

文章编号: 1000-0550(2008)02-0324-06

含铀物质对泥岩有机质热模拟生烃产物的影响

卢红选^{1,2} 孟自芳¹ 李 斌^{1,2} 李相博^{1,2} 郑 民^{1,2}

(1 中国科学院地质与地球物理研究所气体地球化学实验室 兰州 730000 2 中国科学院研究生院 北京 100039)

摘要: 有机-无机相互作用是沉积盆地中普遍存在且不可改变的事实。采用加水热模拟实验方法,考察了含铀物质对泥岩样品热解生烃产物的影响。结果发现,含铀物质的加入,极大的提高了泥岩热解产物中气体产物的生成量。对气体组分的分析表明,产物中二氧化碳的含量增加,而甲烷的含量较少,一氧化碳的含量则呈现先增加后减少的趋势,对液态抽提物的分析发现,含铀物质促进了热解过程中产生的高碳数正构烷烃的降解,使得抽提物中饱和烃族组分的轻重比值有所增加,同时,含铀物质对泥岩热解产生的甾、萜烷类生物标志化合物也产生了一定的影响。

关键词: 铀 热解油 泥岩 生物标志物

第一作者简介: 卢红选 男 1978 年出生 在读博士研究生 地球化学 E-mail: luhongxuan@163.com

中图分类号: P593 **文献标识码:** A

0 引言

大量的勘探实践和研究结果表明,除温度和热演化程度以外,其他影响油气形成的因素也是存在的,这其中就包括有机-无机相互作用。近年来,地球化学家们逐渐认识到,地下的化学环境对石油的生成以及石油的组成演化具有积极的因素。例如水^[1]以及一些金属元素^[2~4]可能在有机质演化过程当中充当了反应物或催化剂的角色。而且,在沉积盆地中的无机-有机相互作用对石油的运移和富集具有直接的指示作用,这是因为一些有机中间体参与了这个过程从而创造或破坏了沉积物的孔隙度以及渗透性等^[5]。

在众多的无机化合物中,人们发现含铀矿物质,一种具有放射性的无机混合物,与沉积盆地中的有机质有着紧密的联系^[6~11]。尽管这种联系并不能充分的证明有机质与含铀矿物之间的成因关系,但是基于这种相当强的联系以及有机质参与一系列化学和物理反应的能力,我们有理由怀疑这样一个成因关系的存在^[12]。在沉积盆地中广泛大量存在的有机质被认为是金属铀矿形成过程中可以利用的还原剂^[1,2,4,6~13]。Nakashima^[14]在研究褐煤和可溶铀铈物种的时候,就发现了褐煤对他们的吸附固定作用,并且观察到了这些物种被还原为沥青铀矿的实验事实。另一方面,通过分析对比自然界受含铀矿物影响

的有机质中的可抽提物,人们发现了其中的一些作用规律。Jeremy^[15,16]的研究发现,这些受铀物质影响的有机质的 H/C 原子比与 U 含量的自然对数成负相关关系,其稳定碳同位素比值¹³C/¹²C 与铀含量的自然对数成正相关关系,其芳烃和饱和烃的比例随 U 含量的增加而增加。Lewan^[17]的研究表明,在水热模拟试验中,受到含铀物质影响的有机质,其干酪根的 H/C 原子比减少,其低分子量的甾族化合物的轻微增加等等。一些相似的研究成果也被其他研究者所证实^[14,18]。

显然,含铀物质对有机质的作用是不言而喻的。氧化-还原作用、地质催化作用以及铀的放射性作用均很可能会较大的影响到有机质热演化过程中油气的生成量以及不同产物的分布情况。本文希望通过加水热模拟实验方法,对鄂尔多斯盆地上三叠统延安组泥岩及其与含铀物质的混合物进行不同温度下的对比实验,从而为研究含铀物质对泥岩有机质热演化的影响规律,对进一步了解油气的形成以及铀对有机质的作用机理提供实验基础。

1 样品和实验

样品为鄂尔多斯盆地上三叠统延安组泥岩样品,粉碎至 120 目。其有机碳含量 (TOC) 为 42.14%,镜质体反射率 (R_o) 为 0.67%,其抽提物氯仿沥青“**A**”族组成为饱和烃 23.31%,芳烃 18.22%,沥青质

