

解密蓝牙mesh系列 | 第一篇

2017-08-03 小码哥 [蓝牙技术联盟](#)

蓝牙技术联盟EMEA技术项目经理

Martin Woolley

小码哥



前言



蓝牙技术是享誉全球的品牌之一，也是全世界应用最为普遍的无线通信技术之一。**从2000年到现在，蓝牙技术已经广泛应用于数十亿台设备。就2016年而言，制造商的蓝牙设备出货量更是超过30亿台。**

蓝牙的创新步伐从未停止。自面世以来，每一次改进都系统严谨，紧跟市场需求，一直支持和鼓励创新。

蓝牙技术令人惊叹的故事还在继续着，蓝牙mesh网络翻开了最新篇章，**150家蓝牙技术联盟会员公司都参与了mesh的创建。**

这是系列文章中的第一篇，将向您介绍蓝牙mesh网络。我们从两篇概述开始，后续篇章中将更详细地探讨技术的各个方面。



风格 OR 特性



对蓝牙技术感兴趣的朋友一定有这样的习惯：定期查看蓝牙技术联盟采用的新版本。

通常，新版本为蓝牙提供附加特性，或者以某种方式改进现有功能。不管怎么说，蓝牙全新的“风格”已经面世；一款风格出众的蓝牙技术变体，将以完全不同的方式利用无线电，并针对一系列广泛的用例设计和应用进行了优化。

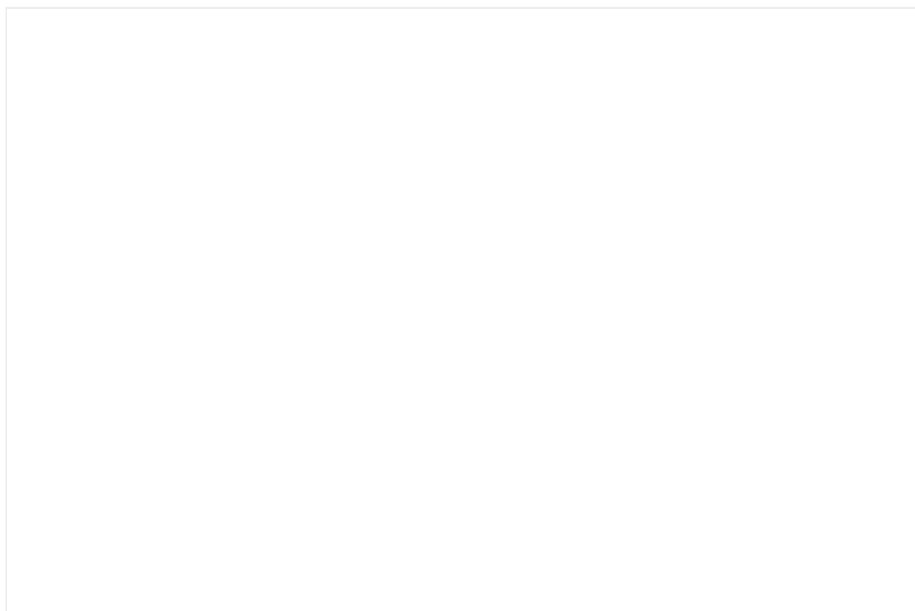
蓝牙基础速率/ 增强资料速率（BR / EDR）是蓝牙发布的第一款风格，旨在替代缆线连接，很快就成为无线音频市场的主宰，并推动了新型计算机外设（如无线鼠标和键盘）的发展。



蓝牙基础速率/ 增强资料速率（BR / EDR）
引发无线个人音频变革

随后登场的是低功耗蓝牙（Bluetooth Low Energy）。它经过优化，极大地减少了设备功耗，仅使用硬币大小的电池就能实现无线操作和通信，运行数年不在话下。

低功耗蓝牙现已被广泛采用。如今很难找到不支持低功耗蓝牙的智能手机或平板电脑。健康、运动和健身器材，如运动追踪设备、以及智能手表等可穿戴设备，都有赖于低功耗蓝牙技术。这一款蓝牙风格可谓影响深远。



“那么蓝牙mesh网络是蓝牙的全新风格呢？还是新特性呢？”

