

模块化海洋信息通用数据采集器设计

董超群¹ 张晓萍² 秦明慧³ 孙洪涛¹ 李立刚¹

(¹ 中国石油大学(华东) 山东东营 257061; ² 总装备部工程设计研究总院 北京 100028;

³ 国家海洋局东海分局 上海 200137)

摘要 针对海洋环境监测工作的实际需要采用模块化思想设计了一种适用于水文、气象或浪流三类要素信息检测的通用海洋信息数据采集器。选用成熟的工业级集成电路模块和器件,缩短了开发周期,保证了系统可靠性;采用密封金属外壳封装,应用航空插头作为对外接口,固定电源、信号、通讯等接线引脚;应用看门狗程序,保证在系统断电、意外死机或程序跑飞等故障发生时自动重启;配备有线/无线通讯接口扩大兼容性、弱化现场安装条件,使其适用于海岸、岛屿、平台、船舶等多类监测站点。现场应用表明,其运行稳定可靠、维护管理简单,具有较大的实用价值和应用前景。

关键词 海洋信息监测;数据采集器;模块化设计

中图分类号 TP39

文献标识码:A

Design of General Data Collector for Marine Information by Using Modular Thought

Dong Chaoqun¹, Zhang Xiaoping², Qin Minghui³, Sun Hongtao¹, Li Ligang¹

(¹College of Information and Control Engineering, China University of Petroleum, Dongying 257061, China;²The General Armaments Department Engineering Design and Research Institute, Beijing 100028, China;³East China Sea Branch of the State Oceanic Administration, Shanghai 200137, China)

Abstract According to the actual requirement of marine environment monitoring, a general data collector for marine information which is appropriate for the hydrology, meteorology or wave & current parameter acquisition, is designed by using modular thought. Some mature & industrial grade integrated circuit modules and devices were used to shorten the development cycle and ensure the reliability. A sealed metal shell encapsulation was adopted, some aviation plugs were used as the external interface, and the wiring pins were fixed as the power supply, signal or communication connectors. A watchdog program was used to restart the software itself automatically when the system was power off, accident crash or running fly. The cable & wireless communication interfaces were equipped to expand the compatibility & lessen the site installation conditions, and made the collector can be used in the coast, islands, platform & ship monitoring site. The application result shows that the collector runs stably & reliably, the maintenance & management is easy and convenient, and the collector has a great use value and application prospect.

Key words Marine information monitoring; Data collector; Modular design

海洋对全球气候和环境起着主导作用,与人类的生产和生活密切相关,其丰富的资源是人类社会未来发展的重要物质基础。要开发利用海洋资源,就必须先了解海洋,对海洋环境数据信息进行全方位的监测^[1]。采集器是数据采集监控系统的重要组成部分和关键设备,负责从检测仪表或传感器读取、处理、存储及上传数据。海洋信息数据采集器的基本任务是获取气温、气压、潮位、水温、波浪、海流等海洋要素信息;此前一般按照其采集要素的类型划分为水文采集器、气象采集器和浪流采集器三大类,并分类进行研发和应用;该方式人为将其分得过细,存在研发效率低、研制成本高、后期维护和管理繁琐

等诸多弊端^[2,3]。针对这一现状,本文采用模块化设计思想设计了一种适用于水文、气象或浪流三类要素信息检测的通用海洋信息数据采集器,其提供有线和无线两种通讯接口,适用于海岸、岛屿、平台、船舶等多类站点的监测。

1 数据采集器硬件系统设计

1.1 数据采集器硬件功能模块设计

数据采集器要完成传感器数据读取、存储、发送等功能,需要一个控制器来统一调度;为了防止因通讯中断或上位机故障而导致数据丢失,采集器需要

收稿日期:2011-03-16

基金资助:海洋台站多测点智能实时监测系统研究与示范(国家海洋公益性行业科研专项经费项目,编号:200805003)

作者简介:董超群(1978-),男,讲师,主要从事计算机测控、软件设计与开发等方面的教学和科研工作

配备大容量非易失性存储器;每个数据都需要记录对应的采集时间,因此采集器需要配备实时时钟芯片,利于数据采集器和上位机的同步;此外还需配备接口模块和通讯模块,分别用于从传感器读取数据和向上位机发送数据。图1为采集器的硬件功能模块连接图。



图1 采集器功能模块连接图

Fig.1 Collector functional module diagram

1.2 数据采集器接口分析与设计

现场传感器或检测仪表负责各种海洋信息的检测,将参数物理量转换成电信号输出,是数据采集器的信号输入前端;虽然各种海洋参数检测传感器的工作原理各不相同,结构也多种多样,但其输出信号无非是数字信号、模拟信号或脉冲信号,表1统计了目前常用海洋参数检测传感器的输出信号类型或通讯接口方式。

