

中国
油藏
开发
模式
丛书

多层砂岩油藏

老君庙 L 层多层 砂岩油藏

THE MULTILAYERED
SANDSTONE RESER-
VOIRS AT THE LAYER L
IN LAOJUNMIAO

王树新 等编著

石油工业出版社

登录号	138692
分类号	TE343
种次号	010

中国油藏开发模式丛书

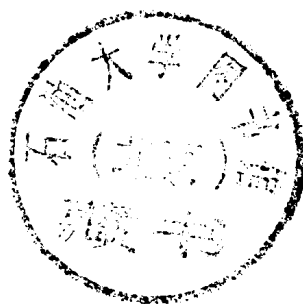
Series on Reservoir Development Models in China

· 多层砂岩油藏 ·

老君庙 L 层多层砂岩油藏

The Multilayered Sandstone Reservoirs at the Layer L in Laojunmiao

王树新 等编著



石油大学0142190

石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书是《中国油藏开发模式丛书》分类模式部分“多层砂岩油藏”的典型实例之一。本书根据老君庙油田 L 油藏的特点,以及 50 余年的实践经验和丰富的技术资料,运用了现代先进的试验、化验、数值模拟手段,建立了地质模型、数值模型,总结了开发过程的基本规律,对水驱油机理、合理开发程序、开发模式、提高采收率方法及工艺技术系列等进行了研究总结,为此类多层砂岩油藏的开发建立了科学模式。

本书可供石油地质、油田开发、数值模拟、矿场生产岗位的科研、技术人员和石油院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

老君庙 L 层多层砂岩油藏/王树新 等编著.

北京:石油工业出版社,1998.7

(中国油藏开发模式丛书·多层砂岩油藏)

ISBN 7-5021-2301-6

I. 老…

II. 王…

III. ①断层油气藏-油田开发-经验②砂岩油气田-油田开发-经验

IV. TE347

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 13101 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)

北京普莱斯特录入排版中心印刷厂排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 17.125 印张 438 千字 印 1—2000

1998 年 7 月北京第 1 版 1998 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2301-6/TE·1918

定价:49.00 元

《中国油藏开发模式丛书》

编辑委员会

主 任 周永康

副主任 谭文彬 王乃举

成 员 曾宪义 沈平平 金毓荪 张家茂

周成勋 万仁溥 刘万赋 冈秦麟

编辑组成员

组 长 金毓荪

成 员 李志勋 杨贤梅 李春如

张卫国 戚玥瑛

《中国油藏开发模式丛书》

一、总论

二、分类模式研究

多层砂岩油藏	基岩油藏
气顶砂岩油藏	常规稠油油藏
低渗透砂岩油藏	热采稠油油藏
复杂断块油藏	高凝油油藏
砂砾岩油藏	凝析油油藏

三、典型实例

序

早在1987年，王涛同志在大庆的一次会议上提出，我国的油田开发有着丰富的实践经验，需要总结一套油藏开发模式，以便对新油田开发和老油田提高水平做出指导。在此之后，中国石油天然气总公司开发生产局、科技发展局、北京石油勘探开发科学研究院组织了全国五十多名专家和数百名工程技术人员，历经八个年头，终于完成了这套《中国油藏开发模式丛书》的编写工作，现在就要出版同广大读者见面了。这是我国油田开发理论研究的系列成果，也是石油工业出版界的一件大事，值得庆贺！

《中国油藏开发模式丛书》包括总论、不同类型油藏开发模式专著和典型油藏开发实例三个部分。丛书共计40册，大约1500万字。它凝结着我国油田地质、油藏和采油工程科技人员的辛劳和智慧，是数十年油田开发实践中成功经验与失败教训的高度概括，从中可以窥见到中国式的油田开发工程的一些特色。

需要指出的是，在本书出版之前，石油科技信息研究所及有关油田曾经编纂出版了一套《国外不同类型油藏开发历程及工艺技术系列研究》成果，它是本丛书的姊妹篇，国外油田开发经验为《中国油藏开发模式丛书》的编著起到了借鉴作用。

前几年我曾经讲过一个认识，“抓产量不等于抓开发”。就是说油田开发有许多科学道理，有它自身的一些规律性，只有老老实实在地按照科学规律，不断提高新老油田的开发水平，才会有产量，也才会有更好的开发效益。我希望从事石油工作的同志，特别是油田开发工作者，能够抽时间读一读或者有选择地读读这套丛书，一定会得到不少的收益。成功和失败都是我们前进的基石，摆在我们石油工作者面前的路是宽广的，也是曲折的，让我们继续奋斗吧！

周永康
一九九一年八月

前 言

L 油藏是典型的层状砂岩背斜油藏, 经历 50 多年的开发, 已采出可采储量的 90%。近 15 年来油田综合含水稳定, 且略有下降, 是油田后期开发中经验较丰富的油田。该油田经历了注气、注水补充能量, 边外、边内、切割和点状面积注水等多种方式、多种强度、多套井网层系的开发。历史悠长, 效果突出, 曲折波澜甚多, 工艺复杂多样, 可算是典型的工业试验性油藏。其实践认识已为众多油田提供了宝贵经验。经 40 多口取心井检测, 近百口新井试采、百多口井补孔调层, 都证实油田水洗较均匀, 无丢层丢块的储量损失。

老君庙油田的开发曾得到过国内外许多知名专家的指导, 如原苏联专家特拉菲穆克, 中国科学院院士童宪章及开发界老前辈秦同洛等, 他们都为油田的开发洒下了辛勤的汗水, 同时也为玉门油田的早期开发打下了坚实的基础。

