

# 英买 34、35 井区志留系柯坪塔格组 储层特征及其控制因素

李玉胜<sup>1</sup> 谢传礼<sup>1</sup> 邓兴梁<sup>2</sup> 郭华清<sup>2</sup>

(1. 中国石油大学石油工程教育部重点实验室, 北京 102249;  
2. 中国石油塔里木油田分公司勘探开发研究院, 新疆 库尔勒 841000)

**摘要:** 志留系柯坪塔格组海相砂岩是英买力地区的主要储层和产层。英买力 34、35 两个井区的储层岩性、沉积环境均十分相似, 而储层物性相差很大。通过储层岩石学、孔隙类型和孔隙结构、储层物性、成岩作用等多种特征综合研究, 认为英买 34、35 区储层同为无障壁滨浅海沉积石英砂岩。英买 34 井区储层物性较好, 属于中孔、中渗储层; 英买 35 井区储层基质物性很差, 属于特低孔、特低渗储层, 但是张性微细裂缝发育, 属于孔隙-裂缝复合型储层。试油结果表明两个区均具有较高产能且比较稳定。在充分认识两个区储层特征的基础上, 笔者认为英买 34、35 井区储层性质的差异是后生成岩作用和构造作用造成的。

**关键词:** 英买力; 志留系; 海相砂岩; 储层

**中图分类号:** P588.21      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2009)05-1087-12

英买力 34、英买 35 井区位于塔里木盆地塔北隆起轮台凸起英买力 32 复合潜山构造带上的中西部(图 1)。2005 年在志留系柯坪塔格组上段海相砂岩中首次获得工业油气流, 2006 年投入开发, 两个区均具有较高的产能而且比较稳定, 截止到发稿前, 英买 34 井区平均日产油 334.66 t, 日产气  $0.8997 \times 10^4 \text{ m}^3$ , 英买 35 井区平均日产油 273.68 t, 日产气  $1.29 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。志留系砂岩储层是塔里木盆地重要的优质储层和主要油气产层, 自下而上包括柯坪塔格组、塔塔埃尔塔格组、依木干他乌组, 在塔里木盆地分布广泛, 为一套巨厚的无障壁海潮坪、滨浅海及辫状河三角洲沉积的岩屑砂岩和岩屑质石英砂岩组成<sup>[1-12]</sup>。研究区目的层系为志留系柯坪塔格组, 其储层属于无障壁滨浅海砂岩类沉积<sup>[1-19]</sup>。笔者在前人研究工作的基础上, 根据英买力地区志留系柯坪塔格组取心井资料、测井资料、试井资料以及部分地震资料, 重点对研究区进行了储层分类和储层评价研究。

## 1 岩石学特征

根据岩心观察和薄片分析资料, 英买 34、英买 35 井区砂岩储层为一套滨岸沉积巨厚灰色、灰白色细-中粒岩屑石英砂岩, 具有成分成熟度和结构成熟度高的特点。总体上英买 34、英买 35 井区志留系柯坪塔格组储层除胶结物的成分略有差异外, 其他成分差别不大。

英买 34 井区志留系砂岩石英含量变化不大, 一般 73%~90%, 砂岩中长石含量较低, 最高 3%, 平均 1%左右; 岩屑含量 10%~25%(图 2)。填隙物含量 1%~10%, 其中泥质含量 1%~7%, 胶结物含量为 1%~6.5%。胶结物成分主要为硅质和高岭石, 少量方解石和黄铁矿, 且分布不均, 硅质主要以石英颗粒次生加大形式出现。胶结类型以孔隙式为主, 少量薄膜-孔隙式。

英买 35 井区志留系砂岩石英含量变化小, 一般

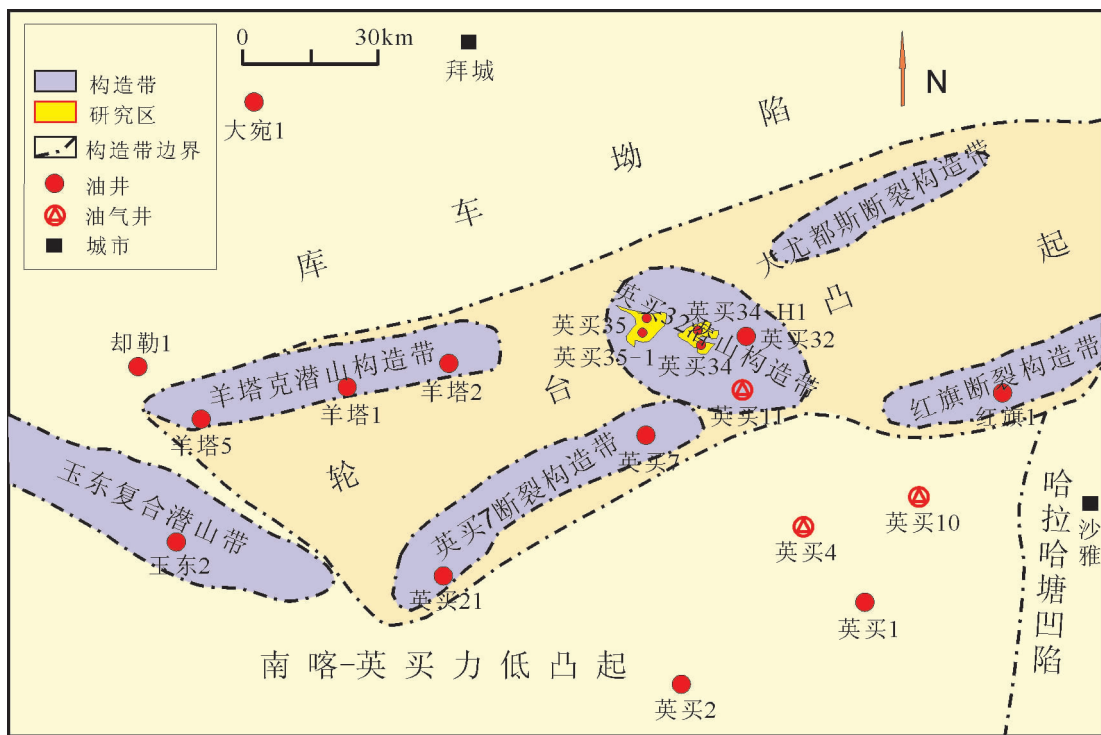


图 1 英买 34、35 井区构造位置示意图

Fig.1 Tectonic location map of YM34 and YM35 well blocks

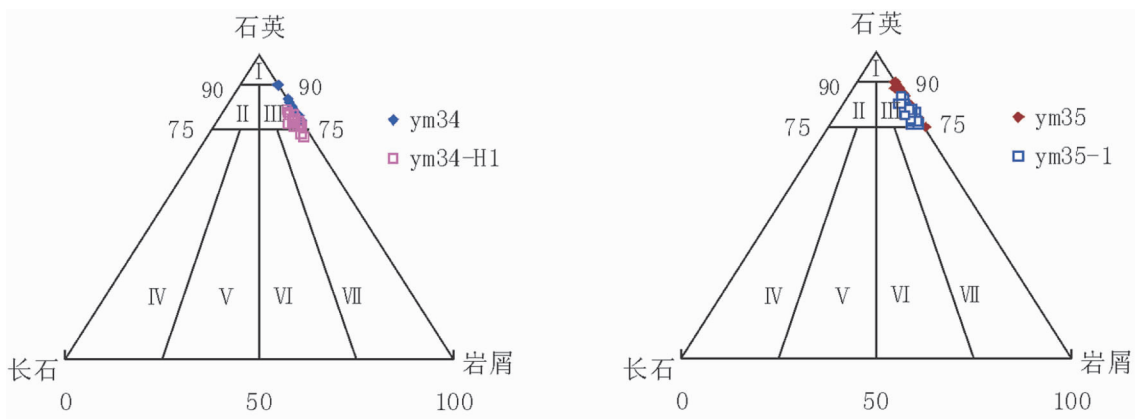


图 2 英买 34、35 井区岩石类型散点图

Fig.2 Scatter diagram of rock types in YM34 and YM35 well blocks

75%~90%；砂岩中长石少见，含量 1%~3%；岩屑含量 10%~25%(图 2)。填隙物含量较低，分布范围 1%~14.5%，其中泥质含量为 1%~12%，胶结物含量 1%~4%，胶结物成分主要为硅质，一般以石英颗粒次生加大形式出现。胶结类型以次生加大胶结为主。