其实**两者都不是**。现在就让我们来**深入探讨一下这项惊人的、全新的蓝牙技术**，同时了解**mesh与蓝牙其他形式之间的关系和自身工作原理**。

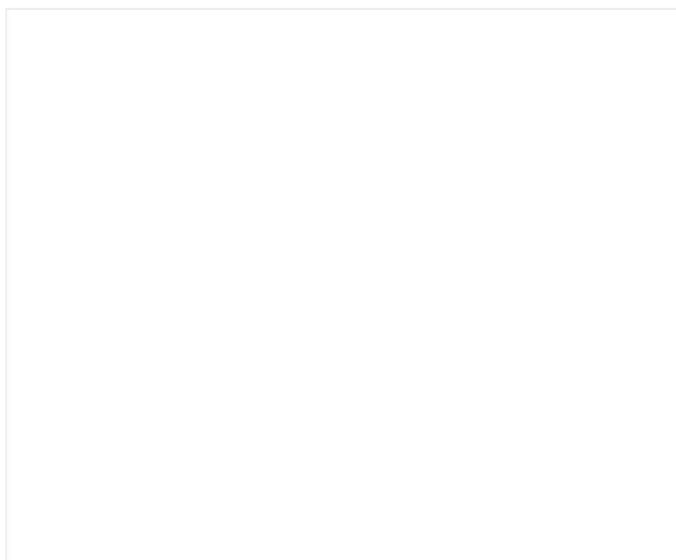
三大重要技术

蓝牙BR / EDR和低功耗蓝牙是智能手机等设备上的常用技术，但是它们不会互相依赖对方的服务和功能。针对所有的意图和目的，这两款风格的蓝牙技术都能彼此独立工作。事实上，**虽然他们能在同一台设备上很好地共存，但是使用蓝牙BR / EDR的设备与低功耗蓝牙设备之间却无法进行通信**。对于它们来说，有彼此相伴固然开心，但彼此之间却没有对话。

相比之下，蓝牙mesh网络使用、并且依赖于低功耗蓝牙。**低功耗蓝牙技术是蓝牙mesh使用的无线通信协议栈**。

“蓝牙mesh并非无线通信技术，而是一种网络技术。”

