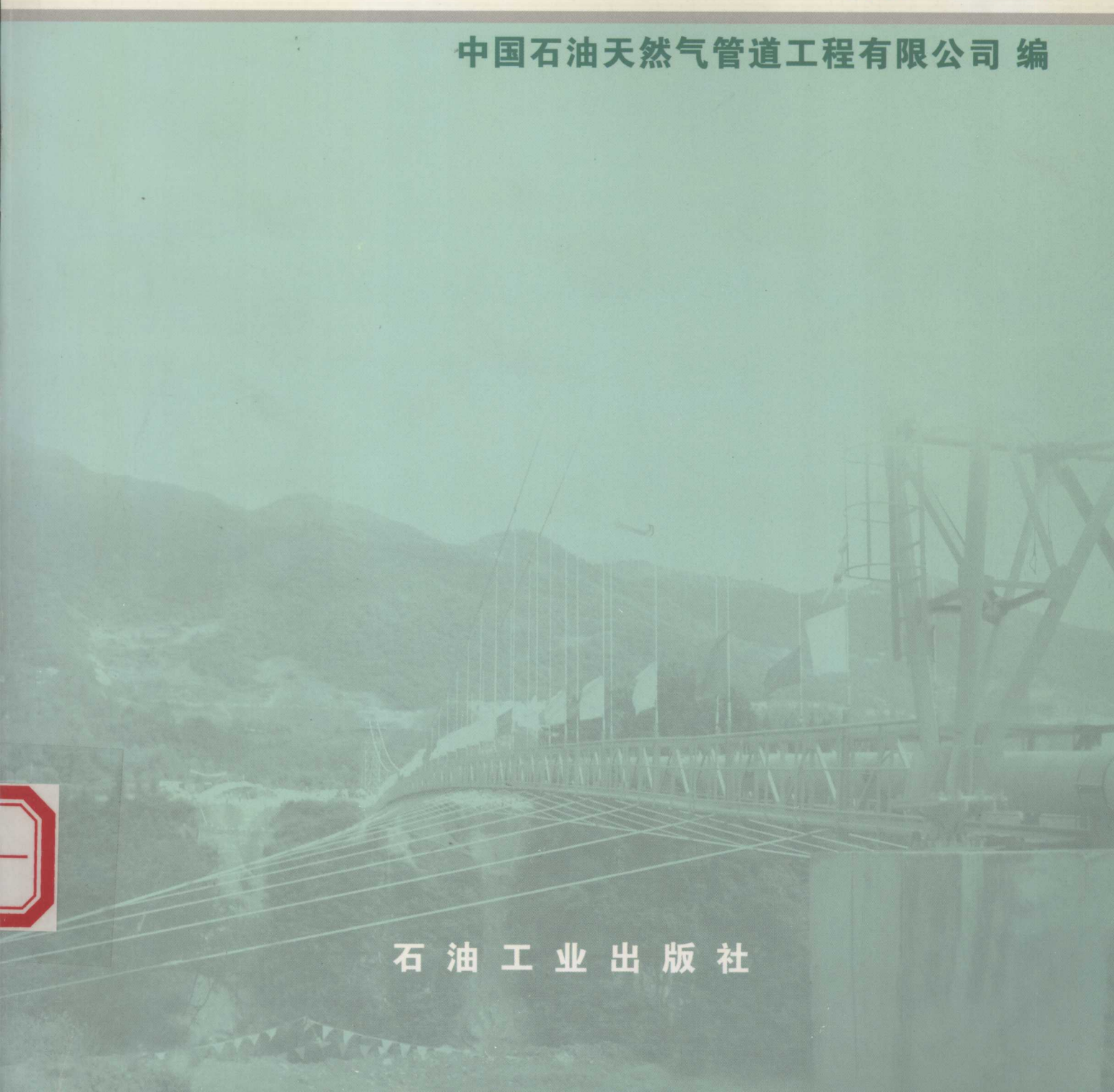


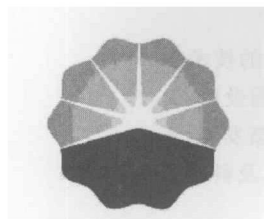
油气储运技术论文集

(第一卷)

中国石油天然气管道工程有限公司 编



石油工业出版社



中国石油

油气储运技术论文集

(第一卷)

中国石油天然气管道工程有限公司 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本论文集收集了中国石油天然气管道工程有限公司员工在工作、科研、学习中的技术总结、新技术发展方向和管理创新理念的论文 72 篇。作者从工程咨询、工程勘察、工程设计、工程监理和工程施工等方面研究了管道、油气田地面建设的新技术、新工艺、新管理和新发展,介绍了管道工程、油气库、滩海油气田开发、油气加工、自动化控制、通信、商务、管理以及科研等方面所取得的成果、经验教训和最新信息。

图书在版编目(CIP)数据

油气储运技术论文集. 第 1 卷/中国石油天然气管道工程有限公司编.
北京:石油工业出版社,2005.7

ISBN 7-5021-5133-8

I. 油…

II. 中…

III. 石油与天然气储运-文集

IV. TE8-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 071714 号

油气储运技术论文集(第一卷)

中国石油天然气管道工程有限公司编

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com. cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:河北省廊坊市特教印刷厂

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

889×1194 毫米 开本:1/16 印张:19.25

字数:604 千字

定价:58.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

2004 年,原管道工程有限公司和大港油田集团石油工程有限责任公司成功实现了跨局重组。重组后的公司形成了总公司和母子公司并存的集团管理模式,实现了油气开发储运工程服务上中游一体化,拓宽了业务领域,扩大了企业规模,增强了综合实力,提高了市场竞争力,公司发展掀开了历史新篇章。

本论文集共选登了公司跨局重组后员工撰写的论文 72 篇,向读者提供了油气开发储运的勘察、设计、工程监理、工程总承包和运营管理等方面的研究成果、经验教训和最新信息。

