

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T××××—

岸基 S 波段测波雷达电性能检验方法

Test methods for measurement

of electrical properties of shore-based S band wave radar

(报批稿)

××××-××-××发

××××-××-××实

自然资源部 发布

目 次

前 言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 要求	4
4.1 检验条件	4
4.2 被检设备的要求	4
4.3 检验仪器设备的要求	4
5 检验项目	5
5.1 安全性能	5
5.2 电源适应性	5
5.3 环境适应性	5
5.4 发射机性能	5
5.5 接收机性能	5
5.6 室内闭环测试	6
5.7 室外开环测试	6
6 检验方法	6
6.1 安全性能	6
6.2 电源适应性	6
6.3 环境适应性	6
6.4 发射机性能检验	6
6.5 接收机性能检验	7
6.6 室内闭环测试	8
6.7 室外开环测试	9
7 检验报告	9
附录 A(资料性附录)岸基 S 波段测波雷达电性能检验原始记录表	10

前言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由全国海洋标准化技术委员会海洋观测及海洋能源开发利用分技术委员会（SAC/TC283/SC2）归口。

本标准起草单位：武汉大学、国家海洋标准计量中心、武汉七星电气有限公司。

本标准主要起草人：陈泽宗、赵晨、牟长青、张川、罗琪、王江涛。

岸基 S 波段测波雷达电性能检验方法

1 范围

本标准规定了岸基S波段测波雷达主要电性能检验要求、检验项目、检验方法和报告编制。
本标准适用于岸基S波段测波雷达主要电性能的检验。

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。

GB/T 3784 电工术语 雷达

GB/T 6587 电子测量仪器通用规范

GB/T 32065.2 海洋仪器环境试验方法 第2部分：低温试验方法

GB/T 32065.3 海洋仪器环境试验方法 第3部分：低温贮存试验

GB/T 32065.4 海洋仪器环境试验方法 第4部分：高温试验方法

GB/T 32065.5 海洋仪器环境试验方法 第5部分：高温贮存试验

HY/T 016.10 海洋仪器环境试验方法 第10部分：盐雾试验方法

3 术语和定义

GB/T 3784界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

岸基 *shore-based*

不移动的平台，包括但不限于陆地、岛屿、海上钻井平台、固定浮台等。

3.2

S 波段测波雷达 *S band wave radar*

一种利用S波段（2GHz~4GHz）电磁波，与海洋表面相互作用的基本原理，通过海面上小尺度波（厘米级）、中尺度波（米级）和长重力波（数十米级）的回波特征，无需校准获得海浪谱及多种海浪参数的雷达。

注：主要由发射机、接收机、天线、系统控制及数据采集软件、海浪反演软件等组成。

3.3

距离功率显示器 *range-power indicator*

用时间基线作距离量程而目标回波垂直显示于时间基线之上的显示器，表征不同距离处的目标回波功率强度。

注：该显示器是被检设备软件的一个图形界面，横坐标对应探测距离，纵坐标对应回波强度。表征雷达回波在不同探测距离处的反射强度。

3.4

室内闭环测试 closed-loop test

不需要外部测试仪器，直接将雷达发射机的输出端，通过适当的衰减器连接到雷达接收机的输入端，由此形成了一个闭环的数据流。通过雷达自带的系统软件启动雷达，观察距离功率显示器，就可以初步判断被检设备的性能。

