

doi: 10.11720/wtyht.2014.6.28

沈晓,姬丙艳,田兴元,等.青海东部地区土壤重金属污染评价[J].物探与化探,2014,38(6):1246-1251.http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.6.28  
Shen X, Ji B Y, Tian X Y, et al.The evaluation of heavy metals pollution in soil of eastern Qinghai[J].Geophysical and Geochemical Exploration, 2014, 38(6):1246-1251.http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.6.28

# 青海东部地区土壤重金属污染评价

沈晓,姬丙艳,田兴元,姚振

(青海省第五地质矿产勘查院,青海 西宁 810028)

**摘要:**在青海东部地区表层、深层土壤重金属调查基础上,根据国家《土壤重金属污染评价标准》(GB15618-1995),对土壤中重金属污染状况进行评价;重点选择甘河滩地区,对区内单点样、植物样、水样、地球化学剖面结果进行探讨;比较了 Cd、Hg 在不同时期污染形势的变化。综合分析认为,青海省东部地区重金属污染总体上并不严重,但在甘河滩一带 Zn、Cd、Pb 在不同介质中形成较为明显的循环污染,污染程度已达深层,不适宜农业发展;时间尺度上,Cd 污染有加刷趋势,Hg 污染状况有所改善。

**关键词:**重金属;土壤;分布特征;评价;防治

**中图分类号:** P632

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-8918(2014)06-1246-06

科学技术迅猛发展,促进了经济的发展,提高了人民的生活水平。与此同时,人类也付出了惨重的代价。工业“三废”、机动车尾气的排放、污水灌溉和农药、除草剂、化肥等的使用,以及矿业的发展,严重地污染了土壤、水质和大气。“砷毒”、“血铅”、“镉米”等事件频发,让重金属污染成为最受关注的公共事件之一。国家环保总局局长周生贤曾在全国土壤污染状况调查视频会议上说,目前中国土壤污染的总体形势相当严峻,据估算,全国每年因重金属污染的粮食达 1 200 万 t,造成的直接经济损失超过 200 亿元<sup>[1]</sup>。面对不断加剧的重金属污染形势,笔者选择青海东部地区对重金属污染状况进行评价,以期查明状况,提出预警,为土壤重金属污染防治提供依据。

## 1 方法与材料

### 1.1 研究区概况<sup>[2-5]</sup>

研究区位于青海省东部,包括西宁市在内的 1 市 13 县,地理坐标为东经 100°00′~103°04′,北纬 35°30′~37°35′,总面积 21 700 km<sup>2</sup>。

研究区地势起伏较大,东部以山地和河谷盆地为主,拉脊山横亘其中,南北为湟水谷地和黄河谷

地,西部逐渐过渡到草原区。区内水系主要有黄河及其支流,呈东西和南北向横切纵贯全区,水资源十分丰富。区内发育高山草甸土、黑钙土、栗钙土、灰钙土等多种土壤类型,各类土壤均呈弱碱至碱性反应,具有钙质土的典型特征。

区内人口相对密集,交通便利,工农业较为发达,是青海省最为繁荣的核心地带。西宁市是青海省政治、经济、文化、科教、交通中心,已形成以机械、轻纺、化工、建材、冶金、皮革皮毛、食品为支柱的工业体系。湟水谷地和黄河谷地是青海省适宜人类居住的两大区域,也是最重要的农业区,耕种历史悠久,现代农业设施齐全,特色农业发展势头迅猛,乐都紫皮大蒜、循化线椒、贵德梨、湟源马牙蚕豆等享誉省内外。西部草原区以畜牧业为主,水草丰美,是省内重要的畜牧业基地。

### 1.2 采样方法<sup>[6]</sup>

采用双层网格化采样方法,分别采集表层土壤样和深层土壤样。表层土壤样采样密度为 1 个点/km<sup>2</sup>,在 50 m 范围内采集 4 个子样组合成一个样品,采样深度为 0~20 cm,上下均匀采集,并将样品中的杂草、草根等杂物去除。深层土壤样采样密度为 1 个点/4 km<sup>2</sup>,样品均匀采集地表以下 120~150 cm 土

