

文章编号:1673-9469(2010)03-0050-04

## 长治盆地东南地区15<sup>#</sup>煤中元素分布特征

金瞰昆<sup>1</sup>,魏晓超<sup>2</sup>,教光印<sup>3</sup>

(1.河北工程大学 河北省资源勘测研究实验室,河北 邯郸 056038;2.河北工程大学 资源学院,河北 邯郸 056038;3.冀中能源有限公司 邯郸矿业集团,河北 邯郸 056002)

**摘要:**通过对长治盆地东南地区15<sup>#</sup>煤层钻孔煤样进行显微煤岩组分分析、工业分析以及微量元素化样的分析统计,得出钍与氢氧化铝关系密切,主要存在于水铝石中;镓、铀的相对含量较高,与粘土矿物关系密切;二氧化硅与氧化铝呈现相似性变化,是组成粘土矿物的主要部分,也是构成灰份的主要成分;氧化铁与氟呈负相关性。

**关键词:**长治盆地;煤;元素;分布特征

**中图分类号:** P618.11

**文献标识码:** A

## Characteristics of element distribution of 15<sup>#</sup> coal seam in the southeast of Changzhi basin

JIN Kan-kun<sup>1</sup>, WEI Xiao-chao<sup>2</sup>

(1. Key Lab of Resource Exploration Research of Hebei Province, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 2. College of Natural Resource, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 3. Handan MIC, Jizhong Energy Group Co. Ltd., Hebei Handan 056002, China)

**Abstract:** The coal samples in the No. 15 coal seam drilling in the southeast of Changzhi basin were analyzed with the methods of maceral analysis, proximate analysis and the analysis of the microelement. The results show that there is close relation between the thorium and aluminum hydroxide, which were found mainly in the aluminum hydroxides; the contents of gallium and uranium were relatively high and chiefly associated with the clay minerals. The silica and alumina agree with each other significantly, which are the major parts of the clay minerals and the main components of ash as well. The iron oxide and the fluorine are negative correlated.

**Key words:** Changzhi basin; coal; element; distribution characteristics

煤中微量元素一直是煤岩学和煤质研究的重要内容;当今出于对资源利用和环境保护的关注,煤中微量元素,尤其是有益和有害元素的分布特征更是成为当前研究的热点。王云泉等<sup>[1]</sup>总结了晋城矿区主要煤层中微量元素的赋存状态;白向飞<sup>[2]</sup>阐明了煤中有害微量元素的富集主要与陆源供给和岩浆热液有关,在加工利用过程中的迁移机理与环境影响。代世峰<sup>[3]</sup>和刘桂建<sup>[4]</sup>研究了煤中元素和微量元素的赋存特征与研究意义;齐庆杰<sup>[5]</sup>、鲁百合<sup>[6]</sup>、李文华<sup>[7]</sup>研究了煤中有害元素的分布特征。本文以长治盆地东南地区15<sup>#</sup>煤层为研究对象,对煤中钍、镓、铀、氟等微量元素的赋存特征和富集成因机理进行研究,为今后该区煤炭

综合开发利用过程中环境污染的预防和控制提供依据。

### 1 地质概况

长治盆地东南边缘山区的地貌单元属于低中山区,中部为一近东西向延伸的分水岭,分水岭两侧的次级山梁和沟谷走向近南北向。总体地形特征为中部高、南北低,出露地层主要有二叠系山西组、下石盒子组、上石盒子组及第四系松散沉积物。区内15<sup>#</sup>煤层为主要可采煤层之一,属于太原组,其厚2.56-6.00m,平均4.22m,含煤系数为3.61%,为稳定可采煤层。

收稿日期:2010-05-11

作者简介:金瞰昆(1959-),男,湖北英山人,教授,从事煤田地质与勘探、矿产资源开发方面的研究。

## 2 15# 煤煤岩特征

### 2.1 显微煤岩组分及其特征

通过对15#煤层样品显微煤岩组分分析,得到15#煤层显微煤岩组分以镜质组为主,次为惰质组,缺少壳质组,矿物组则以粘土矿物为主,少量的碳酸盐和硫化物,还可见针铁矿、褐铁矿和一水铝石等矿物。

(1)镜质组:均以无结构镜质体、结构镜质体为主,无结构镜质体中主要为均质镜质体和胶质镜质体,部分以基质镜质体为主。显微组分定量分析结果:15#煤镜质组含量为55%~90%,一般为75%以上。

