

内蒙古额济纳旗西部 ZK0-1 井二叠系烃源岩特征及其意义

金庆花^{1,2}, 魏仙祥³, 魏建设³, 宋博³

JIN Qinghua^{1,2}, WEI Xianyang³, WEI Jianshe³, SONG Bo³

1. 中国地质大学(北京), 北京 100083;

2. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037;

3. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054

1. *China University of Geosciences, Beijing 100083, China;*

2. *Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037, China;*

3. *Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China*

摘要: 银额盆地以古生界为目的层的钻井极少, 获得的钻井岩心更是十分有限。对银额盆地西部路北凸起带 ZK0-1 井揭示的地层岩性组合特征进行分析, 在此基础上对下二叠统暗色泥岩层段岩心系统地采集烃源岩样品, 并进行有机质丰度、干酪根类型、有机质成熟度等地球化学特征分析。结果表明, 银额盆地路北凸起带二叠系烃源岩厚度大(单层厚度大于 43m), 有机质丰度高(平均有机碳含量为 3.1%), 为以 II 型干酪根为主、低成熟—成熟演化阶段的良好烃源岩。通过与二叠系地表剖面烃源岩地球化学特征对比, 探讨了风化作用对烃源岩评价指标的影响。

关键词: 额济纳旗西部; 路北凸起; 二叠系; 烃源岩

中图分类号: 文献标志码: A 文章编号: 1671-2552(2015)05-0953-08

Jin Q H, Wei X Y, Wei J S, Song B. Characteristics of Permian hydrocarbon source rocks from Well ZK0-1, western Ejin Banner, Inner Mongolia and their significance. *Geological Bulletin of China*, 2015, 34(5): 953-960

Abstract: As drill holes are rare in the Paleozoic target strata, cores of drill holes are very limited. In this paper, the authors analyzed the stratigraphic lithologic association characteristics revealed by Well ZK0-1 of the Lubeiup lifted zone in western Yingen-Ejin Banner basin. Based on an analysis of previous achievements, the authors systematically collected hydrocarbon source rocks from the Lower Permian dark-colored mudstone sections. The orogenic geochemical characteristics including organic abundance, kerogen types and organic matter maturity were analyzed, and the results indicate that high quality hydrocarbon source rocks are characterized by the Permian thick hydrocarbon source rocks (> 43m thick per bed), high organic abundance (average TOC 3.1%), kerogen type II and low maturity maturity stage. In addition, the weathering effects on hydrocarbon source evaluation factors were discussed on the basis of a comparative study of the geochemical characteristics of the Permian cores and outcrop samples.

Key words: western Ejin Banner; Lubei uplifted zone; Permian; hydrocarbon source rocks

近年来, 银额盆地石炭系—二叠系油气地质条件研究越来越受到重视, 许多学者对石炭系—二叠系烃源岩发育特征和地球化学特征做了大量研究^[1-4], 认为银额盆地石炭系—二叠系发育多套有

机质丰度中等、干酪根类型以 II 型为主、演化程度中等—高的烃源岩。由于银额盆地揭示石炭系—二叠系的钻井十分有限, 而且取心极少, 烃源岩评价以地表剖面样品为主, 代表性剖面主要为北山地区

收稿日期: 2014-10-18; 修订日期: 2014-12-29

资助项目: 中国地质调查局项目(编号: 1212011120962、1212011220792)

作者简介: 金庆花(1977-), 女, 硕士, 副研究员, 从事地球化学研究。E-mail: jqinghua@mail.cgs.gov.cn

和红果尔山地区。北山地区和红果尔山地区受构造动力作用和风化作用的影响,烃源岩演化程度达到高成熟或过成熟,烃源岩有机质丰度、类型及演化程度与银额盆地存在巨大差别^[5],并不能有效代表银额盆地的生烃条件,影响了对研究区石炭系—二叠系油气资源前景的认识。卢进才等^[6]对祥探9井二叠系烃源岩进行了评价,但由于祥探9井取心有限,所获得的样品主要为薄的泥岩夹层,其代表性受到限制。

ZK0-1井位于内蒙古自治区西部额济纳旗赛汉陶来苏木西北约65km,是内蒙古自治区国土资源勘查开发院施工的一口煤炭资源调查井,完钻井深1200m,揭示二叠系879.55m(未穿),下部暗色泥岩发育,并于二叠系钻获含油岩心。ZK0-1井是一口全取心井,获得的大量岩心为烃源岩地球化学特征分析提供了丰富的实物资料与样品。本文通过对ZK0-1井揭示的地层层序与岩性组合特征分析,以及主要烃源岩发育层段系统的样品采集与分析,探讨了二叠系烃源岩发育特征,对烃源岩有机质丰度、类型、演化程度等主要生烃指标进行评价,与二叠系地表剖面烃源岩评价指标进行对比,进一步探讨银额盆地二叠系的生烃条件,为油气地质条件评价提供依据。

