

论塔里木盆地类型、演化特征 及含油气远景评价

张 恺

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院)

塔里木盆地是一个长期发展的大型叠合盆地,在盆地中部和边缘地区叠合了八种原型盆地:即中元古—古生代的箕状裂谷盆地、被动大陆边缘盆地、弧后前陆盆地、弧后裂谷盆地、陆表海盆地,以及中、新生代的弧后前陆盆地、碰撞山前盆地和碰撞复活山前盆地。共沉积了八套海相、海陆交替相和陆相含油建造,油气资源非常丰富,估算其远景储量居全国之首。

关键词 塔里木盆地 含油气盆地 板块演化 盆地演化 盆地类型 油气聚集带

一、盆地的类型

关于塔里木盆地的类型,中外学者曾提出过许多认识。较早,如苏联学者西尼村认为盆地中部被较薄的第三系和第四系所覆盖,其下即是前寒武纪结晶地块;继之,我国学者黄汲清^[1]等根据区测资料,发现盆地东北缘库鲁克塔格、西北缘柯坪、西南缘皮山的中、上元古界可以对比,且岩相近似,因厚度较大,故将其划归地台边缘拗陷型沉积,并据此推测盆地中部为沉积厚度较薄的地台型稳定沉积;新疆石油管理局的地质工作者较长时间把注意力集中在中、新生代地层中找油,并认为盆地北部边缘的库车拗陷、西南边缘的喀什-和田拗陷分别属于天山山前和昆仑山山前拗陷型沉积,以陆相含油建造为主,据盆地中部少量重、磁力大剖面 and 钻井资料推测,满加尔拗陷是以侏罗系为主的陆相生油拗陷,而古生界则属地台稳定型沉积;1968年地质部航空物探大队做航磁测量后提出塔东地区和西南拗陷区沉积岩厚度可达8 km;1978年第二次航磁测量后,提出沉积岩最大厚度达15 km的新认识;1984—1985年穿过盆地中部沙漠区的地震大剖面证实其沉积岩最大厚度达13—15 km,经石油部物探局等综合研究^[2]地震、钻井、地质露头资料,认为塔东拗陷区下古生界厚2000—9000 m,所谓中央隆起区下古生界厚度也有4000—5000 m、上古生界厚2000—3000 m,从而提出了塔东稳定地台区古生界总厚度达万余米的新看法。此外,据航磁资料解释,西南拗陷沉积岩厚度达15—20 km。这与我国北方的华北地台(沉积盖层厚3800 m)、鄂尔多斯地台(沉积盖层厚3500—4000 m)相比,古生界相差悬殊;与南方扬子地台相比(Z—P厚1800—4100 m),也相差近1—2倍。另外,世界各大陆块体上稳定地台区的沉积岩厚度也是比较薄的,如俄罗斯地台沉积岩厚3000 m。人们要问:塔里木盆地中部是什么构造因素形成巨厚的稳定的地台型沉积,

本文1988年8月11日收到,1989年9月12日改回。

它属于什么类型的沉积盆地? 同样, 塔里木盆地西南缘、东南缘和北部边缘均沉积了巨厚的沉积盖层 ($>10000\text{ m}$), 又是什么原因? 这是非常重要的问题。看来应用槽台学说来解释有一定的困难, 但用板块构造理论所划分的任何一种单一的盆地类型也难解释。我们通过对塔里木盆地及其邻区板块构造演化历史的分析, 初步认为塔里木盆地是一个长期发展的大型叠合盆地⁽³⁾, 叠合面积达 630000 km^2 , 在盆地中部和边缘地区叠合了中元古—新生代所形成的

表1 塔里木盆地各时期原型盆地成因分类表

盆地 基底 时代 和性质	收敛型						扩张型		
	弧后前 陆盆地	弧后裂 谷盆地	弧后陆 表海盆地	碰撞前 陆盆地	碰撞山 前盆地	碰撞复活 山前盆地	箕状裂 谷盆地	被动型 陆缘盆地	被动型陆缘 陆表海盆地
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
在早元古—太古代形成稳定的陆壳结晶基底上, 与块边缘活动带和深部地幔物质活动有关而发展起来的含油气盆地。	由于洋板块向大陆边缘的俯冲作用, 火山岛弧不断隆升发展, 位于其后的大陆前缘不断下降, 形成靠岛弧一侧沉降很深的不对称的沉积盆地, 有浅海相沉积。如塔里木东南缘 Pt_2 、 Pt_3 、 Pz_1 、 Pz_2 、 K_2 — E 时期形成的含油气盆地。	(1)同1。 (2)由于地幔物质上拱和深部物质的热动力作用和相变作用, 使地壳发生局部扩张、沉降作用而形成的盆地。如塔里木盆地中部裂谷扩张沉降区 (Pt_3 — K), 可分为六个发展阶段: ①壳—幔拱起期; ②断陷期; ③断—拗过渡期; ④拗陷期; ⑤拗—隆过渡期; ⑥隆升期。	由于大陆一侧有洋板块的俯冲作用, 以及弧后前陆盆地的沉降作用, 使海水侵入陆块内部而形成陆表海型稳定沉积, 或广海台地相沉积。如塔里木盆地中部 Pt_2 、 Pt_3 时沉积。	在两大陆 (或陆块) 间洋壳在俯冲消减过程中消亡后, 海洋封闭, 发生两大陆 (或陆块) 之间碰撞作用, 在碰撞过程中, 仰冲的陆壳前缘不断隆升, 而俯冲陆块一侧前缘则形成不对称沉降拗陷盆地, 沉积了海相、海陆交替相和陆相地层, 反映了海水逐渐退出的过程。如塔里木盆地北部边缘、西北缘和东北缘的 C_2 — P_1 的沉积。	(1)同4。 (2)在两大陆块 (或地块) 经碰撞作用形成山系后, 海水退出, 陆—陆收敛活动仍在继续 (因邻压洋壳的扩张作用), 使山系不断上升, 山前陆沿边界断裂不断下沉而形成山前拗陷型陆相沉积。如塔里木盆地北缘的库东—拜城拗陷 (P_2 — E)。	(1)同5 (2)。当古老的褶皱山系逐渐削平后, 由于邻近的板块边界发生新的大陆间碰撞作用及强大的挤压作用, 使古老山系沿断裂发生块断、隆升活动而大幅度上升, 从而在其山前形成复活山前拗陷, 沉积了陆相类磨拉石沉积。如塔里木盆地西南缘和田拗陷、北缘库车拗陷 N_2 — Q 的沉积。	在大陆裂解、漂移过程中, 由于深部地幔物质拱张作用, 在大陆板块内部产生张性同生壳断裂, 地壳沿同生断层面缓慢下沉, 海水侵入, 形成箕状裂谷, 沿同生断裂下盘沉积厚度很大, 向抬起方向减薄。初期有火山活动。如塔里木盆地东北部边缘—中天山的 Pt_2 — s 沉积。	在大陆块体裂解、漂移的过程中, 在形成大洋 (窄大洋、边缘海) 的过程中, 在大洋 (窄大洋、边缘海) 的陆缘形成被动型陆缘的冒地斜沉积体。如塔里木盆地西北缘柯坪地区、北缘库鲁克塔格地区沉积的浅海—深海相沉积。 (E_2 — O , S — D , C_1)。	由于被动型大陆边缘的沉降作用, 使海水侵入陆块 (大陆) 内部而形成陆表海型稳定沉积, 或广海地台相沉积。如塔里木盆地中部广海台地相沉积 (E — O , S — D , C — P_1)。

