

## 昌乐五图煤田油页岩地质特征及质量分析

秦祥胜

(昌乐县国土资源局, 山东 昌乐 262400)

**摘要:**五图煤矿油页岩广泛分布于李家崖组的B段、C段和D段,以C段为主体,探明储量2.72亿t,是褐煤的伴生矿种。C段油页岩层密集,厚度大;D段上部含油页岩,但厚度小。油页岩焦油产率最高16.25%,最低5.43%,平均8.36%。基准发热量最高8.72 MJ/kg,最低6.16 MJ/kg,平均6.91 MJ/kg。油页岩作为固态燃料,是汽油的替代能源,五图煤田油页岩资源的开发和利用前景广阔。

**关键词:**油页岩层;地质特征;质量分析;昌乐五图

**中图分类号:**P618.12

**文献标识码:**A

**引文格式:**秦祥胜.昌乐五图煤田油页岩地质特征及质量分析[J].山东国土资源,2015,31(4):36-39. QIN Xiang-sheng. Brief Introduction to Shale Resource in Wutu Coalfield in ChangLe City[J]. Shandong Land and Resources, 2015,31(4):36-39.

山东昌乐五图煤矿油页岩为一套有机质丰度较高、类型为I—II型的生油岩,含油率值较高,达到了中品级油页岩标准<sup>[1]</sup>,具有较高的工业利用价值。油页岩可用于低温干馏炼制液体燃料,提炼各种化学产品。可以提取碳氢比类似常规石油(天然石油)的页岩油,加工炼制汽、煤、柴油等石油产品。由于油页岩的发热量较大,炼制后的矿渣可直接燃烧,用作锅炉燃料和发电。废渣(页岩半焦)可用于制造水泥、肥料和页岩砖等建筑材料。另外,随着技术的发展,还可加工生产白炭黑,提炼稀有金属。

## 1 成矿地质背景

五图煤田位于华北板块(I)鲁西地块(II)鲁中隆起(III)泰山-沂山隆起(IV)昌乐凹陷(V)的东北部,郟部-葛沟大断裂西侧。昌乐凹陷为形似三角形的聚煤盆地,北界为青州断裂,东界为郟部-葛沟断裂,西界为营子断裂;盆地内地层走向总体上近EW,SN相向倾斜,构成小的向斜。泰山岩群分布于五图煤田东南,被第四纪沙土及新近纪玄武岩所覆盖,仅局部有出露。寒武纪长清群分布于煤田北部,与泰山岩群呈不整合接触,与五图群呈断层接

触。白垩纪王氏群分布煤系地层下部。古近纪五图群由下而上可分为朱壁店组、崖组和小楼组,与下伏王氏群呈角度不整合接触。新近纪临朐群广泛分布于五图煤田南部,与下伏五图群呈角度不整合接触。

## 2 资源赋存情况

五图煤田居昌乐凹陷的中北部,面积约100 km<sup>2</sup>。含煤地层为陆相沉积的五图群李家崖组,属新生代古近纪始新世。煤田内含煤地层总厚度为846 m,煤种为褐煤,与油页岩伴生。依据沉积岩层岩石特征、层序、煤层及油页岩的分布,可分为4个含煤(油页岩)岩段:上煤段、中煤段、油页岩段和下煤段<sup>[2]</sup>。

五图煤矿深部C段、D段共发现6层可采煤层,9层可采油页岩层。矿区煤类为褐煤2号,水分含量8.2%~9.5%,灰分含量34.78%~38.05%,挥发分含量50.40%~53.91%,硫分含量2.12%~2.71%,属低硫煤。低位发热量为17.33~20.20 MJ/kg,属低发热量煤。油页岩焦油产率最高16.25%,最低5.43%,平均8.36%。基准发热量最高8.72 MJ/kg,最低6.16 MJ/kg,平均6.91 MJ/kg<sup>[3-4]</sup>。

