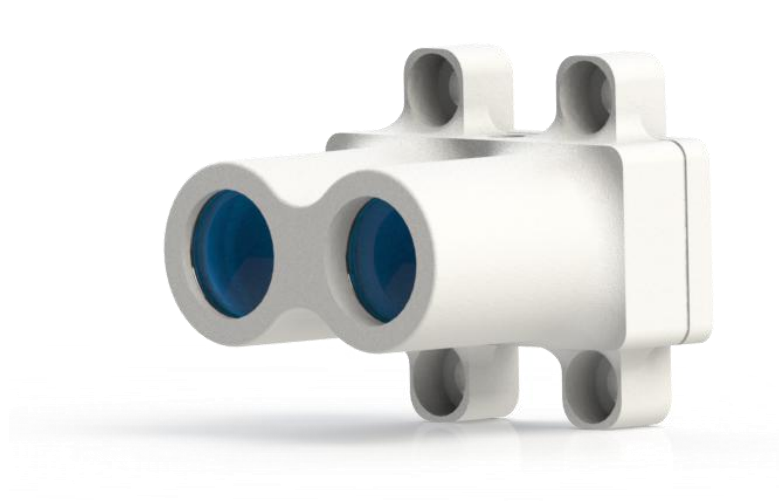


LP20/LP40

20/40 米激光测距雷达

数据手册



性能摘要

改进的 TOF 测距方案，室外强光下稳定工作。

20/40 米测量距离、厘米级精度覆盖广泛场景。

每秒惊人的 4500 次测量足以应付各种高速场景。

35g 的身躯，轻如羽毛。

自适应波特率，随心所欲。

丰富的接口支持：LVTTTL / TTL / I²C / RS232 / RS485 / CAN / PWM

文档编号：DS401236

文档信息

标题	LP40 激光测距雷达	
文档类型	数据手册	
文档编号	LPxx-171230	
版本 和 日期	V0.5	2020-06-15

修订历史

2017-12-30	初始版本 LP40.
2018-12-03	增加了测量模式.
2019-04-03	增加了波特率自适应功能，提高了测量频率至 4500Hz
2019-05-29	帧头由原来的 0x7F 修改为 0x55，帧尾由原来的 0xF7 修改为 0xAA

前言

如何使用本文档

本手册要求用户具有基本的计算机技能，了解 Windows 图形的用户界面（GUI）。

手册文档中会使用以下符号突出所要显示的信息



警告标志表明可能产生负面影响或损害设备的行为



食指表明有关设备的操作和性能的重要信息

警告和认证



注意！ 不要使用眼睛直视测距仪镜筒, 有可能导致眼睛损伤.

目录

前言.....	3
如何使用本文档.....	3
警告和认证.....	3
目录.....	4
1 产品介绍.....	5
1.1 概述.....	5
1.2 关键特性.....	5
1.3 软件和文档.....	5
1.4 系统需求.....	5
2 技术参数.....	6
3 开始使用.....	7
3.1 软件安装.....	7
3.2 硬件连接.....	7
4 测距原理.....	8
5 通信协议.....	9
5.1 数据包结构.....	9
5.2 数据包解析连接.....	10
5.2.1 获取设备信息 (0x01)	10
5.2.2 设置测量频率 (0x03)	10
5.2.3 设置数据格式 (0x04)	11
5.2.4 设置测量模式 (0x0D)	11
5.2.5 启动测量 (0x05)	12
5.2.6 停止测量 (0x06)	12
5.2.7 测量数据返回 (0x07)	12
5.2.8 高速测量数据返回 (0x0E)	13
5.2.9 保存设置 (0x08)	13
5.2.10 获取序列号 (0x0A)	13
5.2.11 配置设备地址 (0x11)	14
5.2.12 设置波特率 (0x12)	14
6 LinePlot 评估软件.....	15
7 尺寸信息.....	16

1 产品介绍

1.1 概述

LP 系列激光测距雷达是一种能够测量物体到测距雷达前端距离的设备，可用于工业测量、机器人避障、汽车防撞等场景。LP40 拥有长达 40 米的量程，并且在全距离内都拥有厘米级精度，全新的 DeTOF 技术让 LP40 在室外强光下稳定工作，这些特性进一步提升了 LP40 在各种环境下的适应能力。