① 国家重点基础研究发展规划项目 (编号: 40334038) 与中国科学院知识创新重要方向项目 (编号: KZCX3-SW-147) 资助。

收稿日期: 2007-01-30 收修修改稿日期: 2007-10-12

19.07%, 非烃 27.12%, 回收率为 87.72%。

加水热模拟实验是在中国科学院地质与地球物理研究所兰州油气资源研究中心生烃模拟实验室完成的。加热实验采用平行对比的方法, 每个温度点样品分成两份, 一份为原泥岩样品, 另一份为加入铀酰物质 ($\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 的泥岩样品 (含铀物质与泥岩有机质的质量比例为 1:10)。将样品称重后放入钢制热釜, 并加入一定量的去离子水, 抽出空气, 用氮气和氦气反复置换, 以尽可能除去釜中的氧气, 最后冲入氦气, 用气焊封口。将其置于马弗炉内加热。温度点选择为 250 °C、320 °C、370 °C、420 °C、500 °C、550 °C 共 6 个, 样品在每个温度点恒温 72 h

反应结束后, 自然冷却至室温, 用排饱和食盐水法收集气体, 用索氏抽提器回流 72 h 提取氯仿沥青“**A**”, 将氯仿沥青“**A**”用正己烷沉淀沥青质后, 用硅胶-氧化铝色谱柱分离成饱和烃、芳香烃和非烃。气体组分是在 HP6890A 气相色谱仪上用 C-2000 (25 m × 0.53 mm, 从 30 °C 到 200 °C, 升温速率 15 °C/min) 采用内标法定量分析, 气体进样量为 50 μl 饱和烃馏分用色谱 (GC) 和美国安捷伦科技公司 (Agilent) 制造的色谱-质谱联用仪 (GC-MS) 进行分析鉴定。MS 为 5973N 离子源温度为 250 °C, 电离电压为 70 eV。GC 为 6890N 色谱柱为 HP-5 (30 m × 0.32 mm), 载气为 He 起始温度 80 °C, 以 4 °C/min 升温至 300 °C, 然后恒温 30 min。化合物根据色谱保留时间、质谱图解释和标准图谱确定。

2 结果与讨论

2.1 含铀物质对样品热模拟产物的影响

在不同的温度和压力条件下, 热模拟气体产物和液态产物的生成以及有机质的消耗是一个动态的平衡过程。从实验结果来看, 含铀物质的加入, 极大的提高了泥岩有机质气态产物的生成量, 从 250 °C 到 550 °C, 气体产物的生成量均具有一定程度的增加, 在 420 °C, 由于含铀物质的加入, 气态产物的产率从 65.1 ml/g TOC 增加到 78.3 ml/g TOC 而在 500 °C, 更是从 75.5 ml/g TOC 增加到 94.2 ml/g TOC (表 1)。

显然, 含铀物质增大了泥岩有机质热模拟气态产物的生成量, 运用气相色谱对气态产物进一步的分析发现, 产物中二氧化碳的含量有较大幅度的增加, 而甲烷的含量却显著的减少, 表明含铀物质对气态产物中的烃类物质具有一定的催化作用。另外, 引起我们特别注意的是一氧化碳含量的变化趋势, 在低温时

(250~420 °C) 其含量因为含铀物质的加入而升高, 而在高温阶段 (500~550 °C) 其含量却又显著的下落。这一现象提示我们, 一氧化碳是含铀物质与一些有机质作用的中间产物, 在低温阶段, 大量的一氧化碳产生, 而在温度升高后, 热力学上不稳定的二氧化碳又被含铀物质催化氧化为二氧化碳, 并导致其在高温时含量降低。

表 1 样品的热模拟气态产物数据表

Table 1 Variations in yielding of gas products during the hydrolysis from mudstone samples

样品	温度 / °C	气态产物 /(ml/g TOC)	气体产物组成 / %		
			CO	CH ₄	CO ₂
泥岩	250	41.9	0.80	0.34	98.8
	320	47.5	0.35	0.52	99.13
	370	54.4	0.55	1.91	97.54
	420	65.1	0.73	5.30	93.97
	500	75.5	0.88	17.87	81.25
	550	91.5	0.68	19.28	80.04
泥岩 + U	250	53.8	0.81	0.31	98.88
	320	60.9	1.44	0.02	98.54
	370	68.0	1.81	0.49	97.70
	420	78.3	1.39	1.26	97.35
	500	94.2	0.23	2.18	97.59
	550	119.5	0.18	2.56	97.26