收稿日期:2013-10-08

基金项目:青海省国土资源厅地质勘查基金(2004[11]);中国地质调查局地质调查项目(GZTR20070115)、(GZTR20080117)、(1212011140133)。

柱。原则上以测区不同单元的平均土壤厚度为依据,对采样深度有部分调整。土壤样品采集后过 20 目尼龙筛,将一个 大格(表层 4 km<sup>2</sup>、深层 16 km<sup>2</sup>) 内的样品按照等质量组合为一个样,装袋供测试分析。

表 1 分析测试方法

序号	处理方法	测定方法	测试指标	
1	0.2000 g 样品经硝酸、盐酸、氢氟酸、高氯酸四酸溶样	直接测定	ICP-OES	Cu、Zn、Ni
2	0.2000 g 样品经硝酸、盐酸、氢氟酸、高氯酸四酸溶样	稀释 10 倍测定	ICP-MS	Cd、Pb、Cr
3	0.5000 g 样品经王水溶样	KBH <sub>4</sub> 还原、氢化法	AFS	As、Hg

### 1.4 评价标准

根据研究区 1:25 万目标区域地球化学调查结果,汇总表层、深层土壤样数据,选择 As、Pb、Hg、Cd、Cr、Zn、Ni、Cu 八种重金属元素作为评价指标。

研究区 95% 以上的土壤 pH 值 > 7.5, 据《土壤环境质量标准》(GB15618-1995), 按从严标准原则, 引用标准见表 2。一级含量区域(<一级标准值=绿色生态区)内,元素含量接近背景含量,未受后期污染,是最接近原始自然界的环境。二级含量区域(一级、二级标准值)为正常含量区,该区域内元素受到后期叠加,但污染的程度尚不足以危及动植物生长及人体健康,现阶段属安全、无公害区。三级含量区(二级、三级标准值)为轻度污染区,其中污染元素的含量已超过临界值,有的可能已危及动植物生长及人体健康,应引起足够重视,以防环境进一步恶化,危及人类的生存环境。四级含量区(>三级标准值)为重度污染区,即危险区,元素含量超过临界值,可能引起环境问题,严重的还会威胁人类生存环境,危及人体健康。

表 2 土壤环境质量引用标准<sup>[7]</sup>

10<sup>-6</sup>

项目	一级	二级	三级	四级
Cd	≤0.2	0.2~1.0	>1.0	
Hg	≤0.15	0.15~1.0	1.0~1.5	>1.5
As	≤15	15~20	20~30	>30
Cu	≤35	35~100	100~400	>400
Cr	≤90	90~250	250~300	>300
Pb	≤35	35~350	350~500	>500
Zn	≤100	100~300	300~500	>500
Ni	≤40	40~60	60~200	>200

## 2 土壤重金属地球化学特征

按本次土壤环境质量引用标准,对研究区表层土壤和深层土壤 As、Pb、Hg、Cd、Cr、Zn、Ni、Cu 八种重金属含量进行成图对比,总结土壤中重金属元素的分布特征。

深层土壤中(图 1),Zn、Pb、Hg 含量均处于一级标准值之下;Cd 含量在大部分区域内处于一级标准值之下,仅在周边山区、湟中北部甘河滩地区有二级标准值以上含量零星出现;Cu、Cr、Ni 含量变化较

