



NRF24L01PATR2. 4-P

2. 4G高速远距离无线数传模块说明书

一、产品特性

高达2Mbps数据速率

支持6个节点组网

支持125个射频通道

高灵敏度外接天线接口（保留外接天线接口）

带有PA放大，适合超远距离传输数据

接收带LNA低噪声放大，适合超远距离传输数据

输出功率可软件设置

标准插针Dip2.54MM间距接口，便于嵌入式应用

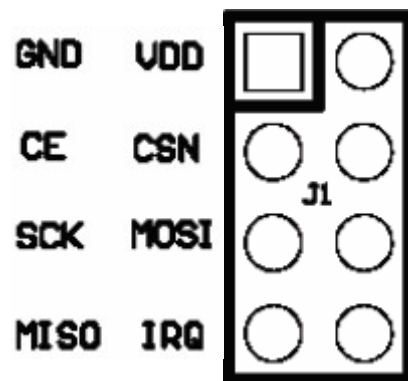
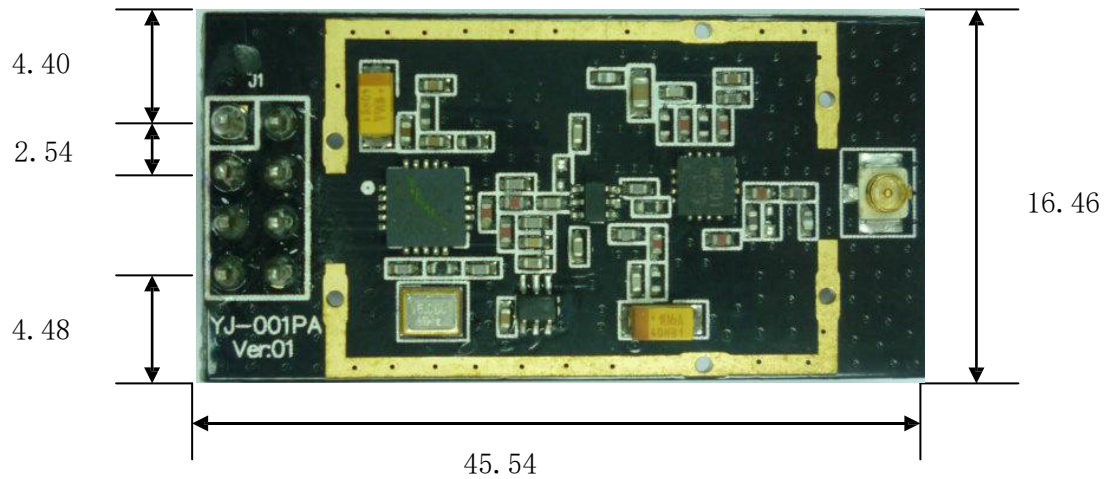


二、基本电气特性

参数（条件）	数值	单位
使用电压	3——3.6V(推荐 3.3V)	V
最大输出功率	20	dBm
发射模式工作电流(峰值)	115	mA
接收模式工作电流(峰值)	45	mA
掉电模式电流	4.2	uA
工作温度	-20~70	°C
接收灵度 2Mbps 模式	-92	dBm
接收灵度 1Mbps 模式	-95	dBm
接收灵度 250kbps 模式	-104	dBm
PA 增益	20	dB
LNA 增益	10	dB
LNA 噪声系数	2.6	dB
天线增益（峰值）	2	dBI
2MB 速率下（空旷地）	520	m
1MB 速率下（空旷地）	750	m
250KB 速率下（空旷地）	>1000	m



