

内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系沉积后的构造演化、盖层条件与油气信息 ——石炭系—二叠系油气地质条件研究之三

卢进才, 陈高潮, 魏仙样, 李玉宏, 魏建设

LU Jin-cai, CHEN Gao-chao, WEI Xian-yang, LI Yu-hong, WEI Jian-she

中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054

Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China

摘要:通过对中—新生代沉积演化特征的分析和对石炭系—二叠系沉积之后构造改造作用、中生代岩浆作用的研究,认为白垩纪为银根—额济纳旗盆地演化的鼎盛时期,沉积了厚度大、横向分布稳定、以湖泊—沼泽相为主的砂泥岩组合,是石炭系—二叠系油气系统的良好区域盖层。虽然石炭系—二叠系沉积之后经历了多期次的构造改造作用,但构造应力以挤压抬升为主,除局部地区发生构造动力变质作用外,总体对石炭系—二叠系油气系统保持条件的影响不大。中生代经历了4个期次的岩浆活动,早白垩世岩浆活动较强烈,受其影响石炭系—二叠系局部发生热接触变质或烃源岩演化达到过成熟,但影响范围有限。石炭系—二叠系内部发育4个沉积旋回,尤其是阿木山组、埋汗哈达组发育厚度大、横向分布稳定的泥页岩,既是良好的烃源岩,也是良好的盖层。石炭系—二叠系沉积之后虽然经历了华力西末期—印支期的长期抬升剥蚀,但地球物理资料显示石炭系—二叠系在额济纳旗—务桃亥一带分布较为稳定,残留厚度一般1000~2000m,局部厚度大于3000m。油气显示信息表明,石炭系—二叠系具有油气生成、运移与聚集的过程,油气资源前景良好。

关键词:额济纳旗及其邻区;石炭系—二叠系;构造改造;构造动力变质;热接触变质;区域盖层;油气信息

中图分类号:P534.45; P534.46; P618.13

文献标志码:A

文章编号:1671-2552(2011)06-0838-12

Lu J C, Chen G C, Wei X Y, Li Y H, Wei J S. Post-sedimentary tectonic evolution, cap rock condition and hydrocarbon information of Carboniferous-Permian in Ejin Banner and its vicinities, western Inner Mongolia: a study of Carboniferous-Permian petroleum geological conditions (part 3). *Geological Bulletin of China*, 2011,30(6):838-849

Abstract: Based on an analysis of Mesozoic-Cenozoic sedimentary evolution and a study of structural reformation after Carboniferous-Permian and Mesozoic magmatism, the authors hold that Cretaceous was a flourishing period of Yingen-Ejin Banner basin evolution: there existed the combination of lacustrine facies-swamp facies sandstone and mudstone characterized by large thickness and stable horizontal spread, and Cretaceous mudstone constituted a good regional cap of the Carboniferous-Permian petroleum system. Although multistage tectonic reworking took place after Carboniferous-Permian, tectonic stress was dominated by extruding and uplifting. In general, the extrusion and uplift didn't affect the Carboniferous-Permian petroleum system except for local areas where structural dynamometamorphism occurred. There happened four stages of magmatism, in which the Early Cretaceous magmatism was strong. Affected by this magmatism, Carboniferous-Permian strata locally experienced thermal metamorphism, and hydrocarbon source rocks reached the mature stage, but the effect range was limited. There were four sedimentary cycles during Carboniferous-Permian; as a result, there existed mud shale of large thickness and stable horizontal spread especially in Amushan and Maihanhada Formations, and the mud shale was not only a good source rock but also a good cap rock. There was a long-term uplift-erosion from Late

收稿日期:2011-02-21;修订日期:2011-04-21

资助项目:中国地质调查局国土资源大调查项目《西北地区中小盆地群油气资源远景调查》(编号:1212010733506)

作者简介:卢进才(1961-),男,教授级高级工程师,从事石油天然气勘探与开发研究。E-mail:shiyou2002@163.com

Variscan to Indo-Chinese epoch in Carboniferous-Permian, but there existed stable spread of Carboniferous-Permian strata in Ejin Banner-Wutaohai area based on geophysical data interpretation, with the residual thickness being generally from 1000 to 2000m and the thickness of local areas being over 3000m. Information of a series of Carboniferous-Permian hydrocarbon source rocks related hydrocarbon shows indicate that there existed processes of hydrocarbon generation, migration and accumulation in Carboniferous-Permian period, which suggests good hydrocarbon prospects.

Key words: Ejin Banner and its vicinities; Carboniferous-Permian; structural reformation; structural dynamometamorphism; thermal metamorphism; regional cap; hydrocarbon information

笔者曾对额济纳旗及其邻区石炭纪—二叠纪盆地形成与演化、石炭系—二叠系沉积相展布特征、烃源岩分布与地球化学特征、热演化特征、储集层的展布与成岩作用特征进行了系统论述,并提出了“额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系生烃条件优越,主要生烃期在早白垩世之后,而且不乏良好的储集层”的认识^[1-2]。因此,石炭系—二叠系沉积之后的构造与沉积演化、盖层条件与各期次的构造改造,以及中生代岩浆作用对石炭系—二叠系烃源岩演化与油气保存条件的影响是评价区内油气地质条件的关键因素。

本文拟通过对石炭系—二叠系沉积之后的构造改造、沉积演化、岩浆作用等对石炭系—二叠系油气地质条件影响的研究,结合石炭系—二叠系生储盖组合的特征,探讨石炭系—二叠系油气系统的保存条件和区域盖层条件,并通过对已获得的与石炭系—二叠系烃源岩有关的油气信息的分析,揭示区内不仅具有烃类的生成,而且具有油气运移、聚集与成藏的过程,为区内油气地质条件综合评价提供佐证。

1 石炭系—二叠系沉积之后的构造演化

石炭系—二叠系沉积之后研究区经历了海西末期、印支期、燕山期和喜马拉雅期多期次的构造改造^[3](表1)。

1.1 海西末期构造改造作用

海西末期构造运动是石炭系—二叠系沉积之后经历的第一次强烈的构造改造作用,构造应力为南北向挤压与抬升。受其影响,石炭系—二叠系广泛发育东西向展布的紧闭褶皱或形成倒转的紧闭褶皱(图版 1-2)。同时,受差异抬升作用的影响,石炭系—二叠系遭受不同程度的剥蚀,中生界不同时期的地层不整合覆盖在石炭系—二叠系之上(图1)。

