

MR76 毫米波雷达 通信协议



湖南纳雷科技有限公司

版本历史

日期	版本	版本描述
2019-06-18	1.0	MR76 通信协议初稿
2019-11-12	1.1	增加通道校验及恢复功能
2020-03-07	1.2	增加碰撞检测功能，波特率修改

目录

1	接口概述.....	1
2	雷达简介.....	1
3	配置消息.....	2
3.1	参数配置(0x200).....	2
3.2	碰撞检测配置(0x400).....	4
3.3	碰撞检测区域设置(0x401).....	5
4	状态输出.....	7
4.1	雷达状态信息 (0x201)	7
4.2	版本信息(0x700)	8
4.3	碰撞检测状态(0x408)	9
4.4	碰撞检测区域状态(0x402)	10
5	Object list	11
5.1	Object List Status(0x60A).....	11
5.2	Objects General Information(0x60B).....	12
5.3	Object Collision Detection Warning(0x60E).....	13
6	CAN 协议解析示例	13
6.1	配置消息示例	14
6.2	MR76 常用配置命令 (CANMonitor)	14
6.3	MR76 常用配置命令 (NSM 上位机)	15
6.4	60B 解析示例	15
6.5	心跳信号 (0x700)	16
6.6	区域设置配置示例 0x401	16

1 接口概述

MR76 雷达支持一个 CAN 接口，CAN 总线通信网络符合 ISO11898-2 标准，传输速率 500K 比特/秒。MR76 向周边发射雷达信号，接收信号经过多步处理，能够获取目标组的轨迹信息。

通过简单的软件接口，连接传感器到 CAN 网络以提供基于雷达的环境感知信息到一个或者几个评估单元。也可以通过 CAN 接口配置传感器。

MR76 的 CAN 接口用来配置传感器，输出传感器状态信息，传感器数据的输入与输出。可以配置传感器 SensorID，同时输出消息 ID (Message IDs) 也会改变。

传感器 ID 为 0 ~7，消息 ID 计算公式如下：

$$\text{MsgID} = \text{MsgID}_0 + \text{SensorID} * 0x10$$

如，传感器 ID=0，则配置消息 ID 为 0x200；传感器 ID=1，则配置消息为 0x210，依此类推。改变传感器 ID 后，传感器只会响应新的配置消息。

传感器 CAN 消息 (SensorID=0)

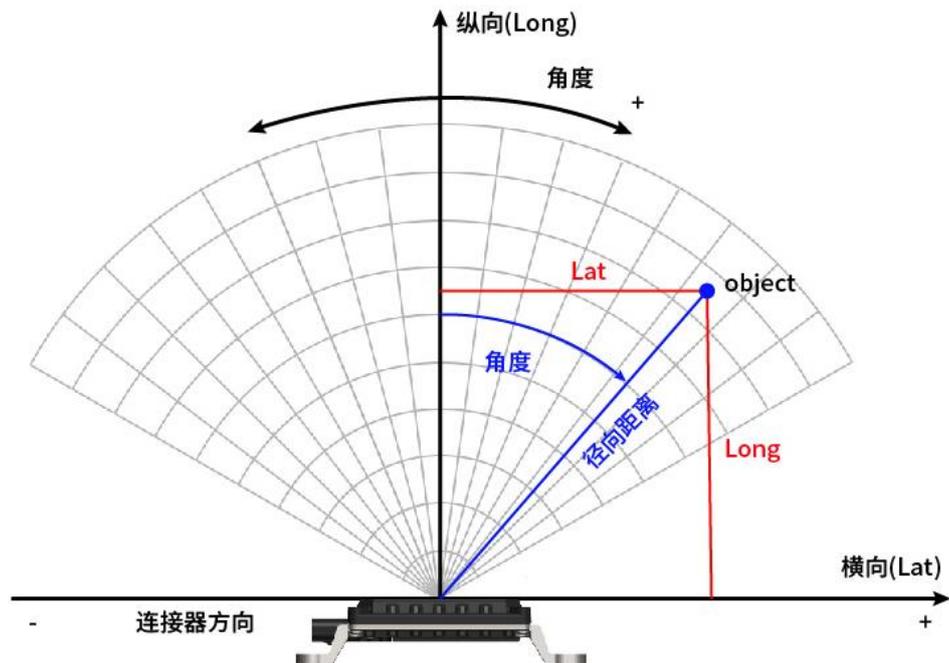
In/Out	ID	Message Name	Content	Section
In	0x200	RadarCfg	雷达配置消息	
In	0x400	Collision Detection Config	碰撞检测配置消息	
In	0x401	Collision Detection Region Config	碰撞检测区域配置	
Out	0x201	RadarState	雷达状态消息	
Out	0x700	SoftWare Version	软件版本和算法版本	
Out	0x408	Collision Detection State	碰撞检测状态	
Out	0x402	Collision Detection Region State	碰撞检测区域状态	
Out	0x60A	Obj_Status	Object 目标状态消息	
Out	0x60B	Obj_General	Object 目标通用消息	
Out	0x60E	Obj_Collision Detection Warning	目标碰撞检测警告	

