

露天煤矿土地复垦与生态修复技术

余涛¹ 杨晓静²

1. 云南壹张图科技有限公司 云南 昆明 650200

2. 昆明绿地环保工程咨询有限公司 云南 昆明 650100

摘要: 本文深入探讨露天煤矿土地复垦与生态修复的重要性,并详细介绍各项核心技术:运用三维激光扫描等技术测绘地形,借助大型机械对排土场进行土地平整,利用废弃土石填充低洼区域;采用分层剥离、妥善保存表土,运用有机肥、生物菌肥等改良剂及客土法进行土壤重构;依据自然条件选择乡土植物并合理引入外来植物,运用播种、植苗、扦插等方式开展植被恢复;构建乔灌草结合的生态群落,恢复生态系统的物质循环和能量流动,完成生态系统重建。通过实施这些技术,可有效恢复矿区土地生产力和生态系统稳定性。

关键词: 露天煤矿; 土地复垦; 生态修复技术

引言

当前,露天煤矿开采对生态环境破坏严重,土地复垦与生态修复技术研究受到广泛关注。现有技术多围绕土地平整、土壤改良和植被恢复展开,如土方工程平整土地、化学肥料改良土壤、单一植物进行植被恢复。但这些技术存在成本高、易污染、生态系统不稳定等问题。本文创新在于,土地平整聚焦排土场并利用先进测绘与施工技术;土壤重构强调表土精细处理和环保改良剂综合运用;植被恢复注重植物合理搭配;还提出多维度发展方向,致力于为露天煤矿生态修复提供更优解。

1 露天煤矿土地复垦与生态修复的重要性

我国的能源结构中,煤炭占据重要地位,露天煤矿开采作为煤炭获取的重要方式,虽带来了能源供应,却也给土地和生态环境造成了极大破坏,对露天煤矿开展土地复垦与生态修复工作,具有不可忽视的重要性^[1]。土地资源是人类生存和发展的根基,露天煤矿开采期间,大面积土地被挖损、压占,原本的地形地貌被改变,土地塌陷问题频发,致使大量土地丧失原有功能,无法正常使用。而土地复垦能够将这些废弃的矿区土地重新规划整治,通过一系列科学手段,让其重新具备耕种、建设或者其他合理利用的条件,这不仅增加了可用土地资源,还能缓解土地资源紧张的矛盾,确保土地资源可持续利用,为未来的发展筑牢根基。生态环境的稳定是人类生存的保障,煤矿开采破坏了原有的生态系统平衡,引发水土流失、土地沙化,土壤肥力下降,许多动植物失去了适宜的生存环境,生物多样性锐减。通过土地复垦与生态修复,重新种植植被,提升土壤抗侵蚀能力,减少水土流失,改良土壤增加肥力,改善区域小气候,为生物提供栖息之所,使生态系统逐渐恢复健康,重回

稳定状态。良好的生态环境和复垦土地也能为当地经济发展注入活力。复垦后的土地可发展多种产业,像农业、林业、畜牧业等,带动相关产业链发展,创造大量就业岗位,增加农民收入,改善生活质量。生态环境改善后,投资环境得到优化,吸引更多企业入驻,推动区域经济可持续发展,减少因资源开发引发的社会矛盾,维护社会和谐稳定,达成经济与生态的双赢。

2 露天煤矿土地复垦与生态修复技术

2.1 土地平整技术

露天煤矿开采过程中,露天挖掘形成的巨大采空区(大坑)以及堆放矸石、弃渣弃土形成的排土场给土地复垦带来了严峻挑战。

对于采空区而言,填平不仅需要消耗大量的填充材料,还因复杂的地质条件,在施工难度和工程安全方面都存在诸多不确定因素。如何有效解决这一工程量巨大的难题,是露天煤矿土地复垦的关键所在。由于采空区形成的大坑在土地平整工作中存在种种问题,故在一些成功的露天煤矿土地复垦案例中对大坑采取的措施不是大规模的土地平整而是因地制宜的复垦为景观湖,更有甚者如荆门园博园是在原矿山采空区基础上改造完成。这样不但大幅度降低了复垦的成本,而且增加复垦区域的生态价值并尽可能的产生经济价值,是值得露天煤矿复垦规划设计工作者学习并深入研究的宝贵经验。

相对于采空区形成的大坑的进行土地平整的巨大困难,排土场的土地平整相对容易开展,具备较高的可行性与实际操作价值,是土地复垦的重要切入点。排土场是露天煤矿开采过程中堆放剥离岩土的场所,对其进行平整处理,不仅能改善场地条件,还能为后续的生态修复工作创造有利条件。(1)在开展排土场土地平整工作

