

辫状河三角洲沉积体单井地质模型优选研究

徐文^{1,2} 王东旭² 何丽萍²

(1. 西北大学地质学系 2. 中国石油长庆油田分公司勘探开发研究院)

徐文等. 辫状河三角洲沉积体单井地质模型优选研究. 天然气工业, 2005; 25(4): 45~46

摘要 鄂尔多斯盆地上古生界盒8段和山2段储层是受河流作用控制为主的辫状河三角洲沉积体系, 河道侧向摆动频繁、迁移改道明显, 河道间相互叠置交错普遍, 传统的径向模型往往难以取得满意拟合效果。文章针对辫状河沉积体系砂体特征, 结合储层沉积背景, 辫状河心滩、分流河道和边滩等微相不同的空间展布形态, 建立了包括充分大砂体多层非均质模型和透镜状砂体多层非均质模型在内的多个单井地质概念模型; 结合单井数值模拟对生产动态资料进行拟合, 修正了储层参数, 得到了能够反映储层真实情况的精细地质模型, 评价了单井控制范围、控制储量、分析储层非均质性, 深化了地质认识。研究认为, 考虑物性网状低渗带分布的透镜状砂体多层非均质模型更适合辫状河沉积储层的特点, 通过多模型对比评价, 在油气藏开发评价初期不失为一种行之有效的方法。

关键词 网状河 三角洲沉积 地质模型 数值模拟 最优化 鄂尔多斯盆地 晚古生代

一、储层特征

鄂尔多斯盆地在二叠系的石盒子组和山西组均可见含气显示, 下石盒子组的盒8段和山西组的山2段为主要的含气层段, 总体属受河流作用控制的辫状河沉积体系。在沉积上主要表现为心滩坝(纵向坝、横向坝等)和废弃河道沉积, 沉积的主体为心滩坝。因辫状河岸疏松, 造成河道侧向迁移摆动频繁, 其泛滥沉积部分并不十分发育。横向上, 砂体连片性好, 但属于由多期河道形成的心滩和边滩叠加而成, 故大的砂体里面往往频繁分布低渗带, 心滩和边滩砂岩岩性和厚度变化较大, 多成透镜体分布, 规律性不明显。在砂体剖面形态多呈顶平底凸的透镜状, 可以是对称透镜体或不对称透镜体状。纵向上夹层(物性夹层和泥质夹层)发育, 形成垂向渗流遮挡。从动态角度看, 每个心滩或者边滩可能是一个流动单元, 低渗带分布使得流动单元几何形状复杂, 导致动、静态认识悬殊。

二、模型的建立

从山西柳林成家山山西组露头剖面看出, 河道砂体侧向频繁叠置, 迁移明显, 心滩大小不一(从几十米到几公里)。河道较宽或心滩较大的储集体, 非均质性相对较弱, 采用传统的等厚径向模型和透镜

体模型均可达到较好的拟合效果。但对于河道较窄、边滩或心滩较小的储集体, 单砂体交错排列, 横向尖灭和泥质夹层存在, 平面上形成了随机分布的低渗、特低渗条带, 在垂向上砂体之间存在岩性遮挡, 采用径向模型也可拟合, 但与实际地质特征不符, 若采用透镜体模型, 在尽可能符合实际储层砂体展布的情况下, 可很快取得较好的拟合。测井表明纵向泥质夹层出现频率达到25%~65%, 且各砂层物性差距大, 非均质性极强, 故必须建立多层模型。彩色图版5、6分别是充分大砂体多层径向概念模型和多层透镜状砂体概念模型。

三、动态响应特征

两种模型的区别在于模型的空间形态不同。充分大砂体模型的动态响应特性最好, 进入连续流量生产后, 压降速率越来越小, 逼近拟稳态。关井后, 压力恢复快, 恢复程度高, 表现出外围供给充分的特征。透镜状砂体模型在延续流量生产阶段井底流压几乎以恒定速率下降, 且恢复程度低。反映由于控制范围小, 控制储量有限, 外围储层物性变差, 供给不足的特征。

苏里格气田和榆林气田储层均属河流相控制的辫状河三角洲沉积砂岩, 单井一般无自然产能, 需经大规模压裂。进行单井数值模拟研究时, 需采用复

作者简介: 徐文, 1970年生, 在读硕士研究生, 工程师; 现从事气藏工程、储层建模和数值模拟方面的研究工作。地址: (710021) 陕西省西安市长庆兴隆园小区。电话: (029) 86594832。E-mail: xw1_cq@petrochina.com.cn

