

# 淮南市土壤元素背景值与土壤 环境质量评估\*

杨晓勇<sup>1, 2)</sup> 孙立广<sup>1, 2)</sup> 张兆峰<sup>1)</sup> 谢周清<sup>1)</sup>

1) (中国科学技术大学地球和空间科学系, 环境科学研究中心, 合肥 230026)

2) (第三世界科学院地球和天文学高级研究中心, 合肥 230026)

蔡志勇 李茂章

(安徽省地质矿产局 313 队, 六安 237000)

## THE SOIL ELEMENT BACKGROUND VALUES AND ASSESSMENT ON THE SOIL ENVIRONMENTAL QUALITY IN HUAINAN AREA

Yang Xiaoyong<sup>1, 2)</sup> Sun Liguang<sup>1, 2)</sup> Zhang Zhaofeng<sup>1)</sup> and Xie Zhouqing<sup>1)</sup>

1) (Dept. Earth & Space Sci., Environmental Sci. Center, USTC, Hefei 230026)

2) (Advanced Center of Earth Sciences & Astronomy of Third World Academy of Sciences, Hefei 230026)

Cai Zhiyong and Li Maozhang

(No. 313 Geological Party of Bureau of Geology & Mineral Resources of Anhui Province, Luan 237000)

**关键词** 元素背景值, 土壤环境质量, 污染指数, 污染治理

淮南市位于安徽省北部, 是一个年产近 3000 万吨的大型煤炭生产基地, 素有百里煤城之称, 面积约 2000km<sup>2</sup>, 人口近 250 万。全区有数百家大中型企业, 包括一些国有大型骨干企业(如 120 万千瓦的火力发电厂、大型化肥厂、洗煤厂等)。由于长期的煤炭开采和工矿企业的生产规模日益扩大, 使得全区土壤受到了不同程度的污染。

全区位于低山丘陵和淮河冲积——冲积平原的交接地带, 其南部为低山丘陵地貌, 呈线性分布, 北部是淮河冲积平原, 淮河横贯其中。按照成因-形态分类方法, 将该区地貌单元划分为四个不同的成因类型和六个不同的形态类型<sup>[1]</sup>。

\* 中国科学技术大学青年科学基金资助项目科研成果及安徽地质矿产局下达的任务总结。参加本工作的还有徐明德, 张文利, 王启才, 王玉贤等同志, 北京中关村联合测试中心分析测试基金于 1994 年度提供了部分测试资助, 中国科学院生态研究中心王东红、朱梅香同志对样品进行了测试工作。

# 1 材料与方法

## 1.1 样品采集与处理

为满足淮南市建设和发展的需要,提供土壤元素近似第一环境背景值,按照安徽省地质矿产局下达的任务,开展了淮南市 1000km<sup>2</sup>范围内的土壤地球化学测试工作。按照有关土壤地球化学采样的要求<sup>[2][3]</sup>,样品分别采自河湖漫滩阶地丘陵及山前斜地等不同的地貌单元,主要采自 B 层土壤(城区采集市政工程开挖的原状土),每平方公里采集 4 个子样,然后在室内均匀合并为一个组合样品。

为了保证土壤分析结果有相对的可比性,在采样过程中确定了土壤的可比性原则<sup>[4]</sup>: 1. 地貌上应属同一单元或连续过渡单元; 2. 外界影响较少; 3. 统一取 B 层土壤。这给后面的土壤环境质量分区及探讨不同分区间的差异对比提供了参照。

所有的样品经风干,研磨,全部过 140 目筛,经严格区分后提供室内分析。本次选择与环境有关的 15 种微量元素 Be, Ba, Pb, Zn, Ti, Sn, Mn, Ni, V, Cu, Co, Sr, B, Hg, F 进行系统的分析。分析方法采用 X 荧光光谱分析,其中 Hg, F 二元素采用等离子光谱分析。对分析测定结果采用二次采样及二次样品的结果进行误差分析,其精度全部符合要求。

## 1.2 土壤背景值及污染下限值的确定

将网格化后的原始分析数据进行微机处理,以 1km<sup>2</sup>的窗口进行移动平均,求出均值  $\bar{x}$  和标准偏差  $S_x$ ,  $\bar{x}$  即为该区的土壤元素背景值<sup>[5]</sup>。根据区内土壤中各元素含量分布特点,以某一元素的  $\bar{x} + 2S_x$  作为圈定的该元素污染下限值<sup>[6]</sup>。上述背景值和邻省河南省<sup>[7]</sup>及全国的土壤元素背景值<sup>[3]</sup>列于表 1。

