



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 39085.2—2020/ISO 8729-2:2009

---

## 船舶和海上技术 船用雷达反射器 第2部分:主动型

**Ships and marine technology—Marine radar reflectors—  
Part 2: Active type**

(ISO 8729-2:2009, IDT)

2020-09-29 发布

2021-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会



目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 结构 ..... 3

5 性能 ..... 4

6 环境要求 ..... 5

7 检查与型式试验 ..... 5

8 安装..... 12

9 手册..... 13

10 标识 ..... 13

附录 A(规范性附录) 主动型雷达反射器安装的指导说明 ..... 14

附录 B(规范性附录) 主动型雷达反射器无用发射的试验方法 ..... 16

参考文献 ..... 21





## 前 言

GB/T 39085《船舶和海上技术 船用雷达反射器》拟分为以下部分：

——第1部分：被动型；

——第2部分：主动型。

本部分为 GB/T 39085 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用 ISO 8729-2:2009《船舶和海上技术 船用雷达反射器 第2部分：主动型》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 27025—2019 检测和校准实验室能力的通用要求(ISO/IEC 17025:2017, IDT)；

——GB/T 15868—1995 全球海上遇险与安全系统(GMDSS) 船用无线电设备和海上导航设备通用要求测试方法和要求的测试结果(IEC 60945:1994, IDT)。

本部分由全国船舶电气及电子设备标准化技术委员会(TC 531)提出并归口。

本部分起草单位：中国船舶工业综合技术经济研究院。

本部分主要起草人：赵晨宁、王卉隽。



# 船舶和海上技术 船用雷达反射器

## 第2部分:主动型

### 1 范围

通常,由玻璃纤维增强塑料(glass fibre reinforced plastic, GRP)建造的小型船舶可能不利于雷达信号的反射。在雷达作为海上船舶使用的主要观测工具的情况下,国际海事组织认为,在 GB/T 39085 的本部分中,150 GT 以下的小型船舶有必要配备雷达反射器以增强其雷达回波,从而提高船舶对雷达的可见性。

根据 IMO MSC.164(78)决议的要求,本部分规定了雷达反射器的最低要求,旨在提高小型船舶的雷达回波。

本部分为该类雷达反射器的结构、性能、试验、检查和安装提供了规范。

注:从 IMO MSC.164(78)决议中摘录的要求以斜体印刷。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 17025 检测和校准实验室能力的通用要求(General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)

IEC 60945 海上导航和无线电通信设备和系统 通用要求 试验方法和要求的试验结果(Marine navigation and radiocommunication equipment and systems—General requirements—Methods of testing and required test results)

ITU-R SM.329 杂散域中的无用发射(Unwanted emissions in the spurious domain)

ITU-R SM.1541 带外域中的无用发射(Unwanted emissions in the out-of-band domain)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**雷达反射器 radar reflector**

为雷达散射截面小的船舶增强雷达回波所设计的装置。

#### 3.2

**主动型雷达反射器 active radar reflector**

采用接收、放大和重发雷达信号的方式以增强其回波的装置。

注:主动型雷达反射器通常也称为雷达目标增强器(radar target enhancer, RTE)。

#### 3.3

**雷达散射截面积 radar cross section; RCS**

等效于回波面积,其值为在规定的方向上单位立体角内的散射功率与从规定方向入射的平面波的单位面积功率之比的  $4\pi$  倍。

注：RCS 与雷达使用频率和反射器的三维取向有关。发射机和接收波束的极化影响反射器的有效雷达散射截面积。

### 3.4

#### 水平面极坐标方向性图 azimuthal polar diagram

反射器的 RCS 与环绕其垂直轴的方位角关系的极坐标图。

注：可以从任意倾角生成这些图表。

### 3.5

#### 空值 null

在水平面极坐标方向性图中 RCS 值的明显下降。

### 3.6

#### 规定性能等级 stated performance level; SPL

在反射性能的技术测量期间从测量数据集(即水平面极坐标方向性图)计算的性能等级。

注 1：SPL 为空值宽度  $10^\circ$  的 RCS 值(见图 1)，如果有多个宽度至少为  $10^\circ$  的空值，则 SPL 为其中 RCS 的最小值。

注 2：如果水平面极坐标方向性图上没有宽度为  $10^\circ$  的空值，则 SPL 为超过  $280^\circ$  方位角的 RCS。

### 3.7

#### 自激振荡 self-oscillation

当主动型反射器的接收天线和发射天线发生随机耦合，或通过接近的反射表面随机耦合时，在两者间发生反馈的现象。

注：自激振荡的设备被看作是不稳定的。

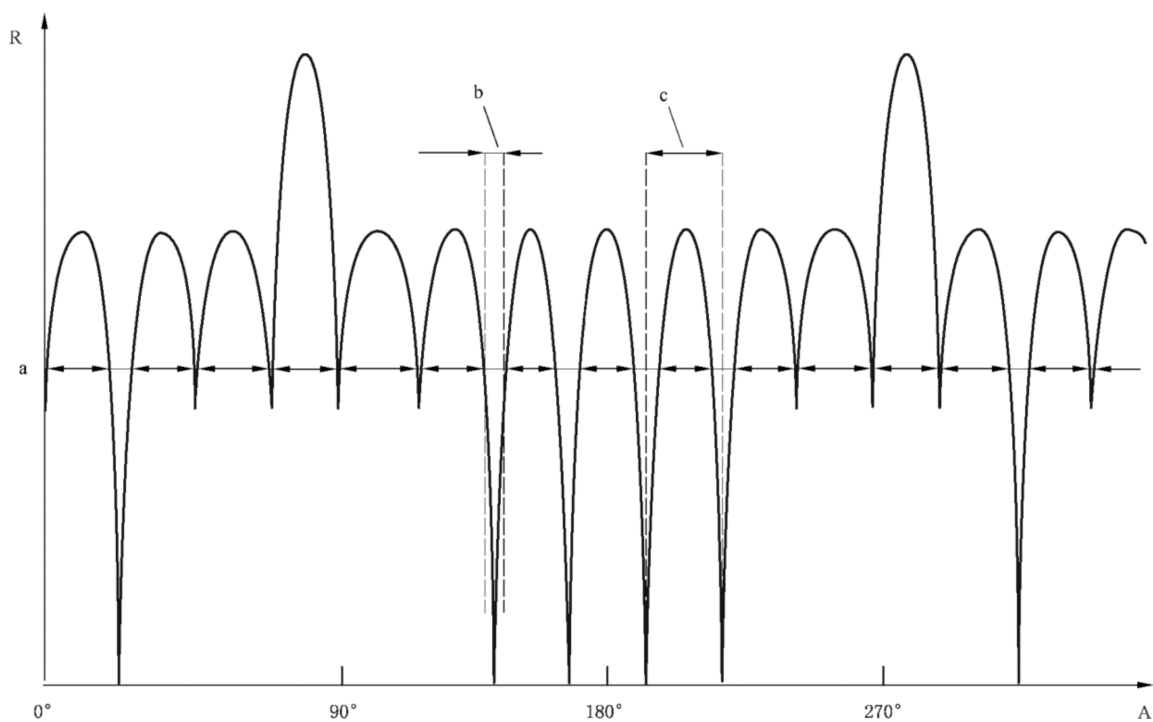
### 3.8

#### 饱和 saturation

主动型雷达反射器发射其能达到的最大功率的状态。

注 1：饱和状态发生时的功率称为饱和功率。

注 2：到询问雷达发生饱和位置的距离是与雷达功率、反射器总增益和反射器最大功率相关的函数。



说明：  
A —— 方位角；  
R —— 雷达散射截面积；  
a —— 规定性能等级；  
b —— 宽度 $\leq 10^\circ$ 的空值；  
c —— 距离 $\geq 20^\circ$ 的空值间距。

