

文章编号: 1000-0550(2004)03-0518-07

# 瓦窑堡煤系有机岩石学特征及煤成烃潜力研究

姚素平 胡文 薛春燕 张景荣 曹 剑

(南京大学地球科学系 南京 210093)

**摘 要** 瓦窑堡煤系是我国重要的含煤岩系之一,陆相生油的观点最早可能源于瓦窑堡煤系含油性特征。通过对瓦窑堡煤系煤和暗色泥岩有机质的显微岩石学和宏观煤岩学特征的分析,提出了瓦窑堡煤系煤主要形成于深覆水森林泥炭沼泽相,类脂组含量高,且镜质组的主要类型为富氢的基质镜质体,有机地球化学结果表明瓦窑堡煤系煤具有型有机质的特征,处于低熟-成熟阶段,热模拟实验证明其具有良好的油气生成潜力。但由于瓦窑堡煤系规模小,煤层厚度薄,煤系泥岩有机质类型偏差,且煤中主要生油显微组分尚未进入大量生油期,因此难以形成油藏。

**关键词** 瓦窑堡煤系 有机相 显微组分 煤成烃

**第一作者简介** 姚素平 男 1965 年出生 副教授 博士 有机岩石学和地球化学

**中图分类号** P593 **文献标识码** A

瓦窑堡煤系是我国重要的含煤岩系之一,在我国含煤岩系中有着十分重要的地位,对瓦窑堡煤系的聚煤特征前人已作了大量的工作<sup>[1~4]</sup>,但对瓦窑堡煤系的有机岩石学特征及生烃潜力的研究工作尚较为少见,王竹泉和潘钟祥先生早在 1933 年就根据瓦窑堡煤系的油脂光泽、煤岩成分及含油性等特点提出陕北石油可能来源于煤系地层的黑色页岩和油页岩观点<sup>[5]</sup>,这是我国最早的陆相生油的观点,而鄂尔多斯盆地中生界油源的问题也存在两种观点,一种是延长统湖相泥岩生油,煤系地层不构成油源岩;另一种则是延长统湖相泥岩是主要油源岩,延长统煤系是次要油源岩的观点。因此,弄清瓦窑堡煤系的地球化学特征及其生油潜力具有重要的理论和实际意义。

## 1 地质概况

瓦窑堡煤系属大陆盆地型沉积,沉积体系为湖泊三角洲沉积体系,含煤 8~22 层,最多 30 多层,煤厚一般 0.05~0.40 m。主要出露于铜川、宜君、富县、子长县、榆林至神木一线,吴旗、志丹、安塞等地也有少量分布,岩性变化极大,以佳县—横山为界,瓦窑堡煤系具有沉积厚度北薄南厚、沉积粒度北粗南细的宏观沉积特征,北部主要为辫状河沉积的灰绿、黄绿、灰

白色中细粒砂岩夹砂质泥岩、粉砂岩及煤线,南西部主要为湖泊三角洲—浅湖—次深湖相沉积,尤以清涧河、大理河一带最为发育,厚度为 380 m,铜川柳林沟 200 m 左右,横山地区约 190 m,神木地区厚约 180 米。煤系主要发育于瓦窑堡组的上部,其含煤性较好,含煤面积大,煤厚较稳定,是瓦窑堡煤系的主要可采煤层。聚煤作用由于受印支运动影响使陕北子长县一带相对抬升的部位发育湖泊三角洲充填湖泊,形成湖泊三角洲—湖湾环境,后期三角洲平原整体废弃,泥炭沼泽稳定生长,厚煤区位于上、下三角洲过渡部位,陕北子长县和子洲县之间的三角洲平原聚煤中心煤层变化极有规律,累计厚度大于 4 m,从上三角洲平原—下三角洲平原—湖湾区,煤层由薄变厚再变薄直至浅湖区尖灭(图 1 和 2)。

## 2 有机岩石学特征

瓦窑堡煤系可采煤层较少,子长县和子洲县境内主要可采煤层只有一层,子长县南家咀煤矿是目前开采瓦窑堡煤系煤的唯一较大型国有煤矿,其宏观煤岩类型煤以半亮型煤为主(37.5%),其次是光亮型煤(18.6%)、暗淡型煤(13.3%)和半暗型煤(12.1%),含多层夹矸(夹矸含量 13.3%)。在煤层底部,夹矸

