

论石灰岩矿渣中不同含土量对植物生长影响探析

薛良 武金桃 高峤峰 万子雄 商昭阳

河北地矿建设工程集团有限责任公司, 河北 石家庄 050081

[摘要]石灰岩矿渣是矿山生态修复过程中的重点,大部分石灰岩矿渣孔隙大、保水性差、含土少、土壤贫瘠,大部分难以自然恢复。石灰岩矿渣治理的方式主要为工程治理消除灾害、覆土绿化和平整造地等主要方法。覆土绿化施工操作简单,效果较快,却是需要大量土源,尤其是面状覆土绿化初期水土流失严重。在矿渣中混入一定土,进行改良达到覆土绿化的功能。掌握不同配比下的矿渣的保水、保土性能,植物生长规律为石灰岩矿渣绿化、平整造地、矿渣改良提供技术支持;提高石灰岩矿渣绿化技术能力和拓展应用;实现快速绿化。

[关键词]石灰岩矿渣;含土量;改良土壤;植物培育;生长监测;实现绿化

DOI: 10.33142/ect.v2i12.14812

中图分类号: Q948

文献标识码: A

Discussion on Analysis of the Effects of Different Soil Contents in Limestone Slag on Plant Growth

XUE Liang, WU Jintao, GAO Qiaofeng, WAN Zixiong, SHANG Zhaoyang

Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050081, China

Abstract: Limestone slag is a key focus in the ecological restoration process of mines. Most limestone slag has large pores, poor water retention, low soil content, and poor soil fertility, making it difficult to naturally recover. The main methods for treating limestone slag include engineering treatment to eliminate disasters, covering soil for greening, and land consolidation. The construction of soil cover greening is simple and effective, but it requires a large amount of soil source, especially in the early stage of surface soil cover greening where soil erosion is severe. Mixing a certain amount of soil into slag for improvement to achieve the function of covering soil and greening. Mastering the water and soil retention properties of slag under different ratios, and understanding the growth patterns of plants, provides technical support for limestone slag greening, land leveling, and slag improvement; Improve the greening technology capability and expand the application of limestone mine slag; Realize rapid greening.

Keywords: limestone slag; soil content; improving soil; plant cultivation; growth monitoring; realize greening

1 研究背景

1.1 研究的目的和意义

历史上,石家庄西部太行山区曾经存在大量石灰岩开采矿山,为国家、河北省、石家庄市经济发展做出巨大贡献,同时也引发了大量的矿山地质环境问题。石灰岩矿渣是矿山生态修复过程中的重点,大部分石灰岩矿渣孔隙大、保水性差、含土少、土壤贫瘠,大部分难以自然恢复。石灰岩矿渣治理的方式主要为工程治理消除灾害、覆土绿化和平整造地等主要方法。覆土绿化施工操作简单,效果较快,却是需要大量土源,尤其是面状覆土绿化初期水土流失严重。在矿渣中混入一定土,进行改良达到覆土绿化的功能。总体来说石灰岩矿渣方面的研究有如下不足:

(1) 石灰岩矿渣营养贫瘠、保水性差,植物生存、生长条件差,大部分不能适应植物生长或是生存生长能力脆弱。

(2) 提高植物在石灰岩矿渣生存生长的能力,需要对矿渣进行改良,矿渣的含土量是关键的制约因素。矿渣的含土量越高,越有利于植物生长,充填矿渣孔隙保水能力也会提高,矿渣自我完善更新的能力越强。

(3) 对石灰岩矿渣含土量的多少对植物生长影响规

律研究不足。不同植物生长环境不同,对土的要求不同,矿渣中含土量不同对植物生长也不同,矿渣中含土量的多少决定不同植物的生存、生长以及植物群落的稳定性。综上所述,研究石灰岩矿渣中不同含土量对不同植物生长的影响,给出不同植物在石灰岩矿渣中生存、生长的区间值,为指导石灰岩矿渣绿化、复垦造田具有非常重要的指导意义。

