

塔里木中新生代前陆盆地构造分析与油气领域

丁道桂 刘伟新

崔可锐 王道轩 孙世群

(地矿部石油地质中心实验室, 无锡 214151)

(合肥工业大学地质系)

塔里木中新生代库车—拜城、喀什—叶城前陆盆地的形成与演化是与特提斯洋关闭、印度板块对欧亚板块的俯冲、碰撞所产生的远程效应相联系的, 主要是: 塔里木盆地基底向周缘的西昆仑、天山造山带陆内俯冲形成地壳叠加楔; 造山带逆冲岩席向盆地的大规模推覆; 盆地基底挠曲沉降形成挤榨前渊。通过大量的组构分析和三维有限应变测量, 计算了造山带向盆地的推覆距离、前陆盆地的递进变形方式和压缩量以及所形成的圈闭类型和油气领域。

关键词 陆内俯冲 推覆距离 递进变形 油气领域 塔里木

第一作者简介 丁道桂 男 50 岁 高级工程师 石油地质

1 前陆盆地的形成与演化

塔里木板块在早二叠世末至三叠纪古特提斯洋关闭之后, 大陆边缘的天山、西昆仑弧-陆碰撞造山带基本形成, 并开始抬升向塔里木盆地内逆冲。在天山山前形成库车—拜城前陆盆地(T-J), 在西昆仑山前形成喀什—叶城前陆盆地(J)。晚白垩世以来, 前陆盆地的沉降与迁移、变形与扩展的演化过程则主要是与印度板块对欧亚板块的俯冲、消减与碰撞的构造事件相联系。

我们在西昆仑山北带的奥依塔格的皮拉里护林站、盖孜水文站至布伦口等地的韧性剪切带糜棱岩块所获得的几组多硅白云母等矿物 K-Ar 法同位素年龄数据, 大体上反映了晚白垩世以来这一构造事

件, 也正是塔里木中新生代前陆盆地沉降与迁移、变形与扩展的主要时期(表 1)。

晚白垩世(113.3~71.1Ma)至始新世, 印度板块沿科希斯坦—兴都库什缝合带向北俯冲消减和汇聚, 俯冲速率达 16cm/a。此时, 塔里木板块岩石圈也向帕米尔—喀喇昆仑方向挠曲俯冲, 铁克里克和罗布庄拆离体沿其北缘断裂向北推覆抬升, 形成“地壳叠加楔”。喀什—叶城前陆盆地发生第一次迁移, 形成晚白垩世—早第三纪(K₂-E)前渊。在塔里木盆地北部, 受此影响, 天山造山带强烈抬升, 南天山褶皱—逆冲席向库车—拜城前陆盆地推覆, “塔北隆起”可视为岩石圈向北俯冲弯曲, 上地壳破裂和拆离形成的“边缘隆起”。沉降与沉积中心明显向南迁移至库车一带, 沉积了上白垩统 500~1000m 湖泊—河流相砂泥岩层, 并向“塔北隆起”上超覆。

表 1 K-Ar 同位素地质年龄测试结果*

样品	产地	岩性	样品	K%	⁴⁰ Ar (mol/g)	⁴⁰ Ar (%)	⁴⁰ Ar/ ⁴⁰ K	年龄 (Ma)
NL577	皮拉里	辉长岩	角闪石	0.66	1.3383×10 ⁻¹⁰	86.15	6.7937×10 ⁻³	113.3±1.5
NL618	水文站东沟	糜棱岩	角闪石	0.57	7.1569×10 ⁻¹¹	82.28	4.2066×10 ⁻³	71.1±1.4
NL558	水文站东沟	超糜棱岩	多硅质白云母	7.48	4.7966×10 ⁻¹⁰	91.87	2.1484×10 ⁻³	36.6±1.2
NL558	水文站东沟	超糜棱岩	多硅白云母	7.48	4.8939×10 ⁻¹⁰	92.92	2.1920×10 ⁻³	37.3±1.2
NL668a	布伦口	断层泥	伊利石	3.72	1.4724×10 ⁻¹⁰	83.40	1.3261×10 ⁻³	22.7±1.1
NL668b			伊利石	2.74	1.3224×10 ⁻¹⁰	75.83	1.6170×10 ⁻³	27.6±1.2

采用常数: E=0.581×10⁻¹⁰/a, B=4.962×10⁻¹⁰/a, ⁴⁰K/K=1.167×10⁻⁴(原子比)

