

《中国造船》稿件书写导引

文中的外文字母及阿拉伯数字均为 Times New Roman。中文正文内容用宋体（章节名的字体多样）。

1. 文章题目为黑体 2 号。
2. 姓名为楷体小四号，如有不同单位的作者，在姓名右上角用数字标明，作者间用逗号分隔。
3. 作者地址为楷体小五号，写在小括号内，单位与作者的标号一一对应（用 1 与 2 标明不同的单位），单位内容包含单位名，用“，”分开，城市名及邮编之间空一字符不用标点符号。
4. “摘要”为黑体小四号置中间与地址空一行。
5. 摘要内容为仿宋小五号。
6. “关键词：”为黑体五号，关键词的内容为仿宋小五号。
7. “中图分类号：”为黑体五号，内容为小五号；“文献标识码：”为黑体五号，字母为小五号。
8. 文章的章节号从“0”开始，引言为“0”，节号与节名为宋体四号，上下各空 0.5 行，文中内容为宋体五号。
9. 正文的章节从“1”开始，节后再分小节，用“1.1、1.2...”表示，其字体须加粗，小节名字体为黑体五号，如小节后再分节，用“1.1.1、1.1.2、1.1.3...”表示，其字体及小节名为宋体五号，不加粗，不必用黑体，如在“1.1.1”内还须分节，则用“(1)、(2)、(3)...”都要另起一行，如在“(1)”内还须分节，则用“①、②、③...”表示。不必另起行。
10. 正文后为“参考文献”其与上下文各空 0.5 行，为黑体五号，参考文献的序号用中括号的数字表示，中文为宋体小五号，西文为 Times New Roman 小五号。英文名书写时，姓要大写全拼，名缩写字母大写。
11. 图与表格的要求，本期刊为黑白印刷，稿件中的图表请尽量用黑白色。图表中的字号为小五号，物理量符号与文章中一致，且为斜体，单位为正体。表为三线表。
12. 参考文献后为英文摘要，摘要题名为 3 号加粗，题后为姓名，小 4 号。姓名后为单位在小括号内，不同单位用数字加点区分：(1. ...2. ...)。单位后空一行，写“Abstract”加粗 5 号字体，置中间，另起一行为摘要内容 5 号字体。摘要结束另起一行为“Key words”加粗 5 号字体，内容为 5 号字体。
13. 文章最后为作者简介，其标题为 5 号黑体，字之间空一字符，另起一行介绍作者，姓名为 5 号黑体，内容为性别，出生年，职务，主要研究内容。为 5 号宋体。

附：论文样稿(已经过删节)，仅供书写格式参考。

夹层板在舰船舷侧防护结构中的应用

批注 [z1]: 题目 黑体 2 号

张延昌^{1,2}, 王自力², 顾金兰², 张世联¹

批注 [z2]: 姓名 楷体小四号, 上角。

- (1. 上海交通大学 船舶海洋与建筑工程学院, 上海 200030 ;
- 2. 江苏科技大学 船舶与海洋工程学院, 镇江 212003)

批注 [z3]: 如有不同单位的作者, 在姓名右上角用数字标明, 作者间用逗号分隔。Times New Roman, 小四。

摘要

水面舰船抗水下爆炸的性能是舰船生命力的重要方面, 深受各国海军重视。以某型水面舰船为研究对象, 基于夹层板进行舷侧结构设计; 选取典型工况, 采用三舱段模型技术, 使用 MSC.Dytran 对夹层板舷侧结构在水下爆炸冲击波载荷作用下的动态响应进行仿真计算。比较分析了流-固耦合力、结构变形、速度、加速度、吸能等重要力学性能。结果表明夹层板应用于舰船舷侧结构使得结构的变形、位移减小, 结构塑性吸能增加, 显著改善了结构的冲击环境。夹层板是一种防护性能优良的结构形式, 吸能效率较高, 还减小了冲击波压力及冲量的吸收及传递, 对减小舰船其它部位结构的损伤防护起到重要作用。

批注 [z4]: 作者地址为楷体小五号, 写在小括号内

批注 [z5]: 单位与作者的标号一一对应(用 1. 与 2. 标明不同的单位)