合渗流模型。选用透镜状砂体层间非均质模型时,宜采用矩形网格参数场,各小层毛厚沿河道横向从中心向外逐渐减薄,井周加密网格。

为了精确拟合,网格尺寸要小,近井区网格取20 m。拟合调整的参数主要有砂体的宽度、厚度和渗透率。改变砂体宽厚,实际上是改变了储量在井控面积内的分布;修改渗透率,使之由心滩向外,随砂体变薄,渗透率变小(甚至呈级数减小),这反映近井地带的压裂改造效果。图1、2是同一口井两种模拟的拟合曲线,可见采用透镜状砂体模型下的拟合效果明显好于采用充分大砂体多层径向模型。

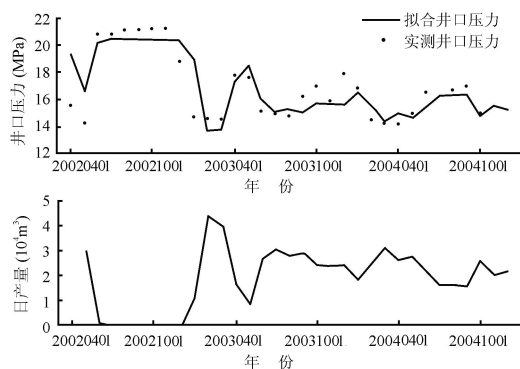


图1 充分大砂体多层径向模型拟合曲线图

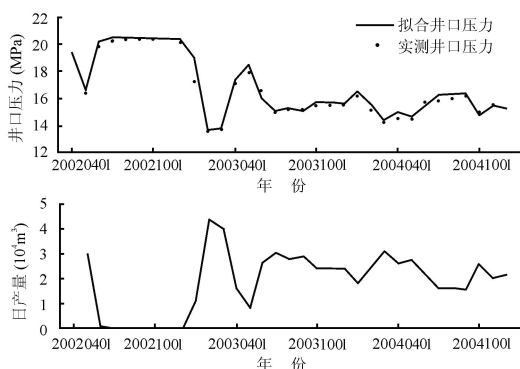


图2 多层透镜状砂体模型拟合曲线图

四、模型评价

单井控制储量、控制面积及储层物性的空间变化特征直接影响气井的生产能力。数值模拟单井模型控制储量主要受砂体大小及有效厚度的控制,井点采用测井资料,外围主要参考临井资料,根据砂体的变化趋势调整单井控制砂体大小。计算结果表明,河流相控制的辫状河三角洲沉积砂岩储层由于心滩、河道的宽度不等,且心滩大小不一,单井控制有效储量变化较大,小则几千立方米,大到几亿甚至十亿立方米不等。

非均质性方面,纵向砂泥岩交互存在,且隔夹层较发育(非有效储层厚度占有效储层厚度的比例较高),非均质性强;横向上由于多期河道形成的心滩和边滩叠加,大的砂体里面往往频繁分布低渗带,心滩和边滩砂岩岩性和厚度变化较大,从拟合效果来看外围渗透性急剧变差(甚至级数差,反映井筒附近的压裂改造效果),低渗带的存在导致供给能力有限,储层非均质性强。彩色图版7是山₂段一口井拟合后渗透率剖面。

五、结论

辫状河沉积的心滩、边滩可以概括为两种概念模型:充分大砂体多层非均质模型和透镜状砂体多层非均质模型(考虑物性网状低渗带分布)。两种模型动态响应特征各不相同,尽管通过调参,两种在投产初期均可取得满意的拟合效果,但结合储层的沉积背景和地质特征,透镜状砂体多层非均质模型更适合辫状河沉积储层的特点。笔者认为,多模型的对比评价,可更深入认识储层特点,准确量化储层及拟合井的动态,评价气井产能。不失为一种有效的方法。

强非均质性是导致这类储层气井普遍低产、难以稳产且气井寿命短的主要储层地质原因。主要表现在:单砂体相对较小,河道迁移频繁且宽度较窄,单井控制范围有限,储层物性在纵、横向的强非均质性(纵向隔夹层发育,外围渗透性急剧变差等)。

参考文献

- 1 包茨.天然气地质学.北京:科学出版社,1988
- 2 刘泽容等.油藏描述原理与方法技术.北京:石油工业出版社,1993
- 3 王仲林,徐守余.河流相储集层定量建模研究.石油勘探与开发,2003;30(1):75~78
- 4 寿铨成,何光怀,Nick Fest.榆林气田长北区块山西组下段主力储集层建模及水平井地质设计.石油勘探与开发,2003;30(4):117~121
- 5 徐文等.数值模拟中网格方向的确定.石油勘探与开发,1999;26(1):58~60
- 6 Journal A G, Alabert F G. New method for reservoir mapping. Journal of Petroleum Technology, 1991; (2) 212-218
- 7 王月华,皮学军,张柏桥.储层地质建模方法在克拉2气田气藏描述中的应用.天然气地球科学,2003;14(1):65~68

(收稿日期 2004-11-22 编辑 韩晓渝)