



禾赛科技

www.hesaitech.com

401-zh-1801A1

Pandar40

40线机械式激光雷达 产品手册



禾赛微信公众号

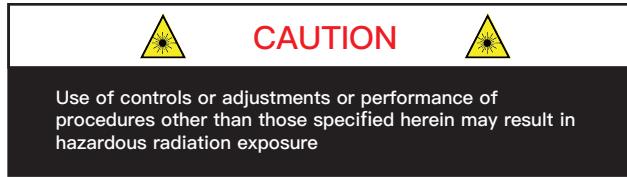


安全提示

使用前请仔细阅读并遵循本说明书指导，同时可参考任何相关的国家和国际安全条例。

■ 注意

为减少触电危险，避免违反保修条例，请勿私自拆开或改装雷达。本产品不包含用户可维修零件，保修和维护请咨询禾赛科技认证的维修人员。



■ 激光安全等级

本产品激光安全等级符合以下标准：

- IEC 60825-1:2014;
- 21 CFR 1040.10和1040.11标准，除2007年6月24日颁发的第50号激光公告（Laser Notice No. 50）所述之偏差事项外；
- 中国国家标准GB7247.1-2012。

■ 声明

本说明书内容归上海禾赛光电科技有限公司版权所有，如有修改，恕不另行通知。本公司尽力确保该说明书内容的完整性和准确性，如您发现任何遗漏、错误之处，请联系禾赛科技，我司将会及时修订。

目录

1 产品介绍

1.1	工作原理	01-03
1.2	技术参数	04

2 安装概述

2.1	机械安装 (公制)	05-07
2.2	接口说明	08
2.3	接线盒 (可选配件)	09-11
2.4	连接完成	12

3 激光雷达输出数据格式

3.1	点云数据UDP包	13-16
3.2	GPS数据UDP包	17-20

4 网页控制

4.1	打开网页控制	21
4.2	参数设置	22
4.3	设备信息查询	23
4.4	固件升级	24

附录 I

Pandar40 线束分布	25-27
---------------	-------

附录 II

点云数据绝对时间和激光器发光时刻计算	28-31
--------------------	-------

附录 III

PandarView	32-40
------------	-------

附录 IV

售后技术支持及联系方式	41-42
-------------	-------

1 产品介绍

Pandar40是一款40线机械式激光雷达，其内部包含40组激光收发对，通过360°旋转进行3D成像。Pandar40独特的角度分布，使其更加适用于自动驾驶。

本用户手册包括Pandar40激光雷达性能参数、机械安装、数据输出格式及GPS时间戳等相关内容。

1.1 工作原理

1.1.1 飞行时间测距

激光雷达的测距方式——飞行时间测量法（Time of Flight）

1. 激光雷达中的激光器发射出一束超短激光脉冲；
2. 激光投射到物体上后发生漫反射，激光接收器接收漫反射光；
3. 通过激光光束在空中的飞行时间，准确计算得出目标物体到传感器间的距离。

$$d = \frac{1}{2}ct$$

d: 距离

c: 光速

t: 激光从发出到接收的时间

图1.1 飞行时间测量法公式

1.1.2 结构描述

Pandar40外壳内，有40对固定安装在转子上的激光发射和接收装置，通过内部电机旋转进行水平方向360°的扫描。

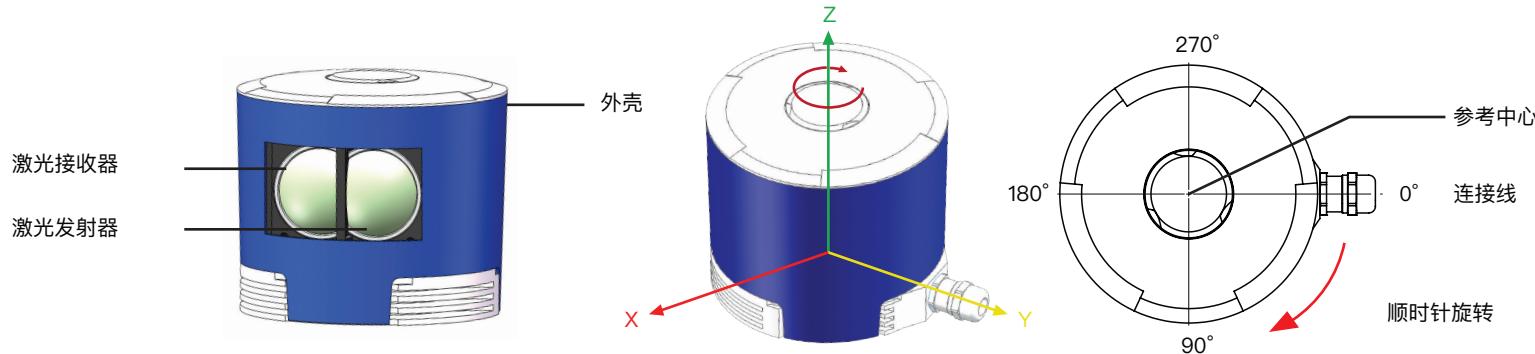


图1.2 Pandar40部分横截面

图1.3 Pandar40坐标系和旋转方向

1.1.3 线束分布

线束1到线束6，相邻两条线之间的垂直角分辨率为 1° ；
线束6到线束30，相邻两条线之间的垂直角分辨率为 0.33° ；
线束30到线束40，相邻两条线之间的垂直角分辨率为 1° 。
线束分布角度详情，请见附录I。

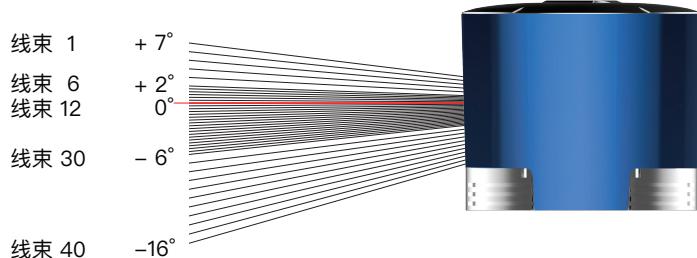


图1.4 线束分布示意图

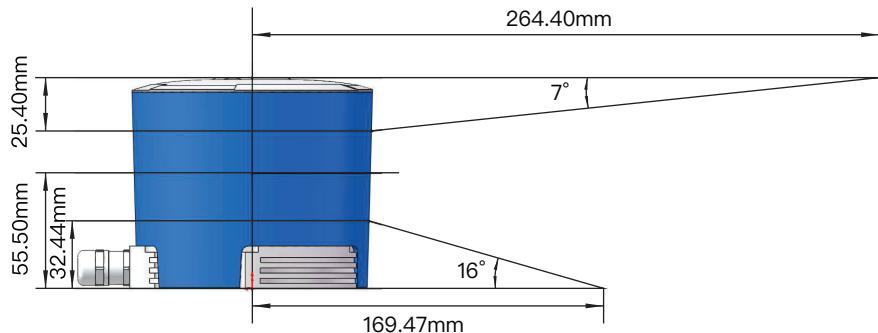


图1.5 激光发射位置

1.2 技术参数

扫描方式	机械旋转	水平角分辨率	0.2° (10 Hz), 0.4° (20 Hz)
线数	40	垂直角分辨率	0.33°(-6°~+2°); 1°(-16°~-6°, +2°~+7°)
波长	905 nm	数据传输方式	UDP/IP Ethernet (100 Mbps)
激光器等级	Class 1 人眼安全	工作电压	9~32 V
探测距离	0.3 m~200 m (20% 反射率)	功耗	15 W
点频	720 kHz	保护等级	IP67
旋转频率	10 Hz, 20 Hz	工作温度	-20°C~60°C
水平视场角	360°	测量精度	±5 cm (0.3 m~0.5 m); ±2 cm (0.5 m~200 m)
垂直视场角	-16°~7°	尺寸	高: 101.50 mm; 上直径: 116.00 mm; 下直径: 112.00 mm

表1.1 Pandar40技术参数

2 安装概述

2.1 机械安装 (公制)

