

# 多功能水声信号发生及数据采集显控系统 系统设计

赵 闪<sup>1,2</sup>, 孙长瑜<sup>1</sup>, 余华兵<sup>1</sup>, 陈新华<sup>1</sup>

1. 中国科学院声学研究所, 北京 100190
2. 中国科学院研究生院, 北京 100190

**摘要** 针对水声信号复杂多变和数据采集卡价格昂贵等问题, 提出基于声卡采集及虚拟仪器技术的多功能水声信号发生和数据采集显示控制系统设计方法, 并以 LabVIEW 为设计平台, 利用声卡及 NI-DAQ 设备实现对多功能水声信号的控制、发射、显示和对音频信号的采集、显示。系统不仅能够作为虚拟信号源产生所需信号用于水声发射机, 而且能够利用声卡采集测量模拟音频信号并实时显示。将系统产生发射信号作用于水声功率放大器, 结合实际应用验证, 表明该系统能够有效实现对所需实际信号的发生与控制。本研究设计的控制输出及采集输入模块集成度高, 通用性强, 且减小了硬件开销, 界面友好、价格低廉、操作简便, 便于推广应用。

**关键词** 水声信号; 声卡; 虚拟仪器; 数据采集

**中图分类号** TB565

**文献标志码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.36.004

## Design of Multi-function Underwater Acoustic Signal Generator and Data Acquisition Display Control System

ZHAO Shan<sup>1,2</sup>, SUN Changyu<sup>1</sup>, YU Huabing<sup>1</sup>, CHEN Xinhua<sup>1</sup>

1. Institute of Acoustic, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
2. Graduate University Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

**Abstract** In view of underwater acoustic complex signal and expensive data acquisition card, based on sound card acquisition and virtual instrument technology, a multi-function underwater acoustic signal generator and data acquisition display control system generator method are proposed. And the sound card and NI-DAQ devices are used to realize multi-function underwater acoustic signal control, transmission, display and audio signal acquisition, display based on the platform of LabVIEW. The system not only could be used as a virtual signal source for generating the desired signal used by underwater acoustic transmitter, but also the sound card could be used to acquire and measure audio analog signal, then display the signal in real time. The emission signal generated by the system is acted on an underwater acoustic power amplifier and practical applications are combined with for the purpose of laboratory validation. Results indicate that the system is able to effectively generate and control the actual signal needed. The module design for both control output and gathering input has high degree of integration, versatility; the hardware cost is reduced. The system possesses the advantage over friendly interface, low cost, and simple operation for spreading.

**Keywords** underwater acoustic signal; sound card; virtual instrument; data acquisition

### 0 引言

海水是电的良好导体, 电能在水中传播很快地以热的方式耗散掉, 而由于在同样距离下声波在水下比电磁波衰减

少, 因此常被作为水下远距离传播的信息载体<sup>[1]</sup>。水声信号复杂多变, 市面上常见信号发生器设备一般不能按设计需求来产生信号形式、工作频率、脉冲长度、重复周期、调制形式等

收稿日期: 2012-05-03; 修回日期: 2012-10-31

基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项经费项目(20100500106); 中国科学院国防科技创新基金项目

作者简介: 赵闪, 博士研究生, 研究方向为水声阵列信号处理, 电子信箱: zhaoshan09@mails.gucas.ac.cn

特征多变的实际信号,且价格高昂,为水下目标测量带来诸多难题。

目前市售数据采集卡都包含了完整的数据采集和计算机接口电路<sup>[2]</sup>,但其价格一般比较昂贵,与性能基本成正比<sup>[3]</sup>。随着数字信号处理(Digital Signal Processing, DSP)和 Codec 芯片技术在音频信号采集控制、实时压缩和解压缩<sup>[4]</sup>等领域中的广泛应用,计算机声卡同时具有 A/D 和 D/A 转换功能,价格低廉,且兼容性好、性能稳定,成为优秀的数据采集卡,能够配合 PC 机硬件资源,在音频范围内进行数据采集与信号处理。

