

滇西景谷微型断陷盆地 含油气性初步认识

赵泽恒 王崇信

(滇黔桂石油地质科学研究所)

这是晚第三纪形成的一个微型地槽型断陷盆地,面积83 km²。它的石油地质特征是:
(1) 沉积物厚 2400 余米,油气层岩较厚;(2) 有机质丰富,并已处于低成熟阶段;(3) 生储盖配置关系良好,并存在若干有效的储油砂体。因此,在该盆地内发现小型油气田是有可能的。

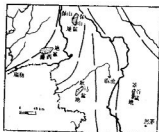


图1 滇西主要晚新生代小型及微型断陷盆地分布图

云南省西部分布着一系列晚新生代形成的小型及微型(面积小于250 km²)断陷盆地,其中面积大于80 km²、沉积物厚度大于1000 m的沉积盆地就有5个(图1)。70年代初对本区进行石油地质勘探期间,已在景谷盆地中发现了油气。这些小型及微型断陷盆地无疑是今后一个值得重视的油气勘探领域,研究这些盆地的含油气性,对我国,特别是南方的油气勘探具有一定意义。本文以景谷盆地为例,作一初步讨论。

一、概 述

景谷盆地位于滇西横断山脉兰坪—思茅中、新生代褶皱之中,走向北北东,南北长18 km,东西宽3.5—5.5 km,面积83 km²。它是晚第三纪早期印度板块向欧亚板块挤压碰撞,使本区基底断裂发生走向滑动,并在断层的弯曲部位发生引张和沉降而形成的一个微型地槽型断陷盆地^[1],其周围为不断活动的基底断裂所限(图2)。盆地的发展演化,盆内的沉积作用主要受断裂系统所控制。盆地西陡、东缓,深凹陷靠近盆地西侧。

盆内在晚第三纪沉积了厚达2400余米的陆相砂泥岩含煤地层(图3),是云南晚新生代沉积厚度最大的断陷盆地。在纵向上表现为一个大的沉积旋回,大体上经历了中新世早期(N_1^1)的初陷,中期(N_1^2)的持续沉降,晚期(N_1^3)的逐渐收缩和新世(N_2)时期的消亡四个阶段^[1]。

本文1987年8月17日收到,1988年5月10日改回。

1) 赵泽恒, 1984, 景谷盆地形成演化及含油气性研究小结。

2) 赵泽恒, 1987, 云南晚新生代断陷盆地含油气性初步认识, 全国地质大学、研究生、青年地质工作者学术讨论会论文。

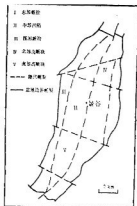


图2 景谷盆地构造格架简图

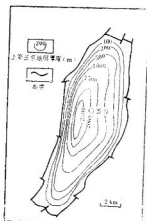


图3 景谷盆地第三系等厚图

二、地层及沉积特征

根据大量钻井及地面资料揭示, 盆内上第三系可分为中新统三号沟组 (N_3^1) 和上新统福东组 (N_3^2), 前者又分三个岩性段 (图4)。上述地层与盆地基底地层 (下第三系始新统至渐新统底部) 呈角度不整合接触。

1. 三号沟组一段 (N_3^1)

本段厚4—147m。盆地东部及西部边缘为灰色、棕灰色厚层块状砂砾岩及砂岩, 其层序为向上变细的正旋回, 底部见基岩具明显的冲刷面, 顶部不具暴露标志, SP曲线为低至中幅、齿中线下倾的正向齿形组合, 砂砾岩中砾石含量高 (30%以上), 成分单一, 大小混杂, 分选差, 砾间为大量砂和细砾所充填, 呈碎屑支撑; 砂岩中见小型交错层理、斜层理及少量植物碎片; 为断盆初期阶段由季节性洪流携带大量陆源碎屑物质一冲由山口就直接注入湖盆面形成的水下冲积扇扇根沉积, 厚4—10, 10m。扇体间为砂岩夹泥岩及煤线沉积。盆地中部为灰色、褐灰色、绿色及暗紫色等杂色含砾砂岩、砂岩、粉砂岩夹泥岩之扇中至扇端沉积或浅湖相沉积, 见斜层理及微波状层理, 含植物、瓣鳃类及鱼化石。北部和南部为灰绿色及紫红色微波状相砂岩沉积, 见植物化石、交错层理及斜层理。

