

矿业废弃地植被恢复研究

李一为¹, 杨文姬², 赵方莹³, 晏晓林¹

(1. 交通部公路科学研究院, 北京 100088; 2. 水利部水土保持植物开发管理中心, 北京 100038;
3. 北京林丰源生态环境规划设计院有限公司, 北京 100083)

摘要: 矿业废弃地对社会经济可持续发展和人类生存构成严重威胁。由于矿业废弃地受损生态系统自我恢复很难实现, 通过人工措施加快废弃地植被恢复, 是矿业废弃地治理的必然选择。为了进一步提高矿业废弃地植被恢复水平, 在对国内外矿业废弃地植被恢复的研究现状进行系统归纳、总结的基础上, 提出了矿业废弃地植被恢复存在的问题和今后的研究方向。

关键词: 植被恢复; 矿业废弃地; 研究进展

中图分类号: X171.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4051 (2010) 01-0058-03

Research on mined wasteland revegetation

LI Yi-wei¹, YANG Wen-ji², ZHAO Fang-ying³, YAN Xiao-lin¹

(1. Research Institute of Highway Ministry of Transport, Beijing 100088, China; 2. China National Administration Center for Seabuckthorn Development, Beijing 100038, China; 3. Beijing Linfengyuan Ecological Environment Planning and Designing Institute, Beijing 100083, China)

Abstract: Mined wastelands have posed a serious threat to the socio-economic sustainable development and human survival. It is very difficult to achieve self-restoration of the damaged ecosystem. Only through the artificial measures can speed up the revegetation of mined wasteland. In order to further improve the level of mined wasteland revegetation, the present research situation of that was summarized at home and abroad. In the end the existing problems and future research directions were put forward.

Key words: revegetation; mined wasteland; research progress

采矿业作为一种人类活动已有上千年的历史, 开采矿藏给人类带来了巨大财富。但是, 复杂的采矿工具和方法以及采后留下的尾矿、废弃地、废渣等, 都导致了巨大的生态环境影响, 对社会的可持续发展构成了威胁。因此, 矿业废弃地的生态恢复与重建, 已被看作是矿业土地恢复的主要组成部分, 是改善当地生态环境, 提高居民生活条件的有效途径, 也是我国矿业实施可持续发展战略应优先关注的问题之一。

1 矿业废弃地的概念

国内外关于矿业废弃地的概念有多种说法。美国矿务局(USBM)将矿业废弃地定义为未经改造的闲置或废弃的采矿或探矿区域, 这些区域可

能包括: 平硐、竖井、矿井、废石堆、尾矿、构筑物、道路以及其他与采矿、探矿活动相关的特征和扰动。我国谷金锋等认为, 矿业废弃地是采矿、选矿和炼矿过程中被破坏或污染的、非经治理而无法使用的土地; 李永庚等将矿业废弃地定义为: 矿山开采过程中, 露天采矿场、排土场、尾矿场、塌陷区以及受重金属污染而失去经济利用价值的土地; 苏光全等认为, 矿业废弃地是指矿产开采及其相关产业生产建设占用和破坏了、较难以被农业和其它生产活动所利用的土地资源; 陈芳清等认为, 矿业废弃地是一种严重退化的生态系统, 其生态特点接近于裸地, 对周围环境有着较大的负面影响。综合上述观点可以认为, 矿业废弃地是采矿及其相关活动形成的、生态系统结构和功能已全部或部分丧失的非经治理而无法恢复的区域。

一般来讲, 矿业废弃地生态恢复是指以废弃

收稿日期: 2009-07-29

作者简介: 李一为(1979-), 男, 山西大同人, 博士, 助理研究员, 主要从事公路交通环境保护与困难立地植被恢复等方面的研究。

地生态系统退化和自然恢复原理等理论为基础,建立相应的技术体系,指导因采矿活动所破坏的生态系统的恢复,进而服务于矿业废弃地土地资源的利用和生物多样性的保护等理论与实践活动。从近年研究情况来看,矿业废弃地生态恢复的定义,随着时代变迁、社会经济发展以及废弃地的生态恢复目的不同而在不断完善和发展。虽然不同的研究人员对其表述不尽一致,方向也各有侧重,但基本内涵都逐渐趋向于更综合的生态问题。

2 矿业废弃地植被恢复研究进展

矿业废弃地植被恢复的实践由来已久,德国和美国早在20世纪初就开展了矿业废弃地的恢复工作,英国在20世纪30、40年代也开始了这方面的研究,我国矿业废弃地的生态恢复工作则始于20世纪50年代末,但各国从科学角度对矿业废弃地植被恢复进行总结和推广,则是在20世纪70、80年代以后。近年来,该领域的研究更为活跃,主要的研究方向及研究成果,包括以下四个方面。

