

超宽带（UWB）与信道 9 的重要性一览

2026 年 8 月 26 日

超宽带（UWB）与信道 9 的重要性一览

本文简要介绍 Aliro 与连接标准联盟（联盟）在门禁管理中所采用的安全精密定位技术，并阐明为何必须保护当前正在使用的频段。

声明与免责声明

版权 © 连接标准联盟（2026）。保留所有权利。本文档所含信息归连接标准联盟（联盟）所有，其使用与披露受到限制。

本文档的某些内容可能涉及第三方知识产权，包括但不限于专利权、著作权或商标权（该第三方可能是也可能不是联盟成员）。对于识别或未能识别任何或全部此类第三方知识产权，联盟不承担、亦不应以任何方式被认定承担任何责任。

本文并未授予使用任何联盟名称、标识或商标的权利。使用任何联盟名称、标识或商标，须具备联盟成员资格，并遵守《联盟商标与标识使用指南及条款》以及联盟相关政策。

本文档及其中所含信息按“原样”提供，联盟不作出任何明示或默示的保证，包括但不限于：(A) 关于使用本文信息不会侵犯任何第三方权利（包括但不限于专利权、著作权或商标权等知识产权）的任何保证；或 (B) 任何关于适销性、特定用途适用性、权利归属或不侵权的默示保证。在任何情况下，联盟均不对任何利润损失、业务损失、数据使用损失、业务中断，或任何其他直接的、间接的、特殊的、惩戒性的、附带的或后果性的损害承担责任，无论其基于合同或侵权行为，亦无论是否已被告知发生此类损失或损害的可能性，即使与本文档或其中所含信息有关。所有公司、品牌和产品名称均可能是其各自所有者专属的商标。

本文档所表述的立场代表联盟的观点，未必反映成员公司的观点。

本文档的所有副本均须包含本声明与免责声明。

目录

1. 内容摘要.....	4
2. 引言	5
3. Aliro 及其在物联网生态与联盟中的角色	5
3.1 Aliro 的实现方式.....	6
3.1.1 不同无线技术下的用户体验	6
3.1.2 安全性与典型的 Aliro 交互流程.....	8
3.2 Aliro 展望.....	9
4. UWB 技术与市场背景.....	9
4.1 UWB 的独特之处.....	9
4.2 标准化推动技术走向成熟	10
4.3 UWB 产品需求正加速增长.....	11
4.4 持续创新将为 UWB 催生众多新应用场景	12
4.5 经济与社会影响.....	12
5. 保护信道 9 的理由.....	12
5.1 UWB 信道 9 的延续性.....	13
5.2 WRC-23 与 WRC-27 议程项目 1.7	14
6. 结论.....	14
7. 参考文献.....	14

1. 内容摘要

超宽带 (UWB) 是连接标准联盟 (联盟) 于 2026 年 2 月发布的 Aliro 标准的核心支撑技术, 该标准面向安全、可互操作的门禁应用。

近场通信 (NFC) 与低功耗蓝牙 (BLE) 负责刷卡、邻近测距和数据传输, 而 UWB 是 Aliro 中唯一能够提供安全、厘米级测距并抵御中继攻击的技术方案——正是这一能力让可信的无感通行成为可能。

实际上几乎所有 UWB 设备都工作在信道 9 (约 7.7–8.3 GHz)。它是唯一在所有主要区域实现频谱协调一致的 UWB 信道, 并已在超过十亿台设备中部署。

因此, 信道 9 并非众多选项之一——它是 UWB 生态与 Aliro 所依赖的全球互通唯一支点。

作为一项能够与免许可频段内多项其他业务成功共存的技术, UWB 的地位实至名归。其极低的发射功率 (-41.3 dBm/MHz EIRP) 和低占空比, 使其能够与既有的卫星、固定链路和雷达业务共存而不产生有害干扰, 迄今已超过 20 年。

