

Qorvo 专版

# 超宽带

for  
**dummies**<sup>®</sup>



研究 UWB 功能，  
以实现您的设计

了解为什么 UWB 是  
最佳定位技术

探讨 UWB 的使用案例

洞悉新知尽在

**qorvo**<sup>®</sup>

Qorvo（纳斯达克代码：QRVO）长期坚持提供创新的射频 (RF) 解决方案以实现更加美好的互联世界。我们结合产品和领先的技术优势、以系统级专业知识和全球性的制造规模，快速解决客户最复杂的技术难题。Qorvo 服务于全球市场，包括先进的无线设备、有线和无线网络和防空雷达及通信系统。我们在这些高速发展和增长的领域持续保持着领先优势。我们还利用我们独特的竞争优势，以推进 5G 网络、云计算、物联网和其他新兴的应用市场以实现人物、地点和事物的全球互联。

访问 [www.qorvo.com](http://www.qorvo.com)，了解 Qorvo 如何创造美好的互联世界。



# 超宽带

Qorvo 专版

**作者：Mickael Viot、  
Jervais Seegars、Kenneth Dwyer、  
Ciaran Connell、David Pittenger、  
David Schnauffer、Alexis Bizalio  
和 Alexis Mariani**

for  
**dummies**<sup>®</sup>

# Ultra-Wideband For Dummies<sup>®</sup>, Qorvo 专版

出版商：

约翰·威利父子公司

111 River St.

Hoboken, NJ 07030-5774

www.wiley.com

新泽西州霍博肯市约翰·威利父子公司版权所有 © 2021

非经出版商事先书面准许，不得复制本出版物的任何部分，或将其保存于检索系统，或以电子、机械、影印、录制、扫描等形式或方式传输，但根据《1976 年美国版权法》第 107 条或 108 条规定获得准许的情况除外。需要向出版商申请批准的，应将申请发送至：Permissions Department, John Wiley & Sons, Inc.，地址：111 River Street, Hoboken, NJ 07030，电话：(201) 748-6011，传真：(201) 748-6008，也可在线提交，网址：<http://www.wiley.com/go/permissions>。

以下**商标**：威利 (Wiley)、For Dummies、Dummies Man 标识、The Dummies Way、Dummies.com、让一切变得更简单 (Making Everything Easier) 以及相关商业外观均为约翰·威利父子公司和/或其在美国和其他国家关联机构的商标或注册商标，未经书面准许，不得使用。所有其他商标分别归属于各自所有者。约翰·威利父子公司与书中提及的任何产品或销售商之间不存在任何关系。

责任限制/保证责任免责声明：本书出版商及作者对于本书内容的准确性或完整性不做任何声明或保证，并且特别声明免除一切保证责任，包括但不限于对特定用途的适合性保证。不得因为销售或促销资料而形成或扩展任何保证责任。书中提出的建议和策略不一定适合所有情况。本书在销售时，即已理解出版商不提供任何法律、会计或其他专业服务。如需专业服务，应当寻求有资格的专业人士。无论出版商还是作者，对本书所产生的任何损害均不承担任何赔偿责任。书中提及某个组织或网站作为引证和/或潜在补充信息来源的，这种情况并不表明作者或出版商认可该组织或网站所提供的信息或建议。此外，读者应当认识到，在作品成书与读者读到这段期间，书中出现的网站可能已经变更或不复存在。

ISBN 978-1-119-80963-0 (pbk) ; ISBN 978-1-119-80964-7 (ebk)

美国制造

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

关于我们其他产品和服务的一般信息，或者如何为您的企业或组织定制 *For Dummies* 书籍，请联系我们在美国的业务发展部，电话：877-409-4177，电子邮件：[info@dummies.biz](mailto:info@dummies.biz)，网址：[www.wiley.com/go/custompub](http://www.wiley.com/go/custompub)。关于如何为产品或服务申请 *For Dummies* 品牌许可，请联系：[BrandedRights&Licenses@Wiley.com](mailto:BrandedRights&Licenses@Wiley.com)。

## 出版商鸣谢

为本书上市做出贡献的部分人员有：

**项目编辑**：Elizabeth Kuball

**购置编辑**：Ashley Cooney

**编辑经理**：Rev Mengle

**业务开发代表**：Molly Daugherty

**生产编辑**：Tamilmani Varadharaj

**特别援助**：Faithe Wempen

# 目录

引言 .....	1
傻瓜式假设 .....	1
书中符号 .....	2
书本之外 .....	2
<b>第 1 章 探索超宽带技术 .....</b>	<b>3</b>
定位技术如何改变世界 .....	3
定位的价值 .....	4
为什么需要新的实时定位技术 .....	6
超宽带技术简介 .....	7
UWB 与其他标准进行比较 .....	9
基础设施的范围和成本 .....	10
数据通信速度 .....	11
可扩展性 .....	11
延迟 .....	11
超宽带技术运用描述 .....	11
<b>第 2 章 UWB 背景信息介绍 .....</b>	<b>15</b>
UWB 与窄带进行比较 .....	15
一切都取决于带宽 .....	16
RSSI 的限制 .....	16
为什么说 UWB 最适合室内定位跟踪 .....	19
UWB 系统考虑因素回顾 .....	22
锚点和标签 .....	22
存储单元和处理能力 .....	22
天线 .....	23
软件栈 .....	23
UWB 拓扑结构比较和选择 .....	25

第 3 章	<b>未来展望</b> .....	31
	将 UWB 技术用于智能手机.....	31
	联盟和合作伙伴如何帮助普及 UWB.....	33
	UWB 未来展望 .....	35
	个人导航.....	36
	现场交付.....	36
	安全交易.....	37
第 4 章	<b>十大关键点</b> .....	39
	<b>术语表</b> .....	41

# 引言

**试** 想一下，当您走进客厅，您的智能电视就会自动从您孩子的 Netflix 资料切换到您的资料。或者当您走进您的家庭办公室，您的笔记本电脑就会唤醒跟您打招呼。或者当您走向您的汽车，它会自动打开车门，然后在您离开时自动锁门。得益于超宽带技术 (UWB)，所有这些用例以及更多用例都将在不久的将来实现。

通过计算无线电信号在设备之间的传输时间，UWB 无线电技术能够以无与伦比的精度（误差在几厘米内）测量出距离和位置信息。其应用几乎是无穷的。

如今的新型智能手机都采用了 UWB 技术，当与物联网 (IoT) 技术结合时，可提供连接功能，并可为企业和消费者提供大量新型安全服务。目前，UWB 被用于空间感知和 iPhone 上的 AirDrop 等应用，可在相邻的手机之间安全地传输图片等数据。

## 傻瓜式假设

我们在写这本书的时候，我们对读者进行了一些假设：

- » 我们主要假设您是无线通信行业的利益相关者，并且长期关注物联网或 UWB 技术。您很有可能是工程师、技术人员、技术领导者、销售人员、市场营销人员或投资者。
- » 我还假设您对移动通信或工业或消费电子行业有一定的了解。这本书就是针对这些人写的。

果真如此的话，本书正适合您！如果都没猜中，您也要读下去。这本书很有用，读完后，您会对 UWB 技术有足够的了解，包括它的来源、它的目的、它的工作原理以及它的用途！

## 书中符号

在书中，我们偶尔会使用一些符号，以引起读者注意一些重要信息。这些符号如下：



提示

当我们提供的一些信息能够帮助您节省时间或资金，或让您的生活（至少与 UWB 相关）变得更轻松，我们就会标记这个符号。



记住

这个符号指出了您希望记住的关键要点。



技术内容

标有这个符号的任何内容都是相当技术性的信息，如标准列表或某事物内部运作方式的说明。

## 书本之外

尽管本书都是有用信息，但我们也只能在这 48 页中涵盖这些内容！如果您在读完本书后还想要了解更多信息，请访问：[www.qorvo.com/design-hub](http://www.qorvo.com/design-hub) 或 [www.qorvo.com/go/uwb](http://www.qorvo.com/go/uwb)，您可以在网站上获得更多有关 UWB 以及 Qorvo 如何帮助实现 UWB 的信息。



- » 审视定位技术的历史和未来
- » 实现定位数据的价值
- » 了解新型定位技术的需求
- » 确定 UWB 的优势
- » UWB 与其他标准进行比较

# 第 1 章

## 探索超宽带技术

**本**章介绍了定位技术是如何起步的，以及新的发展进步如何持续改变我们的世界。您将了解 UWB 的基本信息及其优势，以及能够充分利用 UWB 技术的行业和设备信息。

### 定位技术如何改变世界

不管您相信与否，就在 20 年前，公众还无法轻易获取位置信息！2000 年 5 月，公众开始使用全球定位系统 (GPS) 的定位和导航功能，例如用于寻找最近的 ATM 机或加油站。在 2000 年之前，人们使用传统的方法游走世界，如查看地图、找人问路或者在反复迷路中摸索出正确的路线。

10 年前，室内导航应运而生。大家可以想一想覆盖购物中心、机场以及其他大型建筑的谷歌地图。由于出现了基于位置的新型服务，可帮助人们找到商店并实现定向营销等，定位数据变得更加有价值。

很难想象在世界任何地方，无论是在室内还是室外，如果没有便捷的导航，生活会是什么样子。大家可以想象一下，如果没有 GPS 技术，各大电商要实现高效送货会有多困难。如果没有 GPS 技术，亚马逊还能跻身成为价值万亿美元的公司吗？而这只是一个行业。