表1 常用传感器输出信号或接口类型

Tab.1 Common sensor output signal or interface

传感器名称	检测参数	输出信号或接口
气压传感器	气压	0~5VDC
温湿度传感器	气温	0~1VDC
	湿度	0~1VDC
雨量传感器	降水	脉冲信号
风速风向传感器	风速	频率信号(0~1kHz)
	风向	0~5VDC
潮位传感器	潮位	RS232串口
温盐传感器	水温	RS232串口
	盐度	RS232串口
浪流传感器	海浪	RS232串口
	海流	RS232串口

数据采集器的信号接口及通讯接口模块的设置需要与传感器的信号输出形式相匹配才能完成数据采集功能,是实现采集器通用性的关键因素之一。综合分析确定通用数据采集器的信号接口最低配置需求如表2所示。

表2 采集器接口配置

Tab.2 Collector interface configuration

接口类型	接口数量
电压信号接口	5
脉冲计数信号接口	1
脉冲计频信号接口	1
RS232串口	2

1.3 采集器系统结构设计及模块选型

采集器采用模块化设计,选用成熟的模块和器件进行集成,以保证可靠性。采集器主要由控制模块、接口模块、测量模块和通讯模块等几部分组成,

硬件系统结构如图2所示。

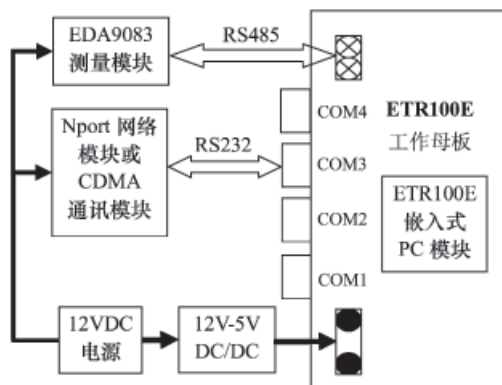


图2 采集器硬件系统结构图

Fig.2 Hardware structure of collector

ETR100E 是英创公司生产的嵌入式 PC 模块,是整个采集器的核心部件,其以 Intel386 为控制器,配有 Flash 存储器、串口、实时时钟、LCD 接口、watchdog 等板载资源;ETR100E 工作母板提供各种串口用于连接测量模块、通讯模块及数字式传感器。ETR100E 与工作母板通过双排插针进行连接。

由于 ETR100E 没有模拟信号和脉冲信号输入接口,因此需要为采集器配备专门的测量模块。系统选用力创公司生产的 EDA9083 用于检测非数字式传感器的输出信号,其可以测量 8 路电压信号、2 路频率或脉冲计数信号,输出为 RS485 总线方式;8 路电压通道的输入电压范围 100mV~250V 可调,16 位 A/D 采样、采样速率 3000 次/秒;2 路独立的测频计数通道、光电隔离输入,对信号同时进行测频和计数。EDA9083 测量模块通过 RS485 总线接口与工作母板进行连接。

采集器提供两种通讯模块:其一是以太网通讯模块,其通过 RJ45 标准网络接口接入网络;其二是 CDMA 通讯模块,其通过中国移动的无线通信网络接入网络。系统分别选择 Nport 5110 串口设备联网服务器和 H7710 CDMA DTU。Nport 5110 是专为串口设备立即联网而设计的,其自带 RS232 串行接口和以太网 RJ45 接口。H7710 CDMA DTU 是基于 CDMA1x 数据通信网络的终端设备,用于实现用户设备到数据中心的远程透明数据通信。

分析所有传感器及 EDA9083 测量模块、Nport 网络模块、CDMA 模块的工作电源情况,得出 12VDC 是最合适的供电电源,因此数据采集器采用 12VDC 电源供电;12VDC 电源从外部接口连接到通讯模块、测量模块及传感器接口;DC/DC 变换器提供 5VDC 电源,为 ETR100E 模块及其母板供电。

2 数据采集器软件程序功能开发

2.1 采集器系统软件整体功能设计

采集器 PC 模块内的软件程序采用 C 语言进行设计和开发,完成从传感器读取数据、处理数据、存储数据、接收上位机命令、上传数据等一系列系统功能。按照模块化设计原则,采集器软件分为初始化模块、传感器数据读取模块、数据存储模块、命令接收及解析模块、数据发送模块、校时模块等多个部分,每个模块包含一个或多个函数,通过主函数对子函数的调用及子函数之间的相互调用构成整个软件、完成预定功能,软件程序的工作流程如图 3 所示。