然而, 这种共存如今正面临风险。2023 年世界无线电通信大会 (WRC-23) 启动的相关研究正在审议是否将信道 9 附近频段划分给高功率国际移动通信 (IMT) 使用, 并将在 WRC-27 议程项目 1.7 下作出决议。若该频段遍布高功率 IMT 发射机, 将恶化 UWB 接收机性能, 危及已安装的存量设备和未来投资。

因此, 联盟对这一进展的立场简要概括如下:

- 在短期和中期, 在全球范围内保留信道 9 作为低功耗 UWB 的全球协调频段。
- 从长远看, 审慎推动 8.5 GHz 以上频段 (如信道 12) 的扩展, 用于可选的下一代感知与追踪, 使生态体系在信道 9 之外得以延伸。

2. 引言

超宽带 (UWB) 技术已存在数十年，但直到最近七年才实现大规模应用。它采用脉冲无线电技术，并在 IEEE 802.15.4 中完成标准化。

UWB 工作于 6–9 GHz 频段，可对智能手机、车辆或相应的锚点基础设施进行安全而精确的定位。得益于其底层技术，它在室内和室外环境中都能无缝工作。

多个行业联盟携手合作，构建了一个完全互通的统一生态。其中包括：

- FiRa 联盟：提供面向多种应用场景的完整标准化 UWB 框架
- 车联网联盟 (CCC)：在各类车辆的数字钥匙中应用 UWB
- Profibus Omlox：专注于基于 UWB 的工业资产追踪与实时定位系统 (RTLS)
- 连接标准联盟 (联盟)：围绕 Aliro、Matter 和 Zigbee 等标准开展工作。

本文档概述 UWB 在 Aliro（联盟新近发布的门禁标准）中的重要性，阐释 UWB 对物联网及其他应用的技术价值与意义，并论述持续推进 UWB 监管议题讨论——尤其是应用最广泛的 UWB 信道 9——的必要性。

3. Aliro 及其在物联网生态与联盟中的角色

随着网络安全威胁不断增加，各类组织日益依赖门禁解决方案来保护敏感资源并满足数据隐私法规要求。这些解决方案用于确保只有获得授权的用户和系统能够访问受保护的空间或信息，同时不影响用户使用智能手机或其他智能设备的便利性。

从办公楼宇、住宅到车辆和公共场所，门禁已融入我们的日常生活。然而，从传统机械钥匙向智能设备中的数字凭证转变，带来了显著的复杂性。开门、管理、分发和保护出入口需要多个产品协同工作，而如今这些产品往往来自不同制造商，系统互不兼容。

跨厂商互通性的缺失导致效率低下、成本上升，并限制了部署门禁系统的组织的灵活性。过去，没有任何统一标准规范这些系统之间的通信方式，导致市场碎片化、发展缓慢。

为此，连接标准联盟（联盟），由 800 多家成员组织组成的，专注于物联网互联设备的开放标准的全球性机构，于 2026 年 3 月推出 Aliro 1.0，与既有的 Zigbee 和 Matter 标准形成互补。

Aliro 是一套统一的开放标准，旨在实现跨产品、跨服务商的安全无缝门禁控制。¹

Aliro 1.0 主要特性：

- **适用范围广泛：**Aliro 支持企业办公、高校、酒店以及住宅（含独栋与多户住宅）等多种应用场景。
- **全行业共同制定：**200 多家跨行业利益相关方为该标准作出了贡献。³
- **依托成熟技术：**Aliro 建立在被广泛采用的连接技术之上，具体包括近场通信（NFC）、低功耗蓝牙（BLE）和超宽带（UWB）。
- **强大的安全性与隐私保护：**该标准采用非对称加密技术，确保用户设备（如智能手机或可穿戴设备）与门禁读卡器之间的可信交互，同时保护用户隐私。
- **后端中立：**Aliro 不强制指定特定的后端系统，使组织在基础设施选型上拥有灵活性。
- **认证计划：**通过授权测试实验室管理的正式认证流程，确保合规性与质量。

Aliro 可降低实施、集成和维护成本，同时提升该应用领域内部及跨领域的灵活性。它与其他行业联盟的工作（包括 FiRa 联盟、车联网联盟、NFC 论坛和蓝牙技术联盟）保持协同，促进协调统一而非重复建设。深入考察 Aliro 的底层技术，特别是超宽带的作用，有助于进一步理解该标准如何实现安全、精确、无缝的门禁控制。

