

# 西北地区油页岩地质特征、资源现状 及其开发利用条件分析

白云来 马 龙 吴武军

(中国石油勘探开发研究院西北分院,甘肃 兰州 730020)

**摘要:**中国西北地区预测和查明的油页岩总资源/储量至少是 400 亿 t,折合页岩油约 20 亿 t,探明的储量多为小型—中型规模。油页岩矿床主要有 3 种类型:中、晚石炭世滨浅海相沉积矿床、晚二叠世湖湾—湖相沉积矿床以及中生代内陆湖泊相沉积矿床。不同矿区面积相差较大,油页岩单层厚度一般为 1~5 m,总厚度在不同矿区变化也较大。油页岩多为褐黑色、黑色,略具油脂光泽,含油率 5%~10%,矿体多呈层状展布,中、晚石炭世和侏罗纪形成的油页岩矿床多与煤层共生,时代越新,油页岩稀土元素丰度越高。西北地区已查明的油页岩矿均位于大、中城市附近,具有较好的开发利用前景,内蒙古巴格毛德地区是很有远景的找矿区。

**关键词:**西北地区;油页岩;资源现状;地质特征;开发利用

**中图分类号:**P618.12 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2007)06-1109-06

油页岩这种成本相对较高的非常规油气资源早在 20 世纪中叶就被中国大量开发利用。广东茂名油页岩成为中国重要的化工基地。油页岩提炼出的页岩油(相当于原油,下同)当时可占到全国原油产量 60%<sup>[1]</sup>,只是由于后来成本相对低廉的大型、超大型陆相盆地油田的相继开发利用成功,它们才被逐渐忘却。但长期以来,辽宁抚顺和广东茂名两家大型油页岩企业仍利用油页岩炼油和发电,他们所利用的油页岩含油率较高<sup>[2]</sup>。近年来,石油供应日益紧张、价格不断高涨,油页岩又回到人们的视野之中。最近,从上到下都重新重视油页岩资源,重新勘探和开发利用油页岩资源,有的地方甚至已进入实施阶段,一些国外石油大公司也涉足中国一些省区的油页岩勘探和开发。世界上利用油页岩的国家也正逐渐增多,如爱沙尼亚利用油页岩发电和供热,供应全国 92% 的电力,并利用约 100 万 t 油页岩用于提取页岩油<sup>[3]</sup>。目前开采和利用油页岩的技术和方法比较成熟的首先为俄罗斯,其次是美国和加拿大<sup>[4-6]</sup>。一般认为,油页岩是能分馏出相当数量石油的一种“岩石”,有机质含量比较高(大于 15%),灰分高(大于 40%),可燃烧,通常含油率大于 3.5%,发热量 4.18~16.7 MJ/kg,约是煤的一半。含油率和发热量是评价油页岩的重要指标<sup>[3,4,6]</sup>。世界已探明的油页岩资源折算成页岩油,资源量大于目前世界天然原油的资源

量<sup>[2,4-6]</sup>,这不能不说是一个极其诱人的能源利用新领域,相信随着油页岩勘查程度的提高以及开发利用技术的日臻成熟,它的开发和利用将会出现新局面。

中国是油页岩资源比较丰富的国家,油页岩在黑龙江、吉林、内蒙古、辽宁、山东、山西、河南、四川、河北、江苏、浙江、江西、河南、湖北、广东、广西、云南、陕西、宁夏、甘肃、新疆、青海、西藏等地区都有分布<sup>[2,4]</sup>。目前中国已探明油页岩储量为 374 亿 t,仅次于美国、巴西和爱沙尼亚,居世界第四位,资源量达上千亿吨。

## 1 西北地区油页岩的基本特征

笔者研究仅涉及中国西北部(包括内蒙古西部、宁夏、甘肃、青海及新疆等地区)的油页岩赋存状况及基本特征。这些地区多属高原、荒漠或戈壁地貌景观,干旱少雨,相对于东部地区而言,经济比较落后。但除内蒙古苏红图盆地东北部的乌拉特后旗巴格毛德油页岩矿外,其他各矿点附近均有铁路和公路通过,交通较为便利,更重要的是,上述部分矿床位于大中城市附近,开发利用条件较好。笔者在广泛收集前人资料的基础上,通过野外踏勘、地质填图、探槽揭露等工作,初步查明了 11 处油页岩矿的赋存分布规律、质量情况、储量规

