

# 奇台县开日木托朗格煤矿区西山窑组煤相研究

高鹏鑫<sup>1</sup> 马小平<sup>2</sup> 魏雪芳<sup>1</sup>

(1. 国土资源实物地质资料中心, 河北省廊坊市, 065201;

2. 新疆地质矿产勘查开发局第九地质大队, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市, 830009)

**摘要** 应用煤岩学方法探讨了新疆奇台县开日木托朗格煤矿区西山窑组煤的煤岩特征及煤相划分, 根据研究区宏观煤岩特征、显微组分及工业分析定量统计, 采用国内外通用的 TPI-GI 相图 (结构保存指数-凝胶化指数) 和 GWI-VI 相图 (地下水影响指数-植被指数) 解释成煤植物种类及成煤环境。经分析, 富营养苔藓森林沼泽相是本区的主要煤相。

**关键词** 煤相 开日木托朗格矿区 西山窑组 TPI-GI 相图 GWI-VI 相图 富营养苔藓森林沼泽相

中图分类号 P618.11 文献标识码 A

## Research on coal facies of Xishanyao Formation in Kairimutuolange coal district in Qitai County

Gao Pengxin<sup>1</sup>, Ma Xiaoping<sup>2</sup>, Wei Xuefang<sup>1</sup>

(1. Cores and Samples Center of Land & Resources, Langfang, Hebei 065201, China;

2. Ninth Geological Brigade of Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resource Exploration and Development, Urmuqi, Xinjiang 830009, China)

**Abstract** Coal petrological method was utilized to discuss the coal petrological characteristics and coal facies division from Xishanyao Formation in Kairimutuokange coal district in Xinjiang. Based on macroscopic coal petrological characteristics, microscopic components and industrial quantitative analyses, commonly used TPI-GI facies map (structure observation index-gelatinization index) and GWI-VI facies map (underground water influence index-vegetation index) at home and abroad were adopted to explain the coal forming floristics and environment. The analysis results showed that eutrophic moss-forest-swamp facies was the main coal facies in the Kairimutuolange coal district.

**Key words** coal facies, Kairimutuolange coal district, Xishanyao Formation, TPI-GI facies map, GWI-VI facies map, eutrophic moss-forest-swamp facies

煤相是确定成煤环境的重要指标之一, 煤相研究主要是依据煤层中的沉积学、煤岩学、古植物学及地球化学标志等各种成因相标志来划分的, 这种成因相标志能够提供古泥炭堆积过程中的古地理环境、植物组合及生长特征、古构造、古气候、泥炭沼泽类型及其覆水条件等地质信息。新疆开日木托朗格煤矿区位于准东地区, 据统计, 截至 2014 年, 准东地区已探明煤炭储量 213.6 Gt, 预测资源量 390 Gt, 占全国煤炭总储量的 7.92%。

近年来, 新疆地矿局第九地质大队在开日木托

朗格勘查区进行地质勘查, 施工的钻孔显示西山窑组地层中可采、局部可采煤层 2~4 层, 平均纯煤总厚 10 m 左右。选择勘查区内具有代表性的 ZK1、ZK2 (非真实钻孔编号) 钻孔, 对钻孔中厚度大于和等于 0.8 m 的可采煤层进行采样, 共采样 14 组, 以 ZK1、ZK2 为典型孔对宏观煤岩特征进行了观察描述, 采用国内外通用的 TPI-GI 相图 (结构保存指数-凝胶化指数) 和 GWI-VI 相图 (地下水影响指数-植被指数) 解释成煤植物种类及成煤环境, 为研究区煤层对比、煤聚集规律分

析、煤及煤层气勘查开发提供参考。

## 1 研究区地质特征

研究区内地表多为第四系覆盖区，在东南部有

小范围的侏罗系中统西山窑组 ( $J_2x$ ) 地层出露；东南部、西南部和西北部有较大面积的侏罗系中—上统石树沟群 ( $J_{2-3sh}$ ) 地层出露，研究区地质及工程布置如图 1 所示。

