

# 基于参数化方法的船体分段吊装快速有限元分析技术

张帆<sup>1</sup>, 李瑞<sup>\*1</sup>, 刘玉君<sup>1,2</sup>, 孙瑞雪<sup>3</sup>, 李政润<sup>3</sup>

(1. 大连理工大学 船舶工程学院, 辽宁 大连 116024;  
2. 大连理工大学 工业装备结构分析国家重点实验室, 辽宁 大连 116024;  
3. 大连船舶重工集团有限公司, 辽宁 大连 116000)

**摘要:** 为了提高分段吊装工艺结构强度的计算效率, 将参数化思想应用于分段吊装方案的有限元分析中. 首先采用结构参数化方法快速建立各种分段结构的有限元模型, 然后对眼板、吊绳、工况等3类吊装工艺信息进行参数化处理并提出了针对不同吊装工艺的快捷仿真方法. 最后实现了基于参数化分析方法的典型双层底分段的平吊和翻身的结构强度分析. 经过实例验证该参数化方法避免了大量重复性工作, 有效地提高了分段吊装有限元建模和强度计算的效率.

**关键词:** 船体分段吊装; 结构强度计算; 参数化方法; 有限元分析

**中图分类号:** U671.4      **文献标识码:** A      **doi:** 10.7511/dllgxb202001004

## 0 引言

船体分段在吊运过程中受到结构自重和吊绳拉力的作用, 不可避免地产生变形和应力集中等现象, 尤其翻身时的结构安全更加令人担忧, 严重时可能形成永久的塑性变形甚至破坏断裂. 因此有必要进行分段吊运的结构强度校核以确保吊装过程的安全, 且为后续的结构补强方案提供依据.

国内外学者在相关领域做了很多研究工作. 在分段吊装建模和有限元分析方面, Lee等构建了船台、吊车的虚拟模型, 建立了船体建造虚拟仿真系统来模拟船舶的建造过程<sup>[1]</sup>. 王先德等通过有限元方法分析了舷侧总段在吊装定位焊布置的结构强度, 并提出了优化方案<sup>[2]</sup>. 蒋明华等进行了散货船上层建筑整体吊装的强度计算<sup>[3]</sup>; 景磊通过对有限元吊装模型的改进, 建立了新的吊耳与吊绳的连接方式<sup>[4]</sup>; 钟兴锦以LNG船为实例, 为其制定了规范的吊装计算方法并建立吊耳和分段的有限元模型进行强度分析<sup>[5]</sup>. 在有限元分析参数化建模研究方面, 李瑞等提出了分段模型从Tribon系统到ANSYS系统的快速重构技术<sup>[6]</sup>; 车志明以有限元参数化语言APDL为基础提取

了合理的特征参数, 实现了管轴式吊耳的有限元参数化建模与计算<sup>[7]</sup>; 马飞翔等开发了参数化建模分析程序用于吊点分析模型的快速建立<sup>[8]</sup>.

应用有限元法分析分段吊装时的结构强度, 是行之有效的手段. 但由于分段结构形式、尺度各异, 且每个吊装方案选择的眼板型号和尺寸都不尽相同, 每进行一次强度分析都需要重新进行有限元建模, 导致了重复性的工作, 严重影响吊装强度分析的效率. 为解决该问题, 本文应用参数化思想将分段结构、眼板结构、吊装工艺等信息进行参数化表达, 结合Tribon环境下的分段数据提取与ANSYS环境下的二次开发, 实现分段结构、吊装工艺的便捷建模, 并以双层底分段吊装为实例针对不同工况(平吊、各角度翻身)进行结构强度的快速计算.

## 1 基于结构参数化的分段有限元建模

### 1.1 研究内容与基本思路

分段有限元建模的难点在于其结构形式五花八门, 内部构件也极为繁复, 若对每一个分段分别建模是一项非常耗时的重复性工作, 因此本文对如何自动提取分段数据并快速建立ANSYS模型

收稿日期: 2019-08-09; 修回日期: 2019-12-04.

基金项目: 工信部高技术船舶科研计划支持项目; 大连市科技创新基金资助项目(2018J12GX057); 2017年工信部智能制造综合标准化试验验证项目.

作者简介: 张帆(1985-), 女, 博士生, E-mail: 59837986@qq.com; 李瑞\*(1981-), 男, 副教授, E-mail: lirui@dlut.edu.cn.

