

文章编号:1672-9854(2007)-03-0027-06

渤海湾盆地及周边的古生古储油气藏

——以双洞背斜古油藏与刘其营、苏桥潜山油气藏为例

杨克绳,党晓春,戴福贵

(东方地球物理勘探公司研究院地质研究中心)



杨克绳

摘要 双洞背斜古油藏、刘其营潜山油气藏、苏桥潜山油气藏均为古生古储或自生自储的油气藏(古油藏)。双洞古油藏位于燕山褶皱带山海关隆起北部,邻近渤海湾盆地,其含油层为中—上元古界铁岭组,而该处根本没有下第三系生油层,说明中—上元古界和古生界是其生烃层。刘其营油气藏位于冀中坳陷,储层为奥陶系,盖层为石炭系—二叠系,其上部新生界主要生油层为沙河街组三段,中间相隔厚度约1000~3000 m的沙河街组四段和孔店组隔层。沙河街组三段所生之油气,无法穿过这一隔层及不整合面向下运移到奥陶系储层中,因此刘其营潜山油气藏也不可能是新生古储的。苏桥油气藏是一复式油气藏,上部石炭系—二叠系气藏与下部奥陶系油藏叠合,根据油、气、水性质的对比也可以排除新生古储的成藏模式。渤海湾盆地古生界和中—上元古界具有生烃能力,其中的临清坳陷具备在深部古老地层寻找原生油气藏的条件。

关键词 古潜山油气藏;古生古储油气藏;成藏模式;冀中坳陷;渤海湾盆地

中图分类号 TE112.33

文献标识码 A

杨克绳 1936年生,教授级高级工程师,1957年毕业于北京石油学院石油地质专业。长期从事物探地质工作,发表过28篇论文。通讯地址:072751 河北省涿州市;电话:(0312)3822714

渤海湾盆地是(地)台、断(陷)、坳(陷)三层结构的含油气盆地^①,以地台为基底,它在主体上是古生界和中—上元古界碳酸盐岩地层。据渤海湾各坳陷的勘探经验,石油主要储集于下第三系碎屑岩地层中。由此,在上世纪60年代至70年代初,石油地震地质家都把钻探和地震成图重点放在下第三系。自从笔者等所定钻井任4井^②于1975年7月3日凌晨喷出高产油气流后,地质家们对油气藏和油气聚集规律的认识从“第一次深化”^③发展到“第二次深入”,即认识到存在“新生古储”的古潜山油田,且认为一个油田往往是不同层系、不同类型的油气藏,按照特定的序列有规律地组合在一起,纵向上互相叠加,横向上含油连片,使断块油气田的概念发展成了复式油气聚集的理论。这一理论为1975年以后陆续找到大批的潜山复式油气田奠定了实践和理

论基础。

但是,人们由此走到了另一个方向,即对“新生古储”潜山油气藏的认识过于执着,即使所发现的是原生的古生古储油气藏,也不能予以承认,导致人们在渤海湾盆地对勘探古生界和中—上元古界原生油气藏的信心和力度均很不足。本文试图举证几例古生的油气藏,旨在提高人们对渤海湾盆地古生界和中—上元古界油源的原生油气藏的认识,并能加强深部勘探力度。

1 双洞背斜古油藏

双洞背斜古油藏位于渤海湾盆地之外燕山褶皱带山海关隆起的北部平泉县南边(图1),是一完整的中—上元古界和古生界组成的北东东向长轴背斜,长约15 km,宽约4.5 km,向南东逆冲(图2),断

收稿日期:2006-03-31

① 杨克绳. 任丘古潜山油田发现的回顾. 1993.

