



中汽中心 | 检测

中汽研汽车检验中心(天津)有限公司

---

# 智能汽车 图像感知 评价体系

张世琦

+86 15902294565

zhangshiqi@catarc.ac.cn



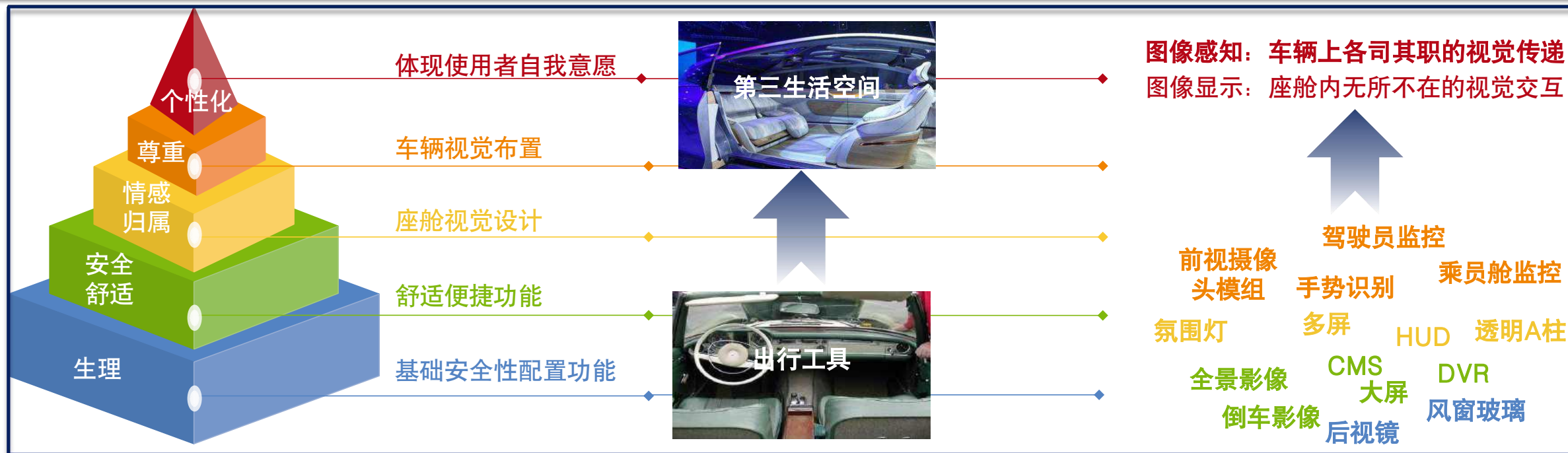
# 目录

## Contents

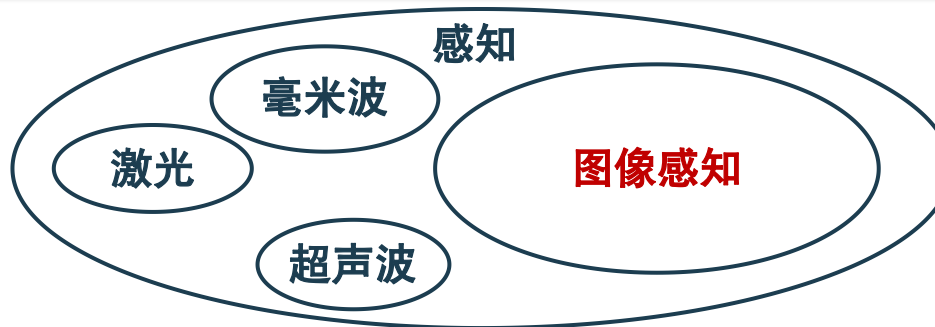
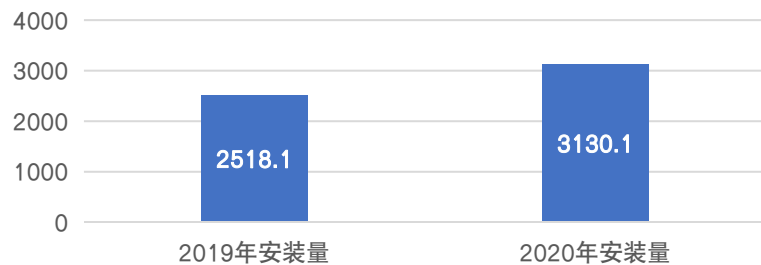
- 01 发展现状与趋势
- 02 评价需求及维度
- 03 评价体系
- 04 评价技术
- 05 总结与展望

