

国家“十二五”重点图书船舶与海洋出版工程

著者 白勇 白强

Yong Bai and Qiang Bai

主审 王立忠

海洋工程设计手册 —海底管道分册



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 —海底管道分册

著者 白勇 白强 (Yong Bai and Qiang Bai)

主审 王立忠

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书根据作者三十多年的海洋工程工作经验和相关学术研究,系统地阐述了海底管道技术的各个方面,其中包括:海底管道的水力和热力分析、套管系统和管束系统、Åsgard 油田出油管设计、柔性管、RTP 管的海上设计安装、腐蚀与腐蚀管道、管道强度设计、环境影响评估等方面。

作者创立了立管的流固耦合振动理论、共振与疲劳强度分析、海底水流、共振与立管动力响应评估理论;提出了深水海底管道的抗屈曲和极限承载能力设计理论,从根本上改进了海底管道所采用的设计方法、分析手段和设计标准等,理论研究方面处于国际领先水平,在工程实践中也得到了广泛的应用,在行业内也享有较高的知名度。

本书可作为海底管道和 underwater 生产系统设计、施工、维护专业人员的指南和参考,也可以作为工程学研究生、博士生的教学读物。

图书在版编目(CIP)数据

海洋工程设计手册. 海底管道分册 / 白勇, 白强著. —上海:

上海交通大学出版社, 2014

ISBN 978-7-313-11750-2

I. ①海... II. ①白... ②白... III. ①海洋工程—水下管道—技术手册 IV. ① P75-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 171406 号

海洋工程设计手册—海底管道分册

著 者: 白 勇 白 强

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: 山东鸿杰印务集团有限公司

开 本: 710mm × 1000mm 1/16

字 数: 1679 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-11750-2/P

定 价: 800.00 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: 84.5

插 页: 14

印 次: 2014 年 8 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: 0533-8510898

《海洋工程设计手册—海底管道分册》 出版审校委员会

主 审

王立忠

著 者

白 勇 白 强

主 任

王立忠

执行副主任

韩建民

副主任委员（以姓氏笔画为序）

文世鹏 朱 江 许凤雪 张 苓 张鹏举 李少香 李国辉 李耀良
邱盛兴 周长江 孟庆义 唐立志 袁鹏斌 黄维平

委员（以姓氏笔画为序）

王 勇 王 婧 叶银灿 左雷彬 刘锦昆 孙宏亮 曲 杰 阮伟东
吴春平 张晓宇 张晓灵 李天生 李东亮 沈 光 邵 强 陆钰天
林 扬 施 佳 郝 伟 原 帅 高 睿 曹 宇 简朝明 樊岩松

审校人员（以姓氏笔画为序）

王 婧 孙宏亮 朱 江 朱珉虎 阮伟东 吴春平 吴显沪 李东亮
邱盛兴 邵 强 陆钰天 周长江 原 帅 曹 宇

翻译管理

管新潮

出版管理

周长江

序

海洋油气资源开发已经受到各个国家的广泛关注，海底管道是海上油气运输的重要组成部分。国内外对于海底管道的设计、铺设及安全性研究投入了大量的人力物力，并取得了大量的研究成果及实际工程经验。发达国家已形成深水3000 m、恶劣海况和复杂海底环境下的设计、施工和运行技术，我国在这一领域起步较晚，还有很大的提升空间。

白勇教授科研团队多年来在国内外从事海底管道设计、铺设分析、安全管理和风险评估等方面的研究，具有扎实的理论基础和丰富的工程项目实际经验。根据他几十年之学术积累及工程设计经验，撰写的《Subsea Pipeline Design, Analysis, and Installation》一书，着重阐述了海底管道及立管的性能分析、设计、测试、监测等领域的理论，系统总结了实际工程中遇到的问题及解决方案，此书在国际上广受好评。

由于该书对海洋工程的教学、研究和设计都具有很高的参考价值，它的出版将有利于我国海洋工程技术的研究和发展。这本书的编写也有其独到之处，对于水下管道的设计和安装研究进行了详尽的论述，读者可以在这本书里找到几乎所有的关于水下管道的设计和安装的基础理论及工程技术。

