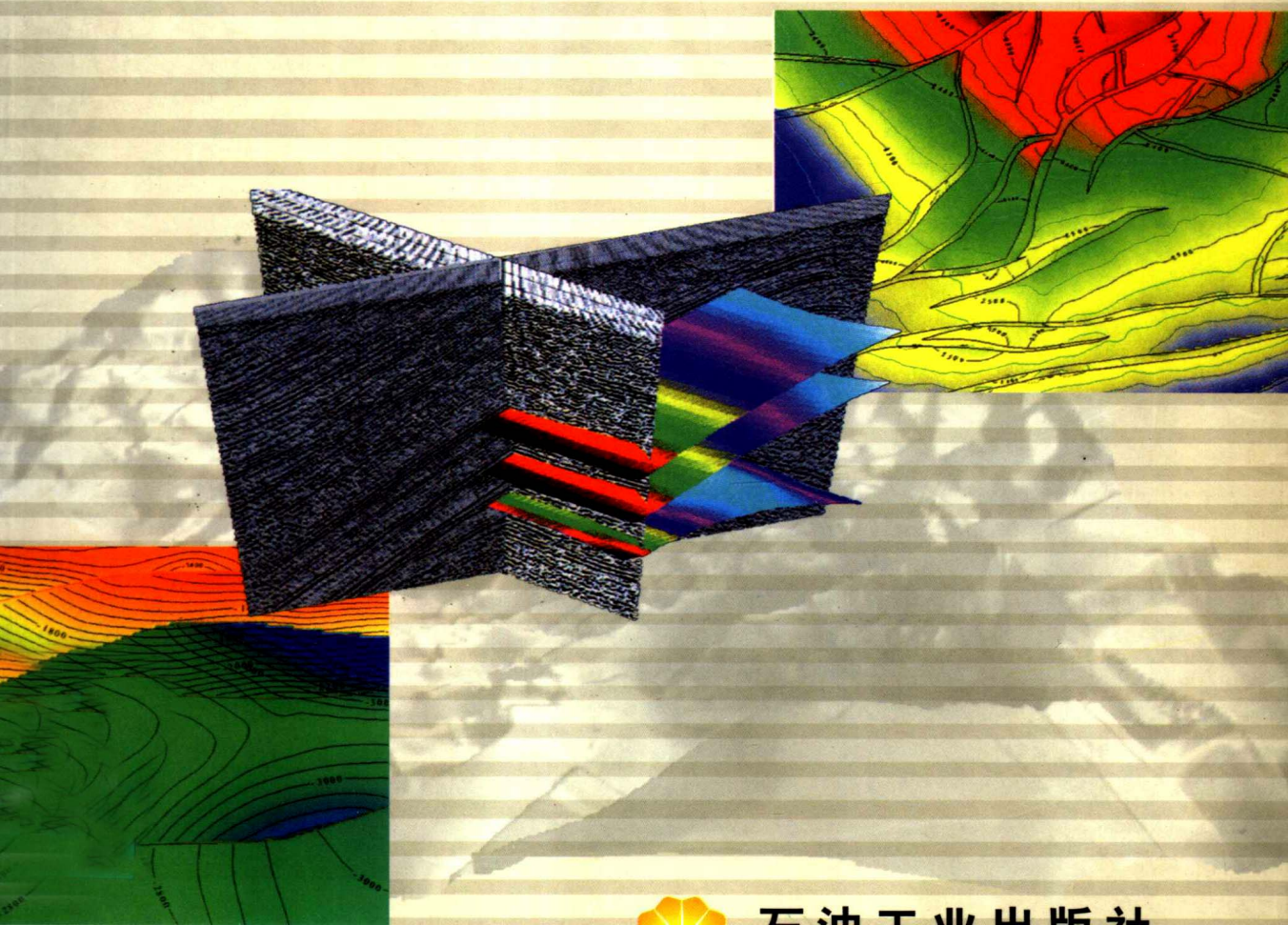


# 油藏描述方法原理

徐守余 著



石油工业出版社  
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

# 油藏描述方法原理

徐守余 著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书以油藏储集体非均质为核心,以方法论为主线,将近年来油藏描述的最新研究原理和方法系统化、理论化,阐述了油气藏静态描述、油气藏动态描述的原理和方法,论述了油藏仿真模型建立的原理和方法、油藏描述计算机系统,系统论述了剩余油综合研究和预测的原理和方法。分别论述了砂岩油气藏、断块油气藏、潜山油气藏、低渗透油气藏和火成岩油气藏等5类油气藏描述的方法原理及描述的重点难点,形成了油藏描述配套的方法体系。

本书可供油田开发工作者、科研院所的科技人员使用,也可作为石油大专院校大学生及研究生的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

油藏描述方法原理/徐守余著.

北京:石油工业出版社,2005.4

ISBN 7-5021-5031-5

I. 油…

II. 徐…

III. 油藏描述-方法

IV. P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第022187号

---

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.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂印刷

---

2005年4月第1版 2005年4月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:15.25

字数:386千字 印数:1—1500册

---

定价:50.00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

## 序一

油气是工业的“血液”，但进入 21 世纪以来，油气资源的接替及有效开发成为石油工业发展的瓶颈，也成为制约国民经济发展的拦路虎。国民经济的快速发展，要求在加快油气勘探的同时也要对已开发的油气藏进行有效挖掘，因此，进行精细油藏描述具有重要的现实意义。

油藏描述自 20 世纪 70 年代兴起以来，为油气勘探开发的深入发展发挥了巨大推动作用。近年来，随着石油资源的日趋紧张，石油科技的快速发展，迫切需要将国内外油藏描述方法技术进行系统总结和归纳，推动油藏描述进一步深化和发展，《油藏描述方法原理》一书应运而生。

