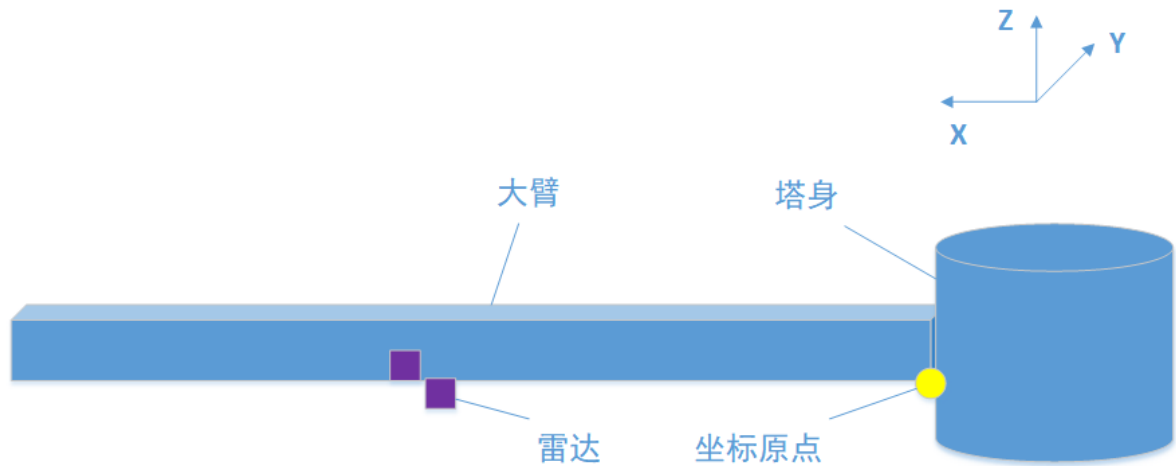


激光雷达扫描到三维点云数据坐标，我们需要将三个激光雷达的坐标系转换到同一坐标系中，由此来判断障碍物与大臂的距离，进行碰撞风险预警。为此，我们需要在我们的系统中建立坐标系：

