

柴达木盆地北缘逆掩断裂带及其找油前景

狄恒恕*

(青海石油管理局地质研究所)

柴达木盆地北缘与南祁连山的衔接地段普遍呈现为西北—东南走向的逆掩断裂带, 自西往东由赛南、绿南、锡南、埃南等逆断层或逆掩断层组成, 延展总长约 375 公里。该断裂带的不同地段分别被与之直交的潜西、东苦、哑西等断层所切割(图 1)。

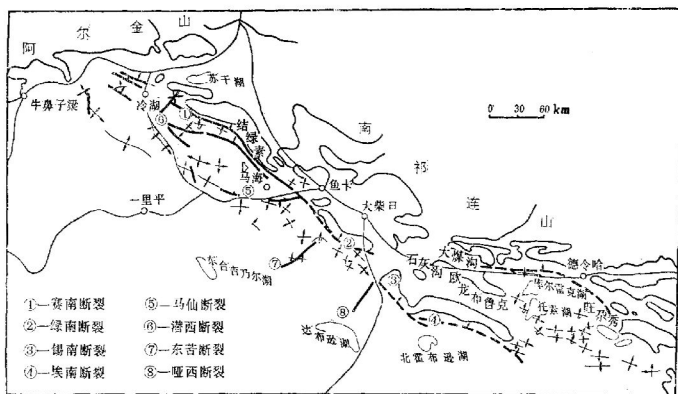


图 1 柴达木盆地北缘主要断裂分布图

实线为地震勘探证实的断层, 虚线为依据重力资料推测的断层

一、断裂带主要特征

1. 断层倾向北东, 断面倾角上陡下缓, 地面或浅部为高角度 ($60-80^\circ$) 逆断层, 向深部逐渐变缓 (小于 20°) 为逆掩断层。如 1001 地震测线上的绿南断裂, 断面倾角由浅部的 77° 向深部递变为小于 20° 。

2. 断裂带的规模较大, 往往由几条近于平行的逆断层或逆掩断层构成叠瓦状构造, 且有自浅部向深部逐渐收敛归并之势, 形成犁式断裂。如绿南断裂在浅部由三条平行的逆掩断层构成叠瓦状构造, 向深部收敛成一条, 形成犁式断裂。

* 参加工作的人员还有王松贵、张克学、范敬铭、舒凤莲、陈国栋。

3. 断裂带上盘附近或断层所夹持的地层产状均较陡峻或呈倒转, 各条断层依次向南推覆。如锡南断裂最北为元古代地层, 向南依次为中侏罗统煤系、白垩系红层、第三系红层及第四系; 各层之间均为逆断层相隔, 构成一断裂带; 地层倾角陡峻, 约为 80° 。

4. 断裂已断达本区的主要生油岩系——中侏罗统。如赛南断裂西端的潜西地区及绿南断裂西端的马海尕秀一鱼卡一带。

5. 断裂带中有油砂。如马海尕秀构造南翼绿南断裂通过处, 自东向西有中侏罗统及第三系古、始新统的油砂, 其中中侏罗统油砂沥青含量为 7.82% , 属胶质沥青, 荧光 >12 级。

6. 沿断裂带已找到油田和断续发现油流。如绿南断裂西延部分(该段断裂已被地震资料证实)上盘已找到了鱼卡西部油田, 产油层位是上侏罗统底部; 此外路乐河、马海尕秀等构造上所钻的井, 于同一层位也普遍见到油流, 尕中20井下古生界所夹闪长玢岩中也见到油气; 又如赛南断裂下盘的潜西地区一些井的中侏罗统及中新统中亦普遍见到油流。

7. 沿断裂带上盘断续出露石炭系海相石灰岩, 推断它在断裂下盘也应当有分布。石炭系有可能是本区另一个潜在的油源。

8. 逆掩断裂带中具有牵引背斜构造。如赛南逆掩断裂由赛南、平南、驼南、鹑南等四条近于平行的逆断层组成, 依次自北东向南西推覆, 其间构成一系列北西—南东向的牵引背斜, 如驼南背斜、鹑东鼻状背斜及潜伏二号背斜等等。

9. 逆掩断裂带下盘存在平缓隆起。如绿南断裂西延部分的下盘, 经地震勘探证实, 在马海平滩地区(德尊马海湖以南)存在一个轴向近于南北、向北倾没的鼻状隆起, 南为马仙断裂所截, 第三系底面¹⁾圈闭面积达176平方公里, 隆起幅度3300米。