《油藏描述方法原理》是徐守余博士长期从事油藏描述教学和科研实践的结晶，该书以储集体非均质研究为核心，以方法论为主线，将国内外近年来油藏描述的最新研究原理和方法加以系统化、理论化，系统介绍了油藏描述的原理和方法。

该书系统阐述了油藏描述的内涵、研究内容及发展趋势，论述了油气藏静态描述、动态描述的最新理论、技术和方法，阐述了油气藏仿真模型、动态模型、四维模型建立的原理和方法，论述了油藏描述计算机系统的组成和功能，阐述了剩余油研究的原理与方法，阐明了剩余油形成机制、控制因素及剩余油分布模式，论述了砂岩油气藏、复杂断块油气藏、潜山油气藏、低渗透油气藏和火成岩油气藏等 5 类油气藏描述与表征的原理和方法，以及 5 类油气藏描述与表征的重点和难点，分别论述了流动单元研究、隔夹层研究、断层封闭性研究、裂缝描述与表征、地应力研究、低电阻率油气藏描述等油藏描述的方法原理。

《油藏描述方法原理》一书基础资料扎实，内容丰富，书中介绍的理论、方法和技术先进，深化和发展了陆相断陷湖盆油藏描述的理论和方法技术。相信该书的出版将有助于石油科技工作者掌握油藏描述的新理论、新方法、新技术，科学地认识、管理油气藏；必将能加速陆相断陷盆地油气勘探开发的深化和发展，为实现“稳定东部，发展西部，开发海洋”的石油战略做出新的贡献，推动我国油气勘探开发水平的不断提高和油气工业健康、高速地发展。

信守余

## 序二

油藏描述已经深入到油气田勘探与开发的各个环节。近年来，随着科学技术不断进步，油藏描述得到了突飞猛进的发展。21世纪是油气资源的世纪，无论经济发展、政治交往、日常生活无不与油气资源息息相关，在目前油气资源日趋紧张的背景下，对油藏描述提出了更高、更严格的要求，使得油藏描述面临严重挑战，只有不断发展，才能克服诸多不足之处并使油藏描述持续地发挥巨大作用。

油藏描述成功与否，要看是否能揭示各类复杂油气藏不同层次的静态、动态的非均质性，是否能建立符合我国陆相断陷湖盆强非均质性的油气藏静态、动态模型，是否能预测油气藏动态演化、揭示和预测油气分布规律。油藏描述成功的关键是与石油科技工作者优选和运用油藏描述的理论、方法技术和软件系统等密切相关的。因此，石油科技工作者身边迫切需要一本系统论述油藏描述原理和方法的论著，徐守余博士编著的《油藏描述方法原理》填补了这一空白。

徐守余博士撰写的《油藏描述方法原理》一书，资料丰富，内容充实，理论和方法技术先进，是他长期从事油藏描述教学与科研工作的结晶和升华。该书充分吸收和消化了国内外最先进的现代油藏描述和储集体表征的理论和新技术，以作者长期教学和科研实践的丰富积累及自身扎实的专业理论为基础，以储集体非均质研究为核心，以方法论为主线，深入系统地论述了油气藏静态描述、动态描述的原理和方法，阐述了仿真模型、四维模型建立的原理、方法和相应软件系统。综合应用多学科的理论和方法，论述了砂岩油气藏、复杂断块油气藏、潜山油气藏、低渗透油气藏和火成岩油气藏等5类油气藏描述和表征的内涵、各自的重点和难点，以及不同开发阶段剩余油形成机制、分布规律和动态演化模式。

《油藏描述方法原理》一书的出版，不仅系统论述了油藏描述方法学，也为今后进一步发展油藏描述起到了铺路石的作用，该书的出版深化和发展了陆相断陷湖盆油藏描述的理论和方法技术。相信该书的出版必将能指导油田勘探开发工作，推动油气勘探开发事业的可持续发展。

徐守余

# 前 言

油藏描述是 20 世纪 70 年代兴起, 经 20 世纪 80、90 年代蓬勃发展, 至今仍不断深化和发展的一套对油气藏非均质及动态演化进行综合性研究的有效方法技术体系。国内外均把油气藏描述与表征置于突出的研究地位。

油藏描述已经深入到油气田勘探与开发的各个环节。近年来, 随着科学技术的不断进步, 油藏描述得到了突飞猛进的发展。在目前油气资源日趋紧张的背景下, 对油藏描述提出了更高、更严格的要求, 使得油藏描述面临严重挑战, 只有不断完善和发展, 才能克服诸多不足之处并使油藏描述持续地发挥巨大作用, 为我国石油工业可持续发展做出更大贡献。

《油藏描述方法原理》是笔者在多年从事油藏描述教学和科研实践工作的基础上, 对油藏描述原理和方法技术进行深入系统归纳和提炼而成, 籍此推动油藏描述研究的深化和发展。考虑到油藏描述体系已经非常庞大, 一本专著绝不能囊括油藏描述的全部内容, 因此, 本书以储集体非均质性为核心, 以方法论为主线, 静、动态描述相结合, 按油藏类型重点对当今储集体非均质研究的原理和方法深入研究, 系统介绍了静、动态油藏描述的原理和方法。本书各章介绍的方法均具有普遍性, 可在各种类型油藏描述中使用。

