

煤矿区周边土壤重金属污染及其综合防治探究

周丽洁

新疆乌鲁木齐市新疆工程学院 新疆乌鲁木齐

【摘要】在煤炭资源生产开采、洗煤选煤过程中会产生大量粉煤灰或矸石等废弃物。这些废弃物在大量堆积的过程中会对周边地表产生严重重金属污染，土壤在遭到重金属污染之后必然会对农作物的生长质量产生影响，甚至会对人们的生命健康造成威胁。因此针对煤矿矿区周边重金属污染问题以及污染源进行探讨，并采取有针对性应对措施具有重要的实践意义。

【关键词】煤矿；土壤；重金属污染；防治措施

Research on heavy metal pollution and comprehensive prevention and control of soil around coal mining area

Lijie Zhou

Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi, Xinjiang Urumqi, Xinjiang, China

【Abstract】A large amount of wastes such as fly ash or gangue will be generated during the production and mining of coal resources, coal washing and coal preparation. The accumulation of these wastes will cause serious heavy metal pollution to the surrounding surface. After the soil is polluted by heavy metals, it will inevitably affect the growth quality of crops, and even pose a threat to people's life and health. Therefore, it is of great practical significance to discuss the problem of heavy metal pollution and pollution sources around the coal mining area, and to take targeted countermeasures.

【Keywords】Coal Mine; Soil; Heavy Metal Pollution; Prevention And Control Measures

引言

作为世界上最主要的一种能源，煤炭为世界提供了每年约 27%左右的能量，其当前世界煤炭消耗量也在不断增长，在煤炭开采、洗煤选煤过程中会产生大量矸石、粉煤灰等废弃物，这些废弃物在大量堆积过程中会对地表土壤产生严重污染。煤矿区废弃物中含有大量硫化铁等矿物，在自然环境下很容易被风化或者氧化，其中含有的 Ni、Zn、Pb 等重金属元素就会被释放出来，鉴于此，煤矿区的重金属污染问题也属于一个急需解决的重大污染源问题，重金属元素进入土壤中后不仅会导致土壤本身性质产生巨大变化，影响土壤的生产力，同时也会对水源、农作物等造成污染，导致人们的生存环境遭到破坏，甚至会对人的生命健康造成严重威胁。因此，煤矿区重金属污染问题已经成为一个当前环境治理的重点。

1 重金属污染危害分析

土壤中存在的大量重金属元素，会随着动植物的生长而逐渐产生聚集，在食物链的作用下逐渐在人体中积累，当人体中的重金属积累到一定程度的情况下，就会对人体产生不可逆的危害^[1]。例如，人通过食物链摄取大量铅的情况下，其中大部分铅会被肠道吸收，并逐步扩散到人体器官和血液组织中，也会进入人体骨骼中，但是在人体中储存的铅化合物排泄的速度非常慢，在这种情况下就会导致人体出现慢性中毒；当人体摄入过量镉元素的情况下，会导致人体无法充分吸收钙元素，这种引发骨质疏松等症，在这种情况下人体骨骼会变得松软。镉元素摄入过量的情况下会引发水肿或骨痛病；另外砷化合物会通过人体血液流动而汇聚在不同的组织中，从而使人体出现中毒现象，这种重金属元素也被认为是毒性最强的物质之一；人体摄入过量汞元素

后会造 成中枢神经系统紊乱，甚至对人体消化系统和肾脏也会产生严重危害，人体呼吸系统、血液、眼睛、皮肤等组织都会受到影响。镉元素虽然属于人体不可或缺的一种微量元素，但是过量摄入的情况下会导致人体出现动脉硬化等症状，肝脏以及肾脏也会受到严重损伤，甚至会引发癌症等。

2 煤矿区土壤重金属污染来源

2.1 煤矿区废水排放引发重金属污染

目前我国大部分煤矿开采都属于地下开采，为保障井下开采的安全性，在煤炭开采过程中必然会出现大量矿井水的排放，且不同煤矿区由于地理位置、气候、地质构造、开采深度等都存在较大差异，从而导致不同矿区矿井水水质也会出现极大差别；在这种情况下会导致大量矿井水排放到土壤中，矿井水中含有的大量重金属元素就会导致土壤的重金属污染体现出不确定性和复杂性。

