



**Powerlink Microelectronics**

## PL51WT020

**ADC 型/电容触摸型  
低功耗高性能 2.4GHz RF  
无线射频收发 SOC**

### 芯片概述:

PL51WT020 是一款工作在 2.4~2.4835GHz 世界通用 ISM 频段的 ADC 型/电容触摸型的低功耗高性能 2.4GHz RF 无线射频收发 SOC。

内部集成了 2.4GHz RF 收发模块、单指令周期 1T 的增强型 ET8051 内核、4K 字节的在芯片可编程 Flash 程序存储器、128 字节 EEPROM 数据存储器、256 字节的 RAM、最多 15 个双向通用 I/O 口等。可配置程序区、数据区读出控制权限，同时程序区代码加密扰码存储，高安全级别地保护用户程序及数据。

该单芯片无线收发器集成包括：频率综合器、功率放大器、晶体振荡器、调制解调器等。

输出功率、信道选择与协议等可以通过 SPI 接口进行灵活配置。

支持跳频以及接收强度检测等功能，抗干扰性能强，可以适应各种复杂的环境并达到优异的性能。

内置地址及 FEC、CRC 校验功能。

内置自动应答及自动重发功能。

芯片发射功率最大可以达到 5.5dBm，接收灵敏度可以达到 -88dBm。

内置电源管理功能，掉电模式和待机模式下待机电流可以减小到接近 2uA。

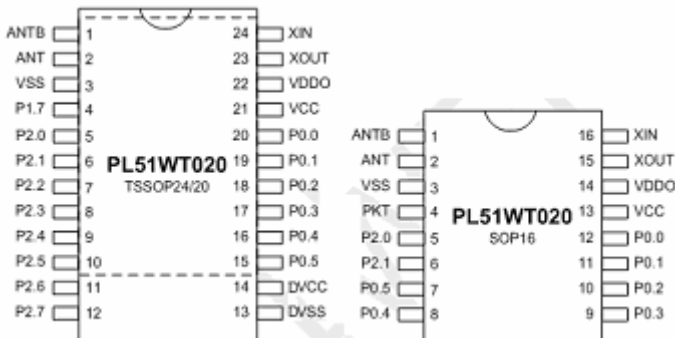
内置晶振两端电阻（680K）、电容（2\*15pF）。

内置 ANT、ANTB 天线端 10K 下拉电阻。

聚元微提供在线调试烧写器与脱机批量烧录器。

PL51WT020 支持 UART/SPI/I2C 接口。

### 管脚分布图:



### 主要特点:

- 2.4GHz RF无线射频收发SOC
- 1T增强型ET8051内核
- 内置4K字节Flash/128字节EEPROM
- 无线速率：1Mbps
- 内置硬件链路层
- 内置接收强度检测电路
- 支持自动应答及自动重发功能
- 内置地址及FEC、CRC校验功能
- 极短的信道切换时间，可用于跳频
- 内置12MHz RF晶振两端电阻、电容
- 内置ANT、ANTB天线端10K下拉电阻
- 使用微带线电感和双层PCB板
- 集成9+4（移位）电容触摸按键
- CPU工作频率@工作电压：  
~4MHz@2.0~3.6V；  
~8MHz@2.4~3.6V；  
~12MHz@2.7~3.6V
- 工作温度：-40℃~+105℃
- 最多15个双向通用I/O口
- 3个16位定时器/计数器
- 4路12位PWM：PWM0/1/2/3
- 支持UART/SPI/I2C接口
- 集成8通道11位ADC
- 支持在芯片编程功能
- SOP16, TSSOP20/24, SSOP24封装
- Flash程序区：40年、10万次
- EEPROM数据区：40年，50万次

### 典型应用:

- 智能家居，无线智能LED调光调色
- 鼠标、键盘和游戏控制器
- 遥控装置
- 电磁炉、微波炉、洗衣机、洗碗机、冰箱、空调、玩具等



## 产品选型

| 产品型号                            | 封装      | 程序区<br>Flash | 数据区<br>EEPROM <sup>*5</sup> | RAM  | Timer | PWM | Freq@Voltage   | I/O | 接口<br>UART/SPI/I2C | ACMP            | T.S. | Touch Key <sup>*1</sup><br>/Wakeup(Max) | ADC <sup>*1</sup> |
|---------------------------------|---------|--------------|-----------------------------|------|-------|-----|----------------|-----|--------------------|-----------------|------|---|-------------------|
| <b>Touch Key with RF Series</b> |         |              |                             |      |       |     |                |     |                    |                 |      |   |                   |
| PL51WT020T24                    | TSSOP24 | 4KB          | 128B                        | 256B | 3     | 4+1 | ~ 4M@2.0~3.6V  | 15  | 1/1/1              | 1 <sup>*4</sup> | 1    | 9+4 <sup>*3</sup> /9                    | 11b/8ch           |
| PL51WT020B24                    | SSOP24  |              |                             |      |       |     | ~ 8M@2.4~3.6V  |     |                    |                 |      |   |                   |
| PL51WT020T20                    | TSSOP20 | 4KB          | 128B                        | 256B | 3     | 4+1 | ~ 12M@2.7~3.6V | 13  | 1/1/1              | 1 <sup>*4</sup> | 1    | 7+4 <sup>*3</sup> /5+4                  | 11b/6ch           |
| PL51WT020S16                    | SOP16   | 4KB          | 128B                        | 256B | 3     | 4+1 |                | 8   | 1/1/1              | -               | 1    | 2+4 <sup>*2</sup> /6                    | 11b/2ch           |

注: \*1: 电容触摸按键检测功能和 ADC 功能不能同时使用, 但可以分时使用;

\*2: 移位的触控按键<15:12>具有唤醒功能;

\*3: 移位的触控按键<15:12>和原始端口的可以分时工作, 但仅其中一组<15:12>具有唤醒功能;

\*4: ACMP 比较器源, 仅在 CMP1 和 INTVREF (1.2V)之间;

\*5: 为了保证数据 EEPROM 可以稳定编程, LVR 需要开启并设置大于等于 2.4V 的值。

# 目录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 芯片概述.....                    | 1  |
| 产品选型.....                    | 2  |
| 1 概述.....                    | 5  |
| 2 特性.....                    | 6  |
| 3 快速参考数据.....                | 7  |
| 4 引脚配置.....                  | 8  |
| 4.1 引脚图.....                 | 8  |
| 4.2 引脚说明.....                | 9  |
| 5 模块框图.....                  | 11 |
| 6 极限参数.....                  | 11 |
| 7 电气特性.....                  | 12 |
| 7.1 射频RF电气特性.....            | 12 |
| 7.2 直流电气特性.....              | 12 |
| 7.3 交流电气特性.....              | 13 |
| 7.3.1 外部时钟特性.....            | 13 |
| 7.3.2 内部RC振荡特性.....          | 13 |
| 7.3.3 晶体振荡器/陶瓷振荡器特性.....     | 14 |
| 8 内部RF接口.....                | 15 |
| 8.1 SPI接口说明.....             | 15 |
| 8.2 SPI命令格式.....             | 16 |
| 9 存储器.....                   | 17 |
| 9.1 存储器加密.....               | 17 |
| 9.2 寄存器定义.....               | 17 |
| 9.2.1 EEPROM控制寄存器-EECON..... | 17 |
| 10 ICP (在线编程).....           | 19 |
| 11 配置选项.....                 | 20 |
| 12 MCU核详细说明.....             | 20 |
| 13 RF模块控制寄存器.....            | 20 |
| 14 典型应用.....                 | 21 |
| 14.1 智能照明：RGB七彩+冷暖双色.....    | 21 |
| 15 封装尺寸.....                 | 22 |
| 15.1 TSSOP24 封装.....         | 22 |
| 15.2 TSSOP20 封装.....         | 23 |
| 15.3 SSOP24 封装.....          | 24 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 15.4 SOP16 封装..... | 25 |
| 16 订购信息.....       | 26 |
| 17 文档修改记录.....     | 26 |
| 18 注意事项.....       | 26 |