记住

如今，我们正在目睹新一代定位技术的崛起：精准微定位系统。这些系统能够以前所未有的方式实现精准定位。定位技术为什么会有这些发展？因为公众和企业希望以更可靠且更精确的方式定位几乎任何东西，例如钥匙、遥控器或当地杂货店第九排货架上无麸质面包的确切位置等。企业对企业 (B2B) 以及消费类零售行业都认识到更可靠且更精确的室内定位系统可带来的附加价值。例如，它可以帮助消费者导航室内场所，增加住宅和商业建筑的智能自动化水平，并且可以帮助企业实时了解运营、资产和员工动态，从而提高企业的运营效率。

## 定位的价值

现有的嵌入式技术能够让设备确定内容和时间，并向其用户报告此类信息。传感器用于提供内容信息，精确的系统时钟用于提供时间信息，而设备之间通过无线射频 (RF) 连接传输信息。



提示

在设备的功能中添加位置维度就像是赋予它第六感一样。位置信息可提供惊人的新见解，并使开发人员能够创建情境感知产品和服务，这在以前是不可能实现的。



记住

以下是能够感知“位置”的潜在优势：

- » **效率：**在工厂和仓库中，实时了解资产的位置可以提高利用率，减少寻找时间，并且能够进一步提高“适时制”流程效率。
- » **安全性：**实时获知人员、自动导引车和机器人的位置，即可控制他们之间的互动，避免发生意外，而且可以让人员远离非安全区域。
- » **决策支持：**实时了解人员或物体的位置还支持根据环境做出决策，比如当您在不同房间走动时自动调节立体声，或者让您可以通过简单地指向物体来控制它们。
- » **安全：**实时了解人员和资产的位置还可以提高安全性。如果人员的位置是无法伪造的，其位置就可以用作新的安全凭证。这些信息可用于限制对特定区域的访问，并保护物理资产、数据和通信。

如图 1-1 中所示，在医疗保健、安防、智能家居、健身、智慧城市、汽车、工业等领域，了解位置信息开启了许多应用。通过 UWB 技术所支持的实时定位功能，越来越多的应用有助于激发我们的创新思维，因此实际用例将会不断增长。

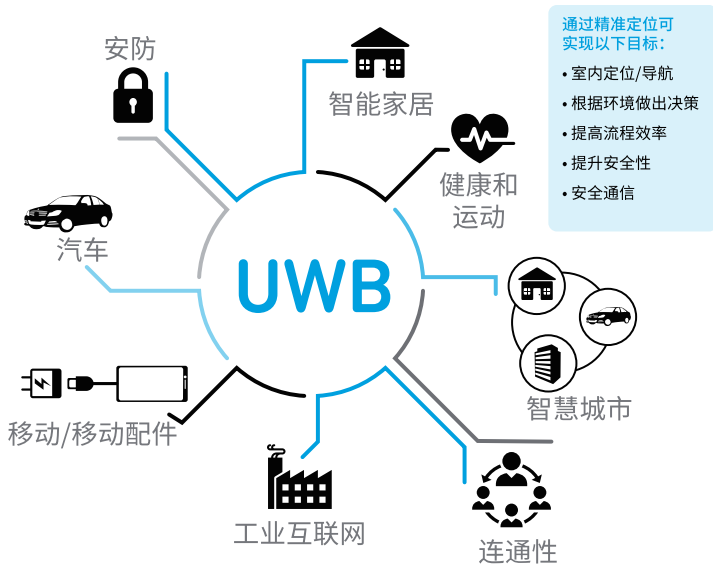


图 1-1：检测物体和人员的位置

## 为什么需要新的实时定位技术

为了充分挖掘定位服务的潜力，我们需要能够满足应用及其环境需求的技术。提高精度是明显需求：物体和人员定位和导航，需要厘米级精度，而传统的定位技术（如 GPS）的测量精度为几米。

但是，单凭精度是不够的。该技术还必须：

- » 在严苛的环境下具有出色的可靠性
- » 具有可扩展性，足以满足大型场所中数千人员和资产的定位需求
- » 功耗很小
- » 经济实惠
- » 可嵌入任何东西中，从高端复杂设备（如智能手机）到低端简单设备（如资产标签）
- » 实时操作，因为位置与运动有关



记住

蓝牙低功耗 (BLE) 和 Wi-Fi 技术非常有用, 已经用于定位系统中。然而, 它们并不是针对实时精准微定位服务而设计。例如, BLE 技术适用于涉及低功耗数据通信的应用。然而, 尽管工程界尽了最大努力, 但 BLE 和 Wi-Fi 仍无法满足精确、可靠、实时定位服务的需求。例如, BLE 精度在几米范围内, 其可靠性在很大程度上取决于其所在环境。

但是, 由于其已经普及多年, 所以人们首先想到的就是 Wi-Fi 和 BLE 技术。在过去几年, 它们还用于信标和接入点。



提示

信标是一种小型无线发射器, 采用蓝牙技术向附近的智能设备发送信号, 同时还可以连接和传输信息, 使定位搜索和交互变得更加容易、更加精确。

然而, 它们在定位应用方面的价值有限, 因为它们需要进行大量处理和测量才能获得一个有用的位置点。使用这些技术需要时间, 不具实时性, 而且还会增加功耗。

由于上述这些因素, 现在是时候推出 UWB 技术了, 而且市场也已经准备就绪。UWB 是专为满足实时定位应用需求而开发的技术标准。

## 超宽带技术简介

UWB 是一种 IEEE 802.15.4a/z 标准技术, 针对安全的精准微定位应用进行了优化。它完全满足上一节中的所有要求。像 GPS 技术一样, UWB 能够通过大幅提高定位信息的价值, 在全球范围内产生重大影响。

如图 1-2 中所示, UWB 具有以下特性:

- » **极其精确:** UWB 可以准确定位人和物的位置, 精度达到几厘米之内。比 Wi-Fi 和 BLE 精确 100 倍。当跟踪/定位小型物体时,

或者如果您的应用需要知道物体在墙壁的哪一侧，那么精度就非常重要。

- » **安全可靠：**UWB 不易受多路径和干扰影响。由于存在反射和其他干扰，室内位置测量对于射频系统来说极具挑战性。
- » **低延迟：**UWB 比 GPS 快 50 倍，更新速度高达 1,000 次/秒。UWB 比 BLE 标准信标快 3,000 倍！低延迟性使 UWB 非常适合快速移动对象应用（如无人机），并且能够实现许多非常棒的用例。
- » **经济实惠，功耗低：**与其他主流电子技术相比，UWB 不仅经济实惠，而且功耗低。许多 UWB 设备采用纽扣电池供电，既方便又实惠。
- » **单点定向：**UWB 只需单点测量即可精确可靠地确定您的位置，而其他射频技术需要多个样本和滤波才能获得定位结果。
- » **安全：**UWB 利用 IEEE 定义的传输距离限制通信技术实现一种极难破解的安全性。



图 1-2: 超宽带技术功能

# UWB 与其他标准进行比较

设计室内定位系统时，需要考虑许多因素。您需要根据不同的应用选择最符合其需求的定位技术。如表 1-1 中所示，可用技术的覆盖范围、精度、可靠性等其他方面都有所不同。

**表 1-1 室内定位技术**

	超宽带技术 (UWB)	蓝牙	Wi-Fi	射频识别 (RFID)
精度	5 至 10 厘米	1 至 5 米	5 至 15 米	15 厘米至 1 米
可靠性	不易受多路径和干扰影响	对多路径、障碍物和干扰非常敏感	对多路径、障碍物和干扰非常敏感	不易受多路径和干扰影响
范围/覆盖范围	通常 50 至 70 米	通常 10 至 20 米	通常 40 至 50 米	通常 1 米
数据通信	最高 27 Mbps	最高 2 Mbps	最高 1 Gbps	不适用
安全范围	非常安全	可利用中继攻击进行蒙骗	可利用中继攻击进行蒙骗	可利用中继攻击进行蒙骗
定位服务延迟	通常不到 1 毫秒	通常超过 3 毫秒	通常超过 3 毫秒	通常 1 秒
可扩展性	基于超过数万个或 unlimited 标签的解决方案	几百到一千标签	几百到一千标签	不限量的标签
基础设施成本	\$	\$	\$\$\$	\$\$\$

以下章节将回顾这些技术之间的一些差异。

## 基础设施的范围和成本

这两个参数相互关联，因为工作范围决定了在建筑物等区域内部署实时定位系统所需的基础设施设备数量。范围越大，单位区域内的设备越少，而设备越少，成本就越低。

例如，UWB 的射频范围为 50 至 70 米，而蓝牙的定位应用范围仅为 10 至 20 米，Wi-Fi 为 40 至 50 米。另外，由于蓝牙和 Wi-Fi 中应用的定位技术都是基于接收信号强度。当设备远离基础设施时，蓝牙和 Wi-Fi 的精度就会迅速下降。而与之对应，UWB 定位技术是基于信号的飞行时间的，因此其精度在工作范围内是恒定的。

理论距离和算法精度会共同影响各个锚点之间的实际部署间距。如图 1-3 所示，使用 UWB（左）与蓝牙（右）和 Wi-Fi（右下）覆盖类似区域，使用 UWB 时，需要的无线锚点更少。这可显著降低基础设施、部署和维护成本。

