

泌阳凹陷深层系油气成藏条件及勘探方向分析

程学峰¹, 曾小阳¹, 吕金博², 王新颖²

(1. 中国地质大学(北京)能源学院, 北京 10083 2. 中国石化河南油田分公司)

摘要: 以层序地层学、含油气系统等理论为指导, 在对凹陷的构造特征、地层格架、沉积体系分析的基础上, 通过对泌阳凹陷深层系的烃源岩发育特征、储层成岩作用、储集性能以及孔隙发育特征、油气藏类型等方面的研究, 分析了深层系的成藏条件和油气分布规律, 建立了深层系成藏模式, 针对不同构造带的油气成藏规律, 指出了多个有利勘探目标, 对下一步勘探提出了建议。

关键词: 泌阳凹陷; 深层系; 成藏条件; 成藏模式

中图分类号: TE112.31

文献标识码: A

泌阳凹陷隶属于南襄盆地, 呈南深北浅的箕状, 面积 1 000 km²。凹陷内油气资源丰富, 古近系核三上段为主要勘探目的层。深层系指核三下段, 主要勘探范围位于凹陷东南部双河油田以东、泌 45 井以南的深凹区, 目的层埋深大, 一般 2 000 ~ 4 200 m, 平均 3 000 m, 面积 350 km², 总资源量达 1.45 × 10⁸ t, 资源发现率仅为 41%, 具有较好的勘探前景, 但勘探目标多为隐蔽性非构造油气藏, 勘探难度大。

1 地质概况

1.1 凹陷充填序列

根据层序地层划分, 凹陷的古近系充填演化为四个阶段。初始湖盆充填阶段, 以玉皇顶组、大仓房组紫红色含膏盐泥岩、砂质泥岩和砂岩为主。最大裂陷盆—深湖—半深湖盆充填阶段, 为核三段灰黑色、黑色泥岩夹油页岩沉积, 包含 8 个砂组, 核三上段包括核三 I、核三 II 等五个砂组; 深层系核三下段分为核三 VI、核三 VII 等三个砂组。开阔湖盆充填阶段, 为核二段紫红色—灰黑色泥岩、砂质泥岩或砂岩沉积。萎缩裂陷盆充填阶段, 为核一段—廖庄组含砾砂岩、砂泥互层沉积^[1]。

1.2 深层系构造特征

根据凹陷现今构造格局, 将其划分为南部陡坡带、中部深凹带和北部斜坡带, 据核三 IV 砂组顶面构造图(图 1), 总体趋势为北西高、东南低, 深凹区自安棚至安店、古城形成明显的 NW 向分割

槽, 将凹陷分成两个大的鼻状构造群。凹陷内断层发育, 断层与鼻状构造相互交切, 形成一系列断鼻、断背斜、断块圈闭。

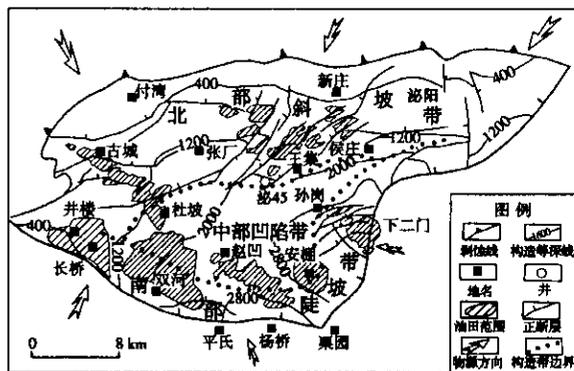


图 1 泌阳凹陷构造单元划分与勘探现状

1.3 深层系沉积体系空间配置

根据层序地层学研究, 核三下段层序组在高位域沉积期, 南部盆缘断裂活动明显, 导致边界沉积厚度大, 物源供给充足, 冲积扇和湖泊扇三角洲体系呈裙状分布, 主要物源有双河、平氏—栗园等砂体, 安棚—王集地区为闭流型盐湖沉积, 北侧发育新庄—侯庄等三角洲砂体; 低位和湖扩展体系域沉积期, 南侧边界为生长正断裂, 双河、平氏低位扇体进积较强, 北侧为暴露剥蚀区, 侯庄等低位

收稿日期: 2006-01-25 改回日期: 2006-08-18

作者简介: 程学峰, 高级工程师, 1969 年生, 1992 年毕业于中国地质大学(武汉)石油地质专业, 现为中国地质大学(北京)博士研究生, 从事石油地质研究工作。