南京地质矿产研究所同位素室测试

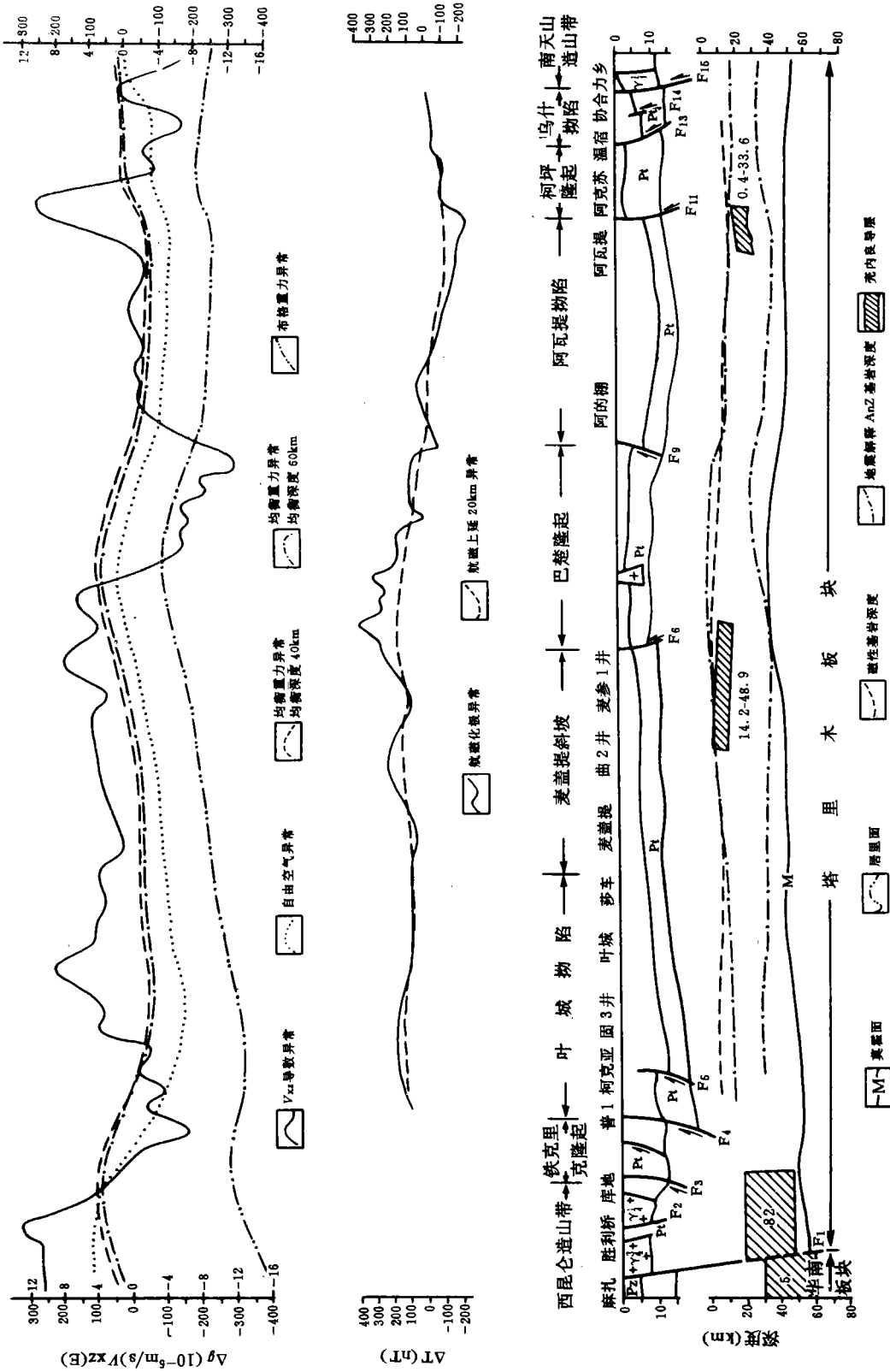


图1 麻扎-克尔维亚布拉克构造地质-地球物理剖面图

(引自地矿部西北石油地质局161队资料,1995)

在渐新世—中新世(36.63~22.7Ma),印度板块与欧亚板块发生碰撞事件,碰撞后印度板块楔入所产生的远程效应,使塔里木板块大陆岩石圈进一步地向南“陆内俯冲”。天山和西昆仑山大幅度隆升推覆,在山前发生强烈沉陷,造成第二次向北迁移的N₁-Q前渊,此时统一的由周缘造山带所围限的塔里木盆地形成。盆地的岩石圈地壳“板梁”以8°的弯曲度向周缘造山带弯曲下沉,由南向北的碰撞水平挤压应力大于地壳均衡调整力(图1)。在西昆仑山前,基底埋深至8~10km,总体呈现向西南方向下倾的斜坡。天山、西昆仑山强烈缩短、抬升并向盆地内推覆。在山前盆地基底大幅度地挠曲沉降,当俯冲角增大至45°时,“陆内俯冲”作用渐止而转入“陆壳榨挤”阶段,此时塔里木盆地莫霍面埋深由40km降至山前地带的80km深度。在西昆仑造山带普遍发育的透入性的一组290°~310°∠15°~20°的拉伸线理的应变矿物角闪石K-Ar法动力变质年龄为6.69~6.8Ma(王道轩等,1994),代表了中新世末—上新世初,由于陆壳榨挤,造山带前缘的断裂产状变陡并激发转变为沿大型断裂的走滑平移运动,造成了前陆盆地右行走滑的挤出作用和变形。

2 铁克里克推覆体与喀什-叶城前陆盆地

2.1 铁克里克逆冲推覆体

铁克里克逆冲推覆构造在组成结构、构造变形特征和变形强度等方面有明显的分带性,可分为锋带、根带和界于两者之间的中带(超叠壳楔或地壳叠加楔)以及后缘带(图2)。

锋带:主体由杜瓦-阿卡孜逆冲韧性剪切断裂带组成,断层面向南,倾角较陡(尤其地表),具有自南向北逆冲性质的推覆剪切带,其构造样式剖面上由一系列逆冲断层束组成叠瓦扇。其断面上陡下缓呈铲状或勺状。夹在逆冲叠瓦扇之间的岩片常形成轴面倒向前陆的不对称褶皱或倒转褶皱,且近前陆翼产状陡,近腹陆翼产状平缓,陡翼常被逆冲断层剪断。在杜瓦水泥厂东山,下元古界埃连卡特群大理岩、中、上石炭统介壳灰岩、生物碎屑灰岩依次逆冲在三叠—侏罗系煤系及白垩—下第三系红层之上。从剖面结构分析,可能为双重逆冲构造。

