

准噶尔盆地 油气地质综合研究

新疆石油管理局
中国科学院资源环境科学局

甘肃科学技术出版社

066588



准噶尔盆地油气地质

综合研究

新疆石油管理局

中国科学院资源环境科学局

编



甘肃科学技术出版社

(甘) 新登字第 05 号

2014/28

(5914/28)

内 容 简 介

本书记录了新疆石油管理局和中国科学院的油气地质工作者在“七五”期间对准噶尔盆地油气地质研究方面的主要成果。全书 47 万字，插图及图版共 178 幅，比较详细和系统地论述了准噶尔含油气盆地地质构造、准噶尔盆地石炭-二叠系油气形成、准噶尔盆地侏罗系油气形成、准噶尔盆地储盖组合特征、整个准噶尔盆地油气形成和分布规律以及准噶尔盆地油气资源评价方法问题。这部《准噶尔盆地油气地质综合研究》不仅是一部区域油气地质著作，而且是一部记述新疆石油管理局和中国科学院“七五”横向科技合作成果的大全。

本书可供油气地质工作者、院校师生阅读，对工作在准噶尔盆地的油气地质工作者和勘探人员尤为适用。

责任编辑：王郁明

特邀编辑：史斗 荣光华

封面设计：吴 帧

准噶尔盆地油气地质综合研究

新疆石油管理局
中国科学院资源环境科学局

甘肃科学技术出版社出版发行
(兰州第一新村 81 号 730030)
甘肃省人民政府印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张：20.75 字数：470,000

1992 年 11 月第 1 版 1992 年 11 月第 1 次印刷

印数：1—1,500

ISBN 7-5424-0435-0/TE·5 定价：20.00 元

准噶尔盆地油气地质综合研究

编委会名单

主任：罗斌杰

副主任：王祖国 林禾杰 张国俊

委员：赵生才 彭希龄 周中毅

靳仰廉 刘振武

特邀编辑：史斗 荣光华

前 言

本论著是中国科学院资源环境科学局与新疆石油管理局“新疆石油地质综合研究”协议的共同研究成果。由两方面近百位科技人员辛勤工作历时五年完成。新疆方面，以新疆石油管理局勘探开发研究院为主，地质调查处等单位科技人员参加本研究。中国科学院方面由中国科学院兰州地质研究所牵头，中国科学院地球化学研究所、中国科学院长沙大地构造研究所、中国科学院地球物理研究所、中国科学院南京地理与湖泊研究所与中国科学院地质研究所的研究人员参加了本研究。这项研究是在大量生产实践的基础上，对准噶尔盆地的形成发展、构造演化、沉积体系、有机质类型及演化、油气形成、油气特征、运移聚集和分布规律等问题作了深入的综合分析。

在二叠系海相深海沉积、西北缘石炭系、特殊环境的油源、侏罗系煤成油和煤成气等的研究方面都有重要的新发现。在气藏形成上，提出由低温热解和微生物共同作用而生成的高温热解气，并发现微生物在沉积物中的分布有分带现象；在地块、海槽、盆地、山系的研究上，建立了对盆地石炭、二叠纪海相和沉积环境资源评价新体系；包括地块活动与演化，盆地类型与分析以及山系的形成和发展。提出了地块、海槽边缘带油气形成的新观点，突破了以盆地为单位找油的传统观念，认为深海环境以及由深海至半深海过渡的地区有利于生油，陆海边缘带强烈的火山活动有利于油气的形成。

这些新观点发展为油气形成理论的同时，从构造、沉积、地球物理、地球化学等方面对盆地油气资源的评价具有实际意义。

本研究，得到了新疆石油管理局和中国科学院的大力支持，执行单位的领导和同志们在任务完成中提供了各种条件的保证，在此特致以衷心的感谢。

罗斌杰

目 录

我国西北区油气形成的重要模式——地块海槽与山系盆地的油气形成 (以准噶尔盆地为例)	
..... 罗斌杰 赵生才 林禾杰 王祖国 宋之光 吴志勇 袁剑英	(1)

准噶尔盆地地质构造

准噶尔盆地各构造阶段的大地构造单元划分及含油气性	尤绮妹 贺晓苏 刘继山	(13)
准噶尔盆地断裂构造特征与油气分布	颜玉贵	(25)
准噶尔盆地南缘西部复杂构造研究	周德明 刘楼军	(32)
准噶尔盆地西北缘车排子地区井下中石炭世海相动物群特征和共生孢粉组合的发现及意义	詹家祯 王 智 林树鏊 张义杰	(42)

准噶尔盆地石炭—二叠系油气形成

准噶尔盆地南缘二叠系油页岩有效生烃排烃量的实验研究	范善发 黄健全 周中毅 韩林林 袁新友 潘长春	(51)
准噶尔盆地西北缘油源研究	杨 斌 蒋助生 李建新 王绪龙	(62)

准噶尔盆地侏罗系油气形成

准噶尔盆地南缘侏罗系沉积相研究	周经才 史宝玉 马孝祥 马传东 宋志刚	(74)
侏罗系煤岩显微组分产烃的某些特征	惠荣耀 孟仟祥 张继忠	(88)
准噶尔盆地煤成油的地球化学特征与侏罗系煤系的含油远景	李建新 杨 斌 尤绮妹 敖 林 杭国铭	(97)
准噶尔盆地南缘煤系地层的产烃能力	张继忠 惠荣耀	(110)
准噶尔盆地与吐鲁番盆地侏罗系石油地质条件的初步对比	王 刚 余亮平 伍 刚 哈丽亚	(119)

准噶尔盆地储盖组合特征

准噶尔盆地东部储集层特征及敏感性评价	刘振武 杨生榛 韩小平 单守会	(131)
准噶尔盆地阜康—吉木萨尔地区上二叠统一侏罗系沉积相和油气生储盖层分布预测	王多云	(145)
准噶尔盆地天然气储盖层特征及评价	宋志刚	(157)
火烧山油田细分沉积相研究	王云飞 冯 敏 王苏民 倪 华 张立仁 李新兵	(169)
准噶尔盆地南缘侏罗纪沉积环境演化及油气储盖组合类型	王多云 何海清	(176)