POWERLINK

# 1 概述

PL51WT020 是一款工作在 2.4~2.4835GHz 世界通用 ISM 频段的 ADC 型/电容触模型的低功耗高性能 2.4GHz RF 无线射频收发 SOC。

内部集成了 2.4GHz RF 收发模块、单指令周期 1T 的增强型 ET8051 内核、4K 字节的在芯片可编程 Flash 程序存储器、128 字节 EEPROM 数据存储器、256 字节的 RAM、最多 15 个双向通用 I/O 口等。

内部完全集成了电容触摸按键功能，应用时无需增加外接元件。该器件采用特殊的算法减少触摸动作的误判，提高触摸按键在恶劣环境下应用的可靠性。支持自动校准配置，触摸按键可以工作在更宽的动态电容范围，同时降低功耗、提高识别的灵敏度。在触摸按键产品应用开发方面，该器件为用户提供简单、可靠并易于实现的方法。

在线烧录 ICP 支持用户升级程序和数据；可配置程序区、数据区读出控制权限，同时程序区代码加密扰码存储，高安全级别地保护用户程序及数据。

该单芯片无线收发器集成包括：频率综合器、功率放大器、晶体振荡器、调制解调器等。

输出功率、信道选择与协议等可以通过 SPI 接口进行灵活配置。

支持跳频以及接收强度检测等功能，抗干扰性能强，可以适应各种复杂的环境并达到优异的性能。

内置地址及 FEC、CRC 校验功能。

内置自动应答及自动重发功能。

芯片发射功率最大可以达到 5.5dBm，接收灵敏度可以达到 -88dBm。

内置晶振两端电阻 (680K)、电容 (2\*15pF)。

内置 ANT、ANTB 天线端 10K 下拉电阻。

器件内部集成高频、低频振荡器，具有在不同工作模式之间动态切换的能力，从而优化微控制器的操作并且减少功耗。

器件内建完整的 UART、I2C 及 SPI 接口，为设计者提供一个与外部硬件通信的接口。外加优秀的抗干扰和 ESD 保护，确保单片机能够在恶劣的电磁干扰环境下可靠地运行。在存储器方面，除了 Flash 程序存储器，还包含一个 RAM 数据存储器 and EEPROM 数据存储器。

为了提高可靠性和降低成本，器件内置可靠的看门狗定时器 (WDT)、低电压检测 (LPD)、低电压复位 (LVR) 功能模块。为了减少功耗，器件可以工作在三种低功耗模式下：绿色 IDLE 模式、停止 STOP 模式和睡眠 SLEEP 模式；在低功耗模式下，支持键盘快速唤醒。

为了方便用户使用，POWERLINK 提供在线调试烧录器与脱机批量烧录器。

该系列的无线触摸按键微控制器可以广泛的应用于各种产品中，例如无线鼠标、无线键盘、游戏控制、射频远程控制，电磁炉、微波炉、洗衣机、烘干机等家用电器。

## 2 特性

### 射频RF

- 低功耗高性能2.4GHz RF无线射频收发SOC
- 无线速率：1Mbps
- 内置硬件链路层
- 内置接收强度检测电路
- 支持自动应答及自动重发功能
- 内置地址及FEC、CRC校验功能
- 极短的信道切换时间，可用于跳频
- 内置12MHz RF晶振两端电阻、电容
- 内置ANT、ANTB天线端10K下拉电阻
- 使用微带线电感和双层PCB板

### 基本特性

- 单周期8位ET8051 CPU内核
- 集成9+4（移位）触摸按键功能，无需增加外接元件
- 工作频率@工作电压：~4MHz@2.0~3.6V；~8MHz@2.4~3.6V；~12MHz@2.7~3.6V
- 工作频率：~12MHz
- 工作温度：-45℃ ~ +105℃
- 振荡器类型
  - ◇ 外部晶体振荡器：400KHz ~ 12MHz
  - ◇ 内部 RC 振荡器：4/8/12MHz (±2%) 和 32KHz
  - ◇ 外部时钟：400KHz ~ 12MHz
- 多达15个双向通用I/O口
  - ◇ 仅作为输入端，具有上拉电阻
  - ◇ 推挽输出驱动能力：10mA (@3V, 总电流<100mA)

### 周边特性

- 14个中断源具有4个中断优先级
  - ◇ 2个外部中断：INT0B 和 INT1B
  - ◇ T0&T1 溢出中断
  - ◇ T2 溢出、重载、比较/捕获中断
  - ◇ UART 收发中断
  - ◇ EEPROM 写结束中断
  - ◇ 模拟比较器中断
  - ◇ 键盘中断
  - ◇ 触摸按键中断
  - ◇ SPI 中断
  - ◇ I2C 中断
  - ◇ ADC 转换结束中断
- 支持上电复位、低电压复位、低电压检测
- 2个可配置的低电压复位阈值电平：2.1/2.4V
- 低电压检测阈值电平：2.7V
- 寄存器定时访问（TA）保护
- 可编程系统时钟
- 多种工作模式：正常、空闲、停止、睡眠
- 16位定时器/计数器
  - ◇ 与 80C51 类似的 Timer 0 & 1

- ◇ 与 8052 类似的 Timer 2，具有比较捕获单元
  - ◇ 高达 8 通道
  - ◇ 支持外部输入参考电压
  - 4个12位的PWM：PWM0/1/2/3
  - 模拟比较器（ACMP）
  - 看门狗定时器：具有可配置预分频系数
  - 支持在线编程（ICP）
  - UART/SPI/I2C接口
  - ESD：大于2KV(HBM)
  - ADC
  - EFT：大于4KV
  - ◇ 11 位
  - 封装类型：SOP16, TSSOP20/24, SSOP24
- ### 存储器
- 4K字节程序区Flash
  - 存储器编程权限控制
  - 128字节数据区EEPROM（支持字节/页操作，32字节/页）
  - 烧录次数：在25°C的条件下，Flash可以重复烧写10万次，EEPROM可以重复烧写50万次
  - 256字节内置RAM（IRAM）
  - 数据可保存时间：在25°C的条件下，数据可以保存40年

