

中国海洋石油 高新技术与实践

周守为 等著

地质出版社

中国海洋石油 高新技术与实践

周守为 等 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书全面阐述了我国海洋石油工业在勘探开发方面的 57 项高新技术及其在生产实践中的应用。从海洋石油技术发展历程的回顾到今后海洋石油事业发展的展望,都证明了发展高新技术、实现产业化是事业高速高效发展的必由之路。

本书可供海洋石油工作者和大专院校石油、地质、工程等专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国海洋石油高新技术与实践/周守为等著. —北京:
地质出版社, 2005. 3

ISBN 7-116-04280-6

I. 中... II. 周... III. 海上石油开采—高技术—
中国 IV. TE5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 123943 号

责任编辑:刘凤仁、孙亚芸

责任校对:郭慧兰

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324573(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京中科印刷有限公司

开 本:787mm × 1092mm^{1/16}

印 张:44

字 数:1070 千字

印 数:1—1400 册

版 次:2005 年 3 月北京第一版·第一次印刷

定 价:150.00 元

ISBN 7-116-04280-6/T·116

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

中国海洋石油高新技术与实践

编辑委员会

主 编 周守为
副主编 曾恒一 王伟元
编 委 姜 伟 何汉漪 张武辇
姜德祥 李玉珊

主要撰写人(以姓氏笔画为序)

王云峰	王伟元	王金英	田树棠	刘书民
刘玉班	刘建民	吴锡安	杨甲明	杨培兰
员彩芬	宋 珊	辛世刚	金芸明	周守为
徐嘉信	彭修道	赖万忠	解东山	

序

中国海洋石油总公司是在改革开放方针指引下,于1982年成立的国家石油公司。20多年来,公司坚持体制创新、技术创新,走国际化发展道路,取得了高速度高效益持续增长的业绩。石油年产量从成立初期的8万吨发展到2004年的3648万吨油当量。2004年公司总资产达1486亿元,净资产达827亿元,销售额达700亿元,利润达240亿元,上缴税金达118亿元。公司在国内外的竞争力、影响力不断提升。

海洋石油发展的历史,是一步技术创新的历史。公司不仅建立起海洋石油的科学创新体系,而且,掌握了海洋勘探开发生产以及管理的关键技术和配套技术。同时培养了一批掌握运用和创新这些技术的科研和技术队伍,他们为海洋石油技术进一步创新和海洋石油进一步发展奠定了基础。

海洋石油是高技术、高风险、高投入的产业。海洋石油人迎风斗浪几十年,有成功的喜悦,也有失败的教训。人们通过反复的实践与思考,认识到如果缺乏开放性思维,不吸收人类最先进的成果,就不会有突破性进展。海洋石油人,尤其是其中优秀的中青年科技工作者就是这种勇于创新的人。他们创新勘探思维,在渤海湾突破“以陆推海”在老第三系找油的框框,在上第三系发现9个亿吨级大油田,其中位于郯庐大断裂上的整装大油田——蓬莱19-3油田的储量达6亿吨,为在渤海建设北方重要能源基地,提供了可靠的储量保证;在创新技术方面,走出了一条引进、集成、创新、应用和跨越式发展高新技术的路子。在人才、设备、技术资源优化配置的基础上,从中提炼具备海洋石油勘探开发配套技术和能力的专有技术,集成中国海洋石油高新技术体系。在浩瀚的南海,蕴藏着丰富的油气资源。正是科研人员的集体智慧,创立了适合中国海域特点的钻探高温超压井地面数据监测与安全控制系统及其配套技术。这项具有自主知识产权的专有技术,为推动南海大气田的开发发挥了重要作用。缩短钻井周期,提高钻井效率是石油界的古老话题。钻一口3500米深的油井,建井周期从57天缩短为18天,钻一口2000米深的生产井只用3天,而且是成百口井的钻井作业一气呵成,这是渤海两个油田技术与管理配套的成功实践。提高海上稠油油田采收率,同样是石油界关心的课题,不仅应该同勘探一样重要,而且是对地下油气资源的充分利用。海洋石油

人正在尝试攻克这个难关,模糊传统的一、二、三次采油界限,综合、集成相关的高新技术,精心组织,优化配置,力争突破。

随着国家全面建设小康社会的宏伟目标的启动,对能源的需求,尤其是对油气的需求量将越来越大。肩负油气生产供应的石油工作者,必须不辱使命,奋力拼搏,为国家提供更多的油气资源。这部记述中国海洋石油技术发展历程的书籍,用技术创新的成果与实践,用海洋石油 20 多年的飞速发展,说明科学技术是第一生产力,说明技术创新是企业发展的强大动力。《中国海洋石油高新技术与实践》这部书既可以作为海洋石油管理人员和专业技术人员工作学习的参考,又试图为大家指出,只有坚持不懈的审时度势地进行改革,实施“科技领先”战略,坚持创新,才能造就中国海洋石油更加辉煌的明天。

借此向海洋石油新老科技工作者致敬!

