

文章编号:1673-9469(2011)03-0071-04

岱庄煤矿影响煤中微量元素的地质因素

孟辉¹,张思华¹,马守君²,付帅³

(1.淄博矿业集团 岱庄煤矿,山东 济宁 272051;2.淄博矿业集团,山东 淄博 255100;
3.济宁市国土资源局,山东 济宁 272000)

摘要:微量元素具有一些特殊的地球化学性能,如化学性质稳定、均一化程度高等特点。岱庄煤矿主采煤层共四层(3_上、3_下、16、17煤层),微量元素含量从3_上煤层到17煤层逐渐增大。通过对岱庄煤矿煤中微量元素成煤植物、陆源区母岩性质、沉积环境以及其它一些影响因素进行分析,总结岱庄煤矿煤中微量元素的分布和富集成因,能够更加准确掌握不同煤层中微量元素的赋存规律及赋存状态。

关键词:岱庄煤矿;微量元素;影响;地质因素

中图分类号: P512

文献标识码: A

Influence of trace elements in coal geological factors in Daizhuang coalmine

MENG Hui¹, ZHANG Si-hua¹, MA Shou-jun², FU Shuai³

(1. Daizhuang Coalmine, Zibo Mining Group Co. Ltd., Shandong Ji'ning 272051, China; 2. Zibo Mining Group Co. Ltd., Shandong Zibo 255100, China; 3. Ji'ning City Land Resources Bureau, Shandong Jining 272000, China)

Abstract: Trace elements have some special geochemical properties, such as stable chemical properties, high homogenization degree, etc. There are four main coal seams (No.3upper, No.3 lower, No.16, No.17 coal seam) in Daizhuang coalmine. From No.3 upper coal seam to No.17 coal seam, the trace elements in the coal seam increase gradually. The influencing factors on the trace elements' distribution and origin of enrichment such as the coal forming plant, the properties of terrigenous mother rock, environment of sedimentation and others are analyzed; the distribution laws and distribution conditions of trace elements in different coal seams are accurate controlled.

Key words: Daizhuang coal mine; trace elements; impact; geological factors

岱庄煤矿位于济宁煤田的北部,济宁市北郊,行政区划属山东省济宁市任城区管辖。煤层埋藏较浅,资源储量丰富,共7层可采及局部可采煤层(其中3_上、6、15_上为局部可采煤层;3_上、3_下主采煤层为山西组;16、17煤层为太原组主采煤层),平均总厚8.40m。主采煤层中微量元素从3_上煤层到17煤层逐渐增大。由于微量元素具有一些特殊的地球化学性能,如化学性质稳定、均一化程度高等特点,可作为煤层示踪的DNA,在煤层对比中发挥显著作用,因此分析影响煤中微量元素的地质条件,对于煤矿安全、高效生产意义重大。本文从成

煤植物、陆源区母岩性质、沉积环境以及其它一些影响因素等方面^[1-3]分析岱庄煤矿煤中微量元素的分布和富集成因。

1 成煤植物对煤中微量元素的影响

成煤植物是煤炭形成的物质基础,植物中微量元素的丰度控制着煤中微量元素的含量。成煤植物的种类、植物中含有微量元素的多少、植物生长环境等都会影响煤中微量元素的富集和迁移。一般来说,成煤植物对煤中微量元素富集的影响主要体现在生物的新陈代谢过程中,此时不同的

成煤植物和同种成煤植物的不同器官对同一种微量元素或者不同微量元素吸附的程度存在差异,而且不同生物体死亡后形成的有机质对不同微量元素的吸附和络合能力也不同,这些过程必然影响煤中微量元素富集的程度。

1.1 成煤植物类型影响

从岱庄煤矿来看,其区域在整个二叠纪期间,气候温暖湿润,成煤植物类型主要是高等植物和部分低等植物。在植物演化方面,岱庄煤矿在二叠世时,植物群有了很大的发展,占主导地位的逐渐是真蕨、种子蕨类植物,此外还有一些节蕨植物,譬如芦木、楔叶类等,这些植物也是喜温暖、潮湿的沼泽植物,华夏式植物、真蕨与种子蕨等植物得到了发展,达到全盛阶段,植物种类繁多,植物群茂密,随着环境的变化,这些植物在沼泽中开始退化发生各种反应,是二叠纪煤层形成的物质基础。