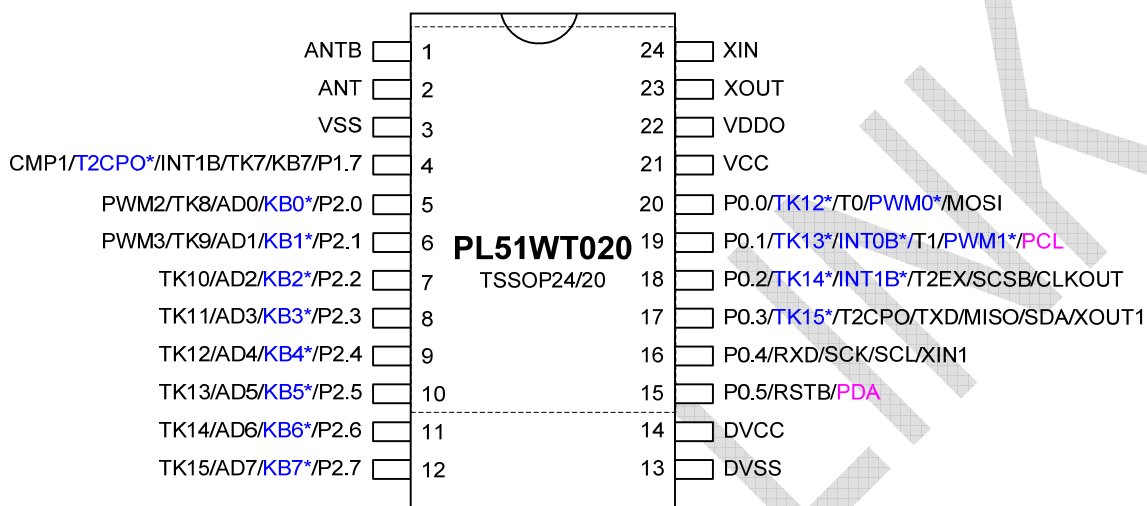
## 3 快速参考数据

| 参数                | 值           | 单位   |
|-------------------|-------------|------|
| 最小工作电压            | 2.0         | V    |
| 最大输出功率            | 5.5         | dBm  |
| 数据速率              | 1           | Mbps |
| 工作电流 (0dBm) @发送模式 | 16          | mA   |
| 工作电流 @接收模式        | 17          | mA   |
| 工作温度范围            | -40 to +105 | °C   |
| 接收灵敏度             | -88         | dBm  |
| RF 晶振频率           | 12          | MHz  |
| CPU 内核内部 RC 频率    | 4/8/12      | MHz  |
| CPU 内核内部 RC 精度    | ±2          | %    |
| 静态电流 @睡眠模式        | 2           | uA   |

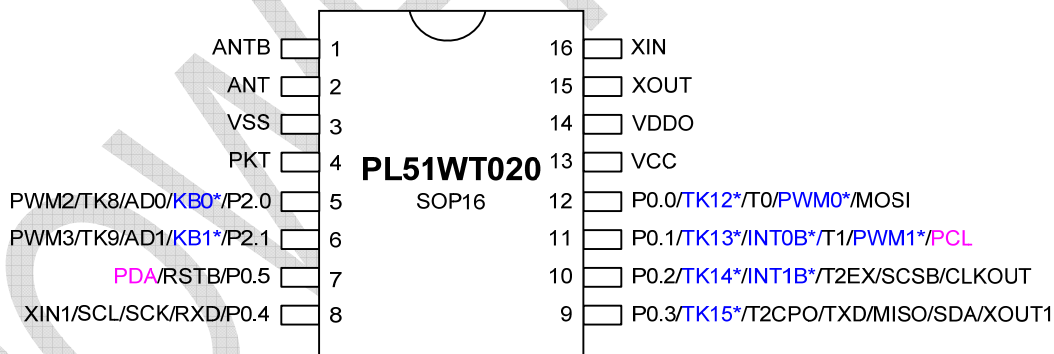
## 4 引脚配置

### 4.1 引脚图

下图是 TSSOP24/20&SSOP24 的引脚图：



下图是 SOP16 的引脚图：



注：

- 1) 引脚外侧的功能优先级高，引脚内侧的功能优先级低。如果某个引脚的高优先级的功能使能，那么该引脚低优先级的功能即使使能也无效。
- 2) 图中标示蓝色并且用\*标注的引脚，只有设置了特殊功能寄存器“PSFT0~1”中对应的控制位才使能该引脚功能。

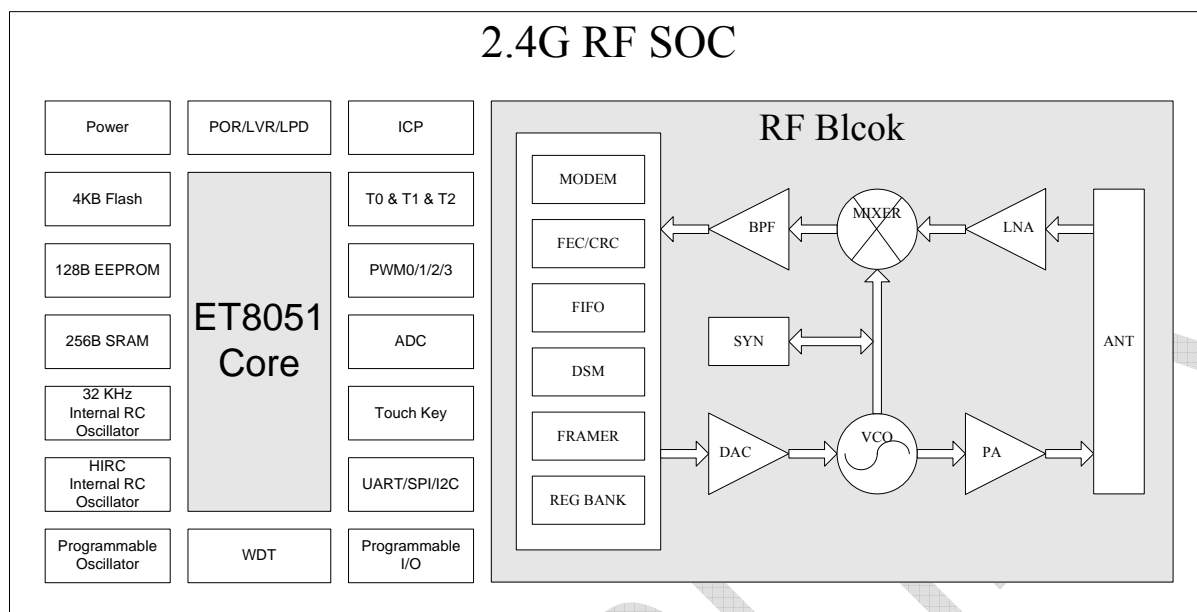


## 4.2 引脚说明

| 类别                 | 符号     | 类型     | 描述                          |
|--------------------|--------|--------|-----------------------------|
| Power              | VCC    | 电源     | 电源 (2.0~3.6V)               |
|                    | VSS    | 电源     | 地 (0V)                      |
|                    | DVCC   | 电源     | 电源 (2.0~3.6V)               |
|                    | DVSS   | 电源     | 地 (0V)                      |
|                    | VDDO   | 电源     | 1.8V电源, LDO输出, 外接电容         |
| RF Block           | ANTB   | RF     | 天线                          |
|                    | ANT    | RF     | 天线                          |
|                    | XIN    | 模拟输入   | 12MHz RF晶振输入                |
|                    | XOUT   | 模拟输出   | 12MHz RF晶振输出                |
|                    | PKT    | 数字输出   | 发送/接收数据包状态指示位输出             |
| RF Block Interface | P1.0   | 数字输入   | 内部RF模块接口SPI.SDO输出           |
|                    | P1.1   | 数字输出   | 内部RF模块接口SPI.SDI输入           |
|                    | P1.2   | 数字输出   | 内部RF模块接口SPI.SCK输入           |
|                    | P1.3   | 数字输出   | 内部RF模块接口SPI.SCSB输入          |
|                    | P1.4   | 数字输入   | 内部RF模块接口FIFO状态指示位输出         |
|                    | P1.5   | 数字输出   | 内部RF模块接口RSTB输入              |
|                    | P1.6   | 数字输入   | 内部RF模块接口发送/接收数据包状态指示位PKT输出  |
| Ext Reset          | RSTB   | 数字输入   | CPU核RESET输入, 低电平有效          |
| Clock              | XIN1   | 模拟输入   | CPU核晶振输入                    |
|                    | XOUT1  | 模拟输出   | CPU核晶振输出                    |
|                    | CLKOUT | 数字输出   | CPU核内部时钟输出                  |
| UART               | RXD    | 数字输入   | 串口接收端                       |
|                    | TXD    | 数字输出   | 串口发送端                       |
| SPI                | SCSB   | 数字输入   | SPI选择信号, 低电平有效, 作为从SPI的输入信号 |
|                    | SCK    | 数字输入输出 | SPI时钟                       |
|                    | MISO   | 数字输入输出 | SPI主输入从输出                   |
|                    | MOSI   | 数字输入输出 | SPI主输出从输入                   |
| I2C                | SCL    | 数字输入输出 | I2C时钟                       |
|                    | SDA    | 数字输入输出 | I2C数据I/O                    |

