

## 低功耗蓝牙可编程片上射频芯片

## 概述

PRoC™ BLE 是一个 32 位的 48 MHz ARM® Cortex™-M0 BLE 解决方案，它包括 CapSense®、12 位 ADC、4 个定时器、计数器、脉冲宽度调制器 (TCPWM)、直接存储器访问 (DMA)、36 个 GPIO、2 个串行通信模块 (SCB)、LCD 和 I<sup>2</sup>S。PRoC BLE 包括一个与 Bluetooth® 4.2 相兼容的免费 BLE 协议栈，可为 HID、遥控、玩具、beacons 和无线充电器提供可编程且灵活的完整解决方案。除了这些应用外，PRoC BLE 还提供了简单、廉价的系统级 BLE 连接方案。

## 特性

### Bluetooth® Smart 连接

- 蓝牙 4.2 单模式器件
- 集成了 Balun 的 2.4 GHz BLE 射频和基带
- TX 输出功率: -18 dBm ~ +3 dBm
- 分辨率为 1 dB 的接收信号强度指示器 (RSSI)
- RX 灵敏度: -92 dBm
- TX 电流: 15.6 mA (功率为 0 dBm 时)
- RX 电流: 16.4 mA

### ARM Cortex-M0 CPU 内核

- 32 位处理器 (0.9 DMIPS/MHz) 带有单周期 32 位乘法，工作频率可达 48 MHz
- 256 KB 闪存存储器
- 32 KB SRAM 存储器
- 用闪存存储器模拟的 EEPROM
- 带有专用内部低速振荡器 (ILO) 的看门狗定时器
- 8 通道的直接存储器访问 (DMA) 控制器

### 超低功耗

- 在深度睡眠模式下，电流为 1.5 μA (监视晶体振荡器 (WCO) 仍工作)
- 在休眠模式下，电流为 150 nA (SRAM 保持数据)
- 在停止模式下，电流为 60 nA (支持 GPIO 唤醒)

### 支持双手指手势的 CapSense® 触摸感应

- 支持多达 36 个电容式传感器，用于按键、滑条和触控板
- 单手指手势：手指跟踪、滚动、惯性滚动、边沿轻扫、单击及双击
- 双手指手势：滚动、惯性滚动、放大及缩小
- 赛普拉斯电容式 Sigma-Delta (CSD) 提供了一流的信噪比 (> 5:1) 和防水性能
- 自动硬件调节算法 (SmartSense™)

### 外设

- 带有内部参考电压、采样与保持 (S/H) 和通道定序器的 12 位、1 Msp/s SAR ADC
- 超低功耗的 LCD segment 驱动，可以在深度睡眠模式下驱动 128 个 segment

- 两个串行通信模块 (SCB)，支持 I<sup>2</sup>C (主设备 / 从设备)、SPI (主设备 / 从设备) 或 UART
- 四个专用的 16 位 TCPWM
  - 另外附有四个 8 位或两个 16 位 PWM
- 可编程 LVD，电压范围为 1.8 V ~ 4.5 V
- I<sup>2</sup>S 主设备接口

### 时钟、复位和电源

- 较宽的供电电压范围: 1.9 V ~ 5.5 V
- 频率范围为 3 MHz ~ 48 MHz 的内部主振荡器 (IMO)，精度为 +/-2%
- 无负载电容的 24 MHz 外部时钟振荡器 (ECO)
- 32 kHz WCO

### 可编程 GPIO

- 36 个 GPIO 均能够被配置为开漏高/低电平、电阻上拉/下拉、高阻态或者强驱动输出
- 借助于灵活引脚布线，所有 GPIO 引脚都可以作为 CapSense、LCD 或模拟引脚使用

### 编程与调试

- 双引脚 SWD
- 支持在线闪存编程

### 温度与封装

- 工作温度范围: -40 °C ~ +105 °C
- 在 56-QFN (7 mm × 7 mm) 和 76-ball WLCSP (3.52 mm × 3.91 mm) 封装中提供

### PSoC® Creator™ 设计环境

- 用于配置、开发、编程和测试 BLE 应用的简单易用 IDE
- 将设计导出到 Keil、IAR 或 Eclipse 的选项

### 低功耗蓝牙协议栈

- 低功耗蓝牙协议栈支持通用访问配置文件 (GAP) 中央设备、外设、观察者或广播者的角色
  - 可以在中央设备和外设两种功能间灵活转换
- 支持互操作性的标准低功耗蓝牙配置和服务
  - 在特定的使用场合，可以自定义该配置和服务

## 更多有关信息

赛普拉斯的网站 [www.cypress.com](http://www.cypress.com) 上提供了大量资料，有助您正确选择符合您设计的 PSoC 器件，并有助于您快速、有效地将器件集成到设计中。有关完整的资源列表的信息，请参见 [低功耗蓝牙 \(BLE\) 产品页面](#)。下面提供了 PRoC BLE 的简要列表：

- 概述：PSoC 产品系列、PSoC 蓝图
- 产品选型器：PSoC 1、PSoC 3、PSoC 4、PRoC BLE、PSoC 4 BLE、PSoC 5LP。此外，PSoC Creator 还包含一个器件选择工具。
- 应用笔记：赛普拉斯提供了大量 PSoC 应用笔记，包括从基本到高级的广泛主题。下面列出了各 PRoC BLE 入门的应用笔记
  - AN94020：PRoC BLE 入门
  - AN97060：PSoC 4 BLE 和 PRoC BLE — 空中传送 (OTA) 进行器件固件更新 (DFU) 指南
  - AN91184：PSoC 4 BLE — 设计 BLE 应用
  - AN91162：创建一个自定义 BLE 配置文件
  - AN91445：天线设计和射频布局指南
  - AN96841：EZ-BLE 模块入门
  - AN85951：PSoC 4 CapSense 设计指南

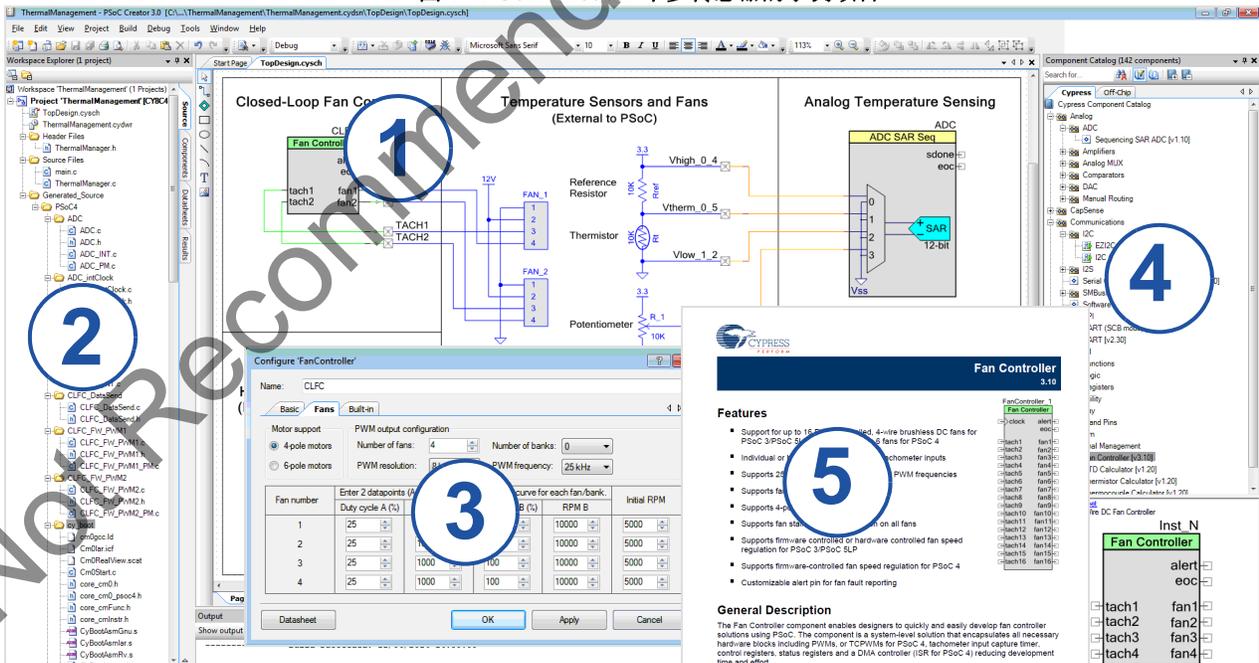
- AN95089：PSoC 4/PRoC BLE 晶振选择和调节技术
- AN92584：低功耗设计和估计 BLE 应用的电池使用寿命
- 技术参考手册 (TRM) 包含在以下两个文件内：
  - 架构技术参考手册详细介绍了每个 PRoC BLE 的功能模块。
  - 寄存器技术参考手册描述了每个 PRoC BLE 寄存器。
- 开发套件：
  - CY8CKIT-042-BLE Pioneer 套件，是一个 Arduino 兼容的灵活低功耗蓝牙开发套件，适用于 PSoC 4 BLE 和 PRoC BLE。
  - CY5676 (PRoC BLE 256 KB 模块) 包括一个 PRoC BLE 256 KB 器件、两个用于天线匹配网络的晶振、一个 PCB 天线以及其它被动组件，可以与器件的所有 GPIO 连接。
  - CY8CKIT-142 (PSoC 4 BLE 模块) 包括一个 PSoC 4 BLE 器件、两个用于天线匹配网络的晶振、一个 PCB 天线以及其它被动组件，可以与器件的所有 GPIO 连接。
  - CY8CKIT-143 (PSoC 4 BLE 256 KB 模块) 包括一个 PSoC 4 BLE 256 KB 器件、两个用于天线匹配网络的晶振、一个 PCB 天线以及其它被动组件，可以与器件的所有 GPIO 连接。
  - MiniProg3 套件提供了一个用以进行闪存编程和调试的接口。

## PSoC Creator

PSoC Creator 是基于 Windows 的免费集成开发环境 (IDE)。通过它可以同时在基于 PSoC 3、PSoC 4 和 PSoC 5LP 的系统中设计硬件和固件。PSoC Creator 通过基于原理图的经典方法进行系统架构设计，该方法适用于上百个预验证并准备好量产的 PSoC 组件。更多信息请参考 [组件数据手册列表](#)。使用 PSoC Creator，可以执行以下操作：

1. 将组件图标施放到主要设计工作区中，以进行您的硬件系统设计
2. 使用 PSoC Creator 集成开发环境 C 语言编译器协同设计您的应用固件和 PSoC 硬件
3. 使用配置工具配置各组件
4. 研究包含了 100 多个组件的库
5. 查看组件数据手册

图 1. PSoC Creator 中多传感器的示例项目



**目录**

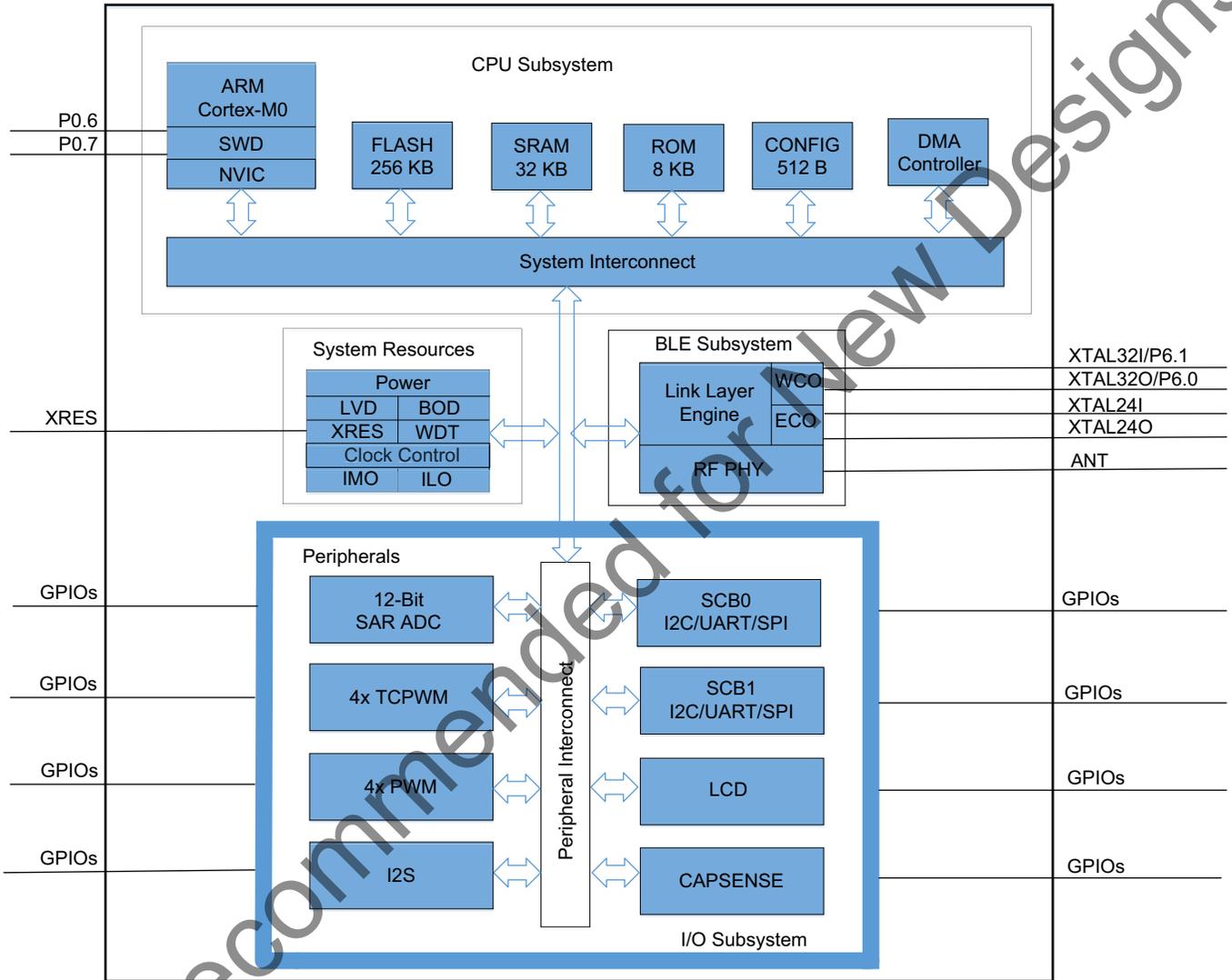
<b>模块与功能</b> .....	<b>4</b>	数字外设 .....	27
CPU子系统 .....	5	存储器 .....	30
BLE子系统 .....	5	系统资源 .....	30
系统资源的子系统 .....	6	<b>订购信息</b> .....	<b>34</b>
外设模块 .....	7	订购代码定义 .....	35
<b>引脚分布</b> .....	<b>9</b>	<b>封装</b> .....	<b>36</b>
<b>电源</b> .....	<b>14</b>	WLCSP兼容性 .....	38
低功耗模式 .....	14	<b>缩略语</b> .....	<b>41</b>
<b>开发支持</b> .....	<b>16</b>	<b>文档规范</b> .....	<b>43</b>
文档 .....	16	测量单位 .....	43
在线资源 .....	16	<b>修订记录</b> .....	<b>44</b>
工具 .....	16	<b>销售、解决方案和法律信息</b> .....	<b>45</b>
套件 .....	16	全球销售和设计支持 .....	45
<b>电气规范</b> .....	<b>17</b>	产品 .....	45
最大绝对额定值 .....	17	PSoC®解决方案 .....	45
BLE子系统 .....	17	赛普拉斯开发者社区 .....	45
器件级规范 .....	20	技术支持 .....	45
模拟外设 .....	25		

Not Recommended for New Designs

## 模块与功能

图 2 显示了 CYBL1XX7X 框图。拥有五个主要的子系统：CPU 子系统、BLE 子系统、系统资源、外设模块和 I/O 子系统。

图 2. 框图



PRoC BLE 器件系列能够为硬件和固件的编程、测试、调试和跟踪提供广泛的支持。借助完善的片上调试功能，可以使用标准的量产器件在最终系统中进行全面的器件调试。它不需要特殊的接口、调试转接板、模拟器或仿真器，只需要标准的编程连接，即可全面支持调试。

PSoc Creator 集成开发环境 (IDE) 能够为 PRoC BLE 器件提供全面集成的编程和调试支持。SWD 接口与工业标准的第三方工具完全兼容。PRoC BLE 还支持禁用 SWD 接口并拥有强大的闪存保护性能。

## CPU 子系统

### CPU

CYBL1XX7X 器件是基于高效节能的 ARM Cortex-M0 的 32 位处理器，它提供了低功耗、高性能的特性，并且通过使用 16 位 Thumb 指令降低代码大小。Cortex-M0 能够执行单周期 32 位算术和逻辑操作，包括单周期 32 位乘法，从而能够提高性能。紧密集成的嵌套向量中断控制器 (NVIC) 包含 32 个中断线，因此 Cortex-M0 可以实现低延迟和确定的中断响应。

CPU 还包含一个双引脚串行线调试 (SWD) 接口 — 两线式 JTAG。默认情况下，调试电路处于使能状态，并且只能通过固件禁用它。如果被禁用，使能它的唯一方法是擦除整个器件、清除闪存保护，然后用使能调试的新固件重新对器件进行编程。另外，还可以将调试引脚作为 GPIO 使用。该器件支持四个断点和两个观察点，用于进行有效的调试。