3.5

室外开环测试 open-loop test

在一个静态的典型环境中，不需要外部测试仪器，只需要将雷达天线对准外部某种目标，通过雷达自带的系统软件启动雷达，观察距离功率显示器，就可以初步判断被检设备的性能。

4 要求

4.1 检验条件

4.1.1 电源条件

交流电源、直流电源应符合被检设备和检验设备说明书的要求。电源电压应在标称电压±10%范围内，电源频率应在50Hz±1Hz范围内。

4.1.2 场地条件

不应有影响检验的外界辐射、干扰及有害气体，及明显的机械冲击振动等。

4.1.3 接地要求

检验设备和被检设备应接地良好，接地电阻小于5Ω。

4.2 被检设备的要求

被检设备调整到正常运行状态后，在整个测量过程中除有特殊规定外，不应再调整。

4.3 检验仪器设备的要求

4.3.1 一般要求

检验设备的分辨率和最大允许误差应至少优于被检设备一个等级。测量中所使用的仪器、仪表应经法定的计量机构计量检定或校准，且在检定或校准有效期内。

4.3.2 射频信号源技术指标

技术指标要求如下：

——频率范围：100kHz~3GHz

——输出波形：正弦波

——最大输出功率：>0dBm

——SSB 相位噪声：<-120 dBc（在f = 1 GHz，1 Hz 测量带宽，载波偏移= 20 kHz处）

——谐波：<-60dBc

4.3.3 频谱分析仪技术指标

技术指标要求如下：

- 频率范围：100kHz~3GHz
- 电平测量不确定度：<0.4 dB
- 分辨率带宽：1 Hz 至 10 MHz
- 相位噪声：<-105dBc (1 Hz) (1 GHz 载波频率，10 kHz 载波偏移处)

4.3.4 脉冲发生器技术指标

技术指标要求如下：

- 频率范围：1Hz~10MHz
- 输出电压：3.3V~5V
- 输出波形：脉冲、直流
- 上升沿和下降沿：<25ns

4.3.5 衰减器技术指标

技术指标要求如下：

- 频率范围：100kHz~3GHz
- 承受功率：50W
- 衰减量：50dB~100dB
- 阻抗：50Ω

4.3.6 设备负载技术指标

技术指标要求如下：

- 频率范围：2.5GHz~3GHz
- 承受功率：50W
- 阻抗：50Ω

5 检验项目

5.1 安全性能

检验被检设备的安全性能，包括绝缘性等项目。

5.2 电源适应性

检验被检设备对供电环境的适应性。

5.3 环境适应性

检验被检设备对外部工作环境的适应性，包括低温、低温贮存、高温、高温贮存、盐雾等环境适应性项目。

5.4 发射机性能

检验发射机的输出功率、输出信噪比和发射机输出的最大杂散功率。

5.5 接收机性能

检验接收机的灵敏度、接收机动态范围。

5.6 室内闭环测试

检验被检设备（不含天线）的时序控制、数据传输、结果显示等功能。

5.7 室外开环测试

检验被检设备（含天线）的时序控制、数据传输、结果显示等功能。

6 检验方法

6.1 安全性能

绝缘性按照GB/T 6587 规定的安全试验方法进行检验，其结果应满足设备规定的要求。

6.2 电源适应性

按照GB/T 6587 规定的电源适应性试验方法进行检验，其结果应满足设备规定的要求。

6.3 环境适应性

低温试验按照GB/T 32065.2规定的方法进行检验，其结果应满足设备规定的要求。

低温贮存试验按照 GB/T 32065.3 规定的方法进行检验，其结果应满足设备规定的要求。

高温试验按照 GB/T 32065.4 规定的方法进行检验，其结果应满足设备规定的要求。

高温贮存试验按照 GB/T 32065.5 规定的方法进行检验，其结果应满足设备规定的要求。

盐雾试验按照 HY/T 016.10 规定的方法进行检验，其结果应满足设备规定的要求。

6.4 发射机性能检验

6.4.1 检验步骤

检验步骤如下：

- a) 按图1所示连接射频信号源、脉冲发生器、发射机、衰减器、频谱分析仪和设备负载；选取的衰减器至少衰减50dB，使得其输出功率小于0dBm，以免损坏频谱分析仪。
- b) 调整射频信号源的输出为正弦波，输出信号的频率为额定工作频率，输出信号的功率为0dBm。脉冲发生器输出高电平。设此时的衰减器衰减为 $\alpha(\text{dB})$ 。开启发射机，发射机处于连续发射状态。