八种原型盆地:即中元古—古生代的箕状裂谷盆地、被动大陆边缘盆地、弧后前陆盆地、弧后裂谷盆地、碰撞前陆盆地、陆表海盆地,以及中、新生代的弧后前陆盆地、碰撞山前盆地和碰撞复活山前盆地^[3]。类型划分原则和分布地区如表1所示。共沉积了八套(Pt_2 , Pt_3 , ϵ_1 — O , $S-D$, $C-P$, $T-J$, K_2-E , N_1)海相、海陆交互相和陆相含油建造,是油气资源非常丰富的含油气盆地。估算其远景地质储量居全国之首,是我国近期准备较为成熟的油气勘探后备基地,它将为我国油气产量的大幅度上升做出贡献。

二、盆地的演化与叠合史

塔里木盆地的演化、叠合历史,受其相邻古板块活动的控制,可概括为七个发展阶段(图1)。

(一) 新疆古陆元古板块发展早期阶段(Pt_2)

此阶段为中元古代(18—10亿年前)时期。所谓新疆古陆它包括了现今的塔里木陆块、伊犁—中天山陆块、准噶尔陆块、吐鲁番—哈密陆块和敦煌陆块。新疆古陆呈不对称的三角形,在中元古代—早寒武世它们是一个完整的古陆块。所谓新疆古陆元古板块,其南(按目前地理位置,下同)以古海沟与古特提斯—昆仑洋板块为界,其西北和东北分别以吉尔吉斯—巴尔喀什洋和斋桑—蒙古洋的扩张脊为界。由于古特提斯—昆仑洋板块向新疆古陆南缘的俯冲作用,形成古陆南缘的沟—弧系统,形成了厚达6400 m的优地槽型火山—沉积建造,中、基性火山岩发育,并有花岗岩侵入;而在新疆古陆中部(相当于现今伊宁—中天山—觉罗塔格山一带)发育着长城—蓟县系的箕状裂谷型盆地,此箕状裂谷沿着一条北西向壳断裂发生,初期有基—中性火山岩活动,沉积了一套浅海藻类碳酸盐岩为主的含油建造,厚达2000—6000 m;在此箕状裂谷北侧的准噶尔—吐鲁番陆块上和其南的塔里木陆块上则发育厚度较薄的地台型陆表海沉积,也可能局部地区露出水面,形成小面积的古陆岛屿;在新疆古陆的东北和西北边缘可能有被动型大陆边缘沉积,此套沉积在塔东北缘为地震勘探证实(图1-[一])。

(二) 新疆古陆元古板块发展晚期阶段(Pt_3 — ϵ_1)

即裂解初期和塔里木地区中部弧后裂谷盆地形成初期阶段。综观青白口纪与长城—蓟县纪的板块活动情况相似,新疆古陆中部伊宁—中天山一带仍为箕状裂谷发展时期,沉积了厚达2000—4000 m的浅海相藻类碳酸盐岩含油建造;古陆东南—西南边缘仍为弧后前陆盆地发展阶段,古昆仑—阿尔金洋板块继续向新疆古陆俯冲、消减;其它地区仍为被动型大陆边缘沉积,仅塔里木地区中部于青白口纪末期发生弧后深部地幔底辟活动,形成壳—幔隆起区,使塔里木地壳上拱、隆张并开始减薄,如图2所示,其范围与盆地中部裂谷扩张沉积区巨厚的沉积盖层分布相当,拱张面积约 $32 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

震旦纪早期,贝义西组(Z_1b)沉积时,由于裂谷扩张作用相继发生,为裂谷发展初期的断陷活动阶段。断陷中沉积了厚达3000 m以上的海相中—基性火山岩及其碎屑岩,并夹砂岩、泥岩、灰岩凸镜体。此类断陷沉积在今盆地西南皮山南剖面和盆地东北库鲁克塔格均有出露,因其分布范围与反映裂谷断陷展布的航磁异常相对应(图2)。裂谷断陷的展布是作者根据航磁上延20和40 km资料解释的,裂谷断陷面积的总和达 $12.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。在巴楚县瓦吉塔格地区新疆地矿局第二地质大队于1980年发现金伯利岩岩筒和岩脉^[4],其位置正位于盆地中部高磁力异常带向西延伸经过的地带,从而也证实这些呈“X”形的裂谷系统是地壳深部壳—幔隆