② 第一次深化是指从开始碰到“五忽”现象(地下油层忽有忽无、忽高忽低、忽厚忽薄、忽油忽水、忽稀忽稠)到认识断层的控制作用(胡见义)

距 1 200 ~ 2 000 m, 构造幅度以洪水庄组 (Pt_2^2h) 顶算起为 1 000 m。背斜顶部已被剥蚀, 构造核部仍保留铁岭组 (Pt_2^2t), 背斜圈闭面积估算 50 km², 大体上相当于任丘古潜山的圈闭面积。野外观察发现在背斜核部液体原油充满白云岩裂缝, 以前下白垩统洪水庄组黑色页岩为主要生油岩, 在洪水庄组顶面之上的上覆地层厚度有 4 500 m。在渤海湾盆地地震大剖面^[1]上显示, 晚白垩世为挤压褶皱期, 推测双洞背斜在该时期形成。以洪水庄组黑色页岩为主要生油岩, 顺断层供油, 形成了自生自储的双洞背斜油气藏。

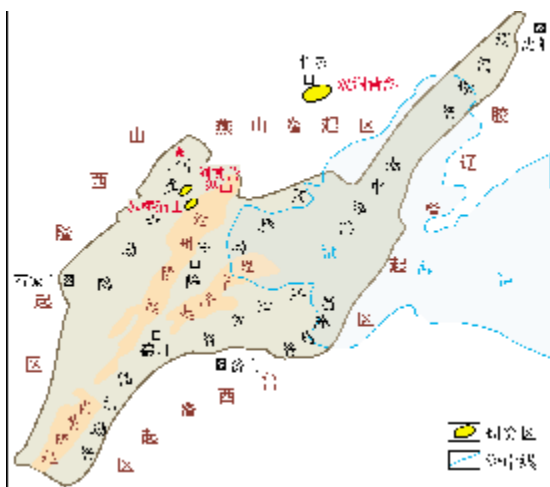


图1 渤海湾盆地构造及研究区位置

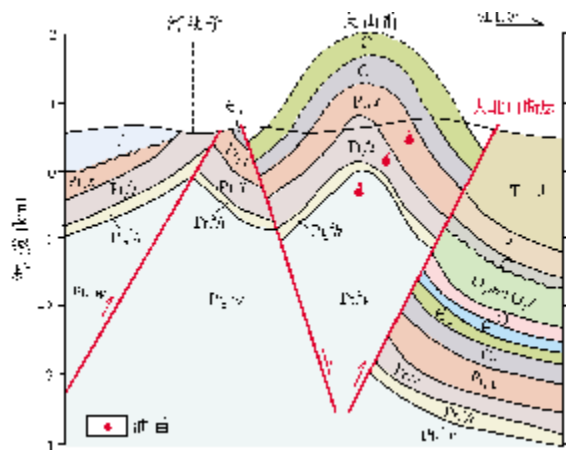


图2 双洞背斜构造横剖面(据李崇焕, 略有修改)

Pt_3x 下马岭组; Pt_2t 铁岭组; Pt_2^2h 洪水庄组; Pt_2^2w 雾迷山组

从双洞背斜古油气藏的产状及其所处的区域构造位置是在燕山古隆起的深处, 根本没有下第三系生油层, 说明中—上元古界和古生界是其生烃构造

层。在渤海湾盆地, 从深处的河北唐山和山东嘉祥奥陶系地面露头晶洞中见到了原油, 这是最有说服力的资料(据帅德福)。也就是说, 该区的中—上元古界和古生界确实具有生烃能力, 在地质史上也确实发生过生烃成藏事件。

2 刘其营古生界戴帽潜山油气藏

该油气藏位于冀中拗陷北部(图1), 是河西务潜山断裂构造带上的一个局部潜山^[2](图3)。地震剖面上的反射波特征展现了三个明显的地震反射构造层(图4)。上覆水平地震反射构造层底界在1.1 s左右, 属上第三系明化镇组(Nm)反射波。下伏地震反射构造层是一组剖面倾角大于30°的地震反射波组, 反射波能量强, 同相轴连续性较好, 反射同相轴基本平行, 属下第三系反射波组, 不整合在古生界基岩之上。上古生界石炭系—二叠系为一楔状反射特征块体扣在下古生界奥陶系刘其营潜山之上, 故称戴帽潜山。

