

# 超宽带 (UWB) 助力打造未来智能工厂

## 引言

微定位对于通过工业 4.0、智能工厂和精益 (LEAN) 计划实现工业运营数字化至关重要。流程优化和安全保障是大多数行业的两大核心考虑因素——其通过将“谁”“什么”“何时”“何地”等要素与人员、工具、物资、商品、机器和事件等实时关联，从而让企业可以更加明智地权衡这两个层面的考量。

目前的定位技术，如 GPS、Wi-Fi 和低功耗蓝牙®，在微定位方面无法达到工业应用所需的精度。GPS 的精度在 10 米以内，推动了零售电子商务的爆炸式增长，让我们告别了笨重的地图册；Wi-Fi 帮助实现了更精确的定位精度；低功耗蓝牙的定位精度在理想条件下可以达到几英尺以内。然而，工业和商业应用仍然要求更高的精度与可靠性。

## 工业环境中的微定位

UWB 技术以其厘米级的定位精度，将定位和通信技术提升至前所未有的高度。其作为微定位服务的核心驱动技术，通过无线锚点将标签精确锁定在厘米级的范围内。微定位实现了实时信息的传递，使得分析系统能够即时进行测量、分析，并发出提醒。那么就让我们想象一下这些运用 UWB 技术实现的场景。

- 工艺流程——在生产流程中，物料之间的距离很小。通过策略性地放置 UWB 标签和锚点，可以实现对整个生产流程中物料、货物、工艺及任务的全面跟踪；同时更新生产系统，以实时测量和计算效率，并识别甚至预测潜在瓶颈。
- 资产利用与检索——可迅速定位工厂中安装 UWB 标签的工具或其它资产，并通过手持设备上的高精度工厂地图指引工人前往目标位置。
- 物资管控——将贴有标签的设备、医疗器械和敏感物品（如医院中的受控物质）置于建筑物的任何位置，都可以清晰地监控它们的使用情况。
- 安全保障——机械臂和叉车等机械设备及员工胸牌上的标签允许自动安全系统以亚米级精度和实时的准确度追踪相互之间的距离，以便在出现违反安全区域规定的情况时停止设备运行并向人员发出警示。
- 紧急事件应对——员工工牌上的 UWB 标签能够识别每位工人的身份及其位置，以确认他们是否已脱离危险或为救援行动提供指导。将位置信息传递给前往事故现场的救援人员后，他们能够在现场更有策略地实施救援，为挽救生命赢得宝贵时间。

此外，还有许多其它潜在的应用案例，可以提升效率和效益、提高生产力、增强数据安全性并提供人员保障（图 1）。

图 1，工业环境中的 UWB 可增强效率、效益、生产力、人员保障和数据安全



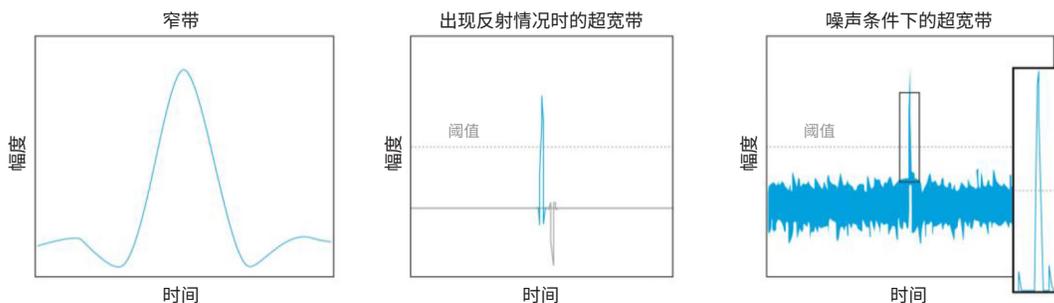
© 2022 Qorvo US, Inc.

