

文章编号: 1001-6112(2006)04-0311-05

银根—额济纳盆地构造演化与油气勘探方向

陈启林, 卫平生, 杨占龙

(中国石油天然气股份有限公司 石油勘探开发研究院 西北分院, 兰州 730020)

摘要:银根—额济纳盆地基底由多板块组成。中、新生代盆地构造演化经历了早三叠世热拱隆张、早一中侏罗世初始裂谷、早白垩世裂谷发育、晚白垩世引张拗陷及第三纪挤压拗陷等阶段,形成了不同类型的构造圈闭,与中—下侏罗统煤系烃源岩、下白垩统半深湖相烃源岩形成生储组合。油气勘探方向为单断凹陷多级断阶带的断鼻、断块构造油气藏和缓坡带的地层岩性油气藏以及双断凹陷的滚动背斜构造油气藏。提出了小湖盆围绕“洼槽”烃源岩开展“近源”油气勘探的思路。

关键词:断块构造;岩性圈闭;多级断阶带;缓坡带;近源勘探;银根—额济纳盆地

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

盆地的构造演化受控于区域地质背景、基底性质等^[1]。银根—额济纳中生界盆地群形成于相似的构造背景和应力场条件,北东和北北东向展布的沉积凹陷(湖盆)经历了相似的构造演化过程,油气成藏的主控因素具有相似性。构造特征分析对盆地油气勘探具有指导意义。

银根—额济纳盆地的勘探和研究加深了对油气基本地质条件的认识^[2],但在油气勘探方向方面存在认识上的分歧^[3~5]。本文在探讨基底板块构造演化对中生代裂谷盆地形成的控制、分析湖盆群的成因及构造演化特征的基础上,总结不同类型凹陷的构造发育规律和烃源岩展布特征,指出油气勘探方向,提出小湖盆群开展近源勘探的思路。

1 盆地区域构造特征

对银根—额济纳盆地的大地构造属性多有论述。黄汲清^[6]“多旋回”学说将该区划分为北山优地槽褶皱带、内蒙古优地槽褶皱带、塔里木地台、阿拉善台隆等构造单元,认为中亚—蒙古地区是一个介于西伯利亚与塔里木、中朝准地台之间的长期发育的巨大地槽区,晚古生代末期的华力西运动使长期以蒙古海槽相隔的西伯利亚板块与阿拉善台块相连,塑造了更广泛的亚洲古陆。板块构造研究将本区划分为中朝—塔里木板块与西伯利亚板块之间的加里东、海西褶皱带,将阿尔金断裂东延与开源—赤峰断裂相连^[7],阿尔金断裂两侧属于不同的大地构造单元。近年来的研究认为,北山—额济纳旗地区位于塔里木、哈萨克斯坦、西伯利亚和华北四大板块结合部位^[3,4],发现了 2 条缝合带,一条是

北山地区近东西向展布延入盆地西部的明水—石板井—小黄山缝合带(图 1),是哈萨克斯坦板块的组成部分——早山微陆块与塔里木板块东南缘的分界^[8],形成于早古生代末期;另一条是恩格尔乌苏—巴音查干缝合带(图 1),是华北板块与西伯利亚板块的分界^[9],缝合带以南宗乃山出露的元古界地层属于华北板块(阿拉善地块)的组成部分。板块构造认为,阿尔金断裂带是塔里木板块东南缘与华北板块西北缘的分界^[9],该断裂呈北北东向从柴达木盆地西缘、敦煌盆地南缘穿过,至疏勒河河口再向北、向东的延伸存在分歧^[3,10],提出了阿尔金断裂东延经龙首山南缘断裂与金川—吉兰泰断裂相连,或者北延经黑山北—双古城—大山口过巴丹吉林沙漠与宗乃山南缘断裂相连等不同观点。笔者认为,该断裂经疏勒河河口向北、向东的延伸实际上分支为多条断裂,组成断裂系,其中重要的一条北延过鼎新经黑河至额济纳旗(图 1),北山地区的北北西向断裂、构造等经该盆地后,向东的狼山、宗乃山前的深大断裂、构造走向均变为北东向或北北东向,而北大山、合黎山—龙首山以南的河西走廊、祁连山区构造走向为南南东向(图 1),调节应力状况的深大断裂就是阿尔金断裂及其北延的鼎新一额济纳旗断裂。2 条缝合带和阿尔金分支断裂的存在,表明盆地基底由不同板块组成,不同时期、不同方向及不同性质的缝合带穿过同一盆地^[8,9,11],盆地中新生代的演化沿袭了原来地壳不稳定带的网络,追踪或迁就基底断裂,发生断块破裂^[10],形成盆地群。

