



山东省油页岩资源特征及开发利用前景

薛成, 邢楠, 赵赫, 杨栋栋, 曹治国

(山东省第五地质矿产勘查院, 山东 泰安 271021)

摘要:随着石油资源可用量的不断减少,页岩气、油页岩、油砂与稠油作为一种新能源,近年来备受人们的重视。山东省存在着丰富的油页岩资源。近年来笔者通过收集前人相关资料、野外地质填图、钻探编录、典型矿区考察、关键样品化验分析等手段对其进行了初步研究,初步认识了山东地区油页岩的资源特征及其形成环境,对未来山东地区油页岩矿的预测及潜力的评价具有一定的指导与借鉴作用。

关键词:油页岩;新能源;矿床类型;开发前景;储量;山东省

中图分类号:P618.51

文献标识码:A

0 引言

油页岩是一种重要的能源矿产资源,它不仅可以制取页岩油及相关石油化工产品,而且可以作为燃料用来发电、取暖和运输,还可以作为建筑材料和化肥等。

近年来山东省积极开展油页岩、页岩气、煤层气等非常规能源的调查评价和勘查工作,在非常规能源开发利用方面逐渐走在了全国前列。目前山东能源龙口矿业集团已在龙口矿区投产两期项目,2010年已实现页岩处理能力60万t/a,年产页岩油5.5万t,半焦40万t的生产规模,发电1381万kW·h,实现销售收入2.43亿元,2012年山东能源龙矿集团引进小颗粒炼油技术,实现了油页岩产量的大幅攀升。自2010年起山东易高油母页岩开发有限公司与辽河油田合作在泰安市房村地区先后钻探了3个油页岩试验孔,取得了良好试油效果。山东省第五地质矿产勘查院自2011年起在昌乐盆地、泰莱盆地开展了多项油页岩矿勘查工作,目前已在泰安市姚庄地区油页岩矿勘查中取得了预期成果。

1 山东省油页岩的主要特征

1.1 资源潜力大探明程度低分布不均匀

调查资料表明:山东省油页岩总资源/储量约 $1\ 803.93 \times 10^8$ t,折合页岩油约 94.61×10^8 t,其中,探明、控制的油页岩经济储量 67.58×10^8 t,折合页岩油约 4.05×10^8 t(埋深500 m以上),探明油页岩储量比例明显偏低,主要分布于济阳拗陷,约占83.2%(表1)。山东省油页岩赋存地区主要为平原,部分分布于低山丘陵地区;油页岩赋存深度差别较大,主要位于500 m以浅(表2)^[1-4]。数据表明山东油页岩不仅勘查程度低,而且分布极不均匀。但同时表明其勘查开发潜力较大,且开发利用前景较有利。

表1 山东省主要含油页岩盆地资源量估计

矿区名称	济阳拗陷	泰莱盆地	大汶口盆地	汶东盆地	黄县盆地	济宁盆地	五图盆地	胶莱盆地
油页岩矿石量 10^8 t	1500	100	25	60	7.58	0.7	100	10.65
页岩油资源量 10^8 t	75	5	0.75	3	1.05	0.11	8.4	1.3

1.2 油页岩的时空分布特征

目前,山东省已发现的油页岩主要分布于中生代和新生代拗陷盆地和断陷盆地,盆地内主要为新生代地层,一般埋深较浅,分布在鲁北、鲁东、鲁中、

收稿日期:2013-07-09;修订日期:2013-07-30;编辑:曹丽丽

作者简介:薛成(1985—),男,山东泰安人,助理工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:xuezaixuan@126.com。

表2 山东省油页岩矿床主要地质特征

主要地区	济阳 拗陷	汶东 盆地	泰莱 盆地	大汶口 盆地	五图 盆地	黄县 盆地	济宁 鲍家店	兖州 南屯	胶莱 盆地
赋存层系	EjS	EgD ₂	EgD ₂	EgD ₂	EwL	EwL	C ₂ T	C ₂ T	Ew
盆地构造样式	断陷 拗陷	拗陷	断陷	拗陷	拗陷	断陷	拗陷	拗陷	断陷
沉积环境	深湖- 半深湖相	深湖 相	河湖 相	深湖 相	淡水 湖沼相	浅湖-半 深湖相	滨岸- 沼泽相	滨岸- 沼泽相	湖泊- 沼泽相
油页岩 产出状态	单独 存在	单独 存在	单独 存在	单独 存在	与煤 伴生	与煤 伴生	与煤 伴生	与煤 伴生	与煤 伴生
颜色	深灰色 棕褐色				棕褐色 棕黄色	褐黑色 棕黑色	灰色 灰黑色	灰色 灰黑色	
埋深/m		300 ~ 500	450 ~ 600	300 ~ 700	200 ~ 850	60 ~ 1000	400 ~ 600	360 ~ 710	
平均含 油率/%	5	5	5	5	8.36	13.82	11.98	16.51	12.17
最高含 油率/%					17.28	18.49	14.53	17.23	
平均 灰分/%					59.61	58.45	47.39		
平均发 热量/%					10.04	11.66			