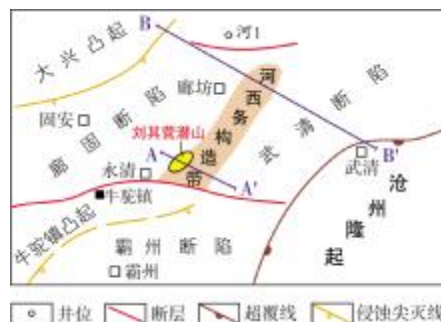


图3 冀中拗陷刘其营潜山构造及地震剖面位置

A—A' GA15 地震剖面;

B—B' LG87-1369—LG85-159—YC86-923 地震剖面

在刘其营潜山的地震剖面上, 与油气有直接关系的重要特征是在奥陶系基岩地震反射构造层内部, 时间深度在 2.4 s 附近有两个同相轴水平反射波组, 经钻井证实分别对应于油气藏的气油界面和油水界面。刘其营古生界戴帽潜山油气藏的顶部埋深为 2 950 m 左右, 油气柱高度约 150 m, 气油界面深度在 3 000 m 左右, 而油水界面深度在 3 100 m 左右(图5)。油气藏的盖层为上古生界石炭系—二叠系楔状块体, 它就是刘其营潜山的帽子, 其形成机理与盆地发育史是密切相关的。现以与刘其营潜山属同一构造带、位于其北边的侯尚村潜山构造带地震剖面(图6)加以描述。

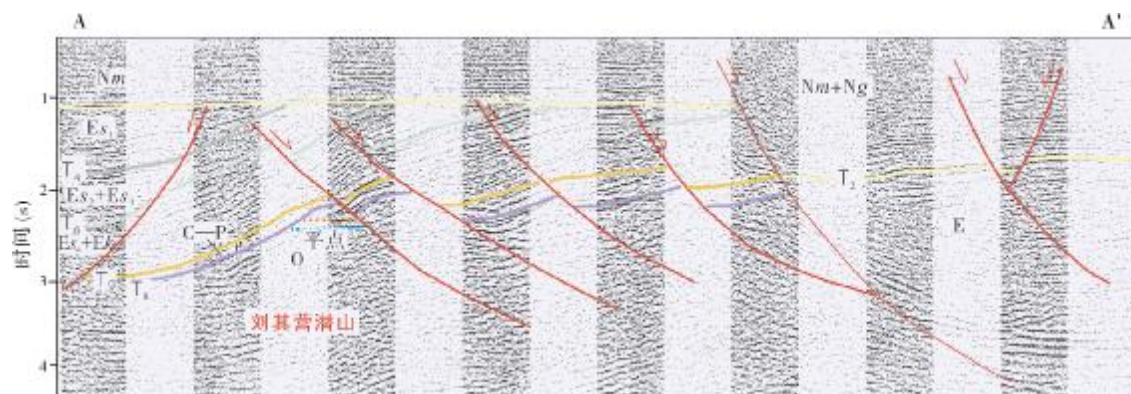
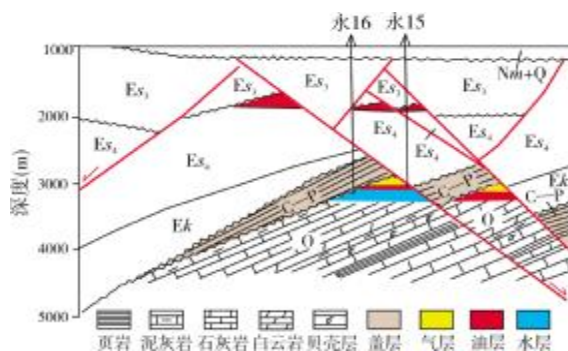


图4 冀中坳陷 GA15 地震叠偏剖面(解释:崔绍贤;略有修改)

