

哈尔滨市表土重金属地球化学基线的确定及污染程度评价

汤洁, 天琴, 李海毅, 陈初雨, 李娜

吉林大学环境与资源学院, 吉林 长春 130012

摘要: 在实地采样测试的基础上, 分别运用地质累积指数法和污染负荷指数法对哈尔滨市表土 103 个样品中的 Hg、Cd、Pb、As 元素的单因子污染程度和多元素综合污染状态进行了评价, 并在 ArcGIS 平台下对区域污染程度进行空间可视化。地质累积指数法表明: 哈尔滨市 Hg、Cd、Pb 和 As 的污染等级主要为 1 级和 2 级; 各目标元素均有一定比例的 3 级污染等级, 以 Hg 最为明显, 其中 Hg 和 Cd 出现了 4、5 级污染, 所占比例不大; 污染负荷指数法的综合评价结果显示, 点污染负荷指数 (I_{PI}) 以 I 级为主, 呈中度污染, 区域污染负荷指数 (I_{PLzone}) 值为 1.478, 污染程度属于 I 级。

关键词: 土壤; 重金属; 污染; 地球化学基线; 哈尔滨市

中图分类号: X825

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2010) 10-2408-06

随着全球经济和社会的发展, 在生产、加工和使用过程中产生大量含重金属及其化合物的废弃物, 造成城市及周边土壤表层受到重金属的污染, 严重影响生态系统的结构、功能和土地资源的利用, 进而直接或间接影响人类健康和安全。研究表明, 城市土壤接纳了来自工业与居民生活所产生的污(废)水、固体废弃物等 90% 的污染物^[1]。城市土壤重金属污染是有效反映城市环境污染状况的重要指标之一, 因此, 土壤重金属污染成为城市环境污染评价和环境治理的研究核心。本文将哈尔滨市不同规划区表土中 Hg、Cd、Pb、As 4 种元素作为研究对象, 在确定其地球化学基线的基础上, 采用地质累积指数法和污染负荷指数法对其进行综合评价。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

哈尔滨市位于北纬 45°20'—46°20'、东经 126°15'—127°30', 属中温大陆性季风气候, 年平均气温 3~6 °C。哈尔滨市建成区包括南岗区、道里区、香坊区、松北区、道外区、平房区。哈尔滨市是黑龙江省的政治、经济、文化中心, 建国初期就形成了以国有大中型企业为主体、重工业为重心的工业经济结构, 成为我国重要的工业基地, 因此存在着传统产业多, 新型产业少, 重工业多, 轻工业少, 资源依赖型产业多, 高新技术产业少等问题。在规模以上的企业中, 传统产业占 37.2%, 其中机械行业占 15.0%, 化工行业占 1.8%, 纺织行业占 6.1%^[2]。全市规模以上企业中有 20.4% 布局在二环以内, 且主要分布于南岗区、道里区及道外区的中心地区^[3]。工业的不断发展以及布局的不合理造成市区环境

污染不断加剧, 特别是土壤环境的重金属污染引起了广泛的关注。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集

研究区的 103 个土壤样品主要由市区、城郊区的绿化带、未利用荒地的表层土组成。样品采集为 4 个 km²。采样原则为在 1 km² 范围内, 尽可能的选取具有相同使用功能的土壤样品。采样过程中使用 GPS 定位, 垂直于地表取出 0~20 cm 的土壤约 1 kg, 取厚度大致相同的土壤薄片, 具体采样布点见图 1。样品取回后置于室内背光处自然风干, 研磨并过 200 目筛, 用四分法取约 100 g 作为待测样品。

