

⑮ 151-154

陕北川口油田低渗透岩性油藏地质特征

冯乔¹⁾ 赵一鸣²⁾ 宋宜平²⁾

P6/8.130.2

(1)西北大学地质学系,710069,西安;2)华北石油地质局第三普查勘探大队,712000,咸阳;第一作者33岁,男,讲师)

摘要 根据陕北川口油田上三叠统延长组长6油层组的油气地质条件,探讨了其层序充填、环境演变、储集特征、油气藏类型。认为从长7末至长4+5,沉积环境经历了湖泊—三角洲—河流体系—漫滩沼泽化的历史演变;储集类型主要为低孔特低渗型,以溶孔—剩余孔—微裂缝配套型孔隙类型为主,属于原生型岩性油气藏,可以进一步划分出4类次一级的类型。

关键词 沉积层序;环境演变;储集特征;油气藏类型;川口油田

分类号 TE12

岩性油藏,地质特征

1 油田地质概况

陕北川口油田位于鄂尔多斯盆地东部斜坡带上,其勘探目的层系主要为上三叠统延长组(T₃y¹)长6油层组。鄂尔多斯三叠纪盆地是在古生代华北克拉通浅海碳酸盐岩建造和浅海、滨浅海沼泽含煤建造的基础上,经过长期演化而形成的大型内陆盆地。延长组是在晚三叠世华北盆地经历印支运动后逐渐萎缩,在鄂尔多斯湖盆中沉积下来的,主要为三角洲及湖泊沉积。其中河道砂体、砂岩透镜体的发育,为油气聚集提供了有利条件。印支运动之后,接受了侏罗系和白垩系的沉积,经过燕山构造运动的改造,绝大部分白垩系、侏罗系地层被剥蚀,成为目前东高西低的单斜构造格局。在该单斜构造带上,地层产状平缓,平均地层倾角0.5°,平均坡度10 m/km。构造十分微弱,断层和褶皱不发育,缺乏形成油气聚集的二级构造带和构造圈闭,小范围内可以发育一些因差异压实作用而形成的披覆背斜和鼻状隆起,岩性圈闭是主要的油气聚集场所。

根据川口油田上三叠统延长组长6油层组凝灰岩(或称斑脱岩)层及长7顶部的1套黑色页岩(张家滩页岩)等时间—岩性标志层,可将长6油层组划分为4个亚组。

长6¹主要为灰白色块状中细粒长石砂岩、灰绿色粉砂岩与绿灰色、浅灰色粉砂质泥岩不等厚互层,含钙质结核,厚约35 m左右。长6²主要为浅灰、灰、灰白色薄—中层状细粒长石砂岩及灰、灰绿色细粉砂岩与灰绿、深灰、黑色泥岩、砂质泥岩不等厚互层,厚约32 m左右。长6³主要为灰绿、深灰、黑色泥岩、砂质泥岩和灰绿色、灰色薄层长石细砂岩、粉砂岩,夹少量薄煤层、高碳酸岩层及1~2层灰绿色斑脱岩,厚约28~30 m。长6⁴主要为灰、深灰、黑色泥岩、页岩与灰绿色薄层长石砂岩、粉砂岩,夹少量薄煤层及3~5层灰绿色斑脱岩,厚约20~23 m。

总之,长6油层组岩性从下向上由细变粗,呈现泥质岩逐渐减少,砂质岩逐渐增多的趋势,并且砂岩的层数逐渐减少,单层厚度逐渐增大。

本区长6油层组是以张家滩页岩为代表的最大湖进后形成的1套由河流、三角洲、滨浅湖构成的进积序列充填。在此期间,出现了3次较明显的环境演变。第一次是长7末期1次小规模湖进引起的湖岸

