

油气形成与南华山、西华山推覆体

邓云山

(中国科学院兰州地质研究所)

提要 厚达3200m的南华山、西华山冲断席掩覆在白垩系之上,使白垩系生油层埋深4400m,进入生油门限。生油层之上始新统寺口子组砂岩是理想的储集层;渐新统清水营组泥岩石膏层是很好的盖层。寻找掩伏体中生界的构造圈闭是本区找油的关键。

关键词 油气藏 冲断席 生油门限 构造圈闭 油气形成

作者简介 邓云山 男 26岁 研究实习员 构造地质学

前 言

南华山、西华山位于宁夏回族自治区海原县境内(图1),对该区的地质、构造以及油气地质前人已经进行过大量工作,发现下白垩统湖相地层有具生油潜力的暗色泥岩,总厚200—800m,始新统寺口子组砂岩和砂砾岩,厚50—250m,可作为储集层。渐新统清水营组的泥岩和石膏层是理想的盖层。本区有如此理想的生、储、盖组合,但至今尚未发现油气田(藏),仅见油气显示。作者经过反复研究已有资料,并于1986年进行了野外调查及综合研究。本文拟对该区含油气远景提出见解。

一、地 层

地层出露较好,南、西华山冲断席大部分出露前寒武系变质岩。强烈的加里东运动使祁连山地槽巨厚的下古生界与前寒武地层褶皱抬升,经剥蚀后,在山前低地(南、西华山区)堆积了泥盆系陆相红色碎屑岩,经过长期的夷平和沉降又接受了石炭系的深灰色泥岩夹砂岩和薄煤层沉积;二叠纪早期本区基本上脱离了海洋环境发育陆相沉积。至三叠纪,仅在香山南麓、屈吴山等小型拗陷内,有河流相、沼泽相泥岩和砂岩沉积。在印支运动期,因特提斯板块向北东方向推移,祁连山褶皱带进一步抬升,形成山前前缘盆地,在盆地内发育了侏罗纪、白垩纪和第三纪沉积。现将含油地层简述如下:

侏罗系(J) 零星出露于香山南麓、屈吴山北麓、窑山、炭山等地,以泥岩、砂岩为主,厚达1200m,不整合在中生界上。

白垩系(K) 仅发育下统,广泛分布于研究区。

三桥组(K_{13}^S) 出露于月亮山和石峡口断裂带附近。为大套暗灰紫色粗砾岩。由于蚀源区母岩不同,砾石成份因地而异,厚30—422m。

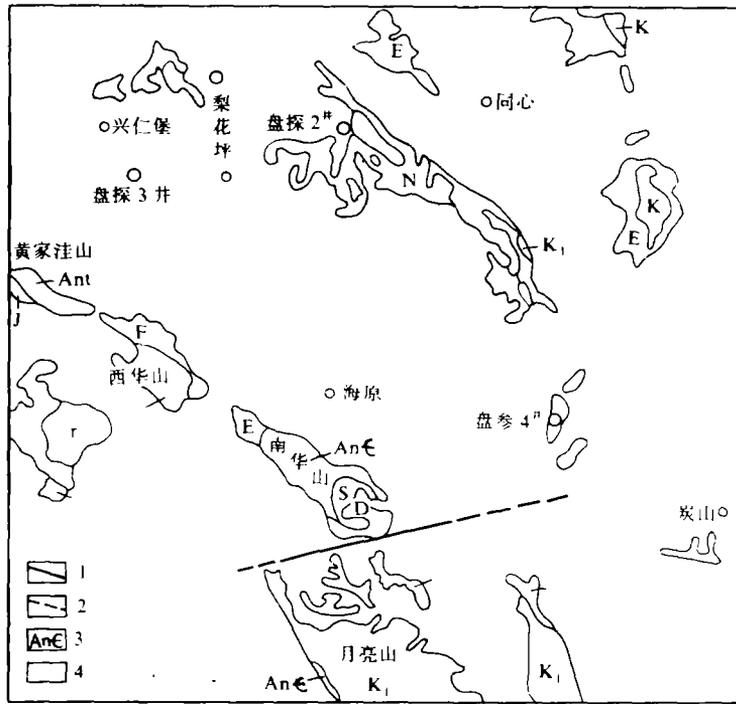


图 1 研究区地质简图

Fig. 1 The sketch of study area.