土壤中的重金属含量可能会因为矿井水的水质而出现不断增加现象，例如，如果矿井水属于酸性水质，那么对重金属元素的溶解量也会更大，从而使其毒性更强，甚至在一些情况下扩展的重金属元素会发生协同作用，不仅会使得农作物对重金属元素的吸收量增加，而且也会使得重金属对土壤的危害性增强，在这种情况下农作物的生产品质就会受到极大影响。对于大部分矿井水来说，即使在经过净化处理后其中仍然会存在很多污染物，这些矿井水长期进行农业灌溉作业必然会给土壤环境带来严重威胁^[2]。且在煤炭的生产开采过程中矿井水实际的排放量非常大，产生的影响范围也非常广，受到人们对矿井水认知以及煤炭开采技术的影响，会导致土壤的重金属污染越来越严重，因此，针对我国各地矿井水导致的土壤重金属污染机理、规律等进行研究具有重要的实践意义。

2.2 煤矿区大气污染导致

在煤矿的生产开采过程中会对煤矿区大气产生严重污染，这些大量污染物质会随着粉尘逐步在地表沉降，由此就成为了土壤污染的一个重要污染源。在一项针对河南平顶山寒凉矿区的相关研究中发现，整个石龙区的土壤污染物中煤尘和烟灰沉降属于主要污染因素。

分析煤矿区大气粉尘的迁移规律可以知道，在煤矿的生产开采、加工和堆放过程中所产生的扬尘

沉降、降雨淋融等相关作用都会对土壤产生一定影响，而距煤矿区较远的区域也会因为空气中漂浮的大量煤层和烟尘等颗粒物沉降作用而受到污染。污染物沉降到地表后通过地球化学链、食物链等作用最终进入到生物体中，由此又会对矿区周边居民的食品安全、生态安全以及社会和谐造成严重威胁^[3]。

2.3 固体废弃物导致土壤重金属污染

在煤矿的生产开采过程中会伴随大量煤矸石的产生，煤矸石被搬运到地表在自然环境中非常容易产生风化，而且其中含有的大量有毒重金属元素会在雨水和地表水的溶解、分离作用下最终进入到土壤环境中，由此会导致矿区的土壤重金属含量产生巨大变化。

3 煤矿土壤重金属污染问题

某煤矿建成于上世纪 70 年代，年生产力能够达到 200 万吨左右。该煤矿在当地的经济建设中发挥出了重要作用，但在多年的生产开采过程中也严重破坏了当地生态环境。而且煤炭资源在开采过程中导致附近区域的煤矸石累积量非常大，在多处出现了地表塌陷现象，而且周边土壤的重金属污染问题非常严重。为了能够让煤矿区的生态环境得到有效改善，因此必须要针对周边生态问题进行修复。在修复之前首先需要对土壤重金属污染问题进行深入研究。

煤矿区土壤重金属污染问题的有效修复首先必须要对土壤中所包含的重金属元素种类、含量及污染程度等进行详细评价。在进行评价的过程中需要利用到地累积指数法，根据累积指数（I）大小可以将土壤的重金属污染划分为以下几个等级：I 指数取值处在零以下则表示不存在污染；I 指数取值处于 0~1 的范围内则表示存在轻-中度污染；I 指数取值属于 1~2 的范围内则表示存在中度污染；I 指数取值属于 2~3 的范围内则表示存在中-强度污染；I 指数取值取值处在 3~4 的范围内则表示存在强度污染；I 指数取值取之处在 4~5 的范围内的表示存在强-极强度污染；I 指数取值处于五以上则表示存在极强度污染。针对该煤矿区土壤中的重金属元素利用专业重金属元素检测技术对其含量进行详细检测之后，将检测结果与本地区各类重金属元素的背景值进行详细对比，并针对对比结果进行评价，具体评价结果如下表 1 所示。

表 1 土壤中重金属元素的地累积指数法及评价结果

	锌	铅	铜	镉	锰	砷
地累积指数	-0.2364	-0.1267	-0.4985	2.4369	-0.6872	-0.1235
污染程度	无污染	无污染	无污染	中-强度污染	无污染	无污染

