

中华人民共和国交通部

波浪模型试验规程

JTJ 301—38

(试 行)

1988 • 北京

中华人民共和国交通部

波浪模型试验规程

JTJ 301—88

(试 行)

试行日期：1988年12月

人 民 交 通 出 版 社

1988 • 北京

**中华人民共和国交通部
波浪模型试验规程**

JTJ 301—88

(试行)

人民交通出版社出版发行

(北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本：850×1168 1/32 印张：0.75 字数：13千

1989年8月 第1版

1989年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—550册 定价：0.95元

通 知

(88)交基字357号

根据我部安排，由波浪观测和试验研究协调组负责编制的《波浪模型试验规程》(试行)，业经部组织审查通过，并批准为部标准，现予发布，希遵照执行。

本规程在试行过程中有何问题和修改意见请函告交通部水运规划设计院，以便修订时参考。

中华人民共和国交通部

制 订 说 明

波浪模型试验及其理论的研究工作，在我国已有三十余年历史，特别是1973年以来，由于我国大量港口工程的兴建，促使这项试验研究工作迅速发展。近年来，在若干工程的试验研究中还采用了先进的不规则波试验技术，使这项工作更具有科学性和先进性。为总结我国在波浪模型试验研究方面所积累的丰富经验，统一试验标准和技术要求，交通部责成波浪观测及试验研究协调组负责编制《波浪模型试验规程》。本规程由南京水利科学研究院任主编单位，交通部第一航务工程局科研所、大连理工大学为参加单位。

在编制工作中，从我国实际情况出发，通过广泛深入的调查研究，广泛征求意见，经多次研究修改后，会同有关单位审查定稿。

请各有关单位在试行过程中，将发现的问题和修改意见随时函告我院，以便修订时参考。

交通部水运规划设计院

目 录

第一章 一般规定	1
第二章 模型试验的基本要求	2
第三章 整体模型试验	4
第四章 波浪与建筑物的相互作用	6
第一节 一般要求	6
第二节 斜坡式建筑物	6
第三节 直墙式建筑物	9
第四节 桩、墩式建筑物	10
第五节 浮式建筑物	12
附录 规范条文中用词和用语的说明	15
本规程主编单位、参加单位和主要起草人名单	16

第一章 一般规定

第1.0.1条 本规程适用于波浪及其与港工建筑物间相互作用的模型试验研究。

第1.0.2条 本规程对海洋环境的模拟和相应的仪器设备、模型试验数据的采集和分析、整体模型试验、波浪与建筑物间相互作用的模型试验做了具体规定。

第1.0.3条 对波浪模型试验的技术要求，应按《港口工程技术规范》及实际需要确定。

第1.0.4条 本规程未作规定的内容，可参照《港口工程技术规范(1987)》中有关规定执行。

第二章 模型试验的基本要求

第2.0.1条 海洋环境的模拟,应包括波浪和水深的模拟,根据需要可包括水流和风的模拟。

第2.0.2条 在波浪模型试验研究中,应根据不同的试验内容,采用相应的相似定律。当模拟浪和风或浪和流共同作用时,宜采用重力相似。

第2.0.3条 水位和地形的模拟应符合几何相似原则。加大水深时应对试验结果进行论证。

第2.0.4条 规则波的模拟应包括波高和波周期;不规则波应模拟海区的实测波浪能谱。无实测波浪能谱时,可采用符合当地海区波况的波浪能谱,有条件时也可模拟波列、波群或方向谱。模拟波浪的个数,应根据原型的波浪作用时间确定。

第2.0.5条 不规则波模拟的波浪能谱的能量与目标谱的能量间的误差不应超过 $\pm 10\%$;峰频模拟值与目标值间的误差不应超过 $\pm 5\%$;峰频附近区域谱密度模拟值与目标值的误差不应超过 $\pm 10\%$;有效波高模拟值与目标值间的误差不应超过 $\pm 5\%$ 。