其中，0x201，0x700，0x408，0x402 为心跳信号，每秒输出一次。

2 雷达简介

MR76 利用 77GHz 高频电磁波分析周围环境。反射信号经过多步处理之后，输出 Objects 形式目标数据。Objects 是雷达反射的目标位置，速度和信号强度等信息，他们每周期输出一次。

雷达的笛卡尔坐标如下图所示：



其中 CAN 接口方向为负方向保持不变。

MR76 默认功率 2W，峰值功率 2.5W。

工作时务必使用 8~32V 直流电源，12V 时电流大于 0.2A。

电流或电压过低时，雷达无法正常工作。

目标靠近时速度为负 (-)，远离时速度为正 (+)。

3 配置消息

3.1 参数配置 (0x200)

通过 Message RadarCfg 0x200 配置雷达基本参数。不必周期性重复设置配置参数。如果 RadarCfg_StoreInNVM 设置为 1 且 RadarCfg_StoreNVM 为 1，则存储参数到非易失性存储器，随后上电启动时自动启用新的配置参数，。注意尽量减少对非易失存储器的传输次数，频繁读取 Flash 会缩短存储器的生命周期。

0x200 可以同时修改或者仅修改一个配置参数。每个参数，Message 包含一个有效位和配置位。如果有效位 (Valid bit) 设置为 1，该相应的配置修改有效，否则相应的配置

修改无效。



Signal	Start	Len	Min	Max	Res	Unit
RadarCfg_MaxDistance_Valid	0	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_SensorID_Valid	1	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_RadarPower_Valid	2	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_OutputType_Valid	3	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_SendQuality_Valid	4	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_SendExtInfo_Valid	5	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_SortIndex_Valid	6	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_StoreInNvm_Valid	7	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_MaxDistance	22	10	0	2048	2	m
RadarCfg_SensorID	32	3	0	7	1	ID(0~7)
RadarCfg_OutputType	35	2	0	2	1	0x0:none(无目标数据输出) 0x1:Objects 0x2:Clusters
RadarCfg_RadarPower	37	3	0	7	1	0x0:Standard 0x1:-3dB Tx gain 0x2: -6dB Tx gain 0x3: -9dB Tx gain
RadarCfg_SortIndex	44	3	0	7	1	0x0:No Sorting 0x1: Sorted by range 0x2: Sorted by RCS
RadarCfg_StoreNVM	47	1	0	1	1	0x0:Inactive

						0x1: Active
RadarCfg_RCS_Threshold_Valid	48	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_RCS_Threshold	49	3	0	7	1	0x0:Standard 0x1:High Sensitivity
RadarCfg_Calibration_Valid	59	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_Calibration_Enabled	57	2	0	3	1	0x1:enabled 0x2:Initial recovery(恢复初始 值)
RadarCfg_BaudRate_Valid	60	1	0	1	1	0x0:Invalid 0x1:Valid
RadarCfg_BaudRate	61	3	0	7	1	0x0:500K (默认) 0x1:250K 0x2:1M

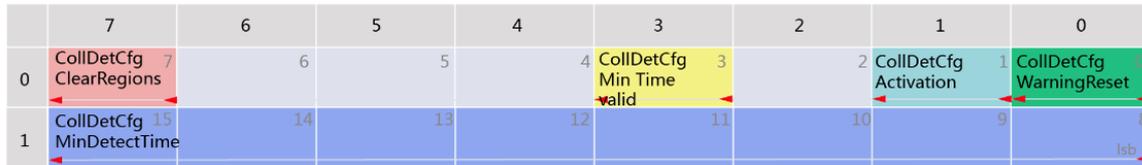
备注：

- 1、默认目标按距离从近到远的顺序输出。
- 2、例如修改雷达 ID 时，首先使能 RadarCfg_SensorID_Valid 位，RadarCfg_SensorID 为需要设置的 ID，则当前修改成功。如果需要把修改保存到 NVM 中，下次启动时，该修改有效，则需要使能 RadarCfg_StoreInNvm_Valid 和 RadarCfg_StoreNVM 位。
- 3、MR76 目前仅支持 Object 模式，不支持 Cluster 模式。
- 4、Res 表示分辨率。
- 5、客户在安装后可以进行通道校准，如果校准后不再需要使用校准后的参数，可以使用发送校准恢复功能，使雷达恢复初始值。MR76_V1.0.44 及以后版本支持该功能。

3.2 碰撞检测配置 (0x400)

使用 CollDetCfg(0x400)消息可以激活基于区域的碰撞检测功能。激活碰撞检测功能之后，对于所有的配置区域，雷达周期性的(每秒)发送 CollDetState(0x408)和消息 CollDetRegionState(0x402)。目前MR76仅支持设置一个区域，且区域ID为1。雷达默认是 object 模式，未开启碰撞检测功能。