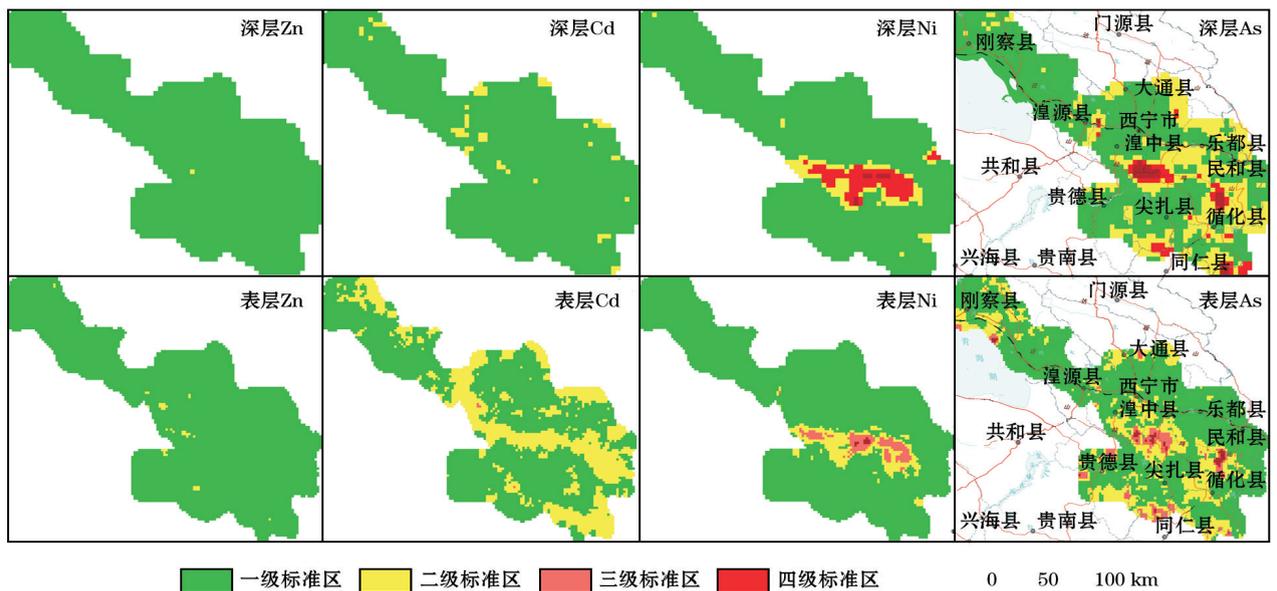


图 1 青海省东部地区表、深层土壤重金属含量分布

大,在拉脊山一带出现二、三级甚至四级标准值以上含量,应是受到拉脊山中基性岩带的影响;As 在中部拉脊山及周边山区含量较高,多有二、三级及四级标准值以上含量出现,并有向盆地内部延伸的趋势,在湟水谷地和黄河谷地均有较大面积二级标准值以上含量出现,与山区高值区连成一片。

表层土壤中,Zn、Pb、Hg 含量大部分处于一级标准值之下,与深层土壤一致,但在甘河滩地区有小面积含量达到二级;Cd 含量与深层土壤相比有了较大的增高,在周边山区形成连片的二级含量区,在西宁市、平安县、民和县等人口密集区含量达到二级,在甘河滩地区含量则达到了三级;Cu、Cr、Ni 含量与深层土壤分布极为一致,高值区仍然分布在拉脊山地区;As 与深层土壤分布趋势也较为一致,也有向盆地内部延伸的趋势,并在贵德地区形成两处三级标准值以上的高含量区。

综上所述认为,研究区内大部分地区土壤重金属元素含量处于二级标准值以下,总体污染形势并不严重。拉脊山及周边山区土壤重金属元素含量较高,这与其地质背景和成土过程有关,但需做好水土保持,防治水土流失而造成重金属元素的扩散。西宁市等人口密集地区,表层土壤中 Cd 等重金属元素有增高趋势,这与人类活动有关;而工业生产会大大加快土壤重金属元素的积累,在甘河滩工业园区,表层土壤中 Cd 等重金属已达到轻度污染程度。青海东部土壤 pH 均值为 8.1,总体呈较强的碱性。有研究发现<sup>[8-9]</sup>,重金属元素活性及形态与土壤 pH 值呈负相关关系。区内偏碱性的钙质土,对 Hg、Cd、Pb 等重金属具有净化作用,由于 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 和 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的大量存在,使 Hg、Cd、Pb 容易生成不溶于水的碳酸盐,在钙质土中较多的沉淀下来,但是沉积也意味着积累,会造成潜在的地球化学危害;与此相反,许多研究表明<sup>[10-11]</sup>,土壤 pH 对土壤溶液中 As 的形态影响非常大,pH 升高将增大可溶性 As 的浓度。测区内碱性土壤使得 As 极易活化,威胁人类健康,值得引起重视。