二、绿梁山推覆体与赛什腾山推覆体的构造特征

(一) 绿梁山推覆体

1. 组成概况

绿南断裂: 是重力勘探提供的基岩断裂, 分布在绿梁山的南侧, 延长大于70公里, 走向北西—南东, 倾向北东。其西段(主要是绿梁山以西部分, 长约25公里)已得到地震反射资料证实, 断层走向 114° , 倾向 20° , 自浅而深倾角由 51° 递变为小于 20° , 断距浅部小而深部大, 具有逆掩断层性质。该断裂带在绿梁山西端为由三条近于平行的断层所组成的叠瓦状构造, 自北而南为下古生界、中侏罗统和上侏罗统, 各层间均为逆断层相隔(图2)。

马仙断裂: 亦为重力勘探提供的基岩断裂, 西起南八仙构造北翼, 经马海构造北翼向东至平顶山构造的西端, 延伸达55公里, 经地震反射资料落实的地段有35公里左右; 断层走向 $82^{\circ}-115^{\circ}$, 倾角自浅而深由 32° 至小于 20° , 为一南倾逆掩断裂, 已断达基岩; 断距浅部小向深部增大。如上新统底界²⁾断距为850米, 基岩顶面³⁾断距为2000米,

1) 为Tr地震反射层。

2), 3) 分别为 T_2' , T_6 地震反射层。

向东西两端断距逐渐变小。

马海平滩凹陷：为赛什腾坳陷的东部凹陷，南北分别以马仙断裂、绿南(西段)—赛南(东段)断裂为界，东到绿梁山西端附近，西界约在小丘林构造一带。凹陷内中生界沉积最大厚度可达10000米，中生界沉积在西边玛瑙构造附近厚约300米，往东逐渐增厚，至凹陷主体部分(德尊马海湖—巴龙马海湖之间及其以东地区)厚度达900—1200米。根据地震反射资料，中生界分布东西长约60公里，南北宽约25公里，面积约1450平方公里。

2. 构造特点

本区北部为向南推覆的绿南断裂，南部为向北推覆的马仙断裂，在两断裂之间构成一个推覆凹陷，其构造形式可归结为以下五个部分。

北推覆体：即绿南断裂上盘，为下古生界的绿泥石英片岩和闪长玢岩等火山岩系，其上有第三系、白垩系、上中侏罗统，并构成一系列背斜及向斜构造。

北掩覆带：即绿南断裂下盘，为中生代地层，其中一部分掩覆在下古生代地层之下。

南推覆体：即马仙断裂上盘，为第四系、第三系及侏罗系构成南八仙背斜和马海背斜(缺失侏罗系)，由元古界构成结晶基底。

南掩覆带：即马仙断裂下盘，一部分中生代地层被掩覆在元古代地层之下。

推覆凹陷：即马海平滩凹陷，处于绿南断裂与马仙断裂之间，自侏罗系至第四系均有沉积，中生界在凹陷中沉积厚逾千米，其中有马海平滩鼻状隆起。

3. 南北推覆体活动的差异

马仙断裂发生较早，侏罗系沉积前燕山运动表现强烈，致使断裂两侧落差很大，控制了中生界及其以上地层的沉积。处于断裂上盘的南八仙及马海构造沉积较薄。南八仙构造新生界和侏罗系的沉积厚约4628米，其中侏罗系厚103.5米(仙3井于井深3638.5米钻达基岩，属元古界绿泥石英片岩及黑云母绿泥石英片岩等，侏罗系不整合其上)。马海构造没有中生界沉积而新生界沉积总厚为3500米(马深1井986米即钻达基岩，为元古界花岗岩片麻岩，古、始新统不整合覆于其上)。而断裂下盘中中生界沉积总厚增至8000米，其中，中生界沉积厚达500—1200米。

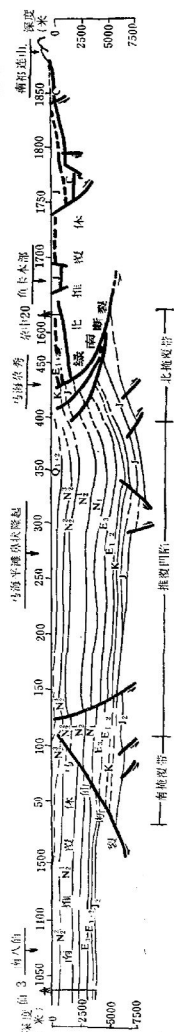


图2 1001测线南八仙—马海平滩—鱼卡段地质、地球物理综合解释剖面

绿南断裂发生时间晚于马仙断裂,其始于喜山运动第一期(马海杂岩构造西端地面见上侏罗统逆掩于古、始新统之上),后期继续活动,它对上下盘沉积并无显著控制作用。如上盘的路乐河构造中新生界沉积厚度为 6025 米,其中中生界厚 1290 米;下盘靠近断裂附近中生界沉积总厚 6000 米左右,至凹陷中心沉积较厚,最厚可达 10000 米,中生界 1200 米。

