

塔里木盆地北缘构造演化及其含油气远景[●]

杨福忠 张恺

(北京石油勘探开发科学研究院)

塔里木盆地北缘自中元古代以来,经历了6个演化阶段:(1)新疆古板块发育时期($Pt_2 - \epsilon_1$);(2)被动大陆边缘形成时期($\epsilon_2 - O_1$);(3)塔里木古板块向伊宁-中天山古板块俯冲时期($O_2 - C_1$);(4)碰撞前陆拗陷时期($C_2 - P$);(5)碰撞山前拗陷时期($T - N_1$);(6)碰撞复活山前拗陷时期($N_2 - Q$)。

塔里木盆地北缘可分为塔北隆起带和库车-拜城掩冲断褶带两个次级构造单元。塔北隆起带是一个较高的基岩隆起,上古生界遭到严重剥蚀,发育古潜山和背斜构造,且紧邻生油凹陷,油气前景较好。库车-拜城掩冲断褶带具有上、下两层结构,上层由中生界构成,以一系列逆掩断层和褶皱为特征;下层由古生界构成,被动陆缘型沉积建造掩伏于南天山推覆体之下,形成了丰富的油气资源。本区除中生界含油气外,预计古生界还具有大量的气资源。

塔里木盆地北缘是指塔里木河以北,库尔勒和阿克苏之间的地区(图1)。自中元古代以来本区经历了长期多变的构造演化,造就了特殊的构造地质条件和复杂的含油气性。

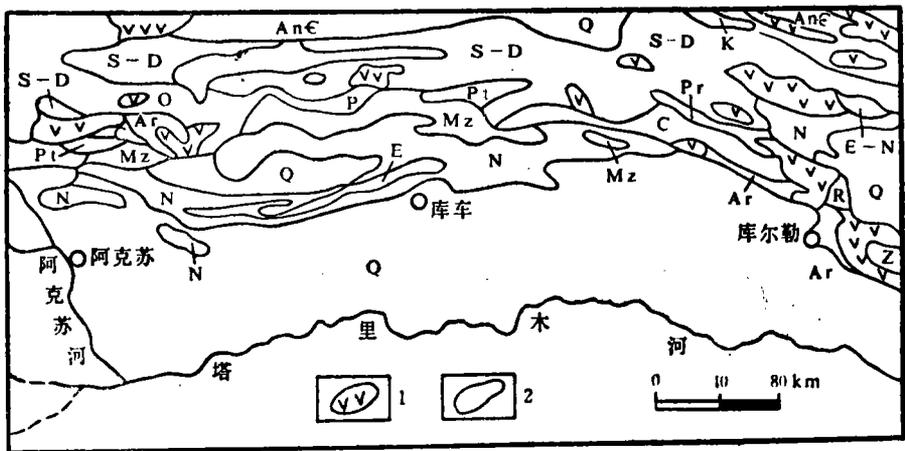


图1 塔里木盆地北缘地理位置图

1.火成岩体; 2.地层界线

●本文采用新疆石油管理局提供的有关资料,高明远和姚慧君提供参考意见。

一、塔里木盆地北缘构造演化史

塔里木盆地是在塔里木古板块与其周围相邻板块的相互作用中形成和发展的,而塔里木盆地北缘的构造演化则与天山的形成演化紧密相关,可分为六个阶段。

1. 中元古代到早寒武世: 新疆古板块(由塔里木、准噶尔-吐鲁番、伊宁-中天山和敦煌等地块联合组成)发育时期,比较稳定的陆表海环境为主,形成了一套广泛分布的浅海相碳酸盐岩和碎屑岩建造(图2a)。柯坪和库鲁克塔格均出露有此套地层。

2. 中寒武世到早奥陶世: 在南、北天山的位置,由于地壳拉张、破裂,形成了窄大洋(图2b)。塔里木盆地北缘成为被动大陆边缘,沉积了一套海相碳酸盐岩为主的建造,厚达2000—3000m(据库鲁克塔格露头)。