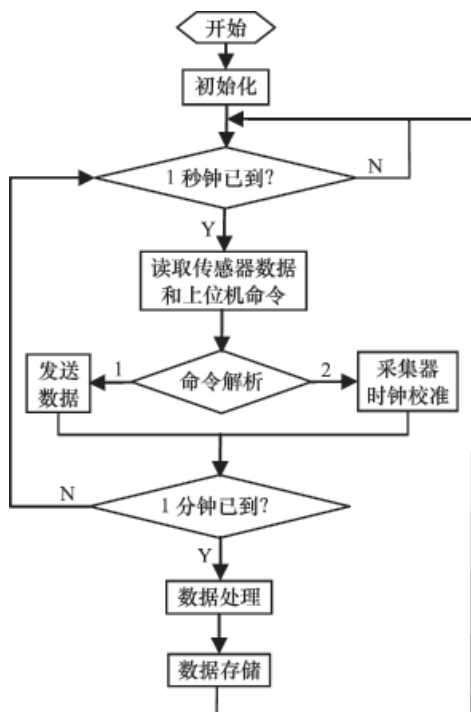


图 3 采集器软件程序流程图

Fig.3 Software flowchart of collector

软件首先启动初始化模块,对采集器硬件进行设置:①读取配置文件,确定待采集的参数,并初始化相关变量;②串口初始化,对采集器的各串口进行设置,使得各串口与对应传感器或通讯模块的串口设置一致;③测量模块初始化,通过配置指令对 EDA9083 测量模块进行设置;然后启动看门狗程序,定时扫描各串口(包括通讯模块串口、EDA9083 测量模块接口和传感器接口),从传感器及测量模块读取数据,对数据进行处理并存入存储器,同时接收上位机命令并进行解析,根据不同命令进行采集器校时和数据上传等操作。

2.2 初始化功能模块设计

2.2.1 配置文件读取

配置文件包含待采集的要素代码和使用的信号接口,通过设置或修改配置文件可以让采集器灵活用于现场水文、气象或浪流要素的采集,实现采集器的现场通用;通过读取配置文件采集器即可明确自己的采集要素类型、参数数量和传感器信号的接口方式,并将各参数的变量名添加到参数列表。

2.2.2 串口初始化

初始化内容包括波特率、停止位、数据位及串口缓存清空。首先对通讯用串口(与网络模块或 CDMA 模块连接)和 RS485 接口(与测量模块连接)进行设置;然后根据传感器采集标志状态,对其它串口进行设置。

2.2.3 测量模块初始化

测量模块 EDA9083 和 ETR100E 的 CPU 通过 RS485 总线进行连接,通过配置指令实现测量模块地址、波特率及计数寄存器初始值等参数的设置。

2.3 数据读取功能模块设计

温盐、潮位或浪流传感器通过 RS232 串口与采集器相连,其它传感器连接到 EDA9083、通过 RS485 与采集器相连。软件每秒定时读取一次传感器数据,在定时周期内轮询各串口、通过串口发送数据读取命令,并从串口读取传感器的测量数据。

2.3.1 温盐传感器数据读取

现场使用的温盐传感器一般上电启动后会按照每秒一组数据的频率自动向采集器的对应串口发送数据,不需要采集器向其发送命令。

2.3.2 潮位传感器数据读取

现场一般使用激光测距型潮位传感器,其需要采集器向其发送对应的测量命令才会返回测量结果。激光测距传感器的测量结果是传感器与海面之间的垂直距离,不是真正的潮位值,采集器接收到数据后需要根据潮高基准面和传感器安装高度将其转换成实际潮位值。

2.3.3 浪流传感器数据读取

浪流传感器上电启动后会自动定时上传数据,海流数据约每 10 分钟上传一次,每个水层对应一组数据,包括流速和流向;海浪数据每小时上传一次,包括最大波高及对应周期、十分之一大波波高及对应周期、有效波波高及对应周期、平均波高及对应周

期、平均波向等特征值。采集器从串口读取数据字符串,自动解析获取测量数据。

2.3.4 测量模块数据读取

现场气压、温湿、雨量或风速风向传感器的输出信号通过 EDA9083 模块进行测量,采集器定时向 EDA9083 发送测量指令、从 RS485 接口读取返回的测量数据。

2.4 数据处理功能模块设计

采集器从传感器读取的是每秒钟的实时测量值,在每分钟的时刻需要对本分钟内测得的 60 个秒钟数据进行处理,得到该分钟的平均值或累计值。浪流传感器的输出数据一般已经提前处理过,无需采集器再次处理。根据海洋要素特点和海滨观测规范要求,采集器对相关数据分类进行处理^[4]。

2.4.1 雨量数据处理

每次从测量模块读取的雨量数据是计数器的计数值,每分钟结束时刻读取的数据即为这一分钟内的雨量累计值,要求程序每分钟结束时刻对计数器清零,从而保证下一分钟结束时刻读取的是下一分钟的雨量累计值。