1 地质概况

ZK0-1井位于额济纳旗赛汉陶来苏木西北部,现今构造位置位于银额盆地居延海拗陷路北凸起带(图1)。中生代银额盆地沉积充填的主要时期为早白垩世,ZK0-1区沉积了一套河—湖相的碎屑岩组合^[7-8]。古生代石炭纪—二叠纪构造位置属于马鬃山—祁连山中间隆起带的赛汉陶来古陆北部斜坡带^[9]。

根据区域沉积特征分析,该井区晚石炭世接受沉积,上石炭统一二叠统干泉组(C_2P_1g)为碎屑岩+火山岩组合,下部以碎屑岩为主,夹火山岩和碳酸盐岩,上部以火山岩为主,夹碎屑岩,石炭系与二叠系界线难以划分。区域上中—下二叠统为一套浅海陆棚相为主的碎屑岩+碳酸盐岩+火山岩沉积组合^[10]。

在银额盆地西北部的希热哈达—赛汉陶来一带,可能受赛汉陶来古陆的影响,钻井揭示的二叠系按岩性组合可分为三段:下部为河流相—冲洪积相—近海湖相沉积;中段由泥岩、砂砾岩、凝灰质砂砾岩和煤层夹火山岩组成,为河流—沼泽相或泛滥平原相沉积;上段为以粗碎屑岩为主夹火山岩的河流—冲洪积相沉积。

2 ZK0-1井钻遇地层

ZK0-1井自上而下钻遇地层为:新生界、中生界下白垩统苏宏图组(K_1s)和二叠系(未分组)(表1)。

(1) 新生界

第四系:0~47.45m,厚47.45m,为土黄色含砾细砂层、砂砾层、粘土质砂层、粘土层不等厚互层。与下伏地层不整合接触。

新近系苦泉组(N_1k):47.45~82.80m,厚47.45m,岩性为灰色、浅灰色泥岩、粉砂质泥岩,成岩程度低,为半固结状。与下伏地层不整合接触。

(2) 中生界白垩系巴音戈壁组(K_1b):82.80~320.45m,厚237.65m,岩性为灰色—深灰色泥岩、粉砂质泥岩,水平层理发育,含叶肢介化石,裂隙面充

