

技术方法

## 安徽省宿松县北部 Cd 元素地球化学分布特征

王翔, 吴衡, 邓佳良

(安徽省地质调查院, 安徽 合肥 230001)

**摘要:** Cd 是动植物非必需的有害微量元素, 严重的 Cd 污染将对人体健康构成极大危害。该次通过对安徽宿松县北部地区水系沉积物和土壤样品中 Cd 地球化学异常分布特征进行研究, Cd 异常的形成分为自然来源和人为来源; 区内分布的硅质岩为 Cd 异常自然源的主要源头; 人类的生活活动虽对 Cd 异常的分布产生了一定的影响, 但影响的范围和程度有限; 而采矿活动对土壤和水系沉积物中 Cd 的含量影响明显, 在采矿区及附近的样品中 Cd 含量远高于一般地区样品中的含量; 从而形成了区内 Cd 异常的主要分布区。

**关键词:** Cd 元素; 水系沉积物; 土壤样品; 地球化学特征; 安徽宿松

**中图分类号:** X513      **文献标识码:** C

**引文格式:** 王翔, 吴衡, 邓佳良. 安徽省宿松县北部 Cd 元素地球化学分布特征[J]. 山东国土资源, 2016, 32(3): 79-83. WANG Xiang, WU Heng, DENG Jialiang. Geochemical Distribution Characteristics of Cd in Northern Susong County in Anhui Province[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(3): 79-83.

## 0 引言

Cd 是动植物非必需的有害微量元素, 严重的 Cd 污染将对人体健康构成极大危害<sup>[1]</sup>。由于 Cd 容易在土壤—动植物—人体间转移富集<sup>[2-3]</sup>, 土壤中 Cd 污染对植物会产生严重毒害作用<sup>[4]</sup>, 人体如吸收过量的 Cd 将对心血管, 骨骼、肝脏、生殖系统等脏器及儿童智力等产生严重危害<sup>[5-7]</sup>, 所以, Cd 在自然界各生态系统, 特别是水系沉积物及土壤中的分布特征越来越受到人们的重视<sup>[8-12]</sup>。

Cd 在地壳中的元素丰度为  $0.2 \times 10^{-6}$ , 主要以类质同象、吸附状态和极少量独立矿物的形式存在<sup>[13]</sup>。含 Cd 高的岩石或含 Cd 矿物经风化氧化作用可聚集于残积土壤或经水系迁移, 并次生富集于水系沉积物或受水系浇灌的土壤中。中国水系沉积物中 Cd 的丰度中的位数和算术平均值为  $0.12 \times 10^{-6} \sim 0.14 \times 10^{-6}$ <sup>[14]</sup>, 而土壤中镉的丰度为  $0.09 \times 10^{-6}$ <sup>[15]</sup>。地表土壤和水系沉积物作为化学污染物质的累积库, 其中镉等化学物质储存或活化所导致的环境问题得到世界各国的高度重视<sup>[16]</sup>。

该次工作调查区位于安徽省宿松县北部破凉镇至河塌乡一带, 区内村镇、道路、矿山、水系分布较密集。通过开展 1:5 万水系沉积物及土壤地球化学调查, 对调查区内的 Cd 元素含量和地球化学异常分布特征并就异常成因进行了初步探讨。

## 1 研究区背景

调查区以桐(城)-太(湖)-破(凉)断裂(郟-庐断裂区内出露部分)为界, 分为北西和南东 2 部分; 西北部出露为中-新元古代宿松岩群变质岩地层, 属南秦岭-大别山地区; 东南侧出露为寒武纪至三叠纪以海相沉积为主的沉积地层和中新生代陆相沉积地层, 属于扬子地层区下扬子地层分区, 其中沿山前地带分布有第四纪地层。

水系沉积物和土壤母质主要为变质岩、碳酸盐岩、碎屑岩风化形成的冲洪积物、残积物、坡积物、残坡积物。调查区位于长江以北约 10 km, 属长江水系, 区内分布多条长江支流; 地貌景观主要为河谷平原、丘陵、低山等。

