

内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系烃源岩演化特征及影响因素

魏建设, 卢进才, 魏仙样, 姜 亭

WEI Jian-she, LU Jin-cai, WEI Xian-yang, JIANG Ting

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:通过对额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系烃源岩演化程度的平面展布和纵向分布特征的研究, 结合对华力西中晚期—喜马拉雅期侵入岩露头分布和构造活动特征的分析, 认为华力西晚期、燕山期侵入岩与构造活动对区内石炭系—二叠系烃源岩的演化程度影响较大, 印支期侵入岩和构造活动仅对部分地区烃源岩成熟度有影响, 喜马拉雅期构造活动对区内烃源岩演化程度无影响。区内石炭系—二叠系系阿木山组(干泉组)和下一中二叠统菊石滩组烃源岩过成熟主要受华力西晚期侵入岩和构造活动的影响, 上二叠统哈尔苏海组烃源岩演化程度受燕山期侵入岩和构造活动的影响。明确了不同期次侵入岩和构造活动对石炭系—二叠系烃源岩演化程度影响的平面展布特征。综合研究认为, 区内石炭系—二叠系烃源岩不存在区域变质, 成熟度总体为成熟—高成熟, 部分剖面(井)烃源岩演化程度较高(达到过成熟), 是由侵入岩的热接触变质和构造活动的动力变质造成的。石炭系—二叠系沉积之后, 岩浆活动和构造活动相对较弱的地区石炭系—二叠系烃源岩演化程度适中, 为成熟—高成熟。

关键词:额济纳旗及邻区; 石炭系—二叠系; 烃源岩; 演化特征; 影响因素

中图分类号: P534.45; P534.46; P618.13

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2011)06-0895-09

Wei J S, Lu J C, Wei X Y, Jiang T. Evolutional features and influencing factors of Carboniferous-Permian hydrocarbon source rocks in Ejina Banner and its vicinities, western Inner Mongolia. *Geological Bulletin of China*, 2011, 30(6):895-903

Abstract: Based on the characteristics of planar and longitudinal distribution of the evolution degrees of Carboniferous-Permian hydrocarbon source rocks in Ejina Banner and its vicinities, together with the study of the outcrop distribution of intrusive rocks of middle-late Hercynian to Himalayan period and their activity characteristics, the authors hold that the evolution degree of Carboniferous-Permian hydrocarbon source rocks was mainly controlled by intrusive rocks and tectonic activity of late Hercynian and Yanshanian period. The intrusive rocks and tectonic activity of Indo-Chinese period only affected the evolution degree in several sections, and the intrusive rocks and tectonic activity of Himalayan period failed to affect the evolution degree. Over-mature hydrocarbon source rocks of Carboniferous-Permian Amushan Formation (Ganquan Formation) and Lower-Middle Permian Jushitan Formation were mainly affected by intrusive rocks and tectonic activities of late Hercynian period, and the intrusive rocks and tectonic activities of Yanshanian period affected Upper Permian Haersuhai Formation. On such a basis, the effects of different stages of intrusive rocks and tectonic activities on the plane distribution of evolution degrees of Carboniferous-Permian hydrocarbon source rocks are determined. It is considered that there existed no regional metamorphism of Carboniferous-Permian hydrocarbon source rocks, the general maturity was mature-highly mature, the evolution degree of several sections was higher (over-mature), caused by thermal metamorphism of intrusive rocks and dynamic metamorphism of tectonic activities. The evolution degree of Carboniferous-Permian hydrocarbon source rocks in the region of weak magmatism and tectonic activities after Carboniferous-Permian was moderate (mature-highly mature).

Key words: Ejina Banner and its vicinities; Carboniferous-Permian; hydrocarbon source rocks; evolutional features; influencing factors

收稿日期: 2011-03-28; 修订日期: 2011-04-22

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: 魏建设(1981-), 男, 工程师, 从事石油天然气勘探与开发研究。E-mail: upcwjs@126.com

在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》的实施过程中,发现额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系发育石炭系白山组(C_{1b})、石炭系—二叠系阿木山组(C_2P_{1a})、二叠系埋汗哈达组(P_{1-2m})、二叠系阿其德组(P_{2a})和二叠系哈尔苏海组(P_{3h})5套烃源岩^[1]。烃源岩的演化程度变化较大,镜质组反射率(R_o)最小为0.6%,最大为4.8%,且部分剖面镜质体反射率(R_o)数据纵向分布特征与正常沉积环境下演化特征不尽一致。本文拟从烃源岩演化程度的平面和纵向展布特征,结合对华力西中晚期—喜马拉雅期岩浆及构造活动期次、强度的分析,探讨额济纳旗及邻区烃源岩演化程度的影响因素。