(二) 赛什腾山推覆体

赛什腾山推覆体主要分布于赛什腾山西段南缘,即赛什腾坳陷西部凹陷的北部。这个逆掩断裂带是由赛南、平南、驼南、鹑南四条近于平行的走向北西—南东、倾向东北的逆断层或逆掩断层组成(图 3),其特征如下:



伸 20—42 公里,其向西北延伸部分几处地震测线还发现有断点存在,故可能还应西延,但至潜西断裂附近,可能被该断裂所切,再西情况不明。

6. 赛南断裂下盘的潜西地区,已钻的几口井在第三系及侏罗系中都见到油流。

三、锡南断裂与埃南断裂的构造特征

此二断裂为地面地质和重力测量提供的基岩断裂,分布在锡铁山和埃姆尼克山南缘,向东可延至夏日哈附近,全长约 250 公里,为走向北北西转为北西北向的逆断层。断裂带由几条近于平行的逆断层组成,自北向南地层由老到新,依次推覆构成叠瓦状,如

1), 2) 分别为 T_3 , T_2 地震反射层。

1. 柴达木盆地北缘新生界生油岩地化指标较差，这里不予讨论。据 1981 年西北大学采样分析结果，中生界（重点是中侏罗统）的地化特征如表 1。

表 1 柴达木盆地北缘地区各层段有机碳(C%)平均值

剖面 层段	冷 湖	结 绿 素	鱼 卡	大 煤 沟	德 令 哈	旺 尕 秀
K	1.88 (2) 0.42—3.33					
J ₃ ¹				0.08 (1)		
J ₂ ⁷		1.82 (1)	1.78 (2) 1.47—2.09	2.09 (1)		4.25 (1)
J ₂ ⁶	2.02 (7) 0.51—4.84		0.84 (1)	0.31 (1)		
J ₂ ⁵	2.04 (7) 0.30—4.38		0.88 (3) 0.71—1.04	14.72 (1)		0.57 (1)
J ₂ ⁴	0.68 (6) 0.21—1.62		0.65 (1)	0.87 (1)	1.41 (1)	
J ₂ ³				0.18 (1)		
J ₂ ²				10.06 (1)		
J ₂ ¹				5.46 (1)		
J ₁ ³				1.25 (1)		
J ₁ ²				0.12 (1)		
J ₁ ¹				3.33 (1)		

资料来源：据汤锡元等，柴达木盆地北缘块断带中、新生代构造特征与找油方向。表内数据依次为平均
值、样品数、数值范围，下同。

中侏罗统有机碳含量普遍较高，大部分在中等水平以上，以冷湖为最好，鱼卡次之；在层位上第 7 段有机碳含量普遍较高，4、5、6 段为中等，其中冷湖地区的 5、6 段已达到好的生油岩指标。如表 1。中侏罗统的氯仿沥青“A”，冷湖地区第 4 段以上各层含量接近或超过中等水平；鱼卡第 7 段达到好生油岩指标，4 至 6 段较差；大煤沟 1、2、5、7 段达到中等水平；旺尕秀 5、7 段达到好生油岩水平。从区域上比较，大煤沟含量最低；从纵向地层剖面上看，第 7 段除大煤沟以外一般均较好。如表 2。其总烃

表2 柴达木盆地北缘地区各层段氯仿抽提物(A%)平均值

剖面 层段	冷 湖	结 绿 素	鱼 卡	大 煤 沟	德 令 哈	旺 尕 秀
K	0.060 (2) 0.0050—0.1150					
J ₃ ¹				0.0024 (1)		
J ₂ ²		0.0523 (1)	0.1283 (2) 0.0121—0.2445	0.0236 (1)		>0.1838 (1)
J ₂ ⁶	0.0842 (6) 0.0077—0.2050		0.0020 (1)	0.0025 (1)		
J ₂ ³	0.0564 (7) 0.0029—0.1109		0.0032 (3) 0.0024—0.0043	0.0420 (1)		>0.3319 (1)
J ₂ ⁴	0.0277 (6) 0.0034—0.0965		0.0020 (1)	0.0019 (1)	0.0155 (1)	
J ₂ ¹				0.0022 (1)		
J ₂ ²				0.0827 (1)		
J ₂ ¹				0.3425 (1)		
J ₁ ³				0.0016 (1)		
J ₁ ²				0.0025 (1)		
J ₁ ¹				0.0063 (1)		

