

浅埋深煤层矿区地表生态环境影响分析

王 军¹, 赵欢欢²

(1.西安财经学院信息学院, 陕西 西安 710100; 2 陕西维德科技股份有限公司,
陕西 西安 710045)

摘要:为减少浅埋深煤层开采对地表生态环境的影响, 本文分析了浅埋深煤层开采对地表沉陷、水资源、土壤、植被等生态环境的影响, 并指出相关研究存在指标体系不全面、规律及预测模型研究较少等问题, 进而提出一种将现场实测、灰色系统理论与概率积分法相结合的综合预测思路和方法, 以便建立适应浅埋深煤层开采对地表生态影响的预测模型, 从而对浅埋深煤层煤矿地表生态的变化作出预测。

关键词:浅埋; 地表; 生态环境; 预测模型

中图分类号: F205

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2015)03-0045-04

ANALYSIS OF THE SURFACE ECOLOGICAL ENVIRONMENT INFLUENCE ON SHALLOW BURIED AND THICK COAL SEAM MINE AREA

WANG Jun¹, ZHAO Huan-huan²

(1.School of Information, Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an, 710100, China;)

(2.Shaanxi Wisdeem Technology Co., Ltd. Xi'an, 710045, China)

Abstract: In order to reduce the influence of shallow buried and thick coal seam mining on the ecological environment, the impacts on the surface subsidence, water resources, soil, vegetation, and the ecological environment of shallow buried and thick coal seam mining were analyzed. The problems were pointed out, which were that system was not comprehensive, and the researches on rule and prediction model were insufficient. Then a comprehensive prediction method is proposed which combines field measurement, grey system theory and probability integral method, to establish prediction models of shallow buried and thick coal seam mining impact on the surface ecological environment, and make a prediction of the surface ecological change of shallow buried and thick seam mining.

Key words: Shallow; Surface; Ecological environment; Prediction model

煤炭资源在我国总体能源结构中居于主体地位, 占全部能源的 70% 以上。伴随经济社会的发展, 煤炭资源的战略地位越来越重要, 合理开发煤炭资源是我国经济可持续发展的重要保障^[1]。浅埋深煤层具有浅埋深、薄基岩、厚松散层的特点, 因

其开采所引发的地表沉陷、水资源污染、土壤质量下降、植被退化等生态环境问题日益加剧, 因而受到众多煤炭企业及研究者的关注。

结合矿区生态环境现状开展浅埋深煤层煤矿环境相关研究工作, 最大限度地降低煤矿开采对地表沉陷、水资源、土壤及植被等生态环境的影响。同时对生态环境的保护、煤炭企业和矿区农业的发展具有重大的现实意义和深远的社会意义,

是煤炭企业可持续发展不容忽视的课题。

1 浅埋深煤层地表生态环境研究现状

目前,浅埋深煤层煤矿开采对地表生态环境影响的研究工作主要是针对机理、规律、预测模型、影响因素等方面,从浅埋深煤层煤矿开采对地表沉陷、水资源、土壤、植被及水土流失等生态环境影响的角度开展。

1.1 浅埋深煤层开采对地表沉陷影响的研究

地表沉陷是一种常见的煤矿开采引起的地质环境问题,它对水土资源、植被等生态环境会造成破坏,不少研究者已经从浅埋深煤层地表沉陷的规律及预测等角度开展了相关研究。例如,胡海峰等运用相似材料物理模拟、数值模拟等方法研究了地表沉陷机理、地表移动变形规律及地表沉陷规律^[2]。陈云鹏等应用物理模拟、概率积分法、数值模拟等研究方法,建立相适应的地表沉陷预测模型,进而对矿区地表沉陷进行预测^[3-4]。易四海不仅研究了地表沉陷规律,而且以随机介质理论为基础,建立了特厚急倾斜煤层地表沉陷预测模型和地表移动预测方法,最后结合实例进行了工程应用研究^[5]。具体分析见表1:

表1 浅埋深煤层开采对地表沉陷影响研究的文献分析^[2-5]

作者	研究方法	研究内容	研究结论
胡海峰	相似材料物理模拟、数值模拟	地表移动变形规律	引起地表沉陷的主要因素是水平变形和倾斜
陈云鹏	概率积分法、ANSYS	地表沉陷预测	预计最大值、主断面上变形移动、地表点移动及变形值
何祥亮	专家评分法、层次分析法、概率积分法	指标体系、地表沉陷预测	预测出地表最大变形值、曲率和倾斜度等,并建立综合评价指标体系
易四海	模型实验、数值计算	地表沉陷规律、地表沉陷预测模型、地表移动预测方法	结合实例进行沉陷规律的应用研究,利用预测模型预测煤矿开采的采动影响

由表1可知,易四海对地表沉陷相关研究比较全面,既涉及规律研究,又建立了预测模型,最后还研究了相关的预测方法;而何祥亮对地表沉陷的研究也有亮点,在建立评价指标体系后,采用专家评分法和层次分析法对评价指标的权重进行明确。

1.2 浅埋深煤层开采对水资源影响的研究

煤矿开采在改变土地利用方式的同时,影响了水资源的分布与补给,严重影响着人类的生存和发展。刘艺芳等通过现场调研、物理相似模拟、灰色聚类法等方法,研究了潜水位恢复动态规律,建立水质数学模型、潜水位恢复数学模型^[6-7]。汪龙琴等在现场调查、数据分析和文献分析的基础上,研究了煤炭开采对水量、水质的影响因素及原因,说明了煤炭开采对水资源影响的严重性^[8]。冯洁以宁东煤炭为研究对象,采用现场调查、数据分析的方法,进行了研究区及外围首采煤层开采对地下水资源影响程度的预测^[9]。具体分析见表2:

表2 浅埋深煤层开采对水资源影响研究的文献分析^[6-9]

作者	研究方法	研究内容	研究结论
刘艺芳等	现场调研、仪器分析、灰色聚类法	水质数学模型	东胜煤田的矿井水水质属于中等-较好型,优良型地下水占39%,型地下水占44%
李涛等	物理相似模拟、数值计算	潜水位恢复数学模型、潜水位恢复动态规律	导水裂隙带尚未发育至隔水黏土层时,潜水不直接进入采空区。停止回采后受周围潜水的补给起初恢复较快,后期恢复缓慢
汪龙琴等	统计分析	煤矿开采对水质影响的来源	针对这些现象提出了一系列技术措施
冯洁	现场调查、数据分析	预测煤矿开采对地下水资源影响程度	分区预测了主要研究区及外围首采煤层开采对地下水资源影响程度的

由表2可知,浅埋深煤层对生态环境影响的研究主要从影响水量、水质的因素、水质模型、水位恢复模型及影响程度预测等方面进行。

1.3 浅埋深煤层开采对土壤影响的研究

浅埋深煤层开采不仅改变了土地利用方式,也会改变土壤质量及抗侵蚀能力,造成植被退化,加剧水土流失。例如,白中科和全占军主要运用了RS、GIS技术、层次分析法等方法,并结合专家打分法对具体矿区的土地利用变化进行研究^[10-11]。邹慧等通过现场调查和试验,研究了煤矿开采前、中、后及稳定期土壤容重的变化规律^[12]。徐嘉兴等主要利用GIS技术、物理模拟、灰色关联投影法等方法,从指标体系、土壤质量变异规律、土壤质量评价及演变时效模型的角度进行土壤质量的相关研究^[13]。曾远文等利用LandSat ETM+影像反演矿区土壤有机质含量的空间格局,并通过系列研究,建立了表层土壤有机质含量的光谱预测模型^[14]。具体分析见表3。

表 3 浅埋深煤层开采对土壤影响研究的文献分析^[10-14]

