

采煤塌陷区综合治理模式研究

——以菏泽市采煤塌陷区为例

庞 晶¹, 宋晓慧^{1,2}, 周茂敬²

(1. 山东财经大学 经济学院, 山东 济南 250014;
2. 山东电工电气日立高压开关有限公司, 山东 济南 250300)

摘 要:采煤塌陷区综合治理是一项涉及土地整治、生态保护、基础设施建设和产业综合开发等多项工作的系统工程。文章以实现采煤塌陷区经济、生态和社会效益为目标,根据其塌陷深度、积水情况及土地性质进行分类,在土地复垦和生态修复基础上,因地制宜地提出农业治理、渔业治理、林业治理、休闲农业和工业治理 5 种产业治理模式。以菏泽市为例,对其现阶段各类型采煤塌陷区的不同治理模式进行了综合效益评价,根据效益评价结果对菏泽市采煤塌陷区提出了轻度采煤塌陷区应在农业治理的基础上大力发展休闲农业及农渔产品加工业、中度采煤塌陷区应以渔业养殖为主,适度发展光伏产业、重度采煤塌陷区应以渔业养殖为基础,通过大水面增殖放养,大力发展休闲旅游业的治理对策建议。

关键词:采煤塌陷区;综合治理;效益评价

中图分类号:F124.5;X32 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-929X(2018)04-0109-11

一、引 言

随着煤炭资源的大规模开采和利用,采煤塌陷问题日趋严重,一方面塌陷造成的地面沉降、断裂等,严重破坏了矿区的土地,使得矿区耕地面积减少,造成矿区农业和建设用地紧张,人地矛盾突出,制约了采煤塌陷区的发展,另一方面引发相应的环境污染、水土流失、土地盐渍化等生态环境问题,严重制约了矿区经济、社会和环境的可持续发展。截止 2016 年底,我国采煤造成的塌陷区已达 70 万公顷,而且还在以每年 2.7 万公顷的速度增加^[1]。山东省是全国重要的煤炭生产基地,煤炭开采造成了大量塌陷地,山东省实有采煤塌陷地面积 6.7 万公顷,其中有 2.69 万公顷绝产区^[2]。如何修复国土资源,恢复生态环境,变废为宝综合治理,一直是一个重要的研究课题。从中央到地方,各级政府高度重视采煤塌陷区治理工作,国务院及发改委等部门先后发布一系列相关政策和建议用于指导采煤塌陷区的综合治理,山东省出台《山东省采煤塌陷地综合治理工作方案》明确了采煤塌陷区治理任务表,采煤塌陷区治理工作迫在眉睫。

修回日期:2017-09-26

基金项目:教育部课题“流空间视角下的都市圈一体化发展及制度创新研究”(15YJA790048);山东省社科规划课题“山东省乡村旅游扶贫及提质增效研究”(17CLYJ37)。

作者简介:庞晶,女,山东济南人,博士,山东财经大学经济学院副教授,研究方向:城市经济、城市规划与管理。

二、文献综述

采煤塌陷区治理是一个世界性难题,德国、英国、美国等发达国家对采煤塌陷区治理的研究较早,现已具有丰富的采煤塌陷区综合治理的实践经验。我国关于采煤塌陷区治理的研究始于 20 世纪 80 年代,起步较晚,但鉴于我国采煤塌陷治理的迫切性,近年来相关研究日渐增多。

(一) 采煤塌陷区治理模式研究

发达国家以土地综合治理和生态环境重建为主要内容,其做法有效地支持了经济社会的可持续发展,尤其是鲁尔地区的成功转型,为我国采煤塌陷区综合治理提供了宝贵的经验和启示。我国采煤塌陷区治理从最初的土地复垦到生态修复再到综合治理,其相关研究在不断深化。

1. 采煤塌陷区的土地整治

最初的采煤塌陷区治理是以恢复土地的可利用状态为目标而进行的,主要包括填充治理和非填充治理两类^[3]。填充治理是先将塌陷区的表层熟土剥离,利用煤矿开采的废弃物煤矸石、粉煤灰、城市垃圾、泥浆等材料对塌陷形成的深坑进行回填,最后将剥离的熟土覆盖在土地表面,恢复土地的利用状态^[4-5]。非填充治理即将通过疏干法、就地平整法、挖深垫浅法等对塌陷区进行土地修整,使其达到可使用状态^[6-7]。

2. 采煤塌陷区的生态修复

随着治理技术的不断进步,采煤塌陷区治理在恢复耕地的基础上逐渐实现生态环境的修复^[8-9],达到煤炭开采之前的状态或对人类活动有价值的新状态。目前生态修复主要包括土地复垦和生态环境重建两方面^[10-11]。它是在景观格局优化、可持续发展等原理的指导下把土地复垦与生态重建的理论与实践紧密结合起来,它扩展了土地复垦概念与内涵将采煤塌陷区由单一的土地复垦到注重整个矿区的生态环境重建^[12]。

3. 采煤塌陷区的综合治理

采煤塌陷区的综合治理体现因地制宜的原则,创新资源利用方式,实现生态、经济和社会效益的统一。主要的产业模式有发展林业、农业种植、渔业养殖及农牧渔业综合开发等方式实现土地生态系统的良性循环^[13-15];或通过采煤塌陷区发展生态农业,进一步延伸发展农渔产品加工业^[16];或通过发展矿山工业旅游、自然资源旅游、科学研究试验基地等旅游模式实现采煤塌陷区综合治理^[17]。