三、引脚说明

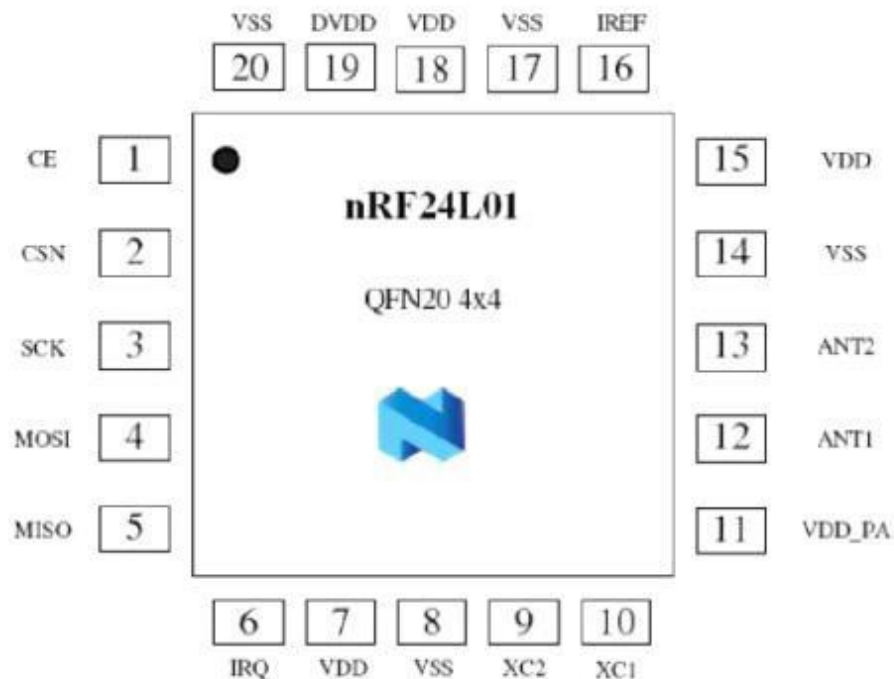
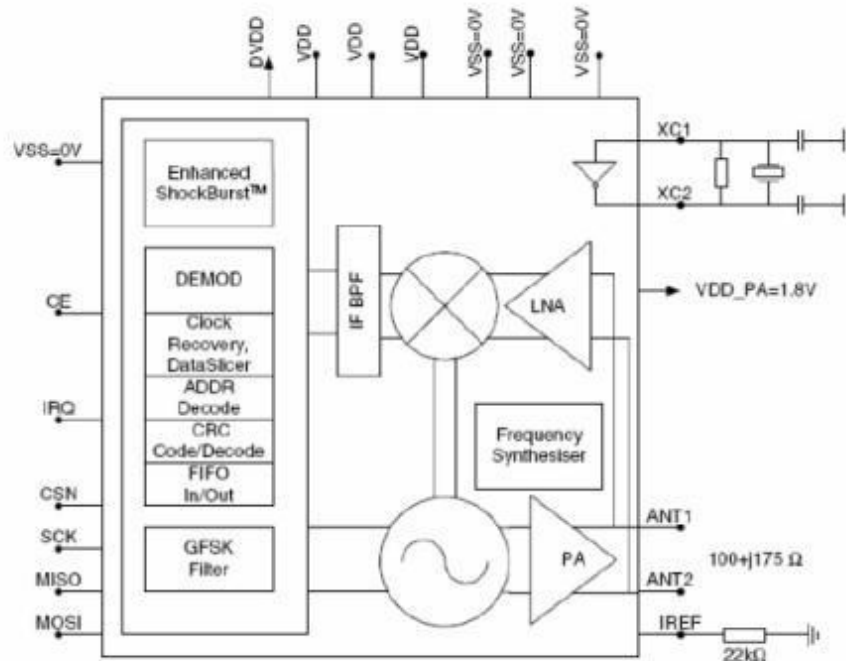


管脚		功能	方向	备注
PIN 1	GND	地线		
PIN 2	VCC	电源输入, 1.9-3.6V		
PIN 3	CE	工作模式选择, TX 或 RX 模式选择	I	
PIN 4	CSN	SPI 片选使能, 低电平使能	I	
PIN 5	SCK	SPI 时钟	I	
PIN 6	MOSI	SPI 输出	I	
PIN 7	MISO	SPI 输入	O	
PIN 8	IRQ	中断输出	O	