2. 三号沟组二段 (N_3^2)

本段厚155—560m, 在盆地东部自下往上为, 浅灰色、灰色砂砾岩、砂岩、粉砂岩夹泥岩之水下冲积扇沉积, 及砂岩、粉砂岩夹泥岩和煤线之浅湖相沉积 (N_3^{2-1}); 黑褐色、褐灰色灰质泥岩夹砂岩之半深湖相沉积 (N_3^{2-2})。水下冲积扇的层序为向上变细的正旋回, 扇根、扇中及扇端分明, 并各具典型的沉积特征^[1]; 半深湖相泥岩中微波状层理及水平层理发育, 含介形虫、植物、瓣及鱼化石。

1) 赵泽恒、王秉福, 1988, 景谷盆地型断陷盆地沉积特征及沉积相初探。

定规模的石油勘探工作, 共钻井数十口, 见油气显示井占61%, 其中产油井6口(有3口日产0.25—2.2 t), 出气井2口(其中一口日产144 m³), 这些井除几口分布在盆地中部外, 主要集中在盆地的东缘边缘; 17年来还有一口井不断有油溢出。

(一) 油气生成条件

1. 生油气岩厚度及地球化学指标

景谷盆地生油气岩主要发育在湖盆的稳定持续沉降阶段(N₁³)和初期回返阶段(N₁³~⁴), 当时湖盆水体较深, 沉积了一定厚度的暗色泥页岩, 单层厚度可达几十米。统计表明, 全盆地三号沟组二段(N₁³)初成熟生油岩最大厚度为693.25m, 平均厚度为234 m, 分布面积81.3 km²; 三号沟组三段第一亚段(N₁³~⁴)初成熟生油岩最大厚度为413 m, 平均厚度为324.4 m, 分布面积22.22 km², 从而具备了生成油气的物质基础。根据盆地中大量岩样的生油气地化指标分析, 其剩余有机碳丰度、氢仿沥青“A”含量及总烃含量均达到了生油气岩标准(表1)。

表1 景谷盆地生油岩(主要为暗色泥岩)地化指标

层位	项目	样品数(件)	数 值	
			区间值	平均值
三 号 沟 组	剩余有机碳(%)	765	0.41—4.73	1.145
	氢仿沥青A(%)	765	0.0035—9.5	0.12
	总烃含量(ppm)	33	192—2519	1037
	K	358	0.23—0.41	0.35
组	S ₁ —(%)	352	0.28—0.83	0.60
	有机质类型	252	Ⅱ型为主, I和Ⅲ型次之	

表2 景谷盆地有机质成熟度指标

层位	项目	样品数(件)	数 值	
			区间值	平均值
三 号 沟 组	R _o (%)	5	0.61—0.89	0.602
	饱和烃(%)	33	19.70—53.38	34.29
	芳烃(%)	33	4.95—15.91	11.05
	总烃(%)	33	19.13—70.67	43.15
	非烃+沥青质(%)	33	19.47—73.73	46.87
	A/C	756	1—37	9.50
切	孢粉颜色	263	黄、黄绿、棕	
	煤阶		长 幼 泥	
	演化阶段		初(低)成熟	

2. 有机质类型及成熟度

按其干酪根镜下形态、组分特征及氢仿沥青“A”的元素成分和族组分分析, 盆地中的有机质类型大致可分为三类, 其中以Ⅱ型为主(占63.98%, 其次是Ⅲ型和I型, 两者分别占24.56%和11.46%), Ⅱ型有机质包括具有一定结构的凝胶体和无明显外形轮廓与结构的无定形体, 前者多呈淡黄色、绿黄色或棕黄色; 后者多呈黄色至深褐色, 形状呈絮状或云雾状。Ⅲ型有机质为植物的孢子、花粉、叶、角质和树脂等残余, 具色浅、透明度高、形状不规则。偶可见细胞结构之特点。Ⅰ型有机质包括脂质组和蜡质组, 前者呈黑色, 后者多为棕色, 两者外形轮廓清楚, 呈球状或网状。从表2看出, 景谷盆地的有机质已处于初成熟阶段, 它具有转化率高[A/C > 0.90]、含烃率高(总烃含量为43.15%), R_o为0.61—0.69%, 饱和烃大于芳烃之特点。

