

无线连接技术选择指南



简介

选择合适的无线连接技术从一开始就是一个关键的设计决策。这决定了应用的协议互操作性、距离、稳健性和用例。本选择指南将引导您了解几个关键的决策要求，让我们从下表开始，简要了解各种无线连接技术。

特性和规格	经典蓝牙®	低功耗蓝牙	Zigbee	Thread	Wi-Fi	私有 sub-1GHz/2.4GHz
通信范围	长达 100m	长达 200m 或 400m (支持 LR)	长达 200m ⁽¹⁾	长达 200m	长达 200m	长达 1600m
通讯频率	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4GHz 5GHz	低于 1GHz 2.4GHz
PHY 吞吐量	高达 3Mbps	高达 2Mbps	高达 250 kbps	高达 250 kbps	高达 72Mbps	500kbps (低于1GHz) 2Mbps (2.4GHz)
网络类型	点对点、星型	点对点、星型、广播	网状	网状	点对点、星型	点对点、星型、网状
网络规模	8	30	500+	350+	250	1000+
电池类型	单节 AA 电池	纽扣电池	纽扣电池和能量收集	纽扣电池	双节 AA 电池	纽扣电池

注：(LR) 远距离 - 需要使用无线功率放大器并正确布置天线。(1) 单跳。

技术	注意事项
经典蓝牙	<p>经典蓝牙的优点：</p> <ul style="list-style-type: none">• 网络类型 经典蓝牙旨在用于短距离应用，支持点对点 (P2P) 和星型网络拓扑等网络类型。• 吞吐量 经典蓝牙旨在用于高数据吞吐量应用 (如音频流传输)，数据速率高达 3Mbps。• 示例应用 通过无线耳机、扬声器和条形音箱进行音频流传输。 <p>经典蓝牙的潜在缺点：</p> <ul style="list-style-type: none">• 功耗 经典蓝牙未针对低功耗应用进行优化。 <p>要开始设计经典蓝牙应用，请访问 www.ti.com.cn/product/cn/CC2564</p>

低功耗蓝牙	<p>低功耗蓝牙的优点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 网络类型 低功耗蓝牙旨在用于短距离应用，支持点对点 (P2P)、星型和广播设备角色。低功耗蓝牙可用于运行状况监视器、个人电子产品和资产跟踪器等多种应用。蓝牙是一种出色的无线技术媒介，它可以在两个设备（如智能汽车接入）之间快速建立连接并交换数据。 • 功耗 低功耗蓝牙旨在用于超低功耗无线通信，只需一节纽扣电池即可运行数年。该协议旨在实现轻量级应用，且可灵活地调整各种通信间隔参数，例如以1秒间隔进行广播。 • 吞吐量 低功耗蓝牙 BT4 及更高版本的标准数据速率为1Mbps，这对于大多数类型的通信来说已经足够了。但是，低功耗蓝牙 BT5 现在还支持高达 2Mbps 的速率，可实现更快的数据传输。 • 无线稳健性 低功耗蓝牙使用 2.4GHz 无线频带，会有其他无线技术（如 Wi-Fi、Zigbee 和 Thread）与其共用该频带。为了在这个拥挤的频带内减少冲突，蓝牙会在通信前使用跳频找到一个开放的信道。 • 安全性 要详细了解蓝牙网络中的安全性，请参阅：了解 SimpleLink™ 低功耗 Bluetooth® CC13x2 和 CC26x2 无线 MCU 的安全性特性 • 示例应用 无线键盘、心率监视器、血压监视器、智能汽车接入等等。低功耗蓝牙是应用最为广泛的无线技术，因为它普遍应用于每一款智能手机或平板电脑中。 <p>低功耗蓝牙的潜在缺点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 距离 蓝牙不适用于需要远距离连接的应用。蓝牙需要一个网关网桥来连接到 IP 网络。 要开始设计低功耗蓝牙应用，请访问 www.ti.com/ble
Zigbee	<p>Zigbee 的优点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 网络类型 Zigbee 技术是一种基于网状网络的协议，它允许网络根据应用的需要而扩增。该技术支持自生自愈的网状网络。总共有四种不同的 Zigbee 角色：协调器、路由器、终端设备和绿色电源设备。Zigbee 主要用于楼宇和家庭自动化。 • 功耗 Zigbee 是一款低功耗无线通信技术，可在终端应用中实现极长的电池寿命。为了实现这种等级的功耗，终端设备会周期性地唤醒以发送数据，然后尽快重新回到低功耗模式。Zigbee 绿色电源设备甚至可以实现无电池应用，例如使用太阳能电池板收集能量。 • 无线稳健性 Zigbee 是基于 IEEE 802.15.4 的无线堆栈（作为物理层和 MAC 层）。Zigbee 应用能够选择一个特定的信道来与多达 16 个信道通信。Zigbee 是一种自愈型技术，可以识别网络中断开的节点并根据需要重新路由，以保护相应网络。 • 距离 Zigbee 应用的典型距离是长达 200m 的视线范围（单跳）。但是，Zigbee 可以通过其网状网络功能实现远距离通信，方法是在网络中以菊链式方式连接多个 Zigbee 路由器。 • 安全性 要详细了解 Zigbee 网络中的安全性，请参阅：了解 SimpleLink™ Zigbee CC13x2 和 CC26x2 无线 MCU 的安全性特性 • 目标应用 Zigbee 网络可用于各种家庭自动化控件，如无线照明开关、恒温器等等。Zigbee 认证可保证与来自其他供应商的 Zigbee 认证产品的互操作性。 <p>Zigbee 的潜在缺点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 网络类型 Zigbee 无法提供轻松连接到云的方法。连接到 IP 网络需要一个网关和地址转换层。 • 吞吐量 Zigbee 不适用于高数据速率传输。该技术旨在用于低数据速率应用，最大吞吐量为 250kbps。 <p>要开始设计 Zigbee 应用，请访问 www.ti.com/zigbee</p>

