

黄土区大型露天矿排土场岩土侵蚀及其控制技术的研究

吕贵龙（山西煤炭进出口集团河曲旧县露天煤业有限公司，山西 忻州 036506）

摘要：露天矿排土场植被重建是减少径流和土壤侵蚀的有效途径，是生态敏感区生态恢复的关键。从长远来看，植被可以增加土壤有机质，改善土壤物理性质和土壤抗蚀性，将径流和侵蚀降低到安全水平。

关键词：黄土区；大型露天矿；岩土侵蚀；控制技术

露天矿是我国能源市场最重要的支柱产业之一，主要分布在陕西、内蒙古、甘肃、宁夏回族自治区、陕西等西北脆弱环境地区。随着这些地区的气候变得越来越暖和和越来越干燥，这些地区遭受着更大的土壤和水流失，从而威胁着当地的陆地生态系统。在经济快速发展的刺激下，这些地区出现了大面积的矿区。矿山生产产生的工业粉尘对矿区内外空气质量有一定的影响，对工人和当地村民的生活产生一定的负面影响。同时也存在不良现象，如矿址选择不合理、当地农村道路破坏和水土流失等。部分矿区影响了当地农业的发展，引起了当地居民的愤怒。根据国土资源部的资料，开采直接破坏当地水资源的公共事件从来没有发生过，大面积污染对附近矿区（如河流、湖泊、系泊、溪流等）造成的地下水污染从来没有发生过，而且对于该地区地下水损害客观存在，对地下水资源开采区的影响也没有相关信息可以报告。

1 黄山区大型露天矿排土场岩土侵蚀及改善措施概述

露天开采是一种高效、经济的矿产资源开发模式。废弃物堆放场是露天开采受损最严重的土地。径流导致土壤侵蚀，这是一个选择性的过程，从倾斜的土地上清除细小的物质和营养物质，强烈地影响垃圾场的长期发展。侵蚀的程度高度依赖于降雨特性、地表特性和地形特征。因此，随着时间的推移，用作垃圾场的土地变得不那么肥沃，养分更加枯竭。径流和土壤侵蚀阻碍垃圾场的植被恢复，进一步引起径流和土壤侵蚀，并导致对当地生态系统的稳定性和经济发展的更严重威胁。因此，植被恢复对于垃圾场复垦、生态恢复和工程化采矿后地貌的长期稳定是必要的。

许多研究人员分析了不同类型的植被对水土保持的影响，以及植被抑制水土流失和改善环境条件的不同途径。植被结构（冠层盖度、幼树密度、枯枝落叶层深度和木质残体）可能是影响水土流失的主要因素。在水土保持方面，多层地区比单层地区更有利，天然林在结构和物种多样性方面优于人工林。纯树（例如，马尾松羊，树冠下没有任何草和灌木）表现出树木对水土保持的积极影响，分别占总影响的70%和55%，在降雨量相对较高的深度，强烈的强度和较短的持续时间，而

负面影响发生在降雨量较低、强度较弱和持续时间较长的事件中。植被覆盖度（Vegetation fractional coverage, VFC）是反映群落结构的一个重要参数，通常与水土流失呈负相关。这些关系的类型和意义取决于水土流失发生的条件。这种关系在植被均匀地表面区域可能很明显，但在地表地质不同的大面积和不均匀区域则不然。植物与土壤性质之间存在着复杂的相互作用。

植物可以改善土壤性质，而土壤性质反过来又会影响植物。土壤结构是土壤侵蚀的重要指标之一，土壤结构与水土流失过程密切相关，土壤结构通过具有较高的蓄水能力、容重和孔隙度等物理性质来增加水分入渗。此外，有机碳增加土壤团聚体的形成，从而减少径流和土壤流失。淤泥和土壤有机质含量较高的土壤可以增加土壤入渗和土壤团聚体，从而导致良好的结构稳定性，减少径流和侵蚀。然而，研究矿区黄土有机质含量普遍偏低，质地变化不大，因此土壤有机质含量的变化主要决定了土壤的可蚀性，其中粉土和粘土含量的变化是决定土壤可蚀性的主要因素。土壤抗侵蚀能力随粘粒含量的增加而增强。随着粉土含量的增加，土壤更容易发生侵蚀。因此，植被在水土流失治理中具有重要作用。植被覆盖可以降低雨滴的动能。植被覆盖的小块土地和枯枝落叶层保护了土壤表面，增加了土壤表面粗糙度，阻止了地表流动，增加了渗透时间。植被根系发育可以改善土壤物理性质（如土壤强度、抗剪强度、结构稳定性和团聚体稳定性），这些物理性质与土壤可蚀性密切相关，从而有助于控制土壤流失。

2 实验设计

在认识到植被对黄土露天矿区水土保持和生态恢复的重要意义的基础上，采用田间试验方法，按照研究区的主要植被配置格局、坡度和土壤容重，评价和解释植被对水土保持的影响。在堆放废弃土石的过程中，采用大型机械对平台进行碾压，不进行碾压就形成了斜坡。该方法可以降低表层土壤的压实度（以 1.4 g cm^{-3} 的土壤容重为分界线），增加水分入渗，形成容纳和分散暴雨径流的凹坑，为植被的快速恢复创造条件。

