

宁夏银川市市区表层土壤重金属元素数据集

张明鑫*, 李 浩

宁夏大学资源环境学院, 银川 750021

摘 要: 土壤中重金属的含量关系到生态系统健康, 城市土壤中重金属将直接和间接的危害居民人体健康。本研究以银川市市区为采样区, $3\text{ km} \times 3\text{ km}$ 的格网布设采样点采样, 利用 X-荧光光谱仪测定土壤样品中 Co、Cr、Cs、Mg、Pb、和 Ti 的含量, 制作土壤重金属元素数据表。宁夏银川市市区表层土壤重金属元素数据集由银川市市区表层土壤重金属元素数据组成, 大体上显示了银川市市区表层土壤中 Co、Cr、Cs、Mg、Pb、Ti 的含量及其分布情况。本研究对各重金属含量进行描述性统计分析, 确定各重金属含量的极值及算术平均值, 并与省区及全国背景值对比分析。使用污染负荷指数对土壤重金属进行评价, 确定各重金属元素的污染程度。使用主成分分析方法计算土壤重金属元素的主成分载荷矩阵, 并推断其主要来源。利用 ArcGIS10.2 中地统计学方法对土壤重金属点数据插值, 展布到银川市市区范围获得土壤重金属空间分布图。数据集中土壤重金属含量及其分析有助于了解城市区域重金属状况, 为土壤综合治理、人体健康保障和疾病预防提供参考。该数据集包括: (1) 样点的地理位置数据; (2) 表层土壤重金属含量数据。数据集存储为.kmz、.shp 和.xls 格式, 数据量为 73.8 KB。

关键词: 宁夏银川; 市区; 土壤重金属; 空间插值

DOI: 10.3974/geodp.2018.02.12

1 前言

全球变化已成为当今世界广泛关注的重大科技、政治、经济、甚至外交问题。“十二五”期间中国实施的“全球变化研究国家重大科学研究计划”就将全球变化对粮食安全和人类健康的影响作为一个主要的研究任务^[1]。土壤作为生态系统中重要的一环, 对全球变化产生了巨大的影响^[2]。当前, 随着城市化进程的加快, 交通、工业生产等人类活动不断增强, 城市人口持续增加, 城市环境问题日益突出^[3-4], 土地利用类型不断变化导致土壤污染加剧。土壤是植物生长的介质, 是人类赖以生存的基础。城市土壤中微量元素及重金属不断积累, 将导致农作物中重金属含量超标。重金属元素通过挥发作用进入大气后, 经口吸入或人通过接触含有重金属的土壤, 饮用地表水和地下水, 食用粮食蔬菜等暴露途径摄入的重金属会危害人体健康^[5]。在重金属污染的环境中长期暴露会导致多种急慢性, 如头痛、恶心、呕吐、腹痛等^[6]。老人和儿童抵抗力较成年人更差, 更易受到重金属带来的危害^[7-8]。

收稿日期: 2018-06-08; 修订日期: 2018-06-23; 出版日期: 2018-06-25

基金项目: 国家自然科学基金 (41461098)

*通讯作者: 张明鑫 L-8674-2018, 宁夏大学, 1014279339@qq.com

数据引用方式: [1] 张明鑫, 李浩. 宁夏银川市市区表层土壤重金属元素数据集[J]. 全球变化数据学报, 2018, 2(2): 198-204. DOI: 10.3974/geodp.2018.02.12.

[2] 张明鑫, 李浩. 宁夏银川市市区表层土壤重金属含量数据集[DB/OL]. 全球变化科学研究数据出版系统, 2018. DOI: 10.3974/geodb.2018.04.10.V1.

