

渤海湾滩海石油开发 工程技术文集

康荣玉 主编



石油工业出版社
Petroleum industry Press

图书在版编目 (CIP) 数据

渤海湾滩海石油开发工程技术文集/康荣玉等主编.
北京:石油工业出版社,2002.12
ISBN 7-5021-4068-9

I. 渤…

II. 康…

III. 渤海湾-海上石油开采-技术-文集

IV. TE535-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 098177 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)
河北省徐水县印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 15.75 印张 400 千字 印 1—600

2002 年 12 月北京第 1 版 2002 年 12 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-5021-4068-9/TE·2909

定价: 30.00 元

《渤海湾滩海石油开发工程技术文集》编委会

主 任：李文绮

副主任：李明义 刘树义 郭野愚 黄嘉麟 宋祥林

成 员：王光奇 吴德兴 康荣玉 袁中立 王 文

崔亚民 周 宇 苏春梅 刘 莉

主 编：康荣玉

副主编：任润卯 庄贵涛

编 委：张 波 刘义生 马肇援 马启莹 赵 帅

王 泉 张韶光 桑运水 胡洪勤 孟凡彬

王春生 李学军 严哲珠 李德龙 孙树山

王 宁 王福贵 曹苏军 佟光军

第三届石油天然气滩海技术中心站站委单位

(排名不分先后)

胜利石油管理局
胜利油田基建处
胜利油田勘察设计研究院
胜利油田钻井工艺研究院
胜利油田海洋石油开发公司
胜利石油化工建设有限责任公司
大港石油有限责任公司
大港油田滩海油气田勘探开发公司
大港油田大港石油工程公司
大港油田钻采中心
大港油田集团滩海工程公司
大港工程建设有限责任公司
冀东油田
冀东油田设计公司
冀东油田采油工程处
中油集团公司工程技术研究院
辽河石油勘探局
辽河油田分公司基建管理中心
辽河海洋石油开发公司
辽河石油勘探局基建市场开发部
辽河油田安全监察处
辽河石油工程建设监理公司
辽河石油勘探局油建一公司
辽河石油勘探局油建二公司
辽宁辽河石油工程有限公司

序

为了适应石油、石化两大集团重组改制后的新形势，加快石油天然气地面工程建设，理顺管理渠道，发挥行业指导和技术支持作用，原石油基本建设技术中心站的管理已从行业行政部门管理调整为由石油工程学会进行指导和协调管理。调整以后，技术中心站的工作应围绕科技进步和技术创新的主题，以“交流、咨询、监督、指导”为方针，以“面向生产、服务生产”为宗旨，自觉实行自我约束、自我发展、自我服务的自律体制，定位于学术交流，与主营业务结合起来，充分发挥中心站在信息交流、技术攻关和技术服务等方面的优势，充实工作内容，努力寻求服务，开展科研攻关，解决技术难题，加强横向联系，达到优势互补，做好技术基础工作，促进专业技术的提高，把技术中心站办成技术信息、学术交流及科技开发推广的平台，做好勘察设计及施工企业的桥梁纽带作用。

滩海技术中心站自 1993 年成立以来，在各站委单位的共同努力下，遵循“安全可靠、技术先进、经济实用、保护环境”的滩海工程建设原则，充分发挥“横向联合、参谋助手、交流协作、共同发展”的作用，转变观念，开拓进取，领导重视，人员落实，一直很好地、持续地开展技术交流及协作活动，共举办年会及技术咨询研讨会 9 次，编辑出版《滩海工程建设技术论文集》4 集，累计 100 余万字，并协助有关部门开展滩海工程技术标准编制、完成与滩海相关的技术基础工作、审核科技攻关立项、参与设计方案审查、组织海上考察交流等，同时，成立工程技术咨询服务中心，依靠自身经营求生存，以会养会谋发展，较好地发挥了行业协会的桥梁纽带作用，对加速我国滩海油田的勘探开发起到了较大的推动作用。

2002 年滩海技术中心站工作年会暨技术交流会于 2002 年 10 月在太原召开，共有来自中石油、中石化等 20 多个单位的 40 余名代表参加了会议。年会共收到滩海工程建设技术论文 25 篇，其中，会议交流 15 篇。其内容涉及滩海整体开发方案研究、导管架平台的材料研究、单层海底管道、筒形基础简易试采平台、滩海栈桥、滩海海堤、涂层防腐、促滩保淤、海岸防护、模块化整体安装、导管架与桩管整体吊装、气垫运输装备、滩海钻采组合平台、海上工程信息系统、统计过程控制、冰区构筑物、打桩设备、电热熔缩复合补口技术、大位移井钻井技术等，涵盖面之广为各次技术交流会之最。本次将滩海技术中心站 2001 年、2002 两年来的技术论文筛选汇编成册，供我国广大滩海工作者、有关专家和工程技术人员参考使用。

