

摘 要

本次设计宠物自动喂食机的基本功能和设计思路，根据给定的规定动作顺序，综合运用所学的基本理论、基本知识和相关的机械设计专业知识，完成宠物自动喂食机理论方案的创新设计，并绘制必要的零部件图，其中包括装置的原理方案构思和拟定；原理方案的实现、传动方案的设计，主要结构的设计简图；设计计算与说明。

宠物自动喂食机设计要求：定时投放饲料，具有开机自检功能，可以设定开启关闭时间的长短，适应不同宠物食量的需要，使用电动机驱动，其电源应为安全电源。

宠物自动喂食机设计的主要技术关键问题为：饲料的定时投放，料口的开合角度的确定，定时长短的设计，时间设定模块的组合。

关键字：单片机 设计计算 定时 机构

摘 要.....I

1 主轴的设计 1

1.1 主轴材料的选择:.....1

1.2 主轴加工方法的选择.....1

2 主轴参数计算： 2

2.1 主轴尺寸的确定： 2

2.1.1 估取主轴的长度和直径.....2

2.1.2 根据轴向定位的要求确定轴的各段长度.....2

2.2 轴上力的校合 3

2.3 精确校核轴的疲劳强度.....3

2.3.1 判断危险截面.....3

2.3.2 截面IV 右侧的.....3

3 行程开关旋转件的设计 5

4 减速电动机的选择： 5

5 控制系统设计.....6

5.1 系统方案设计构成 6

5.2 单片机的选用 6

5.2.1 I/O口线.....6

5.2.2 控制口线.....7

5.2.3 电源和时钟.....7

6 程序编写 8

6.1 连线图： 8

6.2 程序设计： 8

7 设计心得 28

参考文献 29

1 主轴的设计

在宠物自动喂食机上采用直接由电机带动主轴旋转，控制料口的开启和关闭，由于电机选用的是具有自锁功能的直流减速电机，中间不采用减速装置，简化结构设计，使系统的结构尽可能的紧凑。所以直接用电机驱动主轴，省去中间的减速环节。

1.1 主轴材料的选择:

主轴的选用 45 钢，45 钢的加工性能较为理想，材料的价格比较低廉，但是这是一种中碳钢，淬火性能并不好，45 号钢可以淬硬至 HRC42~46。所以如果需要表面硬度，又希望发挥 45 钢优越的机械性能，常将 45 钢表面渗碳淬火，这样就能得到需要的表面硬度。调质处理后零件具有良好的综合机械性能，广泛应用于各种重要的结构零件，特别是那些在交变负荷下工作的连杆、螺栓、齿轮及轴类等。

1.2 主轴加工方法的选择:

由于主轴是间歇回转类零件，不需要长时间的连续运转，所以加工的精度不需要很高，在普通的车床上既可以加工。又因为主轴的外形相对简单，不需要经常的换刀，所以加工的时间较短。在加工主轴时，需要注意的是径向尺寸的控制，不过通过合理的安排加工工艺可以解决。最后的端部的钻孔是需要控制空之间的距离，所以在单件试制的时候可以不用专用的夹具，在大量生产的时候需要安排专用的夹具，提高生产效率。尤其需要注意的是孔中心的确定，因为是后续安装旋转件的，所以要控制中心的偏差。

2 主轴参数计算：

2.1 主轴尺寸的确定：

由设计题目中要求可知：下料口的孔直径为 5mm.由《机械设计手册》表 6.2-3 取主轴的直径为 5mm;

2.1.1 估取主轴的长度和直径:

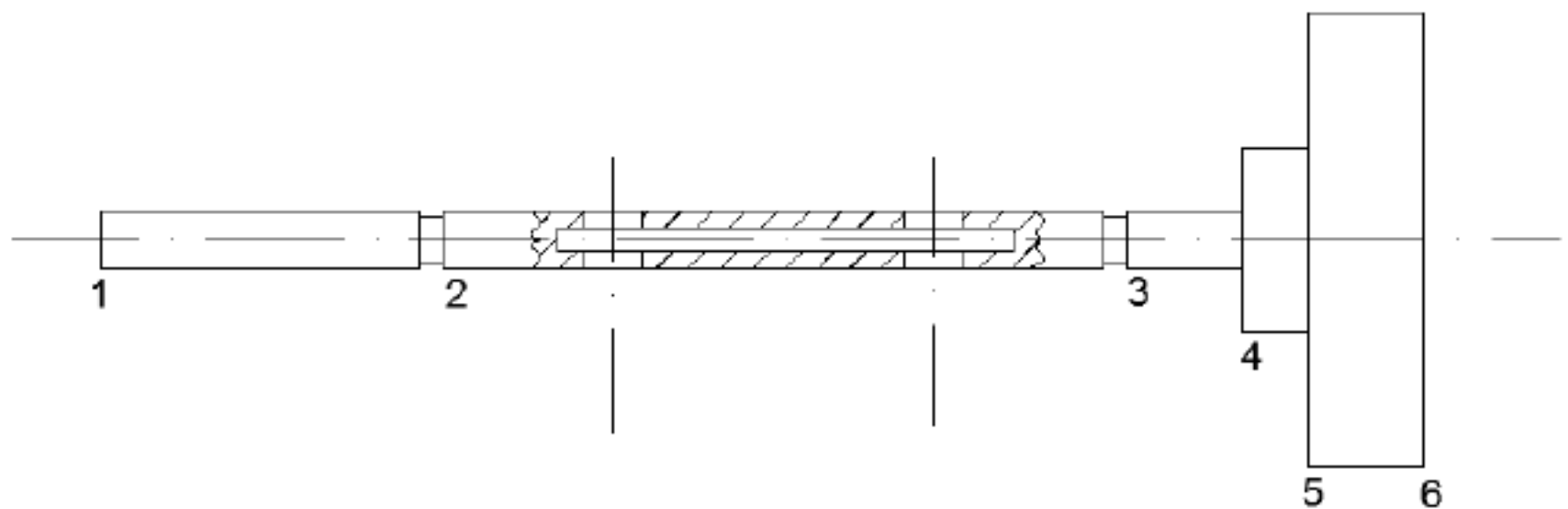


图 2-1 轴的长度和直径

- 1) 1-2 段轴用于安装联轴器，故取直径为 5mm。
- 2) 2-3 段安装活动挡片，直径 5mm。
- 3) 3-4 段分隔段，直径为 5mm。
- 4) 4-5 段为过度段，直径为 16mm。
- 5) 5-6 段安装旋转件，直径为 40mm。

2.1.2 根据轴向定位的要求确定轴的各段长度

- 1) 1-2 段为安装联轴器为 30mm
- 2) 2-3 段为安装活动挡片长度为 60mm。
- 3) 3-4 段为为分隔长度为 10mm
- 4) 4-5 段用于安装旋转件长度为 6mm。
- 5) 5-6 段安装旋转件长度为 10

