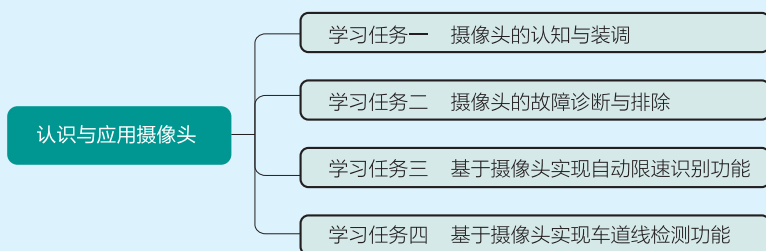


项目二

认识与应用摄像头



20 世纪 90 年代初，摄像头开始在汽车上应用。其最早的应用是乘用车后视镜系统。如今，经过漫长的历史，摄像头已成为 ADAS 和自动驾驶系统中基于视觉的感知的核心设备。在智能网联系统的感知系统中，摄像头（在汽车中也称车载摄像头）相当于驾驶人的眼睛，是未来自动驾驶技术发展的重点。无论是特斯拉信奉的纯视觉路线，还是业界普遍采用的多传感器融合方案，摄像头都是其中不可或缺的一部分。本项目包含以下 4 个任务。



通过以上 4 个任务的学习，你能够了解摄像头的概念、结构、工作原理、类型、特点、应用及技术参数等，掌握摄像头拆装调试及诊断的方法。此外，你还能够了解交通标志识别与车道线检测的相关知识，完成基于摄像头实现交通标志识别与车道线检测的应用与部署。



学习任务一

摄像头的认知与装调

任务描述

某客户认为汽车标配的摄像头性能不是很好，想要更换成你们公司新研发的摄像头，这时你的领导安排你将摄像头安装到该客户的汽车上，并对其进行调试，保证摄像头能够正常工作。你应该如何完成这个任务？

学习目标

知识目标

1. 能阐述摄像头的概念、结构及工作原理。
2. 能总结摄像头的特点。
3. 能区分摄像头的类型。
4. 能列举摄像头的应用。
5. 能辨别摄像头的技术参数，并举例说明具体的含义。

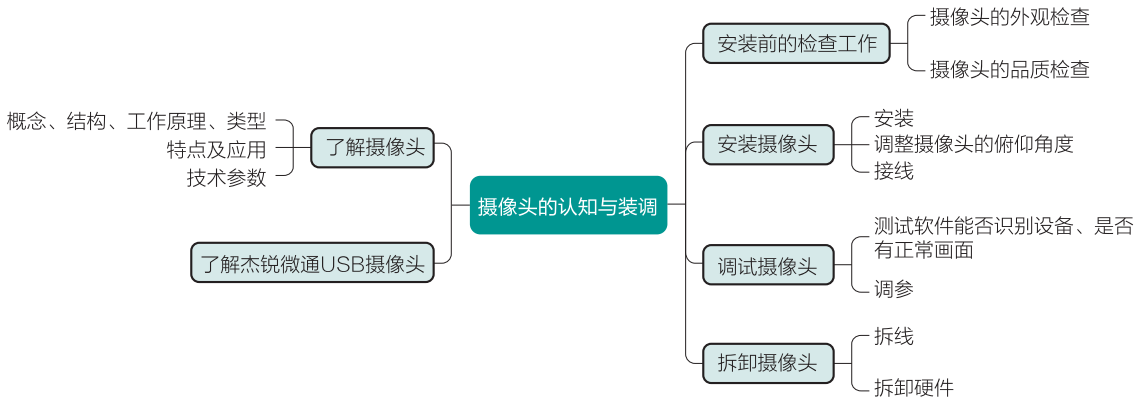
技能目标

1. 能独立完成摄像头的安装。
2. 能独立完成摄像头的调试。
3. 能独立完成摄像头的拆卸。

素养目标

1. 严格执行企业装配标准流程。
2. 严格执行企业 6S 管理制度。
3. 培养严谨求实的工匠精神，热爱劳动的好品质。
4. 了解先行者加工制造的摄像头，学习他们精益求精的工匠精神。

知识图谱



知识准备

一、摄像头的概念及功能

1. 摄像头的概念

摄像头是最接近人类视觉的传感器，因此它也被称为视觉传感器。视觉传感器是指通过对摄像机拍摄到的图像进行图像处理，来计算目标的特征量（面积、重心、长度、位置等），并输出数据和判断结果的传感器。视觉传感器在智能网联汽车上的应用是以摄像头的形式出现，并搭载先进的人工智能算法，便于目标检测和图像处理，如图 2-1-1 所示。



图 2-1-1 摄像头的作用

2. 摄像头的功能

视觉是人类驾驶汽车时获取环境信息最主要的途径，摄像头获取的信息更为直观，更接近人类的视觉，对于自动驾驶汽车而言，摄像头取代了人类视觉，成为汽车获取外界信息的重要来源。搭载在汽车中的摄像头称为车载摄像头。摄像头是感知层的核心传感器。它在汽车中具有两项主要功能。

- 1) 视觉应用服务：为驾驶人提供车辆周围的图像。
- 2) 传感应用服务：为处理系统提供决策输入。

二、摄像头的结构及工作原理

1. 摄像头的结构

摄像头的硬件结构包括光学镜头（简称镜头）、图像传感器、图像信号处理器（ISP）、串行器、插接器等器件，如图 2-1-2 所示。各个组成部分的作用见表 2-1-1。