全书共十章, 绪论系统阐述了油藏描述的内涵、主要研究内容和任务、研究现状和发展趋势。第一章从地层精细划分与对比、构造精细描述、储集体成因类型及展布、储集体物性表征、非均质综合研究、储集体微观描述等多方面论述了油藏静态描述的原理和方法。第二章从宏观、微观特征及演化两方面阐述了油藏动态描述的原理和方法, 并介绍了油藏四维模型建立的原理和方法。第三章阐述了油藏仿真模型建立的原理和方法。第四章从数据库系统、处理与解释系统及可视化三方面论述了油藏描述的计算机系统。第五章从剩余油研究的方法、剩余油形成机制和控制因素、剩余油分布模式等方面阐述了剩余油研究的原理与方法。第六章介绍了砂岩油藏描述, 重点阐述了流动单元及隔夹层研究的原理和方法。第七章着重从断裂系统和断层封闭性两方面介绍了断块油藏描述的原理和方法。第八章从裂缝和岩溶两方面论述了潜山油藏描述的原理和方法。第九章阐述了低渗透油藏描述, 并重点介绍了地应力研究和低阻油藏研究的原理和方法。第十章论述了火成岩油藏描述。

本书编写过程中得到中国石油大学信荃麟教授、刘泽容教授、侯加根教授的指导和帮助, 刘泽容教授审阅了全书并提出宝贵意见, 孙万华、李学艳、代丽、李卫成、王德军等帮助整理了部分资料, 在此表示衷心感谢。

本书尝试从方法学角度对油藏描述原理和方法进行了系统论述, 书中不妥之处, 敬请读者批评指正。

作者

2005 年 2 月

# 目 录

绪论	(1)
第一章 油藏静态描述的原理和方法	(7)
第一节 油藏静态描述内涵	(7)
第二节 油藏静态描述的基本原理与研究内容	(7)
第三节 油藏静态描述研究现状与发展趋势	(39)
第二章 油藏动态描述的原理与方法	(42)
第一节 油藏动态描述内涵	(42)
第二节 油气藏宏观动态描述	(43)
第三节 油气藏微观动态描述	(48)
第四节 油气藏四维模型建立的原理和方法	(59)
第三章 油气藏仿真模型原理和方法	(67)
第一节 油气藏仿真模型的概念	(67)
第二节 油气藏仿真模型的原理和方法	(69)
第三节 微观剩余油仿真模型及应用	(72)
第四章 油藏描述计算机系统	(78)
第一节 油藏描述数据库系统	(78)
第二节 油藏描述处理与解释系统	(81)
第三节 油藏描述可视化系统	(85)
第五章 剩余油综合描述与预测	(91)
第一节 剩余油概念	(91)
第二节 剩余油研究与预测的原理和方法	(92)
第三节 剩余油形成机理和控制因素	(97)
第四节 剩余油分布规律及分布模式	(104)
第六章 砂岩油气藏描述与非均质表征	(111)
第一节 砂岩油气藏描述概述	(111)
第二节 流动单元研究	(116)
第三节 砂岩储集体隔夹层研究	(132)
第七章 断块油气藏描述与断层封闭性表征	(141)
第一节 断块油气藏描述概述	(141)
第二节 断裂体系研究	(144)
第三节 断层封闭性研究	(155)
第八章 潜山油气藏描述与裂缝表征	(169)
第一节 潜山油气藏描述概述	(169)
第二节 岩溶作用研究的原理和方法	(174)
第三节 裂缝研究的原理和方法	(178)

<b>第九章 低渗透油气藏描述与表征</b> .....	(189)
第一节 低渗透油气藏描述概述.....	(189)
第二节 地应力研究的原理和方法.....	(193)
第三节 低阻油气藏研究.....	(202)
<b>第十章 火成岩油气藏描述</b> .....	(210)
第一节 火成岩油藏描述概述.....	(210)
第二节 火成岩油气藏综合识别与预测.....	(218)
第三节 火成岩油气藏形成条件和控制因素.....	(222)
<b>参考文献</b> .....	(226)



# 绪 论

油藏描述是 20 世纪 30 年代萌芽, 70 年代兴起, 经 20 世纪 80、90 年代蓬勃发展, 至今仍不断深化发展的对油气藏进行综合性研究、描述、表征和预测的有效系统思维模式和方法技术体系。油藏描述的目的是为油气田勘探与开发提供精细地质模型, 对油气田或油气藏进行综合评价和有效管理。油藏描述贯穿于油气田勘探开发的全过程。油藏描述方法是伴随现代石油科技的发展及油藏开发地质学、油藏描述的发展而发展起来的边缘学科。油藏描述方法是研究、描述、评价和预测油气藏不可缺少的重要理论和方法技术, 油藏描述方法是伴随开发阶段的深入而动态演化的, 随着石油科技水平和对油气藏认识程度的提高而不断更新。

近年来, 随着油气田勘探开发程度的不断深入, 油藏描述的内容、方法技术和研究重点等不断深化和发展, 油藏描述的任务越来越艰巨, 为正确揭示油气藏的非均质性和演化规律, 建立油气藏动态地质模型和预测模型, 油藏描述和油藏描述方法学正稳步朝着多学科综合研究一体化方向发展, 以期研究成果的准确、完整而协调, 从而使得对地下地质体的认识更全面、精确。油藏描述研究的理论、方法和技术也不断推陈出新, 仿真模型、动态模型等新理论、新方法、新技术给油藏描述注入了新的活力, 计算机技术的快速发展更使得油藏描述如虎添翼。如今, 油藏描述深入到油气藏研究的方方面面, 本书在前人研究及笔者十余年从事油藏描述教学和科研实践工作的基础上, 以储集体非均质研究为核心, 以方法论为主线, 将国内外近年来油藏描述的最新研究原理和方法加以系统化、理论化, 建立了不同勘探开发阶段油藏描述新理论、新方法体系, 并编写此书与广大石油科技工作者共享, 籍此推动油藏描述进一步完善和发展。