## 2 储集空间特征

据普通岩石薄片、铸体薄片、扫描电镜和阴极发光等资料分析，英买 34 井区储层孔隙类型以原生粒间孔、溶蚀孔为主，少量微孔隙和铸模孔(图 3)；英买

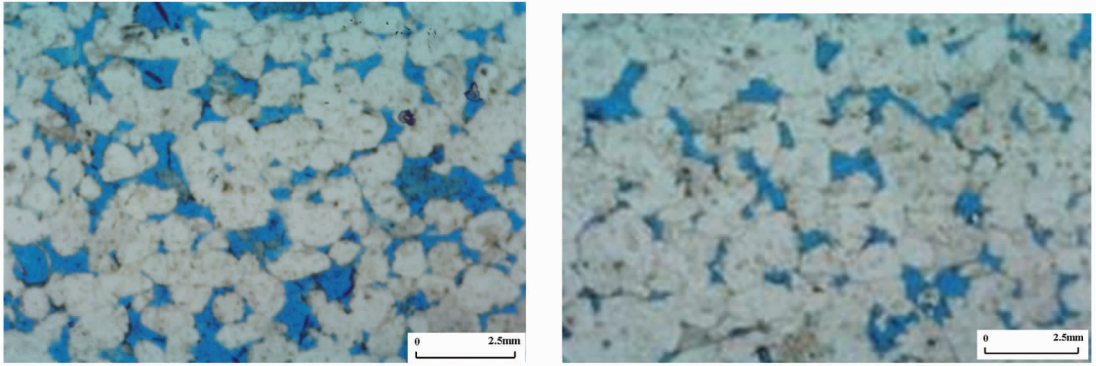


图 3 铸体薄片孔隙类型:原生粒间孔与部分溶孔

左-英买 34 井,5384.0 m(铸体薄片);右-英买 35 井,5588.88 m(铸体薄片)

Fig.3 Pore types in YM34 and YM35 well blocks: primary pores and some dissolution pores

Left-M34: 5384.0 m (casting slice);Right-YM35: 5588.88 m (casting slice)

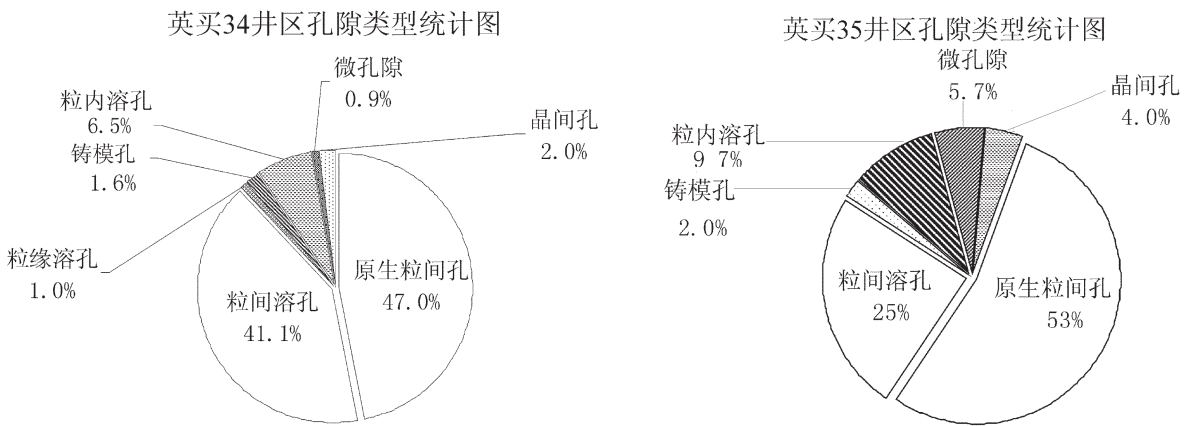


图 4 英买 34、35 井柯坪塔格组砂岩孔隙类型统计

Fig.4 Statistics of pore types of sandstone of Kepingtage Formation in YM34 and YM35 well blocks

35 井区以原生孔隙为主,裂缝发育(图 3、图 5)。

英买 34 井区原生粒间孔约占 47%(图 4), 次为粒间溶孔, 占 41%, 粒内溶孔为 6%, 铸模孔为 2%。也就是由原生粒间孔、粒间溶蚀孔和铸模孔构成的粒间孔隙约占孔隙总量的 90%。储层孔隙直径集中在 10~500  $\mu\text{m}$ , 平均为 177.5  $\mu\text{m}$ , 面孔率主要集中于 2.7%~15.6%, 平均 11.30%, 配位数多为 1~3 或 0~2, 最大为 4。孔隙喉道发育较好, 最大连通喉道半径主要集中在 0.11~75  $\mu\text{m}$ , 平均 32.54  $\mu\text{m}$ , 喉道中值半径为 0.05~16.65  $\mu\text{m}$ , 平均 6.95  $\mu\text{m}$ , 排驱压力主要集中在 0.01~2.08 MPa, 平均 0.11 MPa, 喉道类型主要为缩颈喉道、点状喉道、片状及弯片状喉道、管束状喉道。岩心观察见少量构造裂缝, 以斜交和垂直层理为主, 数量较少, 分布不均。

英买 35 井区储层基质孔隙不甚发育, 由原生粒间孔、粒间溶蚀孔和铸模孔构成的粒间孔隙约占孔隙总量的 80%以上(图 4)。储层孔隙直径集中在 10~250  $\mu\text{m}$ , 平均为 95  $\mu\text{m}$ , 面孔率主要集中于 0.2%~7.8%, 平均 3.23%, 配位数多为 0~3, 孔隙喉道不很发育, 最大连通喉道半径平均 3.68  $\mu\text{m}$ , 排驱压力很高, 平均 2.59 MPa。但是英买 35 井区裂缝很发育, 为构造和成岩压实作用形成, 铸体薄片见到的一般为微裂缝(图 5), 缝宽 0.02~0.10 mm, 岩心及成像测井见发育的构造缝, 尽管裂缝对孔隙度的贡献不是很大, 但可极大地改善储层的渗透性, 将较致密储层变为有效储层。