图 1 规定性能等级的定义

4 结构

4.1 总体布置

主动型雷达反射器应包含一个(或多个)接收天线,一个(或多个)能够在 X 波段和 S 波段上交叉工作的放大器和一个(或多个)发射天线。通常还可能有关控制盒,其功能是打开和关闭设备,并向用户指示设备正在工作。

4.2 结构和材料

雷达反射器使用的材料应具有足够的强度和良好的质量,以使反射器能够在海况、振动、湿度和温度变化等海洋环境条件下保持反射性能。宜避免使用黑色金属。

4.3 反射器的封闭尺寸

反射器的尺寸不宜超过  $0.05\text{ m}^3$ 。

4.4 反射器的重量

反射器的重量宜尽可能轻,从而尽量减小其对小型船舶稳定性的影响。

5 性能

5.1 功能

主动型雷达反射器应对雷达脉冲进行接收、放大并重新发射。应仅输出接收脉冲的放大值,无需任何形式的其他处理。

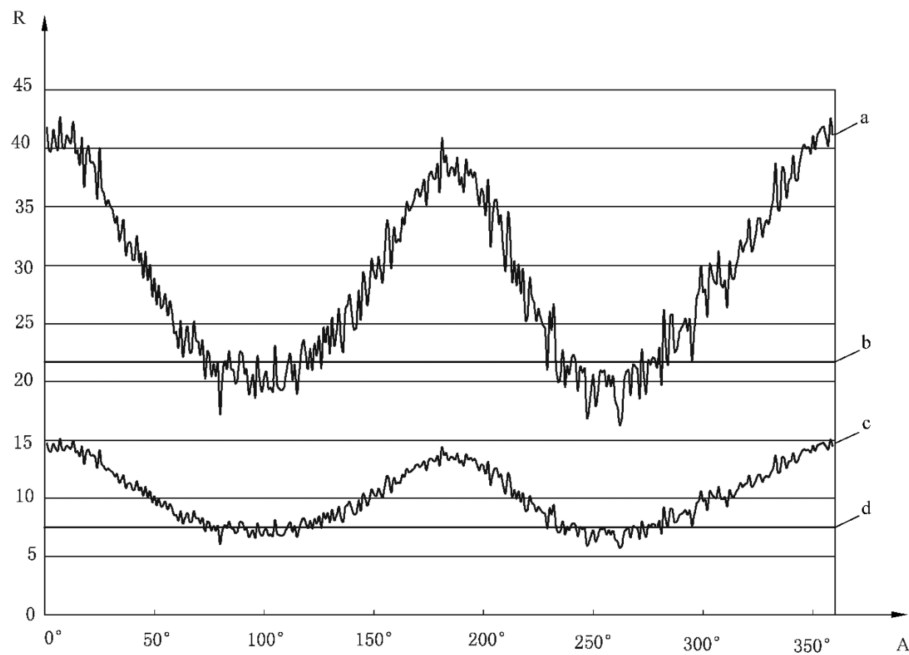
5.2 反射模式

5.2.1 雷达反射器应在X波段(9.300 GHz~9.500 GHz)具有至少 7.5 m<sup>2</sup> 的规定性能水平,在S波段(2.900 GHz~3.100 GHz)具有 0.5 m<sup>2</sup> 的规定性能水平。SPL 应保持在至少 280°的总角度。

对于每个水平面极坐标方向性图的计算 SPL 上,响应应:

- 没有任何一个宽度超过 10°单个角度的空值。
- 空值间距不小于 20°。本计算应忽略小于 5°的空值。

注:图2为X波段主动型雷达反射器在0°和10°仰角的典型水平面极坐标方向性图。



说明:

- A ——方位角;
- R ——雷达散射截面,单位为平方米(m<sup>2</sup>);
- a ——0°仰角;
- b ——21.7 m<sup>2</sup> 规定性能等级;
- c ——10°仰角;
- d ——7.5 m<sup>2</sup> 规定性能等级。

当280°方位角覆盖时,0°仰角响应显示计算的SPL为21.7 m<sup>3</sup>,而在10°仰角处的响应显示计算的SPL为7.5 m<sup>3</sup>,这恰好符合最小SPL要求。这两条曲线还说明了随着仰角的增加,要求的天线增益逐渐减小。

图2 典型的 RTE 水平面极坐标方向性图及其 SPL 示例

5.2.2 对于横倾角小(双体船/三体船)的动力驱动船舶和帆船,应在垂直两侧10°的倾斜角度(横向)内保持此性能。其他船舶的反射器应在垂直两侧20°以上倾角时保持此性能。

### 5.3 时延和展宽

输出的时延和展宽不应超过接收脉冲长度的 10% 或 10 ns, 以其中较大者为准。

### 5.4 极化

主动型反射器应对使用 X 和 S 波段水平极化的雷达进行响应。对 S 波段的雷达, 主动型反射器可使用圆形极化天线进行接收和发射。

### 5.5 稳定性和自激振荡

主动型反射器应具有固有稳定性, 并且不应在任何条件下引起不稳定。稳定性应通过 7.3.4 和 7.3.5 中规定的试验进行验证。

### 5.6 最大功率

主动型反射器的最大功率不得超过 10 W。

### 5.7 对近距离雷达的承受度

反射器应能够承受功率密度为  $2 \text{ kW/m}^2$  的连续脉冲。相当于一个位于 30 m 处的 25 kW 的雷达使用一个 1.83 m 的天线<sup>1)</sup> 在 1  $\mu\text{s}$  内持续发射。

## 6 环境要求

主动型雷达反射器应满足 IEC 60945 中适用的干热、湿热、低温、太阳辐射、振动、雨水和喷淋以及腐蚀要求。如果将主动型雷达反射器系统设计成某些部件要安装在暴露位置而其他部件安装在受保护位置, 则每个部件应经受适用于其安装位置的试验。

## 7 检查与型式试验

### 7.1 检查

应进行目视检查, 以验证反射器的结构和表面处理可确保操作安全。例如, 宜移除毛刺, 并将导线固定, 以便在操作反射器期间不会造成伤害。

### 7.2 试验

试验通常在型式试验机构授权的试验站点进行。ISO 17025 中规定了试验和校准试验室能力的一般要求。除非另有约定, 制造商应配备设备并确保在型式试验开始之前按照要求进行安装。

