

海洋观测仪器设备室内动力环境
模型试验方法 总则

The method of dynamic environmental model test for oceanographic observation
instruments in laboratory general

(报批稿)

(本稿完成日期: 2019.11.20)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 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 试验模型	2
5 试验仪器	2
6 试验条件	3
7 试验程序	4
8 试验数据处理	5
9 试验大纲	5
10 试验报告	6
参考文献	7

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家海洋技术中心提出。

本标准由全国海洋标准技术化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：国家海洋技术中心。

本标准主要起草人：路宽，李健，王花梅，韩林生，宋雨泽，朱晓阳，熊焰。

海洋观测仪器设备室内动力环境模型试验方法 总则

1 范围

本标准规定了海洋观测仪器设备研制过程中进行的室内风、浪、流水动力环境模型试验的试验模型、试验仪器、试验条件、试验程序、试验数据处理等基本要求。

本标准适用于海洋观测仪器设备的室内水动力环境模型试验，海洋监测、调查仪器设备的室内水动力环境模型试验可参照执行。

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。

JTJ/T 234-2001 波浪模型试验规程

3 术语和定义

JTJ/T 234-2001、JJF 1001-2011界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

试验仪器 measuring instrument

用来测量并能够得到被测对象量值的单个或多个辅助设备组合的技术工具或装置。

3.2

试验模型 test model

室内风、浪、流水动力环境模型试验中与原型等比或按照一定相似准则缩制而成的实体模型。

3.3

浮式模型 floating model

依靠浮力自由漂浮于水面或采用锚泊系统系留的试验模型。

3.4

正态模型 normal model

水平长度比尺和垂直长度比尺相等的模型。

[JTJ/T 234-2001 定义2.0.5]

3.5

变态模型 distorted model

水平长度比尺和垂直长度比尺不相等的模型。

[JTJ/T 234-2001 定义2.0.6]

3.6

溯源性 traceability

通过文件规定的不间断的校准链，测量结果与参照对象联系起来的特性，校准链中的每项校准均会引入测量不确定度。

3.7

比对 comparison

在规定条件下，对相同准确度等级或指定不确定度范围的同种测量仪器复现的量值之间比较的过程。

[JJF 1001-2011 定义4.9]

3.8

跨零点法 crossing zero method

在波浪分析中，将相邻两个波谷到波峰的波形线与静水面的交点或将相邻两个波峰到波谷的波形线与静水面的交点作为分析波高和波周期的方法。

4 试验模型

试验模型应满足以下要求：

- a) 模型比例应根据设计需求及实际测试环境决定，模型与试验水槽或水池壁的间距应不小于3倍模型直径，模型的入射波波高应不小于2 cm，波周期应不小于0.5 s；
- b) 模型宜采用正态模型，模型表面应光滑，主体结构无松动和变形，模型的重心或浮心应与设计相符，浮式模型的吃水深度应与设计按比例相符；
- c) 当模型试验条件受限制时可采用变态模型；
- d) 模型设计和模型试验应满足几何相似、运动相似和动力相似等相似准则。

5 试验仪器

5.1 一般要求

试验仪器应满足以下要求：

- a) 置于空气中的传感器不应破坏风场，置于水中的传感器不应破坏波形和流场；
- b) 风、浪、流参数测量系统应满足稳定性的要求，测量系统在满量程条件下2 h的零漂允许偏差为±5%，波高仪的允许偏差为±2%，风速传感器和流速仪的允许偏差为±5%；
- c) 压力传感器、加速度传感器、力传感器等的自振频率应大于被测参数最高频率的4倍；
- d) 数据采集器的采样频率宜为50 Hz~100 Hz，如果考虑局部冲击力、压力等载荷条件时，则宜采用10k Hz以上的采样频率。数据采集器的布置不应影响被测模型的状态和测量环境。

5.2 溯源性要求

试验仪器的计量溯源性应满足以下要求：

- a) 试验仪器应经过计量机构的检定或校准，且在有效期内；
- b) 自制或研发的试验仪器，应明确技术规格和性能要求，当试验仪器无法向更高一级基准溯源时，可进行同类仪器比对；
- c) 试验仪器使用前应进行标定，确定所需要的标定系数。

