

中原油田“十五”科技 发展战略研究

刘一江 汪孟洋 等编著

石油工业出版社

中原油田“十五”科技 发展战略研究

刘一江 汪孟洋 等编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书在分析了中原油田勘探、开发、钻井、采油、油田地面工程、天然气综合利用等六大专业领域的主要生产技术现状的基础上,提出了生产中存在的主要技术问题,研究、对比了中原油田与国内外油田几大学专业领域的技术差距,从而提出了中原油田“十五”科技发展战略及项目建议。

本书可供从事油气勘探开发工作的科研及管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中原油田“十五”科技发展战略研究/刘一江等编著.
北京:石油工业出版社,2001.7
ISBN 7-5021-3428-X

I. 中…

II. 刘…

III. ①中原油田-科技成果-汇编-1996~2000

②中原油田-科学技术-发展战略-2001~2005

IV. F426.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 038635 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)
北京密云华都印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 320 千字 印 1—1000
2001 年 7 月北京第 1 版 2001 年 7 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5021-3428-X/TE·2552
定价: 32.00 元

前 言

近年来,国外在油气勘探开发等领域的技术有了较大的进展,勘探方面主要体现在以盆地分析为基础、以油气系统概念为指导、以预测评价技术为动力进行的综合勘探。在开发方面,高含水油田注水开发规模化应用了复杂结构井开发技术,提高采收率技术发展了不稳定注水技术,现在正大力发展深度调剖堵水及液流转向技术;低渗、特低渗油藏的开发应用了大型水力压裂技术、周期注水技术、水平井开发技术;注气混相非混相驱开采技术已基本成熟。钻井方面,水平井钻井、老井重钻、多分支井钻井、大位移井钻井、小井眼钻井、欠平衡钻井、深井与超深井钻井以及油气层保护技术等已普遍应用。油田地面工程方面,国外已将油藏工程和地面工程整体优化运行,同时天然气输送管网和储气库技术比较成熟,油气管道可靠性及风险性评估技术已进行了理论研究和应用实践。天然气综合利用方面,世界天然气产量的90%~95%用作住宅、商业、工业和发电的燃料,大约5%~10%用作化工原料,其中发达国家用作化工原料的耗气量仅占天然气消费总量的2%~4%,而发展中国家化工原料用气量所占比例较高,我国用于天然气化工原料的天然气所占份额高达50.8%。因此,我们有必要跟踪国内外技术发展动态,加以分析、对比,找出差距,研究对策,为制定中原油田“十五”科技规划和中长期科技发展方向作参考。

“九五”期间,中原油田在勘探、开发、钻井、采油、油田地面工程、天然气综合利用等方面都取得了一批重要的科技成果,在理论和工艺技术上有了-定的突破和创新,为中原油田的发展提供了技术支撑。但面对目前的勘探、开发形势,有些技术问题急待解决,比如中原油田储量接替地区少,东濮以外地区还不能作为有效的储量接替阵地且勘探风险大,东濮凹陷拿储量的地区块小、分散、埋深、低孔、低渗,深层气勘探技术和装备急待更新,隐蔽性油气藏勘探刚刚起步;油田开发整体进入“三高”阶段,剩余油分布零散,挖潜难度大,老区提高采收率技术储备不足,东濮以外地区采油工程技术战略储备尚未展开等。对上述各领域存在的问题,我们必须加强科研攻关,将攻关和引进结合起来进行创新,做好规划部署。为此开展了该项课题的调研,并编写了本书。

需要说明的是,本书旨在为“十五”科技发展规划和领导决策借鉴之用,书中所涉及的内容及项目建议不是指令性计划,更不是文件,仅供领导及同志们参考。

由于本书涉及专业多、技术面广,加之时间紧,作者水平有限,缺点、错误在所难免,敬请各位领导、专家和同仁给予批评指正。

编 者

2000年12月

目 录

第一部分 勘 探 篇

一、中原油田石油勘探技术现状及存在的问题	(3)
(一)中原油田石油地质综合研究现状	(3)
(二)中原油田石油勘探技术现状	(4)
(三)存在问题	(7)
二、国内外勘探技术现状及发展趋势	(7)
(一)国内外石油地质综合研究	(7)
(二)国外勘探技术现状	(10)
(三)国内勘探技术现状	(18)
(四)未来的发展趋势	(21)
三、中原油田与国内外技术对比	(24)
四、中原油田“十五”期间应开展的主要科技项目建议	(25)
(一)项目建议	(25)
(二)“十五”期间重点引进项目	(28)

