

# V1.2 Venus车型传感器需求

【Feature】V1.2【Venus车型】-传感器标定「ANP3-41870」

开发中

## 评审记录

1	产品	产品评审负责人	业务评审负责人
2	venus二代车型传感器标定需求	蔡文彩	

## 版本记录

注：PRD提交评审之前的修改也可以记录下来PRD修改记录

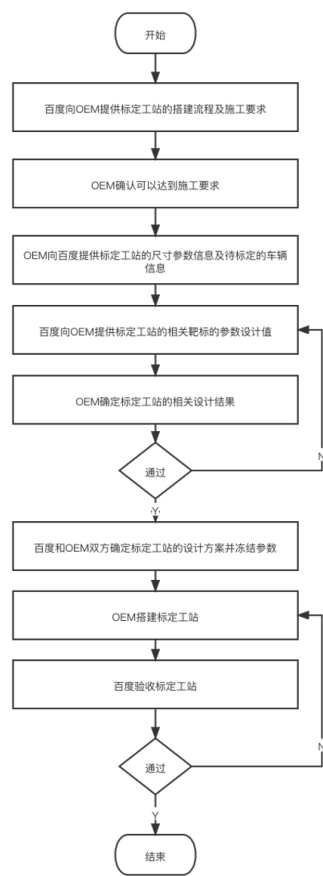
1	版本号	更新时间	变更内容
2	v1.0	20230729	产线布置位置变更
3			

## 1.产品功能概要设计

在实际整车下线过程中，由于整车制造误差，标靶制作误差和车辆停放位置误差等因素的存在，实际传感器安装时的位置信息和理论设计值之间会存在一定的累积误差，为明确实际传感器的安装位置信息，需要在完成车端传感器（相机，激光雷达，毫米波雷达，惯导，超声波雷达等）和计算硬件集成之后，对传感器进行标定，得到传感器相对于车身坐标系的安装位置。传感器标定是车辆装配与电气检查完成后，车辆下线前的最后一道工序，也是售后使用过程中不可或缺的维护环节。本文档描述了Venus整车产线传感器标定的流程与标定工位的需求，主要针对在集度Marsone车型传感器标定的基础上，调整标定算法，适配Venus 二代车型，同一版本标定软件兼容2款车型，相比Marsone 主要变更点：传感器的安装位置和标定间靶标布置位置；

