

松辽盆地三肇地区榆树林油田 葡萄花油层储层沉积模式

王俊玲¹ 叶连俊² 李伯虎³ 陈琪英²

¹ (大庆石油学院, 安达 151400) ² (中国科学院地质所, 北京 100029) ³ (大庆勘探开发研究院, 大庆 163000)

提 要 葡萄花油层是大庆外围榆树林油田刚刚投入开发的一个主要产油层。本文从取心井出发, 通过储层层次划分及单井相分析, 利用大量地质、测井资料详细研究了榆树林油田葡萄花油层储层沉积微相特征, 确定葡萄花油层属于河控三角洲沉积, 发育三种亚相: 三角洲水上平原亚相, 三角洲外前缘亚相, 三角洲内前缘亚相, 进一步划分为八种微相: 水上分流河道, 河间洼地, 河间沼泽, 水下分流河道, 河口坝, 支流间湾, 席状砂和三角洲前缘泥。在此基础上, 编制了各小层沉积微相平面展布图, 结合区域地质特征, 首次建立了榆树林油田葡萄花油层储层沉积模式。

关键词 河控三角洲 沉积微相 沉积模式

分类号 P 512. 2

第一作者简介 王俊玲 女 28岁 博士 沉积学 石油地质学

榆树林油田是松辽盆地北部大庆长垣以东地区规模较大的低渗透油田, 该油田自 1978年钻穿第一口探井(树 1井)以来, 至今已完钻探井, 评价井共 142口, 并完成 0.5×1测网的二维地震精查和树 8 树 32等六个井区的三维地震勘探工作。自 1991年起, 树 32 东 14等六个井区已先后相继投入开发, 主要开采层为扶杨油层, 随着对扶杨油层开发工作的深入, 为增加油田石油产量, 目前, 该油田已开始对葡萄花油层进行开采。

但是与扶杨油层相比, 前人对葡萄花油层的储层研究工作显得比较薄弱, 使得目前油田开发工作陷入困境。为此, 本文利用全区 52口取心井, 142口探井资料, 通过储层层次划分及单井微相分析, 详细

研究了榆林油田葡萄花油层沉积微相特征, 并且首次建立了葡萄花油层储层沉积模式, 为开发方案的调整及未布井区开发方案的制定提供了一定的地质依据, 具有重要的现实意义。

1 储层层次划分与对比

从油田开发角度来讲, 沉积微相研究的重点是储层沉积成因单元及其空间分布变化, 为此, 本文首先利用该区 142口探井资料, 从取心井出发, 对研究区目的层段进行了储层层次划分与对比。图 1是其中一条穿过全区过升 30- 升 48- 升 35- 树 109- 树 13- 树 123井的骨架剖面小层对比图。

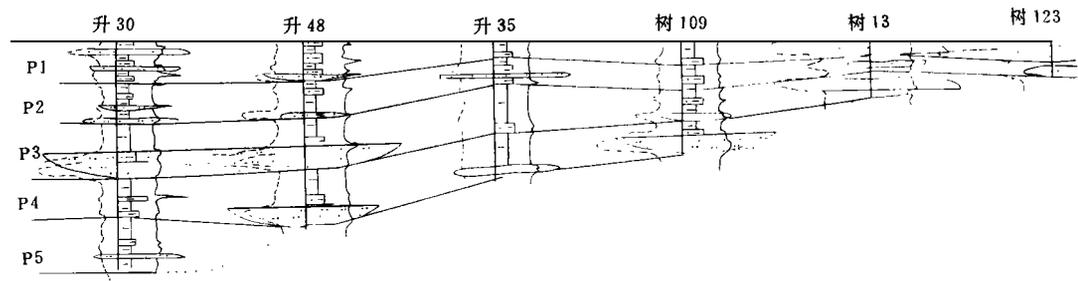


图 1 榆树林油田葡萄花油层小层地层对比剖面图

Fig. 1 Stratigraphic correlation section of substrata in the Putaohua group in the Yushulin oilfield

通过储层划分与对比,将葡萄花油层划分出五个砂层组,即 P1, P2, P3, P4, P5,其中在工区的西北部发育五个层 (P1, P2, P3, P4, P5),而东南部仅发育两个层 (P1, P2)。从图可见 P5, P4, P3, P2, P1由西北向东南逐层尖灭,只有 P1, P2两个小层覆盖全区。