收稿日期:2014-05-08;修订日期:2014-07-30;编辑:陶卫卫

作者简介:秦祥胜(1967—),男,山东昌乐人,主要从事国土资源宣传工作;E-mail:15966099550@163.com

### 3 矿床成因

聚煤盆地位于华北地台之上,盆地四周为太古宙、古生代地层,含煤岩系基底为白垩系。煤系地层厚达数百米至数千米,岩层组合以碎屑岩、泥质岩为主<sup>[5]</sup>,夹油页岩。岩性较稳定,含煤数十层,煤层变质差。岩相有洪积相、湖泊沼泽相。盆地内及其边缘断层多为正断层。由此推断,含煤建造的成因类型为“地台山前拗陷盆地型”,在燕山期,太平洋板块与欧亚板块对扭,形成 NNE 向走滑断层、EW 向正断层及 EW 向展布的断陷或拗陷盆地。昌乐-临朐盆地即为此类盆地之一。至喜山期,太平洋板块向西俯冲,导致地壳上部扩张,盆地继续扩展。由于气候温湿,水源充足,在盆地中形成一套含煤层及油页岩的粗碎屑岩-细碎屑岩的内陆湖相沉积岩系。油页岩中氢含量较高,多大于 6%,个别大于 10%,碳氢比低于 10。镜下观察,黄色物质中见到菌核体。油页岩层中含有鱼、贝、蚌类水生动物化石。据此推断,伴生油页岩成因类型为腐泥成因类型。

### 4 油页岩层的分布

油页岩层广泛分布于李家崖组的 B 段、C 段和 D 段,以 C 段为主体,油页岩在 B 段的 Bm<sub>7</sub> 煤层上下较多,但 Bm<sub>5</sub>, Bm<sub>7</sub> 煤层多已开采,煤层之间的油页岩已难以开采,故未圈定估算。C 段油页岩层密集,厚度大;D 段上部含油页岩,但厚度小;油页岩呈层状,与煤层产状一致,油页岩层结构复杂,含多层夹矸。油页岩层顶底板较稳定,岩性多为砂质粘土岩。依据油页岩层组合及展布情况,将油页岩划为 9 层;其中油页岩段有 7 层,编号为 Cy<sub>1</sub>~Cy<sub>7</sub>,下煤段 2 层,编号 Dy<sub>1</sub>, Dy<sub>2</sub>。

#### 4.1 Cy<sub>1</sub> 油页岩层

位于 C 段最上部,上距 Bm<sub>7</sub> 煤层 25.95~90.80 m,平均 65.64 m。在探矿权范围内见矿点 16 个,可采点 15 个,可采系数 94%。油页岩层厚 1.54~16.3 m,平均 5.77 m,厚度变化系数为 78%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸 0~1 层,属结构简单型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,以含油页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩<sup>[4]</sup>。属较稳定型顶底板,各层特征见表 1。