(二) 采煤塌陷区治理治理的效益评价

采煤塌陷区综合治理效益评价研究是对塌陷区治理的经济效益、社会效益、生态效益进行科学的评价,从而为采煤塌陷区综合治理提供依据。采煤塌陷区综合治理效益主要通过成本效益分析法和模糊综合评价法进行评价,成本效益分析法主要根据治理的复垦和重建成本以及治理后产生的收益,计算投资回收期、内部收益率、投入产出比等评价指标得出最终的治理效益,评价治理方案的可操作性^[18-19]。模糊综合评价法是通过选取能够代表经济效益、生态效益及社会效益评价内容的主要因素作为评价指标,构建了评价指标体系,利用模糊综合评价获得各治理方式最终评价效益的排序或隶属度,对治理项目进行综合评价^[20]。

综上,采煤塌陷区综合治理相关研究逐步开展,在治理模式上多以实践经验为主,缺乏系统的理论研究,在治理效果评价上,定性研究多、定量研究少,本文以实现采煤塌陷区综合治理的生态、经济和社会效益为目标,构建采煤塌陷区综合治理模式的理论研究模型,为不同类型采煤塌陷区选择差异化的治理模式,提高采煤塌陷区的治理效益。

三、采煤塌陷区综合治理模式

采煤塌陷区综合治理是一项涉及土地整治、生态保护、基础设施建设和产业综合开发等多项工作的系统

工程。在因地制宜原则的指导下,对采煤塌陷区综合治理的过程、类型及模式选择进行分析。

(一) 采煤塌陷区综合治理的过程

采煤塌陷区是由于煤矿开采导致地下煤层采空,从而使地下岩层和地表重力失衡,主要表现为地表下沉形成洼地或积水区。采煤塌陷不仅导致土地表面形态的破坏,采煤塌陷导致的地面下沉最深处可达 10 米以上,形成长年的积水区,使土地利用类型发生改变,大面积的耕地无法使用,土壤退化严重,而且还会改变潜水位赋存条件,使得潜水位上升,造成局部潜水位接近或露出地表,形成湿地、沼泽,从而影响地表作物和植物的生长,导致生态环境的恶化。因此,采煤塌陷区的综合治理首先是通过利用土地整治的技术和工程建设,使塌陷的土地恢复可利用状态并采用人工干预等方式恢复塌陷区的生态环境,在此基础上,因地制宜发展相关产业,进而实现塌陷区经济、社会和生态环境的可持续发展,达到治理的生态、经济和社会效益的协调统一。

采煤塌陷区的综合治理具有三个过程,一是土地整治,即对采煤导致沉陷或变形的土地通过一定的工程和技术进行治理,如土地简单平整,疏排法、挖深垫浅或填充方法等,将煤炭采空造成的土地沉陷和变形进行整治,使塌陷区恢复其可利用状态。二是生态修复,即在土地整治的基础上,通过生物技术改良破坏的土壤结构,种植适宜的植被改善生态环境或通过人工造景等恢复塌陷区的生态环境,在更高程度上建立一种与周围环境和景观协调发展的生态系统,如农田生态系统和水域生态系统。三是产业治理,即在生态修复的基础上,因地制宜发展特色产业,实现采煤塌陷区产业的转型升级,提高土地生产率,提高劳动就业率,缓解人地矛盾。

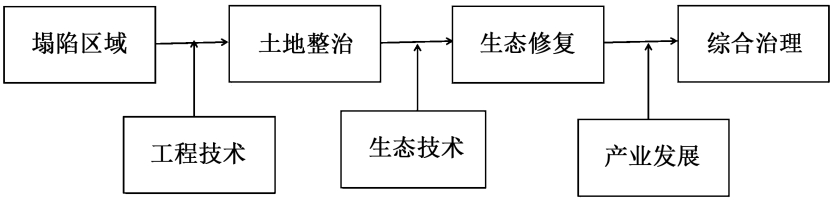


图 1 采煤塌陷区综合治理流程图

(二) 采煤塌陷区综合治理的类型

在因地制宜和效益最大化原则的指导下,不同塌陷程度的采煤塌陷区应区别对待。因此,根据采煤塌陷区的塌陷深度及积水情况等影响因素对塌陷区进行分类,进而为塌陷区选择最适宜的治理方式。

1. 影响采煤塌陷区综合治理的因素

(1) 采煤塌陷区的塌陷深度

采煤塌陷区由于地下煤层及开采的时间不同,塌陷深度各不相同,应采取差异化治理方式。对于煤层厚度在 3 米以下,地面沉降在 1.5 米以内的采煤塌陷区,地面出现了一定程度的倾斜,基本无积水,基础设施损害较轻,该类型通过简单平整可进行普通的耕种活动;对于煤层厚度在 3~5 米,地面沉降在 1.5~3 米以内的采煤塌陷区,一般会形成落差较大的斜坡地和季节性积水区,基础设施全部遭到破坏,可通过填充的方式对塌陷区进行改造,或者直接对塌陷区挖深垫浅,发展基塘农业。煤层厚度超过 5 米,地面塌陷达 3 米以上的采煤塌陷区,一般会出现大面积的积水情况或形成少量的坡地,对当地生态环境造成完全破坏,土地无法进行耕作活动,需将塌陷区通过简单整理,发展大水面养殖。