扇三角洲环绕封闭湖盆发育,进积作用强。

2 深层系成藏要素分析

东南部深凹区是深层系分布的主要地区,该区具有较好的油气成藏条件。

2.1 烃源岩发育特征

该区长期处于凹陷沉降中心,深湖、较深湖相暗色泥岩发育,生油岩厚度累计达 350 m,根据 122 口探井的有机碳分析结果表明,有机碳含量多大于 1%,属于较好烃源岩;烃源岩的干酪根类型以 II_a 型为主, I 型和 II_b 型次之。据云 1、泌 239 等 14 口井 88 块样品 R_o 值结果(含核三上段部分样品),在深度为 1 800 m 左右 R_o 为 0.5%,到 2 800 m 左右(深层系顶部),为 1.0%,至深度 3 200 m 左右,达到 1.2%,烃源岩成熟度高,全部进入成熟阶段。该区是核三下段的生排油中心,且生油开始早,具有供油时期长,油源充分的条件。油源对比结果研究表明,核三下段生成的油气大部分应仍在本段。

2.2 储层特征

2.2.1 成岩作用与孔隙演化

深层系埋藏深,储层经受的压实、胶结及溶蚀作用比较强烈。根据 R_o 值,核三 VI 砂组埋深 3 000 ~ 3 300 m,在泌 195-2 井以北,底界在 3 100 m 以上,处于晚成岩 A3 亚期胶结带,处于前缘席状砂,储集物性差;在泌 195、泌 213 以南,埋深在 3 100 m 以下,处于晚成岩 B 期溶蚀带。核三 VII、核三 VIII 砂组埋深 3 100 ~ 3 700 m,均处于晚成岩 B 期,存在次生溶蚀带。尽管埋藏很深,但还是有可能找到较好的储层,如泌 253 井 3 516.0 ~ 3 544.0 m 井段就发现了高产油气层,压裂改造后日产气 $4.81 \times 10^4 \text{ m}^3$,凝析油 3.96 t。

2.2.2 孔隙结构特征

储层的储集空间按照成因分为三大类:粒间孔、溶蚀孔和裂缝,由于受成岩作用改造强烈,储层非均质强。压汞毛管压力分析表明(72 块样品),储层主要流动孔隙半径一般 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$,最大喉道半径 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 之间,具有以细喉道和微喉道为主、分选较差、非均质性强等特征。根据 104 块岩心实测资料表明,深层系孔隙度 5.36% ~ 6.87%,平均 6.17%;渗透率 $(0.62 \sim 5.57) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均 $1.88 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;碳酸盐含量为 8.70% ~ 13.03%,平均为 11.97%,属低孔、低渗

- 特低渗储层。

2.2.3 裂缝发育特征

深层系裂缝、微裂缝主要在赵凹-安棚鼻状构造轴部大量发育,有高角度缝、水平缝、斜交缝。裂缝发育具有明显的局限性,刚性致密的砂砾中发育高角度缝,水平缝则在分选好的中、细砂岩与泥岩接触处发育,分布于鼻状构造的北部和顶部,高角度缝分布于鼻状构造中部和两翼。从泌 252 井铸体薄片观察,微裂缝十分发育,对储层渗流能力有明显改善作用,该井压裂后获得高产工业油气流。

2.3 生、储、盖组合

深层系生储盖组合纵横向配置理想。平面上,凹陷发育南北两大物源体系,砂体环绕生油区分布,为油气运移和聚集创造了良好的条件,纵向上,属多旋回沉积,生油层与储集层间互,生油岩的厚度多为 20 ~ 30 m,因而排烃率很高。在区域单斜背景上发育宽缓鼻状构造,如赵凹-安棚鼻状构造插入深湖区,有利于油气运移聚集,同时在近物源、地形坡降大的条件下,易形成砂岩透镜体、砂岩上倾尖灭、断层+岩性、物性或成岩等隐蔽圈闭。

3 深层系已发现油气田成藏模式

深层系探明储量主要在下二门、双河、赵凹油田安棚深层系,且各个地区油气藏特征不同,油气藏类型丰富,成藏模式各具特色。

3.1 下二门油田

下二门油田为一背斜构造背景,位于深凹陷区东北边缘,油源来自紧邻的生油中心,侯庄砂体分布范围广,向南伸入凹陷中心区,以互层状砂体为单元的输导体系十分发育。该油田为早期油气侧向运移聚集、后期断裂改造垂向调整运聚形成。背斜核二段开始形成,与凹陷核二段中期开始排油,核一段和廖庄组沉积时期为生排油高峰相对应,形成早期的背斜油气藏;廖庄组沉积末期,区域性挤压抬升和断裂作用对早期形成的油气藏进行破坏和改造,油气沿断层从下向上运移,油气发生再分配,在断层两盘高部位形成次生油气藏。油气藏类型主要为背斜构造背景控制下的断层+岩性复合型油气藏^[2]。

