

基于 AMBE-2000 的短波语音压缩系统设计

陈 华¹, 关宇东², 史振秋²

1. 哈尔滨理工大学应用科学院, 哈尔滨 150040

2. 哈尔滨工业大学信息工程系, 哈尔滨 150001

[摘要] 将数字信号处理技术应用于短波通信系统中, 可以改善其通信质量。介绍了一种基于 AMBE-2000 的语音压缩系统设计方法, 包括硬件平台的设计和 DSP 软件设计, 以及主芯片与 DSP、A/D-D/A 之间的接口设计方法, 最后结合实际测试的结果总结出开发 AMBE-2000 的关键技术。

[关键词] AMBE-2000; 短波通信; 语音压缩; 语音编码

[中图分类号] TN912

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)15-0044-04

Design of Speech Compression System Based on AMBE-2000 of the Short-wave Communication

CHEN Hua¹, GUAN Yudong², SHI Zhenqiu²

1. School of Applied Science, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150040, China

2. School of Electronic Information Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China

Abstract: The quality of communication can be improved by using the technology of digital signal processing for a system of short-wave communication. This paper proposes a design of speech compression system based on AMBE-2000, including hardware and software, and the interface between different parts of the system. At the end, based on the result of test, the key technologies in developing AMBE-2000 are summarized.

Key Words: AMBE-2000; shortwave; speech compression; speech coding

CLC Number: TN912

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)15-0044-04

0 引言

利用波长为 100~10 m (频率为 3~30 MHz) 的电磁波进行的无线电通信称为短波通信。短波通信的优点是用较小功率和以较低成本就能实现远距离通信, 而且电路建立和拆除容易, 机动性好, 抗毁能力强, 因此在通信中一直占有重要地位。短波通信设备通称为短波电台, 它由发射机、接收机、天线、终端和电源等设备组成。现在市场上销售的短波电台多是模拟的传输模式, 如图 1 所示。在实际应用时发现其语音通信质量并不理想, 有大量的噪声混杂其中。可以将输入的语音信号在数字化后进行数字信号处理, 将处理后的信号进行调制并在短波信道中传输, 这样不但能提高语音信

号传输的质量, 还可进行加密处理, 提高通信的保密性, 如图 2 所示。

虽然数字化后进行数字信号处理可以改善语音传输的质量, 但是数字化后信号带宽变得非常地大, 而短波信道却是难以扩展的, 为了节约信道资源, 必须要在压缩编码后再传送。

AMBE-2000 是由 DVS 公司生产的专用语音压缩芯片, 采用改进的 MBE 算法, 能够实现 2.0~9.6 Kbps 之间以 50 bps 为间隔的低速率数据传输。内部有相互独立的语音编码和解码通道, 不需要外扩存储器, 具有前向纠错 (FEC)、语音活动监视 (VAD) 和信号检测 (DTMF) 功能。

收稿日期: 2007-05-25

作者简介: 陈 华, 哈尔滨市法院街 13 号哈尔滨理工大学应用科学院, 讲师, 研究方向为仪器仪表科学; E-mail: szq_hit@163.com

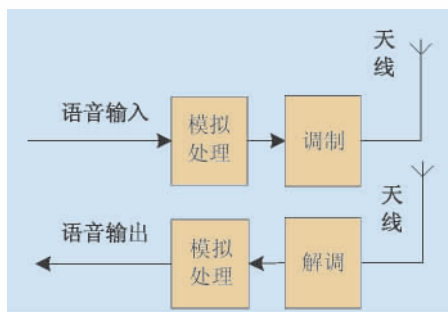


图 1 现有短波电台的原理框图

Fig. 1 Block diagram of existing shortwave radio

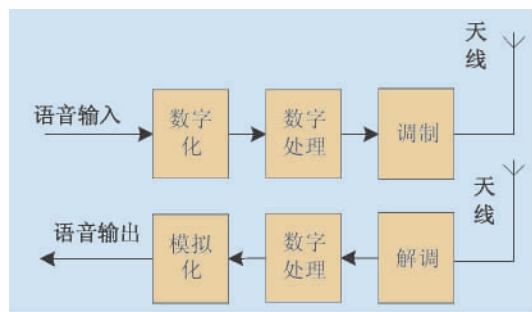


图 2 改进后短波电台的原理框图

Fig. 2 Block diagram of improved shortwave radio

1 硬件系统的设计

系统主要由前向和后向通道、主芯片与 AD73311 接口电路、主芯片与控制芯片 TMS320VC5402 接口电路、TMS320VC5402 与 TL16C550CFN 接口电路、电源电

路以及复位电路组成。在系统中，由一块 CPLD (EPM7128SLC84-15) 控制逻辑，所有接口电路都通过 CPLD 进行逻辑连接。系统框图如图 3 所示。

