

基于单片机的声脉冲信号发生器设计

李吉[†] 何湘

(大连大学振动噪声研究所 大连 116622)

摘要 声脉冲法是近代现场隔声测试和吸声测试技术的主要方法之一,但声脉冲信号的产生是阻碍其应用的一个难点。本文以 AT89C52 单片机和 DAC0832 模/数芯片为核心,设计一种声脉冲信号发生器,具有结构简单,成本低廉,使用方便的特点。经过测试,给出了该声脉冲信号发生器所产生声脉冲信号的时频域波形图。

关键词 声脉冲, AT89C52, DAC0832

Design of a sound impulse generator based on single-chip microcontroller

LI Ji HE Xiang

(Noise and Vibration Institute of Dalian University, Dalian 116622)

Abstract The sound impulse testing method is one of the primary measures in the sound insulation and absorption field-testing technique. One of the difficulties which hinder its application is how to generate a desired sound impulse. This paper introduces a design of the sound impulse generator which is based on the AT89C52 single-chip microcontroller and the DAC0832 analog-to-digital converter. This sound impulse generator is very simple, low cost and convenient to use. The impulses it generates are tested and their time-domain and frequency-domain waveforms shown.

Key words Sound impulse, AT89C52, DAC0832

1 引言

声脉冲法是近代现场声学测试技术的主要方法之一^[1,2]。由于声脉冲信号持续时间短,在测试过程中便于将直达声与各种反射声分离出来;而且声脉冲信号的频带很宽,一次测试便可获得所有频带上的信息,使测试过程变得省时省力。特别是对于现场隔声测试来说,声脉冲法还可以避免因侧向传声

所造成的误差^[2]。

然而,声脉冲法在实际应用中还有一些具体的问题需要解决,其中之一就是声脉冲信号的产生^[3]。如何产生出波形可控、持续时间可调且可重复性好的声脉冲信号是首先要解决的一个问题。传统的声脉冲产生方法,例如电火花,枪炮以及发令枪等,都很难产生出波形可控且可重复的声脉冲信号来适应声脉冲法测试的需要。随着计算机和电子技

2009-09-01 收稿; 2010-05-24 定稿

作者简介:李吉(1959-),男,辽宁阜新人,博士,教授,研究方向:机械故障诊断与振动噪声测控技术。

何湘(1983-),男,硕士研究生。

(通信作者:李吉 E-mail:lijig@126.com)

Copyright © 2010 CNKI Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

术的发展,如今普遍采用电声系统来产生声脉冲信号,其原理是:由计算机输出电脉冲信号,经由数据数据采集卡进行 D/A 转换,再到功率放大器进行放大,然后驱动扬声器发声,产生出各种波形的声脉冲信号^[4-6]。这种方法设计灵活,所产生的声脉冲信号理论上完全可重复,但其硬件投资较大,而且现场使用也不是很方便。若采用单片机来实现,其基本原理是一样的,不仅能满足要求,而且体积小,成本低,使用方便。因此,本文将 AT89C52 单片机和 DAC0832 模数芯片为核心,设计一种能满足声脉冲法测试技术需要的声脉冲信号发生器。

2 脉冲声源的系统组成

脉冲声源的系统组成如图 1 所示:

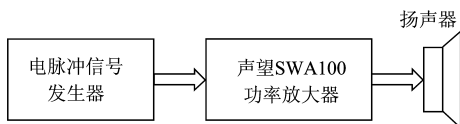


图 1 脉冲声源的系统组成

其中,电脉冲信号发生器的设计是本文的重点。该脉冲信号发生器设计为可产生两种常用波形的脉冲信号^[7]:方波脉冲和伪随机噪声脉冲,且脉冲信号的持续时间从 0.5ms~4ms 八档可选。所产生的脉冲信号经过声望 SWA100 功率放大器放大后可驱动扬声器发声,产生测试用声脉冲信号。

3 声脉冲信号发生器的硬、软件设计

根据测试需要,声脉冲信号需满足以下两个条件:(1)可重复性好。要求所产生的声脉冲信号在时域上是完全可重复的。(2)持续时间要足够短。特别是对于声脉冲法隔声测

试来说,其采用时间分离技术来分离无效信号,因而要求所使用的声脉冲信号在时域上必须要足够短(根据测试对象和测试设备的安放情况而定,一般为 ms 级),这样才能够将直达声与各种无效声分离出来,不至于因产生混叠而影响测试结果。声脉冲信号发生器的设计必须满足以上两个条件。