# 01 发展现状与趋势

## 消费需求 驱动图像系功能产品蓬勃发展



2019-2020国内M类车摄像头安装量

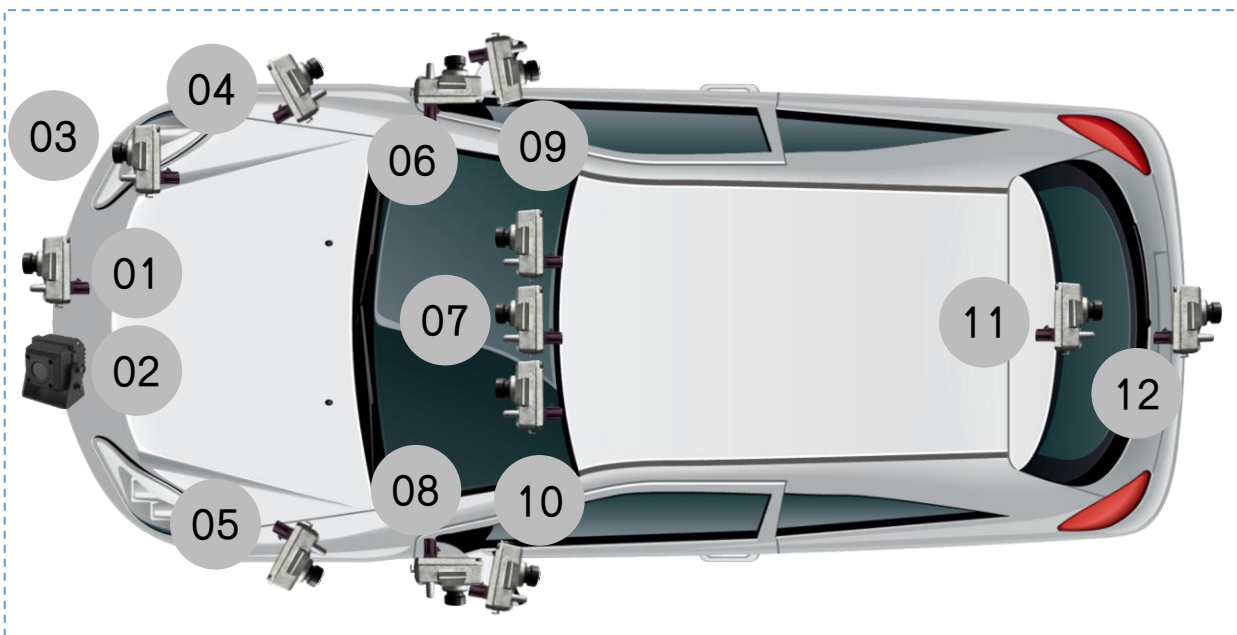


**图像感知输出的数据：**

- 1.最符合人类“感知”世界的方式；
- 2.包含大量的感知信息；

便于后续处理应用。

## 01 发展现状与趋势



车外图像感知分布

类别	位置	摄像头类型	位置	摄像头类型
前视	01	鱼眼摄像头	02	被动红外摄像头
	03	主动红外摄像头	07	ADAS摄像头
侧视	04	侧后视摄像头	06	鱼眼摄像头
	05		08	
后视	09	CMS摄像头	12	鱼眼摄像头
	10			
	11			

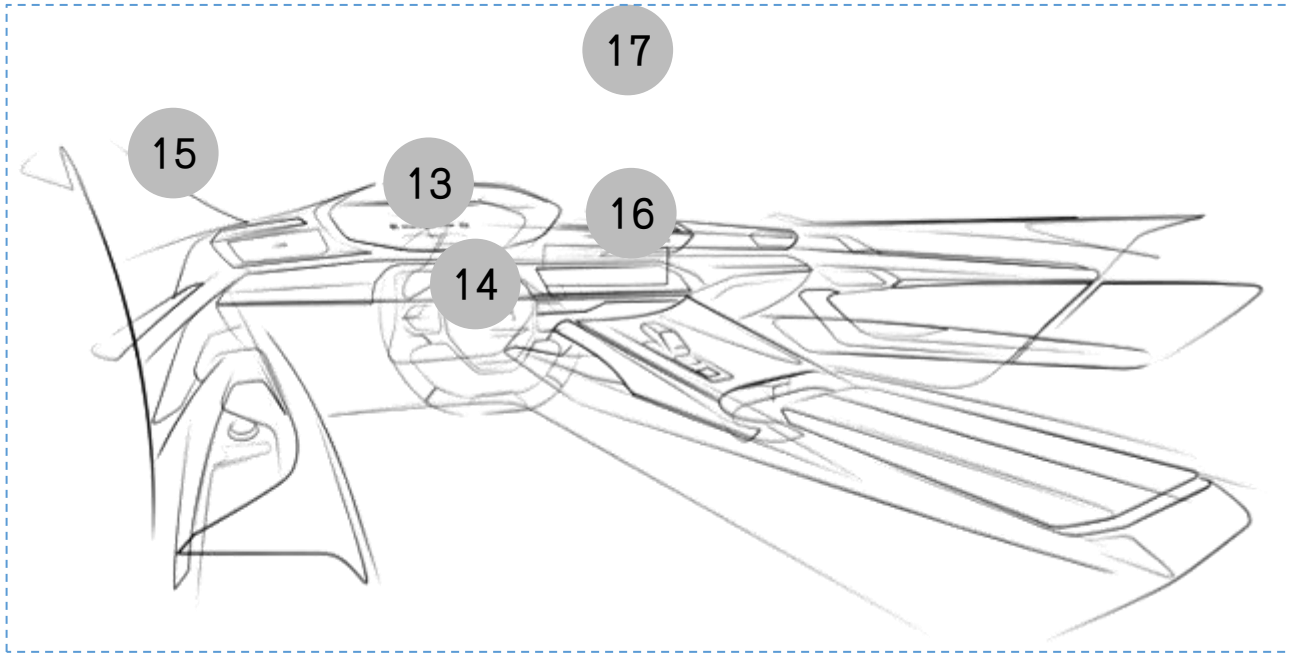
### 车外图像感知

- 借助各视向摄像头，以DVR、CMS、倒车影像、全景影像、ADAS前视模组等系统产品，帮助驾驶员获得外部环境视觉信息，辅助车辆驾驶行为。
- 无论人类视觉或机器视觉，均需保证优异的图像感知质量，图像感知的成像质量是智能驾驶感知层的核心指标。

# 01 发展现状与趋势

车内图像感知分布

类别	位置	摄像头类型
DMS	13	主动红外摄像头
	14	
	15	
OMS	16	红外摄像头
	17	



车内图像感知

- 借助各视向红外摄像头，以DMS、OMS等系统产品，感知车辆座舱内部环境的视觉信息，为座舱监测系统提供决策数据来源。
- DMS、OMS作为典型的车内机器视觉，图像感知的成像质量是实现系统功能的基础指标。

## 01 发展现状与趋势

01

### 可见光摄像头

主流图像感知部件，车内应用受限，是车外各视向各功能图像感知的普遍选择（DVR、CMS流媒体）。  
相对成本较低，成像效果受环境所限（如早、晚时间段、雾、雨雪天等）。正常光照下可还原场景颜色，真实体验感较好。难以兼顾夜间与白昼的成像效果。