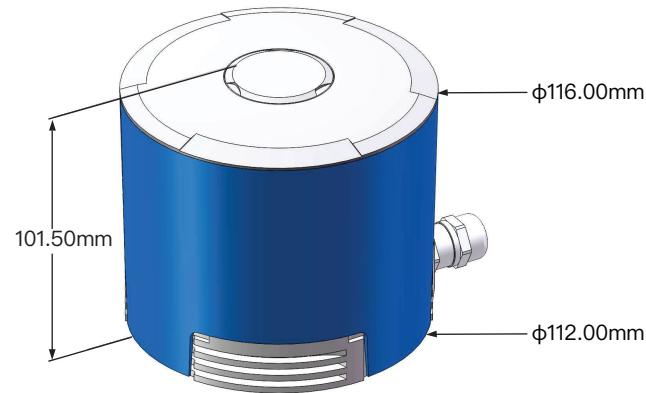


图2.1 激光雷达侧面图示

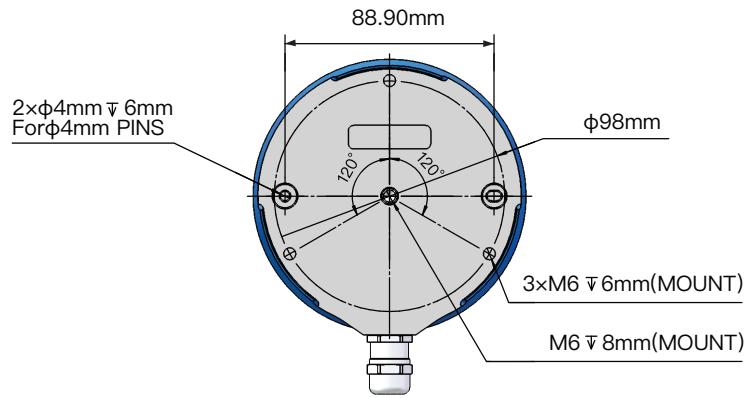


图2.2 底部安装图

■ 快速安装

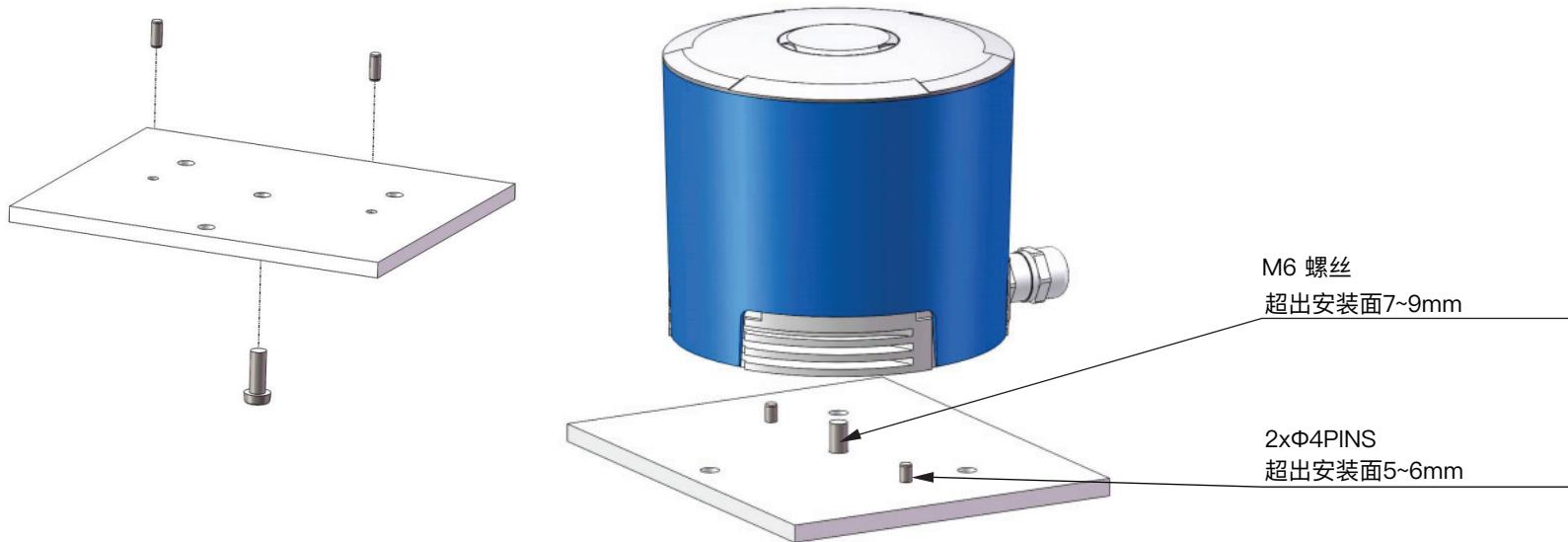


图2.3 快速安装示意图

■ 加固安装

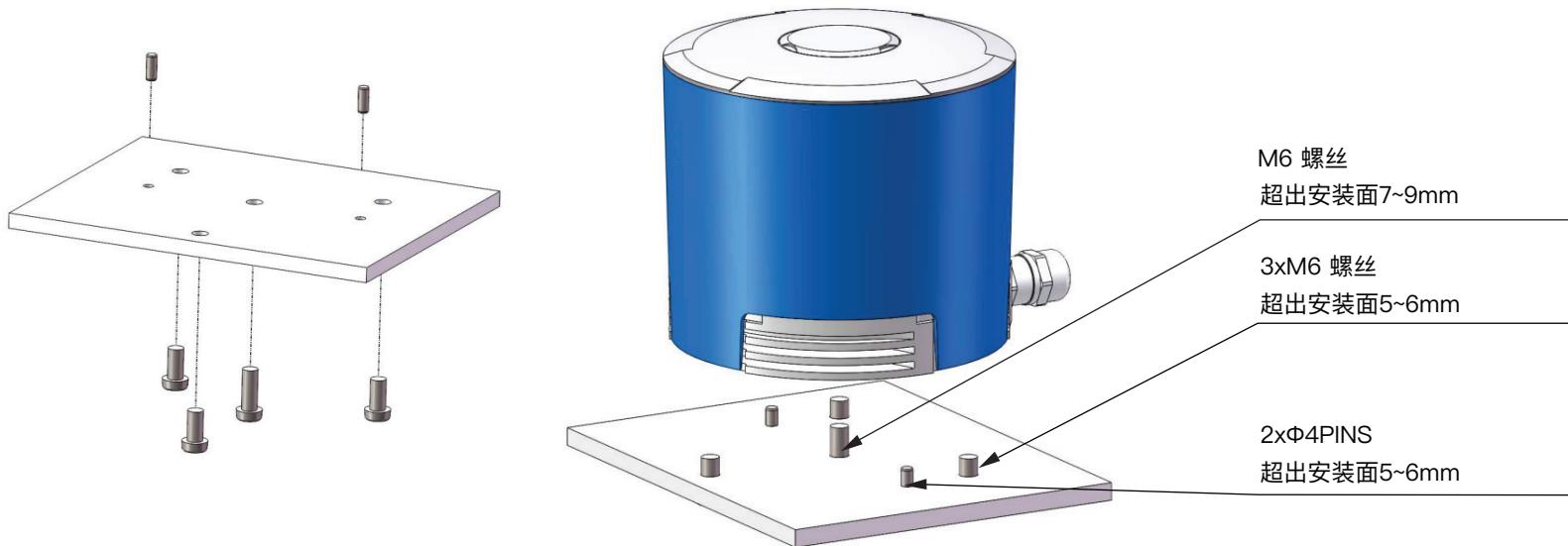


图2.4 加固安装示意图

2.2 接口说明

Pandar40使用Phoenix接口（接口型号：SACC-M12FS-8CON-PG 9-SH），激光雷达接口和Phoenix接口之间的连接线长度为0.3米。

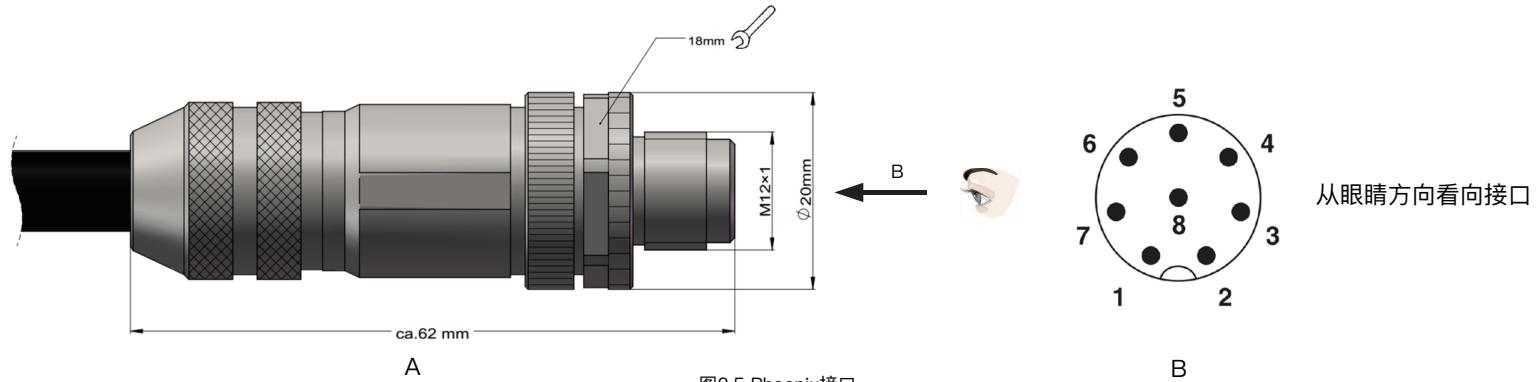


图2.5 Phoenix接口

编号	功能	颜色	电压
1	Ethernet RX-	蓝色	-1V 至 1V
2	Ethernet RX+	淡蓝(蓝色/白色)	-1V 至 1V
3	Ethernet TX-	橘色	-1V 至 1V
4	Ethernet TX+	淡橘(橘色/白色)	-1V 至 1V
5	GPS Serial Data	白色	-13V 至 +13V
6	GPS PPS	黄色	3.3V/5V
7	+12V	红色	12V
8	Ground (Return)	黑色	

表2.1 接口描述

2.3 接线盒 (可选配件)

