

DOI: 10.7524/j.issn.0254-6108.2015.01.2014070703

杨洁,瞿攀,滕彦国.攀枝花市主干道路面尘重金属分布特征及其生态风险评价[J].环境化学,2015,34(1):186-187

攀枝花市主干道路面尘重金属分布特征及其生态风险评价*

杨洁^{1,2**} 瞿攀¹ 滕彦国^{1,2}

(1. 北京师范大学,水科学研究院,北京,100875; 2. 地下水污染控制与修复教育部工程研究中心,北京,100875)

摘 要 通过对攀枝花市主干道路面尘中 9 种重金属元素(V、Pb、Cd、Cu、Zn、Ni、Cr、Fe、Mn)含量的统计分析,综合利用潜在生态风险指数法、富集因子法、地质累积指数法进行评价.在研究区域内,Pb、V 具有明显富集,污染水平相对较高,但潜在生态风险程度较低;Cu、Fe、Mn、Zn 处于轻度污染水平,潜在生态风险程度较低,受人为污染源的影响较小;Cd、Cr、Ni 无污染.

关键词 路面尘, 重金属, 生态风险评价.

城市是受人类活动影响最为强烈的地区,来自大气沉降和城市交通、建筑、工业等各种非点源所产生的颗粒物,在风力、水力及重力作用下,沉积在城市不透水地面形成路面尘.目前,路面尘已经成为地表分布最广泛的污染物载体之一.本文选取我国典型矿产开发城市攀枝花市主干道路沿线的路面尘为研究对象,揭示了路面尘中 9 种重金属元素(V、Pb、Cd、Cu、Zn、Ni、Cr、Fe、Mn)的空间分布特征,利用潜在生态指数法、富集因子法、地质累积指数法综合评价了路面尘中重金属污染的潜在生态风险,为大气降尘重金属污染防控提供了科学依据.

1 材料与方 法

1.1 研究采集与处理

选取横跨攀枝花市东、西区的苏铁东路、金沙江大道、攀枝花大道主线(约 17 km)沿线进行布点采样,共计 15 个采样点,每点间距 1—2 km,包含工业区(S01、S02、S03),路旁农田/绿化带(S04、S05、S06、S07),交通枢纽区(S8、S9、S10、S11),科教生活区(S12、S13、S14、S15)4 个不同土地功能区.选择晴朗无风的天气,避免交通高峰期,集中于两日的 15:00—16:00 间采样.采样过程中用一次性毛刷将路面尘扫到光洁的纸上,再转移到聚乙烯采样袋中,贴标签备用.路面尘样品主要在道路上约 2 m² 范围内收集,采集量不少于 200 g.

1.2 样品的分析测试

将路面尘自然风干 7 d 后,过 35 目筛,筛分得 500 μm 以下的路面尘样品,分别用自封袋保存.采用 HF-HClO₄-HNO₃ 湿法消化路面尘样品,同时设置空白,消解后利用 ICP-AES(Ultima,法国)测定其中 9 种重金属(V、Pb、Cd、Cu、Zn、Ni、Cr、Fe、Mn)的浓度,检出限分别为 0.005、0.03、0.003、0.004、0.003、0.009、0.004、0.002、0.0005 mg·kg⁻¹.采用国家标准样品(GSS-1)进行质量控制,随机选取样品进行平行分析,样品的相对标准偏差小于 8%.

2 结果与讨论

2.1 路面尘重金属空间分布特征

由于路面尘重金属元素分布具有非均匀性,采用平均值、标准偏差、变异系数等统计指标进行统计分析(表 1).攀枝花市主干道路路面尘中 9 种重金属元素的平均含量表现为 Fe>Mn>V>Zn>Cr>Cu>Pb>Ni>Cd,大部分重金属(Cr、Cu、Fe、Mn、Pb、V、Zn)的平均值明显高于四川省土壤背景值,超标倍数分别为 0.09、1.10、0.91、0.96、2.35、3.29、0.98.只有 Cd、Ni 元素含量低于其土壤背景值.结果表明,攀枝花市路面尘中已积累了一定的重金属元素,尤其是 Pb、V 元素发生了显著累积.其中 Cu、Zn、V、Mn、Cd、Ni、Fe 等元素的变异系数低于或接近 50%,Cr、Pb 元素的变异系数在 50%—100%之间,均属于中等变异元素.

2.2 潜在风险指数法的评价结果

区域内所有路面尘样品中 9 种重金属元素的单项潜在生态风险等级较低,属于 I 类低生态危害.其中个别采样点的 Pb 元素潜在生态风险系数较高,属于 II 类中等生态危害.各土地功能区路面尘中重金属的综合生态风险指数 RI 相近,值域范围在 56.75—65.13,均属于 II 类中等生态风险.

2014 年 7 月 7 日收稿.

* 北京师范大学自主科研基金项目(251-105579GK)和国家自然科学基金项目(41403085)资助.

** 通讯联系人, E-mail: yangjie@bnu.edu.cn

2.3 富集因子法的评价结果

Fe 元素与各污染元素之间的相关性较好,且其在研究区路面尘中的变异系数较小,具有一定的稳定性,选取 Fe 为参比元素.因大气降尘中重金属含量评价没有统一的标准,本研究选用攀枝花市土壤背景值作为评价标准.结果表明(表 2),重金属元素 Cd、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Pb、V、Zn 的富集因子均小于 10,说明受人为污染较轻,主要来源于地壳物质.其中,Pb、V 元素的富集因子最高,相对受人为影响较大.