L 油层开发经三维三相多功能模拟研究, 建立了参数模型, 同时进行地质储量模拟相互校对和 12 种开发方案的优选评价。开发层系组合采用聚类分析法优选, 提出了开发程序的优化组合、开发过程的指标预测、合理的技术政策、优于实际的开发模式等。在提高采收率方法研究中, 采用了美国能源部和技术软件公司共同研制的强化采油的经济预测模型, 经历史拟合效果良好, 各项指标的拟实误差不超过 1%, 优选出了含水 95% 时最终采收率为 52.8% 的方案。工艺中有适应不同开发时期的配套措施, 实践中解决了不同质的矛盾, 适应性强, 经济有效性高, 是后期开发的低成本措施, 可为中小型油田参考。

本书共分五章, 由王树新主编。第一章由王树新和谢耀荣等编写, 第二章由邱光东和包德瑶编写, 第三章由王树新、刘曰强、于锋和魏尚武编写, 第四章由王树新、王玉成和王德辰编写, 第五章由邱光东、盛建荣、石家骧、郑然、张万义、焦多军、刘占军、瞿国福、庞水利、王明辉、田宝金和李琳等编写。本书完成后由翟树人、霍永录和刘廷华进行了审定, 最后修改定稿由邱光东(二、五章)、王树新(一、三、四章)完成。杨贤梅同志对本书进行了复审。

由于作者水平有限, 书中难免有不妥之处, 敬请读者批评指正。

目 录

前言

第一章 油藏地质模型	(1)
第一节 油藏特征.....	(1)
一、地质概况.....	(1)
二、地层特征.....	(4)
三、储集层特征	(12)
四、油水分布特征及油藏类型	(25)
五、流体性质	(25)
六、压力温度系统	(27)
七、油藏岩石与流体相互关系特征	(27)
八、储量计算结果及评价	(28)
第二节 地质模型	(32)
一、常规地质模型	(32)
二、三维地质模型	(33)
第二章 开发过程的基本规律及综合评价	(48)
第一节 开发过程的基本规律	(48)
一、产油量及产液量	(48)
二、综合含水率	(50)
三、采液指数与采油指数	(52)
四、注水量	(54)
五、储量动用特征	(57)
六、驱动能量及油水运动规律	(59)
七、开发效果评价	(63)
第二节 开发阶段的综合评价	(65)
一、无水开发阶段	(66)
二、低含水开发阶段	(67)
三、中含水开发阶段	(70)
四、高含水开发阶段	(73)
五、特高含水开发阶段	(75)
六、开发阶段综合评价	(79)
第三章 开发技术政策及合理开发程序	(80)
第一节 水驱油机理研究	(80)
一、前缘饱和度分布特征	(80)
二、室内岩心实验分析	(81)
三、水驱油机理的影响因素分析	(86)
四、强注强采机理分析	(90)
五、结论	(95)
第二节 合理开发程序研究	(96)

一、天然能量的利用	(96)
二、开发层系的组合与优化	(98)
三、井网密度研究	(101)
四、注水方式	(110)
五、合理开发的压力系统	(112)
六、产能研究	(119)
七、合理的开发程序	(120)
第四章 开发模式及提高采收率方法研究	(122)
第一节 开发模式数值模拟研究	(122)
一、模型初始状态参数	(122)
二、主模型参数及开发模式方案	(126)
三、开发模式技术政策优化模拟	(129)
四、开发模式方案的技术经济评价	(135)
五、结论	(145)
第二节 提高采收率方法研究	(145)
一、提高不同开发阶段的注水采收率及其评价	(145)
二、剩余油分布特征认识	(157)
三、提高三次采油方法筛选	(158)
四、表面活性剂—聚合物驱油室内研究及现场实验预测	(170)
五、先导试验实施方案	(192)
六、经济效果分析	(197)
第五章 工艺技术系列	(199)
第一节 不同开发阶段的工艺特征及优化配套	(199)
一、油藏工程特征及问题	(199)
二、不同开发阶段的工艺概况	(201)
三、工艺系列的优化、配套与发展	(205)
四、工艺技术在油田开发中的作用和效果	(217)
五、对开采工艺实施的认识	(219)
第二节 注水工艺	(220)
一、L 层分层注水工艺技术	(220)
二、注水油层微生物活动规律及其控制技术	(222)
第三节 采油工艺	(229)
一、清防砂工艺技术	(229)
二、清防蜡工艺技术	(233)
三、压裂工艺技术	(238)
四、酸化工艺技术	(248)
五、封堵调工艺技术	(254)
第四节 油气集输工艺	(261)
一、老君庙油田油气集输流程现状	(261)
二、油田油气集输工艺的选择	(262)
参考文献	(266)

第一章 油藏地质模型

第一节 油藏特征

一、地质概况

1. 区域地质特征

老君庙油田 L 油藏位于甘肃省酒泉市西部盆地南部老君庙隆起带。南以祁连山北麓为界，北至赤金峡山—宽台山—榆树沟山（黑山），西起小红柳峡，东抵嘉峪关—文殊山，是一个典型的碰撞山前盆地，面积约 2700km^2 （图 1.1）。