收稿日期:2007-04-02;改回日期:2007-07-18

基金项目:中国石油“西北地区油页岩资源调查与评价”项目(2004121611)的部分成果。

作者简介:白云来,男,1957 生,博士,教授高级工程师,长期从事区域构造与岩石学、成矿学方面的研究工作,现主要从事盆地分析和油页岩资源方面的研究工作;E-mail:bailey6666@sina.com。

模及保存利用状况(图1,表1~2)。

1.1 西北地区油页岩资源/储量

调查表明:西北地区油页岩总资源量/储量至少是400亿t,折合页岩油约20亿t(表1)。其中,探明工业储量9.8亿t,折合页岩油0.6亿t,埋藏深度300m以上的探明储量7.6亿t,查明资源量35.3亿t,探明储量约占西北总资源量、储量的

2.4%,占全国探明储量(374亿t<sup>油</sup>)的2.6%。这既表明西北地区油页岩勘查程度较低,也表明其勘查开发潜力较大。

1.2 西北地区油页岩的形成时代及大地构造背景

西北地区目前发现的油页岩主要分布于晚古生代和中生代不同类型盆地(滨海盆地及内陆湖泊)的边缘,一般埋深较浅,特征如下:

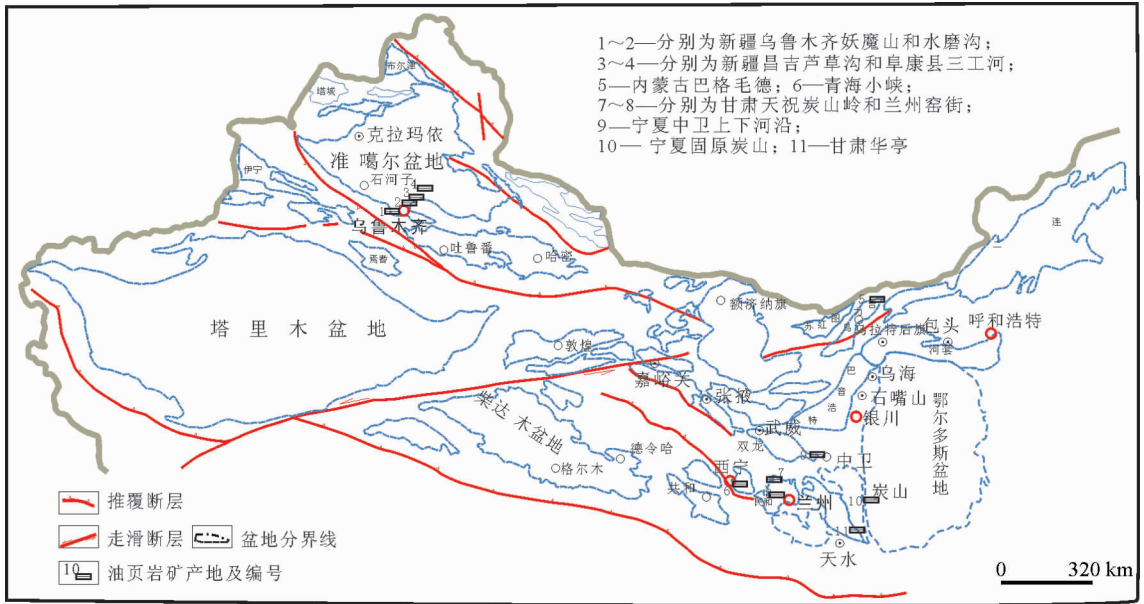


图1 中国西北油页岩矿分布

Fig.1 Distribution of oil shale deposits in northwestern China

表1 西北地区各油页岩产地资源量/储量统计

Table 1 Statistics of resources/reserves of various oil shale producing areas in northwestern China