安装坐标系

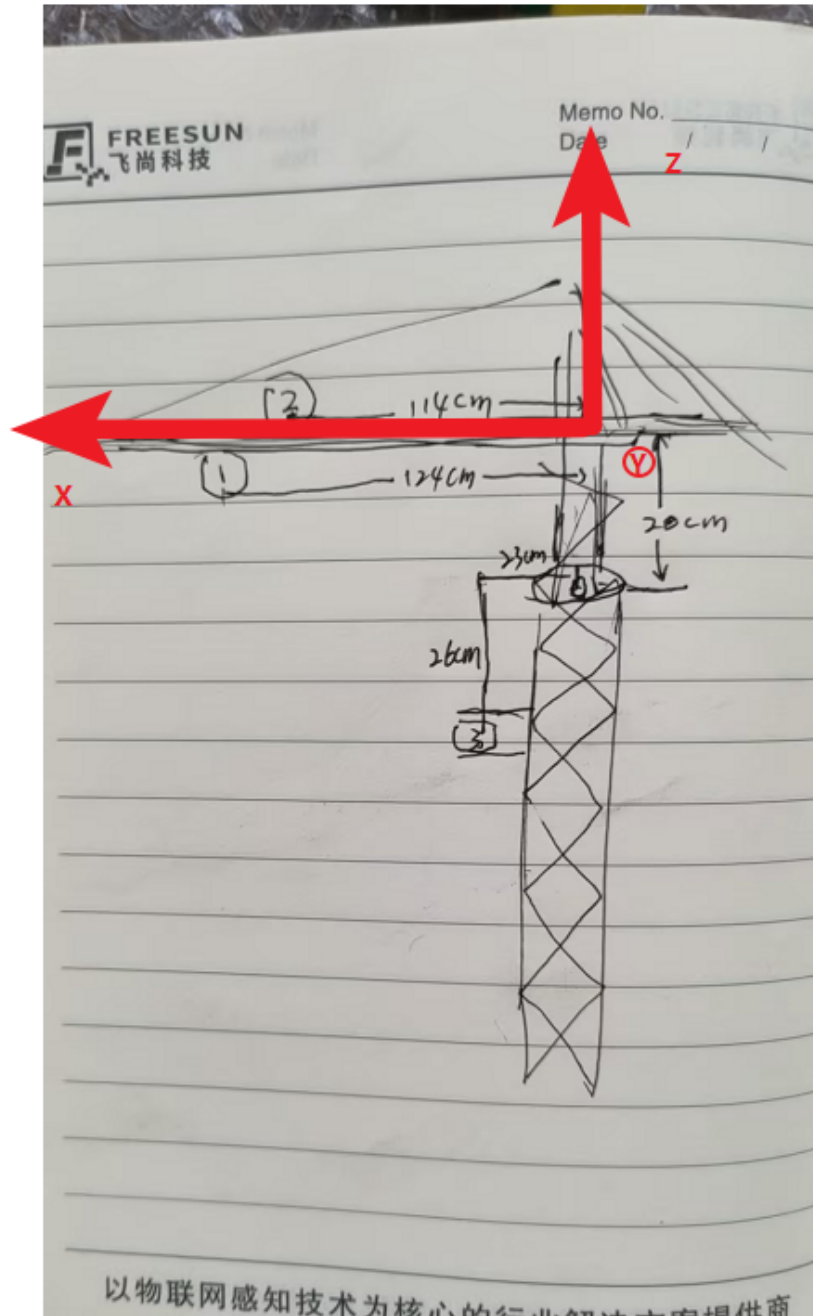
坐标示意图



建立坐标系：

- 塔身和大臂的交界中心点处，位于大臂的下沿，定义为坐标原点
- 平行大臂方向，指向大臂前端为X轴
- 水平垂直于大臂，位于X轴正向左侧的为Y轴
- 向上为Z轴
- 数值单位均为 m（米）

南昌测试环境测量的坐标系坐标



安装现场调试机坐标系图例：

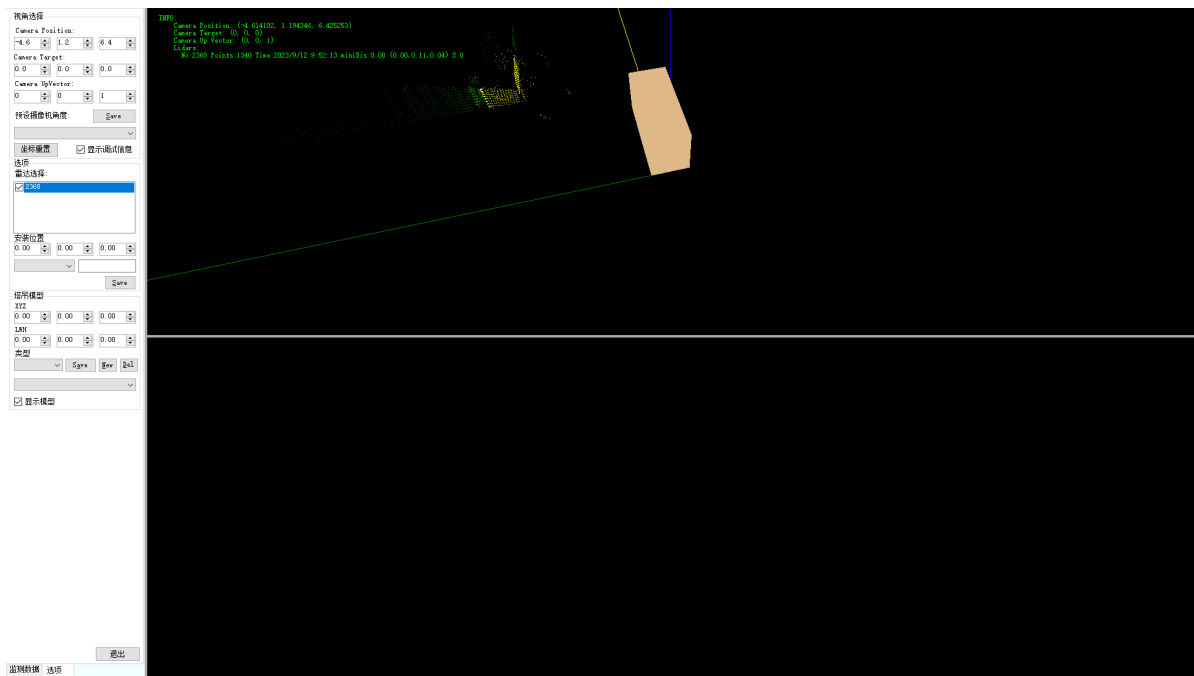


安装要点:

