

# 基于 8031 单片机的音乐喷泉控制系统

徐明娜<sup>1</sup> 张峰<sup>2</sup> 葛素霞<sup>1</sup>

(1. 内蒙古工业大学 工程训练中心 呼和浩特 010051; 2. 二连浩特出入境检验检疫局 二连浩特 011100)

**摘要:** 分析目前音乐喷泉控制方面存在问题,提出基于 8031 单片机的控制方法,研究利用脉冲信号对步进电机进行顺序控制,完成硬件设计及软件编程。通过研究表明该方法可以使执行机构按规定次序工作,实现了喷泉花形的多样化控制。

**关键词:** 8031 单片机;音乐喷泉;步进电机

**中图分类号:** TP273 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.80

## Musical fountain control system based on 8031 single chip processor

Xu Mingna<sup>1</sup> Zhang Feng<sup>2</sup> Ge Suxia<sup>1</sup>

(1. Engineering Training Center, Inner Mongolia Technology University, Huhhot 010051, China;

2. Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau of Erenhot, Erenhot 011100, China)

**Abstract:** This article summarized the control problem of the current music fountain, proposed a method to control stepper motor by a pulse signal, completed hardware design and software programming. The research indicates that this method can be in accordance with the order allowing the actuator to start, to achieve the control of diverse fountain flower shaped.

**Keywords:** 8031 Single chip processor; musical fountain; stepper motor

## 1 引言

喷泉控制系统的开发是多方面的,其中计算机自动控制是主要内容之一。目前,喷泉的控制方法包括:电子板控制、可编程控制器控制、音乐控制、单片机控制等。但多数喷泉采用程序控制,前期必须离线编程且喷泉的水形多是固定不可调的,欣赏起来显得有些单调。

该文综合考虑现有的喷泉自动控制方面存在的问题,选用 MCS-51 系列 8031 单片机来控制喷泉的花形,增加了其观赏性,使其更易控制与实现。

## 2 控制原理

音乐喷泉自动控制系统的组成:计算机、单片机、步进电机、驱动电路以及执行机构等,如图 1 所示。

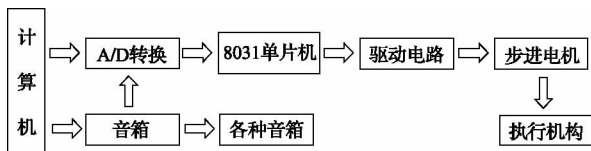


图 1 系统总体

计算机输出的电信号,通过 A/D 转换,送入 8031 单片机,单片机对转换后的数字量进行处理,然后通过 P<sub>1</sub> 口发出脉冲信号,通过驱动电路带动执行机构工作。

其中驱动电路包括环形分配、功率放大、缓冲寄存、控制逻辑、自检等电路,能将输入脉冲经过处理后转换为环形脉冲,放大的环形脉冲用来驱动步进电机工作。

## 3 控制系统的硬件部分

### 3.1 8031 单片机

8031 芯片单片机由程序存储器 (ROM)、数据存储器 (RAM)、锁存器、译码器、光电隔离电路组成。由于 8031 片内没有程序存储器,因而外部扩展了 1 片可擦写只读存储器 EPROM2764(8K×8)为系统程序存储器,单片机系统的操作程序、步进电机的控制程序等均放在 2764 中。由于运行过程中随机存储数量大,存储容量不够用,因而扩展了 1 片静态随机存取存储器 RAM6264(8K×8),内部有 128 个字节;1 片 74LS373 地址锁存器;1 片 74138 译码器;1 片可编程外围接口芯片 8255;组成并行扩展电路控制显示和键盘。

8031 芯片的并行口 P<sub>1</sub> 通过驱动电路实现对步进电机的控制;键盘作为输入设备,按下不同键调用不同的散转程序;

