

无线低功耗光学鼠标芯片

## S203 数据手册

---

版本号 V1.06

## 目录

目录.....	2
1. 总体描述.....	1
2. 特性.....	1
3. 系统框图.....	2
4. 引脚.....	2
4.1 引脚排列.....	2
4.2 引脚定义.....	2
5. 串行接口.....	3
5.1 SPI(3-Wire) 串行接口.....	3
5.1.1 写操作.....	4
5.1.2 读操作.....	4
5.2 SPI(2-Wire) 串行接口.....	4
5.3 ReSync 串行接口.....	4
6. Pin1 功能.....	5
6.1 复位功能.....	5
6.2 PD 功能.....	5
7. MOTION 引脚功能.....	5
8. 办公/游戏模式选择.....	5
9. 寄存器.....	6
9.1 寄存器列表.....	6
9.2 寄存器描述.....	7
10. 电气特性.....	13
10.1 极限参数.....	13
10.2 推荐参数.....	13
10.3 直流参数.....	14
11. 典型应用电路(nRF24LE1+S203).....	15
11.1 高电压段(2.1~3.6V)典型应用电路.....	15
11.2 低电压段(1.8~2.1V)典型应用电路.....	16
12. 封装规格.....	17
13. 装配图.....	17
14. 修订记录.....	18

## 1. 总体描述

S203 是一款高性能、超低功耗的光学鼠标芯片，集成高精度的图像位移检测算法，内置 LED 驱动电路、OSC 电路。具有高精度、低功耗等特点。S203 的位移数据 DX、DY 可通过修改相应寄存器选择使用 8bit、12bit 或 16bit，默认为 8bit 模式，使用 16bit 可防止数据溢出，提高位移精度。

S203 支持 2-Wire SPI 模式和 3-Wire SPI 模式，默认 3-Wire SPI 模式，可通过寄存器配置为 2-Wire SPI 模式（详见 9.2 寄存器描述）。S203 的 Pin1 默认为 NCS，当切换为 2-Wire SPI 接口模式时，Pin1 可通过修改相应的寄存器（详见 9.2 寄存器描述）配置成复位功能和 PD 功能。

S203 LED 引脚支持电流源模式驱动，默认为开关模式，可通过寄存器（详见 9.2 寄存器描述）开启 LED 电流源模式驱动

## 2. 特性

- 高精度的图像位移检测算法
- 2-Wire/3-Wire SPI 通信接口模式可供选择
- 单电源宽电压供电：
  - ◇ 高电压段：2.1V~3.6V(VDDA 通过电容连接到 GND)
  - ◇ 低电压段：1.8V~2.1V (VDD、VDDA 短接)
- 内置 OSC 电路
- 内置 LED 驱动电路
- 支持 50~6400CPI，步进为 50CPI
- 最高帧率 4800fps
- 最大加速度 20g，最大速度 60ips
- 低功耗 LED 曝光算法，可有效降低 LED 工作电流
- 位移数据 DX、DY 兼容 8bit、12bit 和 16bit，可通过寄存器（详见 9.2 寄存器描述）选择，默认为 8bit 模式
- 在 SPI 使用 2-Wire 时，Pin1 可设置为：
  - ◇ 复位功能
  - ◇ PD 功能
- 可调节的 LED 电流源驱动，提供更稳定的 LED 驱动电流
- 支持 2 种模式：游戏模式和办公模式
- 先进的低功耗与性能平稳控制技术
  - ◇ **办公模式**(低功耗，不包括 LED 电流)
    - ◇ 1mA @ Mouse moving (Work)
    - ◇ 50uA @ Mouse not moving (Sleep1)
    - ◇ 20uA @ Mouse not moving (Sleep2)
    - ◇ 15uA @ Mouse not moving (Sleep3)
    - ◇ 3.5uA @ Power down mode (PD)
  - ◇ **游戏模式**(高性能，不包括 LED 电流)
    - ◇ 1.6mA @ Mouse moving (Work)
    - ◇ 50uA @ Mouse not moving (Sleep1)
    - ◇ 20uA @ Mouse not moving (Sleep2)
    - ◇ 15uA @ Mouse not moving (Sleep3)
    - ◇ 3.5uA @ Power down mode (PD)
- SDIP-8 封装，符合 RoHS 标准