四、芯片结构及引脚说明

NRF24L01PATR2.4-P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)

五、工作方式

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CE和寄存器内部PWR_UP、PRIM_RX共同控制，见下表：

模式	PWR_UP	PRIM_RX	CE	FIFO 寄存器状态
接收模式	1	1	1	-
发射模式	1	0	1	数据在 TX FIFO 寄存器中
发射模式	1	0	1→0	停留在发射模式，直至数据发送完
待机模式 II	1	0	1	TX FIFO 为空
待机模式 I	1	-	0	无正在传输的数据
掉电模式	0	-	-	-

5.1收发模式

收发模式有EnhancedShockBurst™收发模式、ShockBurst™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。



5.1.1 EnhancedShockBurst™收发模式

EnhancedShockBurst™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。EnhancedShockBurst™技术同时也减小了整个系统的平均工作电流。

在EnhancedShockBurst™收发模式下，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，将发送过程完成后。

5.1.1.1 EnhancedShockBurst™发射流程 A. 把接收机的地址和要发送的数据按时序送入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NRF24L01进行

EnhancedShockBurst™发射； D. NRF24L01的

EnhancedShockBurst™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，NRF24L01进入空闲状态。

5.1.1.2 EnhancedShockBurst™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，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)，NRF2401自动把字头、地址和CRC校验位移去；

E. 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NewMsg_RF2401读出； G. 所有数据读取完毕后，可以清除STATUS寄存器。NRF2401可以进入四种主要的模式之一。

5.1.2 ShockBurst™收发模式

ShockBurst™收发模式可以与Nrf2401a, 02, E1及E2兼容，具体表述前看本公



司的N-RF2401文档。

5.2空闲模式

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。

5.4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NRF2401片内，这是该模式与断电状态最大的区别。

六、NRF24L01的SPI配置

SPI指令设置 用于SPI接口的常用命令见下表。当CSN为低时，SPI接口开始等待一条指

令，任何一条新指令均由CSN的由高到低的转换开始

SPI 接口指令		
指令名称	指令格式	操作
R_REGISTER	000A AAAA	读配置寄存器。AAAAA 指出读操作的寄存器地址
W_REGISTER	001A AAAA	写配置寄存器。AAAAA 指出写操作的寄存器地址 只能在掉电模式或待机模式下操作。
R_RX_PAYLOAD	0110 0001	读 RX 有效数据：1-32 字节。读操作全部从字节 0 开始。 当读 RX 有效数据完成后，FIFO 寄存器中有效数据被清除。 应用于接收模式下。
W_RX_PAYLOAD	1010 0000	写 TX 有效数据：1-32 字节。写操作从字节 0 开始。 应用于发射模式下
FLUSH_TX	1110 0001	清除 TX FIFO 寄存器，应用于发射模式下。
FLUSH_RX	1110 0010	清除 RX FIFO 寄存器，应用于接收模式下。 在传输应答信号过程中不应执行此指令。也就是说，若传输应答信号过程中执行此指令的话将使得应答信号不能被完整的传输。
REUSE_TX_PL	1110 0011	应用于发射端 重新使用上一包发射的有效数据。当 CE=1 时，数据被不断重新发射。 在发射数据包过程中必须禁止数据包重利用功能。
NOP	1111 1111	空操作。可用来读状态寄存器。

表6-1串行接口指令设置



寄存器内容及说明

地址	参数	位	复位值	类型	描述
00	CONFIG				配置寄存器
	reserved	7	0	R/W	默认为'0'
	MASK_RX_DR	6	0	R/W	可屏蔽中断 RX_RD 1: IRQ 引脚不产生 RX_RD 中断 0: RX_RD 中断产生时 IRQ 引脚电平为低
	MASK_TX_DS	5	0	R/W	可屏蔽中断 TX_DS 1: IRQ 引脚不产生 TX_DS 中断 0: TX_DS 中断产生时 IRQ 引脚电平为低

