

塔里木盆地石油地质特征

康玉柱

(地质部第三石油普查勘探指挥部)

盆地的成生和发展

塔里木曾经历三个明显的发展阶段,即前震旦纪地槽、古生代地台和中新生代盆地。它具有统一的前震旦系结晶基底,广泛的古生界基础和巨厚的中新生界盖层。

基底:由太古界、元古界(不包括震旦系,下同)的中深变质岩组成。据航磁资料,可分三个区,即北部平缓负异常区(柯坪—阿瓦提—库车一带)、南部北东向宽缓正负相间异常区(北纬 39° 以南)、中部东西向正异常区(北纬 39° — 40°)。其基底埋藏深度详见表1。

表 1 基底埋藏深度表

地 区	深 度 (公里)	基 底 顶 面 状 态
西南拗陷区	-6 — -15	全盆最深区,由西北向东南凹凸相间分布。
中央隆起区	-2 — -7	北西向展布的大型隆起区,向东南倾伏。
塔东拗陷区	-6 — -15	大范围的拗陷区,内有几个长垣凸起。
北部拗陷区	-7 — -10	呈东西向展布的拗陷区,从北向南坡状抬升。
东南断阶区	-2 — -3	为北东向展布的带状断阶带。

基础:晋宁运动(塔里木运动)之后,太古界、元古界褶皱变质,成为塔里木地台的基底,其上发育了地台型沉积,其南北侧的天山、昆仑山则仍为地槽型沉积。震旦纪时,塔里木地形复杂,中部有一条横亘东西的高山带。气候寒冷,冰川较发育,沉积一套碎屑岩及海相碳酸盐岩夹冰碛层。最厚达7000多米。它和我国南方长江三峡地区的震旦系基本可比。

寒武—奥陶纪海侵达到高潮,区内广泛发育一套海相碳酸盐岩建造。最厚达4000余米。奥陶纪晚期,由于加里东运动的影响,使某些地区缺失上奥陶统。

志留纪早期沉积一套浅海—滨海相砂岩、泥页岩夹薄层灰岩。最厚达2000余米;中晚期沉积缺失。

泥盆纪在海退背景下沉积滨海—陆相红色碎屑岩建造,厚度2000余米。末期在地台边缘发生褶皱和断裂,使石炭系角度不整合于其上。

石炭纪再度海侵,早期沉积了碎屑岩夹灰岩,中晚期则为碳酸盐岩建造。但在巴楚

隆起上见有泻湖相泥膏岩。最厚达6000米。

早二叠世在地台西部堆积了一套以海相为主的碎屑岩夹碳酸盐岩；东部则主要为陆相碎屑岩，在阿尔金山前还有浅海泻湖相的泥膏岩夹灰岩。晚二叠世海水全部退出，堆积一套陆相砂泥岩。并在西部沿断裂有基性火山喷发岩。最厚达2000余米。各区古生代地层厚度详见表2。

表 2 古生界和震旦系各区厚度比较表

地区 厚度(米)	外 缘 区				盆 地 区		
	库鲁克塔克	柯 坪	铁克里克	阿尔金	西南坳陷	中央隆起	塔东坳陷
上古生界	2900 3600	2280 8120	2750 7900	7300 ?	1090 4100	1280 3130	?
下古生界	1700 6890	1430 3050	910 1750	?	?	1640	> 908 ?
震 旦 系	6400 6600	910 7560	?	/	?	7366	?
总 计	11000 16890	4620 18730	3660 9650	/	/	3286 5136	/

盖层：强烈的海西运动，使天山、昆仑山地槽褶皱成山，地台边缘之库鲁克塔克、柯坪、铁克里克及阿尔金等开始隆起；而地台大部相对坳陷，形成盆地雏型。因此说海西末期运动揭开了盆地发展的序幕。而后的中生代沉积则为盆地的盖层。

三叠—侏罗系，继承了古生代末期地势，为断陷型，类磨拉斯建造到含煤碎屑岩建造。晚侏罗世之后，由于燕山运动影响，使白垩系角度不整合于其上。白垩纪晚期到早第三纪时古特提斯海水侵入盆内，在盆地西部沉积了滨海、浅海或泻湖相的泥岩、灰岩、生物灰岩及泥膏岩、砂岩；东部边缘则为陆相红色碎屑岩。