1 地质背景

1.1 大地构造位置和区域构造演化特征

研究区构造位置位于古亚洲与特提斯构造的交汇部位,处于中朝克拉通(准地台)、塔里木克拉通(准地台)、天山—兴安造山系与秦岭—祁连山—昆仑造山系的交切、复合地带^[2]。晚古生代古亚洲洋闭合,该区进入内陆盆地演化阶段,阿尔金断裂—恩格尔乌苏断裂以南的华北板块缺失下古生界沉积,以元古宙变质岩为裂谷盆地的基底(变质基底),其北则以下古生界为基底(褶皱基底)。

额济纳旗及邻区构造演化大致划分为5个阶段:①太古宙—古元古代结晶基底形成阶段;②中、新元古代陆壳裂陷阶段;③南华纪—中泥盆世洋陆(板块构造)演化阶段;④晚泥盆世—二叠纪海陆(陆内裂谷、裂陷作用)演化阶段;⑤中生代陆内盆山构造演化阶段。其中,后2个演化阶段控制着石炭纪—二叠纪盆地的形成、发展与演化^①。

晚泥盆世—二叠纪海陆(陆内裂谷、裂陷作用)演化阶段:晚泥盆世—早、中泥盆世是加里东—早海西期构造带强烈活动的时期,蒙古洋壳板块向南俯冲,西伯利亚板块与中朝板块碰撞对接,古亚洲洋闭合,形成陆内裂谷或裂陷盆地。多期次火山喷发、深成侵入岩体广泛发育,由北向南的超覆(上超)沉积都是这个发展阶段的重要构造特征。在北山和阿拉善地区形成巨厚的火山—沉积建造和碎屑岩+碳酸盐岩建造,广泛发育的浅海陆棚相沉积和碳酸盐台地相、台地斜坡相沉积,代表了典型裂谷裂陷盆地的沉积特征,属于板内构造演化

阶段的沉积产物。

中生代陆内盆山构造演化阶段:进入中生代后,控制和支配盆地形成与演化的地壳性质和构造体制发生了根本性的变化,研究区中、新生代沉积盆地的形成与演化主要与发生在大陆地壳内部,尤其是上地壳内的陆内俯冲作用、水平剪切作用和区域性拉张作用有关。从三叠纪开始,研究区全面进入陆内盆山构造演化阶段。侏罗纪和白垩纪是区内内陆盆地大规模伸展扩展的2个时期^[3]。而更新世以来的差异升降运动奠定了现代盆山地貌的基础,被山体割裂的中生代中小盆地群正是在这一时期形成的。

1.2 岩性地层与沉积相展布

岩性地层与沉积相展布受石炭纪—二叠纪构造单元的控制,由南向北碎屑岩粒度变细,南部以发育河流相—滨岸相碎屑岩为主,北部以浅海陆棚相和碳酸盐台地相为主。浅海陆棚相是区内烃源岩发育的沉积相类型^[4]。

2 烃源岩分布特征

额济纳旗及邻区石炭系—二叠系发育石炭系白山组、石炭系—二叠系阿木山组(北山地区为干泉组)、二叠系埋汗哈达组(北山地区为双堡塘组)、阿其德组(北山地区为菊石滩组)和哈尔苏海组5套浅海陆棚相暗色泥页岩,可以作为烃源岩。

受沉积相的控制,石炭系—二叠系各剖面、各层段烃源岩的发育程度存在差异,总体具有由南向北烃源岩厚度增大、变好的趋势。石炭系(白山组—阿木山组(干泉组))烃源岩主要分布在努尔盖北—巴彦诺日公—巴音戈壁以北以西除哈尔苏海—切刀低幅度隆起以外的广大地区(图1)。受构造单元和沉积相的控制,石炭系烃源岩呈近东西向展布,烃源岩厚度一般在200~400m之间,最厚超过400m;受沉积相的控制,二叠系(埋汗哈达组(双堡塘组)—哈尔苏海组)烃源岩分布范围较石炭系小,分布在芒罕超克—塔木素—264号界标以北以西地区(图2),烃源岩厚度一般为200~500m,埋汗哈达—呼和音乌苏一带厚度最大,最厚超过500m。

卢进才等^[4]对石炭系—二叠系烃源岩的有机质丰度和类型进行了详细研究,认为区内石炭系—二叠系烃源岩有机质丰度为中等—高,有机质为 $I_{\sim 2}$ 型干酪根。



Fig. 1 Distribution of Carboniferous hydrocarbon source rocks in Ejin Banner and its vicinities



Fig. 2 Distribution of Permian hydrocarbon source rocks in Ejin Banner and its vicinities

