三峡库区土壤环境质量评价*

唐 将[1] 王世杰[1] 付绍红[1] 孙远东[2] 雷家立[3]
(1中国科学院地球化学研究所,贵阳 550002)
(2重庆市地质矿产勘查开发局,重庆 400039)
(3重庆川东南地质大队,重庆 400000)

摘 要 三峡移民工程中土地资源的合理规划利用需要建立在查清区域土壤环境质量的基础之上。利用多目标地球化学调查方法,通过野外实地调查、大面积系统性采集土壤表层样品、测试分析、数理统计,采用标准对比法及地质累积指数法,探讨了三峡库区表层土壤重金属污染程度,评价了土壤环境质量。结果表明:三峡库区区域土壤环境质量总体上较好,除巫山、奉节地区 Cr、Ni自然高背景导致存在一定量的区域性二类土外,表层土壤中 As、Cu、Hg、Pb、Zn等元素一类土占全区面积均在 90%以上,仅存在局部性人为污染,如 Hg在城镇、厂矿等地的点状污染;不存在区域性的人为污染。采用两种方法评价均发现在三峡库区存在大量 Cd二类土,主要分布在万州至涪陵一带,这种大面积分布的二类土是自然背景引起还是人为活动引起,有待于进一步研究,也值得引起高度关注。

关键词 三峡库区;土壤;重金属;环境质量评价
中图分类号 X142 **文献标识码** A

土壤重金属元素含量分布反映了特定地区环境状况的一个重要侧面,对研究土壤环境质量演变、人为活动对土壤质量的影响以及合理开发和利用土地资源具有重要意义[1~4]。在三峡工程兴建和移民过程中,因地制宜,全面规划经济作物,建立多种经营的生态农业体系和高经济价值的特色产品将是发挥三峡工程综合效益的有效举措。全面合理的规划只有建立在清楚区域土壤环境质量的基础之上,才能有的放矢。前人在三峡库区曾开展了大量的土壤重金属研究工作[5~9],但这些工作主要以点上或局部研究为主,如李其林等[10]研究了部分蔬菜基地的重金属分布,魏朝富等[11]研究了中低产田的重金属分布,黄昀等[12]研究了柑橘园土壤的重金属分布等。但少见关于土壤重金属区域分布及污染特征的报道。本文利用重庆市沿江经济带多目标地球化学调查表层土壤样分析成果,研究评价三峡库区土壤区域质量特征,为三峡库区土壤利用区域规划、土壤环境质量保护、局部污染治理提供基础地球化学资料。

1 材料与方法

1.1 研究区背景

研究区位于三峡库区范围,上起于重庆主城区,下至与湖北省交界的巫山县。出露地层主要为二叠系、三叠系、侏罗系,岩石建造包括二叠系、三叠系的碳酸盐岩建造及含煤碎屑岩建造,侏罗系碎屑岩等。土壤类型主要为紫色土、石灰土、黄壤、水稻土 (母质主要为紫色砂、泥岩)等。海拔 500 m以下的丘陵区主要为农耕区,森林植被破坏殆尽,土壤侵蚀严重。海拔 500 m至 1 500 m的低山和中山下部,主要为自然林被及次生林被,同时,有成片的人工林果地、蔬菜地、耕地分布。

1.2 研究方法

1.2.1 样品采集 根据中国地质调查局《多目标地球化学调查规范》(1),将研究区按 1 km ×1 km 的规格划分为网格状,基本网格为 1 km^2,野外调查时在基本网格内采集表层土壤样品,每个基本网格

* 国土资源部"十五"重点调查项目 (NO: 200314200006)资助
作者简介:唐 将 (1968～),男,博士,高级工程师,现主要从事地球化学与生态环境研究。E-mail: tangjiang880@163.com
收稿日期:2006-12-11;收到修改稿日期:2007-05-24
(1)中国地质调查局. 多目标地球化学调查规范 (1∶25万). 2005

