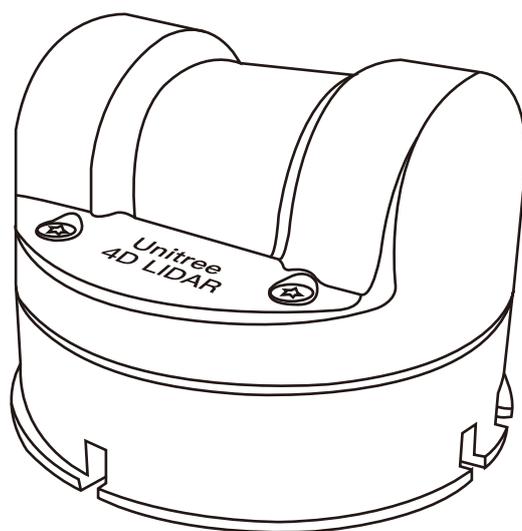


# Unitree 4D LiDAR-L1

用户手册 v 1.1

2024.06



## 下载文档

点击以下链接下载最新版用户手册：

<https://www.unitree.com/download>

## 下载Unilidar

通过以下地址下载 Unilidar 点云软件：

<https://www.unitree.com/download>

## 下载开源SDK

通过以下地址可获取开源 SDK

<https://www.unitree.com/download>

[https://github.com/unitreerobotics/unilidar\\_sdk](https://github.com/unitreerobotics/unilidar_sdk)

# 目录

<b>产品概述</b>	2
简介	2
工作原理	3
部件说明	4
<b>接口定义</b>	5
4PIN插头	5
<b>安装</b>	6
有效视场(FOV)范围	6
安装注意事项	7
安装尺寸	8
<b>使用</b>	9
连线	9
坐标系	9
点云数据	10
工作状态和工作模式	10
Unilidar	11
Unilidar SDK	11
<b>储存、运输与保养</b>	12
存储	12
运输	12
保养	12
<b>疑难解答</b>	13
<b>售后保修信息</b>	13
<b>参数规格</b>	14

# 产品概述

## 简介

Unitree 4D LiDAR-L1 是一款高性价比、安全可靠的 4D 激光雷达(3D 位置 +1D 灰度)，它具有实现每秒 21600 次的高速激光测距采样能力，可广泛应用于机器人、智慧城市、智能玩具、物流等领域，支持建图、定位、识别、避障、环境扫描、3D 重建等功能的实现。

L1 雷达可探测最近 0.05 米、最远距离 30 米的物体(90% 反射率)。

L1 整机小巧轻便，重量仅 230 克，适合通用的机器人环境扫描、定位、建图、导航和避障。

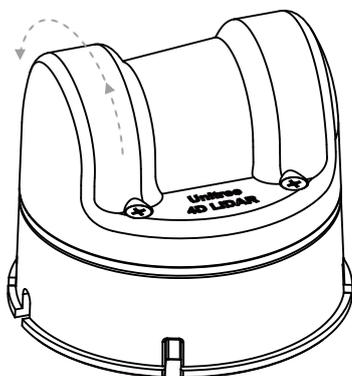
L1 拥有出色的超广角扫描能力，视场角(FOV)扩展至水平 360°，竖直 90°，可实现半球形视场角的三维空间探测，应用范围可扩大到更多的商用场景。

L1 内置 3 轴加速度和 3 轴陀螺仪的 IMU 模块，支持 250Hz 的推送频率。

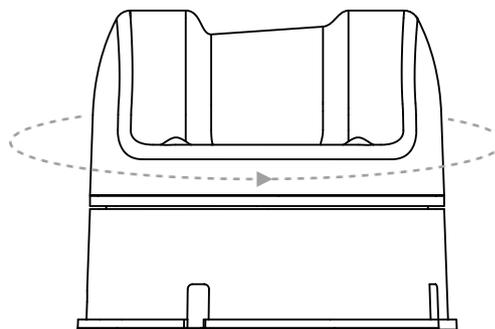
L1 的周向扫描频率为 11Hz，竖直扫描频率为 180Hz，有效采样频率为 21600 点 / 秒。L1 不仅具有优异的性能，还具备高可靠性，满足 -10°C~60°C 的工作环境温度范围以及 IEC-60825 Class 1 人眼安全等级。