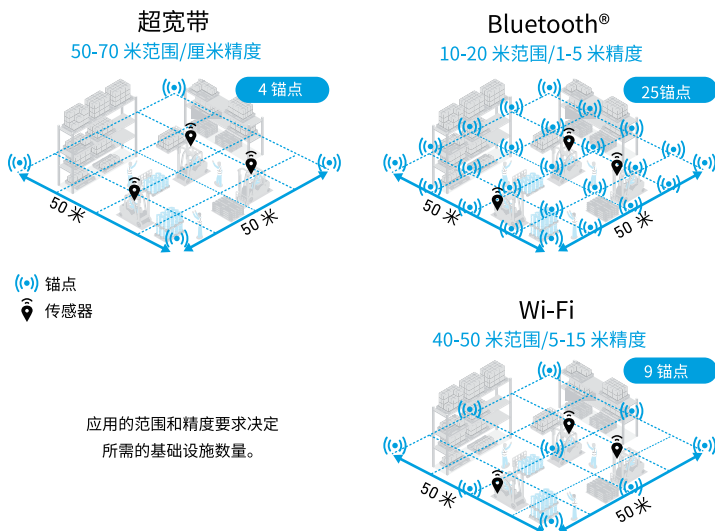


图 1-3：典型工厂车间所需的 UWB、Wi-Fi 和蓝牙锚点比较。



## 数据通信速度

与此同时，室内定位系统还必须能够同时从嵌入设备中的传感器收集数据。您肯定不想使用多项技术，因为这会导致系统过于复杂和昂贵。除了定位功能，UWB 还提供速率高达 27 Mbps 的数据通信管道，因此非常适合快速、高效地收集传感器数据。此外，工程师们正在与标准化组织合作，进一步将数据速率提高到27 Mbps以上。

## 可扩展性

大规模部署的一个重要考虑因素就是可在场所内同时运行的设备（即传感器和执行器）数量。例如，工厂通常需要同时定位数千个资产才能构建自动化系统。由于其数据包非常短，所以 UWB 系统可处理数千个设备，而 Wi-Fi 和蓝牙只能处理几百个设备。

## 延迟

无论您想为仓库构建一个实时定位系统，还是想要构建一个感应式门禁系统，其中一个关键参数就是系统延迟，换句话说，就是定位报告之间的延迟，因为您要定位的设备很可能在移动。由于 UWB 的数据包非常短，且可实现精确可靠的位置测量，所以可实现不到 1 毫秒的延迟。这样就可以实现“真正的”实时定位检测，而其他技术则需要几秒钟才能获取和计算应用所需的位置信息。

## 超宽带技术运用描述

您可能不知道，但 UWB 已在 40 多个不同行业中部署实施，包括图 1-4 中所示的以下应用：

- » **消费类应用**包括智能家居、零售、机器人、TV/机顶盒、人工现实 (AR) /虚拟现实 (VR)、运动和无人机。
- » **汽车应用**包括智能汽车的安全无钥门禁和无钥启动。

» **工业应用**包括楼宇控制、健康医疗、农业、安全与安防、工厂自动化、机器人和采矿。

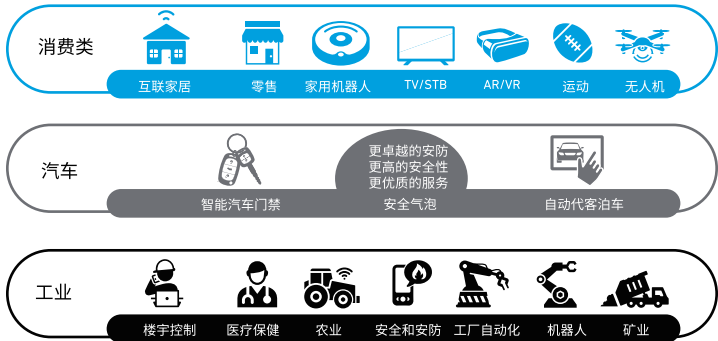


图 1-4: 已有 40 多个市场领域部署了 UWB。

在制造业、工业物流、家居周边和汽车行业实现的工业 4.0 应用场景中，UWB 可以让物体和人员位置都清晰可见，因此可以提高运营效率、安全性和资产跟踪性能。

以下是 UWB 的一些有趣且有用的应用：

» **家居安全/智能家居：**目前的报警系统需要用户来激活和停用系统。采用 UWB 之后，用户将获得无缝体验。您不再需要使用钥匙来开门，或使用触摸板来解除安全系统报警。当您把智能手机放在口袋里时，系统就会知道您走近或离开家的时间。其他应用包括智能遥控和智能手机，您只要指向想要控制的物体，并利用遥控的位置和方向来启用正确的功能，遥控器和智能手机就知道是哪个物体。

» **工业 4.0：**UWB 可提供精确可靠的物体和人员位置信息，从而提高运营效率、安全性和资产跟踪性能。

工厂可利用 UWB 技术，在工人接近危险区域时发出警告，以提高安全性。如果发生紧急情况，UWB 可跟踪是否所有工人均已安全撤离。

UWB 还可用于“数字孪生”制造应用，这些应用使用物理对象或工艺的实时数字图像来优化业务流程以提升绩效。（数字孪生是现实产品或资产的虚拟表示。它可用于管理制造商固定资产（如生产机器、生产线和工厂）的性能、有效性和质量。）

UWB 标签可跟踪叉车和工具，以便实时查看工作进展，从而有助于提高工作流程的效率，并消除瓶颈。

» **汽车工业：**采用 UWB 技术的密钥卡可实现安全通信和距离测量，以防止车辆被盗。UWB 采用飞行时间 (TOF) 概念，并结合了 IEEE 802.15.4z 标准要求的其他安全措施，是经过验证的防中继攻击技术。

» **机器人：**UWB 可以实现非常精确的机器人导航系统。例如，您可以让剪草机自动、高效、精确、安全地割草。或者，您可以让自动导引车 (AGV) 将备件送到装配线上的特定工作站。个人运输机器人甚至可以跟着您走，帮您搬运任何需要移动的重型零件或设备。

» **运动：**UWB 具有厘米级精度和低延迟，非常适合进行运动分析。您可以跟踪运动员快速运动过程中的统计数据，并且无需担心测量不准确。UWB 已经用于许多专业体育项目，帮助防止队员受伤，提高运动员的成绩。

» **企业：**UWB 可实现可靠的社交距离解决方案，能够将工人安全运送到工作现场。由于其精确性、可靠性和实时性，UWB 成为企业应用的首选技术。

UWB 还可用于实现感应式门禁，这样员工就不再需要刷卡进出。这不仅便利，而且还提高了医院等环境的安全性。



UWB 是如何实现这些功能的? 答案很简单 — 就是物理学! UWB 的性能优于 Wi-Fi 和蓝牙等其他定位技术, 因为它的传输带宽非常宽 (超过 500 MHz), 并且采用 ToF 来代替窄带通信和接收信号强度指示器 (RSSI)。我们将在第 2 章详细地讨论这些内容。

- » 对比 UWB 和窄带定位跟踪方法
- » 了解 UWB 系统的考虑因素
- » 拓扑结构回顾和选择

## 第 2 章

# UWB 背景信息介绍

**要** 知道：超宽带技术 (UWB) 是最佳定位跟踪技术，您应该使用这项技术。没了，感谢阅读本书。

当然，只是开个玩笑。我们可以说 UWB 是当今最好、最先进的定位技术，但证据呢？要回答这个问题，我们需要透过现象看本质。

本章探讨了 UWB 技术的内部工作原理，并概述了 UWB 和窄带定位方法之间的差异。此外，本章还说明了如何针对不同的应用或用例场景选择最佳的系统架构。

## UWB 与窄带进行比较

适用于室内和室外定位应用的技术有多种，但 UWB 最精确、最可靠且最具成本效益；通常也更具可扩展性。将 UWB 技术与最流行的窄带方法进行对比，可以清楚地说明这一点，这也是我们在本节要做的。

## 一切都取决于带宽

从一开始，脉冲无线电 UWB 的设计目的就是实现高精度测距估计，同时进行双向通信。这样它就可以收集传感器数据，并控制执行器。



技术内容

脉冲无线电是UWB信号的一种形式，它的特性使其成为密集多径环境中定位和通信服务的理想选择。

除了其定位功能，Qorvo UWB 技术还符合 IEEE 802.15.4a 标准和近期发布的 IEEE 802.15.4z 标准。因此，除了厘米级测距精度，开发人员还强调要确保该技术稳定且不受各种干扰的影响，从而实现更高的可靠性。制定该标准时，还考虑了低功耗和低成本因素，以及支持大量互连设备的能力。工程师们在创建该标准时有一个愿景：让每个互连对象都具有“定位感知”能力。



技术内容

联邦通信委员会 (FCC) 将 UWB 无线电频率范围定义为 3.1 GHz 至 10.6 GHz，最低信号带宽为 500 MHz（参见图 2-1）。与其他无线电技术不同，UWB 并不使用幅度或频率调制来编码其信号传输的信息。相反，UWB 采用非常窄的短脉冲序列，利用二进制相移键控 (BPSK) 和/或脉位调制 (BPM) 对数据进行编码。使用窄脉冲导致传输表现出宽带宽特性，从而可以扩大范围，降低对窄带干扰的敏感度，并且能够在存在多路径反射的情况下运行。

