



# **ML-30s 激光雷达** A1

## **用户手册**

**v1.0**

**09/2020**

本文档未授予任何知识产权的许可(明示或暗示, 禁止反言或其他方式)

资料信息可能会在没有通知的情况下更改。请联系您的一径科技销售代表来获取最新版本的一径产品使用说明书和相关的信息

在国内外的一径、一径标志和一径商标

© 2020 一径科技. 版权所有

关于技术支持, 请联系 [support@zvision.xyz](mailto:support@zvision.xyz)

关于销售信息, 请联系 [sales@zvision.xyz](mailto:sales@zvision.xyz)

## 目录

1.	关于手册.....	6
1.1	用途和适用范围.....	6
1.2	安全说明.....	6
1.3	专业术语.....	6
2.	技术概述.....	7
2.1	ML-30s (A1) 说明书 .....	7
2.2	MEMS 扫描 .....	8
3.	硬件.....	9
3.1	包装盒内包含项.....	9
3.2	激光雷达传感器总览.....	9
3.3	接口.....	10
3.4	机械结构图和安装方式.....	11
4.	激光雷达特性.....	12
4.1	视场.....	12
4.2	扫描.....	13
4.2.1	扫描窗口和测距原点 .....	13
4.2.2	扫描图样.....	14
4.2.3	发光顺序.....	15
5.	入门指南.....	17
5.1	硬件检查.....	17
5.2	物理连接.....	17
5.3	点云视图.....	18
6.	通信.....	19
6.1	通信总览.....	19
6.2	点云数据.....	20

6.2.1	UDP 格式.....	20
6.2.2	数据解释.....	22
6.2.3	点云数据带宽.....	24
6.3	控制.....	24
6.4	固件升级.....	26
6.4.1	ZVISIONVIEW.....	26
6.4.2	API.....	27
6.5	时间同步和时间戳.....	28
6.5.1	GPS 同步.....	28
6.5.2	PTP 同步.....	28
7.	点云可视化工具 – ZVISIONVIEW .....	29
7.1	一般描述.....	29
8.	附录 .....	30
8.1	线束接插件图解.....	30
8.2	错误码.....	32

## 修改历史

版本	日期	描述
V0.5	05 2020	初始版本
V0.6	06 2020	更正 4.2.3: - 发光间隔: $0.9766\mu s \rightarrow 781.25ns$ - 发光时间: $50ms \rightarrow 40ms$ 更正 6.2.1: 距离估算
V0.7	06 2020	FOV 说明变更
V0.8	07 2020	增加固件升级 API, 以及 API 章节的微小变更
V0.9	07 2020	更正 6.2.1: 反射率 13 bits $\rightarrow$ 8 bits
V1.0	09 2020	增加获取标定文件的方法 增加 SDK 描述

## 1. 关于手册

---

### 1.1 用途和适用范围

本手册提供便于理解和使用 ZVISION ML-30s 固态激光雷达的必要信息。

相关信息包括传感器的技术参数、原理图、使用说明和数据解析。

### 1.2 安全说明

使用前请阅读并保存本说明。注意所有警告信息，并按使用说明进行操作。

本部分包括指导操作步骤和可能存在潜在危害情况的相关说明。虽然本设备是基于所有适用的安全标准下设计和制造的，但在安装和使用设备过程中某些潜在危险依然存在。为了确保使用安全并降低损坏与伤害的危险，请遵守以下行为：

- 设备的金属外壳是产品使用中的必要零部件，请不要打开或者移除。
- 请不要在没有金属外壳的情况下使用设备。
- 请不要拆卸设备或拆除螺栓。
- 为了避免极限温度带来的损坏，请在产品指定温度范围内保存和使用，否则设备将会无法正常工作。
- 请不要阻塞通风口。
- 请不要安装在热源附近，比如散热器，热出风口，火炉，或者其他包括功放在内的任何可能产生热量的装置。

### 1.3 专业术语

FOV	视场角
PointCloud	激光雷达 3D 点云图
MEMS	微机电系统
FPS	帧率
TOF	飞行时间

## 2. 技术概述

### 2.1 ML-30s (A1) 说明书

ZVISION ML-30s 是一款固态激光雷达，该雷达主要应用于自动驾驶，机器人和安防等相关领域。

硬件版本		ML-30s A1	
扫描性能	FOV (°)	水平 FOV: 140° (-70°~+70°) 垂直 FOV: fov1 (-10°~+20°) fov2 (-50°~-10°) *	
	分辨率	HXV: 320 X 160	
	探测距离(m)	100k Lux	20m @ 10%反射率 fov1 14m @ 10%反射率 fov2
	最大距离 (m)	40m	
	最小距离 (cm)	20cm	
	重复精度 (cm)	3cm @ 1σ	
	测距精度 (cm)	+/- 3cm (距离小于 1m 时，测距精度无法保证)	
	帧率 (FPS)	10	
工作性能	工作电压 (V)	9-36	
	工作温度 (°C)	Target: -40 ~ 85	
	能量损耗 (W)	~16 @ 25 °C	
	防护等级	目标 : IP67	
	耐光等级 (lux)	100k	
	波长	905nm	
机械性能	尺寸 (mm)	135*110*62	
	重量 (Kg)	~1.2	
	接插件	1 拖 3 线束：电源线，车载以太网，GPS	
数据	数据接口	100Base-T1 (Data: UDP; Control: TCP/IP)	
	数据类型	距离，校准后的反射率，方位角和俯仰角，时间戳	
	每秒激光点数	每秒 512,000 个点	
	时间同步	GPS(PPS & GPRMC) / PTP (IEEE 1588 V2)	

\* 关于 FOV 的更多信息，请参考 4.1 章节。

## 2.2 MEMS 扫描

ML-30s 激光雷达采用 MEMS 微震镜的扫描方式来探测周围 3D 环境。

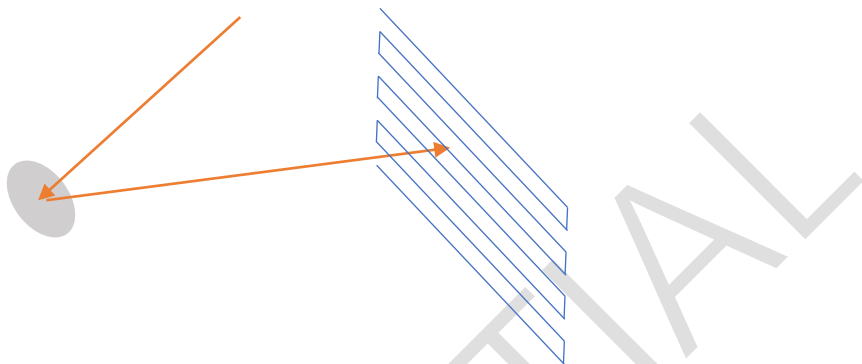


图 1: MEMS 微震镜扫描原理图

MEMS（微机电系统）振镜是一个微米尺度的小振镜，它是由纯硅基材料制造而成。经过精密的设计，MEMS 设备能够满足汽车行业标准，比如振动、冲击和极限温度。不同于金属镜之类的大尺寸结构，MEMS 微振镜能够工作相当长的时间而不会发生疲劳变形。更重要的是，MEMS 微振镜能够很容易的在电力控制下产生一定角度的偏转，这提升了激光雷达扫描的灵活性。