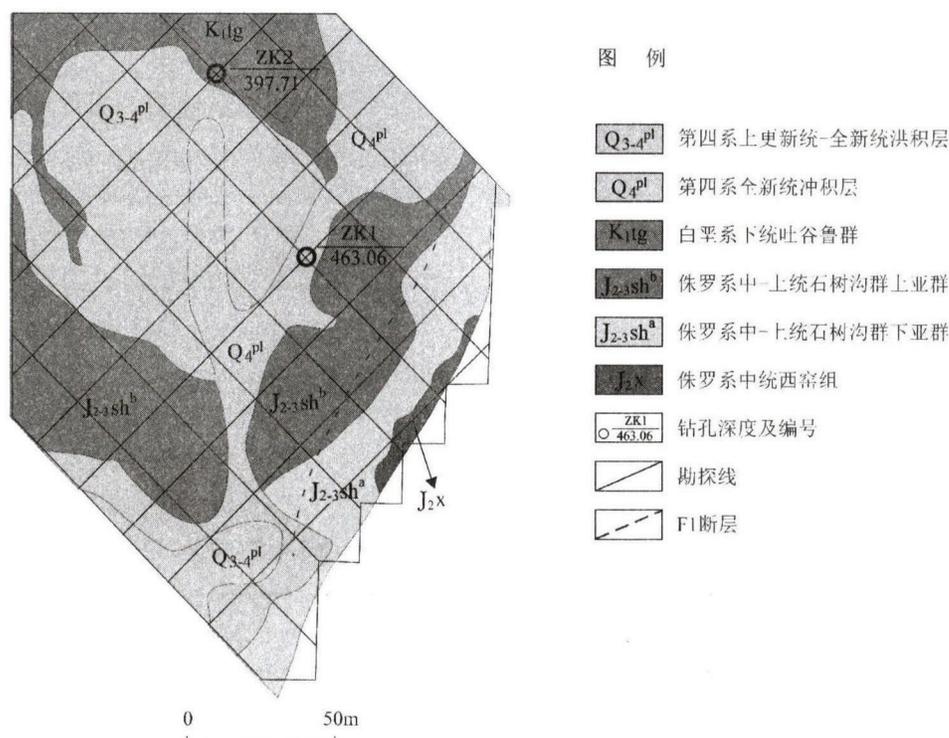


图 1 研究区地质及工程布置简图

侏罗系中统西山窑组 ( $J_2x$ ) 仅在研究区东南部有少量的出露，区内所有钻孔均控制到了该组含煤地层，是本次研究的主要对象，岩性为灰色、浅灰色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、细砂岩夹粗、中砂岩及煤层，底部为一层砾岩、砂砾岩。中—上统石树沟群 ( $J_{2-3sh}$ ) 在东南部、西南部和西北部有较大面积的出露，为杂色河湖相沉积，岩性有砂岩、泥岩、粉砂岩等。白垩系下统吐谷鲁群 ( $K_1tg$ ) 仅在研究区北部少量出露，为一套土红、土黄色钙质砂岩夹泥质粉砂岩，可见风化壳。第四系上更新统一全新统洪积层 ( $Q_{3-4}pl$ ) 分布于戈壁中，以砂和大小不一的砾石为主，混合有粘土、亚粘土和砂土，松散堆积。

研究区位于阚尔甫托浪格簸箕状向斜中南段，向斜呈宽缓波状，走向上也呈波状弯曲，向南翘起，向北倾伏，向斜两翼不对称，西翼完整，东翼受断层破坏分布范围小，因此地层呈现为走向北西，倾向北东的单斜形态，倾角在  $2^\circ\sim 8^\circ$  之间。研究区内的岩浆岩分布在石炭系地层中，石炭系是含奇台县开日本托朗格煤矿区西山窑组煤相研究

