

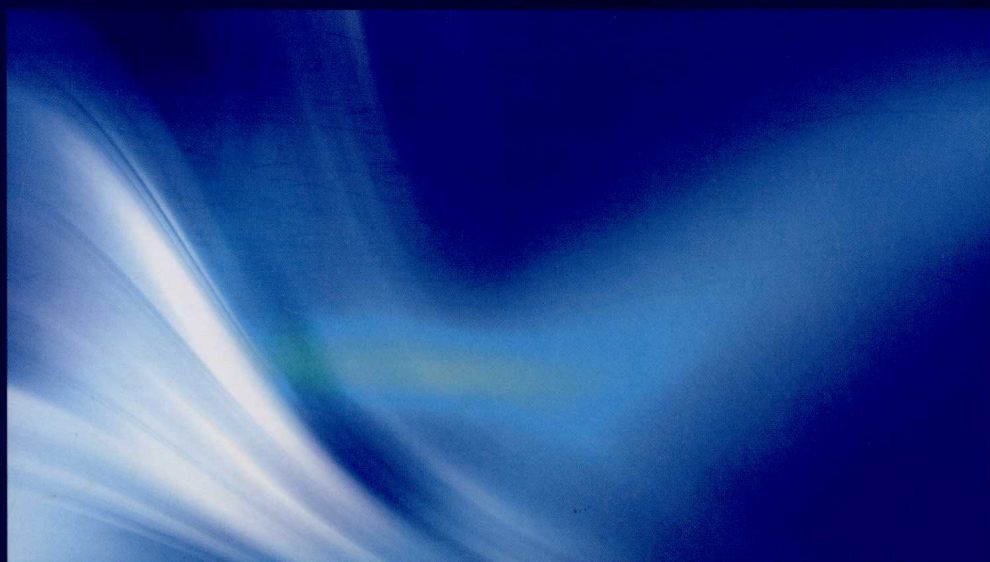
国家“十二五”重点图书

英文版主编 阿波斯托洛斯·D·帕帕尼古拉乌

(Apostolos D. Papanikolaou)

中文版主审 陈 刚

基于风险的船舶设计



方法——工具——应用



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

国家“十二五”重点图书

基于风险的船舶设计

方法——工具——应用

英文版主编 阿波斯托洛斯·D·帕帕尼古拉乌(Apostolos D.
Papanikolaou)

中文版主审 陈 刚

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书英文版系第6届欧盟委员会框架计划下的SAFEDOR(安全设计、营运和监管)项目(编号:IP 516278)的成果,由斯普林格(Springer)出版社出版。

基于风险的船舶设计是一个新兴的科学与工程领域。全书涵盖了这一领域所涉及的各方面,即方法论,监管体系,审批的程序、方法与工具等,同时还提供了多个实用案例。本书填补了国际上基于风险的船舶设计相关文献的空白,迄今为止未见学科领域内的其他图书能如此全面地涵盖这个复杂的主题。

目标读者是海事业的工程师和技术人员,大学的造船、海洋工程和海运专业的研究人员和研究生。

Translation from the English language edition:
Risk-Based Ship Design. Methods, Tools and Applications
by Apostolos Papanikolaou
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009
Springer is a part of Springer Science+Business Media
All Rights Reserved

上海市版权局著作权合同登记:图字 09-2011-342 号

图书在版编目(CIP)数据

基于风险的船舶设计/(希)帕帕尼古拉乌主编. 丁毅等译.
—上海:上海交通大学出版社,2011
ISBN 978-7-313-07658-8

I. 基... II. ①帕... ②丁... III. 船舶设计—研究
IV. U662

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 155565 号

基于风险的船舶设计

[希]帕帕尼古拉乌 主编

丁 毅 等译

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海锦佳印刷有限公司 印刷 全国新华书店经销

开本:710mm×1000mm 1/16 印张:32.5 字数:547 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-313-07658-8/U 定价:480.00 元

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话:021-56401314

《基于风险的船舶设计》中文版编译出版委员会

主 任

陈 刚

执行副主任

陈 强 吴承业 陈书海 王 毅

副主任(以姓氏笔画为序)

庄才亮 刘玉君 朱 恺 刘 楠 严 俊 张锦岚 孟 梅 胡安康
胡 昊 胡 雄 程志虎 韩建民

委员(以姓氏笔画为序)

