

云南省个旧锡矿区重金属污染评价及植被恢复初探

郑国强^{1,3}, 方向京², 张洪江¹, 王伟¹

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 云南省林业科学研究院,
云南 昆明 650204; 3. 青海省水土保持局, 青海 西宁 810001)

摘要: 通过对云南个旧锡矿区废弃地重金属的野外调查和室内测定, 运用地质累积指数对重金属污染进行了评价。结果表明, 研究区废弃地重金属含量从高到低依次为 Cd> Mn> Pb> As> Zn> Cu= Fe, 其中 Cd 和 Mn 的地质累积指数最高, 平均达到了 4.55 以上, 污染等级达到 5 级, 属于强度污染到极强度污染; Pb 的地质累积指数平均达到了 3.08 以上, 污染等级为 4 级, 属于强度污染; As 和 Zn 的平均地质累积指数分别为 2.37 和 1.97, 污染等级分别为 3 级和 2 级, 达到了中度污染以上; Cu 和 Fe 的平均地质累积指数均小于 0, 没有产生污染; 采用造林措施对矿区废弃地进行复垦较采用农业措施对于治理矿区重金属污染具有更好的效果, 因此可以采用覆土造林方式作为矿区废弃地复垦的主要方式。最后, 结合不同地块重金属污染状况评价结果, 提出了针对废弃地进行植被恢复的主要植物种。

关键词: 重金属污染; 污染评价; 地质累积指数; 植物种; 云南个旧锡矿

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)06-0208-04

中图分类号: X51, S718

Heavy Metal Pollution and Vegetation Restoration in Gejiu Tin Deposit in Yunnan Province

ZHENG Guo-qiang^{1,3}, FANG Xiang-jing², ZHANG Hong-jiang¹, WANG Wei¹

(1. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Yunnan Academy of Forestry, Kunming, Yunnan 650204, China; 3. Soil and Water Conservation Bureau of Qinghai Province, Xining, Qinghai 810001, China)

Abstract: By field survey and laboratory analysis on mine wasteland in Gejiu tin deposit in Yunnan Province, the geoaccumulation index was used for heavy metal assessment. Results showed that by the content of heavy metal, the order of the heavy metals was Cd> Mn> Pb> As> Zn> Cu= Fe. The average geoaccumulation indexes of Cd and Mn were above 4.55, which was the highest one among them, and their pollution level reached 5, which was between intense and very intense pollution. The average geoaccumulation index of Pb was 3.08 and its pollution level reached 4, which belonged to intense pollution. The average geoaccumulation indexes of As and Zn were 2.37 and 1.97 and their pollution levels reached 3 and 2, which belonged to moderate pollution. The average geoaccumulation indexes of Cu and Fe were less than 0, which was in no pollution. The measure of forestation was better than agriculture for heavy metal pollution management on the mine wasteland. Combined with the result of heavy metal assessment, the main plants for vegetation restoration were given.

Keywords: heavy metal pollution; pollution assessment; geoaccumulation index; plant; Gejiu tin deposit in Yunnan Province

近年来, 矿区周围土壤—植物的重金属污染在国内外受到越来越多的关注^[1-7]。金属矿山中的尾矿库是环境体系中重金属污染的重要来源, 尾矿是开采过程中产生的一种固体废弃物, 这些废弃物中含有较高浓度的有毒重金属, 矿区植被恢复和土地复垦是目前

备受关注的研究领域, 矿山废弃地土壤结构性差, 有机质含量及植物必需的养分元素(尤其是氮、磷、钾)缺乏, 同时重金属含量又较高, 很不利于植物生长和其它生物活动, 恢复起来十分困难。矿区土壤中重金属种类繁多, 这些元素如果在土壤中沉淀与固定, 随

收稿日期: 2009-04-07

修回日期: 2009-05-15

资助项目: 云南省科技攻关项目“矿区废弃地生态修复综合控制技术与示范”(2006SG24); 国家林业局“建设工程损毁林地植被修复关键技术研究与示范”(200904030)

作者简介: 郑国强(1984—), 男(东乡族), 青海化隆县人, 硕士研究生, 主要研究方向为水土保持。E-mail: zgqb1005@163.com。

通信作者: 方向京(1969—), 男(汉族), 云南省晋宁县人, 博士, 研究员, 主要研究方向为林业生态工程和水土保持。E-mail: xjfang2005@126.com。