	MASK_MAX_RT	4	0	R/W	可屏蔽中断 MAX_RT 1: IRQ 引脚不产生 TX_DS 中断 0: MAX_RT 中断产生时 IRQ 引脚电平为低
	EN_CRC	3	1	R/W	CRC 使能。如果 EN_AA 中任意一位为高则 EN_CRC 强迫为高。
	CRCO	2	0	R/W	CRC 模式 '0'-8 位 CRC 校验 '1'-16 位 CRC 校验
	PWR_UP	1	0	R/W	1:上电 0:掉电
	PRIM_RX	0	0	R/W	1:接收模式 0:发射模式
01	EN_AA <i>Enhanced ShockBurst™</i>				使能“自动应答”功能 此功能禁止后可与 nRF2401 通讯
	Reserved	7:6	00	R/W	默认为'0'
	ENAA_P5	5	1	R/W	数据通道 5 自动应答允许
	ENAA_P4	4	1	R/W	数据通道 4 自动应答允许
	ENAA_P3	3	1	R/W	数据通道 3 自动应答允许
	ENAA_P2	2	1	R/W	数据通道 2 自动应答允许
	ENAA_P1	1	1	R/W	数据通道 1 自动应答允许
	ENAA_P0	0	1	R/W	数据通道 0 自动应答允许



02	EN_RXADDR				接收地址允许
	Reserved	7:6	00	R/W	默认为'00'
	ERX_P5	5	0	R/W	接收数据通道 5 允许
	ERX_P4	4	0	R/W	接收数据通道 4 允许
	ERX_P3	3	0	R/W	接收数据通道 3 允许
	ERX_P2	2	0	R/W	接收数据通道 2 允许
	ERX_P1	1	1	R/W	接收数据通道 1 允许
	ERX_P0	0	1	R/W	接收数据通道 0 允许
03	SETUP_AW				设置地址宽度 (所有数据通道)
	Reserved	7:2	00000	R/W	默认为 00000
	AW	1:0	11	R/W	接收/发射地址宽度 '00'-无效 '01'-3 字节宽度 '10'-4 字节宽度 '11'-5 字节宽度
04	SETUP_RETR				建立自动重发
	ARD	7:4	0000	R/W	自动重发延时 '0000'-等待 250+86us '0001'-等待 500+86us '0010'-等待 750+86us ----- '1111'-等待 4000+86us (延时时间是指一包数据发送完成到下一包数据开始发射之间的时间间隔)
	ARC	3:0	0011	R/W	自动重发计数 '0000'-禁止自动重发 '0000'-自动重发一次 ----- '0000'-自动重发 15 次
05	RF_CH				射频通道
	Reserved	7	0	R/W	默认为'0'
	RF_CH	6:0	0000010	R/W	设置工作通道频率
06	RF_SETUP			R/W	射频寄存器
	Reserved	7:5	000	R/W	默认为 000
	PLL_LOCK	4	0	R/W	锁相环允许, 仅应用于测试模式
	RF_DR	3	1	R/W	数据传输率: '0'-1Mbps '1'-2 Mbps
	RF_PWR	2:1	11	R/W	发射功率: '00'—-18dBm '01'—-12dBm '10'—-6dBm '11'—-0dBm
	LNA_HCURR	0	1	R/W	低噪声放大器增益, 默认是'1'



