



移动扫码阅读

黄春霞,黄立幸. 广西锰矿区重金属污染现状及治理对策研究综述[J].能源环境保护, 2021, 35(1):1-5.

HUANG Chunxia, HUANG Lixing. A review of pollution status and countermeasures of heavy metal pollution in Guangxi Manganese mining areas[J]. Energy Environmental Protection, 2021, 35(1):1-5.

广西锰矿区重金属污染现状及治理对策研究综述

黄春霞¹, 黄立幸²

(1. 广西民族师范学院, 广西 崇左 532200; 2. 广西理工职业技术学院, 广西 崇左 532200)

摘要:基于广西锰矿区土壤及植被重金属污染现状,分析了重金属的地域分布特征和危害,提出了治理措施。分析认为:广西锰矿区的土壤和植被均受到多种重金属元素的复合污染,各矿区均受到Mn、Cd的重度污染,中度、轻度污染元素具有地域差异;重金属污染主要分布于矿产储量大、开发力度大的矿区;超富集植物对重金属污染的修复效果显著,建议加强超富集植物的筛选及培育。

关键词:广西锰矿; 重金属; 污染现状; 治理对策

中图分类号:X53

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2021)01-0001-05

A review of pollution status and countermeasures of heavy metal pollution in Guangxi Manganese mining areas

HUANG Chunxia¹, HUANG Lixing²

(1. Guangxi Normal University for Nationalities, Chongzuo 532200, China;

2. Guangxi Polytechnic Vocational Institute of Technical, Chongzuo 532200, China)

Abstract: Based on the status of heavy metal pollution in soil and vegetation in the manganese mining area in Guangxi Province, the regional distribution characteristics and hazards of heavy metals were analyzed, and control measures were proposed. The results show that the soil and vegetation in Guangxi manganese mining area are all polluted by multiple heavy metal elements. All the mining areas are heavily polluted by Mn and Cd. The moderately and slightly polluted elements shows regional differences. Heavy metal pollution mainly distributes in highly-developed mining areas with high mineral reserves. Hyperaccumulator plants have a significant repair effect on heavy metal pollution. It is recommended to strengthen the screening and cultivation of hyperaccumulator plants.

Key Words: Manganese mining areas; Heavy metal; Pollution status; Countermeasures

0 引言

锰在国民经济中具有十分重要的战略地位。锰及其化合物是冶金、建筑、化工、航空航天等领域不可或缺的基本材料,在国民经济建设中的应用较为广泛^[1]。

广西锰矿储量居中国之最,近年来,随着锰矿资源大力开发,采矿遗留下的尾矿、废渣、废弃地

等导致重金属对生态系统破坏较为严重,矿业活动集中区域及周边土壤重金属污染问题备受关注^[2-4]。由于重金属污染具有潜在累积及不可逆等特点,其危害往往呈现出滞后性。重金属通过食物链从土壤-农作物-人体迁移富集,会导致生态系统破坏,人类健康遭到危害^[5]。因此研究解决重金属污染的修复与治理问题迫在眉睫。

收稿日期:2020-08-17;责任编辑:金丽丽

基金项目:2018年度广西高校中青年骨干教师基础能力提升项目(2018KY1226)

第一作者简介:黄春霞(1989-),女,甘肃武威人,硕士,讲师,主要研究方向为环境污染研究。E-mail: 960191706@qq.com

1 广西锰矿区重金属污染现状

1.1 矿区土壤及植被重金属污染现状

广西不同锰矿区土壤和植被重金属污染情况已有相关学者进行研究。李艺等^[6]调查分析了广西思荣锰矿复垦区重金属的污染现状及生态系统恢复情况,发现 Pb、Cd、Mn 及 Cr 是研究区土壤和植被的主要污染元素;唐文杰等^[7]对广西三锰矿区的土壤和农作物进行调查,并分析了重金属含量特征,发现 Cr、Pb、Cd 元素污染最严重,尤其是 Cd 对人体健康存在较高的潜在风险;赖燕平等^[8]分析评价了锰矿恢复区土壤重金属污染情况,发现 Cd 是恢复区土壤的主要污染元素,锰矿废弃地生态恢复初期应当排除选用农作物恢复模式;孙杰等^[9]研究广西某典型锰矿区中不同地域土壤重金属污染,发现土壤中 Cr 为轻度污染,Cd 为严重污染,Mn 的污染区域差异性较大。