只有 Objects 模式有碰撞检测功能，即 RadarCfg_OutputType 设置为 Objects(0x2)。碰撞检测功能使能后，对于每一个目标，雷达发送消息 Obj_Warning(0x60E)，该消息表示当前目标侵犯某个配置区域。



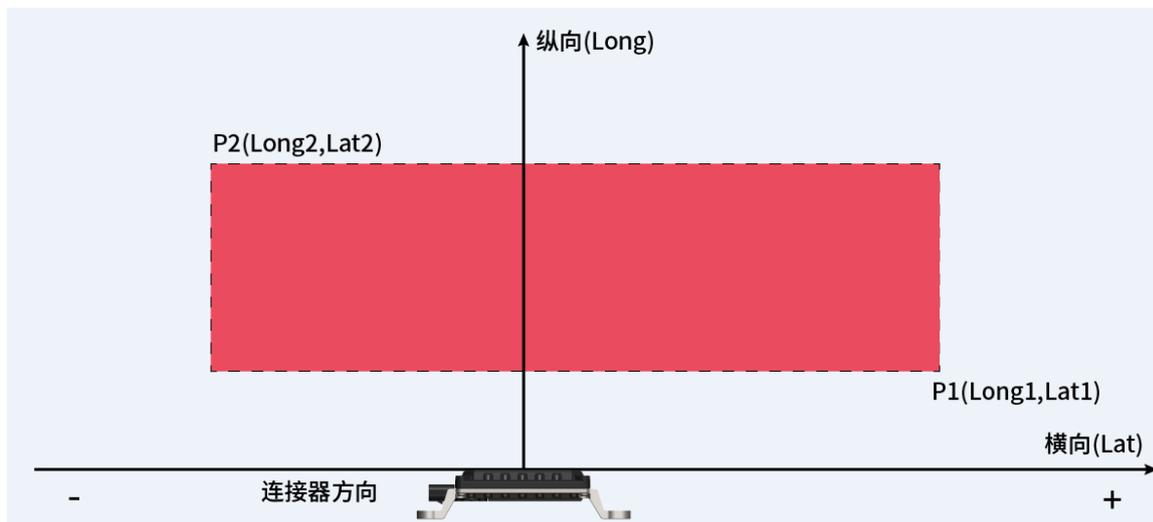
Signal	Start	Len	Min	Max	Res	Unit
CollDetCfg_WarningReset	0	1	0	1	1	0x0:idle 0x1:reset warnings
CollDetCfg_Activation	1	1	0	1	1	0x0:inactive 0x1:active
CollDetCfg_MinTime_valid	3	1	0	1	1	0x0:invalid 0x1:valid
CollDetCfg_ClearRegions	7	3	0	1	1	0x0:idle 0x1:clear regions
CollDetCfg_MinTime	8	8	0.0	25.5	0.1	秒(sec)

Start	Signal	Description
0	CollDetCfg_WarningReset	使能时重置当前的所有区域的激活警告
1	CollDetCfg_Activation	激活/不激活碰撞检测功能
3	CollDetCfg_MinTime_valid	为真时，允许改变时间参数
7	CollDetCfg_ClearRegions	为真时，清除所有的区域配置
8	CollDetCfg_MinTime	警告触发前，区域内一个目标需要被检测到的最小时间

- 1、 CollDetCfg_ClearRegions: 清除当前区域。发送0x400 0x80 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00，则清除当前区域，雷达不再输出0x408 0x402 0x60E。
- 2、 CollDetCfg_WarningReset暂未使用
- 3、 CollDetCfg_MinTime_valid 暂未使用
- 4、 CollDetCfg_MinTime 暂未使用

3.3 碰撞检测区域设置(0x401)

collision detection region configuration(0x401)支持设置1个检测区域且区域ID为1，每个区域有两个点的横坐标和纵坐标扩展而成如下图所示：



设置命令格式如下图：

	7	6	5	4	3	2	1	0
0	7	6	5	4	3	CollDetRegCfg 2 Coordinates valid	CollDetRegCfg 1 Activation	0
1	15	14	13	12	11	CollDetRegCfg 0 RegionID	9	8
2	CollDetRegCfg Point1Long	22	21	20	19	18	17	16
3	CollDetRegCfg Point1Long	30	29	28	27	CollDetRegCfg Point1Lat	25	24
4	CollDetRegCfg Point1Lat	38	37	36	35	34	33	32
5	CollDetRegCfg Point2Long	46	45	44	43	42	41	40
6	CollDetRegCfg Point2Long	54	53	52	51	CollDetRegCfg Point2Lat	49	48
7	CollDetRegCfg Point2Lat	62	61	60	59	58	57	56