第2.0.6条 原始波要素应取未放建筑物模型时控制点处波要素三次测量值的平均。试验中应设监测点。

第2.0.7条 测量波高、波压、波动流速等所用的传感器,应尽量不破坏波形及流场。

量测系统应具有足够的灵敏度和稳定性,在满量程条件下,零飘在2h内不应超过 $\pm 5\%$ 。

量测系统的线性误差:波高仪不应超过 $\pm 2\%$;波压仪不应超过 $\pm 5\%$ 。

测力系统的自振频率宜取被测波浪力最高频率的4~6倍。

第2.0.8条 试验波要素资料的采集和分析方法，应根据模型试验的内容而定。采样的时间间隔 Δt 一般取 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20} T$ (T ——平均波周期)。对规则波采集波数不宜小于10个；对不规则波采集波数应多于100个波浪的有效个数，并给出实测波要素的特征值。试验应重复进行三次，分析时取其平均值。

第2.0.9条 试验中应尽量采用有效的方法（如分隔窄水槽或在推波板上设置消波装置等措施），以消除造波板二次反射波的影响。

第三章 整体模型试验

第3.0.1条 整体模型试验,宜在室内水池里进行;当在室外进行时,应避免风引起的涟波或小重力波产生的影响。

第3.0.2条 整体模型试验应采用正态模型,模型比尺不应小于1:150。放置船模时,模型比尺不应小于1:100。

注:受试验条件限制需采用变态模型时,变率一般不大于3,其试验研究结果必须进行论证。

第3.0.3条 模型原始波高不宜小于2cm,波周期必须大于0.5s。

第3.0.4条 制作地形时,一般用等高线法或断面板法控制高程,控制点的高程误差不应超过 $\pm 1.0\text{mm}$,抹面后的地形高程误差不应超过 $\pm 2.0\text{mm}$ 。

第3.0.5条 建筑物模型可用金属、木材、塑料、有机玻璃、水泥砂浆等材料制作,模型浸水后不应变形,其尺度误差不应大于 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

第3.0.6条 造波板与建筑物模型间的距离不应小于 $6L$ (L ——波长)。防波堤堤头与水池边界间的距离宜大于 $5L$,若条件不允许,也不应小于 $3L$,并应在边界设置消浪装置,以减少反射波的影响。

第3.0.7条 测波点一般设在码头前0.5倍船宽处,每个泊位不应少于一点,测点间距不应小于20cm。规则波试验,当建筑物为直立式时,测点宜设在波腹处或驻波的平均高度处。

第3.0.8条 原始波在各控制点的波高平均值与模型试验要求的波高值间的误差不应超过 $\pm 5\%$ 。

第3.0.9条 港内平稳度一般用比波高或绝对波高值表示。比波高为港内各测点实测波高与口门处实测波高的比值,对不规

则波应用同一累积率的波高相比。

必要时可进行实船平稳度试验，并测定船舶运动的位移量。

第3.0.10条 对不规则波试验应给出平均波高 $\bar{H}$ 、 $\frac{1}{3}$ 大波的平均波高 $H_{\frac{1}{3}}$ 、 $\frac{1}{10}$ 大波的平均波高 $H_{\frac{1}{10}}$ 等特征值及其相应的波周期。必要时给出各测点波高的统计分布。如模拟波列、波群或方向谱，其资料分析内容，可视具体要求确定。

第四章 波浪与建筑物的相互作用

第一节 一般要求

第4.1.1条 波浪与建筑物相互作用的模型试验应采用正态模型, 模型比尺应符合表4.1.1的规定。

模 型 比 尺

表4.1.1

建 筑 物 型 式	模 型 比 尺
斜 坡 式	$\geq 1:40$
直 墙 式	$\geq 1:40$
桩、墩 式	$\geq 1:60$
浮 式	$\geq 1:80$

注: 对浮式建筑物, 经论证后也可选取较小的模型比尺。

第4.1.2条 地形的制作要求和尺度误差应符合第3.0.4条规定。

第4.1.3条 建筑物模型可用金属、木材、塑料、有机玻璃、石料、水泥砂浆、混凝土和石蜡等材料制作。

第4.1.4条 原始波要素的率定一般按第2.0.6条的规定执行, 但对不规则波, 当采用 λ 、反射波分离方法时, 也可在设置建筑物模型的情况下进行。

造波板与建筑物模型间的距离不应小于 $6L$, 建筑物与消波器间的距离不应小于 $2L$ 。

第二节 斜坡式建筑物

第4.2.1条 护面块体和胸墙模型的几何尺寸、总重、重度

和重心位置等均应与原型相似，其尺度误差不应超过 $\pm 1.0\text{mm}$ ，重量误差不应超过 $\pm 3\%$ 。块石应严格挑选，其重量误差不应超过 $\pm 5\%$ 。

