

文章编号: 0253-9985(2005)01-0057-08

帕米尔地区碰撞构造与塔里木盆地的改造

丁道桂, 罗月明

(中国石化石油勘探开发研究院无锡实验地质研究所, 江苏无锡 214151)

摘要: 帕米尔地区碰撞构造的岩石与同位素年龄记录了印度板块对亚洲板块的运动, 经历了新特提斯洋俯冲消减($113 \pm 1.5 \text{ Ma} \sim 71.1 \pm 1.4 \text{ Ma}$)、印度板块与亚洲板块发生碰撞($36.95 \pm 1.2 \text{ Ma}$)、印度板块与亚洲板块碰撞后持续挤压($6.69 \sim 6.80 \text{ Ma}$)等3个阶段。处于帕米尔冲断带前缘的塔西南侏罗—白垩纪/老第三纪前陆盆地, 经印度板块与亚洲板块碰撞作用改造后, 仅留下麦盖提斜坡带和塔中—巴楚前缘隆起带两部分; 中新世—第四纪前陆盆地的沉降中心向北迁移至叶城—喀什一线, 快速的沉降作用堆积了5 000~6 000 m的粗碎屑沉积物。天山造山带南侧的库车中新世代前陆盆地结构上比较完整, 改造程度小于塔西南, 保留了依奇克里克—克拉苏侏罗—白垩纪/老第三纪前陆沉降带、秋立塔格—亚肯斜坡带和牙哈—塔北前缘隆起带; 在中新世碰撞作用期间, 大部分三叠—侏罗纪/早白垩世地层则形成了逆冲断层与断弯—断展褶皱带, 秋立塔格—亚肯斜坡带的滑脱断层与滑脱褶皱的递进变形带; 之后, 又被向南迁移的拜城—阳霞上新世—第四纪凹陷所叠加、覆盖而保存, 具备了形成大型天然气田的条件。中新世印度板块与亚洲板块碰撞后挤压与平移挤出作用阶段, 在喀什坳陷内形成英吉莎、明遥路等深层原地变形体背斜, 西天山山前的阿图什背斜、克拉苏背斜、塔浪河、阿拉布拉克等深部白垩—下第三系, 也可能存在属于碰撞构造期(第③期)的原地褶皱变形体构造。这些构造应是塔里木盆地的主要勘探目标。

关键词: 碰撞构造; 同位素年龄; 盆地改造; 塔里木盆地

中图分类号: TE111.1

文献标识码: A

Collision structures in Pamir region and reformation of Tarim Basin

Ding Daogui, Luo Yueming

(Wuxi Institute of Experimental Petroleum Geology, Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu)

Abstract: Rock and isotopic age of the collision structures in Pamir region have recorded the movement of Indian plate toward Asian plate, which has experienced subduction and consumption of Neo-Thetys ($113 \pm 1.5 \text{ Ma} \sim 71.1 \pm 1.4 \text{ Ma}$), collision of Indian and Asian plates ($36.95 \pm 1.2 \text{ Ma}$) and continuous squeezing after collision ($6.69 \sim 6.80 \text{ Ma}$). The Jurassic-Cretaceous in the southwestern Tarim Basin / Paleogene foreland basin, located in front of the Pamir thrust zone, have been reformed by the collision of Indian and Asian plates, and only the Maigaiti slope zone and Tazhong-Bachu frontal uplift zone have survived. The subsidence center of the Miocene-Quaternary foreland basin has migrated northward to Yecheng-Kashi where 5 000~6 000 m of coarse clastic sediments have been accumulated as a result of rapid subsidence. Kuqa Mesozoic-Cenozoic foreland basin on the southern side of Tianshan orogenic belt has relatively complete structures with smaller reformation than that in southwestern Tarim, hence the Yiqikelike-Kelasu Jurassic-Cretaceous / Paleogene foredeep subsiding zone, Qiulitage-Yaken slope zone and Yaha-Tabai frontal uplift zone have been preserved. Most of the Triassic-Jurassic / Early Cretaceous strata have been transformed into thrust fault and fault-bended and fault-extended fold belts, as well as the aggrading deformable zone of detachment faults and decollement folds in Qiulitage-Yaken slope zone during the Miocene collision. Later, they have been preserved by the superimposition and overlap of the southward migrating Baicheng-Yangxia Pliocene-Quaternary sag, thus they have

基金项目: “八·五”国家重点科技攻关项目(85-101-01-01)

第一作者简介: 丁道桂, 男, 58岁, 教授级高级工程师, 构造地质

收稿日期: 2004-12-01

been provided with the conditions for the formation of large gas accumulations. During the squeezing and strike-slip displacement stages after the Miocene collision of Indian and Asian plates, deep in-situ deformable bodies or anticlines, such as Yingjisha and Mingluyao etc. have been formed in Kashi depression, and in-situ folded deformable structures of collision stage (stage ⑦) might also exist in deep Cretaceous-Lower Tertiary in Atushi anticline, Kelasu anticline, Talanghe and Alabulake in west Tianshan mountain front. These structures should be the main exploration targets in Tarim basin.