## 工作原理

L1 雷达主要包括激光发射及测距核心、反光镜、高速旋转电机、低速旋转电机。在工作状态时，按图示视角，高速旋转电机、低速旋转电机将的旋转方向如下图所示。



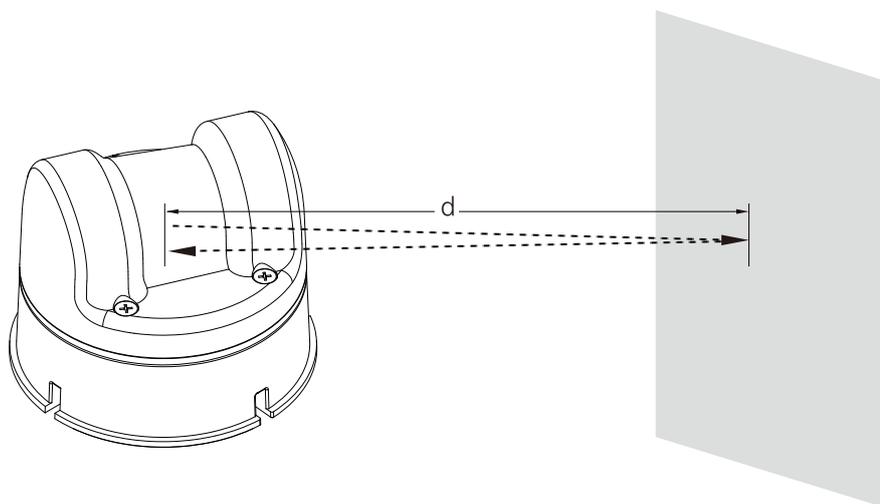
高速电机旋转方向



低速电机旋转方向

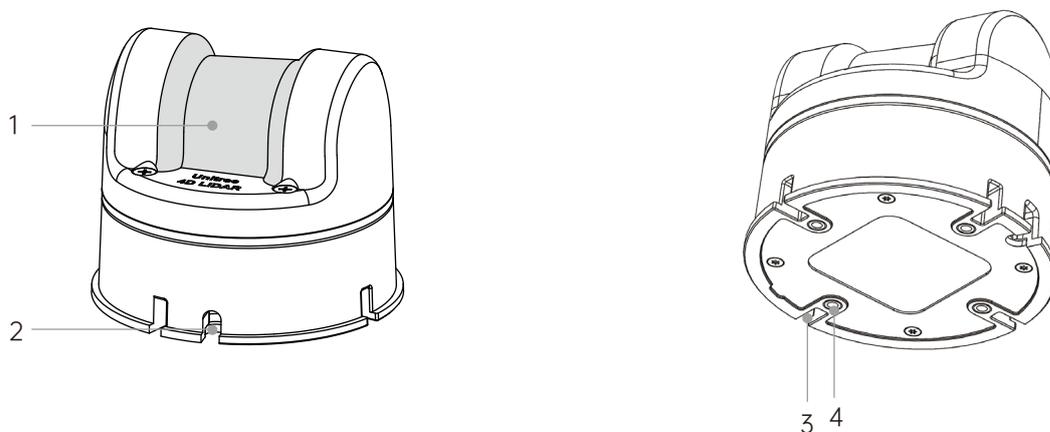
L1 的通讯与供电接口通过转接模块进行连接，转接模块中包含供电口与 Type-C 口，用户可以通过电源适配器进行供电，通过 Type-C 口获取扫描测距数据。L1 为用户配备了转接模块、电源适配器及数据线，不需要为其提供复杂的供电系统及调试线缆，降低使用成本。

L1 采用了激光飞行时间测距技术，配合高速激光采集处理机构，可实现每秒 21600 次的测距动作。每次测距动作，L1 发射 ns 级别窄脉冲红外激光信号，该激光信号在照射到目标物体后反射的光会被雷达的激光采集系统接收，经过处理器分析处理，从通讯接口中输出被照射到的目标物体与 L1 的距离值以及当前的夹角等信息。