涉及到的传感器：鱼眼相机（4路）、非鱼眼相机（7路）、IMU（依据不同车型使用对应的安装参数）

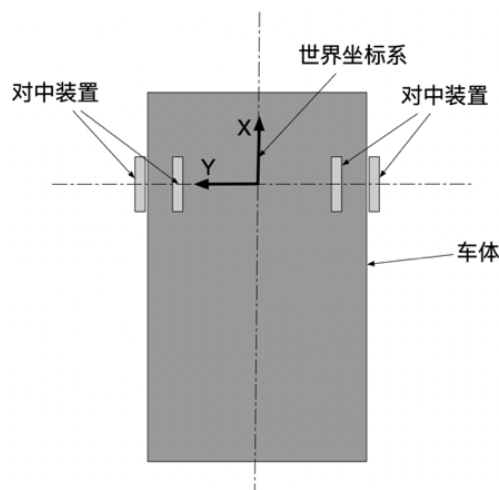
# 1.1业务流程



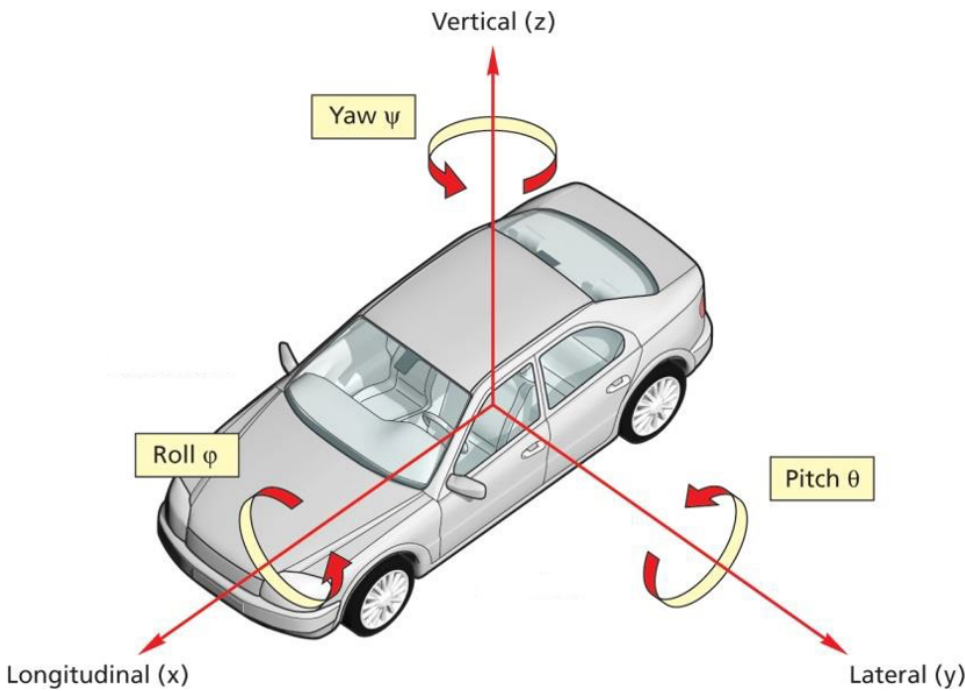
# 1.2坐标系介绍

产线标定工作中主要涉及到世界坐标系、车身坐标系和相机坐标系的定义和使用，我们文中使用的所有坐标系均为右手坐标系。为了更加容易理解空间中的刚体运动，文档中部分旋转使用欧拉角表示，欧拉角存在旋转顺序和奇异性问题，在此约定文中所有欧拉角的表示方式和顺序，绕 X 轴旋转是roll角，绕Y轴旋转是pitch角，绕Z轴旋转是yaw角。默认情况下使用 YPR 的旋转顺序表示，并且旋转时候时采用内角方式(按照旋转后的坐标系继续旋转)。

世界坐标系一般布置在对中装置中心线位置，如果标定间对中装置采用前轴定位，世界坐标系布置车辆前轴中心在地面的投影处。如果使用后轴定位，世界坐标系布置在车辆后轴中心在地面的投影处，如果前轴后轴定位，推荐和前轴定位一致。图1展示了前轴定位时候的世界坐标系定义。



车身参数中所有传感器的安装参数全部基于车身坐标系，**车身坐标系统一固定在车辆后轴中心点。**



## 2.产品功能详细设计

### 2.1 产品功能点列表

1	序号	功能名称	功能描述
2	1	鱼眼相机标定	venus产线下线鱼眼标定工序执行4路鱼眼相机标定，配合上位机完成鱼眼相
3	2	非鱼眼相机标定	venus产线下线非鱼眼标定工序执行剩余7个非鱼眼相机（4路环视+前广角+前成相机的标定；

### 2.2 产品设计

摄像头的量产标定需要在室内车间完成，车间需安装车辆对中装置（四轮定位装置）。标定开始前车辆固定在对中位装置中，并确认摄像头校准和紧固。之后通过地面靶标及四周的立式靶标，完成所有摄像头相对车身坐标系间的标定。**当前所有鱼眼相机一起标定，其他非鱼眼相机一起标定。**本需求适用集度Venus所有相机产线下线标定，利用产线标定间和上位机（诊断设备）完成传感器的下线标定；

- 摄像头安装位置相对数模，误差小于±10mm，角度误差小于±1.5°才能标定成功；
- 成功率 99%
- 鱼眼标定时长：50s
- 非鱼眼标定时长：50s

## 2.2.1 相机安装要求

### 相机安装要求

- 1)所有摄像头安装在车身刚性强度高、稳定性强的装置上，汽车行驶过程中，与车身整体成刚性结构。
- 2)安装位置，角度均符合《ANP 摄像头布置规范》。
- 3)所有摄像头相对于地面在X、Y、Z方向的安装精度应满足下表要求。

1	参数	参数值	单位
2	纵向误差（X方向）	±2	mm
3	横向误差（Y方向）	±2	mm
4	高度误差（Z方向）	±2	mm

- 4)摄像头相对于整车在三个角度方向的安装精度应满足下表要求。

1	参数	参数值	单位
2	侧倾角误差（Roll）	±1.5	deg
3	俯仰角误差（Pitch）	±1.5	deg
4	横摆角误差（Yaw）	±1.5	deg

注：Venus 车型相机安装位置链接：

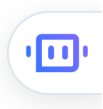
## 2.2.2 标定间及靶标要求

### 场地要求

- 1)标定工位大小长度18m，宽度7m，标定工位前后应留有入口和出口空间方便车辆标定流水线操作。（备注：标定工位大小会根据传感器FOV发生变化，这里的工位大小适用于图1所示的传感器方案。）
- 2)地面倾斜小于0.1°，平整度2-3mm，地面不能有高反光进入摄像头视野。
- 3)电力、防恶劣天气等其他要求同组装车间。
- 4)除了所需的标定图案外，不能有其它类似的图案进入摄像头的视野；
- 5)摄像头和标定板之间不应有其它物体出现在摄像头视野范围内；

