

# 可见光室内定位装置(I 题) 设计报告

参赛队号：20170092

2017 年 8 月 12 日

## 可见光室内定位装置（I 题）

### 摘 要

本系统采用 3 盏 LED 灯在 80cm\*80cm\*80cm 的空间里实现定位和通信。其中定位利用了硅光电池对光强的敏感特性，将不同区域的光强值进行采集放大后送单片机进行匹配算法处理以实现绝对值不大于 5cm 误差的定位；利用自制的发射、接收电路道进行了声音信号和数字信息的传递，完成了光通信功能。发射端 LED 驱动电路采用三极管和场效应管组合而成，接收端采用硅光电池，经过放大处理后能较好的进行光信息传送。系统控制芯片采用 XS128 单片机，利用内置 A/D 采集前端处理后的模拟信息，通过阈值比较算法实时计算出坐标位置；利用分时复用技术识别不同通道的数字信息。经调试验证，该系统能较好的实现题目要求的功能。

**关键词：**硅光电池，光定位，指纹库匹配，光通信

# 目 录

1. 系统方案选择 .....	1
1.1 定位方案选择.....	1
1.2 音频信号传输方案 .....	1
2. 理论分析与计算.....	1
2.1 定位方法.....	1
2.2 信息发送接收方法 .....	2
2.3 抗干扰方法 .....	3
2.4 误差分析.....	4
3. 系统电路和程序设计 .....	4
3.1 系统电路设计.....	4
3.2 程序设计.....	5
4. 测试方案.....	5
4.1 定位区域测试 .....	5
4.2 测坐标定位测试 .....	6
5. 测试结果分析 .....	6
心得体会.....	6
附录: .....	7

## 1. 系统方案选择

### 1.1 定位方案选择

该室内定位系统是基于所给封闭立体空间内，顶部安装有固定的 LED 灯，通过 LED 可见光来实现空间定位，由于条件中三个 LED 灯的安装位置和角度可自行设计，故按照特定的摆放方式可以拟定不同的定位方式，以下是参考的几种方案：

方案一：摄像头定位。考虑在封闭空间范围内，摄像头的视野可以采集到顶部的 LED 小灯，通过移动摄像头，定位三个 LED 灯，计算中心点便可实现定位，但由于后续需要进行光通信，实现数值识别和声音传播，使用摄像头去进行光通信存在一定难度。

方案二：硅光电池组。感光性能很好的硅光电池，它的照度与电流有很好的线性度，在一定照度方位它与电压也有很好的线性度，有利于精度感知照度与电特性的关系，测量出不同位置接收的光强，最后通过算法得到坐标信息。

综合考虑采用方案二。

### 1.2 音频信号传输方案

音频信号是带有语音、音乐和音效的有规律的声波的频率、幅度变化信息载体。音频信号通过可见光来进行传输有以下几种方案：

方案一：调制解调音频信号。考虑将音频信号数字化，通过单片机调制成所需信号，接收端对接收的调制信息进行解调，经过 D/A 转换成模拟音频信号，经过处理后音频抗干扰性能好。但是该方案对软件程序处理能力过硬，难度较高。

方案二：直接模拟量传输。音频信号实质上是变化的模拟电压频率信号。发射端采用信号放大，对电压信号进行放大，通过三极管驱动 LED 控制电路，改变发射端 LED 灯的电流变化。接收端通过采集光强，产生电压变化，经过放大滤波后，还原原来的模拟电压，对发射的音频电压信号具有良好的保真性。

综上所述，音频信号传输采用方案二。

## 2. 理论分析与计算

### 2.1 定位方法

LED 放光管的安放由于题目中可以自设 LED 灯的安装、摆放，对于定位方法，我们选取便于传感器定位的三点，摆布方式如图 1：

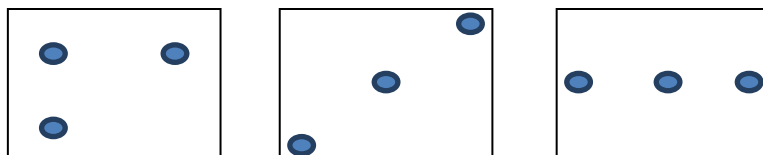


图1 LED灯安装、摆放示意

由于我们接收端采用硅光电池组，利用光强信号来实现定位。它需要检测不同方位的光强差变，从而判断自己所处坐标。由上示意图可知，前两种光源散布较均匀，整个区域光强差不够明显，所测量的差值变化不明显，所以不便于测量定位，于是最终通过比较测量采用第三种顶部安装分布方式。

