



Powerlink Microelectronics

PL51WT2030

**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:

PL51WT2030 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、16K 字节的在芯片可编程 Flash 程序存储器、256 字节 EEPROM 数据存储器、256 字节的 IRAM、1K 字节的 XRAM，最多 17 个双向通用 I/O 口，支持软件 RTC 和软件 LCD 功能等。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。

芯片内部集成高达 17 个触摸按键，应用时无需增加外接元件。在触摸按键产品应用开发方面，为用户提供简单、可靠并易于实现的方法。该芯片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。

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 3uA。

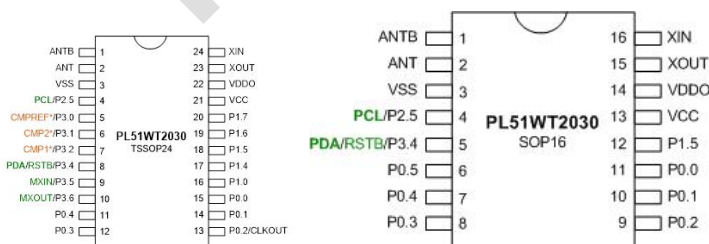
内置晶振两端电阻（680K）、电容（2*15pF）。

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。

PL51WT2030 支持 UART0&1/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 16K 字节 Flash
- 内置 256 字节真 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 晶振电阻、电容
- 内置 ANT、ANTB 天线 10K 下拉电阻
- 使用微带线电感和双层 PCB 板
- 工作频率 @ 工作电压：
~12MHz @ 2.0~3.6V
- 工作温度：-40°C ~ +105°C
- 最多 17 个双向通用 I/O 口与电容触摸按键
- 2 个 16 位定时器/计数器 T0&T1
- 1 个 16 位高级控制型定时器 TIM21
- 1 个 16 位通用型定时器 TIM5
- 1 个 8 位基础型定时器 TIM6
- 支持 UART0&1/SPI/I2C 接口
- 集成 17 通道 12 位 ADC
- 支持在线编程 ICP & 在线调试 ICD
- SOP16、TSSOP24L 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

| 产品名 | 封装 | 程序 Flash | 数据 EEPROM | RAM | Timer | Freq @Voltage | I/O | 接口 | | | | ACMP | T.S. | Touch Key | ADC |
|---------------|----------|-------------|--------------|--------|-------|------------------|-----|------|-----|-----|---|------|------|-----------|-----|
| | | | | | | | | UART | SPI | I2C | | | | | |
| PL51WT2030T24 | TSSOP24L | 16K | 256 | 256+1K | 5 | ~12M@2.0~3.6V | 17 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 17 | 17 | |
| PL51WT2030S16 | SOP16 | 16K | 256 | 256+1K | 5 | | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 | |

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: ACMP 比较器源, 仅在 CMP2 和 INTVREF (1.2V)之间;

目录

| | |
|--------------------------|----|
| 主要特点: | 1 |
| 典型应用: | 1 |
| 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 | 9 |
| 4.1 引脚图 | 9 |
| 4.2 引脚说明 | 10 |
| 4.3 PPS 映射 | 11 |
| 5 模块框图 | 13 |
| 6 极限参数 | 13 |
| 7 电气特性 | 14 |
| 7.1 射频 RF 电气特性 | 14 |
| 7.2 直流电气特性 | 14 |
| 7.3 交流电气特性 | 15 |
| 7.3.1 外部时钟特性 | 15 |
| 7.3.2 内部 RC 振荡特性 | 15 |
| 7.3.3 晶体振荡器/陶瓷振荡器特性 | 16 |
| 8 内部 RF 接口 | 17 |
| 8.1 SPI 接口说明 | 17 |
| 8.2 SPI 命令格式 | 17 |
| 9 存储器 | 19 |
| 9.1 存储器加密 | 19 |
| 9.2 寄存器定义 | 19 |
| 9.2.1 EEPROM 控制寄存器-EECON | 19 |
| 10 ICP (在线编程) | 20 |
| 11 ICD(在线调试) | 21 |
| 12 配置选项 | 22 |
| 13 MCU 核详细说明 | 23 |
| 14 RF 模块控制寄存器 | 23 |
| 15 典型应用 | 24 |
| 15.1 智能照明: RGB 七彩+冷暖双色 | 24 |
| 16 封装尺寸 | 25 |
| 16.1 TSSOP24L 封装 | 25 |
| 16.2 SOP16 封装 | 26 |
| 17 订购信息 | 27 |
| 18 文档修改记录 | 27 |

19 注意事项..... 27

POWERLINK

1 概述

PL51WT2030 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、16K 字节的在芯片可编程 Flash 程序存储器、256 字节 EEPROM 数据存储器、256 字节的 IRAM、1K 字节的 XRAM，最多 17 个双向通用 I/O 口，支持软件 RTC 和软件 LCD 功能等。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。

芯片内部集成高达 17 个触摸按键，应用时无需增加外接元件。在触摸按键产品应用开发方面，为用户提供简单、可靠并易于实现的方法。该芯片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。