### 闪存

该器件具有一个 256 KB 大小的闪存存储器，该存储器的闪存加速器与 CPU 紧密耦合在一起，用于减少闪存的平均访问时间。在工作频率为 48 MHz 时，闪存可提供一个等待状态 (WS) 的访问时间；在工作频率为 24 MHz 的情况下，它可提供零等待状态的访问时间。闪存加速器平均提供单周期 SRAM 访问功能的 85%。如果需要，闪存的部分空间可以用于仿真 EEPROM。

在擦除和编程闪存期间（擦除和编程每一行的最多时间为 20 ms），内部主振荡器 (IMO) 被设置为 48 MHz。该设置也适用于仿真型 EPROM。由于工作于不同的 IMO 频率的各个外设会受到影响，因此进行系统设计时必须考虑该设置。如果在闪存编程期间，外设继续运行，并且未得到改变，那么始终要将 IMO 设置为 48 MHz，并通过对该频率进行分频来获得外设时钟。

### SRAM

即使在休眠模式下，低功耗 32 KB SRAM 存储器也会保留它存储的内容。

### ROM

8 KB 监控 ROM 包含了一个可执行的函数库，用于编程闪存。通过监控调用 (SVC) 可以访问这些函数，进而使能闪存存储器的系统内编程功能。

### DMA

DMA 控制器提供了数据写 (DW) 和直接存储器访问 (DMA) 功能。DMA 控制器具有以下特性：

- 支持多达 8 个 DMA 通道，每个通道均有两个独立的描述符
- 每个通道支持四个优先级
- 支持字节、半字（2 个字节）和字（4 个字节）传输
- 每个通道支持三种工作模式
- 可配置中断生成
- 传输完成后，生成输出触发信号（传输大小可达 65536 个数据元素）

## BLE 子系统

BLE 子系统包含链路层引擎和物理层。链路层引擎支持主设备和从设备模式。链路层引擎通过硬件实现了对时间要求很严格的各项功能（如加密功能），从而降低功耗，并提供最少的处理器干预和高性能特性。关键协议元素（如主机控制接口 (HCI) 和链路控制）都是通过固件实现的。同时提供了直接测试模式 (DTM)，以便能够使用标准蓝牙测试器来测试无线性能。

物理层包含一个调制解调器和一个射频收发器。该收发器以 1 Mbps 的速度通过 2.4 GHz ISM 频带传输和接收 BLE 数据包。发送时，该模块将进行 GFSK 调制，并在通过天线将 BLE 数据包传输出去之前，将这些数据包的数字基带信号转换为射频。接收时，该模块会进行 GFSK 解调，然后将天线传输的射频信号转换为数字比特流。

射频收发器包含一个集成的 Balun。该 Balun 提供了一个单端射频端口引脚，这样能够通过  $\pi$  匹配网络驱动一个电阻为 50  $\Omega$  的天线终端。可以将输出功率编程为 -18 dBm ~ +3 dBm，以优化不同应用的电流消耗。

低功耗蓝牙协议栈使用 BLE 子系统并提供以下性能：

- 链路层 (LL)
  - 主设备和从设备模式
  - 128 位 AES 引擎
  - 加密
  - 低占空比广播
  - 低功耗 Ping
  - LE 数据包长度扩展（蓝牙 4.2 功能）
  - 链路层保密（具有扩展的扫描过滤策略）（蓝牙 4.2 功能）
- 低功耗蓝牙 4.2 单模式协议栈，包括逻辑链路控制适配协议 (L2CAP)、属性协议 (ATT) 和安全管理器 (SM) 协议
- 主设备和从设备角色
- 可以使用 API 访问通用属性配置文件 (GATT)、通用访问配置文件 (GAP) 以及 L2CAP
- 面向连接的 L2CAP 通道
- GAP 特性
  - 作为广播者、观察者、外设和中央器件角色
  - 安全模式 1：级别 1、2、3 和 4
  - 安全模式 2：级别 1 和 2
  - 用户定义的广播数据
  - 多器件绑定支持
- GATT 特性
  - GATT 客户端和服务端
  - 支持 GATT 子程序
  - 32 位通用唯一标识符 (UUID)
- 安全管理器 (SM)
  - LE 安全连接（蓝牙 4.2 功能）
  - 配对方法：Just Works、Passkey Entry、Out of Band 和 Numeric Comparison
  - 获得认证的中间人攻击 (MITM) 保护和数据签名
- 支持所有 SIG 采用的 BLE 配置文件

## 系统资源的子系统

### 电源

电源模块包含多个内部 LDO，这些 LDO 为不同模块提供所需的电压。电源系统还包含 POR、BOD 和 LVD 电路。POR 电路一直保持器件的复位状态，直到电源达到稳定的制定电压，并且时钟就绪为止。当供电电压过低，以致于不能执行合适器件操作时，BOD 电路将复位该器件。如果供电电压下降到低于用户可选的电平，LVD 电路将生成一个中断。

可以使用外部低电平有效复位引脚（XRES）进行复位该器件。XRES 引脚拥有一个内部上拉电阻，因此在大多数应用设计中，不需要其他上拉电阻。有关电源系统的详细信息，请参考第 14 页上的“电源”一节中介绍的内容。

### 时钟控制

PRoC BLE 时钟控制为所有子系统提供时钟，并且通过该时钟系统可以在各种时钟源之间进行无毛刺切换。PRoC BLE 的时钟控制包括 IMO 和内部低速振荡器（ILO）。它使用 24 MHz 的外部晶体振荡器（ECO）和 32 kHz 的 WCO。另外，外部时钟还可以由一个引脚提供。

该器件有 12 个分频器和 16 路分频器输出。其中两个分频器进行了额外的小数分频。通过对 HFCLK 信号进行分频（如图 3 中所述），可以生成用于不同外设的系统时钟（SYSCLK）和外设时钟（PER<sub>x</sub>\_CLK）。驱动总线、寄存器和处理器的系统时钟（SYSCLK）必须高于系统中 HFCLK 的分频时钟。ECO 和 WCO 存在于 BLE 子系统内，另外时钟输出被路由到系统资源。

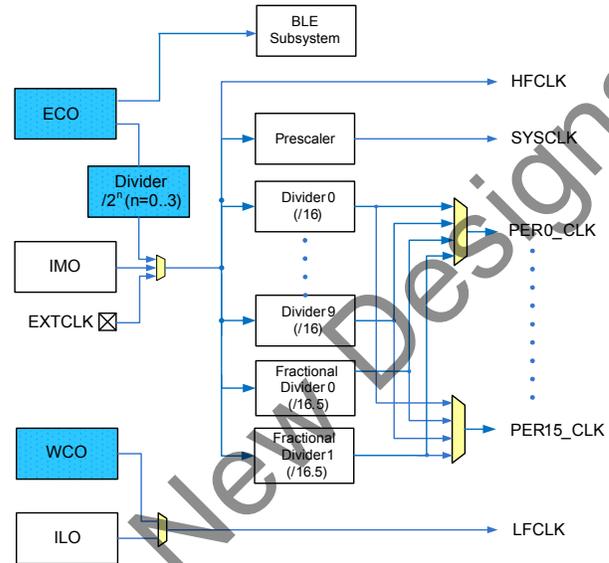
### 内部主振荡器（IMO）

IMO 是主系统时钟源，可以在 3 MHz 至 48 MHz 频率范围内以 1 MHz 的步长调整其频率。IMO 精度为 ±2%。

### 内部低速振荡器（ILO）

ILO 是超低功耗的 32 KHz 振荡器，主要用于生成深度睡眠模式下外设运行使用的时钟。根据 IMO，对 ILO 驱动计数器进行校准可以提高精度。赛普拉斯提供了一个用于校准目的的软件组件。

图 3. 时钟控制



### 外部晶体振荡器（ECO）

ECO 作为 BLE 子系统的活动时钟使用，以满足低功耗蓝牙规范中 ±50 ppm 的时钟精度要求。通过可调节的内部负载电容可以对晶振时钟频率进行调节。高精度的 ECO 时钟可以作为系统时钟使用。

### 监视晶体振荡器（WCO）

WCO 作为 BLE 子系统的睡眠时钟使用，以便满足低功耗蓝牙规范中 ±500 ppm 的时钟精度要求。睡眠时钟提供了准确的睡眠时序，并在具体的广播和连接间隔期间允许唤醒。通过 WCO 和固件，可实现准确的实时时钟（在 32.768 kHz 晶振精度的范围内）。

### 参考电压

精度为 1% 的内部带隙参考电路为 12 位 SAR ADC 提供了参考电压。为了获得更好的信噪比和绝对精度，可以使用 REF 引脚旁路内部带隙参考电压或使用 SAR 的外部参考电压。

### 看门狗定时器（WDT）

看门狗定时器由 ILO 提供时钟源，所以看门狗可以在深度睡眠模式下工作。如果在发生超时之前看门狗未得到处理，它将引发系统复位。看门狗复位被记录在‘复位原因’寄存器内。

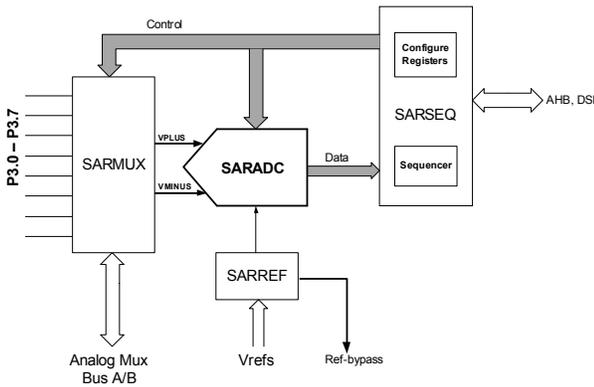
外设模块

12 位 SAR ADC

ADC 是一个拥有内置采样与保持 (S/H) 电路的 12 位、1 Msps 的 SAR ADC。ADC 可以使用内部参考电压或外部参考电压运行。

SAR ADC 直接连接至 SARMUX，SARMUX 可将外部引脚和内部信号（模拟复用总线和温度传感器输出）路由到 SAR ADC 的八个内部通道。定序器控制器 (SARSEQ) 用于控制 SARMUX 和 SAR ADC，从而在没有 CPU 干预的情况下对所有已使能的通道进行自动扫描，并进行预处理（如对输出数据求平均值）。赛普拉斯提供的软件驱动程序（组件）可用于控制 ADC 外设。

图 4. SAR ADC 系统框图



可以使用基于二极管的片上温度传感器来测量裸片的温度。该温度传感器与 ADC 相连，ADC 对读取操作进行数字化处理，并通过赛普拉斯提供的软件（带有校准和线性化功能）将数字化的结果转换成温度值。

4x 定时器 / 计数器 / PWM (TCPWM)

通过使用 16 位的 TCPWM 模块可以生成 PWM 输出，捕获输入信号时序边沿或提供定时器功能。TCPWM 也可以作为 16 位计数器使用，该计数器支持增计数、减计数和增 / 减计数模式。

所有硬件输入信号的上升沿、下降沿、双边沿的检测以及通过现象 (pass-through) 可用于产生计数器事件。有三种布线输出信号可用于表示下溢、上溢以及计数器 / 比较匹配事件。最多可以使用四个 TCPWM。

4x PWM

除了 TCPWM 外，还提供了 PWM。可以将 PWM 外设配置为 8 位或 16 位分辨率。PWM 提供了比较输出，以便通过硬件生成单次或连续的时序和控制信号。它还提供了一种在 CPU 干预最少的情况下能够准确生成复杂实时事件的简便方法。最多可以使用四个 8 位 PWM 或两个 16 位 PWM。

串行通信模块 (SCB0/SCB1)

可以将 SCB 配置为 I<sup>2</sup>C、UART 或 SPI 接口。它为接收和传送缓冲区提供了一个 8 字节 FIFO，从而能够减少 CPU 的干预。最多可以使用两个 SCB (SCB0、SCB1)。

**I<sup>2</sup>C 模式：**I<sup>2</sup>C 外设与 I<sup>2</sup>C 标准模式、快速模式和增强型快速模式器件相兼容，如 NXP I<sup>2</sup>C 总线规范和用户手册 (UM10204) 中所定义。在开漏模式下，可以使用 GPIO 引脚实现 I<sup>2</sup>C 总线 I/O。

硬件 I<sup>2</sup>C 模块实现了一个完整的多主设备和从设备接口（它具有多主设备的校准功能）。该模块的工作速度可达 1 Mbps（增强型快速模式），另外它还提供了各种灵活的缓冲选项，用于降低 CPU 的中断开销和延迟。I<sup>2</sup>C 功能通过赛普拉斯提供的软件组件 (EzI2C) 实现，通过该组件可以在 PRoC BLE 存储器中创建邮箱地址范围，并能大量减少对存储器阵列进行读写操作时所需要的 I<sup>2</sup>C 通信。此外，该模块还提供了一个 8 字节的 FIFO，用于接收和传送数据。该 FIFO 延长了 CPU 读取数据的时间，从而减少了时钟延展（由于 CPU 没有及时读取数据而导致的现象）。

使用 SCB0 时，可以将 I<sup>2</sup>C 的串行数据 (SDA) 和串行时钟 (SCL) 分别连接到 P0.4 和 P0.5 或 P1.4 和 P1.5 或 P3.0 和 P3.1 上。

使用 SCB1 时，可以将 SDA 和 SCL 分别连接至 P0.0 和 P0.1、P3.4 和 P3.5 或 P5.0 和 P5.1 上。

I<sup>2</sup>C 的各种配置如下：

- 当 SCB1 被路由到 GPIO 引脚 P5.0 和 P5.1 时，它与标准模式（100 kHz）、快速模式（400 kHz）和增强型快速模式（1 MHz）I<sup>2</sup>C 信号规范完全兼容（I<sup>2</sup>C 通信有效期间的热插拔能力除外）。
- 当 SCB1 未被路由到 P5.0 和 P5.1 上时，它只与标准模式（100 kHz）兼容。
- SCB0 只与标准模式（100 kHz）相兼容。

**UART 模式：**这是一个运行速度高达 1 Mbps 的全功能 UART。它支持汽车级单线接口 (LIN)、红外接口 (IrDA) 和智能卡 (ISO7816) 的协议。此外，它还支持 9 位的多处理器模式，该模式允许寻址通过通用的 RX 和 TX 线连接的外设。UART 硬件流量控制允许慢速和快速器件通过 UART 进行通信，并且保证不会发生数据丢失。欲了解有关可以连接至 GPIO 的 UART，请参考第 13 页上的表 4。

**SPI 模式:** SPI 模式完全支持 Motorola® SPI、Texas Instruments® 安全简单配对 (SSP) (添加用于同步 SPI 编解码器的启动脉冲) 和 National Microwire (半双工形式 SPI)。可通过赛普拉斯提供的软件组件 (EzSPI) 实现 SPI 功能, 从而在对存储器阵列进行读写操作时减少数据交换。欲了解有关可以连接至 GPIO 的 SPI, 请参考第 13 页上的表 4。

#### 集成电路内置音频总线 (I<sup>2</sup>S)

集成电路内置音频总线 (I<sup>2</sup>S) 是用于将数字音频器件连接在一起的串行总线接口标准。该规范来自于 Philips® Semiconductor (I<sup>2</sup>S 总线规范; 1986 年 2 月, 修订日期为 1996 年 6 月 5 日)。

I<sup>2</sup>S 仅在主设备模式下运行, 并且支持拥有独立的数据字节流的发送器 (TX) 和接收器 (RX)。这些字节流从最高有效字节开始传输。用于每次采样的字节数 (左 / 右通道的采样) 是保持采样所需的最少字节数。

#### LCD

LCD 控制器可驱动多达 4 个 common 和 32 个 segment。该控制器使用完整的数字方法来驱动 LCD segment, 从而提供超低功耗。这两种方法被称为数字相关和 PWM。

数字相关通过调制 common 和 segment 的频率和信号电平来生成一个用于高亮显示各 segment 的最高 RMS 电压, 或使 RMS 信号保持为零。这种方法对 STN 显示屏有用, 但可能会降低 TN (较便宜) 显示屏的对比度。

PWM 通过 PWM 信号来驱动屏幕, 以有效地使用屏幕电容来集成已调制的脉冲宽度, 从而生成所需 LCD 电压。这种方法会导致更高的功耗, 但驱动 TN 显示时的结果更好。

在深度睡眠模式下, 可以通过刷新小型显示缓冲区 (4 位; 每个端口都有一个 32 位寄存器) 进行 LCD 操作。

#### CapSense

通过一个 Capacitive Sigma-Delta (CSD) 模块, 所有 GPIO 都能够支持 CapSense 功能; 通过一个模拟复用总线, 可将该模块连接到任何 GPIO 引脚。所有 GPIO 引脚都可通过一个模拟开关连接到模拟复用总线。因此, 在软件控制情况下, 系统中的任何引脚或引脚组都可以提供 CapSense 功能。另外, PSoC Creator 还为 CapSense 模块提供了一个软件组件, 以便用户使用。通过另一个模拟总线驱动的屏蔽电极电压, 可以提供防水功能。通过

将屏蔽电极驱动为与感应电极同相可以避免屏蔽电容衰减感应输入。

支持手势的 CapSense 触控板 / 触摸板具有以下特性:

- 支持单手指和双手指触摸应用
- 支持多达 36 个 X/Y 传感器输入
- 包括一个手势检测库:
  - 单手指触摸: 手指跟踪、滚动、惯性滚动、单击、双击以及边沿轻扫
  - 双手指触摸: 滚动、惯性滚动、放大及缩小