早第三纪末发生强烈的喜山运动，青藏高原崛起，海水逐步退出。因而，晚第三纪沉积了以陆相为主的碎屑岩。局部深凹中存有海水，形成了淡化或咸化泻湖相地层。喜山末期在盆地周边堆积了一套较厚的砂砾岩、砾岩（西域砾岩）。中生界总厚达万余米（图1）。

另外，与上述构造运动和沉积发育有关的岩浆活动，从前震旦纪至第四纪均有，其活动的高峰为海西中晚期；燕山到喜山期活动规模较小。岩浆岩主要分布于盆地周缘隆起区。从活动时间看北早南晚；从分布空间看石炭纪以前东强西弱，二叠纪后则西强东弱（表3）。总之，盆内岩浆活动较弱，对油气生成、聚集影响不大（图2）。

综上所述，塔里木从地台到盆地在沉积发育上具以下特征：

1. 出现三次大海侵，存在四个大沉积旋回。即震旦纪—泥盆纪、石炭纪—早二叠世、晚白垩世—早第三纪三次海侵；震旦—志留系、泥盆—二叠系、三叠—侏罗系及白垩—上第三系四大旋回。

2. 早古生代，由于受基底构造影响，尤其是盆地中央东西向正异常带存在，对其南北起一定分隔作用，至使下古生界的岩性、岩相南北差异性明显。

晚古生代，由于出现了区域性的北西向构造带，盆内形成一隆（中央隆起区）两

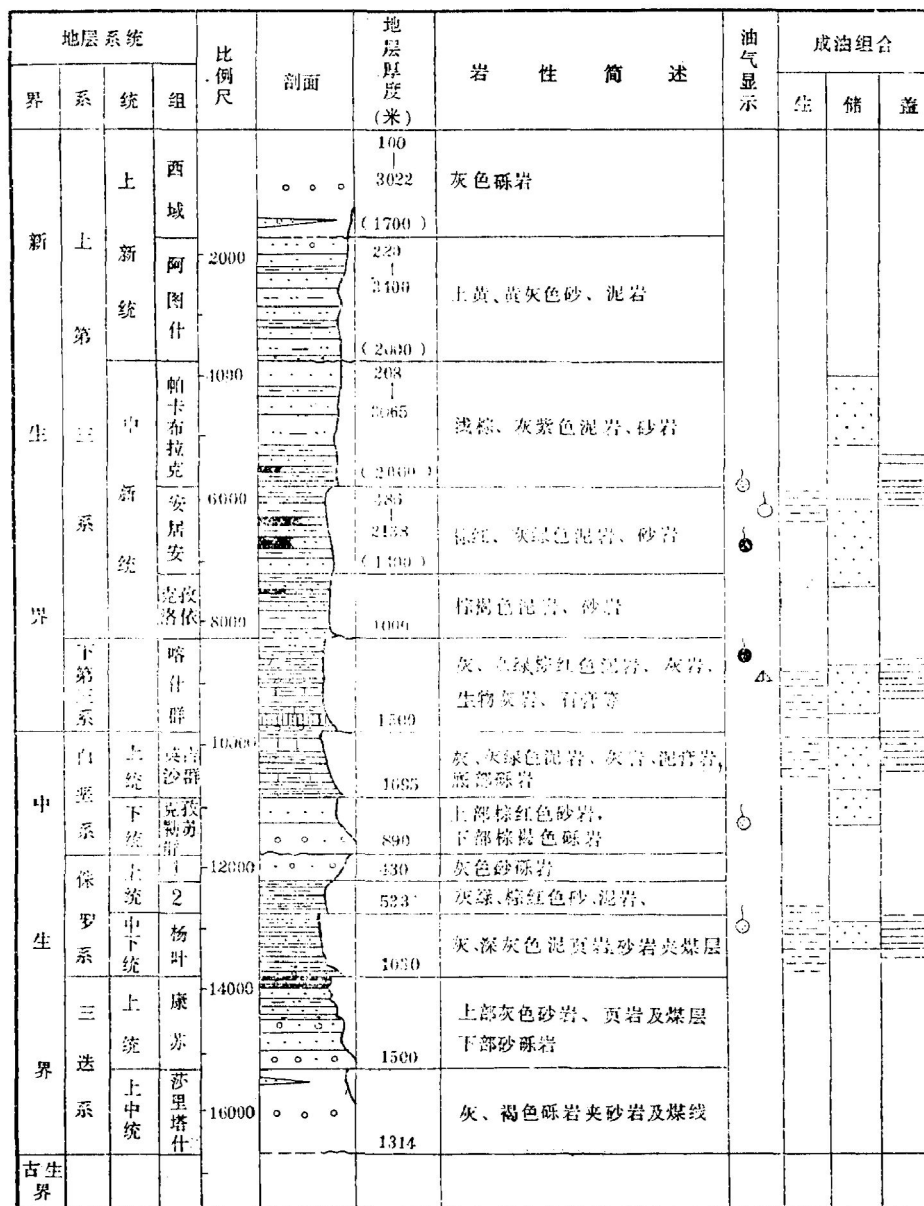


图1 西南坳陷区中新生界综合柱状略图

1. 库孜贡苏 2. 塔尔尕

坳（西南坳陷区和塔东坳陷区）。从而，岩性岩相的东西分带性清楚，即西厚东薄甚至缺失，西部的下二叠统为海陆交互相并夹有火山岩。

3. 中新生代盆地的发展，也经过三个阶段：三叠—侏罗纪断陷时期、白垩—早第三纪断陷时期及晚第三纪统一坳陷时期。但各时代沉积中心均不一致。