我认识白勇教授已近五年。他基于良好的国外学习、工作经历，为我国引进国际海洋工程先进技术做了大量工作。我本人经常阅读他的著作，从而获得了大量的海洋工程知识。相信这本书的出版对国内从事海洋工程水下管道设计和安装研究的学者、工程技术人员和在校研究生都有很大的参考价值。

王立忠

浙江大学

2014年7月3日

感谢以下单位对本书出版工作的大力支持

协办单位

中国石油天然气管道工程有限公司
海隆石油工业集团有限公司
美钻能源科技（上海）有限公司
河北恒安泰油管有限公司
上海市基础工程集团有限公司
中国石油天然气管道局第六工程公司
中国海洋大学
浙江大学
青岛科技大学
上海船舶工艺研究所
中石化胜利油田海洋采油厂
山东海盛海洋工程集团有限公司
北京中天油石油天然气科技有限公司

支持单位

国家海洋局第二海洋研究所
杭州欧佩亚海洋工程有限公司
上海海隆石油管材研究所
欧亚管业股份有限公司
湖北鑫汉通管业有限公司

中海油（天津）管道工程技术有限公司
中海油能源发展股份有限公司油田建设工程分公司
河北宇通特种胶管有限公司
中国科学院沈阳自动化研究所
中石化石油工程设计有限公司
中国石油天然气管道局第六工程公司
上海市基础工程集团有限公司
渤海石油装备制造有限公司研究院
亿洋船舶科技（上海）有限公司
苏州道森钻采设备股份有限公司
赢创特种化学（上海）有限公司
上海瑞洋船舶科技有限公司
上海宏航船舶技术有限公司
上海天颺海洋工程装备技术服务中心

媒体支持

中国海洋工程网

封面供图

杭州欧佩亚海洋工程有限公司

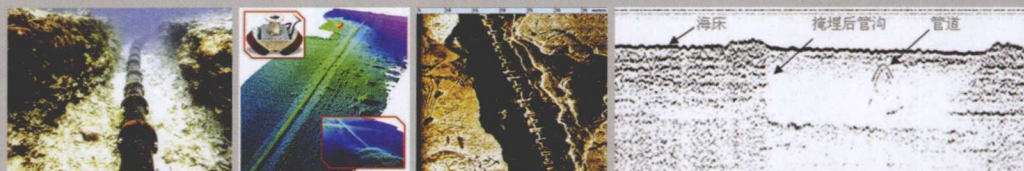


▶▶▶ 详情请登陆: www.ruiyangmarine.com

上海瑞洋船舶科技有限公司是中船重工第七二六研究所投资成立的高科技企业,公司依托于七二六所海军声呐装备研发的核心技术,肩负着七二六所军民转化的重任,公司主要从事军用、民用水下建筑物的工程检查和测量服务以及声呐相关产品的生产和销售。在海底管道检测、海底电缆检测、大坝大桥检测以及海洋工程测量方面有着丰富的工程经验,公司先后获得了中国船级社水下工程检测质量管理体系认证、中国潜水打捞行业协会潜水作业资质和安全资质、上海市国家高新技术企业等。

海底管线检测

通过声、磁等海洋仪器,获取海底管线的裸露、埋深、悬空等姿态数据,同时掌握海底管沟的开挖与掩埋情况,为海上油气管道、给排水管道的工程质量和运营安全提供评估依据。



海底管线检测



双频侧扫声纳



管线跟踪仪



管线剖面仪



ROV机器人

上海瑞洋船舶科技有限公司 Shanghai Ruiyang Marine Technology CO.,LTD.

