

文章编号:1000-5870(2004)03-0004-05

准噶尔盆地构造演化与油气成藏特征

陈业全^{1,2,3}, 王伟锋⁴

(1. 中国科学院地球化学研究所, 贵州贵阳 550002; 2. 中国石化中原油田物探技术研究院, 河南濮阳 457001;
3. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 4. 石油大学地球资源与信息学院, 山东东营 257061)

摘要:对准噶尔盆地构造特征、地层分布和地层不整合等特征进行的研究结果表明, 该盆地内经历了裂陷盆地、碰撞前陆盆地、陆内坳陷盆地和陆内俯冲前陆盆地等 4 个演化阶段。裂陷盆地控制了石炭系烃源岩, 使其沿裂陷槽分布; 碰撞前陆盆地将二叠系烃源岩局限于玛湖、昌吉、克拉美丽山等山前坳陷内; 陆内坳陷期从三叠纪一直持续到古近纪末, 盆地内泥岩和煤岩广泛分布; 陆内俯冲前陆盆地发育在南缘西部。因而, 古、新近系烃源岩主要分布在安集海—呼图壁一带。烃源岩演化和油源对比表明, 盆地内有 3 次成藏期, 分别为印支期(T_3)、燕山期(J_3)和喜山期(E_2), 形成了石炭系、二叠系、侏罗系和古近系 4 个复合含油气系统。根据构造特征和成藏条件的差异性, 在盆地内可划分出西北部、西部、南部、东部和腹部 5 个油气聚集区带。准噶尔盆地的成藏模式主要有逆冲断阶-不整合单向充注、压扭背斜双向充注、断隆带双向充注、披覆背斜单向充注、逆冲背斜带单向充注和斜坡带单向充注 6 种类型。

关键词:准噶尔盆地; 前陆盆地; 构造演化; 烃源岩; 油气系统; 成藏模式; 油气聚集带

中图分类号:TE 121.1; TE 122.2 **文献标识码:**A

1 地质背景

准噶尔盆地位于中国新疆北部, 大致呈三角形分布, 周缘被古生代褶皱山系环绕, 西北部为哈拉阿拉特山、扎依尔山和车排子山, 东北部为青格里底山和克拉美丽山, 南部为北天山, 盆地面积约 $13 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地基底由前寒武纪结晶岩系和早、中古生代褶皱系组成(彭希龄, 1983; 赵白, 1992; 尤绮妹, 1992; 马宗晋, 2001); 盆地盖层是晚古生代-中生代陆相沉积为主的沉积岩系^[1], 最大厚度约 15 000 m。

大地构造位置上, 准噶尔地块位于哈萨克斯坦古板块、西伯利亚古板块及塔里木古板块的交汇部位, 是哈萨克斯坦古板块的一部分^[1,2], 为三面被古生代缝合线包围的晚石炭世到第四纪发展起来的大陆板内叠合盆地^[3,4](图 1)。

2 盆地构造-沉积特征

根据不整合、沉积体系和区域地质资料分析, 准噶尔盆地在不同的地质时期, 盆地类型不同。自石炭晚泥盆纪以来, 盆地演化经历了晚泥盆世-早石炭世裂陷盆地、晚石炭世-二叠纪碰撞前陆盆地、三叠

