

# 导管架平台技术

2014 年



中国石油天然气集团公司 科技管理部

## 导管架平台技术

——支撑海上油气处理中转站台！





## 目 录

1 简介	3
2 特色技术	4
3 典型案例	8
4 配套装备	11
5 资质标准	14
6 专家团队	16



中国石油天然气集团公司（简称“中国石油集团”，英文缩写：CNPC）是根据国务院机构改革方案，于1998年7月在原中国石油天然气总公司的基础上组建的特大型石油石化企业集团，系国家授权投资的机构和国家控股公司，是实行上下游、内外贸、产销一体化、按照现代企业制度运作，跨地区、跨行业、跨国经营的综合性石油公司，主要业务包括油气业务、石油工程技术服务、石油工程建设、石油装备制造、金融服务、新能源开发等。中国石油天然气集团公司2013年国内生产原油1.13亿吨，生产天然气888.4亿立方米，加工原油1.46亿吨，全年实现营业收入2.76万亿元，实现利润1880亿元。

2013年，中国石油在世界50家大石油公司综合排名中位居第4位，在全球500家大公司排名中位居第5位。

中国石油天然气集团公司履行资源、市场和国际化战略，坚持“主营业务战略驱动，发展目标导向，顶层设计”科技发展理念和“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的指导方针，以国家科技重大专项为龙头、公司重大科技专项为核心、重大现场试验为抓手、重大装备、软件、产品、标准为载体，持续推进科技进步，提升科技创新能力，取得一大批具有自主知识产权的先进实用技术。