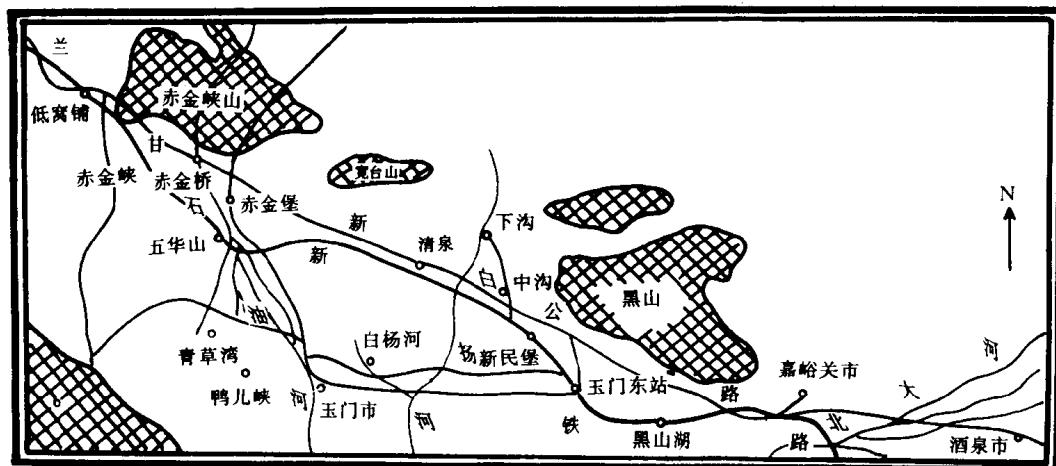


图 1.1 酒西盆地交通位置图

酒西盆地是在古生界基底上发展起来的中新生代断拗叠合型内陆沉积盆地。喜山期盆地主要受北东—南西向的强烈挤压，使地层发生了褶皱和断裂，构造幅度增大，促使油气沿区域性分布的第三系砂体向构造高点运移和聚集。根据前第三系基底特征和第三系褶皱构造特征，将酒西盆地划分为 4 个次一级构造单元（图 1.2），盆地呈东高西低，南北高、中间低的基本面貌，其中在构造位置始终高于沉积拗陷的南部隆起上，分布有石油沟、老君庙、鸭儿峡等第三系背斜油藏（图 1.3）。南部隆起带基底组成较复杂，包括志留系、石炭二叠系到三叠系。老君庙背斜隆起是盆地内的正向三级构造单元。

2. 构造特征

老君庙 L 油藏是一个完整的不对称穹隆背斜构造，轴向北西（ 290° ）—南东（ 110° ），长轴 6.6km，短轴 3.3km，北陡（倾角 $30^\circ \sim 60^\circ$ ，甚至倒转）南缓（倾角 22° ）。平均埋深 790m，构造闭合幅度 720m。

