

大庆萨尔图中部油田主力油层 单元间夹层发育特征

钱杰^{1,2}, 冯文光¹, 董志林², 张国珍², 关辉²

(1. 成都理工大学 能源学院 四川 成都 610059; 2. 大庆油田有限责任公司 采油一厂, 黑龙江 大庆 163001)

[摘要] 经过40多年开发, 大庆萨尔图中部油田已进入高含水后期阶段, 复杂的地下形式要求了解更加精细的储层特征。在主力油层葡萄花油层I组沉积相带图全面绘制完成的情况下, 通过应用VFP、AutoCAD计算机技术将精细地质研究成果之一的小层数据库进一步开发利用, 得到主力油层单元间夹层图, 从而首次实现了对萨尔图中部油田主力油层单元间沉积特征的整体描述, 认识了平原相、三角洲内前缘相单元间夹层不同的特征, 并指出了单元间夹层的发育、分布受上覆沉积单元河流相空间发育位置控制的规律, 为油田高含水期开发、综合调整多提供了一种新的储层图幅资料。

[关键词] 单元间夹层; 三角洲; 沉积相; 单元内夹层; 河流相; 大庆

[中图分类号] P618.13; TE122.2+3 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2005)03-0023-03

[作者简介] 钱杰(1968-), 男, 安徽桐城人, 高级工程师, 博士研究生, 从事油田开发研究。

大庆油田萨尔图中部开发区(简称萨中油田)历经40多年开发, 已进入高含水后期开采阶段^[1], 但内部仍有相当数量剩余油, 由于油水分布状况十分复杂及认识的不断深入, 以往对储层的轮廓性描述已不能满足实际生产的需要, 要求对储层进行更加精细的描述^[2]。葡萄花油层I组(以下简称葡I组)是萨中油田的主力油层, 也是萨中油田工业聚合物驱主要对象, 对该油层的精细描述也更为迫切^[3]。葡萄花油层为河流相、三角洲相沉积, 并具有多物源、多沉积体系的特点, 是由多期不同规模、不同类型的砂体交错叠置而成, 沉积总厚度35~40 m, 该油层沉积相带图2003年已全部绘制完成^[4]。沉积相带图只含有各单元层砂岩的信息, 而不能体现各沉积单元间砂体的纵向连通状况, 这就给生产动态分析带来一些不便, 而进一步了解主力油层的单元间夹层发育、分布特征, 对油田生产的动态分析、调整, 对新区块聚合物注入方案编制等都具有重要意义^[5]。

1 夹层图绘图原理

萨中油田沉积相带图绘制工作已经完成, 通过

对绘制沉积相带图的小层数据库进一步开发利用, 将所含单元间、单元内夹层信息提取出来, 即可实现单元间、单元内夹层图的计算机自动生成, 大幅度提高工作效率^[6]。

单元间夹层: 指两个沉积单元之间泥岩夹层或岩性变差段^[6]。分为4个等级, 即单元间1类夹层、2类夹层、3类夹层、无夹层。单元间1类夹层指两个沉积单元之间有稳定的30 cm以上厚度的泥岩夹层段; 单元间2类夹层指上部单元叠加于下部单元的顶层亚相之上, 两单元间有稳定的30 cm以内厚度的泥岩夹层段; 单元间3类夹层指上部单元切割下部单元的顶层亚相, 两单元间无泥岩夹层段, 但尚存岩性变差段; 单元间无夹层指上部单元切入下部单元底层亚相, 两单元串通为一个单元。

单元内夹层: 指厚油层内部薄泥岩夹层或岩性变差段^[6], 分为3个等级, 即单元内1类夹层、2类夹层、3类夹层。划分方法和单元间夹层是一样的, 但夹层级别要低一级, 即单元间夹层2类、3类、无夹层在单元内夹层划分时将定为单元内1类、2类、3类夹层。需强调的是生产中一般只对油层有效厚度>2 m的厚油层内部单元内夹层发育个数、夹层厚度、分布规律进行研究, 而不进行薄差油层单元内夹层发育与分布规律研究。

在精细地质研究小层数据库中,单元间夹层标志已直接表示出来,可在 VFP 数据库中按井号、单元号直接提取出来。单元内夹层类别在小层数据库中需要通过砂岩深度、厚度数据计算分析判断出来,但仅限于细分水淹层测井解释数据,而没有细分水淹层测井解释数据不含单元内夹层信息^[5]。

由于计算机技术的快速发展,目前在 PC 机上即可完成萨中地区夹层图幅的网格化处理工作,使得绘图全过程在 PC 机上利用 VFP, AutoCAD 实现数据处理及绘图工作,可快速便捷地为油田生产开发多提供一种油藏储层基本特征的参考图幅。