(剖面位置见图3中的 A—A')

Nm 明化镇组; Ng 馆陶组; Es 沙河街组; Ek 孔店组

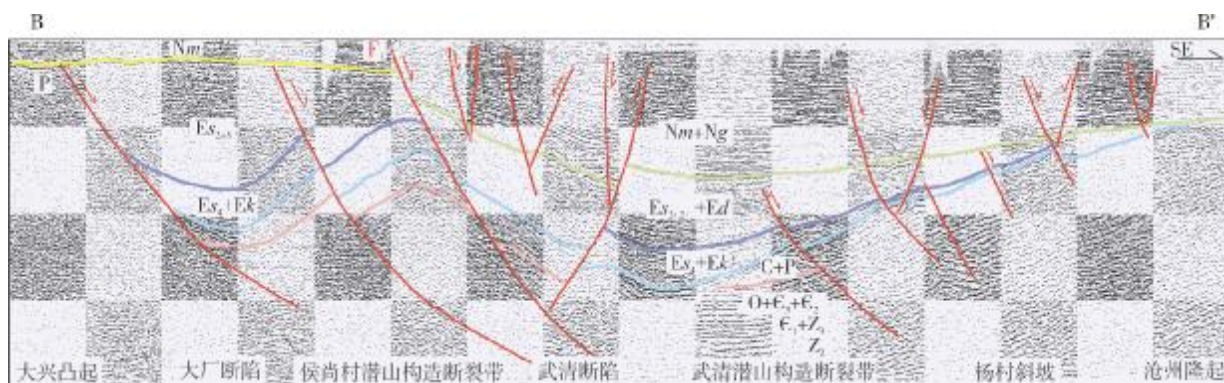
图5 冀中坳陷刘其营古生界戴帽潜山油气藏剖面
(据张德林, 1992)

Nm 明化镇组; Es 沙河街组; Ek 孔店组

侯尚村潜山构造带是强烈(全)负反转构造样式,从图6地震剖面清晰可见,侯尚村东主断层F₁在前早第三纪由东向西逆冲。侯尚村地区大体上发

育四期构造活动:地台(克拉通)发育期(图7a);晚中生代克拉通发生了挤压逆冲运动即褶皱充填期,背斜部位被剥蚀,形成石炭纪—二叠纪楔状块体(图7b);至早第三纪发生拉张翘倾运动,被拉至现今构造部位(图7c);后发生挤压拗陷,逐渐形成石炭系—二叠系戴帽潜山(图7d)。

对刘其营潜山油气藏的形成,是新生古储的还是原生的,石油地质工作者意见不统一,最后被盲目确定为新生古储。笔者认为这一结论存在问题!冀中坳陷新生界主要生油层为沙河街组三段(Es₃),从图5清晰可见,该地层与刘其营潜山相隔沙河街组四段(Es₄)和孔店组(Ek),厚度共约1000~3000m,Es₃地层所生之油气,无法穿过这一隔层及不整合面向下运移到奥陶系储层中。因此笔者认为,刘其营奥陶系潜山油气藏应该是古生古储油气藏。

图6 冀中坳陷侯尚村测线 LG87-1369—LG85-159—YC86-923 地震剖面
(剖面位置见图3中的 B—B', 该剖面穿过了刘其营潜山所在的河西构造带北部)F₁ 侯尚村东主断层。Nm 明化镇组; Ng 馆陶组; Es 沙河街组; Ek 孔店组

