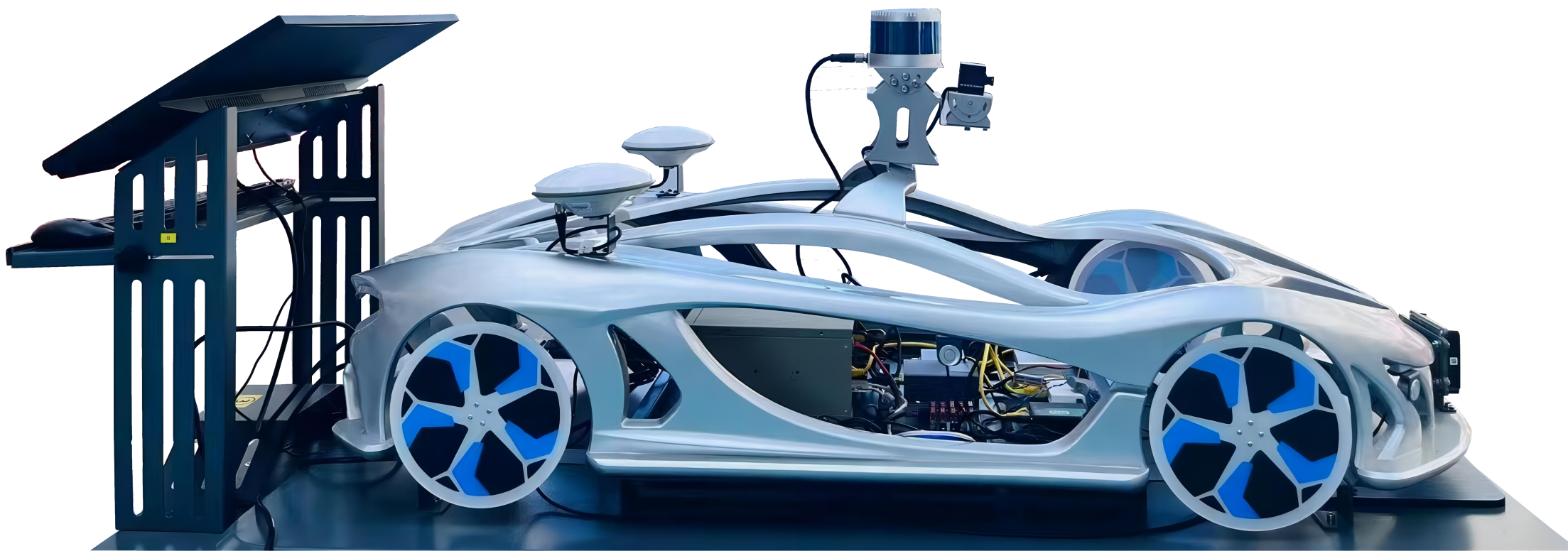


任务二 智能汽车激光雷达装配与调试

学习活动1 激光雷达的装配



组织教学

- 1、考勤
- 2、检查学生实训工装、精神状态
- 3、强调6S与实训安全
- 4、角色分工



思政教育

- 1、通过了解激光雷达发展，学习我国“两弹一星”科学家的精神，激发学生追求科学进步的精神；
- 2、激发学习兴趣，并立志投身科技强国建设当中。

进步





任务来源

我校校企合作单位“**蚂蚁侠科技（深圳）有限公司**”接到**4台MYAuto--003环境传感器小车**装配与调试的生产订单，现委托我校校中厂“**深圳市XXX汽车修理厂**”完成环境传感器的装配与调试，前期已完成视觉传感器的装配与调试，现要求完成**激光雷达的装配，并通过质量检验。**





任务来源

一体化课程

学习任务

学习活动

智能汽车环境感知传感器装配与调试

学习任务一：智能汽车视觉传感器装配与调试

学习任务二：智能汽车激光雷达装配与调试

学习任务三：智能汽车超声波雷达装配与调试

学习任务四：智能汽车毫米波雷达装配与调试

学习任务五：智能汽车惯性导航装配与调试

1.激光雷达的装配（4课时）

2.激光雷达内参标定

3.激光雷达外参标定

4.激光雷达装调过程异常处理



学习目标

知识目标

- 1.能描述激光雷达的**结构、测距原理、特点、分类、应用及技术指标**;
- 2.能通过**阅读及分析**“智能汽车环境感知传感器装配图、线路图”**确定激光雷达安装要求及线束连接顺序**;
- 3.能通过观看“激光雷达装配”视频**确定装配流程**。

能力目标

- 1.小组协作完成激光雷达装配流程图的制作、优化、汇报;
- 2.能根据激光雷达装配与调试配件清单,**清点并检查配件**;
- 3.能使用卷尺、水平仪**确定激光雷达安装高度及水平角度**。

素养目标

- 1.能够自觉**遵守法律、法规**以及技术标准规定;
- 2.能培养认真负责的态度以及弘扬**持之以恒**的精神;
- 3.能够与同学和教师建立良好的合作关系,具备良好的**团队协作**精神;
- 4.能够在实际操作过程中,培养动手实践能力,培养**质量意识、安全意识、节能环保意识、规范操作意识及创新意识**。

思政目标

- 1.激发学习兴趣,并立志投身**科技强国建设**当中;
- 2.通过贯彻高标准技术规范,培养**精益求精**的工匠精神;
- 3.通过了解激光雷达发展,学习我国“两弹一星”科学家的精神,激发学生追求**科学进步**的精神。



一、识读任务书，明确任务要求。

蚂蚁侠科技（深圳）有限公司任务通知单			
客户名称	蚂蚁侠科技（深圳）有限公司	具体地址	广东省深圳市坪山区龙田街道
联系人	XXX	联系电话	1576739XXXX
设备型号	MYAuto--003	数量	4 台
下达日期	XXXX 年 XX 月 XX 日		
任务要求	根据提供的智能汽车环境感知传感器装配图、线路图完成激光雷达装配与调试，并参照行业、企业要求，完成最终检验。		
派遣工程师	XXX	联系电话	1597599XXX
完成日期	XXXX 年 XX 月 XX 日		
责任人	XXX		



二、相关知识学习。

(一) 激光雷达认知

1. 激光雷达定义

激光雷达（LiDAR）是一种以激光为辐射源的主动探测器，被广泛用于无人驾驶汽车和机器人领域，被誉为广义机器人的“眼睛”，通过测距和测角来实现探测目的。是通过激光测距技术探测环境信息的主动传感器的统称。激光雷达是工作在光波段的雷达，它利用光波段的电磁波先向目标发射探测信号，然后将其接收到的同波信号与发射信号相比较，从而获得目标的位置（距离、方位和高度）、运动状态（速度、姿态）等信息，实现对目标的探测、跟踪和识别。