表 1 油页岩层特征

油页岩层编号	见矿点	可采点	可采指数	油页岩层厚度		厚度变化系数 (%)	油页岩层结构	油页岩层间距(m)		顶板岩性 底板岩性
				最小—最大	最小—最大			最小—最大	最小—最大	
				平均	层数-平均(点数)			平均	平均	
Cy <sub>1</sub>	16	15	94	0.48~16.30 5.77	0.46~2.54 1.29(4)	78	0~1	0.80~47.67	砂质泥岩、泥岩、含油泥岩、砂岩、粉砂岩 泥岩、砂质泥岩、含油泥岩、粉砂质泥岩	
Cy <sub>2</sub>	16	16	100	1.87~28.67 9.69	0.79~6.90 2.90(4)	81	0~2 层	11.57(16) 2.39~24.93	砂质泥岩、泥岩、含油泥岩、砂岩、粉砂岩、钙质泥岩 细砂岩、砂质泥岩、含有泥岩、中砂岩、钙质泥岩	
Cy <sub>3</sub>	15	14	93	0.38~20.89 5.52	0.97~1.96 1.47(2)	112	0~2 层	12.11(15) 0.74~24.24	砂质泥岩、泥岩、中砂岩、细砂岩、含油泥岩 砂质泥岩、泥岩、细砂岩、砂岩、钙质泥岩	
Cy <sub>4</sub>	14	14	100	2.13~24.93 7.97	1.02~2.56 1.75(5)	76	0~2 层	10.42(14) 1.04~36.69	砂质泥岩、泥岩、含油泥岩、钙质泥岩 泥岩、砂质泥岩、细砂岩、含油泥岩	
Cy <sub>5</sub>	15	15	100	2.30~39.41 10.66	0.96~2.82 1.73(8)	87	0~3 层	14.30(14) 2.32~63.65	砂质泥岩、泥岩、含油泥岩、泥灰岩、含炭泥岩、细砂岩 砂质泥岩、泥岩、细砂岩、粉砂质泥岩、炭质泥岩、煤	
Cy <sub>6</sub>	14	14	100	2.01~26.90 13.72	0.56~4.69 2.12(8)	54	0~3 层	22.13(14) 0.00~26.10	砂质泥岩、泥岩、细砂岩、粉砂岩 细砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩、煤	
Cy <sub>7</sub>	15	15	100	1.15~15.62 6.64	0.19~2.20 1.38(4)	53	0~1 层	11.46(13) 3.01~39.64	砂质泥岩、泥岩、含油泥岩 含油泥岩、泥岩、细砂岩、炭质泥岩、煤	
Dy <sub>1</sub>	14	14	100	1.55~18.34 8.03	0.99~1.63 1.25(3)	61	0~2 层	24.17(14) 2.26~23.33	砂质泥岩、含油泥岩、砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩、钙质泥岩 砂质泥岩、砂岩、泥岩、细砂岩	
Dy <sub>2</sub>	15	15	100	1.06~20.39 7.23	0.39~1.85 1.28(3)	71	0~1 层	9.89(14)	砂质泥岩、泥岩、砂岩、中砂岩、粉砂岩 泥岩、煤、细砂岩、粉砂岩、炭质泥岩、钙质泥岩	

#### 4.2 Cy<sub>2</sub> 油页岩层

位于 C 段上部,上距 Cy<sub>1</sub> 油页岩层 0.80~47.67m,平均 11.57 m。在探矿权范围内,见矿点

15 个,可采点 15 个,可采系数 100%。可采油页岩层厚 1.87~28.67 m,平均 9.69 m,厚度变化系数为 81%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸 0~2 层,属结构简单型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,

以含油页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩。属较稳定型顶底板。

#### 4.3 Cy<sub>3</sub> 油页岩层

位于C段上部,上距Cy<sub>2</sub>油页岩层2.39~24.93m,平均12.11m。在探矿权范围内,见矿点15个,可采点14个,可采系数93%。可采油页岩层厚1.00~20.89m,平均5.60m,厚度变化系数为112%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸0~2层,属结构简单型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,以含油页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩。属较稳定型顶底板。

#### 4.4 Cy<sub>4</sub> 油页岩层

位于C段中部,上距Cy<sub>3</sub>油页岩层0.74~24.24m,平均10.42m。在探矿权范围内,见矿点14个,可采点14个,可采系数100%。可采油页岩层厚2.13~24.93m,平均8.14m,厚度变化系数为76%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸0~2层,属结构简单型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,以含油页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩。属较稳定型顶底板。

#### 4.5 Cy<sub>5</sub> 油页岩层

位于C段中部,上距Cy<sub>4</sub>油页岩层1.04~36.69m,平均14.30m。在探矿权范围内,见矿点15个,可采点15个,可采系数100%。可采油页岩层厚2.30~39.41m,平均10.66m,厚度变化系数为87%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸0~3层,属结构复杂型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,以含油页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩。属较稳定型顶底板。

#### 4.6 Cy<sub>6</sub> 油页岩层

位于C段下部,上距Cy<sub>5</sub>油页岩层2.32~63.65m,平均22.13m。在探矿权范围内,见矿点14个,可采点14个,可采系数100%。可采油页岩层厚2.01~26.90m,平均13.72m,厚度变化系数为54%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸0~3层,属结构复杂型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,以含油