1.2 关键特性

- 20/40 米测量距离
- 3cm 绝对精度（弱反射率下绝对精度 5cm，极端弱反射率下绝对精度 7cm）
- 自适应波特率功能
- 8000Hz 测量频率
- 改进的 DeTOF 技术
- 室内/室外
- 轻达 35g
- IP65 防护等级
- 丰富的接口：LVTTTL/RS232/RS485/CAN

1.3 软件和文档

LP 系列激光测距雷达提供文档和 PC 端评估软件，用户可以在我们的官方网站下载，所有的软件仅对购买我们产品的用户免费提供。

1.4 系统需求

- PC 机带有 USB 或者 RS232 接口
- 操作系统: Windows 7 以上(x86 和 x64)
- 带有 RS232 电平转 LVTTTL 的模块

2 技术参数

参数	规格
测量距离（后端基准）	0.05 – 40m(@90%) ¹ 以测距雷达后端为基准
距离分辨率	1.5cm
距离绝对精度(3 σ)	<3cm(@>50%), <5cm(@15% – 50%), <7cm(@<15%)
激光束发散角	9.3mrad(0.53°)
接收视场角	39.4mrad(2.26°)
激光束波长	905nm
激光等级	待定
防护等级	IP65
重量	35g(含连接线)
外形尺寸	40*40*45mm
工作温度	-40°C to +85°C

Table 2: LP40 技术参数

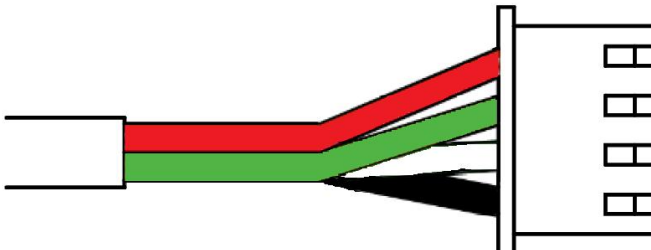
线缆定义		LVTTL/TTL	RS232	RS485	CAN
	VCC	VCC	VCC	VCC	
	RX	RX	T/R+	CANH	
	TX	TX	T/R-	CANL	
	GND	GND	GND	GND	
通信参数	波特率	< 800 kbps	<460 kbps	<250 kbps	500 kbps
	奇偶校验		N		
	数据位		8		
	停止位		1		

Table 3: 通信接口定义

👉 如果想提高测量频率，除了设置测量频率外，还需要尽可能提高通信波特率，一下表格是各个波特率在不同数据格式下所能对应的最大测量频率

👉 LP40 激光测距雷达的输出接口为 LVTTL 电平的串口，可以直接连接单片机、ARM 的串口管脚，但是不能直接连接 RS232 电平的串口到 PC 机。LVTTL 电平的高电平为 3.3V，低电平为 0V，用户还可以根据 Table 3 查看更为详细的参数。

¹ 实际可测到 49 米左右，40 米是保守距离。

符号	参数	最小值	典型值	最大值
VCC	供电电源		5V \pm 5% ²	
P	功耗	200mW	250mW	300mW
V _{IL}	串口输入低电平	-0.5V		0.8V
V _{IH}	串口输入高电平	2V		3.8V
V _{OL}	串口输出低电平			0.4V
V _{OH}	串口输出高电平	2.9V		

Table 3: LP40 输出接口电气参数

3 开始使用

3.1 软件安装

LP40 提供上位机评估软件 LinePlot，需要从我们的网站上进行下载并安装。从我们的网站选择软件进行下载，下载的压缩文件解压后，双击解压的 exe 文件。软件组件将安装在你的系统上，并在桌面上显示快捷方式。

3.2 硬件连接

1. 将 USB 转 TTL(LVTTL)模块连接到 PC，并安装 USB 转串口的驱动。
2. 将 LP40 激光测距雷达连接到 USB 转 TTL(LVTTL)的模块上。
3. 打 PC 机评估软件 LinePlot，选择相应的串口，设置串口通信参数并打开串口。
4. 串口打开后 LinePlot 软件会显示相应的测距数据，用户可以根据自身需求执行查看/保存操作。



