

船舶自动气象采集系统的设计与实现

黄宏智 杨志健 陈刚

(广东省气象探测数据中心 广州 510080)

摘要: 为了给广东海域的海上航运、海洋生产作业安全以及军事活动等提供气象保障基础数据,广东省气象局率先在国内自主研发了一款船舶自动气象采集系统。通过应用 STC 单片机模/数转换、定时器中断以及串口通信等技术,构建信号采集、数据质量控制、北斗通信配置以及远程参数修正等功能模块,系统实现实时采集气温、相对湿度、风向、风速、气压等元数据、通过北斗终端进行数据上传以及错误运行参数远程控制修正。并利用周边的石油平台自动站与系统的观测数据进行了比较分析,初步验证了系统采集数据的准确度。实际应用效果表明,该采集系统运行稳定可靠、测量精度高,较好地满足气象服务需求。

关键词: 采集系统;STC 单片机;模/数转换;北斗终端

中图分类号: TN702 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

Design and implementation of the ship automatic weather data acquisition system

Huang Hongzhi Yang Zhijian Chen Gang

(Guangdong Atmospheric Observation Technology and Data Center, Guangzhou 510080, China)

Abstract: In order to provide the basic data of shipping security, marine production safety and military activities of Guangdong, Guangdong Provincial Meteorological Bureau takes the lead in the research and development of the ship automatic weather data acquisition system. Through application of the technology of STC MCU, digital conversion, timer interrupt and serial communication, the function modules such as signal acquisition, data quality control, Beidou communication configuration and remote parameter modification are constructed, the system realizes the real-time collection of temperature, relative humidity, wind direction, wind speed, air pressure and other metadata, uploads data through the Beidou terminal and corrects error running parameters remotely. And comparing with the observation data of the oil automatic platform, it validates the accuracy of the system data acquisition. The actual result indicates that the ship automatic weather data acquisition system is of high precision, stable and reliable, and meets the needs of meteorological services betterly.

Keywords: acquisition system; STC MCU; analog/digital conversion; Beidou terminal

1 引言

随着海洋经济的快速发展,海上各种生产活动对气象服务的需求越来越迫切。海洋气象观测是海洋气象工作的基础,对于提高海上天气预报的准确性,了解海洋气象环境,开发利用海洋资源等具有非常重要的意义。但目前我国的海洋气象监测能力较为薄弱,覆盖面有限,仅在海岸沿线、部分近海海岛安装相关自动气象观测系统,而且布设的站点数量少,分布不均匀,无法满足海洋气象观测的要求^[1]。

为了有效拓宽海洋观测范围,广东省气象局自主研发

了 WP3103-D 型船舶自动气象采集系统,利用船舶作为载体进行设备搭建,实现实时探测船舶活动海区的气象要素,特别是备受关注的海上重要航道沿线区域和渔业捕捞作业区域内的气象资料。船舶自动气象采集系统的组网运行,能大幅度降低单独建设海洋气象观测站的成本,是有效获取海洋气象资料的重要手段及提高重点关注海洋区域气象预报服务质量的有力支撑。