准噶尔盆地油气形成及分布规律

燕山运动对准噶尔盆地油气聚集的作用·····	张国俊	尤绮妹	(186)			
准噶尔盆地西北缘原油特征及形成环境·····	罗斌杰	吴志勇	王有孝	杨斌	(196)	
准噶尔盆地东部含油气规律·····	朱伯生	胡斌	杨迪生	刘朝荣	尤泉	(208)
准噶尔盆地油气形成的地质地球化学特征·····	惠荣耀	张继忠	孟仟祥	丁安娜	(220)	
准噶尔盆地腹部地区石油地质特征及找油前景 ·····	贾希玉	买光荣	况军	伍刚	(236)	
新疆博格达地区晚古生代海相沉积及其找油前景·····	李育慈	晋慧娟	(246)			
立足大坳陷寻找大油田·····	伍致中	(261)				

准噶尔盆地油气资源评价方法

准噶尔盆地气源层热历史、产气率与产气量评价方法探讨 ·····	周中毅	潘长春	韩林林	范善发	(281)
准噶尔盆地地震资料综合解释方法·····	王多云	(300)			
准噶尔盆地古地磁研究评述·····	孟自芳	(308)			
盆地模拟技术在准噶尔盆地油气资源评价中的应用·····	贺晓苏	王绪龙	余亮平	(317)	
后记·····	张国俊	(322)			

我国西北区油气形成的重要模式

——地块海槽与山系盆地的油气形成

(以准噶尔盆地为例)

罗斌杰 赵生才 林禾杰 王祖国 宋之光 吴志勇 袁剑英

地块海槽与山系盆地是西北区油气形成的重要模式，现以准噶尔为例讨论其油气评价。

准噶尔盆地是我国主要含油气盆地之一，面积 13 万 km^2 。盆地中部广大地区为性质稳定的前寒武系结晶基底，周缘活动带为海西期褶皱，现在的盆地是不在同性质基底上发育而成的一个大型中、新生代挤压性构造盆地。区内油气形成分为盆地形成前和盆地形成以后两个阶段，包括了上古生代海相沉积，海陆过渡相沉积和二叠纪以来的海陆交互相和陆相沉积的双生油体系，上古生代，准噶尔地块为不同的海槽环绕，海水侵漫，在台盆、裂陷槽和稳定地块与活动边缘相带发育了海相生油岩系；海西运动使准噶尔地块周边海槽陆续关闭，褶皱为山系，中二叠世末期海水向东退出后，结束了海相沉积，发展为典型的陆相盆地，以长期稳定下沉为主，沉积了厚达 2 万米左右的巨厚沉积。分为四个发展阶段，形成三种格局的凹陷，控制着盆地的油气形成分布。因此，准噶尔盆地具有多种环境形成的油气，除长期以来研究较多的二叠系湖相环境形成的油气外，还应重视石炭、二叠系海相环境形成的油气，侏罗系煤系地层形成的油气，这是当前盆地油气勘探的两个新领域。

一、块体与块体位移

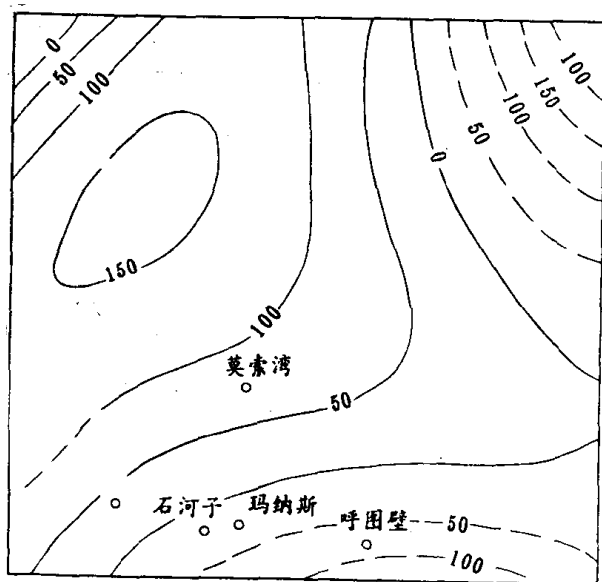


图 1 区域磁异常区 (据腾吉文, 1991)

准噶尔盆地北部为重力相对高，从重力图象看，莫霍面呈三角形上隆，与现代盆地呈镜像反映，莫霍面深度 38—41km，北面的阿尔泰山区为 41—45km，向北东方向加深，西准噶尔为 40—42km，天山西段深达 47—50km，东段为 41—42km，(图 1, 图 2) (吴庆福, 1985) 准噶尔盆地航磁资料，在中西部出现南北向椭圆形，变化平缓的正背景磁场，反映了盆地深部存在一个稳定的块体，地壳厚度明显小于四周。根据重磁力和地质资料分析，准噶尔盆地中间为前震旦纪结晶在古老地块，四周为活动带环绕，属海西褶皱山系，北为阿尔泰山，东北是克拉美丽山，西北为准噶尔界山，南

以天山山脉为界，形成近似三角形的盆地。

地块周缘可能还存在未被剥蚀而残存的蓟县系和震旦系地层，至少泥盆纪至石炭纪时被周围的海槽包围，海槽边缘和地块上海水侵漫，发育了海相沉积，地块的大部分也为陆表海所覆。