根带:由喀拉斯坦河-柯岗韧性剪切带、他龙—库尔浪断层组成。韧性剪切带叠加在晚太古—元古代变质岩之上,由钙质糜棱岩及眼球状花岗岩质糜棱岩组成。剪切带中的糜棱岩面理南倾,高角度(60°以上)甚至直立,带宽大于1km。其变形样式为在早期变质变形的片岩、片麻岩和大理岩之上叠加糜棱面理及其伴生的A褶皱、鞘褶皱,为高强度韧性变形带。

中带:系指锋带与根带之间的铁克里克推覆席状体的本体。主要由下元古界基底岩系埃连卡特群和中、上元古界浅变质岩系、未变质的古生界及不同

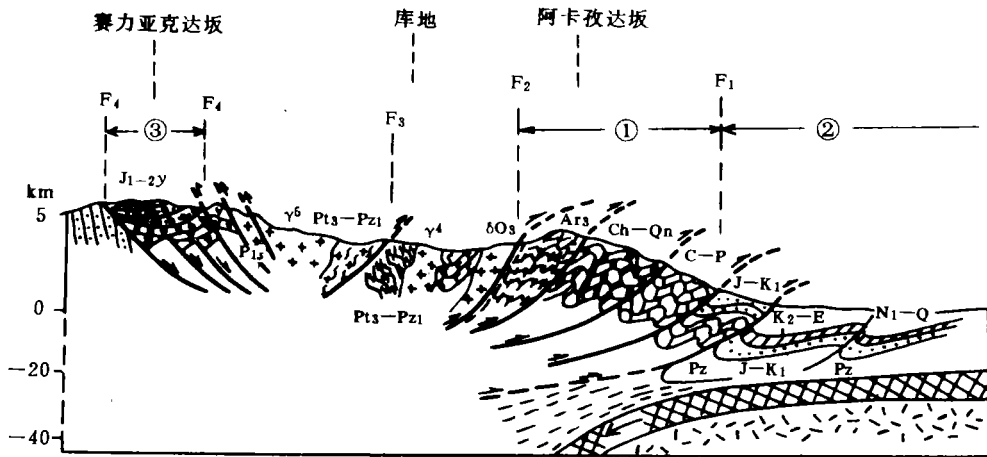


图 2 铁克里克逆冲推覆构造剖面图

①铁克里克推覆体(地壳叠加楔); ②前陆盆地; ③推覆体后缘拉张带(山间断陷盆地); F₁-杜瓦-阿卡孜断裂带(推覆体锋带); F₂-喀拉斯坦河-他隆-库尔浪韧性推覆剪切带(推覆体根带); F₃-库地南、盖孜西韧性推覆剪切带(库地-奥依塔格蛇绿混杂岩带); F₄-峡南桥-赛力亚克达坂断裂带(推覆体后缘拉张带,后期转化为逆冲断层带)

时期的侵入岩体组成。中带变形相对较弱,由南向北从高角度透入性板劈理带(产状 $162^{\circ}\sim 175^{\circ}\angle 60^{\circ}\sim 80^{\circ}$),逐渐变平缓出现逆冲叠瓦扇、斜歪倒转乃至平卧褶皱及节理等小型脆性破裂。在成因机制上属纵向挤压引起顺层滑动而产生的弯滑褶皱。在这里层间滑动起决定性作用,属浅层次变形。

后缘带:新藏公路峡南桥至赛力亚克达坂一带可能为铁克里克推覆构造和西昆仑北带逆冲岩席的后缘拉张带。侏罗纪是一个断陷盆地。沉积物为下、中侏罗统叶尔羌群和上侏罗统库孜贡苏组,是一套复成份砂砾岩、泥页岩含煤建造,顶、底均为断层接触。其下部砾岩不仅成分复杂,分选性极差,而且大小混杂(几厘米至数十厘米),无层理,总厚度大于 1350m,代表一种快速堆积环境,属于崖下扇相沉积。在时间上同时、空间上隔铁克里克隆起带,相应的侏罗系含煤建造,出露在逆冲推覆构造锋带下盘的杜瓦煤矿至达木斯乡煤矿一线。其构造属性后者为前陆挤压盆地,前者为后缘拉张断陷盆地,都是在统一的构造应力场作用下的产物。

逆冲推覆构造的有限应变测量:在逆冲推覆构造的锋带、中带及根带不同部位,选择了石英、鲕粒和砂屑、砾石及析离体等应变标志体作为研究对象,揭示推覆构造的变形量和变形机制。

由表 2 可以看出:反应应变强度两个参数 $\dot{\epsilon}$ 和 r ,根带部位分别平均为 0.81 和 0.41。中带平均 $\dot{\epsilon}=0.50$, $r=0.86$,向北(中带腹部)减小,然后至锋带杜瓦断裂,洛浦阿其克又升高到 $\dot{\epsilon}=1.08$, $r=1.87$ (平均值 $\dot{\epsilon}=0.77$, $r=1.37$)。显示由根带—中带—锋带,应变强度的变化为强—弱—强。

最大拉伸 x 方向:在根带喀拉斯坦河为 30.5° 和 217.7° ,倾角中等(43.9° , 50.5°)即 NNE—SSW 向拉伸。在中带至锋带地区为近 EW—NWW 向水平拉伸。

富林参数 K 值,从根带—中带—锋带,呈压扁型—近单剪型—拉长型应变机制。计算求得沿 x 方向:根带平均拉伸 98%;中—锋带平均拉伸 80%,沿 y 方向:根带平均拉伸 10%;中—锋带平均缩短 9%,接近于不变形,沿 z 方向:根带平均缩短 51%;中—锋带平均缩短 36%~41%。由此而估算出铁克里克推覆体向北推覆距离大约在 70km 以上。