硅光电池定位方法：

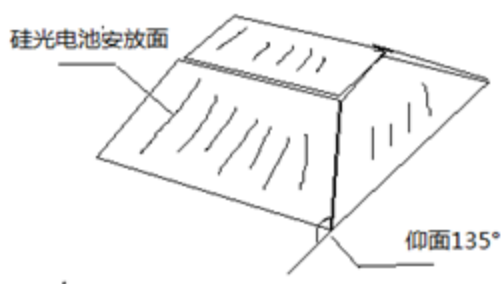


图2 硅光电池接收端示意图

接收部分选择四个硅光电池，分别朝四个方向放置，为了更好的达到测试要求，竟可能接收较多的光照信息并且能很好的反应不同方向的光照差值，我们最终经过实验比较将安装角度与地面呈 135 度的仰角，如图 2 所示。这样在不同的坐标，四个硅光电池接收的光强信息不尽相同，然后进行现场采用的方法法将所有坐标点的光强信息记录下来，产生一个指纹库数据，通过模糊匹配法，在指纹库中匹配到相应的数据，便确定了相对应的位置坐标。

## 2.2 信息发送接收方法

### 1) 键盘输入的数字信息发送与接收：

因题目要求测量控制电路有键盘输入阿拉伯数字，接收电路能接收并显示 3 个 LED 发送的数字信息。考虑到阿拉伯数字可以列举出来，又硅光电池对光的波形变化十分敏感，故可以采用将键盘输入的数值转换成固定的频率，然后驱动

LED 灯以一定的频率闪烁。而接收端经过放大和频率捕捉，便能识别出不同的数值。

## 2) 音频信号发送与接收:

题目要求LED 控制电路外接 3 路音频信号源,在正常照明和定位的情况下,测量电路能从 3 个 LED 发送的语音信号中,选择任意一路进行播放,且接收的音频信号均无明显失真。音频信息可以直接通过耳机接线经过功放模块然后加载到 LED 灯的驱动电路,因为声波也是电压信号,所以加载在小灯两端出来的也是光强的变化,而接收端将光强变化转换成电压变化并且放大,从而达到传送声音的功能。

## 2.3 抗干扰方法

### 定位抗干扰:

光通信最大的影响因素是环境光的干扰,因此,坐标定位的方案中需要提前采集指纹库。因为对光照条件的要求比较严苛,当实验装置移至其他光照环境下,指纹库将会失效。为了解决环境光干扰,可以考虑运用环境光做补偿,从而达到光平衡。并且传感器可对同一坐标点进行多次采样取平均值,这样在匹配算法时再加上阈值比较,便减少了光照抖动误差,从而能够更精确定位。

### 数字通信抗干扰:

数字信息通过频率来检测,当三个灯输入不同数字信息,对应的频率不同,相互之间会干扰,从而不能准确识别 3 个 LED 灯发送的数字信息。为了解决相互之间的干扰,我们将数字信息分时发送,3 个 LED 灯依次发送自己的频率,为了不影响正常照明,依次切换的时间采用 10ms 无明显闪烁。接收端检测到频率变化在对应的时间内检测接收频率,从而到达防干扰发送数字。

### 音频信号抗干扰:

音频信息是模拟量发送,当三路音频信号同时发送,就要先识别信号通道,再选择通道进行传输,以免音频信号串声引发的干扰。为了识别不同信道,在声音传输过程中进行谐波载声,接收端先检测谐波去确定信道,然后解调出声音信号,从而达到抗干扰。