## RSSI 的限制

在当今的许多应用中，定位跟踪采用接收信号强度指示器 (RSSI) 实现。在 RSSI 应用中，无线电信号的强度随自由空间中与发射机距离的平方反比而变化，如图 2-2 所示。当信号远离信号源时，信号强度就会减弱。



这种方法的问题在于，信号强度并不能很好地反映距离。如果信号强度低，是意味着电话离信标很远，还是意味着信标和电话之间存在一个巨大的柱子？如图 2-3 所示，每个信标与接收电话之间的视线 (LOS) 有好有坏；每个障碍物都会改变距离测量的整体精度。

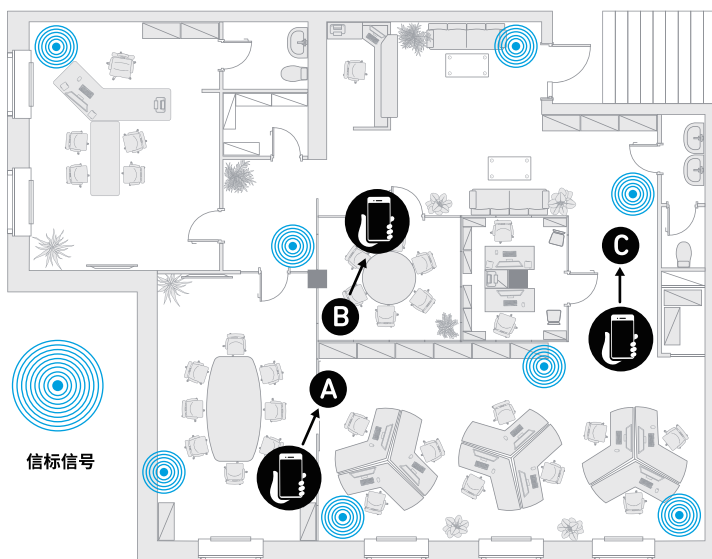


图 2-3：信标信号应用（图中显示了信标和移动设备）。

设备 A 可以从会议室天花板上的信标接收到非常强的信号，但墙壁使会议室外部附近角落的信标信号明显减弱，而这两个信标与设备 A 的距离大致相同。设备 B 不在任何信标的 LOS 范围内，因此，所有信号都明显减弱，而设备 C 处于开放式办公室中多个信标的 LOS 范围内。所以信号强度更强，因为衰减更少。

解决这个问题的变通方案就是使用一种叫做“指纹识别”的方法。先利用安装在几米远固定位置的信标测量已知位置其他信标的信号强度。将这些信号强度信息保存在指纹识别数据库中。然后，信标通过比较其信号强度与指纹识别数据库中的数据，就可以确定设备的距离和位置。根据最接近的匹配即可获得位置测量结果。



指纹识别有许多版本，它们使用各种各样复杂的算法。请记住，这些系统只是变通方案。它们并不能以 UWB 等技术的精度真正解决距离测量问题。

## 使用 Wi-Fi 的定位跟踪

Wi-Fi 是室内定位应用最常用的无线电信号。它仍然是使用最广泛的室内定位技术，并且经常与 BLE 结合使用。Wi-Fi 的主要优势在于，大多数公共或私人场所都提供 Wi-Fi。

然而，使用 Wi-Fi 信号强度估算距离会面临与蓝牙相同的挑战。一些公司已经开发出替代算法，试图使用 Wi-Fi 信号的飞行时间 (ToF) 或到达时间 (ToA) 来更精确地测量距离，但这无法直接使用标准的 Wi-Fi 硬件实现。



技术内容

ToF 是一种通过将信号的 ToF 乘以光速来测量两个无线电收发器之间距离的方法。ToA 是无线电信号从发射机到达远程接收机的时间点。

通过在网络中添加更多信标，可以在一定程度上提高 RSSI 指纹识别的准确性。尽管精度可能会提高一点，但却无法提高测量的整体可靠性。此外，如果平面图有任何变化，指纹识别数据库也需要更新，这可能既耗费成本又耗时。



记住

## 为什么说 UWB 最适合室内定位跟踪

UWB 的固有特性意味着，它可以实现比其他技术更精确的室内定位和距离测量。

如图 2-4 所示，UWB 脉冲（中间和右侧图）只有 2 纳秒 (ns) 宽，因此不受反射信号（多路径）干扰和噪声的影响。UWB 射频 (RF) 脉冲边缘清晰，因此在存在日常环境中常见的信号反射和多路径效应的情况下仍能精确测定到达时间和距离。

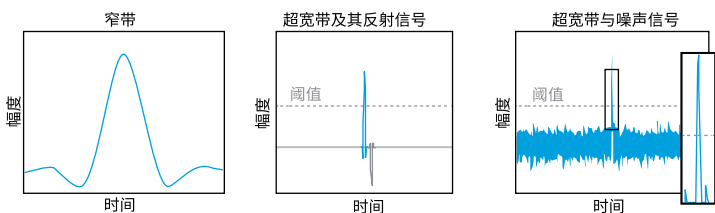


图 2-4：窄带信号与脉冲超宽带直达径信号（蓝色）和反射径信号（红色）的比较。

将 UWB 作为解决方案时，反射信号（灰色）不会影响直接信号（蓝色）。IR-UWB 信号（中间和右侧）的上升和下降时间（边沿）比标准窄带信号（左侧）更短，因此可以精确地测量信号的到达时间。这也有助于 UWB 信号在存在噪声和多径效应的情况下保持其完整性和结构。

即使在噪声条件下，如图 2-4（右侧）所示，2ns 宽的脉冲无线电 UWB 脉冲的到达时间几乎未受影响。相比之下，如图 2-5 所示，窄带信号受到噪声的影响比较明显。

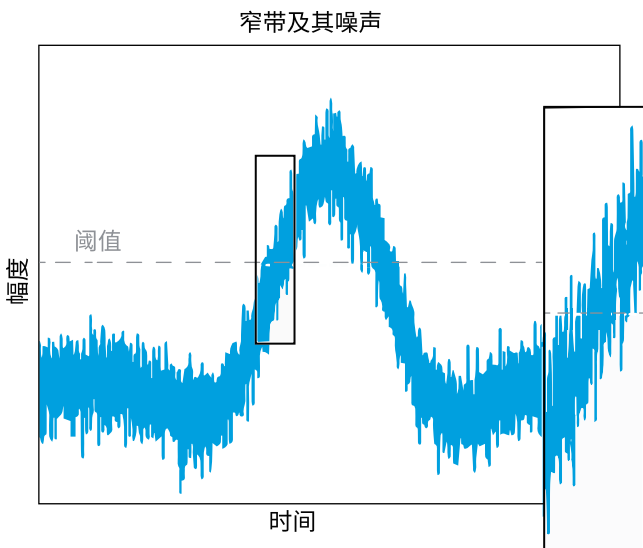


图 2-5：噪声如何影响窄带信号。

我们已使用窄带无线电技术对基于 ToF 的方法进行了试验。如图 2-6 所示，窄带信号对多路径非常敏感，因为反射信号（深灰色）可与直达信号（浅灰色）进行具有破坏性的结合，从而在接收机端生成最终信号（蓝色）。这会影响信号超越阈值（用于测量 ToA）的时间，从而降低精度。

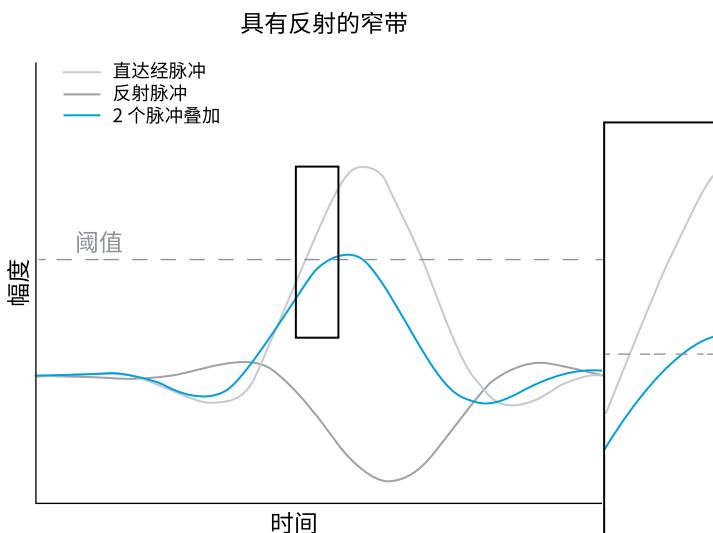


图 2-6：具有反射的窄带信号。

UWB 的精度优势非常明显。UWB 完全能够以 5 至 10 厘米的精度测量距离和位置。相比之下，蓝牙、Wi-Fi 以及其他窄带无线电标准只能实现米级精度。此外，由于 UWB 无线电脉冲极短，多径效应下，直达信号不会与多径信号重叠，因此不会损坏信号完整性和强度。



