

指导性文件  
GUIDANCE NOTES  
GD12-2020



中国船级社

# 目标型数值水池认证指南 2020

2020年7月1日生效

北京

# 前 言

为了推动业界更多更好地应用数值水池，中国船级社制定了目标型数值水池认证指南，本指南原则上涵盖船舶与海洋工程问题所涉及的一系列水动力学技术，包括船舶快速性、船舶耐波性、船舶操纵性、海洋平台运动和载荷、螺旋桨空泡激振力、涡激振动/涡激运动等，但考虑到指南有个循序渐进逐步完善的过程，已发布的指南涵盖了船舶快速性和船舶耐波性，在此次新版指南里纳入了船舶操纵性、海洋平台运动和载荷、螺旋桨空泡激振力、涡激振动与运动等数值水池及软件系统集成相关内容。

本指南基于目标型导向，对数值水池的目标、功能性要求、质量体系、认证程序和衡准等方面做出规定，旨在对数值水池的开发、认证等提供指导。

# 目 录

<b>第 1 章 总则</b> .....	<b>1</b>
第 1 节 定义 .....	1
第 2 节 范围 .....	2
第 3 节 框架 .....	2
<b>第 2 章 目标</b> .....	<b>3</b>
第 1 节 船舶快速性数值水池 .....	3
第 2 节 船舶耐波性数值水池 .....	3
第 3 节 船舶操纵性数值水池 .....	4
第 4 节 海洋平台运动与载荷数值水池 .....	5
第 5 节 螺旋桨空泡激振力数值水池 .....	6
第 6 节 涡激振动/运动数值水池 .....	6
第 7 节 软件系统集成 .....	7
<b>第 3 章 功能性要求</b> .....	<b>8</b>
第 1 节 船舶快速性数值水池 .....	8
第 2 节 船舶耐波性数值水池 .....	8
第 3 节 船舶操纵性数值水池 .....	10
第 4 节 海洋平台运动与载荷数值水池 .....	10
第 5 节 螺旋桨空泡激振力数值水池 .....	12
第 6 节 涡激振动/运动数值水池 .....	12
第 7 节 软件系统集成 .....	13
<b>第 4 章 认证</b> .....	<b>14</b>
第 1 节 认证总则 .....	14
第 2 节 质量体系 .....	14
第 3 节 认证程序 .....	14
第 4 节 认证衡准 .....	15
<b>第 5 章 数值水池认证及体系认证</b> .....	<b>22</b>
第 1 节 定义 .....	22

---

第 2 节 认证说明 .....	22
<b>附录：《数值水池认证操作手册》 .....</b>	<b>23</b>

# 第 1 章 总则

## 第 1 节 定义

1.1.1 本指南中所用定义如下：

### (1) 数值水池

利用水动力学理论模型和数值算法，系统化编制的高效计算软件，结合先进的计算机和互联网条件，进行的在不同海洋环境条件下的船舶与海洋结构物流体动力响应过程的虚拟测量或者试验，经认证后，满足船舶与海洋工程领域研究、设计及工程应用精度的要求。

### (2) 船舶快速性数值水池

主要包括船舶阻力虚拟试验、螺旋桨敞水虚拟试验及船舶自航虚拟试验。

### (3) 船舶耐波性数值水池

主要包括船舶运动虚拟试验、波浪增阻虚拟试验、船舶横摇阻尼虚拟试验及上浪砰击虚拟试验等。

### (4) 船舶操纵性数值水池

主要包括约束模虚拟试验、船舶自由自航虚拟试验。

### (5) 海洋平台运动与载荷数值水池

主要包括针对正常作业海况平台运动虚拟试验、极端海况平台运动虚拟试验、平台自由衰减虚拟试验及平台风载-流载虚拟试验。

### (6) 螺旋桨空泡激振力数值水池

主要包括船后螺旋桨空泡虚拟试验及螺旋桨空泡激振力虚拟试验。

### (7) 涡激振动与运动数值水池

主要包括立管涡激振动虚拟试验、平台涡激运动虚拟试验。

### (8) 物理试验

包含水池试验和实船试验。

### (9) 标模

基准检验结果。

## 第 2 节 范围

### 1.2.1 范围

1.2.1.1 《目标型数值水池认证指南》(下称“指南”)描述了数值水池目标并规定了功能性要求,对船舶与海洋结构物的虚拟试验应符合这些目标和功能性要求。

## 第 3 节 框架

### 1.3.1 框架

1.3.1.1 指南框架包括三层:第I层—目标;第II层—功能性要求;第III层—认证。如图 1.3.1.1所示:

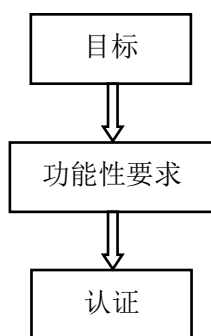


图1.3.1.1 指南框架示意图

## 第 2 章 目标

### 第 1 节 船舶快速性数值水池

#### 2.1.1 目标

2.1.1.1 船舶快速性数值水池的目标为能够部分替代物理试验，并且在当前物理试验的基础上进一步拓展功能。虚拟试验在规定的说明指引及质量管理体系下操作得当，在整个虚拟试验过程中应保持准确、精细及稳定：

(1) 部分替代物理试验是指船舶快速性数值水池可实现对水动力性能（快速性）进行前期设计阶段评估，并能进行船舶线型（快速性）优化；

(2) 规定的说明指引是指按照软件用户使用手册及虚拟试验流程的其他相关规定要求；

(3) 整个虚拟试验过程是指项目概述、数据准备、模型选取、计算参数设置、运行计算、结果输出、报告编制等全虚拟试验周期；

(4) 准确是指虚拟试验结果满足工程应用精度要求；

(5) 精细是指虚拟试验能直观反映几何模型、网格分布及流场的稳态细节；

(6) 稳定包括软件自身和计算结果的稳定，其中软件自身的稳定是指保证数值水池系统本身运行时不崩溃不死机，而计算结果的稳定是指在质量管理体系下，虚拟试验由符合资质的专业技术人员操作进行，在合理地设定计算参数后，计算应达到收敛而不发散。

### 第 2 节 船舶耐波性数值水池

#### 2.2.1 目标

2.2.1.1 船舶耐波性数值水池的目标为能够部分替代物理试验，并且在当前物理试验的基础上进一步拓展功能。虚拟试验在规定的说明指引及质量管理体系下操作得当，在整个虚拟试验过程中应保持准确、精细及稳定：