## 一、油藏描述内涵

目前国内外学者对油藏描述内涵的理解并不完全一致, 简单地说, 油藏描述是一种油气藏研究的思维模式或是一套油气藏研究与表征的方法论体系, 是综合利用地质、物探、测井及生产测试、油田生产动态等多方面信息, 以油藏开发地质学、石油地质学、构造地质学、地层学、沉积学、地球物理学、渗流力学等多学科的理论为基础, 灵活运用层序地层学、测井地质学、地震地层学、地质统计学等多学科的方法技术, 以计算机为手段, 对油气藏进行多学科综合一体化、量化、可视化的描述、表征和预测的理论、方法和技术体系。

油藏描述就是综合利用一切能够反映地下油气藏非均质、动态演化特性的资料和信息, 运用所有可行和有效的方法技术和手段, 研究油气藏的构造面貌、储集体形态、储集体性能、储集体宏观微观空间分布、流体性质及演化、剩余油形成与分布, 揭示油气藏各种特征在开发过程中的动态演化及油气水在地下储集体中的运动规律, 阐明开发过程中油气藏参数的动态变化规律和演化机理, 建立储集体宏观、微观、渗流参数的动态地质模型和数学模型、预测模型, 为油气藏数值模拟提供可靠的基础数据, 为油气藏管理提供科学保障。该项技术不仅最大限度地发挥了各种资料的作用, 充分发挥各种技术手段的先进性, 为预测油气藏的产能、计算油气储量提供依据, 而且为改善油气藏开发效果、提高油气采收率提供决策依据。

油藏描述是连接勘探与开发的桥梁，已逐步渗透到油气藏勘探与开发的各个环节。油藏描述涉及多学科的专业知识，作为从事油气勘探与开发的地质学家、油藏工程师及油藏管理师们非常需要具备这种技能，这样他们才能对地下油气藏作出可靠、准确的判断和评价，从而将油气藏勘探与开发的危险降至最低，并使得效益最大化。

油藏描述采用系统论的思维模式，集中研究油气藏动态变化的过程及演化规律，而不是局限于其中的各个组成部分；研究和分析油气藏中各个部分的相互联系，而不是简单地把原因和结果联系起来；剖析油气藏动态演化的复杂性，而不是简单描述油气藏静态复杂性。这是一种思维方式和解决问题模式的转变，因此，在油藏描述中需重点研究揭示能反映油气藏不同部位、不同勘探开发阶段非均质性和演化规律的不同要素间的相互关系，揭示剩余油形成机理与分布规律，预测可动油的分布。

## 二、油藏描述发展历程

油藏描述自 20 世纪 70 年代兴起，经 20 世纪 80、90 年代蓬勃发展，进入 21 世纪以来，不断推陈出新、兴盛不衰，为油气勘探开发的深入发展发挥了巨大推动作用。但随着人类社会的不断进步和工业的快速发展，油气资源需求量不断扩大，而油气供给量和存储量严重不足，这就对油藏描述提出了更高、更严格的要求，使得油藏描述面临严重挑战，只有不断发展，才能克服诸多不足之处并使油藏描述持续地发挥巨大作用。

油藏描述最早由斯伦贝谢公司于 20 世纪 70 年代初提出，经近 30 年的发展，可分如下发展历程。

### 1. 诞生与缓慢发展阶段

该阶段从斯伦贝谢公司提出油藏描述方法至 20 世纪 80 年代中期，该时期油藏描述的内容较少，涉及的学科领域较窄，主要以测井技术为主体，基本停留在使用单一学科信息认识和研究油气藏，因此在井稀少的情况下，不能适应复杂储集体描述的要求。

### 2. 快速成熟与发展阶段

该阶段从 20 世纪 80 年代中期至 20 世纪 90 年代中期，随着石油科学技术的不断进步，在油气藏勘探开发难度日趋加大的情况下，为了更清楚地认识隐蔽型、复杂型油气藏，掌握油气藏基本特征和规律，从客观上要求石油科技工作者尽可能掌握油藏描述的理论和方法技术，从而更可靠地揭示油气藏的各种地质特征。与此同时，相关学科的新理论、新技术、新方法不断产生，如地震地层学的快速发展、层序地层学的诞生、相干技术的问世、核磁测井应用、成像测井技术的诞生、地质建模技术的日趋成熟、计算机技术的飞速发展等理论和技术，以及油气藏工程技术的革新、油气藏开发理论的完善等，为油藏描述注入了新的活力。因此，油藏描述迅速发展成为一项综合运用地质学、地球物理学、油藏工程等多学科理论和方法技术的方法体系，并在油气藏勘探开发的实际应用中显现出巨大的生命力。

### 3. 精细描述阶段

该阶段从 20 世纪 90 年代中期至 21 世纪之初，随着相关学科的方法理论逐渐完善并成熟，以及测试手段及水平不断提高，如层序地层学理论的完善、地质统计学理论的成熟等，使得油藏描述的技术手段越来越丰富，油藏描述的定量化程度、准确程度越来越高，研究尺度越来越细且分辨率越来越高，不但进行储集体宏观性质的描述，而且还描述和表征储集体微观特征，使油藏描述进入精细研究阶段。

### 4. 深化发展阶段

从 21 世纪之初开始，油藏描述进入了深化发展阶段，随着四维建模技术、仿真建模技

术等技术的发展及计算机软件水平的提高,使油气藏动态模型的建立和油气藏预测成为可能。随着科学技术水平的不断提高,油藏描述必将进一步发展深化。

### 三、油藏描述任务及主要内容

油藏描述在油气勘探与开发中具有特定地质任务,即是阐明油气藏的精细构造面貌、沉积体系与沉积相的类型与分布规律、储集体的空间展布,描述储集体参数分布规律及演化特征、储集体非均质性、油气藏的流体性质和分布规律,建立油气藏地质模型,计算油气储量和进行油气藏综合评价,研究开发过程中油气藏基本参数的演化特征和规律,并为油气藏数值模拟提供基本数据和地质体模型。油藏描述的主要内容可用油藏描述的流程图来体现(图1)。