典型应用：无线低功耗鼠标（2.4G 鼠标、蓝牙鼠标等）  
有线鼠标（USB 鼠标）

### 3. 系统框图

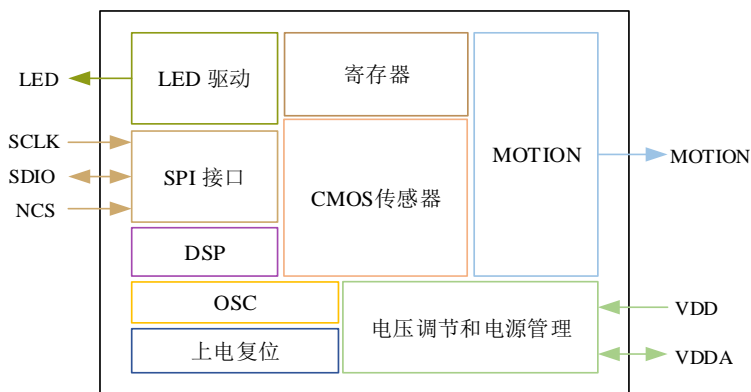


图 3-1 系统框图

### 4. 引脚

#### 4.1 引脚排列

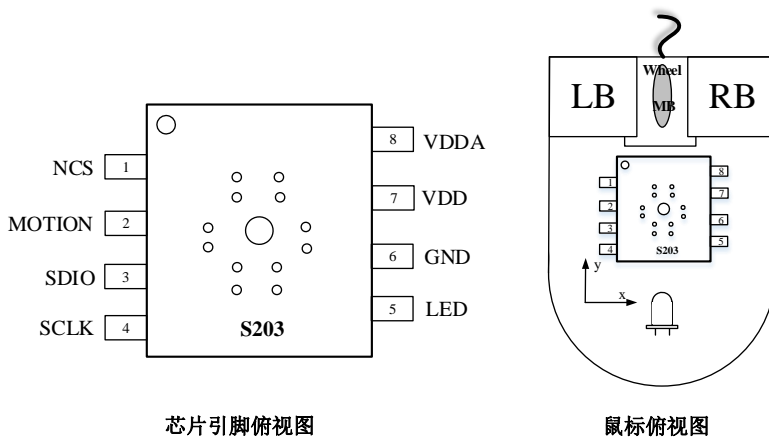


图 4-1 引脚排列

#### 4.2 引脚定义

引脚	名称	类型	描述
1	NCS	输入	3-Wire SPI: 片选 (低电平有效) 2-Wire SPI: 需连接到 GND
2	MOTION	输出	移动检测 (低电平有效)
3	SDIO	输入/输出	SPI 双向 IO
4	SCLK	输入	SPI 时钟输入
5	LED	输出	LED 驱动控制
6	GND	地	地
7	VDD	电源	VDD: 1.8V~2.1V, VDDA 与 VDD 短接
8	VDDA	电源	VDD: 2.1V~3.6V, VDDA 接 4.7uF 的电容到 GND

表 4-2 引脚定义

## 5. 串行接口

S203 支持 3-Wire SPI 接口模式(NCS、SCLK 和 SDIO), 同时兼容了 2-Wire SPI 接口模式(SCLK 和 SDIO)。2-Wire 和 3-Wire SPI 传输协议完全相同, 仅 NCS 引脚在 2-Wire SPI 模式下被忽略, 且在使用 2-Wire SPI 模式时, 需要信号同步机制 (ReSync) 来防止的通信异常。

### 5.1 SPI(3-Wire) 串行接口

S203 上电默认为 3-Wire SPI 接口模式, 采用半双工传输方式, 使用 2 字节进行读和写操作。第一个字节为 1bit 读/写控制和 7bit 地址, 第二个字节为数据。

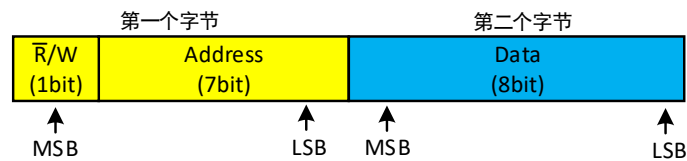


图 5-1-1 串行接口传输格式

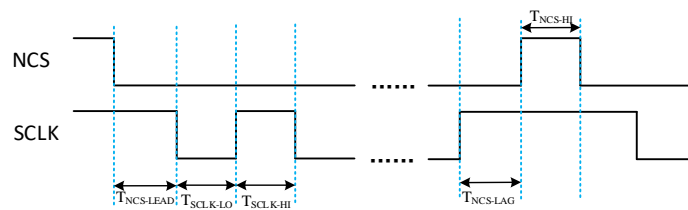


图 5-1-2 NCS 与 SCLK 时序

符号	说明	Min	Typ	Max	Unit
F <sub>SCLK</sub>	SCLK 频率	-	-	2	MHz
T <sub>NCS-LEAD</sub>	NCS 下降沿到第一个 SCLK 下降沿	1	-	-	us
T <sub>SCLK-LO</sub>	SCLK 低电平时间	250	-	-	ns
T <sub>SCLK-HI</sub>	SCLK 高电平时间	250	-	-	ns
T <sub>NCS-LAG</sub>	NCS 滞后时间	1	-	-	us
T <sub>NCS-HI</sub>	NCS 高电平时间	2	-	-	us