工作原理示意图

## 部件说明



### 1. 光学窗口

通过光学窗口向外发散的激光光束能够对视场角 (FOV) 范围内的物体进行扫描。

### 2. 出线口

线束的末端为 4PIN 插头, 搭配转接模块可实现激光探测测距仪性能的快速测试。建议用户根据插头线序自行定制并使用适配场景需求的线材, 提高防护能力 (如防尘防水性)。4PIN 插头的具体线序请查阅接口定义章节。

### 3. 定位槽

共 4 个定位槽, 在设计固定支架时, 可以利用定位槽来提高整机的定位精度。具体尺寸请参考安装尺寸章节。

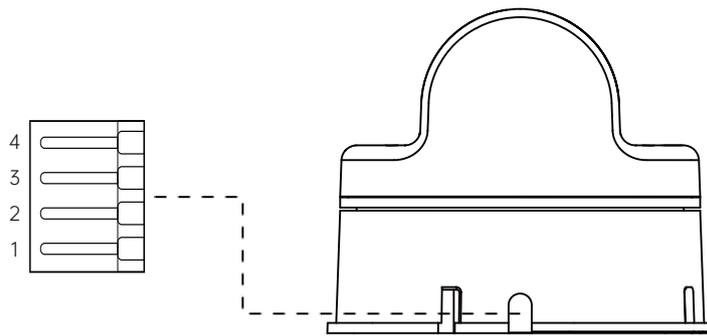
### 4. M3 安装孔

共 4 个安装孔, 可使用 M3 螺丝将 L1 固定在合适的位置上。

# 接口定义

## 4PIN插头

L1 出线为 4PIN 串口, 用户可通过附带的转接模块、电源适配器及数据线连接至 L1, 实现电源连接、控制信号传输及数据传输等, 也可以自行定制并使用适配场景需求的线材来代替转接模块, 提高整体的防护能力(如防尘、防水性)。串口座的规格为 GH1.25mm 4PIN。



4PIN 串口图及出线管脚序号图

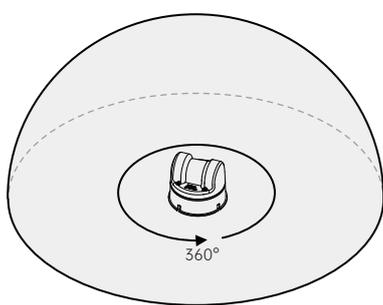
L1 的 4PIN 串口线序定义如下:

管脚序号	信号	属性	描述	线束颜色	功能
1	VCC	供电	DC 12V 供电	红色	电源线
2	GND	GND	地线	白色	电源线
3	RX	Input 3.3V	测距核心串口输入	绿色	功能线
4	TX	Output 3.3V	测距核心串口输出	黑色	功能线

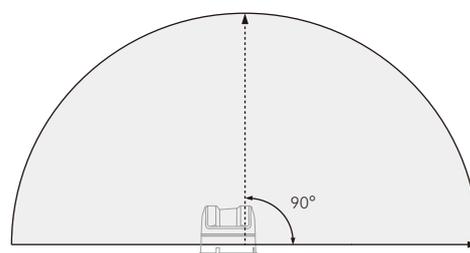
# 安 装

## 有效视场角（FOV）范围

L1 内部包含高速电机和低速电机，高速电机带动反光镜旋转，实现垂直方向  $180^\circ$  范围的测量，再通过低速旋转电机带动测量核心部分  $360^\circ$  旋转，从而实现  $360^\circ \times 90^\circ$  的半球形超广角扫描，可对雷达上方  $360^\circ$  的三维空间进行测量，具体如下图所示。安装时请注意 FOV 的有效范围，避免遮挡 FOV 区域。