Key words: collisional structure; isotopic age; basin reformation; Tarim Basin

1 印度板块与亚洲板块拼接过程

在特提斯洋俯冲、消减闭合, 印度板块与亚洲板块最终碰撞的过程中, 首先是特提斯洋壳俯冲, 俯冲之后是仰冲推掩, 然后是两个大陆板块之间的碰撞, 接着是通过大陆岩石圈之间的陆内俯冲和持续挤压等 3 个过程^[1]。朱夏^[2]也曾用“吃、碰、扛(挤压)”来形象地比喻这 3 个过程。根据印度板块古地磁测量计算板块运动速率的变化规律

是: 晚白垩世—始新世俯冲阶段为 10 cm/a, 始新世—渐新世碰撞阶段为 5 cm/a, 中新世以来至今挤压阶段为 1~2 cm/a。

1990 年, Coward^[1] 在研究反映印度板块与亚洲板块构造关系的西喜马拉雅构造横剖面时, 是用印度河缝合线(主地幔冲断层)和北部缝合线, 分别将印度板块、科希斯坦—拉达克岛弧带、亚洲板块分隔开(图 1)。

北部缝合线: 在伊什曼河谷北部缝合线表现

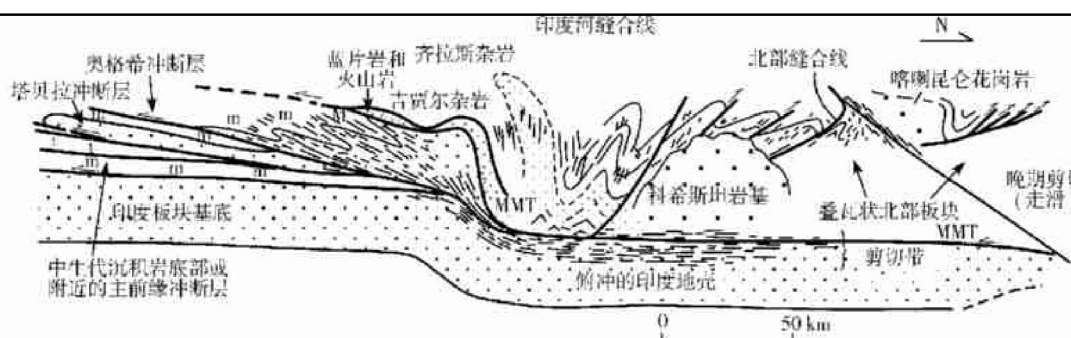


图 1 西喜马拉雅构造横剖面^[1]

m 和 t 分别代表中生代和第三纪沉积岩; 印度板块上的冲断层构造作了充分的简化; MMT 代表主碰撞缝合线

Fig. 1 Structural cross section of western Himalayan^[1]

为一条宽的向北逆冲强烈变形的韧性剪切带, 将喀喇昆仑的海相早二叠世弧后盆地的变质含砾板岩(浊积岩)、火山岩与科希斯坦侏罗纪—早白垩世(180~150 Ma)岛弧火山岩分隔开。北部缝合线应该是古特提斯洋闭合的缝合线, 它把科希斯坦—拉达克岛弧拼接到亚洲板块南部边缘上, 并形成了兴都库什山向北倾的俯冲带, 而把新特提斯洋板块留在印度河缝合线的位置上。

印度河缝合线: 又称之为主地幔冲断层, 主体为玄武质—英安质火山熔岩与放射岩、蛇纹岩、纯橄榄岩互层的蛇绿混杂岩, 是一条有蓝闪石、硬柱石和榴辉岩的低温高压动力变质带。新特提斯洋壳板块从晚白垩世—始新世向北俯冲, 在科希斯坦岛弧杂

岩基上形成年龄为 102~40 Ma 的深成岩体(变形时期: 60±10 Ma), 使之成为安第斯山型的岛弧带。70~40 Ma 期间印度板块向北运动的运动速率为 14.9±4.5 cm/a, 40 Ma 之后减少为 5.2±0.8 cm/a。印度板块与亚洲板块最初的接触在 55 Ma, 在科希斯坦深成岩基上, 上覆沉积了含始新世化石的迪尔卡兰群。最终的碰撞是在 40 Ma, 斯隆唐蛇绿岩飞来峰又向南逆冲到含始新世化石的迪尔卡兰群之上。

碰撞之后, 印度板块仍以 1~2 cm/a 的运动速率继续向北运动和挤压。根据古地磁测量资料的计算, 印度板块应该向亚洲板块挤入 2 000 km^[1]; 在巴基斯坦北部, 地壳逆冲、褶皱变形的缩短量约为 300~400 km。壳幔之间的拆离、叠瓦状逆冲作

用还不能达到全部位移。剩余的位移量是通过陆内俯冲和大型走滑平移作用来实现的。

陆内俯冲作用: 地震测深资料表明, 在帕米尔存在另外一条震源深度达 300 km 南倾的“陆内俯冲带”, 即“喀喇昆仑俯冲带”。上地壳构造与深部岩石圈板片之间存在明显的拆离滑脱带。喀喇昆仑岩基向南朝科希斯坦岩基发生大规模的低角度的逆冲作用, 形成第 ④期 A 型的剪切褶皱。

大型的侧向走滑平移作用: 印度板块的持续挤入, 使得亚洲大陆部分块体侧向位移。在罕萨河谷、喀喇昆仑花岗岩体和变质沉积岩中发育的近水平的南东东向延伸的线性组构和矿物拉伸线理(K-Ar 法、Rb-Sr 法年龄为 15~6 Ma), 表明在上新世—更新世时期, 沿着造山带前期的大型断裂带, 确实