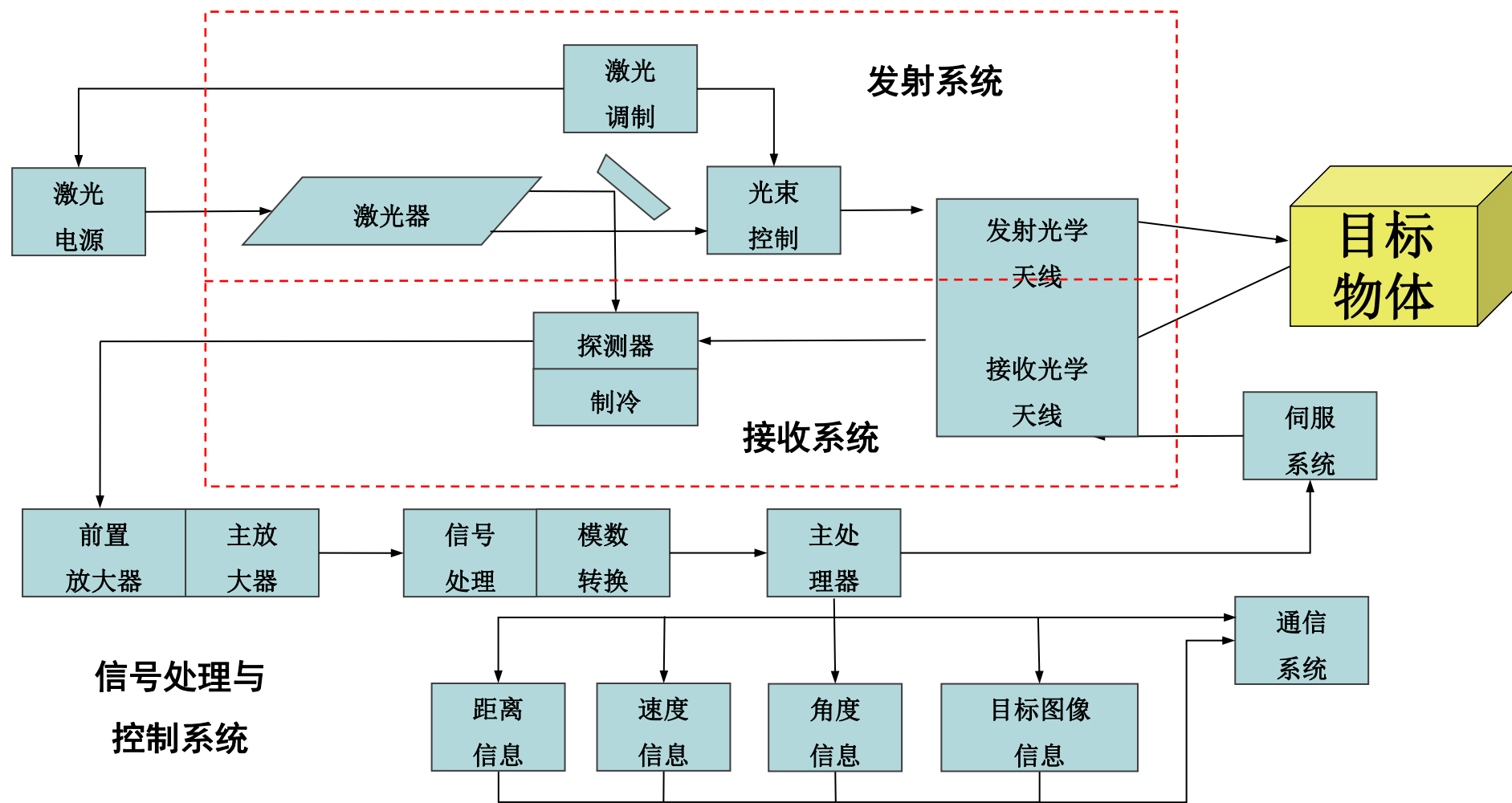
2.激光雷达作用

车载激光雷达主要作用于自动驾驶上，也就是未来的无人驾驶，不过目前仅为自动驾驶辅助所应用。激光雷达在汽车上主要以多线束为主，可以起到帮助汽车感知道路环境，自行规划行车路线，并控制车辆达到预定目标的作用。比如根据激光遇到障碍物后的折返时间，计算目标与自己的相对距离，从而可以帮助车辆识别路口与方向。