(2)惰质组:以无结构丝质体为主,另外也含有碎屑丝质体和少量的结构丝质体、丝炭化浑圆体、微粒体。显微组分定量分析结果:惰质组含量为5%~40%,一般含量为15%~20%,15#煤惰质组含量变化幅度较大,细胞结构较清楚,结构丝质体胞腔多被无机矿物充填。

(3)壳质组:本区煤岩样品中壳质组分甚微,不定形体或消失。

(4)矿物质:以粘土矿物为主,也含有少量的

碳酸盐和硫化物,部分样品中可见针铁矿、褐铁矿和一水铝石等矿物。矿物质呈星点状、团块状、条带状、线理状,分布于镜质组中,或充填在结构丝质体胞腔中,或分布在丝质体之间。矿物质含量为2.75%~20%,一般含量为5%~10%。

根据上述研究分析,15#煤镜质组中以结构和无结构镜质体为主;丝质组以无结构丝质体为主;壳质组分微量至消失,不定形体;镜质组油浸镜下最大反射率平均值界于2.05~2.33之间,显示高变质阶段的煤岩特征。

### 2.2 工业分析及其煤岩类型

根据钻孔煤心煤样分析结果:①水分(Mad):原煤为0.49%~1.43%,平均0.92%;精煤为0.37%~0.99%,平均0.69%。②灰分(Ad):原煤为8.56%~20.91%,平均15.88%;原煤灰分小于10%的有2个孔(ZK1-5和ZK3-4),占总孔数(13)的15%;介于10.01%~16.00%之间的有3个孔(ZK1-12、ZK2-5、ZK5-1),占总孔数(13)的23%;其余8个孔大于16.00%,占总孔数(13)的62%,灰分变化详见图1;精煤为5.88%~10.50%,平均7.71%,根据《煤炭质量分级》(GB/T15224.1-2004)15号煤为低灰-中灰煤。

