

# 煤矸石用于土壤改良技术研究

张翔 刘小铭 李强

榆林学院(陕西省陕北矿区生态修复重点实验室) 陕西榆林 719000

**摘要:** 在煤炭开采过程会产生大量的煤矸石,煤矸石堆积不但会对环境造成污染,而且会浪费资源。事实上,对煤矸石的处理可以通过技术手段将其土壤化进行利用,还可以作为改良剂制备材料。因此,下文简要论述运用煤矸石改良土壤的必要性,针对具体的改良技术应用详细说明,期待对煤矸石资源进行重新利用,发挥技术应用优势,将固体废弃物进行资源化利用。

**关键词:** 煤矸石;土壤改良;技术应用

## 引言

现阶段,我国重点开采煤矿矸石山的数量在1500座以上,产生的煤矸石堆存量在70亿吨以上,占地面积70平方千米,为现有耕地面积7%左右。煤矸石大量堆积时,一旦温度达到着火点会发生自燃现象,且长期裸露在外的煤矸石受到自然风化或降雨作用影响,还会析出重金属,随着地表径流污染土壤及河流,因此,如何对煤矸石进行资源化利用成为研究重点。实践表明,煤矸石可以作为土壤的改良材料,应用技术手段对其采取资源化处理,所以,探索煤矸石改良土壤技术的应用十分必要。

## 一、应用煤矸石进行改良土壤的必要性

我国属于煤矸石的排放大国,为提高煤矸石利用率,国家也致力于其在土壤改良和资源化利用等方面的探索。随着煤炭开采进程的加快,由于开采过程土地挖掘、被侵占,耕地受损,造成环境恶化,矿区生态问题不容忽视。在生态修复方面,常用的方法即为土表转化法,就是将肥沃的土壤向矿区地表当中转移,对矿区土壤理化结构进行重新构建。这种方法虽然拥有一定的恢复效果,但是土壤数量毕竟有限,难以满足大范围的生态修复需求。土壤形成可能受到不同因素影响,煤矸石在风化之后可以形成特定性质,内部有机物的含量高,属于天然矿藏资源,对煤矸石采取土壤化改良,可以增强土壤肥力,还能改良土质,为植物生长提供场所,高效利用煤

矸石资源。根据煤矸石的利用方式,选择不同的技术可以起到不同的土壤改良效果。

对比于常规的煤炭,煤矸石的热量低,加上其含碳量低,具有质地坚硬特征,可以广泛应用在建筑、农业、发电等领域。按照煤矸石组分特点,可利用差异化工艺,从煤矸石内提取化工产品;还可利用煤矸石稳定性,对其采取活化与改性处理,制备出具有良好吸附性的材料,这类材料对于有机磷拥有降解功效,催化剂稳定性良好,可以重复利用。因为煤矸石属于矿质、炭质以及泥质的混合物,其组成成分类似于粘土,因此可以作为混凝土骨料。被活化的煤矸石还可以替代水泥材料,其力学性能良好。虽然煤矸石的可用途径相对较多,但是可能受到技术层面、经济层面因素的影响,导致其利用率不高,大部分的煤矸石还处于大量堆存状态,对环境造成污染,因此急需探索煤矸石的高效利用路径。

## 二、煤矸石用于土壤改良技术

### (一)煤矸石覆盖改良土壤

因为煤矸石内还有大量的无机灰分,包括氧化铁、氧化铝以及二氧化硅,和天然土壤成分相似,同时,煤矸石当中还富含氮、磷、钾元素,以上元素含量高于常规土壤,有机质十分丰富,具有解磷、固氮等功效,能够为微生物生存提供良好环境。在土壤当中添加适量的煤矸石能够增强其保墒和蓄水能力,达到改良土壤的目的,将煤矸石作为肥料的最初时期,考虑到农田内氮、磷、钾等长期使用,导致氧化镁、硼以及硅酸等成分缺乏。此时,向土壤内添加煤矸石作为基肥,可以补充以上成分,为作物增产提供支持。

研究表明,在播种冬小麦之前,向土壤内施加煤矸

**作者简介:** 张翔(1999.02-),男,汉族,陕西榆林人,硕士在读,主要从事固废利用矿区生态修复研究。

石作为肥料，土地增产量在10%左右；在西红柿种植过程当中，可以在植株周围撒厚度30~50mm的煤矸石，西红柿增产量在15%左右，还能提前成熟；将煤矸石粉碎成为颗粒状之后，可以直接对重黏土地进行直接覆盖，对土壤进行改良以后，种植玉米植株生长速度快，增产超过10%，同时，煤矸石覆盖以后土质疏松，有助于地面板结情况的减少，这一现象代表直接向农田上覆盖煤矸石能够起到保墒、增温等方面作用，控制土壤内水分蒸发量，将土壤的结构有效改良。研究人员对煤矸石室外裸露的牧草根系进行研究，结果显示植物的根毛数量多，因此吸收养分面积较大，有助于根系吸收面积的扩大，处于煤矸石上的植物根系深入土壤更深，能够对土壤内水分进行充分吸收。