### 3 主要污染区

通过对土壤重金属空间分布特征的梳理,可以看出,在西宁市区、甘河滩工业区等人口密集或工矿企业集中地区,土壤重金属更易于积累而引起污染。湟中县北、甘河滩镇—老幼堡乡一带,Cd、Hg、Zn 等含量达全国二级标准,因此,以该地区为研究对象,进一步分析土壤污染程度及其引起的生态效应。

该区地形平缓,海拔在 2 680~2 696 m 之间。

土壤类型主要为高山草甸土和黑钙土。区内有一小水系自南向西流过。此地除了是乡、镇政府所在地外,也是省内最大的工业园区之一(甘河滩工业园区),主要厂矿有青海钢厂、化肥厂、西部矿业等,是有色金属冶炼、新型材料和高耗能产业为主的工业基地。

#### 3.1 二级土壤特征及单点样分析结果

该区 Cd、Hg、Zn 三种重金属元素含量达全国二级标准,Cd 二级标准土壤面积达 60 km<sup>2</sup>,峰值为 4.8×10<sup>-6</sup>,均值 0.8×10<sup>-6</sup>;Hg 由三个区域组成,二级标准土壤面积 32 km<sup>2</sup>,峰值达 628×10<sup>-9</sup>,平均值为 175.5×10<sup>-9</sup>;Zn 二级标准土壤面积为 28 km<sup>2</sup>,最高值达 345×10<sup>-6</sup>,均值 164.29×10<sup>-6</sup>。为了进一步确定该区污染的中心位置,对该区 43 件土壤样品进行了单点样分析,主要分析了 Cd、Hg、Zn、As、Cr、Pb 六种元素。与全国一级土壤标准相比,本区污染元素主要是 Cd、Hg、Zn、Pb。相对来说,As 和 Cr 在本区土壤中是清洁的。从各元素分析统计结果(表 3)中看出,本区主要污染元素是 Cd,与全国一级土壤标准相比,43 件样品中有 32 件样品超标。按一般农业不能容忍下限标准(全国土壤二级标准)界限,Cd 有 6 个样品超标,Zn、Hg 各有 2 个样品超标。

表 3 甘河滩异常单点样统计结果

元素	异常点数	全国土壤标准/10 <sup>-6</sup>		超出标准点数	
		一级	二级	一级	二级
Cd	33	0.2	1	32	6
Zn	15	100	300	11	2
Pb	26	35	350	9	0
Hg	10	0.15	1	3	2
As	3	15	20	0	0
Cr	1	90	250	0	0

#### 3.2 重金属污染来源及生态效应

##### 3.2.1 底泥样及水样分析

本区作为青海省重点工业区,工厂排污情况是我们关注的焦点,为此在甘河滩水系取了 4 个水样、4 个底泥样品,以期查明异常的来源(表 4)。

表 4 甘河滩异常区水样及底泥样品分析结果

元素	甘 1		甘 2		甘 3		甘 4	
	底泥	水	底泥	水	底泥	水	底泥	水
As	6.4	0.02	17	1.42	9.2	1.82	6.5	0.68
Se	0.14	0.26	0.79	0.07	0.33	0.05	0.25	0.23
Hg	71	0.014	>2000	0.018	>2000	0.02	>2000	0.21
Cd	0.75	0	25.8	0.88	110	1.88	45.5	0.88
Cu	18.1	1.12	57.3	5.75	41.3	4.25	26.9	2.12
Zn	64.9	3.75	910	40	1949.8	40	864.4	30
Pb	16.6	3.75	150.5	5	115	5.38	66.7	5.88
采样区	清洁区		上游污染区→下游污染区					