4. 由于喜山运动影响，晚第三纪时沉降幅度最大，坳陷最深、堆积速度最快、地层最厚。

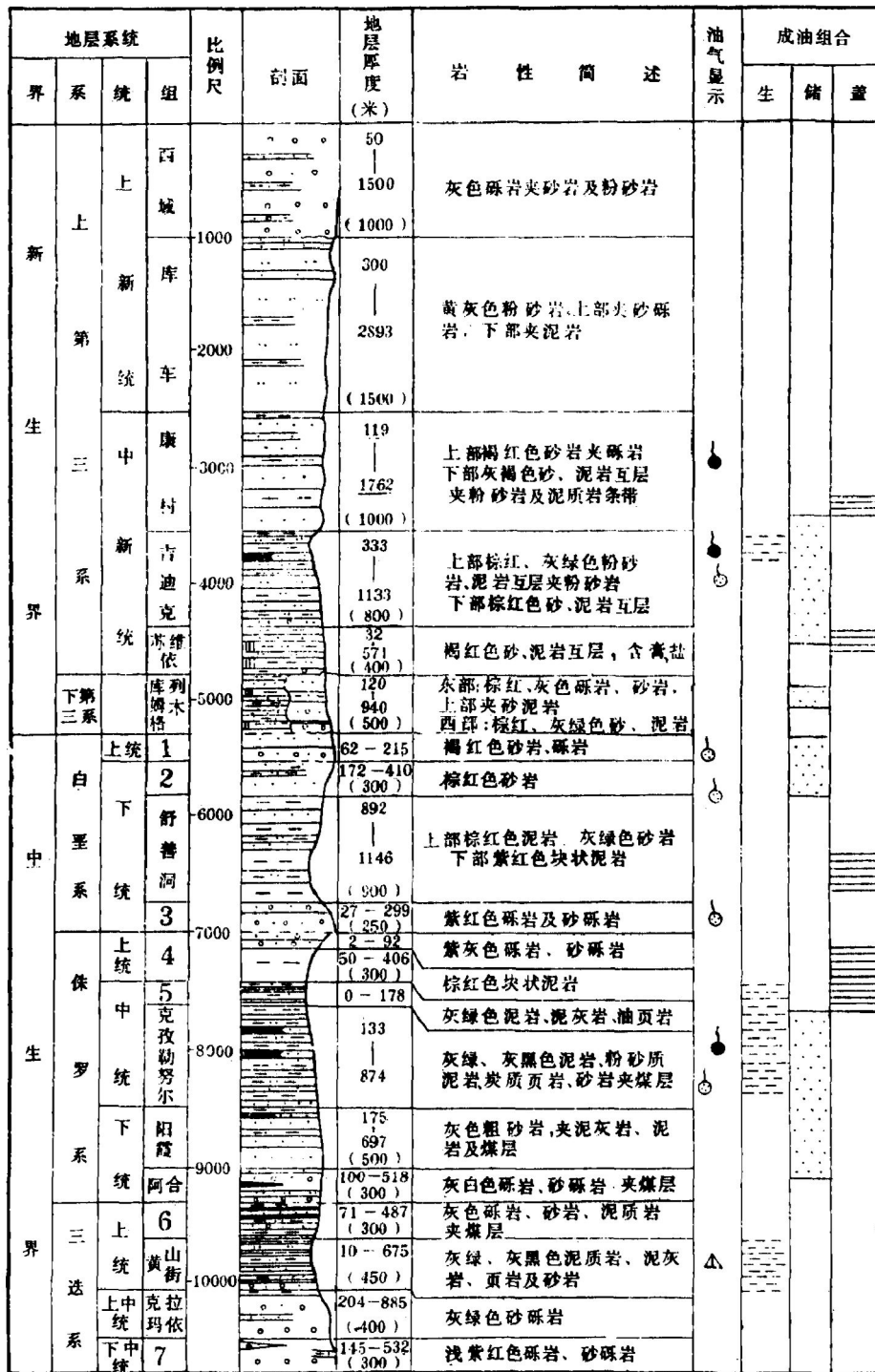


图2 库车坳陷中新生界综合柱状略图

1. 巴什基奇克 2. 巴西盖 3. 亚格列木 4. 格拉扎齐古 5. 七克台 6. 塔里奇克 7. 俄霍布拉克

表 3 塔里木盆地及外缘地区岩浆活动表

地区 岩 浆 岩		铁克里克隆起	柯坪隆起	塔里木盆地西部	阿 尔 金	库鲁克塔克隆起
构造运动期						
新 期	Q			β		
喜 山	R					
燕 山	$\begin{smallmatrix} k \\ j \end{smallmatrix}$			Γ		
印 支	T					
海 西	P	$\Gamma \Gamma$	$\Gamma \Gamma \gamma \Sigma$	$\Gamma \Gamma \gamma \Sigma$		γ
	C				$\Gamma \gamma$	$\gamma \delta$
	D				$\Gamma \Gamma$	δ
加 里 东	S					$\Gamma \gamma$
	O				Γ	$\gamma \delta$
	e					
震 旦 纪	Z	γ	γ			$\Gamma \delta$
元 古 代	Pt				$\Gamma \gamma$	$\Gamma \Gamma \gamma$
太 古 代	Ar					γ

图例： γ 花岗岩类 δ 闪长岩 β 玄武岩 Σ 基性侵入岩 Γ 中基性喷发岩

盆地的构造情况

(一) 区域构造体系及复合、联合关系

1. 东西向构造体系