2.1 矿业废弃地植被自然恢复研究

由于人类的工业活动,在采砂、采矿废弃地上或者在不同工业废物上,导致了許多由人类引起的初级演替。Holl研究了美国东部煤矿复垦35年的植被恢复情况,认为35年后的植被组成与周围自然植被相似,且该地区的植被组成沿着一个朝向周围森林的轨迹而演替,但种植具有侵略性的外来种会减缓植被恢复;Hoda eová分析了褐煤矿山植被自然恢复的特点,认为自然恢复会在较长的时间尺度上进行,形成更为丰富和自然的植被覆盖;Pensa等研究了油页岩露天矿废弃地上生长了30年的4种林型,认为自然恢复能够促进多样的植被建植。

尽管许多研究认为,自然恢复会形成更为稳定、丰富、自然的植被群落,但由于矿业废弃物缺乏植物生长所需的营养,有时甚至会对植物产生毒性,以及由于物理性质上的缺陷几乎不适合植物生长,植被自然定植极端缓慢,有时这个过程会长达十几年或几个世纪。我国李青丰等通过对准格尔煤田露天矿排土场植被自然恢复的研究,也认为植被自然恢复是一个漫长的过程,须人工加以适当干扰。

2.2 矿业废弃地植被恢复促进技术研究

矿业废弃地生态恢复的首要工作是植被恢复,因为所有自然生态系统的恢复和重建,总是以植被恢复为前提。Duque等认为,采砂场废弃地植被恢复应施加氮磷钾复合肥,并采用固氮植物,同

时使用禾本科植物可形成快速的覆盖,并产生有机质;Lubke等认为,应保留表土层以促进植被恢复,而且最好是马上利用表土而不是把它存放起来,否则会丧失表土中的养分、微型动物和植物以及潜在的植物生长;Rao等研究了石灰石采石场不同树种植入AM菌根对其生长和养分吸收的影响,发现AM菌根能够促进植物对养分的吸收,并能增强植物抵抗高温的能力,能够促进石灰石采石场废弃地的植被恢复;Clemente等选择了3种常绿地中海硬叶灌木,在石灰石采石场废弃地进行植被恢复,同时辅以保水剂、肥料并接种菌根,研究认为,保水剂和肥料的使用,可在未来的植被恢复中推广;Rodriguez-Echeverría等研究了在酸性土壤条件下,使用豆科灌木植物和植入根瘤菌对植被恢复的作用,认为乡土豆科植物及根瘤菌植入,能显著提高植被恢复的成功率。

我国蒋高明等对煤矿废弃地植被恢复的研究表明,废弃地酸碱度直接影响种子在废弃地上的萌发能力,石灰石对煤矿废弃地有很明显的改良作用,施肥本身并不能使裸地恢复植被,但与石灰石一起使用,可对植物生长有显著的促进作用;王宏镔等对云南会泽铅锌矿矿渣废弃地植被恢复研究发现,在矿渣上覆盖表土和增施有机肥,是对矿渣废弃地进行植被恢复的有效途径;张志权等研究了引入土壤种子库对铅锌尾矿废弃地植被恢复的作用,认为表层0~2cm的表土,即可加速植被恢复并丰富物种组成。

2.3 矿业废弃地影响植被恢复的环境因子研究

无生命和有生命的因素,在植物群落发展的各阶段都是关键的,恢复的策略也应当基于对这些影响植物建植效果因素的理解。Kameyama认为,轻微的间隔,原木、树叶凋落物,土壤表面地形的微特征,都是重要的微立地,这些微环境空间和时间上的变化,在植物群落的恢复上都有重要影响;Martinez-Ruiz等研究了基底的粗糙程度和坡向对铀矿废弃物上的植被演替影响,认为在北坡和破碎的废弃物上的植被演替要更快;Elmarsdottir等认为,乡土种定植方式与微立地类型的相关知识,能够指导植被恢复;Petersen等认为,比起开阔的地形,在石头和原木附近撒播的草种要生长的更好,这表明在播种前创造粗糙的苗床,能够明显促进植物建植;Orrock认为,在植被早期演替中,如果种子没有到达合适的微立地(分散限制)或者种子在合适的微立地条件下被捕食者毁坏(捕食限制),植物就不会出现在不

适合其建植的地方(微立地限制)。

2.4 植被对矿业废弃地改良效应研究

植被恢复除了本身起着构建退化生态系统初始植物群落的作用外,还能促进土壤结构与肥力的恢复,从而促进整个生态系统结构与功能的恢复与重建。Marseille 等研究了植被对矿业废弃地重金属的生物利用度和转移影响,认为重金属能够被植被所吸收,植被覆盖的建立能够改变废弃地的理化性质,增加重金属的流动性;Dick 等研究了煤矿废弃地植被对土壤的改良效应,认为植被能够稀释土壤中难以处理的有机物质。