第4.2.2条 规则波的模型试验应采用间断造波的方法，当反射波到达造波板前应立即停止造波，待水面平稳后，再行造波。对无反射造波机可不受上述限制。对无缓启动和缓停机功能的规则波造波机，应注意排除启动和停机时产生的个别大波的影响。

不规则波试验应连续造波，并按第2.0.9条的要求，以消除造波板二次反射波的影响，或采用入、反射波分离方法，确定 λ 反射波高。

第4.2.3条 护面块体和块石的稳定试验，应先用小波连续作用一段时间，待其自然稳定后，再加大到设计波高进行正式试验。规则波的累积作用时间和不规则波的持续作用时间，应根据当地海区暴风浪和台风浪的大浪持续时间（一般取 $2 \sim 3\text{h}$ ），按时间比尺换算确定。如块体和块石尚未达到稳定状态则需延长试验时间。块体和块石失稳的数量应累积计算。

每组试验至少应重复三次。每换一次波周期，护面块体和块石均应重新设置。护面块体单位面积抛放数应符合设计要求。抛放条件应尽量与现场相符。

第4.2.4条 在试验过程中，宜增设一台波高仪进行监测。

用测定腹、节点处的波高确定反射系数时，波高仪的位置应根据腹、节点位置的移动进行调整。

对不规则波试验，当采用入、反射波分离的方法时，波高仪应设在离开建筑物模型 $\pm L$ 以外处。波高仪的台数和间距应根据所用分离方法的要求确定。

第4.2.5条 波浪爬高宜用电测方法测定，也可采用目测。但对不规则波，应采用电测方法测定。

第4.2.6条 在波浪作用下，护面块体的累积位移达到块体的最大尺度时，即为失稳。但对结构强度起控制作用的大型块

体，宜取半个块体的最大尺度作为失稳的控制标准。

护面块体的失稳率，一般按静水位上、下各一个波高（不规则波取有效波高）范围内的失稳块体数占该范围护面块体总数的百分比计算。

失稳率超过规定的容许失稳率时，即认为护面已破坏。

第4.2.7条 测定胸墙墙面波压力和底面浮托力分布，其测点数应根据胸墙尺度确定，但不应少于三点。根据试验要求，也可只测定其总波压力和总浮托力。

当要求测定斜坡坡面上的波压力分布时，测点的数量及其布置应根据试验要求确定。通常在坡面最大压力处应设置一个测点，其上至少设一个测点，其下不宜少于三个测点。

第4.2.8条 越浪量宜采用不规则波进行试验。一般测定单位长度的越浪流量，其测定历时应包括100个以上的波数，试验至少应重复三次。

当采用规则波试验时，一般只测定越浪水体的厚度。必要时，可用分别测定不同波高的越浪流量，并按式（4.2.8）计算单位长度的越浪流量 q_{EXP} 。

$$q_{EXP} = \sum_{i=1}^N q(H_i) p(H_i) \Delta H \quad (4.2.8)$$

式中： $q(H_i)$ ——规则波波高为 H_i 时的越浪流量；

$p(H_i)$ ——与波高 H_i 相对应的概率密度；

ΔH ——波高分组的区间长度。

越浪量试验可根据要求考虑风的影响。

第4.2.9条 对规则波试验，反射波高和反射系数可根据建筑物前实测的合成波高和率定的原始波高算出，也可直接根据波腹点和波节点的波高实测数据通过计算求得，必要时应对波浪的非线性影响进行修正。

对不规则波试验，宜采用入、反射波分离的方法，确定反射系数和入、反射波的特征值。也可根据建筑物前实测的合成波高和率定的原始波高确定反射波高和反射系数。

第4.2.10条 胸墙波浪力的试验和资料分析方法，可参照本章第三节的有关规定执行。

第三节 直墙式建筑物

第4.3.1条 直墙式建筑物的模型设计、制作和尺度误差，应按第4.2.1条的有关规定执行。

第4.3.2条 造波方法和波浪作用时间应按第4.2.2~4.2.3条的有关规定执行。

第4.3.3条 测定波面升降的波高仪应靠近墙面设置。当用 λ 、反射波分离的方法时，波高仪应尽量设在离开建筑物 $2L$ 以外处。但必要时应考虑提前底坡对测定波高的影响。

