

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R M.2057-1 建议书
(01/2018)

**76-81 GHz频段中用于智能交通系统
应用的汽车雷达系统特性**

M 系列
**移动、无线电定位、业余
和相关卫星业务**



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策（IPR）

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R系列建议书

（也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>）

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2018年，日内瓦

© 国际电联 2018

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R M.2057-1 建议书

76-81 GHz频段中用于智能交通系统应用的汽车雷达系统特性

(2014-2018年)

范围

本建议书规定了76-81 GHz频段中在无线电定位业务中运行的汽车雷达的系统特性。应将这些技术和操作特性应用于在无线电定位业务中运行的汽车雷达与在其他业务中操作的相关系统之间的兼容性研究。

关键词

特性、保护标准、汽车雷达、智能交通系统

缩略语/术语

ACC 自适应巡航控制

CA 防撞

FMCW 频率调制的连续波

ITS 智能交通系统

相关ITU建议书和报告

ITU-R M.1452建议书 – 用于智能交通系统应用的毫米波车载防撞雷达和无线电通信系统

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 某些频段中的汽车雷达要以最优方式实现其功能，需要相应的天线、信号传播、目标探测和较大的带宽特性；
- b) 在无线电测定业务中运行的雷达的技术特性取决于系统要完成的任务，且使用的频段不同，特性也有很大不同；
- c) 要确定在划分给无线电测定业务的频段引入新型系统的可能性，必须了解在所述频段操作的系统的典型技术和操作特性；
- d) 需要对无线电测定业务和其他业务系统中的雷达进行兼容性分析的程序和方法，

建议

应将附件1中所述的在76-81 GHz频段中用于智能交通系统（ITS）应用的汽车雷达系统特性用于共用/兼容性研究。

附件1

76-81 GHz频段中用于智能交通系统应用的汽车雷达系统特性

1 引言

支持增强的道路安全的雷达系统在76-81 GHz频段中运行。随着对汽车安全应用的需求（包括减少交通事故和事故死亡人数）不断发展，要求汽车雷达系统具有一定的距离分辨率，其所需带宽高达4 GHz。

2 76-81 GHz频段中运行的汽车雷达系统的技术特性

在功能和安全性要求方面，在76-81 GHz频段运行的汽车雷达系统可分为两类：

- **第1类：**自适应巡航控制（ACC）和防撞（CA）雷达，测量范围可达250米，其典型技术特性见表1雷达A。对于这些应用，最多需要1 GHz的连续带宽。对驾驶员而言，此类雷达可增加舒适性功能，支持更轻松的驾驶。
- **第2类：**高分辨率应用（如盲点探测、变道辅助和后方车辆示警、探测车辆附近的行人和自行车）传感器用于测量距离达100米的系统，其典型技术特性见表1的雷达B、C和D。这些高分辨率应用需要4 GHz的带宽。上述雷达可直接提高车辆的被动和主动安全性，因此有助于加强交通安全。提高的主动和被动安全性要求已反映在车辆测试要求中。雷达E的视野更高，支持行人探测、停车辅助、低速（< 30 km/h）紧急制动等高分辨率应用。

76-77 GHz和77-81 GHz频段中运行的无线电定位雷达系统的技术参数见表1。

表1

76-81 GHz频段中的汽车雷达特性

参数	单位	雷达A ⁽¹⁾ 用于前端应用（如ACC）的汽车雷达	雷达B 用于前端应用的汽车高分辨率雷达	雷达C 用于转角应用的汽车高分辨率雷达	雷达D 汽车高分辨率雷达	雷达E 汽车高分辨率雷达 超短距离应用（如停车辅助、超低速状态下的CA）
使用的子频段	GHz	76-77	77-81	77-81	77-81	77-81
典型操作范围	m	最远250	最远100	最远100	最远100	最远50
距离分辨率	cm	75	7.5	7.5	7.5	7.5
典型发射类型		FMCW, Fast-FMCW	FMCW, Fast-FMCW	FMCW, Fast-FMCW	FMCW	FMCW, Fast-FMCW
所需最大带宽	GHz	1	4	4	4	4
线性调频带宽	GHz	1	2-4	2-4	2-4	2
典型扫描时间	μs	对于FMCW, 10000-40 000 对于fast-FMCW, 10-40	对于FMCW, 10 000-40 000 对于fast-FMCW, 10-40	对于FMCW, 10 000-40 000 对于fast-FMCW, 10-40	对于FMCW, 2 000-20 000	对于FMCW, 10 000-40 000 对于fast-FMCW, 10-40
最大e.i.r.p.	dBm	55	33	33	45	33
天线的最大发射功率	dBm	10	10	10	10	10