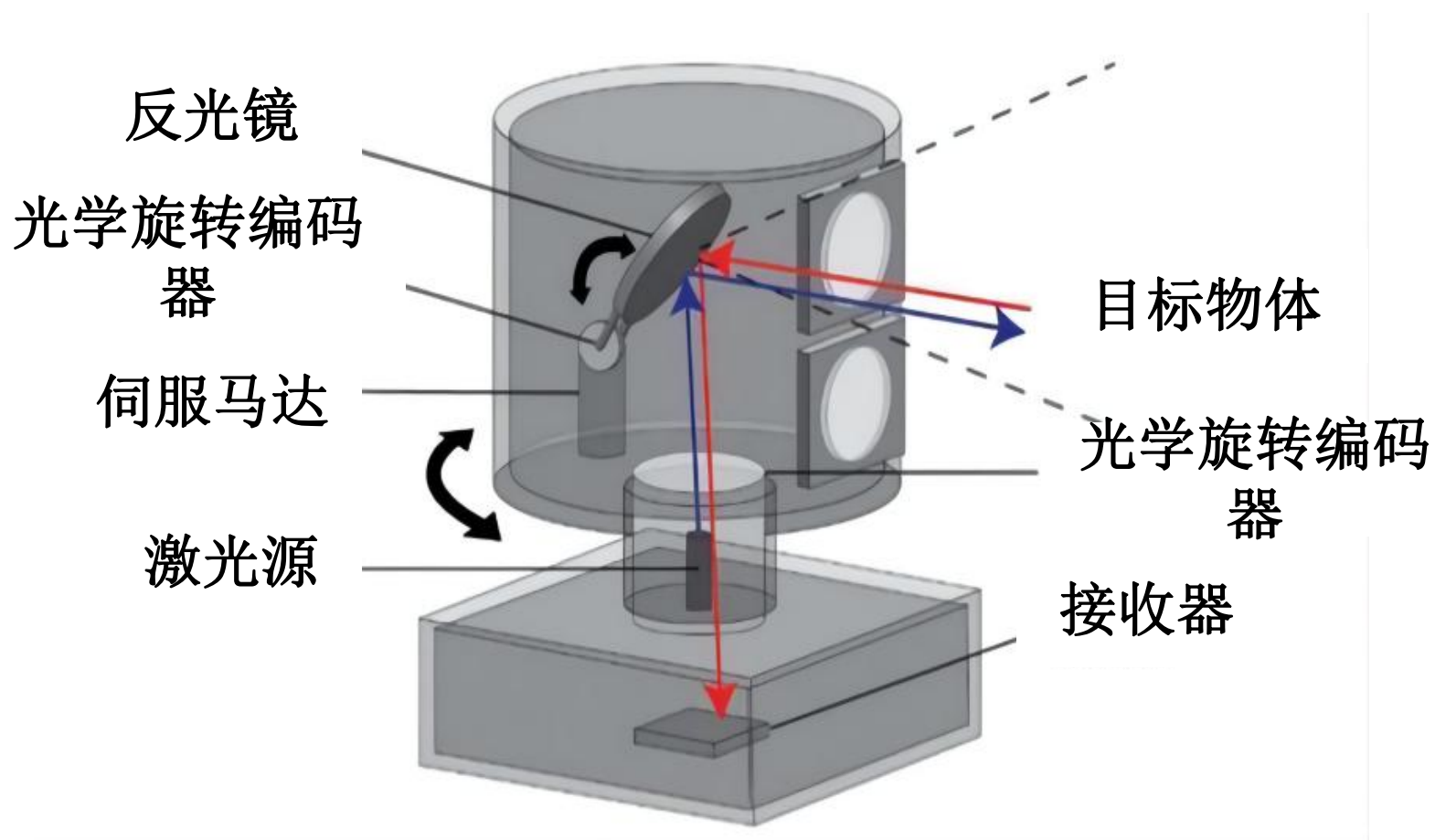
3.激光雷达组成

激光雷达的组成如图所示，主要由发射系统、接收系统以及信号处理与控制系统组成。





机械激光传感器结构如下所示：





Velodyne一款64线的激光雷达，主要由上下两部分组成。每部分都发射32束的激光束，由两块16束的激光发射器组成。威力登（Velodyne）公司的机械式激光雷达HDL-64E的结构如图所示。

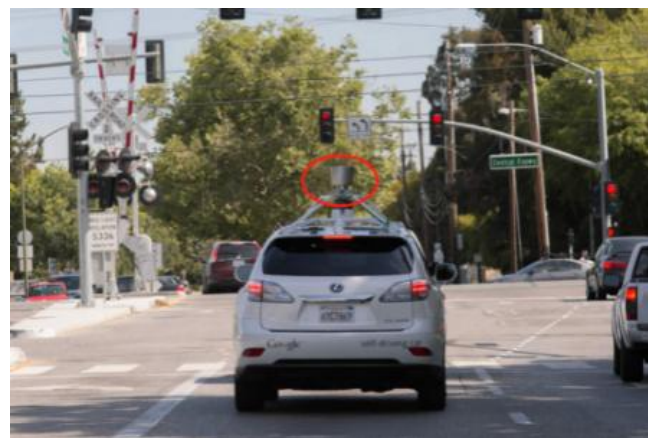




4.安装位置（车顶）

特点：站得高、望得远、看得广，安全度高。

将激光雷达安放在车顶，起到车企想要达到“望得远”"的效果。面对复杂的路况，显然位置越高越有利于监视更远的道路情况，提前做好预判。安装的位置达到一定高度时，可以实现越过前车探测到前前车的情况。将激光雷达安放在车顶，能够避免甩泥、飞石、剐蹭等突发性事件的发生。但这种安装方式对车辆的外观造型也会存在较大的争议。





4.安装位置（车的四周）

特点：兼顾造型审美、保障近场低矮障碍物盲区。

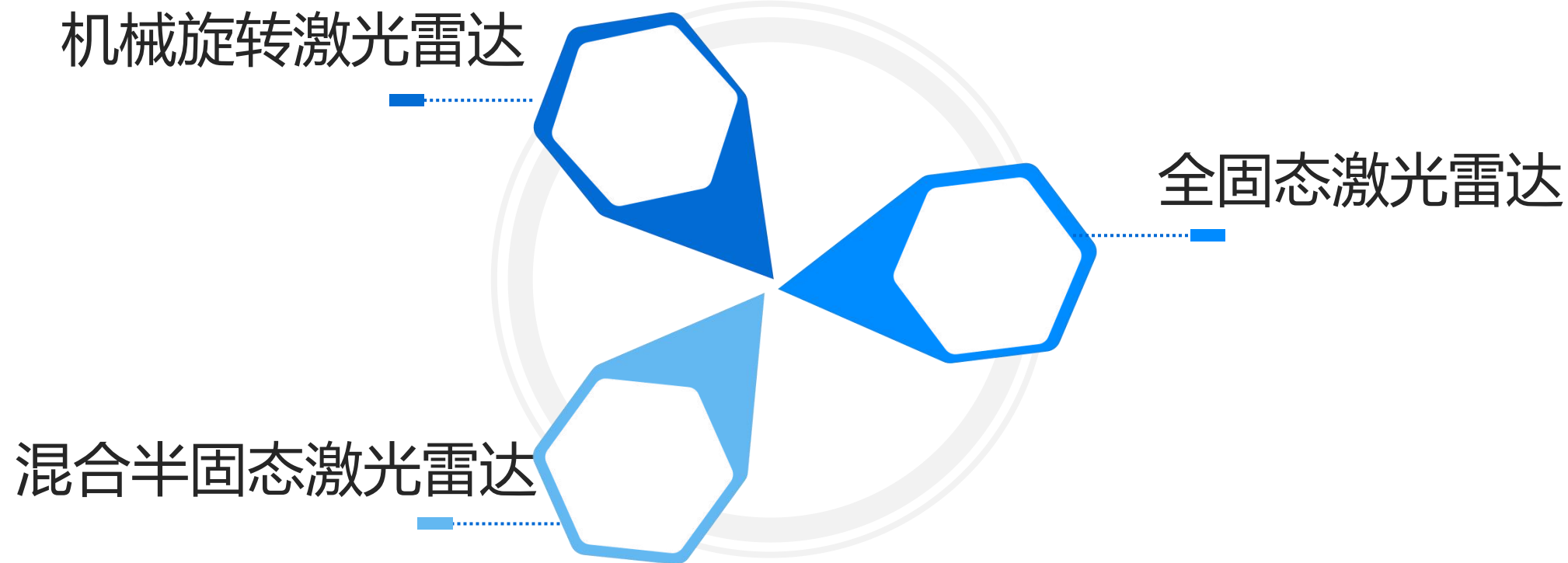
这种方式几乎完美地将激光雷达起到了隐藏效果。将激光雷达安置在保险杠位置，垂直方向上视野盲区更小，对近场低矮障碍物的识别更好。但由于安装位置的过低，对于激光雷达的视野扫描范围而言肯定是有了一定弊端，免不了会出现遮挡以及盲区。