论文集的出版,反映了员工对油气开发储运事业的追求和奉献。这些经验之谈和研究成果定能给读者带来思考,达到加强交流、相互促进、共同提高的目的。这也是我们编辑出版论文集的初衷。

随着中国经济的快速发展,中国油气开发储运事业会不断创造出辉煌,会不断取得新硕果,中国石油天然气管道工程有限公司的广大员工还会续写本书的篇章。

在本论文集编辑出版过程中得到公司领导和有关部门的支持,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,本论文集错误在所难免,敬请读者批评指正。

编委会

2005 年 7 月 8 日

编 委 会

名誉主编：

董鲁生 李 强 刘春林

主 编：

董 旭

副主编：

陈 枫 靳 刚 王超华

编委(以姓氏笔划为序)：

丁洪兵	王冰怀	付景龙	刘春林	刘树武	李 强
单煜炎	孟凡彬	赵炳刚	赵 蕊	祝宝利	袁满仓
董鲁生	董 旭	戴志章			

目 录

• 企业发展战略 •

搞好三种资本经营,实现企业持续协调发展	董鲁生等	(1)
大港油田地面集输技术进展及发展方向	刘维吉	(4)
全面提升朗威公司创新与发展能力	鲍 宇	(11)
项目社会评价与可持续发展的内在联系	许敬谊等	(15)
建立现代企业制度,深化石油企业改革.....	黄 敏	(19)
如何提高建设项目前期可行性研究质量	王耀凌等	(23)
勘察设计单位在结构调整中应注意的几个问题	王月红	(25)
推行限额设计是设计工作的发展方向	苏金贺	(28)
公司关联交易存在的风险及防范	靳永收等	(31)
建设工程设计项目文件控制管理分析	王丽静等	(35)
员工培训,企业永葆青春的动力.....	刘建云等	(39)

• 管道线路勘察 •

长输管道工程膨胀地质灾害及其防治	郭书太	(43)
海底管道的岩土工程勘察	周劲松等	(49)
某管道水平定向钻穿越黄河的地质条件分析	陈光联	(52)
航测技术和管道线路的勘察与优化	何祖祥等	(58)
长输油气管道黄土地区穿跨越勘察	代云清	(61)
岩土参数可靠性分析	张益欣等	(65)
长距离管道中线测量中 TM 投影的尺度比	郭先锋	(68)
砂砾地层油气物探爆破孔空气反循环快速成孔技术的研究	龙 克等	(72)
CFG 桩与碎石桩技术结合的应用	何建荣等	(77)
地形图新旧图号变换互查系列电子表格	李成钧	(80)
利用仿真技术提高我国的管道设计水平	肖 尉等	(82)
国内大口径输气管道应用 X80 管道钢可行性	孙宏全	(86)

长输油气管道的钢管设计与选用	张振永等	(90)
天然气管网管径优化计算	李 安等	(94)
埋地输气管道疲劳强度分析	李国辉等	(97)
焊接残余应力对压力管道缺陷评定的影响及处理方法	高 越	(101)
奥里乳化油的燃油系统设计要点	周长才	(105)

• 油田与储气设施建设 •

南部滩海关家堡油田地面建设优化思路	程富娟	(110)
储气库地面工程设计	周学深	(115)
LNG 接收站工艺设计	简朝明等	(120)
3000 m ³ 液化石油气球罐设计	杜金玉等	(126)
轻烃回收装置采用接触塔新工艺提高 C ₃ 收率	周学深	(129)
海南管道天然气热值和压力的串级控制	李国栋等	(134)

• 线路工程 •

长输管道穿跨越型式技术及特点分析	詹胜文等	(139)
海洋管道登陆段敷设方式之一——筑堤敷设设计	余志峰等	(143)
忠武输气管道蚂蝗溪跨越试压方案	高发光等	(150)
柔性悬索管桥跨越受力分析	代以斌等	(156)
环氧粉末涂层在使用中的两个问题	王 丽	(160)

• 安全与站场设计 •

油库的火灾危险性分析及动火维修安全控制	刘 锦	(165)
油库安全消防系统技术方案	李永明等	(169)
西气东输工程综合防雷系统的应用	张育晶等	(172)
柴油发电站的设计要点	郭 彬等	(178)
变电站直流系统改造的选型与安装	于大川等	(183)
钢结构厂房的防火设计	张同尧等	(186)
多层住宅节能设计	朱 林	(188)
迈向可持续发展建筑	张红霞	(191)
流量检测仪表的工作原理及在生产中的选型	曲林林	(195)

锅炉智能燃烧技术在油田民用供热系统中的应用·····	戚 涛	(198)
电池设备间室内温度控制技术·····	刘 阳	(201)
预应力混凝土管桩应用于罐基础的可比性·····	吴红云	(205)
SCADA 系统在西气东输长输管道中的应用 ·····	孙艳国等	(209)
SCADA 系统在秦京线泄漏检测中的应用 ·····	孙艳国等	(215)
管道工程中光纤通信系统的建设·····	吉小赞等	(218)
管道 SCADA 系统备用信道方案·····	郭俊华等	(221)
大港大张坨地下储气库自控系统·····	张正友等	(226)
成品油油库自动化管理系统技术方案·····	李永明等	(230)
LON 网络技术在石油化工储罐中的应用 ·····	蔡丽萍等	(235)
使用域名发布多个 Web 站点 ·····	张都乐	(238)

· 工程项目管理 ·

哈萨克斯坦管道项目管理咨询市场新的切入点·····	魏国欣等	(242)
输油气管道工程设计费报价技巧·····	戴志章等	(245)
PMC 项目的施工管理 ·····	崔国军	(248)
PMC 如何赢得业主的认可 ·····	蔡宏业等	(254)
论工程预结算的有效控制·····	马永军	(257)
可行性研究经济评价程序的编制及特点·····	刘 毅等	(261)
改扩建项目经济评价方法的实际应用·····	王立军等	(266)
工程量清单招标模式及报价·····	陶 松等	(271)