虚拟仪器作为现代计算机软、硬件和测量技术相结合的产物<sup>[5]</sup>,以计算机为核心的硬件平台,利用计算机显示器的显示功能来模拟传统仪器控制面板并结合软件功能和 I/O 接口设备完成信号的采集、测量及控制,虚拟仪器具有扩展性强、良好的人机界面<sup>[6]</sup>、可重用性和可配置性强等诸多优点。

基于声卡及美国国家仪器公司数据采集器(National Instruments Data Acquisition, NI-DAQ)多功能水声信号发生和数据采集显示控制系统可利用声卡及 NI-DAQ 实现对多功能水声信号的控制、发射、显示,同时完成对音频信号的采集、显示,其控制输出部分可按实际需求发生正弦波、三角波<sup>[7]</sup>、方波、锯齿波、线性调频、宽带噪声等脉冲/连续复杂水声信号<sup>[8]</sup>,用于水声发射机工作,采集输入部分实现对水声信号、机械量信号、载波信号等音频信号的数据采集测量和波形显示。显控系统可工作于两种不同模式,且作用于水声功率放大器可实现对实际水声信号的发生及控制。该系统界面友好,价格低廉,性能稳定可靠,既减少了硬件开销,又满足实际需求。

### 1 系统整体设计方案

多功能水声信号发生和数据采集显示控制系统有控制输出、采集输入两种工作模式。其中,控制输出模式可对预发射信号形式、类型、频率、幅度、带宽、起始时刻、信号脉宽等参数进行设置,且能通过读取数据文件选择已有数据文件产生信号,实现基于声卡双声道输出及 NI USB-6251(图 1)设备的模拟输出,用于水声发射机信号的产生;采集输入模式利用声卡的 DSP 音效芯片处理功能,进行模拟音频信号与数



图 1 NI USB-6251  
Fig. 1 NI USB-6251

字信号的转换,用于计算机上语音信号的特性分析及水声信号的后置处理。

系统设计框图如图 2 所示。

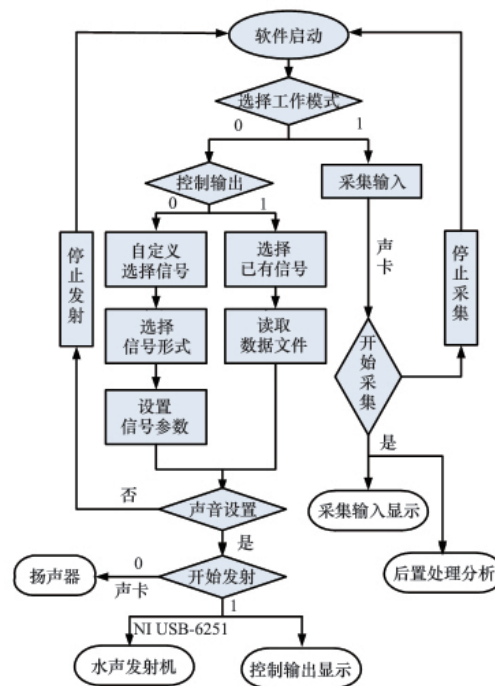


图 2 系统结构框图

Fig. 2 Diagram of system structure

### 2 系统软硬件实现

系统设计提供界面实时显示控制输出和采集输入时、频域波形,利用 USB 2.0 总线与主机连接对 National Instruments (NI)软件设备控制,将实际产生信号用于水声发射机工作,同时利用声卡的输出至扬声器及采集输入至信号处理机。

#### 2.1 声卡的工作原理及 NI 硬件设备实现

声卡用于输出时将数字化的声音信号通过 D/A 转换成模拟的音频信号,通过功率放大器或 Line Out 输出;输入有 Line In 和 Mic In 两种方式,声音传感器信号<sup>[9]</sup>通过插孔连接到声卡,由 Mic In 输入,由于前置放大器,容易引起噪声且导致信号过负荷,一般采用 Line In,其噪声干扰小且动态特性良好。声卡测量信号的引入应采用音频电缆或屏蔽电缆以减低噪声干扰。利用声卡的 Line In 端作为信号输入端口,两路被测的模拟信号经过左右声道实时显示测量。