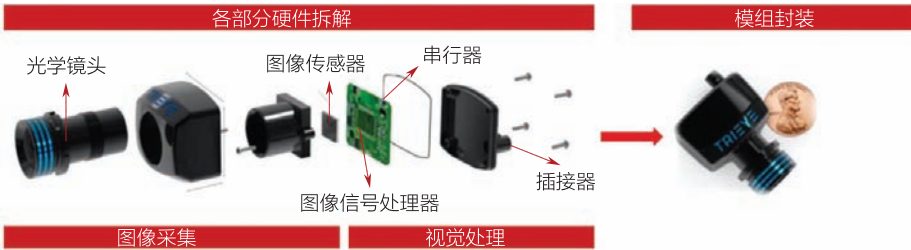


图 2-1-2 摄像头的结构

表 2-1-1 摄像头各个组成部分的作用介绍

组成部分	作用
光学镜头	光学镜头由光学镜片、滤光片、保护膜组成。镜头的主要作用是将被摄物体反射过来的光经折射后聚焦到图像传感器上。根据成像效果的要求不同，可能要求多层光学镜片。另外，滤光片可以将人眼看不到的光波段进行滤除，只留下人眼视野范围内的实际景物的可见光波段
图像传感器	利用光电器件的光电转换功能，将感光面上的光像转换为与光像成相应比例关系的电信号
图像信号处理器	完成图像传感器输入的图像视频源 RAW 格式数据的前处理，以改善最终图像质量。它还可以完成图像缩放、自动曝光、自动白平衡、自动聚焦等多种工作
串行器	将处理后的图像数据进行传输，可用于传输 RGB、YUV 等多种图像数据种类
插接器	用于连接固定摄像头

其中，图像传感器和镜头的成本占比最高，分别高达 52% 和 20%。它们是摄像头的关键部件，在确定所生成图像的质量方面起着至关重要的作用。不同类型的图像传感器和镜头适用的应用场景会有所不同。

(1) 镜头

1) 按镜片材质分类：镜头质量对摄像头成像质量具有重要影响。镜头一般是由多个镜片构成，按材质来分，镜头的镜片可由玻璃、塑料制成。玻璃镜片具有高耐用度和防刮伤性，且温度性能较好，因此更多应用在高端产品中。而塑料镜片价格便宜，但是成像效果差，且在汽车恶劣的使用环境中容易造成镜片变形，影响成像质量。而车载摄像头要求镜头具有高耐用性和热稳定性。

目前，综合考虑成本和性能，主流厂商车载镜头正逐渐开始使用玻塑混合镜头为主，部分高端镜头采用全玻方案。玻璃镜头、塑料镜头和玻塑混合镜头的区别见表 2-1-2。

表 2-1-2 不同材质的镜头的区别

材料	塑料	玻璃	玻塑混合
工艺难度	低	高	中
量产能力	高	低	高
生产成本	低	高	高
热膨胀系数	高	低	高
透光率	89% ~ 92%	约 99%	两者之间
应用领域	手机	单反、车载镜头、扫描仪	高端手机、车载镜头、安防

2) 按镜片形状分类：镜片分为球面和非球面，两者对焦效果对比如图 2-1-3 所示。

球面镜片会导致像差问题，即从镜片中央射入的光线与镜片边缘射入的光线的焦点不一致，进而造成成像模糊的问题。需要通过组合不同形状和数量的镜片、不断调整参数和验证迭代后尽可能消除像差，但也带来重量增加、透光率降低等问题，同时球面玻璃镜片存在工艺复杂、难以大规模量产的缺点。

非球面镜片是由球面和平面以外的曲面组成的镜片，通过改变镜片的曲率，使光线汇聚在固定的焦点，解决了像差的问题，且仅需一枚镜片就可实现。因此，非球面镜片具有小型化、轻量化和成像效果佳的优势，已经成为高像素车载镜头的最佳解决方案。

3) 按视角大小和焦距分类：根据视角大小和焦距可将镜头分为标准镜头、广角镜头、鱼眼镜头和远摄镜头，具体介绍见表 2-1-3。它们的成像效果不同，如图 2-1-4 所示。车载摄像头选用的镜头主要有广角镜头和鱼眼镜头。

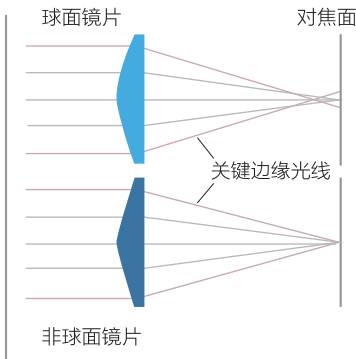


图 2-1-3 对焦效果对比



图 2-1-4 镜头的成像效果

表 2-1-3 不同视角和焦距的镜头介绍

类型	描述
标准镜头	是焦距段在 40 ~ 55mm 之间的摄影镜头，视角相当于人单眼的视角
广角镜头	镜头焦距小于 40mm，广角镜头又分为普通广角镜头和超广角镜头两种，焦距是 28mm 的为普通广角，焦距小于 28mm 的为超广角
鱼眼镜头	焦距 $\leq 16\text{mm}$ ，视角在 180° 左右。鱼眼镜头属于超广角镜头中的一种特殊镜头，它的视角力求达到或超出人眼所能看到的范围。鱼眼镜头的成像有两种，一种像其他镜头一样，成像充满画面；另一种成像为圆形。无论哪种成像，用鱼眼镜头所摄的像，变形相当厉害，透视汇聚感强烈
远摄镜头	视场角 $\leq 20^\circ$ ，焦距一般在 50mm 以上，其特点为焦距长，视角狭窄

(2) 图像传感器 图像传感器主要分为 CCD (Charge Coupled Device) 和 CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 两种，实物图如图 2-1-5 所示。

1) CCD：电荷耦合器件 CCD 主要材质为硅晶半导体，基本原理类似 CASIO 计算器上的太阳能电池，通

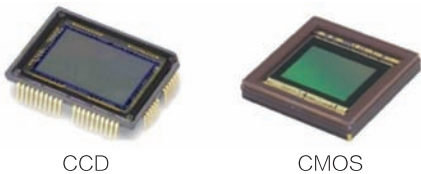


图 2-1-5 CCD 与 CMOS 的实物图

过光电效应，由感光组件表面感应来源光线，从而转换成储存电荷的能力。

当 CCD 表面接收到光线照射时，会将光线的能量转换成电荷，光线越强、电荷也就越多，这些电荷就成为判断光线强弱大小的依据。

2) CMOS：互补性氧化金属半导体 CMOS 主要是利用硅和锗这两种元素做成的半导体，使其在 CMOS 上共存着带 N（带 - 电）和 P（带 + 电）级的半导体，这两个互补效应所产生的电流即可被处理芯片记录 and 解读成影像。

3) CCD 与 CMOS 的对比：CCD 与 CMOS 都是利用感光二极管进行光电转换，但是成像原理却各不相同。如图 2-1-6 所示，CCD 传感器每一行中每一个像素的电荷数据都会依次传送到下一个像素中，由最低端部分输出，再经由传感器边缘的放大器进行放大输出。而 CMOS 传感器中，每个像素都紧接一个放大器和 A/D 转换电路，层层转换然后放大输出。