3. 中奥陶世到早石炭世: 南天山窄大洋持续扩张至中奥陶世时,大洋地壳开始向伊宁-中天山古板块俯冲,在中天山一侧形成深海沟和火山岛弧(图2c)。随着火山物质的不断增加和海沟附近混杂堆积的不断聚集,使伊宁-中天山陆壳不断增生,向南扩展,南天山洋则相应地不断缩小。在南天山的萨阿尔明和哈里克套地层区,都分布有这套岛弧型火山岩建造,如哈里克套地层区的奥陶系到泥盆系,含有大量的中基性火山碎屑岩、火山熔岩、中基性和酸性喷发岩,地层总厚达10400—10760m。

此阶段,塔里木盆地北缘仍为被动大陆边缘环境,形成一套海相碎屑岩、碳酸盐岩沉积建造,厚达5000m。志留纪末的加里东运动,曾使本区缓慢抬升,志留系遭到剥蚀。在库鲁克塔格和柯坪地区,志留系与泥盆系之间均有明显的沉积间断,缺失中、上志留统。岩相也由寒武系—奥陶系的浅海台地相碳酸盐岩转化为泥盆系的滨浅海相碎屑岩。早石炭世则继续下沉,接受浅海相的碳酸盐岩和碎屑岩。

4. 中石炭世到二叠纪: 伊宁-中天山古板块与塔里木古板块于中石炭世发生初始碰撞,海水逐渐退出,南天山洋渐趋消失。在碰撞过程中,伊宁-中天山古板块南缘为仰冲盘,而塔里木古板块北缘为俯冲盘。因而形成了南缓北陡不对称的碰撞前陆深拗陷,在拗陷中沉积了巨厚的海相、海陆交互相以及陆相的碰撞前陆拗陷型建造(图2d)。柯坪以北的迈丹他乌地层区中石炭统到二叠系沉积厚度达8000m,石炭系上部碎屑岩中见煤线,二叠系以火山岩为主。拜城以北哈里克套地层区厚达8600—12000m的石炭—二叠系也属此套建造。

二叠纪末的华力西末期运动,使伊宁-中天山古板块和塔里木古板块发生剧烈碰撞、挤压,地壳缩短、加厚、上隆,地层强烈褶皱,形成南天山碰撞褶皱带。由于巨大的挤压作用力,使中天山岛弧带地层沿一系列大的逆掩断层向南推覆使塔里木古板块北缘被动陆缘型沉积建造掩伏其下。火山岛弧型地层和碰撞前陆拗陷型地层沿被动陆缘型建造的顶面产生滑脱,形成大规模的推覆体。