傅成玉



前 言

2001年2月,在中国海洋石油总公司成立20周年前夕,由总公司控股的中海石油有限责任公司成功地在纽约和香港上市,并一路逆市上扬,成为当时全球各类股市的佼佼者。通过回顾20年来海洋石油发展的光辉历程,特别是认真总结对海洋石油高速高效发展发挥着重要作用的高新技术与实践,突显总公司的高新技术发展战略,展示中国海洋石油的技术实力,对进一步树立投资者的信心,激励海洋石油科技工作者坚持技术创新的思路,促进海洋石油加快做强做大,加快争做国际一流能源公司的步伐,是一件非常必要而又非常有意义的举措。时任总公司科技工作主管领导的周守为副总经理要求并指示总公司科技办公室主任具体组织编撰《中国海洋石油高新技术与实践》一书。

经过与各方面的专家、科技人员座谈,以海洋石油引进、集成、创新、应用高新技术的战略为着眼点,在获得各级奖励的优秀科技项目中,将科技含量高、应用实践效果显著、处于国内领先和国际先进水平的高新技术进行系统总结,按海洋石油高新技术所涵盖的油气资源评价、地球物理勘探、石油地质、油藏开发、钻井完井、测井测试、油气开采、海洋工程、海洋环境、安全环保等专业分别起草了提纲。提纲草稿经过综合整理、专家初审,形成了本书编写的提纲。经周守为副总经理审阅,于2001年7月19日批复总公司科技办,并提出了重要的修改意见:第一,文章要真实地反映海洋石油总公司确立高新技术发展战略的决策,并且已经形成了专有的高新技术系列;第二,要体现海洋石油的特点,高新技术“味”要浓,海洋“味”也要浓;第三,要实事求是地反映出高新技术对海洋石油低成本高效益发展的重要贡献,就是要着重反映出高新技术的实践效果;第四,组织编写的人员要新老结合,既要概括海洋石油技术发展的历程,又能重点地把当前最新的高新技术成果反映出来。

2001年12月6日正式成立《中国海洋石油高新技术与实践》编辑委员会和编写组并召开了第一次编委会和编写组会议。由于本书涉及的技术面广,跨越的时空长,因此组织上统一由总公司科技部管理,编写工作争取老同志搭配、在职退休人员相结合的办法完成。本书分引论、三篇共十九章,引论部分由周守为、王伟元、刘建民编写;第一、二、三、四章由周守为、赖万忠、徐嘉信编写,第五章由杨

甲明、赖万忠、王伟元编写;第六章由刘玉班、王云峰、何汉漪、张振平、杨振武、王玉英编写;第七章由刘书民、曾昭光、邱细斌、朱进初、郭云、魏涛、李凯军、刘树巩、李健、金芸明编写;第八章由彭修道、姜伟、王振丰、钟华、彭放编写;第九章由周守为、辛世刚、吴锡安、徐嘉信、杨培兰编写;第十章由周守为、徐嘉信、吴承浩、李成见、刘明编写;第十一章由周守为、吴锡安、姜伟、蒋世全、田树棠编写;第十二章由解东山编写;第十三章由曾恒一、解东山、范模编写;第十四章由解东山、张国衡、张继清、樊之夏编写;第十五章由王金英编写;第十六章由员彩芬、张兴才、李天恩、刘建民编写;第十七章由宋珊、员彩芬编写;第十八、十九章由王伟元编写。全书以海洋石油领域高新技术的发展为主线,突出了高新技术在生产中的实践,参阅了大量生产技术资料、现场科学实验报告和生产经验总结,在写作方法上也一改传统模式,进行了新的尝试,具有很强的实用性和可读性。

在编写过程中,中国海洋石油总公司科技发展部分别于2002年4月和9月召开编写人员会议,反复推敲修订提纲的章、节、条、目,统一编写要求,协调编写工作。周守为副总经理对编写工作倾心关注,亲自审核提纲,把握文章的整体思路。中国海洋石油总公司机关、研究中心、天津分公司、湛江分公司、深圳分公司、海洋石油工程公司、海洋石油技术服务公司等单位,在提供资料和为编写人员工作提供方便等方面给予了大力支持,在此表示衷心的感谢。