表 1 路面尘中重金属空间分布特征(mg·kg⁻¹)

研究区	采样点	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	V	Zn
工业区	S01	0.32	189.42	103.09	6.54×10 ⁴	1828.92	43.48	73.26	730.00	186.54
	S02	0.74	291.97	93.34	9.58×10 ⁴	2192.03	66.44	61.90	911.02	338.83
	S03	0.72	224.99	249.93	1.11×10 ⁵	2387.22	49.04	54.48	761.57	295.29
路旁农田/绿化带	S04	0.81	287.85	119.12	1.59×10 ⁵	2573.84	76.25	67.56	895.61	436.84
	S05	0.50	1221.04	57.79	1.39×10 ⁵	3906.82	87.16	108.93	1781.69	706.52
	S06	0.48	177.35	43.68	3.50×10 ⁴	661.78	55.41	32.83	240.81	125.30
	S07	0.94	366.30	85.50	1.21×10 ⁵	2163.77	63.20	50.97	845.00	281.54
交通枢纽区	S08	0.81	254.49	97.50	8.28×10 ⁴	2100.20	53.49	57.33	717.76	276.99
	S09	0.93	188.88	83.46	1.09×10 ⁵	1838.86	45.76	49.93	623.74	451.00
	S10	0.86	294.42	177.27	1.30×10 ⁵	2038.32	53.78	264.91	807.91	408.89
	S11	0.86	190.89	46.00	8.27×10 ⁴	1438.69	33.07	72.09	650.50	243.76
科教生活区	S12	0.79	191.78	107.28	1.01×10 ⁵	1749.71	65.75	32.48	637.06	251.84
	S13	1.21	284.07	171.42	1.00×10 ⁵	1705.95	53.97	141.03	791.99	495.32
	S14	0.58	181.88	51.31	1.27×10 ⁵	1790.18	39.34	70.41	670.31	232.69
	S15	1.32	126.43	63.48	8.55×10 ⁵	1386.96	27.55	48.55	444.85	176.04
平均值		0.79	298.12	103.34	1.04×10 ⁵	1984.22	54.25	79.11	767.32	327.16
标准偏差		0.23	231.92	50.72	2.64×10 ⁴	600.25	14.44	50.37	281.77	128.54
变异系数/%		29.21	77.79	49.08	25.38	30.25	26.62	63.67	36.72	39.29
土壤背景值		1.92	273.00	49.20	5.43×10 ⁴	1011.00	92.80	23.60	179.00	165.00

表 2 路面尘中重金属元素的富集因子

研究区	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	V	Zn
工业区	0.18	0.52	1.81	1.00	1.26	0.34	1.60	2.68	0.99
路旁农田/绿化带	0.17	0.90	0.74	1.00	1.10	0.36	1.32	2.51	1.12
交通枢纽区	0.24	0.46	1.10	1.00	0.98	0.27	2.53	2.10	1.12
科教生活区	0.27	0.38	1.05	1.00	0.86	0.26	1.63	1.86	0.92
综合	0.21	0.57	1.10	1.00	1.02	0.31	1.75	2.24	1.04

2.4 地质累积指数法的评价结果

地质累积指数法的评价结果表明,Pb、V 处于偏中度污染水平,Cu、Fe、Mn、Zn 处于轻度污染水平,Cd、Cr、Ni 无污染.从重金属地质累积指数的空间分布来看,工业区:Cu、V 处于偏中度污染水平,Fe、Mn、Pb、Zn 处于轻度污染水平,Cd、Cr、Ni 无污染;路旁农田/绿化带:V 处于偏中度污染水平,Cr、Cu、Fe、Mn、Pb 处于轻度污染水平,Cd、Ni 无污染;交通枢纽区:Pb、V 处于偏中度污染水平,Cu、Fe、Mn、Zn 处于轻度污染水平,Cd、Cr、Ni 无污染;科教生活区:Pb、V 处于偏中度污染水平,Cu、Fe、Mn、Zn 处于轻度污染水平,Cd、Cr、Ni 无污染.区域内路面尘重金属的污染水平具有一定的空间差异性.

3 结论

攀枝花市主干道路面尘中 9 种重金属元素的平均含量表现为 Fe>Mn>V>Zn>Cr>Cu>Pb>Ni>Cd,除 Cd、Ni 外均高于四川省土壤背景值.路面尘潜在生态风险指数法评价结果表明,9 种重金属元素的综合生态风险程度属于Ⅱ类中等生态危害,单项重金属元素属于Ⅰ类低生态危害;富集因子法评价结果表明,重金属元素 Cd、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Pb、V、Zn 的富集程度均较低,受人为污染较轻,主要来源于地壳物质,其中 Pb、V 的富集因子相对较高;地质累积指数法的评价结果表明,Pb、V 处于偏中度污染水平,Cu、Fe、Mn、Zn 处于轻度污染水平,Cd、Cr、Ni 无污染.综合 3 种方法的评价结果,Pb、V 在研究区域内具有明显富集,污染水平相对较高,但潜在生态风险程度较低.