地址: 上海市金都路5200号 电话: 021-51587506 传真: 021-51587506

邮箱: office@ruiyangmarine.com

OPR 杭州欧佩亚海洋工程有限公司

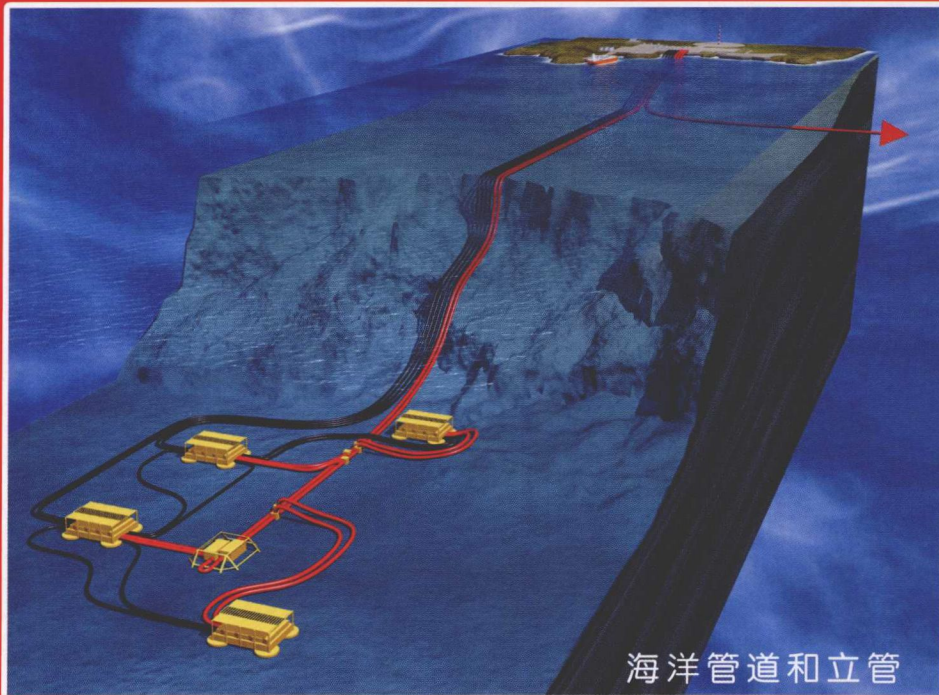
Hangzhou OPR Offshore Engineering Co., Ltd.

欧佩亚（OPR）是国内领先的一站式海洋工程技术服务商，为客户提供海洋管道和立管、水下生产系统、海洋工程装备和船舶的设计、咨询、测试、制造、安装、总承包、检测维修、完整性管理等专业服务。

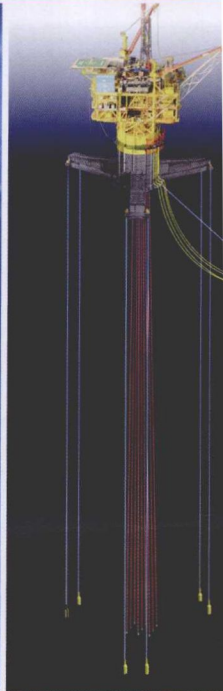
经营范围

工程设计和咨询

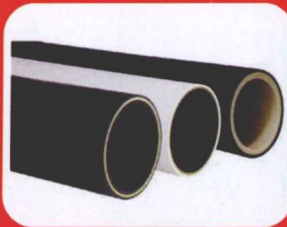
欧佩亚能为客户提供海底管道和立管、水下钢结构、水下井口、水下采油树系统、水下管汇和PLET/PLEM、水下跨接管、水下连接器自升式钻井平台、海上风机安装平台、自升平台升降系统、海工吊机、管子自动化处理系统、防喷器与采油树处理系统、隔水管处理系统、储油罐、单点系泊系统、海洋工程船和其他船舶的设计和咨询服务。



