KL-NRF24L01 开发指南

V1.8

因为专业，所以卓越

杭州金龙电子有限公司

联系方式:

QQ: 363423117

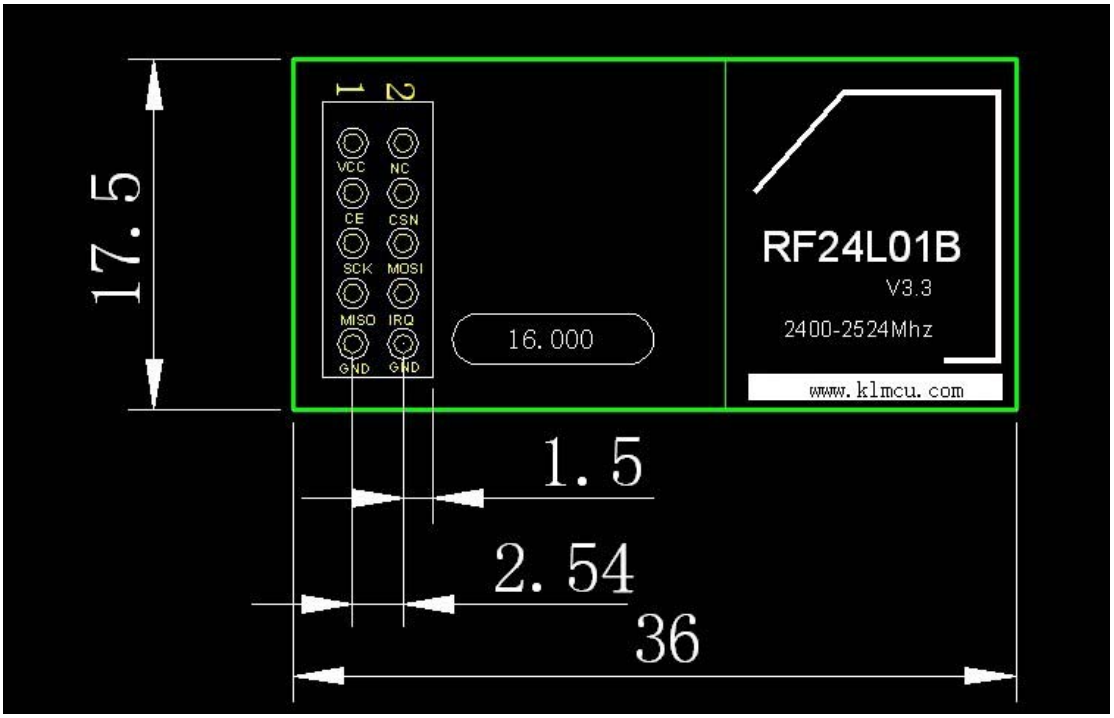
TEL: 15258818037

地址：浙江省杭州市拱墅区拱墅工业园祥茂路18号

目录

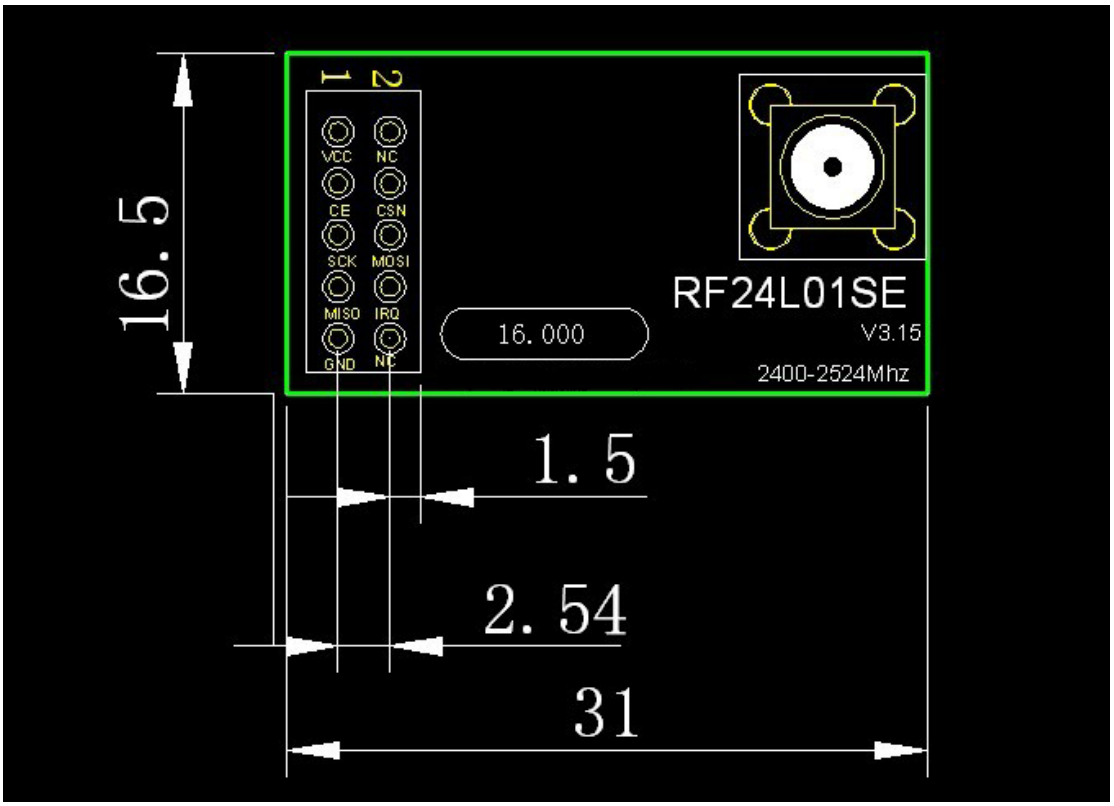
一、 模块介绍

KL_NRF24L01B实物图



KL_NRF24L01尺寸图（单位mm）

KL-NRF24L01SE模块实物图（SMA接口）



KL-NRF24L01SE模块尺寸图（单位mm）

基本特性

(1) 2.4Ghz 全球开放ISM 频段免许可证使用

(2) 最高工作速率2Mbps，高效GFSK调制，抗干扰能力强，特别适合工业控制场合

(3) 126 频道，满足多点通信和跳频通信需要

(4) 内置硬件CRC 检错和点对多点通信地址控制

(5) 低功耗1.9 - 3.6V 工作，待机模式下状态为22uA; 掉电模式下为900nA

