

Reflection on the Key Points of Heavy Metal Pollution in Mines and Soil Remediation

Fan Zhai¹ Zhen Qi²

1. Shandong Academy of Environmental Sciences Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250013, China

2. Shandong Huankeyuan Environmental Engineering Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250013, China

Abstract

As a country relatively rich in mineral resources, under the background of the steady growth of national economy, the development speed of mineral resources is significantly accelerated, the degree of heavy metal pollution in mines is intensified, and soil restoration is paid attention to. This paper focuses on the key points of heavy metal pollution and soil remediation in mines, and puts forward reasonable suggestions according to the actual situation.

Keywords

mine; heavy metal pollution; soil restoration; key points

矿山重金属污染及土壤修复要点思考

翟帆¹ 祁振²

1. 山东省环境保护科学研究设计院有限公司, 中国·山东 济南 250013

2. 山东省环科院环境工程有限公司, 中国·山东 济南 250013

摘要

作为矿产资源相对丰富的国家,在国民经济稳步增长的背景下,矿产资源开发速度明显加快,矿山重金属污染程度加剧,土壤修复受到重视。论文重点探讨矿山重金属污染及土壤修复要点,根据实际情况提出合理化建议。

关键词

矿山; 重金属污染; 土壤修复; 要点

1 引言

矿产资源为人类获取生产及生活资料提供了支持,对推动社会经济稳步发展意义重大。当前,中国95%的能源及85%的原材料依赖于矿产资源的稳定供给^[1]。但是随着长期掠夺,矿产资源濒临枯竭,矿山重金属对生态环境构成极大威胁。在国际第四届环境地球化学讨论会中明确谈及了矿山环境问题,重金属污染问题的治理势在必行。

2 矿山重金属土壤污染诱因

2.1 废水排放

对多数矿区来说,地下开采方式获取矿产资源成为普遍措施,为了让井下生产更为可靠,还需将矿井水及时排放,这就使得大量废水无节制排放出来。在地理环境以及地质构造等多种因素的影响下,矿山水质差异明显,伴随着排放量

的增加,土壤重金属含量明显提升,这就使得污染加剧。例如,酸性矿井水能够让重金属的溶解速度明显提升,由此强化其毒性。大量重金属元素不断堆积时,他们的协同功效可以进一步强化,除了干扰土壤环境,也会转变作物的品质,最终影响到整体收益。尽管多数矿区可以将矿井水加以净化,但是实际净化程度有限,其中也会掺杂明显污染物,长期灌溉时直接影响到土壤环境。

2.2 大气污染问题

矿山开采中极易引发大气污染问题,大气污染物中涵盖着多种物质,同时也包含着大气粉尘沉降等情况,这对土壤环境构成了极大威胁。例如,开采以及堆放资源的过程中,矿山及其周边环境均能受到影响,在降雨以及扬尘沉降的过程中,土壤环境备受侵蚀。相距较远的区域,随着大气漂浮物的增多,地表也会逐渐堆积这类污染物,从而影响周边居民生命安全和生产生活^[2]。

2.3 固体废物

矿山中蕴藏着非常丰富的资源,在实际开采时要重视合理的手段和技术措施,以此才能科学规避污染问题。但是

【作者简介】翟帆(1984-),男,中国山东淄博人,硕士,工程师,从事大气污染防治和土壤环境修复技术研究。

大规模煤矸石的存在会产生负面影响,尤其是从地下运输至地表的過程中,随着环境变化易呈现风化现象,加之雨水以及地表水的淋溶,煤矸石的有毒有害重金属可渗透至土壤内,进而对土壤环境造成负面影响。

3 矿山重金属土壤环境综合治理

3.1 结合土壤环境展开系统分析

矿山环境非常复杂,土壤范围较为广阔,因此需要对矿山土壤情况展开系统分析,结合区域状态加以判断。矿山作业中需要涉及物质运输工作,这个过程极易对土壤环境产生影响,还会引起土壤环境巨大变化。应该从矿区污染物排放及区域土地利用等不同方面展开分析,科学规划出土壤重金属污染范围,如大气降尘污染以及煤矸石污染区等,通过适宜措施强化管理实效。可以适当采集不同区域中的土壤样本,对内部的重金属含量加以检测,通过高光谱遥感技术的支撑效果,在提取完成后展开定量研究,保证全面掌控土壤重金属污染范围和污染因子等。结合矿区土壤利用现状图进一步探讨,打造出完善数据库,将矿区土壤重金属全部信息理清,给治理工作奠定基础。

