

链斗式挖砂船直接计算分析

潘甜

(武汉市交通运输局港航事业发展中心, 湖北 武汉 430000)

摘要: 砂石作为建筑工程中的基础材料, 是混凝土的底子质料。由于砂石需求量极大, 采集砂石的船舶数量也剧增, 砂石船的结构复杂, 应力分布不确定性较大, 因此对挖砂船的强度校核十分必要。本文以 36.5 米链斗式挖砂船为研究对象, 采用 MSC.Patran&Nastran 软件, 对船体全船结构进行建模, 计算分析及评估。对同类型的挖砂船强度评估具有一定的参考。

关键词: 挖砂船; 直接计算; 结构强度; 有限元

中图分类号: U66 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2022) 05—0108—03

1 引言

砂石是自然界中丰富的自然资源, 由于其中含有硅元素, 可以很好地用于制作玻璃; 由于是很好的阻燃物质, 可做消防存储装备。砂石还是我国质优价廉的建筑材料之一^[1], 近些年来, 随着各种工程建设的发展, 我国砂石需求持续不断增长。挖砂产业的发展, 在节约能源及材料的同时, 使得经济效益和社会效益得到了显著的提升。

砂石的采集与运输都需要使用特定船舶——挖砂船, 挖砂船的种类主要有抓斗式挖砂船、绞吸式挖砂船、链斗式挖砂船。链斗式挖砂船是驱动斗桥循环运转, 使得多个斗循环连续挖砂。绞吸式挖砂船采用铰刀切碎河砂由离心泵吸入进行作业。抓斗式挖砂船采用旋转式抓斗机进行作业。挖砂船不仅可以作为挖砂的工具, 还可以对河道进行淤泥及垃圾清理, 为环境作出重要贡献。

由于挖砂船特殊的结构形式, 缺乏相应的规范, 给设计人员带来诸多不便。国内也有很多学者对挖砂船的计算及设计进行了专门的研究。

杨凯^[2]对链斗式挖砂船结构强度进行了分析及优化, 链斗式挖砂船由于工作运转连续及联合作用的外部风浪力会导致船体结构应力集中, 有时会超出结构强度的应力限值, 因此需要对挖砂船进行强度校核, 尤其是工作状态时, 确定应力集中区域及最大变形位置, 并在不满足要求的情况下对其优化。

覃达斌^[3]研究了珠江上游水域挖砂船结构强度直接计算, 计算结果表明直接计算结构强度相比于比总纵强度计算, 安全余量更为大一些, 对结构考虑上, 有限元直接计算相对更全面。

本文以 36.5 米链斗式挖砂船为研究对象, 采用 MSC.Patran&Nastran 软件, 对船体全船结构进行建模, 计算分析及评估。

2 有限元模型计算

2.1 有限元模型建立

36.5 米挖砂船主尺度为: 总长 37.6m, 假艉长 1.1m, 水线长 36.5m, 型宽 8m, 型深 1.4m, 吃水 0.8m, 肋距 0.55m, 载货量 15t, 航区为 B 级航区。36.5 米挖砂船总布置图见图 1 所示。典型横剖面结构图见图 2。

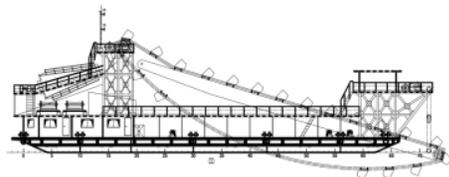


图 1 36.5 米挖砂船总布置图

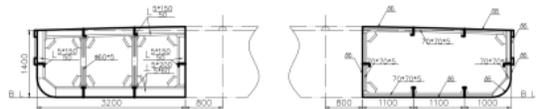


图 2 36.5 米挖砂船横剖面图

根据《钢质内河船舶建造规范》(2016) 开槽式工程船结构直接计算要求, 采用三维有限元模型, 本船为左右对称结构, 模型范围为整船; 横向为整个船宽, 各船体构件采用壳单元和梁单元进行模拟。本模型坐标系系统采用右手坐标系, 见图 3 所示, 原点位于 0# 中纵剖面船底处, x 轴向船首为正方向, y 轴向左舷为正方向, z 轴向上为正方向。模型如图 4 所示。张少雄^[4]研究了船体结构强度直接计算中应用惯性释放, 结果证明是可

