



中国油藏管理技术手册

油藏描述

裘怿楠 陈子琪 主编



石油工业出版社

登录号	101725
分类号	TE3-62
种次号	005-1

中国油藏管理技术手册

油 藏 描 述

裘怿楠 陈子琪 主编



石油工业出版社

内 容 提 要

本手册以我国 40 多年来油藏描述实践经验为基础,结合近年来国内外有关技术的发展归纳总结提炼后,系统地论述了对一个油气藏进行油藏描述应涉及的内容、操作步骤和具体的工作方法。从构造、流体和储层各级规模非均质性的描述,到油藏地质模型的建立,都分别进行了详细的介绍。特别是针对我国石油地质特点,突出了陆相储层和复杂断块油藏的描述方法。手册中附有大量的图例,表式和常用公式,可供实际操作时参考。

本手册有很强的可操作性,可供从事油藏描述实际工作的科研人员使用,也可作为石油大专院校有关专业的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国油藏管理技术手册:油藏描述/裘怿楠,陈子琪主编.
北京:石油工业出版社,1996.9.

ISBN 7-5021-1605-2

I. 中…

II. ①裘…②陈…

III. ①油藏-技术管理-中国-手册

IV. ①P618.13-62②P618.130

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 19477 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)
石油工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开 11 $\frac{1}{8}$ 印张 290 千字 印 1-3000
1996 年 9 月北京第 1 版 1996 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1605-2/TE·1369

定价: 19.00 元

序 言

《中国油藏管理技术手册》是油藏开发管理的一套重要书籍，这套手册的出版发行对于改善油藏经营管理、提高油田开发水平具有十分重要的意义。

“油藏经营管理”(Reservoir Management)在国外是70年代兴起的，主要强调地质与工程多种专业的协同，搞好油藏的整体开发和优化经营。“油藏管理”是指对油藏的整体经营管理，具体内容包括科学地认识油藏，对油藏进行定量化的描述，了解油藏的特性，并进行油藏评价和开发可行性研究，制定出油藏的最佳开发方案，即用较少的投入得到最大的经济效益和较高的油藏最终采收率。油藏经营管理也包括油(气)投入开发后的科学管理，包括油藏动态分析、监测和开发调整以及开发方式转变，如由一次开采转入注水开发，再由注水开发(二次开采)进入三次采油。由此可见，油藏管理技术的内容十分广泛，这次我们重点选择编写以下八个分册，分别出版：

- 第一分册 油藏描述
- 第二分册 油藏物理实验技术
- 第三分册 油藏工程设计
- 第四分册 油藏动态监测和开发分析
- 第五分册 油藏数值模拟
- 第六分册 三次采油技术
- 第七分册 稠油热采技术
- 第八分册 油田开发经济评价

本套手册的编制强调科学性和实用性，着重介绍技术方法的应用，系统地总结了我国油田多年来油藏经营管理的经验，吸取了最新国外油田的开发技术，具有权威性和法规性。本手册的出

版为我国油田开发的广大工程技术人员、科研设计人员，特别是油藏工程技术人员提供了一套得心应手的工具书。

宣 介

中国石油天然气总公司

开发生产局

1995年8月

《中国油藏管理技术手册》

编委会名单

主任 王乃举

副主任 周成勋

编委 王乃举 周成勋 潘兴国 崔耀南

吕德本 叶敬东 张卫国

前 言

石油工业出版社

本书为《中国油藏管理技术手册》中的一册，是以油矿现场技术人员为对象，供他们在进行油藏描述工作时参考应用，突出可操作性。

近年来，油藏描述已发展为一门多学科综合操作的应用技术，由于它是以地质学为理论基础，现场实际工作中是以开发地质人员为主体，所以本手册在内容的取舍上则更侧重于适应组织多学科进行油藏描述的开发地质人员的需求。

油藏描述的主要任务是描述油气藏的原始地质特征，即“静态”特征。依赖大量静态资料的录取。油气藏开发过程中表现出来的各种动态现象，也是认识油气藏原始地质特征的重要信息，而这些信息的取得和应用属于油藏动态监测和分析技术范畴，另有专门手册，本手册没有涉及。

油藏描述技术还在不断发展，人们还在探索一些新的技术，如储层地震如何提高分辨率，地质统计及随机建模技术等，高分辨率层序地层学的应用等等；本手册暂时没有涉及这些正在探索的新技术，而以业已成熟，可在实际工作中操作应用的技术为主，而且绝大部分是我国油田大量实践证明行之有效的技术和方法。