2 单元间夹层发育状况

萨中油田葡 I 组油层是陆相湖泊、河流、三角洲相沉积,其中葡 I 4~7 单元层为陆相湖泊三角洲内前缘相沉积,葡 I 1~3 单元层为分流、泛滥平原河流相沉积,在不同沉积环境中形成的单元间夹层具有不同的特点。

萨 III~葡 I 1 单元间夹层:1 类夹层钻遇率 98.6%,个别井点有 2 类以上差夹层钻遇(表 1),对萨中油田开发区而言可以起到较好地分段开发隔层作用。

葡 I 1~葡 I 2₁ 单元间夹层:1 类夹层钻遇率 78.6%,2 类以上差夹层钻遇率 11.4%(表 1),差夹层钻遇上覆单元层对应部位河道砂不发育。

葡 I 2₁~葡 I 2₂ 单元间夹层:2 类以上差夹层钻遇率最高,单元之间无夹层比例也最高,为 7.2%,而 1 类夹层比例也最低,为 63.15%(见表 1)。2 类以上差夹层的分布受上覆单元层河床相空间发育位置控制,二者具有较好地一致性:上覆单

表 1 单元间夹层数据

Table 1 Data of the interunit interlayers		1 类夹层 1%	2 类夹层 1%	3 类夹层 1%	无夹层 1%
单元间夹层					
萨 III~葡 I 1		98.6	0.5	0.6	0.3
葡 I 1~葡 I 2 ₁		78.6	6.9	10.8	3.7
葡 I 2 ₁ ~葡 I 2 ₂		63.2	11.4	18.2	7.2
葡 I 2 ₂ ~葡 I 3		72.4	8.7	12.8	6.1
葡 I 3~葡 I 4		79.4	6.8	10.3	3.6
葡 I 4~葡 I 5		98.8	0.4	0.6	0.2
葡 I 5~葡 I 6		77.9	6.1	11.4	4.6
葡 I 6~葡 I 7		80.4	5.8	10.2	3.6

元层河床相发育处,其与下伏单元间对应部位 2 类以上差夹层就非常发育;上覆单元层河床相在沉积相带图东南角不发育处,其与下伏单元间对应部位 2 类以上差夹层就没有发育(图 1a, b)。

葡 I 2₂~葡 I 3 单元间夹层:1 类夹层钻遇率为 72.4%,2 类以上差夹层钻遇率为 27.6%(见表 1)。2 类以上差夹层在西侧发育稳定,分布连片,而在东侧 1 类夹层比较发育(图 1d),这与上覆葡 I 2₂ 单元层河道砂发育的对应关系是:河道砂从西向东,由成片连续发育变成零散、不成片发育(图 1c),而 2 类以上差夹层呈现北西—南东走向,其发育的空间走向、规模、分布形状与上覆单元层河床相一致。

葡 I 3~葡 I 4 单元间夹层:1 类夹层钻遇率为 79.4%,2 类以上差夹层钻遇率为 20.6%(见表 1),2 类以上差夹层分布于整个萨中地区,无特别明显趋势特征(图 1f),这与上覆葡 I 3 单元河床相空间零星分布特征一致(图 1e)。

葡 I 4~葡 I 5 单元间夹层:1 类夹层大面积成片连续发育,钻遇率高达 98.8%,2 类以上差夹层偶有钻遇(见表 1),这与葡 I 4 单元的三角洲内前缘