07	STATUS				状态寄存器
	Reserved	7	0	R/W	默认为'0'
	RX_DR	6	0	R/W	接收数据中断。当收到有效数据包后置 1。 写'1'清除中断。
	TX_DS	5	0	R/W	数据发送完成中断。 数据发送完成后产生中断, 如果工作在自动应答模式下, 只有当接收到应答信号后此位置 1。 写'1'清除中断。
	MAX_RT	4	0	R/W	重发次数溢出中断。 写'1'清除中断。 如果 MAX_RT 中断产生则必须清除后系统才能进行通讯。
	RX_P_NO	3:1	111	R	接收数据通道号: 000-101:数据通道号 110:未使用 111:RX FIFO 寄存器为空
	TX_FULL	0	0	R	TX FIFO 寄存器满标志。 1:TX FIFO 寄存器满 0: TX FIFO 寄存器未满,有可用空间。
08	OBSERVE_TX				发送检测寄存器
	PLOS_CNT	7:4	0	R	数据包丢失计数器。当写 RF_CH 寄存器时此寄存器复位。当丢失 15 个数据包后此寄存器重启。
	ARC_CNT	3:0	0	R	重发计数器。发送新数据包时此寄存器复位
09	CD				
	Reserved	7:1	000000	R	
	CD	0	0	R	载波检测
0A	RX_ADDR_P0	39:0	0xE7E7E7E7E7	R/W	数据通道 0 接收地址。最大长度:5 个字节 (先写低字节, 所写字节数量由 SETUP_AW 设定)
0B	RX_ADDR_P1	39:0	0xC2C2C2C2C2	R/W	数据通道 1 接收地址。最大长度:5 个字节 (先写低字节, 所写字节数量由 SETUP_AW 设定)
0C	RX_ADDR_P2	7:0	0xC3	R/W	数据通道 2 接收地址。最低字节可设置。高字节部分必须与 RX_ADDR_P1[39:8]相等。
0D	RX_ADDR_P3	7:0	0xC4	R/W	数据通道 3 接收地址。最低字节可设置。高字节部分必须与 RX_ADDR_P1[39:8]相等。
0E	RX_ADDR_P4	7:0	0xC5	R/W	数据通道 4 接收地址。最低字节可设置。高字节部分必须与 RX_ADDR_P1[39:8]相等。
0F	RX_ADDR_P5	7:0	0xC6	R/W	数据通道 5 接收地址。最低字节可设置。高字节部分必须与 RX_ADDR_P1[39:8]相等。



10	<i>TX_ADDR</i>	39:0	0xE7E7E7E7E7	R/W	发送地址（先写低字节） 在增强型 ShockBurst™ 模式下，设置 RX_ADDR_P0 与此地址相等来接收应答信号。
11	<i>RX_PW_P0</i>				
	Reserved	7:6	00	R/W	默认为 00
	RX_PW_P0	5:0	0	R/W	接收数据通道 0 有效数据宽度(1 到 32 字节) 0: 设置不合法 1: 1 字节有效数据宽度 32: 32 字节有效数据宽度
12	<i>RX_PW_P1</i>				
	Reserved	7:6	00	R/W	默认为 00
	RX_PW_P1	5:0	0	R/W	接收数据通道 1 有效数据宽度(1 到 32 字节) 0: 设置不合法 1: 1 字节有效数据宽度 32: 32 字节有效数据宽度
13	<i>RX_PW_P2</i>				
	Reserved	7:6	00	R/W	默认为 00
	RX_PW_P2	5:0	0	R/W	接收数据通道 2 有效数据宽度(1 到 32 字节) 0: 设置不合法 1: 1 字节有效数据宽度 32: 32 字节有效数据宽度
14	<i>RX_PW_P3</i>				
	Reserved	7:6	00	R/W	默认为 00
	RX_PW_P3	5:0	0	R/W	接收数据通道 3 有效数据宽度(1 到 32 字节) 0 设置不合法 1: 1 字节有效数据宽度 32: 32 字节有效数据宽度
15	<i>RX_PW_P4</i>				
	Reserved	7:6	00	R/W	默认为 00
	RX_PW_P4	5:0	0	R/W	接收数据通道 4 有效数据宽度(1 到 32 字节) 0: 设置不合法 1: 1 字节有效数据宽度 32: 32 字节有效数据宽度