广西多个锰矿区因地域不同、开采技术方法不同,重金属污染程度也大不相同。广西主要锰矿区的污染现状和易受污染植物见表 1。由表 1 可见,广西锰矿区的土壤和植被均受到重金属不同程度的污染,且属于多种重金属元素的复合污染。通过多种污染评价方法进行综合评价对比,发现不同矿区均呈现出 Mn、Cd 的重度污染,中、轻污染元素具有地域差异性。对于重金属富集优势植物如商陆、飞蓬、五节芒、油茶、鬼针草、红麻等可以对多数重金属有较强富集能力,并能在广西大部分地区生长。另外,大量研究表明广西河池矿区重金属污染较严重^[10-12],属于广西污染最严重地区,Cd、As、Pb、Zn、Cu 等元素均表现出重度污染。总体来看,广西锰矿区的土壤和植被受重金属污染较为普遍,应加快修复治理步伐,恢复原有的生态系统平衡环境。

表 1 广西主要锰矿区土壤及植被重金属污染现状

Table 1 Heavy metal pollution of soil and vegetation in major manganese mining areas in Guangxi

矿区名称	所属地区	重污染元素	中、轻污染元素	污染评价方法	受污染植物	参考文献
大新锰矿区	崇左大新	Mn、Cd	Zn、Pb、Cu	污染程度评价法	山银花、石斛等	[13-14]
下雷锰矿区	崇左大新	Mn、Cd	Cr	污染程度评价法 模糊综合评价法	芋头、南瓜、苦苣菜、黄瓜等	[7]
荔浦锰矿区	桂林荔浦	Mn、Cd	Zn、Cr、Pb	污染程度评价法 模糊综合评价法 地积累指数法	板栗、柿子等	[15-16]
全州锰矿区	桂林全州	Mn、Cd	Cr	污染评价方法	较普遍	[7,17]
平乐锰矿区	桂林平乐	Mn、Cd	Zn	模糊综合评价法	板栗、甘蔗、大白菜、萝卜等	[18-19]
桂平锰矿区	桂平木圭	Mn、Cd	Zn、Cu、Pb	污染程度评价法 模糊综合评价法 地积累指数法	板栗、玉米等	[20-21]
板苏锰矿区	南宁武鸣	Mn、Cd	—	模糊综合评价法	花生、油茶、玉米、木薯、红薯、芋头	[7-8]
八一锰矿区	柳州来宾	Mn、Cd	Cu、Cr、Pb	污染程度评价法 模糊综合评价法 地积累指数法	甘蔗、花生和茶叶	[6,17,22]
南丹矿区	河池南丹	Cd、As、Pb、 Zn、Cu	—	地积累指数法 潜在生态危害指数法	香菜、蕨菜、小白菜、芥菜、野寒菜、胡麻菜、芹菜等	[23-25]

1.2 矿区重金属污染分布

从重金属污染分布来看,矿产储量大、开发力度大的矿产开发区、废弃地、恢复地及其周边地区一般为重金属污染高发区。结合蔡刚刚^[26]、白松

涛等^[27]对广西矿区及周边土壤重金属污染现状进行调查,发现锰矿区重金属污染主要集中在崇左、柳州、河池、百色等地区,污染严重区域主要为矿区周边土壤、河流沿岸,污染元素主要有

Mn、Cd、Pb、Cr、Cu、Zn、As、Hg,同一地区多种重金属元素往往进行复合污染,表现出不同的污染程度。邓齐玉^[28]等系统研究了广西境内的重金属

Cd 的空间分布特征,发现 Cd 高含量地区以河池、崇左、百色、柳州、桂林等区域为主。广西锰矿区土壤重金属污染地域分布情况见表 2。

表 2 广西锰矿区土壤重金属分布及富集植物

Table 2 Distribution of heavy metals in soil and hyperaccumulator in manganese mining areas in Guangxi

污染元素	主要分布地区	超富集植物	潜在超富集植物	参考文献
Mn	崇左大新,柳州来宾,河池南丹,桂林荔浦,桂林全州,桂林平乐,南宁武鸣,南宁武鸣	商陆	飞蓬、五节芒、油茶	[7,17-18]
Cd	崇左大新,柳州来宾,河池南丹,桂林阳朔,南宁武鸣	鬼针草	红麻	[28]
Pb	崇左大新,河池南丹,柳州融安,桂林荔浦	—	芦苇、白芒、蒲公英、蜈蚣草	[15-16]
Cr	崇左大新,河池南部,桂林荔浦,百色德保	—	蜈蚣草	[7]
Cu	崇左大新,柳州融安,河池南丹	—	印度芥菜、密毛蕨、酸模、海州香薷、鸭跖草	[13-14]
Zn	柳州融安,河池南丹及环江	东南景天	马唐、芦苇、白芒、蒲公英、蜈蚣草	[20-21,26]
As	河池南丹,百色平果	蜈蚣草	山菅兰、五节芒、葡萄属、壳斗科、杜茎山	[29]
Hg	崇左大新,百色平果	苎麻	蜈蚣草、剪股颖	[30]