注:底泥含量单位 10<sup>-6</sup>,水样含量单位为 μg/L。

在污染区所采的 3 件水样和底泥样品中, Cd、Hg、Zn、Pb 在底泥样品中含量很高, 在水样中 Cd 均有检出, 据此认为本地 Cd、Zn 污染是工业污水排放所致。底泥样品中的极高含量已表明, 该区的重金属污染是当地长期工业生产排污而积累的。据有关资料<sup>[12-13]</sup>显示, 当农灌水中 Cd 含量达 0.007 mg/L 时, 即可造成污染。水中的 Cd 来源常常为电镀、采矿、冶炼、染料、电池和化学工业等排放的废水。

### 3.2.2 植物样分析

为了查明该区污染所带来的生态效应, 在污染区甘河滩采集了小麦、油菜、土豆样品中的可食部分。

本区农作物中重金属元素超标较严重(表 5), Cd、Pb、Zn、Hg 在三种作物果实中均有超标, 其中小麦样品 Cd、Zn 超标数分别达所采样品的 93% 和 100%; 油菜中 Zn、Pb 超标严重, 分别达 100% 和 57%; 土豆中主要是 Hg 超标, 达 70%。

表 5 甘河滩植物样参数统计  $10^{-6}$

地区	元素	样品数/超标数	标准差	最小值	最大值	平均值
甘河滩	Pb	30/8	1.2273	0.049	4.14	1.102
	Cd	30/28	0.2262	0.11	0.88	0.522
	Cu	30/-	0.6138	2.74	5.43	4.348
	Zn	30/30	14.8552	74	132	97.14
	As	30/-	0.0532	0.014	0.233	0.089
甘河滩	Hg	30/1	0.0072	0.006	0.047	0.010
	Pb	30/17	2.5969	0.12	10.8	2.378
	Cd	30/6	0.1247	0.11	0.79	0.254
	Cu	30/-	0.2512	2.15	3.42	2.537
	Zn	30/30	11.2456	54.3	113	69.50
甘河滩	As	30/-	0.1639	0.017	0.68	0.175
	Hg	30/2	0.0041	0.006	0.022	0.012
	Pb	30/-	0.0527	0.0025	0.25	0.049
	Cd	30/1	0.0445	0.017	0.268	0.040
	Cu	30/-	0.4578	1.08	3.65	1.536
甘河滩	Zn	30/-	2.8195	3.85	19.97	5.510
	As	30/-	0.0102	0.0008	0.0447	0.023
	Hg	30/21	0.0081	0.003	0.036	0.015
	元素	蔬菜	粮食	豆类		
	食品元素最高允许量	Cd		0.2		
	Cu		10		20	
	Zn	20	50		100	
	As	0.5	0.7			
	Pb	1.0	1.0			
	Hg	0.01	0.02		0.01	

注:“-”表示没有超标样品。

### 3.2.3 化探综合剖面测量

作为重要查证的污染区, 在该区分三处作了 3 条总长 17 km 的土壤地质剖面。从剖面资料来看, 本区土壤表层(0~20 cm) 污染元素有 Cd、Zn、Pb、Sb、Hg, 中层(40~60 cm) 污染元素有 Cd、Sb、Cu、Zn, 深层(80~100 cm) 污染元素有 Cd、Zn。

## 3.3 综合评价

根据已有资料, 对该污染区所引起的生态环境问题作如下归纳。

本区 Cd、Zn、Pb 污染明显, 从土壤样、水样、底泥样和 3 种植物样分析结果来看, 本区已形成了较为明显的循环污染。

按一般农业容忍下限(国家二级土壤)标准, 本区土壤 Cd、Zn 共有 6 个样品超标, 共占全部单点样品数的 14%, 两者严重污染面积达 6 km<sup>2</sup>。本区已形成了较为严重的次生污染, 主要污染元素依次为 Cd、Zn、Hg、Pb。土壤重金属元素可以经过水体、土壤和食物链影响到动植物和人体的健康, 是一种潜在的化学定时炸弹<sup>[14-15]</sup>。区内农作物已吸附了这些有毒、有害的重金属, 不但其品质已受到影响, 对本地农产品质量安全、人体健康也已构成直接威胁。