(1) 部分替代物理试验是指船舶耐波性数值水池可实现常规耐波性分析、波浪增阻预报、船舶上浪砰击载荷预报和横摇阻尼预报；

(2) 规定的说明指引是指按照软件用户使用手册及虚拟试验流程的其他相关规定要求；

(3) 整个虚拟试验过程是指项目概述、数据准备、模型选取、计算参数设置、运行计算、结果输出、报告编制等全虚拟试验周期；

(4) 准确是指虚拟试验结果满足工程应用精度要求；

(5) 针对船舶耐波性数值水池的四项虚拟试验，精细的内涵如下：

针对船舶运动虚拟试验，精细是指能够反映船舶几何模型、船舶水动力系数、船体湿表面水动压力、全浪向船舶运动 RAO、船舶周围波浪场等；

针对船舶波浪增阻虚拟试验，精细是指能够反映船舶几何模型、船舶运动 RAO、增阻 RAO、船舶水动压力场、船舶周围波浪场等；

针对船舶横摇阻尼虚拟试验，精细是指虚拟试验能够反映船舶几何模型、船舶横摇阻尼模拟的流场压力、速度分布和横摇水动力矩等；

针对船舶上浪砰击载荷虚拟试验，精细是指虚拟试验能够反映船舶几何模型、船舶上浪砰击载荷发生过程中船舶运动、波浪上浪过程、船舶上浪冲击载荷压力分布等流场细节。

(6) 稳定包括软件自身和计算结果的稳定，其中软件自身的稳定是指保证数值水池系统本身运行时不崩溃不死机，而计算结果的稳定是指在质量体系管理下，虚拟试验由符合资质的专业技术人员操作进行，在合理地设定计算参数后，计算应达到收敛而不发散。

## 第 3 节 船舶操纵性数值水池

### 2.3.1 目标

2.3.1.1 船舶操纵性数值水池的目标为能够部分替代物理试验，并且在当前物理试验的基础上进一步拓展功能。虚拟试验在规定的说明指引及质量体系管理下操作得当，在整个虚拟试验过程中应保持准确、精细及稳定：

(1) 部分替代物理试验是指船舶操纵性数值水池可实现操纵性的约束模虚拟试验、船舶自由自航虚拟试验；

(2) 规定的说明指引是指按照软件用户使用手册及虚拟试验流程的其他相关规定要求；

(3) 整个虚拟试验过程是指项目概述、数据准备、模型选取、计算参数设置、运行计算、结果输出、报告编制等全虚拟试验周期；

(4) 准确是指虚拟试验结果满足工程应用精度要求；

(5) 针对船舶操纵性数值水池的两项虚拟试验，精细的内涵如下：

针对约束模虚拟试验，精细是指能够反映出船舶几何模型、船舶运动时历、船舶受力时历、船舶水动压力场、船舶水动力导数等；针对船舶自由自航虚拟试验，精细是指能够反映

船舶几何模型、船舶运动时历、回转试验结果（包括战术直径、定常回转直径、纵距）、Z 形试验结果（第一超越角、第二超越角）、停车试验结果（纵距、横距、迹程）等。

（6）稳定包括软件自身和计算结果的稳定，其中软件自身的稳定是指保证数值水池系统本身运行时不崩溃不死机，而计算结果的稳定是指在质量体系管理下，虚拟试验由符合资质的专业技术人员操作进行，在合理地设定计算参数后，计算应达到收敛而不发散。

## 第 4 节 海洋平台运动与载荷数值水池

### 2.4.1 目标

2.4.1.1 海洋平台运动与载荷数值水池的目标为能够部分替代物理试验，并且在当前物理试验的基础上进一步拓展功能。虚拟试验在规定的说明指引及质量体系管理下操作得当，在整个虚拟试验过程中应保持准确、精细及稳定：

（1）部分替代物理试验是指海洋平台运动与载荷数值水池可实现正常作业海况平台运动计算分析、极端海况平台运动计算分析、平台静水自由衰减计算分析和平台风载-流载计算分析等；

（2）规定的说明指引是指按照软件用户使用手册及虚拟试验流程的其他相关规定要求；

（3）整个虚拟试验过程是指项目概述、数据准备、模型选取、计算参数设置、运行计算、结果输出、报告编制等全虚拟试验周期；

（4）准确是指虚拟试验结果满足工程应用精度要求；

（5）针对海洋平台运动与载荷数值水池的四项虚拟试验，精细的内涵如下：

针对作业海况平台运动虚拟试验，精细是指能够反映平台几何模型、平台水动力系数、全浪向平台运动 RAO、系泊系统张力等；

针对极端海况平台运动虚拟试验，精细是指能够反映平台几何模型、平台气隙、波浪砰击载荷、平台周围波浪场等；

针对平台自由衰减虚拟试验，精细是指虚拟试验能够反映平台几何模型、平台静水自由衰减模拟的流场压力、速度分布和自由衰减阻尼系数等；

针对平台风载-流载虚拟试验，精细是指虚拟试验能够反映平台几何模型、平台风载系数和流载系数、平台压力分布及流场细节等。

（6）稳定包括软件自身和计算结果的稳定，其中软件自身的稳定是指保证数值水池系

统本身运行时不崩溃不死机，而计算结果的稳定是指在质量体系管理下，虚拟试验由符合资质的专业技术人员操作进行，在合理地设定计算参数后，计算应达到收敛而不发散。

## 第 5 节 螺旋桨空泡激振力数值水池

### 2.5.1 目标

2.5.1.1 螺旋桨空泡激振力数值水池的目标为能够部分替代物理试验，并且在当前物理试验的基础上进一步拓展功能。虚拟试验在规定的说明指引及质量体系管理下操作得当，在整个虚拟试验过程中应保持准确、精细及稳定：

(1) 部分替代物理试验是指螺旋桨空泡激振力数值水池可实现对螺旋桨空泡性能进行前期设计阶段评估，并能实现对螺旋桨空泡形态和螺旋桨空泡激振力的预报；

(2) 规定的说明指引是指按照软件用户使用手册及虚拟试验流程的其他相关规定要求；

(3) 整个虚拟试验过程是指项目概述、数据准备、模型选取、计算参数设置、运行计算、结果输出、报告编制等全虚拟试验周期；

(4) 准确是指数值水池预报结果满足工程应用精度要求；

(5) 精细是指虚拟试验可给出任意位置螺旋桨空泡激振力以及空泡形态如体积、面积随时间的变化趋势；

(6) 稳定包括软件自身和计算结果的稳定，其中软件自身的稳定是指保证数值水池系统本身运行时不崩溃不死机，而计算结果的稳定是指在质量体系管理下，虚拟试验由符合资质的专业技术人员操作进行，在合理地设定计算参数后，计算应达到收敛而不发散。