发生了大规模的走滑平移和向东的挤出作用。

2 帕米尔地区的碰撞构造

塔里木盆地南部的帕米尔地区处于印度板块与亚洲板块碰撞带的北侧冲断带, 是研究西喜马拉雅碰撞构造与塔里木中新生代前陆盆地形成、改造和油气聚集关系的关键地带。

在西昆仑造山带发育了一系列与造山带走向大致平行的大型韧性剪切断裂带^[3], 从喀喇昆仑岩基向塔里木盆地方向(由南向北)有: 界山达坂-塔河西断裂带; 康西瓦-布伦口断裂带; 库地南-盖孜西断裂带; 喀拉斯坦河-奥依塔格断裂带及杜瓦-阿卡孜断裂带。在亚洲板块南缘构成了一个总体向北逆冲的冲断带(图 2)。

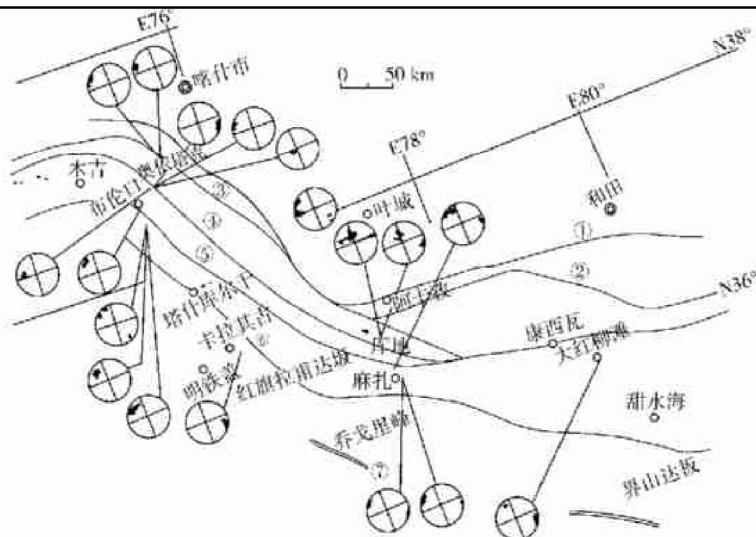


图 2 新疆西昆仑造山带矿物 α 线理分布图(施密特网下半球投影)

Fig. 2 Distribution of mineral α lineation in west Kunlun orogen in Xinjiang (hemispheric projection under Schmidt net)

杜瓦-阿卡孜断裂带; ④他龙-库尔浪断裂带; ⑤喀拉斯坦河-奥依塔格断裂带; 库地南-盖孜西断裂带;
康西瓦-布伦口断裂带; 界山达坂-塔河西断裂带; ⑧喀喇山口-乔戈里断裂带

西昆仑造山带曾经历了多旋回的构造演化历史。不仅遗存了亚洲大陆南缘早古生代大陆边缘陆间有限洋盆的开合史, 晚古生代古特提斯洋的拉张、俯冲关闭的岩石与历史记录, 也清晰地表现出印度板块与亚洲板块之间新特提斯洋俯冲、消减、碰撞闭合和挤走滑的构造特征。

2.1 库地南-盖孜西韧性剪切断裂带

该断裂带为西昆仑造山带北带与中带之间的界线。主断层位于中巴公路 1 611 km 处, 向东延伸至盖孜水文站东沟。糜棱面理产状较陡为 $190^\circ \angle 80^\circ \sim 30^\circ \angle 60^\circ$ 。

该带以发育完整的花岗质糜棱岩为特征。在 1 611 km 处, 为灰白色花岗闪长质眼球状糜棱岩, 普遍具 S-C 组构, 斜长石碎斑呈“ σ ”形眼球状, 指示由南西向北东的逆冲运动方向。在水文站东沟, 韧性剪切断裂带发育了分带性很完整的糜棱化的花岗岩、初糜棱岩、糜棱岩、超糜棱岩。在该断裂带中分别采集了辉长质糜棱岩中的角闪石, 超糜棱岩中的多硅白云母等应变矿物, 用 K-Ar 法进行同位素测年, 获得了 2 组年龄值(表 1)。

第 1 组年龄数据: $113 \pm 1.5 \sim 71.1 \pm 1.4$ Ma, 与印度河缝合线位置晚白垩世新特提斯洋开始俯冲

表 1 K-Ar 同位素地质年龄测试结果

Table 1 Results of K-Ar isotopic dating

样 品	产 地	岩 性	样 品	组成		⁴⁰ Ar/(mol·g ⁻¹)	⁴⁰ Ar/ ⁴⁰ K	年龄/Ma
				K/ %	⁴⁰ Ar/ %			
NL577	皮拉里	辉长质	角闪石	0.66	86.15	1.338 3×10 ⁻³	6.793 7×10 ⁻³	113.3±1.5
NL618	水文站东沟	糜棱岩	角闪石	0.57	82.28	7.156 9×10 ⁻¹¹	4.206 6×10 ⁻³	71.1±1.4
NL558	水文站东沟	超糜棱岩	多硅白云母	7.48	91.87	4.796 6×10 ⁻¹⁰	1.338 3×10 ⁻³	36.6±1.2
NL558	水文站东沟	超糜棱岩	多硅白云母	7.48	92.92	4.893 9×10 ⁻¹⁰	1.338 3×10 ⁻³	37.3±1.2