导管架平台技术就是具有代表性的重大创新成果之一。

# 奉献能源 创造和谐

# 1

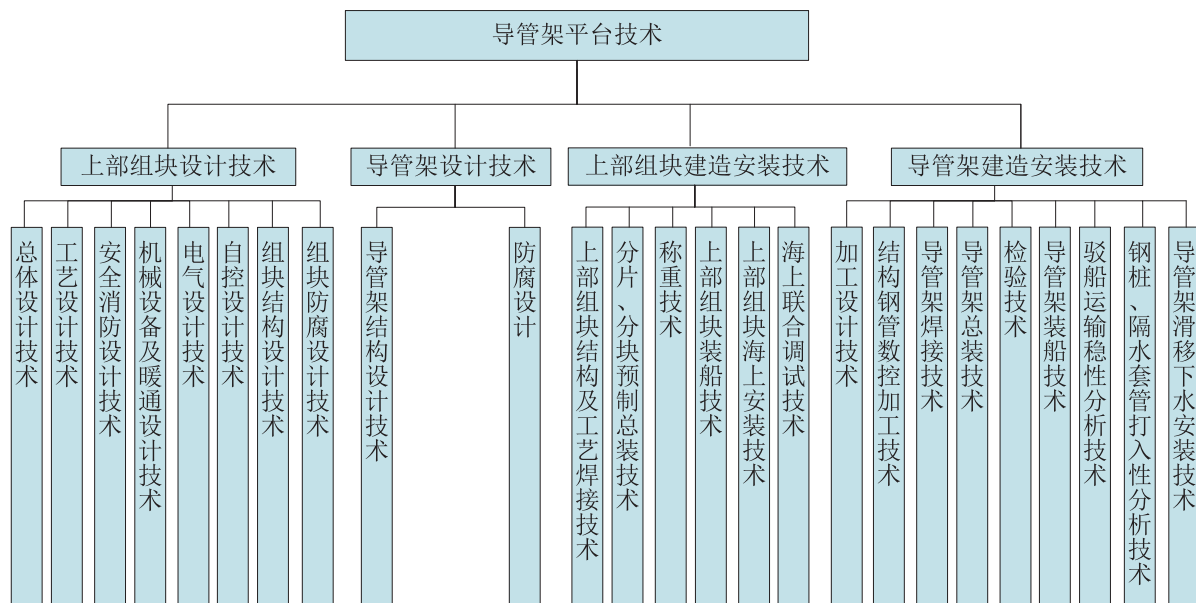
## 简介

导管架平台利用桩将结构固定于海底，包括上部组块、导管架及桩基三个部分，具有适应性强、安全可靠的特点，已成为滩浅海油气田开发中最主要的结构形式。

中国石油以“完善滩海、发展浅海、储备深海”的技术发展思路，大力提升海洋工程技术服务能力，在导管架平台技术方面，形成上

部组块设计技术、导管架设计技术、上部组块建造安装技术和导管架建造安装技术四大技术系列，共计 25 项特色技术。已广泛应用于渤海湾地区的海上油气田的开发。

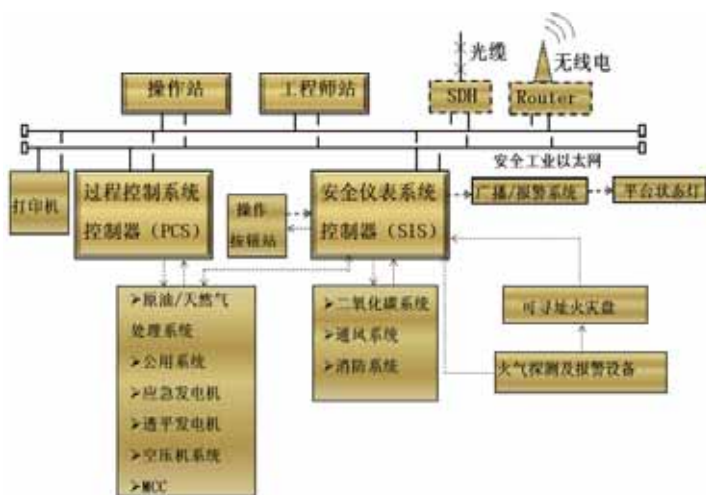
通过稳步发展综合性海洋工程技术服务能力，中国石油实现了从滩海到浅水的跨越，具备大型导管架平台 EPCI 工程总承包能力。



# 2 特色技术

## 2.1 上部组块设计

上部组块设计技术包括导管架平台上部组块结构设计和油气处理生产系统设计，涉及总体、工艺、配管、结构、安全、消防、机械、暖通、电气、自控、通信、排水、防腐等多个方面。上部组块设计需要综合考虑油气田整体开发方案、油藏的油气物性、自然条件等，充分贯彻“预防为主、防消集合”的安全理念，对平台方位和各类设备设施进行合理规划，对工艺、公用、生产生活等系统进行优化设计，对整个上部组块进行防腐保护，同时从结构上保证上部组块的安全使用，从合理性、实用性和规范化程度等方面提升整个平台的性能。



上部组块中控系统示意图



上部组块结构示意图

## 2.2 导管架设计

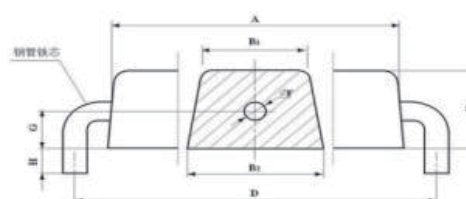
导管架设计技术是根据油田区块总体布置、工艺流程以及所处海域的自然环境条件，确定导管架的结构型式；根据规范要求进行各种计算分析，提供先进、合理、安全、经济的方案，满足各类项目的实际需要。

(1) 导管架结构设计包括在位分析和安装分析。在位分析指平台安装就位后，在整个生命周期内，对导管架结构所承受的自重荷载、设备荷载、操作荷载、风荷载、波浪和流荷载、冰荷载、地震荷载及意外荷载各种荷载工况进行分析，以保证结构受力满足相关标准和规范的要求。导管架的安装分析是根据建造场地的面积及承载能力、施工机具的能力、结构的重量及高度、可能的装船方式，对导管架从建造场地至海上就位这一过程所进行的计算分析。

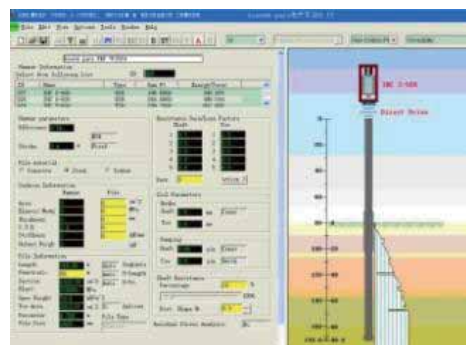
(2) 导管架防腐设计涵盖导管架大气区、飞溅区、海水区以及海泥区各个区域的钢结构防腐，结合国际标准和实际海洋环境条件，通过合理的外防腐涂层设计和阴极保护设计，抑制钢结构腐蚀，延缓壁厚减薄、强度降低，保障结构的长久安全。



导管架三维示意图



导管架用铝合金牺牲阳极结构示意图



打桩分析示意图

## 2.3 上部组块建造安装

上部组块建造安装技术主要包括上部组块结构及工艺焊接技术、分片、分块预制总装技术、称重技术、上部组块装船技术、上部组块海上安装技术、海上联合调试技术等。根据上部组块的重量、尺寸以及浮吊和驳船参数选择装船方式和海上安装方式。