3.1 Aliro 的实现方式

作为一个数字门禁框架，Aliro 为智能、安全的通行提供互操作能力。它在上述多种无线技术之上运行，以稳健的安全机制为基石，并支持多样化的用户体验。²

3.1.1 不同无线技术下的用户体验

Aliro 采用技术中立的设计，即同一个数字钥匙和凭证可在不同通信技术和设备类型间通用。它支持三种连接方式，各自适用于不同的使用场景：（表 1）

模式	技术	作用距离	最适用场景
刷卡开锁	NFC	近距离接触	闸机、电梯、用电受限的电池供电读卡器
远程开锁	低功耗蓝牙 (BLE)	数米	需要基于邻近控制的智能锁
无感通行	BLE 与 UWB 结合	数米级	无需从口袋或包中取出设备即可顺畅通行，或进入车库、停车场

表 1: Aliro 中使用的连接技术

各项技术的作用：

- **NFC (近场通信)** 通过简单的刷卡动作实现快速、节能的开锁。它能够明确表达用户意图（用户显然选择了进行交互），并且在所有 Aliro 1.0 部署中都是必选技术。NFC 还确保了与智能卡等现有产品的向后兼容性。
- **BLE (低功耗蓝牙)** 将通信距离扩展至数米，支持设备发现和远程锁控。这是一项可选的增强功能。
- **UWB (超宽带)** 与 BLE 结合时，可实现最先进的应用场景：完全无感且安全的通行，即被动进入 (passive entry)。BLE 负责初始设备发现，UWB 则提供精确测距和方向感知。这使系统能够判断用户的行进轨迹，并在明确识别其意图后才授予通行权限。

UWB 对于实现被动进入所需的安全等级至关重要。UWB 的飞行时间测量能够有效防范中继攻击——这是一种常见的安全漏洞，攻击者通过截获并重发信号，从远处获得未授权访问。UWB 可以验证用户设备的真实物理距离，使此类攻击极难得逞。此外，UWB 支持进出方向检测，即系统能够判断人员是进入还是离开某一空间，这在门禁管理中非常重要。（图 1）

