

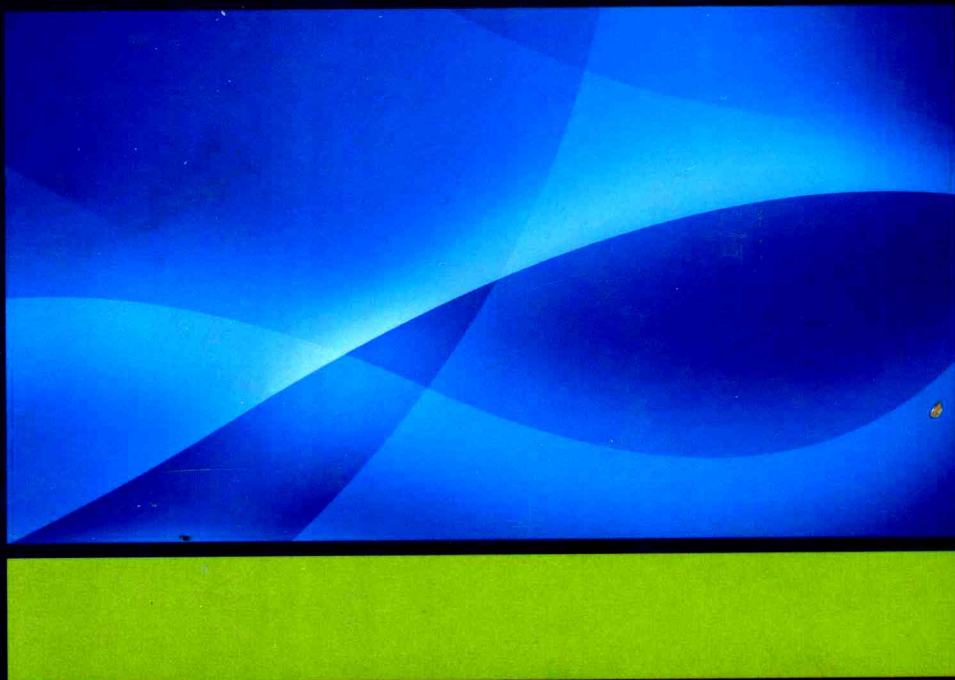
国家“十二五”重点图书船舶与海洋出版工程

英文版原著 简·埃里克·维南

(Jan Erik Vinnem)

中文版主审 陈刚

海洋工程设计手册 —风险评估分册



原理——建模——应用

(第 2 版)



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 —风险评估分册

(第2版)

原理——建模——应用

英文版原著 简·埃里克·维南(Jan Erik Vinnem)

中文版主审 陈 刚

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是第一本将量化风险评估(QRA)应用于海上设施和作业的专著。在离岸油气业,风险评估技术已经使用了30多年。随着离岸油气业拓展到新的地区以及在已有地区遇到新的挑战,风险评估技术的应用得到了迅速的发展。本书是进行了更新和扩充的第2版,包含了挪威离岸风险评估重大研发项目的成果,能反映出浮式海上生产设施得到大量应用的趋势。

本书首先对风险度和风险分析方法进行深入探讨,随后的章节专门对安全和应急系统的事态加剧、逃生、撤离和救援分析方法进行论述。书中有单独的章节对离岸结构的主要危险:火灾、爆炸、碰撞和坠落物体进行分析。还讨论了风险的缓解和控制,以及如何对量化风险评估研究进行呈现。第2版更为重视风险评估技术在海上设施作业中的应用,并且还涵盖了海上设施退役方面的内容。

书中不仅介绍了离岸风险评估的最新进展,而且确定了需要进一步发展的薄弱之处。本书为海洋/离岸风险评估和管理方向的师生提供了全面的参考,也能为行业专家、承包商、供应商、咨询人员及监管当局提供帮助。

Translation from the English language edition:
“Offshore Risk Assessment” by Dr. Jan Erik Vinnem (edition: 2nd)
Copyright © 2007 Springer, London
as 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 09-2011-632 号

图书在版编目(CIP)数据

海洋工程设计手册—风险评估分册/(荷)维南(Vinnem, J. E.)
著;陈刚主审. —上海:上海交通大学出版社,2012
ISBN 978-7-313-07927-5