分片预制



上部组块场地总装



上部组块吊装装船



上部组块滑移装船



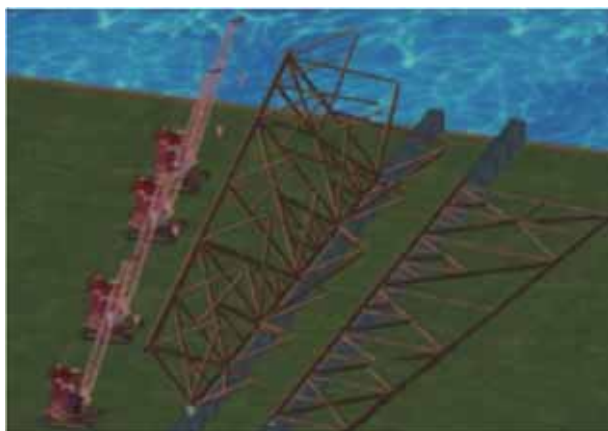
上部组块吊装安装



## 2.4 导管架建造安装

导管架建造技术主要包括加工设计、结构钢管数控加工、导管架焊接、导管架总装、检验等。在车间和场地通过对板材、型钢等材料进行设计、加工、焊接、预制和场地组装等建造流程，构建完整的空间结构，从而满足生产要求。

导管架安装技术主要包括装船技术、驳船运输稳定性分析技术、钢桩、隔水套管打入性分析技术、导管架滑移下水安装技术等。



大型导管架整体翻转合拢



导管架吊装装船



导管架滑移装船



导管架海上运输

# 3

典型案例

## 3.1 NP1-5/NP1-29 海上集输工程

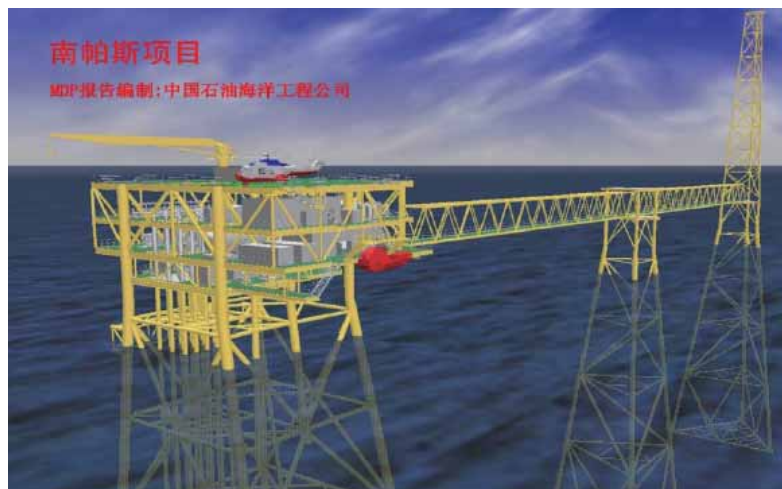
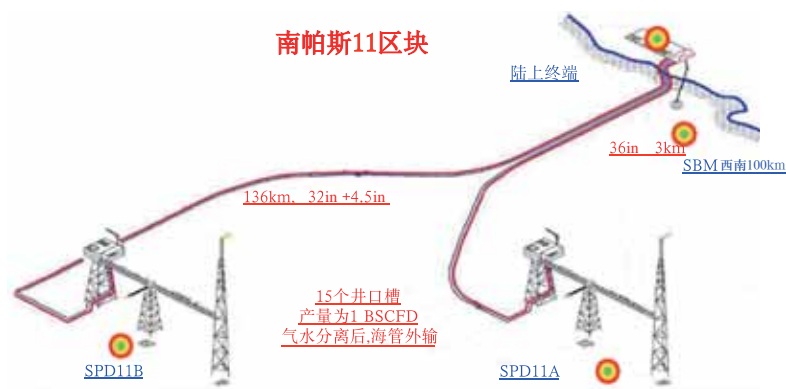
NP1-5/NP1-29 首个中国石油自主研究、自主设计、自主建造的导管架平台项目，位于河北省唐山市南堡海域，于 2009 年投入运行，截止当前安全可靠。NP1-5 建设规模为原油  $9.7 \times 10^4 \text{t/a}$ ，天然气  $1747 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，无人驻守平台，包括两座已建的井口平台、3 座新建的生产平台以及 1 条 8in 海底混输管线，1 条海底电缆。井口物流在生产平台计量、加热后进入海底管线外输至 NP1-3D。南堡 1-29 井组海上集输工程水深 5.4 ~ 7.1m，包括 1 座生产平台及 3 座井口平台。井口物流在生产平台计量、加热后进入海底管线外输至 NP1-2D。



