

STA79-2PRO 型车载雷达 产品手册



芜湖森思泰克智能科技有限公司

二〇二二年一月

版权声明

非常感谢您选用本公司研发生产的侧向辅助雷达。为了方便您使用，请仔细阅读说明书，并按照说明书操作。

本产品的硬件、软件设计等版权归芜湖森思泰克智能科技有限公司所有，受法律保护，任何单位和个人不得侵犯。

本产品因不断研究改进，规格与设计可能在未经通知情况下有变更，恕不另行通知，敬请谅解，最终解释权归芜湖森思泰克智能科技有限公司所有。

公司地址

芜湖总部：芜湖市经开区东区万春高新技术创业园 1#厂房

北京分部：北京市西城区南滨河路 27 号贵都国际中心 B 座 1415

石家庄分部：河北省石家庄市鹿泉经济开发区御园路 99 号 B1

杭州分部：浙江省杭州市东流路 700 号海康威视数字技术股份有限公司

西安分部：西安市高新区天谷八路环普产业园 G4 座 20 层

联系邮箱：info@whstsensor.com

网址： www.whstsensor.cn



修改记录

[illegible]

目录

1	概述	6
1.1	目的和范围	6
2	产品参数	6
2.1	性能参数	6
2.2	结构尺寸	7
2.3	三维实体图及爆炸示意图	7
3	硬件要求	8
3.1	雷达硬件框图	8
3.2	系统功能框图	9
3.3	接口定义	9
4	安装要求	10
4.1	范围与作用	10
4.2	雷达安装要求	10
4.2.1	雷达安装基本要求	10
4.2.2	雷达前方覆盖件基本要求	13
4.2.3	覆盖件环境影响	14
4.2.4	雷达与覆盖件角度的影响	14
4.2.5	多径反射问题规避	14
4.3	匹配流程	14
4.4	匹配步骤	15
4.4.1	STEP1 布置数据输入	15
4.4.2	STEP2 仿真数据输入	15
4.4.3	STEP3 雷达安装位置预评估	16
4.4.4	STEP4 材料介电常数测量	16
4.4.5	STEP5 雷达安装位置确认	16
4.4.6	STEP6 雷达仿真结果	16
4.4.7	STEP7 雷达位置锁定	16
5	标定规范	17
5.1	下线标定 EOL	17
5.1.1	标定目的	17
5.1.2	雷达角度标定	17
5.1.3	测试车辆	20
5.1.4	标定流程	20
5.2	售后自标定	21
5.2.1	标定目的	21
5.2.2	雷达角度标定	22
5.2.3	标定要求	23
5.2.4	标定流程	23
5.2.5	标定结果	24
6	遮挡检测	25
6.1	遮挡检测判定条件	25
6.2	遮挡实验场地选取及验证方式	26
7	抗干扰策略	27

- 7.1 抗干扰策略说明.....27
 - 7.1.1 时间同步方案.....27
 - 7.1.2 波形调整.....27
- 7.2 策略调整影响.....28
 - 7.2.1 时间同步方案.....28
 - 7.2.2 波形调整方案.....28

1 概述

1.1 目的和范围

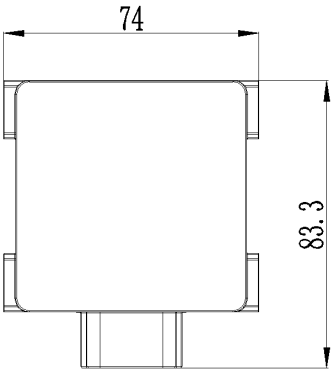

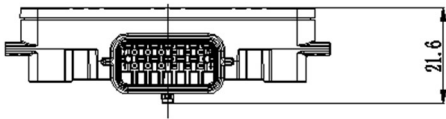
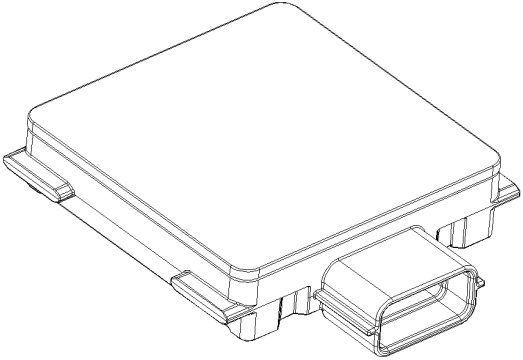
本文档作为系统开发工作的输出，规定了 STA79-2PRO 型雷达的功能/性能要求、系统功能框图、相关通讯方式和从系统层面对输入及输出部件的功能及性能要求。

2 产品参数

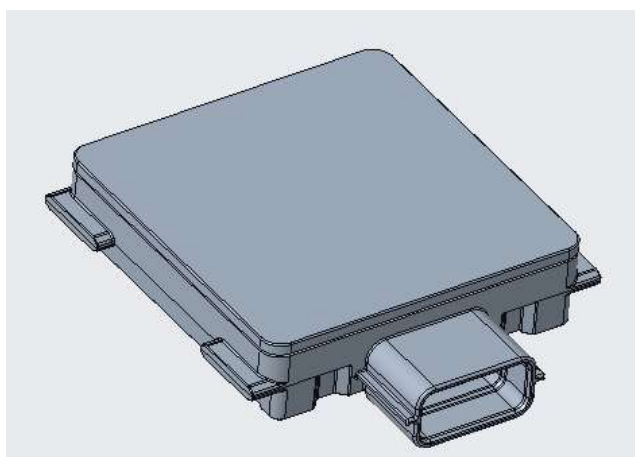
2.1 性能参数

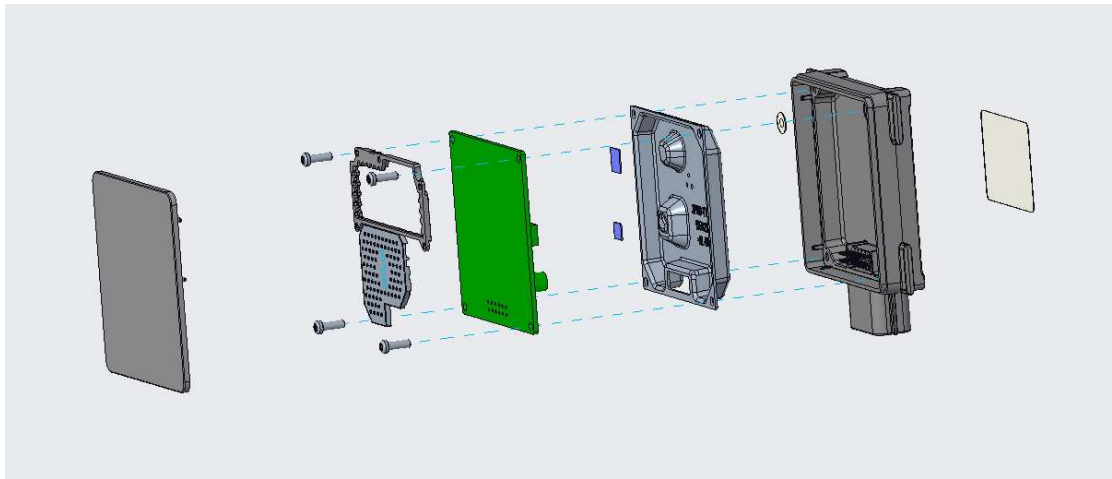
技术指标		STA79-2Pro
工作频段		76GHz~77GHz
发射功率		≤10mW
调制波形		FMCW
扫频带宽		长距 400MHz 短距 600MHz
数据周期		50ms
测距范围		0.2m~180m（长距模式） 0.2m~120m（默认模式）
测速范围		-83.3m/s~+83.3m/s
水平视角		-75°~+75°
俯仰视角		-12°~+12°
测距精度		±0.1m
测速精度		±0.3km/h
测角精度（方位/俯仰）		±0.5°/±1°
多目标区分	距离分辨率	0.2m/0.05m
	速度分辨率	0.7km/h
	角度分辨率(方位)	3.5°
工作电压		9V~16V DC
工作电流		≤300mA
功 耗		≤3.5W
工作温度		-40℃~+85℃