表 5-1-3 时序说明

### 5.1.1 写操作

写操作包含两个字节，第一个字节的最高 bit 位为 1，低 7bit 为地址；第二个字节为数据。一次写操作将数据写入 S203 对应地址的寄存器中。在 SCLK 下降沿时 SDIO 变化，S203 在 SCLK 上升沿读入 SDIO 数据。

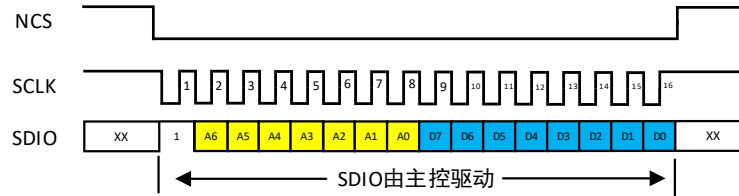


图 5-1-4 写操作

### 5.1.2 读操作

读操作包含两个字节，第一个字节的最高 bit 位为 0，低 7bit 为地址；第二个字节为的数据。一次读操作可以读出 S203 对应地址的寄存器值。在 SCLK 下降沿时 SDIO 变化写入地址位后，主控释放 SDIO 为高阻态，S203 在 SCLK 下降沿输出数据，主控在 SCLK 上升沿读入数据。

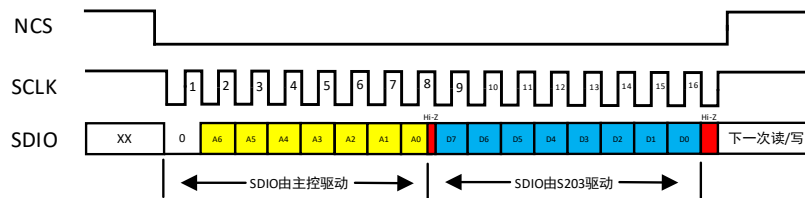


图 5-1-5 读操作

## 5.2 SPI(2-Wire) 串行接口

在 S203 上电后，默认为 3-Wire SPI 接口模式，可通过寄存器 SPI Mode（地址 0x26）进行修改，将 SPI 模式切换到 2-Wire SPI 接口模式，此时 NCS 引脚为低电平。

2-Wire SPI 相关寄存器：

地址	名称	Value(Def)	Write	描述
0x09	Write_Protect	0x00	0x5A/0xC3	关闭写保护
0x26	SPI_Mode	0xB4	0x34	选择 2 线 SPI, NCS 片选功能无效
0x09	Write_Protect	0x00	0x00	打开写保护

表 5-2-1 切换到 2 线 SPI

## 5.3 ReSync 串行接口

在 2-Wire SPI 模式下的串行接口传输过程中，时钟与数据可能出现不同步从而导致读/写异常。如果出现此情况，可将 SCLK 从高变低 1us 以上，再从低变高 3ms 以上，此操作可复位 S203 内部 SPI 接口，重新同步时钟和数据。

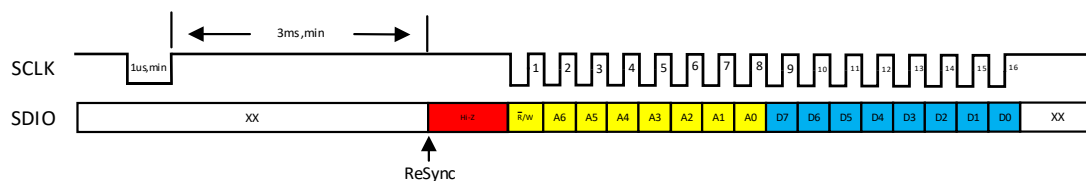


图 5-3 ReSync 操作

## 6. Pin1 功能

Pin1 除了默认功能(NSC)外,还可在 2-Wire SPI 模式下,通过修改 0x26 寄存器,将其设置成如下三种功能, 1. NCS 功能(默认); 2. 复位功能; 3. PD 功能。

### 6.1 复位功能

S203 可以将 Pin1 引脚配置成硬件复位功能,以完成芯片的复位,在复位之后,会重新加载所有寄存器设置,保证芯片的正常工作,复位之后需要重新初始化寄存器。

### 6.2 PD 功能

主机控制器可以置位 Pin1 引脚,以强制使传感器工作在极低功耗状态,类似 PD 寄存器的功能。

## 7. MOTION 引脚功能

MOTION 引脚的作用是在 S203 检测到有移动时, MOTION 引脚输出低电平。当主控读出所有移动数据后, MOTION 引脚变为高电平。MOTION 引脚可用于监控传感器运动数据是否被清除,若运动数据没有被清除, MOTION 引脚将保持输出低电平。