记住

这表明，UWB 具有以下特性

- » **超精准**，提供厘米级精度，比 BLE 和 Wi-Fi 精确 100 倍
- » **超可靠**，在存在多径反射的情况下能够保持信号完整性

» 实时，延迟比全球定位系统 (GPS) 低 50 倍，比标准信标低 3,000 倍

## UWB 系统考虑因素回顾

在本节中，我们来简要介绍一下 UWB 的系统组件，以及硬件和软件选择如何影响系统的性能。

### 锚点和标签



记住

要了解 UWB 系统，您需要理解锚点和标签这两个术语。锚点通常就是固定的 UWB 设备。标签通常是指移动的 UWB 设备。锚点和标签可交换信息，以便确定两者之间的距离。标签的确切位置可通过与多个锚点通信来确定。

一些设备即可作为锚点，也可作为标签。例如，当两个移动手机使用 UWB 来计算相互之间的距离时，它们可以在计算过程中转化角色，交替地用作标签和锚点。

### 存储单元和处理能力

典型的 UWB 设备需要具备一定程度处理能力和特定功能。对于简单的标签，要求处理器具有少量的闪存（可编程非易失性存储器）和数据存储器（易失性随机存取存储器，或 RAM）。对于锚点应用，比如到达时间差 (TDoA) 中使用的锚点，可能需要具有更多闪存和 RAM 的处理器，在许多情况下还需要数据回传。

图 2-7 显示了标签（具有运动检测）或锚点（具有回传接口，如以太网或 Wi-Fi 接口）的常见架构。对于锚点，可能需要不同类型的处理器，具体取决于系统规模和工作负载/吞吐量需求。

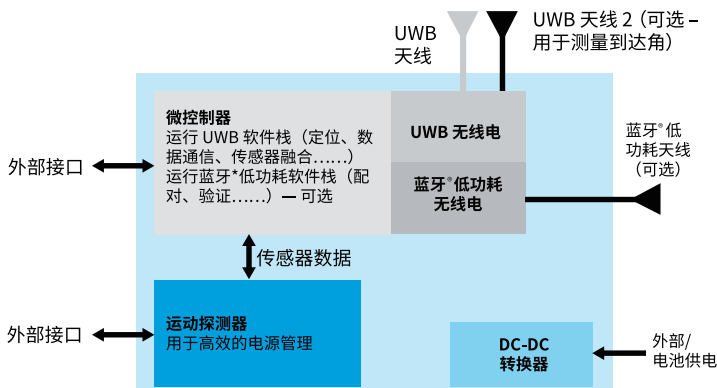


图 2-7: 典型的 UWB 架构 (锚点和标签)。

## 天线

另一个系统考虑因素就是天线。不同的应用会需要不同的天线。例如，标签通常使用小型全向性天线。锚点则可能要使用定向天线，具体取决于拓扑结构。

## 软件栈

UWB通信组件和应用之间的重要互连就是 UWB 软件栈，如图 2-8 所示。软件栈有助于协调与外部设备的互操作性和共存。此外，软件可实现 UWB通信组件和内部微控制器之间的通信。例如，在控制智能手机和汽车之间的连接时，软件负责协调通信。

软件还可以同时管理多个应用和用例。例如，某个解决方案可能是控制扬声器、照明装置、加热系统等智能家居生态系统的组成部分。它可以与所有 UWB 标签和 UWB 支持设备通信，同时利用位置信息控制环境、锁门和开门、启用和禁用报警系统等。UWB 软件栈可同时处理所有这些不同的情况。

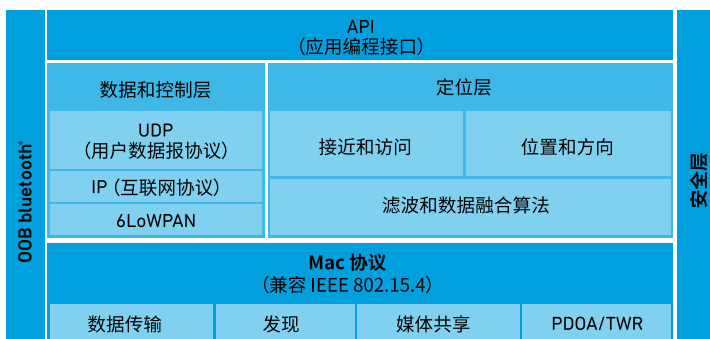


图 2-8: Qorvo 的 UWB 软件栈示例。

使用 UWB 软件栈可确保 UWB 通信组件满足不同应用的需求。此外，从最终用户和整体系统设计角度来说，利用该软件的许多功能可以让事情变得更简单。



提示

## 功能优先级排序

在一些应用场景下，不同功能需要进行优先级排序。例如，假设在某个应用中，电源管理和电池使用寿命很重要，比位置更新速率或数据吞吐量更重要。在这种情况下，可使用软件优化功耗，将设备设置为不用时关闭，需要通信时开启。

另一种情况就是，传感器 LOS 信号不理想或是来自不同的方向。此时，可使用软件将结果平均，以获得精确的距离信息；软件还可以平滑处理比其他信号更嘈杂的信号。为了获得更精确的结果（尤其是在快速移动应用中），或为了添加有关设备方向的信息，软件还可以将来自 UWB 芯片组的数据与来自惯性测量装置（包括加速计、陀螺仪和磁力计等）的数据整合在一起。

# UWB 拓扑结构比较和选择

UWB 利用 ToF 的概念，这是一种通过将信号的 ToF 乘以光速来测量两个无线电收发器之间距离的方法。基于这个基本原理，可根据目标应用的需求以不同的方式实现 UWB 定位技术。

最佳拓扑结构主要由应用决定。这也就是说，设计工程师首先要将应用和拓扑结构匹配。可供选择的方法有：

» **双向测距 (TWR):** 如图 2-9 所示，TWR 方法可通过测定 UWB 射频信号的 ToF，然后将该时间乘以光速来计算标签与锚点之间的距离。汽车无钥门禁系统就是使用 TWR 方法的一个应用示例 TWR 可生成一个安全空间，类似于一个安全气泡，同时确保在应用的时候，这个气泡保持高精度的安全控制。

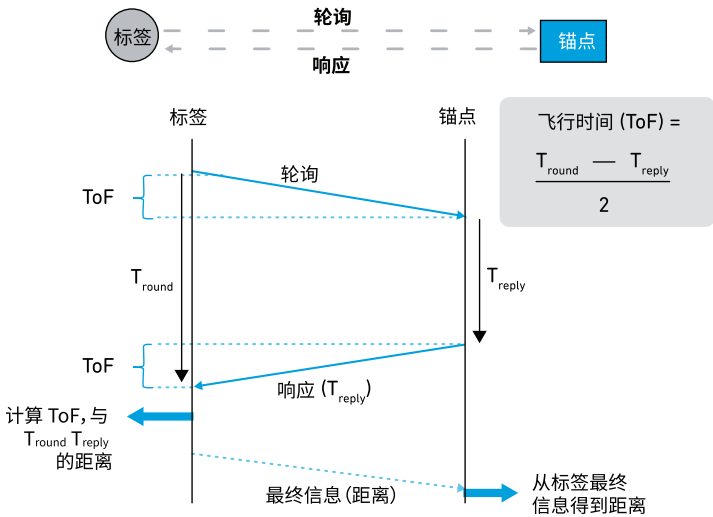


图 2-9: 在安全气泡中利用 UWB 标签和锚点计算安全距离



技术内容

如果您在两个设备之间实施 TWR 方案，则可以获得设备之间的距离信息。在 TWR 方案的基础上，您还可以在移动标签和固定锚点之间实现 2D 甚至 3D 位置测量；称为“三边测量法”。

采用 TWR 方法，可交换三条消息。标签通过发送一条含已知锚点地址的轮询消息启动 TWR。锚点记录轮询接收时间，并回复响应消息。在收到响应消息后，标签记录时间并编写最后一条消息。锚点可利用最后一条消息中的信息确定 UWB 信号的 ToF。

TWR 方法也可用于图 2-10 和图 2-11 所示的 2D/3D 资产场景。图 2-10 显示使用监听器的双向测距，而图 2-11 显示使用数据标签回程的 TWR。如图 2-11 所示，数据回传可以使用多种方法（如 Wi-Fi、NB-IoT、LTE-M 等）实现，通过这些方法将数据传输至云。

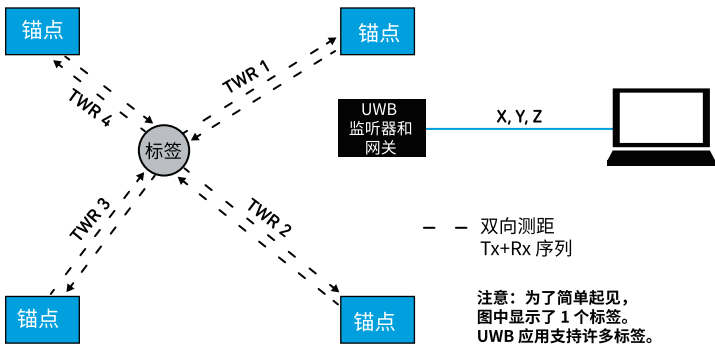


图 2-10：具有 2D/3D 资产和监听器的 TWR。



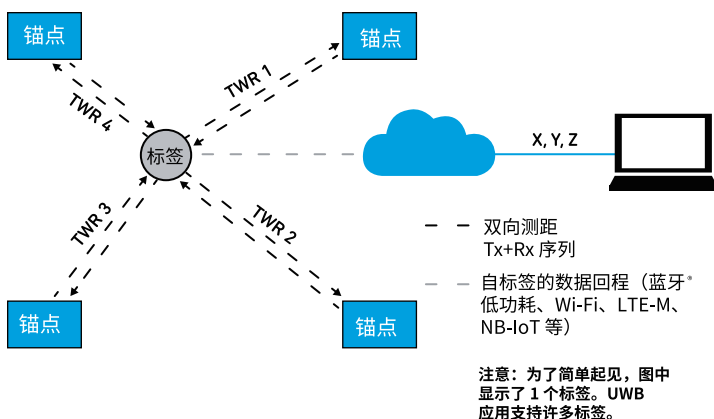


图 2-11：具有 2D/3D 资产和数据标签回程的 TWR。

» **到达时间差 (TDoA) 和反向 TDoA:** TDoA 和反向 TDoA 方法类似于 GPS。在已知的固定场所部署了多个参考点，称为“锚点”，且这些锚点在时间方面实现了紧密同步。如果为 TDoA，移动设备将闪烁（也就是定期发送信息），当锚点接收到信标信号时，将基于共同的同步时基标记时间戳。然后，多个锚点的时间戳将转发至中央定位引擎，中央定位引擎将根据每个锚点的信标信号 TDoA 运行多点定位算法。最后将得到移动设备的 2D 或 3D 位置，如图 2-12 所示。