## 第 6 节 涡激振动/运动数值水池

### 2.6.1 目标

2.6.1.1 海洋立管涡激振动数值水池的目标应能够部分替代物理试验，或对难以开展物理试验的高雷诺数、实尺寸、大长径比的情况进行模拟。针对工程设计或科学研究对于计算效率和计算精度的需求，涡激振动快速虚拟试验能够进行立管涡激振动的快速预报，提供相应的数据或曲线；针对科学研究中的计算精度和精细流场获取的需求，涡激振动精细虚拟试验能够进行立管涡激振动的精细预报，提供相应的数据、曲线或流场云图。平台涡激运动数值水池的目标应能够部分替代物理试验，或对难以进行物理试验模拟的高雷诺数、实尺寸的情况进行模拟。针对工程设计或科学研究的需求，涡激运动虚拟试验能够提供所需平台涡激

运动的相应数据或曲线。在整个数值模拟过程中应保持准确及稳定：

- (1) 部分替代物理试验是能够进行海洋立管涡激振动/平台涡激运动预报；
- (2) 整个虚拟试验过程是指项目概述、数据准备、模型构建、计算参数设置、运行计算、结果输出、报告编制等全数值模拟周期；
- (3) 准确是指数值水池预报结果满足工程设计或科学研究的要求；
- (4) 稳定包括软件自身和计算结果的稳定，其中软件自身的稳定是指保证数值水池系统本身运行时不崩溃不死机，而计算结果的稳定是指在质量体系管理下，虚拟试验由符合资质的专业技术人员操作进行，在合理地设定计算参数后，计算应达到收敛而不发散。

## 第 7 节 软件系统集成

### 2.7.1 目标

2.7.1.1 软件系统集成的目标是，将各专业系统的数值水池软件，集成为统一的软件系统，共享虚拟试验的输入数据和输出数据，并采用统一的质量管理监控标准进行软件开发和集成：

- (1) 各专业系统的数值水池软件系统，是指本指南涵盖的各数值水池软件系统；
- (2) 集成为统一的软件系统，是指将上述各软件系统，集成为一个完整的软件系统，统一管理运行；
- (3) 共享虚拟试验的输入数据和输出数据，是指在集成的系统中，各专业数值水池的软件系统，可实现输入数据和输出数据的共享；
- (4) 统一的质量管理监控标准进行开发，是指各专业数值水池的软件开发过程，遵循统一的软件开发质量管理标准；
- (5) 统一的质量管理监控标准集成，是指在集成各专业数值水池软件系统时，遵循统一的软件集成质量管理标准。

## 第 3 章 功能性要求

### 第 1 节 船舶快速性数值水池

#### 3.1.1 功能性要求

3.1.1.1 船舶快速性数值水池至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维粘流理论；
- (2) 虚拟试验选取的模拟对象（船体、螺旋桨、附体等）几何模型应与实际几何模型满足几何相似；
- (3) 虚拟试验能结合模拟对象几何曲率变化和物理流场特性实现自动化最优网格划分；
- (4) 虚拟试验选择的湍流模型应充分考虑物理流场特性；
- (5) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (6) 虚拟试验船体兴波形态与物理试验观测基本匹配；
- (7) 虚拟试验在设计工况附近的结果与物理试验结果吻合良好；
- (8) 螺旋桨敞水虚拟试验在工作点附近的结果与物理试验结果吻合良好；
- (9) 自航虚拟试验在设计工况附近的自航点转速、螺旋桨推力、扭矩值结果与物理试验结果吻合良好。

### 第 2 节 船舶耐波性数值水池

#### 3.2.1 船舶耐波性数值水池组成模块

3.2.1.1 船舶耐波性数值水池包括四项虚拟试验，分别为船舶运动虚拟试验、波浪增阻虚拟试验、船舶横摇阻尼虚拟试验和上浪砰击虚拟试验。

#### 3.2.2 船舶运动虚拟试验功能性要求

3.2.2.1 船舶运动虚拟试验至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维有航速势流理论开发；
- (2) 虚拟试验选取的船体几何模型应与实际几何模型满足几何相似；
- (3) 虚拟试验能结合模拟对象几何曲率变化和物理流场特性实现自动化最优网格划分；
- (4) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (5) 船舶波浪中运动船体附近非定常兴波场与物理试验基本匹配；
- (6) 基于船舶运动虚拟试验所预报的垂荡、纵摇、横摇运动及相对运动结果，与物理试

验结果吻合良好。

### 3.2.3 船舶波浪增阻虚拟试验功能性要求

#### 3.2.3.1 船舶波浪增阻虚拟试验至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维有航速势流理论开发；
- (2) 虚拟试验选取的船体几何模型应与实际几何模型满足几何相似；
- (3) 虚拟试验能结合模拟对象几何曲率变化和物理流场特性实现自动化最优网格划分；
- (4) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (5) 船舶波浪中运动船体附近非定常兴波场与物理试验基本匹配；
- (6) 虚拟试验在指定海况下的波浪增阻预报结果与物理试验结果吻合良好。

### 3.2.4 船舶横摇阻尼虚拟试验功能性要求

#### 3.2.4.1 船舶横摇阻尼虚拟试验至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维粘流理论算法开发；
- (2) 采用强迫横摇/自由横摇方式实现横摇阻尼获取；
- (3) 虚拟试验选取的模拟对象（船体、附体及海洋平台等）几何模型应与实际几何模型满足几何相似；
- (4) 虚拟试验能结合模拟对象几何曲率变化和物理流场特性实现自动化最优网格划分；
- (5) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (6) 虚拟试验选择的湍流模型应充分考虑物理流场特性；
- (7) 船舶横摇阻尼虚拟试验结果与物理试验结果吻合良好。

### 3.2.5 船舶上浪砰击载荷虚拟试验功能性要求

#### 3.2.5.1 船舶上浪砰击载荷虚拟试验至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维粘流理论算法开发；
- (2) 虚拟试验选取的模拟对象（船体、附体及海洋平台等）几何模型应与实体相似；
- (3) 虚拟试验能结合模拟对象几何曲率变化和物理流场特性实现自动化最优网格划分；
- (4) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (5) 虚拟试验选择的湍流模型应充分考虑物理流场特性；
- (6) 船舶上浪砰击载荷虚拟试验结果与物理试验结果吻合良好。