事实上, 铀催化剂对很多化学过程具有较强的作用能力, 比如对易挥发有机物^[19]以及短链烃类^[20]的催化作用等。Kumar^[21]就曾报道说, 铀基物种和铀氧化物可能会对诸如甲醇这样的有机分子产生催化作用。很多关于铀氧化物催化剂的研究也表明^[22-24], 即使在室温情况下, 甲醇等一些醇类也能够形成甲氧基物种以及甲醛等, 而在较高的温度下, 他们又会向 CO、CO₂、H₂ 和 H₂O 等转化。从本实验情况看, 泥岩, 在这样的条件下, 可以生成大量的醇类以及可挥发性有机物, 为铀催化剂发挥作用创造了一个物质基础, 在实验结果上就会出现气体产物的大幅增加, 尤其是在高温阶段。同时, 铀本身具有的氧化还原性质以及反射性作用也会对实验产物产生一定的影响, 铀的各种作用机制对模拟实验结果贡献比率的多少还需要进一步的研究。

2.2 含铀物质对饱和和烃生物标志化合物参数演化特征的影响

2.2.1 含铀物质对正异构烷烃生物标志化合物的演化特征的影响

正、异构烷烃的分布特征、奇偶优势的变化、

表 2 含铀物质对正、异构烷烃参数变化的影响

Table 2 Variations of n-alkane parameters by uranium substance

样品	温度 / $^{\circ}\text{C}$	烷烃参数						
		碳数范围	主峰碳数	OEP	$\Sigma n\text{C}_{21-} / \Sigma n\text{C}_{22+}$	Pr/Ph	Pr/nC ₁₇	Ph/nC ₁₈
泥岩	250	16~35	29	1.18	0.23	2.35	0.3	0.11
	320	16~34	20, 29	1.15	0.40	1.60	0.16	0.07
	370	15~35	21, 29	1.16	0.31	2.67	0.40	0.11
	500	15~33	21, 29	1.08	0.76	0.36	0.20	0.14
	550	15~35	21, 29	1.13	0.45	1.57	0.24	0.10
泥岩+U	250	16~35	20, 29	1.18	0.31	1.00	0.33	0.13
	320	16~35	20	1.22	0.43	1.25	0.23	0.11
	370	16~34	21, 29	1.19	0.36	2.00	0.27	0.09
	500	16~34	20, 29	1.21	1.00	1.90	0.17	0.05
	550	16~35	20	1.18	0.56	1.86	0.19	0.08

Pr/Ph, Pr/nC₁₇以及 Ph/nC₁₈值等地球化学参数是有机质母源和热演化成熟度的重要指标^[25~28]。含铀物质的加入,一定程度上修饰了反应过程,并对这些参数产生了较大的影响。

从低成熟到过成熟的热模拟过程中,泥岩样品的正构烷烃碳数分布范围为 nC₁₅~nC₃₅,整个峰形成双驼峰型,前驼峰主峰为 nC₂₀或 nC₂₁,后驼峰主峰为 nC₂₉。轻重比值 $\Sigma n\text{C}_{21-} / \Sigma n\text{C}_{22+}$ 变化范围为 0.23~1.00 OEP值为 1.08~1.22(表 2)。随模拟温度的升高,峰形总的变化趋势为后主峰碳强度变弱,前主峰碳强度变强。对于含铀物质的加入,泥岩样品正、异构烷烃地化参数的变化主要表现在:在 370 $^{\circ}\text{C}$ 和 550 $^{\circ}\text{C}$,峰形由双驼峰型变为单驼峰型;在较高温度条件下,前主峰碳数由 nC₂₁前移至 nC₂₀;在实验温度范围内,轻重比值要大于同样实验条件下的泥岩样品,表明含铀物质对高碳数的正构烷烃具有更强的催化作用,加速了他们的降解过程;而含铀物质对 OEP 参数值的变化没有明确的影响。