从图像分析和压汞数据来看(表 1), 英买 34、35 井区储层尽管同一岩性, 但是孔隙结构差别却很大,

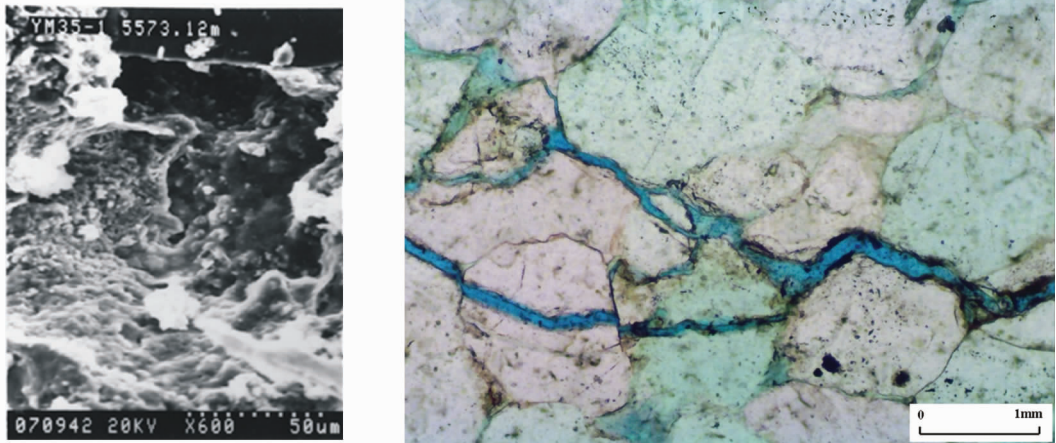


图5 次生孔隙类型照片

左-溶蚀孔隙:YM35-1井,5573.12m,扫描电镜;右-微裂缝:YM35-1,5631.50m,铸体薄片

Fig.5 Photographs of pore types in YM34 and YM35 well blocks

Left-Dissolution pores of YM34;5573.12m; Right-fractures of YM35-1;5631.50m

表1 英买34、35井区储层物性特征比较  
Table 1 Statistics of reservoir characteristics in  
YM34 and YM35 well block

| 类型   | 项目                                    | 英买34井区 | 英买35井区 |
|------|---------------------------------------|--------|--------|
| 孔隙分析 | 面孔率(%)                                | 11.30  | 3.23   |
|      | 平均孔径( $\mu\text{m}$ )                 | 177.5  | 95     |
|      | 最大孔径( $\mu\text{m}$ )                 | 500    | 300    |
|      | 最大配位数                                 | 4      | 3      |
| 孔隙结构 | 排驱压力(MPa)                             | 0.11   | 2.59   |
|      | 中值压力(MPa)                             | 0.85   | /      |
|      | 孔喉均值( $\mu\text{m}$ )                 | 5.15   | 0.38   |
|      | 最大孔喉半径( $\mu\text{m}$ )               | 32.54  | 3.68   |
|      | 中值孔喉半径( $\mu\text{m}$ )               | 6.95   | /      |
| 常规物性 | 孔隙度(%)                                | 13.44  | 5.2    |
|      | 渗透率( $\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ) | 196.12 | 3.827  |

英买34井区储层面孔率、平均孔径、最大孔径都比英买35井区要大得多,而从压汞数据上看,英买35井区的储层物性同样比英买34井区差很多。

### 3 储层物性

英买34、英买35井区尽管储层为相同岩性,但是由于各自在漫长的地质历史过程中经历不同的演化过程。因而英买34井区与英买35井区在储层物性上具有很大的差异性。

英买34井区两口取心井YM34和YM34-H1常规物性分析表明,基质孔隙度分布在5.84%~21.05%,平均13.44%;空气渗透率分布在 $0.386 \times 10^{-3}$ ~

$1983 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,平均 $196.12 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。总体上属于中孔、中渗储层(图6~7)。

英买35井区两口取心井YM35和YM35-1常规物性分析表明,基质孔隙度分布在0.52%~11.2%,平均5.2%;空气渗透率分布在 $0.01 \times 10^{-3}$ ~ $396 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,平均 $3.83 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。总体上属于特低孔特低渗储层(图6~7)。

英买34井和YM34-H1两口井的压力恢复曲线解释结果有效渗透率分别为 $494 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 和 $33.39 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,说明该区产出能力比较好,孔渗相关性好(图8)。英买35井区,孔渗相关性较差,当孔隙度小于4%时,渗透率小于 $0.05 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,储层基本无渗流能力,孔隙度4%~8%时,渗透率小于 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。但是从取心段及成像测井资料来看,英买35井区张性裂缝很发育,基本未被充填,渗透性好,两口井的压力恢复曲线解释结果有效渗透率分别为 $53 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 和 $14.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,说明该区产出能力比较好,为基质孔隙和裂缝复合型储层,产能较高且稳定(图8)。

### 4 成岩作用

通过普通薄片、铸体薄片、扫描电镜等资料综合分析,储层的成岩作用主要为压实、压溶、胶结、溶蚀作用、自生矿物的形成和充填,交代作用不明显(图9)。

#### 4.1 压实作用

由于砂岩中的不稳定组分和杂基的存在,压实作用普遍。常见碎屑颗粒定向排列,塑性岩屑挤压变

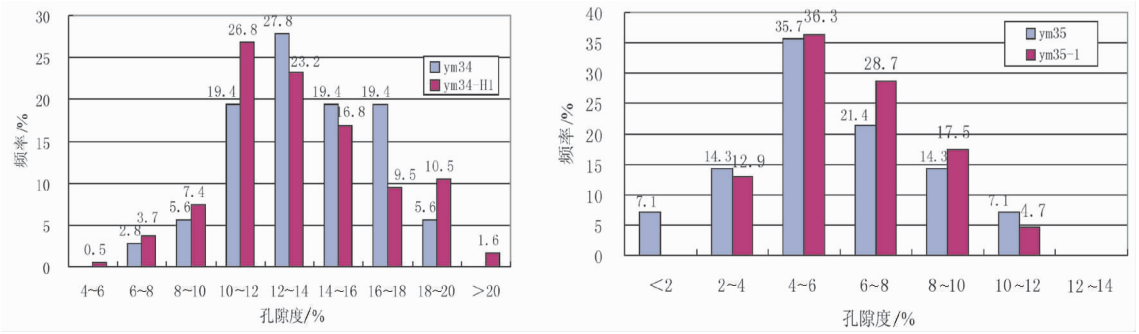


图 6 英买 34、35 井区孔隙度分布直方图  
Fig.6 Porosity histogram of YM34 and YM35 well blocks

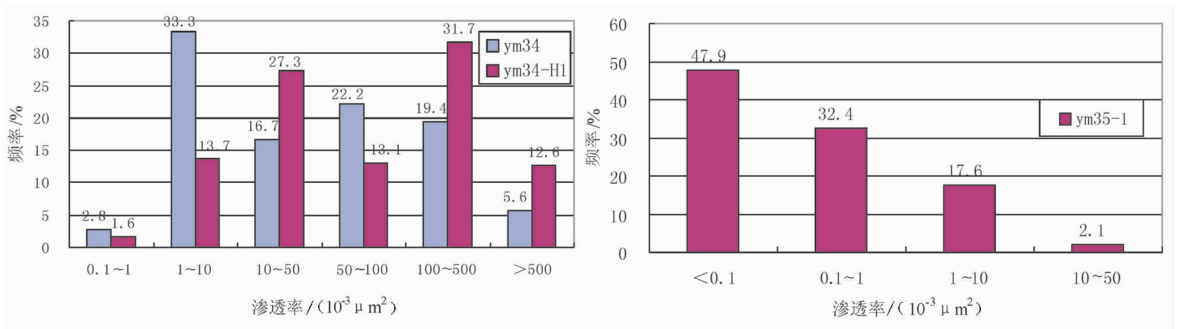


图 7 英买 34、35 井区渗透率分布直方图  
Fig.7 Permeability histogram of YM34 and YM35 well blocks