Signal	Start	Len	Offset	Min	Max	Res	描述
CollDetRegCfg_Activation	1	1		0	1	1	0x0:inactive 0x1:active
CollDetRegCfg_Coordinates Valid	2	1		0	1	1	0x0:invalid 0x1:valid
CollDetRegCfg_RegionID	8	3		0	7	1	区域 ID 编号 默认为 1
CollDetRegCfg_Point1 Long	27	13	-500	-500	1138.2	0.2	单位 m
CollDetRegCfg_Point1 Lat	32	11	-204.6	-204.6	204.8	0.2	单位 m
CollDetRegCfg_Point2Long	51	13	-500	-500	1138.2	0.2	单位 m
CollDetRegCfg_Point2Lat	56	11	-204.6	-204.6	204.8	0.2	单位 m

CollDetRegCfg_Activation:碰撞检测功能是否激活, 0x0:inactive 不激活, 0x1:active 激活。激活该功能后, 且坐标有效, 随后的矩形框设置才会生效, 即重新上电时, 上次设置的参数有效。

CollDetRegCfg_CoordinatesValid:坐标点设置 0x0:invalid 无效, 0x1:active 有效。只有激活碰撞检测功能且使能坐标有效, 坐标设置才会生效, 否则不生效。

CollDetRegCfg_Point1Long:坐标点 1 的纵向距离值;

CollDetRegCfg_Point1Lat:坐标点 1 的横向距离值;

CollDetRegCfg_Point2Long: 坐标点 2 的纵向距离值;

CollDetRegCfg_Point2Lat: 坐标点 2 的横向距离值;

设置坐标点注意事项: 坐标点 1 为矩形框的右下角的坐标值, 坐标点 2 为矩形框的左上角坐标值。

即满足,

$\text{CollDetRegCfg_Point1Long} < \text{CollDetRegCfg_Point2Long}$

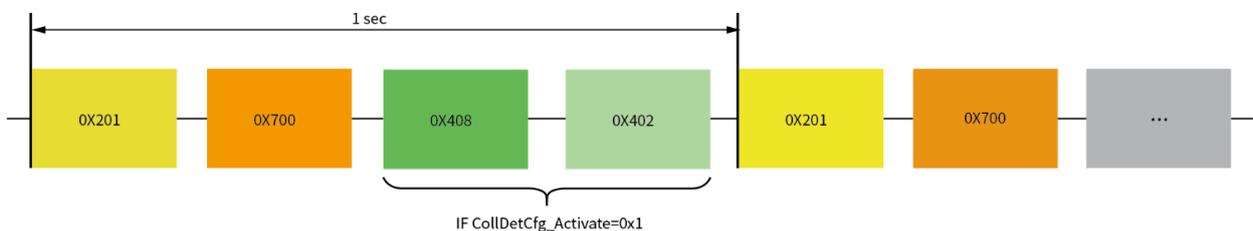
$\text{CollDetRegCfg_Point1Lat} > \text{CollDetRegCfg_Point2Lat}$

否则设置的矩形框无效, 且不保存到Flash中。

4 状态输出

雷达周期性 (1秒) 的通过Message0x201发送雷达配置信息和雷达状态信息, 通过0x700发送雷达固件版本号。

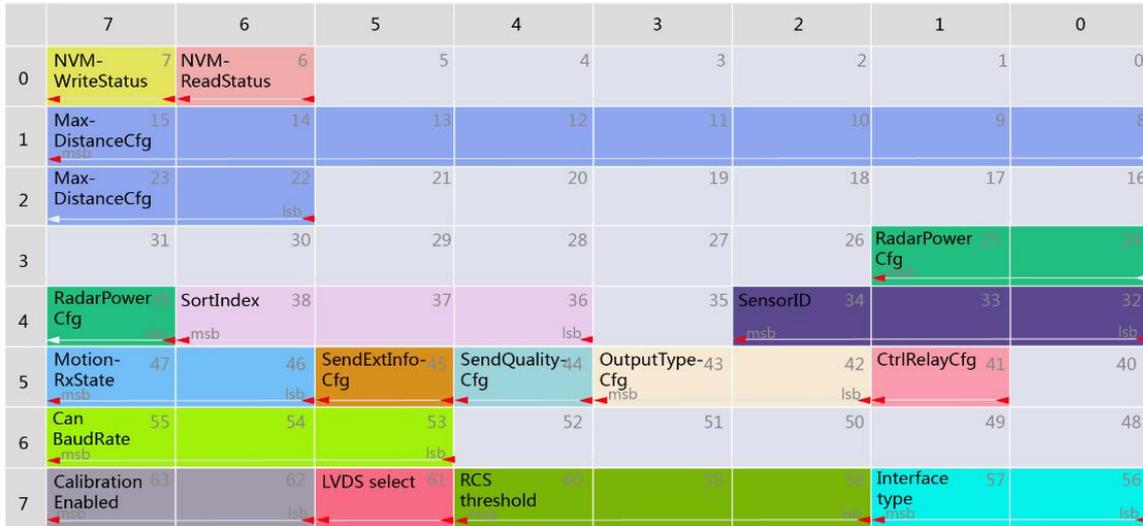
如果激活碰撞检测, 雷达通过0x408消息发送当前的碰撞检测配置和警告状态对于单个区域发送消息0x402 (碰撞检测区域状态)。