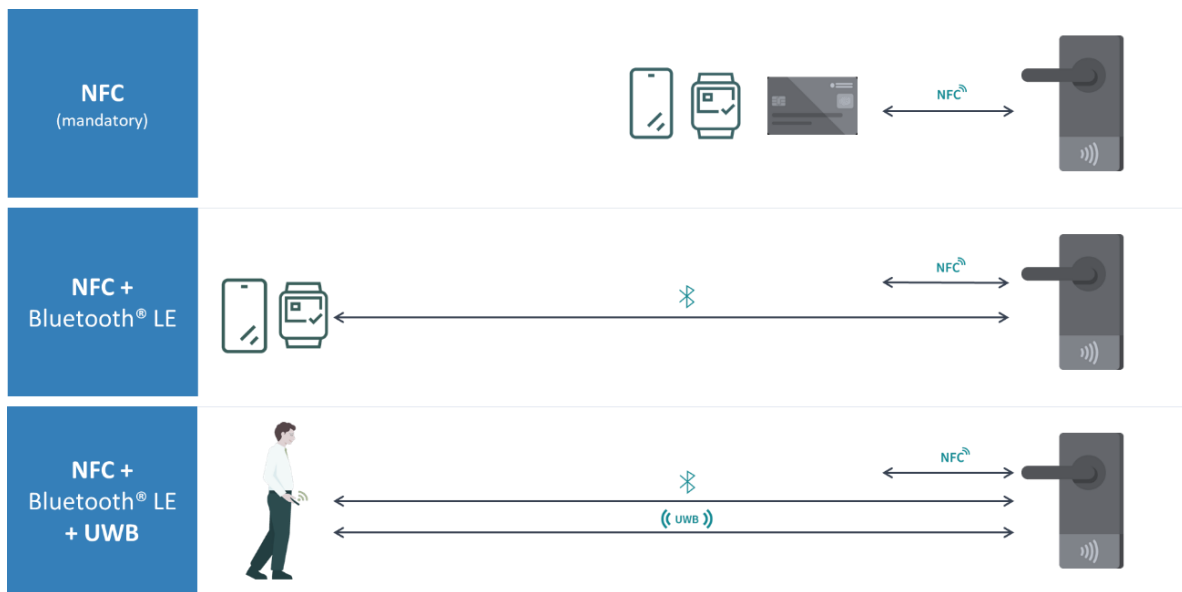


图 1：Aliro 1.0 采用了多种不同的无线技术（来源：英飞凌科技）

每个 Aliro 部署都必须将 NFC 作为基础技术，以确保普遍兼容性并向后支持既有基础设施，BLE 与 UWB 则是可选增强功能，组织可根据自身需求采用。然而，只有 BLE 与 UWB 的组合才能提供具备中继攻击防护能力的安全无感通行，并实现距离验证与方向感知。因此，追求最高便利性与安全性的组织，将从同时部署这三种技术中获益。（图 1）

3.1.2 安全性与典型的 Aliro 交互流程

Aliro 基于硬件级密码学和用户设备（手机、手表或卡片）与读卡器之间的双向认证构建。它支持在线和离线操作，并支持多种凭证类型——长期有效的设备绑定凭证、限时或一次性访客通行证、角色或群组凭证，以及限定站点或区域范围的密钥——凭证的签发、续期、暂停和吊销由后端系统处理。这种灵活性使 Aliro 能够同时服务于私人住宅、商业楼宇和酒店行业。

一次典型的交互在门打开之前就已开始：

- **注册 / 配置**——签发方验证用户身份，并将与设备硬件绑定的凭证安全下发，同时明确界定其范围、有效期和吊销规则。
- **发现与物理层协商**——读卡器广播其能力；设备选择最佳的无线电方式，并通过挑战—响应机制建立安全、抗重放的会话。

- **UWB 距离界定**——在已部署 UWB 的情况下，UWB 会在凭证出示之前确认设备确实位于近旁。
- **策略评估**——读卡器检查何人、何处、何时、距离多近以及需要哪些认证因素。
- **执行与审计**——读卡器执行开锁或拒绝，并写入一条事件日志条目。

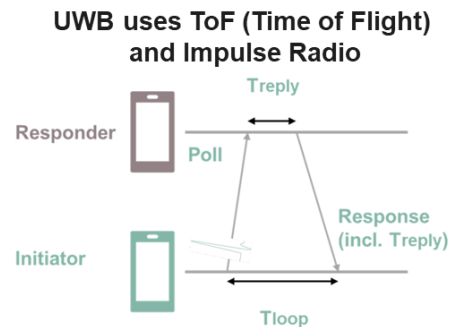
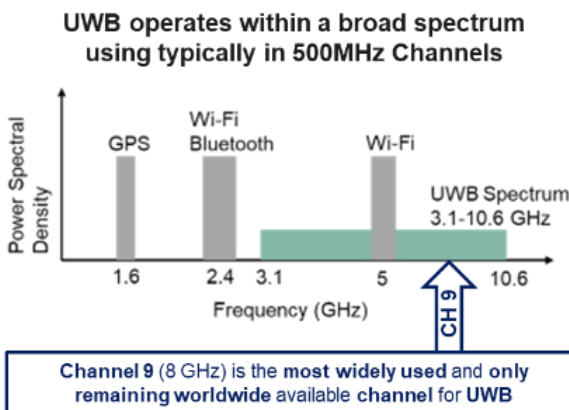
Aliro 还支持设备管理需求（设备端权限更新、吊销列表的后台刷新、设备丢失时的快速吊销、密钥共享）以及故障切换行为，例如无感通行失败时回退到 NFC 刷卡，或在离线状态下执行更严格的时间窗口。

3.2 Aliro 展望

Aliro 1.0 是可互操作门禁发展历程的起点，而非终点³。Aliro 工作组正在开发增强特性——新的应用层功能、更多技术实现、安全性改进以及更新的监管要求——同时保持向后兼容，以保护既有投资。