(6) 内置2.4Ghz 天线，体积小巧

(7) 模块可软件设地址，只有收到本机地址时才会输出数据(提供中断指示)，可直接接各种单片机使用，软件编程非常方便

(8) 内置专门稳压电路，使用各种电源包括DC/DC 开关电源均有很好的通信效果

(9) 标准DIP间距接口，便于嵌入式应用

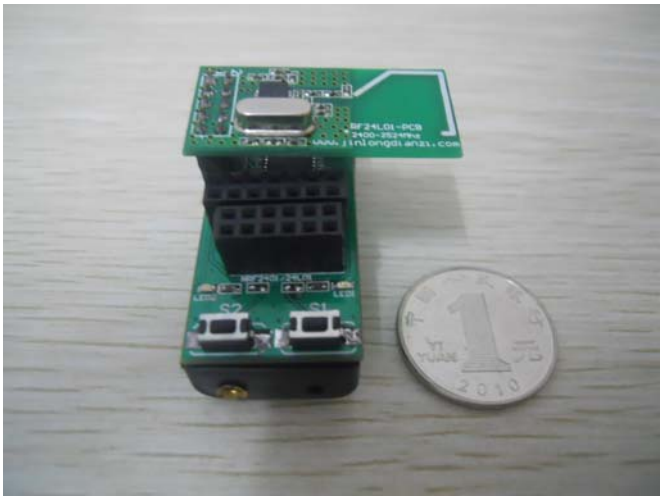
(10) 工作于Enhanced ShockBurst 具有Automatic packet handling, Auto packet transaction handling,具有可选的内置包应答机制，极大的降低丢包率。

（11） 与51系列单片机P0口连接时候，需要加10K的上拉电阻,与其余口连接不需要。

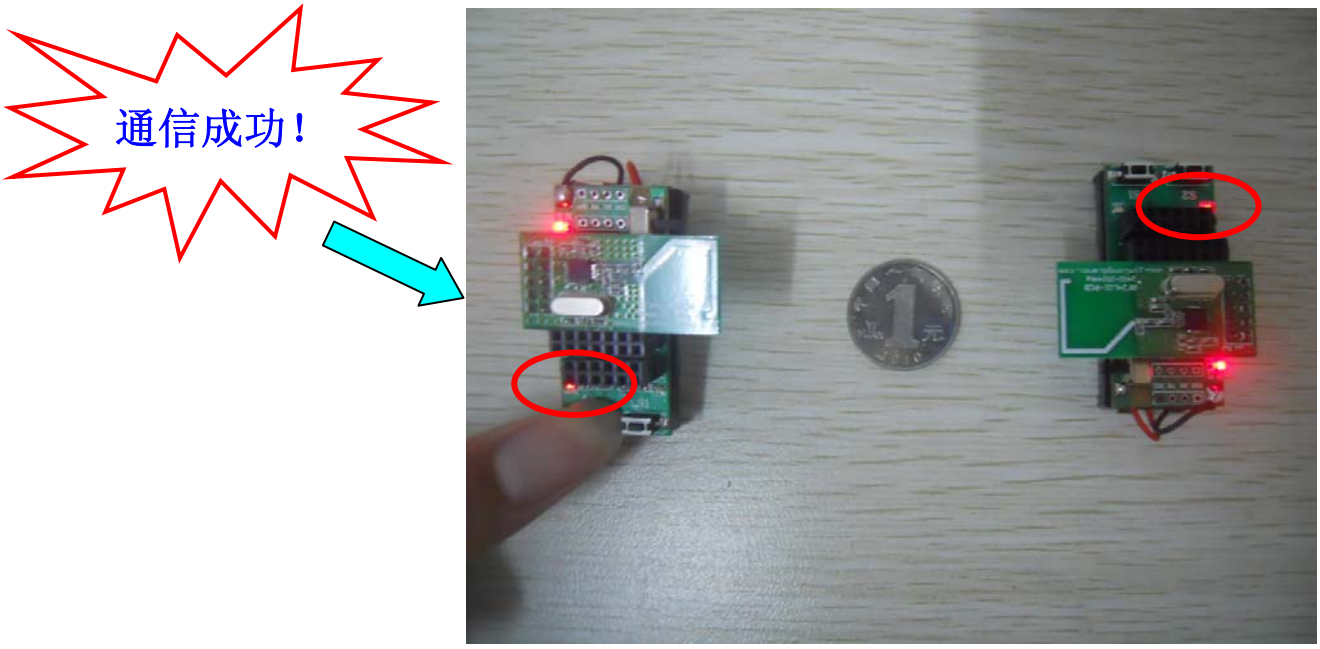
（12） 其他系列的单片机，如果是5V的，请参考该系列单片机IO口输出电流大小，如果超过10mA，需要串联电阻分压，否则容易