扩展,第二次是长 6 时期三角洲平原及河流发育的高峰,第三次是长 6 之后的大规模沼泽平原化过程。

长 7 中期的最大湖进,使本区湖泊发育达到鼎盛,湖进范围北部达横山—乌审旗一带,沉积了延伸广泛的张家滩页岩,为盆地良好的烃源岩。但总体湖水较浅,具有北浅南深,由北向南湖水逐渐变深之趋势,造成张家滩页岩由北向南厚度逐渐增大。如在清涧河及延河剖面分别厚 4.0 m 和 4.5 m,向南到宜川为 8.0 m,姚店厚约 10.0 m,川口南至南泥湾地区厚约 12~15 m。长 7 后期的小规模湖进使本区广泛发育滨浅湖相,至长 7 晚期,湖岸线已推进到塞 121 井以南—塞 69 井—泉 140 井一线(据梅志超,1987)。河流冲刷改造明显,为大量富泥质的沉积充填,厚度可达 17 m 左右。长 7 末期河流冲刷作用减弱,河道间砂泥岩薄互层发育。长 6 时期湖泊范围缩小,主要为河流及三角洲平原,砂质含量增多,砂体发育,砂体平面形态主要为伸长状、弯曲状、串珠状或孤岛状,并可以联合构成相互叠覆的三角洲叶状体。这些砂体构成了陕北油田主要的油气储集体。

长 4+5 时期,湖泊范围更趋缩小,河流作用强烈,主要表现为频繁的河道决口、废弃及大规模的泛滥于平,滞留的大树干及煤线和炭质泥岩意味着河间森林的发育和润湿气候。

综上所述,本地区晚三叠世湖盆的发育经历了长 7 末张家滩页岩为代表的湖泊时期、长 6 三角洲平原和以河流体系的冲刷改造为主的时期、长 4+5 大范围漫滩沼泽化发育的时期。这表现在本地区沉积环境的演变走过了湖泊—三角洲—河流体系—漫滩沼泽化这样一个完整的历史过程。

2 储集特征

2.1 岩性特征

本地区长 6 油层组为主要的储集层位,总厚约为 120 余 m,砂岩层大多在 20 层以下,单层厚一般为 1~3 m,部分可大于 5 m,明显比北部的子长—清涧砂层层数多,单层厚度小。砂泥比值大多在 0.5~2 之间,且长 6¹ 明显比长 6⁴ 要高。岩石类型为细粒长石砂岩和粉砂岩,胶结致密。碎屑成分中石英平均 27.31%~33.46%,长石平均 50.02%~55.80%,其中斜长石居多;岩屑平均 11.67%,主要为沉积岩和火山岩岩屑;填隙物平均 12.03%,主要成分为方解石、浊沸石及绿泥石,并有少量石英、钠长石及黄铁矿等。

2.2 孔隙类型及特征

本区孔隙主要有原生粒间孔隙、溶蚀粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙、填隙物内孔隙和微裂隙。其中主要以溶蚀粒间孔隙居多,其次为溶蚀粒内孔隙。孔隙直径一般为 0.02~0.15mm。另外岩石中微裂缝较为发育,可见沥青质充填,由于它们形成早,分布普遍,因此对于粒间孔隙与粒内孔隙的连通起了重要作用。孔隙组合类型为溶孔—剩余孔—微裂缝配套型。

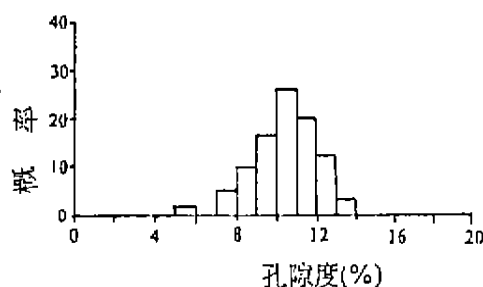


图 1 长 6¹油层孔隙度直方图

Fig.1 Histogram Plot of Porosity
in Chang-6¹Oil-bearing Formation

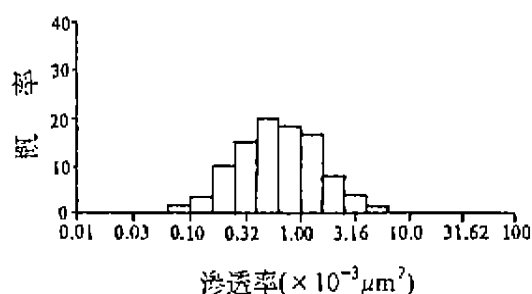


图 2 长 6¹油层渗透率直方图

Fig.2 Histogram Plot of Permeability
in Chang-6¹Oil-bearing Formation

物性分析资料表明(图 1,2),本区孔隙度多为 7%~12%,渗透率多为 $0.1 \times 10^{-1} \sim 1.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。统计结果表明,本区物性具有几个明显的特点:①区域上孔隙度和渗透率变化大,纵向上以长 6¹ 油层较