### 第 3 节 船舶操纵性数值水池

#### 3.3.1 船舶操纵性数值水池组成模块

3.3.1.1 船舶操纵性数值水池包括两项虚拟试验，分别为约束模虚拟试验、船舶自由自航虚拟试验。

#### 3.3.2 约束模虚拟试验功能性要求

3.3.2.1 约束模虚拟试验至少满足以下功能性要求：

(1) 基于三维粘流理论的船舶水动力导数算法开发，能够模拟斜航、纯横荡、纯摇首等运动；

(2) 虚拟试验选取的船体及舵的几何模型应与实际几何模型满足几何相似；

(3) 虚拟试验能结合模拟对象几何曲率变化和物理流场特性实现自动化最优网格划分；

(4) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；

(5) 虚拟试验选择的湍流模型应充分考虑物理流场特性；

(6) 虚拟试验得到的船舶受力结果与物理试验吻合良好。

#### 3.3.3 船舶自由自航虚拟试验功能性要求

3.3.3.1 船舶自由自航虚拟试验至少满足以下功能性要求：

(1) 基于势流理论或粘流理论的船舶操纵运动水动力算法和 MMG 模型开发；

(2) 虚拟试验使用的船体几何模型应与实际几何模型满足几何相似；

(3) 虚拟试验能结合模拟对象几何曲率变化和物理流场特性实现自动化最优网格划分；

(4) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；

(5) 虚拟试验得到的指定工况下的船舶回转试验结果（包括战术直径、定常回转直径、纵距）与物理试验吻合良好；

(6) 虚拟试验得到的指定工况下的船舶 Z 形试验结果（第一超越角、第二超越角、转首滞后时间）与物理试验吻合良好；

(7) 虚拟试验得到的指定工况下的船舶紧急停船试验结果（纵距、横距、迹程）与物理试验吻合良好。

### 第 4 节 海洋平台运动与载荷数值水池

#### 3.4.1 海洋平台运动与载荷数值水池组成模块

3.4.1.1 海洋平台运动与载荷数值水池包括四项虚拟试验，分别为正常作业海况平台运

动虚拟试验、极端海况平台运动虚拟试验、平台静水自由衰减虚拟试验和平台风载-流载虚拟试验。

#### 3.4.2 正常作业海况平台运动虚拟试验功能性要求

3.4.2.1 正常作业海况平台运动虚拟试验至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维势流理论算法开发；
- (2) 虚拟试验选取的平台几何模型应与实际几何模型满足几何相似；
- (3) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (4) 平台附近波浪场模拟与物理试验基本匹配；
- (5) 平台运动预报结果与物理试验结果吻合良好。

#### 3.4.3 极端海况平台运动虚拟试验功能性要求

3.4.3.1 极端海况平台运动虚拟试验至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维粘流算法开发；
- (2) 虚拟试验选取的平台几何模型应与实际几何模型满足几何相似；
- (3) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (4) 平台附近波浪场模拟与物理试验基本匹配；
- (5) 平台波浪砰击载荷计算结果与物理试验结果吻合良好。

#### 3.4.4 平台静水自由衰减虚拟试验功能性要求

3.4.4.1 平台静水自由衰减虚拟试验至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维粘流算法开发；
- (2) 虚拟试验选取的平台几何模型应与实际几何模型满足几何相似；
- (3) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (4) 虚拟试验选择的湍流模型应充分考虑物理流场特性；
- (5) 平台静水自由衰减虚拟试验结果与物理试验结果吻合良好。

#### 3.4.5 平台风载-流载虚拟试验功能性要求

3.4.5.1 平台风载-流载虚拟试验至少满足以下功能性要求：

- (1) 基于三维粘流算法开发；
- (2) 虚拟试验选取的平台几何模型应与实际几何模型满足几何相似；
- (3) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助功能；
- (4) 虚拟试验选择的湍流模型应充分考虑物理流场特性；
- (5) 平台风载-流载虚拟试验结果与物理试验结果吻合良好。

## 第 5 节 螺旋桨空泡激振力数值水池

### 3.5.1 功能性要求

3.5.1.1 螺旋桨空泡激振力数值水池至少满足以下功能性要求：

(1) 虚拟试验选取的模拟对象（船体、螺旋桨）几何模型应与实际几何模型满足几何相似；

(2) 虚拟试验能结合模拟对象几何曲率变化和物理流场特性实现自动化最优网格划分；

(3) 虚拟试验选择的湍流模型应充分考虑物理流场特性；

(4) 虚拟试验应具备较高的计算效率，并具备专家智慧辅助以实现高度自动化；

(5) 虚拟试验螺旋桨空泡形态与物理模型试验观测结果吻合良好；

(6) 螺旋桨激振力虚拟试验结果和模型试验结果吻合良好。

## 第 6 节 涡激振动/运动数值水池

### 3.6.1 涡激振动虚拟试验功能性要求

3.6.1.1 海洋立管涡激振动数值水池的快速虚拟试验至少满足以下功能性要求：

(1) 基于数据库和结构动力学响应理论开发；

(2) 可基于垂直立管模型，进行钢质海洋立管的涡激振动分析；

(3) 可进行海洋立管的模态分析，给出各阶的固有频率和振型；

(4) 可进行海洋立管涡激振动的频域响应计算，获得位移、速度、加速度等均方根结果；

(5) 海洋立管的涡激振动分析可给出横流向涡激振动的结果；

(6) 可进行海洋立管的多种边界条件模拟，如铰接、固支、弹性边界等。

3.6.1.2 海洋立管涡激振动数值水池的精细虚拟试验至少满足以下功能性要求：

(1) 基于粘流理论开发；

(2) 可基于垂直立管模型，进行钢质海洋立管的涡激振动分析；

(3) 可进行海洋立管涡激振动的时域响应计算，获得位移、流体力等时历结果；

(4) 海洋立管的涡激振动分析可给出横流向和顺流向涡激振动的结果。

### 3.6.2 涡激运动数值模拟功能性要求

3.6.2.1 平台涡激运动数值水池的虚拟试验至少满足以下功能性要求：

(1) 基于三维粘流理论开发；

(2) 可进行平台在不同吃水、不同海流方向作用下的涡激运动分析, 给出运动响应、流体力的时历数据;

(3) 可获得建立平台涡激运动幅值/立柱直径曲线 (A/D 曲线) 所需的相关数据;

(4) 可对含螺旋列板的平台涡激运动进行模拟。

## 第 7 节 软件系统集成

### 3.7.1 功能性要求

3.7.1.1 软件系统集成至少满足以下功能性要求:

(1) 数值水池软件开发应遵循的质量管理监控要求;

(2) 软件系统集成应遵循软件系统集成的必要性标准和规范;

(3) 软件系统集成应遵循软件系统集成的推荐性标准和规范;

(4) 软件集成系统的整体架构合理可行, 能较好地集成各专业数值水池软件, 具有良好的适应性和可维护性;

(5) 软件集成系统的数据管理架构合理可行, 能满足各专业数值水池软件的数据管理要求, 具有良好的适应性和可维护性。

## 第 4 章 认证

### 第 1 节 认证总则

#### 4.1.1 认证总则

4.1.1.1 数值水池认证的申请方原则上应建立软件开发的质量管理体系并接受认证方的过程审核。开发的软件应符合本指南中的功能性要求和认证衡准，根据认证程序进行认证。