2.1 轴上力的校合

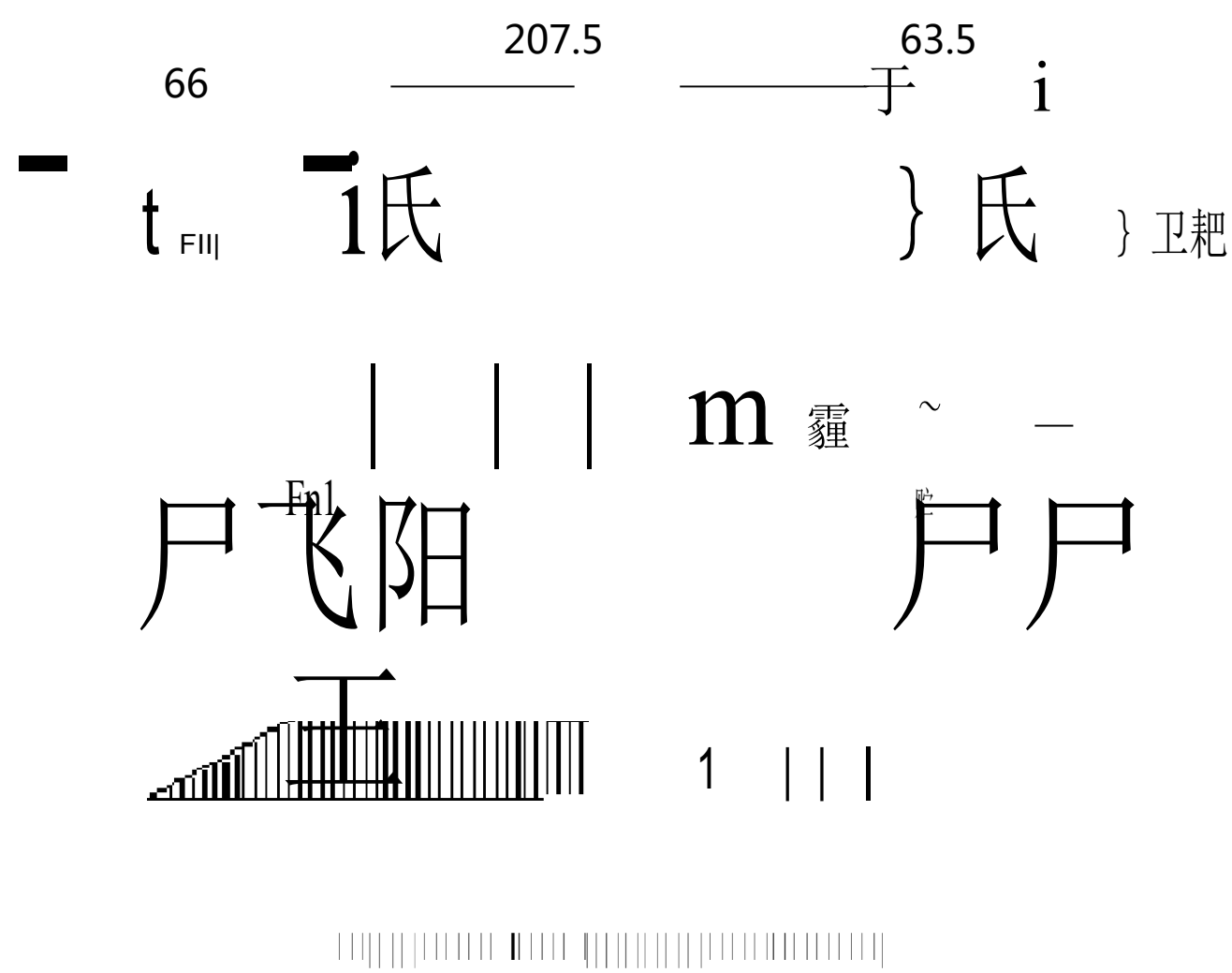


图 2-2 轴上力的校合

2.2 精确校核轴的疲劳强度

2.2.1 判断危险截面

由于截面 IV 处受的载荷较大，直径较小，所以判断为危险截面

2.2.2 截面 IV 右侧的

$$\sigma_b = \frac{M}{W} = 17.5 \text{MPa}$$

$$\text{截面上的转切应力为 } \tau_T = \frac{T}{W_T} = 7.64 \text{MPa}$$

$$\tau_b = \tau_m = \frac{\tau}{2} = \frac{15.98}{2} = 7.99 \text{MPa}$$

由于轴选用 40cr，调质处理，所以

$$\sigma_B = 735 \text{MPa}, \sigma_{-1} = 386 \text{MPa}, \tau_{-1} = 260 \text{MPa}。$$

([2]P355 表 15-1)

综合系数的计算

$$\text{由 } \frac{r}{d} = \frac{2}{55} = 0.045, \frac{D}{d} = 1.6 \text{ 经直线插入，知道因轴肩而形成的理论应力集中为}$$

$$\alpha_\sigma = 2.23, \alpha_\tau = 1.81,$$

([2]P38 附表 3-2 经直线插入)

$$\text{轴的材料敏感系数为 } q_\sigma = 0.85, q_\tau = 0.87,$$

([2]P37 附图 3-1)

故有效应力集中系数为

$$k_\sigma = 1 + q_\sigma (\alpha_\sigma - 1) = 2.05$$

$$k_\tau = 1 + q_\tau (\alpha_\tau - 1) = 1.70$$

$$\text{查得尺寸系数为 } \varepsilon_\sigma = 0.72, \text{ 扭转尺寸系数为 } \varepsilon_\tau = 0.76,$$

