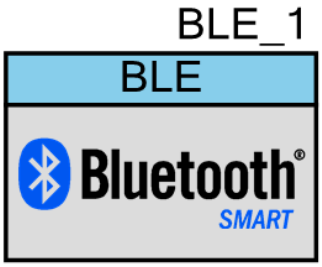
低功耗蓝牙（BLE）

1.0



特性

- 蓝牙版本 4.0 协议栈
- 通用访问配置文件（GAP）特性
  - 作为发送端、接收端、外设和中心设备
  - 支持外围设备和中心设备之间的功能转换
  - 用户定义的广告数据
  - 最多支持绑定 4 个器件
  - 安全模式 1 和 2
- 通用属性配置文件（GATT）特性
  - GATT 客户端和服务器
  - 32 位 UUID
- 蓝牙技术联盟（SIG）采用了基于 GATT 的配置文件（15）和服务 （20），并支持在直观 GUI 自定义配置文件开发中设计的新配置文件的快速原型
- 安全管理器特性
  - Pairing（配对）方法：Just Works、Passkey Entry 和 Out of Band
  - 认证的中间人攻击（MITM）保护和数字签名
- 逻辑链接自适应协议（L2CAP）面向连接通道
- 链路层（LL）特性
  - 主设备和从设备功能
  - 128 位 AES 加密
  - 低占空比广告
  - 低功耗 Ping

初版

概述

低功耗蓝牙（BLE）组件提供了一个基于 GUI 的全面配置窗口，这样可以快速设计需要 BLE 连接的应用。该组件包含一个符合蓝牙内核规范版本 v4.1 的协议栈，并提供了各种 API 函数，从而能够允许用户应用通过堆栈连接至基础硬件。

SIG 所采用的配置文件和服务

BLE 组件支持采用基于 GATT 的配置文件（15）和服务 （20）的 SIG。可将下面任何一组器件配置为 GATT 客户端或 GATT 服务器。通过将配置文件所需的服务添加到基本的配置文件中，可使该组件同时支持几个配置文件。例如，您可以将 HID 作为基本的配置文件使用。要想添加某个 Find Me 配置文件，请将 Immediate Alert Service（及时警报服务）添加到 HID 配置文件中。该组件会生成特殊配置文件/服务操作所需要的全部代码，如 GUI 中所配置的内容。

自定义配置文件

您可以创建使用现有服务的自定义配置文件，也可以创建带有自定义特性和描述符的自定义服务。对于自定义配置文件，GAP 的功能不受任何限制。自定义服务不能在独立模式下使用，必须在配置文件中使用。例如，Device Information Service（器件信息服务）使用在心率配置文件中。可将其应用在自定义配置文件中，也可以添加到所有现有的配置文件中。

完整 API

BLE 组件还提供了各个应用级 API，以供设计使用，并不要求进行手动堆栈级的配置。BLE 组件 API 文档提供在基于 HTML 的单独文件内，通过右击该组件并选择 **Open API documentation**（打开 API 文档）可以打开该文档。

调试支持

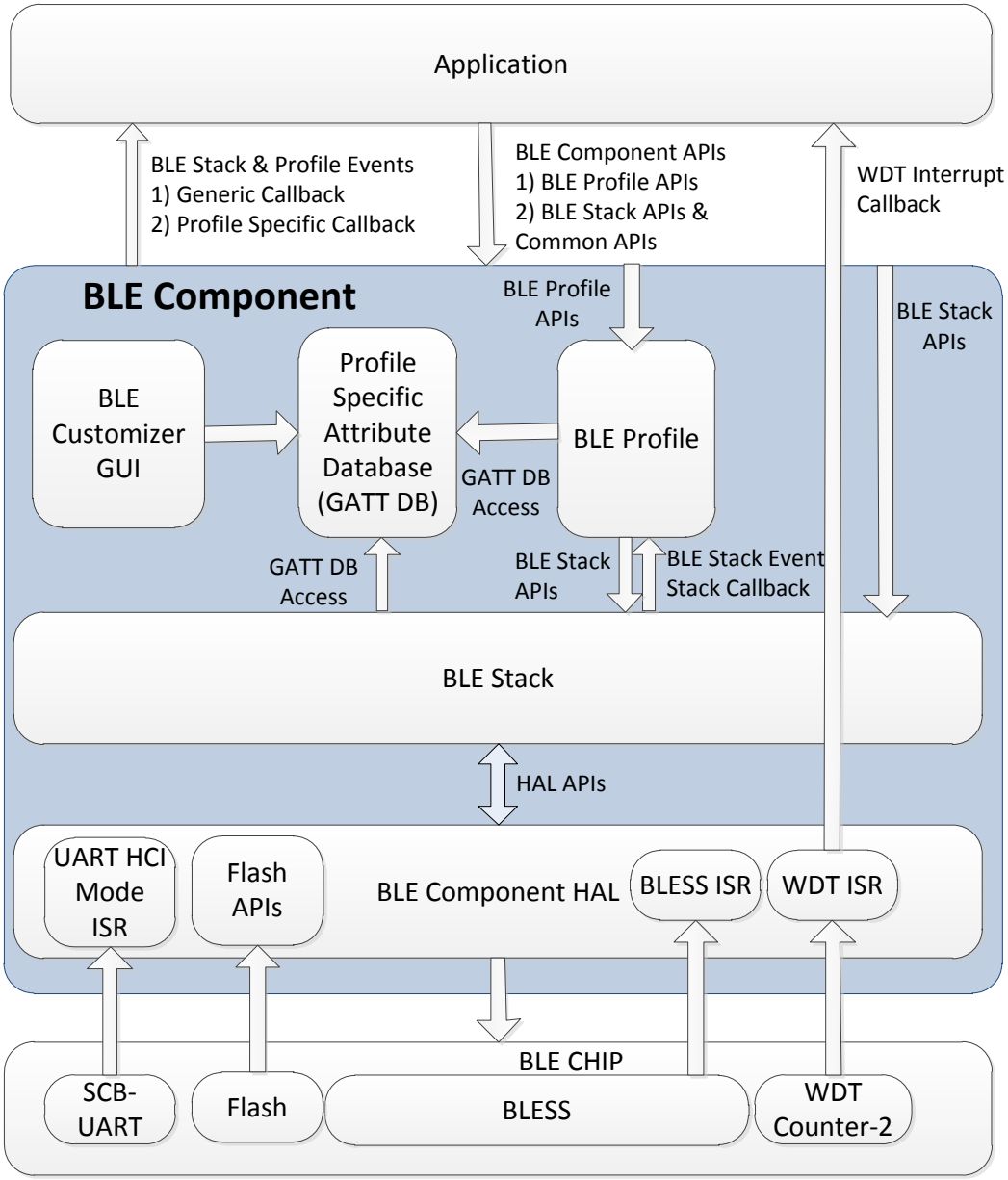
为了进行测试与调试，可以通过组件嵌入式 UART 将该组件配置为 HCI 模式。对于无线验证操作，可以将赛普拉斯 CySmart 验证工具用于通用蓝牙主机堆栈仿真器。要想启动该工具，请右击该组件打开上下文菜单，然后选择展开 CySmart 工具。

何时使用 BLE 组件

BLE 用于超低功耗的无线个人区域网（WPAN）解决方案，用于降低移动电池供电设备的成本，使其能够快速连接并构成简单的链接。BLE 组件还支持 HID、遥控、体育和健身监视器、便携式医疗设备以及智能手机配件等各种目标应用。

BLE 组件架构

BLE 组件包括 BLE 堆栈、BLE 配置文件、BLE 组件硬件抽象层（HAL）以及链路层。下图显示的是 BLE 组件的高级架构，用于说明各层间的关系以及应用程序与组件交互的布线。

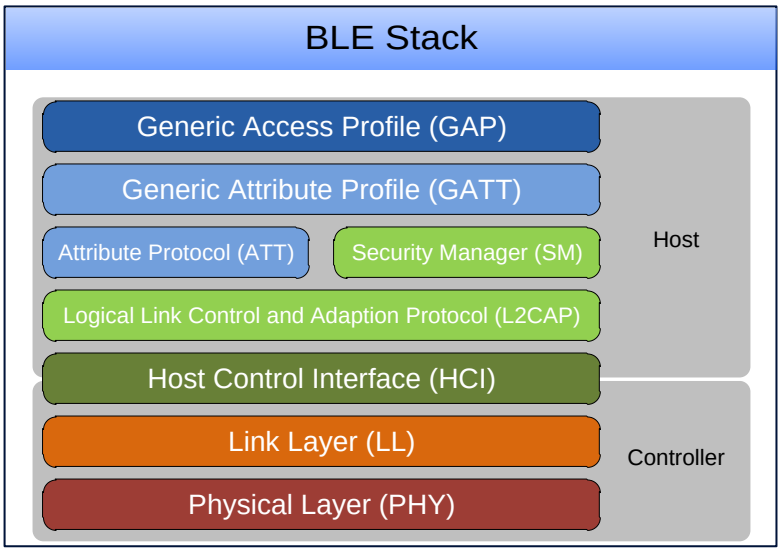


下面几部分对各层进行了介绍：

BLE 堆栈

BLE 堆栈实现了蓝牙内核规范版本 4.1 中所定义的内核 BLE 功能。该堆栈作为预编译库使用，并被嵌入到 BLE 组件内。

BLE 堆栈能够实现符合蓝牙内核规范版本 4.1 标准低功耗单模式的所有强制和可选特性。BLE 堆栈能够实现 BLE 协议堆栈的多层架构，如下图所示。



通用访问配置文件（GAP）

通用访问配置文件定义了一些通用程序，包括蓝牙器件的检测以及连接至各个蓝牙器件的链路管理等内容。另外，该配置文件中还包含了对某些参数的普通格式要求（可以使用用户界面访问这些参数）。

通过 LE 物理通道进行操作时，通用访问配置文件会定义以下功能：

- **发送器功能：**作为发送器件运行，用于发送广告事件。将其称为“广播器”。它具有一个发送器，并且可能具有一个接收器。
- **观察器功能：**作为观察器运行，用于接收广告事件。将其作为观察器。它具有一个接收器，并且可能具有一个发送器。
- **外设功能：**通过使用连接建立程序来接收 LE 物理链接的器件被称为“外设功能”。作为外设功能运行的器件将作为链路层连接状态的“从设备功能”。作为外设功能运行的器件被称为外设。外设具有一个发送器和一个接收器。

- **中心器件功能：**支持中央处理功能的器件可初始化物理连接的建立。作为“中心器件功能”运行的器件将作为链路层连接中的“主设备功能”。以中心器件功能运行的器件被称为中心器件。中心器件具有一个发送器和一个接收器。

通用属性配置文件（GATT）

通用属性配置文件使用 ATT 协议层对普通服务框架进行定义。该框架定义了这些服务的流程和格式，以及它们各自的特性。它定义了服务、特性、描述符检测和读取、编写、通知、指示特性以及配置特性广播的流程。

GATT 作用

- GATT 客户端：该器件需要数据支持。它初始化面向 GATT 服务器的指令和请求。它还可以接收 GATT 服务器发送的响应、指示和通知数据。
- GATT 服务器：该器件带有数据，它接收自 GATT 客户端传入的指令和请求，并将响应、指示和通知发送给 GATT 客户端。

在使用自定义配置文件时，BLE 堆栈同时支持两种功能。

属性协议（ATT）

属性协议层定义了一个使用 BLE 逻辑传输通道的客户端/服务器架构。属性协议允许 GATT 服务器将属性集以及它们的相关值开放给 GATT 客户端。GATT 服务器公开的这些属性是由 GATT 客户端检测、读取和写入的，并由 GATT 服务器指示和发送通知。对这些属性进行的传输是原子的。

安全管理器协议（SMP）

安全管理器协议定义了各种流程和性能，用以管理各个器件间的配对、认证和加密过程。具体包括：

- 加密与认证
- 配对与绑定
  - Pass Key 与 Out of band 绑定
- 对某个器件识别分辨率、数据信号和加密的密钥生成
- 根据 GAP 中心和 GAP 外设器件的 IO 功能选择配对方法。

逻辑链路控制适配协议（L2CAP）

L2CAP 提供了一个无连接的数据通道。LE L2CAP 提供了以下各项功能：

- 通道复用 — 它管理着三个固定的通道。其中两个通道专用于更高的协议层，如 ATT、SMP。另一个通道用于 LE-L2CAP 协议信号通道。
- 它支持数据包的分段和重组，这些数据包的大小等于 BLE 控制器所管理的最大数据包大小。
- 它通过一个特殊应用支持面向连接的通道，该应用使用 PSM（协议服务复用器）通道进行注册。它实现了在两个 LE L2CAP 实体之间根据要求进行流量控制。该功能适用于需要传输大量数据的 BLE 应用。

主机控制器接口（HCI）

HCI 层通过实现一个指令、事件和数据传输来允许从上层（如 GAP、L2CAP 和 SMP）对链路层进行访问。

链路层（LL）

LL 协议管理着各器件间的物理 BLE 连接。它支持所有 LL 状态，如广告、扫描、初始化和连接（主设备和从设备间）。它实现了所有关键链接控制流程，如 LE 加密、LE 连接更新、LE 通道更新和 LE Ping。链路层是由硬件和固件联合实现的，其中高速 LL 的关键功能是在 LL 硬件中实现的。LL 固件保持并控制着关键的 LL 流程状态机。它支持所有 BLE 芯片专用的低功耗模式。

BLE 堆栈是 BLE 组件解决方案中的预编译库。在编译过程中，会根据应用连接 BLE 堆栈库的合理配置。BLE 堆栈库符合 ARM 嵌入式应用二进制接口（eabi）的标准，通过使用 ARM 编译器版本 5.03 可以对这些库进行编译。