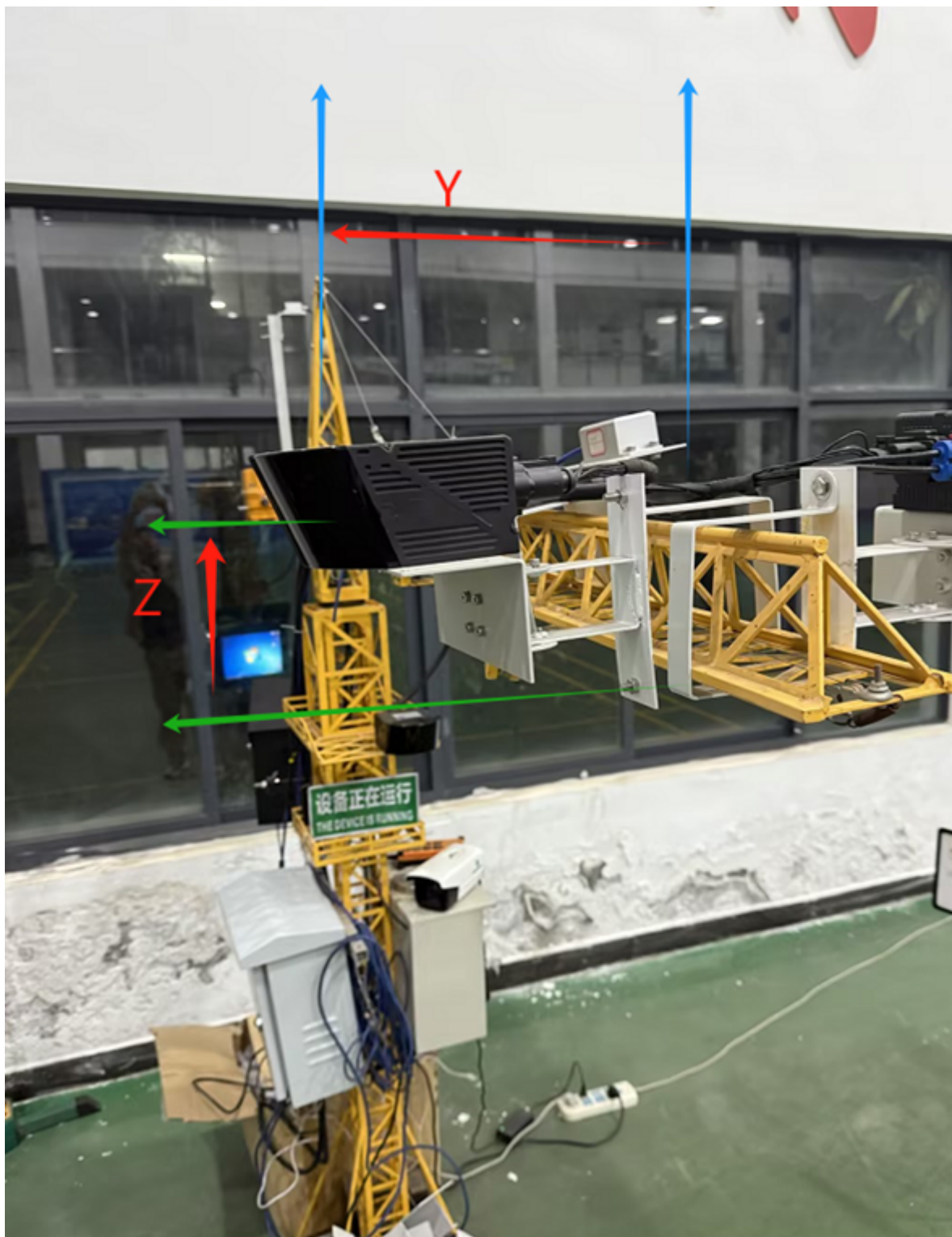
- 激光雷达必须放置水平（需水平尺）
- 2台激光雷达安装必须垂直于X轴（垂直于大臂），另外1台激光需平行于X轴