作者	研究方法	研究内容	研究结论
白中科	RS、GIS 技术、类比法、专家咨询法	土壤侵蚀和土地利用的变化	采煤后 88.80% 土地发生不同程度的沉陷, 沉陷后土地年土壤侵蚀总量增加 42.32~79.05 万 t
全占军	专家打分法、层次分析法、遥感、地理信息工具	土地利用与生态脆弱性的关系	煤炭资源开采是导致区域脆弱性提高的主要因素, 并使整个煤田都将转变为中度和重度脆弱区
邹慧等	现场调查、实地试验和室内测试	采前、采中、采后及稳定期土壤容重的变化规律	不同植被覆盖条件下土壤容重在不相同时期表现出一定的差异性
徐嘉兴等	遥感、GIS 技术	指标体系和土地景观生态质量评价模型、分析变化趋势	研究区土地生态质量总体呈变好的趋势
曾远文等	Land Sat ETM + 影像反演	土壤有机质含量的光谱预测模型	表层土壤有机质随开采沉陷坡度的增加呈减少的趋势

从表 3 的分析中可知, 对土地的研究一般从土地利用变化角度分析, 而对土壤主要从容重、质量、有机质含量的角度研究其规律, 建立土壤相关模型。

1.4 浅埋深煤层开采对植被影响及水土流失相关的研究

植被是生态系统的生产者, 能够固土、防止土壤侵蚀、防止水土流失, 因此植被对维护矿区生态系统良性发展具有重要的意义^[1,15]。姚峰、王青杵等通过现场调查、模拟实验、数据分析等方法, 对矿区植被的影响因素、植被退化面积及变化趋势进行分析, 其中王青杵针对煤炭开采区研究了水土流失的特征和规律^[16-17]。而全占军等则运用遥感及地理信息系统技术, 对沉陷前后的植被变化进行分析, 并做出预测^[18]。具体分析见表 4:

表 4 浅埋深煤层开采对植被影响及水土流失相关研究的文献分析^[16-18]

作者	研究方法	研究内容	研究结论
姚峰等	现场调研、数据分析	分析植被受损面积及速度变化趋势, 定量分析其受损范围与受损程度	植被破坏程度呈逐年增加趋势, 植被覆盖度的波动程度在 0.05~0.15 间, 植被受损严重
王青杵	现场调查、模拟径流冲刷实验	煤炭开采区水土流失的特征和规律	水土流失与原地貌条件和采煤区独特的侵蚀形式相关
全占军等	遥感及地理信息系统技术	分析沉陷前后植被的变化, 并做出预测	地表沉陷后, 植被破碎及隔离程度严重

通过表 4 可知, 浅埋深煤层开采对植被影响的研究大多从植被覆盖度、影响因素及退化速度等角度分析。而对于水土流失的相关研究则倾向于研究其规律。

综上所述, 浅埋深煤层开采对地表生态环境影响的研究主要从地表沉陷、水资源、土壤、植被、水土流失等角度开展, 具体内容如图 1 所示。

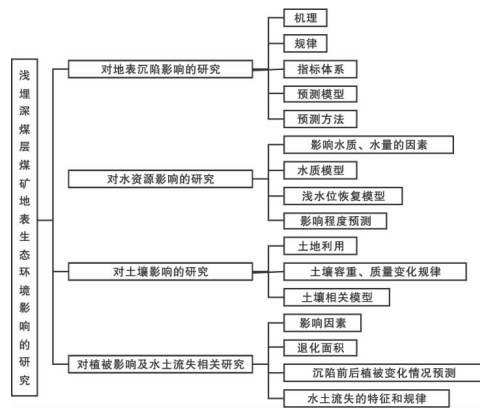


图 1 浅埋深煤层煤矿对地表生态环境影响研究分析

2 当前浅埋深煤层开采对生态环境影响研究中存在的问题

虽然有关浅埋深煤层开采对生态环境影响的研究已经取得一些成果, 但还存在以下问题:

- (1) 大多研究工作仅从浅埋深煤层开采对地表生态环境影响的某一方面切入, 造成浅埋深煤层开采对地表生态环境影响研究的指标体系不够全面, 如何祥亮^[4]仅从地表沉陷角度指定指标体系。
- (2) 现有研究主要倾向于地表沉陷机理、规律及造成实际环境影响的研究, 涉及浅埋深煤层地表生态影响规律和预测模型的研究较少, 如易四海^[5]、李涛^[7]等仅研究了地表沉陷规律, 未涉及整个地表生态影响规律的研究。

3 研究思路和方法的提出

针对过去研究中存在的问题, 我们基于浅埋深煤层地表生态环境研究现状, 提出一种将现场实测、灰色系统理论与概率积分法相结合的综合研究方法, 对浅埋深煤层地表生态环境影响进行研究。灰色系统理论是由中国华中理工大学邓聚龙教授首先提出并创立的^[19]。王开章等将其应用到大武水源地水质变化趋势预测中, 结果证明, 该模型用于地下水源地水质预测, 符合地下水系统的灰色特性, 适用性好, 预测结果与环境状况吻合^[20]。刘仁兵等以 2000~2006 年的中国水环境基本状况为原始数据, 采用灰色预测方法对未来的整体水环境状况进行了预测^[21]。李德海则根据地表移动变形的特点, 用费尔哈斯模型方法建立地表移动变形预测模型, 能运用较少的地表移动观测数据建立起可靠性很好的预测模型, 具有理论和

实践意义^[22]。概率积分法的基础是随机介质理论,是由波兰学者李特威尼申于 50 年代引入岩层移动研究,后由我国学者刘宝琛等发展为概率积分法,近 30 年来该理论成功的解决了地表移动空间问题、覆岩移动预计问题及露天开采移动预计问题^[23]。如宋亚波等将概率积分法应用到煤矿开采地表沉陷预测中,并将预测数据与实际监测数据进行对比分析,得出概率积分法在煤矿地面沉陷预测中具有可行性^[24]。于喜东等则运用概率积分法对浅埋深煤层矿区地表下沉、倾斜、曲率、水平变形等移动变形值、地表移动持续的时间和最大下沉速度等进行了预测,预测精度较高^[25]。

表 5 研究方法分析

研究方法	适用范围	数据量	优势
灰色系统理论	可用于水质、水量、地表移动变形等多方面预测	数据量大,所需水质指标较少	对数据的适应能力强,预测推广能力好,预测精度更高
概率积分法	在地表沉陷方面应用较为广泛	多个指标	模型相对简单,参数较稳定,精度较高

由表 5 可知,灰色系统理论法应用范围较广而且对数据的适应能力强,预测推广能力好,预测精度高,但是所需数据量较大;而概率积分法主要是对地表沉陷方面的预测,模型较简单,而且精度高。因为地表沉陷是矿区地表生态环境的主要影响因素,所以选择概率积分法着重研究地表沉陷。

4 结论

为了使浅埋深煤层开采与生态环境能够协调发展,政府和企业不仅需要建立完善的管理制度,还应该加大对相关研究的资金投入。因此,结合上述问题,今后一段时间将对浅埋深煤层地表生态环境的研究从以下几方面展开:

(1) 结合我国浅埋深煤层矿区的生态环境特点,从地表沉陷、水资源、土壤及植被等方面进行深入分析,寻找它们之间的关联性,挖掘出浅埋深煤层开采环境下影响生态环境的主要因素,构建出基于多属性生态环境影响的综合指标体系。

(2) 在明确地表生态影响预测准确性因素的基础上,研究浅埋深煤层煤矿地表生态影响的规律,并依据评价体系中的各个指标权重建立相互关联的浅埋深煤层地表生态影响的灰色预测模型。

参考文献

[1]王力,卫三平,王金九.榆神府煤田开采对地下水和植被的影响

[J].煤炭学报,2008,33(12):1408-1414.