5.激光雷达分类

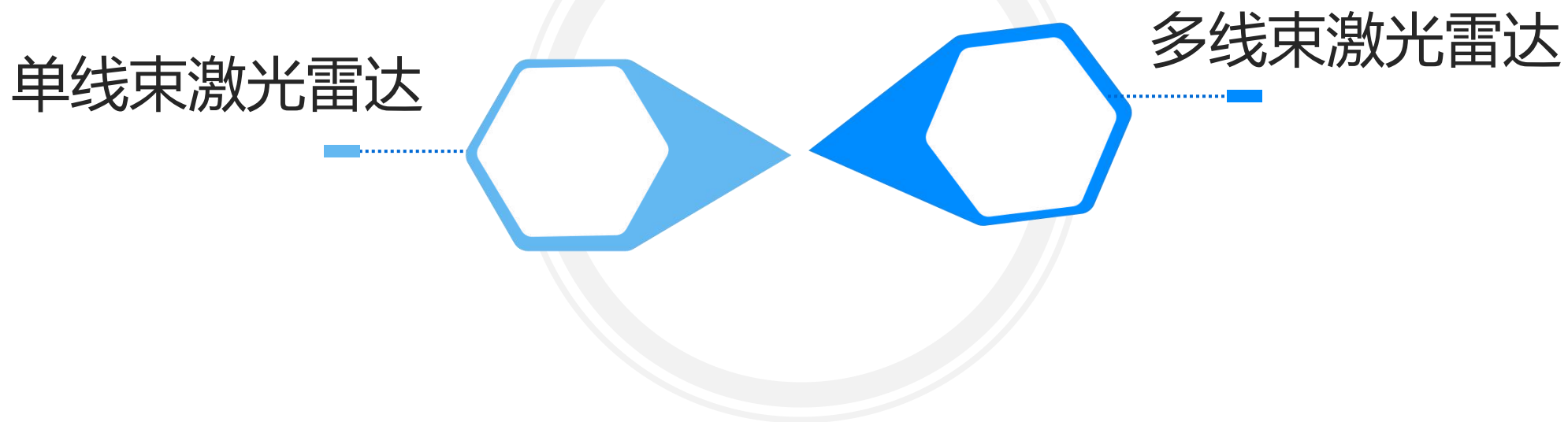
(1) 按结构不同分





5.激光雷达分类

(2) 按线束不同分





6.激光雷达优点

探测范围广。

低空探测性能好

可全天候工作

信息量丰富

分辨率高

体积小质量轻



7.激光雷达缺点

首先，工作时受天气和大气影响大。

其次，由于激光雷达的波束极窄，在空间搜索目标非常困难，直接影响对非合作目标的截获概率和探测效率，只能在较小的范围内搜索、捕获目标，因而激光雷达较少单独直接应用于战场进行目标探测和搜索。

另外，激光雷达不能识别交通标志和交通信号灯。



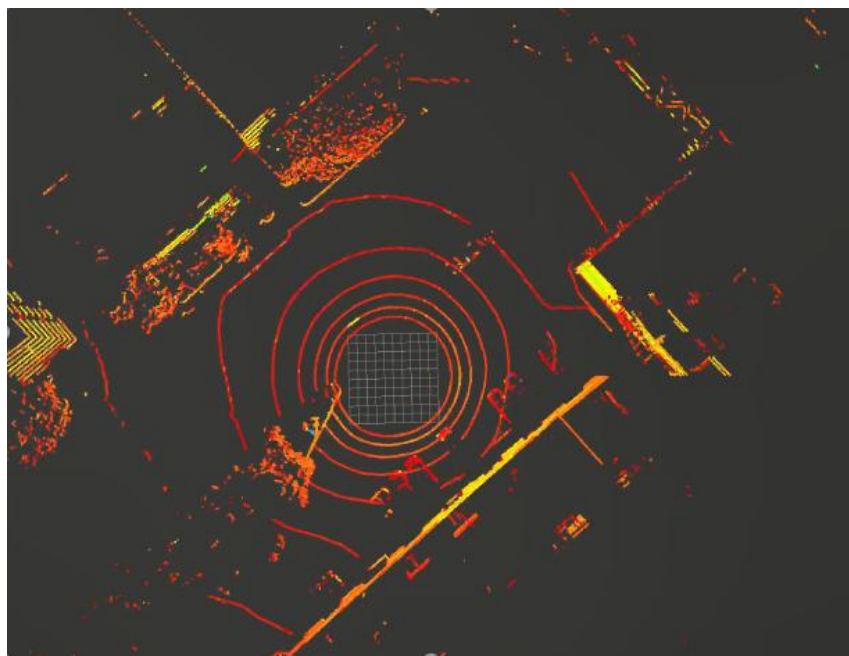
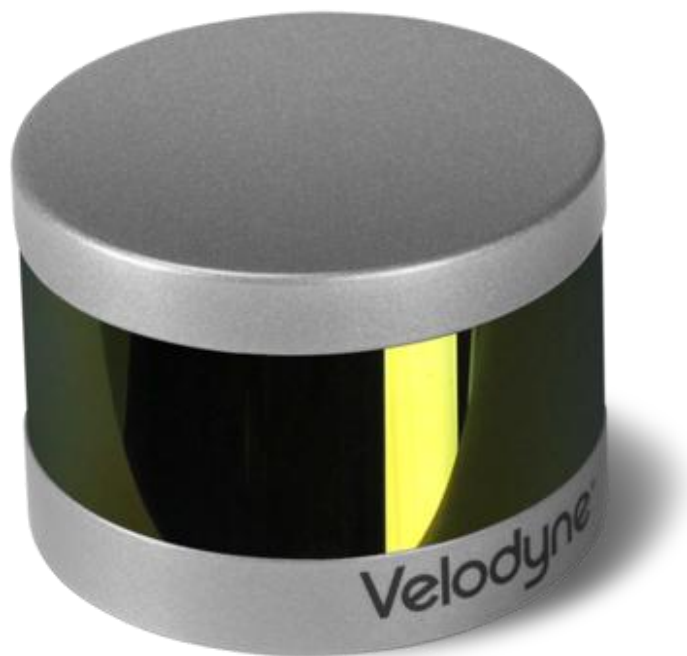
8.激光雷达VS其他传感器

应用的技术	激光雷达	超声波雷达	摄像头	毫米波雷达
远距离探测能力	强	弱	强	强
夜间工作能力	强	强	弱	强
全天候工作能力	弱	弱	弱	强
受气候影响	大	小	大	小
恶劣环境（烟雾， 雨雪）工作能力	弱	一般	弱	强
温度稳定度	强	弱	强	强
车速测量能力	弱	一般	一般	强
目标识别能力	一般	弱	强	弱
避免虚报警能力	一般	弱	一般	强
硬件低成本可能性	低	高	一般	一般