4. 由于门禁部署生命周期很长，Aliro 所依赖的无线电技术——尤其是 UWB 信道 9——必须长期可用。这使得第 5 节所讨论的监管问题对整个标准具有战略意义。UWB 技术与市场背景

4.1 UWB 的独特之处



UWB technology enable spatial awareness and secured ranging for manifold applications

UWB 是一种短距离、低功耗无线技术，采用宽带脉冲无线电和飞行时间测量（见图 2）。每个信道通常宽达 500 MHz——远宽于 Bluetooth® 或 Wi-Fi®——这正是 UWB 具备高精度并在人群密集的室内等多径环境中保持稳健的原因。UWB 频谱跨度为 3.1–10.6 GHz，但在实际应用中，几乎所有设备都工作在 8 GHz（信道 9），以实现最大兼容性和面向未来的可扩展性。⁴

图 2：UWB 的特性与频谱使用

关键在于，UWB 以极低功率（-41.3 dBm/MHz EIRP）和低占空比发射信号。因此它能够与既有业务——包括卫星系统、固定链路和雷达——共享频谱而不产生有害干扰。这正是 UWB 在生态内被广泛认为能够与其他技术“无形”共存的原因。

先进的 UWB 在精确测距之上叠加了强大的安全能力——尤其是采用保存在安全元件（Secure Element）中的密钥实现的加扰时间戳序列（STS）——以抵御中继攻击和中间人攻击。

这些特性使 UWB 成为越来越多应用场景中的首选技术：

- 数字车钥匙（车联网联盟）

- 无感开锁与安全的楼宇通行 (联盟、Aliro)
- 个人物品定位, 如防丢标签 (FiRa、Omlox)
- 汽车场景下的免接触支付, 如道路收费、免下车服务通道、停车缴费 (FiRa、CCC)
- 公共交通中的通行与支付 (FiRa)
- 智能家居设备的指向触发控制与邻近感知 (FiRa、联盟)
- 商业与工业场景中的实时定位与导航 (FiRa、Omlox)

4.2 标准化推动技术走向成熟

早期的 UWB 标准制定于约二十年前, 面向高速率、近距离通信。随着时间推移, IEEE 标准化将 UWB 的重心转向安全、精确的测距与空间感知——这正是今天的使用方式。

IEEE 标准	年份	主要贡献
802.15.4a	2007	脉冲无线电 UWB, 脉冲宽度约 2 纳秒
802.15.4z	2020	在物理层/MAC 层实现安全精细测距; 更高的脉冲重复模式; 增强安全性
802.15.4ab	预计 2027	通过窄带辅助测距扩展覆盖范围; 更多数据速率; 标准化的感知功能

表 2. IEEE 802.15.4 UWB 发展里程碑。

多个联盟 (Aliro/联盟、CCC、FiRa、omlox) 都构建在同一个 IEEE 802.15.4 基础之上, 这正是如图 3 所示的跨行业互操作性的根基。