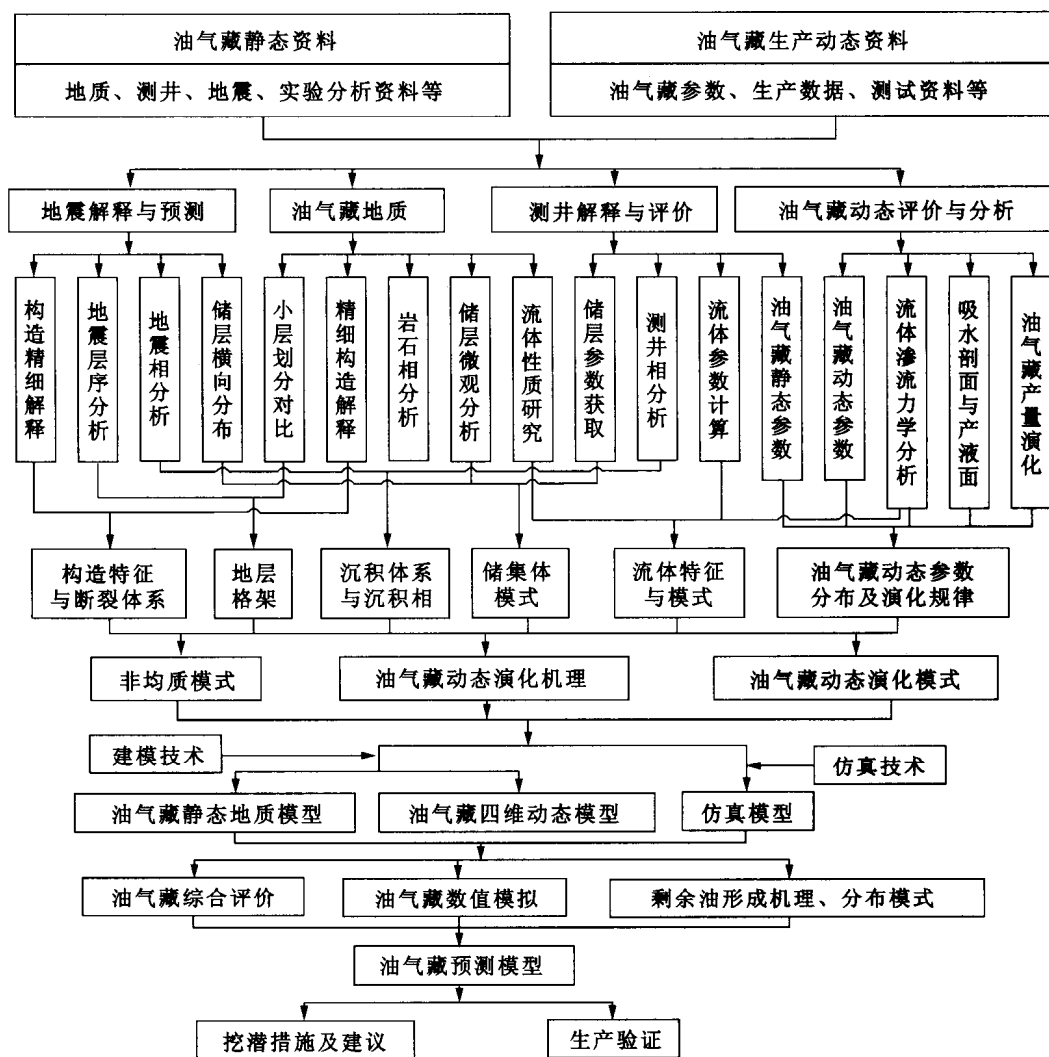


图1 油藏描述的主要研究内容及流程

油藏描述的研究内容不是一成不变的,随油气藏类型的不同、油气藏所处勘探开发阶段的差异及研究任务和资料占有程度的差异而存在明显区别。油藏描述是对油气藏各种特征进

行描述、表征乃至预测，因此，不管油气藏的类型如何，无论所处勘探开发阶段，油藏描述都存在共同的研究内容，即对油气藏地质进行深入研究、分析和评价，这是油藏描述的基础，也是油藏描述的目的之所在。

#### 四、油藏描述特色

传统的油藏地质研究的工作内容是时序性的，即地质学家、地球物理学家和油藏工程师几乎都是独立工作，仅依靠交换研究成果而不进行反馈，这样即使各学科的专业人员提交的是与其自身专业经验和时间要求相应的最佳研究成果，但由于各学科都确定本专业的目标，彼此间有区别，使得各学科的研究成果往往并不能使得总体目标达到最有效的成果。油藏描述要求通过各学科间的反馈来验证正在进行的工作是否有效，因此与其他学科相比，油藏描述具有以下特色。

##### 1. 层次性

从油气藏一经发现（即第一口发现井开始）直到油气藏开发枯竭的全过程中自然形成侧重点不同的勘探开发阶段，各阶段由于占有资料基础的多寡、对地质背景和地质规律认识程度的深浅程度以及研究成果精度的高低程度等诸多方面存在明显差异，造成了在不同勘探开发阶段油藏描述的重点、方法技术和成果精度等存在显著不同，因此必须多次分阶段、分层次地进行油藏描述的研究工作，使得油藏描述具有稳步发展、逐步深化的特征。

