

煤矸石类废弃地植被生态恢复研究进展

叶胜兰^{1,2,3,4}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: 552769044@qq.com

收稿日期: 2021年2月11日; 录用日期: 2021年3月11日; 发布日期: 2021年3月18日

摘要

煤矿的大规模开采产生了大量的废弃闲置土地, 严重破坏了生态环境, 造成了严重的环境污染。其中, 废弃煤矸石占用了大量的土地。国内外也对煤矿区的大量荒地进行了修复和恢复。其中, 植被生态恢复在煤矸石废弃地恢复中具有特殊优势。因此, 本文分析了煤矸石荒地的特征和植物生长的可行性, 探讨了植被恢复的方法和应用进展。

关键词

煤石, 荒地, 植被恢复

Research Progress on Vegetation Ecological Restoration of Coal Gangue Abandoned Land

Shenglan Ye^{1,2,3,4}

¹Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Nature Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: 552769044@qq.com

Received: Feb. 11th, 2021; accepted: Mar. 11th, 2021; published: Mar. 18th, 2021

Abstract

The large-scale mining of coal mines has produced a large amount of abandoned and idle land, which has severely damaged the ecological environment and caused serious environmental pollution. Among them, waste coal gangue occupies a lot of land. A large number of wastelands in coal mining areas have also been repaired and restored at home and abroad. Among them, vegetation ecological restoration has special advantages in the restoration of coal gangue wasteland. Therefore, this paper analyzes the characteristics of coal wasteland and the feasibility of plant growth, and discusses the methods and application progress of vegetation restoration.

Keywords

Coal Rock, Wasteland, Vegetation Restoration

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 背景

采矿荒地是指在采矿过程中遭到破坏并被大量占用且未经补救就无法使用的土地。它主要是指裸露的采矿岩, 废土(石头, 矿渣)堆, 尾矿池, 煤矸石、废弃的厂房和其他建设用地, 以及在地下采矿过程中形成的塌方土地和周围有塌方隐患的荒地等。其中, 煤矸石是采矿过程中产生的一种废弃石。在矿石开采的过程中首先将岩石剥离(露天矿)或将其(地下矿)开挖, 从而产生没有工业价值的废弃石。我国的年煤炭产量已超过 13 亿吨, 必须开采或剥离亿吨废石。随着其他金属和非金属矿物的发展, 化学原料和建筑材料的开采, 每年从地下内部挖掘的总量可达到数十亿吨[1]。这种荒地的特征是废弃物的粒径通常为数百甚至数千毫米, 并且很难在短时间内自行破碎和风化。荒地的持水能力差, 缺口大。采矿坑的荒地通常形成一个深坑, 全年积水或形成湿地。

中国的采矿荒地分布广泛, 严重破坏了生态, 造成了严重的环境污染。目前, 我国煤石矿山荒地开垦率仍处于极地状态, 将严重影响矿山的可持续开采, 制约区域循环利用的发展。因此, 迫切需要对矿山荒地进行长期的实际开发研究。但是, 目前采矿荒地的修复和再利用需要注意土地的长期影响和可持续利用。一些学者指出[2], 采矿荒地生态恢复的主要因素在于植被的重建, 特别是在采矿过程中引起的土地占用和土地污染问题。舒俭民[3]指出, 生态恢复的实质是恢复生态系统本身的重要功能并可持续地维持生态系统。

2. 煤石开采荒地的基本特征

煤矸石是一种采矿固体废物, 是在煤矿开采和洗煤过程中产生的。这些废弃物包括有洗煤厂生产过程中产生的洗矸, 煤炭开采过程中会产生大量的手选矸, 还有煤矸石 + 白矸而形成的一大类混合物。这些物质均为低热值的碳质 + 泥质 + 砂质页岩等物质混合后变成废弃物。这些物质里主要含碳量在 20%~30%, 部分含有腐殖酸[4]。经过煤矿多年来的持续开采, 已经在我国积累了大约 1,000 Mt 的煤矸石, 而且随着经济社会的发展, 煤矿的不断开采, 这些问题将进一步加剧。一方面将大量占用我们现存的可利用土地, 另一方面这些物质极易发生自燃产生大量的硫化物、氮氧化物等对空气造成严重污染, 甚至引发火灾。目前, 对于煤矸石的主要处理途径是用在工业生产水泥、混凝土以及耐火砖和其他建筑材料。

此外,在经过一定处理条件下还可以作为一种劣质煤炭资源,这类低热的煤炭可和其他不同种类的物质混合可发电,可通过化学反应生产水玻璃等化学品;还可以从其中提取有用的金属物质;经过处理后用作肥料等。