2 单井相分析

在上述储层层次划分与对比基础上,本文通过岩芯观察和测井曲线相分析,从取芯井出发,进行了单井沉积微相划分。图 2是升 30井的单井微相分析剖面图

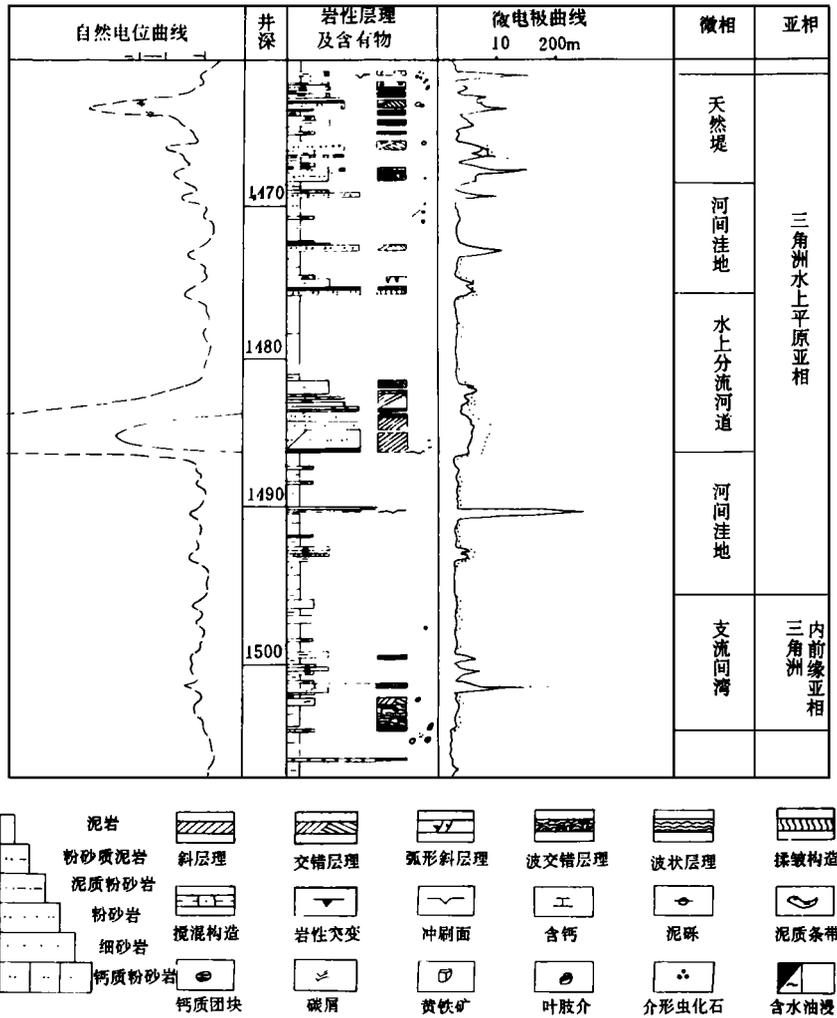


图 2 升 30井葡萄花油层微相分析剖面图

Fig. 2 Microfacies analysis section of the Putaohua group in the Well Seng-30

从图可见升 30井为一曲型的三角洲水上平原沉积序列,共发育五个层,其中 P1层由紫灰色、杂色薄层泥质粉砂、粉砂岩及泥岩互层组成,发育小型波状交错层理,含钙质结核,其电测曲线平稳,综合解释为河间洼地微相; P3层岩性为中厚层紫红色、紫灰色细粉砂岩、粉砂岩沉积为主,具明显的正韵律,向上逐渐过渡为泥质沉积,发育冲刷面,大型交错层理,斜层理 含有泥砾,其自然电位曲线负异常,

