选取的开关特性而定, 该装置 N 取值为3, 时间间隔为10 ms。

4 产品样机与试验

根据上述系统组成及硬件设计、软件设计, 进行了产品样机试制。产品样机实物如图6所示。报警装置主机实物如图7所示。



图6 产品实物

经过调试及试验, 验证了报警装置各功能按键操作灵敏, 调整旋钮开关顺滑。按设置按键时, 可以根据预

静态纸质图像、二维静态非纸质图像、二维静态电子图像、二维动态图像、三维面具、三维头模、人脸区域不完整等假体攻击测试, 其拒绝率为 100%, 未发现假体攻击成功的现象; 在室内正常光线下活体识别率可以达到 100%。同时还具有以下优点: 该电子柜锁系统通过触摸按键唤醒开启人脸识别模块, 可以减少该模块工作电流, 增加其寿命, 同时通过触发唤醒开启以免误开启电子柜锁; 锁外的人脸识别模组和锁内鉴权执行机构通过串口连接, 实现更高安全的防撬、防技术开启和防水要求, 由于过线少更便于装配; 双字节 MODBUS TCP 协议的提出扩展了 MODBUS TCP 协议, 有利于大流量数据通信, 人脸模板下载速度快。

参考文献:

- [1] 王跃明, 潘纲, 吴朝晖. 三维人脸识别研究综述[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2008(7):819-829.
- [2] 李中伟, 史玉升, 钟凯, 等. 结构光测量技术中的投影仪标定算法[J]. 光学学报, 2009, 29(11):3061-3065.
- [3] 戚晓琦, 邹莹畅, 龙迈伦, 等. 一种基于光电检测技术的无人值守

- 守空间管理装置[J]. 科学技术创新, 2021(24):20-21.
- [4] 王梓凌, 张震, 王一璋, 等. 基于线结构光的 3D 智能相机数据处理算法[J]. 数字技术与应用, 2022, 40(1):89-92.
- [5] 魏永超, 苏显渝. 红外结构光人脸三维面形测量[J]. 激光与红外, 2006(8):696-698.
- [6] 傅泽华, 龚勋, 李天瑞. 二维及三维多模人脸数据库构建[J]. 数据采集与处理, 2017, 32(3):595-603.
- [7] 刘大千, 刘振杰. MODBUS/TCP 数据采集接口模块的设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2015(6):32-36.
- [8] 张子实, 赵静一, 周枫. 基于 LabVIEW 和 Modbus/TCP 的风电数据采集系统设计[J]. 自动化仪表, 2018, 39(7):47-50.
- [9] 欧阳惠卿, 舒文华, 李杨, 等. 三维机器视觉在自动扶梯乘客危险行为识别与预警的应用[J]. 机电工程技术, 2021, 50(11):59-62.
- [10] 陶杰, 吴尧才, 朱熙豪, 等. 基于 3D 视觉的水泵生产线零部件无序抓取研究[J]. 机电工程, 2022, 39(5):604-611.
- [11] 黄志超, 赵红梅, 陈奕迅, 等. 基于面部识别的驾驶员疲劳危险驾驶检测系统[J]. 机电工程技术, 2021, 50(12):143-146.

第一作者简介: 王军伟 (1967-), 男, 硕士, 工程师, 研究领域为电子内嵌系统。

(上接第 219 页)

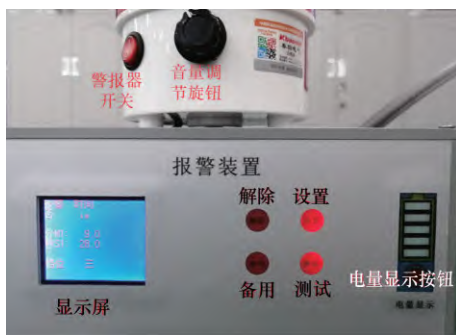


图 7 报警装置主机实物

设报警时间对警报一次的报警时长进行设置。在报警器报警时按解除按键可以结束该次报警。按备用按键可以查看报警日志并删除日志。按调试按键时, 报警器开始报警, 该功能在报警器主机自身单独调试时使用频繁, 并且在故障定位时, 可以根据该功能快速区分报警器主机与触发开关及电缆的故障。触发开关被触发时, 报警器开始报警; 对触发开关进行了防水测试, 它在水下功能正常。整机满足设计要求, 能够完成预定任务。

5 结束语

本文通过研究触发式报警装置, 设计硬件及软件, 设计出了一种基于 STM32 芯片的触发式报警装置。该触发式报警装置可对水下目标进行监测。当触发开关被触碰时, 声光报警器会发出声光报警, 同时记录触发日志; 通过控制开关可以调整声光报警强度及时长、查看报警

日志、解除警报等。试制了样机, 样机各功能正常, 能够满足实际使用要求, 可为水下设备保护提供有力的保障。该报警装置的智能化还有待提高, 后续将对此进行研究。

参考文献:

- [1] 任忠涛, 王业山, 李增辉, 等. 小型水下机器人的研究发展及其应用现状[J]. 新型工业化, 2019(10):40-44.
- [2] 黄友群. 基于 OV5640 的周界安防报警装置的设计, 建模与控制[J]. 工业控制计算机, 2021, 34(12):129-130.
- [3] 石天宇, 邹毅, 郑佳乐, 等. 电力系统接地线声光报警装置的研究及应用[J]. 通信电源技术, 2020, 37(11):20-22.
- [4] 刘明泽, 姚继中, 崔小健. 基于 S7-200 SMART PLC 火警短信报警系统的设计与实现[J]. 工业控制计算机, 2022, 35(5):137-139.
- [5] 苏李果, 宋丽. STM32 嵌入式技术应用开发全案例实践 [M]. 北京:人民邮电出版社出版社, 2020.
- [6] 翟东丽, 杜青松, 程伟, 等. 基于 STM32 的智能魔方还原机器人设计[J]. 机电工程技术, 2022, 51(12):136-138.
- [7] 赖沛鑫, 刘雅杰, 郑淳淳, 等. 基于 IEC61850 的交流环网进出线数字通信过电流保护探讨[J]. 机电工程技术, 2022, 51(12):309-313.

第一作者简介: 李建荣 (1980-), 男, 博士, 副研究员, 研究领域为光电瞄准、相对位姿测量、控制与信号处理。