

SP25 毫米波雷达 应用手册



湖南纳雷科技有限公司

免责声明

欢迎您选购本产品。纳雷科技公司官网 www.nanoradar.cn 有 SP25 的专题网页，您可以通过该页面获得最新的产品信息及应用手册。应用手册如有更新，恕不另行通知。

任何用户在使用本产品前，请仔细阅读本声明。一旦使用，即被视为对本声明内容的认可和接受。请严格遵守手册安装与使用该产品。如有不正当的使用，而造成的损害或损伤，纳雷科技不承担相应的损失及赔偿责任。

本产品为纳雷科技版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。使用本产品及手册不会追究专利责任。

版本历史

日期	版本	版本描述
2016-09-02	1.0	SP25 应用手册第一版本

目 录

1	SP25 简介	1
2	产品使用注意事项	1
3	发货清单	2
4	快速使用步骤	2
4.1	连接线安装	2
4.2	测试使用	3
5	天线罩设计指南	5
5.1	天线罩材料选择	5
5.2	天线罩设计原则	5
6	串口数据解析	6
6.1	SP25 配置(SensorConfiguration)	7
6.2	SP25 返回(Sensor Back).....	8
6.3	SP25 系统状态(Sensor Status)	9
6.4	目标输出状态(Target Status)	9
6.5	目标输出信息(Target Info)	10
7	数据解析示例	11
8	静电防护	12
8.1	静电防护措施	12
8.2	识别静电损坏	12
9	常见问题(FAQ)	12
10	参考文献	13

1 SP25 简介

SP25 是业界一款轻巧的 24GHz 雷达传感器，利用发射的无线电波与回波的频率差异准确的测量目标距离与速度。

SP25 具有同期业界最低功耗(0.5W)、最小体积(40mm×31mm×6mm)、30 米测量距离、领先的性能、高性价比、集成的外设接口，可以满足急剧增长的工业控制、无人机、智慧照明、安防、机器人等领域的测距与防碰撞应用。

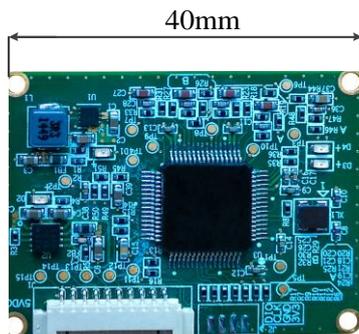


图 1 SP25 正面实物

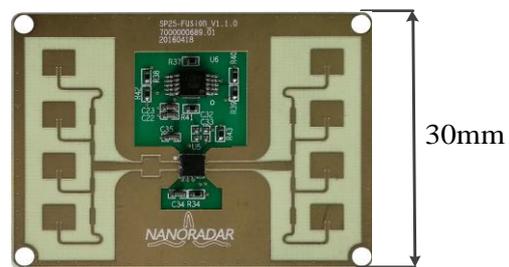


图 2 SP25 天线面

2 产品使用注意事项

“注意事项”很重要，应引起重视。

- (1) 不能用手或其他物品直接接触天线面；
- (2) 电源引脚需单独外接 5V 直流稳压电源；
- (3) 请参考《纳雷科技 24GHz 雷达天线罩设计指南》设计 SP25 天线罩。

若在安装过程中遇到无法解决的问题，请联系纳雷科技客服人员，我们竭诚为您服务！

3 发货清单

发货清单包括：SP25 传感器 1x(如图 3)，连接线 1x(如图 4)。



图 3 SP25 传感器

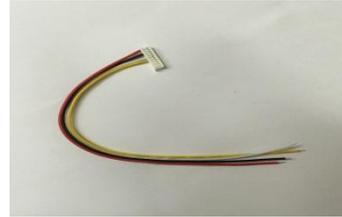


图 4 连接线

4 快速使用步骤

4.1 连接线安装

SP25 传感器的接口引脚定义，如表 1：

表 1 SP25 引脚接口定义

引脚	定义	范围
1	POWER IN	4~6 V DC
2	\	\
3	GND	\
4	\	\
5	TTL USART_RX	0~3.3V DC
6	TTL USART_TX	0~3.3V DC
7	\	\
8	\	\
9	\	\
10	\	\

