

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 189—2025

船舶结构 CAE 软件波浪载荷输出和 加载要求

Wave load output and loading requirements of CAE software for ship structure



2025-09-11 发布

2025-10-01 实施

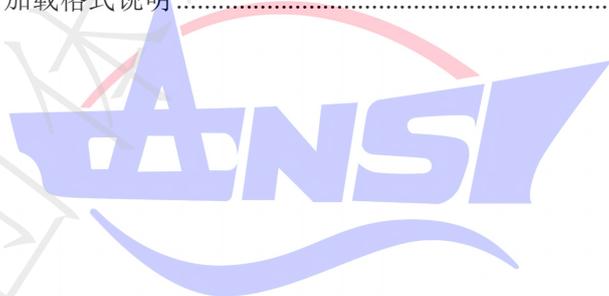
中国船舶工业行业协会 发布

全国团体标准信息平台



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 载荷输出	1
4.1 一般要求	1
4.2 浮体剖面载荷	1
4.3 流体压力	2
5 载荷加载	2
5.1 节点/网格	2
5.2 流体结果	2
5.3 加载方式	2
5.4 加载过程	3
附录 A（资料性） 剖面载荷格式说明	4
附录 B（资料性） 载荷加载格式说明	5



前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《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。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会提出。

本文件由中国船舶工业行业协会归口。

本文件起草单位：中国船舶科学研究中心、中船奥蓝托无锡软件技术有限公司、中国船级社、中国船舶集团有限公司综合技术经济研究院、招商局工业科技（上海）有限公司。

本文件主要起草人：王思雨、倪歆韵、李敏、李云骧、王丽荣、胡杰鑫、王明皓、李巧平、曹辰泽、毛紫浩、刘盛。



船舶结构 CAE 软件波浪载荷输出和加载要求

1 范围

本文件规定了船舶结构CAE软件波浪载荷输出和加载要求。
本文件适用于船舶结构CAE软件波浪载荷数据的加载和处理。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

点云 **point cloud**

空间中点的数据集,表示三维形状或对象,除了包括基本的三维坐标外,还包括对应点的物理信息。

3.2

波浪载荷 **wave loads**

由海洋上波浪诱导作用于船体结构上的载荷。

3.3

网格映射 **mesh mapping**

将流体网格节点上的物理信息通过映射算法转换至结构有限元网格。

4 载荷输出

4.1 一般要求

波浪载荷包括船体横剖面位置处的剖面载荷和船体湿表面上的流体压力,波浪载荷数值应以科学计数法给出,并保留不少于3位有效数字。

4.2 剖面载荷

4.2.1 输出类型

剖面载荷的输出内容分为:

- a) 特定波浪频率下载荷;
- b) 特定剖面处载荷。

4.2.2 特定波浪频率下载荷

特定波浪频率下载荷是指输出特定波浪频率下按照浮体长度方向输出计算的剖面载荷,输出内容应包括浮体剖面三个方向剪力幅值(N 、 SF_y 、 SF_z)、三个方向弯矩幅值(TM 、 BM_y 、 BM_z)以及相应的相位(Phase),剪力和弯矩方向见图1,输出格式见附录A。

4.2.3 特定剖面处载荷

特定剖面处载荷输出是指输出特定剖面处所有计算频率下的剖面载荷,输出内容应包括浮体剖面三个方向剪力幅值(N 、 SF_y 、 SF_z)、三个方向弯矩幅值(TM 、 BM_y 、 BM_z)以及相应的相位(Phase),剪力和弯矩方向见图1,输出格式见附录A。

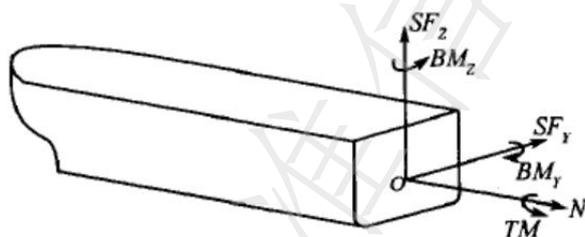


图1 剖面载荷示意图

4.3 流体压力

流体压力的输出根据计算方法不同分为两种:

- a) 时域压力,应包括计算时刻、点位置坐标、压力值等,输出格式见附录B;
- b) 频域压力,应包括计算点位置坐标,压力实部、虚部,设计波相位等,输出格式见附录B。