批注 [z6]: 城市名及邮编之间空一字符

关键词: 舰船; 水下爆炸; 蜂窝式夹层板; 折叠式夹层板; 防护结构设计; 流-固耦合

批注 [z7]: 黑体小四号, 对中。与作者地址空一行

批注 [z8]: 摘要内容 仿宋小五号。

0 引言

批注 [z9]: 黑体五号

水面舰船在战斗中不可避免地会受到来自空中和水中武器的攻击。水下接触爆炸可直接导致船体严重破损; 水下非接触爆炸同样可以造成船体破损进水, 设备、武器装备破坏以及舰上人员损伤甚至舰船丧失生命力而沉没。如何设计优良的抗冲击结构, 提高船体结构的抗冲击性能, 进而提高舰船生命力一直受到各国海军关注。西方海军已经应用了多种局部和全船防护结构来加强船体抵抗水下爆炸破坏的能力, 例如美军 DD(x) 驱逐舰采用双层底, 双舷侧等结构形式提高舰船抗爆能力。国内学者^[1-5]也开展了舰船抗爆、抗冲击防护结构设计方面的研究工作。传统结构设计或优化结构设计不能显著提高结构的防护性能, 在结构设计中往往是靠增加结构的重量来提高防护性能。解决结构重量与结构防护性能之间的矛盾须要引进新式材料或结构单元。金属基夹层板具有比强度高、焊缝焊接工作量少、绝缘性能好、设计多功能性、噪声低等优势^[6-10]。我国海军也资助了相关研究项目。

批注 [z10]: 填写的关键词仿宋小五号。

本文作者曾对蜂窝式夹层板的耐撞性能及它在船舶耐撞结构设计中的应用进行了研究, 并对水下爆炸冲击波作用下蜂窝式夹层板的抗冲击性能进行数值仿真研究^[4,19,20]。本文以某型现役水面舰船为研究对象, 将三角形折叠式夹层板 (TFSP) 和四棱柱蜂窝式夹层板 (SHSP) 应用于舰船舷侧外板板架, 设计出基于夹层板的舰船舷侧结构形式。采用三舱段有限元模型化技术, 利用 MSC.Dytran 对三角形折叠式夹层板 (TFSP) 和四棱柱蜂窝式夹层板 (SHSP) 这两种新式舰船防护结构进行数值仿真分析。

批注 [z11]: 章节号从“0”开始, 引言为“0”。节号与节名为宋体四号。上下各空 0.5 行。

批注 [z12]: 正文内容 宋体五号

1 夹层板舰船防护结构概念设计

选取船中118#到136#间的前主机舱为分析对象,按照上述设计思路对该舱段舷侧结构进行夹层板设计,如图1所示。具体尺寸如下:三角形折叠式夹层板(TFSP)面板厚度 $t_{f1}=t_{f2}=5.0\text{mm}$ 、夹芯层高度 $h_c=144\text{mm}$ 、壁厚 $t_c=2.0\text{mm}$ 、边长 $a=300\text{mm}$;四棱柱蜂窝式夹层板(SHSP)尺寸如下:面板 $t_{f1}=t_{f2}=5.0\text{mm}$ 、夹芯层高度 $h_c=144\text{mm}$ 、壁厚 $t_c=1.5\text{mm}$ 、边长 $a=150\text{mm}$ 。

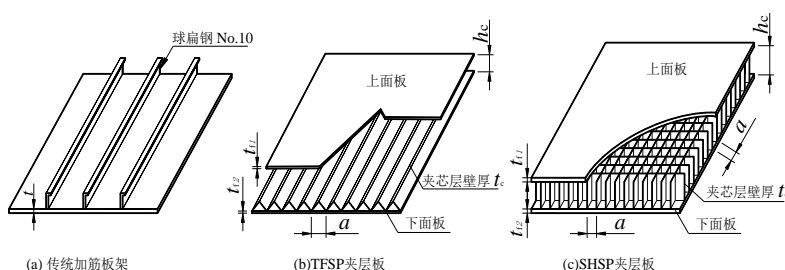


图1 夹层板结构图

(第2节省略)

