

# SP70C 毫米波雷达 应用手册



湖南纳雷科技有限公司

2016-10-14

# 免责声明

欢迎您选购本产品。纳雷科技公司官网 [www.nanoradar.cn](http://www.nanoradar.cn) 有 SP70C 雷达的专题网页，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。

# 目 录

1	SP70C 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 .....	6
5.1	天线罩材料选择 .....	6
5.2	天线罩设计原则 .....	6
6	串口数据解析 .....	7
6.1	SP70C 配置(Sensor Configuration) .....	8
6.2	SP70C 返回(Sensor Back) .....	9
6.3	SP70C 系统状态(Sensor Status) .....	10
6.4	目标输出状态(Target Status) .....	10
6.5	目标输出信息(Target Info) .....	11
7	数据解析示例 .....	12
8	静电防护 .....	13
8.1	静电防护措施 .....	13
8.2	识别静电损坏 .....	13
9	常见问题(FAQ) .....	13
10	参考文献 .....	14

# 1 SP70C 简介

SP70C 是湖南纳雷科技有限公司研发的一款紧凑型 K 波段高度计雷达，采用 24GHzISM 频段，双接收天线设计、体型小巧、灵敏度高、重量轻、易于集成、性能稳定，满足工业测距与防碰撞、安防领域人员定位与跟踪、汽车自动驾驶与主动安全等多领域应用需求。

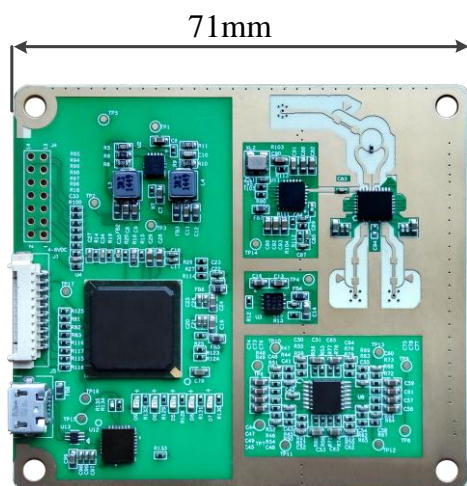


图 1 SP70C 正面实物

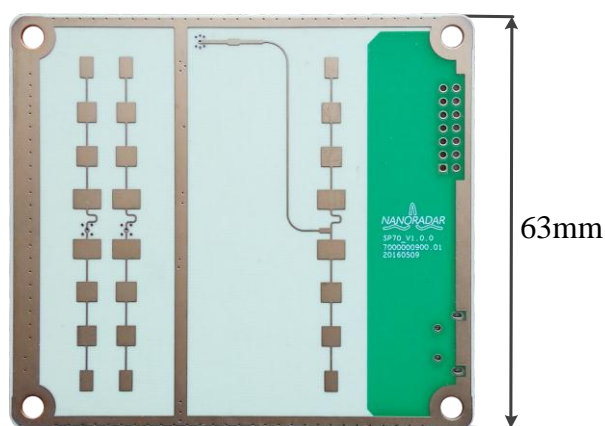


图 2 SP70C 天线面

## 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 SP70C 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：SP70C 传感器 1x，如图 3，连接线 1x，如图 4 所示。

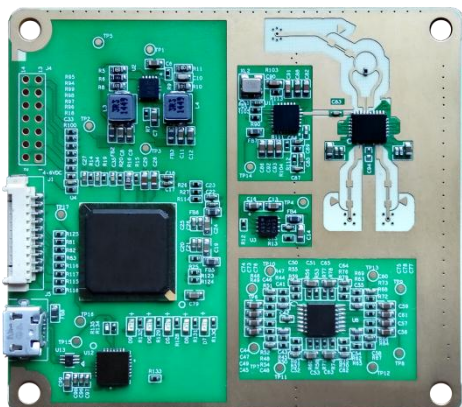


图 3 SP70C 实物



图 4 连接线

## 4 快速使用步骤

### 4.1 连接线安装

SP70C 传感器的接口引脚定义，如表 1：

表 1 SP70C 引脚接口定义

引脚	定义	范围
1	POWER IN	4~6 VDC
2	-	-
3	GND	-
4	-	-
5	TTL USART_RX	0~3.3VDC
6	TTL USART_TX	0~3.3VDC
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 SP70C 传感器连接如图 5 所示。