LED七段数字显示管作为输出,光电耦合驱动器完成控制脉冲的光电隔离与放大。8031单片机硬件设计如图2所示。

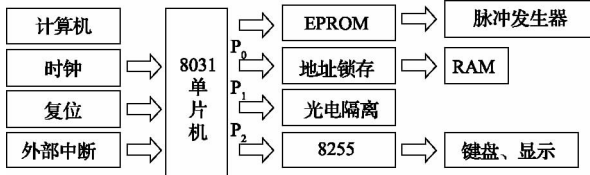


图2 8031单片机

### 3.2 各部分电路的设计

#### 3.2.1 接口电路的设计

程序存储器扩展接口如图3所示,8031访问外部存储

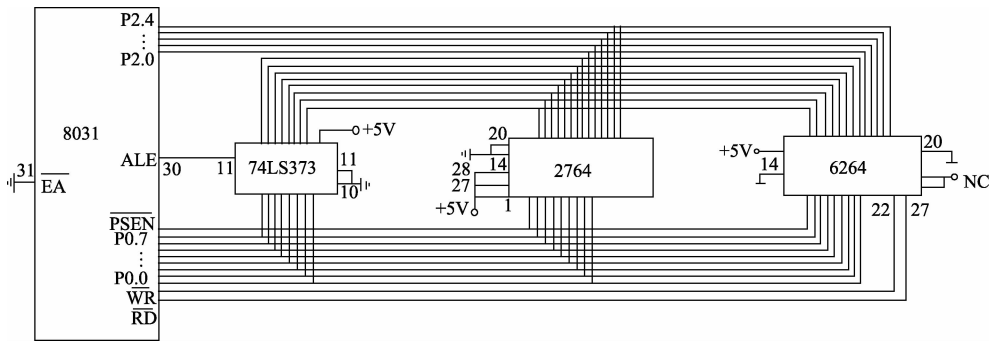
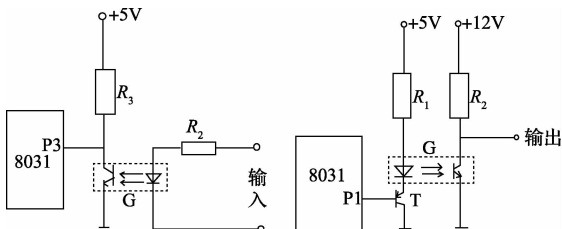


图3 硬件扩展

#### 3.2.2 光电隔离电路的设计

为了防止强电干扰以及其他干扰信号通过I/O控制电路进入计算机,影响其工作,通常的办法是采用滤波吸收,抑制干扰信号的产生,然后采用光电隔离的办法,使微机与强电部分不共地,阻断干扰信号的传导。控制信号为高电平时,经非门74LS04反相后加到发光二极管正极,此时为低电平二极管不导通、不发光,光敏三极管截止,输出信号为光敏三极管集电极电压;控制信号为低电平时,发光二极管导通、发光,光敏三极管接收到光信号而导通,输出端的电平为0<sup>[1]</sup>。

光电耦合输入输出接口,由端口的性质决定,如8031的P<sub>1</sub>、P<sub>3</sub>口为准双向口,作为输入时拉成高电平,可由任意TTL或MOS电路所驱动。其连接如图4(a),对于扩展的8255通用接口芯片系统,其作为输入端使用时,其端口为高阻抗输入,与光电耦合器的连接与P<sub>1</sub>口相同,见图4(b)。



(a)光电耦合输入、输出接口

器时,低8位地址由P<sub>0</sub>口(P<sub>0</sub>.0~P<sub>0</sub>.7)输出,由ALE锁存到74LS373中,输出地址信息AB<sub>0</sub>~AB<sub>7</sub>接到2764的地址线A<sub>0</sub>~A<sub>7</sub>,P<sub>2</sub>口(P<sub>2</sub>.0~P<sub>2</sub>.4)输出高8位地址AB<sub>8</sub>~AB<sub>12</sub>接到2764的A<sub>8</sub>~A<sub>12</sub>。