内采集 1～2件土壤样品,采样深度 0～20 cm,样重 1.5 kg,每件土壤样品在基本网格内的 4～5个点上取等量土壤组合,以最大限度地代表基本网格内土壤的地球化学特征,共采集土壤样品 12 328件。

1.2.2 样品加工 根据《多目标地球化学调查(暂行)规范》中测试要求,将相邻 2 km ×2 km大格的 4个基本网格内的样品分别加工,首先进行室内风干,用木锤击碎过 20目尼龙筛后再等重量缩分,然后组合成 1个分析样品;全区共组合分析样品 3 085件。

1.2.3 样品分析 土壤重金属由成都地质综合岩矿测试中心分析,测试过程及结果均受中国地质调查局测试分析质量监控组监控及检查验收。分析方法:As、Hg采用原子荧光法,Ni采用等离子体光量计法,Cd采用无焰原子吸收法,Cr、Zn、Cu、Pb采用 X荧光法。分析方法准确度用分析国家一级标准物质(GBW)的方法进行检验,采用的标准物质为 GSS1、GSS2、GSS3、GSS4,各元素分析准确度(标准物质平均对数误差)分别为 As 0.008 8; Cd 0.006 7; Cr 0.006 6; Cu 0.016 1; Hg 0.013 5; Ni 0.005 9; Pb 0.008 4; Zn 0.007 2。各元素分析方法的精密度(多次测定对数差的标准差)分别为:As 0.031 7; Cd 0.039 2; Cr 0.037 9; Cu 0.048 3; Hg 0.036 5; Ni 0.014 9; Pb 0.028 2; Zn 0.016 4。

2 环境质量评价方法与标准

污染评价采用标准对比法及地质累积指数。

标准对比法以中国土壤环境质量标准(GB15618-1995)为标准,评价土壤环境的污染程度。三峡库区土壤酸碱度以中偏碱性为主,依据国家环保局颁布的《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)[13],三峡库区土壤单元素环境质量评价分级含量范围采用表 1分级值。

表 1 三峡库区表层土壤重金属污染评价标准

Table 1 Criteria for assessment of soil heavy metal pollution in the Three-Gorges Reservoir Region (mg kg^{-1})

评价标准 Assessment standard	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
一类 First-class	≤15	≤0.20	≤90	≤35	≤0.15	≤40	≤35	≤100
二类 Second-class	15～25	0.2～0.6	90～300	35～100	0.15～0.50	40～50	35～300	100～250
三类 Third-class	25～30	0.6～1	300～400	100～400	0.50～1.5	50～200	300～500	250～500
超三类 Super-third-class	>30	>1	>400	>400	>1.5	>200	>500	>500

表 2 地质累积指数污染评价标准

Table 2 Criteria for assessment of soil pollution with Index of Geoaccumulation

Igeo	级别 Class	污染程度 Degree of pollution	备 注
<0	0	无污染 No pollution	相当于 GB15618-1995一类土 Correspond to the first type soil of GB15618-1955
0～1	1	无污染至中度污染 No to middle pollution	相当于 GB15618-1995二类土 Correspond to the second type soil of GB15618-1955
1～2	2	中度污染 Middle pollution	相当于 GB15618-1995三类土 Correspond to the third class type of GB15618-1955
2～3	3	中度污染至强度污染 Middle to strong pollution	
3～4	4	强度污染 Strong pollution	相当于 GB15618-1995超三类土 Correspond to the super third type soil of GB15618-1955
4～5	5	强度污染至极强污染 Strong to very strong pollution	
>5	6	极强污染 Very strong pollution	

地质累积指数(Index of Geoaccumulation,简称 Igeo)是当前评价污染程度使用较广泛的方法,虽然它主要用于沉积物特别是水系沉积物的污染评价[14],但近年来,国内已渐将其用于评价土壤环境

质量,并取得较好效果[15,16]。因为它不仅考虑了自然地质过程造成背景值影响,而且也充分注意了人为活动对重金属污染的影响,因此,地质累积指数不仅反映了重金属元素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。地质累积指数可分为几个级别,国内使用较广的以 Forstner等[17]的 7分法最有代表性,0～6级表示污染程度由无到极强,最高级 6级的元素含量可能是背景值的几百倍,不同级别也代表着不同的重金属污染程度 (表 2)。在同一级别内,地质累积指数越大,表示污染程度相对越严重。