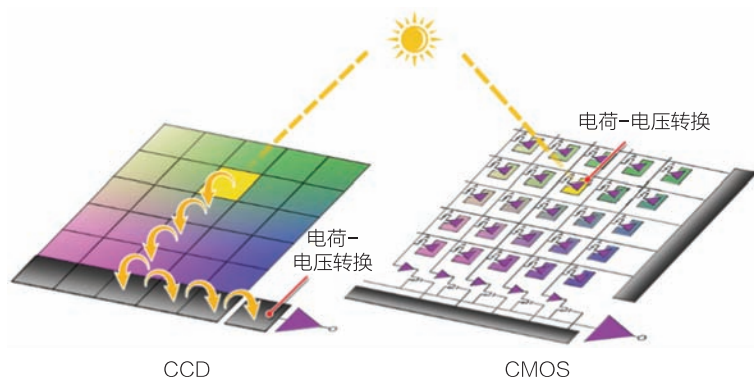


图 2-1-6 CCD 与 CMOS 成像原理对比

由于成像原理的不同，CCD 与 CMOS 在以下几个方面有着明显差异。

①分辨率与灵敏度。CMOS 的单个像素单元包含了 4 个晶体管与 1 个感光二极管（含放大器与 A/D 转换电路），使得每个像素的感光区域远小于像素本身；而 CCD 的成像单元只包含了感光元器件，因此在像素尺寸相同的情况下灵敏度更高。同理，对于相同尺寸的传感器，CCD 的分辨率往往要优于 CMOS。

②噪声差异。CCD 是电荷逐级传递的成像设计，各个像素汇聚至边缘再进行放大处理，可以保证数据在传送时不会出现失真，且只有一次放大，噪声小；而 CMOS 成像的数据是每个像素数据单独放大，由于放大器属于模拟电路，很难让每个放大器所得到的结果保持一致，会产生叠加噪声，影响成像质量。

③集成性与成本。CMOS 与现有的大规模集成电路生产工艺相同，从而生产成本可以降低，同时可以将周边电路，如模数转换电路、时钟发生器等必需电路集成到传感器芯片中，节省外围电路成本且集成性高。而 CCD 制造难度高，仅少数厂家掌握生产技术，成本居高不下，并且 CCD 采用电荷传递的方式传递数据，只要其中一个像素不能运行，就会导致整排的数据无法传送，因此 CCD 的成品率成本比 CMOS 高很多。目前，大多数 CCD 产品在半年生产周期内的良率往往都低于 50%。因此，CCD 传感器的成本会高于 CMOS 传感器。

④功耗差异。CMOS 的图像采集方式为主动式，感光二极管产生的电荷会直接从晶体管

放大输出，3.3V 即可运行。而 CCD 属于被动式采集，需要额外加压使得每个电荷移动，而此外加电压通常需要达到 12~18V，功耗相对较高。

综上所述，CCD 在灵敏度、分辨率、噪声控制等方面都优于 CMOS，而 CMOS 则具有低成本、低功耗以及高整合度的特点。不过，随着 CCD 与 CMOS 传感器技术的进步，两者的差异有逐渐缩小的态势，例如，CCD 一直在功耗上做改进，以应用于移动通信市场；CMOS 传感器则在改善分辨率与灵敏度方面的不足，以应用于更高端的图像产品。

另外，由于车载摄像头的功能诉求为收集数据，对图像的要求并非很高。因此车载摄像头一般选用 CMOS 图像传感器。

2. 摄像头的工作原理

目标物体通过镜头（LENS）将光学图像投射到图像传感器上，光信号转变为电信号，再经过模数转换后变为数字图像信号，最后输送到图像信号处理器（ISP）中进行加工处理，ISP 将信号处理成特定格式的图像传输到汽车自动驾驶系统进行识别，如图 2-1-7 所示。

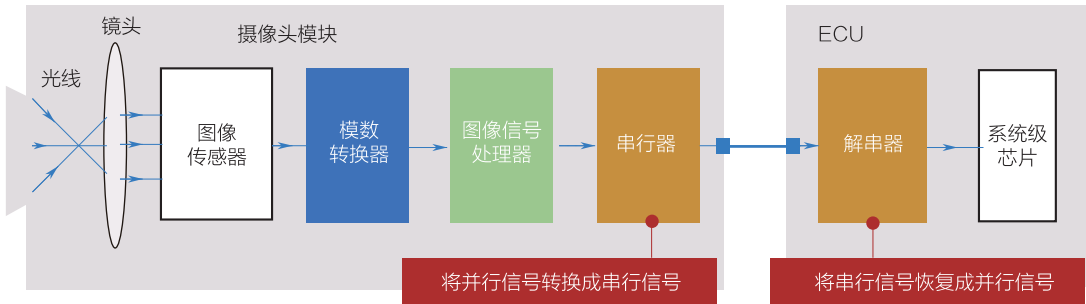


图 2-1-7 摄像头的工作原理

三、摄像头的类型

根据车辆不同的使用场景和性价比，可选择不同的摄像头类型。摄像头的类型可按照工作原理和安装位置来分类。

1. 按工作原理分类

按工作原理分类，摄像头可分为单目摄像头、双目摄像头、三目摄像头，以及红外夜视成像仪。

1) 单目摄像头。单目摄像头（图 2-1-8）在定位测距方面，需要对目标进行识别，也就是说在测距前先识别障碍物是车、人还是其他物体，在此基础上再进行测距。单目摄像头的缺点在于需要大量数据，并且需要不断更新和维护。单目摄像头最大的优点是传感器简单且成本低廉，已经广泛应用于已上市的 L2 级别的高级辅助自动驾驶系统。

2) 双目摄像头。双目摄像头（图 2-1-9）的原理与人眼相似，主要通过两幅图像的视差计算来确定距离。也就是说，双目摄像头不需要知道障碍物是什么，只要通过计算就可以测距。双目摄像头比单目摄像头感知范围更大，而且定位测距更为准确。当然，双目摄像头的成本和算力投入均比单目摄像头大。所以，双目摄像头将成为 L3~L4 级别自动驾驶系统的主流。