声卡均具有单、双声道输入/输出,能够实现单、双声道的采集及输出。双通道采集时,声卡采用并行采集,其具有采样保持功能,使得两通道不存在时间差。工作时应选择双声道采样,左右声道互不干扰,且采样信号的幅值与原幅值相同。输出除采用声卡输出外,利用 NI USB-6251 模拟输出接口,将数据经由 USB 2.0 传输至 NI USB-6251 接口板卡,产生信号经 BNC 模拟输出用于发射机工作。

2.2 软件设计与实现

NI 公司推出的虚拟仪器开发平台 LabVIEW 能够为用户提供简明、直观<sup>[10]</sup>、易用的图形编程方式,建立在易于使用的图形数据流编程语言 G 语言上。LabVIEW 具有基础软件包,如配置声音输入虚拟(Virtual Instrument, VI)、启动声音输入采集 VI、配置声音输出 VI、写入声音输出 VI 等,其中配置声音输入 VI 如图 3 所示。

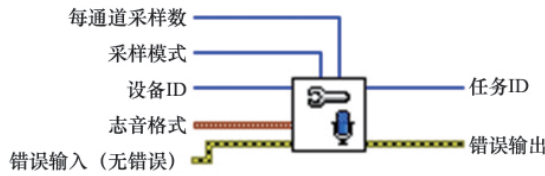


图 3 配置声音输入 VI

Fig. 3 Configuration of sound input VI

采样模式指定 VI 每次采集一个采样或连续采样,声音格式设置声音操作的采集速率、通道数量和每个采样的位数,控件的值取决于声卡。

模拟信号生成可以按用户需求自行输入,完成对信号参数的设置,也可通过读取数据文件来完成。信号生成自行输入程序局部框图如图 4 所示。

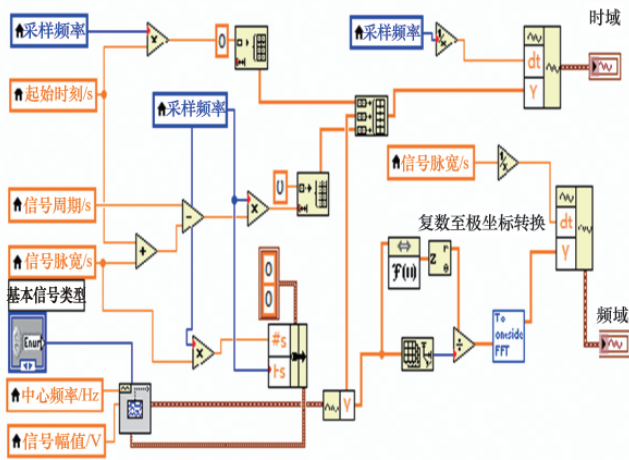


图 4 信号生成程序输入局部框图

Fig. 4 Partial diagram of signal generation procedure input

3 系统测试及运行分析

系统测试平台的硬件包括 PC 机(信息处理机)、NI USB-6251、水声功率放大器、发射换能器、扬声器、音频信号播放器等。测试前在计算机中安装 LabVIEW 开发测试软件、声卡及 NI-DAQmx 应用驱动,利用 USB 2.0 总线将 NI 设备与主机连接,并加载电源,启动测试软件进行测试。

系统工作于控制输出模式时,自定义设置信号类型及参数控制发射模拟信号的输出(连续/脉冲),经 NI USB-6251 将产生信号连接水声功率放大器,进而使发射换能器工作,同

时设置声音格式,并调节音量大小控制基于声卡的双声道模拟输出。图 5 显示工作于产生线性调频信号,中心频率为 2000Hz,幅度为 2V,带宽为 1000Hz,信号脉宽和周期分别为 1s、2s。