## 8. 办公/游戏模式选择

S203 有**办公模式**(低功耗)和**游戏模式**(高性能)可供选择,默认模式为**办公模式**

- 按照如下步骤可从游戏模式切换到**办公模式**(默认模式,无需初始化):
  - (1) 地址 0x06 写入 0x81 //复位芯片
  - (2) 延时 10ms //延时 10 毫秒
- 按照如下步骤可从办公模式切换到**游戏模式**
  - (1) 地址 0x06 写入 0x81 //复位芯片
  - (2) 延时 10ms //延时 10 毫秒
  - (3) 地址 0x09 写入 0xC3
  - (4) 地址 0x55 写入 0x94
  - (5) 地址 0x5D 写入 0x00
  - (6) 地址 0x65 写入 0x05
  - (7) 地址 0x66 写入 0x05
  - (8) 地址 0x76 写入 0xBD
  - (9) 地址 0x09 写入 0x00

## 9. 寄存器

### 9.1 寄存器列表

地址	名称	描述	R/W	默认值
0x00	PID1	PID[11:4]	R	0x30
0x01	PID2	高 4 位为 PID[3:0], 低 4 位为 VID[3:0]	R	0x02
0x02	Motion_St	Motion Status	R	-
0x03	DeltaX	DX 或 DX 的低 8bit	R	-
0x04	DeltaY	DY 或 DY 的低 8bit	R	-
0x05	Op_Mode	S203 的操作模式	W/R	0xB8
0x06	Config	S203 的配置	W/R	0x11
0x09	Write_Protect	其他寄存器的写使能	W/R	0x00
0x0A	Sleep1_Setting	Sleep1 的频率设置	W/R	0x77
0x0B	Sleep2_Setting	Sleep2 的频率设置	W/R	0x10
0x0C	Sleep3_Setting	Sleep3 的频率设置	W/R	0x70
0x0D	CPI_X	X 轴的 CPI 设置	W/R	0x1B
0x0E	CPI_Y	Y 轴的 CPI 设置	W/R	0x1B
0x12	DeltaXY_Hi	高 4 位 DX 数据和 DY 数据,12bit 数据格式	R	-
0x13	Img_Qa	图像品质	R	-
0x17	Frame_Avg	像素的平均值	R	-
0x19	Mouse_Option	鼠标选项	W/R	0x00
0x20	DeltaX_Hi	DX 高 8bit	R	-
0x21	DeltaY_Hi	DY 高 8bit	R	-
0x22	DxDy_16bit	开启 16bit 数据模式	W/R	0x00
0x26	SPI_Mode	3-Wire/2-Wire SPI 接口、Pin1 脚功能选择	W/R	0xB4
0x49	PID3	PID3	W/R	0xB1
0x5C	LED_Option	选择 LED 驱动模式, 并在电流源模式下选择 LED 电流	W/R	0xCA







Field Name	描述
WP[7:0]	0x00:使能写保护, 地址 0x09 之后的地址为只读 (Default) 0x5A:禁用写保护, 寄存器地址 0x0A~0x19/0x26/0x5C 可读写 0xC3:禁用写保护, 地址 0x09 之后的地址可读写

Sleep1_Setting		Address: 0x0A						
Access: Write/Read		Default Value: 0x77						
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Slp1_Freq[3:0]				Slp1_Etm[3:0]			

Usage: 此寄存器用来设置 Sleep1 的频率和进入 Sleep1 的时间。

Field Name	描述
Slp1_Freq[3:0]	Sleep1 采样频率时间为 4ms~64ms, 默认 Slp1_Freq[3:0]=7 (32ms), 计算公式为 $4 * (Slp1\_Freq[3:0]+1)$ ms
Slp1_Etm [3:0]	进入 Sleep1 的时间为 32ms~512ms, 默认 Slp1_Etm[3:0]=7 (256ms), 计算公式为 $32 * (Slp1\_Etm [3:0]+1)$ ms

Sleep2_Setting		Address: 0x0B						
Access: Write/Read		Default Value: 0x10						
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Slp2_Freq[3:0]				Slp2_Etm[3:0]			

Usage: 此寄存器用来设置 Sleep2 的频率和进入 Sleep2 的时间。

Field Name	描述
Slp2_Freq[3:0]	Sleep2 采样频率时间为 64ms~1024ms, 默认 Slp2_freq[3:0]=1 (128ms), 计算公式为 $64 * (Slp2\_freq[3:0]+1)$ ms
Slp2_Etm[3:0]	进入 Sleep2 的时间为 20.48sec~327.68 sec, 默认 Slp2_Etm[3:0]=0 (20.48 sec), 计算公式为 $20.48 * (Slp2\_Etm[3:0]+1)$ sec

Sleep3_Setting		Address: 0x0C						
Access: Write/Read		Default Value: 0x70						
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Slp3_Freq[3:0]				Slp3_Etm[3:0]			