图 2 - 1 - 8 单目摄像头

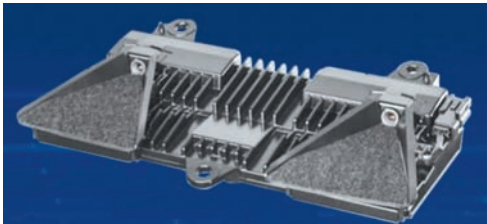


图 2 - 1 - 9 双目摄像头

3) 三目摄像头。三目摄像头比双目摄像头功能更为强大，在视觉感知识别方面，它包含单、双目摄像头识别功能。而且由于三目摄像头比双目摄像头又多了一个摄像头，所以在定位、测距方面感知范围更大，也更为准确。但同时标定 3 个摄像头，需要投入的算力工作量更为巨大，而且成本也会更高。图 2 - 1 - 10 为蔚来汽车上安装的三目摄像头，每个摄像头的视野范围不同，分工也有所不同：

- ①28°视场用于检测前车道线、交通信号灯。
- ②52°视场负责一般的道路状况监测。
- ③150°视场用于检测平行车道、行人和非机动车行驶的状况。

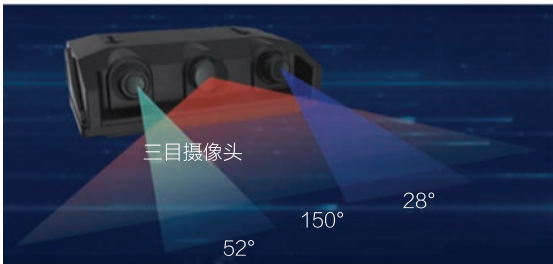


图 2 - 1 - 10 蔚来三目摄像头视野范围示意图

4) 红外夜视成像仪。汽车夜视系统是一种利用红外夜视技术辅助驾驶人在黑夜中看清道路的系统。它可以提高行驶安全性。由于此系统核心部件价格昂贵，目前尚未大规模普及，仅搭载于部分高端豪华品牌车型。目前，夜视系统按成像原理与镜头不同可以分为 3 类：微光、近红外以及远红外（也称为热成像）。

①微光夜视：通过放大接收到的少量可见光，最终将图像采集完成并投射到相应显示屏上。微光夜视跟一般摄像头的成像原理一致，都是通过可见光实现夜视，但需要一定的可见光环境。

②近红外夜视：也称为主动红外夜视技术，是指工作时用较强的红外发射源照射目标，利用目标反射回来的红外线来得到物体的图像。

③远红外夜视（热成像系统）：也有人称之为被动红外夜视技术，主要是利用物体自身发出的红外辐射来成像，这也就是大家所说的热成像技术。热成像系统是基于目标与背景的温差形成的红外发射率的差异，利用辐射测温技术对目标逐点测定辐射强度，进而形成可见的目标热图像。

三种夜视系统对比见表 2 - 1 - 4。

表 2 - 1 - 4 红外夜视成像仪分类及对比

对比项目	微光	近红外	远红外（热成像）
成像光源	外界可见光	红外发生器（IR - ED）	自身热辐射
工作波段	360 ~ 830nm	800 ~ 1000nm	短波：3 ~ 5μm；长波：8 ~ 14μm
有效探测距离	≤150m	≤100m	>200m

(续)

对比项目	微光	近红外	远红外（热成像）
烟雾、沙尘	无法穿透	无法穿透	可穿透
强光及光线突变	影响 CMOS 成像	影响 CMOS 成像	对探测器无影响
全天候工作	×	×	√
成本	较低	高	最高

2. 按安装位置分类

目前汽车上搭载的摄像头根据安装位置主要分为前视摄像头、环视摄像头、后视摄像头、侧视摄像头以及内置摄像头五种类别，如图 2 - 1 - 11 所示。

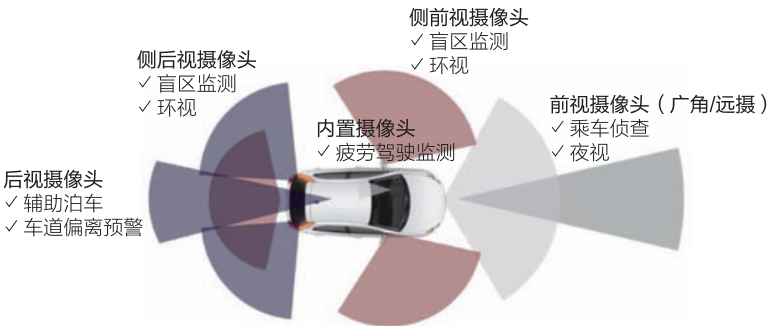


图 2 - 1 - 11 车载摄像头的类型

前视摄像头是智能网联汽车上最主要的摄像头，承担了最多的感知功能，有单目/双目/三目的不同配置，侧视摄像头同样承担感知功能，环视摄像头以 360°全景成像为主，后视摄像头主要用于泊车辅助，而内置摄像头用于驾驶人状态监测。前视摄像头会搭配远摄和广角镜头共同使用，其他位置摄像头以广角镜头或鱼镜头为主。扫码可查看各种类型摄像头相应的详细介绍。

四、摄像头的特点

1. 优点

- 1) 信息丰富。可以获取目标物体的颜色、距离、纹理、深度、形状等，并且可以准确识别目标物体。
- 2) 具备非常成熟的技术基础和算法。
- 3) 制作工艺简单。相比于雷达，摄像头的本体结构和测试的复杂度都比较小，设计开发周期和成本都相对较低。
- 4) 应用广泛。摄像头在智能网联汽车中的应用可以分为前视、后视、侧视、内置和环视，不同类型的摄像头可实现的功能不同。

2. 缺点

- 1) 检测效果受天气、光照变化影响大，难以全天候工作，尤其是在黑夜、雨雪天、大

雾等能见度不足的场景下，其识别效率大大降低。

- 2) 相比于激光雷达和毫米波雷达，摄像头的测距性能差。
- 3) 摄像头采集到的数据需要与样本进行匹配来完成识别，难以摆脱样本限制。
- 4) 缺乏深度信息，三维空间感不足。