3 烃源岩演化特征

镜质组反射率(R_o)是烃源岩演化程度评价常用的指标。一般认为,镜质组反射率 $R_o=0.5\%$ 是生油门限, $0.5\% \sim 0.7\%$ 为低成熟阶段, $0.7\% \sim 1.3\%$ 为成熟阶段, 其中 $R_o=1.0\%$ 时进入成烃高峰, $1.3\% \sim 2.0\%$ 为高成熟阶段, $R_o > 2.0\%$ 为过成熟阶段^[5]。由于海相地层中的镜质组较少, 所测反射率的误差相对较大, 本文将镜质组反射率处于 $1.3\% \sim 2.3\%$ 的烃源岩划为高成熟阶段, $R_o > 2.3\%$ 为过成熟阶段。根据区内 17 条剖面(井)74 个烃源岩的镜质组反射率分析结果可知, 石炭系的 6 条剖面中, 4 条剖面的烃源岩处于成熟—高成熟阶段, 2 条剖面烃源岩达到过成熟, 其中 1 条剖面处于 $3.0\% \sim 4.0\%$ 之间, 1 条剖面超过 4.0% (图 3); 二叠系 11 条剖面(井)中, 6 条剖面烃源岩处于成熟—高成熟, 5 条剖面(井)烃源岩达到过成熟, 其中 3 条剖面镜质组反射率处于 $3.0\% \sim 4.0\%$ 之间, 1 口井演化程度更高, 镜质组反射率超过 4.0% (图 4)。

卢进才等^[4]通过对生物标志化合物、粘土矿物成岩作用阶段划分等研究后认为, 区内多数剖面石炭系—二叠系烃源岩为成熟—高成熟, 部分剖面达到过成熟。

3.1 石炭系烃源岩演化特征

额济纳旗及其邻区石炭系烃源岩镜质组反射率 R_o 处于 $0.8\% \sim 2.5\%$ 之间, 东部的 264 界标和乌兰敖包剖面处于成熟阶段(表 1), 阿伦功、查古尔—尚丹、川吉哈达、大狐狸山等剖面烃源岩演化程度较高, 处于过成熟阶段, 川吉哈达和大狐狸山剖面烃源岩演化程度最高^[4], 镜质组反射率 R_o 平均值分别达到 3.28% 和 4.59% 。

3.2 二叠系烃源岩演化特征

区内二叠系烃源岩镜质体反射率 R_o 处于 $0.7\% \sim 4.6\%$ 之间。其中, 雅干埋汗哈达剖面埋汗哈达组烃源岩处于成熟阶段, R_o 为 $0.8\% \sim 1.2\%$, 平均为 1.0% ; 杭乌拉剖面埋汗哈达组烃源岩演化程度也达到成熟阶段, R_o 为 $0.7\% \sim 0.9\%$, 平均为 0.8% ; 雅干埋汗哈达剖面阿其德组烃源岩总体处于高成熟阶段, 2 件样品达到过成熟; 雅干 478 剖面的 6 件样品中 3 件(S_5 、 S_{11} 、 S_{14})处于高成熟阶段(R_o 为 $1.0\% \sim 1.5\%$), 3 件(S_{18} 、 S_{21} 、 S_{24})处于过成熟阶段(R_o 为 $2.6\% \sim 3.3\%$), 纵向上, 过成熟的 3 件样品层位位于高成熟样品之上(图 5, 表 2)。其它剖面/井(古硐井菊石滩组、芦苇井

菊石滩组、尼除滚哲勒德哈尔苏海组、霍东哈尔哈尔苏海组、呼和音乌苏哈尔苏海组、灰石山东北哈尔苏海组和天 2 井二叠系)的烃源岩均为过成熟。

4 烃源岩演化程度的影响因素

在正常沉积环境下, 下部烃源岩的埋藏深度大, 演化程度也应高, 但额济纳旗及其邻区霍东哈尔、灰石山东北等剖面二叠系烃源岩的演化程度高于石炭系 264 号界标、乌兰敖包等剖面, 雅干 478 剖面的 3 件过成熟样品也位于高成熟样品之上, 与烃源岩的通常演化规律不一致。分析区内的岩浆活动、构造运动与烃源岩成熟度的关系, 认为岩浆活动和构造运动是造成区内烃源岩演化程度高的主要原因。

