

——一个中生代砂砾岩典型油藏剖析

油藏描述

开发早期

张博全 张敬华 王 潜 等著  
关振良 姚光庆 康秀发  
中国地质大学出版社

# 开 发 早 期 油 藏 描 述

——一个中生代砂砾岩典型油藏剖析

著 者

中国地质大学(武汉): 张博全 关振良 姚光庆 谢丛姣  
潘 琳  
科尔沁油田开发公司: 张敬华 王 潜 康秀发 赵济林  
刘东升 张崇刚 孙 岗

江苏工业学院图书馆  
藏书章

中国地质大学出版社

## 内 容 提 要

本书为我国中生界侏罗系九佛堂组砂砾岩油藏开发早期油藏描述的一个典型实例的剖析,同时也提供了以地质研究为主导、综合各种手段进行油藏描述的一个新思路。内容分油藏描述的思路、基础地质、储层、流体、能量与驱动等部分。目的是通过实例剖析阐明当前的热点——油藏描述,从而进一步开拓这项新技术的应用,更好地为找油勘探和油田开发服务。

本书可供从事油气田开发和勘探的地质工作者、科学研究人员和高等院校有关专业的教师、研究生以及高年级学生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

开发早期油藏描述——一个中生代砂砾岩典型油藏剖析/张博全等著. —武汉:中国地质大学出版社:1995.12

ISBN 7-5625-1023-7

I. 开…

II. 张…

III. ①油藏描述 ②开发早期

IV. TE3

---

出版发行 中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码·430074)

责任编辑 张晓红 责任校对 熊华珍

印 刷 中国地质大学出版社印刷厂

---

开本 787×1092 1/16 印张 10.25 字数 262 千字

1995年12月第1版 1995年12月第1次印刷 印数 1—300册

定价:12.00元

---

# 代 序

从发现油藏直到对其开发的全过程，是开发地质工作者对油藏不断进行描述、不断进行评价和不断加深认识的过程。要想开发好油气田，即获得较高的最终采收率和较高的经济效益，就必须制定适合油藏特点的开发部署。而合理开发部署的制定，必须依赖于大量的、齐全准确的第一性资料及通过这些资料对油藏进行的精细描述。而且，油藏开发的过程，也是油藏各种参数不断变化的过程。因此，对油藏描述不可能一次完成，必须跟踪描述，对油藏的开发部署也要立足于不断调整，才能达到预期的目的。

当前，在社会主义市场经济条件下，油藏的开发必须以经济效益为中心，力争做到少投入，多产出，尽快回收投资。因此，实现对油藏的早期描述、早期评价至关重要，即在资料比较少的情况下，初步判断不同油藏的特征，并确定对油藏调查研究的重点，用最少的评价并取得开发决策必要的资料，从而缩短油藏评价的时间。

本专著——《开发早期油藏描述——一个中生代砂砾岩典型油藏剖析》，由于已钻完大部分开发井，除早期评价油气藏外，还可以初步预测油田开发中的敏感问题，预防早期试采时犯不可改正的错误。同时还可以从宏观上预测油藏的开发动态，为比较早地研究合理的开采方式、采油工艺和地面集输流程创造条件。《开发早期油藏描述——一个中生代砂砾岩典型油藏剖析》一书的出版，必将为开发地质工作者进行开发早期油藏描述提供理论基础和具体方法，因而会受到广大开发地质工作者的欢迎！预祝此书早日出版问世。

刘决成

1995.8.9.

## 前 言

科尔沁油田包日温都背斜油藏位于内蒙古自治区赤峰市阿鲁科尔沁旗境内。大地构造处于开鲁盆地陆家堡西部凹陷（简称陆西凹陷）包日温都断裂构造带中部，两条东西向的主干断裂控制了该背斜的形成和空间展布，背斜本身又被包1断层所切割，形成包1半背斜（简称包1块）和包2断块两部分。包1块含油层主要有九佛堂组和阜新组，全分布在包1块半背斜上，包2断块储层由于处在油水界面以下，可能不含油。包日温都背斜油藏于1990年在包1井九佛堂组试油首获工业油流后，打开勘探的新局面，随后的勘探证实包日温都背斜油藏含工业油流，1992年下半年编制了包1块油藏开发方案，1993年投入实施，当年获油10万吨，并获得良好经济效益。

