



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。

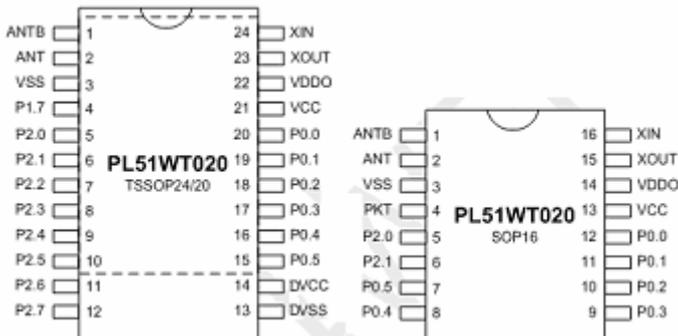
内置晶振两端电阻（680K）、电容（2*15pF）。

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 Flash | 数据区 EEPROM ^{*5} | RAM | Timer | PWM | Freq@Voltage | I/O | 接口 UART/SPI/I2C | ACMP | T.S. | Touch Key ^{*1} /Wakeup(Max) | ADC ^{*1} |
|---------------------------------|---------|--------------|-----------------------------|------|-------|-----|----------------|-----|--------------------|-----------------|------|---|-------------------|
| Touch Key with RF Series | | | | | | | | | | | | | |
| PL51WT020T24 | TSSOP24 | 4KB | 128B | 256B | 3 | 4+1 | ~ 4M@2.0~3.6V | 15 | 1/1/1 | 1 ^{*4} | 1 | 9+4 ^{*3} /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 ^{*4} | 1 | 7+4 ^{*3} /5+4 | 11b/6ch |
| PL51WT020S16 | SOP16 | 4KB | 128B | 256B | 3 | 4+1 | | 8 | 1/1/1 | - | 1 | 2+4 ^{*2} /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
- 4个12位的PWM：PWM0/1/2/3
- 看门狗定时器：具有可配置预分频系数
- UART/SPI/I2C接口
- ADC
 - ◇ 11 位

存储器

- 4K字节程序区Flash
- 128字节数据区EEPROM（支持字节/页操作，32字节/页）
- 256字节内置RAM（IRAM）

- ◇ 高达 8 通道
- ◇ 支持外部输入参考电压
- 模拟比较器（ACMP）
- 支持在线编程（ICP）
- ESD：大于2KV(HBM)
- EFT：大于4KV
- 封装类型：SOP16, TSSOP20/24, SSOP24
- 存储器编程权限控制
- 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
- 数据可保存时间：在25°C的条件下，数据可以保存40年