极大,呈钟形,微电极曲线幅差大,综合解释为水上分流河道微相; P5层岩性以泥岩沉积较多,发育小型波状层理,水平层理,综合解释为支流间湾沉积

3 沉积微相特征

通过对全区 52口取芯井的单井相分析和 90口探井测井曲线相分析,发现榆树林油田葡萄花油层属于浅水湖盆内形成的河控三角洲沉积,发育有三

种亚相: 三角洲水上平原亚相, 三角洲内前缘亚相, 三角洲外前缘亚相, 进一步划分为八种微相: 水上分流河道微相、河间洼地微相、河间沼泽微相、水下分流河道微相、河口坝微相、支流间湾微相、席状砂微相及三角洲前缘泥微相。各微相的沉积特征及电测曲线特征如下:

3.1 三角洲水上平原亚相

三角洲水上平原亚相是三角洲沉积体系的陆上部分, 在本区可进一步分为水上分流河道、河间洼地、河间沼泽三种微相。

3.1.1 水上分流河道微相

其岩性以厚层、中层紫灰色、杂色细砂岩、细粉砂岩、粉砂岩沉积为主, 分选较好, 向上逐渐过渡为薄层泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和紫灰色泥岩, 发育大中型交错层理、斜层理, 此外还具有平行层理、小型波状交错层理、波状层理, 与底部呈突变接触, 含植物根、碎屑及泥砾。垂向序列呈下粗上细的正韵律, 单层由下向上逐渐减薄, 其电测曲线呈钟形、箱形。

3.1.2 河间洼地微相

岩性由中层、薄层粉砂、泥质粉砂与杂色、紫红色粉砂质泥岩及泥岩组成, 砂岩与泥岩偶见图变接触。含钙质、铁质结核、生物碎屑及泥砾, 具波状层理、水平层理, 生物扰动构造发育。粘土层可见泥裂, 其电测曲线较平缓, 有时呈锯齿状或低平指状。

3.1.3 河间沼泽微相

其岩性以黑灰、灰色等暗色泥岩沉积为主, 夹少量薄层灰绿色泥质粉砂岩及粉砂质泥岩, 富含保存完好的植物化石以及黄铁矿等自生矿物, 碳酸钙含量极低, 生物扰动构造发育, 可见水平层理, 其电测曲线一般较平直。

3.2 三角洲内前缘亚相

三角洲内前缘是河流与蓄水体相互作用最强的地带, 也是三角洲沉积最活跃的地区。在这一地区发育有水下分流河道、支流间湾、河口坝微相。

3.2.1 水下分流河道

水下分流河道是陆上分流河道的水下延伸部分, 与陆上分流河道相比, 河道变浅加宽, 分叉增多。其岩性以厚层、中厚层灰绿色细—粉砂岩沉积为主, 向上逐渐过渡为泥质粉砂及粉砂质泥和薄层泥岩。其底部常呈渐变接触。垂向序列以正韵律为主, 也可见复合韵律。单层厚向上逐渐减薄, 发育斜层理、交错层理、冲刷—充填构造及层内变阻构造, 其电测曲线形态为顶底渐变的塔状或分段式箱状。

3.2.2 河口坝微相

位于水下分流河道的河口前方及附近, 上述三角洲前缘相中沉积速度最快的相带, 也是三角洲体系中砂沉积最多的区域。其岩性以厚层、中厚层细砂岩、粉砂岩沉积为主, 分选较好, 与上下岩层呈渐变或突变接触, 垂向序列为下细上粗的反韵律或复合韵律。内部发育交错层理、斜层理及水流波痕迁移层理, 常含有植物碎屑。其电测曲线形态有纺锤状、反台阶状或齿化的漏斗形为主。

3.2.3 支流间湾微相

位于水下分流河道之间, 岩性以灰绿色、紫灰色、杂色泥岩沉积为主, 夹薄层粉砂岩及泥质粉砂岩, 砂质沉积多为洪水期河床漫溢而成。其垂向序列常呈复合韵律, 内部发育交错层理、波状层理及水平层理, 虫孔及生物扰动构造发育, 常含有生物介壳及植物残体。