2.2 结构尺寸

	
主视图	俯视图
	
左视图	等轴视图

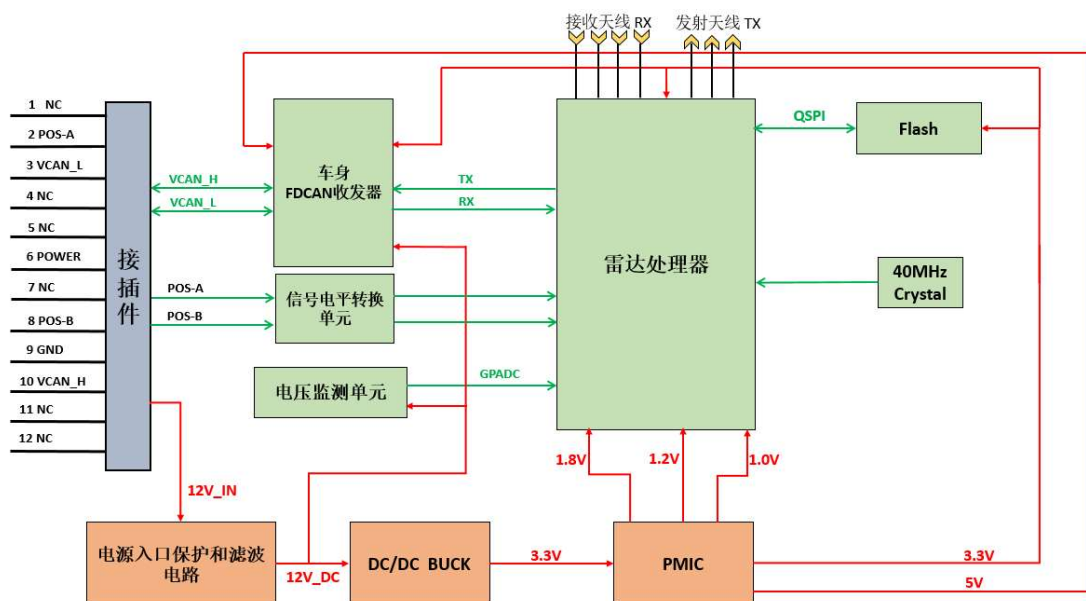
2.3 三维实体图及爆炸示意图





3 硬件要求

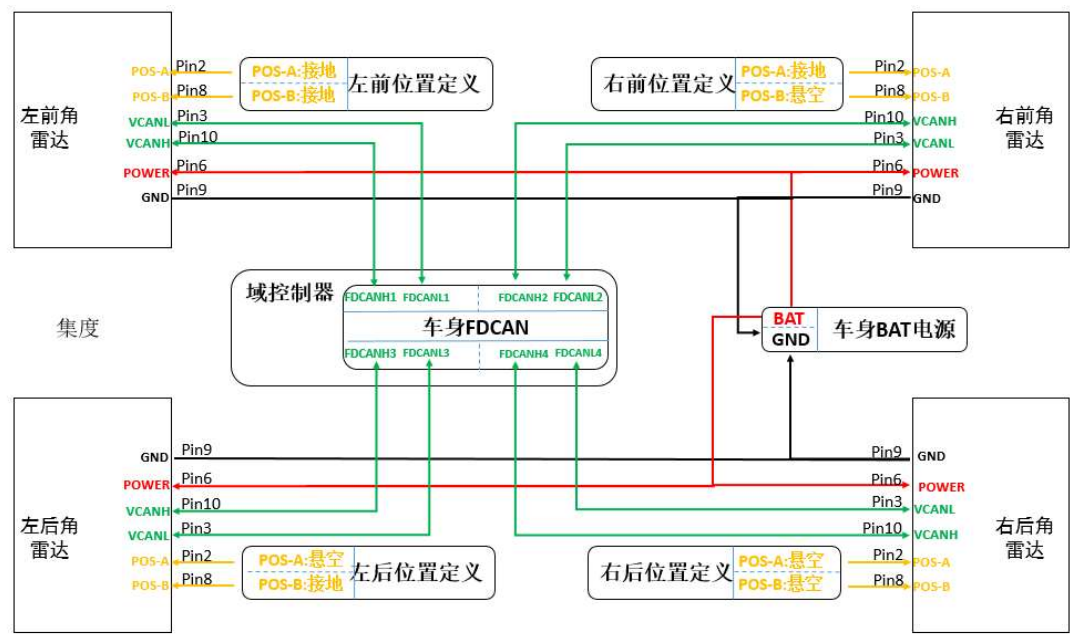
3.1 雷达硬件框图



- 1, 电源入口保护和滤波电路: 增强后级电源供电的稳定性, 增加浪涌、静电防护, 电源反接保护, 过温过流保护, 以及降低 EMI 的作用。
- 2, DC/DC BUCK: 将 12V 电压降到 3.3V, 满足 PMIC 的供电需求。
- 3, PMIC: 为雷达系统提供电源和监控, 为处理器提供看门狗功能。
- 4, 电压监测单元: 采集系统 12V 供电, 雷达处理器根据供电大小执行不同的决策。
- 5, 信号电平转换单元: 将 POS 信号转换为雷达 IO 识别的电平, 同时保护雷达的 IO 不受外界非正常信号的损坏。
- 6, FDCAN 收发器: 接收车身信息, 发送雷达数据。
- 7, 雷达处理器: 发射并接收雷达波, 处理目标信息, 并通过 CAN 收发器发送给接收单元。

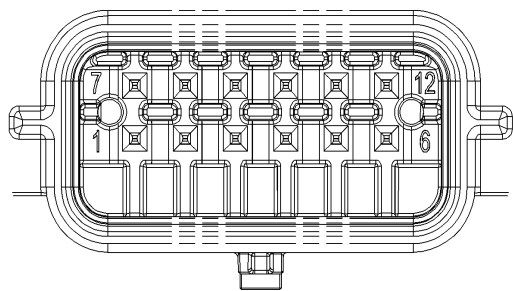
- 8, Flash: 存储 boot, 主程序及下电回写数据。
- 9, 40MHz: 为雷达处理器提供基础时钟。

3.2 系统功能框图



(四雷达独立架构)

3.3 接口定义



脚位定义说明		
脚位 *	功能*	额定电流 (A) *
pin1	NC	NC
pin2	雷达安装位置识别 A	10mA
pin3	车身 CAN 信号低	70mA
pin4	NC	NC
pin5	NC	NC
pin6	电源输入正极	250mA

pin7	NC	NC
pin8	雷达安装位置识别 B	10mA
pin9	电源输入负极	250mA
pin10	车身 CAN 信号高	-70mA
pin11	NC	NC
pin12	NC	NC