I. 海... II. ①维... ②陈... III. 海洋工程—风险评价—
技术手册 IV. P75-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 234294 号

海洋工程设计手册

—风险评估分册

[荷]维南(Vinnem, J. E.) 著
陈 刚 主审

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

浙江新华数码印务有限公司 印刷 全国新华书店经销

开本:710mm×1000mm 1/16 印张:46.5 插页:10 字数:823 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-313-07927-5/P 定价:520.00 元

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:0571-85166701

《海洋工程设计手册—风险评估分册》

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)

Evgenious A. Koumoudhis(库穆迪斯) 孙尧 刘义坤
杨立平 杨志 杨建民 陈君 金义重 周海 赵卫民
胡昊 顾长石 韩建民 潘华辰 戴文凯

委员(以姓氏笔画为序)

万德成 王东宝 王靖 叶银灿 江雨蓓 严谨 李淑民
张广浩 陈建民 陈景锋 邵永波 赵玉新 秦炳军

翻译人员

金毅 丁毅 庄浩然 钱浩 徐军 熊秋平 李树山

专业审校人员

梁启康 吴显沪 宋永明 金巍良 郑瑜

翻译管理

管新潮

项目策划

管新潮 周长江

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

中文版前言

随着能源需求让勘探和生产作业步入更具挑战的极端地理和气候环境,商业和人身风险都在增加,实现回报也更加困难。国际海事和海洋环境的新公约、新标准和新规范陆续制定与颁布,如何采取积极的应对措施、如何使技术变得更安全、更智能、更绿色,已成为海洋工程领域发展的重中之重。开创安全、可持续发展的未来,是业界的任务与目标之所在。

海洋安全是一种现实需要,也是业界义不容辞的责任与义务。作为一家世界级的技术服务机构,GL(德国劳氏船级社)已然赢得了业界的信任,我们的愿景目标是将这种信任付诸实践、创新未来。高超的技术能力、对行业的远见卓识、对客户的专业呵护是我们实现这一目标的强有力的保障。

中国正在积极开展海洋防灾减灾、海洋资源利用、海洋环境治理、海洋船舶制造、海洋工程装备等方面的应用技术研究,探索建立海洋科技创新平台,为海事业的可持续发展提供重要的科技支撑。GL愿在这一科技发展的潮流中,积极投身于海事业的建设,与时俱进、展望未来。

《海洋工程设计手册—风险评估分册》是第一本将量化风险评估技术应用于海洋工程设计和海上作业的专著。随着海洋油气业的新发展及其遇到的新挑战,风险评估技术的应用有了迅猛的发展。本书是诸多实践与科技创新成果的结晶,它的呈现带来了更多科技理念的创新,必将对中国海事业在这一领域的发展起到促进作用。我对上海交通大学出版社引进出版该书中文版表示衷心祝贺。

GL之所以对该书中文版的出版表示出浓厚的兴趣并为此提供支持,缘由在于《海洋工程设计手册—风险评估分册》的撰写理念与GL一贯秉持的科技与管理理念不谋而合。不仅于此,GL还会一如既往地致力于中国海洋工程领

域的可持续发展,以更多创新实践立足于业界。

愿我们携手并进,开拓美好未来。祝愿《海洋工程设计手册—风险评估分册》中文版的出版和发行取得圆满成功!

GL 副总裁、大中华区域经理
库穆迪斯(Evgenious A. Koumoudhis)

2012年8月1日

英文版前言(第2版)

这是本书的第2版,第1版于1999年出版。随后作者在挪威斯塔万格大学担任全职教授,讲授离岸风险分析与管理的课程。这就有了对本书进行更新的需要。1999年后发生的几次重大进展也意味着需要进行一次大的修订。

油价在2006年触及有史以来的最高水平(名义上)。但此时的经济气候却是尽力探究如何才能缩减成本并最大限度地提高利润。在很多情况下这就要求对风险进行仔细的考虑,不仅仅是进行“现成的风险分析”,而是详尽计划并大范围评估降低风险的选择和可能性。