李文琦

2002 年 11 月 28 日

目 录

发挥中心站作用, 推动行业技术进步, 不断提高滩海工程建设水平	李明义 (1)
浅海采油平台的现状与展望	李广军 马肇援 (7)
辽河滩海海南 8 及海南 24 油田开发建设研究	曹苏军 康荣玉 (12)
大港油田庄海 4×1 井和庄海 4×2 井试采工程海工总体建设方案	王光奇 李 健 李学军 (21)
辽河油区月东油田效益评价	杨 丽 (26)
辽河滩海月东油田开发建设研究	曹苏军 庄贵涛 孙雁伯 (30)
辽河滩海月东油田稠油输送工艺研究	孙雁伯 孙治江 张 波 杜月明 (37)
辽河滩海月东油田稠油降粘及流变性研究	康荣玉 徐树林 张 波 杜月明 (41)
赵东合作区海洋工程设计优化研究	齐 敏 何建军 李学军 (49)
滩海平台建造技术	桑运水 崔新村 贾芳民 崔 健 (55)
辽河滩海油田钻采组合平台技术研究	孙雁伯 曹苏军 (62)
导管架组合钻采修一体化平台结构设计研究	佟光军 任润卯 (67)
滩海油田采油平台的制造安装	张士华 李德堂 (74)
统计过程控制在平台预制中的应用	王春生 李光华 (78)
海洋平台结构用钢的性能及其选择	任 强 林 波 (84)
导管架与桩管整体吊装技术	崔国敬 肖文功 (90)
滩海固定平台钢结构安装精度控制	张 恒 李 军 徐政峰 (96)
滩海油田模块化整体安装技术的研究与应用	张韶光 路国章 侯 强 王海涛 (98)
大型钢结构焊接防变形技术的探讨	赵新义 (104)
辽河浅海打桩技术的研究及推广应用	孙树山 徐宏伟 (109)
桶形基础平台拖航试验概况	袁中立 陈国祥 田中玮 张文洪 (114)
滩海可移动钢制桶型负压基础平台	张文洪 田中玮 张琪娜 (122)
浅水筒形基础简易试采装置技术研究	任润卯 佟光军 张日向 (126)
滩海平台的涂层防腐技术	刘鸿升 欧 莉 桑运水 (137)
在用海洋平台的强制性技术监测	林 波 赵 峰 孟凡生 (146)
滩海海底管道立管的设计方法与设计实践	刘英宝 (149)
单层海底管道在滩海地区的应用探讨	姜津文 齐 敏 (154)
辽河滩海地区海底电缆技术应用初步研究	王延涛 (159)
飞雁滩油田保滩促淤试验研究	薛万东 蒲高军 张日向 (164)
滩海油田海岸防护工程的技术选择	蒲高军 蒋济同 (173)
辽河滩海海南区块海堤、平台及构筑物技术研究	任润卯 康荣玉 (176)
新型海堤现场试验总结分析	李学军 李宗智 王玉霞 李建明 (181)
漫水海堤浅谈	张文洪 (185)

大港滩海“构件+毛石”新型道路及井场先导性技术试验	陶庆学	王光奇	李健	张文洪	齐敏	(188)
辽河油田滩海月东开发栈桥方案技术研究				佟光军	李旭志	(194)
滩海冰区管架设计研究			李旭志	庞秀英	曹苏军	(201)
气垫运输装备在滩海油田的应用研究			郭海兰	齐敏	段慧梅	(204)
滩海地区浅吃水原油船的研究			郭海兰	齐敏	胡凯军	(210)
2400kW 浅海拖曳供应船研制技术总结			鄂海明	侯青建	王玉霞	(215)
滩海工程模拟实验室的性能及应用			孙东昌	张士华	徐松森	(220)
胜利海上工程信息系统建设				张乐民	李斌	(225)
电热熔缩复合补口技术在夹克保温管中的应用						
	李文清	马起莹	赵其新	马向前		(230)
应用大位移井钻井技术实现滩海油田的勘探开发						
	严哲珠	种建春	王国琼	郭永林		(235)

发挥中心站作用，推动行业技术进步， 不断提高滩海工程建设水平

李明义

(辽河石油勘探局)

一、转变观念、开拓进取，发挥好中心站的桥梁纽带作用

滩海技术中心站自 1993 年成立以来，在上级有关部门的正确领导下，在各站委单位的大力支持下，认真贯彻站长、秘书长会议精神，遵循“安全可靠、技术先进、经济实用、保护环境”的滩海工程建设原则，转变观念，开拓进取，领导重视，人员落实，努力做好站务工作，组织各站委单位、协作单位承担滩海工程建设基础工作和技术交流工作，一直很好的、连续的开展技术交流及协作活动，共举办中心站年会、技术咨询会、技术研讨会 9 次，编辑出版《滩海工程建设技术论文集》4 集累计 100 余万字，协助集团公司施工专标委组织编制滩海工程技术标准 29 项，组织完成滩海相关专业技术基础工作 10 余项，协助集团公司科技局审核滩海工程科技攻关立项 20 余项，参与各种设计方案审查 5 项，组织各滩海油田海上考察交流 6 次，较好的发挥了行业协会的桥梁纽带作用。本次会议共收到论文 25 篇，其中胜利油田 8 篇、辽河油田 10 篇、大港油田 6 篇、冀东油田 1 篇。

随着石油企业市场经济的发展，为了更好地开展中心站的技术交流和协作活动，中心站依靠自身经营求生存，以会养会谋发展。为此于 1995 年着手成立了滩海工程技术咨询服务中心，聘请了有关站委单位、高等院校及科研院所的滩海技术权威作为技术咨询服务中心的技术专家，开展滩海重大项目的审查、咨询服务工作。咨询中心成立以来，在各站委单位的大力支持下，以市场为导向，以效益为中心，以服务站委单位为宗旨，依法经营，自负盈亏。在信息收集、文集编制、考察调研、课题论证、技术咨询、标准编制、举办会议等方面都充分发挥了技术咨询中心的作用。