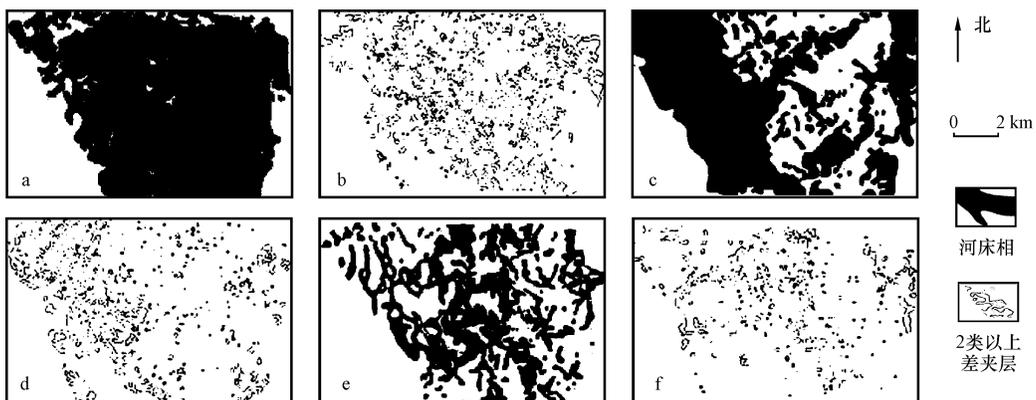


图 1 萨 III10~葡 I 7 单元间夹层

Fig. 1 SIII10~PI 7 interunit interlayers

相河流水动力作用相对于平原相减弱,沉积的河道砂发育较少有关。

葡I 5~葡I 6单元间夹层:1类夹层钻遇率为77.9%,2类以上差夹层钻遇率为22.1%(见表1),差夹层主要集中分布于油田中部,呈南北走向宽1.5 km左右的条带状,其发育主要是受上覆单元对应部位的河道所控制。

葡I 6~葡I 7单元间夹层:1类夹层钻遇率为80.4%,2类以上差夹层钻遇率为19.6%(见表1)。差夹层全区均匀分布,与葡I 3~葡I 4单元间夹层相似,无特别明显特征趋势,这与葡I 6单元的三角洲内前缘相河道砂发育少、下切作用弱有关。

3 结语

通过单元间夹层的发育与上覆单元沉积特征关系分析,可以得出以下认识。

(1)分流、泛滥平原相沉积单元间夹层特点:虽然以1类夹层为主,但钻遇率一般 $< 80\%$,2类以上差夹层相对较发育,钻遇率高者可达36.9%,差夹层的发育、方向呈北西—南东走向,与萨中油田河道砂发育走向一致,且差夹层空间分布、位置、走向与河道砂空间位置大体一致,说明差夹层的发育受上覆单元河道控制。

(2)三角洲内前缘相沉积的单元间夹层发育特点:1类夹层大面积成片连续发育,钻遇率 $> 80\%$,高者可超过98%,而2类以上差夹层发育相对较

少,差夹层发育空间位置呈零星分布,方向性不明显,但发育的差夹层位置基本位于上覆单元河道砂位置,说明差夹层的发育仍受上覆单元河道控制,由于内前缘相河道水动力作用弱,方向性差,下切能力低,使得这类单元间1类夹层发育相对较好,差夹层发育少,而且方向性也差。

(3)由于夹层的发育与沉积密切相关,通过夹层的特征研究可以推断上覆沉积单元的沉积相、水动力作用强弱等特性。

利用计算机进一步开发利用精细地质研究成果数据库,可以为油田高效、快速、便捷的绘出夹层图,为油田开发提供更加丰富的储层特性资料,既扩大了精细地质研究成果的内涵,又拓展了精细地质研究成果的应用范围。

[参 考 文 献]

- [1] 钱杰,付允春,叶佳根,等.精细地质研究在注水调整中的应用[J].国外油田工程,2001,17(9):34~35.
- [2] 钱杰.单元间夹层分布对二次射孔井开发效果的影响[J].大庆石油地质与开发,2002,21(2):31~33.
- [3] 杨金侠.海拉尔盆地乌尔逊凹陷古流体动力场数值模拟[J].长安大学学报(地球科学版),2003,25(3):44~50.
- [4] 张世奇,任延广.松辽盆地中生代沉积基准面变化研究[J].长安大学学报(地球科学版),2003,25(2):4~8.
- [5] 钱杰.精细地质研究小层库中夹层的识别[J].油气田地面工程,2004,23(1):46.
- [6] 随军,吕小光.大庆油田河流—三角洲相储层研究[M].北京:石油工业出版社,2000.

Sediment characteristics of interunited interlays of chief zone in central saertu oilfield, Daqing

QIAN Jie^{1,2}, FENG Wen guang¹, DONG Zhi lin², ZHANG Guo zhen², GUAN Hui²

(1. School of Energy Resources, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. No. 1 Production Company, Daqing Oilfield Limited Company, Daqing 163001, China)

Abstract Over 40 years' development, it has entered the later stage of high watercut in the central Saertu Oilfield. Thus fine reservoir description is required to study the complicated geological conditions. Based on mapping the sedimentary facies belts of No. 1 Sandstone Group of the chief Putaohua Oilfield, this paper got the detailed map of the interunited interlayers in the chief zone using the computerized layer database resulted from the fine geological research, which led to carrying out the integrated description of sedimentary characteristics of interunited interlayers in the central Saertu Oilfield. Meanwhile, it indicated that the development and distribution of interunit interlayers were controlled by the development positions of overlying sedimentary units of fluvial facies which provided another new reservoir maps for further developing and integrated adjusting at the later stage of high watercut.

Key words interunited interlayer; delta; sedimentary facies; inside unit layer; river facies; Daqing