此时,塔北隆起带在板块碰撞的挤压作用下迅速隆起,并产生大的轮台断裂,上盘地层遭到严重剥蚀,大范围缺失古生界。

5. 三叠纪到中新世: 海西运动后,南天山褶皱隆起,在其山前部位,沿大的断裂(山前边界断裂)形成了窄长状东西向延伸的碰撞山前拗陷,呈不对称的北陡南缓型

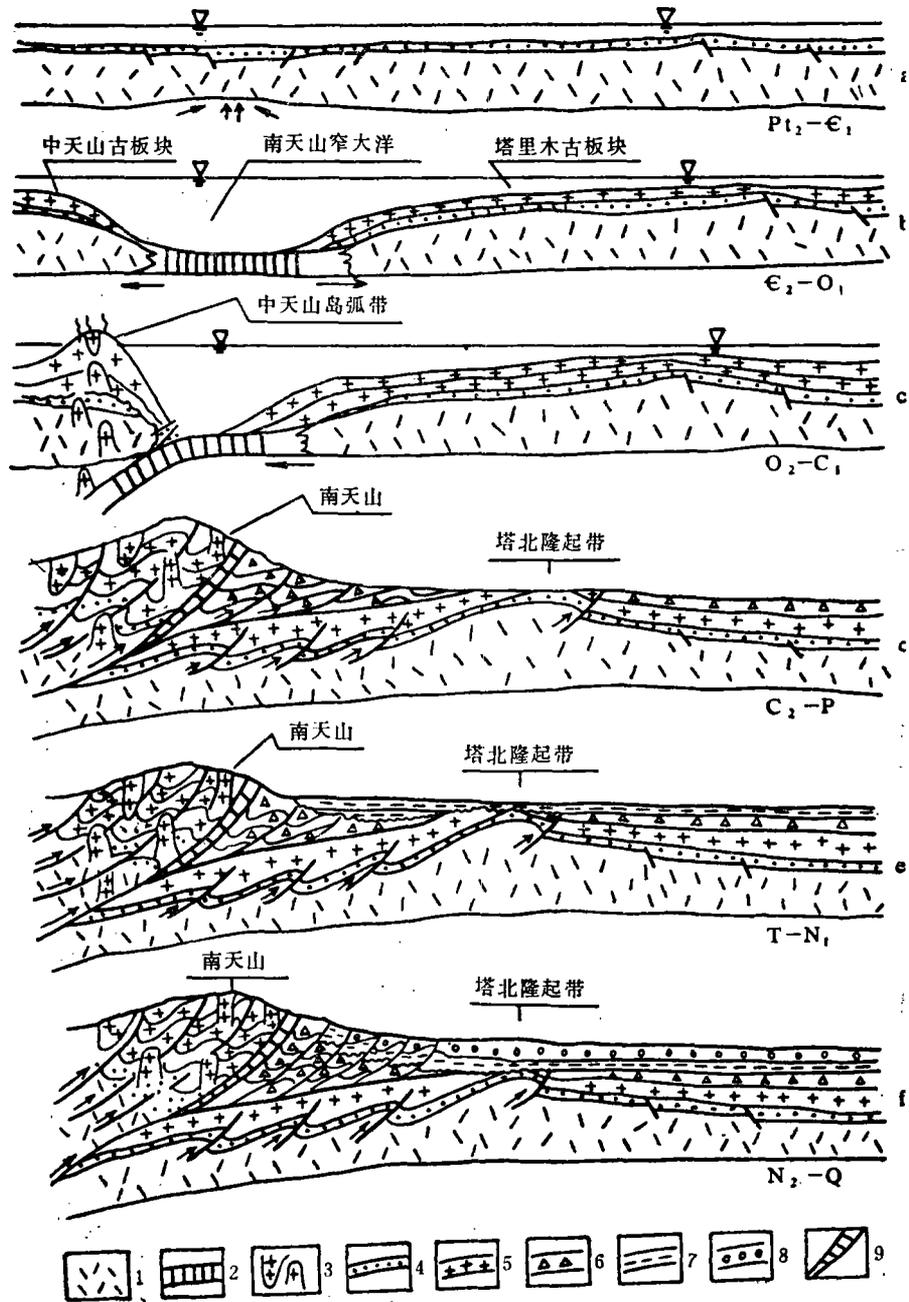


图2 塔里木盆地北缘构造演化示意图

1.陆壳；2.洋壳；3.火成岩；4.陆表海沉积；5.被动陆缘沉积；6.碰撞前陆拗陷沉积；7.碰撞山前拗陷沉积；8.碰撞复活山前拗陷沉积；9.板块碰撞缝合线

(图2e)。三叠—侏罗纪时,拗陷中心位于目前的米斯布拉克和依奇克里克一带,沉积了一套厚达3500m的河湖相砂泥岩及沼泽相煤系地层。随着南天山的不断隆升,拗陷中心逐步南移,白垩纪和早第三纪时位于拜城一带,中新世则位于秋立塔克一带。塔北隆起

带已不再隆升，从北往南形成北倾的斜坡。

6. 上新世以后：由于印度板块向亚洲大陆的不断俯冲、挤压，最终与亚洲大陆发生剧烈碰撞，地壳急剧缩短、加厚，形成青藏高原，同时巨大的挤压力通过塔里木地块传到盆地北缘及天山地区，使已经趋于稳定的南天山复活，再次强烈褶皱上升，并在山前部位形成碰撞复活山前拗陷，拗陷中心进一步南移至秋立塔克山前和亚肯构造一带，沉积了厚达3000—4000m的河流、滨湖相、以及洪积相砂砾岩和泥质岩。由于天山复活产生的挤压力，使华力西运动形成的一系列逆掩断层再次活动，并产生新的逆掩断层，南天山推覆体前缘进一步南移，推覆距加大。库车—拜城一带，由于强烈的挤压和断裂活动，形成了一系列东西向展布的掩冲断褶构造带，褶皱强度由北往南变弱（图2f）。