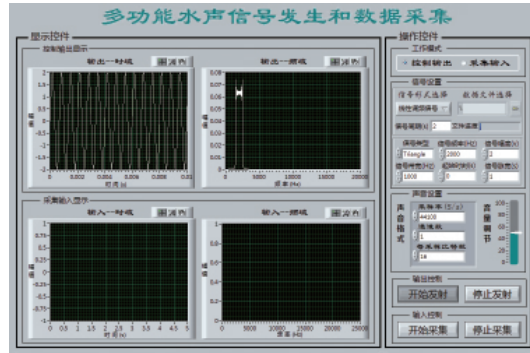


图 5 系统工作控制输出模式

Fig. 5 System controls output mode

系统工作于采集输入模式时,打开音频播放器播放声音文件,利用声卡采集功能进行模拟音频信号与数字信号的转换,从而实现对信号的采集、测量、显示。图 6 为采集一段低频宽带噪声信号,声音格式设置采样率为 44100/s,通道数为 1,每采样比特数为 16。

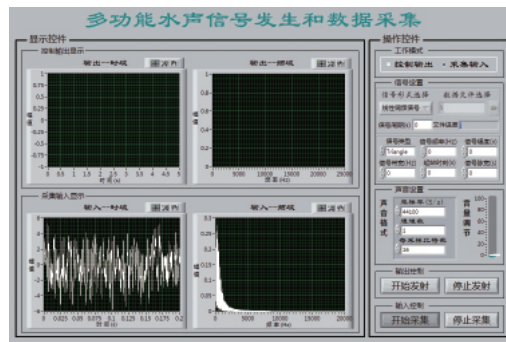


图 6 系统工作采集输入模式

Fig. 6 System acquisition input mode

在系统能够正常工作于控制输出、采集输入等模式下,将系统连接并作用于实际水声设备,控制输出 CW 信号连接至乙类功率放大器,分别记录输出功率放大器的输出波形及幅频特性曲线如图 7、图 8 所示。

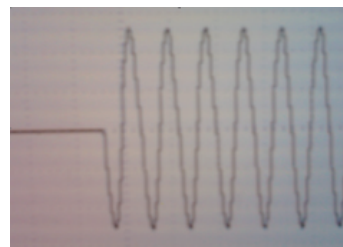


图 7 系统控制输出作用于乙类功率放大器输出波形

Fig. 7 Output waveform of class B power amplifier controlled by system output mode

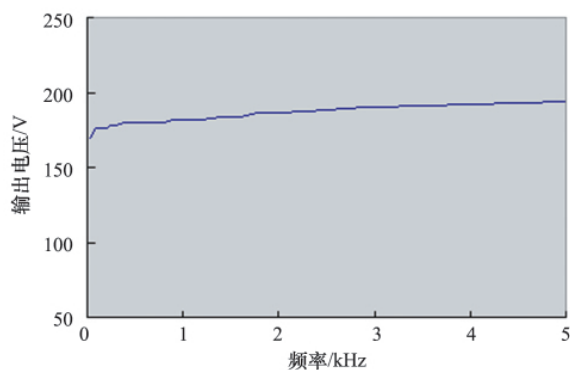


图 8 系统控制输出作用于乙类功率放大器幅频特性曲线

Fig. 8 Frequency characteristic of class B power amplifier controlled by system output mode

由图可知,水声功率放大器在整个测试频带内幅度变化较为平缓,由显控系统产生 30—5000Hz 的 CW 信号可满足功率放大器低频工作的要求,能够有效地实现对实际水声信号的发生及控制。

#### 4 结论

基于声卡及 NI-DAQ 多功能水声信号发生及数据采集显控系统不仅能够作为信号源产生实际所需信号用于水声发射机,而且能够利用声卡采集功能实现对模拟音频信号的测量及实时显示。系统设计集成度高,通用性强,操作简便,可以推广至语音识别、环境噪声监测、水下目标探测等多种领域,应用前景广阔。

#### 参考文献 (References)

[1] 李启虎. 声纳信号处理引论[M]. 北京: 海洋出版社, 2000: 90-93.  
Li Qihu. Sonar signal processing[M]. Beijing: Ocean Press, 2000: 90-93.  
[2] 全晓莉, 周南权, 汪治华. 基于声卡和幅度调制心电信号采集系统的