1.2 国内外研究概况

1.2.1 国外研究现状

对于各国,尤其发达国家来说,矿山环境治理问题一直备受重视,由于早期矿产资源肆意开采,遗留的问题也越来越多,各种治理技术及理念也随之而出,常年的治理经验累积,逐渐有学者认识到应以人为本,出台政策,治理环境。如美国很早就将矿山生态修复、土地复垦提上日程,其理念核心为将矿山环境与矿山活动相协调,由于其国家政策的实施及各种技术的成熟,加之民众环保意识的增强,美国矿山环境治理工作取得了一定成果。

1.2.2 国内研究现状

随着近些年我国经济的越发提高及对于矿山废弃地的地质环境治理工作的愈发重视,相关绿色矿山理念相继

完善,结合我国实际情况,各类矿山修复理论、实践、技术、综合治理模式和地质修复评价均取得了较快发展,相关研究大致分为以下三个方面。一是矿山治理模式方面。矿山环境受多方面因素影响,复杂的环境问题决定了需要靠多种治理工程治理解决,矿山环境治理模式的重要性也就愈发凸显。迄今,相关学者在矿山地质环境治理工作中探索总结出了多种治理模式。二是开采方式引发的环境问题方面。因不同的开采方式所造成的环境问题不尽相同,所考虑的治理角度也就有所区别,如露天采矿治理措施应从地质灾害治理、矿山废弃地治理、自然景观恢复3大方面入手,解决露天采矿生态环境问题。三是矿山环境治理评价方面。矿山治理评价为矿山治理提供了更为科学的方法,通过系统的评价过程,得出严谨评价结果。综上所述,目前国内对于矿山废弃地相关研究主要集中于治理模式、开采方式引发的环境问题、治理评价等三方面的研究。不同文献对矿山废弃地治理的内涵和理念的认识都具有共通点,即以地质和生态环境治理为基本目的,以治理模式为主要治理手段。但因总体情况相对于发达国家起步较晚,在矿山治理上的研究依然存在些许不足,如公众环境意识薄弱和未引进资本共同治理等。

1.3 主要研究内容

本次研究以增加石灰岩矿渣中不同土的含量保水、保土性能及土壤肥力,研究不同掺加剂对植物生长的影响,选取最优组合,主要研究内容如下:

研究石灰岩矿掺入不同比例土对植物生长情况的影响。

研究石灰岩矿不同含土量对不同植物(乔、灌)的出芽率、成功活、生长情况、根系发育情况以及植物基本特征对比的研究,选出适合生长的植物。确定石灰岩矿改良过程中最优含量区间,为石灰岩矿治理绿化以及复垦造田提供依据。

1.4 主要研究方法思路

本次研究以试验为主,通过试验、监测、数据研究等手段,掌握不同掺加剂对石灰岩矿矿渣的基本特征及对植物生长影响规律。

1.4.1 实验设计

种植基质及配比:本次以石灰岩矿渣为主要研究对象,以土为主要改良材料,其他外加剂改良材料为有机肥。

不同比例:

实验1组:掺入土量(体积比),0%(土),8%,16%,24%,32%,40%+10%有机肥+玉米种子;

实验2组:6个不同含土量矿渣中+10%有机肥+爬山虎种子;

实验3组:6个不同含土量矿渣中+10%有机肥+紫穗槐种子;

实验4组:6个不同含土量矿渣中+10%有机肥+国槐种子;

1.4.2 种植植物确定

采用乔、灌、藤和经济作物四种植物,乔木选取国槐;灌木拟选取紫穗槐;藤类植物拟选取爬山虎;经济作物拟采用玉米,乔、灌、所有植物种植在相同的样田内间隔种植,留足足够生长空间,测发芽率及生长情况,种植方法采用播种种植。

1.4.3 试验样方初步设计

不少于24个样方,厚度不低50cm,样田尺寸不小于0.8m*1.5m。

1.4.4 数据监测

定期对出苗率、成活率、生长情况以及土壤基本特征进行监测,做好数据记录。

1.4.5 数据分析研究

对植物生长状态和土壤特征进行数据统计分析,综合研究,得出不同配比下的结论。

1.5 解决的主要问题

(1)掌握不同配比下的矿渣的保水、保土性能,植物生长规律为石灰岩矿渣绿化、平整造地、矿渣改良提供技术支持。

(2)提高石灰岩矿渣绿化技术能力和拓展应用;