二、结合自身特点，加强技术交流，做到 互通有无，促进共同发展

中心站成立近十年来，已成功举办了“滩海标准研讨会”、“滩海标准审查会”、“滩海管道技术交流会”、“滩海平台及运输装备研讨会”、“滩海系统工程技术研讨会”等 9 次滩海工程技术研讨会，各站委单位将同期研究的最新科技攻关及应用成果在会上进行交流，共同探讨滩海工程技术现状及发展方向，通过各种技术交流与协作，各站委单位共同认识到：滩海油田的勘探开发应以经济效益为中心，以安全为重点，根据各自的地质实际、环境特点及陆上配套系统，在项目的前期准备、方案规划设计中，统筹规划、远近结合、分步实施，坚持地上地下一体化，勘探、钻采、海工相结合，进行整体优化设计；在项目的科研、设计、采办、施工建造、投产运行等环节中，以科技为先导，开阔思路，陆海结合，按照“标准化、

简化、国产化”的原则，借鉴国内外先进技术，不断开发具有自身特点的新技术、新产品，节省工程投资，缩短建设周期，降低投入产出比。通过大家的不懈努力，目前，各滩海油田都形成了一定的规模，取得了可喜的成绩。

胜利埕岛油田位于渤海湾南部的极浅海海域，油田南界距岸约 3km，与陆上的桩西油田相望；北端距岸约 15km，水深 3~15m。该海区原为黄河入海口，由于黄河泥沙沉积，海底表层为粉砂及亚砂层，滩海地区在波浪、海流作用下冲刷淤积现象严重。该海区还易形成风暴潮增水的灾害，50 年一遇风暴潮增水达 2.5m；冬季有不同程度的结冰，50 年一遇冰厚为 26~64cm，冰厚随水深增加而减薄。海底发育有大量形态各异的凹坑、坍塌洼地、泥流舌等不稳定的地貌形态，其中，轻度扰动海底占 40% 左右，不稳定海底占 25% 左右。

埕岛油田累计上报Ⅲ类探明 + 控制含油面积 66.4km²，石油地质储量 20180 × 10⁴t。该油田具有油层层系多、油气物性差异大等特点。其中，东营组、中生界、馆陶组已投入开发，主力油层为馆陶组，其地质储量占总探明储量的 92.4%，属于分散、小块和丰度不高的边际性油藏，平均密度 0.9386g/cm³，平均粘度为 197mPa·s，密度大、粘度高、原油物性差、油气比低。埕岛油田的油藏开发本着先易后难、先肥后瘦、先高产后低产的原则，开发特点是油层天然能量不足，立足于机械采油和注水开发。油层疏松，出水后随着油井生产压差增加，采液强度加大，油层出砂状况恶化。在注水条件下，高含水和特高含水阶段是油田的主要采油阶段。油田建设面对稠、砂、水（先期是解决注入水水源和处理、后期是高含水处理）的难题。开发十余年来，埕岛油田已累计动用地质储量 1.98 亿吨，摸索总结出了中心平台与卫星平台相结合、管道输送与船舶拉油相结合、平台发电与岸电相结合的运行模式，已先后建成投产各类平台 82 座，其中，中心平台 2 座，卫星平台 80 座。建成 100 余条油、气、水海底管线，100 条海底电缆。陆上配套工程有 3000 吨级卸油码头 1 座，110kV 变电所 1 座，联合站 4 座，管线 42km，有一大型海上制作场，原油生产能力 250 万吨，已形成以陆地为依托、半海半陆的浅海大型油田。

辽河滩海油田位于辽东湾北部，西起葫芦岛，东至鲅鱼圈连线以北，浅海区水深 5m 以内的范围。由海滩和浅水区域构成，总面积 3506km²。海岸线长约 340km，海域北部岸滩有小凌河、大凌河、双台子河、辽河等几大河流入海。河流入海携带大量的泥沙形成海退，海底自然坡度为 3‰，海底含砂量较高，工程地质条件较好。该区域纬度较高，海冰相对较重，封冻及流冰期约 4 个月。潮差较大，平均潮差 2~3m，最高潮时达 5m 以上。辽东湾北部海域行政区划分为三市七县及三个苇场，已开发了滩涂养殖、海洋捕捞、自然保护区等地方性经济项目，给滩海油田的勘探开发带来很多问题。

辽河滩海油田探明石油地质储量超亿吨，探明和控制储量占资源总量的 20%，各构造带之间勘探程度差异较大，总体勘探程度较低，具有广阔的勘探领域和很大的勘探潜力。10 多年来相继发现了葵花岛、太阳岛、笔架岭、海南、月东等五个区块，油气勘探取得了实质性突破。海南—月东构造带的面积 158km²，其中，月东探明储量 6280 × 10⁴t，控制储量 1972 × 10⁴t，海南探明储量 3516 × 10⁴t。笔架岭构造带面积 71km²，探明原油地质储量 512 × 10⁴t，天然气 4.45 × 10⁸m³。葵花岛构造带面积 91km²，累计探明储量 1217 × 10⁴t，控制储量 862 × 10⁴t，预测原油储量 2002 × 10⁴t。此外，后备滩海区块还有仙鹤—月牙构造带、葫东构造带、盖州滩构造带、中央低凸起构造带、燕南潜山构造带等。辽河滩海油田累计上报探明石油地质储量 10263 × 10⁴t，天然气 16.28 × 10⁸m³；上报控制石油地质储量 1972 × 10⁴t，预测石油地质储量 5864 × 10⁴t。以上石油地质储量为辽河滩海地区的油气开发提供了