注: 采用常数: ⁴⁰K/K= 1.167×10⁻⁴(原子比); 样品由南京地质矿产研究所同位素室测试

消减的时间相吻合。

第 2 组年龄数据: 平均 36.95±1.2 Ma, 反映始新世末—渐新世初, 新特提斯洋关闭, 印度板块与亚洲板块发生碰撞, 印度河缝合线形成的时间。在帕米尔冲断带, 则是库地南—盖孜西断裂带向北侧塔里木盆地逆冲挤压的时间。

2.2 康西瓦—布伦口韧性剪切断裂带

该断裂带为西昆仑造山带中带与南带之间界线。布伦口剖面位于中巴公路 1 640 km 道班附近。韧性剪切断裂带的糜棱岩发育在布伦阔勒群含石榴子石、黑云石英片岩和黑云母花岗岩之中。糜棱面理产状为: 200°~ 230°∠60°~ 70°。由长石碎斑和拉长石英组成的拉伸线理产状为 300°~ 335°∠10°~ 20°, 糜棱岩中长石碎斑呈豆荚状, 压扁拉长的石英和黑云母片状矿物定向排列, 环绕碎

斑分布, 构成“ ∇ ”形不对称压力影, 指示右旋剪切运动。

韧性剪切带中发育大量的晚期脆性逆冲断层, 断层产状为: 210°∠50°, 250°∠40°。产状与前期糜棱岩产状基本一致, 但较缓。单条断层宽约 10~ 60 cm。断层面呈缓波状, 由碎裂岩及断层泥组成。断层两盘的前期构造片理、石英脉被切割错开式牵引, 指示由南南西向北北东方向逆冲并兼有右行剪切。

断层泥片理化, 具磨擦镜面, 为叠加在前一期糜棱岩上的脆性变形产物, 宽 10~ 20 cm, 呈深棕色(含铁质)。泥质成分主要为伊利石。为了避免断层泥中继承母岩的矿物(如白云母、长石等)混入, 采用重力沉淀法分离出小于 2 μm 粒级样品进行 K-Ar 法同位素测年(表 2)。

表 2 布伦口断裂带断层泥 K-Ar 分析结果

Table 2 K-Ar analysis results of fault clay in Bulunkou fault zone

样品编号	组成		⁴⁰ Ar/(mol·g ⁻¹)	⁴⁰ Ar/ ⁴⁰ K	年龄/Ma	平均年龄/Ma
	K/ %	⁴⁰ Ar/ %				
NL668a	3.72	83.40	1.472 4×10 ⁻¹⁰	1.326 1×10 ⁻³	22.7±1.1	25.2
NL668b	2.74	75.83	1.322 4×10 ⁻¹⁰	1.617 0×10 ⁻³	27.6±1.22	

注: 样品由中国地质科学院南京地质矿产研究所同位素室测试

两个样品的平均 K-Ar 法同位素年龄为 25.2 Ma, 与前述第 2 组年龄值: 36.95±1.2 Ma 同属于印度板块与亚洲板块之间在剧烈地汇聚碰撞作用和能量积累后, 在中新世时期对亚洲板块产生大规模的逆冲推覆作用和塔里木板块向西昆仑造山带陆内俯冲的时间。本期变形特征表现为西昆仑造山带抬升并向盆地内大规模逆冲推覆。在深层形成韧性剪切带, 而在浅表层形成脆性逆冲断层, 总体属脆性剪切破裂相; 变形岩石的磁性组构特征和岩石应变测量结果表明, 其富林参数 K 值位于 0< K< 1 的范围, 属普通压扁

区域, 反映了以剪切压扁为主兼有简单剪切平面应变性质的应变状态。运动方向主要为近南北—北北西向。

大规模逆冲推覆的结果在塔里木盆地南部形成铁克里克—罗布庄逆冲推覆体, 向北推覆距离约 60 km。推覆岩席的重力负载和巨大的水平挤压作用力, 使塔里木岩石圈在山前地带进一步挠曲变形, 莫霍面从盆地内稳定的 40 km 深度向南俯冲至推覆体之下 80 km 的深度。塔西南的更新世—第四纪盆地向北迁移, 快速沉降, 堆积了 5 000~ 6 000 m 厚的沉积。

2.3 北西-南东向的拉伸线理

通过新藏公路、中巴公路主干剖面系统测量与统计,发现西昆仑造山带广泛发育一组北西-北西西向倾伏的拉伸线理,分布十分稳定。这组 α 线理主要由红柱石、角闪石、石英和黑云母矿物集

合体生长线理及杏仁体、菱铁矿、石榴石等拉伸(或压力影)线理组成(表 3,图 2)。经赤平投影求得优势产状为倾向 $285^{\circ}\sim 328^{\circ}$ $\angle 7^{\circ}\sim 30^{\circ}$,仅 3 个点产状为 $102^{\circ}\sim 120^{\circ}$,但其水平投影的走向还是北西-南东东向。

表 3 西昆仑造山带矿物 α 线理分布及投影
Table 3 Distribution and projection of mineral α lineation in west Kulun orogen

