

国家“十二五”重点图书 船舶与海洋出版工程

著者 白 勇

主审 金伟良

海洋工程设计手册 — 海洋结构工程分册



上海交通大学出版社

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

国家“十二五”重点图书

船舶与海洋出版工程

海洋工程设计手册

—海洋结构工程分册

著者 白 勇

主审 金伟良

上海交通大学出版社

内容提要

本书由结构设计原理、极限强度、疲劳和断裂、结构可靠性、风险评估、固定平台和 FPSO 共六篇五十章组成。有限元分析和动态/疲劳分析的广泛使用、计算机和信息技术的迅猛发展以及风险和可靠性方法的应用是本书写作的基础。

本书适用于主要从事结构设计的海洋结构工程师、船舶设计师、机械工程师和土木工程师。随着基于可靠性的极限状态设计在结构工程领域得到日益广泛的应用,本书亦可为其他领域的结构工程师提供参考,例如建筑、桥梁和航天器领域。

图书在版编目(CIP)数据

海洋工程设计手册·海洋结构工程分册/白勇著;
金毅,管新潮,周长江译.——上海:上海交通大学出版社,2015
ISBN 978-7-313-14282-5

I. ①海... II. ①白... ②金... ③管... ④周... III.
①海洋工程—工程结构—技术手册 IV. ① P75-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 317985 号

海洋工程设计手册—海洋结构工程分册

著 者:白 勇

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 制:山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

字 数:969 千字

版 次:2016 年 9 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-14282-5/P

定 价:640.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:64.5

插 页:16

印 次:2016 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0539-2925659

《海洋工程设计手册—海洋结构工程分册》 出版审校委员会

主 审

金伟良

著 者

白 勇

主 任

金伟良

执行副主任

韩建民

副主任委员（以姓氏笔画为序）

马延德 王小合 王钦若 王培刚 王 鹏 叶银灿 孙从永 阮伟东
闫会宾 刘松华 刘明路 陆钰天 周长江 赵迎九 曹 宇 蒋志勇
程 鹏 戴 伟 戴伟顺

委员（以姓氏笔画为序）

马越峰 孙文进 乔红东 孙宏亮 汤建冬 刘浩然 刘祯祺 刘 婷
任康旭 严仁军 陈 伟 陈有芳 李妍瑶 李沁溢 吴枝远 杨咏妍
严 俊 陆 晟 陆钰天 汪 璇 陈 蕾 金映勋 尚照辉 郭 涛
顾 瑾 原 帅 梁园华 崔 锦 蒋凯恩 熊海超

审校人员（以姓氏笔画为序）

马玉龙 王旭伟 许卫平 朱 江 乔红东 孙宏亮 朱珉虎 汤建冬
刘浩然 刘祯祺 任康旭 张天宇 李沁溢 吴显沪 汪 璇 陈 蕾
周长江 郭 涛 顾 瑾 韩培华

翻译

管新潮 金 毅 毛立峰 姚庆涛 周长江

出版管理

周长江

前 言

本书适用于从事结构设计的海洋结构工程师、船舶设计师、机械工程师和土木工程师。有限元分析和动态/疲劳分析的广泛使用、计算机和信息技术的迅猛发展以及风险和可靠性方法的应用是本书写作的基础。作为斯塔凡格大学离岸结构专业的教授，我将本书用于我讲授的理学硕士和博士课程 TE6076 “离岸结构”和 TE6541 “离岸结构的风险和可靠性分析”。针对油气业工程师的 IBC/Clarion 行业培训课程“浮式生产系统的设计和建造”也使用了本书。

随着基于可靠性的极限状态设计在结构工程领域得到日益广泛的应用，本书也可为其他领域的结构工程师提供参考，如建筑、桥梁和航天器领域。

在此要感谢曾经给予我指导和鼓励的人，他们是：美国船级社（ABS）执行副总裁 Donald Liu 博士、挪威科技大学（NTNU）的 Torgeir Moan 教授、加州大学伯克利分校的 Robert Bea 教授和 Alaa Mansour 教授、丹麦技术大学的 Preben Terndrup Pedersen 教授、大阪大学的 T. Yao 教授以及广岛大学的 M. Fujikubo 教授。在整理本书所用的资料时，上述杰出科学家和工程师的友谊和技术指导起到了至关重要的作用。