9.激光雷达的产品及应用

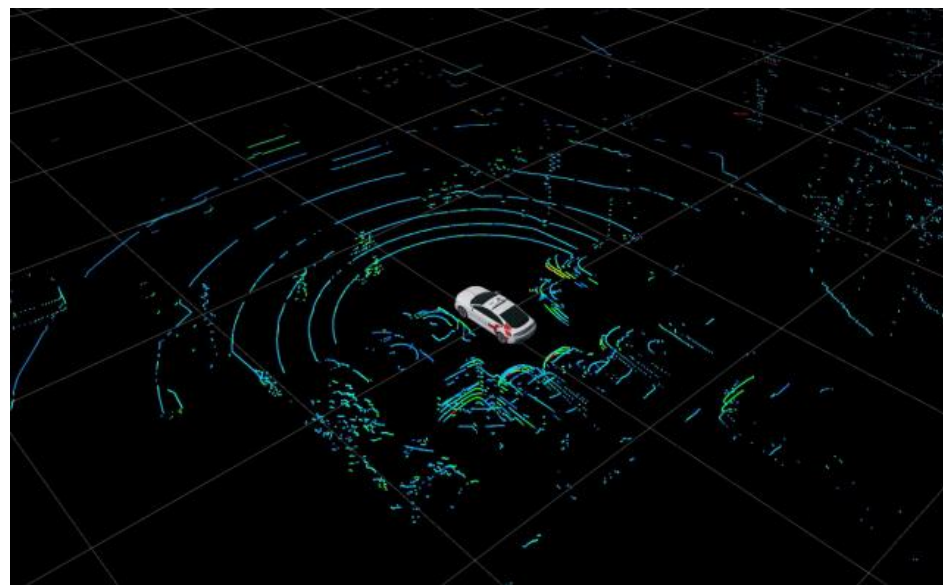
威力登 (Velodyne) 激光雷达系列产品





9.激光雷达的产品及应用

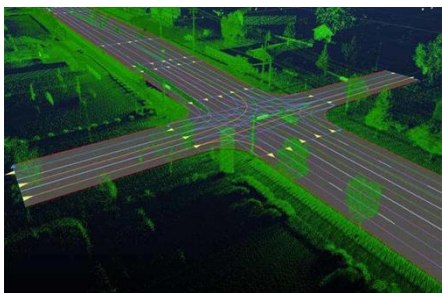
速腾聚创（Robosense）激光雷达系列产品



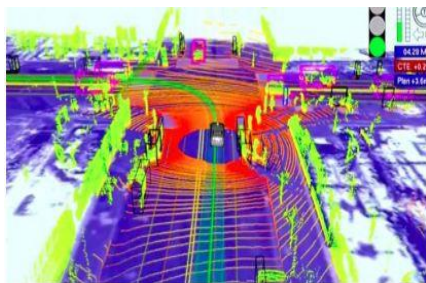


9. 激光雷达的产品及应用

无人驾驶汽车的精准定位和路径跟踪必须依靠激光雷达和高精度地图等，利用激光雷达进行精准定位和路径跟踪如图所示。



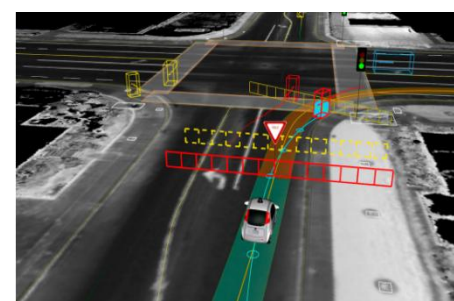
高精度电子地图



障碍物检测与识别



可行空间检测



精准定位和路径跟踪



明确任务

计划决策

任务实施

任务检查

总结反馈

三、激光雷达技术指标及工作标准

1. 激光雷达技术指标





2.激光雷达工作标准

(1) 美国
Velodyne公司生产的
激光雷达主要指标

技术指标	VLS-128	HDL-64E	HDL-32E	HDL-16E
安全等级	1级-人眼安全	1级-人眼安全	1级-人眼安全	1级-人眼安全
波长	903nm	905nm	905nm	905nm
激光束	128	64	32	16
扫描距离	300m	120m	100m	100m
精度	0.17°	<2 cm (1 δ)	<2 cm (在25 m时1 δ)	±3cm
垂直扫描角度	40° (-25° ~15°)	26.8° (+2° 至-24.8°)	40° (+10.67° ~ -30.67°)	30° (+15° 到 -15°)
水平扫描角度	360°	360°	360°	360°
功耗	26W	60W	12W	8W
体积	170×140	203mm×284mm	86mm×145mm	104mm×72mm
重量	~3.5Kg (不包含线缆)	15.2kg	<2 Kg	0.83kg



明确任务

计划决策

任务实施

任务检查

总结反馈

2.激光雷达工作标准

(2) RoboSense (速腾聚创) - 自动驾驶激光雷达主要指标

技术指标	RS-LiDAR-16	RS-LiDAR-32	RS-Bpearl	RS-Ruby
线束	16	32	32	128
激光波长	905nm	905nm	905nm	905nm
激光安全等级	Class 1人眼安全	Class 1人眼安全	Class 1人眼安全	Class 1人眼安全
测距能力	150 (80m@10%NIST)	200m (150m@10% NIST)	100m (30m@10% NIST)	250m (200m@10% NIST)
盲区	$\leq 0.4\text{m}$	$\leq 0.4\text{m}$	$\leq 0.1\text{m}$	$\leq 1.5\text{m}$
精度（典型值）	Up to $\pm 2\text{cm}$	Up to $\pm 3\text{cm}$	Up to $\pm 3\text{cm}$	Up to $\pm 3\text{cm}$
水平视场角	360°	360°	360°	360°
垂直视场角	30°	$-25^\circ \sim +15^\circ$	90°	40°
水平角分辨率	$0.1^\circ / 0.2^\circ / 0.4^\circ$	0.1° (5Hz) $\sim 0.4^\circ$ (20Hz)	$0.2^\circ / 0.4^\circ$	$0.2^\circ / 0.4^\circ$
垂直角分辨率	$\leq 2.0^\circ$	$\leq 0.33^\circ$	$\leq 2.81^\circ$	$\leq 0.1^\circ$