### 光照要求

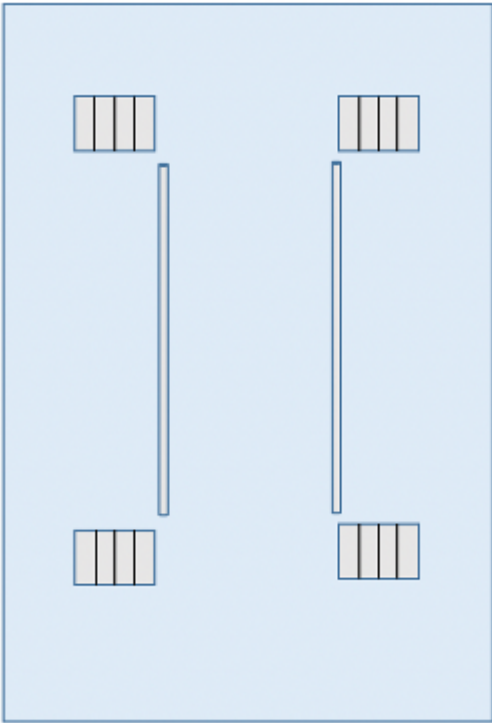
- 1) 标定工位光照均匀，照明等级参考建筑照明中绘图室照明标准，约200-1000 Lux之间，光照最大最小值之间相差不超过650 Lux，最大最小偏差不超过20Lux。有效区域内在车辆驶入后不能有阴影。



- 2) 在摄像头视野范围内，不应有直射入摄像头的光源，否则摄像头会降低曝光量使得拍到的校准版变暗，影响标定；
- 3) 光源应保证靶标上不会有反射光斑；
- 4) 光源亮度不应发生变化，同时确保标定工位周围不会有其他变化的光源，如开灯驶过的车辆等；

对中要求

- 1) 在各个模块标定之前，需要利用对中装置（四轮定位）对车辆进行对中摆正，以便将摄像头坐标系与车身坐标系统一。
- 2) 对中装置利用前后卡槽，左右推杆保证车辆停到指定的位置，对中示意图如下图所示。
- 3) 对中装置对中精度平移误差 $\pm 2\text{mm}$ ，旋转误差 $\pm 0.1^\circ$
- 4) 对中装置四轮装置之间的平整度 $1\text{mm}$ 。