2.2 喀什—叶城前陆盆地

2.2.1 前陆盆地构造变形

逆冲构造是中、上层次地壳在挤压变形场中的

主要变形方式之一,也是大部分前陆盆地的主要构造表现与变形方式,往往是造山带前缘逆冲岩席和克拉通地壳基底拆离的“地壳叠加楔”的逆冲运动所产生的。前陆盆地的构造变形是从造山带向克拉通方向呈有规律的变化。可分为(1)叠瓦状的逆冲断层系;(2)倒转背斜及双冲构造带;(3)隐伏逆冲前缘带。在不同的前陆盆地,构造组合上是有差异的。不过总体上遵循由造山带向克拉通方向的递进变形规律(图 3)。以莎车隆起为界,西部为喀什拗陷,东部为叶城—和田拗陷,二者在变形上有所区别。

(1)喀什拗陷:干加特与棋盘背斜是南翼缓、北翼陡、轴面南倾的倒转和不对称背斜。轴部出露二叠系地层。是属于双冲构造带的上层次断弯—断展褶皱。由于地震尚未得到深层反射,根据构造分析预测应该具有在深层发现隐伏的下层次断展—滑脱背斜的可能性,或许是未来塔西南拗陷油气勘探的新的重要领域。

但值得指出的是:喀什拗陷内的阿图什、明遥路、喀什等背斜,从变形强度分析,促使变形的挤压应力是来自于南天山的西段,即属于南天山前陆盆地变形,因为喀什拗陷是南天山与西昆仑两个造山带前陆盆地并列叠加的结合部,也是两个不同方向挤压应力与应变场的干涉带,使其深层次的变形构造可能更为复杂。

(2)叶城—和田拗陷:普萨—杜瓦倒转背斜—双冲构造带,南界为铁克里克推覆体前缘断裂,北界是和田断裂。主要发育有:普萨、克里阳、玉力群、桑株、杜瓦及皮阿曼等背斜构造。背斜两翼倾角 70° 至倒转,北翼往往被杜瓦断裂及和田断裂所切割,呈现紧闭线状褶皱,轴线 NWW 向,轴部大多出露了上古生界—中生代地层。与喀什拗陷南部相类似,这些地表的倒转背斜极有可能是双冲构造带上层次的逆冲滑脱断层(杜瓦断裂、和田断裂)上盘的断弯褶皱。在这一逆冲岩席的深层还应存在下层次逆冲断层及断展—滑脱褶皱才是真正值得注意和具有极大油气潜力的隐伏圈闭。柯克亚—固满隐伏逆冲前缘带,主要发育有柯克亚背斜、合什塔克和固满背斜,为不对称—偏对称平缓背斜。背斜两翼产状倾角在 20° 以下,轴部出露 N_2 — Q 地层。由南向北变形强度逐渐减弱。近年来的地震勘探表明,在新生界之下存在着—系列南倾的冲断层,目前已形成工业性油气田。

2.2.2 前陆盆地的构造平衡剖面

对和田—叶城前陆盆地中普萨—柯克亚剖面进

表2 铁克力克逆冲推覆构造三维有限应变计算结果

样品 编号	采样 位置	应 变 标 志 物	有 限 应 变 椭 球 轴 比	最大主应变轴(x)			中间主应变轴(y)			最小主应变轴(z)			应变强度		平均 轴 长 (\bar{C})	z 轴 压 缩 量 (%)	富林参数						
				$1+\epsilon_1$	ϵ_1	倾 向 (度)	倾 角 (度)	$1+\epsilon_2$	ϵ_2	倾 向 (度)	倾 角 (度)	$1+\epsilon_3$	ϵ_3	倾 向 (度)			倾 角 (度)	$\bar{\epsilon}$	r	$\frac{1+\epsilon_1}{1+\epsilon_2}$	$\frac{1+\epsilon_2}{1+\epsilon_3}$	K_1	K_2
XZ390	洛浦县 阿基克	砂屑、鲕粒	2.31/1.14/1.00	1.67	0.51	98	1	0.83	0.19	190	52	0.72	-0.33	7	38	0.52	0.90	1.38	28	2.01	1.15	6.73	5.00
XZ393		石英砂岩	5.49/1.34/1.00	2.82	1.04	189	51	0.69	-0.46	340	36	0.51	-0.67	80	14	1.08	1.87	1.94	49	4.09	1.35	8.83	4.69
XZ385		碎斑压力影	6.28/2.01/1.00	2.66	0.98	298	7	0.89	-0.12	206	19	0.42	-0.88	46	69	1.07	1.85	2.36	58	2.99	2.12	1.78	1.46
XZ373	阿喀孜 北坡	砂屑鲕粒	2.00/1.33/1.00	1.44	0.36	201	5	0.96	-0.04	292	18	0.72	-0.33	97	71	0.40	0.69	1.39	28	1.50	1.33	1.52	1.42
XZ365G		砂屑	1.61/1.46/1.00	1.21	0.19	96	2	1.09	0.10	187	31	0.75	-0.29	21	59	0.29	0.51	1.33	25	1.10	1.47	0.21	0.25
XZ365B	新疆线 68km	石英砂岩	2.01/1.27/1.00	1.47	0.39	226	42	0.93	-0.07	341	25	0.73	-0.31	92	38	0.41	0.71	1.37	27	1.58	1.27	2.15	1.91
XZ358		砾石	2.85/1.73/1.00	1.67	0.51	131	22	1.02	0.02	228	18	0.59	-0.53	225	61	0.60	1.04	1.70	41	1.64	1.73	0.88	0.90
BXJ	白辛集	砾石	2.87/2.75/1.00	1.44	0.36	312	8	1.38	0.32	209	60	0.50	-0.69	46	29	0.69	1.19	1.99	50	1.04	2.76	0.02	0.04
		角闪石	2.57/1.79/1.00	1.55	0.44	31	51	1.08	0.08	252	32	0.60	-0.51	148	21	0.55	0.96	1.66	40	1.44	1.80	0.55	0.62
XZ13	喀拉斯 坦河	析离体	2.98/2.59/1.00	1.51	0.419	218	44	1.31	0.27	319	11	0.51	-0.67	60	44	0.68	1.17	1.98	49	1.15	2.57	0.10	0.15
ZB539		碎斑压力影	6.06/2.85/1.00	2.34	0.85	294	18	1.10	0.10	68	66	0.39	-0.94	198	16	1.04	1.80	2.58	61	2.13	2.82	0.62	0.73
ZB539	中巴线 1612km	石英亚颗粒	2.39/1.18/1.00	1.69	0.52	220	44	0.84	-0.17	329	19	0.71	-0.34	76	40	0.53	0.91	1.41	29	2.01	1.18	9.61	4.22
ZB550		石英拔丝	13.49/7.18/1.00	2.94	1.08	96	72	1.56	0.44	230	13	0.22	-1.52	323	13	1.56	2.71	4.59	78	1.88	7.09	0.14	0.32
ZB550BS	水文站 东沟	石英亚颗粒	1.86/1.60/1.00	1.29	0.25	256	27	1.11	0.10	88	62	0.70	-0.36	348	5	0.37	0.64	1.44	30	1.16	1.59	0.27	0.32
ZB553		石英拔丝	12.44/2.18/1.00	4.15	1.42	273	1	0.73	-0.31	3	30	0.33	-1.11	180	60	1.49	2.59	3.00	67	5.68	2.21	3.87	2.19