二、塔里木盆地北缘构造特征

长期多变的构造演化，决定了塔里木盆地北缘所特有的构造特征，由于距板块碰撞带的远近不同，所造成的构造特征也不相同，因此根据重力、磁力和地震资料所反映的基底和盖层特征以及地表构造特征，可将塔里木盆地北缘分为两个构造带（图3）。

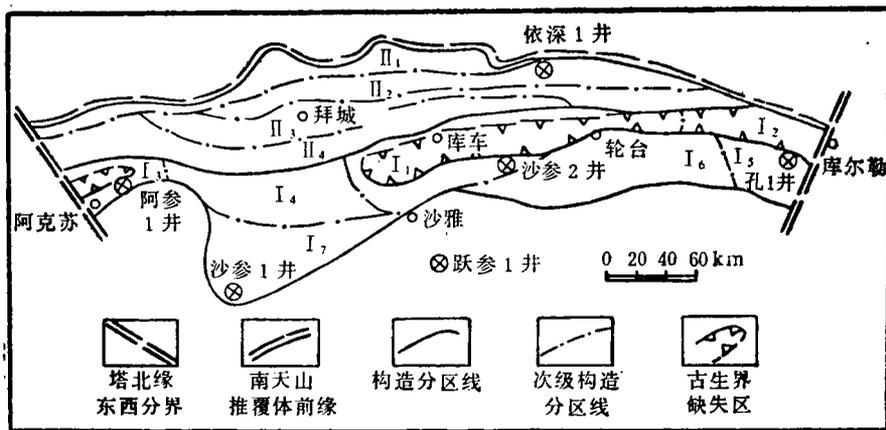


图3 塔里木盆地北缘构造分区图

- I 塔北隆起带：I₁. 新和-轮台高凸起，I₂. 库尔勒高凸起；I₃. 阿克苏高凸起；I₄. 羊塔克库都克凸起；I₅. 孔雀河凸起；I₆. 轮南低凸起；I₇. 柯吐尔低凸起
- II 库车-拜城掩冲断褶带：II₁. 南天山前缘背斜带；II₂. 依奇克里克背斜带；II₃. 拜城向斜带；II₄. 秋立塔克背斜带

1. 塔北隆起带：在重力图上表现为一连串的重力高异常，在磁性体最小埋深图上表现为一系列小于7km的凸起，而地震资料所反映的是一个较高的基岩隆起，其上覆的中新生界基本没有隆起的表现（图4）。塔北隆起带与阿瓦提-满加尔拗陷相邻，北与库车-拜城掩冲断褶带相接，其构造特征有如下几点：

(1) 由于此带离板块碰撞带较远，所以其褶皱构造和断裂构造都不太发育。查明的背斜构造只有喀拉玉尔滚、亚肯和柯吐尔等处，其中亚肯构造属新生代构造，喀拉玉尔滚和柯吐尔构造则属古生代和中新生代的复合构造。另外还有大尤都斯等古生代构造

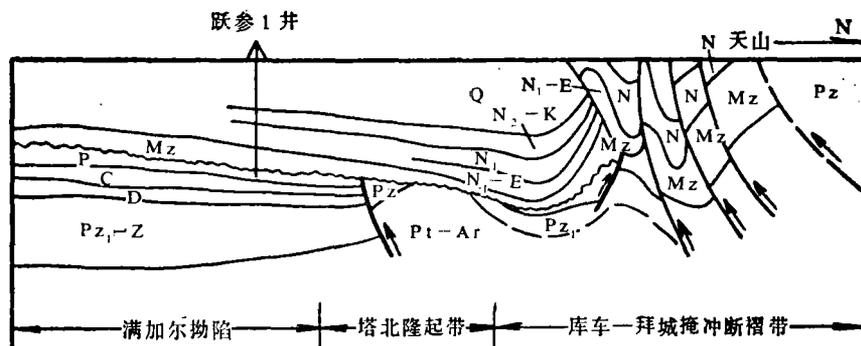


图4 塔里木盆地北缘构造横剖面图

(据SN-375, B-83-05, B-83-04解释剖面)