2 广西锰矿区重金属污染危害

广西主要锰矿区周边土壤中 Mn、Cd 等元素普遍超标严重,对土壤及农作物造成严重的污染破坏。袁芳等^[31]研究了崇左锰矿周边地区的土壤和四种蔬菜(生菜、芥菜、韭菜、蒜苗)中的 Mn、Cr、Cu、Zn、Pb 元素的含量特征,发现该地区的土壤和四种蔬菜都受到严重的重金属污染。土壤重金属污染不仅可能导致农作物减产,而且可以通过食物链富集危害人体健康,引发一些慢性疾病和癌症等。例如,Pb 能破坏人体神经、免疫、造血、生殖和消化系统等,对人体各个系统和生理功能均能产生危害^[32];Cd 会导致肺腺癌、肺癌、肾功能障碍和骨折等疾病发生^[33]。

另外,重金属元素也可通过水体、大气等介质对人体健康造成威胁。近年来,广西一些锰矿区将含有大量重金属元素的尾砂、废水直接排入矿区周边的江河,导致矿区附近河段的水体受到严重的污染。黄智宁^[34]对广西某锰矿区周边河流进行调查,发现锰矿开采加工对河流锰矿段造成严重的重金属污染,其中水体中 Mn 含量超标严重,沉积物中的 Mn、Pb、Zn 及 Cu 含量表现出越靠近污染源重金属浓度越大的特征。张丽娥^[35]调查广西大厂矿区下游某村水体、土壤、农

作物中重金属的含量水平,发现研究区河水受到了 As 和 Cd 的重度污染,饮用水受到了 Pb 的轻度污染。矿山开采所致的水体重金属污染将使沿岸民众的饮水受到严重影响,也会通过灌溉对耕地土壤造成污染,最终对沿岸居民身体健康造成危害,需引起重视。

锰矿资源的开发利用对生态环境的破坏影响主要表现在破坏地表景观和植被、重金属污染、占用和破坏土地资源、诱发生物多样性损失等多个方面。例如思荣锰矿区经过几十年的露天开采,现遍布有几米到几十米深、大小不一的矿坑,地表景观已是满目疮痍。矿区原有生态环境和自然景观遭到严重破坏,土壤受到重金属污染,耕地贫脊化,水土流失严重,农业发展受到较大的影响^[36]。

3 广西锰矿区重金属污染治理措施

综合研究发现,根据不同重金属的污染性质,重金属污染治理常用方法技术主要有工程物理技术、化学技术、生物修复技术、生态修复技术以及联合修复技术^[36-37]。

工程物理技术是指通过物理、理化原理来分解或固化土壤中的重金属元素,主要包括客土法、土壤淋洗法、热解吸法、电动修复等方法。工程物理法操作方便彻底,周期短,可用于多种重金属的

消除治理,但实施的工程量大、成本高,易破坏土壤肥力,故只适用于小面积的重度污染治理。

化学技术是指向被污染的土壤中施加改良剂,以改变土壤 pH 值、Eh 及电导等物理化学性质,使土壤重金属发生氧化、还原等一系列化学作用,以降低重金属的毒害作用。化学法和物理法均适用于小区域的重度污染,对大面积的污染治理费用高,且易导致添加剂对环境产生二次污染,故在实际应用中受到一定的限制。

生物修复法是通过生物的新陈代谢活动,削减降低土壤中的重金属含量或使重金属形态发生转变,从而降低重金属的毒性危害。生物修复法包括植物修复、微生物修复和动物修复三种形式。生物修复法效果良好,投资费用少,运行耗费低,易于操作管理,无二次污染,作用快速,但周期长、效率较低,易受环境影响。

生态修复技术是指通过因地制宜地调整农耕管理制度、在污染土壤中种植不易被重金属侵入富集的植物的方式,避免重金属向农作物食物链的迁移,以达到减轻重金属污染的目的。这种技术方法廉价实用,易于操作。