表1 (续)

参数	单位	雷达A ⁽¹⁾ 用于前端应用（如ACC）的汽车雷达	雷达B 用于前端应用的汽车高分辨率雷达	雷达C 用于转角应用的汽车高分辨率雷达	雷达D 汽车高分辨率雷达	雷达E 汽车高分辨率雷达 超短距离应用（如停车辅助、超低速状态下的CA）
无用发射的最大功率密度	dBm/MHz	0（73.5-76 GHz和77-79.5 GHz） 其他情况-30	-30	-30	-13 ⁽²⁾	-30
接收机中频带宽（-3 dB）	MHz	0.5-1	10	10	10	10
接收机中频带宽（-20 dB）	MHz	0.5-20	15	15	15	15
接收机灵敏度 ⁽³⁾	dBm	-115	-120	-120	-120	-120
接收机噪声系数	dB	15	12	12	12	12
等效噪声带宽（kHz）	kHz	25	16	16	16	16
天线主波束增益	dBi	典型30，最大45	TX: 23 RX: 16	TX: 23 RX: 13	TX: 35 max. RX: 35 max	TX: 23 RX: 13
天线高度	m	路面以上0.3-1	路面以上0.3-1	路面以上0.3-1	路面以上0.3-1	路面以上0.3-1
天线方位角 10 dB波束带宽	度	TX/RX: ±10	TX: ±22.5 RX: ±25	TX: ±23 RX: ±30	TX: ±30 RX: ±30	TX: ±50 RX: ±50

表1 (结束)

参数	单位	雷达A ⁽¹⁾ 用于前端应用（如ACC）的汽车雷达	雷达B 用于前端应用的汽车高分辨率雷达	雷达C 用于转角应用的汽车高分辨率雷达	雷达D 汽车高分辨率雷达	雷达E 汽车高分辨率雷达 超短距离应用（如停车辅助、超低速状态下的CA）
天线方位角 3 dB波束带宽 ⁽⁴⁾	度	TX/RX: ±5	TX: ±12.5 RX: ±13.5	TX: ±12.5 RX: ±16	TX: ±16 RX: ±16	TX: ±27 RX: ±27
天线仰角 -3 dB波束带宽	度	TX/RX: ±3	TX/RX: ±5.5	TX/RX: ± 5.5	TX/RX: ± 5.5	TX/RX: ± 5.5

⁽¹⁾ A型雷达与ITU-R M.1452建议书相关。

⁽²⁾ 无用发射最大功率密度为天线输入端的值。

⁽³⁾ 接收机灵敏度通过等效噪声带宽确定。

⁽⁴⁾ 第3节（ φ_3 ）定义的天线方向使用此参数。

3 天线方向

下述公式提供了天线辐射方向，可被用于分析干扰：

$$G(\varphi, \theta) = G_{ref}(x)$$

$$\text{对于 } 0 \leq x < 1.152, G_{ref}(x) = G_0 - 12x^2$$

$$\text{对于 } 1.152 \leq x, G_{ref}(x) = G_0 - 15 - 15 \log(x)$$

同时：

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\tan \theta}{\sin \varphi}\right)$$

$$\Psi_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\cos \alpha}{\varphi_3}\right)^2 + \left(\frac{\sin \alpha}{\theta_3}\right)^2}}$$

$$\Psi = \arccos(\cos \varphi \cdot \cos \theta)$$

$$x = \frac{\Psi}{\Psi_\alpha}$$

其中：

$G(\varphi, \theta)$: 相对于全向天线的增益 (dBi)

G_0 : 在水平面中或水平面附近的最大增益 (dBi)

θ : 相对于最大增益角的俯仰角绝对值 (度)