第二部分 开 发 篇

一、中原油田开发技术现状及存在的主要技术问题	(31)
(一)中原油田开发技术现状	(31)
(二)中原油田开发存在的主要问题	(33)
二、国内外油田开发技术现状	(34)
(一)国外油田开发技术进展	(34)
(二)我国油田开发技术现状	(41)
三、中原油田与国内外其他油田相比存在的技术差距	(50)
四、中原油田“十五”发展战略及主要科研项目建议	(51)
(一)中原油田“十五”发展战略	(51)
(二)“十五”期间应开展的主要科研项目建议	(52)

第三部分 钻 井 篇

一、中原油田钻井技术现状	(57)
(一)中原油田钻井集团基本概况	(57)
(二)钻井技术	(58)
(三)现场要解决的问题	(59)
二、国内外钻井技术现状	(59)
(一)国外钻井技术现状	(59)

(二) 国内钻井技术现状	(62)
(三) 钻井技术发展趋势	(68)
三、中原油田钻井技术与国内外相比存在的差距	(69)
四、中原油田“十五”期间应开展的主要科技项目建议	(71)
(一) “十五”发展目标	(71)
(二) “十五”期间科技攻关项目	(72)
(三) “十五”期间科技推广项目	(73)

第四部分 采 油 篇

一、中原油田采油生产技术现状分析及存在的主要技术问题	(77)
(一) 采油、采气工程技术现状	(77)
(二) 采油、采气工艺所面临的形势及存在的主要不足	(80)
二、国内外采油工程技术现状及发展趋势	(82)
(一) 我国采油工程技术现状	(82)
(二) 国内采油工程技术发展趋势	(86)
(三) 国外石油开采技术现状	(86)
(四) 国外石油开采技术发展趋势	(94)
三、中原油田与国内外相比, 采油工程技术方面的差距	(95)
(一) 人工举升技术	(95)
(二) 低渗透油田压裂技术	(96)
(三) 低渗透油田油层酸化技术	(96)
(四) 堵水调剖技术	(97)
(五) 三次采油技术	(97)
(六) 修井工艺技术	(97)
(七) 稠油开采技术	(98)
(八) 小井眼、无油管采油技术	(98)
四、中原油田“十五”期间应开展的主要科技项目建议	(98)
(一) 采油工程发展目标	(98)
(二) “十五”科技攻关项目建议	(99)

第五部分 油田地面工程篇

一、概 述	(105)
二、中原油田地面工程技术现状及存在的主要技术问题	(105)
(一) 中原油田地面工程技术现状	(105)
(二) 中原油田地面工程存在的主要技术问题	(111)
三、国内外油田地面工程技术现状及发展趋势	(112)
(一) 油气集输技术	(112)
(二) 天然气计量与存储技术	(117)
(三) 含油污水处理技术	(122)
(四) 油田防腐技术	(125)

(五) 综合电力资源规划方法	(126)
(六) 节能降耗技术	(126)
(七) 三次采油地面工程配套技术	(128)
四、中原油田与国内外其他油田在地面工程技术方面的差距	(129)
五、中原油田“十五”期间地面工程应开展的主要科技项目	(130)
(一) “十五”科技战略	(130)
(二) “十五”项目建议	(130)

第六部分 天然气篇

一、概述	(137)
二、中原油田天然气技术现状及存在的主要技术问题	(137)
(一) 天然气开采工艺技术现状	(137)
(二) 天然气综合利用技术现状	(142)
(三) 天然气开采及综合利用存在的主要技术问题	(145)
三、国内外天然气技术现状及发展趋势	(146)
(一) 天然气开采工艺技术	(146)
(二) 天然气综合利用技术	(159)
四、中原油田天然气技术与国内外其他油田的差距	(174)
五、中原油田“十五”期间天然气领域应开展的科技项目建议	(175)
(一) 天然气“十五”科技战略	(175)
(二) 天然气“十五”项目建议	(175)

第七部分 中原油田“十五”科技展望

附 录

附录 1 研究油藏周期注水机理的模拟实验	(181)
附录 2 油藏物性参数测试新方法	(182)
附录 3 小井眼钻井技术	(185)
附录 4 井下油水分离技术	(188)
附录 5 天然气水合物 (NGH) 技术	(189)
参 考 文 献	(193)