第4.3.4条 波压力试验中，一般测定墙面波压力和底面浮托力的分布，根据试验要求，也可只测定总波压力和总浮托力。

测定墙面波压力和底面浮托力分布时，测点布置应符合如下要求：

一、墙面波压力：

在静水位处和墙底部各设一个测点；静水位以上，至少设一个测点；静水位以下至墙底间，至少应设一个测点。

二、底面浮托力：

前、后缘各设一个测点；中间宜增设一个测点。

开孔直墙式建筑物的测点布置应根据具体要求确定。

第4.3.5条 入、反射波高和反射系数的确定方法应按第4.2.9条的规定执行。

第4.3.6条 建筑物前的水面壅高一般用连通管测定，有条件时可根据波形的采样数据计算确定。

第4.3.7条 直墙式建筑物的稳定试验，其稳定标准应根据试验要求确定。在试验中一般当建筑物发生滑移或倾覆时，即认为失稳。

第4.3.8条 越浪量的确定应按第4.2.8条的规定执行。

第4.3.9条 规则波的波浪力试验，应测定累计 30 个以上的数据并取其平均值，但对冲击波压力，除给出平均值外，尚应统计 $\frac{1}{3}$ 大值、 $\frac{1}{10}$ 大值和最大值等特征值。

不规则波的波浪力试验，应使用计算机进行数据采集和处理，分析时应注意如下问题：

一、当使用低通滤波器时，截止频率应根据被测波力的最高频率和建筑物的频率响应特性选定。截止频率不应选得太低，以免峰值受到削减；

二、对冲击波压力，在程序处理上应采取措施，以免把传感器的振动误判为一系列的压力波；

三、波浪力的统计分析，一般给出总波浪力的平均值、 $\frac{1}{8}$ 大值、 $\frac{1}{10}$ 大值、 $\frac{1}{100}$ 大值和最大值等特征值，以及相应的各测点的压力分布。

对开孔直墙式建筑物，其波浪力可按具体要求进行统计分析。

第四节 桩、墩式建筑物

第4.4.1条 波浪与桩、墩式建筑物的相互作用，一般按重力相似模拟。当速度力起主要作用时，应尽量考虑雷诺数的影响。如建筑物的刚度较小，必要时应考虑建筑物弹性的影响。

第4.4.2条 桩模型应具有足够的刚度（考虑弹性相似者除外）和平直度，断面尺度误差不应超过 $\pm 0.2\text{mm}$ ，必要时应模拟桩的表面糙率。墩断面的尺度误差不应超过 $\pm 1\%$ 。测力模型宜用轻质刚劲的材料制作。

第4.4.3条 模型距波高仪或槽壁的距离不宜小于 $3D$ （ D ——桩、墩直径）或 $4B$ （ B ——桩、墩宽度在波峰线上的投

影)，并不应小于15cm。

第4.4.4条 测力系统的自振频率，宜取被测最高频率的4~6倍。对不规则波，被测频率应选取高于该频率的力谱能量为总能量30%的频率。

第4.4.5条 桩式建筑物一般测定桩所受的正向水平力，必要时测定作用于桩上的横向水平力和上部梁板的上拱力。墩式建筑物一般测定墩所受的正向水平力、浮托力和倾覆力矩。当墩模型与基床的间隙较大时，应对浮托力进行修正。当测力系统的自振频率不满足第4.4.4条要求时，可按式(4.4.5)对实测的力进行必要修正。

$$F = \mu F_t$$

其中：F——修正后的力；

F_t ——实测的力；

μ ——动力修正系数：

$$\mu = \sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \left(2\varepsilon \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

其中： ω ——作用外力的圆频率；

ω_0 ——未考虑阻尼时测力系统的自振圆频率，可通过实测确定。

ε ——测量系统的阻尼系数，可通过实测确定。

第4.4.6条 对重力墩式建筑物，应对基床护面的稳定性和底部的冲刷情况进行观察，并应根据需要确定护底的范围和尺度。

第4.4.7条 规则波试验时，应连续测定10个以上的波要素和波浪力数据，并统计其平均值、 $\frac{1}{3}$ 大值的平均值和最大值等特征值。

不规则波试验时，应连续测定100个以上的波要素和相应的波浪力数据，并根据需要提出下列成果：

一、波谱、力谱、波力传递函数、谱的主峰频、谱的各阶矩。