1.2 成煤植物体内微量元素转化

岱庄煤矿煤田在石炭世晚期,源区上升,陆源碎屑供应逐渐加强,自然环境由浅海相和滨海相过渡为湖泊相,且在整个二叠纪期间,由于温暖湿润的气候和生长茂盛的高等植物,泥炭沼泽得以形成和发展,从而形成了良好的煤层。这些成煤植物在泥炭沼泽中,一方面要从沼泽介质中吸取一定数量的微量元素,同时也要把自身的一些微量元素释放到沼泽中,通过生物作用、生物化学作用等来实现生物体与沼泽环境之间的元素交换。

成煤植物在其整个生命活动过程中,主要依靠根系从周围环境中吸收、积累和富集汞等微量元素。对成煤植物来说,根部和植物体的下部含有某些微量元素的浓度相对比植物体枝节或枝叶部分要高,由于植物的根和植物的下部多形成煤的底板或底板附近的煤层,从而导致煤的底板中微量元素含量较高。

成煤植物死亡以后,植物在微生物作用下将会发生降解,在沼泽中,氧化分解作用的不充分很快会使分解作用转化为合成腐殖质作用。在泥潭沼泽结束阶段,一方面 Hg、As、Se 等微量元素的不断输入,另一方面环境条件的变化使沼泽不利于植物的生长,Hg、As、Se 等微量元素的循环过程受到控制,此时的 Hg、As、Se 等微量元素将会沉淀下来,从而形成一定的富集,导致煤层顶板附近 Hg、

As、Se 等微量元素浓度偏高。

另一方面,成煤植物对煤中微量元素聚集的影响,还表现在植物死亡后降解产物黑棕腐酸和黄腐酸对微量元素的吸附作用和络合(螯合)作用。一般来说,黄腐酸比黑棕腐酸的反应性强,值得注意的是金属的黑棕腐酸盐在水中不容易溶解,而被泥炭或褐煤所吸附,而大多数金属的黄腐酸盐容易溶于水,成为水中的腐殖质在自然水体中运移。黑棕腐酸在酸性介质中能絮凝成腐殖凝胶,从介质中带走微量元素,在复腐殖凝胶的表面也能吸附金属离子。刘志礼(1989)在研究藻类 Cu 的富集能力时发现,藻类在生长过程中使环境的 pH 值上升到 10, Eh 值下降到 100 mV,由此可见藻类的生命活动还可以改变环境的化学条件。

从植物体本身的组成来看,自然界的植物体中含有蛋白质、碳水化合物、脂类化合物和木质素等,在泥炭化作用过程中,植物遗体发生氧化,绝大部分的植物体将会分解成 CO_2 、 NH_3 、 CH_4 和 H_2O 等消失,而残余物将会在生物化学作用和物理化学作用下转化为腐殖质。腐殖质中主要的组分为腐殖酸,腐殖酸是泥炭有机质中的主要组分,是由一组相似、但分子量大小不同、结构不一致的羟基芳香羧酸所组成的复杂化合物(代世峰, 2002)。腐殖酸每个结构端元由核、桥键核活性基团组成,核上带有的活性基团决定了腐殖酸的一些重要理化性质。这些活性基团可以与 Hg、Fe、Cu、Zn 等多种金属形成螯合物,从而使许多元素在煤中以及富含有机质的岩石中相对富集。

岱庄煤矿煤中 As 和 Se 的含量与灰份含量之间的相关性不明显,说明岱庄矿煤中的 As 和 Se 赋存于煤成分之中。岱庄煤矿除了由于岩浆侵入影响导致煤中 As 和 Se 的含量和赋存状态重新分配之外,该区煤中的 As 和 Se 与有机质之间联系密切,说明与当时的泥炭沼泽环境和成煤植物有较好的关联。

2 陆源区母岩对煤中微量元素的影响

陆源区母岩性质在一定程度上决定了聚煤盆地充填物的矿物成分、化学成分、化学性质、成煤古土壤、古植物以及沼泽水介质中微量元素的种类和含量,因此在相当程度上也决定了成煤植物和泥炭沼泽介质中微量元素的含量以及煤中微量元素的丰度。