第一部分

勘 探 篇

一、中原油田石油勘探技术现状及存在的问题

中原油田经过近 30 年的勘探,勘探程度日益增高,一些条件比较好、明显的构造油藏已经找得差不多了。随着东濮凹陷勘探领域由中浅层逐步转向中深层,由构造油气藏转向隐蔽油气藏,原先的勘探技术手段如地震采集、处理技术、测井技术、盆地模拟及储层预测技术的精度已不能满足日益复杂的勘探对象的要求。所以为了提高石油勘探成功率,降低勘探成本,缩短与国内外先进水平的差距,我们从石油地质研究、物探、测井及录井等方面,就中原油田的现状进行了分析,对国内外勘探技术现状和发展趋势进行了介绍,并把中原油田与国内外的现状进行了对比,从而找出不足,提出“十五”期间应开展的技术研究,希望能对广大科技人员有所借鉴。

(一) 中原油田石油地质综合研究现状

90 年代以来,中原油田石油地质综合研究发展很快,技术水平也有很大的提高。一些新理论、新技术,特别是由多学科交叉产生的综合技术投入勘探实际应用,有利地推动了油气勘探的发展。油气地质勘探研究应用了板块理论、层序地层学、油藏描述技术、储盖地质评价技术、计算机模拟技术、图形可视化技术和计算机网络技术。近几年来,以含油气系统、地层学、有机地球化学、计算机模拟技术等为代表的多种新理论新技术得到实际应用,在降低成本,扩大勘探成果,提高勘探经济效益方面做出了巨大的贡献,保证了油气地质储量的增长和产量的稳定。

1. 含油气盆地评价技术

中原油田在多年来的勘探研究和实践中形成了一套具有自己优势的集地层古生物、储层沉积学、岩—油地球化学、石油地质测试、计算机盆地模拟含油气系统综合研究为一体的盆地评价技术。

技术特色:

- (1) 形成了从盆地含油气性的早期评价到有利油气聚集区带评价配套技术。
- (2) 具有目前国际上领先的二维盆地模拟软件。同时自我创新编制软件解决了盆地模拟中的油气运聚史模拟的难题。
- (3) 提出了一套定量研究油气藏运聚史的流体历史分析方法。

2. 油藏精细描述技术

由以下几部分构成。

- (1) 复杂断块构造精细解释技术:包括 SGIS 地震解释软件、IESX 人机相互解释系统,该技术可以识别 0.05km^2 以上的断块,3000m 以上地层可以识别大于 10m 的断层。
- (2) 极复杂断块油田的勘探技术:在仅有二维地震资料的情况下,应用 RFT、HDT 等新技术,可迅速查清油田的地质特点与构造格局,逐步认识清楚了小断层。
- (3) 流动单元划分与对比。
- (4) 流动单元划分。
- (5) 骨架剖面上流动单元的对比与闭合。
- (6) 沉积微相研究,包括沉积微相知识库、流动单元沉积微相以及砂体建筑结构的研究。

(7) 三维精细地质模型。

(二) 中原油田石油勘探技术现状

1. 中原油田物探技术现状

中原油田地球物理勘探公司组建于 1984 年, 是从事石油天然气勘探资料采集、处理、解释以及计算机网络信息技术服务于一体的工程专业化公司。有 1 个计算中心, 6 个地震队, 各类工程技术人员 390 人, 其中高级职称 50 人, 中级职称 162 人, 中原油田地震队伍曾在内蒙白音查干、新疆的伊犁和青海的民和以及华北、陕北、湖南、山东、河南、苏丹等地区进行服务, 能够开展平原、丘陵、山地、沙漠、河流、湖泊、海滩、戈壁、城镇等各种地区的卫星定位、二维、三维及高分辨率地震资料采集、处理与解释、VSP 测井。

几年来, 中原物探公司曾成功地与国外的勘探公司进行了合作。早在 1982 年, 就与法国 CGG、美国 GSI 和 GEOSOURCE 等外国公司进行技术合作, 在国内开展过黄河地震勘探。1994 年被国际地球物理承包商协会 (IAGC) 接收为正式会员。1995 年与俄罗斯成功地进行了高分辨率技术合作攻关。1996 年进入苏丹国, 与 STATE、GNPOC GUCF 等外国公司合作开展地震勘探, 队伍素质和技术水平有了很大提高, 并取得先进的管理经验。