### 主动红外摄像头

主流车内图像感知部件，主要应用于生物识别分析。  
成本相对较低，需要借助于红外补光灯，能够呈现出目标的细节特征；但其照射距离相对较近，主要应用于目标检测。

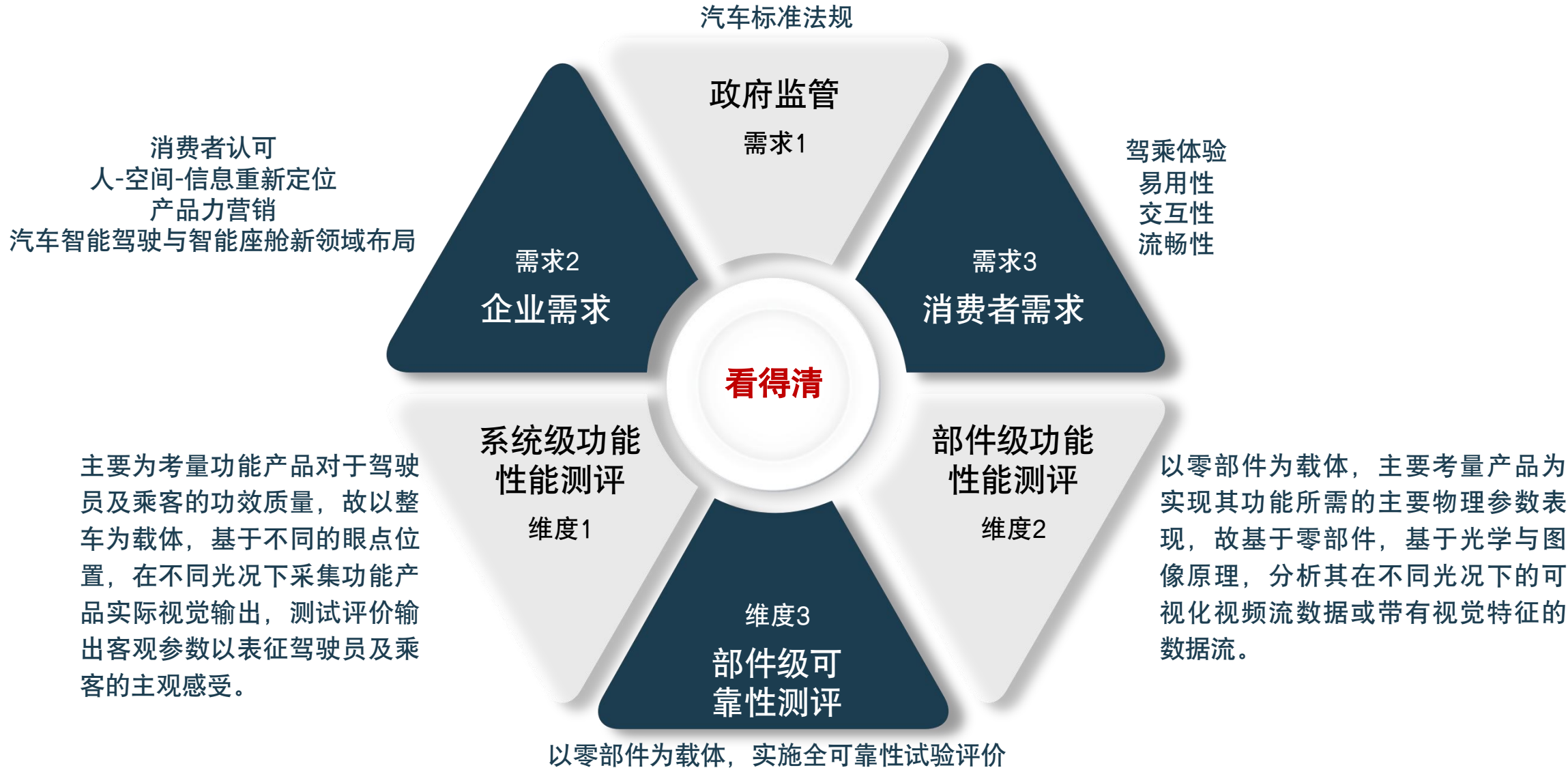
02

03

### 被动红外摄像头

热成像，主要应用于夜视。  
成本较高，对人、动物及行驶中的车辆等作用距离较远，且对雾霾烟尘也有很好的穿透能力，不受任何车灯、路灯及其他强光的影响，但只能呈现目标表面温度分布图像。

## 02 评价需求及维度





# 03 评价体系

- 01 可见光摄像头
- 02 主动红外摄像头
- 03 被动红外摄像头

指标	01	02	03
分辨率	✓	✓	✓
帧率	✓	✓	✓
FOV	✓	✓	✓
像素数量	✓	✓	✓
色彩	✓		
OECF	✓	✓	✓
恶劣条件成像	✓	✓	
曝光调节	✓	✓	
时间特性	✓	✓	✓