岩浆活动时能产生很高的热流, 并可持续一定的时间, 从而会提高有机质的热演化程度, 使岩浆岩周围的烃源岩达到高成熟或过成熟^[6-7]。直接喷出地

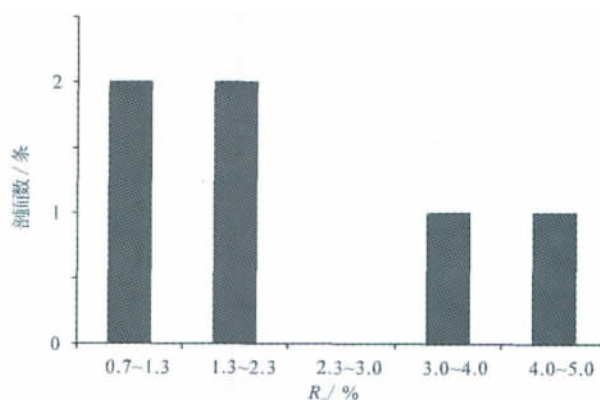


图 3 额济纳旗及其邻区石炭系烃源岩 R_o 的分布
Fig. 3 Distribution of R_o of Carboniferous hydrocarbon source rocks in Ejin Banner and its vicinities

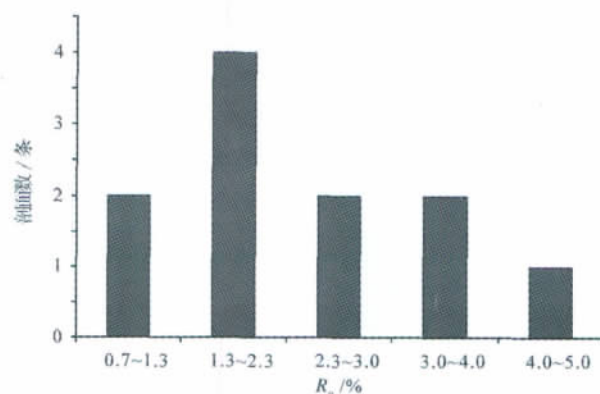


图 4 额济纳旗及其邻区二叠系烃源岩 R_o 的分布
Fig. 4 Distribution of R_o of Permian hydrocarbon source rocks in Ejin Banner and its vicinities

表 1 额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系烃源岩 R_o 数据Table 1 Data of R_o of Carboniferous–Permian hydrocarbon source rocks in Ejin Banner and its vicinities

剖面名称	层 位	$R_o/\%$	剖面名称	层 位	$R_o/\%$
264 号界标	阿木山组 (C_2P_{1a})	$0.7 \sim 0.971$ $0.8(14)$	杭乌拉	埋汗哈达组 (P_{1-2m})	$0.7 \sim 0.9$ $0.8(6)$
乌兰敖包	阿木山组 (C_2P_{1a})	$0.6 \sim 0.7$ $0.7(4)$	埋汗哈达	阿其德组 (P_{2a})	$1.0 \sim 2.1$ $1.7(6)$
阿伦功	阿木山组 (C_2P_{1a})	$2.0 \sim 2.2$ $2.1(4)$	尼除滚哲勒德	二 哈尔苏海组上段 (P_3h^2)	$1.1 \sim 2.4$ $2.1(11)$
查古尔·尚丹	阿木山组 (C_2P_{1a})	$2.1 \sim 2.6$ $2.2(9)$	霍东哈尔	叠 哈尔苏海组上段 (P_3h^2)	$3.7 \sim 3.9$ $3.8(3)$
川吉哈达	阿木山组 (C_2P_{1a})	$2.5 \sim 3.8$ $3.3(23)$	雅干 478	叠 哈尔苏海组下段 (P_3h^1)	$1.0 \sim 3.3$ $2.0(6)$
大狐狸山	干泉组 (C_2P_{1g})	$4.4 \sim 4.8$ $4.6(3)$	呼和音乌苏	系 哈尔苏海组上段 (P_3h^2)	$2.2 \sim 2.3$ $2.3(2)$
古铜井	菊石滩组 (P_2j)	$1.9 \sim 3.8$ $2.4(6)$	灰石山东北	哈尔苏海组下段 (P_3h^1)	$3.7 \sim 3.9$ $3.8(4)$
芦苇井	菊石滩组 (P_2j)	$2.0 \sim 2.8$ $2.4(9)$	天 2 井	二叠系 (P)	4.6
埋汗哈达	埋汗哈达组 (P_{1-2m})	$0.8 \sim 1.2$ $1.0(16)$			

注: R_o 一列横线下数值表示平均值(样品数)

表的喷发岩热量迅速散失,其接触变质作用较轻微,对烃源岩的演化程度基本无影响。侵入岩未喷出地表,热量散失缓慢,热接触变质作用较强,对烃源岩演化程度的影响较大^[8]。