《中国海洋石油高新技术与实践》初稿于2002年12月基本完成。2003年2月20日召开了编委会和编写组人员会议,对初稿进行集体讨论,对各章节的内容都提出了修改意见。经过修改后的第二稿又提交编委会审查,最后于2003年5月定稿。

本书编写期间,正值海洋石油开始拓展中下游领域,这些方面的高新技术尚未归纳进来。

本书的编写是一次集体创作的过程,在编撰过程中,对一些技术观点和思路进行了分析和提炼。海洋石油波澜壮阔的发展历程,特别是近20年的腾飞,企业的方方面面都是丰富多彩的,仅就高新技术领域的业绩而言,虽然参加编撰的同志们付出了极大的努力,也很难在这本书中全面地反映出来,不可避免地会存在一些局限性,会有一些疏漏或不尽如人意之处,敬请读者指正。

目 录

序	
前 言	
引 论	

第一篇 铺展成功之路

第一章 艰难创业 初探海上油气(1956~1978年)	(12)
第一节 国家要油 发展要油	(13)
第二节 艰辛起步 零的突破	(14)
第三节 自建平台 海上出油	(17)
第四节 引进装备 加速起步	(20)
第二章 对外合作 引进先进技术(1979~1990年)	(25)
第一节 抓住机遇 海洋石油科技先行	(26)
第二节 高起点、多渠道、多方式引进先进技术	(30)
第三节 先进技术带来巨大收获	(37)
第三章 合作自营 形成海洋石油配套技术(1991~1995年)	(44)
第一节 引进集成十大配套技术	(45)
第二节 形成海上油气勘探开发生产四大能力	(55)
第三节 科技构筑高速路 油气突破一千万	(57)
第四节 年产石油超过800万吨、天然气接近5亿立方米	(58)
第四章 集成创新 高速高效发展海洋石油(1996~2002年)	(60)
第一节 “三新、三化” 海洋石油驶入高速路	(61)
第二节 “863”海洋石油进入国家高新技术领域	(62)
第三节 “九五”技术创新结硕果	(63)

第二篇 铸成今日辉煌

第五章 石油地质研究与评价技术	(69)
第一节 富生油凹陷分析与评价技术	(71)
第二节 油气成藏动力学研究系统	(81)
第三节 三维智能盆地与油气成藏动力学模拟技术	(88)
第四节 精细层序地层学研究方法	(99)
第五节 勘探目标评价与风险分析方法	(112)
第六章 海上油气地震勘探技术	(122)
第一节 海上全三维地震勘探技术	(123)
第二节 海上高分辨率地震勘探技术	(154)

第三节	海上多波地震勘探技术	(180)
第四节	叠前深度偏移技术	(193)
第五节	地震资料三维可视化技术	(205)
第六节	地震多属性反演储层参量技术	(210)
第七节	海上延时地震油藏监测技术	(222)
第七章	海洋石油地球物理测井技术	(228)
第一节	海洋数控测井技术	(230)
第二节	海洋成像测井技术	(266)
第三节	海上油管输送射孔与钻井中途测试技术	(304)
第八章	海上优快钻井与高温超压钻井技术	(311)
第一节	渤海优快钻井技术	(313)
第二节	南海高温超压天然气田钻井技术	(329)
第九章	海上油气高速开发评价技术	(355)
第一节	海上油气藏精细描述技术	(356)
第二节	油田地质建模技术	(367)
第三节	油藏工程研究和油藏数值模拟技术	(376)
第四节	总体开发方案(ODP)	(384)
第五节	海洋石油开发环境评价技术	(390)
第六节	海洋石油工程经济评价技术	(395)
第十章	海上稠油油田提高采收率技术	(407)
第一节	海上稠油油田开发新模式和少井高产新技术	(408)
第二节	渤海稠油油田水平分支井钻完井技术	(418)
第三节	疏松砂岩储层的适度防砂完井技术	(426)
第四节	调剖、注聚提高采收率技术	(431)
第五节	不动管柱酸化解堵技术	(437)
第六节	一投三分分层配注、分层测试技术	(441)
第七节	电潜泵等机采配套技术	(445)
第八节	油气田监测与动态分析技术	(451)
第十一章	海洋边际油田开发技术	(457)
第一节	大位移钻井技术	(458)
第二节	两点系泊延长测试与早期生产系统	(463)
第三节	油田群联合开发技术	(470)
第四节	海上新型简易平台技术	(477)
第十二章	深水油田开采技术	(490)
第一节	中国南海流花深水油田开发新技术	(491)
第二节	使用多功能浮式储油生产处理系统开发陆丰深水油田技术	(500)
第十三章	海上浮式生产储油设施	(506)
第一节	海上浮式生产储油装置	(509)
第二节	海上浮式生产储油装置系泊系统	(514)