王智祥 叶锦文 庄惠忠 李小平 陈建民 李彦钢 李淑民 李德堂
谢传永 蒋志勇

翻译人员(以姓氏笔画为序)

丁 毅 朱 安 庄浩然 杨宝龙 金 毅 徐 军 熊秋平 魏友亮

专业审校人员

吴显沪 宋永明 金巍良 冯寄湘

翻译管理

管新潮

项目策划

管新潮 周长江

《基于风险的船舶设计》英文版原著

主 编

阿波斯托洛斯·帕帕尼古拉乌(Apostolos Papanikolaou)

参编者

阿波斯托洛斯·帕帕尼古拉乌(Apostolos Papanikolaou)

安杰依·加西奥诺夫斯基(Andrzej Jasionowski)

比杨·霍伊宁(Bjørn Høyning)

达格·麦克乔治(Dag McGeorge)

德拉古斯·瓦萨罗斯(Dracos Vassalos)

亨里克·诺德哈默(Henrik Nordhammar)

卡洛斯·格德斯·苏亚雷斯(Carlos Guedes Soares)

洛尔夫·史克容(Rolf Skjong)

皮埃尔·C·萨麦斯(Pierre C. Sames)

叶普·居尔(Jeppe Juhl)

意萨·波伊里奥(Esa Pöyliö)

约尔根·简森(Jørgen Jensen)

中文版序

21 世纪是海洋世纪。

海洋是人类社会经济发展的重要支点,是人类科学进步与技术创新的重要舞台。海洋经济和海洋事业的发展离不开海洋科技的引领与支撑。海洋领域内的竞争归根到底是科技的竞争,而竞争的关键在于海洋高新技术。海洋高新技术已经成为世界新技术革命的重要内容,备受世界瞩目。如何利用海洋科技更为合理地开发、利用和保护海洋,已成为 21 世纪人类社会追求进步和实现跨越的主攻方向。

至今为止,我国的海洋科技已经取得了令人可喜的进步,无论是海洋船舶制造、海洋工程装备、海洋环境保护等方面的科技研发,还是在高端船舶、水下机器人、海上风电等海洋高新技术领域所取得的重大进展,都预示着海洋事业的可持续发展有了越来越强劲的科技支撑与保障。

与此同时,还有许多工作需要我们投入极大的努力与信心,因为海洋产业的优化升级、海洋事业的科学发展、海洋管理的全面提升等都对海洋科技提出了更高、更严的要求。海洋科技工作者既面临难得的历史机遇,也面临来自方方面面的挑战。我们需要不断提高对海洋的认知水平,努力构建起海洋科技的创新体系,为维护国家权益和安全做出我们应有的贡献。

海洋科技的进步与发展离不开科技人员富有创意的工作,而出版人为海洋科技知识的传播所做的努力亦属不可或缺。上海交通大学出版社在为国内的海洋科技工作者提供出版服务的同时,有选择地从国外引进一些海洋科技方面的图书,这是有意义的工作,值得肯定。

国外海洋科技图书的引进需要考虑经典性和先进性两方面因素。经典性的具体表现是图书的一版再版,这说明一种图书的生命力已经在专业读者群中得到了延续。上海交大出版社之前引进出版的《船舶工程技术手册》即是经典性的一种体现,因为该手册属工具类专业参考书,是专业人员的必备。而《基于风险的船舶设计》则是先进性的一种体现,因为该书所包含的知识均源自于第 6

届欧盟委员会框架计划 SAFEDOR(安全设计、营运和监管)项目,它填补了国际上基于风险的船舶设计相关文献的空白。此外,先进性还应体现在我国对海洋高新技术发展的需要上,例如高技术高附加值船舶、船用关键配套产品、多功能自升式平台、深水浮式生产储卸装置、海上大功率风力发电机组关键技术、海洋工程材料耐腐蚀防护、海洋工程总装建造技术,等等。

引进图书的出版无论是选题策划还是翻译出版,都需要海洋科技工作者的参与,需要他们与出版从业者的密切合作。希望合作结出硕果,在引进国外图书的同时,更向社会奉献我们原创的海洋高新技术工具书和专著,以符合时代发展的需要。

是为序。

陈刚

2011年7月

中文版前言

中国船舶工业近年来发展迅速,其产能和产量增长迅猛。中国政府 2003 年提出的到 2015 年成为全球最大造船国家的目标已经提前实现。2010 年,中国在造船完工量、新承接订单和手持订单量三大指标上均超越其他竞争对手位居全球首位。近年来,中国在海洋工程装备制造方面也发展迅速,虽然韩国和新加坡依然占据领先地位,但是中国一直在努力追赶,缩小差距。