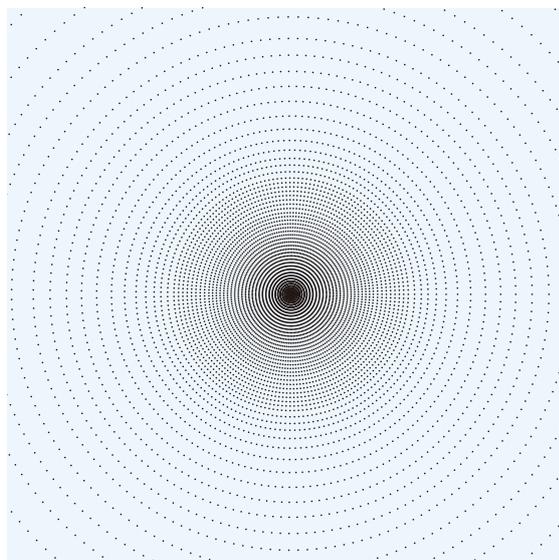
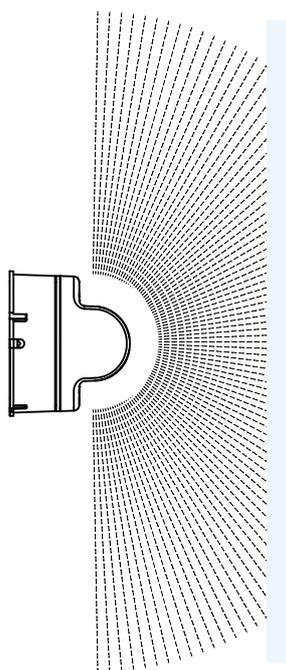
水平方向



垂直方向

L1 有效 FOV 范围

请注意，L1 的点云密度在不同的 FOV 区域内有所区别，越靠近中心点云密度越大，可参考下图。

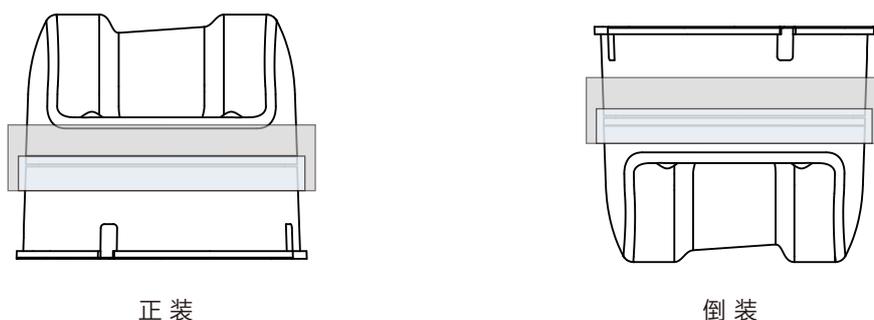


L1 不同 FOC 区域内点云密度

## 安装注意事项

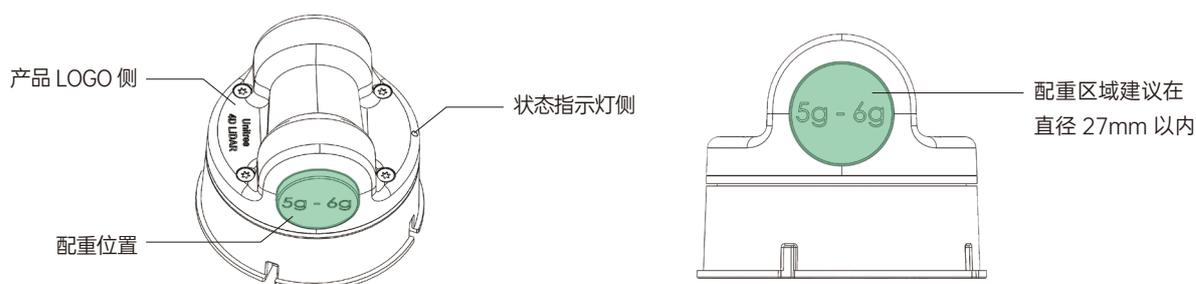
正式安装 L1 前,请务必仔细阅读以下注意事项:

1. 安装前请先使用酒精或者清洁布清洁光学窗口。使用时也请确保光学窗口上的清洁,灰尘或者其他脏污都可能影响 L1 的扫描效果。
2. 安装时请注意不要遮挡其的 FOV,即使在光学窗口上安装透明玻璃板也会影响 L1 的性能。
3. 可通过底部的安装孔以任何的方向进行安装 L1。
4. L1 的安装结构只能保证其自身的可靠性,机身不能承受额外的负载。
5. 安装时请在四面预留一定的空间,防止空气流动不畅影响而散热效果。
6. 当使用场景对防水性有要求时, L1 需要外加防水保护装置,正装与倒装方式的防水保护示意图如下:



防水保护示意图

7. 由于 L1 内部装配有高速旋转的电机和精密的光学结构,在其运行过程中,不可避免地会产生水平和垂直方向的震动。在某些场景中如需减小 L1 在水平方向上的振动,可通过在 L1 防护罩外壳上添加 5g-6g 配重来实现,需要注意添加配重后, L1 在垂直方向的震动幅度会有所增加。添加配重的示意图如下:

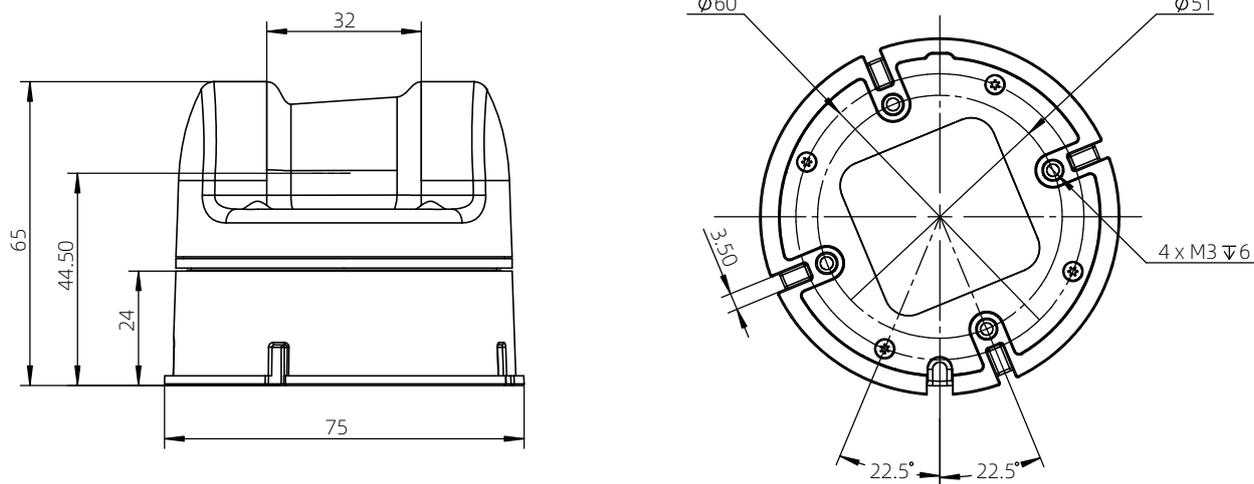


添加配重示意图

## 安装尺寸

L1 的底部有 4 个深度为 6mm 的 M3 安装孔，请根据下图所示的 L1 机械尺寸及安装孔位尺寸，将 L1 安装至合适位置。

单位：mm



L1 机械尺寸

### L1 重量及尺寸

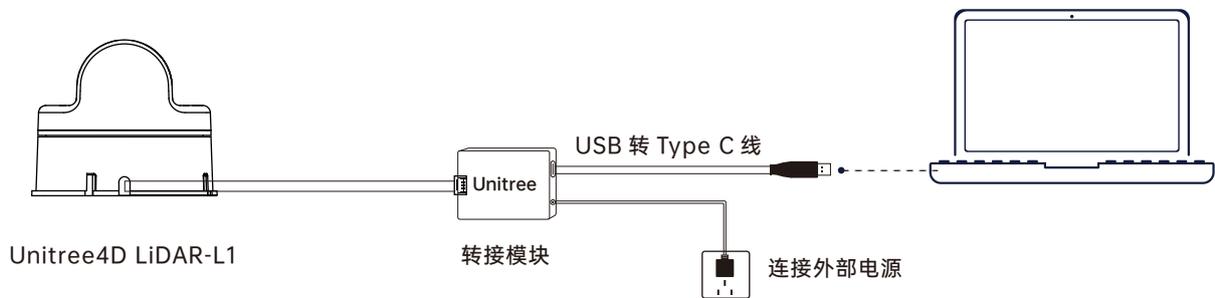
重量	230g
尺寸	75(宽)x75(深)x65(高)mm

# 使用

## 连线

L1 的 4PIN 插头可提供外部电源及数据传输，具体线序请查看接口定义章节内容。如需临时测试或者使用 L1，推荐使用包装内配备的转接模块、电源适配器及数据线，连接使用方式具体如下：

- 将 L1 的 4PIN 串口插入转接模块中。
- 将电源适配器插入转接模块的供电口进行供电。
- 将数据线的 Type-C 接口插入转接模块的数据通讯口，另一头连接个人电脑。