和尚铺组 (K_{1h}^S) 以和尚铺、李洼峡等地发育, 岩性为紫褐、暗紫红色砂质泥岩和泥质粉砂岩间互层, 夹灰绿色泥岩、泥灰岩, 厚 617—727m。

李洼峡组 (K_{1j}^S) 出露情况与和尚铺组相似, 二者以整合接触, 岩性为灰紫、暗紫色砂质泥岩, 泥岩和暗紫红色泥质粉砂岩互层夹泥灰岩, 含介形虫、鱼类、植物等化石。厚为 712—815m。

马东山组 (K_{1m}^S) 分布范围最广。盘参 4 井岩性为深灰、灰色泥岩夹泥灰岩和粉砂岩, 部分层段含岩盐, 变面具黄铁矿晶粒。本组沉积物最细, 有机质含量最高, 油气显示最为普遍, 为本区主要生油层, 一般厚为 190—514m, 最厚可达 1180m。本组富含叶肢介、瓣鳃、轮藻及其它动植物化石。

乃家河组 (K_{1n}^S) 出露于马家山、乃家河青山、窑山、宝头水等地。岩性为灰、灰绿钙质含砂质泥岩、页岩, 上部为一套厚 163m 灰、灰绿色泥灰岩, 顶为浅紫红色泥岩。本组特征是红色层比马东山组相对增多、灰岩比例增大。井下几乎全为深灰色钙质泥岩、泥岩夹泥灰岩。一般厚 40—410m, 在宝头水厚度可达 802m, 含介形虫鱼类、植物等化石。

第三系 (E、N) 区内分布广泛, 除古新统外均有沉积。

寺口子组 (E_{2s}) 分布于肖家湾、马东山一带, 岩性为桔红色细、砂岩、胶结疏松。盘参 4 井夹棕红、灰绿色薄层泥岩。假整合或不整合于白垩系之上; 厚 21—282m。

清水营组 (E_{3q}) 分布范围与寺口子组相似, 岩性为深棕、棕红、灰绿色泥岩夹棕红、灰白色砂岩、石膏质砂岩及石膏层, 在黄谷川等地, 石膏累计厚度可达 260m。本组与下伏寺口子组为整合或假整合接触。厚 593—971m, 含脊椎动物、介形虫、轮藻等化石。

甘肃群 (N_{gn}) 分布范围最广, 为黄棕、棕红、土红、土黄色泥岩、砂质泥岩夹砂岩、砾岩及泥灰岩, 与清水营组为假整合接触。厚度变化大 (54—2075m)。

二、南、西华山推覆体特征

南、西华山主要出露前寒武系钠长白云母石英片岩, 绿泥白云母石英片岩, 其岩性与祁连山主体出露前寒武系岩性相同。在香山南麓早白垩统的砂砾岩从北向南颗粒变细。在南、西华山东北侧, 白垩系、下第三系地层粒度则比较细, 未见山前砂、砂砾岩沉积, 此前, 南、西华山不可能隆起成山, 应是喜山运动期; 甘青藏板块向北东方向推移, 迫使南、西华山与祁连山分离而掩冲覆盖于原盆地边缘。

南、西华山推覆体是由三条主干断层 (西华山主逆断层、石峡口主逆断层、青山-窑山主断层) 和三条反向断层 (西华山反向逆断层、陈家洼山-西安州反向逆断层、黑阳湾反向逆断层) 以此划分出三个构造单元 (图 2), 从西向东依次为南、西华山冲断席、海原冲断席、同心冲断席。冲断席在平面上呈长条形, 向北东方向稍有凸出, 在剖面上, 其主干断层从西向东倾角变大, 并依次向东推覆迭置, 推移距离逐步减小。

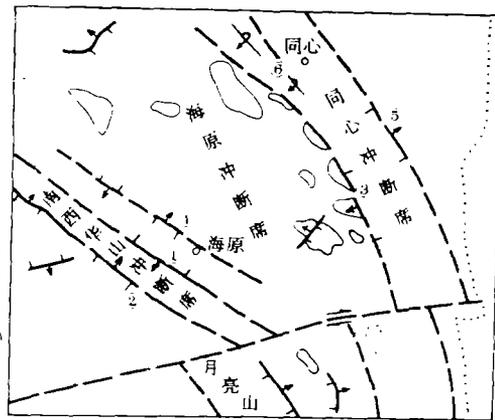


图 2 南、西华山构造图

Fig. 2 The structural map of South and West Hua Mountain.