中国在船舶建造方面已经居于领先地位,但是相较其他主要造船国家,在设计能力上依然相对薄弱,这对未来发展构成了一定的挑战,但同时也存在着机遇。2008 年末开始的全球经济危机大大改变了全球造船市场的格局。船东对新设计和新技术发展的需求越来越迫切,他们希望拥有兼具操作性和更高能效的船舶,以及能满足未来市场需求和新规范、新法规的出色船舶设计和建造工艺。这方面的发展需要更先进、创新的设计能力和新型建造技术。

中国的“十二五”规划明确提出要提高包括海事业在内的所有产业的研发创新能力,实现从“中国制造”向“中国设计”转变,成为创新型国家。

《基于风险的船舶设计》一书汇集了由欧盟委员会发起、52 家欧洲机构参与并支持的 SAFEDOR 项目的研究成果,必将激发和鼓励相关院校、设计院所、船厂和其他海事业者进一步开拓和探索基于风险方法论的船舶设计,促进中国海事业在研究和创新方面的发展。

我对于上海交通大学出版社引进并出版《基于风险的船舶设计》中文版表示感谢并致以敬意,此举无疑会给中国海事业界带来更多基于风险设计的理念和研究,促进中国和国际间同行的合作,从而为全球范围的海事业界的合作与发展做出贡献。

DNV 很荣幸能够支持此书中文版的出版。《基于风险的船舶设计》和

DNV“风险管理”的理念甚为接近,DNV一直致力于支持中国的创新和可持续发展。我们将继续通过能力培养、联合研究项目和开发最新技术的船舶设计,支持中国海事业的发展。

我衷心祝愿《基于风险的船舶设计》中文版的出版、发行取得圆满成功!

DNV 副总裁兼大中国区主席

姚伯乐(Jörg Beiler)

2011年7月31日

英文版前言

基于风险的船舶设计是一个新兴的科学和工程领域,对来自与船舶设计、建造、营运和管理相关的各类学科的研究人员、工程师和技术人员而言,其意义与日俱增。基于风险的船舶设计方法在海事业的应用始于 20 世纪 60 年代初,以引入概率船舶破损稳性的概念作为开端。随后,就被广泛地应用于离岸工业,现在正逐渐调整并应用于船舶工程与航运业。

应用基于风险设计方法的主要动机却呈现出两重性:虽然认为应用新颖的船舶设计理念是安全的,可以在安全方面合理优化现有设计,而不使效率和性能有任何损失,但出于某些拘泥于传统的原因,至今未能得到认同。

本书所包含的知识均源自 SAFEDOR(安全设计、营运和监管)项目,这是第 6 届欧盟委员会框架计划下的一个综合性项目(编号:IP 516278)。该项目的主题是基于风险的船舶设计、营运和监管。项目始于 2005 年 2 月,2009 年 4 月验收完成。在德国劳氏船级社的协调之下,代表着欧洲海事业所有相关利益方的 52 个组织参与了这一重要的研发项目。

本书的主旨不在于充当研究生学习的教科书,因为本学科主题的研究正在不断地推进发展,达到成熟还需要一定的时间。然而,现今大学的各类课程中几乎都缺失基于风险的船舶设计、营运和监管的主题,本书旨在此方面对学术课程进行必要的补充和加强,使这一重要的概念能够应用于海事业中。因此,本书的目的在于使读者能够理解将基于风险的设计方法融入船舶设计过程的各种基础知识和专业知识。本书将 SAFEDOR 项目研究所获取的知识转化到更宽广的海事领域,并对涉及基于风险设计和船舶安全的科学方法进行了详细的阐述。

本书第 1 章引言部分即海事业中基于风险的方法概述系由德国劳氏船级社(Germanischer Lloyd)的皮埃尔·C·萨麦斯(Pierre C. Sames)博士撰写而成。基于风险的船舶设计、相关概念和客船案例研究由格拉斯哥和斯特拉思克莱德大学(Universities of Glasgow and Strathclyde)的德拉古斯·瓦萨罗斯