联合修复技术是指结合以上两种或多种修复技术,联合进行重金属修复治理。联合修复可以克服单一修复手段存在的缺点,可提高修复效率,降低成本,但是此技术操作较复杂。

对比以上五种修复技术,其中生物修复法中的植物修复可利用植物富集性对重金属污染进行治理,植物修复具有实施方便、价格低廉、易被公众接受等特点^[38-39],因此在重金属污染治理中较为推广。

利用重金属超富集植被或潜在的超富集植被可吸收、挥发和降低重金属的毒性,在广西已经筛选确定的超富集植被种类较少,但潜在的超富集植被却普遍存在(表 2)。由表 2 分析发现,蜈蚣草不仅是 As 的超富集植物,还是多种重金属元素的潜在超富集植物;另外,锰矿区污染程度较大的 Mn 元素,可通过超富集植物商陆以及潜在超富集植物飞蓬、五节芒、油茶等植物来进行消减^[40]。超富集植物重金属污染修复效果显著,今后应加强对超富集植物的筛选及培育,并广泛用于广西锰矿区土壤重金属污染的治理工作中。

4 展望及建议

(1)政府及相关部门应加强对锰矿区污染的

监督和管理。坚持防治结合,从重金属污染源头进行预防,优化锰矿产业结构,加大落后产能淘汰力度;加强宣传教育力度,提高矿区及周边居民的防污意识。

(2)企业应改进重金属提炼技术。将重金属提取的新技术引入到矿产开发领域,用高新技术改造传统产业,从源头预防重金属的污染危害。

(3)加强对广西锰矿区重金属污染的整体性调查,做到全区污染全面平衡治理。

(4)强化改进重金属污染防治措施。加强对重金属污染防治措施的研究,重点研究重金属超富集植物的筛选与培育,另外应当加强对广西锰矿区农作物对重金属的敏感性和富集规律等方面的研究,以确保农田种植既不损失经济效益又不危害人体健康。

参考文献

- [1] 王星敏,李虹,夏蓉,等. 锰尾矿资源循环利用分析与环境评价 [J]. 资源开发与市场, 2012, 28 (7): 616-618.
- [2] 邓齐玉,赵银军,林清,等. 广西重金属的区域性分布特征与土壤污染状况评价 [J]. 环境工程, 2019, 37 (1): 164-171+92.
- [3] 宋波,王佛鹏,周浪,等. 广西高镉异常区水田土壤 Cd 含量特征及生态风险评价 [J]. 环境科学, 2019, 40 (5): 2443-2452.
- [4] 金晓丹,罗栋源,马华菊,等. 广西某铅锌矿区土壤镉、铅、砷形态分布对水稻重金属的影响 [J]. 西南农业学报, 2018, 31 (6): 1293-1299.
- [5] Wozniak D J, Huang J Y C. Variables affecting metal removal from sludge [J]. Water Pollution Control Federation, 1982, 54 (12): 1574-1580.
- [6] 李艺,李明顺,赖艳萍,等. 广西思荣锰矿复垦区的重金属污染影响与生态恢复探讨 [J]. 农业环境科学学报, 2008, 27 (6): 2172-2177.
- [7] 唐文杰. 广西三锰矿区土壤污染与优势植物重金属富集研究 [D]. 桂林: 广西师范大学, 2008: 1-85.
- [8] 赖燕平,唐文杰,邓华,等. 锰矿农作物恢复区土壤重金属污染模糊综合评价 [J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2009, 27 (3): 76-80.
- [9] 孙杰,刘骏龙,胡晶晶,等. 广西锰矿区土壤重金属垂直分布和赋存形态分析 [J]. 中南民族大学学报(自然科学版), 2016, 35 (1): 12-16.
- [10] 韦妮玉. 广西河池典型矿区灰尘铅镉的生物可给性及健康风险评价 [D]. 南宁: 广西师范学院, 2017: 1-53.
- [11] 黄春霞,韦妮玉. 河池市矿区地表灰尘中重金属污染及生态风险评价 [J]. 能源环境保护, 2019, 33 (3): 45-50.
- [12] 黄春霞. 河池矿区地表灰尘中 Pb、As、Cd 生物可给性研究 [J]. 绿色科技, 2019, 20: 129-135.
- [13] 任立民,刘鹏,郑启恩,等. 广西大新县锰矿区植物重金属污染的调查研究 [J]. 亚热带植物科学, 2006, 35