其它相界面在自然界中循环都会对生态环境造成很大的危害^[8]。

云南个旧锡矿区因盛产锡而驰名中外, 是举世闻名的锡多金属重要生产基地, 是我国最大的锡生产、出口基地之一, 锡储量和半个世纪来的锡产量都占世界的10%以上。另外, 个旧锡矿还盛产Cu和Pb; 伴生Zn, Ag, Fe, Mn, S, W, Bi, In, Ta等多种金属^[9]。随着开发力度的加大, 对于重金属污染认识的逐步提高, 为了在开发的同时减少和保护周围的生态环境, 矿区逐步开展对于重金属污染的评价和植被恢复措施, 本研究应用地质累积指数对云南个旧矿区主要矿床采矿后形成的废弃地重金属污染程度进行了评价, 确定了废弃地不同重金属的污染等级, 根据确定的污染等级初步选定植被恢复所需要的植物种。

1 研究区概况

个旧锡矿位于北纬 $23^{\circ}18'56''$ — $23^{\circ}21'39''$, 东经 $103^{\circ}07'28''$ — $103^{\circ}09'14''$, 海拔1 533~2 580 m。属北亚热带山地季风型气候, 日照短、温差小、冬暖夏凉。

年均日照1 986.6 h, 年均气温 11.5°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温2 850.8 $^{\circ}\text{C}$, 多年平均降雨量为1 603 mm。该区土壤类型主要为黄棕壤和山地黄红壤。矿床集中分布在个旧矿区东部的马拉格、老厂、松树脚、卡房及西部的牛屎坡等地。

2 样品采集及数据测定

研究区采矿后形成的废弃地随处可见, 严重影响着景观效果, 而且废弃堆积物中含有大量重金属元素, 严重制约着植被恢复, 本研究中采集的样品主要包括已采取覆土进行植被恢复废弃地的土层和自然恢复废弃地的风化物, 共设置7个采样点, 各采样点的基本情况见表1。在采样点以“梅花形”采样形式采集样品, 即每个采样点选取5个点(中间1点, 周围4点), 将采样点表层杂物清除, 采取0—20 cm深度范围的样品, 5个点的取样方法及数量尽量一致, 充分混合后按四分法每层取0.5 kg装入袋中带回备用。样品的测定内容及方法见表2, 测定结果见表3—4。

表1 采样点基本情况

采样点	位置	地面坡度/($^{\circ}$)	形成类型	恢复方式	恢复现状
牛屎坡1 [#]	$23^{\circ}19'43.5''\text{N}$ $103^{\circ}08'10.7''\text{E}$	0	采矿后废弃4 a	自然恢复	无植被覆盖
牛屎坡2 [#]	$23^{\circ}19'48.9''\text{N}$ $103^{\circ}08'06''\text{E}$	25	采矿后废弃4 a	自然恢复	无植被覆盖
白虎山	$23^{\circ}20'15.9''\text{N}$ $103^{\circ}07'47.4''\text{E}$	18	采矿后废弃4 a	自然恢复	无植被覆盖
小黑山	$23^{\circ}17'48.6''\text{N}$ $103^{\circ}12'28.8''\text{E}$	10	经过剥离表土采矿而形成的废弃地, 废弃8 a	复垦种植	种植农作物3 a
杜仲地	$23^{\circ}20'39''\text{N}$ $103^{\circ}07'57.8''\text{E}$	0	尾矿库堆积而成的废弃地	覆土20 cm	植被恢复5 a, 林地郁闭度约85%
尾矿库农地	$23^{\circ}21'41''\text{N}$ $103^{\circ}09'45.3''\text{E}$	0	采矿后形成的废弃地	覆土20 cm	种植农作物4 a
尾矿库	$23^{\circ}21'59''\text{N}$ $103^{\circ}09'12.3''\text{E}$	0	沟谷中储存的尾砂形成的废弃地	使用中	使用中

表2 样品测定内容及方法^[10]

测定内容	测定方法
有机质	油浴加热重铬酸钾容量法
全氮、水解性氮	硫酸—高氯酸消化—碱解扩散法、碱解扩散法
pH值	电位法
重金属 Fe, Zn, Mn, Cu, Cd, Pb	硝酸—氢氟酸—高氯酸微波消解原子分光光度法
重金属 As 测定	二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法