16	RX_PW_P5				
	Reserved	7:6	00	R/W	默认为 00
	RX_PW_P5	5:0	0	R/W	接收数据通道 5 有效数据宽度(1 到 32 字节) 0: 设置不合法 1: 1 字节有效数据宽度 32: 32 字节有效数据宽度
17	FIFO_STATUS				FIFO 状态寄存器
	Reserved	7	0	R/W	默认为 0
	TX_REUSE	6	0	R	若 TX_REUSE=1 则当 CE 位高电平状态时不断发送上一数据包。TX_REUSE 通过 SPI 指令 REUSE_TX_PL 设置, 通过 W_TX_PALOAD 或 FLUSH_TX 复位。
	TX_FULL	5	0	R	TX FIFO 寄存器满标志。 1:TX FIFO 寄存器满 0: TX FIFO 寄存器未满, 有可用空间。
	TX_EMPTY	4	1	R	TX FIFO 寄存器空标志。 1:TX FIFO 寄存器空 0: TX FIFO 寄存器非空
	Reserved	3:2	00	R/W	默认为 00

	RX_FULL	1	0	R	RX FIFO 寄存器满标志。 1:RX FIFO 寄存器满 0: RX FIFO 寄存器未满, 有可用空间。
	RX_EMPTY	0	1	R	RX FIFO 寄存器空标志。 1:RX FIFO 寄存器空 0: RX FIFO 寄存器非空
N/A	TX_PLD	255:0		W	
N/A	RX_PLD	255:0		R	

表6-2寄存器内容及说明

SPI指令格式: (命令字: 由高位到低位(每字节))

(数据字节: 低字节到高字节, 每一字节高位在前)

SPI时序:

图6-1, 6-2和表6-3给出了SPI操作及时序。在写寄存器之前一定要进入待机模式或掉电模式。在图6-16-2中用到了如下符号: Cn-SPI指令位Sn-状态寄存器位Dn-数据位(注: 由低字节到高字节, 每字节高位在前)