1.2 印支期构造演化

印支运动早期,研究区以隆升为主,局部拉张沉

积了一套河流相红色粗碎屑岩^[4],岩性为紫红、灰绿、灰白色砂砾岩夹灰绿色粉砂岩、红色泥岩,零星分布,厚度大于200m,与下伏石炭系—二叠系不整合接触;印支运动中晚期,主要受南北向挤压作用的影响,三叠系发生褶皱,形成东西向构造,仅在银—额(银根—额济纳旗)盆地西部受拉张作用的影响沉积了厚度不等的山麓—河流相红色粗碎屑岩,岩性为褐红、紫红、灰绿色砂砾岩,局部夹钙质粉砂岩、泥岩,厚度横向变化大,最厚处大于1000m。虽然三叠系与下伏石炭系—二叠系构造方向大致相同,但地层产状之间存在显著的角度差(角度不整合),而且受印支期长期隆升的影响,三叠系分布局限,多数地区未接受沉积或遭受后期剥蚀残留厚度较小。

1.3 燕山期构造演化

燕山期银—额盆地及其邻区为动荡多变的构造环境,经历了“张扭拉分—隆升(局部沉降)—强烈挤压抬升—张扭拉分—挤压推覆”的构造应力作用过程。

1.3.1 侏罗纪构造演化

燕山早期,研究区以张扭拉分为主^[5],早侏罗世沉积了一套河湖—沼泽相碎屑岩,下部具含煤建造,岩性为灰白、灰绿色砂岩、砾岩,灰褐、黑色粘土质页岩、炭质页岩、钙质粉砂岩或粉砂岩,下部夹煤层或煤线。这种张扭拉分的应力作用分布不均衡,岩性和厚度横向变化极大,残留厚度0~1553m,主要分布在研究区西北部的居延海坳陷带,与下伏三叠系不整合接触,或与石炭系—二叠系不整合接触。

中侏罗世研究区经历了隆升与局部沉降的构造应力演变过程,局部沉积了一套以炭质页岩、含砾砂岩、砾岩为主,夹薄煤层或煤线的河—湖沼泽相碎屑岩,岩性与厚度横向变化大(0~1613m),主要分布在研究区西北部和阿拉善右旗东部的苏亥图一带。

晚侏罗世,研究区以隆升为主,局部沉积了一套山麓—洪积相的粗碎屑岩,岩性以红色、杂色砂砾岩为主,局部夹泥岩,厚度0~1676m。

表 1 额济纳旗及其邻区构造运动简表

Table 1 Simplified table of tectonic activities in Ejina Banner and its vicinities

时代	地层	厚度/m	沉 积 建 造	构造运动	构造动力特征	旋回	构造演化
Q	更新统	20~180	冲洪积砂砾层、风成砂等, 广泛分布	喜马拉雅运动	挤压抬升 (走滑)	喜马拉雅	盆地分割与局部断陷
R	古一新近系	60~350	红色河湖相粘土质砂砾岩, 夹砂质粘土层, 分布零散	燕山 V 幕	挤压推覆 (强烈)		
K ₂	上白垩统	74~700	以粗碎屑为主, 岩石呈砖红—桔红色, 代表盆地萎缩阶段干燥环境沉积	燕山 IV 幕	张扭拉分 (裂陷)		
K ₁	下白垩统	2000~3500	河流—湖泊相碎屑岩, 是中生代盆地的主要发育时期	燕山 III 幕	挤压抬升 (强烈)	燕山	内陆盆地演化
J ₃	上侏罗统	0~1676	山麓—洪积相, 以红色—杂色粗碎屑岩为主, 局部夹泥岩	燕山 II 幕	挤压抬升 (局部沉降)		
J ₂	中侏罗统	0~1613	河湖沼泽相碎屑岩, 以炭质页岩、含砾砂岩、砾岩为主, 夹薄煤层或煤线	燕山 I 幕	张扭拉分		
J ₁	下侏罗统	0~1553	河湖—沼泽相碎屑岩, 下部为碎屑含煤沉积, 主要分布于银—额盆地西北部居延海地陷	印支运动	挤压抬升		
T ₃	上三叠统	0~1179	山麓—河流相红色粗碎屑岩, 分布于盆地西部		隆升	印支	隆升
T ₁₋₂	中下三叠统	0~200	河流相红色粗碎屑岩, 零星分布	末海西运动	挤压抬升 (强烈)		
P ₃	哈尔苏海组	>2500	额济纳旗—雅干一带为以浅海陆棚相为主的碎屑岩沉积, 大部分区域为陆相火山岩		裂谷盆地发育阶段		
P ₂	阿其德组	1200~1800	以浅海陆棚相为主的滨浅海相碎屑岩, 夹火山岩		局部隆升		
P ₁	埋汗哈达组		以浅海陆棚相为主的滨浅海相碎屑岩、生物碎屑灰岩, 夹火山岩	晚海西运动	裂谷盆地发育阶段	海	板内活动 (裂谷盆地演化)
C ₂	阿木山组		自下而上沉积范围逐渐扩大, 具典型上超沉积特征。浅海陆棚相、碳酸盐台地相为主, 南部发育盆地边缘相的石英砂砾岩、长石石英砂砾岩		裂谷盆地发育阶段	西	
C ₁	白山组	>9000	裂谷盆地沉积, 碎屑岩以砂质泥岩、石英砂岩为主; 火山岩以流纹岩、英安岩为主	中海西运动	局部隆升		
	绿条山组	>1200	裂谷盆地沉积, 下部中细粒砂岩夹砾岩、灰岩		裂谷盆地形成碰撞造山(强烈)		碰撞造山
D ₃	泥	>2000	碎屑岩以长石石英砂岩为主, 火山岩为安山岩、玄武质角砾岩, 夹灰岩和大理岩	早海西运动	古亚洲洋团合		
D ₂	盆	>1300	上部钙质灰岩、生物灰岩、硅质灰岩; 西部相变为火山岩。局部残留				
D ₁	系	400~1000	薄层钙质砂岩, 顶部夹生物灰岩, 底部夹砾岩, 相变为火山岩, 局部残留	加里东运动	碰撞造山(强烈)	加里东	板块演化
S	志留系		钙质砂岩、钙质绢云母石英砂岩夹碳酸盐岩				