3 岩土侵蚀改善措施作用机理分析

3.1 植物对水源保护的作用

实验结果表明，降雨水平、排土场建设、区域布置

和植被对径流和土壤侵蚀均有影响。不同情况下的径流和土壤侵蚀具有显著的差异性。本研究主要强调不同植被对水土流失的影响,以及其他生态因子,包括冠层覆盖度、凋落物深度、容重、植被根系和土壤含水量。植被的水源涵养功能主要是通过冠层和枯枝落叶层的截留以及由土壤调节的降水再分配来提供的生态服务。植被拦截的降水主要通过蒸发返回大气层,枯落物层和土壤中的水分约占总降水量的90%。枯落物层和土壤的作用使土壤成为水土保持的主体。它缓解了干旱和半干旱地区植被之间对水资源的竞争。枯枝落叶层也能有效地减少地表径流的侵蚀。

由于排土技术、土壤孔隙度、容重和土壤入渗等因素的影响,在排土场开垦初期,平台和坡面表现出明显的不同过程。具有不同物理性质的土壤,如土壤容重和孔隙度,具有不同的蓄水和土壤渗透能力。良好的储水能力和土壤的渗透通常与高孔隙度和低容重结合在一起。由于严重的土壤干扰,土壤物理性质和入渗发生了显著的变化。通过具有针对性的控制措施,土壤入渗率降低到一个恒定速率,地台与坡面之间的土壤容重差距逐渐缩小。根系发达可以改善土壤物理性质,增强土壤入渗,减少地表径流。

在同一样地内,土壤孔隙度、容重和入渗也受植被格局的影响。具有大尺度裂隙和根孔的土壤具有高孔隙度、高渗透性和低容重的拥有属性。根系对土壤性质的改良起着至关重要的作用,并导致不同植被类型土壤蓄水能力的差异。凋落物层在地表的作用不容忽视。他们产生了良好的吸水和降雨截留能力,改善了表面粗糙度,以限制土壤被降雨直接打击,从而减少径流速度和减弱对土壤的径流侵蚀。虽然这一功能在雨季不是一个重要因素,但其重要性将在秋季和冬季显现。

3.2 土壤的侵蚀耐久性

土壤侵蚀与土壤的侵蚀耐久性有着密切的关系。土壤抗蚀性反映了土壤的分散性和悬浮性对水分的抵抗能力,受到土壤理化性质、气候、植被覆盖度和凋落物储量等多种因素的影响。根系的固定作用和直接拉力作用在土壤侵蚀过程中起着重要作用。水稳性团聚体含量也是影响土壤侵蚀的主要因素。有机质可以为水稳性团聚体的形成提供水泥,腐烂的根系可以提高土壤的有机质含量,微小的根系,特别是根毛,可以阻止土壤在水中的扩散和压碎。枯枝落叶层可以有效地增加表层土壤中有机质的含量,并增加水稳性团聚体的含量。这可能与径流量有关,植被对土壤结构、土壤有机质积累和土壤聚集性的影响在短期内不明显。

4 小结

综上所述,研究结果表明:平原的径流量大于斜坡,而斜坡的土壤侵蚀量大于平台。应在平台边缘采取节水工

程措施,防止次生径流流向斜坡;排土场植被恢复是改善土壤物理性质、提高土壤抗蚀性、减少径流和土壤侵蚀、提高生态系统稳定性的有效途径。草灌乔木混交可以明显减少径流侵蚀和泥沙侵蚀,特别是在大暴雨过后效果更明显。高植被覆盖度可以起到最有效地滤水、护沙和护坡作用;露天矿的水土保持填海为露天矿区的水土流失治理提供了宝贵的经验。需要进一步研究植被对土壤孔隙度、容重、土壤入渗和土壤抗蚀性的改善程度。人工植被群落的结构与功能之间的关系也是今后研究的重点之一。

矿产资源是自然资源的重要组成部分,是推动经济发展、社会进步、保障人类社会可持续发展的重要物质基础。我国正处于加速工业化和城市化发展的关键时期,资源需求刚性增大。一方面,矿产资源的开发利用为保障经济社会发展作出了突出贡献,另一方面,许多矿产资源的开发利用模式仍然比较粗放,节能和矿山环境问题突出,不能充分满足经济社会发展的新要求。改变简单消耗矿产资源、牺牲传统意义上的生态环境和高能耗模式的开发方式,从根本上转变发展方式和经济增长方式,实现资源合理开发与环境保护的协调发展,已成为矿业企业发展的必然选择。

发展绿色矿业和建设绿色矿山是实现这一转变的必然选择和根本手段。以下是露天磷矿山人工植被的优化技术和生态恢复模式。植被恢复主要取决于土壤的质量和气候特征。复垦的土壤具有很大的空间差异。当前的研究仅限于单个小规模,因此可以认识到,矿山的生态恢复在很大范围上都存在很大的局限性。植被恢复后,生态系统失稳现象依然突出。另外,覆盖的土壤很薄,在开垦土地上相对贫瘠。这些增加了植被恢复的维护和管理成本。矿山生态恢复方式单一,土地结构优化是非理性配置。人工植被和技术体系的优化技术以及生态恢复的整合还不完善。

参考文献:

- [1] 张灵,白中科,景明,曹银贵,陈晓辉.黄土区大型露天煤矿复垦排土场植被恢复立地类型划分——以安太堡露天煤矿为例[J].水土保持研究,2014,21(06):54-60.
- [2] 吕春娟,白中科,秦俊梅,贺斌,李俊杰.黄土区大型排土场岩土侵蚀特征研究——以平朔矿区排土场为例[J].水土保持研究,2006(04):233-236.
- [3] 王治国,白中科,赵景逵,佟则昂,陈建军.黄土区大型露天矿排土场岩土侵蚀及其控制技术的研究[J].水土保持学报,1994(02):10-17.
- [4] 吕春娟,白中科,秦俊梅,等.黄土区大型排土场岩土侵蚀特征研究——以平朔矿区排土场为例[J].水土保持研究,2006,13(4):233-233.