鲁西等地区。主要含油页岩盆地有:济阳拗陷、汶东盆地、泰莱盆地、大汶口盆地、五图盆地、黄县盆地、济宁-兖州凹陷、胶莱盆地等(图1)。

山东省含油页岩盆地的形成和演化均受大地构造控制,是构造演化阶段的产物。从油页岩沉积环境成因角度可以划分为湖泊-沼泽油页岩、湖成油页岩和滨岸-沼泽油页岩;从有机成因角度,可以划分为腐泥型油页岩、腐殖腐泥型油页岩和腐泥腐殖型油页岩。湖泊-沼泽油页岩沉积于断陷盆地,与煤伴生,多为腐殖腐泥型油页岩和腐泥腐殖型油页岩;而湖成油页岩既可沉积于断陷盆地,也可沉积于拗陷盆地,一般单独存在或为煤层顶板,多为腐泥型油页岩和腐殖腐泥型油页岩;滨岸-沼泽油页岩沉积于拗陷盆地,与煤伴生,多为腐殖腐泥型油页岩和腐泥腐殖型油页岩。

1.3 油页岩的矿床类型

山东省油页岩矿床主要有3种类型:①晚石炭世滨岸-沼泽相沉积矿床;②新生代内陆湖泊沉积矿床;③新生代湖泊-沼泽沉积矿床。油页岩主要赋存在3层位,分别为古近纪官庄群大汶口组、古近纪五图群及石炭-二叠纪统太原组。