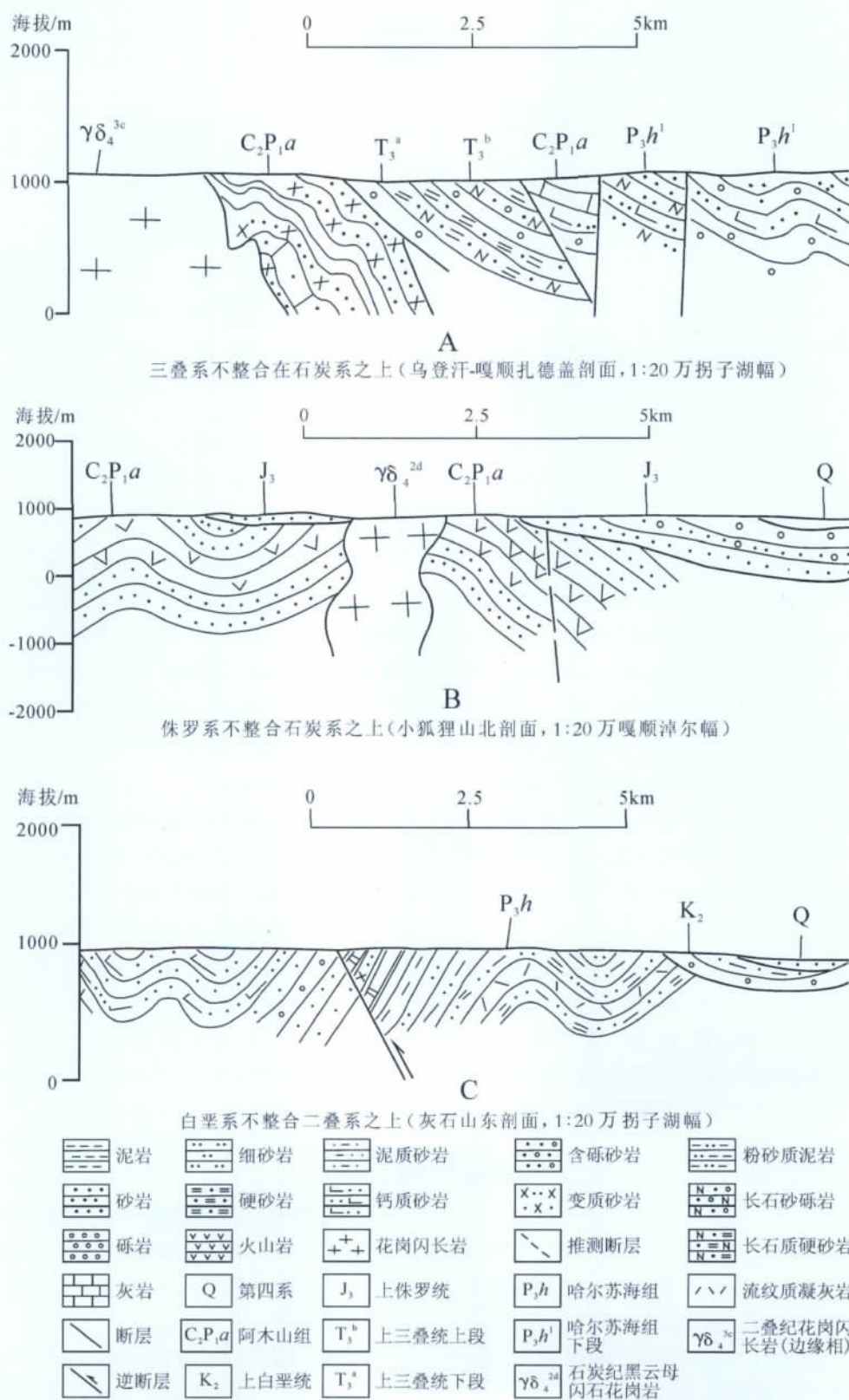


图1 石炭系—二叠系与上覆地层的接触关系

Fig. 1 Schematic diagram of contact relationship between Carboniferous-Permian and overlying strata

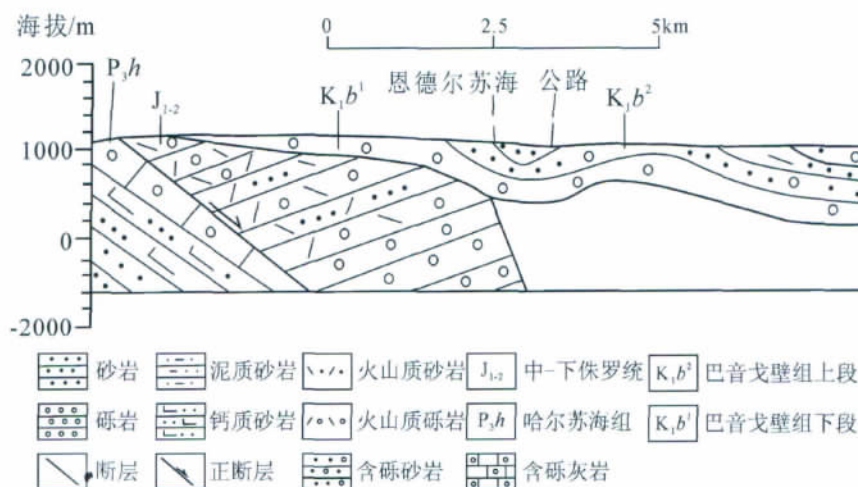


图2 侏罗纪与下伏二叠系和上覆白垩系的接触关系

Fig. 2 Schematic diagram of contact relationship of Jurassic, underlying Permian and overlying Cretaceous strata

侏罗纪期间的燕山 幕、燕山 幕的局部抬升,使得下侏罗统与中侏罗统、中侏罗统与上侏罗统假整合接触。侏罗系沉积之后,研究区经历了强烈的南北向挤压与抬升作用,侏罗系褶皱变形,导致与上覆白垩系的不整合接触(图2)。

1.3.2 白垩纪构造演化

早白垩世,研究区受张扭拉分构造应力的影响,内陆断陷盆地发育达到鼎盛时期^[6],形成统一的银—额盆地,沉积了横向稳定分布的河流—湖泊相碎屑岩,由3个下粗上细的沉积旋回构成,碎屑岩厚度达2000~3500m。

晚白垩世湖盆萎缩,沉积了一套反映干旱环境的碎屑岩,盆地边缘为粗碎屑岩,盆内主要为砖红—桔红色泥岩、砂质灰岩和石膏,最大厚度328m。

由于白垩系沉积厚度大,石炭系—二叠系埋藏深度达到最大,烃源岩演化达到成熟—高成熟阶段或过成熟。因此,白垩纪之后的构造改造作用对石炭系—二叠系油气保存条件与油气系统起至关重要的作用。

下白垩统沉积之后的燕山 幕,区域应力为局部隆升,部分地区表现为下白垩统与上白垩统的平行不整合接触(表1)。该期次的构造运动幅度较小,剥蚀厚度不大,而且有沉积巨厚的下白垩统作为区域盖层,局部隆升对石炭系—二叠系油气地质条件没有明显的影响。

晚白垩世末的燕山 幕是本区改造最强烈的一

次构造运动,尤其是由北向南的推覆作用,形成大型逆冲推覆构造,元古宇覆盖在寒武系—白垩系不同时期的地层之上(图3、图4),形成一东西向展布的“飞来峰”分布带,西起木积山,东至呼仁乌珠尔,东西延伸距离约300km,底部逆冲断层面高程相近,并具有一致的冲断方向^[7]。推测“飞来峰”来自蒙古国,推覆距离大于140km。

