

重金属污染土壤修复技术及工程应用

黄昕

陕西省土地工程建设集团有限责任公司渭南分公司

DOI:10.32629/gmsm.v3i1.549

[摘要] 现如今,我国的土壤重金属污染事件发生频率明显提高,其直接影响着人们的身体健康和农业生产的稳定性。对此,社会也更加关注环境保护。土壤金属污染的修复与处理在环境保护中尤为关键。本文就将分析重金属污染土壤修复技术及工程应用,以改善土壤环境。

[关键词] 重金属污染; 土壤修复技术; 工程应用

土壤污染十分隐蔽,无法控制且持续时间较长。污染物在土壤环境中流动性较弱,需要滞留较长的时间,微生物无法降解重金属污染,进而对周边的动植物及人类生活产生影响。目前,重金属污染研究成为研究人员关注的重点,重金属污染土壤修复技术类型日益丰富。

1 我国土壤重金属污染的现状与成因

1.1 现状

据调查了解,现阶段我国受到重金属污染的土壤面积在不断增加,但针对这一现象的治理技术却较为落后,这不仅对现有的资源带来了严重影响,也对人们的生命安全构成了威胁。而重金属污染问题的成因与我国现今发展有着密不可分的关系。

例如,矿产、石油及天然气资源的开发。我国作为资源储备较为丰富的国家,在开发及输出过程中,这些重金属元素难免会融入到土壤中,将这些含有较多重金属元素的土壤用于农作物种植,势必会将有害物质转移到农作物上,人们过多的食用这些农作物,会导致体内毒素的增多,最终产生中毒事件,威胁人们的生命安全。所以将土壤重金属污染融入到现有的规划治理方案中是非常必要的。

1.2 成因

土壤中会含有一定的重金属元素,但含量较少,不会带来任何污染。重金属污染主要是由于工业生产及人类活动排放的有害物质堆积导致的。相比之下,工业生产带来的重金属污染尤为严重。其中以矿产资源开采及化工生产的污染力度最大。矿产资源在开采和冶炼过程中会产生很多重金属有害物质,这些物质在未经处理后直接排放到环境中,导致土壤中重金属含量超标,再加上土壤自身性能的局限性,无法对重金属元素进行有效消解,加剧了污染程度。化工生产中重金属污染的主要来源有固体废弃物排放、液体废水及废气排放三方面。这些污染物质沉降在土壤中,并随着水流不断下渗,最终导致土壤中重金属离子的含量超标,引发污染问题。

2 土壤重金属污染修复技术

2.1 物理修复技术

结合污染物物理性状及环境行为,借助机械分离、挥发、电解和解吸等多种方式减少、消除、稳定、转化土壤中污染物的技术即为物理修复技术。

2.1.1 工程修复技术

工程修复技术主要有三种,一种是换土法,一种是客土法,最后一种是深耕翻土法。换土法主要指将受到污染的土壤挖掘并运输至其他位置加以处理,之后替换符合环境要求的土壤。这种方法通常应用于污染严重的农业和工业场地,其优势明显,但需要投入较高的成本,在工程实践中也要格外注意二次污染问题。

客土法主要是在污染土壤中添加满足环保要求的土壤,减轻污染土壤与植物接触。处理过程中需选择与受污染土壤性质相同的清洁土壤,这有利于植物健康生长。上世纪60年代,日本出现了土壤铬金属污染事件,政府

利用客土法和灌水技术进行控制和处理。1997年,该地区近50%的受污染土壤得到修复。深耕翻土主要指采取深耕的方式混合上下层土壤,降低表层土壤的污染程度。这种方法会导致下层土壤的有机质含量明显减少,故而为促进植物的正常生长,还需适度补充有机肥料。

2.1.2 电动修复技术

在待修复土壤两侧适度施加直流电场,进而构成梯度电压,促进土壤中重金属离子的电迁移和电渗流,将电流迁移至电机两端,之后经沉淀、抽离或离子交换等方式,清除土壤中的重金属污染物。此技术无需较高的成本投入,具有良好的环保效果,在原地、异位、饱和及不饱和污染土壤的修复中,均可实现理想的修复效果

2.1.3 热处理技术

该技术就是加热被污染土壤,提高被污染土壤的温度,使重金属污染物从土壤当中挥发、被土壤吸收或分离,经处理后回收利用,进而修复土壤。这种方法通常应用在熔点较低,具有强挥发性的重金属污染治理当中。

2.2 化学修复技术

该技术是在化学物(抑制剂)与污染物发生氧化、还原、吸附、聚合反应的过程中,实现污染物与土壤的全面分离、降解、转化,将有害物质转化为无害物质,也可在反应后形成沉淀,通过过滤直接清除,这种方法无需过长的修复时间,且诸多条件下均具有良好的适用性。但容易破坏土层结构,导致土壤养分大量散失,严重破坏生物活性。

2.2.1 土壤固化/稳定化技术

在土壤当中加入适量固化/稳定化修复剂,在吸附、沉淀和共沉的作用下稳定土壤中的重金属污染物,从而大幅度降低重金属污染物的生物活性,防止污染物继续扩散在土壤当中,减轻污染物对动植物的负面影响。该技术无需较长的处理周期,操作十分方便,保证了处理效果。

2.2.2 化学淋洗技术

化学淋洗技术通常是将具有溶解或迁移土壤重金属污染物的溶剂注入土壤当中,溶解并分离土壤中的污染物,之后回收、循环利用污染物淋洗液。现如今较为常见的淋洗液有水、无机酸、无机盐、表面活性剂等。另外,淋液的类型和浓度、土壤的性质和土壤污染物的形态及污染程度,对土壤淋洗效果具有显著影响。