接线盒是Pandar40的可选配件，用户可以选择通过接线盒连接激光雷达。

Pandar40的接线盒设有三个接口，分别为电源接口、GPS接口以及标准以太网接口。

Phoenix接口与接线盒之间的连接线长度为1.5米。

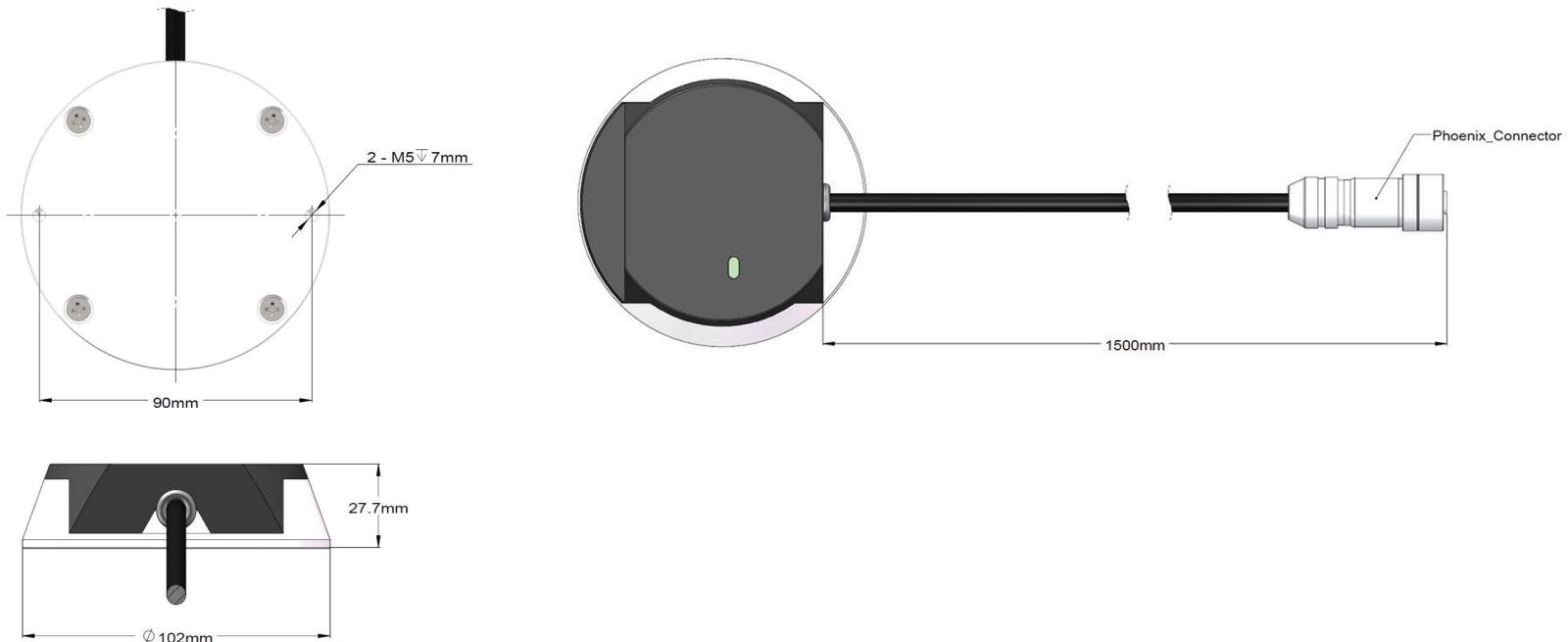


图2.6 接线盒

2.3.1 接线盒接口说明

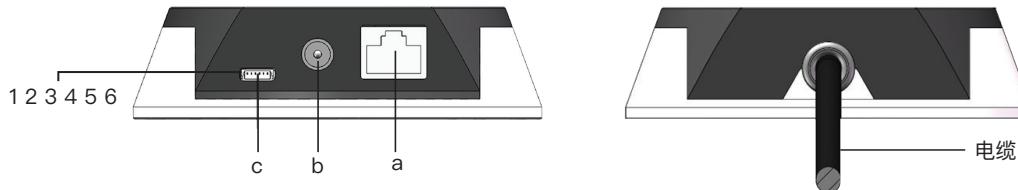


图2.7 接线盒

a 标准以太网接口

RJ45, 百兆以太网

b 电源接口

请使用DC-005的直流电源适配器，
内 (+) 外 (-) 输入电压范围9 V到32 V, 功耗15 W

c GPS接口

接口型号: JST公司的SM06B-SRSS-TB
外接模块的接线端推荐采用 JST 公司的 SHR-06V-S-B
电平标准: RS232
波特率: 9600 bps

表2.2 接线盒接口描述

其中, GPS接口引脚号从左至右依次为1~6, 具体说明如下:

引脚号	方向	引脚说明
1	输入	PPS同步信号, 接收来自GPS的同步脉冲, 电平标准 TTL 3.3 V/5 V
2	输出	5 V电源, 为外接GPS模块提供电源
3	输出	GND, 为外接GPS模块提供地线
4	输入	信号接收串口, 接收来自外接GPS模块的串口数据, 电平标准RS232
5	输出	GND, 为外接GPS模块提供地线
6	输出	信号发送串口, 发送串口数据到外接GPS模块, 电平标准RS232

表2.3 GPS接口引脚号说明

2.3.2 接线盒的连接

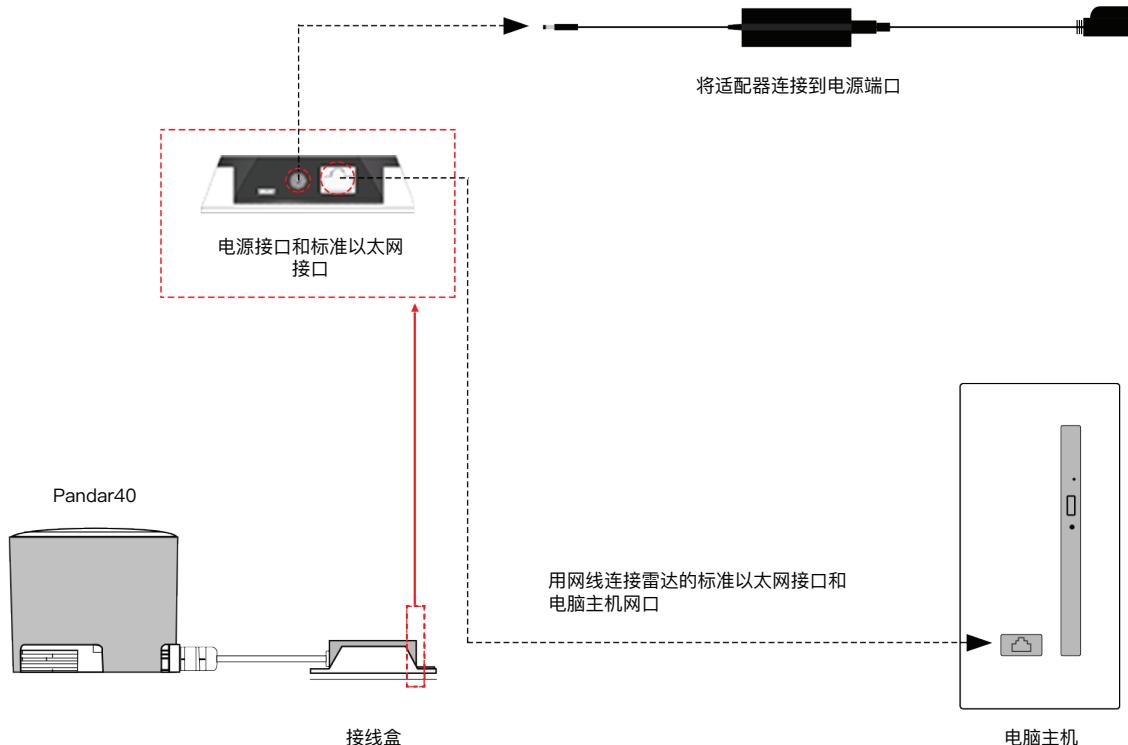


图2.8 接线盒连接示意图

2.4 连接完成

将Pandar40接通电源并用网线与电脑连接后，Pandar40就会开始自动传输数据。

用户如需在电脑上接收Pandar40传输的数据，请将电脑IP地址设置为192.168.1.100，将子网掩码设置为255.255.255.0。

用户可以通过禾赛科技的点云可视化软件PandarView来快速查看或录制点云数据，具体详见附录III。

注意

- 1) Pandar40没有电源开关，接通电源后立即启动。
- 2) 用户可以通过网页控制，在使用前对Pandar40进行参数设置，具体详见第4章。
- 3) 用户可以在禾赛官方GitHub上下载激光雷达的软件开发工具包。

3 激光雷达输出数据格式

Pandar40数据输出采用百兆以太网UDP/IP通信协议，包含点云数据UDP包和GPS数据UDP包两种，每种UDP包都由以太网包头和UDP数据两部分组成。

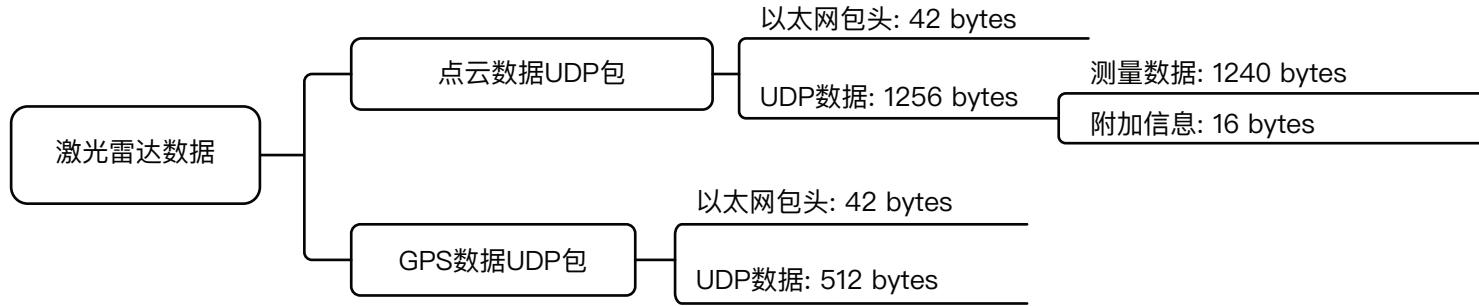


图3.1 激光雷达数据结构

3.1 点云数据UDP包

Pandar40每一个点云数据UDP包由42 bytes的以太网包头及1256 bytes 的UDP数据构成。

3.1.1 点云数据UDP包——以太网包头

以太网包头定义如下：

以太网包头: 42 bytes		
Ethernet II MAC	12 bytes	Destination: Broadcast (0xFF: 0xFF: 0xFF: 0xFF: 0xFF: 0xFF), Source: (xx:xx:xx:xx:xx:xx)
Ethernet数据包 Type	2 bytes	0x08, 0x00
Internet Protocol	20 bytes	Version, Header Length, Differentiated Services Field, Total Length, Identification, Flags, Fragment Offset, Time to Live, Protocol, Header Checksum, Source IP Address, Destination IP Address
UDP协议, 端口号	4 bytes	UDP源端口(0x2710, 代表10000), 目的端口(0x0940, 代表2368)
UDP协议的长度和求和校验	4 bytes	长度2 bytes (0x04F0, 代表1264 bytes), 求和检验, 2 bytes