1. 南、西华山冲断席

该冲断席在平面上呈长条形, 长约 11km, 宽约 6.5km。上盘是厚约 2000m 的前寒武系变质岩, 有少部分志留系、泥盆系的沉积。这些古老的地层以逆掩冲断的形式不规则地迭覆在第三系之上。

从哨马营、白土沟穿越西华山到黑泉, 剖面长 6km (图 3), 地层主要为灰绿色云母石英片岩, 见多处石英脉及闪长岩侵入体, 中间夹有厚约 10m 深绿色绿泥石片岩作为追索标志层。在东侧白土沟有厚约 150m 的绿泥石片岩、云母石英片岩, 沿冲断面推覆倒转, 迭覆在新生界地层之上。在黑泉, 厚约 600m 的同样地层则倾向东北, 产状为 $40 < 45^\circ$ 。除上述断层附近地层之外, 大部分其它地层倾向 310° 左右, 倾角 $20^\circ - 40^\circ$ 。从剖面可以看

出, 西华山东北、西南两侧逆冲断层面构成“Y”型, 剖面呈不对称扇形。

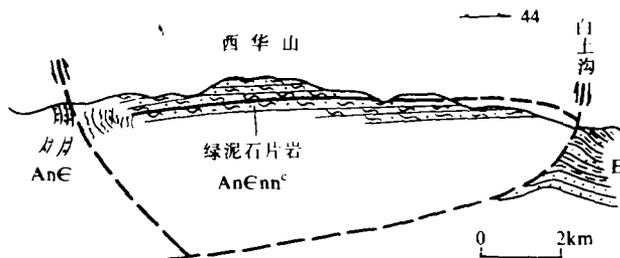


图 3 西华山构造横剖面图

Fig. 3 The structural cross section map of West Hua Mountain.

西华山主逆断层 断面起伏不平, 从白土沟到石桥关沟 5km 内断面产状分别为 $224 < 65^\circ$ (白土沟)、 $220 < 28^\circ$ (I号探槽)、 $44 < 5^\circ$ (泥胡子沟)、 $220 < 28^\circ$ (石桥关沟), 断面呈犁头状、波浪状, 并且出现反向断面。沿断线有串珠状水泉分布, 水为 Na_2SO_4 型, 总矿化度为 13.32—19.34 毫克当量/升, 属地面水型, 说明该断层发育较浅。

西华山反向逆断层 断层面倾向 51° , 倾角 45° — 80° , 同样沿断层线有呈串珠状分布的水泉, 其水型与主逆断层线上水泉水型相同, 属地面水型, 说明该“Y”型断层发育较浅, 在下面不远处可能交汇。

2. 海原冲断席

北起香山南麓、南至大台子平移断层, 东至石峡口断裂, 西至南、西华山东北侧主逆断层, 面积约为 5000km^2 , 属甘青藏板块向东北推移的结果。

石峡口主逆断层 走向北北东, 断面产状 $230 < 50^\circ$, 断线长 120km, 垂直断距约 700m, 上盘为白垩系与第三系地层以倒转、不对称的短轴背斜逆掩在第三系与第四系之上。上盘背斜东翼陡, 西翼缓, 往西地层逐渐变平。

陈家洼山—西安洲反向逆断层 走向基本上与石峡口主逆断层、陈家洼山逆断层平行, 出露断线长约 12km, 产状 $60 < 45^\circ$ 。上盘为白垩系, 下盘为第三系清水营组。西安洲逆断层产状为 $45 < 40^\circ$, 为物探所发现, 其上、下盘地层不清楚, 可能是陈家洼山逆断层的延伸段。

3. 同心冲断席

其界限北至烟筒山, 西至石峡口主逆断层, 东至青山—窑山, 南至大台子平移断层, 面积约为 4500km^2 。

青山—窑山主断层 走向 160° , 断层线长 56km, 断续出露; 倾向时东时西, 断面呈波状。在青山北部见石炭系上覆于老第三系之上; 在窑山附近呈正断层性质, 上盘为第三系、第四系, 下盘为白垩系和老第三系, 在宝头水段其断层性质变化, 成逆断层。