3.2 做好评价并划分土壤功能区

为了让矿山土壤资源充分利用起来,应该积极分析土壤环境系统情况,结合具体的土壤类型和污染程度加以判断,依据 GB 15618—1995《土壤环境质量标准》综合评定矿山土壤质量^[3]。依照风险论以及环境科学等多学科加以分析,全面了解土壤生态系统基本状况,积极落实好生态风险评价工作,让重金属污染问题得到有效防治。在获取对应的结果之后,还要进一步明确应用功能及质量目标,在3S技术的大力支持下,促使土壤功能分区更为得当。从土壤重金属污染治理与恢复的角度出发,要科学调整土壤功能区,便于掌握相应数据资源。

3.3 积极运用系统—复合联合模式

矿山开采中极易反映出重金属污染问题,这对土壤环境产生的负面影响较大,要科学控制及管理。对于多种固体废物的处理要采取适宜措施,避免出现严重的污染问题。应该明确,土壤若受到重金属污染,势必引发一连串效应,对食物链也可构成威胁。要抓住土壤重金属污染的持续性特征,在治理中坚持着预防为主的原则,针对现有的重金属污染问题,及时采取应对方案,在向土壤生态系统转移前确定好治理措施^[4]。

4 矿山重金属土壤修复的技术要点

4.1 物理修复

矿山重金属土壤修复中可以采取物理修复技术,在实际运用时主要是将土壤中的污染物加以去除,涉及工程措施法以及电动修复法等多种举措。一般来说,热处理法会应用至汞污染的治理中,具体的成效显著。工程措施法则是运用至重金属富集的土壤表层治理中,其能够实现污染土体的合

理置换。客土稀释法、换土法、隔离法和分离修复法等,是当前常见的工程修复技术,应该结合不同技术的要点实施有效控制。例如,在采用换土法和客土稀释法处理重金属污染问题时,需要采取换土和深耕、客土等措施,降低土壤中污染物的浓度,以达到国家相关标准要求,促进矿山的可持续发展。深耕翻土技术通常应用于污染问题不十分严重的区域中,可以实现重金属离子的有效控制,通常不在矿山尾矿区应用该技术。如果矿山的污染问题较为严重,则可以运用客土稀释的方式加以处理,能够借助于洁净的土壤对区域内的重金属浓度加以稀释,该技术较为简单。然而,该技术也存在一定的劣势,尤其是当污染范围较大时会加大工程量,而且会对原有的土壤结构造成破坏,前期成本投入较大。如果污染范围不大,则可以采用该技术实施土壤修复工作。在采用土壤隔离技术时,需要发挥特殊隔离材料的作用,保持良好的防渗效果,以控制重金属离子的扩散,对于重污染区域的治理和修复作用较好。在应用该技术的过程中应该做好全程化监测工作,了解具体隔离状况以达到风险管控的目的。该技术在实践中的局限性问题也逐渐显现,尤其是重金属盐的对流问题会对整体修复成效造成影响。

电动修复法是指污染土壤中通过人为操作的方式将重金属离子加以分离,以此达到净化的效果。在运用该类方法时,实际的成本较高且技术性强,并不能应用至大面积、重金属浓度低的土壤治理中,实践中可以将其与其他手段联合应用。低温原位加热修复技术和高温原位加热修复技术、原位电磁波加热技术等,在实践中的应用也较为普遍,低温要控制在100℃左右,高温要控制在1000℃左右,可以有效去除土壤中的挥发性污染物,因此对于汞污染的修复效果较好。此外,玻璃化技术也可以满足土壤修复的要求,需要控制温度在1700℃~2000℃左右,通过熔化和冷却处理的方式对重金属污染物实施固定处理,浸出活性较低,实现重金属污染物和土壤的有效分离,但是该技术的电能消耗量较大,增加了修复成本。为了增强固定效果,在应用该技术时可以使用改良剂,如活性炭和粉煤灰、纳米金属等。

4.2 化学修复

重金属污染矿山土壤的机理是金属离子形态极易转换,土壤理化性质在不同外部环境下能够直接影响到重金属的实际存在形态。通过相应的化学修复,就是在化学反应中让重金属移动性反映出来,利用化学试剂调节达到降低重金属浓度的目的。化学修复为被动修复方案,体现出见效快及相对彻底的优势,但是所需要的化学试剂量较大,还易引起大范围的污染问题。化学固定技术是化学修复中的常用方法,可以实现重金属污染物的高效化固定,以达到集中处理的目的。水泥、粉煤灰和石灰、二氧化硅等,是实践工作中几种常见的化学试剂,可以有效避免重金属离子的大范围扩散,溶解度也会更低。当矿山受到Cr和Pb、As等重金属的危害时,可以采用该技术实施修复处理,对于Zn和Cu的控