国家重点基础研究发展计划(973)项目(编号:2003CB214608)和国家自然科学基金项目(批准号:40073017)共同资助。  
陕西煤田地质局. 鄂尔多斯盆地(陕西部分)聚煤规律及煤炭资源评价报告.“七五”国家一类地质科研项目. 1992  
甘肃省煤田地质研究所. 鄂尔多斯盆地(甘肃部分)聚煤规律及煤炭资源评价报告.“七五”国家一类地质科研项目. 1992  
陈安宁. 陕甘宁盆地中生界油源特征及评价. 长庆油田科研报告. 1984  
张文正等. 陕甘宁盆地中生界油源再认识. 长庆油田科研报告. 1996  
收稿日期:2003-07-06;收修改稿日期:2003-10-21



图1 瓦窑堡煤系含煤段沉积相图

Fig. 1 Sedimentary facies of coal segments in Wayaopu coal measure

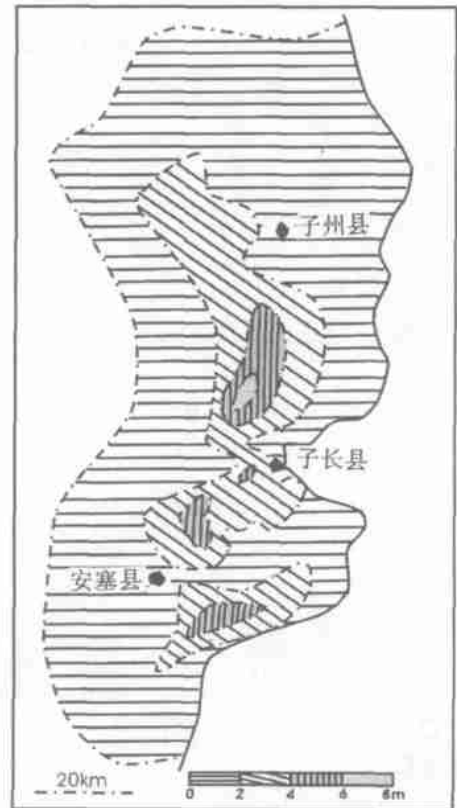


图2 瓦窑堡煤系煤层等厚图

Fig. 2 Isopach map of coal seam in Wayaopu coal measure

与光亮型煤呈互层状,垂向上由底至顶呈明显的三段,煤层的上下以光亮型煤和半亮型煤为主,中部则以暗淡型煤为主,煤层分层薄,光泽类型变化频繁。

表1是显微组分分析统计表,煤层中镜质组含量明显较高,煤层最厚区南家咀煤矿煤以基质镜质体为主,含量达60%以上,惰性组中多见粗粒体,少量的结构保存完好的丝质体和半丝质体。类脂组主要为孢子体,但含有大量的大孢子体,含量高达孢子体的20%~40%。角质体和结构藻类体也是瓦窑堡煤系煤中常见的有机显微组分,特别是在煤层夹矸和煤系泥岩中,结构藻类体形态清晰,具有黄至黄绿色荧光。光亮型煤中类脂组以角质体为主,暗淡型煤则以孢子体和藻类体为主。根据显微组分组合特征,显微煤岩类型以微镜煤为主,平均含量为33.7%,其次是含量较高的微孢子亮煤(15.1%)、微暗亮煤(10.9%),微矿化煤(9.4%)、微惰煤(7.7%)和微角质亮煤(4.3%)。反映了瓦窑堡煤系煤以含壳质组的显微煤岩类型较多为其主要特点。

根据 Hacquard 的菱形图解<sup>[6]</sup>和 Teichmüller 对煤相的划分原则<sup>[7]</sup>(图3),瓦窑堡煤系主要发育二种沼泽环境,一种是陆地森林沼泽环境,发育于河漫滩和牛轭湖环境中,镜质组是主要的显微组分,含有少量的惰性组和壳质组成分;另一种形成于近岸浅湖区的覆水森林泥炭沼泽相和湖泊边缘洼地的湿地森林泥炭沼泽相,煤层薄,含矸率高,壳质组相对富集,各种浮游藻类和底栖藻类也参与了成煤作用,致使煤的光泽类型偏暗,暗淡型煤分层全部落如下三角形中。在两种成煤沼泽环境中,覆水森林泥炭沼泽相和湿地森林泥炭沼泽相是瓦窑堡煤系的主要成煤沼泽类型,也是煤成油形成的有利的沉积环境。