烧毁模块！如果是3.3V的，可以直接和RF2401模块的 IO口线连接。比如AVR系列单片机如果是5V的，一般串接2K的电阻。

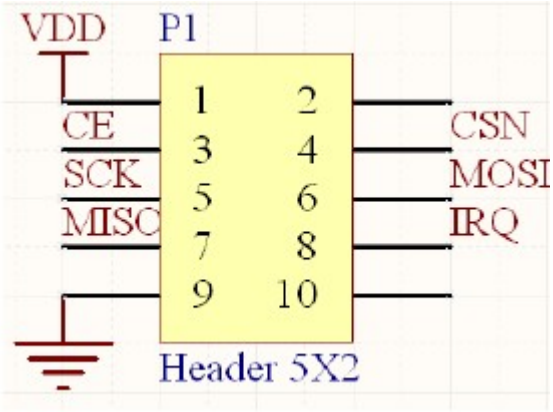
与测试小板结合使用，操作实物图片



请注意模块插接的方向与接头座子的连接方式



二、接口电路



接口说明：

(1) VCC脚接电压范围为 1.9V¯3.6V之间，不能在这个区间之外，超过3.6V将会烧毁模块。推荐电压3.3V左右。

(2) 除电源VCC和接地端，其余脚都可以直接和普通的5V单片机IO口直接相连，无需电平转换。当然对3V左右的单片机更加适用了。

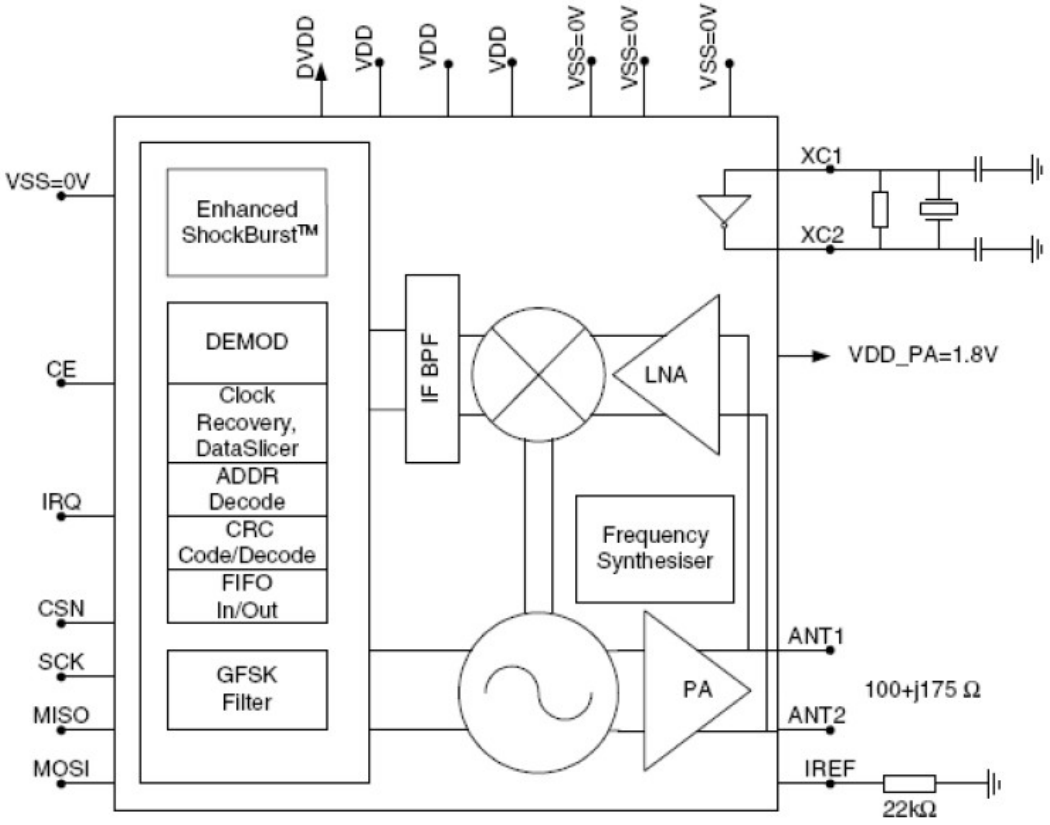
(3) 硬件上面没有SPI的单片机也可以控制本模块，用普通单片机IO口模拟SPI不需要单片机真正的串口介入，只需要普通的单片机IO口就可以了，当然用串口也可以了。