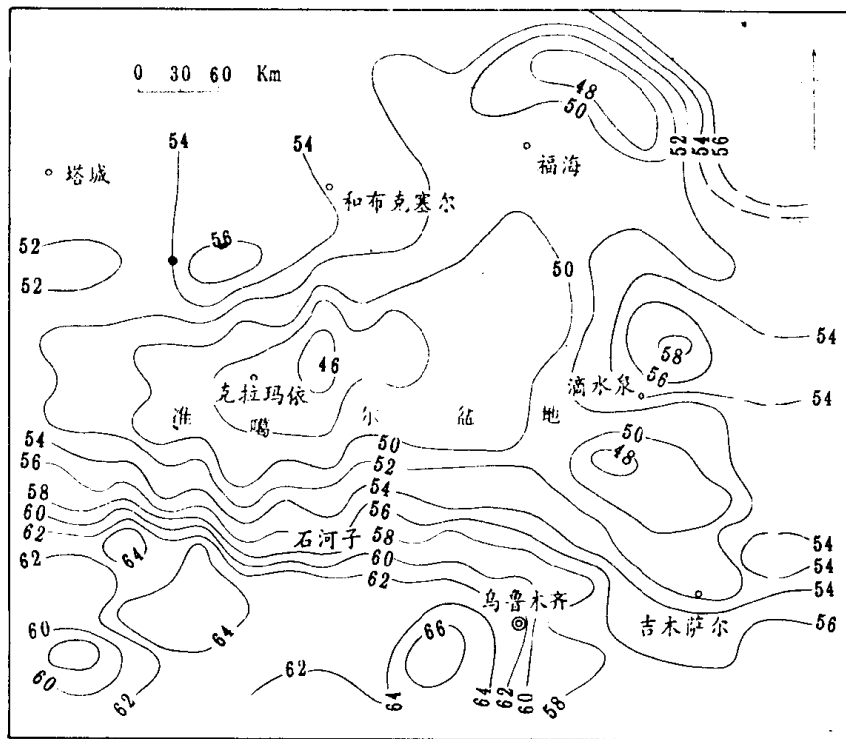


图2 盆地地壳厚度图 (据吴庆福, 1985)

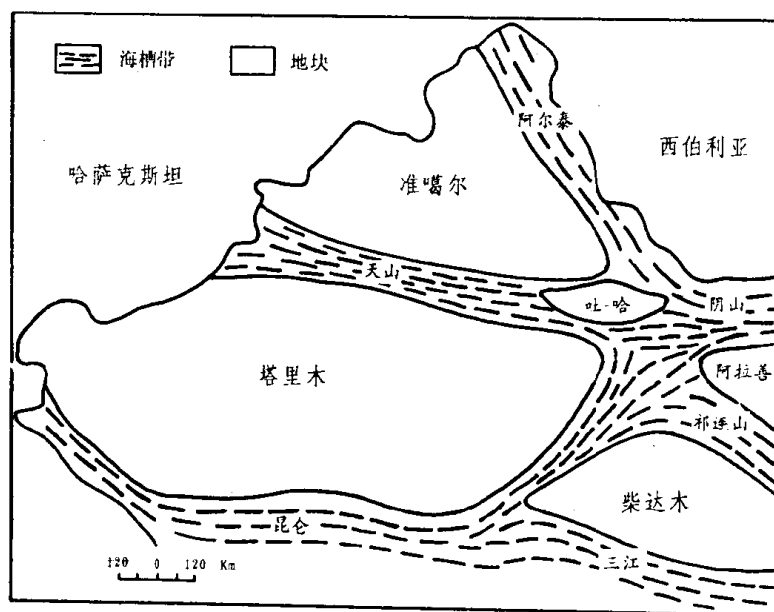


图3 中国西北区古生代地块-海槽分布示意图

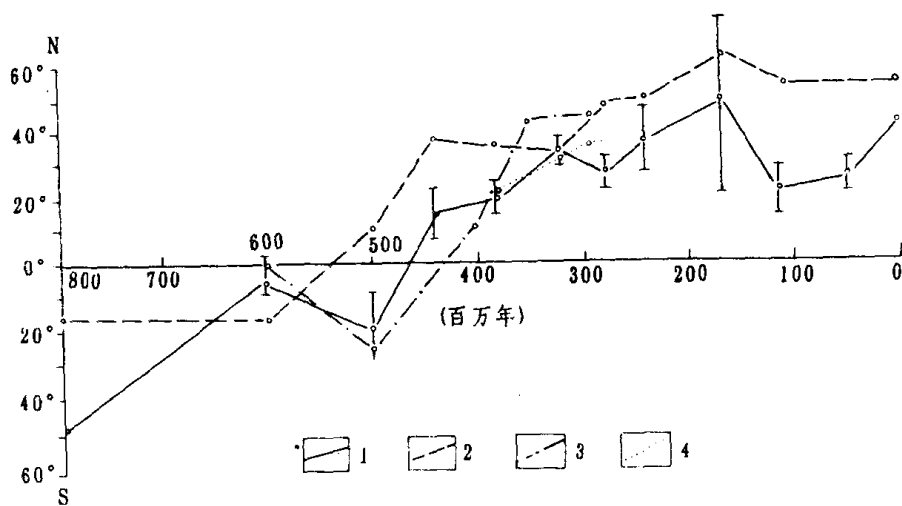


图4 塔里木地块古纬度变化曲线 (据孟自芳, 1991)

1.实例 2 西伯利亚极对应的理论古纬度 3.阿尔泰-萨彦极对应的理论古纬度 4.哈萨克斯坦极对应的理论古纬度

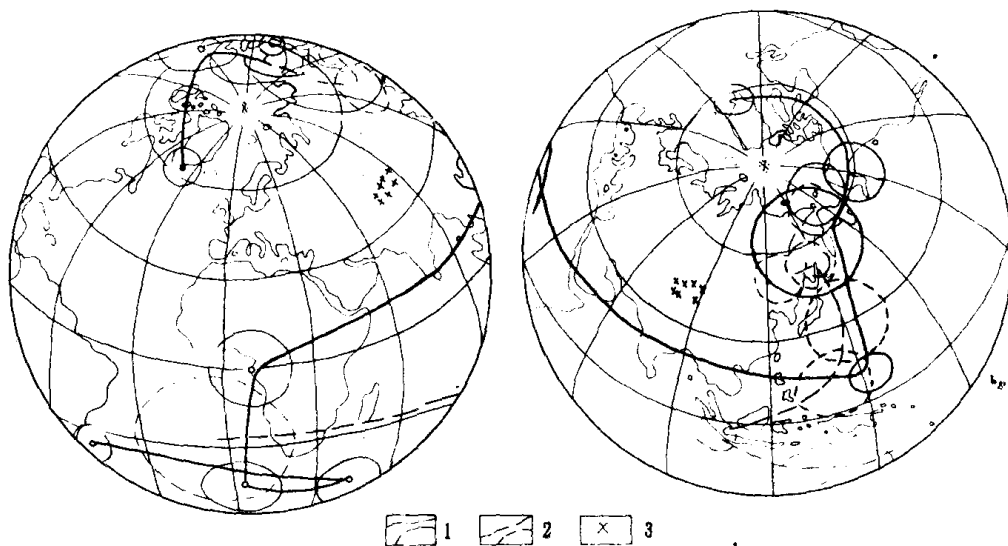


图5 塔里木地块显生宙极移曲线 (据孟自芳, 1991)

