

# 基于 MSP430 气象水文漂流浮标采集器的硬件设计

严学阳<sup>1</sup>, 杨笔锋<sup>1,2</sup>, 马尚昌<sup>1,2</sup>

(1. 成都信息工程大学电子工程学院, 四川 成都 610225; 2. 中国气象局大气探测重点开放实验室, 四川 成都 610225)

**摘要:**漂流浮标是一种随表层海流漂移,可用于海洋水文要素观测、海表面气象要素观测,并利用卫星系统定位和数据传输的海洋气象观测仪器。为最大限度提高漂流浮标采集器的运行时长,降低测量要素传感器功耗,按时序完成测量任务,且要达到覆盖范围广,数据安全性高的特点。文中采用超低功耗 MSP430MCU,供电系统采用锂电池与太阳能电池板,充电控制采用 MMPT,并为所有部件设置独立电源控制。由微处理器时序控制其供电与否,从根本上减少电能消耗。浮标通信采用中国自主研发的北斗通信系统。实验测试结果表明该浮标数据采集器续航能力强、通信系统性能优良,对于深远海气象水文观测意义重大。

**关键词:**信号与信息处理;探测技术;漂流浮标采集器;海洋气象;MSP430;供电系统;传感器;北斗通信

中图分类号:TP23

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2017.01.005

## 0 引言

深远海的气象水文观测主要是通过漂流浮标、船舶气象观测站以及卫星、雷达等方式<sup>[1]</sup>。漂流浮标具有活动范围大、成本低、环境适应性强等特点<sup>[2]</sup>。欧美国家在 2012 年召开的 DBCP 第 28 届年会上,提出风速的测量校正研究思路,开展风速测量的一些研究和应用,但并未形成使用气压传感器漂流浮标技术标准。中国于 2007 年研发出带气象参数的多参数漂流浮标并获得相关专利,于 2009 年开展北斗定位通信系统应用于漂流浮标的观测试验。虽然国产海洋漂流浮标研发取得了一些进展,但具有自主知识产权的国产表层漂流浮标没能形成足够的技术支撑能力和产业规模。主要原因之一就是没有国产的海洋气象漂流观测仪,而其设计重点又在于采集器的设计<sup>[3]</sup>。鉴于漂流浮标采集器所要实现的功能——深远海气象水文数据采集、远程控制、通信系统和续航能力成为关键技术<sup>[4-5]</sup>。针对这些问题,在基于现代化电子技术及通信技术基础上,设计并实现一种新的小型化、低功耗、实用性的采集器显得尤为重要。文中所述基于 msp430 采集器的硬件设计,结合软件程序和北斗通信系统,实现了在浮标所经过的路径对相关海域气象水文数据实时、连续、长期、准确地采集,填补了中国深远海气象水文数据不足的缺憾,为深远海气象水文探测做出了贡献。

## 1 系统总体设计

海洋气象水文漂流浮标采集器以低功耗、多功能的 MSP430 系列单片机为处理器,通过配置海洋气象、海洋水文传感器构建数据采集原始电路。主供电由大容量锂电池完成,太阳能电池板作为辅助供电。通信系统采用我国自主研发的北斗通信系统,具有覆盖范围广、不受地域影响、不受时限等特点<sup>[6-7]</sup>。姿态监控模块系统运用九轴姿态和 GPS 定位模块<sup>[8]</sup>。采集器系统总体结构设计如图 1 所示。

