

临兴G区块致密气藏产能影响因素分析

尹舒祚¹, 金浩²

¹中联煤层气有限责任公司, 山西 太原

²陕西省矿产地质调查中心, 陕西 西安

收稿日期: 2023年10月10日; 录用日期: 2023年12月12日; 发布日期: 2023年12月25日

摘要

临兴G区块位置处于鄂尔多斯盆地东缘晋西挠褶带, 上石盒子组气藏发育为气水混合带, 下石盒子组发育多套气层。通过已钻井的储层岩石特征、岩心分析化验资料、地震、测井及试气资料, 结合区域构造演化、沉积特征, 分析G区块石盒子组致密气藏的地质条件和产能影响因素。结果表明: 受离石走滑断裂带影响, 越靠近区块东侧, 平面上气层含水逐步发育, 纵向上含水层发育逐渐靠下部地层, 且具有相变快的特征, 成为其产能的主要影响因素。

关键词

鄂尔多斯盆地, 致密气藏, 石盒子组, 储层含水, 低阻特征

Analysis of Influencing Factors on Production Capacity of Tight Gas Reservoir in Linxing G Block

Shuzuo Yin¹, Hao Jin²

¹China United Coalbed Methane Corporation Ltd., Taiyuan Shanxi

²Shaanxi Mineral Geological Survey Center, Xi'an Shaanxi

Received: Oct. 10th, 2023; accepted: Dec. 12th, 2023; published: Dec. 25th, 2023

Abstract

Linxing G block is located in the Jinxi flexural belt at the eastern margin of Ordos Basin. The upper Shihezi formation gas reservoir develops into a gas-water mixed zone, while the lower Shihezi Formation has multiple gas formations. Based on the well drilled reservoir rock characteristics, core analysis and laboratory data, seismic, well logging and gas test data, combined with regional

文章引用: 尹舒祚, 金浩. 临兴 G 区块致密气藏产能影响因素分析[J]. 石油天然气学报, 2023, 45(4): 360-365.

DOI: 10.12677/jogt.2023.454044

structural evolution and sedimentary characteristics, the geological conditions and productivity factors of the tight gas reservoir of Shihezi Group in Block G are analyzed. The results show that, as the Lishi strike-slip fault zone is affected, the closer to the eastern side of the block, the water content of the gas layer in the plane gradually develops, and the aquifer in the longitudinal direction gradually develops to the lower stratum, and the phase transition is rapid, which becomes the main factor affecting its productivity.

Keywords

Ordos Basin, Tight Gas Reservoir, Shihezi Formation, Reservoir Water, Low Resistance Feature

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

鄂尔多斯盆地位于中国大陆中部, 是一个多旋回演化、多沉积类型的大型沉积盆地[1]。鄂尔多斯盆地构造上位于华北地台西部, 东西介于太行山与贺兰山之间, 南北介于秦岭与阴山山脉之间。现今构造面貌为一南北上翘、东翼缓而长、西翼短而陡的不对称向斜[2]。根据其构造特征, 盆地内划分为伊盟隆起、渭北隆起、天环坳陷、伊陕斜坡、西缘冲断带、晋西挠褶带等六个二级构造单元(见图 1), 该处天然气资源丰富, 在其构造单元上已发现靖边、苏里格、大牛地、神木等多个大气田。