3.1 硬件电路设计

硬件电路以 AT89C52 单片机和 DAC0832 模数芯片为核心,其中,AT89C52 为控制单元,通过编程实现脉冲信号波形和持续时间的设置;DAC0832 为模数转换单元,负责将单片机输出的数字信号转换为对应大小的电流信号。

AT89C52 是 ATMEL 公司生产的一种低功耗、低电压、高性能的 8 位单片机。该单片机内带一个 4kB 的 Flash 可编程、可擦除只读存储器(EPROM),采用 CMOS 工艺和 ATMEL 公司的高密度非易失性存储器(NORAM)技术,而且其引脚和指令系统都与 MCS51 单片机兼容。

DAC0832 是美国 National Semiconductor 公司生产的 8 位数模转换芯片,该芯片主要性能指标为:分辨率为 8 位;电流输出,稳定时间为 1 μ s;可直接数字输入、单缓冲输入或双缓冲输入;单一电源供电(+5V~+15V);低功耗,20mW。

声脉冲信号发生器的工作原理是:单片机输出数字信号,经 DAC0832 转换为对应大小的模拟电流值,再由运算放大器 LF356 进行电流电压转换,最终输出模拟电压值。因为声脉冲信号发生器只需要一路模拟量输出,故 DAC0832 可采用单缓冲方式工作^[8],DAC0832 与 AT89C52 连接电路如图 2 所示,图中省略了单片机的晶振电路、复位电路及指拨开关电路。

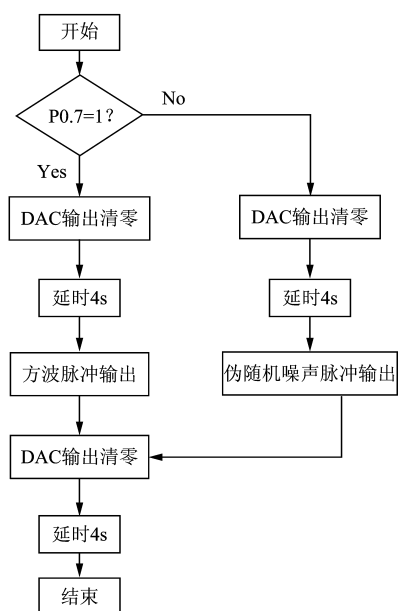


图3 主程序流程图

方波脉冲输出子程序中主要是对脉冲持续时间进行选择。可利用 JNB 指令依次判断 P0.0~P0.6 的值, 并进行相应的跳转。方波脉冲输出子程序流程图如图 4 所示。

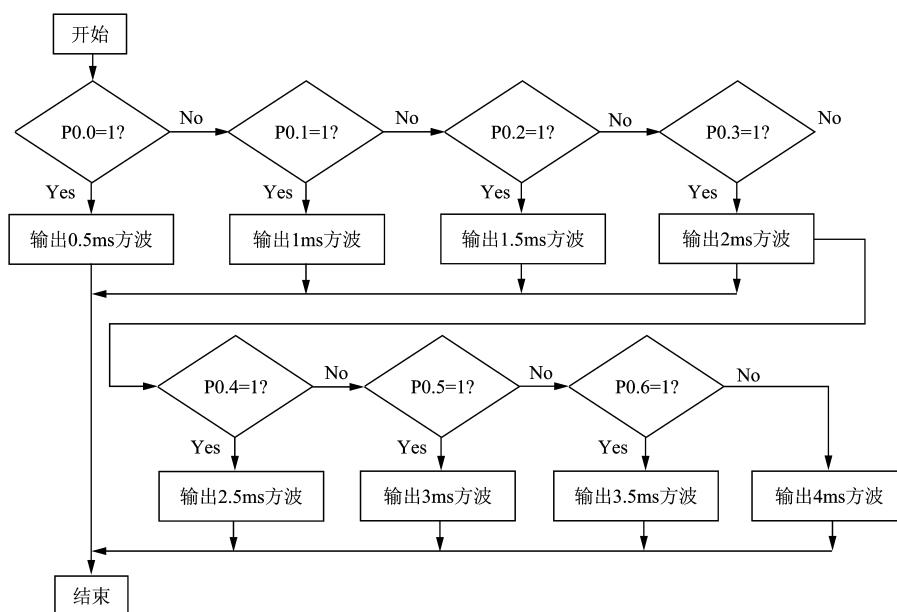


图4 方波脉冲输出子程序流程图

伪随机噪声脉冲信号: 利用计算机产生一段伪随机噪声码, 并将其按顺序存放于单片机的程序存储器中。每次程序开始后, 由单片机通过查表指令 MOV_C 依次将这些伪随机数值输出至 DAC 进行转换, 并根据指拨开关对脉冲信号持续时间选择, 当定时时间一到, 立刻停止输出。伪随机噪声脉冲输出子程序的思路与方波脉冲输出子程序相似, 这里略去其程序流程图。