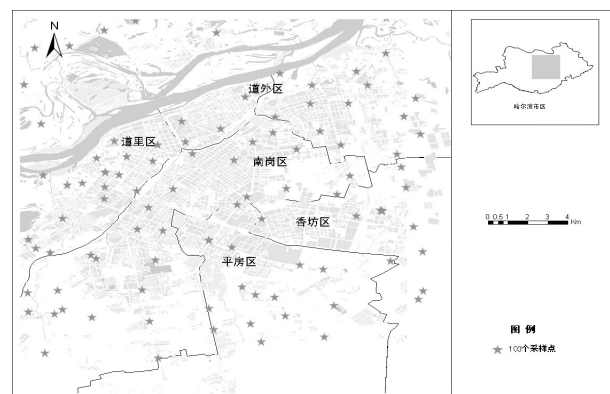


图 1 哈尔滨市表土采样点位图

Fig.1 Distribution of sampling plots in Harbin

样品送到黑龙江省地质研究所实验室进行测试, 测试过程严格按照生态地球化学评价有关各项分析方法以及《多目标地球化学调查规范 (1:250 000)》和《生态地球化学评价样品分析技术要求(试行)》执行, 土壤样品测定元素包括 As、Hg、

基金项目: 中国地质调查研究局 (1212010511217-03)

作者简介: 汤洁 (1957 年生), 女, 教授, 博士生导师, 主要从事生态环境系统与信息管理研究。E-mail:tangjie0724@163.com

收稿日期: 2010-09-12

F、Cd、Pb、Zn、Cu、Ni、Cr 和 Se 共 10 种。

1.2.2 评价方法

1.2.2.1 基线的确定方法

地球化学基线(geochemical baseline)是将某一地区或数据集合作为参照时某一元素在特定物质中(土壤、沉积物、岩石)的自然丰度^[4]。地球化学基线的研究在各国受到了普遍的重视,并开展了一系列的研究,较有代表性的是欧洲的环境地球化学基线填图,为配合全球地球化学的研究,我国于1992年启动了“中国环境地球化学监控网络和全国动态地球化学填图”项目^[5]。

Bauer 和 Bor^[6]及 Bauer 等^[7],发明了相对累积频率分析来求出地球化学基线,该方法原理是:累积频率,即元素浓度的分布曲线可能有两个拐点,拐点值较低的代表了元素浓度的上限(基线范围),小于样品元素浓度的平均值或中值即可以作为基线值;值较高的点代表了异常的下限(人类活动影响的部分),而二者之间的部分可能与人类活动有关,也可能无关^[8]。若分布曲线近似呈直线,则所测样品的浓度本身就代表了背景范围(基线)。

1.2.2.2 地质累积指数法

地质累积指数不仅反映了重金属分布的自然变化特征,而且可以判别人为活动对环境的影响,是区分人为活动影响的重要参数^[9-10]。其模型如下:

$$I_{geo} = \log_2 \left[\frac{C_n}{1.5BE_n} \right] \quad (1)$$

其中, C_n 表示样品中元素 n 的浓度, BE_n 表示基线浓度, 1.5 为修正指数, 通常用来表征沉积特征、岩石、地质及其他影响。

一般而言,地质累积指数有 2 种分级, Forstner 等将其分为 7 级^[11], 而 Anon 则分为 5 级^[12], 不同的级别分别代表不同的重金属污染程度, 见表 1。

1.2.2.3 污染负荷指数法

污染负荷指数法是 Tomlinson 等在从事重金属污染水平的分级研究中提出来的一种评价方法, 该方法被广泛应用于土壤和河流沉积物重金属污染

的评价^[13-14]。某一点的污染负荷指数公式如下:

$$F_i = C_i / C_{oi} \quad (2)$$

$$I_{PL} = \sqrt[n]{F_1 \times F_2 \times F_3 \cdots F_n} \quad (3)$$

式中, F_i 为元素 i 的污染系数; C_i 为元素 i 的实测质量分数($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); C_{oi} 为元素 i 的评价标准, 即背景值, 一般选用全球页岩平均值作为重金属的评价标准($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$); I_{PL} 为某一点污染负荷指数; n 为评价元素的个数。某一区域的污染负荷指数(I_{PLzone})为:

$$I_{PLzone} = \sqrt[n]{I_{PL1} \times I_{PL2} \times I_{PL3} \cdots I_{PLn}} \quad (4)$$