构造北翼被北西西向逆掩断层遮挡，南翼为边水封闭。发育断层 4 组（图 1.4），除 F53

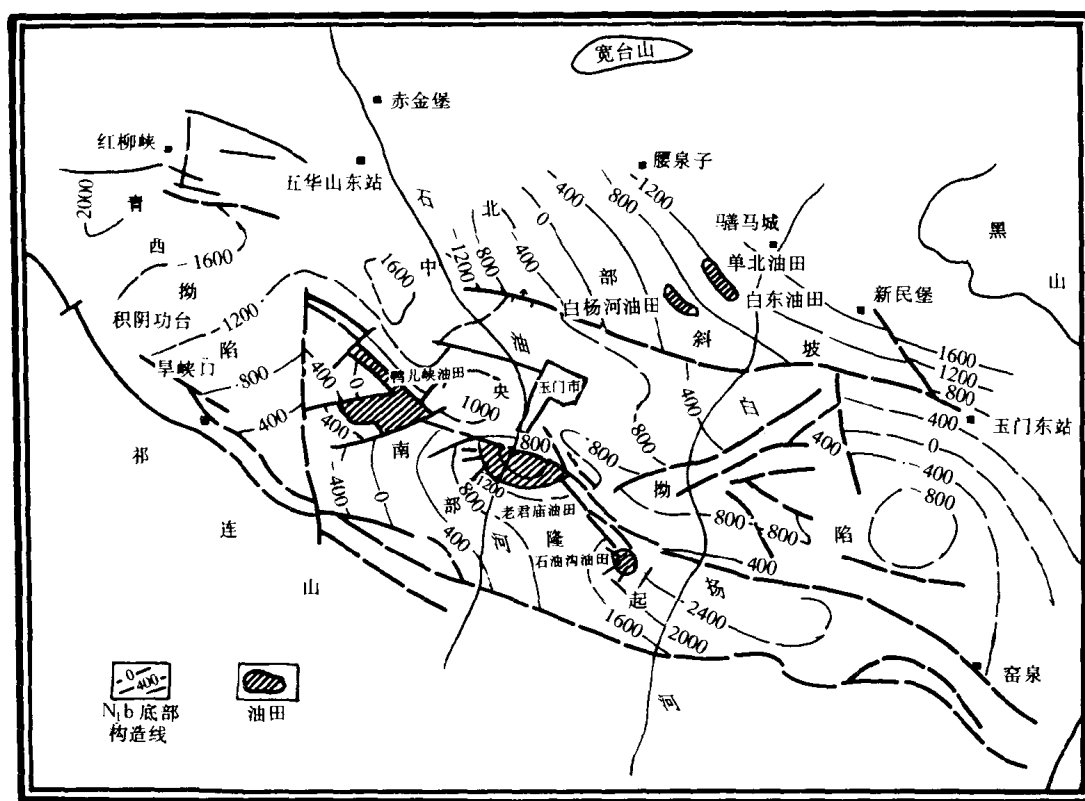


图 1.2 酒西盆地第三系构造单元划分图

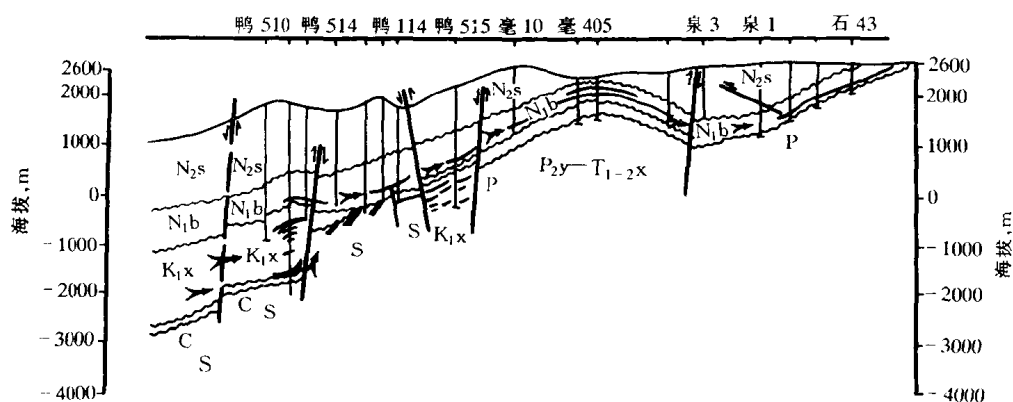


图 1.3 老君庙背斜带油藏分布剖面图

平移断层不封闭外，其他对油气均有封隔作用（表 1.1）。油藏断层发育和构造关系密切，反映了一定的区域地质背景，断层控制了油藏原始分布状况，造成局部断块油藏和油水边界的差异。如西三角区油藏的封闭是由 F105 逆断层和 F101 正断层交会而成的。油藏形成、油气聚集，以及油藏展布均受到北西西向逆掩断层的控制。南翼油层的油水边界，以西部变化大，东部比较简单。构造裂缝不发育。根据油藏断层的隔绝情况，小层分布和渗透性变化，原始油水边界等，将油藏划分为 6 个自然分区：即西区、中区、东区、北东区、北西区、西三角区。