采用地质累积指数评价环境污染程度对土壤背景值的选取十分重要,不同的背景值对评价结果具有较大影响。本文所选用的基线浓度值采用三峡库区土壤重金属背景值 (单位:mg kg^{-1})(2),As 5.84; Cd 0.134; Cr 78.0; Cu 25.0; Hg 0.046; Ni 29.5; Pb 23.9; Zn 69.9。

本文所有数据处理均采用 Excel、Spss10.0进行。数据分布结构是各项数据分析的基础,三峡库区表层土壤 Ni、Zn呈近似正态分布,其他元素呈(近似)对数正态分布。

3 结　果

3.1 三峡库区土壤重金属含量基本统计特征

研究区 3 085件土壤样品分析测试结果的基本统计特征参数见表 3。Cr、Cu、Ni、Pb、Zn等 5种元素的变异系数均小于 30%,表明这些元素离散程度较低,表层土壤中元素分布较均匀。As、Cd变异系数均大于 60%,表层土壤中元素分布不均匀。Hg元素变异系数达 280%,表层土壤中 Hg的分布极不均匀。

表 3　三峡库区表层土壤重金属含量基本统计特征

Table 3　Basic statistical features of soil heavy metals in the Three-Gorges Reservoir Region

元素 Element	最小值 Minimum	最大值 Maximum	中位值 Median	均值 Mean	标准差 Std. deviation	变异系数 Coefficient of variation (%)
	(mg kg^{-1})					
As	1.85	31.1	5.85	7.40	4.54	61.4
Cd	0.060	6.80	0.204	0.214	0.160	74.8
Cr	10.2	642	78.9	79.4	23.4	29.5
Cu	5.73	117	22.7	23.5	8.09	34.4
Hg	0.007	6.07	0.046	0.064	0.180	281
Ni	8.64	119	31.0	31.5	8.30	26.3
Pb	13.5	77.9	24.7	25.3	4.54	18.0
Zn	22.6	182	72.4	71.6	14.9	20.8

3.2 基于土壤环境质量标准的评价

根据表 1分级标准,三峡库区表层土壤不同质量类别占全区面积比例统计情况见表 4。

根据表 4,三峡库区表层土壤 As、Cu、Hg、Pb、Zn区域环境质量好,一类土占全区面积均在 90%以上,三类及超三类土面积比例均小于 0.5%,Pb、Zn均无三类及超三类土。Hg的三类及超三类土区主要分布于城镇及厂矿区,呈点分布,为人为活动引起。Ni二类土面积 10.1%,三类土面积 2.59%;Cr二类土面积 27.1%,Cr、Ni二类及超二类土主要分布在巫山人为活动十分微弱的地区,主要为地质自然高背景引起,与人类活动关系不密切;沿长江两岸丰都至忠县有少量 Cr二类土,万州至云阳有少量 Ni二类土,主要由沿江两岸大量的工厂排污,经长江水系带来而引起。Cd是三峡库区表层土壤中污染较严重的重金属元素,一类土仅占 52.1%,二类土比例达到 47.4%,主要分布于涪陵以东,万州至开县连线以西地区,与三峡库区的主要农业耕作发达区基本对应,初步分析认为主要与含 Cd等重金属的化肥、农药大量施用有关。三类及超三类土主要分布于巫山建坪一带,为自然高背景所引起。

(2) 唐将. 三峡库区 Cd等重金属元素迁移富集及转化规律. 成都理工大学博士学位论文, 2006

表 4 三峡库区表层土壤环境质量评价结果 (标准对比法)

Table 4 Soil environmental quality evaluation of the surface soils in the Three-Gorges Reservoir Region (by standard contrast) (%)