2.激光雷达工作标准

(3) RoboSense (速腾聚创) - 自动 驾驶激光雷达主要指 标

技术指标	RS-Ruby Lite	RS-Ruby Plus	RS-LiDAR-M1
线束	80	128	/
激光波长	905nm	905nm	905nm
激光安全等级	Class 1 人眼安全	Class 1 人眼安全	Class 1 人眼安全
测距能力	230m (160m@10% NIST)	240m (240m@10% NIST)	200m (150m@10% NIST)
盲区	$\leq 1.0\text{m}$	$\leq 0.4\text{m}$	$\leq 0.5\text{m}$
精度 (典型值)	Up to $\pm 3\text{cm}$	Up to $\pm 3\text{cm}$ (3sigma, 0.4m to 3 m) Up to $\pm 2\text{cm}$ (3sigma, 3 m to 240m)	$\pm 5\text{cm}$ (1sigma)
水平视场角	360°	360°	120° ($-60^\circ \sim +60^\circ$)
垂直视场角	40°	Up to $\pm 3\text{cm}$ (3sigma, 0.4m to 3m) Up to $\pm 2\text{cm}$ (3sigma, 3m to 240m)	25° ($-12.5^\circ \sim +12.5^\circ$)
水平角分辨率	$0.2^\circ / 0.4^\circ$	[均衡模式] $0.2^\circ / 0.4^\circ$ [高性能模式] $0.1^\circ / 0.2^\circ$	平均 0.2°
垂直角分辨率	Up to 0.1°	0.1° ($-6.51^\circ \sim +3.81^\circ$)	平均 0.2°
帧率	10Hz/20 Hz	10Hz/20 Hz	10Hz
转速	600/1200rpm (10/20Hz)	600/1200rpm (10/20Hz)	/



2.激光雷达工作标准

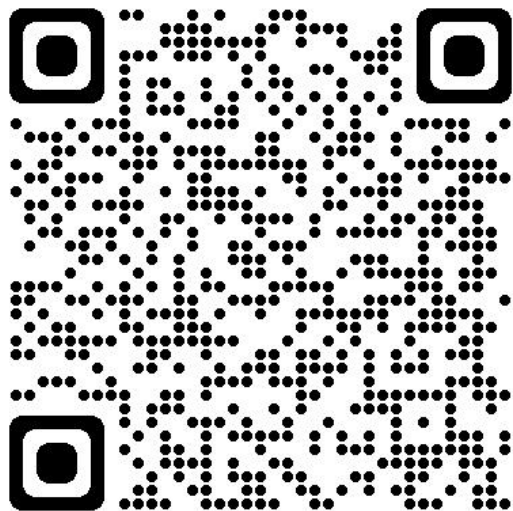
(4) RoboSense
(速腾聚创) - 自动
驾驶激光雷达主要指
标

技术指标	RS-Helios			
	RS-Helios 5515	RS-Helios 1615	RS-Helios 1610	RS-Helios- 16P
线束	32	32	32	16
激光波长	905nm	905nm	905nm	905nm
激光安全等级	Class 1 人 眼安全	Class 1 人 眼安全	Class 1 人 眼安全	Class 1 人 眼安全
测距能力	150m (90m@10% NIST)	150m (90m@10% NIST)	150m (90m@10% NIST)	150m (90m@10% NIST)
盲区	≤0.2m	≤0.2m	≤0.2m	≤0.2m
精度（典型 值）	±2cm（1m to 100m） ±3cm（0.1m to 1m） ±3cm（100m to 150m）	±2cm（1m to 100m） ±3cm（0.1m to 1m） ±3cm（100m to 150m）	±2cm（1m to 100m） ±3cm（0.1m to 1m） ±3cm（100m to 150m）	±2cm（1m to 100m） ±3cm（0.1m to 1m） ±3cm（100m to 150m）
水平视场角	360°	360°	360°	360°



一、激光雷达装配流程图绘制

- (一) 观看“**激光雷达的装配**”微课，小组探究，确定激光雷达安装高度、水平角度
- (二) 游戏闯关，分组抢答
- (三) 小组讨论，绘制激光雷达装配流程图；





二、激光雷达装配流程图优化

(一) 小组代表展示成果，开始找茬游戏；

(二) 结合教师点评，小组合作优化“激光雷达装配”流程图。

激光雷达装配流程

配件清单检查



确定激光雷达安装高度及角度



紧固激光雷达与固定支架固定
螺栓



固定激光雷达



固定激光雷达控制器



连接激光雷达控制线、网线、
电源线



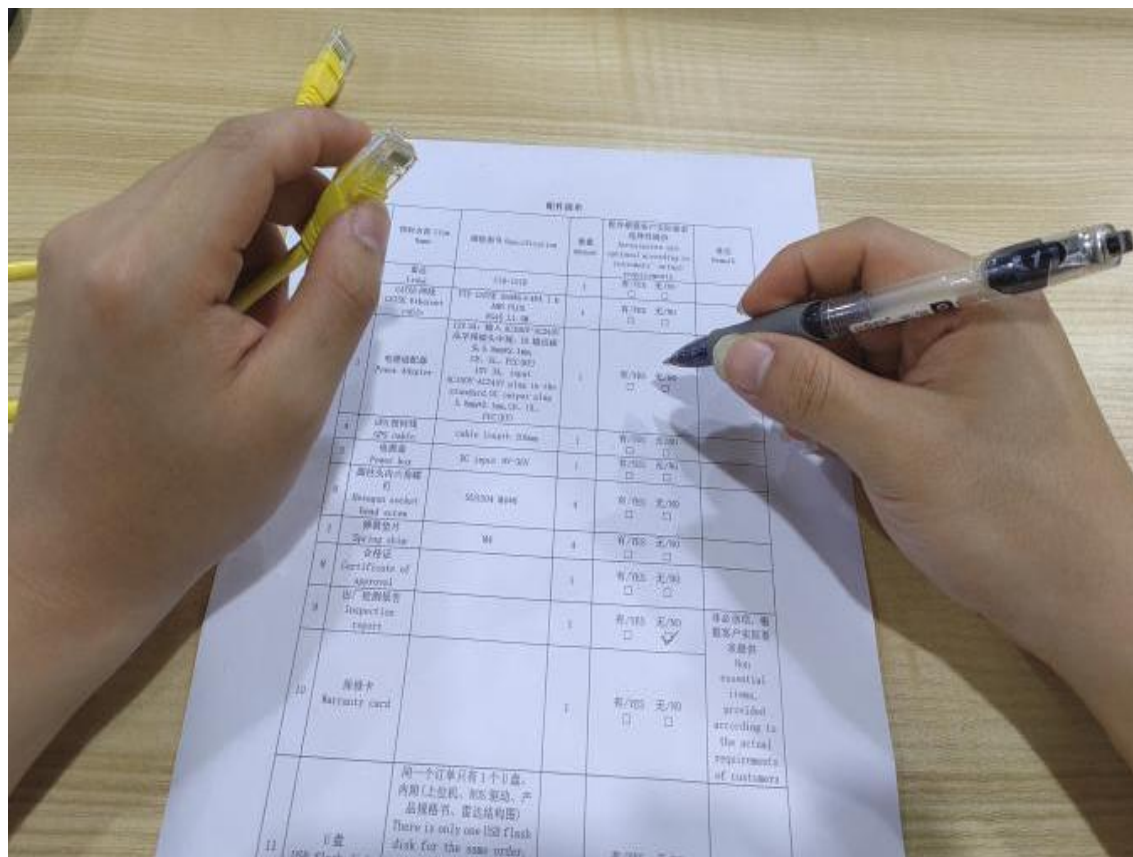
一、激光雷达配件清单检查

1、检查激光雷达数目、规格型号、外形和外观;





