

文章编号: 1001-1986(2007)01-0018-03

# 陕北泥炭中重金属元素丰度及其潜在生态危害

侯晨涛, 姚改焕, 王 英, 曾社教

(西安科技大学地质与环境工程系, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 采用原子吸收分光光度计法对陕北榆林地区的孟家湾、河湾、尔林兔 3 个地区泥炭中的重金属元素进行了分析, 并根据 Hakanson 提出的潜在生态危害指数法对其潜在生态危害性进行了评价。结果表明: Cd 元素的含量超过土壤背景值, Cu、Pb、Cr、Mn 4 个元素的含量均低于土壤背景值; 重金属元素的生态危害指数除 Cd 较高, 属极高水平外, Cu、Pb、Cr、Mn 均较低。这 3 个地区泥炭中的重金属元素生态危害程度为中等以上, 且尔林兔 > 河湾 > 孟家湾。

**关键词:** 泥炭; 重金属元素; 丰度; 潜在生态危害; 陕北地区

**中图分类号:** P618.11 P595 **文献标识码:** A

## Abundance and potential ecological risk of heavy metals in peat of northern Shaanxi

HOU Chen-tao, YAO Gai-huan, WANG Ying, ZENG She-jiao

(Dept. of Geology and Environmental Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** Adopting adsorption spectrophotometry the heavy metals in peat of Mengjiawan, Hewan and Erlintu in northern Shaanxi were analyzed. Based on these data, the potential ecological risk of heavy metals was assessed by using the method of potential ecological risk index presented by Hakanson. The results show that the content of Cd has exceeded national environmental standard. The potential ecological risk index of Cd is very high, while those of Mn, Cu, Cr, Pb are lower than standards. Of three areas, the potential ecological risk of heavy metals of Erlintu is high, Hewan and Mengjiawan are in middle level, having a rule of Erlintu > Hewan > Mengjiawan.

**Key words:** peat; heavy metals; abundance; potential ecological risk; northern Shaanxi

泥炭又称草炭或泥煤, 是地表分布的一种矿产资源。我国泥炭资源比较丰富, 其面积约有  $104 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。泥炭总储量为 124.8 亿 t (按含水量 40% 计算)<sup>[1]</sup>。据地质部门勘测, 陕西省的泥炭储量有 10 万余 t, 主要分布于陕北榆林地区<sup>[2]</sup>。

大量资料表明, 泥炭中的蛋白质、腐植酸、脂肪、微量元素等均能被植物、畜禽所利用, 可作为肥料、

动物生长促进剂等, 引起了国内外的重视和开发研究。但泥炭中的有害元素, 如重金属元素含量过高会影响其利用。因此, 开展这方面的研究不仅能为正确评价微量元素的可利用性、有毒有害元素的可剔除性奠定理论基础; 也对预防泥炭中有害元素对环境的影响, 保护生态和人类生存环境具有理论和现实意义。

收稿日期: 2006-06-12

作者简介: 侯晨涛(1975—), 女, 河北定州人, 西安科技大学讲师、在读博士研究生, 从事环境工程的教学与研究工作。

### c. 利用回归方程圈定煤层瓦斯风化带

设定煤层瓦斯风化带的下限  $W$  (烷烃含量) 为  $4 \text{ m}^3/\text{t}$ , 将其代入回归方程, 可计算出煤层的标高  $H = -737 \text{ m}$ 。据此在  $B_4$  煤层顶板等高线及煤层资源量估算图上圈出煤层瓦斯风化带。本井田走向长 10 km, 瓦斯风化带宽度约 600 m, 则煤层瓦斯风化带的面积约  $6 \text{ km}^2$ 。本井田煤炭资源量 ( $B_4$  煤层) 的估算水平面积  $37 \text{ km}^2$  (—1 300 m 以浅), 这样全井田将近  $1/6$  的面积为煤层瓦斯风化带。可见, 合理地圈定煤层瓦斯风化带, 对提高煤层气资源量估算的精确程

度有很大影响。

### 参考文献

- [1] 张新民, 张遂安, 钟玲文, 等. 中国的煤层甲烷[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1991.
- [2] 叶建平, 秦 勇, 林大杨, 等. 中国煤层气资源[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1998.
- [3] DZ/T 0215—2002《煤、泥炭地质勘查规范》[S]. 北京: 地质出版社, 2003.
- [4] 全国矿产储量委员会. 《煤炭资源地质勘探规范》说明[S]. 1987.