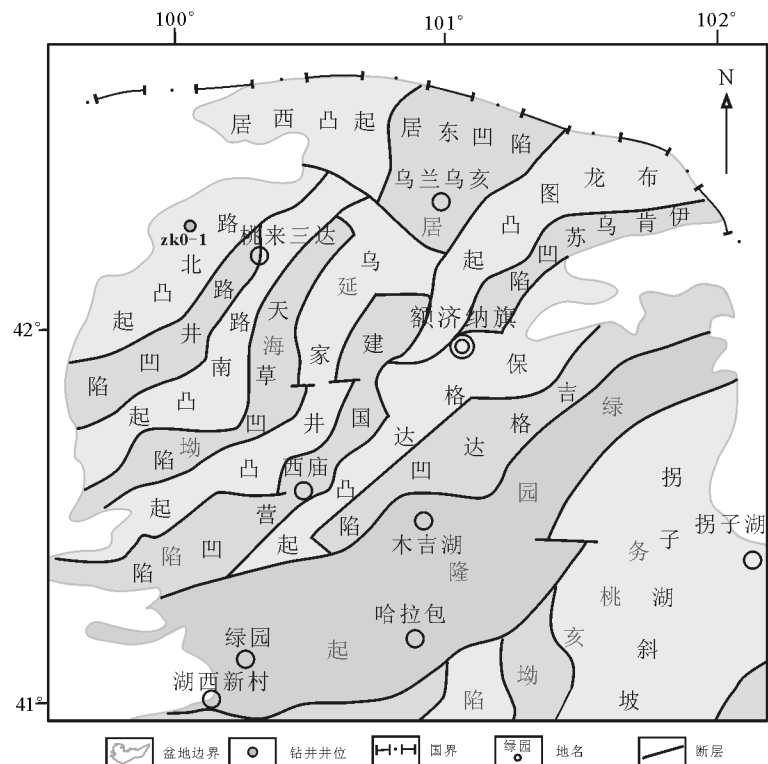


图1 钻井位置及所属构造单元

Fig. 1 The location and tectonic units of drilling well

表1 ZK0-1井钻遇地层
Table1 The drilling strata of Well ZK0-1

界	系	统	组	代号	深度/m	厚度/m	岩性组合
新生界	新近系	上新统	苦泉组	Q	47.45	47.45	土黄色含砾细砂层、砂砾层、粘土质砂层、粘土层不等厚互层
				N	82.80	35.35	青灰色—浅灰色泥岩、粉砂质泥岩,成岩程度低,成半固结状
中生界	白垩系	下统	巴音戈壁组	K _{1b}	320.45	237.65	灰色—深灰色泥岩、粉砂质泥岩,水平层理发育,含叶肢介化石,裂隙面充填黄铁矿薄膜。底部为灰色泥质粉砂岩、含砾粉砂岩
上古生界	二叠系	下统	未分组	P	1200.00	879.55	按岩性组合自上而下可分为4段,即灰色泥岩段、杂色岩性段、含煤岩系段和暗色泥岩段

填黄铁矿薄膜。底部为灰色泥质粉砂岩、含砾粉砂岩。与下伏地层不整合接触。

(3)二叠系(未分组):320.45~1200.00m(未穿),厚879.55m。按岩性组合特征自上而下可分为4段:①灰色泥岩段:井深320.45~369.00m,厚48.55m,岩性为灰色泥岩,偶夹浅灰色砾岩,砾石成分以火山岩为主;②杂色岩性段:井深369.00~750.00m,厚381.0m,灰褐色、褐色、紫色泥岩、含砾泥岩、泥质砾岩和砾岩,具有上细下粗的特点,上部以泥岩为主,下部以砾岩为主。砾石成分以酸性火山岩为主,其次为变质岩和花岗岩,石英、长石等矿物含量低。结构成熟度亦较低,次棱角状—次圆状,分选及磨圆差,砾石大者可达5cm;③含煤岩系段:井深750.00~1105.0m,厚355.0m,由灰色—深灰色泥岩,砾岩、灰质泥岩、粉砂岩、细砂岩及煤层组成。具有上粗下细的特点,上部以砾岩为主,中下部以泥岩为主,含3层可采煤层,单层厚度最大为6.0m。砾石成分以火山岩为主,陆源碎屑含量低。结构成熟度亦较低,次棱角状—次圆状,分选性和磨圆度差。可见多层裂缝含油层段和粉砂岩含油层;④暗色泥岩段:井深1105.0~1200.0m(未穿),厚95.0m,由灰黑色、黑色泥岩组成,上部夹薄层砾岩,砾岩成分以火山岩为主,分选性和磨圆度差。底部揭示暗色泥岩厚43m(未穿),是主要烃源岩发育层段。

3 烃源岩地球化学特征

本次研究采集了暗色泥岩集中发育层段(1105~1200m井段)的21件样品进行系统的烃源岩地球化学分析,岩性以黑色、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩为主。

3.1 有机质丰度

参照陆相烃源岩有机质丰度评价指标,对有机碳(TOC)、热解产油潜量(S_1+S_2)、氯仿沥青“A”和烃指数(HCI)等指标进行评价^[1]。

本次研究对烃源岩集中层段的21件样品进行了有机碳含量和热解分析,并对其中的9件样品进行了抽提,TOC含量分布于0.57%~14.56%之间(图2),平均含量为3.10%(表2),达到最好烃源岩标准;生烃潜力(S_1+S_2)为0.57~64.56mg/g(图3、图4),平均值为11.16 mg/g,达到好的烃源岩标准;氯仿沥青“A”介于0.011%~0.067%之间,平均值为0.039%,为差烃源岩;HCI介于3.02~6.67mg/g之间,平均值为4.26 mg/g,达到最好烃源岩标准。综合而言,除氯仿沥青“A”指标为差的烃源岩外,其他3项指标均为好—最好的烃源岩。因此,综合评价认为ZK0-1井烃源岩有机质丰富为好—最好的生油岩。

3.2 干酪根类型

3.2.1 干酪根C同位素特征

干酪根C同位素($\delta^{13}C_{PDB}$)通常作为干酪根类

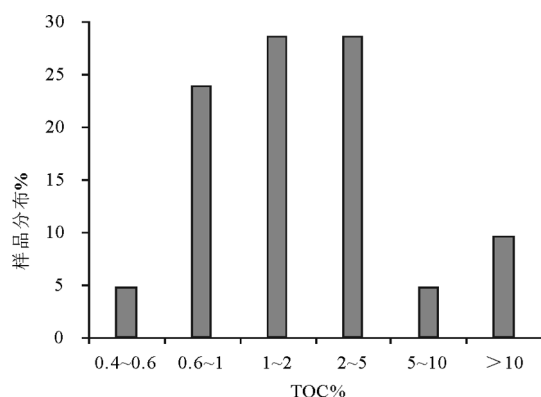


图2 有机碳含量分布

Fig. 2 Organic carbon abundance distribution of Permian hydrocarbon source rocks in Well ZK0-1