## UWB 如何做到如此精确

大型物体在工业和商业场所中十分常见。其通常由金属制成，甚至可能移动，如墙壁、车辆、金属机械等；此外这些环境中还存在电信号噪声。通常，GPS 信号很难穿透工业建筑结构，而窄带 Wi-Fi 和低功耗蓝牙信号往往会随着与物体距离的增加而衰减、反射形成多径信号，甚至丢失。

UWB 在测距与定位方面克服了窄带 Wi-Fi 及低功耗蓝牙面临的挑战。在锚点和标签间进行通信时，UWB 通信组件使用极低的信号发送功率，辐射更大的范围带宽，并且具有比窄带信号更快的脉冲上升及下降时间（图 2）。这一方法有助于保持信号的完整性，减少反射和噪声尖峰的影响，并降低基础设施所需的组件数量。

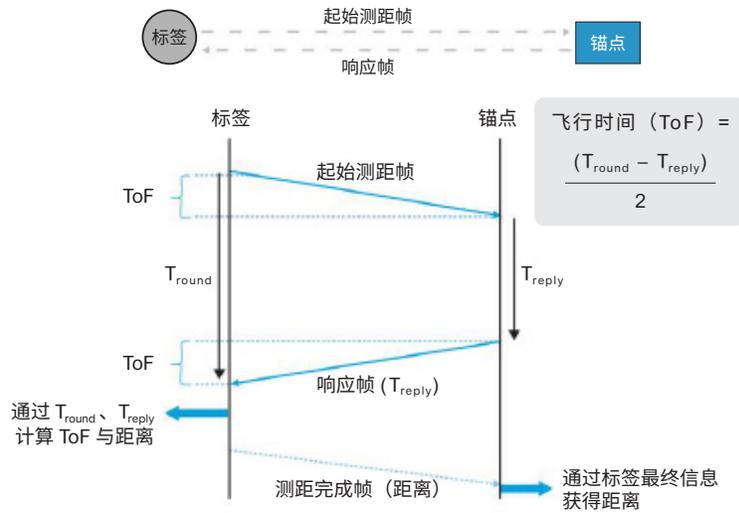
图 2，UWB 不受噪声尖峰的影响；而噪声尖峰会影响窄带信号，降低定位能力。



© 2022 Qorvo US, Inc.

UWB 采用飞行时间（ToF）技术来测量与标签间的距离（图 3）。多种 ToF 方法能够提高测量准确性并降低基础设施成本。双向测距（TWR）和到达时间差（TDoA）测距方法消除了由墙壁和机械设备所引起的反射（多径效应）对信号强度的影响。此外，在 UWB 测距方式中，到达相位差（PDoA）和反向 TDoA（RTDoA）等在不同部署场景下也各自展现出独特的优势。通过这些多样化的测距技术，UWB 还可用于确定物体的距离和方向（矢量）。

图 3，应用 ToF 计算距离



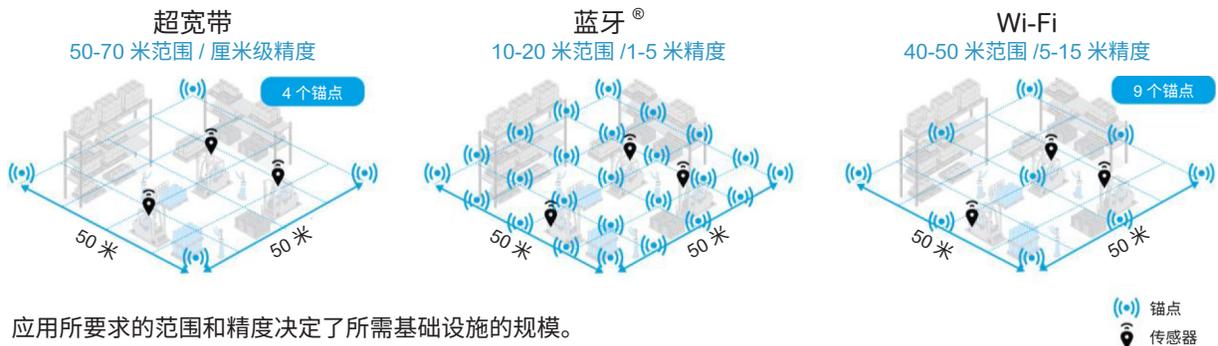
© 2022 Qorvo US, Inc.