表3 各样地样品化学性质测定结果

样地	有机质/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	水解氮/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	全氮/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	pH值
牛屎坡1 [#]	47.041	219.090	2.157	6.968
牛屎坡2 [#]	25.919	145.306	2.004	6.876
白虎山	39.038	181.138	1.881	7.029
小黑山	50.786	178.681	2.887	8.680
杜仲地	42.001	168.885	2.031	7.238
尾矿库农耕地	10.162	51.460	9.12	8.703
尾矿库	541	3.102	183	8.392

表 4 各样地样品重金属测定结果

mg/kg

项目	Cu	Zn	Pb	As	Cd	Mn	Fe
牛屎坡 1 [#]	174.476	2 486.085	3 284.344	89.769	22.751	9 361.797	33 193.175
牛屎坡 2 [#]	160.647	1 843.062	2 693.265	85.862	51.839	8 970.567	32 459.695
白虎山	253.564	2 224.730	4 643.723	91.808	38.446	1 5491.056	30 719.982
小黑山	301.620	3 323.216	6 634.249	85.866	60.651	31 814.042	32 664.335
杜仲地	133.509	3 648.383	2 072.276	61.290	24.229	3 629.583	28 273.653
尾矿库农地	784.373	3 520.703	7 022.331	613.102	63.499	36 002.280	33 738.262
尾矿库	721.914	3 581.433	9 143.623	600.503	70.513	38 112.522	32 104.884

3 结果与分析

3.1 重金属相关性分析

pH 值、全氮、水解氮和有机质含量对重金属的活性、生态毒性、环境迁移行为等起着重要的影响^[11-12],用软件 SPSS 15.0 分析得到重金属元素的相关性及重金属元素与 pH 值、全氮、有机质之间的相关性。

从重金属相关性分析可以看出(表 5),重金属 Cu, Pb, As, Cd 与水解氮呈显著的负相关关系;其中与 Cu, As 的相关水平达到极显著;随着水解氮含量

的增加,4 种重金属元素含量有所下降。pH 值与重金属 Cu, Pb, Cd, Mn 呈显著的正相关关系;与 Mn 的相关水平达到极显著。全氮、有机质与 Cu, As 均呈显著的负相关关系。

不同种类的重金属之间也存在着一定的相关性。Cu 与 Pb, As, Cd, Mn 等金属呈显著的正相关关系,Cu 的含量直接影响着其它 3 种元素的含量,随着 Cu 含量的增加,其它 3 种元素的含量也随之增加。Pb 与 As, Cd, Mn 呈显著的正相关关系。As 与 Mn 也存在显著的正相关关系。Cd 与 Mn 呈极显著的正相关关系。

表 5 重金属相关性及其与 pH 值、全氮、有机质之间相关性分析

元素	有机质	水解氮	全氮	pH 值	Cu	Zn	Pb	As	Cd	Mn	Fe
Cu	-0.832*	-0.901**	-0.813*	0.784*	1						
Zn	-0.276	-0.501	-0.355	0.737	0.551	1					
Pb	-0.620	-0.757*	-0.607	0.846*	0.871*	0.511	1				
As	-0.900**	-0.937**	-0.894**	0.684	0.980**	0.531	0.796*	1			
Cd	-0.686	-0.781*	-0.498	0.779*	0.769*	0.298	0.841*	0.705	1		
Mn	-0.590	-0.737	-0.527	0.922**	0.886**	0.529	0.974**	0.796*	0.883**	1	
Fe	-0.285	-0.242	-0.152	0.403	0.462	-0.174	0.461	0.417	0.514	0.544	1

注: ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$ 。

重金属含量和迁移分布规律不仅取决于成土母质和污染源,而且土壤 pH 值、有机质含量、土壤机械组成、离子交换量和元素之间的相互作用等也对重金属的活性、生态毒性、环境迁移行为、生物有效性等起着重要的影响^[13]。有机质通过吸附、络合作用,对沉积物中重金属的生态毒性、环境迁移行为起决定性的作用,这种作用可降低重金属的生物毒性。在矿区土壤中重金属的含量主要是由于采矿过程中产生的废弃固体物的堆放,在长期的物理风化和化学作用下逐步迁移导致土壤的重金属污染。