煤地层的基底，因此不存在岩浆岩对煤层的破坏作用。

## 2 宏观煤岩特征

根据肉眼观察，半暗型煤为最主要的煤岩类型，占到全部煤岩厚度的 56%，半亮型煤次之，占 31%，暗淡型占 13%。这与准东各矿区钻孔编录显示的宏观煤岩类型以半暗型煤为主相基本一致。据野外钻孔编录资料显示，矿区的主要宏观煤岩特征为黑色，条带状结构，层状构造，局部块状构造，条痕褐黑色，光泽暗淡，局部沥青光泽，性脆，断口参差状，偶见贝壳状断口，局部含有铁质鲕粒及黄铁矿晶体。半暗煤和暗淡煤中，煤岩组分以暗煤为主，亮煤次之，丝炭少量，半亮煤中煤岩组分以亮煤为主，暗煤及丝炭次之。

## 3 微观分析

煤岩光片的制备按照国家标准煤岩分析样品制备方法 (GB/116773—2008) 进行，工业分析测定

按照国家标准煤的工业分析方法 (GB/T212-2001) 进行, 煤的显微组分观察和定量分析按照国家标准煤的显微组分和矿物测定方法 (GB/T8899-1998) 进行。煤相的划分采用 Diessel 提出的 TPI-GI 煤相图解和 Calder 提出的 GWI-VI 煤相

图解进行综合解释。

### 3.1 显微组分及工业分析定量统计

经显微镜下观察统计和计算, 获得 ZK1 和 ZK2 两孔显微组分数据如表 1 和表 2 所示。

表 1 ZK1 显微组分定量统计表

%

样品 编号	镜质组						惰质组						壳 质 组
	结构镜 质体	基质镜 质体	均质镜 质体	碎屑镜 质体	团块镜 质体	胶质镜 质体	丝质体	半丝 质体	碎屑惰 质体	粗粒体	微类体	菌类体	
1-1	46.0	16.5	18.1	0.8	0.0	0.0	6.1	11.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
1-2	39.1	23.6	11.6	0.4	0.0	0.0	18.7	5.9	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1-3	19.7	14.6	3.5	0.0	0.2	0.0	48.2	9.6	2.3	1.2	0.8	0.0	0.0
1-4	5.7	24.2	1.4	0.4	0.0	0.0	50.3	10.3	7.0	0.6	0.2	0.0	0.0
1-5	16.5	30.0	3.2	0.0	0.0	0.0	34.8	13.9	1.0	0.3	0.3	0.0	0.0
1-6	5.9	2.3	5.0	2.7	0.0	0.0	40.3	37.2	4.1	1.8	0.9	0.0	0.0
1-7	17.6	5.1	6.2	1.8	0.0	0.0	32.4	30.2	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1-8	38.8	28.4	2.5	2.2	0.0	0.0	22.5	4.2	1.0	0.1	0.3	0.0	0.0

表 2 ZK2 显微组分定量统计表

%

样品 编号	镜质组						惰质组						壳 质 组
	结构镜 质体	基质镜 质体	均质镜 质体	碎屑镜 质体	团块镜 质体	胶质镜 质体	丝质体	半丝 质体	碎屑惰 质体	粗粒体	微类体	菌类体	
2-1	4.9	5.7	0.0	0.1	0.0	0.0	26.2	56.8	3.7	1.9	0.6	0.0	0.0
2-2	22.1	25.4	24.7	1.6	0.2	0.0	17.7	7.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2-3	19.0	2.6	4.5	5.5	0.0	0.0	46.7	20.6	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0
2-4	10.5	32.9	5.7	0.8	0.0	0.0	32.8	16.1	0.8	0.0	0.3	0.0	0.0
2-5	2.4	14.6	1.6	0.0	0.0	0.0	54.9	23.4	2.6	0.2	0.2	0.0	0.0
2-6	24.1	24.7	3.2	0.4	0.0	0.0	34.6	11.2	1.7	0.0	0.2	0.0	0.0