(2) 采煤塌陷区的积水状况

采煤塌陷区的积水情况为采煤塌陷区发展渔业提供了有利条件,但由于不同塌陷区积水情况不同,其渔业利用方式也有所不同。对于季节性积水塌陷区,多雨时节会形成积水,少雨时节形成土地板结,可以通过挖深垫浅,利用基塘治理方式进行渔业养殖和农业种植。对于塌陷深度在 0.5~3 米左右,积水深度在 0.5~2.5 米之间的常年浅积水塌陷区,可以通过继续深挖形成鱼塘进行渔业养殖。对于积水深度一般在 3 米以上的常

年深积水塌陷区,已经常年形成不规则封闭水域,且3米以上的深度已经适合渔业的养殖,通过简单整理即可进行渔业养殖。

(3)采煤塌陷区的土地性质

采煤塌陷区土地性质制约了采煤塌陷区的土地利用方式,由于煤炭在地下存储位置的不确定性,部分煤矿的开采不仅占用了农用地,而且还占用了部分村庄的宅基地,而农村宅基地属于建设用地,因此采煤塌陷区的土地性质分为两种,一种是农用地,一部分是建设用地。因此在采煤塌陷区综合治理时应充分考虑土地的性质,按规定进行治理。

2.采煤塌陷区综合治理的类型

根据采煤塌陷区的塌陷深度及积水情况等将塌陷区分为轻度塌陷区、中度塌陷区和重度塌陷区三种类型(见表1),根据土地性质和发展条件因地制宜地采取不同的综合治理方式。

表 1 采煤陷区综合治理分类

类型	塌陷深度	积水情况	土地性质
轻度塌陷区	1.5 米以内	基本无积水	农用地/建设用地
中度塌陷区	1.5~3 米	常年积水深度 1.5~2.5 米	农用地/建设用地
深度塌陷区	3 米以上	常年积水深度 2.5 米以上	农用地/建设用地

(三)采煤塌陷区综合治理的产业选择

采煤塌陷区通过土地复垦和生态环境重建,其生态经济系统已具备生产性功能的基本条件,在此基础上,因地制宜发展相关产业,实现综合治理的经济效益、生态效益和社会效益(如图2所示)。

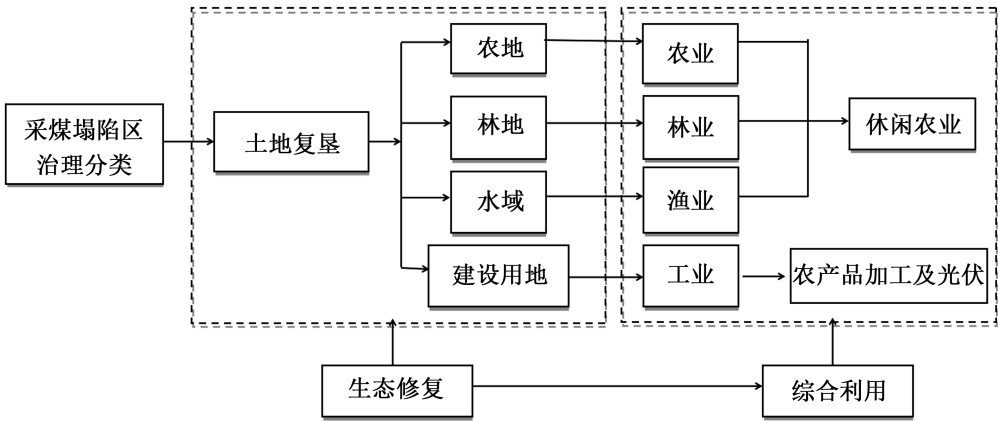


图 2 采煤塌陷区综合治理模式示意图

1.农业治理模式

农业治理是在恢复生产能力的土地上,根据塌陷区所在地区的气候、水文、土壤等条件,选择合适的农作物种植,该模式主要适用于无积水或轻度积水采煤塌陷区,该类塌陷区地面因土地下沉,不易耕作,通过就地平整法进行挖补平整,保证整个采煤塌陷区的高度基本一致,平整后的土地利于耕种和植物的生长,以恢复农业种植,该方法简单,易操作,成本较低。采煤塌陷区农业治理需引进先进技术和农作物品种,改善塌陷区土地的土壤肥力,通过种植蔬菜或花卉等经济价值较高的植物,实行产业化和规模化发展,建设蔬菜种植基地或花卉种植基地等高品质的农产品生产基地,提高农业种植的经济、社会效益和生态效益。该模式可以有效补充采煤塌陷区的耕地数量,缓解矿区日益突出的人地矛盾、工农矛盾。

2.林业治理模式

林业治理是通过在恢复的土地上植树造林,大面积的树木种植可以为塌陷区实现防沙固土,净化空气的作用。一般对于尚未稳沉的或是山区的采煤塌陷区,由于的积水造成的土壤盐渍化严重,土壤肥力下降,不适宜水产养殖和农业种植或是地形原因等不适宜耕种农作物的情况下,优选林业种植模式。在轻度积水的塌陷区通过开挖水渠,利用相关机械,将塌陷区积水排除,再对土地表面进行简单休整即可恢复土地的利用能力,进行林木种植。林业治理模式更多地应用于矿山生态修复中,通过封山育林,加快矿山的绿化速度、扩大森林面积、优化生态环境。短期来看,由于树木生长周期长,经济效益不显著,生态效益突出。