4.1 石炭系—二叠系沉积之后侵入岩

露头分布特征

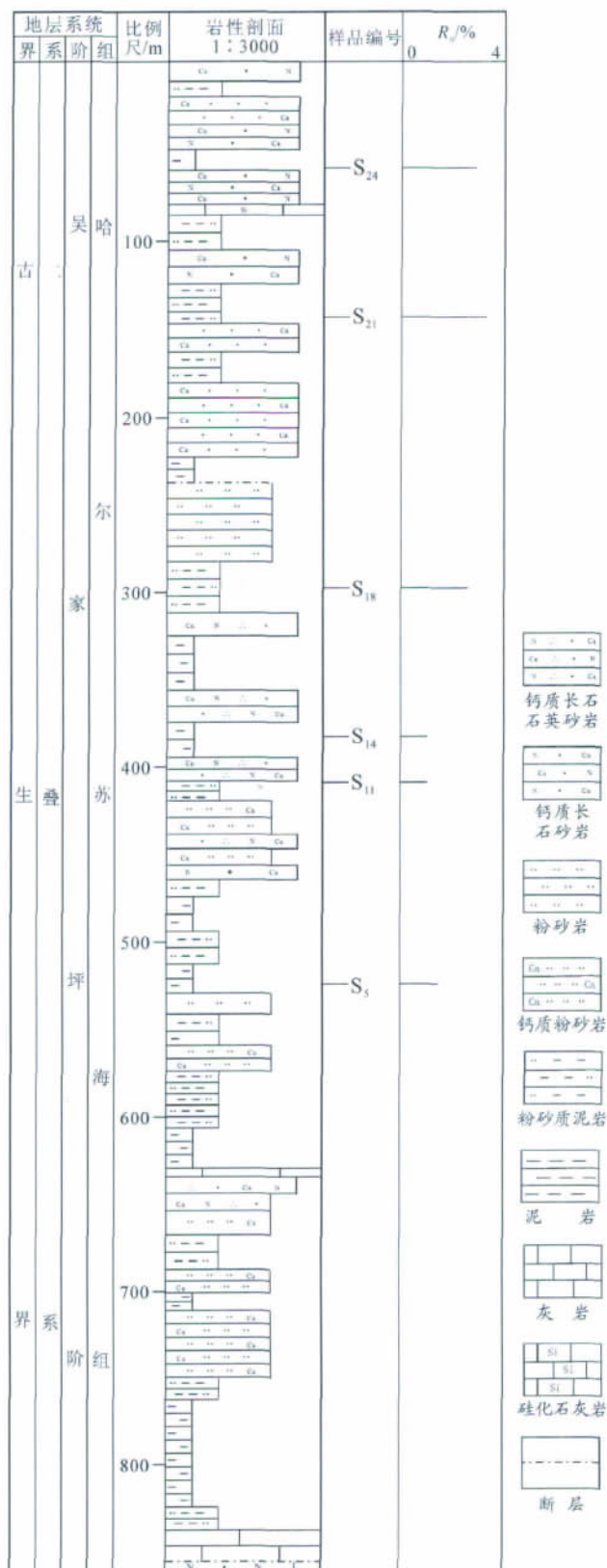
额济纳旗及邻区华力西中晚期侵入岩露头广泛分布(图 6),呈东西向展布,石炭纪花岗岩类在区内分布最广,尤其以北山地区最为发育,呈连片分布,东部呈带状分布,主要分布在雅干—温图高勒、芒罕超克—乌力吉、雅布赖—巴彦诺日公—乌拉特后旗等区带。二叠纪花岗岩类分布相对局限,主要分布在北山地区的红石山—蓬勃山及马鬃山南—卡路山一带,东部未见二叠纪花岗岩类出露。石炭纪闪长岩类在区内零星分布,在芦苇井—大狐狸山一带分布相对比较集中。二叠纪闪长岩类分布更局限,仅在蓬勃山南、乌力吉北、努尔盖东、264 界标东等地零星分布。石炭纪—二叠纪基性岩类

表 2 雅干地区 478 剖面二叠系哈尔苏海组
烃源岩 R_o 数据Table 2 Data of R_o of Permian
Haersuhai Formation source rocks
along 478 section of Yagan area

样品编号	所在层号	$R_o/\%$
09Y478-S ₅	33	1.5
09Y478-S ₁₁	41	1.0
09Y478-S ₁₄	44	1.0
09Y478-S ₁₈	55	2.6
09Y478-S ₂₁	67	3.3
09Y478-S ₂₄	84	2.9

零星分布于区内红石山、石板井西、北山煤矿、乌力吉西北、264 界标南等地。

区内印支—燕山期侵入岩露头分布较局限(图 6),主要分布于额济纳旗及邻区东部地区,印支期花岗岩类呈西北—东南向展布,主要分布于蓬勃山南、芒罕超克东北、乌力吉东北、雅布赖—巴彦诺