产地	潜在资源量 (亿 t)	探明或控制的基础储量(亿 t)			资源量(亿 t)	
	预测的、内蕴经济的(334)	探明的、经济的(121b)	控制的、经济的(122b)	控制的、次边际经济的(2M22)		合计
甘肃兰州窑街		1.8			1.8	
甘肃天祝炭山岭		2.68			2.68	
青海西宁小峡		0.45			0.45	
宁夏中卫上下河沿	4		0.04		0.04	
新疆乌鲁木齐妖魔山			1.2	0.97	2.17	
新疆乌鲁木齐水磨沟				0.97	0.97	8.8(控制)
新疆米泉芦草沟				0.89	0.89	
新疆吉木萨尔韭菜园子	37.26					
新疆阜康三工河	44					
内蒙巴格毛德	300		0.8		0.8	26.5(推断)
宁夏固原炭山	11					
合计	396.26				9.8	35.3
中国西北地区油页岩 总资源/储量(亿 t)			441.36			

(1)晚古生代油页岩主要形成于古华北板块西南被动大陆边缘的滨海盆地及塔里木与准噶尔古板块缝合后的内陆湖泊环境中。前者以宁夏中卫地区的上下河沿油页岩(形成时代为中、晚石炭世羊虎沟组、太原组沉积期)为例,后者以新疆乌鲁木齐—吉木萨尔地区的油页岩(形成时代为晚二叠世)为例。宁夏中卫地区上下河沿油页岩现分布于六盘山盆地北缘,但张泓等<sup>[2]</sup>研究表明,油页岩形成时的环境为晚古生代被动大陆边缘的继承性滨海盆地。

(2)中生代油页岩主要形成于华北古板块与华南古板块拼贴后的内陆湖泊。这些内陆湖泊发育主要受东侧的伊泽奈崎古大洋板块和南侧的特提斯古大洋板块的俯冲作用影响。宁夏炭山地区的油页岩形成于鄂尔多斯湖盆的西部,其形成时代为中侏罗世延安组沉积期,湖盆南部铜川等地的油页岩形成时代为晚三叠世延长组沉积期;窑街、炭山岭及小峡油页岩形成于民和盆地及与其有成因联系的西宁盆地中<sup>[4]</sup>,形成时代均为中侏罗世窑街组沉积期;内蒙古巴格毛德油页岩形成于苏红图盆地东北边缘,形成时代为早白垩世晚期巴音戈壁组沉积期;宁夏涇源油页岩分布于六盘山盆地南缘,形成时代也为早白垩世晚期六盘山群马东山组沉积期(表 2)。

1.3 西北地区油页岩的矿床类型及地质特征

西北地区油页岩矿床主要有 3 种类型:(1)中、晚石炭世

滨浅海相沉积矿床;(2)晚二叠世湖湾-湖相沉积矿床;(3)中生代内陆湖泊相沉积矿床。

矿床多形成于滨浅海盆、陆相裂谷-凹陷型内陆湖、断陷-凹陷型山间湖及山前湖中,古气候为温湿及亚热干湿交替过渡环境,古植物多为华夏拟鳞木(中、晚石炭世)、安哥拉植物群(晚二叠世)、凤尾银杏、似木贼、新芦木、锥叶蕨(中侏罗世)及松柏(早白垩世)等。不同矿区面积相差较大,一般为 3.3~520 km<sup>2</sup>,油页岩单层厚度较小,一般为 1~5 m,总厚度在不同矿区相差比较大(表 2),如新疆妖魔山油页岩矿区油页岩总厚达 71 m,而宁夏炭山油页岩总厚仅 4 m 多。

中国东部油页岩多呈浅灰黄色、浅褐色<sup>[2]</sup>。西北地区油页岩多为褐黑色、黑色。总之,西部比东部油页岩颜色深,略具油脂光泽,层状构造,参差状、贝壳状断口,硬度较小,指甲可刻之,见明显的褐色亮痕,油脂光泽十分明显。片理发育,风化后呈棕褐色纸片状,有的能直接燃烧。肉眼观察(以窑街油页岩为例)层面比较光滑,其上见植物碎片。油页岩主要由粘土矿物组成。镜下观察为具粒状、显微鳞片状变晶结构、变余粉砂-泥质结构,板状构造,主要矿物为绢云母及粘土矿物(含量 55%~60%),其次为石英及长石(含量分别为 10%~15%),二者粒径一般小于 0.06 mm,白云母及黑云母含量 15%~20%。绢云母为鳞片状变晶矿物,定向排列。岩石轻微变

