

海岛环境观测系统数据采集技术的研究

胡轶群, 徐俊臣, 杜玉杰

(国家海洋技术中心, 天津 300112)

摘要:从模块化、低功耗、数据安全存储、抗干扰等四方面对海岛环境观测系统数据采集技术作了研究和设计。提出该系统将对海洋的科学管理、资源的合理开发、保障海上安全、提高水文气象预报准确率以及海洋工程、科学研究和国防建设等均具有重大意义。

关键词:海岛; 环境观测; 数据采集

中图分类号: P75 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-2404(2011)Z2-0081-04

1 引言

海岛是指四面环海水并在高潮时高于水面的自然形成的陆地区域, 包括有居民海岛和无居民海岛。中国是一个海岛资源丰富的国家, 但与上世纪九十年代相比, 辽宁省海岛消失 48 个, 河北省海岛消失 60 个, 福建省海岛消失 83 个, 海南省海岛消失 51 个。在其他一些国家潜心“造岛”的时候, 中国的不少岛屿却因随意性开发利用而不断消失。

为了保护海岛生态系统, 合理开发海岛自然资源, 维护海岛及其周边海域生态平衡, 促进经济社会的可持续发展, 中国制定了《中华人民共和国海岛保护法》。采集海岛环境数据所获取的海洋气象水文资料, 对海洋的科学管理、资源的合理开发、保障海上安全、提高水文气象预报准确率以及海洋工程、科学研究和国防建设都有重大意义。

2 海岛环境观测系统数据采集技术的研究

按照 GB/T 14914-2006《海滨观测规范》的要求, 海岛环境自动观测系统的数据采集要素包括风速、风向、气温、相对湿度、气压、降水、水位、水温、盐度等, 数据采集器实现对上述多种要素的数据采集、质量控制、计算处理、数据存储和通讯传输。

海岛环境数据采集器应具有良好的环境适应性, 可以完全适应室内和室外工作环境, 在全工作温度范围内, 测量准确度符合海岛环境自动观测的技

术要求, 同时采取低功耗设计措施, 可使用太阳能电池组连续工作, 适合安装在海岛、观测站、平台等地, 实现无人管理运行。

2.1 模块化设计

数据采集系统的总体电路结构如图 1 所示, 为便于生产、检验、维护和不同需求, 系统采用模块化设计, 数据采集器由数据采集板、人机接口板和数据通讯板共三个模块组成。



图 1 数据采集系统总体电路结构图

2.1.1 数据采集板

数据采集板是整个数据采集器的核心模块, 完成全部数据采集、处理和存储功能, 并控制管理其他模块的工作。它实现各种水文气象传感器的接口功能, 包括模拟前端调理电路和模拟数字转换器 (ADC)、数字频率量输入接口、数字 I/O 接口和数字传感器接口, 在完成传感器信号的采集后, 进一步完成校准并计算出测量参数的物理量, 按照 GB/T 14914-2006《海滨观测规范》的要求, 对数据进行分析处理, 如平均值处理、极值处理、高低潮分析等, 最后完成数据的安全存储, 并且按照系统配置的多种通讯模块, 控制通讯模块将测量数据传输到数据接

收稿日期: 2011-11-01

作者简介: 胡轶群, 助理工程师, 主要从事海洋观测技术等方面的研究。E-mail: yiqunhu@163.com

收中心。

2.1.2 人机接口板

人机接口板是用户和数据采集板的交互通道,数据显示部分使用大屏幕点阵 LCD 显示器,显示信息量大,可以使用中文界面同时显示全部测量数据。键盘设计使用 16 键表面贴膜键盘,操作采用中文菜单方式,用户可以在中文提示的友好界面下,完成对数据采集器的工作参数的设置和检查。

同时,人机接口板还能产生告警信息,当系统自检检测出现故障时,自动产生声光告警信息,提示用户设备故障,便于生产调试和检验。

2.1.3 通讯板

考虑到海岛环境自动观测系统的实际工作条件,在设计上,系统支持多种方式的数据通信可供用户选择,并支持用户定制通讯方式,同时也为系统以后增加新的通讯方式奠定基础。为此系统设计了通讯模块统一接口,在此接口上只需更换不同类型的数据通讯板,系统就能自动识别通讯板的类型,并使用相应的通讯控制程序实现数据通讯。

系统设计的通讯方式包括常用的隔离 RS-232/RS-442、GSM、CDMA/GPRS、PSTN、VHF、因特网,并预留海事卫星 C 站和北斗卫星的通讯方式。

2.2 低功耗设计

为降低系统功耗,适合在太阳能电池组供电情况下实现连续工作,系统的总体上设计采取以下措施:

2.2.1 低功耗电路设计

在满足系统功能的前提下,数据采集器电路以低功耗 8 位高速微控制器和复杂可编程逻辑电路(CPLD)为核心,具有集成度高、设计灵活、保密性好、使用芯片数量小、低功耗的优点。