式中, I_{PLzone} 为区域污染负荷指数; n 为评价点的个数(即采样点的个数)。

重金属污染负荷指数与污染程度关系见表 2。

表 2 污染负荷指数分级标准
Table 2 Rating standards of pollution load index

| 污染程度 | 无污染 | 中等污染 | 强污染 | 极强污染 |
|------------|-----|------|-----|------|
| I_{PL} 值 | <1 | 1~2 | 2~3 | ≥3 |
| 污染等级 | 0 | I | II | III |

1.2.2.4 评价方法综述

地质累积指数法属于单因素评价法, 侧重于评价单因素对环境污染的影响, 可以直观反应重金属的污染级别, 但该方法不能对给定区域中目标元素的污染程度进行综合判断。污染负荷指数由评价区域所包含的多种重金属成分共同构成, 并使用了求积的统计法, 通过这种方法对整个区域各个点位的所有重金属元素进行定量评价, 对各点的污染程度进行分级, 筛选出环境污染贡献最大的元素, 以及量化该元素对环境污染的贡献程度, 既能避免污染指数加和关系造成的对评价结果的误差, 又达到对任意给定区域进行定量判断的目的。但该方法没有考虑不同污染物源所引起的背景差别^[13-14]。为了

表 1 地质累积指数分级情况
Table 1 Rating standards of geo-accumulation index

| I_{geo} (Forstner) | 级别 | 污染程度 | I_{geo} (Anon) | 级别 | 污染程度 |
|----------------------|----|----------|------------------|----|----------|
| <0 | 1 | 无污染 | <0 | 1 | 无污染到轻度污染 |
| 0~1 | 2 | 无污染到中度污染 | 0~1 | 2 | 中度污染 |
| 1~2 | 3 | 中度污染 | 1~3 | 3 | 中度污染到强污染 |
| 2~3 | 4 | 中度污染到强污染 | 3~5 | 4 | 强污染 |
| 3~4 | 5 | 强污染 | >5 | 5 | 极强污染 |
| 4~5 | 6 | 强污染到极强污染 | | | |
| >5 | 7 | 极强污染 | | | |

能够更加全面的对研究区的土壤重金属进行评价, 弥补单一方法造成的评价偏差, 本文采用地质累积指数法和污染负荷指数法对哈尔滨市表土中 Hg、Cd、Pb、As 4 种元素进行污染程度评价, 2 种方法的综合运用既考虑了每种元素在研究区的分布状况和污染等级, 同时又把目标元素作为整体研究对象来研究区域的土壤环境。

2 评价结果与分析

将采集测试得到的土壤数据进行比较分析, 结果显示哈尔滨市表土中 Hg、Cd、Pb 和 As 4 种元素的含量相对较高, 故本文选择其作为研究对象。

2.1 哈尔滨市主要重金属基线确定

运用 SPSS 软件, 对哈尔滨市 103 个土壤样品中的 4 种元素的浓度进行相对累积频率分析, 并由 SPSS 做出上述 4 种元素的浓度与相对累积频率关系图, 如图 2 所示。

由图 2 可知, 各元素的相对累积频率可以分为 3 部分, 一是相对累积频率小于第一个拐点值的部分, 该部分代表了样品的基线浓度范围; 二是相对累积频率大于第一个拐点值而小于第二个拐点值的部分, 该部分表示既有可能受到人为扰动, 也可能未受扰动; 另一部分是相对累积频率大于第二个拐点值的部分, 该部分代表的是受到人为扰动时元素的浓度。取小于第一个拐点值的土壤样品质量分数的平均值, 作为所研究元素的基线值, 则 Hg、Cd、Pb、As 的地球化学基线值分别为 0.083、0.135、32.4 和 7.6 mg·kg⁻¹。

2.2 地质累积指数评价

地质累积指数模型中的常数是在选择页岩作为基线时, 消除沉积作用影响的参数, 由于本文选择的地球化学基线为该区自身的环境基线, 所以不需要再乘以修正指数 1.5。通过计算得到哈尔滨市 103 个表土样品中 Hg、Cd、Pb 和 As 元素的地质累积指数, 由于研究区土壤环境中重金属污染程度总体较轻, 所以按照 Anon 分级即可清楚地反应污染状况。4 种元素污染级别的分布见图 3, 地质累积指数分布情况见表 3。