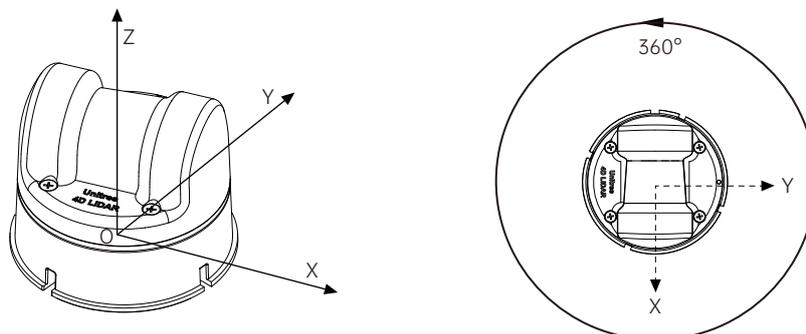


· 转接模块、电源适配器及数据线均随包装附赠，可实现电源连接、控制信号传输及数据传输等，也可根据自身需求使用其它线材来代替，提高使用便捷性及系统的防护能力(如防尘防水性)。

· 进行调试时，请务必将 L1 雷达放置在附赠的橡胶垫上，并将橡胶垫放置于水平桌面，确保雷达稳定工作以免磕碰跌落。

## 坐标系

L1 的直角坐标系 O-XYZ 的定义如下图所示。O 为点云坐标系原点，位于底部中心位置，+X 轴为出线口的反方向，+Y 轴为 +X 轴逆时针 90°方向，O-XYZ 为 L1 的点云坐标系(IMU 的原点及 XYZ 坐标系见 L1 3D 模型，其 XYZ 轴与点云坐标系的 XYZ 轴相对平行)。



## 点云数据

默认情况下, L1 上电后即开始输出点云数据, 点云数据中包括距离值、夹角、反射率、IMU 数据及工作状态数据。

点云数据是激光探测测距仪于视场角中于被测物表面所探测到的所有点云的综合。每个点云数据主要包含以下信息:

距离值: 距离采样点之间的实际距离, 单位毫米。

夹角: 采样点相对于 L1 自身朝向的夹角, 单位度。

反射率: 所探测到物体的反射率。

IMU 数据: 3 轴加速度计与 3 轴陀螺仪数据。

工作状态数据: 激光探测测距仪当前的转速、电压、温度等数据。

## 工作状态和工作模式

L1 工作状态是指激光探测测距仪当前所处的工作状态, 工作模式是指用户设定的目标工作模式。

### 工作状态描述

L1 工作状态包括采样状态、待机状态、干扰状态, 详见下表。

工作状态	描述
采样状态	激光探测测距仪已经启动, 且正常工作(发射激光束)。
待机状态	设置待机模式后进入待机状态, 该状态下功耗小于 1W, LED 灯熄灭, 高速电机停止转动, 低速电机停止转动, 只输出 IMU 数据。
干扰状态	外力强制停转之后点云无法使用, 当外力释放后, L1 会自动重新恢复转动及点云数据。

