

渭北石炭二叠系煤中汞的含量及分布特征*

雒昆利¹ 王五一² 姚改焕¹ 米娟层³ 张红民¹ 杨林生²

(1. 西安科技大学, 710054; 2. 中国科学院地理研究所, 北京 100101;
3. 陕西质量检查中心煤炭测试中心, 西安 710054)

摘要 采用原子荧光和化学分析方法, 研究了渭北部分矿区石炭二叠系煤中汞的含量及汞在煤中的分布特征。结果表明, 渭北石炭二叠系煤中汞含量较高, 高于地壳中汞的平均含量 (0.08×10^{-6}) 及已经报导的煤和石油中汞的含量 ($0.001 \times 10^{-6} \sim 0.03 \times 10^{-6}$)。煤中汞主要以 HgS 的形式存在, 与煤中无机硫成正比关系。同时论述了煤中汞含量与灰分等的关系。

关键词 石炭二叠系 煤 汞 分布

中国图书资料分类法分类号 P595

作者简介 雒昆利 女 40岁 博士 教授 煤田地质 地层古生物

1 引言

汞是一种对人体有害的重金属元素, 其中毒作用主要表现在阻碍人和动物的正常代谢机能^[1]。进入细胞内的汞能抑制各种酶的活性, 导致机体的功能衰退, 从而使细胞和脏器的功能下降。特别是甲基汞通过生物体表、呼吸道或经口腔通过肠道吸收, 易于在大脑的感觉区、运动区蓄积, 从而对神经系统造成不可逆的损害^[1]。

煤和石油中汞的一般含量为 $0.001 \times 10^{-6} \sim 0.03 \times 10^{-6}$ ^[2]。由于我国耗煤量大, 全国用于直接燃烧的煤炭每年占总耗煤的 84%, 年消费量达 1.28 Gt。燃煤释放的汞是我国汞污染的主要来源。据不完全统计, 仅贵州省每年的燃煤排汞量达 600 t。我国能源结构是以煤为主的, 我国的汞污染特点与我国的能源结构密切相关, 汞污染已从 70 年代的点源污染转变为今天的面源污染。因此煤中汞的含量及分布规律的研究, 对煤中有害组分的脱除和环境保护评价方面, 具有重要的理论意义和现实意义。

目前我国煤中汞含量和分布的研究较少, 本文在对韩城石炭二叠系煤的含硫量和分布特征研究的基础上, 对煤中汞的含量及分布进行了初步研究。现将结果介绍如下, 与同行切磋。

2 样品和分析方法

2.1 样品

样品采自韩城燎原煤矿山西组的 2# 和 3# 煤, 象山矿太原组的 5# 煤, 桑树坪矿和马沟渠矿太原组

的 11# 煤, 铜川矿务局太原组的 11# 煤, 蒲白煤矿太原组 5# 煤(作参照), 所有煤样均为新鲜工作面的刻槽大样。

2.2 实验方法

实验采用原子荧光仪测试和化学分析法。所有样品均在西北地质研究所测试中心, 陕西质量检查中心煤炭测试中心测试。测试结果见表 1。

3 煤中汞的含量和分布特征

3.1 煤中汞的含量

由表 1 所知, 象山矿区和桑树坪煤矿 5# 煤中汞含量最高, 平均含量为 1.5×10^{-6} , 是地壳平均含量 0.08×10^{-6} 的 20 倍, 是煤和石油的一般含汞量 $0.001 \times 10^{-6} \sim 0.03 \times 10^{-6}$ ^[2] 的 1500~50 倍, 5# 煤分析大样的含汞量均在 $0.6 \times 10^{-6} \sim 2.0 \times 10^{-6}$ 之间。11# 煤样采自象山和马沟渠矿, 其汞含量为 $0.55 \times 10^{-6} \sim 0.90 \times 10^{-6}$, 6 个大样的平均含量为 0.70×10^{-6} , 是地壳平均含量 0.08×10^{-6} 的 9 倍, 是煤和石油中一般含汞量 $0.001 \times 10^{-6} \sim 0.03 \times 10^{-6}$ 的 700~23 倍。3# 煤样采自象山和燎原矿, 汞的一般含量为 $0.35 \times 10^{-6} \sim 0.55 \times 10^{-6}$, 平均含量为 0.4×10^{-6} , 是地壳平均含量 0.08×10^{-6} 的 5 倍, 是煤和石油中一般含汞量 $0.001 \times 10^{-6} \sim 0.03 \times 10^{-6}$ 的 400~13 倍。燎原、象山采煤工作面的 2# 煤中汞含量为 $0.15 \times 10^{-6} \sim 0.30 \times 10^{-6}$, 平均含量为 0.2×10^{-6} , 是地壳平均含量 0.08×10^{-6} 的 2.5 倍, 是煤和石油中一般含汞量 $0.001 \times 10^{-6} \sim 0.03 \times 10^{-6}$ 的 200~7 倍。

