

SHAYAN CHUCENG LIEFENG JI FEIJUNZHIXING YANJIU

砂岩

储层裂缝及非均质性研究

SHAYAN CHUCENG LIEFENG JI FEIJUNZHIXING YANJIU

邵先杰 著

宁夏人民出版社

砂岩

储层裂缝及非均质性研究

SHAYAN CHUCENG LIEFENG JI FEIJUNZHIXING YANJIU

邵先杰 著

宁夏人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

砂岩储层裂缝及非均质性研究 / 邵先杰著. —银川:宁夏人民出版社, 2007.8

ISBN 978-7-227-03560-2

I. 砂… II. 邵… III. 砂岩—裂隙储集层—研究
IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 123047 号

砂岩储层裂缝及非均质性研究

邵先杰 著

责任编辑 杨敏媛

封面设计 杨少飞

责任印制 来学军

宁夏人民出版社 出版发行

出版人 高伟

地址 银川市北京东路 139 号出版大厦 (750001)

网址 www.nxcbn.com

电子信箱 nxcbmail@126.com

邮购电话 0951-5044614

经销 全国新华书店

印刷装订 宁夏施尔福印刷有限公司

开本 880mm×1230mm 1/32

印张 4.875

插页 8

字数 120 千

版次 2007 年 8 月第 1 版

印次 2007 年 8 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-227-03560-2/P·5

定价 20.00 元

版权所有 翻印必究

作者简介

邵先杰，男，1964年生，河南汝州人，博士，副教授。1988年毕业于中国地质大学（武汉）煤田地质专业。2001年毕业于中国地质大学（武汉）油气田开发工程专业，获硕士学位。2004年毕业于中国地质大学（北京），获矿产普查与勘探专业博士学位。主要从事油藏描述、油藏工程研究以及石油工程软件开发等科研和教学工作。科研成果多次获省部级科技进步奖，发表论文30余篇。

前 言

储层裂缝和非均质性是影响油田开发的主要因素,本书以江苏陈堡油田陈2断块为例,详细介绍了砂岩储层裂缝和非均质性的研究方法与技术。江苏陈堡油田地处苏北盆地,大部分属复杂小断块油田,宏观和微观上非均质性严重,裂缝发育,这些特征都影响到了开发效果。

本书通过对陈堡油田陈2断块岩心观察以及化验分析资料和岩电关系的研究,结合生产动态资料分析,从油田沉积微相研究入手,详细剖析了储层的裂缝特征,建立了裂缝的模糊识别体系,从宏观和微观上分析了储层的非均质特征以及非均质性对开发效果的影响。

研究过程中在充分应用传统方法的基础上,大胆地探索了一些新方法和新技术,比如,在裂缝研究方面应用到了模糊数学技术和分形几何技术,在微观非均质性研究方面应用到了灰色系统和分形几何技术,在宏观非均质性研究方面应用到了变差函数、基尼系数以及基尼系数方法的改进等技术和方法。

在研究过程中得到了中国石化集团总公司江苏油田分公司研究院领导钟思英、张建良、居春荣,科技办公室领导戴社平、黄金明和开发室领导刘桂玲、徐建政、熊光勤以及技术人员廖光明、

2 砂岩储层裂缝及非均质性研究

SHAYAN CHUCENG LIEFENG JI FEIJUNZHIXING YANJIU

屈宏、罗楠、陈志湘、孔红、郑红、奥立德等同志的大力支持和无私奉献,他们为项目的研究提供了全部资料,并从技术上给予了指导,在此衷心地表示感谢。中国地质大学(北京)王娟茹博士参加了部分基础研究工作,燕山大学石油工程系王萍、胡景双、陆晨、段旭浩等同学参加了部分图件清绘工作,为该书的出版作出了贡献,在此表示感谢。

