

MS500 dToF 激光雷达

用户手册

USER MANUAL



该文件含有知识产权属深圳奥锐达科技有限公司的商业秘密内容，并受到法律的保护。在没有得到本公司的书面同意下，不得将本文件及其内容全部或部分地使用或复制该文件。

© 2022 Oradar. All rights reserved.

文件编号：PD-P2007004 版本：A5



奥锐达
ORADAR

免责声明

本文档为深圳奥锐达科技有限公司版权所有，保留一切权利。非本公司书面允许，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式进行传播。本文档如有更新，恕不另行通知。

一旦使用本产品，即视为用户已仔细阅读本声明，理解、认可和接受本声明全部内容。用户承诺对使用本产品以及可能带来的后果负全部责任，并且同意本条款以及深圳奥锐达科技有限公司制定的任何相关政策、准则和指引。

深圳奥锐达科技有限公司对于直接或者间接使用本产品而造成的损坏、伤害以及任何法律责任不予负责。用户应遵循包括但不限于本文提及的所有安全指引。深圳奥锐达科技有限公司不承担因用户未按安全指引、《用户手册》要求使用产品所引发的一切损失。

除非明确表示，深圳奥锐达科技有限公司提供的产品和所有材料以及通过产品提供的内容均按“原样”和“现有”基础提供，没有任何明示或暗示的保证或条件，包括但不限于特定目的的适配性、产品不间断有效性、不侵权保证等。

安全指引

1. 请勿擅自拆解或修改本产品，以防产品损坏或辐射暴露；
2. 请勿摔落或撞击本产品，否则，产品内部组件可能会损坏，导致工作异常；
3. 请仔细核对产品的供电电源需求，超额供电可能导致产品永久损坏；
4. 请勿刮擦光学外罩，且保持光学外罩的清洁。否则，产品测距性能可能会受到影响；
5. 产品被归类为 1 类激光产品 (IEC/EN 60825-1: 2014)，在所有正常使用条件下都是安全的，但切勿通过放大设备直视激光发射器；
6. 严禁在易燃、易爆或易腐蚀环境下使用或存放产品，以防产品损坏。



CONTENT 目录

免责声明	2
安全指引	2
CONTENT 目录	3
1. 产品概述	4
产品简介	4
工作原理	4
产品特性	4
2. 规格参数	5
3. 接口说明	7
了解 MS500	7
接口定义	8
4. 产品结构	10
安装尺寸结构图	10
有效视场角	11
5. 工作机制	12
系统工作流程	12
系统通讯	12
输出数据	13
数据协议	14
6. 快速上手	18
设备连接	18
便捷易用的 Oradar Viewer	19
软件开发工具包 Oradar SDK	19
7. 版本更改详细记录	20

1. 产品概述

产品简介

MS500 为深圳奥锐达科技有限公司推出的一款测量型单线激光雷达传感器。该雷达采用精密的转镜式光学扫描系统, 结合高频激光脉冲发生技术和精密的光机结构设计, 通过高速旋转的反射镜面使其可在 $270^{\circ}/\geq 10$ 米 (@10%反射率漫反射面) 范围内实现快速精确扫描测量。可广泛应用于包括机器人定位导航、区域安防、物流、环境扫描及 3D 重建等众多领域。

工作原理

测量原理为直接飞行时间(Direct Time of Flight, dToF)测量法。测距计算公式为:

$$d = \frac{ct}{2}$$

其中, d 表示距离, c 表示光速, t 表示飞行时间。

测距模块工作时, 激光发射器发出一束激光脉冲, 激光投射到物体表面发生反射, 测距芯片接收反射光, 通过测量激光束在空中的飞行时间, 准确计算目标物体到激光雷达的距离。通过内置无刷电机, 转动测距模块测得不同角度的距离, 从而扫描获得周围环境点云轮廓。

产品特性

测距能力: 最远可探测距离为 $\geq 10\text{m}@10\%$ 、 $\geq 30\text{m}@90\%$, 适用于大空间场景使用;

高分辨率: 高达 30KHz 点频, 更小的角分辨率, 提供更多场景细节, 增强分辨性能;

抗环境光干扰: 可在 50KLux 环境光干扰下保持工作稳定性;

环境适应性: 保证在最低 -10°C 、最高 55°C 的温度范围中稳定工作;

高防护等级: IP65 防护等级, 抗震性高, 适用于物流/安防等应用场景;

低功耗: 总功耗典型值小于 2W, 发热量小, 长时间工作温升较低。

2. 规格参数

基本信息

产品型号	MS500	备注
测距原理	dToF	直接时间飞行法
测距范围	≥30m @90%反射率 ≥10m @10%反射率	
测量准度	±20mm (典型值) ±30mm (最大值)	至少采集 100 次数据统计结果。 准度为数据均值与真值之差, 精度为数据的样本标准差 (1σ)。
测量精度	≤10mm (典型值) ≤20mm (最大值)	
输出信息	距离, 角度, 强度, 时间戳	
扫描角度	270°	
点频	30KHz	点/秒
旋转速度	10Hz/15Hz/20Hz/25Hz/30Hz	默认 15Hz
激光出射俯仰角	0° ±1°	以雷达底座平面为基准
激光波长	903±10nm	
抗环境光性能	50,000Lux	
雷达多机抗干扰	支持	

机械/电子参数

工作电源	12V (9~28V DC)	
功耗	典型值: <2W 峰值: <5W	
接口	百兆以太网 RJ45 接头 供电连接线及时间同步连接线	详见接口定义
产品尺寸	60mm×60mm×85mm	长×宽×高 (不含连接线)
净重	约 270g	含线缆