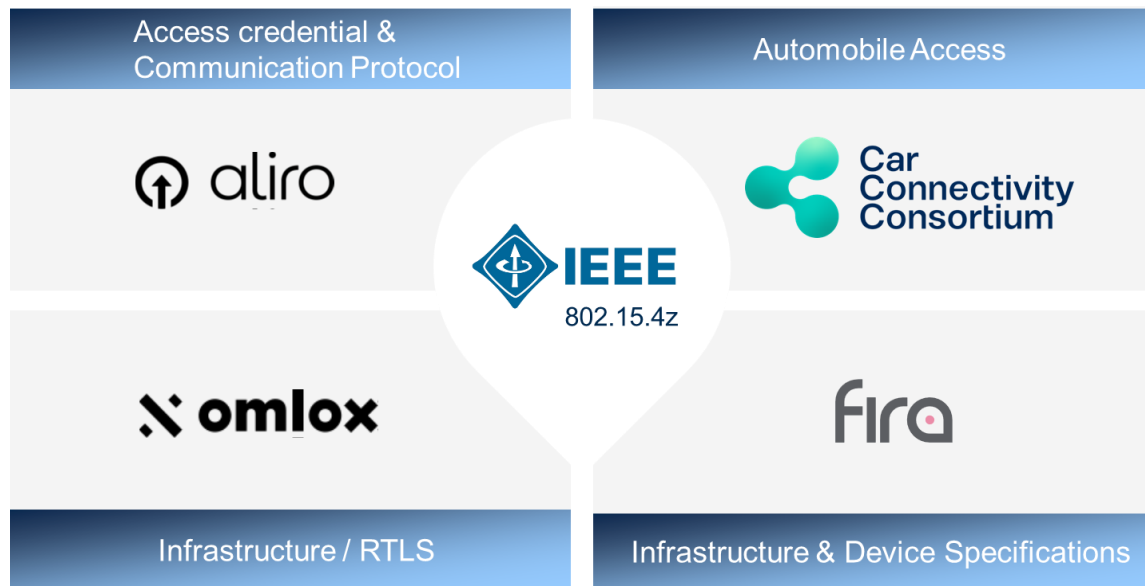
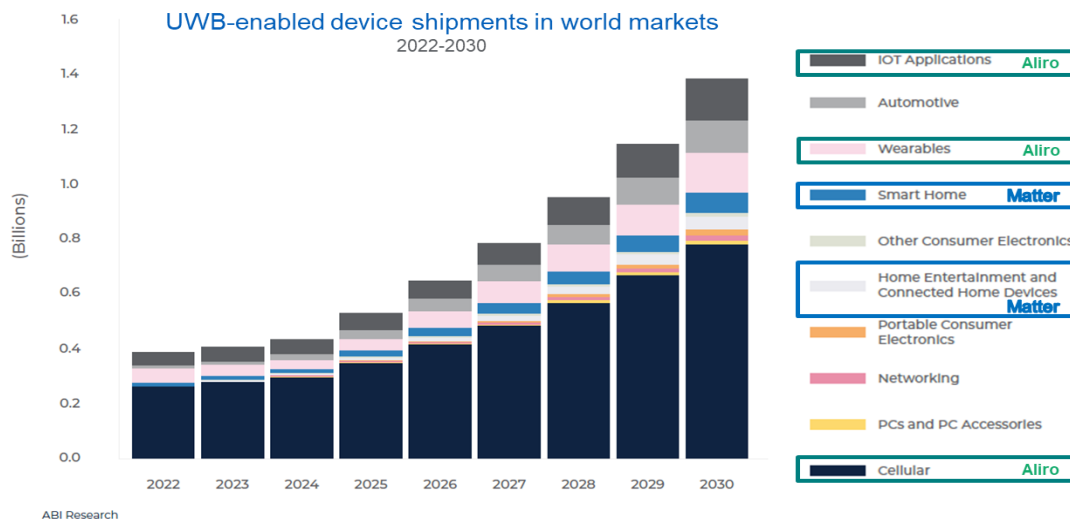


图 3: 各行业标准对 UWB 的采用情况

4.3 UWB 产品需求正加速增长

UWB 已被内置于智能手机之中，以支持安全通行和情境感知交互。

ABI Research 预测，到 2028 年，近一半出货的智能手机将搭载 UWB，到 2030 年这一比例将升至 52% 以上；到 2030 年，支持 UWB 的设备年出货量将接近 14 亿台。与联盟相关的领域——Aliro 门禁和 Matter 智能家居——是增长最快的板块之一。



About 1.4 billion devices are projected to be shipped annually by 2030 in many applications

图 4：采用 UWB 技术的设备历史出货量及未来预测，含 Aliro / Matter 应用场景。

4.4 持续创新将为 UWB 催生众多新应用场景

基于上述预测，UWB 技术在各生态系统中的发展势头显而易见。今天使用 UWB 的应用已经融入我们的日常生活，而随着技术的持续演进和参与各方的创造力，预计将涌现出大量涉及 UWB 的全新应用场景。精确而安全的测距有望超越当前的市场预期，进一步改善我们的日常生活。除了便利性、安保与安全之外，正如 Telecom Advisory Service 的一项研究所示，UWB 预计还将对全球经济与社会产生重大影响⁵。