造。断裂主要是华力西运动形成的轮台逆断层和库尔勒逆断层，主要分布在沙雅以东一带。另外在轮台断裂上盘还有许多新生代形成的小型正断层。

(2) 塔北隆起带基底的隆起程度不一，反映在地层分布上有三种情况，第一是古生界全部缺失，第二是古生界部分缺失，第三是古生界发育基本完全。对应于这三种情况，可将塔北隆起带划分为三种类型的构造小区，即高凸起、凸起和低凸起，共分为七个小区(图3)

(3) 由于华力西运动期，板块碰撞的强烈挤压使塔北隆起迅速抬升。古生界大面积剥蚀，形成了巨大的角度不整合以及大量的古潜山构造，古潜山是由元古界的凸起、上覆中、新生界而构成。主要发育在沙雅以东的轮台断裂上盘。

2. 库车-拜城掩冲断褶皱带：即塔北隆起带与南天山之间的地区，本区距板块碰撞带很近，所受挤压力很强，因此形成了东西向带状分布的褶皱、断裂构造。由北往南发育有三排背斜构造，即南天山前缘背斜带、依奇克里克背斜带、秋立塔克背斜带。背斜构造的褶皱强度由北往南减弱，多为线性褶皱、而且两翼不对称，呈北陡南缓型。构造高点在深层和浅层不一致，通常情况是：从上到下，高点向北偏移，从而导致了浅层背斜与深层向斜或浅层向斜与深层背斜相对应的复杂地质构造。如库喀1井，钻在地表库姆格列木和喀桑托开两背斜之间的向斜部位，而其下部约3500m深处则变为背斜构造。

本区断裂也呈东西向带状分布，与褶皱构造相对应，也可以分为三个断裂带，由北往南为：南天山前缘断裂带，依奇克里克断裂带和秋立塔克断裂带。断裂延伸一般很长，达上百公里，如北秋立塔克断裂，长240km，断裂走向以东西向为主，局部偏向北东东。在地表，断裂以沿背斜带轴部最为发育，且随着背斜轴线的弯曲而弯曲，说明二者是同时形成的。主干断裂性质为逆掩断层，断面产状在地表为陡倾，向地下逐渐变缓，以至水平滑脱，如苍木兹吐克断裂(属秋立塔克断裂带)，在盐山口一带，地表断裂走向北西西，断面北倾，倾角 70° ，据钻井资料，此断裂向下在800m深处变缓为 18° ，在盐山口东钻井证实为水平产状。

根据本区褶皱和断裂的分布特征，可进一步分为四个构造小区(图3)，由北往南分别为：

(1) 南天山前缘背斜带: 此带紧靠南天山褶皱带, 地表出露地层由北往南依次有二叠系、三叠系、侏罗系、白垩系、第三系, 具有单斜地层特征, 故而前人称之为“北部单斜带”。实际上可能是一个完整的背斜, 其南翼受到剥蚀后表现出单斜特征, 而其北翼则被掩伏于南天山推覆体之下。

(2) 依奇克里克背斜带: 此背斜带挤压比较强, 但保存仍较完整, 构造顶部出露最老地层为侏罗—白垩系, 依奇克里克油田和吐格爾明含油构造均属此带。

(3) 拜城向斜带: 位于依奇克里克背斜带和秋立塔克背斜带之间, 在拜城附近最宽达30km, 往东变窄, 中、新生界厚度最大, 达8000—9000m。

(4) 秋立塔克背斜带: 此带延伸很长, 地面隆起最高, 在拜城以南呈向南突出的弧形, 顶部出露地层为中新统, 构造保存完整, 除发育背斜构造外, 在其西部还发育有盐丘构造。