表3 柴达木盆地北缘地区各层段总烃(ppm)平均值

剖面 层段	冷 湖	结 绿 素	鱼 卡	大 煤 沟	德 令 哈	旺 尕 秀
K	308.5 (2) 40.3—720					
J ₃ ¹						
J ₂ ²		93.3 (1)	152.2 (2) 33.5—270.9	36.0 (1)		>1104.0
J ₂ ⁶	270.7 (6) 31.6—864.0					
J ₂ ⁵	316.8 (6) 128.0—744.0		10.5 (1)	251.2 (1)		>1512.6
J ₂ ⁴	149.7 (3) 10.1—253.0				59.2 (1)	
J ₂ ³				4.1 (1)		
J ₂ ²						
J ₁ ¹				904.9 (1)		
J ₁ ²						
J ₁ ³						
J ₁ ¹				22.4 (1)		

含量如表3。

根据正烷烃资料, 中侏罗统的有机质都属于混合型的范围。相比之下, 冷湖地区4、5两段, 由陆生植物提供的有机质比例较高; 旺尕秀地区的样品, 主要为水生低等生物提供。总的看来有机质是比较丰富的。

本区有机质成熟度, 自西向东逐渐降低(表4)。冷湖地区4、5段成熟度最高,

表4 柴达木盆地北缘地区中侏罗统4、5、7段镜质体反射率值(R_o %)变化表

剖面 层段	冷 湖	结 绿 素	鱼 卡	大 煤 沟	德 令 哈	旺 尕 秀
J_2^4		0.85*	0.58	0.55—0.65		0.46
J_2^5	0.8—1.15		0.75	0.77	0.65	0.44
J_2^7	1.08—1.35			1.08		

*此处 R_o 值偏高,与全区同层相比为异常,可能为再沉积有机质混入所造成。

4段 R_o 值为1.08—1.35%,多数处于生油高峰阶段,5段 R_o 值为0.8—1.15%,多数在1%左右,亦处于生油高峰阶段;鱼卡第5段为低成熟,大煤沟第5段以下地层已经成熟, R_o 值为0.77—1.08%,而往东至德令哈为低成熟,旺尕秀则未成熟。全区第7段皆未达成熟阶段。但所有样品均系采自盆地边缘露头,如在逆掩断裂带下盘埋藏较深的部位,推测应为好的生油岩系。

2. 沿柴达木盆地北缘逆掩断裂带断续出露石炭系。以石灰沟及欧龙布鲁克一带最为发育,石灰沟剖面总厚约2000米,主要为一套石灰岩及砂质岩类煤系地层,经采样分析结果(见表5),其有机碳丰度较高,氯仿抽提物和烃类含量虽很低,但并不能说明母源有机质少,这是因为岩层中有机质接近或者已经处于过成熟阶段,裂解程度很深,所生成的液态烃大部分已转化成低分子产物,超出了现有方法的研究范围,从而造成了有机质丰度不高的假象。有机质中陆生植物的成分不多,对生油有利。从成熟度方面看,石灰沟地区接近过成熟,旺尕秀则处于成熟阶段,具备了生成液态烃的地球化学条件。

表5 石 炭 系 岩 样 分 析 资 料

序号	岩 性	时 代	C(%)	"A" (%)	总烃 (ppm)	R_1^*	R_o (%)	剖面
1	生物灰岩	C_1h_2	0.04	0.0022	11.9	1.41	1	石
2	生物灰岩	C_1h_5	0.08	0.0020	1	1	1	
3	灰 岩	C_1h_8	0.05	0.0022	1	1	1	
4	灰 岩	C_1h_8	0.04	0.0019	11.1	1.82	1	
5	灰 岩	C_1h_{11}	0.19	0.0033	15.2	1.27	1.55	
6	炭质泥岩	C_2h_{20}	0.97	0.0027	1	1	1	沟
7	生物灰岩	C_2h_{23}	0.15	0.0053	21.3	1.33	0.95 1.25	
8	灰绿色泥岩	C_3z_{26}	0.61	0.0040	15.1	1.14	1.29	
9	生物灰岩	C_3z_{39}	0.02	0.0029	1	1	1	
10	泥 岩	C_2	1.35	0.0177	0.669	0.73	1.13	旺尕秀