1.塔里木极移曲线 2.西伯利亚极移曲线 3.采样位置

古生代时,我国西北地区隶属许多板块和地块,在准噶尔地块周围邻近海槽的有四个不同的块体,阿尔泰海槽的北面是西伯利亚板块,西准噶尔海槽的西面是哈萨克斯坦板块,天山海槽以南是塔里木板块,博格达海槽的东南是吐鲁番-哈密地块,(图3)这些板块或地块,在地质历史时期中曾不断地漂移和转动,根据孟自芳1990-1991年研究,塔里木板块石炭二叠纪时古纬度为 33°N (图4,图5),此期曾向南漂移600km,但古方位基本保持一致,自二叠纪以来,表现出明显的转动,顺时针方向旋转了 35° ,准噶尔地块克拉玛依区二叠纪时曾向南移500km,晚二叠世古纬度为 35°N ,并相对塔里木板块逆时针旋转了 30° ,南北向缩短了250-450km;隶属华北地块的酒西盆地区,石炭二叠纪时古纬度为

27° N, 晚二叠世古纬度为 17.4° N, 二叠纪以来逆时针旋转了 47° N。显然, 这些板块和地块的方位, 块体之间的相对位置和关系都在不断地变化, 在地质历史过程中, 这些块体的整体位移和相对位移形成了块体之间的离散与聚敛, 造成了块体之间海槽的扩散、沉降和关闭褶皱上升。

根据古地磁研究, 克拉玛依晚二叠世古纬度为 35° N, 博克达北麓晚二叠世古纬度为 28° N, 从国外古生代大油气田资料统计, 有利油气形成的纬度为北纬 30° 至南纬 30°。因此, 准噶尔地块在石炭—二叠纪期间曾处在有利于油气形成的地理位置。

准噶尔地块与塔里木板块石炭—二叠系古地磁数据揭示的构造位移方向截然相反, 表明二者在石炭纪连为一体后又截然裂开, 在天山两侧造成了广阔的陆间海, 到晚二叠世时才又重新连为一体, 因而准噶尔南缘的石炭—二叠系具有很好的油气形成条件 (孟自芳, 1991)。

准噶尔地块与吐鲁番地块同处于西伯利亚板块南部增生边缘, 根据滑移线场理论, 它们都位于西伯利亚板块楔入体的西侧, 准噶尔地块、吐鲁番地块属于哈萨克斯坦板块的东延部分, 中奥陶时, 西准噶尔裂陷槽产生, 将哈萨克斯坦板块一分为二, 东部块体即为准噶尔—吐哈地块, 中晚泥盆世时, 博格达—哈尔里克裂陷槽出现, 再次分出了准噶尔板块和吐—哈板块。

因此, 准噶尔地块上的裂陷、拗陷及地块边缘与海槽的过渡带, 是古生代油气形成的重要地带。

二、地块海槽体系

准噶尔古老结晶地块, 在泥盆—石炭纪时被四周的海槽环绕, 海槽和地台边缘海水侵袭, 发育了较稳定的海相、海陆过渡相沉积。这些大陆—大洋 (或窄大洋) 过渡地区的特征是构造运动激烈, 并有明显的差异性, 地块在水平运动的同时, 还有很大的垂向位移, 因而堆积了巨厚的沉积岩。无论构造运动稳定阶段与构造运动活跃阶段相互交替, 还是在地块上升或下降同时出现的挤压和汇聚作用, 都将产生不同时代, 不同风格的大陆边缘带沉积盆地和拗陷。被动大陆边缘与活动大陆边缘的沉积盆地和裂陷、拗陷、以及陆间裂陷槽, 都是油气形成的有利地区。

以大西洋为代表的被动大陆边缘, 在北海北部盆地、加拿大东部沿海、坎佩切湾、南美大西洋边缘区及西非水下边缘带地区, 都发现了众多的大油气藏, 许多含油气盆地主要是分布在陆棚区的断陷、拗陷盆地内, 如内陆棚含油气盆地、边缘含油气盆地、边缘高原含油气盆地等。边缘区的构造, 决定了他们的岩相分带性及纵横向的构造变化, 往大洋或窄大洋方向, 地层总的呈单斜倾伏, 在陆棚内部及斜坡上厚度增加, 上部构造层不整合于下部构造层之上, 形成巨大的楔形, 在大陆坡至大陆坡脚下沉积厚度急剧增加; 平行大陆边缘常有一些线型沉积拗陷或地堑型凹陷, 沉积厚度大, 可被线型的隆起分开, 向大洋方向呈阶梯状倾伏, 在大陆方向和海洋方向, 常是不同的基底。

活动大陆边缘的含油气盆地主要为岛弧盆地, 近大陆的盆地及边缘海盆地。岛弧盆地分为前缘盆地, 岛弧间盆地及弧后盆地。岛弧后盆地是含油远景最大的盆地。火山弧形构造的陆棚和大陆斜坡是火山作用形成碎屑沉积。在边缘海相拗陷沉积盆地中, 陆缘海相沉积, 陆

源凝灰岩、硅质沉积在沉积建造中起着主要作用，泻湖—大陆含煤建造分布在盆地边缘。

准噶尔地块边缘带与世界著名的边缘带相比，不具备那种典型性的特征。准噶尔地块与大的板块相比较要显得微小得多，它与周边海槽外围的板块，地块的关系应是一种特殊的类型、有其自身的区域构造特征。童崇光等（1985）认为准噶尔属古生代裂谷盆地，在元古代时，新疆地区属于范围很广的地台区，塔里木、伊犁、吐鲁番及哈萨克斯坦陆块是一个整体，地台东北面为浩瀚的兴安—满蒙古大洋，加里东期塔里木地台开始裂解，准噶尔陆块同塔里木和伊犁陆块分离，其间出现天山裂陷槽；泥盆纪时，准噶尔陆块又同吐鲁番陆块和哈萨克斯坦陆块分开，其间出现博格达及扎依尔裂陷槽，这些裂陷槽在后期又发展为深海槽（图6），局部可能出现新洋壳。因此，沿断裂带有超基性岩体分布，在这些裂陷槽内接受了巨厚的奥陶系、志留系、泥盆系及石炭系沉积。其中混杂有大量的火山岩和侵入岩体。