### 3.2 伊朗南帕斯导管架平台设计

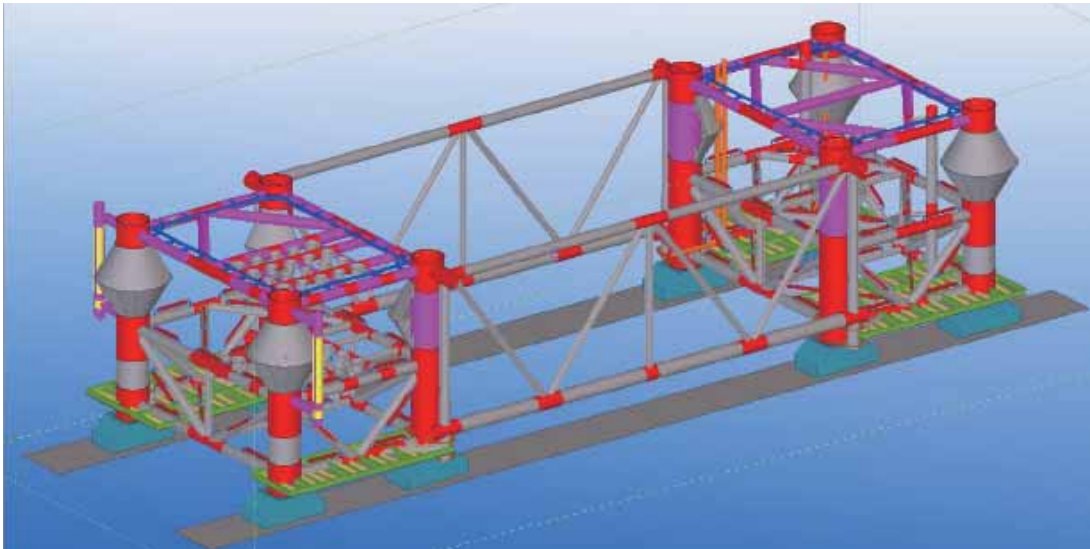
伊朗南帕斯 11 区块共有两座井口平台，每座平台上设有 15 个井口槽，年产量为  $200 \times 10^8 \text{m}^3$ ，还包括 6 条海底管道和光缆，一套单点系泊外输系统。

中国石油顺利完成了导管架详细设计及平台上部组块、海底管道、单点系泊设施的基本设计。该项目有以下特点：大气量、无人驻守、海上湿气输送气田的集输流程设计；高压气田生产水处理流程及控制方案的选择；无人气田对于总体布置的特殊要求：隔离等级高、设备布置紧凑、通道要求高；利用软件分析计算平台的限制区 / 火区，并进行噪音分析；70m 水深导管架固定平台的设计技术。



### 3.3 锦州 9-3 导管架项目

锦州 9-3 导管架是与中海油合作项目，为中国石油集团海洋公司目前承建吨位最大导管架。为 CEPD 1-2 和 CEPD 3-4 两个 4 腿导管架，两个导管架中间 40m 用辅助框架连接。主体结构重量：1528t，桩管：2792t，隔水套管：578t，钢结构总重约为：4973t。



# 4 配套装备

## 4.1 海工建造基地

海工建造基地位于青岛市经济技术开发区海西湾内，总占地面积  $107 \times 10^4 \text{m}^2$ ，建有 750m 码头岸线，4000t 级和 8000t 级滑道各一条，建有组块结构车间、涂装车间等配套生产设施。具备年加工钢材  $9.8 \times 10^4 \text{t}$  的生产能力，并配有大型起重铺管船舶及配套船舶、各类打桩锤等海上施工装备。具有丰富的海上施工经验和雄厚的实力，可建造导管架平台、桩基平台、顺应塔平台、TLP 平台、Spar 平台、单点系泊平台、FPSO 等海洋油气田生产设施，可提供海上构筑物的陆上预制建造、装船以及工程船舶停靠服务等业务。