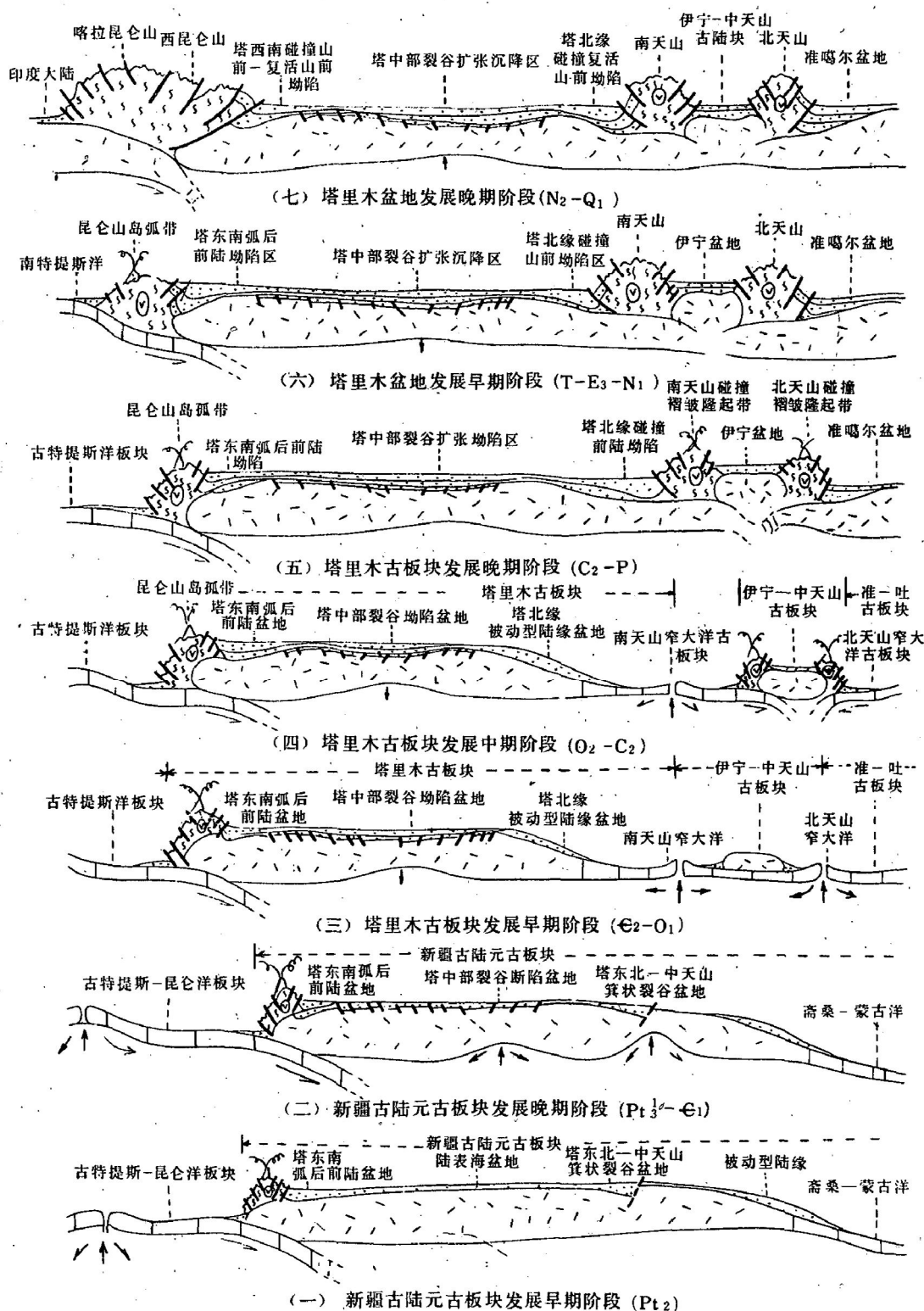


图1 塔里木盆地及邻区板块的演化和盆地的演化剖面示意图

起区有局部热地幔柱活动的产物。

尔后,晚震旦一早寒武世则进入裂谷盆地发展的断一拗过渡阶段^[5]。在今盆地中部的巴楚地区发现局部缺失寒武系和震旦系冰碛层;在盆地东北缘库鲁克塔格地区上震旦统自西向东

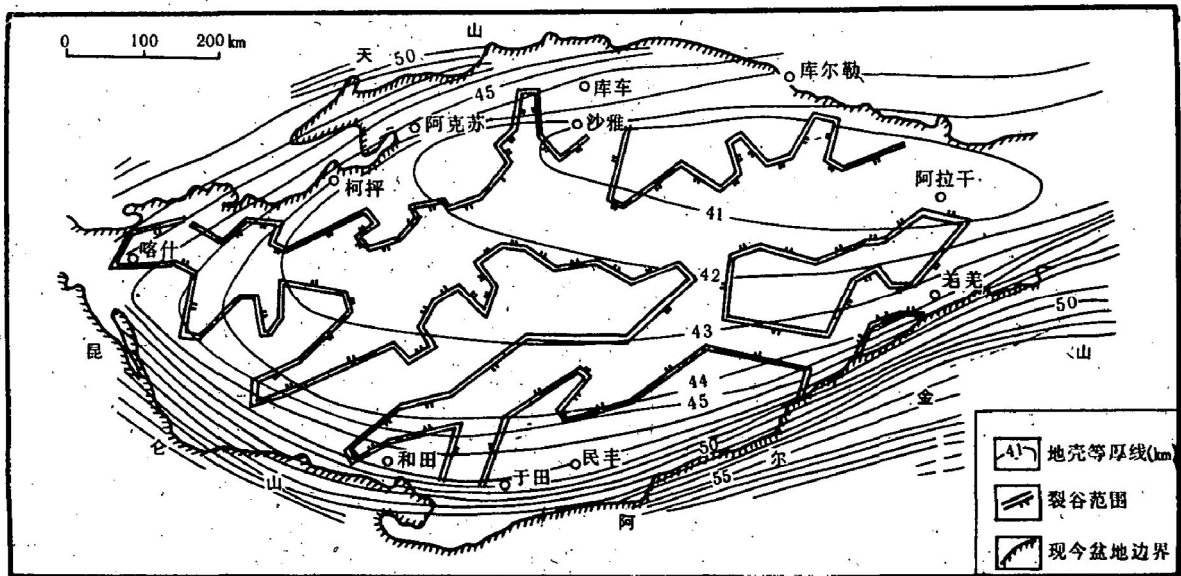


图2 塔里木盆地古裂谷示意图

(地壳厚度据张跃荣, 裂谷分布范围据航磁延拓资料解释)

减薄; 在盆地西南皮山地区上震旦统缺失冰碛层沉积。这些都可视为盆地中部裂谷扩张沉降初期, 以壳-幔拱张为主的断陷阶段, 断隆发育的痕迹 (图1- [二])。

(三) 塔里木古板块发展早期阶段 ($\epsilon_2 - O_1$)

当时, 新疆古陆元古板块裂解形成新的南、北天山窄大洋、准-吐古板块、伊宁-中天山古板块和塔里木古板块; 而塔里木板块中部弧后裂谷扩张沉降区则进入缓慢、持续沉降的拗陷发展时期 (图1- [三])。

新疆古陆元古板块于震旦纪一早寒武世所发生的大规模地幔物质上拱活动, 引起壳-幔扩张作用, 并于中寒武一早奥陶世到达高潮, 新的扩张活动将新疆古陆裂解、扩张为两个窄大洋和三个古板块: 即北天山窄大洋、南天山窄大洋和塔里木古板块、伊宁-中天山古板块、准噶尔-吐鲁番古板块。两个窄大洋的宽度推测为 3000 km, 长约 2000 km, 其东西两端分别伸入斋桑-蒙古洋和吉尔吉斯-巴尔喀什洋。

此阶段塔里木古板块的演化发生三个重大地质事件:

(1) 板块西南—东南边缘仍为弧后前陆沉积环境, 有厚达 3000 m 的浅海相沉积, 古昆仑洋板块仍继续向塔里木古板块俯冲消减, 并沉积了厚达 15000 m 的沟-弧系统的优地槽型火山-复理石建造。

(2) 板块中部弧后裂谷扩张沉降区开始进入以缓慢沉降为主的拗陷型沉积发展时期, 中寒武一下奥陶统的开阔台地相碳酸盐岩沉积广布裂谷扩张沉降区, 面积达 326800 km², 沉积岩厚达 1000—4000 m。

(3) 板块西北—北部—东北边缘转化为被动型大陆边缘, 大陆坡伸向南天山窄大洋, 沉积了一套被动型大陆边缘的碎屑岩—碳酸盐岩含油建造, 厚达 2500 m。

(四) 塔里木古板块发展中期阶段 ($O_2 - C_1$)

这时, 塔里木古板块、伊宁-中天山古板块、准噶尔-吐鲁番古板块之间, 以及与四周相邻

古板块之间转化为聚敛活动;而塔里木古板块中部裂谷扩张沉降区则进入大面积扩张、沉降发展时期(图1-[四])。

塔里木古板块和准噶尔-吐鲁番古板块同时向伊宁-中天山古板块俯冲,并在其南、北两侧形成沟-弧系统,且发生强烈的构造活动、火山喷发和岩浆侵入活动,形成了中奥陶—晚泥盆世(或早石炭世)的优地槽型火山-复理石建造,厚达2000—5000 m,导致伊宁-中天山古陆块向南、北两个方向不断增生,并使南、北天山窄大洋开始进入逐步消亡的阶段。

同时,哈萨克斯坦古板块也进入与塔里木古板块西北缘之间强烈的聚敛活动,在哈萨克斯坦古板块东南缘(即今南天山西段)形成了中奥陶—早石炭世的沟-弧系统,沉积了厚达2700—5000 m的优地槽型火山-复理石建造和大面积的加里东期花岗岩的侵入活动。

此阶段塔里木古板块的演化有三个重大地质事件:

(1) 板块西南边缘仍为弧后前陆沉积环境,有厚达4000 m浅海相沉积,古昆仑洋板块仍继续向塔里木古板块俯冲、消减,并沉积了厚达10000 m的沟-弧系统的优地槽型火山-复理石建造(详见表2)。

(2) 板块西北缘、北缘和东北缘仍为被动型大陆边缘,沉积了一套碎屑岩-碳酸盐岩含油建造,厚达4000 m。

(3) 板块中部弧后裂谷扩张沉降区继续大面积缓慢沉降,沉积了一套浅海台地相的碎屑岩和碳酸盐岩含油建造,厚达2000—5000 m;于早奥陶世末期和泥盆纪,有基性岩侵入活动(辉绿岩为主);志留纪末由于邻区加里东期运动的影响,塔里木板块南缘岛弧褶皱带隆升较高,并使该板块发生短暂的隆升活动,如巴楚地区缺失上奥陶统和上志留统,泥盆系以陆源碎屑沉积为主;早石炭世又继续以扩张下沉为主,沉积了浅海相灰岩和碎屑岩。

(五) 塔里木古板块发展晚期阶段(C_2-P)

这时,塔里木古板块、伊宁-中天山古板块、准噶尔-吐鲁番古板块和哈萨克斯坦古板块之间,发生洋壳消失、窄大洋关闭和大陆(陆块)之间的碰撞、聚敛活动,古亚洲大陆已具雏形;而塔里木古板块中部裂谷扩张沉降区则进入由大面积拗陷向隆升转化的发展时期^[5](图1-[五])。

此阶段古板块演化的特点是塔里木等古陆块又聚敛在一起,形成古亚洲大陆的主体。即塔里木、伊宁-中天山、准噶尔-吐鲁番、中西伯利亚、西西伯利亚、俄罗斯和哈萨克斯坦等古陆块之间的窄大洋和广大洋均全部封闭,洋壳消亡,并导致大陆和陆块之间的碰撞和陆-陆之间的聚敛活动。在此过程中,在俯冲盘一侧的陆块边缘沉积了碰撞前陆拗陷型的海相、海陆交替相和陆相沉积的海退序列;海水自塔里木北缘向西、东退出,西南缘和东南缘向南退出;北天山、南天山逐渐隆升为山系,昆仑山也形成岛弧褶皱带,海水退至古特提斯洋的北部分支。

此阶段塔里木古板块的演化有三个重大地质事件:

(1) 塔里木板块北部的被动型陆缘先后与伊宁-中天山古陆块前缘和哈萨克斯坦古陆块前缘增生的岛弧褶皱带发生碰撞活动,在南天山逐渐隆升过程中,于塔里木板块西北缘、北缘和东北缘先后沿它们之间的古转换断层和板块北部边界断裂发生俯冲和陆-陆之间的聚敛活动,从而形成了前陆型拗陷。在板块西北缘柯坪以北地区中石炭—上二叠统的海相、海陆交替相和陆相的厚度达6962—8342 m。其中石炭系上部碎屑岩中见煤线,二叠系以火山岩为主,而在靠南的阿合奇地区石炭系减薄为1890—4500 m,以浅海相碳酸盐岩和煤系为主;塔里

表2 塔里木盆地西南缘公格尔山出露中晚元古代岛弧带的基本地质特征

地质时代	沟 - 弧 系 统 的 火 山 - 沉 积 建 造	侵入活动和高温变质作用	代表洋壳的蛇绿岩套
早古生代	为一套成分复杂的片岩、片理化残斑变岩、辉长玢岩等组成，相变为玄武岩及凝灰岩。厚度>9796m。	有 γ_4 、 γ_3 等侵入活动。	有 σ_3 、 σ_4 分布。
震旦纪	赛图拉群 (Zst)，总厚>5350m。 上部：为大理岩，厚1700m。 中部：为安山玢岩、中酸性岩屑晶屑凝、石英斑岩、安山质岩屑凝灰岩、变质玄武岩和粗玄岩。厚2850m。 下部：为灰绿色、灰白色变质片状砾岩，夹灰绿色绿泥石英片岩。厚990m。		
青白口 长城纪	桑株塔格群 (Ch-Qnsz)，总厚4600—6600m。 上亚群：以碳酸盐岩为主，主要为大理岩、硅质大理岩、含云母石英岩、绿泥长石白云片岩、绿泥白云石英片岩、绿泥电气长英片岩、二云石英片岩、变质砾岩和角闪岩等。		汪玉珍 (1983)·在塔里木盆地东南西昆仑山发现了晚元古代青白口系的蛇绿岩套，绝对年龄为8.6亿年，认为该蛇绿岩套岩石化学特征代表了边缘海型洋壳碎片的构造就位。
	中亚群：以碎屑岩为主夹少量碳酸盐岩和火山岩。主要岩性为由绿泥石、绢云母、白云母、长石、钠长石、石英和少量黑云母、石墨、角闪石等，以不同比例组成的各种片岩、石英岩、大理岩、残斑变岩、变质砂岩的不均匀互层，夹灰黑色硅质岩。厚2500m—7000m。	有 γ_2 侵入活动，在侵入体的接触带上有少量的角闪片麻岩、白粒片麻岩、石榴黑云母片麻岩、红柱石片岩、石墨片岩、角闪岩及绿帘角岩出现。	
	下亚群：以碎屑岩为主夹少量碳酸盐岩和火山岩。主要岩性为由角闪石、黑云母、白云母、绢云母、绿泥石、斜长石、石英及少量石墨等，以不同比例组成的各种片岩为主，夹少量千枚岩、石英岩、大理岩、残斑变岩及变质的斜长玢岩和长石石英砂岩。厚1500—3000m。	有 γ_2 侵入活动，在侵入体的接触带附近，出现有斜长片麻岩、黑云母片麻岩、二云片麻岩、绿泥黑云母片麻岩及绿帘绿泥片麻岩等。还有少量黑云母石英角岩、绿泥黑云长石角岩。	
早元古 太古代	库拉那古群 (Ar-Pt ₁ M)，总厚达6710m。 主要岩性为结晶片岩、片麻岩夹大理岩、石英岩，构成中晚元古界的结晶基底。		

* 汪玉珍，新疆地质，第一卷，第一期。其它资料据西北地区区域地层表（新疆维吾尔自治区分册）。

木板块北缘的南天山边缘出露的碰撞前陆型沉积厚达8659—12010 m (C_1 — P_2)，晚二叠世已是陆相沉积；板块东北缘于萨阿明地区出露了中泥盆—早石炭世的碰撞前陆型浅海相沉积，厚8765 m，其南在克孜勒塔格地区下石炭统减薄至370—2550 m，相变为杂色碎屑岩和浅海相沉积。

(2) 塔里木中部弧后裂谷扩张沉降区，也因受相邻陆块间碰撞作用的影响，进入由大面积拗陷向隆升转化时期，石炭—二叠系也是一套海相、海陆交替相、陆相的海退序列，在巴楚出露的石炭系是一套海相、海陆交互相碎屑岩、碳酸盐岩和含煤建造，厚501—1185 m，二叠系转为陆相红层，以碎屑岩为主，含碳质泥岩和煤，基性喷发岩发育，厚101—972 m。