连接线如图 4 所示，红色配线为第 1 引脚，定义为电源接口，连接线与 SP25 传感器连接如图 5 所示。

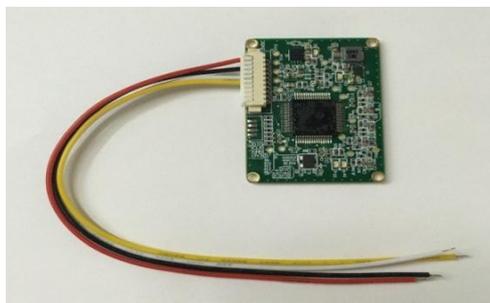


图 5 连接线安装示意图

4.2 测试使用

纳雷科技提供的《毫米波雷达通用管理工具》上位机测试软件可获取并解析 SP25 传感器数据，直观的显示观测结果，利用该工具有助于使用 SP25 传感器。

快速使用步骤如下：

1) 测试使用工具或软件如下表：

表 2 产品测试使用工具

序号	设备名称	数量
1	SP25 产品	1
2	PC 机	1
3	USB 转 TTL 串口适配器	1
4	连接线	4
5	5V 电源适配器	1
6	上位机测试软件	1

2) 从纳雷客服或技术支持处获取纳雷科技毫米波雷达通用管理工具(上位机测试软件)及使用手册。依据使用手册，安装与配置上位机测试软件。

3) 通过 USB 转 TTL 串口适配器，连接 PC 与 SP25 雷达传感器，连接示意图如下：

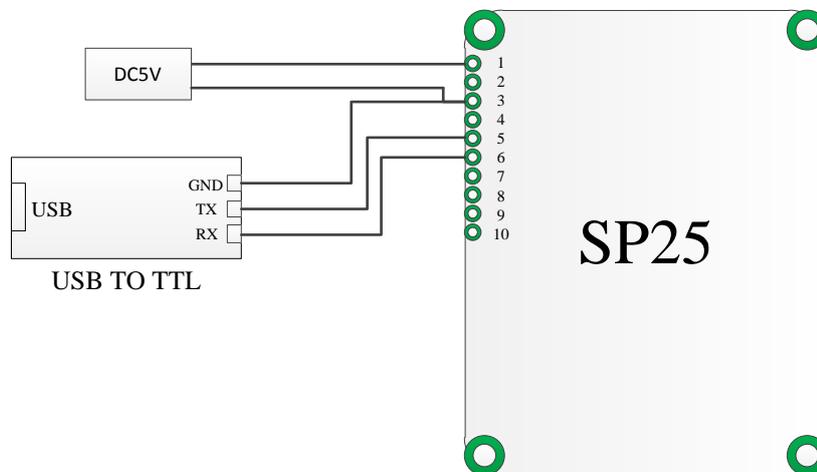


图 6 串口线连接示意图

Note:

- 单独使用 5V 直流稳压电源供电,不可用 USB2TTL 适配器 5V 电源供电。
- 输入电压范围 4~6VDC，纹波小于 20mv。不干净的电源会导致算法分析时频谱上出现若干固定的干扰频率成份，影响测试效果，会在某固定距离上持续输出一个目标。

- USB 转 TTL 适配器的 TX、RX 引脚与 SP25 传感器的 TX、RX 引脚需要交叉相连。

4) USB 串口适配器连接 PC 机，打开上位机软件，首先配置参数如图 7，红色部分为 SP25 测试配置参数，蓝色部分为根据测试距离调整的坐标范围。随后点击右侧连接设备按钮。

5) 开始测试。SP25 雷达天线面正对运动目标，或者传感器与目标存在相对微小运动，可查看 UI 界面会出现目标指示的红色三角，并显示目标距离 R。图 7 中，目标与雷达的径向距离为 8.51 米，同时传感器上的 D4 灯会持续闪烁。如果没有出现红色三角指示，说明在可探测距离与视野内没有目标出现，D4 指示灯熄灭。