Thread	<p>Thread 的优点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 网络类型 Thread 旨在用于在基于 IP 的网络中使用网状拓扑的互联家居应用。它主要设计用于楼宇自动化,以控制照明、恒温器和其他产品。Thread 可自生自愈,这意味着它会自动升级或降级节点,以确保网络中没有单点故障。此外,Thread 可以与任何 IPv6 网关协同工作,因此可以轻松地在网络中添加新设备。 • 功耗 Thread 旨在用于在低功耗传感应用中运行,并将传感器连接到 IPv6 网络。Thread 终端设备可以长时间睡眠,从而延长电池寿命。 • 距离 Thread 的典型距离是长达 200m 的视线范围(单跳)。Thread 是一种网状网络,最多可通过 32 跳来延长距离。 • 安全性 默认情况下,使用 AES-128 来保护设备间通信。调试则使用支持 ECJ-PAKE 的标准 DTLS。 • 目标应用 Thread 网络可用于各种家庭自动化设备,如灯泡、电子锁等等。Thread 还被设计为可通过任何经 Thread 认证的设备进行控制。它可以轻松与任何现有的应用框架集成。 <p>Thread 的潜在缺点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 吞吐量 基于 IPv6 的网络有可能会出现高开销,因此 Thread 250kbps 的吞吐量可能不足以满足现有的 IPv6 部署。 • 应用不可知性 Thread 没有规定一个可互操作的应用框架;虽然 Thread 证明了网络互操作性,但应用框架互操作性无法得到保证。 <p>要开始设计 Thread 应用,请访问 www.ti.com/thread</p>
Wi-Fi	<p>Wi-Fi 的优点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 网络类型 Wi-Fi 通常是星型连接,但也支持网状网络功能。 • 无线稳健性 Wi-Fi 在 2.4GHz 和 5GHz 两个频谱上运行,这两个频谱在全球范围内都是开放的无线频谱。而且,Wi-Fi 使用多个频率信道来避免冲突。 • 安全性 Wi-Fi 拥有一个活跃的生态系统,它不断地发展该技术的安全性,使其保持最新状态和稳健,以抵御黑客的攻击。Wi-Fi 数据在传输之前可以通过 WPA 加密技术进行加密。Wi-Fi 还具有多层安全性,因为它具有本地 IP (如 TLS)。要详细了解 Wi-Fi 网络中的安全性,请参阅: 了解 SimpleLink Wi-Fi CC32xx MCU 的安全性特性 • 吞吐量 Wi-Fi 旨在用于支持高数据速率。随着新标准的定义,它现在可通过多输入多输出 (MIMO) 实施支持超过 1Gbps 的传输速率。 • 功耗 Wi-Fi 也是同等数据传输位数情况下最省电的方式。该协议还非常灵活,允许电池应用以非常低的平均功率持续连接到网络。 • 目标应用 它通常用于消费类、工业和企业应用。Wi-Fi 可用于笔记本电脑、智能手机、恒温器控制器和许多其他需要连接到互联网的应用。Wi-Fi 是应用最广泛的无线通信标准之一,用于在设备与互联网之间进行高吞吐量通信。 <p>Wi-Fi 的潜在缺点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 功耗 Wi-Fi 峰值功耗较高,因此需要较大的电池,如 AA 型号的电池。 • 距离 Wi-Fi 旨在用于本地化网络。在 5GHz 的频率下,相应频谱很快就会衰减或被屏蔽,因此无法穿过墙壁。 <p>要开始设计 Wi-Fi 应用,请访问 www.ti.com/wifi</p>
专有 2.4GHz	<p>专有 2.4GHz 的优点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 网络类型 通过专有 2.4GHz 网络,您可以灵活地设计点对点、网状或星型网络配置,从而灵活地定制自己的无线应用层协议。2.4GHz 的运行频带在世界各地均无需许可,这意味着您可以以较低的成本部署应用。 • 功耗 专有解决方案可实现最佳的潜在功率优化,因为它在自定义数据传输的计时和持续时间方面不受限制。 • 吞吐量 它可以实现比大多数无线标准更高的有效数据传输速率,因为您可以优化通常与无线协议相关的通信开销。 • 目标应用 非常适合定制无线协议应用,且与传统 2.4GHz 无线协议应用具有互操作性。 <p>专有 2.4GHz 的潜在缺点:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 标准 选择采用专有 2.4GHz 是为了支持与现有标准不同的定制协议。当在不同对等点之间通信时,必须定义应用层协议。专有 2.4GHz 协议无法与使用任何其他无线标准的设备进行互操作。 • 距离 2.4GHz 网络通常并不提供最远距离(如需远距离专有网络,请参阅“专有低于 1GHz”)。但是,您可以选择带有功率放大器 (PA) 的无线设备,通过将它们与适当的外部天线配对来延长应用的通信距离。