①天山东西向构造带 属天山—阴山巨型纬向系，展布于北纬40°—44°之间，由三个复式隆起带组成。由北而南有塔尔奇依楼—博格达、哈里克他乌—觉罗塔克和卡拉铁克—库鲁克塔克。

②昆仑山东西构造带 展布于北纬34°30′—36°30′之间，由南（约基台）和北（昆仑山）两隆起带组成。在慕士塔格山地段因帕米尔歹字型影响呈反S形，在昆仑山中段由于阿尔金构造带干扰，使其形成向南突出的弧形。

③盆内东西向构造带

库车拗陷：位于北纬41°20′—40°10′之间，西起乌什东到库尔勒，它是在海西末期运动影响下，天山回返褶皱升起，迫使该拗陷下沉，开始了中新世的发展历史，故属于山前拗陷性质。拗陷内主要构造形迹的展布方向为东西向，中新世发育齐全，厚达万米，油气显示较丰富，含油气远景较好。

沙雅潜伏隆起：由几个重磁力高组合而成，由西而东为柯吐尔、雅克拉、波斯坦、草湖等，该隆起向西与柯坪隆起相连；向东与库鲁克塔克隆起相接，宽约60公里。它是晚古生代和中生代的隆起。

盆地中央隐伏东西向构造带,展布在北纬 39° — 40° 之间。西起乌拉根东到阿拉干。是由太古界结晶杂岩组成的基底磁性正异常岩相构造带。

总之,区内东西向构造体系,具有悠久的发展历史和复杂的演变过程。晋宁运动在天山和昆仑山区就有强烈表现,使早古生代成为地槽性质的沉降带,晚古生代则为回返褶皱带。中生代还在活动。因此,东西向构造带是控制塔里木盆地形成的基本边界条件。

2. 西域系 该体系是我国西北地区较明显的一种古构造形式,分布范围广,规模大,分带性清楚。由走向 290° — 310° 复式褶皱和压性、压扭性断裂为主体,其两侧往往发育有盆地或坳陷。在天山区有博罗霍隆起带和博洛霍坦隆起带。盆内有:

①塔东坳陷区 为晚古生代以来呈北西向展布的坳陷。西北与柯坪隆起相连,西南为巴楚隆起,东南与阿尔金构造带相接。坳陷内又以跃进一号长垣为界,西部称顺托果勒坳陷;东部为满加尔坳陷和孔雀河斜坡。推断其古生界和中生界发育较全,是盆内较好的含油气远景区。跃进一号长垣北部(塔里木河南)的跃参1井见第三系直接不整合于上三叠一下侏罗统之上,并在上三叠一下侏罗统中有厚约400米的暗色泥质岩、页岩,有机质丰富,有利生油。这一发现将大大提高塔东坳陷区含油气远景评价。

②中央隆起区 位于盆地中部呈北西向展布,晚古生代开始逐渐形成。由于晚海西运动影响,在该隆起区边缘或内部产生几条北西向断裂和沿断裂带有火山喷发。中生代处于隆起状态,大部分地区缺失沉积,到中新世之后才总体下沉接受沉积。该区是找古生界油气藏较有利的地区。

③西南坳陷区 位于盆地西南呈北西向展布,为自晚古生代以来长期活动之深坳陷区。古生代、中生代地层发育齐全。多时代生、储油层发育良好。油气显示丰富,局部构造较发育。已在该区内叶城坳陷柯克亚构造上发现高产油气流和在麦盖提斜坡的碳酸盐岩内见良好油气显示和少量原油等。是盆内含油气远景最佳的地区。

3. 帕米尔歹字型 它与我国西部顺时针扭动应力场相适应,呈反S型展布。由克什米尔—喜马拉雅、兴都库什—喀喇昆仑和共产主义峰—西昆仑等三个褶皱带组成。显然,塔里木盆地西南坳陷也受它的控制。它主要活动是从早第三纪晚期以来,由于印度地块强烈碰撞于欧亚地块的结果。

4. 阿尔金构造带 由一系列规模巨大的 55° — 65° 方向平行延伸的压扭性大断裂、线状褶皱及沉降槽地等组成。它主要活动时期是新生代。又可进一步划分三个二级构造带:阿尔金断裂构造隆起带;且末—若羌断陷;北民丰—罗布庄断陷。

5. 河西系 是我国西部及中亚地区较重要的构造型式。它以北北西向的断裂和褶皱为主体。在盆地内发育有:库孜贡苏断陷,普昌、色力布亚断裂和吐木休克断裂等。其主要活动时期是中新生代。但对该体系的确立是初步的,有待进一步研究。

各构造体系复合、联合关系

在漫长的地质历史时期,由于构造运动的多期性和应力活动方式的多样性,必然出现多种构造体系的复合与联合。塔里木盆地的现今构造格局,就是历次构造运动所产生的各种变形的综合产物。

纬向系历史悠久,前震旦纪已有显示,海西中晚期活动最强烈,中生代也在活

动。西域系始于早古生代，晚古生代活动较强并切割了纬向系，故使盆地内部自晚古生代以来主体呈北西向展布的格局。帕米尔歹字型体系始于中生代晚期，新生代活动尤为显著，它对其所在和邻区有深刻影响，与纬向系斜接，与西域系在某些地区呈重接。阿尔金构造带始于中生代，新生代活动最强，与西域系呈反接并对其有较大控制和改造作用，但它最终仍被限制在天山纬向系之南侧（图3、表4）。