### 3 地球化学特征

前已述及,瓦窑堡煤系分布极不均一,煤系主要发育在子长县及其周围地区,其它广大地区基本上无煤沉积或仅为煤线。南家咀煤矿煤的有机碳含量平均为74.82%,氯仿沥青“A”为1.9871%,总烃含量

表 1 显微组分分析表

Table 1 The compositions of the micro-components

煤样品 来源	镜质组/ %		惰性组/ %				类脂组/ %					矿物杂质 / %	$R_o$ / %
	均质 镜质体	基质 镜质体	镜 屑 体	丝 质 体	粗 粒 体	惰 屑 体	角 质 体	孢 子 体	树 脂 体	沥 青 质 体	藻 类 体		
南家咀煤矿	7.12	64.7	3.4	3.6	8.2	2.0	1.0	5.2	0.2	4.2	0.5	0.6	0.75
张 4 井	47.1	15.9	1.2	13.6	8.2	2.8	0.6	3.0	3.6		4.0	0.64	
ZJ - 65 井	58.2	4.2	0.6	0.2			2.8	0.6	0.2	1.6		22.8	0.71
ZJ - 76 井	72.2	3.4	3.2	3.6	2.8	2.0	0.6	1.2	0.2	3.0		8.2	0.68

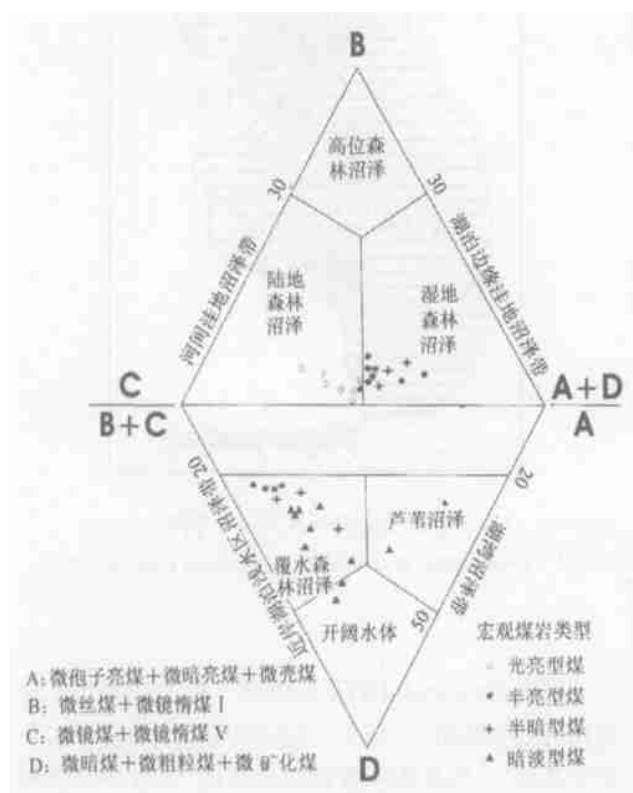


图 3 显微煤岩类型和宏观煤岩类型关系图

Fig. 3 Relationship between microlithotype and macrolithotype

达 0.7907 % , 沥青转化率 2.66 % , 烃转化率 1.06 % , 岩石热解生油潜力 ( $S_1 + S_2$ ) 达 209.99 mg/g , 氢指数为 265 mg/g · TOC , 有机质类型为 Ⅱ型。各项参数显示了瓦窑堡煤系煤具有较好的生油性能。瓦窑堡煤系泥岩在陇东地区有机碳平均含量为 2.54 % , 氯仿沥青“ A ”为 0.0146 % , 总烃含量达 0.0063 % ,  $S_1 + S_2$  仅 4.84 mg/g , 靖边—安塞地区有机碳平均含量为 1.16 % , 氯仿沥青“ A ”为 0.1603 % , 总烃含量达 0.0667 % ,  $S_1 + S_2$  仅 2.44 mg/g ; 黄陵—铜川地区有机碳平均含量为 1.14 % , 氯仿沥青“ A ”为 0.0102 % , 总烃含量达 0.0058 % ,  $S_1 + S_2$  仅 1.5 mg/g , 有机质类