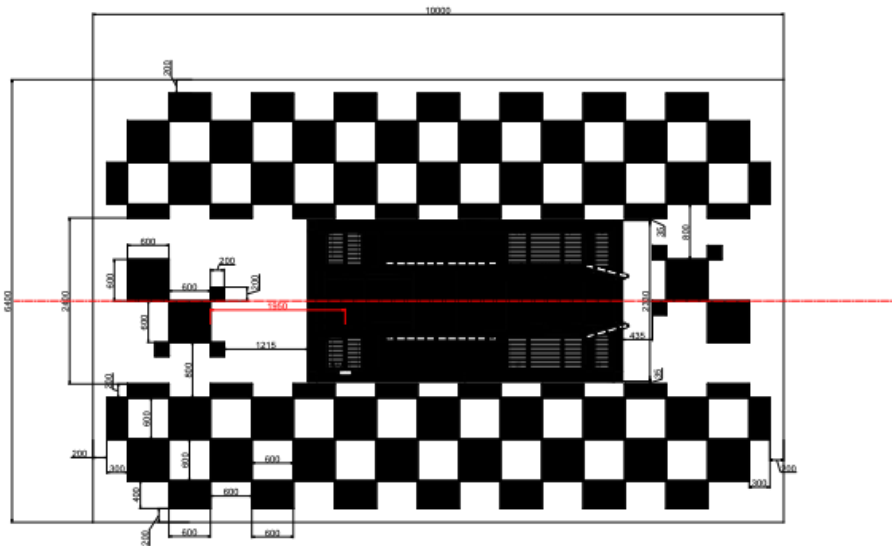


靶标要求

靶标主要包括两种类型，一种是地面靶标，主要用于环视鱼眼摄像头的标定。另一种是立式靶标，主要用于非鱼眼摄像头的标定。

鱼眼靶标要求

地面靶标主要用于4鱼眼摄像头的标定。整体地面靶标按照集度推荐复用吉利AVM标定间靶标，尺寸图如下，详细尺寸集度负责。

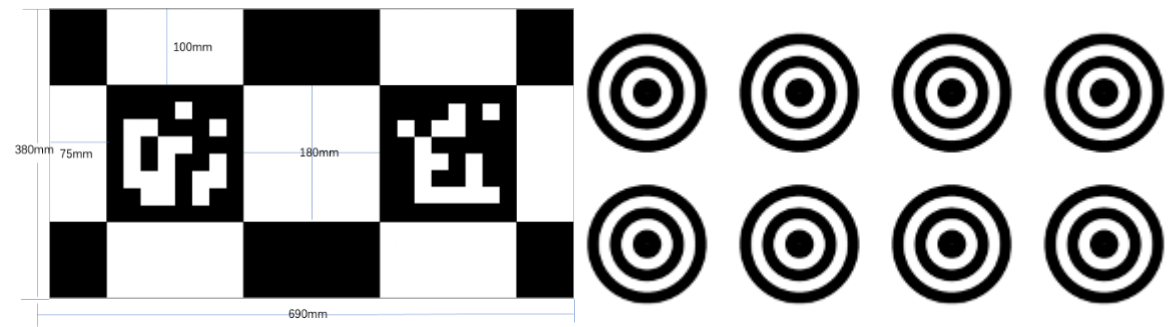


- 1)地面靶标为硬质材料（贴于硬质地面），要求理化性质稳定，强度大，热胀系数小，并保证长期使用不变形，靶标表面平整度2-3mm，每个棋盘格大小误差 $\pm 0.5\text{mm}$ ，整体报审表制作误差不超过 $\pm 1\text{mm}$ ；
- 2)地面靶标表面应为朗伯反射，在标定工位灯光照射下，各角度观察均不产生高光反射。

## 非鱼眼靶标要求

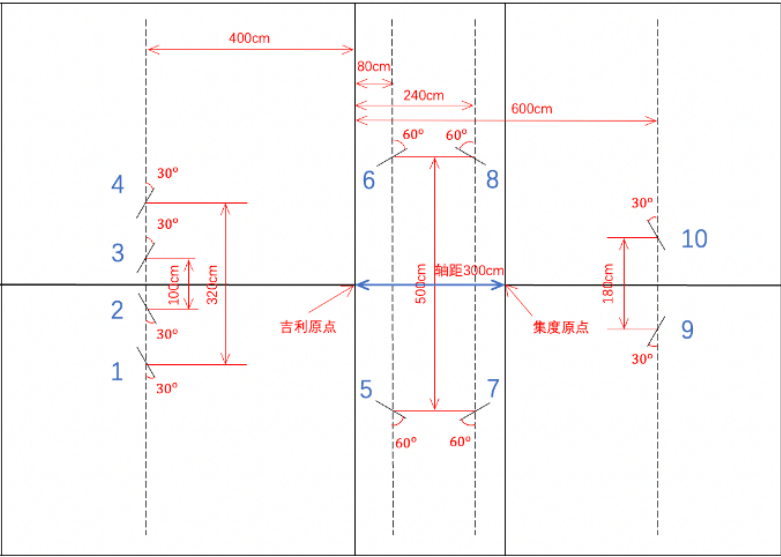
立式靶标用于非鱼眼7摄像头的标定。

- 1)立式靶标总共包含8块棋盘格+二维码靶标+2块圆形靶标，每块标靶的尺寸大小为690mm\*380mm，内嵌二维码形态不同，如下图所示，使用如下图片铺满显示器；
- 2)每块靶标采用32英寸（按集度推荐）(16:9)的LED（LightingEmitting Diode）显示器进行显示，显示器亮度不低于350cd/m<sup>2</sup>，可视角度不低于160度，刷新率不低于60HZ，4K高清显示器。
- 3)每块靶标显示屏可单独显示靶标图片，为增加标定识别精度，确认具体的靶标位置，优化标定算法，为精确定位靶标位置，每块靶标中二维码图形不一致，所以要求每块靶标单独显示；
- 4)前后靶标需悬挂安装（可用龙门架，如图6所示），前向靶标下边缘安装高度范围1.2m-1.8m（与前视长焦相机高度相差0.2m左右），距离后轴中心纵向距离8-9m，后向靶标下边缘安装高度1.2m-1.8m（与后视中距相机高度相差0.2m左右），距离后轴中心4-5m，可以保证车辆能够从靶标底部通行，靶标可升降，与地面水平，与车对中线垂直安装。
- 5)侧向靶标可使用立式支架安装，可升降，侧前侧后靶标下边缘安装高度范围:0.4-1.0m(mars1暂定0.95m，侧视和鱼眼布置确认后确定此部分高度），绕向上的z轴具有0-90°的旋转自由度（可根据车型和传感器配置固定安装）。旋转装置最小分辨率1度（刻度），安装精度± 0.5度。前4靶标中间靶标2和靶标3为相同点位的同心圆，靶标形态如下：