专有Sub-1GHz（支持 15.4 Stack）

专有Sub-1GHz的优点：

- 网络类型 | 通过专有Sub-1GHz 网络，您可以灵活地设计点对点、网状或星型网络配置，从而灵活地定制自己的无线应用层协议。
- 无线稳健性 | Sub-1GHz 通常也不像 2.4GHz 频带那样拥挤，因此可提供更加稳健的无线通信。但是，低于1GHz 频带（通常为 300MHz 至 900MHz）因地理区域而异，在设计用于全球部署的产品时需要考虑频带许可问题。有些国家/地区在低于 1GHz 的频率范围内具有无需许可的特定频带。例如，915MHz 在美国是一个无需许可的频带，但在全球范围内不是。
- 功耗 | 专有解决方案可实现最佳的潜在功率优化，因为它在自定义数据传输的计时和持续时间方面不受限制。
- 距离 | Sub-1GHz 频带由于载波较长，可以传播较长的距离，这使其能够穿透墙壁。但是，距离越长，数据速率可能就需要越低，因为会出现数据丢失现象。此外，您可以选择使用功率放大器（PA），通过将它们与适当的外部天线配对来延长应用的通信距离。
- 目标应用 | 非常适合需要远距离通信的应用，如建筑物和工业应用中的仪表、烟雾探测器或温度传感器。

专有Sub-1GHz 的潜在缺点：

- 标准 | 目前，在 Sub-1GHz 频带内，尚没有广泛接受的无线标准。在专有网络中，当在不同对等点之间通信时，必须定义应用层协议。
- 吞吐量 | Sub-1GHz 可以实现从 5kbps 到 500kbps 不等的吞吐量，因此有效地低于较高频率的数据传输（如 2.4GHz）。频率越低，由于频率带宽的原因，可以传输的数据带宽就越低。

要开始设计专有低于 1GHz 应用，请访问 www.ti.com/sub1ghz

为应用用例选择无线连接技术可能充满挑战，本指南提供了应该考虑的初始规格。正因为如此，TI 提供了支持上述所有协议的器件，并且让您可以根据自己需求的变化，轻松地对应用代码进行再利用。要开始下一个无线连接项目，请访问 www.ti.com/simplelink，来详细了解每种特定的无线技术。

重要声明：本文所提及德州仪器（TI）及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。TI 建议用户在下订单前查阅全面的全新产品与服务信息。TI 对应用帮助、客户应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不承担任何责任。有关任何其他公司产品或服务的发布信息均不构成 TI 因此对其的批准、担保或认可。

平台标识和 SimpleLink 是德州仪器（TI）的商标。所有其他商标均为其各自所有者的财产。

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122

Copyright © 2020 德州仪器半导体技术（上海）有限公司