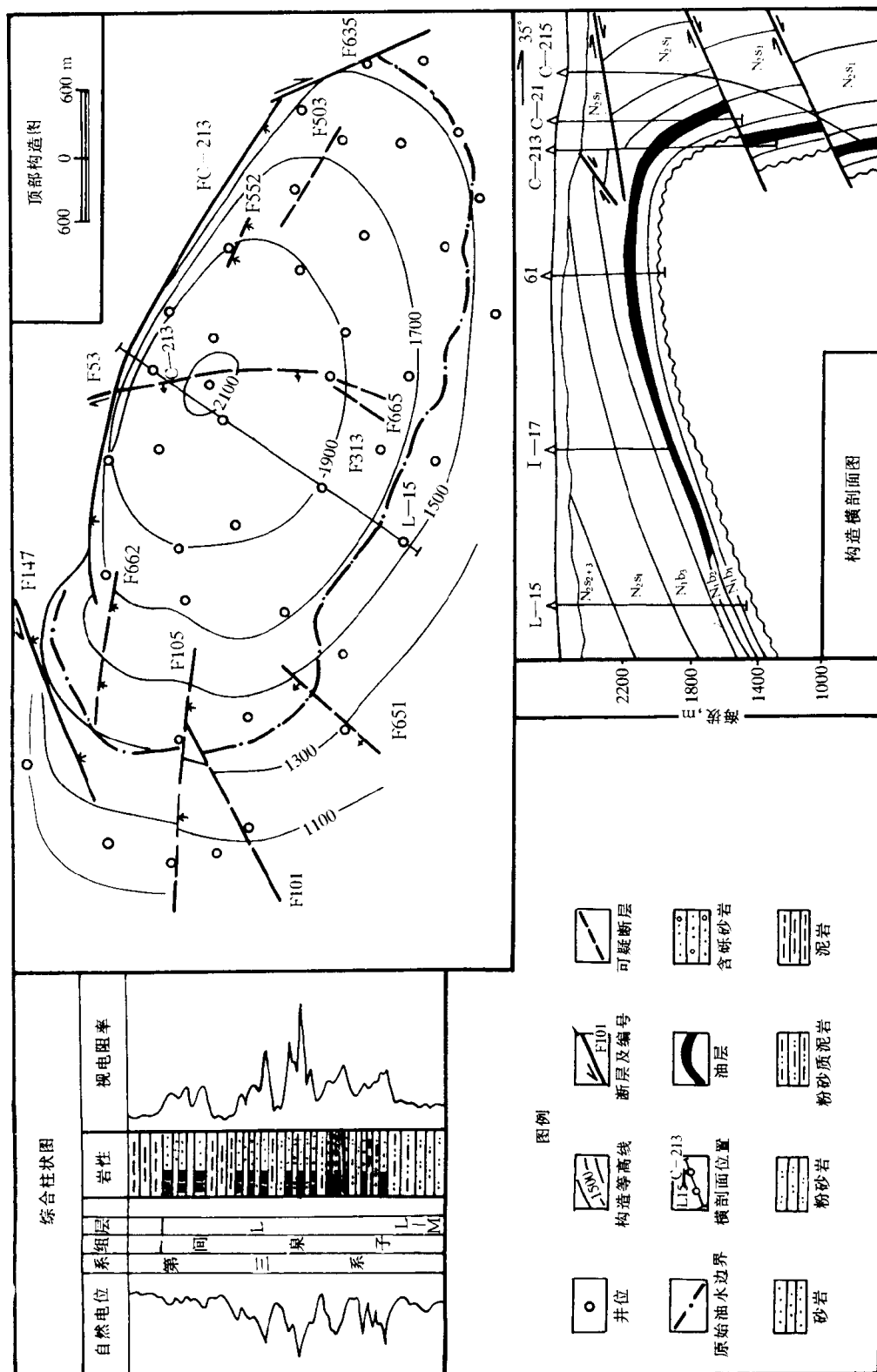


图 1.4 老君庙油田 L 油藏综合图

表 1.1 老君庙 L 油藏断层数据表

断 组 层 别	名 称	可 靠 等 级	在构造图 中的位置	断 层 要 素					隔 绝 情 况
				走 向	倾 角	倾 向	水平断距, m	垂直断距, m	
逆掩 断 层 组	F662	可靠	西北翼	120°~95°	13°~21°	南	40	30	两侧隔绝
	F503	可疑	东北翼	120°~105°	7°	南	<20	<10	两侧隔绝
	F552	可疑	东北翼	120°~110°	5°	南	不明	不明	隔绝差
	Fc213	可靠	北翼中部至东端	125°~95°	12°~15°	南	340	360	上下盘隔绝
逆掩层	F105	基本可靠	西部	98°	65°	南		10	西段隔绝良好
平 移 断 层 组	F635	可靠	东端	150°		西南	不详	不详	
	F147	可靠	西端	65°	77°	东南		500	
	F53	基本可靠	中部	350°	80°	西	<10	<10	连通良好
正 断 层 组	F101	基本可靠	西南部	60°	85°	西	<5	<10	两侧隔绝
	F651	基本可靠	西南部	42°	85°	西	<5	<10	两侧隔绝
	F313	可靠	南部	22.5°	85°	西	<5	<5	一侧有死油块
	F665	可疑	南部		85°	东		<5	不重要

3. 地层

酒西盆地发育了古生界、中生界及新生界的地层（图 1.5）。老君庙背斜隆起地区自上而下钻遇的地层主要有第三系疏勒河组及白杨河组，下与白垩系呈不整合接触。白杨河组间泉子段为第三系主要储集层，是一套棕红色陆源碎屑沉积，在老君庙—鸭儿峡地区，厚约 200~360m，自上而下由 L、L—M、M 三层组成。L 层之上为区域性的石油沟段棕红色泥岩盖层，L 层下伏地层是 L—M 层，为含钙质结核的泥质粉细砂岩或砂质泥岩。

二、地层特征

1. 区域沉积特征

酒西盆地内燕山运动和喜山运动是主要的构造运动。喜山期盆地整体沉降，全区沉积了厚 3~5km 的第三系洪积—河流相碎屑岩沉积，为典型的干燥气候环境下的拗陷型沉积特征，其分布范围自下而上逐层扩大，下第三系火烧沟组，主要分布盆地北部和中央地区，自北向南减薄至尖灭，上第三系白杨河和疏勒河组广布全盆地，白杨河组沉积超覆于下伏地层之上，其残留厚度南厚北薄，西厚东薄。白杨河组为一套棕红色砂岩与泥岩互层，大体上保持两个大的次一级沉积旋回，属浅湖相和河流相的沉积，此时盆地已由前一阶段的以下沉为背景转为以上升为背景，代表以上升为背景的沉降速度与沉积补偿速度基本趋于平衡状态的振荡运动阶段，为储集层出现的较好时期。沉积层在纵向上有从粗到细再到粗的变化规律，构成了储层的多层韵律性。

2. 油层特征

L 油藏储油层属第三系白杨河组间泉子上段。油藏含油面积 15.3km²，平均有效厚度 11.9m，探明地质储量 2409.27×10⁴t。油层岩性以细砂岩和粉细砂岩为主，其次为中砂细砂岩，局部为砾状砂岩和砾岩，夹少量泥岩薄层。地层中无大化石，微古生物也很少。L 层油层纵向上沉积旋回明显，砂体分布的特点总的下粗上细。东粗西细，构成一个大的正旋回，内部又分为 5 个次级旋回，每个次级旋回内又包括 3 个小旋回，多为下粗上细的正旋回，在顶