3.3 三角洲外前缘亚相

三角洲外前缘水动力条件较弱, 以波浪改造作用为主, 因此主要发育席状砂和三角洲前缘泥微相。

3.3.1 席状砂微相

以灰黑色、灰色泥岩与中薄层粉砂岩沉积为主, 砂质分选好, 其垂向上多为反韵律或不完整的复合韵律。发育小型交错层, 波状层理, 电测曲线多为锯齿状及漏斗状。

3.3.2 三角洲前缘泥微相

以大量黑色泥岩沉积为主, 生物扰动构造发育, 常见水平层理、细波状层理, 电测曲线平滑。

在研究工区内, 前三角洲沉积基本不发育, 因此没有划分出此相带。

4 沉积微相平面展布特征

通过对工区内 142 口探井资料及东 16、东 14 两个开发区的开发井资料的沉积微相综合分析解释, 做出了榆树林油田 P1、P2、P3、P4 各小层沉积微相平面展布图, 如图 3(a、b、c、d) 所示, 其各小层微相展布特征如下:

P1 层: 工区内分布最广的层, 三角洲分流平原亚相发育, 其上发育有两条主要河道, 一条是近南北方向在升 30—升 44—树 115—徐 8—树 8—树 106 井附近, 另一条是近北西—南东方向在东 160—升 37—东 122—东 121 井附近, 河道间发育河间洼地及河间沼泽微相。湖岸线在树 127—树 14—树—5 树 34—东 11—井沿线附近, 该界线以南为三角洲水

下沉积,进一步划分为三角洲内外前缘亚相,其分界线位于树 105-树 111-树 151-树 207-树 29井附近,该界线以北为三角洲内前缘亚相,以南为三角洲外前缘亚相。内前缘亚相发育水下分流河道,河口坝,支流间湾微相;外前缘亚相发育三角洲前缘泥及

