

山东省大学生电子设计大赛

基于大功率白光 LED的可见光通信

A 题

学 校：曲阜师范大学（日照）

院 系：信息科学与工程学院

论文编号：A15008165

队员姓名：赵振全 15963847539

赵钦华 15963095951

刘 凯 15006890762

摘要： 可见光通信技术已经成为无线通信领域的研究热点，结合了先进的半导体照明技术和光通信技术，具备无需无线电频谱认证，安全可靠等优点。本文还对可见光通信的关键技术进行研究，在光发射方面：根据可见光 LED 光源的工作原理和特性，确定设计光发射电路提供给 LED 光源的电压值、电流值等，确保 LED 调制于线性区域，避免信号失真；在光接收方面：选择了高性能的光电探测器，还通过对前置放大器的研究，设计采用跨阻抗前置放大电路，实现高增益、低噪声的第一级放大。

关键字： 可见光通信技术 光电探测器 低噪声 LED

Abstract： Visible light communication technology has become a hot research topic in the field of wireless communications, combined with advanced semiconductor lighting technology and optical communication technology, have no radio spectrum certification, safe and reliable. This paper is to study the key technology of optical communication, in the light emitting: according to the working principle and characteristics of visible light, LED light source, light emitting circuit provided to determine design LED light source voltage value, current value, etc., to ensure that the LED modulation in the linear area, to avoid signal distortion; In light receiving aspects: choosing the high performance of photoelectric detector, also based on the research of the preamplifier, the design adopts the impedance preamplifier The first level of circuit, the realization of high gain, low noise amplification.

Key words： Visible light communication technology Photoelectric detector Low noise LED

目录

1 系统方案论证 2

 1.1 电源方案选择 2

 1.2 信号调制方案选择 2

 1.3 可见光 LED 驱动 3

 1.4 信号的解调 3

 1.5 M 序列发生器 3

2.整体设计 4

 2.1 系统整体框图 4

 2.2 主要模块设计 4

 2.2.1 信号采集与发送模块 4

 2.2.2 信号接收与解调模块 5

3. 数据分析 5

4.参考文献 6

附件 1 6

 电源原理图 6

 模拟调制原理图 6

 数字调制原理图 7

 驱动电路 7

 M 序列发生器 8

附件 2 9

附件 3 10

引言

目前室内无线通信能满足要求的最好选择就是白光 LED。白光 LED 在提供室内照明的同时，被用作通信光源有望实现室内无线高速数据接入。目前，商品化的大功率白光 LED 功率已经达到 5W，发光效率也已经达到 90lm/W，其发光效率（流明效率）已经超过白炽灯，接近荧光灯。白光 LED 的光效超过 100lm/W 并达到 200lm/W（可以完全取代现有的照明设备）在不久的将来即可实现。利用这种技术做成的系统能够覆盖室内灯光达到的范围，电脑不需要电线连接，因而具有广泛的开发前景。

1 系统方案论证

1.1 电源方案选择

方案一：用单相桥式整流电路进行整流，利用电容的充放电原理做成滤波电路，用于滤除整流电路输出电压的交流成分，稳压芯片 L7824 进行稳压。

方案二：用半波整流电路进行整流，利用电容的充放电原理做成滤波电路，用于滤除整流电路输出电压的交流成分，最后利用稳压二极管进行稳压。

全波整流的输出电压是交流输入电压的 0.9 倍，效率高，且脉动系数小，直流电压平稳，能充分利用变压器的功率，半波整流电路输出电压是交流输入的 0.45 倍效率低，脉动系数大，直流电压不平稳，并且使用稳压管进行稳压容易造成电源和管子严重发烫，综上所述使用方案一。

1.2 信号调制方案选择

方案一：利用模拟信号作为控制信号，控制 LED 光源的注入电流，使输出功率随调制信号线性变化的方法。

方案二：利用单片机将一路或两路 ~~A/D 转换的数字信号调制~~，调制方法：通过单片机接收并口 A/D 信号逐位发送至 LED 驱动电路控制端实现调制。

方案三：通过调幅、调频及调相把信息调制到光上。

对于模拟调制技术：系统设备相对而言比较简单，但是在传输的过程中叠加了噪声后很难消除，抗干扰能力差；在整个通信过程中，LED光源始终处于导通状态，功耗大；而且系统的调制速度受到很大限制。对于数字调制技术：采用的是脉冲信号，只要通过判决再生就能够轻易地消除噪声，抗干扰能力强；还有易于加密，保密性能好。因为LED光源的频谱不纯，中心频率也极不稳定，很难实现调频和调相。综上所述使用方案二。