#### I/O 子系统

包含 GPIO 模块的 I/O 子系统实现以下模式:

- 八种驱动模式:
  - 模拟输入模式 (禁用了输入和输出缓冲区)
  - 仅输入模式
  - 弱上拉和强下拉
  - 弱上拉和弱下拉
  - 强上拉和弱下拉
  - 强上拉和强下拉
  - 开漏和强下拉
  - 开漏和强上拉
- 端口引脚: 36
- 选择输入阈值 (CMOS 或 LVTTTL)
- 除了强驱动模式外, 还对输入和输出缓冲区提供单独的 (使能 / 禁用) 控制。
- 用于门锁前一状态的保持模式 (用于保留 I/O 在深度睡眠模式和休眠模式的状态)。
- 可以选择 dV/dt 的摆率, 用以降低 EMI。
- GPIO 引脚 P5.0 和 P5.1 都是过压容限引脚
- GPIO 单元 (包括 P5.0 和 P5.1) 不能热插拔或者不能与系统其余部分单独上电。

## 引脚分布

表 1 显示的是 CYBL1XX7X 器件的引脚列表。

表 1. CYBL1XX7X 引脚列表 (QFN 封装)

引脚	名称	类型	说明
1	VDDD	POWER	1.71 V ~ 5.5 V 的数字模块电源
2	XTAL32O/P6.0	CLOCK	32.768 kHz 晶振
3	XTAL32I/P6.1	CLOCK	32.768 kHz 晶振或外部时钟输入
4	XRES	RESET	复位, 低电平有效
5	P4.0	GPIO	端口 4 上的引脚 0, 模拟 / 数字 /lcd/csd
6	P4.1	GPIO	端口 4 上的引脚 1, 模拟 / 数字 /lcd/csd
7	P5.0	GPIO	端口 5 上的引脚 0, 模拟 / 数字 /lcd/csd
8	P5.1	GPIO	端口 5 上的引脚 1, 模拟 / 数字 /lcd/csd
9	VSSD	GROUND	数字地
10	VDDR	POWER	1.9 V ~ 5.5 V 的无线模块电源
11	GANT1	GROUND	天线屏蔽地
12	ANT	ANTENNA	天线引脚
13	GANT2	GROUND	天线屏蔽地
14	VDDR	POWER	1.9 V ~ 5.5 V 的无线模块电源
15	VDDR	POWER	1.9 V ~ 5.5 V 的无线模块电源
16	XTAL24I	CLOCK	24 MHz 晶振或外部时钟输入
17	XTAL24O	CLOCK	24 MHz 晶振
18	VDDR	POWER	1.9 V ~ 5.5 V 的无线模块电源
19	P0.0	GPIO	端口 0 上的引脚 0, 模拟 / 数字 /lcd/csd
20	P0.1	GPIO	端口 0 上的引脚 1, 模拟 / 数字 /lcd/csd
21	P0.2	GPIO	端口 0 上的引脚 2, 模拟 / 数字 /lcd/csd
22	P0.3	GPIO	端口 0 上的引脚 3, 模拟 / 数字 /lcd/csd
23	VDDD	POWER	1.71 V ~ 5.5 V 的数字模块电源
24	P0.4	GPIO	端口 0 上的引脚 4, 模拟 / 数字 /lcd/csd
25	P0.5	GPIO	端口 0 上的引脚 5, 模拟 / 数字 /lcd/csd
26	P0.6	GPIO	端口 0 上的引脚 6, 模拟 / 数字 /lcd/csd
27	P0.7	GPIO	端口 0 上的引脚 7, 模拟 / 数字 /lcd/csd
28	P1.0	GPIO	端口 1 上的引脚 0, 模拟 / 数字 /lcd/csd
29	P1.1	GPIO	端口 1 上的引脚 1, 模拟 / 数字 /lcd/csd
30	P1.2	GPIO	端口 1 上的引脚 2, 模拟 / 数字 /lcd/csd
31	P1.3	GPIO	端口 1 上的引脚 3, 模拟 / 数字 /lcd/csd
32	P1.4	GPIO	端口 1 上的引脚 4, 模拟 / 数字 /lcd/csd
33	P1.5	GPIO	端口 1 上的引脚 5, 模拟 / 数字 /lcd/csd
34	P1.6	GPIO	端口 1 上的引脚 6, 模拟 / 数字 /lcd/csd
35	P1.7	GPIO	端口 1 上的引脚 7, 模拟 / 数字 /lcd/csd
36	VDDA	POWER	1.75 V ~ 5.5 V 的模拟模块电源
37	P2.0	GPIO	端口 2 上的引脚 0, 模拟 / 数字 /lcd/csd
38	P2.1	GPIO	端口 2 上的引脚 1, 模拟 / 数字 /lcd/csd
39	P2.2	GPIO	端口 2 上的引脚 2, 模拟 / 数字 /lcd/csd/WAKEUP
40	P2.3	GPIO	端口 2 上的引脚 3, 模拟 / 数字 /lcd/csd

**表 1. CYBL1XX7X 引脚列表 (QFN 封装) (续)**

引脚	名称	类型	说明
41	P2.4	GPIO	端口 2 上的引脚 4, 模拟 / 数字 / lcd/csd
42	P2.5	GPIO	端口 2 上的引脚 5, 模拟 / 数字 / lcd/csd
43	P2.6	GPIO	端口 2 上的引脚 6, 模拟 / 数字 / lcd/csd
44	P2.7	GPIO	端口 2 上的引脚 7, 模拟 / 数字 / lcd/csd
45	VREF	REF	1.024 V 参考电压
46	VDDA	POWER	1.75 V ~ 5.5 V 的模拟模块电源
47	P3.0	GPIO	端口 3 上的引脚 0, 模拟 / 数字 / lcd/csd
48	P3.1	GPIO	端口 3 上的引脚 1, 模拟 / 数字 / lcd/csd
49	P3.2	GPIO	端口 3 上的引脚 2, 模拟 / 数字 / lcd/csd
50	P3.3	GPIO	端口 3 上的引脚 3, 模拟 / 数字 / lcd/csd
51	P3.4	GPIO	端口 3 上的引脚 4, 模拟 / 数字 / lcd/csd
52	P3.5	GPIO	端口 3 上的引脚 5, 模拟 / 数字 / lcd/csd
53	P3.6	GPIO	端口 3 上的引脚 6, 模拟 / 数字 / lcd/csd
54	P3.7	GPIO	端口 3 上的引脚 7, 模拟 / 数字 / lcd/csd
55	VSSA	GROUND	模拟地
56	VCCD	POWER	调节后的 1.8 V 电源, 连接到 1.3 μF 的电容。
57	EPAD	GROUND	QFN 封装的接地焊盘

表 2 显示的是 CYBL1XX7X 器件的引脚列表 (WLCSP 封装)。

**表 2. CYBL1XX7X 引脚列表 (WLCSP 封装)**

引脚	名称	类型	说明
A1	NC	NC	无连接
A2	VREF	REF	1.024 V 参考电压
A3	VSSA	GROUND	模拟地
A4	P3.3	GPIO	端口 3 引脚 3, 模拟 / 数字 / lcd/csd
A5	P3.7	GPIO	端口 3 引脚 7, 模拟 / 数字 / lcd/csd
A6	VSSD	GROUND	数字地
A7	VSSA	GROUND	模拟地
A8	VCCD	POWER	调节后的 1.8 V 电源, 连接至一个 1 μF 的电容
A9	VDDD	POWER	1.71 V ~ 5.5 V 的数字电源
B1	NB	NO BALL	无球形引脚
B2	P2.3	GPIO	端口 2 引脚 3, 模拟 / 数字 / lcd/csd
B3	VSSA	GROUND	模拟地
B4	P2.7	GPIO	端口 2 引脚 7, 模拟 / 数字 / lcd/csd
B5	P3.4	GPIO	端口 3 引脚 4, 模拟 / 数字 / lcd/csd
B6	P3.5	GPIO	端口 3 引脚 5, 模拟 / 数字 / lcd/csd
B7	P3.6	GPIO	端口 3 引脚 6, 模拟 / 数字 / lcd/csd
B8	XTAL32I/P6.1	CLOCK	32.768 kHz 晶振或外部时钟输入
B9	XTAL32O/P6.0	CLOCK	32.768 kHz 晶振
C1	NC	NC	无连接
C2	VSSA	GROUND	模拟地

表 2. CYBL1XX7X 引脚列表 (WLCSP 封装) (续)

引脚	名称	类型	说明
C3	P2.2	GPIO	端口 2 引脚 2, 模拟 / 数字 / lcd/csd
C4	P2.6	GPIO	端口 2 引脚 6, 模拟 / 数字 / lcd/csd
C5	P3.0	GPIO	端口 3 引脚 0, 模拟 / 数字 / lcd/csd
C6	P3.1	GPIO	端口 3 引脚 1, 模拟 / 数字 / lcd/csd
C7	P3.2	GPIO	端口 3 引脚 2, 模拟 / 数字 / lcd/csd
C8	XRES	RESET	复位, 低电平有效
C9	P4.0	GPIO	端口 4 引脚 0, 模拟 / 数字 / lcd/csd
D1	NC	NC	无连接
D2	P1.7	GPIO	端口 1 引脚 7, 模拟 / 数字 / lcd/csd
D3	VDDA	POWER	1.75 V ~ 5.5 V 的模拟电源
D4	P2.0	GPIO	端口 2 引脚 0, 模拟 / 数字 / lcd/csd
D5	P2.1	GPIO	端口 2 引脚 1, 模拟 / 数字 / lcd/csd
D6	P2.5	GPIO	端口 2 引脚 5, 模拟 / 数字 / lcd/csd
D7	VSSD	GROUND	数字地
D8	P4.1	GPIO	端口 4 引脚 1, 模拟 / 数字 / lcd/csd
D9	P5.0	GPIO	端口 5 引脚 0, 模拟 / 数字 / lcd/csd
E1	NC	NC	无连接
E2	P1.2	GPIO	端口 1 引脚 2, 模拟 / 数字 / lcd/csd
E3	P1.3	GPIO	端口 1 引脚 3, 模拟 / 数字 / lcd/csd
E4	P1.4	GPIO	端口 1 引脚 4, 模拟 / 数字 / lcd/csd
E5	P1.5	GPIO	端口 1 引脚 5, 模拟 / 数字 / lcd/csd
E6	P1.6	GPIO	端口 1 引脚 6, 模拟 / 数字 / lcd/csd
E7	P2.4	GPIO	端口 2 引脚 4, 模拟 / 数字 / lcd/csd
E8	P5.1	GPIO	端口 5 引脚 1, 模拟 / 数字 / lcd/csd
E9	VSSD	GROUND	数字地
F1	NC	NC	无连接
F2	VSSD	GROUND	数字地
F3	P0.7	GPIO	端口 0 引脚 7, 模拟 / 数字 / lcd/csd
F4	P0.3	GPIO	端口 0 引脚 3, 模拟 / 数字 / lcd/csd
F5	P1.0	GPIO	端口 1 引脚 0, 模拟 / 数字 / lcd/csd
F6	P1.1	GPIO	端口 1 引脚 1, 模拟 / 数字 / lcd/csd
F7	VSSR	GROUND	无线通信地
F8	VSSR	GROUND	无线通信地
F9	VDDR	POWER	1.9 V ~ 5.5 V 的无线电源
G1	NC	NC	无连接
G2	P0.6	GPIO	端口 0 引脚 6, 模拟 / 数字 / lcd/csd
G3	VDDD	POWER	1.71 V ~ 5.5 V 的数字电源
G4	P0.2	GPIO	端口 0 引脚 2, 模拟 / 数字 / lcd/csd
G5	VSSD	GROUND	数字地
G6	VSSR	GROUND	无线通信地

**表 2. CYBL1XX7X 引脚列表 (WLCSP 封装) (续)**

引脚	名称	类型	说明
G7	VSSR	GROUND	无线通信地
G8	GANT	GROUND	天线屏蔽地
G9	VSSR	GROUND	无线通信地
H1	NC	NC	无连接
H2	P0.5	GPIO	端口 0 引脚 5, 模拟 / 数字 / lcd/csd
H3	P0.1	GPIO	端口 0 引脚 1, 模拟 / 数字 / lcd/csd
H4	XTAL24O	CLOCK	24 MHz 晶振
H5	XTAL24I	CLOCK	24 MHz 晶振或外部时钟输入
H6	VSSR	GROUND	无线通信地
H7	VSSR	GROUND	无线通信地
H8	ANT	ANTENNA	天线引脚
J1	NC	NC	无连接
J2	P0.4	GPIO	端口 0 引脚 4, 模拟 / 数字 / lcd/csd
J3	P0.0	GPIO	端口 0 引脚 0, 模拟 / 数字 / lcd/csd
J4	VDDR	POWER	1.9 V ~ 5.5 V 的无线电源
J7	VDDR	POWER	1.9 V ~ 5.5 V 的无线电源
J8	无连接	-	-

I/O 子系统包含一个高速 I/O 矩阵 (HSIOM), 该矩阵是一组将 GPIO 布线到器件中的资源的高速开关。这些资源包括 CapSense、TCPWM、I<sup>2</sup>C、SPI、UART 和 LCD。HSIOM\_PORT\_SELx 是宽度为 32 位的寄存器, 用于控制 GPIO 的布线。每个寄存器控制一个端口, 端口中每个 GPIO 占用四个专用位。它提供最多 16 个不同的 GPIO 布线选项, 如表 3 中所示。

**表 3. HSIOM 端口设置**

数值	说明
0	固件控制的 GPIO
1	保留
2	保留
3	保留
4	它是一个 CSD 检测引脚
5	它是一个 CSD 屏蔽引脚
6	将引脚连接至 AMUXA
7	将引脚连接至 AMUXB
8	引脚特定的活动功能 #0
9	引脚特定的活动功能 #1
10	引脚特定的活动功能 #2
11	保留
12	它是一个 LCD 通用引脚
13	它是一个 LCD segment 引脚
14	引脚特定的深度睡眠功能 #0
15	引脚特定的深度睡眠功能 #1

不同 GPIO 引脚的外设功能选项如表 4 所示。

表 4. 端口引脚连接<sup>[1]</sup>

名称	模拟	数字					
		GPIO	活动 #0	活动 #1	活动 #2	深度睡眠 #0	深度睡眠 #1
P0.0	-	GPIO	TCPWM0_P[3]	SCB1_UART_RX[1]	-	SCB1_I2C_SDA[1]	SCB1_SPI_MOSI[1]
P0.1	-	GPIO	TCPWM0_N[3]	SCB1_UART_TX[1]	-	SCB1_I2C_SCL[1]	SCB1_SPI_MISO[1]
P0.3	-	GPIO	TCPWM1_N[3]	SCB1_UART_CTS[1]	-	-	SCB1_SPI_SCLK[1]
P0.4	-	GPIO	TCPWM1_P[0]	SCB0_UART_RX[1]	EXT_CLK[0]/ ECO_OUT[0]	SCB0_I2C_SDA[1]	SCB0_SPI_MOSI[1]
P0.5	-	GPIO	TCPWM1_N[0]	SCB0_UART_TX[1]	-	SCB0_I2C_SCL[1]	SCB0_SPI_MISO[1]
P0.6	-	GPIO	TCPWM2_P[0]	SCB0_UART_RTS[1]	-	SWDIO[0]	SCB0_SPI_SS0[1]
P0.7	-	GPIO	TCPWM2_N[0]	SCB0_UART_CTS[1]	-	SWDCLK[0]	SCB0_SPI_SCLK[1]
P1.0	-	GPIO	TCPWM0_P[1]	-	-	-	WCO_OUT[2]
P1.1	-	GPIO	TCPWM0_N[1]	-	-	-	SCB1_SPI_SS1
P1.2	-	GPIO	TCPWM1_P[1]	-	-	-	SCB1_SPI_SS2
P1.3	-	GPIO	TCPWM1_N[1]	-	-	-	SCB1_SPI_SS3
P1.4	-	GPIO	TCPWM2_P[1]	SCB0_UART_RX[0]	-	SCB0_I2C_SDA[0]	SCB0_SPI_MOSI[1]
P1.5	-	GPIO	TCPWM2_N[1]	SCB0_UART_TX[0]	-	SCB0_I2C_SCL[0]	SCB0_SPI_MISO[1]
P1.6	-	GPIO	TCPWM3_P[1]	SCB0_UART_RTS[0]	-	-	SCB0_SPI_SS0[1]
P1.7	-	GPIO	TCPWM3_N[1]	SCB0_UART_CTS[0]	-	-	SCB0_SPI_SCLK[1]
P2.0	-	GPIO	-	-	-	-	SCB0_SPI_SS1
P2.1	-	GPIO	-	-	-	-	SCB0_SPI_SS2
P2.2	-	GPIO	-	-	-	WAKEUP	SCB0_SPI_SS3
P2.3	-	GPIO	-	-	-	-	WCO_OUT[1]
P2.4	-	GPIO	-	-	-	-	-
P2.5	-	GPIO	-	-	-	-	-
P2.6	-	GPIO	-	-	-	-	-
P2.7	-	GPIO	-	-	EXT_CLK[1]/ ECO_OUT[1]	-	-
P3.0	SARMUX_0	GPIO	TCPWM0_P[2]	SCB0_UART_RX[2]	-	SCB0_I2C_SDA[2]	-
P3.1	SARMUX_1	GPIO	TCPWM0_N[2]	SCB0_UART_TX[2]	-	SCB0_I2C_SCL[2]	-
P3.2	SARMUX_2	GPIO	TCPWM1_P[2]	SCB0_UART_RTS[2]	-	-	-
P3.3	SARMUX_3	GPIO	TCPWM1_N[2]	SCB0_UART_CTS[2]	-	-	-
P3.4	SARMUX_4	GPIO	TCPWM2_P[2]	SCB1_UART_RX[2]	-	SCB1_I2C_SDA[2]	-
P3.5	SARMUX_5	GPIO	TCPWM2_N[2]	SCB1_UART_TX[2]	-	SCB1_I2C_SCL[2]	-
P3.6	SARMUX_6	GPIO	TCPWM3_P[2]	SCB1_UART_RTS[2]	-	-	-
P3.7	SARMUX_7	GPIO	TCPWM3_N[2]	SCB1_UART_CTS[2]	-	-	WCO_OUT[0]
P4.0	CMOD	GPIO	TCPWM0_P[0]	SCB1_UART_RTS[0]	-	-	SCB1_SPI_MOSI[0]
P4.1	CTANK	GPIO	TCPWM0_N[0]	SCB1_UART_CTS[0]	-	-	SCB1_SPI_MISO[0]