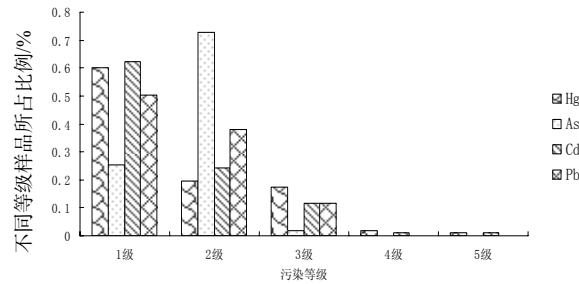


图3 哈尔滨市不同元素污染等级分布图
Fig.3 Distribution of pollution degree on different elements in Harbin

上述结果可知, 哈尔滨市表土中 Hg 的地质累积指数最大值为 5.52, 有 17.5% 的样品是中强度污染, 2.9% 的土壤样品受到强污染和极强污染。Cd 元素的地质累积指数最大值为 5.06, 有 11.6% 的土壤受到中强度污染, 有 2.0% 的土壤受到强污染和极强污染。Pb 元素的地质累积指数变化范围为 -0.9~2.44, 50.5% 的土壤未受到重金属元素 Pb 的污染, 无强污染点源。As 元素的地质累积指数变化范

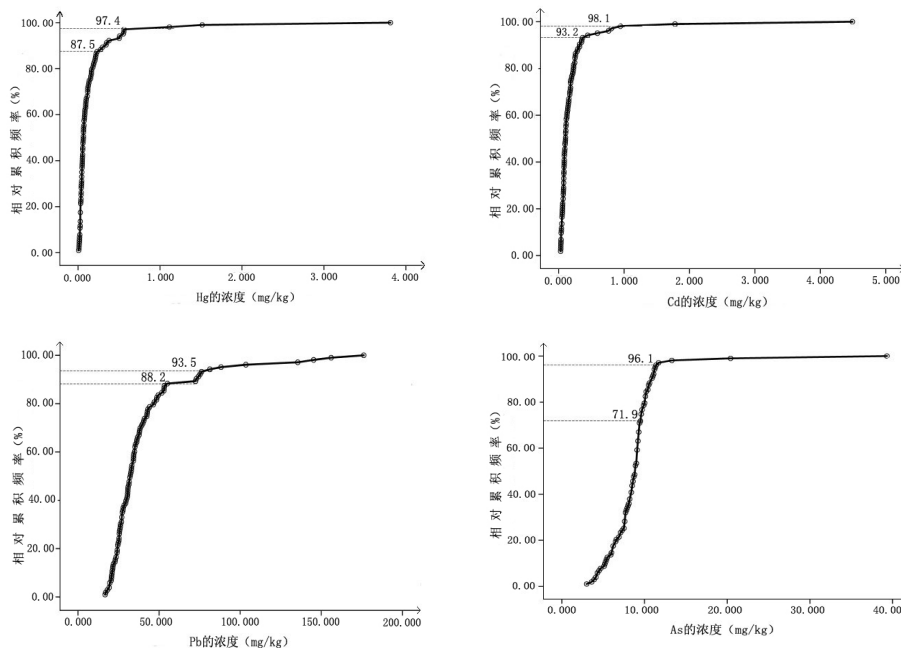


图2 元素质量分数与相对累积频率关系图
Fig.2 Connection of the element concentration and cumulative frequency

表3 哈尔滨市表土重金属地质累积指数计算统计结果
Table 3 Results of calculating geo-accumulation index in Harbin

| 统计指标 | | 重金属元素 | | | |
|------------|----|------------|------------|-----------|------------|
| | | Hg | Cd | Pb | As |
| 地质累积指数 | 范围 | -3.51~5.52 | -2.17~5.06 | -0.9~2.44 | -1.34~2.37 |
| | 均值 | -0.11 | -0.18 | 0.12 | 0.12 |
| 污染等级所占比例/% | 1级 | 60.2 | 62.1 | 50.5 | 25.3 |
| | 2级 | 19.4 | 24.3 | 37.9 | 72.8 |
| | 3级 | 17.5 | 11.6 | 11.6 | 1.9 |
| | 4级 | 1.9 | 1.0 | 0 | 0 |
| | 5级 | 1.0 | 1.0 | 0 | 0 |