研究[J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(11): 3908-3909.  
Quan Xiaoli, Zhou Nanquan, Wang Zhihua. *Computer Engineering and Design*, 2011, 32(11): 3908-3909.  
[3] 郑维彪. 利用声卡进行振动信号采集和分析研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2008.  
Zheng Weibiao. Research of vibration signal acquisition and analysis using sound card [D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2008.  
[4] 卢玉州. 基于虚拟仪器的数据采集系统[D]. 济南: 山东科技大学, 2004.  
Lu Yuzhou. The system of data acquisition on virtual instrument [D]. Jinan: Shandong University of Science and Technology, 2004.  
[5] 陈晓玲, 师学明, 刘迎. 基于 LabVIEW 的声卡虚拟仪器性能测试与实验[J]. 实验室研究与探索, 2010, 39(1): 25-26.  
Chen Xiaoling, Shi Xueming, Liu Ying. *Research and Exploration in Laboratory*, 2010, 39(1): 25-26.  
[6] 栾云才. 基于虚拟仪器的桩基质量检测系统[D]. 济南: 山东科技大学, 2004.  
Luan Yuncai. Detecting system of pile foundation mass based on virtual instrument [D]. Jinan: Shandong University of Science and Technology, 2004.  
[7] 王硕. 任意波形信号发生器的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2008.  
Wang Shuo. The research of arbitrary waveform signal generators [D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2008.  
[8] 于海春, 余华兵, 孙长瑜, 等. 基于 L 虚拟仪器技术的通用水声信号发射系统设计[J]. 应用声学, 2009, 28(2): 116-117.  
Yu Haichun, Yu Huabing, Sun Changyu, et al. *Applied Acoustics*, 2009, 28(2): 116-117.  
[9] 徐丹, 胡荣强, 刘柱. 基于声卡的数据采集及波形发生器设计[J]. 中国水运, 2006, 6(10): 110-111.  
Xu Dan, Hu Rongqiang, Liu Zhu. *China Water Transport*, 2006, 6(10): 110-111.  
[10] 王英红, 秦化渤, 闫芳, 等. LabVIEW 虚拟仪器开发平台及其应用分析[J]. 辽宁工学院学报, 2004, 24(5): 16-17.  
Wang Yinghong, Qin Huabo, Yan Fang, et al. *Journal of Liaoning Institute of Technology*, 2004, 24(5): 16-17.

(责任编辑 岳臣)

#### · 科学共同体介绍 ·

### 中国电子学会

中国电子学会(The Chinese Institute of Electronics)是由电子信息界的科技工作者和有关企事业单位自愿结成、依法登记的学术性、非营利性的全国性法人社团,是中国科学技术协会的组成部分。中国电子学会总部设在北京,是工业和信息化部直属事业单位。

中国电子学会于 1962 年在北京成立,现在拥有个人会员 10 万余人,团体会员 600 多个,专业分会 43 个,工作委员会 8 个,编委会 1 个和一个百人的办事机构。30

个省、自治区、直辖市设有地方学会组织。学会的 43 个专业分会覆盖了半导体、计算机、通信、雷达、导航、微波、广播电视、电子测量、信号处理、电磁兼容、电子元件、电子材料等电子信息科学技术的所有领域。

中国电子学会编辑出版《电子学报》、《电子世界》等学术类、技术类、科普类和产品信息类的期刊 20 余种。中国电子学会的电子工程师进修大学对在职科技人员进行培训和继续工程教育。学会设立“中国电子学会电子信息科学技术奖”。

中国电子学会是国际信息处理联合会、国际无线电科学联盟、国际污染控制联合会、国际医药信息联合会、亚太神经网络联合会的成员单位;与电气电子工程师学会、英国工程技术学会、日本应用物理学会、韩国电子工学会等建立了会籍关系;与这些学术组织共同发起召开各种类型的国际性学术会议,已形成系列的国际会议有十多个。

中国电子学会现历第九届理事会,理事长**樊勤俭**,秘书长**徐晓兰**。

(责任编辑 秦政)