# 1 样品采集与分析

## 1.1 样品采集

陕西为产煤大省,但泥炭资源分布不广,主要在陕北榆林一带。本次实验样品分别采自榆林孟家湾、河湾、尔林兔 3 个地区的代表性泥炭地,具体位置分别为孟家湾坡地泥炭层、河湾沼泽 10 m 径深、尔林兔泥炭层。采样时间选在夏季的 7、8 月份,以网格布点法采集 20 cm 深度以内草根层,按同一地点不同深度 3 点采集样品最后混合,每个大样取 1~1.5 kg。

## 1.2 样品处理

将所采样品粉碎、混匀、缩分、磨碎,过 160 目筛,取 0.15 kg 左右,置于马弗炉中,以一定速度加热到 815 ℃,灰化并灼烧 30 min。取灰化样(0.1000±0.0001) kg 置于聚四氟乙烯密闭溶样罐中,用水润湿,加 2 mL 高氯酸、10 mL 氢氟酸混均后加盖密闭,于 200 ℃电热板上加热。待消解完全后,冷却至室温,开启密闭盖,加入 10 mL (1+1) 盐酸、10 mL 水,置电热板上加热至近沸并保持 2 min,用热水将溶样罐内液体转入 100 mL 容量瓶中,冷至室温,加水稀释至刻度,得试样原液。

## 1.3 样品分析

测试时准确吸取 5 mL 试样原液于 50 mL 容量瓶中,加(1+3)盐酸溶液稀释至刻度,得到待测样品溶液。

本研究选择的分析线和检测限如表 1 所示。重金属元素含量测定结果如表 2 所示。

表 1 样品分析线和检测限

Table 1 The measuring conditions and detect limits of the elements			
元素	波长/nm	狭缝/nm	检测限/ug·mL <sup>-1</sup>
Mn	279.5	0.20	0.020 0
Cu	324.7	0.50	0.025 0
Cr	357.9	0.20	0.050 0
Cd	228.8	0.50	0.009 0
Pb	283.3	1.00	0.160 0

注:陕西省产业化项目(DK03JC33)“煤基植物生长营养液研究”。

表 2 陕北榆林 3 个地区泥炭中各元素的平均值mg/kg

Table 2 Mean concentration of several heavy metals in three areas of Yulin					
样品地点	Mn	Cu	Cr	Cd	Pb
孟家湾	259	10.4	20.0	0.743	10.0
河湾	72.2	6.6	26.6	1.000	13.3
尔林兔	67.0	9.2	25.0	1.06	15.6
背景值*	744	20.9	53.9	0.102	22.6

\* 引自田均良、彭祥林的《黄土高原地球化学》,科学出版社,1994。

从以上测定结果可以看出,除 Cd 外,陕北 3 个地区其他金属元素的平均值均低于背景值,而且 Cd 为标准值的 7~10 倍。

## 2 重金属元素的潜在生态危害评价

### 2.1 评价方法

选用 Hakanson 提出的潜在生态危害指数法<sup>[3-13]</sup>进行评价,该方法代表了国际上有关沉积物重金属研究的先进方法,它不仅反映了某一特定环境中的各种污染物的影响,也反映了多种污染物的综合影响,并且用定量的方法划分出潜在生态危害的程度,是划分沉积物污染程度一种相对快速、简便和标准的方法。该法通过测定土壤或底泥样品中有限数量的污染物含量进行计算。生态风险指数以下面 4 项条件为基础:**a.** 含量条件:生态风险指数(RI)随底泥污染程度的加重而增加。**b.** 数量条件:受多种污染物污染的底泥 RI 值高于受少数几种污染物污染的 RI 值。**c.** 毒性条件:毒性高的污染物应比毒性低的污染物对 RI 值有较大的贡献。**d.** 敏感条件:表明不同的土壤或底泥对不同的有毒污染物具有不同的敏感性。