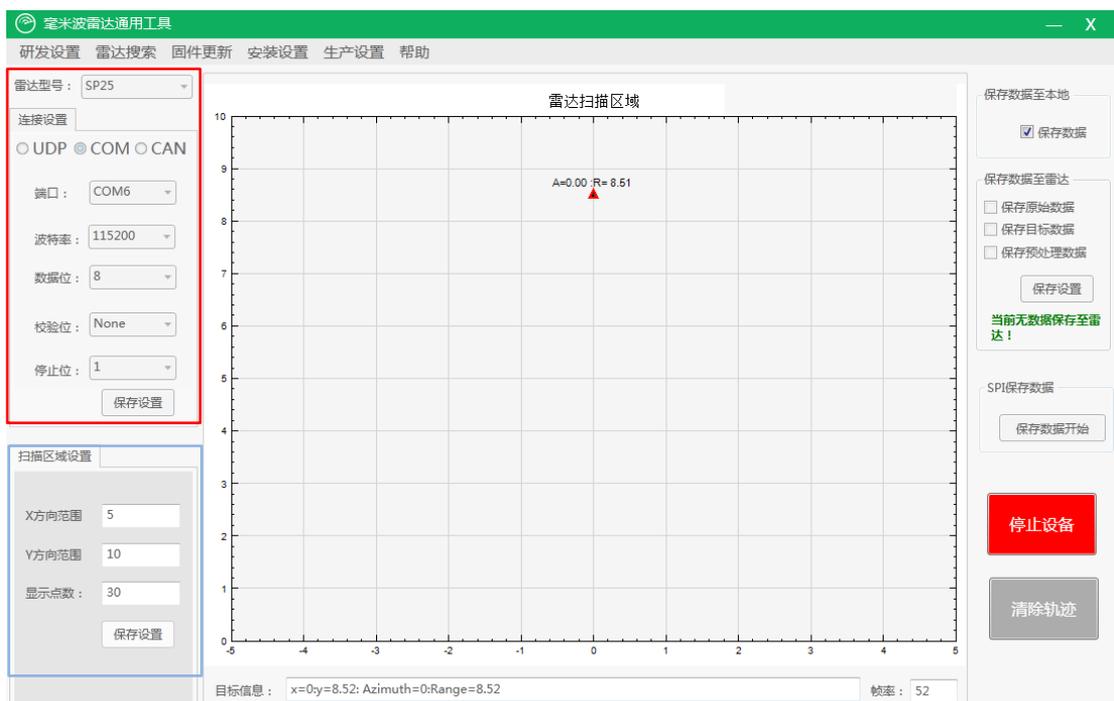


图 7 雷达毫米波通用工具界面演示

传感器指示灯与对应的指示状态关系如下表：

表 3 传感器指示灯

指示灯	状态
D1 D2	正常供电时，D1、D2 持续亮灯
D3	系统稳定工作时，持续闪烁
D4	发现目标时，闪烁

Note:

安装时，需使用 4 颗 $\Phi 1.8$ 螺丝固定 SP25。

5 天线罩设计指南

5.1 天线罩材料选择

天线罩，英文 Radome，是雷达的外壳，用于保护雷达天线免受环境影响。在安装时，不可以用金属材料或金属层包裹天线；而对于塑料材料和塑料泡沫，只要其中不含碳，均可用于包裹天线。天线、天线罩与雷达波束的关系如下图：