环境参数

防护等级	IP65	IEC 60529:2013; GB/T 4208-2017
电磁兼容性 (EMC)		EN IEC 61000-6-1:2019 EN IEC 61000-6-3:2021
激光安全等级	Class1	IEC 60825-1: 2014
抗振动	正弦振动: 振幅 0.75mm, 频率 10~55~10Hz, 扫频速度 1oct/min; 随机振动: 频率 10~500Hz, 功率谱 密度 0.05g ² /Hz, 均值方根 7.02g; 斜率+6dB/oct (10~20Hz)	GB/T 2423.10-2019 GB/T 2423.56-2018
抗冲击能力	加速度: 50g, 脉冲宽度: 11ms 间隔时间 5s, ± 3 次一次性冲击/轴	IEC 60068-2-27: 2008 GB/T 2423.5-2019
工作温度	-10°C~55°C	
存储温度	-20°C~70°C	
工作湿度	0~85%	非冷凝
认证	CE-EMC/FCC/RoHS2.0 Class1, FDA 注册	

💡 测距性能由奥锐达实验室测试得出, 实验室采用标准漫反射目标板、精密导轨、温度控制在 25°C, 室内环境光条件, 详细数据及测试报告请联系奥锐达。激光雷达属于精密光电类传感器, 其测试结果与安装方式、温度、湿度、振动、环境等因素相关。在使用过程中请注意保护, 参照技术支持人员给出的指导进行操作。

1 测量准度: 实验室条件下 10%、90%反射率条件下 10 米范围内的绝对误差结果。

2 测量精度: 实验室条件下目标板在 10%反射率, 工作距离在 10 米以内的相对误差结果。测量结果可能受目标距离、反射率等使用环境因素的影响。

3 点频: 以 360° 水平视场角计算的测量数据输出频率。

4 角度分辨率: 0.12°, 0.18°, 0.24°, 0.30°, 0.36° 分别指在点频 30KHz 情况下, 对应扫描频率分别为 10Hz, 15Hz, 20Hz, 25Hz, 30Hz 下的角度分辨率值。实际角度分辨率因用户使用场景下的实时扫描频率波动会有微小变化。

3. 接口说明

了解 MS500

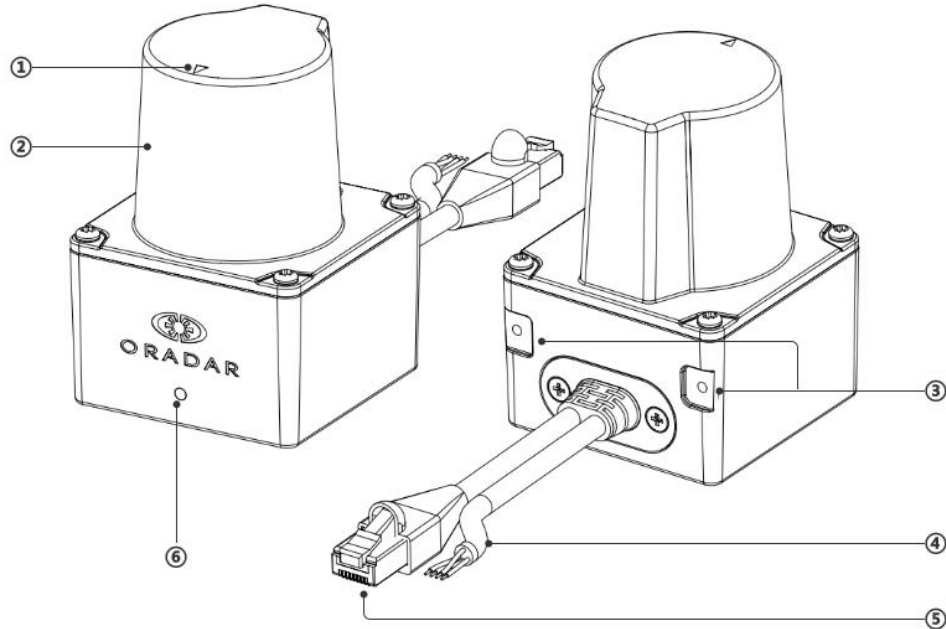


图 3-1MS500 部件说明

- ① 标识符
表示雷达正前方方向，对应角度为 180°。
- ② 光学窗口
激光光束通过窗口向外发射，从而对扫描范围内的物体进行扫描。
- ③ 安装孔
机身有 2 个 M3 安装孔用于安装。详细尺寸见图 4-1。
- ④ 多芯线
多芯线用于雷达供电及同步信号，长度 1.0m，线序请查阅图 3-2。
- ⑤ 以太网端口
以太网端口（RJ45）用于雷达数据传输，长度 1.0m，线序请查阅图 3-3。
- ⑥ 指示灯
显示雷达的系统状态。
红色：雷达处于上电状态，持续 2s 时间。
白色闪烁：雷达处于初始化状态，指示灯以 1s 周期闪烁。
白色常亮：雷达正常工作，测距状态。
红色闪烁：运行故障，指示灯以 1s 周期闪烁。
不亮：供电异常。

