

Design of Wireless Communication Model In Sea Surface Temperature Collection System

Qiu Zheng, Cha Hao, Wang Yanbo, Zhao Zhili, Qing Hua

Navy University of Engineering, Electromagnetism Institute of Ocean, Wuhan, China

e-mail: qiuzheng1986@sina.com

Abstract: Sea surface temperature (SST) is one of the important metrical parameters of marine environment; it has significant scientific value for measure of SST in military and civil filed. In order to adapt to large-scale measure of SST for International Maritime Organization's volunteer and military ship in navigating state, a cheap and reliable wireless date transmission system is designed for a one-off temperature collection buoy system of the ocean surface. The experiment test has proved that the system is of great performance, and settles for design requirement.

Key words: sea surface temperature; one-off buoy; wireless date transmission

海表温度采集系统的无线通信模块设计

邱政, 察豪, 王彦波, 赵志礼, 秦华

海军工程大学, 海洋电磁环境研究所, 武汉, 中国, 430033

E-mail: qiuzheng1986@sina.com

【摘要】: 海表温度(SST)是重要的海洋环境测量参数之一, 海表温度的测量在军事和民事应用方面具有极其重要的科学价值。为了适应国际海洋组织志愿船和军用舰船海上航行过程中大范围测量海表温度的需要, 针对一次性浮标式海表温度采集系统, 设计了一套廉价可靠的无线收发系统进行采集数据的传输。经实验测试, 该系统性能稳定, 通信可靠, 达到了预期的目的并满足实际的需求。

【关键词】: 海表温度; 一次性浮标; 无线数传

1 引言

海表温度是重要的海洋环境气象参数, 准确有效的采集海表温度数据进而得到各个海区的温度统计特征具有十分重要的科学意义^[1-3]。针对舰船航行过程中大范围海表温度的采集, 可以通过红外温度计进行测量^[4]或装有精确温度计的橡皮吊桶(或其他热容较小的容器)吊入海水中进行测量^[5], 但是以上方法因测量设备距离船体过近, 测量数据受到船体散热或冷却水影响而不准确^[4,6], 可采纳的一种方式抛弃式一次性浮漂式海表温度测量系统^[7]。该系统一次性使用, 抛入海中后所采集数据将通过无线方式传回到船上的数据接收终端, 本文就为此系统设计了一套可靠而廉价的无线数传收发系统。海表温度采集系统总体设计如图1, 其中无线传输部分为本文设计的重点。



Figure 1. Diagram of sea surface temperature collection system

图1. 海表温度采集系统框图

2 系统设计要求

本系统是一种适合各种军民舰船在航行状态下使

用的采集手段, 系统的通信距离主要考虑舰船的行进速度和浮标系统的反应时间, 取舰船经济航行速度30节(15m/s), 选用的温度传感器反应时间为1s, 浮标投入水中开始初始化到数据稳定大约为10s, 数据采集平均1s一个, 考虑到测量的准确性, 取20个测量数据平均, 则传输时间是入水后10s~30s, 则所需的最小传输距离为450m。

该系统为海上一次性使用设备, 考虑整个系统采用3V电池供电, 单片机和无线射频芯片要低功耗, 且自身发射功率尽可能高, 避免外加放大芯片, 同时尽可能采用自制线天线, 以降低成本。同时海上环境复杂, 浮标在海上起伏不定, 电磁干扰、天线的倾斜等因素要充分考虑, 必须采取合适的抗干扰措施。

3 硬件设计

通过对比^[8], 在满足以上设计要求的前提下, 选用价格便宜的51系列单片机和Chipcon公司的CC1020和CC1050无线射频芯片, 它们都是基于Chipcon's Smart RF技术, 采用CMOS工艺制作的低功耗、全集成芯片, 可免费用于ISM和SRD频段, 外围电路简单, 抗干扰能力强。

发射部分采用电路设计简单且发射功率比较高的CC1050芯片, 它的最大发射功率可达到12dBm。在

发射状态下，采集的温度数据经单片机处理后，通过 CC1050 单片机接口输入，然后经电压控制振荡器输出并直接送入内部功率放大器，射频输出是 FSK 信号，抗干扰能力强^[9]。