土壤类别 Soil type	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
一类土 First-class soils	91.6	52.1	72.8	93.0	97.6	87.4	97.3	97.3
二类土 Second-class soils	7.94	47.4	27.1	6.90	2.01	10.1	2.66	2.69
三类土 Third-class soils	0.49	0.49	0.13	0.10	0.36	2.59	0.00	0.00
超三类土 super-third-class soils	0.001	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000

3.3 基于地质累积指数的污染评价

对全区各土壤采样点的重金属含量值进行地质累积指数计算,然后进行数理统计,地质累积指数数值分布特征见图 1。全区不同级别污染区的面积比例见表 5。

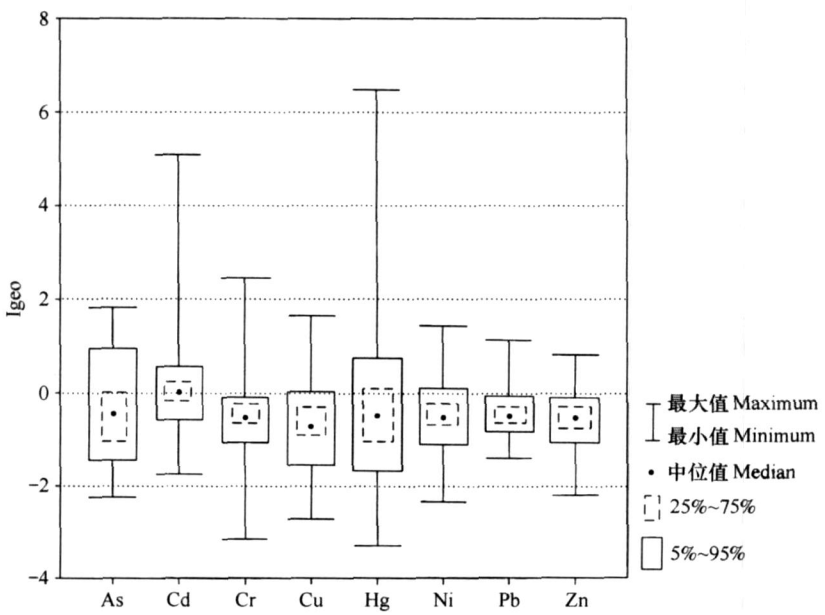

图 1 三峡库区表层土壤重金属地质累积指数数据分布特征

Fig. 1 Data distribution of heavy metal geoaccumulation indices of surface soils in the Three-Gorges Reservoir Region

表 5 三峡库区表层土壤环境质量评价结果 (地质累积指数法)

Table 5 Soil environmental quality evaluation of surface soils in the Three-Gorges Reservoir Region (by Igeo) (%)

污染级别 Class of pollution	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
0	75.14	52.12	97.99	94.85	73.97	93.61	97.83	98.48
1	20.36	47.23	1.88	5.06	22.63	6.35	2.14	1.52
2	4.51	0.39	0.06	0.10	2.43	0.03	0.03	-
3	-	0.16	0.03	-	0.65	-	-	-
4	-	0.03	0.03	-	0.13	-	-	-
5	-	0.03	-	-	0.06	-	-	-
6	-	0.03	-	-	0.13	-	-	-

根据表 5,并结合表 4分析,三峡库区土壤的 Cu、Pb、Zn环境质量较好,采用 GB15618-1995与地质累积指数两种评价方法的结果均表明无污染区面积均达到 93%以上,轻度污染区面积少于 5%,中度污染区面积少于 0.1%,没有中度以上污染区。

采用两种评价方法 Cd的评价结果十分一致,无污染区 (一类土)面积 52%左右,轻度污染区 (二类土)面积约 47%,中度及中度以上污染区面积约 0.5%,表明镉存在区域性的轻度污染。

4 讨　论

采用 Igeo方法评价的 Cr、Ni的无污染区面积大于 93%以上,与采用 GB15618-1995的评价结果相比较,Cr的无污染区比例增大约 25%,Ni的无污染区面积增大约 5%。两元素的无污染区加轻度污染区面积均达到 99.5%以上,与采用 GB15618-1995的评价结果相比较基本一致,中度及中度以上污染区的面积比例评价结果基本一致。