3. 原油及天然气性质

分析结果表明(表3), 该盆地的原油具高比重(0.89)、高凝固点(27—29℃)、高沥青质加胶质含量及低含硫量之特点, 属环烷基油; 天然气甲烷含量为91.75%, 重烃含量为2.18%, C₂/C₁为42.87, C₂/C₁—C₃为0.977, 属含乙基丁烷的油田伴生气。

(二) 储集条件

1. 砂岩岩石学及物性特征

表3 景谷盆地原油性质和天然气组分

井号	原油性质					天然气组分						
	比重	粘度 Pa·s	凝固点 (°C)	硫含量 (%)	脱脂+沥青质 (%)	比重	甲烷 (%)	乙烷 (%)	丙烷 (%)	丁烷 (%)	$C_5 + C_6$	$C_1 - C_5$
浅8	0.89	0.074	29	0.32	21.915							
浅20	0.89	0.044	27	0.273	28.79							
浅43						0.599	1.75	1.25	0.89	0.04	42.87	9.977

表4概括了景谷盆地101个砂岩样品碎屑矿物组成的平均百分含量,它表明:区内中新统沉积物中碎屑矿物组成在整个剖面中变化不大,都以石英含量高(与物源区母岩——下第三系紫红色砂岩的性质相同)、杂基含量高和岩屑含量低为特点。根据石英、长石加岩屑和杂基含量作三角端元图(图5)并确定其岩石类型,主要为石英砂岩、含杂基石英砂岩和杂基质石英砂岩,三者分别占岩石类型的44%, 37%和17.89%。

表4 景谷盆地砂岩碎屑矿物组成

岩 类	样品数 (件)	石英 (%)	长石 (%)	岩屑 (%)	杂基 (%)
N_{12}^{2-4}	9	79.44	0.78	2.45	14.61
N_{12}^{2-4}	18	76.68	0.56	1.765	10.90
N_{12}^{2-4}	51	77.37	0.56	1.02	12.55
N_{12}^{2-4}	9	77.68	0.1	0.78	13.95
$N_{12}^{2-4-a,b}$	14	77.62	0.36	1.96	14.14

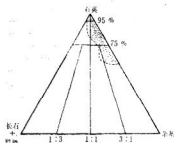


图5 景谷盆地砂岩碎屑矿物组成三角图

并的主要储油层段三号沟组二段d亚段含油砂层厚度和层数的统计结果表明(表7),含油砂层的单层厚度为0.2—4m,其中0.2—0.3m的砂层占总层数的31.58%,但只占厚度的12.35%;占总厚度最大的含油砂层是厚度为1—2m及3—4m的砂层,它们分别占厚度的29.84%和24.04%。d亚段含

表5是3212井416块样品的孔隙度和150块样品的渗透率的测试结果,它说明孔隙度高、渗透率变化大是景谷盆地砂岩的主要特点。其中三号沟组二段d亚段砂岩的物性是所有层段中最好的,该层段同时也是盆地中的主要储集层段。分析表明,盆地中的砂岩孔隙度随埋深增加而降低,渗透率随孔隙度的降低而减小。

2. 砂岩厚度及砂体类型

对盆地中的主要储集层段三号沟组二段和三段a亚段砂岩厚度统计表明(表6),前者a、b亚段砂岩较丰富,占厚度的49.56%,c、d、e亚段及后者a亚段以泥岩岩为主,砂岩仅作为夹层出现,约占厚度的7—24%。对35口

表5 景谷盆地砂岩物性特征

层位	样品数 (件)	孔隙度(%)		样品数 (件)	渗透率(mD)	
		区间值	平均值		区间值	平均值
N_{12}^{1-2}	33	6.84—21.91	13.31	10	<1—157	75.81
N_{12}^{3-4}	16	4.10—13.62	7.12	1	<1	<1
N_{12}^{5-6}	272	6.46—24.48	13.43	110	<1—888	295.30
N_{12}^{7-8}	22	3.74—14.00	8.11	4	<1—4.39	3.31
$N_{12}^{9-10,11}$	77	5.81—10.84	7.95	25	<1—159	19.02