· 工程监理 ·

油气管道工程监理新技术和新模式·····	李 波等	(275)
设计监理的问题探讨·····	陈 黔	(279)
大管径管道水平定向穿越施工监理·····	陶学敏	(285)
如何开展建设工程项目管理工作·····	梁春芳等	(288)
单线图在输气管道工程站场施工监理中的应用·····	赵爱锋等	(294)

企业发展战略

搞好三种资本经营,实现企业持续协调发展

董鲁生 王秋红

(中国石油天然气管道工程有限公司)

摘 要 不断创造企业发展新优势、新活力、新商机,努力经营产业资本、人力资本和技术资本,是实现企业持续快速发展的有效途径。

随着世界经济一体化进程的加快和国内外油气资源需求的快速增长,中国管道建设企业所面临的国内外宏观形势和市场环境均发生了深刻变化。如何在国际市场和国际竞争这个大的坐标系中考量自己,在变化中寻求应变的策略,是企业发展需要解决的重要课题,足以使我们去思考、研究、探索与实践。

中国石油天然气管道工程有限公司(CPPE),是集咨询、勘察、设计、监理及总承包为一体的跨国经营的工程公司。自1995年以来,连续9年被评为全国勘察设计企业百强;2002年进入国际承包商225强;2003年进入国际咨询商200强。自2002年以来连续创造11项中国企业新纪录。2004年,由于在西气东输工程中的卓越表现和突出贡献,公司被授予“全国五一劳动奖状”殊荣,并被国家人事部、国资委评为“中央企业先进集体”。

作为国家建设部勘察设计行业改制首批试点单位之一,公司自2000年改制以来,始终秉承“创新思维,实现超越;争雄国内,走向世界”的核心理念,在改革中求发展,在创新中求超越。这五年的发展轨迹也正是紧紧围绕着创新这一理念展开的。

一、始终瞄准国内外先进管理模式,持续优化产业资本,努力创造企业发展新优势

企业发展首先要明确目标,企业成长必须设计平台,企业管理更应讲究科学。公司从改制重组的第一天起,就明确了走国际型工程公司的道路。确定了引入国内外先进的现代企业管理理念和方法,通过优化产业结构,调整、整合和拓展主营业务,做强做大公司实力和规模,树立CPPE国际品牌的总体发展构想。

公司首先按《公司法》和现代企业制度要求建立起符合国际型工程公司管理模式的公司组织机构框架和与之相适应的公司法人治理体系,然后将各类产业实施整合、优化,作为资本进行统一经营,形成以勘察、咨询、设计、监理和工程项目总承包管理为主营业务的工程技术服务产业资本,再通过持续重组提升和扩大产业资本,达到做强做大公司实力和规模的目的。

五年来,通过持续重组,先后完成了由设计院向工程公司的转型;完成了管道局内部设计业务的整合。按专业化原则,投资组建了朗威监理、四维勘察、龙慧自动化工程和专业消防等四个控股子公司,基本形成了较为完整的以工程技术服务为核心的横向产业资本链、纵向专业服务链的立体产业资本经营体系。

2004年9月,CPPE与DPE(原大港油田集团石油工程技术有限责任公司)的成功重组,使公司向国际化发展迈上了新台阶,业务领域由陆上管道向近海管道延伸,由单一油气储运向油气田地面建设和地下储气库扩展。这不仅提升了公司产业资本的价值,更重要的是通过这次跨局重组,进一步完善和加强了公司法人

治理体系,提升了经营管理平台,强化了公司的决策能力和经营能力。

通过持续重组,不断优化产业资本,扩大了公司的产业优势、专业优势和资源优势。形成了符合国际惯例和国内外先进管理模式的专业技术服务体系和工程项目管理体系,提升了公司在国内同行业的知名度和优势地位,增强了国际市场开发能力。企业规模和竞争力进一步提高,为企业持续发展创造了新的优势。

公司坚持瞄准国内外先进管理模式,按照国际工程公司的战略定位和目标,客观、冷静地分析复杂多变的形势和激烈的市场竞争环境,自提目标,自我加压,通过积极优化产业资本,精心组织调动资源,将压力变为全体干部职工奋发图强、敢于创造、敢于胜利的动力。从2000年以来,公司累计实现收入超过20亿元,2004年收入是2000年改制初期的6.7倍;累计实现利润超过1.5亿元,2004年利润比2000年改制初期翻了一番。

二、始终注重能力的建设和提升,高效经营人力资本, 努力创造企业发展新活力

公司是知识密集型和应用技术密集型企业,人才资源是公司最大的资本,是最宝贵的财富,更是企业发展的关键。几年来,公司以分配制度改革和人事用工制度改革为切入点,以事业吸引和稳定人才,以实践培养和锻炼人才,以制度激励和发掘人才,形成了人才辈出的良好氛围,为企业发展不断创造新的活力。

一是依靠CPPE品牌,利用管道事业大发展的机遇,努力做大事业,用事业留人。公司建立了包括社会人才在内的不同层次、不同专业领域的专家人才库和人力资源储备库,同时积极探索符合国家有关规定、具有鲜明公司特点、满足公司项目需要的、形式多样的劳动用工制度和专家聘任制度,拓宽了人才引进渠道。

二是培训与实践相结合,积极为员工搭建成长平台。员工培养工作立足于公司实际,将学历教育和技能培训相结合,有目标、有重点地持续开展,每年举办各类培训班上百期,培训人员超千人次。通过多年的努力,使公司员工整体素质得到有效提高,建立了一支适应现代化管理和国际竞争要求的人才队伍,保持了同行业中的人才优势。