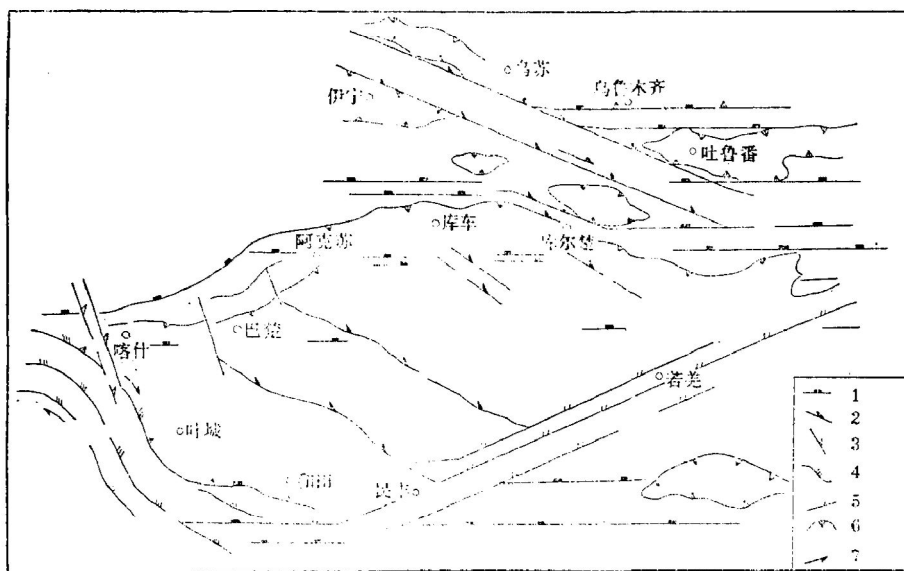


图3 塔里木盆地及外缘地区构造体系联合、复合关系示意图

1. 纬向系 2. 西域系 3. 河西系 4. 帕米尔歹字型 5. 阿尔金构造带 6. 坳陷区 7. 运动方向

表4 各体系活动时期对比表

时代 活 动 状 况 体 系	元古代	早古生代	晚古生代	中生代	新生代
纬向系					
西域系					
帕米尔歹字型					
阿尔金构造带					
河西系					

(二) 塔里木盆地构造区划

根据盆地基底性质, 基底和盖层发育特征, 以及构造体系类型等, 可划分为五个一级构造单元和十九个二级构造单元(图4)。

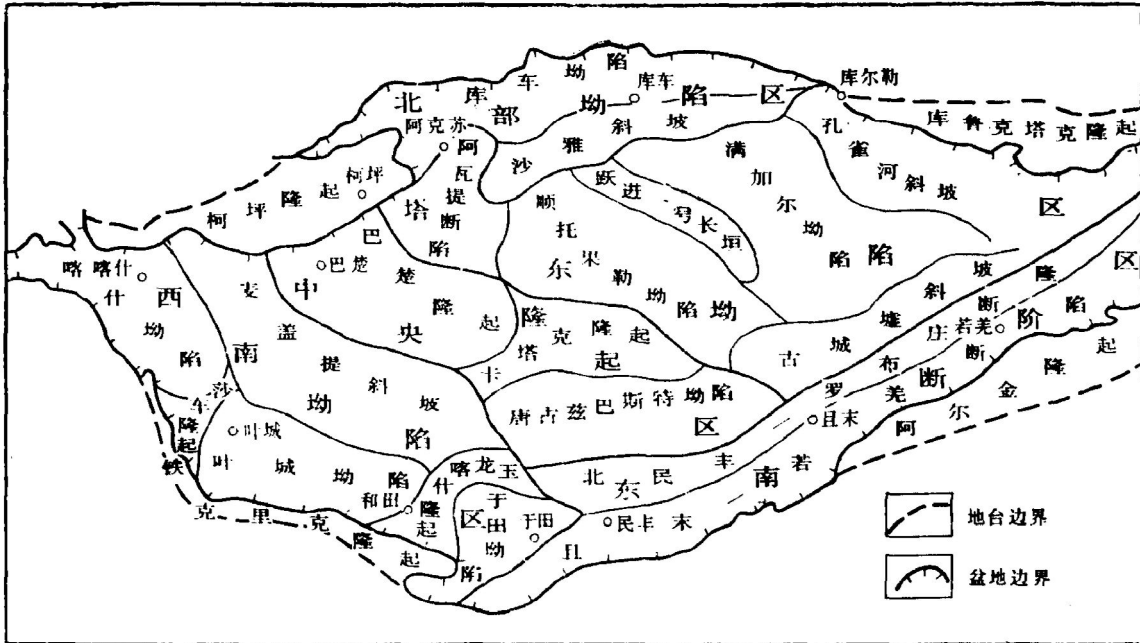


图4 塔里木盆地构造分区图

(三) 断裂特征

断裂是重要的构造形迹, 它是构造体系的骨架。据不完全统计, 盆内主要断裂约50余条。根据其性质和规模可分为区域性大断裂和一般断裂两种。

1. 区域性大断裂: 是指活动时间长, 延展规模大的压性、压扭性断裂, 一般起主干作用。主要有三组: 北东向、东西向和北西向。这些断裂往往是盆内构造单元划分的依据或界线。如东西向的天山山前断裂和昆仑山山前断裂, 是盆地南北缘界线; 北东向的柯坪断裂和阿尔金山前断裂是盆地西北部 and 东南部界线; 北西向的色力布亚—玛扎塔断裂和吐木休克断裂是中央隆起的边界线。

2. 一般断裂: 指断裂规模相对较小, 活动时间晚的表层褶皱中的断裂, 它的分布常与局部构造有密切关系。多出现于背斜轴部或翼部, 具压性和压扭性, 规模小, 断距不大。但是它对油气运移和聚集可能起重要作用, 也发现不少油气苗分布在它的附近。

