

# 采煤沉陷区土地复垦技术展望

许 莽

北京首创环境科技有限公司 北京 110100

**摘 要:** 2021年我国煤炭生产总量为29.34亿吨标准煤,约占世界煤炭生产的一半。煤炭资源的大量开采导致采煤区出现了土地挖损、压占、沉陷和污染等情况,加剧了矿区水土流失、土地荒漠化、生物多样性减少等生态环境问题。对此需要生态环境保护部门加强重视,科学分析采煤沉陷区的破损程度,通过定性和定量的手段,对采煤沉陷区复垦后的土地生产能力进行评估和分析,根据具体的情况科学采用土地复垦技术。本文通过总结介绍我国矸石充填复垦、就近取土复垦、区域农业景观建设技术、水质修复技术等多种采煤沉陷区生态修复技术方法,提高土地资源利用率,改善矿区生态环境并明确我来的土地复垦技术发展趋势和方向。

**关键词:** 采煤沉陷区;土地复垦技术;展望

引言:我国采煤沉陷区土地复垦技术研究较早,从上世纪八十年代已经开始,主要研究采煤沉陷区损毁土地的农业、林业、养殖业、建筑业等复垦途径和方法、工程等,在后期发展下开始从生态修复、农业生态景观、区域经济建设发展等方面研究土地复垦技术和理论方法。当前世界多个国家都非常重视复垦技术的研究,促使采煤沉陷区生态修复技术从研究示范逐渐向着矿业城市受损生态系统修复、系统景观构建技术转换。

## 1 采煤沉陷区现状和损毁评价

### 1.1 现状

当前我国相关部门还没有发布准确、具有权威性的关于采煤沉陷区土地损毁情况的数据信息,据2007年煤矿总院开采设计分院对我国近100个原国家统配煤矿的统计资料,71个煤矿采煤沉陷区面积4000km,其他近30个原国家统配煤矿和地方煤矿合计的沉陷区面积至少4000km,采煤塌陷区面积总计可达8000km。据不完全统计,截止2011年底,全国采煤沉陷损毁土地已达100万公顷;至2012年底,采煤沉陷土地面积达到156万公顷,且每年以7万公顷的速度不断增加。

### 1.2 采煤沉陷区耕地损毁评价和复垦耕地生产力评价

通过采煤沉陷区土地损毁情况的评价明确损毁范围和面积、耕地损毁补偿、修复方式,对此需要在现有采煤沉陷区和土地复垦技术应用现状研究的基础上提出采煤沉陷区土地损毁机理和规律、评价参数、评价等级方法等,为后期综合评价工作的进行提供依据。另外还需要对采煤沉陷区耕地复垦生产力进行评价,将评价结

果和耕地生产力进行对比,明确差异后科学选择评价指标,确保评价指标符合耕地复合特点和现状,满足耕地生产力评价要求。通过评价复垦耕地生产力提升耕地内部指标和农作物生长相关的土层厚度、地下水深度和农位、农田水利条件、坡度等外部环境指标,在此基础上科学构建复垦耕地生产力评价指标体系,创建评价模型,可以通过模型进行实地验证和分析<sup>[1]</sup>。

## 2 采煤沉陷区土地复垦技术

### 2.1 采煤沉陷区生态景观重构技术

对于采煤沉陷区的复垦可以从农业和林业、养殖业的复垦利用为主,以此从生态景观修复和构建两个方面入手科学利用土地复垦技术。

第一,把握采煤沉陷区农业生态系统变化规律。通过遥感技术实时观测采煤沉陷区的农业生态变化情况,得出精准的影像数据,进一步得出采煤沉陷区的植被覆盖率变化情况,计算采煤沉陷区总面积和耕地数量,把握耕地面积变化情况和水域面积变化情况。另外,实时监测高潜水位采煤沉陷区生态要素,了解沉陷区生态系统变化规律,通过监测数据发现采煤沉陷区中有机质和氮、磷含量提升,土壤贫瘠化、盐碱化、沼泽化等土壤退化分区情况;发现采煤沉陷区水域浮游植物总密度小于养殖水域,生物多样性指数大于养殖水域,表明采煤沉陷水域生境优于养殖区域;发现采煤沉陷区土地利用类型发生变化,生态系统的种群物种改变,由陆生型生态系统演替为水陆复合型生态系统<sup>[2]</sup>。

第二,采煤沉陷区土地剖面建设和土地复垦技术。通过矸石填充土壤剖面建设技术来处理表层土壤厚度降低和土壤水分流失的问题,在该技术下需要层次填充物料,后压实处理后形成减渗层,后在基层土层和耕作