经工业分析得 ZK1 和 ZK2 两孔水分、灰分、挥发份数据如表 3 和表 4 所示。

表 3 ZK1 工业分析数据统计表

%

ZK1	水分	挥发分 (Vd)	挥发分 (Vad)	灰分 (Ad)	灰分 (Aad)
1-1	6.48	32.59	30.48	21.84	20.43
1-2	6.15	29.68	27.86	8.59	8.06
1-3	5.81	31.69	29.84	10.47	9.86
1-4	5.08	28.78	27.32	9.71	9.22
1-5	5.06	28.38	26.94	10.36	9.83
1-6	4.87	28.99	27.58	9.88	9.39
1-7	4.89	30.85	29.34	12.49	11.88
1-8	5.29	31.15	29.50	18.38	17.40

表 4 ZK2 工业分析数据统计表

%

ZK1	水分	挥发分 (Vd)	挥发分 (Vad)	灰分 (Ad)	灰分 (Aad)
2-1	8.98	26.50	24.12	4.21	3.83
2-2	4.99	32.75	31.12	15.04	14.29
2-3	4.74	22.63	21.56	23.81	22.68
2-4	4.87	33.06	31.45	6.07	5.77
2-5	4.94	31.07	29.54	11.09	10.55
2-6	5.40	29.97	28.35	10.27	9.71

通过计算, 得到 ZK1 和 ZK2 两孔煤样的结构保存指数 (TPI)、凝胶化指数 (GI)、地下水影响指数 (GWI) 以及植被指数 (VI) 的数据如表 5 和表 6 所示。

表 5 ZK1 显微组分及 TPI-GI、GWI-VI 指数统计表

ZK1	镜质组/%	惰质组/%	TPI	GI	GWI	VI
1-1	81.34	18.66	4.74	4.40	0.19	5.58
1-2	74.66	25.34	3.14	2.95	0.08	4.04
1-3	38.01	61.99	5.12	0.65	0.19	5.78
1-4	31.58	68.42	2.69	0.48	0.22	3.14
1-5	49.68	50.32	2.26	1.01	0.14	3.21
1-6	15.77	84.23	13.07	0.22	0.71	10.80
1-7	30.62	69.38	12.65	0.44	0.35	7.32
1-8	71.86	28.14	2.21	2.60	0.21	3.16

表 6 ZK2 显微组分及 TPI-GI、GWI-VI 指数统计表

ZK1	镜质组/%	惰质组/%	TPI	GI	GWI	VI
2-1	10.77	89.23	11.31	0.15	0.27	10.19
2-2	73.98	26.02	2.68	2.84	0.16	3.63
2-3	31.57	68.43	11.02	0.47	0.82	11.07
2-4	50.00	50.00	1.92	1.01	0.10	2.88
2-5	18.70	81.30	5.55	0.23	0.40	5.76
2-6	52.34	47.66	2.92	1.10	0.14	3.73

### 3.2 结构保存指数 (TPI) 和凝胶化指数 (GI) 解释

通过对开日本托朗格矿区煤样结构保存指数 (TPI)、凝胶化指数 (GI) 计算, 进行相图投点, 得出 TPI-GI 相图, 见图 2。从图中可以看出, 有 7 个煤样落在干燥森林沼泽相, 7 个煤样位于潮湿森林沼泽相 (其中 3 个落在两相分界线附近偏潮湿森林沼泽相一侧)。

由图可以得出两种不同的煤相类型: 干燥森林沼泽相 D-2 和潮湿森林沼泽相 D-1, 由于有 3 个煤样的点落在两个相的分界线附近, 因此两个相的界限不太清楚。而所有的煤样 TPI 值均偏大, 则反映了成煤植物质料中木本植物占有较大优势。两种煤相类型的特征如下:

(1) 干燥森林沼泽相 D-2。结构化指数  $TPI > 1$ , 且呈变化较大、值也较高的特点, 其中大于 3 的有 6 个, 小于 3 的仅 1 个; 凝胶化指数  $GI < 1$ 。此相对应的宏观煤岩类型以半暗型为主, 半亮型和暗淡型煤次之, 光亮型少见。此煤相所代表的泥炭沼泽环境应是干燥的以木本植物为主的森林泥炭沼泽, 覆水较浅, 环境的氧化性相对较强, 强烈的氧化作用和脱氢脱氧作用导致显微煤岩组分