2.3 生物修复技术

合理应用生物的降解作用清除并净化土壤中的重金属污染物,减轻重金属的毒性是该技术的主要功能。生物修复技术应用过程中,成本投入低,不会产生过多的二次污染,治理效果相对明显。其在目前的土壤重金属污染治理中受到了广泛关注。

2.3.1 植物修复技术

在绿色植物新陈代谢活动的支持下,固定、降解、提取和挥发污染物,能够将污染物直接转化为无毒无害的物质,进而有效改善生态环境,加强

环境治理。研究人员指出,超富集植物具有特殊的生理特征,其能够清洁受到金属污染的土壤,还可提高回收金属生物的可能性。目前共有700余种超富集植物,这种植物能够对砷、镉等污染物予以有效控制和富集,且不同植物的特点不同,吸收的有害金属也有所不同。

植物修复技术的治理效果明显,在短时间内不易变化,治理过程中无需投入过高的成本,同时植物修复技术能够适应不同的环境需要,后期治理中造型方式相对简单。但该技术也存在着明显的不足,其在治理时修复的周期较长,植物根系主要安置于土壤的表层,而深层土壤的重金属污染修复效果并不理想。

2.3.2 动物修复技术

该技术是在动植物生命活动中,对土壤重金属污染物的分解、转化及富集作用,显著减少金属当中的重金属污染物含量。动物修复技术中,蚯蚓、线虫和老鼠是较为常见的动物。在以上几种动物的研究中,蚯蚓的研究居首位。蚯蚓喜欢阴暗潮湿的环境,土壤下层通常为蚯蚓活动的主要区域。利用蚯蚓修复时,出现土壤表层重金属的含量远远高于其他地层重金属含量。动物修复技术与植物修复技术联合使用是最为常见的修复方法,其既可缩短修复的周期,也可规避经动物修复土壤重金属分布不均的问题,进而加强土壤污染的处理效果。

2.3.3 微生物修复技术

土壤中含有大量微生物,利用真菌、细菌等微生物降解、吸附、氧化还原和土壤中沉淀重金属,能够有效控制土壤中的重金属污染物浓度。如蓝细菌和部分造林及硫酸还原菌等,其代谢成分中含有特殊的糖类物质,糖类物质对土壤中的重金属元素起到富集的作用。革兰氏阳性菌能够充分吸收土壤中的镍和铅等多种有害的金属元素,而且其也可以与铁离子和铜离子等多种金属离子发生氧化反应,改变离子的价态,进而降低土壤中金属污染物的毒性和负面影响,加强土壤修复的整体效果。

这种技术的优势十分明显,不会影响土壤结构特征,可实现原位修复,不会破坏环境,不需要投入较高的成本,可吸收不同的重金属污染。但这种方法也存在着明显的不足,经微生物修复的土壤与微生物分离的难度较大,微生物对环境提出了十分严格的要求。若环境条件发生明显的变化,则会直接影响微生物的活性,甚至还会导致微生物大面积死亡,微生物所吸附的重金属元素被重新释放在土壤当中,最终破坏重金属土壤污染的控制和处理效果。

3 重金属污染土壤修复技术案例分析

试验中选择某地区4.5hm²重金属污染农田视为其研究的主要对象,其中1.5hm²为玉米地,而3.0hm²为桑树林,试验田中主要采用桑树林套作蜈蚣草,玉米地套作东南景天,分别对比重金属污染修复前后的土壤概况。

3.1 取样分析

每隔0.067hm²设一个监测点,修复前和修复后各采样1次。不同采样点采集的样品要经混合形成一个土壤样品,采样深度25cm,检测土壤当中锌、铜、砷、镉、铅等各项指标。在采样点上设置GPS系统,以提高采样点布点的科学性和准确性。在玉米地成熟的玉米,将其粉碎,即成样品。桑树林成熟的桑叶,经烘干和碾碎处理后便制成样品。

3.2 结果分析

3.2.1 重金属总量变化

分别分析两种技术的土壤重金属元素去除率。修复后,土壤中的重金属污染有所好转,重金属的含量明显减少。东南景天套作的镉污染处理有效性较强,在桑树林中套作的蜈蚣草,砷和铅元素的去除效果较为理想,但是蜈蚣草无法有效清除锌、铜和镉污染。

3.2.2 植物富集能力分析

试验人员主要采用植物修复技术,植物能够吸收土壤中的重金属元素,重金属去除率与植物修复技术的应用效果呈正相关关系。在试验的过程中,植物未受重金属污染物的负面影响,这显著证明蜈蚣草和东南景天在演变和适应的过程中,增强了自身对污染物的抵抗能力,这种植物也能够成为土壤重金属污染修复工作中的介质和桥梁。为更加深入地研究,在日后的测试当中,也在种植桑树林蜈蚣草的过程中加入了适量活性剂,有效改善锌、铜、铅、镉和砷等多种重金属污染物,充分发挥出该技术的作用和价值。

4 结束语

现如今,我国工业前进步伐日益加快,重金属土壤污染问题也日益严重,其一方面阻碍了生态建设和社会的可持续发展,另一方面也极大地威胁了群众的身心健康和生命安全。因此,有必要积极采取措施治理土壤重金属污染问题,合理应用重金属污染土壤修复技术及工程,以此有效改进治理效果,保护我国自然土壤。

[参考文献]

- [1]罗玉虎.重金属污染土壤修复研究进展[J].南方农业,2019(22):66.
- [2]李才兴,管邢华,丁一峰,等.土壤重金属污染及其修复技术的分析[J].世界有色金属,2017(21):181.
- [3]李世洵.重金属污染土壤修复技术及修复研究[J].工程技术研究,2017(04):57.

基金项目:

陕西省重点研发计划—城市污损土地修复技术研究与工程示范(2019SF-245)。