**作者简介:** 许莽(1982.10),男,汉族,江苏省泗洪县,研究生,工程师,研究方向:生态修复,主要从事土地复垦、矿山生态修复和全域土地综合整治;

层上形成覆土。考虑到农作物生长的过程中会出现缺水的问题,对此人们可以通过改善耕作层土壤水分预防矸石层水分的流失,确保农作物可以健康生长。在该技术下需要科学配置不同土壤结构和层次、质量,优化就近取土复垦土壤剖面结构和工艺流程,可以降低成本,后实时获取土壤剖面数据信息,了解黏粒土和沙粒土的含量,根据土壤标准确定耕作层土壤配置系数。后根据分层原则对抛离后的土壤进行回填,并科学划分取土区和回填区。另外,还需要将井下开采技术和地表复垦技术进行结合,形成动态性的复垦技术,确保采煤和复垦的同步进行,应用该技术时人们需要明确工艺流程,根据开采计划计算下沉量,根据下沉等值线划分施工田块。后对田块进行控制,精准计算回填厚度和覆土厚度、回填标高。

第三,采煤沉陷区农业生态景观再塑技术。人们首先需要分析采煤沉陷区农业生态系统损毁特点,一般在采煤沉陷后地表会产生裂缝、沉陷和积水、土壤盐碱化的问题,导致农作物停产或者绝收,农田转变成为耕地和林地、草地、矸石厂等多种类型,且物种也会由单一的农作物转换为乔木和水生动物植物等。后需要根据地区范围科学应用生态景观再塑技术,在该技术下可以根据不同土地类型,将斑块、廊道、基地景观要素进行融合,构建多样化的生态条件,明确再塑目标。进一步对采煤沉陷区水体和指标、地貌景观要素进行分析,科学规划治理区域,科学设计景观结构,制定复垦标准和途径、工艺等<sup>[3]</sup>。

## 2.2 采煤沉陷区次生湿地景观构建技术

第一,采煤沉陷区次生湿地生态修复技术。该技术具体包括水体维系技术和湿地基地改造技术、水域边坡水土流失控制技术三种,对于第一种技术而言在应用时需要人们根据城市发展规划、次生湿地生态需水量,治理改造单一、面积小的水坑。扩大水面、增加蓄水量,将湿地外部的河流水系进行连接,确保水源补给稳定,有效实现生态平衡。对于第二种技术而言在应用时需要人们科学分析水域土壤特点和变形情况、沉陷情况,分析基底状态,后对稳沉区渗水情况进行改造,通过疏水、清淤、黏土铺盖、压实等方法有效处理沉陷区的裂缝。对于第三种技术是指在采煤沉陷区湿地周围通过种植水生植物和湿生植物、陆生植物形成护岸主体,后配置其他的景观植物形成护岸景观,在这种方法可以降低成本、简化结构,预防不均匀沉降问题,便于施工和后期维修,为水生和湿生植物的生长营造了有利的环境。

第二,采煤沉陷区次生湿地水质修复技术。在该技

术下可以进行生态浮岛建设和人工植物群落修复建设。在生态浮岛下,可以在采煤沉陷区湿地周围富营养化的水体中栽种生态浮岛水培植物,有效降解水体中的氮、磷含量,抑制藻类的生长,选择除氮、磷效果好的植物,以此净化水体。在第二种方法可以进一步对湖水进行净化,降低水体浓度,提高溶氧量和透明度<sup>[4]</sup>。

第三,采煤沉陷区次生湿地植被景观构建技术。在应用该技术时先需要科学选择植物,可以根据次生湿地的具体情况从生态适应性角度出发,选择耐干旱的植物品种,耐水湿植物和抗盐碱植物、抗病虫害植物、耐荫植物等。为了提高景观观赏性,选择常绿乔木和花色植物、观花景观等植物。为了提高城市景观效果和生态效应需要选择不同的水体植物和岛屿植物、地被植物、彩叶树种、建筑植物等,科学地配置植物,打造植被景观,提高城市湿地景观形象,充分发挥湿地景观的绿化、美化、人文和休闲等多种功能。以此打造一种个性、特点、经典的人造风景和自然生态环境相结合的城市湿地园林景观。

第四,采煤沉陷区次生湿地人工景观构建技术。在该技术下可以打造人工湖景观,在现有水文水系的基础上根据采煤沉陷区积水情况科学设计水域景观,根据不同湿地水深程度进行设计,在浅水区堆山造景,修建湖心岛,扩大湖水面积,打造滨湖生态环境,有效实现防洪排涝、水资源科学配置和利用、水体自然净化、景观宜人的目标。将采煤沉陷区的灰堆和矸石等废弃材料进行回收利用,实现造景绿化,通过整形改造和覆土绿化进行修复,在此过程中人们需要根据当地的具体情况覆盖土、平整处理,后修剪排灌设施,选择一些根系浅、耐贫瘠的植物打造景观。另外,对垃圾山进行封场实现造景绿化目标,锁定采煤沉陷区的垃圾填埋场,进行封场处理,在此过程中进行坡面整修,修建成为高低不平的假山挡土墙,后敷设土工布、膜、网格、土层,进行封闭处理。在此基础上形成防渗系统和导排系统、填埋气体回收和处理系统、环境监测系统、封场道路系统等,最终实现植被景观绿化建设和景观平台和阁楼坚实的目标<sup>[5]</sup>。

