

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T××××—201X

岸基 S 波段测波雷达现场比测试验规范

Specification for Shore-based S band wave radar in situ evaluation

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

自然资源部发布

目次

目次	I
前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般规定.....	1
4.1 雷达探测要素.....	1
4.2 比测仪器	2
4.3 比测项目	2
4.4 比测区域和站点.....	2
5 比测前准备.....	2
6 比测方法.....	2
6.1 现场比测	2
6.2 比测数据质量控制.....	3
6.3 雷达数据质量控制.....	3
6.4 数据预处理.....	3
6.5 数据分析	3
7 现场比测试验报告编写.....	4
附录 A.....	5
附录 B.....	7
附录 C.....	9

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、国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站、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、程绍华、徐汉文、庄泽彬、吴文程、吴泽强、蔡锦海、罗琪、王江涛。

岸基 S 波段测波雷达现场比测试验规范

1 范围

本标准规定了岸基S波段测波雷达现场比测试验的一般规定、比测前的准备、比测方法和报告编制。本标准适用于岸基S波段测波雷达的现场比测试验。

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 12763.1 海洋调查规范第1部分：总则
- GB/T 12763.2 海洋调查规范第2部分：海洋水文观测
- GB/T 14914.1-2018 海洋观测规范 第1部分：总则
- GB/T 14914.2-2019 海洋观测规范 第2部分：海滨观测

3 术语和定义

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。

4 一般规定

4.1 雷达探测要素

雷达主要探测指标如下：

- a) 探测距离：100 m~3000 m（信噪比SNR>8dB时）；
- b) 有效波高和平均波高：测量范围0m~10m，分辨率为0.1m，均方根误差为0.5m+测量值*5%；
- c) 有效波周期和平均波周期：测量范围3s ~30s，分辨率为0.1s，均方根误差为1s+测量值*5%；
- d) 平均波向：测量范围0° ~359°，分辨率为1°，均方根误差为15°（在0.5米以上的波高）；

- e) 数据更新时间: 10 min~60 min;

4.2 比测仪器

4.2.1 现场比测试验所使用的仪器应符合 GB/T 12763.1 中的一般规定, 应至少有一台(套)仪器设备作为备用。

4.2.2 现场比测试验所需仪器设备应符合 GB/T 12763.2 中的相关规定, 比测仪器测量的最大允许误差应满足 GB/T 12763.2 的相关要求。

4.3 比测项目

岸基S波段测波雷达现场比测试验项目为波浪, 主要要素包括:

- a) 有效波高;
- b) 有效波周期;
- c) 平均波高;
- d) 平均波周期;
- e) 平均波向。

4.4 比测区域和站点

4.4.1 现场比测区域应符合 GB/T 14914.1-2018 和 GB/T 14914.2-2019 中的相关规定。同时, 应满足下述环境条件:

- a) 比测区域内不应有影响岸基 S 波段测波雷达测量的构筑物;
- b) 岸基 S 波段测波雷达测量区域连续无遮挡角度不小于 150° ;
- c) 比测时间内, 有效波高宜大于 0.5 m;
- d) 比测区域内水深变化不大于 10%。

若比测区域环境不满足上述要求或影响到人员、设备安全以及观测资料质量时应停止作业。

4.4.2 现场比测站点应满足下述要求:

- a) 在雷达平均数据获取率大于 90%的区域内至少选取一个站点;
- b) 比测站点水深大于 10 m。

5 比测前准备

5.1 开展比测工作前, 应编制《岸基 S 波段测波雷达现场比测试验方案》(封面和内页格式参见附录 A), 方案内容包括比测单位和人员、比测区域和站点、比测项目、比测方法、比测仪器、比测时间等有关信息。

5.2 比测试验前应获取岸基 S 波段测波雷达的雷达站经纬度、海拔高度等参数, 对比测仪器以及相关仪器设备进行时间同步设置, 并保持岸基 S 波段测波雷达和比测仪器处于正常工作状态。