在人才使用上,公司不拘一格,建立了灵活的人才选拔机制。几年来,形成了布局合理的人才梯队,建立了不同层次的专家队伍。同时,积极促进员工岗位成才,鼓励年轻人勇挑重担,为他们提供施展才华的广阔空间。越来越多的年轻人在各项重大工程实践中担任重要角色,经受锤炼,迅速成长。公司涌现出了一大批青年专家、学术(技术)带头人和劳动模范。

三是建立人才激励机制,培养技术人员竞争精神,以竞争激励人才成长,从竞争中发掘人才潜质。公司致力于建立学习型企业,把公司建成为人才成长的学校、员工施展才华的舞台,多年来培养了大批优秀的专业技术和管理人才,他们为公司在国际管道工程市场中取得骄人业绩做出了积极贡献。

通过几年来对公司人力资本的合理高效经营,越来越多的人才精英凝聚于CPPE旗帜下,企业发展呈现出蓬勃的生机和活力。

三、始终跟踪当代国际先进技术和创新前沿,积极 开发技术资本,努力创造企业发展新商机

占领更广阔的市场空间,是每一个企业最关心的问题。公司在市场开发中,根据自身业务特点,始终坚持发挥技术优势,坚持用技术引导市场,再通过市场和项目实践,进一步巩固和提升技术优势,把技术优势转化为市场优势,通过追随—创新—引领—转化等途径,形成了公司技术优势与市场优势相互转化的良性循环,创造了企业发展新商机。

一是通过与国内外大型知名公司合作,追随、学习、引入、消化和应用新技术。在忠武线工程设计中,公司通过合作方式,采取“定向钻+大开挖+钻爆隧道+盾构隧道”4种不同方式四穿长江,实现了国内首创,该项目设计与神州五号、三峡大坝一起被评为第九批中国企业新纪录十大重大创新项目,创造了公司设计史上又一辉煌。同时,公司经过全面吸收和消化,掌握了隧道、盾构等设计技术,在珠江盾构项目中,公司独立完成技术标,并一举中标,把握住了新的商机。

二是不断巩固和提升技术优势。公司抓住全面主持设计国家宏大工程“西气东输”项目的有利机会,既展实力,又树品牌,在继续巩固和保持原有的技术优势的同时,全面提升天然气系统分析技术、压缩机设计技术、遥感选线技术、水工保护技术、大型管道工程建设管理技术等,使其成果的深度、广度和质量均达到了国际水准,受到专家的一致肯定,为今后拓展市场打下了良好的基础。

三是在项目实践中,敢于在专业技术理念上不断出新,不断提高技术门槛,保持技术领先地位,实现了引领行业技术进步的目标。

在西气东输与陕京二线的冀宁联络线工程中,公司首次提出数字管道建设与管理的概念,并将数字摄影测量首次用于长输管道设计,使管道设计理念、方法提升到一个新的台阶,引起业内强烈反响。在西部管道建设管理中,数字化技术开始得到了全面应用,其领先理念被越来越多的业内人士所接受和推崇。

四是发挥技术优势,把技术转化为商机。大型储罐设计是公司的传统优势,2004年,公司凭借综合优势,以技术标和商务标综合总分第一名的好成绩赢得了中国储备油库第一标,拿下了国家石油储备库——500万立方米岙山基地工程设计项目。

五是发挥项目管理优势,深化主营业务市场。近几年,经过醴陵城市燃气项目,利比亚、苏丹等国外项目的管理实践,公司积累了经验,锻炼了队伍,项目管理能力不断提升。工程管理和工程总承包市场呈现日益发展的良好势头。公司在2004年全国勘察设计行业项目管理中排名第四位。2004年,中油朗威监理有限责任公司取得扎纳若尔—KC13输气管道工程技术服务合同,形成了公司新的服务项目切入点。

通过近几年海外市场开拓的实践,公司与业主和当地各有关机构建立了良好的合作关系,树立了较高的声誉,CPPE品牌在海外市场得到树立和巩固,为进一步扩大市场,争取更多的后续项目奠定了基础,也为我国管道施工企业及技术服务企业进军海外创造了有利条件。

创新始终是企业成长与发展的原动力和润滑剂,我们必须牢固树立发展为第一要务的思想,坚持科学发展观,秉承创新理念,敢为人先,创造性地开展工作,才能不断增强企业综合实力,开创中国石油天然气管道工程有限公司和中国管道建设事业的新局面。

大港油田地面集输技术进展及发展方向

刘维吉

(中国石油天然气管道工程有限公司天津分公司)

摘 要 大港油田以复杂断块油藏为主要开发对象,有“油藏复杂、油田分散、区块较小、原油物性差异较大、综合含水高”等特点。为了满足油田滚动开发和不断发展的需要,广大科研和设计人员经过多年的研究与实践,逐步形成了一系列具有大港油田特色、可靠成熟的地面配套技术。目前,大港油田正在加大滩海地区勘探开发的力度,滩海油田有望成为新的产能增长点。由于大港滩海地区环境和条件不同于国内其他滩海油田,因此有许多课题需要进行研究。随着老油田普遍进入高含水期,如何降低建设投资、减少运行费用、满足环保要求、实现安全稳定生产,仍然是今后技术攻关的主要目标。

一、油田特征

大港油田自 20 世纪 60 年代起,经过近 40 年的滚动开发,共开发了 16 个油田的 26 个区块,共投产油气井 3600 多口,注水井 1000 多口;动用含油面积约 360 km²。综合来看,大港油田开发具有下列 5 个特点。

1. 复杂断块油藏多

在已开发的 26 个区块中,有 2 个区块为天然能量开发,2 个区块为裂缝性石灰岩油藏,3 个区块为中高渗透砂岩油藏,5 个区块为低渗透油藏,2 个区块为凝析油气藏,12 个区块为复杂断块油藏。因此,大港油田是以复杂断块油藏为主要开发对象,其油田个数、动用储量、可采储量、累计产量、当前产量和剩余可采储量均占全油田的 60% 以上。