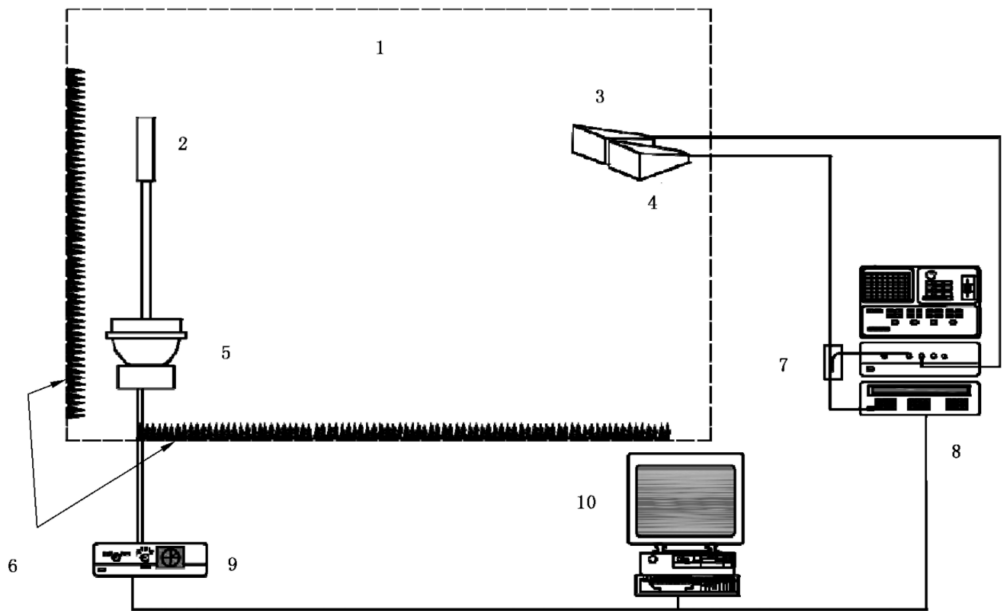
### 7.3 性能试验

#### 7.3.1 一般要求

反射性能试验应在自由场环境中进行, 在该环境中, 2.900 GHz ~ 3.100 GHz 和 9.300 GHz ~ 9.500 GHz 的频率区间内的背景噪声水平已降至  $0.01 \text{ m}^2$  或更小的等效回波面积。通常, 这些试验应在被指定用于高达 10 GHz 操作的微波暗室中进行。使用前, 应使用已知雷达截面的精密球体校准反射

1) 1.83 m  $\approx$  6 ft。

器试验范围。可以使用连续波(continuous wave, CW)或脉冲信号进行这些试验。CW 信号不是当前磁控管雷达的典型信号,但在反射器试验中产生的不确定性较小。鉴于非波动 CW 信号的 100% 占空比,宜咨询制造商以判断试验可进行的最长时间以及允许用于受试设备(EUT)冷却的任何休息时段的持续时间。宜在用于试验室校准的 EUT 转台上用相同功率密度在 X 波段(9.410 GHz)和 S 波段(3.050 GHz)进行试验。除非试验条款中另有说明,此功率密度宜比 EUT 的饱和电平至少低 6 dB。图 3 为用于说明的仪表示意图。



说明:

- 1 —— 微波暗室;
- 2 —— 受试设备;
- 3 —— 接收天线;
- 4 —— 发射天线;
- 5 —— 定位器(方位角/仰角);
- 6 —— 雷达吸收材料;
- 7 —— 定向耦合器;
- 8 —— 矢量网络分析仪;
- 9 —— 位置控制器;
- 10 —— 个人计算机。

图 3 仪表示意图

### 7.3.2 SPL 测量

#### 7.3.2.1 一般要求

试验应包括一系列测量,以生成 360°方位角和所需的横倾角度内(±)反射器性能的水平面极坐标方向性图(见 5.2.2)。应使用能够以间隔 $\leq 1^\circ$ 方位角和 $\leq 0.5^\circ$ 仰角移动 EUT 的转台进行测量。转台的布置应使方位角在仰角方向移动。水平面极坐标方向性图应在朝向和远离询问信号源方向上以  $5^\circ$  至最大  $10^\circ$  或  $20^\circ$  的垂直角度为间隔生成,具体取决于 EUT 的选定(见 5.2.2)。转台应以一定角速度旋转以匹配仪器数据捕获速率,并且宜将测量数据记录到计算机电子表格中,以便为每个点计算 SPL,其值与  $280^\circ$  方位角的要求和空值具有动态关系。