### 3. 硬件

#### 3.1 包装盒内包含项

每一个 ML-30s 激光雷达包装盒内包含如下产品：

- ML-30s 激光雷达传感器
- 1 拖 3 线束（以太网，GPS，电源）  
适配器
- 在线文档：用户手册，安装指南

确保所有项目完备。

#### 3.2 激光雷达传感器总览

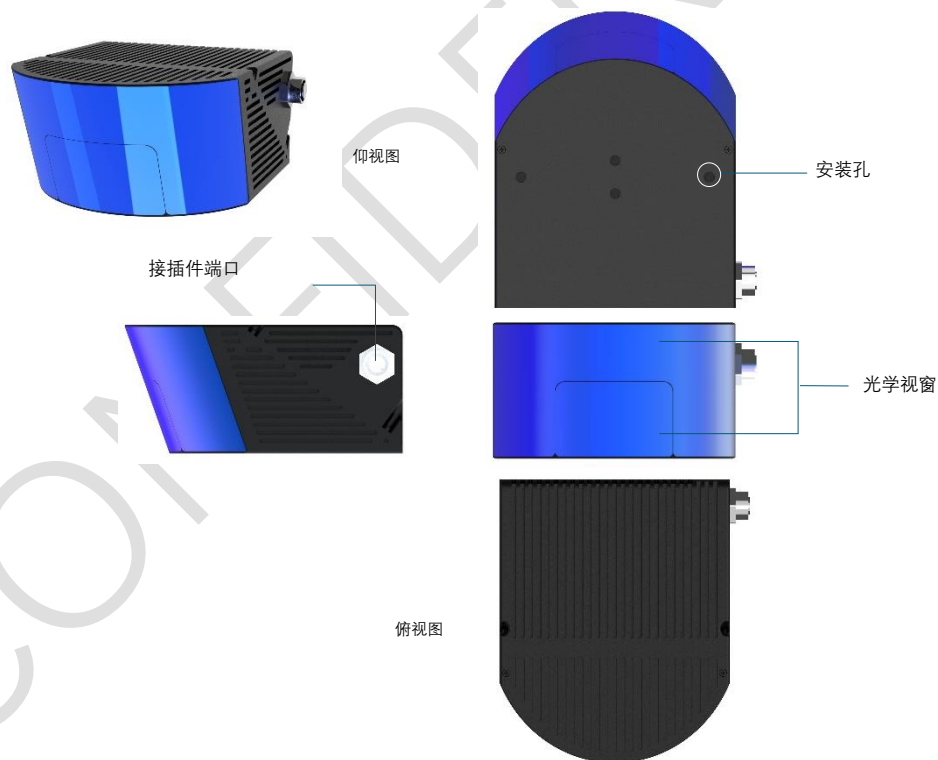


图 2 ML-30s 激光雷达传感器

### 3.3 接口

1 拖 3 接口线束用于连接激光雷达传感器。



- 长度: 60cm
- IP67

	以太网	<ul style="list-style-type: none"><li>- RJ45 型母头接插件</li><li>- 100Base-T1 (100Mbps)</li><li>- 通讯方式: 点云数据 – UDP 控制数据 – TCP/IP</li></ul>
	GPS	<ul style="list-style-type: none"><li>- 8pin, SM08B-SRSS-TB</li><li>- 输入: PPS &amp; \$GPRMC</li></ul>
	直流电	<ul style="list-style-type: none"><li>- 5mm 直流母头接插件</li><li>- 输入: 9~36V, Max. 3A</li></ul>
	连接头	<ul style="list-style-type: none"><li>- 12pin</li><li>- 连接激光雷达传感器</li></ul>