型主要为 Ⅱ型, 仅陇东地区部分样品达 Ⅰ型标准。地球化学结果显示瓦窑堡煤系的暗色泥岩为中等—差生油岩。

煤系中生油有机质来源于富氢显微组分, 对于煤而言, 则为类脂组和部分基质镜质体。根据类脂组分的含量可以粗略地估算瓦窑堡煤系的生烃潜力。Saxby 等<sup>[8]</sup>的研究结果表明: 从未熟到过熟阶段, 类脂组可有 78 % 转化成沥青产物, 如果将类脂组平均沥青产率设为 70 % , 只要煤中有 5 % ~ 15 % 的类脂组分, 则其沥青产量就可达 3.5 % ~ 10.5 % , 若沥青产物中总烃含量占 2/3 , 则总烃潜力可达 23.3 ~ 69.5 mgHC/g 煤, 设煤的有机碳含量平均为 75 % , 则煤的单位重量有机碳产率为 31 ~ 92 mgHC/g TOC; Powell 认为煤和含煤岩系中每克有机碳的液态烃产率达到 30 ~ 80 mg , 才能作为形成有工业价值的煤成油藏的烃源层<sup>[9]</sup> , 黄第藩等也将类脂组含量大于 5 % 作为煤能形成有经济价值的工业油藏的必要条件之一<sup>[10]</sup>。瓦窑堡煤系类脂组含量均大于 5 % , 其中煤中类脂组含量达 11 % , 因此即使将类脂组作为瓦窑堡煤系煤中唯一的显微组分, 瓦窑堡煤系煤仍然是良好的油源岩。

瓦窑堡煤系煤中另一种富氢显微组分是基质镜质体, 岩石热解  $S_1 + S_2$  达 251.82 mg/g , 氢指数为 376 mg/g · TOC; 在蓝光激发下显示中等强度的浅黄色荧光, 但荧光强弱分布不均匀, 且含有较多的镜质体碎屑, 荧光光谱为三峰型, 但前峰最强, 由于前峰的强度大而使后二个峰位表现不明显。在透射电子显微镜下见有大量的杂乱分布的超微类脂体, 含量可达基质镜质体的 10 % ~ 20 % , 并见有较多的超细纹层结构, 超细纹层结构特征均为栅状结构, 纹层展布非常规则, 纹层的厚度稍小于或等于纹层的间隔, 且煤系暗色泥岩干酪根中的超细纹层结构有机质明显高于煤中的超细纹层结构。这种超细纹层结构的成因

可能与抗分解的高度脂肪性生物聚合物组成的微藻类细胞壁的选择性保存有关<sup>[11,12]</sup>。因此瓦窑堡煤系煤中的基质镜质体并不纯粹由木质素和纤维素演化形成,而是混入了大量的类脂组碎屑,这些类脂组碎屑经过生物降解和凝胶化作用等早期煤化作用过程而以超微类脂体形式参与基质镜质体的形成,同时水

下成煤环境中繁殖有大量的浮游藻类,经降解后,部分形成沥青质体,部分则以超微细纹层和分子级藻类脂物形式输入到腐殖基质中,从而使得瓦窑堡煤系煤中的基质镜质体富含氢,成为瓦窑堡煤系煤中主要的生烃显微组分。

表 2 瓦窑堡煤系有机质丰度统计表

Table 2 Statistics of organic abundance in Wayaopu coal measure

样品来源	岩性	C/ %	"A" %	HC / %	A/ C / %	HC/ C / %	S <sub>1</sub> + S <sub>2</sub> / (mg/ g)	HI / (mg/ g. Cot)
子长县南	煤	74.82	1.9871	0.7907	2.66	1.06	209.99	265.00
家咀煤矿	夹矸	13.57	0.1577		1.16		5.88	42.00
陇东地区	泥岩	2.54	0.0146	0.0063	0.30	0.13	4.48	154.09
靖边 - 安塞泥岩		1.16	0.1603	0.0667	6.464	2.69	126.93	
黄陵 - 铜川	煤	43.17					83.50	168.93
	泥岩	1.14	0.0102	0.0058	1.70	0.97	1.5	93.75

#### 4 瓦窑堡煤系煤生烃潜力的热模拟实验

煤的生烃性已开展了大量的热模拟实验研究工作,是研究煤生烃性能的重要手段<sup>[13]</sup>,但瓦窑堡煤系煤的热模拟尚未开展,本次实验采用高压釜加热模拟装置,样品一般性质如表 3。实验结果如表 4、5、6 和图 4 所示。

热模拟实验结果显示瓦窑堡煤系煤具有较高的油气生成潜力,其中液态烃最高产出阶段为 350 ,相当于肥煤阶段,可产出石油约 74 kg/t 煤,其中排

出油量为 45 kg/t 煤,且在此阶段以前,主要产物以油为主,油气比大于 1;气态烃产量在 600 时,即无烟煤阶段,可达到 158.49 m<sup>3</sup>/t 煤。