进行了研究. Tribon 系统的船体结构数据库存储了船体分段信息,但由于内部数据库封闭性强,较难与其他系统架构实现数据共享.针对这一问题本文开发了分段模型从 Tribon 系统到 ANSYS 系统的快速重构技术,实现快速建立有限元模型,主要内容如下:

(1)使用 Com-Object 方法对 Tribon 系统模型数据库内数据进行提取,将提取出的数据结果转换为标准数据格式,生成中间数据文件,利用 SQL 技术将此中间数据文件写入由 Access 创建的中间平台数据库中;

(2)将分段按结构形式进行分类,提炼各类分段的基本结构信息,用若干个结构参数来表征分段结构;

(3)对 ANSYS 进行二次开发,实现在中间平台数据库中调用重构分段模型所需要的所有结构参数,在后台编制相应的宏文件引用参数实现以下功能:自动构建分段的几何模型,指定板厚、骨材剖面形状,自动划分有限元网格.

## 1.2 Tribon 系统分段模型的数据重构

1.2.1 分段数据的提取 对于船体分段模型来说, Tribon 数据一般分为两大类:曲面板架(curved panels)以及平面板架(plane panels).每个大类的单元集合由板(plate)、加强材(stiffeners)、法兰(flange)、立柱(pillar)等组成.最终,以板材和型材的数据信息存入 Tribon 系统数据库中.

本文采用 Com-Object 方法使用关键字从 Tribon 系统数据库中提取船体分段模型的有效数据信息.以分段、面板、加强材、法兰等为基本类进行数据库建立,数据库可以更加灵活地适用于其他系统架构.

1.2.2 分段数据的整合 分段信息数据主要包括分段的特征信息及其附属平直板架、外部板架等信息,大多数数据可直接用 C# 编程语言提取,包括分段名称信息、边界约束信息及其组成部件相关信息等.

除此之外,还有其他重要特征信息如分段重量、重心位置、几何中心等,需要现有数据进行计算才能得出.如分段的重量需要依次计算平直板架、外部板架、加强材以及其他部件的总重量;分段的重心需要计算所有部件的力矩结合分段重量得出;对称的分段为提高建模效率只建一半的模型,对应也有一半数据,因此考虑对称的部分才能得到正确的数据信息.

1.2.3 分段数据的存储 将直接提取出的数据以及相关的计算整合结果按照相应的格式存入 Access 数据库分段信息数据表中的对应字段,方便后序工作直接提取使用.分段数据存储流程见图 1.

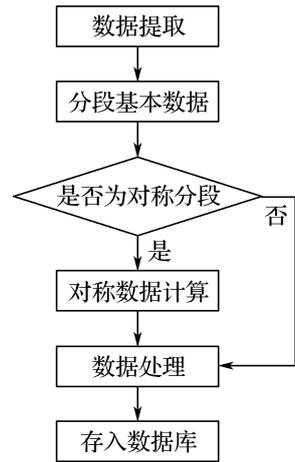


图 1 分段数据存储流程

Fig. 1 Block data storage flow

## 1.3 分段的参数化建模方法

1.3.1 建立分段有限元几何模型 船体分段依据结构形式可分为双层底分段、底边舱分段、舷侧分段和舱壁分段,对每类分段的基本结构进行分析,提炼出模型重构的基本结构信息并用若干结构参数来表达,包括板架尺寸及厚度、加强材型号及位置、横向构件厚度及位置等.

以双层底分段为例,它主要由板架结构组成,如图 2 所示,基本构件包括内底板、外底板、肋板、纵桁、纵骨、纵桁上的加强筋、肋板上的加强筋.对这些构件的主要结构信息分别进行参数化定义,见表 1.

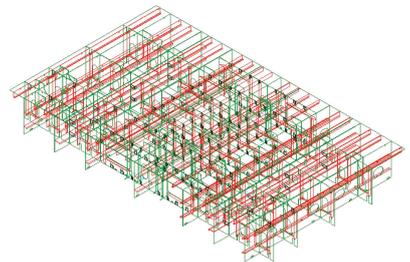


图 2 双层底分段结构图

Fig. 2 Structure graph of double bottom block

分段模型的数据从 Tribon 系统提取出来存储在中间数据库中,对 ANSYS 进行二次开发,生成命令流调用模型重构的所有参数,后台宏文件根据参数建立双层底分段的几何模型如图 3 所示.