银川市是宁夏回族自治区的首府，是以发展轻纺工业为主，机械、化工、建材工业协调发展的综合性工业城市，黄河从市境穿过。常住人口 219.11 万人（2016 年），城市居民用水主要来源于地下水。宁夏银川市市区表层土壤重金属元素数据集（Heavy metal_topsoil_Yinchuan）^[9]表征了银川市范围内土壤中含有的对人体有害的重金属元素含量，为土壤综合治理，保障人体健康，促进环境可持续发展提供依据。

2 数据集元数据简介

宁夏银川市市区表层土壤重金属含量数据集的名称、作者、地理区域、重金属种类、数据年代、数据格式、数据出版单位、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 宁夏银川市市区表层土壤重金属含量数据集元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	宁夏银川市市区表层土壤重金属含量数据集
数据集短名	HeavyMetalSurfaceSoilYinchuan
作者信息	张明鑫 L-8674-2018, 宁夏大学, 1014279339@qq.com 李浩 L-8078-2018, 宁夏大学, 584001860@qq.com
地理区域	银川市市区范围 (38°22'54.17"N–38°34'44.55"N, 106°2'32.27"E–106°21'56.38"E)
重金属种类	Co、Cr、Cs、Mg、Pb、Ti
数据年代	2015 年
数据格式	.kmz、.shp、.xls
数据量	73.8 KB（压缩后 18 KB）
数据集组成	数据集包含银川市市区表层土壤重金属元素数据统计表：6_Heavy metal_topsoil_Yinchuan.xls
基金项目	国家自然科学基金（41461098）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统， http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、实体数据（中英文）和通过《全球变化数据学报》（中英文）发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报》（中英文）编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[10]

3 数据采集处理过程

利用 ArcGIS 软件格网操作，按照 3 km×3 km 的格网布设采样点，结合 Google Earth 遥感图像确定采样点理论坐标。在实际采样过程中，根据采样点周边的环境进行适当调整，用 GPS 记录采样点的实际经纬度坐标，在 ArcGIS 软件中生成采样点示意图。在每一个采样点进行详细的野外调查记录和采样，并对所取的原状土样在室内自然风干，去除小石子、草根等杂质，压碎，过 20 目筛，用于测定土壤理化性质。同时，每个样品经缩分约取 20 g 用振动磨研磨，使其粒径小于 200 目（0.075 mm），压片。然后利用 X-荧光光谱仪（XRF）

测定土壤样品中 Co、Cr、Cs、Mg、Pb、和 Ti 的含量，测定过程中采用标准样品（GSD-12，GSS1）和重复样的方式进行质量控制并对其进行分析与评估。

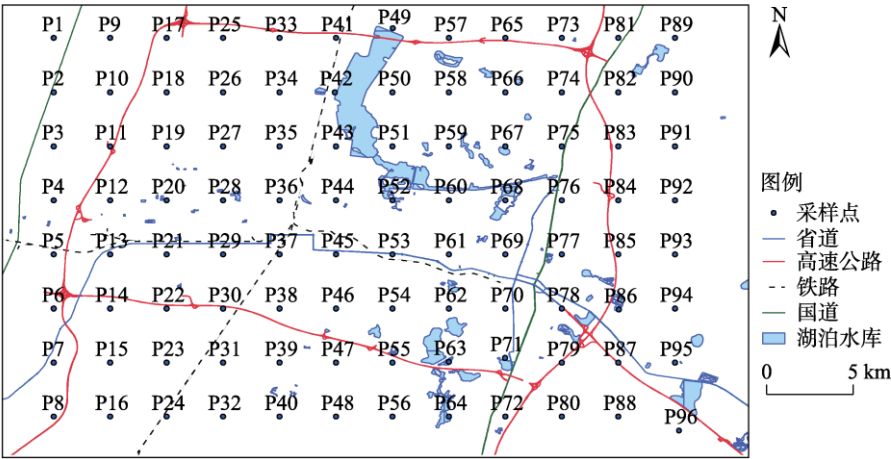


图 1 银川市土壤采样点示意图

4 数据成果

4.1 土壤重金属元素的描述性统计数据表

由表 2 可以看出宁夏银川市市区土壤表层中重金属含量与宁夏全区及全国的背景值对比情况。根据平均值来看，除 Pb 元素以外，其他重金属元素均高出全国背景值，Ti 元素含量远大于宁夏全区与全国平均值。Co、Cr、Ti 三种元素所有采样点值均大于全国背景值，且最小值与最大值之间间距较大。Mg、Cs、Pb 三种元素的全国背景值处于其值间距之间，说明各元素存在明显的高值区，且有集聚效应。