席状砂微相。由此可见,该层在榆树林油田北部及西北部,主要发育分流河道砂体;中部则发育分流河道,河口坝,席状砂多种类型砂体;南部主要发育席状砂砂体

P2层:其三角洲分流平原上发育有三条近北西

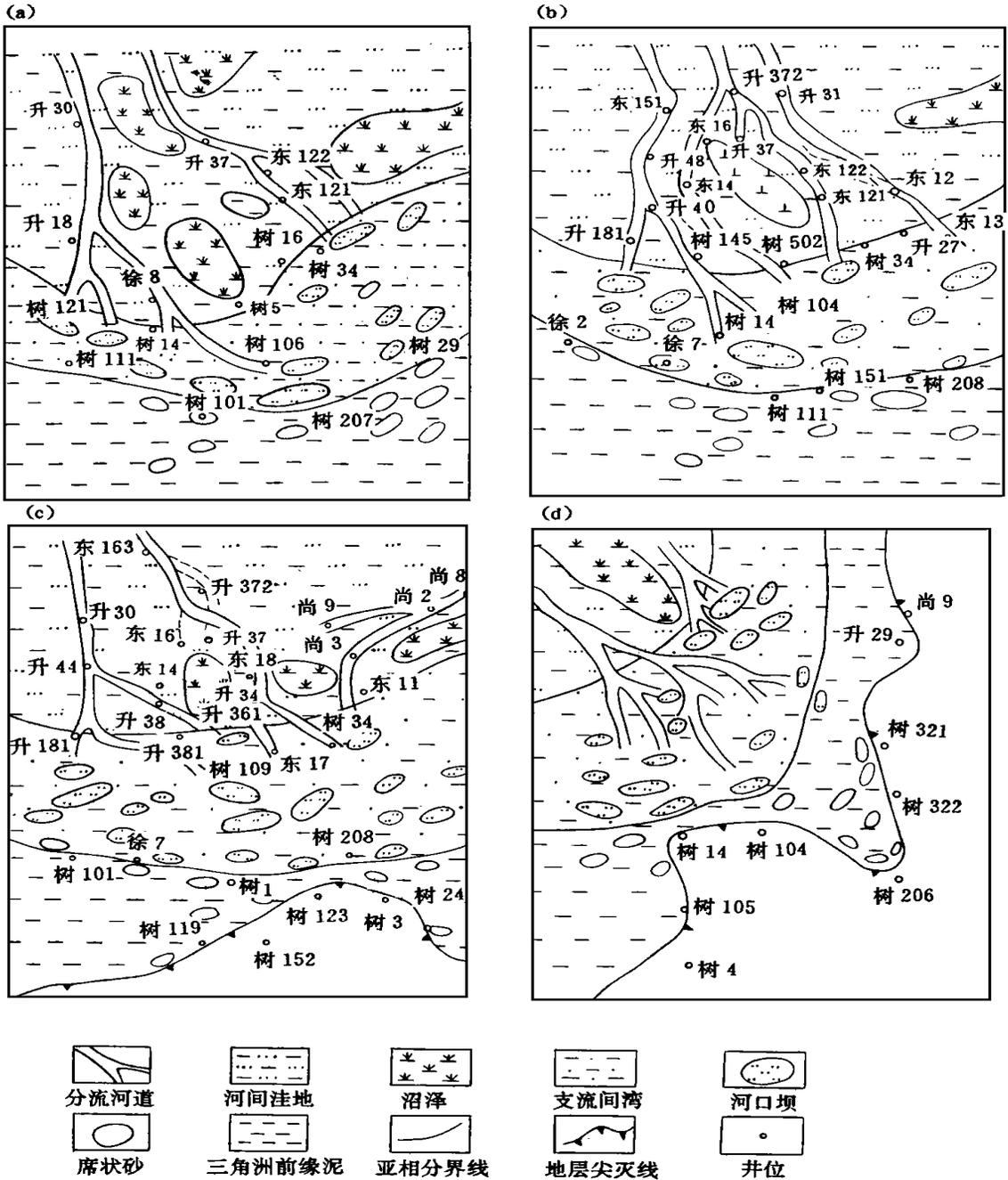


图 3 葡萄花油层小层沉积微相平面展布图

(a) P1小层; (b) P2小层; (c) P3小层; (4) P4小层

Fig. 3 Plane distribution map of sedimentary microfacies of substrata in the Putaohua group

一南东方向主要分流河道,分别位于东 151-升 48-升 46-升 40-树 145-树 144井附近,升 372-升 37井附近,升 31-升 20-升 26-东 11-

东 13井沿线及附近,河道间为河间洼地及沼泽微相;湖岸线约在升 17-树 143-树 18-树 34-升 27井附近,三角洲内前缘发育水下分流河道微相,河口

坝微相及支流间湾微相;三角洲外前缘主要发育席状砂微相及三角洲前缘泥微相。分流河道砂体主要分布在工区的北部,中部主要发育河口坝砂体,南部则以席状砂砂体为主。

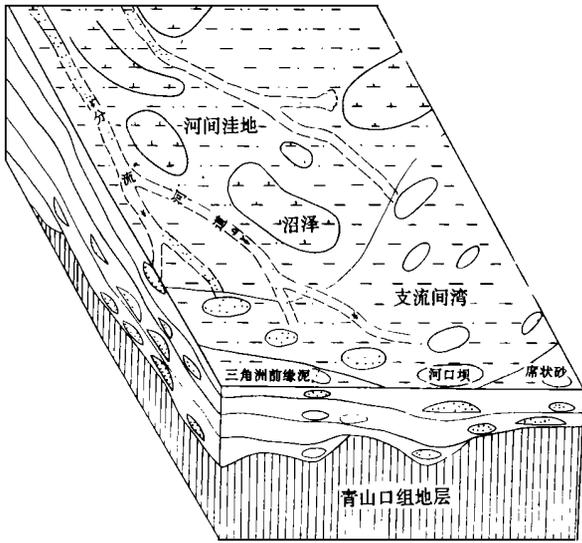


图 4 榆树林油田葡萄花油层储层沉积模式

Fig. 4 Sedimentary model of reservoirs of the Putaohua group in the Yushulin oilfield

P3层: 在工区内出现尖灭,其尖灭线位于树 4-树 123-树 3-树 24沿线附近,主要发育分流河道微相,河口坝微相;主要砂体类型为分流河道砂体和河口坝砂体。

总之,在整个工区内,分流河道砂体及河口坝砂体构成了三角洲沉积体系的骨架。平面上由西北向东南依次出现三角洲水上分流平原亚相—三角洲内前缘亚相—三角洲外前缘亚相,各相带基本呈扇形分布;垂向上由 P4—P1 各小层沿西北—东南方向逐层超覆,各沉积微相出现交错重迭现象,表明了河控三角洲沉积体逐渐进积的沉积特征。