([2]P37 附图 3-2) ([2]P39 附图 3-3)

$$\text{轴采用磨削加工，表面质量系数为 } \beta_\sigma = \beta_\tau = 0.92,$$

([2]P40 附图 3-4)

$$\text{轴表面未经强化处理，即 } \beta_q = 1, \text{ 则综合系数值为}$$

$$K_{\sigma} = \frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} + \frac{1}{\beta_{\sigma}} - 1 = 2.93$$

$$K_{\tau} = \frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} + \frac{1}{\beta_{\tau}} - 1 = 2.11$$

a) 碳钢系数的确定

碳钢的特性系数取为 $\psi_{\sigma} = 0.1$, $\psi_{\tau} = 0.05$

b) 安全系数的计算

轴的疲劳安全系数为

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{K_{\sigma a} \sigma_o + \psi_{\sigma} \sigma_m} = 6.92$$

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau a} \tau_o + \psi_{\tau} \tau_m} = 24.66$$

$$S_{ca} = \frac{S_{\sigma} S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} = 6.66 > 1.5 = S$$

故轴的选用安全。

3 行程开关旋转件的设计

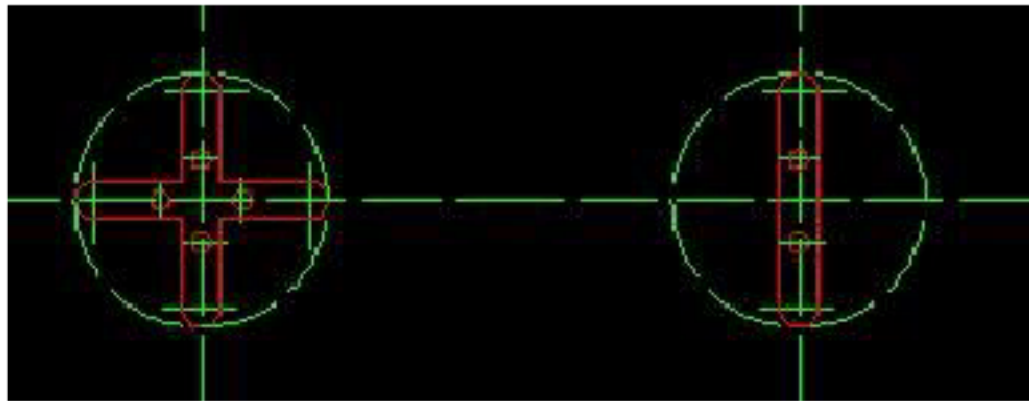


图 3-1 行程开关旋转件

由示意图可知，两旋转件在旋转时有一个 90 度角的角度差，通过行程开关输出的信号的不同来分辨料口的开合处于什么样的状态，然后通过单片机系统的处理，输出相应的信号，带动电机的旋转，来控制料口的开合。料口的状态有完全关闭和完全打开两种状态，（1）两行程开关都输出信号时，料口处于关闭状态，（2）两行程开关有一个闭合输出信号时，料口处于完全打开状态。