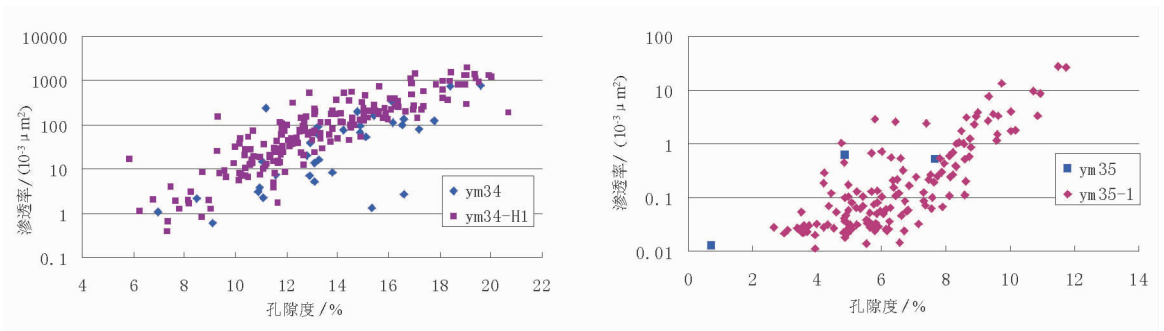


图 8 英买 34、35 井区孔隙度与渗透率相关分析图  
Fig.8 Relationship between porosity and permeability in YM34 and YM35 well blocks

形,长石颗粒破裂和云母等软矿物压弯现象。英买 34 井区压实作用主要表现为原始孔隙的减小和颗粒接触关系的改变,接触方式由原始的漂浮状变为点接触和短线接触,偶见刚性颗粒出现裂纹甚至破碎现象;英买 35 井区以线接触和凹凸接触为主,且压溶作用明显,压溶作用导致的硅质胶结可能是孔隙减少的重要因素。

### 4.2 胶结作用

英买 34 井储层填隙物含量较低,为 1.5%~5%,主要为硅质、黄铁矿和高岭石,其中硅质胶结物以石英次生加大为主,分布较为广泛且相对均匀,高岭石的含量与硅质相近,其分布与被溶蚀的长石或岩屑有关,黄铁矿多以斑点状出现,分布不均,尽管岩石经历较强的成岩压实作用,从部分薄片见到很多砂

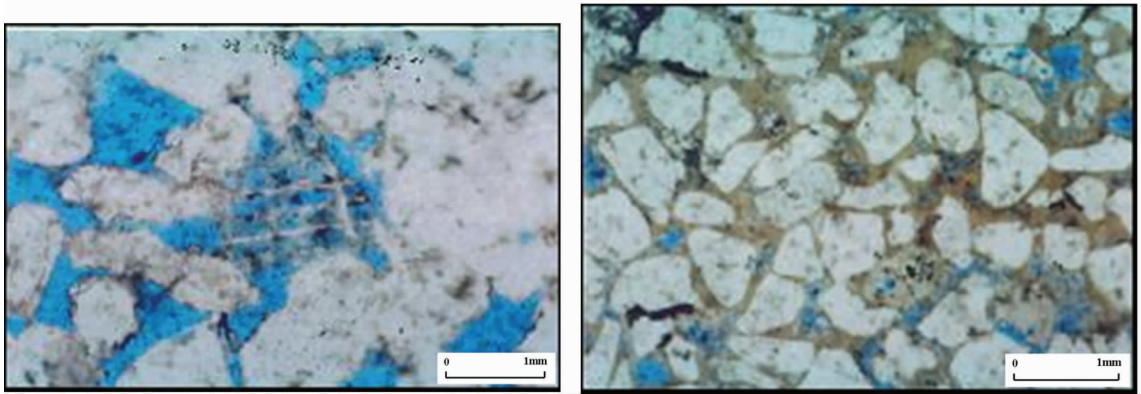


图9 次生孔隙类型照片

左-粒间溶孔和铸模孔:英买 34 井,5389.80 m(铸体薄片);右-泥质胶结:英买 35 井,5585.0 m(铸体薄片)

Fig.9 Photographs of pore types in YM34 and YM35 well blocks

Left-Intergranular dissolution pores and casting pores of YM34:5389.80 m (casting slice);

Right-Muddy cements of YM35:5585.0 m (casting slice)

岩碎屑颗粒呈漂浮状分布,但孔隙非常发育,这些孔隙可能是早期胶结被溶蚀形成的。

英买 35 井储层胶结物含量更低,仅 1%~4%,平均 2.9%,几乎全部为硅质,表现为石英的次生加大,分布广泛且相对均匀,成岩压实作用强,压溶产生的硅质胶结作用使颗粒以线接触为主。

#### 4.3 溶蚀作用

溶蚀作用是研究区广泛发生重要成岩事件,薄片观察表明,早期胶结和不稳定碎屑颗粒几乎被溶蚀殆尽或呈丝缕状,英买 34 井的储层溶蚀作用对有效孔隙度的贡献率大于 40%,英买 35 井的溶蚀作用对储层有效孔隙的贡献大于 27%。柯坪塔格组储层在构造抬升剥蚀期间的大气降水淋滤是溶蚀作用的主要机制。英买 34 井溶蚀作用形成的粒间溶孔、粒内溶孔、粒缘溶孔、铸模孔和残余原生粒间孔共同构成的广义粒间孔隙约占总储集空间的 90%以上,而英买 35 井约占总储集空间的 80%以上。英买 34 井粒内溶孔多发生在长石、岩屑颗粒内,在储集空间中约占 6%,而英买 35 井约占 14%。溶蚀作用在某种程度上扩大孔隙及喉道,明显改善了储层物性。

#### 4.4 交代作用

常见的交代作用有碳酸盐矿物(主要是方解石)交代碎屑颗粒,粘土矿物、硅质胶结物交代碎屑颗粒,不同成分的碳酸盐相互交代等。薄片观察表明 YM34、英买 35 井的交代作用比较弱。

#### 4.5 自生矿物的形成与充填作用

溶解作用使孔隙水和地层水达到饱和,沉淀出自生矿物。尤其在成岩作用晚期或溶解作用之后形成的自生矿物,垂直孔隙壁向孔隙中心生长,充填在粒间孔隙内,使孔隙变小,喉道变窄,使储层物性变差。英买 34、35 井区储层中自生矿物包括自生粘土矿物、自生石英和长石等。自生粘土矿物主要以高岭石、蒙脱石为主。自生石英包括自形石英晶体和次生加大石英。薄片观察英买 34 井区普遍见石英次生加大作用,英买 35 井区见部分石英次生加大,个别样品中见长石自生加大作用。

## 5 储层综合评价

### 5.1 英买 34 井区

英买 34 井区以测试分析数据和测井解释孔、渗下限为依据,并参照储层评价方法(SY/T6285—1997)<sup>[20]</sup>,确定了英买 34 井区储层评价标准(表 2),根据这一标准对英买 34 井区柯坪塔格组储层进行了综合评价。

根据上述储层评价标准,英买 34 井区储层总体以 I 类和 I—II 类储层为主,部分 II 类储层和 II—III 类储层(表 3)。其中英买 34 井 I 类储层占储层总厚度的 6.6%,I—II 类储层占储层总厚度的 74%,主要分布在第二岩性段和第三岩性段上部,II 类储层占储层厚度的 19.4%。英买 34-H1 井储层较英买 34 井略差,