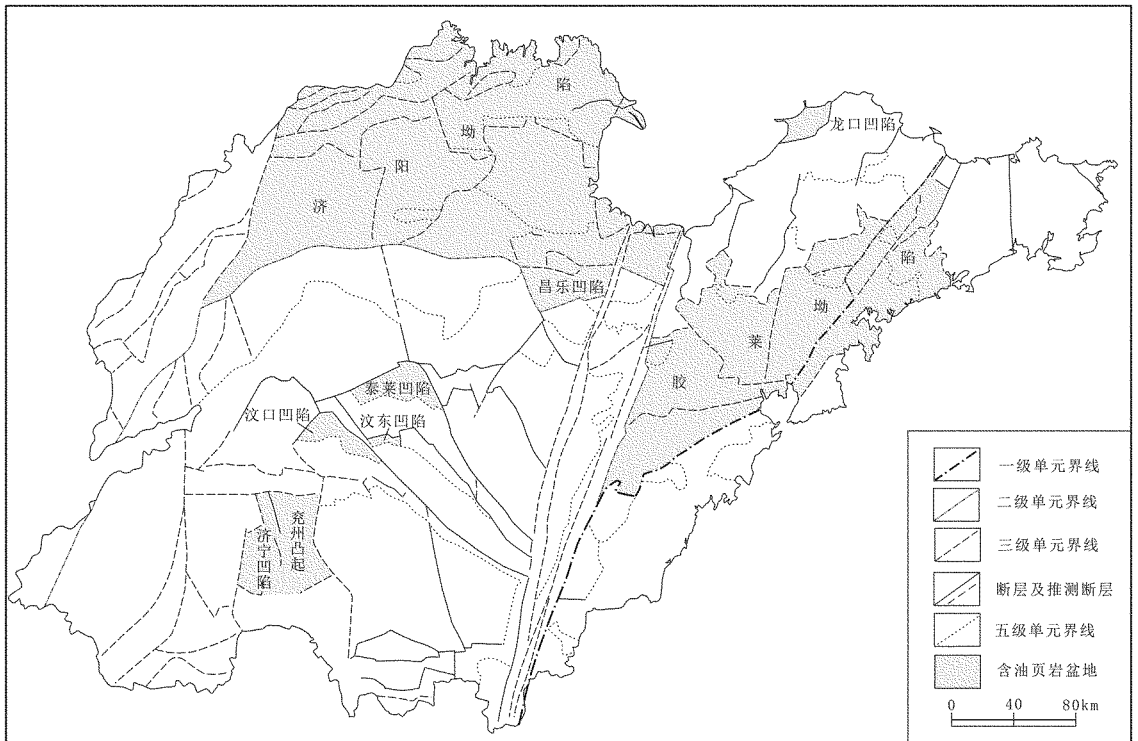


图1 山东省油页岩分布图

山东省晚石炭世古气候受华力西运动影响,沉积了陆棚滨海-陆相的海陆交互的含铝、煤夹碳酸盐岩的月门沟群。生物化石非常丰富,既有海相的

蜓类、腕足类、珊瑚、头足类、腹足类,又有陆相的植物。晚白垩世晚期至古近纪,由于太平洋板块向东俯冲,山东省形成一系列断陷盆地,表现为太行山东

断裂和郯城-庐江断裂之间以渤海湾盆地为主体的盆地群。古近纪始新世-渐新世,山东省各断陷湖盆中,沉积了厚达800~1000 m的半深湖-深湖相的暗色泥岩。因此,发育了一系列大-中-小型的含油页岩盆地,如渤海湾盆地、济阳盆地、胶莱盆地、黄县盆地、大汶口盆地、泰莱盆地、汶东盆地等。这些新生代陆相为主的裂谷盆地油页岩资源储量较大,含油率中-高等(表2)。

1.4 油页岩矿层面积及厚度

山东省各盆地油页岩矿层面积相差较大。黄县盆地油页岩矿层面积达200 km²,但大汶口盆地油页岩矿层面积仅20 km²。山东省油页岩矿体多呈层状展布,厚度变化较大,单层厚度变化较大,一般为1.31~50 m,但泰莱盆地油页岩单层厚度可达114 m。不同矿区油页岩总厚度相差也较大,如济宁鲍家店矿区油页岩总厚度仅为1.31 m,但泰莱盆地油页岩总厚度达150 m(表3)。

表3 山东省油页岩矿层面积及厚度

矿区名称	济阳 拗陷	汶东 盆地	泰莱 盆地	大汶口 盆地	五图 盆地	黄县 盆地	济宁 鲍家店	兖州 南屯	胶莱 盆地
矿层累计厚度/m	104		150	50	46.10	6	1.31	1.98	16.80
矿层面积/km ²	150	60	38	20	80	200		17.48	84

1.5 油页岩的宏观特征及物质组分特点

山东省油页岩多呈灰色、黑色、棕褐色,具有粒度细、颜色深和层理发育等特征,特别是棕褐色油页岩的页理发育,有利于烃类的转化和排出。

五图盆地油页岩层面呈褐色油腻状,横断面呈绢丝光泽,黑色光亮的线理均匀分布,结构致密,页片状,层理清晰,极易剥离,常见白色贝壳化石,质量较页岩轻,指甲刻之有亮痕,油页岩燃烧时冒浓烟、长焰,有胶皮味。李家崖组细砂岩粒度累计曲线为2段式,只有跳跃和悬浮组分,表明该时期沉积水体很浅,水动力不强,为滨浅湖或沼泽相沉积^[5]。

黄县盆地油页岩矿石结构致密呈坚硬块状,多表现为粘土结构(泥质结构),层理不发育。锤击有油臭味,油页岩燃烧时火焰呈红色,烟浓且黑,并具有浓烈的沥青味。质地较轻,新鲜断面呈参差状及贝壳状,可见分散状黄铁矿及菱铁矿薄层,含大量介形虫化石,指示了浅湖-半深湖的沉积环境^[4]。

2 山东省油页岩开发利用前景

2.1 山东省油页岩资源量的估计

山东省油页岩含油率中-高等,多属于低灰分、中含油率型油页岩,有机质丰度高,具有较好的生烃潜力,为优质油页岩。

古生代盆地中济宁盆地油页岩的含油率最高,可达16.51%,但盆地面积较小。

新生代盆地中黄县盆地油页岩品质最好,平均含油率达13.58%,灰分平均为56.11%,矿石比重为1.7 t/m³,发热量为11.76 MJ/kg^[1],全区发育较稳定,页岩油总资源量1.05亿t。汶东盆地油页岩根据已有ZK18孔初步计算,原油日产量达6~9 t,最大可达28 t,为工业性油流,按含油饱和度5%计算,页岩油总资源储量为3亿t;泰莱盆地油页岩分布面积约38 km²,油页岩厚度约150 m,油页岩矿石量约100亿t,含油饱和度按5%计算,页岩油总资源储量为5亿t。大汶口盆地油页岩分布面积约20 km²,油页岩厚度约50 m,油页岩矿石量约25亿t,含油饱和度按5%计算,页岩油总资源储量为0.75亿t。济阳拗陷内油页岩总厚度约400 m,分布面积约150 km²,油页岩总资源量约1500亿t,页岩油总资源量约75亿t。五图盆地油页岩含油率中等,平均为8.36%,灰分含量为59.61%,发热量为11.76 MJ/kg,属于低灰分、中含油率型油页岩^[5],可回收页岩油总量60亿t。胶莱盆地油页岩与黄县盆地油页岩分布特征基本一致,油页岩厚约16.18 m,含油率8.08%左右,面积约100 km²,由于前期勘查工作较少,现地质成果较少。全省油页岩资源估计结果见表1。