编号	测点位置	岩性	线理组成	统计数/条	赤平投影优势产状	
					倾向/($^{\circ}$)	倾角/($^{\circ}$)
1	新藏公路 162~166 km	眼球状、条带状混合岩	角闪石	17	355	60
2	新藏公路 231 km	红柱石千枚岩	红柱石	9	325	12
3	新藏公路 244 km 北沟西侧	红柱石千枚岩	红柱石	7	300	7
4	新藏公路 244 km 北沟东侧	红柱石千枚岩	红柱石	8	305	8
5	新藏公路 470 km	矽线石片岩	矽线石	11	120	8
6	柯岗	片麻状花岗岩	角闪石	33	295	18
7	奥依塔克乡	杏仁状玄武岩	杏仁体(石英集合体)	7	300	13
8	奥依塔克护林站	云母质千糜岩	黑云母集合体	10	295	25
9	中巴公路 1 618~1 622 km	黑云母石英片岩	黑云母集合体	24	300	16
10	中巴公路 1 612 km	糜棱岩化花岗岩	角闪石	7	108	10
11	中巴公路 1 652 km	花岗岩糜棱岩	石英集合体	8	328	20
12	中巴公路达布达尔	千枚岩	石英集合体	6	120	17
13	中巴公路 1 680 km	钙质黑云石英片岩	角闪石	7	320	28
14	中巴公路 1 681.2 km	钙质黑云石英片岩	角闪石	49	310	18
15	中巴公路阿克朗木桥	糜棱岩化石英片岩	石英集合体	7	285	30

野外观察该组线理主要发育在韧性剪切带内或两侧。线理成因与韧性剪切带的构造活动密切相关。在喀拉库里湖边布伦阔勒群黑云石英片岩中,组成拉伸线理的角闪石 K-Ar 法同位素年龄为 6.69~6.80 Ma。代表了印度板块与亚洲板块碰撞后持续挤压阶段的第 3 组年龄值。由于造山带持续地推覆挤压与挤压,使得由逆冲断层激发而转变为大型平移走滑,产生了 $290^{\circ}\sim 320^{\circ}$ $\angle 10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 一组拉伸线理。

3 前陆盆地的改造与油气聚集

西喜马拉雅碰撞带所经历的洋壳俯冲消减,印度板块与亚洲板块之间的碰撞及碰撞后的持续挤压等 3 个过程,以及其所产生的远程效应,影响了塔里木中新世代前陆盆地的改造及油气的聚集。

3.1 前陆盆地不同构造位置改造的差异性

西喜马拉雅碰撞带由南向北碰撞作用所产生的由近及远,由强及弱的远程效应,使塔里木中新世代前陆盆地不同构造位置受到不同程度的改造变形。

塔西南中新世代前陆盆地:处于帕米尔冲断带前缘的塔西南侏罗-白垩纪/老第三纪前陆盆

地,为陆内俯冲作用下形成的前陆盆地,在结构上一般分为前渊沉降带、斜坡超覆带和前缘隆起带 3 部分。其侏罗系烃源岩发育的前渊带,在中新世被高角度冲断层和轴面陡峻的断弯褶皱作用强烈改造变形后所肢解,大部分已经归并到西昆仑造山带北部的冲断带中,并在尔后造山带的进一步抬升过程中受到大量剥蚀。另一部分则被铁克里克-罗布庄逆冲推覆体或造山带的逆冲岩席所掩覆。现在的侏罗-白垩纪/老第三纪前陆盆地经过碰撞作用改造后,仅留下麦盖提斜坡带和塔中-巴楚前缘隆起带两部分。

塔西南中新世-第四纪前陆盆地的沉降中心向北迁移至叶城-喀什一线。快速的沉降作用堆积了 5 000~6 000 m 厚的粗碎屑沉积物。

柯克亚构造是甫沙逆冲断层下盘的一个挤压背斜构造。它类似于库车坳陷依奇克里克前渊带与亚肯背斜斜坡带之间过渡位置上的东秋立塔格构造。柯克亚背斜也是位于塔西南侏罗-白垩纪/老第三纪前陆盆地前渊带与斜坡带之间的过渡部分。只是由于前渊带被肢解、掩覆强烈改造后,才接近于西昆仑山前。中新世-上新世是柯

克亚构造圈闭形成及油气聚集的主要时期(图3)。

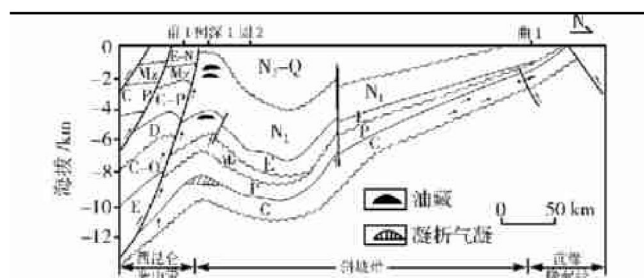


图3 塔西南前陆盆地结构示意图

Fig.3 Sketch map showing structures of southwestern Tarim foreland basin

在塔西南坳陷西部的喀什凹陷中,这一碰撞挤压作用更为强烈。在西昆仑造山带与西天山造山带相向对冲挤压作用下,原先两个造山带前的侏罗-白垩纪/老第三纪前陆盆地的前渊带和大部分斜坡带均被肢解,分别归并到造山带中,仅留下一小部分斜坡带和前缘隆起带之后,被迫整体沉降。“乌拉根凸起”实际是西昆仑、天山造山带山