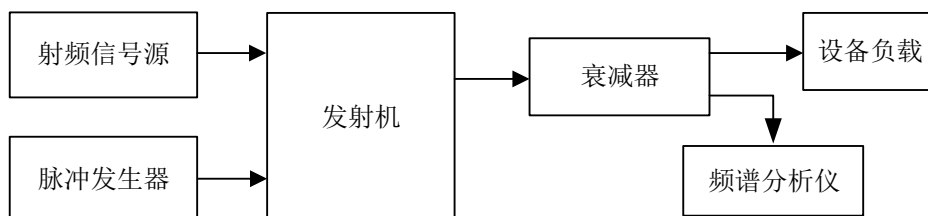


图1 发射机性能测试检验方法示意图

6.4.2 输出功率

从频谱分析仪上可以读出最大的输出信号功率 $P_1(\text{dBm})$ ，则发射机的实际输出功率按公式（1）计算。

$$P_o = (P_1 + \alpha)(dBm) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

P_o —发射机的实际输出功率

P_1 —从频谱分析仪上读出的信号功率

α —测试检验方法示意图1中所用衰减器的衰减量

6.4.3 输出信噪比

从频谱分析仪上可以读出基底噪声功率 $N_o(dBm)$ ，则输出的信噪比SNR按公式 (2) 计算。

$$SNR = (P_1 - N_o)(dB) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

SNR —输出的信噪比

P_1 —在6.4.2节中，从频谱分析仪上读出的信号功率

N_o —从频谱分析仪上读出的基底噪声功率

6.4.4 输出最大杂散功率

从频谱分析仪上读出的次最大的输出信号功率 $P_2(dBm)$ ，其对应的最大杂散功率按公式 (3) 计算。

$$P_{spu} = (P_2 + \alpha)(dBm) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

P_{spu} —发射机实际输出的最大杂散信号功率

P_2 —从频谱分析仪上读出的次最大的输出信号功率

α —测试检验方法示意图1中所用衰减器的衰减量

6.5 接收机性能检验

6.5.1 检验步骤

检验步骤如下:

- a) 按图2所示连接射频信号源、脉冲发生器、雷达接收机和频谱分析仪。
- b) 调整射频信号源输出信号为正弦波，输出信号的频率为额定工作频率，输出信号的功率为-60dBm。脉冲发生器输出高电平。开启接收机，接收机处于连续接收状态。

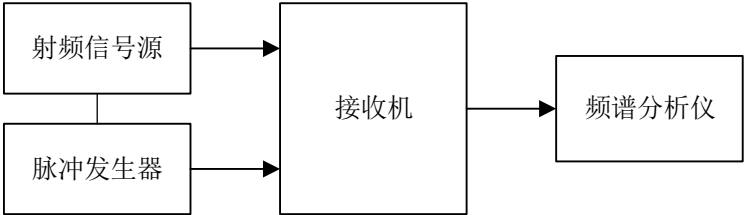


图2 接收机性能测试检验方法示意图

6.5.2 接收机灵敏度

逐渐减小射频信号源的输出信号功率。从频谱分析仪可以看到，接收机输出信号功率和信噪比也随之逐渐减小。当频谱分析仪上的接收机输出信噪比为10dB时，此时射频信号源的输出功率即为接收机的灵敏度 S_{\min} (dBm)。

6.5.3 接收机动态范围

先设置射频信号源的输出功率设为 S_{\min} (dBm)，再逐渐增加射频信号源的输出信号功率。从频谱分析仪可以看到，接收机输出信号功率和信噪比也随之逐渐增加，直至接收机输出信号达到1dB压缩点为止（如图3中的B点），此时对应的射频信号源输出信号为 S_{\max} (dBm)，则接收机线性动态范围（SFDR）按公式（4）计算。

$$SFDR = S_{\max} - S_{\min} \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$SFDR$ —接收机的线性动态范围

S_{\max} —使接收机输出信号达到1dB压缩点，对应的接收机输入信号功率

S_{\min} —对应6.5.2中测出的接收机灵敏度

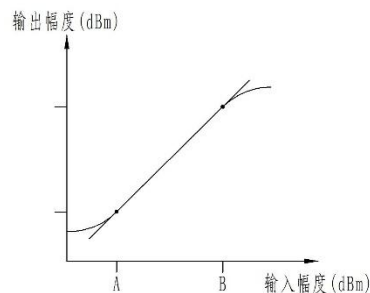


图3 接收机动态范围的测试

6.6 室内闭环测试

测试步骤如下：

- a) 按图4所示连接计算机、雷达发射机、2个50dB衰减器串联（或1个100dB衰减器）和雷达接收机。打开被检设备电源。
- b) 运行被检设备的控制及数据采集软件。在系统软件中，设置雷达工作模式为正常工作模式，输出信号为线性调频中断连续波，雷达发射信号的延时时间 $t_r = 1\mu s$ 。设置雷达输出信号的频率为额定工作频率，输出信号功率为额定输出功率；