4 减速电动机的选择：

直流齿轮减速电动机由于其结构简单，性能可靠，故选择直流齿轮减速电动机。

ZGA25R-310 式直流齿轮减速电动机产品数据：

ZGA25R-310 使用电压:DC-6V

转速：20rpm

外径:25mm

总长:51mm

伸出轴长:10mm

扭力:1-3KG

5 控制系统设计

5.1 系统方案设计构成

本系统包括机械部分和伺服电机控制两部分。根据所给的要求，拟用开环控制结构设计方案，其开环系统结构原理如下：

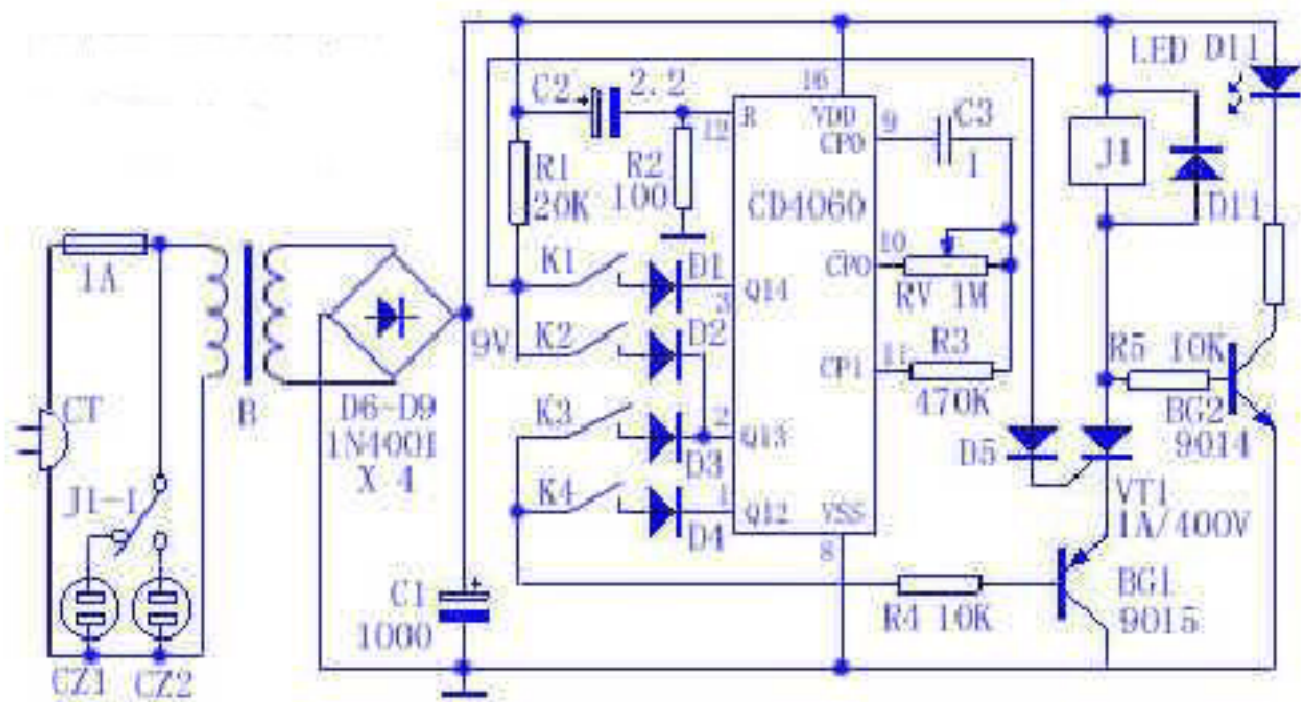


图 5-1 开环系统结构原理图

具体原理：编写单片机指令，通过扫描键盘输入的数字记录需要转动的角度，然后计算需要输出的脉冲，用软件的方法实现脉冲的输出，然后由光电耦合电路减小外部的干扰，由功率放大电路实现功率的放大，然后接减速电动机，通过联轴器把力矩传到主轴。带动料口的开关。

5.2 单片机的选用

本设计选用 AT89S51 芯片，片内 ROM 或者 EPROM，使用时必须配置外部的程序存储器 EPROM。本设计选用了 2764 扩展其空间，8031 的引脚分 3 大功能：

5.2.1 I/O 口线

P0,P1,P2,P3 共 4 个八位口。

5.1.1 控制口线

PSEN(片外取指控制)、ALE (地址锁存控制)、EA (片外存储器选择)、RESET (复位控制)。

5.1.2 电源和时钟

ATS9S51 最小应用系统。ATS9S51 部不带 ROM , 需要外接 EPROM 作为外部程序存储器。又因为 8031 在外接程序存储器或数据存储器时地址的低 8 位信息和数据信息分时送出, 故还需要采用一片 74LS373 来锁存低 8 为地址信息。这样, 一片 2764EPROM 和一片 74LS373 组成了一个最小的计算机应用系统。如图

MCS-51 的程序存储器空间与数据存储器空间是相互独立的。用户可最多扩展到 64kb 的程序存储器几 64kb 的数据存储器, 编址为 0000H~FFFFH。片8kb 单元地址要求地址线 13 根 (A0~A12)。

它由 P0 和 P2.0~P2.4 组成。地址锁存器的锁存信号为 ALE。程序存储器的取地址消耗为 PSEN。由于程序存储器芯片只有一片, 所以其片选端 (31) 直接接地。