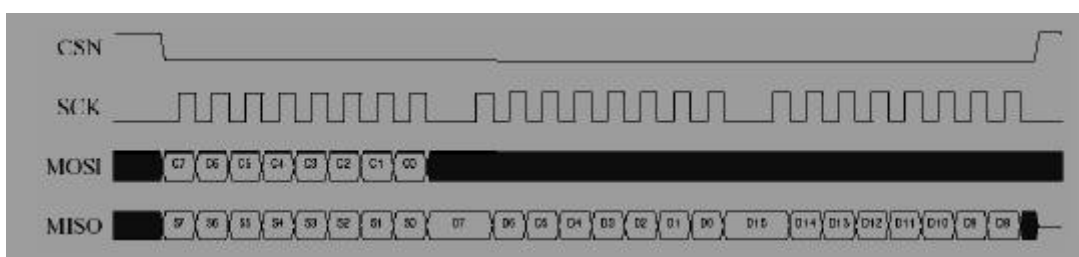




图6-1SPI读操作

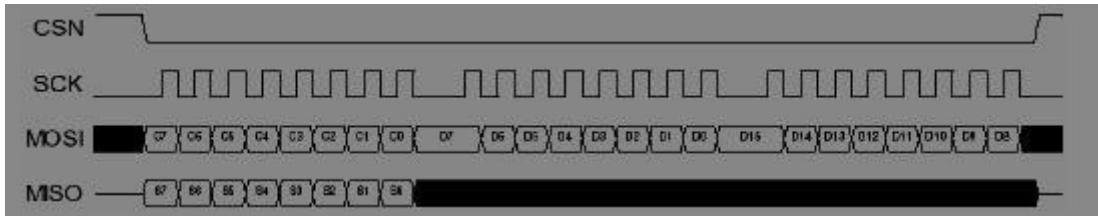
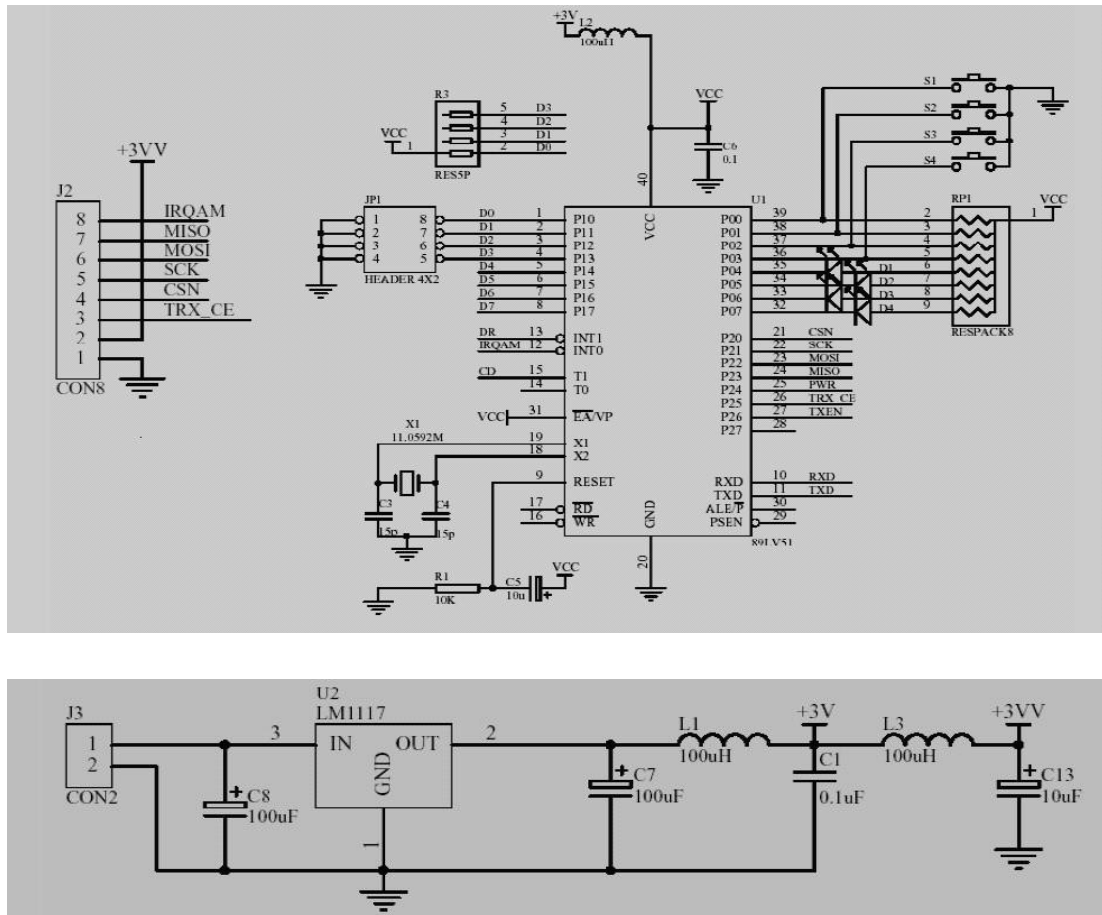


图6-2SPI写操作

PARAMETER	SYMBOL	MIN	MAX	UNITS
Data to SCK Setup	T _{dc}	2		ns
SCK to Data Hold	T _{dh}	2		ns
CSN to Data Valid	T _{csd}		42	ns
SCK to Data Valid	T _{ed}		58	ns
SCK Low Time	T _{el}	40		ns
SCK High Time	T _{eh}	40		ns
SCK Frequency	F _{sck}	0	8	MHz
SCK Rise and Fall	T _r ,T _f		100	ns
CSN to SCK Setup	T _{ec}	2		ns
SCK to CSN Hold	T _{ech}	2		ns
CSN Inactive time	T _{ewh}	50		ns
CSN to Output High Z	T _{edz}		42	ns

图6-3SPI参考时序

七、NRF24L01 (IPEX) 与单片机接口电路示例



八、绝对极限参数

工作电压

VDD..... -0.3V to +3.6V

VSS..... 0V

输入电压

Vi..... -0.3V to +5.25V

输出电压

Vo..... VSS to VDD

总功耗

PD(TA=+85°C) 60mW

温度

工作温度 -40 to +85°C

存储温度 -40 to +125°C