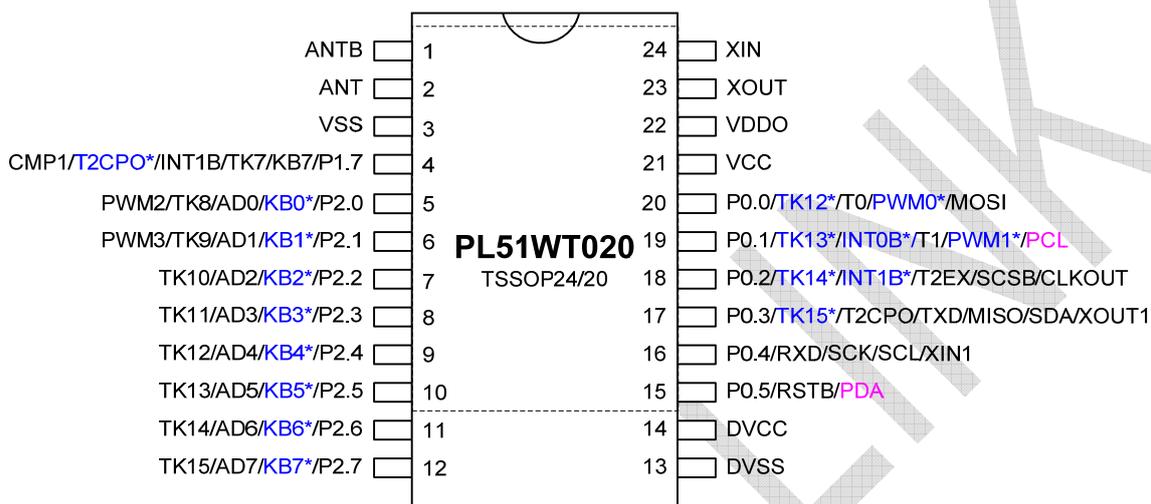
3 快速参考数据

| 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 |

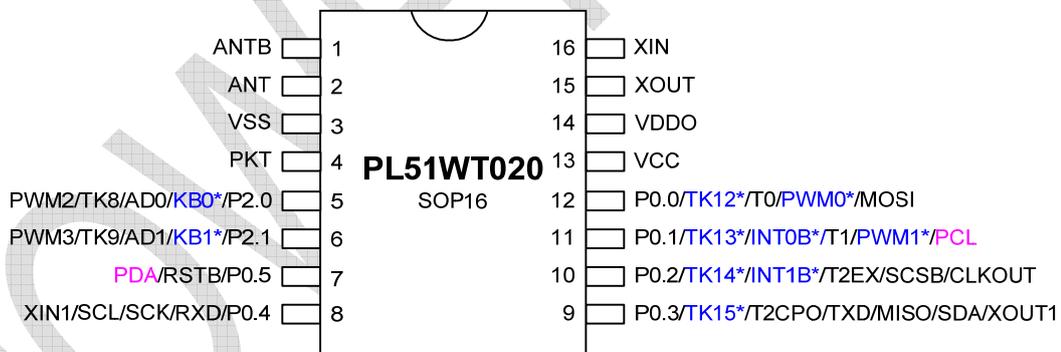
4 引脚配置

4.1 引脚图

下图是 TSSOP24/20&SSOP24 的引脚图：



下图是 SOP16 的引脚图：



注：

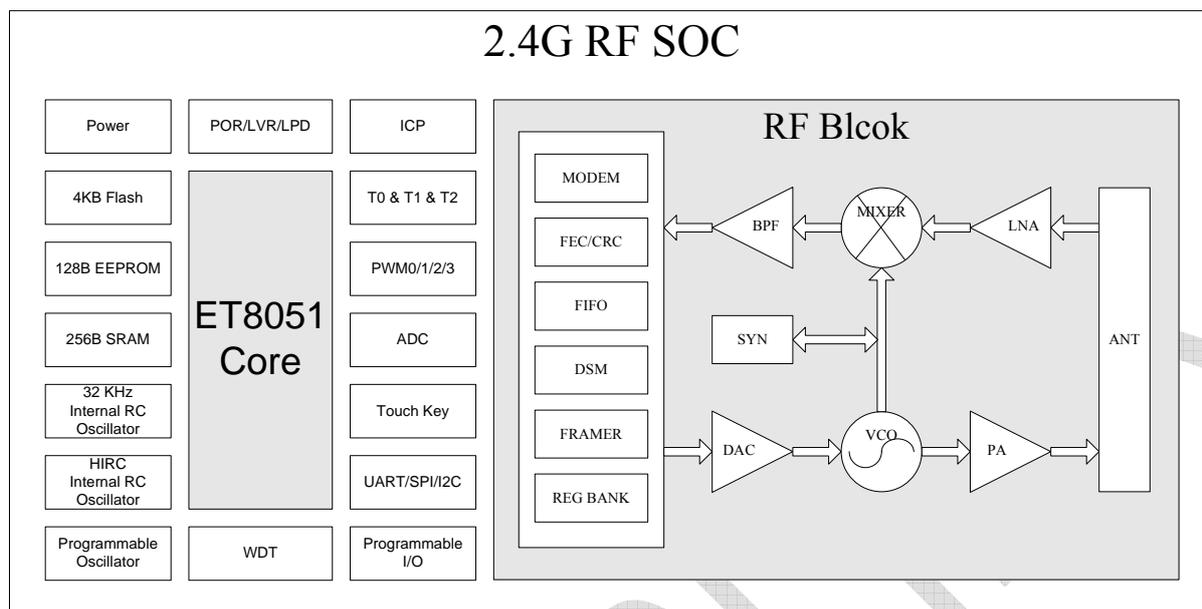
- 1) 引脚外侧的功能优先级高，引脚内侧的功能优先级低。如果某个引脚的高优先级的功能使能，那么该引脚低优先级的功能即使使能也无效。
- 2) 图中标示蓝色并且用*标注的引脚，只有设置了特殊功能寄存器“PSFT0~1”中对应的控制位才使能该引脚功能。