3.渔业治理模式

渔业治理模式是充分利用采煤塌陷区的水域资源,因地制宜,发展现代渔业,生态渔业,促进渔业供给侧改革,实现采煤塌陷区综合治理的经济、生态和社会效益协调发展。根据采煤塌陷区的积水深度及面积等,结合生态经济和循环经济的“生态、高效、健康”的要求,采煤塌陷区渔业治理模式可以通过基塘治理、集中连片鱼塘建设、大水面增殖放养三种方式实现。

(1)基塘建设

采煤塌陷区基塘渔业治理是以资源的高效利用和循环利用为核心,采用挖深垫浅方式进行基塘建设,按自然生态系统物质的闭路循环和能量梯次使用的特点对台田和水面进行合理利用的治理模式。该模式主要适宜于积水程度较轻的季节性积水,塌陷深度小于 1.5m 的轻度采煤塌陷区或地层尚不稳定的采煤塌陷区。

(2)集中连片鱼塘建设

集中连片鱼塘治理模式适宜面积较大的中度采煤塌陷区,即塌陷深度 1.5m-3.0m 的常年浅积水区域。依据“实用、美观、方便、整洁、生态”的原则,对于形成众多块状的塌陷区,可以继续挖深、再通过修整,建成标准鱼塘。通过池塘开挖、整形与清淤,进排水系统改造,新品种引进和技术研发,疫病、质量,水质监测设备购置、产品认证和品牌培育,科技入户平台建设,实现大规模池塘建设。

(3)大水面增殖放养

大水面治理增殖放养适宜于常年积水且塌陷深度大于 3 米的重度塌陷区域。重度塌陷区应把保护和优化生态环境放在首位,通过挖掘机和铲车等机械作业,使塌陷深部深挖形成大水面。大水面健康养殖不但可以充分利用水体天然饵料丰富、水环境好等有利条件,确保养殖成本低、水产品绿色无公害,提升水产养殖效益,增加从渔农民收入,而且以鱼净水,改善和修复所在水域的生态环境,扩大传统大宗种群增殖规模。通过大力发展地域性优质种群的放流增殖,创建净水渔业示范基地和标准化储水园区,发展环保型、品牌型、和谐型的循环经济。

4.休闲农业治理模式

采煤塌陷区综合治理根据“因地制宜、合理布局、突出特色”的原则,充分利用塌陷区农业资源、水域资源,有机地将传统文化和当地特色文化相结合,按统筹开发与协调发展,逐步深入,分层次、分阶段地发展集休闲、食宿、餐饮、娱乐、观光与文化体验等为一体的休闲农业,在丰富当地的旅游资源的同时,调整优化产业结构,为采煤塌陷区农民创造就业机会,培育经济发展新的经济增长点。

采煤塌陷区发展休闲农业要处理好与生态恢复之间的关系,在生态恢复的基础上谋求旅游资源的开发,创造一个和谐的生态环境,保障塌陷区生态、经济和社会的可持续发展。结合采煤塌陷区的具体规划,通过农业公园、湿地公园等形式发展休闲农业。农业公园不同于一般的农家乐、乡村游览点,它是乡村休闲和农业观光的升级版,属于农业旅游的高端形态,是一个更能体现和谐发展模式、简约生活理念、返璞归真追求的观光与休闲、度假、游憩、学习的规模化乡村旅游综合体。休闲渔业园区的建设,还要发挥当地文化特色优势,将特色文化融入到渔业公园的开发中,增加休闲渔业公园的文化底蕴。对位于城区的塌陷区可因地制宜建设湿地公园,在修复环境的基础上,为塌陷区的市民提供了一个休憩,健身的场所,把最好的资源留给后代,把最美的

风景还给市民。

5.工业治理模式

工业治理模式主要指在修复后的建设用地上发展农副产品加工和光伏产业。在采煤塌陷区周边或轻度采煤塌陷区,可以用采矿的废弃物煤矸石或煤炭洗选后留下的粉煤灰进行充填,该方法材料来源广泛,成本较低,使用较普遍。由于填充后的土地土壤肥力较差,可以通过加固处理,恢复建设用地。依托农业种植和渔业养殖大力发展农渔产品加工业,吸纳采煤塌陷区的失地农民,充分利用农业与人力资源建设农产品加工基地。光伏产业对环境污染较小,节约土地,是采煤塌陷区综合治理的一种新型治理方式。目前国家大力支持的光伏产业正在采煤塌陷区进行试验,在采煤塌陷区主要有“农光互补”与“渔光互补”两种利用方式。

四、菏泽市采煤塌陷区综合治理现状

菏泽市作为新兴矿区,截止 2015 年底,已累计形成塌陷 5 208 公顷,根据上文采煤塌陷区综合治理的类型,结合其塌陷现状,将菏泽市采煤塌陷区分为轻度采煤塌陷区、中度采煤塌陷区及重度采煤塌陷区。

(一) 菏泽市采煤塌陷区现状

目前,菏泽市主要有 8 个煤矿,自北向南分别是鄆城县的鄆城煤矿、彭庄煤矿、郭屯煤矿与赵楼煤矿,巨野县的龙固煤矿与万福煤矿,单县的陈蛮庄煤矿与张集煤矿,其中巨野县万福煤矿、单县的陈蛮庄煤矿与张集煤矿属于新投产煤矿,暂未形成采煤塌陷,各煤矿具体位置如图 3 所示。