(3) 海西末期由于塔里木古陆块与四周大陆（或陆块）间的碰撞、聚敛和强烈的挤压作用，在海陆分布和构造格局上发生很大的变化：

① 北缘形成南天山碰撞褶皱，南天山窄大洋封闭时海水自北缘分别向西北和东北退出，

②南缘形成耸立洋边的岛弧褶皱带,海水自南缘中部向东南和西南方向退出;

③北缘库车-拜城以北地区,西北缘柯坪以北地区和东北缘的库鲁克塔格地区,沿三者之间的古转换断层,形成一系列叠瓦状向陆块内部逆掩的碰撞前陆断隆带;

④中部弧后裂谷扩张沉降区,环绕阿瓦提-满加尔-罗布泊坳陷带形成大型的构造隆起带:即塔北掩冲断褶带、柯坪掩冲断褶带、库鲁克塔格-尉犁-铁干里克掩冲断褶带,以及横贯陆块中部的巴楚长垣断隆带、克里阳-罗布庄长垣断隆带、罗布泊长垣断隆带;

⑤东南缘形成塔东南弧后前陆断隆带以及尼雅-且末断隆带。

⑥西南缘形成弧后前陆断隆带。

推测当时的古地理环境是:陆块北部边缘是南天山碰撞褶皱隆起带;北部的库车拜城地区已转化为碰撞山前坳陷带;南部边缘是耸立于古特提斯洋边的昆仑山火山岛弧褶皱带,可能有残留海水部分与古特提斯洋相连通;中部的阿瓦提-满加尔-罗布泊深坳陷带残留有海水,西南部的和田弧后前陆坳陷带和东南部的民丰-若羌弧后前陆坳陷带也残留有海水。

(六) 塔里木盆地发展早期阶段 (T-N₁)

这时,古亚洲大陆不断增生,冈瓦纳大陆解体,印度洋扩张,特提斯洋板块大幅度向欧亚大陆俯冲、消减,并走向封闭,塔里木盆地北缘进入碰撞山前坳陷,西南缘为弧后前陆坳陷,东南缘与柯尔金山断隆区一样转化为以块断活动为主的断坳带,盆地中部裂谷扩张沉降区转化为近海湖盆(图1-[六])。

此阶段相邻各板块的演化进入一个新阶段,即全球泛大陆解体、漂移,印度洋、大西洋、太平洋扩张,以及特提斯洋封闭以致印度大陆与欧亚大陆的碰撞等非常活跃的中、新生代板块构造旋回。塔里木盆地的演化又进入一个新的阶段,共发生三个大的地质事件:

(1) 盆地北缘在结构上发生很大的变化,南天山在海西末期碰撞隆起后不断隆升,形成山系和物源区;北缘库车-拜城山前坳陷沿南天山边界断裂和其东、西两侧残留的南天山-库尔勒古转换断层和南天山-阿克苏古转换断层,以及塔北隆起的北部边界断层不断沉降,形成窄长状碰撞山前沉降带,沉积了三叠、侏罗、白垩、老第三系和中新统的河—湖相和沼泽相煤系(T-J),以及河—湖相、盐湖相红层和膏盐比较发育的陆相地层(K-N₁),总厚达5000 m左右;但西北缘柯坪地区和东北缘库鲁克塔格地区在此阶段,继续以陆-陆聚敛活动为主的隆升区,大部分地区缺失中生代地层;柯坪地区于第三纪中期盆地西部海侵时,部分地区有滨湖—潟湖相沉积(E₂, E₃-N₁),厚约2000 m;库鲁克塔格地区西侧由于断陷作用,形成焉耆断陷盆地,沉积了厚达1500 m的煤系(T-J)和红色含膏盐地层(E₃-N₁)。

(2) 塔里木西端喀什地区和西南边缘仍属于弧后前陆盆地,不断有海水侵入,有一套海陆交互相沉积:三叠—侏罗系以陆相煤系为主,上白垩统、下第三系和中新统以浅海—潟湖相为主,厚达3800 m。盆地东南缘与西南缘相比则发生很大的差异,由于冈瓦纳大陆裂解时的大陆碎块与特提斯洋壳一起向北扩张、漂移,并俯冲、消减于欧亚大陆南缘,在东昆仑古生代岛弧褶皱带以南的青藏高原地区,于印支期、燕山期和喜山早期发生一系列陆块与中国大陆西部前缘之间的碰撞作用和拼合作用,使古俯冲带和海水不断南移,先是羌塘陆块于中三叠世末期与柴达木古陆块发生碰撞并拼合在一起;继之拉萨陆块于早白垩世末期与羌塘陆块发生碰撞并结合在一起;最后是印度大陆于始新世末与亚洲前缘发生大规模碰撞,渐新世后海水退出青藏高原。所以塔里木盆地东南缘,随着古特提斯洋和特提斯洋的逐步封闭和陆块间的碰撞过程,其南侧的沟-弧系统不断南移,海水也逐步向南、向西退出,导致塔里木盆地

东南缘与海的联系愈来愈少。这些活动都是沿着阿尔金古转换断裂带发生的, 随着阿尔金山块断带沿该断裂带所发生的裂陷(J—K)、平移(E—N)和块断隆升作用(N_2 —Q), 使盆地东南缘于民丰-若羌地区形成断坳带, 沉积了厚达4000—5000 m的煤系(J厚2322 m)和陆相红层(K_1 — E_3 — N_1 , 厚2960m)。

(3) 塔里木盆地中部裂谷扩张沉降区的构造-古地理环境, 介于盆地北部边缘和西南边缘之间, 转化为由拗陷向隆升过渡阶段。巴楚长垣断隆带和尼雅-且末断隆带于印支-燕山期也是继续以隆升为主。大部分地区缺失中生代沉积, 是局部物源区, 喜山期方下沉为水下隆起, 塔东的阿瓦提-满加尔-罗布泊深拗陷带, 继续以缓慢沉降为主, 因印支期, 燕山期和喜山早、中期强大的挤压应力不断地来自盆地东南—西南的青藏高原方向, 故其沉积中心移于塔北断隆和尉犁-铁干里克断隆的南部和西南前缘断裂带, 并将其超覆; 该拗陷带南侧的克里阳-罗布庄长垣断隆和罗布泊东断隆带下沉为水下隆起, 沉积了厚达2000—3000 m三叠、侏罗、白垩、老第三系和中新统, 推测其古地理环境介于北陆、西南海之间, 伴随来自青藏高原几期的碰撞活动所引起的地壳振荡运动, 当地壳下沉时可能有短暂的海水侵入, 其中可能以中新世海侵范围较大^[7], 构成了海陆交替相和近海湖盆型沉积, 形成了中、新生代含油建造(T, J, E, N)。此阶段因地幔深部上拱物质的冷缩作用已进入尾声, 故以周围板块边界的侧向挤压应力为主, 形成由拗陷期向隆升期转化的过渡阶段。

(七) 塔里木盆地发展晚期阶段(N_2 — Q_1)

这时, 欧亚大陆形成, 特提斯洋大部封闭, 由于印度洋的继续扩张, 迫使印度大陆向亚洲大陆发生强烈的陆-陆聚敛和挤压作用, 在边界断裂、中央主断裂、碰撞缝合线与塔里木盆地之间压缩了近300 km^[6], 形成青藏高原, 并使塔里木盆地进入隆升和强烈构造变形阶段, 此阶段目前仍在继续(图1-[七])。