我国张志权等研究了植物对重金属的吸收和再分配,认为木本植物对重金属的吸收,只有很小的比例会随着落叶而归还到环境中去,因此,在利用植物修复受重金属污染的土壤的实践中,这是一个特别值得利用的优点;胡振琪等研究了煤矸石山的植物种群生长及其对土壤理化特性的影响,认为植被具有明显减小矸石山渗透速率、提高保水和持水能力的作用,刺槐林分还能防止矸石山酸化、增加矸石山全氮量并促进氮素的有效化。

3 矿业废弃地植被恢复存在的问题

尽管国内外对矿业废弃地植被恢复已做了大量的工作,但仍存在着一些不足,主要表现为以下三个方面。

(1) 不恰当的生态恢复目标。由于对矿业废弃地生态系统缺乏系统和长期的定位观测和研究,导致在人工植被恢复过程中,采用不恰当的生态恢复目标,主要表现为以园林(Gardening)方法代替生态系统(Ecosystem)或景观(Landscape)方法,忽视生态系统功能和结构的完善。特别是采石场废弃地的生态恢复,由于采石场恢复的实践工作是到了最近 20 多年才受到重视,国内外对采石场废弃地生态恢复过程中植被特征变化缺乏研究。如在雅典,尽管恢复采石场会提升居民的生活水平,但是目前大多数的恢复措施都以不适当的景观美学设计以及采石场地的未充分利用为特征,忽视与周边自然景观的和谐一致。近年来,我国一些地区,特别是经济发达地区,已经实施了采石场的生态重建计划,并取得了很大进展,但多数只是一味模仿外来技术,对采石场植被恢复及演替缺乏定量研究,恢复目标各异,导致生态恢复的失败。

(2) 人为植被恢复过程中的急功近利。尽管植被在演替后期最终会以本土植被为顶级群落,但目前许多矿山生态恢复努力,都集中于能够尽快控制侵蚀而引入外来种,而这些强化的恢复努力,会长期抑制生态系统的恢复。

(3) 缺乏科学、客观的矿业废弃地植被恢复评判标准。由于技术和条件的限制,大多矿业废弃地植被恢复,在较短的时期就要判断恢复是否成功,如美国东南部露天矿植被恢复,一般在 5 年之后评价,这就导致了业主采用短期目标最大化的策略,如增加地面覆盖以减小侵蚀,而不是恢复物种的多样性。

4 矿业废弃地植被恢复研究展望

矿业废弃地植被恢复研究具有很强的区域性,研究结果会因所选择研究区域的不同而不同,而且矿业废弃地退化生态系统类型多样、退化程度与退化原因各异,其恢复过程中生物多样性的变化规律、功能和作用机制也不同。因此,需要对不同区域矿业废弃地退化生态系统做更深入地研究,从而制定科学的矿业废弃地退化生态系统恢复措施和生物多样性保护措施。此外,由于矿业废弃地自然恢复极端缓慢,因此有必要深入研究自然状态下矿业废弃地植被演替规律,通过对植被演替阶段的人工模仿和控制,加快植被恢复的速度。这样做,还可以避免不适当的短期恢复,使恢复策略与长期的生态系统恢复目标相平衡。

参考文献

- [1] 夏汉平,蔡锡安.采矿地的生态恢复技术[J].应用生态学报,2002,13(11):1471-1477.
- [2] California Environmental Protection Agency. The abandoned mines technical advisory committee's report on abandoned mines [EB/OL]. http://www.swrcb.ca.gov/water_issues/programs/nps/docs/tacrpts/tac_abandmin.doc, 1994-10-09/2008-11-17.
- [3] 谷金锋,蔡体久,肖洋,等.工矿区废弃地的植被恢复[J].东北林业大学学报,2004,32(3):19-22.
- [4] 李永庚,蒋高明.矿山废弃地生态重建研究进展[J].生态学报,2004,24(1):95-100.
- [5] 苏光全,何书金,郭焕成.矿区废弃土地资源适宜性评价[J].地理科学进展,1998,17(4):39-45.
- [6] 陈芳清,张丽萍,卢斌.隔河岩水电站废弃地植被的初始生态恢复[J].三峡大学学报:自然科学版,2003,25(2):180-184.
- [7] 杨修.矿山废弃地植被恢复与重建研究——以德兴铜矿 1 号尾矿库为例[D].北京:中国科学院生态环境研究中心,1999.