表3.1 点云数据以太网包头定义

IP地址

目的IP地址 (Destination IP Address) 为0xFF FF FF FF, 广播形式 (Broadcast), 源IP地址 (Source IP Address) 默认为 192.168.1.201。

Internet Protocol (20 bytes) 的组成如图3.2:

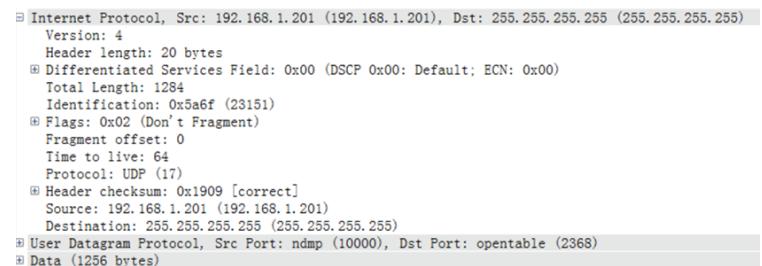


图3.2 点云数据以太网包头示意图

3.1.2 点云数据UDP包—UDP数据

Pandar40点云数据的UDP数据由1240 bytes的测量数据和16 bytes的附加信息两部分组成，总字节数为1256 bytes。所有的多字节值均为小端字节序 Little Endian，并且为无符号整形。

测量数据: 1240 bytes (10 blocks)				
Block 1	Block 2	Block 3	Block 10
0xFFEE	0xFFEE	0xFFEE	0xFFEE
Azimuth Angle 1	Azimuth Angle 2	Azimuth Angle 3	Azimuth Angle 10
Channel 1 Unit 1	Channel 1 Unit 2	Channel 1 Unit 3	Channel 1 Unit 10
Channel 2 Unit 1	Channel 2 Unit 2	Channel 2 Unit 3	Channel 2 Unit 10
.....
Channel 40 Unit 1	Channel 40 Unit 2	Channel 40 Unit 3	Channel 40 Unit 10

表3.2 点云数据UDP数据定义-测量数据

测量数据中每个block的定义如下：

每个Block: 124 bytes	0xFFEE	2 bytes	Block的标识符, 无意义, 0xFF在前
	Azimuth Angle	2 bytes	代表转子当前的转动基准角度 Azimuth[15:0]: 低字节Azimuth_L[7:0]在前, 高字节Azimuth_H[15:8]在后 角度值=[Azimuth_H, Azimuth_L]/100 °=Azimuth/100 °
	Channel XX Unit XX	3 bytes	2 bytes 距离数据 1 byte 反射率数据

表3.3 Block的定义

注意：在双回波模式下，角度每隔两个block发生一次改变，其中第一个block为最后回波，第二个block为最强回波。

附加信息: 16 bytes		
预留	5 bytes	预留数据, 无意义
高温暂停标志位	1 byte	0x01代表高温, 0x00代表正常工作: · 设备正常工作时, 暂停标志保持为0x00 · 如果设备检测到温度过高, 系统会暂停工作, 系统会将高温暂停标志设置为0x01, 并在60秒后进入暂停状态, 高温暂停标志位在这60秒或暂停过程中都保持0x01 · 高温暂停后, 激光雷达的温度会降低, 当系统检测到设备脱离高温状态后, 会将标志重置为0x00, 并让系统重新正常工作
预留	2 bytes	预留数据, 无意义
电机转速	2 bytes	speed_2_bytes [15:0] = speed (RPM)
GPS时间戳信息	4 bytes	第一个block的第一个激光器的发光时刻, 单位为1 μ s, 最大值为71.58分钟
回波信息	1 byte	0x37代表最强回波, 0x38代表最后回波, 0x39代表双回波
厂商信息	1 byte	0x42 (or 0x43)

表3.4 点云数据UDP数据包定义-附加信息

■ 点云数据UDP数据包解析算法举例

以某一个UDP数据包中Block 3中的Channel 5为例, 具体的线束分布请参考附录I:

- 1) 由附录I可知, Channel 5对应的水平角度偏移量为-2.50°, 垂直角度为3.00°。
 - 2) 水平角度为转子此时的角度加上水平角度偏移量, 即(Azimuth Angle 3+(-2.50))度 (注意: 我们定义从上往下看时, 顺时针为水平角度正方向)。
 - 3) 解析UDP包中Channel 5 Unit 3的值, 其高位的2个bytes构成的Distance值乘以4mm即可得到以毫米为单位的真实世界的测距值。
- 至此, 这一个测距点表示的测距方向和测距距离都得到了解析, 可以在极坐标系或者直角坐标系中画出此次测距对应的障碍物点位置。
- 对每个UDP包中所有的测距数据都做这样的解析, 即可画出实时的激光雷达测距点云。

3.2 GPS数据UDP包

每一个GPS数据包都含有42 bytes以太网包头及512 bytes UDP数据。所有的多字节值均为小端字节序Little Endian。GPS的UDP数据包在PPS信号出现时将被触发，端口10000。

3.2.1 GPS数据UDP包—以太网包头

以太网包头: 42 bytes		
Ethernet II MAC	12 bytes	Destination: Broadcast (0xFF: 0xFF: 0xFF: 0xFF: 0xFF: 0xFF), Source: (xx:xx:xx:xx:xx:xx)
Ethernet数据包Type	2 bytes	0x08, 0x00
Internet Protocol	20 bytes	Version, Header Length, Differentiated Services Field, Total Length, Identification, Flags, Fragment Offset, Time to Live, Protocol, Header Checksum, Source IP Address, Destination IP Address
UDP协议, 端口号	4 bytes	UDP源端口 (0x2710, 代表10000), 目的端口 (0x277E代表10110)
UDP协议的长度和求和校验	4 bytes	长度 2 bytes (0x208, 代表520 bytes), 求和校验 2 bytes

表3.5 GPS数据以太网包头定义

IP地址

目的IP地址 (Destination IP Address) 为0xFF FF FF FF, 广播形式 (Broadcast)，源IP地址 (Source IP Address) 默认为192.168.1.201。

Internet Protocol (20 bytes) 的组成如图3.3:

Internet Protocol, Src: 192.168.1.201 (192.168.1.201), Dst: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
Version: 4
Header length: 20 bytes
④ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
Total Length: 540
Identification: 0x4f17 (20247)
④ Flags: 0x02 (Don't Fragment)
Fragment offset: 0
Time to live: 64
Protocol: UDP (17)
④ Header checksum: 0x2749 [correct]
Source: 192.168.1.201 (192.168.1.201)
Destination: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
④ User Datagram Protocol, Src Port: ndmp (10000), Dst Port: nmea-0183 (10110)
④ Data (512 bytes)

图3.3 GPS数据以太网包头示意图

3.2.2 GPS数据UDP包—UDP数据

每一秒都会有一个UDP数据包被一个GPS PPS信号触发。UDP数据包总共512 bytes，端口10110。

UDP数据: 512 bytes				
GPS时间数据	18 bytes	GPS时间数据包头	2 bytes	0xFFEE, 0xFF 在前
		日期	6 bytes	顺序年月日，各2个字节，低字节在前，ASCII码
		时间	6 bytes	顺序秒分时，各2个字节，低字节在前，ASCII码
		微秒时间	4 bytes	单位μs，低字节在前
GPRMC信息数据	77 bytes	ASCII码，有效数据至‘*’后面的2个字节		
预留数据	411 bytes	填充为411 0xDF		
定位是否有效字节	1 byte	提取自GPRMC信息，ASCII码，A=有效定位，V=无效定位		
PPS信号锁定标志	1 byte	1代表锁定，0代表未锁定		
预留数据	4 bytes	预留无意义数据		

表3.6 GPS数据包UDP数据定义

■ GPS数据UDP数据包解析算法举例

图3.4 GPS数据UDP数据包示意图

日期 Date

年: 0x37, 0x31, 将ASCII码转换为符号'7', '1'; 即为17年。
月: 0x32, 0x31, 将ASCII码转换为符号'2', '1'; 即为12月。
日: 0x30, 0x32, 将ASCII码转换为符号'0', '2'; 即为20日

时间 Time

秒: 0x32, 0x35, 将ASCII码转换为符号‘2’, ‘5’; 即为52秒。
分: 0x35, 0x34, 将ASCII码转换为符号‘5’, ‘4’; 即为45分。
时: 0x32, 0x31, 将ASCII码转换为符号‘2’, ‘1’; 即为12时 (UTC时间)。

微秒时间 μs Time

4 bytes, 每次GPS PPS脉冲时的 μ s计时值, 且该时刻的 μ s时间戳会被置为(minute*60+second)*1000000 μ s, 与点云数据UDP包中的时间戳为同一个数据源, 单位为1 μ s。