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 _{OP} | 工作温度 | | -40 | | 105 | °C |
| | 常规射频条件 | | | | | |
| f _{OP} | 工作频段 | | 2402 | | 2480 | MHz |
| f _{XTAL} | 晶振频率 | | | 12 | | MHz |
| Δf _{1M} | 频率偏移@1Mbps | | | 280 | | KHz |
| R _{GFSK} | 数据传输速率 | | | 1 | | Mbps |
| F _{CHANNEL} | 信道间隔 | | | 1 | | MHz |
| | 发射操作 | | | | | |
| P _{RF} | 最大输出功率 | | | 0 | 5.5 | dBm |
| P _{RFC} | 射频功率控制范围 | | 18 | 20 | 22 | dB |
| P _{RF1} | 第一临近信道发射功率 | | | | -20 | dBm |
| P _{RF2} | 第二临近信道发射功率 | | | | -50 | dBm |
| I _{VCC_H} | 高增益时功耗 | | | 16 | | mA |
| I _{VCC_L} | 低增益时功耗 | | | 12 | | mA |
| | 接收操作 | | | | | |
| I _{VCC} | 接收功耗 | | | 17 | | mA |
| RX _{SENS} | 0.1% BER 时接收灵敏度 | | | -88 | | dBm |

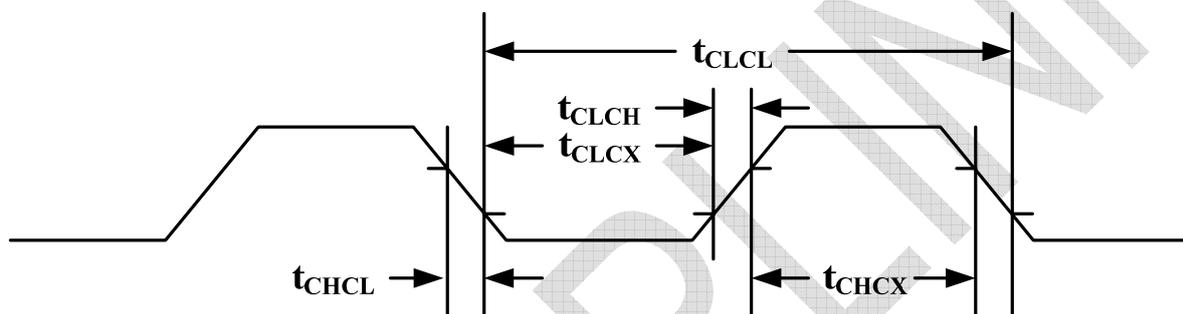
7.2 直流电气特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T_A = 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 _{OP} | | 2 | | mA | No load, VDD=3.3V@8MHz |
| 电源电流, 空闲模式 | I _{IDLE} | | 1 | | mA | No load, VDD=3.3V@8MHz, IDLE |
| 电源电流, 停止模式 | I _{STOP} | | 5 | | uA | No load, VDD=3.3V, STOP |
| 电源电流, 睡眠模式 | I _{SLEEP} | | 2 | | uA | No load, VDD=3.3V, SLEEP |
| 输入高电压 | V _{IH} | 0.7*VDD | | VDD+0.2 | V | |
| 输入低电压 | V _{IL} | -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 _{OH} | 2.6 | | | V | VDD=3.3V, I _{OH} =-10mA |
| 输出低电压 | V _{OL} | | | 0.7 | V | VDD=3.3V, I _{OL} =+10mA |
| 端口上拉电阻 | R _{PU} | | 50 | | KΩ | |
| POR 斜率 | SPOR | 0.025 | | 4.5 | V/ms | |
| POR 上升阈值电压 | V _{PORH} | 0.4 | 0.8 | 1.2 | V | |
| POR 下降阈值电压 | V _{PORL} | 0.4 | 0.7 | 1.0 | V | |
| POE 阈值电压 | V _{POE} | | 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_A = 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 _{CHCX} | 30 | | | ns | |
| 时钟低电平时间 | t _{CLCX} | 30 | | | ns | |
| 时钟上升时间 | t _{CLCH} | | | 10 | ns | |
| 时钟下降时间 | t _{CHCL} | | | 10 | ns | |