含铀物质对 Pr/Ph 值的影响见表 2 和图 1,从中可以看出在从低温到高温的热模拟实验中,加入含铀物质的泥岩样品,其饱和烃族组分的 Pr/Ph 值在较低的温度时有一定程度的减小,而在温度升高后则有所增加。这一结果表明含铀物质对姥鲛烷和植烷降解程度的影响与温度有关,低温时,对促进姥鲛烷的降解更为有效,而高温时,则对植烷的降解更为有效。Pr/nC₁₇和 Ph/nC₁₈值的变化情况类似,低温时(250~320 $^{\circ}\text{C}$)增强,高温时(370~550 $^{\circ}\text{C}$)减弱,表明在低

温时,相对于 Pr 和 Ph 含铀物质对 nC₁₇和 nC₁₈具有更强的催化作用,使得他们降解的速率要大于姥鲛烷和植烷的;而在高温阶段,这种作用正好相反(表 2 和图 1)。

2.2.2 含铀物质对甾、萜类生物标志化合物演化特征的影响

甾、萜化合物随热演化程度的加深,低稳定的构型向热力学较稳定的构型转化,故稳定构型与低稳定构型的比值随有机质热演化程度的增加而成一定规律的变化^[28~30]。铀作为一种对该过程具有催化活性的无机金属元素,必然会对包括 Ts、Tm 等在内的甾、萜烷参数的变化产生影响。

从表 3 和图 2 可以看出,含铀物质对 C₃₁αβ22S/(22S+22R)和 C₂₉ααα20S/(20S+20R)值没有产生比较明确的影响,而对于 Ts/(Ts+Tm)以及 C₂₉-5αββ/(ββ+αα),作用规律是显而易见的。在实验测定的所有温度范围内,由于含铀物质的加入,Ts/(Ts+Tm)值均小于同等条件下的泥岩样品,表明含铀物质对促进热力学上较为稳定的 Ts 的降解更为有利。至于 C₂₉-5αββ/(ββ+αα),含铀物质的作用可以划分为两个阶段,在低温阶段(250~370 $^{\circ}\text{C}$),C₂₉-5αββ/(ββ+αα)值要低于同样条件下的泥岩样品,而在高温阶段(500~550 $^{\circ}\text{C}$),其值要高于同样条件下的泥岩样品。相应的,可以认为含铀物质对促进 C₂₉-5αββ和 C₂₉-5ααα的降解程度上也分为两个阶段,低温时,对促进 C₂₉-5ααα的降解更为有利的,而在高温时,则对促进 C₂₉-5αββ的降解更为有利。