2. 4 误差分析

关于坐标定位的误差，主要有硅光电池的感光度和光照散布不均引起的。经测试，接收端在不同位置接受的光强转化的电压信息并非线性，所以对处理算法上就会产生误差。

3. 系统电路和程序设计

3. 1 系统电路设计

系统电路由发射端电路、接收端电路组成。

发射端电路设计：发射端由 LED 灯驱动电路，声波放大信号电路，数字按键输入电路等硬件电路组成，发射端框图如下：

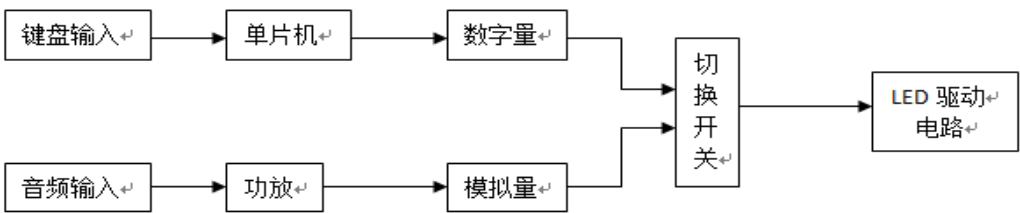


图 3 发射框图

发射端电路图由篇幅所限见附图 1。

接收端电路设计：接收端主要有硅光电池放大电路，模拟信号选择电路，数字信号选择电路，显示电路等电路组成，接收端框图如下：

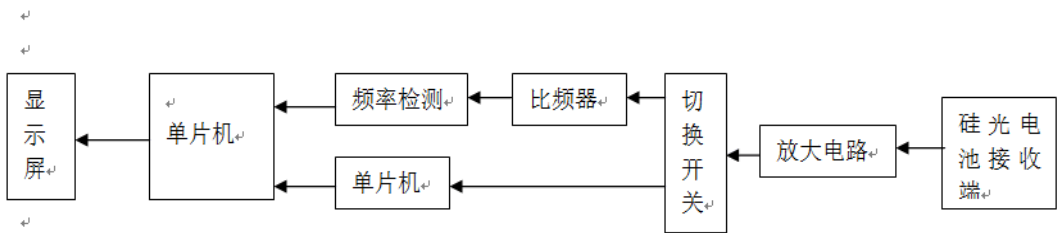
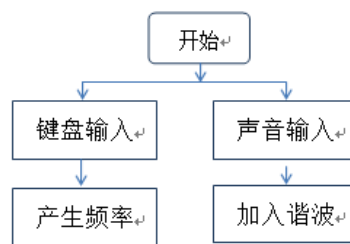


图 4 接收框图

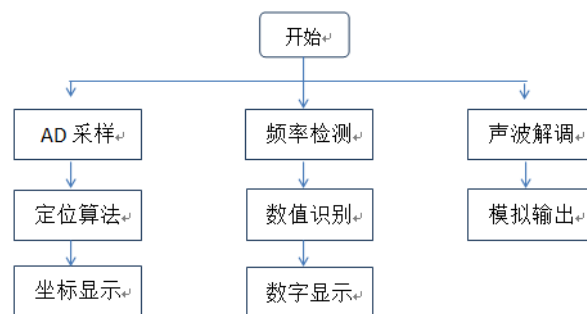
接收端电路图由篇幅所限见附图 2。

## 3.2 程序设计

发射端程序构成：



接收端程序构成：



程序总流程图由篇幅所限见附图 3

## 4. 测试方案

### 4.1 定位区域测试

由题目基本要求，需要先识别坐标图上的 ABCDE 五个区域，并在 LCD 屏上显示出来：

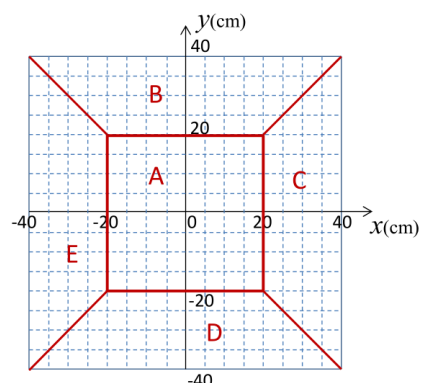


图 5 坐标图



下表（1.0）为图中几个关键点的测量 AD 值（12 位精度）

方位点		中心点		A 右上角		A 左上角		A 左下角		A 右下角	
前传感	后传感	640	140	490	82	540	90	680	195	680	180
左传感	右传感	330	395	490	230	240	360	300	530	400	355