图立式靶标形态及尺寸(10个靶标原始图像可以附件发送)

靶标具体位置



Camera以前轴为原点坐标图（吉利）

Venus轴距：2999mm，转换成以前轴为中心相机各靶标位置坐标如下表：

1	靶标编号	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	Yaw	Pitch	Roll
2	1	4000	1600	下边缘1400 (可调范围1200-1800)	30°	0°	0°
3	2	4000	500	下边缘1400 (可调范围1200-1800)	30°	0°	0°
4	3	4000	-500	下边缘1400 (可调范围1200-1800)	-30°	0°	0°
5	4	4000	-1600	下边缘1400 (可调范围1200-1800)	-30°	0°	0°
6	5	800	2500	下边缘850 (可调范围400-1000)	60°	0°	0°
	6	-800	2500	下边缘850	-60°	0°	0°



7				(可调范围400-1000)			
	7	2400	2500	下边缘1050 (可调范围400-1000)	-60°	0°	0°
8							
	8	-2400	-2500	下边缘1050 (可调范围400-1000)	60°	0°	0°
9							
	9	-6000	900	下边缘1250 (可调范围1200-1800)	-30°	0°	0°
10							
	10	-6000	-900	下边缘1250 (可调范围1200-1800)	30°	0°	0°
11							

靶标的复位精度要求

1	精度方向	精度大小
2	X轴	±2mm
3	Y轴	±2mm
4	Z轴	±2mm
5	横摆角	±0.1°
6	俯仰角	±0.1°
7	侧仰角	±0.1°

精度靶标要求

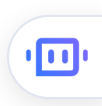
- 增加地面车道线喷涂

在非鱼眼相机和 lidar 标定间，标定工位四周画上车道线用于辅助判断鱼眼相机标定的结果，具体需求如下绘图所示，其中标定工位为实际图片中红框圈定的金属制部分，在标定工位四周绘制 20cm 宽的白色或黄色车道线，可使用油漆喷涂，具体位置以前轴为中心位置坐标点如下图；