本设计需扩展程序存储器2764和数据存储器6264各1片。地址锁存器74LS373输出的地址AB<sub>0</sub>~AB<sub>7</sub>,连接到2764和6264的地址线A<sub>0</sub>~A<sub>7</sub>,P<sub>2</sub>.0~P<sub>2</sub>.7输出的地址线AB<sub>8</sub>~AB<sub>12</sub>连到2764和6264的A<sub>8</sub>~A<sub>12</sub>,P<sub>2</sub>.5~P<sub>2</sub>.7(接AB<sub>3</sub>~AB<sub>5</sub>)译码产生8个片选信号,P<sub>0</sub>口接数据线, $\overline{PSEN}$ 连2764选通线 $\overline{RD}$ 、 $\overline{WR}$ 接6264读、写信号 $\overline{OE}$ 、 $\overline{WE}$ ,连线如图3所示。

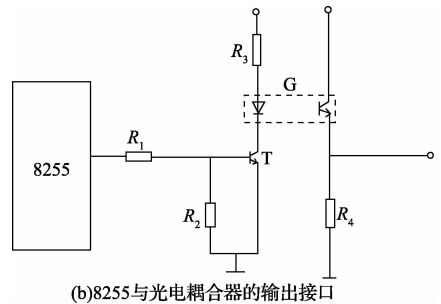


图4 光电耦合

## 4 步进电机

### 4.1 步进电机驱动电路的基本组成

步进电机运行主要是通过一系列的脉冲来控制。这些脉冲序列,一般由逻辑电路或计算机产生<sup>[2]</sup>。控制电路发出脉冲信号,通过脉冲分配器按一定的方式轮流分配到步进电机各相励磁绕组进行控制。经脉冲分配后输出的信号很小,难以驱动步进电机,需要通过功率放大器进行放大<sup>[3]</sup>。

步进电机驱动电源接收计算机发出的控制指令,将其送到脉冲发生器,脉冲发生器产生脉冲信号,按要求的方式通过脉冲分配器进行分配,而后经功率放大器放大。分配并放大的脉冲信号驱动步进电机转动。驱动电源组成如图5所示。

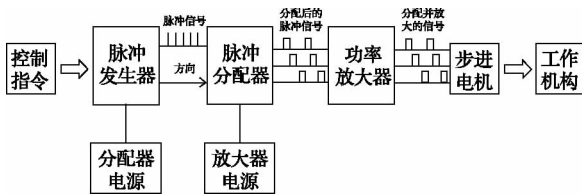


图5 步进电机驱动电源组成

## 4.2 步进电机工作原理

步进电机工作原理:计算机将并行二进制码转换成串行脉冲序列进行方向控制;步进电机收到脉冲信号后,便沿着信号确定的方向走一步<sup>[4]</sup>。输入脉冲决定步进电机转动与否,通电方式决定每步转过的角度和方向。

由于单片机工作电压只有5V,要想驱动步进电机工作必须在8031用户端P<sub>1</sub>口连接驱动电路,提高电压以便带动执行机构工作。8031的P<sub>1</sub>口负载只能驱动3个标准的LSTTL输入门,因此需要通过7406驱动器去驱动达林顿复合功率放大器,使步进电机绕组的静态电流达到2A<sup>[5]</sup>。设计中采用75BF001-II型三相反应式步进电机,最大电流4A,驱动电压12~40V,执行机构采用专用喷泉泵FP-55型功率55W,18001/h,垂直喷高可达2.5m。

## 4.3 步进电机控制的分析

步进电机的控制系统由硬件电路和软件程序2部分组成。硬件部分主要是设置和扩展存储器、键盘和显示电路。软件部分主要是实现单片机对8台步进电机的控制。8台步进电机,带动8台执行机构工作,电机起动顺序不同,执行机构的工作顺序也不同,从而实现喷泉的各种花形。