Usage: 此寄存器用来设置 Sleep3 的频率和进入 Sleep3 的时间。

Field Name	描述
Slp3_Freq[3:0]	Sleep3 采样频率时间为 64ms~1024ms, 默认 Slp3_Freq[3:0]=7 (512ms), 计算公式为 $64 * (Slp2\_Freq[3:0]+1)$ ms
Slp3_Etm[3:0]	进入 Sleep3 的时间为 20.48sec~327.68 sec, 默认 Slp3_Etm[3:0]=0 (20.48 sec), 计算公式为 $20.48 * (Slp3\_Etm[3:0]+1)$ sec





Field Name	描述
XY16bit_Enh	选择 8bit/16bit 的运动数据长度 <b>0: 8bit / 12bit(Default)</b> 1: 开启 16bit

注：1、在使用 2000~6400 之间的 CPI 时，为防止数值太大而导致溢出，推荐 DX、DY 使用 16bit 模式。  
2、开启 16bit 模式后，12bit 模式自动失效

SPI_Mode		Address: 0x26						
Access: Write/Read		Default: 0xB4						
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	SPI_Sel	Reserved	Pin1_Sel[1:0]		Reserved[3:0]			

Usage: 此寄存器用来选择 2-Wire 或 3-Wire SPI 接口模式，或在 2-Wire SPI 时，用来选择 Pin1 脚的功能。

Field Name	描述
SPI_Sel	0: 使用 2-Wire SPI 模式 <b>1: 使用 3-Wire SPI 模式(Default)</b>
Pin1_Sel[1:0]	0: 硬件复位功能 2: 硬件 PD 功能 <b>3: 无功能(Default)</b>

PID3		Address: 0x49						
Access: Read		Default Value: 0xB1						
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	PID3[7:0]							

Usage: 此寄存器可用来验证芯片是否为 S203。

LED_Option		Address: 0x5C						
Access: Write/Read		Default: 0xCA						
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Reserved[1:0]		LED_Mode[1:0]		LED_SRC[3:0]			

Usage: 选择 LED 驱动模式：开关模式、电流源模式，并在电流源模式下选择 LED 电流。

Field Name	描述
LED_Mode[1:0]	<b>0: LED 驱动使用开关模式(Default)</b> 1: LED 驱动使用电流源模式
LED_SRC [3:0]	电流源模式下设置 LED 驱动电流（默认值为 10）， LED 驱动电流为 LED_SRC[3:0]*0.75mA (地址 0x50 在初始化时写入 0xDF)

## 10. 电气特性

### 10.1 极限参数

参数	符号	最小	最大	单位	说明
工作电压	V <sub>DD</sub>	-0.3	3.9	V	
	V <sub>DDA</sub>	-0.2	2.3		
工作环境温度	T <sub>O</sub>	-15	55	°C	
存储环境温度	T <sub>S</sub>	-40	85	°C	
无铅焊锡温度	T <sub>SOLDER</sub>	-	260	°C	
输入电压	V <sub>in</sub>	-0.3	V <sub>DD</sub> /V <sub>DDA</sub>	V	All I/O pins
ESD 能力	V <sub>ESD</sub>	-	2	KV	All pins, human body model

### 10.2 推荐参数

参数	符号	最小	典型	最大	单位	说明
工作电压	V <sub>DD</sub>	2.1	2.7	3.6	V	
		1.8	1.9	2.1		
工作环境温度	T <sub>O</sub>	0	-	40	°C	
电源噪声	V <sub>npp</sub>	-	-	100	mV	Peak to Peak 10K~80MHz
透镜底部到桌面距离	Z	2.1	2.2	2.3	mm	
SCLK 频率	F <sub>sclk</sub>	-	-	2	MHz	
分辨率 CPI	R	50	-	6400	CPI	
办公模式	帧率	Fr <sub>1</sub>	-	2500	FPS	
	速度	S <sub>1</sub>	0	30	IPS	
	加速度	A <sub>1</sub>	0	10	g	
游戏模式	帧率	Fr <sub>2</sub>	-	4800	FPS	
	速度	S <sub>2</sub>	0	60	IPS	
	加速度	A <sub>2</sub>	0	20	g	