2. 油藏开发方式多

油藏开发方式多是油藏类型多的必然结果。大港油田现有可以面积注水的开发区或断块,有依靠天然能量开发的断块,有相当一批难以形成注采井网,而以枯竭式开采为主的断块,有适合循环注气开发的富含凝析油的凝析气田,有使用聚合物驱三次采油的断块。

3. 举升工艺种类多

油藏类型多必然要求有多种举升工艺与之配套。大港油田现有自喷井、气举、电潜泵、水力泵、油杆泵、螺杆泵等多种举升工艺。

4. 地貌复杂

大港油田区块分散、地貌复杂。26 个区块分别坐落于农田、村落、城镇、盐碱滩、盐田、水库、泄洪区、滩海潮间带和极浅海地区,给油田的开发带来很大难度。

5. 大部分区块进入中、后期开采

油田经过几十年的开发,目前有 13 个区块进入高含水期,9 个区块进入特高含水期。全油田综合含水达到 87% 以上,最高含水超过 94%。

由此看出,大港油田目前的特点是“油田分散、油藏复杂、区块较小、产量较低、原油物性差异较大、综合含水高”。为了满足油田的滚动开发和不断发展的需要,从事地面建设的科技人员多年来不断进行研究和实践,逐步总结出一系列能适应复杂断块、可靠成熟的地面配套技术。其中,凝析油气田开发地面配套技术、

地下储气库地面配套技术、滩海油田开发配套技术、原油常温集输技术、原油集输系统不停产除砂和洗砂技术、采油污水处理技术等具有较强的特色。

二、大港油田地面集输技术

1. 凝析油气田开发地面工艺技术

大港油田现有板桥和千米桥潜山两个凝析油气田。其中,板桥凝析油气田为高孔、中渗气藏,原始地层压力 29 MPa,原始凝析油含量 630 g/m^3 ,其凝析油具有四低的特征,即密度低,为 $0.732 \sim 0.764 \text{ g/m}^3$;粘度低,为 $0.64 \sim 0.9 \text{ mPa} \cdot \text{s}$;凝点低,为 $-15 \sim -30^\circ\text{C}$;初馏点低,为 $30 \sim 46^\circ\text{C}$ 。千米桥潜山凝析油气田属于高饱和和中等含量带油环凝析气藏,凝析油含量 $279 \sim 375 \text{ g/m}^3$,凝析油则具有两低三高的特点,即相对密度低、粘度低、含蜡高、凝点高、初馏点高,原始地层压力 43 MPa,地层温度 168°C 。

经过多年研究,针对不同类别的凝析油气藏及其开发方式,我们采取了不同的地面处理工艺,形成了一系列成熟的凝析油气田开发地面配套技术,主要包括循环注气提高凝析油采收率、高压集输工艺、低温节流集输工艺、凝析油稳定及凝析气处理等技术。

由于板桥油气田是由多个断块组成,其开发方式有枯竭式、注水、循环注气和靠天然能量等多种形式,给地面配套带来很大难度。如何合理使用能量是凝析油气田地面建设的关键。通过使用这些技术,优化了地面建设方案,从最佳利用能量的角度,合理地把高压集输、低压集输、采气、气体处理、凝析油处理和注气结合在一起,提高了油气田的整体开发效益。其中,大张坨凝析油气田属板桥凝析油气田西断块,通过循环注气开发后,凝析油采收率达到 62.7%,天然气采收率达到 65.1%。

上述技术为后来开发千米桥潜山以及参与其他凝析油气田(例如吐哈丘东温八凝析油气田、塔里木柯克亚凝析油气田)地面配套设计打下了坚实的基础。

2. 高含水油田油气集输技术

大港油田的大部分区块属于老油田,采出液含水较高,油田平均综合含水约 88%,部分区块超过 94%。为了适应高含水油田的特点,我公司研究并采用了常温集输工艺、高效游离水脱除装置工艺、一段脱水工艺等,简化了集输工艺,减少了建设投资,降低了生产运行成本。

油田大部分区块在开发时都采用掺热水的集输工艺。随着采出液含水的增加,掺热水工艺显然过于保守,能耗过大。经过近两年的研究和试验,大港北部油田逐步取消了掺水工艺,改成常温集输工艺。根据单井的原油物性、产量、温度和压力等,选择是否加药和加什么品种的药剂。改成常温集输后,实现了停炉、节气、节电、降回压和增产增油,其投入产出比为 1:8.7,具有很好推广价值。目前,原油物性较差的南部油田也正在做常温集输工艺的研究,并在部分区块取得很好的效果。

随着油田含水的升高,如何提高脱除游离水的速度,降低脱水成本,成为油田生产急需解决的课题。近两年,我们研究的游离水脱除器和三相分离器取得了很好的效果。在官二联、小一联和东二站通过采用高效三相分离器,集脱除游离水、加热、脱除乳化水功能于一体,成功实现了一段脱水工艺,大大地简化了流程,减少了投资和运行成本。

3. 含砂油田集输系统除砂、洗砂技术

大港油田部分区块采出液含砂较高,使设备和管道的寿命降低,容器的有效容积变小,系统维护和清砂的工作量大,给油田地面生产带来很大影响。

针对严重的砂害,科研室先后研究、开发了旋流除砂、卧式容器不停产除砂、储罐不停产除砂和洗砂等技术。对含砂较高的地区,采用系统旋流除砂。采出液进站后,首先通过旋流器除去 85% 以上的含砂,然后通过卧式容器和储罐内部的除砂装置,除去剩余含砂,最后通过洗砂装置除去砂中含油,达到国家排放标准,从而实现不停产的除砂和洗砂过程。对一般的含砂区块,通过容器内的装置即可达到除砂的目的。这些技术较好地解决了油田油气集输系统的砂害问题,延长了集输系统的使用寿命,减少了维护工作量,避免了停产