研究区各样地土地利用现状不尽相同,其表现出的肥效状况也不同,从而影响到重金属含量的差异性,杜仲地已经过覆土,人工植被恢复 5 a,除 Zn 之外,土壤中重金属含量均较其它样地中的重金属含量

低,说明覆土植被恢复有效地改善了矿区废弃地重金属污染程度。

3.2 地质累积指数及重金属污染等级评价

地质累积指数(Muller 指数)是 20 世纪 70 年代晚期,在欧洲发展起来的、最先用于研究沉积物中重金属污染程度的定量指标^[14],现今在土壤重金属污染研究中被广泛应用^[15],其公式为:

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C_n}{1.5 \times B_n} \right) \quad (1)$$

式中: I_{geo} ——地质累积指数; C_n ——样品中元素 n 的浓度; B_n ——背景值中元素 n 的浓度; 1.5——考虑成岩作用引起变化的修正系数。

Forstner 将地质累积指数分为 7 个等级,不同等级代表不同的污染程度^[16]。 $I_{geo} < 0$ 时,污染级别为 0

级, 表示无污染; $0 \leq I_{geo} < 1$ 时, 污染级别为 1 级, 表示无污染到中度污染; $1 \leq I_{geo} < 2$ 时, 污染级别为 2 级, 表示中度污染; $2 \leq I_{geo} < 3$ 时, 污染级别为 3 级, 表示中度污染到强污染; $3 \leq I_{geo} < 4$ 时, 污染级别为 4 级, 表示强污染; $4 \leq I_{geo} < 5$ 时, 污染级别为 5 级, 表示强污染到极强污染; $I_{geo} \geq 5$ 时, 污染级别为 6 级, 元素含量可能是背景值的几百倍, 表示极强污染。

选取中国土壤环境质量三级标准值作为背景值浓度^[17], 计算得到各样地地质累积指数及污染等级(表 6)。

从表 6 可以看出, 研究区废弃地重金属污染程度从高到低依次为 $Cd > Mn > Pb > As > Zn > Cu = Fe$, 其中 Cd 和 Mn 的地质累积指数最高, 平均达到了 4.55 以上, 其污染等级达到了 5 级, 属于强度污染到极强度污染; 其次是 Pb 的地质累积指数, 平均达到了 3.08 以上, 污染等级为 4 级, 属于强度污染; As 和 Zn 的平均地质累积指数分别为 2.37 和 1.97, 污染等级分别为 3 级和 2 级, 达到了中度污染以上; Cu 和 Fe 的平均地质累积指数均小于 0, 没有产生污染。

从样地的污染等级看, 尾矿库农耕地和尾矿库的地质累积指数较其它样地高, 污染程度最为严重, 其中尾矿库目前还在运行使用中, 且设置在沟谷当中,

没有采取任何的植被恢复措施, 使尾矿库的重金属无法迁移, 从而累积导致重金属污染的加剧。

重金属可迁移性差, 不能降解^[18], 自然恢复的牛屎坡和白虎山废弃地受重金属污染的程度相当, 在矿区进行废弃地恢复仅仅采取自然恢复的措施, 其重金属很难得到转化, 必须采取有效的植被恢复措施才能达到生态修复的目的。

小黑山和尾矿库农地的重金属污染程度较为相似, 两块样地均覆土 20 cm, 复垦为农耕地, 但其重金属污染仍然较为严重, 尤其是这两块样地的 pH 值较其它样地高, pH 值与 Cd 和 Mn 存在显著的正相关关系, 导致其土壤中两种重金属元素的污染程度较高, 可能是农作物对于改良土壤重金属效能有一定的局限性, 加之为了增加农作物产量, 施肥等措施导致复垦农地的重金属含量没有迁移和转化, 所以采取农地复垦的方式对于改善重金属污染的方法还有待于进一步的研究, 与此同时, 适宜农作物的选择对于改善土壤中重金属污染状况, 也有很重要的意义。

与农耕地相比, 林地对于改善重金属污染有较大的作用, 从杜仲林地的地质累积指数可以看出, 较复垦的农耕地有明显的下降, 尤其是 Mn 和 Pb 的污染等级均较复垦农地下降了 1 倍。

