

矿区沉陷区土地复垦的关键技术与实践研究

王 芳

焦作煤业（集团）有限责任公司征迁复垦办公室 河南 焦作 454000

摘 要：本文围绕矿区沉陷区土地复垦展开。首先概述了土地复垦的概念、内涵与必要性；接着阐述了地形重塑、土壤改良、植被重建等关键技术；然后通过某煤矿案例分析其实践经验；最后指出当前面临技术、资金、管理等问题，并展望智能化、生态化、多元化发展趋势，提出技术研发、资金筹集、宣传教育等应对策略。

关键词：矿区沉陷区；土地复垦；关键技术；实践研究；生态修复

引言：矿产资源开采引发的沉陷区土地破坏已成为制约区域可持续发展的关键问题。矿区沉陷区土地复垦作为生态修复的核心工程，涉及地形重塑、土壤改良与植被重建等多技术协同。本文系统梳理复垦技术体系，结合典型案例分析实践成效，剖析现存问题与挑战，并展望智能化、生态化发展趋势，为矿区生态修复与土地资源可持续利用提供理论支撑与实践参考。

1 矿区沉陷区土地复垦概述

1.1 土地复垦的概念与内涵

土地复垦是一项针对生产建设过程中因人类活动导致土地破坏而采取的系统性恢复措施。具体而言，在矿产资源开采、基础设施建设等活动中，常常会因挖损、塌陷、压占等行为，使原本具有生产功能的土地丧失其原有价值。土地复垦正是针对这类土地，通过采取一系列科学合理的整治措施，使其恢复到可供利用的状态。在矿区沉陷区这一特殊场景下，土地复垦的内涵更为丰富和复杂。它不仅仅局限于恢复土地的农业、林业等传统生产功能，更涉及到整个生态系统的重建与修复。从地形地貌重塑的角度来看，沉陷区往往会出现地面塌陷、裂缝等地质灾害，导致地形起伏变化，需要通过填方、削坡等工程手段进行地形调整，使其恢复到相对稳定的状态。土壤质量改善也是土地复垦的关键环节，沉陷过程中土壤结构被破坏，养分流失，需要采取客土回填、施肥改良等措施，提高土壤肥力和保水保肥能力。植被重建则是生态系统恢复的重要标志，通过选择适宜的植物种类进行种植，形成稳定的植被群落，不仅可以防止水土流失，还能为野生动物提供栖息地，促进生物多样性的恢复。总之，矿区沉陷区土地复垦旨在实现土地资源的合理利用和生态环境的可持续发展，是一项具有深远意义的生态工程^[1]。

1.2 矿区沉陷区土地复垦的必要性

矿区沉陷区土地复垦具有多方面不可忽视的必要

性。从生态环境角度审视，沉陷区所引发的地表破坏和生态失衡问题十分严峻。地表塌陷破坏了原有的植被覆盖，使得土壤裸露，加剧了水土流失的风险，同时也会对周边水体造成污染，影响水生生物的生存环境，进而导致生物多样性减少。通过土地复垦，可以有效改善这些问题，促进生态系统的恢复与重建，恢复生态平衡。在经济层面，复垦后的土地能够重新投入到农业、林业、工业等生产活动中，极大地提高了土地资源的利用效率。原本废弃的土地经过复垦后，可以种植农作物、发展林业经济或者建设工业园区，增加土地产出，为矿区经济转型和可持续发展提供有力的支撑。此外，土地复垦还有助于缓解矿区人地矛盾。随着矿产资源的不断开采，大量土地被占用或破坏，导致周边居民的生产生活空间受到挤压。通过土地复垦，可以增加可利用土地面积，保障周边居民的生产生活空间，促进社会和谐稳定。

2 矿区沉陷区土地复垦关键技术

2.1 地形重塑技术

地形重塑作为矿区沉陷区土地复垦的关键基础性工作，对恢复土地适宜地形地貌、契合后续土地利用要求意义重大。（1）在实际操作中，需依据沉陷区不同特征选用适宜技术。对于沉陷程度轻微、地形较为平缓的区域，平整土地技术是有效选择。借助推土机、平地机等机械，消除地表裂缝与起伏，使土地恢复平整，为后续农业种植或其他利用方式奠定基础。（2）当沉陷区存在深浅差异时，挖深垫浅技术能实现土地综合高效利用。在沉陷较深处挖取土方，将其填充至沉陷较浅区域，形成深浅搭配的鱼塘与耕地，既发展了水产养殖，又保障了农业生产。（3）而在山区或丘陵地带的矿区沉陷区，梯田修筑技术不可或缺。通过修筑梯田，能有效减缓水流速度，减少水土流失，增强土地保水保肥能力，为农作物生长创造良好条件，推动农业可持续发展。