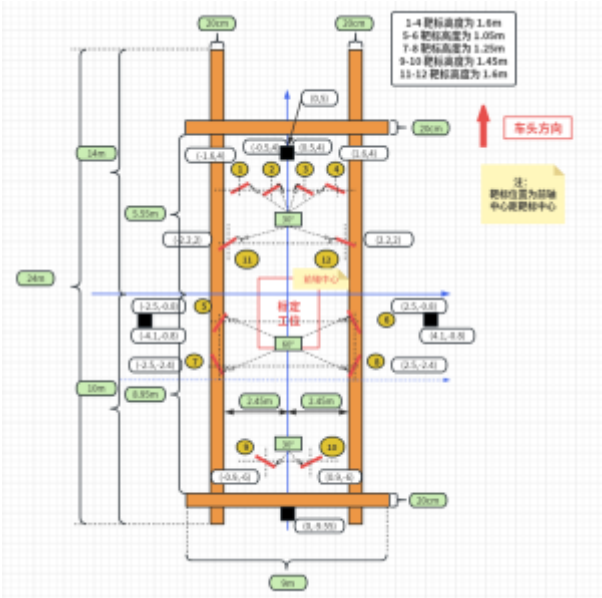
- 增加地面二维码摆放

靶标大小: 80cm x 80cm, 靶标编号 5001 ~ 5004, 图案如下附件，摆放位置如图中黑色方框部分；

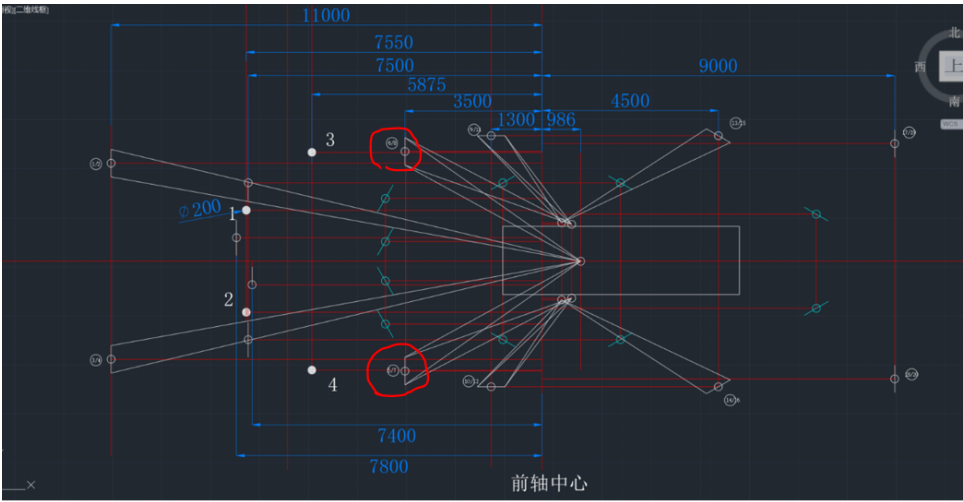
以标定工位边缘为准, 前左上(即车头朝向为x轴正方向, 左手边为y轴正方向, 朝上为z轴正方向) 坐标系, 所有靶标坐标位置均为**中心位置**, 位置不需要精确, 摆放位置容许范围 5 cm, 需要测量靶标4个角点位置, 可刷漆或者打印粘贴；







- 按照前期和venus沟通，共用/专用工位均和吉利E371共线的靶标，共用E371的侧向4个靶标（5/6/7/8#）；
  - a) 专用工位上增加4个标靶，坐标同E371的前视4个靶标（5/6/7/8#，如下图中红圈处及标靶坐标）
  - b) 共用工位复用E371已布置的前视4个靶标，不同车型切换标定图案



5	3.5	2.8	2.5	0	-90	0
6	3.5	-2.8	0.7	0	-90	0
7	3.5	2.8	0.7	0	-90	0
8	3.5	-2.8	2.5	0	-90	0

2.2.3产线标定工位验收

标定工站由OEM进行搭建，百度提供技术支持。工站搭建完毕后，由百度进行验收。验收通过后，由OEM提供试装车进行标定，执行相关一致性的最终确认后，标定工站可投入正常使用。主要验收内容如下：

### 1)靶标位置精度验收：

A:靶标位置的测量：多次测量靶标的参数值，确认靶标设计误差范围；

B:标定工位整体验收：保持主车不动，多次（大于10次）调整靶标后，每次在各方向相机图像中像素变化小于3个像素（说明：基于反投影误差在3像素左右。）

2)对中装置精度验收：保持靶标不动，多次（大于10次）完成主车校准后，靶标在图像中的像素变化小于3个像素。（四轮定位精度由OEM负责）；

3)由专业团队出具的检验报告，包括对中装置检验精度及靶标位置精度和靶标制作精度；

## 3相机标定流程

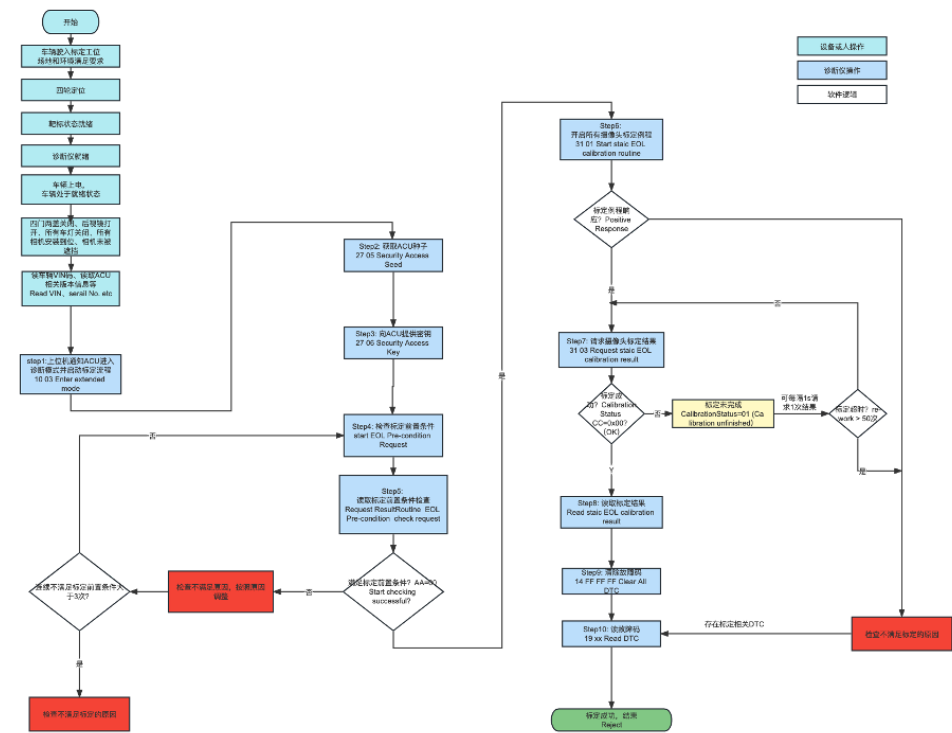
在生产线安装过程中，以下因素可能会造成摄像头偏离规定的安装位置：支架公差、安装误差。