该方法对应指标包括:单一重金属元素污染指数  $C_r^i$ , 多金属元素污染指数  $C_d$ , 不同金属元素生物毒性响应指数,单一重金属元素潜在生态风险指数,多金属元素潜在生态风险指数 RI。其表达式分别为

$$C_r^i = \frac{C_i}{C_n}; C_d = \sum_{i=1}^n C_r^i; E_r^i = T_r^i \times C_r^i;$$

$$RI = \sum_{i=1}^n E_r^i = \sum_{i=1}^n T_r^i \times C_r^i,$$

式中  $C_i$  ——沉积物中污染物的实测参数;

$C_n$  ——全球工业化前沉积物中污染物含量(本文选择土壤自然背景作为标准,见表 2);

$T_r$  ——单个污染物的毒性响应指数(Cd, Cu, Pb, Cr, Mn 的毒性响应参数分别为 30, 5, 5, 2, 2);

各参数所代表的污染程度及所对应的生态风险程度评价标准如表 3 所示。

### 2.2 潜在生态危害评价

将上述公式及评价指标用于对陕北榆林地区泥炭的计算,结果列于表 4。

由表 4 可以看出,根据 5 种重金属元素的污染指数  $C_r^i$  来看,陕北榆林 3 个地区的泥炭中只有 Cd 大于 6,属很高污染水平,其余 4 种金属元素的危害指数均小于 1,属低水平;从大到小依次为,孟家湾 Cd>Cu>Pb>Cr>Mn,河湾 Cd>Pb>Cr>Cu>Mn,尔林兔Cd>Pb>Cr>Cu>Mn。而以单一重金属元

表 3  $C_r^i$ 、 $C_d$ 、 $E_r^i$ 、 $RI$  值相对应的污染程度及潜在生态风险程度

Table 3 The potential ecological risk factor ( $E_r^i$ ) and potential ecological risk index ( $RI$ ) about pollution level							
污染参数 $C_r^i$ 范围	单污染物 污染程度	污染程度 $C_d$ 范围	总污染 程度	潜在生态风险 参数 $E_r^i$ 范围	单个污染物生 态风险程度	潜在生态风险 指数 $RI$ 范围	总的潜在生 态风险程度
$C_r^i < 1$	低	$C_d < 5$	低	$E_r^i < 40$	低	$RI < 150$	低
$1 \leq C_r^i < 3$	中	$5 \leq C_d < 10$	中	$40 \leq E_r^i < 80$	中	$150 \leq RI < 300$	中
$3 \leq C_r^i < 6$	较高	$10 \leq C_d < 20$	较高	$80 \leq E_r^i < 160$	较高	$300 \leq RI < 600$	较高
$C_r^i \geq 6$	很高	$C_d \geq 20$	很高	$160 \leq E_r^i < 320$	很高	$RI \geq 600$	很高
				$E_r^i \geq 320$	极高		

表 4 陕北榆林地区泥炭各重金属元素的危害指数

Table 3 The potential ecological risk indicator in peat of Yulin									
样品点		Mn	Cu	Cr	Cd	Pb	$C_d$	$RI$	风险程度
孟家湾	$C_r^i$	0.35	0.50	0.37	7.28	0.44	8.94	224.67	中
	$E_r^i$	0.70	2.49	0.74	218.53	2.21			
河湾	$C_r^i$	0.10	0.32	0.49	9.8	0.59	11.3	299.82	中
	$E_r^i$	0.19	1.58	0.99	294.12	2.94			
尔林兔	$C_r^i$	0.09	0.44	0.46	10.39	0.69	12.07	318.52	较高
	$E_r^i$	0.18	2.20	0.93	311.76	3.45			