2.2 土壤改良技术

矿区沉陷区的土壤常面临结构破坏、肥力衰退以及重金属污染等严峻问题,严重制约土地复垦后的利用效果,因此土壤改良是复垦工作的关键环节。(1)物理改良方面,深耕是常用且有效的方式。借助专业深耕机械,可打破长期形成的土壤板结层,增强土壤的通气性与透水性,为作物根系生长创造良好条件。客土置换则适用于土壤污染严重或肥力极低的区域,将受污染或贫瘠的土壤移除,换入优质土壤,能迅速改善土壤质量,为后续土地利用提供基础。(2)化学改良主要借助化学物质调节土壤理化性质。施加石灰可中和酸性土壤,调节酸碱度;有机肥富含多种养分,能增加土壤肥力;土壤调理剂可改善土壤结构,降低重金属活性,减少其对作物的危害。(3)生物改良利用微生物和绿肥植物等生物资源。微生物可分解土壤中的有机物,改善微生物群落结构;绿肥植物生长过程中能增加土壤有机质含量,提高土壤肥力和抗侵蚀能力,实现土壤的可持续改良^[2]。

2.3 植被重建技术

植被重建在矿区沉陷区生态功能恢复进程中占据核心地位,是重塑生态系统的重要手段。(1)植物种类的合理选择是植被重建的首要考量。鉴于矿区沉陷区土壤贫瘠、干旱且可能存在污染的状况,应优先选用耐瘠薄、耐干旱、抗污染的乡土植物。像沙棘、紫穗槐等灌木,根系发达,能较好地适应恶劣环境;刺槐、杨树等乔木,生长迅速,可快速形成林冠层,改善局部小气候。(2)种植模式上,混交林种植模式优势显著。不同植物相互搭配,能充分利用空间和资源,提高植被的生态稳定性,增强抗病虫害能力。(3)在植被种植过程中,配套措施不可或缺。结合灌溉,可满足植物生长对水分的需求;合理施肥,能补充土壤养分,提高植物成活率。此外,还可运用生态修复技术,如建设人工湿地,净化水质、涵养水源;打造生态护坡,防止水土流失,进一步提升植被重建效果,推动矿区沉陷区生态系统逐步恢复。

3 矿区沉陷区土地复垦实践案例分析

3.1 某煤矿沉陷区土地复垦实践

某煤矿在长期开采过程中,因地下煤炭资源的大规模采出,导致地表形成了大面积的沉陷区。沉陷区土地破坏极为严重,原本平整的农田出现裂缝、塌陷,耕地功能丧失,大量土地荒芜;同时,生态环境急剧恶化,水土流失加剧,植被覆盖率大幅降低,生物多样性受到严重威胁。针对这一严峻状况,该煤矿开展了一系列科学、系统的土地复垦工作。在地形重塑方面,采用了挖深垫浅技术。对于沉陷较深的区域,利用挖掘机、装载

机等大型机械设备进行挖掘,将其改造为鱼塘。鱼塘的建设不仅充分利用了沉陷空间,还为发展水产养殖提供了条件,养殖鱼类、虾类等水产品,增加了经济效益。而对于沉陷较浅的区域,则从其他区域挖取土方进行填充,随后使用平地机等设备将土地平整为耕地。平整后的耕地根据土壤条件和市场需求,种植了玉米、小麦等粮食作物以及棉花、蔬菜等经济作物,恢复了土地的生产功能。(1)在土壤改良上,通过施加有机肥和种植绿肥植物等方式,改善土壤结构,增加土壤肥力。有机肥富含多种养分,能提高土壤的保水保肥能力;绿肥植物在生长过程中可固定空气中的氮素,翻压后能增加土壤有机质含量。(2)在植被重建环节,选择了杨树、柳树等适生树种进行种植,构建了农田防护林体系。这些树种生长迅速,适应性强,能有效防止风沙侵袭,减少水土流失,为农田提供良好的生态屏障。(3)经过多年的持续复垦实践,该矿区沉陷区取得了显著成效。土地的生产功能得以恢复,农业和渔业生产稳步发展;生态环境明显改善,植被覆盖率大幅提高,生物多样性逐渐恢复;同时,实现了经济效益、生态效益和社会效益的有机统一,为其他矿区沉陷区土地复垦提供了宝贵的经验借鉴。