良好的物质基础，该区域将成为辽河油田“十五”期间乃至以后的主要产能接替区块。

辽河滩海经过十多年勘探、试采、开发，已摸索出一条滩海油田陆地化的开采模式。截止到目前，海南区块已修建路堤 5.665km，井场平台 4 座，路堤及平台建筑面积达 $14.36 \times 10^4 \text{m}^2$ ；已建联合站 1 座，基地 1 座，66/6kV 变电所 1 座，海底电缆 0.9km，6kV 供电线路 13km，滩部线路 2.46km，滩部输气、输油、供水及注水管线共 6 条，长度 3.36km。笔架岭区块已建路堤 20 余千米，井场平台 16 座，路堤及平台建筑面积达 $40.22 \times 10^4 \text{m}^2$ ；已建基地 1 座、变电所 1 座、供电线路 20 余千米。以上系统的建成，使辽河在笔架岭、海南构造建成设计能力为 $60 \times 10^4 \text{t/a}$ 、年产 $30 \times 10^4 \text{t}$ 的滩海油田。同时，与大港油田合作，设计建造了葵花 1 号人工岛，自行设计了海南 24 导管架平台和葵 8 井钢质简易试采平台各 1 座。

大港油田滩海地区位于渤海湾西部，北起河北省与天津市交界的涧河，南至河北省与山东省交界的四女寺河，西以海岸线、过水路面和海堤为界，东至海图 5m 水深线附近的矿区登记线，总面积 2616km^2 ，海岸线长 154km。由于三面环陆，九河入湾，加之风浪、海流等影响，具有坡度小、滩涂宽、淤泥厚、承载力差、回淤快、沉降深、风速大、潮差高、冰期长、冰凌高的特点。

大港油田滩海地区目前处于勘探阶段，近几年以修堤、建岛、实施定向井钻探为主，发现了 Nm、Ng、Ed、Es₁、Es₂、Es₃ 及前第三系等 7 套含油层系，查明了白唐马沿岸带等 9 个构造带，相继发现了白水头等 10 个含油构造，形成了赵东油田、张巨河油田及白唐马沿岸带 3 个中型油气田，累计探明石油地质储量 $11011 \times 10^4 \text{t}$ ，控制储量 $2999 \times 10^4 \text{t}$ ，预测石油地质储量 $7929 \times 10^4 \text{t}$ 。

该区油气资源丰富，转化率低，勘探潜力大，是今后大港油田增储上产的战略接替地区。但该区地质情况复杂，地震资料品质不高，勘探开发风险极高。

大港油田在二十多年的滩海勘探开发中已形成了具有自己独特形式的勘探开发路线。修海堤、建人工岛，打大位移定向井，建造浅吃水和两栖勘探开发装备，进行了滩海沿岸带和极浅海地区的勘探、开发。相继发现了赵东油田、张巨河油田及白唐马沿岸带 3 个中型油气田。其中，赵东油田对外合作区正在进行开发工程建设，自营区仅白唐马和张巨河地区沿岸陆上少量探明储量投入了试采开发。因此，滩海地区尚未进入正式开发期，仍以勘探为主、开发为辅，地面建设主要是为探井试采服务。目前滩海地区建有计量兼脱水站 3 座，交接油站 1 座，其他均为单井拉油点。年产原油约 $2 \times 10^4 \text{t}$ 。油田地面工艺多为单管加热集输工艺或单井拉油工艺，脱水工艺则采用常见的沉降脱水工艺。

冀东油田滩海地区东起昌黎县城东、西至滦南县北堡村西，横跨河北省昌黎县、乐亭县、唐海县及滦南县，矿产登记线海域面积 1600km^2 。沿海地带十分平坦，有大范围滩涂存在，低潮时干出，高潮时淹没。滩内分布有一些小型的支流性潮沟、潮渠、水道以及相伴而存在的天然堤坝。潮流为不规则半日潮，潮差 1.5m 左右，潮流方向为东西向。

冀东滩海勘探主要集中在南堡凹陷滩海地区。该区地质构造发育有北堡西构造带、南堡构造带、蛤坨潜山构造带和马头营低幅度披覆构造带等四个构造带，有利勘探面积 670km^2 。截止到 2002 年 9 月，共完成二维地震约 2660km，二维地震测网密度达到 $1 \text{km} \times 1 \text{km} \sim 2 \text{km} \times 4 \text{km}$ 不等；完成三维地震 430km^2 ；完钻探井 6 口（北堡西-1、北堡西 3×1、冀海 1×1、老 2×1、老海 1×1 和坨海 1×1 井），进尺 $2.4 \times 10^4 \text{m}$ 。各构造带地震勘探程度很不均衡，其中，北堡西构造带、南堡构造带已被三维地震覆盖；蛤坨构造带为二维地震覆盖区，测网密度达到 $1 \text{km} \times 1 \text{km}$ ；马头营低幅度披覆构造带东部为三维地震覆盖，西部二维测网密度达