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 UART0&1、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 数据存储器和 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
- 集成最多17个触摸按键，无需增加外接元件
- 工作频率@工作电压：~12MHz@2.0~3.6V
- 工作频率：~12MHz
- 工作温度：-40℃ ~ +105℃
- 振荡器类型
 - ◇ 外部晶体振荡器：400KHz ~ 12MHz
 - ◇ 内部 RC 振荡器：4/6/8/12MHz(±1% @25℃)和 32KHz
 - ◇ 外部时钟：400KHz ~ 12MHz
- 多达17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

- 20个中断源具有4个中断优先级
 - ◇ 2个外部中断：INT0B和INT1B（高低电平、边沿唤醒）
 - ◇ T0&T1 溢出中断
 - ◇ 高级控制型定时器 TIM21 更新/上溢出/下溢出/触发/刹车/COM 中断
 - ◇ UART0、UART1 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
 - ◇ LPD 中断
 - ◇ 高级控制型定时器 TIM21 捕获/比较中断
- ◇ 通用型定时器 TIM5 更新/上溢出/触发中断
- ◇ 通用型定时器 TIM5 捕获/比较中断
- ◇ 基础型定时器 TIM6 更新/上溢出/触发中断
- ◇ RTC 溢出中断
- 支持上电复位、低电压复位、低电压检测
- 8个可配置的低电压复位阈值电平
 - ◇ 1.2/1.5/1.8/2.1/2.4/2.7/3.7/4.3V
- 8个可配置的低电压检测阈值电平
 - ◇ 1.2/1.5/1.8/2.1/2.4/2.7/3.7/4.3V
- 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
- 高级控制型定时器Timer21，具有比较捕获单元

- ◇ 16 位向上、向下、向上/向下自动装载计数器
- ◇ 允许在指定数目的计数器周期之后更新定时器寄存器的重复计数器
- ◇ 16 位可编程（可以实时修改）预分频器，计数器时钟频率的分频系数为 1~65535 之间的任意数值
- ◇ 4 个独立通道可以配置成：
 - 输入捕获
 - 输出比较
 - PWM 生成（边缘或中间对齐模式）
 - 单脉冲模式输出
- ◇ 3 路支持互补输出，死区时间可配置
- ◇ 上升沿、下降沿死区控制
- ◇ 多个信号源选择
- 通用型定时器Timer5，具有比较捕获单元
 - ◇ 16 位向上计数和自动装载计数器
 - ◇ 4 位可编程预分频器，计数器时钟频率的分频系数为值为 1~32768 之间的 2 的幂
- ◇ 3 个独立通道具有输入捕获、输出比较、PWM 生成、单脉冲模式输出
- 基础型定时器Timer6，8位向上计数自动加载功能
- BEEPER: 1/2/4 KHz
- 看门狗定时器：具有可配置预分频系数
- UART0/UART1/SPI/I2C接口
- ADC
 - ◇ 12 位
 - ◇ 高达 17 通道
- 模拟比较器（ACMP）
- 软件 RTC
- 软件 LCD
- 支持在线编程（ICP）
- 支持在线调试（ICD）
- ESD: 大于4KV(HBM)
- EFT: 大于4KV
- 封装类型: SOP16, TSSOP24L

存储器

- 16K字节程序区Flash
- 256字节数据区EEPROM（支持字节/页操作，64字节/页）
- 256字节内置IRAM
- 1K字节内置XRAM
- 存储器编程权限控制
- 烧录次数：在25℃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℃的条件下，数据可以保存40年

3 快速参考数据

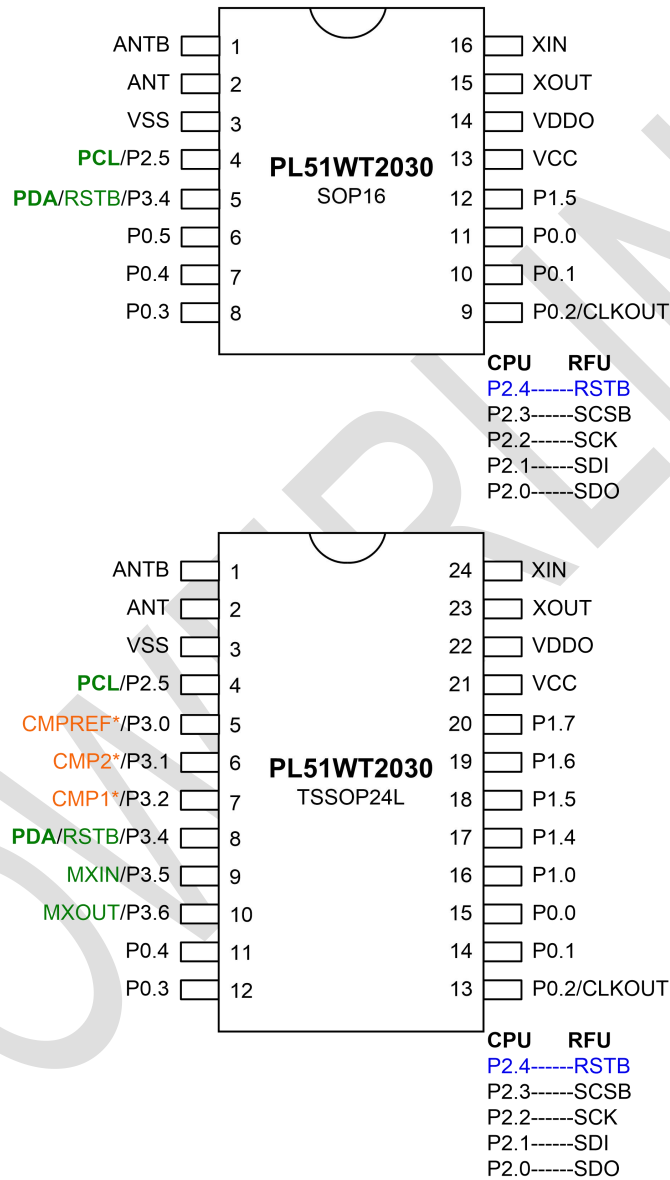
| 参数 | 值 | 单位 |
|-------------------|-------------|------|
| 最小工作电压 | 2.0 | V |
| 最大输出功率 | 5.5 | dBm |
| 数据速率 | 1 | Mbps |
| 工作电流 (0dBm) @发送模式 | 16 | mA |
| 工作电流 @接收模式 | 17 | mA |
| 工作温度范围 | -40 to +105 | ℃ |
| 接收灵敏度 | -88 | dBm |
| RF 晶振频率 | 12 | MHz |