可通过附表 8.1 查看 pin 脚定义。

### 3.4 机械结构图和安装方式

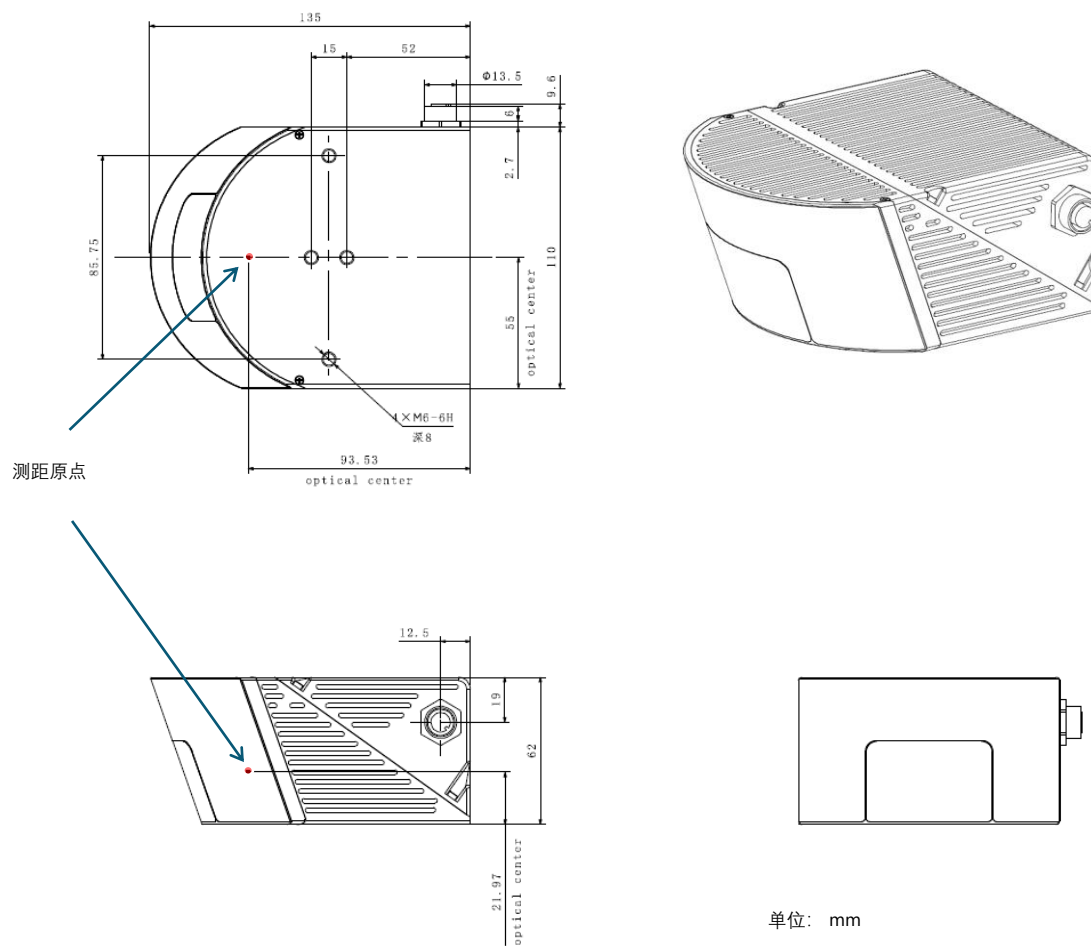


图 3 机械结构图和安装孔

## 4. 激光雷达特性

### 4.1 视场

视场 (FOV) 表示雷达扫描范围的角度范围，ML-30s 雷达提供 H:140°×V:70°的视场角，如图 4 所示：

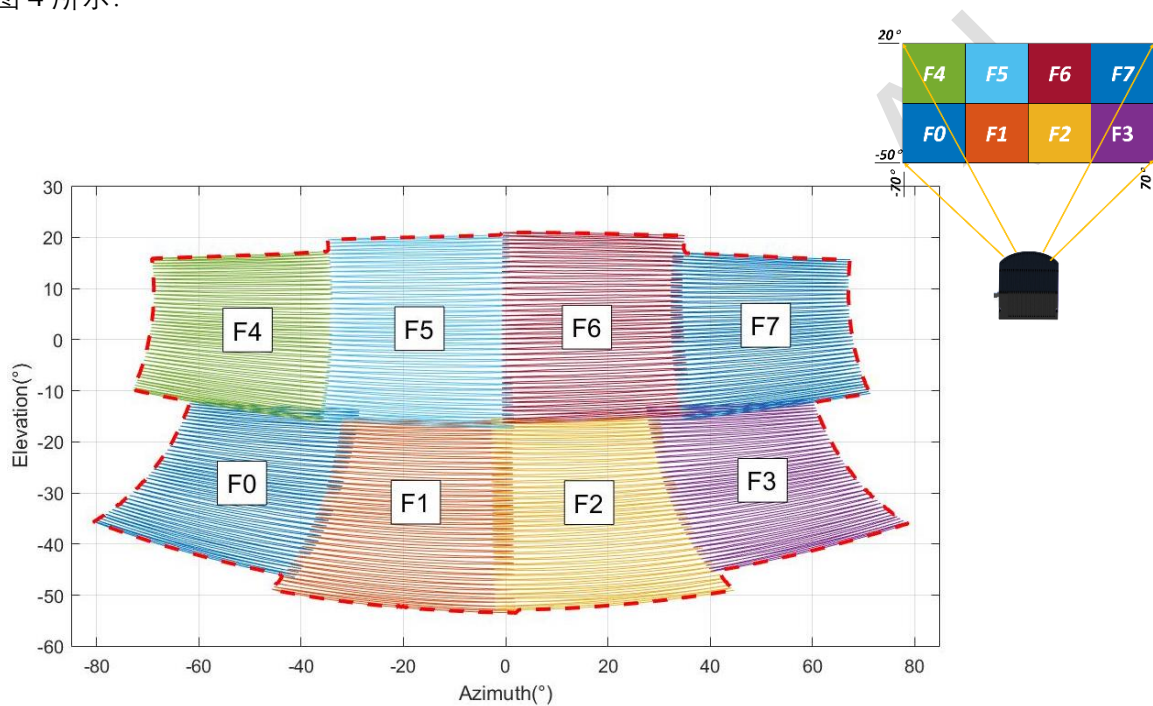


图 4 ML-30s 视场角

视场被分为 8 个区域：F0 ~ F7。每个区域的视场角范围约是 H:35°×V:35°。

## 4.2 扫描

### 4.2.1 扫描窗口和测距原点

扫描窗口为如图 5 所示的浅蓝色区域。在使用过程中请保持扫描窗口干净。为了防止产生干扰，请确保没有东西干扰到近场光区（联系一径科技人员索取 - 【ZVISION】 ML30s 近场光区定义）。测距原点为如图 5 所示红色小点，此外，可在章节 3.4 中查看尺寸信息。

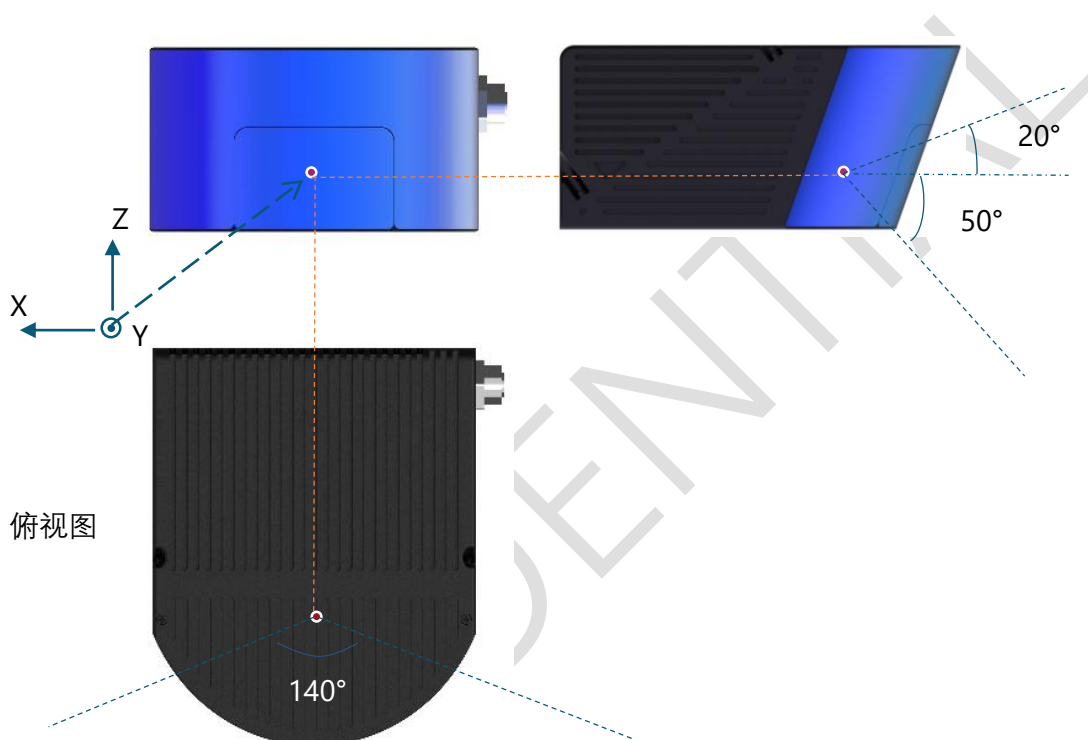


图 5 扫描窗口和测距原点

#### 4.2.2 扫描图样

传感器在视场内的 8 个子视场提供光栅扫描，如下图所示：

每个子视场与相邻区域有一定的重叠，以确保传感器的连续视场。也因此，在重叠区域的点云密度会相应增加。这八块子视场经过仔细标定，具有一致的测距表现。

在扫描视场中的每一个点所对应的角度信息都可以在角度标定文件中找到。

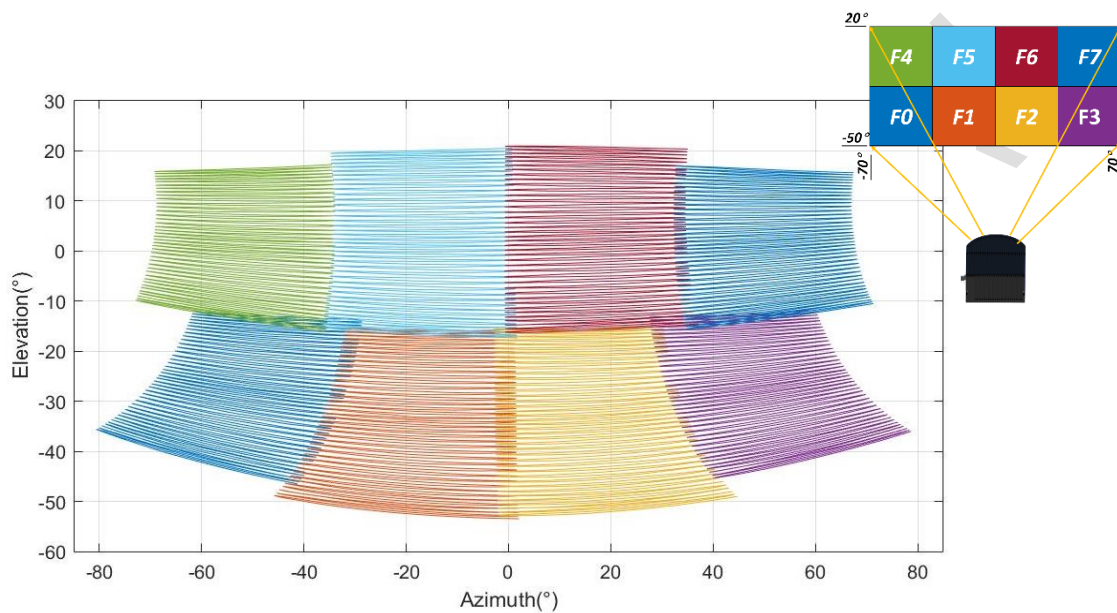


图 6 扫描图样

## 4.2.3 发光顺序

配置项	默认
帧率	10Hz
每帧点数	$320 \times 160 = 51,200$
每秒点数	$51,200 \times 10 = 512,000$
发光间隔	$40\text{ms} / 51,200 = 781.25\text{ns}$

在默认配置下，每秒将有 512000 个光脉冲，也就是每一帧有 51200 个空间点。脉冲发光的时间窗口（Firing Timeslot）如图 7 所示。在每一帧中的每个发光脉冲的间隔为  $40\text{ms} / 51200 = 781.25\text{ns}$ 。

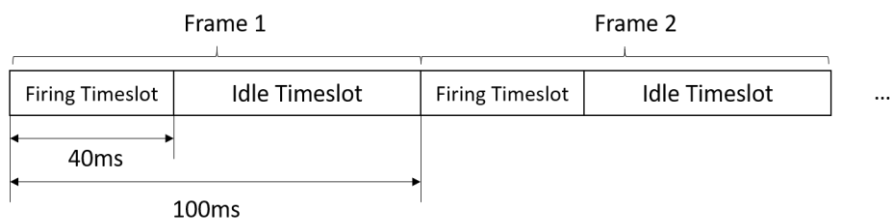


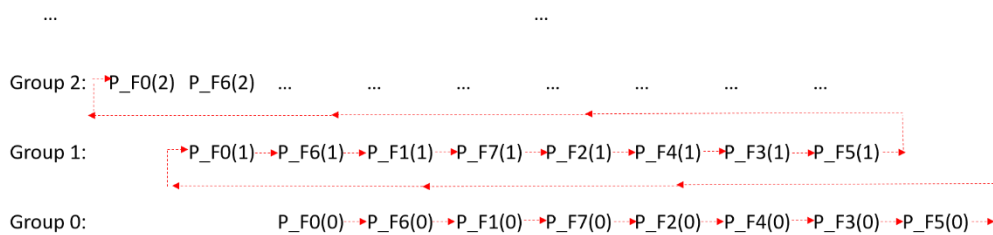
图 7 脉冲发光窗口示意

每个脉冲的发光顺序如图 8 所示。当一帧扫描开始时，在右下角 F0 子视场将会首先发射脉冲 P\_F0(0)，然后其他 7 个子视场的第一个脉冲将会按下图顺序发射（如图 8 中白虚线所示）：

