

ICS07.060

A45

备案号：××××-××××

HY

中华人民共和国海洋行业标准

HY/T ××××—××××

大型海洋资料浮标

风、浪要素在位比测方法

In-site comparison method for wind and wave elements
of large marine data buoy

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国自然资源部发布

目 次

| | |
|-------------------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 1 |
| 4 目标和总体原则..... | 2 |
| 5 核心技术要求..... | 2 |
| 5.1 比测参考标准..... | 2 |
| 5.2 大型海洋资料浮标 | 2 |
| 5.3 比测间距 | 2 |
| 5.4 风比测参考标准安装..... | 3 |
| 5.5 方位参考标准安装 | 3 |
| 5.6 波浪比测参考标准布放..... | 3 |
| 6 其他技术要求..... | 3 |
| 6.1 比测人员..... | 3 |
| 6.2 比测环境..... | 3 |
| 7 比测实施..... | 3 |
| 7.1 比测准备 | 3 |
| 7.2 比测时段..... | 3 |
| 7.3 时间设定 | 3 |
| 7.4 数据采集、记录..... | 4 |
| 8 数据处理与判定..... | 4 |
| 8.1 数据处理..... | 4 |
| 8.2 比测数据计算..... | 5 |
| 8.3 数据质量判定与评估 | 6 |
| 9 比测报告..... | 6 |
| 附录 A（规范性）比测参考标准与方位测量技术指标..... | 7 |
| 附录 B（资料性）风、浪要素比测数据记录格式..... | 8 |
| B.1 风速风向记录格式 | 8 |
| B.2 波高波周期记录格式 | 9 |
| 附录 C（资料性）数据质量评估判断与表述..... | 10 |
| 附录 D（资料性）比测报告封面、内页格式..... | 11 |
| 参考文献..... | 14 |

前言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件起草单位：国家海洋局东海标准计量中心、国家海洋局东海预报中心。

本文件主要起草人：田为民、冯兵、任越、王智祖、李延刚、何勇、钱泽东、王路。

大型海洋资料浮标风、浪要素在位比测方法

1 范围

本文件规定了大型海洋资料浮标风、浪要素在位比测的术语定义、目标原则、技术要求、比测实施、数据处理与判定的方法。

本文件适用于大型海洋资料浮标平均风速与平均风向、有效波高与有效波周期的在位比测。其他海洋资料观测平台之间风、波浪的现场比测可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 13972-2010 海洋水文仪器通用技术条件

GB/T 14914.2-2019 海洋观测规范第 2 部分：海滨观测

GB/T 15918-2010 海洋学综合术语

GB/T 15920-2010 海洋学术语物理海洋学

HY/T037-2017 海洋资料浮标作业规范

HY/T 142-2011 大型海洋环境监测浮标

3 术语和定义

GB/T 15918-2010 和 GB/T15920-2010 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

比测 comparative measurement

在相同或附近地点（相距不宜大于 1000m），使用两套独立的观测设备（系统）同时对海洋观测要素进行同步观测，并对观测数据进行比较分析的活动。

3.2

比测参考标准 reference standardforcomparison

比测中，经校准或检定合格且在有效期内，其观测数据作为观测标准值（参考值）的观测设备（系统）。

3.3

大型海洋资料浮标 large marine data buoy

直径为 10m 及以上，以锚定方式固定在海面，用于但不限于观测海洋气象、水文要素的圆形漂浮载体及其所装载使用的全部海洋观测设备。

注：大型海洋资料浮标在本文件中简称大浮标。

3.4

在位比测 in-site comparison

在不中断大浮标的正常观测情况下，在大浮标站位附近，用比测参考标准与大浮标进行比测，进而评估大浮标观测数据质量的活动。

3.5

比测误差 comparison error

比测时，大浮标观测数据与比测参考标准相应的观测数据的差值。

3.6

相对比测误差 relative comparison error

比测误差与比测参考标准相应观测值的比。

3.7

回旋风 back whirlwind

10min 内每分钟平均风向变化大于 90° 的风。

3.8

比测数据对 comparison data pair

比测参考标准与被比测大浮标对同一观测要素在同一时点的两个观测数据组成的数对，包括平均风速数据对、平均风向数据对、有效波高数据对和有效波周期数据对。

4 目标和总体原则

编制本文件的目标是规定在位比测的技术要求、数据处理与分析方法，规定大浮标观测数据的质量评估方法，从而对大浮标风、浪观测数据进行质量评估与控制。

为了达到上述目标，使用本文件时，宜遵守以下总体原则：

——确保安全原则：如存在不能保证安全的情况，不应进行在位比测；

——数据样本充分原则：按本文件规定，比测数据应充分覆盖比测时间内的全部数据。

5 核心技术要求

5.1 比测参考标准

比测参考标准的计量性能应满足 GB/T 13972-2010 和 GB/T 14914.2-2019 的要求；具体指标应满足附录 A 的相应要求，且在量值溯源有效期内。