| 参数 | 值 | 单位 |
|-----------------------|----------|-----|
| CPU 内核内部 RC 频率 | 4/6/8/12 | MHz |
| CPU 内核内部 RC 精度 @ 25°C | ±1 | % |
| 静态电流@睡眠模式 (Typ.) | 3 | uA |

POWERLINK

4 引脚配置

4.1 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) 对于未使用或未引出的管脚，建议配置为输入上拉，或配置为输出固定电平。
- 3) 本引脚图为典型参考配置示意图，具体配置参见 PPS 映射。

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) |
| | 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 |
| RF Block Interface | P2.0 | 数字输入 | 内部RF模块接口SPI.SDO输出 |
| | P2.1 | 数字输出 | 内部RF模块接口SPI.SDI输入 |
| | P2.2 | 数字输出 | 内部RF模块接口SPI.SCK输入 |
| | P2.3 | 数字输出 | 内部RF模块接口SPI.SCSB输入 |
| | P2.4 | 数字输出 | 内部RF模块接口RSTB输入 |
| Ext Reset | RSTB | 数字输入 | CPU核RESET输入, 低电平有效 |
| Clock | MXIN | 模拟输入 | CPU核晶振输入 |
| | MXOUT | 模拟输出 | CPU核晶振输出 |
| | CLKOUT | 数字输出 | CPU核内部时钟输出 |
| UART | RXD0/1 | 数字输入 | 串口0/1接收端 |
| | TXD0/1 | 数字输出 | 串口0/1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 |
| Timer0 | T0 | 数字输入 | 定时器0输入 |
| Timer1 | T1 | 数字输入 | 定时器1输入 |
| TIM21 | T21_CH1 | 数字输入输出 | 定时器TIM21通道1输入输出 |
| | T21_CH2 | 数字输入输出 | 定时器TIM21通道2输入输出 |

| 类别 | 符号 | 类型 | 描述 |
|---------------|----------|--------|-----------------|
| | T21_CH3 | 数字输入输出 | 定时器TIM21通道3输入输出 |
| | T21_CH4 | 数字输入输出 | 定时器TIM21通道4输入输出 |
| | T21_CH1N | 数字输出 | 定时器TIM21通道1互补输出 |
| | T21_CH2N | 数字输出 | 定时器TIM21通道2互补输出 |
| | T21_CH3N | 数字输出 | 定时器TIM21通道3互补输出 |
| | T21_BKIN | 数字输入 | 定时器TIM21刹车信号输入 |
| | T21_ETR | 数字输入 | 定时器TIM21外部时钟输入 |
| TIM5 | T5_CH1 | 数字输入输出 | 定时器TIM5通道1输入输出 |
| | T5_CH2 | 数字输入输出 | 定时器TIM5通道2输入输出 |
| | T5_CH3 | 数字输入输出 | 定时器TIM5通道3输入输出 |
| Ext Interrupt | INT0B | 数字输入 | 外部中断0 |
| | INT1B | 数字输入 | 外部中断1 |
| ACMP | CMP1 | 模拟输入 | 比较器通道1的输入 |
| | CMP2 | 模拟输入 | 比较器通道2的输入 |
| | CMPVREF | 模拟输入 | 比较器参考输入 |
| | CMPOUT | 数字输出 | 比较器的输出 |
| ADC | ADx | 模拟输入 | x通道ADC模拟输入 |
| Touch Key | TKx | 模拟输入 | x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.x | 数字输入输出 | 通用I/O P0端口 |
| PORT1 | P1.x | 数字输入输出 | 通用I/O P1端口 |
| PORT2 | P2.x | 数字输入输出 | 通用I/O P2端口 |
| PORT3 | P3.x | 数字输入输出 | 通用I/O P3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 |
| BEEPER | BEEPER | 数字输出 | BEEPER输出 |