| 类别            | 符号        | 类型     | 描述              |
|---------------|-----------|--------|-----------------|
| Timer0        | T0        | 数字输入   | 定时器0输入          |
| Timer1        | T1        | 数字输入   | 定时器1输入          |
| Timer2        | T2 EX     | 数字输入   | 定时器2外部重载或门控输入   |
|               | T2CPO     | 数字输出   | 定时器2比较输出或PWM的输出 |
| Ext Interrupt | INT0B     | 数字输入   | 外部中断0           |
|               | INT1B     | 数字输入   | 外部中断1           |
| PWM           | PWM0      | 数字输出   | PWM0的输出         |
|               | PWM1      | 数字输出   | PWM1的输出         |
|               | PWM2      | 数字输出   | PWM2的输出         |
|               | PWM3      | 数字输出   | PWM3的输出         |
| ACMP          | CMP1      | 模拟输入   | 比较器通道1的输入       |
| ADC           | AD0~7     | 模拟输入   | 8通道ADC模拟输入      |
| Touch Key     | TK7~15    | 模拟输入   | 9通道触摸按键输入       |
| Key Board     | KB0~7     | 模拟输入   | 8通道键盘输入         |
| PORT0         | P0.0~P0.5 | 数字输入输出 | 通用I/O P0端口      |
| PORT1         | P1.7      | 数字输入输出 | 通用I/O P1端口      |
| PORT2         | P2.0~P2.7 | 数字输入输出 | 通用I/O P2端口      |
| ICP           | PCL       | 数字输入   | 在线烧录模式下输入的时钟    |
|               | PDA       | 数字输入输出 | 在线烧录模式下输入输出的数据  |

## 5 模块框图



## 6 极限参数

如果器件的工作条件超过所述“极限条件”的范围，将造成器件永久性破坏。只有当器件工作在说明书所规定的范围内时功能才能得到保障。器件工作在极限参数列举的条件下，将会影响到器件工作的可靠性。

| 参数            | 符号       | 值                 | 单位 |
|---------------|----------|-------------------|----|
| 电源 VDD 供应电压   | VDD      | -0.3 to +3.6      | V  |
| 电源 VCC 供应电压   | VCC      | -0.3 to +3.6      | V  |
| 电源 VDDO 供应电压  | VDDO     | -0.3 to +2.5      | V  |
| 端口输入电压        | $V_{IN}$ | -0.3 to (VDD+0.3) | V  |
| 工作温度          | $T_{OP}$ | -40 to +105       | °C |
| 存储温度          | $T_{ST}$ | -55 to +150       | °C |
| VDD 最大电流      | /        | 100               | mA |
| VSS 最大电流      | /        | 100               | mA |
| 每个 I/O 口的灌电流  | /        | 10                | mA |
| 每个 I/O 口的输出电流 | /        | 10                | mA |
| 所有 I/O 口的灌电流  | /        | 100               | mA |
| 所有 I/O 口的输出电流 | /        | 100               | mA |

## 7 电气特性

### 7.1 射频 RF 电气特性

(测试条件: VCC=+3V, VSS=0V, TA=-40°C to +105°C)

| 符合                   | 参数 (测试条件)       | 注释 | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位   |
|----------------------|-----------------|----|------|-----|------|------|
|                      | 工作条件            |    |      |     |      |      |
| VCC                  | VCC 供电电压        |    | 2.0  | 3.3 | 3.6  | V    |
| T <sub>OP</sub>      | 工作温度            |    | -40  |     | 105  | °C   |
|                      | 常规射频条件          |    |      |     |      |      |
| f <sub>OP</sub>      | 工作频段            |    | 2402 |     | 2480 | MHz  |
| f <sub>XTAL</sub>    | 晶振频率            |    |      | 12  |      | MHz  |
| Δf <sub>1M</sub>     | 频率偏移@1Mbps      |    |      | 280 |      | KHz  |
| R <sub>GFSK</sub>    | 数据传输速率          |    |      | 1   |      | Mbps |
| F <sub>CHANNEL</sub> | 信道间隔            |    |      | 1   |      | MHz  |
|                      | 发射操作            |    |      |     |      |      |
| P <sub>RF</sub>      | 最大输出功率          |    |      | 0   | 5.5  | dBm  |
| P <sub>RFC</sub>     | 射频功率控制范围        |    | 18   | 20  | 22   | dB   |
| P <sub>RF1</sub>     | 第一临近信道发射功率      |    |      |     | -20  | dBm  |
| P <sub>RF2</sub>     | 第二临近信道发射功率      |    |      |     | -50  | dBm  |
| I <sub>VCC_H</sub>   | 高增益时功耗          |    |      | 16  |      | mA   |
| I <sub>VCC_L</sub>   | 低增益时功耗          |    |      | 12  |      | mA   |
|                      | 接收操作            |    |      |     |      |      |
| I <sub>VCC</sub>     | 接收功耗            |    |      | 17  |      | mA   |
| RX <sub>SENS</sub>   | 0.1% BER 时接收灵敏度 |    |      | -88 |      | dBm  |

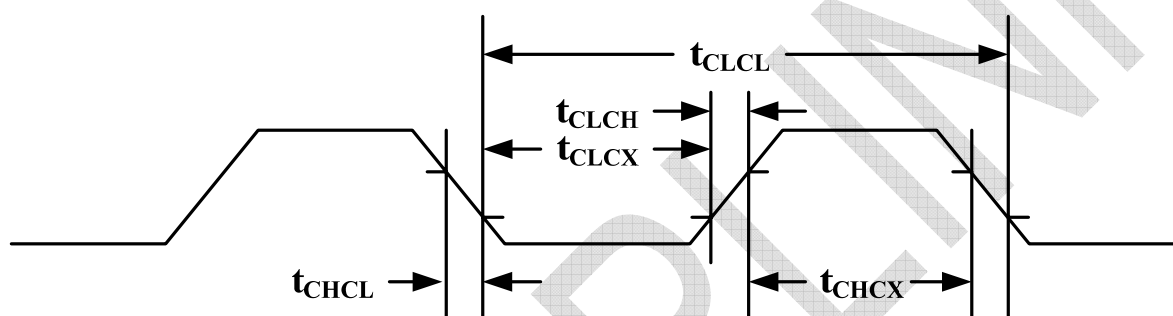
### 7.2 直流电气特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

| 参数         | 符号                 | 说明      |     |         |    | 测试条件                         |
|------------|--------------------|---------|-----|---------|----|------------------------------|
|            |                    | 最小值     | 典型值 | 最大值     | 单位 |                              |
| 工作电压       | VDD                | 2.0     | 3.3 | 3.6     | V  | CPU core Freq: ~4MHz         |
|            |                    | 2.4     | 3.3 | 3.6     | V  | CPU core Freq: ~8MHz         |
|            |                    | 2.7     | 3.3 | 3.6     | V  | CPU core Freq: ~12MHz        |
| 工作电流       | I <sub>OP</sub>    |         | 2   |         | mA | No load, VDD=3.3V@8MHz       |
| 电源电流, 空闲模式 | I <sub>IDLE</sub>  |         | 1   |         | mA | No load, VDD=3.3V@8MHz, IDLE |
| 电源电流, 停止模式 | I <sub>STOP</sub>  |         | 5   |         | uA | No load, VDD=3.3V, STOP      |
| 电源电流, 睡眠模式 | I <sub>SLEEP</sub> |         | 2   |         | uA | No load, VDD=3.3V, SLEEP     |
| 输入高电压      | V <sub>IH</sub>    | 0.7*VDD |     | VDD+0.2 | V  |                              |
| 输入低电压      | V <sub>IL</sub>    | -0.5    |     | 0.3*VDD | V  |                              |