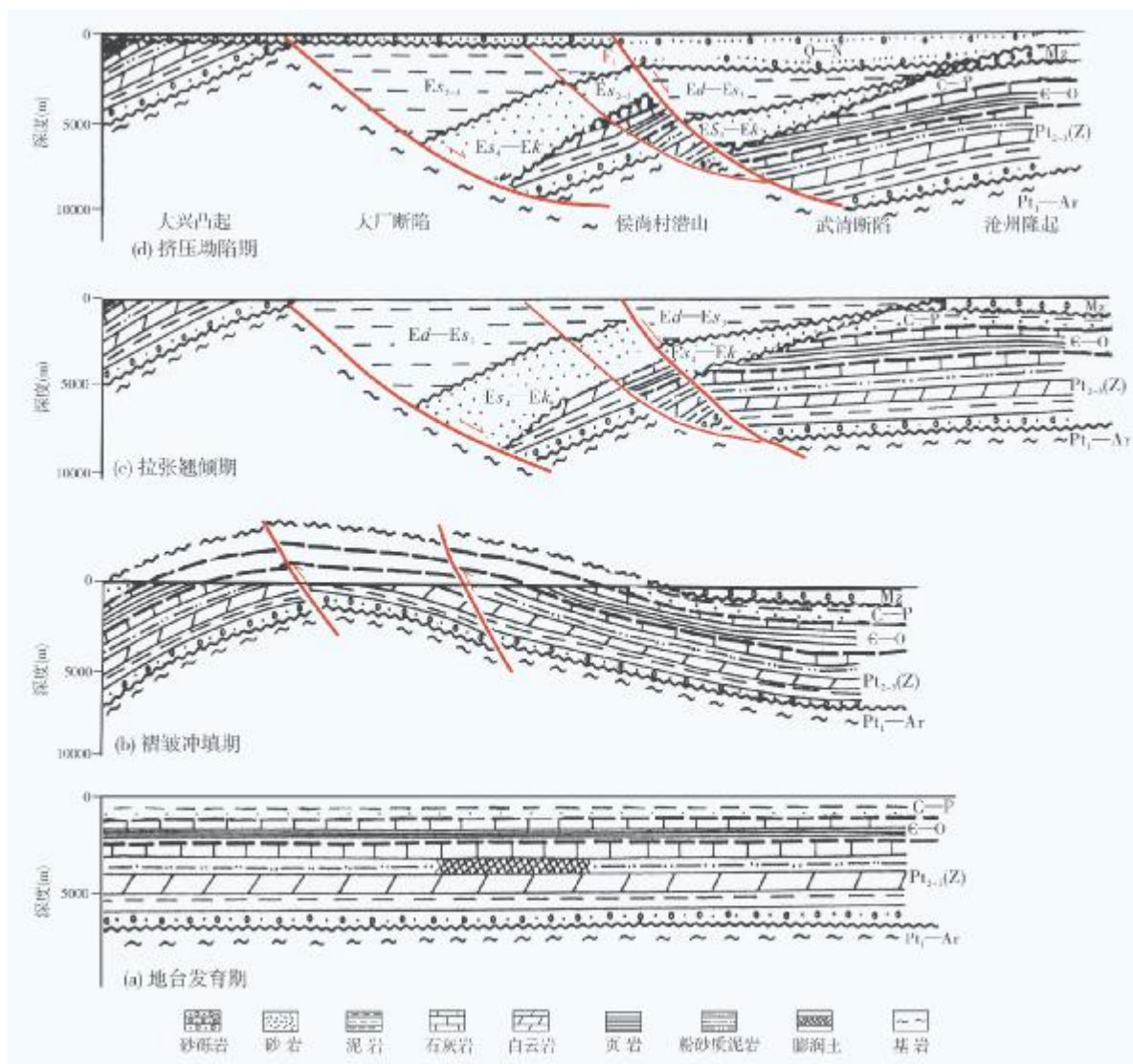


图7 冀中坳陷侯岗村负反转构造样式发育剖面
(该演化模式可以代表刘其营潜山构造的发育模式)
F₁ 侯岗村东主断层; Ed 东营组; Es 沙河街组; Ek 孔店组