表 1 双层底分段各构件参数定义

Tab. 1 Parameter definitions of double bottom block components

构件	结构参数	实现功能
底板 PLATE	底板在三轴最大、最小坐标,板厚	建立内底板、外底板模型
肋板 FLOOR	各肋板 X 坐标,板厚	建立肋板模型
纵桁 GIRDER	各纵桁 Y 坐标,板厚	建立纵桁模型
纵骨 LONGITUDINAL	各纵骨 Y 坐标,剖面形状	建立纵骨模型
纵桁加强筋 STIFFENER_Z	各 Z 坐标,剖面形状	建立纵桁上的加强筋模型
肋板加强筋 STIFFENER_Y	各加强筋 Y 坐标,剖面形状	建立肋板上的加强筋模型

注: X 向定义为沿船长方向, Y 向定义为沿船宽方向, Z 向定义为沿高度方向。

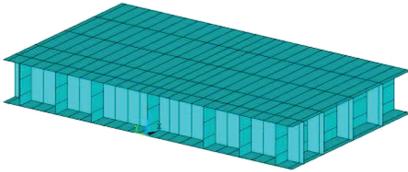


图 3 双层底分段的几何模型

Fig. 3 Geometric model of double bottom block

1.3.2 设定单元属性并划分网格 各板材(包括内外底板、肋板、纵桁)在划分有限元网格时采用壳单元 Shell63, 需要以实常数形式输入板厚, 板厚范围: 4~40 mm。

各型材(包括纵骨、加强筋)在划分有限元网格时采用梁单元 Beam188, 该单元可以自定义梁的剖面几何形状, 可选各种常见尺寸的角钢和 T 型材。

图 3 中的双层底分段几何模型, 指定单元属性设定并自动划分有限元网格后, 建立有限元模型如图 4 所示。

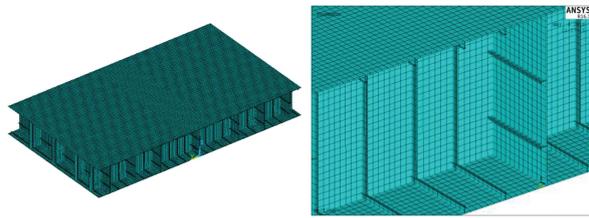


图 4 双层底分段的有限元模型

Fig. 4 Finite element model of double bottom block

## 2 基于吊装工艺参数化的分段结构强度计算

### 2.1 研究内容与技术路线

分段吊装工艺有限元分析采用的一般方法是不构建眼板与吊绳的有限元模型, 直接在分段有限元模型的受力节点处施加位移约束, 在重力的作用下计算结构变形与应力。该方法虽然方便快

捷, 但不能完全模拟实际工况, 尤其在施加约束的位置可能得到不准确的应力和变形结果。

因此建立眼板与吊绳的有限元模型是有必要的, 但对应于分段结构和工况的不同, 所采用的眼板类型和位置也不同, 若在每次分段吊装强度计算时都重新构建一次眼板和吊绳模型, 无疑非常烦琐。

本文为解决上述难题, 做了以下 3 方面工作:

(1) 对通用的吊装工艺方法进行归纳提炼, 将吊装工艺信息进行参数化处理, 形成 3 类参数文件: 眼板参数、吊绳参数、工况参数;

(2) 基于对 ANSYS 的二次开发, 在前台建立这 3 类参数的输入窗口, 在后台编制相应功能的宏文件;

(3) 后台的宏文件根据前台输入的参数可实现以下功能: 自动构建各类眼板有限元模型、吊绳有限元模型, 自动创建吊运计算工况, 自动进行吊装强度计算并输出结果。

以上技术令眼板和吊绳的建模及各类吊运工况的强度计算都变得极为便捷, 只需输入吊装工艺参数即可自动获得结构应力和变形结果。在保证计算高精度的同时, 最大化地减少人工操作, 提高计算效率, 该方法的技术路线如图 5 所示。

### 2.2 眼板有限元模型

#### 2.2.1 眼板参数设定

(1) 眼板基本信息参数

首先依据吊装工艺设计, 确定眼板个数和吊点个数。

由于分段上安装的眼板有多个, 需要依次输入各眼板的信息参数, 包括眼板序号、类型、方向、坐标, 其中:

① 对于类型, 分为 A、B、C、D 四型。

② 对于方向, 分为 X、Y、Z 3 个方向, 眼板的安装方向由垂直于眼板平面的坐标轴方向来定义。如图 6 所示, 它的安装方向为 Y 向。

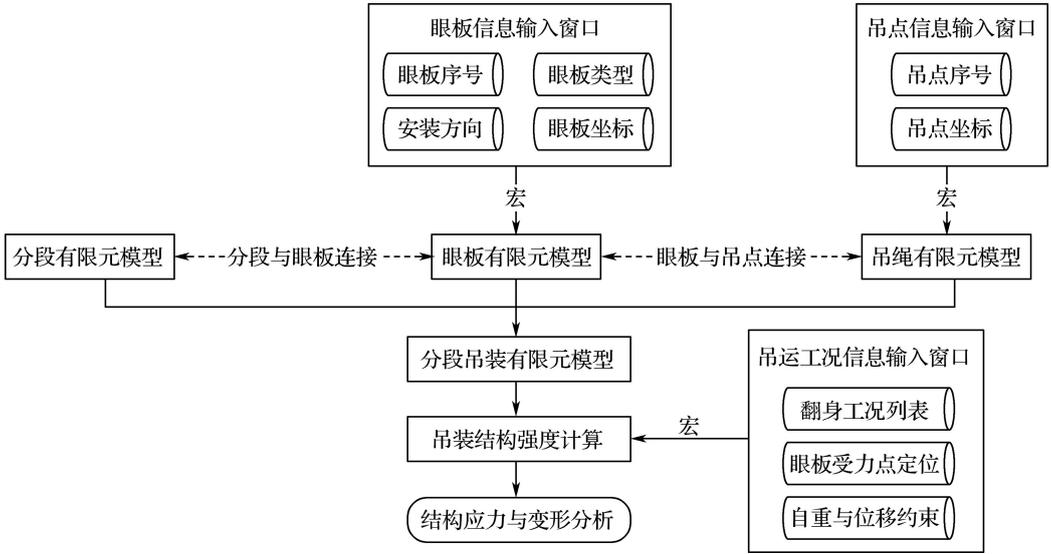


图 5 参数化吊装强度计算技术路线

Fig. 5 Technical route of parameterized lifting strength calculation

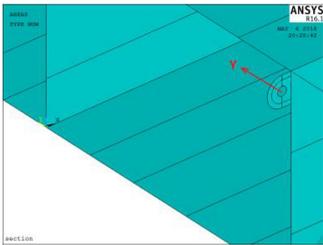


图 6 眼板安装方向

Fig. 6 Installation direction of eye plate

③眼板坐标,眼板在分段中的定位基点是眼板底边与分段交线的中点,如图 7 所示(图中 B 点).

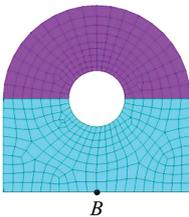


图 7 眼板基点位置(B 点)

Fig. 7 Base position of eye plate (point B)

(2)眼板结构参数

为使眼板结构模型实现参数化,须设定若干参数表征眼板结构.通过 ANSYS 的二次开发,在前台对这些参数进行设置,后台编制宏文件实现眼板有限元模型的自动构建.

分段吊运工艺中常用的眼板型式有 A 型、B 型、C 型和 D 型.以 A 型眼板为例,结构如图 8 所示,几何数值和眼板参数如表 2 所示,根据这些参数建立的 A 型眼板的有限元模型如图 9 所示.

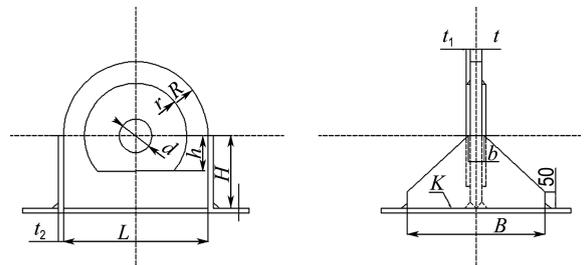


图 8 A 型眼板结构

Fig. 8 Structure of A-type eye plate

表 2 A 型眼板几何数值表

Tab. 2 Geometric value table of A-type eye plate

型号	L	R	r	d	H	h	B	b	t	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>
A50t	320	160	110	100	160	90	300	60	30	16	20
A60t	340	170	120	100	170	100	300	60	32	18	22
A70t	360	180	130	110	180	110	320	65	34	18	22
A80t	400	200	140	120	190	120	350	65	34	20	24
A100t	440	220	160	120	200	130	350	70	36	22	26