8031 芯片本身的连接 31 必须接地来表明选择外部存储器外, 还必须有复位和时钟电路。在此系统中有 P1、P3 口作为用户 I/O 口使用; 74LS373 为地址锁存器, 他是一片三态输出 8D 触发器, 当 OE=1 时三态门导通, 输出线上为 8 为锁存器的状态。当 OE=1 时输出为高住抗转台。G 为锁存信号输入线, G=1 时锁存器输出等于 D 端输入, G 输入短跳变将输入信息锁存到 8 为锁存器中。

当 8031 在访问外部程序存储器时, P2 口输入高 8 为地址: P6 口分时传送底 8 为地址和指令字节。在 ALE 为高电平时, P0 口输出的地址有效, 并由 ALE 的下降沿锁存到地址锁存器中, 此时外部程序存储器宣统信号线 PSEN 出现低电平, 选通相应的外部。EPROM 存储器; 相应的指令字节出现在 EPROM 的数据线 (O0~O7) 上, 输入到 P0 口, CPU 将指令字节读入指令寄存器。

6 程序编写

6.1 连线图：

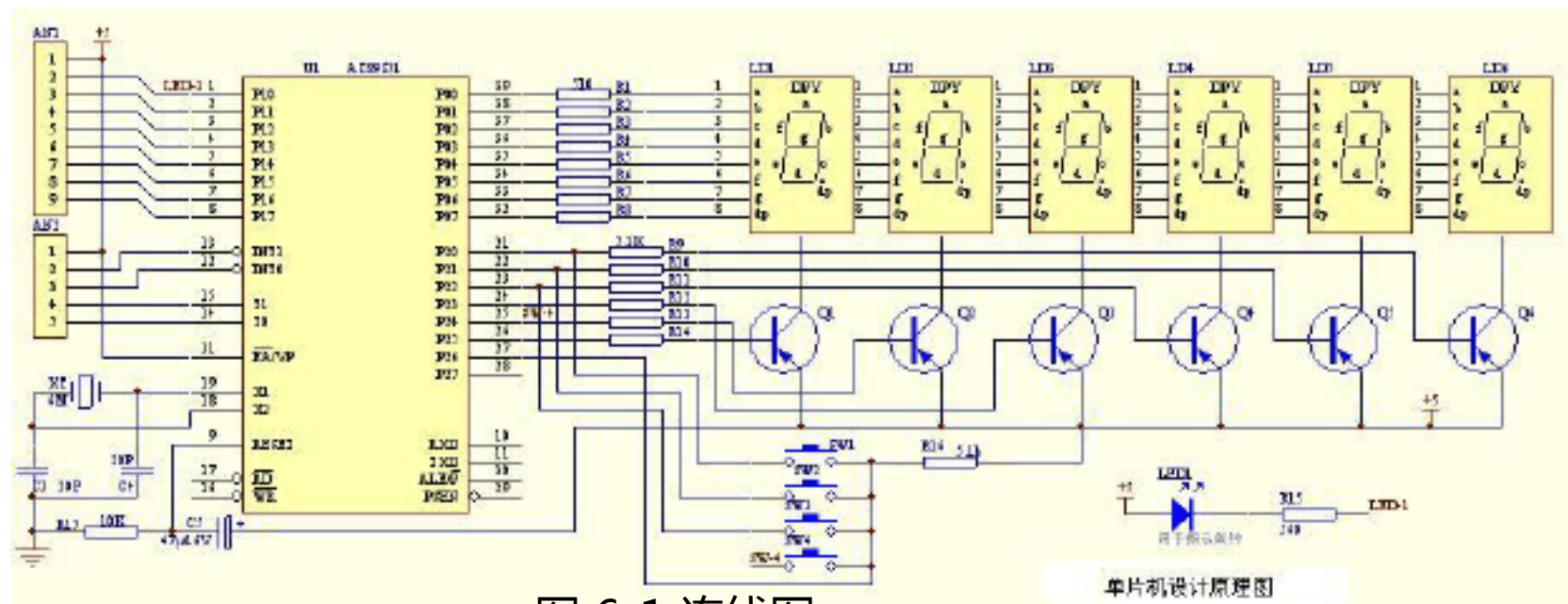


图 6-1 连线图

6.2 程序设计：

单片机：AT89S51, F=6MHz, 影响第0组的R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, 20H, 21H, 30H, 31H, 32H, 35H, 36H, 37H, 38H, 39H, 3AH, 3BH, 3CH, 3DH, 3EH。

```
ORG      00H           ;程序从这里开始
```

```
SJMP    MAIN      ;主程序
```

```
ORG      0BH          ;定时器 0 中断入口
```