Figure 2: PC 与 LP40 的连接

² 请使用较为稳定的工业电源，过大的电源噪声有可能会造成测量不准确。

4 测距原理

LP 系列激光测距雷达，使用了改进的 DeTOF 技术。如图 3 所示，LPxx 发出一束经过系统签名的脉冲激光，由于脉冲激光经过签名，有别于噪声，所以当脉冲激光遇到物体时，物体虽然会对脉冲进行调制，但是经过签名的信息依然存在。LPxx 接收经过物体表面调制的脉冲后，分析被调制之后的签名，从中准确计算出二者的飞行时间 t ，由此可计算出

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

式中：

D ——物体到 LPxx 后端的距离

c ——光在大气中传播的速度

t ——激光窄脉冲的飞行时间

DeTOF 方案的优势是继承了传统脉冲 TOF 和传统相位 TOF 的优势，将他们有机结合，使得 LP40 兼顾精度和速度，并且在室外表现出色。

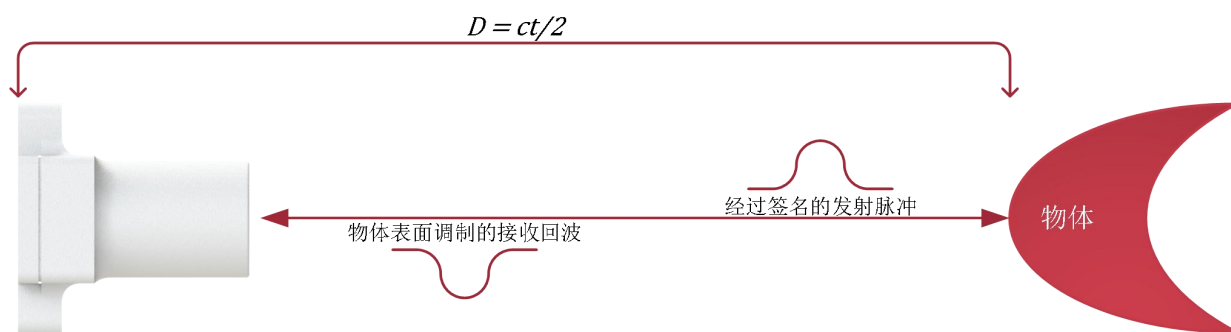


Figure 3: DeTOF 测距原理示意图

5 通信协议

5.1 数据包结构

LP 系列激光测距雷达通信协议是构建在串口通信协议基础之上的应用层协议，协议最大帧长度为 8 字节，使用小端格式。

帧结构				
1 Bytes	1 Bytes	4 Bytes	1 Bytes	1 Bytes
帧头 (0x55)	Key	Value	校验 (CRC8)	帧尾 (0xAA)

说明：校验数据的范围是帧结构第 2 — 6 字节，即 Key 和 Value 两个字段。

CRC 校验程序的 C 语言示例代码如下：

```

1  /* 生成多项式为 CRC-8  $x^8+x^5+x^4+1$  0x31(0x131) */
2  uint8_t crc_high_first(uint8_t *ptr, uint8_t len)
3  {
4      uint8_t i;
5      uint8_t crc=0x00; /* 计算的初始CRC值 */
6
7      while(len--)
8      {
9          crc ^= *ptr++; /* 每次先与需要计算的数据异或, 计算完指向下一数据 */
10         for (i=8; i>0; --i) /* 下面这段计算过程与计算一个字节CRC一样 */
11         {
12             if (crc & 0x80)
13                 crc = (crc << 1) ^ 0x31;
14             else
15                 crc = (crc << 1);
16         }
17     }
18     return crc;
19 }