地层系统						厚度 m	剖面	主要层位	剖面位置
界	系	统	群	组	代号				
新 生 界	第四系	全新统						砾岩、砂土	
		中更新统		酒泉	Qm			暗灰色砾石层夹棕红色及黄色砂岩	石油河
		下更新统		玉门	Qpy	641		灰黑色及灰黄色砾岩夹灰色及棕黄色砂岩	青草湾
								灰黄色、灰色砾岩、砾状砂岩、砂岩夹棕红色泥岩	西沙河青草湾
	第三系	上新统	疏勒河		N ₂ s ³	523		浅棕红色砂质泥岩、泥岩与浅棕红色砂岩、砾状砂岩	青草湾井下
					N ₂ s ²	1033			
					N ₂ s ¹	339			
					N ₂ b ³	287		灰白色砂岩夹棕红色泥岩及砾石	骆驼沟
		中新统	白杨河		N ₂ b ²	161		暗棕红色泥岩夹棕红色、灰绿色砂岩	石油河东
					N ₂ b ¹	145		巧克力色泥岩夹灰白色砂岩及灰绿色砂岩	老君庙井下
					E ₃ h ³	776		桔红色砂岩夹棕红色泥岩	宽台山乔家附近
					E ₃ h ²	132		深桔红色砂岩、砾状砂岩与土黄色泥质砂岩	
					E ₃ h ¹	289			
	中生界	白垩系	新民堡群	中沟	K ₁ x ₂	562		灰白色砾状砂岩、泥质砂岩夹暗棕红色泥岩	
				下沟	K ₁ x ₁	582		棕红色砾岩与深棕红砂质泥岩互层	骆驼城
		侏罗系	赤金堡		J ₃ c	840		灰黄色、砖红色砾岩、砾状砂岩、砂岩与灰绿色、紫红色、砂红色砂质泥岩、泥质粉砂岩	清泉公社下沟西测
								紫红色、灰绿色砂岩、粉砂岩、砾岩与灰绿色、灰黑色泥页岩	
		中下统	龙凤山群		J ₁₋₂ h	1372		褐色、黄色、灰白色、紫红色等砂岩、砾岩、砾状砂岩与灰黑色、灰绿色混岩、页岩	赤金桥道瓶附近
								绿色砾岩、砂岩、砾状砂岩夹紫红色、绿色、黑色泥岩、砂质泥岩及煤层	早映
		三叠系	西大沟群		T ₁₋₂ x	1100		浅紫红色砾状砂岩、砂岩夹紫红色泥岩	马莲沟东支沟
								灰白色、杂色砂岩夹紫红色、灰绿色页岩	
	古生界	二叠系	窑沟		P ₂ y	557		黄绿色页岩及薄层状砂岩	大窑沟
					P ₁ d	189		黑色页岩夹灰色砂岩、间层状灰岩及薄煤层	
		石炭系	太原		C ₃ t	191		棕色薄层状灰岩、黑色页岩夹砂岩	毛不拉
					C ₁ c	390			
		泥盆系	古山群		D ₁₋₂ xs	270		暗紫色砾岩	头道墙子
	志留系	上统	早映		S _h	>2885		紫红色砂岩、粉砂岩夹砂质泥岩与灰岩	石门子沟—早映煤矿
		中统	泉脑沟		S ₂ a	1520		灰绿色、紫红色砂岩、粉砂岩、砂质页岩夹灰岩、凝灰岩、火山岩	
		下统	肮脏沟		S ₁ a	350		灰色、灰绿色砂岩、砂质板岩夹凝灰质砂岩、有石英钠光斑岩脉、蛇纹岩化橄榄辉石岩等侵入	
						2200			
	奥陶系	上统	南石门子		O ₃ n	>570		灰色灰岩、板岩、砂岩夹绿色层状更长辉绿玢岩、中基性火山角砾岩、碧玉岩等	东大窑南石门子—阴沟
						479			
		中统	妖魔山		O ₂ y	1028		灰色厚层灰岩、薄层灰岩、夹砂岩、板岩、中基性火山熔岩、凝灰岩	
						2100			
		下统	阴沟群		O ₁₋₂ yn	3200		灰绿色安山玢岩、凝灰岩、安山质熔岩、角砾岩、玄武玢岩、凝灰熔岩与灰岩、板岩、赤铁矿层和豆状磷块岩	
界	寒武系	中统	香山群		Є ₂ xn	>1500		玄武岩、凝灰岩、熔岩、角砾岩、板岩、灰岩等夹赤铁矿层	大河沟脑和镜铁山矿区

图 1.5 酒西盆地地层柱状剖面图

部有少数层为反旋回。横向上岩性和厚度均有变化,纵向剖面上岩性及旋回性特征均比较明显。地层呈自下而上由西向东逐层超覆的复合正韵律沉积。

根据L层的岩性、电测曲线特征,通过“旋回控制,逐级对比”,将油层自上而下分为 L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_5 等5个砂层组及20个小砂层。20个小砂层是 L_1^{123} , L_{1-2}^{123} , L_2^{123} , L_{2-3} , L_3^{123} , L_{3-4} , L_4^{123} , L_{4-5} , L_5^{123} 。其砂层组特点如下:

L_1 是由粉砂岩或粉细砂岩和少量泥岩组成的互层,在测井曲线上为低异常峰值。

L_2 主要由细砂岩组成,含中砂和砾石, L_2^{123} 常为叠层,视电阻率、自然电位峰值较 L_1 高,显示为上小下大的3个尖峰。

L_3 岩性最粗,由砾状砂岩、中粗混合砂岩、中砂细砂岩组成,泥岩夹层不稳定,砂层常叠加合并。视电阻率、电位呈山字型的3个尖峰。 L_3 , L_2 旋回性强。 L_4 , L_5 为细砂岩、粉砂细砂岩及泥岩互层,沉积旋回不明显。

油层组之间纵向上互不连通,由泥岩或粉砂质泥岩组成的隔层封隔。泥岩隔层为低电阻、低电位。层组间隔层厚($L_2^3 \sim L_3^1$ 之间平均7.5m),分布稳定,不存在粘连现象,小层间隔层薄($L_2^2 \sim L_2^3$ 间平均2.9m), $L_1^1 \sim L_1^2$, $L_3^2 \sim L_3^3$, $L_2^2 \sim L_2^3$ 小层间均有不同程度的粘连。据不完全统计, L_3 层内有62口井在31处粘连, L_2 层内有20口井在15处粘连, L_1 层内有11处粘连。油层内的粘连情况西部比中部、东部多。油藏每个砂层组均可作为独立开发的地质单元。