1.4 古近纪—新近纪构造沉积演化

古近纪—新近纪研究区整体表现了挤压抬升的构造背景,盆地东部银根地区沉积了古近系,岩性为棕红色砂泥岩、砂砾岩,厚度小于400m。新近系零星分布,为河湖相粘土质砂岩夹砂质粘土,厚度小于100m。第四系为风积砂和冲积、洪积砂砾层,各拗陷沉积厚度差异大,最厚达180m。

喜马拉雅期受挤压抬升构造应力的影响,一方面在白垩系中形成一些小的逆断层,另一方面继承老的断裂,并反方向活动,由正转逆。此外,在阿尔金断裂北延断裂带形成一系列左行断裂系。

1.5 对石炭系—二叠系油气地质条件的影响

研究区石炭系—二叠系沉积之后经历了多期次的构造改造,各期次的构造改造对石炭系—二叠系油气系统的影响不尽相同。

海西末期的构造运动是区内表现最强烈的构造作用之一,一方面石炭系—二叠系遭受强烈的剥蚀,另一方面石炭系烃源岩进入成熟期,对油气保存存在一定的影响。由于二叠系烃源岩主要生烃期在白

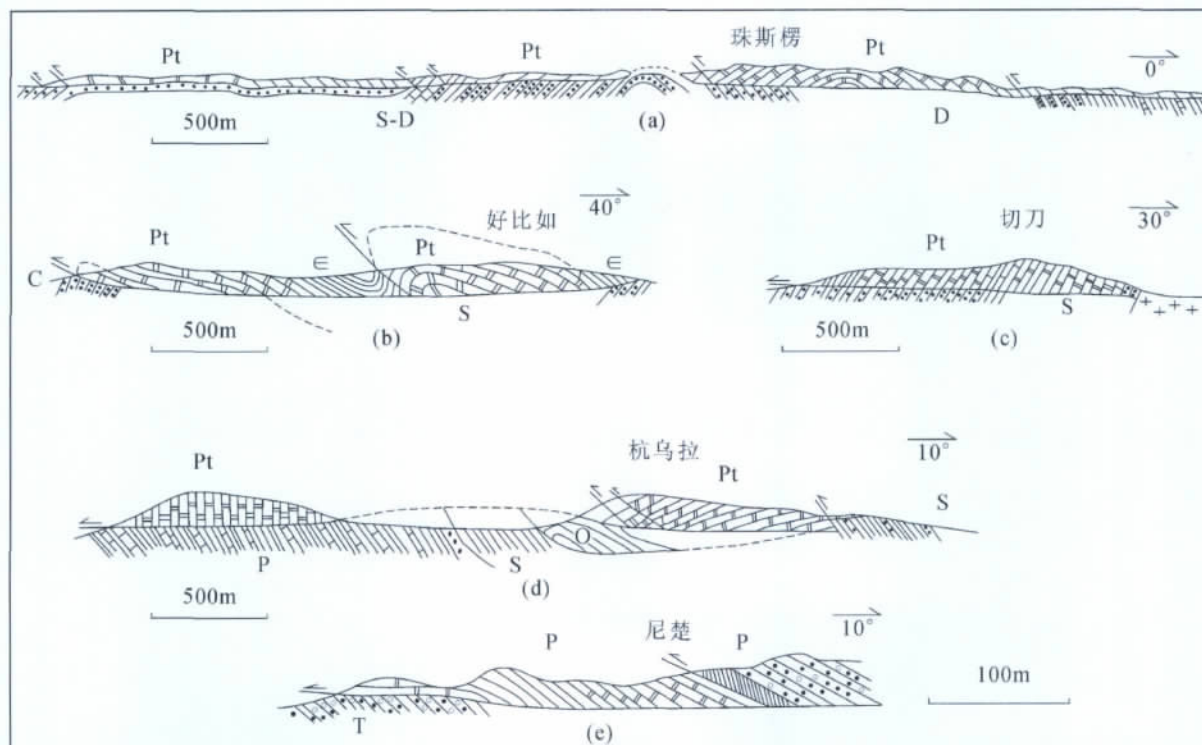
图3 中元古界覆盖在不同时期的地层(S-T)之上^[7]

Fig. 3 Middle Proterozoic strata overlying strata of different epochs (S-T)

(a)珠斯楞剖面;(b)好比如剖面;(c)切刀剖面;(d)杭乌拉剖面;(e)尼楚剖面;Pt—中元古界白云岩;E—寒武系硅质页岩;
O—奥陶系硅(泥)质板岩、硅质白云岩和结晶灰岩;S—志留系砂岩及板状粉砂岩;S-D—志留系—泥盆系砂岩、板状粉砂岩
及灰岩;C—上石炭统长石砂岩及安山质凝灰岩;P—二叠系板状粉砂岩和生物碎屑灰岩;T—上三叠统砖红色砂岩及砾岩

系沉积之后,对二叠系油气系统影响不大。同时,由于长期的风化作用,石炭系—二叠系顶面溶蚀孔(缝、洞)发育,有利于风化壳储层的发育。

印支期研究区总体处于造山期的隆升阶段,普遍抬升,局部拗陷接受沉积。由于印支期构造应力强度较弱,整体变形不大,多数区域沉积厚度亦不大,因此对石炭系—二叠系油气系统的影响不大。

早侏罗世—早白垩世,受燕山运动的影响,研究区区域应力经历了多期次的张扭应力与挤压应力的转变,表现了多期次沉降与抬升的转换。侏罗系沉积之后的燕山—幕是中新生代表现最强烈的一次构造运动,构造应力为南北向挤压,受其影响盆地北部强烈变形,局部发生构造动力变质或使烃源岩演化达到过成熟(图5),但对额济纳旗以南地区影响不大。

早白垩世末期直到晚白垩世,银—额盆地进入平稳的整体拗陷沉降阶段。这一时期,二叠系烃源岩

逐渐成熟—高成熟,白垩系不仅可作为良好的区域盖层,而且稳定沉降对油气系统的保存十分有利。

上白垩统沉积之后,区内经历了一次由北向南的强烈推覆作用,加大了北部地区的构造变形与局部的构造动力变质。由于构造应力由北向南逐渐减弱,因此对额济纳旗南部地区影响不大。

古近纪以来,研究区所受构造应力以挤压抬升为主,局部走滑。由于有厚度巨大的白垩系作为石炭系—二叠系区域盖层,因此对石炭系—二叠系油气系统影响不大。雅干地区受阿尔金断裂向北东延伸的影响,形成系列左行走滑断裂,受其影响,断裂带两侧发生明显的构造动力变质。