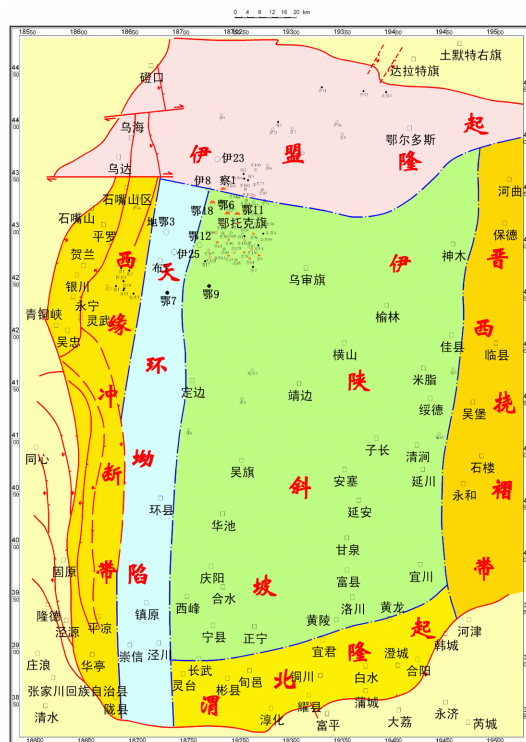


Figure 1. Ordos basin

图 1. 鄂尔多斯盆地

地质综合研究表明鄂尔多斯盆地古生界具有广覆式生烃、区域性封盖层分布广泛、多套层系发育储层等一系列有利条件[3]。临兴地区位于鄂尔多斯盆地东缘晋西挠褶带上,其纵向上现已在太原组、山西组、下石盒子组、上石盒子组及石千峰组均发现了工业气藏。鄂尔多斯盆地内已开发的致密气藏,受到井型井别、压裂工艺、排采方式、地质储量、构造条件等多因素的影响,其产能表现出不同的特征。在临兴区块随着勘探开发程度的不断增加,致密气自下而上长期连续充注,石盒子组已成其主要产层[4]。已钻井在上、下石盒子组表现出较好的产能,但是在临兴 G 区块,受紫金山隆起和离石走滑断裂构造带的影响,G 区块致密气藏发育特征不同于平缓构造带,明确该区块致密气藏产能影响因素,对推动 G 区块后续勘探开发具有一定的指导意义。

2. 区域地质概况

临兴气田 G 区块上古生界地层与下古生界地层关系呈不整合接触,上古生界内部地层关系为整合接触[5],以海陆过渡相-陆相碎屑岩沉积为主,地层自下而上发育石炭系本溪组、二叠系太原组、山西组、下石盒子组、上石盒子组和石千峰组[6]。根据已钻井揭露资料,G 区块内主力气层的地层简述见表 1。

Table 1. Brief table of main strata and marker strata of Upper Paleozoic in Linxing G block

表 1. 临兴 G 区块上古生界主力地层及标志层简表

系	统	组	段	层位代号	主要标志层特征	电性特征	厚度 (m)	沉积相
二叠系	中统	上石盒子组	盒 1 段	P ₂ h ¹	硅质岩(燧石层) 褐红色砂泥岩 (K6 砂岩)	低电阻 高伽玛	34~44/38	陆相河流 - 三角洲沉积
			盒 2 段	P ₂ h ²			41~51/45	
			盒 3 段	P ₂ h ³			47~61/53	
			盒 4 段	P ₂ h ⁴			51~60/56	
		下石盒子组	盒 5 段	P ₂ h ⁵	桃花泥岩 浅色砂岩(K5) 骆驼脖砂岩(K4 砂岩)	电阻曲线 起伏明显	29~40/35	
			盒 6 段	P ₂ h ⁶			38~48/43	
			盒 7 段	P ₂ h ⁷			44~54/50	
			盒 8 段	P ₂ h ⁸			66~89/73	

3. 成藏条件分析

3.1. 储层特征

临兴 G 区块在上石盒子、下石盒子组均发育含气地层,单井气层累计厚度差异大,G 区块已钻 36 口探井揭示单井累计气层厚度在 3.5 m~41.3 m,平均单井气层厚 25.6 m。临兴 G 区块上石盒子组发育三角洲平原分流河道,河道以近南北方向展布,石盒子组多期河道叠加,砂体厚度大,砂地比高,有利于 G 区块致密气藏发育。另外,下石盒子组气砂比较大,下石盒子组是 G 区块的优势储层,其特征相对突出。