海洋管道和立管



管业制造



增强型热塑复合管



内衬管

地址：杭州市余杭区文一西路998号海创园7幢5-7层

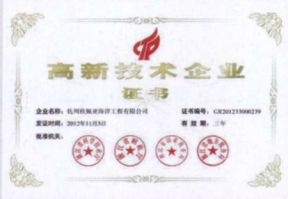
电话：0571 8860 6550

网址：www.opr-inc.cn www.opr-inc.com

传真：0571 8860 6550

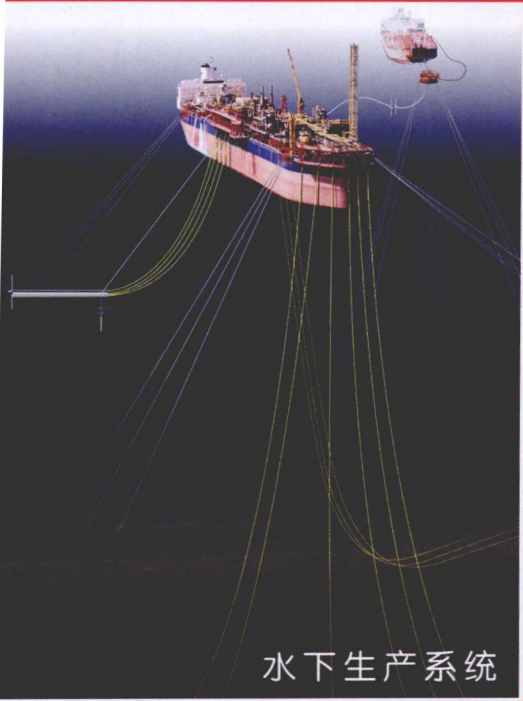
邮箱：service@opr-inc.cn

资质荣誉



施工安装

欧佩亚拥有丰富的RTP管道海上安装技术理论和具备海上安装经验的项目经理，代理多家海内外铺管船10余艘，具备海上安装的技术和硬件实力，业务范围包括：海上铺管、拖拉登陆与修筑围堰工程、沼泽铺管、中点接头对接、热膨胀弯与立管安装、电缆铺设、预挖沟与后挖沟、陆上管道安装等。