得到五个关键点后便可通过阈值比较来判断区域位置，实测效果能满足题目要求。

## 4.2 测坐标定位测试

由题可知，该定位系统要达到 10cm 的精度要求，最优 3cm 的误差，而我们的方法，匹配数据库要想到达精度越高，所要采集的信息点就越多，然而现场调试没有足够的采集时间，通过均衡考虑，我们只选取坐标轴上一些关键点进行采样，然后模糊匹配都周围的坐标点，这样既能达到精度要求，又能提高效率。等采集到所有关键点的前后左右光强信息，建立一个指纹库数据。然后在定位时，就可以通过搜索指纹库去匹配坐标。

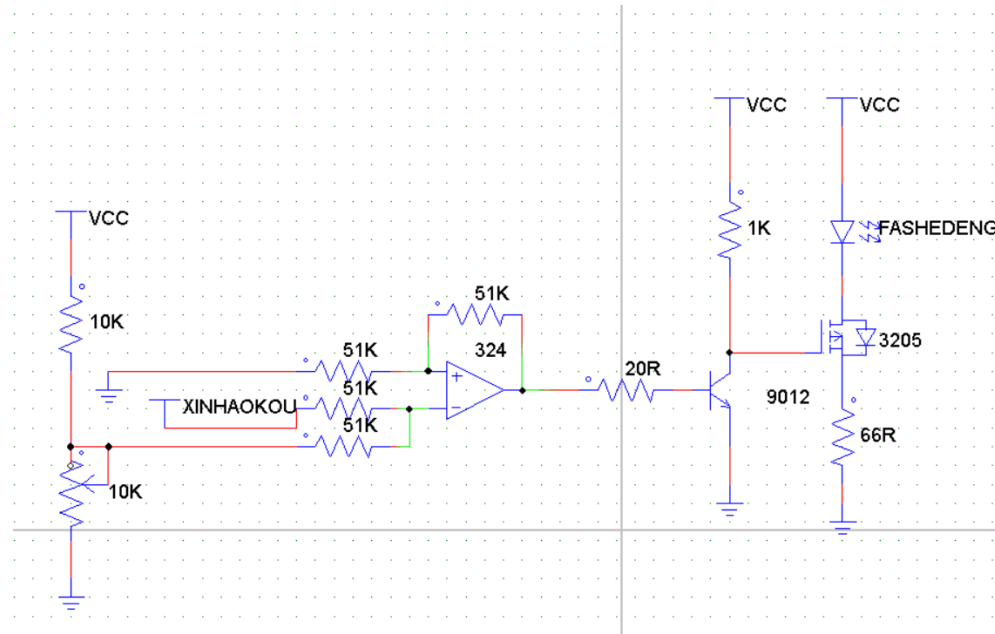
## 5. 测试结果分析

测试结果可知，坐标定位的干扰较多，现场环境变化较大，虽然指纹匹配方法相对稳定，但是采集和分析的数据量较庞大，所以我们选择多个位置关键点进行指纹库数据的测量，再与特征点附近比较从而实现模糊定位。经测试，结果在 10cm 的精度范围内，基本满足要求。