为了落实辽河油田石油勘探局外围盆地新建设区的产能计划，中国地质大学（武汉）石油系与辽河石油勘探局科尔沁油田开发公司经友好协商，于1993年9月正式签订了“科尔沁油田包日温都背斜油藏开发前期油藏描述”技术合同，并于同年中国地质大学（武汉）石油系派出教授、副教授、讲师、研究生等10余人投入该合同的实施工作。该合同于1994年7月完成，这期间完成的任务有：①根据钻井、测井和地震资料，对包1块156口井进行了地层的划分与对比，划分出24个小层、4个砂层组、2个开发层系，并对92口斜井进行曲线、井位校正，编制了油藏地层综合柱状图1张，小层对比图4张，油藏地质剖面图6张，小层数据表、井斜数据表各1册；②根据钻井、测井、地震和小层对比资料编制了包1块九佛堂组第一、二开发层系油层顶面构造图2张、构造发育史剖面图2张；③根据取芯井野外观察描述岩芯5口井，统计岩芯裂缝6口井，取样5口井，室内统计和处理地层倾角资料3口井，编制砂岩等厚图21张，小层微相图19张，非均质剖面图6张，非均质宏观平面图6张；④根据岩芯物性和测井资料，在获取各类信息约5万多个数据的基础上，建立了孔隙度、渗透率、束缚水饱和度和含油饱和度数学模型4个，编制了20个小层、4个砂层组、2个开发层系等孔隙度、等渗透率、等含油饱和度图各25张，各砂层组和开发层系的渗透率非均质参数图件计15张；⑤根据试油、试采资料编制了2个开发层系的原油密度、粘度等值线图各1张；⑥根据钻井、岩芯、物性分析资料和测井、试油、试采等资料，编制了油层有效厚度等值线图25张，并计算了包1块的探明储量；⑦根据以上各类图件制作需要，建立大型数据库2个，并进行了数以百万计的数据处理、计算、制图和打印；⑧在地层、构造、岩相、储层、流体等全面和综合研究的基础上，建立了包1块储层静态模型，此模型包括油藏构造、岩相、储层、储层孔隙体积和主要物性参数的计算预测数学模型5个部分，在静态模型基础上对包1块储层进行了综合评价；⑨在对包1块地质、构造、岩相、储层、流体、能量的研究基础上，提出了油田开发意见；⑩在研究期间补充测试样品计孔隙度108个、渗透率82个、碳酸盐含量26个、压汞48个、薄片（含鉴定）34个、铸体片（含鉴定）46个、图象分析18个、粘土矿物X-衍射定量分析48个、粘土矿物电子探针13个、水敏2个、速敏1个、盐敏2个、酸敏2个、油水和油气相渗透率4个、水驱油效率2个、吸附法润湿性2个、离心法润湿性4个、离心法毛细管压力曲线4个、破裂压力6个；⑪完成“科尔沁油田包日温都背斜油藏开发前期油藏描述”研究报告1份，内含插图83幅、附图81幅、表39张，计37万字。

1994年7月15日,科尔沁油田开发公司聘请有关专家组成9人的评审组,对该研究成果进行了评审验收。评审组认为:该项成果基础工作扎实,资料丰富齐全,论据充分,层次分明,图文并茂,是一份理论与实践、科研与生产相结合,并且具有实用价值的优秀报告。该报告已达到国内先进水平,对科尔沁油田开发具有重要的理论指导意义,建议出版,以利指导生产工作。鉴于当前油藏描述方兴未艾,有关油藏描述著作,特别是开发阶段的油藏描述著作如凤毛麟角,为了交流,特出版此专著,作为抛砖引玉之举。

本专著由张博全担任主编,执笔人:第一、八、九、十一章张博全、张敬华,第二章谢丛姣、孙岗,第三、十二章关振良、潘琳、刘东升、张崇刚,第四、七章姚光庆、潘琳、康秀发,第五、六、十章潘琳、王潜、赵济林。这本专著出版过程中自始至终得到辽河石油勘探局总地质师时庚戌关心和支持,并承他在百忙中代为作序,在此谨表示衷心感谢!

由于时间仓卒,作者水平所限,错误在所难免,希望读者不吝指教!

作者

1995.5.1

# 目 录

第一章 油藏描述的内容、方法、手段与思路.....	(1)
第一节 油藏描述的内容、方法、手段.....	(1)
第二节 油藏描述的思路.....	(4)
第二章 包日温都背斜油藏的油层对比与开发层系划分.....	(7)
第一节 地层层序.....	(7)
第二节 小层划分与对比.....	(7)
第三节 油层对比与油藏剖面 .....	(13)
第四节 开发层系的划分 .....	(16)
第三章 包日温都背斜油藏的构造特征 .....	(18)
第一节 包日温都背斜油藏区的构造特征及成因分析 .....	(18)
第二节 构造发展史 .....	(23)
第三节 构造与沉积相及油气的关系 .....	(25)
第四章 包日温都背斜油藏储层沉积特征 .....	(26)
第一节 砾质扇三角洲沉积体系的识别 .....	(26)
第二节 小层沉积微相分析 .....	(31)
第三节 小层沉积微相空间展布规律 .....	(35)
第五章 包日温都背斜油藏储层成岩作用与微观特征 .....	(41)
第一节 储层岩石学特征 .....	(41)
第二节 储层成岩作用 .....	(46)
第三节 孔隙类型与孔隙结构 .....	(51)
第四节 岩石体积模型的建立及评价 .....	(55)
第六章 包日温都背斜油藏储层主要物性特征 .....	(56)
第一节 数据预处理 .....	(56)
第二节 孔隙度数学模型的建立 .....	(57)
第三节 束缚水饱和度模型的建立 .....	(59)
第四节 渗透率模型的建立 .....	(62)
第五节 含油饱和度模型的建立 .....	(71)
第六节 储层基本物性特征 .....	(72)
第七章 包日温都背斜油藏宏观非均质性 .....	(76)
第一节 储层宏观非均质性的层次性及研究流程 .....	(76)
第二节 储集体宏观展布特征 .....	(76)
第三节 油藏内部隔、夹层的展布特征 .....	(83)
第四节 微相(岩石相)与储层质量的关系及宏观储层非均质模型 .....	(86)
第五节 储层渗透率参数的非均质性 .....	(88)