坐标配置

1. 测量激光雷达的坐标，在【雷达选择】中选中待修改的雷达，修改【安装位置】后点击【保存】。



- 单位均为标准单位（m、角度°）
- 雷达安装位置中，X表示沿着大臂到原点的距离。YZ示意如下图：



2. 建立塔身、大臂模型

建立（多个）长方体模型，代表塔吊塔身、大臂等。需测量大臂的长宽高。

在【塔吊模型】中添加长方体模型块。其中XYZ代表长方体顶点坐标，LWH分别代表长方体长宽高（单位均为m）。

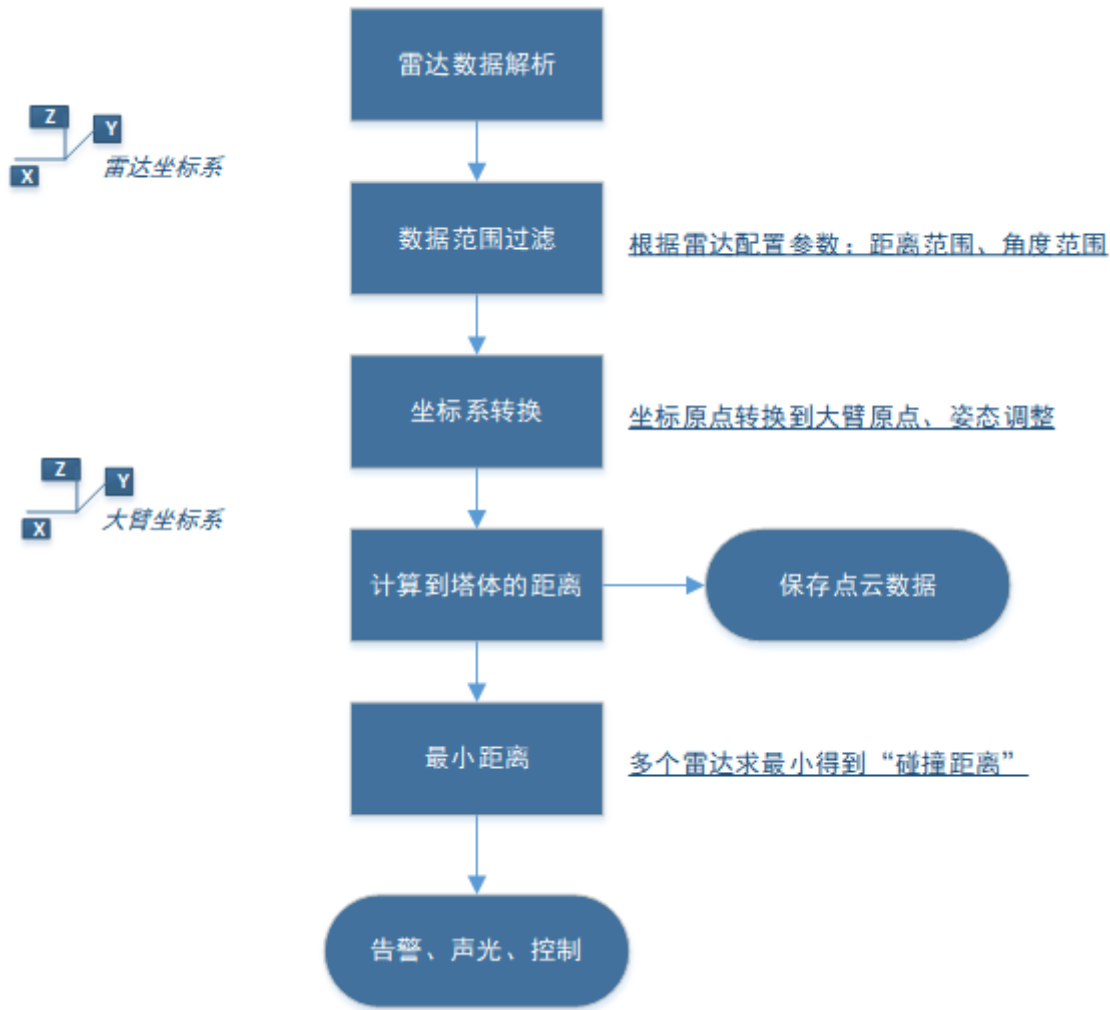
其中【类型】中，`zone` 代表防碰撞本体*（比如大臂），`exclude`代表排除区域（比如后方和地面）。