接口定义

MS500 激光雷达基于高可靠性的以太网线束通讯，多芯线线束供电，来实现电源连接、控制信号传输以及数据传输。

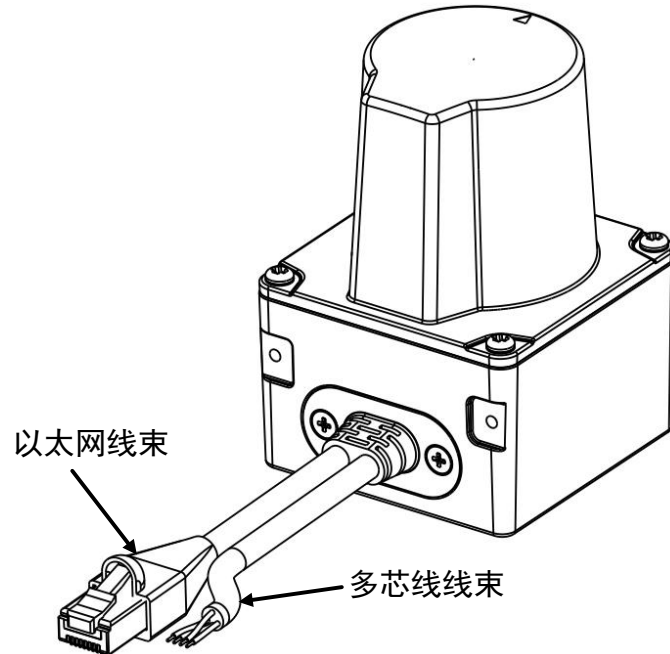


图 3-2 MS500 接口定义

以太网线束

用户可以通过此线束连接 PC 与雷达，进行前期激光雷达的性能评估与早期开发。此接口亦是连接用户所开发目标设备的控制与数据传输接口。

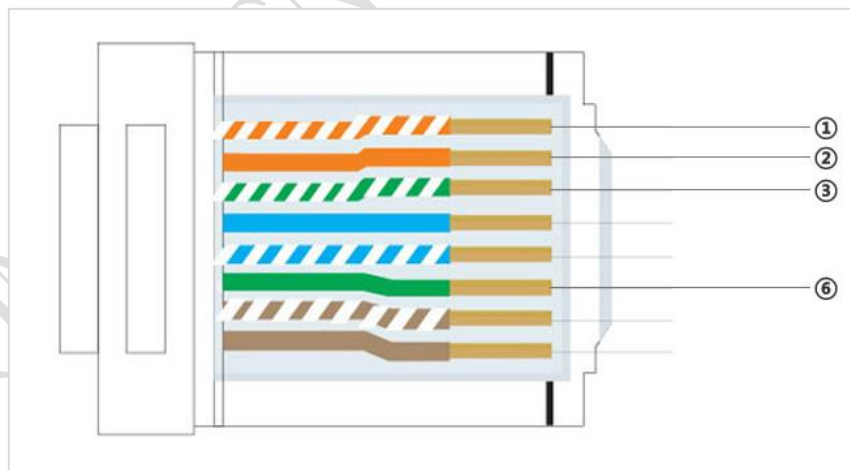


图 3-3 以太网线序表

表 3-1 网口线定义

RJ45 网口管脚	信号	描述	颜色
1	TxData+	发送数据输出+	白橙
2	TxData-	发送数据输出-	橙
3	RxData+	接收数据输入+	白绿
6	RxData-	接收数据输入-	绿

多芯线束

多芯线共有 4 根线芯，包括电源及同步信号。

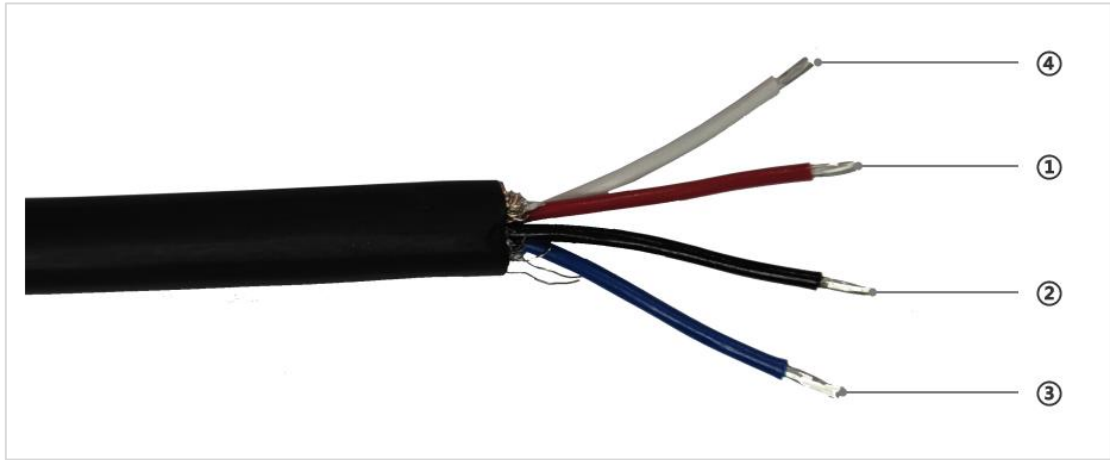


图 3-4 多芯线线序

表 3-2 多芯线定义

序号	接口名称	属性	方向	描述	颜色
1	Power	电源+	输入	DC 9~28V	红
2	Ground	电源-	-	电源地	黑
3	GPS_PPS	GPS	输入	3.3V TTL 电平，秒脉冲	蓝
4	Sync	过零脉冲	输出	漏极开路输出	白

4. 产品结构

安装尺寸结构图

Oradar MS500 支持两种安装固定方式。在其底部有 4 个有效牙深为 7mm 的 M3 安装孔用于安装。在其侧方（雷达出线端方位）有 2 个有效牙深为 3.0mm 的 M3 安装孔用于安装。