程序中多次用到延时程序。延时的方法有软件延时和硬件延时, 硬件延时的精度比软件延时精度高。对于本设计来说, 4s (操作时间) 的延时精确度要求不高, 采用软件延时即可; 但对于 0.5ms~4ms 的延时程序 (脉冲持续时间), 考虑到延时时间较短, 精度要求很高, 故程序的编写应相当精确, 所以采用硬件延时。AT89C52 内部有两个可编程的定时计数器, 通过设置其工作模式和计算初值可产生精确的定时时间。硬件延时子程序流程图如图 5 所示。

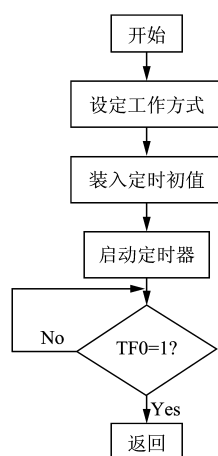


图 5 硬件延时子程序流程图

4 测试及分析

4.1 测试结果

以该脉冲信号发生器为核心组成脉冲声

源系统,如图 1 所示,其中功放和扬声器是声望公司 SW422/477 阻抗管测试系统中所配套的设备。为验证该脉冲声源系统所产生的两种声脉冲信号的时频域特性,对其进行了实际测试。限于篇幅,给出了 0.5ms, 1ms, 1.5ms 方波脉冲和 0.5ms 伪随机脉冲的测试结果,如图 6 到图 9 所示。

4.2 分析

从测试结果中可以看出,声脉冲信号的可重复性很好且比较尖锐,但无论是方波脉冲还是伪随机噪声脉冲,其频谱都不够平坦,低频幅值较高,高频幅值较低,整体呈下降趋势。这说明方波能量多集中在低频段,而高频段没有激起扬声器足够的响应。如何对高频段进行补偿将是今后的一个主要研究内容。

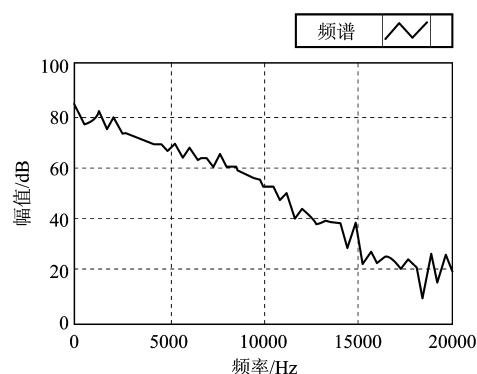
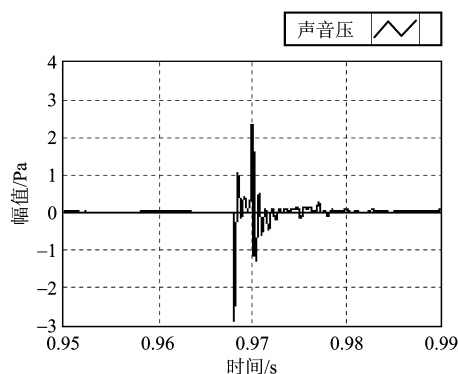


图 6 0.5ms 方波声脉冲的时频域波形图

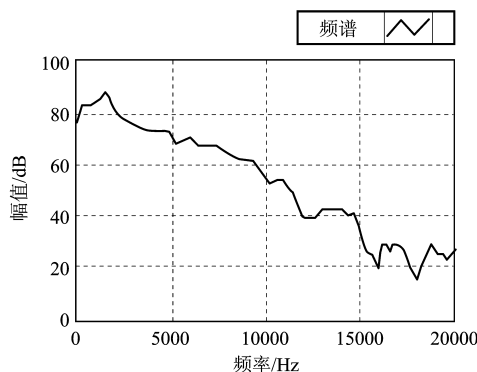
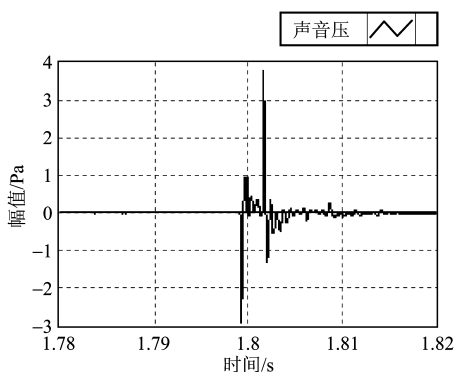