(Dracos Vassalos)教授撰写,详见第2章。基于风险的海事监管架构和综合安全评估的发展详见第3章,作者为挪威船级社(Det Norske Veritas)的洛尔夫·史克容(Rolf Skjong)博士。基于风险的审批过程详见第4章,系由丹麦海事局(Danish Maritime Authority)的叶普·居尔(Jeppe Juhl)先生撰写。第5章介绍用于关键设计和运营的各种方法和工具,作者是丹麦科技大学(Technical University of Denmark)的约尔根·简森(Jørgen Jensen)教授、里斯本高等技术学院(Instituto Superior Tecnico, Lisbon)的卡洛斯·格德斯·苏亚雷斯(Carlos Guedes Soares)和雅典国立科技大学(National Technical University of Athens)的阿波斯托洛斯·帕帕尼古拉乌(Apostolos Papanikolaou)。最后是第6章,详细阐述了三个基于风险的船舶设计案例,第一个案例是客滚船轻型混合夹层式上层结构的设计,由挪威船级社(Det Norske Veritas)的达格·麦克乔治(Dag McGeorge)先生执笔;第二个案例是雅典国立科技大学(National Technical University of Athens)的阿波斯托洛斯·帕帕尼古拉乌(Apostolos Papanikolaou)撰写的阿芙拉型油轮的设计;第三个案例是关于快速客滚船的设计,作者是格拉斯哥海上安全公司(Safety at Sea, Glasgow)的安杰依·加西奥诺夫斯基(Andrzej Jasionowski)博士和芬兰德尔塔马林公司(Deltamarin, Finland)的意萨·波伊里奥(Esa Pöyliö)先生。

本书的目标读者是海事业的工程师和技术人员,大学的造船、海洋工程和海运专业的研究人员和研究生。本书填补了国际上基于风险的船舶设计相关文献的空白,迄今为止未见学科领域内的其他图书能如此全面地涵盖这个复杂的主题。

基于风险的船舶设计是个复杂而不断发展的研究方向,其进展需要许多活跃于该领域专家的贡献。作为本书的编辑,我非常感谢作者将他们的长期研究成果反映在各章中,同时还要感谢为写作本书与SAFEDOR的合作以及欧盟委员会(研究总署)的资助。最后还要感谢雅典国立科技大学(National Technical University of Athens)的艾拉弗瑟瑞亚·伊利奥波罗(Eleftheria Eliopoulou)博士为编辑本书所提供的支持。

阿波斯托洛斯·D·帕帕尼古拉乌(Apostolos D. Papanikolaou)
希腊雅典

目 录

第 1 章 引言——海事业中基于风险的方法

Introduction to Risk-Based Approaches in the Maritime Industry 1

1.1 基于风险的设计需要

The Need for Risk-Based Design 2

1.1.1 社会预期和经济驱动

Societal Expectations and Economic Attractions 2

1.1.2 强化设计过程

An Enhanced Design Process 3

1.2 起点

How Did It Start? 4

1.2.1 概率破损稳性

Probabilistic Damage Stability 4

1.2.2 离岸工业

Offshore Industry 5

1.2.3 结构可靠性分析

Structural Reliability Analysis 6

1.2.4 消防安全的替代设计与布置(SOLAS 第 II-2 章第 17 条)

Alternative Design and Arrangement for Fire Safety (SOLAS II-2/17) 7

1.2.5 油船的替代设计(MARPOL 附录 I-4/19)

Alternative Design for Oil Tankers (MARPOL Annex I-4/19) 7

- 1.2.6 特种船舶
Special Craft 8
- 1.2.7 综合安全评估
Formal Safety Assessment 8
- 1.2.8 最新科研进展
Selected Recent Research Activities 10
- 1.2.9 最新监管动态
Recent Regulatory Developments 11
- 1.3 基于风险设计与审批的深层次说明
A High-Level Introduction to Risk-Based Design and Approval 12
- 1.3.1 基于风险设计与审批的结合
Linking Risk-Based Design and Approval 12
- 1.3.2 基于风险设计与审批工作的互动
How Risk-Based Design and Approval Work Together 12
- 1.4 基于风险设计与审批工作的基础
What is Needed to Make Risk-Based Design and
Approval Work? 13
- 1.4.1 监管体系
Regulatory Framework 13
- 1.4.2 设计架构和工具
Design Framework and Tools 14
- 1.4.3 资格认证工程师
Qualified Engineers 15
- 第2章 基于风险的船舶设计
Risk-Based Ship Design 21
- 2.1 基于风险的设计方法论
Methodological Approach to Risk-Based Ship Design 22
- 2.1.1 概述
Introduction 23