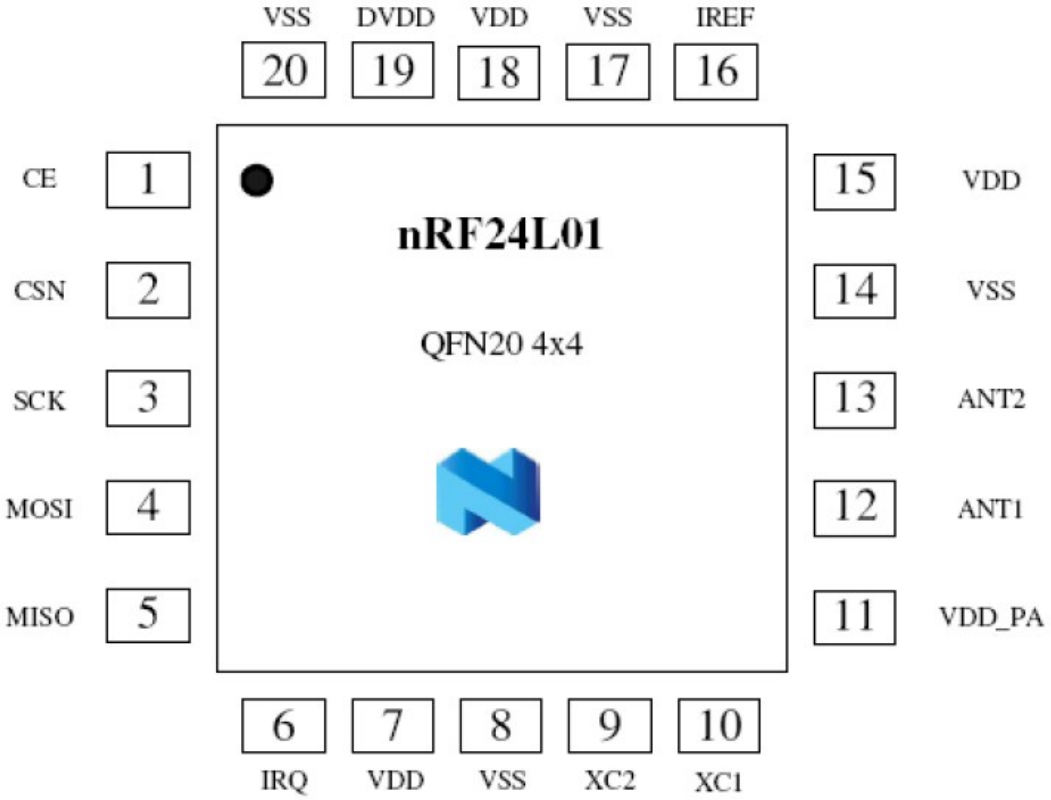
(4) 9脚接地脚，需要和母板的逻辑地连接起来；2脚和9脚悬空。

(5) 排针间距为2.54mm，标准DIP插针，如果需要其他封装接口，比如密脚插针，或者其他形式的接口，可以联系我们定做。

三、模块结构和引脚说明

KL_NRF24L01 模块使用 Nordic 公司的 nRF24L01 芯片开发而成。





Pin	Name	Pin function	Description
1	CE	Digital Input	Chip Enable Activates RX or TX mode
2	CSN	Digital Input	SPI Chip Select
3	SCK	Digital Input	SPI Clock
4	MOSI	Digital Input	SPI Slave Data Input
5	MISO	Digital Output	SPI Slave Data Output, with tri-state option
6	IRQ	Digital Output	Maskable interrupt pin
7	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
8	VSS	Power	Ground (0V)
9	XC2	Analog Output	Crystal Pin 2
10	XC1	Analog Input	Crystal Pin 1
11	VDD_PA	Power Output	Power Supply (+1.8V) to Power Amplifier
12	ANT1	RF	Antenna interface 1
13	ANT2	RF	Antenna interface 2
14	VSS	Power	Ground (0V)
15	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
16	IREF	Analog Input	Reference current
17	VSS	Power	Ground (0V)
18	VDD	Power	Power Supply (+3V DC)
19	DVDD	Power Output	Positive Digital Supply output for de-coupling purposes
20	VSS	Power	Ground (0V)

四、工作方式

KL_NRF2401有工作模式有四种：

收发模式

配置模式

空闲模式

关机模式

工作模式由 PWR_UP register 、PRIM_RX register 和 CE 决定，详见下表。

Mode	PWR_UP register	PRIM_RX register	CE	FIFO state
RX mode	1	1	1	-
TX mode	1	0	1	Data in TX FIFO
TX mode	1	0	1➔0	Stays in TX mode until packet transmission is finished
Standby-II	1	0	1	TX FIFO empty
Standby-I	1	-	0	No ongoing packet transmission
Power Down	0	-	-	-

4.1 收发模式

收发模式有Enhanced ShockBurstTM收发模式、 ShockBurstTM收发模式和直接收发模式三种，收发模式由器件配置字决定，具体配置将在器件配置部分详细介绍。

4.1.1 Enhanced ShockBurstTM收发模式

Enhanced ShockBurstTM收发模式下，使用片内的先入先出堆栈区，数据低速从微控制器送入，但高速(1Mbps)发射，这样可以尽量节能，因此，使用低速的微控制器也能得到很高的射频数据发射速率。与射频协议相关的所有高速信号处理都在片内进行，这种做法有三大好

处: 尽量节能; 低的系统费用(低速微处理器也能进行高速射频发射); 数据在空中停留时间短，抗干扰性高。Enhanced ShockBurstTM技术同时也减小了整个系统的平均工作电流。

在Enhanced ShockBurstTM收发模式下， KL_NRF24L01自动处理字头和CRC校验码。在接收数据时，自动把字头和CRC校验码移去。在发送数据时，自动加上字头和CRC校验码，在发送模式下，置CE为高，至少10us，将时发送过程完成后。

4.1.1.1 Enhanced ShockBurstTM发射流程

A. 把接收机的地址和要发送的数据按时序送入KL_NRF24L01;

B. 配置CONFIG寄存器，使之进入发送模式。 C. 微控制器把CE置高（至少10us），激发KL_NRF24L01进行Enhanced ShockBurstTM发射;

D. KL_NRF24L01的Enhanced ShockBurstTM发射 (1) 给射频前端供电; (2)射频数据打包(加字头、CRC校验码); (3) 高速发射数据包; (4)发射完成，KL_NRF24L01进入空闲状态。 4.1.1.2 Enhanced ShockBurstTM接收流程 A. 配置本机地址和要接收的数据包大小; B. 配置CONFIG寄存器，使之进入接收模式，把CE置高。