中国北方中生代盆地大多形成于同一板内或板缘的形变构造活动带^[1,12],银根—额济纳盆地群

收稿日期: 2005-06-24; 修订日期: 2006-06-24。

作者简介: 陈启林(1963—),男(汉族),甘肃定西人,博士、高级工程师,主要从事石油地质综合研究和勘探目标优选研究。

基金项目: 中国石油天然气股份有限公司“石油重大勘探领域预探与目标评价”项目(010107-10-6)。

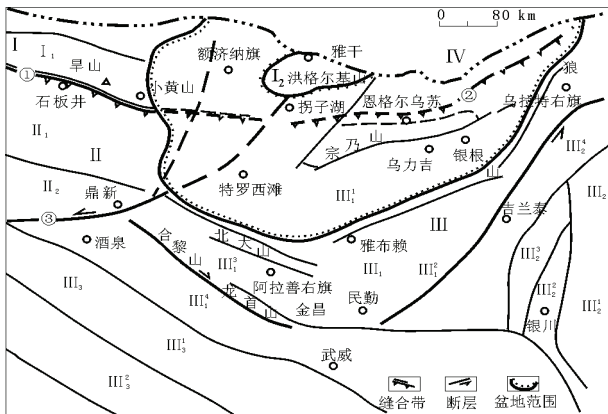


图1 银根—额济纳盆地构造

- ①明水—石板井—小黄山缝合带；②恩格尔—乌苏—巴音查干缝合带；③阿尔金山断裂带；
- I. 哈萨克斯坦板块；I₁. 早山地块；I₂. 雅干地块；
- II. 塔里木板块东北缘；II₁. 柳园板缘构造带；II₂. 敦煌地块；
- III. 华北板块；III₁. 阿拉善地块；III₁¹. 阿北板缘带；III₁². 阿拉善陆隆区；III₁³. 合黎山板缘带；III₁⁴. 走廊过渡带；III₂. 鄂尔多斯地块；
- III₂¹. 鄂尔多斯陆块；III₂². 银川地堑；III₂³. 贺兰坳拉谷；III₂⁴. 河套地堑；
- III₃. 祁连构造带；III₃¹. 北祁连构造带；III₃². 中祁连地块；
- IV. 西伯利亚板块

Fig. 1 Regional tectonics in the Yin'gen-Ejina Basin

未形成统一的大型盆地，与盆地基底分属于不同性质的板块有关。深大断裂在期后构造活动过程中复活，诱发形成多个次级控盆断裂，使应力基本相同的构造域难以形成完整的大盆地，而形成空间分布上紧密相伴、时间上基本相同、成因上有一定联系的小盆地(凹陷)群。

2 中生代构造演化

中生代盆地的演化，有断陷盆地、拉分盆地等不同的认识^[4,13,14]。银根—额济纳盆地具有与二连盆地相似的特征，属于中国北方裂谷盆地^[15]，由北东或北北东向展布的22个主要凹陷组成(图2)，中生代经历了由裂谷到坳陷的演化阶段。

2.1 早三叠世热拱隆张阶段

早三叠世，受印支运动影响，研究区处于隆起状态。晚三叠世进入造山期后的伸展松弛阶段，表层出现张性应力条件，断裂复活形成盆地雏形，盆地西部形成晚三叠世陆相磨拉石堆积，区域上分布有与造山期后拉伸作用相关的“A”型小花岗岩体侵位^[9]。印支运动末期，构造运动使上三叠统沉积遭受剥蚀，残余地层主要分布在盆地西部的北山和北部的洪格尔吉山，与断裂带相伴生，沉积范围小、剥蚀程度强、保存程度差。