GPRMC信息数据

其标准格式如下：

\$GPRMC, <1>, <2>, <3>, <4>, <5>, <6>, <7>, <8>, <9>, <10>, <11>, <12>*hh, 其中,

<01> UTC时间, hhmmss (时分秒) 格式

<02> 定位状态, A=有效定位, V=无效定位

<03> 纬度ddmm.mmmm (度分) 格式

<04> 纬度半球N (北半球) 或 S (南半球)

<05> 经度dddmm.mmmm (度分) 格式

<06> 经度半球E (东经) 或 W (西经)

<07> 地面速率 (000.0~999.9节)

<08> 地面航向 (000.0~359.9度, 以真北为参考基准)

<09> UTC日期, ddmmyy (日月年) 格式

<10> 磁偏角 (000.0~180.0度)

<11> 磁偏角方向, E (东) 或 W (西)

<12> 模式指示 (仅NMEA0183 3.00版本输出, A=自主定位, D=差分, E=估算, N=数据无效)

为了提高兼容性, 禾赛激光雷达的GPS接口兼容多种数据格式, 外接GPS模块的GPRMC数据格式满足以下两条即可:

第一个逗号分隔符后的数据为时分秒信息; 第9个逗号分隔符后的数据为日期信息。

如以下两种格式均可正常使用:

1) 第一种

\$GPRMC,072242,A,3027.3680,N,11423.6975,E,000.0,316.7,160617,004.1,W*67

2) 第二种

\$GPRMC,065829.00,A,3121.86377,N,12114.68322,E,0.027,,160617,,,A*74

4 网页控制

用户可通过网页控制对Pandar40进行参数设定，设备信息查看，固件升级等操作。

进行参数设定前，请先用以太网线连接激光雷达与电脑，并将电脑静态IP地址设为192.168.1.100。

4.1 打开网页控制

系统配置完成后，打开浏览器输入网址192.168.1.201/index.html，进入网页控制首页。

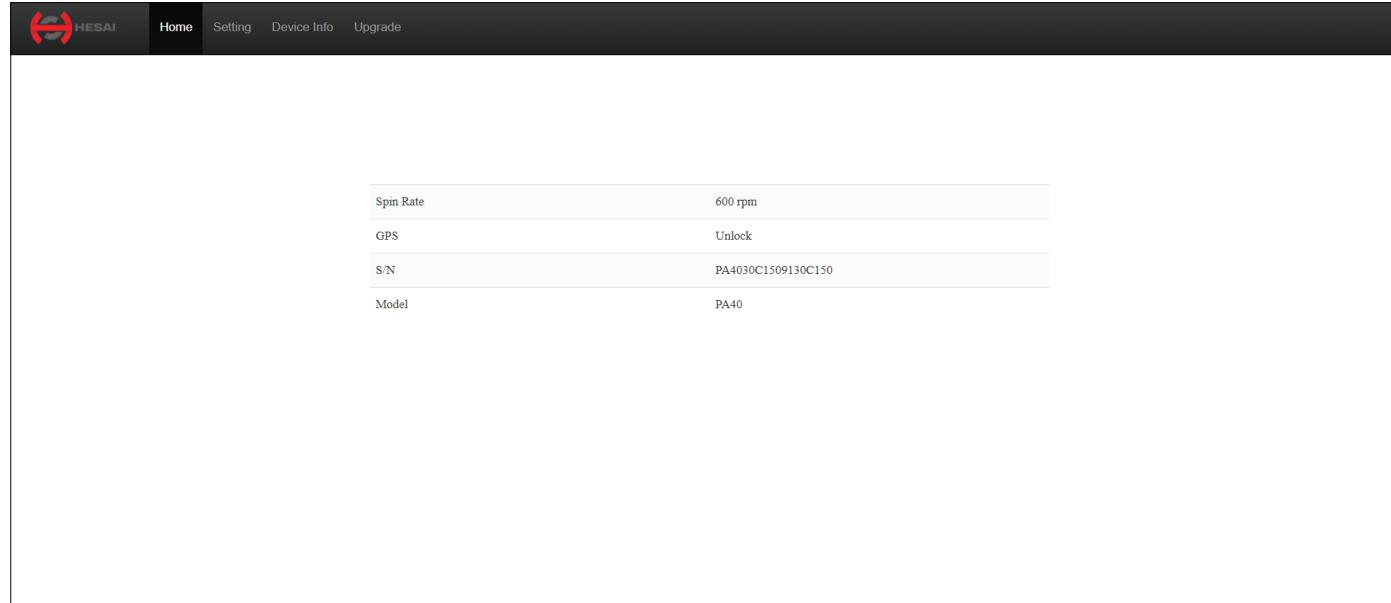


图4.1 网页控制首页

4.2 参数设置

- 1) Pandar40支持广播（默认）/单播模式。
将Destination IP 设为255.255.255.255为广播模式；将Destination IP 改为本机IP地址，即可实现单播模式。
- 2) 可在Dual Return Type下拉菜单中选择回波模式，分别为最后回波，最强回波及双回波。
- 3) 用户可以选择600 rpm转速，或者1200 rpm转速。
- 4) 用户可以选择与GPS同步的角度，举例，设置为0，则0度角与PPS同步。

Control IP

IPv4 Address: 192.168.1.201

IPv4 Mask: 255.255.255.0

IPv4 Gateway: 192.168.1.1

Settings

Spin Rate: 600 rpm

Destination Ip: 255.255.255.255

Destination Lidar Port: 2368

Destination GPS Port: 10110

Sync Angle: 0

Angle Range

Start: 0

End: 360

Dual Return Type: Last Return

Save

图4.2 参数设置页面

4.3 设备信息查询

可在设备信息查询页面（Device Info）查询Pandar40软件版本、硬件版本、固件版本等详细信息。

The screenshot shows a web-based interface for querying device information. At the top, there is a navigation bar with a logo on the left and links for Home, Setting, Device Info (which is highlighted in blue), and Upgrade. Below the navigation bar, there is a large, empty white area, likely a placeholder for a map or a detailed chart. At the bottom of the page, there is a table displaying various device specifications:

Software Version	2.3.3-40AC
Hardware Version	1.0.0
Firmware Version	3.53
Mac Address	00:0A:35:00:1E:53
S/N	PA4030C1509130C150
Model	PA40

图4.3 设备信息查询页面

4.4 固件升级

若需固件升级, 请联系禾赛科技相关人员获取更新文件。点击Upload上传更新文件, 待更新完成后, 请重启Pandar40以完成固件升级。

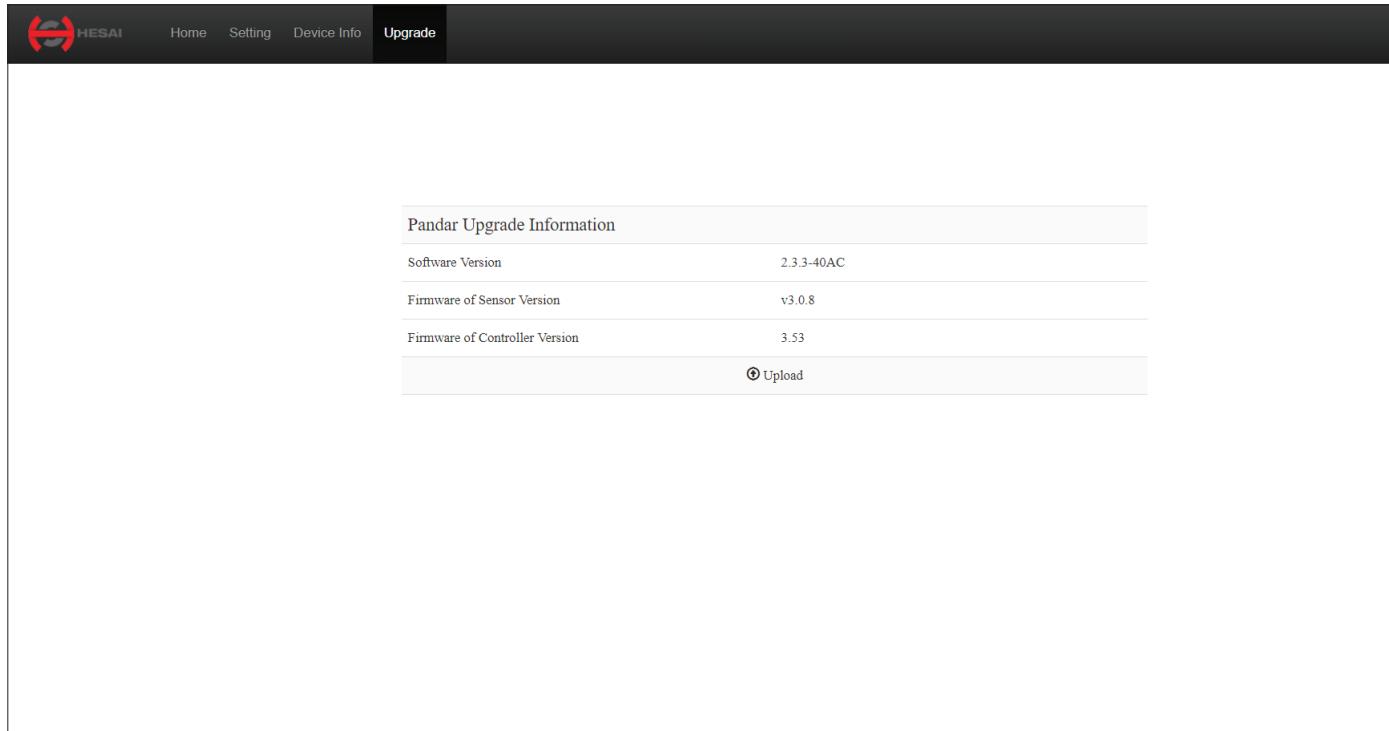


图4.4 固件升级页面

附录 I

Pandar40线束分布

激光Channel序号	水平方向角度偏移 (Azimuth)	垂直方向角度 (Elevation)	仪器测距范围 (单位: 米)	反射率下测距能力 (单位: 米)
UDP数据包内激光Channel	每一线的水平角度为转子当前基准角度加上此值, 顺时针为正, 逆时针为负, 单位为度	每一线的垂直角度固定不变, 水平方向为0度, 朝上为正, 朝下为负, 单位为度	仪器测距的范围	对特定反射率物体的测距能力
01 (最顶上一线)	0.00	7.00	110	200@20%
02	0.00	6.00	110	200@20%
03	0.00	5.00	110	200@20%
04	0.00	4.00	110	200@20%
05	-2.50	3.00	110	200@20%
06	-2.50	2.00	210	200@20%
07	2.50	1.67	210	200@20%
08	-5.00	1.33	210	200@20%
09	-2.50	1.00	210	200@20%
10	2.50	0.67	210	200@20%
11	-5.00	0.33	210	200@20%