7.3.2 内部 RC 振荡特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T_A = 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 _A = 25°C |
| 时钟频率 | | | ±5 | | % | T _A = -40°C~+105°C |

7.3.3 晶体振荡器/陶瓷振荡器特性

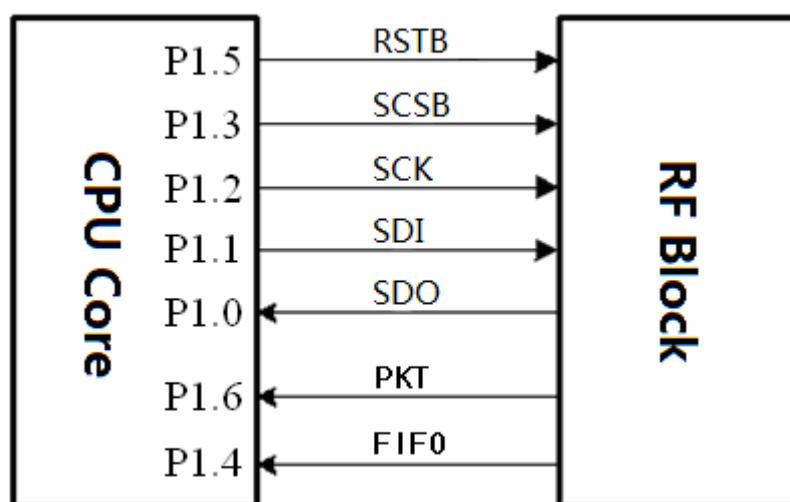
(VDD = 2.0V~5.5V, T_A = 25°C, 除非另有说明)

| 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

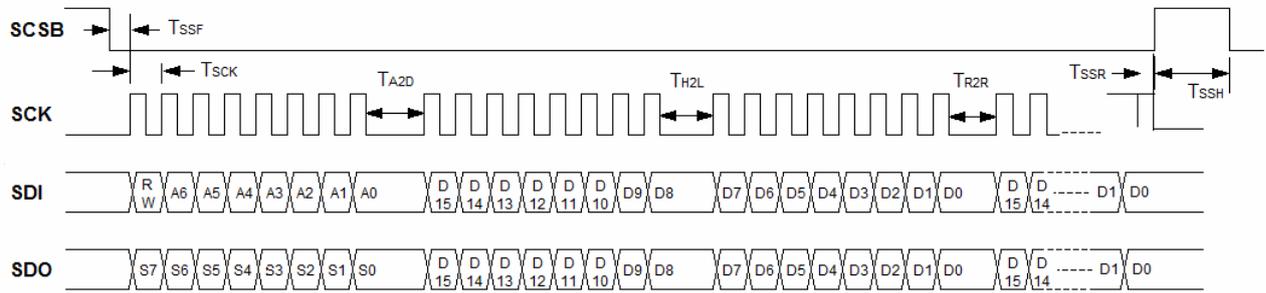
内部 RF 模块提供简单的 CPU 内核接口 SPI 模式，RF 模块的 SPI 接口只支持从模式。



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 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 | EEPROM编程禁止位 0 – EEPROM编程被允许 1 – EEPROM编程被禁止 | R/W | 0 |
| eecon.6 | - | - | - | 0 |
| eecon.5 | - | - | - | 0 |
| eecon.4 | - | - | - | 0 |
| eecon.3 | EPGM | EEPROM编程中断允许位 0: 中断被禁止 1: 当ea=1时, 中断被允许 | R/W | 0 |
| eecon.2 | PGMF | EEPROM编程中断标志位 1 – EEPROM编程结束, 发生中断信号 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 | EEPROM编程跨页标志位 1 – EEPROM编程页地址发生改变 (跨页) 如果CPF=1, PGM不能被设置为1, 直到软件清除CPF。 CPF只能通过硬件置1。 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 | EEPROM编程允许位 | R/TW | 0 |

| 位 | 符号 | 功能描述 | 类型 | 复位值 |
|---|----|---|----|-----|
| | | 1 – EEPROM开始编程 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。