2.2 油页岩的开采利用条件分析

济阳拗陷、汶东盆地及泰莱盆地油页岩均单独存在,油页岩矿层均未遭到破坏,但均位于城市、村庄附近,因此只要解决好环境污染问题,采用适当的开发技术,必将获得巨大的经济效益。

兖州-济宁凹陷、黄县盆地及胶莱凹陷及五图油页岩都与煤矿伴生。兖州-济宁凹陷,油页岩含矿区前期勘查区块包括:鲍家店勘探区和兖州南屯勘查区2个,鲍家店油页岩含油率9.25%~14.53%,未开采,页岩油的总资源储量为99万t;兖州南屯油页岩矿层厚度为1.98 m,含油率为17.23%。但油页岩矿层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。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。黄县盆地油页岩平均含油率13.58%左右,共发现4层油页岩,呈层状主要赋存于黄县组地层中,第2层油页岩较好,厚18~20m,在全区分布较稳定,开发利用的有利因素是在采煤的过程中同时开采油页岩,这样既降低了成本,又提高了经济效益。

3 结论

(1)山东省油页岩颜色一般灰色、黑色、棕褐色,一般含油率高的油页岩颜色较深。从油页岩沉积环境成因角度可以划分为湖泊-沼泽油页岩、湖成油页岩和滨岸-沼泽油页岩;从有机成因角度,可以划分为腐泥型油页岩、腐殖腐泥型油页岩和腐泥腐殖型油页岩。目前山东省油页岩矿的勘查程度低,探明油页岩储量比例明显偏低,有必要进一步加强油页岩成矿理论研究,从而科学地指导油页岩的资源预测和勘探开发。

(2)山东省油页岩主要分布于中生代和新生代拗陷盆地和断陷盆地,赋矿地层主要为新生代古近纪地层,一般埋深较浅,矿区地理环境以平原为主,油页岩赋存深度主要位于700m以浅,矿层厚度20~200m,具有较好的开发前景。目前山东省油页岩资源评价工作主要是基于20世纪70年代以前的资

料基础上进行的,评价结果相对比较保守;因此随着山东省油页岩勘探与开发进程的加快,将会有更多新的矿点被发现,油页岩的查明程度也将会大大地提高。

(3)山东省油页岩品质中等偏好,含油率普遍大于5%,灰分含量较高,粘土矿物及微量元素富集,可以用于制作水泥、肥料、土壤稳定剂等,具有巨大的综合利用价值。但山东省已查明的油页岩矿均位于大、中城市附近,因此要解决好环境污染问题,采用适当的开发技术,在保护环境的前提下获得巨大的经济效益。

参考文献:

- [1] 刘招君. 中国油页岩[M]. 北京:石油工业出版社,2009:49-98.
- [2] 钱家麟. 油页岩-石油的补充能源[M]. 北京:中国石化出版社,2008:18-20.
- [3] 许圣传,董清水,闫丽萍,等. 山东黄县断陷盆地油页岩特征及生成机制[J]. 吉林大学学报,2006,36(6):954-958.
- [4] 朱光有,金强,张金昌,等. 济阳拗陷东营凹陷古近系沙河街组深湖湘油页岩的特征及成因[J]. 古地理学报,2005,7(1):59-69.
- [5] 罗霞,朱筱敏,谭明友. 山东昌乐五图油页岩特征及形成环境[J]. 油气地质与采收率,2011,18(4):32-34.

Characteristics and Perspective

Exploration of Oil Shale in Shandong Province

XUE Cheng, XING Nan, ZHAO He, YANG Dongdong, CAO Zhiguo

(No. 5 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Tai' an 271021, China)

Abstract: Accompanying with gradual decrease of oil resources, as a kind of new energy resource, gas shale, oil shale, oil sand and heavy oil have aroused much attention in recent years. There are abundant oil shale resources in Shandong province. Through collecting the former information, field geological survey, well drilling recording, standard mining investigation and laboratory analysis of important samples, oil shale in Shandong province has been analyzed. Characteristics and forming environment of oil shale have been known primarily. It will provide some references for guiding predication and potentiality evaluation of oil shale in Shandong province.

Key words: Oil shale; new resource; types of deposit; perspective exploration; reserves; Shandong province