在担任 JP Kenny 挪威分公司（现属于 ABB 公司）先进工程部经理和美国船级社离岸技术部经理期间，我有幸结识了石油公司、设计/咨询公司、船级社及承包公司的许多行业领导人。通过 ISSC、IBC、SNAME、OMAE、ISOPE、OTC 等学术会议及行业（ISO/API/Deepstar）委员会，我获取到了行业应用和研究的最新进展信息。

与 Ruxin Song 博士和 Tao Xu 博士的长期合作使我在结构可靠性和疲劳领域的研究获益良多。本书涉及极限响应、管状构件屈曲、浮式生产储卸装置船体梁强度和可靠性的内容是根据我发表在 SNAME、OMAE、ISOPE 等期刊上的论文撰写，论文的合著者为 Preben Terndrup Pedersen 教授、T. Yao 教授、Yung Shin 博士、

C.T. Zhao 博士和 H.H. Sun 博士。

Qiang Bai 博士和博士研究生 Gang Dong 协助整理了书稿。

本书在 Rameswar Bhattacharyya 教授、Elsevier 高级出版编辑 James Sullivan 和 Nick Pinfield、ABS 高级副总裁 Ames Card 的不断鼓励下得以完成。

感谢我的妻子 Hua Peng、孩子 Lihua 和 Carl，为我在不同文化和工作环境中写作本书的五年多时间里营造了良好的氛围。

感谢上述所有组织和个人，以及许多未提及的朋友和作者，谢谢你们的支持和鼓励！

白 勇

美国休斯敦

2016 年 8 月 12 日

佳豪方针：追求完善服务，技术不断创新
Policy:Pursuit Perfect Service, Continuous Innovation

前瞻视野 技术领先
完备服务 持续创新
Prospective Vision & Leading Technology
Perfect Service & Persistent Innovation



上海佳豪企业发展集团有限公司

SHANGHAI BESTWAY ENTERPRISE DEVELOPMENT GROUP CO.,LTD.



上海总部

地址：松江区莘砖公路518号漕河泾开发区松江园区10幢

邮编：201612 总机：+86-021-60859800

邮件：contact.corp@bestwaysh.com

网址：www.bestwaysh.com



追求绿色设计
Pursuit Green Design





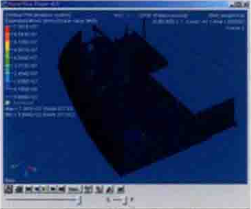



实践绿色制造
Practice Green Manufacturing


推广绿色能源
Promote Green Energy

倡导绿色生活
Advocate Green Life



Altair 深入了解船舶行业 CAE 的发展需求和技术动向,其HyperWorks 平台包括前后处理、求解器和优化工具,涵盖船舶 CAE 技术应用多个方面,为船舶行业提供了完整、功能强大、创新、架构开放的技术平台。

建模和可视化	分析求解	优化设计	制造
HyperMesh 有限元建模	RADIOSS/OptiStruct 强度、屈曲、振动和非线性分析	OptiStruct 结构优化	HyperForm 冲压成型
HyperView 结果可视化	MotionSolve 多体动力学分析	HyperStudy 多学科设计优化	HyperXtrude 挤压成型
MotionView 多体动力学建模	AcuSolve 流体分析		
HyperGraph 曲线结果可视化	FEKO 电磁分析		
HyperView 轻量化结果查看工具			
			



澳汰尔工程软件(上海)有限公司

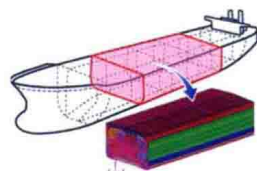
Altair Engineering Software (Shanghai) Co., Ltd

