

延安气田南部山1段沉积环境及砂体展布研究

地工2102班：赵文琪 指导教师：郭峰 论文类型：毕业论文

摘要：本研究以延安气田南部山1段为对象，采用岩心观察与测井解释结合的方法，系统分析沉积环境及砂体展布特征。通过标志层对比与沉积旋回分析，建立地层格架，将山1段划分为山1³、山1²、山1¹三个小层，呈水体变浅的退积序列。沉积相分析表明，研究区主要发育三角洲前缘亚相，包括分流河道、河口坝和分流间湾微相。砂体展布受物源、水动力及沉积旋回控制，主分流河道带为有利储层发育区。研究成果为该区油气勘探提供了地质依据。

关键词：延安气田；山1段；辫状河三角洲前缘；沉积微相；砂体展布

1 研究背景及发展现状

鄂尔多斯盆地上古生界是我国重要的天然气富集区，以二叠系山西组、下石盒子组第八段为核心的勘探已发现榆林、苏里格等大型气田，但储层普遍具有低孔低渗特征。目前，盆地级地层格架与沉积体系时空演化研究不足，南部山1段砂体延伸范围、优质储层分布规律尚不明确，制约了勘探方向的科学优选，需开展系统研究以指导油气勘探部署。

三角洲沉积体系研究历经从 Gilbert 经典理论到多维度分类的发展，Fisk、Postma 等学者先后提出浅水三角洲概念及 12 种三角洲类型，Galloway 进一步以水动力主导因素建立三元分类体系。国内对鄂尔多斯盆地上古生界沉积相研究表明，山西组沉积期为近海湖盆环境，但对南部气田沉积特征存在争议，整体而言，盆地南部双物源体系影响下的沉积相带划分及砂体展布规律仍需深入探究。

2 地层划分与对比

2.1 地层划分方案及原则

地层划分与对比以标志层法与沉积旋回分析为核心，通过建立等时地层格架为后续研究奠定基础。标志层选取遵循“三性”原则结合测井曲线与岩性序列识别沉积旋回。研究区地层厚度横向变化小，采用等厚法开展对比，通过邻井追踪闭合确保精度。

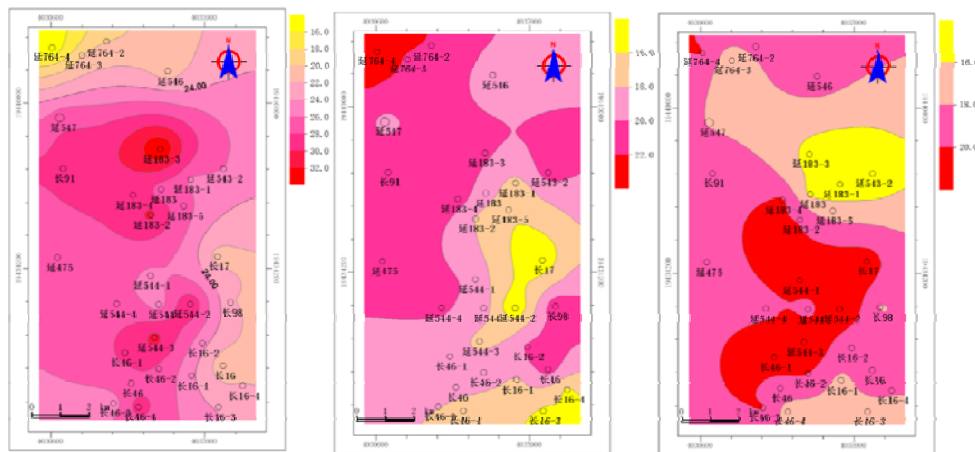


图 1 山 1¹、山 1²、山 1³层厚等值线图

山 1¹地层厚度平均 26m，山 1²厚度平均 20m，山 1³厚度平均 19m，整体呈现西薄东厚的退积序列，反映沉积期水体逐渐变浅的演化特征。通过 7 条连井剖面验证，各小层划分具区域可对比性，为沉积微相研究提供精确地层格架（图 1）。

2.2 主要标志特征

研究区山 1 段地层划分依托 1 个主标志层与两个辅助标志层。底部“铁磨沟砂岩”为灰白色中-粗粒石英砂岩，局部含砾，厚度 3~8m，发育交错层理，底部见冲刷面及泥砾滞留沉积，测井曲线呈自然伽马低异常、电阻率高阻尖峰、声波时差低幅平直的“两低一高”特征。中部发育灰黑色炭质泥岩，自然伽马曲线呈高幅异常。顶部为浅灰色细砂岩，测井表现为中高阻、低伽马，作为山 1 段与上覆地层的过渡标志层。

2.3 地层展布特征

平行物源方向，山 1¹在长 46-1 井处因分流河道主体叠置厚 12.9m，延 764-4 井处因属分流间湾厚 3.3m；山 1²在长 46-1 井附近物源充足厚 5.8m，长 46-4 井处因物源衰退仅厚 1.8m；山 1³在长 46 井区水动力较强厚 22m，延 547 井处因水动力减弱薄至 10m。上述特征表明，地层厚度变化受物源供给强度与水动力条件双重控制，为沉积微相分析提供了区域地层背景（图 2）。