海工建造基地已完成了月东 A1、A2 海上平台、南堡 1 - 29 井组海上集输工程等累计 10 座导管架和 6 座上部模块的建造。



码头岸线



滑道施工



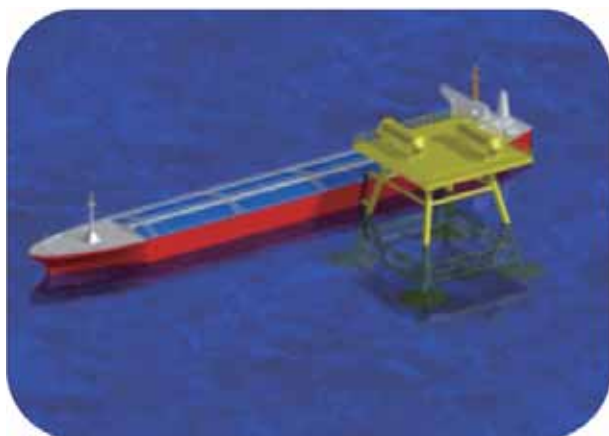
组块车间



中油海 101 400 吨起重铺管船

## 4.2 重点实验室

中国石油海洋工程重点实验室建筑面积为 5000m<sup>2</sup>，拥有各类实验设备 100 多台（套），具备从事水下装备工程、海工结构物地基与基础及深水结构工程等领域的研究能力，可针对海工结构物进行波流水槽实验、结构力学实验、土工试验测试、特种材料实验以及数值模拟分析。



桶基模型图



台架图（泥池）



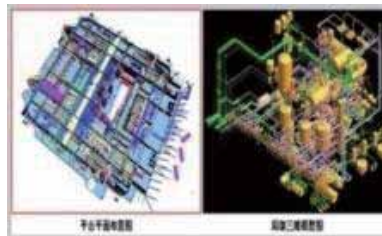
土工动三轴剪切仪

### 4.3 专业软件

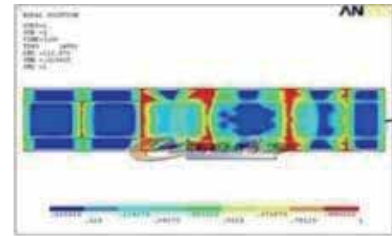
引进了 20 余种国际先进的导管架平台设计软件，可用于海洋平台工艺设计、管线设计、火炬及放空系统设计、结构设计、有限元分析、水动力性能分析、机械设计、电气设计、仪表设计等。



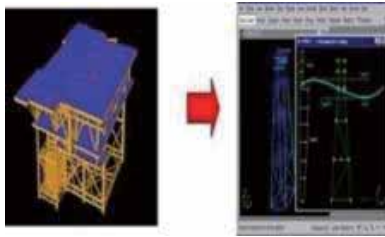
HYSYS



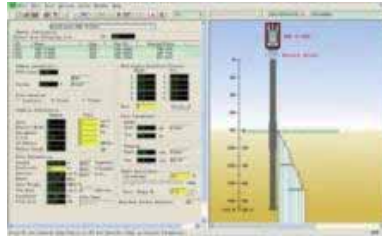
PDMS



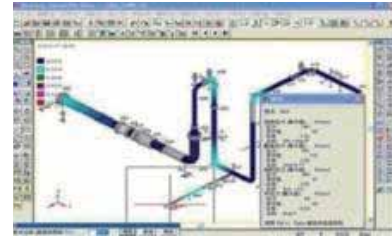
ANSYS



SACS



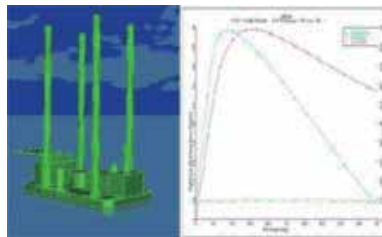
GIWEAP



Autopipe



Pipeflo



Moses



SW6

# 5 资质标准

## 5.1 企业资质

中国石油拥有海洋石油工程设计甲级、海洋石油工程承包一级、工程咨询乙级等资质，具有港口经营许可证、压力管道和压力容器等特种设备许可证，是国家高新技术企业。





## 5.2 技术标准

出版了《海上油气田工程设计指南》，引用美国石油学会（API）、美国船级社（ABS）、挪威船级社（DNV）、美国材料测试协会（ASTM）、国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）及国家标准化委员会（GB）、中国船级社（CCS）、石油行业（SY）等多种海洋工程相关标准、规范，为海洋平台设计、建造、安装等工作质量提供了有力的保障。