截止 2015 年底,菏泽市采煤塌陷区已累计重度塌陷面积 529 公顷,中度塌陷面积 983 公顷,轻度塌陷面积 3696 公顷。随着煤炭的不断开采,采煤塌陷区的面积将会持续增加。根据《巨野矿区采煤塌陷地治理总体规划(2011-2025)》预测,2020 年及 2025 年菏泽市将形成采煤塌陷面积如表 2 所示。

由表 2 可知,近年来菏泽市采煤塌陷区面积将以成倍的速度增长,亟需制定科学的、统一的采煤塌陷区综合治理方案,用于指导采煤塌陷区的综合治理工作。

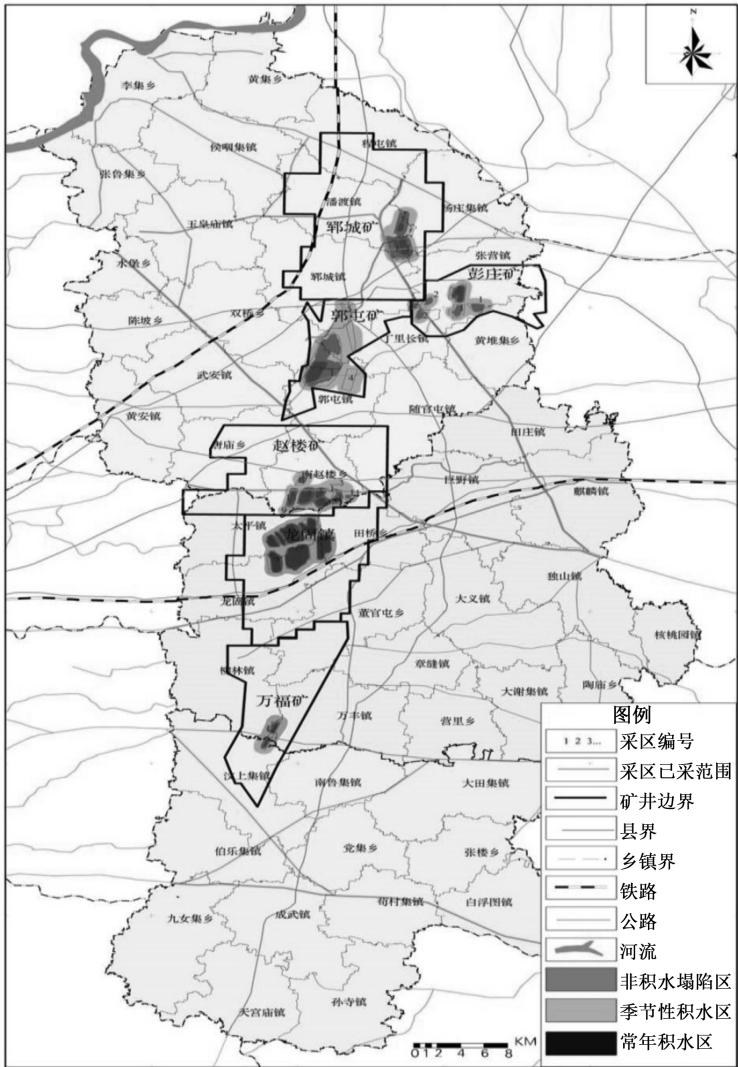


图3 菏泽市采煤塌陷区域分布图

注:图表来源于实地调研和查阅相关资料整理得出。

表 2 各矿区不同年份采煤塌陷区面积统计及预测表

单位:公顷

矿区名称	2015 年				2020 年				2025 年			
	塌陷总面积	重度塌陷	中度塌陷	轻度塌陷	塌陷总面积	重度塌陷	中度塌陷	轻度塌陷	塌陷总面积	重度塌陷	中度塌陷	轻度塌陷
郓城煤矿	568	0	226	342	924	136	326	462	1453	201	500	752
彭庄煤矿	915	102	98	715	1277	103	196	978	1608	107	334	1167
郭屯煤矿	1397	0	322	1075	2476	10	801	1665	3841	278	814	2749
赵楼煤矿	1168	55	208	905	1780	200	352	1228	2103	372	440	1291
龙固煤矿	1160	372	129	659	2459	978	300	1181	3174	1416	392	1366
万福煤矿	0	0	0	0	511	0	0	511	744	53	96	595
合计	5208	529	983	3696	9427	1427	1975	6025	12923	2427	2576	7919

数据来源:《巨野矿区采煤塌陷地治理总体规划(2011—2025)》。

(二) 菏泽市采煤塌陷区综合治理现状

截止 2016 年底,巨野县龙固煤矿、郓城县郭屯煤矿以及彭庄煤矿等按照《巨野矿区采煤塌陷地治理总体规划(2011—2025)》的要求,已进行不同程度的治理,并取得一定的治理成效。

1.轻度采煤塌陷区

(1)农业治理模式

龙固煤矿对采煤塌陷区进行土地集约化大面积开发,深度推进采煤塌陷区综合治理,通过土地平整,土地填充完成土地复垦项目约 64 公顷,经过综合治理后形成了集中连片、田成方、路成网、排灌顺畅的可耕地,并采用机械化、智能化、标准化科学技术,生产高档花卉及高档蔬菜。