## 4 西宁市周边土壤重金属元素动态变化

### 4.1 土壤 Cd 污染状况

表层土壤中 Cd 等在城镇及周边地区呈点状、放射状高值分布, 随着时间的推移, 这种人为污染是否加重, 或得到改善? 为此笔者对比了 1991 年和 2004 年西宁及周边地区表层土壤中 Cd 的污染形势变化, 其中 1991 年采样方法、采样介质与 2004 年一致, 样品测试由青海省地质矿产测试应用中心承担。

如图 2 所示, 1991 年全区 Cd 含量峰值为  $0.15 \times 10^{-6}$ , 均处于全国一级标准以下, 西宁市周边部分地区 Cd 达到  $0.13 \times 10^{-6}$  以上, 该区域内的相对高含量源于早期的汽车制造厂、拖拉机制造厂; 2004 年全区 Cd 含量峰值达到  $0.7 \times 10^{-6}$ , 较 1991 年增加了 4 倍, 在西宁市区 Cd 含量远高于全国二级标准, 受影响面积达 100 km<sup>2</sup> 以上。

可以认为随着时间的推移, 城市的快速发展导致了 Cd 污染范围和强度的扩张和蔓延。Cd 污染速度明显加快, 除了与区域工业布局和规模扩展有关外, 消费结构变化带来的问题正在加重。传统消费中, 颜料(如镉红主要成分为硫化镉和硒化镉, 镉黄主要成分为硫化镉和硫酸钡), 电镀, 电焊, 冶金去氧剂, 防锈蚀合金, 家用电器的某些部件, 标准电池等都要用到 Cd。电池、电器垃圾和装修颜料涂料污染可能是城镇 Cd 污染加重的又一重要原因。Cd 的污染形势值得引起我们的警示。

### 4.2 土壤 Hg 污染状况

和 Cd 相似, 土壤 Hg 在西宁市及周边地区出现明显的点状高值区。为了查明 Hg 的污染形势变化, 同样比较了 1991 年和 2004 年表层土壤中 Hg 的