2.2 早—中侏罗世初始裂谷阶段

侏罗纪时期，受燕山运动影响，塔里木板块相对于西伯利亚板块东移，华北地块发生逆时针旋转，研究区处于张扭应力环境^[8]，进入初始裂谷盆地演化阶段。断陷受断裂带控制，分布在近隆起区基底断裂发育带，如在额济纳盆地北部(洪格尔吉山北西)的居东、路井形成断陷，在宗乃山—沙拉扎山南部形成乌力吉断陷等。

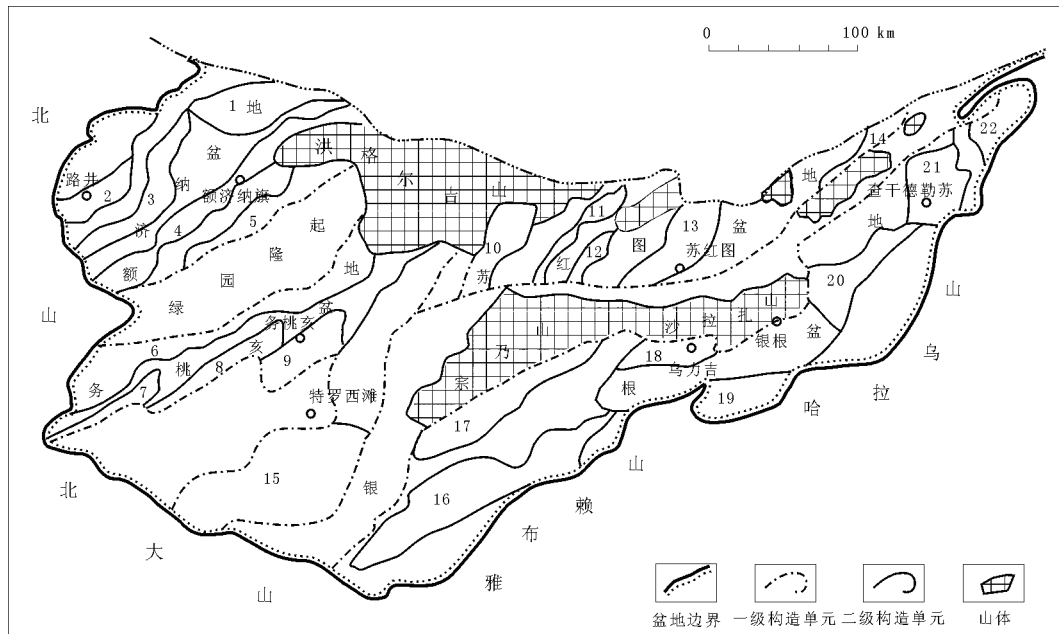


图2 银根—额济纳盆地主要沉积凹陷分布

- 1. 居东；2. 路井；3. 天草；4. 格朗乌苏；5. 吉格达；6. 湖西新村；7. 哨马营；8. 梭梭头；9. 拐子湖南；10. 哈日；11. 巴北；12. 乌兰；
- 13. 艾西；14. 迈马；15. 炭发海子；16. 锡勒；17. 因格井；18. 乌力吉；19. 托来；20. 莫林；21. 查干；22. 白云

Fig. 2 Distribution of main sedimentary sags in the Yin'gen-Ejina Basin

2.3 早白垩世裂谷发育阶段

早白垩世,在近东西向断裂的张扭作用下,形成北东向雁列式断裂带,这些断裂在盆地群东部(苏红图、银根)最为发育,进入裂谷盆地全面发展时期。火山事件是裂谷作用发生的重要标志,银根盆地查干凹陷下白垩统发育大面积的基性次火山岩相,表明在早白垩世时研究区经历了一次重要的地壳破裂事件,导致了裂谷盆地的形成和发育^[11],沿基底断裂带还分布有侵入岩体。