前两个前陆盆地共用的“前缘隆起”。

库车中新世前陆盆地:在区域性由南向北的挤压作用下,天山造山带向北侧准噶尔盆地南缘的逆冲作用强度远大于向南侧库车坳陷的反冲作用。因此,库车前陆盆地在结构上的改造程度既小于塔西南坳陷,又不及准噶尔南缘的乌鲁木齐坳陷。库车前陆盆地保留了依奇克里克-克拉苏侏罗-白垩纪/老第三纪前渊沉降带、秋立塔格-亚肯斜坡带和牙哈-塔北前缘隆起带,结构上比较完整。在中新世碰撞作用期间,天山山前的依奇克里克-克拉苏前渊带,只有小部分的三叠-侏罗系被卷入和归并到天山造山带的南缘冲断带,形成库车坳陷北部单斜构造带。而大部分三叠-侏罗系/下白垩统形成了逆冲断层与断弯-断展褶皱带,秋立塔格-亚肯斜坡带的滑脱断层与滑脱褶皱的递进变形带。之后,又被向南迁移的拜城-阳霞中新世-第四纪凹陷所叠加、覆盖而得以保存,具备了形成大型天然气田的烃源分布、构造圈闭和覆盖保存的油气聚集条件(图4)。

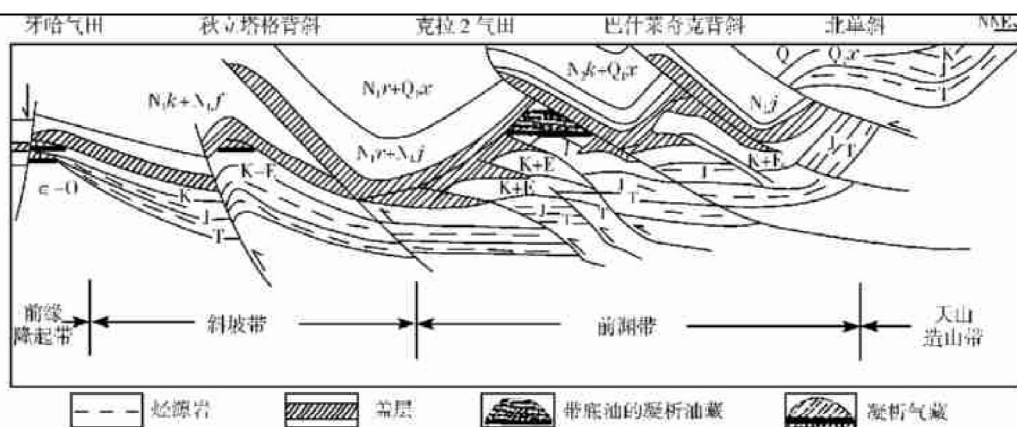


图4 库车前陆盆地结构示意图^[5]

Fig.4 Sketch map showing structures of Kuqa foreland basin^[5]

处于天山造山带北侧逆冲前缘的乌鲁木齐-奎屯坳陷,受区域性由南向北的碰撞构造远程效应的影响,遭受了和塔西南坳陷相类似的盆地改造程度。侏罗-白垩纪/老第三纪前陆盆地前渊带的大部分被归并到北天山冲断带之中,仅保留了一小部分,或被北天山逆冲岩席所掩覆。主要留下来的也是前陆盆地斜坡带以及向准噶尔中部陆梁隆起上超覆的部分。

3.2 挤压与平移挤出作用的构造效应

中新世,印度板块与亚洲板块碰撞后,向北的

运动与挤压作用并未终止,从中新世以来,仍以1~2 cm/a的运动速率向北挤压,并且由此激发出沿造山带大型逆冲断裂带的走向滑移作用。塔里木块体整体向东被挤出。因此对塔里木中新世前陆盆地产生了第④期构造变形效应。

(1) 西昆仑、天山造山带大幅度快速隆升,塔里木盆地迅速大幅度地沉降。在科希斯坦杂岩体东部的楠伽峰山脉,根据锆石、榍石、磷灰石裂变径迹年龄测出:在2~0.5 Ma期间隆起速率约为5 mm/a,自0.5 Ma到现在隆起速率达7 mm/a^[1]。

喀喇昆仑山、天山仍是现代地震活动带。山前塔里木中新世—第四纪盆地沉降幅度在 5 000 m 以上。形成叶城-喀什, 拜城-阳霞两个中新世—第四纪沉降中心。

(2) 塔里木块体被整体向东挤出, 使中新世—第四纪前陆盆地形成第④期的走向滑移拖曳褶皱和逆冲断层褶皱。在西昆仑山前, 塔西南喀什坳陷北西西走向的明遥路背斜、目什背斜、英吉莎背斜、库尔勒恰克、塔盖强列尔等背斜, 与北西走向的西昆仑造山带呈 30° 锐角相交^[4], 属于右行走滑拖曳性质中新世—第四纪的第④期(晚期)褶皱; 在西天山山前, 北东东走向的克拉托背斜、库孜贡苏背斜、康希威尔-九个泉背斜、阿图什背斜、安庄、阿拉布拉克、塔浪河等背斜与北东走向的天山造山带呈 $20^\circ \sim 30^\circ$ 锐角相交, 指示左行走滑产生的中新世—第四纪褶皱。这一构造现象说明: 塔里木块体沿西昆仑山、天山的大型断裂带, 在碰撞后持续挤压的第④阶段, 由于“北帕米尔突刺”的楔入, 而被迫向东滑移挤出。山前的中新世—第四纪在平移走滑作用下被拖曳, 形成与造山带斜交的褶皱。