围为-1.34~2.37, 72.8%的土壤受到中度污染, 强污染样品无。

哈尔滨市表土中 Hg、Cd、Pb 和 As 的污染等级主要为 1 级和 2 级, 属无污染到轻度污染和中度污染的级别; 各目标元素均有一定比例的 3 级污染等级, 以 Hg 最为明显; Hg 和 Cd 出现了 4、5 级污染, 其中 4 级污染等级分别占样品总数的 1.9%和 1.0%, 5 级污染等级均占样品的 1.0%。

为进一步分析哈尔滨市土壤表层中各种元素的污染的空间分布特征, 利用 GIS 的克里格插值方法对 4 种元素的质量分数进行插值, 从而得到哈尔滨市表土中 Hg、Cd、Pb、As 的质量分数空间分布图, 见图 4。

从图 4 可知, As 富集区主要分布于哈尔滨市东北方向, 即道外区; Cd 在哈尔滨市东北方向, 即道外区分布较为集中, 质量分数较高, 其次高质量分数区域沿着市区分布相对分散, 主要是南岗区; Hg 集中分布于哈尔滨市西南方向, 覆盖面主要是道里区和南岗区, 覆盖面较其他几种元素广泛; Pb 广泛分布于哈尔滨市东北方向, 即道外区, 同时南岗区质量分数也较高, 与 As 的分布情况相比, 呈面状分布, 范围更广。

2.3 污染负荷指数法

本文以样品实测值作为分析的基础数据, 选择黑龙江省城市表土重金属背景值作为元素污染负荷评价的评价基准, 见表 4。计算得到 Hg、Cd、Pb、As 的污染指数、某一点染负荷指数和研究区的