2.4.2 风速风向数据处理

风速风向观测每分钟需要记录的数据包括一分钟内 3s 瞬时风速最大值及对应风向、十分钟平均风速及对应风向。因此对 60 个秒钟数据以 3 为步长抽取得到 20 个数据,从这 20 个数据中选取风速最大的一个作为分钟瞬时最大风速,同时记录对应风向。平均风速的计算以风向为依据,从 10 分钟内 600 个数据以 3 为步长抽取 200 个数据,对风向依次进行判断,统计落在每个风向区间内的数据个数;然后选择数据个数最多的那个风向区间,计算该区间内所有数据的风速平均值和风向平均值,作为一分钟的风速和对应风向。

2.4.3 其它参数数据处理

气压、气温、湿度、水温、盐度和潮位等参数采用同样的处理方法,先从 60 个秒钟数据中以 3 为步长抽取 20 个数据,然后去除其中的最大和最小值,计算剩余数据的平均值,将其作为该分钟的测量值。

2.5 上位机命令解析功能模块设计

系统上位机设置了校时、读设备状态(实时数据)、读历史数据三种有效命令,通过自定义的功能码进行区分:①校时命令根据命令中包含的时间对采集器时钟进行设置,使采集器时钟与上位机时钟

保持一致;②读设备状态命令通过读取采集器最新的秒钟数据(实时数据),以监测采集器或传感器的工作状态;③读历史数据命令读取采集器自带存储器中的有效水文或气象分钟数据、10 分钟海流数据或 1 小时海浪数据;④采集器接收到读实时数据或读历史数据命令之后启动数据上传功能模块,将相关数据按照自定义的数据格式上传至上位机。

3 采集器在海洋环境监测现场的应用

海洋环境监测自动化系统一般由系统上位机和现场采集设备两部分组成^[5],其结构如图 4 所示。

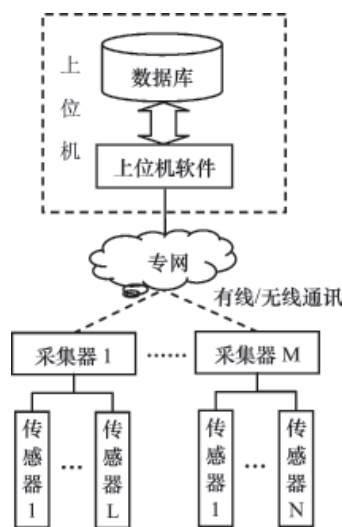


图4 海洋环境监测自动化系统结构图

Fig.4 Structure of a marine environment monitoring automation system

现场采集设备安装在各个监测站点,包括采集器、要素传感器及其它附属设备。数据采集器读取传感器输出信号,经过处理得到测量值,完成单个站点的数据采集,是上位机系统的前端设备和数据来源,也是整个系统的核心部件。根据监测站点的类型(岸基监测台站、近海观测岛屿、综合观测平台、移动监测船舶等)和监测现场的具体设施条件,采集器有选择的通过有线或无线通讯方式接入专网与上位机进行通讯,上位机通过配套软件程序读取各测点采集器中的测量数据信息,完成对现场海洋环境参数的实时监测。

4 结论

本文针对海洋环境监测工作的实际需要采用模块化设计思想设计了一种接口功能强大、应用现场广泛的通用海洋信息数据采集器。其采用成熟的工

业级集成电路模块和元器件,缩短了开发周期,保证了系统可靠性,适用于恶劣的海洋环境监测现场;采用密封金属外壳封装,在壳体上安装标准航空插头作为对外接口,固定电源、信号、通讯等接线引脚,避免现场接线错误造成的故障或破坏;配备看门狗,在系统断电、意外死机或程序跑飞等故障发生时自动重启,保证软件的稳定运行;配置文件的设计使得采集器具有了通用性,适用于水文、气象或浪流三类要素信息的检测;有线/无线通讯接口的设置扩大了采集器的兼容性、弱化了现场安装条件,使其适用于海岸、岛屿、平台、船舶等多类监测站点。目前已经有多套采集器在国家海洋局东海分局现场投入使

用,现场应用表明,其安装方便、使用灵活、运行稳定可靠、维护管理简单,较好的完成了预期数据采集功能,具有较大的实用价值和应用前景。

参考文献

- [1] 刘岩,王昭正. 海洋环境监测技术综述 [J]. 山东科学, 2001, 14(3): 30-35
- [2] 朱光文. 海洋监测技术的国内外现状及发展趋势 [J]. 气象水文海洋仪器, 1997, (2): 11-14
- [3] 毕永良,孙毅,黄谟涛,等. 海洋测量技术研究进展与展望 [J]. 海洋测绘, 2004, 24(3): 65-70
- [4] 李学坤,李凤金. 海洋水文气象实时数据质量控制 [J]. 海洋预报, 1997, 14(3): 71-77
- [5] 康寿岭. 海洋环境立体自动监测系统 [J]. 海洋技术, 2001, 20(1): 1-21