尽管目前大多数学者普遍认为油藏描述具有层次性、阶段性特征，但不同学者对油藏描述层次的划分存在分歧，笔者认为，大致可分为三个层次。

**初期油藏描述：**该层次对应于油气藏勘探阶段及油气藏开发评价阶段。主要资料为地震资料、区域地质资料、探井和少量评价井资料，油藏描述的主要任务是以沉积学、构造地质学等学科的理论为基础，落实构造形态、圈闭产状，研究油气水系统，确定油气藏类型，掌握沉积体系和沉积相空间分布，预测储层参数的分布，计算探明储量并建立地质概念模型。受资料等因素的限制，该阶段研究成果的精度相对较低，主要揭示油气藏内部结构和油气分布，指导勘探部署、提高勘探程度。

**油藏静态描述：**该层次对应于开发方案设计阶段、方案实施阶段和开发方案调整阶段。在前阶段资料的基础上，增加了大量开发井资料、三维地震资料及生产动态资料，油藏描述的主要任务是以沉积学、储层地质学等学科的理论为指导，核实构造形态和油气水分布，确定沉积微相和单砂体几何形态，预测储集体参数的空间展布，落实储量并建立油气藏静态模型。该阶段资料丰富，研究成果的精度较高，主要揭示储集体非均质性，对油气藏进行综合评价，指导方案实施和开发部署调整。

**油藏动态描述：**该层次对应于开发方案调整及三次采油开发阶段。该阶段拥有大量井资料及生产数据、测试资料，油藏描述的主要任务是综合所有静、动态资料，进行微型构造、沉积微相精细研究，分析储集体各方面特征和性质在开发过程中的动态演化，搞清剩余油宏观、微观分布规律和控制因素，建立油气藏预测模型。该阶段资料充足，研究成果符合地质规律和油田生产实际，主要揭示剩余油分布规律，并为油气藏数值模拟提供所有基础数据，指导三次采油。

##### 2. 系统性

油藏描述是一项复杂的、综合的方法论体系，可将油气藏完整系统看成是构造、储集体、流体等各种油气藏属性组成的有机整体。只有运用系统的观点进行油藏描述，才能充分了解并掌握储集体的几何形态及岩石物理参数的空间分布，建立精细的油藏非均质模型，并

提出合理有效的勘探开发建议。

### 3. 综合性

油气藏本身是一个多种因素联合控制的地质体，因此必须以有限的资料、用各种方法、从多个角度去认识和研究油气藏的非均质特征及演化规律，因此油藏描述是一套多学科综合、协同攻关的方法技术体系，不仅需要把地质、地球物理、油藏工程、数学等多学科理论和方法有效地综合，作出高水平的、符合地下地质实际情况的油藏描述的研究成果，为油气藏开发和剩余油挖潜打下坚实基础；更需要从事油藏描述的科技人员具备地质、地球物理、油藏工程等多学科知识结构和坚实专业理论基础，因此必须是复合型人才才能胜任油藏描述工作。

### 4. 复杂性

地下油气藏是一个复杂的、非均质的、动态演化的岩石—流体系统，并且随着勘探开发的进展，油气藏的复杂程度不断增加；同时油藏描述的内容和方法是多种多样的，由于油气藏的类型不同、油气藏所处的勘探开发阶段不同、油气藏开发方式的差异以及占有资料的多少、认识的深浅程度不一和研究任务与目标的不同，油藏描述的研究内容和研究方法也存在差别，因此，油藏描述是一项复杂的高新科技系统工程。

### 5. 准确性

准确性即为测量结果与实际情况的符合程度。油藏描述是一个多学科理论和知识综合应用的领域，这些学科从不同角度、不同方面提供资料 and 知识，这些资料的获取方式不同（直接、间接），观察尺度各异（薄片资料可达微米级，地震资料却在几十米），分辨率相差悬殊（有岩心分析的微观资料，也有地震勘探所提供的低分辨率的间接宏观资料），可靠程度亦各不一样，表达方式迥异（数字化、定性描述）。必须把这些形形色色的资料统一在油藏描述所建立的定量地质模型中，并使它能够准确地反映出储集体的空间结构信息及油气藏动态演化特征。

### 6. 预测性

油藏描述不仅是在资料充足的条件下准确描述地下油气藏的各种特征，更重要的是利用少数资料较准确地预测在开发过程中地下油气藏的各种特性的动态演化，指导开发调整，提高采收率。

## 五、油藏描述发展趋势

油藏描述是一个多学科理论和知识综合应用的领域，这些学科从不同角度、不同方面提供资料 and 知识。如何把这些各种各样的资料统一在定量油气藏地质模型中，并使它能够较准确地反映出储集体的空间结构信息，这是石油地质学家和石油工程师们早就向往和孜孜以求的。

油藏描述技术已日趋成熟和完善，但在许多方面面临着挑战。主要表现在如下几个方面。

### 1. 信息资料综合化

油藏描述的目标之一是正确地将所有的信息综合于一个前后连贯的油气藏地质模型之中，这就意味着将油气藏不同部位分析或解释获得的不同来源的各种数据有机地结合并充分地综合利用起来，这是目前油藏描述面临的重大难题和挑战。譬如如何将丰富的低分辨率的地震资料与高分辨率的测井、岩心分析资料结合起来综合使用。

## 2. 方法技术耦合化

油藏描述是一套方法论体系，涉及并使用相关学科的不同方法技术研究和认识地下油气藏，这些方法技术的适用范围和使用条件不同，如何将这些方法综合使用（即各种方法的耦合问题）是油藏描述面临的又一挑战。如模拟退火建模方法需要其他方法为其准备初始实现，从而减少建模计算时间和改善建模效果。

## 3. 地质模型数字化

一方面如何把已知的地质概念结合到建模过程中，并考虑沉积相（或岩相）的相互关系，做到定性定量相结合，这是所有石油科技工作者梦寐以求的。另一方面大多数研究中，油田产能特征等动态信息是用来检测静态描述地质模型的精度，而很少用动态信息去优化模型。而真正的数字化地质模型应更好地使用动态信息而且应直接参与建模，这就要求建立一个既适用于静态也适应于油气藏动态条件的数字化的地质模型，这是油藏描述面临的巨大挑战。