五、摄像头的应用

从辅助驾驶到无人驾驶，摄像头的应用需求从成像镜头向感知镜头转变，使用场景由单一场景向多方位场景拓展，应用数量由单摄向多摄迈进。

由于过去汽车频发碰瓷、驾驶盲区、追尾等责任不明的交通事故，早期摄像头常用于行车记录、倒车影像、泊车环视等。随着摄像头在汽车领域的广泛应用，如今它已经逐步延伸到智能座舱内行为识别和 ADAS 辅助驾驶。

摄像头在智能网联汽车上的典型应用有车道偏离预警系统、车道保持辅助系统、前方碰撞预警系统、行人碰撞预警系统、交通标志识别系统和驾驶人注意力监控系统。扫码可查看详细介绍。

六、摄像头的技术参数

1. 镜头参数

镜头作为摄像头的核心部件，它的四大关键参数包括焦距、视场角、光圈及畸变系数。

(1) 焦距 (EFL) 透镜中心到像焦点的距离，如图 2-1-12 所示。光学系统中的焦距用来衡量光学系统汇聚或发散光线的的能力。

(2) 视场角 (FOV) 视场角是镜头能看到的视野范围。焦距越小，视场角就越大，如图 2-1-13 所示。FOV 小的镜头，一般用来观察远处。例如，前视测距通常使用 FOV 30°/60° 的镜头，FOV 大的镜头可用来观察近处，两者形成有效互补。

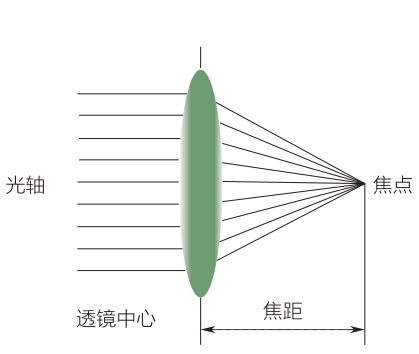


图 2-1-12 焦距

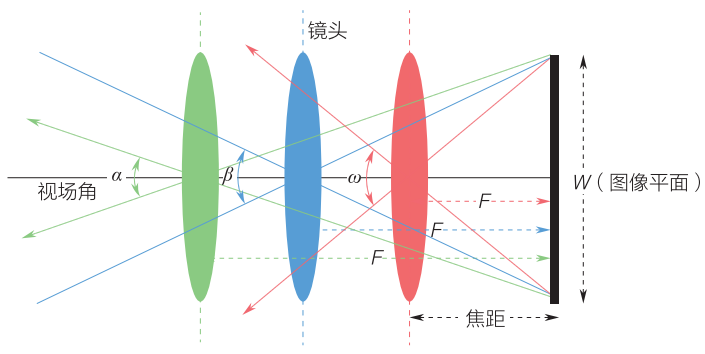


图 2-1-13 视场角与焦距的关系

FOV 又分为水平视场角 (HFOV)、垂直观场角 (VFOV) 和对角视场角 (DFOV)，如图 2-1-14 所示。

(3) 光圈 衡量镜头性能的一个重要指标是光圈。光圈的定义是镜头的焦距除以直径 ($F=f/D$, D 为镜头直径, f 为镜头焦距)，如图 2-1-15 所示。例如 $f/2.8$ (这里的 f 不再代

表焦距) 的光圈, 意思是焦距/直径 = 2.8。

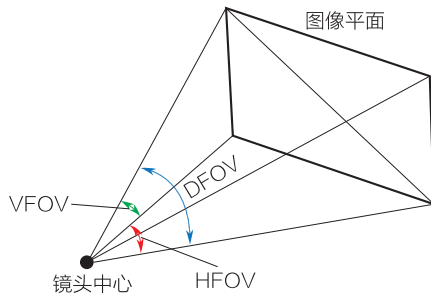


图 2-1-14 视场角示意图

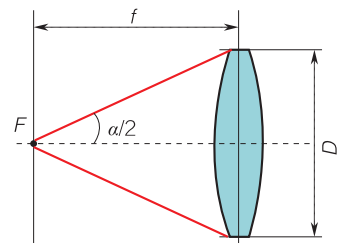


图 2-1-15 光圈定义

光圈的数值越小, 意味着镜头的开口越大, 进光量就越多, 如图 2-1-16 所示。例如, $f/1.4$ 的光圈, 进光量就大于 $f/2.8$ 的光圈。

常见的车载镜头光圈值一般会在 $f/1.5$ 左右。



图 2-1-16 光圈值和进光量的关系

(4) 畸变系数 畸变是指光学系统对物体所成的像相对于物体本身而言的失真程度, 它只引起像的变形, 不影响像的清晰度。畸变主要分为径向畸变和切向畸变两种。

1) 径向畸变: 由透镜形状引起的畸变称之为径向畸变。在针孔模型中, 一条直线投影到像素平面上还是一条直线。可是, 在实际拍摄的照片中, 透镜往往使得真实环境中的一条直线在图片中变成了曲线。越靠近图像的边缘, 这种现象越明显。由于实际加工制作的透镜往往是中心对称的, 这使得不规则的畸变通常径向对称。径向畸变主要分为桶形畸变和枕形畸变两大类, 如图 2-1-17 所示。

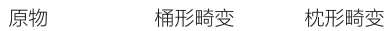


图 2-1-17 径向畸变

①枕形畸变: 是指光学系统引起的成像画面向中间“收缩”的现象。枕形畸变在长焦镜头成像时较为常见, 使人变瘦、变高的哈哈镜成像属于枕形畸变。

②桶形畸变: 是指光学系统引起的成像画面呈桶形膨胀状的失真现象。桶形畸变在摄影镜头成像, 尤其是广角镜头成像时较为常见, 使人变矮、变胖的哈哈镜成像就是桶形畸变的一个比较形象的例子。

2) 切向畸变: 切向畸变是摄像头制作过程中透镜不完全平行于图像平面造成的, 如图 2-1-18 所示。对于切向畸变的矫正需要严格把控镜头安装工艺, 减少由于装配问题引起的误差。