中惰质组含量较高。

(2) 潮湿森林沼泽相 D-1。结构化指数  $TPI > 1$ , 变化范围相对干燥森林沼泽相较小, 均在 2~5 之间, GI 在 1~5 之间, 值较分散, 此相对应的煤岩类型主要为半暗型和半亮型煤, 暗淡型次之, 光亮型少见。此煤相代表的泥炭沼泽环境应是较为潮湿的木本植物为主的森林泥炭沼泽, 覆水有一定深度, 弱氧化甚至还原的环境条件下, 有利于凝胶化作用的进行, 故而形成的显微煤岩组分中以镜质组较占优势。

### 3.3 地下水影响指数 (GWI) 和植被指数 (VI) 解释

通过对开日本托朗格矿区煤样地下水影响指数 (GWI) 和植被指数 (VI) 计算, 之后进行相图投点, 得出 GWI-VI 相图, 如图 3 所示。

从图中可以看出, 以  $VI = 3.0$  为界, 煤样分布于富营养藓沼相 (G)、富营养藓沼森林相 (H) 及中营养森林沼泽相 (F) 3 个区内。仅有 1 个煤样落在富营养藓沼相 (G)。与标准图板不同的是, 有 4 个煤样植被指数 VI 值超过 7.0, 而且所有煤样中 VI 小于 3 的仅有 1 个煤样, 反映过于倾向木本植物; 通常情况下地下水位越高 GWI 值越大,

对于开日木托朗格矿区近乎一般的煤样 GWI 值小于 0.5 这种情况，反映当时的沼泽地下水位整体较低，这也为草本、木本植物大量繁殖创造了有利的生长条件。相对于高地下水位的低位沼泽更有利于