周期性的发送状态信息

4.1 雷达状态信息 (0x201)

雷达周期性 (每秒) 的发送状态信息, 配置雷达参数生效之后, 雷达状态消息立即发送 0x201 命令, 证明配置参数已经生效。



Signal	Start	Len	Min	Max	Res	Uint
RadarState_NVMReadStatus	6	1	0	1	1	0x0:failed 0x1:Successful
RadarState_NVMWriteStatus	7	1	0	1	1	0x0:failed 0x1:Successful
RadarState_MaxDistanceCfg	22	10	0	2046	2	m
RadarState_SensorID	32	3	0	7	1	当前雷达 ID(0~7)
RadarState_SortIndex	36	3	0	7	1	0x0:no sorting 0x1:sorted by range 0x2:sorted by RCS
RadarState_RadarPowerCfg	39	3	0	7	1	0x0:Standard 0x1:-3dB Tx Gain 0x2: -6dB Tx Gain 0x3: -9dB Tx Gain
RadarState_OutputTypeCfg	42	2	0	3	1	0x0:none 0x1:Objects 0x2:Clusters
RadarState_CANBaudRate	53	3	0	7	1	0x0:500K (默认) 0x1:250K 0x2:1M
RadarState_RCS_threshold	58	3	0	7	1	0x0:Standard 0x1:high sensitivity
RadarState_Calibration_Enabled	62	2	0	0	4	0x1:enabled 状态 0x2:Initial recovery(恢复初始值状态)

4.2 版本信息(0x700)



Signal	Start	Len	Min	Max	Res	描述
Soft_MajorRelease	0	8	0	255	1	软件主版本
Soft_MinorRelease	8	8	0	255	1	软件次版本
Soft_PatchLevel	16	8	0	255	1	软件补丁版本

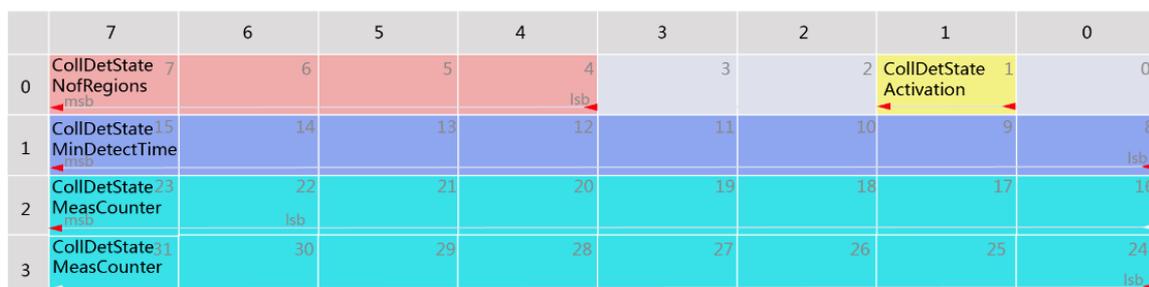
Soft_MajorRelease: 软件主版本

Soft_MinorRelease: 软件次版本

Soft_PatchLevel: 软件补丁版本

4.3 碰撞检测状态(0x408)

通过CollDetCfg(0x400)消息激活基于区域的碰撞检测。当激活碰撞检测功能时,传感器周期性的通过消息CollDetState(0x408)发送当前的碰撞检测配置和警告状态,对于单个区域,雷达发送CollDetRegionState(0x402)。