水下生产系统

海工吊机



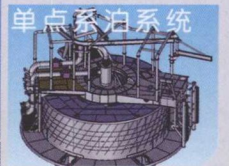
半潜式钻井平台



成品油船



单点系泊系统



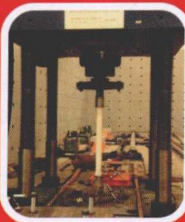
资产完整性管理

欧佩亚拥有自主研发的基于RBI与FFS分析的完整性管理软件：SPR—IM，能提供海底管道全生命周期的完整性管理服务。

检测和维修

欧佩亚能提供海底和陆地管道腐蚀泄漏检测技术与服务，帮助查找泄漏源，以便在不对管道及结构进行破坏及不影响周边环境条件下对管道进行修复更换。

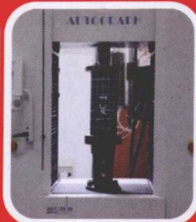
海洋管道测试



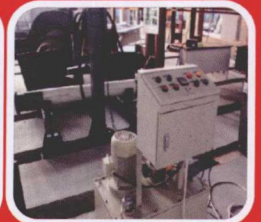
300吨拉伸压缩试验机



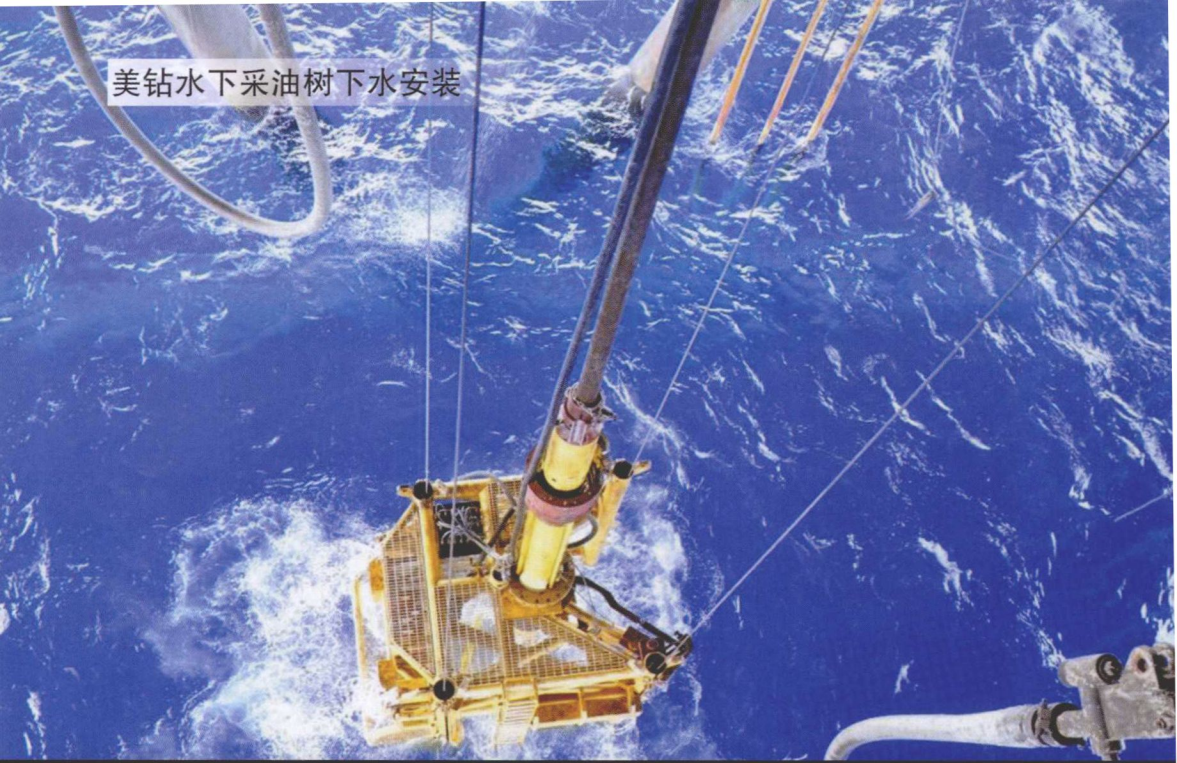
扭转试验机



25吨电子万能试验机



弯曲疲劳试验机



美钻水下采油树下水安装

专业从事深海水下石油天然气开采 系统设备、自动化控制系统设备

美钻集团总部坐落于上海市，专业从事陆地和海洋高端石油天然气钻采设备（属于国家能源产业和海洋安全等急需的关键设备）的研发设计、生产制造、销售租赁和工程技术服务。

集团拥有一批自主知识产权及核心技术，为国际著名石油公司壳牌、道达尔认证的全球合格供应商（全球仅4家），并相继为北京城市储气库、上海城市储气库设计和提供了全套系统设备，为西气东输源头提供了成功替代外国产品的高端系统设备。近年来，还成功完成了“国家十一五”科技重大专项海洋水下项目任务，并响应习总书记“提高海洋能源开发能力”的号召，继续承担了“国家十二五”深海能源开发科技重大专项任务。

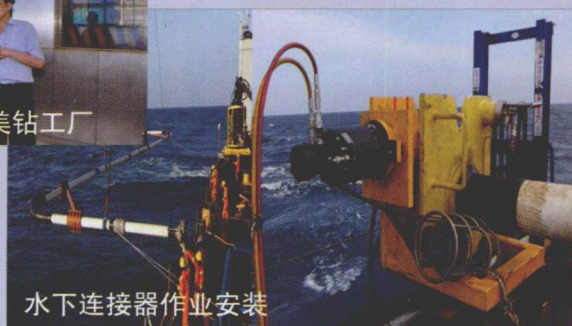
集团还自主研发和制造了陆地油田耐高温抗高压高防腐井口设备，以及海洋深水井口采油树系统、水下自动控制系统等关键系统设备，并提供本国化的现场工程技术服务和售后生产运行安全的维护保障。打破了少数西方国家行业巨头对中国陆地和海洋深水高端石油开采设备的长期垄断和控制，大幅降低了国家对高端石油天然气装备的采购成本；彻底结束了国家在此领域长期依赖进口装备，尤其是该领域水下设备100%依赖于西方企业、完全受制于外国的历史；填补了国家的空白，为维护国家能源安全和海洋安全作出了贡献。