c) 此时在PC机的距离功率显示器上，应可见清晰的单根谱线，所在距离计算公式按公式（5）计算。

$$R = \frac{1}{2}ct_r = 150m \dots\dots\dots (5)$$

式中：

R —在PC机的距离功率显示器上，清晰的单根谱线对应的距离

c—光速，为300m/us

t_r—发射信号的延时时间，单位为秒（s）。

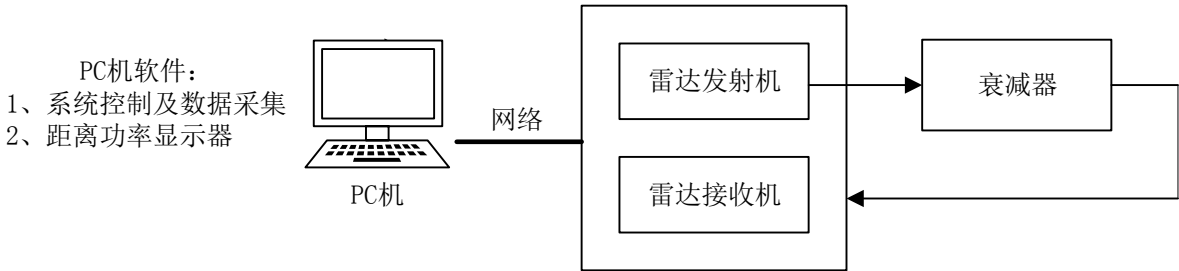


图4 室内闭环测试示意图

6.7 室外开环测试

测试步骤如下：

- a) 找一个较为空旷的地方，前方100m~300m有一个至少10m高和10m宽的墙壁或建筑物。将雷达天线对准该建筑物。
- b) 按图5所示连接计算机、雷达发射机、雷达天线和雷达接收机。打开被检设备电源。
- c) 运行被检设备控制及数据采集软件。在系统软件中，设置雷达工作模式为正常工作模式，输出信号为线性调频中断连续波。雷达发射信号的延时时间 t_r = 0μs。设置雷达输出信号的频率为额定工作频率，输出信号功率为额定输出功率；
- d) 此时在PC机的距离功率显示器上，应可见清晰的单根谱线，所在距离即为雷达与建筑物之间的距离。

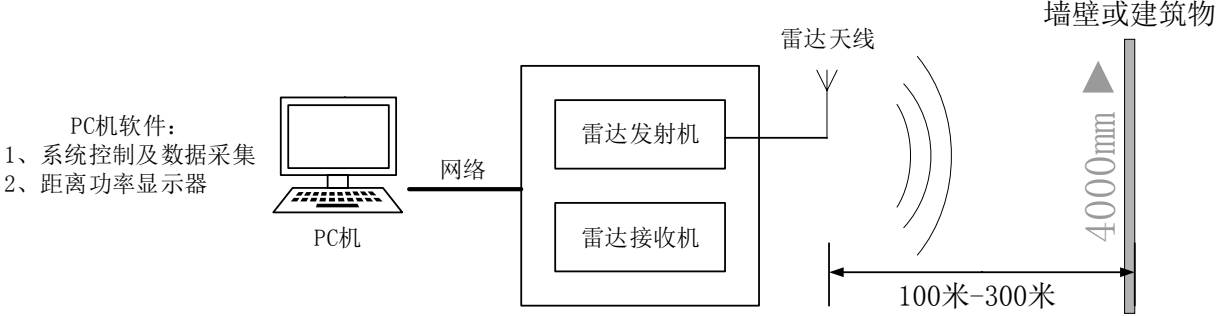


图5 室外开环测试示意图

7 检验报告

检验报告应准确、清晰、明确、客观地报告每一项检验结果，宜包括下列信息：

- a) 标题，名称为“检验报告”；
- b) 检验机构的名称和地址等有关信息；
- c) 检验报告的唯一性标识和每一页上的标识，以确保能够识别该页是属于检验报告的一部分，以及表明检验报告结束的清晰标识；
- d) 送检单位名称和地址；
- e) 被检仪器名称、型号 / 规格、出厂编号、制造单位；
- f) 检验所依据的技术文件；
- g) 检验报告批准人的姓名、职务、签字或等效的标识，检验员和核验员的签字或等效的标识；
- h) 被检仪器的状态描述；
- i) 检验所使用的标准仪器名称、型号 / 规格、技术指标；证书编号；
- j) 检验日期；
- k) 检验条件及地点；
- l) 检验结果；

检验原始记录格式参见附录A。