(3)实现快速绿化。

2 材料与方法

2.1 材料的选择

存在许多配比如何有利于植物生根和成长的土壤的研究。

各种配比的土壤在改善石灰岩矿渣的基质特性中具有不同的效果:

(1)土壤:物理改良:普通土壤具备较优的结构,可以增加渣土混合物中的孔隙度,改善空气和水分的保持能力,避免紧实,为植物的根系提供更好的生长环境。生物活性:天然土壤含有微生物,能够提升改良后基质的生物活性,促进植物根系与土壤微生物的相互作用,提高养分的循环利用。

(2)有机肥:营养增加:有机肥为渣土混合基质提供必需的宏观和微观营养,增加基质的肥力,更好地支持植物的成长和发展。微生物多样性和活性:有机肥的施用可以增加土壤微生物的多样性和活性,促进土壤营养循环和有机物的分解。

2.2 土的配比

在石灰岩矿渣这类基质改良中,四组相同的配比可配合不同的改良目标和作物需求,实现多种土壤功能的提升。以下分别概述每组的特点:

(1)实验1组:不同含土量矿渣(0%土,8%,16%,24%,32%,40%)+10%有机肥+玉米种子

特点:玉米的抗逆性较好,适应力强,产量高,种植灵活性可在多种季节下生长。

(2) 实验 2 组: 6 个不同含土量矿渣中+10%有机肥+爬山虎种子

特点: 旷野荒地、山坡崖石壁或灌丛^[1]。性喜阴湿, 耐旱, 耐寒, 冬季可耐-20℃低温。对气候、土壤的适应能力很强, 在阴湿、肥沃的土壤上生长最佳, 对土壤酸碱适应范围较大, 但以排水良好的沙质土或壤土为最适宜, 生长较快。也耐瘠薄。

(3) 实验 3 组: 6 个不同含土量矿渣中+10%有机肥+紫穗槐种子

特点: 紫穗槐喜欢干冷气候, 在年均气温 10℃至 16℃, 年降水量 500 至 700 毫升的华北地区生长最好。耐寒性强, 耐干旱能力也很强, 能在降水量 200 毫升左右地区生长。也具有一定的耐淹能力, 虽浸水 1 个月也不至死亡。对光线要求充足。对土壤要求不严。

(4) 实验 4 组: 6 个不同含土量矿渣中+10%有机肥+国槐种子

特点: 性耐寒, 喜阳光, 稍耐阴, 不耐阴湿而抗旱, 在低洼积水处生长不良, 深根, 对土壤要求不严, 较耐瘠薄, 石灰及轻度盐碱地(含盐量 0.15%左右)上也能正常生长。但在湿润、肥沃、深厚、排水良好的沙质土壤上生长最佳。耐烟尘, 能适应城市街道环境。病虫害不多。寿命长, 耐烟毒能力强。

各个组都各有特点, 并且可以根据特定植物的需求、当地环境条件以及可持续农业实践进行调整。实验数据收集和分析将有助于深入了解各种改良配比对于石灰岩矿渣基质改良效果的影响, 并最终确定出最佳的土的配比较方。

2.3 试验测定的项目

在项目中, 通过改良石灰岩矿渣, 目标是达到植物良好生长所需的土壤条件, 包括适宜的物理、化学和生物特性。为了彻底了解每组改良剂的综合效益, 以下是实验后期需要关注的几个关键点:

(1) 物理性能测试: 测试改良后土壤的干燥程度和排水性能。观察植物根系在不同基质中的生长情况。

(2) 化学性能测试: 分析土壤肥力, 测定 Es 值。监测养分的释放速率和持久性。

(3) 生物性能测试: 测量生物活性的变化。评估根据效应和植物生长的作用。

(4) 植物生长评估: 记录株高度。观察植物叶色和整体健康状况, 寻找可能的养分不足或过量迹象。

(5) 环境因素监控: 监测可能影响实验结果的环境因素, 包括气温、湿度、降雨和光照。

通过以上测试和评估, 可以定量和定性比较和分析每种配比的效果, 不仅是对植物生长的直接影响, 还包括长期的土壤质量改良效果。比如, 一些配比可能会立即提高植物生长速率, 而其他配比可能在长期内更有助于土壤肥力的稳定和提高。