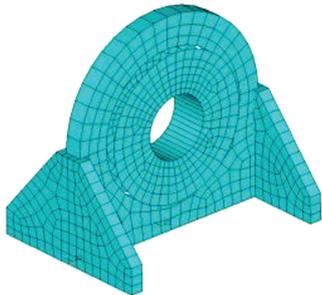


图 9 A 型眼板有限元模型

Fig. 9 Finite element model of A-type eye plate

2.2.2 眼板与分段的连接 以上眼板有限元模型与 1.3 中分段有限元模型是分别进行构建的,二者没有公用节点,且两个模型的网格密度不同.为将分段模型和眼板模型连接到一起,使节点位移能够在两者之间传递,本文利用约束方程将两个模型交界处的节点与单元连接.

首先选取眼板模型中接近分段处节点并定义成节点集合  $A_1$ ,然后选取分段模型中靠近眼板模型处节点定义为节点集合  $A_2$ ,之后利用 ANSYS 的 CEINTF 命令对节点集合  $A_1$  和节点集合  $A_2$  进行约束,约束方程如下式所示:

$$\tan t = \sum_{I=1}^N [C(I) \cdot U(I)] \quad (1)$$

式中: $C(I)$ 为系数, $U(I)$ 为自由度, $N$ 为方程中各项自由度的编号.本研究主要分析船体分段模型在吊装过程中力和位移的变化,通过合理设置 CEINTF 命令中各项自由度的参数,可以得到有效的应力场和应变场分析结果,模型连接处如图 10 所示.

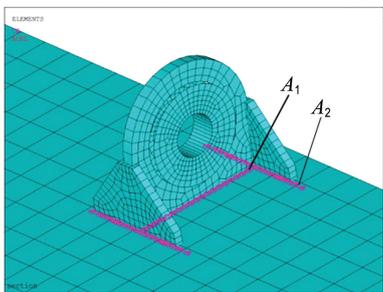


图 10 A 型眼板与分段连接之间的约束方程

Fig. 10 Constraint equation of the connection between A-type eye plate and block

## 2.3 吊绳有限元模型

2.3.1 吊点参数 吊运一个分段需要多个吊点,因此需设定各吊点的参数,包括吊点序号、吊点坐标.

2.3.2 吊绳有限元模型 设定吊点坐标后,二次开发的 ANSYS 会自动在眼板受力点与吊点之间建立吊绳单元,用弹簧单元 Combin14 模拟吊绳,如图 11 所示.赋予弹簧单元适当的弹簧常数作为单元实常数.

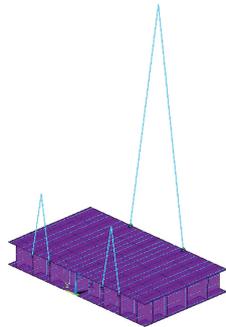


图 11 吊绳有限元模型

Fig. 11 Finite element model of lifting rope

## 2.4 吊装强度计算工况

分段在吊运时涉及平吊和翻身两种情况,因此应该以分段翻转至各个角度时的结构强度作为计算工况.相对于平吊,分段翻身时在若干工况下结构安全更加重要,尤其是在翻转成  $90^\circ$  时,有一端的吊绳要松开,只有一端眼板受力,在此工况下的结构应力与变形应重点分析.

由于分段翻身过程的旋转速度非常缓慢,动力因素的影响可以忽略,因此可以将连续的翻身过程简化成若干翻转角度下的结构强度静力计算.

2.4.1 翻转角度参数 以翻转角度作为计算工况的参数( $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $120^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $150^\circ$ 、 $180^\circ$ ).通过 ANSYS 的二次开发,输入各转角参数后会自动将分段旋转至相应的角度进行工况计算,如图 12 所示,当转角大于  $90^\circ$  时,会启用分段外底板上的眼板.