$$R_1^* = \frac{CPI_{22-30}}{CPI_{14-22}}$$

(二) 储集层概况

柴达木盆地北缘中生界有两个储集层。一个是冷湖地区的中侏罗统第6段,在冷湖

三号油田已证实了该储集层的存在；另一个是鱼卡地区的上侏罗统底部，在鱼卡西部油田也已证明其存在。此外，在整个鱼卡地区及路乐河地区中、上侏罗统地面多处见到有油砂出露。石炭系的储集层过去没有研究，虽然具备一定的生油条件，但由于后期的保存条件十分不理想，故至今在其中也未发现油气显示。目前正在着手对石炭系生油条件进行研究，但资料较少，暂不讨论。第三系中不缺乏好的储集层，如已证实的冷湖四号油田渐新统，冷湖五号油田中新统上部及上新统下部，马海气田的渐新统等，其中有次生油气藏形成。

本区中侏罗统及上侏罗统底部两套储集层的孔隙类型，据1981年西北大学祝总祺等研究，认为有三种孔隙类型（粒间孔隙、粒内孔隙和晶间孔隙），六种孔隙系统（晶间孔隙系统、粒间孔隙系统、粒内孔隙系统、粒间孔隙与粒内孔隙系统、粒间孔隙与晶间孔隙系统、混合型孔隙系统）。尽管这两套储集层在平面或剖面上变化频繁，但每套储集层系中都不缺乏孔隙大、喉道粗、结构理想的层段，只要有充足的油源，是可以形成工业油气藏的。

（三）找油前景

1. 已有资料证实，逆掩断裂是油气运移的通道。例如，绿梁山西端的马海杂秀构造东端南翼的逆掩断裂带中，于中侏罗统第5段含砂砾岩内见到明显油浸，经荧光分析沥青含量达7.28%，以胶质为主。该构造南翼的古、始新统中亦见厚2米的油砂，断续延伸约4.2公里，说明断裂带下盘有油源存在。只要主断裂断达生油层位，即可构成油气运移的通道，遇有良好的圈闭则可形成油气藏。又如，绿南逆掩断裂带上盘的一些背斜构造，如鱼卡西部构造、路乐河构造等在上侏罗统底部，多处有油砂出露。据鱼卡西部油田该层段的油层推测，应是断裂下盘中侏罗统生成的油气沿断裂向上运移，到上盘后再作侧向运移的结果，或是沿北推覆体内分支断裂运移的结果。马仙断裂上盘的马海气田渐新统气层，可能亦属侧向运移或南推覆体内分支断裂运移的结果。

2. 在柴达木盆地北缘，已证实中侏罗统为主要生油岩系。该统第6段及上侏罗统底部为两个储油层段。从前述的分析数据表明，本区中侏罗统第5段以下生油条件较好，冷湖地区成熟度最高，向东逐渐降低；第7段是厚达100余米的黑色纸状页岩，当前在所有剖面中均未达成熟阶段，但在逆掩断裂带下盘埋藏较深处，它也可能是理想的生油岩系。

根据地震勘探成果，赛什腾山至绿梁山南缘逆掩断裂以南的赛什腾凹陷中，分布东、西两个次级凹陷，西段的赛什腾凹陷，西起冷湖3号构造，东到小丘林构造东端附近，南界冷湖构造带附近，北界赛什腾山南缘，中生界分布面积约2150平方公里。其中，驼南断裂带以北沉积较薄（厚200—500米），向南增厚（达400—1000米），最厚达1100—1300米。东段的马海平滩凹陷，中生界的分布面积及厚度如前所述，其中又有西滩东厚之分。

从中生界分布情况，结合赛南、绿南逆掩断裂的推覆特点，可找油的地区是：

马海平滩凹陷 其中中生界沉积厚度达900—1200米，推测应有中侏罗统第7段及其以下的一套生油岩系，且生油条件应更好，成熟度较高，南北两侧推覆体的掩覆部分都较宽，有一定的聚油条件，加之凹陷中已发现有一走向近南北、向北倾没的马海平滩