每台步进电机有A、B、C三相接口,而P<sub>1</sub>口的数量有限,所以在设计中采用了与门与非门来实现对8台步进电机的控制。由P1.0、P1.1、P1.2口控制步进电机1、8的A、B、C三相,同时通过非门控制步进电机3、6的A、B、C三相;P1.3、P1.4、P1.5口控制步进电机2、7的A、B、C三相;同时通过非门控制步进电机4、5的A、B、C三相。P1.6=0时,电机1、2、7、8工作,P1.6=1时,电机3、4、5、6工作;P1.7口与计数器T1相连,P1.7电平变换一次,T<sub>1</sub>计数一次。

## 4.4 步进电机控制系统的软件设计

### 4.4.1 步距角的确定

对步进电机的控制,步数控制的目的是精确的到达指定位置;而速度的控制是通过单位时间的步长来实现的,主要是计算机相邻2个脉冲之间的时间。

#### 1) 齿距角

$$Q_z = \frac{2\pi}{Z} = \frac{360^\circ}{Z}$$

式中:Q<sub>z</sub>为齿距角;Z为转子齿数。

对于反应式步进电机来说,转子齿数为40,因而齿距角Q<sub>z</sub> = 360°/40 = 9°。

#### 2) 步距角

步进电机运行N拍可使转子转动一个齿距位置,每一拍就执行一次步进。

$$Q = \frac{Q_z}{N} = \frac{360^\circ}{NZ}$$

式中:Q为步距角,指在不带任何减速装置的情况下,输入一个脉冲信号,步进电机所转过的机械角位移;Q<sub>z</sub>为齿距角;Z为转子齿数;N步进电机工作拍数。

对于采用三相六拍方式工作的反应式步进电机,拍数为6,因而步距角Q = 360°/6 × 40 = 1.5°。

### 4.4.2 步进电机速度的确定

步进电机速度的控制,利用定时器产生一定周期的定时信号来控制系统的输入脉冲周期。这种方法不占用CPU运行时间,比较适用。

设计中采用8031芯片内的可编程定时/计数器T<sub>0</sub>来实现定时,T<sub>1</sub>来实现计数。T<sub>0</sub>、T<sub>1</sub>均为16位,分为TL0、TH0、TL1、TH1。具有2种工作模式(定时/计数)及4种工作方式(方式0、1、2、3),由特殊功能寄存器TMOD来控制。

其格式为:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
T <sub>1</sub> 方式字段				T <sub>0</sub> 方式字段			

高4位控制T<sub>1</sub>,低4位控制T<sub>0</sub>。设计中T<sub>0</sub>、T<sub>1</sub>均采用,因此必须对TMOD的8位进行设置。GATE取0,定时器均不受外部输入控制。设计中T<sub>1</sub>为计数模式,C/ $\bar{T}$ 取1;T<sub>0</sub>为定时模式,C/ $\bar{T}$ 取0。

#### 1) 计算初值

定时器晶振6MHz,指令周期2μs。设每间隔100ms发一次脉冲信号,定时时间为100ms。初值X = 0011110010110000B = 3CB0H

赋值:16位定时/计数器T<sub>0</sub>。由特殊功能寄存器TL0(低8位)和TH0(高8位)组成,将初值X = 0011110010110000B进行赋值,得TL0初值为B0H,TH0初值为3CH。

2) T<sub>1</sub>用来计数,每计数10次赋一次初值,256 - 10 = 246 = F6H,所以特殊功能寄存器TL0(低8位)和TH0(高8位),均赋值ECH,TMOD = #51H。

## 5 程序流程框图及源程序的编写

单片机控制系统的程序设计,包括3大部分。

第1部分是单片机与主机的接口主程序。主要功能是完成芯片8031和外围接口芯片8255的初始化。8031初始化包括设置堆栈指针SP、中断允许控制寄存器IE等等,通过键入值不同,调用不同的程序实现各种花形的控制;