虽然使用煤矸石直接覆盖的方式改良土壤优势较多，但是如果单纯利用煤矸石当做植生基质也存在不足之处，就是煤矸石的颗粒较大，毛细孔率低，虽然容易渗透水分，但是蒸发困难，可能导致基质结构的保肥力、蓄水性以及贮水性等受到影响。所以，单纯使用煤矸石覆盖的方式改良土壤还存在局限性，需要适当利用外源物配合煤矸石共同改良土壤。

## （二）煤矸石和其他材料混合改良土壤

应用煤矸石改良土壤时，由于煤矸石主要是矿石或者岩石碎屑堆积形成，其中的营养成分含量低。土壤形成阶段，部分养分难以充分吸附土壤表面，导致煤矸石改良以后的土壤养分贫瘠，在煤矸石内有硝酸盐和硫酸盐，这类酸性物质与水发生反应以后会酸化土壤，所以，煤矸石和水反应以后pH较为极端。煤矸石土壤组成包括砂砾、石块等，这类土壤的结构松散，加上土壤的孔隙度相对较大，水分渗透容易、排出迅速，保水性不佳。受到自燃作用影响，煤矸石内部温度高，将土壤营养成分破坏，加剧干旱程度。因为煤矸石结构特点，会限制植物的持续生长，修复了土壤第一年可能植物长势良好，在第二年植物就会持续发黄，后续相继死亡。根据以上煤矸石改良土壤环节存在的问题，在后续改良过程可以针对不同区域的土壤，选择差异化的改良方式，具体措施如下：

第一，若要改良土壤为煤矿区的酸性土壤，考虑煤矸石在空气中暴露，会与氧气、水等产生反应，生成酸性物质，导致土壤酸化。煤矸石周围水分的蒸发速度快，如果雨水流进土壤，在迅速蒸发以后还会在土壤内留下盐分，随着盐分含量的增加，煤矸石山也会呈现为强酸

环境，威胁植被生存。在生态修复方面可以选择黄土改良煤矸石的风化层基质，将风化物酸性环境改善，让煤矸石的碱性与黄土水平大致相同。实践表明，按照特定比例混合煤矸石与壤土、煤矸石与沙土，植物生长期间会分解煤矸石内的有机质，释放出腐植酸和有机酸，从而将混合基质pH降低。因为腐植酸容易和阳离子相结合，生成腐殖盐以后，形成转化缓冲体系，对于混合基质pH进行调节，控制其酸碱度骤变。

第二，利用煤矸石对土壤含水量进行改良，可以在黄土层上覆盖煤矸石和黄土的混合物。当煤矸石的铺设间距较大的时候，土壤内含水量也会有所降低，处于表层的煤矸石风化，形成不完整的风化层，上方有黄土裸露，影响土壤的保水性，风化层的颗粒粗，难以和下层毛细管形成联系，水分需要先扩散才能蒸发。因此如果让土壤表层先失水，这样有利于保存下层水。所以可以使用土层上覆盖煤矸石和黄土的方式，改良土壤水分情况，让土壤在干旱季节仍然有充足的水分，发挥煤矸石层的保水性能。

## （三）煤矸石改性方式改良土壤

### 1. 利用煤矸石制肥

对煤矸石改性处理能够制备肥料，由于煤矸石内存在腐植酸，其属于优越的植物肥料，也是土壤改良剂的一种。在腐植酸的应用下，可以导致植物产生生理效应，比如：关闭叶片气孔，增加植物体内叶绿素的含量控制蒸腾作用，提高根系活力，以上优势有助于植物抗旱。煤矸石制肥的技术流程为，先将煤矸石粉碎，之后将其和酸性或碱性溶液混合，经过静止和沉淀之后，即可将其中的腐植酸提取出来。在此期间。制备原料为粉末状，在生物菌液经过两次发酵以后，可以获得腐植酸，可以作为植物的叶面肥。

利用煤矸石本身的黏结性、吸附性以及离子交换性等改良土壤，不但能够提高土壤本身肥力，而且还能降低重金属含量，煤矸石转化为生物肥或者复合肥的配料。具体措施为，使用化学活化法来具备复合肥料。比如：可以利用碳酸钠对煤矸石进行活化，制备出有机肥料。在制备期间，活化剂的质量为22%，活化温度控制在85℃，活化时间4小时，经过以上处理煤矸石内部硒的活化率可以超过80%，这类肥料拥有良好的热稳定性，可以提高土壤含硒量。