行的，且能更合理的评估结构强度，本文边界条件亦是采用惯性释放法。



图3 整体有限元模型

2.2 计算工况及载荷

对本船强度进行直接计算时，按下表1工况进行。按照细砂舱空载无泥（中垂、中拱），细砂舱满载（中垂、中拱）进行计算。

表1 计算工况

工况	细砂舱装载	泥砂重量	波浪情况
工况一	无泥	-	中拱
工况二	无泥	-	中垂
工况三	有泥	15t	中拱
工况四	有泥	15t	中垂

载荷主要包括舷外水压力和泥砂总重量。泥砂总重量为15t，均匀分布在细砂池内。舷外水压力为等效设计余弦波，波长取船长，其波高为 h_e 按下式取值：

$$h_e = 1.5k$$

式中： k —系数， $k = -0.0018B^2 + 0.021B + 1.082$ ，取不大于1.0且不小于0.333； B —船宽，m。

3 分析结果汇总

图4给出了该艘挖砂船无泥中拱状态下的相当应力，甲板、舷侧板、船底板最大应力值为24.0MPa，最大应力位置在船首底部，并呈集中式，船中是第二大应力较大范围。龙骨及船底纵桁的最大应力在靠近船艏，最大应力为63.1MPa，并据此向船首方向两个肋位距离应力也教周围范围变大。横舱壁最大应力为19.5MPa，靠近船艏端。强横梁、强肋骨、实肋板最大应力也在靠近船尾处。图5给出了该艘挖砂船有泥中拱状态下的相当应力，有泥状态对船舶结构受力趋势影响较小，一定程度上会导致所有构件应力的增加。

图6给出了该艘挖砂船无泥中垂状态下的相当应力，甲板、船底板、舷侧板最大应力为27.3MPa，最大应力位置在船尾甲板位置，呈集中式，小范围过渡。船首是第二大应力较大范围。龙骨及船底

纵桁最大应力为48.9MPa，在船中位置。横舱壁最大应力为14.7MPa，在靠近槽口的未开槽横舱壁底部。强横梁、强肋骨的最大应力在船中部。图7给出了该艘挖砂船有泥中拱状态下的相当应力。有泥状态对船舶结构受力趋势影响较小，但会一定程度上减小各构件的应力。

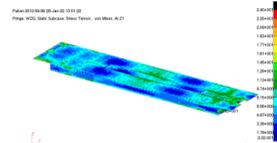


图4 无泥中拱状态的相当应力

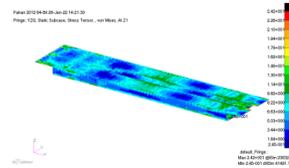


图5 有泥中拱状态的相当应力

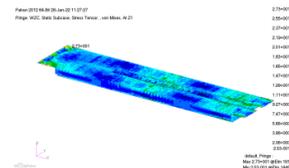


图6 无泥中垂状态下的相当应力

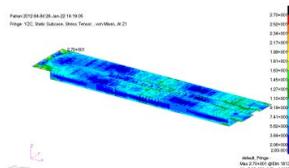


图7 有泥中垂状态下的相当应力

根据《钢质内河船舶建造规范2018》结构强度直接计算规定的许用应力标准，各构件的应力汇总见表2。各构件计算的等效应力、船长方向应力和剪应力均小于许用应力。表明各构件满足规范要求。

表2 甲板、船底板、舷侧板、纵舱壁纵桁应力结果汇总表

工况	甲板、船底板、舷侧板、纵舱壁纵桁					
	等效应力 [MPa]		船长方向应力 [MPa]		剪应力 [MPa]	
	许用	计算	许用	计算	许用	计算
无泥中拱	144	15.1	179	24	80	13.6
无泥中垂	144	27.3	179	30.4	80	15.4
有泥中拱	144	27.3	179	30.4	80	15.4
有泥中垂	165	15.1	192	24.2	91	13.7