5.2 大型海洋资料浮标

大浮标安装的风、浪传感器应满足 GB/T 13972-2010 和 GB/T 14914.2-2019 的要求，且在量值溯源有效期内。

5.3 比测间距

比测参考标准与被比测大浮标间的距离视周围岛屿、水深等情况确定，最大距离不宜大于 1000m。

5.4 风比测参考标准安装

风比测参考标准应安装在位置相对固定的船舶、浮标或浮筒等海洋平台上，周边 25m 范围内应无明显遮挡。风比测参考标准的风传感器安装高度与大浮标风传感器目测在同一高度，且满足 GB/T 14914.2-2019 第 14.1.3 b) 的要求。

5.5 方位参考标准安装

安装风比测参考标准时，其配套的风传感器北向应与其方位传感器的北向一致。应排除对方位参考标准测量准确度的影响因素，如地磁原理的方位参考标准安装时应远离铁制品。

5.6 波浪比测参考标准布放

波浪比测参考标准应按生产厂家的要求进行布放，并按其技术要求获取观测数据。

如采用将波浪比测参考标准通过弹性缆绳连接到船舶、被测大浮标或其他设施上的方式，应在比测报告中进行分析说明。

6 其他技术要求

6.1 比测人员

开展在位比测工作的主要技术人员应具备相应水文、气象专业知识和相关仪器设备的操作技能。

6.2 比测环境

风、浪要素比测环境条件应符合以下要求：

- 风要素：比测现场无回旋风。
- 波浪要素：有效波高不小于 0.5m。

7 比测实施

7.1 比测准备

风比测参考标准的安装准备应参考 GB/T 14914.2-2019 的要求。

波浪比测参考标准的布放准备应按 HY/T037-2017 第 6.2 的要求进行。

7.2 比测时段

比测参考标准与大浮标应同时段进行海洋连续观测，获得满足 7.4 要求数量的观测数据。

7.3 时间设定

将比测参考标准时钟调整到北京时间，或采用其他方法，使其观测数据与大浮标观测

数据能够按同一时间点组成数据对。

7.4 数据采集、记录

每整点（或半点）同步采集并记录比测参考标准和大浮标的风、浪要素测量值。采集时间不少于 25h，参与比较分析的有效数据不应少于 11 组。记录表格见附录 B。

8 数据处理与判定

8.1 数据处理

8.1.1 风速风向数据预处理

8.1.1.1 平均风速预处理

剔除有数据缺失的时点的平均风速观测数据对。

8.1.1.2 平均风向预处理

剔除有数据缺失的时点的平均风向观测数据对；剔除与平均风速示值为 0m/s 同时点的平均风向数据对；将比测误差的绝对值大于 180° 的平均风向数据对当中的较小者加 360°；修正方位参考标准误差（航向误差）。

8.1.2 波高数据预处理——剔除无效数据

剔除比测参考标准小于 0.5m 的有效波高数据对。

剔除有数据缺失的时点的有效波高或有效波周期数据对。

8.1.3 判别并剔除异常数据

根据公式（1）、（2）计算数据异常值判据值 S 。如 $S > 0$ ，则对应数据对为异常值，予以剔除。

$$\overline{x_{rs}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - x_i|}{x_i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\overline{x_{rs}}$ ——相对比测误差的平均值；

n ——数据序列有效数据个数；

y_i ——第 i 个时点处大浮标观测数据；

x_i ——第 i 个时点处比测参考标准观测数据。

注：公式中各变量单位取观测要素的相应单位，以下同。

$$S = \frac{|y_i - x_i|}{x_i} - 3 \times \overline{x_{rs}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