大约在新世纪开始的时候,挪威离岸规范进行了重大的修订,从2002年起新规范成为了法律。本书的第2版吸取了新规范前4至5年应用的一些经验和挑战。本书对新规范的重要方面进行了简短论述,见第1章。

挪威第一份关于离岸业健康、环境和安全的白皮书在2001年发布,第二份白皮书发布于2006年。白皮书中确定的要求之一就是需要在离岸业进行更广泛的研发工作,并在2002年至2006年实施了一项重要的计划。本书第2版中的一些新结果就来自这个新的研发计划。

在第4章用了一些篇幅论述了大约20个主要是发生于北海的重大事故,以说明过去曾经历过的问题。在第2版中对这个主题给予了更多的关注,因为让后辈能从过去发生的事故中吸取教训也是非常重要的。只要有可能,除了论述事件的次序和得到的教训外,还将对屏障性能进行讨论。

涉及风险管理及基于风险分析结果决策的主题在另一本同样由施普林格出版社出版的书中进行了论述,书的作者是我的同事,斯塔万格大学的特里埃·艾文教授,该书于2007年出版。感兴趣的读者可以参考这本书《风险管理及离岸石油业的应用》。

还要表达对施普林格伦敦出版社的感谢,尤其要感谢范教授和高级编辑安东尼·道尔,他们同意出版本书的第2版,并在出版过程中提供了积极宝贵的建议。西蒙·里斯也为最终稿件的撰写给予我难得的帮助和支持。

附录A概述了一些经常使用的重要软件工具。感谢所有为本附录提供所需信息的咨询公司和软件供应商。

在本书第2版的写作中,我很幸运地得到许多同事和朋友的善意帮助,他们给予我宝贵的支持和协助。首先要向我的朋友,克兰登咨询公司的戴维·贝利致以诚挚的谢意和感激,他在第2版中又一次帮助我对语言进行了改善,并提供了技术上的意见和建议。没有戴维的热心帮助,第2版不可能像第1版一样出色。

我的同事,统计研究所的特里埃·艾文教授对论述风险和不确定性的统计处理提供了很大帮助。能实现这个重要改进我非常高兴。斯堪伯奥风险管理北京公司的陈海波博士也为移动设备的动力定位系统分析提供了很有价值的信息。

斯夫泰克·诺蒂克公司允许使用其几种工具进行说明和实例的输入分析,对此我要表达深深的谢意。还要特别要感谢托马斯·埃里克森、斯坦·豪根和阿恩斯坦·斯考格赛特。

还有几个人为各种技术细节提供了相关信息,他们是芬·威克斯特罗姆、阿克尔·克瓦纳和格雷厄姆·达尔泽尔,TBS3。女儿玛格丽特帮助我编辑了书稿。非常感谢你们所有人。

简·埃里克·维南

斯塔万格大学教授

2007年1月于布萊尼

英文版前言(第1版)

19世纪70年代末,海上设施的量化风险评估(QRA)还并不引人注目,作为研究工具首先在挪威开始使用,现在已经成为管理整个北海油气业安全、健康和环境的关键议题。虽然在早期阶段,其使用通常来自政府机构,但目前主要是由行业自身所推动。在离岸作业中为达到可接受的安全标准,量化风险评估被视为是获得扩展柔性的一个媒介。虽然一些领域的模型可能并不完善,有时知识也比较有限,但在寻求改进概念及优化设计和作业的过程中,研究成果还是得到了有效的利用。

本书源自20多年的离岸量化风险评估工作。在此期间,作者有机会从不同的角度实践并评估这些研究,包括了从咨询者、作业公司、研究者以及教育者的角度。

在位于挪威特隆赫姆的挪威科技大学海洋技术学院,作者曾经讲授过几年海事建筑风险分析的课程。写作本书首先需要对课程的讲稿进行更新。

希望将来本书也能为更广泛的读者提供有益的参考。近几年来,对离岸油气作业使用风险评估已经得到了迅速的推广。随着离岸石油业拓展到新的地区以及在已有地区遇到新的挑战,预期这种推广还将持续一段时间。