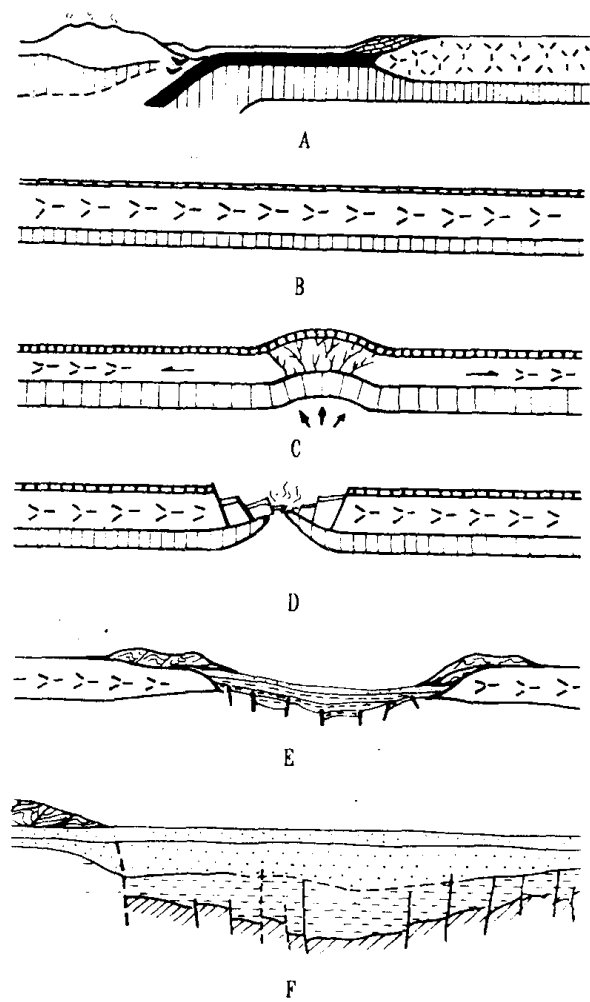


图6 地块—海槽组合

世界上中、新生代裂谷盆地生成和蕴藏有大量的油气资源。我国东部陆上及海域油气资源有90%以上产自裂谷盆地中。准噶尔盆地主要生油领域似乎与古生代裂谷盆地沉积有关。准噶尔地块中央的昌玛坳陷，是泥盆纪时南天山海槽向中天山的俯冲消减，使中天山弧后出现拉张，产生北天山裂陷槽。C—P时与昌玛坳陷北西向的裂陷槽共同组成了三叉裂谷。昌玛坳陷是残存在大陆内部或其边缘的已停止发育的一支单面断槽（坳拉谷），属地台期后型残留裂谷，裂口位于博格达山，具有洋壳或过渡壳性质，这个陆间裂谷呈不对称型，西南侧有深断裂存在，东北侧地层呈超覆不整合而尖灭，裂陷槽内二叠系（部分石炭系）是准噶尔盆地的重要生油源岩。世界上坳拉谷盆地常常是良好的含油气盆地，如埃及的苏伊士、南非海岸贝努埃凹槽、北美的哈德逊盆地、东海岸盆地、墨西哥湾岸盆地等。

其实，简单地与世界地质构造模式的对比很难说清准噶尔地块与周边海槽和外围地块、板块之间关系的特殊构造体系类型，无论是统一古板块的分裂，还是不同的原始块体，在上古生代时，准噶尔地块与哈萨克斯坦、塔里木、西伯利亚板块和吐—哈地块，它们已是分

开的独立活动的块体，多个块体活动、相互制约，或拉张离散、聚敛碰撞，或上升剥蚀、下降沉积，都形成了一种块体均衡类型的发展。在地块与海槽阶段，发育了海相与过渡相沉积及生油气建造，山系与陆相盆地阶段，发育了河湖相与湖泊沼泽相沉积及生油气建造。

三、边缘带的油气形成

准噶尔盆地内是否存在古生代地块—海槽体系时期形成的油气，一直是普遍关注的一个重要问题，通过大量原油地球化学的综合研究，我们对准噶尔盆地西北缘的克拉玛依原油划分出两种非同源的基本类型和两种次生作用变性类型的原油。I类原油为海相环境形成的特殊类型的原油，其基本特征是：正构烷烃主峰碳数偏前，具 C_{15} 、 C_{17} 、 C_{19} 高峰，分布与硅藻类相似，类异戊二烯烷烃含量很高，一般在 65% 以上，其最高丰度不是姥鲛烷和植烷，而是低碳数的 iC_{14} 烷。除有源于叶绿素 a 的植烷侧链外，还有来源于叶绿素 b、细菌叶绿素和类胡萝卜烷素等，说明低等水生生物，藻类是该原油的主要母质来源。高含量的胡萝卜烷，以 β 胡萝卜烷为主要组分， B/nC_{17} 一般大于 0.3，胡萝卜烷的前身胡萝卜素是在常温下极易氧化的有机色素，只有快速埋藏的还原条件下，有良好的保存环境，才能形成大量的胡萝卜烷的富集，I类原油的姥植比近于 1，区别于我国东部某些盐湖相的强还原环境下形成的原油，盐湖原油有明显的植烷优势，姥植比小于 0.7、无胡萝卜烷或丰度很低。因此，克拉玛依 I类原油是一种含有大量胡萝卜素的水生生物死后，被快速埋藏成油的特殊沉积环境。

I类原油中没有陆相植物的三降藿烷 (Ts) 及 C_{30} 双杜松烷(?)，在凤三井中还检出 C_{28} -25, 30-17 α -降藿烷。原油的碳、氢同位素较重， δ^{13} 为 -29.3% ， δD_{SMOW} 为 -143% 。氢同位素较重的原油多源于海相有机质。准噶尔东部彩参 1 井石炭系的原油 δ^{13} 为 -28.9% ， δD_{SMOW} 为 -128% ，也是具有类脂组分的母质的海相原油。