纪-古近纪陆内坳陷盆地和新近纪-第四纪再生(陆内俯冲型)前陆盆地 4 个阶段。特别是后 3 个阶段, 在准噶尔盆地南北向剖面上有清楚的反映(图 2)。

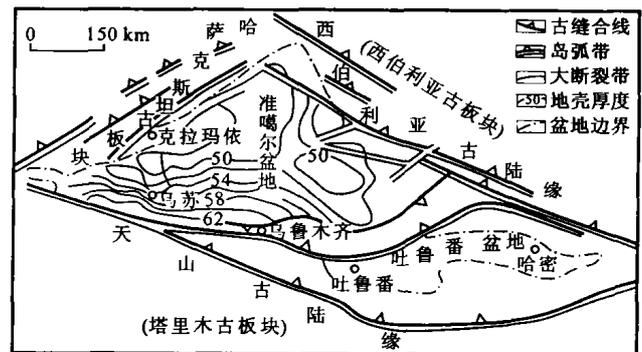


图 1 准噶尔盆地大地构造位置

2.1 裂陷盆地阶段

晚泥盆世-早石炭世为拉张构造环境, 准噶尔地区发生构造负反转, 形成裂陷槽, 并伴有基性岩喷发。在盆地内部拉张断陷, 沿早期北西向断裂形成了隆坳相间的构造格局, 在坳陷地区发育了准噶尔盆地第一套烃源岩即石炭纪的浅海相、沼泽相、泻湖相暗色泥岩以及煤岩夹有部分碳酸盐岩沉积^[5]。从钻井和露头资料分析看, 石炭系烃源岩主要分布在五彩湾凹陷、陆南凸起、石树沟凹陷、三台凸起和

收稿日期: 2003-12-23

基金项目: “九五”国家科技攻关项目(96-101-05-02)