### 第 2 节 质量体系

#### 4.2.1 质量体系

4.2.1.1 软件开发方应参照权威的质量管理体系文件建立自身的软件开发质量体系，并申请认证方的审核。

### 第 3 节 认证程序

#### 4.3.1 总体流程

4.3.1.1 数值水池系统认证主要分两步实施，即数值水池系统各模块软件开发过程的质量管理监控和最终开发完毕的数值水池系统的认证。在申请方申请认证前，申请方应对最终开发完毕的数值水池系统进行自评，即按相关认证衡准要求的各项逐一自评后确认，并提交给认证方自评报告。

#### 4.3.2 质量管理监控认证

4.3.2.1 按照认证方软件开发质量管理程序要求，数值水池认证的申请方应向认证方提交软件开发过程文件以供审核，具体文件清单见附录《数值水池认证操作手册》2.1 章节，认证方根据《目标型数值水池认证指南》进行审核认证。

#### 4.3.3 数值水池系统认证

4.3.3.1 对于最终开发完毕的数值水池系统，数值水池认证的申请方应向认证方提交软件（如适用）及相关文件以供审核认证方，具体文件清单见附录《数值水池认证操作手册》2.2 章节，认证方根据《目标型数值水池认证指南》进行审核认证。

## 第 4 节 认证衡准

### 4.4.1 船舶快速性数值水池认证衡准

#### 4.4.1.1 船舶快速性数值水池认证衡准如下：

- (1) 虚拟试验选取的船模应具有代表性，认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.4 章节；
- (2) 虚拟试验选取的船体及螺旋桨几何模型应与实体模型一致，包括几何形状、尺寸等要素，同时保证舵和桨与船体的相对位置准确；
- (3) 虚拟试验网格模型布局应涵盖全局网格尺度和布局、局部网格尺度和布局（包括自由面、船艏、船艉、船体附近等）、边界层网格尺度和布局等；
- (4) 虚拟试验采用的边界条件应能反映真实的物理试验边界的影响；
- (5) 虚拟试验算法应涵盖主流的湍流模型，包括  $k-\varepsilon$  系列、 $k-\omega$  系列及 Reynolds Stress 等；
- (6) 虚拟试验算法应包含多种时间步长的设置策略；
- (7) 虚拟试验应涵盖速度压力耦合方式及数值离散格式的设置策略；
- (8) 虚拟试验结果应与物理水池试验（含标模）进行比对；
- (9) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对（如有时）；
- (10) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对（如有时）；
- (11) 认证船型在设计工况附近的阻力虚拟试验结果与物理试验结果的误差应在 3% 以内；
- (12) 认证船型在工作点附近的螺旋桨敞水虚拟试验结果与物理试验结果的误差应在 3% 以内；
- (13) 认证船型在设计工况附近的自航点转速、螺旋桨推力、扭矩值虚拟测量与物理试验结果的误差应在 5% 以内。

### 4.4.2 船舶耐波性数值水池认证衡准

#### 4.4.2.1 船舶运动虚拟试验认证衡准如下：

- (1) 虚拟试验选取的船模应具有代表性，认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.4 章节；
- (2) 虚拟试验选取的船体几何模型需与实体模型一致，包括几何形状、尺寸等要素；
- (3) 虚拟试验策略性分析应涵盖计算域大小、网格类型、时间步长等；

- (4) 虚拟试验结果应与物理水池试验（含标模）进行比对；
- (5) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对（如有时）；
- (6) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对（如有时）；
- (7) 虚拟试验认证船型的垂荡、纵摇、横摇运动及相对运动进行数值预报，与物理试验结果的误差在 20% 以内。

#### 4.4.2.2 船舶波浪增阻虚拟试验认证衡准如下：

- (1) 虚拟试验选取的船模应具有代表性，认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.3 章节；
- (2) 虚拟试验选取的船体几何模型需与实体模型一致，包括几何形状、尺寸等要素；
- (3) 虚拟试验策略性分析应涵盖计算域大小、网格类型、时间步长等；
- (4) 虚拟试验结果应与物理水池试验（含标模）进行比对；
- (5) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对（如有时）；
- (6) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对（如有时）；
- (7) 虚拟试验对认证船型的波浪增阻进行数值预报，与物理试验结果的误差在 15% 以内；
- (8) 如适用，虚拟试验对认证船型的船舶失速（ $f_w$ ）进行数值预报，与物理试验结果的误差在 10% 以内。

#### 4.4.2.3 船舶横摇阻尼虚拟试验认证衡准如下：

- (1) 虚拟试验选取的船模应具有代表性，认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.3 章节；
- (2) 虚拟试验选取的船体几何模型需与实体模型一致，包括几何形状、尺寸等要素，同时保证舵龙骨等附体与船体的相对位置准确；
- (3) 虚拟试验网格模型布局需涵盖内域的全局网格尺度、局部网格尺度（包括自由面、船艏、船艉、船体及附体附近等）、边界层网格尺度和外域的全局网格尺度、局部网格尺度等；
- (4) 虚拟试验采用的边界条件应能反映真实的物理试验边界的影响；
- (5) 虚拟试验算法应涵盖主流的湍流模型，包括  $k-\varepsilon$  系列、 $k-\omega$  系列及 Reynolds Stress 等；
- (6) 虚拟试验算法应包含多种时间步长的设置策略；
- (7) 虚拟试验算法应涵盖速度压力耦合方式及数值离散格式的设置策略；

- (8) 虚拟试验结果应与物理水池试验（含标模）进行比对；
- (9) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对（如有时）；
- (10) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对（如有时）；
- (11) 虚拟试验对认证船型的横摇阻尼进行数值预报，与物理试验的结果误差在 10% 以内。

#### 4.4.2.4 船舶上浪砰击载荷虚拟试验认证衡准如下：

(1) 虚拟试验选取的船模应具有代表性，认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.3 章节；

(2) 虚拟试验选取的船体几何模型需与实体模型一致，包括几何形状、尺寸等要素，同时保证舳龙骨、舵和桨与船体的相对位置准确；

(3) 虚拟试验网格模型布局需涵盖内域的全局网格尺度、局部网格尺度（包括自由面、船艏、船艉、船体及附体附近等）、边界层网格尺度和外域的全局网格尺度、局部网格尺度等；