表 6 各样地地质累积指数及污染等级

样地	地质累积指数及污染等级						
	Cu	Zn	Pb	As	Cd	Mn	Fe
牛屎坡 1 [#]	- 1.78(0)	1.73(2)	2.45(3)	1.00(2)	3.92(4)	3.42(4)	- 0.41(0)
牛屎坡 2 [#]	- 1.90(0)	1.30(2)	2.17(3)	0.93(1)	5.11(6)	3.36(4)	- 0.44(0)
白虎山	- 1.24(0)	1.57(2)	2.95(3)	1.03(2)	4.68(5)	4.15(5)	- 0.52(0)
小黑山	- 0.99(0)	2.15(3)	3.47(4)	0.93(1)	5.34(6)	5.19(6)	- 0.43(0)
杜仲地	- 2.17(0)	2.28(3)	1.79(2)	0.45(1)	4.01(5)	2.05(3)	- 0.64(0)
尾矿库农地	0.39(1)	2.23(3)	3.55(4)	3.77(4)	5.40(6)	5.36(6)	- 0.39(0)
尾矿库	0.27(1)	2.26(3)	3.93(4)	3.74(4)	0.96(1)	5.45(6)	- 0.46(0)
平均值	- 0.73(0)	1.97(2)	3.08(4)	2.37(3)	5.03(6)	4.55(5)	- 0.47(0)

注: 括号内为污染等级

3.3 矿区植被恢复的植物种选择

在矿区进行成功的植被恢复, 适宜植物种的选择是前提条件, 矿区植被恢复中针对耐受重金属元素污染土壤的植物种选择已有一定的研究成果, 在重金属 Pb 污染区适生的植物种主要有酸模 (*Rumex acetosa*)^[19]、羽叶鬼针草 (*Bidens aximawicziana*)^[19]、土荆芥 (*Chenopodium ambrosioides*)^[20]、雀稗 (*Paspalum thunbergii*)^[21]、白背黄花稔 (*Sida rhombifolia*) 和银合欢 (*Leucaena glauca*)^[21] 等; 在重金属 Cd 污染区适生的植物种主要有龙葵 (*Solanum nig-*

rum)^[22]、宝山堇菜 (*Viola baoshanensis*)^[23] 等; 在重金属 Mn 污染区适生的植物种主要有鼠麴草 (*Gnaphalium affine*)^[24]、商陆 (*Phytolacca acinosa*)^[25] 等; 在重金属 As 污染区适生的植物种主要有蜈蚣草 (*Pteris vittata*)^[26]、大叶井口边草 (*Pteris cretica*)^[27] 等; 在重金属 Zn 污染区适生的植物种主要有东南景天 (*Sedum alfredii*)^[28] 等。

根据研究区不同样地各重金属元素污染等级的划分, 初步得到研究区 6 块样地植被恢复可利用的植物种。

在每个样地内分别确定主选植物种和配选植物种,其中主选植物种为对应样地前 2 级的重金属元

素,配选植物种对应前 2 级以外的重金属元素,具体选择的植物种详见表 7。

表 7 各样地植被恢复植物种选择

样地	各样地重金属元素污染等级					植物种选择	
	6 级	5 级	4 级	3 级	2 级	主选植物种	配选植物种
牛屎坡 1 [#]	—	—	Cd, Mn	Pb	As, Zn	龙葵、鼠麴草、银合欢	大叶井口边草、东南景天
牛屎坡 2 [#]	Cd	—	Mn	Pb	Zn	宝山堇菜、商陆	土荆芥、东南景天
白虎山	—	Cd, Mn	—	Pb	Zn	龙葵、商陆、羽叶鬼针草	东南景天
小黑山	Cd, Mn	—	Pb	Zn	—	宝山堇菜、鼠麴草、白背黄花稔	东南景天
杜仲地	—	Cd	—	Zn	Pb	龙葵、东南景天	羽叶鬼针草
尾矿库农耕地	Cd, Mn	—	Pb, As	Zn	—	宝山堇菜、鼠麴草、银合欢、大叶井口边草	东南景天
尾矿库	Mn	—	Pb, As	Zn	—	商陆、雀稗、蜈蚣草	东南景天