中原油田拥有适合国内外地震勘探市场需要的多种仪器和设备 2130 台 (套), 其中物探采集部分有 TELSEIS STAR 和 RDTD 遥测地震仪各 1 套, SN-388 有线遥测地震 1 套, SN-368 地震仪 2 套, SYSTEM2000 地震仪 1 套, Trimble GPS 全站仪 1 套, 全站电子速测仪 7 套台, 可控震源 6 台, 各种钻机 91 台。计算机处理与解释部分有 GRISYS 现场处理系统 6 台 (套), SGI 并行计算机 1 台 (套), IBM590 服务器 2 台 (套), IBM580 服务器 2 台 (套), SUN 工作站 4 台, SUN 解释工作站 3 台, CGG 综合解释系统和 GRISTATION 综合地震地质解释系统各 1 套。

地震资料处理硬件环境如下:

- (1) SGI 的 Power Challenge XL, 并行处理机, 12 个 CPU, 2GB 内存, 200GB 的硬盘。
- (2) SGI 的 Indigo2 和 Indy 工作站。
- (3) IBM 的 RS6000/590 服务器。
- (4) IBM 的 RS6000/370 工作站。
- (5) DEC 的 ALPHA3800 工作站。
- (6) SUN SPARC 工作站。
- (7) 多台图形终端。
- (8) DEC HUB900 网络设备。
- (9) 应用软件。
- (10) FOCUS4.0/DISCO12.0 二维、三维地震处理软件。
- (11) Geovecteur Plus 地震处理软件及 Integral Plus 地震解释软件。
- (12) Geodepth 三维叠前深度偏移软件。
- (13) GRIsys 地震处理软件。
- (14) VIP 数模软件。

从 1984 年以来, 已累积完成二维采集工作量达 380199km (含高分辨率勘探), 二维地震资料处理工作量 47226km, 三维采集工作量达 2795.4 km², 累积完成三维地震资料处理工作量 8568km², 累计发现和落实圈闭 738 个, 提供勘探井位 700 多口。

地震资料采集方面：共完成中原油田内部和苏丹国三维地震采集 274.26 km²，二维地震资料采集 2322.56km，野外采集资料合格品率为 99.96%，优品率为 80.72%。

地震资料处理方面：共完成中原油田内部、国内以及国外苏丹二维地震资料处理 3696.135km，三维地震资料处理 1899.81 km²，三维叠前深度偏移处理 146.45 km²。

地震资料解释方面：共完成二维地震资料解释 500km，三维地震资料解释 1000 km²，提供的已完钻井均见到油气显示。

在过去的 10 多年中，获得了许多科研成果，其中《中原-I 型综合地震解释系统》等 6 个项目获部级奖。《高分辨率野外地震勘探试验研究》、《储层识别与预测技术研究》等 65 个项目获局级奖。有 1 个项目获国家专利。主要技术有：二维、三维地震资料采集、处理、解释三位一体技术，高分辨率地震资料采集、处理、解释三位一体技术，GPS 卫星定位技术，偏移成像技术，全三维处理技术，三维初至折射波技术，三维速度分析技术，三维 DMO 技术及叠前深度偏移技术。

2. 地球物理测井技术现状

测井公司组建于 1982 年，经过十几年的发展，外部市场从无到有，从小到大，扩展到国内 8 个油田 14 个省市地区、国外苏丹和埃塞俄比亚 2 个国家，共 24 个网点。

目前，拥有各类地面数控测井仪器 41 台/套，其中 CSU 数控测井仪 7 套，RFT 测井仪 4 套，SKH-2000 型数控测井仪 8 套，SK-88 数控测井仪 7 套，DF-1 型数控测井仪 4 套，IDL-III 型 2 套，AT 型 1 套，井下声波电视仪 1 套，C/O 1 套，SQ-691 射孔仪 13 套，SY-02 数控取心仪 1 套；测井原始数据采集全部实现了计算机数字化。拥有 11 台 SUN、SGI 图形工作站及微型机等硬件处理平台和多种资料解释分析处理软件包，可对砂岩油气藏、特殊岩性油气藏的测井资料进行周密、准确、可靠的处理、解释和评价，基本掌握了水淹层测井处理解释等特殊测井技术；拥有先进的 VSAT 卫星通讯系统，测井数据和处理成果可通过卫星快捷地进行远距离双向传输，传送信息准确可靠。形成了陆上油田裸眼井、套管井、油水井、气井、水井测井、射孔施工作业和资料综合解释评价等服务能力。