6 试验条件

6.1 一般要求

海洋观测仪器设备室内动力环境模型试验应具备以下条件：

- a) 试验水槽或水池的池壁和底面应光滑无阻碍物，试验水槽或水池两侧壁与中轴线距离允许误差为±2 mm；
- b) 试验水槽或水池宜具有造风、造波和造流设备；
- c) 试验水槽或水池的有效段长度宜大于 10 倍设定平均波长，水槽和水池的首尾两端应设消波装置，且尾部消波装置应能消除 90%以上的反射波，并应采取措施消除或减少造波机二次反射波的影响。有斜向反射时，水槽或水池的两侧也应设消波装置；
- d) 试验参数比尺见表 1：

表 1 试验参数比尺

试验比尺参数	公式
模型长度比尺： λ	$\lambda = l_p / l_m$
时间比尺参数： λ_t	$\lambda_t = \lambda^{1/2}$
频率比尺参数： λ_f	$\lambda_f = \lambda^{-1/2}$
速度比尺参数： λ_u	$\lambda_u = \lambda^{1/2}$
压强比尺参数： λ_p	$\lambda_p = \lambda$
力比尺参数： λ_F	$\lambda_F = \lambda^3$
流量比尺参数： λ_Q	$\lambda_Q = \lambda^{5/2}$
能量比尺参数： λ_E	$\lambda_E = \lambda^4$
注：公式中， l_p 为原型长度， l_m 为模型长度。	

6.2 风的模拟

风的模拟应满足以下要求：

- a) 进行风的模拟时，宜采用可移动式造风系统，开展定常风的模拟，应包括风向和风速的模拟；
- b) 模型区的风场应保持平稳，风向保持一致，稳定造风区域应覆盖模型运动区域；
- c) 风速传感器的迎风面积与造风系统出风口的横截面之比应不大于 5%，风速传感器的垂直布置应与实海况布置高度等比例缩放。

6.3 浪的模拟

浪的模拟应满足以下要求：

- a) 浪的模拟应模拟单向规则波，必要时，宜模拟单向不规则波和多向不规则波；
- b) 规则波平均波高的允许偏差为 $\pm 5\%$ ，波周期的允许偏差为 $\pm 5\%$ ；
- c) 不规则波宜模拟测试仪器工作海域的实测波谱。无实测波谱时，宜按双参数谱或 JONSWAP 谱模拟。必要时，应模拟波列和波群；
- d) 不规则波的有效波高的允许偏差为 $\pm 5\%$ ，有效周期或谱峰周期的允许偏差为 $\pm 5\%$ 。波能谱总能量的允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

6.4 流的模拟

流的模拟应满足以下要求：

- a) 流的模拟宜模拟均匀流，应包括流向和流速的模拟；
- b) 模型所在区域的流场应保持平稳，流向应保持一致；
- c) 模型所在区域的平均表面流速允许偏差为 $\pm 10\%$ ，角度偏差不大于 4° ；
- d) 流速垂直分布应按试验大纲的要求确定，当试验大纲无要求时，在模型吃水范围内，其流速可视为常数或随水深呈指数衰减；
- e) 流场中某一点处测得的流速随时间变化，其流速的均方差与平均流速的比值应小于 10%。

6.5 风、浪、流联合作用的模拟

风、浪和流联合作用时的模拟应满足以下要求：

- a) 风、浪和流联合作用时，风、浪、流应采用同一比尺；
- b) 风、浪、流参数应以实海况参数作为目标参数，当无法获得实海况参数时，宜先进行风、浪和流的分离，再模拟要求的风、浪和流；
- c) 风、浪和流联合作用下的模拟宜先进行风和流的模拟，稳定后开展浪的模拟；
- d) 风、流模拟可采用等价力方式的模拟。