表 2 采样点 6 种重金属元素含量（mg/kg）^[10]

元素	Co	Cr	Cs	Mg	Pb	Ti
最小值	16.7	66.2	0.1	0.98	12.8	1,189
最大值	108.4	143.8	41.3	2.80	49.1	2,428
算数平均值	37.2	109.1	17.7	3.25	25.0	2,040
宁夏背景值 ^[11]	11.5	60	5.4	1.22	20.6	0.35
全国背景值 ^[11]	12.7	61	8.2	0.78	26.0	0.38

4.2 土壤重金属污染评价

采用污染负荷指数（Pollution Load Index，PLI）进行土壤重金属污染评价，从银川市市区表层土壤重金属污染负荷指数表（表 3）可以看出：银川市表层土壤中 Ti 和 Co 为重度污染，Mg 为中度污染，Cr、Cs 和 Pb 为轻度污染。

表 3 银川市市区表层土壤重金属污染负荷指数

元素	Co	Cr	Cs	Mg	Pb	Ti
PLI	3.16	1.67	1.67	2.67	1.17	3,368.42

4.3 主成分分析

- (1) 将土壤重金属含量数据做标准差标准化处理，计算相关系数矩阵（表 4）。
- (2) 由相关系数矩阵计算特征值，以及各个主成分的贡献率和累计贡献率。
- (3) 对特征值分别求其特征向量，再计算各变量在主成分上的载荷（表 5）。

表 4 银川市市区表层土壤重金属含量的皮尔逊相关系数矩阵

		Co	Cr	Cs	Mg	Pb	Ti
Pearson's correlations	Co		0	0.32	0	0	0
	Cr	-0.486		0.18	0	0	0
	Cs	-0.048	-0.1		0.448	0.36	0.207
	Mg	-0.583	0.523	0.01		0	0
	Pb	-0.521	0.606	0.04	0.392		0
	Ti	-0.697	0.579	0.09	0.709	0.67	

结果表明，银川市市区表层土壤的前 3 主成分的累积解释总方差为 83.368%，第一主成分解释了总信息量的 55.309%，主要反映自然因素对银川市市区表层土壤重金属累积的影响。第二主成分解释了总信息量的 17.211%，可能矿石、工业污染是其主要来源。第三主成分解释了总信息量的 10.848%，反映了交通可能是其主要来源。

4.4 土壤重金属元素空间分布格局

图 2 至图 7 显示了银川市市区表层土壤的重金属空间分布情况。由图可以看出，银川市市区表层土壤 Co 元素含量总体较高，市区东西两侧含量较高，市区内含量较低，有明显的高值带。结合重金属元素数据集可得：Co 元素含量是全国背景值的 2.93 倍，最高值在 P13，是宁夏背景值的 9.43 倍，最低值在 P55，是宁夏背景值的 1.45 倍。Cr 元素含量总体较高，呈现由东向西递减的规律，东部最高值在 P94，其含量是宁夏背景值的 2.40 倍，最低值在 P6，其含量是宁夏背景值的 1.10 倍。Cs 元素的含量总体水平较高，呈现中部高四周低的空间分布，根据采样点记录，高值区处在银兴公路附近，最高值在 P38 是宁夏背景值的 7.85 倍，最低值在 P92，是宁夏背景值的 0.02 倍。Mg 元素呈现出南北两侧较高，东西两侧低的空间分布，北侧含量高于南侧，最高值与最低值差距不大，元素含量变化较为平缓。Pb 元素含量由东向西递减，在高速公路附近出现条带状高值区域，总体含量与全国背景值相当，是宁夏背景值的 1.21 倍。Ti 元素总体含量远超出全国背景值，呈现东北东南向西部递减的空间分布情况。