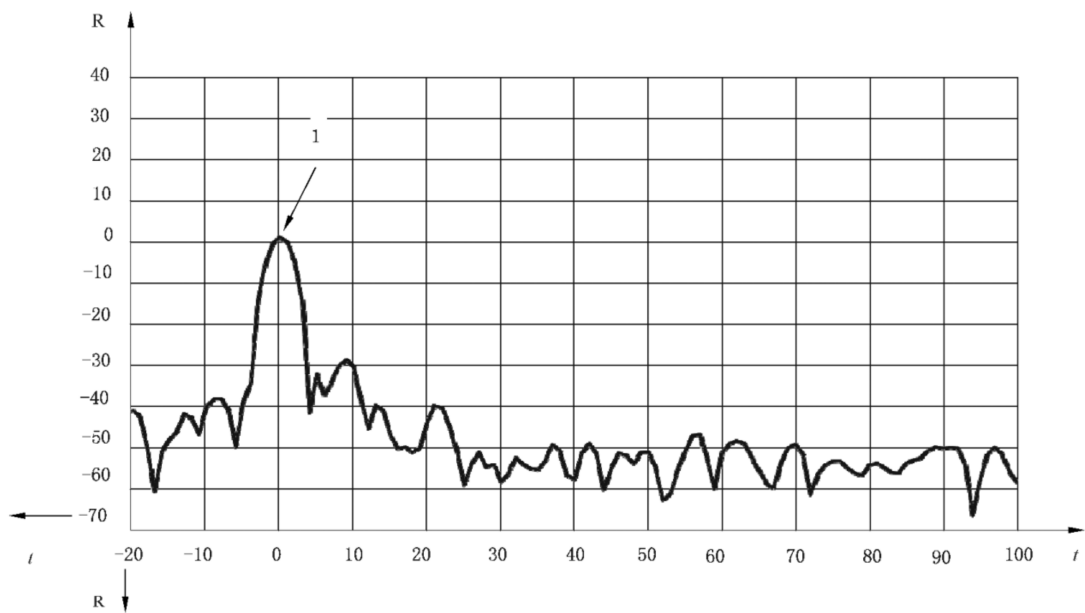


7.3.2.2 SPL 选定

通过分析由 7.3.2.1 的测量值得到的水平面极坐标方向性图,计算的 SPL 最小值应被指定为该特定雷达反射器关于其使用说明书的 SPL(见 5.2.1)。

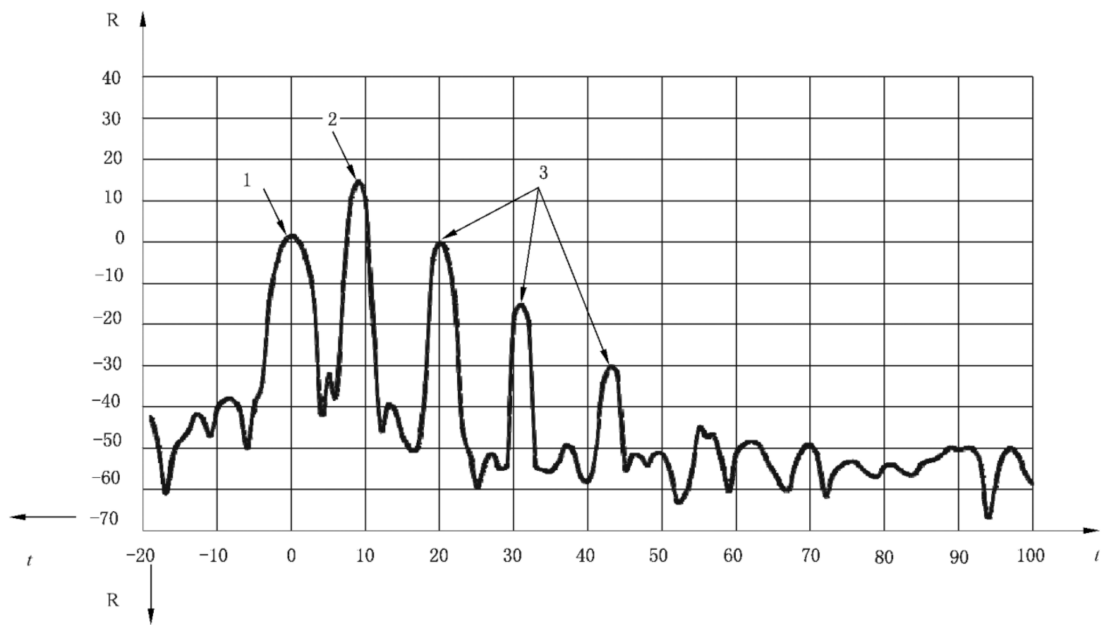
7.3.3 时延试验

EUT 应以正常安装姿态放置于微波暗室中,并设置仪器以研究时域/频域中的回波信号。仪器示意图如图 3 所示。应旋转 EUT,使最大 RCS 的位置与试验天线对齐。为了有效测量 EUT 的稳定性和固有时延,扫描频率测量将以 200 MHz 的带宽进行。该频域数据通过傅里叶变换转换到时域,以给出相对于时间绘制的 RCS 结果。将设备关闭(以提供时间参考)然后开启进行测量。典型结果如图 4 和图 5 所示。时间延迟可看作 EUT 的被动回波与第一次主动(主)回波之间的时间差。原始回波信号可能受到任何电源管理安排的影响,例如使用“唤醒”触发器,并且可做适当的试验容差。



说明:  
R —— 雷达散射截面积,单位为分贝平方米( $\text{dBm}^2$ );  
 $t$  —— 时间,单位为纳秒(ns);  
1 —— 来自受试设备体的反射。

图 4 RCS 关于时间的曲线图(设备关闭)



说明:

R —— 雷达散射截面积,单位为分贝平方米( $\text{dBm}^2$ );

$t$  —— 时间,单位为纳秒(ns);

1 —— 来自受试设备体的反射;

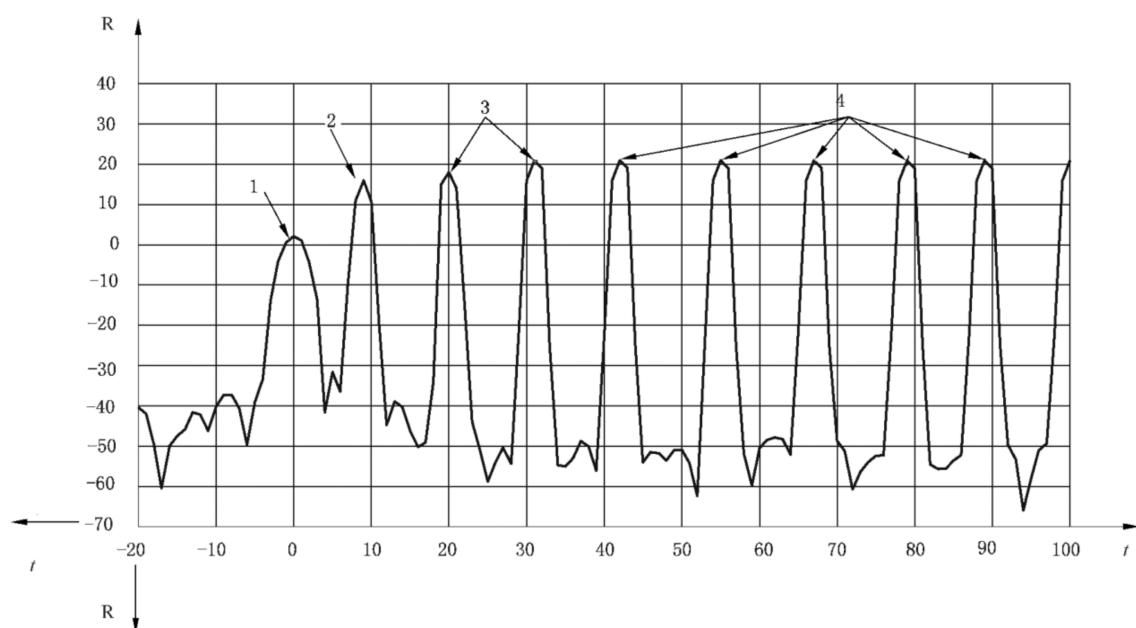
2 —— 主回波;

3 —— 来自受试设备的耦合回波下降。

图 5 RCS 关于时间的曲线图(设备开启,未处于饱和状态)

#### 7.3.4 稳定性试验

应增加激励信号的功率重复时延试验,直到主回波达到最大值(饱和)。如果耦合回波下降(如图 5 所示),则设备完全稳定。如果耦合回波随时间变化而变大直达到饱和(如图 6 所示,当它们的电平保持不变时),则设备不稳定。



说明：

R —— 雷达散射截面积,单位为分贝平方米( $\text{dBm}^2$ );

t —— 时间,单位为纳秒(ns);

1 —— 来自受试设备体的反射;

2 —— 主回波;