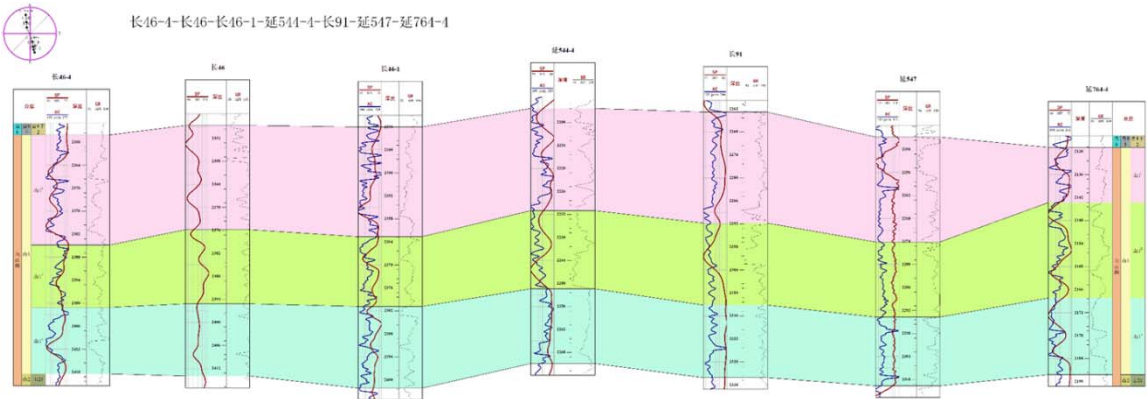


图 2 延安气田南部山 1 段长 46-4-长 46-长 46-1-延 544-4-长 91-延 547-延 764-4 连井剖面图

3 沉积微相及砂体展布

3.1 沉积相标志

地质相标志显示，山 1 段岩性以灰白色砂岩、粉砂岩与深灰色泥岩为主，砂岩为岩屑长石砂岩，分选中等，具三角洲前缘碎屑结构。分流河道发育交错层理；河口坝具反韵律层理；分流间湾以水平层理为主，含植物碎屑。测井相标志中，水下分流河道呈“箱型-钟型”曲线 GR 矩形或正粒序递减，河口坝为漏斗型曲线 GR 反粒序递增，分流间湾表现为高幅齿状曲线（图 3）。

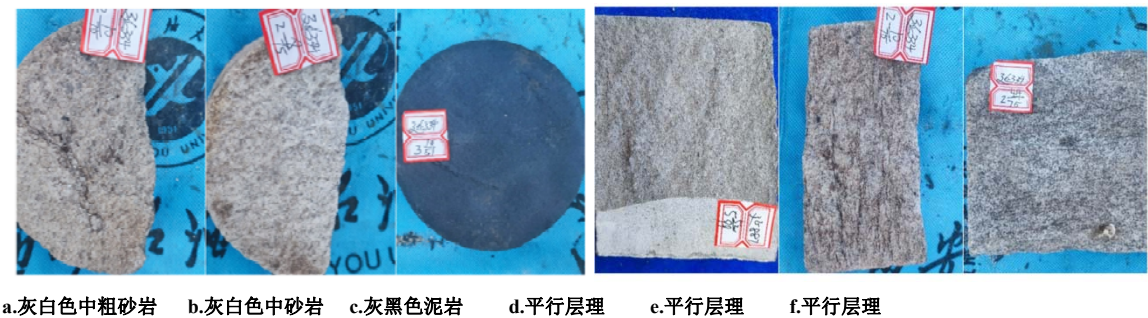


图 3.山 1 组主要岩石颜色特征及主要层理构造

3.2 沉积类型及特征

研究区主体为三角洲前缘亚相：水下分流河道微相集中于山 1¹，砂体厚 3~8m，中-细砂岩为主，测井呈“钟形-箱形”，连通性好；河口坝微相分布于山 1²，砂体厚 2~5m，粉砂岩-细砂岩反韵律，测井漏斗状；分流间湾微相贯穿各小层，深灰色泥岩厚 5~15m，GR 高幅平直，为区域性隔层。

3.3 单井相分析

以长 16 井为例：山 1¹岩性以砂岩为主，SP 负异常、GR 低值，为水下分流河道；山 1²砂岩厚度大，测井响应同上，仍为水下分流河道；山 1³砂岩与泥岩交互，GR 局部漏斗状，为河口坝沉积，反映水动力自下而上减弱。