网址: www.altair.com.cn Email: info@altair.com.cn

技术服务热线: 400-619-6186

扫描二维码, 了解更多公司信息

- 日本船级社发布基于 HyperMesh 的 Prime Ship Hull (HCSR)，新一代船体结构强度快速评估和优化；
- 支持 Tribon、FORAN 等多种格式，快速准确进行船体建模



在 HyperMesh 中快速建立精细化船体结构模型

船舶建模



振动、冲击设计仿真

振动、冲击等设计

- 完整的结构强度和振动求解器，实现船体结构及其设备进行全面的强度、刚度、屈曲分析，干湿模态和 DDAM 等动力学分析

碰撞、晃荡等高级分析

- 显式非线性求解器，支持 SPH、ALE 等流固耦合算法；
- 支持船舶入水砰击、船船碰撞、船桥碰撞、水下爆炸、晃荡等分析



CDTS 船的结构设计和晃荡

优化

- 优化设计方法包括拓扑、形貌、自由尺寸、尺寸、形状、自由形状等；
- 针对复合材料设计以自由尺寸优化、尺寸优化和铺层层叠次序优化为基础的完整设计理念 and 流程



ABStructures 使用 HyperWorks 进行船舱壁的多级复材优化

Altair 是行业领先的工程设计技术的开发者之一，也是具有全球深厚工程技术底蕴的优秀 CAE 工程公司，在 CAE 建模、可视化、流程自动化、多学科计算和结构优化等领域站在技术前沿，为全球客户提供先进的产品工程方案。



WWW.MUSTANGENG.COM

Wood Group Mustang 为全球石油和天然气、炼油、化工、制造和自动化行业提供一系列的概念/前端工程和设计 (FEED)、项目管理、工程和设计、采购和建造管理服务。

An aerial photograph of a large offshore oil rig. The rig is a complex of steel structures, including a tall derrick on the left, various cranes, and a helipad on the right. The rig is situated in the middle of a dark, choppy sea. The sky is overcast. The text "Wood Group Mustang China" is overlaid in large white letters across the center of the image.

Wood Group
Mustang China



WOOD GROUP MUSTANG

我们将致力于为以下客户提供各类优质的 海洋工程技术服务：

- ☆ 在中国船厂开展新建项目的国际船东；
- ☆ 中国各类石油公司；
- ☆ 从事海工建造业务的中国船厂；
- ☆ 对海洋工程技术有需求的其他客户。



Safety
& Assurance

Relationships

Social
Responsibility

People

Innovation

Financial
Responsibility

Integrity

上海市浦东新区新金桥路27号13栋5楼

电话：+86 21 6106 8100

传真：+86 21 6106 8111

Wood Group Mustang China



北海海洋技术保障中心

国家海洋局北海海洋技术保障中心（简称北海技术中心），成立于2010年11月，是为适应海洋事业快速发展的需要组建的全新机构，是北海分局直属的公益性事业单位。中心以振兴海洋事业为使命，以高新技术为依托，以为海洋调查、海域与海岛管理、环境保护、海监执法等提供技术保障为宗旨，是国家在北海区实施海洋行政管理、海监执法、海洋科学考察、科技兴海的技术支撑单位。