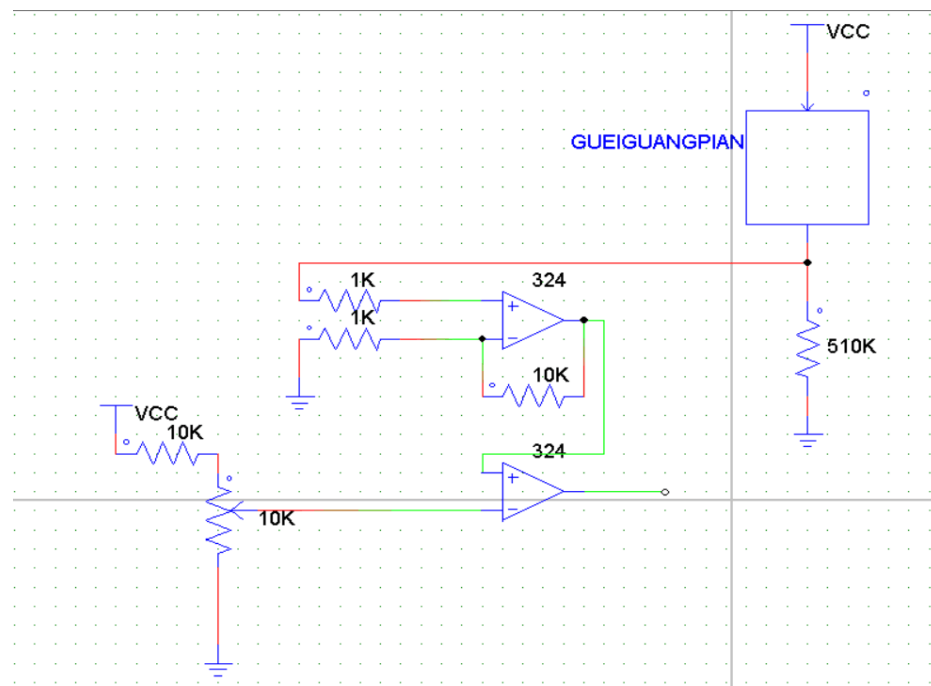
## 心得体会

本次电设能够顺利完成真的体会良多，首先是对项目的总体把握分析能力得到锻炼，因为毕竟在四天三夜的紧张时间内，要有很好的统筹规划安排才能有条不紊，我们花了点时间分析了今年的所以赛题并选择自己擅长的题目，然后三人讨论初步方案和后期发展发向，经过分工落实后，我们能各自调试完成自己的任务，因为工作量较大，任务较繁琐，所以相互之间经常协助交流，遇到问题能够通过网络，请教老师，实验等方式来解决，基本四天进行的很顺利。但由于可见光定位所受到的环境影响较大，于是我们开始解决如何削弱干扰，经过了解和学习一步步克服困难，这些都是课本上学不到的经验。这样一次挑战的机会，让我们深刻认识到自己！

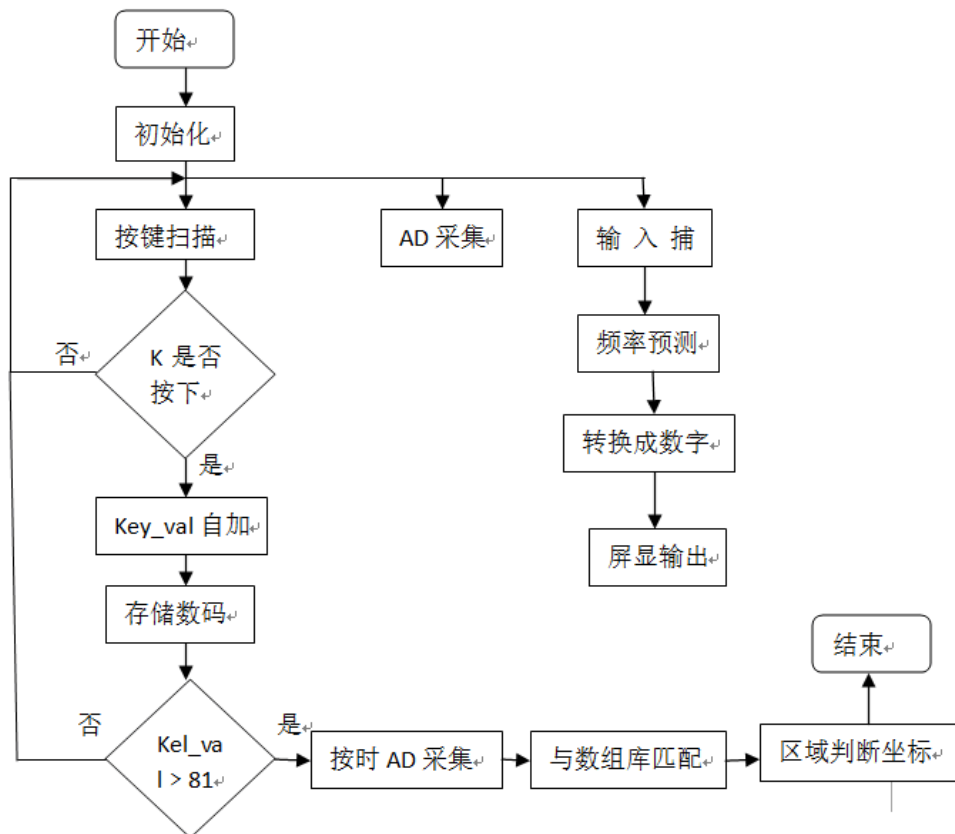
附录：



附图 1 发射端驱动电路



附图 2 接收端放大电路



附图 3 系统程序流程框图

主程序代码如下：

```

#include <hidef.h>
#include "derivative.h"
#include "PLL.h"
#include "NBCTFT.h"
#include "interface.h"
#include "pit.h"
#include "port.h"
#include "ad.h"
#include "ADfilter.h"
#include "pac.h"
#include "key.h"