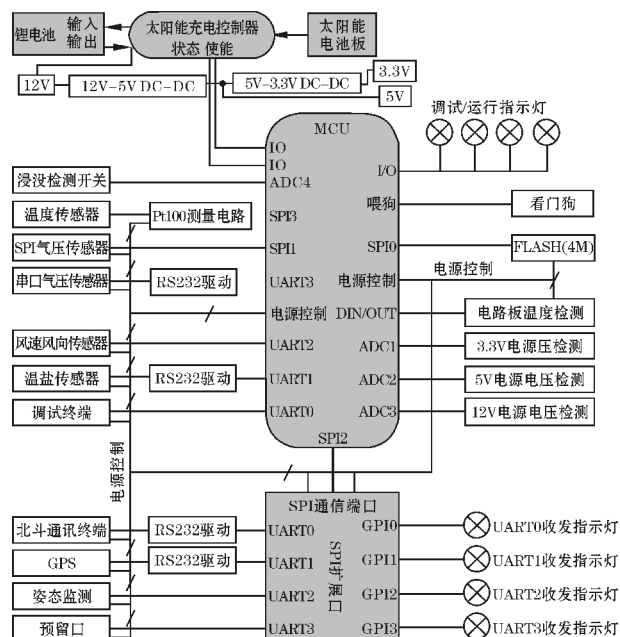


图 1 系统总体设计

## 2 系统各模块硬件设计

针对漂流浮标采集器,系统将从以下几个模块完成其硬件设计。

### 2.1 微处理器电路设计

根据采集器完成功能需求,采集器微处理器选用 MSP430F5438A 芯片,系统高稳定工作,方便高效的开发环境,在处理混合模拟信号兼顾低功耗方面优势十

分明显<sup>[9]</sup>。4 个指示灯连接 MCU 的 4 个通用接口,为微处理器提供运行状态指示。采集器应用于深远海,一旦程序跑飞,维修成本较高,为防止程序跑飞电路设计中设计有 MAX16056 硬件看门狗接入非屏蔽端。数据存储选用 64KB 容量的 W25X16 型号存储器,并设计电源控制电路,当不需其工作时可关闭电源达到节约电能的效果<sup>[10-11]</sup>。为监控采集器电路电压状态,设计有 3 路电压检测,当电路出现问题时,通过 3 种电压检测数据,方便电路维修。微处理器及外围电路连接设计如图 2 所示。