### 2. 用煤矸石制多孔土

因为多孔材料性能优良，是材料界研究的重点，多

孔矿物和辅助材料的混合应用可以起到改良土壤作用。因为多孔矿物的化学特性独特,利用煤矸石来制作多孔土可以改良土壤肥力、酸碱度、渗透性以及保水性。比如:利用水泥这种材料作为粘结剂,与煤矸石混配改良土壤,因为煤矸石内有疏松多孔结构,其稳定性良好。天然土壤内部松散,存在颗粒结构。在混合过程,保持煤矸石质量在85%以上,不超过95%,水泥材料质量在5%~15%之间,混合以后进行发泡,经过养护和筛分等多重工艺可以获得多孔土壤。经测量,利用以上技术改良的土壤含水量超过86%,且土壤的保温性能良好。部分矿物在微溶解之后还能释放出营养元素,像钾、钠、钙等,这些有益元素是煤矸石处于微溶解状态下释放,释放过程具有长效性特点,因此对于土壤养分的调节作用良好。实践表明,水泥和煤矸石之间搭配制作成的人造土壤缓释性良好,在制备初期养分释放量为17%左右,当时间积累到四周以后,养分释放量可以达到65%,通过以上数据可知,煤矸石和水泥制备的人造土保温性、保水性更为良好,因此可以作为生态修复类材料。

#### (四) 改性煤矸石和外原材料混合改良土壤

利用煤矸石混配其他物质可以制作肥料,虽然煤矸石内存的营养组分,但是这种成分相对单一,若将煤矸石改良成肥料,可以将其和两种以上无机养分、有机质等混配,制成含有煤矸石的复合肥料,将原料优势充分发挥。煤矸石的性质不同,将其制备成肥料时方式也各不相同当煤矸石内有机质的含量较高,氮、磷、钾成分含量较低的时候,可以向内添加以上成分化肥,将复合肥料养分加以丰富。用这种方式混配的复合肥料种植西瓜和苹果,作物产量可提升15%~20%之间。如果煤矸石内有机质的含量少,可以混配腐熟污泥将其中营养含量增加。同时,若要控制重金属含量,预防其超出标准,还要对污泥添加的数量进行控制。

利用煤矸石混配其他物质还可以制作育苗基质因为煤矸石本身属于基质原料,难以直接利用,需要先经过处理:比如煅烧之后替代河沙,搭配蚯蚓排泄物,为棉花种植提供基质。因为煤矸石的蓄热能力相对较强,加上本身容重大,所以可以将其活化,搭配性能互补泥炭,作为水稻的育苗基质。如果煤矸石没有经过处理就作为育苗基质,可能导致作物的出苗率降低。

煤矸石还可与其他物质之间进行混合制作人造土,为了快速消耗现有煤矸石存量,可以应用技术手段将煤矸石制作成生态土,探索可持续发展、成本低廉、安全性高的处理模式。生态土理化性质优越,透气性和保水性都相对较好,内部有机质含量丰富;也含有促进植物生长的元素。具体而言,可将煤矸石先粉碎,之后向其中添加生物菌剂,与植物源有机物进行混合,均匀堆肥,在经历特定时间熟化以后,将煤矸石内养分释放,使之成为拥有团粒结构聚合物,这类土壤微生物含量、理化性质以及肥力水平都十分优越。如果煤矸石粉碎以后,采取堆肥处理,加入微生物菌剂,等待15天之后会形成生态土,将此类土壤应用于育苗当中,种子发芽率明显提升。除此之外,煤矸石还可与生活污泥(含水率低于80%)、处理剂等充分混合,在脱水系统的应用下,快速杀除内部的虫卵,消除异味,获得拥有丰富含量腐植酸、有机质、氮磷钾等成分物质,这类物质的透气性、保水性和保肥性良好。

#### 结束语

综上所述,在煤矸石利用方面,可以直接利用其修复土壤,将煤矸石覆盖在土壤表面,还可以将其和适当外源材料进行混合配制,因为处理工艺简单,而且成本低廉,能够快速处理大量的煤矸石。但是,应用此方式修复土壤还存在着一定风险,即重金属污染。因此,可以尝试对煤矸石进行改性,从而改良土壤结构。

#### 参考文献

- [1] 韩伟,梅陆森,马腾.煤矸石用于土壤改良技术研讨[J].黑龙江科学,2024,15(02):32-34.
- [2] 刘帆俞,宋慧平,吴海滨,等.煤矸石土壤化利用与土壤改良剂研究进展[J].矿产保护与利用,2023,43(06):14-26.
- [3] 李思雯.改性煤矸石在矿区复垦林地土壤改良中的试验研究[D].辽宁工程技术大学,2022.
- [4] 王辰,梁惠祺,别泉泉,等.煤矸石土壤改良剂的研究与进展[J].中国煤炭,2021,47(12):49-56.
- [5] 宋楠.煤矸石山坡面覆盖对土壤改良和植被恢复的影响研究[D].北京林业大学,2012.