2.4 晚白垩世引张拗陷阶段

随着早白垩世裂谷盆地发育、岩浆大量喷溢,地下能量大量释放,到晚白垩世,裂陷作用减弱,岩石圈大幅度拉伸沉降,进入引张拗陷阶段,沉积范围扩大,在盆地边缘超覆于不同时代的老地层之上。由于构造活动的继承性,沿主断裂带沉积厚度大,平面上东厚西薄,盆地东部查干凹陷最厚达2 000 m左右,西部天草等凹陷为100~500 m。

2.5 第三纪挤压拗陷阶段

第三纪以来,由于印度板块向北俯冲及与欧亚板块碰撞产生的远程效应,研究区以挤压应力为主,主要的控盆、控凹断裂发生反转,在南部的乌力吉等凹陷形成反转构造,断层具有下正上逆的特征,凹陷具有下凹上凸的反转构造样式^[16]。盆地拗陷式沉积具有西厚东薄的特征,沉积地层主要分布在盆地西部。

3 圈闭主要形成期与类型

中国北方中生代中小盆地的显著特点之一是受到燕山期幕式构造运动的改造和叠加^[12]。银根—额济纳盆地在燕山运动发生了多期隆升改造作用,规模在各盆地间有一定差异^[17],幕式构造运动的多期隆升形成了各种类型的构造圈闭,为油气成藏提供了圈闭条件。

3.1 中侏罗世末期燕山II幕构造运动

中侏罗世末期燕山II幕构造运动结束了初始裂谷演化阶段,盆地经历了较短暂的区域性抬升,除普遍缺失上侏罗统外,中、下侏罗统也遭剥蚀,与上覆下白垩统形成角度不整合。燕山II幕构造运动在凹陷内形成了分布较广泛的地层不整合圈闭,在控凹断裂带形成挤压背斜,为油气成藏提供了圈闭条件。

3.2 早白垩世末期燕山IV幕构造运动

早白垩世末期的燕山IV幕构造运动是一次强烈的“构造反转”运动,为挤压背景下的块断作用^[13],银根—额济纳盆地结束了裂谷盆地发育阶段,进入了拗陷演化阶段,差异块断抬升作用使下白垩统地层遭剥蚀,下白垩统与上白垩统形成角度不整合。

该期构造运动使古构造的构造幅度加大,在盆缘断裂带形成新的圈闭,块断作用在凹陷内形成多级断阶带,断鼻、断块圈闭发育(图3a)。构造运动使2套目的层(J_{1-2} 和 K_1)的叠置关系复杂化,为岩性地层圈闭和不整合圈闭的形成创造了条件。

3.3 晚白垩世末期构造运动

晚白垩世末期构造运动表现为陆内挤压抬升,上白垩统地层遭剥蚀,在盆缘主控断裂带形成反转构造^[16],为晚期成藏提供了圈闭条件。

燕山幕式构造运动使盆地经历了从裂陷到拗陷的过程,多期张裂、抬升,伴有火山喷发、岩浆侵入等构造现象,形成了多类型的构造、地层岩性圈闭。凹陷内的构造带控制圈闭展布,滚动背斜圈闭分布在控凹断裂带,断鼻、断块圈闭较集中分布在多级断阶带正断层上盘,地层不整合圈闭发育在构造层之间,岩性圈闭主要发育在凹陷的缓坡带(图3b)。在火成岩发育的查干等凹陷还发育有与侵入体相关的底辟背斜圈闭、侵入体遮挡圈闭(图3a)。