(2)渔业治理模式

赵楼煤矿目前已出现一定的程度的塌陷,积水面积逐步增加,其轻度采煤塌陷区现已进行初步整理,形成了部分小面积池塘,进行渔业养殖,其它大部分塌陷区尚处于撂荒的状态。

(3)工业治理

随着渔业水平的不断提高,菏泽市不断加快农产品加工的品牌建设,目前彭庄煤矿计划在轻度采煤塌陷区增加农渔产品加工项目,培育农渔产品产品加工龙头企业。

(4)休闲农业治理模式

彭庄煤矿利用现有轻度采煤塌陷区发展彭湖湿地生态项目,完成投资约 20 亿元,治理塌陷区约 200 公顷,该项目将以彭庄湿地公园为中心,建设生态养老社区、现代农业观光区、民俗文化体验区及生态绿化隔离带等,打造集湿地旅游、健康养老、农业观光于一体的综合旅游区,实现彭庄煤矿的生态转型。

2.中度采煤塌陷区

(1)农业治理模式

郓城煤矿已形成中度采煤塌陷区 200 余公顷,目前塌陷区农民通过自发组织,对部分中度塌陷区进行填充治理,实现土地复垦,通过修缮排灌系统和农田道路系统,有序发展种植业。

(2)渔业治理模式

菏泽市重度采煤塌陷区现主要已渔业治理为主,郭屯煤矿采煤塌陷区采用简单修整型或挖深垫浅方式,对于区块塌陷形成较深积水的,继续深挖、简单修整成标准鱼塘,完善渔业养殖基础设施建设,通过养殖南美白对虾、黄河甲鱼、黄河鲤鱼等发展优质鱼养殖。

(3)工业治理模式

彭庄煤矿采煤塌陷区已形成中度采煤塌陷区 90 公顷左右,具有大面积积水并形成自然湿地,拥有壮观的芦苇景观,彭庄煤矿通过引入渔光互补项目加强采煤塌陷区综合治理,目前彭庄煤矿小电 30MW 光伏发电项

目,完成投资 2.4 亿元,现已投运发电。

3.重度采煤塌陷区

(1)渔业治理模式

龙固煤矿充分利用重度采煤塌陷区,采用挖深垫浅方式,通过挖掘机和铲车等机械作业,使塌陷深部通过深挖形成大水面,通过投放鱼苗进行大水面渔业养殖,发展渔业养殖,为塌陷区渔业的发展提供物种保障。

(2)工业治理模式

彭庄煤矿采煤塌陷区已形成重度采煤塌陷区 100 余公顷,积水面积较大,目前在渔业养殖的基础上,对渔业产值不高的区域,采用水上浮体太阳能发电系统,发展一部分渔光互补项目,通过光伏发电提高单位面积土地经济价值。

(3)休闲农业治理模式

龙固煤矿现已形成大面积重度采煤塌陷,依托轻度采煤塌陷区农业种植及部分大水面渔业养殖等项目的发展,逐步发展休闲农业公园,现已建成集种植、养殖、加工与观光旅游为一体的农业生态经济园区。

五、菏泽市采煤塌陷区综合治理模式效益评价

在效益最大化原则的指导下,采煤塌陷区综合治理要根据塌陷区不同的基础条件,为不同的采煤塌陷区选择综合效益最好的治理模式,因此,利用模糊综合评价方法,构建了不同类型采煤塌陷区不同治理模式效益评价模型,通过对菏泽市不同类型采煤塌陷区的不同治理模式的综合效益进行评价,为其不同类型的采煤塌陷区选择最佳的治理模式提供科学的建议。

(一)构建评价指标体系

根据采煤塌陷区综合治理的理论研究,结合采煤塌陷区综合治理效益评价的主要内容,通过与相关专家的讨论、筛选,按照指标体系构建的原则,建立了由 3 项一级评价指标、12 项二级评价指标组成的不同类型采煤陷区不同综合治理模式的效益评价指标体系,如表 3 所示。

表 3 采煤陷区综治理效益评价指标体系

目标层	准则层	指标层
采煤塌陷区综合治理效益评价体系	经济效益	土地的利用率投入产出比 GDP 的增长率产业关联度
	生态效益	修复地表植被提高空气质量 提高区域水质改良土壤条件
	社会效益	提高就业率增加农民收入 基础设施改善保护耕地

(二)确定指标权重

指标权重是将各层次每两个指标进行两两比较,确定两个指标之间的重要程度,构造判断矩阵,经过数据加权处理和计算,在通过指标权重一致性检验的基础上得出权重。根据专家的评价结果,对准则层以及指标层的各指标进行两两比对,得到如下判断矩阵。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/2 & 1/2 \\ 3 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1/2 & 1 & 1 \\ 2 & 1/2 & 1 & 1 \end{bmatrix} A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/3 & 1/5 \\ 1/2 & 1 & 1 & 1/4 \\ 1/2 & 1 & 1 & 1/4 \\ 2 & 4 & 4 & 1 \end{bmatrix} A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1/2 & 3 \\ 1/2 & 1 & 1/3 & 2 \\ 2 & 3 & 1 & 4 \\ 1/3 & 1/2 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$
$$\text{通过计算可得权重向量: } W = \begin{bmatrix} 0.2716 \\ 0.4568 \\ 0.2716 \end{bmatrix}, W_1 = \begin{bmatrix} 0.1221 \\ 0.4231 \\ 0.2274 \\ 0.2274 \end{bmatrix}, W_2 = \begin{bmatrix} 0.25 \\ 0.125 \\ 0.125 \\ 0.5 \end{bmatrix}, W_3 = \begin{bmatrix} 0.2776 \\ 0.1603 \\ 0.4668 \\ 0.0953 \end{bmatrix}$$