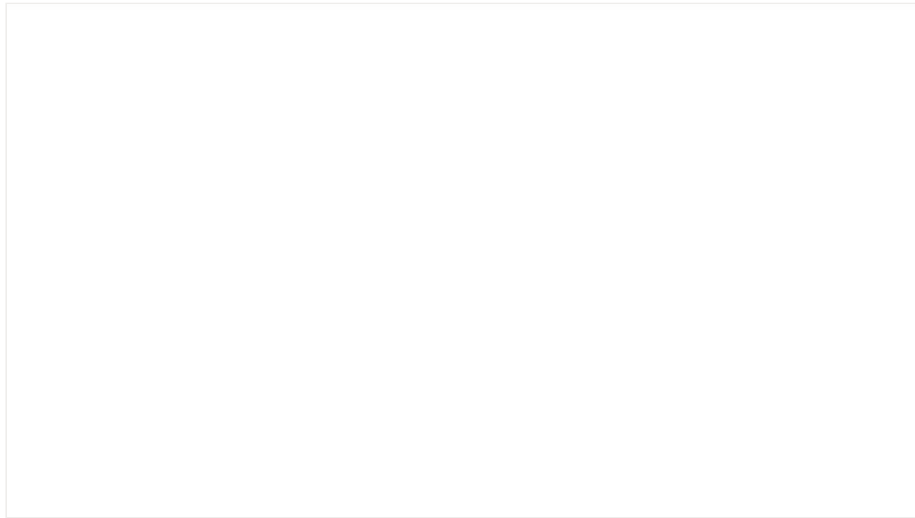
下图显示了蓝牙BR / EDR、低功耗蓝牙和蓝牙mesh之间的关系。



蓝牙mesh和低功耗蓝牙之间的关系

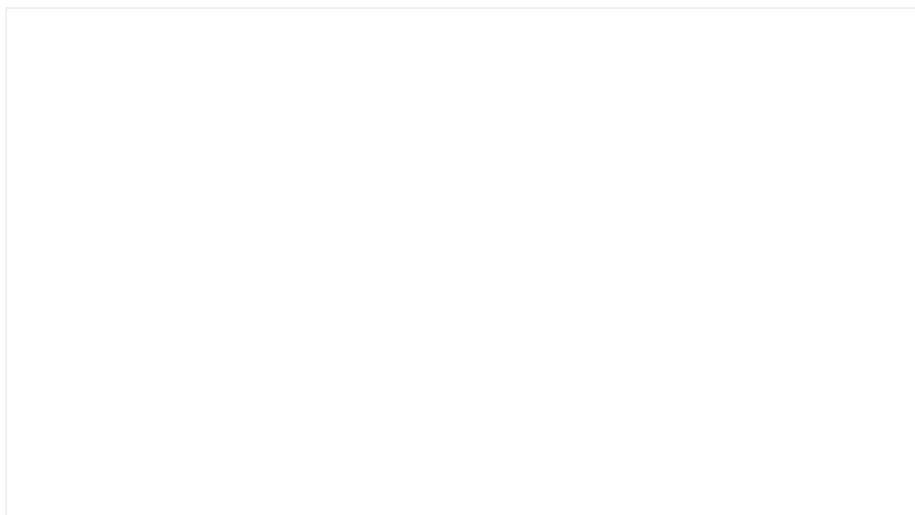
关于拓扑

从最基本的层面来讲，蓝牙BR / EDR能够实现一台设备到另一台设备的连接和通信，建立“一对一”的关系，大多数人所熟悉的“配对”（pairing）一词就是这个意思。一些设备能够与其他设备建立多重“一对一”通信关系，并**形成一种称为“微微网”（piconet）的hub/spoke拓扑**。



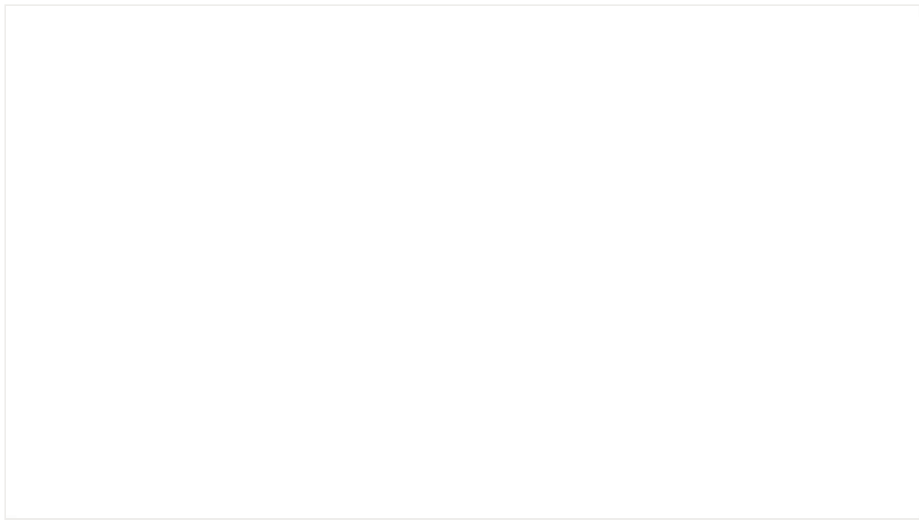
蓝牙BR / EDR和一对一拓扑

低功耗蓝牙设备还能与其他设备形成“一对一”和hub/spoke关系，以无连接方式进行工作，其广播的数据，位于直接无线电传输围内的任何其他设备都可接收。**这是“一对多”（1 : m）的拓扑，其中m可以是一个非常大的数量！**如果接收广播的设备本身不进行数据传输，那么广播设备的无线电频谱就仅仅是针对自己而言的，同时对于能够接收和利用其广播的其他设备数量没有明确的限制。**蓝牙Beacon是这项功能的一个绝佳案例。**



低功耗蓝牙和广播

蓝牙mesh能让我们建立无线设备之间的“多对多”（m:m）关系。此外，设备能够将数据中继到不在初始设备直接无线电覆盖范围内的其他设备。这样，mesh网络就能够跨越非常大的物理区域，并包含大量设备。