2 中生代岩浆作用及其影响

2.1 岩浆活动的期次与岩浆岩分布

中生代银—额盆地发育4期次的岩浆活动(表2)。

第一期岩浆活动的时代为晚三叠世,地表出露

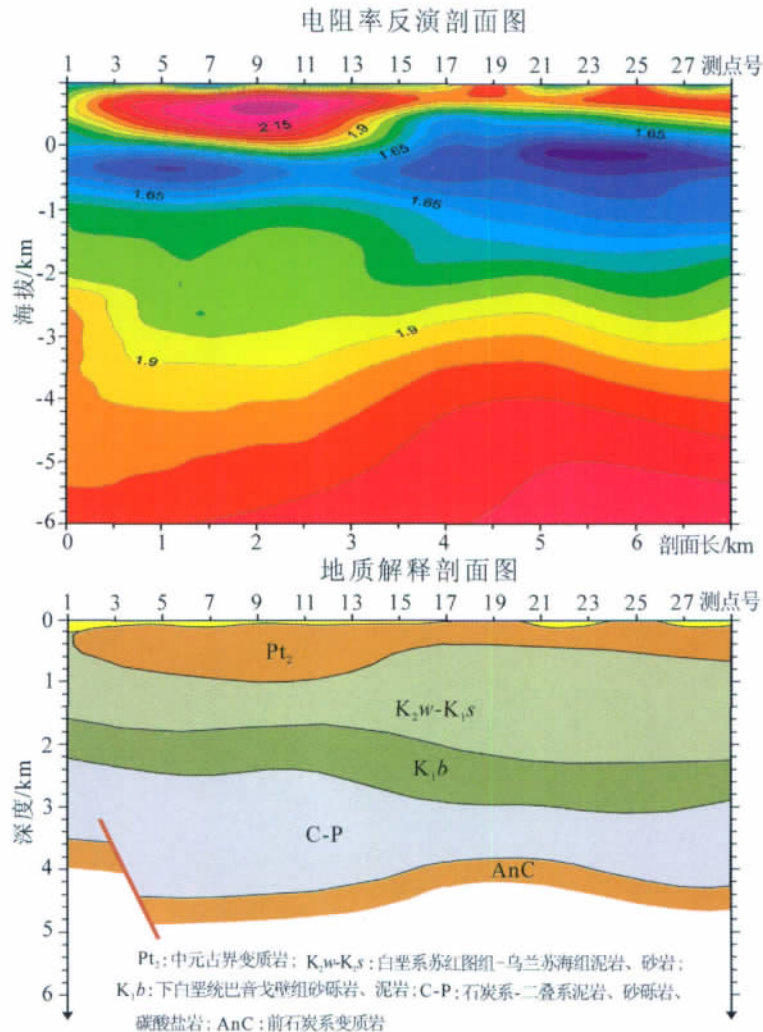


图 4 大地电磁测深剖面验证的中元古界覆盖在白垩系之上

Fig. 4 Proterozoic strata overlying Cretaceous strata as verified by magnetotelluric sounding profile

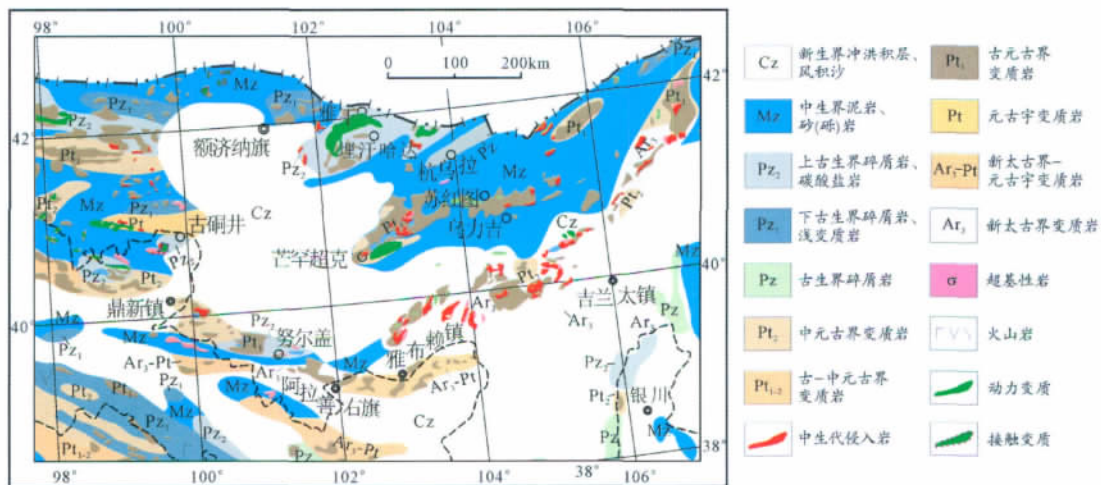


图 5 额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系变质岩与中生代侵入岩分布略图

Fig. 5 Distribution of Carboniferous-Permian metamorphic rocks and Mesozoic intrusions

表 2 银-额盆地中生代岩浆活动的时代^[4]

Table 2 Epochs of Mesozoic magmatism in Yin-E basin

地 质 时 代			侵 入 岩			火 山 岩		
纪	世	界限年龄 /Ma	时间	代号	年龄值 /Ma	时间	代号	年龄值 /Ma
古近纪								
白垩纪	晚白垩世	65.0	燕山 晚期	γ_5^3	115.8 133.4	晚白垩世	β_5^3	65.6 70.5
	早白垩世	96.0				早白垩世	β_5^3	80.0 137.5
侏罗纪	晚侏罗世	137.0	燕山 早期	γ_5^2	185 193.5			
	中侏罗世	157.0				早—中 侏罗世		
	早侏罗世	178.0						
三叠纪	晚三叠世	205.0	印 支 期	γ_5^1	216.5	晚三叠世	ξ_5^1	213.3~227.9
	中三叠世	227.0						
	早三叠世	241.0						
二叠纪		250.0						

的侵入岩(γ_5^1)主要分布在宗乃山—沙拉扎山、雅布赖山等地,呈北东—南西向断续分布,岩性为花岗岩,时代为晚三叠世。该期次火山岩分布在梭梭头凹陷及其周边,务参 1 井钻遇,为一套酸性火山熔岩。

第二期岩浆活动发生于早—中侏罗世,侵入岩(γ_5^2)在盆地周边分布较广泛,盆内居参 1 井钻遇,主要为二长花岗岩和花岗岩。该期次火山岩主要见于尚丹凹陷和苏宏图凹陷,以英安—流纹质火山碎屑岩、酸性熔岩为主。

第三期岩浆活动时代为早白垩世,是中生代岩浆活动最强烈的一次,侵入岩(γ_5^3)出露于盆地西缘与南缘,以花岗岩为主,查干德勒苏凹陷钻遇闪长岩。火山岩在盆地东部较发育,以安山岩、玄武岩为主。