LJMP GOTO

```
ORG      40H      ;初始化
```

MAIN:MOV SP,#5FH ;设堆栈

MOV 30H,#12H ;存放小时,设初值

MOV	31H,#00H	;存放分钟,设初值
-----	----------	-----------

MOV	32H,#00H	;存放秒,设初值
MOV	35H,#06H	;第一个闹钟的小时位,设初值
MOV	36H,#30H	;第一个闹钟的分钟位,设初值
MOV	37H,#09H	;第二个闹钟的小时位,设初值
MOV	38H,#00H	;第二个闹钟的分钟位,设初值
MOV	39H,#06H	;存放年
MOV	3AH,#11H	;存放月
MOV	3BH,#05H	;存放日
MOV	3CH,#00H	;显示缓存,第 1 , 2 位
MOV	3DH,#00H	;显示缓存,第 3 , 4 位
MOV	3EH,#00H	;显示缓存,第 5 , 6 位
CLR	00H	;秒闪烁暂存 20H.0
SETB	01H	;闹钟 1 输出位 20H.1
SETB	02H	;闹钟 2 输出位 20H.2
CLR	03H	;按键 2 是否有效标致位 20H.3
CLR	04H	;按键 3 是否有效标致位 20H.4
CLR	05H	;按键 2 是否有效标致位 20H.5
CLR	06H	;闹钟开关标致 20H.6 "0"为开"1"为关
SETB	07H	;显示缓存,小数点 1
SETB	08H	;显示缓存,小数点 2
SETB	09H	;时钟加减标致位 "0"为小时,"1"为分钟

```
SETB    0AH      ;闹钟 1 加减标致位"0"为小时,"1"为分钟
SETB    0BH      ;闹钟 2 加减标致位"0"为小时,"1"为分钟

MOV      R2,#2    ;设定时次数
MOV      R3,#50
MOV      R4,#25
MOV      TMOD,#02H ;设定时器 0 工作方式为方式 2
MOV      TH0,#56  ;设初始值
MOV      TL0,#56
SETB     TR0      ;启动定时器和中断
SETB     ET0
SETB     EA
```

主程序

```
MMAIN:JNB    P2.0,MMAIN  ;时钟主程序
MMAIN2:LCALL  XIAN      ;显示
        LCALL  CS       ;按键秒清零
        LCALL  DAT      ;是否显示年月日
        LCALL  DSQ      ;定时器
        LCALL  T1T2     ;闹钟开关
CLR       P2.6         ;按键有效
JNB       P2.0,MENU1
SJMP      MMAIN2
```

```
MENU1:JNB      P2.0,$      ;时钟调整

      SETB     P1.0

      MOV      3CH,30H      ;将暂存的数转成字形 显示 30H

      MOV      3DH,31H      ;将暂存的数转成字形 显示 31H

      MOV      3EH,#0ABH    ;将暂存的数转成字形 显示" t"

      CLR      07H          ;显示小数点 1

      SETB     08H          ;不显示小数点 2

      LCALL    MXIAN        ;显示菜单 1

      LCALL    ADDM1        ;按键加一分钟

      LCALL    ADDH1        ;按键加一小时

      LCALL    DECMH        ;减一分钟/一小时

      CLR      P2.6

      JNB      P2.0,MENU2

      SJMP     MENU1
```

```
MENU2:JNB      P2.0,$      ;日期调整

      SETB     P1.0

      MOV      3CH,39H      ;将暂存的数转成字形 显示 39H

      MOV      3DH,3AH      ;将暂存的数转成字形 显示 3AH

      MOV      3EH,3BH      ;将暂存的数转成字形 显示 3BH

      CLR      07H          ;显示小数点 1
```