4 安装要求

4.1 范围与作用

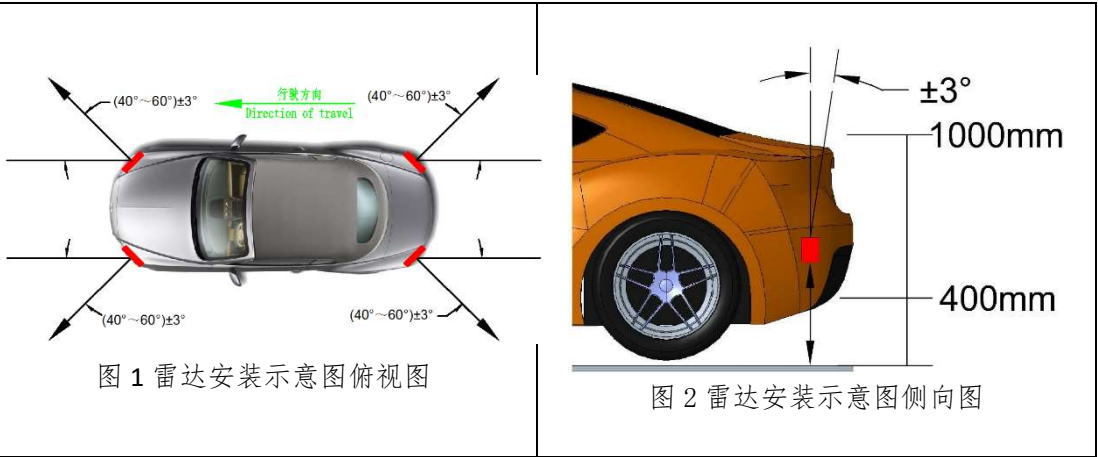
本规范规定了 STA79-2Pro 型高分辨近程雷达的安装匹配规范，由于雷达受安装环境，位置误差的影响较大，因此雷达安装匹配过程应严格按照本规范执行，以使雷达达到最佳使用性能，任何超出此规范限制的部分应与我司工程师进行沟通，任何由客户单方限制的因素导致不满足此规范要求的后果由客户承担。

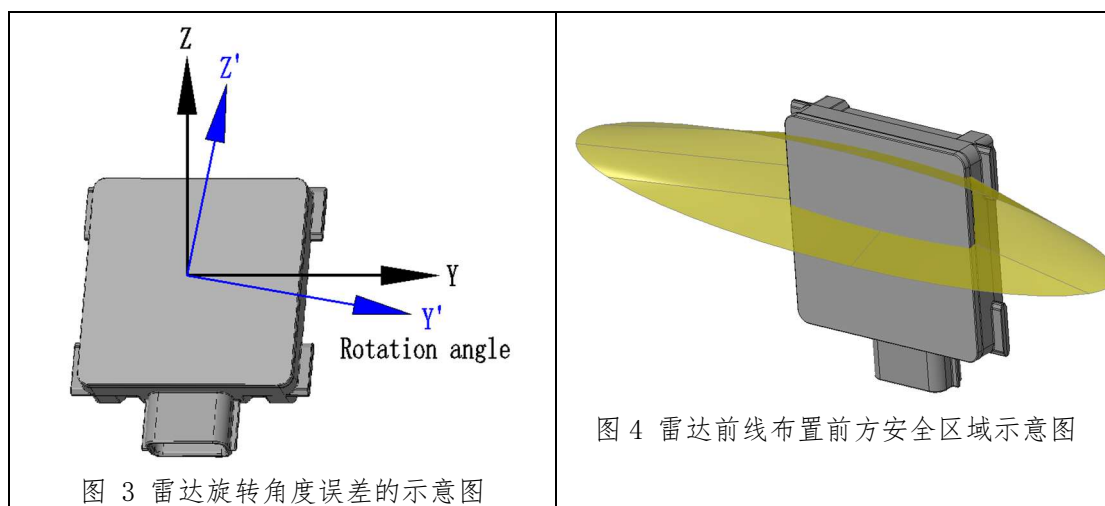
4.2 雷达安装要求

4.2.1 雷达安装基本要求

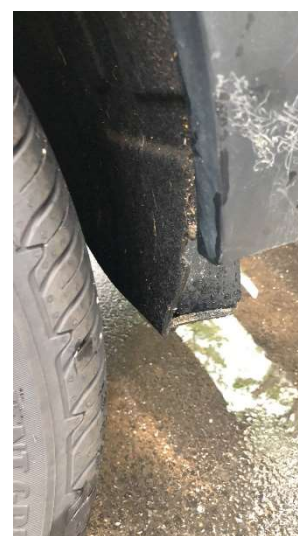
安装位置	车辆四个边角
安装朝向	雷达接插件端口朝地面
与车辆 XZ 面(前进方向)夹角	前角（40°~60°，典型值 50°） 后角（40°~60°，典型值 50°），如前、后角对 FCTA、RCTA 斜停 45 度报警距离有要求，建议≥50° (图 1)
与车辆 XZ 面（对称面）夹角误差要求	±3°
雷达天线罩平面与车辆空载地面线夹角（布置校核时必须满足）	90° (图 2)
雷达天线罩平面与车辆空载地面线夹角（装配、工艺造成的装配误差）	±3°
雷达旋转角度误差要求（以雷达天线罩平面的法向方向为轴心）	要求 0°
雷达旋转角度误差要求（装配、工艺造成的装配误差）	≤1.5°（图 3）
安装高度（雷达本体中心距离所有地面线）	最小 400mm 最大 1000mm (图 2)
对覆盖件要求	

<p>雷达布置前方安全区域范围， 以天线范围 39.6*22.4mm 为基础成外发 散锥形区域</p> <p>垂直方向±20°垂直方向容忍误差±3°(雷达 装配全尺寸链误差，需要保证实际装配误 差内都不能有任何遮挡或造型线)</p> <p>水平方向：±75°(雷达功能区域，此区域 内必须所有要求都被满足，否则会对性能 有严重影响)</p> <p>水平方向容忍误差±3°，(雷达装配全尺寸 链误差，需要保证实际装配误差内都不能 有任何遮挡或造型线，图 4)</p>	<p>波束范围为禁止布置区，影响性能，出现不 满足项会降低雷达性能</p> <p>(不满足项包含：安装角度过小或过大、最 小曲率半径、覆盖件导致的衰减量、突变的 造型线等)</p> <p>注意：因雷达有装配误差，需保证因装配误 差造成的波束偏离范围内都不能有不满足项</p>
<p>覆盖件的最小曲率半径要求（注 1）</p>	<p>R≥350mm，没有影响；</p> <p>R<350mm，可能有严重的影响，需要评估；</p> <p>R<200mm，会有严重影响，不推荐。</p>
<p>雷达与保险杠俯仰夹角要求</p>	<p>≥8°无影响，详见 2.4</p> <p><8°需做仿真分析，影响严重时发保险杠样 片测试确认（样片规格见 4.3）</p>
<p>建议与车辆其它部件最小间隙</p>	<p>≥10mm 最终尺寸与客户确认为准</p>
<p>允许雷达前方覆盖件（保险杠等）最佳厚 度</p>	<p>2~4mm，具体厚度需要根据材料特性和表面 涂层进行测试、仿真、优化</p>
<p>雷达防护要求</p>	<p>雷达安装位置需要隔离飞溅污水、污泥等， 避免雷达表面被覆泥触发遮挡报警（案例如 图 5）</p>





a)保险杠下方不封闭



b)后轮无挡泥板



c) 无隔绝措施雷达表面



d)推荐方式一：保险杠下方封闭

e) 推荐方式二：后轮装挡泥板



f) 有隔绝措施雷达表面

图 5 雷达与周围遮挡的相对位置示意图

注 1：后保险杠曲率对雷达影响较小。但是如果后保险杠曲率半径过小或后保险杠形状突变仍会影响雷达信号。因此为保证雷达性能，后保险杠曲率半径要大且变化平滑。

4.2.2 雷达前方覆盖件基本要求

- 1) 材料均一，非夹层或混合材料；
- 2) 覆盖件不允许含有任何金属，包含覆盖物涂层所含金属添加；
- 3) 喷涂需要单独分析（可能导致强烈的放射和衰减），(注 2)；
- 4) 不得与雷达面垂直；
- 5) 覆盖物材质选用 PP, PS, PC/PBT, PC/PET, ABS, PEI, PPS, PE；
- 6) 允许雷达前方覆盖件（保险杠等）导致的衰减量(双路损失) $\leq 3\text{dB}$
- 7) 特殊形状的覆盖件必须进行测试；