4.5 经济与社会影响

据预测，到 2030 年，UWB 将产生约 **367 亿美元的年度全球经济影响**——其中 66 亿美元为直接 GDP 贡献，153 亿美元为运营效率提升带来的生产者剩余，149 亿美元为节省时间与提升便利性带来的消费者剩余。仅直接年度 GDP 影响一项，预计将从 2022 年的 18 亿美元增长至 2030 年的 66 亿美元，在此期间全球预计支撑约 287,800 个人·年的就业。⁵

Global Total Economic Impact of UWB (2022-2030)

Area	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	CAGR
Gross Domestic Products	\$1.82	\$1.93	\$2.36	\$3.02	\$3.74	\$4.44	\$5.14	\$5.87	\$6.65	17.33%
Producer Surplus	\$1.88	\$2.77	\$3.58	\$4.74	\$6.35	\$8.18	\$10.30	\$12.68	\$15.26	29.93%
Consumer Surplus	\$3.11	\$4.04	\$4.55	\$5.63	\$7.25	\$9.18	\$11.13	\$13.04	\$14.94	21.66%
Total	\$6.82	\$8.74	\$40.49	\$13.40	\$17.34	\$21.80	\$26.57	\$31.60	\$36.76	23.44%

USD billion

除可量化的产出之外，UWB 还带来 GDP 与剩余价值无法完全体现的公共安全效益——车辆内的儿童存在检测、应急救援中的消防员定位、医疗健康领域的患者实时监测——从而减少伤害、避免死亡，并降低医疗、保险和法律成本。

5. 保护信道 9 的理由

UWB 的长期价值取决于能否持续、有保障地使用合适的频谱。由于这种使用权由各国和地区监管机构确定，因此必须持续参与其中，尤其是关乎**信道 9 本身的未来**。

5.1 UWB 信道 9 的延续性

除这些前提条件之外，底层频段的划分本身也在讨论之中。最初为 UWB 开放的若干频段已被重新划分给其他业务，不再可用。因此，业界的注意力现在集中在产业已经汇聚并投入巨资的频段：信道 9。（图 6）