植物遗体保存，准东开日木托朗格地区则由于地下水位过低，而为植物繁盛奠定基础，进而提供大量的成煤原始质料形成巨厚、超厚煤层。

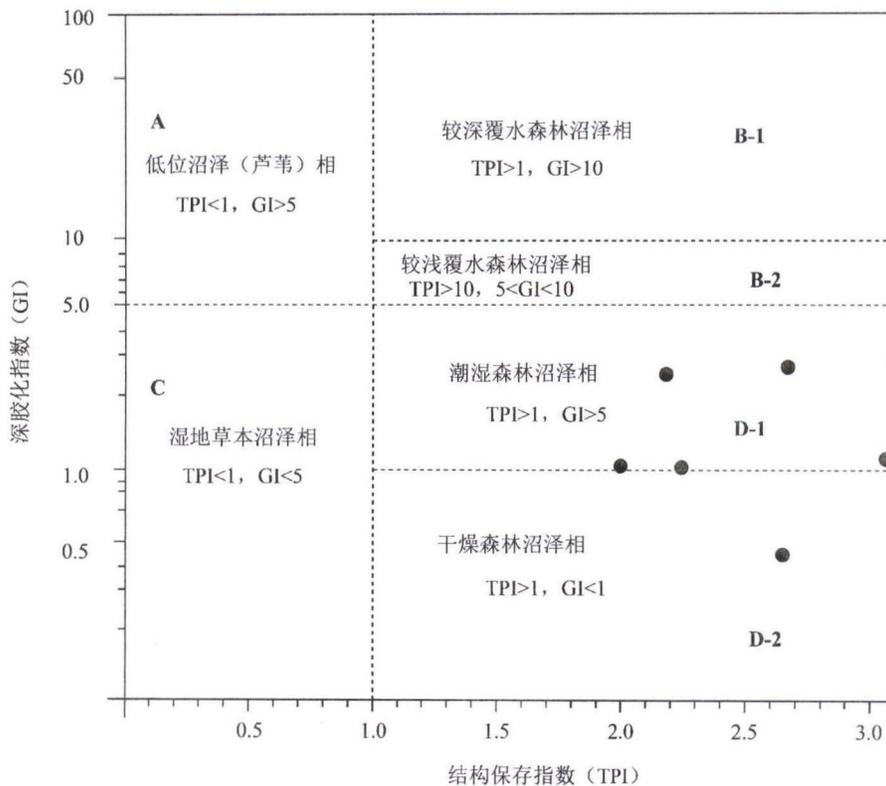


图 2 研究区煤层 TPI-GI 相图

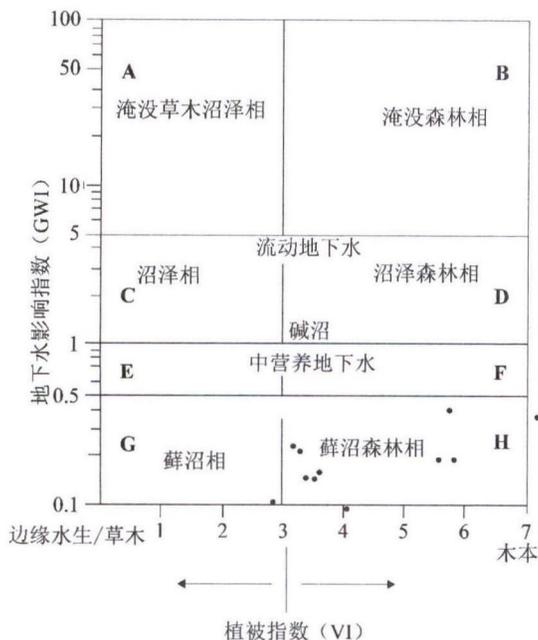


图 3 研究区煤层 GWI-VI 相图

(1) 富营养藓沼相 (G)。仅有一个煤样落在

富营养藓沼相 (G)，也是唯一一个 VI 小于 3 的煤样，此相代表泥炭沼泽的环境应为以草本植物为主的草本混生型芦苇泥炭沼泽。地下水位低，水体的流动性不好，属富营养的成煤植物物质料类型，镜质组的结构得以较好的保存。由于落在本相的煤样仅有 1 个，反映了开日木托朗格矿区的泥炭沼泽环境过于倾向木本植物。

(2) 富营养苔藓森林沼泽相 (H)。共有 11 个煤样落在此相内。因此，本区泥炭沼泽的类型主要为富营养的苔藓森林沼泽相。VI 大于 3 代表的泥炭沼泽环境为以木本植物为主的草本混生型泥炭沼泽；GWI 小于 0.5 代表地下水位较低，水体的流动性不好，矿物质少导致酸度较高，微生物活动弱，形成富营养的成煤植物物质料，因此凝胶化物质的结构通常较好。而矿物质少则直接导致了泥炭灰分较低。

(3) 中营养森林沼泽相 (F)。有 2 个煤样落在此相内，VI 值较大，反映泥炭沼泽环境中木本

植物占绝对优势。GWI 值介于富营养苔藓森林沼泽相 (H) 和流动森林沼泽相 (D) 之间, 地下水活动性和营养供应条件介于以上二者之间, 因此凝胶化物质的结构和泥炭的灰分含量介于二者之间。

#### 4 结论

(1) 新疆奇台县开日木托朗格矿区西山窑组煤层的宏观煤岩类型以半暗型煤为主, 占到全部煤岩厚度的 56%, 半亮型煤次之, 占 31%, 暗淡型占 13%。光亮型较少见。煤层的显微组分以惰质组为主, 镜质组稍次之, 主要为微镜惰煤, 其次为微惰镜煤。

(2) 通过 TPI—GI 相图可以把矿区的煤层划分为两种煤相: 干燥森林沼泽相 D—2 和潮湿森林沼泽相 D—1。由于 TPI 值普遍偏大, 反映了成煤植物质料中木本植物占较大的优势, 有 3 个煤样落在两相分界线 (GI=1) 附近, 因此两相的分界线并不清晰, 呈过渡趋势。