4.3 PPS 映射

| 功能符号 | 描述 | 功能可映射有效引脚 | 功能优先级 |
|------|----------|-----------|-------|
| T0 | 定时器 0 输入 | P0.0/P2.2 | 1 (高) |
| T1 | 定时器 1 输入 | P0.1/P2.3 | 2 |

| 功能符号 | 描述 | 功能可映射有效引脚 | 功能优先级 |
|----------|-------------------|---|--------|
| T21_CH1 | 定时器 T21 通道 1 输入输出 | P0.0/P1.4/ P1.5 /P2.2/P3.0/P3.6 | 3 |
| T21_CH2 | 定时器 T21 通道 2 输入输出 | P0.1/P1.5/ P1.6 /P2.3/P3.1/P3.4 | 4 |
| T21_CH3 | 定时器 T21 通道 3 输入输出 | P0.2/P1.5/ P1.7 /P3.2/P3.5 | 5 |
| T21_CH4 | 定时器 T21 通道 4 输入输出 | P0.3/P1.5/P1.6/ P2.0 /P2.7/P3.0/P3.3 | 6 |
| T21_CH1N | 定时器 T21 通道 1 互补输出 | P1.3 /P1.5/P2.2/P2.5/P3.4/P3.6 | 7 |
| T21_CH2N | 定时器 T21 通道 2 互补输出 | P1.2 /P1.6/P2.3/P3.4/P3.5 | 8 |
| T21_CH3N | 定时器 T21 通道 3 互补输出 | P1.1 /P1.7/P2.2/P3.5/P3.6 | 9 |
| T21_BKIN | 定时器 T21 刹车信号输入 | P0.1/P1.4/ P2.4 /P3.1 | 10 |
| T21_ETR | 定时器 T21 外部时钟输入 | P0.4/ P1.0 /P2.1/P3.2 | 11 |
| T5_CH1 | 定时器 T5 通道 1 输入输出 | P0.0/P1.7/ P3.0 /P3.1 | 12 |
| T5_CH2 | 定时器 T5 通道 2 输入输出 | P0.1/ P2.7 /P3.2 | 13 |
| T5_CH3 | 定时器 T5 通道 3 输入输出 | P0.5 /P1.5/P2.6/P3.3 | 14 |
| RXD0 | 串口 0 接收端 | P0.4/P1.7/ P3.2 | 15 |
| TXD0 | 串口 0 发送端 | P0.3/P1.6/ P3.1 | 16 |
| SCL | I2C 时钟 | P0.0 /P0.4/P1.7 | 17 |
| SDA | I2C 数据 I/O | P0.1 /P0.3/P1.6 | 18 |
| SCSB | SPI 选择信号 | P0.2/P0.5/ P1.4 /P1.5/P2.3 | 19 |
| SCK | SPI 时钟 | P0.4/P1.7/ P2.1 /P2.2 | 20 |
| MISO | SPI 主输入从输出 | P0.3/P1.6/P2.0/ P2.3 | 21 |
| MOSI | SPI 主输出从输入 | P0.0/P1.4/P2.1/ P2.2 | 22 |
| RXD1 | 串口 1 接收端 | P2.3 /P0.0~P3.7 | 23 |
| TXD1 | 串口 1 发送端 | P2.2 /P0.0~P3.7 | 24 |
| INT0B | 外部中断 0 输入 | P2.6 /P0.0~P3.7 0/2/4/6 所有偶引脚 | 25 |
| INT1B | 外部中断 1 输入 | P2.5 /P0.0~P3.7 1/3/5/7 所有奇引脚 | 26 |
| AGRD | 触摸按键 A 保护环输出 | P0.0 /P0.4/P1.7 | 27 |
| BGRD | 触摸按键 B 保护环输出 | P0.1 /P0.3/P1.6 | 28 |
| BEEPER | 蜂鸣器输出 | P0.2/ P3.0 | 29 |
| CMPOUT | 比较器的输出 | P2.2 /P2.7 | 30 (低) |

注:

- 蓝色为系统默认设置引脚；系统默认功能相对应的 PPS 寄存器的复位值为蓝色引脚数值（例如 T0_PPS 寄存器默认值为 00H，T1_PPS 寄存器默认值为 01H，其他功能复位值见 5.2 特殊功能寄存器复位值）；系统默认未开启端口功能使能位，使用需要配置对应功能 PPS 寄存器 PPS[3] 开启功能使能；
- 建议使用 PPS 功能选择上表中的有效引脚，当选择上表没有的功能引脚，会出现写入寄存器的数值与读出数值不一致情况，此时以读出的 PPS 寄存器数值为准；
- 当多个功能映射到同一个引脚时，功能优先级高的功能有效，其他低优先级功能即使使能也无效，功能优先级从高到低为 T0 到 CMPOUT。
- 所有以上功能都需要通过相应的 PPS 寄存器选择对应引脚，PPS[5:4] 选择端口 P0，P1，P2 和 P3，PPS[2:0] 则选择对应端口的引脚，PPS[3] 为端口功能使能位，必须使能功能才有效。例如