(4) 虚拟试验采用的边界条件应能反映真实的物理试验边界的影响；

(5) 虚拟试验算法应涵盖主流的湍流模型，包括  $k-\epsilon$  系列、 $k-\omega$  系列及 Reynolds Stress 等；

(6) 虚拟试验算法应包含多种时间步长的设置策略；

(7) 虚拟试验算法应涵盖速度压力耦合方式及数值离散格式的设置策略；

(8) 虚拟试验结果应与物理水池试验（含标模）进行比对；

(9) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对（如有时）；

(10) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对（如有时）；

(11) 虚拟试验对认证船型的上浪砰击载荷进行数值预报，与物理试验的结果误差在 20% 以内。

#### 4.4.3 船舶操纵性数值水池认证衡准

##### 4.4.3.1 约束模虚拟试验认证衡准如下：

(1) 虚拟试验选取的船模应具有代表性，认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.4 章节；

(2) 虚拟试验使用的船体几何模型应与实体模型一致，包括几何形状、尺寸等要素；

(3) 虚拟试验的网格模型布局应涵盖全局网格尺度和布局、局部网格尺度和布局（包括船艏、船艉、船体附近等）、边界层网格尺度和布局、自由面（如有时）的网格布局等；

- (4) 虚拟试验采用的边界条件应能反映真实的物理试验边界的影响;
- (5) 虚拟试验算法应涵盖主流的湍流模型, 包括  $k-\varepsilon$  系列、 $k-\omega$  系列及 Reynolds Stress 等;
- (6) 虚拟试验算法应包含多种时间步长的设置策略;
- (7) 虚拟试验应涵盖速度压力耦合方式及数值离散格式的设置策略;
- (8) 虚拟试验结果应与物理水池试验 (含标模) 进行比对;
- (9) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对 (如有时);
- (10) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对 (如有时);
- (11) 虚拟试验对认证船型的斜航、纯横荡、纯摇首等运动的船舶受力进行数值预报, 结果与物理试验结果的误差应在 15% 以内。

#### 4.4.3.2 船舶自由自航虚拟试验认证衡准如下:

- (1) 虚拟试验选取的船模应具有代表性, 认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.4 章节;
- (2) 虚拟试验使用的船体几何模型需与实体模型一致, 包括几何形状、尺寸等要素;
- (3) 虚拟试验策略性分析应涵盖计算域大小, 网格类型, 时间步长等;
- (4) 虚拟试验结果应与物理水池试验 (含标模) 进行比对;
- (5) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对 (如有时);
- (6) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对 (如有时);
- (7) 对认证船型的  $35^\circ$  回转试验进行预报, 得到的定常回转直径与物理试验的误差在 0.5 倍垂线间长以内;
- (8) 虚拟试验对认证船型的  $10^\circ/10^\circ$  及  $20^\circ/20^\circ Z$  形试验进行预报,  $10^\circ/10^\circ Z$  形试验的结果与物理试验结果的误差在  $2^\circ$  以内,  $20^\circ/20^\circ Z$  形试验的结果与物理试验结果的误差在  $3^\circ$  以内;
- (9) 虚拟试验对认证船型的紧急停船试验进行数值预报, 结果与物理试验结果的误差在 30% 以内。

#### 4.4.4 海洋平台运动与载荷数值水池认证衡准

##### 4.4.4.1 正常作业海况平台运动虚拟试验认证衡准如下:

- (1) 虚拟试验选取的模型应具有代表性, 认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.4 章节;
- (2) 虚拟试验选取的平台几何模型需与实体模型一致, 包括几何形状、尺寸等要素;

- (3) 虚拟试验策略性分析应涵盖计算域大小, 网格类型, 时间步等;
- (4) 虚拟试验结果应与物理水池试验 (含标模) 进行比对;
- (5) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对 (如有时);
- (6) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对 (如有时);
- (7) 顶浪和正横浪条件下, 平台垂荡、纵摇和横摇频响函数 RAO 幅值计算精度与国际公认软件 (如 AQWA, HydroStar) 相当, 计算结果与标模试验数据相比平均误差在 10% 以内。

#### 4.4.4.2 极端海况平台运动虚拟试验认证衡准如下:

- (1) 虚拟试验选取的模型应具有代表性, 认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.3 章节;
- (2) 虚拟试验选取的平台几何模型需与实体模型一致, 包括几何形状、尺寸等要素;
- (3) 虚拟试验策略性分析应涵盖计算域大小, 网格类型, 时间步长等;
- (4) 虚拟试验结果应与物理水池试验 (含标模) 进行比对;
- (5) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对 (如有时);
- (6) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对 (如有时);
- (7) 针对典型半潜式平台, 波浪砰击计算结果与模型试验数据相比, 平均误差在 30% 以内。

#### 4.4.4.3 平台静水自由衰减虚拟试验认证衡准如下:

- (1) 虚拟试验选取的模型应具有代表性, 认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.3 章节;
- (2) 虚拟试验选取的平台几何模型需与实体模型一致, 包括几何形状、尺寸等要素;
- (3) 虚拟试验策略性分析应涵盖计算域大小, 网格类型, 时间步长等;
- (4) 虚拟试验采用的边界条件应能反映真实的物理试验边界的影响;
- (5) 虚拟试验算法应涵盖主流的湍流模型, 包括 k- $\epsilon$  系列、k- $\omega$  系列及 Reynolds Stress 等;
- (6) 虚拟试验结果应与物理水池试验 (含标模) 进行比对;
- (7) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对 (如有时);
- (8) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对 (如有时);

#### 4.4.4.4 平台风载-流载虚拟试验认证衡准如下:

- (1) 虚拟试验选取的模型应具有代表性, 认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.3

章节；

- (2) 虚拟试验选取的平台几何模型需与实体模型一致，包括几何形状、尺寸等要素；
- (3) 虚拟试验策略性分析应涵盖计算域大小，网格类型，时间步长等；
- (4) 虚拟试验采用的边界条件应能反映真实的物理试验边界的影响；
- (5) 虚拟试验算法应涵盖主流的湍流模型，包括 k- $\epsilon$  系列、k- $\omega$  系列及 Reynolds Stress

等；

- (6) 虚拟试验结果应与物理水池试验（含标模）进行比对；
- (7) 虚拟试验结果与国际公认软件进行交叉比对（如有时）；
- (8) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对（如有时）。

#### 4.4.5 螺旋桨空泡激振力数值水池认证衡准

##### 4.4.5.1 螺旋桨空泡激振力数值水池认证衡准如下：

- (1) 选取的模型应具有代表性，认证数量见附录《数值水池认证操作手册》2.4 章节；
- (2) 选取的船体及螺旋桨几何模型应与实体模型一致，同时保证舵和桨与船体的相对位置准确；

置准确；

- (3) 数值水池模拟结果应与物理水池试验（含标模）进行比对；
- (4) 数值水池模拟结果与国际公认软件进行交叉比对（如有时）；
- (5) 数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对（如有时）；
- (6) 虚拟试验对认证船型在设计工况附近的空泡激振力一阶量的结果与物理模型试验

结果的误差应在 15% 以内。

#### 4.4.6 涡激振动/运动数值水池认证衡准

##### 4.4.6.1 海洋立管涡激振动数值水池的快速虚拟试验的认证衡准如下：

- (1) 适用的海洋立管长径比（长度/直径）不小于 1000，雷诺数不小于  $10^6$ ；
- (2) 虚拟试验对频率和位移均方根的预报精度不低于公认的软件（如 Shear7）的预报