**P\_F0 -> P\_F6 -> P\_F1 -> P\_F7 -> P\_F2 -> P\_F4 -> P\_F3 -> P\_F5**

在以太网通讯中每块区域的 8 个脉冲将被视作一个组，更多信息请查看第六章。

在此之后，每个子视场的第二个脉冲按照上图所示顺序依次进行扫描。



$20^\circ$

$-50^\circ$

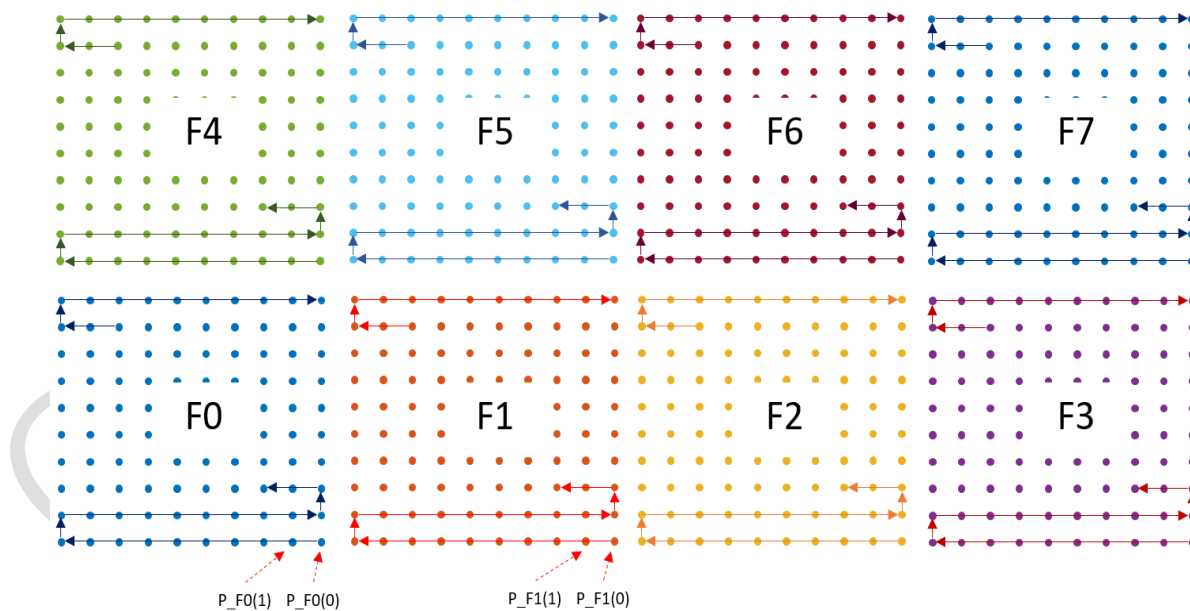
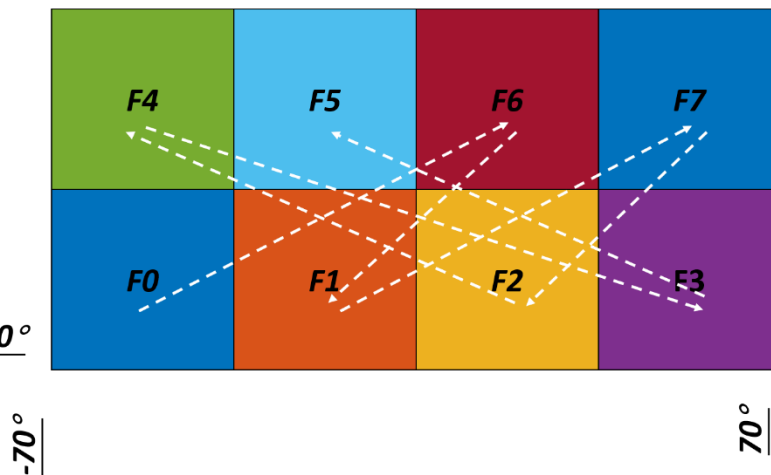


图 8 发光顺序图解



## 5. 入门指南

### 5.1 硬件检查

确保章节 3 中所列的所有项目都在交付包装内。

检查

- 扫描窗口上是否存在有划痕或裂痕
- 传感器整体是否有损坏或破坏

### 5.2 物理连接

经过早期评估，推荐使用 1 拖 3 的线束来连接电源，数据和 GPS。另外，整体连接的线束原理图在附表 8.1 展示。

接口	描述
电源	电源输入为直流电，电压范围 9~36V，最大电流 3A。使用的是 5mm 直流母头，通过连接适配器可以给设备上电。
以太网 (100Base-T1)	使用 RJ45 接头用于 100Mbps 带宽的通讯（包括数据包和控制数据）。在传感器和网络之间连接一个 CAT 5e 或 CAT 6 的以太网线束。
GPS	1 拖 3 线束中 GPS 输入是通过 8-pins 的连接头(SM06B-SRSS-TB)。请在附录中查找更多相关线束信息。 传感器接收\$GPRMC 信号（支持 RS232&TTL）和 PPS 信号(TTL) 注意：ML-30s 仅支持 9600 的波特率

连接方式见图 9。

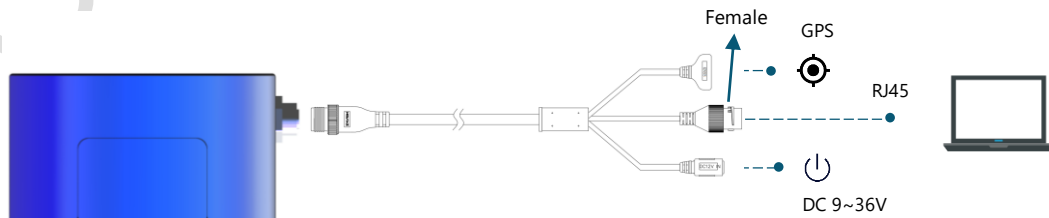


图 9 ML-30s 激光雷达连接方式

### 5.3 配置

如图 9 所示连接激光雷达，上电几秒钟之后传感器将会自动运行。

传感器出厂默认的 IP 地址信息如下：

表 1 IP 地址出厂信息

功能	协议	默认 IP	默认端口
数据传输	UDP	192.168.10.108 (可修改)	2368 (可修改)
控制	TCP/IP		3000 (不可修改)