接收部分采用收发一体芯片 CC1020，它具有高接收灵敏度，可达到-118dBm，在本系统中主要工作于接收模式下，接收原理可视为一个传统的超外差接收器，由天线接收到的射频信号经低噪声放大器

(LNA 和 LNA2) 放大后，翻转经过积分器 (I 和 Q) 产生中频 IF 信号，在 IF 中频的 I/Q 信号经混合滤波、放大后经 ADC 转化为数字信号，再通过数字化的自动增益控制、信道滤波、解调和二进制同步化处理，在 DIO 端输出数字解调数据，经单片机接口处理送给 PC 机或手持设备，接收电路如图 2 所示。CC1020 还具有 RSSI (接收信号强度指示器) 功能，可利用 RSSI 的功能在实验时进行信号强度的实时观察。

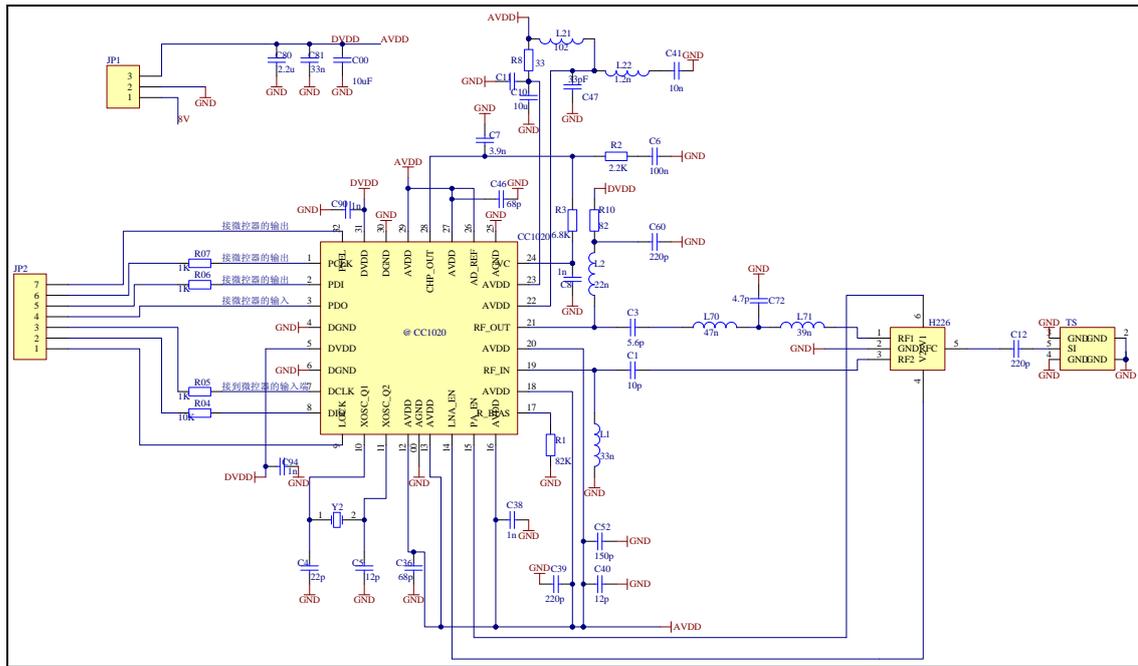


Figure 2. Receiving system circuit diagram
图 2. 接收系统电路图

4 软件设计

软件在 Keil C 平台上进行程序开发，并采用模块化程序设计。通信协议采用 UART 格式 (一个开始位，负载数据，一个停止位)，其中数据帧的简单传输协议格式如表 1

Table 1. Data frame host-host protocol
表 1. 数据帧传输协议

Preamble 1	Preamble 2	Data 1	Data 2	Data N	CheckCode 1	CheckCod e2
------------	------------	--------	--------	--------	-------------	-------------

Preamble 为同步码，Check Code 为校验码，为了降低因为同步码和校验码误码带来的数据误码率，同步码和校验码分别采用两个字节 (各自的误码率为 10^{-5} 数量级)。同步码与校验码尽量选用数据码中不出现或很少出现的值，并且尽可能采用相邻位有更多转换的码字，如 0xAA、0x55 等，以降低噪声可能带来的误码^[10]。软件实现中，首先搜索同步码，检测到两位同步码后，接收规定的 N 字节数据，然后接收校验码并进行判断，如果校验码正确，则此数据帧有效，