θ_3 : 在垂直面内的3 dB射束宽度 (度)

φ : 相对于最大增益角的方位角 (度)

φ_3 : 在方位平面中的3 dB波束宽度 (度)。

用于表1定义的5种雷达类型的使用这些公式的天线方向在附件2中详述。

4 76-77 GHz和77-81 GHz频段中运行的汽车雷达系统的操作特性

汽车雷达应用正在从增加舒适功能（如自适应巡航控制（ACC）和防撞（CA）雷达）向显著提高车辆被动和主动车辆安全性的作用转变。这需要系统能够探测车辆附近（约15米范围内）的物体（如行人和自行车）。而此类应用需要目标分辨能力小于10厘米的雷达传感器。支持这一分辨率要求的雷达传感器需要4 GHz的操作带宽。

A型雷达传感器可探测相关道路交通，以便调整车速，适应前方其他车辆的行驶速度。为了满足增强车辆安全的要求，根据此应用，一个或多个A型雷达系统可与额外的B、C、D和E型雷达系统集成在一辆车中。根据传感器信息，车内的数据处理系统将触发相应的雷达。

B、C、D和E型雷达传感器覆盖车辆附近范围，可增加主动和被动安全性功能，如自动紧急制动、主动盲点辅助和变道辅助。

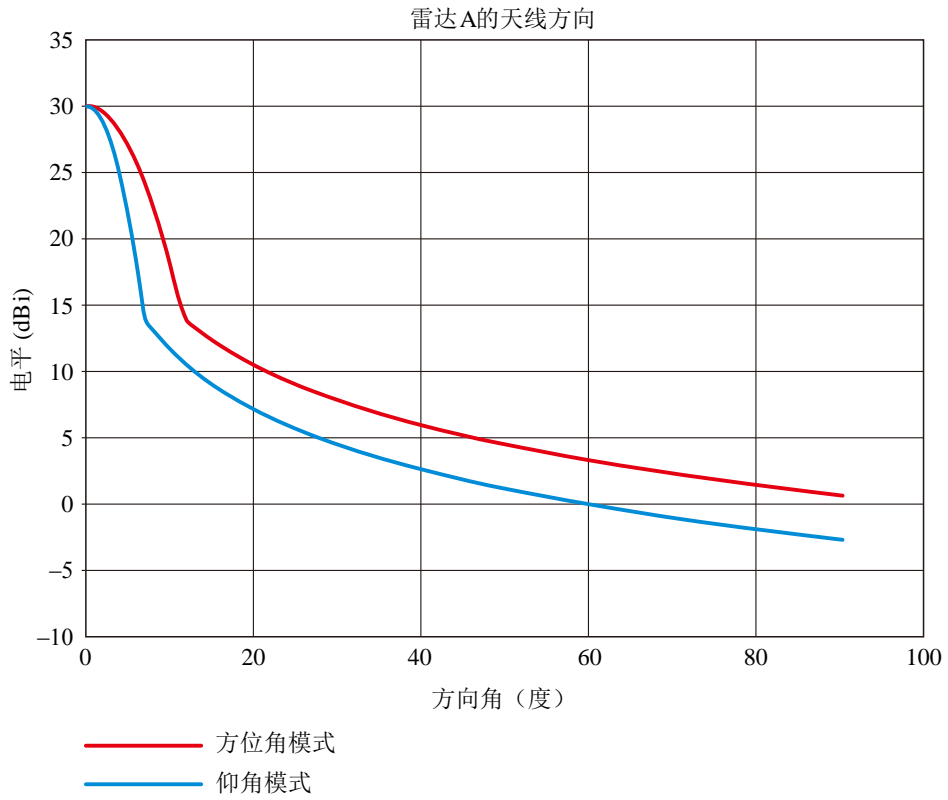