图 5 连接线安装示意图

**Note:**

SP70C 自带有快速调试的 Micro USB 接口，该接口可以用来调试或烧入程序（烧入程序到 SP70C 时需要客户在 R135 处焊接一个 33ohm 的电阻）。利用 UART 接口烧入程序时不需要焊接 R135 电阻。

## 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 SP70C 传感器数据，直观的显示观测结果，利用该工具有助于使用 SP70C 传感器。

快速调试包括两种方法：UART 接口调试法、MicroUSB 接口调试法。

首先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）、使用手册、Micro USB 驱动。依据使用手册，安装与配置上位机测试软件。

### 方法 1：利用 UART 串口调试

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	SP70C 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) 通过 USB 转 TTL 串口适配器，连接 PC 与 SP70C 雷达传感器，连接示意图如下：

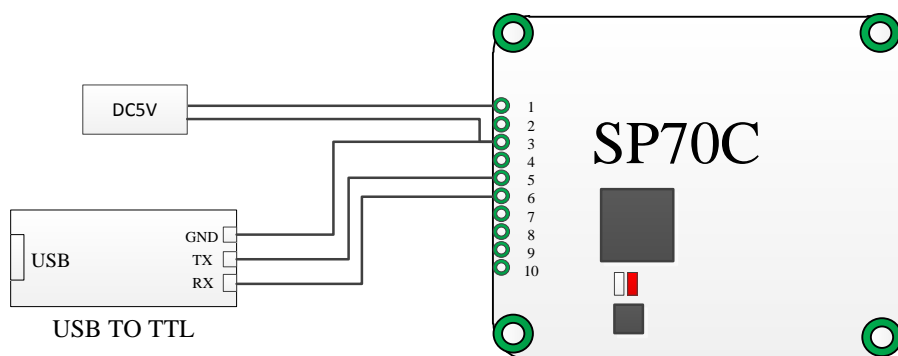


图 6 串口线连接示意图

**Note:**

- 传感器中红色部分为电阻 R134，电阻值 33 欧姆。
- 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 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，影响测试效果，某固定距离上持续输出一个目标。
- USBTOTTL 适配器的 TX、RX 引脚与 SP70C 的相应引脚需要交叉相连。

3) 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(连接线插入电脑后，再打开上位机软件，软件会自动检测端口)，红色部分为 SP70C 测试配置参数(SP70C 使用 SP70 的上位机测试程序)，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。