2.4.2 眼板受力点定位 程序需要在各转角下自动定位眼板当前的受力点.如图 13 所示,在某一转角下,此时眼板内孔上的受力节点是图中最上方的 5 个节点(根据吊绳的直径和单元大小,选取图中方框内的节点),但分段旋转至另一角度后,眼板受力节点也随之改变,因此程序在各转角下采用冒泡法对眼板内孔节点的  $Z$  坐标进行自动排序,选出  $Z$  坐标最大的 5 个节点作为受力点,使吊绳单元与吊点相连.

2.4.3 荷载与约束

①分段自重.吊运时分段承受的荷载,一部分

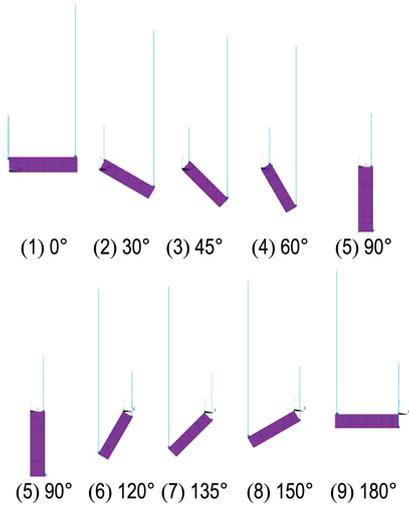


图 12 分段模型翻身过程示意图

Fig. 12 Schematic diagram of turning process of block model

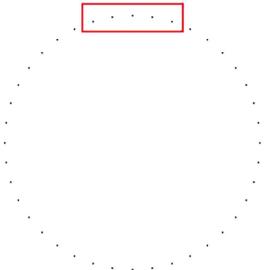


图 13 眼板受力点(方框内)

Fig. 13 Stress point of eye plate (in box)

来自于自身的重力,通过设置向上的重力加速度,使分段结构产生向下的重力。

②位移约束. 吊运时分段承受的荷载,另一部分来自于眼板受到的拉力,通过对吊点施加位移约束,结合结构自重,使得眼板与吊绳结合处产生拉力,如图 14 所示。

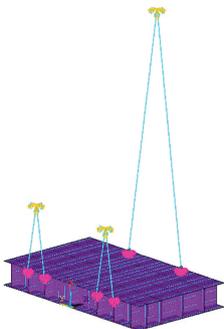


图 14 眼板受力点的位移约束

Fig. 14 Displacement constraint of eye plate stress point

③强度计算. 经二次开发的 ANSYS 程序将

自动为分段设置重力加速度,在吊点处施加位移约束,并对吊装结构强度进行静力计算。

### 3 分段吊装结构强度参数化计算方法实例演示

#### 3.1 分段平吊的结构强度计算

以第 1 章中双层底分段为实例来演示分段平吊结构强度的计算方法。

3.1.1 眼板模型建立 如图 15 所示,该平吊工艺在分段上安装了 8 个眼板,其中 4 个 C 型,4 个 A 型. 各眼板的信息如表 3 所示. 输入各眼板的信息参数、C 型眼板和 A 型眼板的结构参数,程序在相应位置自动建立各眼板的有限元模型,并自动将眼板模型与分段模型用约束方程相连。

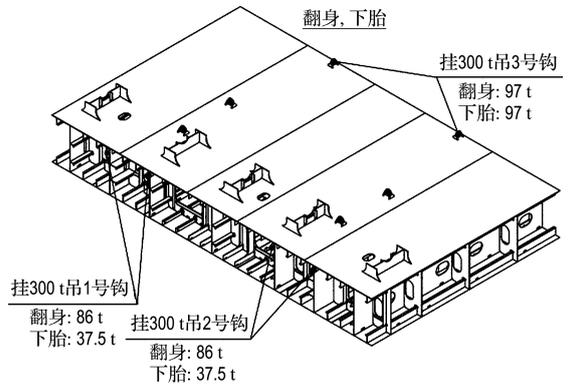


图 15 双层底分段平吊工艺图

Fig. 15 Process diagram of horizontal lifting of the double bottom block

表 3 眼板信息参数

Tab. 3 Parameters of eye plate information

序号	类型	方向	X 坐标/m	Y 坐标/m	Z 坐标/m
1	C	Y	0	6.50	2.4
2	C	Y	0	3.95	2.4
3	C	Y	0	-3.95	2.4
4	C	Y	0	-6.50	2.4
5	A	Y	11.7	3.95	2.6
6	A	Y	11.7	-3.95	2.6
7(背)	A	Y	11.7	3.95	0
8(背)	A	Y	11.7	-3.95	0