地址：上海市宝山区月浦镇锦乐路500号 邮编：200941

美钻能源科技（上海）有限公司

美钻能源科技（上海）有限公司为美钻集团旗下专业从事深海水下石油天然气开采系统设备、自动化控制系统设备的研发设计、生产制造和工程技术服务的全资内资企业。是国内第一家获得了水下井口采油树系统设备制造API 17D国际资质证书的生产厂家。公司坚持“科学发展观”为核心指导思想，坚持科学自主的创新精神和“国际化”、“标准化”的经营管理模式，先后主持了“十一五”国家科技重大专项、“十二五”国家科技重大专项，建成了“南海深水油气勘探开发示范工程水下生产系统单元测试基地项目”；完成了中国首套自主知识产权深海水下连接器、深海水下采油树的研发制造，并投入中国南海运行使用，为打破外国垄断、填补国家空白和振兴民族工业做出了应有的贡献。

研发设计、生产制造和工程技术服务的全资内资企业




电话：021-56921878-8022

网址：www.msp-drilex.com.cn


专业从事

液压增强软管

研发与生产的高新技术企业



海洋输油立管飞溅区



节流压井软管



钻探胶管



海洋柔性立管

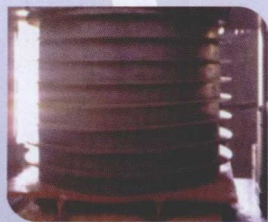
- 中国橡胶工业协会胶管胶带分会副理事长单位
- 中石化、中石油、中海油、中国煤炭总公司定点生产厂家
- 通过了ISO9001质量体系认证和美国石油学会API认证
- “欧亚”商标是河北省著名商标
- “欧亚”牌胶管是河北省名牌产品

欧亚管业股份有限公司

欧亚公司主要生产钢丝缠绕胶管、钢丝编织胶管、钻探胶管、阻燃耐火高压胶管、海洋高压输油胶管、橡胶注水封孔器、海洋采油平台输油立管、金属软管等八大系列产品，年生产能力800万标米，连续几年被中国橡胶工业协会命名为“中国胶管十强企业”。

应用于海洋项目的橡胶软管：

- 飞溅区立管氯丁橡胶防腐
- 浅海油田柔性橡胶立管
- 海洋高压输油胶管
- 平台浮装减震器
- 船用折叠软管
- 平台跨接橡胶软管
- 大口径排吸橡胶软管
- 海洋立管结点修复防腐技术及应用
- 输油臂软管
- 海洋高压输油套管
- 海底传感器保护套
- 潜艇消音橡胶软管
- 柔性压井节流软管



海洋平台浮装垂直减震



海管及法兰防腐



海洋平台浮装水平减震



海洋立管结点修复



船用折叠管



海洋高压输油胶管

地址：河北省景县景新大街158号

邮编：053500

电话：0318-4223612

网址：www.ouyahose.com





上海海隆石油钻具有限公司是海隆石油工业集团投巨资在上海宝山工业园区海隆工业园建成的核心企业之一，公司的钻杆摩擦焊接、钻杆加厚、管体热处理、管体超声波探伤、钻杆接头热处理、钻杆接头螺纹加工、材料理化试验等主要生产、检验工序均配备国际一流的设备仪器，并采用国际先进的技术工艺，从而保证产品的高质量和生产的高效率。其中包括从引进美国著名的MTI公司的320BX和400BX型摩擦焊机、德国KK公司的34通道超声波自动探伤仪，以及先进的光谱分析仪、奥林巴斯金相显微镜、计算机控制电液伺服王能材料试验机、大型连续淬火、回火炉和多台700/350吨大负荷加厚机等。公司年产钻杆、加重钻杆、钻铤等石油钻具产品达四万吨以上。企业拥有大批优秀的专业技术和经营管理人才，其中包括轧钢、金属材料、焊接、锻造、无损检测等领域的知名技术专家和具有现代化企业管理知识和经验的优秀管理人才。

上海海隆石油钻具有限公司拥有国际一流的钻杆生产检验设备和钻杆生产线，产品规格齐全，生产规模巨大，已成为世界最强的钻具企业之一。



海隆石油工业集团有限公司



上海海隆石油管材研究所

上海海隆石油管材研究所位于上海市宝山工业园区，成立于2006年，是经上海市科技管理部门批准、海隆石油工业集团有限公司投资成立的从事石油管工程科学研究和技术服务的非企业社会科研机构。