中心自成立以来，立足于海洋高新技术的集成和应用，立足于海洋监视监控监测网络系统的建设、运行和管理维护，特别在海底探查与海洋高新技术装备应用开发方面具有显著优势。



物理海洋学科调查



蛟龙号深潜环境保障



水下机器人探测

主要从事以下方面工作：

（一）深远海调查，包括采用各种浮标、潜标、水下观测网等手段对海洋温盐深、浪潮流等环境要素的观测。

（二）海底探测，包括采用传统的多波束、侧扫声呐、浅地层剖面仪、重力仪、磁力仪等对海底环境的调查和搜寻；采用水下机器人、合成孔径声呐等新型装备对海底的扫测。

（三）大洋深潜船载调查装备一体化布局和运行保障。

（四）海域海岛的监视监控，包括采用无人机手段对海域海岛的日常管理和检查。

（五）海洋高新技术装备的选型论证，技术指标的海试验收。

（六）各种海洋高新技术在海洋开发管理、海上执法和海洋工程中的应用。



岛无人机执法检查

地址：山东省青岛市市北区抚顺路22号

电话：0532-58761227

邮箱：bhjsz_gxjss@bhj.gov.cn



华电重工股份有限公司

海上风电业务介绍

海上风电业务是华电重工股份有限公司重点发展的战略新兴业务。公司拥有北京、上海、天津以及郑州四个技术中心，在海上风电业务方面具有较强的技术力量和研发团队，通过与海上风电领域国际著名的Ramboll、DNV等公司合作，公司已在水下基础设计、施工技术等方面形成较强的技术优势。

公司拥有唐山曹妃甸、天津、郑州及武汉四个加工制造基地，钢结构及大型装备的加工制造能力突出，其中，曹妃甸基地厂房6万余平米，拥有800余米岸线、3万吨级重载码头及2000吨装船滑道，具备较好的海上风电大型基础钢结构件及海上升压站的制造、风机组件储运、装配、装船出运条件。公司于2014年购置了华电1001号自升式海上作业平台，该平台为海上风电施工的核心关键装备，具有施工安装精度高、质量好，作业效率高，安全可靠等突出优势，已完成中广核如东海上风电项目试桩作业及东海大桥海上风电增能升级改造项目，并签订了台湾彰化离岸福海海上风电场施工合同。

公司愿与各方携手合作，共创海上风电的美好明天！

公司业务涵盖国内外电力、煤炭、石化、矿山、冶金、港口、水利、建材、城建等领域。



公司以工程系统设计与总承包为龙头，核心及相关高端产品研发与制造为支撑，致力于为客户在物料输送工程、热能工程、高端钢结构工程、工业噪声治理工程、煤炭清洁高效利用工程和海上风电工程等方面提供整体解决方案。