表 5 主成份载荷矩阵

成分	1	2	3
Co	-0.240	-0.067	0.341
Cr	0.234	-0.217	0.443
Cs	0.011	0.954	0.141
Mg	0.238	0.003	-0.740
Pb	0.236	-0.003	0.801
Ti	0.273	0.088	-0.130
特征值	3.319	1.033	0.651
方差	55.310	17.211	10.850
累积方差	55.310	72.520	83.370

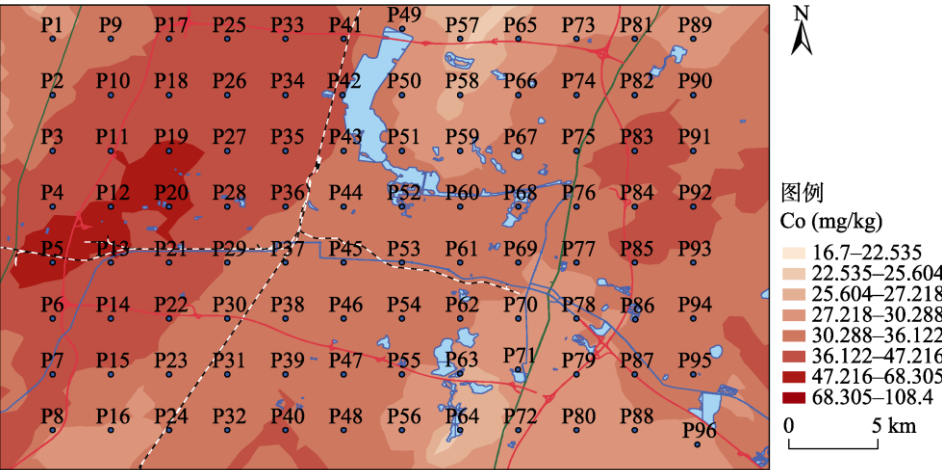


图 2 重金属 Co 的空间分布

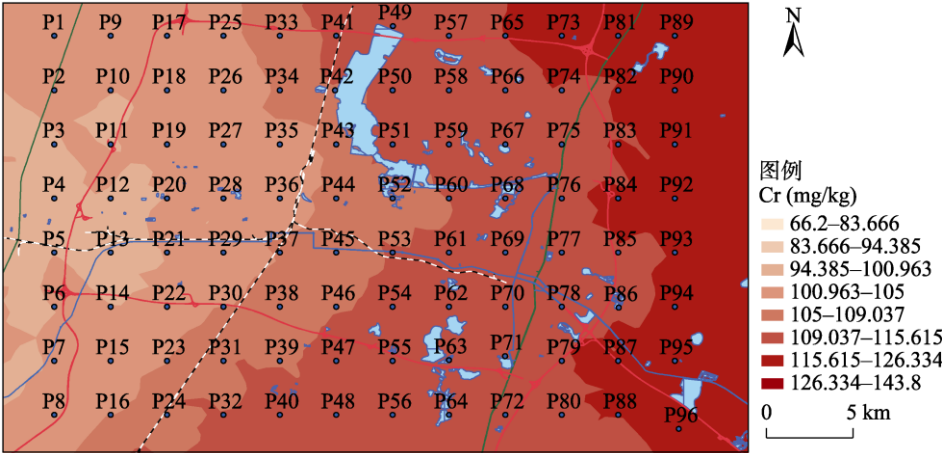


图 3 重金属 Cr 的空间分布图

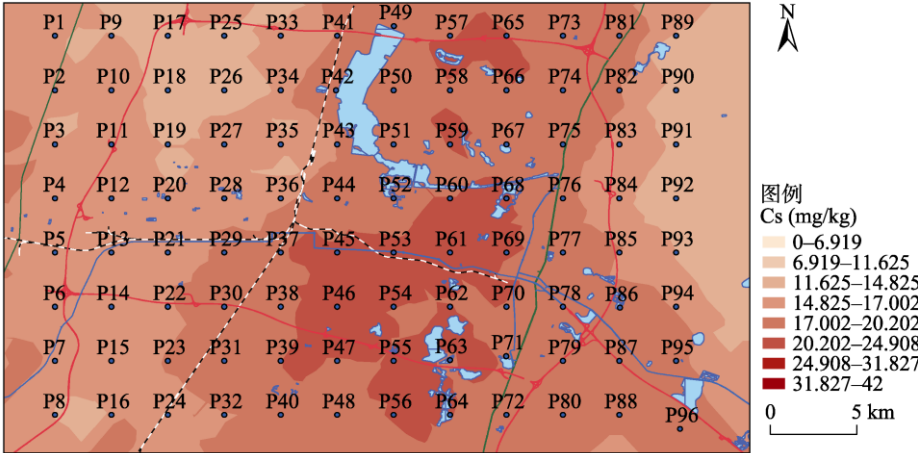


图 4 重金属 Cs 的空间分布图

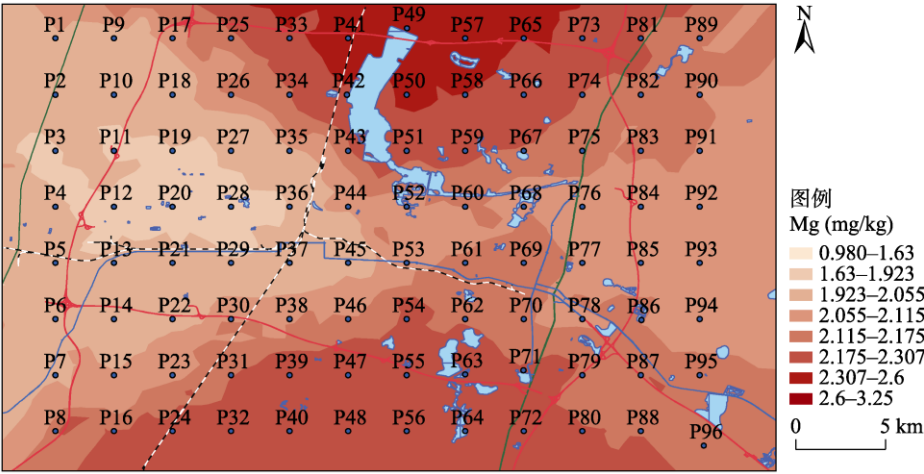


图 5 重金属 Mg 的空间分布图

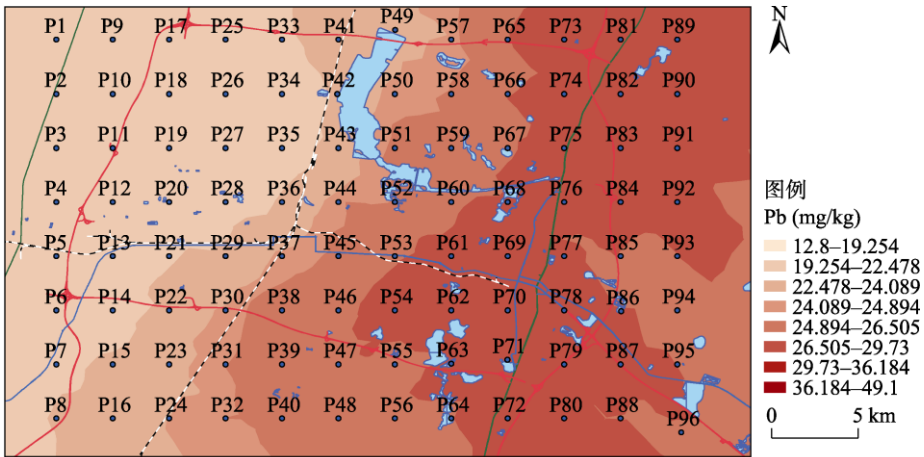


图 6 重金属 Pb 的空间分布图

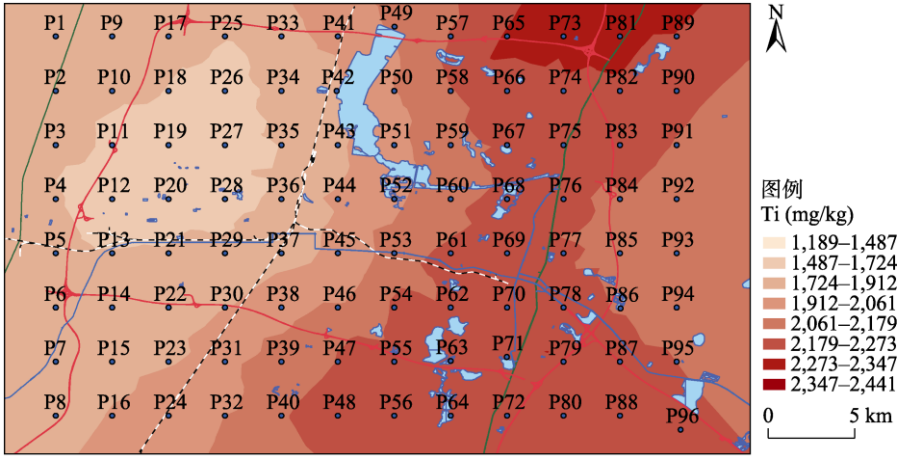


图 7 重金属 Ti 的空间分布图

5 讨论和总结