最后, 在分析实验数据时, 考虑到石灰岩矿渣特殊的物质组成, 了解其矿物学性质和可能的环境问题也至关重要。根据实验结果, 可以确定最合适的土的配比配方, 为植物提供最佳的生长环境, 同时考虑环保和可持续性。

2.4 试验测定的目的

在进行这些实验时, 记录详细的实验过程和结果对于评估每种土壤配比改良方案的效果至关重要。每组实验的结果将提供以下相关信息:

(1) 长期土壤质量改善: 了解每种组合对土壤结构改善的持久性, 这有助于判断是否愈加稳定的土壤结构能长期支撑植物生长。

(2) 植物适应性和产量影响: 考察不同植物品种在经过改良的基质中的适应性, 以及产量与质量上的差异。

(3) 经济效益和成本分析: 根据成本效益分析选择最为经济的配比, 这包括考虑材料成本、施工成本, 以及植物生长后的产出价值。

评估长期成本效益, 包括土壤质量改善减少今后施肥成本等潜在节省。

(4) 环境影响: 考察使用不同配比的环境持续性和对生态系统的影响, 如温室气体排放、土壤水分管理等问题。

评估任何可能的环境风险, 例如洗蚀导致的养分流失、配比中的重金属累积等。

(5) 可复制性和可扩展性: 分析实验结果的一致性, 以评估该改良方法在不同环境和大规模应用时的有效性。

推动以实验结果为基础的最佳实践指南, 促使更多农业生产者采用这些方法。

通过以上综合分析, 每组配比改良基质的最终目的是创造一个可持续、环保且经济有效的植物生长环境。评价每种土壤改良方案时, 需要平衡实现这些目的的能力, 以确定每种方案的合理性和可行性。这一研究可以为石灰岩矿渣的有效利用提供重要的实践指导和理论依据, 有利于土壤修复, 废弃物资源化利用以及持续改善当地或相似环境中的农业生产条件。

2.5 基质的拌合改良过程

基质拌合的改良过程, 即通过人工方式混合不同类型的材料来制备出适合植物生长的培养介质。这个过程要根据既定的配比设计来执行, 包括以下步骤:

(1) 配比设计: 同 2.2 所述。

(2) 材料准备: 准备好所有基质组成材料。必要时需要对大块物质进行破碎或者筛分来保证质地的一致性。

(3) 材料称量: 按照及既定配比(体积比)采用 1.0m³移动容器进行材料的搬运后进行人工拌合。

(4) 拌合过程: 从最大体积或最重的材料开始倒入拌合容器或拌合场地中。由于是人工拌合, 使用拌合锹将材料逐层叠加, 然后彻底混合。均匀混合, 没有团块, 所有材料均一致混合在一起。

(5) 检查与调整：在拌合的过程中不断检查基质的一致性和湿度状况，确保没有干块或未混合好的部分。

(6) 静置：拌合完成，基质静置一段时间，让材料之间的特性融合，特别如果加入了带有生物活性的有机物（如堆肥），需要时间让微生物活动起来。

(7) 最终检查：在使用前进行最后的检查，确认基质的 pH 值、湿度和质地是否适合目标植物生长。如有需要进行最后的调整。

拌合基质时还要注意个人和环境的防护，特别是在使用一些粉尘性物料（如蛭石、珍珠岩）时，要防止吸入粉尘。整个拌合过程需要的具体技术和劳动强度取决于拌合的量和目的。

(8) 合理安排拌合场地：选择一个合适的地点进行基质的拌合，场地应该足够宽敞以便于操作，并保持干燥、通风好。拌合的场地需要有充足的空间来堆放材料以及进行拌合工作，以避免交叉污染和材料的浪费。

(9) 使用正确的工具和设施：使用容量适宜的容器或拌料台进行拌合，如果是大量拌合可能需要更专业的拌合机械。确保工具的干净，避免污染新的基质。

(10) 个人防护：在拌合过程中，应穿戴劳保用品，如手套、口罩等，尤其是当拌合含有细小或尖锐粒子的材料时。

(11) 质量控制：质量控制是整个拌合过程中非常重要的环节。定期取样并检测基质的理化性质如 pH 值、电导率、营养浓度、湿度水平等，以保证产品质量符合植物生长的要求。