2.检查CAT5E网线数目、规格型号、外形和外观;





3.检查电源线数目、规格型号、外形和外观





明确任务

计划决策

任务实施

任务检查

总结反馈

4.检查激光雷达控制盒外形和外观





5.检查圆柱头内六角螺钉规格型号及数目及弹簧垫片规格型号及数目





二、激光雷达装配

1. 确定激光雷达安装位置及角度，紧固激光雷达与固定支架固定螺栓。





明确任务

计划决策

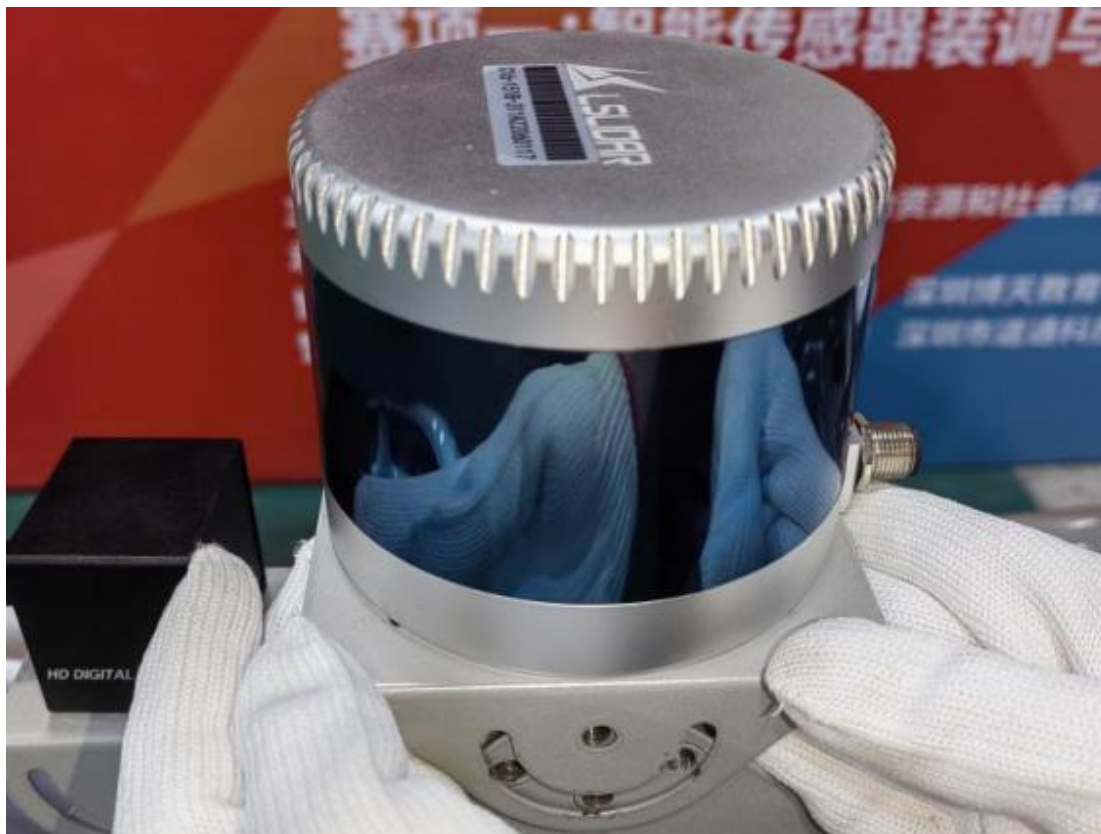
任务实施

任务检查

总结反馈

二、激光雷达装配

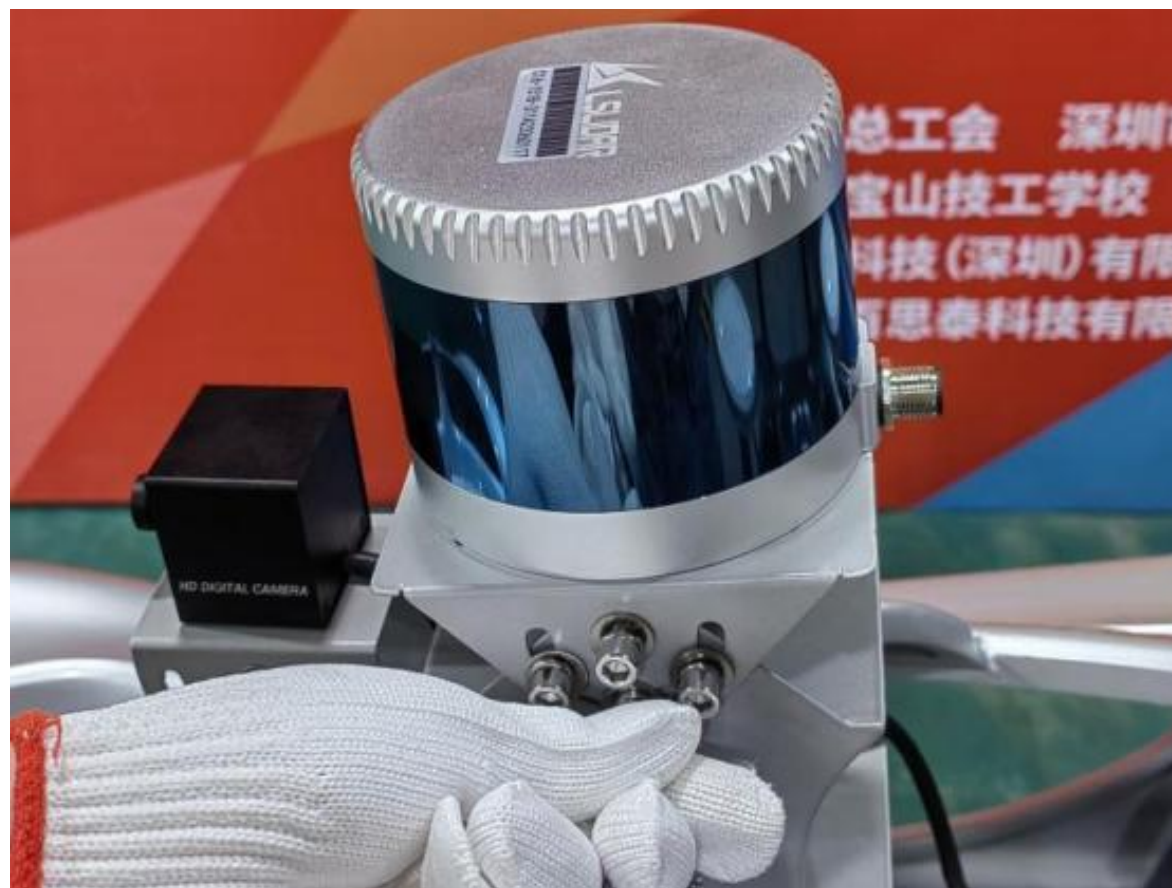
2. 安装激光雷达





二、激光雷达装配

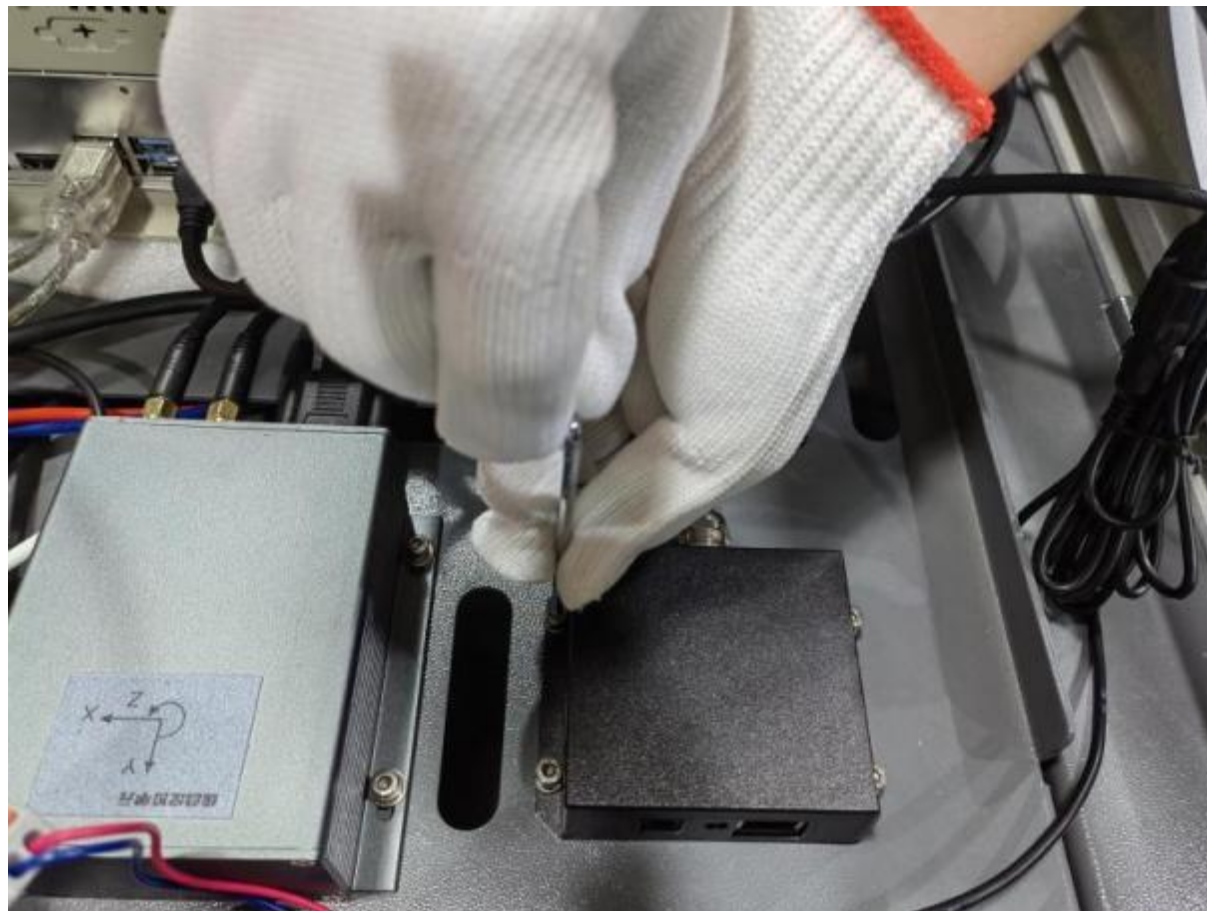
3. 拧紧激光雷达固定螺丝，固定激光雷达，确保电线朝后





二、激光雷达装配