5 储层沉积相模式

综合上述葡萄花油层沉积微相的研究结果,依

据各小层沉积微相的平面展布特征及单井相的解释结果,最终建立了榆树林油田葡萄花油层沉积模式,如图 4所示,它直观地再现了榆树林油田葡萄花油层河控三角洲沉积各微相平面展布特征,垂向上各小层迭置关系以及相组合关系,为进一步确定该区砂体发育状况提供了一个很好的纽带。

6 结 论

通过上述研究,本文得出以下几点结论:

(1) 榆树林油田葡萄花油层为河控三角洲沉积,主要发育三角洲水上平原,三角洲内前缘,三角洲外前缘三个亚相,进一步分为水上分流河道,天然堤,河间洼地,河间沼泽,水下分流河道,水下天然堤,河口坝,席状砂,三角洲前缘泥十种微相。

(2) 葡萄花油层发育的主要砂体类型有分流河道砂体,河口坝砂体及席状砂体,其中分流河道砂体和河口坝砂体构成本区主要储层。

(3) 文中建立的储层沉积模式直观地再现了葡萄花油层的沉积特征,为油田开发提供了一定的地质依据。

参 考 文 献

- [1] 信莹麟,刘泽容等.含油气盆地构造岩相分析.北京:地质出版社,1993.
- [2] H G 里丁主编,周明鉴等译.沉积环境和相.科学出版社,1991,127~178.
- [3] 林克湘,张昌民等著.地面—地下对比建立储层精细地质模型.北京:石油工业出版社,1995.
- [4] 裘亦楠编著.碎屑岩储层沉积基础.北京:石油工业出版社,1987.
- [5] J M 科尔曼, D B 普顿尔著,周祖勋译.三角洲砂体.北京:石油工业出版社,1987.
- [6] 姚光庆.浅水三角洲分流河道砂体储层特征.石油学报,1995,16(1): 24~31.
- [7] 裘亦楠.储层学依据工作流程.石油勘探与开发,1990,(1): 85~90.
- [8] T. Elliott, Deltas, in Mail A. D., Sedimentary Environment and facies, 1993, 112~154.

Sedimentary Model of the Putaohua Reservoir in the Yushulin Oilfield in the Songliao Basin

*Wang Junling*¹ *Ye Lianjun*² *Li Bohu*³ and *Chen Qiying*²

¹ (Daqing petroleum Institute)

² (Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences)

³ (Research Institute of Daqing Exploration and Development)

Abstract

The Yushulin oilfield is one of the oilfields with low – permeability around Daqing in the north of the Songliao basin. The Putaohua group is one of the most important reservoirs that have been being developed now.

In this paper, nearly 50 cored well data and more than 140 explored well data have been used. On the basis of stratigraphic correlation and facies analysis on each single well, the sedimentary subfacies features and sedimentary model of the Putaohua reservoir in the Yushulin oilfield are investigated in detail.

By stratigraphic correlation, the Putaohua oil reservoir is divided into five sandstone eayers P5, P4, P3, P2, P1. From northwest to southeast, each eayer overlaps another successively and both of P1 and P2 onlap the whole area.

Based on the sedimentary microfacies analysis on a single well, the Putaohua reservoir is identified as a river dominated delta deposit. It develops three kinds of subfacies delta above– water plain, delta inner front and delta outer front. On the basis of this, it can be subdivided into eight kinds of microfacies surficial distributary channel, interchannel area, interchannel swamp, subaqueous distributary channel, debouch bar, interdistributary bay, sheet sand and delta front mud.

The plane distribution feature of sedimentary facies is that from north west to southeast, delta plain, delta inner front, delta outer front appear in order. Different microfacies overlie and interlace with each other. Distributary channel sandbody and debouch bar sandbody the main sandbody framework of delta.

Combining research results of microfacies analysis on a single well with plane distribution features of sedimentary microfacies, the sedimentary model of the Putaohua reservoir in the Yushulin oilfield is built finally. It objectively shows sedimentary features of the Putaohua reservoir and provides a certain geological evidence for further oilfield development.

Key Words river– dominated delta sedimentary microfacies depositional model