4 结论与讨论

本研究运用地质累积指数对云南个旧锡矿区主要矿床的重金属污染进行了分析评价,得到研究区不同重金属元素污染程度从高到低依次为 Cd> Mn> Pb> As> Zn> Cu= Fe, 其中 Cd 和 Mn 达到了强度污染以上, Pb 属于强度污染, As 和 Zn 为中度污染以上; Cu 和 Fe 没有产生污染。

从样地的污染等级看,复垦农耕地的污染程度较复垦林地的污染程度严重,根据土壤重金属元素与土壤肥效状况的相关性分析,复垦农耕地化肥的使用可能是其重金属元素未产生迁移和转化的重要原因。因此,在废弃地复垦林地对于改善矿区重金属污染具有更大的适用性。

通过对研究区土壤重金属元素污染状况的分级,初步选择得到针对每种样地植被恢复的主选植物种和配选植物种,这一结果对于矿区植被重建奠定了一定的理论基础。

本研究针对云南个旧锡矿区采矿废弃地复垦所选择的植物种是在矿区重金属污染评价的基础上所提出的,但对于各配置模式下植物种可能表现出的性状还有待于进一步的研究与探讨,以期在云南个旧锡矿区得到最佳的植物配置模式和选择更加适生的植物种。

[参 考 文 献]

- [1] Aslibekian O, Moles R. Environmental risk assessment of metals contaminated soils at silver mines abandoned mine site, Co Tipperary, Ireland [J]. Environment Geochemistry and Health, 2002, 25: 247-266.
- [2] Getaneh T W, Alemayehu. Metal contamination of the environment by placer and primary gold mining in the

Adola Region of Southern Ethiopia[J]. Environmental Geology, 2006, 50(3): 339-352.

- [3] 谭凯旋,王岳军,郭峰,等. 湘西金矿尾矿一水相互作用:环境地球化学效应[J]. 矿物学报, 2001, 21(3): 53-58.
- [4] 王庆仁,刘秀梅,崔岩山,等. 我国几个工矿与污灌区土壤重金属污染状况及原因探讨[J]. 环境科学学报, 2002, 22(3): 354-358.
- [5] 胡宁静,李泽琴,黄朋,等. 江西贵溪冶炼厂重金属环境污染特征及生态风险评价[J]. 地球科学进展, 2004, 19(6): 467-471.
- [6] 周建民,党志,司徒粤,等. 大宝山矿区周围土壤重金属污染分布特征研究[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(6): 1172-1176.
- [7] 王伟,张洪江,张成梁,等. 煤矸石山植被恢复影响因子初探:以山西省阳泉市 280 煤矸石山为例[J]. 水土保持通报, 2008, 28(4): 147-152.
- [8] 苏夏征,程峰,莫时雄. 植物修复在治理矿区重金属污染土壤中的应用[J]. 山西建筑, 2008, 34(31): 27-28.
- [9] 幻庄永秋,王任重,杨树培,等. 云南个旧锡铜多金属矿床[M]. 北京:地震出版社, 1996: 10-12.
- [10] 林大仪. 土壤学实验指导[M]. 北京:中国林业出版社, 2004: 100-147.
- [11] Wang C X, Wang H. The transpotation time-dependent distribution of heavy metals in paddy crops[J]. Chemosphere, 2003, 50: 717-723.
- [12] Wong S C, Li X D, Zhang G, et al. Heavy metals in agricultural soils of the Pearl River Delta. South China [J]. Environmental Pollution, 2002, 119: 33-44.
- [13] 朱广伟,陈英旭. 沉积物中有机质的环境行为研究进展[J]. 湖泊科学, 2001, 13(3): 272-279.
- [14] Muller G. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River [J]. Geojournal, 1969, 2: 108-118.

(下转第 231 页)

“调节”、“修复”或者“保护”、“改善”。这就像一个人身体的某部位患了血液流通障碍症, 医生排除了其障碍, 这应该称之为: 人体某部位的局部修复或改善, 而绝不能称之为“人体的建设”。