3 计算结果分析

3.1 流-固耦合压力、比冲量

图5为3种结构中中间舱右舷船体外板所受到的平均水动压力-时间曲线及比冲量-时间曲线。从图中可以看出:(1) TFSP、SHSP舷侧结构的耦合力峰值分别为0.23MPa、0.44MPa,较原结构的1.0MPa峰值显著下降;流-固耦合力曲线的振幅、曲线波动程度都明显改善。(2) 耦合力比冲量也有较明显的降低,尤其在冲击波作用的前期(12ms以前)TFSP、SHSP结构的比冲量仅为原始结构的2/3~1/3。

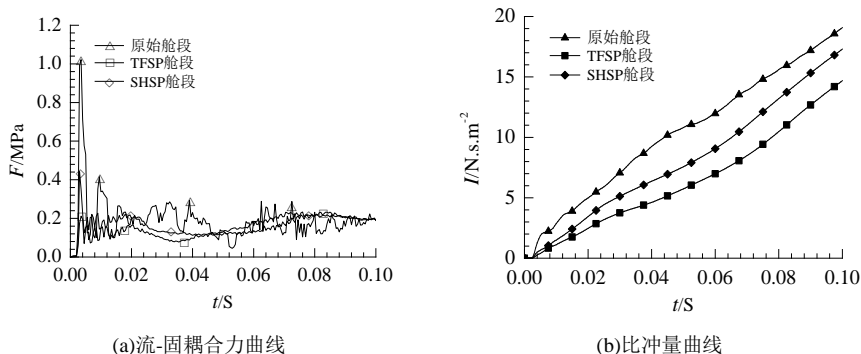


图5 流-固耦合压力、比冲量曲线

批注 [z13]: 正文的章节从“1”开始。若再分小节,用“1.1、1.2...”表示,其字体须加粗,字体 黑体五号。如还须分节,用“1.1.1、1.1.2、1.1.3...”表示,其字体为宋体五号,不加粗,不必用黑体。如在“1.1.1”内还须分节,则用“(1)、(2)、(3)...”都要另起一行,如在“(1)”内还须分节,则用“①、②、③...”表示。

3.2 结构变形损伤及位移

图6为中间舱段3种结构变形稳定后的结构变形图，图7为各关键位置处的位移曲线，从结构损伤变形图及位移曲线可以看出：

(1) 两种夹层板舷侧结构在各关键位置处的位移明显低于原始结构，减小近30%，夹层板结构对减小结构变形起到积极作用。

(2) 水下爆炸载荷作用下舰船结构响应具有局部性，舷侧迎爆点附近的船体外板损伤较大。迎爆点附近的夹层板夹芯产生很大的屈曲变形甚至被压溃，对冲击波作用力起了一定的缓冲作用，这与前面所说的应用夹层板结构的舱段受到水压力较小相符合。

4 结 语

本文以某型水面舰船为研究对象，选取典型计算工况，对应用夹层板的舰船舷侧结构在水下爆炸冲击波载荷作用下的动态响应进行仿真计算，比较分析流-固耦合力、结构变形、速度、加速度、吸能等。得到结论如下：

(1) 舷侧结构采用新式夹层板结构后，舰船结构吸收的冲击波冲量较小，结构的损伤变形、位移、速度加速度均明显减小，尤其是结构的响应速度和加速度减小显著。三角形折叠式夹层板和四棱柱蜂窝式夹层板是一种优良的防护结构。