上述断裂, 靠近老山区的, 多为压性、压扭性高角度逆冲断裂, 其断面多倾向老山, 断距越靠近老山越大。

(四) 局部构造

据不完全统计, 已发现地表局部构造142个, 地震法圈定潜伏构造18个, 另有重力异常19个, 航磁异常81个, 共260个。主要集中在库车坳陷和西南坳陷区。现就地表局部构造特征概述如下:

①靠盆地边缘比较发育, 成排成带出现, 其展布方向与控制它的区域构造有关。如

克里克发现原生油藏。

3. 上白垩统一下第三系：目前仅见于西南坳陷区。为浅海—泻湖相的深灰、灰绿、灰色泥岩、生物碎屑灰岩、灰岩等。厚200—400米，西厚东薄。下第三系海相层在塔东坳陷区可能亦有沉积，有待研究。已在叶城坳陷南缘玉力群构造上发现了原生油气显示。

4. 上第三系中新统：本统分布遍及全盆，但具一定生油性的只有其中的安居安组（在库车坳陷称吉迪克组）。为一套浅湖—淡化泻湖相的灰、灰绿、褐灰色泥岩、钙质泥岩、粉砂质泥岩夹泥灰岩。厚70—200米，最厚达446米。已在本组内发现丰富油气显示。

另外，对寒武—奥陶系碳酸盐岩生油问题也应重视（图1、2，表5）。

表5 塔里木盆地主要生油层地化指标一览表*

层位	项目 厚度	环境指标		有机质丰度与转化指标						
		K	S %	C _{有机} %	B %	A %	OEP	烃含量 %	A/C _{有机}	烃/C _{有机}
N ₁ ²	70	0.06	0.01	0.07	7.8×10^{-5}	0.01	0.01	0.01	0.04	
	446	0.5	1.63	1.16	2×10^{-2}	0.1	5.24	0.06	0.36	
E	20	0.1	0.01	0.03	1.56×10^{-4}	0.01	0.99		0.01	0.006
	200	0.71	0.97	4.93	2×10^{-2}	0.44	1.2	0.003	0.28	0.01
K ₂	10	0.12	0.01	0.03	1.56×10^{-4}	0.02	0.91		0.04	
	100	0.35	0.05	0.49	2.5×10^{-3}	0.04	1.22		0.8	
J ₁₋₂	30	0.2	0.02	0.04	1.56×10^{-4}	0.02	0.82	0.01	0.02	0.004
	600	0.4	0.21	6.47	1.56×10^{-1}	0.82	2.17	0.145	0.42	0.024
T ₃	200		0.01	0.5	1×10^{-3}	0.037				
	400	0.17	0.03	2.41	1.56×10^{-2}	0.3				
P ₁	50	0.1	0.01	0.02	1.56×10^{-4}	0.012	1.08	0.006	0.023	0.066
	300	0.77	0.25	1.21	8×10^{-2}	0.13	2.00	0.026	0.33	0.014
C	150	0.2	0.01	0.02	3.13×10^{-4}	0.01	0.98		0.02	
	500	0.83	0.31	2.21	3.11×10^{-1}	0.42	1.84	0.007	0.75	

* 资料来源于新疆石油管理局及地质部石油地质综合大队

（二）主要储油层

盆内储油层十分发育，分布广泛。既有碎屑岩储集层，也有碳酸盐岩储集层。主要有：上第三系中新统、上白垩统一下第三系、下白垩统、中下侏罗统和石炭系—二叠统（表6）。具多时代、多类型、厚度大和分布广的特点。

盖油层更为发育，生油层本身和各时代的泥页岩、膏盐等均是。

多时代生、储、盖油条件，必然导致多层系的成油组合。盆内主要成油组合类型，可分为侧变式、旋回式和自生自储式等。但是，在不同时代、不同的构造部位其成油组合型式亦不同。在坳陷区宜注意自生自储及旋回式组合；在坳陷边缘斜坡地区要注意侧变式组合。