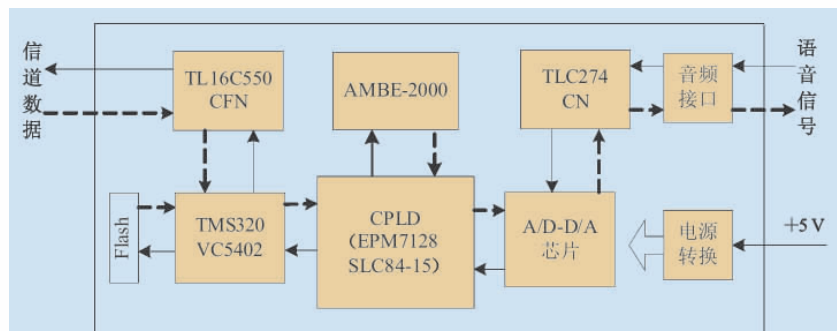


图 3 系统框图

Fig. 3 Block diagram of the system

1.1 前向通道和后向通道

系统设计的第一步就是选择 A/D-D/A 芯片进行前向通道和后向通道的设计，系统中所使用的是 AD 公司生产的型号为 AD73311 的芯片。AD73311 内部有一个 16 位的 A/D 转换通道和一个 16 位的 D/A 转换通道，它拥有很多特性，适合应用在语音处理领域：可编程的输入/输出采样速率；75 dB 的 A/D 转换信噪比和 70 dB 的 D/A 转换信噪比；64 kHz/s 的最大采样速率；较低的群延时特性（每个 A/D 通道 25 μ s，每个 D/A 通道 50 μ s）；可编程增益控制和较低的功耗（在 2.7 V 工作电压下最大功耗 50 mW）。

在设计前向通道时，采用差分的输入方式，这种方式能够提高抗噪能力，后向通道使用单端输出方式。REFOUT 是 AD73311 提供的片上参考电压输出端，REFCAP 也是片上参考端引脚，根据技术手册指导应当如图 4 连接。

1.2 主芯片与 AD73311 接口

系统的语音编码速率、静音检测、FEC 速率、回音消除这些功能既可以通过硬件（芯片引脚电平）设置，

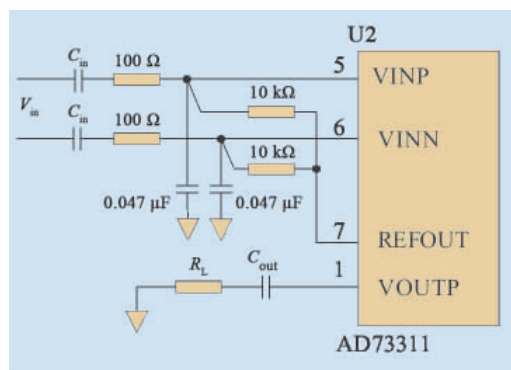


图 4 前向通道和后向通道的设计

Fig. 4 Design of forward and backward channels

也可通过软件（向芯片内写入控制字）进行设置^[1]。硬件设置只有在加电或复位后 300 ms 内有效，而软件设置则在芯片的正常工作期间一直有效，并可随时进行设置。初始配置如图 5 所示。

系统中配置初始的数码率为 2.0 Kbps，使用

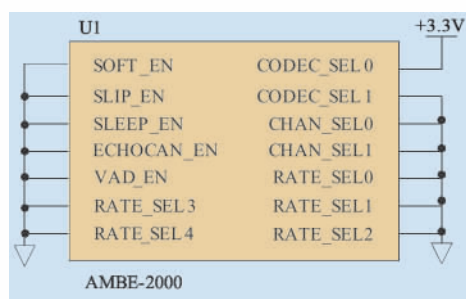


图 5 AMBE-2000 的初始配置图

Fig. 5 Initial configuration of AMBE-2000

AD73311, 其他功能不使用。AD73311 内部有 5 个 8 位的控制寄存器 (CRA, CRB, CRC, CRD, CRE), 它们都可以由主机通过片上串口进行读出和写入。CRA 用来进行工作模式的设置; CRB 用来进行串行传送时钟分频、主时钟分频和回声消除功能的设置; CRC 用来进行各部分的电源管理和对片上参考电压功能的设置; CRD 用来进行输入/输出增益和静音功能的设置; CRE 用来进行 DAC 超前寄存器和插入滤波器的设置。AMBE-2000 与 AD73311 的接口电路图如图 6 所示。