2.1.2	船舶设计过程	
	The Ship Design Process	24
2.1.3	发展动态	
	Contemporary Developments	37
2.1.4	总风险(安全级别)	
	Total Risk (Safety Level)	40
2.1.5	结论	
	Concluding Remarks	65
2.2	基于风险的设计案例:大型客船	
	RBD Case Story: Large Passenger Vessel	65
2.2.1	基于风险设计的结构单元	
	Building Blocks of Risk-Based Design	66
2.2.2	早期实施结果	
	Early Implementation Results	82
第3章	监管体系	
	Regulatory Framework	107
3.1	概述	
	Introduction	108
3.2	综合安全评估	
	Formal Safety Assessment	109
3.2.1	历史沿革	
	Historical Background	109
3.2.2	综合安全评估的目的	
	Purpose of FSA	110
3.2.3	总体应用	
	Application-General	111

3.3 综合安全评估实质	
What is FSA?	112
3.4 风险评估与综合安全评估的发展	
Development of Risk Assessment and FSA	113
3.4.1 “夜间单人值班”风险评估	
Risk Assessment “Solo Watch-keeping During Period of Darkness”	114
3.4.2 高速船的综合安全评估	
FSA—High Speed Craft	115
3.4.3 游轮上直升机着陆区域的综合安全评估	
FSA—Helicopter Landing Area on Cruise Ships as a Safety Measure	116
3.4.4 散货船的综合安全评估	
FSA for Bulk Carriers	117
3.4.5 正在进行的电子海图显示及信息系统综合安全评估	
Ongoing FSA on Electronic Chart Display and Information System	124
3.4.6 其他正在进行的综合安全评估研究	
Other Ongoing FSA Studies	125
3.5 综合安全评估讨论	
Discussion on FSA	126
3.5.1 综合安全评估工作	
FSA Work	126
3.5.2 综合安全评估方法	
FSA Methods	126
3.5.3 综述	
Open Issues	127
3.5.4 风险接受准则	
Risk Acceptance Criteria	127

3.5.5 综合安全评估过程	
The FSA Process	128
3.6 综合安全评估的结论	
Conclusions on FSA	128
3.7 基于目标的标准	
Goal Based Standards	129
3.7.1 基于目标的标准之定义	
Definition of GBS	130
3.7.2 第Ⅰ级:目标	
Tier I : Goals	131
3.7.3 第Ⅱ级:功能要求	
Tier II : Functional Requirements	132
3.8 风险接受	
Risk Acceptance	134
3.8.1 准则的证明方法	
Methods to Justify Criteria	134
3.9 决策参数	
Decision Parameters	135
3.10 风险评价准则	
Risk Evaluation Criteria	137
3.11 风险评价的显明准则——乘客、船员和第三方死亡、 受伤和生病的个体风险	
Explicit Risk Evaluation Criteria—Individual Risk of Death, Injury and Ill Health for Passengers, Crew and Third Parties	138
3.11.1 宗旨	
Purpose	138

3. 11. 2	背景	
	Background	138
3. 11. 3	个体风险准则	
	Individual Risk Criteria	139
3. 11. 4	历史数据比较	
	Comparison with Historical Data	141
3. 12	风险评价的显明准则——乘客、船员和第三方生命的社会风险	
	Explicit Risk Evaluation Criteria—Societal Risk to Life for	
	Passengers, Crew and third Parties	142
3. 12. 1	宗旨	
	Purpose	142
3. 12. 2	背景	
	Background	143
3. 12. 3	方法	
	Method	144
3. 12. 4	准则实例以及与某些船型数据的比较	
	Examples of Criteria and Comparison with Data for	
	Some Ship Types	146
3. 12. 5	第三方	
	Third Parties	148
3. 12. 6	成本收益与成本效益评估	
	Cost Benefit and Cost Effectiveness Assessment	149
3. 12. 7	受伤和疾病风险	
	Risk of Injuries and Ill Health	153
3. 13	环境风险评价准则	
	Environmental Risk Evaluation Criteria	156
3. 14	环境风险准则——二氧化碳	
	Environmental Risk Criteria—CO₂	159
3. 15	应用基于风险设计方法的风险准则	
	Risk Criteria for Use in Risk Based Design	161