第八章 包日温都背斜油藏储层流体及能量 .....	(92)
第一节 油藏储层原油性质 .....	(92)
第二节 天然气与油层水性质 .....	(95)
第三节 油藏储层能量 .....	(96)
第九章 包日温都背斜油藏储层渗流特征 .....	(103)
第一节 油藏储层润湿性 .....	(103)
第二节 油藏储层毛细管压力 .....	(106)
第三节 油藏储层相渗透率 .....	(109)
第四节 油藏储层驱油效率 .....	(111)
第十章 包日温都背斜油藏储量计算 .....	(113)
第一节 储量计算方法及有效厚度下限值研究 .....	(113)
第二节 有效参数的确定 .....	(119)
第三节 储量计算的结果及评价 .....	(121)
第十一章 包日温都背斜油藏储层评价与油田开发 .....	(123)
第一节 油藏储层静态模型与储层评价 .....	(123)
第二节 油层保护与油田开发 .....	(125)
第十二章 包日温都背斜油藏描述中计算机技术的应用 .....	(132)
第一节 基础数据库的建立与应用 .....	(134)
第二节 斜井数据处理 .....	(142)
第三节 统计分析及物性预测 .....	(151)
第四节 计算机绘图 .....	(153)
主要参考文献 .....	(155)



# 第一章 油藏描述的内容、方法、手段与思路

储层描述与油藏描述在英文中两者都使用同一个术语，即 reservoir description。显然储层描述应为油藏描述的核心，但以油藏描述称之较为合适。油藏描述是 70 年代发展起来并用于油气勘探和开发各阶段的一项新技术，这项新技术自“七五”国家重点科技攻关期间引入我国以来，受到生产、科研单位领导、科技人员和管理人员的广泛重视。目前这项新技术已在生产实际中广泛应用，石油总公司对下属机构规定：凡上报储量的油田必须进行油藏描述，因此油藏描述已成为生产单位必须做的日常工作之一。由于这项新技术的采用，已使油田获得显著经济效益和社会效益，在指导油气勘探与开发方面已起到越来越大的作用。

油藏描述从字眼上是对油（气）藏进行定性、定量的表述，实际上它是对油（气）藏进行研究和全面评价的一项新技术。研究中是以地质学、构造学、沉积学、地下地质学、石油地质学、储层地质学、地震地层学、测井地质学以及油层物理学、渗流力学、数学地质学为理论指导，综合应用地质、地震、测井、试油、试采等手段和最大限度地应用计算机技术对油藏定性、定量地进行描述和评价的一项综合研究的新技术。其任务在于阐明油（气）藏地层格架、构造、沉积、成岩、储层孔隙结构、主要物性、非均质性、流体、能量、油层伤害等特征及其在三维空间的展布、油气储量和建立地质模型（概念模型、静态模型和预测模型），在此基础上进行综合评价和提出勘探开发意见。

## 第一节 油藏描述的内容、方法、手段

### 一、油藏描述内容

油藏描述的内容可分为 12 项（地层格架、构造、沉积、成岩、储层孔隙结构、储层物性、储层非均质性、流体、渗流特征、能量、油层伤害、油气水流动规律），归纳为 4 个部分（基础地质、储层、流体、流体运动）或两个“态”（静态与动态），见图 1-1。

#### （一）静态

##### 1. 基础地质

应用地面地质、钻井地质、实验室测试、地球物理、地球化探、测井、试油、试采和计算机手段，以地质为主导进行油田基本地质的综合研究工作。这些综合研究工作可细分为以下 4 个方面。

（1）地层格架 对于一个油田的基本地质工作，首先要研究该油田沉积了哪些时代的地层，地层层序如何。当然这一研究工作是在前人工作基础上完成的。通过地层对比，详细描述时还要进行小层对比，并作出对比图，建立典型对比剖面。为了表示地层（或小层）在一个油田范围内随构造、断裂变化而变化的情况，还要编制地质构造剖面图。

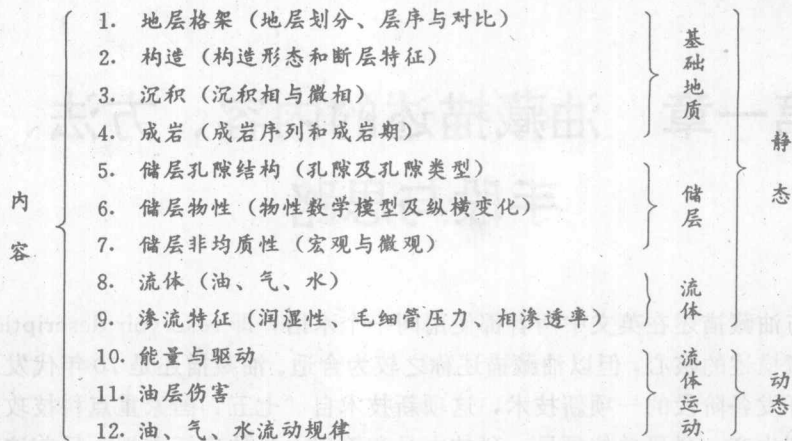


图 1-1 油藏描述内容简图

对于油层部分则需进行油层对比，其内容除比例尺放大，便于油层横向追踪外，特别要利用试油及有关表明油水层情况的测井资料，以便划分油水界面，建立油水剖面图。如考虑到油田构造，还应编制油藏构造剖面图。

在以上基础上，可以编制地层栅状图或油层栅状图，使人们对油田地层格架有一个三维立体的认识。对于投入开发的油藏还要划分出开发层组和开发层系。

(2) 构造 在描述中构造研究是一种相当于油田构造的小构造研究，目的是将油田构造(形态、幅度、产状、闭合高度、闭合面积)和断层(性质、断距、产状、封闭情况)特征搞清楚。这个工作在勘探阶段概略描述时，主要依靠地球物理(主要是地震)和少数钻井、测井资料；在开发阶段详细或精细描述时，则主要依靠钻井、测井资料，参考部分地震与试油、试采资料。最终编制出构造等高线图、构造横剖面图、构造发育史图。为了使构造具立体感，还可以编制立体构造图。