制作用也较好。在处理 Cd 时,可以采用堆肥、石灰和零价铁等物质进行吸收处理,在处理 Co 和 Cu 时可以采用天然沸石。化学试剂也可以用于重金属污染的修复工作中,其中化学浸出法和离子交换法的应用较为普遍,如果污染问题较为严重则可以选择浸出法。

4.3 生物修复

生物修复属于一种可靠手段,其主要是运用了真菌、绿色植物以及微生物等主体的多种功能,让重金属元素得以吸收、萃取和转化,确保土壤内部重金属含量明显控制,毒性有所减小^[5]。生物修复技术的运用中,要结合具体情况加以分析,根据具体对象加以判断。生物淋滤法可以满足重金属土壤的修复要求,在微生物的作用下可以实现快速分解和氧化,以提高回收效率。该技术实现了贵金属的有效回收利用,回收率最高可以超过 90%,因此能够创造良好的经济效益。生物稳定技术可以增强重金属的稳定性,活性控制效果较好。例如,固定化硫酸盐还原细菌可以对土壤中的 Cd 和 Cu 实施控制,去除率能够达到 91% 和 76%。此外,生物薄膜技术的应用也越来越广泛,借助于络合作用、还原作用、螯合作用和吸附作用等,去除土壤当中的污染物。例如,在处理 Zn 污染时,可以运用微生物膜,修复作用十分显著,去除率可以提升到 90% 以上。

4.4 植物修复

植物修复则是运用了自然生长的植物降低土壤重金属含量的手段,确保土壤养分条件得以改善,微环境进一步优化。土壤修复目标一般是借助于植物固定和挥发等作用加以实现,在植物挥发的阶段,污染物能及时转移至大气中,但是此模式存在着一定风险,污染物极易返回土壤表层,影响到重金属去除效果。当前,矿山修复除了利用植被培植手段外,还可建立起自我更新的生态系统,所以使用植被修复方案时,可以考虑多种形式的综合利用,由此达到最佳效果。采用植物固定技术时,能够对重金属的活动性实施抑制,以

防止造成大范围的污染,柳树对于重金属的固定效果最好,在采用该技术时可以与有机改良剂和微生物修复技术融合应用,提高治理工作的效率与质量。植物转化技术也受到业内人士的广泛欢迎,能够在转化的过程中控制重金属毒性,以降低重金属污染的危害。例如,在处理土壤中的 Cr^{6+} 时可以借助于盐生植物,转化后的产物是 Cr^{3+} ,其毒性更小。粉叶蕨和龙葵、油菜等,可以用于植物提取修复工作当中,实现重金属的转移和集中处理,降低重金属物质对矿山土壤环境和水环境的危害。

5 结语

综上所述,国家对矿山重金属土壤污染制定出多种政策和途径,旨在对矿山整体环境进行管控,让土壤有效净化,为优化生态空间提供帮助。在论文的详细概述中,明确了矿山重金属土壤污染情况,制定出科学的管理及修复方案,确保生态文明建设顺利开展,稳固可持续发展之路。

参考文献

- [1] 杨浩,周晓芳,王新富,等.基于PCA/APCS的草原区煤矿土壤重金属环境质量评价与定量溯源研究[J].草地学报,2021,29(3):537-544.
- [2] 姜庆钱,赵正友,陈策.论一矿床一开采主体对资源环境保护的重要性——以云南省彝良县猫猫山矿区为例[J].云南冶金,2021,50(6):32-36.
- [3] 陈陵康,陈海霞,金雄伟,等.离子型稀土矿粒度、粘土矿物、盐基离子迁移及重金属释放研究及展望[J].中国稀土学报,2022,40(2):194-215.
- [4] 佟德凯,于真真,林观生,等.广西某有色金属矿区土壤重金属地球化学基线值的确定及其污染评价[J].环境污染与防治,2021,43(8):1041-1045+1061.
- [5] 高丽.植物修复技术在矿山环境治理中的应用——新形势下矿山行业的发展方向[J].世界有色金属,2021(12):170-171.