素潜在生态风险指数  $E_r^i$  来看,这 3 个地区的重金属元素只有 Cd 处于 160 到 320 之间,属很高污染水平,Mn、Cu、Cr、Pb 4 种金属均小于 40,属低水平;从大到小依次为,孟家湾  $Cd > Cu > Pb > Cr > Mn$ ,河湾  $Cd > Pb > Cu > Cr > Mn$ ,尔林兔  $Cd > Pb > Cu > Cr > Mn$ 。

以上述 5 种重金属元素的多金属元素污染指数  $C_d$  及多金属元素潜在生态风险指数  $RI$ ,孟家湾和河湾处于中水平,尔林兔处于较高水平,从大到小为尔林兔  $>$  河湾  $>$  孟家湾。

3 结论

a. 陕北榆林地区泥炭中重金属元素 Cd 含量超过土壤背景值,最高为背景值的 10.39 倍。Cu、Pb、Cr、Mn 4 种元素的含量均低于土壤背景值。

b. 该地区重金属元素污染程度及生态危害指数中 Cd 属极高水平,Mn、Cu、Cr、Pb 属低水平,表明这些泥炭在应用时 Cd 会造成污染,需引起重视。

c. 陕北榆林 3 个地区重金属元素的生态危害程度,孟家湾和河湾为中等水平,尔林兔为较高水平,总体为,尔林兔  $>$  河湾  $>$  孟家湾。

d. 陕北榆林 3 个地区重金属元素污染程度与潜在生态风险程度基本一致,只是由于 Cu 的毒性相应系数为 Cr 的 2.5 倍,而使其在污染程度低于 Cr 的情况下生态风险程度反而高于 Cr,毒性相应系数的生态风险程度更能反映重金属元素对生态系统的影响。

参考文献

[1] 林军章,杨翔华,顾锡慈,等. 泥炭在农业上的综合利用[J]. 中国资源综合利用,2004,4:18—21.

[2] 杨福有,李彩凤,刘 璐. 陕西北泥炭资源的开发与利用[J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine,2004,23(2):26—28.

[3] 田均良,彭祥林. 黄土高原地球化学[M]. 北京:科学出版社,1994.

[4] 文 军,骆东奇,罗献宝,等. 千岛湖底泥重金属污染的生态风险评价[J]. 水土保持研究,2006,13(1):11—14.

[5] HAKANSON L. An ecological risk index for aquatic pollution control — a sedimentological approach[J]. Water Research, 1980, 14: 975—1001.

[6] 赵沁娜,徐启新,杨 凯. 潜在生态危害指数法在典型污染行业土壤污染评价中的应用[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),2005,1:111—116.

[7] 方晓明,刘哲哲,刘中志,等. 沈阳市丁香地区土壤重金属污染及生态风险评价[J]. 环境保护科学,2005,8:45—47.

[8] 马德毅,王菊英. 中国主要河口沉积物污染及潜在生态风险评价[J]. 中国环境科学,2003,23( 5):521—525.

[9.] 刘 成,王兆印. 环渤海湾诸河口潜在生态风险评价[J]. 环境科学研究,2002,15(5):33—37.

[10] 石浚哲,刘光玉. 太湖沉积物重金属污染及生态风险评价[J]. 环境监测管理与技术,2001,13(3):24—26.

[11] 何孟常,王子健. 乐交江沉积物中金属污染的潜在生态风险评价[J]. 环境科学,1999,20(1):7—10.

[12] 乔 磊,袁旭音,李阿梅. 江苏海岸带的重金属特征及生态风险分析[J]. 农业环境科学学报,2005,24(增刊):178—182.

[13] BARNLHONSE LW. The role of models in ecological risk assessment [J]. Environ·Toxicol·Chem., 1992, 11: 1751—1760.

[14] TRAN L T, KNIGHT C G, O NELL RV, et al. Fuzzy decision analysis for integrated environmental vulnerabilit assessment of the Mid Atlantic region [J]. Environ· Manage., 2002, 29: 845—859.