注 2：后保险杠材料及金属漆所含金属粉(铝粉、铜粉等) 和会对雷达信号有一定的衰减作用，因此雷达安装要求后保险杠整体透波性能要好，介电常数低，以降低衰减。保险杠厚

度需要根据材料进行优化。

4.2.3 覆盖件环境影响

- 1) 耐候性：覆盖件使用温度范围-40℃到 105℃；
- 2) 吸水性：在 23℃/50%RH 条件下的吸水性 $\leq 0.1\%$ ；
- 3) 耐热性：在 90℃没有空气流通的环境下超过 24 小时，不应产生退化；
- 4) 紫外老化性：能长时间抵抗紫外线辐射；
- 5) 水附着性：由于覆盖件表面的水滴会严重影响雷达波的衰减，因此覆盖件的设计、喷涂尽量优化以达到最好的去除水滴效果，覆盖件不易被水浸湿；
- 6) 自洁性：优化设计、喷涂效果，以减少污垢的附着；
- 7) 雷达需要部分空气流通散热；

4.2.4 雷达与覆盖件角度的影响

波束照射到覆盖件，会有部分能量反射回来，反射的能量过高时，会影响接收天线对正常反射信号的接收。故需将保险杠与雷达之间增加一定角度，一般 8° 以上不会造成影响。若小于 8° 时，要对保险杠的特性进行限制和确认，需要提供样品进行测试。从以往项目经验可知，当安装布置角度超出 $40^\circ \sim 60^\circ$ 时，雷达与覆盖件角度影响较大，角度越大影响越严重。

4.2.5 多径反射问题规避

如果保险杠存在反射，吸波材料和支架所产生的反射信号会弹回雷达。也需要避免这种情况的发生，下面给出了示意图。最差的情况是，当遮挡件垂直倾角与保险杠垂直倾角满足 $\gamma_1 = \gamma_2/2$ 的时候。为了减少反射信号，应满足如下条件： $\gamma_1 > \gamma_2/2 + 10^\circ$ 或 $\gamma_1 < \gamma_2/2 + 10^\circ$

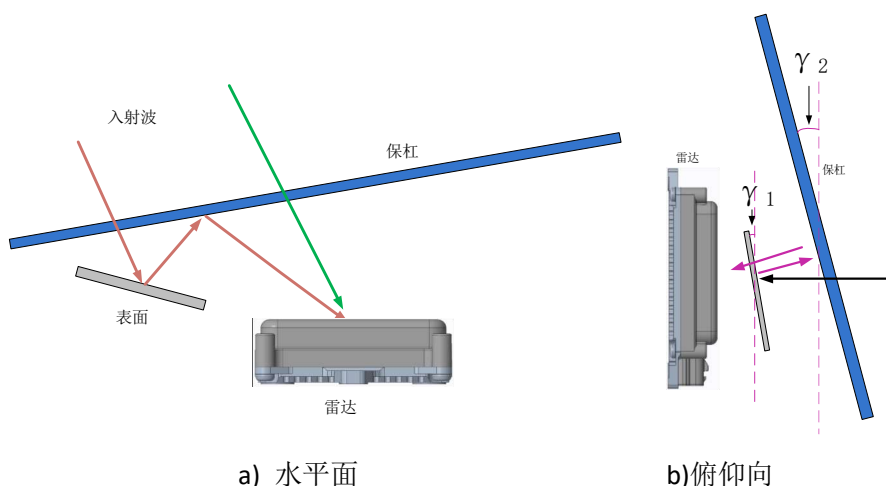


图 6 雷达与周围遮挡的相对位置示意图

4.3 匹配流程

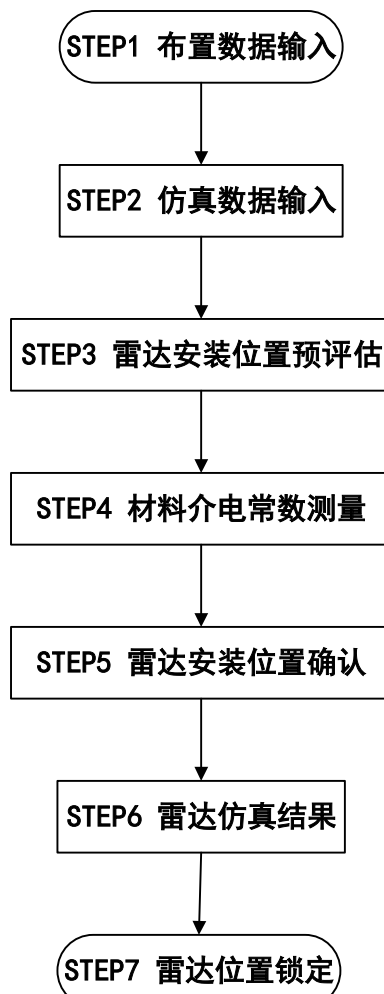


图 7 雷达匹配流程

4.4 匹配步骤

4.4.1 STEP1 布置数据输入

前期车厂将定点车型的保险杠结构释放给我司,由我公司的结构工程师进行安装位置布局。布置数模结构应包含:

序号	包含内容
1	保险杠造型、厚度, 格栅, 牌照位框等, 包含附近车灯、倒车雷达、格栅、牌照位框等部件位置数据
2	后保布线
3	车体钣金表层数据, 包含防撞梁位置及造型
4	车辆地平线 (满/空/半载)
5	前后轴位置

3D 数模格式兼容 CATIA V5 2017 以下版本, .STP /.IGS/ .X_T 等通用格式。

4.4.2 STEP2 仿真数据输入

如需进行仿真，请按以下格式提供仿真数据，其中材质和厚度为必填项，会极大影响仿真结果。

类别	项目	输入条件
前/后保	数据版本	0226_EXT_CAS_20201204.CATPart (例)
	材质	PP+EPDM-T20 (例)
	厚度	3.5mm (例)
	颜色	银色 (例)
(车身) 钣金	数据版本	5000050-QE01-20201208_AllCATPart.CATPart (例)

4.4.3 STEP3 雷达安装位置预评估

我司工程师在接收到车场释放的 3D 数模后，根据我司的雷达安装要求进行雷达位置的预评估布局，评估当前状态是否满足雷达安装要求。

4.4.4 STEP4 材料介电常数测量

需要客户提供：冻结覆盖件设计材料，提供由此材料制成的平板样片。尺寸为 200*200mm，厚度与保险杠厚度保持一致。样片含喷漆，且包含所有使用喷漆种类。
我司用以评估保险杠材质、布局位置和保险杠厚度。

4.4.5 STEP5 雷达安装位置确认

经过以上步骤，确认一版安装位置，并形成仿真模型。

4.4.6 STEP6 雷达仿真结果

通过仿真软件，对已确认的位置进行仿真，得出仿真结果，判断位置是否可行。

4.4.7 STEP7 雷达位置锁定

根据仿真结果，判定位置是否可以锁定，形成雷达布局数据。

5 标定规范

5.1 下线标定 EOL

5.1.1 标定目的

如图 1，车载角雷达波束覆盖范围如图所示，在雷达波束覆盖范围内的目标均能够被检测到，所以对不同车道的威胁目标区分非常重要，若安装角度误差较大，不同车道目标的区分就会出现错误，因此在出厂前需要对雷达进行标定，以保证实际安装角度与软件补偿安装角度一致，从而保证对目标位置的准确测量，避免由于角度安装误差带来的误报与漏报。