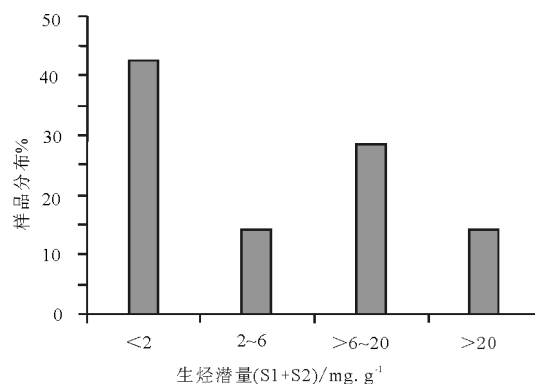


图3 ZK0-1井石炭系烃源岩生烃潜量分布

Fig. 3 Potential hydrocarbon generation amount distribution of Permian hydrocarbon source rocks in Well ZK0-1

型评价的重要指标^[12-13]。将 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 小于 -28‰ 作为I型有机质, $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 大于 -25.5‰ 为III型有机质, $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 介于其间的为II型有机质。 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 组成随演化程度的提高稍有变重的趋势(变化幅度一般小于 2‰)。

本次采集了9件样品进行干酪根C同位素($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$)分析,其中1件样品干酪根C同位素($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$)小于 -28.0‰ ,2件样品干酪根C同位素($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$)介于 -28.0‰ ~ -25.5‰ 之间,6件样品干酪根C同位素($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$)大于 -25.5‰ ,表明干酪根以III型为主,少量I—II型。

3.2.2 干酪根元素

干酪根元素O/C与H/C相关图是判别干酪根类型最常用的方法,本次对9件岩心样品进行了干酪根元素分析,根据获得的数据作O/C和H/C相关图(图5)。干酪根类型为II₁—II₂型。

3.2.3 族组分与饱和烃特征

不同类型干酪根抽提产物族组分不同,I型干酪根饱和烃含量通常为 40% ~ 60% ,饱/芳大于 3.0 ,非烃+沥青质为 20% ~ 40% ;II₁型干酪根饱和烃含量 30% ~ 40% ,饱/芳介于 3.0 ~ 1.6 之间,非烃+沥青质为 40% ~ 60% ;II₂型干酪根饱和烃含量 20% ~ 30% ,饱/芳介于 1.6 ~ 1.0 之间,非烃+沥青质为 60% ~ 70% ;III型干酪根则芳烃含量较高,饱和烃含量小于 20% ,饱/芳小于 1.0 ,非烃+沥青质为 70% ~ 80% 。

对9件样品进行了干酪根抽提产物族组分分析,1件样品的饱和烃含量大于 40% ,对应的饱/芳为 1.31 ,非烃+沥青质为 27.97% ,干酪根类型为I—II₁

型;3件样品的饱和烃含量介于 30% ~ 40% 之间,对应的饱/芳为 0.88 ~ 1.39 ,非烃+沥青质为 34.04% ~ 41.4% ,干酪根类型为II₁—II₂型;3件样品的饱和烃含量介于 20% ~ 30% 之间,对应的饱/芳为 0.81 ~ 0.88 ,非烃+沥青质为 42.28% ~ 51.96% ,干酪根类型为II₂型;2件样品的饱和烃含量小于 20% ,对应的饱/芳分别为 0.70 和 0.77 ,非烃+沥青质分别为 54.76% 和 66.18% ,干酪根类型为III型。综合分析认为,干酪根类型以II₁—II₂型为主。

3.2.4 有机质显微组分

通过对9件样品的全岩显微组分分析,烃源岩干酪根有机质显微组分的相对含量差异较大。腐泥组的相对含量分布在 3% ~ 20% 之间,且多数大于 10% ,以无定型腐泥组为主,其次为藻类体和腐泥碎屑体。壳质组的相对含量分布在 20% ~ 88% 之间,以腐殖无定形体为主,相对含量为 15% ~ 86% ,其次为壳质碎屑体,相对含量分布在 2% ~ 17% 之间,且多数样品含 1% ~ 2% 的孢粉体,此外,部分样品含少量角质体、木栓质体、树脂体和藻孢子体。镜质组的相对含量分布在 8% ~ 42% 之间,以无结构镜质体为主,少量为结构镜质体。惰质组(丝质体)的相对含量分布在 0 ~ 23% 之间,7件样品的丝质体含量大于 13% 。根据全岩干酪根有机质显微组分的相对含量,有机质既有水生低等生物的供给,又有陆源生物的供给,干酪根类型为II—III(表3)。