在1999年第1季度,油价触及多年来的最低水平。人们可能倾向于认为经济气候将阻碍对风险评估和安全改进的进一步关注,但情况可能恰恰相反。正如一位挪威国家石油公司(Statoil)的朋友不久前说道:“每当利润变得紧张,对风险评估的需求就会增加,寻求的每一个更新、更优的解决方案,都需要进行风险的评估”。

在挪威,1999年初挪威石油管理局(NPD)也正准备对海上设施和作业规范进行一次大的修订,预期在2001年生效。虽然很显然无法获取新规范的最新要求,但可以在已知的范围内,尝试了解规范中新的趋势。

过去的10到15年里出版过几本关于风险评估的书,大部分都专注于相对一般的主题。有些也将重点放在风险管理方面,但比较普通,可以应用于离岸

业。已知的书中都没有对量化风险评估研究的使用需求和主题进行介绍,特别是针对离岸业。本书力图能够填补这一空白。

在北欧,量化风险评估研究的使用显得有些特别,尤其在挪威。离岸应用支配了这些技术的使用,重点主要放在人员风险的量化上。而且人员风险几乎从不涉及使公众面临危险。这样从方法学的角度来看,研究很少遇到挑战。许多人可能认为这是优势,但也是有劣势的。这种挑战也可以导致方法的改善。可能不算是巧合,北海离岸应用的风险分析师对改善和发展建模的兴趣有时是非常低的。

本书力图阐述当前离岸设备和作业量化风险评估研究中涉及的建模工作。书中还说明了需要进一步发展的一些不足之处和领域。希望通过这些介绍,能够引发更多的完善和提高。

1. 关于本书的内容

离岸设备的量化风险评估有以下主要步骤:

- 1) 确定危险
- 2) 起因及概率分析
- 3) 事故场景分析
- 4) 后果、破坏及损伤分析
- 5) 逃生、撤离及救助分析
- 6) 死亡事故风险评估
- 7) 降低风险手段的分析

本书结构据此进行划分。每一步骤都至少有一章(有时是更多章)专门进行介绍,主要次序与上述内容相同。书中另外还包含了几章关于风险分析方法、事态加剧的分析方法、安全和紧急系统的逃生、撤离和救助分析以及风险控制的内容。

从以往经验中汲取教训是很重要的,尤其是从先前的事故中。第4章结束部分对主要是北海的十几个重大事故进行了讨论,以说明过去曾经历过的问题。

离岸建筑的主要危险是火灾、爆炸、碰撞和坠落物体。这些危险及其分析将在不同的章节中进行讨论。风险的缓解及控制在两个章节中予以介绍,然后

是风险建模替代设计的概述,并特别将重点放在与短期行为相关的风险上。最后讨论了在航运上的应用,主要涉及生产储油船,同时也考虑了航运的一般应用。

2. 致谢

写作本书用到的部分材料最初是为石油经营与管理计划(PETRAD)的一门课程所准备的,该课程在挪威斯塔万格进行讲授。非常感谢允许将这些材料用于本书。

统计概述部分的主要内容源自挪威国家石油公司、挪威海德鲁公司、萨迦石油公司、挪威埃尔夫石油公司以及挪威石油管理局资助的一些研究。作者要感谢这些公司允许将研究内容公开。

非常感谢挪威科技大学海洋技术学院给予的直接资助。作为挪威科技大学海洋技术学院的兼职教授,使我能有机会在几年时间里专心准备讲稿和实例。在普利凡特公司的咨询工作也为本书的大部分内容提供了帮助,包括对外服务工作。

还要感谢位于荷兰多德雷赫特的克吕维尔学术出版社同意出版这本书,并在出版过程中给予了积极宝贵的建议。

附录 A 概述了一些经常使用的重要软件工具。感谢所有为本附录提供所需信息的咨询公司和软件供应商。附录 B 直接复制了挪威石油标准化组织(NORSOK)对风险和应急准备分析的指导准则,感谢挪威石油标准化组织秘书处允许本书进行复制。