（三）油气藏圈闭类型

表6 塔里木盆地主要储油层物性参数表

地 层 代 号	厚度(米)		单 层 厚 (米)		孔 隙 度 %		渗 透 率 (毫达西)		注
	总厚	砂砾 岩 %	一 般	最 大	一 般	最 大	一 般	最 大	
N ₁	800 6203	63 96	2—20	325	5—25	28	1—200	1820	依据新疆石油管理局资料汇编
E	<1500	25 87	0.5—6	275	1—23	34	1—11	840	
K ₂	62 1095	20 70	0.3—10	210	6—19	22	6—500	1700	
K ₁	890 1556	60 90	0.3—60	456	5—16	17	<1—90	1108	
J ₁₋₂	408 2272	28 76	1—19	53	5—25	28	<1—5	337	
P	660 2220	22 97	1—5	84	2—13	17	<1	246	

据现有资料将盆内已经查明和可能出现的油气圈闭类型归纳如下：

1. 背斜圈闭：如柯克亚油气田，背斜走向110°；南翼倾角5°，北翼倾角7°。背斜完整，圈闭良好，仅在深部（地震T₃波组）北翼近轴线有一东西向断层，断距不大。另外，克拉托背斜也属此类。

2. 背斜断层遮挡圈闭：如依奇克里克油田为上宽下窄继承性较强的背斜，具有东西两个高点，顺轴向有逆冲断层及正断层发育，到深部几乎是以断层为轴，两盘为翼，油气分布局限在断裂间的高点部位。

3. 地层圈闭：由于盆地具多旋回构造运动和多旋回成油的特点，故各沉积旋回间存在着沉积间断或角度不整合关系，是形成地层圈闭的先决条件。古潜山、地层封闭的油气藏均将存在。西南坳陷西部巴什布拉克白垩系超覆在前震旦系变质岩之上；库车坳陷的吐格尔蒙背斜上第三系中新统吉迪克组超覆在中侏罗统之上。其不整合面上均见油气显示，就是很好的线索。

4. 碳酸盐岩裂隙、溶洞圈闭：盆内碳酸盐岩分布较广，其裂隙亦很发育，如麦参1井从4116—4120米，上石炭统灰岩、生物碎屑灰岩岩心长3米，共发现各种裂隙约117条，其中含油裂隙104条。而且在几个井的钻进中多次出现放空现象。均说明岩层中裂隙或溶洞发育良好。因此，在适当部位找到此类型圈闭的油气藏是可能的。

另外，据盆内存在的岩性、岩相复杂性，还可能存在：生物礁、滩圈闭，岩性圈闭和盐丘圈闭类型的油气田（藏）。

结 语

塔里木盆地面积大，中生代沉积盖层厚，是迭加复合型盆地；具多时代、多成油组合特征；构造条件优越，隆起和坳陷都有长期活动的性质，坳陷内局部构造比较发育，给油气生成、运移和聚集提供了必要的场所和条件；已发现丰富油气显示和高产油气田。这些情况，充分说明盆地含油气远景很好，它将是我国重要的含油气区。

据现有资料认为,西南坳陷区油气远景最好,塔东坳陷区和库车坳陷较好,中央隆起区次之,东南断阶区较差。

参加本项工作的有地质部石油地质综合大队塔里木队的同志。

(收稿日期 1981年3月31日)

主要参考文献

- [1] 李四光, 1962, 地质力学概论。科学出版社, 1973年版。
- [2] 胡冰, 1965, 塔里木地台古生代的几个地质问题。地质学报, 45卷2期
- [3] 关士聪等, 1980, 中国晚元古代至三叠纪海城沉积环境模式探讨。石油与天然气地质, 第1卷第1期。
- [4] 新疆地质局、新疆石油管理局, 1977, 新疆维吾尔自治区区域地质表。

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PETROLEUM IN TARIM BASIN

Kang Yuzhu

(Headquarters of the 3rd Petroleum Prospecting and Exploration, Ministry of Geology)

Abstract

The Tarim basin is the largest inland basin in China, covering an area of about 0.56 m. sq. km. Considerable work was done in the past of petroleum prospecting and exploration but was mainly confined to the Kuqa and the Southwestern depressions. Generally speaking, the basin has not been studied fully.

The writer has made an evaluation of the basin in three aspects. Firstly, based on data of stratigraphy, the sedimentary and tectonic evolution of the basin has been described; the structural systems and divisions, as well as the features in the development of local structures has been expounded from the viewpoint of geomechanics and traditional geology; an explanation of main oil source beds, reservoirs and types of potential oil and gas traps has been presented thereafter.

Finally, the writer suggested that the Tarim basin would be a very promising area for oil and gas. According to the available data, it is pointed out that the oil and gas potential varies in following descending order, the Southwestern depression, the Eastern depression and the Kuqa depression, the Central uplift, and the Southeast fault-step area.