C. 130us 后，KL_NRF24L01 进入监视状态，等待数据包的到来;

D. 当接收到正确的数据包(正确的地址和CRC校验码)，KL_NRF24L01自动把字头、地址和CRC校验位移去;

E. KL_NRF24L01通过把STATUS寄存器的RX_DR置位(STATUS一般引起微控制器中断)通知微控制器; F. 微控制器把数据从KL_NRF24L01

读出； G. 所有数据读取完毕后，可以清除STATUS寄存器。

KL_NRF24L01可以进入四种主要的模式之一。

4.1.2 ShockBurstTM收发模式

ShockBurstTM收发模式可以与Nrf2401a,02,E1及E2兼容,具体表述前看本公司的NewMsg-RF2401文档。

4.2 空闲模式

KL_NRF24L01的空闲模式是为了减小平均工作电流而设计，其最大的优点是，实现节能的同时，缩短芯片的起动时间。在空闲模式下，部分片内晶振仍在工作，此时的工作电流跟外部晶振的频率有关。

4.4 关机模式

在关机模式下，为了得到最小的工作电流，一般此时的工作电流为900nA 左右。关机模式下，配置字的内容也会被保持在 KL_NRF24L01片内，这是该模式与断电状态最大的区别。

五、配置KL_NRF24L01模块

KL_NRF24L01的所有配置工作都是通过SPI完成，共有30字节的配置字。

我们推荐KL_NRF24L01工作于Enhanced ShockBurstTM 收发模式，这种工作模式下，系统的程序编制会更加简单，并且稳定性也会更高，因此，下文着重介绍把KL_NRF24L01配置为Enhanced ShockBurstTM 收发模式的器件配置方法。

ShockBurstTM的配置字使KL_NRF24L01能够处理射频协议，在配置完成后，在KL_NRF24L01工作的过程中，只需改变其最低一个字节中的内容，以实现接收模式和发送模式之间切换。

ShockBurstTM的配置字可以分为以下四个部分:

数据宽度：声明射频数据包中数据占用的位数。这使得KL_NRF24L01能够区分接收数据包中的数据和CRC校验码;

地址宽度：声明射频数据包中地址占用的位数。这使得KL_NRF24L01能够区分地址和数据;

地址：接收数据的地址，有通道0到通道5的地址;

CRC：使 KL_NRF24L01 能够生成 CRC 校验码和解码。

当使用KL_NRF24L01片内的CRC技术时，要确保在配置字(CONFIG的EN_CRC)中CRC校验被使能，并且发送和接收使用相同的协议。

KL_NRF24L01 配置字的 CONFIG 寄存器的位描述如下表所示。

Address (Hex)	Mnemonic	Bit	Reset Value	Type	Description
00	CONFIG				Configuration Register
	Reserved	7	0	R/W	Only '0' allowed
	MASK_RX_DR	6	0	R/W	Mask interrupt caused by RX_DR 1: Interrupt not reflected on the IRQ pin 0: Reflect RX_DR as active low interrupt on the IRQ pin
	MASK_TX_DS	5	0	R/W	Mask interrupt caused by TX_DS 1: Interrupt not reflected on the IRQ pin 0: Reflect TX_DS as active low interrupt on the IRQ pin
	MASK_MAX_RT	4	0	R/W	Mask interrupt caused by MAX_RT 1: Interrupt not reflected on the IRQ pin 0: Reflect MAX_RT as active low interrupt on the IRQ pin
	EN_CRC	3	1	R/W	Enable CRC. Forced high if one of the bits in the EN_AA is high
	CRCO	2	0	R/W	CRC encoding scheme '0' - 1 byte '1' – 2 bytes
	PWR_UP	1	0	R/W	1: POWER UP, 0:POWER DOWN
	PRIM_RX	0	0	R/W	1: PRX, 0: PTX