3.1.2 吊绳模型建立 该平吊工艺使用了 3 个吊钩,各吊钩的信息见表 4. 输入各吊钩的参数程序会在相应位置自动建立各吊绳的有限元模型。

3.1.3 平吊结构强度计算 对分段平吊时的结构强度进行静力分析,分段结构变形与应力计算

结果如图 16、17 所示,分段平吊时变形和应力集中在吊点附近和眼板本身,符合该工况的实际情况。

表 4 吊钩信息参数

Tab. 4 Parameters of lifting point information

序号	X 坐标/m	Y 坐标/m	Z 坐标/m
1	0	5.225	10
2	0	-5.225	10
3	12	0	30

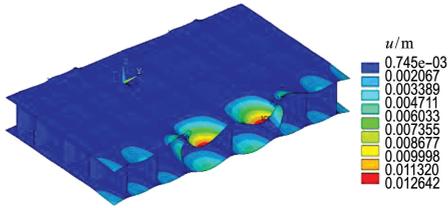


图 16 分段平吊时结构变形云图

Fig. 16 Deformation diagram of horizontal block lifting stage

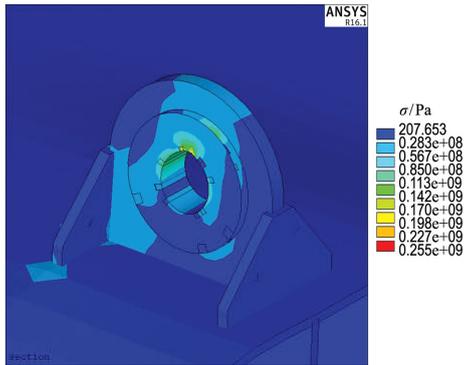


图 17 分段平吊时结构应力云图

Fig. 17 Stress diagram of horizontal block lifting stage

### 3.2 分段翻身的结构强度计算

仍然用双层底分段来演示分段翻身结构强度的计算方法,对分段在各转角下的结构强度分别进行静力分析,计算工况如表 5 所示。

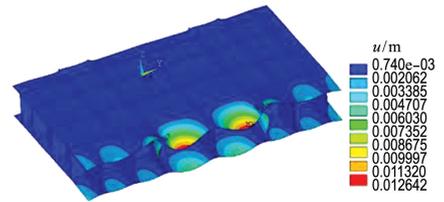
表 5 计算工况列表

Tab. 5 List of working conditions

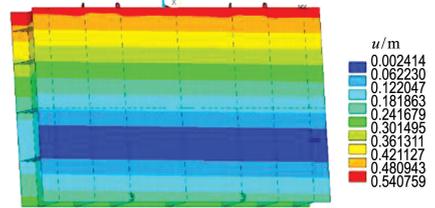
工况	转角/(°)	工况	转角/(°)
1	0	5	120
2	45	6	135
3	60	7	150
4	90	8	180

对分段翻身进行有限元分析,选取典型转角时结构变形计算结果如图 18 所示。根据计算结果可以看出,分段翻身过程中若干工况下结构安全

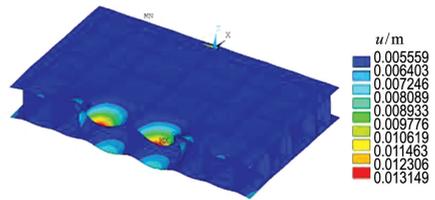
风险较大,尤其是在翻转成 90°时,有一端的吊绳要松开,只有一端眼板受力,在此工况下的结构强度应重点关注,必要时采取安装加强材等方法降低安全风险。



(a) 0°时的结构变形云图



(b) 90°时的结构变形云图



(c) 180°时的结构变形云图

图 18 分段翻身的结构变形云图

Fig. 18 Deformation diagram of block turning over stage

## 4 结 语

本文将参数化思想应用于分段吊装的有限元模型建立.首先通过 Tribon 提取分段结构数据信息,将各类分段的典型结构要素进行参数化表达,利用 ANSYS 的二次开发设立了分段结构快速建模的方法;然后对眼板、吊绳、工况等吊装中的关键要素也进行了参数化处理,提出了针对不同分段吊装工艺的快捷仿真方法.最后以一个双层底分段吊装为实例,演示了平吊和翻身这两种工况下结构强度的参数化计算方法.与一般的有限元模型建立方法相比,参数化建模避免了大量的重复耗时的工作,提高了分段吊装强度分析的计算效率。