### 5.3 点云视图

使用 ZVISIONVIEW 可视化工具可以在线或离线查看点云图。

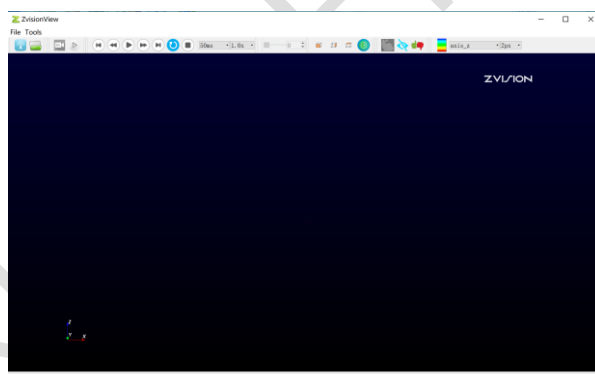


图 10 ZVISIONVIEW 工具界面

## 6. 通信

### 6.1 通信总览

激光雷达通讯包括点云数据传输和控制交互。所有的通讯都是通过 100Base-T1 以太网。

\* 所有数据或控制信号的传输格式都是大端传输。

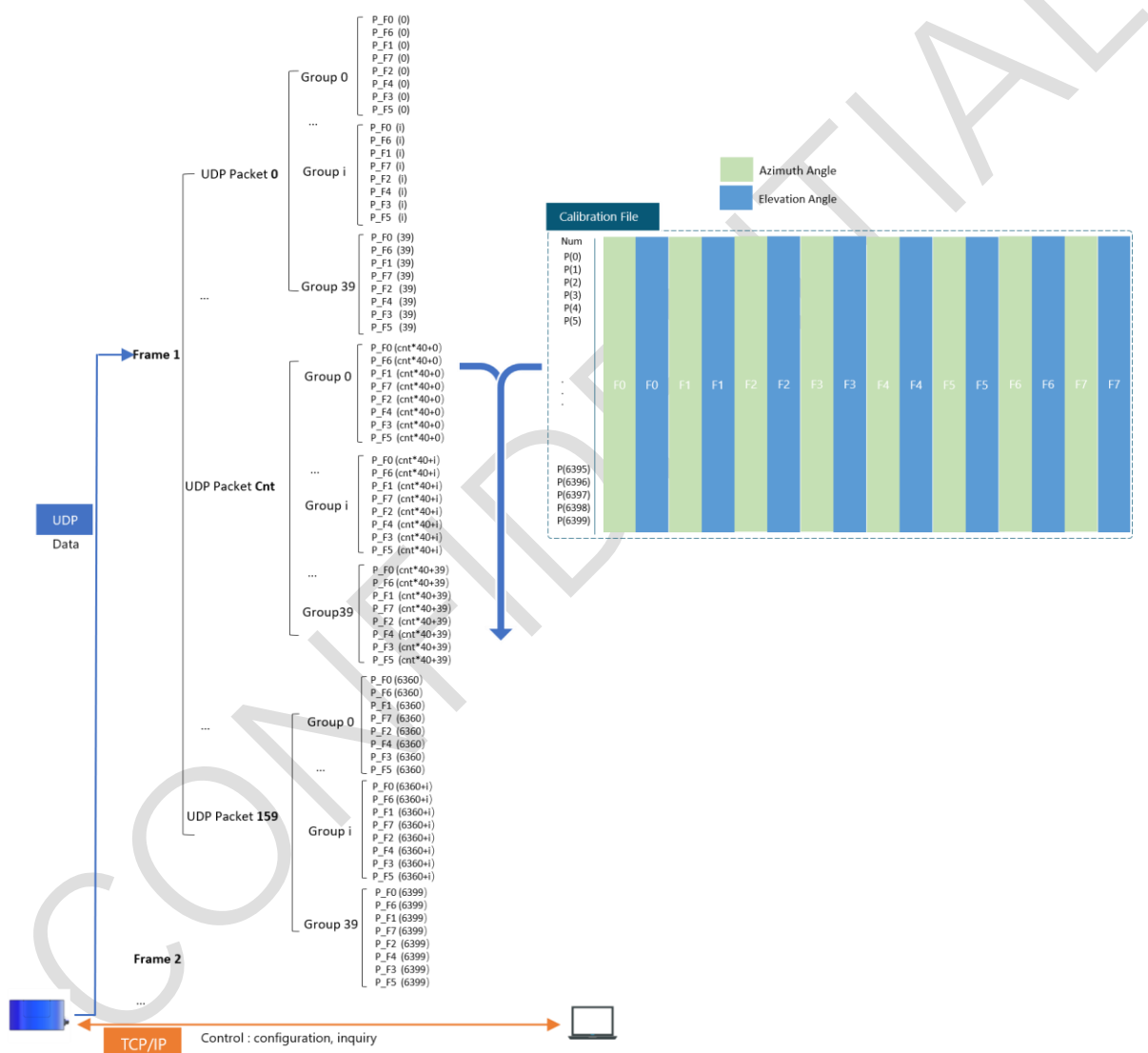


图 11 通讯数据流

通讯数据流如图 11 所示。所有点的原始数据都会按顺序填充 UDP 数据包。所有点的数据和本地角度标定文件中的角度信息会一一对应，从而能够为后续应用提供 3D 信息。对于控制数据，使用的是 TCP/IP 协议。

标定文件能够通过如下方法获取

- (1) 使用 ZVISIONVIEW 从雷达内部下载（可查阅 ZVISIONVIEW 用户手册）
- (2) 使用 API 通过 TCP 获取，或参考提供的 SDK

## 6.2 点云数据

### 6.2.1 UDP 格式

点云数据通过 UDP 包的形式发送，一个 UDP 数据包有 1346 个字节，其中包括 42 个字节的 UDP 报头和 1304 个字节的 UDP 数据，如图 12 所示：

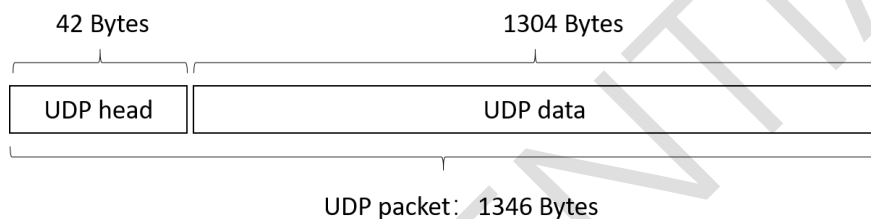


图 12 UDP 数据包结构

UDP 数据由帧起始标志、回波数标志位、GPS 锁定状态、计数位、点云组、时间戳和预留字节组成。如图 13 所示。具体数据格式可见表 2。

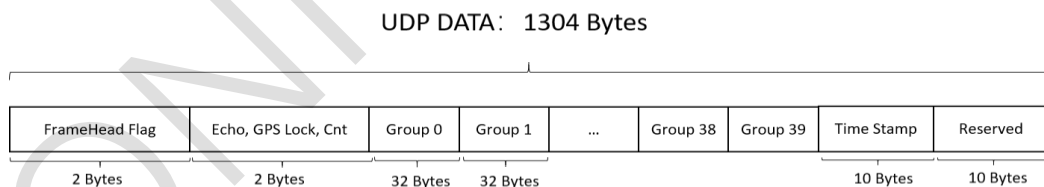


图 13 UDP 数据结构

表 2 UDP 数据说明

UDP 包含项	长度	值	描述	
FrameHead Flag	2bytes	AAAA	代表该 UDP 包中的第一个点是某帧的起始点	帧起始点标志位
		CCCC	非帧起始点	
Echo	2bits	01	回波模式	代表当前激光雷达的工作模式：单回波或者双回波。目前仅支持单回波
GPS lock	2bits	00	GPS 丢失	代表内部时间是否与 GPS/PTP 同步完成
		01	GPS 锁定(接收到 PPS 和\$GPRMC)	
		10	PTP 丢失	
		11	PTP 锁定	
Cnt	12bit	Cnt = 0 ~ 159		代表一当前 UDP 数据包在一帧内的序号，起始于 0

### Group : 32 Bytes

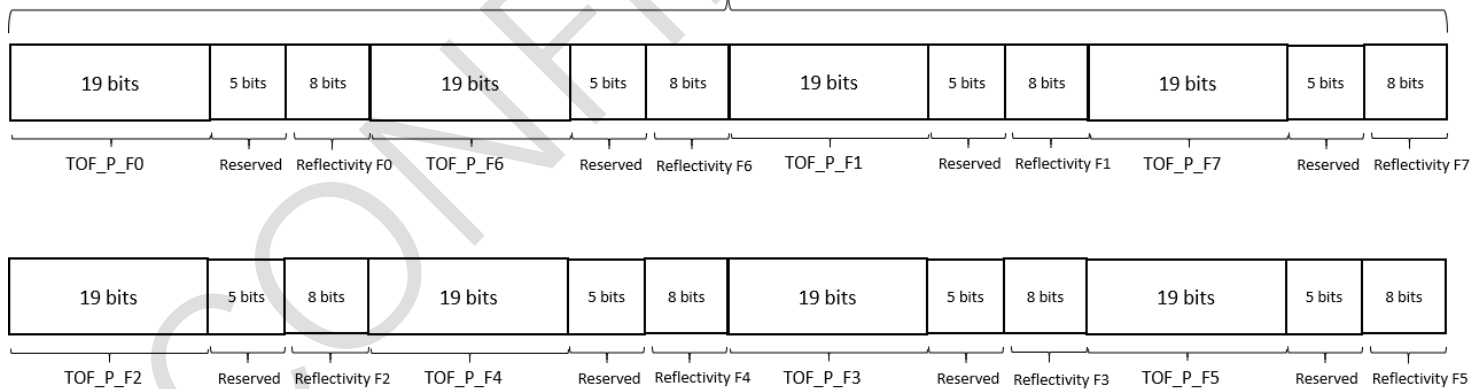


图 14 点云组的数据结构

每个点云组包含如图 6 和图 8 所示的 8 个区域(F0|F6|F1|F7|F2|F4|F3|F5)的 8 组点。每个点都能提供距离和反射率的信息。

每个点数据中，前 19bits 代表飞行时间(TOF, 单位: 10ps)。中间 5bits 是预留位，后 8bits 代表反射率(0~255: 0~100 代表朗伯反射板；100~255 代表 retro 反射)。