(3) 沉积相与微相 在描述中，沉积相研究有时是属于区域或盆地大沉积相的研究，有时则属于沉积亚相或沉积微相的研究。通过研究应该阐明油田沉积物源及其方向、沉积体系、沉积相模式，相应地编制出典型的沉积相剖面、沉积相(亚相)平面图或沉积微相平面图，最终建立沉积相三维立体模型。

(4) 成岩作用 描述中成岩作用研究主要应用显微薄片、铸体片、阴极射线、扫描电镜和结合其他资料阐明油田储层成岩作用、成岩顺序、成岩阶段和成岩相，特别是有利于储集油气的成岩期。

## 2. 储层

储层作为地质体的一部分，宏观上已在基础地质中进行研究。此处单列，是因为储层是油气储集的场所，是油气勘探和开发的对象。因此需要对它进行更详细和更深入的研究。其内容有：

(1) 储层岩石、填隙物及孔隙结构 首先应用显微镜、阴极射线、扫描电镜对储层岩石、矿物和孔隙特征进行深入、细致的研究，与此同时还应对某些矿物演变、孔隙类型和演化进行研究。而储层岩石填隙物特征，应用 X-衍射线、扫描电镜、电子探针和物、化测试来阐明油田储层孔隙填隙物(杂基与胶结物)类型、数量、产状。至于岩石的孔隙结构主要通过压汞资料和图象分析进行研究，主要阐明岩石孔喉大小、分布特征和有关参数，以及孔、喉比

值与孔、喉连通情况。

(2) 储层物性 储层物性主要有孔隙度、渗透率、饱和度，其研究方法有二：一是常规的实验测试，由于油田不能钻很多取芯井，而且岩芯收获率也不能达100%，因此是很局限的；另一是根据常规的实验测试与测井资料结合起来，建立起具有一定精度的数学模型，然后对油田进行纵向与横向研究，有时甚至在三维空间进行研究，从而阐明储层孔隙度、渗透率、饱和度的变化，有时还有泥质含量的变化，这对找油和油田开发均极具意义。

(3) 储层非均质性 储层非均质性研究有以下内容：一是储集体在三维空间展布（面积、厚度、横向连续性、纵向连通程度等）；二是油藏（储层）内隔、夹层的宏观展布特征（包括隔层厚度、分布和夹层、含油性、连续性等）；三是主要物性参数——渗透率的非均质性，并编制相应的图件。

## (二) 动态

### 1. 流体

(1) 流体性质 储层中流体性质主要是油气水性质。①原油：主要根据实验室测试资料阐明原油密度、粘度、胶质和沥青质在油田中的变化，并编出相应图件。②天然气：根据实验室测试资料了解天然气的相对密度、组成，特别是非烃成分如 $H_2S$ 、 $CO_2$ 、 $N$ 的含量。③油层水：根据实验室测试资料，了解油层水阴、阳离子类型、含量、水型、矿化度及pH值、Eh值等。

(2) 渗流特征 此处的渗流特征是一种静态特征，即储层岩石与地层流体（油、气、水）接触后，它的界面性质、渗流特性，如润湿性、毛细管压力与相渗透率、驱油效率等。

### 2. 流体运动

流体运动主要研究流体发生运动的动力、类型和外来流体侵入后对油层伤害及投入开发后，油、水运动规律。

(1) 能量与驱动 通过实验室的高压物性资料及试油、试采资料，阐明油田能量特征与大小，此外还要确定出油田驱动类型，为油田开发和改造提供依据。

(2) 油层伤害 油田自打井以来，就有外来流体侵入，其中尤其在油田开发阶段。由于外来流体一般不与油田油层中流体配伍，这就出现油层伤害，对油层伤害必须很好地进行研究，并提出可行的保护措施。

(3) 油、气、水流动规律 油田投入开发后，就要抓住和研究油、气、水流动规律以及保持油田合理开发的有关措施。

## 二、油藏描述阶段划分

油藏描述自盆地进入勘探后，直到开发整个阶段，可以说贯穿始终。下面列一简表来表示之。

阶段	{	勘探阶段——早期油藏描述（概略描述）建立概念模型
		前期开发阶段——中期油藏描述（详细描述）建立静态模型
		开发阶段——晚期油藏描述（精确描述）建立预测模型

### 1. 早期油藏描述

早期油藏描述是指勘探阶段所进行的油藏描述，这一阶段由于井少，第一性的、直接的

资料不多，多半是采用地球物理（主要是地震）和地球化探手段来进行的，因而只能对所发现油藏进行概略的描述，并粗略说明地层、构造、沉积相储层和含油情况（从少数井和地震资料中得出）以及油气储量（从地震资料中获得）。由于目前地震资料（即使是三维地震资料）精度都不太高，因而所得到的结果只能是近似的和概略的。虽然是近似的和概略的结果，但还是很需要开展这一工作的，作为今后进一步勘探布井的蓝图，这不仅可以避免盲目布井，而且将加快新油田的发现。