第四期岩浆活动发生于晚白垩世,主要发育中心式喷溢的基性熔岩,见于盆地边缘,分布受北东向、北北东向断裂的控制。

2.2 岩浆作用对石炭系—二叠系油气地质条件的影响

中生代岩浆活动对石炭系—二叠系油气地质条件的影响主要为侵入岩对烃源岩演化的影响。由于岩浆活动的热力作用或近距离的烘烤,加速了烃源岩的演化,或使接触带石炭系—二叠系烃源岩过成熟,局部受侵入岩体的影响发生热接触变质。

三叠纪侵入岩(γ_5^1)主要分布在宗乃山—沙拉扎山、雅布赖山等地,对石炭系—二叠系没有显著影响。侏罗纪侵入岩(γ_5^2)岩体较小,仅居延海凹陷和苏宏图凹陷的局部地区有分布,影响有限。早白垩世侵入岩(γ_5^3)岩体规模相对较大,活动期次多,对石炭系—二叠系烃源岩的演化有一定影响。在居延海凹陷带的大小狐狸山剖面、北山地区的月牙山剖面等石炭系—二叠系发生热接触变质或烃源岩演化达到过成熟。

据卫平生等^[4]对银—额盆地中生代岩浆作用对下伏烃源岩影响的研究,热接触变质的影响范围一般数百米甚至达 1~2km,其影响范围的大小除与岩体规模、侵入层位高低、侵入体的基性程度等因素有关外,还与被影响的围岩的岩石学特征和岩石结构有关,铝质成分低、粒度粗的影响较大。

3 区域盖层条件

3.1 白垩系岩性组合

中生代银—额盆地沉积了厚度不等的三叠系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系。其中白垩纪是盆地演化的鼎盛期,盆地沉积面积约 $12.3 \times 10^4 \text{ km}^2$,岩性为河流—湖泊相砂泥岩组合(图 6、图 7),尤其是下白垩统巴音戈壁组、苏红图组和银根组以湖相泥页岩为主,横向稳定分布,既是中生界油气系

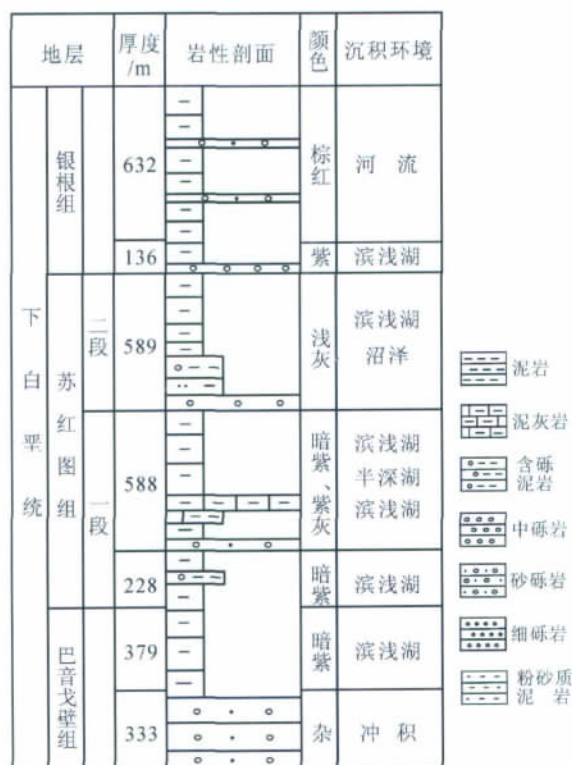
图6 务桃亥坳陷下白垩统层序地层剖面^④

Fig. 6 Sequence stratigraphy section of Lower Cretaceous strata in Wutaohede depression basin

统的良好烃源岩,也是石炭系—二叠系油气系统良好的区域盖层。

3.2 白垩系分布

以 1:20 万区域重力资料为主,结合西北中小盆地群油气资源远景调查项目实施的综合物探剖面资料,以区内已有的钻井资料和地震资料作为约束条件,解释中生界白垩系分布并编制厚度等值线图^[8-9],除洪格尔吉山(雅干—珠斯楞)、宗乃山和沙拉扎山缺失白垩系外,其它地区白垩系分布较稳定,厚度一般在 1000~4000m 之间,局部厚度大于 4000m,考虑到二叠系烃源岩的主要成烃期在白垩系沉积之后,因此白垩系可作为石炭系—二叠系油气系统良好的区域盖层。

4 石炭系—二叠系生储盖组合及分布

4.1 石炭系—二叠系生储盖组合

石炭系—二叠系沉积演化表现为 4 个沉积旋回,每个旋回发育了由粗到细的砂泥岩为主的沉积组合,纵向上为以浅海陆棚相为主的浅海陆棚相—

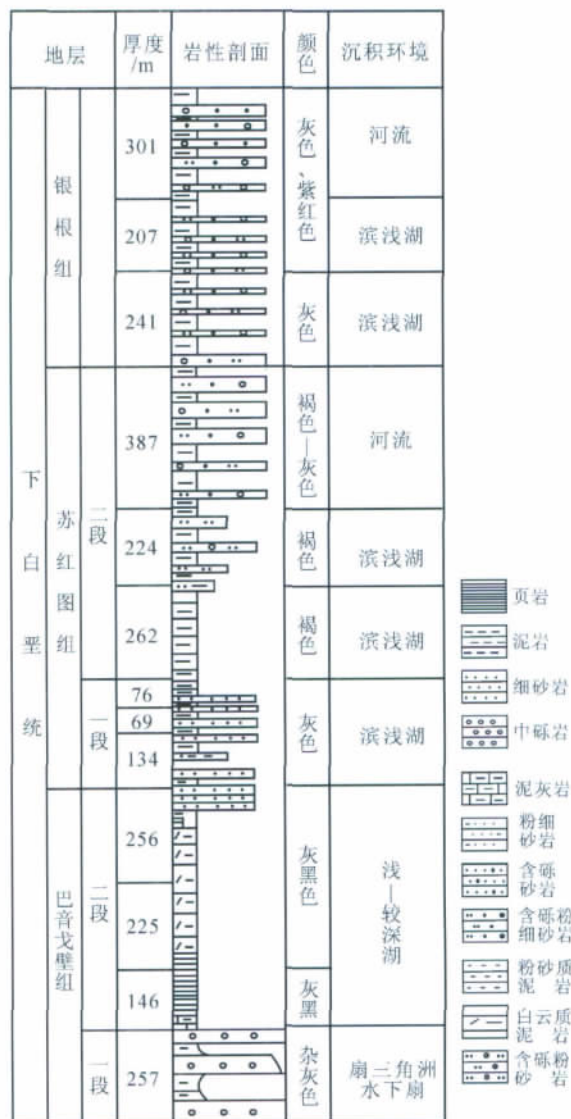
图7 居延海坳陷下白垩统层序地层特征^④

Fig. 7 Sequence stratigraphy section of Lower Cretaceous strata in Juyanhai depression basin