**表 2 英买 34 井区志留系柯坪塔格组砂岩储层评价标准**  
**Table 2 Reservoir evaluation standards of Kepingtage Formation in YM34 well block**

| 标 准    |   | I      | II         | III      | IV    |
|--------|---|--------|------------|----------|-------|
| 物性     | 孔隙度(%)                                    | ≥17    | 12~17      | 6~12     | <6    |
|        | 渗透率 (×10 <sup>-3</sup> μ m <sup>2</sup> ) | 100    | 10~100     | 1~10     | <1    |
| 孔隙结构参数 | 排驱压力(Mpa)                                 | <0.025 | 0.025~0.15 | 0.15~0.5 | >0.5  |
|        | 中值压力(Mpa)                                 | <0.1   | 0.1~1      | 1~5      | >5    |
|        | 主要流通孔喉半径(μ m)                             | >25    | 25~6.3     | 6.3~0.63 | <0.63 |
|        | 中值孔喉半径(μ m)                               | >10    | 1~10       | 1~0.16   | <0.16 |
|        | 孔喉特征                                      | 大孔粗喉   | 中孔中喉       | 细孔细喉     | 微孔微喉  |
| 储层类型   | 中孔中渗、中孔高渗                                 | 低孔中渗   | 特低孔低渗      | 致密       |       |
| 评价     | 好储层                                       | 中等储层   | 差储层        | 非储层      |       |

**表 3 英买 34 井区志留系柯坪塔格组储层评价表**  
**Table 3 Reservoir evaluation of Kepingtage Formation in YM34 well block**

| 井 号    |         | YM34  | YM34-HI | YM34-2C | YM34-3H | YM34-5H |       |
|--------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 储层类别   | 地层厚度(m) | 107.4 | 111.8   | 63.5    | 26.0    | 35.8    |       |
|        | 储层厚度(m) | 83.6  | 98.3    | 54.0    | 16.0    | 28.8    |       |
|        | I       | 厚度(m) | 5.5     |         |         |         |       |
|        |         | 百分比   | 6.6%    |         |         |         |       |
|        | I - II  | 厚度(m) | 61.9    | 16.6    | 9.0     | 8.8     | 6.4   |
|        |         | 百分比   | 74%     | 17.7%   | 16.7%   | 55%     | 22.2% |
|        | II      | 厚度(m) | 16.2    | 57.5    |         |         |       |
|        |         | 百分比   | 19.4%   | 58.5%   |         |         |       |
|        | II-III  | 厚度(m) |         | 24.2    | 3.6     | 7.2     | 13.4  |
|        |         | 百分比   |         | 24.6%   | 6.7%    | 45%     | 46.5% |
|        | III     | 厚度(m) |         |         |         |         | 9.0   |
|        |         | 百分比   |         |         |         |         | 31.3% |
| III-IV | 厚度(m)   |       |         | 41.4    |         |         |       |
|        | 百分比     |       |         | 76.7%   |         |         |       |

**表 4 英买 35 井区志留系柯坪塔格组砂岩储层评价标准**  
**Table 4 Reservoir evaluation standards of Kepingtage Formation in YM35 well block**

| 标 准    |  | I     | II    | III   | IV |
|--------|--|-------|-------|-------|----|
| 物性     | 基质孔隙度(%)                                   | ≥10   | 6~10  | 4~6   | <4 |
|        | 裂缝渗透率 (10 <sup>-3</sup> μ m <sup>2</sup> ) | 50    | 10~50 | 1~10  | <1 |
| 裂缝发育状况 | 裂缝很发育                                      | 裂缝较发育 | 裂缝较发育 | 裂缝不发育 |    |
| 评价     | 好储层  | 中等储层  | 差储层   | 非储层   |    |

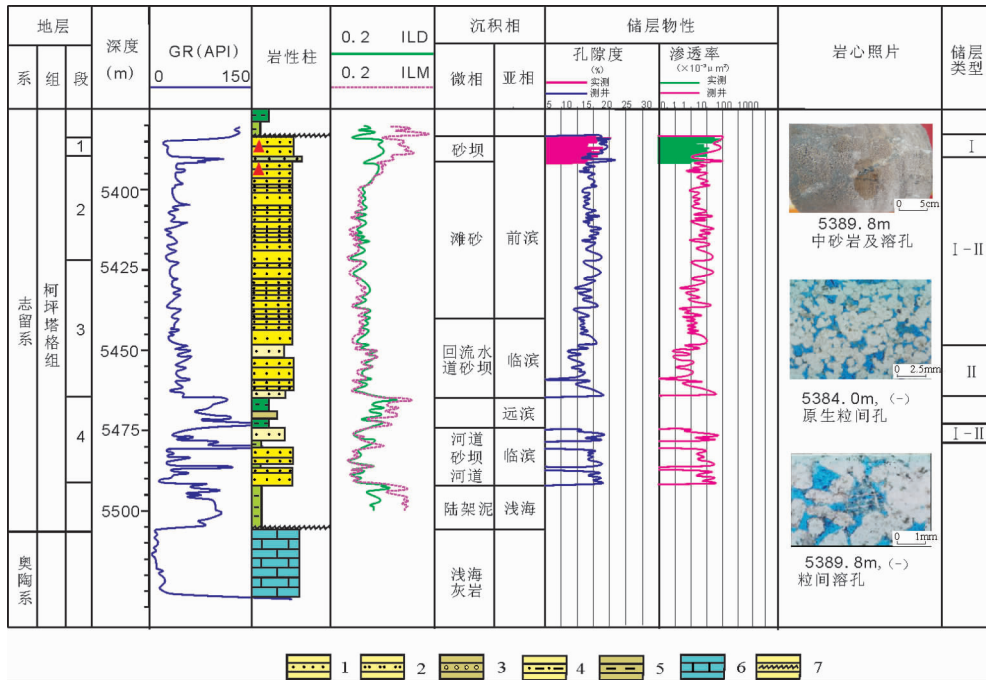


图 10 英买 34 井储层综合评价

1—细砂岩;2—粉砂岩;3—砂砾岩;4—泥质粉砂岩;5—泥岩;6—灰岩;7—不整合线

Fig.10 Reservoir comprehensive evaluation of YM34 well block

1—Fine-grained sandstone; 2—Siltstone; 3—Glutenite; 4—Pelitic siltstone; 5—Mudstone; 6—Limestone; 7—Unconformity