为补偿上述偏差，必须对系统进行校准。校准过程就是要确定车载摄像头的三个方向角，即X轴侧倾角、Y轴俯仰角和Z轴横摆角。

产线非鱼眼摄像头标定流程如图7所示。车辆驶入标定工位进行标定前需满足以下要求：

- 1)车辆做好对中定位，停放在指定的位置。
- 2)车辆所有灯光，日光灯关闭。
- 3)车辆胎压为标注胎压
- 4)车辆空载
- 5)车辆上电
- 6)车辆保证静止，车速为0，发动机转速为0
- 7)摄像头和靶标之间无遮挡物
- 8)摄像头不能被任何光源直接照射（包括直接太阳光）
- 9)显示器正常显示靶标
- 10)摄像头标定所需的车辆参数，靶标参数已预存储在ACU的标定数据中；





注：因标定间诊断设备在标定间里，需要人员操作，执行相机和lidar标定时人员可不下车，在主驾驶位保留一人；

同时，需要确保标定期间整车在正常运行模式下，其中usagemode要在active或driving状态，不能处在inactive状态；

标定步骤

1	步骤	执行的功能命令	诊断仪	域控制器
2		整车和标定工位状态就绪，整车上IGN，整车配置相关信息		
3		校验车辆VIN码		读取车辆VIN码
4	step1	进入扩展会话	REQ 0xXXX: 02 10 03	RSP 0xXXX: 06 50 03
5	step2	获取ACU种子	REQ 0xXXX: 02 27 05 00 00 00 00 00	RSP 0xXXX: 06 67 01 XX XX XX XX 00
6	step3	向ACU提供密钥	REQ 0xXXX: 06 27 06 XX XX XX XX 00	RSP 0xXXX: 02 67 02 00 00 00 00 00
7	step4	摄像头安装条件有效性检测例程启动	REQ 0xXXX: 04 31 01 DC 10 00 00 00	RSP 0xXXX: 05 71 01DC 10 00 00
8	step5	查看摄像头安装条件有效性检测例程结果	REQ 0xXXX: 04 31 03 DC 10 00 00 00	RSP 0xXXX: 10 0A 71 03 FDC 10 NN TT TT TT TT TT
9				

10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17	step6	启动摄像头标定例程	REQ 0xXXX: 05 31 01 DC 11 AA BB BB BB BB CC CC CC CC XX YY RSP 0xXXX: 05 71 01 DC 11 ZZ 00 00



18

19

20

标定app 计算标定参数，并将标定参数存储并传递给ACU和CDC

step7

查看摄像头标定例程结果

REQ 0xXXX: 04 31 03DC11 00 00 00

RSP 0xXXX: 05 71 03 DC11 CC PP MM MM MM MM MM

21

22

23

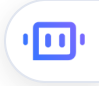
24

25

26

27

28



32

36

37

以

140

## 2) 靶标出现反光

重复步骤step6\step7：若标定结果失败，检查失败原因，依据失败原因调整，重复3次后还无法通过，请到临时：  
AVM：从10 03到标定结束时间满足50s，超过50s 判定超时失败；  
非鱼眼：从10 03到标定结束，非鱼眼总标定时长超过95s 判定超时失败；

Step8	读取校准具体信息	REQ 0xXXX: 03 22 XX XX	RSP 0xXXX: 10 12 62 XX XX YY YY.....
Step89	清除故障码	REQ 0xXXX: 04 14 FF FF FF 00 00 00	RSP 0xXXX: 01 54 00 00 00 00 00 00
Step9	读取故障码	REQ 0xXXX: 04 19 02 09 xx 00 00 00	RSP 0xXXX: 01 59 02 09 00 00 00 00
Step10	重启	REQ 0xXXX: 11 01	RSP 0xXXX: 51 01