收稿日期: 2015-12-21; 修订日期: 2016-01-06; 编辑: 陶卫卫

项目来源: 论文依托中国地调局武汉地质调查中心《安徽宿松地区矿产地质调查》项目, 项目编号: 12120114012301

作者简介: 王翔(1982—)男, 安徽安庆人, 工程师, 主要从事区域地质矿产调查工作; E-mail: 22325518@qq.com

## 2 样品采集及分析测试

该次工作共采集样品 2089 件,其中水系沉积物样品 1913 件,土壤化探样品 176 件。采样点位见图 1。

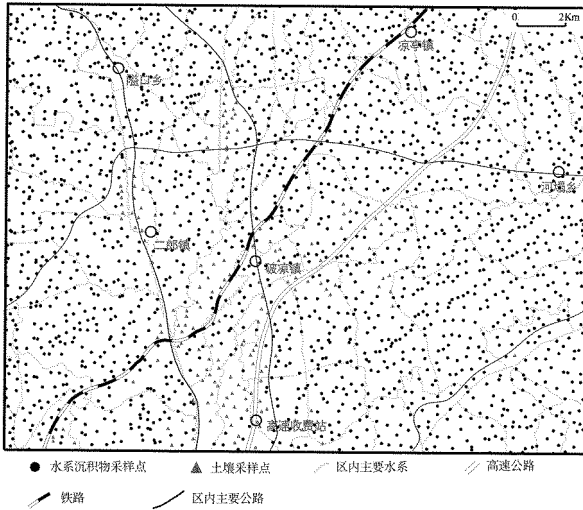


图 1 研究区采样点位图

(1) 采样部位选择在河床底部或河道岸边与水面接触处;在间歇性流水河道中,应选择在河床底部采样;该次采样工作以水系沉积物采样为主,在水系不发育的平原、山地、丘陵岗地地区采集土壤样品;土壤样品应选择在能够采集到基岩残积层的部位。水系沉积物及土壤采集样品组分以细粉砂等颗粒物质为主,注意排除有机物质混入。原始样品重量应保证干燥后过 -10 及 +80 目筛后的样品重量不少于 300g。

(2) 为了增加样品的代表性,水系沉积物样品在径流水系中沿水系延伸方向采样点上下游 30~50 m 范围内多点采集组合成一个样品。土壤样品在取样点周围 10 m 范围内 2~3 处采集并合成一个样品。

(3) 样品中的 Cd 元素采用等离子体质谱法 (ICP-MS) 测定。Cd 元素检出限为  $0.02 \times 10^{-6}$ 。分析方法的准确度和精密度用国家一级标准物质 GSD 水系沉积物系列 (GSD-2a、GSD-3a、GSD-4a、GSD-5a、GSD-7a、GSD-8a、GSD-10、GSD-14、GSD-15、GSD-16、GSD-19、GSD-20) 的方法进行检验。精密度 (多次测定对数差的标准差) 为 0.023;样品的分析测试单位为内蒙古矿产实验研究所。

## 3 结果与讨论

研究区 Cd 元素异常分布见图 2, Cd 异常主要集中在选区的西南部水泥灰岩矿区、河塌乡—高速收费站一带、中西部的宿公磷矿—界岭金矿一带,异常总体呈 NE 向展布;为查明 Cd 元素异常成因及物源,该次工作分别统计了隘口乡、凉亭镇、二郎镇、破凉镇、河塌乡、高速收费站等 6 个城镇所在地、宿公磷矿—界岭金矿,水泥灰岩等采矿区及硅质岩等特殊岩性层分布区的 Cd 元素分布及含量特征。

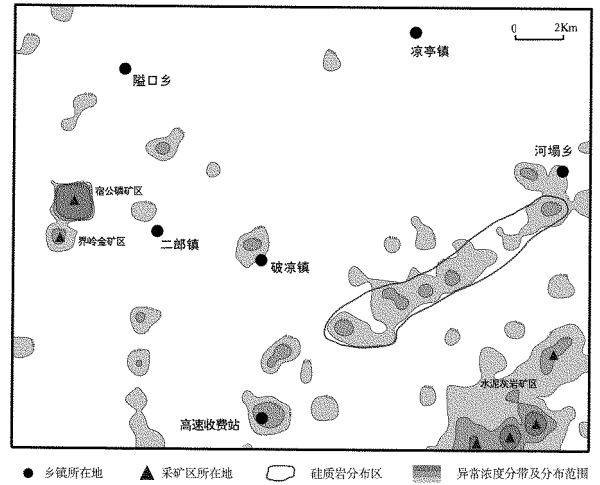


图 2 研究区 Cd 元素异常图

### 3.1 水系沉积物与土壤样品 Cd 元素含量总体特征

从表 1 中可见,水系沉积物的平均含量仅略高于土壤样品含量,两者背景值一致。变化系数分析结果表明,水系沉积物 Cd 含量的变化区间较大。参照土壤环境质量标准<sup>[17]</sup>,176 件土壤样品中仅有 19 件的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ,89.2% 的土壤 Cd 含量在一级土壤类型内,土壤质量较安全。而 1913 件水系沉积物有 215 件 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ,88.8% 以上的水系沉积物得 Cd 含量在一级类型之内,总体环境质量较好。