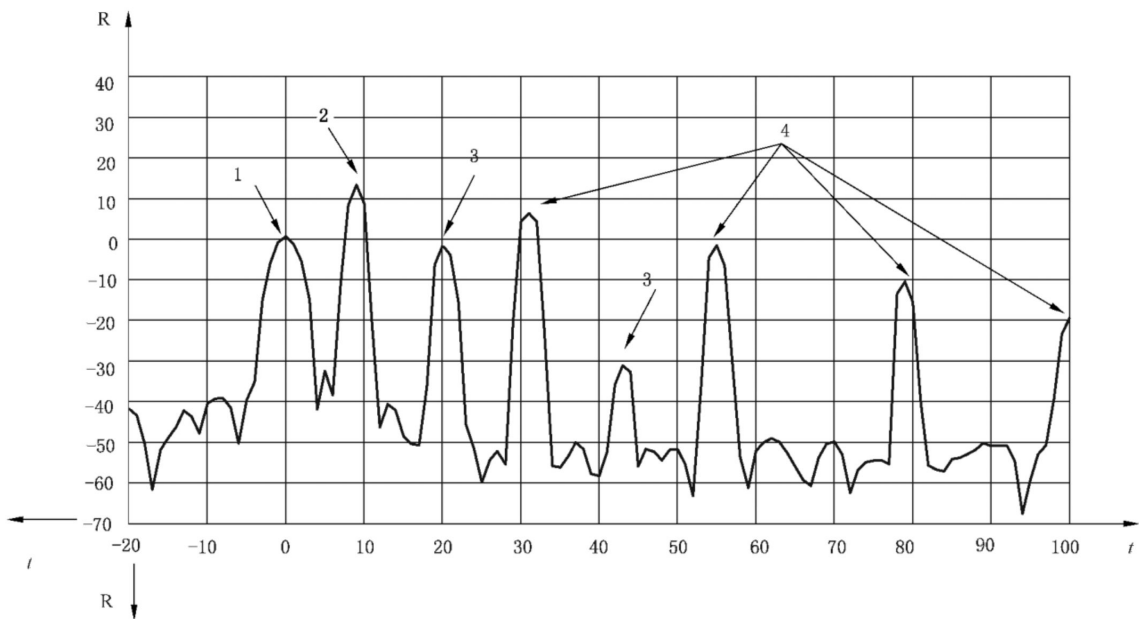
3 —— 来自受试设备的耦合回波下降;

4 —— 来自饱和状态的受试设备的耦合回波。

图 6 RCS 关于时间的曲线图(设备开启,饱和状态)

### 7.3.5 诱发不稳定性试验

应重复上述试验,但 X 波段试验使用 RCS 为  $10 \text{ m}^2$  的角形反射器,S 波段使用 RCS 约为  $1 \text{ m}^2$  的角形反射器,并放置在距离 EUT 3 m 的位置。角形反射器的放置应使其超出正常的试验信号路径及方向,以便向主动型器件反射最大信号。应旋转 EUT,使其最大 RCS 的位置与角形反射器对齐,并且应逐渐加大询问信号的功率直到 EUT 饱和。图 7 显示当引入角形反射器时,在主反射之后 20 ns 产生单独的反射。如图 7 所示,如果次级回波随时间的变化而减小,则不会诱发不稳定性。



说明：

R —— 雷达散射截面,单位为分贝平方米(dBm<sup>2</sup>)；

t —— 时间,单位为纳秒(ns)；

1 —— 来自受试设备体的反射；

2 —— 主回波；

3 —— 来自受试设备的耦合回波下降；

4 —— 来自饱和状态的受试设备的耦合回波。

图 7 RCS 关于时间的曲线图(设备开启,未饱和,带有角形反射器)

7.3.6 功率发射试验

本试验的目的是确认主动型雷达反射器的功率输出足以生成可被询问雷达探测到的回波。

应使用模拟雷达信号的功率密度进行本试验,在转台上该信号的计算范围为 5 NM[9 260 m<sup>2</sup>],如表 1 所示。

如果 EUT 在这些功率下饱和,则应降低功率直到 EUT 超出饱和状态。

应生成水平面极坐标方向性图,并按照 7.3.2.1 中关于 0°横倾角的规定计算 SPL。SPL 的最小值应为 7.5 m<sup>2</sup> 或 0.5 m<sup>2</sup>,具体取决于频率。

表 1 在转台上要求的功率密度

频率 GHz	峰值功率密度需要 <sup>a</sup> W/m <sup>2</sup>
3.050	0.011
9.410	0.023

<sup>a</sup> 典型的 X 波段雷达使用 25 kW 和 30 dBi 计算此功率密度,典型的 S 波段雷达使用 30 kW 和 26 dBi 计算此功率密度。

2) 1 NM=1 852 m(精确)。

### 7.3.7 饱和功率试验

在没有天线的情况下,功率应施加到放大器的输入端,并增加直到放大器处于饱和状态。然后应测量输出功率。该输出功率应通过发射天线的增益进行调整,并确认其结果小于 10 W。

### 7.3.8 对近距离雷达的承受度检查

制造商应提供文件证据,证明反射器能够承受 5.7 中规定的功率密度。

### 7.3.9 脉冲长度检查

在主动型雷达反射器的饱和电平下,应以 9.410 GHz 和 3.050 GHz 的频率发射脉冲长度为 0.5  $\mu$ s、询问间隔为 1 000 Hz 的询问信号,用于检测回波信号。应确认回波信号的脉冲长度间相差不超过询问信号的 10%(或 10 ns,以较大者为准)。

主管机构可以接受的情况下,此验证可通过理论证明。

## 7.4 环境试验

### 7.4.1 反射器应满足 IEC 60945 中规定的下列试验要求:

- 干热试验;
- 湿热试验;
- 低温试验;
- 振动试验;
- 太阳辐射试验;
- 雨水和喷淋试验(仅暴露物体);
- 腐蚀试验。

如果将主动型雷达反射器系统设计为某些部件安装在暴露位置而其他部件安装在受保护位置,则每个部件的试验应是适用于特定位置的。

7.4.2 IEC 60945 要求在试验程序期间进行性能试验或检查。鉴于性能试验需要在自由场环境中使用专用设备来获得定性结果,“性能试验”应包括在试验期间对正常视力可见的任何损伤进行目视检查。在试验期间,应为反射器提供正常功率,并监测电流。在没有雷达激励信号的情况下,电流的任何显著增加都指示由自激振荡导致的故障。性能试验应包括在完成 7.4.1 中的环境试验后,在样品反射器上进行的 7.3.1~7.3.2.1 的全反射性能试验。

## 7.5 机械强度试验

反射器应按照推荐的方式安装,并在每个相互垂直的平面内,在两个方向上以 1.3 m/s 的相对速度连续在水下移动。

## 7.6 电磁发射试验

反射器和任何控制电子设备应满足 IEC 60945 中规定的关于下列试验的要求:

- 传导发射;
- 辐射发射。

## 7.7 电磁抗扰度试验

反射器和任何控制电子设备应满足 IEC 60945 中规定的下列试验的要求:

- 传导射频干扰;

- 辐射干扰；
- 快速瞬变；
- 静电放电。

上述试验应在模拟的雷达信号存在和不存在的条件下分别进行。当雷达信号不存在时,反射器不应自发射;而当雷达信号存在时,反射器不应进入饱和状态。

## 7.8 杂散发射试验

带外域发射不适用于此功率的器件(见 ITU-R SM.1541),因此只有杂散域发射限值适用于主动型反射器。反射器应满足 ITU-R SM.329 对无线电测定服务设备的 A 类限值的要求。建议设备由两个 CW 信号(3.050 GHz 和 9.410 GHz)触发,并根据 ITU-R SM.329 在 1 MHz 带宽内从 2 GHz~26 GHz 测量杂散发射。附录 B 给出了合适的试验方法。

