

一种用于海洋环境监测的小型水声调制解调器

周跃海, 黄济文, 李瑜涵, 童峰*

(厦门大学水声通信与海洋信息技术教育部重点实验室, 厦门, 福建)

Design of a small acoustic modem for oceanic environment monitoring

ZHOU Yue-hai, HUANG Ji-wen, LI Yu-han, TONG Feng*

(Key laboratory of underwater acoustic communication and marine information technology of the ministry of education (Xiamen University), Xiamen 361005)

0 引言

近年来, 世界各国不断加快了海洋开发的步伐, 海洋经济得到快速发展, 同时引起了一系列的海洋环境问题, 对各类海洋环境参数进行网络化监测是目前海洋科学研究的重要手段。现有的海洋环境监测网络分成两大类, 一类是有线监测网络, 另一类是无线监测网络。在需进行密集、近距离海洋环境监测的网络中, 由于有线方式布放不便、电缆容易受到破坏, 逐渐被无线传感网络代替。而无线水下网络需采用水声调制解调器。

商用水下调制解调器在功耗、通信距离、价格等方面限制了其在小范围、密集海洋环境监测中的应用^[1]。对此类网络, 低成本的小型水下通信 modem 具有一定的实用价值。如 B. Benson^[2]等人基于 FPGA 设计了一套低成本、近距离的水下传感网络, 网络节点的载波频率为 35kHz, 码元宽度为 5ms。

水声信道特别是浅海水声信道具有的强烈多途、强噪声、强起伏等恶劣的传输条件使得高性能的水声通信系统设计成为一项世界范围内具有很强挑战性的工作。频率调制是信息传输中使用得较早的一种调制方式, 它的主要优点是: 容易实现、抗噪声与抗衰减的性能好, 在中低速率传输中得到了较广泛的应用^[3]。

本文设计了一种用于短距离密集海洋环境监测的小型低成本水声调制解调器, 介绍了系统的硬件结构与功能。用频率调制解调方式增强了系统的抗干扰能力提高系统的稳定性。最后通过实验验证该水声调制解调器的性能。

1 系统描述

图 1 为本文研究的小型水声调制解调器的系统

结构。如图所示, 发送数据在 LPC2138 控制器中进行 OOK 调制, 将调制好的信号经过发送模块驱动发送换能器发送到水声信道中。在接收端, 接收信号通过前置放大、带通滤波处理后, 进行非相干解调完成数据恢复。

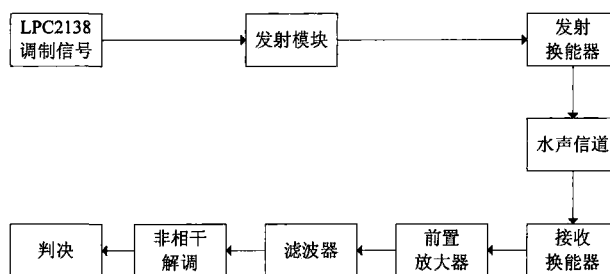


图 1 系统发射、接收原理框图

1.1 发射电路

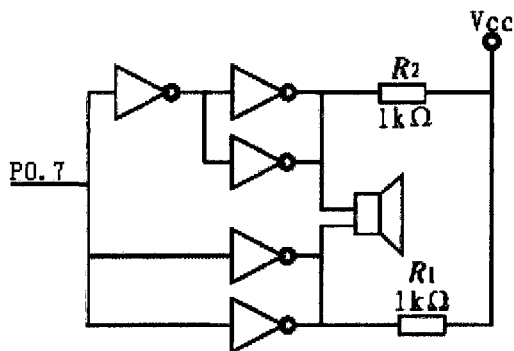
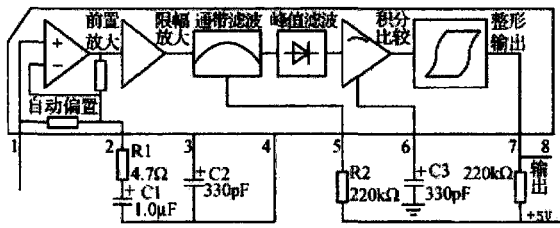