第三节	浅水超大型浮式生产储油系统	(518)
第十四章	海上新型平台工程技术	(521)
第一节	海洋石油平台标准化设计技术	(522)
第二节	沉箱桩基式新型多功能平台	(532)
第三节	正倒锥体导管架抗冰平台	(540)
第四节	四桩 35 井槽大型导管架平台	(548)
第五节	海洋平台结构检测、维修与安全评估技术	(558)
第十五章	海底油气管道工程技术	(576)
第一节	海上双层管道优快铺设技术	(577)
第二节	高凝高黏原油输送技术	(580)
第三节	天然气长输管道工程技术	(588)
第四节	特种管道结构工程技术	(599)
第五节	蓝疆号海上大型全旋转式起重铺管船	(603)
第六节	海底管道检测、监测与评估技术	(607)
第七节	海底管道维修技术	(609)
第八节	海底管道多相混输技术	(612)
第十六章	海洋健康安全环保技术	(613)
第一节	健康安全环保管理体系	(614)
第二节	海洋环境保护技术	(625)
第十七章	海洋环境条件观测分析及预报技术	(641)
第一节	海洋石油环境条件观测技术	(642)
第二节	海洋环境要素的数值计算分析技术	(648)
第三节	灾害监测与预报技术	(657)

第三篇 再跨明日征程

第十八章	“十五”规划确立高新技术发展新目标	(687)
第十九章	再创新,冲击世界石油领域的尖端技术	(693)

引 论

一、现代生产企业发展的动力

——海洋石油高新技术发展综述

成立于改革开放之初、在改革开放中迅猛崛起的中国海洋石油,是一个只有3万职工的不大的企业。20年时间里,油气年产量从9万立方米升到3000多万立方米,年利润从4000万元升到110多亿元,这在全国是首屈一指的。为什么中国海洋石油有如此骄人的业绩?纵观当代世界石油的发展,油气储量、产量的增长主要是依靠科技进步和高新技术的应用,中国海洋石油正是这样的一面旗帜。

当历史航船划入21世纪的时候,中国海洋石油从渤海、黄海到东海、南海,在祖国300万平方公里的蓝色国土上点燃了经济快速发展的新亮点,创造了令世人瞩目的辉煌业绩。中国海洋石油被称为“高科技、高投入、高风险”的三高产业,在仅仅20年的征程中,它汲取了当今世界最尖端的石油技术,以石油产量年年翻番、效益连连攀升的骄人成绩,成为“高科技、高速度、高效益”的三高企业,成为国企中高新技术产业化的突出典型。因此可以说,是中国海洋石油高新技术在实践中的不断创新和发展,铸就了中国海洋石油今日的辉煌。

中国海洋石油总公司(以下简称“中国海洋石油”)是在我国改革开放初期,在资金缺乏、技术落后的状况下,为加速我国海洋石油工业的发展,于1982年2月经国务院批准成立的负责对外合作开发海上油气田的国家公司。公司成立之初,以秦文彩(当时任石油工业部副部长、中国海洋石油总公司总经理)为首的第一届领导班子清醒地认识到,这个刚刚诞生的新兴产业公司,不仅仅是负责对外合作事务,更主要的是建立一个海洋石油现代生产企业。他们把企业定位在高科技产业上,非常重视高新技术的发展。他们认为,一个公司如何在复杂多变的国际环境中生存和发展,光靠国家的支持是不够的,必须有自己的优势和参与国际竞争的能力——勘探开发海上油气的技术,提出了“引进、消化、吸收”的方针,形成了中国海油成立初期的高新技术发展战略。

中国海洋石油高新技术的形成与发展,有着从零开始、艰苦创业的发展历程。在这个历程中,中国海油始终坚持以引进、消化、吸收国外先进技术与应用、集成、发展、创新相结合的方针,通过引进国外先进技术,很快全面开展了我国海上石油勘探开发的对外合作,在对外合作的实践中培训了中方的技术队伍,又很快形成了可以进行自营勘探开发海上油气的配套技术。这些技术经过实践应用,不断积累、沉淀和融合,不断集成、发展和创新,进一步形成了具有自己特色的“勘探开发生产海上油气的四大能力和十大配套技术”。十大配套技术的形成与广泛应用,使中国海洋石油如虎添翼,驶入快速发展的“高速路”,油气产量年年攀升,接连