G 区块烃源岩基础较为落实,该位置相邻紫金山构造区,受岩浆侵入和喷发作用影响,区块煤层整体处于成熟-高成熟阶段,本溪组-山西组煤系地层是 G 区块主要烃源岩。其中主要是本溪组 8 + 9 号煤,该套煤层发育相对稳定,厚度大,最大可达 17 m,烃源岩有机质成熟度主要分布在 0.7%~2.0%之间,达到气肥煤阶段[7] [8],是 G 研究区的主力烃源岩层。山西组及太原组发育广覆式沉积厚度巨大的煤系烃源岩,累计平均厚度在 10 m 以上,本溪组—山西组累计近 50 m 的暗色碳质泥岩也可成为其烃源岩,为致密气藏形成提供了物质基础。

3.2. 岩石及孔隙特征

临兴地区上、下石盒子组砂岩类型较复杂, 包括岩屑长石砂岩、长石岩屑砂岩、岩屑砂岩、岩屑石英砂岩等, 以岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩为主(见图 2), 整体表现为较低的成分成熟度。从大量镜下观察, 储层岩石结构成熟度不高, 颗粒磨圆多呈次棱角-次圆状, 分选差-中等, 颗粒接触关系以线接触为主, 少量线-凹凸接触和点-线接触, 也表明上、下石盒子组在成岩演化中受压实压溶作用影响较小。

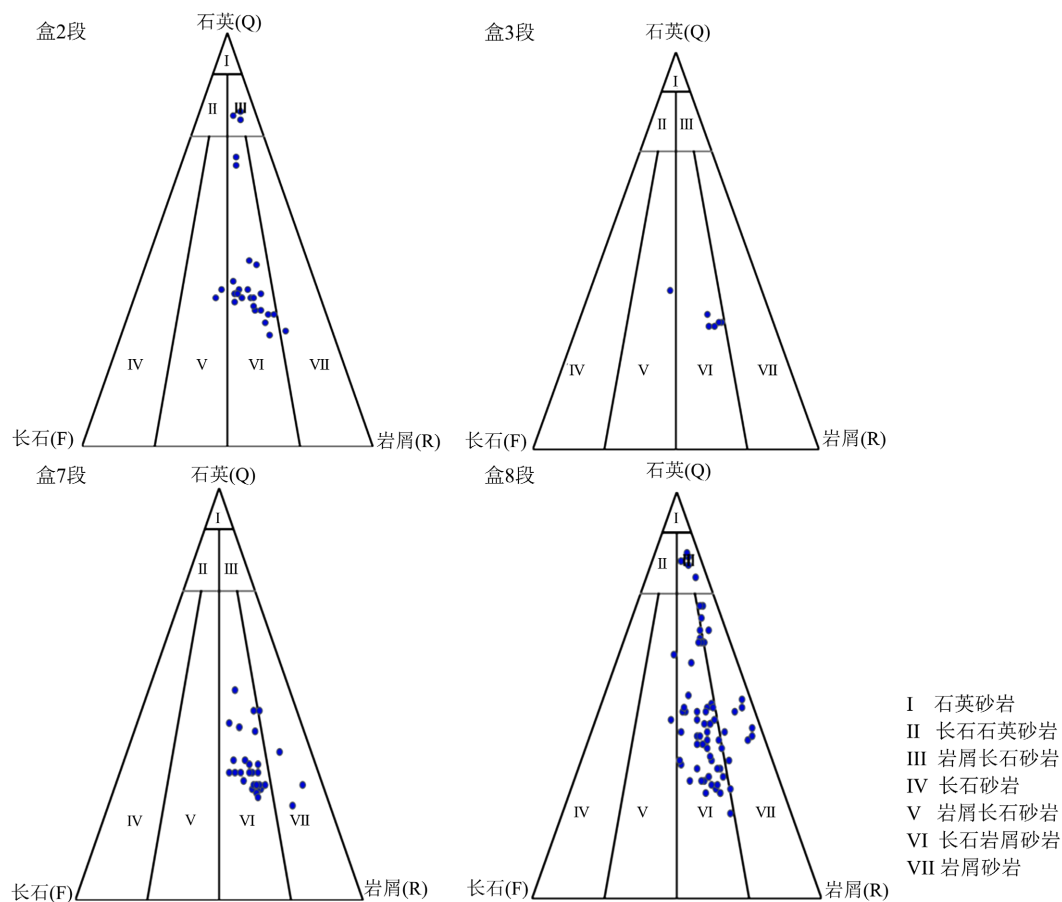


Figure 2. Triangular map of sandstone types of Shihezi Formation, Block G, Linxing
图 2. 临兴 G 区块石盒子组砂岩类型三角图