激光Channel序号	水平方向角度偏移 (Azimuth)	垂直方向角度 (Elevation)	仪器测距范围 (单位: 米)	反射率下测距能力 (单位: 米)
12 (水平的一线)	-2.50	0.00	210	200@20%
13	2.50	-0.33	210	200@20%
14	-5.00	-0.67	210	200@20%
15	0.00	-1.00	210	200@20%
16	2.50	-1.33	210	200@20%
17	-5.00	-1.67	210	200@20%
18	0.00	-2.00	210	200@20%
19	5.00	-2.33	210	200@20%
20	-2.50	-2.67	210	200@20%
21	0.00	-3.00	210	200@20%
22	5.00	-3.33	210	200@20%
23	-2.50	-3.67	210	200@20%
24	0.00	-4.00	210	200@20%
25	5.00	-4.33	210	200@20%
26	-2.50	-4.67	110	200@20%
27	2.50	-5.00	110	200@20%
28	5.00	-5.33	110	200@20%

激光Channel序号	水平方向角度偏移 (Azimuth)	垂直方向角度 (Elevation)	仪器测距范围 (单位: 米)	反射率下测距能力 (单位: 米)
29	-2.50	-5.67	110	200@20%
30	2.50	-6.00	110	200@20%
31	2.50	-7.00	110	200@20%
32	2.50	-8.00	110	200@20%
33	0.00	-9.00	110	200@20%
34	0.00	-10.00	110	200@20%
35	0.00	-11.00	110	200@20%
36	0.00	-12.00	110	200@20%
37	-2.50	-13.00	110	200@20%
38	-2.50	-14.00	110	200@20%
39	-2.50	-15.00	110	200@20%
40 (最底下一线)	-2.50	-16.00	110	200@20%

表I.1 Pandar40线束分布

附录 II

点云数据绝对时间和激光器发光时刻计算

Pandar40输出的UDP数据包包括点云的UDP数据包和GPS的UDP数据包两种。

1 点云数据绝对时间的计算

如果客户需要知道绝对时间，需要提供GPS模块。

激光雷达有内部的1Hz信号，每一个1Hz信号的上升沿会触发一个GPS UDP数据包。所以不管是否有GPS模块，每一秒都会有GPS UDP数据包发出。

当有GPS信号时，激光雷达的1Hz信号会锁定PPS，对应的GPS UDP包可以认为是由PPS触发，并且此时GPS的UTC时间信息会存在GPS UDP包中。

同时，点云UDP包会存储点云中第一个block的开始时间的时间戳。需要注意，时间戳是以微秒为单位，并且是从整小时开始处开始计算。例如，如果时间戳是 $(37 \times 60 + 21) \times 1000000$ 微秒+235682微秒，就表示第一个block的开始时间是37分钟，21秒，235682微秒。

所以，点云数据包的绝对时间是通过下面三个时间相加而得到：

- a) 点云数据包中4 bytes的微秒时间戳；
- b) GPS UDP包中的UTC时间，取到小时（年:月:日:时）；
- c) 整一秒；

注意：

- 1) 如果最初没有GPS信号（PPS和GPRMC），GPS数据UDP包仍然可以被触发，但不包含有效的UTC信息；
- 2) 由于激光雷达GPS UDP包由内部1Hz信号触发，在有GPS信号的情况下1Hz信号会锁定PPS信号，所以当GPS的PPS到达设备时，GPS UDP包即被触发，但由于此时GPS的GPRMC信息尚未到达激光雷达，触发的GPS UDP包中的UTC信息只能从之前的GPRMC信息中提取，这时得到的UTC时间比真实时间早一秒，这里我们假定GPS信号的PPS和GPRMC每秒都发送到雷达；
- 3) 由于GPS UDP包由1Hz内部信号触发，所以GPS UDP包每秒都会产生，不管是否收到GPRMC信息。如果持续收到GPRMC信号，GPS UDP包会根据接收到的GPRMC更新，如果短时间没有GPRMC信号，系统会根据1Hz内部信号更新GPS UDP包并使得绝对时间能够保持正确。

2 激光器发光时刻的计算

按照点云数据包的绝对时间，可计算Pandar40中每个通道的激光器发光时刻。

假设点云数据包的绝对时间为t0。

测量数据1240 bytes (10 blocks)				
Block 1	Block 2	Block 3	• • • •	Block 10
0xFFEE	0xFFEE	0xFFEE	• • • •	0xFFEE
Azimuth Angle 1	Azimuth Angle 2	Azimuth Angle 3	• • • •	Azimuth Angle 10
Channel 1 Unit 1	Channel 1 Unit 2	Channel 1 Unit 3	• • • •	Channel 1 Unit 10
Channel 2 Unit 1	Channel 2 Unit 2	Channel 2 Unit 3	• • • •	Channel 2 Unit 10
• • • •	• • • •	• • • •	• • • •	• • • •
Channel 40 Unit 1	Channel 40 Unit 2	Channel 40 Unit 3	• • • •	Channel 40 Unit 10

表II.1 点云的UDP数据包中测量数据结构

■ 单回波模式下

点云的UDP数据包中包含10个Block。在单回波模式下，每一个数据块包括40个激光通道的测距数据。每一个Block的开始时间可以算出如下：

- 01) Block1的第一个激光器的发光时刻为 (t_0) μs ;
- 02) Block2的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*1)$ μs ;
- 03) Block3的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*2)$ μs ;
- 04) BlockN的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*(N-1))$ μs ;
- 05) Block10的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*9)$ μs ;

■ 双回波模式下

点云的UDP数据包中包含10个Block。在双回波模式下，Block (1,2) 对应40个激光的同一轮发光测距的不同回波数据，所以他们有着同样的Block开始时间以及对同一个激光通道同样的发光时间。同样的，Block (3,4) 及类似的后续数据块分组也有着同样的Block开始时间和激光通道发光时间。每一个Block的开始时间可以算出如下：

- 1) Block1的第一个激光器的发光时刻为 (t_0) μs ;
- 2) Block2的第一个激光器的发光时刻为 (t_0) μs ;
- 3) Block3的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*1)$ μs ;
- 4) Block4的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*1)$ μs ;
- 5) Block5的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*2)$ μs ;
- 6) Block6的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*2)$ μs ;
- 7) Block7的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*3)$ μs ;
- 8) Block8的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*3)$ μs ;
- 9) Block9的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*4)$ μs ;
- 10) Block10的第一个激光器的发光时刻为 $(t_0+55.56*4)$ μs ;

按照第一个激光器的发光时刻，可计算Block中的每个通道的激光器发光时刻。以Block 6为例，假设Block 6的开始时间为t6，则：

- 1) LaserID 7的发光时刻为 $(t6) \mu s$;
- 2) LaserID 20的发光时刻为 $(t6+1.6*1) \mu s$;
- 3) LaserID 27的发光时刻为 $(t6+1.6*2) \mu s$;
- 4) LaserID 5的发光时刻为 $(t6+0.93*1+1.6*2) \mu s$;
- 5) LaserID 19的发光时刻为 $(t6+0.93*2+1.6*2) \mu s$;
- 6) LaserID 8的发光时刻为 $(t6+0.93*2+1.6*3) \mu s$;
- 7) LaserID 15的发光时刻为 $(t6+0.93*2+1.6*4) \mu s$;
- 8) LaserID 37的发光时刻为 $(t6+0.93*2+1.6*5) \mu s$;
- 9) LaserID 33的发光时刻为 $(t6+0.93*3+1.6*5) \mu s$;
- 10) LaserID 1的发光时刻为 $(t6+0.93*4+1.6*5) \mu s$;

- 21) LaserID 13的发光时刻为 $(t6+0.93*9+1.6*11) \mu s$;
- 22) LaserID 26的发光时刻为 $(t6+0.93*9+1.6*12) \mu s$;
- 23) LaserID 31的发光时刻为 $(t6+0.93*10+1.6*12) \mu s$;
- 24) LaserID 9的发光时刻为 $(t6+0.93*11+1.6*12) \mu s$;
- 25) LaserID 25的发光时刻为 $(t6+0.93*11+1.6*13) \mu s$;
- 26) LaserID 14的发光时刻为 $(t6+0.93*11+1.6*14) \mu s$;
- 27) LaserID 21的发光时刻为 $(t6+0.93*11+1.6*15) \mu s$;
- 28) LaserID 39的发光时刻为 $(t6+0.93*11+1.6*16) \mu s$;
- 29) LaserID 35的发光时刻为 $(t6+0.93*12+1.6*16) \mu s$;
- 30) LaserID 3的发光时刻为 $(t6+0.93*13+1.6*16) \mu s$;