黑阳湾反向逆断层 走向北北西, 在黑阳湾出露明显。产状为 $35 < 70^\circ$, 垂直断距约为 1000m。上盘为中志留统, 下盘为上志留统。向南被第四系黄土覆盖。

推覆体形成于喜山期, 因甘青藏板块向北东方向推移, 南、西华山、黄家洼山、月亮山

伴随着祁连山主体向东北方向推移,因受阿拉善—鄂尔多斯地块边界的限制(图4),必然出现推移距离的差异,形成规模宏大的南、西华山、黄家洼山、月亮山弧形逆冲构造带。在二地块所夹对角线方向上为最大推移距,即南、西华山推移距离最大,远离祁连山主轴线75km。推移过程中南、西华山与月亮山侧向错断,向前多推了24km,总体看,向北西和东南方向其推移距离逐渐变小。

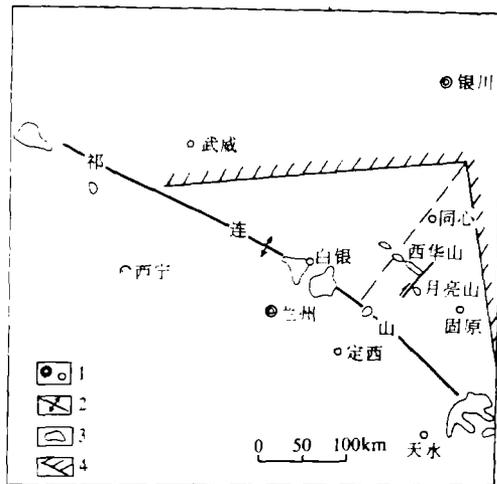


图4 南、西华山推复体与祁连山主轴线关系图

Fig. 4 The relation of South and West Hua Mountains nappe to Qilian mountains' main shaft line.

由于研究区处于三大地块之间的不稳定区,其构造复杂,地壳活动强烈,地震比较频繁,至今,南、西华山断层仍在明显的活动,如1920年12月16日海原8.5级大地震就是由西华山东北侧主逆断层活动引起的。而且,西华山今天仍然在上升。

三、生储油条件分析

1. 生油条件

白垩系马东山组和乃家河组是本区重要的生油层,暗色泥岩一般厚均在百米以上,最厚可达800余米。

(1) 有机质丰度 有利的生油层分布范围广泛,约6300km²,平均厚度为500m,生油岩体积3150km³。有机碳含量差别较大,多为0.84—1.28%。

(2) 有机质类型 根据干酪根组分分析,类脂组占绝对优势,属腐泥—混合型;干酪根元素分析结果,H/C为1.2—1.4,O/C为0.12—0.2。

从可溶有机质看,氯仿沥青“A”组成,一般为饱和烃大于芳烃;非烃大于沥青质;其中饱和烃含量20—57%,芳烃8—14%,饱和烃/芳烃为1.4—4.8;正烷烃主峰碳多为C₁₉与C₂₅,主峰碳数在C₁₆—C₂₉之间(图5)。统计了32个C₂₁+C₂₂/C₂₈+C₂₉比值,有4个样品小于1,17个样品为1—2,11个样品为2—6。本区主峰碳不高,说明当时水生生物繁盛。

陆生植物较小; 本区干酪根属腐泥-混合型。

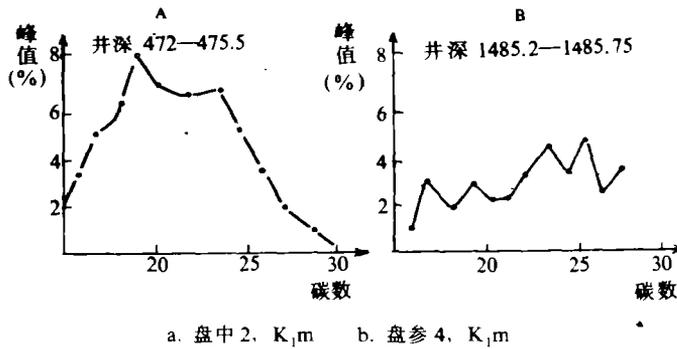


图 5 正烷烃碳数分布图

Fig. 5 The curve map of n-alkane Carbon numbers.