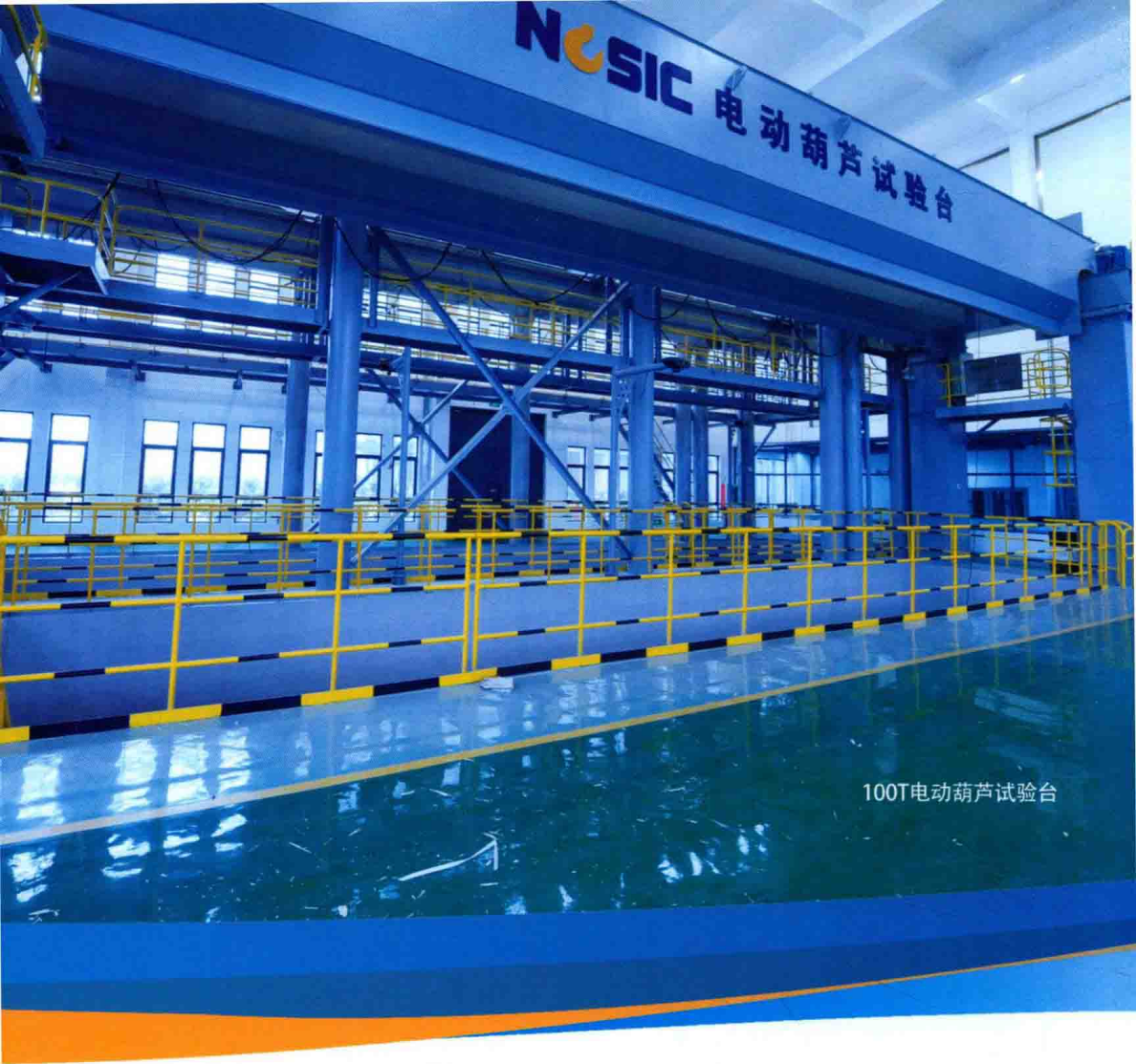
www.hhi.com.cn 欢迎访问

地址：北京市丰台区汽车博物馆东路6号华电产业园B座
传真：010-6391-9920



华电重工

NC&SIC 电动葫芦试验台



100T电动葫芦试验台

中心积极开拓委托检验业务。形成了大型起重机安全评估、结构件应力应变测试、在用吊索具检测试验、电机性能测试、制动器性能测试、材料理化、无损检测等稳定业务，除了起重机械整机和部件制造厂之外，一些国内外大型企业用户如通用电气、卡特彼勒、阿特拉斯、沙洲钢厂、罗马重工等企业成为老客户，成功中标并完成黄河万家寨水电站两台350t桥机安全评估检测；赢得周边一些船舶及船舶配套企业、外贸公司、军方等客户。



制动器试验场景



为美国福特公司提供检测



承办中国起重机械节能论坛

地址：无锡市惠山经济开发区堰新路330号（214174）
邮箱：ncsic@ncsic.org 传真：0510-83252910

热线电话：0510-83252918



“蛟龙号”检测



国家桥门式起重机械产品质量监督检验中心
江苏省特种设备安全监督检验研究院无锡分院
NATIONAL CENTER OF SUPERVISION AND INSPECTION ON PRODUCT QUALITY OF OVERHEAD GANTRY CRANE MACHINERY
SPECIAL EQUIPMENT SAFETY SUPERVISION INSPECTION INSTITUTE OF JIANGSU PROVINCE

专业试验装备：

- 1、375KW制动电机及电机能效综合性能试验台（采用德国高精度转速传感器）
- 2、制动电机动态制动力矩测试台
- 3、IBT110-500制动器综合性能试验台
- 4、六工位工业制动器可靠性试验台
- 5、MH100全项目电动葫芦试验台
- 6、FFSYT大型港机抗风防滑装置综合性能试验台
- 7、IBT500-200K安全制动器动静态综合性能试验系统



300T卧式
静载试验台



OLYMPUS
三维金相显微镜



ZWICK(-180℃)
冲击试验机



大扭矩制动器
动态试验台



安全保护装置电器
实验室