限于时间和水平,书中如有不当之处,敬请指正。



照片1 陈2-14井 2134.0m
泥质粉砂岩,水平裂缝



照片2 陈2-14井 2135.0m
泥质粉砂岩,水平裂缝



照片3 陈2-14井 2135.5m
泥质粉砂岩,水平裂缝



照片4 陈2-14井 2136.4m
泥质粉砂岩,水平裂缝、垂直裂缝



照片5 陈2-14井 2138.0m
粉砂岩,低角度斜交缝



照片 6 陈 2-14 井 2138.8m
细砂岩, 水平缝



照片 7 陈 2-14 井 2151.5m
粉砂岩, 水平缝、诱导缝



照片 8 陈 2-14 井 2151.0m
粉砂岩, 低角度斜交缝



照片 9 陈 2-14 井 2150.8m
包卷层理, 诱导缝



照片 10 陈 2-14 井 2152.0m 粉砂岩



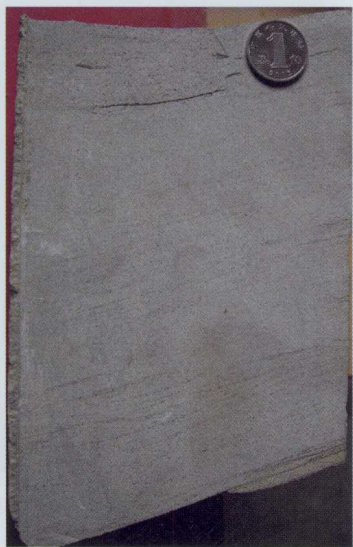
照片 11 陈 2-14 井 2169.0m
粉砂岩



照片 12 陈 2-14 井 2184.2m
粉砂岩, 水平缝



照片 14 陈 2-14 井 2193.0m
粉砂岩, 波状层理



照片 13 陈 2-14 井 2187.4m
粉砂岩, 水平缝



照片 15 陈 2-14 井 2209.2m
致密粉砂岩



照片 16 陈 2-20 井 1969.4m
泥质粉砂岩, 水平缝



照片 17 陈 2-14 井
2260.9m 粉砂岩,
水平缝, 高角度缝



照片 18 陈 2-20 井 1969.7m
泥质粉砂岩, 水平缝



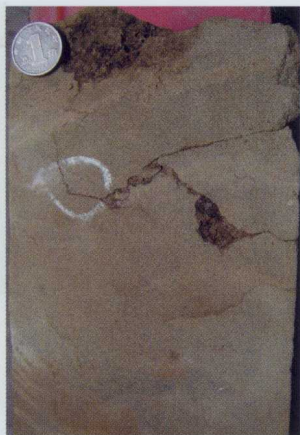
照片 19 陈 2-20 井 1972.0m
粉砂岩, 水平缝



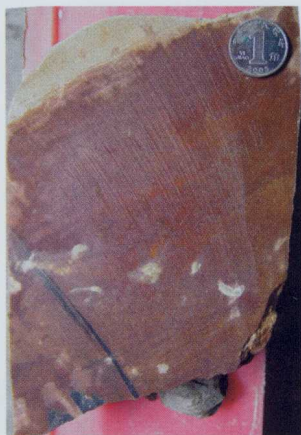
照片 20 陈 2-20 井 1973.4m
粉砂岩, 包卷层理, 水平缝



照片 21 陈 2-20 井 2025.0m
粉砂岩, 水平缝, 低角度斜交缝



照片 22 陈 2-20 井 2025.0m
粉砂岩, 诱导缝



照片 23 陈 2-20 井 2026.0m
致密粉砂岩



照片 25 陈 2-20 井 2070.4m
粉砂岩, 水平缝



照片 26 陈 2-20 井 2071.2m
粉砂岩, 水平缝



照片 24 陈 2-20 井 2027.8m
粉砂岩, 水平缝



照片 27 陈 2-20 井 2028.0m
粉砂岩,水平缝



照片 28 陈 2-20 井 2080.4m
粉砂岩,水平缝



照片 29 陈 2-20 井 2083.4m
致密粉砂岩



照片 31 陈 2-20 井 2120.0m
泥质粉砂岩,水平缝



照片 30 陈 2-20 井 2071.2m
致密粉砂岩



照片 32 陈 2-7 井 2448.5m 粉砂岩,波状层理



照片 33 陈 2-20 井 2121.0m
粉砂岩,诱导缝



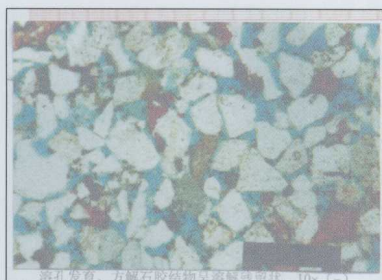
照片 34 陈 2-7 井 2439.4m
粉砂岩,垂直缝



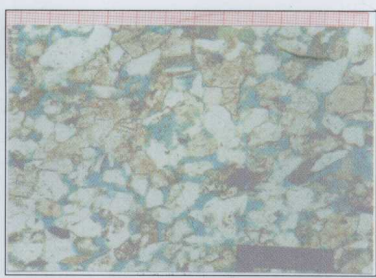
照片 35 陈 2-7 井 2442.2m
粉砂岩,垂直缝



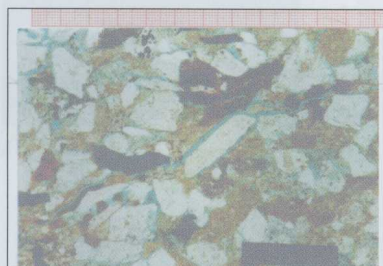
照片 36 陈 2-7 井 2500.4m
粉砂岩、风暴岩



图版 1 陈 2-7 井 8 号样(2456.76m)



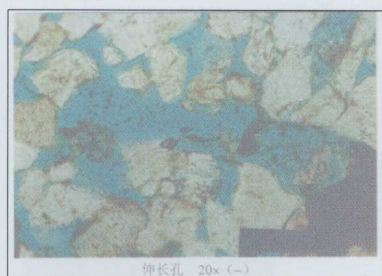
图版 2 陈 2-7 井 6 号样(2450.43m)