5 载荷加载

5.1 节点/网格

流体网格上的物理量应通过船舶结构CAE软件中映射关系转换至浮体有限元网格。

5.2 流体结果

流体结果包括流体压力和作用点信息,具体应包括:

- a) 多个工况或者计算时刻点。
- b) 流体结果位置选择网格用节点,由结构CAE软件自动转换为节点结果。
- c) 流体结果物理量:时域结果为瞬态时域结果,仅传递压强;频域结果按浪向、工况传递压强及结构重心的加速度。

5.3 加载方式

压力加载以文件传递,文本应可读,文件名根据计算信息确定,文件格式见附录B。

5.4 加载过程

5.4.1 流体求解器输出压力载荷：

- a) 根据船体位置提取流体载荷计算的浮体表面组成一个面单元组，确保面单元法相指向浮体内部；
- b) 将体单元中心压强 P 外插到流体计算面单元节点。时域流体载荷直接外插得到目标时刻下压力值，频域流体载荷按频率 ω 、浪向 θ 和设计波相位 β 分工况存储每个节点 n 的实部 R_n 和虚部 I_n ，其中 β 对应主控载荷达到最大时对应的入射波相位。

5.4.2 结构求解器导入载荷文件并进行网格映射：

- a) 流体与结构计算单位转换，在结构 CAE 软件中设置接受面，完成网格映射，将流体数据传递到结构有限元。
- b) 若导入频域流体载荷，结构 CAE 软件读入输出的波浪载荷文件后，在界面上选择频率和浪向，在后台对每个节点 n 上读取频域计算得到的该节点载荷实部 R_n 、虚部 I_n 以及设计波相位 β 。



附录 A
(资料性)
剖面载荷输出格式说明

A.1 特定波浪频率下载荷

A.1.1 文件命名规则

文件名宜包括计算的具体工况的必要信息：航速、浪向、频率的具体数值，也可根据实际情况自主命名。

A.1.2 开头

声明计算频率，以及载荷类型输出顺序，格式宜为：

- a) 第一行 TITLE= "FRE=1.7" 其中 FRE 后输入频率信息；
- b) 第二行 VARIABLES= "剖面位置 (m)", "幅值 TM (N*m)", "幅值 BMy (N*m)", "幅值 BMz (N*m)", "幅值 N (N)", "幅值 SFy (N)", "幅值 SFz (N)" 说明第四行及以后每列数据属性；
- c) 第三行 ZONE T="FRE=1.7", I=3, ZONETYPE=Ordered, DATAPACKING=POINT 其中 FRE=后输入频率信息； I 后输入计算剖面个数；
- d) 后续行 每行输出第 1 列为剖面位置，第 2 至 7 列为 6 个方向载荷值，每列数值之间以空格分开，格式为：位置坐标值 TM 数值 BMy 数值 BMz 数值 SFy 数值 SFz 数值。

A.2 特定剖面处载荷

A.2.1 文件命名规则

文件名宜包括计算的具体工况的必要信息：航速、剖面位置、浪向的具体数值，也可根据实际情况自主命名。

A.2.2 开头

声明计算浪向，以及载荷类型输出顺序，格式宜为：

- a) 第一行 TITLE= "WHD=180" 其中 WHD 后输入浪向信息；
- b) VARIABLES= "波浪频率 (rad/s)", "幅值 TM (N*m)", "幅值 BMy (N*m)", "幅值 BMz (N*m)", "幅值 N (N)", "幅值 SFy (N)", "幅值 SFz (N)" 说明第四行及以后每列数据属性；
- c) 第三行 ZONE T="WHD=180", I=30, ZONETYPE=Ordered, DATAPACKING=POINT 其中 WHD =后输入浪向信息； I 后输入计算频率个数；
- d) 后续行 第 1 列为计算频率，第 2 至 7 列为 6 个方向载荷值，每列数值之间以空格分开，格式为：波浪频率值 TM 数值 BMy 数值 BMz 数值 SFy 数值 SFz 数值