后人工清罐,降低了工人的劳动强度,取得了很好的经济效益和社会效益。目前不仅在大港各含砂油田广泛使用,而且还推广到胜利、冀东、辽河、河南等油田。

4. 油田污水处理技术

大港油田复杂的油藏、差异较大的原油物性,促使大港油田污水处理工艺呈现多样化。现已形成自然沉降、压力沉降、浮选和旋流四种回注污水处理工艺,以及生化与物化两种外排污水处理工艺,处理后水质达到了油田回注与外排指标要求。很好地解决了低渗透油田回注的问题,并且有多个污水处理站排放污水达到国家排放指标的要求,满足了环保的需要。

油田共有 5 个断块属低渗透油田。其中马西深层油田、港东部分区块注入层平均空气渗透率分别为 $0.02 \mu\text{m}^2$ 、 $0.084 \mu\text{m}^2$ 。由于渗透率低,油田长期注清水。随着油田的发展,需要排放的污水量越来越大;另一方面,清水资源越来越紧张。注清水、排污水,不仅浪费大量的清水资源,而且需要消耗大量的运行成本。因此,我们做了多年的以污代清的研究和试验,最终污水经过压力沉降加上改性纤维球精细处理后,注水水质达到 A3 级标准,满足低渗透油田回注水的要求。

由于污水回注后剩余水量越来越多,使得油田每年的污水排放量越来越大。大港地处渤海湾,国家对污水排放要求很严。而国内污水处理达标排放的例子却不多,特别是油田采出水的处理。经过公司和油田科技人员多年不懈的努力,最终成功实现了采出污水的达标排放。目前,港东油田每天有约 8000 m^3 污水通过氧化塘活性污泥法处理后,达到国家二级排放标准;王徐庄油田每天约 4000 m^3 污水、羊三木油田每天约 5000 m^3 污水、孔店油田每天约 3000 m^3 污水,分别通过接触生物膜法和水质改性物化法处理后达到国家二级排放标准。

5. 天然气处理技术

板桥油气田是国内开发较早的凝析油气田,开发以来长期为天津市提供商品用气。通过 30 年的开发,使我公司在天然气处理方面积累了丰富的经验,掌握了国外最先进的天然气处理及轻烃回收、加工技术,形成了一套从中低温至低温、氨冷至丙烷制冷、三甘醇至分子筛、轻烃精馏等配套技术。

依靠过硬的技术,近年来,我们先后参加了国内多项大型天然气处理厂和轻烃回收装置的设计。例如大港油田压气站工程、丘东天然气处理厂工程、新星石油公司塔河天然气处理装置、泽普石化厂改造工程、红莲联合站轻烃回收工程、南三站轻烃回收工程、官一联合轻烃回收工程、玉门青西轻烃回收工程、东方 1-1 天然气处理厂等。其中,丘东天然气处理厂是第一座由国内自行设计且主要设备国产化的大型天然气处理厂,装置主要设备设计压力达 7.6 MPa ,关键设备高压膨胀机及高压多股流冷箱(7.6 MPa)采用国内产品,天然气处理量为 $100 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。东方 1-1 天然气处理厂单套天然气装置处理量达到 $727 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,该厂的天然气处理装置、捕集器、火炬等的设计具有国际先进水平。

6. 储气库地面工艺及配套技术

天然气是一种清洁、无污染的高能优质燃料,也是十分重要的基础有机化工原料。自加拿大于 1915 年在安大略 Welland 县的气田中首次进行了储气试验以来,地下储气库已经历近 90 年的发展历程。据不完全统计,截止到 1999 年底,全世界已有 20 多个国家共建造地下储气库 600 多座,几乎全部集中在工业发达国家。在美国和加拿大,地下储气库早已成为天然气工业的基础设施,成为平衡冬季取暖用天然气的主要手段;在西欧,地下储气库也是一种战略储备手段。

大张坨地下储气库是国内第一座投入商业运营的地下储气库,它利用了地质结构较好、已近枯竭的凝析油气田。大港油田集团石油工程技术有限公司于 1998 年开始进行大张坨地下储气库地面工艺及配套技术的研究开发工作,该储气库于 2000 年开始设计并建成投产。经过两年的运行,储气库达到了给北京季节及安全供气调峰的目的。

地下储气库地面工艺配套技术与油气田开发地面工艺有许多不同,要求注气和采气季节性运行、注采规模大、注气运行压力高、压力变化区间大、采气量大且波动范围宽,对地面集输处理和注气工艺提出了苛刻的要求。通过我公司广大技术人员不断摸索、不断创新,现已形成地下储气库地面工艺配套特色技术。由大港

油田集团石油工程技术有限责任公司(现为 CPPE 天津分公司)配套设计的陕京管道三座地下储气库已经投入使用。目前,第四座储气库正在建设中,第五、第六座储气库也已开始进行前期研究工作。

随着我国天然气田大量地发现和开发、西部大开发战略的实施和西气东输管道的规划建设,天然气工业进入了快速发展阶段。但我国天然气工业由于起步较晚,与世界发达国家相比,在技术上还有很大的差距。大张坨地下储气库和板 876 地下储气库等的建成,为我国天然气长输管道配套地下储气库总结了一些经验。这些经验可以很好地应用到西气东输地下储气库的建设中,具有广阔的应用前景。

7. 滩海油田勘探开发海工工程技术

大港油田滩海地区位于渤海湾西部,宽度约为 15~20 km。由于三面环陆,九河入湾,加之风浪和海流等影响,使该地区形成了滩涂宽、坡度小、流塑层厚、基础软、潮差高、风浪大、冰情重的恶劣工况条件,给油田开发带来很大困难。