宁夏银川市市区表层土壤重金属元素数据集表征了银川市市区表层土壤中 Co、Cr、Cs、Mg、Pb 和 Ti 6 种重金属元素的空间分布及其主要来源。从 6 种重金属的空间分布图可以发现:银川市市区表层土壤中 Co、Cr、Cs、Mg、Pb、Ti 的分布有明显的规律性,即有明显的高值区,高值区主要集中在绕城高速公路附近和工业园区。根据文献及对重金属元素的分析可以推测,Co 与 Ti 元素主要来源受宁夏沙土土质的影响。Cr、Cs、Mg、Pb 等重金属有富集的特性,主要来源于交通汽车尾气排放、粉尘以及工业生产等。本数据集中土壤重金属含量及其空间分析有助于了解城市区域重金属状况,为土壤综合治理、人体健康保障和疾病预防提供参考。

作者分工: 张明鑫对数据集的开发做了总体设计并采集和处理了数据;李浩撰写了数据论文等。

参考文献

- [1] 徐冠华,葛全胜,方修琦等.中国全球变化国家基础研究计划(2011-2020)[J].全球变化数据学报,2017,1(1): 16-26. DOI: 10.3974/geodp.2017.01.04.
- [2] 赵其国.土壤圈在全球变化中的意义与研究内容[J].地学前缘,1997(Z1): 157-166.
- [3] 张甘霖,朱永官,傅伯杰.城市土壤质量演变及其生态环境效应[J].生态学报,2003,23(3): 539-546.
- [4] 陈秀端,卢新卫,赵彩凤等.西安市二环内表层土壤重金属空间分布特征[J].地理学报,2011,66(9): 1281-1288.
- [5] 徐友宁,张江华,柯海玲等.某金矿区农田土壤重金属污染的人体健康风险[J].地质通报,2014,33(8): 1239-1252.
- [6] 刘梦梅,王利军,王丽等.西安市不同功能区土壤重金属含量及生态健康风险评价[J].土壤通报,2018,49(1): 167-175.
- [7] Ağca, N. Spatial distribution of heavy metal content in soils around an industrial area in Southern Turkey [J]. *Arabian Journal of Geosciences*, 2015, 8(2): 1111-1123.
- [8] Zeng, X., Xu, X., Zheng, X., *et al.* Heavy metals in PM_{2.5} and in blood, and children's respiratory symptoms and asthma from an e-waste recycling area [J]. *Environmental Pollution*, 2016, 210(3): 346-353.
- [9] 张明鑫,李浩.宁夏银川市市区表层土壤重金属含量数据集[DB/OL].全球变化科学研究数据出版系统,2018. DOI: 10.3974/2018.04.10.V1.
- [10] 全球变化科学研究数据出版系统.全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy.2014.05 (2017 年更新).
- [11] 国家环境保护局,中国环境监测总站.中国土壤元素背景值[M].北京:中国环境科学出版社,1990: 87-90, 330-496.