滨岸相—碳酸盐台地相的交互沉积,泥岩/碎屑岩一般大于 25%,最高达 70%以上,纵向上容易形成油气成藏的生储盖组合(图 8)。石炭纪小独山期—二叠纪祥播期是巴丹吉林裂谷盆地演化的鼎盛时期,浅海陆棚相泥页岩分布范围最广泛,且厚度最大,连续泥页岩厚度最大达 186.92m(芒罕超克剖面),其暗色泥页岩可作为油气系统的盖层。

此外,石炭纪—二叠纪紫松—小独山期和冷坞—隆林期是裂谷盆地发育的主要时期,发育中酸性、中性火山岩,其中的致密玄武岩、凝灰岩、熔岩等

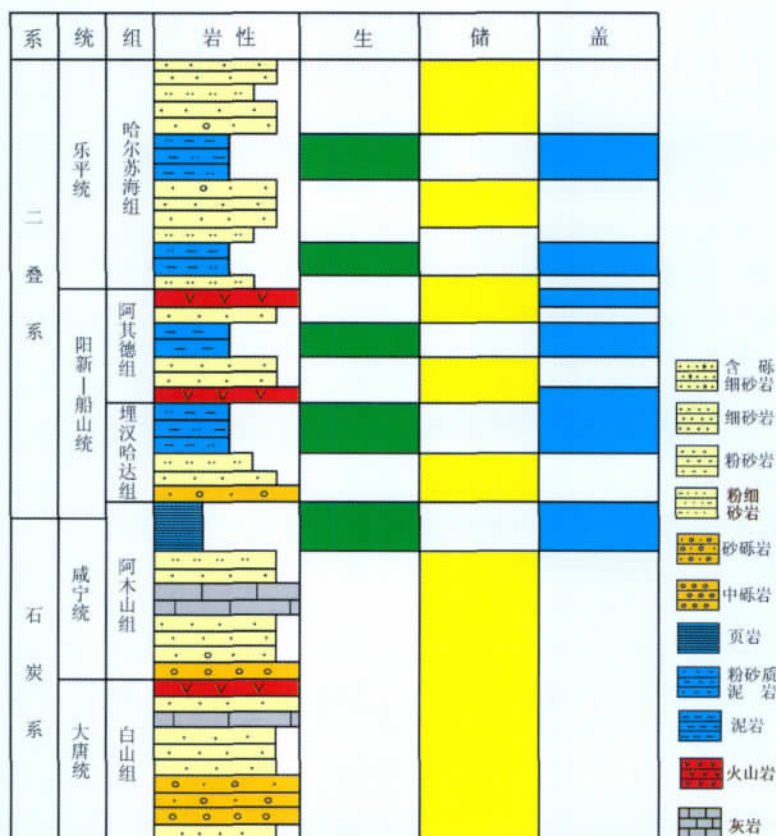


图 8 石炭系—二叠系生储盖组合示意图

Fig. 8 Schematic diagram of Carboniferous–Permian source reservoir cap assemblage

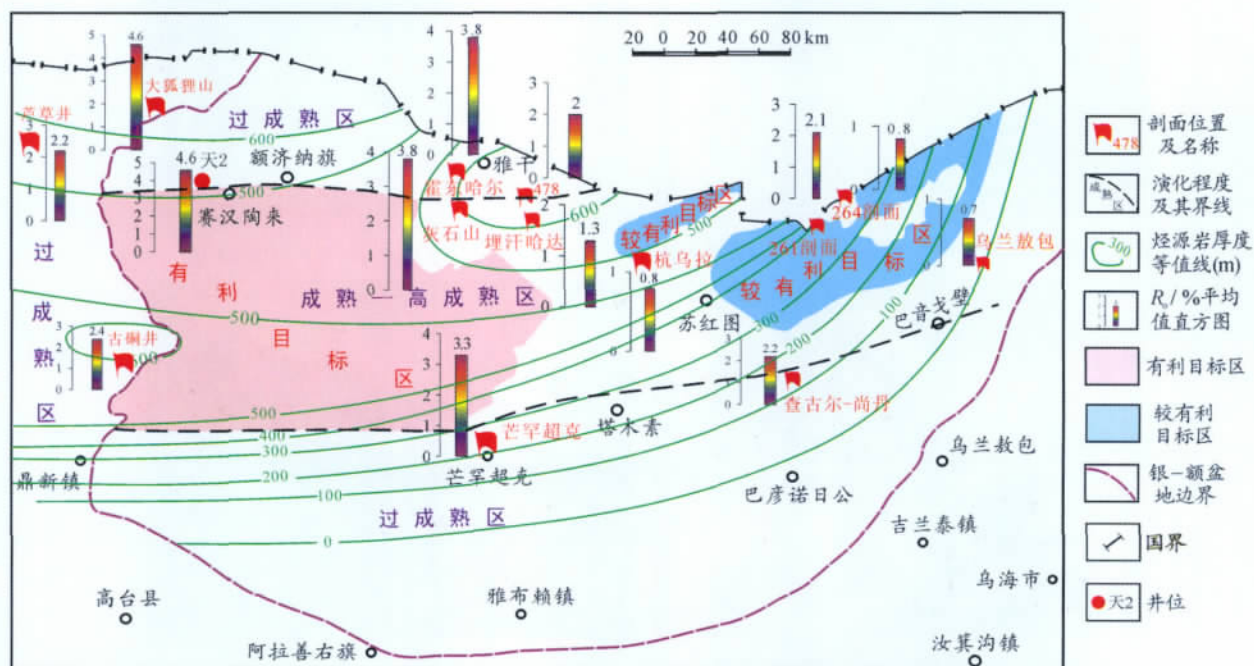


图 9 石炭系—二叠系有利勘探目标区预测图

Fig. 9 Prognosis of Carboniferous–Permian prospective exploration target areas

均可作为盖层。

4.2 石炭系—二叠系的分布

研究区沉积了厚度巨大的石炭系—二叠系,但石炭系—二叠系沉积之后经历了多期次的构造改造,其残留厚度不仅与沉积厚度有关,而且还受海西末期和印支期抬升剥蚀的影响。根据地球物理资料和钻井、地表露头剖面资料对银—额盆地石炭系—二叠系残留厚度的解释^[8-9],在额济纳旗—务桃亥一带中生界覆盖区石炭系—二叠系分布较稳定,残留厚度一般 1000~2000m,局部大于 3000m。

5 与石炭系—二叠系烃源岩有关的油气信息

卢进才等^[8]曾对取得的与石炭系—二叠系烃源岩有关的油气信息进行了论述:①土壤油气地球化学剖面测量提供了与石炭系—二叠系烃源岩有关的烃类异常信息^[10-11];②原地矿部华北石油地质局施钻的 X 井在古生界顶面风化壳钻遇天然气显示并获工业气流,证实其为与中生界油气显示不同的