南天山推覆体的产生对本区构造特征具有极其重大的影响, 它使本区形成了特有的双层结构。前述的褶皱、断裂特征都是指上层中、新生界的构造面貌。而其下层是由古生界被动大陆边缘型沉积建造组成, 由于上层构造受南天山推覆体的影响, 在下层构造顶面形成滑脱, 使下层受到的挤压力相对减弱, 所以下层构造变动要比上层构造变动弱。另外, 下层古生界被动陆缘型沉积的分布范围也要比上层广, 它可能下插于南天山推覆体之下达较长的距离。它的存在可能与人工地震资料反映的低速层有关。人工地震反射表明, 在塔里木盆地北缘存在一低速层(表1), 而在西南缘则没有这种低速层, 这是由于它们的构造演化史不同所决定的。南缘长期为弧后环境, 而北缘则长期为被动大陆边缘环境, 形成了一大套稳定沉积, 在后来的板块碰撞过程中, 被掩覆于大规模的推覆体之下。由于构成推覆体的主要是沟弧系统的优地槽型沉积, 其密度和纵波速度均大于下伏的被动陆缘型沉积, 因此造成了深部低速层。

表1 塔里木盆地北部地壳分层结构(据朱培定, 1982)

层号	厚度(km)	S波速度(km/s)	P波速度(km/s)	密度(g/cm ³)
1	12	2.59	4.49	2.62
2	10	3.22	5.58	2.75
3*	10	3.08	5.33	2.80
4	12	3.42	5.92	2.85
5	18	3.55	6.15	3.00
6	20	4.66	8.06	3.30

*低速层

三、塔里木盆地北缘含油气特征

塔里木盆地北缘的构造演化不仅决定了本区的构造特征, 同时也决定了本区油气生成、运移、聚集的规律。塔北隆起带由于处于盆地北缘碰撞带和盆地中部褶皱之间的过度区, 因此它的含油气特性是由这两种构造环境所决定的, 从而使其含油气特性不同于库车—拜城掩冲断褶带。

1. 塔北隆起带的含油气性

(1) 具有充足的油源：经地化资料、岩性资料和油气显示分析，确定塔里木盆地生油层为寒武—奥陶系、石炭—二叠系和三叠—侏罗系。对塔北隆起带上沙参2井油气进行分析发现，既具有海相特征，又具有陆相特征。如钒/镍为11.61—5.0，含硫量为0.30%，含蜡量为3.59%，还含有奥利烷和30-降羽扇烷。说明沙参2井的油气来自不同的生油坳陷及不同生油层。

塔北隆起带位于阿瓦提-满加尔坳陷和库车坳陷之间，在这两个坳陷中均发育有较厚的生油层，成为塔北隆起带的主要供油区。

阿瓦提-满加尔坳陷是塔里木盆地面积最大的古生界坳陷，其下古生界厚度最大可达8000m，上古生界厚度最大可达5000m，而且其埋藏深度都比较大，是塔里木盆地最大的生油坳陷，其生成的油气有很大一部分运移至塔北隆起带。

库车坳陷下层古生界即被动大陆边缘型沉积建造，厚度也很大，在深埋条件下也可生成大量的油气，在板块碰撞的强烈挤压下，部分油气可沿古生界顶面的不整合面运移至塔北隆起带。发育于碰撞山前坳陷中生界生油层，生成的油气也有少量运移至塔北隆起带。

塔北隆起带除了阿瓦提-满加尔坳陷和库车坳陷向其供油外，其本身的中生代地层也是有生油能力。1987年9月，轮南1井三叠系出油，也证明了这一点。

(2) 发育大量的圈闭：塔北隆起带除了具有少量的背斜圈闭外，还具有广泛的不整合和古潜山，可以构成大量的有效圈闭。在七个小区中，I₁和I₄区圈闭条件最好（图3）。因此这两个区也是塔北隆起带最有利的勘探区。

(3) 具有良好的储盖条件：塔北隆起带由于在海西期板块碰撞作用下强烈隆起，使地层遭受了强烈的风化剥蚀，以灰岩为主的地层经溶蚀后，形成大量的孔隙，成为良好的储油气层，对沙参2井岩心观察，见大量孔缝，宽可达1—6mm，电镜测定结果，孔隙占岩石总面积的5%左右，且连通性好。另外，在钻遇白云岩时，还具有钻具放空和泥浆漏失现象。中生界在塔北隆起带以泥岩为主，为本区的油气聚集提供了良好的盖层条件。