综合干酪根类型评价的各项指标,ZK0-1二叠系烃源岩样品总体反映出II—III型干酪根的特征,

且以 II 型干酪根为主,与二叠纪为近海湖相沉积环境相吻合。

3.3 有机质成熟度

3.3.1 镜质体反射率

镜质体反射率(R_o)随热演化程度的升高而增大,对陆源供给较显著的 III 型干酪根而言,镜质体相对广泛、稳定,镜质体反射率具有可比性,是烃源岩评价应用最广泛、最权威的指标。

本次研究对获得的 9 件样品进行了镜质体反射率(R_o)检测,测得 R_o 为 0.49%~0.68%,平均值为 0.58%。此外,在烃源岩上部(距烃源岩约 50m 井段)煤层获得的镜质体反射率为 0.57%~0.59%。有机质演化处于低成熟阶段。

3.3.2 最高热解温度

最高热解温度(T_{max})是指烃源岩中有机质热解烃(S_2)峰的峰顶温度,其数值的高低与有机质热演化程度密切相关。通常认为, T_{max} 小于 435℃ 表明有

机质演化未成熟, T_{max} 介于 435~440℃ 之间表明有机质演化进入低成熟阶段, T_{max} 介于 440~450℃ 之间表明有机质演化成熟, T_{max} 介于 450~580℃ 之间表明有机质高成熟, T_{max} 大于 580℃ 表明有机质过成熟。

Zk0-1 井取得的 21 件样品的 T_{max} 值分布在 429~439℃ 之间,其中 2 件样品的 T_{max} 小于 435℃,处于未成熟阶段;19 件样品的 T_{max} 分布在 435~440℃ 之间,处于低成熟阶段,与镜质体反射率(R_o)检测结果吻合。

4 讨论

银额盆地以上古生界为目的层的钻井极少,获得的钻井岩心更是十分有限。除祥探 9 井获得了少量烃源岩样品外,二叠系烃源岩评价主要依靠地表剖面样品,露头区受风化作用或造山带构造动力作用的影响^[14],使得烃源岩有机质丰度、类型、演化程

表 2 ZK0-1 井二叠系烃源岩地球化学分析数据

Table 2 Analytical geochemical data of Permian hydrocarbon source rocks in Well ZK0-1

样品 编号	井深/m	TOC/%	S ₁ +S ₂ /mg.g ⁻¹	氯仿沥青 “A”/%	HC /mg.g ⁻¹	δ ¹³ C _{PDB} /‰	R /‰	T _{max} /°C	饱和 烃/%	芳烃 /%	饱/芳	非烃+沥 青质/%
0-1-S12	1100	1.02	1.66		4.3			438				
0-1-S13	1104	1.08	1.29	0.014	4.17	-24.94	0.56	438	22.55	25.49	0.88	51.96
0-1-S14	1111	1.22	1.82		4.5			437				
0-1-S15	1113	1.18	2.16		3.74			437				
0-1-S16	1118	12.46	64.57	0.037	6.67	-23.5	0.49	434	23.27	28.57	0.81	48.16
0-1-S17	1125	3.88	13.28		4.5			437				
0-1-S18	1131	0.68	0.83	0.037	4.65	-22.8	0.57	438	38.19	27.56	1.39	34.25
0-1-S19	1136	0.57	0.36		4.65			437				
0-1-S20	1145	2.34	7.37	0.031	3.39	-24.1	0.57	437	18.57	26.67	0.70	54.76
0-1-S21	1151	0.94	1.19		3.8			439				
0-1-S22	1154	0.78	0.87	0.011	4.29	-27.9	0.58	437	14.71	19.12	0.77	66.18
0-1-S23	1163	0.76	0.98		3.08			436				
0-1-S24	1167	2.13	4.09		3.55			439				
0-1-S25	1177	2.79	10.67	0.067	3.63	-28.1	0.51	439	40.84	31.19	1.31	27.97
0-1-S26	1185	0.83	0.98		3.17			437				
0-1-S27	1191	3.16	10.83	0.044	5.14	-23.9	0.58	437	30.90	27.70	1.12	41.40
0-1-S28	1196	1.71	3.76		5			438				
0-1-S29	1197	7.04	27.30	0.056	4.39	-27.5	0.64	429	25.75	31.98	0.81	42.28
0-1-S30	1198	4.21	17.11		3.02			438				
0-1-S31	1199	14.56	56.97	0.029	4.77	-24.2	0.68	437	30.85	35.11	0.88	34.04
0-1-S32	1200	1.84	6.19		4.96			439				
平均		3.10	11.16	0.039	4.26	-25.22	0.58	437	27.29	28.15	0.96	44.56