### 3.2 城镇所在地 Cd 元素含量特征

以区内规模较大的 5 处城镇及高速收费站为中心,选取方圆  $16 \text{ km}^2$  内分布的水系沉积物、土壤样品作为研究对象。从表 2 中可以看出,隘口乡 98 件样品中 Cd 含量介于  $0.04 \times 10^{-6} \sim 0.66 \times 10^{-6}$ ,平均值  $0.104 \times 10^{-6}$ ,仅 5 件样品的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ;破凉镇 84 件样品中 Cd 含量介于  $0.03 \times 10^{-6} \sim 0.68 \times 10^{-6}$ ,平均值  $0.124 \times 10^{-6}$ ,11 件样品的 Cd 含

量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ; 凉亭镇 95 件样品中 Cd 含量介于  $0.04 \times 10^{-6} \sim 0.25 \times 10^{-6}$ , 平均值  $0.107 \times 10^{-6}$ , 11 件样品的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ; 河塌乡 93 件样品中 Cd 含量介于  $0.03 \times 10^{-6} \sim 0.75 \times 10^{-6}$ , 平均值  $0.151 \times 10^{-6}$ , 15 件样品的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ; 二郎镇 86 件样品中 Cd 含量介于  $0.03 \times 10^{-6} \sim 0.37 \times 10^{-6}$ , 平均值  $0.102 \times 10^{-6}$ , 3 件样品的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ; 高速收费站 116 件样品中 Cd 含量介于  $0.03 \times 10^{-6} \sim 1.56 \times 10^{-6}$ , 平均值  $0.169 \times 10^{-6}$ , 其中 16 件样品的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ 。

表 1 水系沉积物与土壤样品地球化学特征

	最小值	最大值	算术平均值	背景值	标准离差	变化系数	含量 $> 0.2 \times 10^{-6}$
土壤(N:176)	0.03	1.56	0.15	0.1	0.059	0.517	10.80%
水系沉积物(N:1913)	0.03	40.49	0.152	0.1	0.067	0.596	11.20%

测试单位:内蒙古矿产实验研究所,2014 年。

表 2 研究区主要城镇所在地样品地球化学特征

城镇	样品数	最小值	最大值	算术平均值	背景值	标准离差	变化系数	含量 $> 0.2 \times 10^{-6}$
隘口乡	98	0.04	0.66	0.104	0.09	0.033	0.359	5.10%
破凉镇	84	0.03	0.68	0.124	0.10	0.055	0.524	13.10%
凉亭镇	95	0.04	0.25	0.107	0.09	0.036	0.364	5.26%
河塌乡	93	0.03	0.75	0.151	0.10	0.063	0.566	16.12%
二郎镇	86	0.03	0.37	0.102	0.08	0.043	0.455	3.40%
高速收费站	116	0.03	1.56	0.169	0.19	0.061	0.508	13.80%

测试单位:内蒙古矿产实验研究所,2014 年。

### 3.3 采矿区所在地 Cd 元素含量特征

研究区内主要采矿区为宿公磷矿—界岭金矿采矿区及水泥灰岩采矿区(图 2), 选取采矿区及周边可能受影响的区域的样品进行统计, 结果见表 3。

从表 3 中可以看出, 水泥灰岩矿区 94 件样品中 Cd 含量介于  $0.11 \times 10^{-6} \sim 3.76 \times 10^{-6}$ , 平均值  $0.385 \times 10^{-6}$ , 其中 60 件样品的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ; 宿公—界岭矿区 34 件样品中 Cd 含量介于  $0.03 \times 10^{-6} \sim 40.39 \times 10^{-6}$ , 平均值  $1.349 \times 10^{-6}$ , 其中 5 件样品的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ 。采矿区及周边 Cd 含量明显偏高, 其中宿公—界岭矿区水系沉积物样品中 Cd

表 3 研究区内采矿区样品地球化学特征

矿区	样品数	最小值	最大值	算术平均值	背景值	标准离差	变化系数	含量 $> 0.2 \times 10^{-6}$
水泥灰岩矿区	94	0.11	3.76	0.385	0.25	0.139	0.473	63.80%
宿公界岭矿区	34	0.03	40.39	1.349	0.11	0.069	0.586	14.70%