6 比测方法

6.1 现场比测

应保持岸基S波段测波雷达和比测仪器同步测量。采样时间间隔和记录的时间长度应符合GB/T 14914.1-2018中的相关规定。使用比测仪器进行海浪观测方法应符合GB/T 12763.2的有关要求。连续比测时间不少于48小时，宜开展不同海况下的比测。

6.2 比测数据质量控制

当外业比测完成后，外业数据处理应符合GB/T 12763.1的相关规定。同时还应从以下方面进行质量控制：

- a) 应检查获取的人工记录数据、仪器自记数据、相关记录文件等资料文件是否齐全；
- b) 应检查外业比测人员是否对获取的观测资料情况作详细说明，应包括资料相对应的海区、站位、观测项目以及观测时间等基本信息，提交的资料是否备有清单说明；
- c) 应检查外业比测人员是否对观测资料进行基本质量控制，应包括缺测资料的数量统计及原因分析等；
- d) 应审查数据采集是否符合相关要求。

6.3 雷达数据质量控制

岸基S波段测波雷达现场比测试验调查资料质量检验应采用人工审查和计算机质量控制相结合的形式进行，主要包括以下几个方面内容：

- a) 应审查和控制观测数据的误差。主要审查观测数据中是否含有系统误差以及是否含有过失误差，在处理序列资料时还应检验观测数据的噪声水平是否满足要求。
- b) 应明确资料来源、观测条件和处理方法，估计上述内容对资料质量的影响。
- c) 应分析资料的代表性，判断资料能否客观地反映研究海区的要素的时间、空间变化特征。
- d) 应对资料进行对应性审查。应核对海洋资料的观测日期及各要素观测数据之间的对应关系，及时纠正记录中错误的观测日期和站位。
- e) 应检验数据资料的统计特性是否符合统计假设。除采用统计检验方法以外，还可采用卡方拟合优度检验，对实际获取数据进行抽样，检验概率密度函数是否与假设一致。可采用轮次检验法检验观测数据的独立性。
- f) 应检查数据合格率。若数据不是奇异值，即判定为合格。一般使用 3σ 准则检查数据合格率。观测数据合格率应达到观测总量的三分之二以上，未达到该指标的观测应进行补测或者重新调查。

6.4 数据预处理

在将岸基S波段测波雷达和比测仪器获取的资料进行比较分析以前，应对现场比测仪器获取的数据资料进行预处理，以提高两种测量方法所获取资料的可比性。主要包括：观测资料时间和空间的统一。参照比测仪器观测时间和空间，选取雷达在相应观测时间内和相应空间内的观测值并进行统计平均处理。

6.5 数据分析

将岸基S波段测波雷达测量的有效波高、有效波周期、平均波高、平均波周期和平均波向与比测仪器测量的结果进行数据分析。绘制有效波高和平均波高的时间序列比较图，图上标注比测时间、相关系数、均方根误差、平均误差等参数。绘制有效波周期和平均波周期的时间序列比较图，图上标注比测时间、均方根误差、平均误差等参数。绘制平均波向的时间序列比较图，图上标注比测时间、均方根误差等参数。

在进行数据分析时通常选用的统计参数有：绝对误差、相对误差、平均误差、均方根误差、标准偏差、平均绝对误差、平均绝对误差的标准偏差和相关系数等，具体计算方法参见附录B。

7 现场比测试验报告编写

试验结束后，有关参与人员应编写《岸基S波段测波雷达现场比测试验报告》，封面与内页格式参见附录C，报告的主要内容包括：

- a) 项目简介、比测试验目的及相关仪器的技术状态和数量(含备件的数量)；
 - b) 现场比测试验执行情况，主要包括：
 - 1) 比测项目；
 - 2) 试验前准备；
 - 3) 试验前的状态检查情况；
 - 4) 试验方法、步骤、持续时间、获取资料数量；
 - 5) 环境条件；
 - 6) 计划规定的试验项目完成情况。
 - c) 资料整理、处理、计算和图件编绘方法；
 - d) 试验数据（包括比测数据）处理方法；
 - e) 比测试验结果；
 - f) 试验中发现的问题和分析；
 - g) 作业现场技术文件包括试验记录、操作程序检查表等。
-