表 2 西北地区油页岩矿床主要地质特征

Table 2 Main geological characteristics of oil shale deposits in northwestern China

时代	代表性矿床	盆地类型	沉积环境	古气候条件	古植物组合	油页岩特征				
						层数	厚度/m	含油率/%	面积/km <sup>2</sup>	共生煤级
早白垩世	内蒙古巴格毛德	裂谷-凹陷型	内陆湖	温带-亚热带干湿交替过渡	松柏, 克拉梭粉-粒面球藻	6	49.4	6	预测 520 查明 42	
中侏罗世	表海小峡	断陷-凹陷型	山间湖	温带潮湿	凤尾银杏 锥叶蕨	2	4.28~6.18 平均 5.06	7.85	5.015	长焰煤
	甘肃窑街	断陷-凹陷型	山间湖	温带潮湿	似木贼 新芦木 锥叶蕨	4	8.35~11.36 油一 油二 4.73 合计 30.73	油一 4.6 油二 8~9	19	长焰煤 不粘煤
	甘肃炭山岭	断陷-凹陷型	山间湖	温带潮湿	似木贼 新芦木 锥叶蕨	2	11.6	5.98~7.98	10.375	长焰煤
	宁夏炭山	前陆盆地	山间湖	温带潮湿	银杏, 真蕨	4	4.22	11.2	300 (预测)	长焰煤
晚二叠世	乌鲁木齐妖魔山	山前凹陷	湖湾	温带半潮湿	安加拉	10	71 (单层 2~5)	5.79~8.14	3.3	
	新疆米泉、芦草沟	山前凹陷	湖湾	温带半潮湿	安加拉	23	66.18 (单层 2~10)	7.08	11.49	
	新疆水磨沟	山前凹陷	湖湾	温带半潮湿	安加拉	23	47 (单层 2~10)	5.4~10.3	4.34	
晚石炭世	宁夏上下河沿	滨浅海盆地	滨海湖	热带-亚热带潮湿	华夏拟鳞木(淡水瓣鳃类)	6	油 1 + 油 32.1 (单层 1)	8.9	4.68	无烟煤

注:据参考文献[2],有补充。

表 3 中国西北地区油页岩微量元素和稀土元素分析  
Table 3 Trace element and REE abundances of oil shale in northwestern China

		微量元素													
采样地	样品编号	Au	Ag	As	Ba	Co	Cu	Cs	Mo	Ni	Pb	Se	U	V	Zn
小峡矿区	XX-1	1.8	87	38.3	466	6.9	39.4	9	2.66	25	31.4	1	5.6	43.5	65.6
	XX-2	2.5	92	23.4	304	9.4	31.8	5	3.11	49.9	168	1.01	5	30.8	85.7
炭山岭矿区	TSL-1	10.6	160	21.5	1018	13.1	42.3	17.5	2.29	33.5	26.5	0.81	6.3	76	89.9
	TSL-4	5.2	178	23.4	286	10.9	37.4	15.1	1.45	26.8	22.7	1.04	4.6	67.4	106
窑街矿区	YJ-1	4	127	17.6	267	12.5	29.8	6.9	1.29	31.1	28.6	2.94	12.9	61.3	102
	YJ-3	2.1	299	4.8	432	3.8	39.9	16.9	1.24	8.2	29.7	0.12	5.3	22.6	24.3
巴格毛德矿区	BGMD-1	2.8	79	18	526	16.8	36.7	7	1.68	39.1	27.7	0.46	6.3	64.2	83
	BGM-2	2.4	49	7.7	386	19.6	27.4	1.8	0.91	46.2	10.6	0.07	1.9	60	59.7
上下河沿矿区	SXHY-1	4.8	107	40	630	21.3	49.8	10.6	1.05	61.2	28.2	0.73	4.5	82.7	95.2
地壳元素丰度		4	70	1.8	390	25	55	3	1.5	75	12.5	0.05	2.7	135	70
		稀土元素													
采样地	样品编号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Lu	
小峡矿区	XX-1	31.4	50	6.5	25.6	5.1	1.16	4.12	0.66	3.43	0.63	1.86	0.3	0.28	
炭山岭矿区	TSL-1	26.8	56	6.9	27	5.7	1.2	5.28	0.93	4.85	0.94	2.74	0.45	0.39	
窑街矿区	YJ-1	54	101	12.4	49.6	10.6	2.33	9.86	1.65	9.07	1.77	5.44	0.96	0.8	
巴格毛德矿区	BGMD-1	54.4	108	13.4	52.2	10.7	1.99	9.99	1.73	9.54	1.81	5.27	0.82	0.69	
上下河沿矿区	SXHY-1	42	78	9.7	35.9	6.8	1.45	5.74	0.96	5.08	1.02	3.1	0.54	0.46	
北美页岩		32	73	7.9	33	5.7	1.24	5.2	0.85	6	1.04	3.4	0.5	0.48	
球粒隕石		0.3	0.91	0.12	0.64	0.2	0.07	0.26	0.05	0.3	0.08	0.2	0.03	0.03	