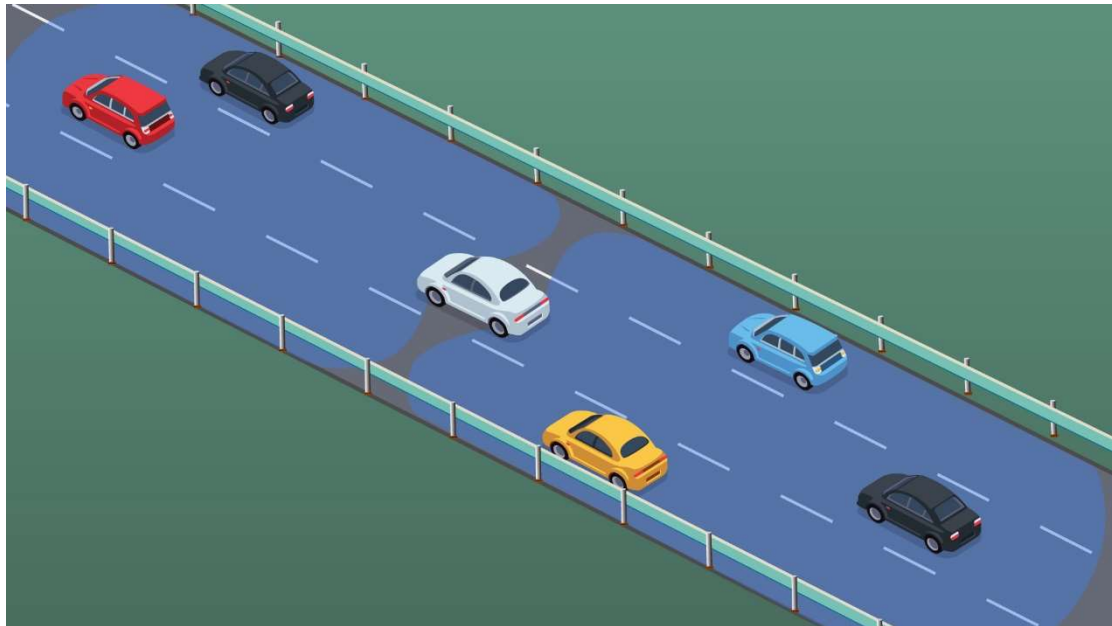


图 1 角雷达波束覆盖范围示意图

5.1.2 雷达角度标定

5.1.2.1 标定环境

自动标定期间雷达会采集道路两侧角反的信息，通过统计道路两侧静态目标角度偏差进行安装角度偏差估计和自动标定，短道驾驶标定设置概览如下图 2 所示。

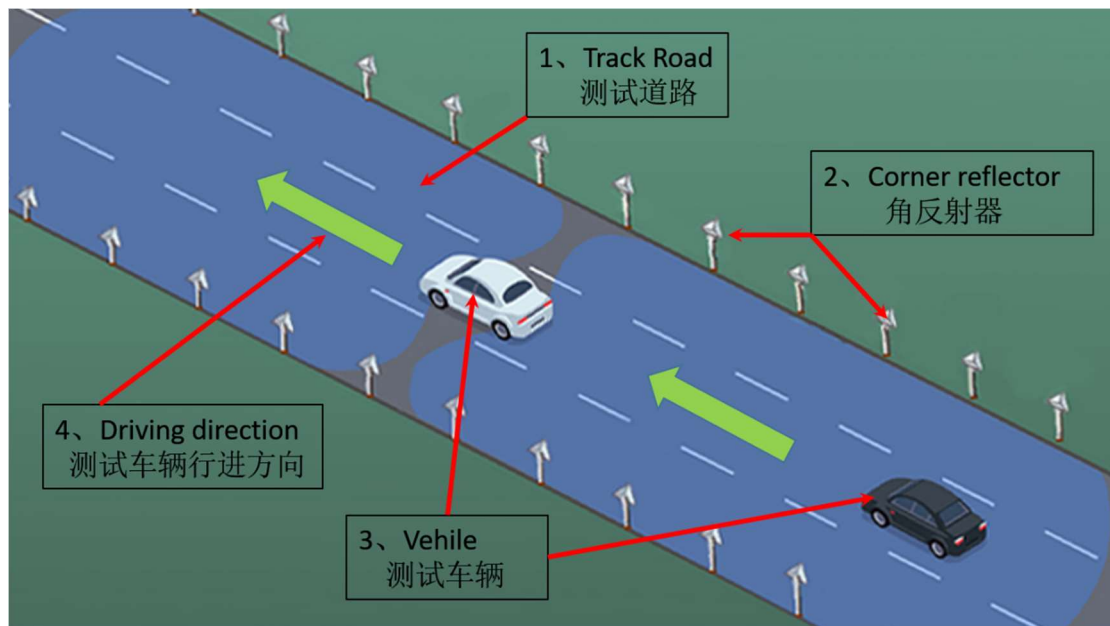


图 2 自动标定示意图

测试道路的两边设置角反射器后，当装有未标定的并线辅助雷达车辆驶过，雷达会自行启动标定。

道路特征如下：

- 1) 长 100 ± 10 米。
- 2) 宽度：8m (推荐值)。
- 2) 平路。
- 3) 没有转弯，直路，或者最小半径大于 250 米。
- 4) 角反射器到达雷达的距离为 3 ± 0.5 米。
- 5) 在车两旁 5 米的范围内没有移动的物体或者墙。
- 6) 建议路中间绘制行车线，使车辆尽量行驶到路中央。
- 7) 目标支架高度：600mm-800mm。

5.1.2.2 角反射器

当车辆经过短道标定路时，角反射器可使雷达收集比较强烈探测目标。

角反射器结构如下图 3：

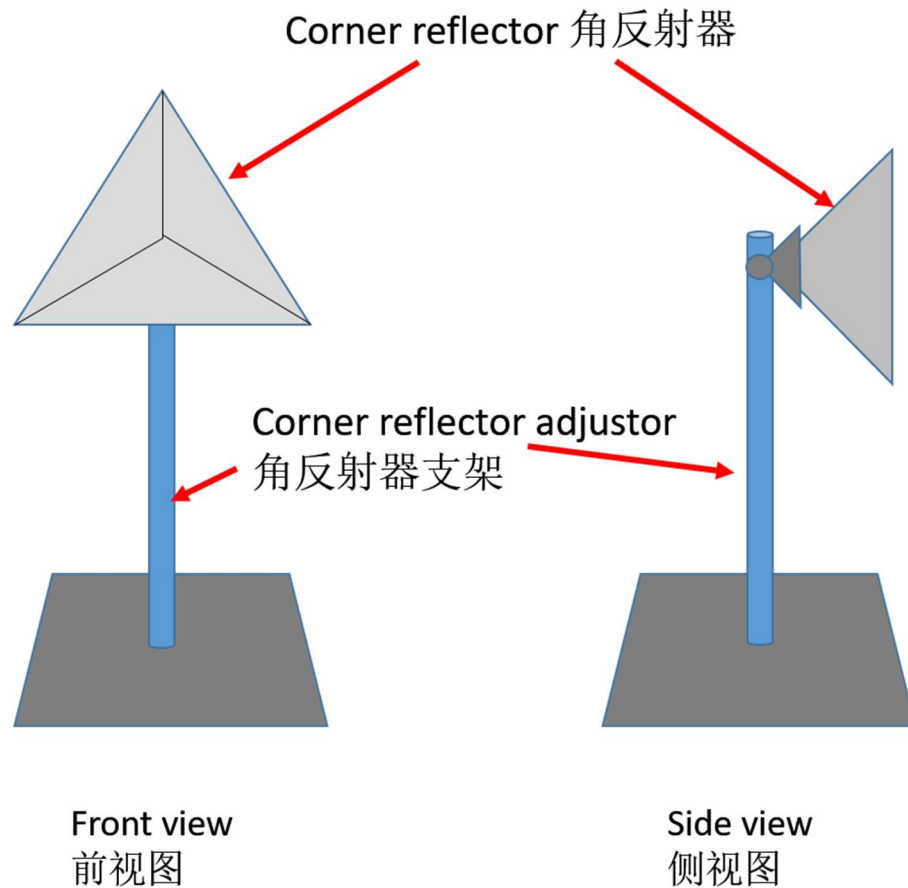


图 3 角反射器结构

5.1.2.2.1 角反射器

- 1) 铝制件。
- 2) 测试路单侧的两个角反射器之间的距离是 3.0 ± 0.3 米。
- 3) 单侧角反射器的数量至少为：75 米/3.0 米。
- 4) 15dBsm 角反射器尺寸大小如下图 4:

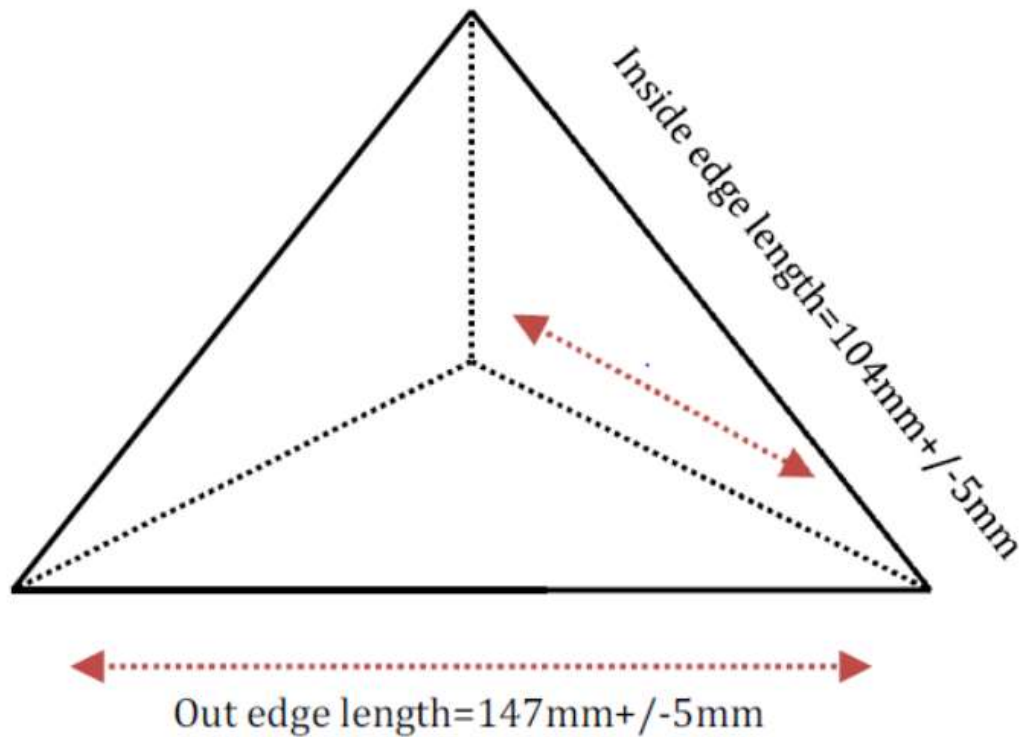


图 4 角反射尺寸

5.1.2.2.2 角反射器支架特征

- 1) 塑料制品，木制品或者金属制品。
- 2) 支架高度应与雷达高度一致，公差 $\pm 10\text{cm}$ 。
- 3) 考虑不同车辆测试，推荐支架高度可调。
- 4) 推荐可调整水平角度。

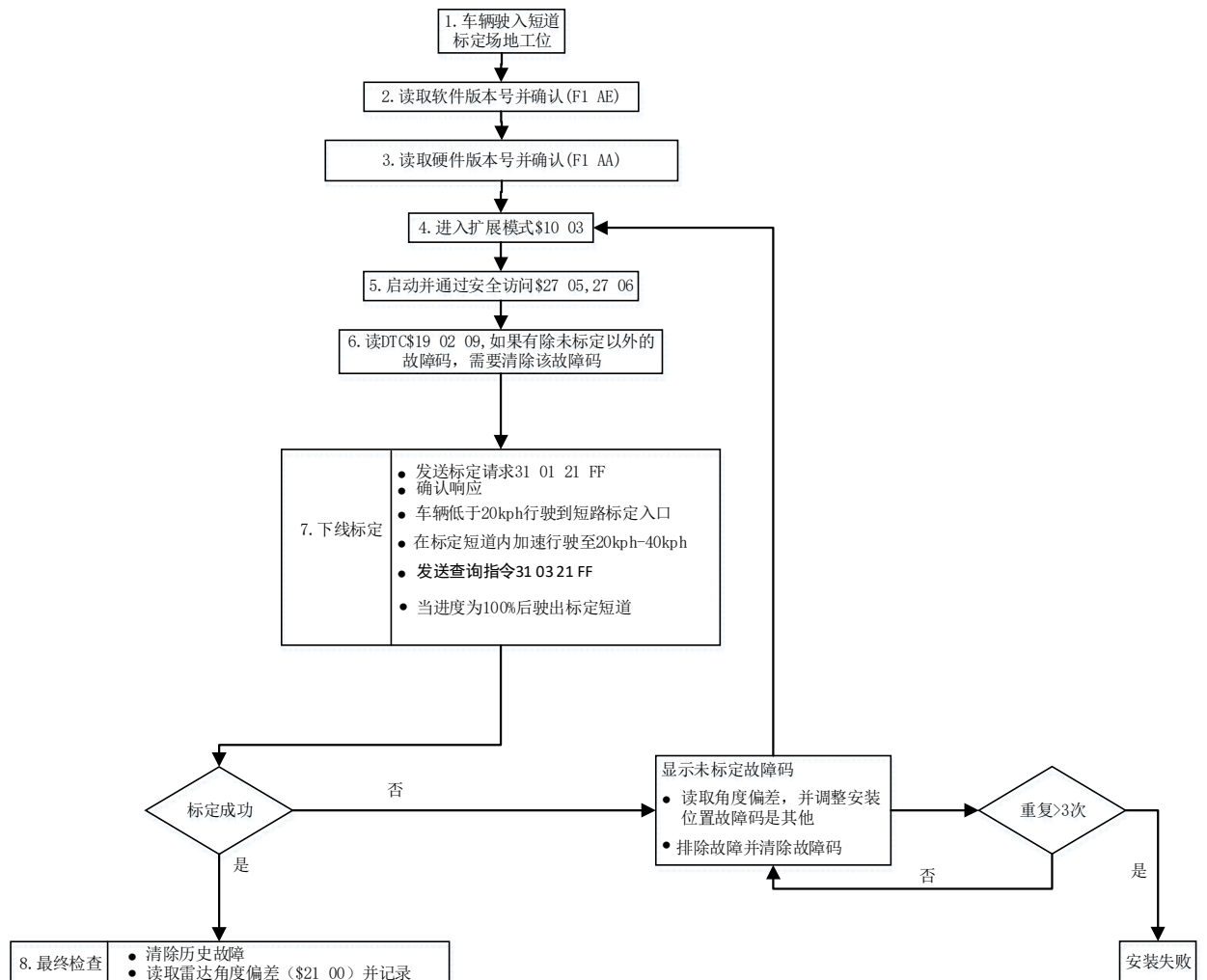
5.1.3 测试车辆

测试车辆应与以下参数一致：

- 1) 尽量直线行驶。
- 2) 尽量行驶在路中间。
- 3) 尽量匀速行驶。
- 4) 速度应控制在 20-40kph 之间（可根据具体项目要求进行调整）。
- 5) 后续测试车辆应至少在 15 米以外。