单项技术名称	主要标准、规范数量	备注
总体设计技术	7	GB、行业标准等
工艺设计技术	42	ISO、API、GB、行业标准等
安全消防设计技术	32	API、ABS、NFPA、GB、行业标准等
机械设备及暖通设计技术	58	API、ASME、GB、行业标准等
电气设计技术	49	IEC、IEEE、API、GB、行业标准等
自控设计技术	45	API、IEC、ISA、GB、行业标准等
组块、导管架结构设计技术	45	API、DNV、CCS、AISC、ASTM、行业标准等
组块、导管架防腐设计技术	40	CAN、ISO、NACE、GB、行业标准等
组块、导管架建造安装技术	41	CCS、GB、API、ASTM、AWS、AISC、JIS、行业标准等



# 6 专家团队



**康荣玉** 高级工程师，中国造船学会理事、石油学会工程委员会浅海中心站副站长、海洋石油专业标准化委员会副秘书长、中国船级社海洋工程委员会委员、《中国海洋平台》及《石油工程建设》编委会委员。主要从事海洋油气田设计研发及装备基地建设设计、建造及管理工作。作为项目经理或负责人主持海洋工程项目 30 余项。主编、参编行业规范 4 项。发表论文 20 余篇。  
电话：010-63593509  
Email：kangry.cpoec@cnpc.com.cn



**刘杰鸣** 国家一级注册结构师，中国力学学会产学研委员会委员、北京力学学会会员、中国石油学会会员、中国石油集团标委会海工专标组成员，主持过海上工程设计 50 多项，在国家期刊或国际会议上独著或以合著第一人发表论文 10 篇，作为行标受邀人，编写行标企标各 1 个，作为行标主审人，主审行标或企标 4 个。  
电话：010-63593508  
Email：liujm.cpoec@cnpc.com.cn



**郭洪升** 高级工程师，具有美国 PMP 项目经理职业资格。主要从事海洋石油工程装备研究设计、海工结构物及海底管道设计管理工作。参加和主持完成了多项国家及部级重点科技攻关课题和平台、船舶的研制工作。  
电话：010-63593507  
Email：guohs.cpoec@cnpc.com.cn



**张凤连** 高级工程师，国家一级注册结构工程师，国家二级注册建筑师。主要从事油田矿区、地面及滩海工程建设、海底管道的设计及管理工作。主持油田地面工程建设、海底管道项目 20 余项。发表论文 10 余篇。  
电话：010-63593502  
Email：zhangfl.cpoec@cnpc.com.cn



**秦延龙** 高级工程师，中国造船学会海洋工程技术分会理事、中国石油学会石油工程专业委员会海洋工程工作部理事、工业与信息化部海洋工程装备总体技术专家组和海洋工程装备专用系统和设备专家组成员。主要从事海洋石油工程开发技术与装备研究与设计工作。主持和参加完成了 20 余项国家级、省部级部级重点科技攻关课题，获省部级科技进步二等奖 2 项、省部级三等奖 1 项。发表论文 53 篇。获得专利 25 项。  
电话：022-66310290  
Email：qinyil@cnpcc.com.cn



**李春润** 高级工程师，中国焊接协会理事、中国石油工程建设协会焊接专业委员会副主任。主要从事海洋及陆地石油工程建造安装施工技术、特种装备研究开发及管理工作。主持和参加完成了 20 余项部级重点科技攻关课题和国家重点工程建设，获省部级科技进步二等奖 2 项、省部级三等奖 3 项。发表论文 40 余篇。获得专利 20 余项。  
电话：022-66310588  
Email：licr@cnpcc.com.cn



**郑理** 高级工程师，国家一级建造师。主要从事海洋结构物的建造安装工作。组织建造的项目有 PY30-1 导管架、月东组块和导管架等 50 多个海洋结构物的建造安装。  
电话：0532-80986218  
Email：zhengli.cpoe@cnpcc.com.cn



**高兆鑫** 高级工程师，具有美国 PMP 项目经理职业资格。主要从事海洋结构物的建造安装管理；海底管线、海底电缆的铺设管理，参与过多座大型导管架平台上部组块、导管架的建造和安装。参与西二线香港支线等多条海底管线的铺设等。  
电话：0532-80986269  
Email：gaozx.cpoe@cnpcc.com.cn



联系人：刁顺 先生  
电 话：86-10-5998-6059  
Email: sdiao@cnpccom.cn

Contact: Mr. Diao Shun  
Tel: 86-10-5998-6059  
Email: sdiao@cnpccom.cn