油田从 20 世纪 60 年代开始,进行海洋环境调查、滩海地质勘察、修筑海堤和砂石人工岛井场以及油气集输的研究工作。在二十多年的滩海勘探开发实践中,形成了大港油田独特的勘探开发路线。通过修海堤、建人工岛、打大位移定向井、建造浅吃水和两栖勘探开发设备,成功地进行了滩海沿岸带和极浅海地区的勘探开发。

CPPE 参加了中华第一人工岛——张巨河人工岛的研究工作,先后参加了“张巨河人工岛”、“辽海葵花人工岛”的岛内部分设计工作,并完成多项进海路、海堤设计共约 30 km。

在设计的同时,公司还积极开展滩海油田勘探开发海工科研课题的攻关研究工作,先后完成了“滩海桶式负压基础平台研究”、“子牙新河码头可行性研究”、“滩海油田单井试采平台研究”、“滩海油田单层海底输油管道工艺技术研究”、“滩海油田环保技术研究”、“滩海道路建设新技术研究”等多项重大研究课题,并参加了赵东油田合作区开发的“油气集输系统技术研究”。上述研究成果为大港油田进一步开发滩海油田奠定了坚实的基础。

三、技术攻关方向

随着油田的不断开发,我们面临的形势,一是大部分区块进入高含水期,采出液含水上升、单井产量下降、边远小区块增多、含砂区块增多、三次采油形式增多;二是滩海油田有望成为大港未来几年开发的重点战场;三是环保要求越来越高。如何合理利用能量,最大程度减少生产运行成本、降低基建投资,保证安全稳定生产,是我们今后技术攻关的主要目标。

1. 为滩海油田的进一步开发做好技术储备

一方面,从目前的勘探形势来看,大港油田滩海自营区油气田主要集中在滩海区的潮间带,即在近岸张东东、张东、关家堡三个较完整的储量区块,总计石油地质储量 4727×10^4 t,溶解气地质储量 76.34×10^8 m³,含油面积 59.7 km²。预计这三个区块将是大港油田今后几年产量的主要增长点。

另一方面,大港滩海地区不同于远海和其他近海油田,其施工作业环境和工程地质条件都相当恶劣,这使得该地区开发建设难度增大,工程建造投资高、风险大。

为了配合滩海油田的开发,我们将从以下方面进行研究。

1) 滩海地区沿岸带新型进海路与人工井场设计与施工技术优化研究

国内多年的工程实践表明,修建海堤并在海堤端头修建井场钻直井或定向井是滩海潮间带油田勘探开发行之有效的途径。这种模式可以实现海油陆采,大幅度地节省大位移定向井钻井工程费用和开发工程投资,同时也降低了钻采工艺、油气处理与集输工艺技术的难度。例如胜利油田、辽河油田和大港油田都相继修建了十几公里甚至数十公里的海堤和人工井场。

但是,早期实施的海堤均属常规砂石抛填形式,其存在的主要问题是:填注材料在施工时流失极大,浪费惊人,工程成本高;施工作业困难,建设周期长。在近岸 2 km 以内工程造价每公里在 800~1000 万元以上,

如果继续向海里延伸,其工程成本将成倍增加,在滩海油田勘探阶段应用这种工程技术将存在很大的投资风险。

近两年,大港油田结合本地区的环境特点,以及我国路堤和港口工程建设中应用的新技术,研制开发了石笼网箱式和钢筋混凝土直立板桩式两种新型海堤,这两种形式的海堤与常规砂石抛填海堤比较,具有堤身截面小、稳固性好、施工速度快、施工期间材料不流失、工程成本低等突出优点,工程成本可降低 30%~50%,特别适合作为勘探期的进海路使用。

上述两种形式的海堤在大港油田滩海只进行了先导性试验或现场试验,如在河北省黄骅市排河镇以东滩海区修建了一条 1.4 km 长的先导性直立板桩式海堤,在马东东围堤外侧进行了石笼网箱结构海堤的现场试验,通过对新型海堤的跟踪研究,虽然使用情况较好,但是,这种新型海堤在修筑过程中也暴露出一些问题。由于新型海堤与常规海堤相比有特殊的结构,目前缺乏大量的室内试验、现场试验数据和施工经验,海堤承载力和稳定性的设计理论和分析计算方法还不完善,还没有形成完善的设计理论和设计规范。为了更好地分析新型海堤的可靠性、适用性,为进一步推广应用提供科学的依据,有必要对上述新型海堤结构设计的分析方法和设计理论进行深入研究,并在此基础上提出科学可靠的设计理论与施工验收标准。另外,由于环渤海湾滩海地区近岸带的工程地质和海洋环境条件存在很大的差异,受施工条件、环境条件等因素的制约,各种形式海堤的适用性及适用条件有待于深入研究,以进一步进行海堤结构的优化,降低工程成本。

2) 滩海油田油气集输工艺技术优化与应用研究

油气集输与处理是海上生产系统的重要组成部分,这需要我们按照滩海勘探开发总体规划,结合滩海油田各个区块的具体条件,优化集输工艺方案,应用先进技术,达到滩海总体开发要求。

大港油田滩海区目前处于勘探阶段,还没有形成开发规模,虽然做了一些前期研究工作,但由于滩海开发规划不落实,针对性不强,研究工作还不够深入,不足以指导工程实践和为开发决策提供科学依据。因此,下一步将结合本地区的特点,选择适合滩海不同条件、不同需求的油气集输模式,优化工艺流程,优选经济实用的高效设备,满足滩海油气集输的工艺要求,达到降低工程投资、减少运行成本、提高油田开发整体效益的目的。