### 工作模式描述

工作模式是指用户设定的目标工作状态。L1 有两种工作模式可由用户设置: 正常模式 (Normal mode) 和待机模式 (Standby mode)。用户可通过 Unilidar 或 Unilidar SDK 设置不同的工作模式。初次使用 L1 时, 默认模式为正常模式, 当 L1 断电重新上电后, 将恢复为默认的正常模式。

## LED模式

L1 的 LED 灯环共有八种模式可以选择,分别为命令模式、正转慢速、正转快速、反转慢速、反转快速、三段翻转、三段呼吸、六段呼吸。用户可通过 Unilidar 或 Unilidar SDK 设置不同的 LED 模式。

LED 的出厂默认模式为六段呼吸,当使用 Unilidar 点云软件时,会自动切换至命令模式。L1 断电重新上电后,将保持上次使用时的 LED 模式。

使用命令模式时,用户可自定义配置每颗 LED 灯珠的状态。详细配置方法请查阅《Unilidar 用户手册》及 Unilidar SDK 文档相关章节。

## Unilidar

Unilidar 是一款可实时显示、解析三维点云的操作软件,并支持产品设置、外参调节等高级功能。使用 Unilidar 软件,用户能进行简单的图形化调试。在使用 Unilidar 前需先安装驱动,可前往 [www.unitree.com](http://www.unitree.com) 下载最新的驱动及 Unilidar 软件查看点云图。Unilidar 目前支持 Window<sup>®</sup>(64 位)。

Windows 用户: 解压文件,打开已解压的文件夹,双击文件名为 CP210xVCPInstaller\_x64 的程序安装驱动,随后以管理员身份运行 Unilidar.exe 程序。

· 关于 Unilidar 更详细的使用方法,请访问官网 [www.unitree.com](http://www.unitree.com), 下载查阅《Unilidar 用户手册》获取更多信息。

## Unilidar SDK

除了使用 Unilidar 查看实时点云数据外,用户还可通过 Unilidar SDK 软件包来获取点云数据并将点云数据应用于各个场景,该软件包可以提供以下功能:

- 解析从激光雷达传输的原始数据,并将其转换为点云和 IMU 数据
- 获取点云数据
- 获取 IMU 数据
- 配置及查询相关参数和状态信息

访问 <https://www.unitree.com/download> 查看关于 Unilidar SDK 文档的更多详细信息。

# 存储、运输与保养

## 存储

- L1 的存储温度为  $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，请将其存储在存放在干燥、通风、无尘的环境中。
- 避免与腐蚀性、易燃性、易爆性物品放置在一起。
- 保存时请小心轻放，避免损坏设备。
- 对于存储时间较长的设备，请定期检查维护。

## 运输

- 运输前请固定好设备，确认安装到位后再进行装箱。
- 请使用专门的包装箱或包装缓冲材料，以达到必要的保护效果。
- 运输过程中避免受到撞击、振动和摩擦等影响，以免造成机械损坏。

## 保养

L1 具备较好的可靠性与稳定些，正常使用时仅需对光学窗口进行定期检查及清洁维护。

若光学窗口区受到污染(例如灰尘、泥浆等)，可能会影响雷达扫描物体后所生成数据的质量，此时需要对雷达进行清洁，优先使用干净的清洁布轻轻擦拭光学窗口以去除表面的脏污，清洁时应轻柔地擦拭，避免使用力过大刮擦光学窗口表面而影响性能。如果光学窗口上仍有可视污点，请使用清洁布沾少量酒精后再擦拭窗口。