煤的热解沥青族组成的变化特征具有明显和规律性:氯仿沥青“A”含量先增后降,在气肥煤阶段达到最大值,在肥煤阶段时,氯仿沥青“A”含量开始下降,但排油量达最大值。各个模拟温度点的氯仿沥青“A”的族组分组成中,非烃和沥青质含量始终大于总烃含量,但在肥煤及其以前阶段,非烃和沥青质含量达 60~70%,随热演化程度的进一步提高,肥煤以后

表 3 热模拟实验样品特征

Table 3 Thermal simulation features of the samples from Wayaopu coal measure

显微组分 / %			岩石热解			有机碳 / %	氯仿沥青“A” / %	R <sub>o</sub> / %
V	I	E	S <sub>1</sub> / (mg/ g)	S <sub>2</sub> / (mg/ g)	HI/ (mg/ g. Toc)			
75.2	13.8	11.0	11.48	198.51	265.0	74.82	1.4399	0.55

表 4 热模拟烃产率(重量 %) 数据表

Table 4 Data of thermal simulation hydrocarbon productivity(W %)

模拟温度 /	气态烃产率 / (m <sup>3</sup> /t 煤)	氯仿沥青“A” / %	油产率 / (kg/t 煤)	“A”+ 排出油 / %	气态烃含量 / %	R <sub>o</sub> / %	煤 阶
原样		1.4399		1.4399		0.55	长焰煤
250	0.039	3.8972	0	3.8972	0.0067	0.72	长焰煤
300	0.575	4.1139	2.496	4.3635	0.08152	0.80	气煤
350	11.11	2.9142	45.076	7.4218	1.3148	1.10	肥煤
400	48.80	0.1957	37.816	3.9773	5.0572	1.88	瘦煤
450	96.99	0.2370	14.970	1.5207	8.8559	2.36	贫煤
500	124.21	0.0112	6.766	0.6878	9.4292	3.23	无烟煤
600	158.49	0.0112	0	0.0112	11.3279	5.66	无烟煤

表5 热模拟热解沥青和族组成

Table 5 Thermal simulation pyrolytic bitumen and family composition

温度	氯仿沥青“ A ”	饱和烃	芳烃	非烃	沥青质	饱和烃 + 芳烃	非烃 + 沥青质	A/C	HC/C
/	/ %	/ %	/ %	/ %	/ %	/ %	/ %	/ %	/ %
原样	1.4399	17.91	19.90	22.39	39.80	37.81	62.19	1.92	0.73
250	3.8972	13.00	25.60	22.08	38.93	25.09	39.32	5.21	1.31
300	4.1139	6.14	16.67	27.19	50.00	22.81	77.19	5.50	1.25
350	2.9142	8.50	24.83	18.03	48.64	33.33	66.67	3.89	1.30
400	0.1957	10.50	38.12	26.52	24.86	48.62	51.38	0.003	0.0013
450	0.2370	11.86	27.12	35.60	25.42	38.98	61.02	0.0003	0.0001
500	0.0112	28.00	20.00	20.00	32.00	48.00	52.00	0.0001	<0.0001
600	0.0112	20.00	10.91	40.00	29.09	30.91	69.09	0.0001	<0.0001