1.3 可见光 LED 驱动

先利用 24V, 1A 自制电源为驱动电路供电，通过电阻与 LED 灯串联调节 LED 两端电压 U_2 ，关于驱动电路有下列两个方案：

方案一：通过三极管的导通与截止来控制 LED 的点亮熄灭。

方案二：利用 TI 公司芯片 LM3405 系列，LM3405 用于为 LED 供电的 1.6MHz 1A 恒流（符合 I_2 ）降压稳压器，恒流，开关速度快。

驱动 LED 需要恒流源，同时题意要求未加入音频信号时通过 LED 灯的电流是 1A，所以选择方案二。

1.4 信号的解调

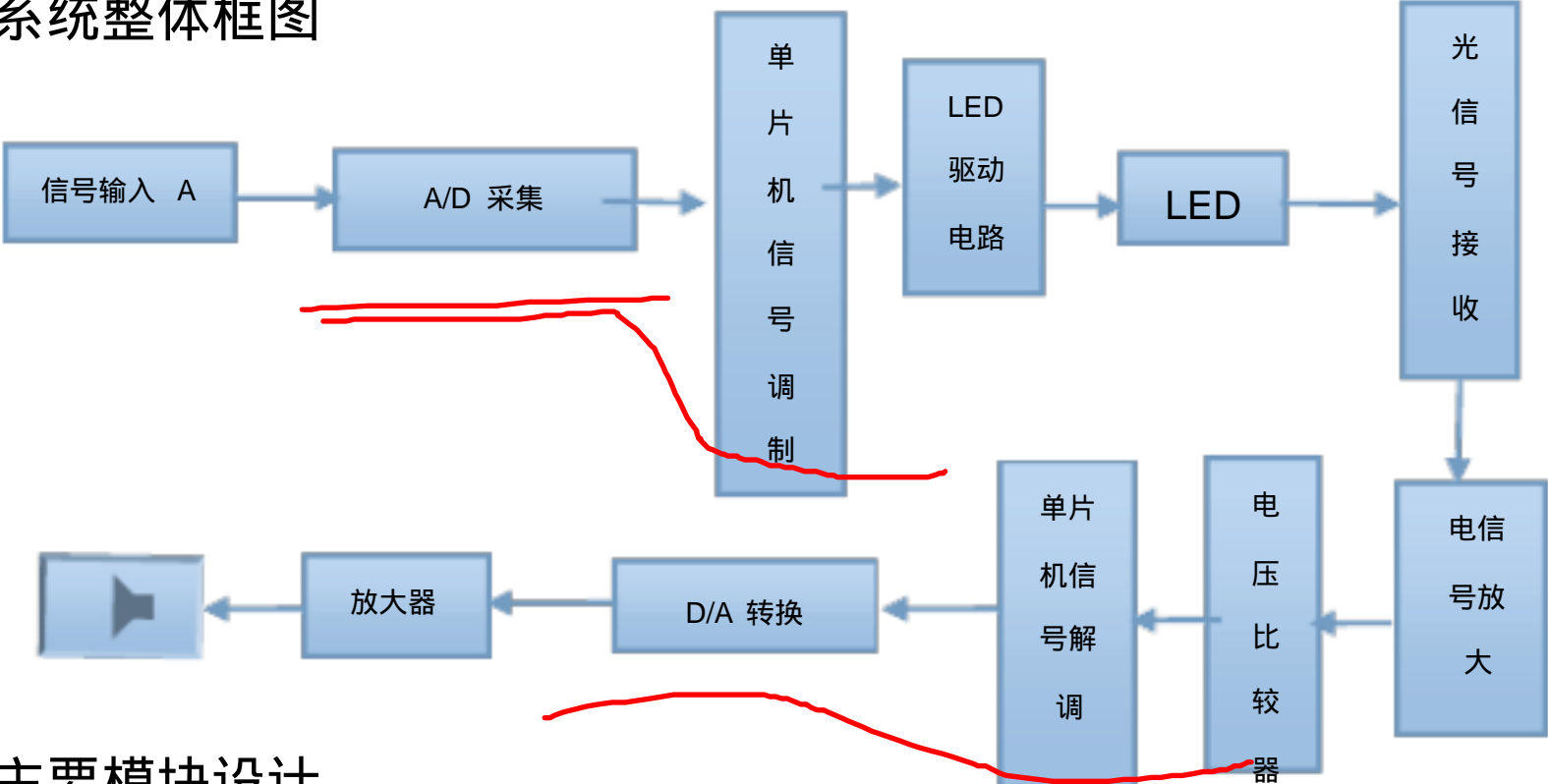
在接收端利用光电传感器的光电转换特性，接收光信号并转换为电信号后用前置放大器进行初步放大，再经过比较器后送至单片机所控制的 D/A 转换器进行数字信号向模拟信号的转换。

1.5 M 序列发生器

因为题目要求 $n=4$ ，所以需要一片 74LS194，分别给 CR S1、S0 赋值 1、1、0，让 M 序列发生器左移位依次进入通道。见附件 8 所示该 M 序列发生器有自启动功能，方便信号的传输。在 LED 仅用于照明时，通过停止 AD，单片机等设备在满足 $I_2=1 \pm 0.01A$ 的前提下，尽量减少 24V 电源的供电电流 I_1 的值。

