

流线数值试井 解释理论与方法

Streamline Numerical Well Test
Interpretation Theory and Method



姚 军 吴明录 著

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

流线数值试井解释理论与方法/姚军,吴明录著. —东营:中国石油大学出版社,2008.2

ISBN 978-7-5636-2543-7

I. 流… II. ①姚…②吴… III. 试井—数值模拟—地质解释 IV. TE353

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 019735 号

书 名: 流线数值试井解释理论与方法
作 者: 姚 军 吴明录

责任编辑: 袁超红
封面设计: 九天设计

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)
网 址: <http://www.uppbook.com.cn>
电子信箱: shiyoujiaoyu@126.com
排 版 者: 中国石油大学出版社排版中心
印 刷 者: 青岛星球印刷有限公司
发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392791,8392563)
开 本: 185×260 印张:23 字数:580 千字
版 次: 2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
定 价: 58.00 元

目 录

第一章 数值试井方法	1
第一节 试井概述	1
第二节 试井理论发展历史	1
一、测试仪器的的发展历史	1
二、试井理论与解释方法的发展历史	2
第三节 现代试井解释方法的局限性	3
一、均质油藏试井解释模型	3
二、试井解释模型的局限性	5
三、原因分析	6
第四节 试井的本质	6
一、从系统分析的角度看试井	6
二、从油藏建模的角度看试井	6
第五节 数值试井方法简介	7
一、数值试井有关的基本概念	8
二、数值试井分析步骤	8
三、数值试井的技术路线	9
四、数值试井主要研究内容	11
本章小结	12
第二章 流线数值模拟方法	13
第一节 流线方法概述	13
第二节 流线数值模拟器计算步骤	14
第三节 时间步长讨论	15
第四节 流线追踪	16
一、速度场计算	17
二、追踪流线的半解析方法	17
三、传播时间	19
四、流线追踪时的流量分配	20
五、无流线经过网格的处理	20
第五节 流线参数计算	21
第六节 流线的更新	22
一、流线更新的必要性	22
二、压力场计算	23
第七节 网格参数计算	29

第八节 井的处理方法	31
一、求解压力场时井的处理方法	31
二、流线追踪时井的处理方法	34
三、网格参数计算时井的处理方法	34
本章小结	34
第三章 单层砂岩水驱油藏流线数值试井解释方法	35
第一节 单层砂岩水驱油藏流线数值试井解释模型	35
一、生产阶段的渗流数学模型	35
二、测试阶段的流线数学模型	36
第二节 单层砂岩水驱油藏流线数值试井解释模型的求解方法	37
一、生产阶段渗流数学模型的求解方法	37
二、测试阶段流线数学模型的求解方法	41
第三节 单层砂岩水驱油藏流线数值试井解释模型解的计算方法	42
第四节 单层砂岩水驱油藏流线数值试井解释模型的正确性验证	44
一、均质无限大油藏压降试井模拟计算及结果分析	44
二、均质水驱油藏压降试井模拟计算及结果分析	45
三、非均质油藏压降试井模拟及分析	49
第五节 砂岩水驱油藏流线数值试井解释模型的压力响应特征	55
一、污染系数对压力响应的影响特征	55
二、井筒存储系数对压力响应的影响特征	55
三、油水粘度比对压力响应的影响特征	56
四、生产历史对压力响应的影响特征	56
五、井网形式对压力响应的影响特征	57
六、高渗透条带分布形式对压力响应的影响特征	65
本章小结	74
第四章 多层砂岩水驱油藏流线数值试井解释方法	76
第一节 多层砂岩水驱油藏流线数值试井解释模型	76
一、生产阶段的渗流数学模型	76
二、测试阶段的流线数学模型	78
第二节 多层砂岩水驱油藏流线数值试井解释模型的求解方法	79
一、生产阶段渗流数学模型的求解方法	79
二、测试阶段流线数学模型的求解方法	79
第三节 多层砂岩水驱油藏流线数值试井解释模型的压力响应特征	80
一、井筒存储系数对试井解释模型压力响应的影响特征	80
二、表皮系数对试井解释模型压力响应的影响特征	83
三、纵向与横向渗透率比对试井解释模型压力响应的影响特征	84
四、存在复杂窜流的多层水驱油藏流线数值试井解释模型特征	85
五、油水两相流多层油藏流线数值试井解释模型特征	88
第四节 多层水驱油藏流线数值试井解释模型的分层流量响应特征	92