### 标定失败原因

以下情形，校准有可能导致失败或错误：

- 1) 靶标被其他物品遮挡  
2) 靶标出现反光

- 3)摄像头视野被遮挡
- 41
- 4)摄像头安装偏差严重过大
- 5)车辆定位误差太大
- 6)靶标几何特征有磨损或显示器未正常显示靶标
- 7)摄像头内部故障，如无法读取内参等

标定失败故障码对应关系：

1	传感器	错误码		英文含义	中文含义
2		十进制	十六进制		
3	鱼眼相机/ 非鱼眼相机	111201	1b261	EOL_FAILED	ACU侧未知错误
4		111202	1b262	EOL_UNKNOWN_STATION_ID	未知标定环境编码
5		111203	1b263	EOL_UNKNOWN_CAMERA_ID	未知相机编码
6		111204	1b264	EOL_UNKNOWN_CAR_ID	未知车型编码
7		111205	1b265	EOL_INVALID_PARAMETERS	靶标或安装参数无效
8		111206	1b266	EOL_DETECT_FEATTRUE_FAILED	无法提取环境中的靶标特征点
9		111207	1b267	EOL_NOT_ENOUGH_FEATRES	环境靶标特征点数量太少
10		111208	1b268	EOL_CALIBRATION_	标定计算失败
11		111209	1b269	CALC_FAILED	
12		111209	1b269	EOL_CALIBRAITION_RESULT_	标定计算结果超差
13		111210	1b26a	OUT_OF_RANGE	
14		111210	1b26a	EOL_NO_IMAGE	相机无落图
15		111211	1b26b	EOL_NO_INTRINSIC	相机无法获取到内参
16		111212	1b26c	EOL_NO_DEFAULT_EXTR	SDK中间文件无效（内参和安装位置）
		111213	1b26d	EOL_INTR_ERROR	相机内参错误
		111214	1b26e	EOL_RESULT_RPY_	标定结果角度超出阈值
				TRANS_ERROR	



## 4 IMU安装要求

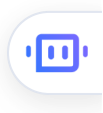
IMU安装的时候和车身坐标存在一定偏角，V1.1取消产线标定流程，需要确保安装要求。

- 1)IMU安装在车身刚性强度高、稳定性强的装置上，如车架，汽车行驶过程中与车身整体成刚性结构。
- 2) 安装位置和角度均符合要求，位移（x，y，z轴）误差大小±5mm，角度（pitch，yaw，roll)误差大小±1°（IMU集成在ACU中，安装精度为ACU的安装精度要求）。

注：Venus车型IMU安装相Marsnne Z向反向；具体安装位置见参数文件；

附录：

1	编号	名称	对应相机
2	1	onsemi_narrow	前长焦相机
3	2	onsemi_obstacle	前广角相机
4	3	spherical_left_forward	左前相机
5	4	spherical_right_forward	右前相机
6	5	spherical_left_backward	左后相机
7	6	spherical_right_backward	右后相机
8	7	spherical_backward	后视相机
9	8	fisheye_front	鱼眼前相机
10	9	fisheye_left	鱼眼左相机
11	10	fisheye_right	鱼眼右相机
12	11	fisheye_rear	鱼眼后相机



## 5 产品需求列表

因和Marsone一版软件兼容，本次需依据车型进行增量部分开发，增量内容需求如下：

相机变更点：相机安装位置、标定间靶标文件、标定触发指令；

IMU变更点：安装位置；

1	类别	功能名称	优先级	icafe卡片链接
	底软	底软诊断触发指令区分相机/lidar sensor ID	P0	

2		<a href="https://console.cloud.baidu-int.com/devops/icafe/issue/cloud-37789/show">https://console.cloud.baidu-int.com/devops/icafe/issue/cloud-37789/show</a>		
3	相机标定服务	标定服务venus 相机安装初值文件适配		
4		标定服务venus 鱼眼标定靶标文件输入		
5		标定服务venus 非鱼眼标定靶标文件输入		
6		标定服务station ID适配		
7		标定服务venus 相机输出文件适配		
8		8M相机内参适配		venus车型相机为正确参数，不需
9	算法SDK	算法SDK适配venus精度验证		0830之后有VP车后验证；
10	常驻服务	标定服务区分标定车型 CAR ID		
11	Venus标定间验收	venus工厂标定间打点验收并出具验收报告		0826当周安排出差验证；
12	IMU	标定服务venus IMU安装初值文件适配		
13		标定服务根据不同车型调用不同初值文件		