作者简介: 陈业全(1966-), 男(汉族), 河南商丘人, 高级工程师, 博士研究生, 从事地震处理、解释及石油地质综合研究工作。

克拉玛依、中拐等地区^[6]。这一时期是早海西期造山作用的调整时期,动力来自于地幔物质的均衡作用。

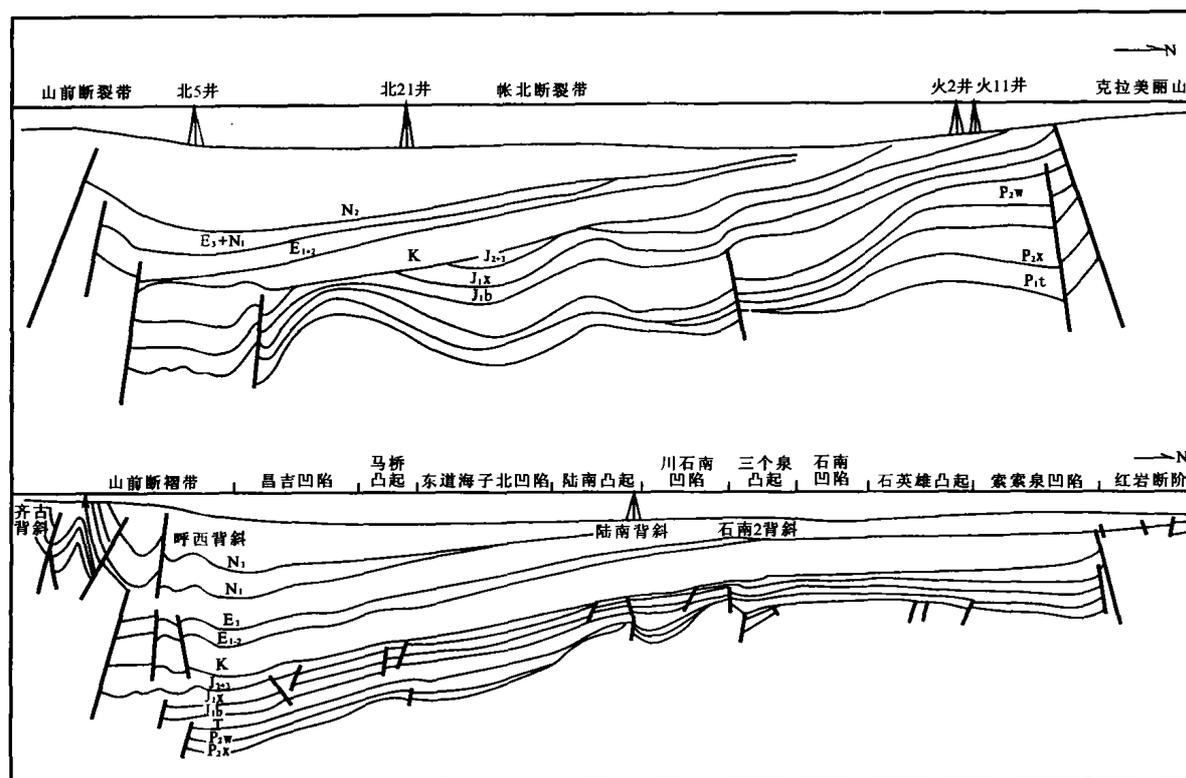


图 2 准噶尔盆地剖面示意图

2.2 碰撞型前陆盆地阶段

石炭纪晚期发生的板块会聚,使准噶尔地块周缘窄大洋闭合,中石炭世及其早期的沉积岩、火山岩发生褶皱,准噶尔地块周缘碰撞造山,周边出现前陆盆地^[7-9]。早二叠世,盆地西北缘发生强烈推覆,在其构造前缘形成玛湖前陆盆地,发育残留海相、深湖相碎屑岩沉积,形成了下二叠统佳木河组烃源岩。西北侧的造山运动将西部早期形成的北西向构造改造成北东向凹凸相间的构造格局。南缘北天山山前为一套巨厚的灰黄、灰绿色砂泥岩夹薄层硅质岩,具海陆交互特点;博格达山前则以一套滨海-浅海相砂泥岩夹石灰岩为特征。

晚二叠世随北天山、克拉美丽山系的进一步隆升,准噶尔地块南部和东北部出现前陆盆地,并以湖相砂泥岩为特征,沉积中心位于南缘天山山前、玛湖凹陷和克拉美丽山前,分别沉积了上二叠统风城组、下乌尔禾组、芦苇沟组、红雁池组和平地泉组烃源岩。在车排子隆起、乌伦古坳陷缺失该套层序,陆梁隆起和东部隆起区则为局部缺失。

二叠纪的 3 个前陆盆地系统发育在盆地边界造山带前缘,之间为陆隆相隔,属海湾、泻湖环境。二叠纪末,海水全部退出,准噶尔地区成为大型内陆盆

地。

2.3 陆内坳陷盆地阶段

三叠纪初始,盆地整体抬升并遭受剥蚀;之后,盆地进入以伸展为主兼有挤压运动为特征的整体抬升-沉降的陆内坳陷演化阶段,且一直持续至古近纪末。该时期印支运动和燕山运动对盆地的影响很大,使盆地性质发生了转变。从区域上看,三叠纪末期,羌塘地块同古亚洲大陆碰撞,形成了昆仑山系,并影响到整个新疆地区,造成盆地边缘地区侏罗纪与下伏三叠纪之间局部呈角度不整合接触。随后,由于中特提斯洋的扩张,使新疆北部地壳处于引张状态,导致内陆盆地再度沉陷,从而在准噶尔地区表现为早、中侏罗世主要发育陆内坳陷的河湖相煤系地层和泥质岩泛盆沉积。发育了侏罗纪八道湾组(J₁b)、西山窑组(J₂x)煤系烃源岩和三工河组(J₁s)河湖相泥质烃源岩,有机质类型以Ⅱ-Ⅲ型为主。从整体来看,该套烃源岩沉积中心分别位于南缘天山山前、玛湖-一盆 1 井西及盆地东部克拉美丽山前坳陷区。各沉积中心相比,天山山前凹陷区构造沉降量和沉降速率最大,玛湖凹陷次之,盆地东部克拉美丽山前凹陷区最小。早期侏罗纪八道湾组(J₁b)煤层在玛湖凹陷内的发育厚度大于天山山前凹陷内

的厚度^[10]。西山窑组(J₂x)沉积时期,受燕山运动的影响,盆地南缘构造沉降速率相对加快,腹部和西北缘则相对缓慢,从而使得西山窑组煤层分布及侏罗系暗色泥岩厚度分布均表现出南厚北薄的特征。

早白垩世,盆地整体沉降,面积明显扩大,整个准噶尔地区几乎全为浅水湖泊所占据,主要以浅湖相沉积为主,沉积物以红色、绿色砂泥岩为主。晚白垩世,盆地抬升,沉积范围明显变小,气候干燥炎热,湖水变浅,岩性变粗,周缘以洪积-河流相为主。白垩纪末期的晚燕山运动,使得准噶尔盆地类型又逐渐发生了变化。