3.2 双河油田

双河油田也为一鼻状构造背景,构造简单,储

层为典型的湖盆陡坡扇三角洲沉积,具有距物源近、坡度陡、沉积快、湖水进退频繁等特点,形成了一套旋回复杂、厚层发育、变化大、物性差异大、非均质十分严重的砂体,主要形成砂岩上倾尖灭、断层+岩性以及断块油藏^[3]。

3.3 赵凹油田安棚深层系

1999年泌252井3227.9~3245.5m压裂后获日产油99.4m³、天然气1.6×10⁴m³的高产油气流,拉开了该区深层系油气勘探的序幕。该区核三段沉积期末已显示鼻状构造的雏形,至廖庄期末发展为一自西北向东南倾没的鼻状构造;储层来自南部扇三角洲沉积体系,岩性粗,结构成熟度低,岩心实测资料表明,成岩作用强烈,但裂缝发育,改善了储层物性。油气运移的通道主要为砂体本身,高渗砂体为油气运移的优势通道。生油岩在核二段开始生油并排烃,至核一末期达到生排烃高峰;油气充注主要以砂泥岩交互层原地充注为特点,油气运移以短距离侧向运移为主,垂向运移范围很小,受构造背景及沉积相带双重控制,油层主要分布于鼻状构造的轴部及西南翼,以岩性油气藏为主^[4]。

4 深层系油气勘探前景

深层系具有一定勘探潜力,但目前所钻探井密度不够,勘探程度低,勘探目标多集中在复杂隐蔽圈闭中,应多学科综合研究,全面认识地下地质特征。

4.1 泌185、泌213井区有较大勘探潜力

泌185井是安棚深层系油气层的发现井,该井在3372~3673m井段有26层196m气测显示异常,但该井套管仅下至3351m;泌213井在3396~3562m井段综合分析也认为存在7层62

m可疑油气层,通过对该井(井段3544.0~3575.5m)重新试油,压裂改造后,初期8mm油嘴放喷,日产油34.16m³、气0.8×10⁴m³。该井区核三Ⅶ、核三Ⅷ砂组才交探明储量约220×10⁴t,应对泌185、泌213井区核三Ⅶ—核三Ⅷ砂组的储层进行追踪研究,有望取得新的突破。

4.2 南部边界断裂部位寻找砂岩上倾尖灭油气藏

在南部边界断裂位移变换段是物源入湖口,上倾方向是寻找砂岩上倾尖灭油气藏的有利地区,利用三维地震资料的时间切片可以发现位移变换段,那些与边界断裂主体走向有一定夹角的地段,再通过断面构造图研究断面倾角变化,然后可以确认。

4.3 北部斜坡内带寻找低位扇体

低位扇是组成低位体系域的重要单元,与断层配置成有利的断层~岩性圈闭;王集油田南部位位于构造坡折带附近,对寻找低位扇砂体油气藏十分有利。

参考文献

- 1 胡受权,郭文平,闫其彬. 断陷湖盆陆相层序中体系域四分性探讨—以泌阳凹陷古近系核桃园组为例[J]. 石油学报, 2000, 21(1): 23~28
- 2 陈文礼,林社卿,杨道庆. 泌阳凹陷下二门油田构造特征与油气聚集[J]. 石油实验地质, 2003, 25(3): 174~177
- 3 尹伟,吴胜和,林社卿. 双河油田油气藏成藏机理研究[J]. 石油学报, 2003, 24(5): 40~45
- 4 翟中喜,秦伟军,台怀中. 泌阳凹陷安棚深层系测井相精细研究[J]. 河南石油, 2004, 18(3): 15~16

编辑:吴官生

欢迎订阅2007年《石油地质与工程》杂志

《石油地质与工程》是由中国石油化工集团公司主管,中国石化股份有限公司河南油田分公司和河南省石油学会主办,面向国内外公开发行的石油技术类期刊,标准刊号:CN41-1388/TE,ISSN1673-8217。《石油地质与工程》是中石化集团公司优秀科技期刊、全国优秀科技期刊和中国学术期刊综合评价数据库来源期刊,2001年入选中国期刊方阵“双百期刊”。

《石油地质与工程》主要报道国内石油天然气勘探开发、油气藏工程、钻采工艺与设备等专业科研和生产方面的新理论、新技术、新工艺、新成果和先进经验,以及国内外相关专业发展水平综述等。设有地质勘探、油田开发、石油工程、管理工程等栏目。读者对象包括石油、石化行业的科技人员、管理干部和大专院校师生。

《石油地质与工程》为双月刊,大16开本96页,每期定价10.00元,全年定价60.00元,逢单月25日出版。国内邮发代号为36-117。单位或个人在全国各地邮政局所均可订阅,也可直接向我杂志社订阅。

地址:河南省南阳市油田中山路《石油地质与工程》杂志社

邮编:473132

电话:0377-68830612

传真:0377-63830777

联系人:桑晓克