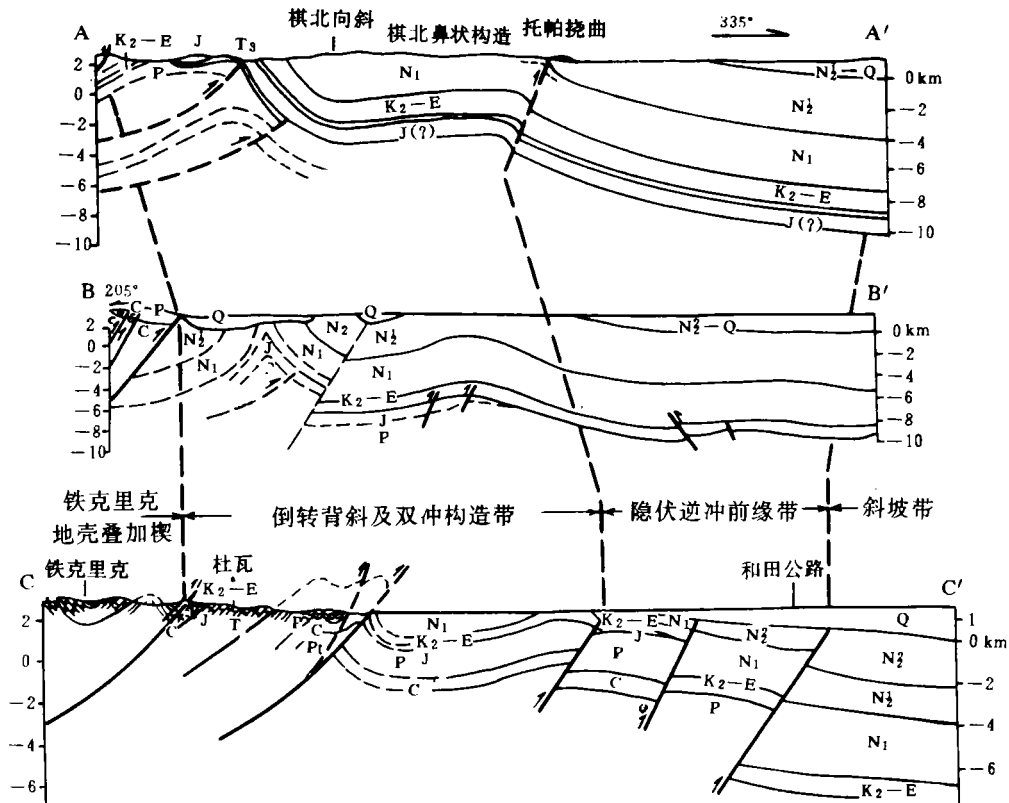


图 3 塔西南中新代前陆盆地逆冲构造剖面示意图
 A-A':干加特-棋北地震地质解释剖面图;B-B':普萨-固满地
 震地质解释剖面示意图;C-C':杜瓦-和田公路地震地质解释剖面图

行了平衡和复原结果表明:缩短主要发生在古生界和中生界,缩短率达 30%左右。

3 南天山推覆体与库车-拜城前陆盆地

3.1 南天山推覆体

以南天山-阿克库勒剖面为例,南天山逆冲推覆岩席的构造格架是一个南天山南缘逆冲断裂带、南天山主脊逆冲断裂带和拉尔墩韧性剪切带控制的褶皱-逆冲构造带。这 3 组主干断裂带呈近 EW 向展布,将整个南天山逆冲岩席分成两个变形特征相异的推覆系统(图 4),即南天山北坡推覆席和南天山南麓推覆席。

3.1.1 南天山北坡推覆席与南天山主脊逆冲断裂带

南天山北坡推覆席南以南天山主脊逆冲断裂带为界,北以拉尔墩韧性剪切带为界,主要由古生代地层组成。南天山主脊逆冲断裂带是南天山北坡逆冲推覆席的底板断裂,在丁河桥一带及其以北地区,志留纪和泥盆纪的碎屑岩强烈变形,并指示由北而南