(12) 记录：详细记录每次拌合的配比、使用的材料批次、拌合日期等重要信息，以便于跟踪、调整和复制成功的配方。

(13) 存放条件：拌合完成的基质应适当存放。存放应避免阳光直射、雨水淋湿以及其他可能污染物的接触。某些基质可能需要在特定的条件下存放，以稳定其中的有机物和微生物活性。

(14) 标准化流程：随着经验的积累，建立一套标准化的拌合流程可以提高效率和产品一致性。这包括每种材料的处理方法、拌合的顺序、时间控制等。

(15) 材料的处理和改良：有需要时，对原材料进行预处理如消毒、温度调节或者加入特定的微生物接种剂，以提高基质的质量和促进植物生长。

(16) 考虑环境影响：在配方设计和拌合过程中，应注意减少环境影响，尽可能使用可持续的和可再生的材料，以及考虑材料来源的生态足迹。

基质的拌合是一项需要细致操作的工作，它直接影响到植物生长的环境，因此整个过程应当细心、有条不紊地进行。通过上述的步骤和注意事项，可以制得适宜的基质，从而为植物生长提供一个良好的起始环境。

2.5 植物种植与管理

2.5.1 植物的种植

植物选择采用乔、灌、藤和经济作物四种植物，乔木选取国槐；灌木拟选取紫穗槐；藤类植物拟选取爬山虎；经济作物拟采用玉米。要确保不同类型的植物能够健康成长，它们的种植方法会根据其特性进行适当调整。以下是乔、灌、藤和经济作物四种植物的基本种植方法：

(1) 乔木

国槐种子的种植通常遵循以下步骤：

选址与准备：选择阳光充足且排水良好的地方，清除杂草和石头，深翻土壤增加通气性和渗水性。

开坑：挖出一个种植槽，确保根系有足够的空间展开。

种植：先用 80℃ 水浸种，不断搅拌，直至水温下降到 45℃ 以下为止，放置 24h，将膨胀种子取出。对未膨胀的种子采用上述方法反复 2~3 次，使其达到膨胀程度。将膨胀种子用湿布或草帘覆盖闷种催芽，经 1.5~2d，20% 左右种子萌动即可播种。放在种植

浇水与施肥：种植后立即浇透水，随后根据土壤和气候情况合理浇水。施用合适的肥料以支持初期生长。

管理：定期观测与记录，保持植株生长茁壮。

(2) 灌木

紫穗槐的种植方法包括：

选址：选择阳光充足，土壤肥沃的地点。

土地准备：整地，并让试验箱中土壤完全松动。

种植：按照推荐行距和株距种植，将种子放入预挖好的坑中，填土并轻压实。

浇水：初期要确保充足的水分供应，尤其是在干旱季节。

施肥：根据成长情况和土质，在适当时节施用肥料。

(3) 藤类植物

爬山虎的种植通常遵从以下步骤：

选址：在试验箱中进行。

土地准备：类似于灌木，确保土壤富含有机物。

种植：在支撑结构附近种植，并引导其早期生长方向。

管理：定期交税与保证阳光遮挡。

(4) 经济作物

玉米的种植方法则包含：

选地与土壤准备：选取排水良好、土壤肥沃的田地。提前施用底肥，充分翻松土壤。

播种：根据本地气候条件选择适宜的播种时间。使用精确的播种手法保证种子分布均匀和合适的种植深度。

密度控制：控制适当的播种密度，避免种植过密导致资源竞争。

田间管理：注意病虫害防治，及时除草，确保作物健康成长。

不同类型植物之间的种植方法差异主要是由于它们在生长习性、对土壤和水分需求以及管理方式等方面的不同。

2.5.2 植物的管理

(1) 乔木 (国槐)

病虫害防治: 定期检查病虫害情况, 使用无害或生物农药进行防治。

监测: 观察植株生长状况, 通过适时提供支持和拔除其他苗避免过密生长可能引发的病害问题。

(2) 灌木 (紫穗槐)

病虫害防治: 定期检查病虫害情况, 使用无害或生物农药进行防治。

监测: 观察植株生长状况, 通过适时提供支持和拔除其他苗避免过密生长可能引发的病害问题。

(3) 藤类植物 (爬山虎)