到 $1\text{km} \times 1\text{km} \sim 2\text{km} \times 4\text{km}$ 不等。南堡凹陷滩海地区石油地质条件优越,资源丰富,资储转化率低,勘探潜力大。

三、夯实基础、增强实力,努力推动滩海工程技术进步

中心站围绕滩海油藏和环境条件的特点,组织各站委单位结合所在滩海油田的技术关键、技术难点开展基础工作及科技攻关工作,以夯实基础、增强实力,从而推动滩海工程技术的进步,为加快滩海油田的勘探开发和稳定发展扎实有效地开展了以下几个方面的设计基础工作及科研攻关工作。

1. 编制滩海建设技术标准,弥补行业技术标准空白

集团公司 29 项滩海行业技术标准的编制就是在施工专标委的组织下、在滩海中心站的大力促进和协调下,经过胜利、辽河、大港等站委单位的共同努力,最终于 1996 年全部颁布实施。这些标准涵盖了滩海环境、滩海集输工艺、滩海结构物、滩海工程防腐保温、滩海设备仪表、滩海勘察测量及滩海施工安全等专业内容,大部分标准集设计、施工与验收为一体,内容完整,技术含量较高,具有可操作性。这些标准的编制使刚刚起步的滩海工程建设一开始就走上了规范化的轨道,满足了我国陆上油田开发滩海石油的迫切需要,填补了当时滩海油田开发工程建设标准的空白,为加速我国滩海油田的开发起到了一定的推动作用。

2. 结合生产实际立项,攻克科研技术难关

在滩海油田的开发建设中,中心站根据各油田的特点和共性,组织各站委单位进行各重大科研课题的立项工作,编制可行性研究报告,为集团公司滩海技术攻关及导向技术的选题提供决策依据。如胜利油田结合埕岛油田的生产实际开展的“滩海油气混输技术研究”大大简化了技术工艺流程,扩大了集输半径,降低了井口回压,节省了工程投资,在海上油田具有良好的应用前景。“海水处理和注入工艺技术研究”包括海水水质及变化规律研究、海水处理工艺及配套设备研究、海水化学处理剂研究等,经埕岛中心 2 号平台的试验,已取得了良好的应用效果。还有新型单桩采油平台研究(已列为国家重大科研项目)、生活平台振动控制研究(已列为国家 863 项目)、海底管道立管悬空治理研究、海底输油管道单壁管研究、海洋平台防倾斜研究、海洋钢结构防腐研究、海洋平台自动化控制研究、海上 35kV 变电所研究、海岸保滩促淤技术研究等课题通过研究应用,在生产中取得了良好的经济效益。辽河油田结合笔架岭、海南及月东区块的试采及开发建设实际提出了滩海全陆式生产系统的研究、浅水两栖综合工作平台研制、滩海路堤技术研究、高含水后期开采新技术、浅水简易单井试采结构及生产系统研究、导管架组合钻采平台技术研究、月东行车栈桥结构及施工技术研究等课题经过多年的攻关和研制,有关技术已在工程实际中应用,取得了一定的效果。大港油田几年来结合张巨河、赵东等滩海油田的特点,提出并开展了张巨河人工岛工程、港海一号钻井平台研制、海堤及软基处理技术、气垫运输船舶的配套技术、滩海桶式负压基础平台技术、“网箱双低砦”和固化剂固化粉煤灰修筑海堤技术等课题的攻关研究目前已全部实施并应用于生产实际,摸索出了具有自身特点的、独特的工程模式。

另外,国内的大专院校及科研院所如工程技术研究院、石油大学、大连理工大学、天津大学、上海交通大学、浙江大学、青岛海洋一所等单位都结合几个滩海油田的实际,以工程为依托,开展了导管架平台、钻采平台、海底管道、人工岛、桶形基础、简易平台、施工设施及装备、海冰试验、新型材料、滩海路堤技术研究与应用,取得了重大进展。特别是工程

技术研究院定期与国内外专家进行学术交流，组织有关部门分赴各油田了解滩海勘探开发的动态，依靠自身技术优势，广泛联合，先后与胜利、辽河、大港等油田合作，完成了“滩海筑堤技术研究”、“滩海筒形基础平台技术研究”、“滩海可移动座底式平台研制”、“滩海水下不分散混凝土的研制”等课题的研究，其研究成果对各滩海油田的建设具有重要的应用价值。

3. 加强信息交流，做好勘察设计基础工作

滩海中心站在日常工作中加强滩海油田各单位间的信息交流，重视基础工作的开展，起到了桥梁纽带和技术参谋作用。积极收集国内外滩海油田开发建设的经验和滩海专项工程技术信息，每年召开一次“滩海工程技术研讨会”，交流发表技术论文，并定期汇编成《滩海油田工程建设技术论文集》分发给各站委单位及有关部门在生产科研中参考使用，目前已出版论文集4册。此外，还结合各站委单位的工作实际，组织编制了《海洋工程结构计算机分析系统SACS应用手册》、《海洋工程结构数据库》、《海底管道设计软件应用》、《海洋钢结构节点电子图集》、《人工岛建设图集》、《胜利埕岛油田海洋环境》、《辽河油田浅海油气区海洋环境》、《滩海油田地面设备国产化技术总结》、《滩海油田自动化控制设计系统总结》等专项报告，为浅海油田开发建设提供了技术基础。