的位移。推覆席的主体构造是一个不对称的复式向斜构造。其内部发育的褶皱构造可以分成箱形褶皱、斜歪褶皱和压扁紧闭褶皱 3 种形态类型。箱形褶皱主要发育在推覆席中部泥盆纪碎屑岩地层中。倾斜褶皱主要发育在石炭系厚层灰岩中。压扁紧闭褶皱主要发育推覆席南部志留系碎屑岩系中,是复式褶皱的次级构造。

推覆席内新生的构造面理主要是发育在泥岩、泥质砂岩中的笔式劈理和灰岩中局部发育的压溶劈理。以上的褶皱构造和新生的构造面理表明:①推覆席内的变形构造是在地壳浅层变形形成的;②褶皱类型和笔式劈理都指示中部的变形比南侧变形弱,反映了在推覆席内部存在一个应变强度梯度;③劈理和褶皱的形态和位态表明纯剪变形是主要变形机制。

对南天山北坡推覆席进行了剖面的平衡与复原,推覆席的主拆离面在志留系厚层灰岩的底部,利用多层剩余面积图解法求得其深度是 6.1km,这与大地电磁 MT-Ⅲ 线测深剖面(詹麒,1989)所揭示的

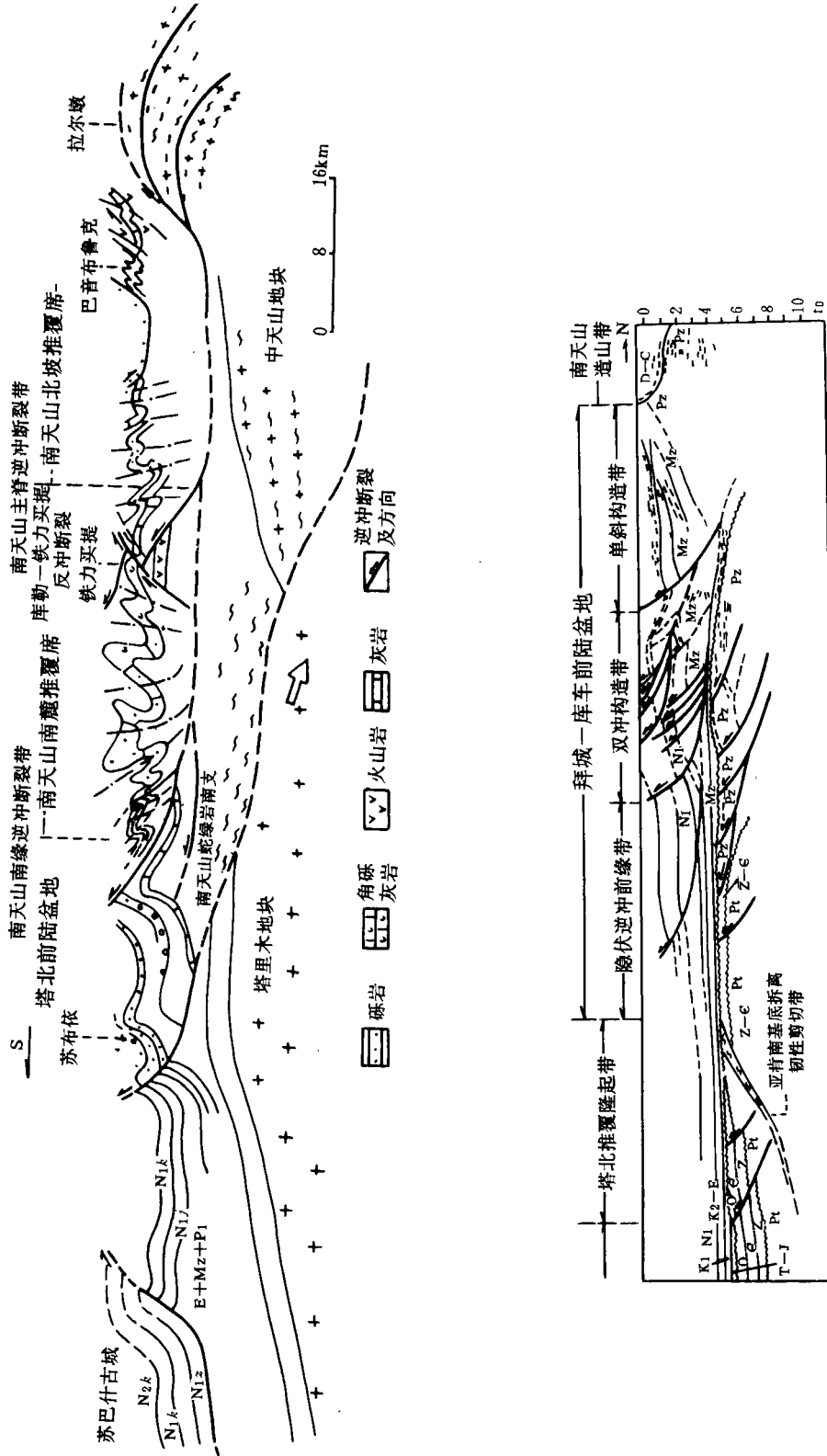


图 4 塔里木盆地北部南天山-阿克库勒构造剖面图

在整个南天山北坡大约深 7km 处存在一个近水平的壳内高导层的结果是一致的。对比变形剖面与复原剖面求得最小缩短量是 84km, 缩短率是 58.3%, 即推覆席展平后的宽度最窄 145km。