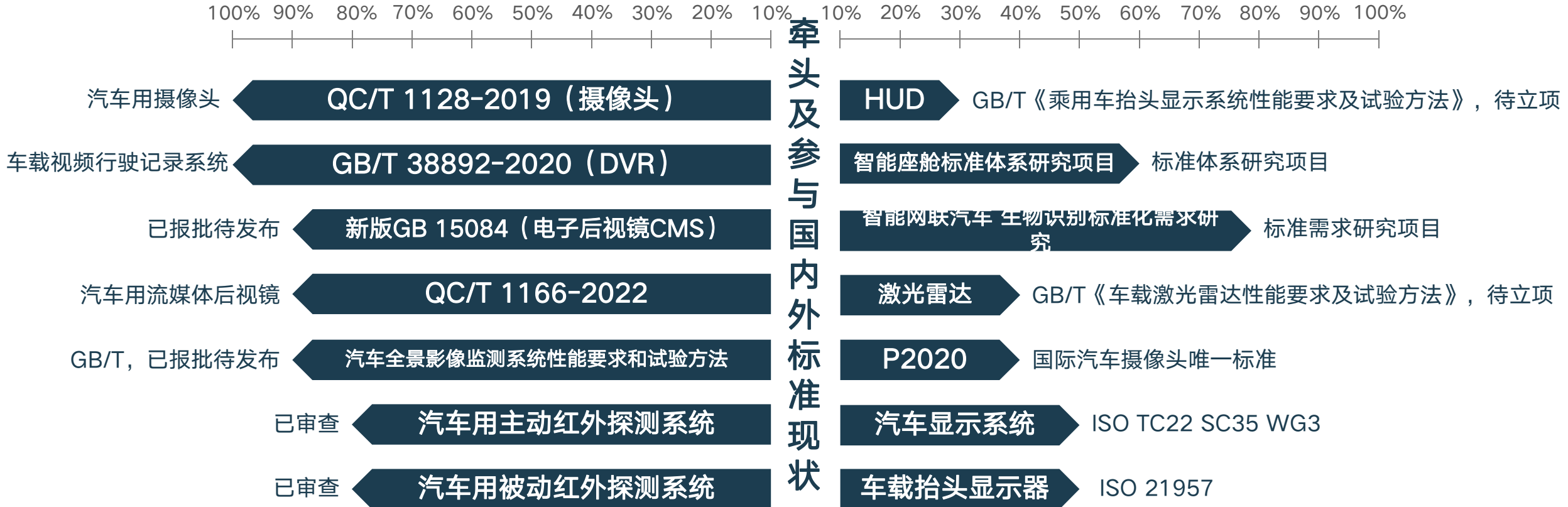


类别	性能评价特有项目		
02	亮度均匀性	光生物安全	识别距离 (I型)
03	NETD MRTD	识别距离	冻结时间

指标	01	02	03
电气	✓	✓	✓
机械	✓	✓	✓
环境耐候	✓	✓	✓
化学	✓	✓	✓
EMC	✓	✓	✓



### 03 评价体系



截至2022年06月下旬  
汽车图像主要国内外标准状态

## 04 评价技术

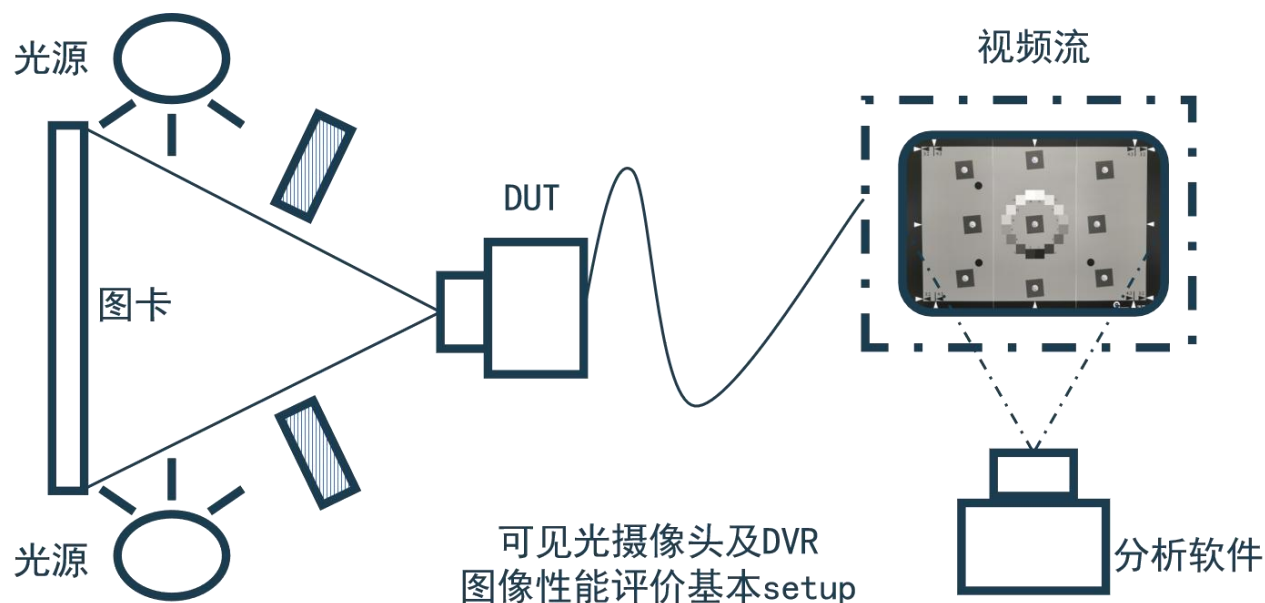
### 可见光摄像头及DVR

#### ➤评价目的:

✓评价图像感知单元或系统所输出的视频流数字文件在不同光况下的实景复现能力（清晰真实流畅细腻透彻）；

#### ➤评价布置:

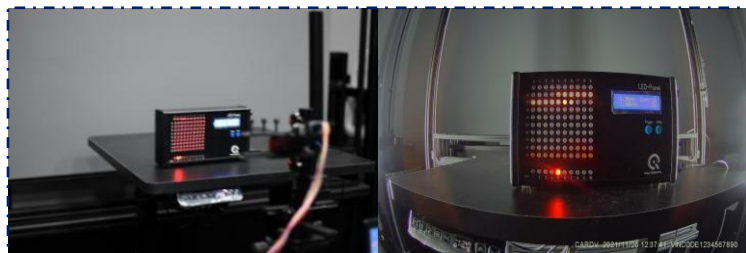
✓按不同图像细分特征性能测评目的，设计被拍摄目标物，对目标物施加可控环境光，分析视频流中结合了被拍摄目标物光学特征的区域。



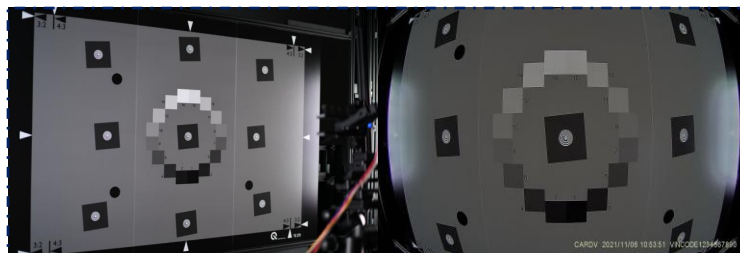
- ◆ 基于GB/T 38892-2020标准，已对吉利、长城、日产、北汽、恒驰、金龙等DVR进行全项性能测评。
- ◆ 基于QC/T 1128-2019标准，已对吉利、长城、比亚迪等摄像头进行核心图像性能测评。