时,前期的地形测绘至关重要。借助先进的三维激光扫描技术、GPS测量仪等高精度测量设备,全面、精确地获取排土场的地形地貌数据,包括坡度、高差、表面积等。这些数据为后续制定科学合理的平整方案提供了关键依据。(2)基于测绘数据,利用大型铲运机、推土机等重型机械设备,对排土场内高低起伏的区域进行推平作业^[2]。对于地势低洼且需大量填充的区域,可优先考虑使用开采过程中产生的废弃土石作为填充材料,既能降低运输成本,又能实现废弃物的资源化利用。针对局部高差较大的地方,采用分层填筑、分层压实的方法,每层填筑厚度严格控制在规定范围内,并通过压实度检测确保每层压实效果达标,以此有效预防后期地面沉降现象的发生。(3)在土地平整过程中,要同步规划排水系统。根据排土场的地形走势,合理设计排水坡度,确保在降雨等情况下,场地内积水能够及时排出,避免因积水导致土壤结构破坏、影响植被生长等问题,为后续的土壤重构和植被恢复等生态修复工作筑牢根基。

2.2 土壤重构技术

土壤重构技术是露天煤矿土地复垦与生态修复的核心内容之一,对恢复土地生产力和生态功能起着决定性作用。第一,表土剥离与保存是土壤重构的基础工作。表土作为土壤中肥力最高、微生物最为丰富的部分,蕴含着大量对植物生长有益的物质和微生物群落。在露天煤矿开采前,应尽可能细致地将表土剥离并妥善保存。采用分层剥离的方式,把表层熟土和下层生土分别堆放,这是因为它们在土壤性质和肥力构成上存在差异,分开堆放便于后续针对性地使用。要做好全方位的防护措施,比如设置围挡、覆盖防尘网等,防止表土在堆放期间因雨水冲刷、风力侵蚀等造成流失,以及受到外界污染物的污染,确保表土的质量和肥力得以保留。第二,开采后的残留土壤或回填料通常肥力低下、结构不良,难以满足植被生长的需求,因此土壤改良必不可少。常见的土壤改良剂有有机肥、生物菌肥、绿肥等。有机肥能直接增加土壤有机质,改善土壤结构,提升土壤保水保肥能力;生物菌肥通过引入有益微生物,促进土壤中养分的转化和循环,增强土壤活性;绿肥则是利用植物生长过程中积累的养分,翻压后为土壤提供天然肥料。客土法也是一种有效的改良手段,即将肥力较高的土壤搬运至矿区进行回填,快速改善土壤质量,为植被生长创造良好的土壤环境。第三,在土地复垦时,需依据不同的土地利用方向和土壤肥力状况进行土壤培肥。若是复垦为耕地,要严格按照农作物生长对养分的需求,合理施用氮、磷、钾等化肥,精准控制施肥量和施肥时间,

避免过度施肥造成环境污染。同时结合有机肥的施用,持续为土壤补充有机质,维持和提高土壤肥力。

2.3 植被恢复技术

植被恢复技术是露天煤矿土地复垦与生态修复的关键环节,直接关系到生态系统的重建和稳定。(1)在植物品种选择上,要充分考量矿区的自然条件。气候因素决定了植物能否适应温度、降水等环境,土壤的酸碱度、肥力状况和质地影响着植物根系的生长和养分吸收,地形的起伏和坡度则关乎植物的立地条件。本地乡土植物是首选,它们经过长期的自然选择,对当地的气候、土壤等环境具有很强的适应性和抗逆性,能更好地扎根生长、繁衍后代,有效减少养护成本和失败风险。不过,也可适当引入一些具有良好生态效益和经济效益的外来植物品种,像能固氮改良土壤的豆科植物,或经济价值较高的果树品种,但引入时必须严格把关,防止生物入侵,避免对本地生态系统造成破坏。(2)植被种植方式多样,各有适用范围。对于草本植物,播种是常用方式。在完成土地整理后,将种子均匀撒播在土地上,随后覆盖一层薄土,这层薄土既能保护种子,又能保持土壤湿润,为种子发芽创造适宜条件。木本植物通常采用育苗的方式,挑选生长健壮、根系完整的苗木进行移栽,移栽后要做好浇水、施肥、修剪等养护管理工作,确保苗木能尽快适应新环境,健康生长。扦插适用于那些容易生根的植物品种,只需截取植物的枝条,插入合适的基质中,就能繁殖出新的植株,这种方式操作简便、成本较低。(3)植被恢复后的养护管理工作不可或缺。在干旱季节,及时浇水是保障植物存活和生长的关键,充足的水分能维持植物的生理活动。定期施肥,能为植物提供持续的养分供应,促进其茁壮生长。病虫害的监测和防治至关重要,一旦发现病虫害迹象,要及时采取物理、化学或生物防治措施,防止病虫害大规模爆发。定期除草也不容忽视,杂草会与植物争夺养分、水分和光照,影响植物的生长空间和发育,只有做好养护管理,才能实现植被的良好恢复和生态系统的逐步重建。