表6 气态组分产率

Table 6 Productivity of gaseous constituents

温度	产气率 (m <sup>3</sup> /t 煤)	气体组分产率/(m <sup>3</sup> /t 煤)					C <sub>1</sub> /C <sub>1</sub> +C <sub>2+</sub> C <sub>2+</sub> /C <sub>1</sub> +C <sub>2+</sub>		气态组分产率大小
		CH <sub>4</sub>	C <sub>2+</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	/ %	/ %	
250	0.77	0.015	0.024	0.62	0.018	0.017	38.5	61.5	CO <sub>2</sub> > N <sub>2</sub> > C <sub>2+</sub> > H <sub>2</sub> > CH <sub>4</sub>
300	1.90	0.285	0.29	1.01	0.11	0.13	50.0	50.0	CO <sub>2</sub> > C <sub>2+</sub> > CH <sub>4</sub> > N <sub>2</sub> > H <sub>2</sub>
350	17.7	6.93	4.72	5.01	1.03	0.54	57.5	42.5	CH <sub>4</sub> > CO <sub>2</sub> > C <sub>2+</sub> > H <sub>2</sub> > N <sub>2</sub>
400	61.24	35.18	13.62	6.98	5.39	0.55	72.09	27.91	CH <sub>4</sub> > C <sub>2+</sub> > CO <sub>2</sub> > H <sub>2</sub> > N <sub>2</sub>
450	113.86	76.72	20.22	10.12	6.23	0.56	79.14	20.86	CH <sub>4</sub> > C <sub>2+</sub> > CO <sub>2</sub> > H <sub>2</sub> > N <sub>2</sub>
500	150.06	116.98	7.23	15.02	9.15	1.66	94.18	5.82	CH <sub>4</sub> > CO <sub>2</sub> > H <sub>2</sub> > C <sub>2+</sub> > N <sub>2</sub>
600	208.55	158.38	0.11	31.32	16.38		99.90	0.01	CH <sub>4</sub> > CO <sub>2</sub> > H <sub>2</sub> > C <sub>2+</sub> > N <sub>2</sub>

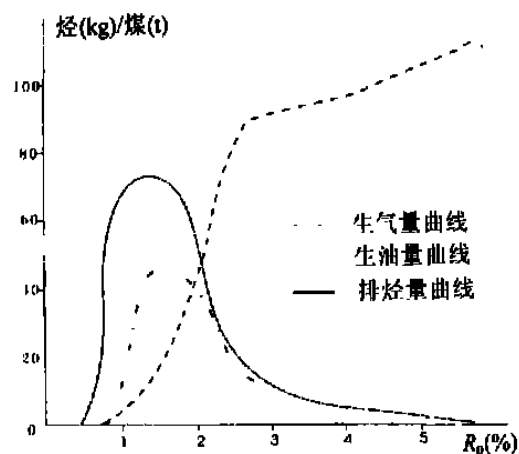


图4 瓦窑堡煤系煤热模拟生烃曲线

Fig. 4 Thermal simulation hydrocarbon generation curves of coal from Wayapu coal measure

的氯仿沥青“ A ”族组成中虽然仍以非烃和沥青质为主,但总烃含量明显增加,总烃和非烃 + 沥青质的比值趋近于 1,因为一般认为沥青质是油气生成过程中的中间产物,随热演化程度的加深,一部分沥青质受热裂解作用而转化为烃类,其中相当部分为液态烃类,在肥煤以后的热变质过程中,煤阶已相当于有机

质的高一过成熟阶段,氯仿沥青“ A ”含量非常低,液态烃类大量地裂解成气,使得总烃含量并没有明显的增加,反而继续下降,只剩下少量的高度缩合的沥青质、部分简单的芳构化合物和大量的非烃类成分。

瓦窑堡煤系煤变质过程中的气态产物主要为烃气、氢气、二氧化碳、一氧化碳、氮气等,其中烃类气体占绝大部分,非烃类气体以二氧化碳和氢气为主。在煤热变质过程中二氧化碳始终是主要成分之一,氢气也占有重要的地位,在肥煤以前阶段,非烃气体产率大于甲烷,无烟煤阶段其产率大于重烃类(C<sub>2+</sub>)气体,氮气在煤变质过程中产率相对较低。甲烷产率在肥煤以后成为煤变质的主要产物,并且有 C<sub>1</sub> > C<sub>2</sub> > C<sub>3</sub> > C<sub>4</sub> > C<sub>5</sub>, C<sub>2+</sub> 在气煤阶段以前产率大于 C<sub>1</sub>,焦—瘦煤阶段达最大值,在贫煤以后产率明显下降,无烟煤时除了极少量的丙烷外,只有甲烷和乙烷。

煤的物质组成是油气生成潜力和质量的内在因素。瓦窑堡煤系煤热模拟油气产率及其组成与煤的显微组分组成密切相关,因为在瓦窑堡煤系煤成烃母质主要为富氢镜质体(基质镜质体)和小孢子体,还含有一定数量的大孢子体、角质体和藻类体等,所以生油潜力高,煤的生排油温度范围宽,是由于富氢镜质体和各个类脂组显微组分的生烃演化过程的差异造