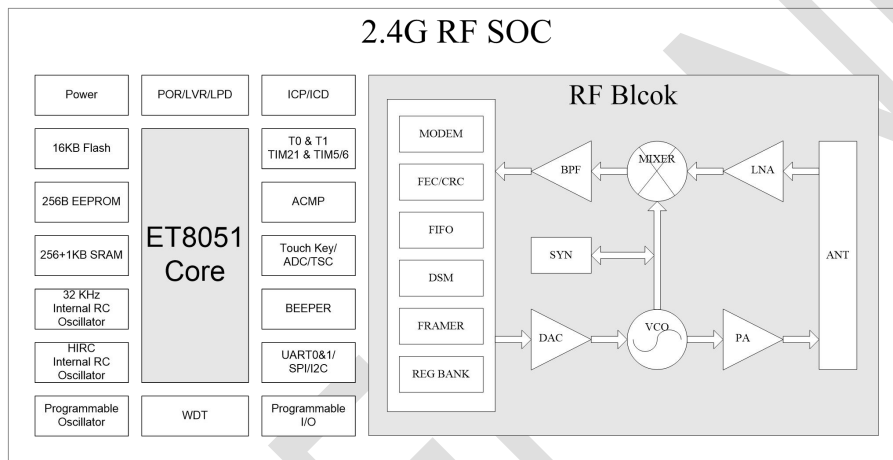

```
MOV DPTR, #T21_CH1_PPS //功能对应的 PPS 寄存器
MO A, #01DH //选择 P1.5 引脚
MOVX @DPTR, A
```

 即使用 PPS 寄存器将功能映射到非有效引脚上，若映射当前端口存在有效引脚，系统会默认将其分配到有效引脚上，例如：T21_ETR 选择 P1 端口任意引脚都将映射至 P1.0 引脚；
 若当前端口存在多个有效引脚，任意选择当前端口引脚则将其分配至有效引脚之

一，例如 T21_CH1 在 P3 存在两个有效引脚 P3.0 和 P3.6，T21_CH1_PPS 选择 P3 的任意引脚，系统会将其映射到 P3.0 或者 P3.6 上，通过读 T21_CH1_PPS 寄存器可得到其映射的引脚；

选择若当前端口不存在有效引脚可能造成功能使能无效，需要重新将功能选择到有效引脚，例如 SCK 功能在 P3 端口无有效引脚，通过 SCK_PPS 选择 P3 端口的引脚则无效。

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 |

| 参数 | 符号 | 值 | 单位 |
|---------------|----|-----|----|
| 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 |
| R _{XSENS} | 0.1% BER 时接收灵敏度 | | | -88 | | dBm |

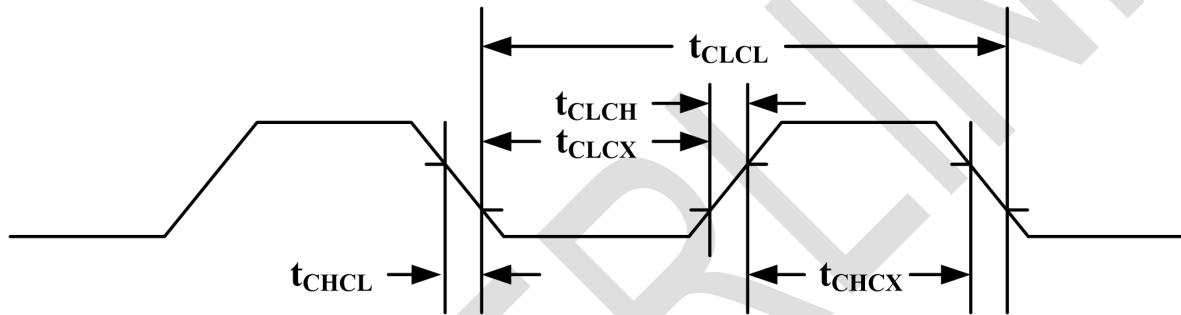
7.2 直流电气特性

(VDD = 2.0V~3.6V, 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: ~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} | | 4 | | uA | No load, VDD=3.3V, STOP |

| 参数 | 符号 | 说明 | | | | 测试条件 |
|------------|-------------------|---------|-----|---------|------|----------------------------------|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | |
| 电源电流, 睡眠模式 | ISLEEP | | 3 | | 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 | |
| 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/下拉电阻 | R _{PU} | | 100 | | KΩ | |
| POR 斜率 | SPOR | 0.025 | | 4.5 | V/ms | |
| POR 上升阈值电压 | V _{PORH} | | 1.6 | | V | |
| POR 下降阈值电压 | V _{PORL} | | 1.2 | | 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~3.6V, 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~3.6V, 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 | | | 4/6/8/12 | | MHz | |
| 时钟频率 | | | ±1 | | % | T _A = 25°C |