3 苏桥古生界潜山油气藏

冀中坳陷苏桥古生界潜山油气藏位于刘其营潜山油气藏南侧(图1),它是在两条地层溶蚀垮塌背形构造带间残留的高部位形成的潜山式断块油气藏(图8)。

1982年底,冀中坳陷文安斜坡苏桥地区的苏桥1号井在井深4214.71~4268.34m的奥陶系获得工业

油流^②;1984年4月又在苏20井井深3344~3392m的石炭系—二叠系上石盒子组砂岩储层获高产气流(图9)。这两个油藏和气藏的构造形迹是一致的,由走向北东的构造带控制着局部圈闭。苏20井区的潜山构造位于地垒带中段,为潜山断块圈闭。该潜山四周为正断层所围限,东掉反向正断层(图8中的F₂)是控制该构造带的主断层,落差1000m;其次是北掉断层,落差500m;南掉断层较小。东掉断层断

② 谭钲. 文安—苏桥地区石炭—二叠系油气藏特征. 华北油田勘探开发研究报告集,1985.

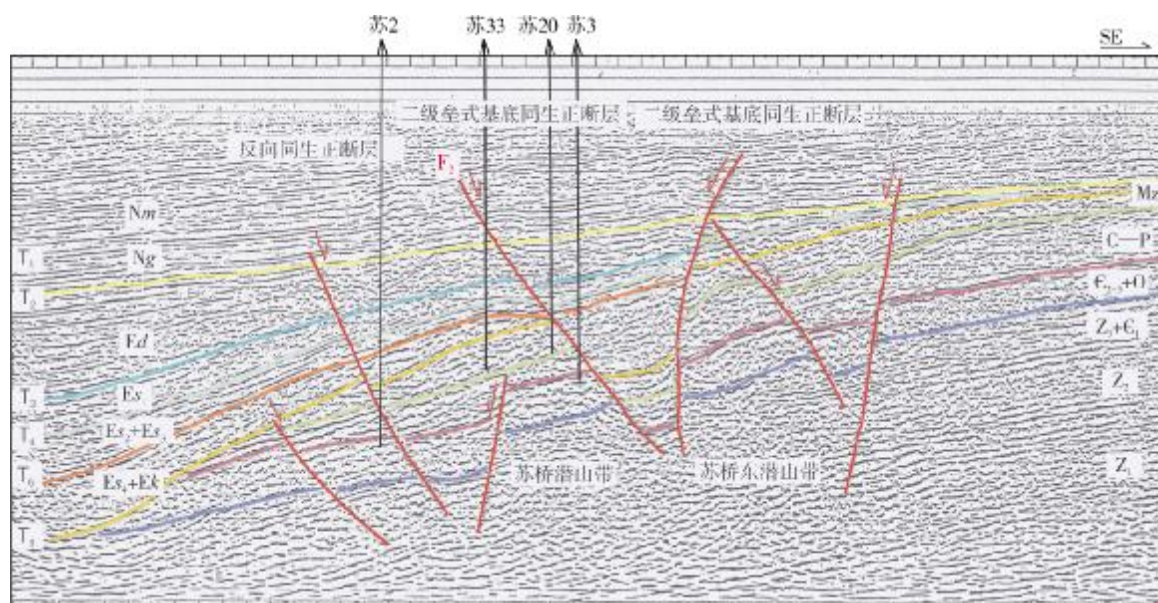
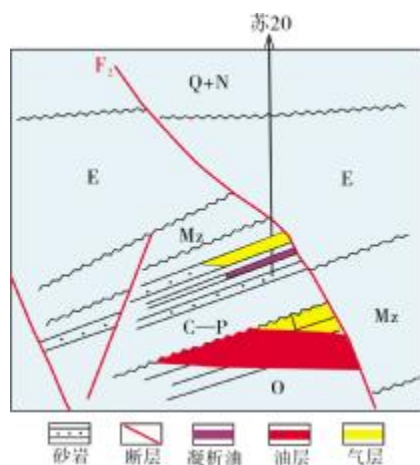