油气系统^[12];③石炭系—二叠系不同层位砂岩和火山岩孔缝中赋存的气(液)相包裹体均检测到烃类组分,以甲烷为主。

此外,在埋汗哈达剖面埋汗哈达组、阿其德组和 478 剖面哈尔苏海组砂岩孔缝中普遍见沥青,油浸反射光下可见大量沥青呈灰色—灰白色,油浸透射光下为褐色—褐红色—黑褐色,呈块状分布于颗粒表面或沿粒间孔隙分布(图版 1-3、4),表明区内石炭系—二叠系具有油气生成、运移与聚集的过程。

6 有利勘探目标区预测

以石炭系—二叠系烃源岩展布与演化、石炭系—二叠系沉积之后的构造改造及其对油气保存条件的影响、区域盖层条件等为主要评价指标,结合储集层发育条件、地球物理资料解释的石炭系—二叠系分布、与石炭系—二叠系烃源岩有关的土壤油气化探异常显示,对石炭系—二叠系油气地质条件进行综合评价。认为:银—额盆地西部的路井—赛罕陶

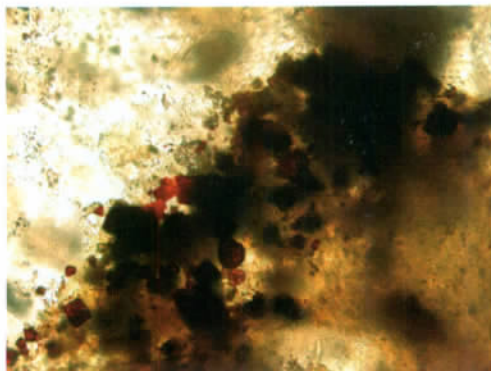
图版 I Plate I



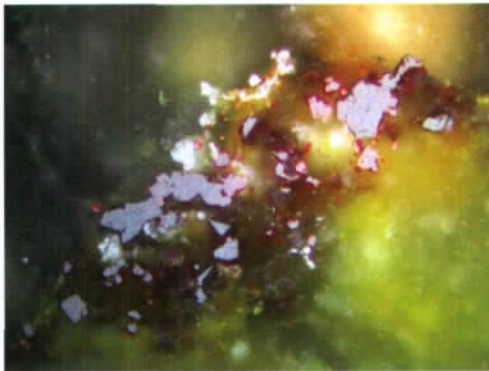
1. 东西向展布的紧闭褶皱,据杭乌拉剖面埋汗哈达组



2. 倒转的紧闭褶皱,据 478 剖面哈尔苏海组



3. 据埋汗哈达剖面埋汗哈达组,粗砂岩,油浸透射光下,沥青为褐色—褐红色—黑褐色,呈块状分布于颗粒表面或沿粒间孔隙分布



4. 据埋汗哈达剖面埋汗哈达组,粗砂岩,油浸反射光下可见大量沥青呈灰色—灰白色,呈块状分布

来—额济纳旗一线以南,红砂窝—敦德陶孙一线以北,西抵银—额盆地西部边界,东至呼和超克—陶来图—温图高勒一带,具有石炭系—二叠系烃源岩厚度大,有机质演化中等—较高,石炭系—二叠系沉积之后构造改造相对较弱,区域盖层条件较好的油气地质条件,而且石炭系—二叠系埋藏深度适中(一般1000~2000m),土壤油气化探异常显著,是有利的勘探目标区,面积约 $3.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ (图9);哈日凹陷、苏宏图凹陷、查干凹陷等中生代沉积凹陷为较有利的勘探目标区带,面积约 $1.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

7 结 论

(1)中生代构造岩浆活动对石炭系—二叠系的影响表现为局部发生构造动力变质和热接触变质,或使局部的烃源岩演化达到过成熟。主要成烃期之后的构造应力以挤压作用为主,对油气保存影响不大。

(2)区内二叠系烃源岩的主要成烃期在下白垩统沉积之后,下白垩统分布稳定,以砂泥岩组合为主,尤其是下段以泥页岩为主,是区内石炭系—二叠系油气系统良好的区域盖层。

(3)石炭系—二叠系发育多套以浅海陆棚相为主的浅海陆棚相—滨岸相—碳酸盐台地相的交互沉积,纵向构成良好的生储盖组合,有利于油气系统的形成。

(4)一系列与石炭系—二叠系烃源岩有关的油气信息,说明区内发生过油气生成、运移与聚集的过程,尤其是前人施钻的X井在石炭系—二叠系顶面风化壳中钻获工业气流,指示了良好的油

气资源前景。

致谢:项目组参加野外剖面测量的同志为研究成果提供了可靠的基础资料,在此表示衷心的感谢。

参考文献

- [1]卢进才,陈高潮,魏仙样,等.内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系沉积建造与生烃条件——石炭系—二叠系油气地质条件研究之一[J].地质通报,2011,30(6):811-826.
- [2]卢进才,陈高潮,魏仙样,等.内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系的储集条件——石炭系—二叠系油气地质条件研究之二[J].地质通报,2011,30(6):827-837.
- [3]赵应成,王新民,袁剑英,等.贺西地区盆地构造特征与油气分布[J].石油学报,1999,9(5):13-19.
- [4]卫平生,张虎权,陈启林.银根—额济纳旗盆地油气地质特征及勘探前景[M].北京:石油工业出版社,2006.
- [5]吴少波,白玉宝,杨友运.北山盆地群侏罗、白垩系沉积体系及其分布、演化[J].西北大学学报(自然科学版),2003,12(6):717-722.
- [6]王生郎,马维民,竺知新,等.银根—额济纳旗盆地构造—沉积格架与油气勘探方向[J].石油地质实验,2002,8(4):296-300.
- [7]郑亚东,王士政,王玉芳.中蒙边界区新发现的特大推覆构造及伸展变质核杂岩[J].中国科学(B辑),2003,12(6):717-722.
- [8]卢进才,魏仙样,魏建设,等.内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系油气地质条件初探[J].地质通报,2010,29(2/3):330-340.
- [9]李玉宏,杨高印,卢进才,等.综合地球物理方法在内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系解释中的应用[J].地质通报,2010,29(2/3):374-383.
- [10]卢进才,魏仙样,李玉宏,等.额济纳旗地区土壤油气地球化学特征及其意义[J].新疆石油地质,2009,1(2):6-8.
- [11]卢进才,魏仙样,李玉宏,等.内蒙古西部额济纳旗及邻区地表油气化探烃类异常的特征[J].地质通报,2011,30(6):850-858.
- [12]魏仙样,卢进才,魏建设,等.内蒙古西部额济纳旗地区X井油气显示特征与油气源探讨[J].地质通报,2010,29(2/3):360-366.