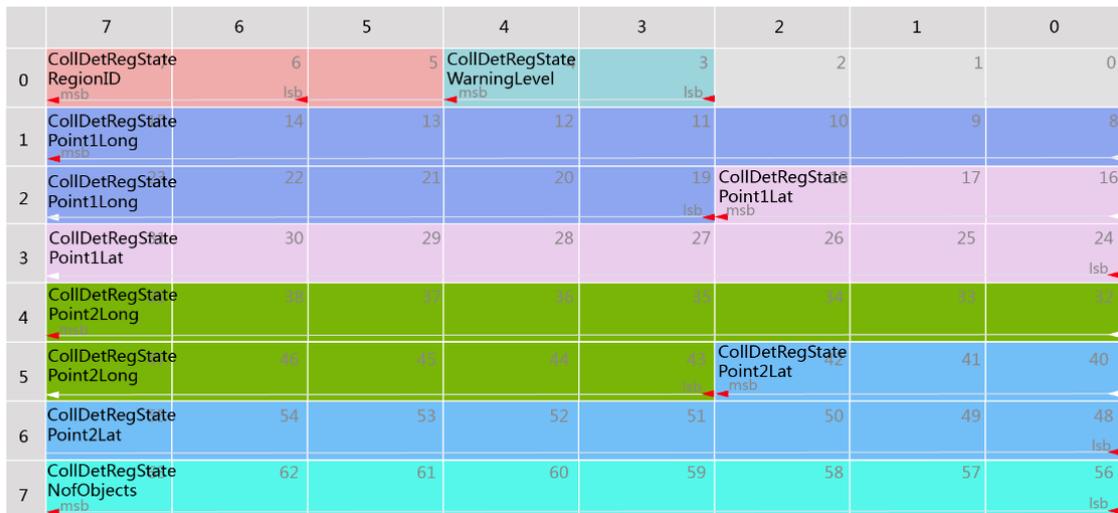
Signal	Start	Len	Min	Max	Res	Unit
CollDetState_Activation	1	1	0	1	1	0x0:inactive 0x1:active
CollDetState_NofRegions	4	4	0	8	1	-
CollDetState_MinDetectTime	8	8	0.0	25.5	0.1	秒/sec
CollDetState_MeasCounter	24	16	0	65535	1	-

Start	Signal	描述
1	CollDetState_Activation	碰撞检测激活状态
4	CollDetState_NofRegions	已配置的区域个数
8	CollDetState_MinDetectTime	当前配置的警告触发前目标的最小检测时间
24	CollDetState_MeasCounter	测量周期计数(循环累加, 当大于65535时重置为0, 继续累加)

4.4 碰撞检测区域状态(0x402)

当 0x401 中 CollDetRegCfg_Activation = 1 且 CollDetRegCfg_CoordinatesValid = 1 时, 雷达周期性(1s)发送碰撞检测状态消息。

当 0x401 中 CollDetRegCfg_Activation 和 CollDetRegCfg_CoordinatesValid 任何一个值不为 1 时, 雷达输出 objects 模式目标。



Signal	Start	Len	Offset	Min	Max	Res	描述
CollDetRegState_WarningLevel	3	2		0	3	1	0x0:无警告 0x1:目标警告 0x2:reserved 0x3:警告消失
CollDetRegState_RegionID	5	3		0	7	1	当前区域的区域编号
CollDetRegState_Point1 Long	19	13	-500	-500	1138.2	0.2	单位 m
CollDetRegState_Point1 Lat	24	11	-204.6	-204.6	204.8	0.2	单位 m
CollDetRegState_Point2 Long	43	13	-500	-500	1138.2	0.2	单位 m
CollDetRegState_Point2 Lat	48	11	-204.6	-204.6	204.8	0.2	单位 m
CollDetRegState_NofofObjects	56	8	0	0	255	1	-

CollDetRegState_WarningLevel: 表示一个目标在区域中, 或者曾经在区域中;

如果该值为0x0，表示当前区域没有检测到目标；

如果该值为0x1，表示当前区域检测到目标且超过了已配置的最小检测时间；

如果该值为0x2，该值为保留值；MR76目前均为该值。

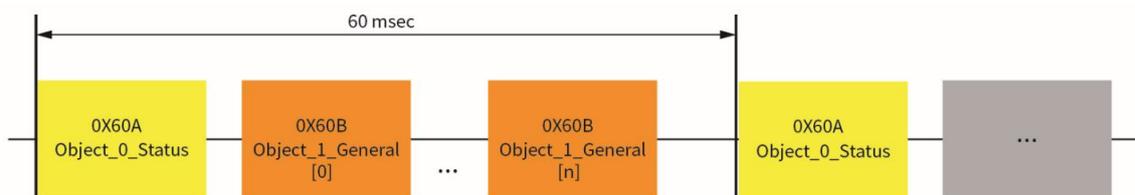
如果该值为0x3，表示目标曾经在该区域中，但当前已经离开该区域；

使用CollDetCfg_WarningReset重置警告级。

CollDetRegState_NoOfObjects:满足碰撞检测条件的当前区域中检测的目标个数，暂未使用默认是0。

5 Object list

Object list 包含 2 个 message, Object_0_Status(0x60A) 第一个列表头消息, 该消息包含将要发送的目标数量信息。Object_1_General (0x60B) 该消息包含目标的速度和距离信息。周期性的发送所有跟踪的目标信息。



5.1 Object List Status(0x60A)

Object List Status(0x60A)包含目标列表头消息, 在每个测量周期首先发送 0x60A 消息。

	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Objects NofObjects msb	6	5	4	3	2	1	0 lsb
1	Objects MeasCount msb	14	13	12	11	10	9	8
2	Objects MeasCount msb	22 lsb	21	20	19	18	17	16 lsb
3	Objects InterfaceVersion msb	30	29	28 lsb	27	26	25	24