1997 年 10 月 28 日，中原油田测井公司在国内测井行业中率先取得了质量体系认证证书，并予以注册，同时获得 UKAS 皇冠标志的国际证书。

主要服务项目包括：

(1) 裸眼井常规测井系列：主要包括电阻率测井（双侧向测井、球形聚焦测井、双感应八侧向测井）、岩性—孔隙度测井、补偿中子测井、岩性密度或补偿密度测井、补偿声波含全波测井、自然伽马、自然电位、井径、井斜测井以及长源距声波波形测井、自然伽马能谱测井、地层倾角测井和电缆重复式地层压力测试。

(2) 套管井测井系列：主要包括自喷井产出剖面测井、抽油机井产出剖面测井、注水井吸水剖面测井、水泥胶结测井、剩余油饱和度测井、找水、找漏、找串、套管腐蚀状况测井。

(3) 同时提供：电缆传输射孔、油管输送式射孔、高能气体压裂、电缆桥塞、注灰、测卡、爆炸松扣、切割、井壁取心等现场技术服务。

(4) 资料解释处理能力：现拥有 Sun、SGI 图形工作站及微型机等硬件处理平台和多种先进的资料解释分析处理软件包，手段齐全，可对测井资料进行周密、准确、可靠的处理、解释和评价；拥有先进的测井资料远距离传输系统，实现了全球测井数据和处理成果的双向、快速、准确传送，传送信息安全可靠。

3. 中原油田地质综合录井技术现状

中原油田现有各种录井队 79 支，其中：有 2 支综合录井队被总公司评为“甲级队”，五支综合录井队被总公司评为“乙级队”。在国际反承包市场四次中标，先后为新西兰石油勘探公司中国有限公司、阿莫克东方石油公司、壳牌石油公司、飞利浦公司提供综合录井服务。1997 年，中标孟加拉天然气项目，为英国凯恩能源有限公司提供综合录井服务，同时还远赴苏丹，参与中国国际苏丹公司的勘探工作。能提供全套的录井服务和地质监督服务，可进行录井设备的设计、开发、制造及销售（采用 B/T 19001—ISO 9001 标准），于 1997 年 10 月通过了 ISO 9002 质量保证体系认证，获得了质量体系认证证书和国际认可的带有皇冠标志的 UKAS 证书。

现有各类录井设备 38 台套，其中：SLZ—II 型综合录井仪 2 台，SLZ—I 型综合录井仪 10 台，ZLJ—960 型综合录井仪 12 台，DH—910 型地化仪 7 台，SQC—701F 型气测仪 6 台。

表 1-1 中原油田录井技术现状

序号	项 目	可提供服务	已开发待完善	待开发
1	定量气测		★	
2	地化录井	★		
3	定量荧光		★	
4	MWD (LWD)			★
5	振动检测		★	
6	综合解释专家系统	★		
7	多功能绘图	★		
8	多井对比	★		
9	远程数据传输		★	
10	井场网络	★		
11	岩石物性快速测定			★
12	现场决策系统		★	

为适应世界石油工业的发展，继 1985 年从法国地质服务公司引进 3 台 TDC 综合录井仪后，又与机电部电波传播研究所合作，共同研制了具有 80 年代末国际先进水平的 SLZ—1 型综合录井仪，并于 1990 年通过了部级鉴定，已投入商业服务。现已开发出 SLZ—1A、SLZ—1B、SLZ—1C 系列产品，并销售到大庆、华北等国内各录井公司。1997 年又研制出 SLZ—2 型综合录井仪。从 1994 年开始，完全依靠自己的技术力量，独立研制了适应国内综合录井作业的 ZY—951J 综合录井仪，首台成型仪于 1995 年初通过了专家的鉴定。1996 年又推出了新一代的 ZLJ—960 综合录井仪，该仪器是目前国内同类产品中较先进的综合录井仪器之一，已广泛地用于中原、青海、冀东探区。自行制造了 ZLJ—600 地质录井仪，已生产 12 台，成为中原录井服务的主要设备。1998 年又从美国国际录井公司引进了具有国际先进水平的 DLS 综合录井仪，从而使地质录井处具备了海上提供综合录井服务的能力。基本上实现了录井装备的更新换代。同时地质录井处又率先将大地电场岩性探测、激电、地温技术应用于勘探实践，地化录井技术得到广泛使用，定量荧光录井技术逐渐走向成熟，定量荧光录井技术采用全新的三维荧光光谱法和现代分子光谱理论，使录井技术获得长足发展，达到了国内领先水平，并在濮深 15 井、胡 96 井和白 55 井现场录井中获得成功，深井录井方法研究，已在濮深 6 井取得良好的效果。为准确评价区域探井的油气识别提供了一种新手段。