### 10.3 直流参数

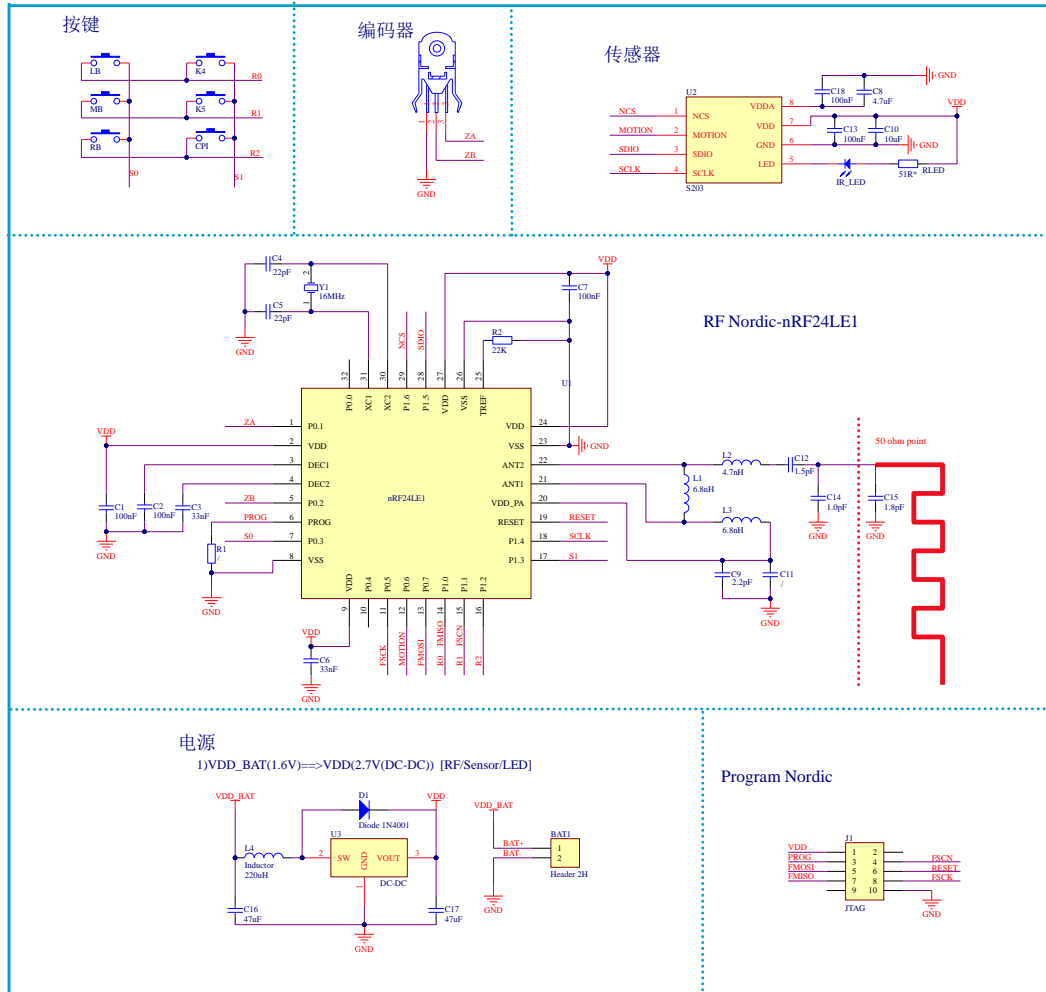
参数	符号	最小	典型	最大	单位	说明	
办公模式	运动电流	$I_{Run-1}$	-	1	-	mA	平均电流计算为： 速度=2ips 权重 45%， 速度=5ips 权重 40%， 速度=20ips 权重 15%
	Sleep1 电流	$I_{Slp1-1}$	-	50	-	uA	Sleep1 频率为 32ms
	Sleep2 电流	$I_{Slp2-1}$	-	20	-	uA	Sleep2 频率为 128ms
	Sleep3 电流	$I_{Slp3-1}$	-	15	-	uA	Sleep3 频率为 512ms
游戏模式	运动电流	$I_{Run-2}$	-	1.6	-	mA	平均电流计算为： 速度=5ips 权重 45%， 速度=10ips 权重 40%， 速度=30ips 权重 15%
	Sleep1 电流	$I_{Slp1-2}$	-	50	-	uA	Sleep1 频率为 32ms
	Sleep2 电流	$I_{Slp2-2}$	-	20	-	uA	Sleep2 频率为 128ms
	Sleep3 电流	$I_{Slp3-2}$	-	15	-	uA	Sleep3 频率为 512ms
Power Down 电流	$I_{PD}$	-	3.5	-	uA		
LED 引脚	开关模式灌电流	$I_{LED-1}$	-	-	60	mA	
	电流源模式灌电流	$I_{LED-2}$	0.75	-	11.25	mA	详见 9.2 寄存器描述