第2部分是单片机对8台步进电机控制花样的子程序,包括定时器/计数器初始化,步进电机三相六拍工作方式控制字表的设置;

第3部分是定时/计数器中断程序的设计。主程序流程如图6所示。

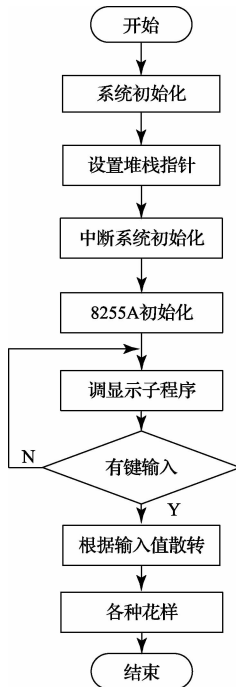


图6 系统主程序流程

## 6 系统实现与测试

完成硬件调试和软件修正的基础上对该系统进行测试。测试结果见表1。

表1 多种花形测试

次数	花形	执行机构(M1~M8)
1	1	M1、M2、M3、M4 运行
		M5、M6、M7、M8 延时运行
2	2	M4、M5 运行
		M1、M1、M3 延时运行
3	3	M6、M7、M8 延时运行
		M1、M2、M5、M8 运行
4	4	M3、M4、M6、M7 延时启动
		M1、M3、M5、M7 运行
5	8	M2、M4、M6、M8 延时启动
		M1~M8

运行经过测试,该系统能够实现对各种花形的控制,执行机构运行状态和时间符合控制程序要求。

## 7 结 论

建立了脉冲控制的音乐喷泉控制系统,包括硬件部分与软件部分设计。硬件部分考虑到8031芯片的不足,扩展了设计需要的程序和数据存储器,构建了音乐喷泉控制系统,实现了脉冲信号对步进电机的驱动控制。软件部分完成了接口主程序、控制子程序及中断程序的编程。

利用MCS-51系列8031单片机通过脉冲控制步进电机工作,在一定程度上提高了控制系统的可靠性,控制方法容易实现,音乐喷泉花型呈现出多样化。

## 参考文献

- [1] 宋吉江,牛轶霞,于春战. 光电隔离器的工作原理和应用[J]. 微电子技术,2001,29,10(5):55-57.
- [2] 呼志杰. 二相混合式直线步进电机动态特性研究[D]. 太原:太原理工大学,2001:1-3.
- [3] 尤婷,冯军民,吕梅蕾. 步进电机驱动电路的研究[J]. 电气开关,2005,42,10(5):34-35.
- [4] 何忠韬,李永昶,刘毅. 自动刻槽机的步进电机微机控制系统[J]. 中小型电机,2005,32,3(3):49-51.
- [5] 于洋. 温度报警系统的整体设计[J]. 黑龙江科技信息,2009,10,4(2):12.
- [6] 程道文,谢报国,赵永升,等. 基于CAN总线的音乐喷泉控制系统[J]. 微计算机信息,2012,28(8):56-60.
- [7] 行鸿彦,黄敏松. 基于LabVIEW虚拟仪器的心电信号采集系统的设计[J]. 电子测量与仪器学报,2008,22,10(5):107-111.
- [8] 杨晓玲,朱群雄. 基于单片机和模糊控制的电熔焊机设计及应用[J]. 仪器仪表学报,2008,29,7(7):1507-1511.
- [9] 江贤志,刘华章,张教育. 基于C8051F020单片机的RS485串行通信设计[J]. 电子测量技术,2014,37,3(3):121-124.
- [10] 王晨光,孙运强,许鸿鹰. 步进电机的单片机控制设计分析[J]. 国外电子测量技术,2008,27(9):39-41,60.

## 作者简介

徐明娜,1983年出生,硕士研究生,讲师。主要研究方向为自动控制。