测试单位:内蒙古矿产实验研究所,2014 年。

### 3.4 硅质岩层分布区 Cd 元素含量特征

区内西南部河塌乡至高速收费站一带存在沿 NE 向展布的 Cd 元素异常带(图 2), 异常范围大, 分布广, 但异常强度较弱; 在异常分布的区域内没有较

可以看出, 隘口乡、凉亭镇、二郎镇等 3 处乡镇所在地四周 Cd 含量总体较低, 环境质量较好, 表明人类的正常生产生活活动对水系及土壤环境未造成明显的污染情况。而破凉镇、河塌乡、高速收费站 3 处乡镇所在地 Cd 含量相对较高, 其中 Cd 含量最高为高速收费站, 有 3 件样品含量分别达到  $1.01 \times 10^{-6}$ ,  $1.36 \times 10^{-6}$ ,  $1.56 \times 10^{-6}$ ; 河塌乡也有 3 件样品含量分别达到  $0.71 \times 10^{-6}$ ,  $0.74 \times 10^{-6}$ ,  $0.75 \times 10^{-6}$ ; 较高 Cd 的污染可能主要为人为污染和汽车尾气排放污染所致。

含量最高为  $1.43 \times 10^{-6}$  及  $40.39 \times 10^{-6}$ , 经实地踏勘检查, 可以肯定为受上游采矿活动影响所引起的 Cd 元素含量异常; 但矿区内仅有 5 件样品 Cd 含量超过  $0.2 \times 10^{-6}$ , 表明采矿对环境影响的范围有限。而在水泥灰岩采矿区, 63.8% 的样品 Cd 含量大于国家土壤质量一级标准要求; 39.4% 的样品 Cd 含量大于国家土壤质量二级标准要求 ( $0.3 \times 10^{-6}$ ); 而碳酸盐岩的 Cd 平均含量约为  $0.035 \times 10^{-6}$  [18], 矿区内所采样品的 Cd 含量明显偏高, 表明采矿活动引起了水系沉积物和土壤中的 Cd 的较严重污染。

大的村镇、采矿区及工厂分布; 通过与区域地层分布对比发现, 沿异常带分布的地层主要为中二叠世孤峰组硅质岩; 从表 4 中可以看出, 74 件样品中 Cd 含量介于  $0.04 \times 10^{-6} \sim 1.14 \times 10^{-6}$ , 平均值  $0.268 \times$

$10^{-6}$ , 其中 36 件样品的 Cd 含量高于  $0.2 \times 10^{-6}$ ; 因人类活动对环境的影响相对较小, 推测该异常带的产

生与硅质岩特殊的地球化学性质相关。

表 4 研究区硅质岩分布区样品地球化学特征

样品	样品数	最小值	最大值	算术平均值	背景值	标准离差	变化系数	含量 $> 0.2 \times 10^{-6}$
硅质岩	74	0.04	1.14	0.268	0.19	0.124	0.596	48.70%

测试单位: 内蒙古矿产实验研究所, 2014 年。

## 4 结论

(1) 安徽宿松北部水系沉积物样品中 Cd 元素含量略高于土壤样品含量, 背景值基本一致。两者 Cd 含量总体均较低, 除采矿区和硅质岩分布区外, 未见明显 Cd 元素异常。土壤及水系环境相对较安全, 未受到严重污染。

(2) 安徽宿松北部地区的 6 处城镇所在地附近样品中 Cd 含量总体较低, 环境质量总体较好; 尤其以隘口乡、凉亭镇、二郎镇等地未见 Cd 元素异常分布, 样品中 Cd 含量基本低于国家一级土壤类型标准。破凉镇、河塌乡及高速收费站等地 Cd 含量相对较高, 附近分布有 Cd 元素异常, 异常具二级浓度分带, 分布范围较小, 且仅有 13%~18% 的样品中 Cd 元素含量超过国家一级土壤类型标准, 表明人类的生活活动虽对环境产生了一定的影响, 但影响的范围和程度有限。

(3) 区内 2 处采矿区 Cd 元素异常分布范围较广, 强度大, 具三级浓度分带; Cd 元素含量明显高于其他区域, 显示出采矿活动引起自然环境中 Cd 元素的富集, 导致了人为因素的污染。但宿公磷矿和界岭金矿采用坑采的采矿方式, 矿区内 Cd 含量较高的样品均集中于采矿洞口下游水系中, 对周边环境影响较小。而水泥灰岩矿区采用露天开采方式, 矿区内粉尘污染严重, 影响范围广, 矿区及附近样品中 39.4% 的样品 Cd 含量大于国家土壤质量二级标准要求, 显示矿区及周边广大区域均遭受了采矿所造成污染, 环境形势不容乐观。