通过大量铸体薄片和扫描电镜观察资料及统计表明, 临兴地区上、下石盒子组孔隙类型多样, 主要存在原生粒间孔、粒间溶蚀孔和粒内溶孔及粘土矿物晶间孔(图 3)。临兴 G 区块各层位主要储集空间类型自下而上变化明显, 上、下石盒子组孔隙类型主要为长石溶孔、残余粒间孔、高岭石晶间孔, 其中次生溶孔有利于孔隙度的增大。

沉积环境的差异是导致不同层位储层岩石孔渗发育不同的重要因素之一, 上石盒子组的砂岩储层与下覆的泥岩在地震剖面表现为波谷反射, 波组特征较清楚, 当砂岩不发育时, 地震反射弱, 局部难以追踪。下石盒子组是砂岩较发育的地层, 在地震剖面上反映为弱振幅、连续性较差。

临兴 G 区块盒 8 期为辫状河三角洲平原亚相, 由于水动力条件加强, 河道冲刷加剧, 分流河道及水下分流河道频繁改道或发生冲裂作用, 呈现出多条水浅流急的网状或交织状河道沉积特征, 河道砂体沉积占绝对优势, 分流河道呈连片状近南北向分布, 河道间沉积相对不发育。垂向剖面上, 则形成多期河

道砂体彼此叠置的厚层砂体。盒7期、盒6期继承了盒8期的沉积格局, 南-北方向延伸特征明显, 但相对盒8期物源供给和水动力条件变弱, 演变为浅水三角洲前缘沉积, 水道砂体规模变小, 粒度较细, 除主河道外, 还可识别出水下分流河道、次河道沉积, 水下分流间湾较发育。

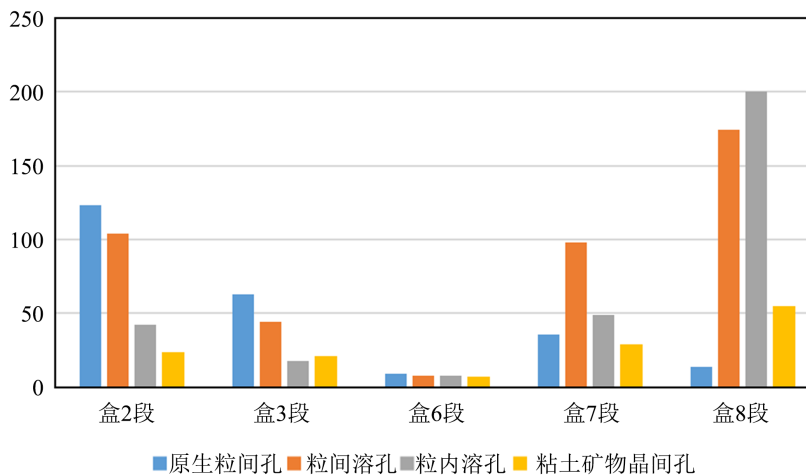


Figure 3. Distribution of pore types of each reservoir in Linxing G block
图3. 临兴G区块石盒子组砂岩类型三角图

上石盒子期物源区粗碎屑物供给减少, 而气候却愈加干旱, 除偶发的洪水期以外, G 区块内基本上没有大面积持续分布的水面。砂地比明显降低, 砂体较薄, 泥岩为绿色和粉红色, 沉积体系由辫状河三角洲平原演变为曲流河三角洲平原, 发育曲流河道以及河道间洪泛平原微相沉积, 岩性多为含砾中砂岩、细砂岩, 见平行层理、冲刷面构造、小型粒序层理。上石盒子组河道间湾发育强度大, 厚砂体发育区较为分散, 横向连通比下石盒子期差。