## 8 安装

### 8.1 方法

雷达反射器应按照制造商推荐的方法进行安装。

应提供固定装置,使反射器能够以正确的方向安装在刚性支架上或悬挂在索具中。

### 8.2 位置

雷达反射器宜安装在最佳位置,以避免产生盲区 and 自激振荡。

### 8.3 安装高度

反射器的安装高度应高于附录 A 中 A.2 中给出的值。图 A.1 是采用 IMO 对 SPL 水平的要求,由最大 5 NM<sup>[9 260 m<sup>3</sup>]</sup>范围内进行雷达探测的高概率结果得出的。在某些小型船舶上,无法实现 4 m 的安装高度,宜注意 2 m 为安装高度的绝对最小值。

### 8.4 重量

安装在海拔(above sea level,ASL)4 m 的反射器最大重量应为 5 kg。

设计用于安装在更高高度的反射器的重量应不大于 5 kg。

如果高度/重量比值超过 4 m/5 kg,则应在手册中明确标注以下警告说明(见第 9 章)。

“这种反射器的高度/重量比超过了 4 m/5 kg 的比值,可能不适用于小型船舶和游艇。但船东有责任确保不对其船只的稳定性产生不利影响,避免达到不可接受的程度。”

### 8.5 尺寸

反射器的物理尺寸宜尽量减小,不宜超过 0.05 m<sup>3</sup>。如果反射器的尺寸超过 0.05 m<sup>3</sup>,则应在手册中明确标注以下说明(见第 9 章)。

“本反射器超出了小型船舶建议的尺寸限制。”

---

3) 1 NM=1 852 m(精确)。

## 9 手册

制造商应提供手册或同等文件,其中至少应包括以下内容:

- 反射器和任何相关项目的一般描述。
- 反射器的尺寸和重量。
- 优选的安装位置,包括与船载雷达和其他反射物体(包括平面)的物理关系,以避免自激振荡。
- 测量的距离船舶磁罗经的罗经安全距离(compass safe distance,CSD)或声明反射器宜安装在距离罗经至少 5 m 处。
- 质量/高度比例关系。如果适用,建议说明采用 4 m/5 kg 的比例。注意安装在 ASL 4 m 的反射器的最大重量为 5 kg。如果反射器的安装高度超过 ASL 4 m,那么反射器的重量应小于 5 kg,这样在 ASL 4 m 时倾覆力矩不会超过 5 kg 重量对应的值。但是,船东有责任确保不对其船舶的稳定性产生不利影响,避免达到不可接受的程度。
- 合适的最小安装高度如图 A.1 所示。
- 避免盲区和自激振荡的说明。
- 接线说明。
- 操作方法。
- 功能检查。
- 故障排除说明。

## 10 标识

每个雷达反射器的标识应固定安装在对其性能影响不大的反射器表面上,注明:

- 制造商;
- 标识或型号;
- 制造年份;
- 反射器的最小安装高度;
- 反射器的重量;
- 罗经安全距离(如适用);
- 推荐的安装方位;
- 适用的以下声明之一:
  - “用于最大 $\pm 10^\circ$ 横倾角”;
  - “用于最大 $\pm 20^\circ$ 横倾角”;
- 适用的认证标识(例如欧盟“舵轮”或其他认证标识)。

附 录 A  
(规范性附录)

主动型雷达反射器安装的指导说明

A.1 简介

这些说明旨在为制造商编写其手册中相关章节时提供指导。

A.2 高度

A.2.1 作为一般规则,雷达反射器宜尽可能高地安装在船上。如果无法实现图 A.1 给出的安装高度,则宜将 ASL 2 m 作为安装高度的绝对最小值。

A.2.2 本部分要求的规定性能等级(SPL)是在假设满足要求的 SPL 值的反射器安装在 ASL 4 m 的情况下得出的。图 A.1 表示了随着安装高度下降时所需 SPL 的上升。

A.2.3 安装在 ASL 4 m 的反射器的最大重量为 5 kg。如果反射器的安装高度超过 ASL 4 m,那么反射器的重量应小于 5 kg,这样在 ASL 4 m 时倾覆力矩不会超过 5 kg 重量对应的值。但是船东有责任确保不对其船舶的稳定性产生不利影响,避免达到不可接受的程度。

A.2.4 如果反射器的安装高度低于 ASL 4 m,则宜考虑使用 SPL 大于本部分要求的最小值的反射器。图 A.1 表示了 在 5 NM[9 260 m<sup>4)</sup>] 范围内, SPL 应随着安装高度 ASL 的变化而改变,从而以 90% 的概率达到至少 50% 的涂层回波率。

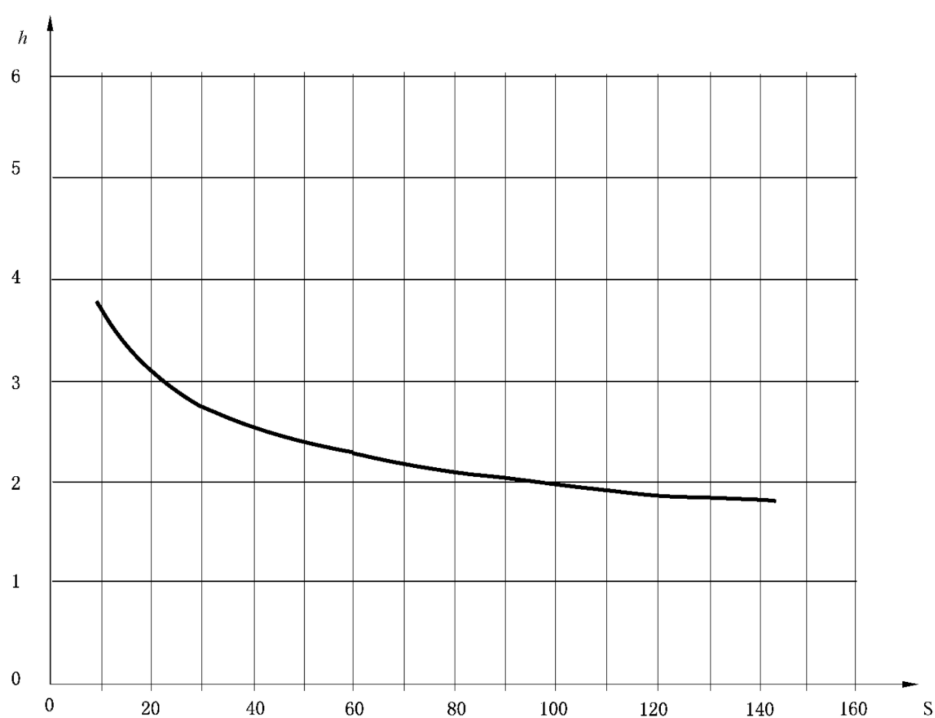
A.3 罗经安全距离(CSD)

如果反射器安装在距离操舵磁罗经小于 5 m 的位置,用户宜检查是否已对 CSD 进行测量并标明在反射器上。

---

4) 1 NM=1 852 m(精确)。





说明:

$h$  —— 反射器高于海平面的安装高度,单位为米(m);