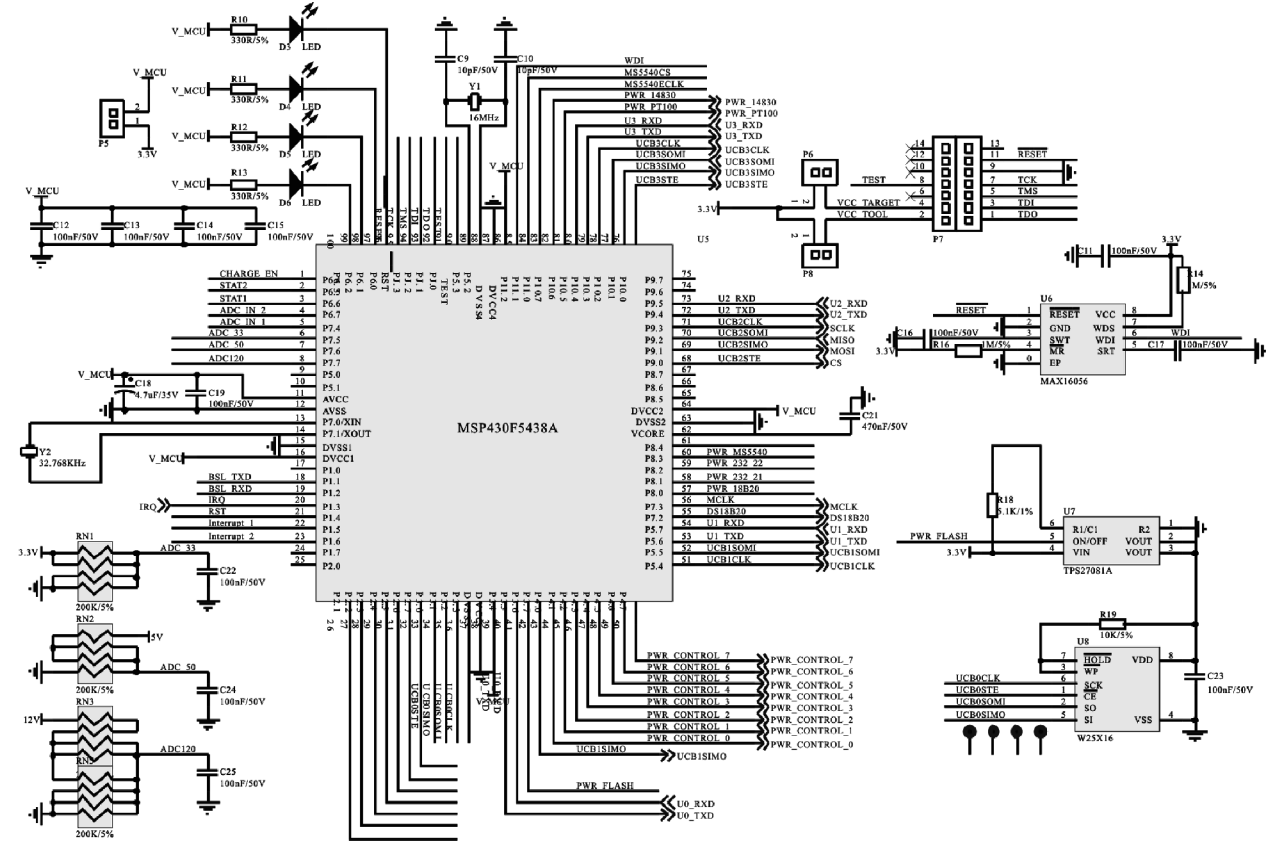


图 2 微处理器外围电路

### 2.2 电源电路设计

为满足采集器、通信模块、各种传感器及其他外围模块电路所需电压,主电源采用 12 V 可充电 100 AH 的锂电池,通过高效率的电压 DC-DC 转换电路,设计二次电压变换为采集器系统提供不同工作电压。12 V 电源主要为北斗通信终端及部分传感器提供工作电压,12 V 电压通过 MP2359 芯片高效的直流降压转换器转换为 5 V 电压源,5 V 电压转换器通过电阻分压网络控制输出 5 V 电压,为多种传感器提供工作电压;再通过 TPS62203 将 5 V 电压转换 3.3 V 为 MCU 供电;同时配置了基准电压比较器,检测电池电压,当电压过低时切断输出电压,对电池予以保护。电压转换控制单元电路原理图如图 3 所示。

根据采集器要在深远海域长时间运行特点,通过太阳能电池为锂电池提供充电,以满足采集器系统长时间运行需要;为提高充电效率,充电电路采用 MPPT 控制方式<sup>[12-14]</sup>。充电状态由发光二极管 D2、D3 指示,充电使能控制由微处理器控制充电使能端完成。该充电控制方式有助于提高电池寿命、充电效率。

### 2.3 各测量要素传感器电路设计

#### 2.3.1 温度测量采集电路

温度测量采用 Pt100 金属铂电阻传感器,为降低线阻误差,其测量线路采用四线制,通过给 Pt100 加载 1~2 mA 的激励电流,然后测量 Pt100 两端的电压,换算成电阻,继而得到温度观测数据。温度测量电路图如图 4 所示。