附录 A
(资料性附录)
岸基 S 波段测波雷达现场比测试验方案编写格式

图 A. 1 和 A. 2 分别给出了《岸基 S 波段测波雷达现场比测试验方案》的封面和内页格式。

<h2>岸基 S 波段测波雷达现场比测试验方案</h2>	
试验单位:	
试验时间:	年 月 日至 年 月 日
负责人:	
通讯地址:	
邮政编码:	
联系电话:	
传真:	
电子邮件:	
 编制单位	
 年 月 日	

图A. 1 《岸基S波段测波雷达现场比测试验方案》的封面格式

- (一) 比测单位和人员
- (二) 比测区域和站点
- (三) 比测项目
- (四) 比测方法
- (五) 比测仪器
- (六) 比测时间
- (七) 条件保障
- (八) 安全措施
- (九) 其他说明

图A.2 《岸基S波段测波雷达现场比测试验方案》的内页格式

附录 B
(资料性附录)
常规误差分析常用统计参数

B.1 绝对误差

$$\Delta x_i = x_i - y_i \cdots \cdots \cdots (B.1)$$

式中:

Δx_i —观测误差

x_i —岸基 S 波段测波雷达观测值

y_i —比测仪器观测值

B.2 相对误差

$$\partial x_i = \Delta x_i / y_i \cdots \cdots \cdots (B.2)$$

式中:

∂x_i —相对误差

B.3 平均误差

$$\mu(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i \cdots \cdots \cdots (B.3)$$

式中:

$\mu(x)$ —岸基 S 波段测波雷达观测数据的平均误差

Δx_i —观测误差

n —观测次数

B.4 均方根误差

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \cdots \cdots \cdots (B.5)$$

式中:

σ —观测数据的均方根差值

x_i —岸基 S 波段测波雷达观测值

y_i —比测仪器观测值

n —观测次数

B.5 标准偏差

$$\delta x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

δx —岸基 S 波段测波雷达观测数据的标准偏差

x_i —岸基 S 波段测波雷达观测值

\bar{x} —岸基 S 波段测波雷达观测数据的平均值, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

n —观测次数

B.6 平均绝对误差

$$m_{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

m_{Δ} —岸基 S 波段测波雷达观测数据的平均绝对误差

Δx_i —观测误差

n —观测次数

B.7 平均绝对误差的标准偏差

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta x_i - m_{\Delta})^2} \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

σ_{Δ} —岸基 S 波段测波雷达观测数据的平均绝对误差的标准偏差

Δx_i —观测误差

m_{Δ} —岸基 S 波段测波雷达观测数据的平均绝对误差

n —观测次数

B.8 相关系数

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2 \right]}} \quad |r| \leq 1 \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

r —岸基 S 波段测波雷达观测数据和比测仪器观测数据的相关系数

\bar{y} —比测仪器观测平均值, $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$

x_i —岸基 S 波段测波雷达观测值

- (一)项目简介、比测试验目的及相关仪器的技术状态和数量(含备件的数量)；
- (二)比测试验执行情况，主要包括：
- 1、试验前准备；
 - 2、试验前的状态检查情况；
 - 3、试验方法、步骤、持续时间、获取资料数量；
 - 4、环境条件；
 - 5、计划规定的试验项目完成情况。
- (三)资料整理、处理、计算和图件编绘方法
- (四)试验数据（包括比测数据）处理方法
- (五)比测试验结果
- (六)试验中发现的问题和分析
- (七)比测试验总结
- 附：作业现场技术文件（包括试验记录、操作程序检查表等）

图C.2 《岸基S波段测波雷达现场比测试验报告》的内页格式