在其底部有两个深度为 6.0mm 的定位孔，用户可根据下图所示的 Oradar MS500 尺寸大小及安装孔位尺寸，将雷达安装至合适位置。

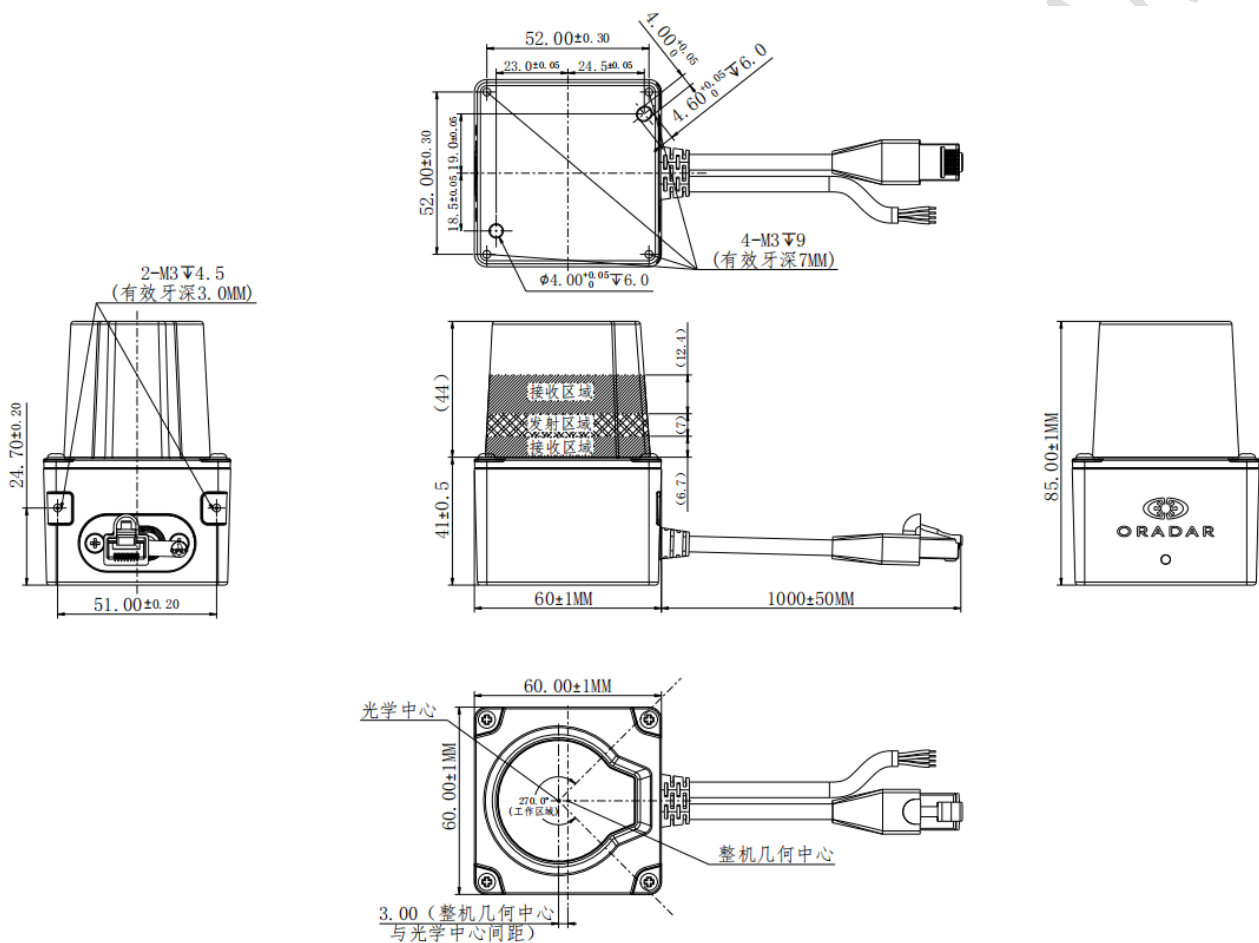
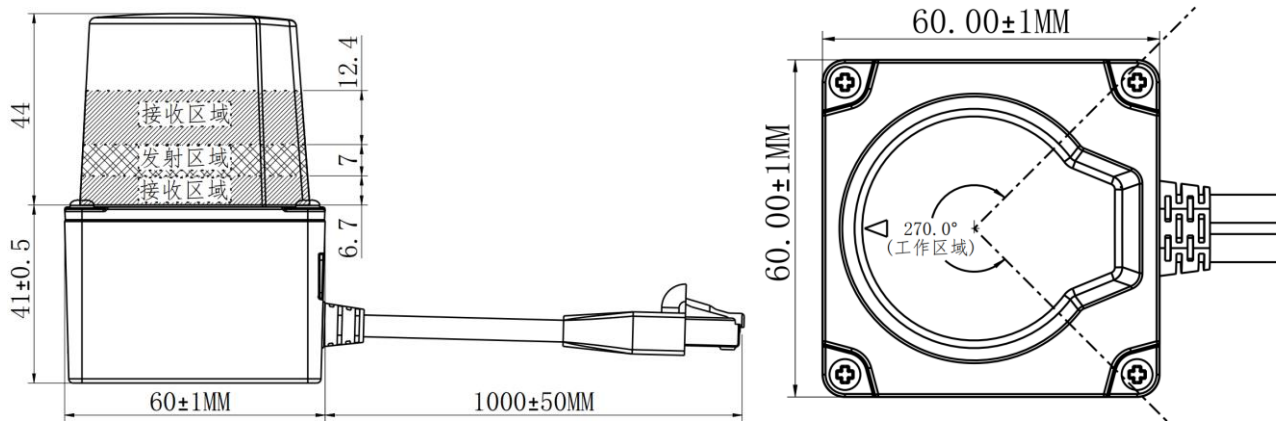