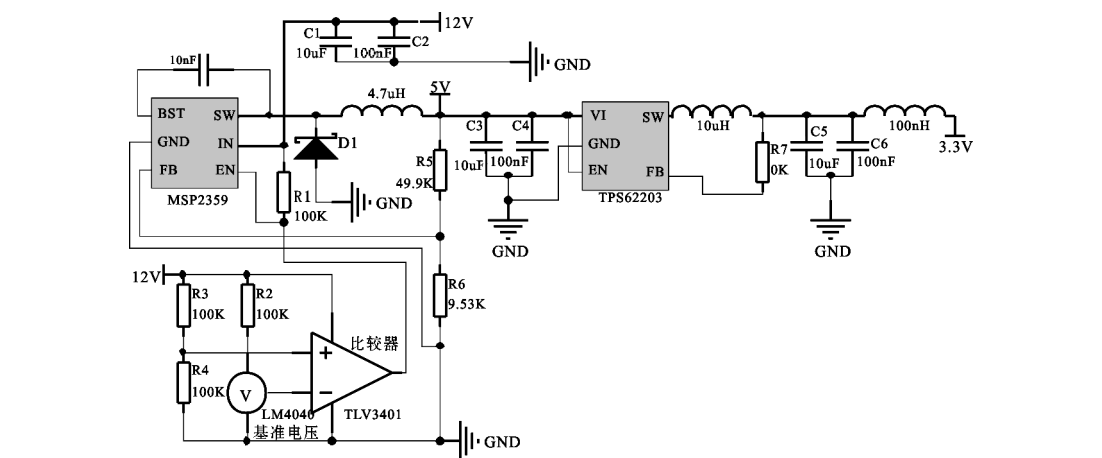


图 3 电压转换电路原理图

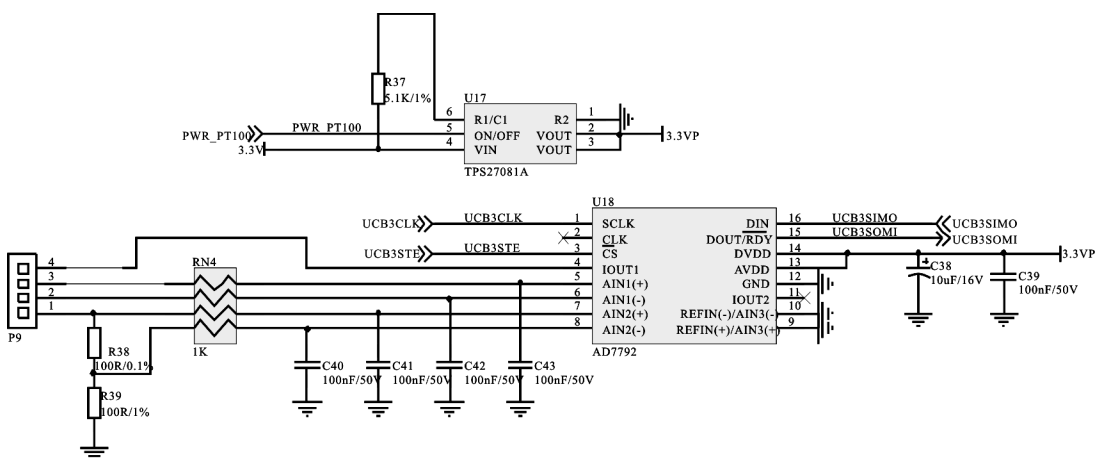


图 4 温度测量采集电路

2.3.2 气压测量采集电路

气压测量采集电路设计有串口方式和 SPI 方式两种方式,串口方式用于接收串口数据输出的气压传感

器, SPI 方式用于接收 SPI 数据输出的、低功耗的、板载级的气压测量组件。这里给出内置 SPI 方式电路,测量电路图如图 5 所示。

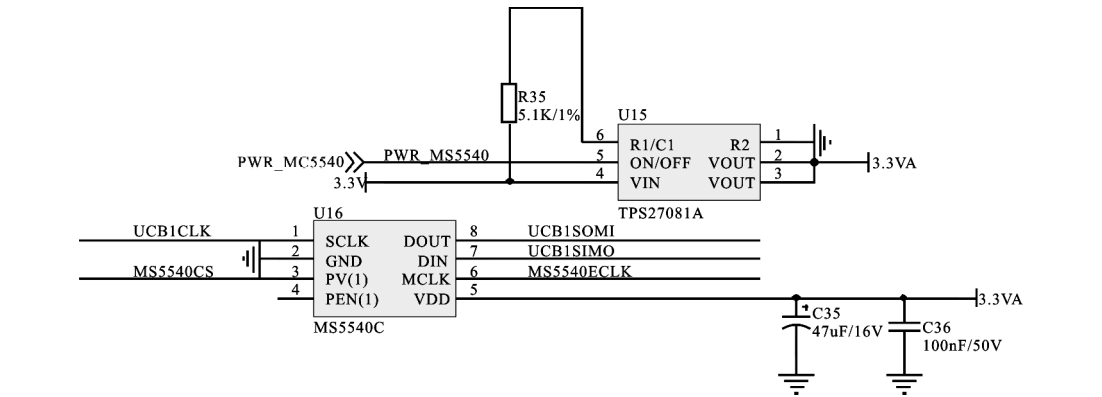


图 5 内置气压测量采集电路

2.3.3 风测量采集电路

风测量采集电路用来采集海面风速风向,由于海上环境较为复杂,为获得较为准确的数据,可以选取不同型号的风传感器进行测试对比,电路中设计有不同类型传感器电压选取及其电源控制。电路图如图 6 所

示。  
2.3.4 海水温盐测量采集电路  
海水温盐测量采集器电路采用 RS232 串口方式接收海水温盐传感器的输出数据。

收发指示灯等电路组成,选取 MAX14830 器件,通过 SPI 方式连接到微处理的 SPI2 端,并分别设计有独立电源控制,各模块工作按照程序时序完成。UART 收发状态有相应的端口指示灯指示。扩展串口电路如图 7 所示。

[illegible]