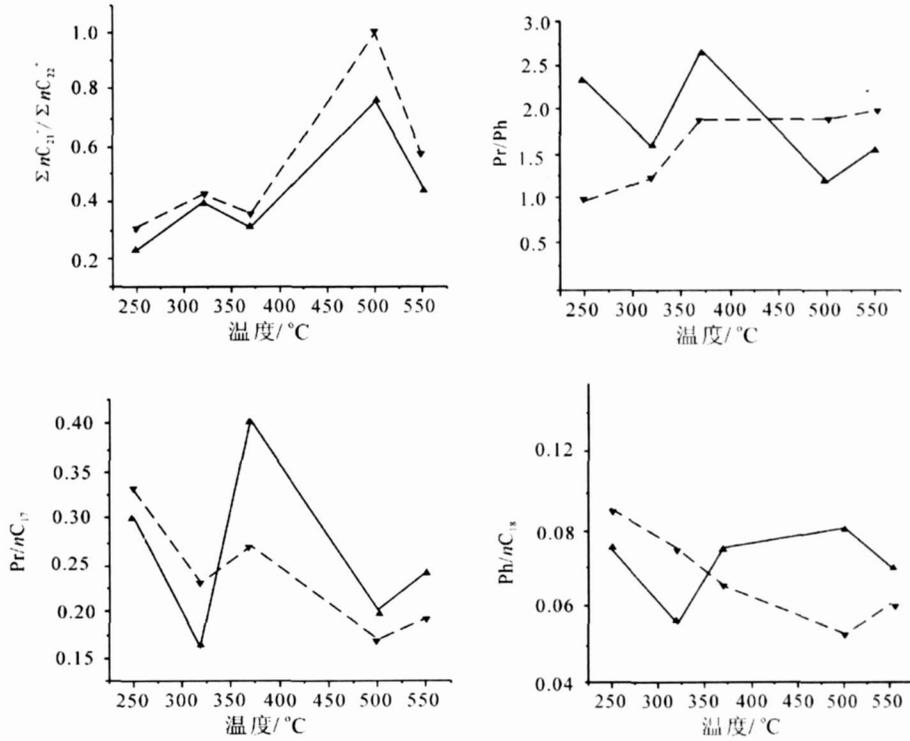


图 1 含铀物质对正、异构烷烃参数变化的影响

▲ 泥岩 □ 泥岩+U

Fig 1 Variations of n-alkane parameters by uranium substance

表 3 含铀物质对甾、萜烷参数变化的影响

Table 3 Variations of sterane and terpane parameters by uranium substance

样品	温度/°C	甾烷参数		萜烷参数	
		Ts/(Ts+Tm)	C ₃₁ αβ22S/(22S+22R)	C ₂₉ ααα20S/(20S+20R)	C ₂₉ -5αββ/(ββ+αα)
泥岩	250	0.41	0.57	0.45	0.39
	320	0.43	0.60	0.44	0.42
	370	0.43	0.52	0.44	0.38
	500	0.40	0.57	0.43	0.39
	550	0.38	0.60	0.49	0.43
泥岩+U	250	0.33	0.66	0.43	0.38
	320	0.42	0.58	0.46	0.39
	370	0.38	0.58	0.44	0.37
	500	0.39	0.59	0.44	0.41
	550	0.38	0.59	0.47	0.44

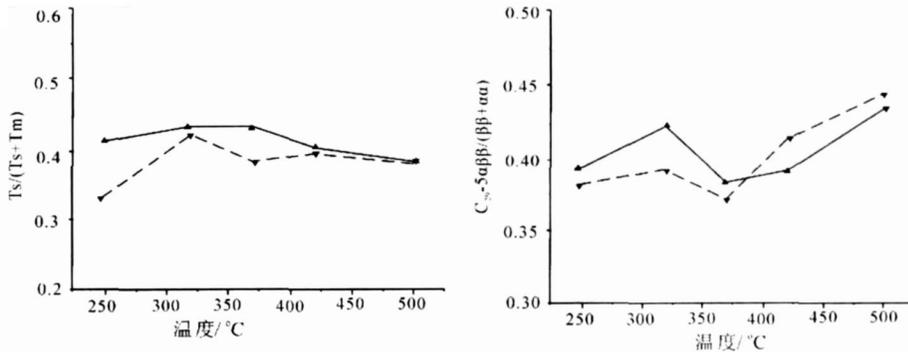


图 2 含铀物质对甾、萜烷参数变化的影响

▲ 泥岩 □ 泥岩+U

Fig 2 Variations of sterane and terpane parameters by uranium substance

3 结论

含铀物质的加入,修饰了泥岩有机质热模拟实验的生经过程,因此对反应产物有了一定程度的改变。

(1)含铀物质极大的提高了泥岩有机质热模拟实验气体产物的生成量。对气体组分的分析表明,产物中二氧化碳的含量增加,而甲烷的含量较少,一氧化碳的含量则是先增加后减少,表明有机质在低温阶段经含铀物质催化产生了较多的一氧化碳,而在温度升高后,大量的一氧化碳又被最终氧化为二氧化碳。

(2)含铀物质促进了高碳数正构烷烃的降解,使得热模拟抽提物中饱和烃族组分轻重比值有所增加。

(3)相对于 Tm,含铀物质较大程度的促进了热力学上较为稳定的 Ts的降解,从而降低了饱和烃族组分的 Ts/(Ts+Tm)值。

致谢 实验设计得到了中国科学院地质与地球物理研究所兰州油气资源研究中心夏燕青研究员,样品测试和分析得到了孟任祥研究员和丁万仁高级工程师的指导和帮助,在此深表感谢。

参考文献 (References)