- 11) LaserID 10的发光时刻为 $(t6+0.93*5+1.6*5) \mu s$;
- 12) LaserID 23的发光时刻为 $(t6+0.93*5+1.6*6) \mu s$;
- 13) LaserID 30的发光时刻为 $(t6+0.93*5+1.6*7) \mu s$;
- 14) LaserID 6的发光时刻为 $(t6+0.93*6+1.6*7) \mu s$;
- 15) LaserID 22的发光时刻为 $(t6+0.93*6+1.6*8) \mu s$;
- 16) LaserID 11的发光时刻为 $(t6+0.93*6+1.6*9) \mu s$;
- 17) LaserID 18的发光时刻为 $(t6+0.93*6+1.6*10) \mu s$;
- 18) LaserID 38的发光时刻为 $(t6+0.93*6+1.6*11) \mu s$;
- 19) LaserID 34的发光时刻为 $(t6+0.93*7+1.6*11) \mu s$;
- 20) LaserID 2的发光时刻为 $(t6+0.93*8+1.6*11) \mu s$;

- 31) LaserID 16的发光时刻为 $(t6+0.93*14+1.6*16) \mu s$;
- 32) LaserID 29的发光时刻为 $(t6+0.93*14+1.6*17) \mu s$;
- 33) LaserID 32的发光时刻为 $(t6+0.93*15+1.6*17) \mu s$;
- 34) LaserID 12的发光时刻为 $(t6+0.93*16+1.6*17) \mu s$;
- 35) LaserID 28的发光时刻为 $(t6+0.93*16+1.6*18) \mu s$;
- 36) LaserID 17的发光时刻为 $(t6+0.93*17+1.6*18) \mu s$;
- 37) LaserID 24的发光时刻为 $(t6+0.93*17+1.6*19) \mu s$;
- 38) LaserID 40的发光时刻为 $(t6+0.93*17+1.6*20) \mu s$;
- 39) LaserID 36的发光时刻为 $(t6+0.93*18+1.6*20) \mu s$;
- 40) LaserID 4的发光时刻为 $(t6+0.93*19+1.6*20) \mu s$;

附录 III

PandarView

PandarView是一款用于查看并录制激光雷达点云数据的软件，可在以下平台安装：
Windows 7x64/ Windows 8x64/ Windows 10x64/Ubuntu-16.04。

PandarView的安装包可在包装箱中配备的U盘中获取，或者直接在官网www.hesaitech.com首页的开发资料内下载。



文件名：PandarView_v1.3.2_Ubuntu
 描述：点云播放软件 (Ubuntu-16.04)



文件名：PandarView_v1.3.2_Windows
 描述：点云播放软件 (Windows 7\8\10)



注意：PandarView的最新版本请以U盘中的文件为主。

1 PandarView的安装

注意：请将程序安装至全英文路径。

■ 安装

系统	安装软件	安装步骤	安装完成
Windows	 PandarView_v1.3.2_Windows  python_2.7.13	1. 双击python-2.7.13.msi, 按照默认配置进行安装。 2. 双击PandarView-v1.3.2.msi, 按照默认配置进行安装。	安装完成后，桌面会生成Pandar.exe的快捷方式。对电脑进行IP设置后，打开软件开始接收点云数据。
Ubuntu-16.04	 PandarView_Installer_Ubuntu_v1.3.2.tar	1. 在终端输入命令： sudo apt-get install qt4-default libboost-all-dev. 2. 解压PandarView_Installer_Ubuntu_v1.3.2.tar 3. 在终端打开，执行PandarView_Installer.bin	

表III.1 PandarView安装步骤

■ IP配置

Ubuntu-16.04系统：

IP地址可在终端通过ifconfig命令配置，配置示例代码如下：

```
~$ sudo ifconfig enp0s20f0u2 192.168.1.100
```

需将其中enp0s20f0u2替换为本机网口名称。

Windows系统：

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配置。

双击“Internet协议版本4 (TCP/IPv4) ”将IP地址设置为192.168.1.100，子网掩码：255.255.255.0，点击“确认”，完成对电脑网口IP的设置。

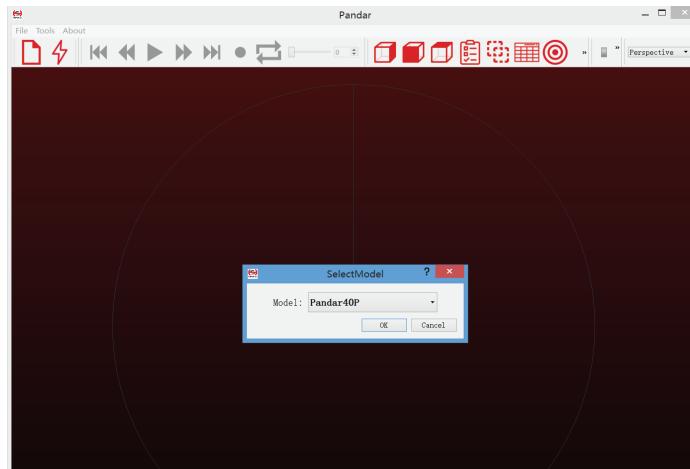
2 PandarView的运行

■ 运行软件

打开软件后，点击 开始从以太网接收数据，选择如下型号观看或者录制点云。

Windows平台用户：双击桌面Pandar软件图标 ，开始运行软件。

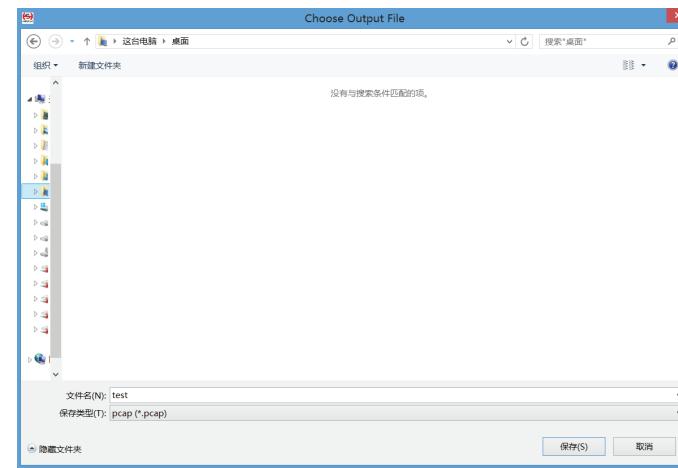
Ubuntu-16.04平台用户：双击桌面Pandar软件图标(如果设定了双击运行)，或者打开终端，输入：
~/Desktop/PandarView开始运行软件。



图III.2 PandarView机型选择

■ 录制pcap文件

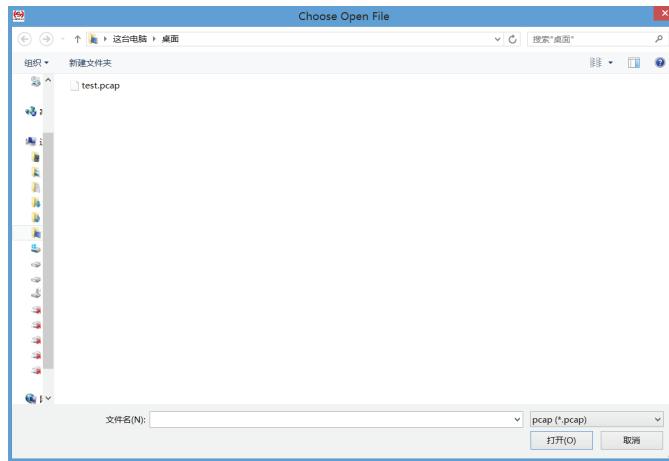
点击 后会弹出保存pcap文件位置的对话框，点击“保存”，开始录制pcap文件。录制结束后，再次点击 ，停止录制pcap文件。



图III.3 保存pcap文件位置对话框

■ 播放pcap文件

点击打开文件  按钮，弹出对话框，选择想要查看的pcap文件并打开，点云加载后点击  按钮即可开始播放pcap文件：

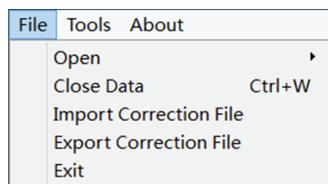


图III.4 选择pcap文件



图III.5 pcap文件加载结束画面

■ 导入标定文件



图III.6 文件菜单

每个激光雷达装箱中配备的U盘均会有一个对应该台雷达的标定文件，点击软件左上角File，在下拉菜单中选择Import Correction File，在弹出界面中选择标定CSV文件并打开，界面中会显示标定后的点云。

■ 播放按钮介绍



按钮	说明
	跳转到文件开始位置
	<ol style="list-style-type: none">暂停时，点击则观看前一帧点云数据播放时，倒序播放 (点击多次可选择不同的速度，分别有2x, 3x, 1/2x, 1/4x, 1x倍速度)
	<ol style="list-style-type: none">点云文件加载完成后，点击▶开始播放处于播放状态时，点击⏸暂停播放
	<ol style="list-style-type: none">暂停时，点击则观看下一帧点云数据播放时，正序播放 (点击多次可选择不同的速度，分别有2x, 3x, 1/2x, 1/4x, 1x倍速度)
	跳转到文件尾部位置
	在播放pcap文件时，录制按钮处于灰色不可点击状态
	当点云文件处于播放状态下，点击此按钮循环播放，不点击则播放到文件尾部就停止
3210	进度条，拖动进度条可操作文件播放进度，同时在输入框内输入帧数即可跳转到指定帧位置