否则丢弃此数据帧。

5 性能测试和结论

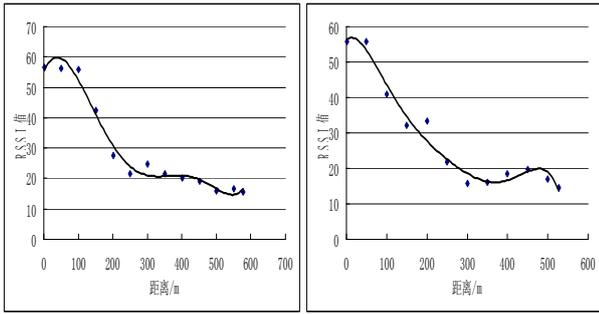
试验条件: 发射与接收的直线距离之间为空旷地，没有障碍物，接收天线架高 1 米，发射天线在距离地面 0.5 米的高度上移动。

(1) 接收信号强度 (RSSI) 随距离的变化分析

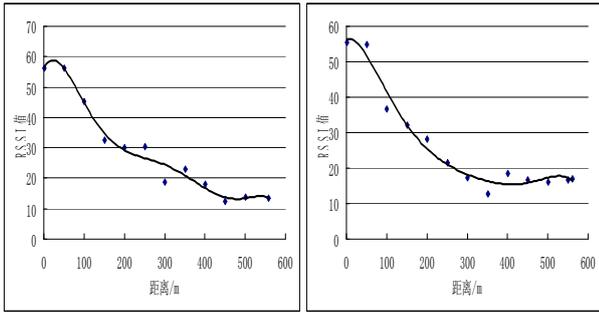
考虑到系统的成本和稳定性，采用了标准天线和 $\frac{\lambda}{4}$ 自制线天线从四个方位进行了对比测试，结果如图 3 和图 4 所示。由实测数据和拟合曲线的对比可知: 自制线天线和天线的倾角变化对信号强度的变化影响不大，能够抗击风浪的摇晃。

(2) 可靠通信距离测试

为了对可靠通信范围有一定量分析，在近距离每隔 100 米，远距离每隔 50 米的位置上终端接收两分钟的实验数据。由实测数据和拟合曲线图 5 可得: 在 450m 范围内，数据接收量基本稳定在 1600 个字节左