4 沉积地层与烃源岩展布特征

4.1 沉积地层特征

盆地主要有中—下侏罗统、下白垩统和上白垩

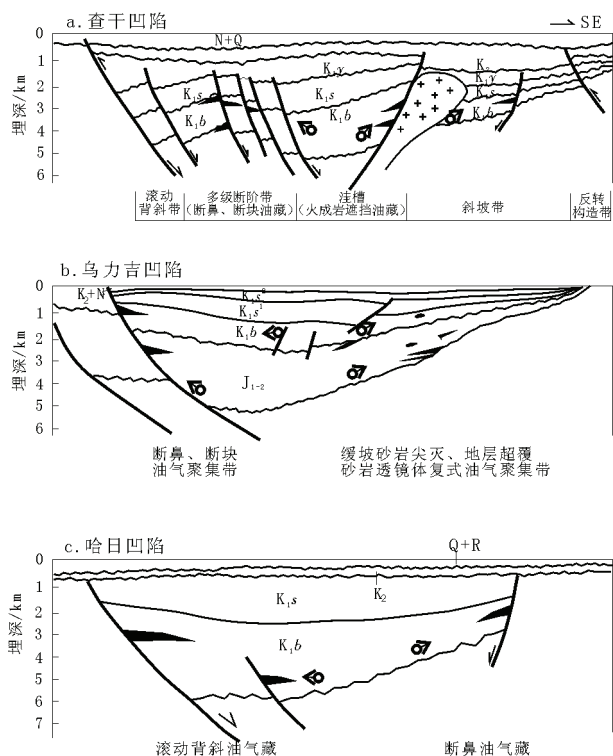


图3 银根—额济纳盆地不同类型盆地(凹陷)油气成藏模式

Fig. 3 Accumulation patterns of different sags in the Yin'gen-Ejina Basin

统一第三系沉积地层。

中一下侏罗统青土井群(J_q)为含煤系地层,最厚 3 200 m,以灰色砂岩、灰黑色泥岩互层为主,夹煤层,盆地边缘为冲积扇—三角洲相的深灰色砾岩夹灰黑色、杂色泥岩。

下白垩统地层自下而上分为巴音戈壁组(K_{1b})、苏红图组(K_{1s})和银根组(K_{1y}),最厚达 3 900 m。巴音戈壁组为潮湿气候条件下的冲积扇—较深湖相沉积,下段为灰色砾岩、砂岩粗碎屑岩夹灰色泥岩沉积,上段为半深湖相的深灰色泥岩、油页岩、含砾泥岩沉积。苏红图组为灰色、棕褐色泥岩、粉砂质泥岩、砂砾岩和中基性火山岩组合,火山岩属碱性系列的橄榄玄武岩、玄武岩、玄武安山岩和安山岩组合^[11]。银根组为河流相灰紫色、灰色、灰绿色泥岩夹杂色砂岩沉积。

上白垩统乌兰苏海组(K_{2w})为河流相沉积,为砖红色砂质泥岩夹砂岩,厚约 300 m;第三系以棕红色泥岩为主,夹砂砾岩,厚 60~160 m。

4.2 烃源岩地层展布

银根—额济纳盆地各类凹陷沉降中心始终围绕主控断裂发育^[5,17],而近主控断裂带在湖盆的最大水进期仍为水下扇粗碎屑岩沉积,烃源岩主要受沉积中心控制,主要分布在单断凹陷的近缓坡带、双断凹陷次级洼槽中的偏次级断裂一侧。

中生界主要发育 2 套烃源岩,下白垩统巴音戈壁组上段半深湖相地层和中一下侏罗统煤系地层。白垩系烃源岩主要为巴音戈壁组上段的半深湖相灰黑色泥岩,在各凹陷均有分布,查干、哈日等凹陷钻井揭示该烃源岩最大厚度达 800~1 000 m,表明该期水进范围大、延续时间长、还原环境下形成的细碎屑岩分布广,为盆地勘探提供了良好的烃源岩物质基础。宗乃山东南缘巴格毛德广泛出露的巴音戈壁组上段油页岩含油率达 11%,沉积期水生生物发育,烃源岩物质基础好;查干凹陷查参 1 井的分析化验资料表明,暗色泥岩的有机碳含量为 0.73%~10.36%,氯仿沥青“A”为 0.088%~0.228%,总烃为 213.29%~634.10%,干酪根类型以 II 型为主,均为较好—好烃源岩。中一下侏罗统煤系烃源岩的分布较为局限,主要分布在宗乃山以南的各凹陷,如尚丹、因格井凹陷等,其岩性特征与南部的潮水、雅布来盆地相似;在额济纳旗以北的居东凹陷主要为暗色含煤碎屑岩,以辫状河流相为主,盆地边缘发育水下扇、扇三角洲相沉积,烃源岩主要分布在凹陷的近缓坡带,以灰黑色泥岩为主,其次为煤层,厚度为 200~500 m。