2 系统硬件设计

2.1 系统架构

WP3103-D 型船舶自动气象采集系统的设计基于

CAN 总线技术,在硬件上采用“积木式”架构,主要由中央控制单元、电源系统、信号测量接口电路、模/数转换模块、

实时时钟获取模块、显示驱动模块、通信模块以及常规气象传感器组成^[2],系统结构如图1所示。

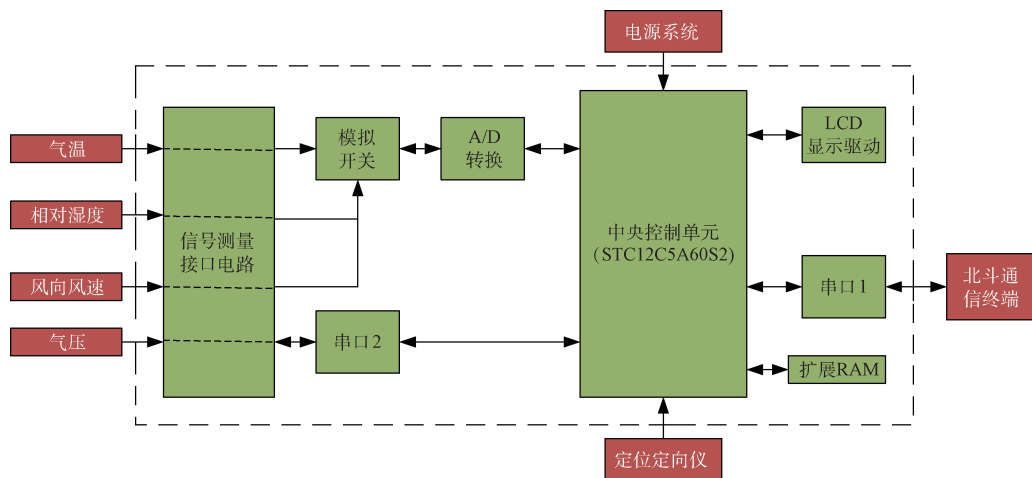


图1 船舶自动气象采集系统

采集系统挂载的气象要素传感器分为模拟量型和数字量型两种,采集前传感器的采样信号先送至信号测量接口电路,进行滤波、降噪、防雷击等预处理。经调理后的信号分3路送至中央控制单元:气温、湿度、风向、风速等4种模拟信号由模拟开关控制进行分时切换进入A/D转换器以获取信号转换后的数字量;气压传感器的输出为标准RS232信号,CPU通过串口2定时发送下载采样数据命令与气压进行命令数据交互;定位定向仪每1s输出一组脉冲信号,由CPU的相关I/O口直接采集。CPU通过对气温、湿度、风向、风速、气压、航向、船速等采样数据进行质量控制、极值选取、统计分析等处理,获取上述数据的分钟平均值、统计极值,并按照一定的数据格式进行组包通过北斗通信终端上行至省气象局数据处理中心。

2.2 核心电路设计

WP3103-D型船舶自动气象采集系统的CPU选用宏晶科技生产的STC12C5A60S2型单片机,内部集成了1280字节RAM,8路高速10位A/D转换,2组全双工异步串行口。为了确保CPU和A/D转换器可靠互连,将AD7711A的MODE引脚置为低电平,使其工作在外部时钟模式;CPU的P0.0脚与A0直连,若P0.0引脚为高电平,则访问输出或自校准寄存器,若为低电平则访问控制寄存器;P0.1脚与SCLK连接提供AD7711A读取或写入数据所需的工作时序;P0.2脚与SDATA相连实现串行数据交互;在外围电路中,MAX232E芯片提供RS232电平与TTL电平的转换功能,而SD2401芯片提供CPU所需的高精度实时时钟信号。

3 系统软件设计

3.1 数据采集及质控

采集系统执行的采集对象包括4路模拟量和1路数字量。系统正常运行时,气温、相对湿度、风向、风速等气象

要素传感器各输出一组模拟信号,而气压传感器则输出一串数字型字符串,上述信号依次进入采集通道切换、模/数转换、数据运算以及质量控制等工作环节,以实现数据的采集。数据采集及质控的流程如图2所示。

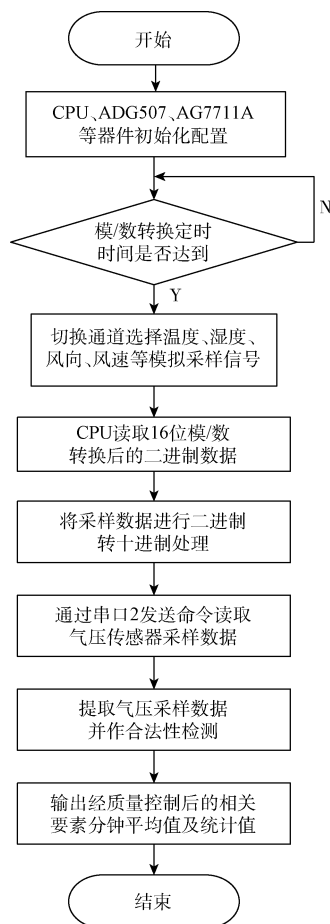


图2 数据采集及质控流程

气温、相对湿度、风向、风速等被测模拟信号量经过前端信号接口电路进行预处理,以适应 8 路模拟开关 ADG507 的输入电压范围。CPU 通过对 ADG507 的 A0、A1、A2 引脚进行高低电平编程,构造真值组合选择采集通道,实现信号的分时选通放大和调理^[3],如 A0、A1、A2 为 0 时对应第一路开关,此时切换至风速信号的采样。AD7711A 依次对各路的采样信号进行模/数转换,并将输出的二进制结果进行十进制转换处理。为了提高测量的精度^[4],对模拟信号的采样值采用多次迭代取平均值的质量控制策略。此处对模/数转换后的传感器风矢量和定位定向仪测量的船航行矢量采取矢量合成法求得真实风速和真实风向以作为计算平均风的实际采样值。