页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩。属较稳定型顶底板。

#### 4.7 Cy<sub>7</sub> 油页岩层

位于C段下部,上距Cy<sub>6</sub>油页岩层0.00~26.10m,平均11.46m。在探矿权范围内,见矿点15个,可采点15个,可采系数100%。可采油页岩层厚1.15~15.62m,平均6.64m,厚度变化系数为53%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸0~1层,属结构简单型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,以含油页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩。属较稳定型顶底板。

#### 4.8 Dy<sub>1</sub> 油页岩层

位于D段上部,上距Cy<sub>7</sub>油页岩层3.01~39.64m,平均24.17m。在探矿权范围内,见Dy<sub>1</sub>油页岩层工程点14个,可采点14个,可采系数100%。可采油页岩层厚1.55~18.34m,平均8.03m,厚度变化系数为61%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸0~2层,属结构简单型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,以含油页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩。属较稳定型顶底板。

#### 4.9 Dy<sub>2</sub> 油页岩层

位于D段上部,上距Dy<sub>1</sub>油页岩层2.26~23.33m,平均9.89m。在探矿权范围内,见矿点15个,可采点15个,可采系数100%。可采油页岩层厚1.06~20.39m,平均7.23m,厚度变化系数为71%。油页岩层具分叉复合特征,含夹矸0~1层,属结构简单型。夹矸岩性为含油页岩、粉砂质页岩,以含油页岩为主。油页岩层顶底板以砂质泥岩、含油页岩为主,局部地段为砂岩、泥灰岩。属较稳定型顶底板。

## 5 油页岩质量工业利用分析

### 5.1 油页岩物理性质与化学组分

#### 5.1.1 油页岩物理性质

油页岩外观呈棕褐色至棕黄色。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。页片状,层理清晰,极易剥离。结构致密,常见白色贝壳化石,重量较页岩轻,硬度软,指甲刻之有亮痕。燃之有浓烟、长焰,发出胶皮味。

油页岩由有机质和矿物质组成,有机质一般含量小于 60%,呈线理状分布,局部呈条带状。

有机组分主要有凝胶化物质。大部为矿物质的胶结物。主要成分为凝胶化物,少量黄色物质、丝炭化物质、半凝胶化物质。胶化物质等,后者的含量比煤多。

凝胶化物质呈浅橙黄色、土褐色。基本为透明基胶体。在矿物质较少的情况下,部分呈线理分布,个别呈条带状、透镜状;部分成为矿物质的胶结物。少部分样品见到菌核体。

黄色物质呈浅黄色,含量次于凝胶化物质。呈

线理状分布,为矿物质的胶结物。

半凝胶化物质和炭丝化合物含量很少,半透明或不透明基质,多为不透明,呈碎块状分布。

无机组分含量在 40%左右。主要是碎屑矿物(粒度在 0.01~0.03 mm),碎屑矿物棱角不明显。

### 5.1.2 油页岩的化学组分

油页岩焦油产率最高 10.72%,最低 5.16%,平均 7.73%。基准发热量最高 14.30 MJ/kg,最低 7.24MJ/kg,平均 9.50 MJ/kg。各油页岩层主要指标见表 2。

