



图 4 环境质量图(评价结果之三)

观象站(点位 8)大气质量较好,属于 I 级。

整个评价过程简便、快速,以质量图提交的结果不仅直观、生动,而且基本上与实际情况相符。

致谢: 本文写作过程中始终得到了北京大学地理系陈静生先生的鼓励和支持, 武汉大学环境科学系领导、老师也给予了大力协助, 在此一并致谢!

## 参 考 文 献

- [1] 吴望名等,《应用模糊集方法》, 113—117 页, 北京师范大学出版社, 北京, 1985.  
[2] 陈永义, 模糊数学, 2(2), 1(1982).

(收稿日期: 1989 年 1 月 4 日)

## 燃煤电厂储灰场还田的放射性影响评估

王 冰

(河北省邯郸地区城建环保办公室)

**摘要** 邯郸区域燃煤电厂储灰场的粉煤灰中放射性核素含量, 除  $^{40}\text{K}$  外均高于当地土壤中的放射性核素含量, 但不影响储灰场还田。实测与化验证实, 粉煤灰上种植的小麦、玉米、水稻中的放射性核素含量和非粉煤灰上种植的无差异; 在储灰场上劳动的农民年接受外辐射附加剂量仅为国家规定的附加剂量限值的百分之一。

邯郸的马头电厂、一五〇电厂、邯郸电厂属华北电力网的燃煤电厂、总装机容量 116 万千瓦。燃煤电厂的粉煤灰既占土地又污染环境, 这些电厂新老储灰场占地已达 5000 多亩, 还要继续增加, 且灰轻而疏松、扬尘污染环境相当严重。为解决这些问题, 我们研究了储灰场还田的方法, 在粉煤灰上开始进行种植荆条、玉米、小麦、水稻等试验。种植收获荆条亩产 2000kg、玉米亩产 350kg、小麦亩产 325.5kg、水稻亩产 275kg, 抑制了扬尘, 减轻了污染。试验证明储灰场还田, 它不仅可以获得良好的环境效益, 还

可以获得一定的经济效益。

考虑到粉煤灰因浓集放射性核素致使灰中天然放射性核素含量较高这一事实, 在储灰场还田中, 放射性的影响如何? 我们进行了研究和评估。

### 一、粉煤灰中天然放射性核素含量

粉煤灰中天然放射性核素主要有  $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  和  $^{40}\text{K}$ , 我们对分别采集的这三座电厂储灰场的灰样, 用 FH-1906 低本底  $\gamma$  谱仪进行了核素分析, 结果见表 1。

表 1 粉煤灰、土壤、煤中放射性核素含量

地 点	放射性核素含量 (Bq/kg)			
	$^{238}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{40}\text{K}$
马头电厂灰场	163.7	139.4	160.1	258.6
150 电厂灰场	188.4	155.7	184.2	245.0
邯郸电厂灰场	119.7	124.9	117.0	264.3
邯郸地区土壤	$33.4 \pm 10.2$	$42.1 \pm 5.6$	$27.2 \pm 3.6$	$550.0 \pm 46.2$
马头电厂灰场附近土壤	49.9	42.5	28	492.0
邯郸地区煤	78.6	70	76.9	128

从表 1 可以看出各电厂粉煤灰中  $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量均比邯郸地区土壤中相应核素含量高出两倍以上,而  $^{40}\text{K}$  含量普遍低于土壤含量,原因是电厂使用的煤中  $^{40}\text{K}$  含量远低于土壤含量,不足土壤中  $^{40}\text{K}$  含量的四分之一,煤燃烧时  $^{40}\text{K}$  的大

量挥发也有关。

虽然粉煤灰中放射性核素含量较高(除  $^{40}\text{K}$  外),但对储灰场附近的土壤和地下水均无明显影响,见表 1、2。

表 2 地下水中放射性核素含量

地 点	放 射 性 核 素 含 量			
	$^{238}\text{U}(\mu\text{g/L})$	$^{232}\text{Th}(10^{-2}\mu\text{g/L})$	$^{226}\text{Ra}(10^{-2}\text{Bq/L})$	$^{40}\text{K}(10^{-2}\text{Bq/L})$
邯郸地区	$1.77 \pm 1.02$	$9 \pm 7$	$0.48 \pm 0.14$	$4.76 \pm 1.48$
马头电厂附近灰场	2.92	4.70	0.53	3.52

## 二、外照射附加剂量

因为粉煤灰中  $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  含量比土壤中含量高得多(见表 1),农民在储灰场上耕作比在农田上耕作要接受外照射附加剂量,对此我们作了现场测量与评估。

1. 测量 使用 FT-620 和 SCT-102 环境 X、 $\gamma$  剂量仪各一台同时对储灰场上所布设的各测点,和储灰场以外布设的对照点进行测量,取两台仪器的平均值为该点的测值,储灰场上各测点的测值减去对照点的测值得差为测点的附加剂量率。