注释:

1. 对于只有一个 SCB 的器件, 请使用对应于 SCB1 的引脚。

表 4. 端口引脚连接<sup>[1]</sup> (续)

名称	模拟	数字					
		GPIO	活动 #0	活动 #1	活动 #2	深度睡眠 #0	深度睡眠 #1
P5.0	—	GPIO	TCPWM3_P[0]	SCB1_UART_RX[0]	EXTPA_EN	SCB1_I2C_SDA[0]	SCB1_SPI_SS[0]
P5.1	—	GPIO	TCPWM3_N[0]	SCB1_UART_TX[0]	EXT_CLK[2]/ ECO_OUT[2]	SCB1_I2C_SCL[0]	SCB1_SPI_SCLK[0]
P6.0_XTAL32O	—	GPIO	—	—	—	—	—
P6.1_XTAL32I	—	GPIO	—	—	—	—	—

## 电源

通过直接连接至数字电源 ( $V_{DD}$ )、模拟电源 ( $V_{DDA}$ ) 和无线模块电源 ( $V_{DDR}$ ) 引脚, 可以使用电压范围为 1.9 V ~ 5.5 V 的电池为 PRoC BLE 供电。器件中的内部 LDO 将供电电压调节为不同模块需要的电平。器件给数字电路提供了一个电压调节器, 并给无线电路提供了单独的电压调节器, 以便隔离噪声。模拟电路直接使用模拟电源 ( $V_{DDA}$ ) 输入来运行。该器件在深度睡眠模式和休眠模式下使用了独立的电压调节器, 以使功耗最小。电压下降到小于 1.9 V 时, 无线模块会停止工作, 但电压低至 1.71 V 时, 系统的其他部分在没有 RF 的情况下仍继续工作。

$V_{DDx}$  (x 表示 A、D 或 R) 必须通过旁路电容接地。对属于该频率范围的系统, 建议并联一个 1  $\mu$ F 的电容和一个更小 (如 0.1  $\mu$ F) 的电容。请注意, 这只是简单的经验法则。对于重要的应用, PCB 布局、走线间的电感和旁路电容寄生需要通过仿真以获得最佳的旁路。

电源电压	旁路电容
$V_{DD}$	每个引脚上安装一个 0.1 $\mu$ F 的陶瓷电容, 以及一个 1 $\mu$ F 到 10 $\mu$ F 的大电容
$V_{DDA}$	每个引脚上安装一个 0.1 $\mu$ F 的陶瓷电容, 以及一个 1 $\mu$ F 到 10 $\mu$ F 的大电容
$V_{DDR}$	每个引脚上安装一个 0.1 $\mu$ F 的陶瓷电容, 另外再连接一个 1 $\mu$ F 到 10 $\mu$ F 的大电容
$V_{CCD}$	在 $V_{CCD}$ 引脚上安装一个 1.3 $\mu$ F 的陶瓷电容。
$V_{REF}$ (可选)	内部带隙可能连接着一个 1 $\mu$ F 到 10 $\mu$ F 的旁路电容。

## 低功耗模式

PRoC BLE 支持五种功耗模式。有关系统状态的更多详细内容, 请参考表 5。在停止模式下, PRoC BLE 器件消耗的电流最低; 该器件通过 XRES 或 WAKEUP 引脚所导致的系统复位从停止模式中唤醒。在休眠模式下, 它可以保持 SRAM 数据; 在深度睡眠模式下, 它可以保持整个系统的状态。表 5 显示的是不同的功耗模式以及有效的外设。

表 5. 功耗模式的系统状态

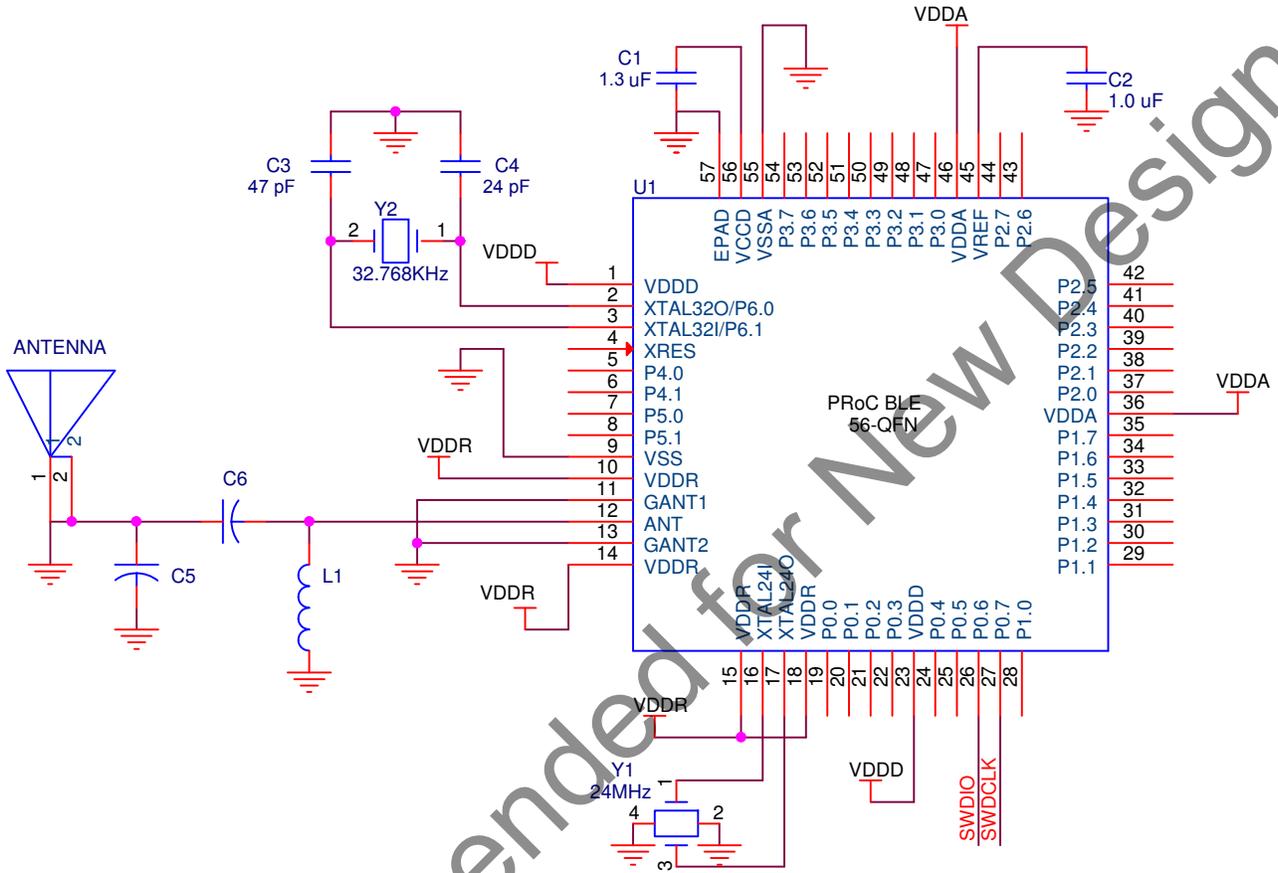
功耗模式	电流消耗	代码执行	可用数字外设	可用模拟外设	可用时钟源	唤醒源	唤醒时间
活动	850 $\mu$ A + 260 $\mu$ A/MHz <sup>[2]</sup>	有	全部	全部	全部	—	—
睡眠	频率为 3 MHz 时, 消耗电流为 1.1 mA	无	全部	全部	全部	任意中断源	0
深度睡眠	1.5 $\mu$ A	无	WDT、LCD、 I <sup>2</sup> C/SPI、 链路层	POR、BOD	WCO、ILO	GPIO、WDT、 I <sup>2</sup> C/SPI 链路层	25 $\mu$ s
休眠模式	150 nA	无	无	POR、BOD	无	GPIO	0.7 ms
停止	60 nA	无	无	无	无	唤醒引脚、 XRES	2.2 ms

注释:

2. 针对 CPU 子系统。

图 5 显示了 56-QFN 封装的典型系统应用连接框图。

图 5. PRoC BLE 应用框图



Not Recommended for New Designs

## 开发支持

CYBL1XX7X 器件系列具有一系列丰富的文档、开发工具和在线资源，能够为您在开发过程中提供帮助。有关更多信息，请访问 [www.cypress.com/procble](http://www.cypress.com/procble)。

### 文档

一套文档，为 CYBL1XX7X 系列提供支持并且确保您可以快速找到问题的答案。本节列出了部分关键文档。

**组件数据手册**：PSoC Creator 组件提供了硬件摘要，其内容是通过 API 进行配置和控制外设操作。本组件数据手册包括组件功能、使用方法和操作的详细说明、API 说明以及电气规范。这是开发期间常使用的主要文档。可将这些组件配置为器件上的外设（如定时器、I<sup>2</sup>C 或 UART）或高级系统功能（如 BLE 组件）。

**应用笔记**：应用笔记可帮助您了解如何使用各种器件功能。另外，还向您提供了如何解决各种系统设计问题的指导。

**技术参考手册 (TRM)**：技术参考手册以寄存器级别详细说明了所有外设的功能。本文档被分为两部分：架构技术参考手册和寄存器技术参考手册。

### 在线资源

除了印刷文档之外，您还可以随时通过赛普拉斯论坛与世界各地的用户和专家进行交流。

### 工具

CYBL1XX7X 系列具备业界标准的内核、编程和调试接口，是开发工具体系的一个组成部分。

有关易于使用的创新型 PSoC Creator IDE、所支持的第三方编译器、编程器和调试器的最新信息，请访问我们的网站：[www.cypress.com/go/psoccreator](http://www.cypress.com/go/psoccreator)。

### 套件

赛普拉斯提供了一系列套件，以加快产品的上市时间。请访问 [www.cypress.com/procble](http://www.cypress.com/procble)。

## 电气规范

本节提供了有关电气特性的详细内容。表 6 到表 50 列出了 CYBL1XX7X 器件的最大绝对额定值。使用的值超过最大绝对值可能会给器件造成永久性损害。

长期使用在最大绝对额定值下可能会影响器件的可靠性。

最高的存放温度是 150°C，符合 JEDEC 标准 JESD22-A103 — 高温存放寿命。如果工作在低于最大绝对值但高于正常值的条件下，器件有可能不能按照规范正常工作。

### 最大绝对额定值

表 6. 最大绝对额定值

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID1	V <sub>DDD_ABS</sub>	相对于 V <sub>SS</sub> 的模拟、数字或无线供电电压 (V <sub>SSD</sub> = V <sub>SSA</sub> )	-0.5	-	6	V	最大绝对值
SID2	V <sub>CCD_ABS</sub>	相对于 V <sub>SSD</sub> 的直接数字内核输入电压	-0.5	-	1.95	V	最大绝对值
SID3	V <sub>GPIO_ABS</sub>	GPIO 电压	-0.5	-	V <sub>DD</sub> +0.5	V	最大绝对值
SID4	I <sub>GPIO_ABS</sub>	每个 GPIO 上的最大电流	-25	-	25	mA	最大绝对值
SID5	I <sub>GPIO_injection</sub>	GPIO 注入电流。V <sub>IH</sub> > V <sub>DDD</sub> 时，该值最大；V <sub>IL</sub> < V <sub>SS</sub> 时，该值最小	-0.5	-	0.5	mA	最大绝对值，每个引脚上注入的电流
BID57	ESD_HBM	静电放电 — 人体模型	2200 <sup>[3]</sup>	-	-	V	-
BID58	ESD_CDM	静电放电 — 充电器模型	500	-	-	V	-
BID61	LU	用于执行锁存的引脚电流	-200	-	200	mA	-

### BLE 子系统

表 7. BLE 子系统

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
<b>射频接收器规范</b>							
SID340	RXS, IDLE	发送器空闲时的 RX 灵敏度	-	-89	-	dBm	-
SID340A		发送器空闲时的 RX 灵敏度 (不包含 Balun 损耗)	-	-91	-	dBm	由设计仿真决定
SID341	RXS, DIRTY	发送器有扰时的 RX 灵敏度	-	-87	-70	dBm	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/01/C)
SID342	RXS, HIGHGAIN	高增益模式下发送器空闲时的 RX 灵敏度	-	-91	-	dBm	-
SID343	PRXMAX	最大输入功耗	-10	-1	-	dBm	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/06/C)
SID344	CI1	同通道干扰，所需信号强度为 -67 dBm，干扰器频率为 F <sub>RX</sub>	-	9	21	dB	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/03/C)
SID345	CI2	相邻通道干扰，所需信号强度为 -67 dBm，干扰器频率为 F <sub>RX</sub> ±1 MHz	-	3	15	dB	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/03/C)
SID346	CI3	相邻通道干扰，所需信号强度为 -67 dBm，干扰器频率为 F <sub>RX</sub> ±2 MHz	-	-29	-	dB	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/03/C)

**注释：**

3. 该值不适用于 RF 引脚 (ANT、XTALI 和 XTALO)。针对 500 V 人体放电模型 (HBM)，测试好 RF 引脚 (ANT、XTALI 和 XTALO)。

表 7. BLE 子系统 (续)

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID347	CI4	相邻通道干扰, 所需信号强度为 -67 dBm, 干扰器频率不小于 $F_{RX} \pm 3$ MHz	-	-39	-	dB	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/03/C)
SID348	CI5	相邻通道干扰, 所需信号强度为 -67 dBm, 以及干扰器 频率为镜像频率 ( $F_{IMAGE}$ )	-	-20	-	dB	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/03/C)
SID349	CI6	相邻通道干扰, 所需信号强度为 -67 dBm, 另外干扰器频率为镜像频率 ( $F_{IMAGE} \pm 1$ MHz)	-	-30	-	dB	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/03/C)
SID350	OBB1	频带外封锁, 所需信号强度为 -67 dBm, 干扰器的频率范围为 30 ~ 2000 MHz	-30	-27	-	dBm	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/04/C)
SID351	OBB2	频带外封锁, 所需信号强度为 -67 dBm, 干扰器的频 率范围为 2003 ~ 2399 MHz	-35	-27	-	dBm	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/04/C)
SID352	OBB3	频带外封锁, 所需信号强度为 -67 dBm, 干扰器的频 率范围为 2484 ~ 2997 MHz	-35	-27	-	dBm	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/04/C)
SID353	OBB4	频带外封锁, 所需信号强度为 -67 dBm, 干扰器的频 率范围为 3000 ~ 12750 MHz	-30	-27	-	dBm	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/04/C)
SID354	IMD	互调性能, 所需的信号强度为 -64 dBm, 1 Mbps BLE, 第三、第四和第五个偏移 通道	-50	-	-	dBm	RF-PHY 规范 (RCV-LE/CA/05/C)
SID355	RXSE1	接收器发散发射, 频率范围为 30 MHz ~ 1.0 GHz	-	-	-57	dBm	100 kHz 测量带宽 ETSI EN300 328 版 本 1.8.1
SID356	RXSE2	接收器发散发射, 频率范围为 1.0 GHz ~ 12.75 GHz	-	-	-47	dBm	1 MHz 测量带宽 ETSI EN300 328 版 本 1.8.1
<b>RF 发送器规范</b>							
SID357	TXP, ACC	射频功率精度	-	$\pm 4$	-	dB	-
SID358	TXP, RANGE	射频功率控制范围	-	20	-	dB	-
SID359	TXP, 0 dBm	输出功率, 0 dB 增益设置 (PA7)	-	0	-	dBm	-
SID360	TXP, MAX	输出功率, 最大功率设置 (PA10)	-	3	-	dBm	-
SID361	TXP, MIN	输出功率, 最小功率设置 (PA1)	-	-18	-	dBm	-
SID362	F2AVG	10101010 格式的平均频率偏差	185	-	-	kHz	RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/05/C)
SID363	F1AVG	11110000 格式的平均频率偏差	225	250	275	kHz	RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/05/C)
SID364	EO	眼开程度 = $\Delta F2AVG / \Delta F1AVG$	0.8	-	-		RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/05/C)
SID365	FTX, ACC	频率精度	-150	-	150	kHz	RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/06/C)

表 7. BLE 子系统 (续)