## 04 评价技术

### 可见光摄像头及DVR



帧率、最大记录间隔时间、断电保护



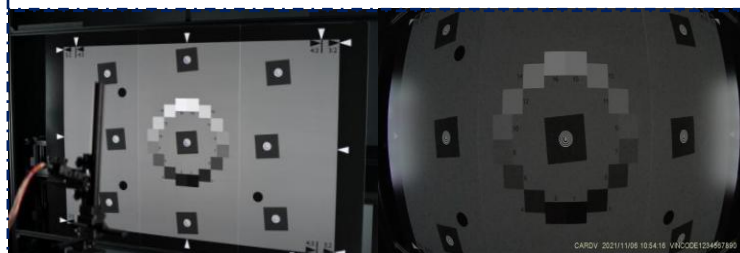
MTF值



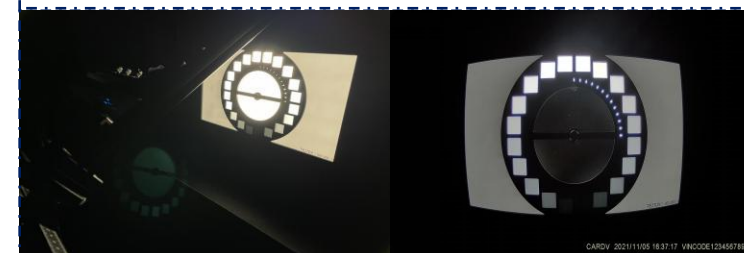
SNR



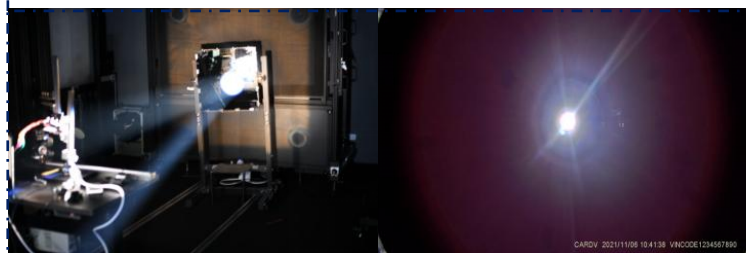
鬼像



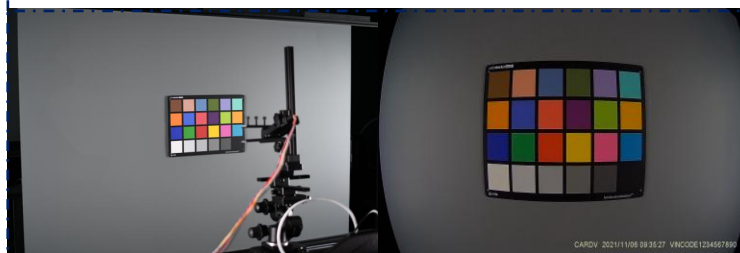
最低照度



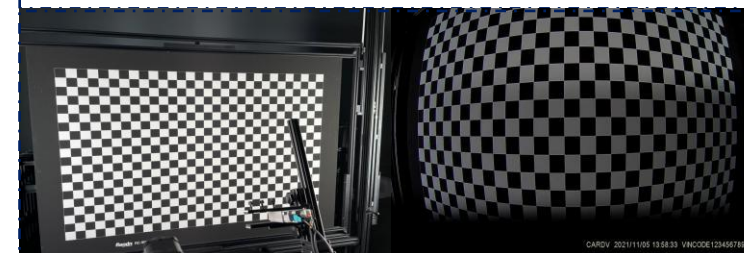
动态范围



炫光



白平衡



自动增益

典型问题:

- 1) 恶劣光场景成像误差大: “鬼像”过大过亮;
- 2) 突变光场景成像延时高: 突亮突暗后图像持续波动;
- 3) 夜间分辨率不足: 低照成像模糊……

# 04 评价技术

## 可见光摄像头及DVR

项目名称	解读
帧率	单位时间内成像次数。
有效像素	像素数量。
视场角	水平、垂直视野范围。
MTF值	中心视场与70%视场的分辨率相关。
信噪比	图像密度的随机变动，成像噪点大小相关，是视频信号的大小与无用信号大小的比例。
动态范围	影像层次分明程度，能够记录的从最黑到最白之间的最大影调范围。
最高照度	正午大照度下成像能力。
最低照度	低照下，中心视场与70%视场的分辨率相关。
自动增益控制时间	突变光场景下成像延时。
白平衡	与人眼相符合的色彩再现。
色彩还原	真实重现被摄物体颜色的能力。
炫光	恶劣光场景（视野中极不均衡的亮度分布，以致引起视觉不舒适和降低物体可见度）下成像能力。
鬼像	恶劣光场景（高亮度点光源快速反射形成附加像）下成像能力。
畸变	成像相对于实景的几何变形。

# 04 评价技术

## 主动红外摄像头



分类	探测范围	应用场景示例
I 型	车辆外部前方视野范围	夜视系统 (NVS)
II 型	车辆内部驾驶员区域	驾驶员状态监控 (DMS)
III 型	车辆内部座舱区域	乘员监控 (OMS)

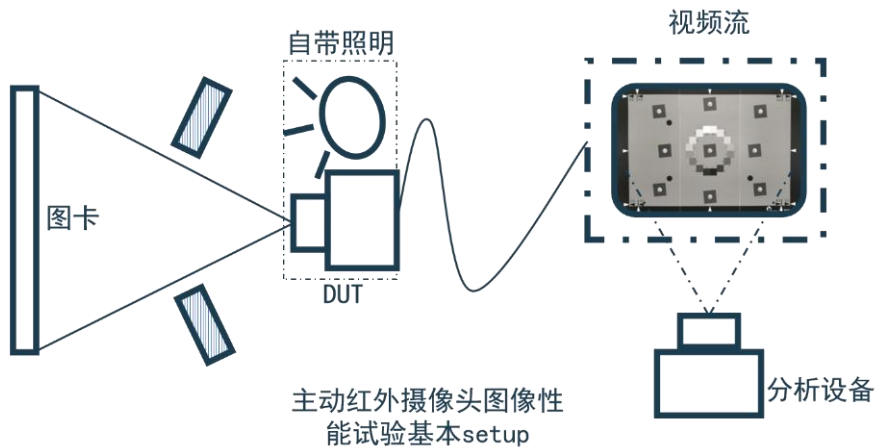


➤评价目的:

✓按应用场景, 评价图像感知单元所输出的视频流数字文件的实景特征捕捉能力;

➤评价布置:

✓按不同图像细分特征性能测评目的, 设计被拍摄目标物, 分析视频流中结合了被拍摄目标物光学特征的区域。



项目		
帧率	有效像素	MTF值
SNR	光轴中心精度	曝光调节速率
启动时间	系统延时	亮度均匀性
强光抑制	识别距离	波长、光生物安全



# 04 评价技术

## 主动红外摄像头

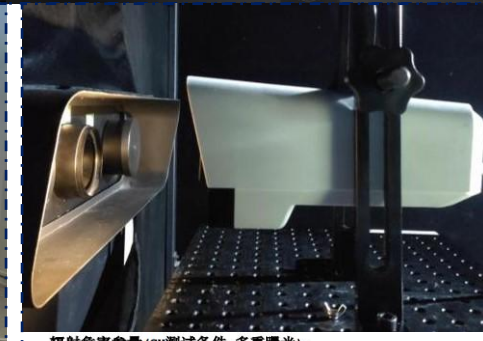
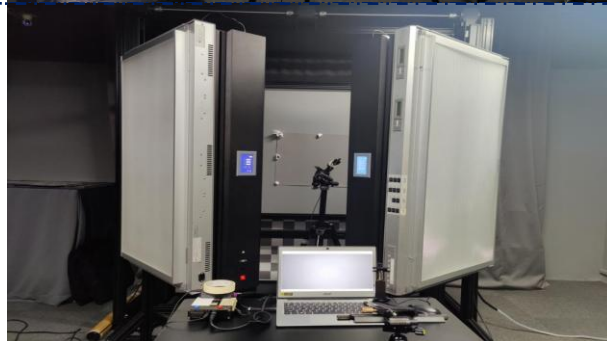
MTF  
值  
SNR



典型问题:

**自带补光不均匀:** 主动红外照明部件在摄像头视场内的照明不均匀度过高。

曝光  
调节  
速率



亮度  
均匀  
性



以往传统图像感知手段只接收光, 但主动红外图像感知需要搭配主动红外照明部件使用, 故需对主动红外照明部件的**光谱、辐照度、辐亮度**进行测试, 以保证其辐射能量 $E_S$ 、 $E_{UVA}$ 、 $L_B$ 、 $E_R$ 、 $L_R$ 、 $L_{IR}$ 、 $E_{IR}$ 未超出发射限值, 保护人眼、视网膜的安全。