注:由国土资源部西安测试中心分析;地壳元素丰度为泰勒值<sup>①</sup>,Au、Ag单位为 $10 \times 10^{-9}$ ,其他元素单位为 $10 \times 10^{-6}$ 。

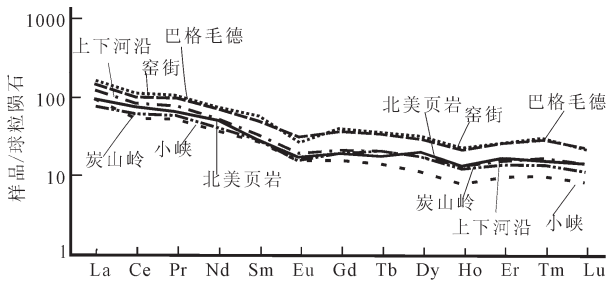


图 2 中国西北地区油页岩稀土分配型式图  
Fig.2 REE distribution patterns for oil shale in northwestern China

质,原岩为云母粉砂质泥岩(中国地质调查局西安地质矿产研究所宋建勋提供镜下鉴定特征)。

矿体多呈层状展布,含油率 5%~10%,探明的储量多为小型—中型规模。中、晚石炭世和侏罗纪形成的油页岩矿床多与煤层共生(表 2)。

1.4 西北地区油页岩主量元素及微量元素特征

西北地区油页岩物质组成主要为 SiO<sub>2</sub> (含量为 33%~72%)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (含量为 8.51%~21.43%),与抚顺等地油页岩(SiO<sub>2</sub> 含量为 61.59%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量为 23.36%<sup>②</sup>)相比,除准噶尔盆地南缘水磨沟地区油页岩的 SiO<sub>2</sub> 含量偏高外,其他地区 SiO<sub>2</sub>、

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量均偏低。这表明油页岩灰分较低,一般小于 83% (油页岩灰分含量的上限值,高于此值则为含油页岩<sup>③</sup>)。西北地区油页岩的稀土元素和微量元素见表 3。

稀土元素分配型式(图 2)与太古宙后沉积岩的稀土分配型式一致,分配曲线相互平行,其 La<sub>N</sub>/Yb<sub>N</sub> 值为 13.6±2,具有铈异常,δEu 值为 0.67±0.05,表明油页岩时代越新稀土元素丰度越高,与北美页岩稀土分配型式类似。

一般认为油页岩形成于闭塞海湾或湖沼环境,除产出较多的有机质外,往往还伴生镍、钼、钒、铀、贵金属、铂族元素、稀土元素等综合性矿产。西北地区油页岩微量元素丰度与泰勒值<sup>④</sup>相比,除 As、Se 较高外,其他元素未见明显富集,V/Ni 值普遍大于 1。

西部地区油页岩多属高 H/C、低 O/C 类型,而且随着时代变新,其 H/C 有增高的趋势(表 4)。

2 开采开发可行性分析

小峡、窑街和炭山岭油页岩工业储量达 4 亿 t。小峡油页岩总厚约 5 m,质量较好,保存完整,含油率达 7.8%;窑街油页岩总厚约 31 m,其中油 4 厚 4.73 m;炭山岭油页岩厚约 12 m,工业储量 2 亿 t。窑街和炭山岭油页岩因采煤均有一定程度的破坏,需要用新的技术方法进行开采,另外在采煤新区,可与煤矿同时综合开采油页岩,其开采深度可适当增加。