蓝牙 mesh网络和多对多拓扑

mesh网络的动机

对于满足日益普及的各种通信需求，mesh拓扑结构能提供最佳的方式，因此**蓝牙mesh网络应运而生，典型的应用包括楼宇自动化和传感器网络等**。这些通信需求包括：

- 覆盖面积广
- “直联互通性”
- 监测和控制大量设备的能力
- 经优化的、低功耗的
- 有效利用无线电资源，有可扩展性
- 与当前市场上的智能手机、平板电脑和个人电脑产品兼容
- 符合行业标准，具有政府级安全性

虽然还有其他支持mesh拓扑的低功耗无线通信技术，但我们会员公司的很多反馈显示，**这些技术存在约束和限制**，而且对于他们正在尝试解决的各种问题和希望创建的产品类型来说，也并非最佳选择。其他类似技术的问题包括低数据传输速率、在mesh上中继数据时的“跳数”限制、通常由无线电信道使用方式引起的可扩展性限制、以及按步骤更改mesh网络中设备组成的过程中出现的困难和延迟。

通常来说，**其他mesh技术无法被标准智能手机、平板电脑和PC设备所支持**，这是一个主要的限制因素。

创建符合行业标准的、基于低功耗蓝牙的mesh通信技术，就有可能满足他们的要求，同时没有相关的限制和约束。毕竟，**互通性和能效是低功耗蓝牙最突出的特性**。

以消息为中心的通信

蓝牙mesh网络使用发布/订阅 (publish/subscribe)消息系统。

设备可以将消息发送至特定地址，这些地址的名称和含义与用户能够理解的高级概念相对应，如“花园灯” (Garden Lights)。这被称为“发布” (publishing)。

设备经配置后，可接收由其他设备发送到特定地址的消息。这被称为“订阅” (subscribing)。

当设备向特定地址发布消息时，订阅该地址的所有其他设备将收到该地址的副本，对其进行处理，并以某种方式作出回应。

想象一下花园里安装的一套户外灯，每盏灯都已经过配置，以便其订阅“花园灯”消息。现在，想像一个蓝牙mesh电灯开关向“花园灯”地址发送了“开”的消息。没错，花园里的所有灯都会收到“ON”消息，并做出开灯的回应。

就是这么简单！

消息和设备状态

“状态” (state) 是蓝牙mesh网络中的一个关键概念。蓝牙mesh网络中的每台设备都具有一组独立的状态值，表示设备的某些状态。在花园灯的示例中，每盏灯都有一个状态值，表示设备当前是处于打开或关闭状态。通过发布一类在定义上意味着能够回应“开”或“关”状态值的消息，来改变状态值，蓝牙mesh电灯开关就能对灯泡进行控制。更改状态值会修改设备本身的物理状况，例如打开或关闭设备。

消息、状态、以及这些和其他概念相关的设备行为已被定义在规格中，称为“模型” (modules)。模型由蓝牙mesh设备实施。

在本系列的后续文章中，我们会继续更加正式地讨论设备、状态、消息、状态更改和模型。

下一篇预告

本系列中的**第二篇**将带我们深入蓝牙mesh网络的世界，[了解消息在大型mesh网络、市场设备支持、安全性和mesh协议栈本身之间的传输路径](#)。同时，我还将为大家介绍蓝牙mesh网络设计中一些有趣的性能优化，这些优化使mesh变得更加高效，非常适合物联网时代的mesh网络需求。敬请期待！

阅读 2685

19

投诉

精选留言

[写留言](#)



Hippopotomono..

你好小码哥，有些问题想请教一下。

- 1、原来支持蓝牙4.0的硬件设备是否能够通过升级HCI层以上协议的实现Mesh的所有角色的所有功能
- 2、若4.0的HCI指令不能支持蓝牙Mesh功能，请问，对比原来的BLE蓝牙硬件，需要增加那些HCI指令或者硬件功能以实现Mesh功能

2017年10月17日

作者回复

3

蓝牙mesh是在低功耗蓝牙之上、基于蓝牙4.0的应用协议，所以现有的HCI命令就可以满足蓝牙mesh的需求，无需更新HCI命令集或修改controller。开发者要做是将蓝牙mesh协议实现在host当中，作为协议栈的一部分，将蓝牙mesh的协议抽象为一条条的HCI命令而已。