成的。

## 5 结论

煤系地层发育程度和成煤沼泽环境是煤系地层能否形成工业油藏的基本条件。

a) 从国内外大型煤成油盆地来看,它们均形成于深覆水森林泥炭沼泽相和低位泥炭沼泽相,煤系地层厚度多在1000 m以上,且分布广泛,煤层累计厚度也在40~100 m。瓦窑堡煤系尽管形成于深覆水森林泥炭沼泽环境,但仅局部范围分布,煤系厚度薄,煤系最发育处的煤层厚度只有4.5 m,仅相当于世界典型煤成油盆地煤系煤层累计厚度的1/10~1/20,因此瓦窑堡煤系缺乏形成大型油藏的基本条件。

b) 煤系有机质的显微组分组成和特征是煤系生烃潜力的物质基础。瓦窑堡煤系煤含有数量可观的富氢显微组分,仅类脂组含量就高达10%以上,且基质镜质体中有近40%为富氢镜质体类型,因此具有良好的油气生成潜力。地球化学结果也说明了瓦窑堡煤系煤是优质油源岩,但煤系泥岩为差生油岩。煤系处于低熟-成熟阶段,镜质体反射率在0.5%~0.8%之间,主要生油显微组分孢子体的生油门限大致在0.6%左右,主生油期在0.9%~1.1%之间,富氢基质镜质体有两次生油高峰,分别是0.5%~0.6%和1.0%左右,所以瓦窑堡煤系尽管生油潜力高,但主要生油显微组分仅仅进入生油门限,尚未进入大量生油期,难以形成油藏,煤系的含油性主要来自煤中的富氢基质镜质体的贡献。

c) 煤的热模拟实验结果显示:瓦窑堡煤系煤相对倾向于生油,油气生成潜力大,生油温度范围宽,但对液态沥青的吸附量大。

### 参考文献(References)

- 1 韩德馨,杨起. 中国煤田地质学(下册). 北京:煤炭工业出版社,1982[ Han Dexin, Yang Qi. The coal geology of China(bottom volume). Beijing: China Coal Industry Publishing House, 1982]
- 2 李思田,程守田,杨士恭,等. 鄂尔多斯盆地东北部层序地层和沉积体系分析. 北京:地质出版社,1992[ Li Sitian, Cheng Soutian, Yang Shigong, et al. The sequence of strata and sedimentary system analysis in northeast of Ordos basin. Beijing: Geological Publishing House, 1992]
- 3 张泓,白清昭,张笑薇,等. 鄂尔多斯聚煤盆地形成与演化. 西安:陕西科学技术出版社,1995[ Zhang Hong, Bai Qingzhao, Zhang Xiaowei, et al. The formation and evolution of the Ordos basin. Xi'an: Shanxi Science and Technology Publishing House, 1995]
- 4 韩德馨主编. 中国煤岩学. 江苏徐州:中国矿业大学出版社,1996[ Han Deqing ed. The coal petrology of China. Xuzhou Jiangsu: China University of Mining and Technology Press, 1996]
- 5 王竹泉,潘钟祥. 陕北油田地质. 地质汇报,1933(20):45~81[ Wang Zhuquan, Pan Zhongxiang, The North of Shannxi oil geology. Geological Report, 1933, (20): 45~81]
- 6 Haguebard P A, Birmingham T F and Donaldson J R. Petrography of Canadian coals in relation to environment of deposition. *Symp. Ottawa: Science and Technology of Coal*, 1967. 84~97
- 7 Teichmuller M. The genesis of coal from the viewpoint of coal petrology. *International Journal of Coal Geology*, 1989, 12: 1~87
- 8 Saxby J D, Bennett A J R, Corcran J F, et al. Petroleum generation: Simulation over six years of hydrocarbon formation from torbanite and brown coal in a subsiding basin. *Organic Geochemistry*, 1986, 9: 69~81
- 9 Powell T G. Developments in concepts of hydrocarbon generation from terrestrial organic matter: Proceedings of the Beijing Petroleum Symposium. 1~36
- 10 黄第藩,华阿新,王铁冠,等. 煤成油地球化学新进展. 北京:石油工业出版社,1992. 1~20 [Huang Difan, Hua A'xin, Wang Tieguan, et al. Advances in geochemistry of oil derived from coals. Beijing: Petroleum Industry Press, 1992. 1~20]
- 11 Largeau C. Occurrence and origin of Ultralaminae structure rocks and oil shales. *Organic Geochemistry*, 1991, 16: 889~895
- 12 姚素平,张景荣,王可仁,等. 鄂尔多斯盆地延安组煤有机岩石学研究. 沉积学报,1999, 17(2):291~300 [ Yao Suping, Zhang Jingrong, Wang Keren, et al. Organic Petrology study on the Yan'an formation coal measures in Ordos basin. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1999, 17(2): 291~300]
- 13 徐永昌,沈平,申歧祥,等. 煤系有机质热模拟产物的化学特征及地质意义. 中国科学院兰州地质开放室1986年研究年报. 兰州:甘肃科技出版社,181~190 [ Xu Yongchang, Shen Ping, Shen Qixiang, et al. The chemical character of the simulate products on the organic matter of the coal measure and geological signification. Annual Research Reports of Gas Geochemistry Laboratory 1986 Institute of Lanzhou Geology Academia Sinica. Lanzhou: Gansu Science and Technology Publishing House, 181~190]