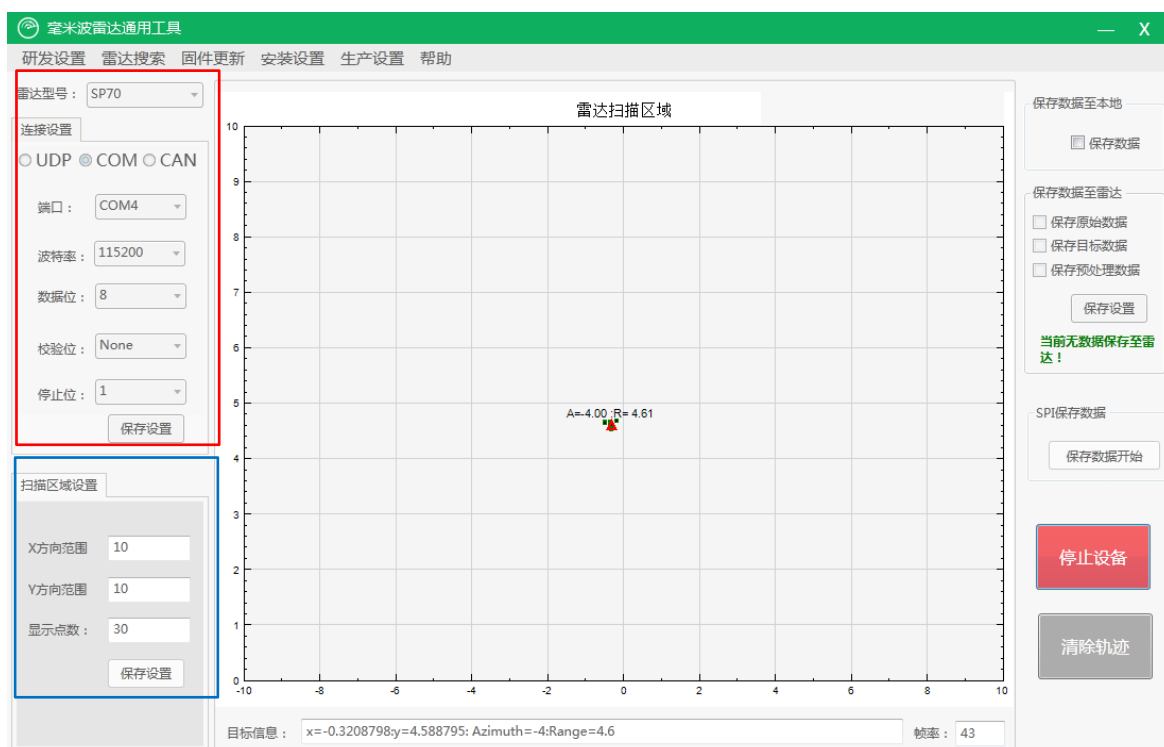


图 7 雷达上位机测试界面

4) 开始测试。SP70C 雷达天线面正对运动目标，或者传感器与目标存在相对的微小运动，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 4.51 米(**SP70C 对地可测 40 米范围内目标**)，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(**红色为目标当前位置，绿色为目标之前的轨迹**)。传感器指示灯与对应的指示状态关系如下表：