原油中甾萜烷、芳烃参数及丰富的类异戊二烯烷烃和 β 胡萝卜烷，说明原油的成熟度不高，可能处于生油的低成熟阶段，有早期成油的产物。原油伴生气氩同位素比值 ($^{40}Ar/^{36}Ar$) 估算气源的形成年龄在 325—384ma，属中石炭—中泥盆 (图 7)。

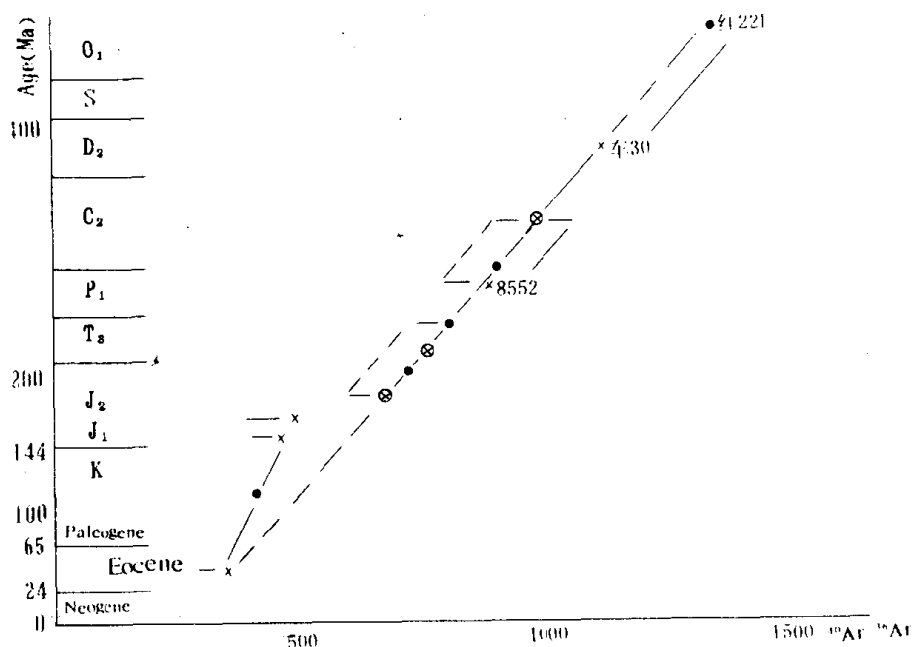


图 7 天然气氩同位素的年代分布 (数据据沈平 1990, 惠荣耀 1991)

可见，准噶尔盆地西北缘的原油中存在着一些起源于石炭纪、泥盆纪的海相沉积的原油，它具有以低等水生生物为主的原始母质，并存在有早期成油的低成熟油的特征。

根据尤绮妹 (1983)、童崇光 (1985) 资料，准噶尔盆地西北缘奥陶系下部为海相火山碎屑岩-火山硅质岩建造，厚度为 2180—4760m；志留系下统为海相泥质粉砂岩建造，厚度为 300m，中上统为海相碎屑岩及次深海相火山碎屑岩-硅质岩建造，厚度为 2180—4760m；泥盆系下统为海相火山岩碎屑岩及中性火山岩建造，厚度约 3260m。中统为浅海及海陆交互相火山碎屑岩-碎屑岩建造，厚度为 3000—4000m，上统为海陆交互相的火山碎屑岩-碎屑岩建造，厚度为 2200—2500m；石炭系下统为海相凝灰质碎屑岩；中-基性火山碎屑岩、酸性火山岩，厚度约为 2000m；上统为滨海沼泽相碎屑岩建造，厚度为 1600—2800m。根据盆地西缘地震反射资料，中上石炭统由玛湖区向西北方向加厚，乌尔禾区厚度超过 4000m，白碱滩至百口泉一带，厚度达 5200m。

石炭系及更早的海相沉积都具有生油生气的条件，凝灰质-硅质岩、暗色碎屑岩及碳酸盐泥岩、泥质碳酸盐岩都是可能的生油生气源岩，在边缘带及边缘带的两侧都是有利的生油和储集区。近地台一侧的陆缘浅海型沉积，有利于油气储集，近海槽一侧的斜坡型深水沉积是有利的生油区，生储组合良好。在以往的研究中，普遍重视了盆地范围内地块上裂隙、凹陷的生油研究，对边缘带的另一侧，邻近边缘带的海槽区（如准噶尔盆地西北缘）研究较少，其实这可能是准噶尔盆地形成古生代油气源的一个重要地区，这些地区的油源岩形成于成盆前期，在地质历史过程中形成的油气，运移聚集在盆地中。

边缘带具有一种特殊的油气形成环境，火山活动频繁，大量火山喷发物质为生物生长提供丰富的生源的物质，加之石炭纪等地质时期，气候相当温暖潮湿、生物繁茂，水体中菌藻类低等水生生物十分发育，原始有机母质丰富。如风成城组主要为一套含藻类、棘皮动物化石的凝灰质泥岩，泥质凝灰质、白云岩、凝灰质-硅质岩，有机碳 1.26%，氯仿沥青“A”为 1493ppm，总烃为 820ppm，有机质类型好，为 I—II 类。

一次又一次的火山喷发，将大量的原始有机母质快速沉积，埋藏封闭而保存下来，为有机质转化，特别是早期生烃创造了条件。现代沉积研究表明，原始沉积有机质一般都较高，在一般湖泊，海洋沉积环境沉积埋藏的有机质，经过早期成岩，保存下来的有机质约为原始有机质的 20%，约有 80% 有机质遭受消耗，主要是糖类、类脂化合物、氨基酸等，属于非烃和沥青质部分，这些有机化合物经过化学作用、生化作用与环境中的游离氧或含氧基团结合，形成 CO_2 、 HCO_3 等系列，以气体逸散，以固体沉积或形成 H_2O ，被保存下来的 20% 的有机质，在地质历史过程中形成干酪根，并以干酪根裂解方式转化为烃类，形成原油。当在特殊还原的地质环境、早期阶段，原始有机质只有少部分被消耗去改造环境，沉积中的原始有机质将被大量地保存下来，这个数量是很大的，这些大量的有机质，主要是非烃、沥青质和一般的氯仿沥青“A”部分。他们在成岩作用的低成熟阶段就直接向烃类发生转化，形成原油。在陆相生油研究中，我们已发现在煤系地层中树脂类有机化合物的早期转化，形成低成熟油，盐湖相生油岩系中也发现类脂化合物等在早期成岩阶段生成烃类。边缘带强的火山作用，也形成了低等水生生物等的类脂化合物早期成烃的条件。