本手册编写小组由裘怿楠、陈子琪、樊哲仁、李幼琼、张学汝、李伯虎组成。参加工作提供原始素材的有：李薇、刘建中、黄石岩、吴蕾、马文杰、张学汝、牛仲仁、王玉珑、陆尧华、王玉娥、周联华、陈元春、杨景琦、侯振文、杨会贤、张吉昌、金肇模、田东辉、段培芬、姜德全、刘春林、刘沛文、刘传平、高颜楼。除第五章碳酸盐储层由樊哲仁统稿外，其余各章皆由裘怿楠、陈子琪统稿完成。本书的图件清绘是由赵云及辽河油田勘探开发研究院制图印刷厂完成的。

编写工作一直是在编委会直接领导和关心下进行的，特别是崔耀南教授做了很多具体的组织工作和技术指导；编写过程中还得到以薛叔浩教授为首的储层研究协调小组的大力支持，在此向他们表示衷心的感谢。

.....	第一章	总论
.....	第二章	储层地质学基础
.....	第三章	储层地质学
.....	第四章	储层地质学
.....	第五章	储层地质学
.....	第六章	储层地质学
.....	第七章	储层地质学
.....	第八章	储层地质学
.....	第九章	储层地质学
.....	第十章	储层地质学
.....	第十一章	储层地质学
.....	第十二章	储层地质学
.....	第十三章	储层地质学
.....	第十四章	储层地质学
.....	第十五章	储层地质学
.....	第十六章	储层地质学
.....	第十七章	储层地质学
.....	第十八章	储层地质学
.....	第十九章	储层地质学
.....	第二十章	储层地质学
.....	第二十一章	储层地质学
.....	第二十二章	储层地质学
.....	第二十三章	储层地质学
.....	第二十四章	储层地质学
.....	第二十五章	储层地质学
.....	第二十六章	储层地质学
.....	第二十七章	储层地质学
.....	第二十八章	储层地质学
.....	第二十九章	储层地质学
.....	第三十章	储层地质学

目 录

第一章 总论	(1)
第二章 基础资料收集	(4)
第一节 岩心资料	(4)
第二节 测井资料	(7)
第三节 开发地震资料	(11)
第四节 测试资料	(13)
第三章 油藏构造描述	(15)
第一节 构造	(15)
第二节 裂缝	(37)
第三节 地应力	(59)
第四章 碎屑岩储层描述	(66)
第一节 层组划分和对比	(66)
第二节 沉积相及成岩史	(89)
第三节 测井解释	(134)
第四节 微观孔隙结构	(157)
第五节 基础岩性、物性	(172)
第六节 层内非均质性	(184)
第七节 砂体连续性与平面非均质性	(192)
第八节 层间非均质性	(196)
第九节 隔层	(197)
第十节 储层描述成果	(203)
第十一节 储层综合评价及分类	(211)
第五章 碳酸盐岩储层描述	(216)
第一节 沉积相及成岩史	(216)
第二节 储集空间类型及控制因素	(241)

第三节	孔隙	.....	(249)
第四节	裂缝	.....	(254)
第五节	溶洞	.....	(254)
第六节	储集空间体系	.....	(261)
第七节	储层参数评价	.....	(265)
第六章	油气水系统	.....	(277)
第一节	流体界面的确定	.....	(277)
第二节	油藏含油气面积	.....	(287)
第三节	油、气、水性质	.....	(291)
第四节	压力系统	.....	(298)
第七章	特殊类型油藏描述	.....	(307)
第一节	变质岩储层	.....	(307)
第二节	火山岩储层	.....	(312)
第三节	稠油油藏	.....	(317)
第八章	油藏类型	.....	(322)
第九章	油藏地质模型	.....	(326)
第一节	概述	.....	(326)
第二节	随机建模	.....	(330)
第三节	三维地质模型显示系统	.....	(334)
第十章	不同开发阶段对油藏描述的要求	.....	(336)
第一节	油藏评价阶段	.....	(336)
第二节	开发设计阶段	.....	(339)
第三节	方案实施阶段	.....	(341)
第四节	管理调整阶段	.....	(342)