| 参数         | 符号                | 说明    |     |     |      | 测试条件                             |
|------------|-------------------|-------|-----|-----|------|----------------------------------|
|            |                   | 最小值   | 典型值 | 最大值 | 单位   |                                  |
| 输出高电压      | V <sub>OH</sub>   | 2.6   |     |     | V    | VDD=3.3V, I <sub>OH</sub> =-10mA |
| 输出低电压      | V <sub>OL</sub>   |       |     | 0.7 | V    | VDD=3.3V, I <sub>OL</sub> =+10mA |
| 端口上拉电阻     | R <sub>PU</sub>   |       | 50  |     | KΩ   |                                  |
| POR 斜率     | SPOR              | 0.025 |     | 4.5 | V/ms |                                  |
| POR 上升阈值电压 | V <sub>PORH</sub> | 0.4   | 0.8 | 1.2 | V    |                                  |
| POR 下降阈值电压 | V <sub>PORL</sub> | 0.4   | 0.7 | 1.0 | V    |                                  |
| POE 阈值电压   | V <sub>POE</sub>  |       | 1.4 |     | V    |                                  |

### 7.3 交流电气特性



注：占空比为 50%。

#### 7.3.1 外部时钟特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

| 参数      | 符号                | 说明  |     |     |     | 测试条件 |
|---------|-------------------|-----|-----|-----|-----|------|
|         |                   | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |      |
| 时钟频率    |                   |     | 12  |     | MHz |      |
| 时钟高电平时间 | t <sub>CHCX</sub> | 30  |     |     | ns  |      |
| 时钟低电平时间 | t <sub>CLCX</sub> | 30  |     |     | ns  |      |
| 时钟上升时间  | t <sub>CLCH</sub> |     |     | 10  | ns  |      |
| 时钟下降时间  | t <sub>CHCL</sub> |     |     | 10  | ns  |      |

#### 7.3.2 内部 RC 振荡特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

| 参数   | 符号 | 说明  |      |     |     | 测试条件                          |
|------|----|-----|------|-----|-----|-------------------------------|
|      |    | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位  |                               |
| 时钟频率 |    |     | 8/12 |     | MHz |                               |
| 时钟频率 |    |     | ±2   |     | %   | T <sub>A</sub> = 25°C         |
| 时钟频率 |    |     | ±5   |     | %   | T <sub>A</sub> = -40°C~+105°C |

### 7.3.3 晶体振荡器/陶瓷振荡器特性

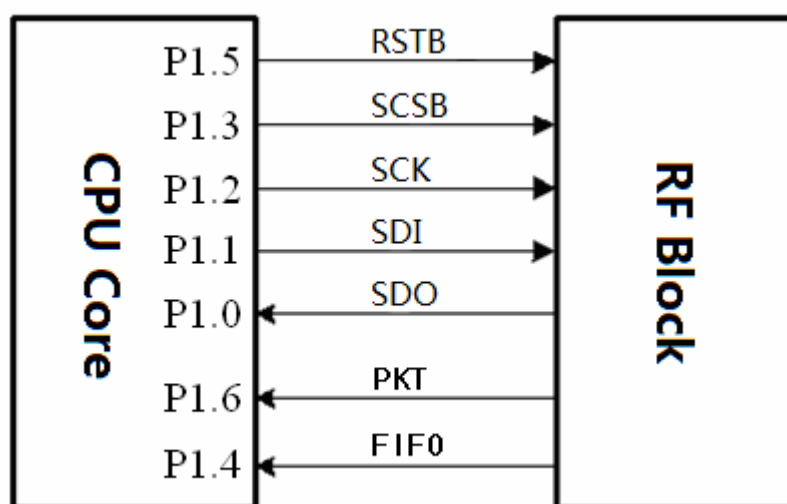
(VDD = 2.0V~5.5V, T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

| 参数   | 符号 | 说明   |     |     |    | 测试条件 |
|------|----|------|-----|-----|----|------|
|      |    | 最小值  | 典型值 | 最大值 | 单位 |      |
| 时钟频率 |    | 400K |     | 12M | Hz |      |

## 8 内部 RF 接口

### 8.1 SPI 接口说明

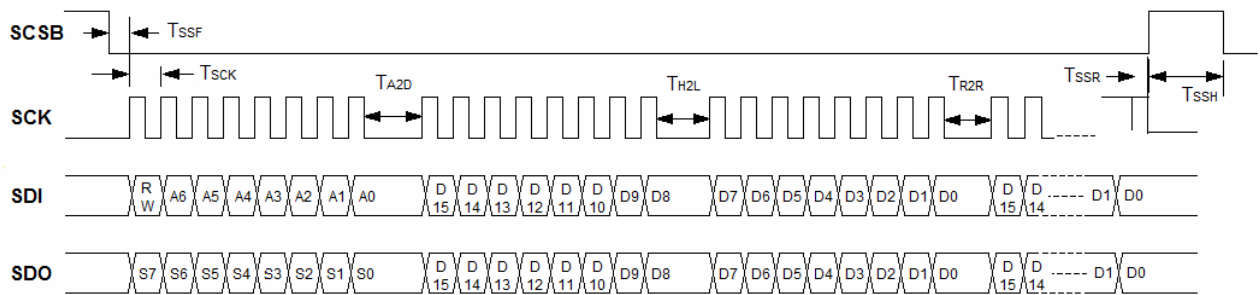
内部 RF 模块提供简单的 CPU 内核接口 SPI 模式，RF 模块的 SPI 接口只支持从模式。



SPI 接口包含 7 个相关信号，如下表：

| 管脚   | 描述                                 |
|------|------------------------------------|
| RSTB | 复位脚，低电平有效                          |
| SCSB | SPI接口从模式使能信号，低电平有效<br>从SLEEP模式唤醒芯片 |
| SCK  | SPI接口时钟输入                          |
| SDI  | SPI接口数据输入                          |
| SDO  | SPI接口数据输出                          |
| PKT  | 发射/接收包状态指示位                        |
| FIFO | FIFO 状态指示位                         |

## 8.2 SPI 命令格式



| 符号                 | 最小     | 典型 | 最大 | 描述              |
|--------------------|--------|----|----|-----------------|
| $T_{SSH}$          | 250ns  |    |    | 两次 SPI 命令时间间隔   |
| $T_{SSF}, T_{SSR}$ | 41.5ns |    |    | SCSB 与 SCK 时间间隔 |
| $T_{A2D}$          | *1     |    |    | 地址与数据时间间隔       |
| $T_{H2L}$          | *1     |    |    | 高低字节数据时间间隔      |
| $T_{R2R}$          | *1     |    |    | 两个寄存器数据时间间隔     |
| $T_{SCK}$          | 83ns   |    |    | SCK 时钟周期        |