由此可见, 笔者认为“生态环境建设”或“生态建设”的用语不太科学, 也不甚妥当。如果长期使用该词, 极易产生一些误解甚至误导。事实上, 在近一二十年来的国家经济社会发展中, “生态环境建设”这个词在国内已经产生了一些误解和误导。譬如, 有些地区的决策者不是利用大自然的自我修复功能去保护、恢复或修复天然的生态系统, 而是热衷于建设大规模的人工生态系统, 造成资金和劳力的巨大浪费, 结果, 往往是事倍功半, 甚至事与愿违。因此, 笔者建议: 应该逐步将“生态环境建设”或“生态建设”的提法改正为“生态环境的保护、修复和改善”或“生态的保护、修复和改善”, 从而使人们对生态环境的干预、影响更加符合自然规律, 更加符合科学的发展观, 促进国家经济、社会、环境的和谐发展。要做到这一点, 学术界应

该打头阵, 同时, 各级政府、各有关部门、各新闻媒体以及社会各界也应积极配合。总之, 通过各方面的努力, 力争在不远的将来, 让“生态环境建设”或“生态建设”用语成为历史。

[参 考 文 献]

- [1] 中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典 [M]. 北京: 商务印书馆, 1982: 549.
- [2] 辞海编辑委员会. 辞海 [M]. 上海: 上海辞书出版社, 1979: 499.
- [3] 李松梧. 园林城市与生态城市不能划等号 [N]. 北京: 人民政协报, 20060919, (3).
- [4] 中国科学院国情分析小组. 生存与发展: 中国长期发展问题研究, 附件三: 中国生态环境问题的宏观分析 (M). 北京: 科学出版社, 1996: 142.
- [5] 侯甬坚. “生态环境”用语产生的特殊时代背景 [J]. 生态环境与保护, 2007(6): 36-42.
- [6] 辞海编辑委员会. 辞海 [M]. 上海: 上海辞书出版社, 1979: 1736.
- (上接第 212 页)
- [15] 滕彦国, 虞先国, 倪师军. 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, 22 (4): 25-31.
- [16] Forstner U, Muller G. Concentrations of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in river sediments: Geochemical background man's influence and environmental impact [J]. Geojournal, 1981, 5: 417.
- [17] 孟凡乔, 史雅娟, 吴文良. 我国无污染农产品重(类)金属元素土壤环境质量的制定与研究进展 [J]. 农业环境保护, 2000, 19(6): 356-359.
- [18] 叶文玲, 徐晓燕. 铜矿废弃地重金属污染及其生态修复 [J]. 矿业快报, 2008(1): 8-10.
- [19] 刘秀梅, 聂俊华, 王庆仁. 6种植物对 Pb 的吸收与耐性研究 [J]. 植物生态学报, 2002, 26(5): 533-537.
- [20] 吴双桃, 吴晓英, 胡曰利, 等. 铅锌冶炼厂土壤污染及重金属富集植物的研究 [J]. 生态环境, 2004, 13(2): 156-157, 160.
- [21] 张志权, 束文圣, 蓝崇钰, 等. 土壤种子库与矿业废弃地植被恢复研究: 定居植物对重金属的吸收和再分配 [J]. 植物生态学报, 2001, 25(3): 306-311.
- [22] 魏树和, 周启星, 王新, 等. 一种新发现的镉超积累植物龙葵 (*Solanum nigrum* L.) [J]. 科学通报, 2004, 49 (24): 2568-2573.
- [23] 刘威, 束文圣, 蓝崇钰. 宝山堇菜 (*Viola baoshanensis*) - 一种新的镉超富集植物 [J]. 科学通报, 2003, 48(19): 2046-2049.
- [24] 张慧智, 刘云国, 黄宝荣, 等. 锰矿尾渣污染土壤上植物受重金属污染状况调查 [J]. 生态学杂志, 2004, 23 (1): 111-113.
- [25] 薛生国, 陈英旭, 林琦, 等. 中国首次发现的锰超积累植物: 商陆 [J]. 生态学报, 2003, 23(5): 935-937.
- [26] 陈同斌, 韦朝阳, 黄泽春, 等. 砷超富集植物蜈蚣草及其对砷的富集特征 [J]. 科学通报, 2002, 47(3): 207-210.
- [27] 韦朝阳, 陈同斌, 黄泽春, 等. 大叶井口边草: 一种新发现的富集砷的植物 [J]. 生态学报, 2002, 22(5): 777-778.
- [28] 杨肖娥, 龙新宪, 倪吾钟, 等. 东南景天 (*Sedum alfredii* H): 一种新的锌超积累植物 [J]. 科学通报, 2002, 47 (13): 1003-1006.