2.4 陆内俯冲前陆盆地阶段

古近纪时期,盆地南缘地区受到白垩纪末期燕山运动的影响,但并未从根本上改变其盆地构造格局,基本继承了白垩纪稳定拗陷的构造形态,发育滨浅湖相沉积^[11],但南缘拗陷的沉积中心较白垩纪向西迁移,同时地层南厚北薄呈楔形特征。

新近纪以来,由于喜山运动的强烈影响,天山山系在印度板块与欧亚大陆碰撞远程效应的作用下发生强烈的构造变形,并急剧隆升和向盆地方向冲断推覆,使准噶尔地块向天山下部俯冲,南缘再次快速沉降形成前陆盆地,沉积了巨厚的山麓冲积扇-辫状河相红色磨拉石建造。此阶段因盆地的强烈沉降,在东西方向上一反以前近三角形展布的特点,而表现为近东西向展布的长条状,盆地向西进一步扩大,向东延伸到博格达山山前。古、新近系和第四系在山前堆积厚度达5500 m以上,向北急剧减薄,剖面上也呈不对称的楔形结构。

不同演化阶段的原型盆地,不仅控制了烃源岩的类型与分布,也控制了烃源岩的演化与油气系统的分布。

3 油气系统分布特征

根据烃源岩热演化史、埋藏史分析,盆地内存在3次生烃高峰期,即石炭纪和二叠纪烃源岩在晚海西-印支期生成成熟的油气,燕山早、中期生成高成熟油气,喜马拉雅期则生成大量裂解气。侏罗纪烃源岩在盆地南缘生成正常成熟油气,盆地中部则处于低熟和未熟阶段;古近纪安集海河组至今仍处于低熟或未熟阶段,难以大量生烃。受烃源岩的演化控制,同时考虑盆地圈闭的发育史,认为盆地内存在印支期(T₃)、燕山期(J₃)和喜山期(E₂)3个重要的油气运聚成藏期,见图3。