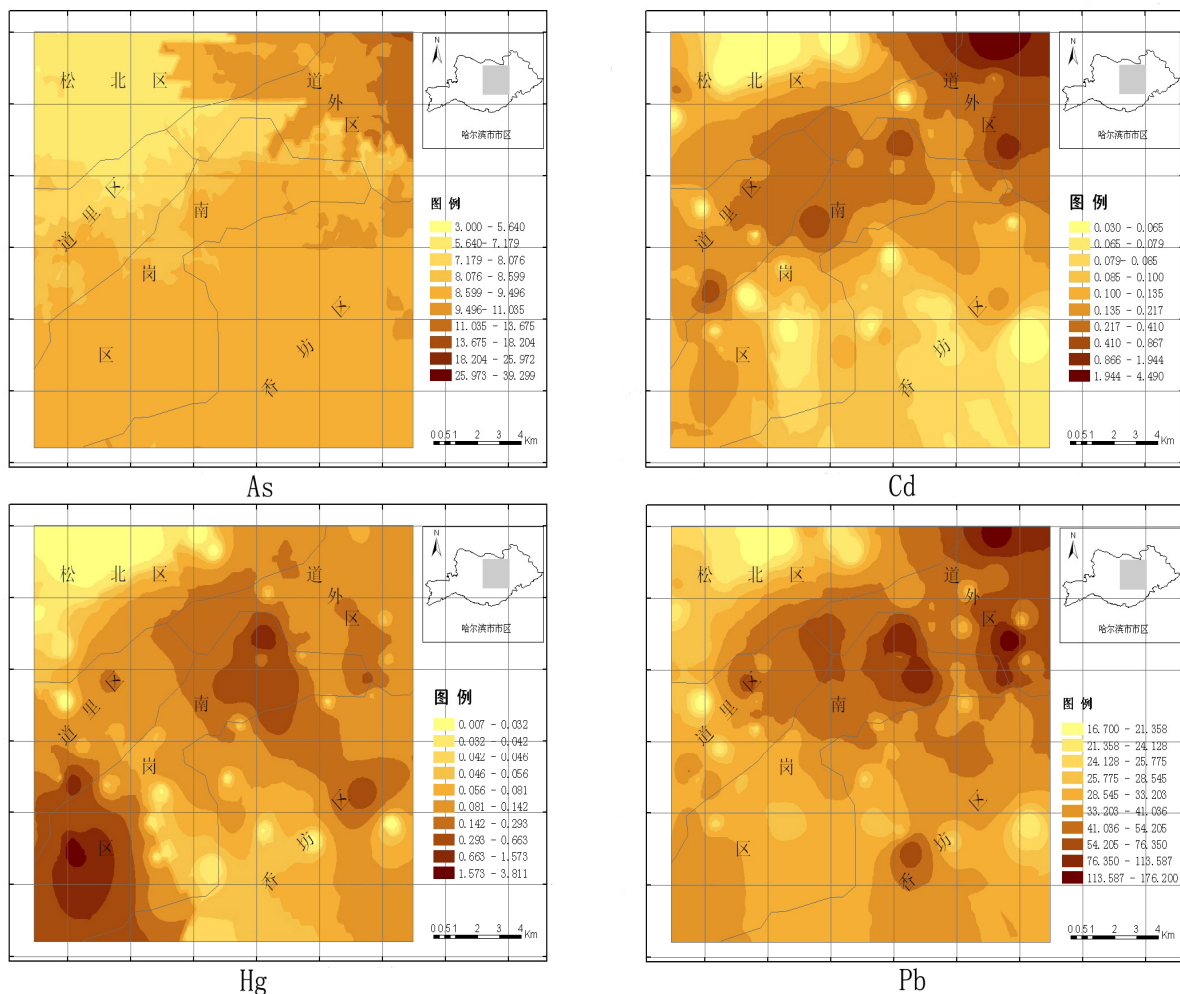


图4 基于普通克里格插值表土中 As、Cd、Hg、Pb 的空间分布图
Fig.4 Spatial distribution of As、Cd、Hg and Pb based on ordinary Kriging

表4 黑龙江土壤重金属元素背景值

Table 4 Environmental background value of heavy metals in Heilongjiang province $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

| w(Hg) | w(Cd) | w(Pb) | w(As) |
|-------|-------|-------|-------|
| 0.037 | 0.086 | 24.2 | 7.3 |

本文背景值采用的是《中国土壤元素背景值》中黑龙江省表土背景值。

污染负荷指数。

2.3.1 点污染负荷 (I_{PL}) 程度

根据污染负荷指数法计算哈尔滨市 103 个表土样品中重金属 Hg、Cd、Pb、As 的点污染负荷程度,按照既定分级标准进行分级,最终计算结果统计见表 5。

表5 哈尔滨市表土点污染负荷指数统计结果

Table 5 Results of pollution load index in soil in Harbin

| 污染程度 | 无污染 | 中等污染 | 强污染 | 极强污染 |
|------------|------|------|------|----------|
| I_{PL} 值 | <1 | 1~2 | 2~3 | ≥ 3 |
| 污染等级 | 0 | I | II | III |
| 样品数/n | 22 | 54 | 16 | 11 |
| 百分比/% | 21.4 | 52.4 | 15.5 | 10.7 |

从表中可以看出, 52.4%的样品属于中度污染, 污染等级是 I 级; 15.5%的样品属于强度污染, 10.7%属于极强污染。点污染指数范围是 0.38~7.88, 平均值为 1.78, 最大值位于哈尔滨市道外区。Hg、Cd、Pb、As 的点污染指数主要是属于 I 级, 为中度污染, 显示土壤环境相对较好, 但仍有相当比例的样品为强度污染或极强污染, 表明研究区土壤环境有进一步恶化的趋势。

2.3.2 区域污染负荷 (I_{PLzone}) 程度

根据公式(4)计算得到哈尔滨市 I_{PLzone} 指数值为 1.478, 参照表 2 可知, 污染负荷指数与污染程度属于 I 级, 即在哈尔滨市整个区域内土壤中 Hg、Cd、Pb、As 均属于中等污染。由于不同元素的污染程度不同, 对整个区域土壤环境的贡献率不同, 通过公式(2)计算得到每种元素的污染系数(F_i), 见表 6。