(2) 夹芯层对舰船在水下爆炸载荷下的结构防护起着关键作用，夹层板通过本身横向压溃变形改善了舰船其它结构的变形，并在很大程度上改善了冲击环境。

参 考 文 献

- [1] 姚熊亮, 侯明亮, 李青, 李克杰. Y型舷侧结构抗冲击性能数值仿真实验研究[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2006, 27(6): 796-801.
- [2] 张振华, 朱锡, 黄玉盈, 王乘, 刘润泉. 水面舰艇舷侧防雷舱结构水下抗爆防护机理研究[J]. 船舶力学, 2006, 10(1): 113-119.
- [3] 张 健, 尹群, 王珂, 孙彦杰. 抗水下爆炸载荷的新型船舶结构形式研究[J]. 船舶工程, 2007, 29(1): 20-23.
- [4] 马欣, 张延昌, 王自力. 水下非接触爆炸载荷下双层底结构单元抗冲击性能研究[J]. 舰船科学技术, 2008, 30(6): 39-43.
- [5] 尹群, 陈永念, 张健, 胡海岩. 水下爆炸载荷作用下舰船结构动响应及新型防护结构[J]. 中国造船, 2007, 48(4): 42-52.
- [6] WADLEY H N G. Multifunctional periodic cellular metals [J]. Phil. Trans. R. Soc. A, 2006, 364: 31-68.
- [7] MOURITZ A P, GELLERT E, BURCHILL P, CHALLIS K. Review of advanced composite structures for naval ships and submarines [J]. Composite Structures, 2001, 53(1): 21-41.
- [8] WANG T G, SOKOLINSKY V S, RAJARAM S K, etc. Assessment of sandwich models for the prediction of sound transmission loss in unidirectional sandwich panels [J]. Applied Acoustics, 2005, 66: 245-262.
- [9] QIAO P Z, YANG M J, MOSALLAM A S. Impact analysis of I-Lam sandwich system for over-height collision protection of highway bridges [J]. Engineering Structures, 2004, 26: 1003-1012.

批注 [z14]: 论文的最后一节为“结论”或“结语”。是不可缺少的一节。

批注 [z15]: 与上下文各空 0.5 行，黑体五号

批注 [z16]: 序号须加中括号。

批注 [z17]: 中文 宋体小五号

批注 [z18]: 西文 Times New Roman 小五号

批注 [z19]: 姓全部大写。

批注 [z20]: 名缩写，字母大写。

[10] 王自力,张延昌. 基于夹层板单壳船体结构耐撞性设计[J]. 中国造船, 2008,49(1):60-65.

Application of Sandwich Panel in Anti-shock Design of Warship's Side Structure

ZHANG Yanchang^{1,2}, WANG Zili², GU Jinlan², ZHANG Shilian¹

(1. School of Naval Architecture, Ocean and Civil Engineering,

Shanghai Jiaotong University, Shanghai 20030, China;

2. School of Naval Architecture and Ocean Engineering,

Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212003, China)

Abstract

Performance of resisting shock wave impact of underwater explosion is an important aspect of warship survivability. Navy around the world have carried out series researches. TFSP(Triangle Folded Sandwich Panel) and SHSP(Square Honeycomb Sandwich Panel) are applied in the double bottom structures of warship. The numerical method of three-cargo finite model is used to do numerical trial for traditional, TFSP and SHSP side structure respectively under underwater non-contact explosion. The dynamic responses including fluid-structure interaction forces, deformation, energy absorption, acceleration and velocity are calculated by MSC.Dytran and compared. The results show that the sandwich panels used in warship bottom structure can reduce displacement and add energy absorption, at same time significantly improve shock environment. The sandwich panel side structure is a protective structure with excellent anti-shock performance. Sandwich panel has higher energy absorption efficiency. Core structure of sandwich panel play important role in reducing the deformation, fluid-structure force and impulse momentum.

Key words: warship; honeycomb sandwich panel; folded sandwich panel; anti-shock structure design; fluid-structure interaction

作者简介

张延昌 男, 1977 年生, 博士研究生, 讲师。主要从事船舶结构强度、结构耐撞性设计和舰船防护结构设计方面的研究工作。

王自力 男, 1964 年生, 工学博士, 教授。主要从事船舶与海洋工程结构损伤强度方面的研究工作。

顾金兰 女, 1984 年生, 硕士。主要从事船舶与海洋工程结构损伤强度方面的研究工作。

张世联 男, 1952 年生, 教授, 博士生导师。主要从事船舶与海洋工程现代强度与结构设计研究工作。

批注 [z21]: 小三号加粗, Times New Roman。

批注 [z22]: Times New Roman, 五号。

批注 [z23]: Times New Roman, 五号, 上角。

批注 [z24]: Times New Roman, 小五号。

批注 [z25]: Times New Roman, 五号加粗。

批注 [z26]: Times New Roman, 五号。

批注 [z27]: Times New Roman, 五号, 加粗。

批注 [z28]: Times New Roman, 五号。

批注 [z29]: 黑体, 五号。字之间空一字符

批注 [z30]: 黑体, 小五号。

批注 [z31]: 宋体, 小五号。