CLR	08H	;显示小数点 2
LCALL	MXIAN	;显示菜单 2
LCALL	DATEN	;年份+1
LCALL	DATEM	;月份+1
LCALL	DATED	;+1 日
CLR	P2.6	
JNB	P2.0,MENU3	
SJMP	MENU2	
MENU3:JNB	P2.0,\$	;闹钟 1
SETB	P1.0	
MOV	3CH,35H	;将暂存的数转成字形 显示 35H
MOV	3DH,36H	;将暂存的数转成字形 显示 36H
MOV	3EH,#0A1H	;将暂存的数转成字形 显示" 1"
CLR	07H	;显示小数点 1
SETB	08H	;不显示小数点 2
LCALL	MXIAN	;显示菜单 3
LCALL	T1M1	;闹钟 1 分钟+1
LCALL	T1H1	;闹钟 1 小时+1
LCALL	DECT1	;闹钟 1 减 1 小时/1 分钟
CLR	P2.6	
JNB	P2.0,MENU4	

```

                SJMP    MENU3

MENU4:JNB      P2.0,$      ;闹钟 2

                SETB    P1.0

                MOV     3CH,37H      ;将暂存的数转成字形 显示 37H

                MOV     3DH,38H      ;将暂存的数转成字形 显示 38H

                MOV     3EH,#0A2H    ;将暂存的数转成字形 显示" 2"

                CLR     07H          ;显示小数点 1

                SETB    08H          ;不显示小数点 2

                LCALL   MXIAN        ;显示菜单 4

                LCALL   T2M1         ;闹钟 2 分钟+1

                LCALL   T2H1         ;闹钟 2 小时+1

                LCALL   DECT2        ;闹钟减 2 小时/1 分钟

                CLR     P2.6

                JNB     P2.0,MENU5

                SJMP     MENU4

MENU5:LJMP     MMAIN

```

中断处理

```

GOTO:PUSH      A      ;保护现场

                DJNZ    R3,GOTO1

                MOV     R3,#50

```

DJNZ	R4,GOTO1	
MOV	R4,#25	
CPL	00H	;20H.0 用于秒闪烁
DJNZ	R2,GOTO1	
MOV	R2,#02H	;配合定时器定时一秒
MOV	A,32H	;秒位是否为 59 秒，是：秒清零，分钟+1，
判断分钟		
CJNE	A,#59H,M1	;否：跳转到秒+1
MOV	32H,#00H	
MOV	A,31H	;分钟位同上
CJNE	A,#59H,M2	
MOV	31H,#00H	
MOV	A,30H	;小时位同上
CJNE	A,#23H,M3	
MOV	30H,#00H	
LCALL	ADDD	
SJMP	GOTO1	
M1:ADD	A,#01	;秒+1
DA	A	
MOV	32H,A	
SJMP	GOTO1	
M2:ADD	A,#01	;分钟+1

```

        DA      A
        MOV     31H,A
        SJMP    GOTO1
M3:ADD   A,#01      ; 小时+1
        DA      A
        MOV     30H,A
        SJMP    GOTO1
GOTO1:POP   A        ;恢复现场
        RETI

```

时钟显示专用子程序

```

XIAN:MOV   A,32H      ;将暂存的数转成字形
        SWAP   A
        MOV    B,#10H
        DIV    AB
        LCALL  ZH
        MOV    P0,A      ;LED 显示秒位
        MOV    P2,#0FEH
        LCALL  DELAY
        MOV    A,B
        LCALL  ZH
        MOV    P0,A
        MOV    P2,#0FDH

```

```

LCALL    DELAY
MOV      A,31H      ;将暂存的数转成字形
SWAP     A
MOV      B,#10H
DIV      AB
LCALL    ZH
MOV      P0,A       ;LED 显示分钟位
MOV      C,00H
MOV      P0.7,C     ;秒闪烁
MOV      P2,#0FBH
LCALL    DELAY
SETB     P0.7       ; 取消显示小数点
MOV      A,B
LCALL    ZH
MOV      P0,A
MOV      P2,#0F7H
LCALL    DELAY
MOV      A,30H      ;将暂存的数转成字形
SWAP     A
MOV      B,#10H
DIV      AB
LCALL    ZH

```