- Lewan M D. Experiments on the role of water in petroleum formation [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1997 61: 3691-3723
- Goldstein T P. Geocatalytic reaction in formation and maturation of petroleum [J]. *AAPG Bulletin* 1983 67: 152-159
- Margo F D. The origin of light hydrocarbons [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 2000 64: 1265-1277
- Margo F D, Hightower J W, James A T. Catalysis in the origin of natural gas [J]. *Nature* 1994 368: 536-538
- Jeffrey S Seewald. Organic-inorganic interactions in petroleum-producing sedimentary basins [J]. *Nature* 2003 426: 327-333
- Rouzaud J N, Oberlin A, Tridhet J. Interaction of uranium and organic matter in uraniumiferous sediments [J]. *Physics and Chemistry of the Earth* 1980 12: 505-516
- Erdem F, Idiz D, Donald Carlisle, Kaplan I R. Interaction between organic matter and trace metals in a uranium rich bog, Kern County, California, U S A [J]. *Applied Geochemistry* 1986 1: 573-590
- 妥进才, 张明峰, 王先彬. 鄂尔多斯盆地北部东胜铀矿区沉积有机质中脂肪酸甲酯的检出及意义 [J]. *沉积学报*, 2006 24 (3): 432-439 [Tu Jincai, Zhang Mingfeng, Wang Xianbin. Significance of special compounds in depositional organic matter from U ore deposits Dongsheng area north of Ordos Basin [J]. *Acta Sedimentologica Sinica* 2006 24 (3): 432-439]
- 杨殿忠, 夏斌. 砂岩铀矿成矿过程中有机质作用的实验研究——以吐鲁番—哈密盆地十红滩铀矿床为例 [J]. *地质论评*, 2004 50 (2): 218-222 [Yang Dianzhong, Xia Bin. An experiment study on the role of organic materials in ore-forming of sandstone-type uranium de-

- posit: a case study of the Shihongtan deposit, Turpan-Hami Basin [J]. *Geological Review* 2004 50 (2): 218-222]
- 李盛富, 张蕴. 砂岩型铀矿床中铀矿物的形成机理 [J]. *铀矿地质*, 2004 20 (2): 80-84 [Li Shengfu, Zhang Yun. Formation mechanism of uranium minerals at sandstone-type uranium deposits [J]. *Uranium Geology* 2004 50 (2): 218-222]
- Patrick Landais, Jean Dubessy, Bernard Poty, et al. Three examples illustrating the analysis of organic matter associated with uranium ores [J]. *Organic Geochemistry* 1990 16: 601-608
- Charles S Spirakis. The roles of organic matter in the formation of uranium deposits in sedimentary rocks [J]. *Ore Geology Reviews* 1996 11: 53-69
- Joseph A Curiale, Saiman Bloch, Janina Rafalska-Bloch, et al. Petroleum-related origin for uraniumiferous organic-rich nodules of south-western Oklahoma [J]. *AAPG Bulletin* 1983 67: 588-608
- Nakashima S, Disnar J R, Penuchot A, et al. Experimental study of mechanisms of fixation and reduction of uranium by sedimentary organic matter under diagenetic or hydrothermal conditions [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1984 48: 2321-2329
- Jeremy Dahl, Rolf Halberg, Kaplan I R. The effects of radioactive decay of uranium on elemental and isotopic ratios of Alu shale kerogen [J]. *Applied Geochemistry* 1988 3: 583-589
- Jeremy Dahl, Rolf Halberg, Kaplan I R. Effects of irradiation from uranium decay on extractable organic matter in the Alu Shales of Sweden [J]. *Organic Geochemistry* 1988 12: 559-571
- Lewan M D, Buchardt B. Irradiation of organic matter by uranium decay in the Alu Shale, Sweden [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1989 53: 307-322
- Joe L S Leventhal. Pyrolysis gas chromatography-mass spectrometry to characterize organic matter and its relationship to uranium content of Appalachian Devonian black shales [J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 1981 45: 883-889
- Stuart H Taylor, Catherine S Heneghan, Graham J Hutchings, et al. The activity and mechanism of uranium oxide catalysts for the oxidative destruction of volatile organic compounds [J]. *Catalysis Today* 2000 59: 249-259
- Stuart H Taylor, Shane R O Leary. A study of uranium oxide based catalysts for the oxidative destruction of short chain alkanes [J]. *Applied Catalysis B: Environmental* 2000 25: 137-149
- Dhamesh Kumar, Vama S Gupta, N M. The influence of particle size on H₂-reduction catalytic activity and chemisorption behavior of uranium oxide species dispersed in MCM-41: TPR, methanol-TPD and in situ FTIR studies [J]. *Catalysis Today* 2004 93-95: 541-551
- Kumar D, Kamble V S, Gupta N M. The role of nanosized particles of uranium oxide in the adsorption / reaction of methanol over U₃O₈ / MCM-48 FTIR study [J]. *Catalysis Letters* 2003 88: 175-181
- Kumar D, Pillai K T, Sudersanan V, et al. Hydrothermal synthesis and characterization of uranium-containing MCM-48 samples [J]. *Chemistry Material* 2003 15: 3859-3865
- Kumar D, Bera S, Tripathi A K, et al. Uranium oxide nanoparticles dispersed inside the mesopores of MCM-48: synthesis and character-