研制开发出了录井资料综合解释专家系统和远程数据传输系统。增强了钻探的科学指导

性,提高了油气解释符合率,在新老探区取得了令人满意的效果。应用综合录井、油气层综合解释评价等新技术。进一步提高了发现油气层的概率,收效显著。

(三) 存在问题

1. 地震勘探面临的主要问题

一些条件比较好、明显的构造油藏已经找得差不多了。今后面临的勘探对象都是比较复杂的,其复杂性主要表现在以下三个方面:

(1) 勘探对象的埋藏深度越来越大,一般大于 3000m,有些达到 5000~6000m。深部地层致密,地震界面的反射系数小,信号弱,噪声强,得不到可靠的深部反射。

(2) 隐蔽性的油气藏用现有地震方法难于探明。

(3) 地表条件复杂。很多待勘探的对象都位于沙漠、黄土塬、沼泽等地表条件复杂地区,地震激发条件差,能量传不下去,接收条件也差,地震波被吸收而变弱并发生畸变。这些困难条件组合在一起,严重影响石油勘探成功率的提高,影响新油气田的发现,影响勘探成本的降低。

随着东濮凹陷勘探领域,由中浅层逐步转向中深层、由构造油气藏转向隐蔽油气藏;而勘探技术手段,如地震采集、处理技术及储层预测技术的精度,已不能满足日益复杂的勘探对象的要求。

2. 测井面临的主要问题

测井面临的主要问题有:

(1) 对引进的国内外先进测井、解释技术需要消化和吸收及完善。

(2) 大斜度井和水平井测井工艺技术还不能满足生产需要。

(3) 测井解释评价尚需攻关。

(4) 成像测井技术还是空白。

(5) 隐蔽油气藏的解释评价还需加强研究。

(6) 深层气测井、解释评价技术尚不成熟,在这方面的技术还比较薄弱。

3. 录井技术存在的主要问题

在水平井、欠平衡井、PDC 钻头岩屑录井技术以及录井数据远程传输与应用等方面还不能满足生产需要。

4. 勘探技术装备亟待更新

随着深层气勘探的不断深入,现有的勘探装备已不适应目前的勘探。为了保护 and 及时发现油气层,更新和完善物探、测井、综合录井等专业的勘探装备已势在必行。

二、国内外勘探技术现状及发展趋势

(一) 国内外石油地质综合研究

主要指用于研究油气地质规定和确定勘探目标的具体方法与技术。包括油气藏描述、盆地模拟、层序地层学等方法与技术。

1. 油气藏描述技术

油藏描述技术是国外近 20 多年来在测井、地震和计算机技术的提高和完善的基础上发展

起来的。70 年代，斯仑贝谢测井公司提出以测井为主的油藏技术服务。“七五”期间，该技术引入我国。近年来，该技术受到了科研院所和油田企业的高度重视，发展很快，并在生产中取得了显著的经济效益，油藏描述技术已成为当今油气田勘探开发的重要支柱技术之一。

(1) 国外现状。

①测井方法和测井解释技术：测井资料是油藏描述的主要资料来源。长源距声波测井方法通过收集高频全波列信息，可以准确地估计岩性和物性特征，检测裂缝带，对倾斜层进行成像。地层微扫描（FMS）和地层微成像与井下超声电视成像（FML 与 BHIV）等高分辨率测井方法可以提供详细的沉积特征和裂缝分布图件。

②地震方法和解释技术：地球物理学领域技术的发展和进步是油藏描述取得重要进展的先决条件。使用属性分析资料、VSP 资料、定期地震监视技术等，地震资料在解释油藏结构图、油藏性质图、确定油水界面、监视流体前缘起到了作用。现在可以迅速而方便地在强大的计算机工作站上综合利用测井曲线、岩心、VSP 和三维地震资料对油藏进行定量描述。数据库方面的改善和地震资料的数字化储存已经使工作效率大大提高。