分析上表可以发现,该煤矿区土壤中主要含有锌、铅、铜、镉、锰、砷等几种重金属元素,其中污染程度最为严重的属于镉元素,其污染程度达到了中-强度污染,其他几种重金属元素含量相对比较低,因此其污染可以忽略不计。因此可以看出针对该煤矿区重金属进行治疗的过程中应该将重点放在镉元素的治理方面,通过有针对性的治理措施来实现土壤中重金属元素含量的有效控制。

3 煤矿及土壤重金属治理中生物修复技术的实践应用

3.1 生物修复技术概述

所谓生物修复技术主要指的是结合土壤具体的重金属污染种类及污染程度来相应的添加对应生物,利用生物的新陈代谢作用来有效降低土壤中重金属含量的浓度,同时对重金属的活性进行有效抑制,通过这种方式让重金属对土壤的不良影响得到有效控制,生物修复技术在实践应用过程中主要有生态修复法、植物修复法以及微生物修复法等三种^[4]。

3.1.1 植物修复

土壤重金属污染的植物修复主要是利用植物及共生微生物共同组成的生态系统对土壤中的重金属元素进行吸收。在当前的煤矿区多种重金属污染治理过程中,针对土壤重金属污染物的吸收主要利用的是超富集植物吸收、挥发和稳定的特性。所谓吸收主要指的是利用植物根系对重金属元素进行性吸收。挥发则主要指的是土壤对重金属元素进行吸收和累积之后将其转化成可挥发的状态。稳定则主要指的是利用职务将土壤中重金属活性进行有效抑制,在这种情况下让重金属的浓度和毒性逐渐转化降低,以此来达到去除重金属污染物的效果。目前在我国境内的野生植物种类非常多,其中美人蕉、向日葵、鹅掌藤等自然界中生长的耐重金属和超积累之物能够对锌、铅、铜、镉等众多重金属元素进行有效吸收,具有良好的土壤重金属污染修复效果^[6]。

3.1.2 微生物修复

针对土壤中重金属污染物的微生物修复主要是

利用人工培养或野生的,能够体现出特定功能的微生物群落来实现,这些微生物群了在特定条件下能够将土壤中重金属污染物的活性进行有效抑制,将其经过转化后形成无毒物质。土壤中重金属污染物的微生物修复主要包括了富集、吸着和转化等三种修复原理。富集主要指的是土壤中的重金属元素利用微生物在不同的部位或胞外基质上进行存储,同时利用微生物自身的新陈代谢过程来实现重金属离子的沉淀,或者将其在可溶性或不可溶性生物多聚物上进行轻度螯合,通过这种方式将重金属污染物进行有效去除或控制剂浓度。吸着则主要是利用微生物细胞表面携带的负电荷,以及其内部存在的醛基、氨基等多种官能团对重金属离子进行吸附固定后实现有效去除,或者有效降低重金属离子的毒性。微生物转化作用主要包括了去甲基化、生物氧化还原、重金属溶解等几种类型。针对土壤中的重金属污染物利用微生物进行修复具有操作简单、对土壤侵扰性小等一些优势。

3.1.3 动物修复

针对土壤重金属污染的动物修复主要是利用动物群落来完成吸收、转化和分解,通过上述作用来实现土壤理化性质的有效改善,通过这种方式能够让土壤的肥力得到进一步提升,同时对植物和微生物的生长也能够形成积极的促进作用,最终实现土壤中重金属污染物的有效修复。

3.2 某煤矿区土壤重金属污染治理

根据上述分析可以知道该煤矿区的土壤中重金属污染最为严重的属于镉元素,而且其污染程度已经达到了重度污染,在选择利用植物进行修复的过程中首先必须要对土壤重金属污染的实际特征进行充分考虑,选择之后必须要能对土壤中的镉元素进行有效吸收,同时也要体现出较强的富集能力。在植物的生长过程中能够对土壤中的镉元素进行有效吸收,在植物成长之后进行收割和处理,这样就能够让土壤中镉元素的浓度得到有效控制。根据现有的研究可以知道,龙葵能够对镉元素表现出良好的

吸收富集能力,因此针对该矿区的土壤进行植物修复的过程中选择龙葵。此外,为了能够进一步提升龙葵对该矿区土壤中镉元素的治理效果,在实验室中充分利用高镉浓度的培养基培养出了抗种菌株,这种菌株对镉元素具有非常明显的抵抗能力,而且也能够对植物吸收种植技术元素形成促进作用。