采用 Igeo方法评价的 As与 Hg无污染区面积分别为 75.14%和 73.97%,与采用 GB15618-1995的评价结果相比较,As的无污染区比例减少约 16%,Hg的无污染区面积减少约 23.5%;两元素的无污染区加轻度污染区面积均达到 95%以上,接近于采用 GB15618-1995评价结果中无污染区与轻度污染区的面积和;中度及中度以上污染区的面积比例略有增大。

采用两种方法时,产生 Cr、Ni、As、Hg四元素评价结果差异的根本原因在于 Igeo评价方法采用的是地区性背景值,其评价结果是相对于本地区背景值的评价结果,其结果反映了两方面的内容:其一是相对于地区背景值而言的土壤重金属元素空间分布规律与异常特征;其二是人为活动叠加在土壤上的重金属污染。而 GB15618-1995是国家级土壤环境质量标准,其分级指标是根据全国土壤的重金属背景值结合生物生态效应制定的,它强化了生物生态效应指标的作用,其评价结果重点强调了土壤中重金属含量对生物可能产生的生态后果[18]。三峡库区 As、Hg采用 GB15618-1995评价的清洁区水平比例较大,均在 90%以上,中度及中度以上污染区比例小于 0.5%,说明三峡库区土壤中 As、Hg总体质量较好,对生物不会产生严重的生态效应后果。采用 Igeo评价,As、Hg的轻度污染区比例大大增加,中度污染区比例略有增加,增加的主要原因是采用 Igeo评价时,背景基线值为三峡库区的地区背景值,此背景值低于全国背景值,增加的污染区为相对于三峡库区自然背景的高异常区。

综上可见,采用标准对比法及地质累积指数法评价三峡库区土壤重金属污染程度,所有元素中度以上污染区评价结果具有很强的可比性。两种方法对 Cr、Ni、As、Hg等四元素轻度污染区的评价结果略有差异,采用地质累积指数法的评价结果由于考虑了三峡库区自然背景的影响,在本区评价人为污染程度时具有更高的可靠性。

5 结　论

1) 土壤环境质量评价中方法选择十分重要,不能简单地以一种或两种方法来评价某地区的污染情况,而应综合考虑多方面的因素。三峡库区土壤中 Cr、Ni采用 GB15618-1995评价时,存在大量二类土,但采用地质累积指数评价时,却全为清洁区。两者看似矛盾,但实质反映了不同评价方法的局限性。GB15618-1995标准用于评价污染时没有考虑自然背景的因素,而地质累积指数在自然高背景的情况下评价土壤污染可能会忽视自然高背景带来的危害。

2) 三峡库区区域土壤环境质量总体上较好,除巫山、奉节地区 Cr、Ni自然高背景导致存在一定量的区域性二类土外,表层土壤中 As、Cu、Hg、Pb、Zn等元素一类土占全区面积均在 90%以上,仅存在局部性人为污染,如 Hg在城镇、厂矿等地的点状污染。不存在区域性的人为污染。

3) 采用两种方法评价均发现在三峡库区存在大量 Cd二类土,主要分布在万州至涪陵一带,这种大面积分布的二类土是由自然背景引起还是人为活动引起,有待于进一步研究,也值得引起高度关注与研究。

4) 三峡库区少量 Cr、Ni二类土,主要由沿江两岸大量的工厂排污引起;大量分布的 Cd二类土与含 Cd等重金属的化肥、农药大量施用具有一定关系,应加强三峡库区工厂排污及农用化肥、农药等的质量监控。

参 考 文 献

[1] 陶澍, 曹军, 李本纲, 等. 深圳市土壤微量元素含量成因分析. 土壤学报, 2001, 38(2): 248～255. Tao S, Cao J, Li B G, *et al*. Distribution pattern of trace elements in soil from Shenzhen area (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2001,