表 1 渭北矿区石炭二叠系煤中汞、硫及其他元素的含量

w_B %

样数	样品	煤层	时代	全硫	无机硫	有机硫	硫酸盐硫	汞 /10 ⁻⁶	氯	氟 /10 ⁻⁶	砷 /10 ⁻⁶	硒 /10 ⁻⁶	地壳中平均含量 /10 ⁻⁶	煤和石油中含量 /10 ⁻⁶
6	煤 2	P		0.47	0.2	0.25	0	0.2	0.06	146	14	2.1	0.08	0.001~0.03
6	煤 3	P		0.62	0.3	0.32	0.1	0.4	0.17	77	14	0.1		
5	煤 5	C		2.21	1.4	0.51	0.2	1.5	0.1	235	24	2.7		
6	煤 1#	C		3.99	1.3	2.48	0.2	0.7	0.16	353	18	2.7		

表 2 石炭二叠系煤中汞的含量和各种灰成分的相关关系

w_B %

样 品	煤层	时代	全硫	无机硫	有机硫	硫酸盐硫	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	灰分	Hg /10 ⁻⁶
煤 2	P		0.47	0.2	0.25	0	52	3.5	39.7	1.4	0.9	16	0.2
煤 3	P		0.62	0.3	0.32	0.1	49	4.7	37.6	3.8	0.92	20	0.4
煤 5	C		2.21	1.4	0.51	0.2	42	9.4	33.5	6.9	1.1	17	1.5
煤 1#	C		3.99	1.3	2.48	0.2	42	7.1	37	6.5	0.5	23	0.7
相关系数			0.48	0.9	0.1	0.8	-2.7	0.971	-2.21	0.836	-0.5	0	

3.2 汞的分布特征

通过对煤中硫化物进行扫描电镜研究发现,煤中汞主要以辰砂(HgS)的形式存在。无论在象山井田还是在燎原井田,2#、3#、5#、1#煤层中的汞含量与煤中的无机硫(黄铁矿硫)的含量密切相关(表2),5#煤中黄铁矿硫和黄铁矿含量最高,其中汞的含量也最高。另外,汞含量随着煤层形成时代的不同而变化,煤层形成时代愈早,一般含汞量愈高,所以2#煤中的汞含量相对较低。这个规律在燎原井田尤为突出。韩城矿务局的4层主采煤层中汞含量普遍较高。

4 煤中汞含量与其它有害元素和灰成分的相关关系

由表2看出,煤中汞的含量与煤中无机硫、三氧化二铁和砷含量的关系最为密切,成正比关系。汞含量与灰成分中的二氧化硅、三氧化二铝和氧化镁成负相关。扫描电镜对煤研石和灰分中的白云石研究表明,白云石均为后期交代成因,二氧化硅、三氧化二铝多为陆源碎屑,这说明汞一般赋存在煤成分中,形成时与成煤环境中的外来碎屑关系不大,而与当时的泥炭沼泽环境和成煤物质密切相关。

煤中汞的含量与黄铁矿硫(无机硫)、硫酸盐硫呈正相关,与全硫含量的关系次之,与有机硫的相关系数最小,说明汞是与黄铁矿硫密切相关的,与黄铁矿硫的成因相关,而与有机硫的成因关系不大。

5 汞的成因探讨

汞作为亲铜元素在自然界中形成的主要硫化物——辰砂(HgS)^[2,5],在表生带是属于最稳定的矿物,

物。韩城5#煤含有较大的黄铁矿结核,是韩城所有石炭二叠系煤中唯一以无机硫(黄铁矿硫)为主的,含无机硫最高的煤层,无机硫中的黄铁矿硫是煤中汞的主要载体,因此富含黄铁矿硫的5#煤层的含汞量最高。

韩城矿区的2#、3#煤层其围岩为陆相沉积,底部为厚层到中厚层岩屑石英杂砂岩(K_4 标志层),向上为粉砂岩、砂质泥岩和煤,缺乏铁质和钙质沉积,黄铁矿硫的含量也低,缺乏汞的载体,因此含汞量较低。其大部分汞可能与成煤植物本身原始的汞含量有关。

韩城矿区1#煤层中的黄铁矿及有机硫含量高达全硫含量的90%,虽然1#煤的含硫量在整个渭北区石炭二叠系煤中是最高的,但由于有机硫的含量占全硫含量的70%左右,无机硫中黄铁矿的含量相对较低,缺乏汞的载体,因此1#煤的含汞量比5#煤低。