### 2. 中期油藏描述

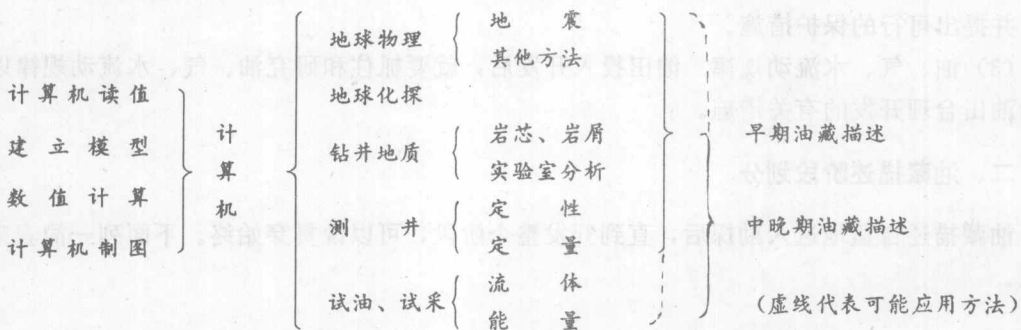
中期油藏描述（也称开发早期油藏描述）是指找油的详探井已基本打完或打完情况下所进行的油藏描述。这时已获得相当多的第一性的、直接的资料，同时也获得相当多的第二性的、间接的资料。将这两部分资料进行综合研究就必然会对油田地层层序、构造、沉积相、储层、流体、流体运动全貌有比较详细的了解，并建立静态模型，同时也可能建立部分预测模型，为油田开发作准备。

### 3. 晚期油藏描述

晚期油藏描述是指油田已投入开发或已开发到中晚期所进行的油藏描述。这期油藏描述除像前两期的油藏描述那样尚需进行基础地质、储层研究工作外，研究核心应是油田开发中油水运动状况、运动规律和残余油的分布，并建立油水流动或残余油分布的预测模型。通过对现有开发井网进行调整和提出油层增产改造措施后，减少油井含水率，提高油井石油产量或在一个时间稳定油井产量，达到提高油藏最终采收率和油田产量的目的。

## 三、研究手段和方法

油藏描述手段和方法，应是从油气田勘探开发各阶段所能获得油藏信息的全部手段和方法。当然，在不同的勘探、开发阶段（即不同的油藏描述时期）对能获得油藏信息的全部手段和方法不能平均对待或千篇一律、求多求全，而应该根据不同的勘探、开发阶段（即不同的油藏描述时期），根据资料的获取情况而有所侧重和分清主次去做，下面我们列一个简表说明。