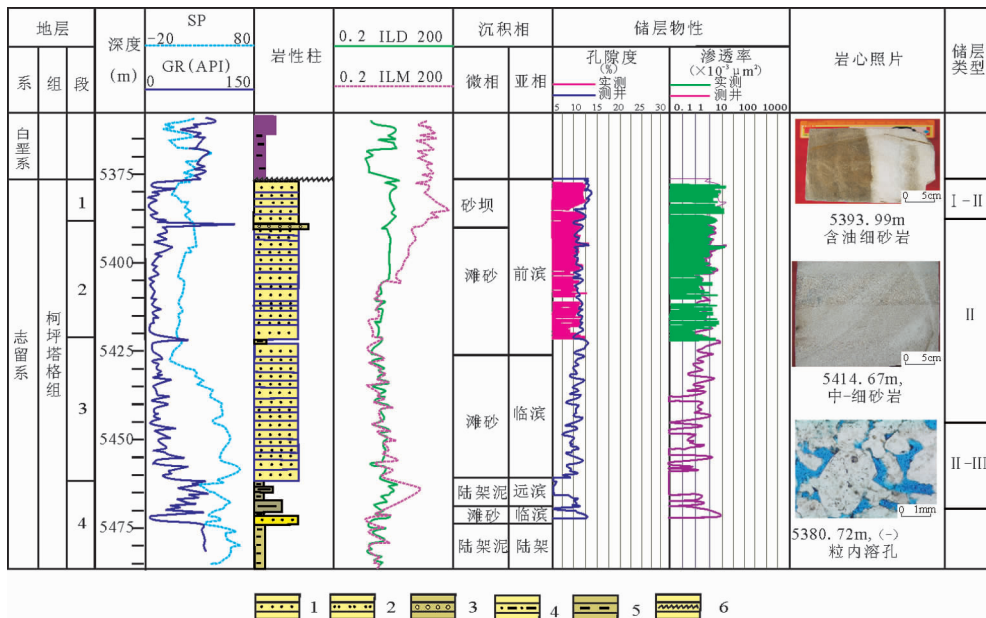


图 11 英买 34-H1 井储层综合评价

1—细砂岩;2—粉砂岩;3—砂砾岩;4—泥质粉砂岩;5—泥岩;6—不整合线

Fig.11 Reservoir comprehensive evaluation of YM34-H1 well

1—Fine-grained sandstone; 2—Siltstone; 3—Glutenite; 4—Pelitic siltstone; 5—Mudstone; 6—Unconformity



以 I-II 和 II 类储层为主,其中 II 类储层占储层总厚度的 58.4%,第二岩性段和第三岩性段上部, I-II 类储层占储层总厚度的 17.7%(图 10~11)。

### 5.2 英买 35 井区

英买 35 井区储层基质物性差,裂缝发育,考虑基质孔隙度、裂缝渗透率、裂缝发育状况等能反应物性好坏的 3 个重要因素制定了英买 35 井区的评价标准(表 4),对英买 35 井志留系柯坪塔格组裂缝性砂岩储层进行了综合评价。

根据上述储层评价标准,对英买 35 井区志留系裂缝性砂岩储层作出评价,英买 35 井区储层评价结果(表 5)。总体上英买 35 井区以 I-II 类 II 类为主, II-III 类储层和 III 类储层次之。其中英买 35 井 II 类以上储层 76.5m, 占总储层厚度的 77.9%, 主要分布在二、三岩性段(图 15); 英买 35-1 井 II 类储层 46.5m, 占总储层厚度的 39.8%, II-III 类储层 39.4m, 占总储层厚度的 33.8%; 主要分布在一、三岩性段中(图 12~13)。

## 6 储层控制因素分析

综上分析可以看出, 沉积相不是英买 34、35 井区储层的主要控制因素, 成岩作用对储层性质的影响较大, 另外构造作用也是造成两个区储层差异的重要原因。

成岩作用对储层的物性影响很大, 其中最重要的是压实作用、胶结作用和溶蚀作用等, 前两者是导

致孔隙度下降的主要原因, 而溶蚀作用可增大储层孔隙度。

英买 34 井区压实减孔率平均达 22.76%, 压实率 63.36%。而英买 35 井区, 压实和压溶作用都明显强于英买 34 井区, 另外成岩早期挤压构造运动又强化了压实和压溶作用的效果, 正常压实和构造叠加压实造成了英买 35 井区近 83% 的压实率, 压实减孔平均达 29.61%。

两个区胶结作用发生的时期和胶结作用强度均有所不同, 英买 34 井区晚期胶结作用微弱, 胶结物含量仅 1.5%~5%, 平均 3.07%, 主要成分是硅质和高岭石, 但其早期的胶结作用较强, 早期胶结物被溶蚀又可增加孔隙, 计算表明粒间溶孔对面孔率的贡献达 42.02%。由于胶结物对压实作用有一定的抑制作用, 因此英买 35 井区早期胶结作用不发育是压实、压溶作用较强的原因之一。

溶蚀作用是研究区储层成为有效储层的重要建设性成岩作用, 两个区储层物性差别较大的主要原因就是发生溶蚀作用的程度不同。英买 34 井区主要经历了表生溶蚀作用, 溶蚀作用对储集空间的贡献平均接近 50%, 溶蚀作用的增孔率为 3.73%~10.47%, 增孔量 6.86%; 而英买 35 井区溶蚀作用明显小于英买 34 井区, 溶蚀增孔量只有 2.55%。

构造作用是影响英买 35 井区储层性质的主要因素, 英买 35 井区至少经历两次构造变动的影, 早期以挤压作用为主, 使砂岩的骨架颗粒受到破坏,

表 5 英买 35 井区志留系柯坪塔格组砂岩储层评价

Table 5 Reservoir evaluation of Kepingtage Formation in YM35 well block

| 井号      |        | YM35  | YM35-1 | YM35-3 | YM35-4 | YM35-5 | YM35-9H |      |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|------|
| 地层厚度(m) |        | 103.5 | 124.0  | 111.0  | 94.5   | 127.1  | 121.0   |      |
| 储层厚度(m) |        | 98.2  | 116.7  | 84     | 94.5   | 104.2  | 109.0   |      |
| 储层类别    | I-II   | 厚度(m) | 21.6   | 4.0    |        | 46.6   | 39.4    |      |
|         |        | 百分比   | 22%    | 3.4%   |        | 44.7%  | 36.1%   |      |
|         | II     | 厚度(m) | 54.9   | 46.5   |        | 24.4   | 12.8    |      |
|         |        | 百分比   | 55.9%  | 39.8%  |        | 25.8%  | 12.3%   |      |
|         | II-III | 厚度(m) | 13.7   | 39.4   | 71.5   | 23.1   | 44.8    | 56.6 |
|         |        | 百分比   | 14%    | 33.8%  | 85.1%  | 24.4%  | 43%     | 52%  |
|         | III    | 厚度(m) |        | 26.8   | 12.5   | 25.3   |         | 6.0  |
|         |        | 百分比   |        | 23%    | 14.9%  | 26.8%  |         | 5.5% |
|         | III-IV | 厚度(m) | 8.0    |        |        | 21.7   |         | 7.0  |
|         |        | 百分比   | 8.1%   |        |        | 23%    |         | 6.4% |

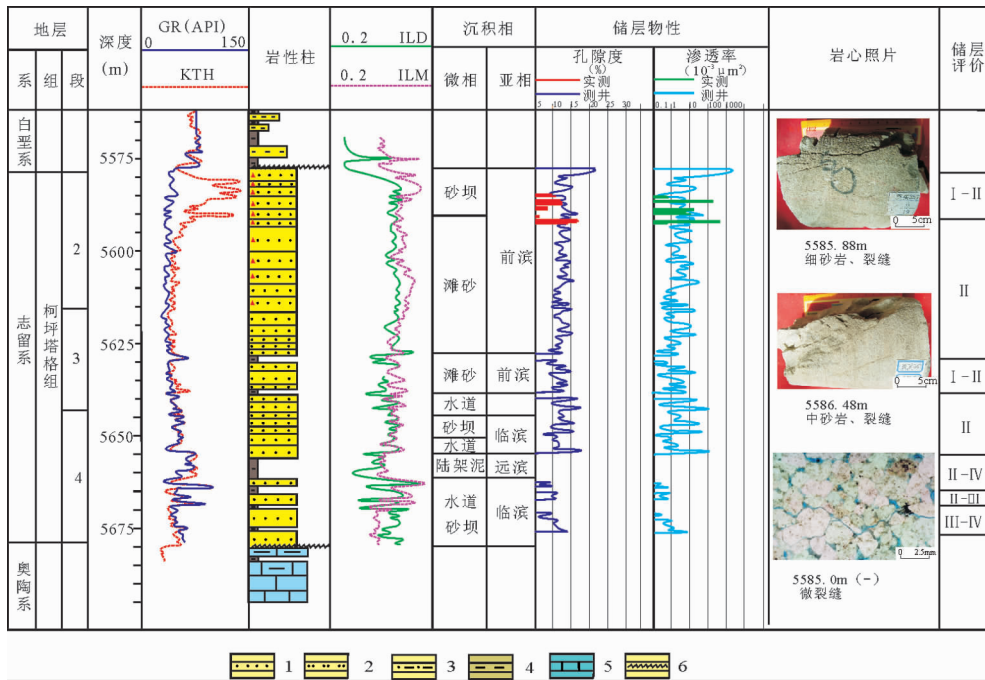


图 12 英买 35 井储层综合评价

1—细砂岩;2—粉砂岩;3—泥质粉砂岩;4—泥岩;5—灰岩;6—不整合线

Fig.12 Reservoir comprehensive evaluation of YM35 well

1—Fine-grained sandstone;2—Siltstone;3—Pelitic siltstone;4—Mudstone;5—Limestone;6—Unconformity