跨越新的台阶。从公司成立之初油气年产量不到 $10 \times 10^4 \text{t}$, 到 1995 年突破了 $1000 \times 10^4 \text{t}$ 大关, 仅用 14 年时间就超过了西方石油公司 50 年才走完的路, 发展速度之快让世界石油界大为惊异; 到了新世纪初, 中国海洋石油年产量超过 $2300 \times 10^4 \text{t}$ (油当量), 年利润总额达 96 亿元, 上交利税 42.3 亿元, 成为人均创利最高的大型国企之一。

中国海洋石油从组建至今 20 年间, 世界石油形势风起云涌、大起大落, 然而中国海洋石油却始终保持着高速稳定的发展势头, 其中最有力的“秘密武器”就是发展世界石油前沿的高新技术。“十大配套技术”成为中国海洋石油独树一帜的企业核心能力, 以此作为支点, 保持了持续的竞争优势。最近, 中国海洋石油领导组织技术人员对十大配套技术进行了全面系统的总结, 认为这十大配套技术中所包含的 12 大类 57 项高新技术, 有的居于世界前列, 有的达到了国际先进或国内领先的水平。

这 57 项高新技术, 是海洋石油勘探、开发和生产的主导, 将它们与传统技术融合在一起, 对工艺进行了新的设计, 工序作了新的编排, 变成了高效率的集成技术, 构成了高速高效生产运作海上油气田的基础。被誉为“石油工业皇冠上的明珠”的南海流花 11-1 大油田, 就是集世界石油尖端技术之大成者。它采用 10 项世界上首次用于油田开发的尖端技术, 在复杂海区和复杂油藏条件下, 解决了由潮汐流、风暴流、海流及内波流等恶劣海况环境引发的一连串挑战性难题, 首创水下井口集液总管汇、湿式电接头、水下机器人、海底管道固定底座及钢制长跨接管、水下卧式采油树等最新技术, 荣获了七项世界高新技术桂冠。还有采用了众多高新技术、被称为目前世界上管理最好的海上气田——崖 13-1 气田, 以及由我国自营勘探开发的被认为是目前世界上开发难度最大的稠油油田——绥中 36-1 油田等。

这 57 项高新技术, 是全面贯彻“新思想、新技术、新方法, 标准化、国产化、简易化”方针, 在生产实践中不断总结、创新, 逐渐发展完善起来的, 是促进中国海油生产力快速发展和经济效益大幅增长的主要推动力。了解中国海洋石油的人都知道, 海上钻井的费用相当高, 要占去油田开发建设总操作费的一半, 近年海洋石油用高新技术大幅度降低钻井成本是最得益之处。从 1995 年开始, 在渤海湾实施了“优快钻井”技术, 采用整体快装井口、聚晶金刚石钻头、顶部驱动钻井等 11 项最新技术, 发挥了现代先进技术综合配套的威力, 将海上钻井平均周期从 575 天降低到 32 天, 整体效率提高了十几倍, 使钻井的费用大大降低。

利用已有的海上平台去开发相距几公里到十几公里外的另一个油田, 无疑将节省一个海上平台的建造, 更大地降低海上油田开发成本, 这在以往被认为是“天方夜谭”的事, 如今却奇迹般地发生了。1997 年 6 月, 我国第一口海上大位移井(西江 24-3-A14 井)取得了成功。该井井深 9238m, 水平位移 8062.7m, 是利用西江 24-3 海上平台, 通过大位移钻井新技术, 成功地开发了相距 8km 处的西江 24-1 边际油田, 使这个含油面积仅为 4.2km^2 的小油田, 取得了显著的经济效益。同时, 西江 24-3-A14 大位移井创造了当时最大水平位移、最长裸眼井段、实时传输接收信号最深等三项世界第一的纪录, 在世界石油史上留下了光辉的一页, 标志着我国大位移钻井新技术达到了国际最先进的水平。现在大位移钻井新技术已广泛应用在海上油气田的开发上, 为中国海洋石油的高速高效发展起到了重要作用。

中国海洋石油有一个颇为引人注目的特点, 组建时职工总数为 3 万人, 到现在尽管油田一个个增加, 规模不断扩大, 但在岗人数一直保持在 3 万, 这样就没有一般国企最头痛的那种“负担”, 其奥秘在哪里呢? 应该说这是中国海洋石油领导层的高明之处, 也充分显示出高新技术发展的优势。由于高新技术在生产实践中的应用, 海上油气田已全面实现了远程控制和