- ization[J]. *Microporous Mesoporous Mater* 2003 66: 157-167
- 25 姜峰, 杜建国, 王万春, 等. 高温超高压模拟实验研究: II 高温高压下烷烃产物的演化特征[J]. *沉积学报*, 1998 16(4): 145-149 [Jiang Feng Du Jianguo Wang Wanchun et al. The study on high-pressure-high-temperature aqueous pyrolysis II evolutionary characteristics of alkane generated from organic matter under high temperature and high pressure[J]. *Acta Sedimentologica Sinica* 1998 16(4): 145-149]
- 26 Peters K E Moldovan JM. 生物标记化合物指南[M]. 江乃煌, 张水昌, 林永汉, 译. 北京: 石油工业出版社, 1995: 105-107 [Peters K E Moldovan JM. *The Biomarker Guide*[M]. Translated by Jiang Naihuang Zhang Shuichang Lin Yonghan Beijing Petroleum Industry Press 1995 105-107]
- 27 郑建京, 温德顺, 孟任祥, 等. 煤系烃源岩热模拟演化过程的地球化学参数特征——以准噶尔盆地侏罗系煤系烃源岩为例[J]. *天然气地球科学*, 2003 14(2): 134-138 [Zheng Jianjing Wen Deshun Meng Qianxiang et al. Characteristics of geochemical parameters of coal measures source rock in the thermal simulation experiments [J]. *Natural Gas Geoscience* 2003 14(2): 134-138]
- 28 Dzu L I R Noble R A Senftle J T. Maturation effects on absolute biomarker concentration in a suite of coals and associated vitrinite concentrates[J]. *Organic Geochemistry* 1995 23(7): 681-697
- 29 Hanson A D Zhang S G Moldovan JM et al. Molecular organic geochemistry of the Tarim Basin Northwest China[J]. *AAPG Bulletin* 2000 84: 1109-1128
- 30 Chakhanakhchev A Suzuki N Suzuki M, et al. Biomarker distributions in oils from the Akita Niigata Basins Japan[J]. *Chemical Geology* 1996 133(1): 1-14

Effect of Uranium Substance on Hydrocarbon Generation from Mudstone by Hydrous Pyrolysis

LU Hong-xuan^{1, 2} MENG Zi-fang¹ LIBin^{1, 2} LIXiang-bo^{1, 2} ZHENG Min^{1, 2}

(1 Key Laboratory of Gas Geochemistry Institute of Geology and Geophysics Chinese Academy of Sciences Lanzhou 730000;

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences Beijing 100039)

Abstract Organic-inorganic interactions are ubiquitous and unalterable in sedimentary basin. In this paper, effect of uranium substance on the mudstone pyrogenation was studied by hydrous pyrolysis. From the experiments, huge increase of the gas yields was observed. Further investigations showed that the content of carbon dioxide increased while the content of methane decreased, and carbon monoxide was one of the metastable intermediates during the hydrous pyrolysis. At the same time, the high molecular weight hydrocarbons seemed to be more degraded by the uranium substance. The generated sterane and terpane from the hydrous pyrolysis were also affected by the uranium substance.

Key words uranium, pyrolysis, oils, mudstone, biomarker