## 2.3 采煤沉陷区工程建设一体化技术

第一,采空区探测技术。为了把握采煤沉陷区的具体情况,更好地应用工程建设技术,需要科学采用钻探设备和钻孔机对采煤沉陷区进行探测,了解采煤沉陷区自然压实下地下空洞、离层和裂隙、垮落带、欠压密、空隙饱和水等情况。了解地表新增荷载、地震活动、临近开采活动、地下水不合理排出情况下的采煤沉陷区岩

体活化情况和应力不平衡情况,进一步把握采煤沉陷区岩体裂隙发育特点。

第二,地基稳定性评价技术。在该技术下需要创建地基临界荷载深度评价模型。通过该模型了解采空区地表新建建筑物产生的荷载导致开采区出现裂缝带和垮落带情况,在这种情况下持续存在下的岩石移动情况,地表沉降深度等。后需要创建模糊综合评价模型,考虑到地基稳定性不仅会受到开采煤层和岩石层深度、地质构造和采煤工艺的影响,也和建筑物荷载、地基类型紧密相关。对此人们需要采用模糊综合评价方法来综合评估地基的变化情况。

第二,采空区地基处理技术。如果发现地基稳定性不足,需要对采空区进行灌浆,为了降低投资成本、节约材料和人力,人们可以引入区域理论,对注浆进行设计,后进行注浆结石体试验,检测注浆强度和煤层强度之间的偏差。后考虑是否需要设置在预留的开采中设置煤柱,可以将没有填充的区域作为开采区域,后根据下沉情况计算开采厚度,最终遵循地面物探、少量钻探、钻孔探测技术方法,形成一种综合注浆模式。

第三,采空区地表建筑抗变形技术。在采空区修建建筑物时需要考虑开挖导致地基变形的情况,对此人们需要科学设计,稳定构造,可以从以下两个方面进行:第一,制定刚性的保护措施。需要现场有构造物和墙壁圈梁,则需要科学布局,提高建筑结构整体的刚度和强度,有效预防地基变形带来的裂缝和塌陷问题,降低附加应力。第二,采用多种保护措施,在地基变形、移动、结构变形缝存在的情况下可以干预应力集中方向,通过消除地表变形,提高建筑物抗变形能力<sup>[6]</sup>。

### 3 采煤沉陷区土地复垦技术展望

在我国,矿山开采对于生态环境的破坏类型较多,沉陷区治理后的功能需求各异。自党的十八大把生态文明建设纳入“五位一体”总体战略布局以来生态文明建设及美丽中国建设受到国家各级政府及有关部门的高度重视。十九届五中全会和十三届全国人大四次会议针对国民经济和社会发展第十四个“五年规划”和2035年远景目标,提出坚持尊重自然、顺应自然、保护自然,坚持节约优先、保护优先自然恢复为主,坚持山水林田湖草系统治理,着力提高生态系统自我修复能力和稳定性,守住自然生态安全

边界,促进自然生态系统质量整体改善。

在此背景下,针对不同采煤沉陷区所在区域,探索采煤沉陷区的综合治理新技术和新模式,加强采煤沉陷区的精细化治理,构建经济效益、生态效益和社会效益相统一的沉陷区土地复垦综合技术已成为迫切需求。

针对大型高效集约化矿区生态问题,重点解决高效集约化煤矿区域性采煤沉陷与生态演变规律,东部采煤沉陷区采煤积水沉陷区次生湿地重构技术、煤矿区环境恶劣场地微生物高效修复技术等;西部煤矿高强度开采沉陷区地表土壤水分特性及对植被的影响、干旱半干旱区当地适生优势植被品种的规模化培育技术、干旱半干旱区采煤沉陷前植被治理技术、矿区生态水资源保护与多目标协调配置技术等。为实现矿区绿色和谐发展、资源协调开发利用、集约化城镇发展的国家战略目标提供技术支撑。

### 4 结束语

当前我国采煤沉陷区地表面积大,东部积水区域多和土地损毁严重、水生态和植被破坏严重,且在采煤的过程中排放了大量的废弃物导致采煤沉陷区生态环境恶化,严重影响矿区城市形象、居民的正常生活和社会稳定,对此需要人们遵循采煤沉陷区的沉陷规律,通过综合运用采煤沉陷区土地复垦技术手段,减少沉陷面积、恢复耕地、提高废弃资源综合利用,因地制宜地提升当地生态环境,打造安全、绿色、稳定和美丽的矿地生态系统,有效推动社会经济的可持续发展。

### 参考文献

- [1]李树志.采煤沉陷区土地复垦技术[M].煤炭工业出版社,2014.
- [2]赵艳玲,李素萃,肖武.我国采煤沉陷领域研究现状可视化分析与展望[J].煤炭科学技术,2020.
- [3]申晓哲.采煤沉陷区土地复垦林草植被恢复技术研究——以常村煤矿为例[J].山西林业,2020(S01):2.
- [4]岳辉,毕银丽.基于主成分分析的矿区微生物复垦生态效应评价[J].干旱区资源与环境,2017,31(4):5.
- [5]韩彩娟.南票矿区采煤沉陷区土地复垦与生态重建模式研究.辽宁工程技术大学,2008.
- [6]李磊,金超,孟兆兴等.石拐采煤沉陷区土地复垦技术研究[J].中国资源综合利用,2020,38(3):3.