好;②孔隙度较高,渗透率极低,说明孔隙中有许多是不连通的无效孔隙;③渗透率与碳酸盐含量成正比,说明胶结物的主要成分方解石对岩石渗透率有较为明显地影响。

压汞结果表明,本区砂岩的门坎压力为 0.5~2.0 MPa,中值压力多为 3.0~13.0 MPa,平均孔隙半径多为 0.05~0.3 μm ,为低孔特低渗透型储层。

3 油气藏类型

3.1 划分原则

因考虑问题的角度不同,对油气藏类型的划分也各有千秋。若按油气藏形成机理划分类型,可将油气藏划分为原生型、次生型和残余型三大类。原生型油气藏指油气生成后被运移至邻近储集层中圈闭起来的油气藏。次生型油气藏指油气生成后通过断裂或裂隙被运移至生油窗之上新地层中聚集而形成的油气藏。残余型油气藏指早期形成的油气藏因后期构造运动的破坏,部分油气散失后残留的油气藏。每大类油气藏还可以做更次一级的划分。比如原生型油气藏可以划分为自生自储式、上生下储式和下生上储式等次级类型。从勘探角度看,原生型油气藏最具有经济价值,次生型油气藏其次,残余型油气藏要根据油气被散失的程度确定其经济价值。

3.2 油气藏类型

3.2.1 砂岩透镜体油气藏 该类油气藏大者达几十平方公里,小者为几平方公里,甚至小于 1 km^2 ,平面上为饼状、椭圆状。其排列和分布主要受古河道和古湖盆形态控制,一般发育在河床洼地、河心滩及湖盆地边缘等部位。剖面上呈上凸下平或略凹形态,其上皆为细粒岩石,一般为泥岩、砂质泥岩及薄煤层;横向上砂岩相变为泥岩、砂质泥岩。由于在沉积埋藏过程中,泥质岩遭受到的压实比砂岩要大,往往在砂岩体之上形成披盖构造,从而成为油气在砂体中聚集的良好封盖层。

3.2.2 砂岩上倾尖灭油气藏 川口油田长 6 油层虽然构造变形轻微,但地层产状仍有 0.5°±,保持为 1 个西低东高的单斜。其中的砂岩层,原始为水平层状,属于内陆湖泊、河道充填沉积,岩性横向变化剧烈,经构造变动之后,成为西低东高的西倾格局。这样,当油气从西部的生油凹陷向东部运移的过程中,遇到能够捕集油气的砂岩层时,油气就会充填其中。这种岩层向上倾方向相变为粒度细、渗透率低的砂质泥岩、泥质岩,为砂层聚集油气提供了有利条件。油气水在其中的分布符合重力分异原理,即最高部位为气,向下倾方向逐渐过渡为油气混合液、油、油水混合液、水。

3.2.3 高渗透性砂岩油气藏 由于该地区属低孔特低渗透的储集类型,其油气聚集主要受岩石渗透率的控制,再则陆相地层物性横向变化极大,即使同一层砂体,其渗透率的分布也不均匀。这就是说并不是整个砂体都能聚集油气,油气只能选择性地聚集在渗透率较高的部分砂体中。

3.2.4 复合型油气藏 实际上油气藏中油气的聚集并不仅仅是由某个因素单独控制的,往往是由两个甚至多个因素共同作用而形成并组合成一些复合型油气藏。如砂岩透镜体油气藏,因构造倾斜,向上倾方向、岩性横向变化可形成上倾尖灭的油气藏。砂岩透镜体油气藏由于其成分或结构发生变化,造成局部地区渗透率较低,而不能捕集油气。另外,本地区发育比较重要的两组呈 X 型交错的构造节理及微裂缝,改变了流体势的分布及油气运移条件,同时也改变了储集岩的性能,使油气藏类型复杂化。

4 结 论

(1)陕北川口油田的主要勘探目的层系为上三叠延长组长 6 油层组,主要由 1 套河流、三角洲、滨浅湖组成的进积序列的中细粒长石石英砂岩、粉砂岩及砂质泥岩、泥岩充填。

(2)其沉积环境从长 7 末至长 4+5 时期,经历了 3 次较明显的变化,即长 7 末以张家滩页岩为代表的湖岸扩展、湖泊发育时期,长 6 三角洲平原和河流冲刷改造时期,长 4+5 大范围漫滩沼泽化发育时期。