Signal	Start	Len	Min	Max	Res	描述
Objects_NoOfObjects	0	8	0	255	1	检测到的目标个数
Objects_MeasCount	8	16	0	65535	1	循环计数, 每个周期循环加 1
Objects_InterfaceVersion	28	4	0	15	1	目标列表 CAN 接口版本, 默认为 0

5.2 Objects General Information(0x60B)

该消息包含目标的位置和速度信息，周期性的发送所有跟踪目标信息。



Signal	Start	Len	Min	Max	Res	描述
Objects_ID	0	8	0	255	1	
Objects_DistLong	19	13	-500	1138.2	0.2	m
Objects_Distlat	24	11	-204.6	+204.8	0.2	m
Objects_VrelLong	46	10	-128.00	127.75	0.25	m/s
Objects_DynProp	48	3	0	7	1	0x0:moving 0x1:stationary 0x2:oncoming 0x3: crossing left 0x4: crossing right 0x5:unknown 0x6:stopped
Object_Class	51	2	0	3	1	0x0:点目标; 0x1:车目标; 0x2:保留; 0x3:保留
Objects_VrelLat	53	9	-64	63.75	0.25	m/s
Objects_RCS	56	8	-64	63.5	0.5	dBm2

Objects_ID: 目标ID;

Objects_DistLong: 目标纵向距离;

Objects_Distlat: 目标横向距离;

Objects_VrelLong: 目标纵向速度;

Objects_DynProp: 目标动态属性, 现默认值均为0, 即运动目标;

Object_Class: 0x0:点目标, 0x1:车目标; 货车, 轿车分类为车目标, 行人, 树木栅栏分类为点目标, 目标分类值仅供参考;

Objects_VrelLat: 目标横向速度;

Objects_RCS: 目标RCS, 默认为0。

备注:

- 1、目前 Objects_DynProp 均为 0。
- 2、Res:分辨率。接收到雷达的数据乘以该值为目标实际值。例, 接收的值为 100, 分辨率为 0.2 则实际值为 $100*0.2=20$ 。
- 3、Min:偏移量。某些值可能存在负值(-) 为保证输出正值(+) 便于解析, 雷达端增加偏移量。解析雷达数据时, 需要加偏移量。雷达发送数据为 Value1, 则实际值为 $Value2 = Value1*Res+Min$;

5.3 Object Collision Detection Warning(0x60E)

该消息包含碰撞检测警告状态, 当在消息CollDetCfg(0x400)中碰撞检测被激活时, 雷达发送该消息。和消息0x60B一样, 所有目标均会发送该消息。

Signal	Start	Len	Min	Max	Res	Unit
Object_ID	0	8	0	255	1	-
Object_CollDetRegionBitfield	8	8	0	255	1	-

Start	Signal	描述
0	Object_ID	雷达目标 ID
8	Object_CollDetRegionBitfield	区域的位域, 该目标在该区域中设置相应的位域为 1

6 CAN 协议解析示例

Res:分辨率。接收到雷达的数据乘以该值为目标实际值。例, 接收的值为 100, 分辨率为 0.2, 则实际值为 $100*0.2=20$ 。

Min:偏移量。某些值可能存在负值(-), 为保证输出正值(+), 便于解析, 雷达

端增加偏移量。解析雷达数据时，需要加偏移量。雷达发送数据为 Value1 ，则实际值为 Value2 = Value1*Res+Min;

6.1 配置消息示例

程序默认 radar_outputType 类型为 Objects，修改存储参数到 NVM，radar_power 为 standard，SortIndex 为按距离 (range) 分类，RCS_Threshold 为 standard，SensorID 为 0。例如：消息 ID 为 0x200，消息内容为 0x82 0x00 0x00 0x00 0x09 0x90 0x00 0x00

该消息修改雷达 ID 为 1，并保存修改参数至 NVM，雷达再次上电时，ID 为 1。

如果当前雷达 ID 为 1，再发送配置信息，则需要发送消息 ID 0x210。

启动修改时，必须使能相应的 Valid 位，该位的配置才会生效，否则该配置不生效。

6.2 MR76 常用配置命令 (CANMonitor)

MR76 的 CAN 接口用来配置传感器，输出传感器状态信息，传感器数据的输入与输出。可以配置传感器 ID，同时输出消息 ID (Message IDs) 也会改变。

传感器 ID 为 0 ~ 7，消息 ID 计算公式如下：

$$\text{MsgID} = \text{MsgID}_0 + \text{SensorID} * 0x10$$

以下忽略消息 ID，主要讲述消息 message 内容。

- 1、 修改雷达 id 为 1 并保存，命令如下：
82 00 00 00 01 80 00 00
- 2、 修改雷达 id 为 2 并保存，命令如下：
82 00 00 00 02 80 00 00
- 3、 修改雷达 id 为 3 并保存，命令如下：
82 00 00 00 03 80 00 00
- 4、 修改雷达为高灵敏度 (检测精细目标)
80 00 00 00 00 80 03 00
- 5、 修改雷达为低灵敏度
80 00 00 00 00 80 01 00
- 6、 修改雷达为 CAN 口输出
80 00 00 00 00 80 40 00
- 7、 使能通道校准功能
80 00 00 00 00 80 00 0A