3. 煤石荒地对生态环境的危害

采矿业是破坏自然,过度消耗有限资源的生态地位最低的一个产业。采矿荒地与矿产资源的开发一起对环境产生了许多影响,从地表景观的破坏,土地资源的占用到环境的污染以及对动植物栖息地的影响(表 1)。

Table 1. The harm of coal gangue to the environment

表 1. 煤矸石对环境的危害

环境破坏类型	破坏原因	主要危害
地表景观破坏	一、开采区由于大型设备的重压,而发生土壤坚硬、板结。二、出现一定程度的地面塌陷;三、土壤中的营养元素随地表径流和塌陷区发生流失。	一、开采区及周边发生生态及景观破坏;二、土壤养分短缺;三、土壤承载力严重下降,发生地面沉降。
占用土地资源	矿产资源开发过程产生的矿物、废弃物等将占用大量的土地。	至 2018 年全国露天开采矿山占周边土地面积约 200 余万 hm^2 。
环境污染	矿山废弃物在雨水冲刷和淋溶作用下,大量有毒有害成分向环境释放。	对矿区及周边的水、气、土及生境产生不可预估的污染。
地面塌陷诱发地质灾害	一、地下采空;二、矿山排放的废渣堆积,废石与泥土混合堆放,使废石的摩擦力减小,透水性变小而出现渍水。	采矿将强烈扰动地质结构,导致地表开裂、塌陷、建筑受损、农田破坏、河流中断、矿坑积水、地震、崩塌和滑坡等。
生境破坏	植被消失、土壤退化及污染、水土流失。	生态系统破坏,造成废弃地周围生物多样性的减少和生态平衡的失调。

4. 煤矸石对植物生长的可行性

近年来,煤矸石作为基体填充材料的研究不断增加[5]。煤矸石充填不仅可以改善土壤养分,提高植物产量[6],还可以通过废物处理实现荒地植被恢复。目前,对裸地生态管理采取的主要措施是直接覆盖土壤以进行植被恢复和重建。然而,由于土壤覆盖的高成本,很容易对取土场造成二次破坏,因此考虑将煤石作为裸土的基质填充材料,不仅可以实现废物的资源利用,而且可以大大减少成本。然而,仅将煤石用作绿化基质将导致基质结构差,并且因为其包含大量重金属有害元素。这将导致植物中重金属的积累,还会在降雨和人工浇水的情况下污染周围的水环境[7]。因此,煤矸石只能通过将其他改良材料和重金属钝化剂混合来处理使用。

珊丹[8]研究了典型草原露天矿堆场中不同植被结构类型的物种组成,发现采用人工措施的样地植物种类显著增加。郝志远[9]研究了山西六安矿区两个煤石山的植被和土壤,结果表明,在煤矸石山植被建立的初期,不同的植被恢复方式和坡向是影响植被分布的主要因素。枣泉煤矸石山生态恢复的初期,乔木林地配置模式更有效[10]。

5. 煤石荒地植被生态恢复方法

5.1. 植被筛选原则

由于煤矸石矿山的环境条件相对恶劣,在选择植物时我们需要有快速生长的优势,相对而言经济效益将放在次要的位置上。因此,在矿山生态恢复的建设中首先应该注重植物是否具有先锋特性。而植物的先锋特性主要体现在它的快速生长、强力的抗性作用、旺盛的生命力及发达的繁殖力。这些优势将有

利于煤矸石矿山的生境快速修复。同时，为了修复区域的可持续发展还需要我们关注植物是否具有较强的耐性作用，这些主要是针对干旱区、寒冷区、炎热区、盐碱区、污染区等不同种类地域环境选择相应的耐旱、寒、热、贫性，或者抗污染性等；根据矿区采矿后的坡度问题，需要选择具有发达根系的植物。最后，矿区修复及重建是一项长期且重大的工程，我们需要对其成本加以考虑，这就需要在植物选择时结合地域特点尽可能选择本地植物，这有利于与当地的生物群落结构和谐共生，避免了物种入侵的可能性。通过种植先锋植物对区域环境有一定改善效果后，可结合自然演替或人工选择其他植物来进一步优化和改造环境。根据不同区域的独特气候和土壤条件，植物品种的选择应首先基于生物学特性，并考虑适合该地点的树木的原则，特别是选择发达的根和土壤固结本地植物，具有良好的边坡稳定作用，高成活率和快速生长。

5.2. 植被恢复方法

在选择植物种类并改良了荒原之后，我们如何节省成本并达到恢复和重建生态环境的目的尤为重要。目前主要有两种选择方法。一种是在荒地上大量种植物。毫无疑问，有了足够的资金，这是快速恢复植被的好方法，但问题是它需要更多的劳动力和费用。第二种是将废弃土地分成几个小块，然后交替种植植物。当然，需要不断研究小块的合理面积。这种方法节省了劳动力和资金，并为植物的自然修复提供了空间。由于每个小空间都被周围的植被所包围，因此在恢复植被之前，其对环境的不利影响相对较小。