飞行时间对应的距离计算公式如下,

P\_Fn (n=0, 1, 2 ... 7)的距离就是:

$$\begin{aligned} \text{Distance\_P\_Fn} &= \text{TOF\_P\_Fn} * 10 * 10^{-12} * 3 * 10^8 / 2 \\ &= 0.0015 * \text{TOF\_P\_Fn} \text{ (m)} \end{aligned}$$

每一个点的方位角和俯仰角可以对应到标定文件中。(更多请看 6.2.2 章节)

## 6.2.2 数据解析

如上面所提到的, 距离和校准后的反射率可以从 UDP 数据中获得。通过使用标定文件中的角度信息, 就可以获得相对笛卡尔坐标系下的位置坐标。每个点对应的角度如下图计算可得。

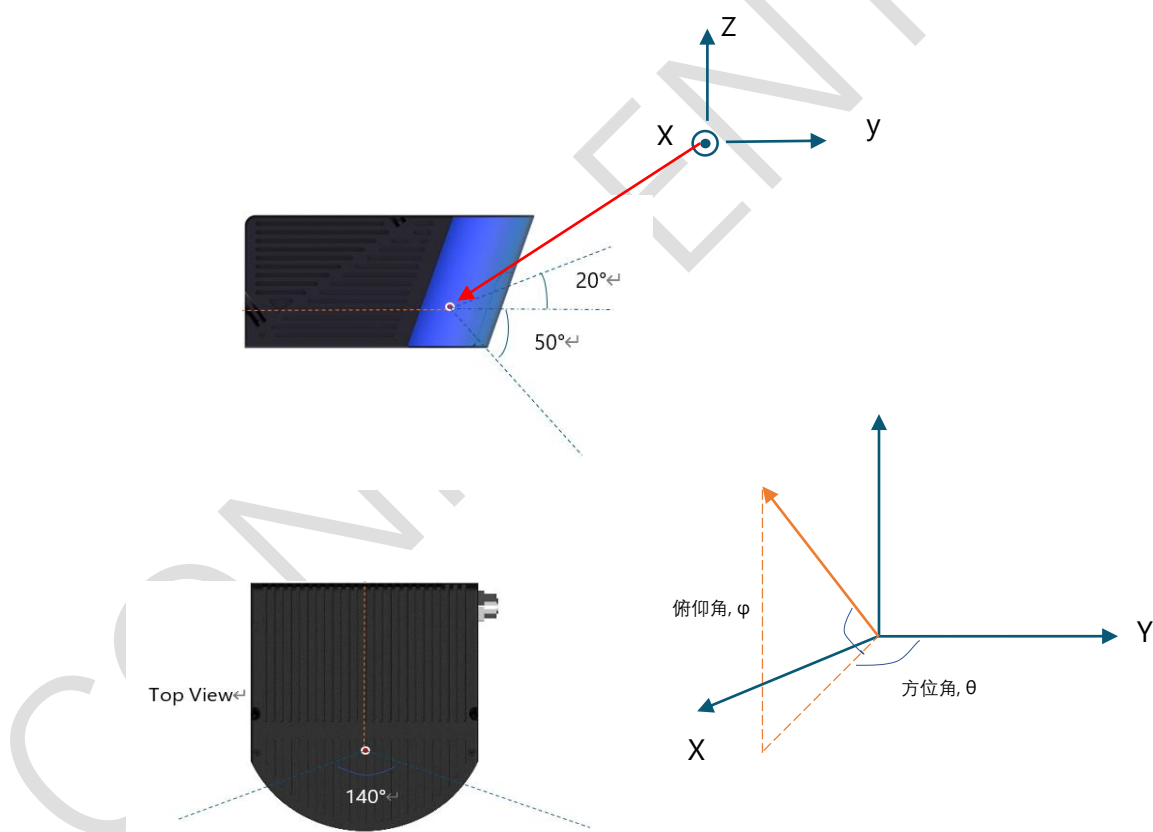


图 15 ML-30s 激光雷达参考系

假定：

Group\_i ( $0 \leq i \leq 39$ ) 是第 Cnt ( $0 \leq \text{Cnt} \leq 159$ )个 UDP 数据包中的第 i 组，

P\_F0, P\_F1, P\_F2, P\_F3, P\_F4, P\_F5, P\_F6, P\_F7 是 Group\_i 中的 8 组点

并且 K 是一个 UDP 数据包中组的个数 (这里 K 取值 40)

所以，

$$\text{Num} = \text{Cnt} * K + i + 1;$$

有了 Num，通过查找文件中的对应行就可以获得方位角和俯仰角，如图 16 所示。

因此，相对笛卡尔坐标系下的 P\_F0 可以通过如下公式获得：

$$X\_P\_L = \text{Distance\_P\_F0} * \sin(\theta\_P\_F0) * \cos(\varphi\_P\_F0);$$

$$Y\_P\_L = \text{Distance\_P\_F0} * \cos(\theta\_P\_F0) * \cos(\varphi\_P\_F0);$$

$$Z\_P\_L = \text{Distance\_P\_F0} * \sin(\varphi\_P\_F0);$$

Num	P_F0 Azimuth	P_F0 Elevation	P_F1 Azimuth	P_F1 Elevation	P_F2 Azimuth	P_F2 Elevation	P_F3 Azimuth	P_F3 Elevation	P_F4 Azimuth	P_F4 Elevation	P_F5 Azimuth	P_F5 Elevation	P_F6 Azimuth	P_F6 Elevation	P_F7 Azimuth	P_F7 Elevation
1	-40.679	-47.235	2.665	-53.421	45.315	-48.216	79.028	-34.624	-35.655	-16.689	1.793	-17.360	37.217	-13.923	71.242	-9.240
2	-40.704	-47.225	2.637	-53.416	45.263	-48.225	78.995	-34.631	-35.687	-16.681	1.754	-17.351	37.172	-13.924	71.187	-9.251
3	-40.773	-47.207	2.558	-53.410	45.167	-48.242	78.926	-34.651	-35.756	-16.670	1.677	-17.343	37.089	-13.928	71.097	-9.268
4	-40.881	-47.183	2.436	-53.405	45.034	-48.265	78.826	-34.683	-35.860	-16.654	1.566	-17.335	36.973	-13.934	70.977	-9.290
5	-41.020	-47.154	2.276	-53.401	44.869	-48.294	78.700	-34.724	-35.991	-16.636	1.427	-17.328	36.829	-13.942	70.829	-9.318
6	-41.186	-47.119	2.087	-53.396	44.678	-48.327	78.552	-34.772	-36.145	-16.615	1.265	-17.321	36.662	-13.951	70.660	-9.349
7	-41.370	-47.081	1.875	-53.393	44.466	-48.364	78.388	-34.826	-36.316	-16.593	1.085	-17.314	36.478	-13.961	70.474	-9.383
8	-41.568	-47.041	1.648	-53.390	44.240	-48.403	78.212	-34.884	-36.499	-16.568	0.892	-17.308	36.281	-13.973	70.274	-9.419
9	-41.772	-46.998	1.413	-53.388	44.005	-48.444	78.030	-34.943	-36.689	-16.543	0.692	-17.302	36.076	-13.986	70.066	-9.457
10	-42.017	-46.949	1.128	-53.387	43.731	-48.491	77.815	-35.015	-36.914	-16.514	0.457	-17.296	35.836	-14.003	69.826	-9.501
11	-42.335	-46.889	0.754	-53.386	43.390	-48.551	77.545	-35.109	-37.199	-16.479	0.161	-17.290	35.538	-14.028	69.531	-9.554
12	-42.713	-46.819	0.308	-53.386	42.994	-48.620	77.229	-35.219	-37.535	-16.439	-0.185	-17.284	35.191	-14.060	69.190	-9.615
13	-43.139	-46.741	-0.195	-53.385	42.552	-48.697	76.873	-35.344	-37.912	-16.395	-0.573	-17.278	34.804	-14.096	68.812	-9.683
14	-43.601	-46.657	-0.742	-53.385	42.074	-48.779	76.488	-35.478	-38.320	-16.347	-0.991	-17.273	34.387	-14.136	68.405	-9.755
15	-44.087	-46.567	-1.317	-53.384	41.572	-48.865	76.082	-35.618	-38.749	-16.297	-1.431	-17.269	33.949	-14.178	67.979	-9.831
16	-44.584	-46.475	-1.905	-53.383	41.056	-48.953	75.663	-35.761	-39.189	-16.246	-1.882	-17.266	33.500	-14.220	67.543	-9.909
17	-45.081	-46.381	-2.491	-53.382	40.536	-49.041	75.240	-35.901	-39.631	-16.195	-2.335	-17.264	33.050	-14.261	67.103	-9.987
18	-45.595	-46.282	-3.096	-53.377	39.994	-49.131	74.798	-36.044	-40.090	-16.141	-2.804	-17.262	32.583	-14.301	66.649	-10.068
19	-46.148	-46.175	-3.747	-53.368	39.411	-49.228	74.319	-36.195	-40.584	-16.084	-3.307	-17.262	32.083	-14.344	66.162	-10.155