## 第二节 油藏描述的思路

关于油藏描述的思路我们主要从以下5个方面来拟定的：①能获取尽量多的油藏信息（最好是全部信息）；②直接方法、手段要与间接方法、手段加以区别；③计算机渗透到各个

领域并贯彻始终；④贯穿勘探与开发全面考虑的思想；⑤贯彻认识—实践—再认识的观点。

以上5个方面通过图1-2来表述：

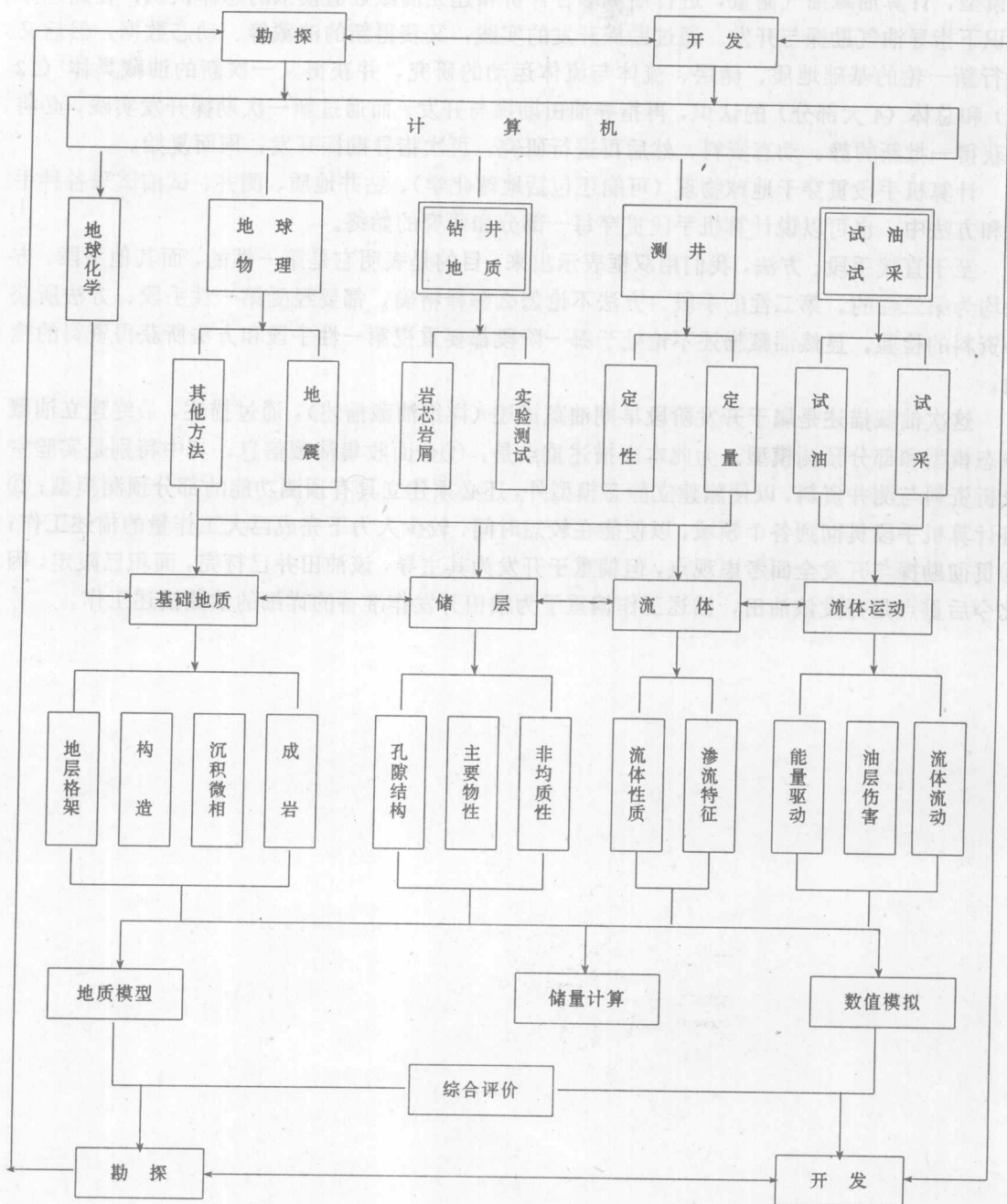


图 1-2 油藏描述思路框图

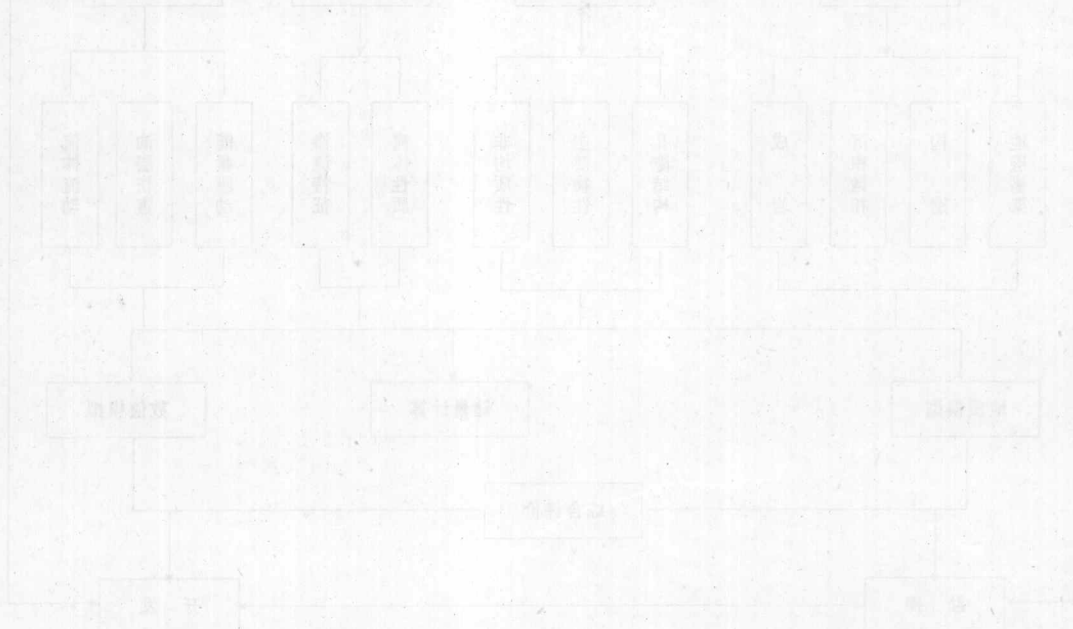
图 1-2 首先表明以地球物理（可能包括地球化学）、钻井地质、测井和试油试采 4 大手段搞好基础地质、储层、流体与流体运动 4 个部分的研究工作；从而获得地层格架、构造、岩

相（包括微相）、成岩、储层孔隙结构、粘土矿物、储层物性和非均质性以及流体、流体渗流特征、能量驱动、油层伤害与油、气、水流动规律的认识；在此基础上建立起研究区油藏地质模型，计算油藏油气储量，进行油藏综合评价和建立油藏数值模拟的总体认识；在此总体认识下指导油气勘探与开发。通过勘探开发的实践，又获得新的油藏静、动态数据，然后又进行新一轮的基础地质、储层、流体与流体运动的研究，并获得又一次新的油藏具体（12项）和总体（4大部分）的认识，再指导油田勘探与开发。而通过新一次勘探开发实践，必将又获得一批新的静、动态资料，然后再进行研究，再次指导勘探开发，周而复始。

计算机手段贯穿于地球物理（可能还包括地球化学）、钻井地质、测井、试油试采各种手段和方法中。也可以说计算机手段贯穿每一部分和研究的始终。

至于直接手段、方法，我们用双框表示出来，目的是表明它是第一性的，而其他手段、方法均为第二性的。第二性的手段、方法不论怎么解释精确，都要经受第一性手段、方法所获得资料的检验。显然油藏描述不论处于哪一阶段都要重视第一性手段和方法所获得资料的检验。

这次油藏描述是属于开发阶段早期油藏描述（详细油藏描述），通过描述，最终建立油藏静态模型和部分预测模型。为此本次描述重点是：①全面收集油藏信息，其中特别是实验室分析资料与测井资料，以便除建立静态模型外，还必须建立具有预测功能的部分预测模型；②将计算机手段贯彻到各个领域，以便能在较短时间、较少人力下完成巨大工作量的描述工作；③贯彻勘探与开发全面考虑观点，但偏重于开发为其主导，该油田井已打完，面积已限定，因此今后重点是开发该油田，描述工作偏重于为油田开发作准备的详细的油藏描述工作。