自动化管理,在平台操作人员撤离上岸后,通过卫星通讯系统中心还可以控制和监测油气田所有生产设施和操作运行情况,大大减少了不必要的人员和岗位,这样油气田虽然在不断增加,但在岗人员总数的增幅却很小。这也是高新技术提高生产率的重要方面。

中国海洋石油的发展历程,清晰地地向人们展示了高新技术的突出作用。正是这些高新技术的合理组合,才创造出了“石油工业皇冠上的明珠”、“海上大位移钻井世界纪录”,唱出了海上“优质快速钻井”的凯歌,成功地开发了被认为“没有经济效益”的海上边际油田,完成了海上大型油气田的工程设计、建造、安装与施工,攻克了高难度复杂地层的钻完井工程,突破了海底管道设计与铺设的难关,保障了海上施工作业的安全等等。它浓缩了一条国企发展高新技术的艰辛历史:海洋石油人以他们特有的拼搏精神,从无到有,发展造就了具有世界先进水平的高新技术产业,实践证明,发展高新技术是现代生产企业高速高效发展的动力。

二、推动海洋石油高新技术发展的战略

当今任何一个有竞争力的企业,都很重视高新技术的发展和运用。然而,把高科技发展作为企业的一个战略,却独此一家。发展战略推动了高新技术的发展,推动了企业核心能力和专有技术的成长。这正是一个企业具有旺盛生命力的关键所在。

1982年中国海洋石油组建时,国家明确不作任何资金投入,要完全靠公司自己贷款和发展,技术上更是一片空白。组建之初,第一届领导班子就把企业定位在高科技产业上,非常重视高新技术的发展。20年时间里,他们从无到有,从小到大,从弱到强,成功地发展了高新技术,走出了一条持续、快速发展高新技术的道路。

中国海油高新技术发展的历程,为中国企业在入世后如何发展树立了良好的榜样,同时也向人们展示了战略在高新技术发展中的作用。世界著名经济学家彼得·德鲁克有一句名言:“没有战略的企业就像流浪汉一样无家可归。”中国海油在制定企业发展目标和战略时,明确地把发展高新技术作为自己企业六大发展战略之一,这是十分难能可贵的。尽管领导班子经过了四届,但每届领导都清楚地认识到,一个公司如何在复杂多变的国际环境中生存和发展,光靠国家的支持是不够的,必须有自己的优势和参加国际竞争的能力——勘探开发海上油气的先进技术和手段。五届领导班子,都以智慧的眼光和气魄,把发展高新技术作为公司发展的基本方针,在不同的历史阶段赋予了不同的目标和内容:即20世纪80年代实施的“引进、消化、吸收”战略;90年代中实施的“三新三化”战略;90年代末实施的“高科技发展”战略和21世纪初实施的“科技领先”战略。

“引进、消化、吸收”方针,是根据海洋石油技术涉及科技专业广、知识密集程度高的特点和当时技术落后的现状提出来的,是一个迅速提升技术进步的发展模式。主要做法有四个方面:一是在引进国外先进技术设备和接受技术转让的同时,选派优秀技术人员进行技术转让的出国培训,将先进技术及时消化;二是在与外国公司签订石油合同区勘探开发合同时,明确规定中方科技人员参加各个岗位的实际操作,加速培养自己的科技队伍;三是在与外国公司

合作过程中学习、吸收他们的先进技术和管理经验；四是采取“合作与自营并举”的方针，将学习、引进、吸收的先进技术和经验，在自营勘探开发中充分应用。这样从一个新的科技起点上，经过七八年的努力，到 1990 年左右，中国海洋石油已初步形成了十大配套技术雏形，各项主要技术性能接近和赶上了当时的国际先进水平。

“三新三化”是 90 年代后期开始实施的，是实施“新思想、新技术、新方法，标准化、国产化、简易化”工作的简称。这一技术是为 2005 年实现“三个 1000 万吨”的目标而提出来的，着眼点是通过“三新三化”工程的实施，促进公司的科技发展，将其贯彻到海上油气勘探、开发、作业、生产及管理的各个环节，重点发展那些影响生产效益的关键技术。“三新三化”创新工程将“引进、消化、吸收”方针，引申为“引进、集成、应用、创新”的八字方针，以引进、集成国内外先进技术为主，应用、研制生产中所需的新技术，从而形成了具有自己特色的勘探开发生产海上油气的四大能力和十大配套技术，不仅使公司海上油气勘探开发的主要关键技术逐步达到了国际先进水平，也使公司效益不断攀升，桶油成本由 14 美元降到 10 美元以下，大大提高了国际竞争能力。