根据微定位服务的需要，可以部署不同的基础设施，采用不同的测距技术来确定（或计算）位置：

- 在用于导航目的标签自身内部，采用称为下行链路 TDoA（DL-TDoA）的方法
- 针对集中式平台跟踪标签的需求，可以在基础设施内进行定位

凭借其信号完整性及测距能力，UWB 能够覆盖比其它定位和测距技术更大的距离（图 4）。通过策略性地放置的锚点，可以报告其与不同标签对象间的距离和向量，从而在二维和三维空间中获得极高准确度的定位。

图 4，UWB 带来更大的覆盖范围和更高精度，让微定位使用更少的组件，从而减少对基础设施的需求



© 2022 Qorvo US, Inc.

## 支持工业及其它行业的 UWB 生态系统

FiRa（精细测距）联盟（<http://www.firaconsortium.org/>）定义了 UWB 设备规范并提供认证。该联盟支持 UWB 生态系统的构建，促进 UWB 同与其它技术间的互操作性，从而为工业及消费者提供微定位服务。

即将推出的全新 FiRa 标准（FiRa 2.0）为基于 UWB 的微定位开拓了更广泛的应用空间。它包含针对工业应用的特定功能，将有助于提高消费和工业设备间的互操作性（UWB 已部署在现代智能手机中）。同时，这也被视为将 UWB 纳入大规模实时定位系统（RTLS）的第一步，从而在地图服务中实现室内和亚米级精度定位。

虽然 FiRa 2.0 将有助于新用例的实现；同时，这一生态系统也预计基于 DL-TDoA 的解决方案将取得突破。这些解决方案将能在室内实现微定位导航，并确保隐私；因为只有移动设备才能知道自己的位置。此类服务将很快将在支持 UWB 的智能手机上得到应用。相关 UWB DL-TDoA 的部署将取决于基础设施设备 OEM；例如部署将 UWB 锚点与 Wi-Fi 接入点相结合的接入点。此外，安装在公共或私人设施中的照明及其它固定电源设备也可以触发 DL-TDoA，并在附近出现支持 UWB 的设备时激活。

关于 UWB 的更多信息，除了本文档还可参阅 FiRa 网站的其它文章。UWB 解决方案已部署于各种用例中；下面将介绍其中的一些典型用例。

## 欧洲美式足球联赛

美式足球场地的面积通常为 105 x 68 米（115 x 74.4 码）；相当于 7,140 平方米（近 8,540 平方码）。体育场通常没有屋顶。因此，在球场周边以外的位置放置 UWB 锚点显然不切实际。为此，微定位解决方案提供商 **Noccela** 开发了一款同时采用 TWR 和 TDoA 两种测距方法的 UWB 测距解决方案。这一方案的每个锚点覆盖高达 500 平方米（近 600 平方码）的范围，并可以 2 厘米（0.8 英寸）的精度追踪移动速度高达 60 公里 / 小时（超过 37 英里 / 小时）的目标。借助 UWB，他们可以用 16 个锚点覆盖整个球场，策略性地安置在场地周边，同时提供高准确度的 3D 定位。

在体育运动分析软件中使用微定位技术，可以帮助优化球队的表现。对于欧洲美式足球联赛（ELF）来说，该解决方案还在疫情大流行期间发挥了重要作用，使欧洲球队的赛事得以持续进行。当新冠病毒肆虐，且疫苗得到广泛供应之前，ELF 的球员和教练仍有很多工作要做。因此，他们需要一种有效的方式，既保证球员及团队人员间的近距离训练，又能够同时跟踪其社交距离和成员之间的接触情况。如果没有对个人的细粒度追踪，Covid-19 的爆发可能会导致整个赛季的中断。

基于 UWB 的微定位解决方案提供点对点跟踪功能，通过锚点上传成员标签位置。跟踪软件会随时记录人员（即标签）的位置。一旦团队中报告有感染病例，管理人员会立即确定所有潜在感染者，并在不中断赛事的情况下采取隔离措施。