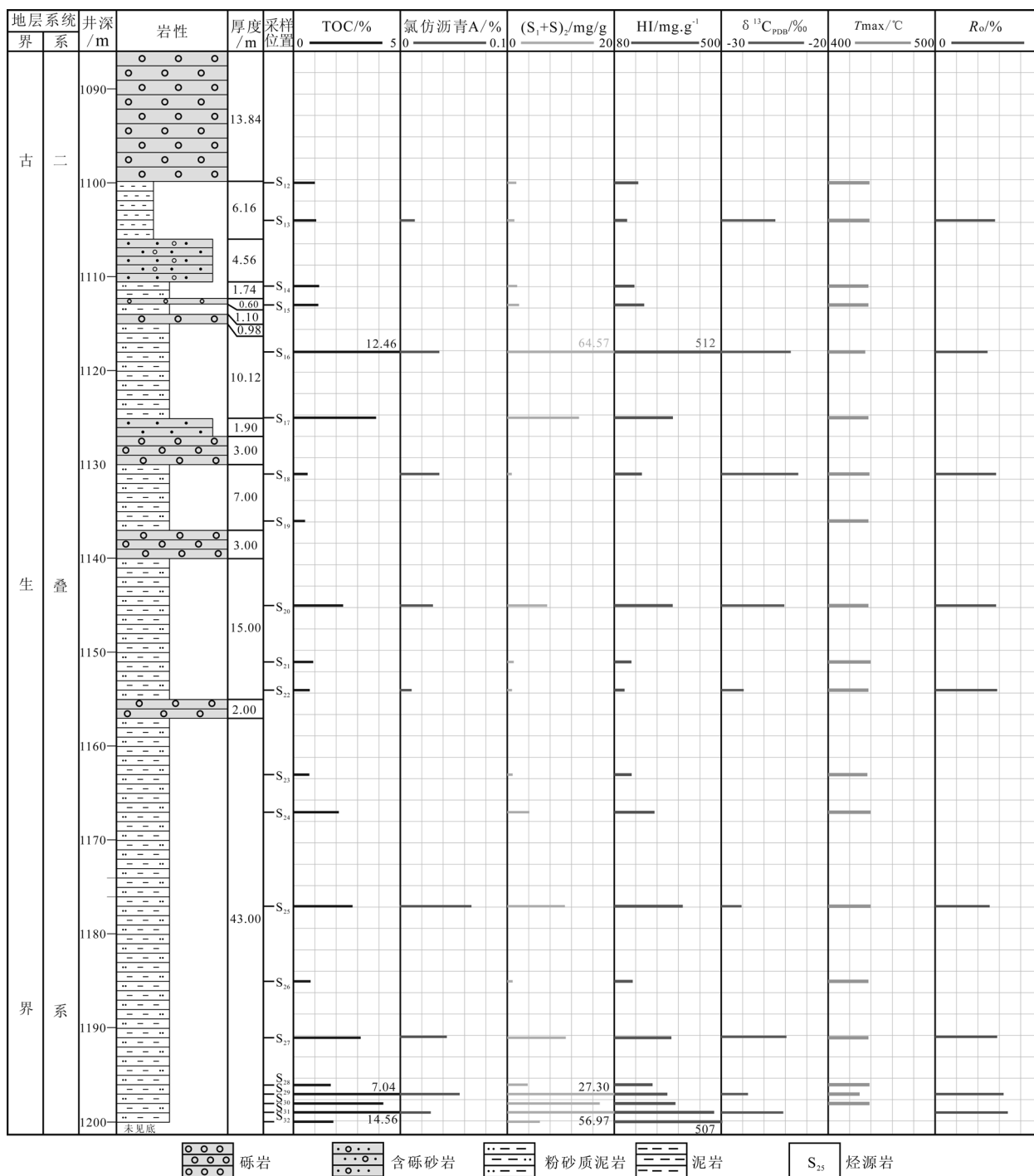


图4 ZK0-1主要烃源岩层段地球化学剖面
Fig. 4 Hydrocarbon geochemical section of main hydrocarbon source rocks in Well ZK0-1