3) 滩海地区海底管道设计与施工技术研究

虽然国内外在海底管道设计与施工技术方面进行了多年的研究,形成了比较完善的设计理论,研究了多种海底管道铺设工艺技术,但在滩海地区,尤其在大港油田特殊的环境条件下进行海底管道的设计与施工,还存在许多问题。大港油田滩海区近岸坡度小、滩涂长、淤泥深、表层流塑性淤泥厚、冲刷掏空严重,常规铺管设备无法进入。因此,在该地区实施海底管道敷设需要进行如下研究:

(1) 严重的海底冲刷,容易冲掉埋地管道的覆盖层,使管道暴露在海水波浪冲击的动态作用下;在冲刷厉害的地区,由于基础被掏空,使管道处于悬空状态,对管道的安全运行很不利,必须研究相应的保护措施。

(2) 由于淤泥厚度大,承载能力极低,而且许多地方存在土壤液化问题,易造成管道上浮,除承受已存在的运行应力外,还受到附加的弯曲应力和拉伸应力的作用,造成管道的破坏,因此,管道的稳定性也是需要研究的一个课题。

(3) 复杂的地理环境可能导致管道承受多种外力,因此对管材的要求较高,要针对大港油田滩海地区的特点优选出既安全,又经济适用的管材。

(4) 由于滩海部分地区油藏为稠油和高凝原油,因此,管道防腐保温问题也应进一步研究,以确保管道的使用寿命和安全运行。

(5) 大港油田滩海地区具有水浅、淤泥厚、地表承载能力低的特点,船上不来,车又进不去,常规的铺管船无法正常作业;该地区回淤现象严重,曾发生过在 7 天内将一条与岸向垂直的长 300 m、宽 80 m、深 0.8~1 m 的海沟淤平的事情,这给管沟的开挖、管道的敷设和保护带来极大困难。这就要求结合国内外的先进经验,研究出适合大港油田滩海地区的海底管道施工工艺。

通过这些研究,提出经济、可行的海底管道施工工艺方案,完成配套设备的优选,指导下一步的设计和施

工。

4) 滩海地区环境保护及防污染措施研究

开发海上油气田,在各种作业过程中不可避免地要产生大量的污染物,这些污染物将对海洋环境构成巨大的威胁。滩海地区位于渤海湾养殖区,是海洋环境保护的重要区域,在该地区进行油气勘探开发,环境保护尤为重要,一旦造成污染,其损失无法弥补。因此,海上开发油气田面临的一个重要问题是如何解决勘探开发过程中对海洋环境的影响和破坏。

海上油田勘探开发大体分为四个阶段,即海上施工阶段、钻井阶段、生产阶段和废弃阶段。废水废物产生量最大的是钻井和采油生产阶段,各种废物及突发事件将对滩海区的海洋环境造成较大的污染。在油气勘探开发各生产作业过程中污染物产生的原因、各种污染物数量预测及处理方法、对滩海环境和海洋造成多大的危害、采用什么技术与措施预防污染发生、如果发生意外事故将采取什么应急措施将污染程度降到最小,是研究的主要内容。

通过研究,提出防污染措施和污染物处理工艺,优化污染物处理配套设备,做出滩海石油勘探开发海洋环境保护总体方案。

5) 滩海桶型基础采油平台优化研究与推广应用

目前大港油田滩海地区试油完全依靠“港海一号”钻井船,成本很高;而由于缺少海上采油手段,海上完成钻井、试油后,井口就封死。这种状况严重制约了滩海油田的开发,必须下大力气研究适合大港的试油和采油平台。采用桶型基础采油平台是解决问题的主要途径之一。

桶型基础采油平台经过大港油田集团石油工程公司与工程技术研究院几年的艰苦试验研究,相继完成了室内小模型和现场 1:5 模型的起升、下沉、漂浮、拖航、承载力试验,同时完成了平台的自动控制试验。于 2001 年完成了先导性试验平台的设计、建造、拖航、就位等各项研究内容。就位于张巨河人工岛东北一年以来,先后经受了风、浪、潮、流、冰等恶劣海洋环境的考验,平台主体结构没有损坏,基本上达到了工程的要求,特别是在今年海上冰情较重的情况下,平台亦能安全地立于海中,说明桶型基础采油平台可以应用于大港油田极浅海地区。

虽然研究多年,取得了一些成果,但由于大港油田多年以来从来没有真正在海上建过各种平台,因此,要想建成桶型基础试油和采油平台,有必要对工艺、结构等进行进一步研究,确保平台在极浅水域及软土地基条件下进得去、站得稳。

2. 高含水区块集输技术的研究

对高含水油田,继续从工艺流程、脱水设备结构和合理使用药剂方面做工作,进一步提高脱水效率,降低脱水成本。

主要研究内容包括:根据高含水期的特点,结合老区块改造,进行油田总体布局调整的优化,进一步降低集输系统的运行费用;研究高效脱除游离水设备和高效、可靠的合一装置,简化工艺流程;把集输、脱水和水处理各过程结合在一起,统一考虑药剂的复配,提高药剂的效率,降低药剂用量。

3. 三次采油采出液处理的研究

大港油田同国内其他油田一样,今后会逐步增加使用三次采油技术。因此,采出液处理将成为重要课题。从目前的使用情况来看,三次采油的采出液不仅严重影响原油脱水,同时也严重影响污水处理,特别是给污水达标排放造成很大的困难。大港油田的羊三木油田注聚合物后出现了原油含水高、污水含油高、外排水质差的现象。2003 年,研究出的原油预处理剂基本上解决了羊三木油田原油含水和污水含油问题。今后,将根据三次采油方式、具体区块的原油物性和水质特点,继续做三次采油采出液处理技术的研究,特别是外排污水 COD 达标问题。

4. 集输系统除泥技术研究

目前,大港油田基本上解决了集输系统含砂问题,但许多地区,尤其是南部油田集输系统存在着严重“泥害”,污泥在管、罐内沉积,影响了油田正常生产。