气压为智能型传感器,采集系统利用串口中断技术通过串口 2 定时发送“send ✓”命令至气压传感器通信串口,气压传感器识别命令后立即响应返回一串涵盖标识符、采样数据以及传感器运行状态等信息在内的字符串,系统提取出采样数据并作合法性检测。去除分钟内气压最高采样值和最低采样值后取平均,从而实现获取气压分钟平均值和相关统计值^[5]。

3.2 北斗终端通信配置

XDP200YX/G 型北斗终端拥有 2 K 数据缓存空间,内部采用了数据流控机制,支持用户数据的透明传输。北斗终端包括命令、通信和北斗协议等 3 种运行状态,状态之间均可采用 ASCII 码形式指令进行自由切换,命令格式如表 1 所示。在应用北斗终端传输数据前,采集系统须对终端进行通信初始化配置,流程如下:首先通过串口 1 发送“MYMSETSTATE,CMD * 00\r\n”指令置北斗终端为命令状态,接着发送“MYMTGPS * 00\r\n”指令停止北斗终端输出 GPS 相关信息,然后发送“MYMZXSZ,524130 * 00\r\n”指令设置北斗终端发送通信信息的默认接收方地址,最后是发送“MYMSETSTATE,COM * 00\r\n”指令置北斗终端为通信状态。在完成北斗终端通信配置后,采集系统将处理完毕的相关气象要素数据按照一定的规则进行组包以 5 min 的频度送至北斗终端进行上传。由于北斗通信是短报文传输机制,报文长度受到限制^[6],而 WP3103-D 型船舶自动气象采集系统的报文较长,超出北斗短报文单次传输容量的部分需要分成 3 个北斗数据包,须分多次发送^[7]。

表 1 北斗终端状态切换命令

命令格式	模式选择
\$ SETSTATE, CMD<CR><LF>	设置北斗终端为命令状态
\$ SETSTATE, COM<CR><LF>	设置北斗终端为通信状态
\$ SETSTATE, BD4<CR><LF>	设置北斗终端为 北斗协议状态

3.3 系统远程控制

采集系统在运行过程中,可能会因为信号干扰、系统复位以及子模块故障等原因导致系统的参数丢失或变更,影响了数据质量。远程控制功能针对系统出现的错误参数自动进行远程修正控制^[8],包括补调历史资料、采集器校时、设置/获取气象观测要素等。省局数据采集中心软件对船舶自动采集系统控制指令的封装为以下格式:Cmd+Sn+[Para],其中 Cmd 为控制指令名称,Sn 为采集系统 5 位站号,[Para]为指令参数。采集系统的串口 1 处于实时监听状态,一旦侦测到远程控制指令即刻启动命令解析响应模块,执行相应的动作。

4 运行结果

WP3103-D 型船舶自动气象采集系统于 2012 年在广东省开始投入建设,截至目前,已在常发口号运输船和琼州海峡轮渡船上建成 2 个站点,取得了较好的建设应用效益,为重要航线精细化的气象预报预警服务提供了科学的数据支撑。下面以琼州海峡轮渡船舶自动气象采集系统同一天某连续时段的运行数据加以分析,如表 2 所示。

从运行数据来看,琼州海峡轮渡船舶自动气象采集系统与湛江涠洲石油平台自动站的同一时段采集数据较为接近,验证了该系统具备较高的运行可靠性^[9],能达到当前先进的自动气象观测水平。

表 2 琼州海峡船舶自动气象采集系统运行数据

时间	气温/ ℃	相对湿 度/%	风向/ (°)	风速/ (m·s ⁻¹)	气压/ hPa
11:00	22.7	67	342	3.3	1 016.5
12:00	22.9	68	358	3.6	1 016.4
13:00	23.2	67	349	3.1	1 016.6
14:00	23.4	66	355	4.1	1 016.3
15:00	23.2	69	325	4.3	1 016.6
16:00	23.1	68	346	3.8	1 016.5

5 结 论

WP3103-D 型船舶自动气象采集系统在广东省的推广及布设运行,能实现对海面以上、海气界面以及与海洋气象灾害相关的气象、水文和环境要素等进行长期、稳定、持续的观测,为海上气象预报和气候变化监测研究提供高时空密度的观测数据,同时为卫星、雷达等遥感信息的验证和订正提供了依据。随着该系统的不断深入应用^[10],如何在现有的基础上扩展能见度、降水、辐射等观测要素以使到系统发挥最大效益,将成为下一阶段的重点开发工作。

(下转第 128 页)