(3) 通过 GWI—VI 相图研究, 本区泥炭沼泽的类型主要为富营养的苔藓森林沼泽相。表现为 14 个煤样中有 11 个煤样落在藓沼森林相 (G), 地下水水位低, 沼泽水活动弱, 这也为草本、木本植物大量繁殖创造了有利的生长条件。相对于高地下水位的低位沼泽更为有利于植物遗体保存而言, 准东开日木托朗格地区则由于地下水水位较低, 而为植物繁盛奠定基础, 进而提供大量的成煤原始质料形成巨厚、超厚煤层。同时, 所有煤样中 VI 小于 3 的仅有 1 个煤样, 反映过于倾向木本植物, 这也与

TPI 值普遍偏大相互印证。

#### 参考文献:

- [1] 武汉地质学院煤田教研室. 煤田地质学 [M]. 北京: 地质出版社, 1982
- [2] 韩德馨. 中国煤岩学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1995
- [3] 李晶, 庄新国, 周继兵等. 新疆准东煤田西山窑组巨厚煤层煤相特征及水进水退含煤旋回的判别[J]. 吉林大学学报, 2012 (22)
- [4] 孙晓东, 黄志增, 马兆瑞. 准东煤田巨厚煤层开采技术研究 [J]. 煤矿开采, 2014 (4)
- [5] 周海魂. 新疆煤炭产业的市场前景和发展方向[J]. 中国煤炭, 2007 (7)
- [6] 尹淮新. 新疆准东煤田应用煤炭地下气化技术的探讨 [J]. 中国煤炭, 2009 (5)
- [7] Calder J H, Gibling M R, Mukhopadhyay P K. Peat Formation in a Westphalian B Piedmont Setting, Cumberland Basin, Nova Scotia: Implications for the Maceral-Based Interpretation of Rheotrophic and Raised Paleo Mires [J]. Geology Bulletin, 1991 (2)
- [8] 许福美, 方爱民. 煤相研究历史的回顾及其国内外研究现状 [J]. 龙岩学院学报, 2005 (3)

---

作者简介: 高鹏鑫 (1986—), 男, 河北承德人, 地质工程师, 国土资源实物地质资料中心库藏管理室副主任, 工学学士学位, 主要从事地质矿产及实物地质资料管理工作。

(责任编辑 郭东芝)

---

(上接第 22 页)

#### 参考文献:

- [1] 杨军, 宋学锋. 煤炭价格对我国各相关产业的影响研究——基于投入产出分析 [J]. 经济问题, 2012 (11)
- [2] 许晴, 谭鹏等. 秦皇岛煤炭价格预测研究——基于因素分析法和支持向量机模型 [J]. 价格理论与实践, 2014 (2)
- [3] 董晓波, 张同建, 谭章禄, 陈广山. 市场机制下煤炭价格波动因素经验性解析 [J]. 中国煤炭, 2010 (9)
- [4] 丁志华, 李文博等. 煤炭价格波动对中国实体经济的影响研究 [J]. 北京理工大学学报: 社会科学版, 2014 (2)

奇台县开日木托朗格煤田西山窑组煤相研究

- [5] 江兴. 我国煤炭价格波动的传导效应研究——基于投入产出价格影响模型 [J]. 价格理论与实践, 2014 (5)
- [6] 郭白滢, 雷强. 我国煤炭市场价格走势及其波动特征研究 [J]. 价格理论与实践, 2014 (10)
- [7] 李文博, 龙如银等. 线性和非线性双重视角下煤炭价格波动对中国经济增长的影响 [J]. 资源科学, 2015 (10)

---

作者简介: 贾海涛 (1971—), 女, 内蒙古鄂尔多斯达旗人, 高级经济师, 中国矿业大学 (北京) 管理学院博士研究生, 研究方向为: 煤炭产业政策、内控审计、管理会计。

(责任编辑 张大鹏)