```

数据接收举例

数据包：55 07 00 00 05 AD 9C AA

55: 帧头

07: Key 字段，此处表示此数据包为接收数据。

00: Value 字段的高字节，此处表示系统状态，0 表示系统正常。

00 05 AD: 表示测量的距离值，16 进制表示，单位是 mm。00 05 AD 换算成 10 进制为 1453mm。

9C: CRC 校验字段

AA: 帧尾

5.2 数据包解析连接


Key 列表

Key	定义	方向
0x01	获取设备信息	上位机→测距雷达
0x03	设置测量频率	上位机→测距雷达
0x04	设置数据格式	上位机→测距雷达
0x0D	设置测量模式	上位机→测距雷达
0x05	启动测量	上位机→测距雷达
0x06	停止测量	上位机→测距雷达
0x07	测量数据返回	测距雷达→上位机
0x0E	高速测量数据返回	测距雷达→上位机
0x08	保存设置	上位机→测距雷达
0x0A	获取序列号	上位机→测距雷达
0x11	配置设备地址	上位机→测距雷达
0x12	设置波特率	上位机→测距雷达

5.2.1 获取设备信息(0x01)

功能描述

上位机需要获取当前设备信息，发送<设备信息请求>至测距雷达，测距雷达会响应并返回设备软硬件版本号。

 快速指令参考³: 55 01 00 00 00 00 D3 AA

Value 内容描述

Value 内容为空

返回数据

共返回两帧数据：

第一帧：55 01 AA BB BB BB JY AA

AA：当前设备型号

BB：当前固件版本号

JY：校验位

第二帧：55 01 AA BB CC CC JY AA

AA：当前设备输出的数据格式：

01：字节格式 02：Pixhawk 格式

BB：当前设备的测量模式：

00：连续测量模式-开机启动

01：单次测量模式

02：连续测量模式-开机不启动

CC：当前设备设置的测量频率

JY：校验位

5.2.2 设置测量频率(0x03)

功能描述

上位机发送<设置测量频率>至 LP40，LP40 根据数据包的 Value 值立即更新测量频率。参数掉电丢失。

³ 快速指令参考指的是用户可以直接发送此指令进行控制，而无需重新手动计算 CRC 校验值。适用于无 Value 值的指令。

Value 内容描述

Value(4 Bytes)
uint32
测量频率
1-4500Hz

测量频率 \leq 500Hz 时，测量数据返回格式参照<测量数据返回>


测量频率 $>$ 500Hz 时，仅保证字节格式下能够全速输出，字节格式下高速数据输出请参考<高速测量数据返回>
返回数据

无。

5.2.3 设置数据格式(0x04)

功能描述

上位机发送<设置数据格式>至 LP40，LP40 立即更新输出数据的格式。参数掉电丢失。

 快速指令参考：

字节格式：55 04 00 00 00 01 2E AA

Pixhawk 格式：55 04 00 00 00 02 7D AA

Value 内容描述

Value(4 Bytes)			
1 Bytes	1 Bytes	1 Bytes	1 Bytes
保留	保留	保留	数据格式
			0x01:字节格式（缺省） 0x02: Pixhawk 格式

- 字节格式下，数据的输出参照<测量数据返回(0x07)>。
- Pixhawk 格式下，数据的输出参照<测量数据返回(0x07)>。


返回数据

无。

5.2.4 设置测量模式(0x0D)

功能描述

上位机发送<设置测量模式>至 LP40，LP40 立即更新测量模式。参数掉电丢失。

 快速指令参考：

连续测量-开机启动：55 0D 00 00 00 00 F2 AA

单次测量：55 0D 00 00 00 01 C3 AA

连续测量-开机不启动：55 0D 00 00 00 02 90 AA

Value 内容描述

Value(4 Bytes)			
1 Bytes	1 Bytes	1 Bytes	1 Bytes
保留	保留	保留	测量模式
			0x00:连续测量-开机启动（缺省） 0x01:单次测量 0x02:连续测量-开机不启动

连续测量-开机启动模式下，开机自动进行测量，并往外发送距离值


单次测量模式下，开机不进行测量，用户每发送一次<启动测量 (0x05)>指令则进行一次测量。
连续测量-开机不启动模式下，开机不自动进行测量，用户发送<启动测量 (0x05)>指令后连续测量。

返回数据
无。

5.2.5 启动测量(0x05)