一些咨询公司同意本书使用其材料,非常感谢他们的善意帮助。感谢挪威船级社(DNV)允许免费使用世界离岸事故数据库(WOAD)作为本书统计数据的来源。感谢挪威科技工业研究院的火灾研究实验室同意使用他们的海上火灾研究实例,以及斯堪伯奥公司同意使用其风险评估方法实例。感谢斯夫泰克·诺蒂克公司允许使用其软件 Collide 的分析结果和实例。

我还要特别感谢几个人,在将这些材料整理为最终书稿的过程中,他们提供了非常宝贵的帮助。我的同事克兰登咨询公司的戴维·贝利博士,评阅了初稿并对技术和语言提出了许多宝贵的意见。清晰简明的文字非常关键,为此所做的努力也就极为重要。他的独特贡献在于对语言进行了大量改善,并结合了对技术主题的敏锐意见及补充想法。非常感谢你,戴维,你的不懈努力使初稿得到了很大的改进。

我的大儿子约翰·厄林帮我准备书中用到的几个案例研究以及许多实例。我的兼职秘书安柏瑞·克罗格达尔女士花费大量精力来辨认我的潦草笔迹,谢谢你的热情和耐心。校对得到了克丽斯蒂·彼得森女士的帮助,同样也要谢谢克丽斯蒂的热情及宝贵的帮助。最后,陈海波硕士也帮助进行了校对及文字连贯性的检查,非常感谢你的帮助。

简·埃里克·维南

1999年5月于布莱尼



能源革命之船

目前，市场对风电场安装船和各类海洋工程安装服务有强劲需求。早在2009年，德国劳氏船级社就已经出版了海洋工程船舶入级规范，这类船舶用于海洋工程支持和供应、海上拖航、油井增产和其他专业海上服务。

海洋工程船舶的设计和营运与普通货船大不相同。因此需要全面的国际规范专门解决海洋工程船舶的实际需求。新规反映出今日的海洋工程船舶与前几代相比，现在的船舶更大、更专业、技术更先进，能满足复杂深水区域的开发需求。最新的海洋工程船舶规范旨在支持设计和建造更安全、更可靠的海洋工程船舶，同时将营运风险降到最低。



为风机安装船“Pacific Orca”提供全面的一站式服务

该规范适用于提供海洋工程支持和供应、海上拖航、增产措施和其他专业海上服务的船舶。指定船级符号为OFFSHORE SERVICE VESSEL，有其他附加符号作为补偿，如HNLS（运输危险品及有毒有害液体物质）、AH（操锚）、wsv（油井增产）、WTIS（风机安装船/建造支持船）。

在海上风电市场，GL已经为欧洲市场的15艘专门风场安装船提供入级服务。

德国劳氏简介

德国劳氏致力于保证海上生命和财产的安全，并防止海洋环境污染。作为独立的第三方，德国劳氏为船东、船厂和船舶配套行业提供先进的规范和指南。GL定期对8000多艘营运船舶进行检验，超过1.03亿总吨。

除海事领域之外，GL集团还经营石油天然气和可再生能源领域的业务。旗下的GL Noble Denton专门为石油天然气行业提供专业技术建议和操作支持，主要为安全和风险咨询、海事保证、认证、验证和软件应用。

GL集团的可再生能源咨询服务由GL Garrad Hassan提供。它为陆上和海上风能、波浪能、潮汐能和太阳能提供独立的技术和工程服务、产品和培训课程。



振华重工

上海振华重工(集团)股份有限公司

Shanghai Zhenhua Heavy Industries Co., Ltd.

用于潮间带海上风机的安装船

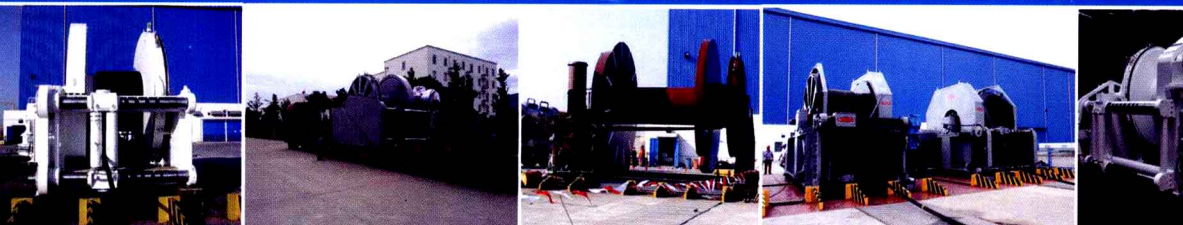


用于海上风机安装的自升式平台



自升式平台(安装平台)浅吃能坐底(安装船)。
自升式安装平台采用ZPMC自主研发的抬升装置(含电控)及腿锁紧装置。
集吊桩、打桩、安装及后期风场维护于一体。
800吨全回转起重机。