38(2): 248～255

[2] 孔德工, 唐其展, 田忠孝, 等. 南宁市蔬菜基地土壤重金属含量及评价. 土壤, 2004, 36(1): 21～24. Kong D G, Tang Q Z, Tian Z X, *et al* Contents and evaluation of heavy metals in soil of vegetable bases of Nanning (In Chinese). Soils, 2004, 36(1): 21～24

[3] 吴新民, 李恋卿, 潘根兴, 等. 南京市不同功能城区土壤中重金属 Cu、Zn、Pb、Cd的污染特征. 环境科学, 2003, 24(3): 105～111. Wu X M, Li L Q, Pan G X, *et al* Soil pollution of Cu, Zn, Pb and Cd in different city zones of Nangjiang (In Chinese). Chinese Journal of Environmental Science, 2003, 24(3): 105～111

[4] 王祖伟, 徐利淼, 张文具. 土壤微量元素与人类活动强度的对应关系. 土壤通报, 2002, 23(4): 303～305. Wang Z W, Xu L M, Zhang W J. Corresponding relationship between trace elements in soil and human activity intensity (In Chinese). Chinese Journal of Soil Science, 2002, 23(4): 303～305

[5] 李其林, 黄昀, 刘光德, 等. 三峡库区主要土壤类型重金属含量及特征. 土壤学报, 2004, 41(2): 301～304. Li Q L, Huang Y, Liu G D, *et al* The contents and character of heavy metals of main soil types in Three Gorges Reservoir (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2004, 41(2): 301～304

[6] 林建伟, 王里奥, 赵建夫, 等. 三峡库区生活垃圾场的重金属污染程度评价. 长江流域资源与环境, 2005, 14(1): 104～108. Lin J W, Wang L A, Zhao J F, *et al* Evaluation of heavy metal pollution degree in refuses in Three Gorges Region (In Chinese). Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2005, 14(1): 104～108

[7] 陈梓云, 彭梦侠. 三峡库区消落带土壤中镉污染调查及分析. 西南民族大学学报(自然科学版), 2003, 29(4): 294～295. Chen Z Y, Peng M X. A survey of cadmiun pollution of the soil of water-level-fluctuating zone of Three Gorges Reservoirs (In Chinese). Journal of Southwest University for Nationalities (Natural Science Edition), 2003, 29(4): 294～295

[8] 许书军, 魏世强, 谢德体. 三峡库区耕地重金属分布特征初步研究. 水土保持学报, 2003, 17(4): 64～66, 89. Xu S J, Wei S Q, Xie D T. Characteristics of heavy distribution in cultivated soil in Three Gorges Reservoir Area (In Chinese). Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(4): 64～66, 89

[9] 刘朝贵, 唐阵武, 王正银, 等. 涪陵南沱茎瘤芥种植基地环境质量评价——土壤重金属. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(2): 100～104. Liu C G, Tang Z W, Wang Z Y, *et al* Environment quality assessment for the tumorous stem mustard cultivation base in Nantuo Fuling—Heavy metals in soil (In Chinese). Journal of Southwest Agricultural University (Natural Science Edition), 2004, 26(2): 100～104

[10] 李其林, 黄昀, 骆东奇. 重庆市蔬菜基地土壤中重金属含量及污染特征. 土壤与环境, 2000, 9(4): 270～273. Li Q L, Huang Y, Luo D Q. Contents of heavy metals in soils of the vegetable bases of Chongqing (In Chinese). Soil and Environment Science, 2000, 9(4): 270～273

[11] 魏朝富, 高明, 车福才, 等. 三峡库区中低产土壤重金属含量及其与小麦吸收的关系. 长江流域资源与环境, 2003, 12(2): 145～152. Wei C F, Gao M, Che F C, *et al* Levels of heavy metals in low-middle yield soils and their effects on wheat uptake in Three Gorges Reservoir Area (In Chinese). Resources and Environment in the Yangtza Basin, 2003, 12(2): 145～152