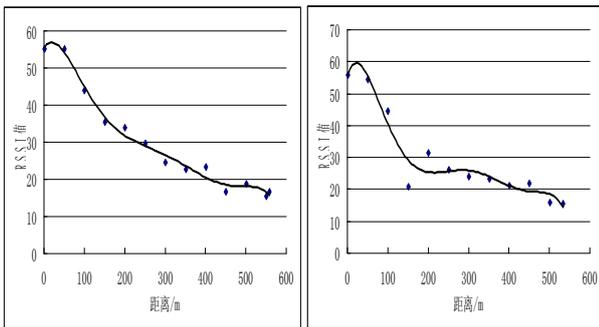
(a) 天线直立移动的情况 (b) 天线指向接收方向 45 度倾角



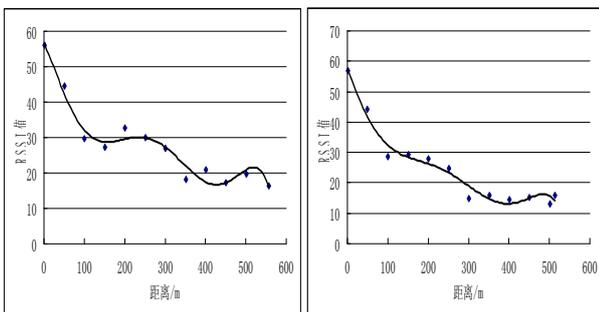
(c) 天线远离接收方向 45 度倾角 (d) 天线垂直收发基线 45 度倾角

Figure 3. Signal intensity of standard antenna along with distance change chart

图 3. 采用标准天线的信号强度随距离变化图



(a) 天线直立移动的情况 (b) 天线指向接收方向 45 度倾角



(c) 天线远离接收方向 45 度倾角 (d) 天线垂直收发基线 45 度倾角

Figure 4. Signal intensity of self-made antenna along with distance change chart

图 4. 采用自制线天线的信号强度随距离变化图

右，这一数据量可以远远满足数据采集系统的需求。

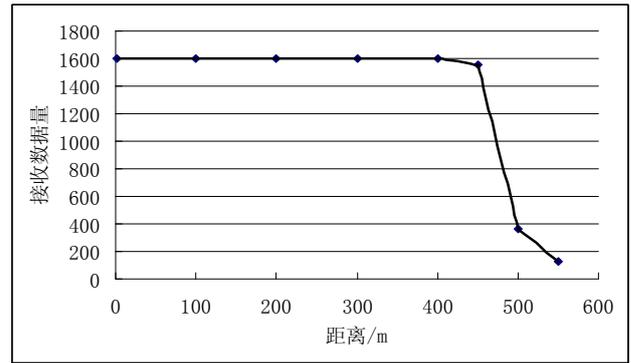


Figure 5. Receive data amount along with distance change chart

图 5. 接收数据量随距离图变化

(3) 减小天线尺寸的通信可靠性分析

当天线尺寸较长时，整个系统在海面上的稳定性不容易控制，当天线尺寸缩短后，有利于系统的结构设计，所以进行了减小天线尺寸与使用标准长度天线的通信可靠性试验。实测的结果如表 2

Table 2. Comparison of receive data amount

表 2. 接收数据量对比

	450 米距离	400 米的距离
标准长度	5992	5998
减半长度	5994	5996

由实测的数据可得：天线减半并未带来数据的大量丢失，从而可以得出结论：可以采用减半的自制线天线代替标准长度天线。

6 结束语

本文在分析各种海表温度测量方法的基础上，针对舰船航行过程中一次性海表温度采集系统，设计了一套廉价可靠的无线数据收发模块。经测试表明，该模块通信数据传输误码率低，抗干扰能力强，具有可靠的通信距离，在工业无线控制等方面具有广阔的应用前景。

References (参考文献)

- [1] Hitney H V. Hybrid Ray Optics and Parabolic Equation Methods for Radar Propagation Modeling[C]. International Radar 92 conference, 1992: 58-61.
- [2] Dockery G D. Modeling Electromagnetic Wave Propagation in the Troposphere Using the Parabolic Equation[J]. IEEE Transmission Antenna and Propagation Conference, 1988, 36(10): 1464-1470.
- [3] Kuttler J R, Dockery G D. Theoretical Description of the Parabolic Approximation / Fourier Split-step Method of Representing Electro-Magnetic Propagation in the Troposphere[J]. Radio Science, 1991,26(2): 381-393.
- [4] LCDR Jerel, Johnson R. Comparison of IR SST Measurement Devices [R]. 2005.

- [5] Weather bureau of General Staff. Atmospheric Duct and Its Military Application [M]. Beijing: Publishing House of Beijing,2003:133-134.总参气象局. 大气波导及其军事应用[M]. 北京: 解放军出版社, 2003: 133-134.
- [6] Donlon C J, Minnett P J , Barton I J, etal. The Character of Skin and Subsurface Sea Surface Temperature[J] . World Meteorological Organization Publications WMO TD, 2001, 1083, 298-302.
- [7] Sun Yingqi, Wang Yanbo ,Qin Hua. A One-off Temperature Collection Buoy System of the Ocean Surface Design. Ship Electronic Engineering, 2008, 10:116-118.孙瑛琦, 王彦波, 秦华. 一次性浮标式海表温度采集系统的设[J]. 舰船电子工程, 2008, 10: 116-118.
- [8] Wang Zhanbei. Performance Comparison and Application Research of Wireless-data-transmission Chip [J]. Science Mosaic, 2008, 7:214-216 王战备. 无线数传芯片性能比较与应用研究 [J]. 科技广场 2008, 7: 214-216.
- [9] Huang Zhiwei. Design of Wireless Transmitting And Receiving Circuit[M].Beijing: Publishing House of Beijing University of Aeronautics and Astronautics,2004:6-20.黄智伟. 无线发射与接收电路设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004: 6-20.
- [10] Nie Guangyi. Point-to-Multipoint Multitasking Wireless Communication [J]. Microcontrollers & Embedded Systems, 2003, 5:160-163 聂光义. 点对多点的多任务无线通信[J]. 单片机及嵌入式系统应用, 2003, 5: 160-163.