重型锚绞机

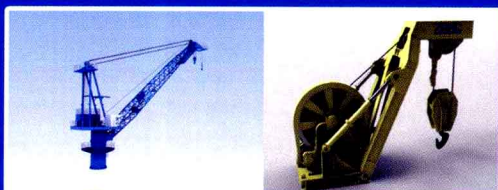


单索拉力10~250吨,绳径16~203mm,容绳量可达7000m,绞车可用于各种浅海及深海作业的系泊、定位、起锚、拖缆、捕鱼以及海上起重机等设备作业,可定制并提供成套电控集成系统。严格按照各国船级社规范制作,性能卓越,安全可靠。

推进器



船用起重机



张紧器



ZPMC具有独立的大功率推进器设计、制造、测试能力,能够为船舶及海洋工程领域的推进器系统提供有效的解决方案。可提供全回转推进器(包括伸缩功能可选)及侧向推进器。

严格按照API-2C等国际标准和规范及用户的要求进行设计和建造以满足海上作业的特殊要求。配备恒张力系统和波浪补偿系统,对于深海工程设备的海底安装施工要求,具有很高的精度和适用性。

张紧器采用履带式设计,为拖拽管线提供恒张力特性。张紧器既可采用变频电机驱动或液压驱动。张紧器的最大能力可达200t。

铺管设备



ZPMC可提供铺管船上的铺管成套关键设备。完成管线的预热、消磁、焊接、无损检测、防腐涂装等工序。整套设备适用管径为6-60英寸,设计运管速度为15m/min。

安全环保质量监督检测研究院

愿与各界携手合作，共创明天！



石油工业井控装置质量监督检验中心

我院以“为中国石油工业质量安全环保节能事业做出杰出贡献，为全球石油工业提供全方位的技术检测安全监督服务”为使命，以“建设国内一流国际知名的质量监督评测机构”为愿景，本着公平公正、信誉至上的原则，为用户提供着具有权威性的第三方服务。

安全环保质量监督检测研究院集安全监督、检测评价、标准咨询、技术开发为一体，具有独立的法人资格。作为第三方中介机构，本院获得七项国际或国家级资质，检测评价报告具备法律效力、国际互认，承担民事责任。

总部设在四川广汉，在国内同行中第一家通过国家计量认证、国家检查机构认可和国家实验室认可“三合一”评审，获得国家安全生产检测检验、中国石油工程设备监理、中国特种设备检验检测资质，以及安全评价、环境污染防治工程工艺设计、环境及职业危害因素检测与评价、计量检定等资质，挂靠有国家唯一授权的全国工业产品生产许可证防喷装置审查部、全国石油钻采设备及工具标准化委员会井控装备工作部及石油工业井控装置质量监督检验中心。基层单位分布在广汉、泸州、遂宁、重庆，在全国主要油田建立了工作站，是石油行业唯一具有国家、行业职能且能自负盈亏的、外部业务占70%以上的监督检测研究院。

我院现有员工600多人，其中博士、硕士16人，大学本科学历220余人；教授级高工和高级工程师29人，中级职称80多人；专业涉及石油工程、环境工程、安全工程、机械液压、材料力学、焊接工艺、物理数学、信息技术、检测技术、工商管理等等。有多人荣获国家级荣誉称号和省部级科技进步奖，先后完成了120余项科研项目以及90多项国家、行业、企业标准的制修订。多年来，中心主要为国内外各大石油公司提供安全监督、钻机及井控装备检测、压力容器检测、标准信息咨询、环境及职业卫生监测、油田化学产品检测、量值溯源、设备监理、污染治理、安全评价、节能监测评价等技术服务。