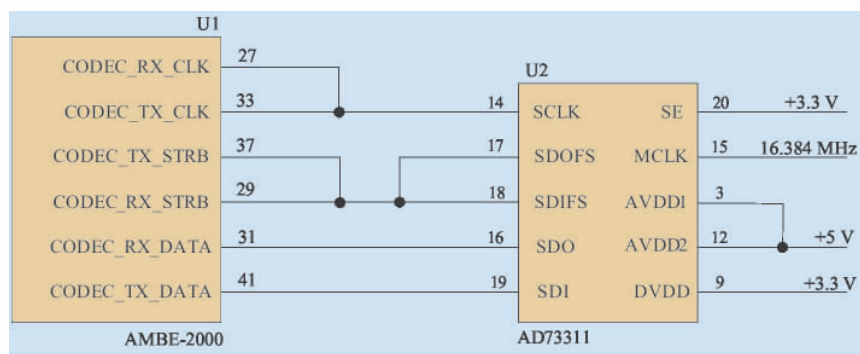


图 6 AMBE-2000 与 AD73311 接口

Fig. 6 AMBE-2000 interface with the AD73311

当主芯片上电复位后自动向 AD73311 发送 4 个控制字进行配置, 它们分别是 0x8113, 0x82f9, 0x8300 和 0x8001。此时 AD73311 的工作模式为: 串行传输时钟等于主时钟的 16 分频, 采样时钟等于主时钟的 1024 分频; 工作在 5 V 电源供电模式下; 使用片上参考 REDOUT; 所有系统电源都加载; 输入输出增益为 0; 工作在数据传输模式下 (在 AD73311 复位后默认处在可编程状态)。系统中为 AD73311 设置的主时钟是 16.384 MHz, 所以正常工作时它的采样率为 16 kHz, 串行数据传输速率为 1.024 MHz。

1.3 主芯片与 DSP 的接口

系统中使用的控制芯片是 TI 公司生产的 TMS320VC5402。它的主要特点是: 片上设有两个多通道缓冲串口, 能够方便地与 AMBE-2000 进行接口; DSP 的程序需要从外部加载, 所以系统中加入一片 Flash 芯片作为 DSP 的外部存储器。

AMBE-2000 与主机的接口有两种工作模式: 主动模式和被动模式。当工作在主动模式时, 数据选通信号由 AMBE-2000 内部产生; 而工作在被动模式时, 数据选通信号由外部主机提供。AMBE-2000 与主机通信的数据格式有两种: 帧格式 (FRAMED)

和非帧格式 (UNFRAMED)^[2]。系统采用帧格式来传输数据。AMBE-2000 与 DSP 的接口如图 7 所示。

EPR 为 AMBE-2000 的输出指示信号^[3]。HD0 为 DSP 的一个主机接口, 在系统中将它配置为通用 I/O 口, 用于查询 EPR 的状态。

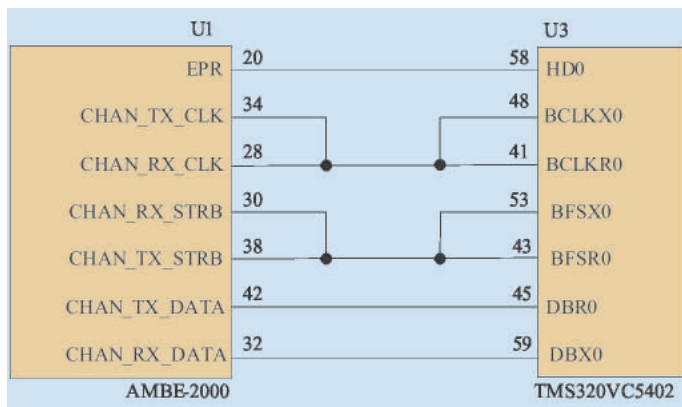


图 7 AMBE-2000 与主机的接口

Fig. 7 AMBE-2000 interface with the mainframe computer

2 DSP 程序的设计

AMBE-2000 配置为帧格式的数据传输方式, 一个数据帧由 24 个字 (每个字 16 bit) 组成, 其中前 12 个字包含状态信息和控制信息, 后 12 个字为编码后的语音数据。发送过程为: AMBE-2000 每 20 ms 输出一帧编码数据, DSP 检测并接收这一帧数据后, 进行解包, 从中提取有用的编码数据, 然后对此编码数据进行加密运算, 最后通过串口将此数据发送出去。

初始化包括 DSP 时钟的配置、对 HD0 管脚的配置、对多通道缓冲

串口的配置和对 C550 工作模式的配置。

接收程序即为 C550 的中断程序: DSP 得到数据后首先进行解密运算得到编码数据, 然后加入帧头并对其尾部填 0, 使其构成 24 个字的一帧数据, 最后将此帧数据通过串口发送到 AMBE-2000 中进行解码。