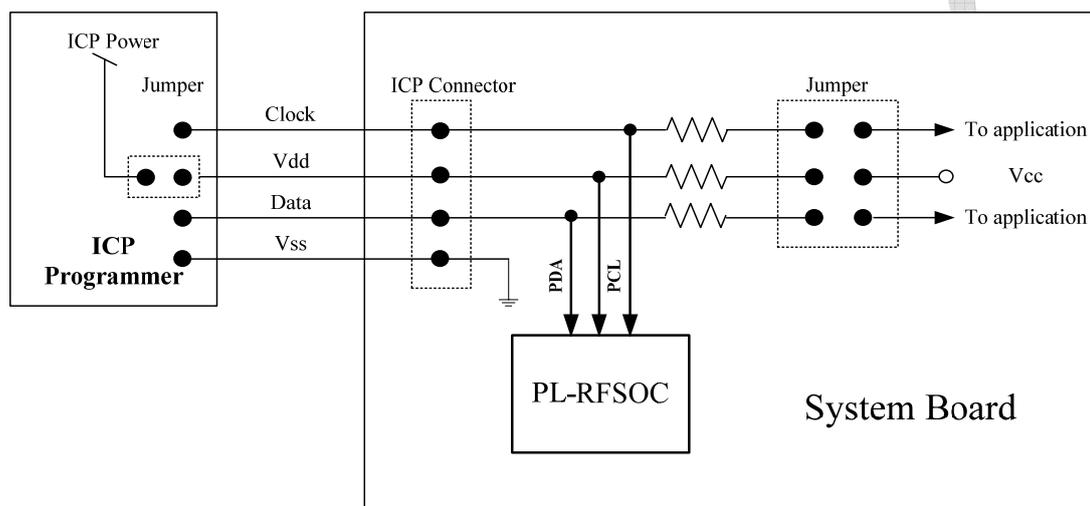


图 10-1 ICP应用电路

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 0x – 禁止 10 – 全部使用 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 OPT[0]: 0 -> 使用内部反馈电阻 1 -> 不用内部反馈电阻 OPT[1]: 0 -> 选择内部1M电阻 1 -> 选择内部4M电阻 OPT[2]: 0 -> 不用15pF内部电容 1 -> 使用15pF内部电容 | Pump时钟配置 0 – Pump时钟不分频 1 – Pump时钟2分频 | 低电压复位LVR阈值电压选择 00 – 2.1v 01 – 2.4v 10 – 保留 11 – 保留 |
| | Clock输出使能 | |
| | 热启动时间 00~11 – 长时间→短时间 | 低电压检测LPD使能 |
| 振荡器类型选择 000 – 外部CLK输入 001 – 内部RC 32KHz 01x – 晶振模式 100 – 内部RC 4MHz 101 – 内部RC 8MHz 110 – 内部RC 12MHz 111 – 保留 | | 低电压检测LPD阈值电压选择 0 – 2.7v 1 – 保留 |
| | 超时延时设定 00 – 2176个时钟周期 (66ms) 01 – 640个时钟周期 (20ms) 10 – 384个时钟周期 (12ms) 11 – 132个时钟周期 (4ms) | 看门狗WDT使能 0x – 禁止 10 – 允许, 由WDTCON.WDTEN控制 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