3.1.2 南天山南麓推覆席与南缘逆冲断裂带

南天山南麓推覆席的底板断裂是南天山南缘逆冲断裂带, 也是影响库车前陆盆地形成、演化的主干断裂之一, 是一条在脆-韧条件下由强烈简单剪切变形塑造而成的构造带。所改造的地层均属于上古生界, 断裂带是一个由 5 条分支断裂组成的逆冲叠瓦扇。每一条断裂都是一个具有一定厚度的剪切带, 主位移面位于剪切带的底部, 上盘变形强于下盘。与主干逆冲断层共生的中、小型及显微构造显示这些剪切带是一期递进变形的产物。断裂带内褶皱构造发育, 多数集中在主位移面附近, 在断层的上盘最发育。这些褶皱构造分成 3 种类型, 分别是 A 型褶皱、前翼褶皱和 B 型褶皱。断裂剪切带中的构造面理有两种类型: 一是相应于褶皱轴面的 S 面理, 一是大致平行于主位移面的 C 面理。S 面理是透入性的构造面理, 其产状稳定, 显微构造研究证实, S 面理是压溶劈理, 是在纯剪条件下形成的。C 面理密度直接反映了变形强度, 其改造了 S 面理使之弯曲成“S”型。是在单剪条件下形成的。S 面理和 C 面理代表着同一变形过程前后两个变形阶段。南天山南缘逆冲断裂带中发育的各种示向标志都一致地证实此断裂带是沿 170° 方向由北向南简单剪切而成, 表明南天山南麓推覆席是向南移位的。此断裂带的分支断裂主要是以背驮式逆冲方式扩展的。对推覆席进行剖面的平衡与复原计算求得拆离面的深度距现今的地表 2.9km, 缩短率是 76%, 据此我们可以把南天山南麓推覆系所代表的盆地原型复原为现今长度的 5 倍, 即最窄 100km 左右。

通过上述对两个逆冲推覆系的平衡和复原, 我们确信在西南天山造山带内确实存在使地质体发生大规模水平位移的逆冲推覆构造, 南天山推覆体厚度约 6.1~2.9km, 而且最小的水平移位距离大于 100km, 若将造山带展平复原, 南天山褶皱-逆冲构造带盆地原型的最小宽度是 250km, 南天山逆冲推覆构造岩片的加积负载加剧了在造山初期, 向造山带作陆内俯冲的塔里木盆地基底的沉降, 库车-拜城拗陷南侧的“塔北隆起”可视为岩石圈向北俯冲弯曲, 上地壳内破裂和拆离形成的“边缘隆起”, 而北侧山前 T_2^0 波组以下古生界地层的叠瓦状逆冲断片实

质上就是盆地基底向天山陆内俯冲所造成的“地壳叠加楔”。有如洛基山脉前陆盆地一样, 库车-拜城前陆盆地是随南天山逆冲岩席由北向南的推进而逐步向南迁移的。库车-拜城前陆盆地的形成、发展实质上是对南天山造山带不断由北向南移位造成的岩石圈均衡载荷的响应。

3.2 库车-拜城前陆盆地

3.2.1 前陆盆地构造变形分析

前陆盆地变形自北而南分为 3 个构造变形带 (详见图 4):

(1) 北部单斜构造带: 地表地层产状较陡, 是由于南天山推覆岩席推挤使中生代地层掀斜陡立, 以及形成轴面产状直立-南倾的紧闭状背斜-倒转背斜。轴部出露中生界及更老的地层, 如吐格尔明、依奇克里克、库姆克列木、吐兹洛克、喀桑托开等背斜构造。它们均处于犁式逆冲断裂, 如依奇克里克-库姆格列木断裂、吐兹玛扎-喀桑托开断裂的上盘, 为断弯型褶皱。拜城凹陷实质上是单斜-倒转构造带与双冲构造带之间的一个向斜凹陷。主要保存了厚厚的中-上新统地层。

(2) 中部双冲构造带: 一般具有叠瓦状分支压缩断层体系, 呈渐近曲线向下汇交于底面冲断层, 向上汇于顶面冲断层。从 692 线地震剖面可以识别出这个双冲构造。东秋立塔克背斜是底面犁式逆冲断层 (秋立塔克断层) 断坪部位上的断展背斜。秋立塔克断层是沿着 T_2^0 波, K_2 -E 地层底部含石膏泥岩层而发生的主要滑移面, 一系列分支断层向下汇交于近水平的主滑移面上。在背斜核部可能存在膏泥岩形成的盐枕充填于脱顶部位。

顶板犁式逆冲断层是沿着 T_2^0 波发生的, 在上盘发育了地表的上秋立塔克背斜, 但其构造轴线比下秋立塔克背斜由于滑脱而产生偏移。在双冲构造带除了发育东秋立塔克背斜之外, 还有库车塔吾、米斯坎塔克、南、北秋立塔克等背斜构造。

(3) 南部隐伏逆冲前缘带: 沿着 T_2^0 波组发生滑移的亚肯断裂是一条低角度的犁式逆冲断层, 前缘中止于 T_2^0 波。断层面上盘以 N_1 地层为主形成亚肯背斜、库车背斜等开阔、平缓、低构造幅度的断展-滑脱背斜。背斜南翼产状较北翼陡, 指示由 N 向 S 的挤压褶皱作用, 并随断层扩展, 各层次背斜轴部交点向南偏移。隐伏逆冲前缘一般认为是勘探油气较为有利的地区。