塔里木盆地今日的构造-地貌景观就是这个时期形成的。此阶段继印度大陆与亚洲大陆碰撞之后, 阿拉伯板块与中亚地区也发生碰撞作用, 形成札格罗斯山, 由于红海-亚丁湾目前仍继续扩张, 故其压应力场继续活动, 这就导致特提斯洋东段全部封闭, 海水退出亚洲大陆。塔里木盆地南缘的喜马拉雅山脉和札格罗斯山脉阻挡了南来的海洋性气流; 加之, 此时期昆仑山系、天山山系、阿尔金山和祁连山系也发生块断性活动而复活隆升, 使塔里木盆地的构造-地理环境发生很大的变化, 以河流相沉积为主, 气候干旱和沙漠化。此阶段发生六个大的构造事件:

(1) 由于盆地西端印度大陆的帕米尔突刺沿残留在大陆上的天山-帕米尔转换断裂带发生大距离的左旋滑动, 将塔里木陆块的西端向北推移了350 km, 即今日的费尔干纳盆地和其四周的古生代褶皱带。

(2) 在西昆仑山山前的塔里木西南边缘沿边界断裂发生强烈的隆升和沉降作用, 形成了碰撞复活山前拗陷, 沉积了4000—7000 m的磨拉石建造(N_2 — Q_1), 并于上新世—早第四纪末期形成塔西南英吉莎-柯克亚逆冲断褶带。

(3) 沿阿尔金山残留转换断裂带发生块断隆升活动和左旋滑动(E_3 — N_1 时强烈), 使阿尔金山隆升为5000 m的高山, 并沿断裂带发生地震和火山活动, 此压扭性应力场由阿尔金山西北侧传入塔里木东南边缘和塔东拗陷区, 发育了厚1000—2000 m的河流相为主的沉积, 其沉积中心在阿瓦提和满加尔拗陷北部边缘; 并于上新世—老第四纪末期发生强烈的构造运动, 使上新统和老第四系都发生构造变形, 并使克里阳-罗布庄长垣断隆带在第四纪构造地貌上表现

为大面积隆升,形成了塔里木河、和田河环绕的水文系统。

(4) 南天山复活隆起,使塔里木盆地北缘的库车-拜城碰撞山前坳陷转化为碰撞复活山前坳陷;其沉积中心移至塔北隆起北部的亚肯构造一线;喜山末期构造运动,使库车-拜城坳陷发生强烈的挤压、掩冲活动,形成以秋立塔克、喀桑托开为代表的一系列掩冲断褶带,其滑脱面据地震资料多数位于老第三系下部。

(5) 塔里木盆地西北缘在南天山复活隆升过程中以大面积隆升为主,在柯坪地区局部沉积了上新世-老第四系的河流相沉积,厚 1000—2000 m,并向喀什方向增厚。喜山末期的强烈挤压运动,形成了塔西北缘阿图什-柯坪掩冲断褶带。其中阿图什地区是新生的,而柯坪地区则是继承和改造的。

(6) 塔东北边缘库鲁克塔格地区表现为比较稳定,以大面积隆升为主,只在焉耆断陷有陆相红层沉积厚 50—440 m。第四纪构造运动比较寂静,目前地震活动很少也很弱。

三、盆地内部构造区划

根据前述塔里木盆地的演化与叠合历史的探讨,可将盆地内部构造区划为八个各种类型坳陷带叠合的沉降区,以及次一级的四个沉降带、13 个断隆带和掩冲断褶带(图 3,表 3)。需要进一步说明的有两个问题:

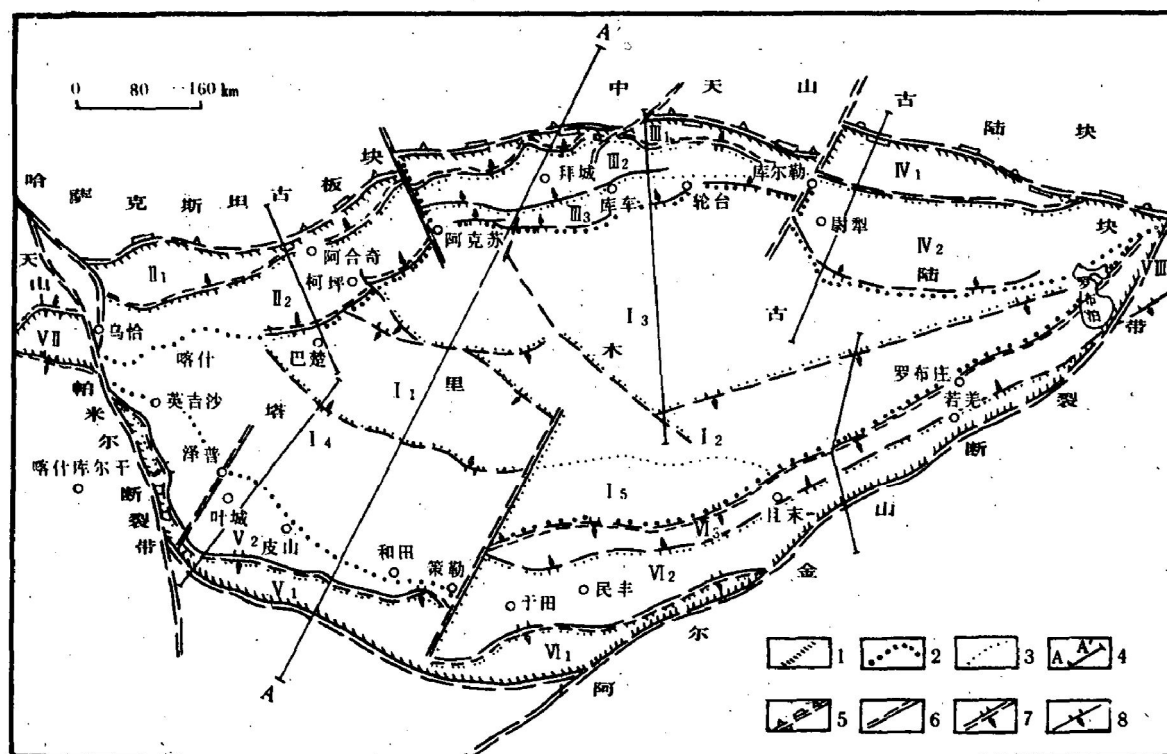


图 3 塔里木盆地构造区划略图

1—盆地边界, 2—一级分区界线, 3—二级分区界线, 4—演化剖面位置, 5—板块缝合线,

6—残留古转换断层, 7—一级逆断层, 8—二级逆断层

注: 盆地构造分区(带)名称详见表 3

表3 塔里木盆地内部构造区划

代号	一级构造沉降区名称	面积 (km ²)	代号	二级构造带名称	面积 (km ²)
I	塔中部弧后裂谷扩张沉降区	326800	I ₁	巴楚长垣断隆带	42800
			I ₂	克里阳-罗布庄长垣断隆带	59600
			I ₃	阿瓦提-满加尔断拗带	126000
			I ₄	喀什-和田断拗带	74400
			I ₅	唐古巴斯断拗带	24000
II	塔西北缘被动陆缘-碰撞前陆沉降区	45600	II ₁	塔西北缘碰撞前陆断隆带	14400
			II ₂	塔西北缘阿图什-柯坪掩冲断褶带	31200
III	塔北缘被动陆缘-碰撞前陆-碰撞山前-碰撞复活山前沉降区	44000	III ₁	塔北缘碰撞前陆断隆带	10400
			III ₂	塔北缘拜城-库车掩冲断褶带	21600
			III ₃	塔北缘塔北断隆带	12000
IV	塔东北缘被动陆缘-碰撞前陆沉降区	61600	IV ₁	塔东北缘碰撞前陆断隆带	16800
			IV ₂	塔东北缘库鲁克塔格-尉犁-铁干里克掩冲断褶带	44800
V	塔西南缘弧后前陆-碰撞山前-碰撞复活山前沉降区	43200	V ₁	塔西南缘弧后前陆碰撞断隆带	19200
			V ₂	塔西南缘英吉沙-柯克亚逆冲断褶带	24000
VI	塔东南缘弧后前陆-碰撞山前-碰撞复活山前沉降区	98000	VI ₁	塔东南缘弧后前陆断隆带	32000
			VI ₂	民丰-若羌 弧后前陆-碰撞山前断拗带	50800
			VI ₃	尼雅-且末断隆带	15200
VII	塔西端碰撞拗陷区	5200			
VIII	塔东端碰撞拗陷区	8000			

1. 塔西端碰撞拗陷区 (VII)。它位于现今塔里木盆地西端, 呈三角形。该区以乌恰附近残留的天山-帕米尔古转换断层与塔中部弧后裂谷扩张沉降区的西部为界。以板块演化的历史和板块的划分来看, 它已不属新疆古陆板块的范围, 而属于天山残留的天山-帕米尔转换断裂带内的次一级构造单元。在乌恰县附近出露的断陷中石炭二叠系为粗碎屑岩夹灰岩, 主要为陆相沉积 (>185 m), 下三叠统为褐红色细碎屑岩 (305 m), 侏罗系为含煤碎屑岩 (5583 m), 下白垩统为红色碎屑岩夹凝砂岩 (400 m), 下第三系 (E₁) 为海底基性火山岩夹碎屑岩及灰岩 (370 m)。此断陷向南被新第三系覆盖。在中新世末期-老第四纪时, 由于费尔干纳盆地和其四周的古生代褶皱带向北推移了 350 km, 故塔里木盆地西端碰撞沉降区也从南面向北滑移到现在的位置, 同时内部构造遭到强烈挤压, 与喀什地区比较则呈现了西部紧密而东部较疏展的构造差异。

2. 塔东端碰撞拗陷区 (VIII), 位于现塔里木盆地的东端, 与尼雅-且末断隆带的东端以阿尔金古转换断裂带相邻, 按板块的划分原则它已不属于新疆古陆板块的范围, 其近期的演化与阿尔金山残留古转换断裂带的裂陷、裂隆的断块活动、左旋滑移活动有关, 应属阿尔金古转换断裂带中的一个次级构造单元。

四、盆地的含油气远景评价

塔里木盆地是一个长期发展的大型叠合盆地,对其远景地质储量计算结果表明,油气资源十分丰富,资源量居全国各盆地之首。油气资源共包括三个勘探领域和三种油气源:一是盆地西北、北部、东北边缘碰撞型陆-陆聚敛带形成的掩冲断褶带勘探领域,其油气源是以古被动大陆边缘型古生代海相沉积被带入古俯冲带和陆-陆聚敛带过程中所形成的油气源,以及碰撞前陆坳陷和碰撞山前坳陷中形成的油气源的叠合;二是盆地中部裂谷扩张沉降区勘探领域,其油气源是古生代、中生代正常沉积的海相、海陆交替相和陆相沉积在断陷期、断-坳过渡期、坳陷期和坳-隆过渡期所形成多套油气源的叠合;三是盆地西南缘、东南缘勘探领域,其油气源是与古俯冲带弧后前陆沉降区和碰撞山前沉降区所形成的古生代、中生代多套油气源的叠合。

此外,盆地中部裂谷扩张沉降区深部壳-幔隆起区,沿断裂和裂隙系统向上移的非生物成因天然气源,经初步估算,其远景储量也是相当可观的。它增加了中部裂谷沉降区的含气远景。

根据前述盆地的演化与叠合历史及其对油气生成、运移、聚集和保存地质条件的分析,可对盆地中各沉降区的含油气远景进行综合定性评价。其结果是:一级含油气远景区是盆地中部弧后裂谷扩张沉降区;二级含油气远景区两个:塔北缘被动陆缘-碰撞前陆-碰撞山前-碰撞复活山前沉降区,和塔西南弧后前陆-碰撞山前-碰撞复活山前沉降区;三级含油气远景区三个:塔西北缘被动陆缘-碰撞前陆沉降区,塔东北缘被动陆缘-碰撞前陆-碰撞山前沉降区和塔东南缘弧后前陆-碰撞山前沉降区;四级含油气远景两个:塔西端碰撞坳陷和塔东端碰撞坳陷区。

五、寻找大油气田方向

根据国内外已探明大油气田、特大油气田、巨型油气田和超巨型油气田富集在五种类型沉降带中的规律⁽⁸⁾,结合非生物天然气的俯冲带成因假说和深源气假说⁽⁹⁾以及国内外已知油气富集带的成因类型,作者提出屋脊式三度空间多套油气源叠合富集的油气富集带的概念⁽¹⁰⁾。针对塔里木盆地的演化与叠合史所形成的地质-构造特点,可将其划分为五类型:

1. 塔北古隆起型屋脊式三度空间多套油气源叠合、富集类型的油气聚集带

塔北隆起是一个长期发展的古隆起带,成为屋脊式三度空间多套油气源叠合、富集带的最高部位的屋脊带。

(1) 屋脊北侧是拜城-库车碰撞山前坳陷,它叠合有三套油气源:第一套是中寒武世一中石炭世的被动型陆缘浅海相楔形沉积柱体生油层;第二套是晚石炭世一二叠纪的碰撞前陆坳陷型海相、海陆交替相和陆相生油层;第三套是中生代(T, J)的碰撞山前坳陷型陆相生油层形成的油气源。

(2) 屋脊南侧是塔里木中部裂谷扩张沉降区的阿瓦提-满加尔深坳陷带,其中叠合有四套油气源:一是震旦系贝义西组裂谷断陷型海相生油层;二是晚震旦一中寒武世的断-坳过渡型海相生油层;三是晚寒武世一二叠纪的坳陷型海相、海陆交替相生油层;四是坳陷-隆升过渡

期的三叠、侏罗系陆相生油层。

(3)地壳深部壳-幔隆起垂直运移的非生物成因天然气源有两个:一是盆地中部壳-幔隆起运移来的深源气;二是盆地南部边缘古生代—中生代时期古俯冲带形成的非生物成因的天然气。