图 4-1 Oradar MS500 尺寸结构

有效视场角

Oradar MS500 的扫描范围为 270° ，激光发射及接收范围如下图所示。安装时，请注意有效视场角范围（扫描范围及激光收发区域），避免遮挡。安装结构设计时请参考 Oradar 提供的 Oradar MS500 的 3D 模型。



Oradar MS500 采用转镜结构设计，存在 90° 的盲区，位于 45° - 0° - 315° 区域。雷达正前方 $\triangle$ 标识符为 180° 位置。

为确保激光的发射和接收不受遮挡，以接收区域上边缘水平面为基准，安装时上部需预留至少 5mm 的垂直开放空间，雷达收发区域 31.1mm 垂直区域范围内均不可遮挡。

MS500 激光雷达个体的激光出射俯仰角会略有差异，以水平面为基准，MS500 激光雷达的激光出射俯仰角偏差在 $\pm 1^\circ$ 范围以内，如下图所示。安装时，请注意安装断面与水平面的夹角。

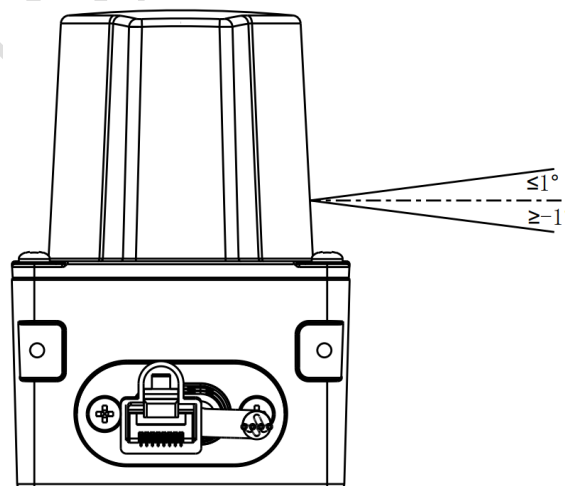


图 4-2 Oradar MS500 激光出射俯仰角范围

⚠ 激光雷达安装时不可遮挡其有效视场角范围，并需考虑激光出射俯仰角带来的影响。

5. 工作机制

MS500 系统设置了 2 种工作模式：测距模式、待机模式。

测距模式：激光雷达已经启动，并正常工作。

待机模式：激光雷达已经启动，但还未发射激光光束。

系统工作流程