六、参考源代码

```
/*
Email: 363423117@qq.com
官方网址：http://www.klmcu.com
*/
#include <reg52.h>
#include <intrins.h>

typedef unsigned char uchar;
typedef unsigned char uint;
//******************NRF24L01 端口定义*****************************************
sbit  MISO     =P1^5;
sbit  MOSI     =P1^4;
sbit  SCK      =P1^3;
sbit  CE       =P1^1;
sbit  CSN      =P1^2;
sbit  IRQ      =P1^6;
//******************按键*********************************************************
sbit  KEY1=P2^6;
sbit  KEY2=P2^5;
//******************数码管位选***************************************************
sbit  led1=P2^4;
sbit  led2=P3^5;
//******************NRF24L01*****************************************
#define TX_ADR_WIDTH      5       // 5 uints TX address width
#define RX_ADR_WIDTH      5       // 5 uints RX address width
#define TX_PLOAD_WIDTH    20      // 20 uints TX payload
#define RX_PLOAD_WIDTH    20      // 20 uints TX payload
uint const TX_ADDRESS[TX_ADR_WIDTH]= {0x34,0x43,0x10,0x10,0x01};      //本地地址
uint const RX_ADDRESS[RX_ADR_WIDTH]= {0x34,0x43,0x10,0x10,0x01};      //接收地址

//***********************NRF24L01 寄存器指令*****************
#define READ_REG            0x00     // 读寄存器指令
#define WRITE_REG           0x20     // 写寄存器指令
#define RD_RX_PLOAD         0x61     // 读取接收数据指令
#define WR_TX_PLOAD         0xA0       // 写待发数据指令
#define FLUSH_TX            0xE1     // 冲洗发送 FIFO 指令
#define FLUSH_RX            0xE2     // 冲洗接收 FIFO 指令
#define REUSE_TX_PL         0xE3     // 定义重复装载数据指令
#define NOP                 0xFF     // 保留

//*******************SPI(nRF24L01)寄存器地址**********************
```

```
#define CONFIG          0x00  // 配置收发状态，CRC 校验模式以及收发状态响应方式
#define EN_AA           0x01  // 自动应答功能设置
#define EN_RXADDR       0x02  // 可用信道设置
#define SETUP_AW        0x03  // 收发地址宽度设置
#define SETUP_RETR      0x04  // 自动重发功能设置
#define RF_CH           0x05  // 工作频率设置
#define RF_SETUP        0x06  // 发射速率、功耗功能设置
#define STATUS          0x07  // 状态寄存器
#define OBSERVE_TX      0x08  // 发送监测功能
#define CD              0x09  // 地址检测
#define RX_ADDR_P0      0x0A  // 频道 0 接收数据地址
#define RX_ADDR_P1      0x0B  // 频道 1 接收数据地址
#define RX_ADDR_P2      0x0C  // 频道 2 接收数据地址
#define RX_ADDR_P3      0x0D  // 频道 3 接收数据地址
#define RX_ADDR_P4      0x0E  // 频道 4 接收数据地址
#define RX_ADDR_P5      0x0F  // 频道 5 接收数据地址
#define TX_ADDR         0x10  // 发送地址寄存器
#define RX_PW_P0        0x11  // 接收频道 0 接收数据长度
#define RX_PW_P1        0x12  // 接收频道 0 接收数据长度
#define RX_PW_P2        0x13  // 接收频道 0 接收数据长度
#define RX_PW_P3        0x14  // 接收频道 0 接收数据长度
#define RX_PW_P4        0x15  // 接收频道 0 接收数据长度
#define RX_PW_P5        0x16  // 接收频道 0 接收数据长度
#define FIFO_STATUS     0x17  // FIFO 栈入栈出状态寄存器设置

//***********************************************
void Delay(unsigned int s);
void inerDelay_us(unsigned char n);
void init_NRF24L01(void);
uint SPI_RW(uint uchar);
uchar SPI_Read(uchar reg);
void SetRX_Mode(void);
uint SPI_RW_Reg(uchar reg, uchar value);
uint SPI_Read_Buf(uchar reg, uchar *pBuf, uchar uchars);
uint SPI_Write_Buf(uchar reg, uchar *pBuf, uchar uchars);
unsigned char nRF24L01_RxPacket(unsigned char* rx_buf);
void nRF24L01_TxPacket(unsigned char * tx_buf);

//**********************长延时*****************
void Delay(unsigned int s)
{
    unsigned int i;
    for(i=0; i<s; i++);
```

```
    for(i=0; i<s; i++);
}

//*************************************************************
uint        bdata sta;     //状态标志
sbit  RX_DR   =sta^6;
sbit  TX_DS   =sta^5;
sbit  MAX_RT       =sta^4;

/*************************************************************
/*延时函数
/*************************************************************/
void inerDelay_us(unsigned char n)
{
    for(;n>0;n--)
        _nop_();
}

//*****************************************************************
/*NRF24L01 初始化
//*****************************************************************/
void init_NRF24L01(void)
{
    inerDelay_us(100);
    CE=0;       // chip enable
    CSN=1;      // Spi    disable
    SCK=0;      //
    SPI_Write_Buf(WRITE_REG + TX_ADDR, TX_ADDRESS, TX_ADR_WIDTH);       //
写本地地址
    SPI_Write_Buf(WRITE_REG + RX_ADDR_P0, RX_ADDRESS, RX_ADR_WIDTH); //
写接收端地址
    SPI_RW_Reg(WRITE_REG + EN_AA, 0x01);          //  频道 0 自动    ACK  应 答 允 许

    SPI_RW_Reg(WRITE_REG + EN_RXADDR, 0x01);   //允许接收地址只有频道 0，如果
                                                  需要多频道可以参考 Page21
    SPI_RW_Reg(WRITE_REG + RF_CH, 0);     //   设置信道工作为 2.4GHZ，收发必须一致
    SPI_RW_Reg(WRITE_REG + RX_PW_P0, RX_PLOAD_WIDTH); //设置接收数据长度，
                                                  本次设置为 32 字节
    SPI_RW_Reg(WRITE_REG + RF_SETUP, 0x07);           //设置发射速率为 1MHZ，发射
                                                    功率为最大值 0dB
}

/*************************************************************************