图8 冀中坳陷苏桥地层溶蚀垮塌潜山断块油气藏地震剖面

Z_1 相当于 Pt_2^1 ; Z_2 相当于 Pt_2^2 ; Z_3 相当于 Pt_3

Nm 明化镇组; Ng 馆陶组; Ed 东营组; Es 沙河街组; Ek 孔店组

面陡,倾角近 45° ,上升盘抬得高;潜山面向西倾斜,坡度角 12° 左右,组成单面山地垒潜山断块山构造。

图9 苏桥潜山复式油气藏剖面^③

苏桥潜山油气藏是一古生古储复式油气藏,石炭系一二叠系油气藏叠覆在上,下伏奥陶系油藏,两者呈复合形式。该复式油气藏与第三系中的原油、天然气、地层水等的性质浑然有别(表1)。

从表1可以看出苏桥地区存在三套含油气层

系,下部奥陶系,中部石炭系一二叠系,上部第三系。烃类在纵向上的分布,既不是上轻下重的重力分异关系,又不是下轻上重的简单变化,而是下部产出原油及天然气(含凝析油),中部产凝析油及天然气,上部以原油为主。烃类显示呈现为重—轻—重的态势,而油层水的纵向分布则为咸—淡—咸的变化。由此,如用已取得的第三系油源对比成果分析,供油与储油关系受其深度所制约。第三系油气藏可与4000 m以上的油气源对比,奥陶系潜山油气藏可与4000 m以下的油气源对比。石炭系一二叠系的油气成熟度较高,且夹于前述两个油气层之间,结合石炭系一二叠系流体性质及其产状考虑,其油气源既不是来自第三系上部(4000 m以上),也不是来自第三系下部(4000 m以下),而是以石炭系一二叠系为油源层解释更合理,即属于自生自储的成藏类型。奥陶系油气藏宜解释为古生古储^②。

上述解释方案是符合区域地质结构的。从图8可以判断,下第三系所生之油气顺上倾方向运移不可能运移到第三系不整合面以下。图9展示的油气藏剖面是奥陶系古生古储的油气藏被上覆石炭系一二叠系自生自储油气藏所叠加,这是一典型复式油气藏。

^③ 杨克绳,郑海裕,赵呈瑞,等. 临清地区古生界地震老资料连片解释研究及早期综合评价. 中国石油天然气总公司勘探局新区勘探事业部华北古生界石油天然气勘探项目经理部,1995.

表1 冀中坳陷苏桥地区各井不同层位原油、天然气及地层水性质对比^③

地面原油性质													
井 号	层 位	深度 (m)	比重	粘度 (mPa·s)	凝固点 (℃)	含蜡 (%)	含水 (%)	含硫 (%)	胶质+沥青质 (%)	初馏点 (℃)			
苏 12	E _{d3}	2407.20~2466.00	0.8658	20.13	34	10.67	2.16	0.17	18.23	84			
苏 20	P _{2s}	3344.60~3392.40	0.7740	1.20	-5	3.99	游	0.03	0.96	64			
苏 1	O	4214.71~4400.92	0.8760	36.32	42	18.20	游	0.11	9.40	144			
天然气性质													
井 号	层 位	深度 (m)	CH ₄ (%)	C ₂ H ₆ (%)	C ₃ H ₈ (%)	C ₄ H ₁₀ (%)		C ₅ H ₁₂ (%)		CO ₂ +H ₂ S (%)	N ₂ (%)	空气 (%)	比重
						异构	正构	异构	正构				
苏 12	E _{d3}	2407.20~2466.00	49.44	13.62	18.19	4.32	7.42	1.99	1.84	0.74	1.65	1.16	1.0737
苏 20	P _{2s}	3344.00~3392.40	79.51	10.40	4.32	0.89	1.25	0.33	0.32	1.68	1.08		0.7160
苏 1	O	4214.71~4400.92	86.60	8.12	2.28	0.63	0.90	0.23	0.18	0.76	0.22	1.79	0.6604
地层水性质													
井 号	层 位	深度 (m)	总矿化度 (mg/L)	离子含量(μg/kg)									
				K+Na	Ca	Mg	Cl ₂	SO ₄	HCO ₃	I	B	Na/Cl	水型
文 21	E _{d3}	3139.60~3157.20	34505	12299.2	824	147.9	20295.1	84.5	854.3	13.0	34.60	0.93	CaCl ₂
苏 20	P _{2s}	3344.60~3392.40	6838	23.0	16.4	3079.2	278.6	762.8	180.0	3.9	7.90		NaHCO ₃
苏 1	O	4214.71~4268.34	20038	3992.0	3269	153	11914	388	322	39.45	39.45	0.52	CaCl ₂