表 1 淮南地区土壤元素背景值及全国和河南省土壤部分元素背景值比较 (mg/kg)

元素名称	淮南地区背景值	淮南地区污染下限值	全国及河南省背景值	元素名称	淮南地区背景值	淮南地区污染下限值	全国及河南省背景值
Be	2.28	2.95	1.95 <sup>[3]</sup>	Ba	524.64	630	469 <sup>[3]</sup>
Ti	5089.66	5937	3800 <sup>[3]</sup>	Pb	23.52	28	
Sn	2.58	3.5	2.6 <sup>[3]</sup>	Mn	825.63	864	510 <sup>[7]</sup>
Ni	32.03	40		V	96.03	110	
Cu	30.69	38	18.5 <sup>[7]</sup>	Co	12.02	20	
Zn	58.35	72	94.95 <sup>[7]</sup>	Sr	130.08	180	
B	70.28	100	47.8 <sup>[3]</sup> , 43 <sup>[7]</sup>	Hg	0.041	0.070	
F	402.81	560		Cr	91.53	—	

与全国及邻省部分土壤元素背景值相比,淮南地区土壤元素中 Ba, Sr, Sn 等元素与之接近,除 Zn 稍微偏低外, Ti, Mn, Be 偏高, B, Cu 等元素则高出一至数倍。

# 2 结果与讨论

## 2.1 各环境分区中元素污染指数与综合污染指数的确定

根据土壤元素区域地球化学背景值,依据不同地区各元素的地球化学场及污染源监控所取得的数据,将淮南地区土壤分为三类环境小区,即重污染区(分别为蔡家岗小

区、大通一九龙岗小区)、中污染区(淮南市城区)及轻污染区(郊区)。

用区域土壤元素背景值  $S_i$  去除各类环境分区内不同元素的平均值  $C_i$ , 求得各分区内的不同元素的污染指数  $P_i^{[8]}$ , 即

$$P_i = C_i / S_i$$

结合 N. L. Nemerow 对水质指数的计算方法, 采用下列计算公式计算土壤中元素的综合污染指数(转引自刘培桐<sup>[8]</sup>):

$$P = \sqrt{(P_{av} + P_{max}) / 2}$$

式中:  $P$ ——土壤元素综合污染指数

$P_{av}$ ——土壤中各元素污染指数平均值

$P_{max}$ ——土壤中各元素污染指数最大值

具体结果见表 2 所示。

表 2 淮南地区分区的土壤环境状况(mg/kg)

分区	元素	Sn	Zn	Co	Pb	Hg <sup>1)</sup>	Cu	Mn	Sr	F	Be	Ba	V	B	Ni	Ti	综合污染指数 Pollution index
蔡家岗 重污染区	Pi	67.7	40.5	4.02	3.28	2.71	1.72	1.69	1.58	1.45	1.14	1.41	0.80	0.83	0.66	0.65	48.25
	Ci	175	2360	48.3	77.2	112	52.8	1392	206	584	2.61	739	76.7	58.6	21.1	3333	
大通一 九龙岗 重污染区	Pi	6.39	2.40	0.83	3.43	4.98	1.29	1.14	1.71	0.92	0.83	1.10	0.83	0.81	0.68	0.99	4.70
	Ci	16.6	140	10.0	80.6	205	39.4	939	222	369	1.87	578	80.0	56.7	21.7	5055	
中污 染区	Pi	1.05	1.00	1.09	0.98	1.04	0.99	1.00	1.09	1.15	1.29	1.04	1.06	0.89	1.04	0.98	1.17
	Ci	2.73	58.4	13.1	23.0	43.0	30.4	825	141	464	2.95	544	101	62.8	33.2	5005	
轻污 染区	Pi	0.96	1.00	0.94	1.02	0.97	1.01	1.00	0.94	0.91	0.80	0.98	0.96	1.07	0.98	1.01	1.02
	Ci	2.49	58.4	11.3	23.9	40.2	30.9	826	122	365	1.83	512	92.4	75.3	31.2	5147	

1) Hg 单位:  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。

根据表 2 中列出的土壤元素污染指数数据, 按不同的土壤环境分区作出了十五种元素在不同污染小区中的污染指数图解。由表可见, 重污染区中的蔡家岗和大通一九龙岗小区元素污染指数多在 2 以上, 最高达到 67.67; 而在轻度污染区, 多数元素污染指数分布在 1 附近, 表明基本上未受污染。