- (3): 5-8.
- [14] 李金城, 伊仁湛, 罗亚平, 等. 广西大新锰矿区土壤重金属污染评价 [J]. 环境科学与技术, 2010, 33 (7): 183-185.
- [15] 杨胜香. 广西锰矿废弃地重金属污染评价及生态恢复研究 [D]. 桂林: 广西师范大学, 2007: 1-94.
- [16] 赖燕平, 李明顺, 杨胜香, 等. 广西锰矿恢复区食用农作物重金属污染评价 [J]. 应用生态学报, 2007, 18 (8): 1801-1805.
- [17] 唐文杰, 李明顺. 广西锰矿区废弃地优势植物重金属含量及富集特征 [J]. 农业环境科学学报, 2008, 27 (5): 1657-1763.
- [18] 杨胜香, 李明顺, 李艺, 等. 广西平乐锰矿区土壤、植物重金属污染状况与生态恢复研究 [J]. 矿业安全与环保, 2006, 33 (1): 21-23.
- [19] 赖燕平. 广西锰矿区农业利用恢复模式的安全性研究 [D]. 南宁: 广西师范大学, 2007: 1-84.
- [20] 黄芳芳. 广西桂平锰矿露天矿区的生态环境与治理修复研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2008: 1-78.
- [21] 黄芳芳, 李艺, 郭秀莲. 广西木圭锰矿区复垦效果及生态恢复治理对策 [J]. 矿业研究与发展, 2011, 31 (4): 88-90.
- [22] 李艺, 李明顺, 杨胜香, 等. 广西凤凰锰矿区废弃地生态环境问题及恢复治理对策 [J]. 地球与环境, 2007, 35 (3): 267-272.
- [23] 傅世化. 基于不同方法对广西大厂矿区生态环境脆弱性的评价研究 [J]. 现代矿业, 2010 (9): 47-49.
- [24] 严军. 南丹大厂矿区土壤中 Fe、Zn、Cu 含量的测定 [J]. 河池学院学报, 2009, 29 (2): 54-57.
- [25] 刘旭辉, 曾艳兰, 覃勇荣, 等. 长坡尾矿坝植物修复过程中土壤脲酶活性变化 [J]. 河南农业科学, 2009, 29 (5): 65-69.
- [26] 蔡刚刚, 李丽, 黄舒城. 广西矿区重金属污染现状与治理对策 [J]. 矿产与地质, 2015, 29 (4): 541-545.
- [27] 白松涛, 郭熙保. 广西矿业重金属污染现状调查与对策 [J]. 社会科学家, 2010 (12): 116-118.
- [28] 邓齐玉, 赵银军, 林清, 等. 广西重金属镉的区域性分布特征与土壤污染状况评价 [J]. 环境工程, 2019, 37 (1): 164-171.
- [29] 聂亚平, 王晓维, 万进荣, 等. 几种重金属 (Pb、Zn、Cd、Cu) 的超富集植物种类及增强植物修复措施研究进展 [J]. 生态科学, 2016, 35 (2): 174-182.
- [30] 韩少华. 几种植物对 Hg、Cd 污染农田土壤修复效果的比较研究 [D]. 上海: 东华大学, 2012: 1-98.
- [31] 袁芳, 黄秋婵. 崇左锰矿周边土壤 - 蔬菜重金属污染分析与评价 [J]. 广西民族师范学院学报, 2017, 31 (3): 149-151.
- [32] 张跃进, 王娟, 余旋. 嘉兴市区加油站周边土壤中重金属铅的分布特征及影响评价 [J]. 北京工业大学学报, 2011, 37 (6): 898-903.
- [33] Zukowska J, Biziuk M. Methodological evaluation of method for dietary heavy metal intake [J]. Journal of Food Science, 2008, 73 (2): 21-29.
- [34] 黄智宁. 重金属在铺矿区溪流及水生植物中的迁移转化与环境风险 [D]. 南宁: 广西大学, 2016: 1-73.
- [35] 张丽娥, 莫招育, 覃健, 等. 广西大厂矿区下游农村土壤重金属污染及儿童健康风险评估 [J]. 环境与健康杂志, 2014, 31 (6): 512-515.
- [36] 黄小宇. 矿区重金属污染现状分析 [J]. 才智, 2012 (9): 354.
- [37] 郑奎, 李林. 我国铅锌矿区的重金属污染现状及治理 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (30): 14837-14838.
- [38] Chaney R L. Plant uptake of inorganic waste constituents [A]. Parr J F. Land Treatment of Hazardous Wastes [M]. New Jersey: Noyes Data Corporation, 1983: 50-76.
- [39] 冯锋. 植物营养研究进展与展望 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2000: 216-229.
- [40] 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.