UWB 信道 9（另见第 3 章）跨度约为 7.7 至 8.3 GHz，位于更宽的全球 UWB 工作范围之内。

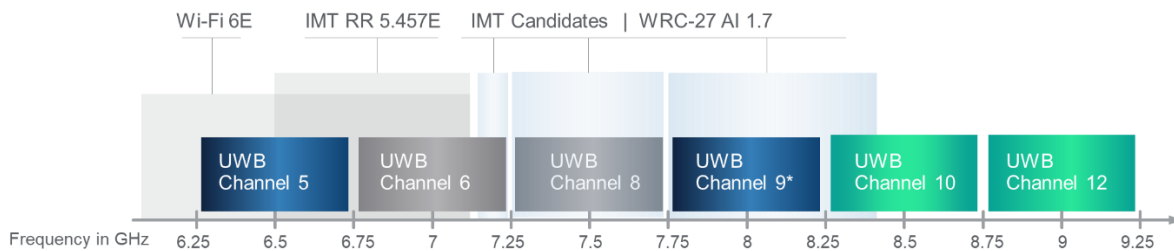


图 6: UWB 各信道在频谱上的分布，来源：FiRa 联盟⁴

如今，它是全球唯一可用的 UWB 信道，并已部署于数十亿台设备中。

尽管各产业联盟原则上支持多个 UWB 信道，信道 9 仍是 UWB 设备使用最广泛的信道，并因其全球协调一致（如图 7 所示）而始终是产业投资的重心。

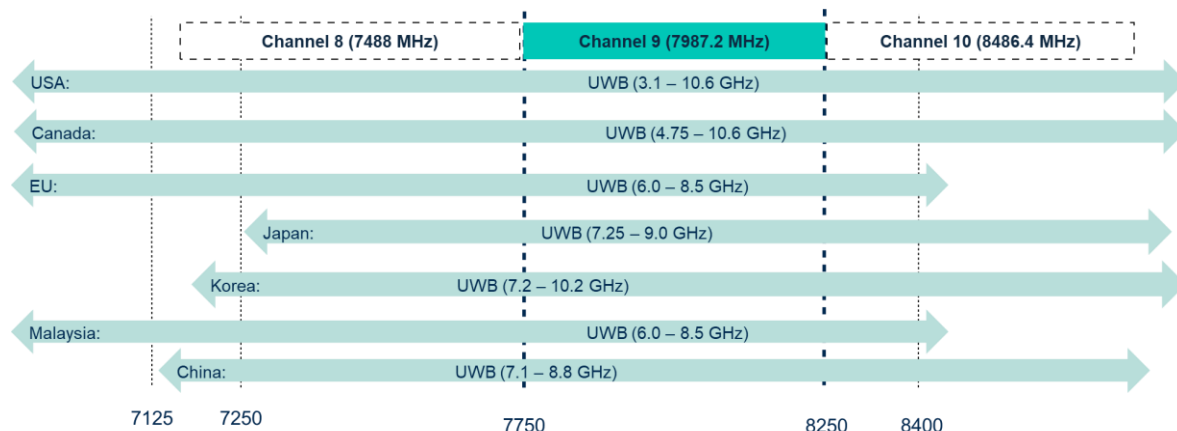


图 7: UWB 全球频谱协调情况, 信道 9 是唯一可在全球范围内使用的信道。

来源: FiRa 联盟⁴

UWB 凭借极低的功率和占空比, 能够与 6–8.5 GHz 范围内既有的卫星、固定链路和雷达业务有效共存。

风险是不对称的: 一旦该频段被划分用于高功率、广泛部署的 IMT, 大量高功率发射机将恶化 UWB 接收机性能——尽管 UWB 并不会对它们造成类似的问题。因此, 8 GHz 附近的这部分频段对于既有部署的延续性和未来增长至关重要。保留这一全球协调信道能够提供监管确定性、保护超过十亿台设备的存量基础, 并维持生态系统的持续发展。

5.2 WRC-23 与 WRC-27 议程项目 1.7

引发当前担忧的导火索是国际电信联盟 (ITU) 的进程。2023 年世界无线电通信大会 (WRC-23) 启动了相关研究, 将在 WRC-27 的**议程项目 1.7** 下作出决议, 审议是否将信道 9 附近频段划分给 IMT。这些研究已促使 UWB 各联盟在 WRC-27 之前采取协调一致的行动。联盟的立场是, 该频段应继续保留给低功耗 UWB 使用。

6. 结论

UWB 已从一项小众无线技术演进为安全、精确空间感知的基础性使能技术。它如今支撑着门禁与实时定位服务、个人设备追踪、智能家居自动化、出行以及工业运营。它能够以高精度、低时延和强安全性测量真实物理距离, 这使其成为 Wi-Fi®、Bluetooth® LE 和 NFC 的关键补充——也正是联盟选择 UWB 作为 Aliro 标准核心要素的原因。

UWB 将继续作为众多垂直领域中实现门与出入口精确、安全通行的技术, 并可能延伸至 Matter 智能家居场景, 用于邻近测距与感知。要保持这一发展势头——并保护门禁行业的长周期投资——取决于监管层面的协调一致。

全球协调的 8 GHz 频段 (UWB 信道 9) 支撑着数十亿台已部署设备, 并且仍是认证产品唯一可用的全球信道。**保留该频段将为生态系统提供持续创新、投资和部署所需的确定性。**

联盟全力支持各联盟联合采取跨组织的统一行动, 面向全球监管机构争取这一结果。

7. 参考文献

^{1,2,3} [Aliro 常见问题解答 \(FAQ\)](#) ; [Aliro 发布页面](#); [Aliro 新闻稿](#)

⁴ [超宽带背后的技术与应用——白皮书](#)

⁵ [FiRa UWB 社会经济研究白皮书](#)