```

```
**********************
/*函数：uint SPI_RW(uint uchar)
/*功能：NRF24L01 的 SPI 写时序
/*****************************************************************************
**********************/
uint SPI_RW(uint uchar)
{
    uint bit_ctr;
    for(bit_ctr=0;bit_ctr<8;bit_ctr++) // output 8-bit
    {
        MOSI = (uchar & 0x80);          // output 'uchar', MSB to MOSI
        uchar = (uchar << 1);           // shift next bit into MSB..
        SCK = 1;                        // Set SCK high..
        uchar |= MISO;                  // capture current MISO bit
        SCK = 0;                        // ..then set SCK low again
    }
    return(uchar);                      // return read uchar
}

/*****************************************************************************
**********************
/*函数：uchar SPI_Read(uchar reg)
/*功能：NRF24L01 的 SPI 时序
/*****************************************************************************
**********************/
uchar SPI_Read(uchar reg)
{
    uchar reg_val;

    CSN = 0;                        // CSN low, initialize SPI communication...
    SPI_RW(reg);                    // Select register to read from..
    reg_val = SPI_RW(0);            // ..then read registervalue
    CSN = 1;                        // CSN high, terminate SPI communication

    return(reg_val);                // return register value
}

/*****************************************************************/
/*功能：NRF24L01 读写寄存器函数
/*****************************************************************/
uint SPI_RW_Reg(uchar reg, uchar value)
{
    uint status;
```

```
    CSN = 0;                        // CSN low, init SPI transaction
    status = SPI_RW(reg);           // select register
    SPI_RW(value);                  // ..and write value to it..
    CSN = 1;                        // CSN high again

    return(status);                 // return nRF24L01 status uchar
}

/*********************************************************************************
**********************/
/*函数：uint SPI_Read_Buf(uchar reg, uchar *pBuf, uchar uchars)
/*功能: 用于读数据，reg：为寄存器地址，pBuf：为待读出数据地址，uchars：读出数据的
个数
/*********************************************************************************
**********************/
uint SPI_Read_Buf(uchar reg, uchar *pBuf, uchar uchars)
{
    uint status,uchar_ctr;

    CSN = 0;                        // Set CSN low, init SPI tranaction
    status = SPI_RW(reg);           // Select register to write to and read status uchar

    for(uchar_ctr=0;uchar_ctr<uchars;uchar_ctr++)
        pBuf[uchar_ctr] = SPI_RW(0);    //

    CSN = 1;

    return(status);                 // return nRF24L01 status uchar
}

/*********************************************************************************
***************************
/*函数：uint SPI_Write_Buf(uchar reg, uchar *pBuf, uchar uchars)
/*功能: 用于写数据：为寄存器地址，pBuf：为待写入数据地址，uchars：写入数据的个数
/*********************************************************************************
***************************/
uint SPI_Write_Buf(uchar reg, uchar *pBuf, uchar uchars)
{
    uint status,uchar_ctr;

    CSN = 0;                //SPI 使能
    status = SPI_RW(reg);
```

```
    for(uchar_ctr=0; uchar_ctr<uchars; uchar_ctr++) //
        SPI_RW(*pBuf++);
    CSN = 1;                    //关闭 SPI
    return(status);       //
}

/*****************************************************************************
**********************/
/*函数：void SetRX_Mode(void)
/*功能：数据接收配置
/*****************************************************************************
**********************/
void SetRX_Mode(void)
{
    CE=0;
    SPI_RW_Reg(WRITE_REG + CONFIG, 0x0f);              // IRQ 收发完成中断响应，16
位 CRC ，主接收
    CE = 1;
    inerDelay_us(130);
}

/*****************************************************************************
**********************/
/*函数：unsigned char nRF24L01_RxPacket(unsigned char* rx_buf)
/*功能：数据读取后放如 rx_buf 接收缓冲区中
/*****************************************************************************
**********************/
unsigned char nRF24L01_RxPacket(unsigned char* rx_buf)
{
    unsigned char revale=0;
    sta=SPI_Read(STATUS);      // 读取状态寄存其来判断数据接收状况
    if(RX_DR)                  // 判断是否接收到数据
    {
        CE = 0;              //SPI 使能
        SPI_Read_Buf(RD_RX_PLOAD,rx_buf,TX_PLOAD_WIDTH);     // read receive
                                                              Payload      from
                                                              RX_FIFO buffer
        revale =1;                 //读取数据完成标志
    }
    SPI_RW_Reg(WRITE_REG+STATUS,sta);     //接收到数据后 RX_DR,TX_DS,MAX_PT
                                            都置高为 1，通过写 1 来清楚中断标志
    return revale;
}
```