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID366	FTX, MAXDR	最大频率漂移	-50	-	50	kHz	RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/06/C)
SID367	FTX, INITDR	初始频率漂移	-20	-	20	kHz	RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/06/C)
SID368	FTX, DR	最大漂移率	-20	-	20	kHz/ 50 μs	RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/06/C)
SID369	IBSE1	带内发散发射 (偏移为 2 MHz)	-	-	-20	dBm	RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/03/C)
SID370	IBSE2	带内发散发射 (偏移 ≥ 3 MHz)	-	-	-30	dBm	RF-PHY 规范 (TRM-LE/CA/03/C)
SID371	TXSE1	发送器发散发射 (平均), < 1.0 GHz	-	-	-55.5	dBm	FCC-15.247
SID372	TXSE2	发送器发散发射 (平均), > 1.0 GHz	-	-	-41.5	dBm	FCC-15.247
<b>射频电流规范</b>							
SID373	IRX	正常模式下的接收电流	-	18.7	-	mA	-
SID373A	IRX_RF	正常模式下的接收电流	-	16.4	-	mA	在 V <sub>DDR</sub> 时测量
SID374	IRX, HIGHGAIN	高增益模式下的接收电流	-	21.5	-	mA	-
SID375	ITX, 3 dBm	功率设置为 3 dBm (PA10) 时的 TX 电流	-	20	-	mA	-
SID376	ITX, 0 dBm	功率设置为 0 dBm (PA7) 时的 TX 电流	-	16.5	-	mA	-
SID376A	ITX_RF, 0 dBm	功率设置为 0 dBm (PA7) 时的 TX 电流	-	15.6	-	mA	在 V <sub>DDR</sub> 时测量
SID376B	ITX_RF, 0 dBm	功率为 0 dBm 且不包含 Balun 消耗量时 TX 电流大小	-	14.2	-	mA	由设计仿真决定
SID377	ITX, -3 dBm	功率设置为 -3 dBm (PA4) 时的 TX 电流	-	15.5	-	mA	-
SID378	ITX, -6 dBm	功率设置为 -6 dBm (PA3) 时的 TX 电流	-	14.5	-	mA	-
SID379	ITX, -12 dBm	功率设置为 -12 dBm (PA2) 时的 TX 电流	-	13.2	-	mA	-
SID380	ITX, -18 dBm	功率设置为 -18 dBm (PA1) 时的 TX 电流	-	12.5	-	mA	-
SID380A	lavg_1sec, 0 dBm	BLE 连接间隔为 1 秒钟时的平均电流	-	17.1	-	μA	TXP 为 0 dBm ; 主设备和从设备时钟的精度为 ±20 ppm。
SID380B	lavg_4sec, 0 dBm	BLE 连接间隔为 4 秒钟时的平均电流	-	6.1	-	μA	TXP 为 0 dBm ; 主设备和从设备时钟的精度为 ±20 ppm。
<b>通用射频规范</b>							
SID381	FREQ	射频工作频率	2400	-	2482	MHz	-
SID382	CHBW	通道间距	-	2	-	MHz	-
SID383	DR	无线传输数据速率	-	1000	-	kbps	-
SID384	IDLE2TX	从 BLE 无线空闲到 BLE 无线 TX 的转换时间	-	120	140	μs	-
SID385	IDLE2RX	从 BLE 无线空闲到 BLE 无线 RX 的转换时间	-	75	120	μs	-

表 7. BLE 子系统 (续)

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
<b>RSSI 规范</b>							
SID386	RSSI, ACC	RSSI 精度	-	±5	-	dB	-
SID387	RSSI, RES	RSSI 分辨率	-	1	-	dB	-
SID388	RSSI, PER	RSSI 采样周期	-	6	-	μs	-

**器件级规范**

除非另有说明, 否则规范的适用温度是  $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq 85^{\circ}\text{C}$  且  $\text{TJ} \leq 100^{\circ}\text{C}$ 。除非另有说明, 否则这些规范的适用电压范围是 1.71 V ~ 5.5 V。

表 8. 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID6	$V_{\text{DD}}$	电源输入电压 ( $V_{\text{DDA}} = V_{\text{DDD}} = V_{\text{DD}}$ )	1.8	-	5.5	V	使能内部电压调节器
SID7	$V_{\text{DD}}$	未调节的电源输入电压 ( $V_{\text{DDA}} = V_{\text{DDD}} = V_{\text{DD}}$ )	1.71	1.8	1.89	V	旁路未调节电源
SID8	$V_{\text{DDR}}$	无线模块供电电压 (无线模块打开)	1.9	-	5.5	V	-
SID8A	$V_{\text{DDR}}$	无线模块供电电压 (无线模块关闭)	1.71	-	5.5	V	-
SID9	$V_{\text{CCD}}$	数字电压调节器的输出电压 (供给内核逻辑)	-	1.8	-	V	-
SID10	$C_{\text{VCCD}}$	数字电压调节器的输出旁路电容	1	1.3	1.6	μF	X5R 陶瓷电容或更好的电容
<b>活动模式, <math>V_{\text{DD}} = 1.71 \text{ V} \sim 5.5 \text{ V}</math></b>							
SID13	$I_{\text{DD3}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 3 MHz	-	2.1	-	mA	$T = 25^{\circ}\text{C}$ , $V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$
SID14	$I_{\text{DD4}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 3 MHz	-	-	-	mA	$T = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
SID15	$I_{\text{DD5}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 6 MHz	-	2.5	-	mA	$T = 25^{\circ}\text{C}$ , $V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$
SID16	$I_{\text{DD6}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 6 MHz	-	-	-	mA	$T = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
SID17	$I_{\text{DD7}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 12 MHz	-	4	-	mA	$T = 25^{\circ}\text{C}$ , $V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$
SID18	$I_{\text{DD8}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 12 MHz	-	-	-	mA	$T = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
SID19	$I_{\text{DD9}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 24 MHz	-	7.1	-	mA	$T = 25^{\circ}\text{C}$ , $V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$
SID20	$I_{\text{DD10}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 24 MHz	-	-	-	mA	$T = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
SID21	$I_{\text{DD11}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 48 MHz	-	13.4	-	mA	$T = 25^{\circ}\text{C}$ , $V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$
SID22	$I_{\text{DD12}}$	从闪存内执行, CPU 的运行速率为 48 MHz	-	-	-	mA	$T = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
<b>睡眠模式, <math>V_{\text{DD}} = 1.8 \sim 5.5 \text{ V}</math></b>							
SID23	$I_{\text{DD13}}$	IMO 打开	-	-	-	mA	$T = 25^{\circ}\text{C}$ , $V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$ , SYSCLK = 3 MHz
<b>睡眠模式, <math>V_{\text{DD}}</math> 和 <math>V_{\text{DDR}} = 1.9 \sim 5.5 \text{ V}</math></b>							
SID24	$I_{\text{DD14}}$	ECO 打开	-	-	-	mA	$T = 25^{\circ}\text{C}$ , $V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$ , SYSCLK = 3 MHz

表 8. 直流规范 (续)

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
<b>深度睡眠模式, <math>V_{DD} = 1.8 \sim 3.6 V</math></b>							
SID25	$I_{DD15}$	WDT 和 WCO 都打开	-	1.5	-	$\mu A$	$T = 25^{\circ}C$ , $V_{DD} = 3.3 V$
SID26	$I_{DD16}$	WDT 和 WCO 都打开	-	-	-	$\mu A$	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
<b>深度睡眠模式, <math>V_{DD} = 3.6 \sim 5.5 V</math></b>							
SID27	$I_{DD17}$	WDT 和 WCO 都打开	-	-	-	$\mu A$	$T = 25^{\circ}C$ , $V_{DD} = 5 V$
SID28	$I_{DD18}$	WDT 和 WCO 都打开	-	-	-	$\mu A$	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
<b>深度睡眠模式, <math>V_{DD} = 1.71 \sim 1.89 V</math> (旁路电压调节器)</b>							
SID29	$I_{DD19}$	WDT 和 WCO 都打开	-	-	-	$\mu A$	$T = 25^{\circ}C$
SID30	$I_{DD20}$	WDT 和 WCO 都打开	-	-	-	$\mu A$	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
<b>休眠模式, <math>V_{DD} = 1.8 \sim 3.6 V</math></b>							
SID37	$I_{DD27}$	GPIO 和复位有效	-	150	-	nA	$T = 25^{\circ}C$ , $V_{DD} = 3.3 V$
SID38	$I_{DD28}$	GPIO 和复位有效	-	-	-	nA	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
<b>休眠模式, <math>V_{DD} = 3.6 \sim 5.5 V</math></b>							
SID39	$I_{DD29}$	GPIO 和复位有效	-	-	-	nA	$T = 25^{\circ}C$ , $V_{DD} = 5 V$
SID40	$I_{DD30}$	GPIO 和复位有效	-	-	-	nA	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
<b>休眠模式, <math>V_{DD} = 1.71 \sim 1.89 V</math> (旁路电压调节器)</b>							
SID41	$I_{DD31}$	GPIO 和复位有效	-	-	-	nA	$T = 25^{\circ}C$
SID42	$I_{DD32}$	GPIO 和复位有效	-	-	-	nA	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
<b>停止模式, <math>V_{DD} = 1.8 \sim 3.6 V</math></b>							
SID43	$I_{DD33}$	停止模式电流 ( $V_{DD}$ )	-	20	-	nA	$T = 25^{\circ}C$ , $V_{DD} = 3.3 V$
SID44	$I_{DD34}$	停止模式电流 ( $V_{DDR}$ )	-	40	-	nA	$T = 25^{\circ}C$ , $V_{DDR} = 3.3 V$
SID45	$I_{DD35}$	停止模式电流 ( $V_{DD}$ )	-	-	-	nA	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
SID46	$I_{DD36}$	停止模式电流 ( $V_{DDR}$ )	-	-	-	nA	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ , $V_{DDR} = 1.9 V \sim 3.6 V$
<b>停止模式, <math>V_{DD} = 3.6 \sim 5.5 V</math></b>							
SID47	$I_{DD37}$	停止模式电流 ( $V_{DD}$ )	-	-	-	nA	$T = 25^{\circ}C$ , $V_{DD} = 5 V$
SID48	$I_{DD38}$	停止模式电流 ( $V_{DDR}$ )	-	-	-	nA	$T = 25^{\circ}C$ , $V_{DDR} = 5 V$
SID49	$I_{DD39}$	停止模式电流 ( $V_{DD}$ )	-	-	-	nA	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
SID50	$I_{DD40}$	停止模式电流 ( $V_{DDR}$ )	-	-	-	nA	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
<b>停止模式, <math>V_{DD} = 1.71 \sim 1.89 V</math> (旁路电压调节器)</b>							
SID51	$I_{DD41}$	停止模式电流 ( $V_{DD}$ )	-	-	-	nA	$T = 25^{\circ}C$
SID52	$I_{DD42}$	停止模式电流 ( $V_{DD}$ )	-	-	-	nA	$T = -40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

表 9. 交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID53	F <sub>CPU</sub>	CPU 频率	DC	–	48	MHz	1.71 V ≤ V <sub>DD</sub> ≤ 5.5 V
SID54	T <sub>SLEEP</sub>	从睡眠模式唤醒的时间	–	0	–	μs	由特性决定
SID55	T <sub>DEEPSLEEP</sub>	从深睡眠模式唤醒的时间	–	–	25	μs	24 MHz IMO。 由特性决定
SID56	T <sub>HIBERNATE</sub>	从休眠模式唤醒的时间	–	–	0.7	ms	由特性决定
SID57	T <sub>STOP</sub>	从停止模式唤醒的时间	–	–	2.2	ms	由特性决定

GPIO

表 10. GPIO 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID58	V <sub>IH</sub>	输入高电平电压	0.7 × V <sub>DD</sub>	–	–	V	CMOS 输入
SID59	V <sub>IL</sub>	输入低电平电压	–	–	0.3 × V <sub>DD</sub>	V	CMOS 输入
SID60	V <sub>IH</sub>	LVTTL 输入, V <sub>DD</sub> < 2.7 V	0.7 × V <sub>DD</sub>	–	–	V	–
SID61	V <sub>IL</sub>	LVTTL 输入, V <sub>DD</sub> < 2.7 V	–	–	0.3 × V <sub>DD</sub>	V	–
SID62	V <sub>IH</sub>	LVTTL 输入, V <sub>DD</sub> ≥ 2.7 V	2.0	–	–	V	–
SID63	V <sub>IL</sub>	LVTTL 输入, V <sub>DD</sub> ≥ 2.7 V	–	–	0.8	V	–
SID64	V <sub>OH</sub>	输出高电平电压	V <sub>DD</sub> - 0.6	–	–	V	V <sub>DD</sub> 为 3.3 V 时, I <sub>OH</sub> = 4 mA
SID65	V <sub>OH</sub>	输出高电平电压	V <sub>DD</sub> - 0.5	–	–	V	V <sub>DD</sub> 为 1.8 V 时, I <sub>OH</sub> = 1 mA
SID66	V <sub>OL</sub>	输出低电平电压	–	–	0.6	V	V <sub>DD</sub> 为 3.3 V 时, I <sub>OL</sub> = 8 mA
SID67	V <sub>OL</sub>	输出低电平电压	–	–	0.6	V	V <sub>DD</sub> = 1.8 V 时, I <sub>OL</sub> = 4 mA
SID68	V <sub>OL</sub>	输出低电平电压	–	–	0.4	V	V <sub>DD</sub> 为 3.3 V 时, I <sub>OL</sub> = 3 mA
SID69	R <sub>PULLUP</sub>	上拉电阻	3.5	5.6	8.5	kΩ	–
SID70	R <sub>PULLDOWN</sub>	下拉电阻	3.5	5.6	8.5	kΩ	–
SID71	I <sub>IL</sub>	输入漏电流 (绝对值)	–	–	2	nA	25 °C, V <sub>DD</sub> = 3.3 V
SID72	I <sub>IL_CTBM</sub>	CTBm 输入引脚上的输入漏电流	–	–	4	nA	–
SID73	C <sub>IN</sub>	输入电容	–	–	7	pF	–
SID74	V <sub>HYSTTL</sub>	LVTTL 输入迟滞电压	25	40	–	mV	V <sub>DD</sub> > 2.7 V
SID75	V <sub>HYS CMOS</sub>	CMOS 输入迟滞电压	0.05 × V <sub>DD</sub>	–	–	mV	–
SID76	I <sub>DIODE</sub>	通过保护二极管到达 V <sub>DD</sub> /V <sub>SS</sub> 的电流	–	–	100	μA	–
SID77	I <sub>TOT_GPIO</sub>	芯片的最大拉电流或灌电流总值	–	–	200	mA	–

注释:

4. V<sub>IH</sub> 不能超过 V<sub>DD</sub> + 0.2 V。

表 11. GPIO 交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID78	T <sub>RISEF</sub>	快速强驱动模式下的上升时间	2	–	12	ns	V <sub>DDD</sub> = 3.3 V, C <sub>LOAD</sub> = 25 pF
SID79	T <sub>FALLF</sub>	快速强驱动模式下的下降时间	2	–	12	ns	V <sub>DDD</sub> = 3.3 V, C <sub>LOAD</sub> = 25 pF
SID80	T <sub>RISES</sub>	慢速强驱动模式下的上升时间	10	–	60	ns	V <sub>DDD</sub> = 3.3 V, C <sub>LOAD</sub> = 25 pF
SID81	T <sub>FALLS</sub>	慢速强驱动模式下的下降时间	10	–	60	ns	V <sub>DDD</sub> = 3.3 V, C <sub>LOAD</sub> = 25 pF
SID82	F <sub>GPIOOUT1</sub>	GPIO 的输出频率 (F <sub>out</sub> ) ; 3.3 V ≤ V <sub>DD</sub> ≤ 5.5 V。快速强驱动模式	–	–	33	MHz	90/10%, Cload = 25 pF, 60/40 占空比
SID83	F <sub>GPIOOUT2</sub>	GPIO 的输出频率 (F <sub>out</sub> ) ; 1.7 V ≤ V <sub>DD</sub> ≤ 3.3 V。快速强驱动模式	–	–	16.7	MHz	90/10%, Cload = 25 pF, 60/40 占空比
SID84	F <sub>GPIOOUT3</sub>	GPIO 的输出频率 (F <sub>out</sub> ) ; 3.3 V ≤ V <sub>DD</sub> ≤ 5.5 V。慢速强驱动模式	–	–	7	MHz	90/10%, Cload = 25 pF, 60/40 占空比
SID85	F <sub>GPIOOUT4</sub>	GPIO 的输出频率 (F <sub>out</sub> ) ; 1.7 V ≤ V <sub>DD</sub> ≤ 3.3 V。慢速强驱动模式	–	–	3.5	MHz	90/10%, Cload = 25 pF, 60/40 占空比
SID86	F <sub>GPIOIN</sub>	GPIO 的输入频率。 1.71 V ≤ V <sub>DD</sub> ≤ 5.5 V	–	–	48	MHz	90/10% V <sub>IO</sub>

表 12. OVT GPIO 直流规范 (仅针对 P5\_0 和 P5\_1)