国内外研究发现,凡是含硫高的煤层,绝大部分都与海水有关^[2,5]。当硫酸盐含量平均为0.6%的海水入侵煤层后,因为海水中有大量的硫酸根离子,当海水退去时,就有相当的硫酸根离子留在地表,这为煤中的汞提供了丰富的载体。因此海陆交互的石炭系煤中含汞量高于陆相的二叠系煤中含汞量。

总之,陕西渭北石炭二叠系煤中的汞含量高,而且以辰砂为主,是地壳平均含量0.08~10⁻⁶的2.5~9倍,是煤和石油中一般含汞量0.001~10⁻⁶~0.03~10⁻⁶的1500~7倍。虽然煤中汞的硫化物——辰砂(HgS)在表生带是属于最稳定的矿物^[2,5],在成煤过程中很稳定,但在煤的燃烧过程中常会分解释放,给人们的健康带来危害。因此我们在煤燃烧

兖州矿区高岭岩(土)矿石性质及利用途径

任忠胜 (煤炭科学研究院西安分院 西安 710054)

摘要 论述了兖州矿区 18上煤底板煤系高岭岩(土)的地质特征、赋存状态、矿石性质,并在产品研制的基础上,提出了矿石合理的利用途径,为资源的开发利用方向提供了科学依据,为衰老矿井资源综合开采和开发提供了新的出路。

关键词 高岭石 矿床 利用 兖州矿区

中国图书资料分类法分类号 P619.232

作者简介 任忠胜 男 39岁 高级工程师 岩石矿物应用地质

1 引言

兖州矿区唐村、北宿等煤矿已有几十年的开采历史,现已进入衰老期,急需寻找新资源,开发新产品。这些煤矿的 18上煤底板为质量优良的高岭岩(土)矿层,过去 18上煤由于厚度较薄等原因一直没有开采,如何综合利用与煤共伴生、性质优良的高岭岩矿产资源,解放 18上煤层的煤炭资源,提高煤炭质量和煤矿综合经济效益,就成为兖州矿业集团亟待解决的课题。

污染防治中,对煤中的汞污染也应引起足够的重视。

参考文献

- 1 陈清,卢国强.微量元素和健康.北京:北京大学出版社,1989 193~210
- 2 刘英俊,曹励明,李兆麟等.元素地壳化学.北京:科学出版社,1984 336~342
- 3 Raiswell R, Berner R A. Pyrite and organic matter in phanerozoic

2 地质概况

兖州矿区唐村、北宿煤矿位于兖州向斜南翼浅部,为一走向近东西,向北倾斜的单斜构造。区内发育次级宽缓褶曲,构造较简单,含高岭岩(土)矿地层为石炭系太原组(C_3t)。太原组厚 114.62~184.02 m,平均厚 160.52 m。煤系高岭岩(土)矿层赋存于底部层段,岩性主要由深灰至灰黑色,浅褐,灰白色高岭岩(土)砂质泥岩等组成,含 16上煤 16下煤 17煤及 18上煤,是本区主要含煤段,其中 16上煤

normal marine shale. *Geochim Cosmochim Acta*, 1986; 50: 1967~1976

- 4 McNeal J M. The geochemistry of mercury in sedimentary rocks and soil in Pennsylvania. *Geochim Cosmochim Acta*, 1974; 38
- 5 Spears D A, Martinez-Tarazona M R. Geological and mineralogical characteristics of a power station feed-coal, Eggborough, England. *International Journal of Coal Geology*, 1993; 22: 1~20.

(收稿日期 2000-01-06)

MERCURY CONTENT AND ITS DISTRIBUTION IN PERMO-CARBONIFEROUS COAL IN WEIBEI AREA, SHAANXI

Luo Kunli¹ Wang Wuyi² Yao Gaihuan¹ Mi Juanceng³ Zhang hongmin¹ Yang Linsheng²

(1. Xian University of Science and Technology; 2. Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences;
3. Coal Testing Center, Shaanxi Quality Examination Center)

Abstract The mercury content and its distribution pattern of the Permo-Carboniferous coal in some Weibei coal fields were analyzed using atomic fluorimetry and chemical analysis. The results show that the mercury content in coal in these areas is higher than the average content in the crust (0.08×10^{-6}) and the known mercury content in other coal and oil (0.001×10^{-6} ~ 0.03×10^{-6}). The mercury in coal presents itself mainly as HgS , which is proportional to the inorganic sulfur content. The relationship between mercury and ash content in coal is demonstrated.

Keywords permo-Carboniferous; coal; mercury; distribution