精度；

(3) 虚拟试验的分析结果与相应模型试验结果对比，频率预报误差在 20% 以内，均方根位移预报误差在 35% 以内。

##### 4.4.6.2 海洋立管涡激振动精细虚拟试验的认证衡准如下：

- (1) 适用的海洋立管长径比（长度/直径）不小于 1000，雷诺数不小于  $10^6$ ；
- (2) 虚拟试验对频率和位移均方根的预报精度不低于公认的软件（如 FLUENT）的预报

精度；

(3) 虚拟试验的分析结果与相应模型试验结果对比, 频率预报误差在 15% 以内, 均方根位移预报误差在 20% 以内。

4.4.6.3 平台涡激运动数值水池的虚拟试验认证衡准如下:

(1) 适用的平台吃水深度与立柱直径之比(深度/直径)不小于 10, 雷诺数不小于  $10^7$ ;

(2) 虚拟试验对频率和位移均方根的预报精度不低于公认的软件(如 FLUENT)的预报精度;

(3) 虚拟试验的分析结果与相应模型试验结果对比, 频率预报误差在 10% 以内, 均方根位移预报误差在 15% 以内。

#### 4.4.7 软件系统集成认证衡准

4.4.7.1 软件系统集成认证衡准如下:

(1) 各软件系统的开发过程完整, 应具有这些技术文档:

软件需求分析报告、软件开发计划报告、软件需求与开发计划评审报告(如有时)、软件开发外协合同(如有时)、软件需求与开发计划变更说明(如有时)、软件系统设计报告、软件开发进度报告、软件开发的阶段评审报告(如有时)、软件测试报告、软件试用前的评审报告、软件试用及完善报告;

(2) 在软件系统集成时, 应具有这些技术和管理文档:

系统集成的必要性标准和规范、系统集成的推荐性标准和规范、软件集成系统架构设计文档、软件集成系统数据管理架构设计文档、各软件系统集成过程质量监控管理文档;

(3) 软件集成系统运行测试和结果说明文档。

## 第 5 章 数值水池认证及体系认证

### 第 1 节 定义

#### 5.1.1 定义

5.1.1.1 数值水池体系是由一套成熟完善的质量管理体系、一批符合资质的专业技术人员、一整套利用先进的水动力学理论模型和精细数值算法而系统化编制的高效计算软件所组成的体系。

5.1.1.2 认证系指对 1.1.1 (1) 所指数值水池的认证或 5.1.1.1 所指的数值水池体系的认证。认证程序符合附录《数值水池认证操作手册》。

### 第 2 节 认证说明

#### 5.2.1 认证说明

5.2.1.1 本指南是旨在对数值水池体系各组成要素进行认证，具体认证细则见附录《数值水池认证操作手册》。

## 附录：《数值水池认证操作手册》

### 第一章 目的与意义

#### 第 1 节 目的

##### 1.1.1 目的

1.1.1.1 本手册规定了中国船级社执行数值水池认证的具体要求和做法，并保证认证工作质量。

#### 第 2 节 定义

1.2.1 本手册中所用定义如下：

##### (1) 认证申请方

申请中国船级社进行数值水池认证的单位或个人。

## 第 2 章 认证程序

### 第 1 节 一般要求

#### 2.1.1 一般要求

数值水池认证主要分两步实施,即数值水池各模块软件开发过程的质量管理监控和最终开发完毕的数值水池系统的认证。

### 第 2 节 质量管理监控认证

#### 2.2.1 质量管理监控认证

2.2.1.1 对于软件开发和集成过程的质量管理监控认证,按照 CCS 软件开发质量管理程序要求,认证申请方应提交下列文件给 CCS 以供审核:

- (1) 软件需求分析报告;
- (2) 软件开发计划报告;
- (3) 软件需求与开发计划评审报告,含根据评审结果的修改说明(如有时);
- (4) 软件开发外协合同(如有时);
- (5) 软件需求与开发计划变更说明(如有时);
- (6) 软件系统设计报告;
- (6) 软件开发进度报告;
- (7) 软件开发的阶段评审报告(如有时);
- (8) 完整的软件测试报告;
- (9) 软件试用前的评审报告;
- (10) 软件试用及完善报告;
- (11) 如涉及软件系统集成,需提交软件集成过程质量管理监控文档,包括:软件运行环境标准;软件集成标准规范;系统架构设计报告、数据与接口规范、系统集成测试报告等;
- (12) 软件用户使用手册。

### 第 3 节 数值水池系统认证

#### 2.3.1 数值水池系统认证

2.3.1.1 对于最终开发完毕的数值水池系统,认证申请方应按照“目标型数值水池认证指南”的要求提交以下文件以供审核:

- (1) 认证申请方的简介;
- (2) 认证申请方信息表,见表 2.3.1;
- (3) 认证申请方人员资质说明,包含人员清单、人员满足认证申请方场所文件的管理要求、专业人员资质(高工、研究员等)的证明等;
- (4) 所使用相关硬件系统(包括专用设备等)的清单及此类硬件系统的操作指南;
- (5) 提交认证的数值水池系统的自评报告,即按指南要求的各项逐一自评后确认;
- (6) 提交认证的数值水池系统的计算原理报告;

(7) 提交认证的数值水池系统的计算认证报告, 应涵盖以下内容: ①数值水池系统计算结果与物理水池试验的比对; ②数值水池系统计算结果与国际公认软件的交叉比对 (如有时); ③数值水池系统计算结果与经本指南认证过的数值水池系统的交叉比对 (如有时)。

(8) 提交认证的数值水池系统的软件用户使用手册;

(9) 提交认证的数值水池系统的测试版软件 (如要求);

(10) 其他机构的批准/认可证明 (如有时)。

表 2.3.1 认证申请方信息表

认证申请方信息	
单位名称:	
指定的单一联系人信息	姓名:
	职务:
	地址:
	电话:
	传真:
	E-mail:
提交认证覆盖范围: 船舶快速性数值水池 ( ) 船舶耐波性数值水池 ( ) 船舶操纵性数值水池 ( ) 海洋平台运动与载荷数值水池 ( ) 螺旋桨空泡激振力数值水池 ( ) 涡激振动/涡激运动数值水池 ( ) 软件系统集成 ( )	

## 第 4 节 颁发的认证文件说明

### 2.4.1 颁发的认证文件说明

2.4.1.1 认证文件型式与物理试验方式相关, 物理试验方式包含模型试验和实船试验两种。认证文件将标注数值水池系统的适用范围, 如船型、尺度范围、航速范围和环境条件。适用范围的具体界定由申请方提交的用于认证的除至少一条标模之外的物理试验样本决定, 对任意单一船型最低样本数不少于 6 艘 (如适用)。