2.整体设计

2.1 系统整体框图



2.2 主要模块设计

2.2.1 信号采集与发送模块

由麦克风采集音频模拟信号，经放大器，到由单片机 1 控制的 A/D 转换后得到数字信号，再由单片机控制 LED驱动电路将电信号调制到 LED 光源发出的光上，实现电 / 光转换。光发射机的原理框图如图 1 所示，主要包括接口处理电路、编码电路、驱动调制电路和光源。接口处理电路对来自电端机的电信号进行处理，输出符合可见光调制的信号。编码电路完成对信号的编码功能。驱动调制电路和光源是光发射机的核心部分，其功能有两个，一是向光源提供足够的驱动电流，另一个功能是控制光源的开和关状态，即完成调制功能。LED的光学参数与 pn 结结温有很大的关系，一般工作在小电流 $I_F < 10\text{mA}$ ，或者 $10\sim 20\text{ mA}$ 长时间连续点亮 LED温升不明显。若环境温度较高，LED的主波长或 λ_p 就会向长波长漂移，BO也会下降，尤其是点阵、大显示屏的温升对 LED的可靠性、稳定性影响应专门设计散热通风装置。

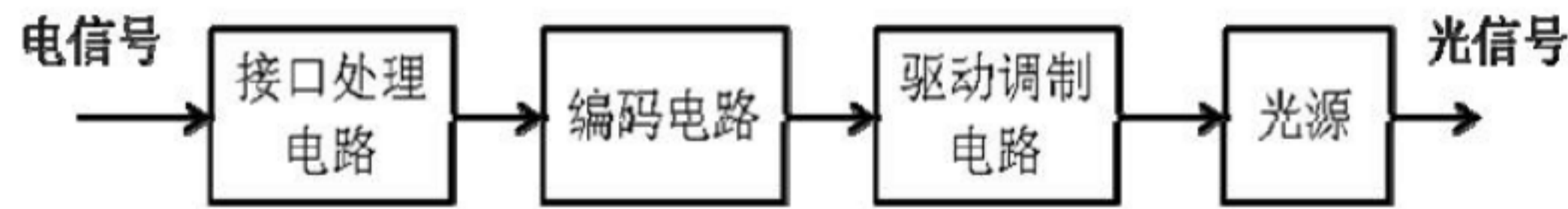


图 1 光发射机原理框图

2.2.2 信号接收与解调模块

利用光电探测器完成信号的“光/电”转换；前置放大器紧跟着光电探测器，对光电探测器微弱的光信号进行放大；比较器恢复数字信号，根据信号电平的大小判别出该信号是比特“1”还是比特“0”；DA转换器将数字信号恢复到源信号；通过 TI 公司高增益低噪声线性放大芯片 OPA322 实现发送信号时在 8 电阻负载（或喇叭）上接收装置的输出电压有效值不小于 0.4V，信号为 0 时，接收装置输出端噪声电压，读数不大于 0.1V，并实现基本要求（3）。原理见图 2