③地质统计学：地质统计以岩性、孔隙度和渗透率等参数的空间变化的统计模拟结果为基础，定量表达储层的非均质性，其方法包括条件模拟、协同克里格、标准克里格、分形几何等，可将质量不同的资料进行综合，获得最佳描述效果，并能定量分析结果的误差，估计风险。随机建模技术可揭示油藏描述中的不确定性对未开发的、正在开发的和即将开发的油藏的影响。

④计算机技术：油藏描述技术的发展正是得益于近年来计算机技术的迅猛发展。计算机对油藏描述的贡献主要是工作站、数据库建立、数据共享和计算结果的可视化。当前，国外已推出了多套油藏描述软件，早期的如前苏联的 FEOJIAK 地质软件包（1983），美国科学软件公司的 RECOVN 及 LOGCACALC II 软件（据王继贤，1984）；新近的如美国斯仑贝谢公司的 CNARIS-MA-RC，西方阿特拉斯 WINGS 系统等。

总之，国外油藏描述经过近 20 年的发展，目前已进入勘探开发多学科综合油藏描述阶段，现在正被逐渐推广应用于各种类型的油田。在油田勘探开发的各个阶段，油藏描述已成为关键步骤，它无论对勘探阶段的储层预测、井位布置，还是对开发阶段的流体流动模拟、储层管理、生产计划和二次或三次采油方法的确定都有着十分重要的作用。

(2) 国内现状。

国内各油田和石油院校也都在开展油藏描述工作，在油气勘探开发工作中获得显著的经济效益和社会效益。国内力量比较强的有北京石油勘探开发科学研究院、胜利油田、石油大学、石油地球物理勘探局、大庆油田、华北油田、西北地质研究所等在引进、消化、吸收国外油藏描述方法的基础上，发展并改进了一些适合我国陆相油田地质特征的油藏描述方法的关键方法和技术。表现在：变量统计分析、地质统计分析、灰色系统分析、模糊数学、神经网络、分形几何学的综合应用；将油田地表烃类异常与三维地震资料精细解释结果及层序地层学研究有机地结合，从而有效地预测探井少、勘探程度低地区的油气富集规律等。

80 年代以来，国内在油藏描述软件制作方面也取得了很大的成效，如北京石油勘探开发科学研究院与中原油田共同开发的 RDSP 软件包（1990），石油大学油藏描述的微系统 RDMS3.0 和 CMS，胜利油田组织清华大学、成都理工学院、西安石油学院设计的油藏描述大软件平台，大庆油田与中国科学院合作设计的类似 Exxon Geoset 建立静态模型的软件和小层对比软件。其他部分油田研究院所则主要是以引进国外软件为主。

从综合油藏描述看,各家基本处于开发早期的静态模型描述阶段,综合应用了地质、地震、测井技术,但基本以测井为主。总体上,我国油藏描述技术正处于开发期。

国内与国外存在的差距:弦国油藏描述与国外,特别是与美国相比,不仅在地震、测井资料的处理解释技术上,而且在计算机软件技术上也存在相当大的差距;同时各油田研制的软件商品化程度相对较低,几乎都是自给自足。

国内外发展趋势是地震层析成像(CT)技术将会趋于成熟并应用于油田生产,从而使地震分辨率将会提高到1m。随着油藏地球化学的发展,石油地球化学家们采用FDI/TLC分析技术和储层自生包裹体研究,建立下一套油藏地球化学描述方法。它必将促进油藏描述技术更加趋于完备,进而有利于指导大中型油气田的勘探开发。

2. 盆地模拟技术

盆地数值模拟是以石油地质理论为指导,综合应用地质、地球物理、地球化学、测井、测试资料,以计算机为手段,定量模拟盆地的地史、热史、生烃史、排烃史和运移聚集史,从而进行综合评价,指出有利勘探地带。盆地模拟经过近20年的发展取得了长足的进步。如今在西方先进国家,盆地模拟不仅仅是油气资源评价的工具,更重要的是已成为油气地质勘探阶段常规地质分析的必备技术。目前各地利用盆地模拟的水平不一,有一维、二维乃至三维的,但是,大多数模拟是一维的。

(1) 国外现状。近年来,国外盆地模拟技术的发展主要表现为以下5个方面。

①从空间来说,由一维模型(M.A.Yunker等,1978)发展成二维模型(P.Ungeret等,1990),正朝着三维模型方向发展。

②从流体运移相来说,由单一的流体相发展成为二相(油水或气水)甚至三相(油、气、水),即朝着多组分方向发展。

③从地史的模拟方法来说,由“反复调整参数进行计算使结果与今天实际资料吻合”的正演法(M.A.Yunker等,1978),发展成为“结果必然与今天实际资料完全一致”的反演法(P.Ungeret等,1984)。