路板,传感器、通信、程序下载、调试等接口通过端子连接,其集成 PCB 电路图如图 9 所示。

## 4 测试数据及分析

采集器观测的数据,共计 27 小时数据。将船载自动气象站数据以及船载海温盐度测量设备与采集器得到的数据进行同步比对。

#### 4.1 气温

依据以上综合设计结构,采集器电路采用4层电





集盐度数据与船载自动站测量的盐度值较一致。船载仪器数据断续的原因是由于试验船快速前进时,需将

传感器收起,从而导致部分数据缺失。数据显示,变化趋势一致,电导率差值较小。

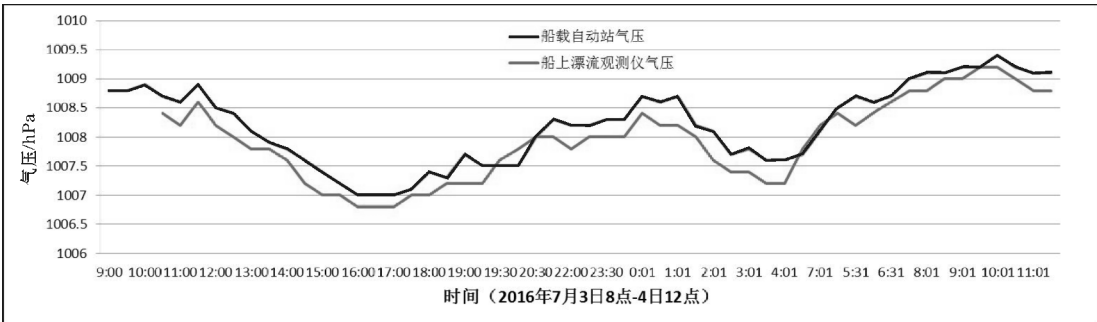


图 11 观测气压数据对比

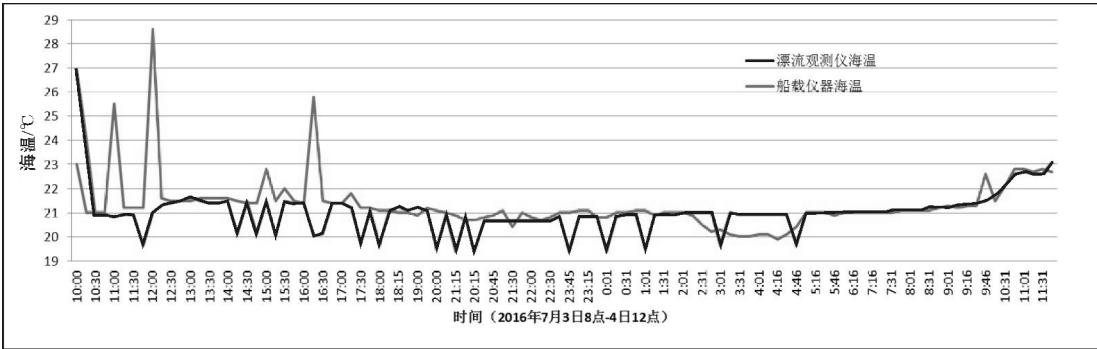


图 12 观测海温数据对比

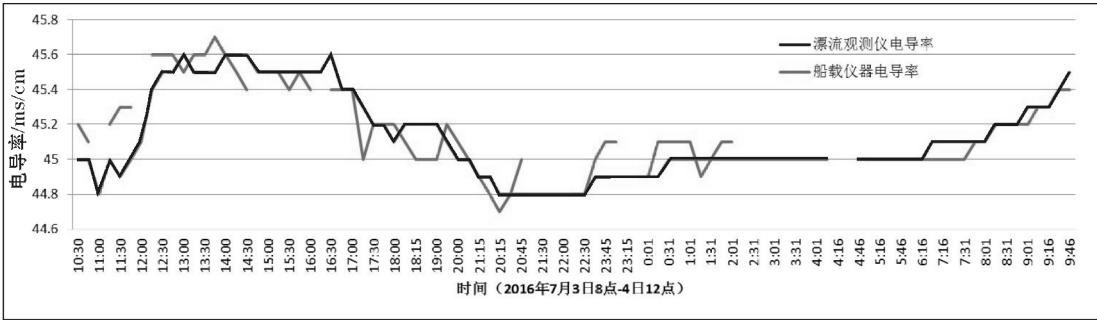


图 13 观测盐度数据对比

5 结束语

试验通过设计试验方案,以手持式自动水文气象观测仪作为参考,试验过程完整,观测数据通讯实时有效(到报率100 % )。测试数据分析表明,该浮标采集器传感器、采集系统、太阳能供电系统、北斗通信系统和数据接收平台工作正常,海洋环境适应性良好,达到设定的观测要求;各要素测量结果变化趋势一致,与设定的参考标准相比,气温测量结果在辐射较弱时测量准确度在±0.5 ℃ 以内;气压测量结果准确度在±0.5 hPa以内;海温测量结果大部分数据准确率在±0.1 ℃ 以内,需针对算法进一步研究;盐度测试结果部分数据满足±0.05 ms/cm的要求,还需进一步开展