表7 景谷盆地 N_{12}^{1-4} 型段含油
砂岩厚度及层数统计*

地 层		总厚度 (m)	砂岩厚度 (m)	砂岩百分含量 (%)	厚度分段 (m)	层数	占总层数百分比	总厚 (m)	占总厚 百分比
N ₁₂ ¹⁻⁴	N ₁₂ ¹⁻²	386.80	90.80	24.24	<0.2	81	21.40	7.01	2.74
	N ₁₂ ³⁻⁴	144.32	10.32	7.15	0.2—0.5	90	31.68	31.62	12.35
	N ₁₂ ⁵⁻⁶	215.16	30.88	14.34	0.5—1	55	19.30	41.02	16.00
N ₁₂ ⁷⁻¹⁰	N ₁₂ ⁷⁻⁸	94.59	13.59	14.38	1—2	52	18.25	73.82	28.84
	N ₁₂ ⁹⁻¹⁰	140.75	69.75	49.56	2—3	15	5.26	38.08	15.11
	N ₁₂ ¹¹⁻¹²				3—4	12	4.21	83.84	24.94
累 计						283	100	255.99	100

*图15口井资料

油砂层和非含油砂层在纵向上变化极大, 单井层数可以从几层到几十层; 砂层所占厚度的百分比在纵向上变化也较大, 这种变化主要受沉积相的展布所控制。

对沉积特征和沉积相的初步研究后认为, 上述砂岩主要为水下冲积扇砂体、湖底扇砂体和滩坝砂体(表8), 并且多数砂体一般呈扇状相变尖灭在生油岩之中。由于景谷盆地为一微断陷型盆地, 因此盆地中的砂体变化大, 规模小, 它的平面展布受断陷地质结构和沉积相的控制, 并且在纵向上各类砂体相互叠置。

表8 景谷盆地砂体类型及特征

类型	成因特征	分布特点	岩性特征
水下冲积扇砂体	湖盆初始一稳定沉降阶段会聚型沉积物携带大量细粒一冲出口陆架段进入滨湖一半湖相区而形成。	呈透镜状分布于盆地东部和西部边缘断裂带内。	纵向上表现为砂岩层, 砂岩为主的正旋回, 平面上由扇根、扇中、扇前三部分组成。
湖底扇砂体	由外界来流有产生潜槽或洪水入湖以后以水下洪流水道和湖底流的形式将沉积物搬运到半湖相一深湖区而形成的高能沉积物。	呈席状、透镜状及条带状分布于盆地中心地区。	具渐变原理和湖相冲积扇的细粒砂岩及粉砂岩, 主要夹于深灰色及灰黑色泥岩中。
滩坝砂体	湖盆稳定持续下降期由湖浪作用形成。	呈长条分布于盆地边缘的洪泛带地区。	主要为含大量植物化石的石英砂岩及含砾石英砂岩。

(三) 生储盖组合条件

整个沉积作用过程从早期至晚期为一个大的、较完整的沉积旋回,在这一总的演化过程中,又形成了多周期性的沉积小旋回,使盆地中的生储盖组合多次至叠,因此盆地中的泥质岩层既是生油层又是盖层(图6)。图6中的第三组合是盆地中油气显示井最多的一个组合,该组合生油条件及储集条件较好,并且分布面积也较大,为本区的主要勘探对象。

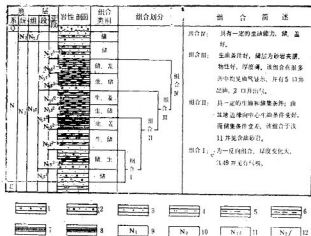


图6 景谷盆地新第三系生储盖组合划分

1—泥岩, 2—含砾砂岩, 3—砂岩, 4—粉砂岩, 5—砂质泥岩, 6—泥岩, 7—页岩, 8—煤质, 9—中泥质, 10—上新统, 11—三号海组, 12—福家组