图5 雅干478地区哈尔苏海组下段下部烃源岩 R_o 纵向分布Fig. 5 Longitudinal distribution of R_o of hydrocarbon source rocks of lower Haersuhai Formation in Yagan 478 area

日公—乌拉特后旗一带。燕山期侵入岩露头未连片,零星分布于蓬勃山东南、雅干西南、264界标南、杭锦后旗西等地。

4.2 石炭系—二叠系沉积之后的构造运动

岩浆作用过程中往往会伴随一系列的构造运动。石炭系—二叠系沉积之后,研究区经历了华力西末期、印支期、燕山期、喜马拉雅期等多期次构造运动(图6)^[9]。

华力西末期的构造运动是区内表现最强烈的构造作用之一,该期构造活动主要表现为强烈挤压抬升,石炭系—二叠系遭受剥蚀。印支运动是多旋回的以振荡方式为主的升降运动,除局部升降作用所诱发的水平挤压外,没有引起明显的变形^[9-10]。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,对烃源岩演化程度的影响不大。燕山期受燕山运动的影响,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,受其影响盆地北部发生强烈变形。喜马拉雅期受喜马拉雅运动的影响,构造应力以挤压抬升为主,一方面在白垩纪时期形成一些小的逆断层系,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。

4.3 演化程度的影响因素

264界标(阿木山组)、乌兰敖包(阿木山组)、雅干埋汗哈达(埋汗哈达组、阿其德组)、杭乌拉(埋汗哈达组)、呼和音乌苏(哈尔苏海组)与尼除滚哲勒德(哈尔苏海组)剖面位于岩浆作用和构造活动较稳定的区域,烃源岩镜质组反射率值能反映真实的演化程度。这4条剖面的烃源岩处于成熟—高成熟阶段,其它剖面烃源岩的演化均不同程度地受到岩浆作用或(和)构造活动的影响,提高了烃源岩的演化程度。