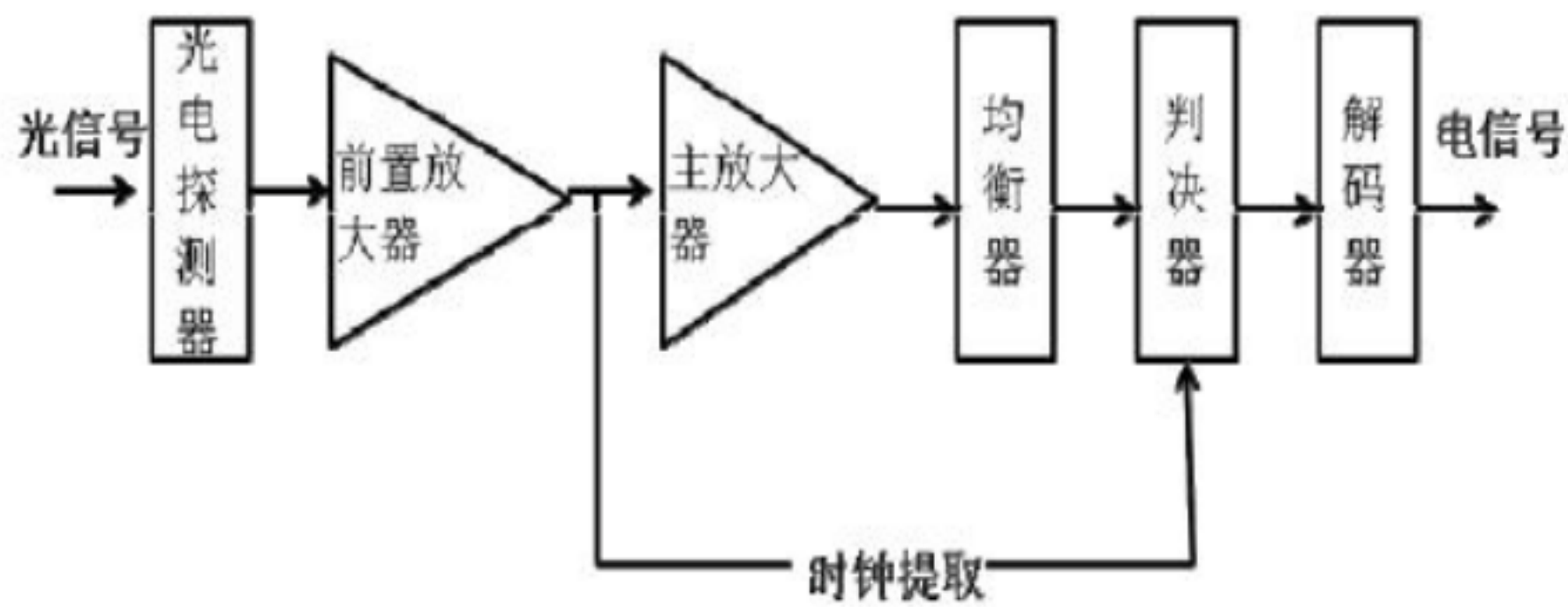


图 2 光接收机框图

3.数据分析

仿真结果图如下



图 3 仿真结果图

图中上部黄线为输入信号线，下部蓝线为输出信号，经过仿真输入信号与

输出信号为相同的波形。

4.参考文献

[1] 苏家建等 . 单片机原理及应用技术 [M]. 北京：高等教育出版社， 2004.
[2] 谭浩强 .C 语言程序设计 [M]. 北京：清华大学出版社， 2005.
[3] 管致中等 . 信号与线性系统 . 第四版 [M] 北京：高等教育出版社， 2004.
[4] 张立军 . 通信原理 .[M] 北京：高等教育出版社， 2008