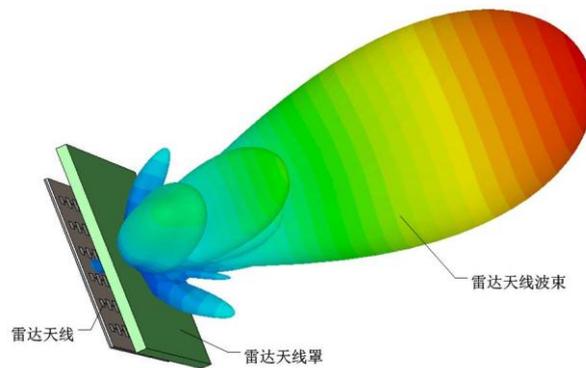


图 8 雷达天线波形图

下列材料或方法不适用于保护或包裹天线：

- 用金属箔或用部分金属部件来包裹；
- 用任何种类的油漆或清漆喷洒天线结构；
- 用 CFK 薄片（可导电）包裹；
- 塑料材料或腐蚀的天线结构直接接触（对贴片的共振频率有较高的介电常数影响）。

下列材料或方法适用于保护或包裹天线：

- 若塑料材料不直接与天线结构接触。并且已估算出正确的厚度和空间，则可考虑用塑料材料（ABS,PVC 等材料）包裹；
- 若泡沫（如 Styropor 或相似材料）的相对介电常数接近于 1，则可将其直接安装在天线表面。

5.2 天线罩设计原则

雷达天线罩会降低雷达探测灵敏度和覆盖范围。雷达天线罩的设计目的是使雷达波尽可能地透过天线罩传送出去。必须根据产品特点选择合适厚度的天线材

料，如果天线罩过厚，则必须考虑插入损耗的增加，并且过厚的天线罩可能对天线方向图产生影响。图 9 为天线罩安装示意图：

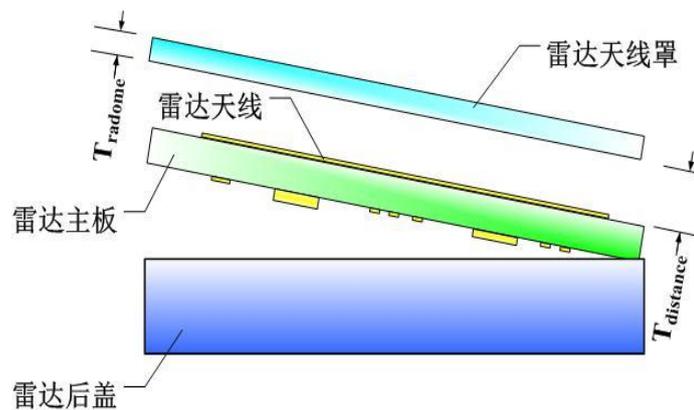


图 9 雷达天线罩安装示意图

雷达天线罩必须为相同厚度的均匀材质，并合理选择材料、材料厚度以及天线罩-天线间距，雷达天线罩形式如下图：

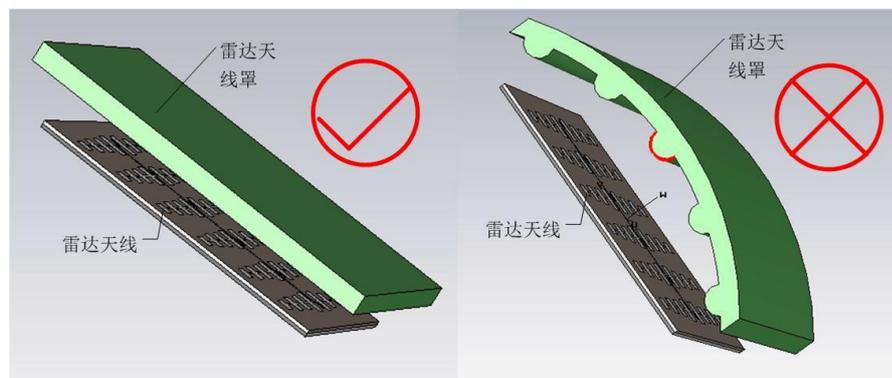


图 10 雷达天线罩形式

6 串口数据解析

SP25 雷达传感器采用的是 UART-TTL 接口，使用预设的默认传输速率为 115200 波特，8 bit 数据位，1 位停止位，无奇偶校验位，无流控。每一个数据报文以一个起始序列开始，同时以一个终止序列结束；在 SP25 的每个数据循环周期(20ms)，都会输出 SP25 的系统状态和目标输出状态报文，如果检测到目标即目标输出状态报文的探测到目标个数字段为 1，目标输出状态报文后会紧接着输出目标信息报文，目标信息报文包含目标的距离、速度等参数。