5.1.4 标定流程

下线标定流程图（参考）：



注：由于标定前需要通过安全访问，所以无法用功能寻址同时下发诊断指令，需要使用不同诊断 ID 分别开启四个雷达的标定状态。

5.2 售后自标定

5.2.1 标定目的

如图 1，车载角雷达波束覆盖范围如图所示，在雷达波束覆盖范围内的目标均能够被检测到，所以对不同车道的威胁目标区分非常重要，若安装角度误差较大，不同车道目标的区分就会出现错误，因此在出厂前需要对雷达进行标定，以保证实际安装角度与软件补偿安装角度一致，从而保证对目标位置的准确测量，避免由于角度安装误差带来的误报与漏报。

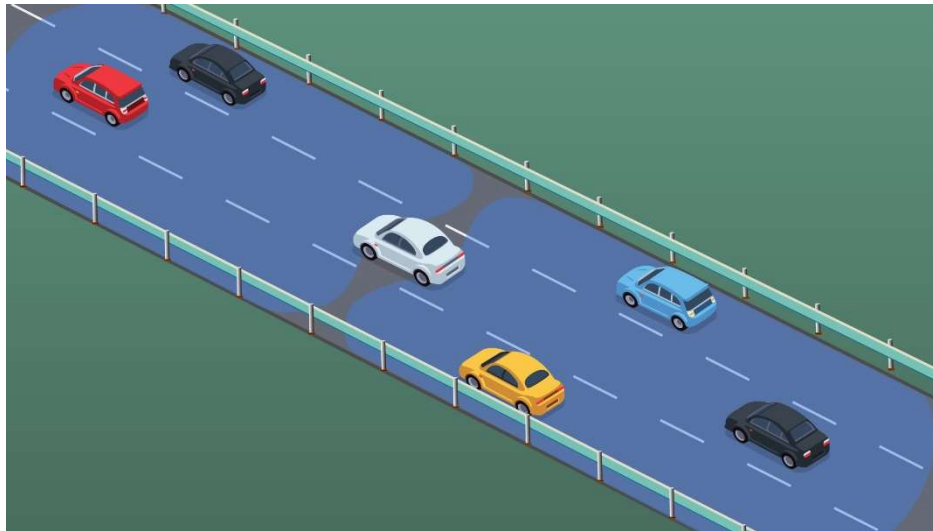


图 3 角雷达波束覆盖范围示意图

5.2.2 雷达角度标定

5.2.2.1 标定环境

(参数需根据具体项目要求进行调整)

自动标定期间雷达会采集道路护栏的信息,通过统计道路两侧静态目标角度偏差进行安装角度偏差估计和自动标定。此功能在车速 $30\text{km/h} \leq V \leq 90\text{km/h}$,转弯半径 $\geq 1500\text{m}$ 时满足启动条件,自动标定开始启动,一般统计 30~100 个道路护栏数据即可完成安装角度偏差的自动收敛。

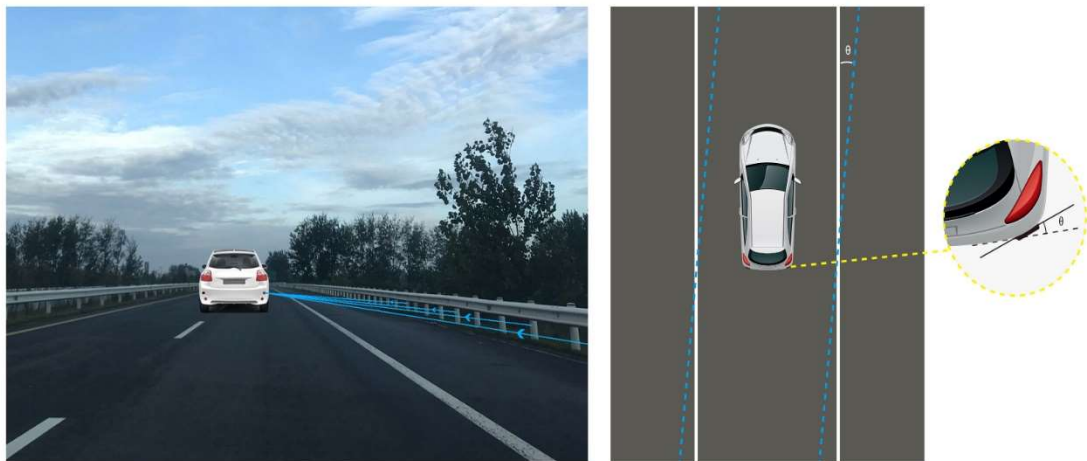


图 4 自动标定示意图

要求本车在直道上进行行驶,车速 $30\text{km/h} \leq V \leq 90\text{km/h}$,直道部分护栏长度 $MN > V * 15(\text{m})$,车身侧边缘距离护栏宽度 $0.5\text{m} \leq L \leq 3\text{m}$ 。标定总时间约 15s。若标定场地满足上述要求,两侧雷达可同时进行标定,若整个车道宽度过宽,不能满足上述要求,可先满足一侧的要求进行自动标定完成后,再满足另一侧的要求进行另一侧的标定。

典型推荐值: $V=30\text{km/h}$, $L=1.5\text{m}$, $MN > V * 15=125\text{m}$ (标定时间为 15s, 护栏长度要求可

利用本车车速进行计算)

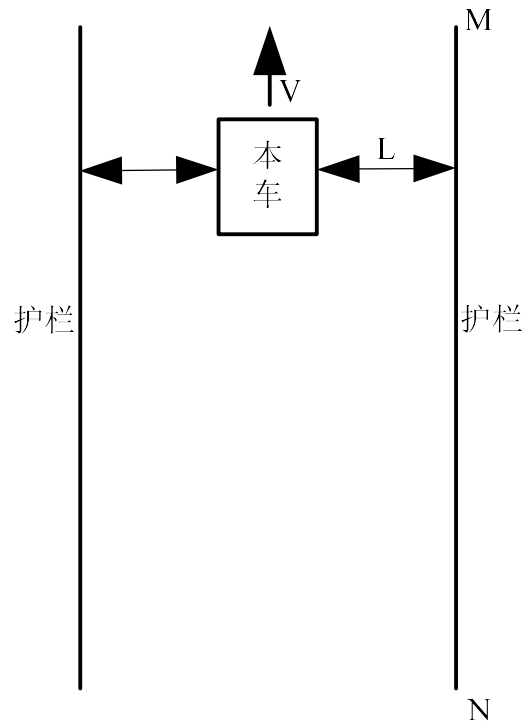


图 5 道路要求

5.2.3 标定要求

本车状态要求和静态目标种类要求:

1. 本车后保险杠造型正常且安装到位;
2. 本车与雷达交互对手件仪表、中控、后视镜报警灯状态正常;
3. 本车速度 $30\text{km/h} \leq V \leq 90\text{km/h}$ (根据主机厂要求可调整);
4. 本车靠护栏行驶时要求直线行驶 (一般转弯半径 $\geq 1500\text{m}$);
5. 需标定一侧有贴护栏等强反射体;
6. 雷达与护栏横向距离 $\leq 3\text{m}$, 如需两侧同时标定, 车道宽度 $\leq 8\text{m}$ (推荐值);
7. 本车单侧靠护栏行驶时间累积大于 15s ;
8. 后角雷达在标定过程中, 后方 30m 范围内需无其他车辆; 四角雷达标定过程中, 车辆前方及后方 30m 范围内需无其他车辆。

5.2.4 标定流程

(以下流程为示例)