3 实验结果

图 8 和图 9 分别是“哈尔滨”3 个字发音的原始语音波形与经编解码后的波形对比图和频谱对比图。

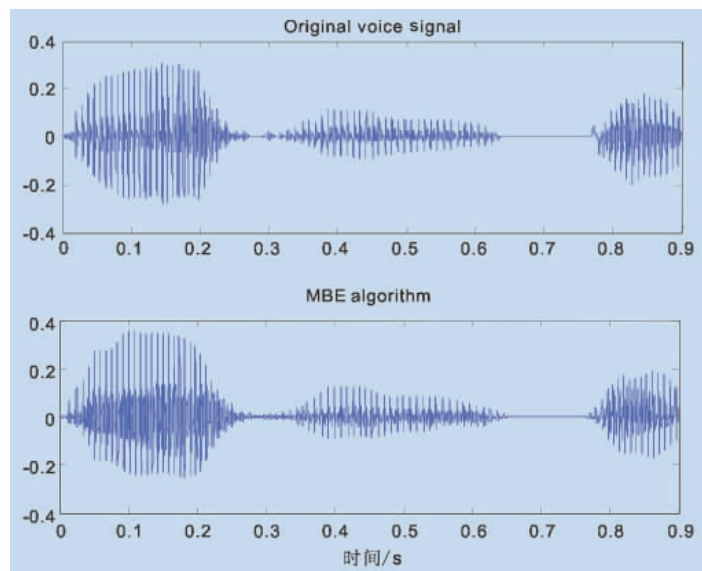


图 8 波形对比图

Fig. 8 Waveform contrast map

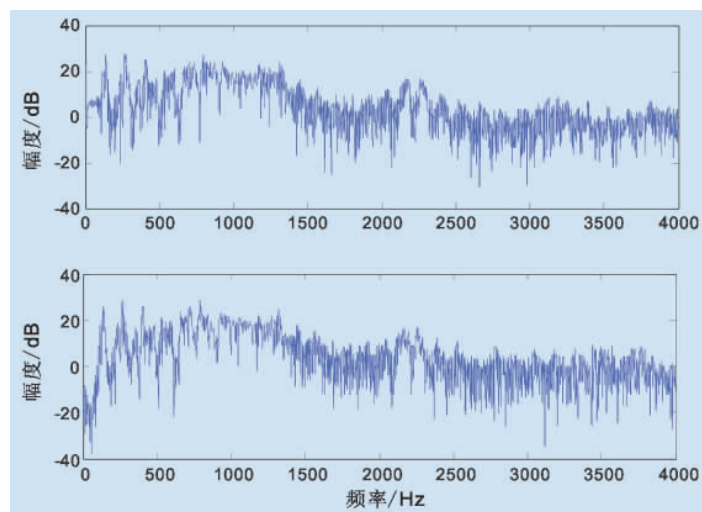


图 9 频谱对比图

Fig. 9 Spectrum contrast map

从图中对比可以看出接收端的合成语音与原始输入语音非常相似。在实际中听起来几乎没有差别。

4 结论

由于系统上电后 AMBE-2000 会自动向 AD73311 发送控制字进行配置, 所以 AD73311 一定要比 AMBE-2000 提前复位。数据帧格式通信双方是协定好的, 所以不是所有的从编码器出来的数据都传送, 而只需要传送有用的一部分, 但是在接收方一定要把接收到的数据还原为一个整帧, 然后再送入解码器。在做 PCB 电路板时要将 AD73311 的模拟地和数字地分开布线, 最后在一点相连, 这样能够提高系统的抗噪性能。经过实际测试, 系统在低数码率 (2.0 ~ 9.6 Kbps) 传输时, 能得到非常清晰的语音输出。语音压缩系统设计技术不但能应用在短波通信系统中, 在其它语音通信系统中也可应用, 随着信道资源变得越来越宝贵, 它将会得到更为广泛的利用。

参考文献 (References)

- [1] 魏柠柠, 金向东. 多速率语音芯片 AMBE-2000 的开发和应用[J]. 电声技术, 2005(9): 34-36.
WEI Ningning, JIN Xiangdong. The development and application of AMBE-2000 [J]. Audio Engineering, 2005(9): 34-36.
- [2] 刘小华. 高效的语音压缩芯片 AMBE-2000[J]. 煤矿现代化, 2005(1): 35-37.
LIU Xiaohua. Highly efficient chip AMBE-2000 for phonetically zipping [J]. Coal Mine Modernization, 2005 (1): 35-37.
- [3] 许论辉, 许礼武, 罗云. 基于 AMBE-2000 的单兵语音通信终端设计 [J]. 兵工自动化, 2005, 24(4): 22-23.
XU Lunhui, XU Liwu, LUO Yun. Design of speech communication terminal for individual soldier based on AMBE-2000 [J]. Ordnance Industry Automation, 2005, 24 (4): 22-23.

(责任编辑 冯峰)