为迎接新世纪的挑战，20 世纪 90 年代末中国海油明确地提出了高科技发展战略，其总体目标是促进企业形成和保持不可模仿的核心能力和专有技术。它将中国海油的科技发展模式由过去的技术追赶型转化为发展专有技术型，并通过引进吸收国外先进技术与管理经验，形成了按国际标准勘探开发油气田的组织管理能力和综合技术实力。同时，在贯彻“引进、集成、应用、创新”方针中，加大了多元化科技投入的力度，开展以提高勘探成功率、提高采收率、节约开发投资和降低生产成本为中心的运作，大大提高了企业核心能力和行业的整体效益。高新技术的澎湃发展，一方面是生产力发展的需求，另一方面更需要促进创新发展的体制和机制的保证。中国海油为了把高新技术发展贯穿到勘探、开发、生产和经营管理的各个环节，落实到年度计划和长远发展规划中，对公司体制与运行机制作了相应调整，使高新技术发展如同不停运转的车轮，成为全公司实现低成本战略最有效的途径。在高科技项目的管理上，特别强调与生产实际紧密结合，强调科研课题来源于实践，集中解决生产建设中的技术难点和问题。这种来自决策层领导的重视和机制的转变，为高新技术迅速发展提供了有力的保证，企业也真正成了高新技术发展与创新的主体。

公司组建时，中国海油的技术人才并不多，但中国海油领导认为，一个企业的人才不在多，关键是如何利用人才，保证企业的有效运行。他们一方面大胆启用年轻技术人员，让那些勇于实践的人才脱颖而出；另一方面与国际著名石油公司确立技术合作关系，不断获得先进的技术信息和技术能力；同时与中国科学院、国内知名院校共同组织了高科技研究项目，聘请了路甬祥等 5 名知名专家为总公司的技术顾问，将国内最先进的技术资源合理地为我所用。他们形象地说：“海上高新技术就像一棵梧桐树，不愁招不得凤凰来。”

透视中国海洋石油高新技术发展的历史轨迹，不难得出这样的结论：在短短 20 年间，中国海油从无到有发展成具有世界先进水平的高新技术产业，走出了一条企业成功发展的道路，正是由于始终实施高新技术发展战略的结果。高新技术的发展和不断创新，给予了它飞速发展的生产力和不断增长的经济效益，从而奇迹般地改变了产业的面貌，为中国产业的发展树立了一面永远不衰的旗帜。

三、海洋石油高新技术精彩聚焦

碧波连天的海面上,耸起巍巍钻塔,昂首挺立着风姿绰绰的采油平台,大海欢歌,油浪翻腾,映现出一幅幅雄奇壮美的画卷,这充满活力而又富有激情的地方,就是被誉为“经济腾飞新亮点”的海上油气田。人们称赞它们“托起了中国海洋石油今日的辉煌!”下面撷取的是,“海洋石油高新技术工程”中的几个精彩镜头……

海上油田的“骄子”

绥中 36-1 油田是我国自营勘探开发的,被认为是目前世界上开发难度最大的稠油油田。

该油田位于辽东湾潜山构造带,是由多种圈闭类型组成的复式圈闭构造,有 171m 厚的油气层,含油面积 43.3km²,石油储量近 2.9×10^8 t。国际石油界普遍认为,这种构造复杂、高黏度的稠油油田极难开采,经济效益不容乐观。鉴于这种情况,确定油田采用生产试验区的方式进行开发,并创造性地提出“小平台与单点系泊浮式生产储油装置”相结合的全海式总体工程方案。方案采用独特的稠油处理脱水工艺流程,两级脱水装置可串联、并联,互为备用,加快了原油脱水时间,保证了原油含水低于 1% 的标准要求。方案还大胆地进行了多项技术创新,实现了在小井口平台(11m×16m)上钻 16 口井、悬壁式钻井船在小平台就位一次成功、将国际常规井距由 2.5m 减少到 2m,以及浮式生产储油装置与单点系泊的液压式快速解脱装置等。这些技术在实施中产生了重大的经济效益,使绥中 36-1 油田二期工程费用降低 2 亿元,获得 1996 年国家科技进步奖一等奖。