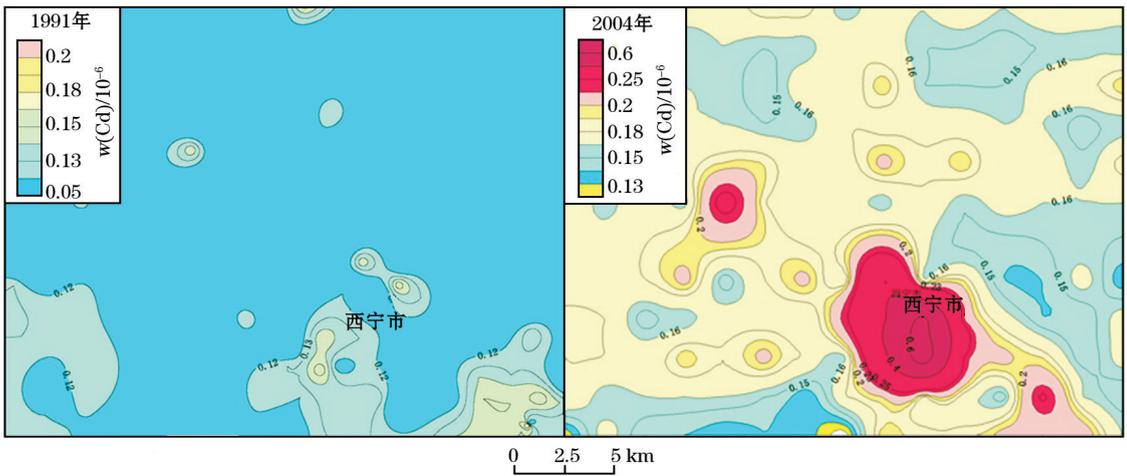


图2 西宁地区表层土壤 Cd 污染形势变化

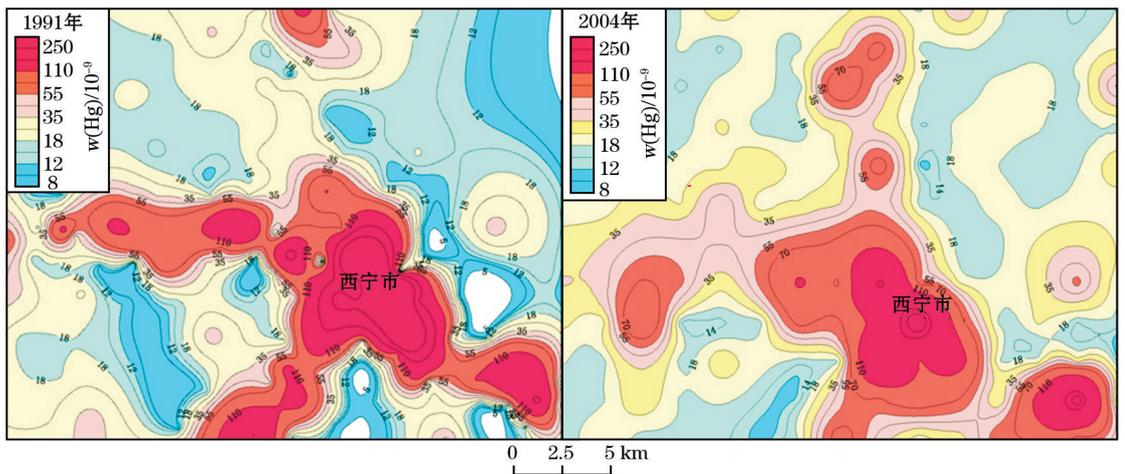


图3 西宁地区表层土壤 Hg 污染形势变化

污染状况(图3),1991年和2004年Hg的峰值均为 $0.25 \times 10^{-6}$ ,高值出现在西宁市区,超出全国二级标准。但是污染面积由1991年的 $150 \text{ km}^2$ 缩减为2004年的 $100 \text{ km}^2$ ,在污染范围上有改善的趋势。这可能由于社会发展,人们环保意识的增强,调整了一些消费习惯,无意识的缓解了Hg的污染,说明重金属的污染问题是可以治理和改善的。

## 5 结论及建议

### 5.1 结论

(1)根据国家土壤环境质量标准,研究区大部分地区重金属未达污染程度,为绿色清洁区。城市周边重金属分布虽然未达污染程度,但是存在污染趋势。

(2)甘河滩Cd、Zn、Pb污染形势严峻,已形成水体、土壤、植物的循环污染。

(3)随着城市的发展,Cd、Pb、Cr等重金属污染范围和强度有蔓延加剧的趋势,值得引起警惕。Hg

的污染形势好转,说明重金属污染问题是可以得到改善的。

### 5.2 建议

重金属污染对人类健康危害性极大,由于土壤重金属一旦污染,所耗费的人力、财力、时间都是相当大的,所以治理重金属污染应坚持预防为主,防治结合的原则。

(1)对已经污染地区,如甘河滩工业园区,对当地的有色金属冶炼、新型材料和高耗能产业进行严格的监管,对工艺落后、污染严重的重金属企业整改或者取缔,对新的涉重金属企业进行严格、谨慎的审批。

(2)严格限制工业“三废”的排放,大力推广闭路循环、无毒工艺,以减少或消除污染物的排放。对工业“三废”进行回收处理,化害为利。对所排放的“三废”要进行净化处理,并严格控制污染物排放量与浓度,使之符合排放标准。

(3)重金属在土壤中具有稳定、易于累积和不

易去除的特点,通过食物链对人畜产生慢性中毒。为了降低和消除土壤重金属污染和危害,可以采取改土法、电化法、冲洗络合法等工程措施降低重金属的溶解性<sup>[16]</sup>。

(4)农业上合理施肥,合理使用农药,禁止或限制使用剧毒、高残留性农药,大力发展高效、低毒、低残留农药,发展生物防治措施。此外,改变耕作制度,水旱轮作、容土深翻也对重金属污染的治理有一定效果。

(5)对有污染趋势的地区建立监测系统网络,定期对辖区土壤环境质量进行检查,建立系统的档案资料。做好水土保持工作,防治水土流失带来的重金属污染。

### 参考文献:

[1] 王敬中.我国每年因重金属污染粮食达1 200万吨[J].农村实用技术,2006,11.