附件 1

电源原理图

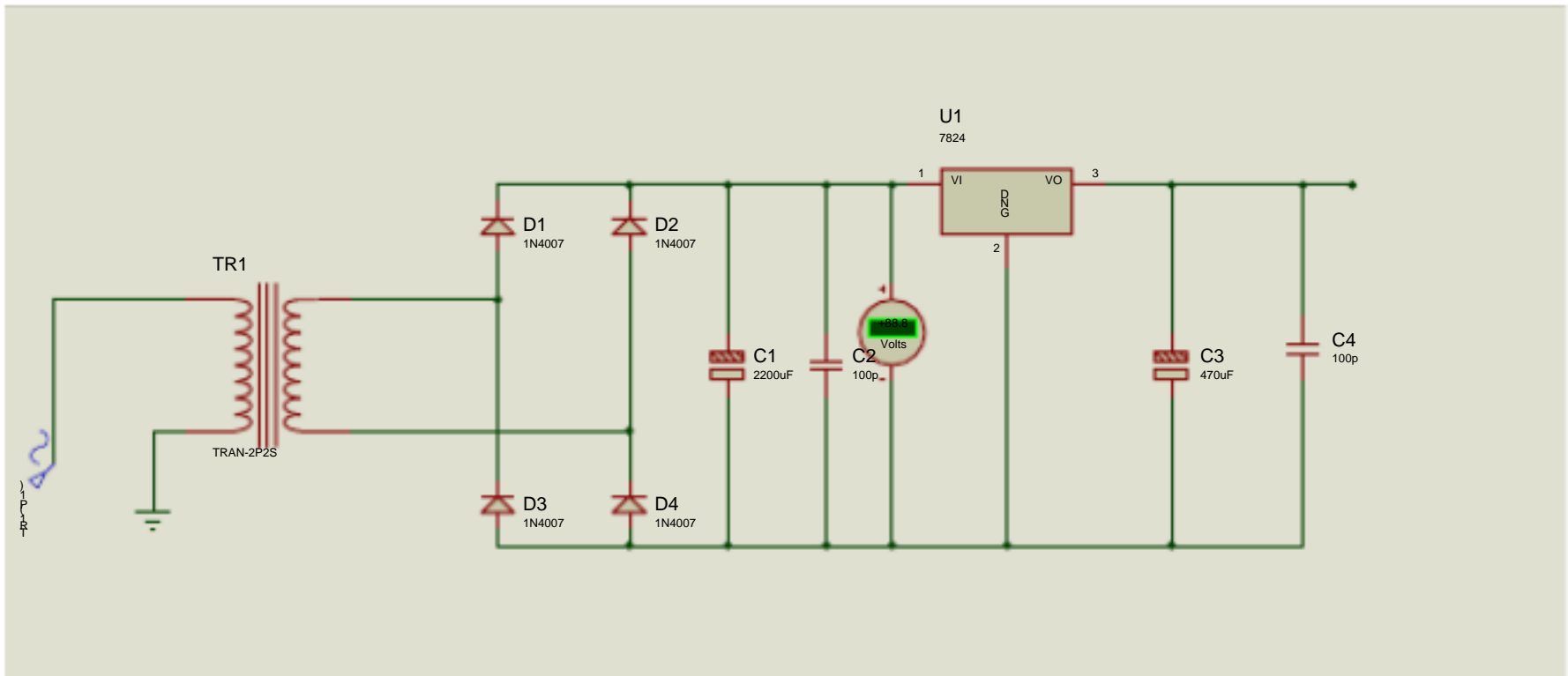


图 1

模拟调制原理图

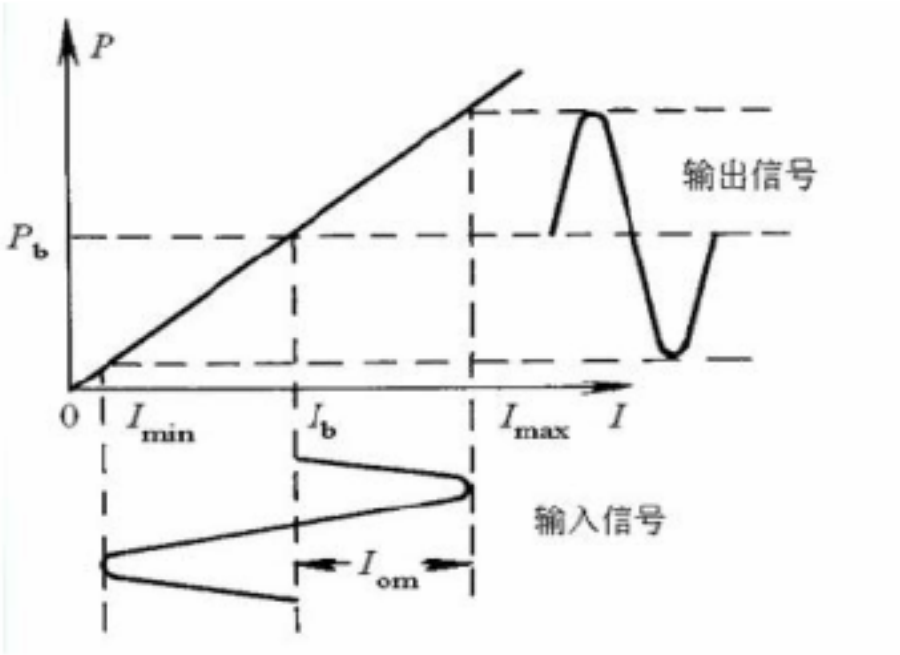


图 2 LED 的模拟调制原理

数字调制原理图

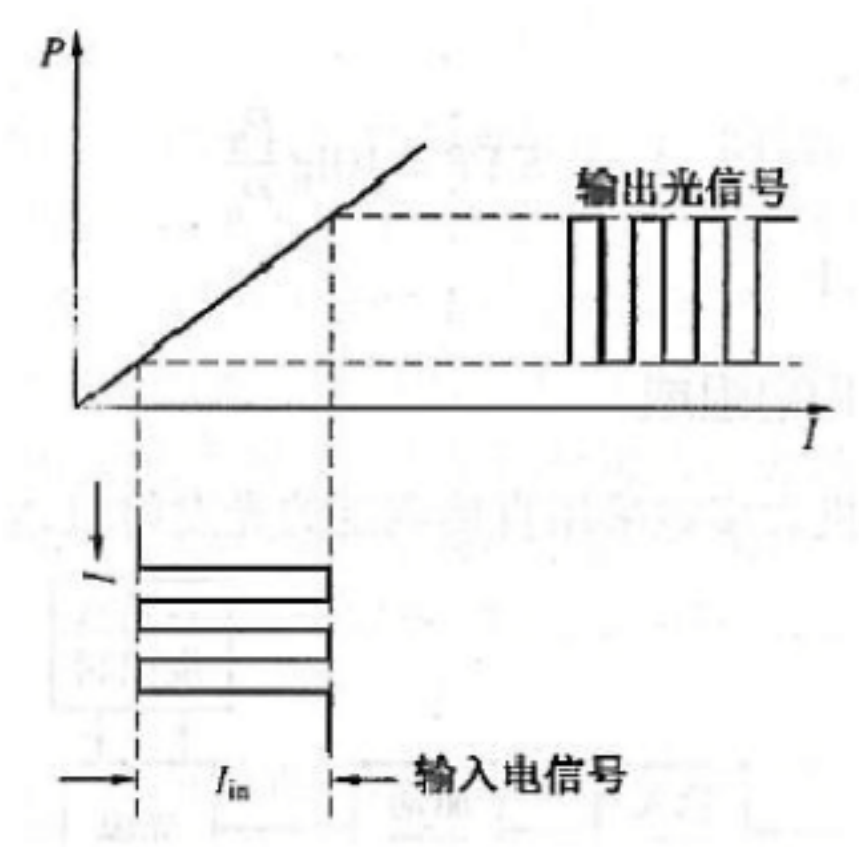


图 3 LED 的数字调制原理

驱动电路

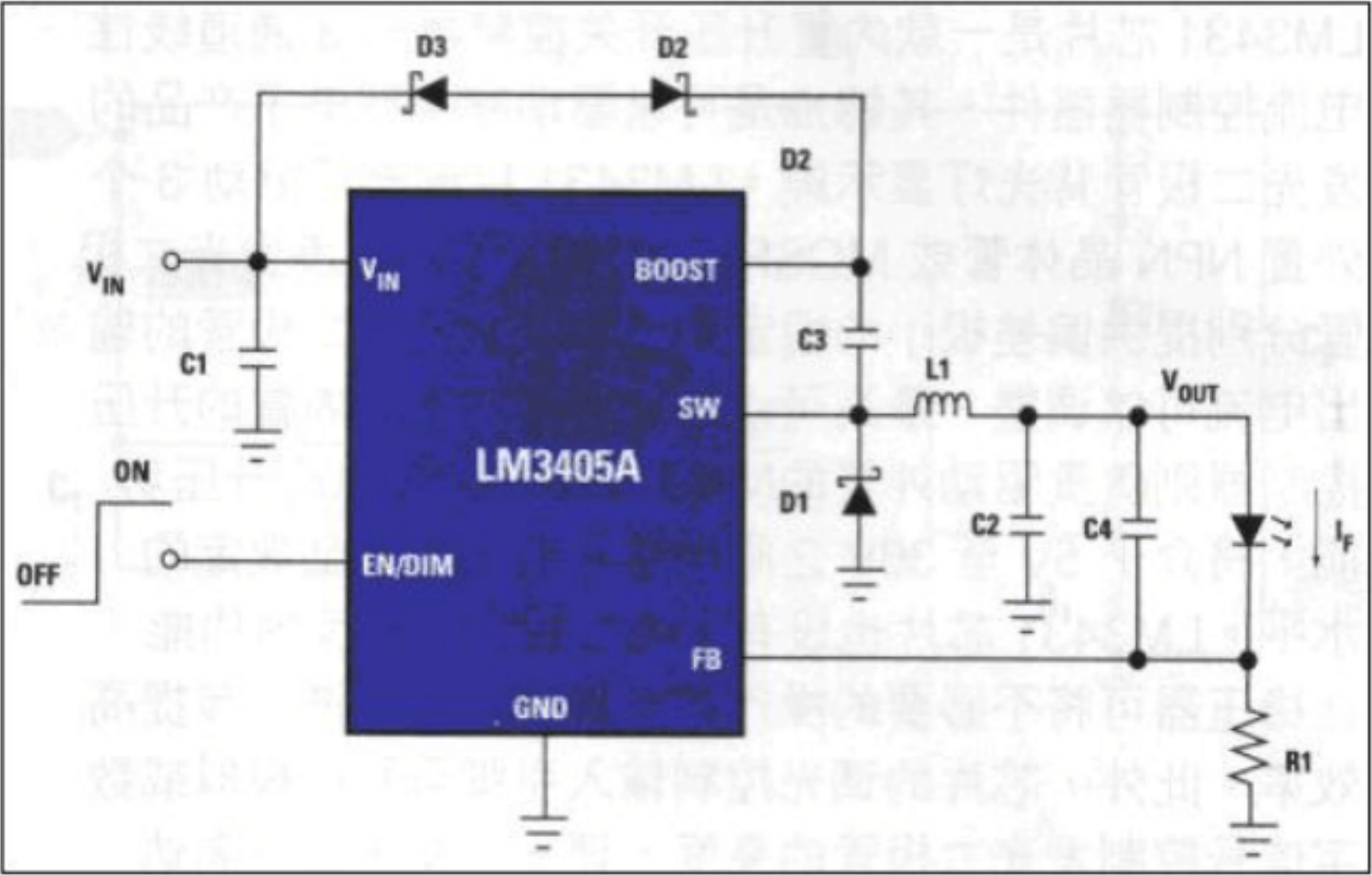


图 4 LM3405 驱动电路图

M 序列发生器

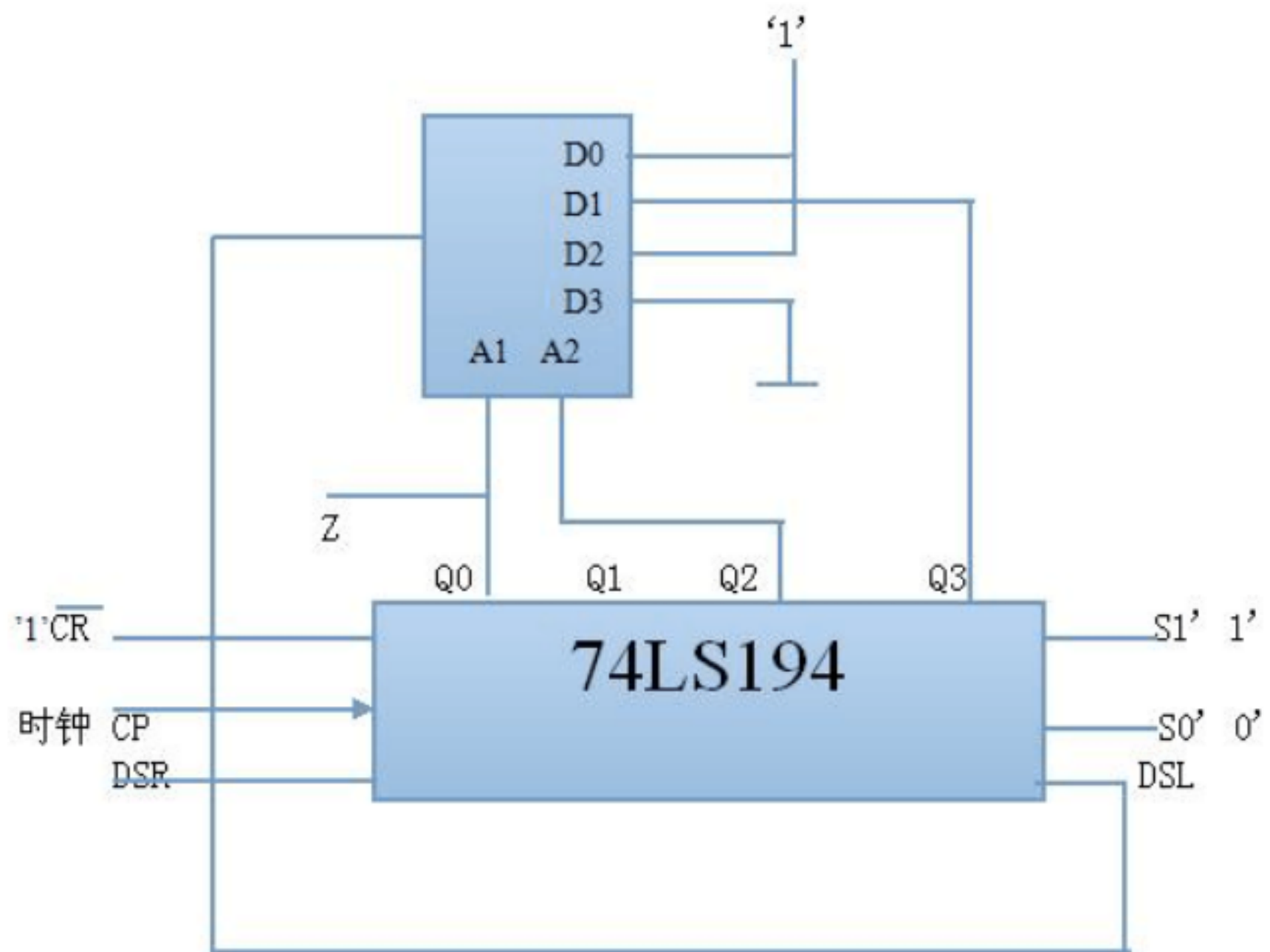


图 5

附件 2

信号发送电路图

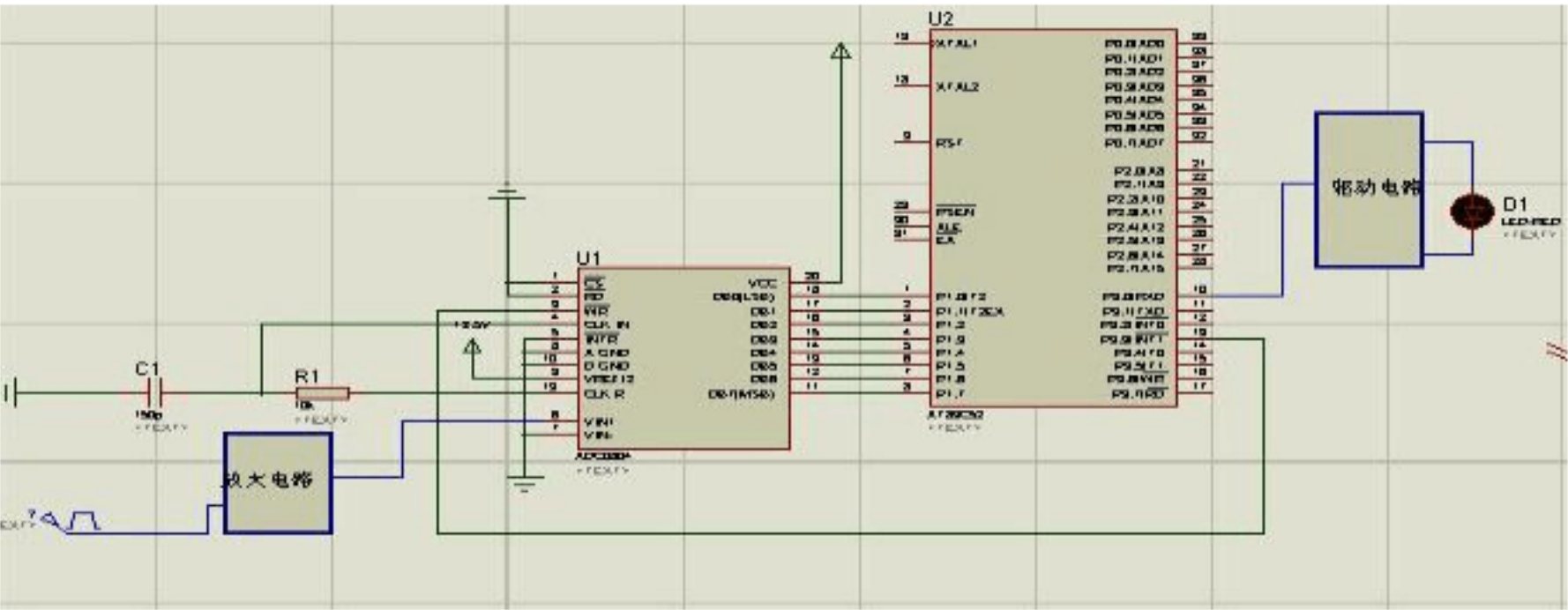