表III.2 PandarView播放按钮介绍

3 PandarView功能介绍

■ 视角选择按钮

点击以下按钮，分别从不同视角观看点云。



右视图



前视图



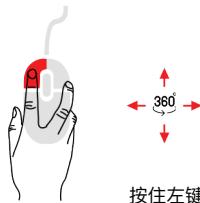
顶视图

图III.7 视图选择

■ 鼠标快捷键



滑动滚轮



按住左键

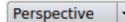


按住滚轮键

图III.8 鼠标快捷键

01. 滑动滚轮进行放大/缩小；
02. 按住左键拖动，可调整视角；
03. 按住滚轮键拖动，可进行平移；

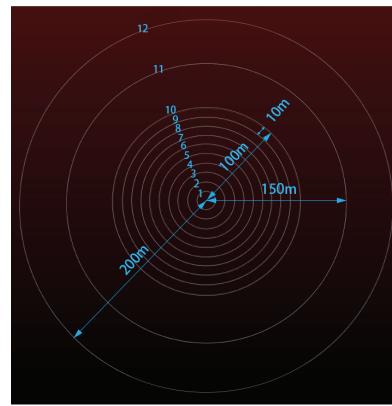
■ 三维投影切换



PandarView提供了两种三维投影（透视投影Perspective和正交投影Orthographic）之间的切换，可以通过以上图标下的下拉菜单进行选择，默认是透视投影。

在正交投影模式下，点击 图标，同时按住“Control”和鼠标左键，选取一点后拖动鼠标至另一点，即可构建一个空间上的距离参照，以米为单位。再次点击 ，取消距离参照显示。

■ 距离参考圈



图III.9 距离参考圈

点击 按钮可隐藏或显示界面上的12个灰色圆圈。
用户可以通过点击Tools下的Grid Properties对距离参考圈的颜色和粗细进行设置。

■ 激光雷达线束选择显示功能介绍



用户可点击 ，选择显示或隐藏界面上任一激光束所产生的点云数据。点击图标后，会弹出如图III.10所示界面。再次点击该图标，可以关闭界面。点击左边一列的复选框可以相应的关闭（打开）某一线的显示，点击左下角 Enable/Disable All的复选框可以一次性打开（关闭）所有线的显示。

	Channel	Elevation	Azimuth
<input checked="" type="checkbox"/>	1	7	0
<input checked="" type="checkbox"/>	2	6	0
<input checked="" type="checkbox"/>	3	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	4	4	0
<input checked="" type="checkbox"/>	5	3	-2.5
<input checked="" type="checkbox"/>	6	2	-2.5
<input checked="" type="checkbox"/>	7	1.67	2.5
<input checked="" type="checkbox"/>	8	1.33	-5
<input checked="" type="checkbox"/>	9	1	-2.5
<input checked="" type="checkbox"/>	10	0.67	2.5

图III.10 线束分布

点击 进入点云框选模式，用户在点云图中按住鼠标左键框选相应的区域，框选区域内的点云会被选定并以高亮形式标识，点击 按钮，则显示被选定点云的详细数据。再次点击 ，并在点云图的空白区域进行框选，可取消当前点云的选定状态。

显示的点云主要数据包括每一个点的id, x, y, z值，角度，距离，反射率，点所在激光束的id以及时间戳 (μ s) 信息。

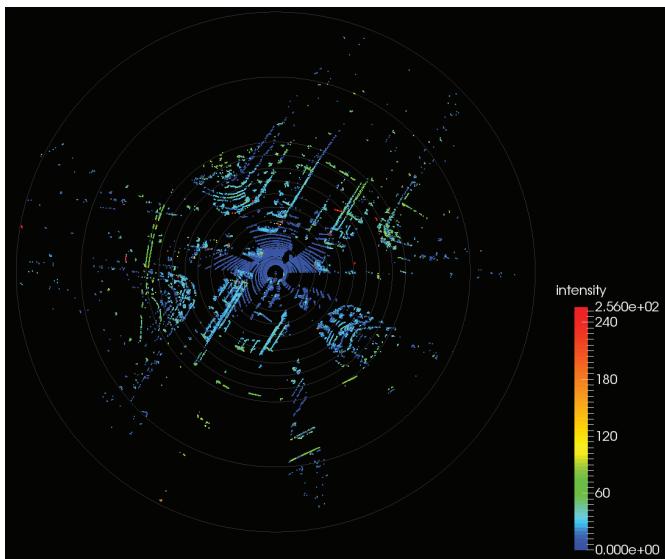
Point ID	Points	azimuth	distance_m	elevation	intensity	laser_id	timestamp
0	0	0.052...	0.060	49.892	7.000	31	0
1	1	0.054...	0.060	51.424	6.000	53	1
2	2	0.054...	0.060	51.456	5.000	62	2
3	3	0.086...	0.060	82.684	4.000	55	3
4	4	-3.496...	0.060	82.220	3.000	52	4
5	5	-4.853...	0.060	114.068	2.000	56	5
6	6	3.744...	0.060	83.852	1.670	6	6
7	7	0.000...	0.060	0.000	1.330	0	7
8	8	-4.816...	0.060	113.140	1.000	66	8
9	9	3.701...	0.060	82.868	0.670	41	9
10	10	-8.850...	0.060	102.776	0.330	6	10

图III.11 选定点云的详细数据

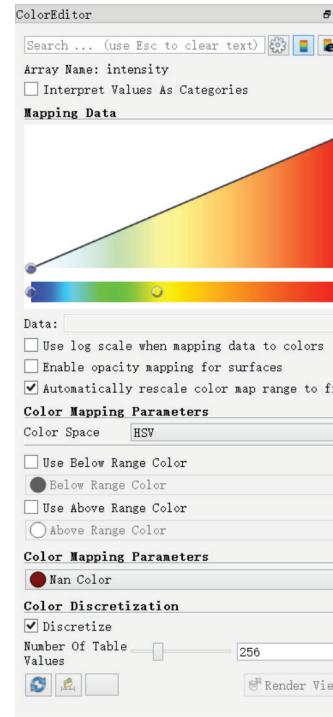
- 点击  按钮可补偿40束激光在旋转扫描时因时间差所产生的误差。
- 点云颜色调节功能介绍



点击  后，可在PandarView界面的右下角显示当前点云配色方案。通过下拉菜单可选择显示点云的不同配色方案。默认显色方案为按反射率绘制，用户也可以选择按照纯色，角度，距离，反射率，激光束ID，时间戳信息来显示点云。



图III.12 当前点云配色方案



图III.13 颜色编辑器

用户也可通过颜色编辑器更改点云显示配色方案。点击  后，在软件的右侧边栏会弹出颜色编辑器，用户可以在其中对颜色进行一些自定义。再次点击 ，关闭颜色编辑器。

■ 查看版本信息

点击左上角 About，可以查看软件的版本信息。



图III.11版本信息

附录 IV

售后技术支持及联系方式

■ 技术支持

如遇到说明书上无法解决的问题, 请通过以下方式联系我们:

邮箱: service@hesaitech.com

网址: www.hesaitech.com

官方开源地址GitHub: <https://github.com/HesaiTechnology>

注意: 针对产品数据解析以及工具的源代码, 有任何问题都可以在对应项目下提交问题, 会有工程师沟通解决。

■ 质保与维修

在质保期内, 由于产品自身的软硬件问题导致产品无法正常使用, 我们会对产品进行免费维修。但是由于以下违规操作导致的问题, 不享有质保服务。这些情况包括但不仅限于:

- 1) 无产品保修资料和有效购买凭据
- 2) 不按说明书要求使用仪器
- 3) 用户私自改装、拆解、维修仪器
- 4) 人为故意导致的损坏
- 5) 仪器被偷、被盗、被抢、失踪、被遗忘或被丢弃
- 6) 不可抗力导致的损坏, 如水灾、火灾、地震、雨雪、雷击等

■ 法律申明

未经上海禾赛光电科技有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

本手册描述的产品中，可能包含上海禾赛光电科技有限公司及其可能存在的许可人享有版权的软件。除非获得相关权利人的许可，否则，任何人不能以任何形式对前述软件进行复制、分发、修改、摘录、反编译、反汇编、解密、反向工程、出租、转让、分许可等侵犯软件版权的行为，但是适用法禁止此类限制的除外。

■ 责任限制

本手册中的内容均“按照现状”提供，除非适用法要求，上海禾赛光电科技有限公司对本手册中的所有内容不提供任何明示或暗示的保证，包括但不限于适销性或者适用于某一特定目的的保证。

在适用法律允许的范围内，上海禾赛光电科技有限公司在任何情况下，都不对因使用本手册相关内容及本手册描述的产品而产生的任何特殊的、附带的、间接的、继发性的损害进行赔偿，也不对任何利润、数据、商誉或预期节约的损失进行赔偿。

在相关法律允许的范围内，在任何情况下，上海禾赛光电科技有限公司对您因为使用本手册描述的产品而遭受的损失的最大责任(除在涉及人身伤害的情况下根据适用的法律规定的损害赔偿外)以您购买本产品所支付的价款为限。

上海禾赛光电科技有限公司

销售电话: 021-80394947-802

技术支持: 021-80394947-915

公司网址: www.hesaitech.com

公司邮箱: info@hesaitech.com

售后邮箱: service@hesaitech.com

办公地址: 上海虹桥世界中心L2栋



欢迎关注
禾赛官方微信