5 保护标准

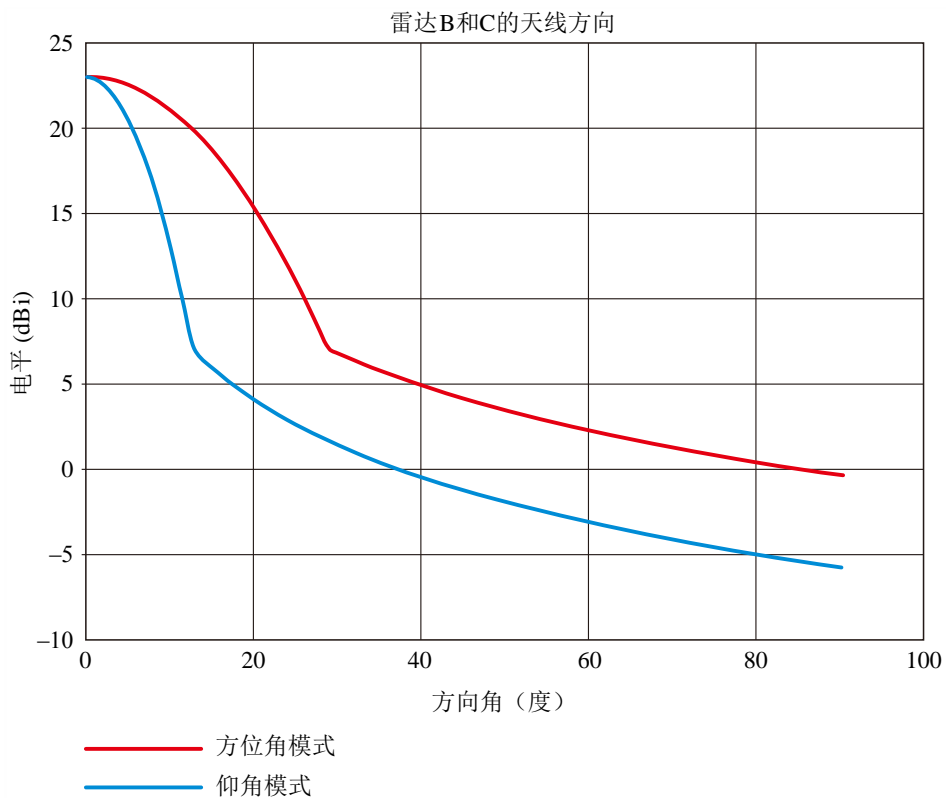
来自其他业务的连续波、频率调制的连续波（FMCW）或类似噪声型调制对该频段雷达产生的灵敏度降低效应，可以料想与其强度有关。在这种干扰活动的任何方位扇区上的合理距离内，其功率谱密度可简单地加到雷达接收机热噪声的功率谱密度上。如果在不存在干扰的情况下，雷达接收机噪声的功率谱密度以 N_0 表示，而类似噪声型的干扰表示为 I_0 ，则合成的有效噪声功率谱密度直接变成 $I_0 + N_0$ 。汽车雷达约1 dB的增长会造成明显的衰减。这种增长相当于1.26的 $(I + N)/N$ 比，或约-6 dB的保护比 I/N 。

对可部署大量电台的某些通信系统，集合因子会非常可观。脉冲型干扰的影响量化难度更大且更多地取决于接收机/处理器的设计和工作方式。有效目标回波信号通常是同步脉冲的有效目标返回的，干扰脉冲通常是异步的，这二者的差分处理增益尤其会对一定电平的脉冲型干扰的影响起重要的作用。这种灵敏度降低会引起几种不同形式的性能衰减。评估这种衰减是分析特定类型雷达之间相互作用的一个目标。