2. 库车-拜城掩冲断褶带的含油气性

(1) 发育有多套生油层系：库车-拜城掩冲断褶带经历了五个不同的构造阶段，叠加形成了陆表海、被动陆缘、碰撞前陆、碰撞山前和碰撞复活山前五套沉积建造。在被动陆缘、碰撞前陆和碰撞山前三套沉积建造中发育了寒武—奥陶系，石炭—二叠系和三叠—侏罗系三套生油层系。

由于此区在构造上分为上下两层，故含油气层系也分上下两层，上层为中、新生界含油气层系，以三叠—侏罗系为生油层，构成了依奇克里克油田和吐格尔明等含油构造。下层为古生界含油气层系，以寒武—奥陶系和石炭—二叠系为生油层。由于以前的勘探工作主要集中在中新生界，所以古生界的含油气性尚未得到证实。但是，东秋立塔克的凝析油和喀桑托开的轻质油都具有烷烃含量低，主峰碳数低，成熟度高，钒/镍为4等特

征,可能与来自下层古生界的油气有关。

(2)以背斜为主的圈闭非常发育:库车-拜城掩冲断褶带三个背斜带中均发育有大量背斜圈闭,另外还有鼻状构造和盐丘构造。如南天山前缘背斜带共有13个局部构造,依奇克里克背斜带共有9个局部构造,秋立塔克背斜带共有18个局部构造。由于中生代陆相地层岩相变化大,所以还发育有地层岩性圈闭,这些都是中生界的构造特征。古生界的构造特征虽然没有直接的资料加以证实,但可以肯定,在板块碰撞的强烈挤压作用下,也一定会形成大量的背斜型圈闭,因为和此区处于相同构造位置的柯坪地区,古生界的褶皱构造是非常发育的。

(3)断层对油气的聚集起到了重要的作用:库车-拜城掩冲断褶带发育的大量断层,对油气的聚集起到了两方面的作用,一是断层与其它条件配合可以构成圈闭,如断层与岩性、断层与倾斜地层等。二是可以构成油气运移的通道,形成古生新储型油气藏。当然断层也可以使原有的油藏遭到破坏。

此外,库车-拜城掩冲断褶带下层古生界均被巨厚的中生界覆盖,而南天山推覆体之下的原被动陆缘型沉积则埋藏更深,推测在很高的地温作用下,油气演化程度可能很高,应主要是气,由于古生界厚度大,范围广,再加上中生界覆盖的良好保存,此区天然气资源将十分可观。

(收稿日期,1989年4月16日)

参 考 文 献

- [1]康玉柱,1985,沙参2井高产油气流的发现及今后找油方向,石油与天然气地质,增刊。

TECTONIC EVOLUTION AND OIL AND GAS POTENTIAL IN NORTHERN TARIM BASIN

Yang Fuzhong Zhang Kai

(Scientific Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing)

Abstract

The northern Tarim Basin has undergone 6 evolutionary phases since the middle Proterozoic: 1)The development of Xinjiang paleoplate (Pt₂ - E₁); 2)The formation of the passive continental margin (E₂ - O₁); 3)The subduction of the Tarim paleoplate to the Yining-Middle Tianshan paleoplate (O₂ - C₁); 4)The colliding foreland depression period (C₂ - P); 5)The depression period of colliding predmount (T - N₁); 6)The colliding reactivated predmount depression (N₂ - Q).

The northern Tarim Basin can be subdivided into 2 tectonic parts: i.e. the northern Tarim uplift belt and the Kuche-baicheng thrust fold belt. The former is a high basement uplift in which Paleozoic strata was eroded seriously, and ancient buried hills and anticlines were well developed. It is the most promising zone owing to its bordering on the Manjiaer and Kuche oil generation depressions. The latter consists of a double-deck structure, the upper is characterized by a series of thrust faults and folds in the Mesozoic strata, the lower is made up of the Paleozoic strata. The sedimentary formation of the passive continental margin overridden by the south Tianshan nappe is important source rocks. Besides the oil-bearing Mesozoic strata, it is expected that there are a great amount of Paleozoic Gas resources in this zone.