图 16 角度文件部分截图

### 6.2.3 点云数据带宽

表 3 带宽计算

项目	值
每帧点数	$320 \times 160 = 51,200$
帧率	10
每秒总点数	$51,200 \times 10 = 512,000$
每个 UDP 数据包点数	320
每个 UDP 数据包大小	1346B (包括 UDP 报头)
总体带宽	$1600 \times 1346 \times 8 = 17.23\text{Mbps}$

## 6.3 控制

通过 TCP 协议对传感器进行查询或者配置，控制端口的 IP 为 192.168.10.108 并且端口号为 3000。

控制的 API 包括：

1. 版本信息
2. IP/端口设置
3. 时间同步设置
4. UDP 目标 IP 设置
5. 角度文件获取
6. S/N 码

当查询信息或配置传感器时，基本原理如下图所示

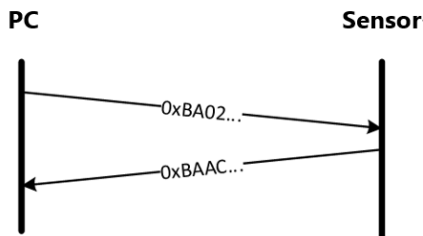


图 17 API 数据流

PC 给传感器发送请求码(e.g. 0xBA02...), 当传感器成功读取到这个请求时, 会回复应答信号(e.g. 0xBAAC...). 当传感器未能读取到请求时, 会回复错误响应信号(e.g. 0xBAAC02xx)。



功能描述	指令	正确响应	错误相应 *(参阅附录)
版本信息	<b>0xBA020100</b> (硬件版本) <b>0xBA020200</b> (软件版本)	0xBAACxxxx xxxx 时版本号	0xBAAC02xx
IP 设置	<b>0xBA03 + IP</b> e.g. IP:192.168.10.108 发送 0xBA03C0A80A6C (需要 IP 转换为十六进制, C0 = 192 A8 = 128 0A = 10 6C = 108)	0xBAAC0000	0xBAAC03xx
UDP 端口设置	<b>0xBA04 + Port</b> e.g. Port:8000 发送 0xBA0400001F40 (端口由 4 个字节组成)	0xBAAC0000	0xBAAC04xx
时间同步设置	<b>0xBA050100</b> PTP <b>0xBA050200</b> GPS	0xBAAC0000	0xBAAC05xx
UDP 目标 IP 设置	<b>0xBA06 + IP</b> e.g. IP:192.168.10.255 发送 0xBA06C0A80AFF (需要 IP 转换为十六进制)	0xBAAC0000	0xBAAC06xx
获取角度文件	1.发送 0xBA070000 2. 接收 BAAC0000,角度文件传输开始 3. 接收另一个 BAAC0000 后传输完成	0xBAAC0000	0xBAAC07xx
SN 码	BA080000	0xBAAC0000+"SN 码"	0xBAAC08xx

注意:

1. 所有指令中的数字均为十六进制编码
2. 重新上电后变更才会生效
- 3.API 已经打包到 SDK 中, 从而方便终端用户。请联系一径科技人员获取 SDK

## 6.4 固件升级

激光雷达固件可以通过以下两种方式升级

(1) ZVISIONVIEW PC 软件

(2) 特定的 API:

### 6.4.1 ZVISIONVIEW

1. 打开 ZVISIONVIEW，在工具栏中选择选择“HardwareConfig”。（保持传感器上电）
2. 输入激光雷达的 IP 地址，i.e. 192.168.10.108
3. 点击“Firmware Upgrade”选择升级文件(\*.pack)
4. 等待升级文件传输完成
5. 上下电重启传感器