## 第二章 包日温都背斜油藏的油层对比与 开发层系划分

油藏地质研究是油藏描述的基础,地层对比又是油藏地质研究的一项基础工作,尤其是在复杂地层区往往又是最有争议的。地处开鲁盆地科尔沁油田的包日温都地区,地质情况比较简单,仅为一半背斜构造。本次研究的目的层重点是九佛堂组。所以,在找准九佛堂组的顶界后,内部小层划分就迎刃而解。

油藏描述是在油气藏发现以后进行的地质研究工作,它所要解决的地层问题是为了满足大比例尺地质制图的需要。因此,它所涉及的地层工作,一般都是在前人已划分的组或段的基础上进行的比组、段更小的单位,如砂层组(或油层组)、小层甚至单砂层的划分和对比。

本次地层对比工作,除对九佛堂组地层进行砂层组、小层的划分外,还针对油田开发需要,专门划分出油层组、开发层系,这为各层顶面构造图高程起伏的精确勾绘、小层沉积微相、小层储层物性研究、小层非均质性研究、油藏综合评价及油田开发提供基础。由于油藏精细描述要求把各种储层及油藏的特征参数都落实到小层,因此,小层划分的准确与否,直接关系到最终研究成果的精度。

### 第一节 地层层序

划分和对比地层,目的是建立地层层序,以了解区内地层发育特征和地层格架类型。地层层序的建立,当遇到相变和地层尖灭时,常常是一项复杂和难度很大的工作。为此,需要充分运用地质、地震和测井等多种信息、多种方法相结合,进行综合分析、相互补充,这样可以解决单凭某种方法所不能解决的问题。

在已进入大规模开发阶段的包日温都地区,前人已做了大量的工作。用岩石学的、古生物学的、地球物理学的、某些矿物的热释光等对比方法,划分出大的组或段来。从钻井揭示的地层层序来看,包日温都背斜地层发育比较齐全。自上而下有:新生界的第四系、第三系,中生界的白垩系上统四方台组,下统嫩江组、姚家组、青山口组(大部分井缺失)和侏罗系上统阜新组、沙海组及九佛堂组(未穿)。

地层层序见表 2-1。

### 第二节 小层划分与对比

#### 一、小层的概念

小层单元是油藏描述的最小一级制图单元。有关小层的概念,各家都有自己独到的见解,一般依研究者的研究目的而定。有的小层指的就是单砂层,也有的称时间单元。本次油藏精细描述所用的小层定义,其描述尺度用层序地层学的观点分析,与亚层序(副层序)相当,为

表 2-1 包日温都背斜地层综合表

地 层					厚 度 (m)	岩 性 描 述	电 性 特 征	沉 积 相	
界	系	统	组	段					代号
新	生	第			Nd	0~140	顶部灰黄色表土层、粉砂层、粘土层,上部灰白色粗砂岩,下部为砂砾层	块状高电阻、自然电位负异常	洪积相
中 生 界	白	统	四方台组		K <sub>2s</sub>	0~21	顶部棕红色砂质泥岩,下部杂色砂砾岩	层状中高电阻,自然电位负异常	河流相
			下	嫩江组		K <sub>1n</sub>	0~58	中上部为灰色泥岩夹薄层砂砾,下部灰色砾岩	梳状中低电阻,自然电位略有起伏
	系	统	姚家组		K <sub>1y</sub>	0~45	上部为灰色砂砾岩,下部砂砾岩夹薄层泥岩	中高电阻,自然电位略有起伏	河流相
			青山口组		K <sub>1qn</sub>	0~60	上部为灰色泥岩、下部细砂岩夹泥岩	上部低平电阻,下部稍高,自然电位平直	浅湖相
			上	阜新组		J <sub>3f</sub>	0~659.5	上部黑色煤层或碳质泥岩夹细砂岩,中部为泥岩夹细砂岩,下部为砂砾岩与砂岩组合	不规则梳状中低电阻、下部尖峰状中高阻,自然电位略有负异常,较平直
	罗	统	沙海组		J <sub>3sh</sub>	0~470	上部为泥岩夹细砂岩,中部为厚层泥岩,下部为砂砾岩、砂岩或泥岩互层	低平电阻,顶部与底部中低电阻,自然电位较平直	浅湖相
系			九佛堂组	九上段	J <sub>3jf</sub>	0~260	上部为厚层泥岩,下部为中厚层砂砾岩,砂岩为主,夹薄层泥岩组合	上部低平电阻,下部尖峰状中高电阻,自然电位中幅度,负异常	扇三角洲相

一套以海水洪泛面或其可对比的界面为界的、相对整合的、彼此有成因关系的组。如图 2-1, 为—期水进面限定的单期沉积体。在某一时期, 一次或多次相似沉积事件形成的, 其岩性、电性、物性及组合特征相似的岩石单元。它可以包括一个或多个单砂层, 也可以是不发育砂层的泥质岩单元。与成因地层单元的规模相当, 与油田上电测解释成果中的单砂层号 (也称作小层, 为了以示区别, 我们权且称之为解释号) 有所不同, 一个小层可以有一个或多个解释号, 也可以没有。上部与下部在厚度上不尽相同, 而且所有单井小层深度间隔在纵向上是连续的, 岩性是多变的, 有砂岩, 也有泥岩; 或纯砂岩, 或纯泥岩。根据这一小层定义, 我们把包日温都地区九佛堂组已钻 156 口近 200m 井段按深度连续划分成 24 个小层。