各油层组的分布面积自下而上,自西向东逐步扩大。按小层和平面分布情况,可分为3类。第一类: L_{1-2} , L_4 、 L_{4-5} , L_5 ,分布较为局限。 L_4 , L_{4-5} , L_5 仅在油田西部存在,向东构造高部位减薄至尖灭,岩性稳定,横向连通好。 L_5 层的面积最小,仅为全油田面积的11%, L_4 层为37%, L_{1-2} 主要分布于油田中部和北半部。第二类: L_3 , L_2 , L_1 ,分布面积大(12.5~14.4km²),地质储量多(各占总储量的27.8%, 25.9%, 27.9%),是L油藏主要产层,相对面积(指钻遇该层的井数与钻穿L油层总井数的百分比) L_3 层为98%, L_2 层为99.8%, L_1 层为100%。第三类:是隔层中的小砂层,多呈零星局部透镜体状分布,如 L_{2-3} 。

从L油藏沉积等厚图看出(图1.6),总的趋势是东边沉积薄,西边沉积厚,东南端厚约40m,西北部厚约70m。由于在西部首先沉积的 L_5 层和 L_4 层对低洼部分进行了填充,所以沉积 L_3 层时高差减小,东南部和西北部相差仅为7m。 L 层中纯砂层(有效层)总厚度一般为14~30m,最厚36.2m(105井),最薄7.6m(L-15井)。单层厚一般为1~2.6m,最大单层厚度4.4m。从砂层等厚图看,渗透性砂层也是东薄西厚。东部一般为14~20m,西部一般为20~30m,同时南北方向的变化还具有中间厚、南北薄的特点,厚度变化见表1.2。

表 1.2 分区厚度变化表

参 数	分 区				
	西 区	中 区	东 区	北西区	北东区
油层有效厚度, m	13.98	13.28	11.10	12.29	10.08
砂层总厚度, m	22.86	23.09	20.73	23.41	20.14

砂层组的厚度,有自下而上呈逐渐增大的趋势, L_5 : 2~5m, L_4 : 2~6m, L_3 : 2~6m, L_2 : 3~6m, L_1 : 5~10m。每个层组所包含的3个单层中,一般以中间层厚度较大,变化也较为稳定。