研究所拥有一支精干高效的研发团队和一流的试验条件，以研发部为主下设疲劳实验室、焊接实验室、腐蚀实验室、失效分析与质量检验实验室，主要研究人员均为长期从事石油管研究的专家及高级工程师。研究所依托实验室建设和新产品开发，与上海大学、华东理工大学、西南石油大学、中石油管材研究所等科研院所建立了长期科研合作关系，研究领域涉及石油专用管技术研发，海洋石油管道技术研发，复合钢管技术研发，失效分析与质量监督，油气输送管线检测等。

研究所秉承“科技为本、培养人才、产学研结合”的价值观，致力于产品研发和技术服务协同发展，短短几年时间，开展科研项目30余项，完成国家重点技改项目1项，国家重点新产品1项，上海市科研项目8项，取得了多项具有海隆特色的科研成果。在取得一系列科研成果的基础上，申报国家专利75项，发表文章82篇，编写了《油田腐蚀形态导论》、《玻璃钢衬管技术》、《管线完整性检测、评价、修复技术》等专业著作，获得全国先进院士工作站、上海市先进集体、上海市优秀石油管工程技术研究中心、上海市优秀学科带头人、上海市领军人才等荣誉。

以人为本，促进石油工业技术革新与科技进步，提高产品科技含量与企业竞争力，是上海海隆石油管材研究所的办所宗旨与发展目标，我们愿与国内外同仁在石油管材及相关领域开展合作交流，通过企研合作，研研合作，学研合作，实现互利双赢，引导国内石油管材领域的研究、生产走健康持续发展之路。



水下机器人及海洋技术装备的科学研究、工程应用、产品开发与推广、技术服务



半潜式无人航行器

中国科学院沈阳自动化研究所专业从事水下机器人及海洋技术装备的科学研究、工程应用、产品开发与推广、技术服务等工作。主要研究方向包括：海洋机器人学、海洋机器人关键技术与验证（包括平台技术和控制技术）、海洋技术基础与应用技术研究、海洋机器人（包括多种系列AUV、USV、UMV、ROV）装备研发与推广、海洋工程服务等。是国内最早开展水下机器人技术研发、唯一形成水下机器人及海洋装备系列产品，并在国内开展多种水下工程服务的科研团队。

从上世纪七十年代末至今，在水下机器人及海洋技术装备领域，创造了多项全国第一，研究成果获得多项国家级和省部级科技成果奖，其中包括国家科技进步一等奖、中科院科技进步特等奖等多项奖励。科研队伍具有知名度高、经验丰富、技术全面等优势。现有员工150余人，其中院士1名，研究员10余人、博士/硕士研究生导师、副研究员及高工等科技人员数十人。研制的水下机器人及海洋技术装备广泛应用于海底资源调查、海洋环境观测、救助打捞、海洋资源探测、深水油气工程、海洋科学研究、海洋工程应用等领域，为我国海洋科学、海洋工程和国防建设做出了重要贡献。目前已经形成了包括深海系列自主水下机器人、长航程系列自主水下机器人、有缆遥控潜水器、水下滑翔机、自主/遥控混合型潜水器等各类水下机器人产品及海底观测网接驳装置、水下作业工具、水下各类组部件海洋技术装备和产品。

目前，中国科学院沈阳自动化研究所已经掌握了较为成熟的、具有完全自主知识产权的水下机器人技术，在深海区域调查和长航程线上走航调查方面，已达到了较高的实用化和工程化程度，具备了产品应用的能力。

结合我国海洋石油向深海发展、海洋维权等方面的需求，中国科学院沈阳自动化研究所正在组织开展海底石油管线检测、海底电缆检测、海底大陆架勘查等海洋机器人的研制，以满足我国海洋开发、海洋利用和海洋维权的战略需求。



“CISTAR” 自走式海缆埋设机



水面示位信标



高亮度高穿透力示位频闪灯