第一章

总 论

油藏描述是指一个油（气）藏发现后，对其开发地质特征所进行全面的综合描述，其目的是为合理开发这一油（气）藏制定开发战略和技术措施提供必要的和可靠的地质依据。

油（气）藏开发地质特征系指控制和影响油（气）藏内流体储存和流动，从而影响开发过程的各种油（气）藏地质属性。

油（气）藏开发地质特征以储层为核心，可以归纳为三个主要部分：

储层的构造和建筑格架；

储层物性的空间分布；

储层内流体分布及其性质。

一、储层的构造和建筑格架

储层由一个或很多个储集体构成，以一定的构造形态存在于地下。通过储集体的各种形式的几何形态、规模大小、侧向连接和垂向叠加等建筑结构（Architexture）条件，以及构造形态、断层、裂缝等构造条件，在地下构成了一个或许多个可供油气及其它流体在其内部储存和连续流动的连通体。这些连通体之间由不渗透的非储层和其它遮挡因素所隔开。圈定这一复杂的连通体的外部边界，描述其几何形态和产状，即储层建筑格架的描述，是油藏描述的第一个内容。

二、储层物性的空间分布

储层物性反映储层的质量。从宏观的储集体到微观的孔隙结构，储层各个级次的物性参数在空间上都有不同程度的变化，储层内部还存在各种不连续的隔挡，这些构成了储层复杂的非均质性和各向异性，极大地影响着油（气）藏的开发效果。储层物性

的空间分布和变化，可按不同级次或不同规模的非均质性进行描述，是油藏描述的第二个内容。

三、储层内流体分布及其性质

储层内储存一定量的烃类才能构成油（气）藏，油（气）藏内一般存在油、气、水三种流体，以一定的相态、产状、相互接触关系和储藏量共生于油（气）藏内^①。这些内容属于储层内流体分布的描述。由于地质历史中油（气）生成、运移、储存和埋藏条件的千差万别，不同油（气）藏之间和一个油（气）藏内不同部位流体性质可以有很大差别。储层内流体空间分布和流体性质及其空间变化也极大地影响着开发过程，是油藏描述的第三个内容。

与油（气）藏共存的上下，周围地层的某些地质属性也会影响该油（气）藏的开发决策和措施。如易漏、易喷、易垮塌、易腐蚀、易膨胀等特殊地层的存在，如区域的压力场，温度场，地应力场等物理场的状况等。都应属于油藏描述的附属内容。

现代油藏开发管理以油藏描述与油藏模拟为两大支柱，一些石油公司实际工作中把油藏描述扩大为油藏模拟所需的全部初始化输入内容，如包括反映驱替机理的各种特殊参数等，统称为油藏表征（Reservoir characterization）。体现了开发地质、开发地球物理、油藏工程的协同和相互渗透，是80年代后期兴起的油藏描述的新动向。

根据本丛书的统一分工，本手册仍以描述油藏原始静态开发地质特征为主要内容，即上述三大部分，暂不涉及本段提到的内容。

现代油藏描述以建立定量的三维油藏地质模型为最终目标。这是计算机技术在油藏描述本身中广泛应用的结果，也是提高油藏模拟和开采动态预测精度的要求。发展各类油（气）藏的建模技术，计算机处理和显示技术，已成为当代油藏描述的主要攻关

^① 对于以储存固体沥青为主的油藏，不属于本手册讨论的内容。

内容之一。

油藏描述是随着油（气）藏开发阶段的推移而渐进的。不同开发阶段，开发决策的内容和目标不同，可用的资料信息的质量、数量以及对油（气）藏所能控制的程度不同，所以油藏描述要求描述内容的重点和精细程度也就会很不相同。进行油藏描述时，开发地质人员必须首先明确：描述对象处在什么开发阶段，开发决策和开发技术方案所要依据的重点开发地质特征，以及定量描述的要求精度范围。总的来说，随着油（气）藏开发程度的提高和深入，开发阶段的向前推移，油藏描述总是逐步由宏观向微观方向发展，由定性向定量方向发展。

油藏描述必须建立在齐全准确的资料基础上。主要有四大类：岩心、岩屑等各种录井资料及其分析鉴定数据；开发地震及其各种处理成果；测井及其各种解释成果；试油试井及各种测试资料。各项资料在油藏描述中各有优势和不足，但有相互补充，相互验证和综合提高的作用。不同开发阶段，根据描述对象的开发地质特点，油藏描述的重点内容和精细程度，部署好录取各类基础资料的内容、手段、方法和数量，是保证搞好油藏描述的前提。录取基础资料必须遵循必要，可用和经济的原则。

第二章

基础资料收集

油藏描述的第一步，就是收集好各种反映油藏开发地质特征的原始资料信息。油藏描述就是通过对这些基础资料信息的去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里的综合分析，逐步上升提高，最后得出对油藏开发地质特征的全面整体的认识，完成油藏描述的任务。油藏描述的成败，首先决定于基础资料是否齐全、准确。