点击【Save】即保存更新到当前选择的模型中，点击【New】使用当前坐标新建模型，【Del】删除选中模型。

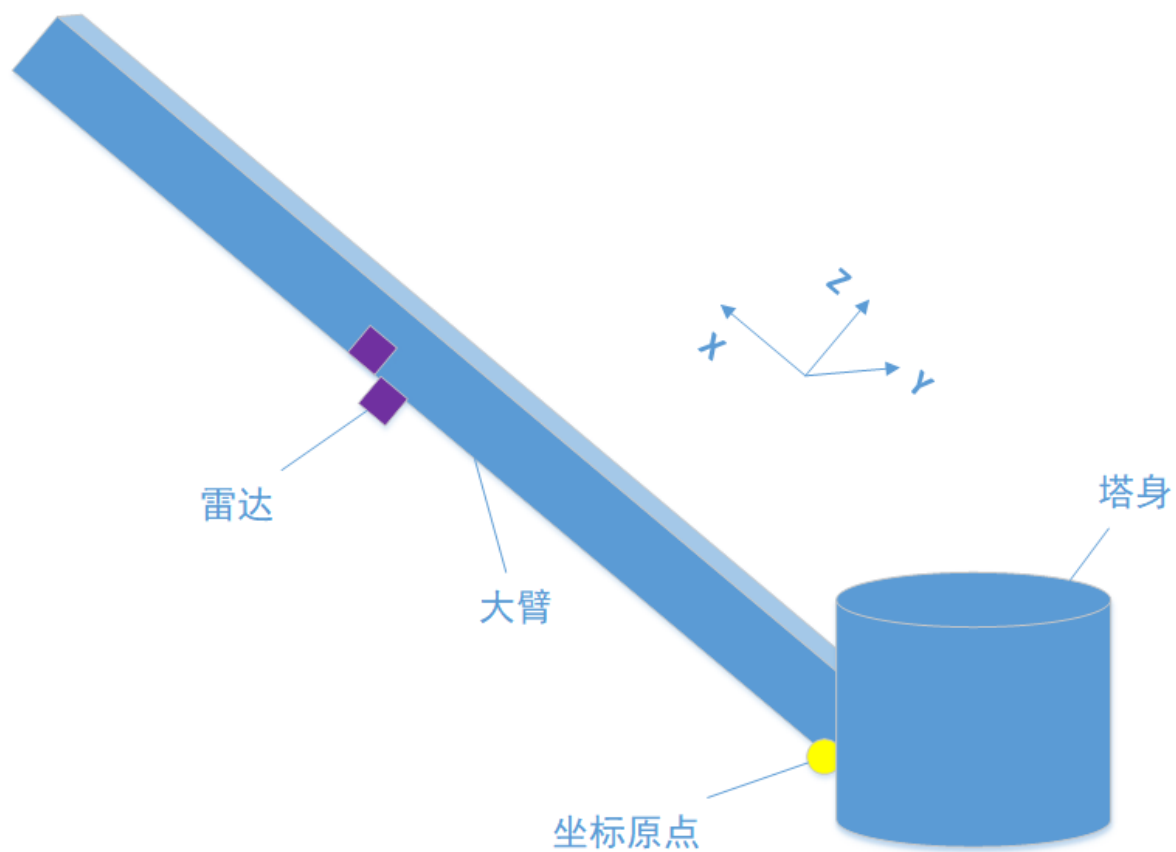
- 在当前项目中，大臂图纸已给，将预置在系统内，不需要额外添加模型。
- 算法中，过滤所有在模型体积内的点，在计算到 `zone` 的距离，求最小距离作为碰撞距离。