四、抓住机遇、迎接挑战，开展好中心站今后的各项工作

随着陆上油田老区油气产量的递减和新增整装区块的减少，滩海油田将毋庸置疑的成为“十五”乃至今后一个时期内的油气产量的接替区域。因此，滩海中心站今后将在石油工程学会的正确领导下，在各站委单位的大力支持下，继续发挥行业协会的桥梁纽带作用，使我国的滩海工程建设迈上一个新的台阶。近期，我们将主要做好以下几方面工作。

1. 结合生产实际，做好前期科研立项工作

组织各站委单位结合本油田实际制定详细的科研实施计划，继续开展科研立项工作，进行攻关研究。如胜利油田的开展已建海洋工程的安全评估分析、新型海洋平台型式研究、海上平台自动化控制技术完善等课题；辽河油田开展的月东稠油试采工程、月东行车栈桥及海堤结构技术研究、海南8及海南24试采方案研究、滩海海底管道施工技术研究等课题；大港油田开展的浅水负压技术、处理滩海淤泥质软土地基的“网箱双低砦”和固化剂固化粉煤灰修筑海堤技术等课题。通过这些课题的研究，解决制约滩海油田建设的关键技术，为滩海的持续开发提供技术保障，保证滩海油田的高效快速发展，从而取得最佳的经济效益。

2. 继续举办“滩海技术中心站工作年会暨技术交流会”

经与石油工程学会及各站委单位商定的结果，下次会议将由胜利油田承办。会议将根据胜利、辽河、大港和冀东油田的特点，紧密结合滩海生产实际，对在生产建设中采用的新思想、新技术、新设备、新材料，解决的技术关键和技术难点开展技术交流并评选优秀论文。同时，可邀请国内海洋工程界的技术权威，讲评海洋油田的典型工程，代表性滩海油田的总体建设技术路线等，以便对各滩海油田的总体开发建设提供借鉴和导向作用，从而使滩海油田的开发早日与国际接轨。

3. 编制出版2002年《滩海油田工程建设技术论文集》

根据近两年的滩海中心站年会、技术交流会和各站委单位所完成的技术论文，中心站将组织筛选部分优秀论文汇编《滩海油田工程建设技术论文集》(2001~2002)，供各站委单位

在设计、科研、施工及管理工作中参考使用。

4. 做好滩海行业标准的修订工作

滩海工程建设系列标准经过多年的使用，在滩海工程建设中发挥了重要的作用，取得了明显的技术经济效益。但随着新工程技术问题的不断出现和经验的不断积累，尤其是近年来国家及有关行业规范普遍进行了改版修订，有的规范引进了更加科学的设计理论及设计方法，因此，部分滩海标准应进行适当的修订，以满足滩海工程设计施工建造的需要。

5. 继续搞好咨询中心的技术服务工作

在各站委单位的支持下，根据油田生产实际，有针对性的选择滩海工程技术咨询项目，由滩海技术中心站组织进行技术研究，解决工程实际问题，积累业绩，扩大发展。

总之，我国滩海油田的开发建设已进入一个非常时期，具有良好的开发前景。特别是进入 21 世纪，中国加入 WTO 以后，我们的工作面临着良好的机遇，同时也面临着前所未有的挑战。这就要求我们滩海中心站要抓住时机，利用行业协会的优势，继续发挥“横向联合、参谋助手、交流协作、共同发展”的作用，进一步加强技术交流合作，对于滩海工程中的关键难点技术共同携手攻关研究，与高等院校、科研院所联合解决生产中急需解决的问题，为滩海工程建设者提供一个学习交流的良好环境，为我国的滩海工程建设事业做出新的、更大的贡献。

浅海采油平台的现状与展望

李广军 马肇援

(胜利石油管理局钻井工艺研究院、局机关)

摘要 本文简要介绍了国内外浅海采油平台的发展现状,论述了国内采油平台与国外采油平台的差距,总结对比了我国浅海采油平台的发展模式。

一、国外采油平台的发展现状

20 世纪 80 年代以来,国外已在海洋边际油田的开发中提出并开始使用轻型平台技术,在适宜条件下可取代传统的四腿导管架。该技术已在墨西哥湾以及北海一些海区都得到了成功的应用。

1. 自立式独柱平台

自立式独柱平台也称为沉箱式井口保护平台。其优点是采用了圆筒形的单立柱,所有的隔水导管均安置在立柱内部,减少了作用在结构上的波浪力和流力,也减少了隔水导管和结构的重量。单立柱对隔水导管提供水平支撑,并承担平台的负荷。另外,由于采用了圆筒形的立柱结构,避免了一般的网格结构的节点问题,改善了结构的疲劳特性,简化了制造过程。在浅水区域采用此结构形式也给平台的安装带来方便。

2. 独柱支撑平台

这种平台安装在北海地区的丹麦海域,用于边际油田的开发。该平台可容纳四口井,上部结构重 200t,设计安装水深 34m。平台的上部结构由主甲板、逃生甲板和铝合金直升机坪组成,由一个单立柱结构或者说自立式沉箱支撑。这种独柱结构是一种钢质管柱,打入海底 28m。隔水导管置于柱体之内,而立管侧装在柱体结构的外侧。