2. 测量结果 测量结果见表 3,表 3 列出各点地面一米处的空气  $\gamma$  吸收剂量率和储灰场各点的附加剂量率,均减去宇宙射线剂量。

3. 农民年接受的附加剂量当量 就目前的还田耕作估计农民每年要在储灰场上耕作 30 天,每天按 8 小时计,则这些农民在储灰场上耕作期间年接受的附加剂量当量如表 4。

为了比较,表 4 中同时列出邯郸地区居民年接受陆地  $\gamma$  有效剂量当量和国家规定的附加剂量限值。由表中可见农民在储灰场上耕作年接受的附加

表 3 实测剂量率和附加剂量率 ( $10^{-8}\text{Gy/h}$ )

马 头 电 厂	一期灰场	点 位 号 实测剂量率 附加剂量率	1#	2#	3#	4#	平均值	对照点
			8.60 2.50	10.31 4.21	10.13 4.03	10.31 4.21	9.84 3.74	6.10
	二期灰场	点 位 号 实测剂量率 附加剂量率	1#	2#	3#	4#	平均值	对照点
			10.85 7.41	10.65 7.21	11.54 8.10	10.23 6.79	10.82 7.38	3.34
	三期灰场	点 位 号 实测剂量率 附加剂量率	5#	6#	7#		平均值	对照点
			9.35 5.91	9.43 5.99	9.05 5.61		9.28 5.84	3.44
邯 郸 电 厂	新灰场	点 位 号 实测剂量率 附加剂量率	2#	3#	4#		平均值	对照点
			9.44 6.07	9.13 5.76	8.93 5.56		9.17 5.80	3.37
	老灰场	点 位 号 实测剂量率 附加剂量率	1#	2#	3#	4#	平均值	对照点
			10.52 4.92	11.33 5.73	11.40 5.80	10.68 5.08		5.6
		点 位 号 实测剂量率 附加剂量率	5#	6#	7#			
			11.04 5.44	10.52 4.92	11.59 5.99		11.01 5.41	

表 4 农民年接受附加的有效剂量当量 ( $10^{-2}\text{mSv}$ )

电厂名称	农民年接受附加的有效剂量当量			邯郸地区居民年陆地 $\gamma$ 剂量当量	国家规定的附加剂量限值
	老灰场	新灰场			
		二期	三期		
马头电厂	0.6	1.2	1.0	50.6	100
邯郸电厂	0.9	1.0			

剂量约为国家限值的百分之一,约为当地居民接受的陆地 $\gamma$ 剂量率的百分之二。

### 三、农作物中放射性水平

我们采集了马头电厂粉煤灰、一五〇电厂粉煤灰和储灰场外对照点上种植的小麦、玉米、水稻样品,用低本底 $\gamma$ 谱仪分析其放射性核素含量,结果见表 5。

表 5 可见粉煤灰与储灰场外对照点上种植的玉米、小麦、水稻中放射性核素含量无差异。

表 5 小麦、玉米、水稻放射性核素含量 ( $\text{Bq/kg}$ )

地点	作物 核素	小 麦				玉 米				水 稻			
		$^{235}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{40}\text{K}$	$^{235}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{40}\text{K}$	$^{235}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{40}\text{K}$
马头电厂粉煤灰上		<0.1	<1	<2	125	<0.1	<1	<2	99	<0.1	<1	<2	61
150 电厂粉煤灰上		<0.1	<1	<2	158	<0.1	<1	<2	108	<0.1	<1	<2	86
对 照 点		<0.1	<1	<2	130	<0.1	<1	<2	120	<0.1	<1	<2	84

### 四、结论

1. 煤中放射性含量高,粉煤灰中放射性含量也高。

2. 粉煤灰中  $^{238}\text{U}$ 、 $^{232}\text{Th}$ 、 $^{226}\text{Ra}$  比邯郸地区土壤中相应核素含量高,而  $^{40}\text{K}$  含量低于土壤。

3. 储灰场各点距地面一米处的空气 $\gamma$ 吸收剂量率均比储灰场外对照点高。

4. 农民在储灰场劳动接受的附加剂量约为国家限值的百分之一。

5. 粉煤灰与储灰场外对照点上种植的玉米、小麦、水稻中放射性核素含量无差异。

因此,邯郸燃煤电厂粉煤灰中放射性含量对储灰场还田种植作物没有多大影响。

### 参 考 文 献

[1] 张 卫等,环境科学与技术,38(3),10(1987).