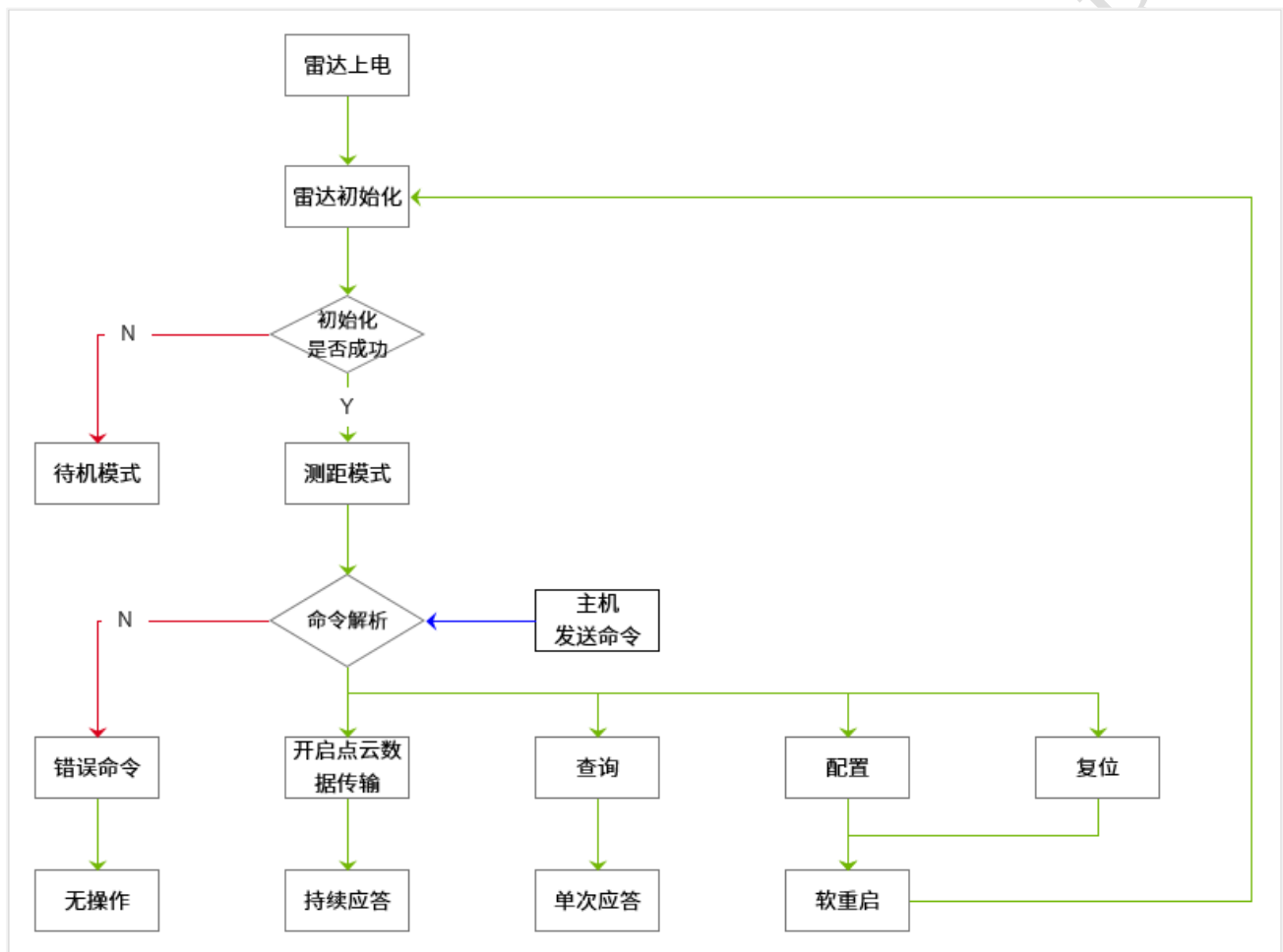


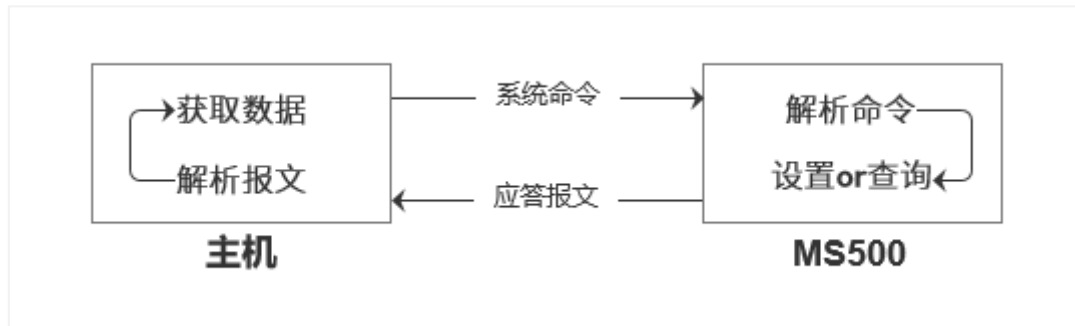
图 5-1 系统工作流程

系统通讯

MS500 点云数据通过以太网 UDP 协议方式向外传送，出厂默认 IP192.168.1.100，默认网络端口号为 2007。

MS500 激光雷达与上位机间采用点云数据被动上传方式，即上位机与雷达能进行正常网络通信的条件下，由上位机根据雷达 IP 打开雷达，进而获取雷达数据。具体操作方式如下：

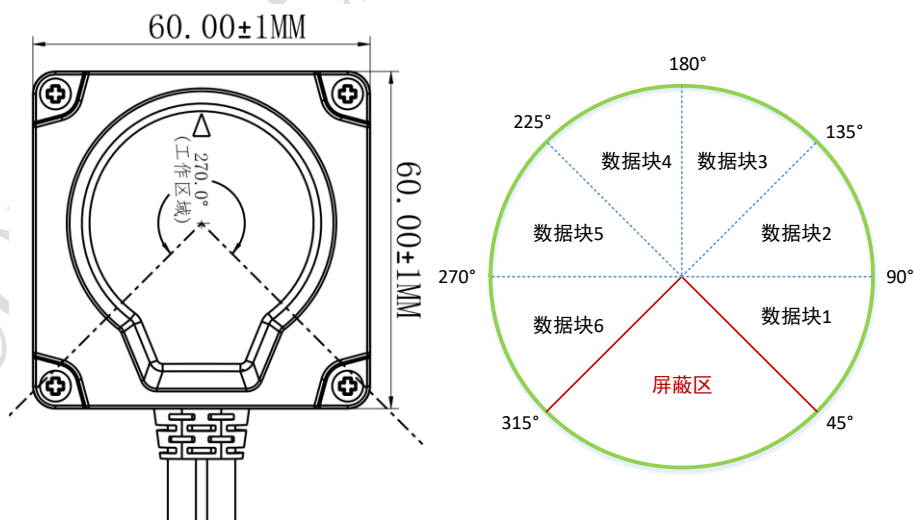
1. 雷达在上电初始化后, 内部测距引擎即开始正常工作, 上位机需先发送连接命令, 与雷达建立连接;
2. 上位机与雷达建立连接后, 即可获取点云数据。点云传输的开启和关闭, 上位机可以发送命令进行控制;
3. 激光雷达每次接收控制命令后, 会回复应答报文作为命令执行的结果。



输出数据

Oradar MS500 输出的数据为点云数据, 点云数据是激光雷达探测器在被测环境中于被测物体表面所探测到的所有点云总和, 每个点云包括距离、目标反射强度信息。

当雷达正装时, 如下图 (俯视图), 雷达以逆时针旋转, 即 045° 表示初始角度, 0315° 表示结束角度, 数据发送顺序为 045° - 0180° - 0315° 。每个扫描周期 (270°) 共分成 6 个点云数据块, 如下图所示:



数据协议

点云数据信息格式

雷达输出点云角度范围为 $45^{\circ} \sim 315^{\circ}$ (共 270° 范围), 在屏蔽角度范围 ($0 \sim 45^{\circ}$, $315^{\circ} \sim 360^{\circ}$) 不输出点云数据块。每个扫描周期 (270°) 共分成 6 个点云数据块, 点云数据率固定为 30KHz, 因此点云数据块长随扫描频率变化而不同。

点云数据块具体参数与扫描频率间关系如下表所示:

表格 5-1 点云数据块参数与扫描频率关系

扫描频率	点云数据率	水平角度分辨率	扫描周期点云数	数据块点云个数	点云数据块长度 (Byte)
10Hz	30KHz	0.12°	2268	378	1154
15Hz	30KHz	0.18°	1512	252	776
20Hz	30KHz	0.24°	1152	192	596
25Hz	30KHz	0.30°	900	150	470
30Hz	30KHz	0.36°	756	126	398

每个点云数据块中包括帧头信息、时间戳和原始点云, 以十六进制大端传输。点云数据块基本格式如下图所示:

表格 5-2 点云数据块基本格式

帧头信息	保留位	数据块信息	时间戳	点云1数据	点云2数据	点云3数据	...	点云N-2数据	点云N-1数据	点云N数据
8Bytes	2Bytes	4Bytes	6Bytes	3Bytes	3Bytes	3Bytes	...	3Bytes	3Bytes	3Bytes

点云数据帧头长度为 8Byte, 前 6 个字节固定为: 4D 53 01 F4 EB 90 (16 进制), 后面 2 个字节表示帧长度。

时间戳中包含 4 字节时间戳信息, 1 个字节的时间戳同步模式信息和 1 个备用字节。

点云数据块中的点云个数为 N, 随扫描频率不同 N 也不同。每个点的点云信息中包含 2 个字节的距离信息和 1 个字节的强度信息。

点云数据块具体格式说明如下表:

表格 5-3 点云数据块具体格式说明点云数据块具体格式说明

顺序	名称	数据名称	数据内容	数据长度 (Byte)
1-6	帧头信息	固定部分	4D 53 01 F4 EB 90	6
7-8		帧长度 (整个数据包长度)	10Hz 时: 0x0482 15Hz 时: 0x0308 20Hz 时: 0x0254 25Hz 时: 0x01D6 30Hz 时: 0x018E	2
9		-	-	1
10		-	-	1
11		数据信息类型	04: 10Hz 扫描频率点云帧 05: 15Hz 扫描频率点云帧 06: 20Hz 扫描频率点云帧 07: 25Hz 扫描频率点云帧 08: 30Hz 扫描频率点云帧	1
12	数据块信息	数据块编号	01: 45~90°扫描范围点云帧 02: 90~135°扫描范围点云帧 03: 135~180°扫描范围点云帧 04: 180~225°扫描范围点云帧 05: 225~270°扫描范围点云帧 06: 270~315°扫描范围点云帧	1
13-14		块计数	1~65535	2
15-18		时间戳	范围为 0~3600e6, 单位为 1us	4
19	时间戳信息	时间戳同步模式	0: 自由运行模式; 1: 外同步模式	1
20		备用	备用	1
21-22		点云 1 距离	单位为 2mm	2
23	点云数据信息	点云 1 强度	0~255	1
24-25		点云 2 距离	单位为 2mm	2
26		点云 2 强度	0~255	1
...		点云 n 距离	单位为 2mm	2
...		点云 n 强度	0~255	1
18+N*3- 19+N*3		点云 N 距离	单位为 2mm	2
20+N*3		点云 N 强度	0~255	1

角度信息提取计算

点云数据块中未直接包含角度信息, 因此, 需要提取数据信息类型、数据块编号及数据点位号 n 来联合计算。

角度信息计算方式:

1. 从 UDP 点云数据块中提取出数据信息类型: 如 0x05;
2. 根据扫描频率与水平角度分辨率间对应关系获取到角度分辨率: 0.18° ;
3. 提取出该点云数据块中的块编号: 如 0x03;
4. 数据块编号乘以 45, 得到该点云数据块的起始角度: $3 \times 45 = 135^\circ$;
5. 对于第 n 个点云数据, 该点对应的水平角度为: 该数据块起始角度 + (点云位号 - 1) $\times$ 角度分辨率。如 n 为 100, 则对应角度为: $135^\circ + (100 - 1) \times 0.18^\circ = 152.82^\circ$ 。

距离和强度信息提取计算

每个点的点云信息长度共 3 个字节, 包含距离信息与强度信息。距离信息长度为 2 个字节, 距离信息单位为 2mm。强度信息长度为 1 个字节, 范围为 0~255, 为相对强度等级。

距离和强度信息计算方式:

1. 从 UDP 点云数据块中提取出第 n 个点云的数据信息: 如 0x13, 0x25, 0x37;
2. 提取出该点云数据信息中的前两个字节, 即为距离信息: 0x13, 0x25;
3. 提取出该点云数据信息中的第三个字节, 并换算为十进制, 即为强度信息: $0x37 \rightarrow 55$;
4. 对距离信息字节进行组合, 组合成 16 比特数据 0x1325;
5. 换算距离信息为十进制得到: $0x1325 \rightarrow 4901$;
6. 与距离信息单位 (2mm) 相乘得到绝对距离: 9802mm, 即 9.802m。

时间戳信息提取计算

每个点云数据块中添加有时间戳信息, 当前的时间戳信息表示当前 UDP 数据块最后一个点云数据发送激光的时间。

时间戳参数定义如下:

1. 长度: 4 个字节;
2. 最小时间单位: 1us;
3. 时间范围: $0 \sim 3600 \times 10^6$, 即 1h 范围。
4. 时间戳时刻点: 点云数据块中最后一个点云数据对应的激光发射时刻点。

激光雷达可通过接收外部同步时钟源的 PPS 秒脉冲信号, 实现高精度时间同步。

当无外部输入的秒脉冲 (PPS) 信号时, 激光雷达时间戳为自由运行模式, 按照雷达内部时钟从 0 开始进行计时及更新。

当有外部输入的秒脉冲 (PPS) 信号时, 雷达自动切换为外部同步模式。脉冲同步的脉冲周期为 1000ms。每次接收到 PPS 信号的上升沿后, 会将当前时刻的点云时间与 PPS 秒脉冲对齐。

时间戳信息计算方式:

1. 从 UDP 点云数据块中提取出 4 字节的时间戳信息: 如 0x37, 0x5a, 0xb3, 0xe3;
2. 时间戳组合成 32 位数据得到: 0x375ab3e3;
3. 换算时间戳信息为十进制得到: 928,691,171 μ s。

6. 快速上手

如果您是初次使用 MS500 产品, 希望对本产品进行快速性能评估, 或者希望基于本产品进行二次开发, 您可以通过使用奥锐达提供的 Oradar Viewer 软件、SDK 及 ROS 包以方便快速上手评估 MS500 的性能和早期开发。

设备连接

Oradar MS500 的以太网线束用于传输数据, 多芯线束可提供外部电源及时间同步功能。关于两根线束的线序请查阅[接口定义章节](#)。

早期开发和评估使用 Oradar MS500, 推荐使用 12V/1A 的电源。通过以太网进行数据通信 (UDP), 直接与电脑连接, IP 地址为 192.168.1.100, 子网掩码为 255.255.255.0。

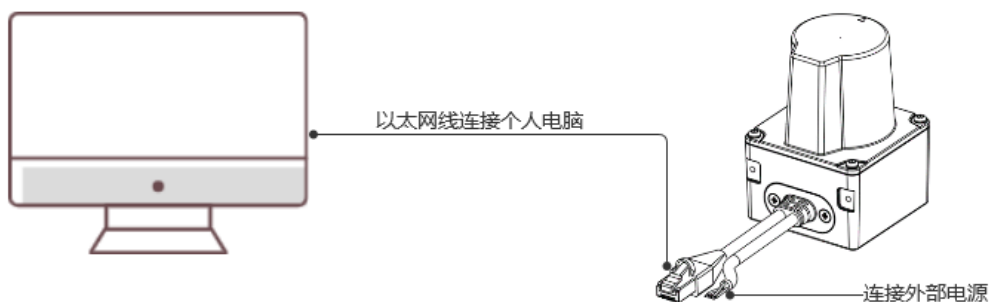


图 6-1 设备连接方式

- 将雷达的 RJ45 网络线连接至个人电脑。
- 使用 12V/1A 的电源给雷达供电。

个人电脑 IP 设置

Windows 系统设置方法如下:

- 在控制面板中, 进入“网络和共享中心”。
- 点击“以太网”跳转到以太网状态界面, 点击“属性”按钮进入以太网属性设置界面。
- 双击“Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4)”。
- 将 IP 地址设置为 192.168.1.XX (如 192.168.1.10, 不能为雷达的地址 192.168.1.100), 子网掩码设置为 255.255.255.0, 点击“确认”按钮, 完成电脑的静态地址设置。

💡 推荐使用 Windows10 (64 位) 及以上操作系统, 4 核 2.0GHz 及以上 CPU, 内存大于 4GB 的设备。

便捷易用的 Oradar Viewer

Oradar Viewer 是一款可实时显示、录制、解析点云的操作软件。方便用户进行性能评估,配合开发套件以便在 PC 端观测所在环境扫描的点云数据。

Oradar Viewer 当前支持 Windows 10 (64 位) 操作系统。解压文件,并于已解压文件中打开文件名为 Oradar Viewer 的程序即可使用。

💡 查阅《Oradar Viewer 用户手册》获取使用详情。

软件开发工具包 Oradar SDK

除上述使用 Oradar Viewer 查看实时点云数据之外,用户还可以通过软件开发工具包将激光雷达获取的点云数据应用于各种自定义场景。用户可基于 Oradar SDK 进行算法二次开发,提高开发效率。Oradar SDK 支持在 Windows/Linux 环境下开发,同时提供 ROS/ROS2 包。

💡 请与您的技术支持人员联系获取 Oradar SDK 及相关使用方法。

7. 版本更改详细记录

版本号	修改人	审核	发布时间	详细修改内容
A0	熊猫王	熊猫王	2021-09-14	首次发布
A1	百晓	熊猫王	2022-3-5	部分指标进行更新。
A2	百晓	熊猫王	2022-5-12	增加时间戳及部分指标更新
A3	百晓	熊猫王	2022-08-22	测距性能参数详细化, 声明更新, 增加了认证相关信息, 部分错误校正。
A4	百晓	熊猫王	2022-12-05	修改结构尺寸图
A5	百晓	鲁滨逊	2023-01-09	增加工作机制



Address 地址

深圳市南山区高新南七道国家工程实验室大楼 A 座 7 楼

7F, Block A, National Engineering Lab Building, 7th Avenue, High-tech South, Nanshan Dist., Shenzhen

E-mail 邮箱: business@oradar.com.cn

Web 网址: <http://www.oradar.com.cn>