

MR72 无人机避障毫米波雷达 用户手册



湖南纳雷科技有限公司

Hunan Nanoradar Science and Technology Co., Ltd.

免责声明

- 欢迎您选购本产品，纳雷科技公司官网 www.nanoradar.cn 有 MR72 77GHz 毫米波雷达的专题网页，您可以通过该页面获得最新的产品信息及应用手册。应用手册如有更新，恕不另行通知。
- 请仔细阅读本手册中的内容，以确保您能够正确且安全地使用本产品。一旦使用，即被视为对本声明内容的认可和接受。请严格遵守手册安装与使用该产品，如有不正确的使用，而造成的损害或损伤，纳雷科技不承担相应的损失及赔偿责任。
- 本着不断完善，持续发展的原则，本公司保留在不预先通知的情况下，对文档中描述的任何产品细节进行修改和改进的权力。本手册中的内容按产品制造时的状态提供，除非适用的法律另有规定，否则不对文档的准确性、可靠性和内容作出任何类型的明确或默许的保证。
- 在适用法律允许的最大限度内，在任何情况下，本公司与其供应商均不对任何特殊、偶然、附带、或间接损失承担责任，无论该损失由何种原因引起。
- 本产品为纳雷科技版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。
- 本手册含有重要信息，请保留备用。

版本历史

日期	版本	版本描述
2018-11-20	1.0	MR72 无人机避障毫米波雷达用户手册第一版
2020-3-2	1.1	内容修改及优化
2020-4-12	1.2	参数调整
2022-8-15	1.3	参数调整

目 录

一、 概述	5
1.1 重要提示	5
1.2 特性概述	5
1.3 应用场景	6
1.4 原理简述	6
1.5 雷达视场	7
1.6 技术参数	8
二、 雷达设置	9
2.1 接口连接	9
2.2 配置、启动、关闭和故障	10
三、 无人机安装规范	10
3.1 雷达安装	10
3.2 安装注意事项	10
3.3 雷达方向说明	11
四、 电气特性	12
4.1 线束连接	12
4.2 测试使用	12
五、 对人体健康的影响	14
5.1 静电防护措施	14
5.2 识别静电损坏	15
5.3 电源防护	15
5.4 空间电磁干扰防护	15
六、 接口	15
6.1 CAN 接口	15
6.2 UART 接口	16
七、 安全和风险	17
八、 参考文档	18

一、概述

1.1 重要提示

本用户手册是针对湖南纳雷科技有限公司开发的 **MR72** 无人机避障毫米波雷达所著。不同雷达间可能存在个体差异，在本手册中不做特别描述。

湖南纳雷科技有限公司对本手册保留所有权利，未经湖南纳雷科技有限公司明确书面许可，不得以任何形式复制、修改、分发、翻印该手册的任何部分。湖南纳雷科技有限公司尽可能保证所有描述的准确性，如果仍然出现任何错误或遗漏，湖南纳雷科技有限公司不承担任何责任。

湖南纳雷科技有限公司对于因未遵守此手册描述或者不正确使用设备而导致的人身伤害或财产损失，不承担任何责任，所有保修索赔条款也同时失效。无论出于任何原因，均不允许对雷达传感器进行随意的改动和改造，如果因为上述情况出现任何危险，所有保修索赔条款无效。

我们保留进行技术修改或修改交付规范的权利。如果客户需要检测雷达功能或维修雷达，请与我们联系。请务必保留产品原包装，以避免 **MR72** 在运输过程中被暴力破坏。

该手册会根据 **MR72** 无人机避障毫米波雷达的同步更新。根据雷达情况对其进行修订、更正和增强，以满足客户开发要求和精度。该手册无法罗列 **MR72** 的所有可能的应用或使用场景。新版本发布后前一版本手册即作废。请客户及时获取最新版本用户手册。

1.2 特性概述

MR72 无人机避障毫米波雷达提供近距和中距双波束扫描覆盖，可测量最远达 **40/80** 米距离的障碍物。雷达支持以下功能：

- (1)可同时探测相对速度为-100km/h 到 100km/h 的静止和运动物体。
 - i. 可获得物体的距离、速度和角度信息。
 - ii. 可划分区域显示出现在区域内的目标信息。
 - iii. 可调节雷达探测灵敏度，以适应不同的应用场景。
- (2)双波束扫描覆盖，近距扫描方位角可达 **112°**，远距扫描距离最远可达 **40/80m**。
- (3)通过 **CAN** 接口可输出最多 **64** 个跟踪目标。

(4)持雷达与其他设备(如摄像头)融合，需客户自行开发。

1.3 应用场景

MR72 无人机避障毫米波雷达适用于无人机避障应用。其他非典型应用如下：

- (1)监控目标距离和报警：如果发现前方目标距离过近，则发出距离监报告警。
- (2)检测和跟踪工业、建筑、农业和采矿中避免与人员、车辆、动物和设备发生碰撞。
- (3)监控自动化生产过程。
- (4)监控工厂厂房状态。
- (5)交通监控：交通管理与区分车道物体等安全方面的应用。
- (6)铁路、客运交叉口车辆、行人的监测与防护。

即使在视线被覆盖、周围光线不佳的情况下，雷达的高灵敏度和高分辨率可以确保探测到前方物体。

1.4 原理简述

MR72 使用 FMCW(调频连续波)的调制方式。其基本原理是发射波为高频连续波，其频率随时间按照三角波规律变化。FMCW 接收的回波频率与发射的频率变化规律相同，都是三角波规律，只是有一个时间差，利用这个微小的时间差可计算出目标距离。

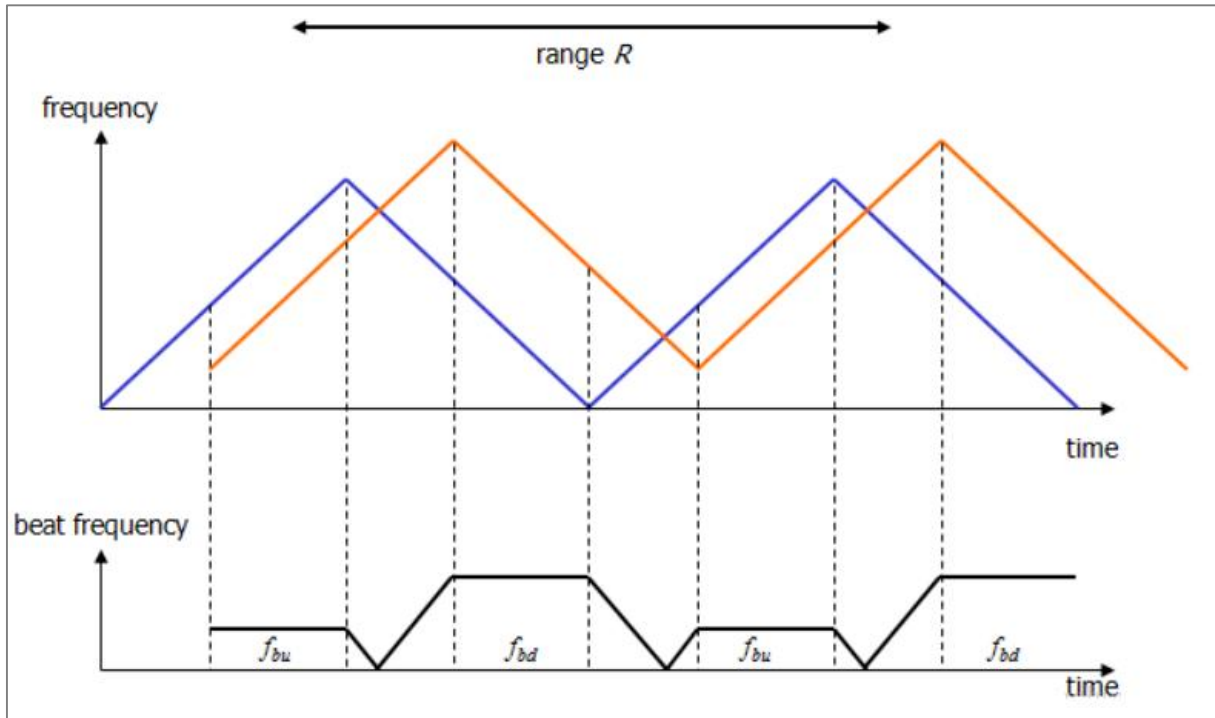


图 1 连续波雷达原理框图

以三角波调频连续波为例来简单介绍雷达的测距/测速原理。如图 1 所示，蓝色为发射信号频率，黄色为接收信号频率，扫频周期为 T ，扫频带宽为 B ，发射信号经过目标发射，回波信号会有延时，在三角形的频率变化中，可以在上升沿和下降沿两者上进行距离测量。

1.5 雷达视场

MR72 无人机避障毫米波雷达是一款中短距雷达。它可以通过接收雷达反射波探测目标距离、速度和位置信息。其 FoV 在近距离上可达 $\pm 56^\circ$ ，在中距上为 $\pm 15^\circ$ 。中距波束可以根据客户要求定制为 40 米或者 80 米

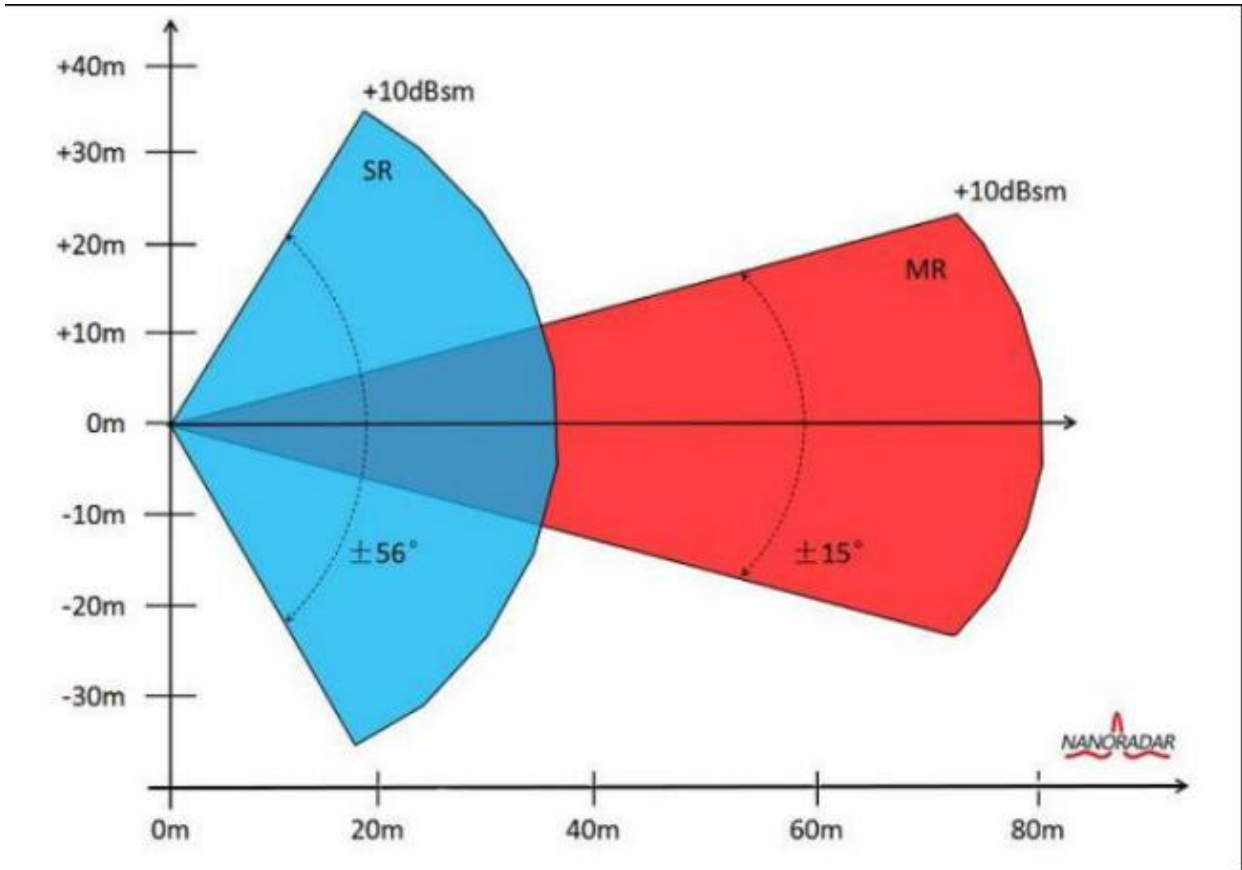


图 2 MR72 的 FoV

MR72 无人机避障毫米波雷达同时也拥有 80m 版本，80m 版本 FoV 主要是 MR 探测距离到 80m。

1.6 技术参数

表 1 MR72 规格参数表

测量性能		一般目标(非反射目标)
调制方式		FMCW
测距范围		0.2-80m(中距模式, $\pm 15^\circ$), 0.20-40m(短距模式, $\pm 56^\circ$)
距离测量分辨率	点目标, 非跟踪	0.31(中距模式), 0.17m(短距模式), 在满足 1.5 到 2 倍分辨率的条件下可对两个物体进行区分
距离测量精度	点目标, 非跟踪	± 0.18 m(中距模式), ± 0.10 m(短距模式)
测角范围		$\pm 15^\circ @ 6$ dB(中距模式), $\pm 56^\circ @ 6$ dB(近距模式)
角精度	点目标, 非跟踪	$\pm 2^\circ$ (中距模式), $\pm 2^\circ$ (短距模式)
速度范围		-100km/h...+100km/h(-表示远离目标, +表示靠近目标)

速度分辨率	点目标, 非跟踪	1.73km/h(中距模式), 2.06km/h(短距模式)
速度精度	点目标, 非跟踪	±0.87km/h(中距模式), 1.03km/h(短距模式)
天线通道数		2TX/4RX=8 通道=1TX/4RX(中距模式)、 1TX/4RX(短距模式)
循环周期		30ms
俯仰波束		15.6°(中距模式)、14°(短距模式)
方位波束		30°(中距模式)、112°(短距模式)
MR72 双波束(中距和短距)顺序工作, 检测到的目标按距离远近或者 RCS 大小依次输出, 默认按距离由近及远输出。		
操作条件		
雷达发射频率	遵循 ETSI&FCC	76...77GHz
传输能力	平均/峰值 EIRP	29.8dBm
电源		+5.0V~28VDC
功耗		2.5W
操作温度		-40°C~+70°C
存储温度		-40°C~+90°C
防护等级		IP66
接口类型		
接口		1xUART/1xCAN(高速 500kbit/s)
外壳		
尺寸	W*L*H	100x57x16.5mm
重量		90g
材料	外壳前端/后盖	PPO

二、雷达设置

2.1 接口连接

MR72 支持 TTL 接口连接和 CAN 接口连接。

2.2 配置、启动、关闭和故障

MR72 通过 CAN 协议或者串口连接总线或者 PC 时，相关协议请参考《MR72 无人机避障毫米波雷达协议手册》。

MR72 雷达不支持热插拔。如果系统内部检测发现错误，可能会导致雷达工作不正常，甚至导致雷达重启。

三、无人机安装规范

3.1 雷达安装

雷达建议安装在无人机机头正前方位置，天线面朝前，左侧出线，避免特殊场景下，天线副瓣不对称引起其他雷达问题。

3.2 安装注意事项

雷达通过向前发射毫米波来确定障碍物距离，所以为了保证探测数据准确，在安装时雷达前方不能有任何遮挡物，特别是金属遮挡物。

雷达安装时需要确保模块垂直向前(根据无人机飞行姿态，为了防止地杂波干扰，可能需要根据不同机型雷达天线面角度适当上扬，一般根据客户使用无人机类型建议上扬 5° - 25°)，这样才能保证探测数据的准确。

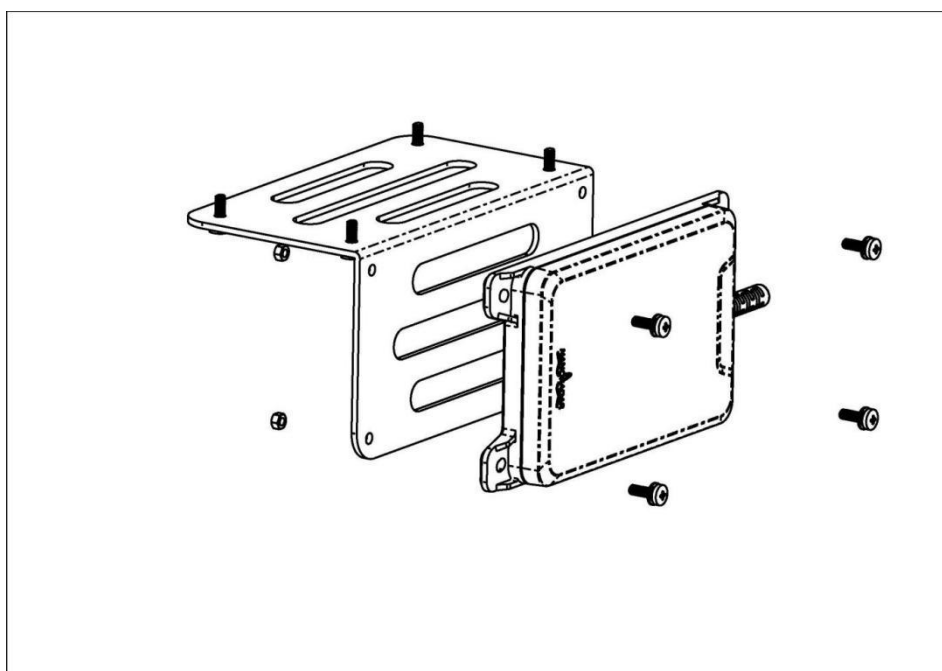


图 3 无人机应用雷达安装示意图

3.3 雷达方向说明

MR72 天线波束宽度为方位面 112°(短距)、30°(中距)、俯仰面 14°(短距)、15.6°(中距)，方位面和俯仰面方向说明如下所示：

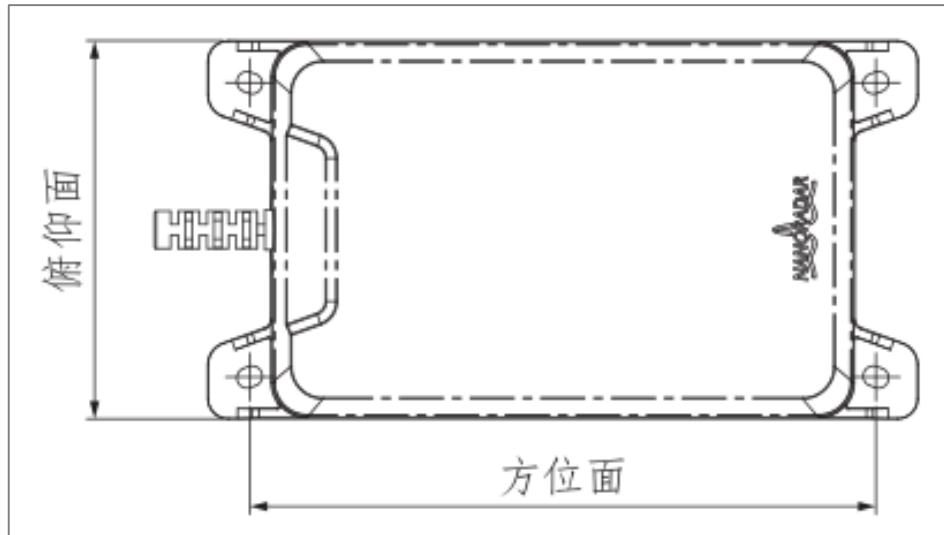


图 4 雷达方向说明示意图

MR72 天线波束方向说明如下所示：

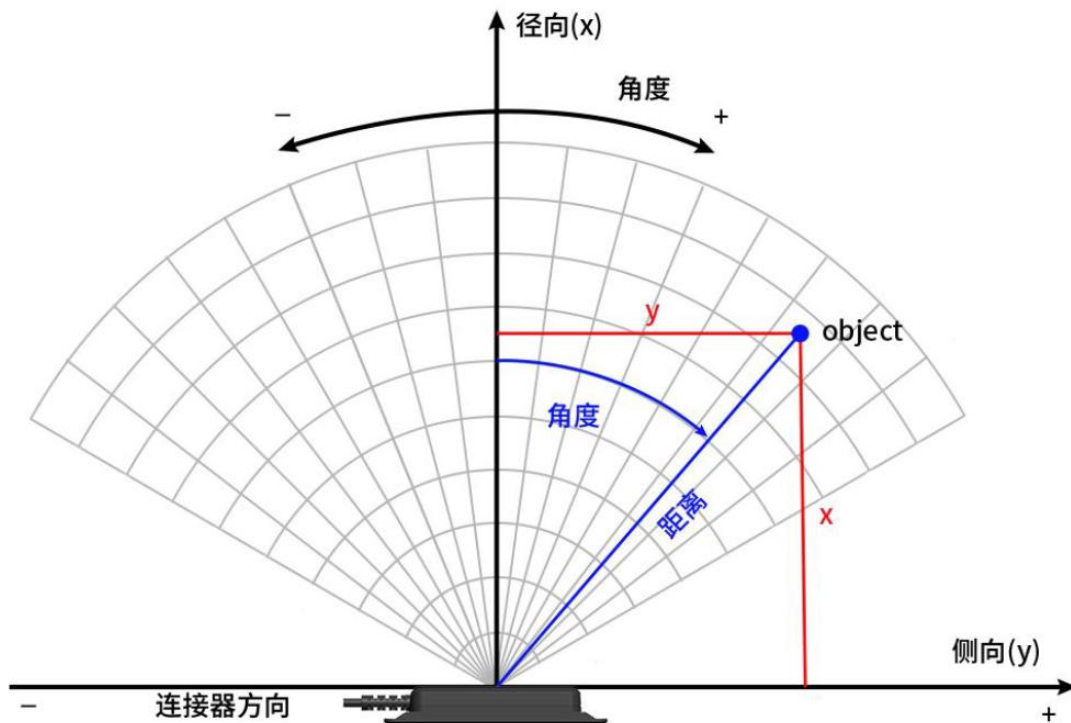


图 5 雷达方向说明示意图

四、电气特性

4.1 线束连接

MR72 连接线束是长度 0.8 米的线缆，包含电源正极、电源负极、数据发送和数据接收四根。

MR72 雷达需通过电池供电或其他设备供电。供电线需使用 10A 电线。为了保证雷达免受电磁干扰的影响，接地线必须尽可能短。

MR72 不支持电源极性反接，如由于反接产生的任何后果，由客户自行承担。MR72 的设计符合《ISO 16750-2》的测试要求。

表 2 引脚接口定义表

引脚	线束颜色	CAN 定义	UART 定义
1	红色	POWER	POWER IN
2	黑色	GND	GND
3	白色	CAN_L	TTL UART_RX
4	黄色	CAN_H	TTL UART_TX

4.2 测试使用

纳雷科技提供的《毫米波雷达通用管理工具》上位机测试软件可获取并解析 MR72 传感器数据，直观的显示观测结果，利用该工具有助于使用 MR72 传感器。

利用 CAN 协议测试方法如下：首先从纳雷客服或官方网站获取纳雷科技毫米波雷达通用管理工具(上位机测试软件)、使用手册、CAN2USB 盒子与驱动。客户安装 CAN Monitor 驱动，依据使用手册，安装与配置上位机测试软件。

测试使用工具或软件如下表：

表 3 产品测试使用工具

序号	设备名称	数量
1	MR72 产品	1
2	PC 机/笔记本	1
3	USB2CAN 适配器	1
4	12V 电源适配器	1
5	上位机测试软件	1

(1)通过 USB2CAN 适配器，连接 PC 与 MR72 雷达传感器，连接示意图如下：

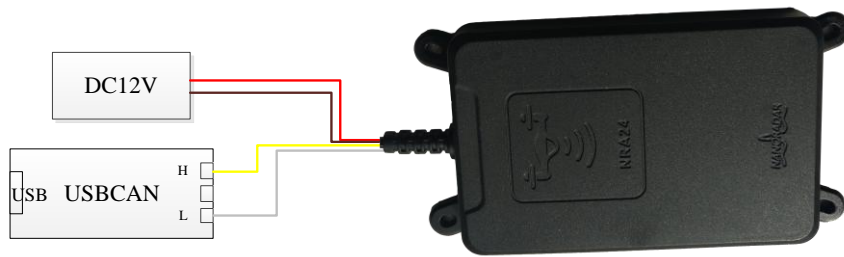


图 6 线束连接示意图

注意：

上位机测试需使用如下图所示 USB2CAN 适配器与 MR72 通信，目前不支持其他类型的 USB2CAN 适配器，发货清单默认不包含 USB2CAN 适配器。客户可以向纳雷客服获取 CAN 适配器链接地址自行购买，纳雷也可帮助客户进行代购。



图 7 测试用 CAN 盒子

(2)USB2CAN 串口适配器连接 PC 机，打开上位机软件，首先配置参数如图 11，红色部分为 MR72 测试配置参数，蓝色部分为根据测试距离调整的坐标范围。随后点击右侧**连接设备**按钮。



图 8 雷达上位机测试界面

(3)开始测试。MR72 雷达天线面正对运动目标，或者传感器与目标存在相对的微小运动，可查看 UI 界面会出现目标指示的红色三角，并显示目标距离 R。图 4.3，目标与雷达的径向距离为 2m、5.2m，如果没有出现红色三角指示，说明在可探测距离内没有目标出现。

(4)建议在室外开阔场地进行测试。同时，由于 MR72 无人机雷达默认使用高灵敏度，建议使用无人机高空测试。

五、对人体健康的影响

MR72 无人机避障毫米波雷达符合国家法规要求，因此对人类健康无害。此外，相关研究证明，汽车雷达对人无负面影响。

5.1 静电防护措施

需要在雷达运输、存储、使用和取放的过程中充分做好静电防护工作。用户在处理未集成的独立模块时，务必注意：当模块从密封的防静电包装中取出时，就要开始做好静电防护工作；绝对不要触摸或抓取雷达天线表面和连接器管脚，只能触摸其边角部分。

建议：在对所有雷达传感器进行操作时，请尽量带上防静电手套。

错误使用方式：

- 用金属箔或部分金属部件来包裹天线；
- 用万用表直接测量引脚，引起损坏；

- 任何种类的油漆或清漆喷洒天线结构；
- 用 CFK 薄片(可导电)包裹天线；
- 塑料材料与腐蚀的天线结构直接接触(对贴片的共振频率有较高的介电常数的影响)。

5.2 识别静电损坏

一般情况下，以下两种情况表明雷达传感器已遭受静电损害：

- 雷达探测范围内无目标物体时，雷达持续输出无规律目标；
- 当电源电压及电源电流等参数处于正常范围值时，无法得到输出信号。

5.3 电源防护

雷达输入电压范围 5~28V DC，纹波小于 20mV。纹波大的电源会导致雷达持续输出错误目标信息，影响雷达正常使用。

5.4 空间电磁干扰防护

产品已采用屏蔽措施来尽量避免电磁干扰带来的不良影响。但是安装时雷达需远离电机、孤立的金属壳体这类强电磁干扰源。

六、接口

6.1 CAN 接口

CAN 是控制器局域网(Controller Area Network, CAN)的简称，是由以研发和生产汽车电子产品著称的德国 BOSCH 公司开发的，并最终成为国际标准(ISO 11898)，是国际上应用最广泛的现场接口之一。在北美和西欧，CAN 接口协议已经成为汽车计算机控制系统和嵌入式工业控制局域网的标准接口，并且拥有以 CAN 为底层协议专为大型货车和重工机械车辆设计的 J1939 协议。

CAN 接口特点：

(1) 数据通信没有主从之分,任意一个节点可以向任何其他(一个或多个)节点发起数据通信,靠各个节点信息优先级先后顺序来决定通信次序,高优先级节点信息在 134 μ s 通信;

(2) 多个节点同时发起通信时,优先级低的避让优先级高的,不会对通信线路造成拥塞;

(3) 通信距离最远可达 10KM(速率低于 5Kbps)速率可达到 1Mbps(通信距离小于 40M);

(4) CAN 接口传输介质可以是双绞线,同轴电缆。CAN 接口适用于大数据量短距离通信或者长距离小数据量,实时性要求比较高,多主、多从或者各个节点平等的现场中使用。

表 4 线缆参数表

线缆长度	最大传输速率	阻抗	横截面积
0-40m	1Mbit/s	70m Ω /m	0.25-0.34mm ²
40-300m	200Kbit/s	<60m Ω /m	0.34-0.60mm ²
300-600m	100Kbit/s	<40m Ω /m	0.50-0.75mm ²
600-1000m	50Kbit/s	<26m Ω /m	0.75-0.80mm ²

6.2 UART 接口

MR72 无人机避障毫米波雷达 UART 接口支持 TTL。

TTL 是 Transistor-Transistor Logic 的缩写,主要由 BJT(Bipolar Junction Transistor 即双极结型晶体管),晶体三极管和电阻构成,具有速度快的特点。

TTL 电平信号被利用的最多是因为通常数据表示采用二进制规定,+5V 等价于逻辑“1”,0V 等价于逻辑“0”,这被称做 TTL(晶体管-晶体管逻辑电平)信号系统,这是计算机处理器控制的设备内部各部分之间通信的标准技术。

TTL 电平信号对于计算机处理器控制的设备内部的数据传输是很理想的,首先计算机处理器控制的设备内部的数据传输对于电源的要求不高以及热损耗也较低,另外 TTL 电平信号直接与集成电路连接而不需要价格昂贵的线路驱动器以及接收器电路;再者,计算机处理器控制的设备内部的数据传输是在高速下进行的,而 TTL 接口的操作恰能满足这个要求。TTL 型通信大多数情况下,是采用并行数据传输方式,而并行数据传输

对于超过 10 英尺的距离就不适合了。这是由于可靠性和成本两面的原因。因为在并行接口中存在着偏相和不对称的问题，这些问题对可靠性均有影响。

TTL 输出高电平 $>2.4V$ ，输出低电平 $<0.4V$ 。在室温下，一般输出高电平是 $3.5V$ ，输出低电平是 $0.2V$ 。最小输入高电平和最大输入低电平：输入高电平 $\geq 2.0V$ ，输入低电平 $\leq 0.8V$ ，噪声容限是 $0.4V$ 。

七、安全和风险

本章旨在使 MR72 的客户和用户能够及时准确的识别所有可能的风险。

MR72 是针对无人机避障、特种车辆避障应用而开发。客户必须掌握基本的技术知识。雷达应由经过培训的专业人员使用。负责该设备人或所有者必须确保所有操作人员理解并遵守这些安全注意事项。如果 MR72 是整体系统的一部分，则系统制造商负责确保与安全相关的方面，例如操作手册、标签和说明书。

(1) 制造商对设备的责任范围

湖南纳雷科技有限公司负责在技术上安全可靠的前提下供应该设备，包括白皮书、协议手册和用户手册。

(2) 第三方配件制造商的责任范围

第三方配件的制造商负责与湖南纳雷科技有限公司的 MR72 无人机避障毫米波雷达一起开发、实施和保证其产品的安全及其效果。

(3) 客户、最终客户和最终用户的责任范围

客户、最终客户和最终用户有责任确保设备用于其预定目的，用于其雇员的行动，用于向雇员发出指示，以及用于设备的操作安全。

(4) 客户、最终客户和最终用户有下列义务：

- 必须了解雷达上的安全信息和操作手册中的说明。
- 必须熟悉当地适用的事故预防条例。
- 一旦设备或设备出现任何安全缺陷，必须通知湖南纳雷科技有限公司。

客户必须确认最终客户和最终用户已经加入免责声明和信息的负责副本，包括他们产品文件责任手册的合格声明。

MR72 无人机避障毫米波雷达传感器可用于研究和开发测试目的。

八、参考文档

[1] MR72 毫米波雷达白皮书

[2] MR72 毫米波雷达彩页

湖南纳雷科技

Tel.: 0731-88939916

长沙高新区文轩路 27 号

E-Mail: sales@nanoradar.cn

麓谷企业广场 B7 栋

URL: www.nanoradar.cn

