

精确 ($\pm 2\text{cm}$) 室内定位系统

布置手册

v2026_01_27

翻译版本。英文原版:

https://marvelmind.com/pics/Marvelmind_Robotics_ENG_placement_manual.pdf

版本变更

2026_01_27: 新增简易 3D 跟踪——用于 DJI 无人机室内应用

2025_11_07: 细微改进

2025_10_07: 细微改进

2023_07_07_v1.2: 细微改进

2023_07_03_v1.1:

- [新增Split-Modem架构](#)

- [更新Multi-Modem架构](#)

- 细微改进

2022_04_04_v1:

- 在说明中添加链接

- 所有链接更新为相关链接

- 更换 Starter-Set 照片

- 所有案例从 Starter Set HW v4.9 更新至 Starter Set Super-MP-3D

- [新增Starter Set-Super-MP-3D的2D安装](#)

- [新增Starter Set Super-MP-3D——简易3D安装](#)

- 移除 Mini-RX Starter Set——简易 3D 安装（产品已停产）

- 暂时移除自主巡检无人机（IA, 2D, TDMA, 垂直-XZ）幻灯片

2020_07_13_v0.09: 将 "带柱子的房间 (IA, 2D, TDMA)" 重命名为 "全重叠子地图 (IA, 2D, TDMA)"

2019_08_15_v0.08: 新增幻灯片 隧道 1200x25m, 自主巡检 (NIA, 2D)

2019_07_15_v0.07: 新增幻灯片 带柱房间 (IA, 2D, TDMA)、房间 + 走廊 (IA, 2D, TDMA)、带柱房间 + 走廊 (IA, 2D, TDMA)、自主巡检无人机 (IA, 2D, TDMA, Vertical-XZ)

2018_11_07_v0.06: 新增幻灯片 实时跟踪: 降低延迟

2018_10_03_v0.05: 新增幻灯片 超越默认设置的步骤

2018_06_25_v0.04: 新增幻灯片组 使用子地图跟踪 100x100m 区域

2018_06_25_v0.04: 新增幻灯片组 远距离跟踪 - 30x30m 区域

2018_06_19_v0.03: 新增案例 多 Modem 1.5D - 地下车辆跟踪

2018_06_07_v0.02: 新增案例 商务中心

2018_05_30_v0.01: 初始发布

描述

本手册提供实用建议和示例，介绍如何在不同应用和配置中安装高精度 ($\pm 2\text{cm}$) 室内定位系统以实现最佳性能

首次启动前，请查看：[从开箱到自动驾驶 / 飞行的 8 个基本步骤](#)

要了解更多关于室内定位系统的信息，请查看：[室内定位系统的工作原理](#)

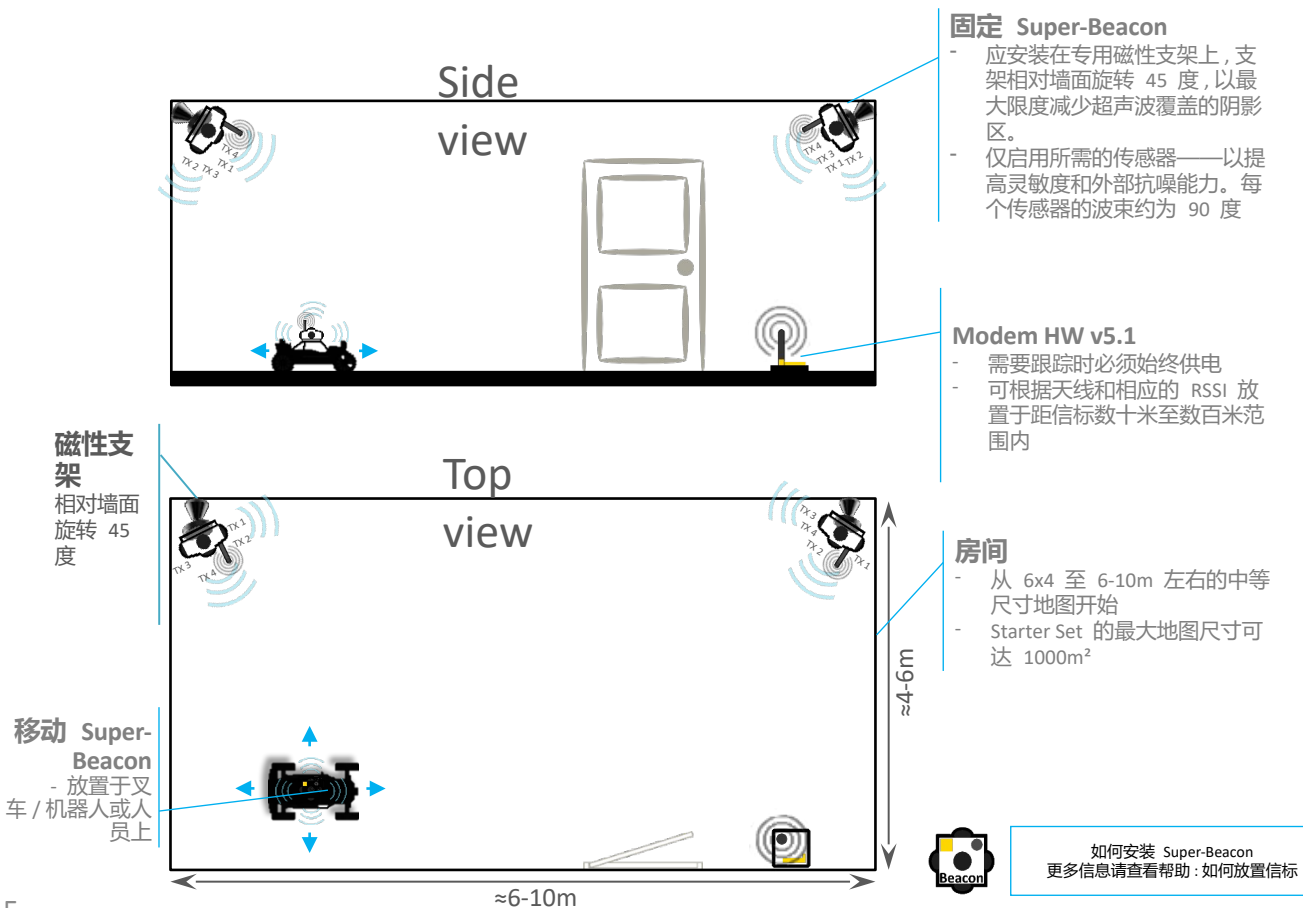
目录

- [01a: 简单 2D 跟踪 – 例如室内遥控车](#)
- [01b: 成对信标 2D – 位置 + 方向](#)
- [02a: 简单 3D 跟踪 – 例如室内无人机](#)
- [02b: 简单 3D 跟踪——适用于室内 DJI 无人机](#)
- [02c: 配对信标 3D——位置 + 方向](#)
- [02d: Microphone RX1 指向性图](#)
- [03: 人行道、隧道、地铁、矿井的 2D 跟踪](#)
- [04: 2D 子地图](#)
- [05: 46x5m 区域内的轮式机器人 \(2D 导航\)](#)
- [06a: 商业中心区域——2D 人员跟踪](#)
- [06b: 商业中心区域——2D 人员跟踪](#)
- [7: 100x100m 区域使用子地图进行跟踪](#)
- [7.1: 大面积 2D \(100x100m\) 跟踪——多个子地图](#)
- [7.2: 系统详细视图](#)
- [7.3: 信标安装详细视图](#)
- [7.4: 2D 最佳配置](#)
- [7.5: 2D 拉伸配置](#)
- [7.6: 2D 超拉伸配置](#)
- [7.7: 3D 最佳配置](#)
- [7.8: 3D 拉伸配置](#)
- [7.9: 3D 超拉伸配置](#)
- [7.10: 总结——100x100m 区域](#)
- [8a: 完全重叠的子地图 \(IA, 2D\)](#)
- [8b: 完全重叠的子地图 \(IA, 2D, TDMA\)](#)
- [9: 房间 + 走廊 \(IA, 2D\)](#)
- [9a: 房间 + 走廊 \(IA, 2D, TDMA\)](#)
- [10: 带立柱的房间 + 走廊 \(IA, 2D, TDMA\)](#)
- [11: 1200x25m 隧道, 自主巡检 \(NIA 或 IA, 2D\)](#)
- [12: 实时跟踪: 降低延迟](#)
- [13: 无人机稳定“Z”值——设置与建议](#)
- [14a: Multi-modem 1.5D——适用于超大型网络](#)
- [14b: Split-Modem 架构——适用于快速移动对象](#)
- [15a: 30x30m 区域内的跟踪](#)
- [15b: 30x30m 区域内的跟踪——分区](#)
- [15.1: 步骤 1: 构建距离图 \(2, 3\)](#)
- [15.1a: 如何冻结某对信标之间的距离](#)
- [15.2: 步骤 2: 构建距离图 \(3, 4\)](#)
- [15.3: 步骤 3: 构建距离图 \(4, 5\)](#)
- [15.4: 步骤 4: 构建距离地图 \(2, 5\)](#)
- [15.5: 步骤 5: 构建距离地图 \(2, 4\)](#)
- [15.6: 步骤 6: 构建距离地图 \(3, 5\)](#)
- [15.6a: 手动距离输入](#)
- [15.7: 步骤 7\(a\): 最终配置 \(3D 跟踪\)](#)
- [15.8: 步骤 7\(b\): 最终配置 \(2D 跟踪\)](#)
- [16: Starter Set HW v4.9 – 简易 3D 安装](#)
- [17: 联系方式](#)

约定:



01a: 简易 2D 跟踪——例如室内 RC 车



固定 Super-Beacon

- 应安装在专用磁性支架上, 支架相对墙面旋转 45 度, 以最大限度减少超声波覆盖的阴影区。
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部抗噪能力。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v5.1

- 需要跟踪时必须始终供电
- 可根据天线和相应的 RSSI 放置于距信标数十米至数百米范围内

房间

- 从 6x4 至 6-10m 左右的中等尺寸地图开始
- Starter Set 的最大地图尺寸可达 1000m²

配置:

- [Starter Set Super-MP-3D:](#)
 - 2 个固定式 Super-Beacon, 使用 8 个可用频率中不同的频率: 19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
 - 1 个移动式 Super-Beacon
 - 1 个 Modem HW v5.1
- 2 个磁性支架

注意事项:

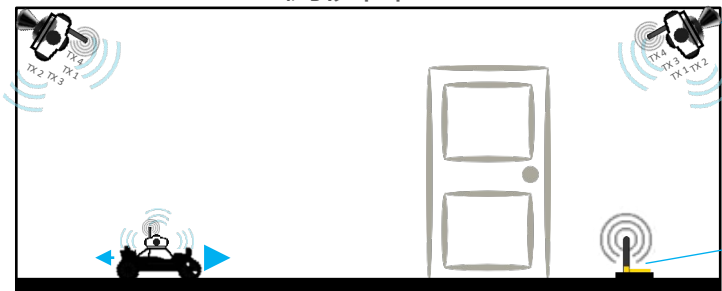
- 专为 2D 跟踪 (X,Y) 设计
 - 房间内单台 RC 车
 - 单轮机器人
 - 单人
- 不适用于无人机——需要 3D (X,Y,Z) 跟踪

架构:

- NIA(推荐用于熟悉系统及 1 个移动信标的场景)
- IA(推荐用于 >2-4 个移动信标的场景)

01b : 配对信标 2D - 位置 + 方向

侧视图



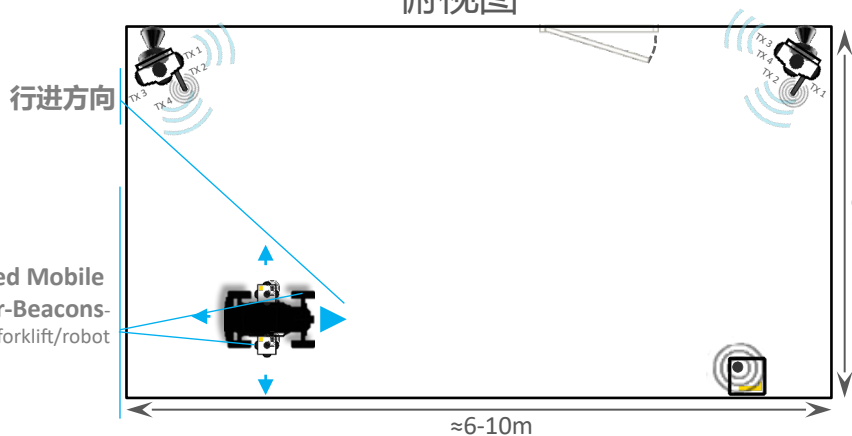
固定 Super-Beacon

- 应安装在墙壁或天花板上——以最大限度减少超声波覆盖范围内的盲区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和抗外部噪声能力。每个传感器具有约 90 度的波束

Modem HW v5.1

- 在需要跟踪时必须始终通电
- 根据天线及由此产生的 RSSI，可距离信标数十米至数百米放置

俯视图



房间

- 建议从 6x4 至 6-10m 左右的中等尺寸地图开始
- Starter Set 支持的地图最大尺寸可达 1000m²

配置:

[Starter Set Super-MP-3D + 移动 Super-Beacon:](#)

- 2 个固定 Super-Beacon，使用 8 个可用频率中的不同频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
- 2 个移动 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1
- 2 个磁性支架

方向的场景设计

- 使用安装在机器人 / 无人机上的配对移动信标，不依赖指南针，避免室内金属较多时指南针给出错误结果
- 移动信标之间的基线越长，可实现的方向精度越高。当基线 >20cm 时可获得合理的方向精度。强烈建议使用 0.5m 或更长的基线
- [功能设置演示视频](#)
- 要了解更多关于方向 / 朝向的信息，请参阅：IMU

架构:

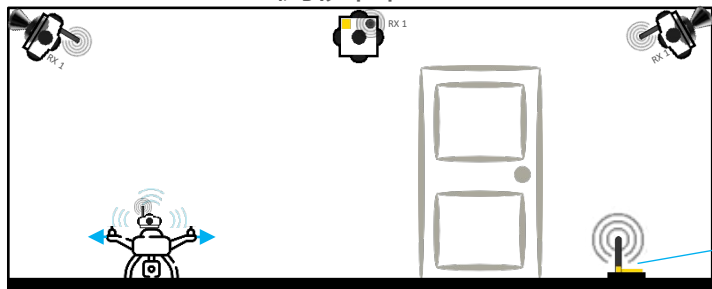
- IA
- NIA(推荐用于 2-4 个以上移动信标)



如何安装 Super-Beacon
更多信息请查看帮助：如何放置信标

02a: 简单三维跟踪——例如，室内无人机

侧视图



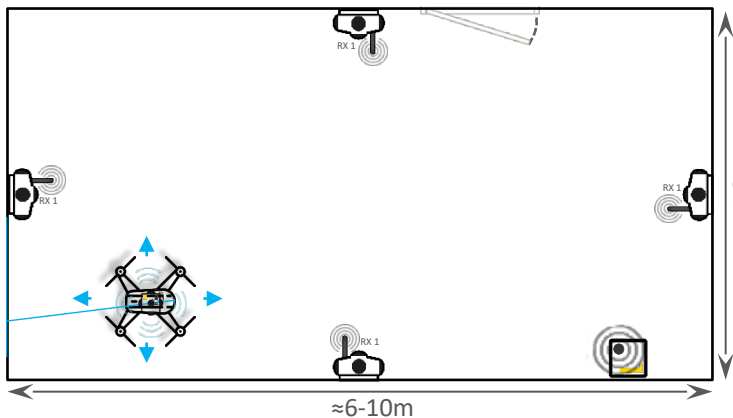
固定式 Super-Beacon

- 应安装在墙壁或天花板上——以尽量减少超声波覆盖中的阴影区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部噪声抗扰性。每个传感器具有约 90 度的波束角

Modem HW v5.1

- 当需要跟踪时，必须始终保持通电
- 根据天线和最终 RSSI 的不同，可放置在距离信标数十至数百米的位置

顶视图



移动式

Super-Beacon

- 放置在无人机 / 多旋翼或人员上

房间

- 从 6x4 到 6-10m 左右的中等大小地图开始
- Starter Set 的最大地图尺寸可达 1000m²

≈4-6m

≈6-10m



如何安装 Super-Beacon
更多信息请查看帮助：如何放置信标

配置：

- [Starter Set Super-MP-3D:](#)
 - 4 个固定式 Super-Beacon，使用 8 个可用频率中的不同频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
 - 1 个移动式 Super-Beacon
 - 1 个 Modem HW v5.1
- 4 个磁性支架

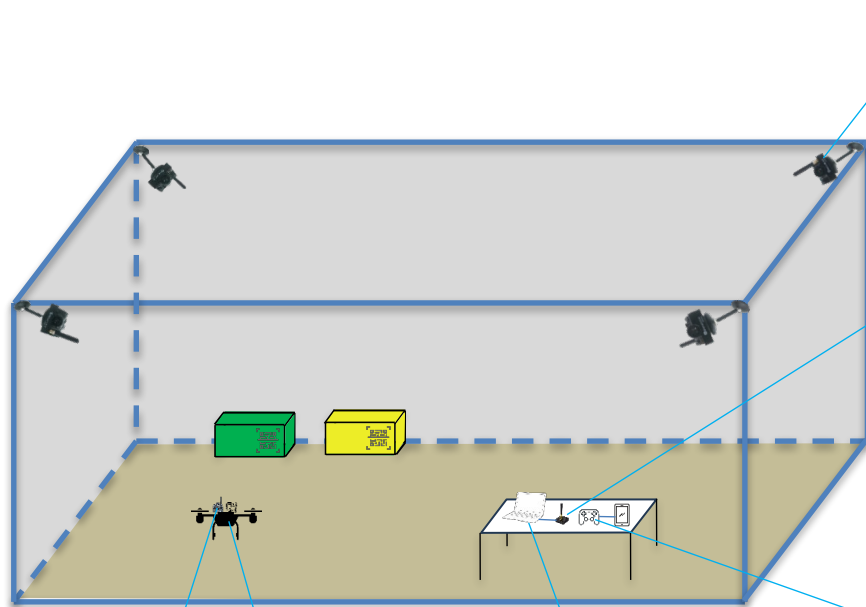
注意事项：

- 支持 3D (X,Y,Z) + 1 个冗余
- 专为快速评估具有 IMU 的精准 (±2cm) 室内 "GPS" 而设计：
 - 无人机
 - VR 头盔
 - 需要快速更新率或在具有挑战性的环境中工作的系统，此时基于超声波的导航必须通过基于 IMU 的导航进行验证
- IMU+ 超声波传感器融合 => 可支持高达 100Hz 的更新率
- 有助于在具有挑战性的环境中对位置跳变进行额外过滤
- 在总体上需要 IMU 时

架构：

- IA
- NIA (推荐用于无人机和直升机)

02b : 简单 3D 跟踪 – 用于室内 DJI 无人机



固定式 Super-Beacon

- 应安装在墙壁或天花板上——以尽量减少超声波覆盖范围内的阴影
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部噪声抗扰度。每个传感器的波束约为 90 度

Modem HW v5.1

- 在需要跟踪时必须始终通电
- 可根据天线及所得 RSSI 放置在距信标数十至数百米处

Marvelmind 应用 + DJI RC

- 特殊的 Marvelmind 安卓应用程序，允许远程控制系统。连接至 DJI RC

移动式

Super-Beacon

- 安装在无人机上

DJI 无人机

- 通过 DJI SDK 进行集成

Dashboard

- 用于系统设置。可视化无人机跟踪。数据流传输至您的 ERP 和 WMS

配置:

Starter Set Super-MP-3D:

- 4 个固定 Super-Beacon，使用 8 个可用频率中的不同频率：19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
- 1 个移动 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1
- 4 个磁性支架
- 1 架 DJI 无人机
- 1 台 DJI RC+ 安装有 Marvelmind DJI 应用的 Android 手机
- 1 台 Windows/Linux 笔记本电脑

注意事项:

- 有关更多信息，请查阅 Marvelmind DJI 自主飞行手册
- DJI 无人机的要求是支持 MSDK 5.0+。有关受支持无人机的更多信息，请查阅 DJI MSDK 教程

架构:

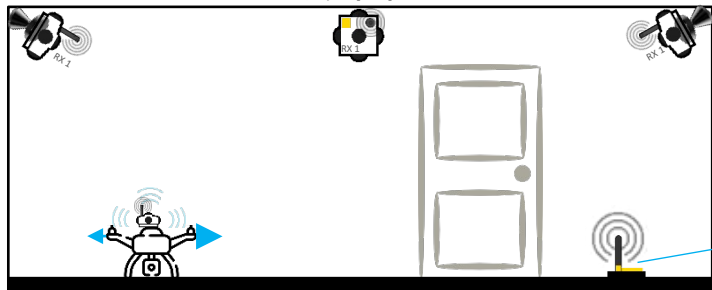
- NIA
- MF NIA



如何安装 Super-Beacon
更多信息请查阅 Help : 如何放置信标

02c: 配对信标 3D – 位置 + 方向

侧视图



固定式 Super-Beacon

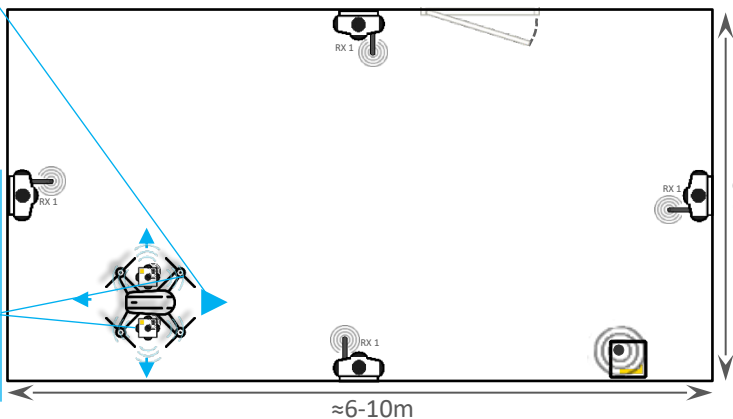
- 应安装在墙壁或天花板上——以最大限度减少超声波覆盖中的阴影
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部噪声抗干扰能力。每个传感器具有约 90 度的波束

Modem HW v5.1

- 需要跟踪时必须始终通电
- 可放置在距离信标数十米至数百米之外，具体取决于天线和产生的 RSSI

俯视图

行进方向



房间

- 从 6x4 到 6-10m 左右的中等大小地图开始
- Starter Set 的最大地图尺寸可达 1000m²

≈4-6m

≈6-10m



如何安装固定式信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

配置：

- [Starter Set Super-MP-3D + 移动 Super-Beacon:](#)
 - 4 个固定 Super-Beacon, 使用 8 个可用频率中的不同频率 :19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz
 - 2 个移动 Super-Beacon
 - 1 个 Modem HW v5.1
- 4 个磁性支架

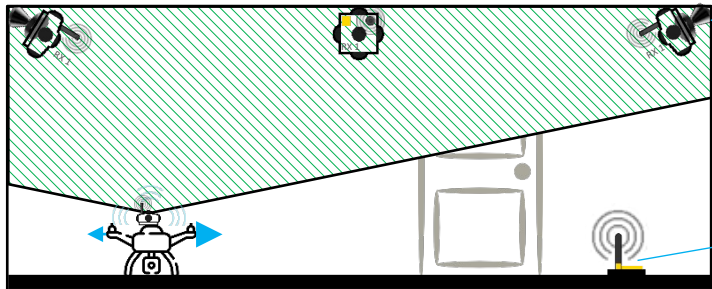
用途：

- 适用于不仅需要位置 (如常规 GPS), 还需要方向的场景
- 使用安装在机器人 / 无人机上的配对移动信标, 不依赖于可能在金属较多的室内环境中给出错误结果的指南针
- 移动信标之间的基线越大, 可实现的方向精度越高。基线 >20cm 时可获得合理的方向精度。强烈推荐 - 0.5m 或更长
- [功能设置演示视频](#)
- 要了解更多关于方向 / 朝向的信息, 请查看 :IMU, 每架无人机需要多少个移动信标 ?

架构：

- IA
- NIA (推荐用于无人机和多旋翼)

02d : 麦克风 RX1 指向图

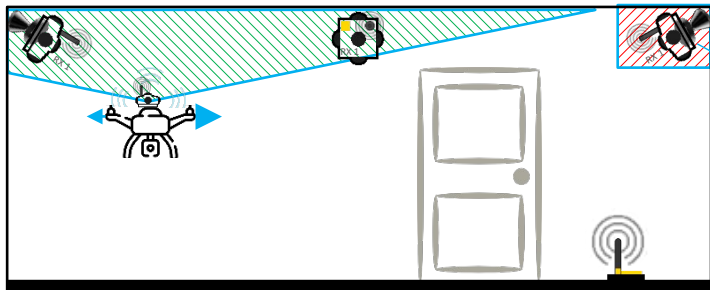


固定式 Super-Beacon

- 应安装在墙壁或天花板上——以最大程度减少超声波覆盖范围内的阴影区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部噪声抗扰性。每个传感器具有约 90 度的波束角

Modem HW v5.1

- 在需要进行跟踪时，必须始终保持通电
- 可放置在距信标最多数十至数百米处，具体取决于所得的 RSSI



固定式 Super-Beacon

- 由于相对麦克风的角非常小，Super-Beacon 对移动信标不可见
- 这可能导致跟踪效果不佳或完全无法跟踪

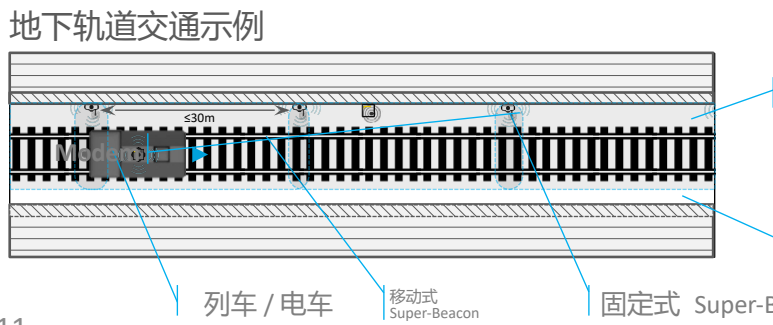
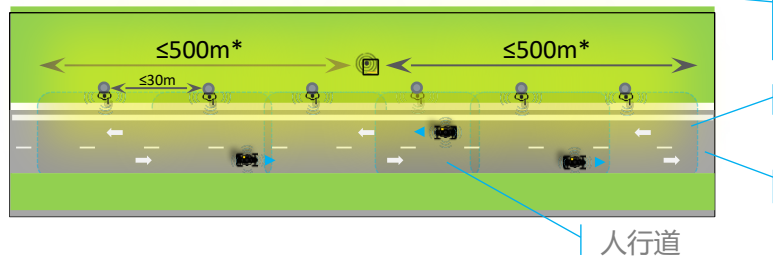
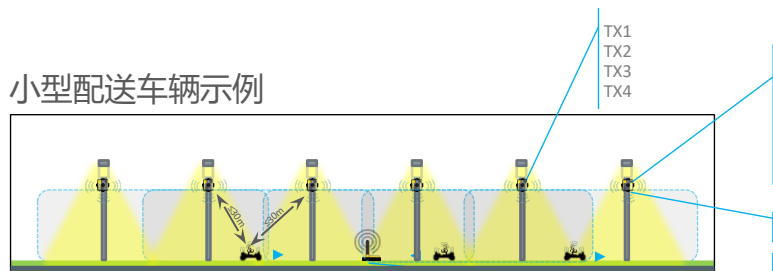
注意事项:

- 本幻灯片显示 RX1 麦克风指向图。该图基于 3D IA 架构。在下方图片中，您可以看到移动 Super-Beacon 无法听到固定 Super-Beacon，因为相对麦克风的角度过小
- 请尽量避免此类情况，将固定信标尽可能放置在较高位置，或不要飞行得过于靠近固定信标所在平面
- 有关麦克风的更多信息，请查看我们的操作手册第 3.6.1 章节及我们的帮助：麦克风指向图视频



如何安装固定信标
欲了解更多信息，请查看帮助：如何放置信标

03 : 2D 模式下跟踪人行道、隧道、地铁、矿井



固定式 Super-Beacon

- 应安装在灯杆高处——以最大限度减少超声波盲区
- 仅启用所需的传感器——以提升灵敏度和外部抗噪能力

灯杆

Modem HW v5.1

- 需要跟踪时必须始终通电
- 可放置在距离信标数十米至数百米远处

略微重叠的子地图

人行道区域

配置:

- [Starter Set Super-MP-3D + N 个 Super-Beacon:](#)
 - N 个固定式 Super-Beacon
 - N 个移动式 Super-Beacon
 - 1 个 Modem HW v5.1
- N 个磁性支架
- N 个全尺寸天线
- N 个 Omni-Microphone-IP67 (推荐)

注意事项:

- 室外场景: 公园、停车场、铁路
- 室内场景: 地铁、隧道、长型仓库
- 2D 跟踪 (线性布置)
- 请查看帮助: 麦克风示意图视频
- 为获得更好的覆盖范围, 可使用 Omni-Microphone-IP67

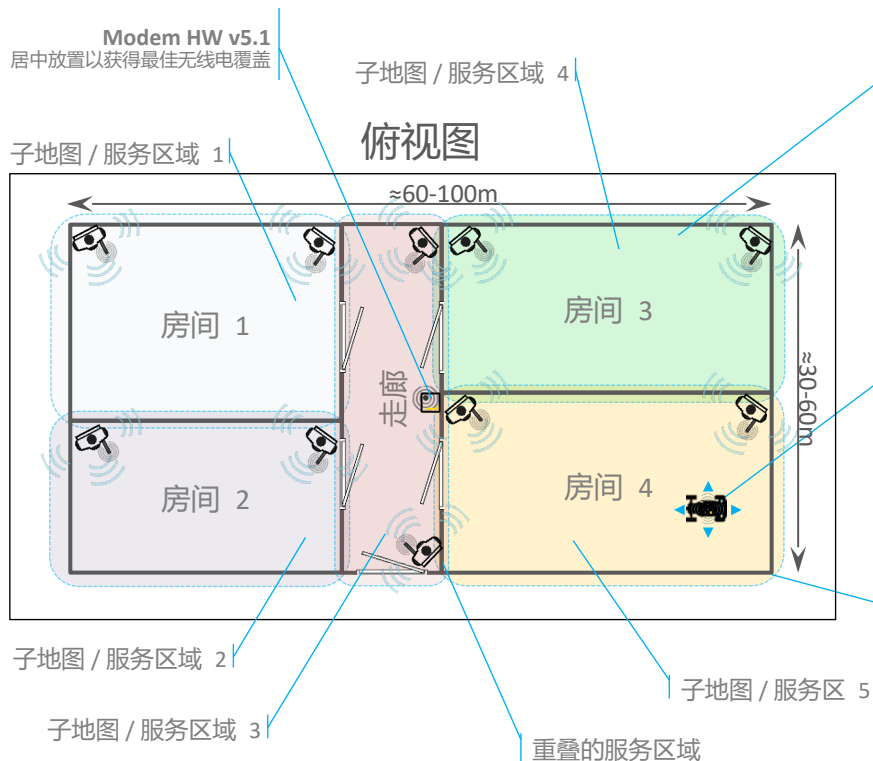
使用全尺寸天线时无线电覆盖距离可达 400m ,
使用特殊定向天线时每个方向可达 1km (开阔空间 2km)
在多 Modem 系统中可进一步扩展



如何安装固定信标
更多信息请查看帮助: 如何放置信标



04 : 2D 子地图



固定式 Super-Beacon

- 应安装在墙壁高处或天花板上——以最大限度减少超声波盲区
- 仅启用所需的传感器——以提高灵敏度和外部噪声抗扰性

移动式 Super-Beacon

配置:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacons:](#)
 - 10 个固定式 Super-Beacon
 - 1 个移动式 Super-Beacon
 - 1 个 Modem HW v5.1
- 10 个磁性支架

注意事项:

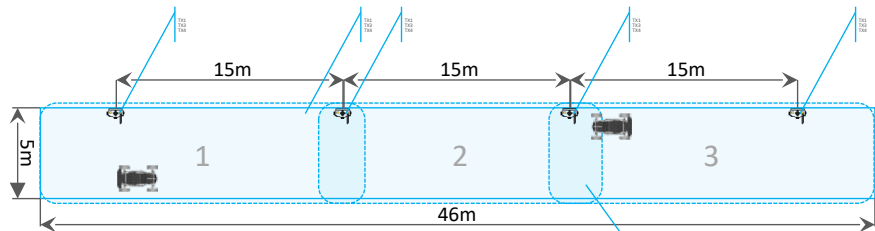
- 专为多房间建筑设计
- 此特定配置支持 2D 跟踪。如果构建 3D 子地图而非 2D 子地图, 也可实现 3D 跟踪。请查看 [Simple 3D Tracking](#)
- 请查阅操作手册
- 请查看子地图帮助视频
- 请查看 [Simple 2D Tracking](#) 以构建正确的 2D 地图
- 请访问我们的网站 <https://marvelmind.com/download/> =>
- [如何创建室内导航地图](#)
- [如何构建大型室内定位系统](#)
- [如何构建大于 30x30m 的地图?](#)



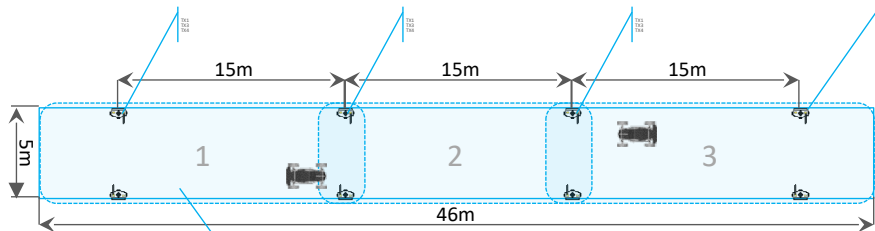
如何安装固定信标
更多信息请查看帮助: 如何放置信标

05:46x5m 区域内的轮式机器人 (2D 导航)

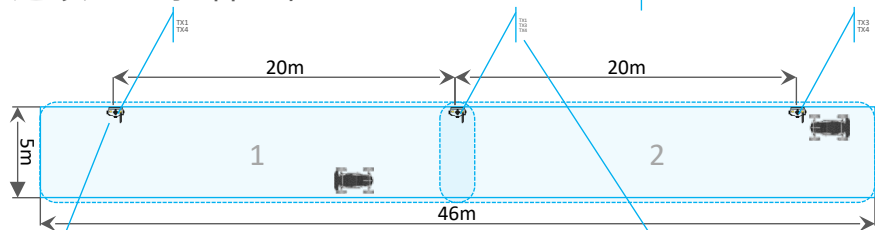
选项 1：最佳保守型，2D



选项 3：最佳保守型，3D



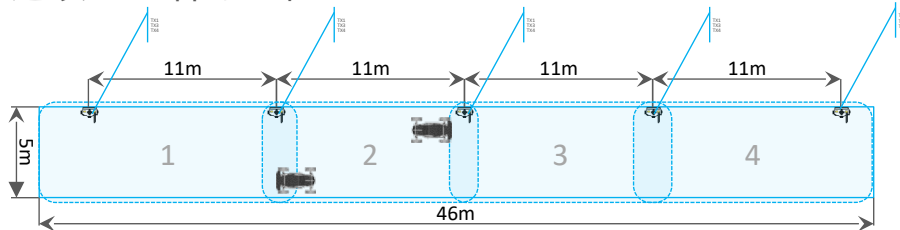
选项 2：拉伸型，2D



子地图 / 服务区域相互重叠，
以便在子地图之间平滑切换

如何构建子地图和服务区域：
[帮助视频:使用子地图构建大型地图](#)

选项 4：保守型，2D



启用 TX1(朝右)和 TX4(朝前),并禁用 TX2/TX3/TX5。它们朝下、朝左、朝上,机器人不会出现在这些方向。禁用不必要的传感器可提高灵敏度 / 距离,并减少信标拾取的噪声 / 回声量

放置固定信标时,USB 接口朝下。每个信标仅启用所需的传感器。例如,此处启用 TX1(朝右)、TX4(朝前)、TX3(朝左),并禁用 TX2/TX5。它们朝上和朝下,机器人不会出现在这些方向。禁用不必要的传感器可提高灵敏度 / 距离,并减少信标拾取的噪声 / 回声量

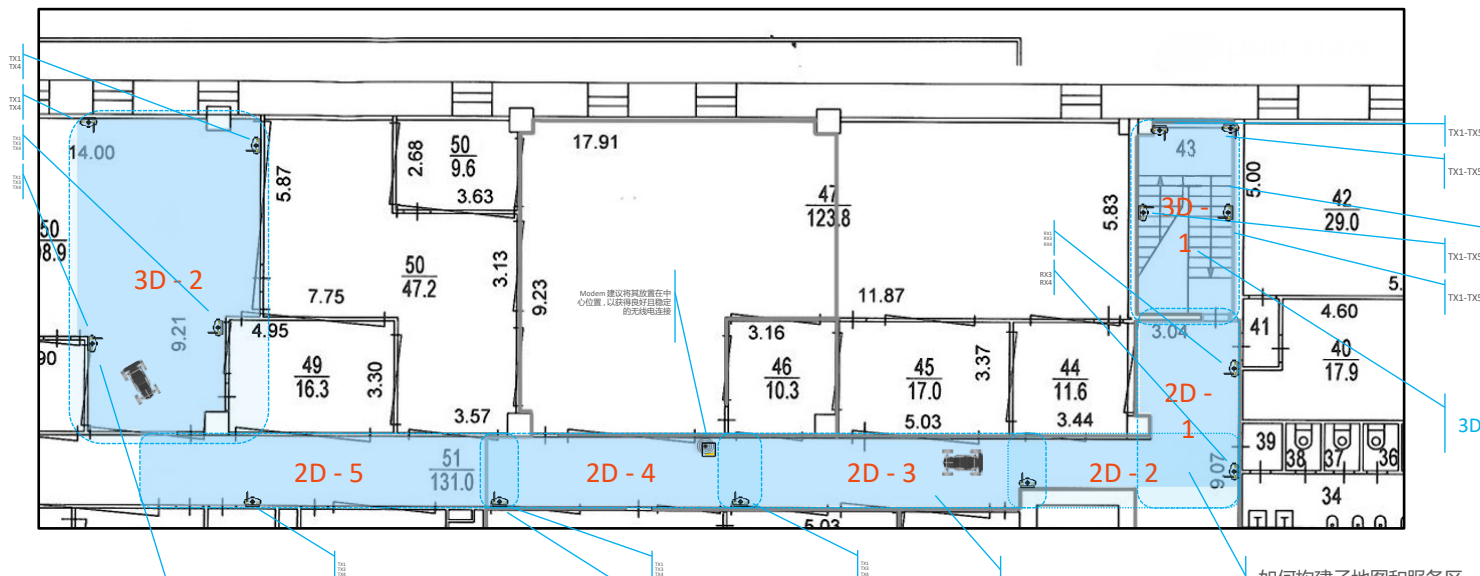
注意：

- 检查自主配送机器人 - 系统视图



如何安装固定信标
更多信息请查看帮助：如何放置信标

06b: 商务中心区域 – 2D 人员追踪



配置:

- 14 个 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

在高度不同且距离较近的情况下, 建议开启所有传感器。需要使用 3D 跟踪才能在走楼梯时跟踪高度变化

3D 跟踪子地图 1

2D 跟踪子地图 3

如何构建子地图和服务区:
[帮助视频: 使用子地图构建大型地图](#)
[如何创建室内导航地图](#)

启用 TX1(朝右) 和 TX4(朝前), 禁用 TX2/TX3/TX5。它们分别朝下、朝左、朝上, 机器人不会出现在这些方向。禁用不必要的传感器可提高灵敏度 / 范围, 并减少信标接收到的噪声 / 回波

放置固定信标时, USB 朝下。每个信标只启用所需的传感器。例如, 这里启用 TX1(朝右)、TX4(朝前)、TX3(朝左), 禁用 TX2/TX5。它们朝上和朝下, 机器人不会出现在这些方向。禁用不必要的传感器可提高灵敏度 / 范围, 并减少信标接收到的噪声 / 回波

* 所有距离均以米为单位



如何安装固定信标
 更多信息请参阅帮助: 如何放置信标



7: 使用子地图进行 100x100m 区域追踪

接下来的幻灯片将介绍在大型开放式仓库中使用带有子地图功能的 Marvelmind 室内 "GPS"(NIA 模式) 进行追踪的设置。它还包含一些安装提示和设置说明。我们提供了一些示例及其优缺点。由于系统相当灵活, 因此展示了多种选项。

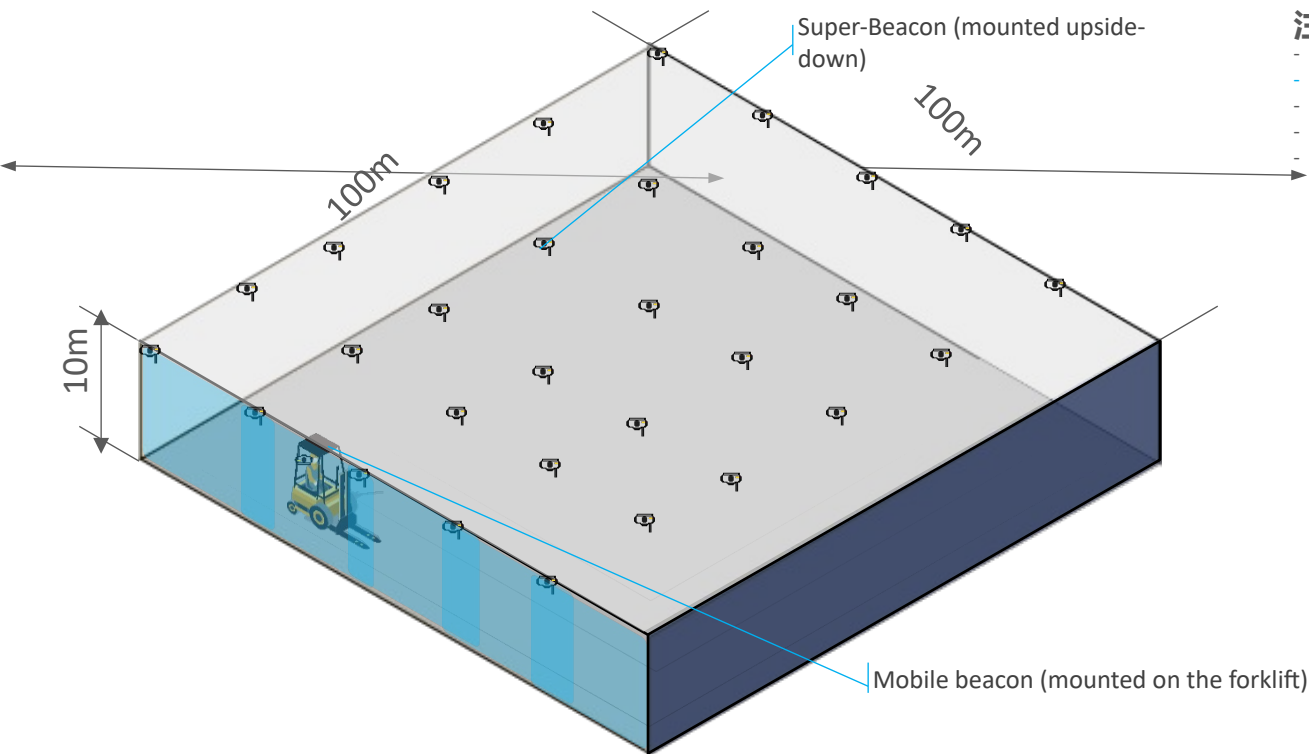
在我们的文章中了解更多:

[如何构建大型室内定位系统](#)

[如何构建大于30x30m的地图?](#)

7.1: 大型 2D(100x100m) 追踪 – 多个子地图

以下是使用 NIA 在开放式仓库中进行追踪的示例。固定 Super-Beacon 信标倒装安装在天花板上。移动信标朝上安装在叉车上。系统实时 (1-6Hz) 提供移动信标 (叉车) 的精确 ($\pm 2\text{cm}$) 实时位置, 并将其路径和所有位置存储在 .CSV 文件中, 供后处理和分析使用。它还支持实时报警以及系统与叉车之间的双向通信 (最高 1-2kbps)。

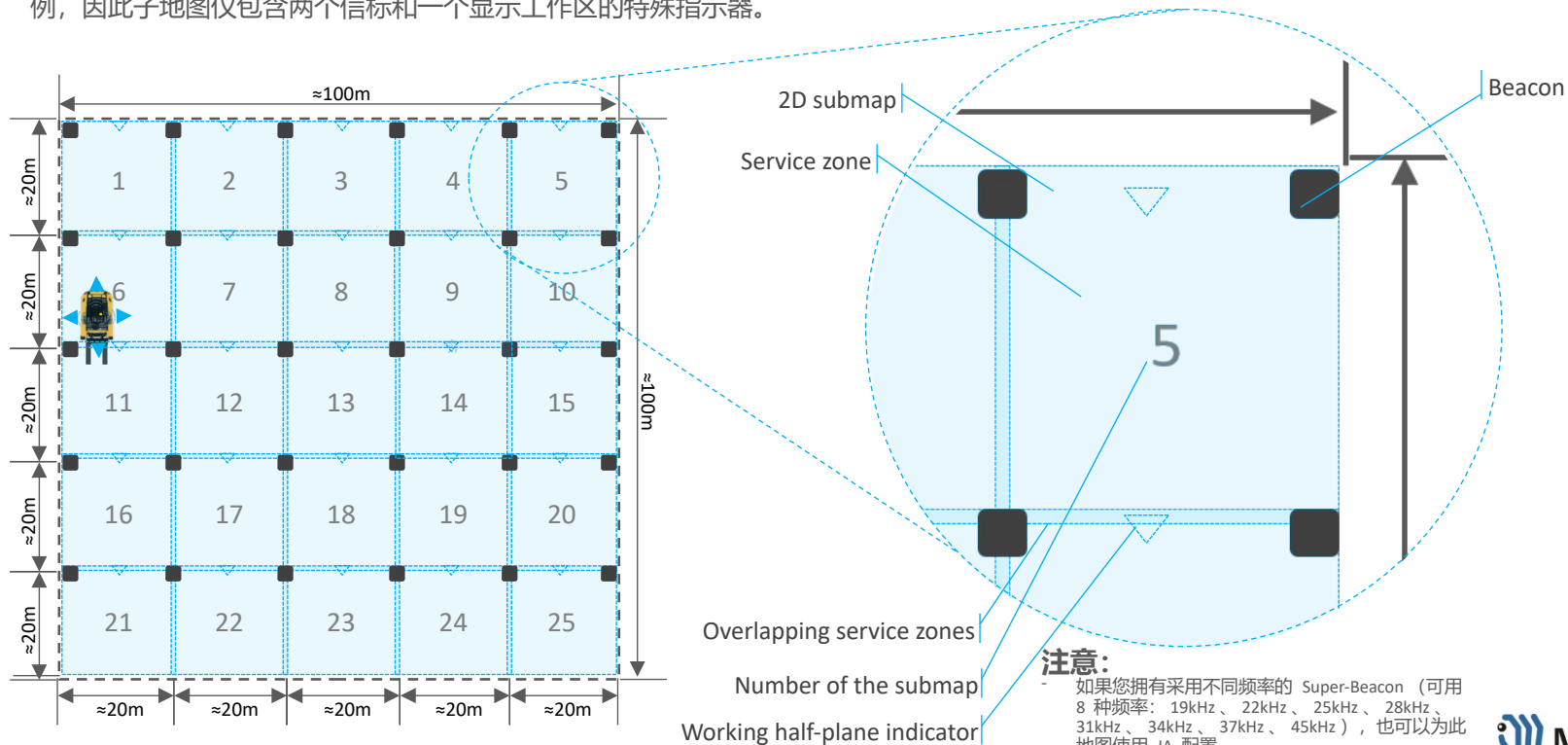


注意事项:

- 应用场景: 大型开阔仓库
- 2D (x, y) 追踪
- 多子地图
- 使用 NIA 进行布置
- 如果您拥有采用 8 个可用频率 (19kHz、22kHz、25kHz、28kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz) 中不同频率的 Super-Beacon, 也可以为此地图使用 IA 配置

7.2 : 系统详细视图

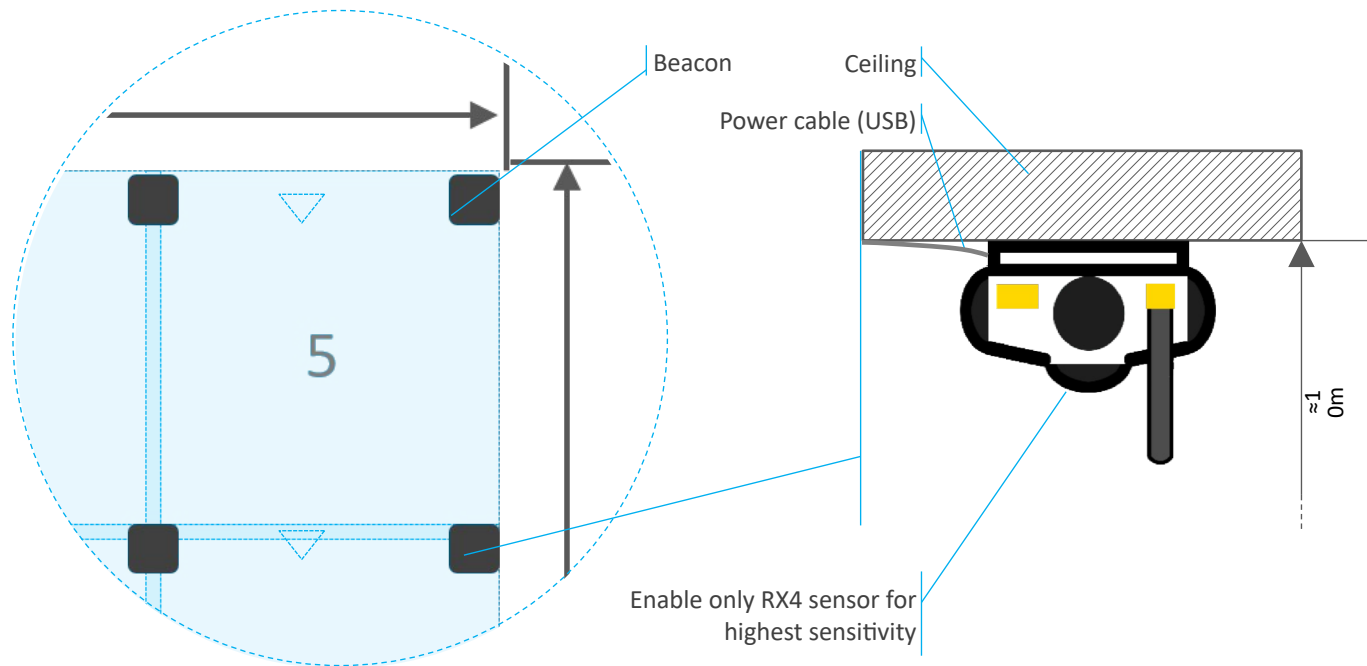
所有需要追踪的区域均由固定式 Super-Beacon 覆盖。信标按栅格方式安装在天花板上，确保在需要追踪的任何位置，叉车上的移动式 Super-Beacon 与天花板上的 2 个或多个固定式 Super-Beacon 之间的距离小于 30m。服务区相互重叠，以实现平滑切换。这是 NIA 下的 2D 地图示例，因此子地图仅包含两个信标和一个显示工作区的特殊指示器。



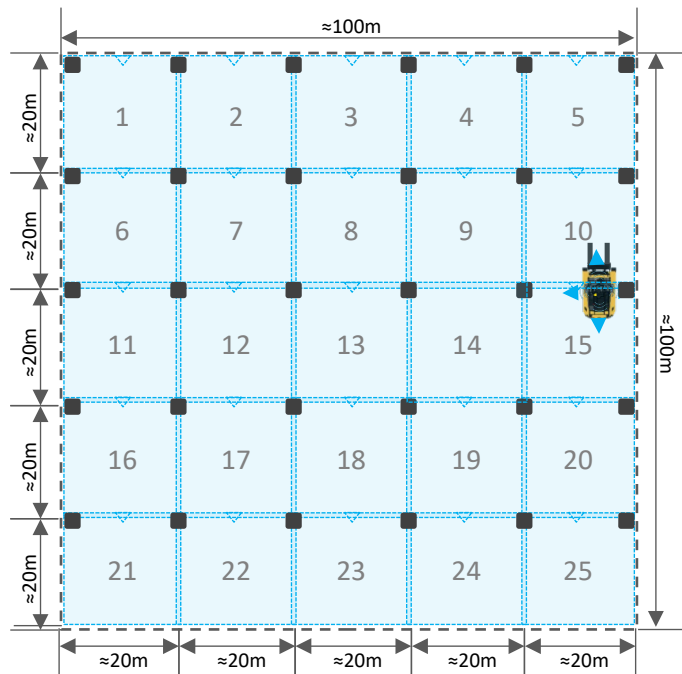
7.3 : 信标安装详细视图

信标倒置安装在天花板上。工作传感器为 RX4。当其他传感器（RX1、RX2、RX3、RX5）被禁用时，信标在 RX4 方向上具有最高灵敏度，并对其他方向具有抗噪能力。示例中的高度为 10m。

信标可由内置 LiPoI 电池供电，但建议提供外部电源（普通 USB）或 $\sim 110/220 \Rightarrow 5V$ USB 转换器



7.4 : 2D 最优配置



注意事项:

由于该配置用于 2D, 因此仅提供 X 和 Y 坐标。
该配置设计用于追踪, 例如在没有高货架的开阔仓库中追踪叉车。

优点:

- 稳定的追踪
- 非常精确 ($\pm 2\text{cm}$)
- 专为叉车设计

缺点:

- 相比拉伸配置需要更多信标 (价格更高)

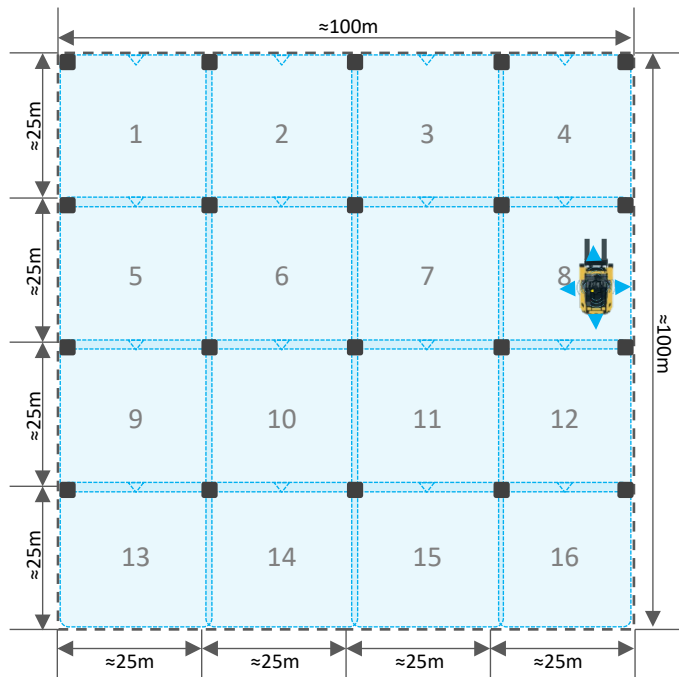
配置:

- 100x100m "2D 最优":
- 30 个固定式 Super-Beacon
 - 1 个移动式 Super-Beacon
 - 1 个 Modem HW v5.1

查看视频:

- [自主配送机器人 - 系统视图](#)
- [实时跟踪: 精确室内定位](#)
- [如何精确 \(\$\pm 2\text{cm}\$ \) 跟踪 10 台叉车](#)

7.5 : 2D 拉伸



注意事项:

"2D 拉伸" 配置实际上与 "2D 最优" 相同, 但适用于信标之间更长的距离。但跟踪可能会被外部噪声或过弱的超声波信号中断。它也是 2D 的, 因此仅提供 X 和 Y 坐标。

优点:

- 总成本低于 2D 最优配置

缺点:

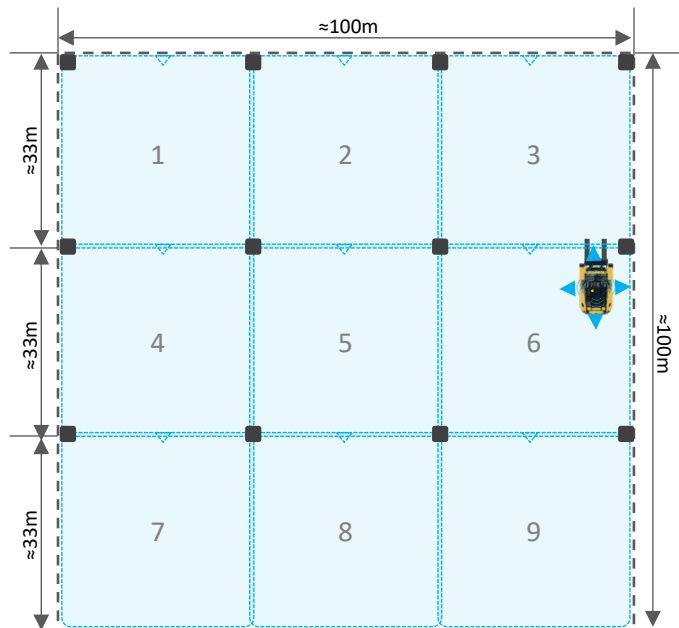
- 跟踪稳定性可能不如 2D 最优配置

配置:

100x100m "2D 拉伸" :

- 20 x 固定式 Super-Beacon
- 1 x 移动式 Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

7.6 : 2D 超拉伸



说明:

"2D 超拉伸" 配置由于距离最大, 具有最佳的价格优势。该方案为 2D, 因此仅提供 X 和 Y 坐标。

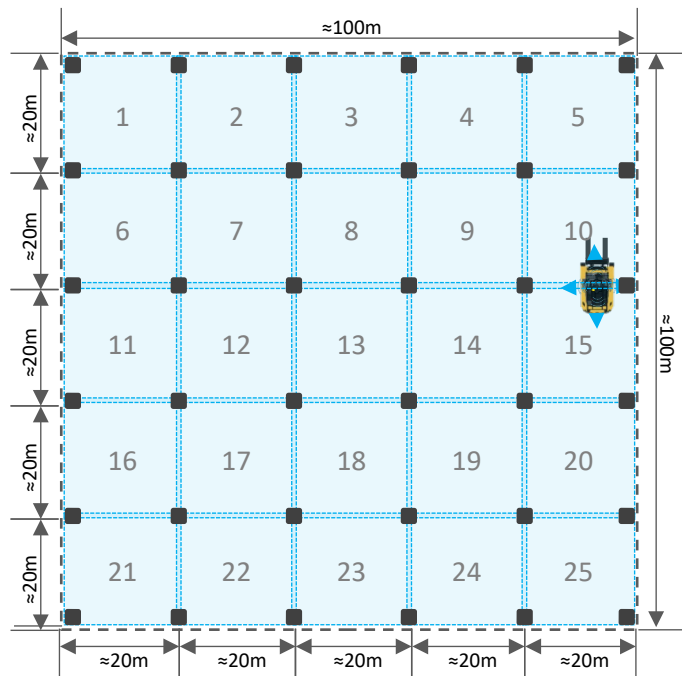
- 优点:
- 三种配置中总成本最低
- 缺点:
- 相比其他配置, 可能需要更多手动和精细的设置

配置:

100x100m "2D 超拉伸" :

- 12 x 固定式 Super-Beacon
- 1 个 移动 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

7.7 : 3D 优化



注意事项:

"3D 优化" 配置在性价比方面较为均衡。

该配置为 3D 模式, 因此可提供 (X,Y,Z) 定位。

该配置具备 3+1 冗余。这意味着, 若子地图中 4 个信标中的 1 个被遮挡, 3D 跟踪功能仍可正常工作。

该配置不仅适用于跟踪叉车, 还适用于跟踪在无高大货架的开阔仓库中的无人机。

优点:

- 跟踪稳定
- 适用于无人机 - 提供 3D (x, y, z) 定位

缺点:

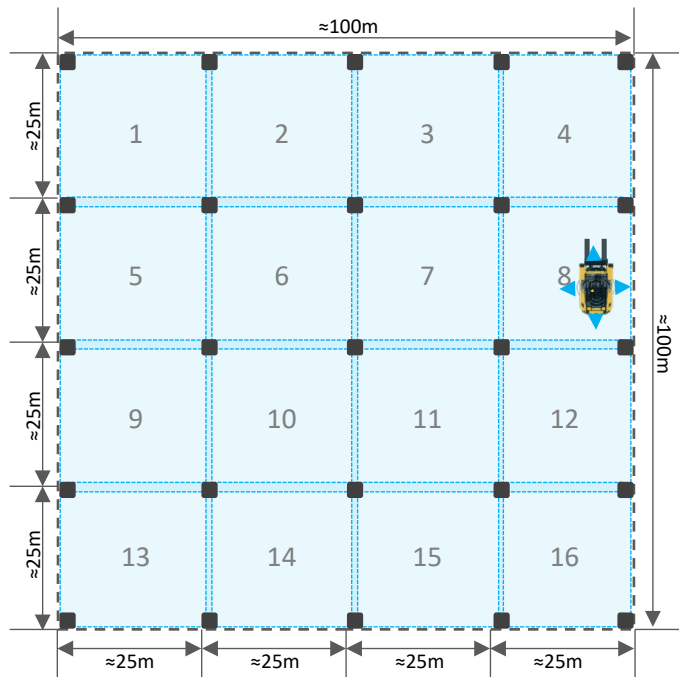
- 信标数量多于拉伸型配置

配置:

100x100m "3D 优化" :

- 36 个 固定 Super-Beacon
- 1 个 移动 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

7.8 : 3D 拉伸



注意事项:

配置 "3D 拉伸" 实际上与 "3D 最优" 相同, 但适用于更远的距离。这在价格上具有优势, 但跟踪可能会因噪声而中断。该配置为 3D, 因此可提供 (X, Y, Z) 定位。

它具有 3+1 冗余。这意味着, 如果子地图中 4 个信标中有 1 个被阻挡, 3D 跟踪仍然存在。

该配置适用于跟踪, 例如不仅是叉车, 还包括没有高货架的开放式仓库中的无人机。

优点:

- 成本低于 3D 最优配置

缺点:

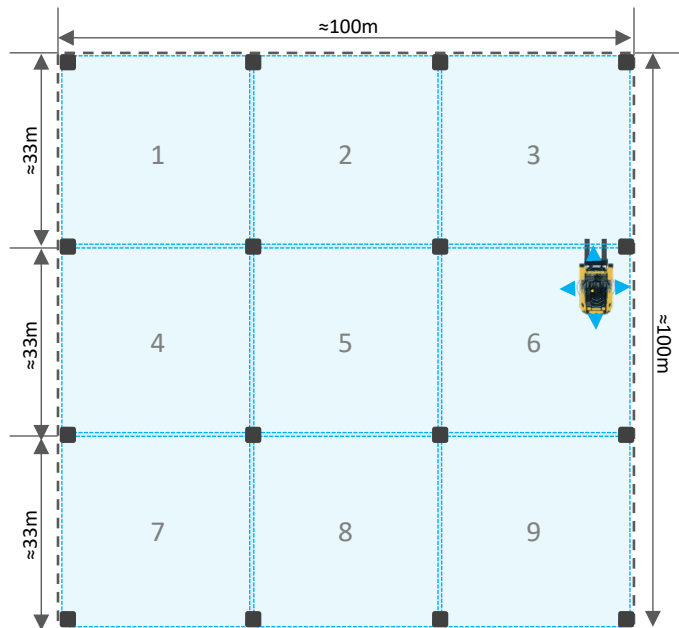
- 设置比 3D 最优配置更复杂, 性能稳定性较低

配置:

100x100m "3D 拉伸":

- 25 x 固定式 Super-Beacon
- 1 x 移动式 Super-Beacon
- 1 x Modem HW v5.1

7.9 : 3D 超拉伸



说明:

配置 "3D 超拉伸" 具有最佳价格, 因为距离最大, 但它主要是为未来的 HW/SW 版本设计的。

它是 3D 的, 因此仅提供 X 和 Y 坐标。

它具有 3+1 冗余。这意味着, 如果子地图中 4 个信标中有 1 个被阻挡, 跟踪仍然存在。

优点:

- 三种配置中总成本最低

缺点:

- 与其他配置相比, 可能需要更多的手动和精细设置

配置:

100x100m "3D 超拉伸" :

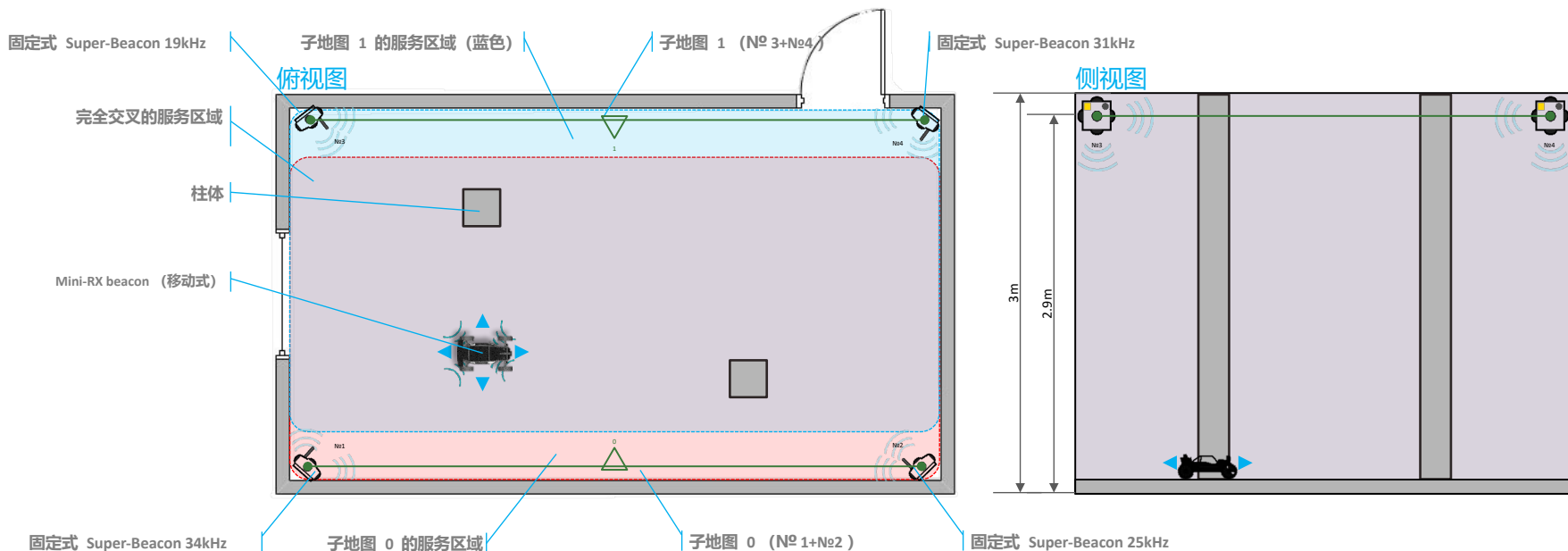
- 16 个固定式 Super-Beacon
- 1 个移动式 Super-Beacon
- 1 个 Modem HW v5.1

7.10 : 总结 – 100x100m 区域

我们展示了在 100x100m 仓库中以 $\pm 2\text{cm}$ 精度跟踪移动资产（车辆、叉车、无人机）的不同配置。我们还提供了一些关于系统安装和设置的建议：

- 2D 最优
- 2D 拉伸
- 2D 超拉伸
- 3D 最优
- 3D 拉伸
- 3D 超拉伸

8a : 完全重叠的子地图 (IA , 2D)



配置:

- [Inverse Architecture \(IA\):](#)

- 2 x 固定式 Super-Beacon 19kHz
- 2 x 固定式 Super-Beacon 25kHz
- 2 x 固定式 Super-Beacon 31kHz
- 2 x 固定式 Super-Beacon 34kHz
- 1 个 Mini-RX 作为移动信标 (若有更多移动对象, 可使用更多 Mini-RX)
- 1 个 Modem HW v5.1

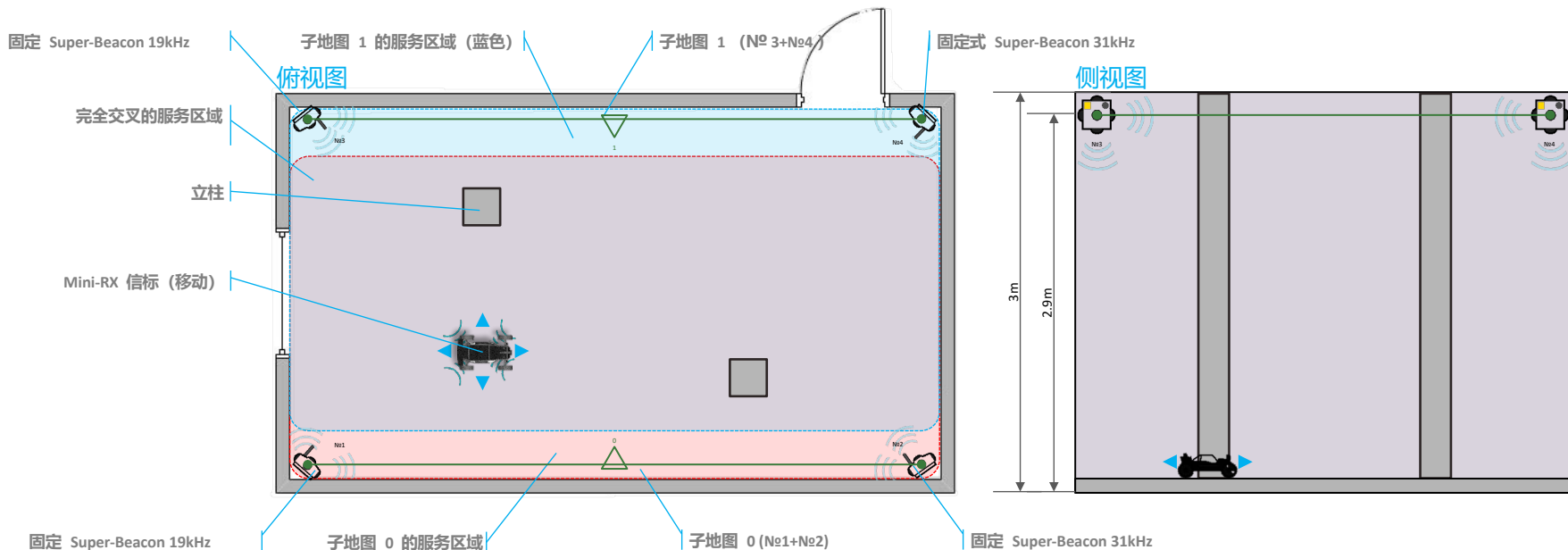
注意事项:

- 如果一个子地图被遮挡, 另一个子地图将提供稳定的跟踪
- 在同一个子地图中, 每个 beacon 的频率不应重复 (例如, 同一子地图中不能出现两个 31kHz、37kHz 等 beacon)
- 查看 Cinema Museum 视频中对参观者的精确 ($\pm 2\text{cm}$) 跟踪



如何安装固定信标
更多信息请参阅帮助: 如何放置信标

8b : 完全重叠的子地图 (IA、 2D、 TDMA)



配置:

带 TDMA 的反向架构 (IA):

- 2 个固定式 Super-Beacon 19kHz
- 2 个固定式 Super-Beacon 31kHz
- 1 个 Mini-RX 作为移动信标 (或更多 Mini-RX 用于更多移动物体)
- 1 个 Modem HW v5.1

备注:

- TDMA 功能有助于在复杂情况下提高跟踪质量
- 如果一个子地图被遮挡, 另一个子地图将提供稳定的跟踪
- 在同一子地图中, 每个信标的频率不应重复 (例如, 不能在一个子地图中同时存在两个 31kHz、37kHz 等的信标)
- 有关 TDMA 的更多详细信息, 请查阅操作手册 (第 6.2 章)
- 观看 Marvelmind Jacket 室内跟踪视频
- 观看电影博物馆访客室内跟踪视频

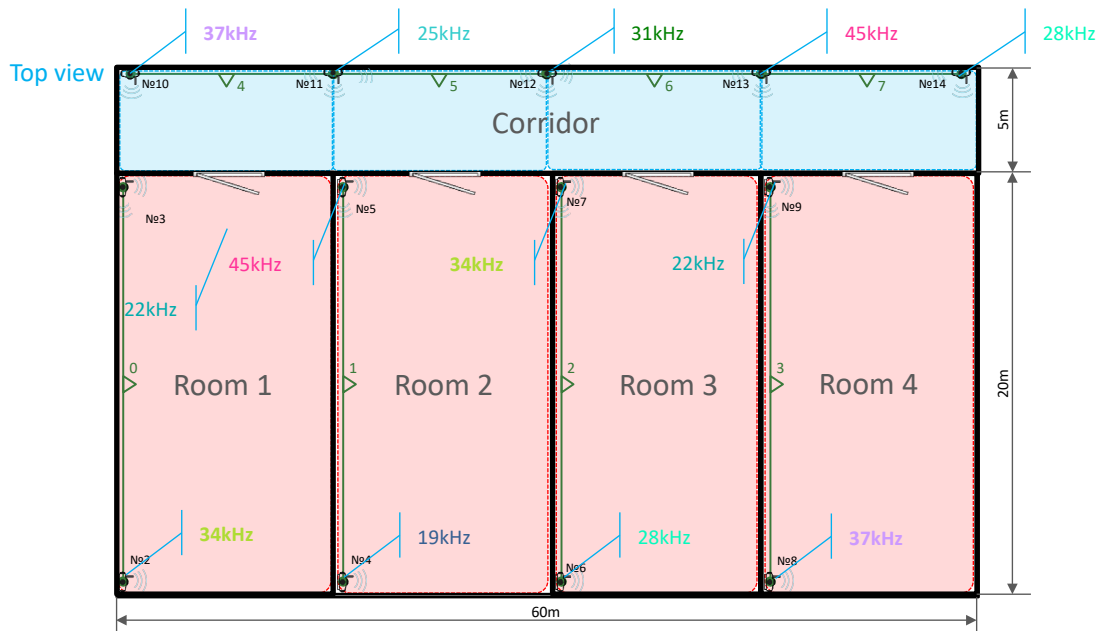
TDMA 设置:

- TDMA 序列长度 = 2
- TDMA 在序列中的位置:
 - 子地图 0 = 0
 - 子地图 1 = 1



如何安装固定信标
更多信息请查看帮助: 如何放置信标

9 : 房间 + 走廊 (IA , 2D)



配置:

采用 8 个频率的反向架构 (IA) :

- 1 × 固定式 Super-Beacon 19kHz
- 2 × 固定式 Super-Beacon 22kHz
- 1 × 固定式 Super-Beacon 25kHz
- 2 × 固定式 Super-Beacon 28kHz
- 1 × Mini-RX 作为移动信标 (如有更多移动对象, 可使用更多 Mini-RX)
- 1 × Modem HW v5.1
- 1 × 固定式 Super-Beacon 31kHz
- 2 × 固定式 Super-Beacon 34kHz
- 2 × 固定式 Super-Beacon 37kHz
- 2 × 固定式 Super-Beacon 45kHz

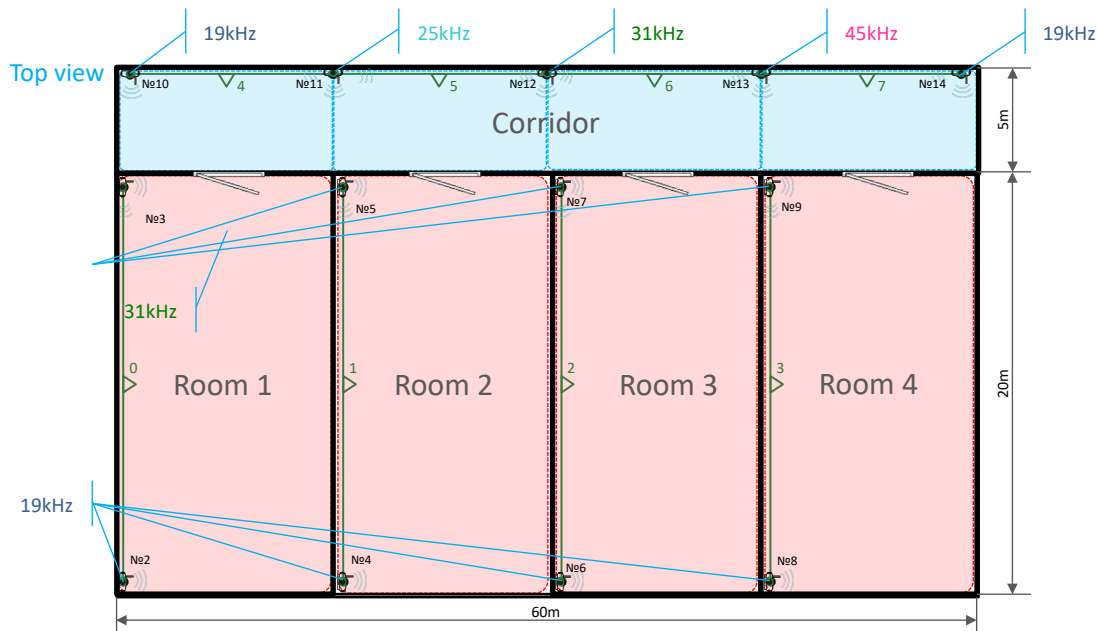


如何安装固定信标
更多信息请参阅帮助: 如何放置信标

注意事项:

- 专为办公室内跟踪人员或机器人而设计
- 此特定配置支持 2D
- 您可以根据需要更改配置。
- 在同一子地图中, 每个信标的频率不应重复 (例如, 同一子地图中不能有两个 31kHz、37kHz 等信标)
- 有关 TDMA 的更多详细信息, 请查阅操作手册 (第 6.2 章)
- 查看子地图帮助视频
- 查看跟踪 4 名仓库工人的视频

9a : 房间 + 走廊 (IA, 2D, TDMA)



如何安装固定信标
有关更多信息, 请查看帮助: 如何放置信标

配置:

- 带 TDMA 的 Inverse Architecture (IA):
 - 6 个固定式 Super-Beacon 19kHz
 - 1 个固定式 Super-Beacon 25kHz
 - 5 个固定式 Super-Beacon 31kHz
 - 1 个固定式 Super-Beacon 45kHz
 - 1 个 Mini-RX 作为移动 beacon (若需追踪更多移动对象, 可使用多个 Mini-RX)
 - 1 个 Modem HW v5.1

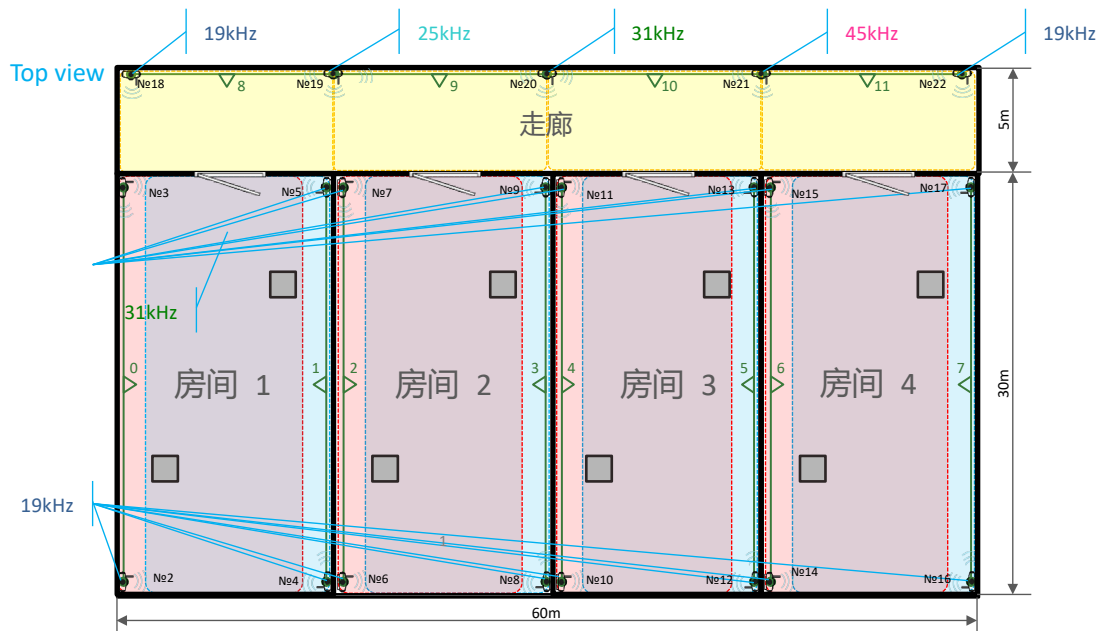
注意事项:

- 专为办公室内人员或机器人追踪而设计
- 此特定配置支持 2D
- 在同一子地图中, 每个 beacon 的频率不应重复 (例如, 同一子地图中不能有两个 31kHz、37kHz 等 beacon)
- 有关 TDMA 的更多详细信息, 请参阅操作手册 (第 6.2 章)
- 查看 Submaps 帮助视频
- 查看博物馆演示视频中的 TDMA
- 查看追踪 4 名仓库工人视频

TDMA 设置:

- TDMA 序列长度 = 2
- TDMA 在序列中的位置:
 - Submap 0-3 = 0
 - Submap 4-7 = 1

10 : 带柱子的房间 + 走廊 (IA、 2D、 TDMA)



如何安装固定信标
更多信息请参阅帮助: 如何放置信标

配置:

带 TDMA 的反向架构 (IA) :

- 10 × 固定式 Super-Beacon 19kHz
- 1 × 固定式 Super-Beacon 25kHz
- 9 × 固定式 Super-Beacon 31kHz
- 1 × 固定式 Super-Beacon 45kHz
- 1 × Mini-RX 作为移动信标 (如需跟踪更多移动对象, 可使用更多 Mini-RX)
- 1 × Modem HW v5.1

注意事项:

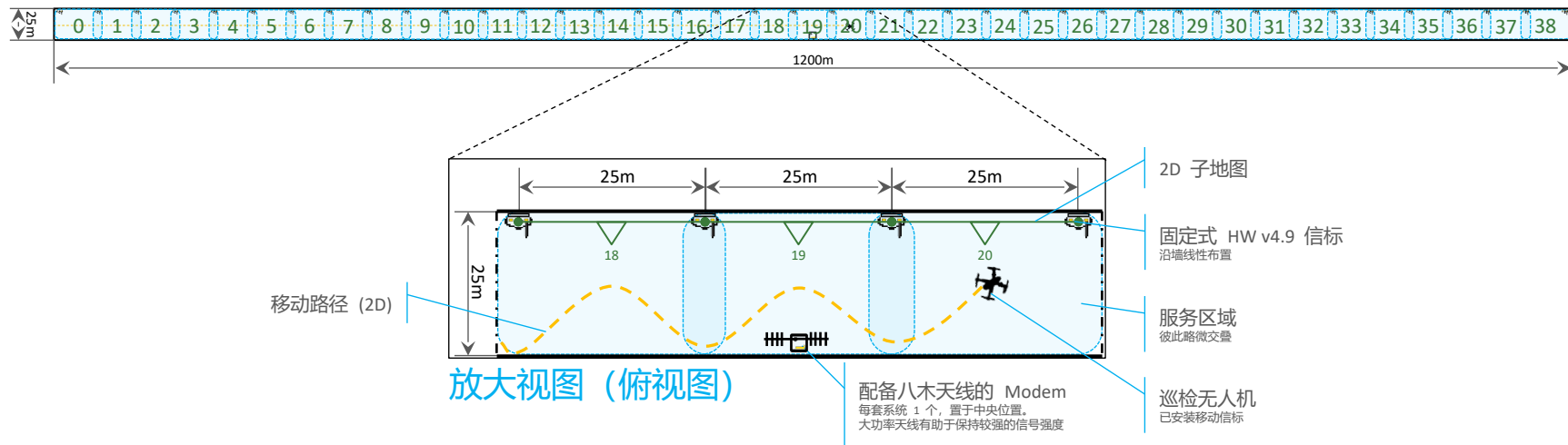
- 专为办公室内跟踪人员或机器人而设计
- 此特定配置支持 2D
- 在一个子地图中, 每个信标的频率不应重复 (例如, 同一个子地图中不能有两个 31kHz、37kHz 等信标)
- 有关 TDMA 的更多详细信息, 请查看操作手册 (第 6.2 章)
- 查看子地图帮助视频
- 查看博物馆演示视频中的 TDMA
- 查看 4 名仓库工人跟踪视频

TDMA 设置:

- TDMA 序列长度 = 3
- TDMA 在序列中的位置:
 - 子地图 0、2、4、6 = 0
 - 子地图 1、3、5、7 = 1
 - 子地图 8、9、10、11 = 2

11：隧道 1200×25m，自主巡检（NIA 或 IA，2D）

总体视图（顶视图）



配置:

非反向架构 (NIA) 或反向架构 (IA):

- 40 个固定式 Super-Beacon (IA 模式下采用 8 个频率)
- 1 个 Modem HW v5.1
- N 个 Super-Beacon 作为移动信标

注意事项:

- 专为自主隧道巡检设计
- 在 IA 模式下, 同一子地图中每个信标的频率不得重复 (例如, 同一子地图中不能有两个 31kHz、37kHz 等频率的信标)
- 详情请参阅操作手册 (TDMA 章节)
- 请查看子地图 (Submaps) 帮助视频



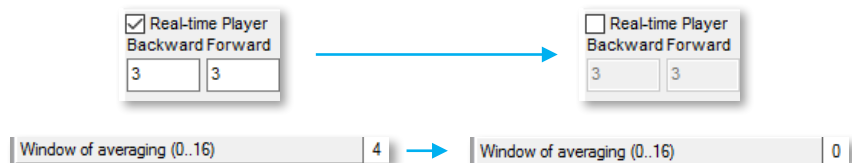
如何安装固定式信标
更多信息请查阅帮助: 如何布置信标

12: 实时跟踪 : 减少延迟

如需尽可能短的延迟, 请参照本说明

1. 关闭实时播放器

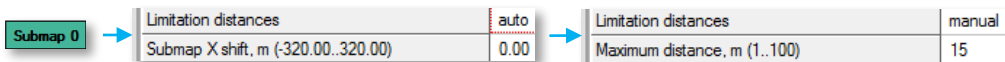
- 实时播放器是一项使跟踪路径更加平滑的功能。由于其需要向前和向后查看, 因此会产生一些小的延迟。如果您需要减少延迟, 请将其关闭。将实时播放器设置为 0/0 或禁用。将 Modem 设置中的实时平均窗口设置为 0, 而不是默认的 4



2. 将无线配置提高至更高速度 => 500kbps, 而不是默认的 38kbps

3. 更改距离限制

- 进入子地图设置, 将其从 Auto 更改为 Manual, 并将其设置为子地图中移动 beacon 与固定 beacon 之间的最大距离 - 10-15m - 取决于您的实际情况。延迟为 1.2..1.5/ 更新率, 即对于 16Hz 超声波更新率, 延迟约为 100ms



4.使用 IMU + 超声波融合。

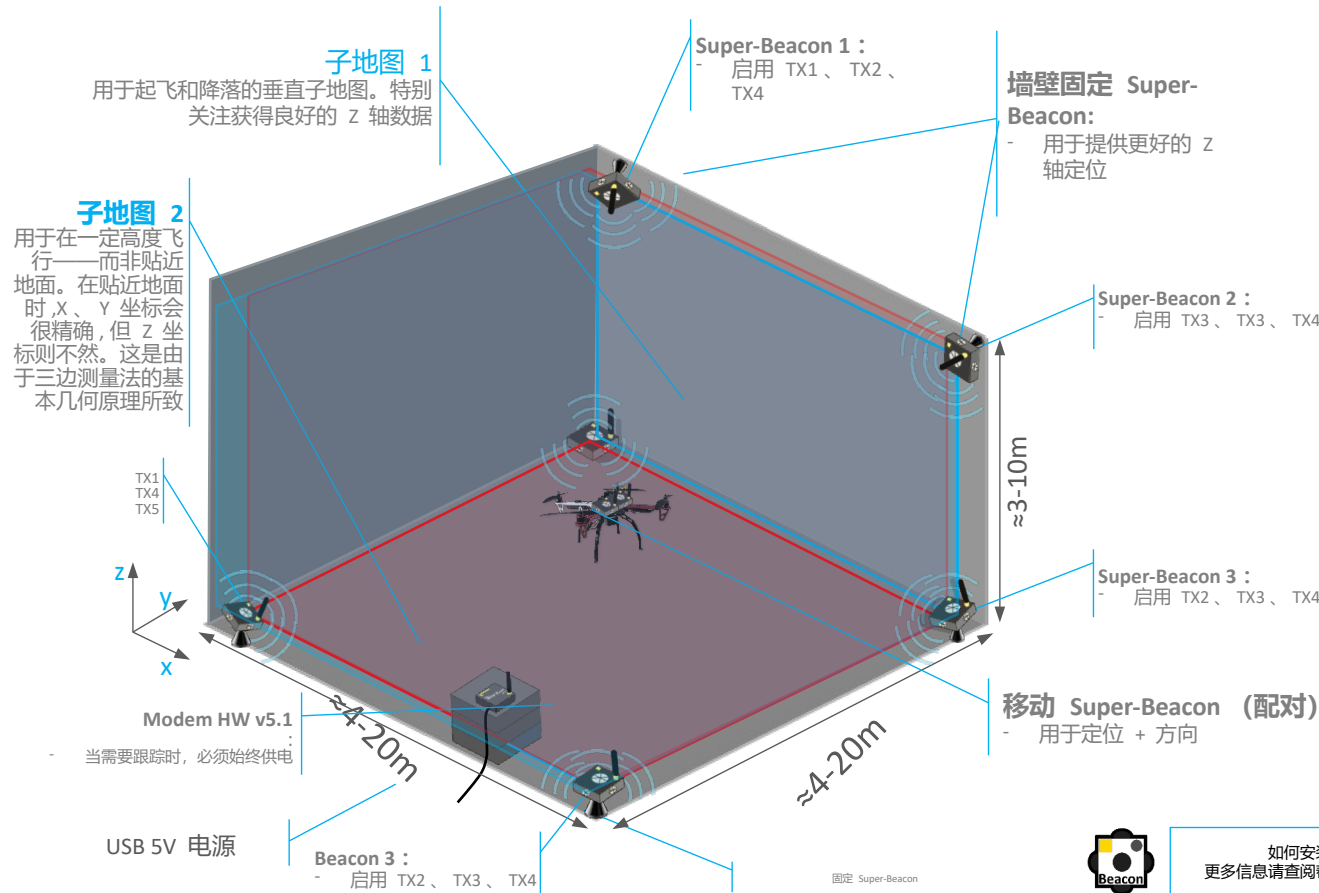
- 当位置更新率达到 4-8Hz 或以上时, 传感器融合效果良好, 最终更新率可达 100Hz, 延迟约为 12-15ms

注意:

- 请查阅我们的文章:
<https://marvelmind.com/download/> =>
[如何提高位置更新率?](#)

高级设置

13 : 无人机稳定 "z" 轴——设置与建议



配置:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon:](#)
 - 6 个固定 Super-Beacon
 - 1 个移动 Super-Beacon (或 2 个移动 Super-Beacon 以支持 Paired Beacon 功能——可同时获得位置 + 方向)
 - 1 个 Modem HW v5.1

注意事项:

- 专为室内自主飞行无人机设计, 在各种高度下均能实现良好的 Z 轴跟踪
- 支持 3D (X,Y,Z) + N 冗余
- 详细视频帮助: [Help: Z-coordinates for copters](#)



如何安装固定信标
更多信息请查阅帮助: 如何放置信标

14a : Multi-modem 1.5D – 适用于超大型网络

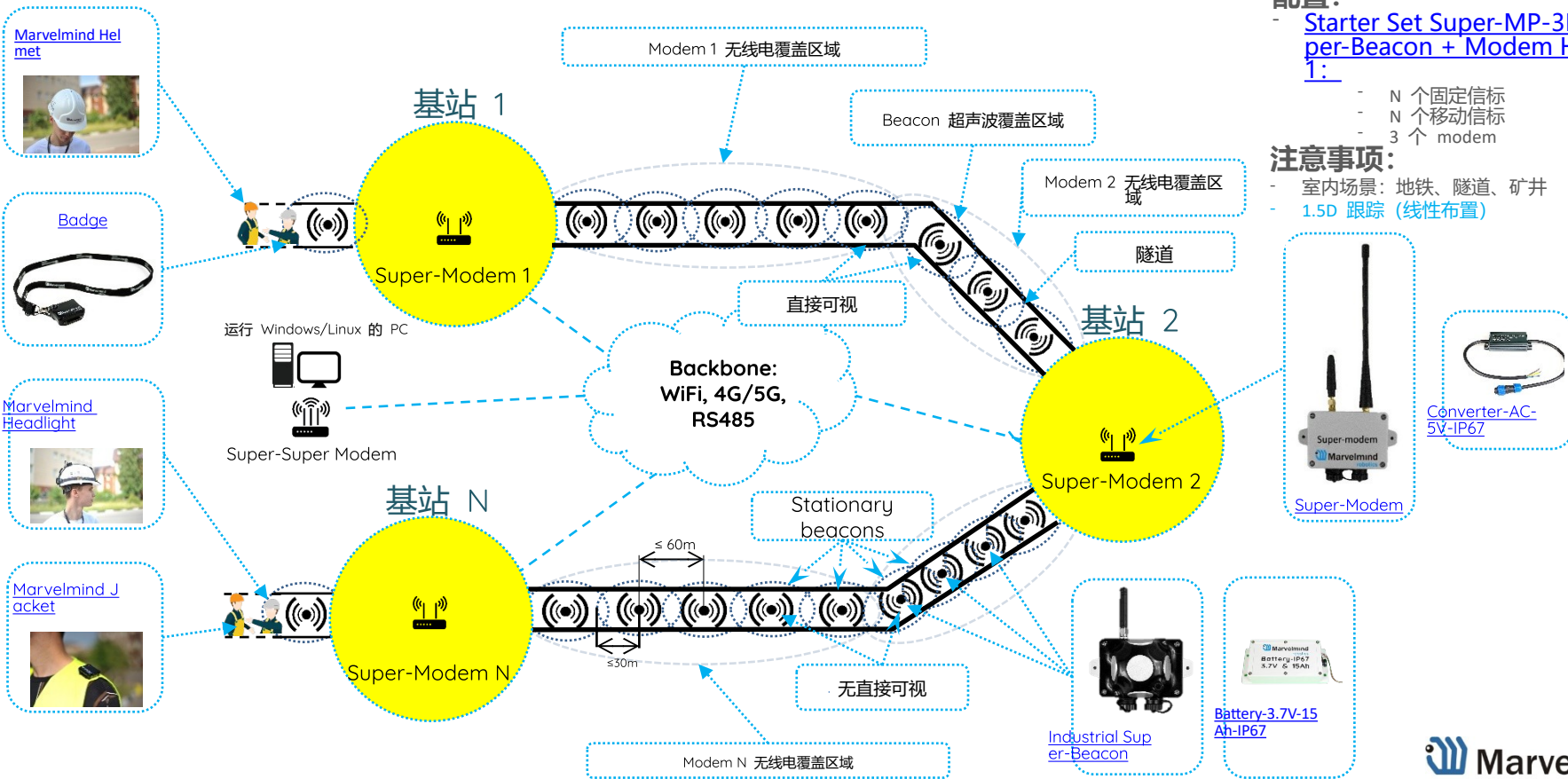
配置:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon + Modem HW v5.1:](#)

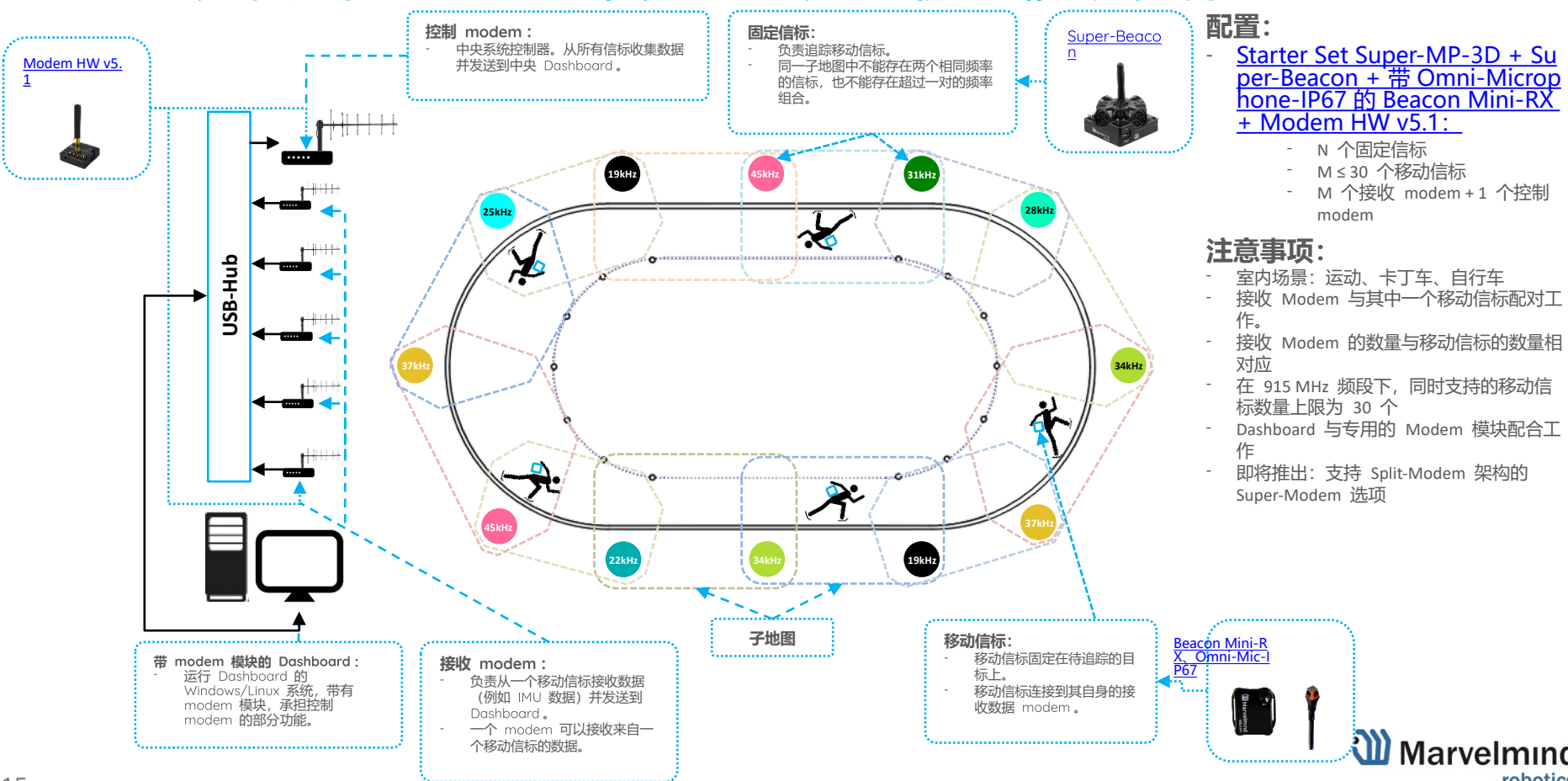
- N 个固定信标
- N 个移动信标
- 3 个 modem

注意事项:

- 室内场景: 地铁、隧道、矿井
- 1.5D 跟踪 (线性布置)



14b : 分离式 Modem 架构 – 适用于快速移动物体



15a : 30x30m 区域内的跟踪

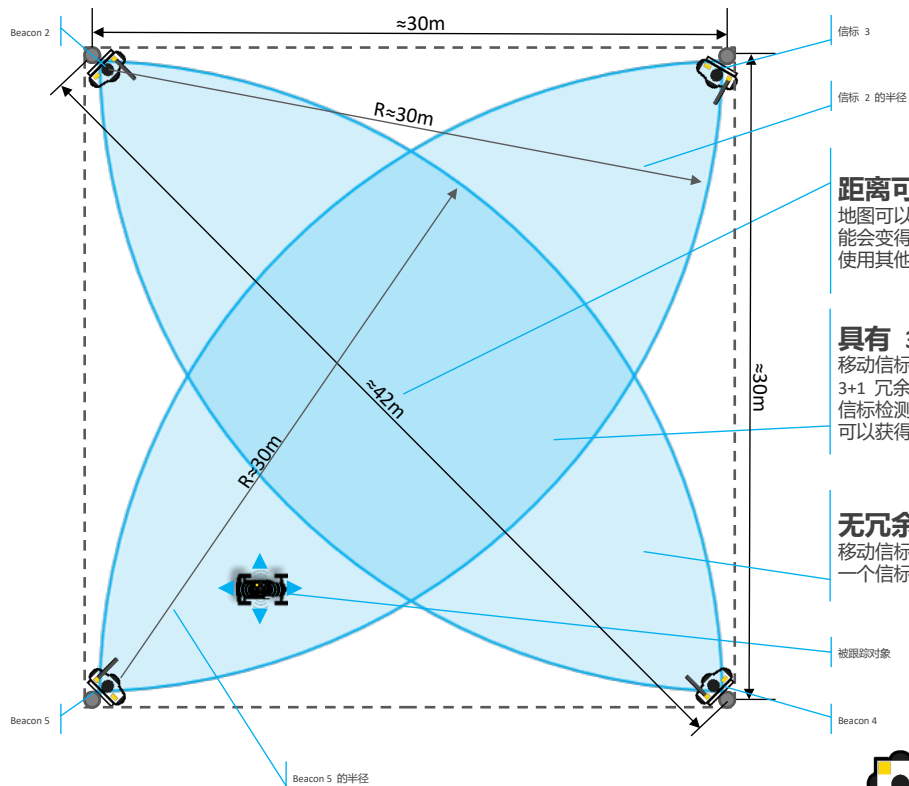
接下来的几张幻灯片将介绍如何设置和安装系统，以覆盖 30x30m 的开阔空间区域。

它具有不同的配置：

1. [2D \(x, y\)](#)
2. [3D \(x, y, z\)](#)

请根据您的需求选择其中一个。

15b : 30x30m 区域内的跟踪 - 分区



距离可能过长

地图可以自动构建, 但当距离超过 30m 时, 可能会变得复杂甚至无法实现。在这种情况下, 请使用其他方式进行测量 (激光测距仪、卷尺等)。

具有 3+1 冗余的跟踪区域

移动信标必须至少被 3 个固定信标检测到。具有 3+1 冗余的跟踪区域是指移动信标能被 4 个固定信标检测到的区域。即使其中一个被遮挡, 您仍可以获得稳定的 3D (x, y, z) 跟踪。

无冗余的跟踪区域

移动信标被 3 个固定信标所见的区域。如果其中一个信标被遮挡 — 跟踪将出现跳动

配置:

- [Starter Set Super-MP-3D:](#)
 - 4 个固定 Super-Beacon, 使用 8 个频率中的不同频率 (19kHz、22kHz、25kHz、31kHz、34kHz、37kHz、45kHz)
 - 1 个移动 Super-Beacon
 - 1 个 Modem HW v5.1
 - 4 个 Omni-Microphone-IP67 (推荐)

注意事项:

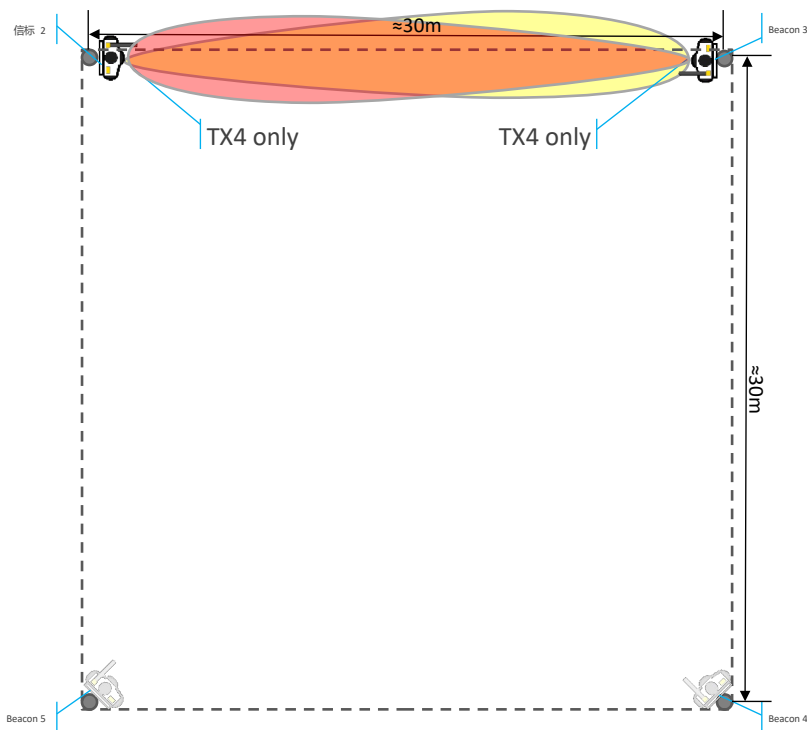
- 支持 3D (X,Y,Z) + 1 冗余
- 支持 2D (X, Y)

[请参阅后续幻灯片中的说明](#)



如何安装固定信标
如需更多信息, 请查看帮助: 如何放置信标

15.1 : 步骤 1 : 构建距离图 (2, 3)



查找 Beacon 2 和 Beacon 3 之间的距离

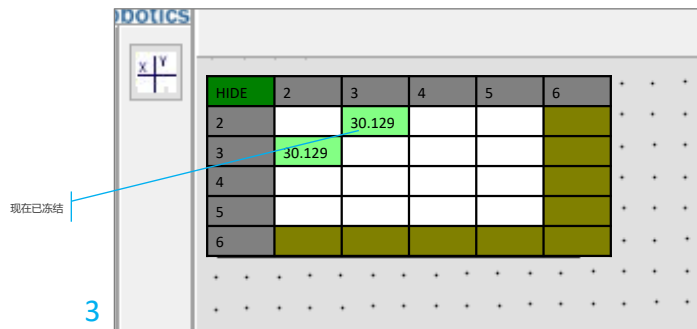
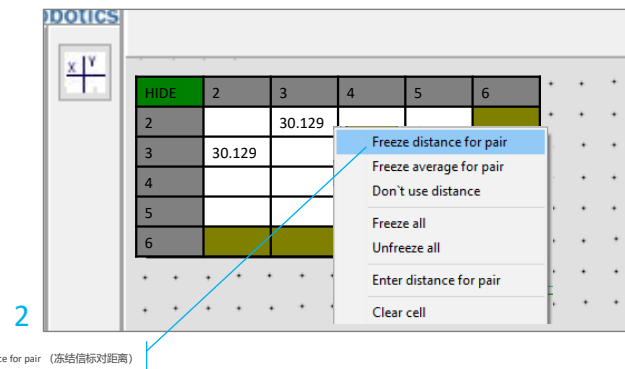
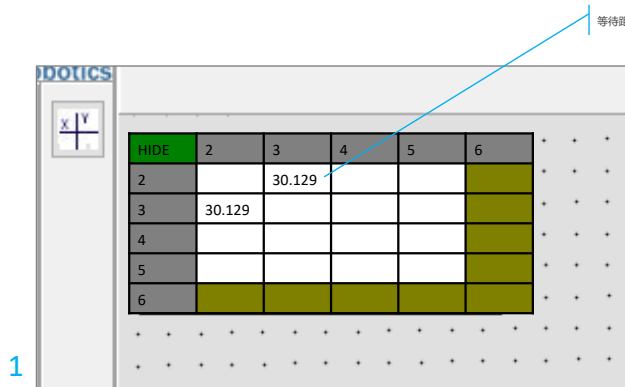
- 使信标相对放置 (TX4 传感器相互对准) (更多信息请查看我们的帮助: 麦克风示意图视频)
- 仅开启 TX4 传感器
- 设置周期数 = 50
- 设置服务区域
- 冻结距离。操作方法见下一张幻灯片.....

DOCS

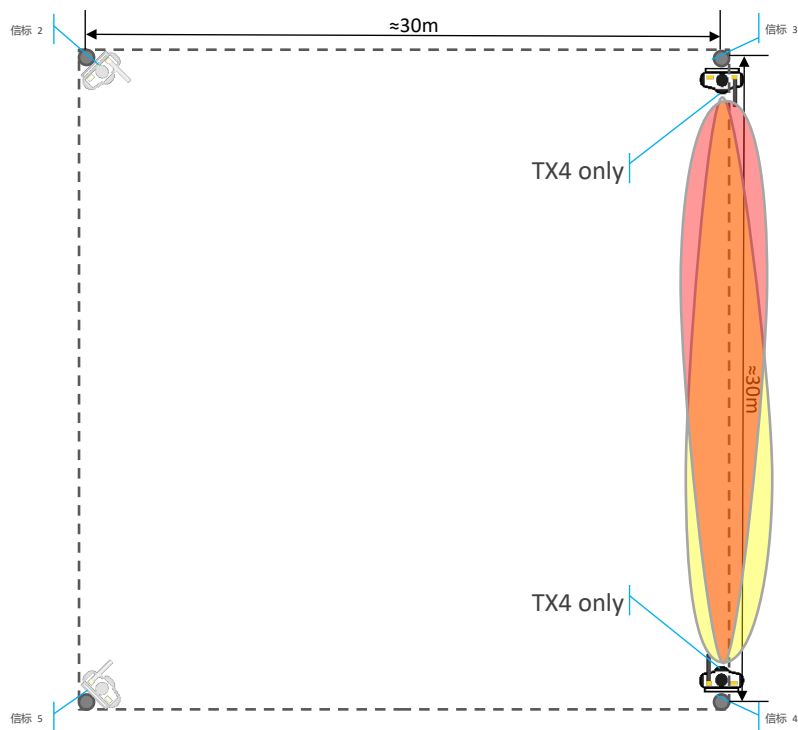
HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129				
4					
5					
6					

已冻结的距离

15.1a : 如何冻结信标对之间的距离



15.2 : 步骤 2 : 构建距离地图 (3、4)



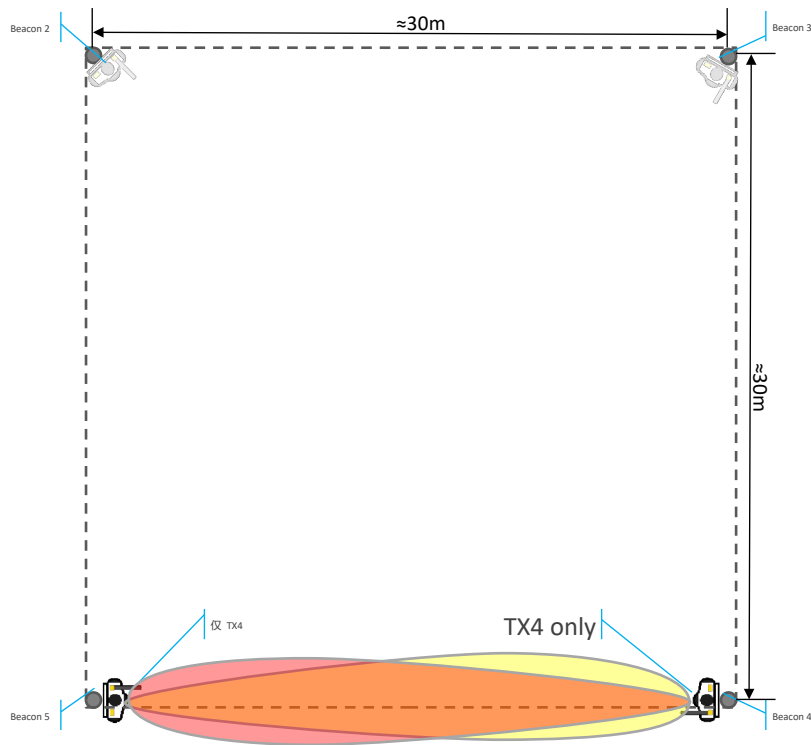
查找信标 3 与信标 4 之间的距离

- 让信标相互面对 (朝向 TX4 传感器)
- 仅打开 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制 (约 45m)
- 冻结距离。具体操作请参阅本页幻灯片...

DOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129		30.124		
4		30.124			
5					
6					

15.3 : 步骤 3 : 构建距离地图 (4 、 5)



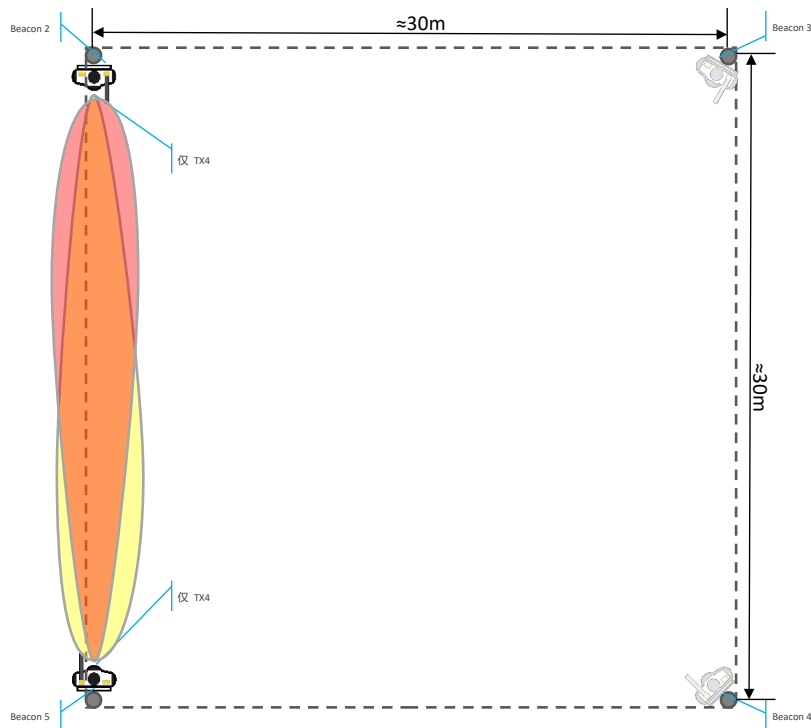
测量 beacon 4 和 beacon 5 之间的距离

- 使信标相互面对 (面向 TX4 传感器)
- 仅开启 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制 (约 45m)
- 冻结距离。操作方法请参见此幻灯片.....

DOCS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5			30.127		
6					

15.4 : 步骤 4 : 构建距离地图 (2、5)



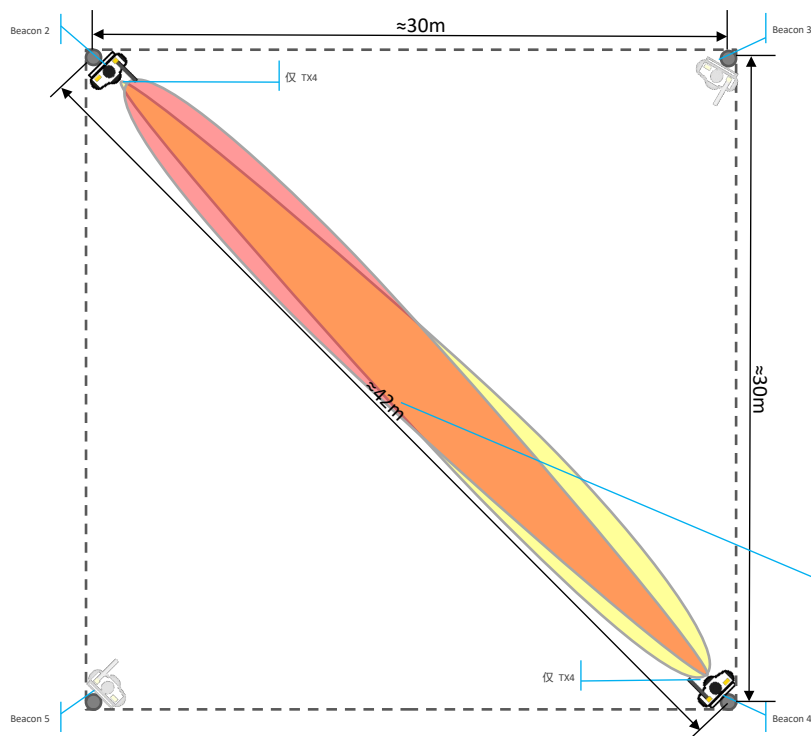
测量 beacon 2 与 beacon 5 之间的距离

- 使 beacon 彼此相对 (TX4 传感器相向)
- 仅开启 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制 (约 45m)
- 冻结距离。具体操作方法请参见此幻灯片.....

DIOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129		30.125	
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

15.5 : 步骤 5 : 构建距离图 (2, 4)



测量 beacon 2 与 beacon 4 之间的距离

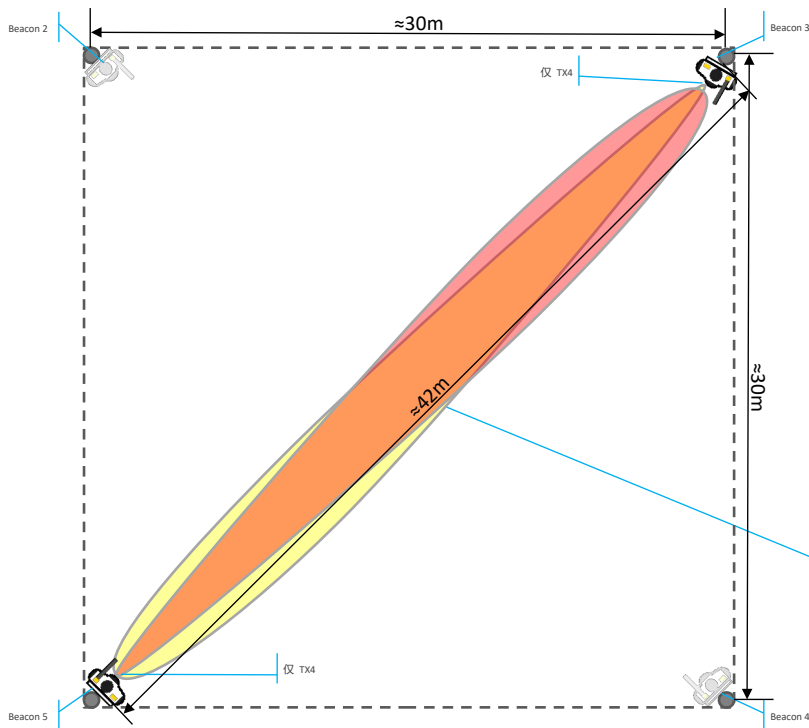
- 使 beacon 彼此相对 (TX4 传感器相向)
- 仅开启 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 不要忘记解除所有距离限制 (约 45m)
- 冻结距离。具体操作请参见此幻灯片.....

DOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124		
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

地图仍然可以自动构建, 但由于距离超过 30m, 可能会比较复杂。在这种情况下, 请使用其他方式进行测量 (激光测距仪、卷尺等)。然后手动输入

15.6 : 步骤 6 : 构建距离地图 (3, 5)



测量 beacon 3 与 beacon 5 之间的距离

- 使 beacon 相互面对 (TX4 传感器朝向对方)
- 仅打开 TX4 传感器
- 将周期数设置为 50
- 别忘了解除所有距离限制 (约 45m)
- 冻结距离。具体操作方法见此幻灯片.....

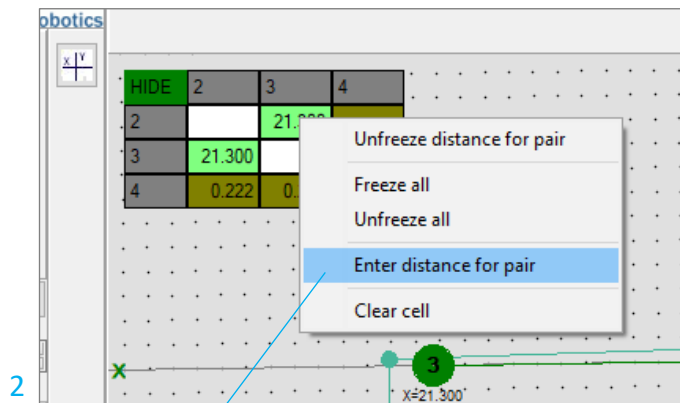
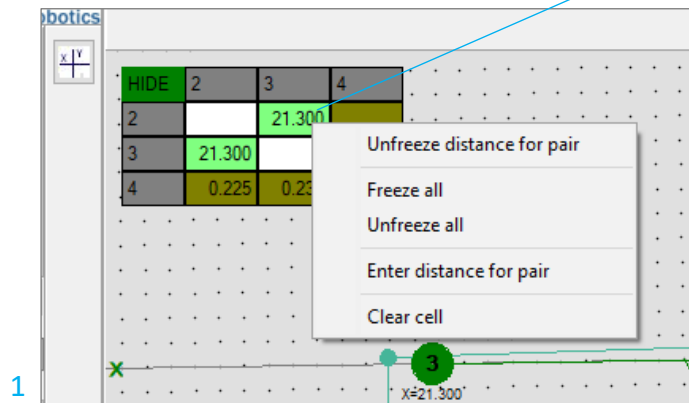
DOCS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124	42.319	
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125	42.319	30.127		
6					

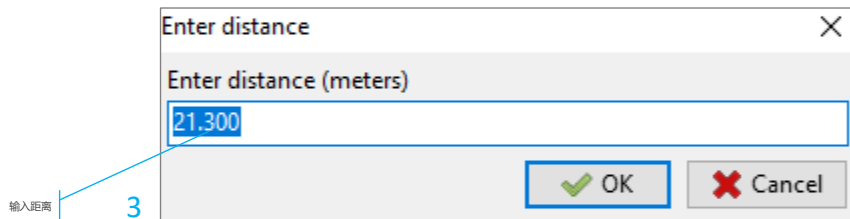
地图仍然可以自动构建, 但由于距离超过 30m, 可能会比较复杂。在这种情况下, 请使用其他方式进行测量 (激光测距仪、卷尺等)。然后手动输入

15.6a : 手动输入距离

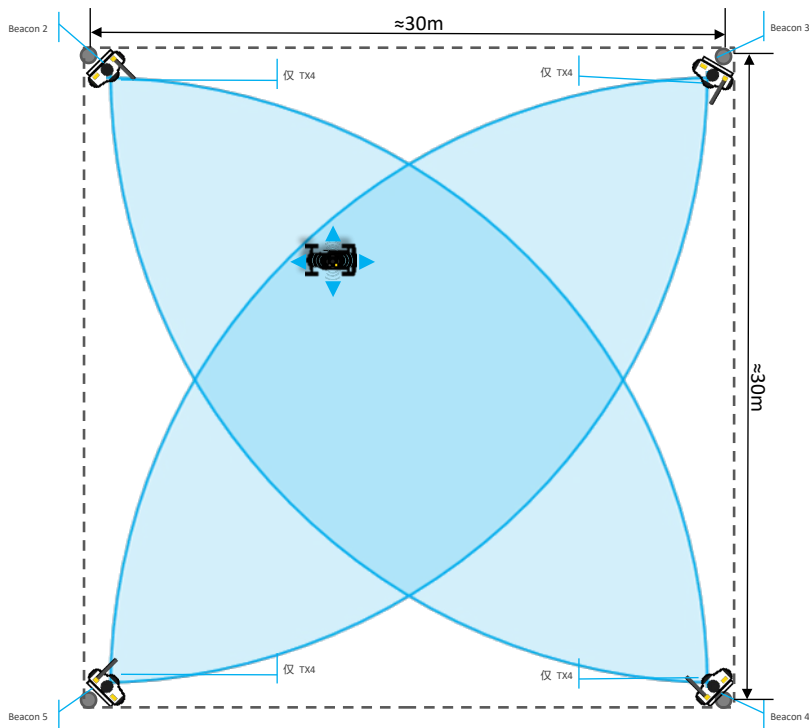
在距离标签上点击鼠标右键



点击 "Enter distance for pair" (输入配对距离)



15.7 : 步骤 7(a) : 最终配置 (3D 跟踪)



3D 最终配置

- 将信标朝向中心
- 仅开启 TX4 传感器 — 您将获得最高的灵敏度以及对其他方向的最强抗噪能力
- 冻结地图

DOUCS

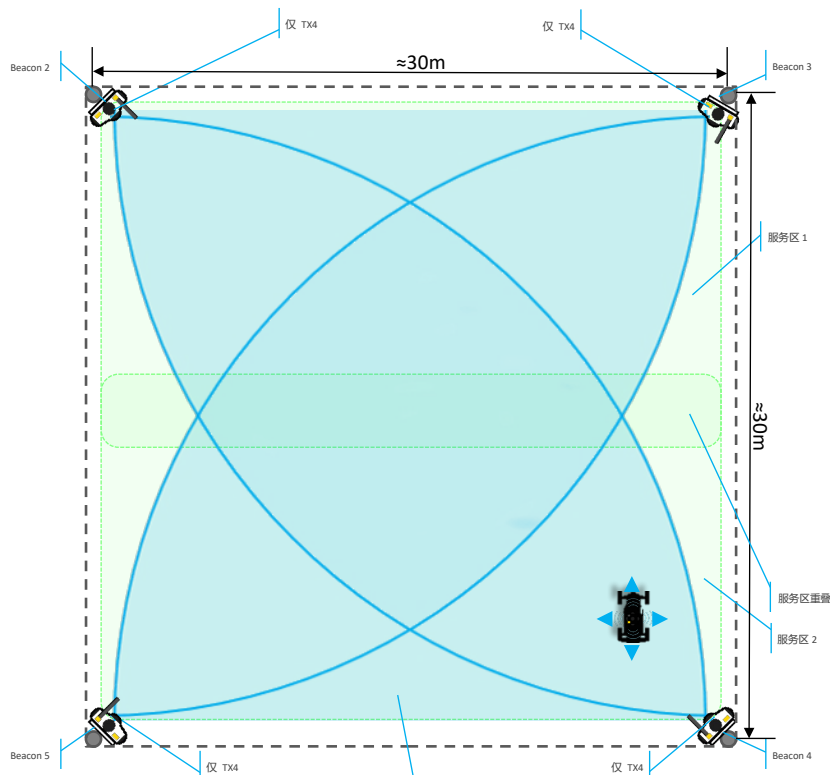
HIDE	2	3	4	5	6	·	·	·
2		30.129	42.321	30.125				
3	30.129		30.124	42.319				
4	42.321	30.124		30.127				
5	30.125	42.319	30.127					
6								

现在, 我们已经完成了安装和设置。

这使我们有机会在大范围区域内以 3D 模式 (x、y、z) 进行跟踪, 并在某些区域实现 3+1 冗余。

跟踪区域实际上并不限于 30m, 但在 30m 范围内更加可靠、稳定和可信。

15.8 : 步骤 7(b) : 最终配置 (2D 跟踪)



更大的覆盖范围

如图所示，2D 配置的跟踪区域更大，但无法提供 z（高度）信息和冗余性。请选择适合您使用场景的配置

2D 最终配置

- 将信标朝向中心（面向 TX4 传感器）
- 仅开启 TX4 传感器（另一种选择是开启 TX1、TX2、TX3。视具体情况而定）
- 创建两个子地图。创建子地图视频
- 跟踪机器人、人员、自动驾驶汽车以及任何其他对象

现在，我们已经完成了安装和设置。

这使我们有机会在大范围区域内以 2D 模式（x、y）进行跟踪。

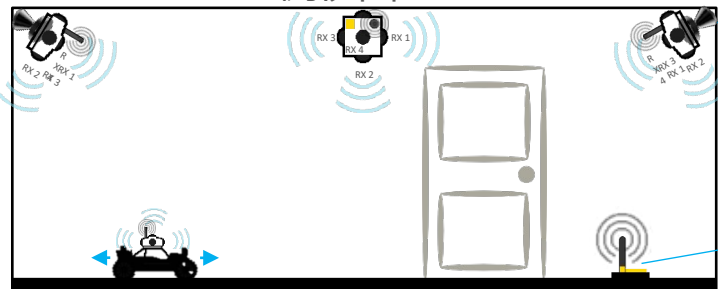
2D 下的可跟踪区域比 3D 更大 — 请参见蓝色区域，但它没有 z 轴测量和冗余。

跟踪区域实际上并不限于 30m，但在 30m 范围内更加可靠、稳定和可信。

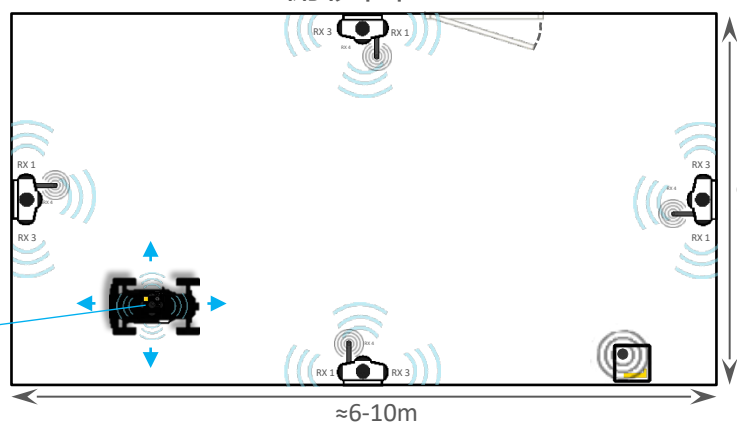
旧版配置

16 : Starter Set HW v4.9 – 简易 3D 安装

侧视图



俯视图



信标 HW v4.9

- 安装在叉车 / 机器人或人员上

固定信标 HW v4.9

- 应安装在墙壁或天花板上——以尽量减少超声波覆盖范围内的盲区
- 仅启用必需的传感器——以提高灵敏度和抗外部噪声能力。每个传感器的波束角约为 90 度

Modem HW v4.9

- 需要跟踪时必须始终保持通电
- 根据天线和实际 RSSI 情况，可放置在距信标数十米至数百米以外

房间

- 从 6x4 至 6-10m 左右的中等规模地图开始
- Starter Set 的地图最大尺寸可达 1000m²

≈4-6m

≈6-10m



如何安装固定信标
更多信息请参阅帮助：如何放置信标

配置：

- [Starter Set – HW v4.9:](#)
 - 4 个固定信标 HW v4.9
 - 1 个信标 HW v4.9
 - 1 个 Modem HW v4.9

注意事项：

- 专为快速全面评估精确 ($\pm 2\text{cm}$) 室内 "GPS" 而设计
- 支持 3D (X,Y,Z) +1 冗余，例如：
 - 一台叉车和仓库
 - 一台单轮机器人
 - 一架无人机
 - 一个人员
 - 一个 VR 头盔的跟踪
- 已停产，但仍可购买。仅提供错误修复的 SW 更新。

17 : 联系方式

- <https://marvelmind.com/help/>
- [Marvelmind YouTube 频道](#)
- [常见问题](#)
- 如需更多支持, 请将您的问题发送至 info@marvelmind.com