为了能够针对该矿区土壤重金属污染的治理过程中生物修复技术的应用效果进行详细对比,在该煤矿区随机划分出了三块土壤重金属污染区域。第1块污染区域种植龙葵种子之前添加了抗虫菌株;第2个区域未经任何处理直接进行龙葵种植;第3块区域不做任何处理来作为对照。

3.2.1 生物修复技术应用效果评价

(1) 抗菌菌株对龙葵生长的影响。针对第一和第二区域龙葵种植的发芽率和平均株高进行统计可以发现,土壤未添加抗菌菌株的情况下,龙葵的发芽率能够达到60%,而且作为一种一年生植物,即平均株高能够达到75cm左右。由此可以充分说明,在镉元素污染的土壤中龙葵植物的生长存活率相对较高,而且能够表现出良好的生长状况。在土壤中添加抗种菌株之后,龙葵的发芽率能够达到73%,且经过一年生长后即平均株高能够达到97cm。由此可以看出,将抗种菌株添加到重金属污染土壤中能够对龙葵植物的生长形成良好的促进作用,这主要是因为微生物可以对生物新陈代谢形成更好的促进作用,因此能够积极促进轮回的生长。

(2) 不同区域土壤中镉元素污染程度分析。对三个地块的龙葵植物在经过一年生长后进行取样分析,在此基础上针对镉元素的地累积指数和污染等级进行评价(详见下表2)。通过分析该表可以发现,未经过处理的区域多少人的更严肃地累积指数虽然有所下降,但是其下降幅度并不明显,仍然属于中强度污染。与对照地块相比较,种植龙葵的区域以及添加抗菌菌株并种植龙葵的区域的地累积指数实际下降率达到了19.87%和28.66%。由此可以看出,龙葵之后对土壤中镉元素浓度能发挥出良好的控制作用。

4 结束语

在当前煤矿区的生产开采过程中不可避免的产生土壤的重金属污染现象,因此必须要利用先进的技术那对土壤重金属污染进行有效治理,这样才

能避免土壤重金属污染对人体产生损害。

表2 不同区域土壤中镉元素无人程度对比

	抗种菌株+龙葵	龙葵	5
地累积指数	1.6832	1.8973	2.3649
污染程度	中度污染	中度污染	中轻度污染

参考文献

- [1] 欧灵芝,胡鸣明,安德章,唐明,秦樊鑫,李菲,孙媛媛.高砷煤矿周围旱作土壤重金属污染特征及农作物健康风险评估[J/OL].农业资源与环境学报:1-15[2022-04-09]. DOI:10.13254/j.jare.2021.0830.
- [2] 李武江,朱四喜.某矿区农田土壤重金属分布特征与生态风险评价[J].有色金属(冶炼部分),2021(03):93-101.
- [3] 仝双梅,侯文娟,杨琴,秦趣,代稳.西南某煤矿区土壤重金属污染特征及人群健康风险评估[J].环境与健康杂志,2019,36(09):796-801. DOI:10.16241/j.cnki.1001-5914.2019.09.010.
- [4] 陈昌东,张安宁,腊明,齐光,赵干卿,楚纯洁.平顶山矿区矸石山周边土壤重金属污染及优势植物富集特征[J].生态环境学报,2019,28(06):1216-1223. DOI:10.16258/j.cnki.1674-5906.2019.06.018.
- [5] 张成丽,张伟平,程红丹,任少云,刘文传,李涛,楚小梅,郭志永,马建华,ZHANG Chaosheng.禹州市煤矿区周边土壤和农作物重金属污染状况及健康风险评估[J].环境化学,2019,38(04):805-812.
- [6] 徐冠君,张东梅,康淳,冯冬霞,石霖,张成丽.平顶山矿区周边农田土壤重金属污染特征及评价[J].环境与发展,2018,30(08):8-10+12.

收稿日期: 2021年4月4日

出刊日期: 2022年5月6日

引用本文: 周丽洁, 煤矿区周边土壤重金属污染及其综合防治探究[J]. 资源与环境科学进展, 2022, 1(1): 21-24

DOI: 10.12208/j.aes.20220005

检索信息: 中国知网(CNKI Scholar)、万方数据(WANFANG DATA)、Google Scholar等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS