

摘要：设计了一种音乐喷泉控制系统。通过采集电路采集音频信号，经过 A/D 转换器将采集到的模拟信号转换成数字信号，利用 AT89C51 单片机的输出来控制可控硅交流调压电路的控制信号，从而控制水泵的转速。水的喷射形状和灯光变化由电磁阀控制，而电磁阀则通过系统程序来控制。水流随着音乐节奏不断变化，加上灯光的渲染，格外迷人。

关键词：A/D 转换器；音乐喷泉；单片机

中图分类号：TP273 文献标识码：B 文章编号：1006-883X(2016)03-0039-04

收稿日期：2015-11-30

基于 AT89C51 单片机的音乐喷泉控制系统设计

王选诚 苏凤 孙玉梅 尹德汇

烟台南山学院，山东烟台 265713

一、引言

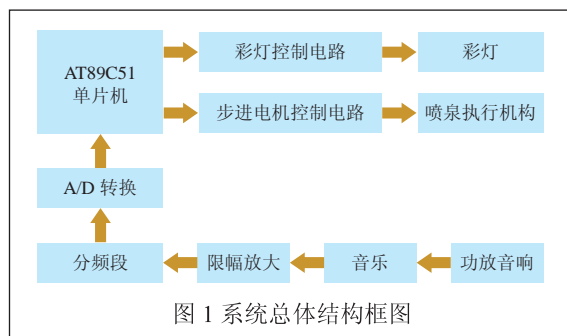
当音乐喷泉的水流跟随音乐展现不同的画面，会让人们的心情也随之浮动，音乐喷泉的出现给人们带来了许多的乐趣。音乐喷泉较多的是采用单片机控制，单片机是现在控制系统比较常见的一种。它易于操控和管理，为设计者提供许多便利之处，是科技发展的有利产物。

二、系统总体方案设计

音乐喷泉，顾名思义就是将音乐、水流的形状以及灯光等结合在一起的系统。从物理学中便可知声音是由物体振动产生的，物体振动的频率不同，声音的音调也会随之变化。由此可知，要想产生由不同声调组成的歌曲，必须要得到合适的频率才可，此项可以控制单片机来实现此功能。灯光与水流形状的结合可以通过程序控制实现。这样就会产生水流随着音乐和灯光的变换而相应变化你的场景。这其中的每一个细节都要处理精确，如果有一丝的错误可能就会影响整体的效果。因此，在实现系统正式播放前一定要调整好单片机的每一个频率以及程序的控制。

系统的工作过程为：音乐信号经过限幅放大，通过 A/D 转换、单片机对步进电机控制电路的作用，使喷头喷水产生随音乐起伏的效果。转换频率随音乐节奏不断改变时，便形成了音乐喷泉。

控制系统总体包括五部分模块：数据采集模块、输入输出电路模块、软件设计模块、歌曲存储模块、灯光控制模块。控制系统的总体结构如图 1 所示。音乐的播放可在开启喷泉时，由计算机播放。根据有无音乐信号（计算机上播放或外部输入），启停喷泉。当有音乐信号时，获取声音强度，通过 A/D 转换、单片机对步进电机控制电路的作用，使喷头喷水产生随音乐起伏的效果。

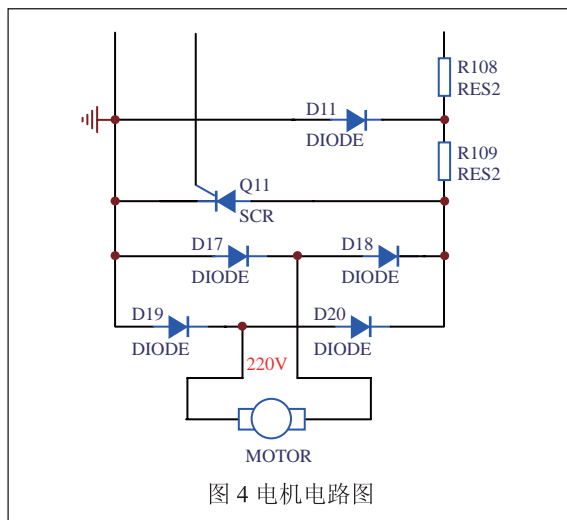
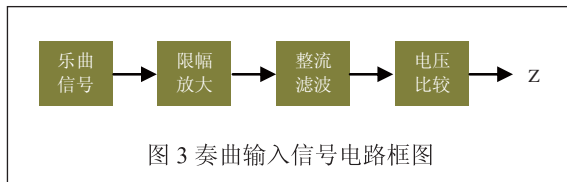
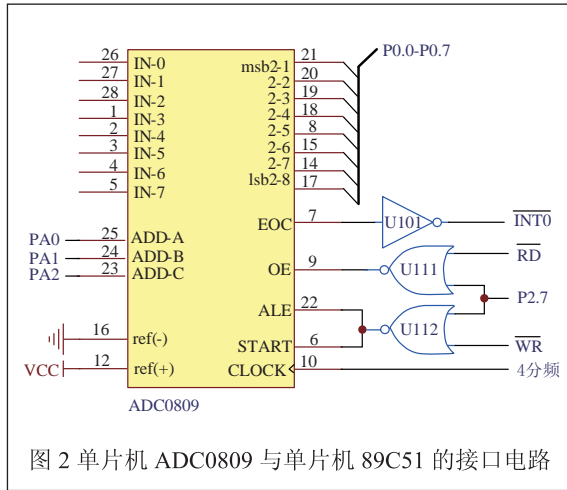


三、音乐喷泉控制系统硬件设计

1、音乐信号的采集

(1) 音频放大电路

外部音源信号的幅度一般较弱，因此必须要对原信号进行放大处理后才能送入 A/D 转换器。本文选择了 LM386 芯片设计音频放大电路，LM386 采用双列 8 脚封装结构，它的工作电压范围为 4~12V，静态电流 4mA，最大输出功率 660mW，最大电压增益 46dB，增益带宽 300kHz，谐波失真 0.2%。



(2) A/D 转换电路

输入的电压为交流模拟量，不能直接送入单片机进行处理。因此首先采用全桥整流、滤波。使其成为直流信号，再采用了 ADC 电路。其中 ADC 芯片为 ADC0809。ADC0809 的时钟信号来自单片机 89C51 的 ALE 信号，89C51 采用 12MHz 时钟频率，ALE 为 2MHz，经四分频后为 500kHz 作为 ADC0809 的时钟频率。用 P2.7 控制 A/D 转换的启动与转换结束后数字量的读取。ADC0809 的地址锁存允许管脚 (ALE) H 和启动管脚 (START) 相连。由 P2.7 和 WR 信号经或非门提供的信号使 P0.2~P0.0 提供的 3 位通道地址送入 ADC0809 进行锁存，用以选取通道号。转换结束信号 EOC 作为查询信号，具体接口电路如图 2 所示。

2、单片机电路

单片机要采集音乐信号，并据此调节 I/O 口的输出来控制水泵和彩灯。主芯片选用 AT89C51 单片机。AT89C51 单片机是一个低功耗，高性能的 51 内核的 CMOS 8 位单片机^[1]，片内含 8K 空间的可反复擦写 1000 次的 Flash 只读存储器，具有 256bytes 的随机存取数据存储器 (RAM)，32 个 I/O 口，1 个看门狗定时器，3 个 16 位可编程定时器，具有 ISP 功能，能够满足设计要求。使用简单且价格非常低廉。故系统的主控制器采用此方法。

3、输入电路

输入信号电路的框图如图 3 所示。左右两路立体声信号经混合后送限幅放大电路放大，这样即使是极弱的乐曲信号也能有足够强度信号输出。整流滤波电路用以将信号转为单向信号。电压比较器用以将大于基准电压的单向信号转换成低电平有效的奏曲信号由之端输出。通过调整基准电压，可使电路既不受干扰的影响又灵敏度最大。

4、潜水泵调速硬件方案设计

本系统采用可控硅调相的方法控制喷泉水泵的转速。电路如图 4 所示，由单片机的 I/O 口输出矩形波，通过光耦控制可控硅的导通角，进而控制水泵电机的转速，调整喷泉的输出高度。选用单相可控硅 BT169 控制 220V 的双向交流电^[2]。交流通过二极管 1N4007(耐压值 1000V) 组成的整流桥后变为 100Hz 脉动的直流，

由单片机 P0.4 依据音乐采样结果输出矩形波，通过光耦控制可控硅的通断，以达到调相的目的。

采用这种方法关键要保证矩形波与 100Hz 脉动直流保持同相，由 A/D 采样的结果决定 100Hz 脉动直流的每一个周期有多长时间是导通的。所以将 100Hz 脉动直流分压后作为单片机内部比较器的一个输入端，另一个输入端接一个由 5V 分来的固定电压^[3]。当比较器的输出结果发生变化时，由定时器定一段时间，这样就找到了每个周期的起点，然后再根据 A/D 采样决定不等的延时来输出矩形波导通可控硅。A/D 采样结果大，每个周期的延时短，可控硅导通的时间长，水泵电机转速快，反之亦然。

5、灯光硬件方案设计

使用 LED 水下低压彩灯。LED- 水下彩灯系列除广泛使用于喷泉，瀑布水下照明外，还可用于假山，桥梁等投光照明。本次设计采用水下照明和闪光彩灯，水下照明采用 LED 水下低压彩灯两个，闪光彩灯采用不同颜色的发光二极管，本设计采用的彩灯连接如图 5 所示。