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID71A	$I_{IL}$	输入漏电流 (绝对值)。 $V_{IH} > V_{DD}$	-	-	10	$\mu A$	25°C, $V_{DD} = 0 V$ , $V_{IH} = 3.0 V$
SID66A	$V_{OL}$	输出低电平电压	-	-	0.4	V	$I_{OL} = 20 mA$ , $V_{DD} > 2.9 V$
SID78A	$T_{RISE\_OVFS}$	快速强驱动模式下的输出上升时间	1.5	-	12	ns	Load = 25 pF, 10% - 90%, $V_{DD} = 3.3 V$
SID79A	$T_{FALL\_OVFS}$	快速强驱动模式下的输出下降时间	1.5	-	12	ns	Load = 25 pF, 10% - 90%, $V_{DD} = 3.3 V$
SID80A	$T_{RISESS}$	慢速强驱动模式下的输出上升时间	10	-	60	ns	Load = 25 pF, 10% - 90%, $V_{DD} = 3.3 V$
SID81A	$T_{FALLSS}$	慢速强驱动模式下的输出下降时间	10	-	60	ns	Load = 25 pF, 10% - 90%, $V_{DD} = 3.3 V$
SID82A	$F_{GPIOUT1}$	GPIO $F_{OUT}$ : $3.3 V \leq V_{DD} \leq 5.5 V$ 快速强驱动模式	-	-	24	MHz	90/10%, Load = 25 pF, 60/40 占空比
SID83A	$F_{GPIOUT2}$	GPIO $F_{OUT}$ : $1.71 V \leq V_{DD} \leq 3.3 V$ 快速强驱动模式	-	-	16	MHz	90/10%, Load = 25 pF, 60/40 占空比

XRES

表 13. XRES 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID87	$V_{IH}$	输入高电平电压	$0.7 \times V_{DDD}$	-	-	V	CMOS 输入
SID88	$V_{IL}$	输入低电平电压	-	-	$0.3 \times V_{DDD}$	V	CMOS 输入
SID89	$R_{PULLUP}$	上拉电阻	3.5	5.6	8.5	k $\Omega$	-
SID90	$C_{IN}$	输入电容	-	3	-	pF	-
SID91	$V_{HYSXRES}$	输入迟滞电压	-	100	-	mV	-
SID92	$I_{DIODE}$	通过保护二极管到达 $V_{DD}/V_{SS}$ 的电流	-	-	100	$\mu A$	-

表 14. XRES 交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID93	$T_{RESETWIDTH}$	复位脉冲宽度	1	-	-	$\mu s$	-

## 模拟外设

## 温度传感器

表 15. 温度传感器规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID155	T <sub>SENSACC</sub>	温度传感器准确度	-5	±1	5	°C	-40 ~ +85 °C

## SAR ADC

表 16. SAR ADC 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID156	A_RES	分辨率	-	-	12	位	-
SID157	A_CHNIS_S	通道数量 — 单端	-	-	8	-	8 全速
SID158	A-CHNKS_D	通道数量 — 差分	-	-	4	-	差分输入使用相邻的 I/O
SID159	A-MONO	单调性	-	-	-	-	有
SID160	A_GAINERR	增益误差	-	-	±0.1	%	使用外部参考电压
SID161	A_OFFSET	输入偏移电压	-	-	2	mV	使用 1 V V <sub>REF</sub> 进行测量
SID162	A_ISAR	电流消耗	-	-	1	mA	-
SID163	A_VINS	输入电压范围 — 单端	V <sub>SS</sub>	-	V <sub>DDA</sub>	V	-
SID164	A_VIND	输入电压范围 — 差分	V <sub>SS</sub>	-	V <sub>DDA</sub>	V	-
SID165	A_INRES	输入电阻	-	-	2.2	kΩ	-
SID166	A_INCAP	输入电容	-	-	10	pF	-
SID312	VREFSAR	校准后的 SAR 内部参考电压	-1	-	1	%	V <sub>bg</sub> 的百分比 (1.024 V)。

表 17. SAR ADC 交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID167	A_PSR	电源抑制比	70	-	-	dB	用 1 V 的参考电压测量得到。
SID168	A_CMRR	共模抑制比	66	-	-	dB	-
SID169	A_SAMP	采样率	-	-	1	Msp	-
SID313	F <sub>sarintref</sub>	SAR 运行速度 (没有旁路外部参考电压)	-	-	100	ksps	12 位分辨率
SID170	A_SNR	信噪比 (SNR)	65	-	-	dB	F <sub>IN</sub> = 10 kHz
SID171	A_BW	无混叠输入带宽	-	-	A_SAMP/2	kHz	-
SID172	A_INL	积分非线性 (INL)。V <sub>DD</sub> = 1.71 ~ 5.5 V, 1 Msp	-1.7	-	2	LSB	V <sub>REF</sub> = 1 V ~ V <sub>DD</sub>
SID173	A_INL	积分非线性。V <sub>DD</sub> = 1.71 ~ 3.6 V, 1 Msp	-1.5	-	1.7	LSB	V <sub>REF</sub> = 1.71 V ~ V <sub>DD</sub>
SID174	A_INL	积分非线性。V <sub>DD</sub> = 1.71 ~ 5.5 V, 500 Ksp	-1.5	-	1.7	LSB	V <sub>REF</sub> = 1 V ~ V <sub>DD</sub>
SID175	A_DNL	微分非线性 (DNL)。V <sub>DD</sub> = 1.71 ~ 5.5 V, 1 Msp	-1	-	2.2	LSB	V <sub>REF</sub> = 1 V ~ V <sub>DD</sub>

表 17. SAR ADC 交流规范 (续)

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID176	A_DNL	微分非线性。V <sub>DD</sub> = 1.71 ~ 3.6 V, 1 Msps	-1	-	2	LSB	V <sub>REF</sub> = 1.71 V ~ V <sub>DD</sub>
SID177	A_DNL	微分非线性。V <sub>DD</sub> = 1.71 ~ 5.5 V, 500 Ksps	-1	-	2.2	LSB	V <sub>REF</sub> = 1 V ~ V <sub>DD</sub>
SID178	A_THD	总谐波失真	-	-	-65	dB	F <sub>IN</sub> = 10 kHz

CSD

表 18. CSD 模块规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID179	VCSD	工作电压范围	1.71	-	5.5	V	-
SID180	IDAC1	8 位分辨率的微分非线性 (DNL)	-1	-	1	LSB	-
SID181	IDAC1	8 位分辨率的积分非线性 (INL)	-3	-	3	LSB	-
SID182	IDAC2	7 位分辨率的微分非线性 (DNL)	-1	-	1	LSB	-
SID183	IDAC2	7 位分辨率的积分非线性 (INL)	-3	-	3	LSB	-
SID184	SNR	手指计数与噪声比率	5	-	-	比率	电容值范围为 9 pF ~ 35 pF；灵敏度 = 0.1 pF。在扫描期间，无线模块不运行。
SID185	IDAC1_CRT1	在“高 (HIGH)”范围时 IDAC1 (8 位) 的输出电流	-	612	-	μA	-
SID186	IDAC1_CRT2	在“低 (LOW)”范围时 IDAC1 (8 位) 的输出电流	-	306	-	μA	-
SID187	IDAC2_CRT1	在“高 (HIGH)”范围时 IDAC2 (7 位) 的输出电流	-	305	-	μA	-
SID188	IDAC2_CRT2	在“低 (LOW)”范围时 IDAC2 (7 位) 的输出电流	-	153	-	μA	-

数字外设

4x TCPWM

表 19. 定时器直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID189	I <sub>TIM1</sub>	频率为 3 MHz 时模块消耗的电流	-	-	50	μA	16 位定时器
SID190	I <sub>TIM2</sub>	频率为 12 MHz 时模块消耗的电流	-	-	175	μA	16 位定时器
SID191	I <sub>TIM3</sub>	频率为 48 MHz 时模块消耗的电流	-	-	712	μA	16 位定时器

表 20. 定时器交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID192	T <sub>TIMFREQ</sub>	工作频率	F <sub>CLK</sub>	-	48	MHz	-
SID193	T <sub>CAPWINT</sub>	捕获脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID194	T <sub>CAPWEXT</sub>	捕获脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID195	T <sub>TIMRES</sub>	定时器分辨率	T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID196	T <sub>TENWIDINT</sub>	使能脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID197	T <sub>TENWIDEXT</sub>	使能脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID198	T <sub>TIMRESWINT</sub>	复位脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID199	T <sub>TIMRESEXT</sub>	复位脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-

计数器

表 21. 计数器直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID200	I <sub>CTR1</sub>	频率为 3 MHz 时模块消耗的电流	-	-	50	μA	16 位计数器
SID201	I <sub>CTR2</sub>	频率为 12 MHz 时模块消耗的电流	-	-	175	μA	16 位计数器
SID202	I <sub>CTR3</sub>	频率为 48 MHz 时模块消耗的电流	-	-	712	μA	16 位计数器

表 22. 计数器交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID203	T <sub>CTRFREQ</sub>	工作频率	F <sub>CLK</sub>	-	48	MHz	-
SID204	T <sub>CTRPWINT</sub>	捕获脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID205	T <sub>CTRPWEXT</sub>	捕获脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID206	T <sub>CTRES</sub>	计数器分辨率	T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID207	T <sub>CENWIDINT</sub>	使能脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID208	T <sub>CENWIDEXT</sub>	使能脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID209	T <sub>CTRRESWINT</sub>	复位脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-
SID210	T <sub>CTRRESWEXT</sub>	复位脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	-	-	ns	-

脉冲宽度调制 (PWM)

表 23. PWM 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID211	I <sub>PWM1</sub>	频率为 3 MHz 时模块消耗的电流	-	-	50	μA	16 位 PWM
SID212	I <sub>PWM2</sub>	频率为 12 MHz 时模块消耗的电流	-	-	175	μA	16 位 PWM
SID213	I <sub>PWM3</sub>	频率为 48 MHz 时模块消耗的电流	-	-	741	μA	16 位 PWM

表 24. PWM 交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID214	TPWMFREQ	工作频率	F <sub>CLK</sub>	–	48	MHz	–
SID215	TPWMPWINT	脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	–	–	ns	–
SID216	TPWMEXT	脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	–	–	ns	–
SID217	TPWMKILLINT	停止 (Kill) 脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	–	–	ns	–
SID218	TPWMKILLEXT	停止 (Kill) 脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	–	–	ns	–
SID219	TPWMEINT	使能脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	–	–	ns	–
SID220	TPWMENEXT	使能脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	–	–	ns	–
SID221	TPWMRESWINT	复位脉冲宽度 (内部)	2 × T <sub>CLK</sub>	–	–	ns	–
SID222	TPWMRESWEXT	复位脉冲宽度 (外部)	2 × T <sub>CLK</sub>	–	–	ns	–

I<sup>2</sup>C

表 25. I<sup>2</sup>C 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID223	I <sub>I2C1</sub>	频率为 100 KHz 时模块消耗的电流	–	–	50	μA	–
SID224	I <sub>I2C2</sub>	频率为 400 KHz 时模块消耗的电流	–	–	155	μA	–
SID225	I <sub>I2C3</sub>	比特率为 1 Mbps 时模块消耗的电流	–	–	390	μA	–
SID226	I <sub>I2C4</sub>	I <sup>2</sup> C 在深度睡眠模式下被使能	–	–	1.4	μA	–

表 26. I<sup>2</sup>C 的固定交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID227	F <sub>I2C1</sub>	比特率	–	–	1	Mbps	–

LCD 直接驱动

表 27. LCD 直接驱动直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID228	I <sub>LCDLOW</sub>	低功耗模式下的工作电流	–	17.5	–	μA	16 × 4 小型段式显示屏, 频率为 50 Hz
SID229	C <sub>LDCAP</sub>	每个 Common/Segment 驱动器上的 LCD 电容	–	500	5000	pF	
SID230	LCD <sub>OFFSET</sub>	长期 Segment 偏移	–	20	–	mV	
SID231	I <sub>LCDOP1</sub>	LCD 系统工作电流。 V <sub>bias</sub> = 5 V	–	2	–	mA	32 × 4 Segment, 频率为 50 Hz, 温度为 25 °C
SID232	I <sub>LCDOP2</sub>	LCD 系统工作电流。 V <sub>bias</sub> = 3.3 V	–	2	–	mA	32 × 4 Segment, 频率为 50Hz, 温度为 25 °C

表 28. LCD 直接驱动交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID233	F <sub>LCD</sub>	LCD 帧率	10	50	150	Hz	–

表 29. UART 的固定直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID234	I <sub>UART1</sub>	速度为 100 kbps 时, 模块消耗的电流	–	–	55	μA	–
SID235	I <sub>UART2</sub>	速度为 1000 kbps 时模块消耗的电流	–	–	360	μA	–

表 30. UART 的固定交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID236	F <sub>UART</sub>	比特率	-	-	1	Mbps	-

SPI 规范

表 31. SPI 的固定直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID237	I <sub>SPI1</sub>	速度为 1 Mbps 时模块消耗的电流	-	-	360	μA	-
SID238	I <sub>SPI2</sub>	速度为 4 Mbps 时模块消耗的电流	-	-	560	μA	-
SID239	I <sub>SPI3</sub>	速度为 8 Mbps 时模块消耗的电流	-	-	600	μA	-

表 32. SPI 的固定交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID240	F <sub>SPI</sub>	SPI 工作频率（主设备；6x 过采样）	-	-	8	MHz	-

表 33. SPI 主设备模式下的固定交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID241	T <sub>D<sub>MO</sub></sub>	SCLK 驱动沿后 MOSI 的有效时间	-	-	18	ns	-
SID242	T <sub>D<sub>SI</sub></sub>	SCLK 捕获沿前 MISO 的有效时间。全时钟、MISO 推迟采样	20	-	-	ns	全时钟、MISO 推迟采样
SID243	T <sub>H<sub>MO</sub></sub>	先前的 MOSI 数据保持时间	0	-	-	ns	表示从设备捕获边沿

表 34. 固定 SPI 从设备模式交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
SID244	T <sub>D<sub>MI</sub></sub>	SCLK 捕获沿前 MOSI 有效的的时间	40	-	-	ns
SID245	T <sub>D<sub>SO</sub></sub>	SCLK 驱动沿后 MISO 有效的的时间	-	-	42 + 3 × T <sub>CPU</sub>	ns
SID246	T <sub>D<sub>SO_ext</sub></sub>	在外部时钟模式下，SCLK 驱动沿后 MISO 有效的的时间。V <sub>DD</sub> < 3.0 V	-	-	53	ns
SID247	T <sub>H<sub>SO</sub></sub>	先前的 MISO 数据保持时间	0	-	-	ns
SID248	T <sub>SSEL<sub>SCK</sub></sub>	SSEL 有效到第一个 SCK 有效沿的时间	100	-	-	ns

存储器

表 35. 闪存直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID249	V <sub>PE</sub>	擦除和编程电压	1.71	-	5.5	V	-
SID309	T <sub>WS48</sub>	在 32 ~ 48 MHz 频率范围内等待状态的数量	2	-	-	-	CPU 从闪存执行
SID310	T <sub>WS32</sub>	在 16 ~ 32 MHz 频率范围内等待状态的数量	1	-	-	-	CPU 从闪存执行
SID311	T <sub>WS16</sub>	在 0 ~ 16 MHz 频率范围内等待状态的数量	0	-	-	-	CPU 从闪存执行

表 36. 闪存交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID250	T <sub>ROWWRITE</sub> <sup>[5]</sup>	行（模块）编写时间（擦除和编程）	-	-	20	ms	行（模块） = 256 个字节
SID251	T <sub>ROWERASE</sub> <sup>[5]</sup>	行擦除时间	-	-	13	毫秒	-
SID252	T <sub>ROWPROGRAM</sub> <sup>[5]</sup>	擦除后的行编程时间	-	-	7	毫秒	-
SID253	T <sub>BULKERASE</sub> <sup>[5]</sup>	批量擦除时间（256 KB）	-	-	35	毫秒	-
SID254	T <sub>DEVPROG</sub> <sup>[5]</sup>	器件总编程时间	-	-	25	秒	-
SID255	F <sub>END</sub>	闪存擦写次数	100 K	-	-	周期	-
SID256	F <sub>RET</sub>	闪存数据保持时间。T <sub>A</sub> ≤ 55 °C, 10 万个编程 / 擦除周期	20	-	-	年	-
SID257	F <sub>RET2</sub>	闪存数据保持时间。T <sub>A</sub> ≤ 85 °C, 一万个编程 / 擦除周期	10	-	-	年	-

系统资源

上电复位 (POR)

表 37. POR 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID258	V <sub>RISEIPOR</sub>	上升触发电压	0.80	-	1.45	V	-
SID259	V <sub>FALLIPOR</sub>	下降触发电压	0.75	-	1.40	V	-
SID260	V <sub>IPORHYST</sub>	迟滞电压	15	-	2000	mV	-

表 38. POR 交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID264	T <sub>PPOR_TR</sub>	活动模式和睡眠模式下精确的上电复位 (PPOR) 响应时间	-	-	1	μs	-

表 39. 欠压检测

规范 ID#	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID261	V <sub>FALLPPOR</sub>	活动和睡眠模式下的 BOD 触发电压	1.64	-	-	V	-
SID262	V <sub>FALLDPSLP</sub>	深度睡眠模式下的 BOD 触发电压	1.4	-	-	V	-

注释:

- 它可能最多需要 20 ms 的时间进行写入闪存。在这段时间内请勿复位器件，否则会中断闪存操作并且不能保证完成该操作。复位源包括 XRES 引脚、软件复位、CPU 锁存状态和特权冲突、不合适的电源电平以及看门狗。需要确保不会意外激活这些复位源。

表 40. 休眠复位

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID263	V <sub>HBRTRIP</sub>	休眠模式下的 BOD 触发电压	1.1	-	-	V	

电压监控器 (LVD)