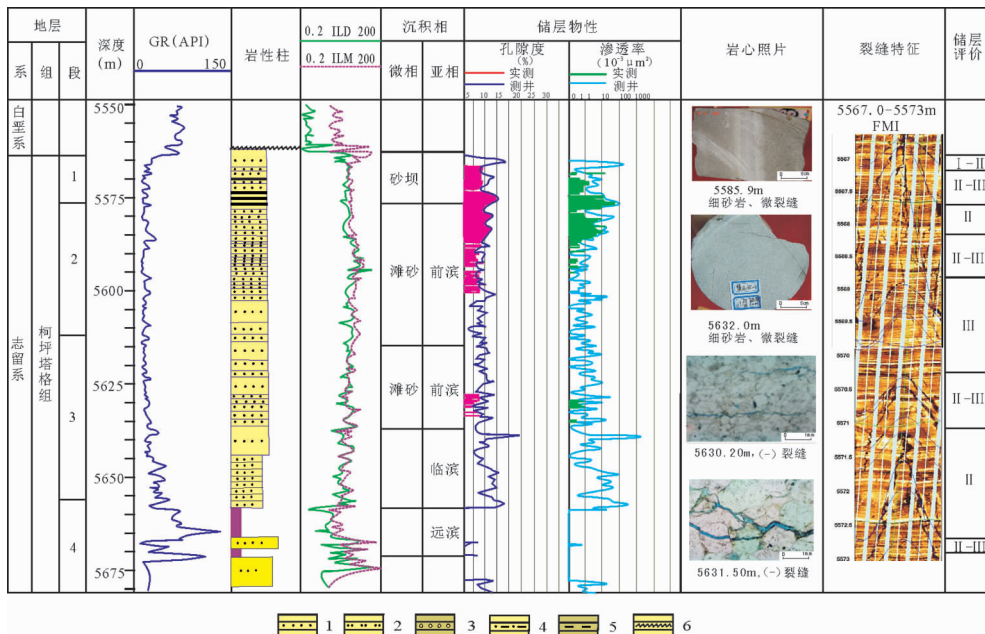


图 13 英买 35-1 井储层综合评价

1—细砂岩;2—粉砂岩;3—砂砾岩;4—泥质粉砂岩;5 泥岩;6—不整合线

Fig.13 Reservoir comprehensive evaluation of YM35-1 well

1—Fine-grained sandstone;2—Siltstone;3—Glutenite;4—Pelitic siltstone;5—Mudstone;6—Unconformity

碎屑颗粒发生碎裂和一定程度的定向排列,后经压溶和硅质胶结使孔隙明显减小,导致储层物性变差,由于挤压构造使英买 35 井的压实率增加将近 20%,其构造增压造成的减孔量达 6.5%。后期构造以张性破裂为主,形成大量基本未经充填的裂缝,可极大地改善储层的渗透性,将较致密储层变为有效储层。

## 7 结 论

(1)英买 34、35 井区志留系储层为无障壁海滨岸沉积石英砂岩,两个区储层在岩石特征、沉积环境、厚度分布上均十分相似,储层物性却相差很大,英买 34 井区物性较好。

(2)英买 34 井区储层为中孔中渗储层,英买 35 井区储层为特低孔特低渗储层,基质物性很差,张性裂缝发育,可极大地改善储层的渗透性,将较致密储层变为有效储层,属于孔隙-裂缝复合型储层。

(3)储层发育的主要控制因素为成岩作用和构造作用,压实作用和胶结作用是孔隙的主要破坏者,溶蚀作用则是现今孔隙的主要贡献者,英买 35 井区压实作用和压溶作用强于英买 34 井区,溶蚀作用弱于该区。

(4)英买 35 井区前期所经历的挤压构造作用,在一定程度上加速了孔隙度的较小,后期所经历的拉张-剪切构造作用,使英买 35 井区裂缝发育,使之成为有效储层。

## 参考文献(References):

- [1] 秦胜飞,贾承造,陶士振.塔里木盆地库车拗陷油气成藏的若干特征[J].中国地质,2002,29(1):103-108.  
Qin Shengfei, Jia Chengzao, Tao Shizhen, et al. Some characteristics of oil and gas accumulation in the Kuqa depression, Tarim basin [J]. Geology in China, 2002, 29(1):103-108;648-654 (in Chinese with English abstract).
- [2] 朱筱敏,张强,吕雪雁,等.塔里木盆地塔北与塔中地区东河砂岩段沉积特征对比[J].中国地质,2005,32(4):648-654.  
Zhu Xiaomin, Zhang Qiang, Lv Xueyan, et al. Comparison of the sedimentary characteristics of the Donghe sandstone between the Tabei and Tazhong areas, Tarim basin [J]. Geology in China, 2005, 32(4): 648-654(in Chinese with English abstract).
- [3] 何文渊,李江海,钱祥麟,等.塔里木盆地柯坪断隆断裂构造分析[J].中国地质,2002,29(1):37-43.  
He Wenyuan, Li Jianghai, Qian Xianglin, et al. Analysis of fault structures in the Kalpin fault uplift, Tarim basin [J]. Geology in China,2002, 29(1):37-43(in Chinese with English abstract).
- [4] 康玉柱.塔里木盆地塔河大油田形成的地质条件及前景展望[J].中国地质,2002,30(3):315-319.  
Kang Yuzhu. Geological characteristics of the formation of the large Tahe oilfield in the Tarim basin and its Prospects [J]. Geology in China,2002, 30(3):315-319(in Chinese with English abstract).
- [5] 刘洛夫,方家虎,王鸿燕.塔里木盆地志留系沥青砂岩岩石学特征及其意义[J].西安石油学院学报(自然科学版),2001,16(1):16-22.  
Liu Loufu, Fang Jiahu, Wang Hongyan. Petrological characteristics of the Silurian asphaltic sandstones in Talimu basin and the significance of studying them[J]. Journal of Xi'an Petroleum Institute Natural Science Edition, 2001,16(1):16-22(in Chinese with English abstract).
- [6] 张鑫,张金亮,覃利娟.塔里木盆地志留系柯坪塔格组砂岩岩石学特征与物源分析[J].矿物岩石,2007,27(3):106-115.  
Zhang Xin, Zhang Jinliang, Qin Lijuan. Petrological characteristics and source rocks analysis of sandstones in the Kepingtage formation of Silurian in the Talim basin[J]. Journal of Mineral Petrol, 2007, 27(3):106-115(in Chinese with English abstract).
- [7] 朱如凯,郭宏莉,何东博,等.塔中地区志留系柯坪塔格组砂体类型及储集性[J].石油勘探与开发,2005,32(5):16-24.  
Zhu Rukai, Guo Hongli, He Dongbo, et al. Sand bodies and their reservoir quality in the Silurian Kepingtage formation in Tazhong Area, Tarim basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 2005, 32(5): 16-24(in Chinese with English abstract).
- [8] 刘洛夫,赵建章,张水昌,等.塔里木盆地志留系沥青砂岩的成因类型及特征[J].石油学报,2000,21(16):12-17.  
Liu Luofu, Zhao Jianzhang, Zhang Shuichang, et al. Genetic types and characteristics of the Silurian asphaltic sandstones in Tarim Basin [J]. Acta Petrolei Sinica, 2000, 21(16):12-17 (in Chinese with English abstract).
- [9] 张俊,庞雄奇,刘洛夫,等.塔里木盆地志留系沥青砂岩的分布特征与石油地质意义[J].中国科学(D辑),2004,34(增刊 I):169-176.  
Zhang Jun, Pang Xiongqi, Liu Luofu, et al. Distribution characteristics and petroleum geology signification of the Silurian asphaltic sandstones in Tarim basin [J]. Science in China(Series D), 2004, 34 (Supplement I ):169-176(in Chinese).
- [10] 侯会军,王伟华,朱筱敏.塔里木盆地塔中地区志留系沉积相模式探讨[J].沉积学报,1997,15(3):41-47.  
Hou Huijun, Wang Weihua, Zhu Xiaomin. Discussion about sedimentary pattern of Silurian in Tazhong area, Tarim basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1997, 15(3):41-47(in Chinese with English abstract).
- [11] 朱筱敏,王贵文,谢庆宾.塔里木盆地志留系沉积体系及分布特征[J].石油大学学报(自然科学版),2002,26(3):5-12.  
Zhu Xiaomin, Wang Guiwen, Xie Qingbin. Characteristics and distribution of depositional systems of Silurian in Tarim basin [J]. Journal of the University of Petroleum Edition of Natural Science, 2002, 26(3):5-12(in Chinese with English abstract).
- [12] 朱如凯,罗平,何东博,等.塔里木盆地塔中地区志留系柯坪塔格组沉积相与沉积模式[J].古地理学报,2005,7(2):197-206.  
Zhu Rukai, Luo Ping, He Dongbo, et al. Sedimentary facies and models of the Kepingtage Formation of Silurian in Tazhong Area,