(3)储集岩主要为中细粒长石石英砂岩,属低孔特低渗透储集类型,孔隙组合为溶蚀孔—粒内孔—

微裂隙配套型。

(4)油藏类型为原生型岩性油藏,进一步可划分出砂岩透镜体油气藏、砂岩上倾尖灭油气藏、高渗透性砂岩油气藏及复合型油气藏四类。

参 考 文 献

- 1 朱国华. 陕甘宁盆地西南部上三叠延长统低渗透砂体和次生孔隙砂体的形成. 沉积学报, 1985, 3(2): 1~17
- 2 王锡福, 陈安福. 鄂尔多斯盆地非地震油气勘探. 北京: 地质出版社, 1992
- 3 焦养泉. 湖泊三角洲前缘砂体内部构成及不均一性露头研究. 地球科学, 1993, 18(4): 441~449

责任编辑 张银玲

The Geological Characteristics of the Lithological Deposit of Low Permeability in Chuankou Oil Field, North Shaanxi

Feng Qiao¹⁾ Zhao Yiming²⁾ Song Yiping²⁾

(1) Department of Geology, Northwest University, 710069, Xi'an; 2) 3rd Brigade of Petroleum Exploration and Prospecting, North China Bureau of Geology, 712000, Xianyang

Abstract Chuankou oil field in North Shaanxi is made of the Chang 6 oil-bearing formation of the Yanchang group in the upper Triassic, which was filled with the sedimentary sequences in sandstone and mudstone check. The sedimentary environment had undergone an evolutionary process of the lake facies-delta facies-river system-flood plain & maishland from the late chang-7 to Chang 4+5. The resevoir belongs mainly to a type of the low porosity and the extremely low permeability, and to a type of the porosity combination with corroded porosity, remnant porosity and fissure. The oil & gas accumulation is the original lithological deposit, which can be subdivided into four types.

Key words sedimentary sequence; environment evolution; reservoir characteristic; type of oil & gas accumulation; Chuankou oil field

• 补 白 •

专门检索学术会议和会议文献的工具

(1)《世界会议》(World Meetings)——1971年创刊,由美国 World Meetings Information Center Inc. 编辑出版。分《世界会议:美国与加拿大》、《世界会议:美加以外国家与地区》、《世界会议:医学》、《世界会议:社会与行为科学、教育与 管理》4个分册,皆为季刊。预报两年内将召开的学术会议,是查找学术会议召开消息的重要检索工具。

(2)《会议论文索引》(Conference Paper Index)——1973年创刊,原名《Current Program》,1978年改现名,由美国 Data Courier, Inc 出版,月刊,每年报道世界范围内在生命科学、化学、物理、地球科学以及工程技术等方面学术会议上发表的约10万篇会议论文。这是检索最近与将要召开的学术会议上发表论文的重要检索工具。

(3)《已出版会议录指南》(Directory of Published Proceedings)——由美国 Inter Dok 公司出版,1964年创刊。共分3个分册:①《科学、工程、医学、技术》(Series SEMT);②《社会科学与人文学》(Series SSH);③《污染控制与生态学》(Series PCE)。另外还出版年度累积索引和累积索引补编,以收集数量多,时差小等特点著称,该刊报道会议录、科技报告、期刊、专论、丛书中的会议论文,是检索会后文献的重要工具。

(4)《在版会议录》(Proceedings in Print)——由美国 Proceedings in Print Inc. 出版,1964年创刊,为双月刊。该刊有会议录主编者索引、会议主题索引和会议主办单位索引。可检索某一学术会议上发表的论文是否正式出版,若以会议录或期刊形式发表,则分别著录会议录与期刊名称、日期、页次,也是检索会后文献的重要工具。

(5)科技会议录索引(Index to Scientific and Technical Proceedings)——1978年创刊,由美国科学技术情报研究所(Institute for Scientific Information)编辑出版。每年报道会议约3000个,论文约10万篇,估计报道的会议论文占每年主要会议论文的75%~90%。其报道内容包括:生命科学和临床医学、工程和应用科学、物理和化学、生物、环境和能源科学。是检索已出版会议论文的主要工具。

《ISTP》有月刊本和年刊本,月刊本分正文《Contents of Proceedings》和5种索引。其正文前有“类目索引”(Category Index),各类目下列出会议录名称和编号。

(时亚丽 编译)