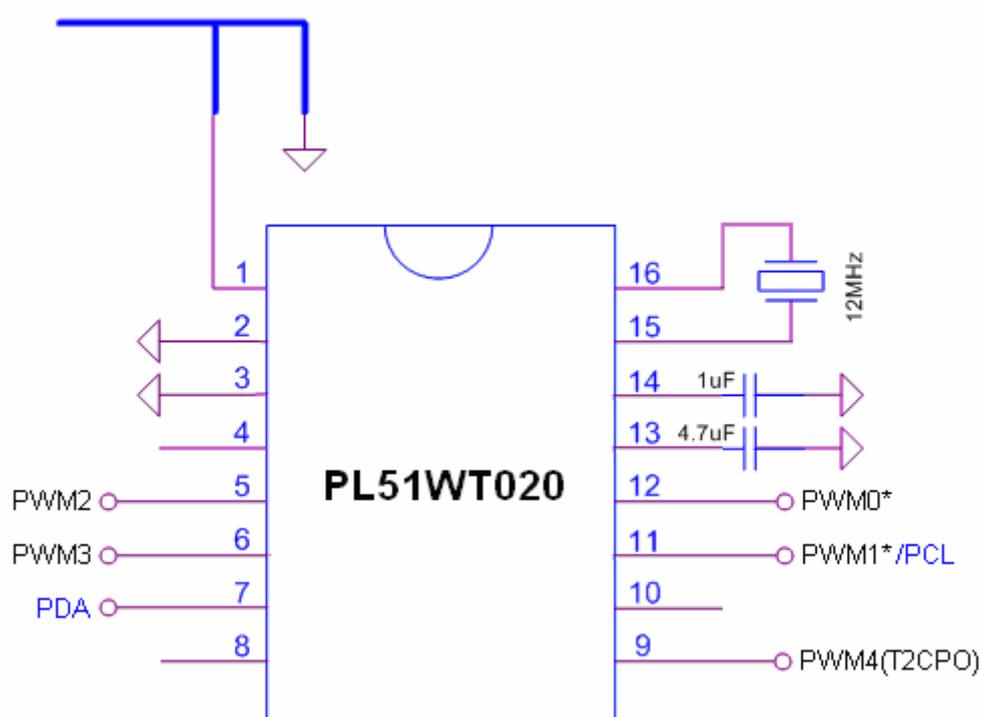
MCU 核详细描述参见《用户手册》，请联系聚元微索取。

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

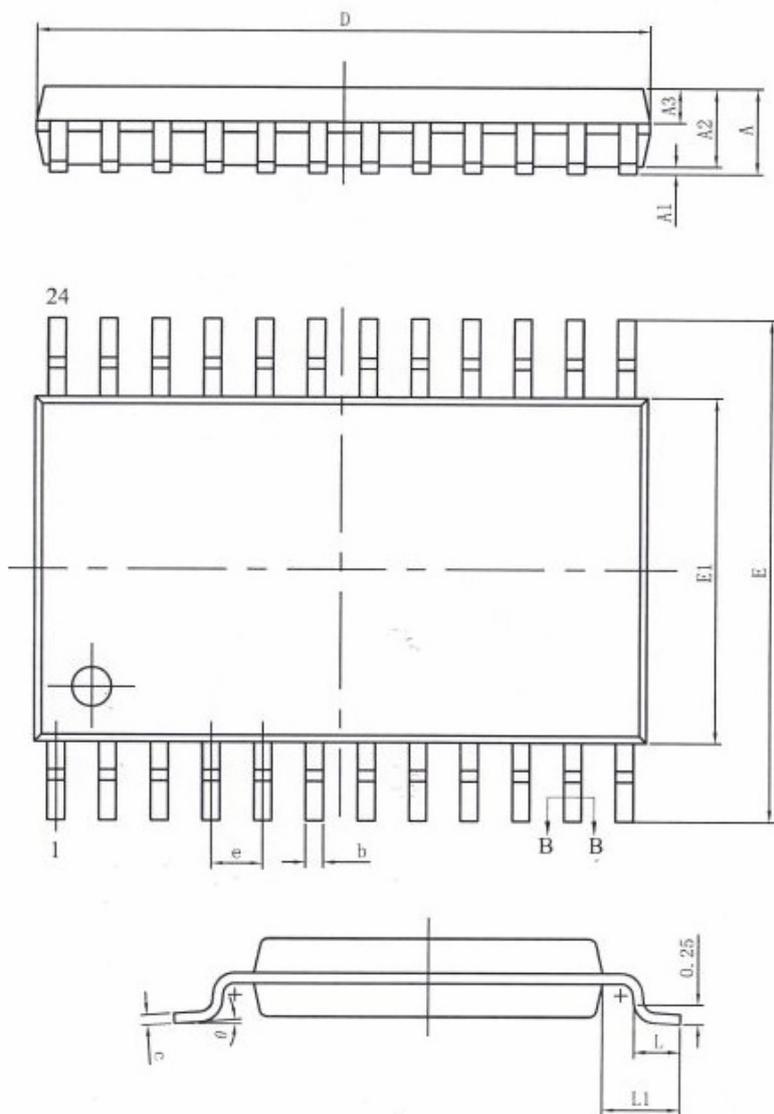
14.1 智能照明：RGB 七彩+冷暖双色



15 封装尺寸

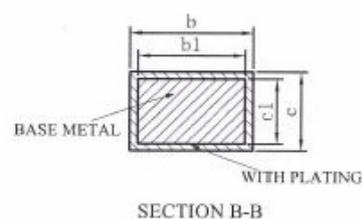