乌鲁木齐附近的水磨沟、妖魔山、芦草沟、三工河、韭菜



表4 中国西北地区油页岩部分地球化学特征  
Table 4 Geochemical characteristics of oil shale in northwestern China

采样地	层位	颜色	有机质 (%)	H/C	O/C	发热量 (J/g)	成熟度	有机碳 (%)	生油潜力 (S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub> ) (千克/每吨岩石)
中卫	C <sub>2+3</sub>	深灰—灰黑	23.83	1.37	0.23	21 760	未熟		
小峡	J <sub>2</sub>	灰褐—深灰	47.95	1.44	0.24	10 491	未熟	30.45	159.98
窑街	J <sub>2</sub>	深灰—灰黑	17.56	1.56	0.63	9 100	未熟	9.48	13.95
乌鲁木齐	P <sub>2</sub>	深灰—灰黑	22.33	1.17	0.10	6 429	生油	13.10	73.02

园子等油页岩矿的工业储量4亿t,预测资源量114亿t,由于环境及开采技术等方面的原因,目前还没有开发利用。其中,水磨沟油页岩厚47m,妖魔山油页岩厚71m,芦草沟油页岩厚66m,三工河油页岩厚281m,样品含油率一般为3.69%~13.7%。

兰州窑街、天祝炭山岭、西宁小峡、乌鲁木齐妖魔山、水磨沟及米泉芦草沟等油页岩矿均位于大、中城市附近,具有较好的开发利用条件,如果开采方法得当,并注意保护环境,开采这些油页岩矿均马上可见经济效益。

原地矿部门于1958年对内蒙古巴格毛德矿区油页岩进行了普查,后来又进行了部分钻探。巴格毛德矿区矿层由6个单层组成,总厚度约50m,已探明储量8119万t,预测资源量为300亿t,含油率为10%~15%,最高可达25%,发热量14.63~16.72MJ/kg,挥发成分达49%~85%,物理测定质量良好,开采利用价值很高。该矿区构造简单,矿层出露较好,厚度大,较稳定,倾角较缓(6~8°),水文地质条件简单,0~300m露天开采的剥采比为0.53m<sup>3</sup>/t,适合于露天开采。

### 3 结论

西北地区目前发现的油页岩主要分布于晚古生代和中生代不同类型盆地(滨海盆地及内陆湖泊)的边缘,一般埋藏较浅,利于勘探和开采。油页岩矿床主要有3种类型:中、晚石炭世滨浅海相沉积矿床、晚二叠世湖湾—湖相沉积矿床以及中生代内陆湖泊相沉积矿床。油页岩多为褐黑色、黑色。除准噶尔盆地南缘的水磨沟地区油页岩的SiO<sub>2</sub>含量偏高外,其他地区SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量均偏低,表明油页岩灰分较低。除As、Se含量较高外,其他元素未见明显富集。矿体多呈层状展布,含油率5%~10%,探明的储量多为小型—中型规模。中、晚石炭世和侏罗纪形成的油页岩矿床多与煤层共生。

调查表明,中国西部地区有较丰富的油页岩资源。兰州窑街、天祝炭山岭、西宁小峡、乌鲁木齐妖魔山、水磨沟及新疆米泉芦草沟等油页岩矿均位于大、中城市附近,具有较好的开发利用前景。如果开采方法得当,开采这些油页岩矿均马上可见经济效益。内蒙古巴格毛德地区是很有远景的找矿区。

笔者在本文中引用了甘肃省、青海省以及内蒙、宁夏、新疆等自治区国土资源厅油页岩矿资料;在新疆工作期间,新疆地调局朱峡高级工程师(处长)、冯京教授级高级工程师(处长)曾给与多方面的帮助,特表感谢!