```

```

unsigned int m_shang;
unsigned int m_xia;
unsigned int m_zuo;

```

```

unsigned int m_you;
unsigned int shuzi;
unsigned int n, jiexian = 30, aikesi, wayi;
unsigned int dw[290][4] = 0;
unsigned int sec, intr;
unsigned int Device_code;
int flag_ad, flag_shang, flag_xia, flag_zuo, flag_you;
unsigned int flag_model1, flag_model2, flag_model3, flag_model4, flag_model5, flag_model6;
unsigned int sum;
void caijidian()
{
    dw[sum][0] = ad_averagel;
    dw[sum][1] = ad_average2;
    dw[sum][2] = ad_average3;
    dw[sum][3] = ad_average4;
}

void maichong()
{
    n=PACNT;
    PACNT=0;
    if (50<n && n<1100)
    {
        if (50<n && n<150)
        {
            shuzi = 1;
        }

        if (150<n && n<250)
        {
            shuzi = 2;
        }

        if (250<n && n<350)
        {
            shuzi = 3;
        }
    }
}

```

```

    }

    if (350<n && n<450)
    {
        shuzi = 4;
    }
    if (450<n && n<550)
    {
        shuzi = 5;
    }
    if (550<n && n<650)
    {
        shuzi = 6;
    }
    if (650<n && n<750)
    {
        shuzi = 7;
    }
    if (750<n && n<850)
    {
        shuzi = 8;
    }
    if (850<n && n<950)
    {
        shuzi = 9;
    }
    if (950<n && n<1050)
    {
        shuzi = 0;
    }
}
else

```

```

        {
            shuzi = 0;
        }
        LCD_PutString(58, 304, "LED1:   ", Black, Green);
        //LCD_PutChar(98, 304, 0x30+shuzi/10, Black, Green);
        LCD_PutChar(98, 304, 0x30+shuzi%10, Black, Green);
    }
    int ju_x=0, ju_y=0;
    char ju_xg=0, ju_xs=0, ju_yg=0, ju_ys=0;
    void dingwei()
    {
        uint i=0;

        if (sum>=2)
        {

            for(i=0;i<2;i++) {

                if (ad_averagel < dw[i][0]+jiexian && ad_averagel >
dw[i][0]-jiexian)

                    if (ad_average2 < dw[i][1]+jiexian && ad_average2 >
dw[i][1]-jiexian)

                        if (ad_average3 < dw[i][2]+jiexian && ad_average3 >
dw[i][2]-jiexian)

                            if (ad_average4 < dw[i][3]+jiexian && ad_average4 >
dw[i][3]-jiexian)
                            {

                                aikesi = 216-4-(24*(i%9));
                                wayi = 248-8-(24*(i/9));
                                ju_x=40-(10*(i%9));
                                ju_y=-40+(10*(i/9));
                                if(ju_x<0)
                                {
                                    ju_x=-ju_x;
                                    ju_xg=ju_x%10+0x30;
                                }
                            }
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }

```

```

ju_xs=ju_x/10+0x30;
LCD_PutChar(16, 272, '-' , Black, Green) ;
LCD_PutChar(24, 272, ju_xs, Black, Green) ;
LCD_PutChar(32, 272, ju_xg, Black, Green) ;

```

```

} else {
ju_xg=ju_x%10+0x30;
ju_xs=ju_x/10+0x30;
LCD_PutChar(16, 272, '+' , Black, Green) ;
LCD_PutChar(24, 272, ju_xs, Black, Green) ;
LCD_PutChar(32, 272, ju_xg, Black, Green) ;
}