根据准噶尔盆地主要烃源岩分布、烃源岩演化、

油源对比和盆地构造等特征,可将准噶尔盆地划分出石炭系、二叠系、侏罗系和古近系4个复合含油气系统^[12-15],见图4。

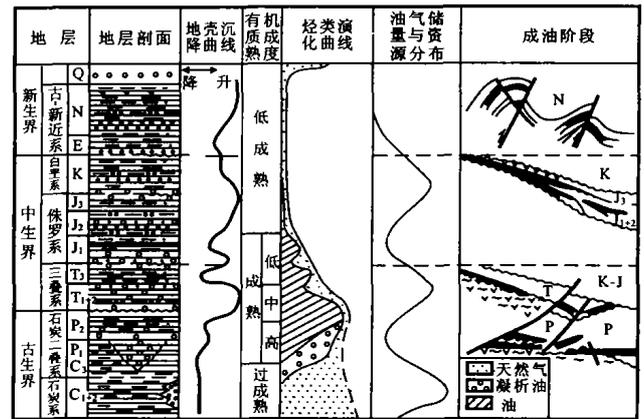


图3 准噶尔盆地油气生成阶段图

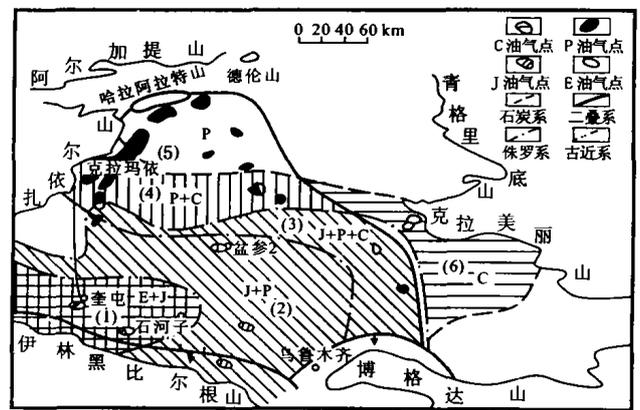


图4 准噶尔盆地油气系统分布

石炭系复合含油气系统位于盆地中部中拐-石西-五彩湾,呈东西展布的条带并向南延伸至东部三台凸起;二叠系复合含油气系统分布于西北缘、腹部、南缘等盆地大部分地区;侏罗系复合含油气系统位于中央隆起带及其以南地区;古近系含油气系统仅限于盆地南缘西部的四棵树凹陷。在不同含油气系统分布重叠区内,各含油气系统的油气或分布于各自不同的储、盖组合之中,或分布于同一储、盖组合中。在后一种情况下,往往会出现混源油气藏。混源油气藏分布的地区有:(1)古近系和侏罗系含油气系统叠合区位于南缘四棵树凹陷,纵向上侏罗系-古近系为侏罗系油气储集层位;(2)侏罗系含油气系统和二叠系含油气系统叠合区位于南缘昌吉凹陷和中央隆起带,尽管该区有二叠系烃源岩的分布,但是由于南缘构造圈闭形成时间晚于二叠系主要生烃期,故不利于二叠系生成的油气聚集成藏,因此,该区南部主要为侏罗系含油气系统的油区分布区,仅在中央隆起区为侏罗系和二叠系的混合聚集区;(3)

侏罗系、二叠系和石炭系 3 套含油气系统叠合区主要位于阜康凹陷及其东斜坡地区;(4)二叠系和石炭系含油气系统叠合区位于中拐—陆南凸起地区。图 4 中(5),(6)为单一油源油气藏分布区,(5)为二叠系含油气系统,位于盆 1 井西—玛湖—西北缘地区;(6)为石炭系含油气系统,位于博格达山前地区。

4 油气藏类型及成藏模式

受盆地构造背景的影响,盆地的西北部、西部、南部、东部和中(腹)部发育的圈闭组合和油气成藏条件各不相同,4 个复合含油气系统中生成的油气具有不同的成藏机制,油气藏类型和模式也有差异(图 5)。

名称	示意图	油气田实例
压扭背斜双向充注模式		呼图壁 吐谷鲁
披覆背斜单向充注模式		彩南小捌
断隆带双向充注模式		陆南 达巴松
逆冲背斜带单向充注模式		齐古 博格达山前
逆冲断阶-不整合单向充注模式		西北缘
斜坡带单向充注模式		白家海

图 5 准噶尔盆地油气成藏模式

4.1 西北部油气聚集区

本区包括扎依尔冲断推覆构造前缘、环玛湖地区和哈拉阿拉特冲断推覆构造的前缘。在玛湖坳陷西侧发育有多条走向彼此平行的同生断裂,形成了多个台阶。由于冲断推覆隆起作用与沉积作用的同时发生和交替进行,在二叠系和三叠系与下侏罗统、中侏罗统和上侏罗统以及白垩系和侏罗系之间形成了多个不整合。这种地质特点决定了断层和不整合在该区油气藏形成过程中起着决定性的作用^[16],绝大多数油气藏都与断层和不整合有关。断裂上盘的油气藏以地层或断裂控制的油气藏为主,下盘则以断裂遮挡、岩性控制为主。在油气运移时期,断裂和不整合面可作为油气运移的主要通道,油气沿这

些通道呈“之”字形台阶式从凹陷中心向盆地边缘、从深层向浅层逐阶运移成藏。在断裂活动停止后,这些断层和不整合面又对油气藏起到主要的封闭作用。油气藏从凹陷中心向边缘呈台阶状分布,形成逆冲断阶带-不整合单向充注油气聚集模式。哈拉阿拉特冲断推覆构造的前缘褶皱作用强,断裂活动持续时间短,结束时间早(早侏罗世)。二叠系—三叠系圈闭类型主要为断层-岩性-背斜圈闭,断层圈闭和岩性-断层圈闭次之。油气藏类型主要有褶皱(背斜)、地层超覆和岩性油气藏等类型,其次为断层和地层不整合油气藏。