(4) 在研究区内 Cd 异常时, 应当同时考虑自然来源与人为污染的双重影响。自然源是长江流域 Cd 异常普遍存在的原因, 在区内主要表现为沿硅质岩分布区出现的低 Cd 异常。而人为源则可能是高 Cd 异常主要沿各采矿区及城镇所在地分布的重要因素。

## 参考文献:

- [1] 王云, 魏茂盛, 吴燕玉, 等. 土壤环境元素化学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995: 58-73.
- [2] 夏汉平. 土壤-植物系统中的 Cd 研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 1997, 3(3): 289-298.
- [3] 夏运生, 王凯荣, 张格丽. 土壤 Cd 生物毒性的影响因素研究进展[J]. 农业环境保护, 2002, 21(3): 272-275.
- [4] 杨红霞. 大同市污水灌溉对农作物影响的研究[J]. 农业环境与发展, 2002, 19(4): 18-19.
- [5] 孔庆翔, 叶莘莘. Cd 致人体健康损害的环境流行病学研究[J]. 环境与职业医学, 2002, 19(1): 10-16.
- [6] Kokichi Iwat, Hiroshi Saito, Moriyama. Renal tubular function of environment cadmium exposure ten-year follow-up[J]. Archives of Environmental Health, 1993, 48(3): 157-163.
- [7] Kazuo N, Hiroko N. Cadmium-induced renal dysfunction: new mechanism, treatment and prevention [J]. Trace Elements in Ex-perim Med, 1998, 11: 275-288.
- [8] 闭向阳, 马振东. 某冶炼厂附近农田 Cd 污染调查与对策[J]. 地质科技情报, 2003, 22(2): 87-90.
- [9] 代杰瑞, 崔俊俊, 庞绪贵, 等. 山东省东部地区农业生态地球化学调查与评价[J]. 山东国土资源, 2011, 27(5): 1-7.
- [10] 刘霞, 刘树庆, 王胜爱. 河北主要土壤中 Cd 和 Pb 的形态分布及其影响因素[J]. 土壤学报, 2003, 40(3): 393-400.
- [11] 袁旭音, 王爱华, 许乃政, 等. 太湖沉积物中重金属的地球化学形态及特征分析[J]. 地球化学, 2004, 33(6): 611-618.
- [12] 庞绪贵, 战金成, 宋海林, 等. 山东黄河下游地区局部生态地球化学评价方法与技术[J]. 山东国土资源, 2006, (5): 28-33.
- [13] 刘英俊, 曹励明, 李兆麟, 等. 元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1984.
- [14] 任天祥, 尹冰川, 刘茹英, 等. 中国水系沉积物中 39 种元素背景值//第五届全国勘查地球化学学术讨论会论文摘要[C]. 北京: 地质出版社, 1999: 126-127.
- [15] 鄢明才, 顾铁新, 迟清华, 等. 中国土壤化学元素丰度与表生地球化学特征[J]. 物探与化探, 1997, 21(3): 161-167.
- [16] 何邵麟. 贵州表生沉积物地球化学背景特征[J]. 贵州地质, 1998, 15(2): 149-156.
- [17] GB15618-1995. 土壤环境质量标准[S].
- [18] 赵伦山, 张本仁. 地球化学[M]. 1988, 北京: 地质出版社, 1988.

# Geochemical Distribution Characteristics of Cd in Northern Susong County in Anhui Province

WANG Xiang, WU Heng, DENG Jialiang

(Anhui Geological Surveying Institute, Anhui Hefei 230001, China)

**Abstract:** Cd is a non essential trace element for animals and plants, and the serious pollution of Cd will do great harms to human health. Through study on geochemical anomaly distribution of Cd in stream sediments and soil samples in northern Susong county in Anhui province, it is found that natural and anthropogenic source are two ways for the formation of Cd anomaly. In our work area, the distribution of siliceous rocks is the natural source of Cd anomaly, although human activity has a certain effect on the distribution of Cd anomaly, the scope and the impact intent are limited. However, the content of Cd in soil and stream sediment is significantly affected by mining activities. The content of Cd in mining area and nearby samples is much higher than that in general areas, thus main distribution area of Cd anomaly has been formed.

**Key words:** Cd element; stream sediments; soil samples; geochemical characteristics; Susong county in Anhui province