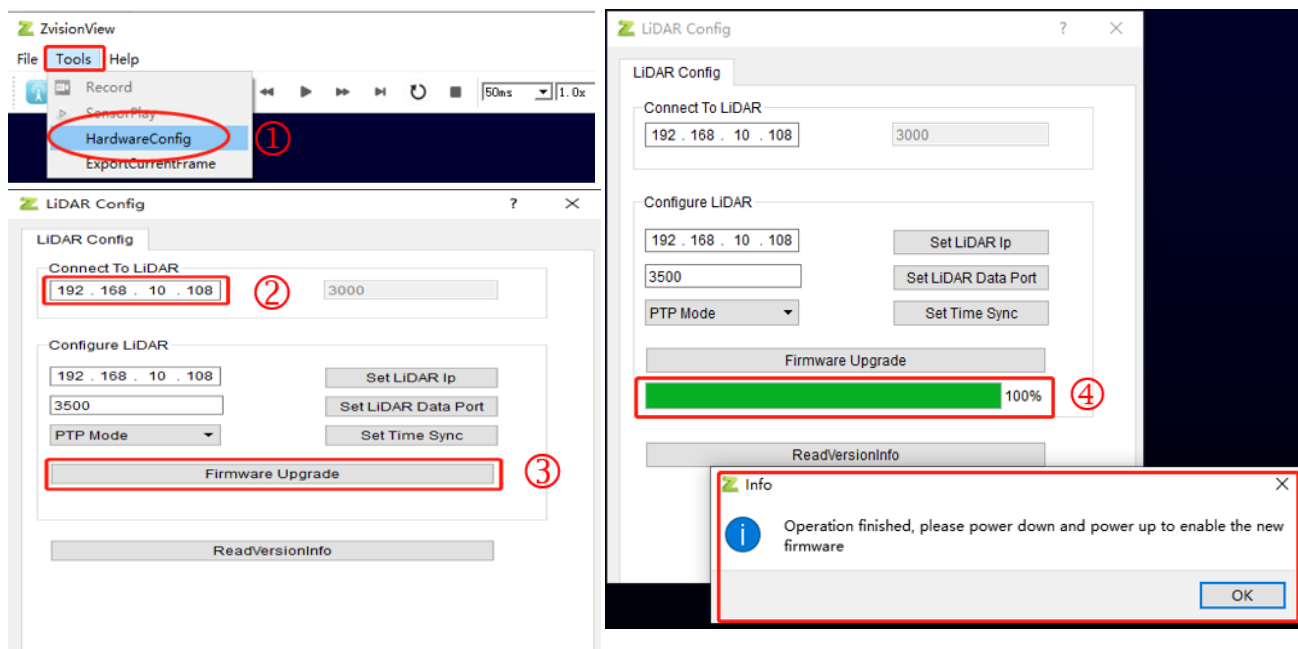


图 18 使用 ZVISIONVIEW 升级步骤

## 6.4.2 API

传感器通过 TCP 的明文协议可以被查询或者配置，需要通过传感器的 IP 为 192.168.10.108 并且端口号为 3000。

使用 API 升级如下所示：

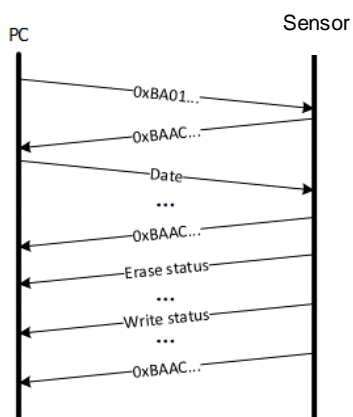


图 19 API 数据流

步骤	指令(PC-传感器)	响应(传感器 - PC)
升级标志	0xBA01+size	正确响应 0xBAAC0000 错误响应 0xBAAC01xx
发送升级数据包	PC 接收 0xBAAC0000 信号后就可以发送升级文件数据包 (推荐: 每个数据包大小 256bytes, 每 100μs 一个数据包)	成功接收所有数据包: 0xBAAC0000 错误相应: 0xBAAC01xx
Nor flash 擦除		传感器会使用如下格式上报擦除程序给 PC: 0xBAAC0000xx xx 代表百分比, e.g. 50% -> 0x32
Nor flash 写入		传感器会使用如下格式上报写入程序给: 0xBAAC0000xx xx 代表百分比, e.g. 50% -> 0x32
升级验证		升级成功: 0xBAAC0000 升级失败: 0xBAAC01xx

注意:

所有指令中的数字均为十六进制编码

升级过程中，不可将激光雷达断电

## 6.5 时间同步和时间戳

### 6.5.1 GPS 同步

ML-30s 使用 GPS 中的\$GPRMC (支持 RS232 和 TTL 等级信号, **波特率 9600**)和 PPS 信号来和其他传感器做时间同步。每一个 UDP 中都会提供时间戳, 从而能推算出每一个激光脉冲的发射时间。

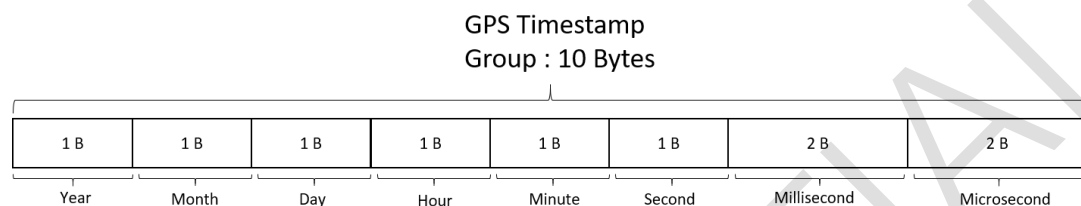


图 20 GPS 时间戳结构

没有 GPS 时, 传感器会在内部时钟下运行, 并且从 1970y:01m:01d:00h:00m:00s 时间开始为每个 UDP 包提供时间戳。

一旦传感器锁定 GPS 之后, 就会根据 PPS 将内部时钟做时间同步。时间戳的时间精度约为 1 微秒。

时间戳中的日期和时间采用的是格林尼治标准时间。

### 6.5.2 PTP 同步

对于 PTP 方式的时间同步, 支持的同步协议为 IEEE 1588v2 PTP 网络协议。当和 PTP 主机同步成功后, 激光雷达的时间戳将会与主机时间保持一致。当没有和 PTP 主机时间同步时, 激光雷达的时间戳显示的是雷达开始的时间。每一个 UDP 数据包中都会提供时间戳, 从而推算出每一个激光脉冲的发射时间。

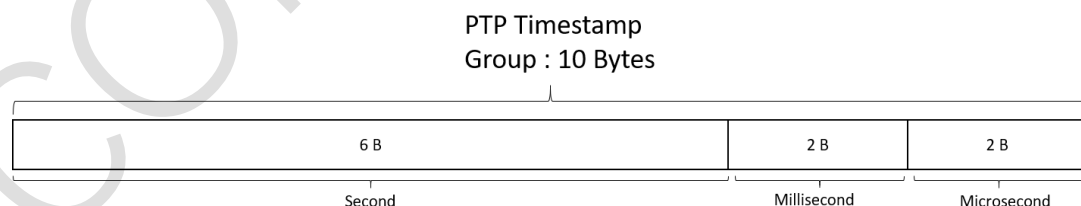


图 21 PTP 时间戳结构

#### 激光雷达默认使用 PTP 时间同步方式

对于激光雷达 PTP 的时间同步方式, 当雷达直接与主机相连时, 同步误差可以控制在 50ns 以内。当通过交换机连接时, 同步误差将会受到交换机种类 (不论是否支持 PTP 协议)、交换机的数据传输性能和网络拥堵情况的影响。激光雷达的默认传输特性是 0, 无法更改。

## 7. 点云可视化工具 – ZVISIONVIEW

---

### 7.1 一般描述

ZVISIONVIEW 工具提供如下功能：

- 在线/离线点云播放
- 多路激光雷达传感器融合
- 点云记录，支持多路传感器
- 双视窗点云图，更好的可视化

请在 **ZvisionView\_UserGuide.ppt** 文档中查找更多信息。

## 8. 附录

### 8.1 线束接插件图解

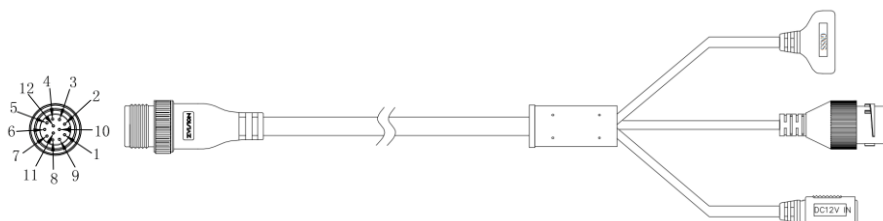
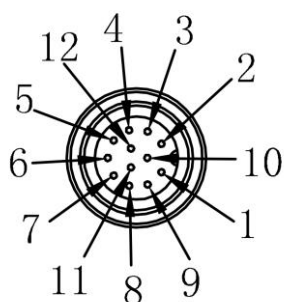
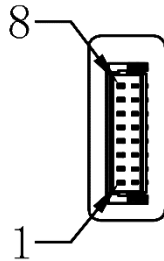


表 4 12pin 脚连接头



c	描述	
1	GND	供电
2	DC Power	
3	GND	GPS
4	5V Output	
5	TX (预留, 暂未可用)	
6	Pulse (TTL)	
7	RX (RS 232, Baud 9600)	以太网
8	-	
9	-	
10	100Base-T1 TRX-	
11	100Base-T1 TRX+	-
12	-	

表 5. GPS 连接头(SM08B-SRSS-TB)



线束 No.	描述
1	Pulse
2	5V Output
3	GND
4	RX
5	GND
6	TX (预留, 暂未可用)
7	GND
8	GND

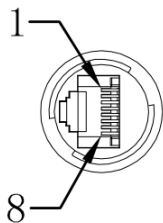


表 6. RJ45

线束 No.	描述
1	TRX+
2	TRX-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-
8	-

## 8.2 错误码

表 7 API 错误码

版本读取 (0x02)	0x01	错误的文件类型	IP 设置 (0x03)	0x01	MTD 打开错误
	0x02	MTD (内存) 打开错误		0x02	读取闪存原始数据错误
	0x03	错误的版本号索引		0x03	闪存擦写错误
	0x04	版本号读取错误		0x04	闪存写入错误
端口设置 (0x04)	0x01	MTD 打开错误	时间同步设置 (0x05)	0x01	MTD 打开错误
	0x02	读取闪存原始数据错误		0x02	读取闪存原始数据错误
	0x03	闪存擦写错误		0x03	闪存擦写错误
	0x04	闪存写入错误		0x04	闪存写入错误
UDP 目标 IP 设置 (0x06)	0x01	MTD 打开错误	角度文件发送配置 (0x07)	0x01	MTD 打开错误
	0x02	读取闪存原始数据错误		0x02	读取闪存原始数据错误
	0x03	闪存擦写错误		0x03	闪存擦写错误
	0x04	闪存写入错误		0x04	闪存写入错误
	0x05	错误的 IP		0x05	错误的 IP
Retro 算法转换 (0x83)	0x01	MTD 打开错误			
	0x02	读取闪存原始数据错误			
	0x03	闪存擦写错误			
	0x04	闪存写入错误			
	0x05	错误的转换数据			