2.4 生态系统重建技术

生态系统重建技术是露天煤矿土地复垦与生态修复的核心目标与高级阶段,它致力于恢复矿区受损生态系统的结构与功能,使其回归自然、稳定且可持续发展的状态。(1)构建生态群落是生态系统重建的重要基础。在完成植被恢复后,不能仅满足于单一植物的生长,而要着重考虑不同植物种类的合理搭配。构建乔、灌、草相结合的多层次生态群落结构,乔木高大的树冠可以为下层植物遮荫,提供适宜的微气候;灌木能够在中层填

补空间,增加植被的丰富度;草本植物则能覆盖地表,防止水土流失。这样的结构不仅能提高生态系统的稳定性,还能增强其生态功能,如更好地吸收二氧化碳、释放氧气、保持水土等。引入一些有益的动物和微生物,像蚯蚓可以疏松土壤,促进土壤中有机的分解;蜜蜂等昆虫有助于植物授粉,促进植物繁殖^[3]。这些生物的加入能进一步促进生态系统的物质循环和能量流动,使生态系统更加完善。(2)恢复生态过程是生态系统重建的关键环节。土壤作为生态系统的基础,恢复其生态功能至关重要。通过之前的土壤改良和植被恢复工作,促进土壤微生物的生长和繁殖,这些微生物能分解有机物,释放养分,提高土壤的保水保肥能力和通气性。合理规划排水系统和灌溉设施,能有效恢复区域的水文循环,确保水资源在生态系统中的合理分配和利用。植被通过光合作用吸收二氧化碳,合成有机物,并通过呼吸作用释放能量,土壤微生物则分解动植物残体,将其中的碳、氮、磷等元素重新释放到环境中,促进这些元素的循环。通过这些措施,重建生态系统的物质循环和能量流动过程,使露天煤矿区从一片荒芜逐渐转变为生机勃勃的生态系统,实现生态环境的真正修复和可持续发展。

3 露天煤矿土地复垦与生态修复的未来发展方向

面对露天煤矿土地复垦与生态修复现存的挑战,需要从多维度发力,推动行业向更高效、更科学的方向发展。不同地区自然条件差异显著,这要求我们加强科研攻关,研发适应性更强的新技术。在干旱半干旱地区,水资源匮乏是植被恢复和土壤保持的主要障碍,因此研发节水型植被恢复技术,如耐旱植物品种筛选、滴灌与喷灌等精准灌溉技术,以及高效的土壤保水技术,能有效提高植被成活率和土壤水分含量。在高寒地区,低温和冻土限制了植物生长和土壤改良,耐寒、耐冻土的植物品种培育和特殊的土壤改良技术将成为关键。资金是开展土地复垦与生态修复工作的重要保障,政府应加大资金投入,设立专项基金,支持技术研发和示范项目建

设。完善政策法规,明确煤矿企业的生态修复责任,加强监管,督促企业履行义务并加大投入。此外,鼓励社会资本参与,通过市场化运作,如公私合营(PPP)模式,拓宽资金来源渠道,共同推动生态修复工作。技术集成与创新也至关重要。建立多学科交叉的技术研发团队,整合土地平整、土壤重构、植被恢复、生态系统重建等技术。将土地平整后的地形与土壤重构方案相结合,确保土壤肥力均匀分布;在植被恢复过程中,根据生态系统重建目标选择合适的植物品种,形成完整、高效的技术体系,提高修复效果和效率。建立全面、科学、统一的监测与评估体系是优化修复工作的重要环节。确定合理的监测指标,如土壤质量指标、植被覆盖度、生物多样性等,采用科学的监测方法,利用卫星遥感、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)等现代信息技术,实现对修复效果的实时监测和动态评估。

结语

综上,露天煤矿土地复垦与生态修复技术是恢复矿区生态环境的重要手段。通过实施土地平整、土壤重构、植被恢复及生态系统重建等技术,可以显著提高矿区土地的生产力和生态系统的稳定性。然而当前技术仍面临诸多挑战,如成本高昂、效率低等。未来,需要进一步加强技术研发和创新,提高复垦与生态修复技术的效率和质量。加强政策引导和监管力度,推动露天煤矿土地复垦与生态修复工作的深入开展,为矿区可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]石俊岭.露天煤矿土地复垦与生态修复技术[J].矿业装备,2023(11):10-12.
- [2]顾信林,雷洋.露天煤矿土地复垦与生态修复技术研究[J].内蒙古煤炭经济,2022(22):30-32.
- [3]李全生,韩兴,赵英,等.露天煤矿植被修复关键技术集成与应用研究——以胜利露天矿外排土场为例[J].环境生态学,2021,3(6):47-53.