```

```

    if(ju_y<0)
    {
ju_y=-ju_y;
ju_yg=ju_y%10+0x30;
ju_ys=ju_y/10+0x30;
LCD_PutChar(16, 288, '-' , Black, Green) ;
LCD_PutChar(24, 288, ju_ys, Black, Green) ;
LCD_PutChar(32, 288, ju_yg, Black, Green) ;

```

```

    } else {
ju_yg=ju_y%10+0x30;
ju_ys=ju_y/10+0x30;
LCD_PutChar(16, 288, '+' , Black, Green) ;
LCD_PutChar(24, 288, ju_ys, Black, Green) ;
LCD_PutChar(32, 288, ju_yg, Black, Green) ;
}

```

```

}

```

```

}

```

```

m_shang=dw[40][0];
m_xia=dw[40][1];

```

```

        m_zuo=dw[40][2];
        m_you=dw[40][3];

    }

}

void quyue()
{
    if (ad_average1<m_shang)
    {
        flag_shang = 1;
    }

    if (ad_average1>m_shang && ad_average2<m_xia)
    {
        flag_xia = 1;
    }

    if (flag_shang == 1)
    {
        flag_shang = 0;
        LCD_PutString(96,272," 横 坐 标 区 域 : 上
",Black,Green);
    }
    if (flag_xia == 1)
    {
        flag_xia = 0;
        LCD_PutString(96,272," 横 坐 标 区 域 : 下
",Black,Green);
    }

    if (ad_average3<m_zuo && ad_average4>m_you)
    {
        flag_zuo = 1;
    }

    if (ad_average4<m_you && ad_average3>m_zuo )
    {
        flag_you = 1;
    }
}

```



```

        if (flag_zuo == 1)
        {
            flag_zuo = 0;
            LCD_PutString(96,288," 纵 坐 标 区 域 : 左
",Black,Green);
        }
        if (flag_you == 1)
        {
            flag_you = 0;
            LCD_PutString(96,288," 纵 坐 标 区 域 : 右
",Black,Green);
        }
    }
}

```

```

void main(void)
{

    PLL_init();
    PIT_Init();
    io_init();
    ATD_Init();
    Init_PAC();
    SCIO_Init();
    Device_code=0x9320;
    TFT_Initial();
    interface_init();
    key_indepencece_init();
    LCD_PutString(0,272,"x:-20.0cm",Black,Green);//64
    LCD_PutString(0,288,"y:-20.0cm",Black,Green);

    EnableInterrupts;

    for(;;)
    {

        if (flag_ad == 1)

```

```

        {
            flag_ad = 0;
            filter(ad_value1);
            filter1(ad_value2);
            filter2(ad_value3);
            filter3(ad_value4);
            //filter4(ad_value5);
            caijidian();
        }
        key_independence_scan();

        if (flag_model1 == 1)
        {
            sum++;
            flag_model1 = 0;

            //if (sum >= 5)
            //{
            //    sum = 5;
            //}
        }

        if (flag_model2 == 1)
        {
            flag_model2 = 0;
            sum--;
        }

        _FEED_COP();
    }

}

unsigned char last=0; unsigned int last_x, last_y;
#pragma CODE_SEG __NEAR_SEG NON_BANKED //指示该程序在不分页区
void interrupt 66 PIT0(void)//定时器 0 中断服务函数
{
    intr++;
    if(intr==1000)
    {
        sec++;
    }
}

```

```

    intr=0;

    quyu();
    maichong();
    LCD_PutChar(224, 280, 0x30+sum/10, Black, Green);
    LCD_PutChar(232, 280, 0x30+sum%10, Black, Green);

    // LCD_PutChar(232, 270, 0x30+sum%10, Black, Green);

    dingwei();

    if(last_x!=aikesi || last_y!=wayi)
    {
        LCD_PutString(last_x, last_y, "*", Green, Green);
        LCD_PutString(aikesi, wayi, "*", Blue, Green);
        last_x=aikesi;
        last_y=wayi;
    }
    else
    {
        LCD_PutString(aikesi, wayi, "*", Blue, Green);
    }

    xiaodian();
}
PITTF_PTF0=1;//清中断标志位
}

void interrupt 22 AD(void)
{
    ad_interrupt();
    flag_ad = 1;
}

```