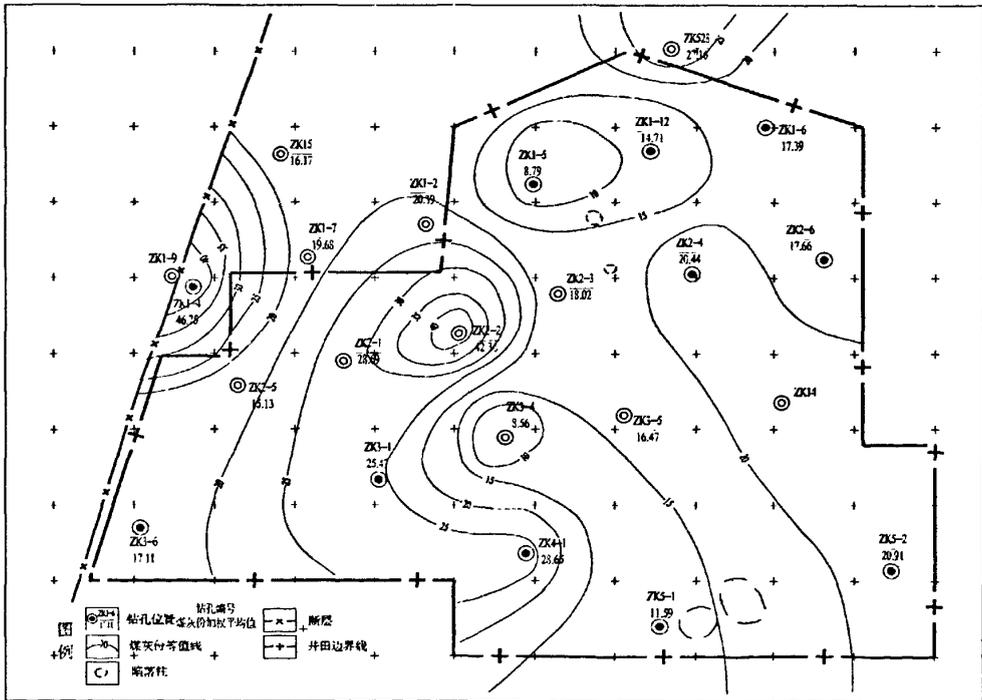


图1 15#煤层原煤灰分(Ad)等值线图

Fig.1 Ash (Ad) isoline of the No.15 coal

表 1 15<sup>#</sup> 煤中有害、微量元素含量表

Tab.1 Harmful and trace elements content tables of the No.15 coal

钻孔编号	煤样	有害元素				微量元素			
		As/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	F/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Cl/%	Ce/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Ga/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	U/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Th/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /%
ZK1-5	原	1	67	0.049	1	6	5.5	7	0.002
ZK1-6	原	3	64	0.049	1	14	4.3	10	0.002
ZK1-7 平均	原	1	124.5	0.049	1.5	17	4.0	16	0.004
ZK2-3	原	3	136	0.075	1	13	3.7	13	0.004
ZK2-4	原	5	68	0.049	2	16	4.3	13	0.008
ZK3-4	原	0	59	0.004	1	10	5.5	11	0.004
ZK3-5	原	1	102	0.031	2	18	3.1	26	0.006
ZK3-6	原	1	127	0.040	2	12	4.3	16	0.004
ZK5-2	原	9	130	0.040	1	11	3.1	12	0.003

表 2 15<sup>#</sup> 煤灰份中元素含量表

Tab.2 Elements content of the No.15 coal in ash

钻孔编号	煤样	煤灰成分									
		As/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	SiO <sub>2</sub> /%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	CaO/%	MgO/%	SO <sub>3</sub> /%	TiO <sub>2</sub> /%	Na <sub>2</sub> O/%	K <sub>2</sub> O/%
ZK1-5	原	1	42.84	35.51	4.40	6.94	0.76	4.69	1.41	0.37	0.13
ZK1-6	原	3	41.68	35.39	7.84	6.35	0.63	5.11	0.96	0.19	0.23
ZK1-7 平均	原	1	27.87	24.58	14.60	13.87	1.37	14.24	0.55	0.05	0.12
ZK2-3	原	3	32.84	27.50	10.00	12.41	0.40	11.87	0.72	0.06	0.12
ZK2-4	原	5	29.56	25.64	38.20	1.30	0.35	1.25	0.55	0.08	0.10
ZK3-4	原	0	42.03	37.02	6.40	3.31	0.19	4.17	1.51	0.20	0.30
ZK3-5	原	1	45.96	41.69	4.53	1.52	0.19	2.14	1.38	0.09	0.17
ZK3-6	原	1	43.01	36.53	4.60	5.99	0.19	5.42	0.86	0.10	0.25
ZK5-2	原	9	37.96	27.58	20.83	5.25	0.60	3.52	0.98	0.22	0.49

### 3 15<sup>#</sup> 煤元素分布特征

#### 3.1 15<sup>#</sup> 煤中元素含量

通过对所采样品的实验室分析测得出 15<sup>#</sup> 煤中元素含量情况(表 1、表 2 所示)。

#### 3.2 15<sup>#</sup> 煤中元素分布特征

从曲线图 2 中可以看出镓与钍含量变化具有相似性,在 ZK3-5 钻孔表现更为明显,尤其是钍升高幅度明显变大,钍元素的含量为 7~26 $\mu\text{g}/\text{g}$ ,钍与铝的氢氧化物矿物关系密切,主要存在于铝的

氢氧化物水铝石中;本研究区镓、钍的相对含量较高,镓为 6~18  $\mu\text{g}/\text{g}$ ,钍为 3.1~5.5  $\mu\text{g}/\text{g}$ ,它们与粘土矿物关系密切,因煤中粘土矿物搬运、沉积过程中对其有吸附作用。粘土矿物对煤中微量元素的富集有重要意义<sup>[1-3]</sup>。

15<sup>#</sup> 煤中的铁则以针铁矿(氧化铁)和褐铁矿(氢氧化铁)为主,为黄铁矿的氧化产物,大部分黄铁矿则是泥炭聚积时海水入侵的产物,因为 15<sup>#</sup> 煤层位于海陆交互相含煤地层中,其底板为泥岩或含黄铁矿泥岩,局部为粉砂质泥岩;也有部分黄铁矿是煤中后生成因充填于裂隙中<sup>[4]</sup>。氟由于离子体积小,容易与许多正离子形成稳定的配位化合

物,以类质同象形式呈离子态存在于矿物晶格中或以非类质同象形式呈离子状态吸附于矿物颗粒表面或存在于煤的水分之中,15# 煤中其含量 59 - 136 ug/g,主要存在于无机质中<sup>[5-7]</sup>。曲线图 3 则显示氧化铁与氟呈负相关性,在 ZK2 - 4 孔中表现明显,氟的含量随氧化铁含量增加大幅度降低。铁主要赋存于黄铁矿中<sup>[6]</sup>,当黄铁矿形成时处于还原或弱还原环境,水流不畅则带入的粘土物质匮乏,从 136 ug/g 减少到 59 ug/g,降幅达一倍多,主要是粘土物质的吸附,氟元素是亲有机的,在粘土物质匮乏的情况下氟的含量自然会减少,故形成了氧化铁与氟呈负相关性。