注：\*1—在读FIFO数据时，至少需要 450ns等待时间；其它寄存器时 $T_{3min} = 41.5ns$ 。



## 9 存储器

内部存储器包含了 4K 字节 Flash 程序代码区、128 字节 EEPROM 数据代码区。

- 4K 字节程序 Flash
- 128 字节数据 EEPROM

### 9.1 存储器加密

器件内部对程序代码区进行了专有的高安全等级加密处理。

### 9.2 寄存器定义

#### 9.2.1 EEPROM 控制寄存器–EECON

表 9-1 EECON 寄存器 (97h)

| 位       | 符号   | 功能描述   | 类型   | 复位值 |
|---------|------|--|------|-----|
| eecon.7 | LOCK | <b>EEPROM编程禁止位</b><br>0 – EEPROM编程被允许<br>1 – EEPROM编程被禁止   | R/W  | 0   |
| eecon.6 | -    | -  | -    | 0   |
| eecon.5 | -    | -  | -    | 0   |
| eecon.4 | -    | -  | -    | 0   |
| eecon.3 | EPGM | <b>EEPROM编程中断允许位</b><br>0: 中断被禁止<br>1: 当ea=1时, 中断被允许   | R/W  | 0   |
| eecon.2 | PGMF | <b>EEPROM编程中断标志位</b><br>1 – EEPROM编程结束, 发生中断信号<br>它只能由硬件置1, 可以被软件或中断清0, 当PGM =1 时会自动清除。  | R/W  | 0   |
| eecon.1 | CPF  | <b>EEPROM编程跨页标志位</b><br>1 – EEPROM编程页地址发生改变 (跨页)<br>如果CPF=1, PGM不能被设置为1, 直到软件清除CPF。<br>CPF只能通过硬件置1。<br>如果发生跨页错误, 为避免对EEPROM的复位操作, 在CPF清除指令之后, 必须紧跟3个NOP指令。 | R/W  | 0   |
| eecon.0 | PGM  | <b>EEPROM编程允许位</b>   | R/TW | 0   |

| 位 | 符号 | 功能描述  | 类型 | 复位值 |
|---|----|---|----|-----|
|   |    | 1 – EEPROM开始编程<br>写数据到EEPROM缓存之后, 设置PGM, 开始对EEPROM进行编程。如果没有写EEPROM缓存, 软件不能设置该位。当编程结束时, 它被硬件自动清除, 但是不能被软件清除。 |    |     |

POWERLINK

## 10 ICP (在线编程)

器件内部 Flash 与 EEPROM 的内容默认是空的,用户必须通过外部烧录器或在线烧录 ICP (In-Circuit Programming)工具对其编程。

在 ICP 工具中,用户一定要注意 ICP 编程引脚在系统板中的使用方法。在一些应用电路中,强烈建议用户:在 ICP 系统板上编程完成后,先断电、然后再上电。

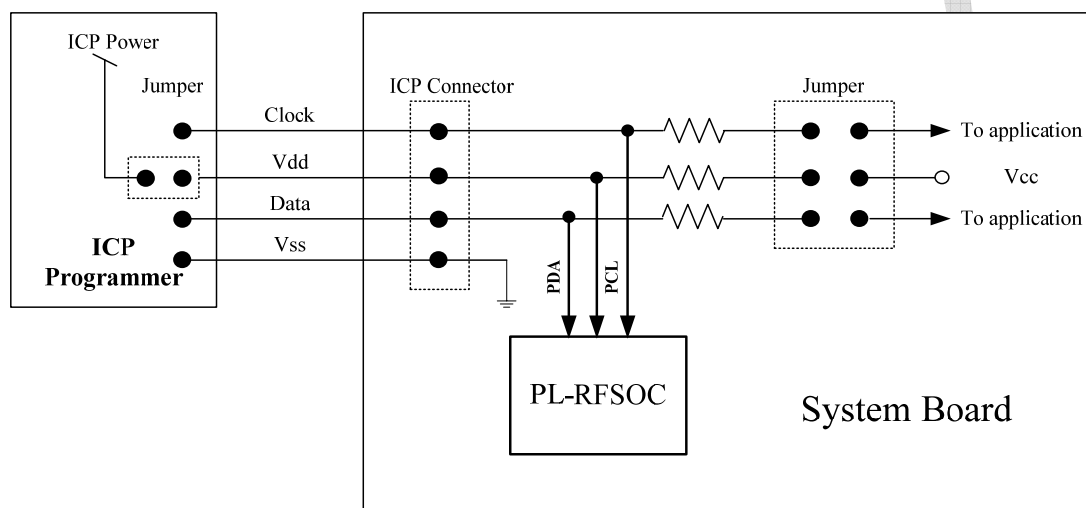


图 10-1 ICP应用电路

注:

1. ICP 操作期间,建议 ICP 和应用电路之间分开;
2. 电阻是可选的;
3. 当使用 ICP 升级代码时,时钟 PCL 和数据 PDA 必须连接到系统板内;
4. ICP 编程结束之后,建议:系统先断电,然后移除 ICP,接着在上电。

器件支持编程:应用程序区 Flash (4K 字节)、数据区 EEPROM (128 字节)。用户可以选择对程序区 Flash、数据区 EEPROM 其中之一编程,或对二者都编程。

## 11 配置选项

以下配置选项用户可以在编程软件界面进行配置:

| 配置选项 0  | 配置选项 1   | 配置选项 2  |
|---|--|---|
| 程序区Flash锁定位   | 保留   | 低电压复位LVR使能配置<br>0x – 禁止<br>10 – 全部使用<br>11 – 除EE编程时段外使能                                 |
| 数据区EEPROM锁定位  | Reset管脚使能  |   |
| XTAL晶振配置<br>OPT[0]:<br>0 -> 使用内部反馈电阻<br>1 -> 不用内部反馈电阻<br>OPT[1]:<br>0 -> 选择内部1M电阻<br>1 -> 选择内部4M电阻<br>OPT[2]:<br>0 -> 不用15pF内部电容<br>1 -> 使用15pF内部电容 | Pump时钟配置<br>0 – Pump时钟不分频<br>1 – Pump时钟2分频   | 低电压复位LVR阈值电压选择<br>00 – 2.1v<br>01 – 2.4v<br>10 – 保留<br>11 – 保留                          |
|   | Clock输出使能  |   |
|   | 热启动时间<br>00~11 – 长时间→短时间   | 低电压检测LPD使能  |
| 振荡器类型选择<br>000 – 外部CLK输入<br>001 – 内部RC 32KHz<br>01x – 晶振模式<br>100 – 内部RC 4MHz<br>101 – 内部RC 8MHz<br>110 – 内部RC 12MHz<br>111 – 保留                    |  | 低电压检测LPD阈值电压选择<br>0 – 2.7v<br>1 – 保留  |
|   | 超时延时设定<br>00 – 2176个时钟周期 (66ms)<br>01 – 640个时钟周期 (20ms)<br>10 – 384个时钟周期 (12ms)<br>11 – 132个时钟周期 (4ms) | 看门狗WDT使能<br>0x – 禁止<br>10 – 允许, 由WDTCON.WDTEN控制<br>11 – 允许, 由WDTCON.WDTEN控制, 但在停止模式中被禁止 |