4. 产能影响因素分析

随着勘探开发的推进, 临兴G 区块由西到东, 受构造运动影响, 致密气有效储层钻遇厚度有下降趋势, 且钻井试气效果表明储层含水逐渐增加, 气层主要发育在下石盒子组, 上石盒子组位于气水混层带, 单井钻遇含水气层或易于沟通邻近水层, 其产能存在递减趋势。

4.1. 储层含水

储层含水或沟通了临近水层, 是影响致密气产能的关键因素。在地层能量不足的情况下, 储层含水会导致致密气难以突破毛细血管压力, 产能难以得到释放; 水柱液面过高, 且地层持续出水, 使排水降压处理水的成本也会增加, 从而影响整体的经济效益。

4.2. 相变及微构造影响

受构造运动影响, 临兴G 区块的河道相变快, 据实钻效果表明, 在同一井台, 砂岩延伸会在几百米就会出现尖灭, 且在构造低位置, 气层出水风险会增加。相变快, 导致储层预测难度增加, 影响到气层的钻遇率。

4.3. 储层堵塞

在钻井工程方面, 钻井队伍未对G 区块储层五敏特征进行试验分析, 使得钻井液体系不配套该地层,

且添加不符合规定的钻井液添加剂等因素导致射孔沟通地层位置处受到堵塞或污染, 使目的层致密气无法沟通油管和套管环空通道, 影响气层产能释放。针对 G 区块已取参井, 开展岩心薄片及扫描电镜分析, 试验分析得到该区块储层与邻区的差异性, 优化规范使用钻井液添加剂, 避免非物理因素导致储层污染堵塞。

5. 结论

临兴 G 区块根据已有勘探成果表明, 上、下石盒子组具有较好的成藏气层, 但其具有相变快、含水风险高、低阻气藏的特征。针对其产能影响的三个因素对 G 区块进行了分析, G 区块气藏的开发策略应区别于其他区块。首先应理清该区块砂体发育规律, 进行小层砂体精细描述, 对于相变速度快的特点, 采取地质与地震结合, 提高储层预测方法; 其次针对储层含水特征, 在施工工艺上采取相应的改进技术, 试验不同排采工艺措施对产能释放的影响; 最后在储层堵塞上, 除规范化施工外, 若出现井筒压力异常, 及时采取气举等解堵措施, 释放地层产能。

参考文献

- [1] 田永净, 吴和源, 姜雄鹰, 等. 鄂尔多斯盆地东缘临兴地区上石盒子组成藏特征[J]. 天然气地球科学, 2021, 32(11): 1664-1672.
- [2] 蔡勋育, 邱桂强, 孙冬胜, 等. 中国中西部大型盆地致密砂岩油气“甜点”类型与特征[J]. 石油与天然气地质, 2020, 41(4): 684-695.
- [3] 杜佳, 朱光辉, 吴洛菲, 等. 临兴地区致密气“多层系准连续”成藏模式与大气田勘探实践[J]. 天然气工业, 2021, 41(3): 58-71.
- [4] 米立军, 朱光辉. 鄂尔多斯盆地东北缘临兴-神府致密气田成藏地质特征及勘探突破[J]. 中国石油勘探, 2021, 26(3): 53-67.
- [5] 吴鹏, 高计县, 郭俊超, 等. 鄂尔多斯盆地东缘临兴地区太原组桥头砂岩层序地层及沉积特征[J]. 石油与天然气地质, 2018, 39(1): 66-76.
- [6] 周进高, 张涛, 于洲, 等. 鄂尔多斯盆地奥陶系马家沟组四段沉积期岩相古地理及其控储效应[J]. 中国石油勘探, 2022, 27(4): 61-74.
- [7] 李仲东, 郝蜀民, 李良, 等. 鄂尔多斯盆地上古生界压力封存箱与天然气的富集规律[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(4): 466-472.
- [8] 蔡光银, 蒋裕强, 李星涛, 等. 海陆过渡相与海相富有机质页岩储层特征差异[J]. 沉积学报, 2022, 40(4): 1030-1042.