岱庄煤矿属于华北聚煤盆地,华北石炭-二叠纪聚煤区。聚煤区内不同煤田煤中微量元素的含量与相邻的陆源区母岩组成密切相关。从岱庄煤矿的物源区来看,主要以花岗岩、花岗片麻岩等中、酸性岩为主,这些母岩主要来自胶东古陆作用。从岱庄煤矿煤中大多数微量元素的分布来看,在煤层顶、底板样品以及煤层中的夹矸样品中很多元素的浓度相对较高,部分元素含量在煤层中部最低,因此说明煤层顶、底板对煤中微量元素的分布富集有明显的影

响。从岱庄煤矿煤中汞(mg/kg)和灰份(%)的相关性(图1)可以看出,岱庄煤矿的汞的含量与煤中的灰份含量之间呈明显的正相关,二者之间的相关系数 r 高达0.8($p < 0.05$),煤中灰份的主要成分为二氧化硅、三氧化二铝等,这些成分主要继承的母体主要为陆源区母岩的碎屑,说明岱庄煤矿煤中的汞的含量与陆源区母岩之间存在密切的联系。

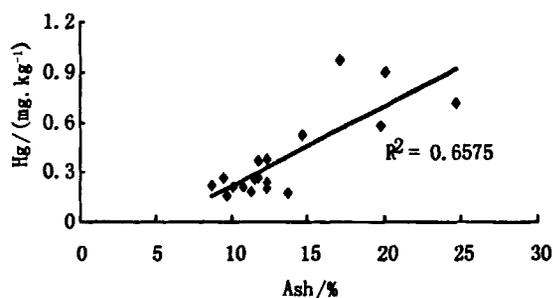


图1 岱庄煤矿煤中汞(mg/kg)和灰份(%)的相关性

Fig.1 The correlation between mercury and ash in Daizhuang coalmine

3 沉积环境对煤中微量元素的影响

沉积环境是影响煤中微量元素分布差异的主要因素之一。沉积环境的影响主要表现在以下几个方面:

1)成煤海相沉积环境明显影响着煤中微量元素的丰度。一方面海洋浮游生物能富集一些微量元素,提供比较丰富的物质来源,导致与海相沉积密切的煤中微量元素的含量较高。另一方面,海水改变了泥炭沼泽的 pH 值、 Eh 值以及 H_2S 的含量等,更有利于微量元素的富集。

2)沼泽中水介质的酸、碱性以及盐度等也影响着沼泽中微量元素的溶解、沉淀、络合以及吸附等。沼泽中,大多数的金属氧化物、氢氧化物、碳酸盐甚至于硫化物在 pH 值较低的情况下,其溶解度和迁移能力将会大大提高。而氧化还原条件对植物遗体转变为腐殖质以及对腐殖质中微量元素

的析出过程、络合和沉淀也起着重要的作用,如在氧化环境中,一些元素将会处于高氧化态形成难溶的化合物,导致迁移能力降低。

3)泥炭沼泽时期气候的变化是煤中微量元素迁移、富集的一个重要的原生因素。气候的变化不仅影响古土壤中微量元素的迁移富集,也影响到有机生物体的种类、繁盛程度以及植物遗体分解速率,进而影响到沼泽生物体中有害微量元素的迁移与富集。

4 其它成因类型对煤中微量元素的影响

煤中微量元素的富集取决于元素“源”的供给、元素运移特点和元素的富集特性(即物理化学性质),是多种地质因素以及元素本身的物化性质共同作用的结果。在元素物理化学性质一定的情况下,不同的聚煤地区和成煤时代,不同的地质背景下,各种因素对煤中微量元素的分布和富集的控制程度不同。从煤中微量元素富集的时间段上讲,主要有4个时期:成煤以前阶段、同生作用阶段、煤化作用阶段和后生作用阶段。因此,除了上述的成煤植物、陆源区母岩性质、沉积环境外,还有一些其它的作用类型在一定的时期和一定的区域对煤中微量元素的分布和富集起着一定程度的控制。

4.1 断裂-热液作用

岱庄煤矿在区域构造上处于南北向的济宁地堑构造内,属于滋阳背斜的南翼,兖州济宁向斜的北翼。地层总趋势是向南倾斜,地质构造以宽缓褶曲为主,伴有一定数量的断层。由于受区域性构造的控制,致使矿井内发育走向近南北及北东向两组西倾高角度正断层组,使煤系地层向西呈阶梯式下降,褶曲走向以北东向为主,北西及近南北向次之。构造属中等,局部偏复杂,见图2岱庄煤矿矿井构造示意图。