2017年10月25日



Helon

1

Hi，小码哥

可能是我的表达有误，对于问题1：我明白单个节点失效不会导致整个网络瘫痪，我的意思是说，一个地方集中成百上千BLE Mesh设备的话，会不会导致信道拥堵，比如我发个指令有可能丢失，或者

目标设备要很久才能收到我的指令；对于问题2：这个安全性的问题，我也明白。但是我的意思是说：在我有秘钥并通讯是安全的情况下，我能否随时获取到当前同一网络下的任意一个节点或者一个场景又或者所有节点当前的状态

2017年8月9日

作者回复

1

1. 这需要具体问题具体分析，因为只有网络节点的数量，没有信息发送的频率、单包的帧长，QoS的要求，很难给出精确答案。将来，类似这样的问题可通过软件的方式给出一个大致的评估。2. 对于任意一个节点，当然可以；如果对于所有节点的话，还是和上题一样，需要了解你的QoS是怎样的需求。

2017年8月16日



Helon

1

小码哥，我有两个问题想问您。

1、如果一个地方集中有上百个BLE Mesh设备的话，整个Mesh网络会不会瘫痪？

2、手机连接上任意一个Mesh设备，我能不能查看Mesh网络中任意一个设备的状态以及能不能查看这个Mesh网络中的所有设备？

以上是我一直以来的疑问，盼复

2017年8月3日

作者回复

1

1. 蓝牙mesh不会因为单一节点失效而导致整个网络瘫痪；2. mesh网络包含非对称与对称加密两种安全性保护，各节点因其功能性有不同的加密方式保护，如门锁及照明设备的安全加密等级就不同。手机可连接至mesh网络收取节点欲传输的数据，但对于控制安全性较高的节点，需有相关密钥信息。

2017年8月9日



如影随行

1

请教个问题，mesh中的friend节点是不是也是低功耗蓝牙，只不过是要费电些，需要接电源，不知这样理解是否正确，请小编指教

2017年8月4日

作者回复

friend节点相较于低功耗节点来说，需要较高的功耗输出，可以是家中接电的设备。但由于整个mesh网络都是跑在低功耗蓝牙上的，相对功耗还是以低功耗为前提。

2017年8月9日



King

有两个疑惑，想请问下小编，

- 1,目前标准蓝牙mesh网络能否做到消息可靠传输？
- 2,100来个低功耗节点组网，其节点间消息通信时延如何？

3天前



Renew

Hi 小码哥，

想请教下，mesh是基于BLE我有了解，而BLE在BB层实质是一对一或一对多网络，仅靠stack层如何实现多对多网络以及“单一节点失效不影响网络”，如果是master节点失效呢？

2017年11月9日



Hippopotomono..

你好小码哥，真不好意思又有些问题向您请教了。

1、请问对于非Provisioner设备来说，需要支持FIPS P-256椭圆曲线算法吗？因为，我看mesh规范中只有Provisioner使用了这个算法。毕竟一般的低功耗设备要支持FIPS P-256可能还需要一些硬件成本。

2、如果非Provisioner设备需要支持FIPS P-256的话，那这些设备都是在什么场合下运行FIPS P-256算法，能否忍受低功耗设备通过软件计算椭圆曲线算法带来的延时。

2017年10月25日

作者回复

Hello Hip字数限制简单回答：1. 对于provisioner和provisionee两种设备来说，都需要支持FIPS P-256。可参照mesh specification 5.4.2.3。2. 可参照mesh specification 5.4.4, 超时阈值60秒。

2017年11月7日



李浩

与当前市场上的智能手机、平板电脑和个人电脑产品兼容——这些设备要支持BLE mesh只需要在应用层基于GATT的接口实现某些profile&characters就可以了吗？如果是这样，那么其他BLE4.0的终端是不是做同样的升级也能支持？

2017年8月11日

作者回复

mesh使用广播信道advertising，需在广播数据帧上承载mesh协议。但目前iOS和Android对广播数据包中数据进行显示，在智能手机、平板和PC中需通过GATT方式用proxy机制接入蓝牙mesh。其他Bluetooth LE设备无需proxy也可加入mesh网络。

2017年8月16日

以上留言由公众号筛选后显示

[了解留言功能详情](#)