S ——异常值判据值；

$\overline{x_{rs}}$ ——相对比测误差的平均值；

y_i ——第 i 个时点处大浮标观测数据；

x_i ——第 i 个时点处比测参考标准观测数据。

8.2 比测数据计算

8.2.1 相关系数

将比测参考标准的平均风速、平均风向、有效波高、有效波周期数据按时间对应关系与大浮标测量数据组成数据序列，按公式（3）计算各要素相关系数 r_{xy} 。

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

r_{xy} ——相关系数；

x_i ——第 i 个时点处比测参考标准观测数据；

y_i ——第 i 个时点处大浮标观测数据；

\bar{x} 、 \bar{y} ——分别为比测参考标准与大浮标观测数据列的平均值；

n ——数据序列有效数据个数。

8.2.2 数据质量评估

8.2.2.1 比测误差

将比测参考标准的平均风速、平均风向、有效波高、有效波周期数据与对应的大浮标测量数据，按公式（4）计算各要素在各时间点的比测误差。

$$\Delta S_i = x_i - y_i \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ΔS_i ——观测要素第 i 个时点的观测数据的比测误差。

8.2.2.2 大浮标观测要素最大允许误差

取比测参考标准与大浮标的观测设备或传感器的最大允许误差绝对值的和,作为大浮标平均风速、有效波高、有效波周期的最大允许误差的绝对值 $|F_d|$; 平均风向的最大允许误差取 $\pm 22.5^\circ$ 。

8.2.2.3 数据合格率

$|\Delta Si| \leq |F_d|$, 数据合格, 反之, 数据不合格。合格数据个数占全部有效数据个数的比率作为数据合格率 p 。

8.3 数据质量判定与评估

当相关系数 $r_{xy} \geq 0.9$, 被比测浮标工作正常。

数据质量等级如下: $p \geq 0.9$, 优秀; $0.8 \leq p < 0.9$, 良好; $0.7 \leq p < 0.8$, 合格; $p < 0.7$, 不合格。

相关系数 $r_{xy} < 0.9$, 或质量等级为非优秀的, 提示数据质量存在风险, 应进行数据质量风险分析。

数据质量判定与表述参考内容参见附录 C。

9 比测报告

比测报告应准确、完整, 至少包括下列信息:

- a) 标题: 比测报告;
- b) 比测单位的名称;
- c) 被测浮标名称/型号/生产厂家/编号;
- d) 比测时间;
- e) 比测的地点;
- f) 比测参考标准名称/型号/技术指标/溯源信息;
- g) 比测所依据的技术文件;
- h) 比测报告的编写人及核验人;
- i) 比测结果, 包含各要素相关系数、数据合格率、数据质量等级;
- j) 数据质量分析说明, 包括产生质量问题的原因分析、后续工作建议(如必要)。

比测报告的格式与内容参见附录 D。

附录 A

(规范性)

比测参考标准与方位测量技术指标

比测参考标准与方位测量技术指标见表 A.1。

表 A.1 比测参考标准与方位测量技术指标

| 序号 | 要素 | 测量范围 | 最大允许误差 | 备注 |
|----|------|--------------|--------------------------------------|-------|
| 1 | 平均风速 | (0-60) m/s | $\pm(0.5+5\% \text{示值}) \text{ m/s}$ | |
| 2 | 平均风向 | (0-360) ° | $\pm 5^\circ$ | 相对方位角 |
| 3 | 波高 | (0.2-20.0) m | $\pm(0.1+5\% \text{示值}) \text{ m}$ | |
| 4 | 波周期 | (2-30) s | $\pm 0.5 \text{ s}$ | |
| 5 | 方位 | (0-360) ° | $\pm 2^\circ$ | 水平 |

附录 B

(资料性)

风、浪要素比测数据记录格式

B.1 风速风向记录格式

风速风向比测数据记录格式见表 B.1。

表 B.1 风速风向比测数据记录表

| 比测参考标准名称型号: | | | 被测浮标编号: | | | |
|---------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| 比测参考标准主机型号: | | | 被测浮标主机编号: | | | |
| 比测参考标准风传感器型号: | | | 被测浮标风传感器编号: | | | |
| 比测时间 | 比测参考标准测量值 | | 大浮标示值 | | 大浮标比测误差 | |
| | 风速 (m/s) | 风向 (°) | 风速 (m/s) | 风向 (°) | 风速 (m/s) | 风向 (°) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 比测 结果 | 相关系数 | 风速: | 合格率 | 风速: | 数据质量 等级 | 风速: |
| | | 风向: | | 风向: | | 风向: |
| 比测有关说明: | | | | | | |