功能描述

上位机发送<启动测量>至 LP40，LP40 根据相应的数据格式和测量方式进行测量。

 快速指令参考：55 05 00 00 00 00 CC AA

Value 内容描述

Value 内容为空


返回数据

返回测量数据，格式参照<测量数据返回>帧。

5.2.6 停止测量(0x06)

功能描述

上位机发送<停止测量>至 LP40，LP40 停止任何测量操作。

 快速指令参考：55 06 00 00 00 00 88 AA

Value 内容描述

Value 内容为空

返回数据

无。

5.2.7 测量数据返回(0x07)

功能描述

当 LP40 一次测量结束之后，LP40 向上位机发送<测量数据返回>指令，距离数据存放在 Value 当中。


Value 内容描述

字节格式：

Value(4 Bytes)	
1 Bytes	3 Bytes
错误代码	测量数据（单位 mm）
0x00：系统正常	
0x01：信号过弱	
0x02：信号过强	
0x03：超出量程	
0x04：系统错误	

Pixhawk 格式：

当 LP40 处于 Pixhawk 格式时，一次测量结束之后，LP40 向上位机以字符串的形式发送距离值，并以回车换行 (\r\n) 结束，单位为 m。例如 8.23，38.93。

 当 LP40 测量不到数据或者系统发生错误时，LP40 依然以设定的测量频率输出数据，此时显示的距离值为 0，错误代码指示相应的错误。用户可以根据错误代码来判断 LP40 是否处于正常工作状态。LP40 在系统正常情况下，绝对不会发生虚警、误测等。只要用户正确利用错误代码，我们的设计可以保证 LP40 系统运行稳定。

返回数据


无。

5.2.8 高速测量数据返回(0x0E)

功能描述

当测量频率>500Hz 时，为了保证测距数据能够全速输出，必须使用字节格式且通信波特率大于 460kbps。其他数据格式虽然也能快速输出，但是不对其他数据格式作全速输出的承诺。高速测量数据返回的帧格式定义如下

帧结构（44 Bytes）				
1 Bytes	1 Bytes	4 * 10 Bytes	1 Bytes	1 Bytes
帧头（0x55）	0x0E	Values(10 组)	校验（CRC8）	帧尾（0xAA）

 说明：校验数据的范围是帧结构第 2 — 42 字节，即 Key 和 Values 两个字段。

Values 定义：

Value(4 Bytes) * 10	
1 Bytes	3 Bytes
错误代码	测量数据（单位 mm）
0x00：系统正常	
0x01：信号过弱	
0x02：信号过强	
0x03：超出量程	
0x04：系统错误	


5.2.9 保存设置(0x08)

功能描述

上位机发送<保存设置>至 LP40，LP40 将当前配置信息存储到内部 Flash 当中，下次开机时自动加载。

保存的参数：

数据格式\测量模式\测量频率\（默认为 字节模式(01)\连续测量-开机不启动(02)\50Hz）

 快速指令参考：55 08 00 00 00 00 3E AA

Value 内容描述

Value 内容为空

返回数据

共返回一帧数据：

第一帧：55 08 AA AA AA AA JY AA


AA：全 0 表示保存成功，其他值均代表保存失败

JY：校验位

5.2.10 获取序列号(0x0A)

功能描述

当用户保修或者升级时需要获取设备的序列号来作为保修或者升级凭证，由上位机发送<获取序列号>指令给 LP40，LP40 接收到指令后返回序列号到上位机。

 快速指令参考：55 0A 00 00 00 00 A9 AA

Value 内容描述

Value 内容为空

返回数据

共返回三帧数据：

第一帧：55 0A xx xx xx xx JY AA

第二帧: 55 0A xx xx xx xx JY AA

第三帧: 55 0A xx xx xx xx JY AA


xx: 12 字节序列号, 先发高位后发低位

JY: 校验位

5.2.11 配置设备地址(0x11)

功能描述

每个测距雷达都有自己的地址, 主机可以询问或者设置测距雷达的地址。缺省的, 出厂地址为 1, 而 0 地址不可以被设置, 0 地址是广播地址, 当那些 Modbus-RTU 协议类似的设备, 就会直接响应 0 地址, 而不管其本身的地址。对于那些非 Modbus-RTU 协议类似的设备, 则地址仅仅是提供类似设备编号的功能。参数掉电丢失。