$S$  —— 反射器的规定性能等级,  $0^\circ$ 仰角的 X 波段,单位为平方米( $\text{m}^2$ )。

图 A.1 反射器的安装高度

## 附录 B

## (规范性附录)

## 主动型雷达反射器无用发射的试验方法

## B.1 简介

主动型雷达反射器是在雷达波段内使用的发射器。如果发生无用发射,会引起相邻频带干扰。因此,主动型雷达反射器的无用发射应满足以下对一次雷达的发射限值要求。

ITU-R 已制定了带外(OOB)发射限值的建议书(见 ITU-R SM.1541)。

此 OOB 建议与以下建议书有关:

- 落入相邻分配频段的 OOB 发射(参见 ITU-R SM.1540);
- OOB 发射与杂散发射之间的边界(参见 ITU-R SM.1539);
- 杂散发射(见 ITU-R SM.329)。

ITU-R 无线电规则 附录 3(ITU-R—Radio Regulations—Appendix 3)第 II 条给出了杂散发射限值,以及 OOB 域与杂散域之间边界的定义。对于雷达,ITU-R 无线电规则 附录 3 参考用于边界定义的 OOB 建议。

本附录包含 ITU-R 无线电规则 附录 3 和 ITU 关于船用雷达无用发射的建议书的摘录。包括要求、测量方法、要获得的结果和结果的解释。

## B.2 要求

在 ITU-R 无线电规则 附录 3 中规定了这些要求;相关的 ITU-R 建议见 B.1。

OOB 和杂散域间的边界与 OOB 掩模在 ITU-R SM.1541 附录 8 中按下列方式定义:

- a) (边界和掩模)——“掩模从 40 dB 带宽到《无线电规则》附录 3 规定的杂散电平,每间隔十倍频滚降 20 dB。 $B_{-40}$  dB 带宽可以从最大发射电平的频率发生偏移,但应将必要带宽(《无线电规则》第 1.152 条)完全包含在分配频段内”。
- b) (除外)——“OOB 限值不适用于专属无线电测定和/或地球探测卫星(Earth Exploration Satellite, EES)和空间研究业务频段,但适用于频带边缘。”

这些要求见图 B.1 和图 B.2。使用发送的脉冲宽度和上升(或下降)时间计算得出图 B.1 和图 B.2 中所示的 OOB 掩模。

必要带宽和 -40 dB 带宽通常以工作频率为中心,但在考虑频谱不对称的情况下可能发生偏移。OOB 掩模开始于 -40 dB 带宽,以每十倍频 -20 dB 的速率下降,直到它满足 OOB 边界处的杂散发射限值。

当 -40 dB 带宽下降至分配频段之外时,OOB 掩模开始于从相邻频带的那一点。

OOB 掩模可以进一步偏移至相邻频段内以允许频谱不对称,但是与该掩模相关的必要带宽应完全包含在分配频段内。

按照雷达的远场测量,杂散域中的发射(图 B.1 和图 B.2)应至少比载波功率低 $[43 + 10 \log$  的峰值包络功率(peak envelope power, PEP)]或 60 dB,以最小值为准。对于当前的大多数船用雷达,限值为 60 dB,表示杂散域从距离雷达工作频率的  $5 \leftrightarrow B_{-40}$  带宽开始。

### B.3 测量方法

无用发射的基本测量方法参见 ITU-R M.1177。包括两种方法,称为“直接法”和“间接法”。这两种方法均可使用。

“直接法”的参考布局如图 B.3 所示。

询问信号应采用 ITU-R 无线电规则 附录 3 中规定的 100 ns 脉冲宽度。

根据图 B.3 给出的布局图,转台应旋转并在测量天线接收到最大信号时固定。

询问信号应调整到 EUT 的饱和电平。

按照表 B.1 的规定,应通过将测量仪器的频率从下限频率扫描到上限频率测量接收信号。

应对表 B.1 规定的测量频段内的所有频率进行测量。

表 B.1 测量频率范围

分配频段	测量频段	
	下限	上限
2.9 GHz~3.1 GHz	2 GHz	5 次谐波
9.3 GHz~9.5 GHz	0.7 的波导截止	26 GHz

### B.4 要求的结果

#### B.4.1 必要带宽

根据测量的脉冲宽度计算的必要带宽,上升时间和下降时间应包含在分配频段内。

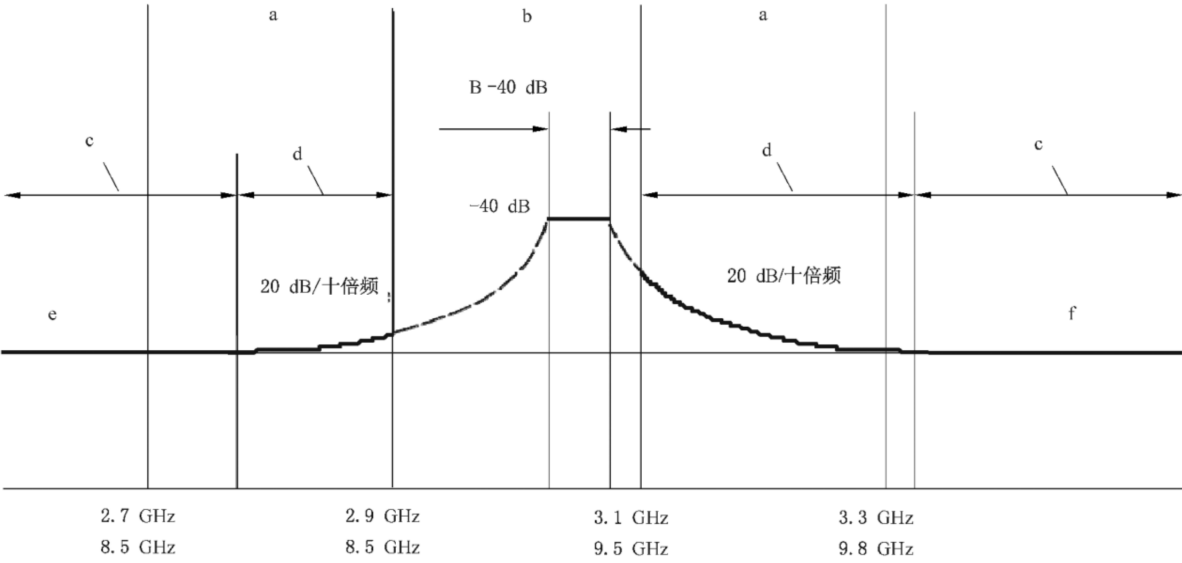
#### B.4.2 $B_{-40}$ 带宽

应使用 ITU-R SM.1541 附录 8 中规定的方法计算  $B_{-40}$  带宽。该带宽与声明的脉冲传输频率一起用于确定图 B.1 或图 B.2 中应被使用的掩模,以符合要求。

#### B.4.3 发射频谱

对于表 B.1 中规定的频段范围内所有合适的频率,通过 B.4.2 确定的 OOB 和杂散域中的发射频谱应低于计算得到的掩模。杂散发射限值都适用于杂散域,与频率带宽无关。