反向 TDoA 更像 GPS。在该系统中，锚点发送同步信标（具有固定/已知偏移，以避免发生碰撞），移动设备利用 TDoA 和多点定位算法来计算其位置，如图 2-13 所示。

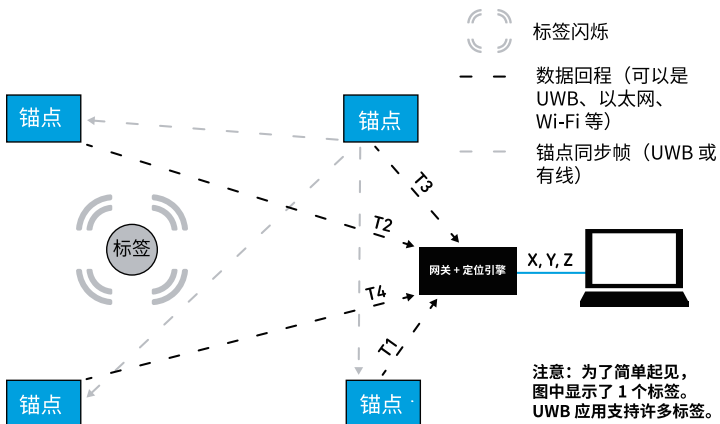


FIGURE 2-12: TDoA.

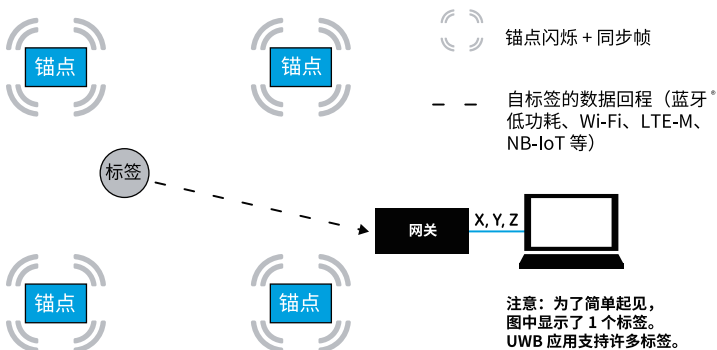


图 2-13: 反向 TDoA。

**» 到达相位差 (PDoA):** 另一个 UWB 拓扑就是 PDoA。PDoA 可将两个设备之间的距离与两者之间的方位测量结合在一起, 如图 2-14 所示。利用距离和方位的组合信息, 可在没有任何其他基础设施的情况下计算出两个设备的相对位置。为此, 其中一个设备必须配备至少 2 根天线, 并且能够测量每根天线处到达信号载波的相位差。相位完全不受天线变形的影响, 并且可实现优于  $10^\circ$  的测量精度, 从而可以在不到  $5^\circ$  的情况下确定发射器的方位。

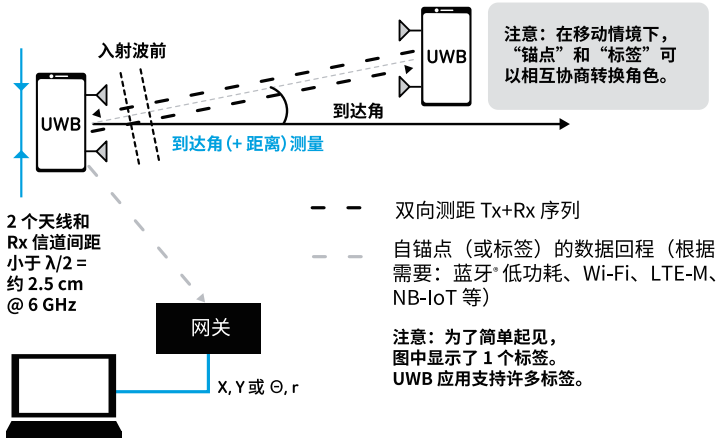


图 2-14：PD0A 定位导航服务。

对于每种拓扑结构，分别最适合哪种应用？这些用例主要侧重于三个不同的领域：感应式门禁、定位服务和设备对设备（点对点）应用。图 2-15 详细介绍了 TWR、TDoA、反向 TDoA 和 PD0A 拓扑结构的最佳应用。

拓扑结构设计	TWR(针对测距和安全气泡)	TWR(针对测距和安全气泡)	TDoA	反向 TDoA	PDoA (带 TWR)
主要应用	安全气泡和门禁	资产和人员 RTLS*	资产和人员 RTLS*	导航	一般用途和点对点跟踪
标签密度	数百	数百	数千	不限量	数百
电池使用寿命 - 标签侧 (**)	1 - 12 个月	1 - 12 个月	5 年以上	日/周或更长时间	1 - 12 个月
定位引擎 (软件) 运行...	标签或锚点中	标签或锚点中	在主锚点中, 或在云服务器中	标签中	标签或锚点中
RTLS* 可扩展性	不适用	低/中	高	高	低/中
适用于...	安全性 (支付、识别、门禁)	2D 和 3D RTLS*, 具有无缝安装和可扩展性。门禁和安全交易	大规模部署中的 2D 和 3D 资产和人员 RTLS*	无人机、机器人、运动分析、RTLS* (带电池供电基础设施)	门禁、P2P、跟踪和随行无人机和机器人
优势	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 抵御中继攻击</li> <li>• 符合 CCC 规格要求</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 无缝实现</li> <li>• 无需锚点同步/回程信道</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 极低功耗标签</li> <li>• 可使用大量标签</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 类似 GPS</li> <li>• 可使用不限量标签</li> <li>• 低功耗锚点 (可采用电池供电)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 点对点定位</li> <li>• 极坐标</li> <li>• 通过 2 个 IC/模块实例提供球面坐标</li> </ul>
应用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 距离测量</li> <li>• 门锁物理门禁</li> <li>• 汽车无钥门禁</li> <li>• 汽车防盗装置</li> <li>**</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2D/3D 资产和人员跟踪</li> <li>• 工业 4.0</li> <li>• 仓库物流</li> <li>• 医疗保健</li> <li>• 零售</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2D/3D 资产和人员跟踪</li> <li>• 工业 4.0</li> <li>• 仓库物流</li> <li>• 医疗保健</li> <li>• 农业</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2D/3D 导航</li> <li>• 机器人</li> <li>• 代客泊车</li> <li>• 单独工作人员保护</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 随行机器人、无人机等</li> <li>• 车队 (卡车)</li> <li>• 门锁和门禁</li> </ul>

\*RTLS 实时定位系统

\*\* 指示性 - 实际电池使用寿命取决于确切的 RF 和 RTLS 配置以及电池类型和容量。

图 2-15: 常见 UWB 技术的理想应用。

- » 了解为什么 UWB 将大规模普及?
- » 了解联盟和合作伙伴如何帮助推动部署 UWB
- » UWB 世界一天设想

## 第 3 章

# 未来展望

**超** 宽带技术 (UWB) 将在全球大规模普及。目前, 已有 40 多个垂直市场部署了 UWB, 包括工业、企业、汽车和消费类市场。在目前已实现的应用中, UWB 已在多个行业领域实现了运营效率和员工安全方面的提升。它还支持汽车无钥门禁等安全交易以及基于人员和物体位置跟踪的新应用。

在本章中, 我们将回顾 UWB 在手机领域的部署情况, 以及这种状况如何使 UWB 迅速普及。我们还将探讨行业联盟如何促进 UWB 在全球的快速普及, 并研究利用 UWB 功能的一些前瞻性用例。

## 将 UWB 技术用于智能手机



记住

最近 UWB 技术引入智能手机领域是 UWB 在全球大规模普及的关键一步。智能手机本身就是一个主要市场, 每年发货量超过 13 亿部。因此, 智能手机将是 UWB 在人们日常生活中广泛普及的切入点, 同时有助于实现汽车门禁、零售交易和家居控制等活动, 如图 3-1 所示。UWB 手机将引发各种新设备和应用生态系统的开发, 这是其他技术无法实现的。