## 12 MCU 核详细说明

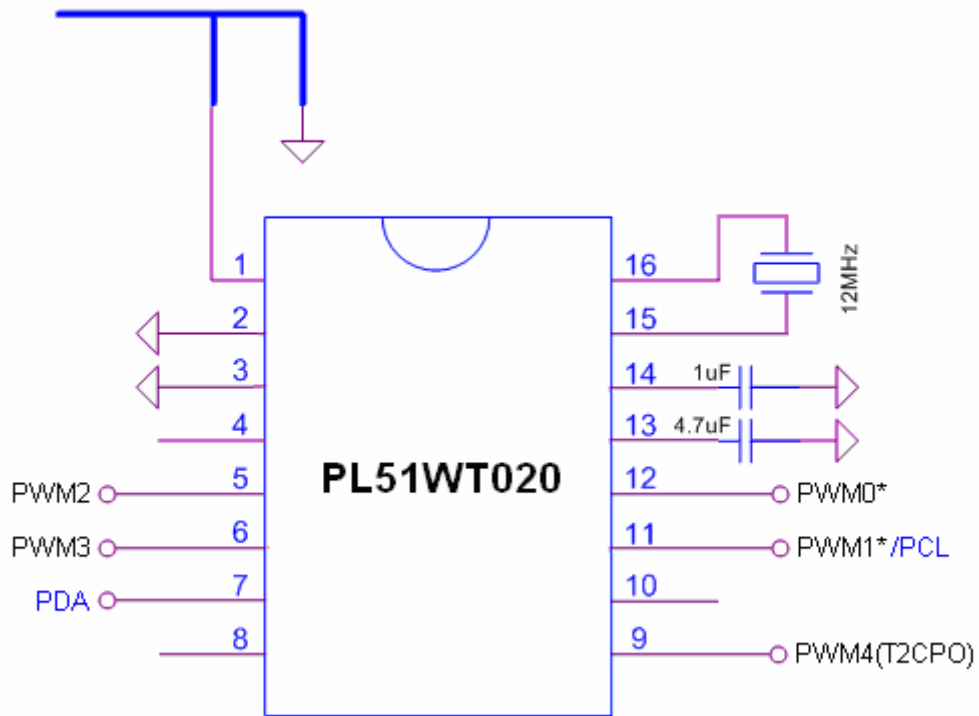
MCU 核详细描述参见《用户手册》，请联系聚元微索取。

## 13 RF 模块控制寄存器

最新的推荐控制寄存器值参考《用户手册》，请联系聚元微索取。

## 14 典型应用

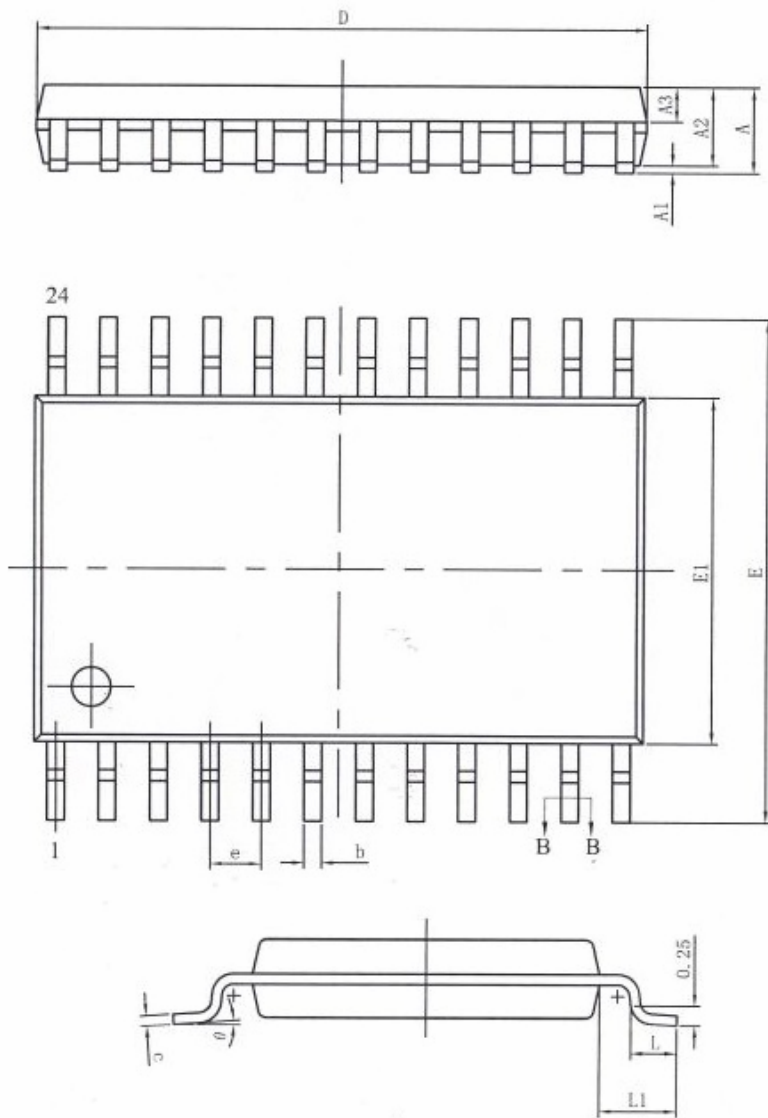
### 14.1 智能照明：RGB 七彩+冷暖双色



# 15 封装尺寸

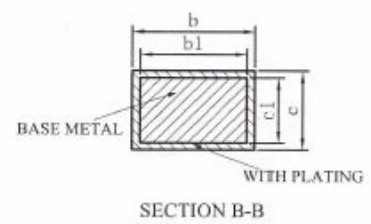
## 15.1 TSSOP24 封装

TSSOP24 封装尺寸



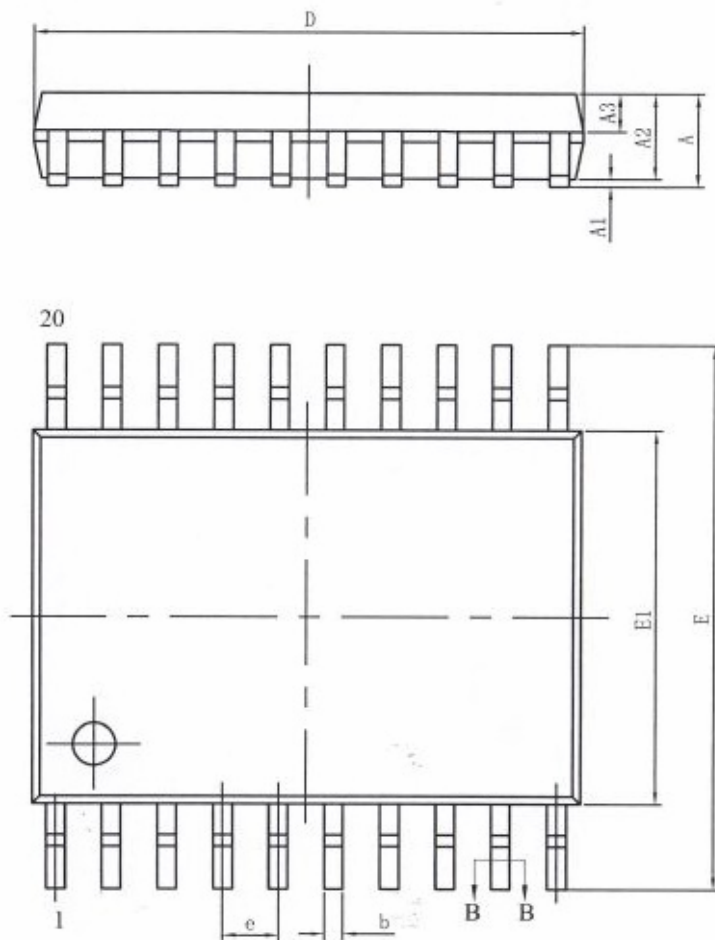
TSSOP24L

| SYMBOL | MILLIMETER |      |      |
|--------|------------|------|------|
|        | MIN        | NOM  | MAX  |
| A      | —          | —    | 1.20 |
| A1     | 0.05       | —    | 0.15 |
| A2     | 0.80       | 1.00 | 1.05 |
| A3     | 0.39       | 0.44 | 0.49 |
| b      | 0.20       | —    | 0.29 |
| b1     | 0.19       | 0.22 | 0.25 |
| c      | 0.13       | —    | 0.18 |
| c1     | 0.12       | 0.13 | 0.14 |
| D      | 7.70       | 7.80 | 7.90 |
| E      | 6.20       | 6.40 | 6.60 |
| E1     | 4.30       | 4.40 | 4.50 |
| e      | 0.65BSC    |      |      |
| L      | 0.45       | 0.60 | 0.75 |
| L1     | 1.00BSC    |      |      |
| θ      | 0          | —    | 8°   |