## VELUX Modular Skylights 公司

VELUX Modular Skylights 的产品在丹麦 Ostbrikk 生产。该公司希望在其占地 2,304 平方米（2,756 平方码）的生产基地内实现现代化运营和生产流程数字化。因此，他们利用 Sewio 的 RTLS 解决方案搭建了工厂车间“数字孪生”系统。数字孪生系统可以监控、跟踪、追溯和分析整个生产工作流程。数据的一个关键输入是 RTLS 对人员和机器的跟踪，包括叉车和自动导引车（AGV）；这些设备负责整个厂区内在制品（WIP）的调配，并可根据每位工人的身高进行调整。

这一解决方案采用了 12 个 UWB 锚点和 59 个 UWB 标签来跟踪各类目标。对于制造流程中的每一道工序，AGV 会将 WIP 运送到指定工位，并由熟练的工人完成必要的作业。RTLS 能够识别距离最近的工人，并调整设备至适当的高度，从而营造出符合人体工程学的安全工作环境。如果某个工位出现工人空缺，系统会及时通知附近的其他熟练工人前来支援。从物料和人员的移动中获取的数据经过处理，可为管理人员提供了解工厂生产率所需的实时信息；这些数据还可用于管理机器维护。采用基于 UWB 的 RTLS 后，VELUX Modular Skylights 公司成功实现了以下目标：

- 通过改善车间管理，将生产率提高 10%
- 将维护活动绩效提高 50%
- WIP 减少 10%

## SEG Automotive 公司

SEG Automotive 公司为世界上几乎所有的汽车制造商生产电机和启动器。公司的生产车间及仓库位于两栋建筑物内，卡车从仓库到制造设施需行驶十分钟的路程。订单分拣采用 JIT 流程通过人工手动处理。然而，人工操作容易出错，工时成本高，还会延迟数据输入 ERP 系统，从而限制了库存和处理的可视性。

SEG Automotive 希望用一个全数字化的实时资产预订和跟踪系统来取代人工操作。一个关键的挑战在于与卡车闸门间的距离；为确保将材料运送至正确的闸门，精确度须达到 30 厘米。

Sewio RTLS 的部署仅用了 4 个月时间，需要 40 个锚点覆盖 2,000 平方米（2,392 平方英尺）的区域，并使用 600 个标签跟踪金属托盘。在将基于 UWB 的 RTLS 与现有数据跟踪及分析系统整合后，SEG Automotive 取得了以下成果：

- 消除了手动分拣的错误
- 交货时间缩短 50%
- 将 15% 的员工转移至常规重复性工作较少的岗位
- 对物料在整个仓库内的移动实现持续跟踪和追踪
- 易于扩展；可根据需要跟踪更多对象，并扩展至生产现场

## 百威啤酒厂

虽然百威将啤酒销往全球 76 个国家，但其产品只在一座位于捷克的城市 eské Budějovice（Budweis）酿造。该公司生产十种不同的啤酒，标签上印有几十种语言，也由此产生了 360 种需要分销的产品组合。其仓库中存放着 20,000 多个托盘，托盘上有两种不同尺寸的容器；一部分存放在室内，一部分存放在室外设施。

他们曾使用无源 RFID 系统管理库存；该系统在叉车上设置 RFID 锚点，每个跟踪位置安装多达 10 个标签；这些标签仅位于仓库内部。传统的解决方案存在可靠性问题，维护和扩展成本高昂，导致运营效率低下，而且无法始终提供货物的真实位置。缺少准确的实时跟踪，他们就无法利用最新的数据绘制复式线路图、热图，或进行其它分析。

安装 **Sewio** 基于 UWB 的 RTLS 系统仅持续了一个月时间，另外还用了 6 个月时间与 ERP 系统的其它部分进行集成。为覆盖仓库内外 15,000 平方米（17,940 平方码）的面积，他们部署了 70 个锚点，为 15 辆叉车配备了可提供 30 厘米定位精度的标签。完成安装和集成后，成效显著：

- 与传统 RFID 系统相比，正常运行时间提高 19%
- 仓库利用率提高 19%

UWB 技术能够为工业提供高精度的微定位服务。这项技术已在多个行业部署，并为业务运营带来显著收益。UWB 技术与解决方案提供商所构建的生态系统与 FiRa 联盟携手，正在为未来的创新微定位服务铺平道路。