## 4. 静动态描述一体化

油藏描述的目的在于解决特定的地质任务并研究油气藏开发中各种特征和参数的动态演化，因此油藏描述中，相当多的资料可在油气藏静态、动态研究间相互交换，必须考虑尽可能地保持所有不同阶段的油藏描述同时展开，才能最大程度地发挥油藏描述的优势。只有将静态与动态充分结合起来，油藏描述的优越性才能充分发挥起来。

问题总是存在的，但新生事物的发展是最具生命力的。油藏描述是一个典型的涉及多学科的方法论体系，充分做好油藏描述，对我国陆相油气藏的研究既有理论意义，又具有巨大的潜在经济价值和重要的实践意义。需要多学科研究人员协同攻关，从而形成具有中国特色的油藏描述研究体系。

# 第一章 油藏静态描述的原理和方法

油藏静态描述是目前油藏描述的主流,受资料丰富程度、对地下地质体的认识程度及技术手段和研究方法等因素的限制,目前国内外学者和研究机构所进行的大多数油藏描述属静态描述的范围。油藏静态描述的研究范围包括从发现油气藏到油气藏开发全过程的油气藏地质研究,不少学者对之进行了深入细致的研究和分析并出版了大量论文和专著。本章主要阐述油藏静态描述的主要内容,油藏静态描述的原理和方法,讨论油藏静态描述的局限性及其面临的挑战并提出相应的对策。

## 第一节 油藏静态描述内涵

油藏静态描述是油气藏地质研究的基础,油藏静态描述的首要目的是弄清楚油气藏地质规律和控制因素,为油气藏开发提供科学依据。

油藏静态描述就是综合应用地质、测井、地震及实验分析等资料,研究油气藏的构造面貌、储集体的几何形态、岩性岩相的类型和分布、储集体微观特征、流体性质与分布规律,定量描述储集体参数的空间分布,评价储集体非均质性,建立油气藏静态地质模型,进行油气藏综合评价,为油气藏开发提供可靠的地质参数和依据。油藏静态描述的主要研究内容及流程可用图 1—1 描述。

油藏静态描述以进行深入细致的小层精细划分与对比、核实并确定各种低级序构造形态和构造类型、详细分析和评价储集体非均质性、建立油气藏精细地质模型为重点,从岩心分析、关键井研究出发,对目的层段进行单砂体划分,进行构造精细解释,研究储集体空间展布,利用测井多井处理与解释研究储集体参数的分布规律及参数间的相互关系,评价储集体非均质性,分析储集体中流体性质和分布规律,建立油气藏静态地质模型,计算油气储量并对油气藏进行综合评价。

油藏静态描述的核心是对储集体非均质性进行研究和评价,通过对储集体的岩性、物性和含油性等进行深入细致的描述,揭示储集体空间展布和连通程度,研究储集体参数的空间分布非均质性,揭示流体在储集体中的运动规律和演化规律,为合理划分开发层系、预测产能与生产动态及改善开发效果提供地质依据和保障。

## 第二节 油藏静态描述的基本原理与研究内容

油藏静态描述的研究内容极为丰富,建立精细的非均质模型是其中的核心内容,主要研究内容包括以下几方面。

### 一、地层精细划分与对比

地层划分与对比是地质工作的基础,也是油藏描述最基础的工作之一,其目的是建立地层格架、明确地层接触关系、了解地层纵横向变化、确定油田范围内统一的地层划分与对比方案。地层划分与对比是相辅相成、不可分割的整体。只有根据地质规律划分地层并建立正