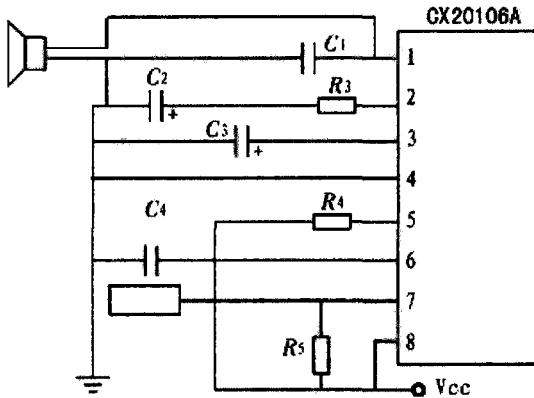
图 2 发射模块原理

图 2 为发射电路原理。如图所示, 发射模块主要由换能器和反相器 74LS04 构成。OOK 调制信号由 LPC2138 调制好通过 P0.7 输出, 信号经两个反相器送得到换能器以提高驱动电流, 采用电阻 R1、R2 增加换能器的阻尼效果, 这样可以缩短振荡时间, 提高 74LS04 输出高电平的驱动能力^[4]。

1.2 接收电路



(a) CX20106 原理框图



(b) CX20106 电路接法

图 3 基于 CX20106 芯片的接收电路

接收模块采用 CX20106 集成遥控接收芯片，该芯片具有高度集成、价格低、适应性强等特点。CX20106 芯片中内置前置信号处理环节如图 a 所示，包括内置前置放大器、限幅放大器、带通滤波器、峰值滤波器等。通过改变各个模块的外部电阻和电容可以调节各个模块的参数，外部电路的接法如图 b 所示。集成芯片的放大增益主要由 R2 和 C2 决定，R3 越小或 C2 越大增益越高。带通滤波器的中心频率由 R4 决定。系统载波频率为 40kHz。

CX20106 芯片具有非相干解调功能，通过积分器还原出原始信号的包络后，通过比较器，整形器可获得携带调制信息的脉冲信号。

1.3 同步捕获和数据解码

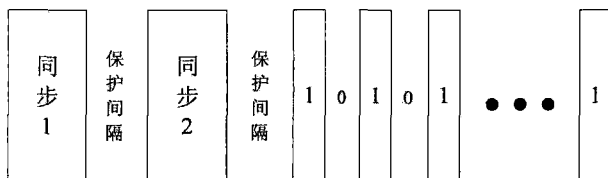


图 4 数据帧结构

图 4 为系统采用的数据帧结构，其中同步头采用两个长度 10ms 的 40k 脉冲组成，两个同步和同步脉冲之间留有 15ms 保护间隔以避免多径造成混叠而影响同步判决。OOK 调制数据帧中，“1”用 5ms 的 40kHz 脉冲表示，“0”用 5ms 的空白表示。

在解调端，接收到的脉冲信号经过积分器后还原出原始信号的包络，再经过比较器和整形器后得到标准的方波，将这个标准的方波送到 LPC2138 处理。LPC2138 通过判断脉宽来判断同步信号，当同步信号建立以后，通过计算高低电平的持续时间来判决“1”、“0”。

系统发射、接收核心板尺寸为 38mm*70mm。

2 湖试结果

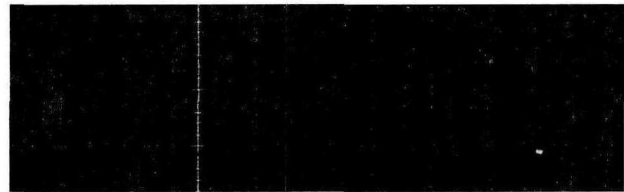


图 5 经过积分器后的信号

系统通信性能实验在厦门大学芙蓉湖进行，实验水域以泥质底为主，收发换能器水平距离 50m，水深约 2m。图 5 为接收到的信号经过积分器处理后的信号图，从图中可以看出，经过积分器处理后，可以明显看出信号的包络，将该包络经过比较器、整形器送到 LPC2138 判决后可以还原出原始的信号，从而完成数据的解调。

3 小结

本文介绍了一种用于海洋环境监测的小型、低成本的水声调制解调器的实现方案，介绍了系统的发射、接收和处理模块，最后通过实验验证了该调制解调器的性能。

参 考 文 献

- [1] J. Hcidemann, Y. Li, A. Syed, J Wills, et al. Research Challenged and Applications for Underwater Sensor Networking. Proceedings of the IEEE Wireless Communications and Networking Conference, 2006.
- [2] B.Benson, Y. Li, R.Kastner, et al. Design of a Low-Cost Underwater Acoustic Modem for Short-Range Sensor Networks. OCEANS 2010 IEEE, 2010: 1-9.
- [3] 邵松世, 孙强. 基于FSK的水声遥控编码设计[J]. 四川兵工学报, 2011, 32(10): 114-117.
- [4] 方正超, 姚普学. 基于 CX20106A 的超声波测距设计[J]. 电子设计工程, 2012, 20(15): 151-153.