# 疑难解答

使用中若出现问题，请查看下表获取解决方案，若依旧无法解决，请联系 Unitree 或 Unitree 授权的经销商。

问题	解决方案
无法检测到 L1 连接的串口	<ul style="list-style-type: none"><li>· 确认是否所有线材已正确连接。</li><li>· 确认适配器是否合适,L1 的供电要求为 12V,1A。</li><li>· 确认是否安装 Unilidar 驱动程序。</li></ul> 以上确认完毕后，若还无法检测到 L1 连接的串口，请尝试重启 L1 以及 Unilidar 软件。
能检测到 L1 连接的串口，但是无法打开串口 / 或无法开始采样	<ul style="list-style-type: none"><li>· 确认是否所有线材已正确连接。</li><li>· 确认适配器是否合适,L1 的供电要求为 12V,1A。</li></ul> 若问题依旧存在，请尝试重启 L1 以及 Unilidar 软件。
外力干扰后 L1 停转	<ul style="list-style-type: none"><li>· 通常情况下,当外力释放后,L1 会自动重新恢复转动。</li><li>· 请尝试重启 L1。</li></ul>

# 售后保修信息

前往 <https://www.unitree.com/terms> 了解更多关于 Unitree 4D Lidar-L1 的保修信息。

# 参数规格

Unitree 4D LiDAR	
型号	L1 PM(Precision Measurement) L1 RM(Remote Measurement)
激光波长	905nm
人眼安全等级 <sup>[1]</sup>	Class 1(IEC60825-1:2014) 人眼安全
最大量程 <sup>[2]</sup>	20M(L1 PM @90% 反射率), 30M(L1 RM @90% 反射率) 10M(L1 PM @10% 反射率), 15M(L1 RM @10% 反射率)
近处盲区 <sup>[3]</sup>	0.05m
FOV	360°* 90°
采样频率	43200 点 / 秒
有效频率	21600 点 / 秒
扫描方式	无接触无刷转镜扫描
4D 信息	3D 位置 +1D 灰度
周向扫描频率	11Hz
竖直扫描频率	180Hz
通讯接口	TTL UART
通信波特率	2000000 bps
测量精度 <sup>[4]</sup>	±2.0cm
测距分辨力	8 mm
IMU 采样率	1kHz
IMU 上报频率	250Hz
姿态感知维度	3 轴加速度 +3 轴陀螺仪
LED 灯环分辨率	1°
LED 灯环刷新率	11Hz
抗强光能力	100Klux
工作环境温度 <sup>[5]</sup>	-10°C-60°C

存储环境温度	-20°C-60°C
防护等级 <sup>[6]</sup>	IP54
功率 <sup>[7]</sup>	6W(环境温度 25°C)
工作电压	12V DC
尺寸	75(宽)x75(深)x65(高)mm
重量	230g

[1] 激光器的瞬间峰值功率为 25W, 实际使用时平均功率将远低于此值, 并采用脉冲方式驱动, 仅在极短的时间内进行发射动作, 从而确保对人类及宠物的安全性, 达到 Class I 级别的激光器安全标准。

[2] 此处仅展示了反射率典型值, 实际值取决于环境条件及目标物体特性。

[3] 若目标物体距离 0.05m 时, 激光探测测距仪可探测并输出点云数据, 但由于无法保证探测精度, 此数据仅供参考。

[4] 为保证对量程内不同反射率物体的有效探测, 个别位置可能会出现点云精度轻微下降的现象。测试条件为环境温度 25°C, 目标物体反射率 90%, 测试距离 15m。

[5] 在高温和低温环境、强烈振动、大雾天气等环境下, L1 性能将有小幅下降。此外, 长期高温工作可能会影响产品性能甚至造成产品损坏。建议用户增加散热措施, 保证外壳温度不超过 60°C。若温度过高将会触发过温保护机制, L1 会发出超温警告, 严重超温时 L1 将停止运行。

[6] 在不同安装角度下, L1 的防护效果差异较大, 请根据实际安装角度, 自行增加外部防护; 由于安装或自行外部防护不当导致的损坏, 不在保修范围之内。

[7] 不同环境下的稳定功率和峰值功率不同。

本手册如有更新,恕不另行通知。

您可以再 Unitree 官方网站查询最新版本《用户手册》



<https://www.unitree.com/download>

Unitree 是杭州宇树科技有限公司的商标。

Windows 是美国微软公司及其子公司的注册商标。