电路设计采用 3V 低电压 CMOS 器件,与 5V 系统相比,3V 芯片平均可降低功耗 40~50%。系统主电源电路,采用开关稳压电路设计,效率高于 80%,远优于模拟稳压电路,提高电源效率。

由于数字电路的功耗和工作频率成正比,降低工作频率可明显减少功耗。因此在能够完成系统数据采集处理任务的前提下,尽量降低系统 CPU 的工作频率。

2.2.2 低功耗工作模式

在电路设计中,有些器件无需连续工作,为降低功率消耗,选用具有低功耗工作模式的器件,在工作

间歇期间,系统软件指令此器件进入低功耗模式。如系统 ADC 电路,电路转换能力为每秒数百次,实际只需要每秒完成数十次转换就可实现各通道采样,在大部分时间内处于等待状态,此时可指令芯片进入低功耗模式节约电能,待采样周期到达时重新启动。

2.2.3 低功耗管理

对以微处理器为核心的低功耗设备而言,液晶显示部分尤其是液晶的背光是一个较大的耗能器件,甚至占到设备功耗的 50% 以上,而良好的人机界面又是设备检验、安装和调试的必要手段,为解决上述问题,可设计显示软开关,根据系统的实际需要,控制打开或关闭显示模块的电源。即实现了友好的人机界面,又可实现低功耗管理。

2.3 数据安全存储设计

数据的非易失性存储是数据采集系统的重要功能模块之一,必须做到安全可靠,海岛环境自动观测系统的数据存储具有以下特点。

首先,数据存储量较大。按照 GB/T 14914-2006《海滨观测规范》的要求,海岛环境自动观测系统的数据采集要素包括有风速、风向、气温、相对湿度、气压、降水、水位、水温、盐度等。观测参数较多,数据记录密度为每分钟一次,每天作为一个完整的数据文件。

其次,数据刷新速度快。除了记录每分钟的常规数据以外,还要记录各参数极大值、极小值、大风段、高低潮等其他分析数据,而这些数据是实时处理和存储的数据,有些每 3 秒就要更新一次,因此设计上必须考虑数据存储介质的使用寿命。

此外,需要保证数据安全。与计算机磁盘操作系统类似,由于系统频繁更改和存储数据文件,必须考虑在系统掉电后数据的安全,当系统恢复供电后,数据采集器能够扫描记录文件,自动检测数据存储是否记录完整,实现数据存储的安全可靠。

根据实际需要,数据存储可采用大容量串行 FLASH 存储器和铁电存储器(FRAM)相结合的存储方案,利用两种存储器的各自优势,满足海岛环境自动观测系统的数据存储要求。

首先,使用大容量串行 FLASH 存储器作为系统的主存储器,其特点单片容量可以达到 8MB,以扇区方式读写操作,但由于寿命的原因(只能进行 100 000 次擦除写入)不能频繁读写。通过一定的

技术措施对数据进行压缩存储,可以节约存储空间,使用容量 4MB 的存储器即可满足需要。

其次,为保证频繁修改不影响 FLASH 存储器的寿命,我们使用存储容量相对较小但没有寿命限制的铁电存储器 FRAM 作为缓存,可以无限制的更新修改当天的数据文件,待一天数据处理结束后一并存入 FLASH 存储器。

此外,为了维护存储数据的完整和安全,存储系统的关键数据,如文件目录区,更新频繁的数据区等均采用 3 备份存储,不论系统在什么情况下掉电,均可在重新开机后可靠恢复文件的完整性。

2.4 抗干扰设计

抗干扰能力是设计时所需要考虑的重要因素。由于海岛环境自动观测系统工作环境的特殊性,以及实现室外安装和无人值守连续工作的需求,提高系统的抗干扰能力,保证系统的可靠性具有重要意义。

2.4.1 电源系统抗干扰设计

电源干扰是电子系统的一个主要干扰源,轻者可使系统工作不稳定、使用性能变差,重者可直接造成设备的永久损坏。根据安装现场的实际条件,一般选择配备太阳能电池组供电和交流蓄电池组供电。由于海岛环境自动观测系统气象观测条件,上述两种供电方式存在的电源干扰主要是雷击。

雷电具有很强的破坏性,主要有直击雷、雷电感应、雷电波侵入和地电压反击四种形式。其中又以感应雷和电压反击对弱电设备破坏能力最强。雷击产生时,其将携带高负荷雷电脉冲、电压及电流,以电磁波形式无规则释放,从而导致雷区域 1~5 公里范围内所有带金属的导线如供电电缆等,在瞬间内感应到高强度的脉冲电压及电流,这些电流沿着设备上的电源线进入设备内部,在瞬间击坏内部器件,造成整个设备系统瘫痪。严重时甚至触及到人身安全。