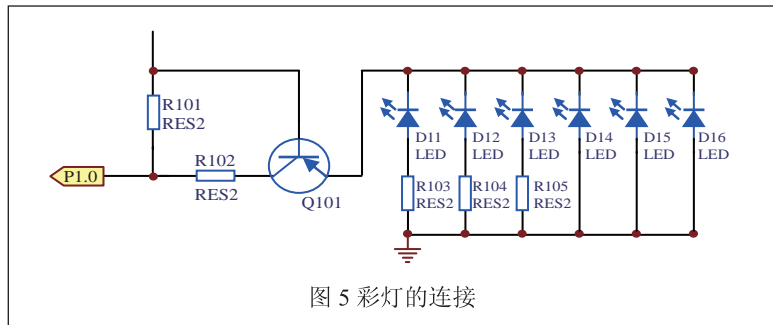


图 5 彩灯的连接

四、音乐喷泉控制系统软件设计

程序采用模块化结构，所有用到的常数或数组都用 EQU 或 DATA 或 DB 伪指令定义与命名，以使程序易于修改、调试和升级。

主程序框图如图 6 所示。程序重新设置后，进入 0000H 开始的主程序。单片机控制开关决定是否测试输出通道；乐曲是否演奏决定了喷池是否有动作；拨码开关的设定值决定了延时多少倍的 0.1s 时间，即喷池动作改变的时间间隔；奏曲每停一次（大多数乐曲奏曲中间不会停），下次再奏曲就换一组花样数据，若用完了最后一组，以后就从头再取。也就是多个乐曲依次轮流循环使用编制好的喷池花样数据。

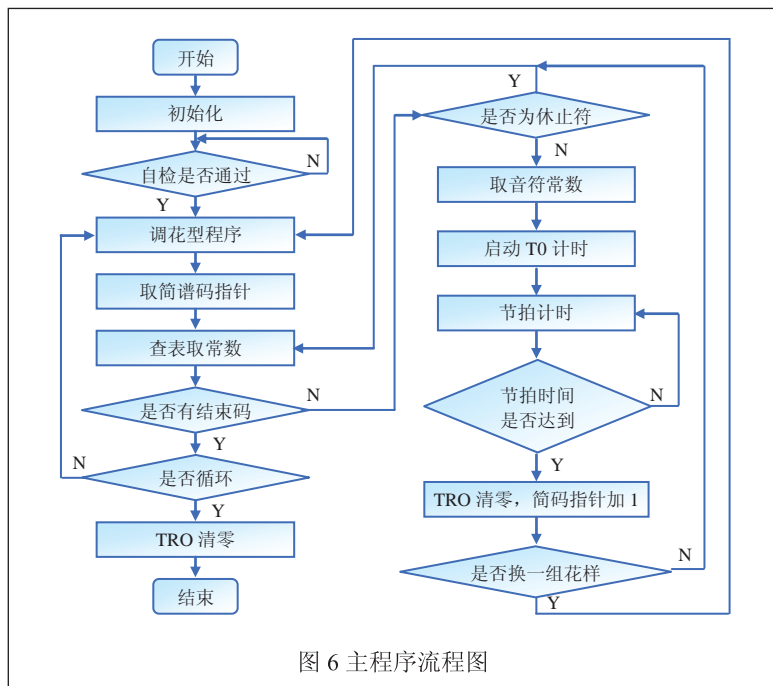


图 6 主程序流程图

五、仿真结果

利用 COOL EDIT 软件对音乐文件取一段音频信号，曲往事如风的波形图如图 7 所示。经过系统处理后理论上可以得到的数字信号如图 8 所示。利用计算机软件 Proteus 对单片机控制系统做仿真，经过系统仿真后得到的仿真结果如图 9 所示，仿真结果显示该系统能够满足设计的要求。

六、结论

本文尝试借助计算机软件 Proteus 对单片机控制系统做了仿真探讨。利用 COOL EDIT 软件对音乐文件取了一段音频信号，并对其进行了转换来做为本系统的输入信号。本设计首先着重分析了模拟信号到数字

信号的转换,并将转换的信号输送给喷泉的控制开关,分析结果与相关文献得到了一定程度上的吻合,其次通过设计和调试,达到了系统设计的要求。

参考文献

- [1] 胡汉才. 单片机原理及接口技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.
- [2] 刘洋. 音乐喷泉调速技术 [J]. 考试周刊. 2007 (29) : 18-19.
- [3] 陈文辉. 基于 MCS-51 单片机的音乐喷泉控制 [J]. 福建轻纺, 2009 (06) : 28-30.

Design of a control system based on AT89C51 microcontroller for music fountain

WANG Xuan-cheng, SU Feng, SUN Yu-mei YIN De-hui
(*Yantai Nanshan University, Yantai 265713, China*)

Abstract: A musical fountain control system is designed in this paper. The system gets the audio signals through the signal acquisition circuit, converts the analog signals into digital signals through the A/D converter. AT89C51 microcontroller controls the control signals of thyristor AC

voltage regulation circuit to make the speed of the pump under control. The erupting patterns of water and light change are adjusted by magnetic valve which is controlled by software program. Changing with the music rhythm continuously, coupled with the lamplight rendering, water flow is attractive particularly.

Keywords: A/D converter; musical fountain; single chip microcomputer (SCM)

作者简介

王选诚, 烟台南山学院, 高级工程师, 研究方向: 电力电子与电气传动

通讯地址: 山东省烟台市龙口市烟台南山学院东海校区工学院电气系

邮编: 265713

邮箱: wxcc100@126.com

苏凤, 烟台南山学院讲师, 研究方向: 测控技术

孙玉梅, 烟台南山学院, 高级工程师, 研究方向: 嵌入式

尹德汇, 烟台南山学院, 学生, 研究方向: 检测技术