附录 B
(资料性)
载荷加载格式说明

B.1 概述

载荷加载文件应使用关键字区分数据，关键字行应以*开始，注释行应以**开始；在参数之间用“,”隔开。

具体文件为两种：

- a) 点云格式：该格式只需输入节点信息，且网格映射算法只能采用基于节点的 Node To Node 映射。
- b) 网格结果：该格式只需输入节点及网格信息，网格映射算法可采用基于网格的 Node To Element 映射。

B.2 开头

开头用一段字符串说明是哪种类型，例如**Wave Load Type=' Point Cloud' 点云格式，见 B.3 格式详细说明，或者**Wave Load Type=' Mesh Result' 网格结果格式，见 B.4 格式详细说明。

B.3 点云

文件采用点云格式，只包含位置信息和数据信息。文件仅有*Frame 关键词

作用：声明工况信息，每个工况一个 Frame

格式一（时域流体求解器）：

- a) 首行：*Frame, time=0.01 其中：time/Freq 参数指定当前计算时间点
- b) 后续行：列出当前工况下输出的场量信息
- c) 一个 Frame 结束用*End Frame

其中：b) 项为当前工况下输出的场量信息，计算结果值分行列出，每个节点一行，每行格式如下所示：

x, y, z, Pressure

分别为节点 X 坐标，节点 Y 坐标，节点 Z 坐标，时域的压力

格式二（频域势流求解器）：

- a) 首行：*Frame, frquency=100.0, waveAngle=90.0 其中：frquency 参数指定当前计算频率点，waveAngle 参数指定波浪载荷相位角
- b) 后续行：列出当前工况下输出的场量信息
- c) 一个 Frame 结束用*End Frame

其中：b) 项为当前工况下输出的场量信息，计算结果值分行列出，每个节点一行，每行格式如下

所示:

x, y, z, Pressure

其中压力为加了设计波相位的值, 即下面等式:

$$p_n^t = R_n * \cos(\beta) - I_n * \sin(\beta)$$

B. 4 网格结果

B. 4.1 *Node

作用: 声明节点信息

格式:

- a) 第一行: *Node
- b) 后续行: 节点编号, 节点 X 坐标, 节点 Y 坐标, 节点 Z 坐标

B. 4.2 *Element

作用: 声明单元信息

格式:

- a) 第一行: *Element, type=S4 其中: type 参数指定单元类型, 不可省略 elset 参数指定单元集合名称, 为可选参数, 若指定则会将后续列出的所有单元放置在单元集合
- b) 后续行: 单元编号, 节点 1 编号, 节点 2 编号, 节点 3 编号, 节点 4 编号

B. 4.3 *Nset

作用: 声明节点集合信息, 用于只有部分节点用于传递数据。如没*Nset, 则默认为全部节点为传递数据用的。

格式:

- a) 第一行: *Nset, nset=Set-1, generate 其中: nset 参数指定节点集合名称, 不可省略; generate 参数指定集合中节点编号是否按照步长自动生成。
- b) 后续行: 列出属于集合中的节点编号, 以逗号隔开, 每行不超过 16 个, 且有后续行时以逗号结尾

B. 4.4 *Frame

作用: 声明工况信息, 每个工况一个 Frame

格式一 (流体时域波浪载荷):

- a) 第一行: *Frame, time=0.01 其中: time/Freq 参数指定当前计算时间点,
- b) 后续行: 列出当前工况下输出的场量信息
- c) 一个 Frame 结束用*End Frame

格式二 (流体频率波浪载荷):

- a) 第一行: *Frame, frequency=100.0, waveAngle=90.0, waveHeight=1 其中:
- b) frequency 参数指定当前计算频率点, waveAngle 参数指定波浪载荷相位角
- c) 后续行: 列出当前工况下输出的场量信息
- d) 一个 Frame 结束用*End Frame

当前工况下输出的场量信息采用下面关键词

B.4.5 *Field Output

作用: 声明当前工况下输出的场量信息

格式:

- a) 第一行: *Field Output, Label='Gravity', Position=WholeModel, Type=Vector, 其中:
Label 参数指定当前输出的场量名称; Position 参数指定输出场量所在位置, 如在节点上或整个模型; Type 参数指定场量类型, 如标量或者向量。
- b) 第二行: *Real 标识实部数据的开始
- c) 后续行: 列出所有的实部数据
- d) 第 N 行: *Imag 标识虚部数据的开始
- e) 后续行: 列出所有的虚部数据