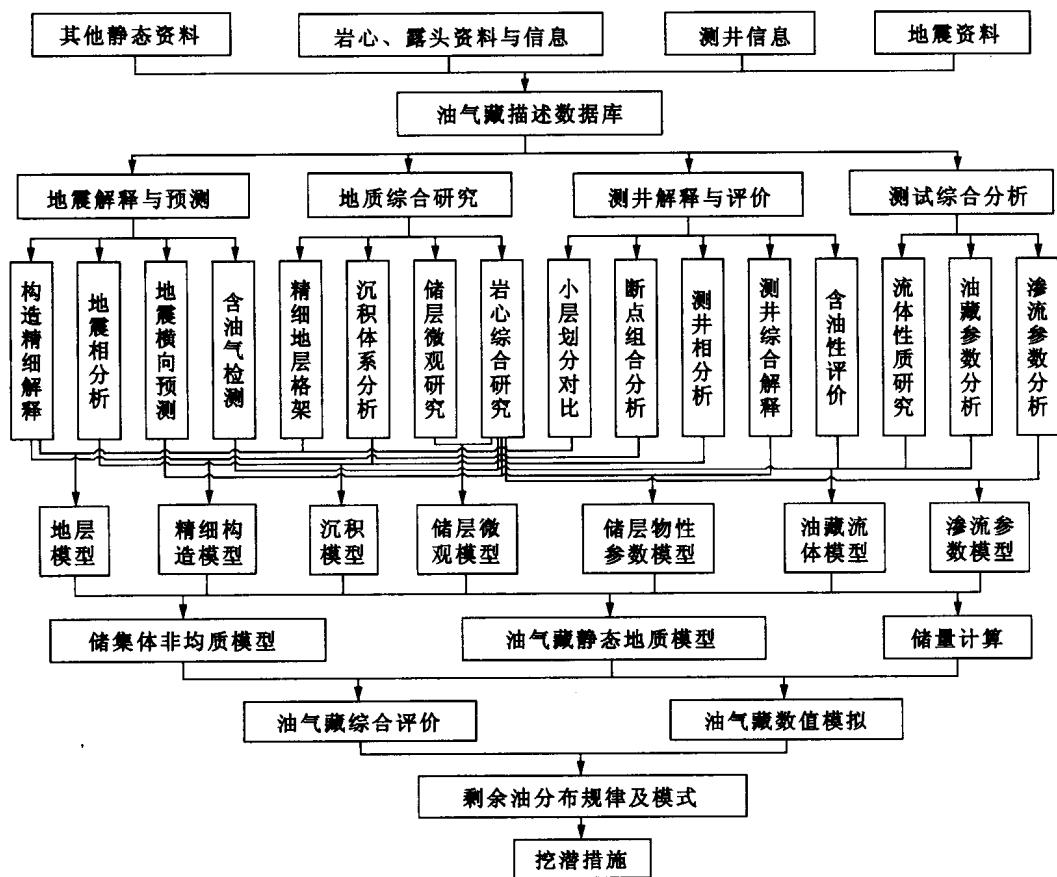


图 1—1 油藏静态描述的研究流程

确的等时对比，才能建立合理的地层格架，揭示储集体非均质性，指导油气田合理开发。

对一个地区或油气田而言，大的地层界限一般不难划分也较易对比，但砂层组、时间单元等更小级别的地层的划分与对比常较为困难，因此地层精细划分与对比是油藏描述的首要研究内容。

地层精细划分与对比的总体思路是从岩心资料入手，建立储集体岩石特征与测井曲线特征之间的对应关系，结合地震、钻井及生产测试等多方面的资料，在沉积理论、沉积模式的指导下，根据测井曲线特征，按照不同的地层划分与对比模式精细划分对比每口井不同级序地层单元界限。地层精细划分与对比的结果合理与否既可用各地层单元的空间分布特征与沉积模式的一致性来判断，也可用测试资料和生产动态资料来检验。地层划分与对比的精细程度决定了油藏描述的精细程度，地层精细划分与对比的研究流程及主要研究内容可用图 1—2 表示。

#### 1. 地层划分对比方法

根据不同的层组划分和对比标志产生了不同的地层划分对比方法。

##### 1) 岩石学方法

以岩石或岩性特征作为地层划分对比标志的一系列方法，其划分单元为岩石地层单元。该方法的理论依据是沉积环境的改变及成岩作用的差异必然导致岩石特征发生变化，因此岩



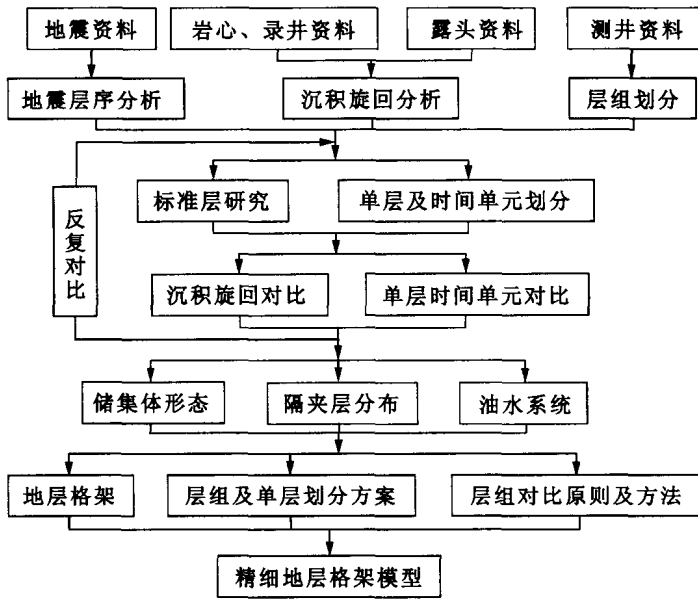


图 1—2 地层格架与层组划分对比流程图

石特征可作为地层划分对比的标志。该方法的主要标志有砂泥岩的颜色、成分、结构、沉积构造、胶结类型等及火山灰层、鲕粒层、煤层、蒸发岩层等部分特殊的岩层。

使用岩石学方法进行地层划分与对比应当寻找岩性突出、分布广泛、厚度稳定的岩层作为标准层。该方法在小区域范围内划分地层效果较好且简便快捷，但该方法划分的地层单元只表明形成条件相似，往往不一定是同一时期沉积的，即不具等时性，不便于研究储集体的空间连通性，对油气藏开发而言，有时不能满足要求。岩石学方法进行地层划分对比所使用的方法主要有沉积旋回法、矿物组成法等，其中沉积旋回法应用最广。沉积旋回是指剖面中相似岩石有规律重复出现的现象，它是因地壳周期性升降所引起的。当地壳下降，盆地水体加深，形成岩性下粗上细的沉积层序（即正旋回），反之，形成下细上粗的沉积层序（即反旋回）。在小范围内可根据旋回类型进行层组划分对比，而对较大范围可根据旋回组合进行层组划分对比。

### 2) 生物化石法

以动、植物化石或化石群作为地层划分对比标志的一系列方法，其划分单元为生物地层单元。该方法的理论基础是生物发展演化是不可逆的且具有阶段性，即某一特定地质时期所形成的岩层中只存在特定的动、植物化石或化石组合，且受地域限制。该方法是勘探开发初期地层划分与对比主要采用的方法，是勘探阶段地区统层的主要依据。该方法使用的主要标志是特征性的动、植物化石或化石群。

生物化石法可分标准化石法和生物群法两种，标准化石是指化石分布范围广、数量多、易于发现且限于特定地层，是特定地质时代的产物。生物群法主要考虑生物组合的一致性或相似性。在实际应用中应考虑两种方法综合应用。生物化石法在地层尖灭或相变的地区不适用。

### 3) 地球物理法

以地下岩石的电性、磁性、地震波传播特征及流体的物理特征等间接标志作为地层划分