绑定和引导: 随着藤蔓的生长, 需要绑定和引导其向期望的方向生长。

冬季管理: 在气候较冷的地区, 可能需要注意防寒和保护措施。

(4) 经济作物 (玉米)

病虫害防治: 实施综合防控策略, 监测田间病虫害发生情况并及时处理。

监测: 观察植株生长状况, 通过适时提供支持和拔除其他苗避免过密生长可能引发的病害问题。

2.5.3 植物的监测与管理

通用监测与管理

无论是乔木、灌木、藤类植物还是经济作物, 在整个种植、生长、收获的周期内都需要持续的监测和管理来确保植物健康, 这涉及到:

水分管理: 保持适当的土壤湿度, 通过定期浇水。要注意不同植物对水分的需求不同, 过水或缺水都可能导致生长问题。

病虫害监控: 定期检查植物以发现病虫害迹象。早期诊断和治疗是控制病害的关键。

土壤健康: 维护土壤结构和肥力至关重要。土壤的有机质含量、pH值和养分水平都会影响植物的生长。

气候适应: 了解当地的气候特征, 并采取措施保护植物不受极端天气影响, 如安装防霜网、提供遮阴等。

后期管理与改良

针对长期生长和土地利用效率, 还有如下建议:

种植结构: 考虑多层次的种植策略, 比如将灌木和藤本植物与乔木结合起来, 模拟天然生态环境, 增强生物多样性。

多样性种植: 种植不同类型的植物, 这样可以降低全面爆发病虫害的风险, 并提升生态的整体抵御力。

通过科学管理和持续改良种植策略, 不仅可以提高这四种植物的生长质量和产量, 还可以维持和改善土地的长期生产力和可持续性。这些方法需要根据具体条件定期调整和优化, 以获得最佳的种植结果。

2.6 测定指标

(1) 株高、株长。种植的玉米、爬山虎、国槐、紫穗槐出苗后在结束后的株高。

(2) 叶面指数。在玉米、爬山虎、国槐、紫穗槐生长各时期, 时期同株高测定。

3 实验取得的成果

3.1 取得的成果

(1) 2023年度针对试验项目的设定, 完成了土的配比实验, 种植植物的选择, 植物的种植, 植物的生长监测。

(2) 选择了不同比例土和不同植物, 土的不同配比与不同植物设计了6组, 共24个样方。

(3) 根据基质的配比采用人工进行了基质的拌合, 选择适宜的植物种类, 应选择对石灰岩矿渣的反应敏感, 且对环境条件变化有一定适应性的植物。确保种植方法一致, 如播种深度、密度和灌溉方式等。种植植物选择了有玉米、紫穗槐、国槐、爬山虎。根据样方大小均匀种植。

(4) 根据数据来看, 在不同土的配比中植物的生长情况也不同, 混入的土壤含量比例越大, 植物生长效果越好, 对土壤的保肥力度越高, 保水性也就越高。在一三四组都有这样的体现, 二组的爬山虎由于避光性问题, 没能继续生长, 第一组长势最好。

(5) 掌握不同配比下的矿渣的保水、保土性能, 植物生长规律为石灰岩矿渣绿化、平整造地、矿渣改良提供技术支持; 提高石灰岩矿渣绿化技术能力和拓展应用; 实现快速绿化。

(6) 确定石灰岩矿改良过程中最优含量区间, 为石灰岩矿治理绿化以及复垦造田提供依据。

[参考文献]

- [1]张勇. 不同作物种植方式对坡耕地产流产沙的影响[J]. 中国西部科技, 2014(1): 1671-6396.
 - [2]田卫堂, 李军. 我国水土流失现状和防治对策分析[J]. 水土保持研究, 2008(4): 67.
 - [3]许岳飞, 毕玉芬, 金晶炜. 灌草复合型草地水土保持功能与经济效益分析[J]. 水土保持学报, 2007(8): 56.
- 作者简介: 薛良(1983.9—), 毕业院校: 成都理工大学, 所学专业: 资源勘查工程, 当前工作单位: 河北地矿建设工程集团有限责任公司, 职务: 副总经理, 职称级别: 水工环高级工程师。