6. 煤石荒地植物修复的应用

煤矸石矿山在生态恢复的前期阶段，植物的配置具有一定的特殊性，为了更好的还原自然生态环境，模拟有效的生态系统，应将乔灌木三者不同种类的植物进行合理的配置种植，预防单一物种的过度繁殖。只有生态系统具有复杂性及多样性，才能保障修复后生态系统的可持续发展和生态功能的有效发挥。且三种植物具有各自特殊且不可取代的作用。首先，草本植物因其生长快速，繁殖覆盖效率高，可以在最短时间内形成一道保水屏障；其次，是灌木能够发生分蘖作用，从而形成特殊的生态环境，达到保水保肥的作用[11]；最后，作为高大的木本植物可以发挥强大的生态作用。草、灌木和树木相互配合，以最大程度地利用水平和垂直空间，因此，建成的社区呈现出类似于自然社区的地上分层。研究表明，森林和草地混合可以在改善改善场时发挥高效的功能，主要通过降低土壤中的大孔径，增加毛细管，这将形成一定的毛细管屏障，防止水分快速从土壤中渗漏，从而提高水和肥料的保留率[12]。此外，选择用于煤矸石矿山生态恢复的植物种类时，应注意绿化后的景观效果[13]，达到环境修复和景观生态构建同时进行的目的。

7. 研究展望

煤矸石类的废弃地修复利用是一项长期且复杂的工程，涉及多个研究方向主要包括生态学、土壤学、地质学、园林景观学、环境科学等方面。因此，在进行修复过程中所选植物需要充分考虑多方面的因素，同时借鉴已有的研究成果综合本地特色植物种类，在深度分析矿山的特殊生境基础上进行合理的植物生态修复，这样才能保障修复的成功进行。目前在煤矸石废弃地的整个进程中还存在许多需要我们进一步研究探索的方向，包括具有高耐性及强生长力的植物种类筛选、植物在矿山修复中的具体机理以及如何快速大面积的展开修复。因此，植被生态修复在煤矸石类废弃地的修复进程中还需要持续深入的植物种类、机理及应用等多方面开展研究。

参考文献

- [1] 陈昌吉. 矿山荒地资源化利用研究——评《矿山地表空间生态发展与关键技术》[J]. 矿业研究与开发, 2020, 40(11): 193.

-
- [2] Young, T.P. (2000) Restoration Ecology and Conservation Biology. *Biological Conservation*, **92**, 73-83. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00057-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00057-9)
- [3] 舒俭民, 刘晓春. 恢复生态学的理论基础、关键技术与应用前景[J]. 中国环境科学, 1998(6): 540-543.
- [4] 卞孝东. 浅谈煤矸石的组成特征及综合利用途径[J]. 矿产保护与利用, 2007(5): 51-54.
- [5] 杨晓玉, 苏立宁. 采煤沉陷区综合治理研究综述与展望[J]. 企业科技与发展, 2019(5): 183-185+188.
- [6] 胡振琪, 康惊涛, 魏秀菊, 纪晶晶, 王婉洁. 煤基混合物对复垦土壤的改良及苜蓿增产效果[J]. 农业工程学报, 2007, 23(11): 120-124.
- [7] 张汝翀, 王冬梅, 张英, 杜韬. 煤矸石绿化基质对白三叶草生长及其抵御重金属污染的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2018, 24(4): 908-914.
- [8] 珊丹, 邢恩德, 荣浩, 刘艳萍, 梁占岐. 草原矿区排土场不同植被配置类型生态恢复[J]. 生态学杂志, 2019, 38(2): 336-342.
- [9] 郝志远. 六安矿区煤矸石山开垦土地植被与土壤系统相互作用关系研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西大学, 2019.
- [10] 许丽, 丰菲, 刘莹, 杨宇平, 郑雯丹. 煤矸石山植物物种多样性与土壤化学因子的关系——以灵武矿区生态修复初期为例[J]. 煤炭科学技术, 2020, 48(4): 97-104.
- [11] 魏忠义, 胡振琪, 张光灿, 王秋兵. 煤矸石山植被绿化措施对煤矸石风化物理化特性的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(36): 11929-11930+12033.
- [12] 郑娟, 李树彬. 矿区废弃地生态恢复研究进展[J]. 水土保持应用技术, 2019(6): 53-55.
- [13] 李楠, 郭晋平, 米文精, 张晋英, 樊兰英. 潞安集团煤矸石山植被恢复植物多样性研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2013, 33(5): 408-412.