3. 独立采油平台

独立采油平台在意大利亚得利亚海上的油气生产中得到广泛应用。该平台一般无人控制,上部结构非常简单,重量轻。一般为两层甲板,下部是配置简单的设备甲板,水线处设有小型的靠船设施。近年来,由于多相混输技术的推广应用,从海上井口生产出的油气混合液可通过海底管线直接输之岸边或中央平台进行处理,采油平台上无需配置任何油气处理设备。该平台的单立柱结构由直径不同的三个管段组成,下部直径较大,上部直径较小,中间由锥形段连接。隔水导管安装在立柱内,导管的上端和下端各配有一个居中装置,以确保导管在立柱内处于垂直居中位置。该平台适应 5~25m 水深条件和多种海上气象条件。

4. 单井采油平台

墨西哥湾有几千口油气井,平台遍布整个海域。这些平台许多为单井采油平台,平时无人操作,值班人员定期乘直升机或轮船上平台进行短期管理。这些平台全部采用大直径的钢管独桩打入海底作为主体结构,桩顶设置有各种用途的钢甲板。甲板采用格栅结构,以利于透风和排水。这种平台一般适用于 15~65m 水域,其最大的特点是施工简便。其大部分工

作量陆上预制，现场只是打一根大直径的桩及完成少量的焊接安装工作。这种采油平台形式不但适用于单井，也适用于多井井组。

5. 简易三角架结构的采油平台

1991年，美国 CBS 工程公司推出了小型近海采油平台（MOSS）结构的概念。MOSS 概念共有 4 种型式，通常用于无人操作平台。其中，MOSS II 型平台最为简易，是典型的三角架结构，使用量约为 2/3。MOSS II 型平台主要由打入海底的隔水管支撑，另配两根加强斜撑。两根斜撑的上端都连接在水线以上的隔水管上，下端固定在位于海底的桩套上。靠船台、井口甲板、设备甲板（若需要）、直升机坪都靠隔水管支撑。该平台适应水深在 10m 左右，采出的原油大都采用海底管线输送至口岸。

此外，德克萨斯海洋石油工程公司等单位研制的简易三角架采油平台（GUARDIAN），也在墨西哥湾得到了应用。该平台所有连接都采用焊接方法，所有焊点都在水面以上，不需要灌浆、螺栓连接、夹紧连接或水下焊接，适应水深 15m 左右，采出的原油大都采用海底管线输送至口岸。

6. 构架轻型采油平台（DOIT）

构架轻型采油平台（DOIT）是采油平台上采用的一种框架结构。国外的这种结构型式是 Arco 和 Brown & Root 公司享有专利的一种新的设计概念。DOIT 构架具有三角形横截面。该构架配有一条直立大腿和四个为两根桩导向并将桩固定的装置。直立大腿套在隔水导管外面，用来固定导管并为导管导向，导管起隔水和支撑甲板的作用。导管打入海底预定深度后，要向其与直立大腿之间的环空内灌入灰浆，使两者固定连结一起。该平台结构简单，造价低，通过改变桩的四个导向装置的方向可使 DOIT 构架适用于不同的水深。

7. 其他型式的采油平台

（1）枢轴连接的三角架采油平台

这种简易的采油平台的上部结构主要由直立的隔水导管支撑，导管的一侧安装两根保护斜撑，斜撑的底部由打入海底的两根裙桩固定。平台斜撑与导管间的连接及斜撑与桩套间的连接采用枢轴连接方式，简化了海上安装程序和平台的结构。

（2）三撑腿简易采油平台

该平台是 20 世纪 80 年代末发展起来的一种结构简单、重量轻、造价低的新型采油平台。它由上部甲板结构和下部支撑结构两大部分组成。下部支撑结构包括底座、中央立柱和三根斜置的撑腿。中央立柱呈塔状，是支撑平台甲板和设备的主要构件。三根斜撑的顶端固定在中央立柱的水线以上部位，底端是等距离间隔开的，连接在平台底座的三个角上，起保护和加强中央立柱的作用。平台底座、中央立管和三根斜撑都是圆管形构件，通过电焊连接。

（3）四桩小型采油平台

四桩小型采油平台的典型代表是美国 Atiantia 工程公司设计建造的“海马”式平台，适用于边际油田的开发，曾安装在 3~27m 的水域。该平台是一个有四个打桩和内倾的撑腿的导管架结构。这种平台可安装在水深超过简易三角架平台使用的区域。这种平台的基础较大，对称性好，主要用于出入人员，也可增设一个小型生活甲板和直升机坪。

二、国内采油平台的发展现状

我国滩海油田目前采用的平台大部分是国产的简易导管架式平台。其主要特点是投入

少、见效快、易安装。以下简要介绍我国近海特别是浅海（4~17m 水深）采油平台的发展现状。

1. 四桩导管架式采油平台

该平台是胜利浅海油田早期生产的平台，大都采用 1:8 斜度的四桩腿导管架，向海床打入四根桩，导管架顶端设有平台甲板，现在使用于 1~6 井平台。单井平台的尺度比多井平台小，甲板的上面不论单井还是井组平台均肩负着油井管汇及采油流程设施布置，预留摆放采油机械设备的平台甲板空间。另外，平台的一侧设有靠船排及伸向平台与靠船排相反方向的高架桥，高架桥的顶端设有天然气防空燃烧塔。该平台在胜利浅海已有 30 余座。

2. 移动式采油平台

1992~1993 年，由胜利钻井工艺研究院海洋工程技术人员研制成功两座（艘）移动坐底式采油平台并投产使用。1998 年又设计出了第三座（艘）移动自升式采油平台。