[2]胡海峰.不同土岩比复合介质地表沉陷规律及预测研究[D].太原:太原理工大学,2012.

[3]陈云鹏.水平煤层开采引起地面沉陷预测及控制效果研究——以府谷矿区西王寨煤矿为例[D].西安:长安大学,2012.

[4]何祥亮.淮北矿区杨柳矿地表沉陷综合评价及沉陷区生态恢复研究[D].合肥:合肥工业大学,2009.

[5]易四海.特厚急倾斜煤层水平分层开采地表沉陷规律研究[D].徐州:中国矿业大学,2009.

[6]刘艺芳,武强,赵昕楠.内蒙古东胜煤田矿井水水质特征与水环境影响评价[J].洁净煤技术,2013,19(1):101-106.

[7]李涛,李文平,孙亚军.半干旱矿区近浅埋煤层开采潜水位恢复预测[J].中国矿业大学学报,2011,40(6):894-900.

[8]汪龙琴,张明清,周锡德,等.煤矿水污染及防治技术[J].洁净煤技术,2007,13(01):82-85.

[9]冯洁.宁东煤炭资源开采对地下水的影响研究[D].西安:西安科技大学,2012.

[10]白中科,段永红,杨红云,等.采煤沉陷对土壤侵蚀与土地利用的影响预测[J].农业工程学报,2006,22(6):67-70.

[11]全占军,李远,李俊生,等.采煤矿区的生态脆弱性——以内蒙古锡林郭勒草原胜利煤田为例[J].应用生态学报,2013,24(6):1729-1738.

[12]邹慧,毕银丽,金晶晶,等.采煤沉陷对植被土壤容重和水分入渗规律的影响[J].煤炭科学技术,2013,41(3):125-128.

[13]徐嘉兴,李钢,陈国良,等.矿区土地生态质量评价及动态变化[J].煤炭学报,2013,38(1):180-185.

[14]曾远文,陈浮,王雨辰,等.采煤矿区表层土壤有机质含量遥感反演[J].水土保持通报,2013,33(2):169-172.

[15]代亚丽,蔡江碧,王宏丽.植被建设在黄土高原生态环境建设中的地位和作用[J].西北农林科技大学学报,2000,28(6):130-134.

[16]姚峰,古丽·加帕尔,包安明等.基于遥感技术的干旱荒漠区露天煤矿植被群落受损评估[J].中国环境科学,2013,33(4):707-713.

[17]王青杵,王贵平.黄土高原煤炭开采区水土流失特征的研究[J].水土保持研究,2001,8(4):83-85.

[18]全占军,程宏,于云江等.煤矿井田区地表沉陷对植被景观的影响——以山西省晋城市东大煤矿为例[J].植物生态学报,2006,30(3):414-420.

[19]刘思峰.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,1991.

[20]王开章,刘福胜,孙鸣.灰色模型在大武水源地水质预测中的应用[J].山东农业大学学报(自然科学版),2002,33(1):66-71.

[21]刘仁兵,袁治平,郭雪松.基于无偏灰色模型的水环境预测研究[J].科学与管理,2009,2:47-48.

[22]李德海.费尔哈斯模型预测地表移动变形[J].煤炭科学技术,2004,32(3):58-60.

[23]杨梅忠,任秀芳,于远祥.概率积分法在煤矿采空区地表变形动态评价中的应用[J].西安科技大学学报,2007,27(1):39-42.

[24]宋亚波,郝舍廷.煤矿预测地面沉陷与实际沉陷的对比分析——以章村矿 2404 工作面为例[J].科技信息,2011,13:375-376.

[25]于喜东.煤矿开采沉陷移动变形预测[J].山西焦煤科技,2004,(14):9-11.