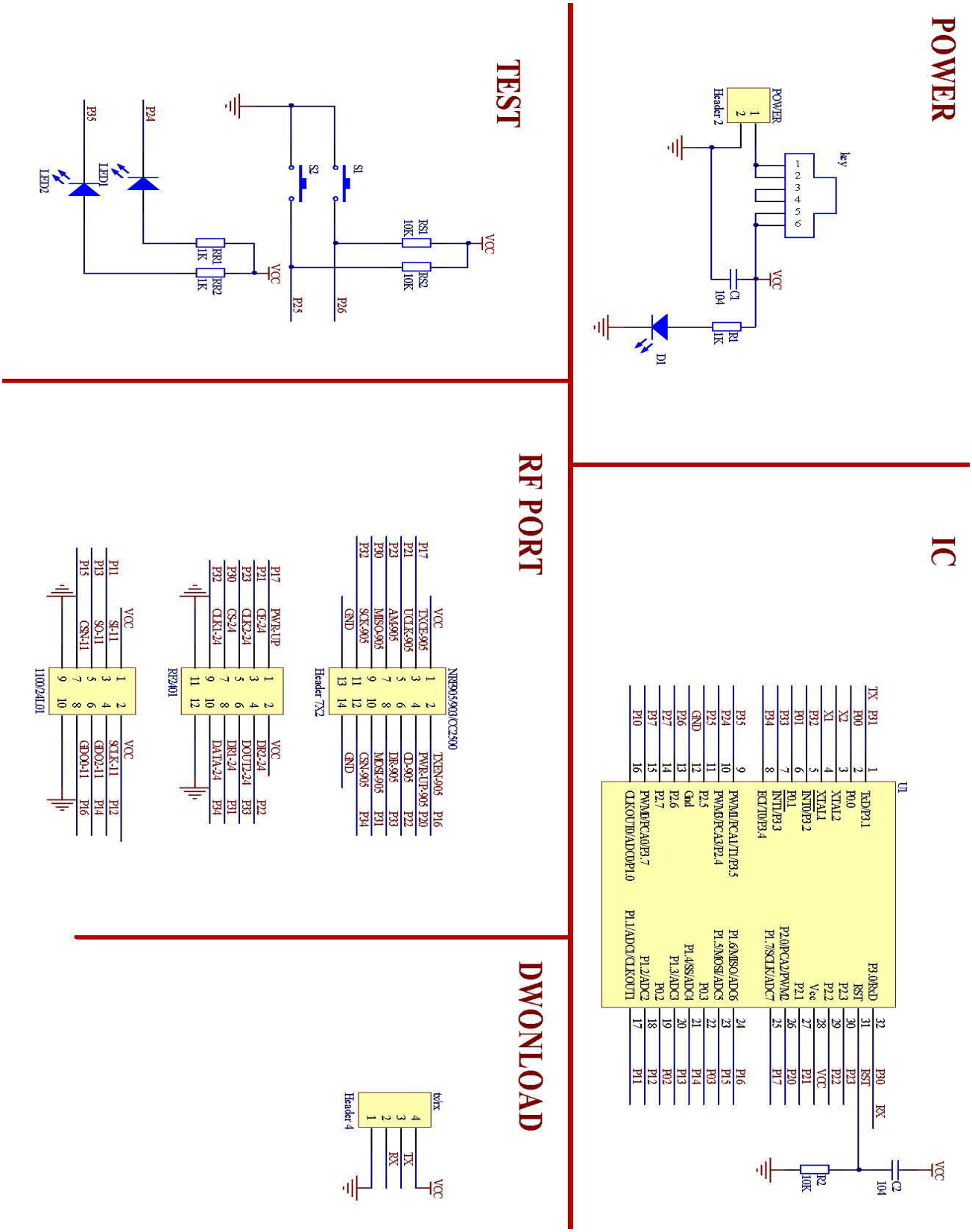
```
/*****************************************************************************
*****************************
/*函数：void nRF24L01_TxPacket(unsigned char * tx_buf)
/*功能：发送 tx_buf 中数据
/*****************************************************************************
*****************************/
void nRF24L01_TxPacket(unsigned char * tx_buf)
{
    CE=0;                //StandBy I 模式
    SPI_Write_Buf(WRITE_REG + RX_ADDR_P0, TX_ADDRESS, TX_ADR_WIDTH); //
装载接收端地址
    SPI_Write_Buf(WR_TX_PLOAD, tx_buf, TX_PLOAD_WIDTH);      // 装载数据
    SPI_RW_Reg(WRITE_REG + CONFIG, 0x0e);                    // IRQ 收发完成中断响应，
                                                              16 位 CRC，主发送
    CE=1;          //置高 CE，激发数据发送
    inerDelay_us(10);
}

//*******************主函数************************************************
void main(void)
{
    unsigned char tf =0;
    unsigned char TxBuf[20]={0};      //
    unsigned char RxBuf[20]={0};
    init_NRF24L01() ;
    led1=1;led2=1;
    P0=0x00;
    TxBuf[1] = 1 ;
    TxBuf[2] = 1 ;
    nRF24L01_TxPacket(TxBuf);      // Transmit Tx buffer data
    Delay(6000);
    P0=0xBF;
    while(1)
    {
        if(KEY1 ==0 )
        {
            TxBuf[1] = 1 ;
            tf = 1 ;
            led1=0;
            Delay(120);
            led1=1;
            Delay(120);
```

```
        }
        if(KEY2 ==0 )
        {
                TxBuf[2] =1 ;
                tf = 1 ;
                led2=0;
                Delay(120);
                led2=1;
                Delay(120);
        }
        if (tf==1)
        {
                nRF24L01_TxPacket(TxBuf);       // Transmit Tx buffer data
                TxBuf[1] = 0x00;
                TxBuf[2] = 0x00;
                tf=0;
                Delay(1000);
        }
         SetRX_Mode();
         RxBuf[1] = 0x00;
         RxBuf[2] = 0x00;
         Delay(1000);
         nRF24L01_RxPacket(RxBuf);
         if(RxBuf[1]|RxBuf[2])
         {
                if(    RxBuf[1]==1)
                {
                        led1=0;
                }
                if(    RxBuf[2]==1)
                {
                        led2=0;
                }
                Delay(6000);            //old is '1000'
         }

         RxBuf[1] = 0x00;
         RxBuf[2] = 0x00;
         led1=1;
         led2=1;
}
}
```

七、51 系列_测试小板原理图



八、备注

杭州金龙电子有限公司主要经营范围：

☑ **433M/915M/2.4G** 频段无线数传模块 ；

☑ 常用 **MCU** 开发平台（**51**，**AVR**，**MSP430**，**PIC** 等）；

☑ **ARM7**、**ARM9** 开发平台；

☑ 有源 **RFID** 系统，有源电子标签；

☑ 开关电源以及镍氢电池保护板 、锂离子电池保护

☑ 板、锂铁鳞电池保护板；

☑ 电池电量显示板；

☑ **LED** 显示板；

☑ **FFC**（柔性扁平电缆线）；

☑ **LVDS**（液晶屏线；）

九、联系方式

公司名称: 杭州金龙电子有限公司

电话: 15258818037

Email:363423117@qq.com

QQ: 363423117