油藏描述的基础资料主要有四大类：地震、岩心、测井和测试资料。它们从各个侧面反映油藏特征，各有优势和不足，通过取长补短，互相补充，互相印证，最后熔合成一体，实现油藏描述的目的。一般来说，这四大类基础资料缺一不可，只是各开发阶段，根据油藏描述不同任务，目的、有所侧重而已。

第一节 岩心资料

一、概述

(1) 岩心是认识油藏，特别是储层，最直接的地质信息，它是评价储层岩性、物性、含油性最直接的第一性资料，也是进行沉积史、成岩史、孔隙（包括裂隙，洞隙）演化史、热演化史研究必具的物质基础，是刻度测井进而刻度地震处理解释的客观依据。因此岩心是进行油藏描述必不可少的最基础的资料。

(2) 从岩心中录取的油藏地质信息可分两大部分。一是从岩心中直接观察描述得到的各种地质现象，这一资料录取工作统称岩心观察描述。二是从岩心中采取岩样在实验室内进行各种分析鉴定录取的各种地质数据信息，这一资料录取工作统称岩心分析

鉴定。

(3) 根据取心的地质目的及特殊分析要求，钻取岩心的工艺不同。除常规的水基泥浆取心和井壁取心外，还有油基泥浆取心，保护液密闭取心，压力密闭取心，橡皮岩心筒取心和定向取心等。

(4) 由于钻取岩心所需费用较高，任何油藏取心总是有限的。因此在油藏描述前，根据油藏地质特点、所处开发阶段、油藏描述的重点，部署设计好取心井位，取心层段，是保证取得齐全、准确的岩心资料的先决条件。这也是开发地质人员的一项重要任务。

(5) 同样由于实验室岩心分析鉴定费用较高，特别是一些应用高精尖仪器的项目，开发地质人员应设计好岩心分析鉴定项目及数量，做到必要和经济合理，达到齐全、准确和充分发挥作用的目的，切忌“愈多愈好”的懒汉作法。

二、岩心观察描述

(1) 油藏描述前，井场地质人员已进行详细岩心录井，包括岩心观察描述和常规取样，编制 1:50 或 1:100 比例尺的岩心录井综合柱状图，岩心描述纪录和连续照片，进行过岩心一测井曲线归位。油藏描述人员，仍应在此基础上进行系统的岩心观察描述工作，目的有两个，取得感性认识，补充井场录井的不足。

(2) 岩心观察描述内容包括以下几个大方面：

- ① 沉积现象；
- ② 对比标准层；
- ③ 油气水产状及流体性质；
- ④ 四性关系的感性描述；
- ⑤ 裂缝、断层、地层产状等构造现象。

具体内容见以下有关各章节。

三、岩心分析鉴定

(1) 油藏描述人员，在井场录井取样基础上，视油藏描述需要，一般要进行补充取样，增加取样密度及分析鉴定内容。

(2) 现行分析鉴定项目如下，具体内容及样品密度应视需要而定。

①岩石物性:

孔隙度: 常规有效孔隙度

不同岩压下孔隙度变化

岩石压缩系数

渗透率: 常规水平渗透率

水平、垂直渗透率比值

水平渗透率各向异性

流体饱和度

②岩矿鉴定:

矿物鉴定: 薄片

电子探针

阴极发光

粘土矿物鉴定: X 衍射

扫描电镜

粘度分析

③孔隙、喉道测定:

压汞毛管压力曲线

铸体薄片

扫描电镜——图像分析

④流体性质:

沥青抽提物: 总含烃量

热解色谱

全烃色谱

其他有机地化分析

地层水: 氯离子(含盐量)

荧光薄片

⑤粘土岩地球化学:

微量元素

氧化还原电位

其他地化分析

⑥古生物：

微古生物

大古生物

⑦渗流特征：

相渗透率曲线

润湿性

⑧其他特殊分析：

包裹体

CT 或核磁共振成像

X 透射

古地磁

全直径岩心分析

四、岩心资料整理

1. 深度校正

岩心描述及分析鉴定数据一般按深度自上而下进行编号排序，分项整理，首先进行深度校正，即指校正钻井取心深度与测井深度一致，把岩样归位于测井曲线。常用方法有：

(1) 自然伽马归位，对岩心按一定密度连续测自然伽马，与测井自然伽马曲线对比归位。

(2) 特殊岩层归位：以测井显示特殊的岩层对比归位，如砂、泥岩剖面中钙质层等（图 2.1）。

(3) 物性归位，以孔隙度，渗透率值连续剖面相对变化与测井曲线对比归位（图 2.1）。

2. 建立数据库

分井建库。

第二节 测井资料

一、概述

(1) 测井是现阶段油藏描述所依赖的最基本的手段。它纵向