7.3.3 晶体振荡器/陶瓷振荡器特性

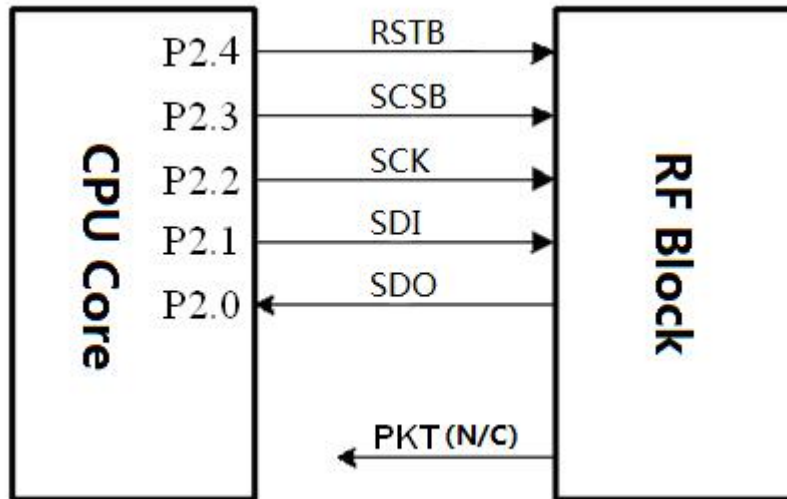
(VDD = 2.0V~3.6V, T_A = 25°C, 除非另有说明)

| 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

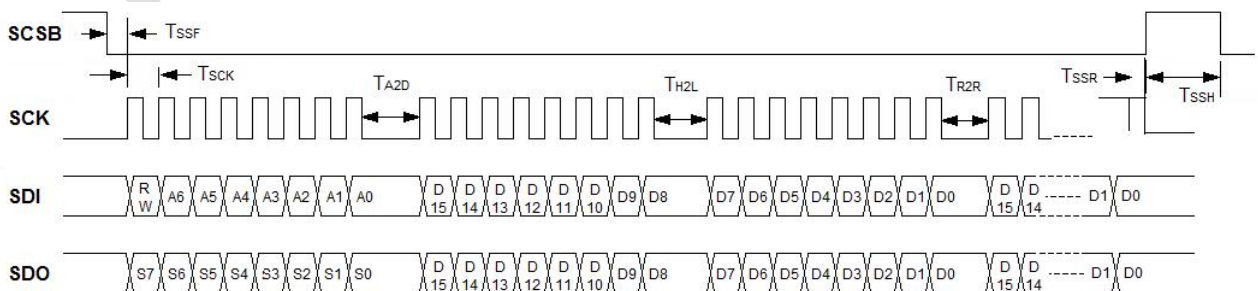
内部 RF 模块提供简单的 CPU 内核接口 SPI 模式，RF 模块的 SPI 接口只支持从模式。



SPI 接口包含 6 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（N/C 未使用） |

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 16K 字节 Flash 程序代码区、256 字节 EEPROM 数据代码区。

- 16K 字节程序 Flash
- 256 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.6~4 | - | - | - | 000 |
| 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编程页地址发生更改 (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 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。 | R/TW | 0 |

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。

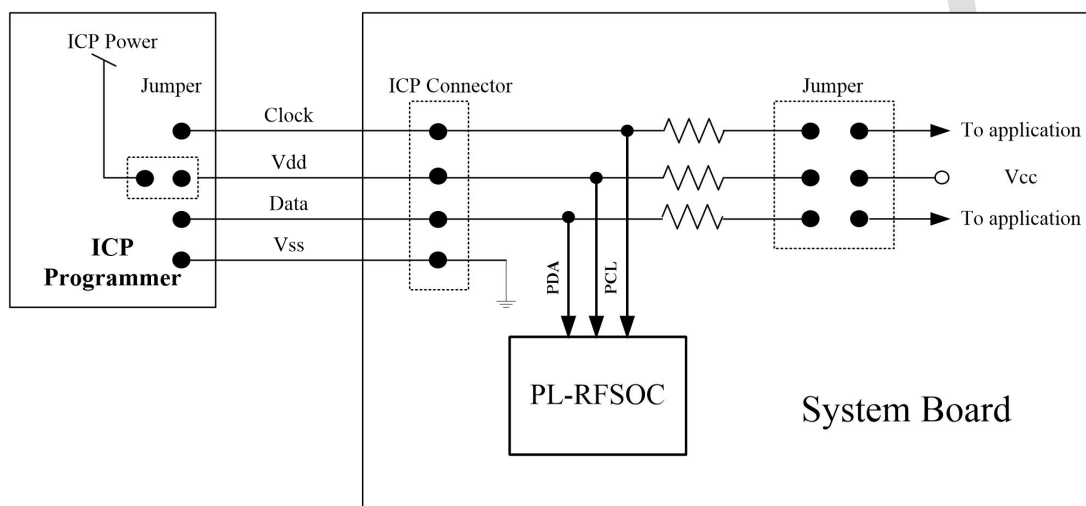


图 10-1 ICP 应用电路

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 (16K 字节)、数据区 EEPROM (256 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 ICD(在线调试)

芯片内部集成了ICD(In-Circuit Debugging)调试功能,允许控制 CPU 执行 STOP 停止/RUN 运行/STEP 步进等:

- 提供 2 线接口
- 可以有效地利用 2 线接口,同时进行测试和调试工作

ICD 调试引脚 PCL、PDA 可通过使能配置位 CODE1.7 (ICDPEN);当 CODE1.7 为 0 时,禁用 ICD 调试引脚;当 CODE1.7 为 1 时,使能 ICD 调试引脚,此时 PCL、PDA 专用于 ICD 调试功能。