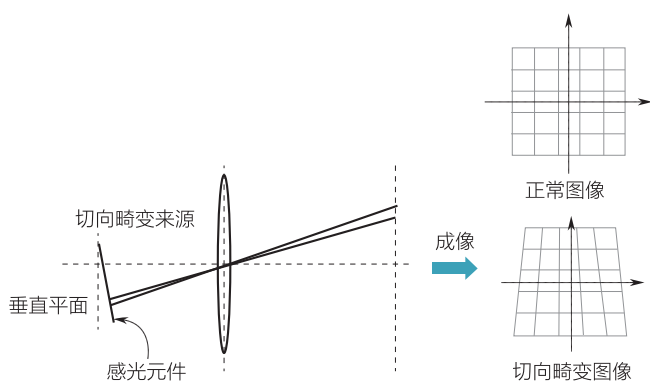


图 2-1-18 切向畸变产生的原因

2. 图像传感器参数

图像传感器的技术指标主要有像素、分辨率、芯片尺寸（也称靶面大小）、单像素尺寸和高动态范围。

1) 像素。像素是指感光区域内单像素点的数量，是构成数字图像的最小单位。像素是决定摄像头图像清晰度的一个关键因素。像素越多，拍摄画面幅面就越大，可拍摄的画面的细节就越多。有些摄像头参数给出的是图像传感器长度方向和宽度方向的像素数，如 1920H × 1080V；有些则直接给出了两者的乘积，如 200 万像素。

2) 分辨率。分辨率是指单位长度上的像素点数，如图 2-1-19 所示。它决定于图片的像素数和图片的尺寸（幅面），是用于度量图像内数据量多少的一个参数。通常表示成 ppi（每英寸像素，pixel per inch）和 dpi（每英寸点，dots per inch）。

分辨率的计算的方法是，以其在长度方向上的像素数，除以长度的尺寸数（英寸，in[⊖]）；或以其在宽度方向的像素数，除以宽度的尺寸数。例如，图片的像素是 640 × 480，其尺寸大小是：长：3.556in，宽：2.667in，则该图片的长度方向上的分辨率为 $640 \div 3.556 = 180$ （ppi）；宽度方向上的分辨率为 $480 \div 2.667 = 180$ （ppi）。

3) 芯片尺寸。芯片尺寸是指感光区域对角线距离，如图 2-1-20 所示，是影响成像表现力的硬指标之一。芯片尺寸的大小是由分辨率和像素大小决定的。通常以英制单位表示，比如 1/4in，1/3in，1/2.3in 等。芯片尺寸越大，材料成本越高。

4) 单像素尺寸（Pixel Size）。单像素尺寸是指单个感光元件的长宽尺寸，也称单像素的开口尺寸，比如 1.4μm、2μm 等，如图 2-1-21 所示。单像素尺寸是图像传感器一个相当关键的参数。单像素尺寸越大，光电二极管可接收光线的区域就越多，单位时间内进入的光能量就越大，图像传感器的性能就可以得到一定的提升，最终成像的效果会越好。

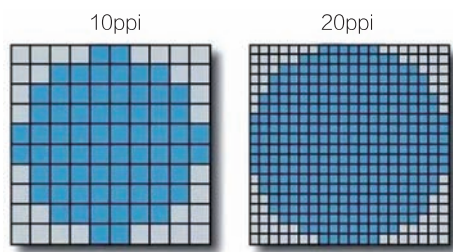


图 2-1-19 分辨率

⊖ 1in = 25.4mm

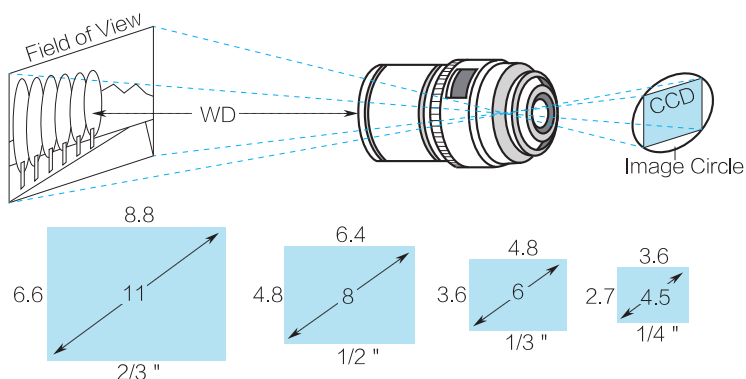


图 2-1-20 芯片尺寸

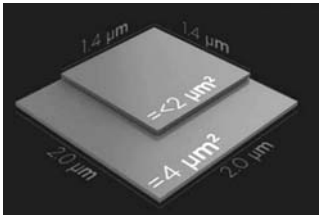


图 2-1-21 单像素尺寸

对于图像传感器的芯片尺寸、像素数量、单像素尺寸等，一般来说，手机等消费电子产品，为了获得更高清的图像，通常选择较高的像素数量，例如 1 亿像素（12032 × 9024），但是像素尺寸较小，例如 0.7 μm。而车载应用上，为了有更高的动态范围和更好的暗光性能，通常会选用像素尺寸更大的，例如 3 μm 的 CMOS 传感器，但是像素的数量较少，例如 800 万像素（3840 × 2160）。具体实例见表 2-1-5。

表 2-1-5 不同应用领域的参数选用实例

参数	车载摄像头	手机摄像头	工业相机
芯片尺寸	大（typ. 1/2''）	小（typ. 1/4''）	中（typ. 1/2.5''）
像素数量	较少 Typ. 1 ~ 8 百万像素	多 Typ. 10 ~ 100 百万像素	少 Typ. 0.5 ~ 5 百万像素
单像素尺寸	较大 Typ. 2 ~ 3 μm	小 Typ. 0.7 ~ 1.3 μm	大 Typ. 3 ~ 6 μm

5) 高动态范围。高动态范围（High-Dynamic Range，HDR），又称宽动态范围技术，是在非常强烈的对比度下，让摄像头看到影像的特色而运用的一种技术。高动态范围成像系统具有在一幅图像里能够同时体现高光和阴影部分内容的的能力，即摄像头同时可以看清楚图像最亮和最暗部分的照度对比。有无高动态范围成像对比如图 2-1-22 所示。HDR 在捕获各种照明强度和方向的可靠图像方面起着重要作用。