4 结论与建议

(1) 渤海湾盆地中—上元古界和古生界具有生烃能力。

(2) 刘其营古生古储戴帽潜山油气藏是原生的,而非新生古储。

(3) 苏桥古生界潜山油气藏也是古生界古生古储原生油气藏。

(4) 渤海湾盆地古生界和中—上元古界生烃条件是具备的,关键是原生背斜、断块、潜山等构造有

否好的盖层。从目前的地质地震资料来看,在该盆地具备好的古生界背斜和好的盖层条件的只有临清坳陷,它具备比较好的石炭系—二叠系盖层。因此笔者建议在临清坳陷应继续坚持勘探,在深部古老地层寻找原生油气藏^④。

参考文献

- [1] 杨克绳. 中国含油气盆地结构和构造样式地震解释[M]. 北京:石油工业出版社,2006.
- [2] 张德林. 地震资料油气显示研究原理与实践[M]. 北京:石油工业出版社,2000.

编辑:吴厚松

Paleo-source/Paleo-reservoir Typed Reservoirs: Cases of Anticlinal Paleo-reservoir and Buried Hill Reservoirs in Bohaiwan Basin Region

Yang Kesheng, Dang Xiaochun, Daifugui

Abstract: Shuangdong anticlinal paleo-reservoir in the northern Haiguan Uplift adjacent to the basin, Liuqiying and Suqiao buried hill reservoirs in Jizhong Depression are all the "paleo-source and paleo-reservoir" typed hydrocarbon reservoirs in Bohaiwan Basin region. Shuangdong paleo-reservoir is composed of Meso-proterozoic-Neo-proterozoic Tieling Formation of hydrocarbon-bearing rocks without the common overlying Paleogene source rocks, which indicates that the source rocks are the own Meso-proterozoic and Neo-proterozoic rocks. Liuqiying Ordovician buried hill reservoir is capped by Carboniferous-Permian rock, overlying which it is just the 1000~3000m-thick Cenozoic Shahejie Member-3 and Kongdian Formation. Hydrocarbon is unable to migrate downwards into the Liuqiying Ordovician reservoir through the thick interlayers of Shahejie Member-3 and Kongdian Formation although hydrocarbon in Cenozoic rocks mostly derives from the Shahejie Member-3 source rock. Therefore, the hydrocarbon in Liuqiying Paleozoic buried hill reservoir cannot come from the newer Cenozoic rocks. Suqiao reservoir is a multiple one that is superimposed by a Carboniferous gas reservoir in the upper and Ordovician oil reservoir in the lower. The hydrocarbon in Suqiao buried hill reservoir cannot come from the newer rocks too based on the correlation of oil, gas and water property. It is suggested that the Meso-proterozoic and Neo-proterozoic rocks are of good hydrocarbon-generating potential and primary hydrocarbon reservoirs are hopeful to be discovered in deep ancient rocks, especially in Linqing Depression.

Key words: Buried hill reservoir; Reservoir type; Model of hydrocarbon accumulation; Jizhong Depression; Bohaiwan Basin
Yang Kesheng: male, senior geologist. Add:Geophysical & Geological Research Institute BGP, PetroChina Co., Post Box 11-1, Zhuozhou, Hebei, 072751 China