(1) 石炭系烃源岩演化程度的影响因素

受恩格尔乌苏断裂晚石炭世活动的影响,阿伦功(阿木山组)剖面烃源岩达到过成熟。华力西晚期晚石炭世花岗岩类的侵入和晚石炭世

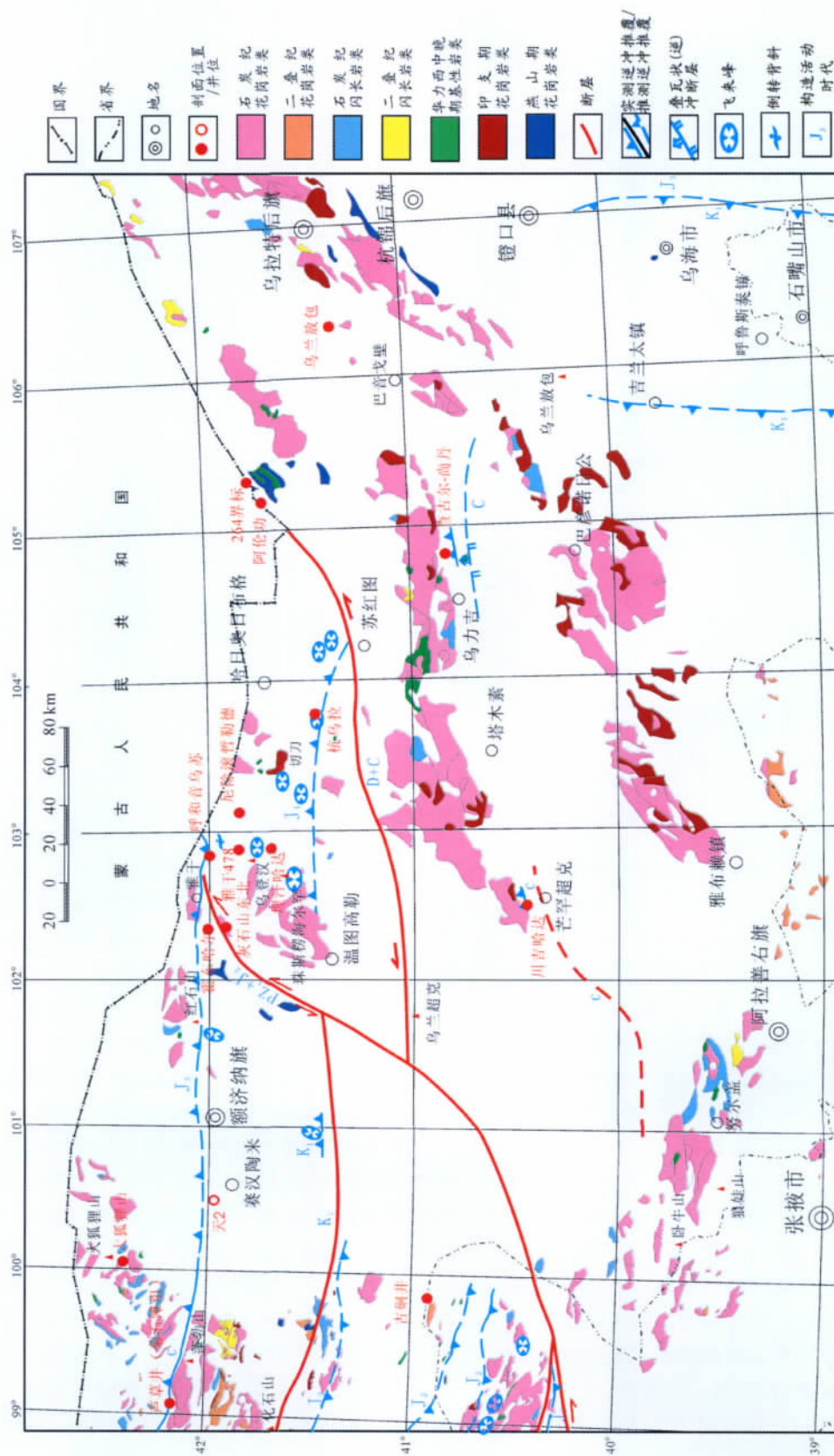


图 6 额济纳旗及其邻区华力西中晚期—燕山期侵入岩露头分布及其构造变质变形

Fig. 6 Outcrop distribution and structural metamorphism—deformation map of Middle-Late Hercynian-Yanshanian intrusive rocks in Ejina Banner and its vicinities

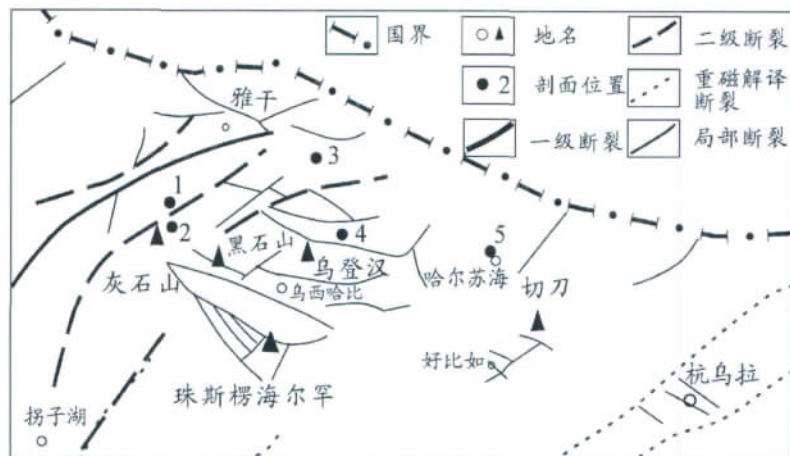


图7 额济纳旗雅干地区断裂分布

Fig. 7 Fault distribution in Yagan area of Ejina Banner

1—霍东哈尔剖面;2—灰石山东北剖面;

3—呼和音乌苏剖面;4—478剖面;5—尼除滚哲勒德剖面

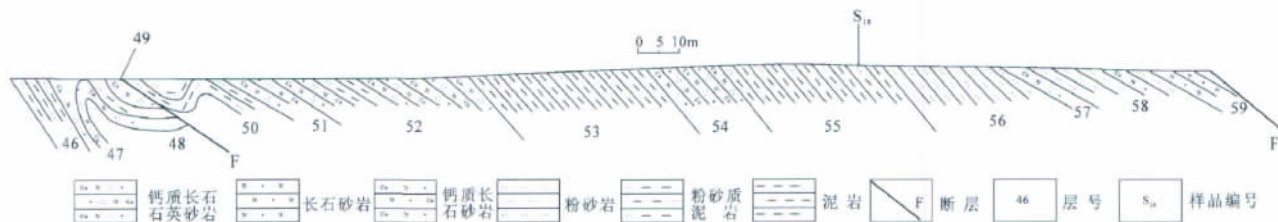


图8 雅干地区478剖面第46~59层

Fig. 8 46th- 59th layers of 478 profile in Yagan area

的断裂活动使川吉哈达(阿木山组)剖面烃源岩演化程度升高,达到过成熟。大狐狸山(干泉组)剖面烃源岩演化程度较高,是区内成熟度最高的剖面,镜质组反射率最大可达4.8%,主要受华力西晚期晚石炭世花岗岩类和闪长岩类侵入的影响;受华力西晚期花岗岩类侵入和叠瓦状逆冲断层活动的影响,查古尔—尚丹地区(阿木山组)烃源岩达到过成熟。