辐射危害参量 (CX测试条件: 多重曝光):  
测试距离 = 200.0mm  
刈边角  $\alpha = 0.0685rad$   
光强度  $E = 0.11lx$   
光化学紫外危害  $E_s = 2.261e-7 W/m^2$   $T_{max\_Es} = 2$  sh  
蓝光小光强  $E_b = 1.741e-3 W/m^2$   $T_{max}$  is not needed  
眼睛的近紫外危害  $E_{uva} = 2.510e-3 W/m^2$   $T_{max\_E_{uva}} > 1000s$   
眼睛的红外辐射危害  $E_{ir} = 5.292e0 W/m^2$   $T_{max\_E_{ir}} > 1000s$   
皮肤热危害  $E_h = 5.389e0 W/m^2$   $T_{max\_E_h} > 10s$   
视网膜蓝光危害 (100mrad)  $L_B = 6.054e-2 W/m^2/sr$   $T_{max\_L_B} > 10000s$   
视网膜蓝光危害 (100mrad)  $L_R = 2.260e3 W/m^2/sr$   $T_{max\_L_R} > 10s$   
视网膜热辐射危害  $L_{ir} = 2.187e3 W/m^2/sr$   $T_{max} = 875912 s$

结论:  
灯类别: 无危险类

光生物安全

## 04 评价技术

### 被动红外摄像头



热成像

#### ➤评价目的:

✓按应用场景, 评价图像感知单元所输出的视频流数字文件的温度特征捕捉能力;

#### ➤评价布置:

✓按DUT成像原理, 结合不同图像细分特征性能测评目的, 设计被拍摄目标物, 分析视频流中结合了被拍摄目标物光学特征的区域。

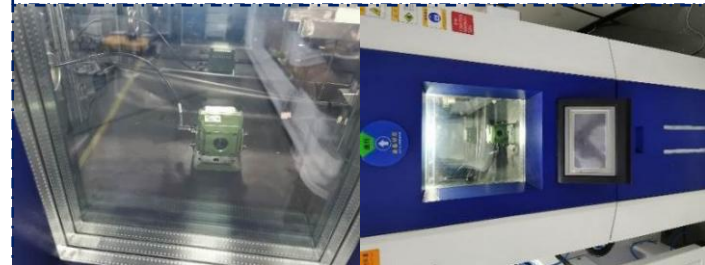
项目			
显示模式	图像调节	窗口加热	防高温灼烧
分辨率	采样帧频率	MTF值	视场角
噪声等效温差	最小可分辨温差	图像坏点	开机稳定时间
识别距离	观测范围	热响应时间	单位冻结时间 冻结时间间隔



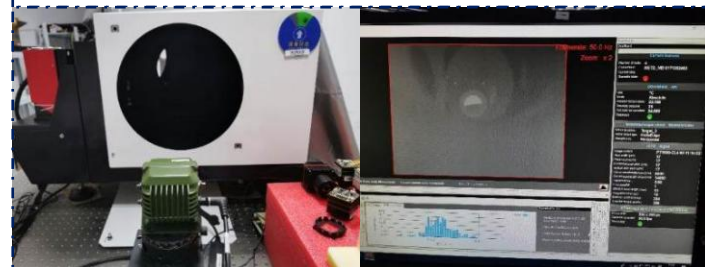
## 04 评价技术



显示模式 (白热、黑热)



窗口加热 (低温、高温)



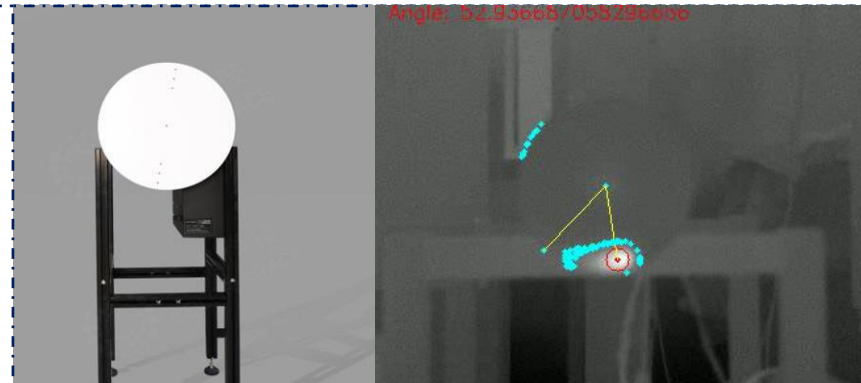
NETD、MRTD

### 被动红外摄像头

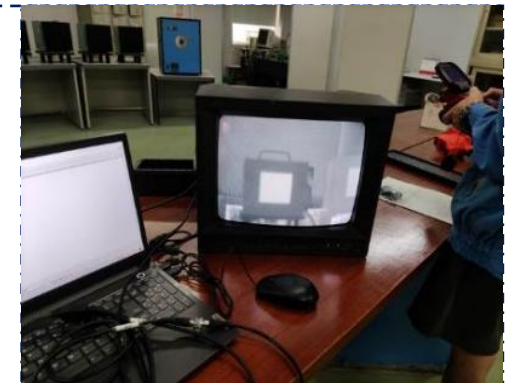


MTF值

加热处温度与背景温度为  $10^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$



热响应时间、单位冻结时间、冻结时间间隔  
转盘上高温目标温度为  $40^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$