有关发射频谱的参考资料参见参考文献[3]~[7]。应使用最新版本的 ITU-R 建议书。

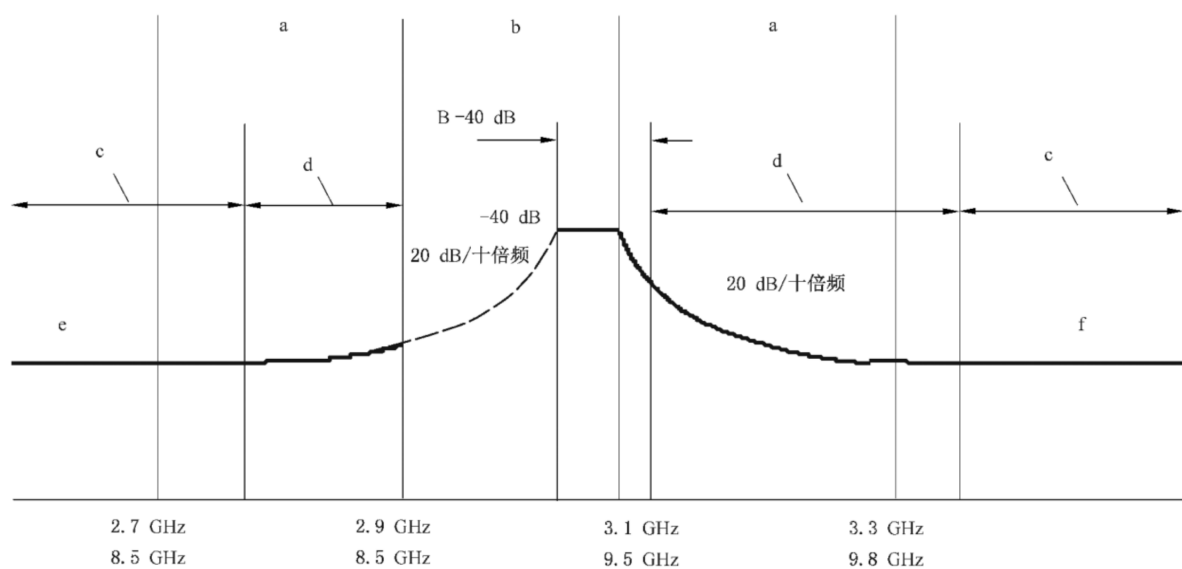


说明：

- a —— 相邻的无线电测定/地球探测卫星(RD/EES)频段；
- b —— 分配频段；
- c —— 杂散域；
- d —— 带外(OOB)域；
- e —— 杂散发射限值；
- f ——  $-60\text{ dB}$  或  $-(43+10\log_{10}\text{PEP})$ 。

注：OOB 发射掩模限值不适用于分配的或相邻的 RD/EES 频段。

图 B.1 分配频段内的  $B_{-40}$  下降



说明:

a —— 相邻的无线电测定/地球探测卫星(RD/EES)频段;

b —— 分配的频段;

c —— 杂散域;

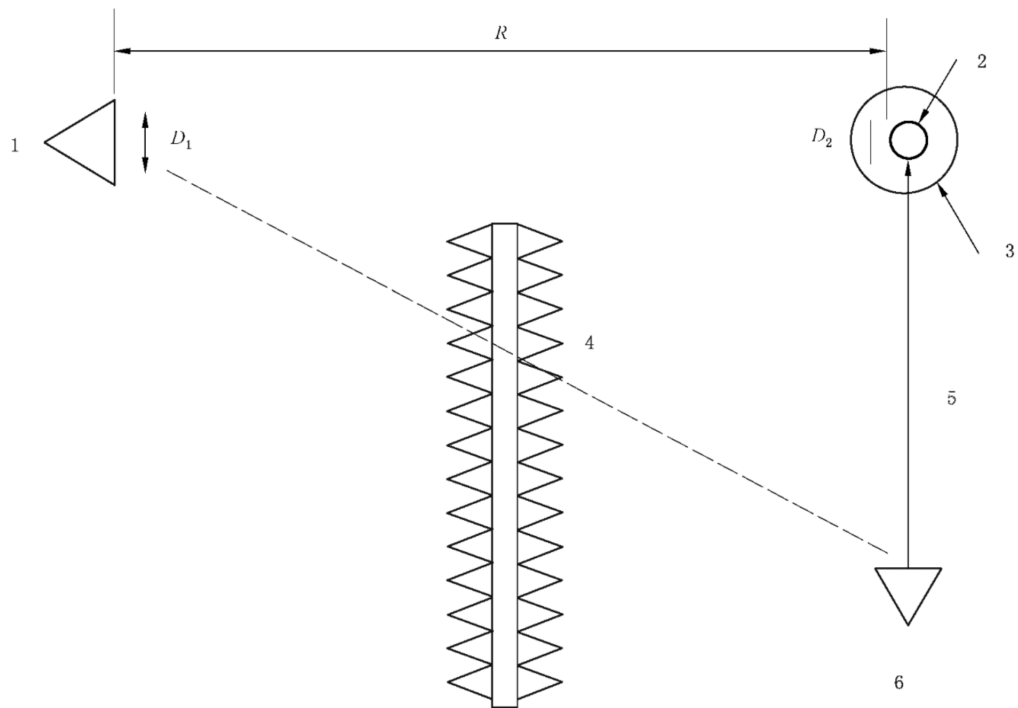
d —— 带外(OOB)域;

e —— 杂散发射限值;

f —— -60 dB 或  $-(43 + 10 \log_{10} \text{PEP})$ 。

注: OOB 发射掩模限值不适用于分配的或相邻的 RD/EES 频段。

图 B.2 分配频段外的  $B_{-40}$  下降



说明：

- 1 —— 测量天线；
- 2 —— 受试设备天线；
- 3 —— 转台；
- 4 —— 微波吸收器(用于隔离)；
- 5 —— 询问信号；
- 6 —— 询问信号天线；
- $D_1$  —— 受试设备天线长度；
- $D_2$  —— 询问信号天线长度；
- $R$  —— 测量距离。

测量距离  $R$  的计算方式如式(B.1)：

$$R = 2(D_1 + D_2)2/\lambda \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$\lambda$  —— 询问信号的波长。

图 B.3 直接法的布局图

参 考 文 献

- [1] IMO Resolution MSC.164(78) Revised performance standards for radar reflectors
  - [2] ITU-R M.1176 Technical parameters of radar target enhancers
  - [3] ITU-R M.1177 Techniques for measurement of unwanted emissions of radar systems
  - [4] ITU-R M.1313 Technical characteristics of maritime radio navigation radars
  - [5] ITU-R SM.1539 Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329
  - [6] ITU-R SM.1540 Unwanted emissions in the out-of-band domain falling into adjacent allocated bands
  - [7] ITU-R Radio Regulations—Appendix 3: Spurious emissions
-

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
船舶和海上技术 船用雷达反射器  
第 2 部分:主动型

GB/T 39085.2—2020/ISO 8729-2:2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.org.cn

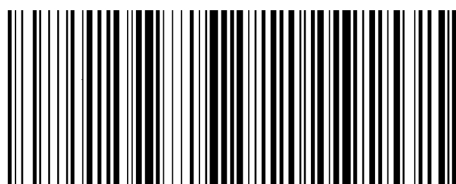
服务热线:400-168-0010

2020 年 9 月第一版

\*

书号:155066·1-65597

版权专有 侵权必究



GB/T 39085.2-2020