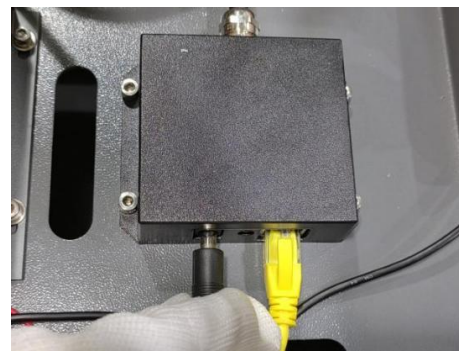
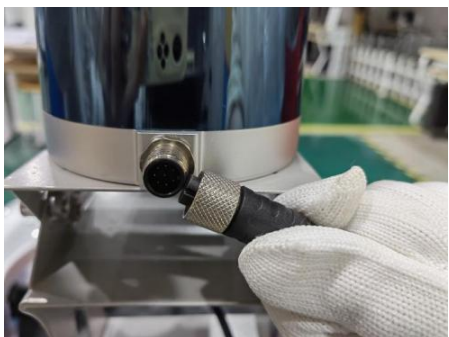
4. 安装激光雷达控制器





四、激光雷达安装

5.连接激光雷达控制线、网线、电源线





一、自检、互检、终检

- (1) 检验激光雷达安装高度、水平角度是否符合要求。
- (2) 质量检验。
- (3) 在工作页中记录结果。





一、师生总结

小组讨论，总结本次任务的优点与不足，并派代表进行汇报。

二、自我评价、组内互评、教师评价

小组讨论，总结本次任务的优点与不足，完成评价表，认真听老师对各组的评价，进行记录并反思。认真听老师对**激光雷达装配**思路的总结，记录、体会并感悟检修过程的精髓，并派代表进行汇报。





作业布置

1、简述激光雷达工作原理。

用功中...





任务拓展

1、梳理 “激光雷达上位机使用” 步骤。



谢谢大家!