前陆盆地中的中生界地层的有限应变测量结

果列于表3。表中富林参数绝大部分小于1,在富林图中投影大部分落在压扁区域,表明前陆盆地及天山地区在中新生代受到挤压作用。表中各地区的应变强度北天山平均为0.20,中天山平均为0.27,前陆盆地则平均为0.33,反映了应变强度南大北小,从北向南递增。地质上的野外调查也证实了这一点。从表中还可看到前陆盆地的平均压缩量为28.8%。

3.2.2 前陆盆地的平衡剖面及应力场方向

图5是库车-拜城前陆盆地的平衡剖面图,其压缩量为21.5%,柯坪地区经平衡剖面恢复的逆冲缩短量为24%,与用磁组构、三维有限应变测量计算的缩短量28.8%基本一致。若以压缩量24%代表天山地区及前陆盆地中新生代地层平均缩短量,南天山造山带及前陆盆地宽360km,则它们在中新生代平均缩短了86km。前陆盆地内中生界地层中早期平面共轭节理的平均产状是 $135^{\circ}/83^{\circ}$ 、 $240^{\circ}/90^{\circ}$,按共轭节理求主应力值得出前陆盆地中新生代的应力场方向是 $\sigma_1=7^{\circ}/6^{\circ}$; $\sigma_2=150^{\circ}/83^{\circ}$; $\sigma_3=276^{\circ}/6^{\circ}$ 。该结论和磁组构及三维有限应变测量得

出的主应变轴的产状基本一致。

4 塔里木中新生代前陆盆地以双冲构造和滑脱构造为基本风格的构造变形与成藏模式

在前陆盆地中,最有利于油气富集的构造部位是双冲构造带底面逆冲断层上的断展背斜与滑脱背斜,隐伏逆冲前缘的断层扩展褶皱,以及被动顶板双冲构造所夹持的“三角带”。从库车-拜城与喀什、叶城拗陷内已勘探证实的油气富集趋势看,我们认为库车-拜城前陆盆地的东秋立塔克双冲构造带的下层次隐伏背斜带,大宛其-察尔其及亚肯-库车隐伏前缘带;叶城前陆盆地中的干加特-棋盘、普萨-杜瓦双冲构造带的下层次皮牙曼-洛甫隐伏背斜带;柯克亚-桑株隐伏逆冲前缘的平缓构造带以及逆冲断裂前缘下盘所遮挡的“帽沿状”或“屋脊状”的地带将是主要的油气富集带。

表3 天山及库车前陆盆地中生界地层的有限应变测量结果表

编号	地点	有限应变 椭球轴比	最大主应变轴			中间主应变轴			最小主应变轴			应变 强度	压缩 量	富林 参数	
			1+e ₁	倾 向	倾 角	1+e ₂	倾 向	倾 角	1+e ₃	倾 向	倾 角				
Tcz0322	北 天 山	1.19/1.31/1.00	1.02	231	18	1.12	133	24	0.86	355	59	0.15	14%	0.5	
Tcz1013		1.40/1.22/1.00	1.18	201	53	1.02	108	2	0.84	17	36	0.19	16%	0.76	
Tcz0301		1.58/1.31/1.00	1.24	239	32	1.03	122	36	0.78	358	38	0.27	21%	1.62	
Tcz0304		1.75/1.46/1.00	1.28	292	5	1.07	202	43	0.73	32	46	0.19	27%	1.41	
Tcz1129	中 天 山	1.67/1.46/1.00	1.23	251	13	1.08	148	44	0.74	354	43	0.30	26%	0.29	
Tcz1429		1.36/1.31/1.00	1.12	276	27	1.08	94	63	0.83	186	1	0.19	17%	0.1	
Tcz1528		1.78/1.38/1.00	1.32	274	0	1.02	184	38	0.74	4	52	0.33	26%	0.76	
Tcz1536	库 车 - 拜 城 前 陆 盆 地	1.73/1.33/1.00	1.31	250	4	1.00	156	42	0.76	345	48	0.31	24%	1.00	
Thz0204		1.44/1.26/1.00	1.18	292	17	1.00	169	61	0.819	29	23	0.21	18%	0.82	
Thz0222		2.11/1.78/1.00	1.36	278	47	1.15	170	16	0.64	67	38	0.45	35%	0.23	
Thz0235		1.98/1.50/1.00	1.37	250	3	1.04	157	56	0.70	342	34	0.39	31%	0.65	
T826		2.46/1.58/1.00	1.57	217	26	1.01	122	11	0.64	11	61	0.29	36%	0.94	
T818		1.86/1.49/1.00	1.32	265	5	1.06	164	64	0.71	358	25	0.36	29%	0.51	
平均		综合	1.71/1.41/1.00		255	19		148	38		9	38	0.28	24%	0.58

TECTONIC ANALYSES AND HYDROCARBON DOMAINS IN THE MESOZOIC AND CENOZOIC FORELAND BASINS OF TARIM

Ding Daogui Liu Weixin

(Central Lab of Petroleum Geology, MGMR)

Cui Kerui Wang Daoxuan Sun Shiqun

(Department of Geology, Hefei Polytechnical University)

Abstract

The formation and evolution of Mesozoic and Cenozoic Kuche-Baicheng and Kashi-Yecheng foreland basins in Tarim are related to the close of Tethys and long-range effects produced by the subduction and collision of Indian plate to Eurasian plate. It is mainly showed that the basement of Tarim Basin subducted intracontinentally to peripheral West Kunlun and Tianshan orogenic belts to form crust-stacked wedges, the thrust sheets of orogenic belts napped basinward in a large scale, and the basement of the basin flexurally subsided to form compressional foredeeps. By a large amount of fabric analyses and three-dimensional finite strain measures, the basinward napping distance of orogenic belts, the progressive metamorphic patterns and compressed volume of foreland basins and the trapping types and hydrocarbon domains formed are calculated.