## 2.2 重污染区的原因初步探讨

蔡家岗污染小区以蔡家岗城区为中心, 控制面积  $10\text{km}^2$ , 10 个污染监控组合样品采自分布在该区的钢铁厂、陶瓷厂、蓄电池厂、肥皂厂及洗煤厂所在的绿地中, 因而样品基本上代表了该小区土壤污染物。分析结果表明, 形成该区土壤重污染的主要元素为重金属元素(表 2), 综合污染指数高达 48.25, 为全区之最。

大通一九龙岗污染小区控制面积大于  $10\text{km}^2$ , 8 个污染监控组合样品采自该区主要厂矿所在地的绿地土壤。样品分析结果显示, 该区土壤污染的主要元素仍然是重金属元素, 综合污染指数达 4.70, 较蔡家岗为低, 为全区第二污染小区。

中度污染区主要分布在淮南市政区域, 综合污染指数为 1.17, 由于样品采自基本上

无工矿企业所在的第一耕作层之下的 B 层土壤,故可认为元素的第一背景值已受到不同程度的破坏,具体污染现状尚需进一步工作,但可以认为样品反映的情况比实际情况可能较轻。

轻污染区主要是郊区农村所在地,综合污染指数为 1.02,可认为该区整体未受什么污染,土壤中大部分元素含量可近似看作是全区的第一环境背景值。

从表 2 中可以看出重污染小区的主污染元素与中、轻污染小区有异,究其原因之一是地貌影响,表现在 Pb、Sr 两元素在两个重污染小区相差不大但较其它小区为高。但这一原因并不能改变这样一个事实,即人为污染的存在。Sn、Zn、Hg、Cu、F 在两个重污染小区的相对不一致性,就是人为污染存在的一个很好的证据。统计数据表明<sup>1)</sup>:淮南地区年平均废渣排放量为 880 万立方米;废水排放量为每日 60 万立方米;废气排放量为每年 5 亿立方米以上,上述三废处理量不足或未加处理直接排出是造成淮南地区土壤元素污染的首要原因。

如前所述,主要污染元素是 Sn、Zn、Pb、Hg、Co、Sr、Cu、Mn、F 等,这些元素在土壤中的存在与土壤溶液相关(主要是溶液的 pH 值和 Eh 值),亦和形成土壤的岩石的特性、土壤中有有机物的含量、土壤孔隙度、土壤性质以及生物的影响有关<sup>[9]</sup>,与地表的动植物尤其是人类的生命活动亦有所联系。重污染区蔡家岗小区土壤中 Sn、Pb、Zn、Hg、Co、F、Sr 等元素的污染与该区的冶金、陶瓷、化工等生产过程中的排污直接相关。这些工厂自 50 年代建成以来,生产规模日益扩大,环保投入相对减弱,累积排污造成了该区较大范围内的土壤元素污染。

### 2.3 污染治理措施

以上讨论可以看出,淮南地区部分小区土壤环境质量面临严峻挑战。如西部工矿业区蔡家岗重污染小区 Sn、Zn 两元素的污染指数远远超出了土壤环境容量,东部的老工矿业区大通—九龙岗土壤环境质量也相当恶化,为此有必要对污染大户实行严格的排污标准,制止污染的进一步蔓延,以使得全区的土壤环境质量得到全面的改善。

### 参 考 文 献

1. 杨晓勇、李茂章,1989:安徽淮南 1:10 万城市地貌及说明书。12—13 页,安徽地质矿产局。
2. 地质矿产部书刊编辑室,1979:区域地质调查野外工作方法——第 5 分册。70—79 页,地质出版社,北京。
3. 中国环境监测总站,1990:中国土壤元素背景值。1—36 页,环境科学出版社,北京。
4. 孙立广、杨晓勇、黄新明,1996:地球与环境科学导论。129—133 页,中国科学技术大学出版社,合肥。
5. 地质矿产部地质词典办公室,1986:地质词典——矿床地质、应用地质分册。511 页,地质出版社,北京。
6. 南京大学地球科学系,1987:地球化学。490 页,科学出版社。
7. 孔德祥,1988:河南土壤中某些微量元素的含量与分布。地理学报,第 43 卷 1 期,79—87 页。
8. 刘培桐等,1985:环境科学概论。153 页,高等教育出版社,北京。
9. Винограпов А.П., 1950, Геохимия редких рассеянных химических элементов в лочвах издательство. А Н СССР. 55—65.

1) 淮南市环保局资料。