采用诊断仪分别下发开启左右雷达售后标定指令，维修人员驾驶车辆在满足 3.1 标定环境与 3.2 标定要求的前提下，进行售后标定。

- (1) 要求车辆处于点火状态下，使用诊断仪开启标定。
- (2) 启动标定后，雷达进入标定状态，外后视镜指示灯开始以一定频率闪烁。
- (3) 维修人员取下诊断仪设备，雷达继续保持标定状态并执行标定，外后视镜指示灯保持以一定频率闪烁。
- (4) 当车速 $\geq 30\text{km/h}$ 且 $\leq 90\text{km/h}$ ，且车辆在护栏旁保持直道行驶，车辆侧边缘距护栏宽度保持在 0.5m~3m，行驶时间 $>15\text{s}$ ，此时若标定成功，则退出标定模式，后视镜指示灯由闪烁变为熄灭。
- (5) 若行驶时间 $>15\text{s}$ ，此时未标定成功，则继续行驶，直至标定成功后视镜指示灯由闪烁变为熄灭。

注：

- a) 当车速 $<30\text{km/h}$ ，标定自动暂停，但会记录之前标定数据，等待满足标定条件后自动重新记录新数据继续标定。
- b) 若在标定模式下且未完成标定，车辆断电熄火，雷达会记录当前状态，下次启动车辆时自动进入标定状态，并根据上次状态继续标定。
- c) 若熄火掉电，雷达会记录次数（从诊断仪发出 Routine 开始记次），若次数大于 10 次后，雷达自动退出标定状态，需要诊断仪再次开启标定，才能进入标定状态。
- d) 左右雷达的标定互不影响，可以单独标定也可以同时标定。
- e) 若车道两侧护栏宽度小于 8m，则车辆可开在接近路中间的位置，车辆行驶 $>15\text{s}$ 后即可完成两侧的标定。
- f) 若车道两侧护栏宽度大于 8m，则首先车辆在左侧边缘距左侧护栏 0.5m~3m 直线行驶，行驶 $>15\text{s}$ 后左侧后视镜指示灯由闪烁变为熄灭，则完成左侧标定。然后车辆开到道路右侧，使车辆右侧边缘距右侧护栏 0.5m~3m 直线行驶，行驶 $>15\text{s}$ 后右侧后视镜指示灯由闪烁变为熄灭，则完成右侧标定。

流程参见《电检文档-零部件电检设计-LCDA-XX 项目》。

5.2.5 标定结果

标定后会产生以下几类标定结果：

表 1 标定结果

标定结果	可能原因	采取措施
------	------	------

标定成功	——	——
未标定	未下发标定指令	重新下发标定指令
标定超差	安装累积误差超范围；	检查安装误差；
未检测到护栏	1、雷达接电不正常，未工作； 2、车辆侧边缘距护栏较远，未识别护栏； 3、标定道路上有干扰目标；	1、检查雷达接电； 2、检查车辆行驶过程，若车辆侧边缘距护栏较远，则按规定重新进行标定； 3、检查道路上的干扰目标并移走；
标定次数不足	1、检测到的护栏有效长度不够； 2、车速过快或过慢，未积累够有效标定次数； 3、车辆有较大转弯姿态；	1、继续行驶进行标定； 2、调整车速至规定水平； 3、调整驾驶状态；

6 遮挡检测

6.1 遮挡检测判定条件

雷达在较空旷的环境（如沙漠）或者较封闭的环境（如墙角）与雷达在真正被遮挡时（如被吸波材料或泥土覆盖）回波相似，有时候并不能有效区分雷达是否真正被遮挡。故增加以下条件来提高遮挡判断准确性：

遮挡检测功能开启条件：本车车速>3m/s。

遮挡检测功能关闭条件：本车车速>3m/s。

判断遮挡有效依据：在满足开启条件后，检测点个数小于门限值且检测点在距离门限外的总点数小于阈值（门限值，阈值根据不同的车型或雷达进行更改）持续 3min，上报遮挡检测故障。

遮挡判断失效依据：在遮挡标志有效后，若检测点个数大于门限值且检测点在距离门限外的总点数大于阈值（门限值和阈值与判断遮挡有效依据一致）持续 1.5min，清除遮挡故障。

当雷达被真正遮挡时，车辆静止或运动，雷达回波特性不会发生较大变化且远距离存在检测点数概率较低。而雷达未被遮挡时，在车辆运动后，回波特性更容易出现变化，远距离存在检测点数概率较高。

6.2 遮挡实验场地选取及验证方式



图 1 验证场地选取

验证方式:

1. 在空旷道路上行驶如图 1, 车速 $>3\text{m/s}$ 且持续 3min 后, 雷达不会上报遮挡检测故障。
2. 贴上吸波材料后, 如下图所示, 在相同环境下行驶, 车速 $<3\text{m/s}$ 且持续 3min 后, 雷达不会上报遮挡检测故障。
3. 贴上吸波材料后, 在相同环境下行驶, 车速 $>3\text{m/s}$ 且持续 3min 后, 雷达上报遮挡检测故障。
4. 取下吸波材料, 在相同环境下行驶, 车速 $<3\text{m/s}$ 且持续 1.5min 后, 雷达遮挡检测故障依然存在。
5. 取下吸波材料, 在相同环境下行驶, 车速 $>3\text{m/s}$ 且持续 1.5min 后, 雷达遮挡检测故障清除。

注: 吸波材料可用湿纸巾或厚泥土代替。



图 2 保险杠贴上吸波材料示意图

7 抗干扰策略

7.1 抗干扰策略说明

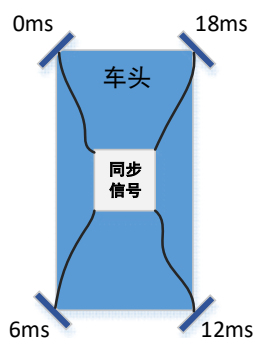
在 5 万公里全国路测过程中总共发现 3 例雷达受到干扰导致的误报警，单靠雷达自身已具备的抗干扰策略无法规避，因此需要加入其他策略，问题场景如下。



经过我司内部讨论，共提出两种抗干扰策略，相关介绍如下。

7.1.1 时间同步方案

目前四角雷达均处于独立工作状态，并未联合组网，每个雷达工作的频段、波形参数均一致，存在雷达之间相互干扰的可能性。考虑将四角雷达利用车身统一的同步信号作为每个雷达的工作时序基础，将四个雷达的发射和接收信号时间段完全错开，规避四个雷达之间因射频信号收发时间交叠带来的互相干扰问题。



7.1.2 波形调整

采用四角雷达时间同步的方案可以避免车身雷达之间的干扰，但对于外部车辆上的雷达来说，本车雷达和外部雷达之间的时序关系仍是随机的，无法有效规避外部雷达带来的干扰。

当前 STA79-2 雷达采用的是基于交叉干扰检测和抑制的方案，可以在一定程度上对抗外部干扰，但干扰检测灵敏度不是太高，导致有些干扰无法有效被检测到，或者检测到干扰信号后的抗干扰处理措施仍存在一定的干扰残留。

在现有外部干扰检测和处理措施基础上，拟采用随机相位编码的方式来降低外部干扰带来的不利影响。具体方法是用互相关性最低的随机序列对每个 chirp 发射信号进行相位调制。

7.2 策略调整影响

7.2.1 时间同步方案

时间同步方案可以做到完全避免自车四角雷达之间的互相干扰，该方案要求各雷达基于公共的同步信号时序进行同步动作。若干个周期后同步信号到来时如何响应需要详细设计，尽量避免频繁的 RF 配置操作造成的处理中断。

7.2.2 波形调整方案

基于随机相位编码的波形设计方案已经得到过验证，该方案本身确实对外部雷达干扰有一定的抑制效果，数据处理还需要增加相应的处理逻辑来剔除新出现的虚警，而这部分新增的剔除模块是否会对原来正常的功能产生不利影响目前未知，可能会导致虽然能剔除虚警但也会误删除正常目标，需要大量实测验证和迭代优化。