计算原理

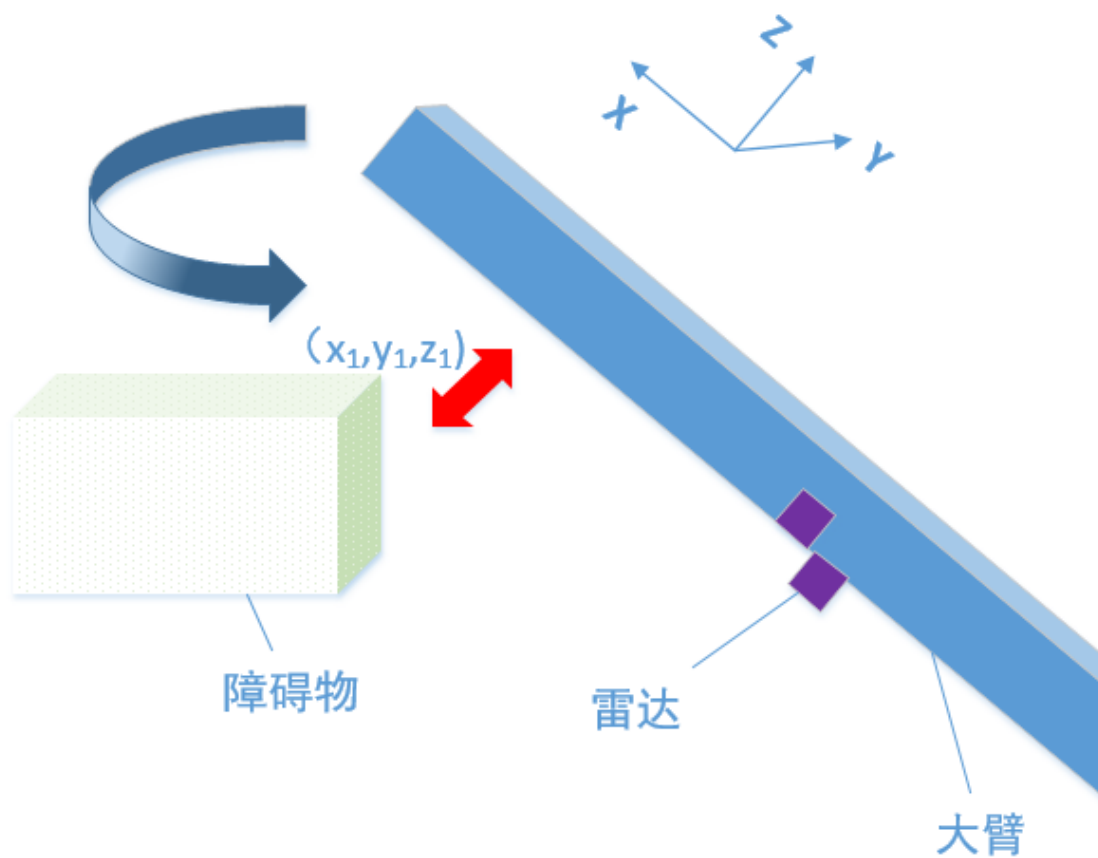
计算过程，会将多个激光雷达LiDar测量的点云数据，转换到以上建立的大臂坐标系中。计算流程大致如下：