下表显示的是在配置文件模式或 HCI 模式下，BLE 堆栈库被映射到用户配置文件角色的情况。有关堆栈配置的选择，请参考通用选项卡一节。

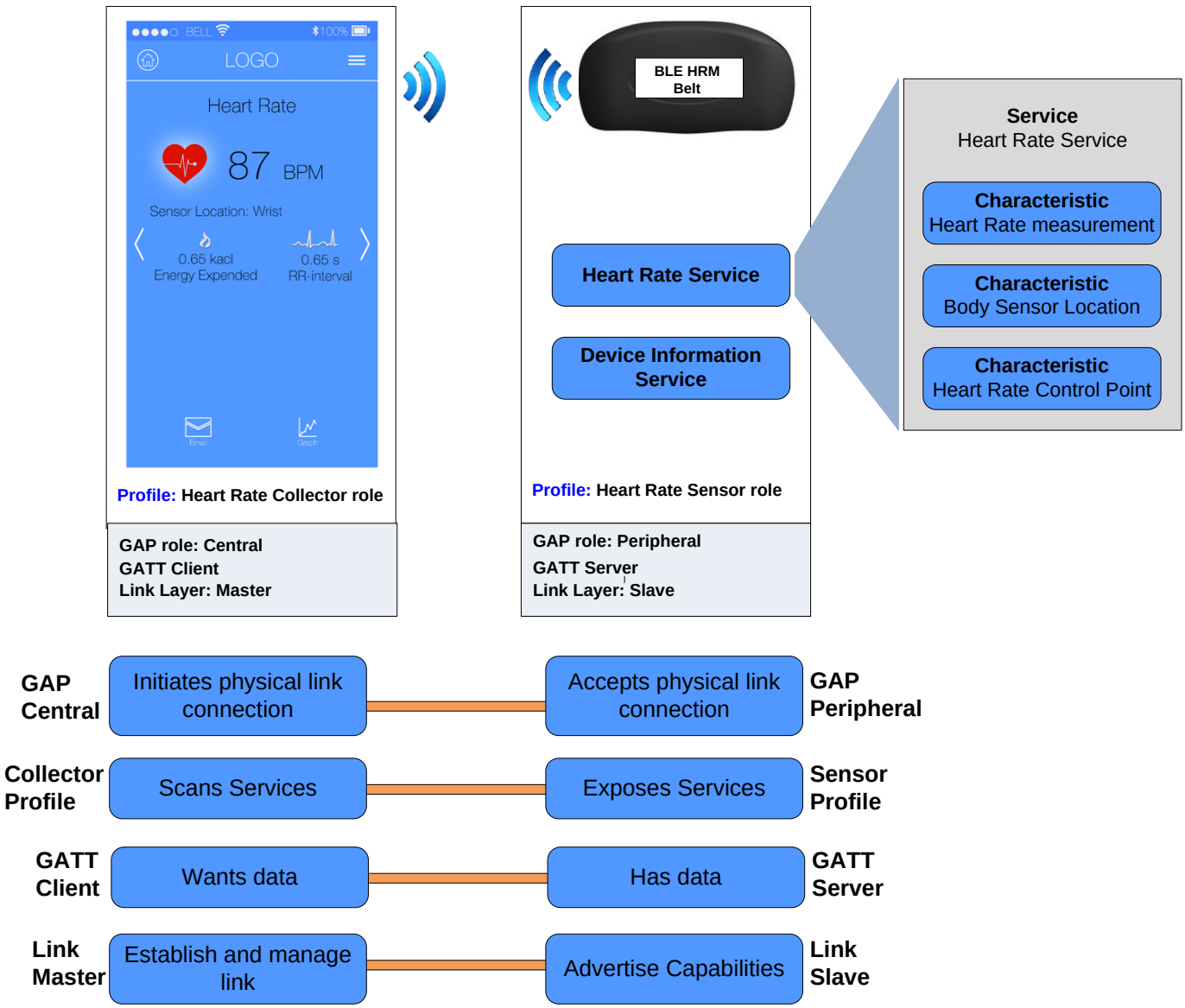
BLE组件配置	GAP角色	BLE堆栈库
BLE配置文件	中心器件 + 外设	CyBLEStack_BLE_SOC_CENTRAL_PERIPHERAL.a
BLE配置文件	中心	CyBLEStack_BLE_SOC_CENTRAL.a
BLE配置文件	外设	CyBLEStack_BLE_SOC_PERIPHERAL.a
HCI模式	N/A	CyBLEStack_HCI_MODE_CENTRAL_PERIPHERAL.a

配置文件层

在 BLE 中，数据被划分为配置文件、服务和特性等类型。

- **Profile**（配置文件）介绍的是设备间的连接方法，用以实现查找和使用‘Service’（服务）。蓝牙设备使用该定义描述了应用类型以及设备的常规预期行为。有关如何配置 BLE 组件，请参考配置参数一节。
- **Service**（服务）是指被称为‘Characteristic’（特性）的数据对象集。通过服务来定义配置文件中的具体函数。也可以使用某个服务来定义它与其他服务间的关系。将通用惟一标识符（UUID）分配给某个服务。它是一个 16 位（针对 SIG 采用的服务）或 128 位（针对自定义服务）的标识符。更多有关将服务添加到配置文件的信息，请参考工具栏部分。
- **Characteristic** 包含一个数值和描述符，该描述符用于描述特性值。它是某项服务中特定信息的一种属性类型。与某个服务相同，每种特性都被指定了一个 UUID（针对 SIG 所采用的特性和自定义特性分别是 16 位和 128 位）。更多有关特性和描述符的详细信息，请参考工具栏部分。

下图显示的是简单的 BLE 心率监测仪应用中的配置文件、服务和特性间的关系（该应用使用了心率配置文件）。



心率配置文件包含一个心率服务和一个器件信息服务。心率服务包含 3 项特性，每项特性包含不同的信息。将图中的器件配置为一个传感器，即在心率配置文件的上下文中，器件作为一个 GAP 外设和 GATT 服务器。在 BLE 堆栈说明中介绍了这些概念。

PSoC Creator 通过使用在 GUI 中的参数配置内容生成配置文件。配置文件能够为应用实现所需要的配置文件特定属性数据库和 API。您可以选择配置标准 SIG 所采用的配置文件并生成一个设计或定义应用所需要的自定义配置文件。GUI 允许将配置文件设计以 XML 格式导入/导出，以重新使用。

硬件抽象层（HAL）

HAL 实现 BLE 堆栈和基础硬件之间的连接。该层仅适用于堆栈，不应该修改它。

输入/输出接口

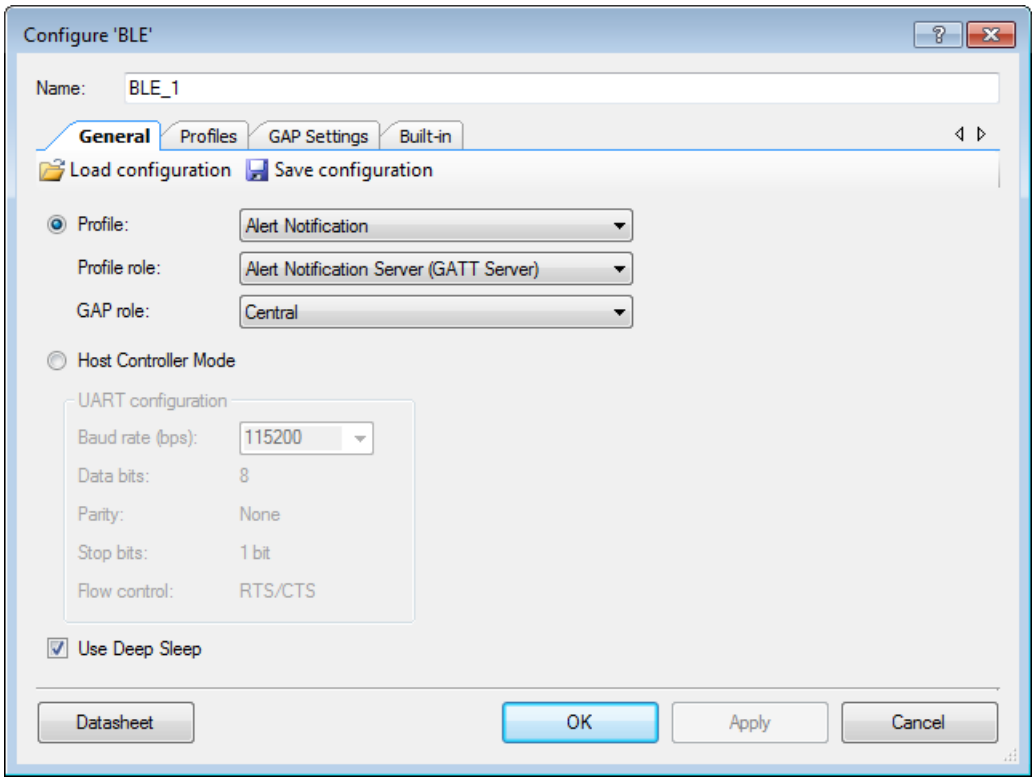
该组件不需要硬件终端。所有硬件连接都是直接实现的，这些连接专用于基础 BLE 硬件中的特殊引脚。

组件参数

将 BLE 组件拖入到设计窗口中，双击它以打开 Configure（配置）对话框。该对话框包含下列各选项卡和参数。

General（常规）选项卡

通过 **General** 选项卡可以对 BLE 组件进行常规配置。能够以 xml 格式导入/导出定制器配置。



加载配置/保存配置

使用 **Load Configuration**（加载配置）按键加载先前保存的 xml 组件配置；使用 Save Configuration（保存配置）按键保存当前的配置，以备用于其他设计。

配置文件

通过 **Profile**（配置文件）模式，您可以从被支持的配置文件中选择目标配置文件。请参考配置文件、服务和特性部分介绍的内容。当选择某种模式时，**Profile role**（配置文件角色）和 **GAP role**（GAP 角色）参数均被使能。可以选择以下配置文件。

注意：这时，某些配置文件（没有在以下部分中提供）不可用。但会在 PSoC Creator 3.1 的最终版本中提供这些文件。

警报通知

该配置文件允许 GATT 客户端接收各种类型的警报和事件信息，以及 GATT 服务器器件中有关新警报和未读取项目的计数信息。

- **警报通知服务器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**警报通知服务**。
  - 中心器件 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色
- **警报通知客户端**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。
  - 外设 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色

血压配置文件

该配置文件允许器件与血压传感器设备相互连接并进行通信，这样能够使用在消费类和专业医疗应用中。

- **血压传感器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**血压服务**、**器件信息服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **血压收集器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**血压服务**。可选择支持**器件信息服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

循环供电

未实现该配置文件。会在 PSoC Creator 3.1 的最终版本中提供该文件。

该配置文件允许收集器与循环供电传感器间相互连接并通信，这样可以将其使用在体育和健身应用中。

- **循环供电传感器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**循环供电服务**。可能需要**器件信息服务**和**电池服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **循环供电广播器**配置文件角色。需要以下服务：**循环供电服务**。
  - 广播器的 GAP 角色
- **循环供电观察器**配置文件角色。只能以**循环供电广播器**的角色与器件通信。需要支持以下服务：**循环供电服务**。
  - 观察器的 GAP 角色
- **收集器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**循环供电服务**。可选择支持**器件信息服务**和**电池服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

循环速度和 Cadence 配置文件

未实现该配置文件。会在 PSoC Creator 3.1 的最终版本中提供该文件。

该配置文件可使收集器与循环速度和节奏传感器相互连接并通信，可使用于体育和健身应用中。

- **循环速度和节奏传感器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**循环速度和节奏服务**。可能需要**器件信息服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **收集器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**循环速度和节奏服务**。可选择支持**器件信息服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

Find Me（查找）配置文件

按下设备上某个按键时，Find Me 配置文件定义了特性，该特性会对等器件生成一个警报信息。

- **Find Me Target** 配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**即时警报服务**。
  - 外设 GAP 角色
  - 中心器件 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色
- **Find Me Locator** 配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**即时警报服务**。
  - 外设 GAP 角色
  - 中心器件 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色

血糖

该配置文件允许器件与血糖传感器相连并进行通信，这样能够应用在消费类和医疗应用中。

- **血糖传感器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**血糖服务**、**器件信息服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **收集器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**血糖服务**。可选择支持**器件信息服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

健康温度计

该配置文件允许器件与血糖传感器相连并进行通信，这样可以使用在消费类和医疗应用中。

- **温度计**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**健康温度计服务**、**器件信息服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **收集器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**健康温度计服务**。可选择支持**器件信息服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

心率

该配置文件能够使收集器与心率传感器相连并进行通信，这样可以使用于健身应用。

- **心率传感器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**心率服务**、**器件信息服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **收集器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**心率服务**。可选择支持**器件信息服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

GATT 上的 HID

该配置文件定义了一个具有 BLE 无线通信功能的器件如何使用通用属性来配置文件，使之在 BLE 协议堆栈上支持 HID 服务。

- **HID 器件**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**HID 服务**、**电池服务**和**器件信息服务**。也可能需要**扫描参数服务**，它是**扫描参数**配置文件的**扫描服务器**角色的一部分。**HID 器件**支持 **HID 服务**和**电池服务**的多种实例，另外它可能包含其他可选的服务。
  - 外设 GAP 角色
- **引导主机**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**HID 服务**。可选择支持**电池服务**和**器件信息服务**。
  - 中心器件 GAP 角色
- **上报主机**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**HID 服务**、**电池服务**和**器件信息服务**。可选择支持**扫描参数**的**扫描客户端**角色。
  - 中心器件 GAP 角色
- **上报和引导主机**配置文件 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**HID 服务**、**电池服务**和**器件信息服务**。可选择支持**扫描参数**的**扫描客户端**角色。
  - 中心器件 GAP 角色

定位和导航

该配置文件能够使收集器与定位和导航传感器建立连接并通信，这样可以使用于户外活动应用中。

- **定位和导航传感器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**定位和导航服务**。可选择支持**器件信息服务**和**电池服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **收集器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**定位和导航服务**。可选择支持**器件信息服务**和**电池服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

手机警报状态

未实现该配置文件。会在 PSoC Creator 3.1 的最终版本中提供该文件。

该配置文件允许 PUID 器件向用户报告连接至 PUID 器件的手机警报状态。

- **手机警报服务器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**手机警报状态服务**。
  - 中心器件 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色
- **手机警报客户端**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**手机警报服务**。
  - 外设 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色

接近感应

接近感应配置文件会使能两个器件间的接近感应监控。

- **接近感应报告**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**链路损耗服务**。如果**即时警报服务**和 **Tx 电源服务**都被使用，那么可使用这二者。不允许只使用其中一个可选服务。
  - 外设 GAP 角色
  - 中心器件 GAP 角色
- **接近感应监视器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**链路损耗服务**。可选择支持**即时警报服务**和 **Tx 电源服务**。相同的限制也适用于**接近感应报告**。

- 中心器件 GAP 角色
- 外设 GAP 角色
- 外设和中心器件 GAP 角色

运行速度和 Cadence 配置文件

该配置文件可使收集器与运行速度和节奏传感器相连并进行通信，这样可以使用于体育和健身应用中。

- **运行速度和节奏传感器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**运行速度和节奏服务**。可选择支持**器件信息服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **收集器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**运行速度和节奏服务**。可选择支持**器件信息服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

扫描参数

该配置文件定义了一个具有 BLE 无线通信功能的扫描客户端是如何将它的扫描特性写入到扫描服务器中的，并定义了一个扫描服务器是如何请求更新扫描客户端的扫描特性的。

- **扫描服务器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**扫描参数服务**。
  - 外设 GAP 角色
- **扫描客户端**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**扫描参数服务**。
  - 中心器件 GAP 角色

时间

时间配置文件允许器件获取有关日期、时间、时区和 DST 等方面的信息，并控制与时间相关的功能。

- **时间服务器**配置文件角色 — 被指定为 GATT 服务器。需要以下服务：**当前时间服务**。可选择支持**下一个 DST 更改服务**和**参考时间更新服务**。
  - 中心器件 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色

- **时间客户端**配置文件角色 — 被指定为 GATT 客户端。需要支持以下服务：**当前时间服务**。可选择支持**下个 DST 更改服务**和**参考时间更新服务**。
  - 外设 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色

自定义

用于创建自定义配置文件。通过该配置文件模式您能够将自定义文件添加到 **Custom Service**（自定义服务）内，并能够实现对服务类型的控制。

- **服务器（GATT 服务器）**配置文件角色
  - 外设 GAP 角色
  - 中心器件 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色
  - 广播器 GAP 角色
  - 观察器 GAP 角色
- **客户端（GATT 客户端）**配置文件角色
  - 外设 GAP 角色
  - 中心器件 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色
  - 广播器 GAP 角色
  - 观察器 GAP 角色
- **客户端和服务器（GATT 客户端和服务器）**配置文件角色
  - 外设 GAP 角色
  - 中心器件 GAP 角色
  - 外设和中心器件 GAP 角色
  - 广播器 GAP 角色
  - 观察器 GAP 角色

Profile role（配置文件角色）

Profile role 参数的配置情况取决于已选的配置文件，并且 **Profile role** 的选择会影响 **GAP role** 参数。这些参数会影响 Profiles 选项卡中各个可用选项。