表 41. 电压监控器直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID265	V <sub>LVI1</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 0000b	1.71	1.75	1.79	V	-
SID266	V <sub>LVI2</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 0001b	1.76	1.80	1.85	V	-
SID267	V <sub>LVI3</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 0010b	1.85	1.90	1.95	V	-
SID268	V <sub>LVI4</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 0011b	1.95	2.00	2.05	V	-
SID269	V <sub>LVI5</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 0100b	2.05	2.10	2.15	V	-
SID270	V <sub>LVI6</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 0101b	2.15	2.20	2.26	V	-
SID271	V <sub>LVI7</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 0110b	2.24	2.30	2.36	V	-
SID272	V <sub>LVI8</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 0111b	2.34	2.40	2.46	V	-
SID273	V <sub>LVI9</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 1000b	2.44	2.50	2.56	V	-
SID274	V <sub>LVI10</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 1001b	2.54	2.60	2.67	V	-
SID2705	V <sub>LVI11</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 1010b	2.63	2.70	2.77	V	-
SID276	V <sub>LVI12</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 1011b	2.73	2.80	2.87	V	-
SID277	V <sub>LVI13</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 1100b	2.83	2.90	2.97	V	-
SID278	V <sub>LVI14</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 1101b	2.93	3.00	3.08	V	-
SID279	V <sub>LVI15</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 1110b	3.12	3.20	3.28	V	-
SID280	V <sub>LVI16</sub>	LVI_A/D_SEL[3:0] = 1111b	4.39	4.50	4.61	V	-
SID281	LVI_IDD	模块电流	-	-	100	μA	-

表 42. 电压监控器交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID282	T <sub>MONTRIP</sub>	电压监控器触发时间	-	-	1	μs	-

SWD 接口

表 43. SWD 接口规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID283	F <sub>SWDCLK1</sub>	$3.3\text{ V} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{ V}$	-	-	14	MHz	SWDCLK 不大于 CPU 时钟频率的 1/3
SID284	F <sub>SWDCLK2</sub>	$1.71\text{ V} \leq V_{DD} \leq 3.3\text{ V}$	-	-	7	MHz	SWDCLK 不大于 CPU 时钟频率的 1/3
SID285	T <sub>SWDI_SETUP</sub>	$T = 1/f\text{ SWDCLK}$	$0.25 \times T$	-	-	ns	-
SID286	T <sub>SWDI_HOLD</sub>	$T = 1/f\text{ SWDCLK}$	$0.25 \times T$	-	-	ns	-
SID287	T <sub>SWDO_VALID</sub>	$T = 1/f\text{ SWDCLK}$	-	-	$0.5 \times T$	ns	-
SID288	T <sub>SWDO_HOLD</sub>	$T = 1/f\text{ SWDCLK}$	1	-	-	ns	-

内部主振荡器

表 44. IMO 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID289	I <sub>IMO1</sub>	频率为 48 MHz 时 IMO 的工作电流	-	-	1000	μA	-
SID290	I <sub>IMO2</sub>	频率为 24 MHz 时 IMO 的工作电流	-	-	325	μA	-
SID291	I <sub>IMO3</sub>	频率为 12 MHz 时 IMO 的工作电流	-	-	225	μA	-
SID292	I <sub>IMO4</sub>	频率为 6 MHz 时 IMO 的工作电流	-	-	180	μA	-
SID293	I <sub>IMO5</sub>	频率为 3 MHz 时 IMO 的工作电流	-	-	150	μA	-

表 45. IMO 交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID296	F <sub>IMOTOL3</sub>	频率在 3 到 48 MHz 的范围内变化	-	-	±2	%	调用 API 进行校准
SID297	F <sub>IMOTOL3</sub>	IMO 启动时间	-	12	-	μs	-

内部低速振荡器

表 46. ILO 直流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID298	I <sub>ILO2</sub>	频率为 32 kHz 时 ILO 的工作电流	-	0.3	1.05	μA	-

表 47. ILO 交流规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID299	T <sub>STARTILO1</sub>	ILO 启动时间	-	-	2	ms	-
SID300	F <sub>ILOTRIM1</sub>	调整后的频率为 32 kHz	15	32	50	kHz	-

表 48. 外部时钟规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID301	ExtClkFreq	外部时钟输入频率	0	-	48	MHz	仅适用于 CMOS 输入电平。不支持 TTL 输入
SID302	ExtClkDuty	占空比。在电压为 V <sub>DD/2</sub> 时测得	45	-	55	%	仅适用于 CMOS 输入电平。不支持 TTL 输入

表 49. ECO 规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID389	F <sub>ECO</sub>	晶振频率	-	24	-	MHz	-
SID390	F <sub>TOL</sub>	频率容差	-50	-	50	ppm	-
SID391	ESR	等效串联电阻	-	-	60	Ω	-
SID392	PD	驱动电平	-	-	100	μW	-
SID393	T <sub>START1</sub>	启动时间 (快速充电打开)	-	-	850	μs	-
SID394	T <sub>START2</sub>	启动时间 (快速充电关闭)	-	-	3	ms	-
SID395	C <sub>L</sub>	负载电容	-	8	-	pF	-
SID396	C <sub>0</sub>	并联电容	-	1.1	-	pF	-
SID397	I <sub>ECO</sub>	工作电流	-	1400	-	μA	-

表 50. WCO 规范

规范 ID	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	详情 / 条件
SID398	$F_{WCO}$	晶振频率	–	32.768	–	kHz	–
SID399	$F_{TOL}$	频率容差	–	50	–	ppm	–
SID400	ESR	等效串联电阻	–	50	–	k $\Omega$	–
SID401	PD	驱动电平	–	–	1	$\mu$ W	–
SID402	$T_{START}$	启动时间	–	–	500	ms	–
SID403	$C_L$	晶振负载电容	6	–	12.5	pF	–
SID404	$C_0$	晶振并联电容	–	1.35	–	pF	–
SID405	$I_{WCO1}$	工作电流（高功耗模式）	–	–	8	$\mu$ A	–
SID406	$I_{WCO2}$	工作电流（低功耗模式）	–	–	2.6	$\mu$ A	–

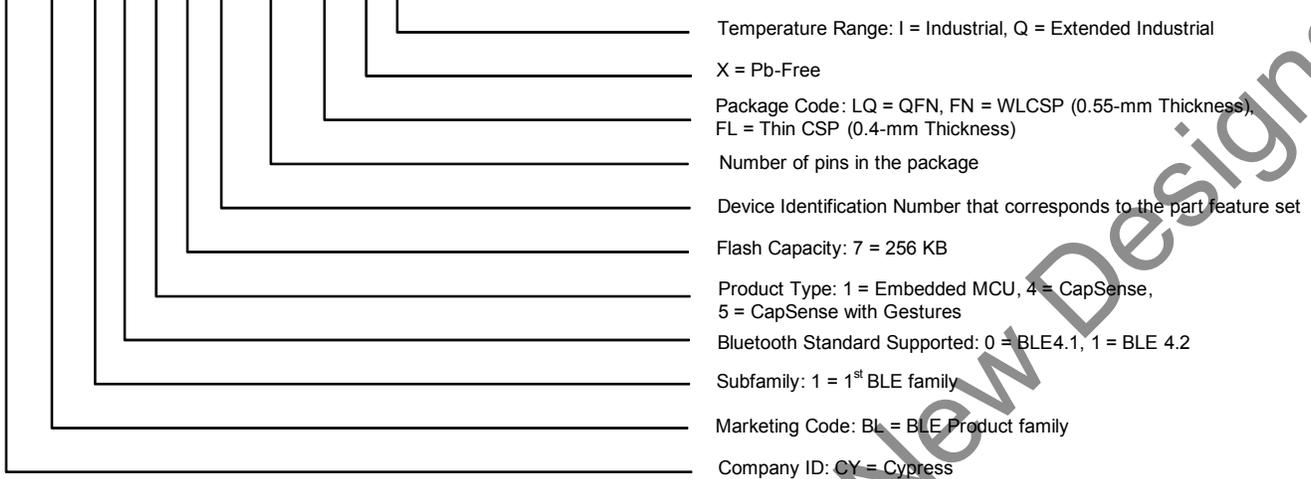
## 订购信息

下表显示的是 CYBL1XX7X 器件型号和各种特性。

器件型号	CPU 速度 (MHz)	闪存大小 (KB)	DMA	CapSense	SCB	TCPWM	12 位 ADC	I2S	PWM	LCD	封装类型	蓝牙版本
CYBL10573-56LQXI	48	256	无	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	有	1	有	56-QFN	4.1
CYBL10573-76FNXI	48	256	无	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	有	1	有	76-WLCSP	4.1
CYBL11171-56LQXI	48	256	有	无	1	2	1 Msps	无	0	无	56-QFN	4.2
CYBL11172-56LQXI	48	256	有	无	2	4	1 Msps	无	4	无	56-QFN	4.2
CYBL11173-56LQXI	48	256	有	无	2	4	1 Msps	有	0	无	56-QFN	4.2
CYBL11471-56LQXI	48	256	有	有	2	4	1 Msps	无	0	无	56-QFN	4.2
CYBL11472-56LQXI	48	256	有	有	2	4	1 Msps	有	0	无	56-QFN	4.2
CYBL11473-56LQXI	48	256	有	有	2	4	1 Msps	无	0	有	56-QFN	4.2
CYBL11571-56LQXI	48	256	有	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	无	0	无	56-QFN	4.2
CYBL11572-56LQXI	48	256	有	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	有	1	无	56-QFN	4.2
CYBL11573-56LQXI	48	256	有	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	有	1	有	56-QFN	4.2
CYBL11573-56LQXQ	48	256	有	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	有	1	有	56-QFN	4.2
CYBL11573-76FNXI	48	256	有	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	有	1	有	76-WLCSP	4.2
CYBL11573-76FLXI	48	256	有	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	有	1	有	76-薄 WLCSP	4.2
CYBL11573-76FNXQ	48	256	有	有 (支持手势)	2	4	1 Msps	有	1	有	76-WLCSP	4.2

订购代码定义

CY BL 1 X A B C - DE FG H I



下表列出了各字段:

标记	说明	数值	含义
CYBL	赛普拉斯 PRoC BLE 产品系列	CYBL	
1X	子系列	10、 11	第一代 BLE 4.1 和 4.2
A	产品类型	1	嵌入式
		4	CapSense
		5	触摸
B	闪存容量	7	256 KB
C	功能集		
DE	封装引脚	56	
		76	
FG	封装代码	LQ	QFN
		FN	WLCSP
		FL	薄型 CSP
H	Pb	X	无铅
			X 不存在 (含铅)
I	温度范围	Q	扩展温度范围: -40 °C ~ +105 °C
		I	工业级温度范围: -40 °C ~ 85 °C

注释:

6. 所有器件型号均支持范围为 1.9 V ~ 5.5 V 的输入电压

## 封装

表 51. 封装特性

参数	说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T <sub>A</sub>	工作环境温度	–	–40	25	105	°C
T <sub>J</sub>	工作结温	–	–40	–	125	°C
T <sub>JA</sub>	封装 θ <sub>JA</sub> (56-QFN)	–	–	16.9	–	°C/watt
T <sub>JC</sub>	封装 θ <sub>JC</sub> (56-QFN)	–	–	9.7	–	°C/watt
T <sub>JA</sub>	封装 θ <sub>JA</sub> (76-ball WLCSP)	–	–	20.1	–	°C/watt
T <sub>JC</sub>	封装 θ <sub>JC</sub> (76-ball WLCSP)	–	–	0.19	–	°C/watt
T <sub>JA</sub>	封装 θ <sub>JA</sub> (76-ball 薄 WLCSP)	–	–	20.9	–	°C/watt
T <sub>JC</sub>	封装 θ <sub>JC</sub> (76-ball 薄 WLCSP)	–	–	0.17	–	°C/watt

表 52. 回流焊峰值温度

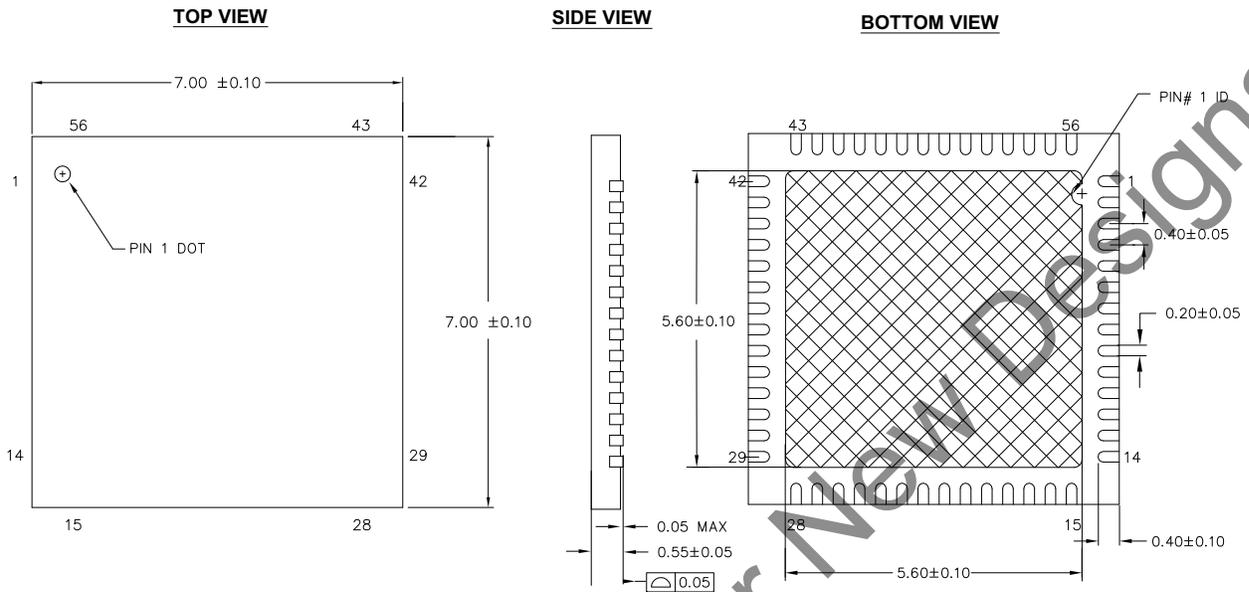
封装	最高峰值温度	峰值温度下的最长时间
56-QFN	260 °C	30 秒
76-ball WLCSP 和薄型 WLCSP	260 °C	30 秒

表 53. 封装潮敏等级 (MSL), IPC/JEDEC J-STD-2 标准

封装	MSL
56-QFN	MSL 3
76-ball WLCSP 和薄型 WLCSP	MSL 1

表 54. 封装详细信息

规范 ID	封装	说明
001-58740 版本 *C	56-QFN	7 mm × 7 mm × 0.6 mm
001-96603 版本 *A	76-ball WLCSP	4.04 mm × 3.87 mm × 0.55 mm
002-10658 版本 **	76-ball 薄型 WLCSP	4.04 mm × 3.87 mm × 0.4 mm

**图 6. 56-QFN 7 mm × 7 mm × 0.6 mm**

**NOTES:**

1.  HATCH AREA IS SOLDERABLE EXPOSED PAD
2. BASED ON REF JEDEC # MO-248
3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

001-58740 °C

QFN 封装上的中心焊盘必须接地 (VSS)，以确保器件正常运行。

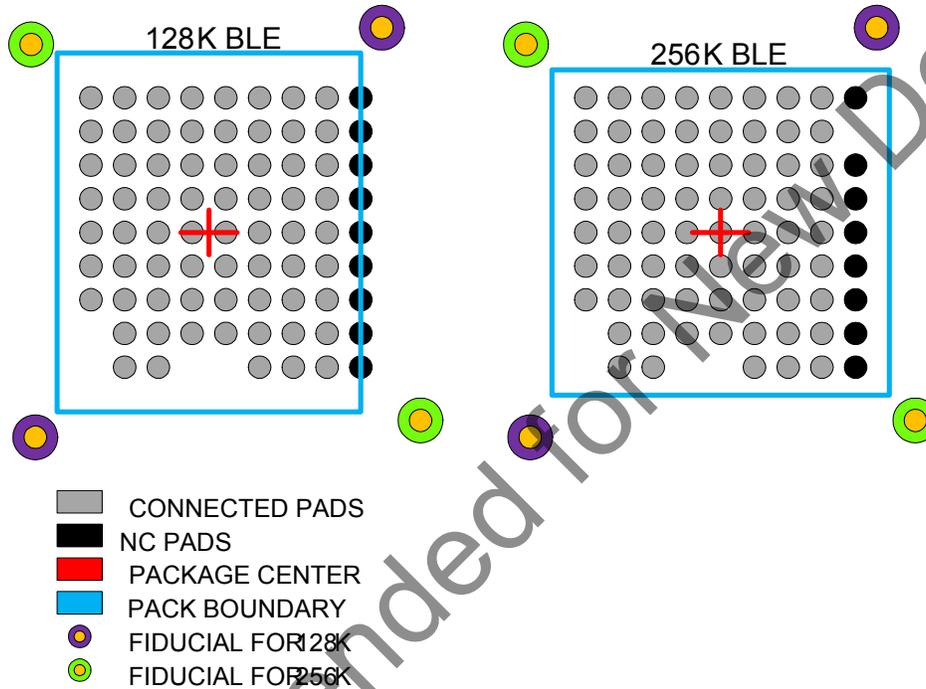
**WLCSP 兼容性**

PRoC BLE 产品系列提供 128 KB（16 KB SRAM）的闪存和 256 KB（32 KB SRAM）的闪存。56-QFN 封装的封装引脚分布和大小是相同的，而对于 68-ball WLCSP，它的尺寸不同。