3.2 实践经验总结

通过对某煤矿沉陷区土地复垦案例的深入剖析,可提炼出以下关键实践经验。(1)矿区沉陷区土地复垦必须遵循因地制宜原则。不同矿区的地质地貌、土壤条件以及沉陷程度等存在显著差异,这要求在复垦过程中,需全面考量这些因素,精准选择与之适配的复垦技术和模式。例如,对于沉陷程度不同的区域,可分别采用挖深垫浅等技术进行针对性处理。(2)要重视多技术的综合应用。地形重塑、土壤改良、植被重建等技术并非孤立存在,而是相互关联、相互影响的。只有将它们有机结合,形成一套系统、完整的复垦方案,才能充分发挥各技术的优势,提高复垦效果。(3)强化后期管理和维护至关重要。定期对复垦土地的质量以及生态环境变化进行监测,依据监测结果及时调整复垦措施,可有效保障复垦效果的持久性和稳定性,实现矿区沉陷区土地的可持续利用和生态环境的持续改善。

4 矿区沉陷区土地复垦面临的问题与发展趋势

4.1 面临的问题

当前矿区沉陷区土地复垦工作推进困难重重,面临着一系列亟待解决的问题。(1)技术层面,现有复垦技术在适应性和有效性上存在明显短板。矿区沉陷区地质条件复杂多样,部分区域存在岩层破碎、地下水系紊乱

等情况,同时一些沉陷区遭受了严重的重金属污染或化学污染。面对这些复杂状况,当前部分复垦技术难以有效应对,无法使土地恢复到理想的利用状态,影响了复垦的整体效果。(2)资金方面,土地复垦工程耗资巨大,涵盖工程建设、设备采购以及后期长期的维护管理等多项费用。但目前资金来源渠道过于单一,主要依靠企业自筹和少量专项拨款,难以满足大规模复垦工作的资金需求。资金短缺使得复垦进度缓慢,一些关键环节无法顺利实施。(3)管理方面,复垦工作缺乏统一规范的标准体系,各参与方责任界定不清晰,导致监管存在漏洞,复垦质量参差不齐,影响了复垦工作的整体成效。

4.2 发展趋势

未来,矿区沉陷区土地复垦将呈现智能化、生态化、多元化的显著发展趋势。(1)智能化将成为复垦工作的重要助力。借助遥感技术,可快速获取沉陷区土地的影像资料,精准掌握土地变化情况;地理信息系统(GIS)能对各类数据进行整合分析,为复垦工程提供科学规划依据;全球定位系统(GPS)则可实现施工设备的精准定位与作业。三者结合,可实现对沉陷区土地变化的实时监测和复垦工程的精准规划与管理,提高复垦效率和质量。(2)生态化是复垦工作的核心导向。以生态系统修复为目标,注重生物多样性保护和生态功能的恢复。在复垦过程中,优先采用生态友好型的复垦技术和材料,减少对环境的二次破坏,促进生态系统的良性循环。(3)多元化则体现在复垦模式和资金来源上。探索农、林、牧、渔、旅游等相结合的综合复垦模式,实现土地的高效利用;同时,拓宽资金筹集渠道,吸引社会资本参与,为复垦工作提供充足的资金保障^[3]。

4.3 应对策略

为有效应对矿区沉陷区土地复垦当前面临的问题,推动其工作持续发展,需采取多维度策略。(1)技术创新是关键。应加大科研投入力度,鼓励科研机构与

企业携手开展联合攻关。针对不同矿区的地质、土壤及污染状况,开发适配的新型复垦技术,提升技术的适应性与有效性,攻克复杂地质条件和严重污染区域的复垦难题。(2)资金筹集方面,需拓宽渠道。制定具有吸引力的优惠政策,如税收减免、财政补贴等,激发社会资本参与复垦工作的积极性,探索建立多元化的资金投入机制,缓解资金短缺压力,保障复垦工作顺利推进。

(3)加强宣传教育不可或缺。通过多种渠道普及矿区沉陷区土地复垦的重要性,提高公众认知度,营造全社会关注、支持复垦工作的良好氛围,引导各方力量共同参与,助力矿区沉陷区土地复垦工作取得更大成效。

结束语

矿区沉陷区土地复垦是一项意义深远且极具挑战性的系统工程。当前,复垦工作虽取得一定成果,但在技术、资金、管理等方面仍面临诸多难题。不过,未来智能化、生态化、多元化的发展趋势为其指明了方向。通过加强技术研发创新,突破技术瓶颈;拓宽资金筹集渠道,保障复垦资金;强化宣传教育,凝聚社会力量,形成多方协同推进的良好局面。我们有理由相信,随着各项应对策略的有效实施,矿区沉陷区土地复垦工作将不断取得新突破,实现土地资源的可持续利用和生态环境的持续改善,为矿区及周边地区的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]齐超.煤矿地质测量空间信息系统及其关键技术[J].能源与节能,2024,(03):172-175.
- [2]刘莉,王慧芳,陈大林.煤矿地质测量的空间信息系统关键技术探讨[J].内蒙古煤炭经济,2024,(04):190-192.
- [3]张苏茂.采煤沉陷区土地复垦与生态修复模式探究[J].陕西省土地工程建设集团有限责任公司.2020,14(12):164-165.