无HDR 有HDR

图 2-1-22 有无高动态范围成像对比

HDR 越高，图像传感器可以更好地保留光线强弱不同的区域细节，明亮处与黑暗处的细节都可以更好地还原呈现。人眼的动态范围为 104 dB，车载摄像头的图像传感器应具有比人眼更好的视觉识别能力。它的有效运行的动态范围应该达到 120 dB 以上。

七、实训硬件设备介绍

本项目选用的摄像头是杰锐微通 USB 摄像头 HF868 -2，其外形如图 2 -1 -23 所示。主要参数见表 2 -1 -6。



图 2 -1 -23 USB 摄像头外形

表 2 -1 -6 USB 摄像头 HF868 -2 主要参数

项目	参数
图像分辨率	1920 像素 × 1080 像素
最大探测距离	10m
水平视场角	112°
垂直视场角	82°
分辨率	800 万像素（MegaPixel，MP）
帧率	30 帧/s
工作温度	-40 ~ 70°C

项目实施

一、实施准备

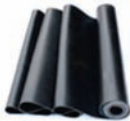
1. 工具设备准备

工具设备准备见表 2 -1 -7。

表 2 -1 -7 工具设备准备

分类	名称	数量	图例
实训设备	智能汽车传感器实训系统	1 套	
防护用品	工作服	1 套	
	安全帽	1 个	
	工作手套	1 双	

(续)

分类	名称	数量	图例
工具、设备	摄像头（含 USB 线和支架）	1 套	
	角度尺	1 把	
	螺钉旋具套装	1 套	
辅助材料	绝缘垫	1 张	
	无纺布	1 张	

2. 工具及设备检查

(1) 摄像头外观检查

- 1) 摄像头外观结构应完整，表面无脏污、破损、划痕、裂纹、凹痕和凸点。
- 2) 镜头不应有气泡、划痕、裂纹、污物等缺陷。
- 3) 连接线束外观结构应完整，表面不应有破损、变形、裂痕等问题。
- 4) 线束插接口应无损坏，无变形或生锈等缺陷。

(2) 摄像头的品质检查

- 1) 将摄像头的 USB 连接线连接到计算机的 USB 插接口上。
- 2) 打开摄像头检测软件（AMCAP），如图 2 - 1 - 24 所示。

3) 单击“Devices”菜单，查看是否有“RMONCAM A2 1080P”设备选项，如图 2 - 1 - 25 所示。如果有，选择此设备；如果无此设备，则继续检查 USB 接口是否有效，连接是否正常。如果接口和连接正常，则说明 USB 摄像头损坏。



图 2 - 1 - 24 摄像头检测软件



图 2 - 1 - 25 设备选项

4) 在选择设备成功后，再单击“Options”菜单，选择“Preview”按钮显示图像。如果界面显示如图 2-1-26 所示，说明摄像头显示正常，如果显示黑色，则需要检查摄像头是否被镜头保护帽遮挡，如果无遮挡或者显示界面无响应，则说明摄像头损坏。

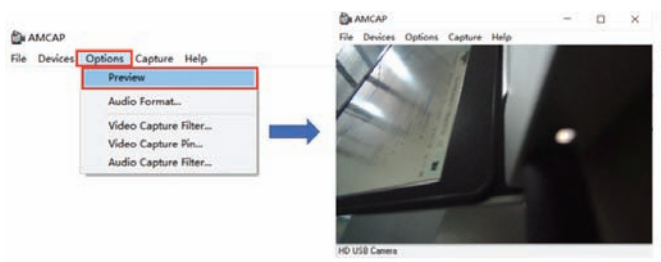


图 2-1-26 正常加载图像

5) 如果摄像头显示正常，晃动摄像头，观察软件中图像的延时情况，如果存在明显的延迟，则说明摄像头损坏；否则，说明摄像头正常。

6) 摄像头画面出现混有杂乱的“横道”“波纹”或一阵阵杂乱的飞点、刺、线状干扰，或者图像模糊、扭曲、抖动、翻滚等不正常的画面，则说明摄像头已损坏。

二、摄像头的安装

在安装过程中需要注意不要把镜头倒置，或碰到其他操作台面，避免刮花镜头。



视觉传感器的安装

- 1) 使用十字螺钉旋具将摄像头支架固定在实训系统上，如图 2-1-27 所示。
- 2) 使用十字螺钉旋具将摄像头固定在支架上，如图 2-1-28 所示。
- 3) 使用角度尺调整摄像头的俯仰角度，标准角度为 90°，保证摄像头能水平看到周围环境，如图 2-1-29 所示。



图 2-1-27 安装支架



图 2-1-28 安装摄像头



图 2-1-29 调整摄像头的俯仰角度

- 4) 将 USB 连接线接到实训系统的 USB 插接口上。

三、摄像头的调试



视觉传感器的调试

- 1) 接通实训系统电源，开启实训系统电源开关。
- 2) 打开实训系统计算机，双击打开“相机测试软件”，如图 2-1-30 所示。

3) 在设置一栏, 查看在测试软件中是否可以选设备, 如果有设备, 则单击选择, 然后单击“开启”按钮, 如图 2-1-31 所示。开启成功后, 界面会显示摄像头画面。



图 2-1-30 相机测试软件图标



图 2-1-31 相机设置

4) 调节参数。
扫码可查看详细的调参方法。

四、摄像头的拆卸

- 1) 关闭软件、计算机及实训系统电源。
- 2) 先断开摄像头 USB 接口, 再使用合适的工具拆卸摄像头及支架。

五、整理清洁

完成 6S 整理清洁工作。

工作中的 6S 指整理 (SEIRI)、整顿 (SEITON)、安全 (SAFETY)、清扫 (SEISO)、清洁 (SEIKETSU)、素养 (SHITSUKE), 又被称为“六常法则”或“六常法”。



1. 单选题

- (1) () 是决定摄像头图像清晰度的一个关键因素。
A. 光栅系数 B. 信噪比 C. 像素 D. 感光度
- (2) () 决定图像传感器能否更好地保留光线强弱不同的区域的细节。
A. 高动态范围 B. LED 闪烁抑制 C. 单像素尺寸 D. 分辨率

2. 判断题

- (1) 视觉传感器在智能网联汽车上的应用是以摄像头的形式出现的。 ()
- (2) 鱼镜头属于超广角镜头中的一种特殊镜头。 ()
- (3) 摄像头捕捉目标物体图像的能力只取决于镜头。 ()
- (4) 畸变会影响图像的清晰度。 ()

3. 简答题

车载摄像头一般选用哪种图像传感器? 为什么?