沉积有机质沉积埋藏后的环境都是不同程度的含氧环境。因此，有机质处于消耗状态，在为种环境下沉积有机质一部分被消耗，换取环境的还原。另一部分有机质是在消耗有机质

换取的还原环境下得以保存，这些保存下来的有机质再进一步向油气转化。沉积早期大量被消耗的有机质是容易被氧化的部分和容易被微生物降解的部分，快速埋藏可以使原始有机质易消耗部分得以大量的保存。

风成城组等地层沉积时，是准噶尔西北缘构造运动和岩浆活动非常频繁的时期，具有较高的地温场，频繁而强烈的火山活动，形成了大量的火山灰喷出，遮天蔽日，光合作用降低，大气中氧含量下降；火山灰浮盖于水体之上，快速沉积于沉积物中，在这短暂的时间，水体、沉积物与大气中的氮形成某种隔绝的缺氧还原环境。现代火山观察研究，证明了火山凝灰岩的沉积速率是很快的。1980年5月18日美国西海岸圣海伦（St. Helens）火山喷发，主要喷出物是火山灰，几天之内毁了大片的针叶林，携带残枝树干，形成巨大的热泥流，堵塞了哥伦比亚河上游，造成大型冲积堆。公元前意大利维苏威火山喷发，一夜之间埋掉了整个的庞培城，1991年菲律宾皮纳图博火山喷发，很厚的火山灰覆盖了广大的地区。因此，激烈而频繁的火山活动，火山凝灰岩快速沉降堆积，造成水体中低等水生生物藻类等大量繁衍和大量死亡，死亡后有机残体被快速埋藏保存，并在高温场下早期转化为油气，新西兰 Watop 湖区第四纪火山凝灰质砂、泥沉积物中发现的油苗即属于这种变化早期快速成油模式形成的原油。风成城组沉积后，石炭—二叠纪时，准噶尔西缘古地温梯度高达 $5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ，沉积速率大，具有高温早期快速成油的条件。

总之，火山活动频繁的边缘带的油气形成，似乎应包括两个阶段形成的两部分油气，一个是后期阶段，干酪根热解形成的油气，第二个是成岩作用早期阶段“火山灰效应”影响下，早期，高温、快速成油，由于原始母质的类脂化合物等数量很大，常大大超过一般有机质的保存量，因此，这种类脂化合物等直接形成的烃类，具有很大潜力，在资源量计算中是一个重要的课题，风成城组 I 类原油，从其以低碳数为主，异戊二烯烷烃丰富、高含量的 β 胡萝卜烷，低成熟等性质都表明具有这类环境形成的原油特征。

四、山系与盆地

海西运动使准噶尔古老地块周边的海槽陆续关闭，褶皱上升成山，海水相继退出形成准噶尔陆相沉积盆地。

阿尔泰边缘海槽在泥盆纪末（海西早期）结束了海槽沉积，西准噶尔界山的边缘海槽在石炭纪末（海西中期）结束了海槽沉积，天山边缘海槽在二叠纪的海西构造运动，结束了海槽沉积，晚泥盆纪至二叠纪发育的博格达海槽，在二叠纪末的海西构造运动，也结束了海槽沉积。准噶尔地块的周边海槽，从泥盆纪末到二叠纪，从阿尔泰海槽起始，按逆时针的方向，依次顺序，逐渐关闭，褶皱上升，形成山系和盆地的格局，二叠纪末，海水从博格达向东方向退出后，发育了二叠系和第三系的陆相盆地沉积。随着挤压、上升山系向两侧盆地推覆形成“喷泉”式或“花瓣”状推覆带是油气聚集的重要地带，是山系盆地油气形成的重要特征（图 8）。

陆相盆地的基底，可能部分为前震旦纪后结晶地块，边缘可能为海西褶皱。据新疆石油管理局研究，盆地中部有两组磁力异常，反映了盆地构造特征，北东向为前海西构造层，埋深 20km，北西向为海西构造层，埋深 14km，其间的 6km，可能为泥盆系至石炭系的总厚度。因此，准噶尔盆地是一个自古生代至新生代发展起来的大型盆地，在演化过程中，由于

受不同构造应力场的制约，在不同时期，形成不同类型的盆地，是一些阶段性质各异的盆地组合在一起的大型组合叠加盆地，盆地基底具双层结构，盆地的边缘山系是不同的构造体系。