[2] 李明喜,杨晓琴,孙泽坤,等.青海省互助、平安、湟中、大通和西宁市区环境地球化学调查报告[R].青海省地质调查院,2007.

[3] 姬丙艳,马琰,姚振,等.多目标区域地球化学调查报告(西宁市东部地区)[R].青海省地质调查院,2011.

[4] 张亚峰,姬丙艳,姚振,等.多目标区域地球化学调查报告(环青海湖北部地区)[R].青海省地质调查院,2008.

[5] 姬丙艳,姚振,田兴元,等.青海化隆—循化地区多目标区域地球化学调查[R].青海省第五地质矿产勘查院,2013.

[6] DD2005-01 多目标区域地球化学调查规范[S].

[7] GB15618-1995 土壤环境质量标准[S].

[8] 吴启堂.土壤重金属的生物有效性和环境质量标准[J].热带亚热带土壤科学,1992,1(1):45-53.

[9] 丁疆华,温琰茂,舒强.土壤环境中镉、锌形态转化的探讨[J].城市环境与城市生态,2001,14(2):47-49.

[10] 胡留杰,白铃玉,李莲芳.土壤中砷的形态和生物有效性研究现状和趋势[J].核农学报,2008,22(3):383-388.

[11] 王擎运.砷和铜的吸附—解吸特性及其影响因素研究[D].南京:南京林业大学,2008.

[12] GB3838-2002 中华人民共和国地表水环境质量标准[S].

[13] 潘自平,谯文浪,孟伟,等.贵阳市土壤中镉的赋存形态及其环境效应[J].物探与化探,2013,37(4):737-742.

[14] 龚子同,黄标.关于土壤中“化学定时炸弹”及其触爆因素的探讨[J].地球科学进展,1998,29(1):75-79.

[15] 刘文辉.甘肃省张掖—永昌地区土地质量评估[J].物探与化探,2013,37(1):132-137.

[16] 刘哲民.宝鸡土壤重金属污染及其防治[J].干旱区资源与环境,2005,19(2):101-104.

## The evaluation of heavy metals pollution in soil of eastern Qinghai

SHEN Xiao, JI Bing-Yan, TIAN Xing-Yuan, YAO Zhen

(The Fifth Institute of Geology and Mineral Exploration, Qinghai Bureau of Geology and Mineral Resources, Xining 810028, China)

**Abstract:** According to the investigation of heavy metal content in topsoil and deep soil in the east of Qinghai, the authors used National Standard (GB15618-1995) as the evaluation standard. The status of heavy metals in the soil was evaluated, and the situation of heavy metal pollution in Ganhetan was discussed by combining single soil samples, plant samples, water samples and geochemical sections. Two heavy metals (Cd, Hg) were selected to compare the situation of their pollution in different periods. The results indicate that the heavy metal pollution in eastern Qinghai is not serious, but some heavy metals such as Zn, Cd, Pb in Ganhetan have formed obvious circular pollution, and the pollution has reached deep soil. Agricultural development is not suitable in this area. It is found that the pollution of some heavy metals such as Cd has aggravated, whereas pollution of some heavy metals like Hg has been reduced.

**Key words:** heavy metal; soil; distribution characteristics; evaluation; prevention

**作者简介:** 沈晓(1987-),男,本科,2010年毕业于中国地质大学(武汉)地球化学专业,助理工程师,主要从事地球化学方面的研究。E-mail:312182683@qq.com。