在大臂抬起（放下）过程中，雷达坐标系和建立的大臂坐标系不会变，所以计算碰撞距离的过程，跟大臂的俯仰角度无关：

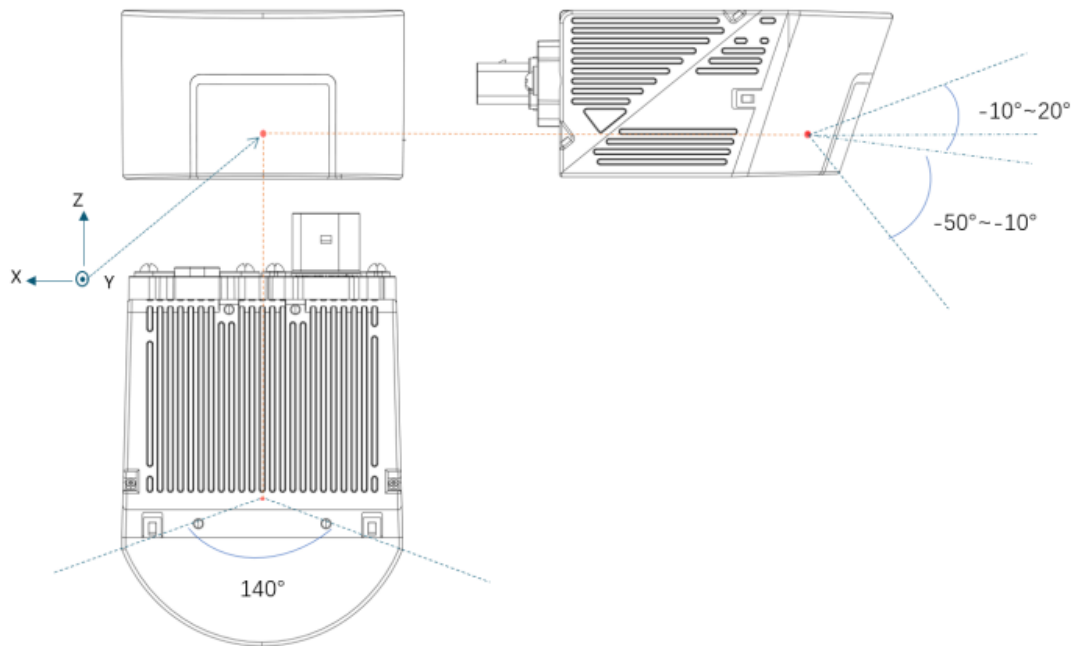


主要计算内容就是进行坐标系的转化，从雷达坐标系转换到大臂坐标系，在计算所有点位到大臂的距离（点到面的距离）



附录

激光雷达的坐标，需要以雷达探头的具体位置为准



HW version ML-30s B Scanning Performance FOV (°)

Horizontal FOV: 140° (-70°~+70°)

Vertical FOV: fov1 (-10°~+20°) fov2 (-50°~-10°)

Resolution HXV: 320 X 160

Detection Distance (m) 20m @ Reflectivity=10% fov1 14m @ Reflectivity=10% fov2

Maximum Distance (m) 45m

Minimum Distance (cm) 20cm R

Measurement Accuracy (cm) 3cm @ 1σ

Ranging Accuracy (cm) +/- 3cm (for distance >= 1m, applied to Lambertian reflection)

Frame Rate (FPS) 10 Operation

Operating Voltage (V) 9-36

Operating Temperature (°C) -40 ~ 85

Power Consumption ~16W @ 25 °C

Environment Protection IP67 (optical window: IP67 & IP69K)

Sun Resistant (lux) 100k Wavelength 905nm Mechanics Dimension (mm) 13711066

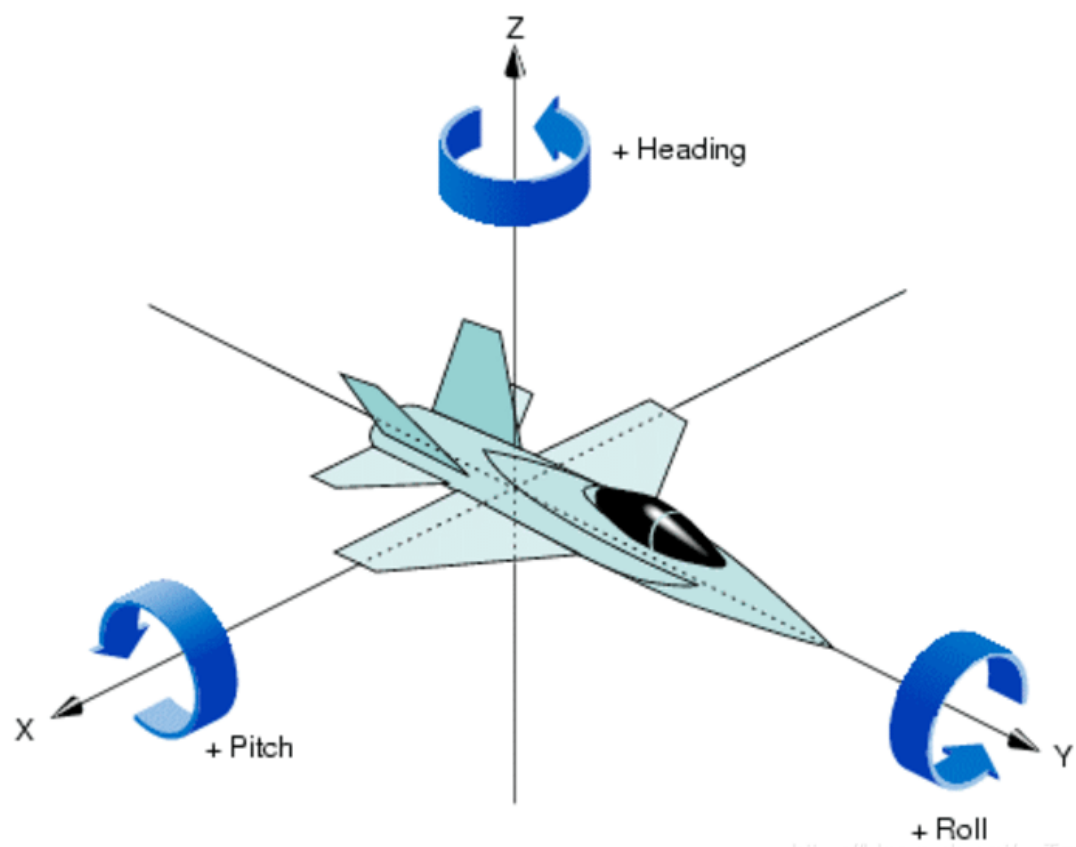
Weight (Kg) ~1.2 Connection Amphenol 2-pin connector: 100base-T1 Amphenol 8-pin connector:
Power, GPS, Enable pin Data Data Interface 100Base-T1 (Data: UDP; Control: TCP) Data Type
Distance, Calibrated reflectivity, Azimuth & Elevation Angle, Timestamp Point per second 512,000
points per second Time Synchronization GPS(PPS & GPRMC) / PTP (IEEE 1588 V2 & 802.1as)