4 结论及建议

(1) 由表2可得，本文的36.5米挖砂船船体局部强度满足规范要求。

基于 CATIA V6 的船体加工模块应用研究与验证

冯言伟¹, 顾琛²

(1. 沪东中华造船(集团)有限公司, 上海 200129; 2. 上海东软软件工程有限公司, 上海 200129)

摘要: 本文首先介绍了 CATIA 软件在船体设计初次使用的概况, 特别是 CATIA 在某型重吊船船体加工模块的设计应用测试与验证中, 梳理并形成了一套初始完整的 CATIA 生成制造工艺的具体流程。同时通过在设计过程中的不断探索与验证, 基本掌握了 CATIA 系统各个工艺设计阶段的设计思路及应用方法。根据 CATIA 系统在设计阶段存在的一些问题并针对这些问题进行剖析并采取可行性解决方案, 最终首次实现了对该模块的实际应用, 其非常具有创新价值及意义。

关键词: 工艺模型; 装配组立; 可视化焊缝; 接口转换; 二次开发

中图分类号: U66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 05—0110—03

1 概述

面对船舶制造业和船舶行业设计模式的迅速发展, 以及公司即将在长兴岛打造国内最先进的船厂, 无论是船舶建造及设计都必须要有个崭新发展的过程, 所以技术创新及制造模式的更新具有迫切性。我们是基于某型重吊船工程首次实施 CATIA 程序的应用探索与尝试, 面临的困难不少。

在开始阶段我们首先完成了该重吊船全船的船体三维作业指导书下发车间任务, 初步打通 CATIA 软件船体 SFD 模块(结构初步设计)与 SDD 模块(结构详细设计)。如何应用新软件将 SDD 模型准确生成加工零件数据及套料并供车间下料, 是公司目前急需解决的一项工作。现阶段我们通过 CATIA 船体加工模块(STG 模块)的应用测试及验证, 大致梳理了整个工艺设计的基本流程并列出了现阶段存在的诸多困难因素。根据掌握新软件的主要功能及特点并结合应用二次开发来解决现场生产遇到的实际问题, 继而推进 CATIA 船体加工

模块在我厂的首次正式应用。

2 工艺制造文件生成流程

首先进行 SDD 阶段编码并建立装配树, 并且在 SDD 里生成构件之间焊缝, 然后 MFM 继承 SDD 模型的装配目录树, WPM 模块通过配置相关的规则和特征库, 使用模块本身功能更新使之同步生成相应结构模块的轮廓以及划线、开孔等工艺信息, 再用软件功能增添坡口、余量等工艺信息。导出 XML 相关信息, 并通过二次开发转换接口生成 SPD 所需的板材、型材及坡口数据文件, 在 SPD 建造系统里我们增设与加放焊接收缩值, 板材零件导入套料软件, 型材零件通过建造系统生成型材下料图。具体流程图如下:



图 1 文件生成流程图

(2) 从 36.5 米挖砂船结构及船体有限元应力分析结果中可得: 根据应力分布, 设计时应注意的应力较大位置有: 船首船底板与船尾甲板处; 横舱壁靠近槽口处未开槽船中底部; 甲板纵桁、龙骨及船底纵桁船中部。

(3) 计算分析的过程表明, 准确的模型建立、合理的网格划分、科学的载荷模拟及正确的边界条件约束是有限元计算的保证。

参考文献:

- [1] 魏健斌. 强化源头综合治理 根治运砂船超载安全隐患[J]. 武汉交通职业学院学报, 2013, 15(03): 14-17.
- [2] 杨凯. 链斗式挖泥船结构强度分析及优化[D]. 大连理工大学, 2018.
- [3] 覃达斌. 珠江上游水域挖砂船结构强度直接计算研究[D]. 武汉理工大学, 2013.
- [4] 张少雄, 杨永谦. 船体结构强度直接计算中惯性释放的应用[J]. 中国舰船研究, 2006(01): 58-61.
- [5] 中国船级社. 钢质内河船舶建造规范[M]. 北京人民交通出版社, 2009.