256 KB 闪存具有一个额外的球型引脚列，用以确保芯片级封装中的机械一致性。根据该区别，可以在 PCB 上设计统一的焊盘模型来同时兼容这两种不同的产品系列。

图 7 显示的是 128 KB 和 256 KB 的闪存 CSP 封装。

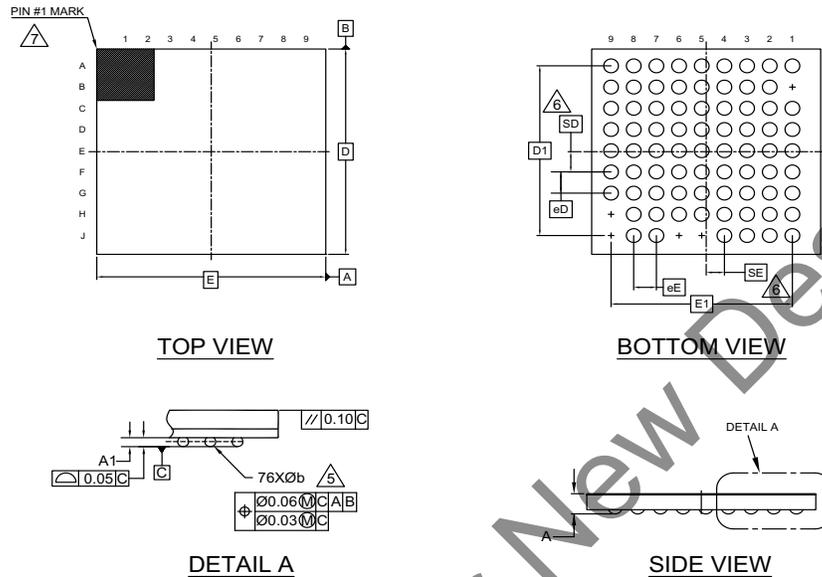
图 7. 128 KB 和 256 KB 的闪存 CSP 封装



256 K BLE WLCSP 中最右边列（全部 NC（无连接））的球型引脚用于保证机械一体化程度。因此，该封装的尺寸比较大（3.2 mm 和 2.8 mm）。其他尺寸则均是相同的。赛普拉斯会提供用于 PCB 布局的布局符号。

实现图 7 中的原理图，以为 256 K BLE 封装设计 PCB（满足适当空间的要求），这样将来便不再需要重新设计 PCB 但仍能使用该封装。

图 8. 76-ball WLCSP 封装外形



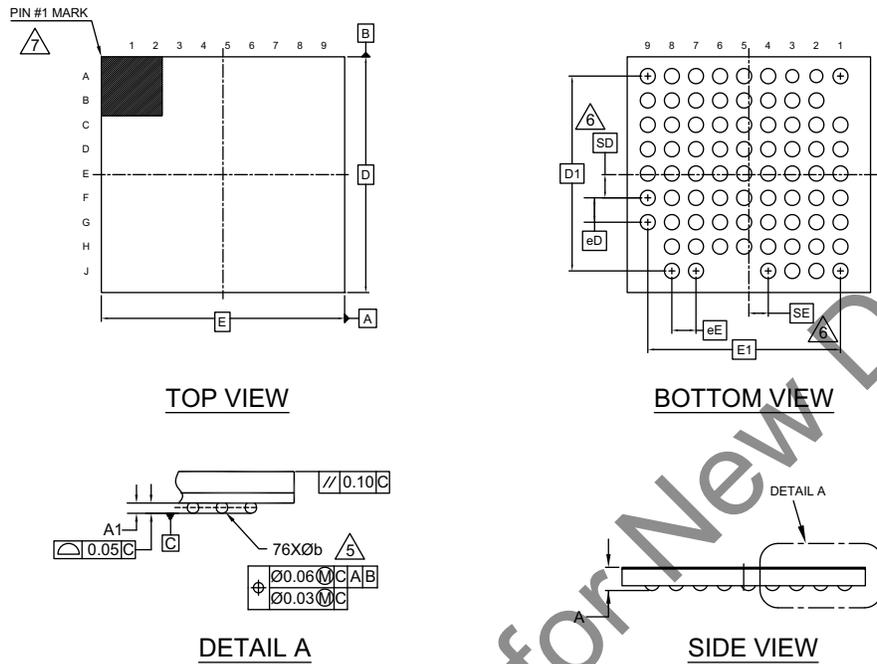
SYMBOL	DIMENSIONS		
	MIN.	NOM.	MAX.
A	-	-	0.55
A1	0.18	0.21	0.24
D	3.87 BSC		
E	4.04 BSC		
D1	3.20 BSC		
E1	3.20 BSC		
MD	9		
ME	9		
N	76		
Ø b	0.23	0.26	0.29
eD	0.40 BSC		
eE	0.40 BSC		
SD	0.381 BSC		
SE	0.321 BSC		

**NOTES:**

- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
  - SOLDER BALL POSITION DESIGNATION PER JEP95, SECTION 3, SPP-020.
  - "e" REPRESENTS THE SOLDER BALL GRID PITCH.
  - SYMBOL "MD" IS THE BALL MATRIX SIZE IN THE "D" DIRECTION. SYMBOL "ME" IS THE BALL MATRIX SIZE IN THE "E" DIRECTION. N IS THE NUMBER OF POPULATED SOLDER BALL POSITIONS FOR MATRIX SIZE MD X ME.
- △ DIMENSION "b" IS MEASURED AT THE MAXIMUM BALL DIAMETER IN A PLANE PARALLEL TO DATUM C.
- △ "SD" AND "SE" ARE MEASURED WITH RESPECT TO DATUMS A AND B AND DEFINE THE POSITION OF THE CENTER SOLDER BALL IN THE OUTER ROW. WHEN THERE IS AN ODD NUMBER OF SOLDER BALLS IN THE OUTER ROW, "SD" OR "SE" = 0. WHEN THERE IS AN EVEN NUMBER OF SOLDER BALLS IN THE OUTER ROW, "SD" = eD/2 AND "SE" = eE/2.
- △ A1 CORNER TO BE IDENTIFIED BY CHAMFER, LASER OR INK MARK METALIZED MARK, INDENTATION OR OTHER MEANS.
8. "+" INDICATES THE THEORETICAL CENTER OF DEPOPULATED SOLDER BALLS.
9. JEDEC SPECIFICATION NO. REF : N/A

001-96603 \*B

图 9. 76-ball 的薄型 WLCSP 封装外形



SYMBOL	DIMENSIONS		
	MIN.	NOM.	MAX.
A	-	-	0.40
A1	0.072	0.08	0.088
D	3.87 BSC		
E	4.04 BSC		
D1	3.20 BSC		
E1	3.20 BSC		
MD	9		
ME	9		
N	76		
∅ b	0.22	0.25	0.28
eD	0.40 BSC		
eE	0.40 BSC		
SD	0.381		
SE	0.321		

## NOTES:

- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- SOLDER BALL POSITION DESIGNATION PER JEP95, SECTION 3, SPP-020.
- "e" REPRESENTS THE SOLDER BALL GRID PITCH.
- SYMBOL "MD" IS THE BALL MATRIX SIZE IN THE "D" DIRECTION. SYMBOL "ME" IS THE BALL MATRIX SIZE IN THE "E" DIRECTION. N IS THE NUMBER OF POPULATED SOLDER BALL POSITIONS FOR MATRIX SIZE MD X ME.
- DIMENSION "b" IS MEASURED AT THE MAXIMUM BALL DIAMETER IN A PLANE PARALLEL TO DATUM C.
- "SD" AND "SE" ARE MEASURED WITH RESPECT TO DATUMS A AND B AND DEFINE THE POSITION OF THE CENTER SOLDER BALL IN THE OUTER ROW. WHEN THERE IS AN ODD NUMBER OF SOLDER BALLS IN THE OUTER ROW, "SD" OR "SE" = 0. WHEN THERE IS AN EVEN NUMBER OF SOLDER BALLS IN THE OUTER ROW, "SD" = eD/2 AND "SE" = eE/2.
- A1 CORNER TO BE IDENTIFIED BY CHAMFER, LASER OR INK MARK METALIZED MARK, INDENTATION OR OTHER MEANS.
- "\*" INDICATES THE THEORETICAL CENTER OF DEPOPULATED SOLDER BALLS.

002-10658 \*\*

缩略语

表 55. 本文中使用的缩略语

缩略语	说明
abus	模拟局部总线
ADC	模数转换器
AG	模拟全局总线
AHB	AMBA (先进的微控制器总线结构) 高性能总线, 它是一种 ARM 数据传输总线
ALU	算术逻辑单元
AMUXBUS	模拟复用器总线
API	应用编程接口
APSR	应用编程状态寄存器
ARM®	高级 RISC 机器, 它是一种 CPU 架构
ATM	自动 Thump 模式
BW	带宽
CAN	控制器区域网络, 它是一种通信协议
CMRR	共模抑制比
CPU	中央处理器
CRC	循环冗余校验, 它是一种错误校验协议
DAC	数模转换器, 另请参见 IDAC、VDAC
DFB	数字滤波器模块
DIO	数字输入 / 输出, GPIO 只有数字功能, 无模拟功能。请参见 GPIO。
DMIPS	Dhrystone 每秒百万条指令
DMA	直接存储器访问, 另请参见 TD
DNL	微分非线性, 另请参见 INL
DNU	请勿使用
DR	端口写入数据寄存器
DSI	数字系统互连
DWT	数据观察点和跟踪
ECC	纠错码
ECO	外部晶体振荡器
EEPROM	电可擦除可编程只读存储器
EMI	电磁干扰
EMIF	外部存储器接口
EOC	转换结束
EOF	帧结束
EPSR	执行编程状态寄存器
ESD	静电放电
ETM	嵌入式跟踪宏单元
FET	场效应晶体管

表 55. 本文中使用的缩略语 (续)

缩略语	说明
FIR	有限脉冲响应, 另请参见 IIR
FPB	闪存修补和断点
FS	全速
GPIO	通用输入 / 输出, 与 PSoC 引脚相连
HCI	主机控制器接口
HVI	高压中断, 另请参见 LVI、LVD
IC	集成电路
IDAC	电流 DAC, 另请参见 DAC、VDAC
IDE	集成开发环境
I <sup>2</sup> C 或 IIC	内部集成电路, 它是一种通信协议
I <sup>2</sup> S	集成电路内置音频
IIR	无限脉冲响应, 另请参见 FIR
ILO	内部低速振荡器, 另请参见 IMO
IMO	内部主振荡器, 另请参见 ILO
INL	积分非线性, 另请参见 DNL
I/O	输入 / 输出, 另请参见 GPIO、DIO、SIO、USBIO
IPOR	初次上电复位
IPSR	中断编程状态寄存器
IRQ	中断请求
ITM	仪表跟踪宏单元
LCD	液晶显示屏
LIN	局部互连网络, 它是一种通信协议
LR	链接寄存器
LUT	查找表
LVD	低压检测, 另请参见 LVI
LVI	低压中断, 另请参见 HVI
LVTTTL	低电压晶体管 - 晶体管逻辑
MAC	乘法累加器
MCU	微控制器单元
MISO	主入从出
NC	无连接
NMI	不可屏蔽中断
NRZ	非归零
NVIC	嵌套向量中断控制器
NVL	非易失性锁存器, 另请参见 WOL
opamp	运算放大器
PAL	可编程阵列逻辑, 另请参见 PLD
PC	程序计数器

表 55. 本文中使用的缩略语 (续)

缩略语	说明
PCB	印刷电路板
PGA	可编程增益放大器
PHUB	外设集线器
PHY	物理层
PICU	端口中断控制单元
PLA	可编程逻辑阵列
PLD	可编程逻辑器件, 另请参见 PAL
PLL	锁相环
PMDD	封装材料声明数据手册
POR	上电复位
PRES	精密上电复位
PRS	伪随机序列
PS	端口读取数据寄存器
PSoC®	可编程片上系统 (Programmable System-on-Chip™)
PSRR	电源抑制比
PWM	脉宽调制器
RAM	随机存取存储器
RISC	精简指令集计算
RMS	均方根
RTC	实时时钟
RTL	寄存器转换语言
RTR	远程发送请求
RX	接收
SAR	逐次逼近寄存器
SC/CT	开关电容 / 连续时间
SCL	I <sup>2</sup> C 串行时钟
SDA	I <sup>2</sup> C 串行数据
S/H	采样和保持
SINAD	信噪比和失真比
SIO	特殊输入 / 输出, 即带高级功能的 GPIO。 请参见 GPIO。
SOC	开始转换
SQF	帧开始
SPI	串行外设接口, 它是一种通信协议
SR	摆率
SRAM	静态随机存取存储器
SRES	软件复位
STN	超级扭曲向列
SWD	串行线调试, 它是一种测试协议

表 55. 本文中使用的缩略语 (续)

缩略语	说明
SWV	单线浏览器
TD	传输描述符, 另请参见 DMA
THD	总谐波失真
TIA	互阻放大器
TN	扭曲向列
TRM	技术参考手册
TTL	晶体管 - 晶体管逻辑
TX	发送
UART	通用异步发送器接收器, 它是一种通信协议
USB	通用串行总线
USBIO	USB 输入 / 输出, 用于连接至 USB 端口的 PSoC 引脚
VDAC	电压数模转换器, 另请参见 DAC、IDAC
WDT	看门狗定时器
WOL	一次性写锁存器, 另请参见 NVL
WRES	看门狗定时器复位
XRES	外部复位 I/O 引脚
XTAL	晶振

## 文档规范

## 测量单位

表 56. 测量单位

符号	测量单位
°C	摄氏度
dB	分贝
dBm	分贝 - 毫瓦
fF	飞法
Hz	赫兹
KB	1024 个字节
kbps	千比特每秒
Khr	千小时
kHz	千赫兹
kΩ	千欧
ksps	每秒千次采样
LSB	最低有效位
Mbps	兆比特每秒
MHz	兆赫
MΩ	兆欧
Msp	兆次采样每秒
μA	微安
μF	微法

表 56. 测量单位 (续)

符号	测量单位
μH	微亨
μs	微秒
μV	微伏
μW	微瓦
mA	毫安
ms	毫秒
mV	毫伏
nA	纳安
ns	纳秒
nV	纳伏
Ω	欧姆
pF	皮法
ppm	百万分率
ps	皮秒
s	秒
sps	每秒采样数
sqrtHz	赫兹平方根
V	伏特
W	瓦特

## 修订记录

文档标题 <b>PRoC™ BLE: CYBL1XX7X</b> 产品系列数据手册低功耗蓝牙可编程片上射频芯片				
文档编号: 001-97441				
版本	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	4723004	RLIU	05/04/2015	本文档版本号为 Rev**, 译自英文版 001-95464 Rev*A。
*A	4765894	RWEI	05/14/2015	本文档版本号为 Rev*A, 译自英文版 001-95464 Rev*B。
*B	4950479	RLIU	10/16/2015	本文档版本号为 Rev*B, 译自英文版 001-95464 Rev*E。
*C	5403972	RLIU	08/16/2016	本文档版本号为 Rev*C, 译自英文版 001-95464 Rev*I。
*D	5781054	SASD	06/29/2017	更新标志和版权。 更新封装框图 规格 001-96603 将版本从 * A 更改为 * B。 添加了 NRND 水印。

## 销售、解决方案和法律信息

### 全球销售和设计支持

赛普拉斯公司具有一个由办事处、解决方案中心、厂商代表和经销商组成的全球性网络。要想找到离您最近的办事处，请访问[赛普拉斯所在地](#)。

### 产品

ARM® Cortex® 微控制器	<a href="http://cypress.com/arm">cypress.com/arm</a>
汽车级	<a href="http://cypress.com/automotive">cypress.com/automotive</a>
时钟与缓冲区	<a href="http://cypress.com/clocks">cypress.com/clocks</a>
接口	<a href="http://cypress.com/interface">cypress.com/interface</a>
物联网	<a href="http://cypress.com/iot">cypress.com/iot</a>
微控制器	<a href="http://cypress.com/mcu">cypress.com/mcu</a>
PSoC	<a href="http://cypress.com/psoc">cypress.com/psoc</a>
电源管理 IC	<a href="http://cypress.com/pmic">cypress.com/pmic</a>
触摸感应	<a href="http://cypress.com/touch">cypress.com/touch</a>
USB 控制器	<a href="http://cypress.com/usb">cypress.com/usb</a>
无线连接	<a href="http://cypress.com/wireless">cypress.com/wireless</a>

### PSoC® 解决方案

[PSoC 1](#) | [PSoC 3](#) | [PSoC 4](#) | [PSoC 5LP](#) | [PSoC 6](#)

### 赛普拉斯开发者社区

[论坛](#) | [WICED IoT 论坛](#) | [项目](#) | [视频](#) | [博客](#) | [培训](#) | [组件](#)

### 技术支持

[cypress.com/support](http://cypress.com/support)

赛普拉斯半导体公司，2014-2017年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约由赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件并不随有一份许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方属人性质的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码形式的向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适用性和特定用途的默认保证。赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的限度内，赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权使用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何主张、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的主张，并使之免受损失。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion徽标，及上述项目的组合，WICED，及PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM和Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问[cypress.com](http://cypress.com)获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。