表 3 SP70C 传感器指示灯

指示灯	状态
D5	射频模块正常工作时，持续闪烁
D6	系统正常运行时，持续闪烁
D9	Micro USB 调试时持续亮灯

## 方法 2：使用 Micro USB 调试

1) 测试使用工具或软件如下表：

表 4 产品测试使用工具

序号	设备名称	数量
1	SP70C 产品	1
2	PC 机	1
3	上位机测试软件	1
4	Micro USB 连接线	1
5	Micro USB 驱动	1

2) Micro USB 连接线 Micro 端连接 SP70C，USB 端连接 PC，如下图所示：

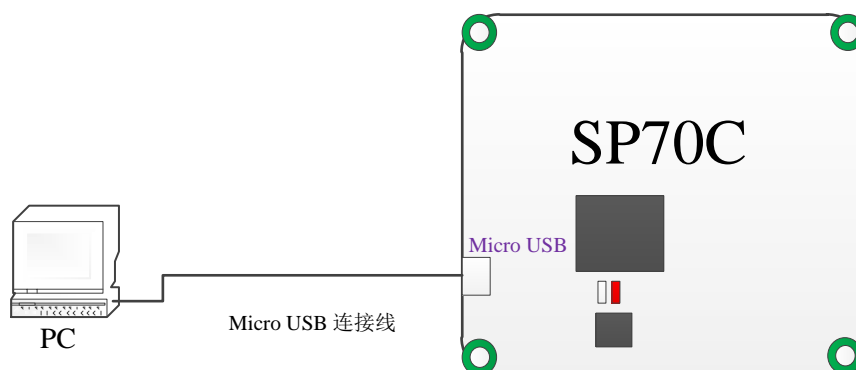


图 8 Micro USB 测试连接

3) 与上位机连接测试流程如方法 1 中的步骤 3 和 4。

## Note:

安装时，需使用 4 颗  $\Phi 3$  螺丝固定 SP70C。



## 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：

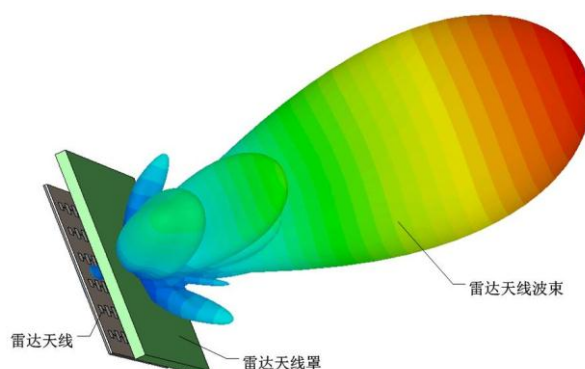


图 9 雷达天线波形图

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 10 为天线罩安装示意图：

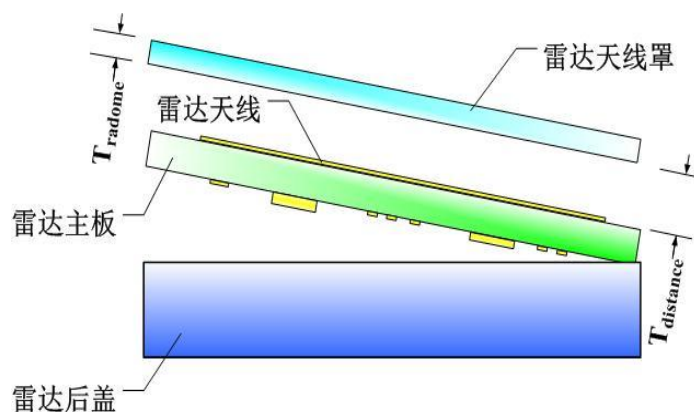


图 10 雷达天线罩安装示意图

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：

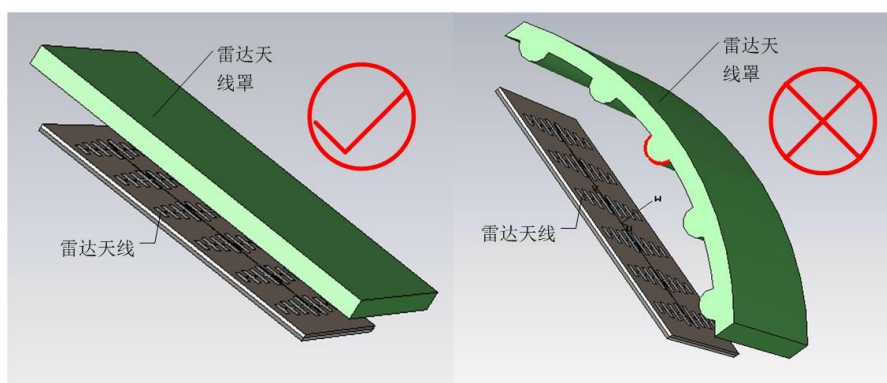


图 11 雷达天线罩形式

## 6 串口数据解析

SP70C 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，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 SP70C 的每个数据循环周期(20ms)，都会输出 SP70C 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高度参数。

上位机或者外围设备以同样的报文格式配置 SP70C，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 5 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								
13	End Sequence (2 x Uint8)							

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 6 Message ID 定义

Num	Message ID	Message Name	Comment
1	0x200	Sensor Configuration	SP70C 配置
2	0x400	Sensor Back	SP70C 返回
3	0x60A	Sensor Status	SP70C 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 SP70C 报文输出为：0xAA 0xAA | 0x0A 0x06 | Data Payload | 0x55 0x55，其表示 Message ID 为 0x60A(SP70C 系统状态)，Data Payload 为 SP70C 系统状态内容。