学习任务二

摄像头的故障诊断与排除

任务描述

一位客户驾驶车辆在道路上行驶的过程中突然发现：在经过交通标志时，车辆显示屏没有显示交通标志的内容，他怀疑是摄像头出现故障了，于是前往你们公司寻求帮助。这时你的领导安排你对摄像头进行故障诊断，排查原因并排除故障，保证摄像头能够正常工作。你应该如何完成这个任务？

学习目标

知识目标

1. 能列举摄像头的常见故障及原因。
2. 能归纳摄像头故障检测的方法及流程。

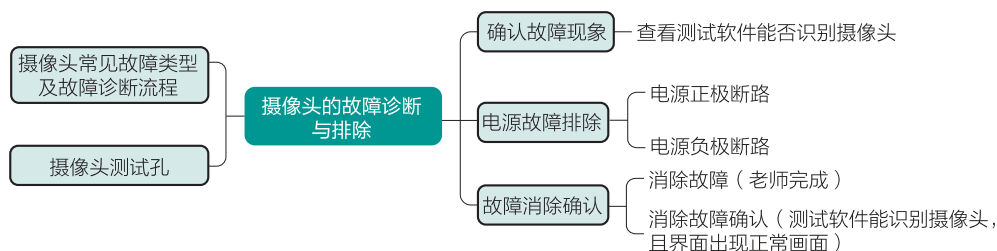
技能目标

1. 能独立完成摄像头的故障诊断。
2. 能独立完成摄像头的故障检测与故障机理分析。

素养目标

1. 严格执行企业 6S 管理制度。
2. 培养严谨求实的工匠精神，热爱劳动的好品质。
3. 在党的正确领导下取得日新月异的发展，研发出自主知识产权的诊断设备，激发学生民族自尊心、自信心和自豪感，坚定“四个自信”。

知识图谱





知识准备

一、摄像头常见故障类型

摄像头的故障类型如图 2-2-1 所示。

摄像头最常见的故障主要包括无图像、画面抖动、画面模糊、画面倾斜、图像暗等，这些故障对应的故障原因有摄像头插头松动、固定镜头主体支架松动、镜头积灰、摄像头主体安装歪斜、电源供电的功率偏小等。

二、摄像头常见故障诊断流程

实训系统上的摄像头出现故障时，依次检查台架供电、摄像头插拔器与线束、摄像头供电、摄像头调试软件、摄像头本体是否出现故障。本课程是在实训系统供电、摄像头插接器以及摄像头自身都正常的情况下，再进行故障排除，因此在故障排除过程中只需考虑电源故障。

三、摄像头测试孔

摄像头电源测试孔的位置与说明如图 2-2-2 所示。

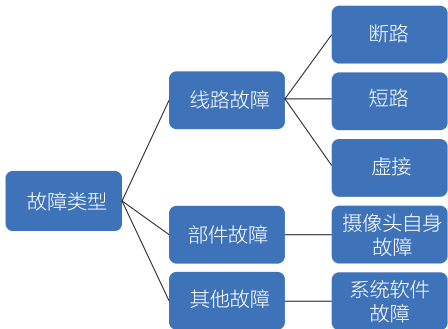


图 2-2-1 摄像头故障类型

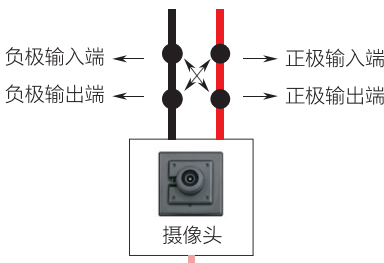


图 2-2-2 摄像头电源测试孔



项目实施

一、实施准备

1. 工具设备准备

工具设备准备见表 2-2-1。

表 2-2-1 工具设备准备

分类	名称	数量	图例
实训设备	智能汽车传感器实训系统	1 套	—
防护用品	工作服	1 套	—
	安全帽	1 个	—
	工作手套	1 双	—

(续)

分类	名称	数量	图例
工具、设备	数字式万用表	1 套	
辅助材料	绝缘垫	1 张	—
	无纺布	1 张	—

2. 检查数字式万用表

- 1) 打开数字式万用表电源，检查电量是否足够。
- 2) 将档位调至蜂鸣档，短接两表笔，如图 2-2-3 所示，检查万用表是否正常。



图 2-2-3 短接两表笔



视觉传感器电源故障现象确认

二、故障诊断流程

1. 确认故障现象

- 1) 接通实训系统电源，开启实训系统电源开关。
- 2) 打开“相机测试软件”，选择设备，查看是否能选择摄像头，确认故障现象。



视觉传感器电源故障检诊

2. 电源故障排除

将数字式万用表调至直流电压档，通过测量电源正极输入端与负极输出端之间的电压，以及电源正极输出端与负极输入端之间的电压，对照表 2-2-2 找出故障原因。

表 2-2-2 摄像头电源故障原因分析

序号	红表笔	黑表笔	电压	故障原因
1	正极输入端	负极输出端	供电电压（5V）	电源正极断路
	正极输出端	负极输入端	0V	
2	正极输入端	负极输出端	0V	电源负极断路
	正极输出端	负极输入端	供电电压（5V）	

3. 故障消除确认

- 1) 学生正确找到故障原因后，由老师清除故障。
- 2) 消除故障确认。打开“相机测试软件”，选择设备，然后单击“开启”按钮。若界面有画面，说明故障已清除。



视觉传感器电源故障消除确认

三、系统复原与 6S 整理清洁工作

- 1) 关闭摄像头测试软件，关闭实训系统计算机和电源。
- 2) 完成 6S 整理清洁工作。



复习题

1. 单选题

测试人员使用万用表测试摄像头的电源测试孔，发现正极输入端与负极输出端之间的电压为 5V，正极输出端与负极输入端的电压接近 0V，那么可以判断故障原因为（ ）。

- A. 电源负极断路
- B. 电源正极断路
- C. 电源负极虚接
- D. 电源正、负极同时断路

2. 简答题

- (1) 摄像头常见的故障类型有哪些？
- (2) 简述对实训系统上的摄像头进行故障排除的常见流程。