注：测试条件 VDD=3.3V（不包括 LED）、温度=25℃。



## 11. 典型应用电路(nRF24LE1+S203)

### 11.1 高电压段(2.1~3.6V)典型应用电路

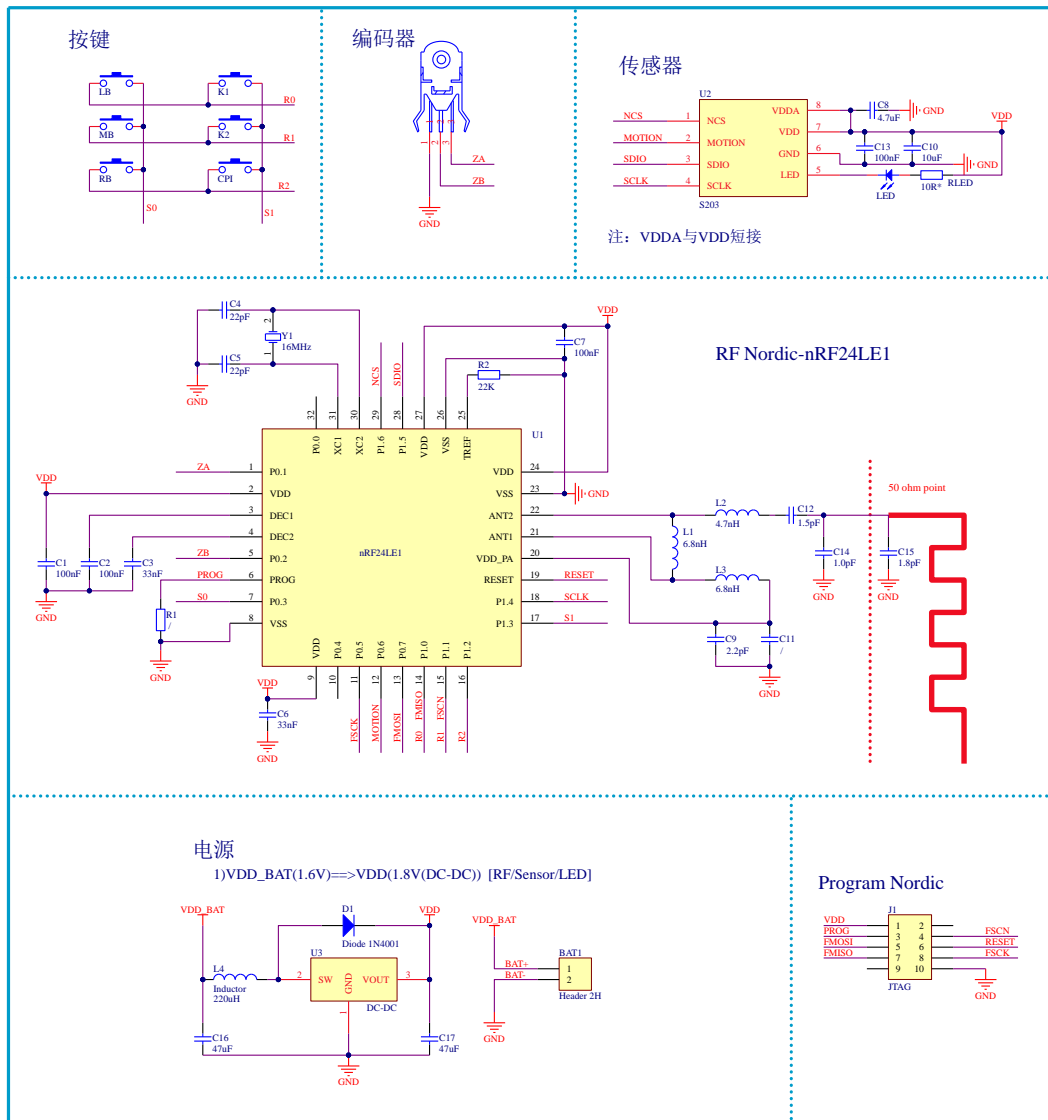


注:

- 1、S203 设置为 LED 电流源模式下，电阻 RLED 推荐使用  $10\ \Omega$
- 2、C13 尽量靠近 VDD 引脚，C18 尽量靠近 VDDA 引脚