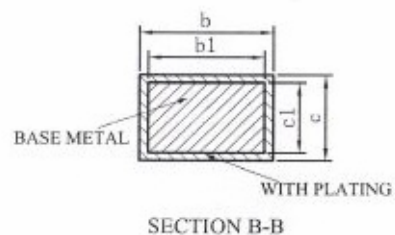
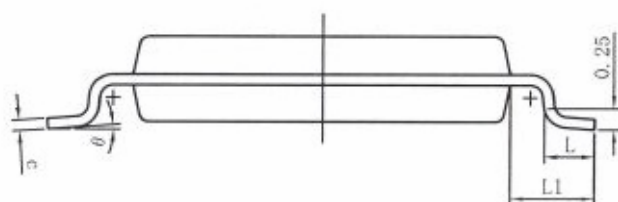
## 15.2 TSSOP20 封装

### TSSOP20 封装尺寸



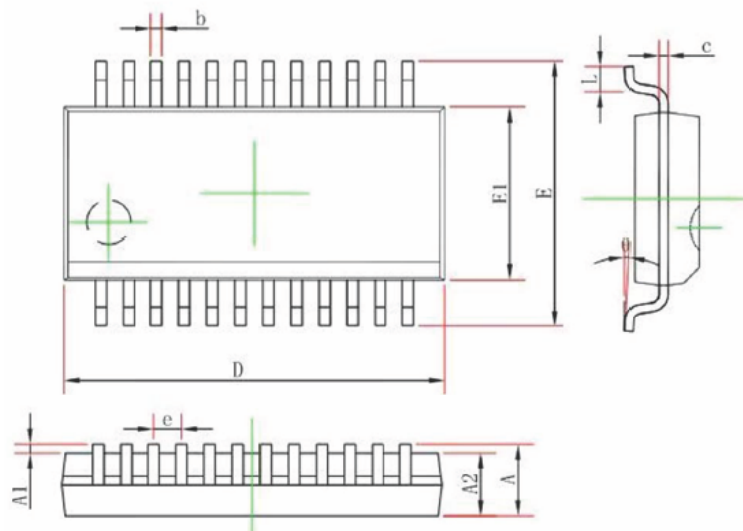
TSSOP20L

| SYMBOL | MILLIMETER |      |      |
|--------|------------|------|------|
|        | MIN        | NOM  | MAX  |
| A      | —          | —    | 1.20 |
| A1     | 0.05       | —    | 0.15 |
| A2     | 0.80       | 1.00 | 1.05 |
| A3     | 0.39       | 0.44 | 0.49 |
| b      | 0.20       | —    | 0.29 |
| b1     | 0.19       | 0.22 | 0.25 |
| c      | 0.13       | —    | 0.18 |
| c1     | 0.12       | 0.13 | 0.14 |
| D      | 6.40       | 6.50 | 6.60 |
| E1     | 4.30       | 4.40 | 4.50 |
| E      | 6.20       | 6.40 | 6.60 |
| e      | 0.65BSC    |      |      |
| L      | 0.45       | 0.60 | 0.75 |
| L1     | 1.00BSC    |      |      |
| θ      | 0          | —    | 8°   |



### 15.3 SSOP24 封装

#### SSOP24 封装尺寸

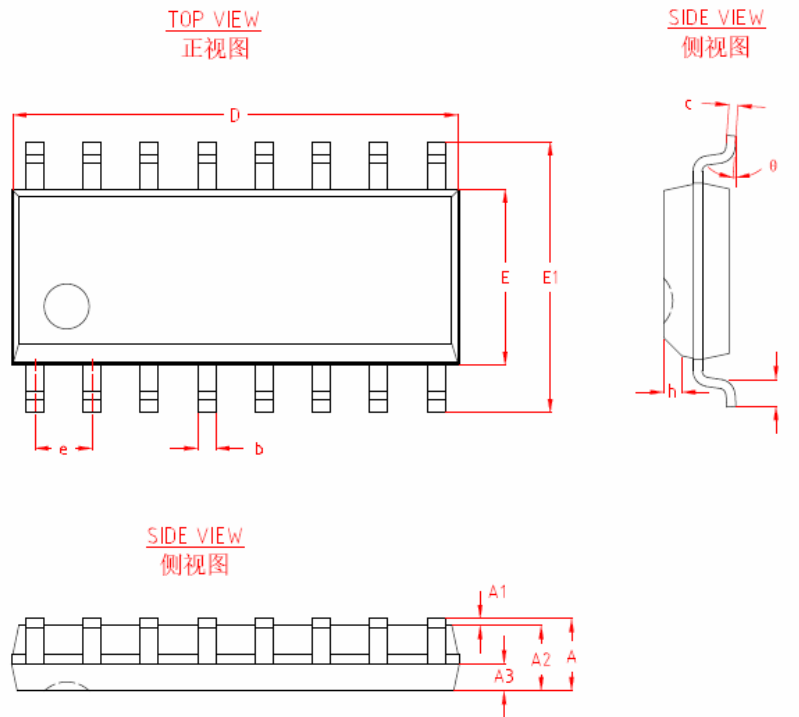


| Symbol   | Dimensions In Millimeters |       |
|----------|---------------------------|-------|
|          | Min                       | Max   |
| A        | —                         | 1.750 |
| A1       | 0.050                     | 0.080 |
| A2       | 1.400                     | 1.500 |
| b        | 0.203                     | 0.305 |
| c        | 0.102                     | 0.254 |
| D        | 8.550                     | 8.650 |
| E1       | 3.800                     | 4.000 |
| E        | 5.800                     | 6.200 |
| e        | 0.635 (BSC)               |       |
| L        | 0.400                     | 1.270 |
| $\theta$ | 0°                        | 8°    |



## 15.4 SOP16 封装

### SOP16 封装尺寸



| 机械尺寸/mm<br>Dimensions |            |                |            |
|-----------------------|------------|----------------|------------|
| 字符<br>SYMBOL          | 最小值<br>MIN | 典型值<br>NOMINAL | 最大值<br>MAX |
| A                     | -          | -              | 1.75       |
| A1                    | 0.10       | -              | 0.25       |
| A2                    | 1.35       | 1.45           | 1.55       |
| A3                    | 0.60       | 0.65           | 0.70       |
| b                     | 0.35       | -              | 0.50       |
| c                     | 0.19       | -              | 0.25       |
| D                     | 9.80       | 10.00          | 10.20      |
| E                     | 3.80       | 3.90           | 4.00       |
| E1                    | 5.80       | 6.00           | 6.20       |
| e                     | 1.27 BSC   |                |            |
| h                     | 0.30       | -              | 0.50       |
| L                     | 0.40       | -              | 0.80       |
| θ                     | 0°         | -              | 8°         |

POWER

## 16 订购信息

| 产品型号代码        | 封装形式             |
|---------------|------------------|
| PL51WT020S16  | SOP16, Tube      |
| PL51WT020S16R | SOP16, Tape&Reel |
| PL51WT020T20  | TSSOP20, Tube    |
| PL51WT020T24  | TSSOP24, Tube    |
| PL51WT020B24  | SSOP24, Tube     |
| .....         | .....            |

注：以上订购信息中产品型号代码未详尽，仅是举例说明。产品表面丝印仅标注主要信息，根据封装形式不同与产品型号代码会有差异，具体请联系聚元微。

## 17 文档修改记录

| Rev. | Date       | Comments     |
|------|------------|--------------|
| 0.1  | 2017/10/10 | 初始版本         |
| 0.2  | 2017/10/16 | 修正 SPI 引脚说明  |
| 0.3  | 2018/07/11 | 工作温度参数       |
| 0.4  | 2018/10/26 | 更新封装尺寸信息     |
| 0.5  | 2019/06/06 | 增加 SSOP24 封装 |
| 0.6  | 2020/04/10 | 更新封装尺寸信息     |
| 0.7  | 2021/03/18 | 补充完善产品型号代码说明 |
|      |            |              |

## 18 注意事项

为了持续改进产品的可靠性、功能或设计，聚元微保留随时更新修改的权利，并不另行通知客户。客户在下单前请确认所使用的是最新的完整版说明书。