研究工作。

参考文献:

[1] 谭鉴荣,吕雪芹,郎东梅,等. 基于卫星通信的海洋气象数据采集系统设计[J]. 气象科技,2013, 41(1):51-56.

[2] 党超群,张锁平,齐占辉. 基于北斗卫星系统的深远海 GPS 波浪浮标数据传输研究[J]. 传感器与微系统,2016,35(1):46-47.

[3] 赵娜,吕成兴. 基于北斗通信的海洋监测数据实时监控系统设计[J]. 中国水运. 2015,15(11): 143-144.

[4] 王世明,李晴. 基于北斗卫星导航系统的海洋监

- 测浮标通信系统设计与应用[J]. 全球定位系统, 2016, 41(4): 102-105.
- [5] 姚作新. 基于北斗卫星短信通信方式的无人值守自动气象站网[J]. 气象科技, 2012, 40(3): 340-344.
- [6] 张勇, 陈苏婷, 张燕. 基于北斗卫星的自动气象站数据传输管理系统[J]. 电子技术应用, 2014, 40(5): 21-23.
- [7] 黎明, 时海勇. 基于北斗卫星的大型海洋浮标通信机制研究[J]. 海洋技术, 2012, 31(1): 1-2.
- [8] 沈翔, 郭善镜. 全机疲劳实验姿态监控系统[J]. 现代电子技术, 2014, 37(22): 60-62.
- [9] 任保宏, 徐科军. MSP430 单片机原理与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [10] 陈体军, 施乐平. 基于 MSP430 的单片机多路温度采集器系统设计[J]. 船舶电子工程, 2015, 35(3): 161-164.
- [11] 陈树成, 杨志勇, 王建佳. 基于 MSP430 和 CC2530 的温室大棚数据采集系统设计[J]. 电子设计工程, 2014, 22(5): 168-170.
- [12] 叶建美. 基于 MPPT 的太阳能充电装置的设计[J]. 数字技术与应用, 2015, (11): 184-184.
- [13] 苏秀蓉, 王正仕, 马进红等. 基于 MPPT 的太阳能智能充电控制器[J]. 机电工程, 2013, 30(9): 1133-1136.
- [14] 卢琳, 爰国华, 张仕文. 基于 MPPT 的智能太阳能充电系统研究[J]. 电力电子技术, 2007, 41(2): 96-98.
- [15] 徐新玲. 基于北斗的气象数据传输终端设计[D]. 北京: 中国科学院大学, 2015.

## The Hardware Design of the Meteorological and Hydrological Drifting Buoy Collector based on MSP430

YAN Xue-yang<sup>1</sup>, YANG Bi-feng<sup>1,2</sup>, MA Shang-chang<sup>1,2</sup>

(1. College of Electronic Engineering Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. The Key Laboratory of China Meteorological Administration, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** Drifting buoy is a kind of marine meteorological observation instrument, using satellite system to position and data transmission. Which drift by surface current and can be used for the observation of marine hydrological elements and sea surface meteorological elements. In order to maximize the running time of the drifting buoy collector, reduce the power consumption of measuring element sensor, complete the measurement task with time order, and reach a wide range of coverage, guarantee the data security. This paper uses ultra low power MSP430MCU. Lithium battery and solar cell board used in power supply system. Charge control uses MMPT. And setting the independent power control for all the parts. The power supply is controlled by the microprocessor time sequence, which can reduce the power consumption fundamentally. Buoy communication using China's own research and development of the Beidou communication system. Experimental results show that the buoy data acquisition system has strong endurance and excellent communication system, It is significant for the meteorological and hydrological observation of profound sea.

**Keywords:** signal and information processing; detection technology; drifting buoy collector; marine meteorology; MSP430; power supply system; sensor; Beidou communication