综上所述, 景谷盆地晚第三纪形成的微型地槽型断陷盆地, 具有良好的油气生成与聚集条件, 有一定的含油气远景, 在该盆地内发现小型油气田是有可能的。

本文成文过程中得到本所马德群主任地质师及范观荣副主任地质师的热心指导, 谨此致谢。

PRELIMINARY STUDY ON HYDROCARBON POTENTIAL OF JINGGU MICRO-TYPE FAULT-DEPRESSED BASIN IN WEST YUNNAN

Zhao Zeheng Wang Chonggao

(Institute of Petroleum Geology of Yunnan-Guizhou-Guangxi)

Abstract

A series of micro-type fault-depressed basins of the Late Cenozoic are

distributed in west Yunnan Province. Each of them is less than 250 km^2 . Among them, there are four basins with an area of more than 80 km^2 , sediment thickness greater than $1,000 \text{ m}$. Now oil and gas have been discovered in the Jinggu Basin.

The Jinggu Basin, with an area of 83 km^2 , is a dustpan-like fault-depressed basin formed upon the folded basement of Early Tertiary. It contains coal-series strata of continental sand-mudstone with a thickness of more than $2,400 \text{ m}$, and is characterized by, (1) great thickness of sediments and source rock; (2) source rock is rich in organic matter (organic carbon is 1.145% , chloroform bitumen A is 0.12% , total hydrocarbon is 1307 ppm), and has reached lower matured stage (vitrinite reflectance R_o is $0.61-0.69\%$); (3) disposal relationship of generating, reservoiring and covering combination is good.

川西天然气勘探新进展

近两年来,四川西部天然气勘探在两个领域取得了重要成果。

一、德阳丰泉地区须罗系上沙溪庙组紫红色砂、泥岩中发现了复杂的非常规超压裂缝性气藏。天然气产在由裂缝网络的砂岩和砂、泥岩互层以及泥岩中,深度 $1500-2000 \text{ m}$,最高单井无阻流量可超 $100000 \text{ m}^3/\text{d}$,目前已有几口工业气井投产。这类气藏有如下特征:(1)气源来自上三叠统须家河组达高压气岩岩,须家河组上部的须五段和须五段含有厚达 600 m 的富含有机质的暗色泥岩,有机质已经成熟,目前仍具有生气能力,气源岩距上沙溪庙组达 $500-1000 \text{ m}$ 以上,气源依靠其强大的压差,经小断裂和裂缝,向上运移,遇到严密封盖时,注入储集体孔、缝中。(2)储气岩石致密,不均质,岩石有效孔隙度仅为 $2-7\%$,岩石基质渗透率一般小于 $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,只有在裂缝网络发育的情况下,才能形成工业产能。(3)气藏不受背斜圈闭控制,而受裂缝圈闭控制。背斜圈闭之外的挠曲和转折弯曲部位都发现了裂缝圈闭。(4)厚度 300 m 左右的遂宁组泥岩是区域性封盖层,但并不完全封闭,在巨大压差和浓度差的情况下,仍有部分天然气继续向上运移、扩散,然而由于须家河组富含有机质的生烃速度超过了上述散失速度,或者保持相对平衡,所以遂宁组以下的上沙溪庙组仍保持超压,最高压力梯度达 21.6 kPa/m 。(5)产气和微量凝析油,不产水。

二、德阳合兴场背斜第一口探井闭合 100 m ,经完井测试,在上三叠统须家河组二段获中产工业气流,在井底流压 60 MPa (地)下,产气 $120000 \text{ m}^3/\text{d}$,无阻流量 $300000 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上。已于今年7月1日投入试采。储层是裂缝-孔隙性的砂岩,是一个只有露水的油气藏,压力高,压力梯度达 17 kPa/m 。

这口钻井是地矿部西南石油地质局和美国壳牌公司(钻井)、英姆柯公司(泥浆)和哈里伯顿公司(固井)共同施工完成的,井深达 5430 m ,钻穿了整个上三叠统。建井周期 283 d ,工程质量良好。为川西探井勘探提供了宝贵经验。在钻进和完井过程中,取得了丰富的地质、地球物理资料以及浅中深多层天然气显示信息,为须二段气藏的发展和合兴场构造多层次立体勘探和开发提供了依据,也为川西构造中段(绵阳至大邑)的工业勘探提供了宝贵的启示。因而人们普遍认为,这口重要发现井,是继发现中坝气田以后的又一重大发现。

(金晓华)