比测： 核验： 年月日

注：表中风速、风向分别为平均风速、平均风向。

B.2 波高波周期记录格式

波高波周期比测数据记录格式见表 B.2。

表 B.2 波高波周期比测数据记录表

| 比测参考标准名称型号： | | | 被测浮标编号： | | | |
|----------------|-----------|---------|--------------|---------|---------|---------|
| 比测参考标准主机型号： | | | 被测浮标主机编号： | | | |
| 比测参考标准波浪传感器型号： | | | 被测浮标波浪传感器编号： | | | |
| 时间 | 比测参考标准测量值 | | 大浮标示值 | | 大浮标比测误差 | |
| | 波高 (m) | 波周期 (s) | 波高 (m) | 波周期 (s) | 波高 (m) | 波周期 (s) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 比测结果 | 相关系数 | 有效波高： | 合格率 | 有效波高： | 数据质量等级 | 有效波高： |
| | | 有效波周期： | | 有效波周期： | | 有效波周期： |
| 比测有关说明： | | | | | | |

比测： 核验： 年月日

注：表中波高、波周期分别为有效波高、有效波周期。

附录 C
(资料性)
数据质量评估判断与表述

比测数据质量判断与表述内容见表 C.1。

表 C.1 大浮标在位比测数据质量判断与表述内容参考表

| 数据质量 (表中 p 为数据合格率) | 相关系数 | | |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|----------------|
| | $r_{xy} \geq 0.9$ | $0.8 \leq r_{xy} < 0.9$ | $r_{xy} < 0.8$ |
| $p \geq 0.9$ | 观测数据直接使用 | 谨慎使用数据, 需检修系统 | 参考使用 |
| $0.8 \leq p < 0.9$ | 观测数据修正 后谨慎使用 | 观测数据不能用于 重大辅助决策 | 不能使用 |
| $0.7 \leq p < 0.8$ | 观测数据不能用于 重大辅助决策 | 不能使用 | 不能使用 |
| $p < 0.7$ | 观测数据不能使用, 需检修设备 | 不能使用 | 不能使用 |

附录 D

(资料性)

比测报告封面、内页格式

比测报告封面、内页格式见下。

比测报告封面、内页格式

比 测 报 告

ComparisonReport

报告编号：_____号
Report No.

比测单位：_____
Customer

单位地址：_____
Address

被比测大浮标：_____
Name of Instrument

型号/规格：_____
Model/Specification

编号：_____
Serial Number

生产厂商：_____
Manufacturer

编写人：
Writed by

核验人：
Checked by

本次比测所参照的技术规范(代号、名称):

Reference Documents for the Comparison (Code, Name)

本次比测所使用的主要计量标准器具:

Main Measurement Standards Used in This Comparison

| 名称/型号 Name/Model | 编号 S.N | 测量范围 Measure range | 不确定度/准确度等 级/最大允许误差 Uncertainty/Accuracy Class/ Maximum Permissible Uncertainty | 最大允 许误差 M.P.E | 证书编号/有效期至 Certificate No./Due Date |
|---------------------|-----------|--------------------------|---|---------------------|---------------------------------------|
| | | | | | |

以上计量标准器具的量值溯源至国家基准。

Quantity Values of Above Measurement Standards Used in This Calibration Are Traced to Those of

比测地点:

Location for The Comparison

比测结果与说明:

Comparison Results and Additional Explanation

| | | | | | | |
|------|----------|--------|---------|--------|----------------|--------|
| 比测结果 | 相关 系数 | 平均风速: | 合格 率 | 平均风速: | 数据 质量 等级 | 平均风速: |
| | | 平均风向: | | 平均风向: | | 平均风向: |
| | | 有效波高: | | 有效波高: | | 有效波高: |
| | | 有效波周期: | | 有效波周期: | | 有效波周期: |

下见续页:

See Next Page

比测结果与说明(续页):

Comparison Results and Additional Explanation (Continued Page) :

本报告提供的结果与数据仅对本次被测的浮标系统有效。未经许可，不得部分复制、摘用本证书的内容。

The Conclusion and Date Given in The Certificate Is Valid for buoy(s) Compared in This Experiment Only, Partly Using Without Permission Would Not Been Admitted

参考文献

- [1] JJF1094-2002 测量仪器特性评定
-