断裂-热液作用^[1]是影响煤中微量元素的分布和富集的主要后生因素之一,这种类型的富集一般在大断裂富集的居美盆地中较为典型。构造演化造成的断裂带控制着含煤岩系的变形和含煤盆地的变化,构造运动造成的裂隙是热液和挥发物质运移的良好通道,而这些中、低温热液中富含的微量元素将会沿着构造活动带运移进入煤层,或者长期和煤层接触,在与煤层发生交换的同时,

热液中含有的微生物也会使煤中的一些微量元素与煤层中的物质发生生物化学作用。

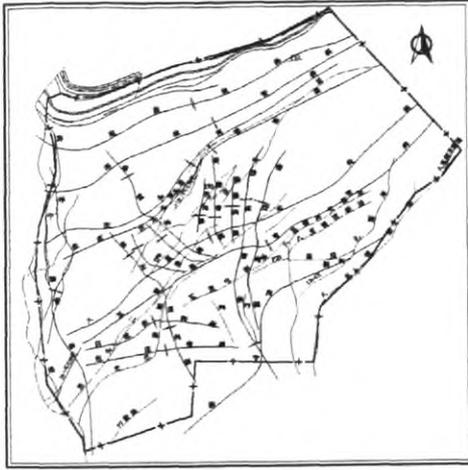


图2 岱庄煤矿矿井构造示意图

Fig.2 Diagram of the structure in Daizhuang coalmine

4.2 地下水作用

岱庄煤矿属于水文地质复杂矿井,地下水含有丰富的微量元素,譬如 Mn、Ca、Cu、As、Se、I、Cl、Zn 以及 Hg 等,并且存在一些微生物作用。这些微量元素可以通过裂隙、溶隙以及断裂构造带进入煤层,并与煤层中的物质发生物理和化学作用,从而导致煤中微量元素的富集或者迁移^[6]。

5 结论

1) 岱庄煤矿煤田在石炭世晚期,自然环境由浅海相和滨海相过渡为湖泊相,且在整个二叠纪期间,由于温暖湿润的气候和生长茂盛的高等植物,泥炭沼泽得以形成和发展,从而形成了良好的煤层。成煤植物在其整个生命活动过程中,主要依靠根系从周围环境中吸收、积累和富集汞等微

量元素,由于植物的根和植物的下部多形成煤的底板或底板附近的煤层,从而导致煤的底板中的微量元素含量较高。

2) 聚煤区内不同煤田煤中微量元素的含量与相邻的陆源区母岩组成密切相关。在顶、底板样品以及煤层中的夹矸样品中很多元素的浓度相对较高,部分元素含量在煤层中部最低,因此说明煤层顶、底板对煤中微量元素的分布富集有明显的影响。

3) 岱庄煤矿含煤地层为山西组和太原组,属近海型海陆交互相沉积,太原组的浅海相和滨海相过渡到山西组的湖泊相和冲积相,成煤海相沉积环境明显影响着煤中微量元素的丰度,是岱庄煤矿微量元素从 3_上 煤层到 17 煤层逐渐增大的主要因素之一。

参考文献:

- [1] 代世峰. 煤中伴生元素的地质地球化学学习性与富集模式[D]. 北京: 中国矿业大学, 2002.
- [2] 刘桂建, 彭子成, 杨萍月. 煤中微量元素富集的主要因素分析[J]. 煤田地质与勘探, 2001, 29(4): 1-4.
- [3] 任德贻, 赵峰华, 张军营, 等. 煤中有害微量元素的成因类型初探[J]. 地质前缘, 1999(S1): 17-22.
- [4] 许琪. 煤中伴生元素的聚集机制及其侵入环境的动态规律[D]. 北京: 中国矿业大学, 1988.
- [5] 周义平. 云南某些煤中砷的分布及控制因素[J]. 煤田地质与勘探, 1983, 11(3): 2-8.
- [6] 周义平. 试谈含煤盆地中硫、铁分布与沉积环境的关系[J]. 煤田地质与勘探, 1980(1): 7-9.
- [7] 郑刘根, 刘桂建, 齐翠翠, 等. 中国煤中汞的环境地球化学研究[J]. 中国科学技术大学学报, 2007, 37(8): 953-963.
- [8] 赵志根, 唐修义, 李宝芳. 淮南矿区煤的微量元素地球化学[J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 453-459.

(责任编辑 刘存英)