图 6 信号发送电路图

信号接收电路图

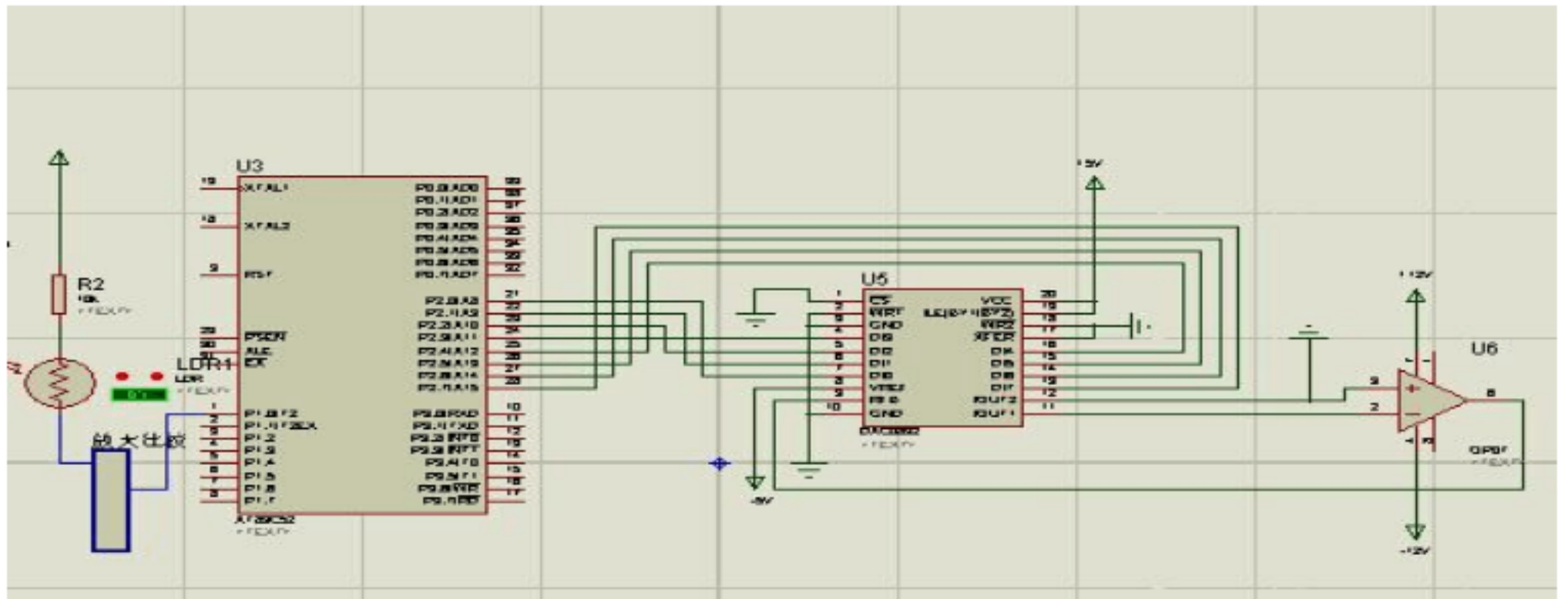


图 7 信号接收电路图

附件 3

发送信号核心程序代码：

```
#include<reg51.h>
#include<intrins.h>
#define uchar unsigned char
#define unit unsigned int
#define ad0_7 P2
sbit cs=P1^0;// 片选
sbit rd=P1^1;// 数据读的标志
sbit wr=P1^2;//QI
sbit intr=P1^3;
void start();
void read();
void start()
{
    cs=0;
    wr=0;_nop_();wr=1;
```

```

        while(intr);
        cs=1;
    }

void read()
{
    ad0_7=0xff;
    cs=0;
    rd=0;
    _nop_();
    SBUF=P2;
    rd=1;cs=1;

}

void main()
{
    PCON=0x80;
    SCON=0x40;
    TMOD=0x20;
    TH1=0xff;
    TL1=0xff;
    TR1=1;
    EA=1;
    ES=1;
    while(1)
    {
        start();
        read();
    }

}

```

接收信号核心程序代码：

```

#include<reg51.h>
#include<absacc.h>
#define uchar unsigned char
void delay(uchar z);
sbit cs=P3^4;
//uchar a;
void main()

```

```

{
    PCON=0x80;
    SCON=0x50;
    TMOD=0x20;
    TH1=0xfd;
    TL1=0xfd;
    TR1=1;
    EA=1;
    ES=1;
    cs=0;
    while(1)
    {
        RI=0;

        P2=SBUF;
        delay(13);

    }
}
void delay(uchar z)
{
    uchar y;
    for(;z>0;z--)
        for(y=1;y>0;y--);
}

```