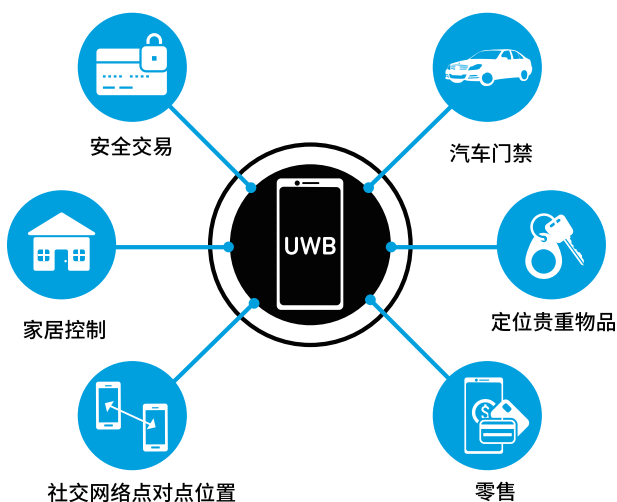


图 3-1: 受 UWB 智能手机影响的细分市场。

预测 UWB 部署的确切未来极其困难，但历史可以为我们提供一些可能的轨迹线索。例如，Wi-Fi 最初是专门针对收银机的无线通信解决方案。1999 年，Apple 对 Wi-Fi 的认可是有力支持，使该技术迅速普及。这也刺激了各种设备生态系统的开发，并引发了网络效应，从而导致每年发货量达数十亿部。蓝牙的成功也很类似：蓝牙早期用于手机和汽车的免提通话，最终导致了許多应用和市场的大规模采用。

UWB 也经历了同样的市场普及，如图 3-2 所示。手机、可穿戴产品和互联家居设备发货量的爆炸式增长可能会比 Wi-Fi 和蓝牙的增长速度更快。甚至有人预测，未来几年内，其发货量将突破 10 亿大关。

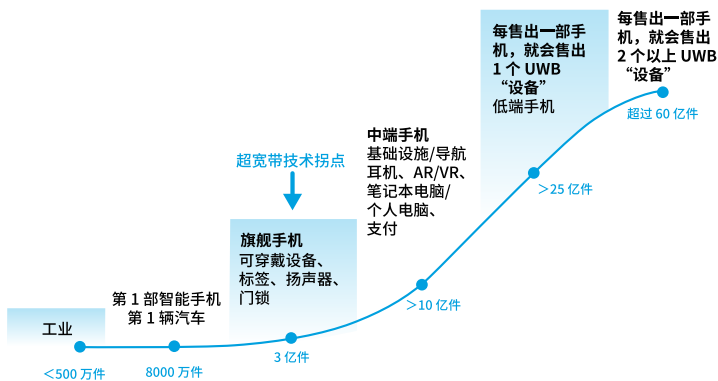


图 3-2: UWB 普及预测。

## 联盟和合作伙伴如何帮助普及 UWB

**互操作性**（不同供应商的产品、系统、应用和服务以可预测的方式可靠协同工作的能力）是新技术大规模采用的另一个关键因素。互操作性至关重要，因为每个用户都希望他们的电子设备能够轻松连接和操作。UWB 行业的不同参与者（从半导体供应商到设备制造商和测试设备供应商）都已经开始着手解决互操作性需求。

致力于确保 UWB 产品互操作性的主要联盟包括：

- » **UWB 联盟** (<https://uwballiance.org>): UWB 联盟正与全球监管机构和组织合作，营造有利的监管和频谱管理环境，全力推动 UWB 市场增长。UWB 联盟还参与了频谱共享优化，以最大限度地减少其他新标准和现有标准的干扰。

- » **车联网联盟 (CCC; <https://carconnectivity.org>):** CCC 是一个跨行业组织，致力于推进针对智能手机到汽车连接解决方案的全球技术。CCC 包括许多利益相关者，如汽车原始设备制造商 (OEM)、一级供应商、手机制造商、半导体供应商和应用开发人员。CCC 正在开发“数字钥匙”，一种全新的开放标准，允许将智能设备（如智能手机和智能手表）用作车钥匙。利用这种标准化的生态系统，无论在哪里，移动设备都能够以保护隐私的安全方式存储、验证和共享 UWB 车辆的数字密钥。
- » **FiRa 联盟 ([www.firaconsortium.org](http://www.firaconsortium.org)):** FiRa 代表精密测距，强调了 UWB 技术在测量目标距离或确定位置时提供前所未有的精确性和安全性的独特能力。作为行业联盟，FiRa 认为 UWB 技术将改变人们体验连接的方式，并致力于 UWB 应用的广泛普及。如图 3-3 所示，FiRa 联盟预计会出现许多用例。这些用例包括感应式门禁、室内定位和导航以及点对点应用。

这些组织正在协作创建协议，确保汽车与手机、手机与门锁以及手机与定位基础设施之间能够进行通信。





智慧城市与交通



智能家居与消费类应用



智能零售



智能楼宇与工业

智慧城市与交通	智能楼宇与工业	智能零售	智能家居与消费类应用
停车库控制和访问	智能楼宇与工业	智能零售	智能家居与消费类应用
车辆数字钥匙	物理门禁	购物行为分析	个人逻辑设备访问
骑手 ID 服务	员工室内导航	目标市场营销	增强现实游戏
共享单车定位	员工应急跟踪	车载支付服务	手势控制
无人驾驶代客泊车和取车	设备定位	自动店内支付	虚拟现实游戏
V2X (自动驾驶)	患者跟踪	贸易展参展者管理	人员/宠物定位
预留座位验证	患者数据共享和定位	无人机送货服务	现场设备激活
交通费用支付	逻辑门禁		
密集人群中的电子 ID 验证			

图 3-3: FiRa 联盟预计的用例。

## UWB 未来展望

得益于工程师和企业家的创造力和天赋，Wi-Fi 和蓝牙已实现广泛的服务和应用，这是大家都未预料到的。基于本书中描述的 UWB 的多方面价值，我们可以预见新应用和新服务的到来，而这些应用和服务是不可能用现有技术实现的。

如图 3-4 所示，UWB 支持的智能家居包括：

- » 到家时会自动打开的房门
- » 无需敲击键盘，进门就会关闭的报警器
- » 知道您进入家中，从而为您提供个性化信息的个人助理
- » 当您在不同房间之间走动时，最喜欢的音乐旋律将会如影随行，追随您的身影切换到相应的扬声器
- » 按照您的首选设置开启的照明装置
- » 能够提醒您出门时别忘记带上网球包的无线节点

打造真正智能家居环境的潜力巨大！

## 个人导航

想象一下 UWB 如何改变建筑物导航体验。您是否有过在商店里苦苦寻找特定商品的经历？在公司里找会议室？在人群中找朋友？或者寻找在机场排队的出租车？UWB 可以准确地引导您前往目的地，将会终结所有这些不愉快、有时甚至让人很紧张的经历。

将 UWB 与增强现实 (AR) 结合使用时，将不必根据智能手机中的地图方位来设法判断自己的确切位置以及应该前往的方向，UWB 可以将您的确切位置和正确的方向与现实世界覆盖显示。

## 现场交付

另一个非常棒的应用就是现场交付。在商场里感觉饿了，但没有心情走到美食广场？用手机下单，继续购物，无论您走到何处，都可以将美食送到您手中！

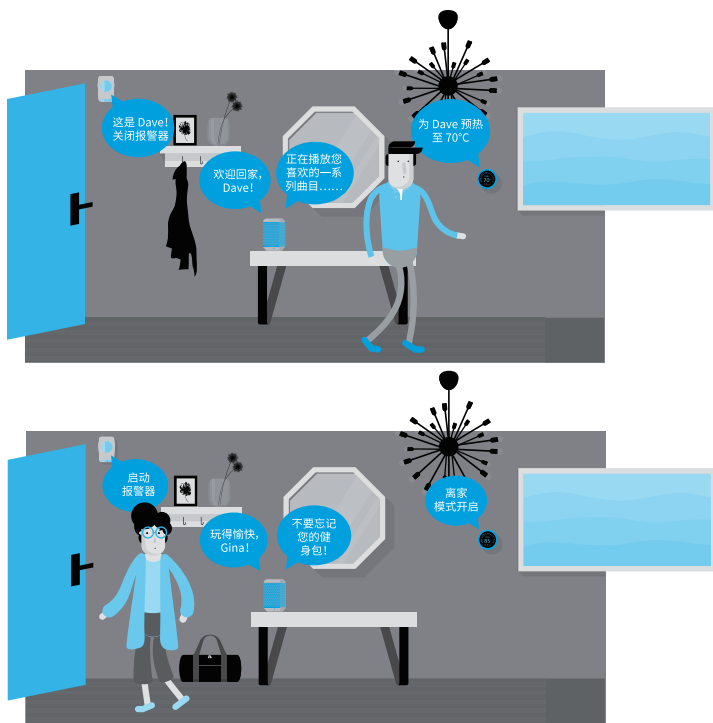


图 3-4: UWB 如何为您量身定制个性化智能家居。

## 安全交易

UWB 可能改变我们与环境交互方式的另一个领域就是无缝安全交易。例如,公共交通在实现便捷支付方面已经取得了很大进步:现在通常都可以用交通卡或手机支付,而无需使用现金或车票。

试想一下，如果您无需从口袋中掏出手机，然后点击支付读卡器就可以自动支付，是不是更方便？这样一来，在拥挤的地铁站，排队和等待将成为历史。同样，在商店里的自动结账队伍里等待时间可缩短，因为您不再需要拿出手机来付款了！