图 11-1 2.1~3.6V 典型应用电路

## 11.2 低电压段(1.8~2.1V)典型应用电路

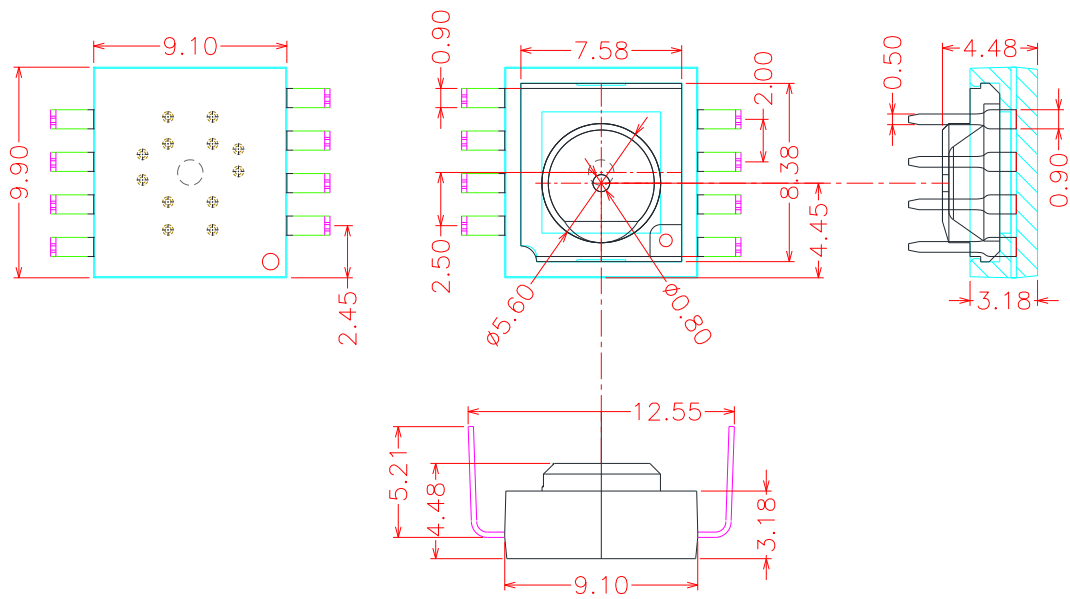


注:

- 1、S203 设置为LED 电流源模式下, 电阻RLED 推荐使用  $10\ \Omega$
- 2、C13 尽量靠近VDD 引脚
- 3、低电压段应用中LED 建议采用红外LED

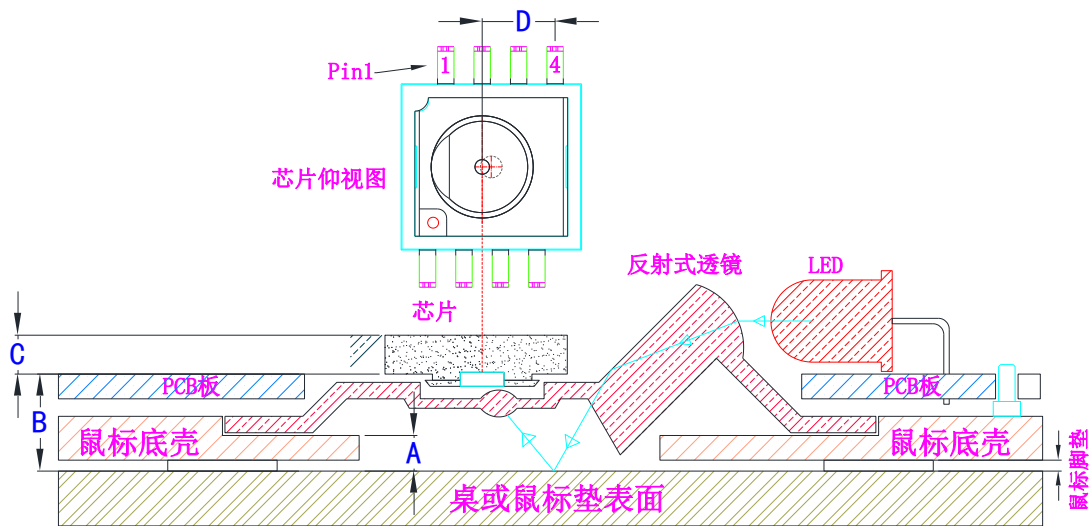
图 11-2 1.8~2.1V 典型应用电路

## 12. 封装规格



Unit: mm

## 13. 装配图



符号	说明	最小	典型	最大	单位
A	透镜底部到桌面距离(Z-Height)	2.1	2.2	2.3	mm
B	PCB 顶端到桌面的距离	7.1	7.2	7.3	mm
C	Sensor 封装厚度	2.98	3.18	3.38	mm
D	光孔中心到4脚的距离	-	4.0	-	mm

## 14. 修订记录

版本	日期	修订人	描述
S203_Spec_CN.V1.00	2023/10/18	Molly	创建初始版本
S203_Spec_CN.V1.01	2023/11/27	Kevin	修改文字描述及应用电路
S203_Spec_CN.V1.02	2023/12/29	Kevin	新增 LED 电流源模式描述
S203_Spec_CN.V1.03	2024/01/04	Kaniel	修改部分参数、电路图和排版
S203_Spec_CN.V1.04	2024/01/15	Kaniel	更新寄存器初始化和部分参数
S203_Spec_CN.V1.05	2024/04/12	Kevin	修改游戏模式初始化参数和 LED_Option 描述 修改原理图 修改装配图
S203_Spec_CN.V1.06	2024/08/12	Kevin	修改最大帧率为 4800fps