经检验,四个矩阵均通过一致性检验,即构造的 4 个矩阵及由此导出的权重向量均合理。则由各基层指标权重和总目标权重指标可得采煤塌陷区综合治理效益评价各个指标的权重表如下表 4 所示。

(三) 综合效益评价结果

根据专家对菏泽市不同类型采煤塌陷区的不同治理模式的评分情况和评价指标的权重得出了不同类型采煤塌陷区治理的治理效益得分,得分情况如表 5 所示。

通过评价结果可以得出,菏泽市轻度采煤塌陷区通过发展以农业休闲公园为主的休闲农业其经济效益较为突出,由于其吸收农村剩余劳动力重新就业的

表 4 采煤塌陷区综合治理效益评价因子的权重表

效益	评价因子	权重
经济效益 (0.2716)	土地的利用率	0.1222
	投入产出比	0.4231
	GDP 的增长率	0.2274
	产业关联度	0.2274
生态效益 (0.4568)	地表植被修复	0.2500
	改善空气质量	0.1250
	改善区域水质	0.1250
	改良土壤条件	0.5000
社会效益 (0.2716)	提高就业率	0.2776
	增加农民收入	0.1603
	保护耕地	0.4668
	基础设施改善	0.0953

能力较强,具有较高的社会效益,因此休闲农业治理模式效益最佳;工业治理由于其经效益较为可观,带动就业能力强,但生态效益较低,综合治理效益位居第二;农业治理由于其在恢复土壤肥力,提高植被覆盖率等方面的效益较为突出,因此综合治理效益高于渔业治理。中度采煤塌陷区借助其现有水资源,发展标准化,规模化渔业养殖,带动周边的就业,治理成本较低,因此其经济效益和社会效益偏高,综合治理效益最佳;农业治理由于其治理成本较高,带动就业能力较差,综合治理效益最低。重度采煤塌陷区通过发展综合性农业公园,在提高农民收入的基础上,能够不断改善环境,完善当地基础设施建设,因此其综合效益最高;渔业治理通过充分利用大水面发展渔业,效益较为显著,工业治理则治理成本较高,生态效益较差,综合治理效益最低。

表 5 采煤塌陷区综合治理效益评价结果

效益	轻度采煤塌陷区				中度采煤塌陷区			重度采煤塌陷区		
	农业治理	渔业治理	工业治理	休闲农业治理	农业治理	渔业治理	工业治理	工业治理	休闲农业治理	渔业治理
经济效益	1.42	1.65	2.58	2.02	0.93	2.04	2.19	2.01	2.19	2.20
生态效益	3.30	2.57	1.96	2.85	2.97	2.46	1.43	2.46	1.43	2.28
社会效益	1.85	1.88	2.19	2.12	1.22	1.49	1.66	1.49	1.54	2.06
综合效益	6.56	6.10	6.73	6.99	5.12	5.99	5.28	5.96	5.16	6.54

六、对策建议

(一) 轻度采煤塌陷区

菏泽市轻度采煤塌陷区应在农业治理的基础上大力发展休闲农业及农渔产品加工业。不断扩大有机蔬

菜、稀有花卉的种植规模,逐步发展休闲采摘园,打造集休闲、观光、体验等于一体的农业公园。在具有良好区位、距离市、县较近的采煤塌陷区逐步培育农渔产品加工企业,增加塌陷区农渔产品的销售渠道;应加快农产品加工的品牌建设,提高知名度,增加现代水产品储运设施与冷藏设备,提高生鲜冷链物流技术水平,培育水产品冷链物流龙头企业,借助物联网,大力开辟区域消费市场。由于重度及中度采煤塌陷区的面积成倍数增长,因此,为更好的解决渔业的市场和销售问题,可将彭庄煤矿轻度采煤塌陷区可以打造成菏泽市农渔产品加工基地和物流集散中心。

(二) 中度采煤塌陷区

菏泽市中度采煤塌陷区应以渔业养殖为主,适度发展光伏产业。采用简单修整或挖深垫浅方式,对于区块塌陷形成较深积水的,继续深挖、简单修整成标准鱼塘,完善渔业养殖基础设施建设,通过养殖南美白对虾、黄河甲鱼、黄河鲤鱼等发展优质鱼养殖。通过发展特色优质鱼养殖,建设设施标准高、养殖技术规范、管理模式先进、生态环境优美,且具有较强区域示范效应的规模化优质水产品生产基地。在渔业产值不高的区域,采用水上浮体太阳能发电系统,适度发展渔光互补项目,提高单位面积土地经济价值。随着渔光互补项目逐渐成熟和完善,让渔业和新能源产业同步发展,打造集渔业资源主题开发、深度开发与科学开发相结合,集水产养殖、科研示范、工业旅游于一体的特色科技渔业产业园和清洁能源生产示范基地。