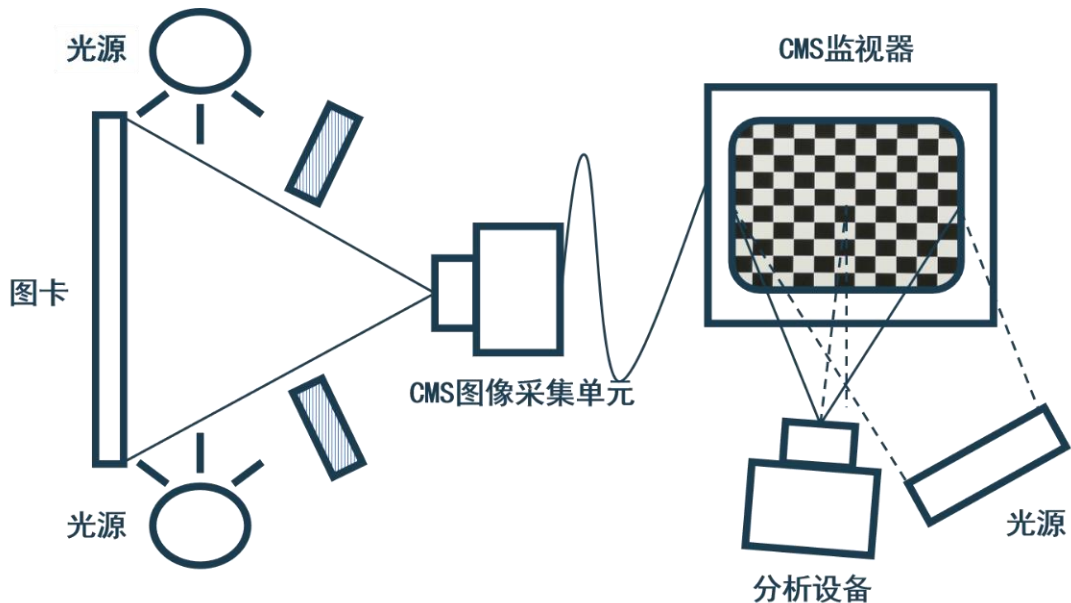


图像坏点

## 04 评价技术

### CMS (流媒体后视镜)

- CMS作为为驾驶员提供后视野的安全强相关产品，评价重点首先考虑与后视野强相关的实时显示画面质量——图像性能。
- CMS，即摄像头-监视器类架构的产品图像性能评价，在可控的环境光场景下，由摄像头拍摄固定形式的目标物，采集监视器屏幕上的实时图像，最后执行基于光学和图像原理的数学分析。
- 评价数据来源于CMS显示端的实时显示画面。
- 评价结果基于评价数据结合CMS硬件参数（摄像头视场角、显示端尺寸、设计观察角等）进行再计算。