④从热史的模拟方法来说,由单纯的地球化学热力学去发展成地球热力学与地球化学相结合的方法。

⑤从运聚史来说,由不考虑油气二次运聚发展成为考虑油气二次运聚,由简化的模型发展成较完备的渗流力学模型。

(2) 国内现状。

盆地模拟技术引入我国后,得到了迅速的发展,“八五”期间,由北京石油勘探开发科学研究院研制成功的盆地模拟系统BASIMS,与国外最新盆模软件相比,从软件的完整性、技术先进性、软件的优越性、实用性来看,均处于先进行列。

(3) 发展趋势。

①盆地三维三相模拟。

②除沉积、构造、生烃和排烃模型外,对聚集与逸散模型的研究也是重点。目前我国盆地技术处于成长阶段。

③确定烃源岩成熟度指标和烃类生成的动力学模型最终将替代所有简单的经验模型。

④未来的盆地模型将建成平衡剖面、统计学和确定性技术的综合体。

3. 层序地层学进入理论与生产应用新阶段

(1) 国外现状。

层序地层学理论经历了概念萌芽阶段（40 年代末～60 年代末）、初期阶段（60 年代末～70 年代中期）、发展阶段（80 年代）、成熟阶段（80 年代末～90 年代）。

目前，国外在层序地层学方面的发展表现在：

构造环境的拓展，起源于被动大陆边缘构造环境的层序地层学理论，已被应用于前陆盆地、岛弧环境、陆棚湖盆等。

时代的拓展，起源于中、新生代的层序地层学理论已被应用于中晚元古代、古生代和现代沉积环境。

研究沉积作用类型的拓展，从研究碎屑岩层序地层发展到碳酸盐岩层序地层。

尽管层序地层学有其局限性，但它代表了一种有力的地质研究方法，已经证实，层序地层学在油气勘探中是极其有用的。

层序地层学理论在油气勘探中应用的新进展为：

①将高分辨率的生物地层资料、古水深资料、测井曲线特征和地震反射剖面结合起来形成一种测井—地震层序地层学分析的新方法。

②将层序地层学与以测井曲线、岩心和岩屑为基础的总有机碳（TOC）分析相结合设计出海相源岩的总有机碳积聚模式。层序地层学方法还没有在油田勘探开发中发挥显著的作用，另外研究的深度和精度都与海相层序地层学有一定差距，目前正处于成长阶段。

③成岩作用与层序地层学相结合，发展成为成岩层序地层学，将成岩作用和孔隙演化与海平面变化联系起来。

④使用计算机沉积模拟程序进行层序地层学分析。

⑤高分辨率层序地层学的应用，可利用钻井的一维信息进行三维地层关系预测，建立区域、油田乃至油藏级储层的成因地层对比骨架，对储层、隔层及生油层分布进行评价及预测，可大大提高地层预测的准确性，并能为地层内流体流动最佳模拟提供可靠的岩石物理模型。高分辨率层序地层学已被用于含油气系统分析。

（2）国内现状。

层序地层学自 80 年代中后期引入我国，已有 10 余年，在华北地台、扬子准地台的海相地层研究中发展较顺利，而将层序地层学引入陆相含油气盆地，则经历了一个艰难的过程。目前正处于从应用到理论的过渡期。

目前，我国陆相层序地层学研究处于国际先进水平，表现在：

①划分湖盆地层层序及体系域，重建盆地沉积体系，预测生储盖层。

②总结各种层序类型，并与盆地构造、气候相结合，建立陆相盆地层序地层模式。

③研究湖平面升降的动力学机制及其对湖相层序地层发育的控制。

尽管我国陆相层序地层学研究处于国际先进水平，但也存在不少问题。首先是陆相层序地层学理论较之海相层序地层学更不易被人们接受；其次是陆相层序地层学方法还没有在油田开发中发挥显著的作用，再次是我们研究的深度和精度都与海相层序地层学有一定差距，目前正处于成长阶段。

（二）国外勘探技术现状

1. 地震勘探技术

如果说 50 年代初出现的多次覆盖技术是地震勘探技术的一大飞跃，那么 70 年代中期出现的三维地震技术则使地震勘探如虎添翼，成为地震勘探技术发展的又一新的里程碑。三维