属于这种类型的油气聚集带还有塔里木盆地的阿瓦提-满加尔坳陷南缘的厄雅-且末古隆起带。但其综合评价要比塔北古隆起低些。

2. 盆地中部裂谷扩张沉降区克里阳-罗布庄长垣类大庆油田型屋脊式三度空间多套油气源叠合、富集类型的油气聚集带

克里阳-罗布庄长垣断隆带位于阿瓦提-满加尔深坳陷带南部边缘。其西南是唐古巴斯坳陷带,前寒武纪基底埋深 5000—9000 m。本带部分缺失下第三系、中生界,或很薄,古生代时为坳陷区。据地震资料此带已发现塔中 1 号、2 号和罗布庄三个大型背斜隆起,构成此带屋脊式油气聚集带的最高部位。其南、北两侧都叠合有裂谷扩张沉降区的四套油气源(同塔北型所述);其深部也叠合有来自壳-幔的两个非生物成因的天然气源(同塔北型)。

属于这种类型的还有巴楚长垣断隆带、罗布泊长垣隆起。

3. 盆地东北缘库鲁克塔格-尉犁-铁干里克掩冲断褶带类克拉玛依-乌尔禾油区型屋脊式三度空间多套油气源叠合、富集类型的油气聚集带

该带的库鲁克塔格地区古生界出露地表,而尉犁-铁干里克地区为中、新生界所覆盖,据地震勘探和钻井资料,古生界埋深 2—3 km。此带的南部边界断裂掩冲带形成屋脊的最高部位。其北侧在俯冲下盘有两套油气源:一套是中寒武—中泥盆世的被动型大陆边缘浅海-深海相楔形沉积柱体的生油层;一套是晚泥盆—早石炭世的碰撞前陆型海相、海陆交替相生油层。其南侧在满加尔-罗布泊深坳陷中叠合有裂谷型各期四套生油层(见塔北型)。其深部壳-幔隆起区有来自裂谷扩张区的深源气。

属于这种类型的还有塔里木西北缘阿图什-柯坪掩冲断褶带。

4. 塔里木西南缘昆仑山山前英吉沙-柯克亚逆冲断褶带三度空间多套油气源叠合、富集类型的油气聚集带

该带屋脊高部位是古生代叠瓦状逆冲带(即塔东南弧后前陆断隆带)的边界断裂与第一排断裂背斜构造带。

(1)其南侧在碰撞型古生代叠瓦状掩冲带下盘掩覆着两套油气源:一套是震旦—二叠系的弧后前陆坳陷型的海相、海陆交替相生油层,二叠纪末被掩覆在叠瓦状掩冲带之下;一套是三叠—侏罗纪的碰撞山前坳陷型陆相生油层,于渐新—中新世时被掩覆在古生代叠瓦状掩冲带之下。

(2)其北侧在昆仑山山前的和田坳陷中有三套油气源叠合在一起:一套是三叠—侏罗系的陆相含煤、含油建造的生油层;一套是上白垩统一老第三系的滨海—潟湖相生油层;一套是深部的震旦—二叠纪的弧后前陆坳陷型的海相、海陆交替相生油层。

(3)塔里木西南缘晚元古代—老第三纪属弧后前陆沉降带的构造环境时,其地壳深部有来自古俯冲带形成的非生物成因的天然气源。

属于这种类型的还有塔里木东南缘阿尔金山山前的民丰-若羌弧后前陆-碰撞山前断坳带,因其中、新生代演化历史有差异,评价较低。

5. 塔里木盆地北缘南天山山前依奇克里克型屋脊式三度空间多套油气源叠合、富集的油

气聚集带

该带屋脊最高部位是由古生代叠瓦状掩冲带前缘的边界断裂带和第一排断裂背斜构造带组成。

(1) 北侧在古生代叠瓦状掩冲带下盘掩覆着两套油气源：一套是中寒武—中石炭世的被动型陆缘沉积柱体生油层，它们是中石炭世发生陆块间碰撞时被掩覆在陆-陆聚敛带之下；第二套是晚石炭世—二叠纪的碰撞前陆坳陷型海相、海陆交替相和陆相生油层，二叠纪末部分被掩覆在陆-陆聚敛带之下，大部被三叠纪—中新世的碰撞山前坳陷型沉积所覆盖。

(2) 南侧有两套油气源叠合：一套是中石炭世—二叠纪的碰撞前陆坳陷型沉积的生油层，一套是三叠—侏罗纪的碰撞山前型陆相含油、含煤建造生油层。

(3) 南侧与塔里木中部裂谷扩张沉降区相邻，故其深部壳-幔隆起区有深源气沿断裂和裂隙系统，以及不整合面向其北的屋脊部位运移、富集。

前述五种类型的十个屋脊式三度空间多套油气源叠合、富集的油气聚集带，即是塔里木盆地寻找大油气田、特大油气田、巨型油气田和超巨型油气田的勘探方向。

参 考 文 献

- [1] 黄汲清等, 1980, 中国大地构造及其演化, 科学出版社。
- [2] 柴桂林, 1985, 石油地震地质, 第1卷, 第1期。
- [3] 张 恺, 1986, 石油地震地质, 第2卷, 第2期。
- [4] 杜品龙, 1983, 新疆地质, 第1卷, 第2期。
- [5] 张 恺等, 1983, 石油与天然气地质, 第4卷, 第4期。
- [6] 张玉谦, 1982, 西昆仑阿尔金地区新构造运动概述, 青藏高原地质文集 (1), 地质出版社。
- [7] 胡兰英, 1982, 科学通报, 第27卷, 第15期。
- [8] 张 恺, 1985, 新疆石油地质, 总第19期。
- [9] 张 恺、王雪吾, 1984, 石油勘探与开发, 第11卷, 第3期。
- [10] 张 恺, 1987, 新疆石油地质, 第8卷, 第1期。

ON THE BASIN TYPE , EVOLUTION FEATURE AND PETROLEUM POTENTIAL OF TARIM BASIN

Zhang Kai

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, China National oil and gas Cooperation, Beijing)

Abstract

Tarim Basin is a large, superimposed basin which had a long evolutionary history. The evolution can be divided into seven stages, three tectonic cycles of the Proterozoic, Paleozoic and Meso-Cenozoic. Eight prototype basins were superimposed and formed in the central and marginal areas of the basin: Middle Proterozoic-Paleozoic half-graben rift basin, passive continental marginal basin, back-arc foreland basin, epicontinental sea basin and Meso-Cenozoic back-arc foreland basin, collided foreland basin and reactivated collided piedmont basin. Eight hydrocarbon-bearing formations of marine, continental,

marine-continental alternative facies (P_{12} - P_{13} , ϵ -O, S-D, C-P, T-J, K_2 -E, N_1) were deposited. The basin can be divided into eight structure-depression superimposed regions such as central back arc rift-depressed region, northwest passive continental margin-collided foreland depressed region, north passive continental margin-collided foreland-collided piedmont-collided reactive piedmont depressed region, northeast passive continental margin-collided foreland depressed region; southeast and southwest back arc foreland-collided piedmont-collided reactivated piedmont depressed regions; the collided depressed regions of the east and west ends. Four depressed belts, thirteen fault-uplifted and overthrust-folded belts formed in the former six depressed regions. The Tarim Basin is rich in hydrocarbon resources and central rift depressed region is especially the first order oil potential area. It is estimated that it has the largest potential reserves among the basins in China. In addition, there is geological condition to form inorganic gas reservoirs in the deep of the basin. Five kinds of roof-like, superimposed 3-D hydrocarbon resources are formed in the basin and enriched hydrocarbon zones are as many as 10. These zones are the targets for seeking big, huge even super oil and gas fields.