- ◆ 基于GB 15084-XXXX、QC/T 1166-2022等标准对奥迪、奔驰、本田、长城、北汽、红旗、路特斯等CMS进行全项性能测评。

核心图像评价项目		
方向均匀性	亮度和对比度复现	灰度等级复现
弥散	点光源	景深
系统延迟	放大倍数	分辨率

# 04 评价技术

## CMS (流媒体后视镜)

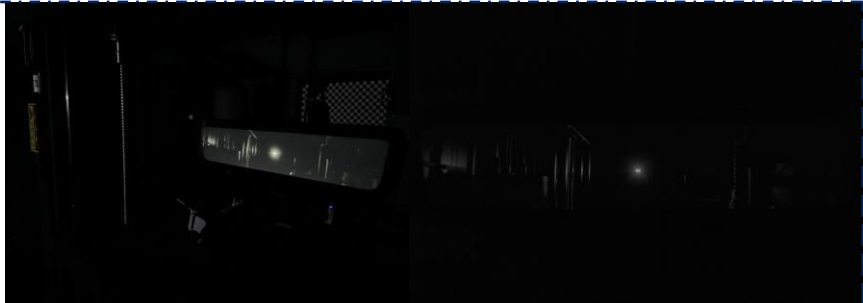
弥散



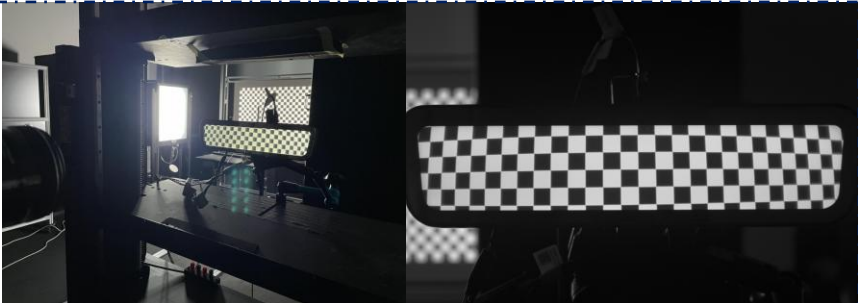
分辨率



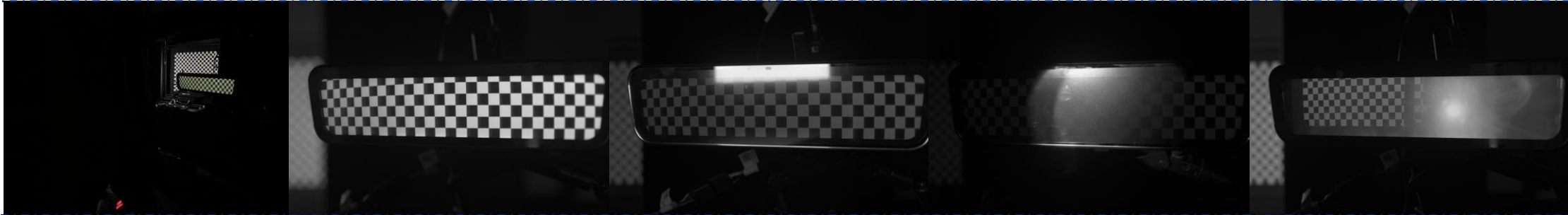
点光源



最小放大倍数



亮度对比度复现

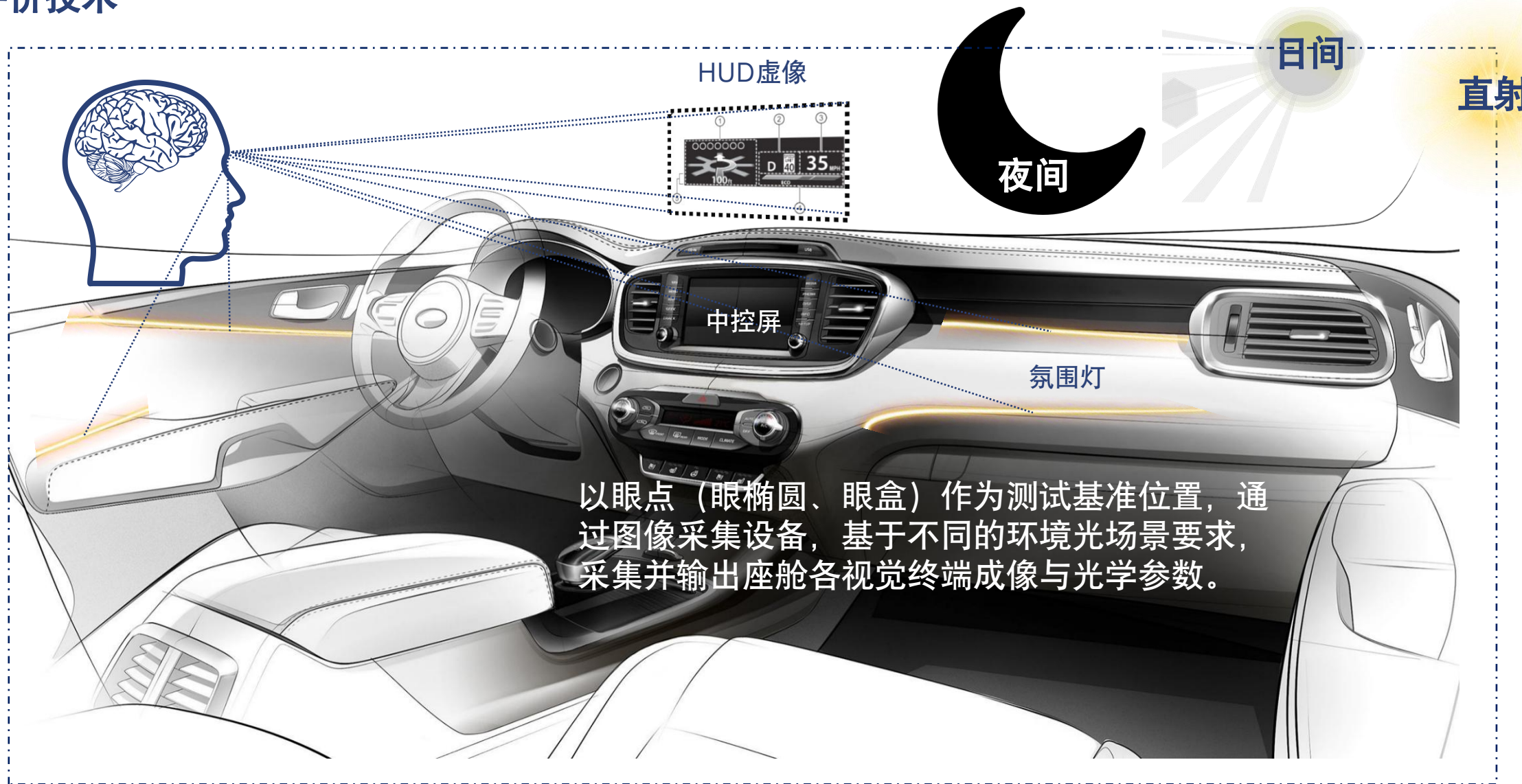


典型问题:

- 1) 整车参数匹配不当: 系统级成像不真实、不清晰, 无法完全匹配多数潜在用户;
- 2) 恶劣光场景成像误差大: 异常成像过亮遮挡真实视野...



## 04 评价技术



## 04 评价技术

### HUD



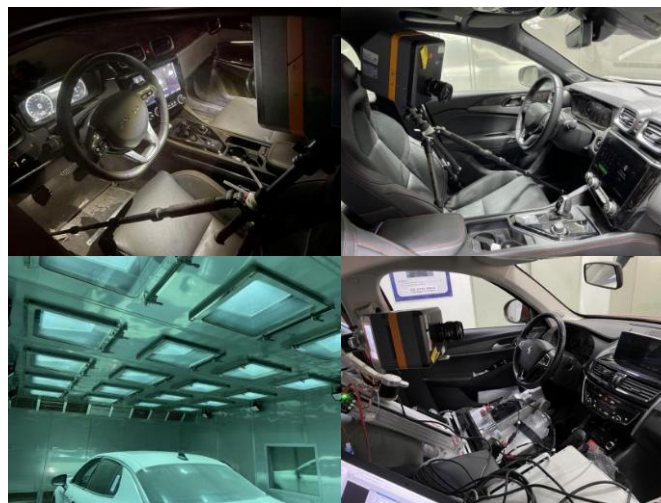
类别	项目		
光学图像	眼盒大小 (Eyebox)	重影	视场角FOV
	最高亮度	杂散光范围	虚像变形
	亮度均匀性	虚像距离VID	色度
	亮度对比度	下视角	双目视差

◆ 吉利、丰田、宝马、红旗等HUD进行全项图像性能测评。

典型问题:

- 1) 显示内容重影: 成像链路设计不当;
- 2) 大照度下虚像不可视: 虚像最高亮度不足;
- 3) 显示内容不清晰: 字符尺寸过小……

### 显示屏



典型问题:

显示质量导致占用驾驶员视线过久……

显示内容安全性	眩光
显示内容可读性	对比度、字符感知尺寸
显示内容享受性	色彩美学、颜色与UI画面设计、显示端亮度分布
显示内容可见性	视觉信息在显示区域内的排布、层级、显示帧率

### 全景、倒车



典型问题:

- 1) 全景拼接效果差: 缝隙、错位、重影、损失等多种拼接异常;
- 2) 辅助线偏离;
- 3) 视图比例失衡……

## 05 总结与展望

### 01 前视模组多颗、高分辨率、同源多用趋势下。

前视向图像感知，多视角、多焦距、多成像方式组合，感知分辨率急剧提升，且同时为ADAS、DVR、AR-HUD等功能提供人类视觉与机器视觉。

### 02 多感知手段融合条件下图像感知质量需求。

汽车智能驾驶、智能座舱需要图像、毫米波、激光、声纹等多感知手段融合，各有侧重。

### 03 实际工况下的图像感知能力。

汽车实际使用过程中，高温、低温、高湿、振动、冲击等多工况结合频发。

### 04 评价过程自动化。

现有通行试验评价方案，人为参与权重大，且面对某些摄像头，例如鱼眼摄像头，评价方案匹配程度低。

### ① 分别针对人类视觉、机器视觉及其融合体、针对高中低分辨率的图像感知建设评价体系。

针对机器视觉，可考量其抗Flicker能力.....

### ② 在融合感知体系内，针对图像感知的主导作用或辅助作用，建设评价体系。

针对融合感知内的机器视觉，考量其视野内不同亮度物体的分辨能力.....

### ③ 建设高低温、振动、冲击工况下实时测评图像感知能力的评价体系。

可搭建透光温箱，结合现有图像感知评价方案，实施图像评价.....

### ④ 搭建全自动化评价方案。

可搭建光源、图卡、图像感知单元位姿、视频流分析的自动化联动系统，实施图像评价.....







## 序号 试验能力覆盖产品

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1 | 汽车摄像头             |
| 2 | 车载视频行驶记录系统DVR     |
| 3 | 电子后视镜CMS (流媒体后视镜) |
| 4 | 全景环视监测系统          |
| 5 | 倒车影像              |
| 6 | 座舱显示屏             |
| 7 | 抬头显示系统HUD         |
| 8 | .....             |

2019年初，天津检验中心在国内率先落地图像性能试验能力，自此，天津检验中心图像团队牵头、参与了国内所有汽车图像相关标准制修订工作，并积极参与国际汽车图像标准工作，拥有一名ISO/TC22/SC35/WG3注册专家。

未来，天津检验中心将始终伴随行业发展，积极建设汽车视觉图像相关试验能力服务行业，欢迎大家随时交流合作！



中汽研汽车检验中心(天津)有限公司

张世琦

+86 15902294565

zhangshiqi@catarc.ac.cn