表 2 油页岩质量特征

油页岩层号	水分 Mad%	灰分 Ad%	挥发分 Vd%	固定碳 FCd%	全硫 St,d%	基准发热量 Q <sub>gr</sub> , dMJ/kg	碳 Cd%	氢 Hd%	氮 Nd%	氧 Od%	低温干馏%				
											总水分 Waterad	气体及损失	热解水	半焦产率 CRd	焦油产率 Tar,d
Cy <sub>1</sub>	2.45	62.72	32.28	5.01	1.30	6.16	17.53	1.41	0.39	16.67	3.69	3.89	1.24	88.81	6.31
Cy <sub>2</sub>	2.48	63.14	33.14	3.74	1.18	6.47	17.69	1.59	0.40	16.01	4.02	4.29	1.54	86.77	7.93
Cy <sub>3</sub>	1.69	61.71	30.22	8.08	1.31	6.50	18.37	1.42	0.40	16.80	3.23	4.05	1.54	89.54	5.43
Cy <sub>4</sub>	1.86	62.74	30.88	6.38	1.20	6.81	18.22	1.53	0.40	15.93	3.52	4.34	1.51	87.27	7.12
Cy <sub>5</sub>	2.63	68.83	27.36	3.82	1.51	6.82	15.38	1.34	0.43	12.53	4.39	4.48	1.75	86.52	7.41
Cy <sub>6</sub>	2.10	63.19	35.22	1.60	1.50	6.47	19.20	1.80	0.44	13.88	3.63	3.49	1.53	88.26	6.97
Cy <sub>7</sub>	3.58	66.38	28.89	4.73	3.30	8.72	21.51	2.13	0.77	5.91	5.76	5.03	2.18	86.05	6.92
Dy <sub>1</sub>	3.90	62.96	31.53	5.51	1.80	7.97	20.52	1.75	0.64	12.33	6.35	4.63	2.46	85.69	7.18
Dy <sub>2</sub>	2.72	62.48	32.37	5.15	1.23	6.24	17.87	1.26	0.44	16.71	4.25	3.79	1.53	89.00	5.53

由表 2 可知,油页岩的各层基准发热量平均为 9.01~11.26 MJ/kg,各层焦油产率平均含量为 7.44%~8.01%,各层灰分平均含量为 61.52%~68.93%。

## 5.2 工业利用分析

油页岩是一种能源矿产,属低热值固态燃料,可干馏制取页岩油,1 t 油页岩可提炼 38~378 L 页岩油;页岩油加氢裂解精制后,可获得汽油、煤油、柴油、石蜡、石焦油等多种化工产品。该区油页岩发热量为 7.62~14.30MJ/kg,可作为燃料用来发电、取暖<sup>[5]</sup>。油页岩层与煤层共生,位于煤层之上,与煤层共同开发,可大幅提高开发效益。

## 6 结语

全国查明油页岩资源储量 311.7 亿 t,山东 5.48 亿 t,五图煤田 2.72 亿 t。油页岩作为固态燃料,是

汽油的替代能源。开发油页岩,接替部分常规汽油,缓解能源压力,具有重要的经济意义和战略意义。目前,山东龙口已建油页岩炼油厂,资源缺口很大。五图煤田油页岩资源的开发和利用前景广阔。

## 参考文献:

- [1] 林武. 山东昌乐五图煤矿油页岩有机地球化学与含油率相关性研究[J]. 内江科技, 2013, (1): 39.
- [2] 贾克让. 山东昌乐五图煤田古近纪煤系沉积特征及地层划分[A]//中国古生物学会 80 年[C]. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2009.
- [3] 贾克让. 鲁东古近纪煤田含煤地层特征及找煤方向分析[J]. 中国煤炭地质, 2010, (8): 1-3.
- [4] 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, (4): 36-37.
- [5] 范士彦. 山东省煤层气资源评价[J]. 煤田地质与勘探, 1999, (S1): 61.

# Geological Characteristics and Quality Analysis of Shale Resource in Wutu Coalfield in ChangLe City

QIN Xiangsheng

(Changle Bureau of Land and Resources, Shandong Changle 262400, China)

**Abstract:** Wutu oil shale is widely distributed in B section, C section and D section of Lijiaya formation. C section is its main body. Its proven reserve is 272 million tons. It is the associated minerals of lignite. Shale layer in C section is thick with high dense. There are shale layers in upper part of D section, but the thickness is small. Tar yield in shale can reach 16.25%, the lowest rate is 5.43%, and average yield is 8.36%. The highest benchmark calorific value is 8.72MJ/kg, the minimum value is 6.16 MJ/kg, and average value is 6.91MJ/kg. As a solid fuel, oil shale is alternative energy sources of gasoline. There is a broad prospect of development and utilization of shale resource in Wutu coalfield.

**Key words:** Shale layers; characteristics of each layers; solid fuel; Wutu in Chagle city