(收稿日期:1989.6.28)

## 鄂西自治州环境硒及高硒区成因的调查\*

苏宏灿 严良荣 饶绍权 蹇新华 毛大钧

(鄂西自治州地方病防治办公室)

**摘要** 测定鄂西自治州生态环境中的硒含量,母岩 0.04—1150.00ppm,土壤硒 0.06—37.25ppm,水 0.29—342.86ppb,空气 0.68—182.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,玉米 0.01—12.75ppm,人指甲 0.32—23.70ppm.因地质构造和岩石组合不同,硒含量差异极大,形成了高低不同的硒营养背景类型,作者以岩石出露为标志,将鄂西州分为低硒区、足硒区、高硒区、极高硒区四类区域。石煤是形成高硒区的主要物质基础。石煤中的硒除经过自然风化进入环境外,更重要的是开采、燃烧石煤而造成的环境硒污染。

\* 湖北省第二地质大队实验室协助矿物、岩石样品分析,谨表谢意。

in general survey of technical chemicals and investigation of potential pollution sources.

**Determination of  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , Ca and K in Milk by Radiochemical and Chemical Method.** Sha Lianmao, Wang Zhihui, Wang Fenghua (China Institute for Radiation Protection, Taiyuan): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(2), 1990, pp. 51

A method for determining low-level radioactive nuclides in milk for intercomparison by WHO-IRC is presented in this paper. The results show that the values of  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , Ca concentration appear to be agreement with IRC reference values. Some problems concerning the effect on analytical accuracy have been discussed as well.

**A Survey of  $^{239+240}\text{Pu}$  and  $^{238}\text{Pu}$  in Main Foodstuff of China.** Han Shouling et al. (Liaoning Provincial Institute of Labour Hygiene, Shenyang): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(2), 1990, pp. 55

Radioactive plutonium isotopes in 16 samples of the main foodstuff collected from nine provinces and autonomous regions of China have been determined by means of radiochemical separation, electrodeposition and alpha-spectrum measurements. The results show that specific radioactivities of both  $^{239+240}\text{Pu}$  and  $^{238}\text{Pu}$  in the foodstuff vary from  $1 \times 10^{-4}$  Bq/kg to  $1 \times 10^{-3}$  Bq/kg, the concentrations of  $^{238}\text{Pu}$  in foodstuff are less than  $^{239+240}\text{Pu}$ . However, by way of exception, the specific radioactivities of  $^{239+240}\text{Pu}$  and  $^{238}\text{Pu}$  in tea samples are  $7.41 \times 10^{-3}$  Bq/kg and  $1.33 \times 10^{-3}$  Bq/kg respectively.

**Advances of Quantitative Structure Activity Relationship (QSAR) in Environmental Chemistry and Its Methodology.** Bai Naibin (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(2), 1990, pp. 62

QSAR is a useful means in safety assessment of chemicals. This article describes its application background, fundamental principles, evolution, conception model, mathematical model and algorithm, from which the author and his assistants have developed a software package of applied quantum chemistry with a purpose of producing the molecular structure descriptors. In the software a chemical substance toxicity database has been carried out so as to acquire lots and lots of biological activity data of chemicals, and in order to set up the relationship between molecular structure and its biological activity, a pattern recognition software has been applied. Finally, the perspective of QSAR research in environmental chemistry has

been discussed in this article.

**Microbial Degradation of Pesticides.** Zheng Zhong (Zhejiang Agricultural University, Hangzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(2), 1990, pp. 68

A general description on microbial degradation of pesticides is given in this review. The subject covers following aspects: isolation of the microbe-degraders, biodegradation pathway of some pesticides, and characteristics of microbial metabolism and involved enzymes. The practical approaches to biological detoxification of pesticides have also been discussed.

**On the Environmental Characteristics and Changes in Northwestern Arid Area of China.** Ma Ruijun (Department of Geography, Northwest Normal University, Lanzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(2), 1990, pp. 76

With a comparative approach, the author discusses theoretically the arid causes in the northwestern area of China from the viewpoints of its formation course, space structure, heat and moisture conjunction, natural factors and human activities on the environment as well.

**Fuzzy Comprehensive Assessment of Environmental Quality by Computer Performance.** Liu Hui, Wang Feiyue (Wuhan University): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(2), 1990, pp. 81

This paper presents a fuzzy mathematical model designed for comprehensive assessment of environmental quality by means of IBM PC computer. The model has been applied successfully to the atmospheric environmental assessment in Wuhan.

**Radioactive Impact Assessment of Returning the Coal-Ash Storage Sites of the Power Stations into Farmland.** Wang Bing (Society of Environmental Protection of Handan Prefecture, Hebei Province): *Chin. J. Environ. Sci.*, **11**(2), 1990, pp. 84

The radionuclide contents of coal ash from the power stations in Handan Area are higher than that in the local soil except  $^{40}\text{K}$ . However, this situation doesn't affect the sites to be reformed into farmland. The results of detection show that radionuclide contents in wheat, maize and rice which were planted on the farmland are not different from those planted on ordinary ones, and the additional radiation dosage received annually by the peasants working in the coal-ash storage sites is only 1% of the limit stipulated by Chinese authorities concerned.