表6 哈尔滨市重金属元素污染系数 (F_i) 统计结果

Table 6 Results of pollution coefficient of heavy metals in Harbin

| 元素名称 | Hg | Cd | Pb | As |
|------|----------|------------|-----------|-----------|
| 范围 | 0.20~103 | 0.34~52.21 | 0.69~7.28 | 0.41~5.38 |
| 平均值 | 4.60 | 2.47 | 1.67 | 1.20 |

分析表 6 可知, Hg 的污染系数范围是 0.20~103, 平均值是 4.60, 对研究区土壤污染指数的贡献率最大, Cd、Pb、As 元素的污染系数的平均值依次是 2.47、1.67、1.20, 对环境污染的贡献率依次减小, 即 4 种元素对土壤环境污染程度贡献率依次是 Hg>Cd>Pb>As。

3 结论

(1) 运用地质累积指数法对哈尔滨市表土中 Hg、Cd、Pb、As 4 种元素的污染程度进行评价, 得到 Hg、Cd、Pb 和 As 的污染等级主要为 1 级和 2 级, 属无污染到轻度污染和轻度污染的水平; 4 种元素均有 3 级污染等级, 分别占样品总数的 17.5%、11.6%、11.6%、1.9%; Hg 和 Cd 甚至出现了 4、5 级污染, 其中 4 级污染等级分别占样品总数的 1.9% 和 1.0%, 5 级污染等级均占样品的 1.0%。

(2) 通过采用污染负荷指数分析法对哈尔滨市 Hg、Cd、Pb、As 4 中元素进行综合研究, 得出 I_{PL} 主要是 I 级, 即中度污染, I_{PLzone} 指数值为 1.478, 污染程度属于 I 级, 对于哈尔滨市土壤环境污染程度贡献率依次是 Hg>Cd>Pb>As。

(3) 哈尔滨市部分区域重金属污染相对较为严重, 集中分布于道外区、道里区和南岗区, 特别是 Hg 和 Cd。道外区是原哈尔滨市的老城区, 工矿企业在这一带分布较多, 如哈炼油厂、龙江电工厂等大型国有企业均位于该区。道里区和南岗区是哈尔滨市商贸、金融中心。工业、矿业、交通业的繁荣都是造成了表层土壤重金属含量超标的原因。针对这一分布规律, 应进一步调整产业结构, 加大环境污染治理力度, 避免土壤环境的进一步恶化。

参考文献:

- [1] 邢光熹, 朱建国. 土壤微量元素和稀土元素化学[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 12-13.
XING Guangxi, ZHU Jianguo. Soil microelement and lanthanon chemistry[M]. Beijing: Science Press, 2002: 12-13.
- [2] 赵美鑫, 任佳. 哈尔滨工业布局对环境质量的影响研究[J]. 边疆经济与文化, 2009, 62(2): 4-6.
ZHAO Meixin, REN Jia. Research the influence of Harbin industrial plan to environmental quality[J]. The Border Economy and Culture, 2009, 62(2): 4-6.
- [3] 陶利波. 哈尔滨市工业布局的现状, 问题及调整方案[J]. 哈尔滨市委党校学报, 2007, 49(1): 29-30.
TAO Libo. The status quo, issue and adjustment project of industrial layout in Harbin[J]. The Journal of Harbin Committee School of The CCP, 2007, 49(1): 29-30.
- [4] SALMINEN R, GREGORAUŠKIENE V. Considerations regarding the definition of a geochemical baseline of elements in the surficial materials in areas differing in basic geology[J]. Applied Geochemistry, 2000, 15: 647-653.
- [5] 王济, 王世杰, 欧阳自远. 贵阳表层土壤中铬的环境地球化学基线研究[J]. 环境科学学报, 2007, 27(7): 1189-1196.
WANG Ji, WANG Shijie, OUYANG Ziyuan. Geogenic distribution and baseline concentrations of Cr in surficial soil of Guiyang[J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2007, 27(7): 1189-1196.
- [6] BAUER I, BOR J. LITHOGENE. geonene and anthropogene schwermetallgehalte von lobboden an den Beispielen Von Cu, Zn, Ni, Pb, Hg