 快速指令参考:

获取当前设备地址: 55 11 00 00 00 00 AF AA

设置 2 为设备地址: 55 11 00 00 00 02 CD AA

Value 内容描述

Value(4 Bytes)			
1 Bytes	1 Bytes	1 Bytes	1 Bytes
保留	保留	保留	设备地址
			0x00:返回本机地址 0x01-0xFF:设备地址

返回数据

共返回一帧数据:

第一帧: 55 11 00 00 00 xx JY AA


xx: 当前设备地址

JY: 校验位

5.2.12 设置波特率(0x12)

功能描述

每个测距雷达的波特率分为两种情况, 一种是自适应波特率, 用户无需知道测距雷达的波特率。一种是固定波特率供用户选择。参数掉电丢失。

 建议用户在测试情况下使用自适应波特率更为方便, 而在实际项目应用中使用固定波特率更为稳定。

Value 内容描述

Value(4 Bytes)						
1 Bytes	1 Bytes	1 Bytes	1 Bytes			
保留	保留	保留	波特率选择			
			编号	UART	CAN	IIC
			0x00	自适应波特率	不适用	不适用
			0x01	300	5K	保留
			0x02	600	10K	保留
			0x03	1200	20K	保留
			0x04	2400	25K	保留
			0x05	4800	40K	保留
			0x06	9600	50K	保留

			0x07	14400	62.5K	保留
			0x08	19200	80K	保留
			0x09	38400	100K	保留
			0x0A	56000	125K	保留
			0x0B	57600	200K	保留
			0x0C	115200	250K	保留
			0x0D	230400	400K	保留
			0x0E	256000	500K	保留
			0x0F	460800	800K	保留
			0x10	921600	1M	保留

返回数据

共返回一帧数据：

第一帧：55 12 00 00 00 xx JY AA

xx：当前设置的波特率编号，返回 0xFF 表示设置失败。

JY：校验位

6 LinePlot 评估软件

PC 端评估软件目前仅支持 Windows 7 以上的操作系统，适用于 LP 系列。只要支持我们的数据协议，任何购买 LP 系列的用户都可以免费的将 LinePlot 应用于通用的数据采集。