图 7 1ms 方波声脉冲的时域波形图

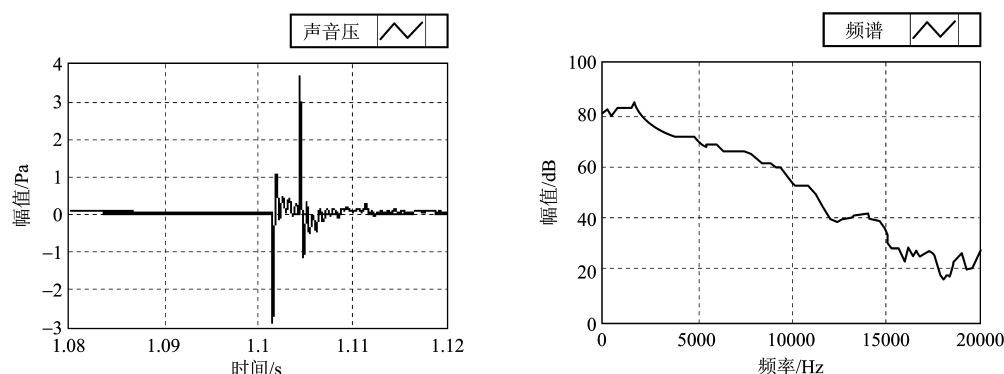


图 8 1.5ms 方波声脉冲的时域波形图

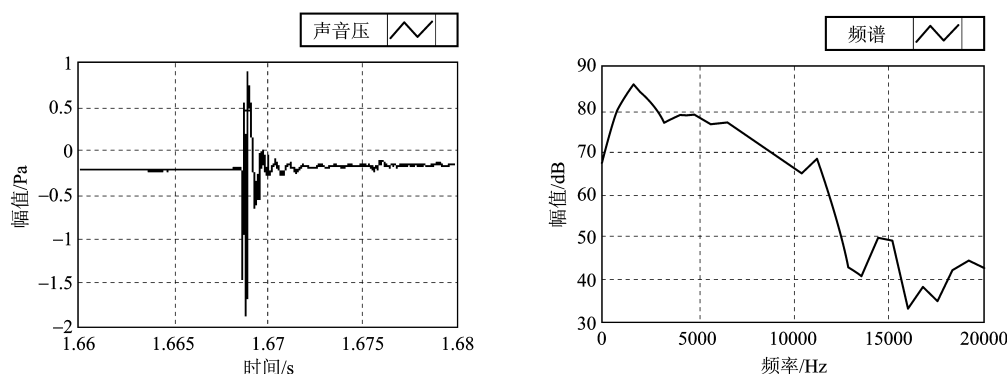


图 9 0.5ms 伪随机噪声声脉冲的时域波形图

5 结束语

该脉冲信号发生器的设计以 AT89C52 和 DAC0832 为核心器件, 硬件电路简单。由于单片机系统是一个开放性系统, 可根据测试情况的需要, 通过修改程序而增加新的功能, 但不用更换硬件, 可扩展性好。将该脉冲信号发生器和电源、功放、扬声器相连接后便可构成一个脉冲声源系统。经过测试, 给出了该声脉冲信号发生器所产生声脉冲信号的时频域波形图, 结果表明, 低频段响应较为充分, 但高频段响应不足。对高频段的补偿研究正在进行当中。

参 考 文 献

- [1] 侯宏, 徐士化. 近代现场吸声测量技术. 声学技术, 2007, 26(6): 1209-1213.
- [2] 范玉岭. 结构隔声测试技术研究. 西北工业大学硕士学位论文, 2007, 3.
- [3] 赵松龄. 声学测量技术 20 年. 声学技术, 2002, 21(1,2): 52-54.
- [4] 徐士化, 侯宏. 一种波形可控的脉冲声源研制. 电声技术, 2007, 31(2): 9-13.
- [5] X. Jing, K.-Y. Fung. Generation of desired sound impulses. Journal of Sound and Vibration, 297(2006): 616-626.
- [6] 尚建华, 张明敏. 一种用于水声测量的宽带声脉冲产生方法. 测量与设备, 2006, 9: 40-41.
- [7] 范玉岭, 王敏庆, 刘彦森. 基于数字化声源技术的结构隔声测试方法研究. 振动、测试与诊断, 27(3): 190-195.
- [8] 张毅刚. 单片机原理及应用. 北京: 高等教育出版社, 2004: 281-284.