绥中 36-1 油田被誉为海上油田的“骄子”。它的成功开发,标志着我国的海上油田开发工程建设达到了国际先进水平。

“优快钻井”的奇迹

“优快钻井”被称为海上钻井的奇迹,是一项高新技术的集成。它把许多新技术融合在一起,集成成一种高速高效钻井的最新技术。

“优快钻井”技术的特点,是把新的钻井作业管理模式注入先进钻井技术中,发挥高新技术综合配套的威力,争分夺秒地缩短钻井周期,全面提高钻井效率,降低海上油田开发成本。其技术特点包括:顶部驱动钻井装置、聚晶金刚石钻头、油层与环境保护钻井液、井下导向马达、随钻测斜工具、组合测井、固井质量检测、无候凝固井、整体快装井口等 11 项最新技术。1995 年首次在渤海湾歧口 18-1 油田进行“优质快速钻井试验”,通过多方协作,一举获得成功。3 口井平均井深为 3561m,平均建井周期从原来的 50 多天缩短到 18 天;其中第一口井完钻深度为 3563m,建井周期为 13.31 天。在此之后,优质快速钻井在渤海湾很快得到了提高和推广,1996 年在绥中 36-1-J 区油田,“优快钻井”再创新纪录:钻 15 口井总进尺 28140m,平均井深 1876m,平均建井周期只用了 3.71 天;其中最快的 J7 井(井深 1795m),建井周期仅

2.55 天。

“优快钻井”技术在渤海湾创出的惊人奇迹,显示了“科技是第一生产力”的巨大威力。它与以往相比,平均效率提高了十几倍,将海上钻井平均周期从 575 天降低到 32 天,大大提高了油田的开发效益,实现了钻井史上一次新的革命……

“大位移井”世界纪录

令世界石油界惊叹的我国第一口大位移井——南海西江 24-3-A14 井,1997 年 6 月 10 日成功完井。它创造了当时最大水平位移、最长裸眼井段、实时传输接收信号最深三项世界第一的纪录,在世界石油史上留下了光辉的一页。

该井位于南海珠江口盆地,为中国海油南海东部公司与菲利普斯公司和派克顿公司的合作区,垂直井深 2985m,水平位移为 8062.7m,全井作业时间为 101 天。它采用了目前世界多项钻井高新技术和最新工具,其中包括随钻测量与随钻测井工具、钻井定向控制可变径稳定器、高精度微分陀螺仪、聚晶金刚石钻头、顶部驱动装置、定向泥浆马达和优质泥浆技术等。这些高新技术的应用,准确控制了井眼轨迹,使长距离钻穿复式砂岩油藏取得了成功,高精度钻中目标靶心,达到了设计的最高要求。它的成功,标志着我国钻井技术达到了世界先进水平,并且实现了一口井开发一个油田的目标,为经济有效地开发海上边际油田提供了一个成功的范例。

“东方气龙”的风采

号称“东方气龙”的崖 13-1 气田,以气层厚、储量大、产能高而闻名于世。它所具有的众多高新技术和亚洲第一、世界第二的海底管道尤为引人注目,成为南中国海的一大骄傲。

崖 13-1 气田是中国海油与美国阿科公司及科威特佩克公司合作开发的。它位于琼东南盆地崖南凹陷北端一号断裂上升盘的基岩隆起构造带上,距三亚港 100km,面积为 50 多 km^2 ,是储量为 $1000 \times 10^8 \text{m}^3$ 的海上大气田。气田采用按消耗方式开发,利用气藏自身的弹性能量驱动,一套井网的开发生产井集中布于气田高部位,共 14 口井,建有按抗御百年不遇的台风海浪设计的两座平台,中间用 45m 的栈桥相连接。两条海底管线,分别连接香港接收站和海南南山终端站,总长 900 多公里。它头枕莺歌海,尾悬珠江口,状似一条卧海欲飞的巨龙。

海南南山终端站是气田的生产操作基地,主要功能是处理平台混输的天然气和凝析油分离、脱水,烃露点控制,凝析油稳定等加工处理;将处理后的天然气计量交给下游用户,将回收的热烃和稳定后的凝析油装船外销;同时作为海上生产平台和勘探作业的后勤供应基地,在台风经过气田时,把全部平台操作人员撤离到岸上后,通过卫星通讯系统中心控制和监测气田所有生产设施和操作运行情况。

崖 13-1 气田年产天然气 $22.27 \times 10^8 \text{m}^3$,于 1996 年 1 月 1 日正式向香港供气,给当时即将回归祖国的香港提供了有力的能源支撑。经过六年半时间的运转,崖 13-1 气田风采依然,气量稳定无任何故障,成为目前世界上管理最好的海上气田。

石油皇冠上的明珠

1996 年 5 月投产的南海流花 11-1 油田,是我国海上最大的对外合作油田,也是世界上开发难度罕见的油田。中国海洋石油南海东部公司与美国阿莫科公司合作开发过程中,采用了