15.1 TSSOP24 封装

TSSOP24 封装尺寸



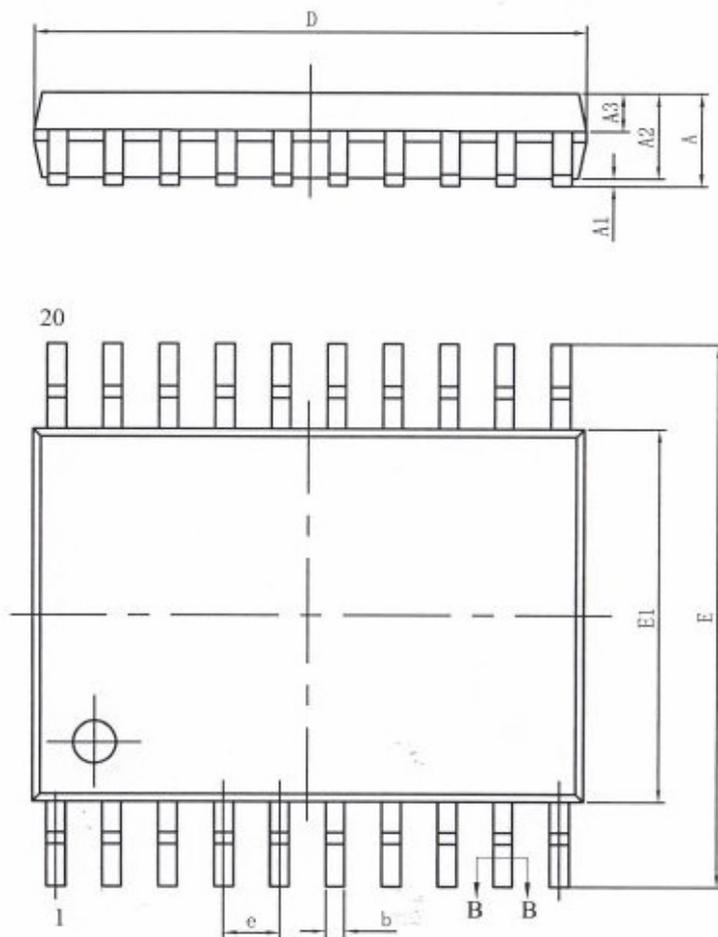
TSSOP24L

| 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° |



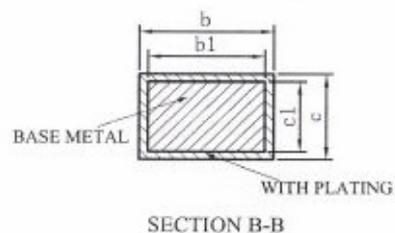
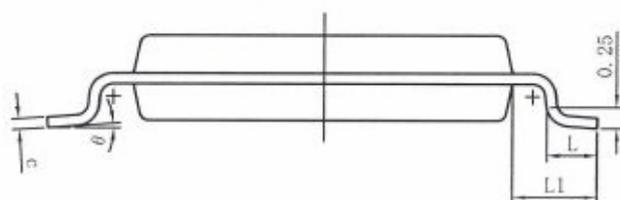
15.2 TSSOP20 封装