上位机或者外围设备以同样的报文格式配置 SP25，其对应报文 MessageID 为 0x200。

UART-TTL 通信的一个完整数据报文共 14 个字节，每个字节的数据均为

unsigned8bit 型，数据范围 0~255(0~0xFF)，格式如下表所示。每一个数据报文包含一个报文 ID 用来区分不同类型的报文。

表 4 数据报文格式

Byte \ Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Start Sequence (2 x Uint8)							
1								
2	Message ID (2 x Uint8)							
3								
4	Data Payload (8 x Uint8)							
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12	End Sequence (2 x Uint8)							
13								

其中起始序列 Start Sequence 为定值 0xAAAA，报文 Message ID 定义如下表所示，报文 Data Payload 根据 Message ID 定义（详见下一节），终止序列 End Sequence 为定值 0x5555。

表 5 Message ID 定义

Num	Message ID	Message Name	Comment
1	0x200	Sensor Configuration	SP25 配置
2	0x400	Sensor Back	SP25 返回
3	0x60A	Sensor Status	SP25 系统状态
4	0x70B	Target Status	目标输出状态
5	0x70C	Target Info	目标输出信息

Note:

Message ID 由 2 个字节表示，Byte2 表示低字节，Byte3 表示高字节。例如 SP25 报文输出为：0xAA 0xAA | 0x0A 0x06 | Data Payload | 0x55 0x55，其表示 Message ID 为 0x60A(SP25 系统状态)，Data Payload 为 SP25 系统状态内容。

6.1 SP25 配置 (Sensor Configuration)

SP25 配置报文如下表所示，表中已经省略了起始序列 (0xAAAA) 和终止序列 (0x5555)。

表 6 SP25 配置报文格式

Message ID 0x200					
Signal Name	Bit	Resolution	Interval	Type	Comment
DataType	0..6	1	0...127	u7	1: Sensor ID 2: Sensor Version 3:启动/停止目标信息输出 4:距离过滤 7e:内部测试使用 7f:保存参数
R/W	7	1	0...1	u1	0:读取参数;1:写入参数
Parameter	8..31	1	-	u24	根据 DataType 定义
Reserved	32..63	1	-	u32	-

Note:

目前 SP25 只支持读取版本信息，其它功能暂未开放。如果 R/W 为 0，即读取参数，则 Parameter 内容无意义，如果 R/W 为 1，即写入参数，Parameter 根据 DataType 定义。

6.2 SP25 返回 (Sensor Back)

上位机或其它 MCU 给 SP25 发送配置信号后，SP25 将返回执行结果，格式如下表所示，表中已经省略了起始序列 (0xAAAA) 和终止序列 (0x5555)。

表 7 SP25 返回报文格式

Message ID 0x400					
Signal Name	Bit	Resolution	Interval	Type	Comment
DataType	0..6	1	0...127	u7	1: Sensor ID 2: Sensor Version 3:启动/停止目标信息输出 4: 距离过滤 7e:内部测试使用 7f:保存参数
Result	7	1	0...1	u1	0:配置失败;1:配置成功
Parameter	8..31	1	-	u24	根据 DataType 定义
Reserved	32..63	1	-	u32	-

Note:

目前 SP25 只会返回版本信息，其它功能暂未开放。DataType 指示配置项，Result 指示配置的结果，Parameter 为配置后 DataType 的值。

6.2.1 Sensor Version

上位机或其它 MCU 给 SP25 发送读取传感器版本信息后，SP25 将返回执行

结果，当返回版本信息时对应的 Parameter 字段格式如下表所示：

表 8 Sensor Version 返回格式

Message ID					
0x400					
Signal Name	Bit	Resolution	Interval	Type	Comment
DataType	0..6	1	2	u7	1: Sensor ID 2: Sensor Version 3:启动/停止目标信息输出 4: 距离过滤 7e:内部测试使用 7f:保存参数
Result	7	1	0...1	u1	0:读取失败;1:读取成功
Parameter	8..15	1	0...255	u8	Master Version
	16..23	1	0...255	u8	Second Version
	23..31	1	0...255	u8	Step Version
Reserved	32..63	1	-	u32	-