5 油气勘探方向

断陷小湖盆群油气成藏主要受控于烃源岩和与其配套的各类圈闭。分析烃源岩展布、盆地构造演化和圈闭发育特征,在不同类型凹陷开展近源勘探,可较快逼近勘探目标。

银根—额济纳盆地单断和双断凹陷的勘探方向有所不同,凹陷内具有白垩系 1 套目的层和侏罗系、白垩系 2 套目的层的勘探方向也有所区别。

5.1 单断凹陷油气勘探方向

单断凹陷主要分为 2 种类型,一类是只有白垩系 1 套目的层的箕状凹陷(如查干、天草凹陷等),另一类为具有侏罗系、白垩系 2 套勘探目的层的箕状凹陷(如乌力吉、居东凹陷等)。

以查干凹陷等为代表的早白垩世断陷盆地,规模较大,巴音戈壁组暗色泥岩厚度大,盖层条件好,在主导断裂和洼槽间常发育多级断阶带,断鼻、断块构造发育,这些构造圈闭是油气聚集的有利区带(图 3a);油气勘探以构造圈闭为主,以近“洼槽”的圈闭为重点。在斜坡带发育同向正断层,形成缓坡带断块圈闭。由于火成岩的侵入,形成火成岩遮挡圈闭,该类圈闭紧邻次级“洼槽”生烃中心,可形成火成岩侧向遮挡型油气藏(图 3a),是盆地成藏有利领域和主要勘探方向。多级断阶带和缓坡断块为油气勘探主要方向,勘探中要加强沉积相研究,以构造和沉积相匹配的圈闭为重点勘探目标。

以乌力吉等凹陷为代表的单断凹陷,2 套构造层的沉积、沉降中心继承发育,上白垩统和第三系厚度较大,盖层条件好。在控凹断裂带发育滚动背斜构造、侏罗系与白垩系构造层不整合面发育地层不整合圈闭、缓坡带发育超覆和地层岩性圈闭,主控断裂带可形成断鼻、断块油气藏。缓坡带在侏罗系和白垩系目的层形成砂岩尖灭、地层超覆等油气藏,是主要的地层岩性油气聚集带(图 3b),由于缓坡带埋藏浅,储集条件好,是勘探的主要方向。而以居东凹陷为代表的凹陷,2 套构造层沉积、沉降中心发生迁移,中一下侏罗统地层遭剥蚀,残余烃源岩主要分布在凹陷斜坡部位,勘探的主要方向是斜坡带的地层岩性圈闭和中一下侏罗统与下白垩统之间的不整合圈闭^[5]。

5.2 双断凹陷油气勘探方向

双断凹陷主要以哈日凹陷等为代表,主要发育白垩系 1 套目的层,断陷受倾向相向的 2 条断裂控制,沉积中心位于近次级控洼断裂一侧,“洼槽”控制了烃源岩的发育,在双断凹陷的主控断裂带发育

滚动背斜、断鼻构造(图 3c),这些构造具有与烃源岩侧向相接的特点,是近源勘探的主要方向。

6 结论

银根—额济纳盆地基底具有多板块拼合特征,盆地中生代演化受控于区域地质背景,经历了5个演化阶段,形成了不同的沉积层序。在裂谷发育阶段形成下白垩统巴音戈壁组上段半深湖相烃源岩,山前凹陷还发育侏罗系煤系烃源岩,2套烃源岩系为油气勘探奠定了物质基础。燕山幕式构造运动形成的各类构造圈闭和缓坡带地层岩性圈闭为成藏提供了圈闭条件。

应围绕下白垩统、中—下侏罗统2套烃源岩开展近源勘探。白垩系烃源岩发育的单断凹陷以多级断阶带的断鼻、断块构造圈闭、缓坡带的地层岩性圈闭为主要勘探方向,优选近“洼槽”烃源岩发育的各类圈闭为重点目标;白垩系和侏罗系烃源岩发育的单断凹陷以地层不整合和缓坡带的地层岩性圈闭为重点勘探方向;双断凹陷以主控断裂带的构造圈闭为主要勘探方向。

参考文献:

- 1 吉让寿,秦德余. 中国西北地区燕山期构造应力场特征与成盆作用[J]. 石油实验地质,2005,27(6):559~564
- 2 杨中轩,陈启林,杨占龙等. 银—额盆地勘探进展及基本地质条件[A]. 见:赵政璋编. 油公司油气勘探之路:新区勘探项目管理探索[C]. 北京:石油工业出版社,1998. 101~107
- 3 郭彦如,王新民,刘文岭. 银根—额济纳旗盆地含油气系统特征与油气勘探前景[J]. 大庆石油地质与开发,2000,19(6):4~8
- 4 张代生,李光云,罗肇等. 银根—额济纳旗盆地油气地质条件[J]. 新疆石油地质,2003,24(2):130~133
- 5 陈启林,杨占龙,关银录等. 银根—额济纳裂谷盆地群凹陷结构样式及对成藏的控制[J]. 天然气地球科学,2005,16(5):559~563
- 6 黄汲清. 中国大地构造及演化:1:400万中国大地构造图简要说说明[M]. 北京:科学出版社,1980
- 7 李春昱. 板块构造是当今世界上最盛行的大地构造学说[A]. 见:中国地质学会构造地质专业委员会编. 构造地质学进展[C]. 北京:科学出版社,1982. 34~41
- 8 左国朝,何国琦. 北山板块构造及成矿规律[M]. 北京:北京大学出版社,1990
- 9 王廷印,王士政,王金荣. 阿拉善地区古生代陆壳的形成和演化[M]. 兰州:兰州大学出版社,1994
- 10 王同和. 阿拉善弧形盆地系的构造迁移[J]. 石油实验地质,1990,12(3):273~281
- 11 李文厚,周立发. 苏红图—银根盆地白垩纪沉积相与构造环境[J]. 地质科学,1997,32(3):387~394
- 12 范小林. 从中国北方中生代中小型盆地成油(藏)条件展望油气勘探新领域[J]. 石油实验地质,1998,20(6):110~115
- 13 王生朗,马维民,竺知新等. 银根—额济纳旗盆地查干凹陷构造—沉积格架与油气勘探方向[J]. 石油实验地质,2002,24(4):296~299
- 14 王新民,李相博,郭彦入等. 银根—额济纳旗盆地改造动力与油气成藏[J]. 石油实验地质,2004,26(5):442~447
- 15 费宝生. 从二连盆地看东北亚地区裂谷盆地群油气勘探[J]. 大庆石油地质与开发,2002,21(3):7~11
- 16 孙志华. 银根盆地中的反转构造样式[J]. 石油地球物理勘探,1995,30(4):567~509
- 17 陈启林,周洪瑞,李相博. 蒙甘青地区早白垩世原型盆地特征及其对烃源岩分布的控制[J]. 地球科学进展,2005,20(6):656~663

TECTONIC EVOLUTION AND PETROLEUM PROSPECTION IN THE YIN'GEN-EJINA BASIN

Chen Qilin, Wei Pingsheng, Yang Zhanlong

(Northwest Branch, Research Institute of Petroleum Exploration and Development,
PetroChina, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: The basement formed by plates and sutural zones apparently controls the evolution of Yin'gen-Ejina Basins. The tectonic evolution has undergone 5 stages: heat-upheaval and tension-crack stage of the Early Triassic, rudiment rift basin stage of the Early-Middle Jurassic, stretch faulting stage of the Early Cretaceous, relaxation depression stage of the Late Cretaceous and inland convergence stage of Tertiary. Different tectonic stages result in different trap styles. Hydrocarbon source rocks of the Lower-Middle Jurassic and the Lower Cretaceous form source and reservoir. The exploration realms of half graben-like basin are fault noses and fault block traps in the central fracture and ridgy zones, and lithologic traps and stratigraphic unconformity traps in the gentle slope zones. The exploration realm of downfaulted basin is roll anticline in the fracture zones controlling basin. A new notion of source nearby exploration around sub-depression in little lacustrine basins are proposed.

Key words: fault block; lithologic trap; step fault zone; gentle slope zone; source nearby exploration; the Yin'gen-Ejina Basin