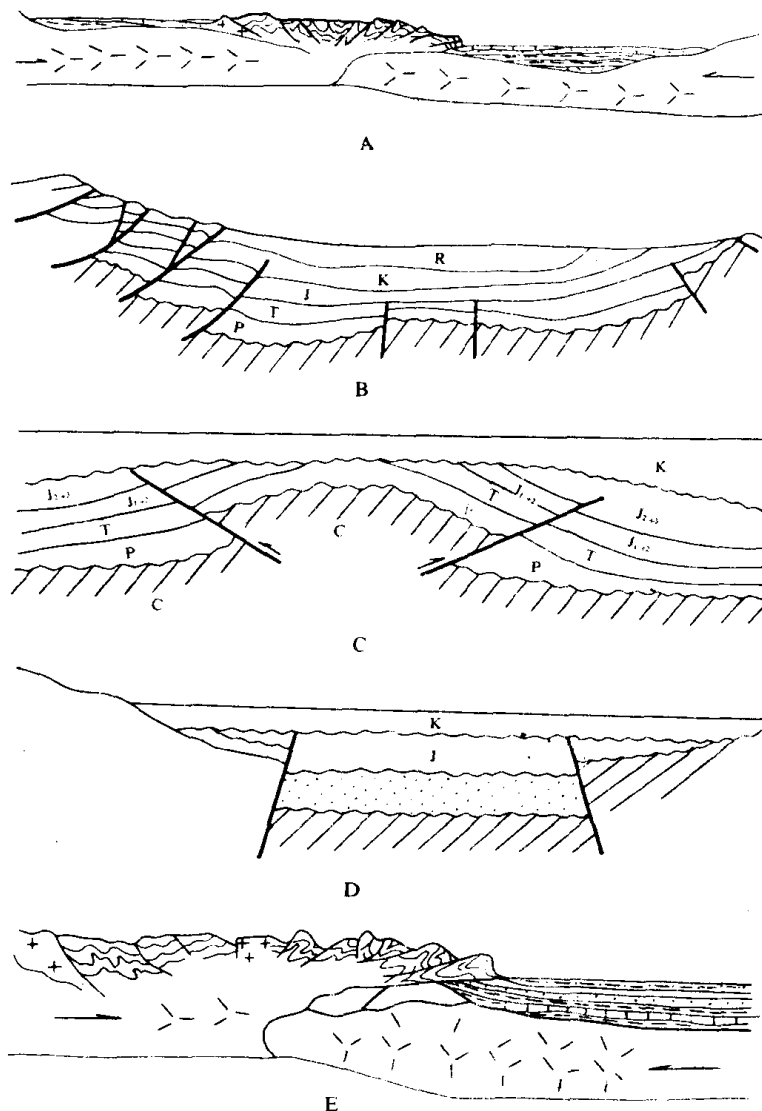


图8 造山-盆地组合

盆地发展阶段，依据地层厚度、火山活动和断裂褶皱的特征，划分出三个构造阶段及其各时期的构造单元。

石炭—二叠纪时期的海西运动及准噶尔地块四周海槽褶皱、断裂抬升形成山系，在造山带前缘，盆地的边缘部分地区形成沉积中心，在盆地中央形成断陷和裂谷，均发育良好的生油岩，如西北缘的玛湖凹陷、克拉美丽山前凹陷、博格达山前凹陷和南缘的安集海北凹陷、昌吉凹陷，这些沉积中心的C—P地层最大厚度为3000—5000m，沉积边缘和低凹区逐渐扩散到盆地腹部和隆起区。

凹陷和沉积中心，主要受北西向和北东向两组构造体系的控制，以北西向为主要构造

线，控制凹陷的分布，而北东向构造线则控制凹陷的构造方向，形成隆坳相间的格局。

晚二叠世末期，开始了陆相统一盆地发展阶段。

三叠纪时期，形成全盆地统一沉积，沉积中心转向整个盆地腹部，从乌鲁木齐到石河子一带沉积最厚，中心厚度 1000—2000m，从沉积厚度看，盆地北升南降，形成北高南低的斜坡，早侏罗世时期，全盆性沉积非常发育，沉积中心与三叠纪时期相似，仍在石河子—乌鲁木齐一带。最大沉积厚度 2500—4500m，三叠—侏罗纪是盆地发展的全盛时期，沉积范围最大。

印支—燕山期，哈萨克斯板块，西伯利亚板块和塔里木板块的继续移动、推挤，在盆地边缘形成了冲断褶皱带。

印支运动，结束了盆地隆坳相间的格局，形成统一盆地，燕山运动的早—中期又形成了中央隆起，沿克拉美丽山形成弧形断裂，并以克拉美丽山为核心，隆起和坳陷相间地呈放射状排列，形成新的带状断裂凹陷。

侏罗纪中期的燕山运动，是盆地盖层沉积以来发生的一次最强烈，最广泛的变动，在盆地西北部强烈上升。在一些地区形成秃顶现象，中央地区有程度不等的削蚀，构成一条中央隆起带，在凹陷和盆地南缘保存较完整。

白垩纪早期盆地相对隆起，末期的燕山运动，盆地北部和东部抬升，盆地南缘形成山前坳陷，第三纪时，盆地北缘进一步抬升，白垩系和第三系在盆地南缘厚度最大。白垩纪是盆地发育以来全面坳陷的阶段，沉积中心在盆地南缘，最大厚度在乌鲁木齐—沙湾一带达 3000m。第三系沉积中心在昌吉—乌苏一带，厚 6900m，加上白垩系厚度可达万米以上，加载于盆地南缘，使盆地倾斜，东北上翘剥蚀，南部沉降，形成典型的箕状盆地，沉积中心从侏罗纪至第三纪都在南缘，但从三叠、侏罗系、白垩系至第三系，沉积中心逐步向东向西迁移。

喜山运动时期，渐新世开始，天山强烈的断块运动使古老的准平原抬升为山，在山前堆积了巨厚的沉积，向北迅速减薄，再次形成不对称的箕状坳陷，西部为坳陷的主体，更新世末，南缘西部发生强烈的褶皱和变形，形成了成排成带的正负形构造。并最终形成了当今盆地的形态。

陆相盆地的生油岩主要发育在凹陷中。生油凹陷是油气形成的独立单元，生油凹陷，控制着油气的不同时空分布。气候和环境的演变控制了盆地的生油条件和生油时期，准噶尔盆地除两套主要烃源岩。二叠系和侏罗系以外还有第三系油源岩，分别具有 I—II 型有机质和 II—III 型有机质类型特征，为多种环境形成的油气，主要为潮湿—半干燥气候下，湖相、湖沼相及河流沼泽相沉积。

准噶尔陆相盆地中上二叠统是重要的生油岩系，他的发育受海西期形成的山前坳陷和断凹控制，玛湖凹陷的中上二叠统，五彩湾—大井凹陷的平地泉组 (P_2p)，和乌鲁木齐山前凹陷的芦苇沟组 (P_2l)，红雁池组 (P_2h) 以及盆—井凹陷、昌吉凹陷中的相应层位，主要为一套灰黑色泥岩、页岩、油页岩、粉砂岩和钙质白云质砂岩、含丰富的瓣鳃、鱼、介形虫化石，属半咸水的湖相沉积，有机质丰度高，有机碳含量在 1.28—4.48%，氯仿沥青“A”含量在 0.115—0.2075%，总烃含量在 545—1136ppm，有机质类型为混合型和腐泥型，成烃率高，是极好的生油层，主要成油期是三叠纪末和侏罗纪末，燕山运动期是油气运移的主要阶段。