- **GATT 服务器 —** 它定义了器件的角色，包含以结构形式显示的特殊数据。充当这个角色的器件通常为获取数据的传感器。在 GATT 数据库中，数据被结构化。BLE 配置文件可以使用自己的名称来识别 GATT 服务器器件（例如：Find Me 配置文件使用了“Find Me Target”）。GATT 服务器器件通常充当 GAP 外设角色。
- **GATT 客户端 —** 定义了器件的角色：通过向 GATT 服务器器件生成请求来提取数据。BLE 配置文件可以使用自己的名称来识别 GATT 客户端器件（例如：Find Me 配置文件使用了“Find Me Locator”）。GATT 客户端器件通常充当 GAP 外设角色。
- **客户端和服务器 —** 定义了器件的角色，它同时可以充当 GATT 客户端和服务器配置文件的角色。应该将充当该角色的器件配置为外设和中心器件 GAP。例如，外设器件可作为 GATT 客户端开始检索（作为 GATT 服务器的）iOS 设备的服务（电池、时间和苹果设备的通知中心服务）。

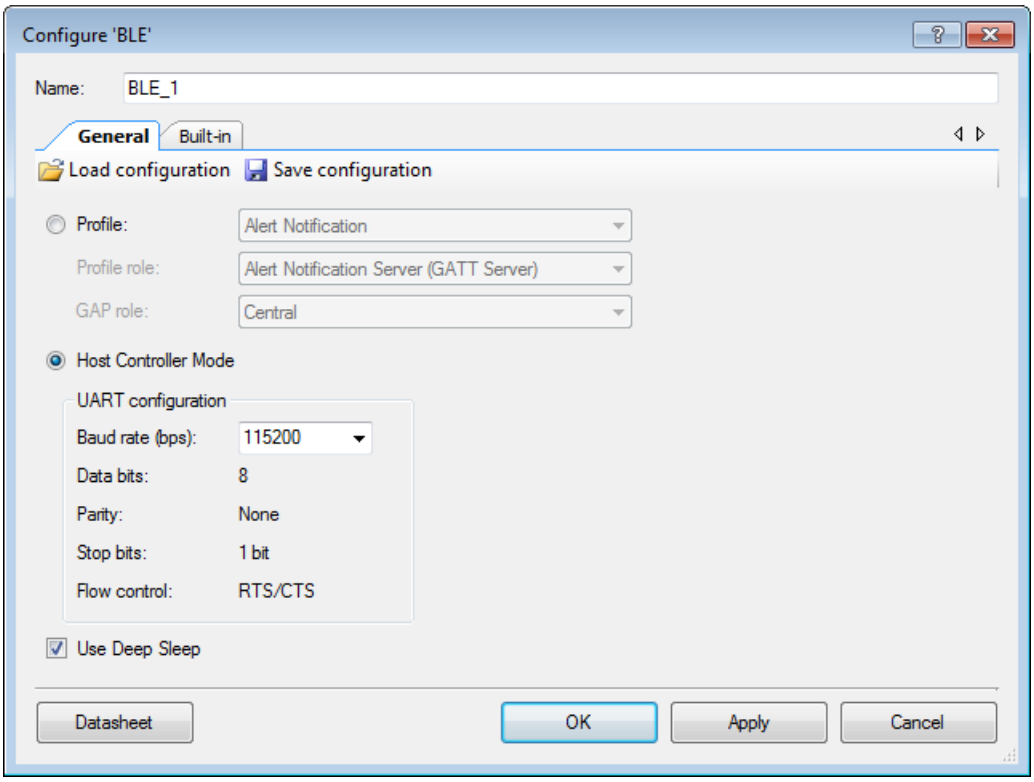
Gap Role（GAP 角色）

GAP role 参数可以采用下面的值：

- **Peripheral**（外设） — 定义的器件使用可连接的广告数据包进行广告，连接后，该器件将作为从设备。外设器件需要一个中心器件，因为中心器件可以启动连接。通过广告数据，外设器件可以广播有关器件的普通信息。
- **Central**（中心） — 定义了一个启动外设连接的器件，连接后，该器件作为主设备。外设器件需要一个中心器件，因为中心器件可以启动连接。
- **Broadcaster**（广播器） — 与外设角色相同，器件将发送广告数据。但广播器不支持连接，它只能发送数据，却不会接收它们。
- **Observer**（观察器） — 充当该角色时，器件对广播器进行扫描，并向应用程序报告所接收的信息。观察器角色不允许传输数据。
- **Peripheral and Central**（外设和中心器件） — 充当该角色时，应用可以在运行期间在外设角色和中心器件角色之间进行转换。例如，蓝牙智能手表（外设）可连接到智能手机（中心器件）。同样的运动手表可切换到中心器件模式，以获得来自其他外设器件（如心率监视器和血压传感器）的数据。

主机控制器模式

选择该配置后可使组件进入 HCI 模式，从而能够将器件作为 BLE 控制器使用。这样还能够使器件通过组件嵌入式 UART 与主机堆栈进行通信。选择该模式时，**Profile** 模式的各选项、**Profiles** 选项卡和 **GAP Settings** 选项卡均不可用。



它还显示了 UART 的配置信息。

- UART 配置 — UART 包括一个全双工 8 数据位、1 个停止位、无奇偶校验位、无流量控制接口。这些设置是固定的。
- 波特率（bps） — 配置 UART 波特率。

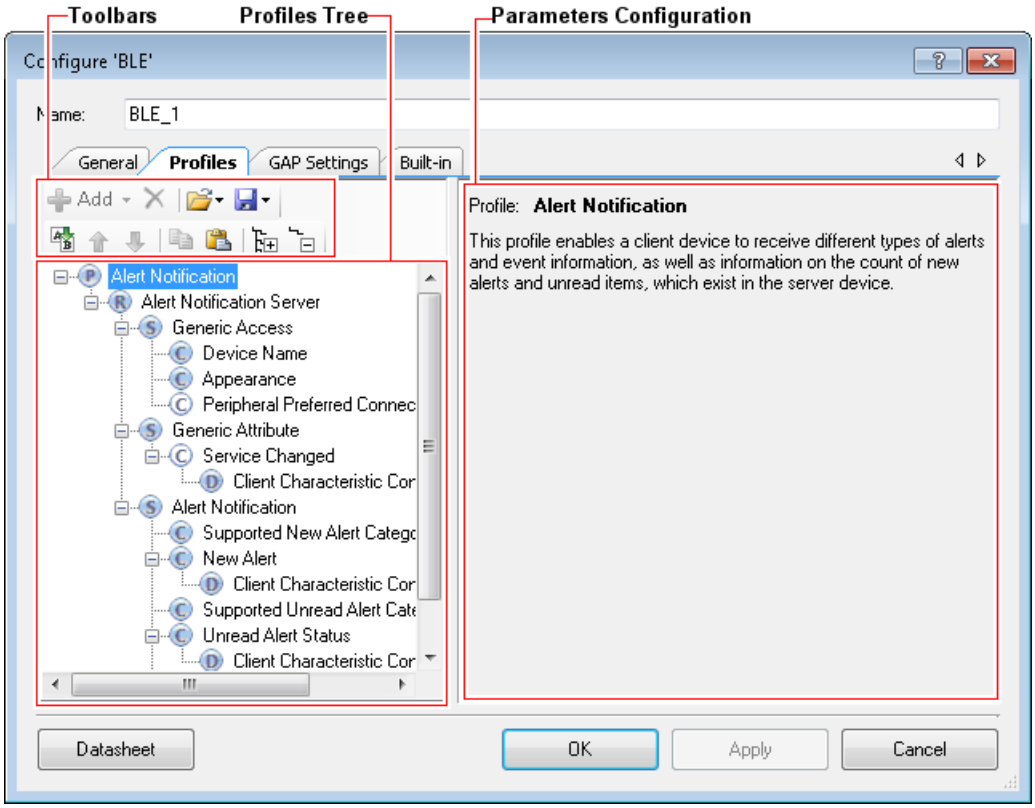
Use Deep Sleep（使用深度睡眠）

通过该参数可以确定 BLE 组件是否需要深度睡眠模式的支持。默认值为：True（真）。

设置该参数时，必须选择 WCO 为设计范围资源中 LFCLK 的源。否则，组件将显示以下警告：“必须使能 WCO，并选其作为 LFCLK 的源，这样才能够使用深度睡眠模式”。

Profiles（配置文件）选项卡

Profiles 选项卡用于配置“配置文件”特定的参数。它直接受 General 选项卡中的 **Profile** 设置选择的影响。**Profiles** 选项卡包括三个区域：工具栏、配置文件树和参数配置域。



工具栏

工具栏包含导航选项以及添加或删除服务、特性和描述符的方式。

- **Add Service**（添加服务） — 当 **Profile Role** 在配置文件树中高亮显示时，该选项是可用的。它允许在选定的 **Profile Role** 中加载服务。在 GATT 服务器配置中，使用该选项可将选定的服务数据添加到服务器 GATT 数据库内，并使能特定服务 API。在 GATT 客户端配置中，用于该服务的自动检测功能的数据结构是由组件创建的。如果在自动检测过程中发现了 GUI 中不存在服务，那么组件会忽略这些服务，并且应用程序将负责查找这些服务的详细信息。有关可用的服务的信息，请参考 Profile（配置文件）中介绍的内容。
- **Add Characteristic**（添加特性） — 当在配置文件树中高亮显示某个服务时，则表明该选项是可用的。特性选项是每个服务独有的，如果服务被添加到设计中，将会自动加载所有特性选项。**Add Characteristic**（添加特性）按键可用于手动添加服务的新特性。上面提到的服务所具有的全部特性和自定义特性均是可选的。

- **Add Descriptor**（添加描述符） — 当在配置文件树中高亮显示某个特性时，表示该选项是可用的。与特性选项相同，**Descriptor**（描述符）是特性独有的选项，如果该特性被添加到设计中，将自动加载所有描述符选项。更多有关 BLE 特性描述符的信息，请访问 developer.bluetooth.org。（**注意**，要想访问该网站，您必须是蓝牙 SIG 的成员。）
- **Delete**（删除） — 删除已选定的服务、特性或描述符。
- **Load/Save**（加载/保存） — 导入/导出该树中所示的配置文件、服务、特性和描述符。该功能独立于 **General**（常规）选项卡上的 **Load Configuration/Save Configuration**（加载配置/保存配置）按键。因此您可以自定义这个文件树而不会影响到通用设置。每个导出文件类型都有自己的扩展内容。
- **Rename**（重命名） — 重命名 Profiles tree（配置文件树）中的选定项。
- **Move Up/Down**（上移/下移） — 在配置文件树中上移或下移所选选项。
- **Copy/Paste**（复制/粘贴） — 用于复制/粘贴配置文件树中的各项。
- **Expand All**（扩展全部） — 展开配置文件树中的所有项。
- **Collapse all Services**（折叠所有服务） — 折叠起配置文件树中的所有项。

配置文件树

配置文件树用于查看选定配置文件中的服务、特性和描述符。通过浏览该树，您可以使用工具栏按键或上下文菜单快速添加、删除或修改服务、特性和描述符。您可以通过点击该树中的某一项来配置参数。这些参数会显示在参数配置域中。

参数配置

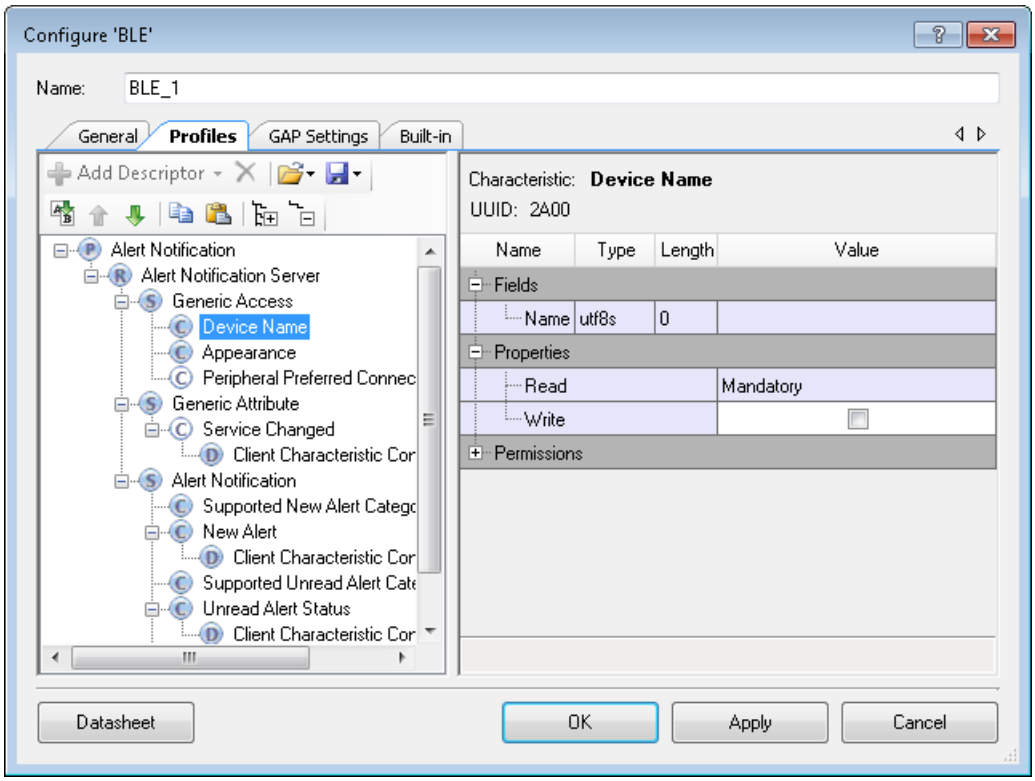
参数配置域允许您通过选择树中的服务或特性类型对服务或特性进行配置。

注意：所有配置文件至少要有一个 **Generic Access Service**（通用访问服务）和有条件强制性的 **Generic Attribute Service**（通用属性服务）。

注意

- 只有器件是一个 GATT 服务器时，才能配置服务特性。
- **GAP Settings**（GAP 设置）选项卡中的安全设置被全局化使用。另外，您可以手动配置每个特性/描述符的安全性。

通用接入访问



该服务用于定义蓝牙的基本连接，并检测各个参数。点击 **Generic Access Service**（通用访问服务）下的特性，然后查看特殊特性的设置情况。然后，执行 **GAP Settings** 选项卡中 **General** 选项内的实际特性配置。

- **Device Name**（器件名称）：显示对等端的器件名称。它默认拥有相应的读（未经验证/授权）和写属性。该参数最多可达 248 个字节。该值来自 GAP Settings 选项卡上 General 下的 **Device Name** 字段。
- **Appearance**（外观）：显示对等端的器件的徽标或外观（它是 SIG 定义的 2 字节值）。它默认拥有相应的读（未经验证/授权）和写属性。该值来自 GAP Settings 选项卡上 General 下的 **Appearance** 字段。

- **Peripheral Preferred Connection**（外设首先连接）：充当外设角色的器件可以将先连接的参数传送到对等器件内。该参数共有 8 个字节，并由下面各子参数组成。