地层对比的方法有很多种, 油田地质工作中, 地层对比习惯上使用以测井曲线为主的方法, 即以曲线形态特征相似的电性标志层作为划分对比的主要依据, 并采纳沉积环境和地震资料所提供的信息, 这在油田开发中后期经常使用。因为这一时期, 勘探和开发早期已经做了大量工作, 大的层组划分已做了统层工作, 随着开发井的增多, 就需要更详细地研究小层。

## 二、划分对比的原则

对比工作主要建立在岩芯观察、测井资料、地震资料等的基础之上, 而且三者紧密结合。



首先是针对所分析的层段,结合取芯井资料,在接近物源的砂体发育区选择标准井。所谓标准井需满足以下几个条件:

(1) 标准井必须是位于有利构造部位的垂直井,没有断层通过,避免出现地层缺失和重复;

(2) 标准井必须是钻遇地层最全的井,否则会因地层层序不完整而不具代表性;

(3) 标准井必须井眼条件好、泥浆正常,并具备高质量的测井资料;

(4) 标准井应有生产测试、生产测井、地层测试资料;

(5) 标准井应有一定的取芯进尺,分析、化验资料齐全。

通过系统分析,包1井是该区第一口出工业油流的探井,处在构造高部位,位置适中,地层齐全,无断层通过,测井采用最先进的3700系列,分析化验资料齐全,因此选包1井作为标准井。

确定了标准井,就可以解剖标准井,来确定划分小层的依据,找出标志层。所谓标志层,是指区域分布稳定,既有一定分布范围,又有一定的厚度,岩性、电性特征明显,易于识别,并且在剖面中有固定层位,易于

横向追踪对比。一般选稳定泥岩作为标志层。在地层对比中,标志层是很重要的,标志层越多,剖面就越容易对比,对比也越准确。通过对标准井及其附近井的综合分析,在九佛堂组可找出两套标志层及一套辅助标志层,标志层特征见表2-2。

第一标志层:九佛堂组的顶界泥岩,该套泥岩全区分布稳定,在电性上表现为低平电阻,自然电位平直,感应测井为高值平直段。

第二标志层:以泥岩为主,间夹砂岩或含砾砂岩的岩性组合。在地层层序中,它是一、二砂层组的分界线,该层中间有的并夹较薄的粉砂岩,但不含油。电性上表现为自然电位平缓,电阻率曲线在低平背景下偶见个别狭窄的尖峰,感应测井偶有起伏。该标志层在全区分布稳定,其厚度在包1、包9块稍有差别,厚度一般大于5m,这是全区一个最明显的标志层。

第三标志层:即辅助标志层,为一套泥岩与粉砂岩互层段。虽全区均有分布,但厚度不大,而且变化很大。电性上表现为自然电位平滑,视电阻率曲线幅值较低,起伏不平,起伏的幅度较小,感应测井变化规律较明显,为低值突然变高的一小段平值高值区,该标志层作

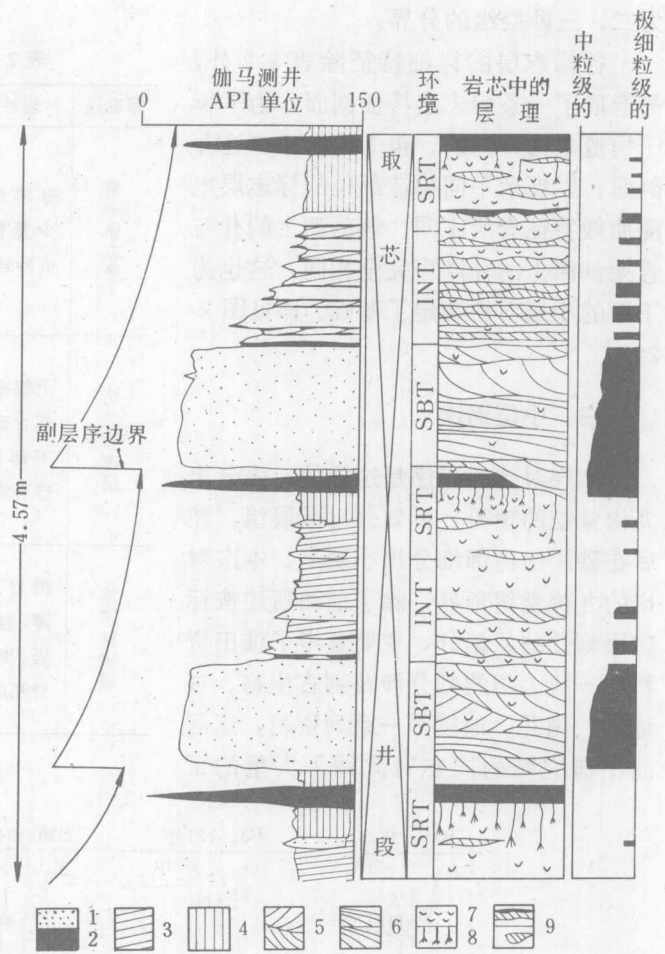


图2-1 两个向上变细的副层序的地层特征

(据J·C·范瓦戈纳等,1994)

1. 海相砂岩; 2. 煤; 3. 海相泥岩; 4. 非海相泥岩; 5. 槽状交错层;
6. S形交错层; 7. 虫孔; 8. 植物根须; 9. 向波状层凸出的压扁层