(3) 有机质成熟度 依镜煤反射率 R^o 和 OEP 值划分有机成熟度的指标。一般 R^o 为 0.4—0.7, OEP 值约 1.2—2.5^①, 即属于不成熟的生油岩。

根据莫尔比法对本区 7 口井进行了 TTI 计算, (取年平均温度 10℃, 地温梯度 3℃/100m) 计算结果, 下白垩统生油层的生油门限深度为 2319m, 生油门限温度为 79.57℃, 从目前所钻的盘浅 18 井、盘浅 17 井、犁 4 井、盘参 4 井、盘中 1 井的资料看, 盘参 4 井位于白垩纪沉积中心, 是生油层埋藏最深的地区, 但生油门限深度却超过了主要生油层 (K_{1m+n}) 的底界 (2040m), 故本区主要的生油层未进入生油门限。在此范围内, 其生油层已进入了生油门限深度, 再按 3℃/100m 地温梯度计算, 也达到了生油门限温度, 油气形成应无问题。

2. 二次成油条件

由于生油层埋得浅, 未能进入生油门限深度, 故应扬长避短, 寻找二次成熟油气藏。在喜山运动期, 厚约 3200m 的南、西华山冲断席推移迭盖在第三系之上, 致使下伏的马东山组及乃家河组生油层埋藏加深。南、西华山冲断席长达 70km, 宽 65km, 其面积 455km², 在北范围内, 其生油层已进入了生油门限深度, 再按 3℃/100m 地温梯度计算, 也达到了生油门限温度, 油气形成应无问题。

3. 储油条件

南、西华山冲断席直接迭压在第三系之上; 下第三系寺口子组直接覆在生油层之上, 分布广, 为桔红色细、中砂岩, 厚度一般在 150m 以上, 物性好, 是比较理想的储集层。上覆的清水营组石膏泥岩层是很好的盖层。

马东山组和乃家河一般仅有粉砂岩薄层, 但在宝头水剖面, 粉砂岩夹层甚多, 总厚达 277m; 到盘参 4 井至盘中 1 井, 砂岩夹层有三十多层, 单层厚度为 0.5—7m, 总厚为 40m 左右; 盘探 2 井岩性变为砂砾岩, 总厚达 > 700m, 不仅砂岩发育, 其物性亦较好 (孔隙度

^① 蹇启权 六盘山盆地早期油气资源评价报告 (内部资料)

13%—19%), 渗透率为 130—250 毫达西)。

逆冲断席在掩冲过程中, 由于牵引拖拉在掩伏体中形成构造圈闭(图 3) 这些圈闭沿西华山主断层线平行分布, 它的形成时间明显的早于油气的生成; 一旦油气生成发生运移, 就会被已形成的圈闭所捕集, 构成油气藏。在勘探布井时, 应着重以地震资料为主, 寻找掩伏体中的圈闭构造是本区开发油气的主要方向。

收稿日期 1990年5月2日

参 考 文 献

- (1) 关士聪, 1957, 六盘山区域含油性问题, 地质知识, 2期。
- (2) 张伯声, 汤锡元, 1975, 鄂尔多斯板块及其四周的镶嵌构造与波浪运动, 西北大学学报, 3期。

Controlling Factors of Oil and Gas in South and West Hua Mountains

Deng Yunshan

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

South Hua mountain and West Hua mountain located in the northwest margin of Liupanshan Basin: Haiyuan County, Ningxia. The strata developed there are lacustrine deposits, organic-rich dark mudstone of lower Cretaceous with a thickness of from 200m to 800m. The overlying strata are sandstone rudite of Sikouzi formation (E_{2s}); and mudstone, gypsum layers of Qingshuiying formation (E_{3q}). The strata are ideal assemblages of source rock, reservoir and cap for oil, but commercial oil has not been found. Based on the analysis of samples and TTI calculations, the burial depth of oil-generating strata is not deep enough to reach the oil forming threshold.

It was reported in 1986 that South and West Hua mountains are the northeastern uprakes of nappe structure in Qilianshan fold belt. The mountains as a overthrust sheet, which's thickness is more than 3200m, upthrust on the oil-generating strata and made the burial depth enlarged then the condition of temperature increasing is available and oil-generating threshold can be got into. Moreover, overthrust belt led to the formation of special oil and gas pool. The key work of this region is searching for structural traps under nappe structure by the aid of physical survey.