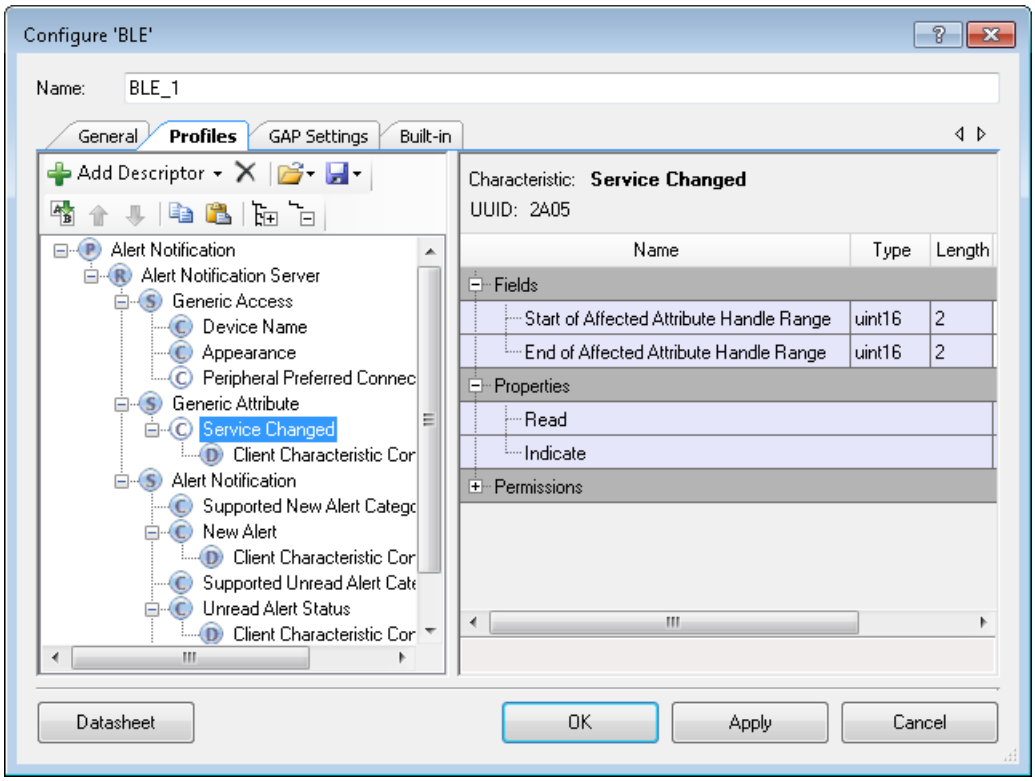
  注意：它是一个只读参数，并由 **Advertisement settings Connection Parameters**（广告设置连接参数）生成。仅当器件支持一个外设角色时，它才可用。更多有关信息，请参考连接参数章节。

  - **Minimum Connection Interval**（最短连接间隔）：它是一个 2 字节的参数，表示允许连接的最短时间。
  - **Maximum Connection Interval**（最长连接间隔）：它是一个 2 字节的参数，表示允许连接的最长时间。
  - **Slave Latency**（从设备延迟）：这是一个 2 字节的数值，它定义了连续连接事件间的延迟。
  - **Connection Supervision Timeout Multiplier**（连接监控超时乘数）— 该参数是 2 字节的数值，表示 LE 链接监控超时间隔的大小。在对等设备没有通过 LE 链接发出响应的情况下，可通过该参数指定 LE 链接需要保持的超时时长。

  注意：如果 GAP 中心器件没有使用“优先连接外设”参数，那么上述各参数用于通过 L2CAP 更新连接参数过程。例如，iOS7 忽略了“优先连接外设”参数，并建立了一个默认间隔为 30 ms 的连接。外设器件通过在合适的时间内发送 L2CAP 连接参数的更新请求，以此要求更新连接参数。

  如果周期性的通知或指示配置了某种特性，那么典型的外设将启动 L2CAP 连接参数的更新过程。

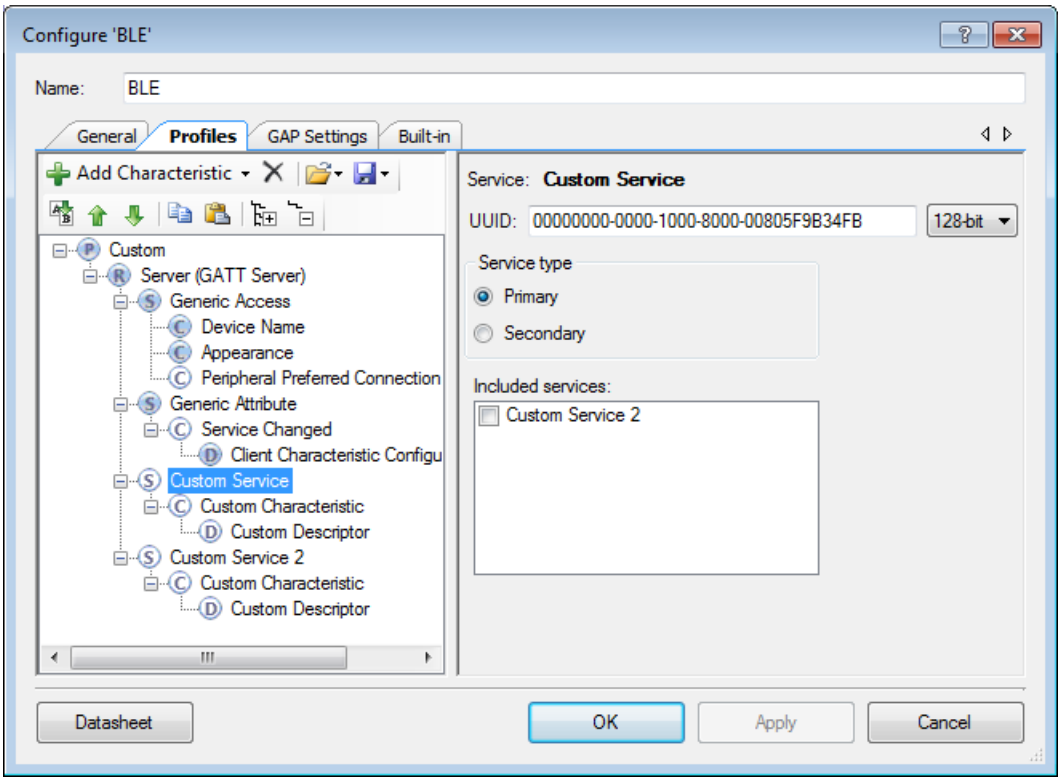
Generic Attribute Service（通用属性服务）



点击 Generic Attribute Service（通用属性服务）下的特性，然后配置特定属性。

- **Service Changed**（变化的服务） — 通过该特性可以向连接的器件指出服务已经发生了变化（例如：添加、删除或修改）。当 GATT 客户端重新连接到 GATT 服务器时，该特性也会通知与 GATT 服务器有关系（比如：绑定）的 GATT 客户端：基于 GATT 的服务已经发生变化。对于充当 GATT 客户端角色的器件，该特性是强制性的。对于充当 GATT 服务器角色的器件，如果 GATT 服务器更改了器件中受支持的服务，那么该特性是强制性的。

自定义服务配置



UUID

服务的通用惟一标识符。在自定义配置文件或自定义服务的情况下，可以编辑该字段。

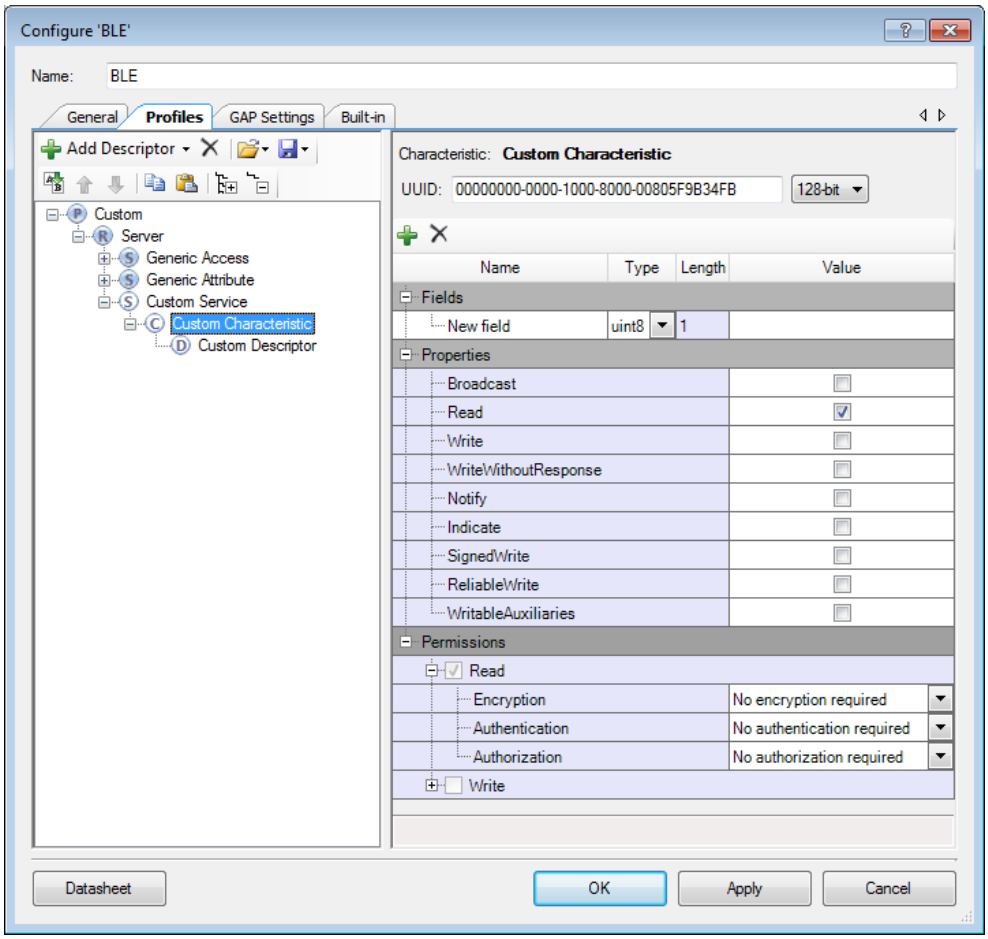
服务类型

- **Primary —** 表示器件的基本功能。
- **Secondary —** 表示器件的其他功能。器件的其他功能必须包含在另一个器件内。

所包含的服务

- 下表显示的是已选服务内所包含的内容。每种服务能够包含一个或多个服务。所包含的服务为该服务提供其他功能。

自定义特性配置



UUID

特性的惟一通用标识符。在自定义配置文件或自定义特性的情况下，可以编辑该字段。

Fields（字段）

字段表现为一个特性值。可以在 **Value**（值）列中设置每个字段的默认值。在自定义特性的情况中，可以自定义该字段。

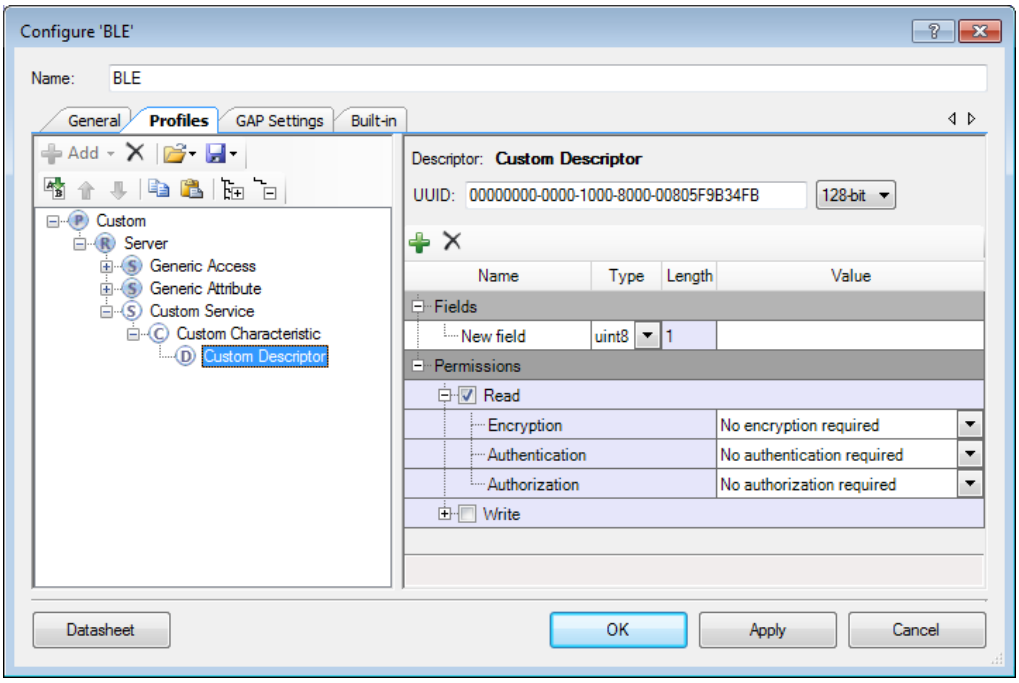
Properties（属性）

特性属性定义了特性值的使用方法。某些属性（Broadcast、Notify、Indicate、Reliable Write、Writable Auxiliries）要求具有相应的描述符。

Permissions（许可）

特性许可定义了如何访问特性属性以及进行访问所需要的安全级别。访问许可是根据特性属性设置的。当 GAP 选项卡上的**安全模式**或**安全级别**参数被更改时，所有特性都将自动更新安全许可。

自定义描述符配置



UUID

描述符的唯一通用标识符。在自定义配置文件或自定义描述符的情况下，可以编辑该字段。

Fields（字段）

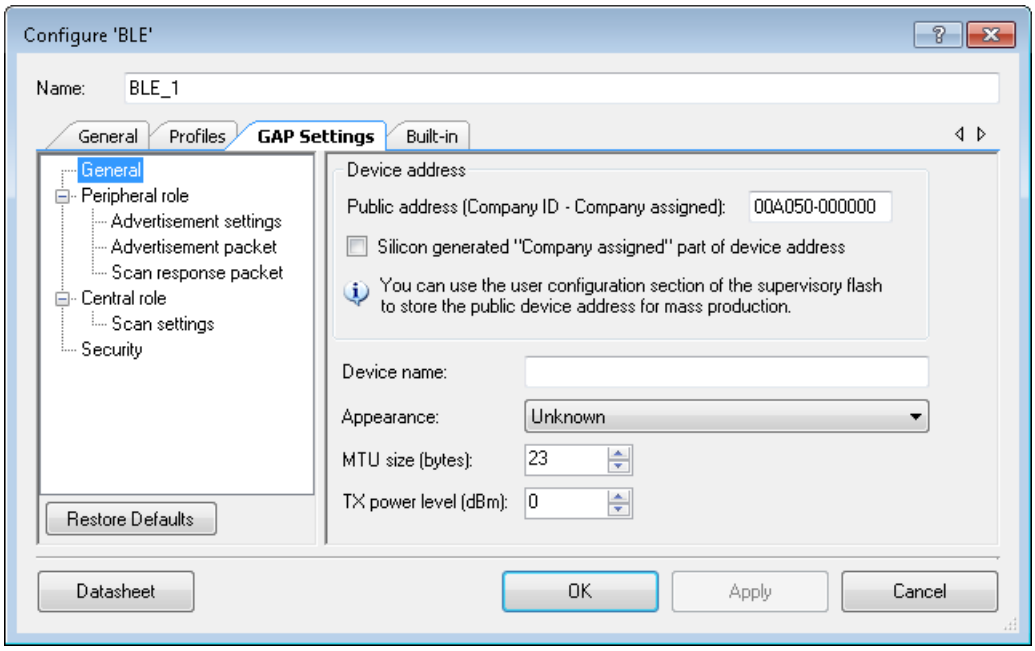
字段代表了描述符的值。可以在 **Value**（值）列中设置每个字段的默认值。在自定义描述符的情况下，可以自定义该字段。