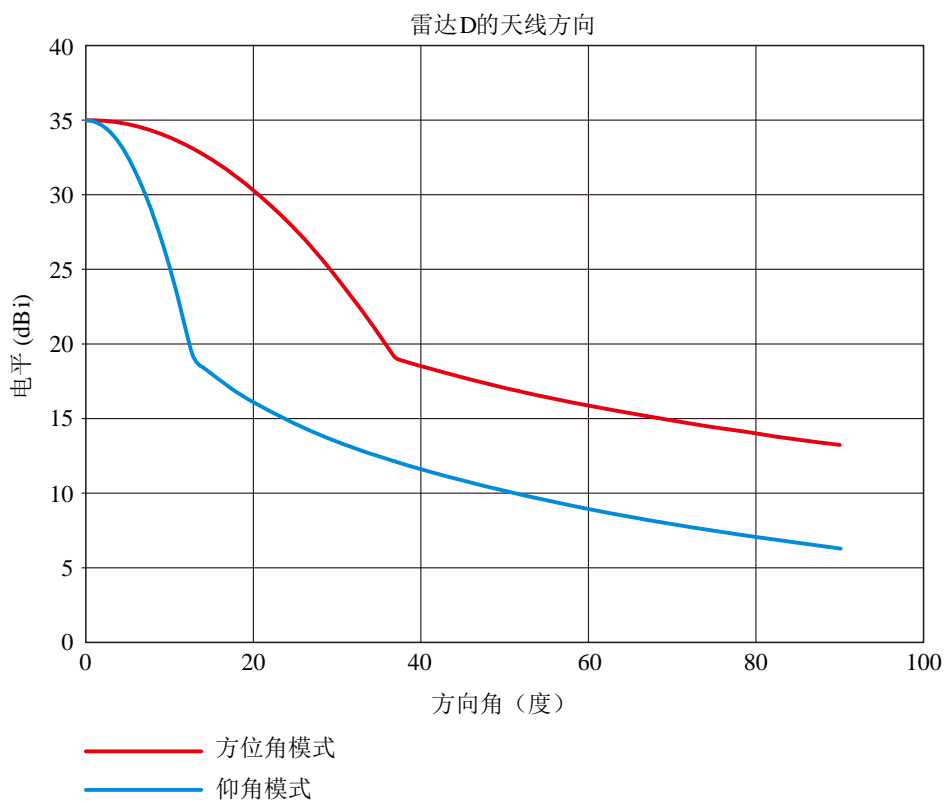
附件2

用于表1定义的雷达类型传输的天线方向示例

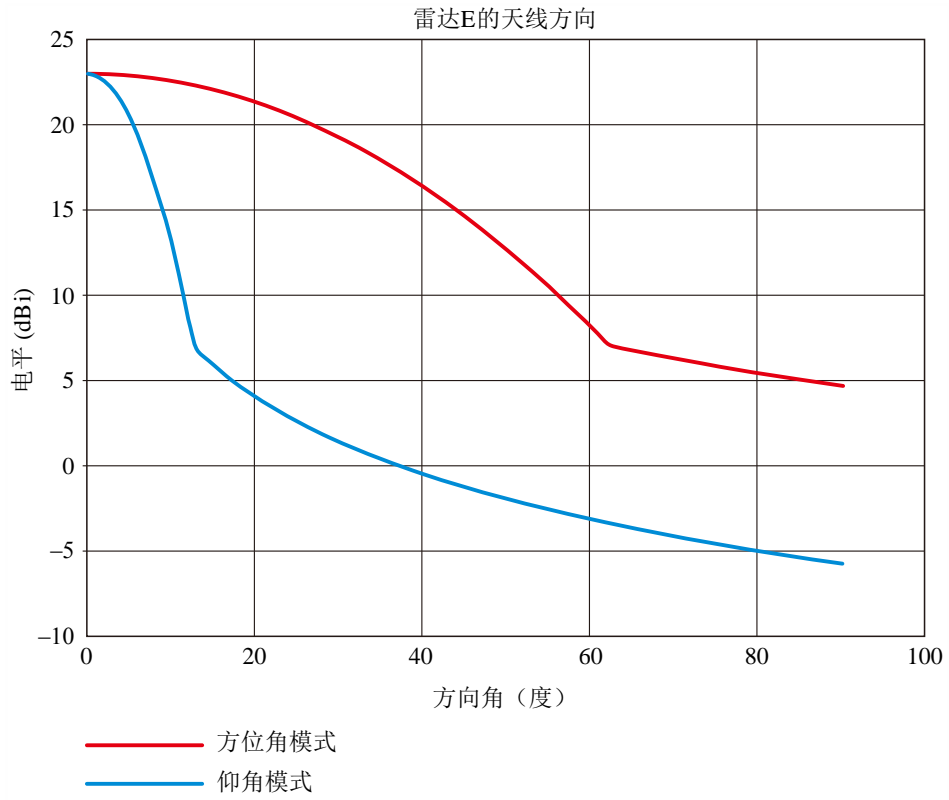




M.2057-02



M.2057-03



M.2057-04