2.4.1.2 满足模型尺度计算功能的数值水池认证标志定义为模型尺度数值水池, 下属六个数值水池模块, 见表 2.4.1。

2.4.1.3 满足实尺度计算功能的数值水池认证标志定义为实尺度数值水池, 下属六个数值水池模块, 见表 2.4.1。

表 2.4.1 认证标志定义

模型尺度数值水池	船舶快速性
	船舶耐波性
	船舶操纵性
	海洋平台运动与载荷
	螺旋桨空泡激振力
	涡激振动/涡激运动

实尺度数值水池	船舶快速性
	船舶耐波性
	船舶操纵性
	海洋平台运动与载荷
	螺旋桨空泡激振力
	涡激振动/涡激运动

2.4.1.4 按功能对“船舶快速性数值水池”模块细分，见表 2.4.2。

表 2.4.2 “船舶快速性数值水池”模块

船舶快速性	阻力	裸船体	姿态约束
			姿态自由
		带附体	姿态约束
			姿态自由
	螺旋桨敞水		
	自航		

2.4.1.5 按功能对“船舶耐波性数值水池”模块细分，见表 2.4.3。

表 2.4.3 “船舶耐波性数值水池”模块

船舶耐波性	船舶运动	势流	频域	无航速
				有航速
			时域	无航速
				有航速
		粘流		
		波浪增阻	势流	频域
	有航速			
	时域			无航速
				有航速
	粘流			
	横摇阻尼		势流	
			粘流	
上浪砰击载荷		势流		
		粘流		

2.4.1.6 按功能对“船舶操纵性数值水池”模块细分，见表 2.4.4。

**表 2.4.4 “船舶操纵性数值水池”模块**

船舶操纵性	约束模	粘流		斜航
				纯横荡
				纯摇首
				其他 <sup>1</sup>
	自由自航	势流	三自由度/ 四自由度	回转试验
				Z 形试验
		粘流	三自由度/ 四自由度	回转试验
				Z 形试验
停船试验				

注：1. “其他”是指除了斜航、纯横荡、纯摇首之外，约束模数值水池适用的其他预报功能，包括纯纵荡、横荡摇首耦合、纯横摇，以及支持带舵角、带横倾等，审核发证时按实际审核验证适用的功能模块发证。

2.4.1.7 按功能对“海洋平台运动与载荷数值水池”模块细分，见表 2.4.5。

**表 2.4.5 “海洋平台运动与载荷数值水池”模块**

海洋平台运动与载荷	正常作业海况平台运动	势流	频域	无航速
	极端海况平台运动	粘流	时域	无航速
	平台静水自由衰减	粘流	时域	无航速
	平台风载-流载	粘流	时域	无航速

2.4.1.8 按功能对“螺旋桨空泡激振力数值水池”模块细分，见表 2.4.6。

**表 2.4.6 “螺旋桨空泡激振力数值水池”模块**

螺旋桨空泡激振力	空泡形态	势流		
		粘流		
	空泡激振力	势流		
		粘流		

2.4.1.9 按功能对“涡激振动/涡激运动数值水池”模块细分，见表 2.4.7。

**表 2.4.7 “涡激振动/涡激运动数值水池”模块**

涡激振动/涡激运动	立管涡激振动	快速智能求解：基于经验系数的频域分析
		精细智能求解：基于计算流体力学的时域分析
	平台涡激运动	智能求解：基于计算流体力学的时域分析

2.4.1.10 按功能对“软件系统集成”模块细分，见表2.4.8。

表 2.4.8 “软件系统集成”模块

软件系统集成	各模块的子系统	软件需求
		软件设计和开发
		软件测试
	软件整体系统	系统架构和数据接口设计开发
		系统集成
		系统测试

## 第 5 节 审核发证

### 2.5.1 审核组

2.5.1.1 每个数值水池模块审核组专家人数为 3-5 人，审核组专家人员由 CCS 专业技术人员组成。审核组专家按照 CCS 软件开发质量管理程序对提交的质量管理监控文件进行审核，并按照“目标型数值水池认证指南”对提交的数值水池系统文件进行审核。

### 2.5.2 外部专家评审组（如设置）

2.5.2.1 数值水池模块外部专家评审组专家人数为 3-5 人，外部专家评审组专家人员由外部专家组成，申请方应在认证前提交避嫌外部专家评审组专家名单，外部专家评审组专家负责对审核组提供的技术文件给出评审意见。

### 2.5.3 发证

2.5.3.1 在审核组完成对认证申请方提交的文件审核合格后，CCS 按照 2.4.1.2-2.4.1.10 签发相应等级的数值水池认证证书和/或报告，例如：对于“船舶耐波性”子模块“船舶运动”，如果具有对实船进行有航速势流时域计算的功能并通过专家组审核合格后，则签发“实尺度数值水池—船舶耐波性—船舶运动—势流—时域—有航速”认证证书和/或报告，其余类推。认证证书和/或报告模板见本手册附件。

2.5.3.2 认证证书和/或报告应清楚标明数值水池系统服务类型和范围以及任何限制条件，符合条件的认证申请方将登记在 CCS 认可的数值水池名录中。

## 第 3 章 维护性认证和取消认证

### 第 1 节 维护性认证

#### 3.1.1 维护性认证

3.1.1.1 如果对已核准的数值水池系统做出变更，如技术向耦合模拟及精细模拟发展的软件换版等，应向 CCS 申请维护性认证，审核通过后 CCS 重新核发相关认证文件。

### 第 2 节 取消认证

#### 3.2.1 取消认证

3.2.1.1 下列情况可取消认证：

- (1) 结果报告不当；
- (2) 审核组发现该机构已批准的数值水池系统存在缺陷且没有采取妥善的纠正措施；
- (3) 认证申请方未能向 CCS 通知上述 3.1.1 中的变更；
- (4) 经确认存在故意作为或不为。

3.2.1.2 CCS 保留取消认证的权利。

3.2.1.3 认证被取消后，只有认证申请方纠正了不符合项目且经 CCS 确认纠正措施已有效实施，才可申请重新认证。

## 认证证书/报告模板



## 认证证书/报告

认证申请方：xxxxxxx

认证产品名称：船舶耐波性数值水池—船舶运动

中国船级社根据《目标型数值水池认证指南》（2020），对认证申请方提交的“船舶耐波性数值水池—船舶运动”（版本号）进行了严格的审核认证，经审核合格并签发本证书/报告：

- 1、适用于 XX 船型；
- 2、适用于 XX-XX 航速范围；
- 3、适用于波浪环境（包含规则波和不规则波）；
- 4、仅适用于船模；
- 5、采用势流时域理论方法；
- 6、能解决无航速及有航速问题。

本证书有效期为 3 年，有效期满后认证申请方可申请重新认证，如在有效期内该数值水池系统发生变更，如技术向耦合模拟及精细模拟发展的软件换版等，认证申请方应向中国船级社申请维护性认证，审核通过后中国船级社重新核发相关认证文件。

签发机构/签名：

签发日期：

有效期至：