4.2 西部油气聚集区

本区为车排子冲断推覆构造发育区,主要有地层不整合油气藏,断层油气藏以及岩性和地层超覆油气藏等。由于冲断推覆作用,车排子隆起长期处于隆升状态,造成三叠系和侏罗系从昌吉凹陷向隆起高部位层层超覆,至晚侏罗世隆起高部位才接受沉积,不整合和地层超覆发育,而且由于长期的隆起和剥蚀,使隆起高部位断层和基岩裂缝发育,为油气藏的形成创造了条件。油气藏类型从凹陷向隆起高部位依次出现地层超覆或不整合油气藏、断层油气藏和基岩裂缝性油气藏的组合形式。油气聚集模式也为逆冲断阶带-不整合单向充注型。

4.3 南部油气聚集区

盆地南缘紧邻天山褶皱带,由于受燕山运动和喜山运动的影响,在南缘西部的天山山前依次形成了 4 个压扭背斜构造,目前所发现的油气藏都与这些压扭背斜有关^[17,18]。油气藏类型主要为压扭背斜油气藏(如独山子油气藏)和背斜-岩性(泥岩刺穿)油气藏(如独山子沙湾组、塔西河组油藏),其次为断层遮挡背斜油气藏(齐古油田三叠系和侏罗系油气藏、呼图壁气藏)。这些背斜多为断层所断穿,从而构成下伏油源的通道,油气成藏模式为压扭背斜带多向充注模式。在盆地南缘东部,由于博格达山的逆冲隆升,形成了一系列逆冲断背斜,油气成藏模式为逆冲背斜带单向充注模式。

4.4 东部油气聚集区

盆地东部构造比较复杂,以隆坳为主,发育高角度逆冲断层和宽缓背斜。油气藏类型较多,除火烧山的火南地区以背斜油气藏为主,类型比较单一外,其他地区都是多种油气藏类型复合分布区,但仍以背斜油气藏为主,另外还有断层-背斜油气藏或断鼻油气藏(如彩南和五彩湾)以及地层不整合油气藏和岩性油气藏。帐北断褶带系印支-燕山期形成的扭

压构造,北部的沙帐凸起具坳中隆性质,可聚集平地泉组侧向运移来的油气,同时不排除有下石炭统滴水泉组烃源在局部聚集成藏。油气成藏模式为披盖背斜带单向充注模式和断隆带双向充注模式。

4.5 中部油气聚集区

此区是盆地内的一个长期隆起区,其西侧紧邻玛湖生油凹陷,西南和南侧紧邻盆1井西凹陷和东道海子北凹陷。目前所发现的油气藏主要分布在隆起紧邻上述凹陷的地区^[19,20]。由于凹陷中的地层向隆起高部位超覆沉积,因此在斜坡区常形成地层不整合油气藏、岩性油气藏和断层油气藏。隆起高部位由于长期处于隆升状态,断裂比较发育,常形成古潜山油气藏(如石西石炭系油藏)、披覆背斜油气藏(夏盐背斜、石南4井区侏罗系油藏)和断层油气藏(石西侏罗系油藏)。马桥凸起是位于昌吉凹陷和盆1井西凹陷之间的长期继承性古隆起,具有极好的油气藏形成条件,预测在该隆起上将不断发现背斜油气藏、地层不整合油气藏、断层油气藏和岩性油气藏等。油气成藏模式为斜坡带单向充注模式和断隆带双向充注模式。

5 结 论

(1) 准噶尔盆地在不同的地质历史时期内,由于地球动力学背景的差异,盆地原型表现为裂陷、碰撞前陆、陆内拗陷和陆内俯冲前陆等4种类型。

(2) 裂陷盆地控制了石炭系烃源岩沿裂陷槽分布;碰撞前陆盆地将二叠系烃源岩局限于玛湖、昌吉、克拉美丽山等山前拗陷内;陆内拗陷期从三叠纪一直持续到古近纪末,所形成的泥岩和煤岩广泛分布于盆地内;陆内俯冲前陆盆地发育在南缘西部。因而,古近系烃源岩主要分布在安集海—呼图壁一带。