7 试验程序

7.1 试验仪器和试验模型的准备

试验仪器和试验模型的准备应满足以下要求：

- a) 试验前应检查各个传感器数据采集功能，对造风、造波和造流设备进行全面检查，根据工况调整设备参数；
- b) 波高仪应布置在离造波机距离大于最大波长的 6 倍的区域，风速传感器、流速传感器应布置在

流场稳定区域，且与模型无干扰；

- c) 将试验模型固定在试验区，调整模型至试验大纲规定的位置。

7.2 模型试验

模型试验应满足以下要求：

- a) 模型试验过程应按照试验大纲要求进行；
 b) 模型试验应等水面平静后再进行下次试验，间隔时间宜不小于 5 min；
 c) 模型试验完成时，应及时进行数据记录、整理与分析，必要时进行补充试验。

7.3 试验数据采集

试验数据采集应满足以下要求：

- a) 风速、流速测点布置和数量应按试验大纲的要求确定，在风速、流速稳定条件下测点的测量时间应不小于 5 min，测量次数应不小于 3 次，取其平均值作为代表值；
 b) 规则波试验的波浪数据采集时间间隔应小于平均波周期的二十分之一。在波浪稳定条件下，连续采集的波浪个数应不少于 10 个，取其平均值作为代表值，每组试验宜不小于 3 次；
 c) 不规则波试验的波浪数据采集时间间隔应小于有效波周期的十分之一，且不宜大于高频截止频率对应周期的四分之一。在波浪平稳条件下，连续采集的波浪个数不应少于 100 个，并按 JTJ/234-2001 的规定计算波高和波周期的统计特征值，必要时，计算波高和波周期的经验频率分布或进行谱分析；
 d) 波高和波周期分析应采用跨零点法，并应设阈值。

8 试验数据处理

试验数据处理应满足以下要求：

- a) 试验数据处理前，应进行数据可靠性检查，并去除异常值。数据的取值应与仪器测量精度相匹配，并按有效数字运算；
 b) 应汇总原始资料并存储试验数据；
 c) 应进行数据分析及结果分析，明确所使用的物理单位、计算公式、公式中物理符号的含义。

9 试验大纲

9.1 试验大纲的编制

试验大纲编制的内容应包括：

- a) 项目简介及来源；
 b) 试验目的；
 c) 试验仪器的技术状态和数量；
 d) 试验环境和测量条件要求（特别是极限试验能力要求）；
 e) 试验内容、试验方法及其技术依据、试验程序和时间要求；
 f) 试验的组织管理，试验人员的数量、岗位及职能要求；
 g) 试验现场技术文件、记录表格及操作程序；
 h) 试验数据的采集、处理和分析方法；
 i) 试验完成后需提交的成果；

j) 试验应急预案及安全、保密控制措施等。

9.2 试验大纲的评审

试验大纲提交项目受托单位后,项目受托单位应组织专家进行评审,必要时邀请委托单位人员参加,评审通过后方可组织实施。

10 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 引言,包括试验的背景、目的和采取的技术路线等;
- b) 试验依据的基本资料,包括项目概况、仪器布放海域的平均和极端水文、气象等资料;
- c) 试验内容和技术要求,包括试验人员、测量仪器的选型和布置、试验设备等;
- d) 模型设计,包括物理模型的相似条件、模型比尺的选择、模型的布置等;
- e) 模型制作,包括图纸资料、边界和制作精度等;
- f) 试验结果分析;
- g) 结语,包括试验主要结果、存在问题和建议。

参考文献

- [1] GB 3675-1995 水面船模耐波性试验规程
 - [2] GB/T 20001.4-2015 标准编写规则 第4部分：试验方法标准
 - [3] CB/T 3471 风、浪、流联合作用下浮式系统模型试验规程
 - [4] DL/T 5244-2010 水电水利工程常规水工模型试验规程
 - [5] HY/T 042-2015 海洋仪器设备分类、代码与型号命名
 - [6] JJF 1001-2011 通用计量术语及定义
 - [7] QX/T 73-2007 风电场风测量仪器检测规范
-