上述移动式采油平台是由矩形的沉垫和上层甲板以及连接两者的立柱组成的钢质非自航坐底式平台。长 56m，宽 22m，型深 2m，适应水深 1.5~9.0m，配有定员 12 人的生活设施，自持能力 20 天，设有 1000m³ 的储油罐和 4~6 口井的井组试油工艺流程设施。其不但能对海上油井进行试油，还可以进行海上油井的生产。

上述移动自升式采油平台主要由一个型深 4m 圆角三角形甲板及三根液压自升桩组成。甲板上设有 1500m³ 的储油罐和 4~6 口井的井组试油工艺流程设施，16 人的生活设施。平台的左右两舷设有靠船排，主要是对 10m 以上的海水区域的油井进行试油和开采。

3. 三桩固定导管架式采油平台

该平台有三桩固定导管架及甲板组成。适合于单井开发。因三桩式平台较小，平台甲板只能摆设少量的采油设施。该平台的一根桩腿套入井口，起到了井口保护桩的作用，平台的一侧设有靠船排，主要是对 8m 以下的海水区域的油井进行试油和开采。

4. 独桩式开发平台

独桩固定式采油平台在国内外目前尚属先例。该平台主要由主平台——独桩式结构、井口平台——单井或井组平台、靠船墩——三桩导管架式结构、火炬塔——单桩结构以及栈桥和高架管桥组成。

该平台结构简单，用钢量少，投资省，海上施工简单易行。将一根较大直径的桩套入井口，并入泥一定的深度；根据水深留足水面以上的高度；然后在较大直径的桩顶端建造平台，在平台的下面建造靠船排。此独桩不但是平台的支承，还有井口抗冰管的作用。

5. 水下导管架式采油平台

这种平台适用于水深 10m 以上单井的开发，其结构型式更为简单。导管架采用三桩式，三桩导管架的形心中部设一直径较大的套管。海上施工时，将三桩导管架形心中部的套管套入井口，三桩导管架下水深度约在 5m 以上，实施完三桩打入海床后，采用灰浆固桩，然后在水下导管架形心中部的套管上安装井口平台。目前，胜利钻井院设计实施了一口井（SH801 井），使用效果满意。

6. 采修一体化（模块式）平台

采修一体化平台与目前浅海应用的移动式作业平台有着本质的区别。它适用的水域广，可用于多种井组平台。平台修井作业时受环境的约束力小，灵活实用。

该项工程技术主要有四大部分组成：

（1）集井口平台与修井作业平台功能于一体，可承受修井作业的巨大载荷，可为对油井

进行保护的井口作业平台。

(2) 新型的固定式采油工艺平台,使其既能够满足常规采油工程的需要,又能够满足修井作业时工作人员的居住需要。

(3) 在工艺平台和井口平台之间有效地进行连接和布置,充分利用两个平台的间隙设置修井作业用的油管堆场和测试场地。

(4) 模块化的、可以灵活吊装搬运的专用修井设备,可在相同的平台之间进行流动作业,以满足多个井组的修井要求。

7. 桶形基础式采油平台

该采油平台采用一个或多个桶形钢质或钢筋泥土结构,中部设有一较大直径的立管。海上施工时,桶形基础下入海床,采用喷冲及吸出原理将桶形基础沉入,并与泥面相平。桶形基础的上部立管上可建造不同大小的采油平台。

三、国内与国外采油平台的差距

我国对滩海石油的勘探、开发时间较短。国内设计生产的浅海采油平台与国外的浅海采油平台相比存在着较大的差距。

国内与国外设计的同类浅海采油平台相比,国外的采油平台结构简单、重量轻、成本低;不论陆地预制还是在海上建造施工都较为方便。我国目前的浅海采油平台存在着结构复杂、重量大、成本高、陆上及海上施工不便等,因此投入人力、物力较大。另外,我国的平台制造业存在着建造焊接工艺的差距。

我国的海洋基础工作较为落后,有的标准或基础数据不全,海洋工程技术人员的研究设计缺乏规范性和先进性。我国浅海采油平台的防腐涂料和防腐工艺方面存在着差距。另外,我国的海上平台设计所选用的材质也存在着较大的差距。

四、采油平台的发展模式

我国浅海水域自1988年投入勘探开发以来,已在4~14m水域按照统一部署打勘探开发井近180口,建成了单井和井组采油平台40余座。采油平台也逐步由单井发展为四井组、六井组、十二井组的定向井、水平井组合。

1. 四桩导管架式采油平台

该平台的型式在胜利埕岛油田开发初期采用,使用较为普遍。目前我国已使用40余座。该采油平台是仿国外传统导管架平台而研制的,经海上单井、四井组、六井组、十二井组几年来的实践无一出现使用问题。今后仍是我国开发浅海油田较为普遍使用的一种平台型式。

2. 移动式采油平台

该平台为钢质非自航坐底式平台,适应水深1.5~9.0m,有一定人员的生活设施,有1000m³的储油罐和4~6口井的井组试油工艺流程设施。该平台使用于浅海油田的边际油区、开发初期的单井或井组勘探油井的试油和油井的生产作业。

3. 简易式独桩采油平台

平台结构简单,用钢量少,投资省,海上施工简单易行。独桩套入井口,桩顶端建造平台,在平台的下面建造靠船排。独桩起到平台的支承作用和井口抗冰管的作用。其在我国