- Tarim Basin[J]. *Journal of Palaeogeography*, 2005, 7(2):197-206(in Chinese with English abstract).
- [13] 张翔, 田景春, 彭军. 塔里木盆地志留统塔塔埃塔格组沉积体系及沉积模式[J]. *沉积学报*, 2006, 24(3):370-377.
- Zhang Xiang, Tian Jingchun, Peng Jun. Sedimentary system and pattern of lower Tazhong formation in Tarim basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2006, 24 (3):370-377 (in Chinese with English abstract).
- [14] 赵文光, 蔡忠贤, 周波, 等. 塔中地区志留系柯坪塔格组沉积特征与油气分布[J]. *石油学报*, 2008, 29(2):231-234.
- Zhao Wenguang, Cai Zhongxian, Zhou Bo, et al. Sedimentary characteristics and pool distribution in The Silurian Kepingtage Formation of Tazhong Area [J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2008, 29(2): 231-234(in Chinese with English abstract).
- [15] 郭长敏. 塔里木盆地志留系柯坪塔格组沉积相及平面展布[J]. *天然气技术*, 2008, 2(1):19-22.
- Guo Changmin. Sedimentary facies and plane distribution of Silurian Kepingtage Formation, Tarim basin [J]. *Natural Gas Technology*, 2008, 2(1):19-22(in Chinese with English abstract).
- [16] 李宇平, 王勇, 孙玉善, 等. 塔里木盆地中部地区志留系油藏两期成藏特征[J]. *地质科学*, 2002, 37(增刊):45-50.
- Li Yuping, Wang Yong, Sun Yushan, et al. Two accumulation stages of the Silurian hydrocarbon reservoirs in central area of the Tarim basin[J]. *Chinese Journal of Geology*, 2002, 37(Supplement): 45-50(in Chinese with English abstract).
- [17] 刘绍平, 钟广法, 刘学锋, 等. 塔中志留系碎屑岩储层特征及评价[J]. *江汉石油学院学报*, 1996, 18(4):21-25.
- Liu Shaoping, Zhong Guangfa, Liu Xuefeng, et al. Characteristics and evaluation of Silurian sandstone reservoir in Tazhong area, Tarim basin [J]. *Journal of Jianghan Petroleum Institute*, 1996, 18(4):21-25(in Chinese with English abstract).
- [18] 王少依, 张惠良, 寿建峰, 等. 塔中隆起北斜坡志留系储层特征及控制因素 [J]. *成都理工大学学报 (自然科学版)*, 2004, 31(2): 148-152.
- Wang Shaoyi, Zhang Huiliang, Shou Jianfeng, et al. Characteristics and controlling factors of Silurian reservoir in northern slope of central uplift in Tarim Basin [J]. *Journal of Chengdu University of Technology(Science & Technology Edition)*, 2004, 31(2):148-152 (in Chinese with English abstract).
- [19] 李红南, 魏垂高, 张世奇, 等. 塔里木盆地塔中地区志留系成藏控制因素[J]. *油气地质与采收率*, 2006, 13(3):43-45.
- Li Hongnan, Wei Chuigao, Zhang Shiqi, et al. Control factors of Silurian system reservoir forming in Tazhong area, Tarim basin [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2006, 13 (3):43-45 (in Chinese with English abstract).
- [20] 油气储层评价方法(SY/T6285-1997), 中国石油天然气总公司颁布, 1997:7-10.
- Method of oil and gas reservoir valuation (SY/T6285-1997), CNPC, 1997:7-10.

## Reservoir characteristics and controlling factors of Silurian Kepingtage Formation in YM34 and YM35 well blocks

LI Yu-sheng<sup>1</sup>, XIE Chuan-li<sup>1</sup>, DENG Xing-liang<sup>2</sup>, GUO Hua-qing<sup>2</sup>

(1. *CMOE Key Laboratory of Petroleum Engineering, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;*

2. *Tarim Petroleum Exploration and Development Institute, PetroChina, Korla 814000, Xinjiang, China)*

**Abstract:** Silurian seashore sandstone is the main oil reservoir and oil-producing formation in YM34 and YM35 well blocks. The lithology and depositional setting of these two well blocks are very similar to each other, but their reservoir properties are different significantly. According to such characteristics of these two blocks as lithology, porous styles, porous architectures, physical properties and diagenesis, the reservoirs of both YM34 and 35 well blocks are composed of seashore silicarenite in no-barrier shoreland. The YM34 well block is of moderate porosity and permeability, while the YM35 well block is of extremely low porosity and permeability, with the reservoir matrix properties of the former better than those of the latter. Nevertheless, the open fractures are developed significantly in the YM35 well block, suggesting a porous fractured complex reservoir. Well test shows that both the well blocks are of high and stable deliverability. Based on the full understanding of the reservoir properties, this paper has reached the conclusion that diagenesis and tectonic activity are the main factors responsible for the differences of reservoir properties between the YM34 well block and the YM35 well block.

**Key words:** Yingmaili; Silurian; seashore sandstone; reservoir