6.3 SP25 系统状态 (Sensor Status)

SP25 系统状态报文格式如下表所示，表中已经省略了起始序列（0xAAAA）和终止序列（0x5555）。其中 RollCount 的值固定为 0。

表 9 SP25 系统状态报文格式

Message ID					
0x60A					
Signal Name	Bit	Resolution	Interval	Type	Comment
ACTL_Mode	0..6	1	0...127	u7	SP25 固定为 1
RollCount	8..9	1	0...3	u2	循环计数 0-1-2-3，每个周期改变 1 次
Rsvd1	10..11	1	-	u2	-
CfgStatus	12..15	1	-	u4	SP25 固定为 1
Rsvd2	15..63	1	-		-

6.4 目标输出状态 (Target Status)

SP25 系统目标输出状态数据报文格式如下表所示，表中已经省略了起始序列 (0xAAAA)和终止序列(0x5555)。其中 RollCount 的值在 0-1-2-3-0-1-2-3之间连续循环。当上位机或者外接 MCU 不能及时处理 SP25 传感器输出数据时，会导致接收的 RollCount 值不连续。这时应该寻找更快的搬移处理方法，来解决此问题。

表 10 SP25 目标输出状态报文格式

Message ID					
0x70B					
Signal Name	Bit	Resolution	Interval	Type	Comment
NoOfTarget	0..7	1	0...255	u8	探测到目标的个数
RollCount	8..9	1	0...3	u2	循环计数 0-1-2-3, 每个周期改变 1 次
Rsvd1	10..63	1	-	u54	-

6.5 目标输出信息 (Target Info)

SP25 目标输出信息报文格式如下表所示,表中已经省略了起始序列(0xAAAA)和终止序列(0x5555)。当雷达传感器正常工作且检测到目标时,首先输出 NRA24 系统状态报文,之后输出目标输出状态报文,最后输出目标输出信息报文。

表 11 SP25 目标输出信息格式

Message ID					
0x70C					
Signal Name	Bit	Resolution	Interval	Type	Comment
Index	0..7	1	0...255	u8	目标 ID
Rcs	8..15	1	0...255	u8	目标反射截面积
RangeH	16..23	1m	0...255	u8	目标距离高 8 位
RangeL	24..31	1m	0...255	u8	目标距离低 8 位
Rsvd1	32..39	-	-	u8	-
VrelH	40..42	1m/s	0..7	u3	目标速度高 3 位
Rsvd1	43..45	1	1	u3	-
RollCount	46..47	1	-	u2	SP25 固定为 0
VrelL	48..55	1m/s	0..255	u8	目标速度低 8 位
SNR	56..63	1m/s	0..255	u8	信噪比

Note:

表中各字段的值并非目标信息的真实值,目标信息的真实值需经过如下关系计算获得:

- Index = IndexValue //目标 ID, 根据 Track 信息获得
- Rcs = RcsValue*0.5 - 50 //出厂测试保留值, 不做输出
- Range = (RangeHValue*256 + RangeLValue)*0.01 //雷达输出的原始数据

单位为 cm, 转换后目标距离的单位为米

- RollCount = RollCountValue //计数位
- Verl = (VrelHValue*256 + VrelLValue) *0.05-35//目标速度, 单位 m/s
- SNR = Value-127 //出厂测试保留值, 不做输出

通过这些计算可以得到目标反射截面积 Rcs, 目标距离 Range, 目标速度 Verl, 信噪

比 SNR，从而准确的检测出目标。

Note:

目标速度为相对运动速度。目标靠近雷达传感器时，目标速度值（Verl）为负数；目标远离雷达传感器时，目标速度值（Verl）为正数。

7 数据解析示例

以 Message ID 为目标输出信息(Target Info)为例，有一帧 Target Info 数据报文如下：

Target Info Data:

0xAA 0xAA 0x0C 0x07 0x01 0xC8 0x07 0xD0 0x00 0x02 0xEE 0x96 0x55 0x55

Description:

Start Sequence Message ID Data Payload End Sequence

Interpretation:

Start Sequence = 0xAAAA

Message ID = 0xC + 0x07*256 = 0x70C

Data Payload = 0x01 0xC8 0x07 0xD0 0x00 0x02 0xEE 0x96

End Sequence = 0x5555

Data Payload 各字段解析如下：

Index = 1

Rcs = 0xC8*0.5 - 50 = 50

Range = (0x07*0x100 + 0xD0)*0.01 = 20 //单位， m

Rsvd1 = 0

RollCount = (0x0 & 0xE0) >> 5 = 0

Verl = (0x02*0x100 + 0xEE) *0.05-35 = 2.5//单位， m/s

SNR = 0x96 - 127 = 23

Note:

用户需要自行编程解析传感器输出数据（十六进制）。

解析前数据为十六进制，解析后数据为十进制。0x2AF51 十六进制换算成 10 进制： $10997=5*16^0+F*16^1+A*16^2+2*16^3$

8 静电防护

8.1 静电防护措施

需要在雷达运输，存储，工作和拿取的过程中充分做好静电防护工作。用户在处理未集成的独立模块时，务必注意：当模块从密封的防静电包装中取出时，就要开始做好静电防护工作；绝对不要触摸或抓取雷达天线表面和连接器管脚，只能触摸其边角部分。

建议：在对所有雷达传感器进行操作时，请尽量带上防静电手套。

错误方式：

- ✧ 用金属箔或部分金属部件来包裹天线；
- ✧ 用万用表直接测量引脚，引起损坏；
- ✧ 任何种类的油漆或清漆喷洒天线结构；
- ✧ 用 CFK 薄片（可导电）包裹天线；
- ✧ 塑料材料与腐蚀的天线结构直接接触（对贴片的共振频率有较高的介电常数的影响）。

8.2 识别静电损坏

一般情况下，以下几种情况表明模块已遭受静电损害：

- ✧ 雷达探测覆盖范围内无目标物体时，雷达持续输出无规律目标；
- ✧ 当电源电压及源电流等 DC 参数值处于正常范围时，无法得到输出信号。

9 常见问题 (FAQ)

1) 我司雷达系统 (SP/CAR) 与雷达传感器 (KT/KEH) 的区别？

两类产品都是我司推出的 K 波段收发、具有功能强大综合性能的雷达传感器。其中 SP 与 CAR 系列具有信号处理器，能够以数字化的形式发送探测到的目标信息。KEH 和 KT 系列只有天线和射频部分，输出模拟信号，需要客户自行设计信号处理部分。

2) 我司毫米波雷达调制有哪几种方式？

所谓调制，就是把信号转换成适合在信道中传输的形式的一种过程。我司产品既有连续波调制中的非线性调制方式，如：SP25、SP70C、NRA24 均是采用 FMCW；同时也有采用模拟调制与数字调制相结合的调制产品，如 CAR70 采用 LFM+FSK。

3) SP25 应用在电动车上，是否能与仪表台进行连接？同时障碍物距离能否显示出来，包括车两侧？

可以与仪表台进行连接，需进行二次开发。即电动车 ECU 读取 SP25 输出的目标信息，再显示到仪表台。SP25 能检测 25m 内的障碍物，但由于其是采用一发一收的天线设计，所以不能显示障碍物具体在车左侧还是右侧。

10 参考文献

- [1] SP25 毫米波雷达白皮书
- [2] 纳雷科技 24GHz 天线罩设计指南
- [3] 纳雷科技毫米波雷达通用管理系统使用说明手册

湖南纳雷科技
长沙高新区文轩路 27 号
麓谷企业广场 B7 栋

Tel.: 0731-88939916
E-Mail: sales@nanoradar.cn
URL: www.nanoradar.cn