HW version		ML-30s B
Scanning Performance	FOV (°)	Horizontal FOV: 140° (-70°~+70°) Vertical FOV: fov1 (-10°~+20°) fov2 (-50°~+10°)
	Resolution	HXV: 320 X 160
	Detection Distance (m)	20m @ Reflectivity=10% fov1 14m @ Reflectivity=10% fov2
	Maximum Distance (m)	45m
	Minimum Distance (cm)	20cm
	Repetition Accuracy (cm)	3cm @ 1σ
	Ranging Accuracy (cm)	+/- 3cm (for distance >= 1m, applied to Lambertian reflection)
	Frame Rate (FPS)	10
Operation	Operating Voltage (V)	9-36
	Operating Temperature (°C)	-40 ~ 85
	Power Consumption	~16W @ 25 °C
	Environment Protection	IP67 (optical window: IP67 & IP69K)
	Sun Resistant (lux)	100k
	Wavelength	905nm
Mechanics	Dimension (mm)	137*110*66
	Weight (Kg)	~1.2
	Connection	Amphenol 2-pin connector: 100base-T1 Amphenol 8-pin connector: Power, GPS, Enable pin
Data	Data Interface	100Base-T1 (Data: UDP; Control: TCP)
	Data Type	Distance, Calibrated reflectivity, Azimuth & Elevation Angle, Timestamp
	Point per second	512,000 points per second
	Time Synchronization	GPS(PPS & GPRMC) / PTP (IEEE 1588 V2 & 802.1as)

通过电子罗盘仪测量坐标系，其中电子罗盘仪的三个值分别是：

Heading(方位角度)、Pitch（俯仰角度）、Roll（横滚角度）。

- 方位角度 (Heading)：** 方位角度通常用于描述物体相对于地理北方的旋转。在建立坐标系时，你可以将地理北方作为参考方向，然后使用方位角度来表示物体相对于北方的旋转角度。通常，0度表示北方，90度表示东方，180度表示南方，270度表示西方。
- 俯仰角度 (Pitch)：** 俯仰角度表示物体绕横轴（通常是X轴）旋转的角度。正的俯仰角表示物体向上旋转，负的俯仰角表示物体向下旋转。在建立坐标系时，俯仰角度可以用来描述物体相对于水平面的倾斜。
- 横滚角度 (Roll)：** 横滚角度表示物体绕纵轴（通常是Z轴）旋转的角度。正的横滚角表示物体向右旋转，负的横滚角表示物体向左旋转。横滚角度通常用于描述物体的侧倾。



https://blog.csdn.net/a_Treasure