(三) 重度采煤塌陷区

菏泽市重度采煤塌陷区应以渔业养殖为基础,通过大水面增殖放养,大力发展休闲旅游业。将采煤塌陷区塌陷深部通过深挖形成大水面,在此基础上围水造岸、植树种草,以大水面的增殖放养为主发展渔业养殖,不断扩大渔业增殖放养规模,建设塌陷区水质监测站及水产品安全监测中心或实验室等,建设大水面储水水库或储水生态园区,为塌陷区渔业的发展提供物种保障。通过建设小型垂钓基地或休闲渔庄,完善垂钓池塘及钓位、游客服务中心、钓船码头、休憩设施、餐饮设施等相关设施的建设,实现休闲渔业的初步发展,不断开发大水面游乐、生态体验和休闲度假,努力打造集生产体验、科普教育、休闲观光、健康养生等独具特色的休闲渔业公园。

参考文献:

[1]林振山,王国祥. 矿区塌陷地改造与构造湿地建设——以徐州煤矿矿区塌陷地改造为例[J].自然资源学报,2005(9):790-792.

[2]许国晶,段登选,杜兴华. 鲁南采煤塌陷水域渔业及生态综合治理模式研究[J].海洋湖沼通报,2016(1):53-59.

[3]王巧妮,陈新生,张智光. 采煤塌陷地复垦研究综述[J].中国国土资源经济,2009(6):23-24,47.

[4]高彦生,姬宗皓,王鲁平. 济宁市采煤塌陷地现状分析与治理研究[J].煤矿现代化,2009(S1):75-76.

[5]SRIVASTAVA N K,RAM L C,MASTOR R E. Reclamation of overburden and lowland in coal mining area with fly ash and selective plantation;a sustainable ecological approach[J]Ecological engineering,2014(71):479-489.

[6]吴言忠,邢志良. 采煤塌陷区土地复垦的综合利用研究[J].农业与技术,2007(3):75-76.

[7]诸葛雷,王其雷,宋宗超. 山东省采煤塌陷地综合治理模式研究[J].山东煤炭科技,2015(4):166-167,169.

[8]蒋业林,胡贤江,潘庭双. 塌陷区农业生态系统重建探讨[J].中国生态农业学报,2002(1):117-119.

[9]ARUP S,MITRA A K.Reclamation of mining-generated wastelands at alk-ushaGopalpur abandoned open cast project, ranging coalfield eastern india [J]. Environmental geology.2002(1):39-47.

[10]周连碧,王琼,代宏文,等.矿山废弃地生态修复研究与实践[M]. 中国环境出版社,2010:2-20.

[11]卞正富.我国煤矿区土地复垦与生态重建研究[J].资源·产业,2005(2):18-24.

[12]彭德福. 我国土地复垦与生态重建的回顾与展望[J].中国土地科学,2000(1):12-14.

[13]杨军,常江,王卫. 中小城镇采煤塌陷区生态修复规划研究[J].中国科技论文在线,2011(5):329-332.

[14]刘国庆.准格尔旗煤田塌陷地生态修复研究[D].呼和浩特:内蒙师范大学,2008.

[15]毛汉英,方创琳.兖滕两淮地区采煤塌陷地的类型与综合开发生态模式[J].生态学报,1998(5):3-8.

[16]石焱,王如松,黄锦楼,等.生态修复产业化模式研究——以北京门头沟国家生态修复示范基地为例[J].中国人口资源与环境,2012(4):60-66.

[17]夏春光.重庆市采煤塌陷地生态修复研究[D].重庆:西南大学,2015.

[18]MISHRA S K,HITZHUSEN F J,SOHNGEN B L.Costs of abandoned coal mine reclamation and associated recreation benefits in ohio[J]. Journal of environmental management,2012(100):52-58.

[19]姜佳迪.采煤塌陷区复垦后不同利用方式的优化研究——以朱仙庄采煤塌陷区为例[D].徐州:中国矿业大学,2014.

[20]侯佳佳.采煤塌陷区综合治理有效性评价研究[D].合肥:安徽理工大学,2013.

Comprehensive Management Model for Coal Mining Subsidence Area: A Case Study of Heze City

PANG Jing¹, SONG Xiaohui^{1,2}, ZHOU Maojing²

(1.School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;
2.SDEE Hitachi High-Voltage Switchgear Co., Ltd., Jinan 250300, China)

Abstract:Comprehensive management of coal mining subsidence area is a systematic project involving land consolidation, ecological protection, infrastructure construction, comprehensive industrial development and other work. With realizing the economic, ecological and social benefits in the subsidence area as purpose, this paper classifies the subsidence areas according to the subsidence depth, water accumulation condition and land property and based on land reclamation and ecological restoration, proposes five industrial management modes: agricultural management, fishery management, forestry management, leisure agriculture management and industrial management. With Heze city as a case study, this paper evaluates the comprehensive benefit of its different management modes for its various types of coal mining subsidence areas at the present stage and based on the evaluation results, puts forward the countermeasures for managing the coal mining subsidence areas in Heze city: the mild coal mining subsidence areas should, based on agricultural management, vigorously develop leisure agriculture as well as agricultural and fishery product processing industry, the moderate coal mining subsidence areas should mainly develop fishery culture and moderately develop photovoltaic industry, and the severe coal mining subsidence areas should be based on fishery culture and energetically develop leisure tourism through large water surface proliferation and breeding.

Keywords:coal mining subsidence area; comprehensive management; benefit evaluation

(责任编辑 刘小平)