度等指标的代表性受到限制。ZK0-1井是区内少有的可进行二叠系取心,并可系统采集烃源岩样品的钻井。本次将钻井岩心样品与地表剖面样品的烃源岩地球化学特征进行了对比。

4.1 有机质丰度对比

近年来,许多学者对银额盆地周缘二叠系地表剖面烃源岩进行了大量研究^[1-4],有机碳(TOC)平均含量多为0.55%~0.80%,生烃潜量(S₁+S₂)平均值多为

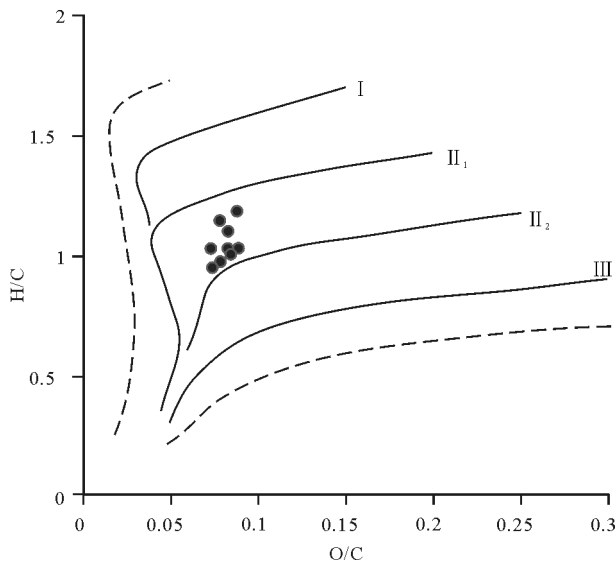


图 5 O/C 与 H/C 干酪根类型判别图
Fig. 5 Discrimination diagram of kerogen type with O/C-H/C

0.02 ~0.07 mg/g, 氯仿沥青“A”平均含量多为 0.001%~0.036%。ZK0-1 井主要烃源岩发育层段 TOC 平均含量为 3.10%, 是地表剖面样品的 3.9~5.6 倍; 生烃潜量(S_1+S_2) 平均值多为 11.16mg/g, 是地表剖面样品的 1594~5580 倍; 氯仿沥青“A”平均含量 0.039%, 是地表剖面样品的 1.08~39 倍, 表明银额盆地内二叠系烃源岩有机质丰度高, 为好—最好的烃源岩, 而地表剖面烃源岩有机质丰度代表性有限。

4.2 有机质类型指标对比

4.2.1 有机质显微组分

地表剖面有机质显微组分主要为镜质组, 相对含量为 60%~100%, 主要为镜质体和镜屑体; 其次为惰质组, 主要为半丝质体; 未检测出腐泥组和壳质组。ZK0-1 井以壳质组为主, 其次为镜质组, 并普遍检测到含量不等的腐泥组和惰质组, 说明镜质组和惰质组相对稳定, 风化作用或高热演化过程对腐泥组和壳质组影响较大, 甚至腐泥组和壳质组全部消失。

4.2.2 干酪根元素

不同干酪根类型的烃源岩元素组成存在较大的差异, 通常认为 O/C-H/C (原子比) 是有机质类型划分最有效的指标, 但之前取得的地表剖面样品受风化作用的影响, H/C 显著偏低 (0.006~0.0332), O/C 显著偏高 (0.076~0.295), 应用 O/C-H/C 关系图无法进行干酪根类型的划分。ZK0-1 井分析结果表明, H/C 为 0.944~1.185, O/C 为 0.072~0.088, 应用 O/C-H/C 关系图能较好地划分干酪根类型 (为 II₁—II₂)。

4.2.3 干酪根 C 同位素

银额盆地及周缘地表剖面二叠系烃源岩干酪根 C 同位素 ($\delta^{13}C_{PDB}$) 分布在 -24.6‰~-19.9‰ 之间。ZK0-1 井二叠系采集的 9 件样品干酪根 C 同位素 ($\delta^{13}C_{PDB}$) 分布在 -28.1‰~-22.8‰ 之间, 平均值为 -25.2‰。比较而言, 地表剖面的烃源岩样品干酪根 C 同位素 ($\delta^{13}C_{PDB}$) 显著偏重, 二者的差异主要是