(2) 二叠系烃源岩演化程度的影响因素

受华力西晚期二叠纪花岗岩类侵入的影响,古硐井(菊石滩组)和芦草井(菊石滩组)剖面烃源岩达到过成熟;受燕山期活动的灰石山断裂的影响,位于灰石山左行走滑构造带两侧的霍东哈尔和灰石山东北2条剖面的烃源岩演化程度较高,达到过成熟。构造活动较弱的呼和音乌苏与尼除滚哲勒德剖面的烃源岩演化程度相对较好,为成熟—高成熟(图7)。受燕山期挤压抬升的影响,构造应力作用使雅干478

地区发育一系列小的断裂和褶皱,剖面上段位于这些构造带附近的烃源岩演化程度较高,达到过成熟,最高可达3.3%(图8),剖面下段远离断裂和褶皱的烃源岩处于高成熟演化阶段, R_o 为1.0%~1.5%(表2)。重磁资料解译成果显示,天2井附近燕山期侵入岩较发育,天2井烃源岩演化程度较高,达到过成熟,可能与侵入岩热变质作用有关。重磁资料解译成果显示天2井附近燕山期侵入岩较发育^①。

综上所述,华力西晚期、燕山期的构造运动和侵入岩对额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系烃源岩的演化程度影响较大,其中264界标、查古尔—尚丹、川吉哈达、大狐狸山、古硐井、芦草井等剖面的烃源岩主要受华力西晚期构造活动和侵入岩的影响。燕山期侵入岩和构造活动对雅干西南霍东哈尔、灰石山东北、呼和音乌苏和雅干478剖面烃源岩演化程度的影响较大。印支期侵入岩和构造活动对区内烃源岩演化程度的影响较小,仅在局部对烃源岩演化

程度有所影响。喜马拉雅期构造活动对区内石炭系—二叠系烃源岩演化程度无影响。

5 结 论

(1)额济纳旗及邻区石炭系—二叠系烃源岩不存在区域变质,以成熟—高成熟为主,有利于油气的生成,部分剖面达到过成熟是侵入岩热变质和构造动力变质作用造成的。

(2)华力西晚期、燕山期侵入岩和构造运动对区内石炭系—二叠系烃源岩演化程度的影响较大,印支期侵入岩和构造活动仅对部分地区的烃源岩成熟度有所影响,喜马拉雅期构造活动对区内烃源岩的演化程度无影响。

(3)额济纳旗及邻区西部北山地区石炭系—二叠系烃源岩演化程度主要受华力西晚期侵入岩和构造运动的影响;东部地区烃源岩受华力西晚期和燕山期2期侵入岩和构造运动的影响,杭乌拉—264号界标一线以北受燕山期侵入岩和构造运动的影响,以南主要受华力西晚期侵入岩和构造运动的影响。

(4)区内石炭系—二叠系阿木山组和下—中二叠统菊石滩组烃源岩变质作用主要受华力西晚期侵入岩和构造活动的影响,上二叠统哈尔苏海组烃源岩演化程度受燕山期侵入岩和构造活动的影响。

致谢:长安大学党犇副教授在本文写作和修改过程中提供了许多帮助,在此表示衷心的感谢。

参考文献

- [1]卢进才,魏仙样,魏建设,等.内蒙古西部额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系油气地质条件初探[J].地质通报,2010,29(2/3):330-340.
- [2]任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等.从全球看中国大地构造[M].北京:地质出版社,1999:11-17.
- [3]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.
- [4]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.
- [5]吉利明,李林涛,吴涛.陇东西峰地区延长组烃源岩热演化程度研究[J].西南石油大学学报,2007,29(3):28-31.
- [6]冯乔,汤锡元.岩浆活动与油气成藏地质条件的关系[J].西北地质科学,1997,18(1):56-62.
- [7]徐汉林,方乐华,张昕,等.塔里木盆地早二叠世岩浆特征及其对油气成藏关系初探[J].地球科学,2006,27(3):235-240.
- [8]刘春艳.新疆三塘湖盆地石炭系烃源岩地球化学特征研究[D].兰州:兰州大学硕士学位论文,2009:53-57.
- [9]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.
- [10]内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1991.
- ① 中国地质调查局西安地质矿产研究所.西北地区中小盆地群油气资源远景调查2010年工作总结.2010.