UWB 的潜力是无穷尽的。尽管我们无法想象未来的所有应用，但可以肯定的是，未来肯定会有一位工程师设计出新一代产品，再一次让我们的生活变得更美好。

## 第 4 章

# 十大关键点

# 没

有时间阅读整本书？只要浏览以下这些要点，就可以了解超宽带 (UWB) 的基本信息：

- » **UWB 将是下一个重要的定位技术。** 它已经为消费类、手机、交通运输和工业应用等 40 多个垂直市场提供了解决方案。
- » **联盟也随时准备提供帮助。** UWB 行业正在通过与联盟合作推动成功和互操作性，如 Fine Ranging (FiRa) 联盟、车联网联盟 (CCC) 和 UWB 联盟，并与电气与电子工程师学会 (IEEE) 展开密切合作。
- » **UWB 超精准。** 在距离和位置测量方面，它的精度是蓝牙低功耗 (BLE) 和 Wi-Fi 的 100 倍，精度在几厘米范围内。
- » **推出 UWB 可开辟许多新的契机。** 它可为根据环境做出决策、流程效率和安全应用提供“位置”信息。
- » **UWB 非常可靠。** 它不易受多路径干扰的影响，因而可靠性优于其他方案。
- » **UWB 具有低延迟性能，比全球定位系统 (GPS) 快 50 倍。** 不同于 GPS，它还可以在室外和室内工作。

- » **UWB 符合标准要求。**它符合 2020 年公布的 IEEE 802.15.4a 国际标准及其修订版 IEEE 802.15.4z 的要求。
- » **UWB 非常安全。**它符合 802.15.4z 中规定的安全要求，通过附加的加密编码选项和改进来增强 802.15.4a，以提高测距测量的完整性和精确性。
- » **UWB 已经准备就绪。**这项技术已经准备好广泛普及，因为它外形小巧、功耗低且经济实惠，因此对设备制造商极具吸引力。
- » **UWB 是目前所有位置和距离测量技术中最有前途的技术。**这是因为它实现了精确性、速度、安全性和成本效益的独特组合。UWB 正蓄势待发，将会取代当今和未来的定位技术解决方案。

# 术语表

**自动导引车 (AGV):** 一种便携式机器人, 沿着地板上标记的线路行走, 或使用无线电波、视觉摄像头、磁铁或激光进行导航。

**锚点:** 实时定位系统 (RTLS) 中的电子设备, 用于检测 UWB 标签发出的 UWB 消息。如果有需要的话, 还可将其转发给定位服务器, 以计算标签位置。

**增强现实 (AR):** 将计算机生成的图像叠加在用户的真实世界视角上, 从而形成复合视图的技术。

**企业对企业 (B2B):** 公司之间而不是公司和个人消费者之间进行的业务。

**蓝牙低功耗 (BLE):** 蓝牙无线标准的一种版本, 专为低功耗应用而设计。

**脉位调制 (BPM):** 802.15.4a 中定义的调制方法, 该方法忽略了决定脉位的卷积校验位。

**二进制相移键控 (BPSK):** 一种双相调制方案, 其中二进制信息中的 0 和 1 用载波信号中两种不同的相位状态表示: 二进制 1 和二进制 0。在数字调制技术中, 为特定调制方案选择了一组基本函数。

**车联网联盟 (CCC):** 一个跨行业组织, 致力于推进针对智能手机到汽车连接解决方案的全球技术。

**设备到设备 (点对点) 服务:** 一种分布式应用架构, 它在点之间划分任务或工作负载。

**数字钥匙:** 将智能设备用作钥匙的一种功能。数字钥匙的使用方式与物理钥匙或遥控钥匙相同。主要用于开门和关门。

**以太网：**将多个计算机系统连接起来形成一个局域网 (LAN) 的系统，该系统利用协议控制信息的传递并避免两个或多个系统同时传输。

**联邦通信委员会 (FCC)：**美国政府的一个独立机构，负责管理全美无线电、电视、有线、卫星和电缆通信。

**Fine Range 联盟 (FiRa)：**一个非营利组织，促进超宽带技术 (UWB) 在门禁、定位服务和设备到设备服务等用例中的应用。

**闪存：**一种存储器，可在没有电源的情况下保存数据（可编程非易失性存储器）。

**全球定位系统 (GPS)：**一种精确的全球导航及测量设施，基于接收到的轨道卫星信号进行测量和定位。

**感应式门禁：**先进的解决方案，使员工能够轻松便捷地进出整个建筑或设施的安全区域，而无需出示门禁卡。

**电气与电子工程师学会 (IEEE)：**促进技术进步的技术专业组织。

**工业 4.0：**利用现代智能技术实现传统制造业和工业实践的持续自动化。通过集成大规模机器对机器通信 (M2M) 和物联网 (IoT)，提高自动化程度，改善通信和自我监控，并生产出无需人工干预就能分析和诊断问题的智能机器。

**互操作性：**不同供应商的产品、系统、应用和服务以可预测的方式可靠协同工作的能力。

**物联网 (IoT)：**由智能互联设备组成的系统。

**定位服务：**利用地理数据和信息向用户提供服务或信息的软件服务。

**视线 (LOS)：**电磁辐射或声波传播的一种特性，即声波采用直接路径从声源传播到接收器。

**机器的长期演进 (LTE-M)：**由第三代合作伙伴计划 (3GPP) 制定的高速无线通信电信标准。

**低功耗广域网 (LPWAN)：**一种无线电信网络，设计用于允许以低比特率在连接的电池供电传感器和设备之间进行长距离通信。



**兆赫兹 (MHz):** 频率的度量标准。1 兆赫兹等于 1 百万赫兹。

**窄带物联网 (NB-IoT):** 一种 LPWAN 标准, 可使用蜂窝通信频段连接各种设备和服务。

**纳秒 (ns):** 十亿分之一秒。

**原始设备制造商 (OEM):** 利用从其他组织购买的部件制造设备的组织。

**到达相位差 (PD<sub>oA</sub>):** 已接收载波的相位差用于估算同帧的到达角度。

**射频 (RF):** 20 kHz 到 300 GHz 左右频率范围内, 交流电流或电压的振荡频率, 或磁场、电场或电磁场或机械系统的振荡频率。

**射频识别 (RFID):** 利用电磁场自动识别和跟踪附在物体上的标签。

**随机存取存储器 (RAM):** 一种计算机存储器, 可以按任何顺序读取和更改; 通常用于存储工作数据和机器代码 (易失性随机存取存储器)。

**实时定位系统 (RTLS):** 一种实时自动识别并跟踪物体或人的位置的系统, 通常用于建筑物或其它封闭区域内。

**接收信号强度指示器 (RSSI):** 在电信技术中, 接收到的无线电信号中的功率测量值。

**标签:** 一种附在待跟踪物体上的小型电子设备。

**到达时间差 (TDoA):** 用于测向和导航的电子技术, 利用精确同步的参考时间, 来计算特定信号到达物理上独立的各个接收站时间。

**到达时间 (ToA):** 无线电信号从发射机到达远程接收机的绝对时间点。

**飞行时间 (ToF):** 物体、颗粒或声波在介质中传播一段距离所用的时间的测量值。

**双向测距 (TWR):** 一种测距方法。该方法测定 UWB 射频信号的飞行时间 (ToF), 然后将该时间乘以光速来计算节点之间的距离。

**超宽带技术 (UWB):** 一种 IEEE 802.15.4a/z 标准技术, 针对安全的精准微定位应用进行了优化, 通过计算无线电信号在设备之间传输所需的时间, 可实现前所未有的精度 (在几厘米范围内)。

**UWB 联盟：**该联盟致力于促进多个供应商的超宽带 (UWB) 无线计算机网络产品的互操作性。

**虚拟现实 (VR)：**计算机生成的单个对象或多个对象的三维 (3D) 图像表示，用户与该对象交互的方式类似于与现实对象交互的方式。

**无线保真技术 (Wi-Fi)：**一个通用术语，是指无线网络的通信标准，可用作局域网 (LAN)，无需使用电缆和任何类型的布线即可运行，亦称为 WLAN。



超宽带技术 (UWB) 提供“位置”信息，便于根据环境做出决策。它可降低生产运营成本，提高安全性，并实现更高的数据通信安全。UWB 的技术特性使各种新型应用成为可能，如安全无钥门禁、安全支付、增强型导航以及精确资产定位。它可根据人员位置信息控制智能设备，从而增强智能家居功能，并在楼宇内提供逐向导航服务。此外，它还可改进遥控钥匙和汽车之间的安全通信，同时提高工厂效率和人员安全。UWB 正在成为我们日常生活中使用的下一个无处不在的无线连接，让我们的梦想成为现实。

QORVO®

## 本书内容：

- 了解 UWB 的历史和未来
- 了解 UWB 的工作原理
- 回顾 UWB 技术的关键功能
- 探索推进新型定位用例的 UWB 技术的各个方面
- 了解适合 UWB 应用的最佳拓扑结构
- 了解 UWB 如何定位

转到 **Dummies.com™**

以获取视频、分步拍摄的照片、指导文章或进行购物！

ISBN: 978-1-119-80963-0

不得转售



for  
**dummies®**

# **WILEY END USER LICENSE AGREEMENT**

Go to [www.wiley.com/go/eula](http://www.wiley.com/go/eula) to access Wiley's ebook EULA.