3. L油层沉积相研究

通过对酒西盆地老君庙背斜带L层沉积环境的研究,认为沉积L层时酒西盆地属断陷盆

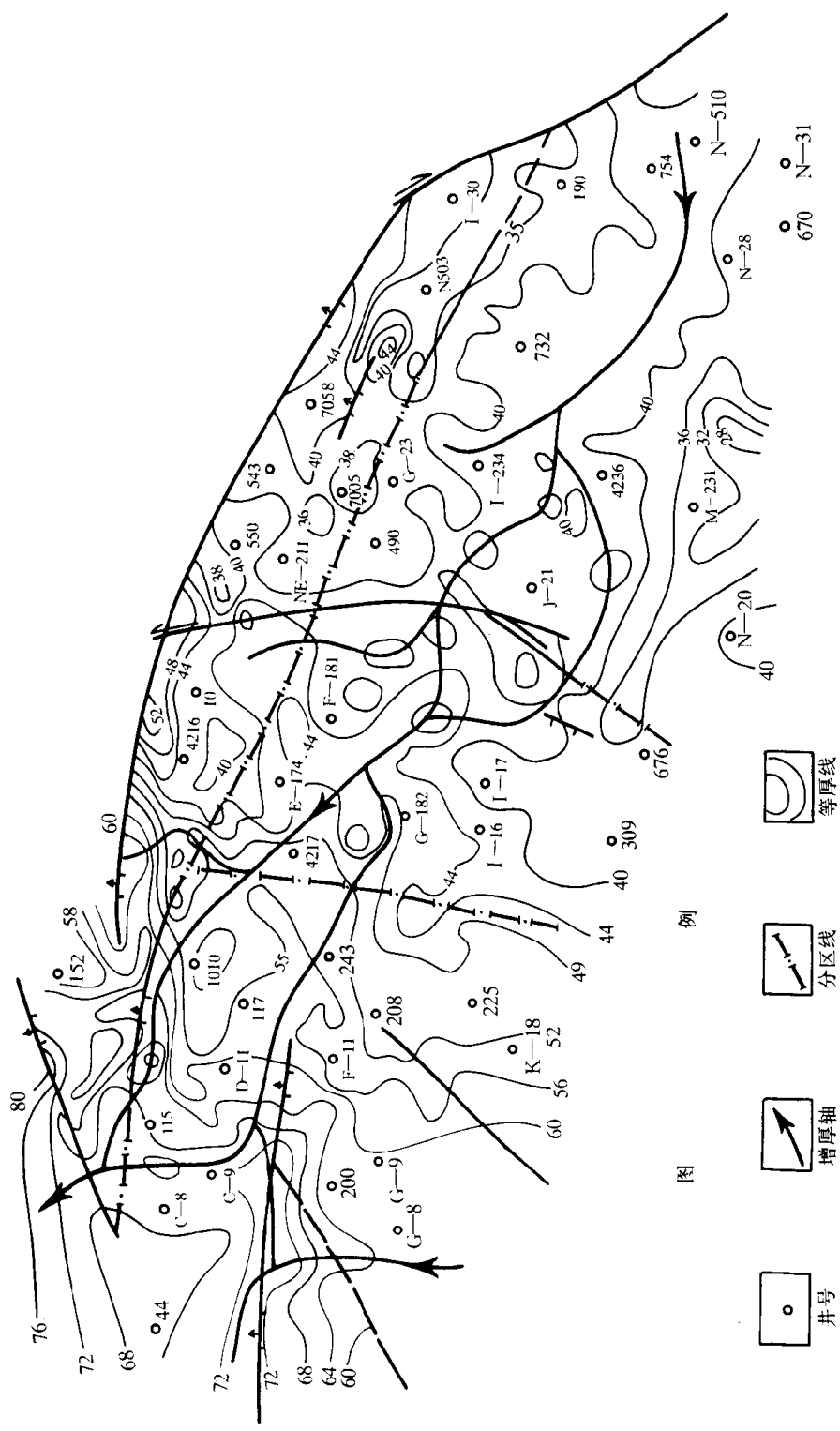


图 1.6 老君庙油田 L 层等厚图

地, 沉积特点和断陷有关。当时的沉积中心在鸭儿峡油田 512 井以西地区, 物源区在石油沟油田以南地区, 主要水流方向受构造控制, 基本上为东南→西北方向, 与盆地长轴方向近于一致, 物源主要来自东南方向, 也有南北向的物源。石油沟地区主要是冲积扇沉积物, 老君庙、鸭儿峡地区是辫状河和三角洲沉积 (图 1.7), 冲积扇和辫状河伴生。老君庙 L 油层从 L₃ 到 L₁, 由辫状河沉积变为三角洲沉积。主要发育了河道、浅流河道、边心滩, 分流河道, 河口浅滩, 河口砂坝等亚相。根据初步研究, L₃ 层为辫状河流相沉积, 具有以下特点:

1) 在平面上砂体为带状砂: L₃ 有效层 (渗透层) 厚度大于 4m 的部分有明显的河流型带状砂的特点。在横剖面图上 (图 1.8) 砂体具底凸顶凹或底凸顶平形态。

结合岩性和测井曲线可以看出, 厚度大于 4m 的部分岩性粗, 砾岩、砾状砂岩很多, 小于 4m 的部分岩性细, 厚度大于 4m 部分的测井曲线多为河流型叠加曲线和河流曲线, 其他部分为心滩、漫滩型曲线。

2) 冲刷切割现象普遍: 据取心井统计, 划为河道、支河沉积的 54 口井中, 34 口井有冲刷面, 占 63%。一口井由于砂层叠加有时有好几个冲刷面。

3) 粒度资料特点: 利用不同方法统计了 25 口井、815 块样品的粒度资料, 与国内外资料对比, 概率曲线、C—M 图、散点图和参数值等均具有河流沉积的特点 (图 1.9)。确定的主要亚相有: 河流相, 支河 (浅河) 相, 边心 (滩) 相, 决口扇相和漫滩相。各亚相的岩性和粒度参数见表 1.3。L₃ 层是山间河流快速堆积的产物, 辫状河流古坡降较大 (L 层坡降 0.108%~0.029%), 因而沉积物粒级粗, 分选偏差, 悬浮组分含量高, C—M 图的带很宽。

表 1.3 辫状河流相及三角洲相特征表

沉 积 相		主要粒径	粒径变化	韵律 性质	C—M 图 分段位置	水动力 类 型	搬运方式	分 选 性	
								S ₀	σ ₁
辫 状 河 流 相	天然堤 —河漫滩	砂质泥岩、 粉砂岩	C 值基本不变 M _d 变化大		I (R—S)	弱—极弱	均匀悬浮	中等—较差 1.77~2.26	差 1.14~1.78
	决口扇	粉细砂岩、 含泥	C, M _d 变化 大	正韵律	Ⅰ Ⅱ (P—Q—R)	弱—中等	渐变悬浮、滚 动+底部悬浮	中等—较差 1.85~3.15	差—很差 1.54~3.03
	分流河道	细砂岩、粉 细砂岩	C, M _d 成 比例变化	正韵律	I (QR)	中—弱	渐变悬浮	好—中等 1.25~2.12	中等—差 0.85~1.96
	边(心)滩	中细砂岩、 细砂岩	C, M _d 基本 成比例变化		Ⅰ Ⅱ (P—Q—R)	中弱—中等	渐变悬浮	好—中等 1.48~1.93	中等—差 0.94~1.89
	主河道	中砂岩、细 砂中砂岩	C 值变化大, M _d 变化小	正韵律	Ⅱ IV (Q—P—O)	中等—强	滚动+底部 悬浮	好—较差 1.36~2.17	中等—很差 0.96~2.29
三 角 洲 相	水下堤 —水下河	粉砂岩、砂 质泥岩	C 值基本不变 M _d 变化大		I	弱—极弱	均匀悬浮	好—中等 1.42~1.97	中等—差 0.94~1.40
	河口浅滩	细粉砂岩夹 泥质砂岩	C, M _d 变化 不大		I Ⅱ	弱	渐变—均匀 悬浮	好—中等 1.33~1.66	中等—差 0.77~1.64
	河口砂坝	细砂岩、细 粉砂岩	C, M _d 成 比例变化	反韵律	Ⅰ	中弱	渐变悬浮	好—中等 1.25~2.10	中等—差 0.82~1.97

4) 测井曲线形态: 根据取心和电测资料划分了各个亚相, 各亚相的典型测井曲线形态见