12 配置选项

以下配置选项用户可以在编程烧录软件界面进行配置：

| 配置选项 | 配置选项 |
|---|---|
| 程序区Flash锁定位 0 – 锁定 1 – 解锁 | 数据区EEPROM锁定位 0 – 锁定 1 – 解锁 |
| Flash的ROM区使能位 0 – 不固化成ROM 1 – 被固化成ROM | Flash的ROM区大小选择位 0 – 高4K为ROM区 1 – 高8K位ROM区 |
| RSTB复位管脚使能位 0 – 禁止 1 – 使能 | ICD调试引脚使能位 0 – 禁止 1 – 使能 |
| 振荡器类型选择位 00 – 内部高频RC振荡HIRC (4~12MHz) 01 – 内部低频RC振荡LIRC (32KHz) 10 – 晶振和陶瓷振荡器XTAL 11 – 外部时钟输入ECLK | 内部高频RC振荡频率选择位 00 – 内部RC 4MHz 01 – 内部RC 6MHz 10 – 内部RC 8MHz 11 – 内部RC 12MHz |
| XTAL晶振内部阻容配置位 0 – 不用15pf内部电容和内部反馈电阻 1 – 使用15pf内部电容和内部反馈电阻 | XTAL晶振驱动档位适配位 000 – 200KHz 001 – 400KHz 010 – 2MHz 011 – 4MHz 100 – 8MHz 101 – 12MHz 110 – RSV 111 – RSV |
| 外部时钟ECLK配置字 00 – LECK低功耗模式 (0MHz至0.5MHz) 01 – MECK中等功耗模式 (0.5MHz至4MHz) 10 – HECK高功耗模式 (4MHz至12MHz) 11 – HECK高功耗模式 (4MHz至12MHz) | |
| 热启动时间配置位 00 – 最长 11 – 最短 注：不同振荡源Warmup档位不同 | 超时Timeout配置位 00 – 64ms 01 – 16ms+ 10 – 8ms+ 11 – 4ms+ |
| 看门狗WDT使能位 0x – 禁止 10 – 允许, 由WDTEN控制 11 – 允许, 由WDTEN控制, 停止模式中被禁止 | WDT使能位上电默认状态配置位 0 – 默认未开启WDT 1 – 默认开启WDT (看门狗WDT配置为使能时) |
| 低电压复位LVR使能位 00 – 禁止 01 – RSV 10 – 允许 (使用SLEEP模式时需开启) 11 – RSV | 低电压检测LPD使能位 0 – 禁止 1 – 允许 |
| 低电压复位LVR阈值电压选择位 000 – 1.2v 001 – 1.5v 010 – 1.8v | 低电压检测LPD阈值电压选择位 000 – 1.2v 001 – 1.5v 010 – 1.8v |

| 配置选项 | 配置选项 |
|------------------------------|--------------------------------|
| 011 – 2.1v | 011 – 2.1v |
| 100 – 2.4v | 100 – 2.4v |
| 101 – 2.7v | 101 – 2.7v |
| 110 – 3.7v | 110 – 3.7v |
| 111 – 4.3v | 111 – 4.3v |
| 32.768KHz晶振选择位（软件RTC） | 数据区EEPROM最高Page页编程功能禁止位 |
| 0 – 禁止 | 0 – 允许 |
| 1 – 使能 | 1 – 禁止 |