## Characteristics of Organic Petrology and Hydrocarbon-generating Potential of Wayaopu Coal Measures

YAO Sur-ping HU Wen-xuan XUE Chun-yan ZHANG Jing-rong CAO Jian

(The Department of Earth Science, Nanjing University, Nanjing 210093)

**Abstract** Wayaopu coal formation is one of the most important coal formations and the earliest idea of oils from terrigenous deposit possibly originated from it. Based on the research results of the organic petrology and coal petrology, it is formed to peat bog facies in deep underwater forest, the coals contain high-content liptinites, and the desmocolinites are the main type of vitrinite group of the coals and the desmocolinites have higher petroleum potential. Organic geochemistry shows that the kerogen type of Wa Yao Pu coal formations is  $\text{I}_1$ , lower-middle maturity. The result of thermal simulation experiment on the coal shows that the coal has higher oil production, but it is difficult to form industrial oil-gas accumulation because of the low potential oil generating ability of the darker mudstones and the low maturity of the main macerals in the coal, and small scale and thin coal-beds of the coal in spite of its high potential oil generating ability.

**Key words** Wayaopu coal measure, organic facies, maceral, hydrocarbon from coal

## 塔里木及周边盆地(山)动力学与油气聚集 学术研讨会在库尔勒召开

2004年7月26~28日在新疆维吾尔自治区库尔勒塔里木油田召开了塔里木及周边地区盆地(山)动力学与油气聚集学术研讨会。此次会议由中国地质学会沉积地质专业委员会、中国石油塔里木油田分公司、中国矿物岩石地球化学学会沉积专业委员会、国家自然科学基金委员会、国际岩石圈计划中国委员会、中国科学院地质与地球物理研究所共同主办,由中国石油塔里木油田分公司承办。孙枢、贾承造、刘宝2、钟大赉院士以及中国科学院资源与环境科学技术局范蔚茗局长应邀参加了会议。与会正式代表60余人分别来自中国科学院地质与地球物理研究所、广州地球化学研究所、兰州地质研究所、中国石油勘探开发研究院、成都理工大学、中国地质大学、西南石油学院、石油大学(北京)及中国石油塔里木油田分公司。

由于塔里木盆地已成为我国油气资源战略接替区,“西气东输”举国关注。同时,作为大陆动力学研究的天然实验室,塔里木及周边地区盆山的动力学研究近年来已成为国际地学界的热点之一。此次会议以塔里木盆地油气勘探中面临的沉积学与盆地动力学问题为主要议题,以主题报告、学术研讨的方式对塔里木山前地区碎屑岩储层与成藏、盆山过渡带地质结构与深部构造、盆地类型、驱动机制与油气形成演化、盆山系统动力学及塔里木台盆区碳酸盐岩储层与油气聚集等问题开展讨论。

此次会议历时两天半。首先由塔里木油田分公司长期坚持一线工作的孙龙德总经理、宋文杰、周新源副总经理对塔里木油田勘探开发研究现状作了详细的介绍,提出了塔里木油气勘探中存在的主要问题。钟大赉院士、刘家铎、彭平安、赵文智、顾家裕、朱国华等数十位专家分别作了主题报告。大会主题报告结束后,由973项目首席科学家王清晨研究员和赵文智教授分别就塔里木油气勘探中所存在的问题作了点评。通过60多位与会代表围绕塔里木盆地存在的重大地质问题的研讨和研究成果的展示,在塔里木盆地构造演化、生烃源岩问题复杂、勘探目的层沉积体系及寻找大油气田领域四个方面初步达成共识,并充分肯定了这种产、学、研结合研讨方式,希望今后沉积学会与油田部门加强合作,有针对性、有目标地进行了学术讨论,加强构造、沉积、地球化学的综合研究。

(本刊)