本章小结	94
第五章 复杂近井条件下的流线数值试井解释方法	95
第一节 储层部分射开的流线数值试井解释模型	95
一、储层部分射开井的流线数值试井解释模型	95
二、储层部分射开井的压力响应特征	96
第二节 存在不规则污染区井的流线数值试井解释模型	102
一、存在不规则污染区井的流线数值试井解释模型	102
二、存在不规则污染区井的压力响应特征	103
本章小结	105
第六章 多层砂岩化学驱油藏流线数值试井解释方法	107
第一节 多层砂岩聚合物驱油藏流线数值试井解释模型	107
一、生产阶段的渗流数学模型	107
二、测试阶段的流线数学模型	110
第二节 多层砂岩聚合物驱油藏流线数值试井解释模型的求解方法	111
一、生产阶段渗流数学模型的求解方法	111
二、测试阶段流线数学模型的求解方法	113
第三节 多层砂岩聚合物驱油藏流线数值试井解释模型的压力响应特征	113
第四节 多层砂岩碱和聚合物复合驱油藏流线数值试井解释模型及其求解方法	123
一、生产阶段的渗流数学模型及其求解	123
二、测试阶段的流线数学模型及其求解	128
第五节 不同驱动方式试井压力响应特征对比分析	129
本章小结	131
第七章 考虑组分的流线数值试井解释方法	132
第一节 组分模型	132
一、基本假设	132
二、组分模型	132
第二节 状态方程及相态平衡	135
一、PR 状态方程	136
二、相平衡计算	137
第三节 组分模型的 IMPES 解法	144
一、有限差分方程	144
二、累积项的展开	146
三、产量方程	149
第四节 考虑组分的流线试井解释模型	150
第五节 考虑组分的流线试井解释模型离散	152
一、试井解释模型的差分	152
二、内边界条件差分	154
三、外边界条件的差分	157
四、方程组的矩阵形式	158

第六节 沿流线组分及饱和度的计算	159
第七节 模拟实例分析	160
一、基础数据	160
二、测试模拟	161
三、测试曲线分析	163
本章小结	163
第八章 双重孔隙介质多层油藏流线数值试井解释方法	166
第一节 双重孔隙介质多层油藏流线数值试井解释模型	166
一、物理模型	166
二、生产阶段的渗流数学模型	167
三、测试阶段的流线数学模型	168
第二节 双重孔隙介质多层油藏流线数值试井解释模型的求解	169
一、生产阶段渗流数学模型的求解方法	169
二、测试阶段流线数学模型的求解方法	171
第三节 双重孔隙介质多层油藏流线数值试井解释模型的响应特征	171
一、层间渗透率级差对压力响应的影响特征	171
二、弹性储容比对压力响应的影响特征	174
三、窜流系数对压力响应的影响特征	174
本章小结	175
第九章 多参数流线数值试井解释方法	176
第一节 数值试井自动拟合解释原理与方法	176
一、自动拟合解释原理	176
二、修正的最小二乘法	176
第二节 双种群遗传算法解释原理	179
一、双种群遗传算法总体方案设计	179
二、全局种群的遗传操作设计	180
三、局部种群的遗传操作设计	181
本章小结	183
第十章 流线数值试井解释软件编制	184
第一节 概述	184
一、设计背景	184
二、主要性能	184
三、主要特色	184
第二节 软件主要功能简介	185
一、地质建模模块	185
二、生产历史计算模块	187
三、图形显示模块	188
四、试井分析模块	188
本章小结	189

第十一章 流线数值试井解释软件矿场应用实例	190
第一节 河南双河油田四三七断块应用实例	190
一、地质概况	190
二、开发简况	190
三、测试井的选择	191
四、生产阶段渗流数学模型的建立	191
五、生产阶段渗流数学模型的求解及生产历史拟合	197
六、单井试井解释	200
七、全部井综合解释	237
第二节 大港羊三木油田羊三断块应用实例	241
一、地质概况	241
二、开发简况	243
三、测试井的选择	245
四、生产阶段渗流数学模型的建立	246
五、生产阶段渗流数学模型的求解及生产历史拟合	251
六、单井试井解释	269
七、全部井综合解释	340
第三节 中原油田胡七南块应用实例	349
一、地质概况	349
二、开发简况	350
三、测试井的选择	351
四、生产阶段渗流数学模型的建立	351
五、生产阶段渗流数学模型的求解及生产历史拟合	355
六、单井试井解释	359
七、全部井综合解释	366
第四节 胜利油田应用实例	369
本章小结	369