[12] 黄昀, 李道高, 李其林, 等. 三峡库区柑橘园土壤环境质量研究. 果树学报, 2004, 21(3): 247～251. Huang Y, Li D G, Li Q L, *et al* Assessment of the soil environmental quality of the citrus orchards in Three Gorges Reservoir Region (In Chinese). Journal of Fruit Science, 2004, 21(3): 247～251

[13] 国家环境保护总局. 土壤环境质量标准(GB15618-1995). 北京: 中国环境科学出版社, 1995. State Environmental Protection Administration of China. Environmental Quality Standard for Soils (GB15618-1995) (In Chinese). Beijing: China Environmental Science Press, 1995

[14] 周秀艳, 王恩德, 刘秀云, 等. 辽东湾河口底质重金属环境地球化学. 地球化学, 2004, 33(3): 286～290. Zhou X Y, Wang E D, Liu X Y, *et al* Environmental geochemistry of heavy metals in bottom sediments of the river mouths in Liaodong bay (In Chinese). Geochemica, 2004, 33(3): 286～290

[15] 滕彦国, 庹先国, 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. 重庆环境科学, 2002, 24(4): 24～27, 31. Teng Y G, Tuo X G, Ni S J, *et al* Applying the index of geoaccumulation to evaluate heavy metal pollution in soil in Panzhihua region (In Chinese). Chongqing Environmental Science, 2002, 24(4): 24～27, 31

[16] 谭婷, 王昌全, 李冰, 等. 成都平原区土壤铅污染及其评价. 长江流域资源与环境, 2005, 14(1): 72～75. Tan T, Wang C Q, Li B, *et al* Pollution and evaluation of Pb in soil in Chengdu plain (In Chinese). Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2005, 14(1): 72～75

[17] Forstner U, Ahlf W, Calmano W, *et al* Sediment criteria development-contribution from environmental geochemistry to water quality management. *In*: Heling D, Rothe P, Forstner U, *et al* Sedements and Environmental Geochemistry: Selected Aspects and Case Histories. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1990. 311～338

[18] 吴燕玉, 周启星. 制定我国土壤环境标准(汞、镉、铅和砷)的探讨. 应用生态学报, 1991, 2(4): 344～349. Wu Y Y, Zhou Q X. Disscussion of the criterion (Hg, Cd, Pb and As) of soil environment in China (In Chinese). Chinese Journal of Applied Ecology, 1991, 2(4): 344～349

SOIL ENVIRONMENT QUALITY EVALUATION OF THE THREE-GORGES RESERVOIR REGION

Tang Jiang[1] Wang Shijie[1] Fu Shaohong[1] Sun Yuandong[2] Lei Jiali[3]

(1 *Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Science, Guiyang* 550002, *China*)

(2 *Chongqing Bureau of Geology and Mineral, Chongqing* 400039, *China*)

(3 *Sichuan Southeast Institute of Geological Survey, Chongqing* 400000, *China*)

Abstract Rational planning and utilization of land resources of the Three-Gorges Reservoir Region needs to be based on thorough investigation of the soil environment quality of the region. Field investigation using the multi-targeted geochemical method was carried out, test and mathematical statistics conducted of soil samples collected systematically from the surface layer over a large area, and standard comparison and Geoaccumulation index methods applied, to evaluate seriousness of heavy-metal contamination and environment quality of the soil in the Three-Gorges Reservoir Region. Results show that as a whole the region is quite good in soil environment quality, except for Wushan and Fengjie districts, where high Cr and Ni background values have led to existence of a certain area of Grade Ⅱ soils. Over 90% of the soils are in Grade Ⅰ in terms of As, Cu, Hg, Pb and Zn. Artificial pollution is local and limited in area. For instance, spots of Hg pollution are found only in the vicinity of residential settlements, factories and minings. In the case of Cd, the area of Grade Ⅱ soils is quite large, and they are mainly distributed along Wanzhou and Fuling. However, whether the extensive distribution of Cd Grade Ⅱ soils resulted from high natural background or human activities needs further study. The problem should deserve more attention.

Key words Three-Gorges Reservoir Region; Soil; Heavy metal; Evaluation of soil environment quality