表 3 ZK0-1 井烃源岩显微组分分析数据

Table 3 Analytical data of source rocks macerals in Well ZK0-1

编号	腐泥组 /%				壳质组 /%						镜质组 /%		惰质组 /%			
	藻类	腐泥	泥碎	小计	角质	木栓	树脂	孢粉	腐殖	菌壳	壳质	小计	结构	无结	丝质体	
	形体	形体	屑体		体	质体	体	体	形体	体	体		镜质体	构镜质体		
0-1-S13		2	1	3					26		17	43	1	33	34	20
0-1-S16		2	5	3	10		1	2	36	1	9	49	1	19	20	21
0-1-S18		2	4	6	12	1		2	31		11	45	1	23	24	19
0-1-S20		3	5	2	10				86		2	88		2	2	0
0-1-S22		1	1	4	6	2	1	1	38		13	55	4	22	26	13
0-1-S25		2	11	3	16	6	1	1	49		12	71		8	8	5
0-1-S27		1	12	2	15			2	15		3	20		42	42	23
0-1-S29		6	8	4	18			3	15		8	27	2	38	40	15
0-1-S31		2	16	2	20	1		1	34		14	51	1	13	14	15

热演化程度的差异。

4.3 演化程度的对比

银额盆地及周缘各地表剖面获得的二叠系烃源岩镜质体反射率(R_o)分布在0.8%~3.8%之间,差别巨大,且多数剖面 R_o 大于1.7%,演化程度进入高成熟—过成熟。ZK0-1井二叠系烃源岩镜质体反射率(R_o)平均值为0.58%,处于低成熟阶段,结合居延海坳陷其他石油钻井,二叠系烃源岩演化以低成熟—成熟为主。这种差异的形成除不同构造单元埋藏史的差异外,地表剖面样品均来自于造山带,受构造动力变质作用的影响是主要原因。

5 结论

(1)ZK0-1井揭示二叠系暗色泥岩发育,层段集中。地球化学特征指示有机质丰度高,干酪根类型以Ⅱ₂型为主,演化程度为低成熟—成熟阶段,指示了二叠系良好的生烃条件与油气资源前景。

(2)与银额盆地周缘二叠系地表剖面烃源岩对比表明,地表剖面样品受风化作用或造山带构造动力作用的影响,烃源岩有机质丰度、类型等评价指标的代表性受到限制,ZK0-1井钻井取心获得的烃源岩样品更具代表性。

致谢:“银额盆地及邻区石炭系—二叠系油气远景调查”项目团队进行了样品采集,并对论文的完成提供了极大的帮助;长江大学地球化学实验室的老师承担了烃源岩样品的测试工作,提供了可靠的分析数据,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献

[1]卢进才,魏仙样,魏建设,等. 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]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.

[3]陈践发,卢进才,唐友军,等. 内蒙古西部银根—额济纳旗盆地石炭—二叠系暗色泥岩有机质丰度变化特征和生烃潜力[J].地质通报,2011,30(6):859-878.

[4]魏仙样,陈高潮,魏建设,等. 内蒙古西部阿拉善右旗罕罕超克地区上石炭统—下二叠统阿木山组烃源岩特征[J].地质通报,2011,30(6):879-887.

[5]魏建设,卢进才,魏仙样,等. 强烈风化作用对烃源岩评价指标的影响——以内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系为例[J].地质通报,2012,31(10):1715-1723.

[6]卢进才,魏仙样,李玉宏,等. 内蒙古西部额济纳旗祥探9井石炭系—二叠系烃源岩地球化学特征[J].地质通报,2012,31(10):1628-1638.

[7]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,2006:77-87.

[8]陈建平,王东良,秦建中,等. 银根—额济纳旗盆地原油的发现及其主要地球化学特征[J].地球化学,2001,30(4):335-341.

[9]卢进才,魏仙样,牛亚卓,等. 内蒙古西部阿拉善右旗下石炭统白山组碎屑岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 测年及意义[J].岩石学报,2013,29(8):2685-2694.

[10]卢进才,魏仙样,魏建设,等. 蒙古国南戈壁省二叠系岩性组合特征及与银额盆地的对比[J].地质通报,2014,33(9):1400-1408.

[11]卢双舫,张敏. 油气地球化学[M].北京:石油工业出版社,2008:201-212.

[12]王万春,徐永昌,Schidlowski M,等. 不同沉积环境及成熟度干酪根的碳、氢同位素地球化学特征[J].沉积学报,1997,15(增刊):133-137.

[13]卢进才,魏仙样,魏建设,等. 额济纳旗及其邻区石炭—二叠系烃源岩干酪根同位素特征及影响因素[J].地质通报,2010,29(2/3):384-391.

[14]孟元林,肖丽华,杨俊生,等. 风化作用对西宁盆地野外露头有机质性质的影响及校正[J].地球化学,1999,28(1):42-50.