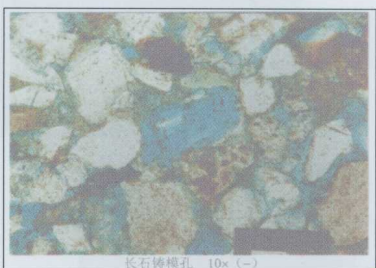
图版 3 陈 2-20 井 18 号样(1972.81m)



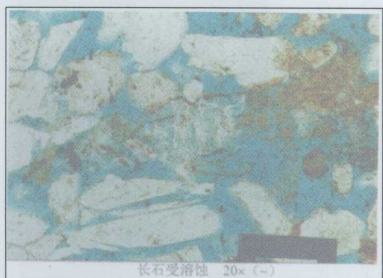
图版 4 陈 2-7 井 8 号样(2456.76m)



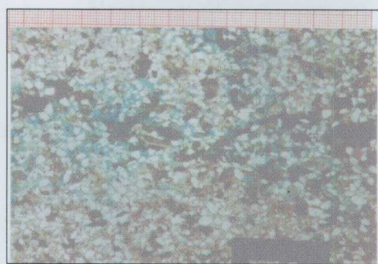
图版 5 陈 2-14 井 25 号样(2167.2m)



图版 6 陈 2-20 井 9 号样(1963.1m)

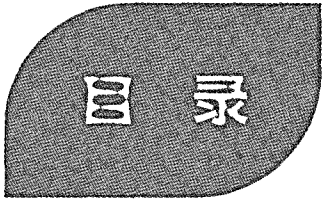


图版 7 陈 2-20 井 18 号样(1972.8m)



图版 8 陈 2-20 井 4 号样(1959.23m)

81
质检



目 录

第一章 概况 / 1

第二章 砂体沉积微相类型及空间展布 / 3

第一节 沉积环境标志 / 3

第二节 沉积微相 / 12

第三节 沉积体系空间演化及沉积模式 / 24

第三章 储层裂缝分布特征 / 28

第一节 裂缝特征描述 / 28

第二节 裂缝分布规律 / 31

第三节 裂缝分形几何特征 / 40

第四节 裂缝在测井曲线上的响应 / 49

第五节 裂缝模糊识别技术 / 54

第六节 裂缝成因及对开发的影响 / 57

第四章 储层微观孔隙及孔隙结构特征 / 62

第一节 储层微观孔隙特征 / 62

第二节 储层孔隙结构特征 / 72

第五章 储层微观非均质性研究 / 82

第一节 微观非均质参数特征 / 82

第二节 储层孔隙结构分形特征研究 / 86

第三节 储层微观孔隙分形特征研究 / 94

第六章 储层宏观非均质性研究 / 99

第一节 层内非均质性 / 99

第二节 层间非均质性 / 120

第三节 平面非均质性 / 125

第四节 非均质性对开发的影响 / 140

参考文献 / 144

第一章 概 况

陈2断块位于江苏省兴化市境内,构造位置位于高邮凹陷东部的吴1和吴2断层所夹持的断阶带内,南为周宋油田,北西方向为刘陆次凹陷,是一个主要受构造控制、局部受岩性影响的层状复杂断块砂岩油藏。区块内发育下第三系阜一段(E_1f_1)和阜三段(E_1f_3)两套含油层系, E_1f_3 段含油层系被周⑨断层分割为南北两块,北块是由吴②、周⑨断层所夹持的一断块圈闭,圈闭面积 0.5km^2 ,高点埋深1820m,圈闭幅度150m,地层南倾,倾角约 17° 。南块地层倾角约 12° ,倾向约 150° ,上倾方向被近东西走向的周⑨断层遮挡形成一宽缓的断鼻构造,圈闭面积 0.6km^2 ,高点埋深1850m,圈闭幅度70m。 E_1f_1 含油层系是被吴②、陈②断层遮挡形成的断鼻构造,圈闭面积 1.9km^2 ,高点埋深2300m,圈闭幅度180m,地层倾角约 10° ,倾向约 160° 。两套油层划分为 E_1f_1 、 $E_1f_3^1$ 、 $E_1f_3^2$ 三个开发单元进行注水开发。

E_1f_3 砂层组:地层厚度182~221m,储层岩性以粉砂岩为主,划分为15个小层,砂体总厚52.5m左右,单砂体厚度0.7~9.0m。砂体平面分布稳定,其间泥岩隔层分布也较稳定,主要为三角洲前缘亚相沉积,其中 $E_1f_3^{1-6,7,13,14}$ 为本区的主力油砂体。

$E_1f_3^2$ 砂层组:储层岩性主要为粉砂岩、细砂岩,砂层总厚度为54.2~87.4m,划分为15个小层。单砂体厚度0.6~18.0m,平均