### 参考文献:

[1] LEE J K, LEE K J, PARK H K. Developing scheduling systems for Daewoo shipbuilding: DAS

- project [J]. **European Journal of Operational Research**, 1997, **97**(2): 380-395.
- [2] 王先德, 罗宇, 钟志平. 基于有限元分析的船舶分段吊装定位焊布置设计 [J]. **造船技术**, 2016(1): 19-23.  
WANG Xiande, LUO Yu, ZHONG Zhiping. Tacking welding arrangement design of assemble block based on finite element analysis during erection [J]. **Marine Technology**, 2016(1): 19-23. (in Chinese)
- [3] 蒋明华, 杨伟. 上层建筑的整体吊装强度计算 [J]. **工程设计**, 2018(4): 209-210.  
JIANG Minghua, YANG Wei. Strength calculation of super-structure lifting [J]. **Engineering Design**, 2018(4): 209-210. (in Chinese)
- [4] 景磊. 吊装的有限元计算方法与改进 [J]. **南通航运职业技术学院学报**, 2017, **16**(4): 41-43.  
JING Lei. Method and improvement of finite element calculation for lifting [J]. **Journal of Nantong Vocational & Technical Shipping College**, 2017, **16**(4): 41-43. (in Chinese)
- [5] 钟兴锦. 船舶分段吊装的计算及其有限元分析 [D]. 大连: 大连理工大学, 2013.  
ZHONG Xingjin. The calculation and finite element analysis of ship block's lifting [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2013. (in Chinese)
- [6] 李瑞, 张小明, 张帆, 等. 计算机辅助船体分段吊装强度计算方法及系统开发 [J]. **船舶工程**, 2014, **36**(s1): 162-165.  
LI Rui, ZHANG Xiaoming, ZHANG Fan, et al. Strength calculation method and system development of computer aided ship block lifting [J]. **Ship Engineering**, 2014, **36**(s1): 162-165. (in Chinese)
- [7] 车志明. 管轴式吊耳有限元参数化建模与分析 [D]. 大连: 大连理工大学, 2015.  
CHE Zhiming. Finite element parametric modeling and analysis of tube lugs [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2015. (in Chinese)
- [8] 马飞翔, 李长锁, 肖花. 海洋工程用吊点的参数化建模分析 [C] // 2009 全国钢结构学术年会论文集. 成都: 中国钢结构协会, 2009: 481-486.  
MA Feixiang, LI Changsuo, XIAO Hua. Parametric model analysis of lifting points for marine engineering [C] // **Proceedings of the 2009 Annual National Symposium on Steel Construction**. Chengdu: China Steel Structure Society, 2009: 481-486. (in Chinese)

## Rapid finite element analysis of hull block lifting based on parameterization method

ZHANG Fan<sup>1</sup>, LI Rui<sup>\*1</sup>, LIU Yujun<sup>1,2</sup>, SUN Ruixue<sup>3</sup>, LI Zhengrun<sup>3</sup>

( 1. School of Naval Architecture, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

2. State Key Laboratory of Structural Analysis for Industrial Equipment, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

3. Dalian Shipbuilding Industry Co. Ltd., Dalian 116000, China )

**Abstract:** In order to improve structural strength calculation efficiency of block lifting technology, parametric concept is applied to finite element analysis of block lifting schemes. Firstly, finite element models of various blocks are established quickly by using the structural parameterization method. Then, three types of lifting process information, such as lifting-eye, lifting rope and working condition are parameterized and a rapid simulation method for different lifting processes is proposed. Finally, based on the parameterization analysis method, the structural strength analysis of the horizontal lifting and turning over process of the typical double bottom block is accomplished. According to an example, the parameterization method is verified to avoid a lot of repetitive work, and effectively improve the efficiency of finite element modeling and strength calculation of block lifting.

**Key words:** hull block lifting; structural strength calculation; parameterization method; finite element analysis