Permissions（许可）

描述符许可定义了如何访问描述符属性以及该访问所需要的安全级别。

GAP Settings（GAP 设置）选项卡

GAP 参数定义了连接蓝牙器件时所需要的通用连接设置。根据您在文件树中选择的项，它包含了大部分的这些参数。

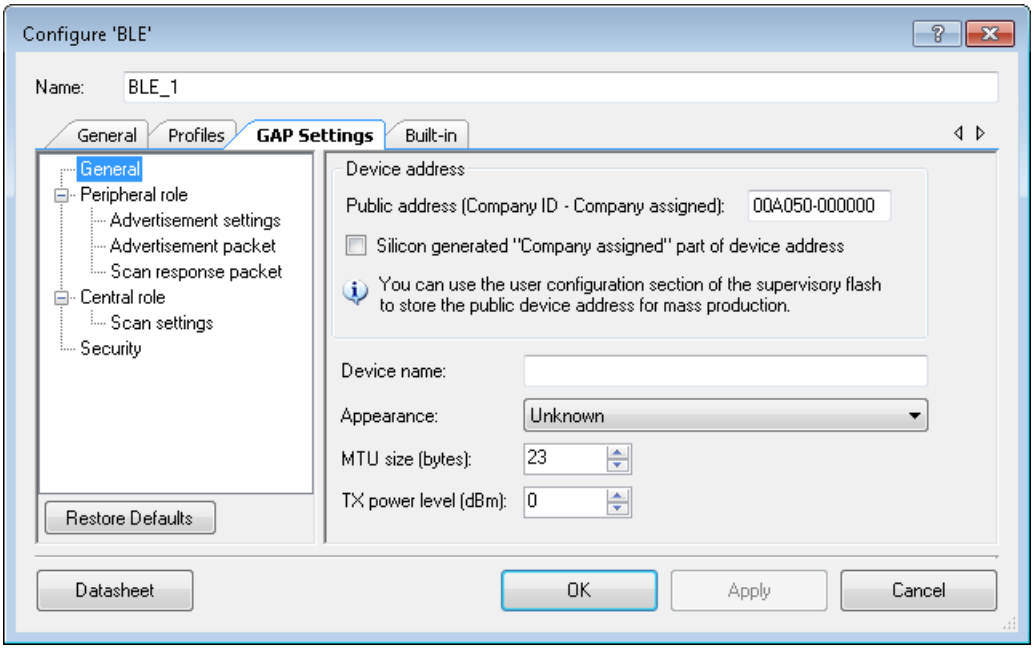


根据 **General**（通用）选项卡中所选定的 GAP 角色，**GAP Settings**（GAP 设置）选项卡将显示可用的设置内容。通过这个选项卡可以使用 **Restore Defaults**（恢复默认设置）按键恢复默认的设置内容。

根据您在该文件树中选择的项，以下各部分会显示参数的不同目录。

GAP Settings（GAP 设置）选项卡 — General（通用）

该部分包含了通用 GAP 参数：



Public device address（公共器件地址）（Company ID – Company assigned）

该参数是用于识别器件的唯一一个 48 位蓝牙公共地址。它包括下面两部分：

- **Company ID** 部分由 24 个最高有效位表示。该部分是由 IEEE 分配的 24 位组织唯一一个标识符（OUI）地址。
- **Company assigned** 部分由 24 个最低有效位表示。

  该处所配置的地址是静态的，并且专门设计用于开发目的。该地址通过 SWD 接口被编程到器件内。一般情况下，在批量生产过程中，必须对该地址进行一次编程，这样在运行环境下它便不再发生任何变化。不过，在运行环境下可以多次对用户闪存进行配置。在原型设计（FW 设计）过程中，可以使用 MiniProg3 来编程该地址。为实现该目的，您可以使用安装在 PSoC Programmer 的“./Example/Misc/PSoC4-BLE-SFLASH-Update”文件夹中的应用。在源代码中提供了该应用，并且它能够作为生产编程器中实现的参考示例。

Silicon generated “Company assigned” part of device address（芯片所生成的器件地址中的“Company assigned”部分）

勾选该项时，BLE 控制器的随机数发生器将生成器件地址中的“Company assigned”部分。

Device Name（器件名称）

显示在对等端的器件名称。它默认拥有相应的读（未经验证/授权）和写属性。该参数最多可达 248 个字节。

注意：该参数用于配置 **Profile Tree**（配置文件树）中的 **GAP Service Device name**（GAP 服务器件名称）特性。当器件是一个 GATT 服务器时，可以修改该参数。

Appearance（外观）

显示了对等端器件的徽标或外观（它是一个 SIG 定义的 2 字节值）。它默认拥有相应的读（未经验证/授权）和写属性。

注意：该参数用于配置 **Profile Tree**（配置文件树）中的 **GAP Service Appearance**（GAP 服务外观）特性。当器件为 GATT 服务器时，可以修改该参数。

MTU Size （MTU 大小）

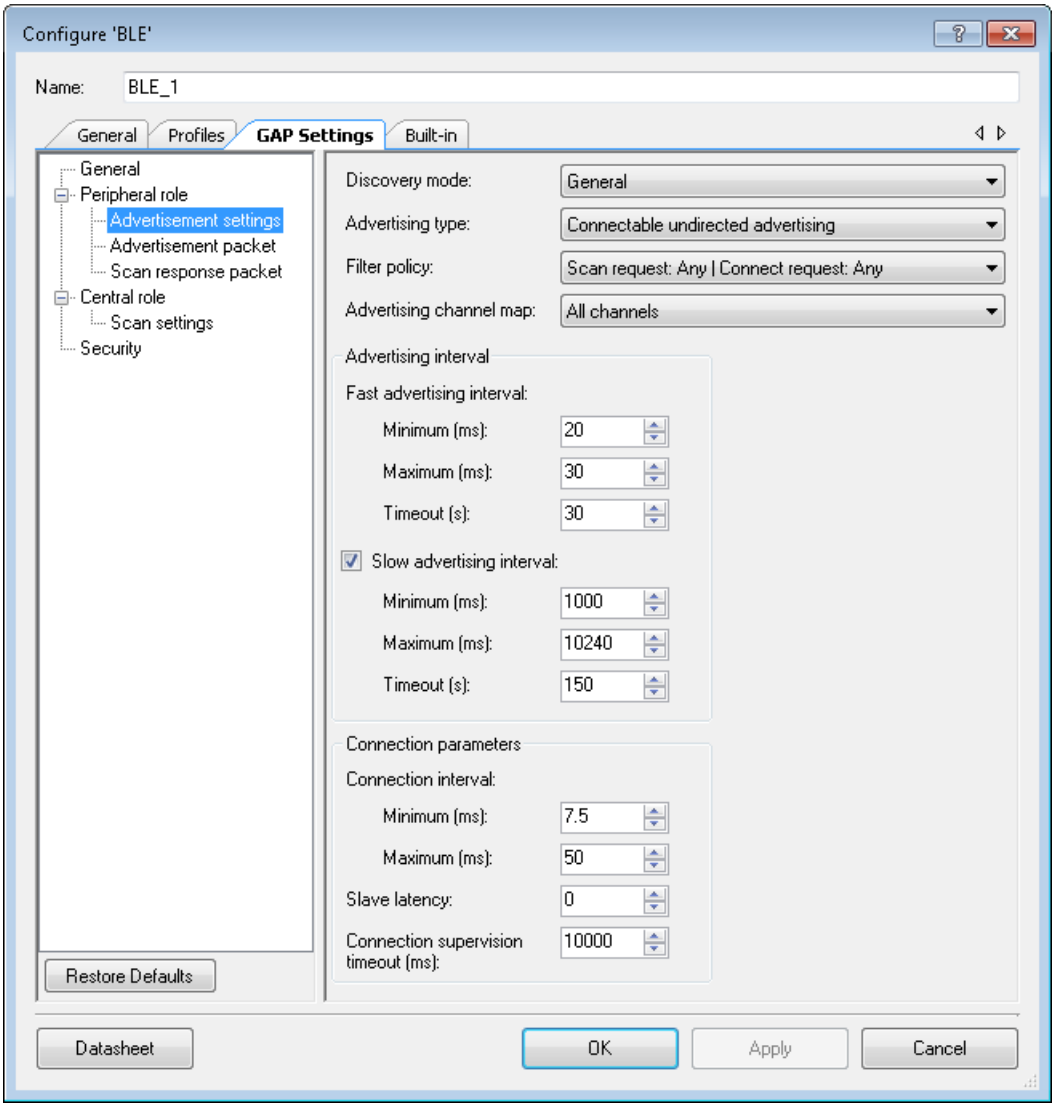
指目前在器件中使用的最大传输单元大小（字节）。有效范围为 23 至 512 字节。

TX 功耗级别

启动时，发送器的初始功耗级别（dBm）。默认值为：0 dBm。可选值为-18 dBm、-12 dBm、-6 dBm、-3 dBm、-2 dBm、-1 dBm、0 dBm。

GAP Settings 选项卡 — Advertisement Settings（广告设置）

当将器件配置为 Peripheral（外设）、Broadcaster（广播器）或 Peripheral and Central（外设和中心）**GAP 角色**时，这些参数是可用的。



Discovery mode（检测模式）

- **Non-discoverable**（不可检测） — 在该模式下，中心器件不会检测到该器件。
- **Limited Discoverable**（受限检测模式） — 如果要求在有限的时间内（在暂时条件或特殊事件期间）检测到器件，请使用该模式。可以将受限检测模式中被广告的器件和执行受限检测流程的中心器件连接在一起。超时时长是由可应用的广告超时参数定义的。

- **General Discoverable Mode**（通用检测模式） — 在该模式下，该器件必须由需要连续检测或需要进行无特殊条件检测的器件使用。 可以将在通用检测模式中广告的器件连接至执行通用检测流程的中心器件。超时时长是由可应用的广告超时参数定义的。

Advertising type（广告类型）

该参数定义了广告类型，以便将 LL 使用于适当的**检测模式**。

- **Connectable undirected advertising**（可连接的无向广告） — 该选项用于对广告数据和扫描响应数据进行常规广告。它允许其他器件连接到该器件上。
- **Scannable undirected advertising**（可扫描的无向广告） — 该选项用于将广告数据和扫描响应数据传播到有效的扫描器内。
- **Non-connectable undirected advertising**（无连接的无向广告） — 该选项仅用于传输广告数据。

Filter policy（过滤政策）

该参数定义了如何对扫描和连接请求进行过滤。

- **Scan request: Any | Connect request: Any** — 程序扫描并连接所有器件中的请求。
- **Scan request: White List | Connect request: Any** — 程序仅扫描白名单中的各器件，并连接所有器件中的请求。
- **Scan request: Any | Connect request: White List** — 程序扫描所有器件中的请求，并连接白名单中各器件的请求。
- **Scan request: White List | Connect request: White List** — 程序扫描并连接白名单中各器件的请求。

Advertising channel map（广告通道映射）

该参数用于使能特定的广告通道。

- **Channel 37**（通道 37） — 使能 37 号广告通道
- **Channel 38**（通道 38） — 使能 38 号广告通道
- **Channel 39**（通道 39） — 使能 39 号广告通道
- **All channels**（全部通道） — 使能全部三个广告通道

Advertising Interval（广告间隔）

该参数定义了两个广告事件之间的间隔。设置两种广告间隔连接类型（即为 **Fast advertising interval**（快速广告间隔）和 **Slow advertising interval**（慢速广告间隔）的最小值和最大值。初始化器件后，外设器件通常使用快速广告间隔。**Fast advertising interval timeout**（快速广告间隔超时）值到期后，如果还没有建立与中心器件的连接，那么配置文件会切换到慢速广告间隔，这样可以延长电池的使用寿命。**Slow advertising interval timeout**（慢速广告间隔超时）参数值到期后，将生成‘CYBLE_EVT_GAPP_ADVERTISEMENT_START_STOP’。

注意：广告间隔要与选定的配置文件规范相对应。

- **Fast advertising interval**（快速广告间隔） — 该广告间隔允许更快的 LE 连接。当连接时间值位于已指定的最小值和最大值之间的范围内时，BLE 组件会使用该间隔值。
  - 最小值：是指广告数据和建立 LE 连接间所需的最小间隔。该参数的递增步长为 0.625 ms。其取值范围为 20 ms ~ 10240 ms。
  - 最大值：是指广告数据和建立 LE 连接之间所需的最大间隔。该参数的递增步长为 0.625 ms。其取值范围为 20 ms ~ 10240 ms。
  - 超时：是指通过快速广告间隔参数定义的广告超时值。
- **Slow advertising interval**（慢速广告间隔） — 它定义了慢速广告间的时间间隔。它是一个可选参数。如果它被使能，那么会以更低的占空比实现广告，这样可延长电池的寿命。在内部快速广告间隔超时发生后，器件将应用 Slow advertising interval 参数。使用此参数所定义的最小和最大值允许 BLE 堆栈预计在这些间隔间发生的广告间隔连接。
  - 最小值：是指广告数据和建立 LE 连接间所需的最小间隔。该参数的递增步长为 0.625 ms。其取值范围为 1000 ms ~ 10240 ms。
  - 最大值：是指广告数据和建立 LE 连接之间所需的最大间隔。该参数的递增步长为 0.625 ms。其取值范围为 1000 ms ~ 10240 ms。
  - 超时：通过慢速广告间隔参数定义的广告超时值。

Connection Parameters（连接参数）

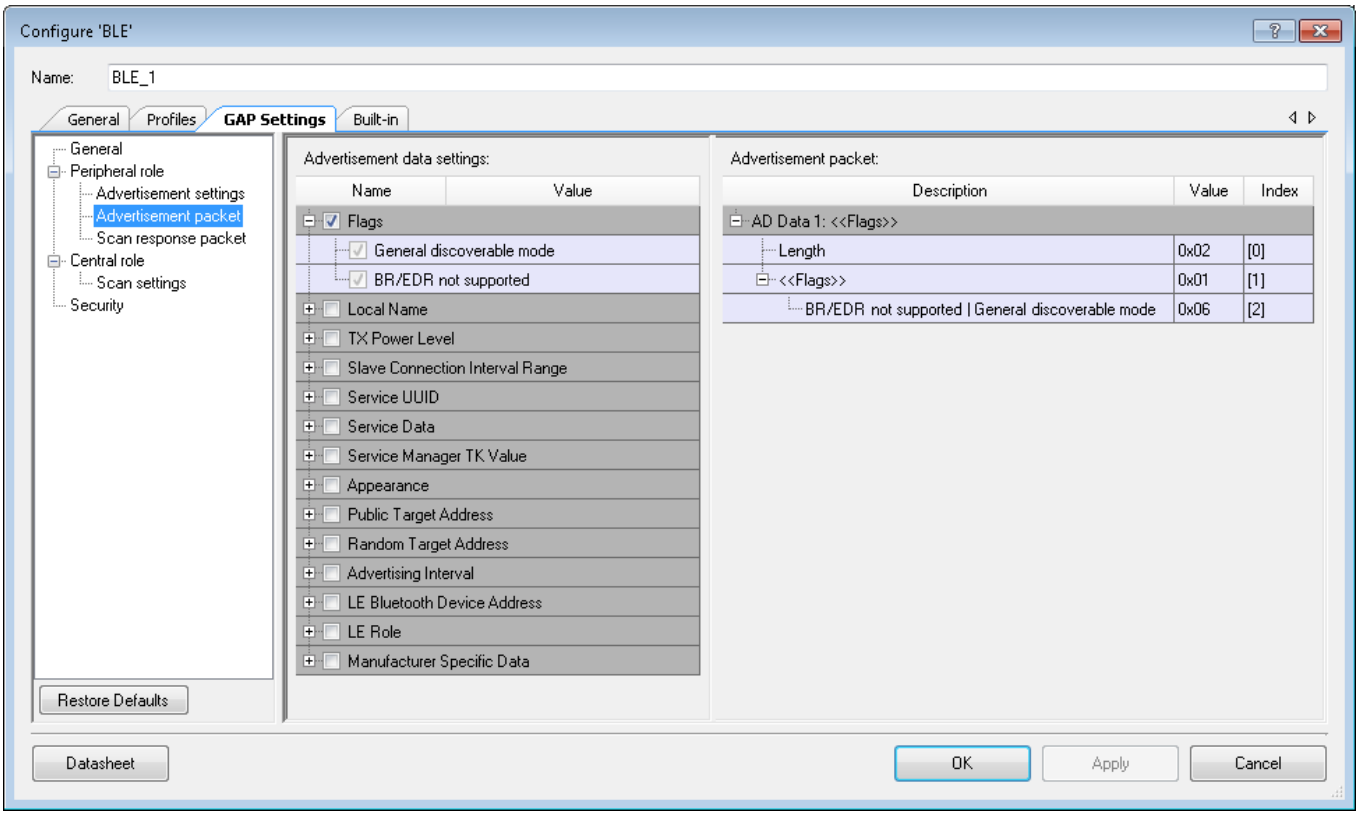
这些参数定义了中心器件与外设器件间进行通信时所需的连接事件时序。连续连接事件由已定义的连接间隔分开。

注意：这些参数的比例值使用于 BLE 堆栈内部，并显示在 **Peripheral Preferred Connection Parameters**（外设首先连接参数）中。这些值是通过空间发送的实际值。

- **Connection interval**（连接间隔） — 连接至外设器件的中心器件需要定义发生连接事件的时间间隔。
  - 最小值（单位为 ms）：该参数是连接事件期间所使用的最小连接时间值。它的步长为 1.25 ms。其取值范围为 7.5 ms ~ 4000 ms。
  - 最大值（单位为 ms）：该参数是连接事件期间使用的最大连接时间值。它的步长为 1.25 ms。其取值范围为 7.5 ms ~ 4000 ms。
- **Slave Latency**（从设备延迟） — 定义了在连续连接事件中从设备响应一个连接事件时的延迟。它通过多个连接间隔的术语表达，其中在每个间隔内只能发生一次连接事件。其取值范围为 0 到 499 个事件。
- **Connection Supervision Timeout**（连接监控超时）— 该参数定义了 LE 链接监控的超时间隔。在对等器件没有通过 LE 链接发出响应的情况下，该参数用于指定 LE 链接需要持续的超时时长。时间间隔被配置为 10 ms 的倍数。其取值范围为 100 ms 到 32000 ms。

GAP Settings 选项卡 — Advertisement packet（广告数据包）

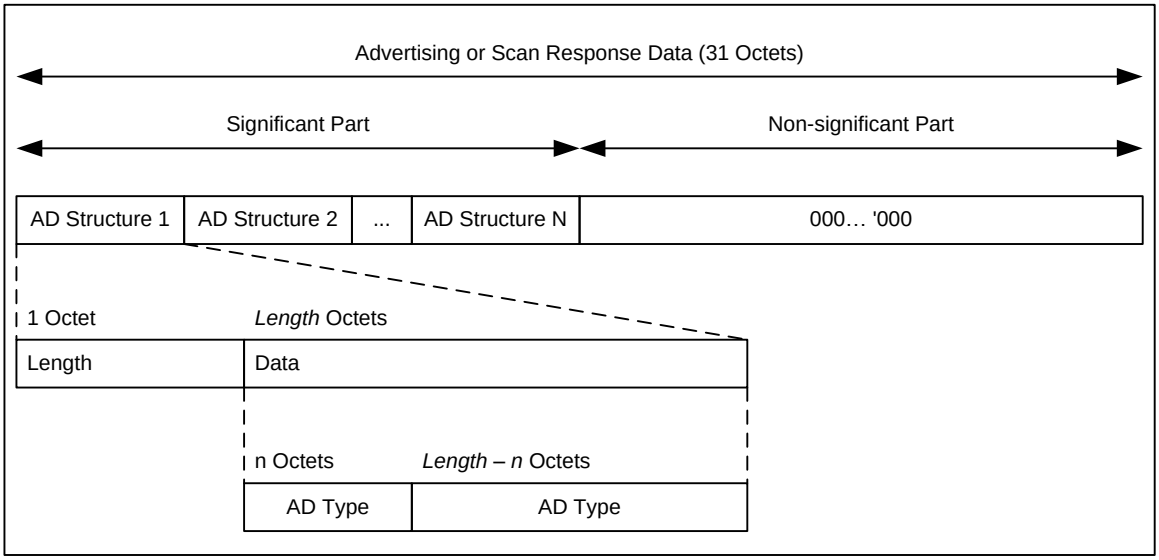
当将器件配置为一个包含 Peripheral（外设）、Broadcaster（广播器）或 Peripheral and Central（外设和中心）的 **GAP 角色**时，将显示该部分。通过该项，可以配置 **Advertisement data**（广告数据），以便能够在器件广告中使用该数据。



初版

广告/扫描响应数据设置

Advertisement （AD）（广告）或 **Scan response data**（扫描响应数据）数据包是一个大小为 31 字节的负载，用于定义器件的 BLE 功能及其连接参数。下面介绍了这个数据的结构，如 Bluetooth（蓝牙） 规范中所指定的内容。



该数据包可以包含多个 AD 结构。每个结构均由下面各个参数组成：

- **AD Length**（AD 长度）：**AD Type**（AD 类型）和 **AD Data**（AD 数据）的大小，单位为字节。
- **AD Type**（AD 类型）：AD 结构中的广告类型。
- **AD Data**（AD 数据）：与 **AD Type** 相关的数据。

整个广告数据包的总长度不能超过 31 个字节。

下面介绍了 **Advertisement data**（广告数据）和 **Scan response data**（扫描响应数据）的示例结构。

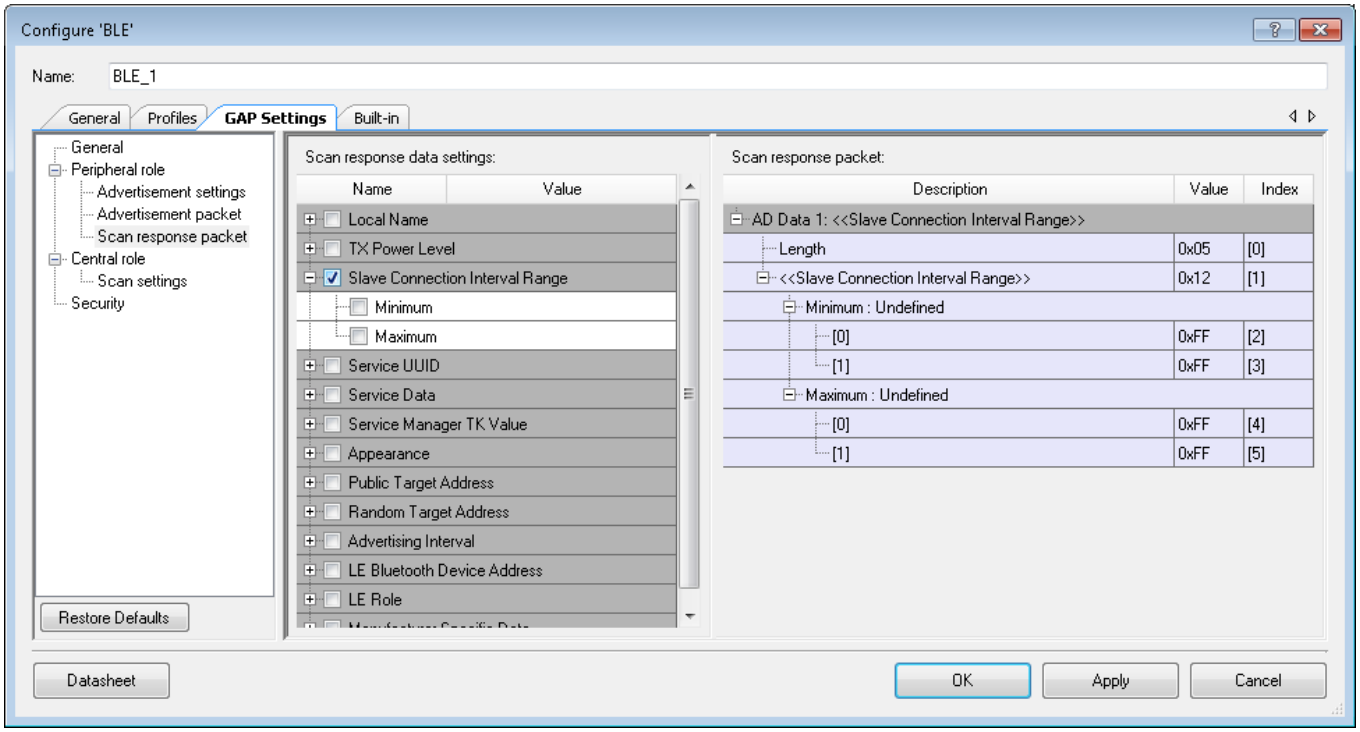
- AD 结构元素定义：
  - **AD Length**：**AD Type** 和相关 **AD Data** 的长度 = 5 个字节
  - **AD Type**（1 字节）：0x03 （服务 UUID）
  - **AD Data**（4 字节）：0x180D、0x180A（Heart Rate Service（心率服务）、Device Information Service（器件信息服务））

下表介绍了 **AD Types**（AD 类型）。

AD类型	说明
标志	用于传播底层BLE传输功能的标志，如可检测模式、仅LE等。
本地名称	器件名称（完整的缩写名称）。该名称取自**GAP Settings**选项卡中**General**下面的**Device Name**字段。
Tx功耗级别	发送的功耗级别。它取自**GAP Settings**选项卡中**General**下的**TX power level**字段。
从设备连接间隔范围	连接时需要使用的连接参数。
服务UUID	器件所执行的用于传播的服务UUID列表。用于广告的AD类型值分别为16位、32位和128位服务UUID。如果16位和32位服务UUID是由Bluetooth SIG分配的，那么需要使用它们。
服务申请	外设器件需要使用的服务UUID列表，该列表属于中心器件。用于广告的AD类型值分别为16位、32位和128位服务UUID。
服务数据	2/4/16字节服务UUID，后面连接额外的服务数据。
安全管理TK值	在配对时使用的临时密钥。
外观	器件外观。该值来自**GAP Settings**选项卡中**General**下的**Appearance**字段。
公共目标地址	指定目标的公共器件地址。
随机目标地址	指定目标的随机器件地址。
广告间隔	广告间隔值位于**GAP Settings**选项卡中，并且在**Advertisement Settings**（广告设置）下进行配置。
LE蓝牙器件地址	本地器件地址。该值来自**GAP Settings**选项卡上**General**下的Public device address字段。
LE角色	受支持的LE角色
制造商的特定数据	2字节的公司标识符后面是制造商的特定数据。

GAP Settings 选项卡 Scan response packet（扫描响应数据包）

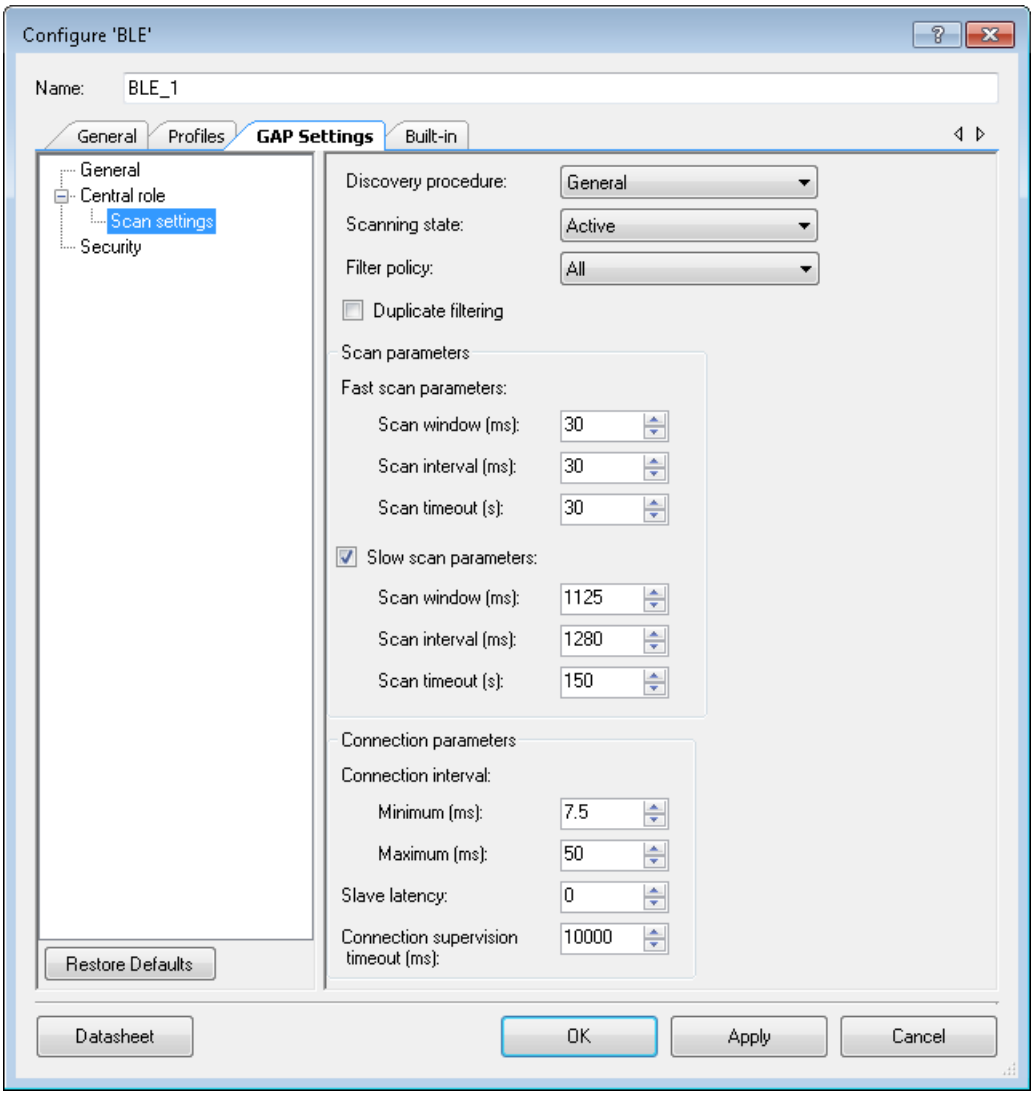
当器件被配置为包含了 Peripheral（外设）、Broadcaster（广播器）或 Peripheral and Central（外设和中心）**GAP 角色**时，会显示该部分。通过该部分可以配置扫描响应数据包，用以响应由 GATT 客户端器件执行的器件扫描。



扫描响应数据包的结构与广告数据包的结构很相似。请参阅广告/扫描响应数据设置部分，了解有关配置扫描响应数据包的信息。

GAP Settings 选项卡 — Scan settings（扫描设置）

将器件配置为 Central（中心器件）、Observer（观察器）或 Peripheral and Central（外设和中心器件）**GAP 角色**时，这些参数是可用的。特别是在检测器件过程中，GATT 客户端器件将启动扫描流程。它在大约 30-60 秒的时间段内使用 **Fast scan parameters**（快速扫描参数），然后通过使用 **Slow scan parameters**（低速扫描参数）来降低扫描频率。



注意：扫描间隔要符合用户选定的 Profile（配置文件）规范。

Discovery Procedure（检测流程）

- **Limited**（受限制）— 器件在检测受限制的模式下执行广告。
- **General**（通用）— 器件在通用检测模式和检测受限制的模式下执行广告。

Scanning state（扫描状态）

- **Passive**（被动） — 在该状态下，器件仅能监听广告数据包。
- **Active**（主动） — 在该状态下，器件会要求广告者提供更多的信息。

Filter policy（过滤政策）

该参数定义了如何过滤广告数据包。

- **All**（全部） — 处理所有广告数据包。
- **White List Only**（仅针对白名单） — 仅处理白名单中包含各器件的广告数据包。

Duplicate filtering（重复过滤）

如果被使能，它会激活重复对广告数据进行过滤的功能。如果被禁用，则 BLE 堆栈不会对广告数据执行过滤操作。

Scan parameters（扫描参数）

这些参数用于定义扫描事件之间的扫描时间和间隔。使用了两个不同的扫描参数组：**Fast scan parameters**（快速扫描超时）和 **Slow scan parameters**（慢速扫描超时）。初始化器件后，中心器件通常使用快速扫描参数。**Fast scan timeout**（快速扫描超时）值失效后，如果还未建立与外设器件间的连接，那么配置文件会切换到慢速扫描间隔，这样可以延长电池的使用寿命。在 **Slow scan timeout**（慢速扫描超时）值到期后，将生成 CYBLE_EVT_GAPC_SCAN_START_STOP 事件。请参考 API 文档。

- **Fast scan parameters**（快速扫描参数）— 使用该类连接时，GATT 客户端和服务器之间的连接速度比普通连接的速度快。
  - **Scan Window**（扫描窗口）：当在 **Fast connection**（快速连接）模式下运行时，该参数将定义扫描窗口。该参数的递增步长为 0.625 ms。其取值范围为 2.5 ms ~ 10240 ms。 **Scan Window** 的值必须小于 **Scan Interval** 的值。其默认值为 30 ms。
  - **Scan Interval**（扫描间隔）：当在 **Fast connection**（快速连接）模式下运行时，该参数将定义扫描间隔。该参数的递增步长为 0.625 ms。其取值范围为 2.5 ms ~ 10240 ms。其默认值为 30 ms。
  - **Scan Timeout**（扫描超时）：使用快速扫描参数进行扫描时的超时值。默认值：30 s。

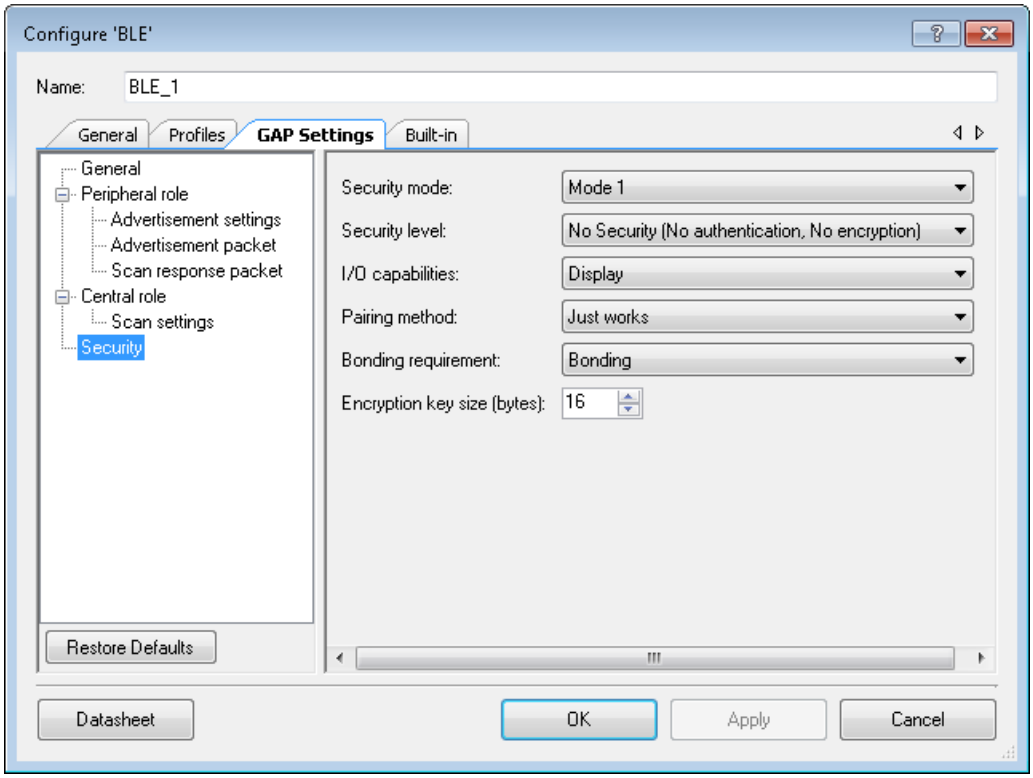
- **Slow scan parameters**（低速扫描参数）— 使用该类连接时，GATT 客户端与 GATT 服务器之间的连接速度比普通连接速度慢。但该方法的功耗较低。
  - **Scan Window**（扫描窗口）：当在 **Slow connection**（低速连接）模式下运行时，该参数将定义扫描窗口。该参数的递增步长为 0.625。其取值范围为 2.5 ms ~ 10240 ms。 **Scan Window** 的值必须小于 **Scan Interval** 的值。其默认值为 11.25 ms。
  - **Scan Interval**（扫描间隔）：当在 **Slow connection**（低速连接）模式下运行时，该参数将定义扫描间隔。该参数的递增步长为 0.625 ms。其取值范围为 2.5 ms ~ 10240 ms。其默认值为 1280 ms。
  - **Scan Timeout**（扫描超时）：使用慢速扫描参数进行扫描时的超时值。默认值：150 s。

Connection Parameters（连接参数）

该部分与 Advertisement Settings（广告设置）中的 Connection Parameters（连接参数）很相似。唯一的区别是 Scan connection parameters（扫描连接参数）不会显示在 **Profile** 选项卡下的 **Peripheral Preferred Connection** 参数内。

GAP Settings 选项卡 — Security（安全）

该部分包含了用于配置组件的全局安全选项的几个参数。如果将该器件被配置为 GATT 服务器，那么通过使用 **Profile Tree**（配置文件树）中的特性唯一安全设置，您可以对每个特性进行相关设置。



Security mode（安全模式）

定义组件的 GAP 安全模式。两种可用的模式均支持验证操作。

- Mode 1（模式 1）— 用于要求数据加密的设计中。
- Mode 2（模式 2）— 用于要求数据签名的设计中。

Security level（安全等级）

根据所选定的 **Security mode**（安全模式）使能不同的安全等级：

- 如果选择了 Mode1，那么下面各安全等级可用。
  - No Security（无安全）— 如果应用该安全级别，器件将不会进行加密和验证操作。
  - Unauthenticated pairing with encryption（未经验证配对但实现加密操作）— 使用该安全等级时，在与远程器件建立连接后，器件将发送被加密的数据。

  - Authenticated pairing with encryption（经验证配对且实现加密）— 使用该安全等级时，在与远程器件建立连接后，器件将发送被加密的数据。要想建立连接，器件需要执行验证配对程序。

- 如果选择了 Mode2，那么下面各安全等级可用。
  - Unauthenticated pairing with data signing（未经验证配对而实现数据签名）— 如果使用该安全等级，那么在发送数据前，器件将对其进行签名并与远程器件建立连接。
  - Authenticated pairing with data signing（经验证配对且实现数据签名）— 如果使用该安全等级，那么在发送数据前，器件将对其进行签名并与远程器件建立连接。要想建立所需连接，器件需要执行验证配对程序。

I/O capabilities （I/O 功能）

该参数是指用于使能或限制特定配对方法或安全等级的器件输入和输出功能。

- No Input No Output（无输入无输出）— 用于不能输入或显示验证密钥数据的器件。用于鼠标类的器件。无需 GAP 验证。
- Display Only（仅有显示屏）— 用于带有显示功能的器件，能够显示验证密钥数据。要求 GAP 验证。
- Keyboard Only（仅用键盘）— 用于带数字键盘的器件。要求 GAP 验证。
- Display Yes/No（显示屏与是/否按键）— 用于带有显示屏并至少带有两个是/否输入按键的器件。要求 GAP 验证。
- Keyboard and Display（键盘和显示屏）—用于像 PC 和平板电脑类的器件。要求 GAP 验证。

Pairing Method（配对方法）

该参数用于显示配置组件的配对方法。

- Just Works（直接运行）— 器件将使用简单的配对程序，不需要验证。使用这种方法时，传输过程中的数据很容易受到人为干涉。
- Passkey Entry（密钥输入） — 在各器件间使用由短期密钥（STK）生成并由用户通过的 6 位数字。
- OOB （Out of Band） pairing （OOB 配对）— 使用外部通信方式交换器件配对的信息。通过使用 BLE 无线通信，器件可自身进行配对。

绑定要求：

该参数用于配置各项绑定要求。绑定的目的是为了在基于共同链接密钥（绑定）的两个蓝牙器件之间建立关系。在绑定过程中创建并交换（配对）链接密钥，并且预期两个蓝牙器件均存储该密钥，以供将来验证。

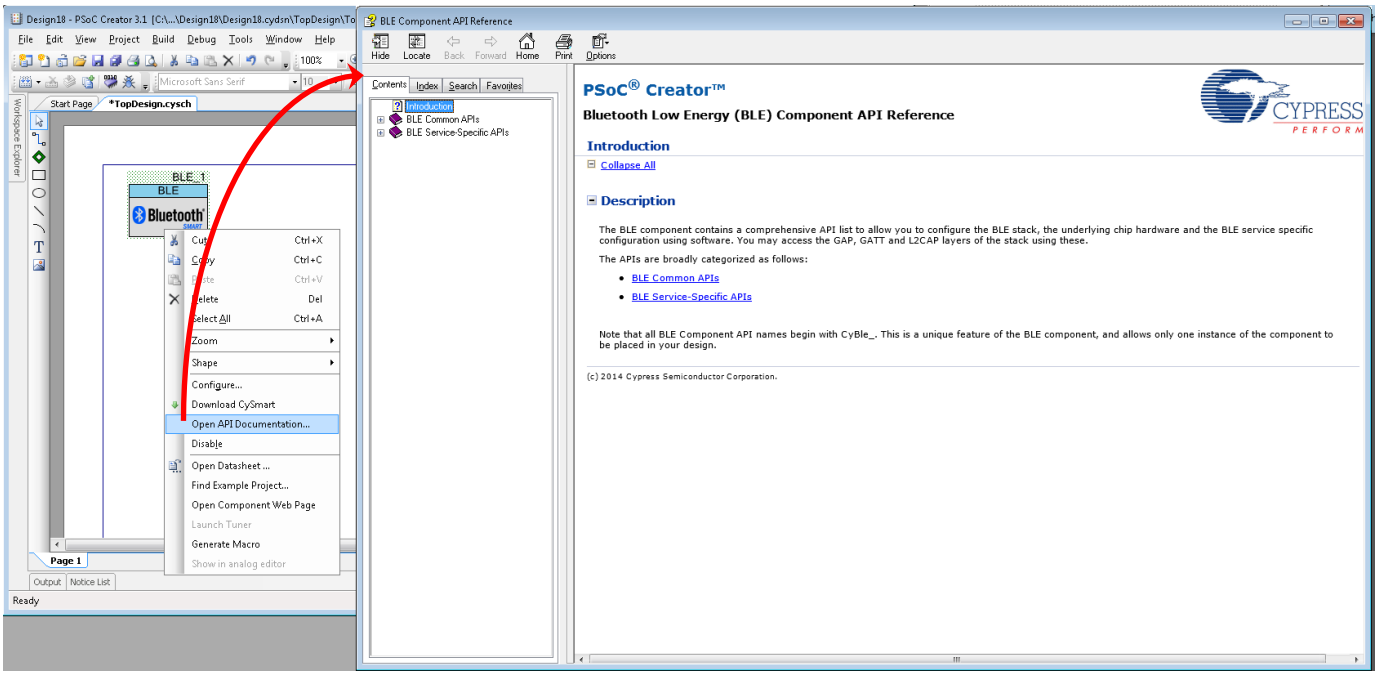
- **Bonding（绑定）：**与远程器件配对后，该器件将保存连接的连接的链接密钥。如果该连接被断开并被重新建立，那么该器件将使用先前存储的密钥建立连接。
- **注意：**绑定信息被存储在 RAM 内，如果需要在关闭期间保留该信息，那么需要将它写入到闪存内。更多有关绑定和闪存写入的使用情况，请参考功能说明部分。**No Bonding**（无绑定）：每次建立连接时，将执行配对过程。

Encryption Key Size（加密密钥大小）

该参数会根据配置文件的要求定义加密密钥的大小。加密密钥大小的有效范围为 7 到 16 个字节。

BLE 组件 API

由于 BLE 组件拥有多个 API，赛普拉斯提供了基于 HTML 的单独 API 参考文档（CHM 文件）。要想打开该文件，请右击设计图纸上的 BLE 组件，并选择 **Open API Documentation…**（打开 API 文档）项。



示例固件源代码

在“Find Example Project”对话框中，PSoC Creator 提供了大量的示例项目，其中包括了原理图和代码。要获取组件特定的示例，请打开组件目录中的对话框或原理图中的组件实例。要查看通用示例，请打开‘Start Page’（起始页）或 **File**（文件）菜单中的对话框。根据要求，可以通过使用对话框中的 **Filter Options**（滤波器选项）项来限定可选的项目列表。

更多有关信息，请参考《PSoC Creator 帮助》中主题为“查找示例项”的部分。

MISRA 合规性

本节介绍了 MISRA-C:2004 合规性和本器件的偏差情况。定义了下面三种类型的偏差：

- 项目偏差 — 适用于所有 PSoC Creator 组件的偏差
- 组件特定偏差 — 仅适用于该组件的通用部分的偏差
- 配置文件特定偏差 — 仅适用于组件的特定配置文件的偏差

本节介绍了有关组件特定偏差的信息。*《系统参考指南》*的“MISRA 合规性”章节介绍了项目偏差以及有关 MISRA 合规性验证环境的信息。

BLE 组件具有如下的特定偏差。

MISRA-C:2004规则	规则类别（必须（R）/建议（A））	规则说明	偏差说明
9.3	R	在枚举器列表中，没有使用‘=’结构来明确初始化其它枚举器（第一个枚举器除外），除非所有枚举器都已经被明确初始化。	必须将一个指定值分配给一个枚举器项是违反该规则的操作。
10.1		在某些情况中，整数类型表达式的数值不应被完全转换为不同的底层类型。	进行算术或条件操作后，枚举类型的操作数将被转换到无符号类型。该转换过程不会引起任何意外效果。
11.4	A	指向对象类型的不同指针之间不应进行转换。	在指针间进行转换时，必须保证这些指针正确对准了所指向的对象类型。
13.7	R	不允许结果不变的Boolean运算。	由于执行的是广义的实现方法，因此Boolean运算可能会产生在某些特定配置中能够证明始终为“真”或“假”的结果。
17.4	R	阵列索引是唯一允许的指针运算形式。	阵列下标运算符被用于对非阵列类型的表达式进行标注。在C语言中，给指针地址提供阵列元素是完全合法的。
18.4	R	不能使用运算交集。	通过偏差构造一个有效的执行。
19.7	A	函数应该优先于类似函数的宏使用。	通过偏差提高代码效率。

组件拥有以下嵌入式组件：cy_isr、cy_clock、全局信号、SCB。MISRA 合规性与特定偏差的相关信息，请参见相应组件数据手册。

API 存储器的使用情况

由于编译器、器件、所使用的 API 数量以及组件的配置不同，组件的内存使用量也不一样。下表提供了在某种组件配置中所有 API 使用的存储器大小。

下表中的存储器大小是在相应编译器被设置为 Release（释放）模式并且优化选项为 Size 的情况下测得的。对于特定的设计，可分析编译器生成的映射文件以确定存储器的使用情况。

组件的 BLE 堆栈是在四个库中实现的，因此组件储存器的使用情况直接取决于库的使用情况。这些库分别为：

- HCI 库（在 HCI 模式下使用）
- 外设库（当为 GAP 外设或 GAP 广播器角色配置组件时使用）
- 中心库（当为 GAP 中心或 GAP 观察器角色配置组件时使用）
- 外设和中心库（当为 GAP 外设或中心角色配置组件时使用）

HCI 模式

配置	PSoC 4200-BL（GCC）		
	闪存大小（字节）	SRAM大小（字节）	堆栈大小（字节）
HCI模式	35120	3865	2048

中心和外设配置文件模式

配置	PSoC 4200-BL (GCC)		
	闪存大小（字节）	SRAM大小（字节）	堆栈大小（字节）
警报通知配置文件（服务器）	74104	8716	2048
Find Me配置文件（Find Me Target角色）	73696	8701	2048

中心配置文件模式

配置	PSoC 4200-BL (GCC)		
	闪存大小（字节）	SRAM大小（字节）	堆栈大小（字节）
警报通知配置文件（服务器）	67766	8604	2048
Find Me配置文件（Find Me Target角色）	67278	8589	2048
GATT配置文件上的HID （主机）	73194	8803	2048
接近感应配置文件（接近感应报告）	68060	8601	2048

初版

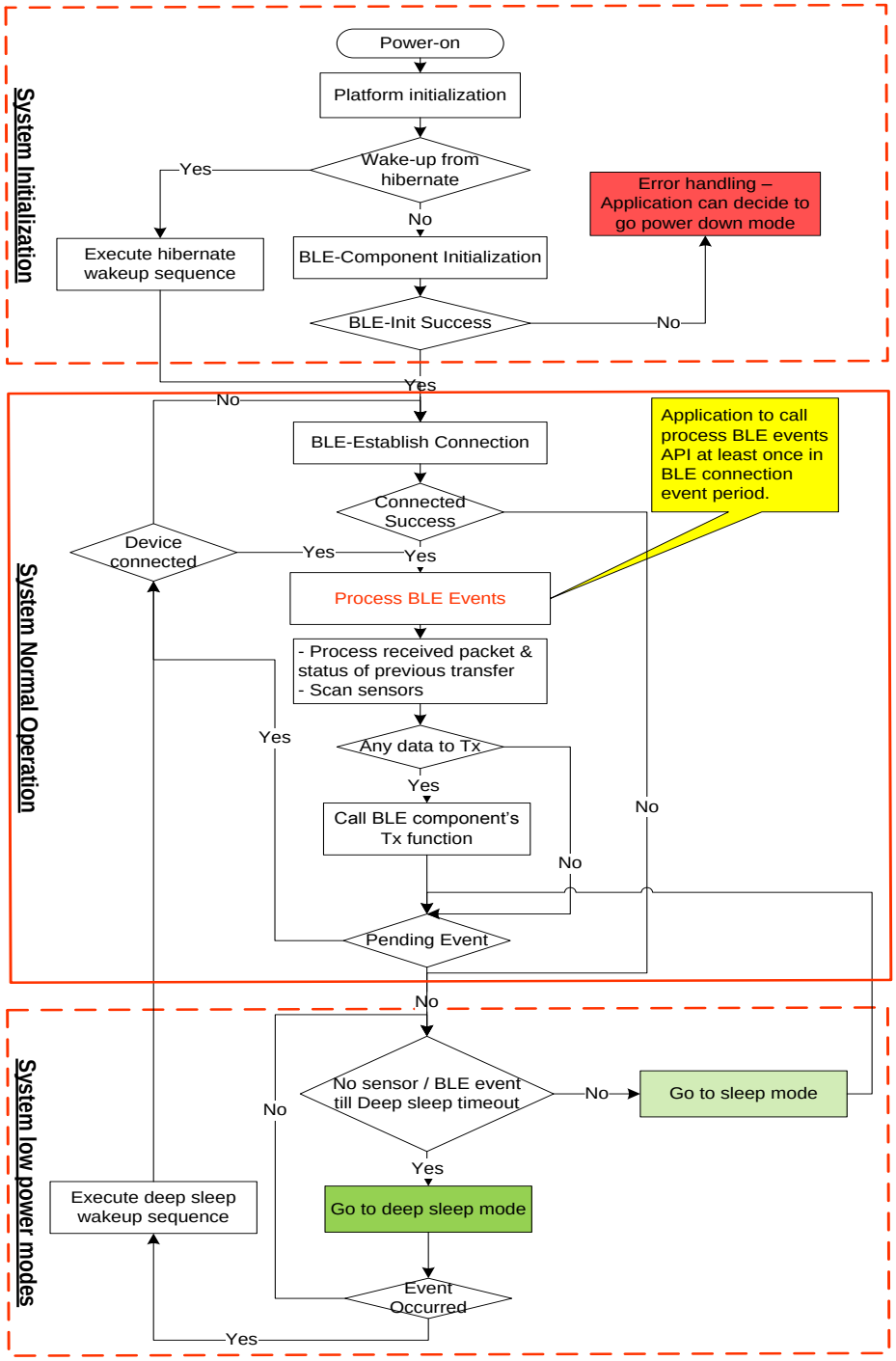
外设配置文件模式

配置	PSoC 4200-BL (GCC)		
	闪存大小（字节）	SRAM大小（字节）	堆栈大小（字节）
Find Me配置文件（Find Me Target角色）	65772	8616	2048
血糖配置文件（血糖传感器）	66918	8662	2048
健康温度计配置文件（服务器）	67084	8658	2048
心率配置文件（心率传感器）	66638	8637	2048
GATT配置文件上的HID （HID器件）	68534	8689	2048
接近感应配置文件（接近感应报告）	66558	8628	2048
扫描参数配置文件（扫描服务器）	66070	8622	2048

功能说明

操作流程

典型应用代码状态机包含三个单独阶段：初始化、普通操作和低功耗操作。



初版

一旦该组件被初始化，它将进入普通操作模式，并会定期进入各种低功耗操作模式，以此保持电量。因此组件应该在系统上电时进行初始化，然后在普通模式和低功耗模式下运行。

系统初始化

初始化阶段发生在系统上电时或在从系统休眠唤醒时。该阶段会设置平台和组件参数。程序代码也应该启动该组件，并为即将在其他操作模式下发生的事件回调设置回调函数。

系统的普通操作模式

BLE 组件成功初始化或从休眠模式唤醒后，它将进入普通模式。如果尚未连接 BLE，那么普通操作模式将先建立与 BLE 的连接。然后，通过检查该堆栈的状态，它将处理所有挂起的 BLE 事件。通过调用 CyBle_ProcessEvents()函数可以实现该操作。当处理完所有事件时，它将发送需要传输的数据。如果没有其他挂起事件，它将进入低功耗操作模式。在这种情况下，它将再次执行普通操作流程。在 BLE 连接事件周期内，至少要处理一次 BLE 事件。应用程序通过使用定制器对 BLE 连接事件进行配置。

系统的低功耗操作模式

在普通操作模式下没有挂起中断时，组件将进入低功耗模式。它先进入睡眠模式。在应用程序所设置的定时结束后，您会将该组件设置为深度睡眠模式。如果在低功耗模式期间发生了某个事件，它将再次进入普通操作模式。

注意：PSoC 4200-BL、PRoC 4200-BL MCU 和 BLESS 拥有单独的功耗模式。MCU 和 BLESS 可以单独进入不同的功耗模式。下表中各勾选标记表示 MCU 和 BLESS 功耗模式的有效组合。

BLESS功耗模式	PSoC 4200-BL、PRoC 4200-BL MCU功耗模式				
	活动模式	睡眠模式	深度睡眠模式	休眠模式	关闭
活动模式（闲置/Tx/Rx）	✓	✓			
睡眠模式	✓	✓			
打开芯片深度睡眠模式	✓	✓	✓		
关闭芯片深度睡眠模式	✓	✓	✓		
禁止				✓	✓

回调函数

BLE 组件要求您定义一个用于处理 BLE 堆栈事件的回调函数。该函数将作为一个参数传送给 CyBle_Start() API。回调函数的类型为 CYBLE_CALLBACK_T，如下定义：

```
void (* CYBLE_CALLBACK_T)(uint32 eventCode, void *eventParam);
```

- eventCode：堆栈事件代码
- eventParam：堆栈事件参数

回调函数应该评估 eventCode（和用于某些事件的 eventParam）并提供特定于堆栈事件的操作。有关 BLE 堆栈事件的信息，请参考 BLE API 文档中 **BLE 普通事件**部分的内容。

同样，您应为所需要的每一个服务提供一个回调函数。该函数的类型为 CYBLE_CALLBACK_T 并作为参数传送到服务特定的回调注册函数。该回调函数用于评估服务特定事件，从而执行您的应用程序所定义的相应操作。有关 BLE 服务特定事件的信息，请参考 BLE API 文档中 **BLE 服务特定事件**部分的内容。

器件绑定

与远程器件配对后，BLE 组件将存储所连接的链接密钥。如果该连接断开并重新建立，那么该器件将使用先前存储的密钥进行连接。

当该器件被连接时，BLE 堆栈将更新 RAM 中的绑定数据。如果在关闭期间需要保留所绑定的数据，应用程序可以使用 CyBle_StoreBondingData() API 将 RAM 中绑定的数据写入到专用的闪存内，如该组件所定义。有关使用情况的详细内容，请参考 BLE_HID_Keyboard 示例项目。

注意

- 在写周期内，闪存写入会暂时将芯片的 IMO 修改为 48 MHz。因此，当 BLE 器件断开连接时，您应该只执行绑定数据闪存存储器，这是因为 IMO 中发生的改变会破坏该通信。同样，您应该暂时停止 IMO 的所有外设运行操作或在闪存写周期内补偿短暂的频率变化。
- 如果您设计的运行频率为 48 MHz，那么将不改变 IMO，并且不会影响其他外设。但闪存写入是一个封锁调用，它会破坏 BLE 通信。因此，当器件被断开连接时，应该执行闪存写操作。

LFCLK 配置

设计范围资源（*<project>.cydwr*）文件 **Clocks** 选项卡中的 LFCLK 配置会影响组件在深度睡眠模式下的运行能力。如果选择了 WCO，则可以使用组件的深度睡眠模式。但如果选择的是 ILO，那么组件不会进入深度睡眠模式。

注意：只有在深度睡眠模式下，才能将 LFCLK 使用于 BLE 组件，因此 ILO 的不准确度不会影响 BLE 通信。

资源

BLE 组件使用了一个 BLESS 模块、一个中断和 WDT[1]中的计数器 2、一个时钟源、两个外部晶振、其他中断以及一个可选 SCB 模块：

配置	资源类型						
	BLESS	WDT	SCB	中断	ECO	WCO	时钟
配置文件模式	1	1	–	2	1	1	1
HCI模式	1	1	1	3	1	1	1

组件勘误表

本节列出了组件的已知问题。

赛普拉斯ID	组件版本	问题	解决方案
189214	所有组件	当器件被配置为无IO功能，并且接收到的认证请求包含了安全模式1和级别2时，将生成错误认证完成事件。	当器件被配置为无IO功能以及应用程序收到带有对等器件的MITM （中间人）的认证请求时，应用程序将拒绝该请求并返回错误代码-CYBLE_GAP_AUTH_ERROR_AUTHENTICATION_REQ_NOT_MET。 将该器件配置为无IO功能时，应用程序应避免选择MITM。 该问题将在PSoC Creator 3.1的版本发布中予以修正。

[1]请参考组件勘误表部分中的赛普拉斯 ID 190800。

初版

赛普拉斯ID	组件版本	问题	解决方案
190800	所有组件	BLE组件使用WDT的计数器#2，以便在深度睡眠模式下支持时序。如果您想在您的应用中使用计数器#0和计数器#1，那么必须与BLE组件共享单个WDT中断。 要想处理这些计数器中的中断，请使用CyBle_WdtRegisterIsrCallback() API注册一个应用程序回调函数。可以从在组件中实现的WDT ISR会调用该注册函数。有关详细的使用情况，请参考BLE_Temperature_Measurement示例项目。	**注意：**该实现情况是临时的。在PSoC Creator 3.1版本发布中，将使用BLESS链路层定时器来实现协议流程的超时功能。 如果应用程序使用了WDT ISR，则需要更新应用程序代码。
194025	所有组件	如果数据大小超过了最大的MTU尺寸，那么API CyBle_GattsNotification将错误地返回CYBLE_ERROR_OK。	请勿调用数据量超过最大MTU的函数。 该问题将在PSoC Creator 3.1的版本发布中予以修正。
195070	所有组件	当调用CyBle_L2capChannelDataWrite API时，CYBLE_EVT_L2CAP_CBFC_DATA_WRITE_I事件会在完成数据写入功能前发生。	请忽略CYBLE_EVT_L2CAP_CBFC_DATA_WRITE_I事件。当API CyBle_L2capChannelDataWrite返回状态CYBLE_ERROR_MEMORY_ALLOCATION_FAILED时，请在经过几毫秒的延迟后调用相同的API。 该问题将在PSoC Creator 3.1的版本发布中予以修正。
195271	所有组件	如果在绑定和清除白名单后立即初始化该堆栈，那么绑定器件列表不会被更新。 API - CyBle_GapGetBondedDevicesList()	在绑定和清除白名单后，请勿立即初始化该堆栈。 该问题将在PSoC Creator 3.1的版本发布中予以修正。
193815	所有组件	在拥有非零从设备延迟的外设角色中，当BLE链路连接间隔之间的累积漂移超过625 us时，应用程序将从深度睡眠模式唤醒，然后重新进入该模式。这样会使链路断开连接。 这种情况很少发生，即使发生也需要满足上述条件。	无法解决。 该问题将在PSoC Creator 3.1的版本发布中予以修正。

组件更改

本节列出了该组件各版本中的主要更改内容。

版本	更新内容	更改/影响原因
1.0.a	编辑数据手册。	添加了说明WDT计数器和中断的部分。 对某些API和GUI进行清楚地说明。 添加了勘误表章节。 将API文档移动到单独CHM文件内。 更新了功能描述章节。
1.0	新组件的初始文档。	

©赛普拉斯半导体公司，2014。此处所包含的信息可能会随时更改，恕不另行通知。除赛普拉斯产品内嵌的电路以外，赛普拉斯半导体公司不对任何其他电路的使用承担任何责任。也不会以明示或暗示的方式授予任何专利许可或其他权利。除非与赛普拉斯签订明确的书面协议，否则赛普拉斯不保证产品能够用于或适用于医疗、生命支持、救生、关键控制或安全应用领域。此外，对于可能发生运转异常和故障并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

PSoC®是赛普拉斯半导体公司的注册商标，PSoC Creator™和可编程片上系统是赛普拉斯半导体公司的商标。该处引用的所有其它商标或注册商标归其各自所有者所有。

所有源代码（软件和/或固件）均归赛普拉斯半导体公司（赛普拉斯）所有，并受全球专利法规（美国和美国以外的专利法规）、美国版权法以及国际条约规定的保护和约束。赛普拉斯据此向获许可者授予适用于个人的、非独占性、不可转让的许可，用以复制、使用、修改、创建赛普拉斯源代码的派生作品、编译赛普拉斯源代码和派生作品，并且其目的只能是创建自定义软件和/或固件，以支持获许可者仅将其获得的产品依照适用协议规定的方式与赛普拉斯集成电路配合使用。除上述指定的用途外，未经赛普拉斯明确的书面许可，不得对此类源代码进行任何复制、修改、转换、编译或演示。

免责声明：赛普拉斯不针对此材料提供任何类型的明示或暗示保证，包括（但不仅限于）针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。赛普拉斯保留在不做出通知的情况下对此处所述材料进行更改的权利。赛普拉斯不对此处所述之任何产品或电路的应用或使用承担任何责任。对于合理的预计可能发生运转异常和故障，并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统中，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

产品使用可能受适用于赛普拉斯软件许可协议的限制。

初版