(3) 烃源岩演化和油源对比表明,盆地内有3次成藏期,分别为印支期(T_3)、燕山期(J_3)和喜山期(E_2);形成了4个复合含油气系统,即石炭系复合含油气系统、二叠系复合含油气系统、侏罗系复合含油气系统和古近系复合含油气系统。

(4) 受盆地构造背景控制,盆地内可划分为西北部、西部、南部、东部和腹部5个油气聚集区带。盆地的成藏模式主要有逆冲断阶-不整合单向充注、压扭背斜双向充注、断隆带双向充注、披覆背斜单向充注、逆冲背斜带单向充注和斜坡带单向充注等6种类型。

参考文献:

- [1] 张恺. 新疆三大盆地边缘古推覆体的形成演化与油气远景[J]. 新疆石油地质, 1989, 10(1): 7-15.
- [2] 吴庆福. 准噶尔盆地发育阶段、构造单元划分及局部构造成因概论[J]. 新疆石油地质, 1986, 7(1): 1-12.
- [3] 吴庆福. 哈萨克斯坦板块准噶尔盆地板片演化探讨[J]. 新疆石油地质, 1985, 6(1): 1-7.
- [4] 中科院地学部, 新疆石油管理局. 准噶尔盆地形成演化与油气形成[M]. 北京: 科学出版社, 1989. 1-25.
- [5] 张国俊. 准噶尔盆地油气勘探回顾与展望[J]. 新疆石油地质, 1995, 16(3): 196-199.
- [6] 王屿涛. 准噶尔盆地东部五彩湾一大井地区生油层特征及评价[J]. 新疆石油地质, 1989, 10(1): 27-32.
- [7] 吴庆福. 论克-夏推覆体的形成机制[J]. 石油学报, 1985, 7(3): 29-36.
- [8] 况军. 准噶尔盆地南缘托斯台地区构造特征及形成机制[J]. 新疆石油地质, 1990, 11(12): 95-101.
- [9] 彭希龄, 胡斌, 刘楼军. 博格达山前褶皱带的再研究[J]. 新疆石油地质, 1993, 14(3): 201-208.
- [10] 王国林, 徐春丽. 准噶尔盆地煤层气勘探方向[J]. 石油勘探与开发, 1993, 20(2): 1-5.
- [11] 许春明, 贺小苏. 准噶尔盆地托期台地区构造分析及油气勘探前景[J]. 新疆石油地质, 1992, 13(3): 197-205.
- [12] DEMAISON G, HUIZINGA B J. Genetic classification of petroleum systems[J]. AAPG Bulletin, 1991, 75(10): 1626-1643.
- [13] PERRODON A. Petroleum systems: models and applications[J]. Journal of Petroleum Geology, 1992, 15(3): 319-326.
- [14] MAGOON L B, DOW W G. The petroleum system[J]. AAPG Memoir 60, 1994, 3-24.
- [15] 宋岩, 王震亮, 王毅. 准噶尔盆地天然气成藏条件[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 151-178.
- [16] 杨文孝. 准噶尔盆地大油气田形成条件和预测[J]. 新疆石油地质, 1995, 16(3): 200-211.
- [17] 况军. 准噶尔盆地南缘生储盖组合、圈闭与找油领域[J]. 新疆石油地质, 1989, 10(2): 113-119.
- [18] 宋岩, 戴金星. 准噶尔盆地南缘西部天然气地质特征及有利气聚集带预测[J]. 石油勘探与开发, 1993, 20(1): 48-54.
- [19] 伍致中. 准噶尔盆地东部地区油气聚集特征及勘探建议[J]. 新疆石油地质, 1989, 10(4): 548-556.
- [20] 张国俊. 准噶尔盆地腹部地区石油地质特征及找油前景[J]. 新疆石油地质, 1990, 11(4): 276-295.

(责任编辑 刘艳荣)