- and Cd[J]. *Mainzer Geowiss Mitt*, 1995, 24(1): 47-70.
- [7] BAUER I, SPERNGER M, BOR J. Die berechnung lithogener and geonener schwermetallgehalte von lobboden am beispiele Von Cu, Zn and Pb[J]. *Mainzer Geowiss Mitt*, 1992, 21(2): 47-70.
- [8] MATSCHULLAT J, OTTENSTEIN R, REIMANN C. Geochemical background-can we calculate it[J]. *Environmental Geology*, 2000, 39(9): 990-1000.
- [9] 滕彦国, 庾先国, 倪师军, 等. 应用地质累积指数评价沉积物中重金属污染: 选择地球化学背景的影响[J]. *环境科学与技术*, 2002, 25(2): 7-9.
- TENG Yanguo, TUO Xianguo, NI Shinjun, et al. Applying geoaccumulation index to assess heavy metal pollution in Sediment: influence of different geochemical background[J]. *Environment Science and Technology*, 2002, 25(2): 7-9.
- [10] 滕彦国, 庾先国, 倪师军, 等. 应用地质累积指数评价攀枝花地区土壤重金属污染[J]. *重庆环境科学*, 2002, 24(4): 25-31.
- TENG Yanguo, TUO Xianguo, NI Shinjun, et al. Applying the index of geoaccumulation to evaluate heavy metal pollution in soil in Panzhihua region[J]. *Chongqing Environment Science*, 2002, 24(4): 25-31.
- [11] FORSTNER U, AHLF W, CALMANO W, et al. Sediment criteria development-contributions from environmental geochemistry to water quality management[C]/HELING D, ROTHE P, FORSTNER U, et al. *Sediments and environmental geochemistry:selected aspects and case histories*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1990, 12(6): 311-338.
- [12] ANON D L, Ein fliessge was seroko system[J]. *Regierung sprasidium Giessen, Niedernhausen*, 1994, 5(2): 87.
- [13] L. An ecological risk index for aquatic pollution control: a sedimentological approach[J]. *Water Research*, 1980, 14(8): 975-1001.
- [14] 何云峰, 朱广伟, 陈英旭, 等. 运河杭州段)沉积物中重金属的潜在生态风险研究[J]. *浙江大学学报: 农业与生命科学版*, 2002, 28(6): 669-674.
- HE Yunfeng, ZHU Guangwei, CHEN Yingxu, et al. Study on the ecological risk of the sediment from the Hangzhou section of the Grand Canal, China, with potential ecological risk index[J]. *Journal of Zhejiang Agricultural University: Agric. & Life Sci.*, 2002, 28(6): 669-674.

Determination of geochemical baseline and pollution assessment of surficial soil heavy metals in Harbin city

TANG Jie, ZHANG Tianqin, LI Haiyi, CHEN Chuyu, LI Na

College of Environment and Resources, Jilin University, Changchun 130012, China

Abstract: In this paper, based on sampling and testing on the spot, geo-accumulation index and pollution load index were selected to evaluate the four elements pollution in surficial soil (Hg,Cd,Pb,As) ,including 103 samples. geo-accumulation index can assess pollution degree in term of single factor and pollution load index was used to evaluate integrated pollution of the whole area. The step of visualization for the spatial heavy metals assessment was finished in ArcGIS workstation. Analyzing through geo-accumulation index, the pollution degrees of Hg,Cd,Pb,and As were dominated by the first grade and second grade, which is corresponded to non-pollution, slight pollution or moderate pollution. The third grade also exists, especially Hg. In addition, the last two pollution levels exist for the metals of Hg and Cd whose percentage are very low. The results are gained by using pollution load index, point pollution load index(I_{PL})mainly belongs to the first grade and zone pollution load index(I_{PLzone})is 1.478, which belongs to the first grade.

Key words: soil, heavy metal, pollution, geochemical baseline, Harbin city