3.4 连井对比分析

垂利物源方向的沉积微相控制显著，以图 4 为例：

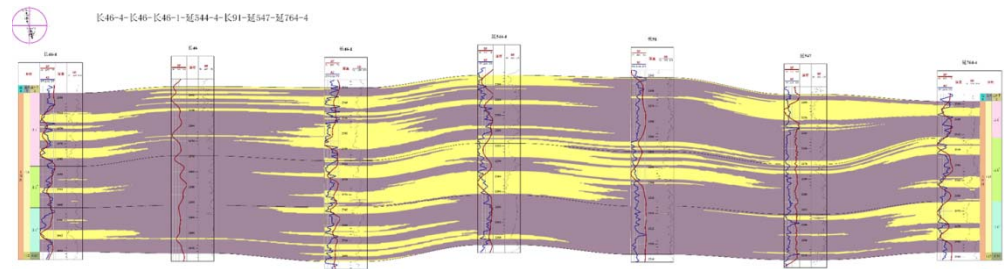


图 4.延安气田南部山 1 段长 46-4-长 46-1-延 544-4-长 91-延 547-延 764-4 砂体展布图

山 1¹小层砂体厚度局部差异大，长 46-2 井厚 7.4m（水下分流河道、强水动力），长 16-1 井薄至 3.9m（分流间湾、沉积物不足）；山 1²小层较薄，长 46-2 井薄 4.4m；

山 1³小层厚度变化小，长 46-3 井厚 10.1m（水下分流河道、水动力好）。

3.5 砂体展布特征

山 1¹砂体厚 1.3~13.5m（平均 7.4m），连片分布；山 1²厚 1.4~11.2m（平均 4.1m），条带状分散；山 1³厚 1.3~14.6m（平均 3.9m），零星透镜状。砂体横向连续性受泥质隔挡层控制，纵向叠置受沉积旋回影响，主河道带形成厚层复合砂体（图 5）。

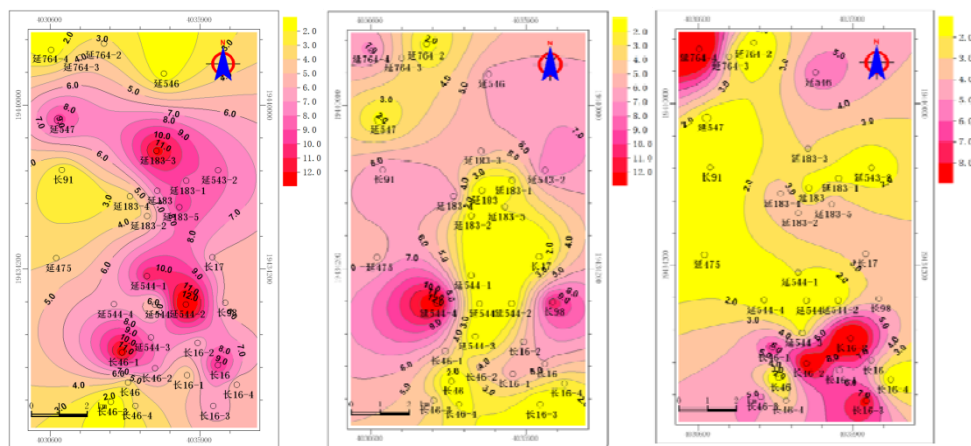


图 5. 山 1¹、山 1²、山 1³砂体展布平面图

3.6 沉积微相展布

山 1¹沉积期主河道北西-南东向延伸，砂地比 50%~60%；山 1²河道规模缩小，砂地比 30%~40%；山 1³以分流间湾为主，砂地比<20%，仅西南部发育零星河道，反映物源供给衰退、沉积体系向湖盆退积的过程（图 6）。

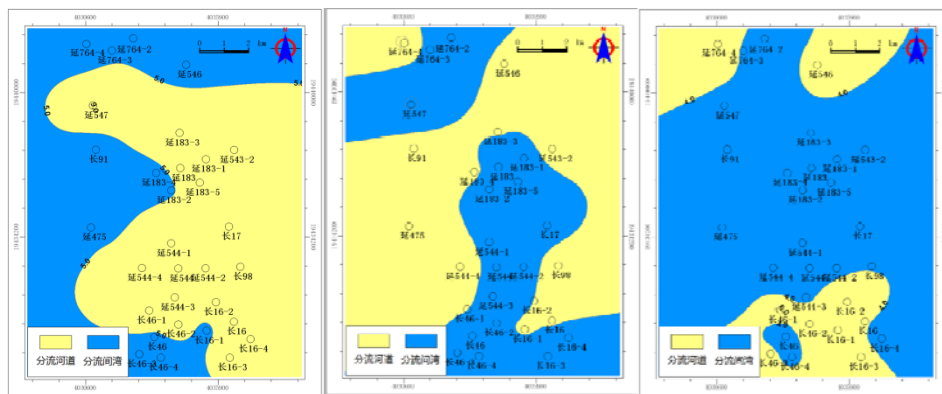


图 6. 山 1¹、山 1²、山 1³沉积微相平面展布图

4 结论

本研究建立延安气田南部山 1 段地层格架，以铁磨沟砂岩为底界划分为山 1³、山 1²、山 1¹三个小层，整体呈水体变浅的退积序列，平面西薄东厚。研究区主体为三角洲前缘亚相，水下分流河道为主要储集带，分流间湾构成区域性隔层。砂体展布受物源、水动力及沉积旋回控制，山 1¹砂体连片分布，主分流河道带为有利储层发育区。研究成果为该区油气勘探提供地质依据，对类似沉积环境储层预测具参考价值。