## 6.1 SP70C 配置(Sensor Configuration)

SP70C 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 7 SP70C 配置报文格式

Message ID 0x200					
Signal Name	Bit	Resoluion	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 SP70C 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 SP70C 返回 (Sensor Back)

上位机或其它 MCU 给 SP70C 发送配置信号后，SP70C 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 8 SP70C 返回报文格式

Message ID 0x400					
Signal Name	Bit	Resoluion	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 SP70C 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 SP70C 发送读取传感器版本信息后，SP70C 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 9 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 SP70C 系统状态 (Sensor Status)

SP70C 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 10 SP70C 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	SP70C 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	SP70C 固定为 1
Rsvd2	15..63	1	-		-

## 6.4 目标输出状态 (Target Status)

SP70C 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 SP70C 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 11 SP70C 目标输出状态报文格式

Message ID 0x70B					
Signal Name	Bit	Resoluion	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)

SP70C 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 SP70C 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 12 SP70C 目标输出信息格式

Message ID 0x70C					
Signal Name	Bit	Resoluion	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
Azimuth	32..38	-	0...255	u8	目标方位角
Rsvd0	39	1	0	u1	-
VrelH	40..42	1m/s	0..7	u3	目标速度高 3 位
Rsvd1	43..45	-	0	u3	-
RollCount	46..47	1	-	u2	SP70C 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
- Rcs = RcsValue\*0.5 - 50
- Range = (RangeHValue\*256 + RangeLValue)\*0.01
- Azimuth = Val\*2-90

- Vrel = (VrelH \* 256 + VrelL) \* 0.05 - 35
- RollCount = RollCountValue
- SNR = Value - 127

通过这些计算可以得到目标反射截面积 Rcs, 目标距离 Range, 目标方位角 Azimuth, 目标速度 Vrel, 信噪比 SNR, 从而准确的检测出目标。

## 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 0x46 0x03 0xEE 0x96 0x55 0x55

Description:

Start Sequence    Message ID    Data Payload    End Sequence

Interpretation:

Start Sequence = 0xAAAA

Message ID = 0x0C + 0x07 \* 0x100 = 0x70C

Data Payload = 0x01 0xC8 0x07 0xD0 0x46 0x03 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

Azimuth = 0x46 \* 2 - 90 = 50

Vrel = (0x03 \* 256 + 0xEE) \* 0.05 - 35 = 15.3

RollCount = (0x03) >> 5 = 0

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。0x2AF5 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

我们需要在雷达运输，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：我们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) 天线罩对雷达影响？

- a. 雷达波不能完全透过天线罩使雷达有效辐射功率变小，包括反射损耗和介质损耗。
- b. 雷达天线罩使雷达天线驻波变差。雷达天线罩会降低雷达探测灵敏度和覆盖范围。



c. 雷达天线波束畸变使得雷达作用区域发生变化，可能导致雷达受后向目标干扰。

- 2) 测试样板 SP70C 的引线定义和提供的 NRA24 版的数据手册中的接口引脚定义是相符合的？

SP70C 与 NRA24 均选用了一对 1.25\*10Pin 的接口作为通信端口，因此两款数据手册的接口引脚定义相同，具体各 Pin 定义可查看 SP70C 或 NRA24 产品说明书。

- 3) SP70C 在使用毫米波雷达管理工具测试时，如果测试为单个目标(人)，则雷达能很好的跟随目标。但如果测试为两个目标(人)且来回移动，则出现雷达很难同时跟踪两个人获取距离角度；有时跟上了一个，另一个时隐时现；有时两个人都无法跟踪，轨迹来回跳动？

雷达多目标测试的时候涉及到距离分辨率这个参数，如果两个人的距离相隔不是很远则不是很好区分。特别是当两个人相隔很近且移动方式又不一致时，反而会影响到雷达的目标关联。

## 10 参考文献

- [1] SP70C 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](mailto:sales@nanoradar.cn)  
URL: [www.nanoradar.cn](http://www.nanoradar.cn)