英吉莎背斜: 位于喀什坳陷东南缘斜坡带西昆仑山前库斯拉甫逆冲断层下盘的位置。值得注意的是深层背斜与浅层背斜并不是一个构造。英吉莎逆冲断层上盘的浅层中新世—第四纪褶皱为“外来变形体”, 轴向为 $290^\circ \sim 300^\circ$, 北翼陡 ($18^\circ \sim 54^\circ$), 南翼缓 ($13^\circ \sim 15^\circ$), 长轴 27 km, 短轴 5~6.5 km, 闭合面积为 $100 \sim 140 \text{ km}^2$ 的不对称长轴背斜。而英吉莎断层下盘的深层(白垩系/始新世)背斜为原地变形体, 总体为一形态宽缓、完整、圈闭面积更大、保存条件良好的可能的储油气构造。深层原地变形体构造是在渐新世—中新世碰撞阶段, 西昆仑造山带库斯拉甫逆冲断层挤压而形成的挤压背斜。而英吉莎断层上盘的浅层外来变形体长轴背斜, 则是在中—上新世, 塔里木块体向东挤出、滑移时, 叠加在第③期原地变形体褶皱之上, 中新世—第四纪形成的晚期(第④期)拖曳褶皱(图 5)。

英吉莎深层原地变形体背斜与柯克亚背斜相类似(柯克亚背斜是甫沙逆冲断层下盘的挤压背斜), 很可能是塔西南坳陷最有希望的一个储油气构造。英科 1 井于井深 6 156 m 钻开下第三系海相碳酸盐岩层, 在 6 186~6 198 m 见多层气测异常, 但于 6 406 m 钻至下第三系齐姆根组时, 因事故而终孔。预计下第三系底部砂岩段和白垩系可望实现更大的突破。

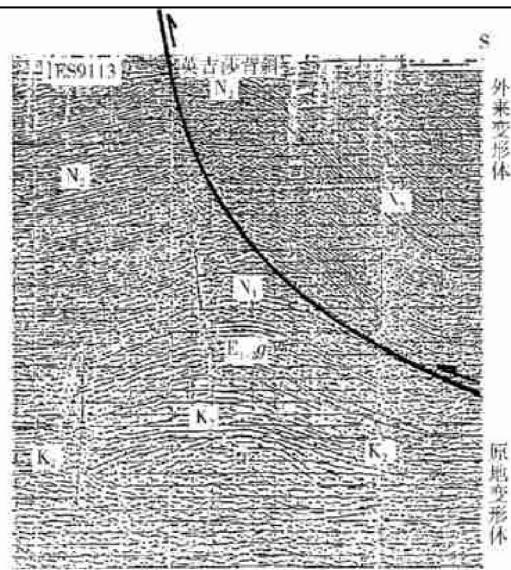


图 5 过英吉莎背斜地震剖面 ES9113 线

Fig. 5 Seismic section along ES9113 line crossing Yingjisha anticline

在喀什坳陷内, 类似的构造还有明遥路背斜构造。浅层中新世—第四纪背斜是明遥路逆冲断层与上盘次级反冲断层所夹持的一个北翼陡、南翼缓的不对称箱状褶皱。轴向近东西向, 也是在晚期(第④期)逆冲挤压和走滑平移双重作用下, 经过水平位移的外来拖曳褶皱变形体。在逆冲断层下盘还存在一个在碰撞期(第③期)下第三系—白垩系沿底部膏泥岩滑脱而形成的原地褶皱变形体, 也应是勘探目标之一。

同样, 西天山山前的阿图什背斜、克拉苏背斜、塔浪河、阿拉布拉克等浅层背斜的形成也是与塔里木块体向东平移走滑与挤出的拖曳褶皱作用相关, 推测在这些背斜构造的深部白垩系一下第三系, 也可能存在属于碰撞构造期(第③期)的原地褶皱变形体构造。在库车坳陷, 有如王庭斌^[5]、曾联波^[6]等指出的, 在前渊冲断褶皱带, 无论是依奇克里克、克拉苏或是喀桑托开构造, 中新统吉迪克组(N_{1j})、上新统康村组(N_{1-2k})、库车组(N_{2g})均参与了褶皱变形, 圈闭形成的时间主要应在上新世—更新世持续挤压的第④阶段。喜马拉雅碰撞构造控制了油气的聚集成藏。

参 考 文 献

- 1 考沃德 M P, 里斯 A C. 碰撞构造[M]. 徐贵忠, 王艺芬, 洪汉铮, 译. 北京: 地质出版社, 1990
- 2 朱夏. 活动论构造历史观[J]. 石油实验地质, 1991, 13(3): 201~209