在海岛环境观测系统中,对于直击雷防护,气象观测场地均安装有避雷针,当雷雨云接近避雷针时,它会感应出大量的异性电荷,通过导电线和受电端向空中放电与雷雨云中的电荷中和减弱雷雨云的电场强度,达到防直击雷的目的。受到直击雷,避雷针可以把雷电流引入大地,从而起到保护作用。

与直击雷相比,感应雷对海岛环境自动观测系统的影响更为广泛,为了防护感应雷对自动观测系

统供电线路的破坏,在不同供电方案中采取的措施如下。

对于太阳能电池组供电设备,其电源防护如图 3 所示,一般情况下,现场太阳能电池板与设备距离较近,连线较短,因此只需在太阳能电池板和太阳能充电控制器之间加装直流电源防雷器就能达到较好的防护效果。

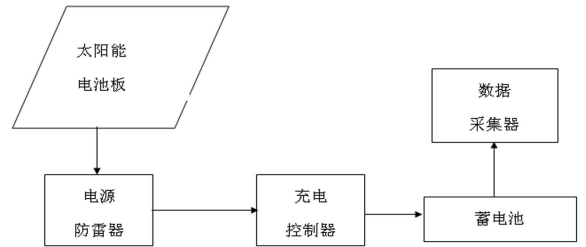


图2 太阳能电池组供电防护

对于使用交流电池组供电的设备,尤其是使用架空明线的提供市电的情况下,除了感应雷对供电的影响,还有大功率负载的开关等干扰,都会在供电线路上产生高压浪涌,对数据采集器的电源产生强干扰甚至击毁电源系统。为此电源防护如图 4 所示。首先将架空明线进入系统设备前的 30 米电缆埋入地下,然后经过二级电源防雷器和三级电源防雷器的保护后进入充电控制电路。

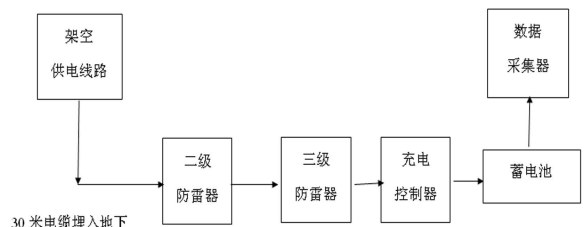


图3 交流电池组供电防护

2.4.2 信号输入接口抗干扰设计

海岛环境自动观测系统使用的传感器数量和种类较多,既有数字接口传感器,也有模拟接口传感器,其中模拟接口传感器又有 0~1V 和 0~5V 等输出形式。由于传感器和数据采集器通过数十米长的电缆连接,易于引入外部干扰,因此需要对传感器接口进行抗干扰处理。

首先每个传感器供电部分都独立设计有自恢复保险和防静电器件,在电缆短路和传感器带电插拔的情况下不会造成系统故障。

其次,在模拟传感器接插口引线设计有 RC 网络增强系统的抗干扰性能,消除外部设备对本系统的干扰,传感器电缆采用屏蔽电缆,并通过机箱上专用接地端子与大地低电阻连接,进一步提高设备的抗干扰能力。

此外,对于数字量接口信号,从设计上采用光电隔离的方式处理,避免外部信号直接与微处理器连接,保护微处理器引脚不受外部信号的冲击。

3 总结

中国的海洋监测技术与国际先进技术水平相比还有一定差距,尽管海岛环境自动观测系统的数据采集系统达到了设计指标,但在设备功耗、数据采集精确度及安装使用环境等方面仍然有很大的改进空间。相信随着海洋观测技术的发展,必然促进海岛

环境自动观测系统的进一步发展,从而更好的保护海岛生态系统,合理开发海岛自然资源,维护海岛及其周边海域生态平衡,促进经济社会的可持续发展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国海岛保护法[Z].
- [2] 宋晨光. 海洋要素垂直剖面测量系统的数据存储[D]. [硕士学位论文]. 中国科学院研究生院(海洋研究所), 2007.
- [3] 刘岩. 海洋环境监测技术综述[J]. 山东科学, 2001(3).
- [4] 张志柏. 存储器 AT45DB321C 在“数字倾斜读数仪”中的应用[J]. 常州信息职业技术学院学报, 2008(3).
- [5] 陈晓明. 微机保护中 DSP 与时钟 DS12CR887 的接口设计[J]. 国外电子元器件, 2007(3).
- [6] 余枫. 船舶操纵模拟器中通信模块的设计与应用[J]. 信息技术与信息化, 2008(4).
- [7] 许艳. 最佳的电压基准源的设计[J]. 大庆师范学院学报, 2006(5).

Research on the Data Collection Technique for Island Environment Observation System

Hu Yiqun, Xu Junchen, Du Yujie

(National Ocean Technology Center, Tianjin300111, China)

Abstract: Island is the cornerstone for the nation's ocean sovereignty and social economic growth, also the precious wealth for the sustainable development. This paper elaborates on the research and designing of the data collection technique for the island environment observation system.

Key words: island; environment observation; data collection