13 MCU 核详细说明

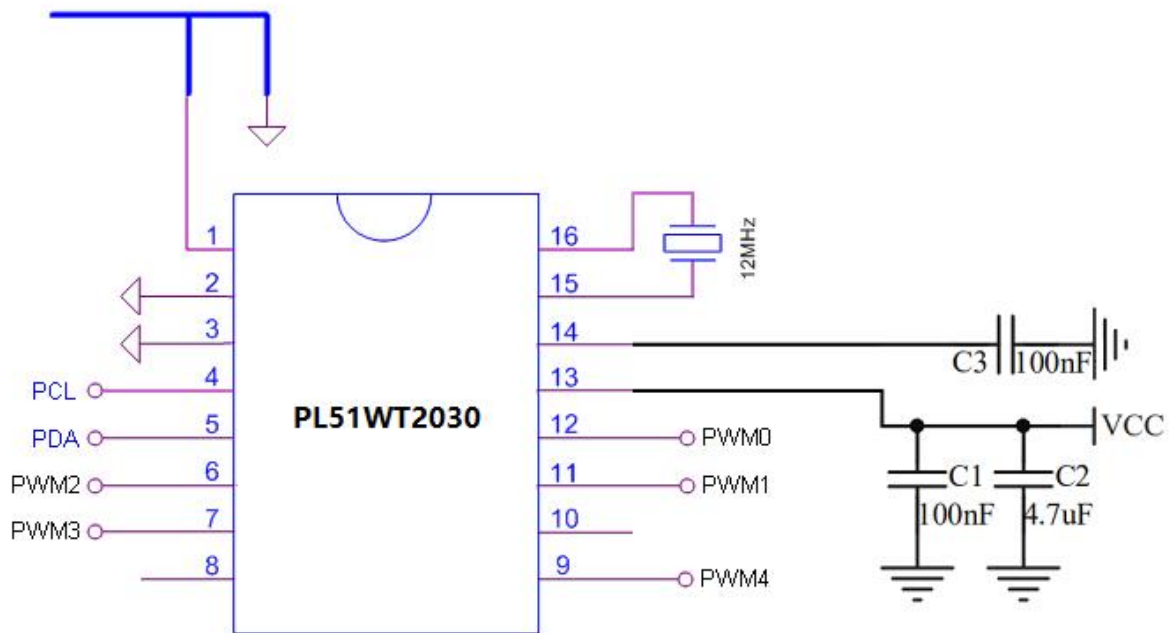
MCU 核详细描述参见《用户手册》，请联系聚元微索取。

14 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。

15 典型应用

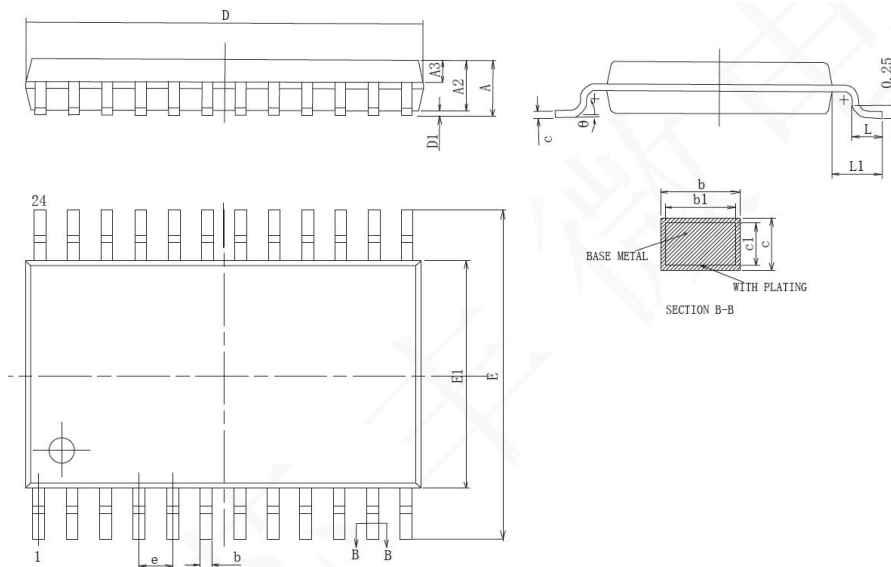
15.1 智能照明：RGB 七彩+冷暖双色



16 封装尺寸

16.1 TSSOP24L 封装

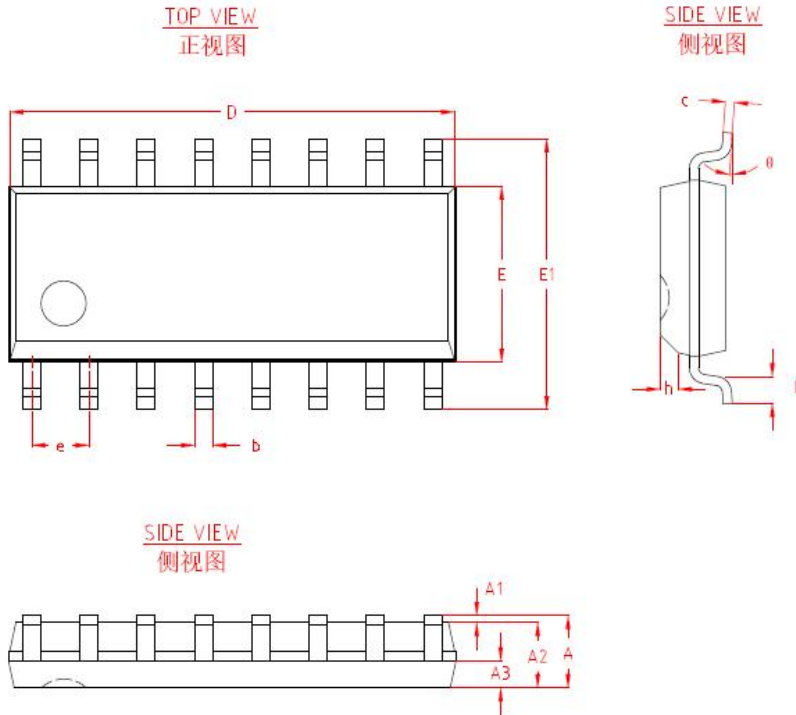
TSSOP24L (7.8*4.4*1.0 e=0.65) 封装尺寸



| SYMBOL | MILLIMETER | | |
|--------|------------|------|------|
| | MIN | NOM | MAX |
| A | — | — | 1.20 |
| A1 | 0.03 | 0.08 | 0.12 |
| 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° |

16.2 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 | 1.25 | 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° |

17 订购信息

| 产品型号代码 | 封装形式 |
|----------------|------------------|
| PL51WT2030S16 | SOP16, Tube |
| PL51WT2030S16R | SOP16, Tape&Reel |
| PL51WT2030T24 | TSSOP24L, 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。

18 文档修改记录

| Rev. | Date | Comments |
|------|------------|----------------|
| 0.1 | 2024/07/17 | 初始版本 |
| 0.2 | 2024/08/19 | 增加 TSSOP24L 封装 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

19 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。