- 8、 通道校准功能恢复
80 00 00 00 00 80 00 0C

6.3 MR76 常用配置命令（NSM 上位机）

详情查阅 NSM 上位机应用手册。

6.4 0x60B 解析示例

```
016044 0 000021417.1 接收 0000065B 标准帧 数据帧 08 57 4E C4 0C 7F 60 18 80
```

如上图，当前雷达 id 为 5。

消息 message 为 0x57 0x4E 0xC4 0x0C 0x7F 0x60 0x18 0x80

即：

字节 0	字节 1	字节 2	字节 3	字节 4	字节 5	字节 6	字节 7
0x57	0x4E	0xC4	0x0C	0x7F	0x60	0x18	0x80

- 1、 目标 ID: 0x57=87, 即目标 ID 为 87。目标在 0~255 之间循环产生。在稳定跟踪过程中, 目标 ID 保持不变;
- 2、 目标纵向距离: $(0x4E*32 + (0xC4 \gg 3)) * 0.2 - 500 = 4$ 米;
- 3、 目标横向距离: $((0xC4 \& 0x07) * 256 + 0x0C) * 0.2 - 204.6 = 2.6$ 米;
- 4、 目标纵向速度: $(0x7F * 4 + (0x60 \gg 6)) * 0.25 - 128 = -0.75$ m/s;
- 5、 目标横向速度: $((0x60 \& 0x3F) * 8 + (0x18 \gg 5)) * 0.25 - 64 = 0$ m/s;
- 6、 目标动态属性: $0x18 \& 0x07 = 0$, 默认均为 0;
- 7、 RCS: $0x80 * 0.5 - 64 = 0$, 默认均为 0。

目标径向距离 $R = \sqrt{\text{Objects_DistLong}^2 + \text{Objects_Distlat}^2}$

目标角度为 θ , 注意区分角度与弧度的单位。

$$\tan \theta = \frac{\text{Objects_Distlat}}{\text{Objects_DistLong}}$$

目标速度为 V,

$$V = \text{Objects_VrelLong} * \cos \theta + \text{Objects_VrelLat} * \sin \theta$$

6.5 心跳信号 (0x700)

该消息的前三个字节表示软件版本号。如果返回消息为0x700，表示雷达当前ID 为0；返回0x710，表示当前雷达ID 为1。

例：返回消息为0x01 0x00 0x15 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00

则雷达的当前软件版本为 V 1.0.21。

6.6 区域设置配置示例 0x401

1)如需设置矩形框为 10x170 米，需要使能区域设置和坐标有效，假设点 1 的坐标：(5, 0)，点 2 的坐标：(-5, 170)，发送命令为：0x06 0x01 0x4E 0x24 0x18 0x68 0xB3 0xE6

$\text{CollDetRegState_Point1Long} = (0+500) \times 5 = 2500 = (100111000100)\text{b}$

$\text{CollDetRegState_Point1Lat} = (5+204.6) \times 5 = 1048 = (10000011000)\text{b}$

$\text{CollDetRegState_Point2Long} = (170+500) \times 5 = 3350 = (110100010110)\text{b}$

$\text{CollDetRegState_Point2Lat} = (-5+204.6) \times 5 = 998 = (1111100110)\text{b}$

	7	6	5	4	3	2	1	0	Hex		
0	0	7	0	6	0	5	0	4	0	0	0x06
1	0	15	0	14	0	13	0	12	0	11	0x01
2	0	23	1	22	0	21	0	20	1	19	0x4E
3	0	31	0	30	1	29	0	28	0	27	0x24
4	0	39	0	38	0	37	1	36	1	35	0x18
5	0	47	1	46	1	45	0	44	1	43	0x68
6	1	55	0	54	1	53	1	52	0	51	0xB3
7	1	63	1	62	1	61	0	60	0	59	0xE6

具体解析如下：

区域设置注意事项：

1)只有坐标点 1 和坐标点 2 满足条件((point1Long < point2Long) && (point1Lat > point2Lat))，才会保存参数，否则不保存参数；

2)只要坐标满足条件，不管是否激活区域设置和坐标有效，均保存参数到 Flash;

3)但是只有区域设置和坐标均有效时，才会画矩形框，0x402 周期性输出;

4)当 0x401active 时，0x402 中区域设置无效，坐标有效，无 0x402 输出;

当 0x401active 时，0x402 中区域设置有效，坐标无效，有 0x402 输出，但坐标值均为 0;

当 0x401active 时，0x402 中区域设置有效，坐标无效，有 0x402 输出，但坐标值均为 0。