- in Tarim Basin[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 1994, 21(3): 1-8
- 47 郭令智, 施央中, 卢华复, 等. 印-藏碰撞的两种远距离构造效应[A]. 见: 戴金星. 现代地质学论文集(上)[C]. 南京: 南京大学出版社, 1992. 1~9
- 48 国家地震局《阿尔金活动断裂带》课题组. 阿尔金活动断裂带[M]. 北京: 地震出版社, 1992. 1~35
- 49 陈楚铭, 卢华复, 贾东, 等. 塔里木盆地晚第三纪-第四纪沉积特征、构造变形与石油地质意义[J]. *沉积学报*, 1998, 16(2): 113~123
- Chen Chuming, Lu Huaifu, Jia Dong, et al. Depositional Characteristics, structural deformation in late Tertiary to Quaternary and its significance in petroleum geology in Tarim Basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1998, 16(2): 113-123
- 50 卢华复, 陈楚铭, 刘志宏, 等. 库车再生前陆逆冲带的构造特征与成因[J]. *石油学报*, 2000, 21(3): 18-24
- Lu Huaifu, Chen Chuming, Liu Zhihong, et al. Structural characteristics and origin of rejuvenated foreland thrust belts in Kuqa basin[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2000, 21(3): 18-24
- 51 卢华复, 贾承造, 贾东, 等. 库车再生前陆盆地冲断构造楔特征[J]. *高校地质学报*, 2001, 7(3): 257-271
- Lu Huaifu, Jia Chenzao, Jia Dong, et al. Features of the thrust wedge of deformation belt in Kuqa rejuvenation foreland basin[J]. *Geological Journal of China Universities*, 2001, 7(3): 257-271
- 52 卢华复, 贾东, 陈楚铭, 等. 库车新生代构造性质和变形时间[J]. *地学前缘*, 1999, 6(4): 215-221
- Lu Huaifu, Jia Dong, Chen Chuming, et al. Nature and timing of the Kuqa Cenozoic structures[J]. *Earth Science Frontiers*, 1999, 6(4): 215-221
- 53 曲国胜, 陈杰, 陈新安, 等. 西昆仑-帕米尔造山带及其北缘前陆盆地板内变形改造特征[J]. *地质论评*, 1998, 44(4): 419-429
- Qu Guosheng, Chen Jie, Chen Xinan, et al. Interior deformation and modification features of West Kunlun - Pamir Orogenic belt and its northern foreland basin[J]. *Geological Review*, 1998, 44(4): 419-429
- 54 Yang Y, Liu M. Cenozoic deformation of the Tarim plate and the implications for mountain building in the Tibetan Plateau and the Tian-shan[J]. *Tectonics*, 2002, 21(6): 1059
- 55 贾承造, 魏国齐. 塔里木盆地构造特征与含油气性[J]. *科学通报*, 2002, 47(增刊): 1-8
- Jia Chenzao, Wei Guoqi. Tectonic characteristics and its petroliferous in Tarim Basin[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2002, 47(sup): 1-8
- 56 Li D, Liang D, Jia C, et al. Hydrocarbon accumulations in the Tarim Basin, China[J]. *AAPG Bull*, 1996, 80: 1587-1603
- 57 吕修祥, 胡轩. 塔里木盆地塔中低凸起油气聚集与分布[J]. *石油与天然气地质*, 1997, 18(4): 288-295
- Lu Xiuxiang, Hu Xuan. Oil and gas accumulation and distribution in Tazhong uplift of Tarim Basin[J]. *Oil and Gas Geology*, 1997, 18(4): 288-295
- 58 周永昌, 王新维, 杨国龙. 塔里木盆地阿克库勒地区奥陶系碳酸盐岩成藏条件及勘探前景[J]. *石油与天然气地质*, 2000, 21(2): 104-109
- Zhou Yongchang, Wang Xinwei, Yang Guolong. Pool formation conditions and exploration prospects in Akekule area, Tarim Basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2000, 21(2): 104-109
- 59 赵靖舟, 田军. 满西地区构造演化史[J]. *石油与天然气地质*, 2001, 22(2): 108-113
- Zhao Jingzhou, Tianjun. Structural evolution history in west Majiaer region[J]. *Oil & Gas Geology*, 2001, 22(2): 108-113

(上接第 63 页)

- Zhu Xia. Tectonic history viewpoint of active theory[J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 1991, 13(3): 201-209
- 3 丁道桂, 王道轩, 刘伟新, 等. 西昆仑造山带与盆地[M]. 北京: 地质出版社, 1996
- 4 罗金海, 周新源, 邱斌, 等. 塔里木盆地西部喀什凹陷褶皱冲断带的构造特征[J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(2): 199-203
- Luo Jinhai, Zhou Xinyuan, Qiu Bin, et al. structural features of fold-thrust zone in Kashi depression, western Tarim Basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25(2): 199-203
- 5 王庭斌. 中国气藏主要形成、定型于新近纪以来的构造运动[J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(2): 126-132
- Wang Tingbin. Gas pools in China have mainly been formed and finalized during tectonic movements since Neogene[J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25(2): 126-132
- 6 曾联波. 库车前陆盆地喜马拉雅运动特征及其油气地质意义[J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(2): 175-179
- Zeng Lianbo. Characteristics and petroleum geologic significance of Himalayan orogeny in Kuqa foreland basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25(2): 175-179
- 7 贾承造, 何登发, 陆洁民. 中国喜马拉雅运动的期次及其动力学背景[J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(2): 121-125, 169
- Jia Chengzao, He Dengfa, Lu Jiemin. Episodes and geodynamic setting of Himalayan movement in China[J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25(2): 121-125
- 8 马金龙, 李凤君, 贾庆军. 柴达木盆地北部碰撞构造与盆地改造变形[J]. *石油实验地质*, 2002, 24(4): 291-295, 300
- Ma Jinlong, Li Fengjun, Jia Qingjun. Collision structure and basin deformation in northern Qaidam Basin[J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2002, 24(4): 291-295, 300
- 9 吕俊祥, 丁道桂, 刘光祥. 塔里木盆地逆冲断层下盘遮挡圈闭[J]. *石油实验地质*, 2004, 26(3): 254-257
- Lu Junxiang, Ding Daogui, Liu Guangxiang. Ejective trap of thrust-fault footwall in Tarim Basin[J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2004, 26(3): 254-257