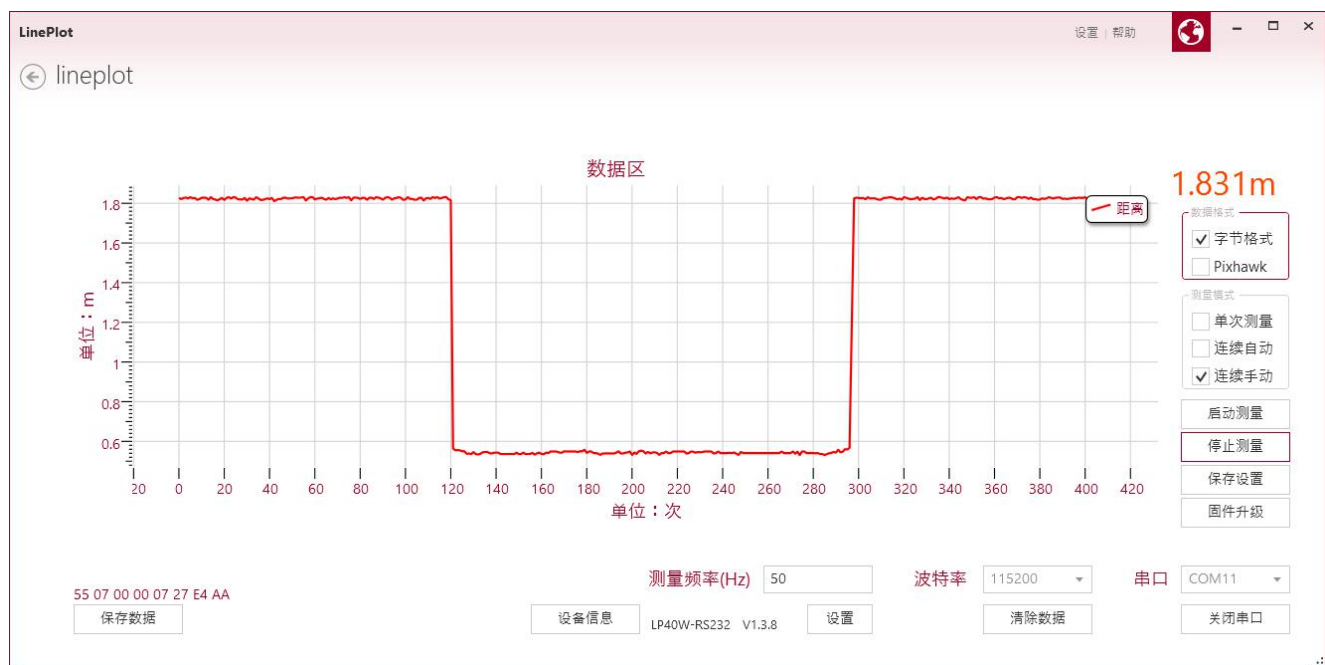


Figure 4: LinePlot 评估软件界面

LinePlot 界面简洁，符合 Modern UI 设计风格。用户仅需选择相应串口并打开就可以在普通模式下接收数据。

7 尺寸信息

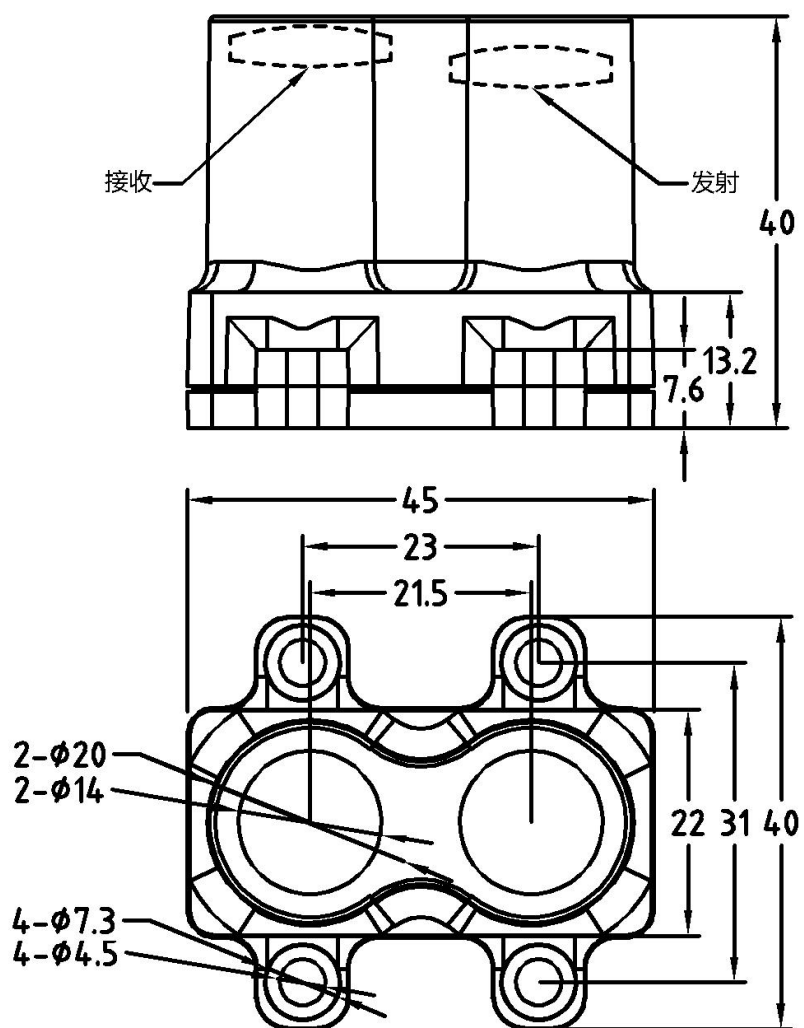


Figure 6: 外形尺寸图 (单位: mm)