TSSOP20 封装尺寸



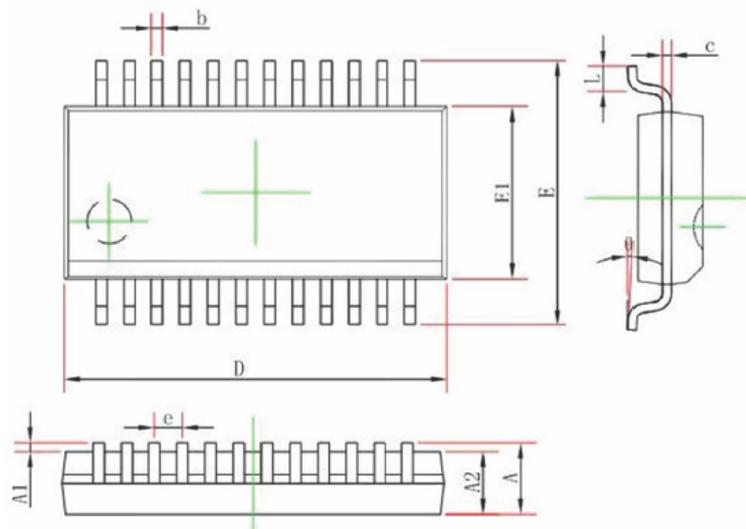
TSSOP20L

| 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

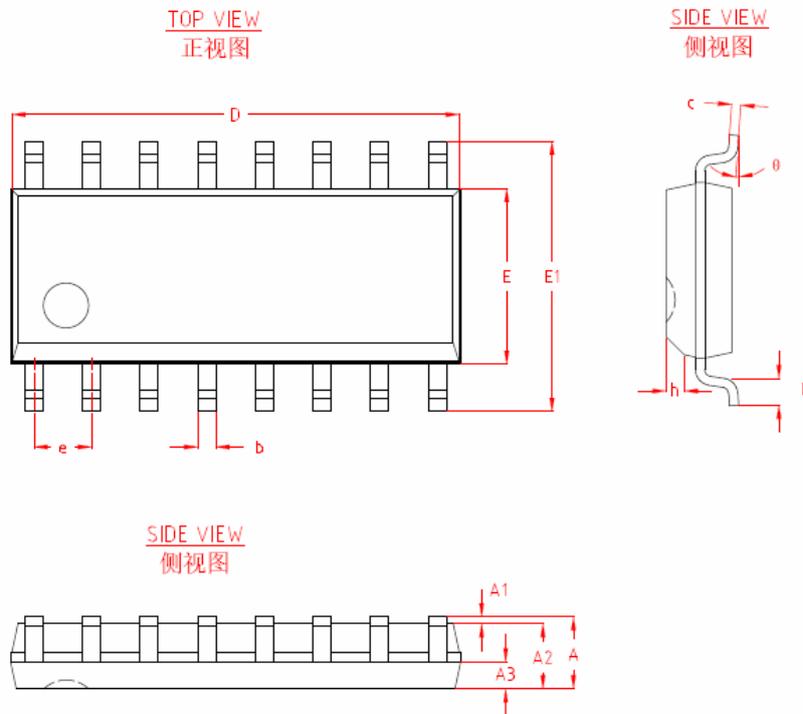


| Symbol | Dimensions In Millimeters | |
|----------|---------------------------|-------|
| | Min | Max |
| A | — | 1.750 |
| A1 | 0.050 | 0.080 |
| A2 | 1.400 | 1.500 |
| b | 0.203 | 0.305 |
| c | 0.102 | 0.254 |
| D | 8.550 | 8.650 |
| E1 | 3.800 | 4.000 |
| E | 5.800 | 6.200 |
| e | 0.635 (BSC) |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

POWER

15.4 SOP16 封装

SOP16 封装尺寸



| 机械尺寸/mm Dimensions | | | |
|-----------------------|------------|----------------|------------|
| 字符 SYMBOL | 最小值 MIN | 典型值 NOMINAL | 最大值 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。