鼻状背斜（其南面为马仙断裂所切割），该构造从浅部到深部形态基本一致，向深部圈闭面积加大，地震反射上新统底面圈闭面积为140平方公里，构造幅度1400米，而第三系底面圈闭面积为176平方公里，构造幅度3300米，后者埋深最浅处为4100米。故沿绿南及马仙逆掩断裂的掩覆部分及推覆体前缘的隆起带（马海平滩鼻状构造）有希望找到中生代原生油藏及新生界的次生油藏。而沿绿南断裂（西沿部分）上盘找与鱼卡西部油田同类型的油藏也不可忽视。

驼南断裂下盘推覆体前缘部位 地处赛什腾凹陷的深凹部位，中生界沉积厚约1000米，这一带并存在一排潜伏构造，如潜伏二号背斜、鹈东潜伏鼻状背斜等。前者轴线走向为北西，圈闭良好，地震反射第三系底面埋深4500米，闭合面积14平方公里，闭合度300米；后者轴线为北东，向南倾没，其北侧为驼南断裂所切隔，也具备良好的圈闭条件，地震反射第三系底面埋深4300米，闭合面积30平方公里，闭合度600米。由于这一带附近的潜西地区所钻之探井凡钻遇侏罗系者均为第三系古、始新统直接覆于中侏罗统之上，故这一带缺失上侏罗统及白垩系，这就使钻探中侏罗统原生油藏深度变浅。另外，第三系与侏罗系之间的不整合面也可能形成不整合油藏，同时在驼南断裂下盘还应存在断层遮挡油藏。总之，这一带可存在较多种油藏类型。

赛南断裂下盘 黑石丘背斜构造以南的推覆带较宽，且古、始新统直接不整合于中侏罗统之上，可望找到不整合油藏，如有好的圈闭，还可能找到中生界原生油藏。

赛南、绿南、锡南至埃南断裂的下盘 该断裂上盘断续出露有石炭系灰岩，且具有一定的生油能力。因此，在断裂带下盘，石炭系的油气远景是不可忽视的。

（收稿日期 1983年9月2日）

参 考 文 献

- [1] 张 恺、罗志立等，1980，中国含油气盆地的划分和远景，石油学报，第1卷，第4期。
- [2] 张国俊、杨文孝，1983，克拉玛依逆掩断裂带构造特征及找油领域，新疆石油地质，第1期。
- [3] 西北地区区域地层表（青海分册），1980，地质出版社。

OVERTHRUST BELTS ON THE NORTHERN MARGIN OF QAIDAM BASIN AND THEIR OIL PROSPECTING

Di Hengshu

(*Geological Institute of Qinghai Petroleum Administration*)

Abstract

A group of huge faults overthrusting from north to south along the southern sides of Mts. Saishiteng, Luliang, Xitie and Ainnik on the northern margin of Qaidam Basin are found in outcrops with dip angles of seventy degree or more, but seismic data available show that the dip angles of these fault planes in the lower part of Tertiary are gradually reduced and finally turned to twenty or lesser within Prepaleozoic sediments. Another huge fault, Maxian fault, overthrusting from south to north is located at the north side of Mahai and Nanbaxian anticlines on the southern margin of eastern Saishiteng depression with a dip angle of thirty degree. Between these opposite dipping faults, there lays Mahai-Pingtang depression with sediments of Meso-Cenozoic system which measures to 10,000m or more in thickness, among them, more than 1,200m thick sediments belong to Mesozoic, in which the 5th and 7th members of the Dameigou Formation of Middle Jurassic, the source rock in this area, might be existed and covering a area of about 1,500km². Within this depression, some petroleum fields have been found out, e.g. western Yuka Oilfield with Upper Jurassic pay zone is in the north, and Mahai Gasfield with Oligocene reservoir in the south.

It is proved by seismic prospecting that the concealed Mahai-Pingtang anticlinal nose has a trap area of 176km² in upper Mesozoic, and supposedly, other traps might exist somewhere eastward. These subtle traps, together with Mahai and Nanbaxian anticlines, might respectively belong to the footwall and hanging wall of the Maxian fault. This area, being close to the petroleum generating depression, having good traps, is therefore favorable for oil prospecting.

In western Saishiteng depression, there are a series of concealed anticlines along the footwalls of Tuonan and Quenan faults. The 5th member of the Dameigou Formation, the source rock of Lenghu Oilfield, may distribute in this region, which could be 1,000-1,300m thick, and is potential for oil generation, and as it is near the Lenghu 4th and 5th Oilfields with Tertiary reservoir and Lenghu 3rd Oilfield with Jurassic pay bed, this area is also very hopeful in petroleum exploration.