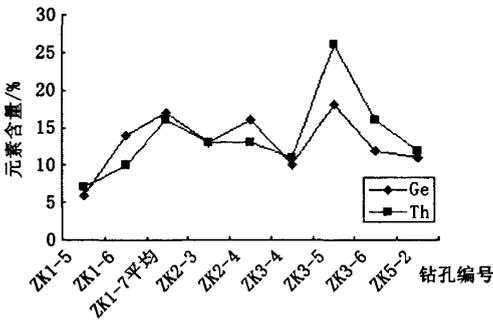


图2 镓与钍变化曲线图

Fig.2 Relationship between Gallium and Thorium

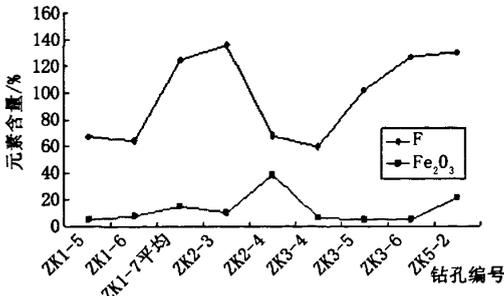


图3 氧化铁与氟变化曲线图

Fig.3 Relationship between iron oxide and fluorine

曲线图 4 则表明二氧化硅与氧化铝呈现相似性变化,是组成无机物(以粘土矿物为主)的主要部分,也是构成灰份的主要成分,是成煤过程中粘土物质随水搬运到沉积盆地,即沼泽中伴随成煤植物一起沉积下来。研究区煤中硅主要以粘土矿物,来源于泥炭聚积时陆源碎屑的供给<sup>[1]</sup>。铝主

要以铝的氢氧化物——水铝石形式,也是来源于泥炭聚积时陆源碎屑的供给<sup>[8]</sup>。

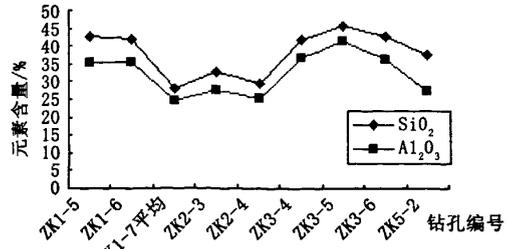


图4 二氧化硅与氧化铝的变化曲线图

Fig.4 Relationship between silica and alumina

### 4 结论

1)长冶盆地东南地区 15# 煤中钍与氢氧化铝关系密切,主要存在于水铝石中;镓、钍的相对含量较高,与粘土矿物关系密切。

2)二氧化硅与氧化铝呈现相似性变化,是组成粘土矿物的主要部分,也是构成灰份的主要成分。

3)氧化铁与氟呈负相关性。

### 参考文献:

- [1] 王运泉,任德怡,王隆国. 煤中微量元素的赋存状态[J]. 煤田地质与勘探, 1996, 24(2): 9 - 11.
- [2] 白向飞. 中国煤中微量元素分布赋存特征及其迁移规律试验研究[D]. 北京: 煤炭科学研究总院, 2003.
- [3] 代世峰,任德怡,唐跃刚. 煤中常量元素的赋存特征与研究意义[J]. 煤田地质与勘探, 2005, 33(2): 1 - 5.
- [4] 刘桂建,杨萍玥. 唐口区煤中微量元素的分布特征[J]. 煤田地质与勘探, 1999, 27(2): 13 - 15.
- [5] 齐庆杰. 煤中氟赋存形态、燃烧转化与污染控制的基础和试验研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2002.
- [6] 鲁百合. 我国煤层中氟和氯的赋存特征[J]. 煤田地质与勘探, 1996, 24(1): 9 - 11, 12.
- [7] 李文华. 中国主要高硫煤和石煤中氟的分布[J]. 煤炭分析及利用, 1986, (5): 27 - 37.
- [8] 权巨涛,宋志坚. 磁西一号勘查区上煤组煤质特征及成煤环境[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2009, 26(2): 66 - 69.

(责任编辑 马立)