### 参考文献(References):

- 王慎余, 许家朋, 王振海. 我国油页岩资源开发利用状况及发展对策[J]. 中国地质经济, 1992, 5:16-19.  
Wang Shenyu, Xu Jiapeng, Wang Zhenhai. Present state of China's oil shale development and utilization [J]. Geological Economy of China, 1992, 5:16-19(in Chinese with English abstract).
- 关德师, 牛家玉, 郭丽娜, 等. 中国非常规油气地质 [M]. 北京:石油工业出版社, 1995. 228-287.  
Guan Deshi, Niu Jiayu, Guo Lina, et al. Unconventionality Oil and Gas Geology in China[M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 1995: 228-287(in Chinese).
- 袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 矿床学 [M]. 北京:地质出版社, 1979: 327-329.  
Yuan Jian qi, Zhu Shangqing, Zhai Yusheng. Mineral Deposits[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1979:327-329(in Chinese).
- 刘招君, 柳蓉. 中国油页岩特征及开发利用前景分析 [J]. 地学前缘, 2005, 12(3):315-323.  
Liu Zhaojun, Liu Rong. Oil shale character and exploitation & utilization prospect[J]. Earth Science Frontiers, 2005,12(3):315-323 (in Chinese with English abstract).
- Smith J W. Oil shale resources of the United States [J]. Mineral and Energy Resources, 1980, 23(6):15-23.
- 赵应泰, 刘文彬. 外国油页岩综合利用进展 [J]. 地球科学进展, 1992, 7(2):49-50.  
Zhao Yingtai, Liu Wenbin. Advance in synthesized using of oil shale in foreign countries [J]. Advance in Earth Science, 1992, 7(2): 49-50(in Chinese with English abstract).
- 赵隆业, 陈基娘, 王天顺. 我国油页岩的成分和品级划分[J]. 现代地质. 1995, 5(4):423-429.  
Zhao Longye, Chen Jiniang, Wang Tianshun. Grade dividing and composition of shale in China [J]. Geoscience, 1991, 5(4):423-429 (in Chinese with English abstract).
- 张泓, 白清昭, 张笑微, 等. 鄂尔多斯聚煤盆地形成与演化[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 1995.  
Zhang Hong, Bai Qingzhao, Zhang Xiaowei. Formation and Evolution of the Ordos Coal-Forming Basin [M]. Xian:Shaanxi Science and Technology Press, 1995(in Chinese).
- 左国超, 刘义科, 李相博. 蒙甘青宁地区侏罗纪盆—山构造格局及

原型盆地沉积特征[J]. 地质通报, 2004, 23(3):261-271.

Zou Guochao, Liu Yike, Li Xiangbo. Jurassic basin-range tectonic pattern and depositional features of prototype basins in the Inner Mongolia-Gansu-Qinghai-Ningxia region [J]. Geological Bulletin

of China, 2004(23) 3:261-271(in Chinese with English abstract).

[10] 赵伦山, 张本仁. 地球化学[M]. 北京:地质出版社, 1979:174-187.  
Zhao Lunshan, Zhang Benren. Geochemistry [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1979:174-087(in Chinese).

## Geological characteristics and resources/reserves of oil shale in northwestern China and its exploitation and utilization conditions

BAI Yun-lai, MA Long, WU Wu-Jun

(Northwest Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Petrochina, Gansu 730020, China)

**Abstract:** The total predicted resources and identified reserves of oil shale in northwestern China are at least 40 billion t, equivalent to ~2 billion t of shale oil. The demonstrated reserves are mostly of small or medium size. Oil shale deposits in northwestern China may be classified into the following three types: Mid-Late Carboniferous littoral-neritic sedimentary deposits, Late Permian lake and lake-bay sedimentary deposits and Mesozoic inland lake sedimentary deposits. The oil shale districts differ in area significantly; and the thickness of a single bed of oil shale generally ranges from 1 to 5 m and the total thickness also changes significantly in different oil shale districts. Oil shale is commonly brownish black and black with a slight greasy luster, and its oil content is 5-10%. Oil shale mostly occurs as beds. The oil shale formed in the Mid-Late Carboniferous and Jurassic commonly occurs in association with coal beds. The younger the oil shale is, the higher its REE abundance will be. All the identified oil shale deposits in northern China are located near large and medium-sized cities and have good prospects for exploitation and utilization. The Bag Maode area, Inner Mongolia, is very promising for oil shale.

**Key words:** Northwest-China; Oil shale; Resources actuality; exploration and utilization

---

**About the first author:** BAI Yun-lai, male, born in 1957, doctor and senior engineer, has long engaged in the study of regional structure, petrology and metallogenesis and now mainly undertakes basin analysis and oil shale resource research; E-mail: baiyl6666@sina.com.