

任楼矿区塌陷土地复垦规划与利用现状研究

周复旦¹, 赵长胜¹, 丁佩², 李定鹏³

(1. 徐州师范大学 测绘学院, 江苏 徐州 221116; 2. 中国矿业大学 国土环境与灾害监测
国家测绘局重点实验室, 江苏 徐州 221116; 3. 皖北煤电集团有限责任公司 任楼煤矿, 安徽 宿州 234000)

摘 要: 针对采煤沉陷区复垦土地质量不高的问题, 提出了以下 3 个治理方案。(1) 最大限度保护现有耕地, 减少地表塌陷的影响, 保障土地塌陷农民利益, 促进社会稳定。(2) 实现塌陷地的综合治理, 恢复塌陷地积水区土地资源利用价值及经济利益。(3) 提出塌陷地附属设施加固和改造方案, 使经济效益和社会效益最大化, 且对其它矿区塌陷地整治有积极的指导意义。研究区任楼矿区属于大型现代化矿井, 井田范围大, 地物复杂, 研究成果对于该矿井及其它矿井征迁规划具有指导意义。

关键词: 矿区; 土地规划; 塌陷地; 土地复垦

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)01-0227-04

中图分类号: P22

Reclamation Planning and Use Status of Subsided Lands in Renlou Mining Area

ZHOU Fu-dan¹, ZHAO Chang-sheng¹, DING Pei², LI Ding-peng³

(1. School of Geodesy and Geomatics, Xuzhou Normal University, Xuzhou, Jiangsu 221116, China; 2. China University of Mining and Technology, Key Laboratory for Land Environment and Disaster Monitoring of SBSM, Xuzhou, Jiangsu 221116, China; 3. Renlou Coal Mine of Wanbei Coal and Electricity Corporation, Suzhou, Anhui 234000, China)

Abstract: Due to the fact that land reclamation of subsided mining area is often of very low quality, this study developed the following three schemes to relieve the problem. First, the landowners should maximize the protection of arable lands, reduce the influences of land subsidence, guarantee the interests of farmers who experienced land subsidence, and sustain social stability. Secondly, the government should comprehensively reclaim subsided lands, and restore the economic values and benefits of the subsided lands. Thirdly, strengthening or remodeling schemes should be proposed for supportive structures to maximize economic and social benefits and to provide positive guidance for other subsided areas. The research area is one of large-scale modernized mining coal fields of complex surface structure. The findings of this paper will provide practical guidance of reclamation planning for the study area and other similar mines.

Keywords: mining area; land-use program; subsided land; land reclamation

我国煤炭资源丰富, 因此煤矿开采使大面积土地遭到破坏, 特别是位于高潜水位矿区。地下煤层被开采出来以后, 开采区域周围岩体的原始应力平衡状态受到破坏, 应力重新分布, 达到新的平衡。在此过程中, 开采煤层的上覆岩层将产生移动、变形与破坏, 当开采面积达到一定范围后, 移动与变形将波及到地表, 使地表产生大面积沉降, 在地下水埋藏较浅区域形成沉陷积水区, 影响范围内的水工建筑物、道路、电力线路、建筑物以及农田遭到了不同程度的毁损, 使矿区生态、环境日趋恶化^[1]。但同时将面临修覆土源减少, 工程成本逐年加大的困难, 修复工作日益艰巨。

修复治理具有动态性、累积性的特点, 边破坏边修复的传统治理方案已不能满足要求, 因此, 进行任楼煤矿地表塌陷规划研究非常迫切和必要的。

1 矿区地表塌陷地概况

1.1 任楼矿区塌陷地状况

截止 2008 年底, 任楼矿累计生产原煤达 2.60×10^7 t。由于每年煤炭的大量开采, 形成了大量的采空区, 导致地表塌陷而形成大量的积水区, 很多耕地无法耕种。根据徐州师范大学测绘学院自主开发的煤矿开采地表移动的变形预计系统 (MMSPS) 计算软

件对矿井地表沉降现状和动态变化趋势进行了计算预测。根据预测开采沉陷预计结果得知 2010 年该矿区累计沉陷面积 286.46 hm², 积水面积 58.56 hm², 2014 年总塌陷面积将达到 1 357.83 hm², 总积水面积将达到 247.82 hm²。具体的预测统计结果见表 1—2。

表 1 2011—2015 年预计塌陷地面积统计 hm²

年份	2011	2012	2013	2014
沉陷面积	286.46	253.49	237.65	580.23
累计	286.46	539.95	777.60	1 357.83

注:沉陷面积计算以下沉 10 mm 为计。

表 2 2011—2015 年预计积水区面积统计 hm²

年份	2011	2012	2013	2014
积水面积	58.56	24.37	78.54	86.35
累计	58.56	82.93	161.47	247.82

注:积水区面积计算以下沉 1 500 mm 为计。

1.2 研究区域概况

任楼煤矿矿井设计生产能力为 1.50×10^6 t/a, 设计服务年限为 84.1 a。2008 年产量为 2.80×10^6 t。该矿井位于安徽省北部的临涣矿区任集至宿县的公路从任楼煤矿穿过,并与许疃至蒙城的公路相连。任楼煤矿西侧有公路,北通界沟、韩村及临涣集,并与界沟、童亭、临涣、海孜等煤矿连为一体。东经宿县,西经临涣集有京沪铁路,濉阜铁路联通全国各地。距该矿东边约 20.0 km,有合徐高速公路通过,交通十分方便。任楼矿区所在区域地势平坦,地面标高 +25.0~+27.0 m,总趋势是西北高,东南低。井田内有懈河流过,其下通淮河,最高水位历年均低于地表,井田内百年一遇最高洪水位为 +26.0 m。井田外东北侧为浍河,其最高洪水位达 +28.34 m(1965 年临涣水文站),曾酿成内涝^[1]。任楼煤矿含 10 个煤层(组),自上而下编号为 1,2,3,4,5,6,7,8,10,11 煤层(组),含煤 11~28 层,煤层平均总厚 14.73 m,其中 31,51,72,82 为主要可采煤层,平均总厚 7.37 m;52,73 为可采煤层,平均总厚 3.00 m;10,11 为局部可采煤层,平均总厚 1.35 m。任楼煤矿揭露地层有奥陶系、石炭系、二迭系、老第三系、新第三系和第四系^[2]。

2 研究区域土地复垦方法

土地复垦是指对生产建设过程中,因挖损、塌陷、压占等造成破坏的土地,采取整治措施,使其恢复到可供利用状态的活动。土地复垦的手段是进行土地整治,即采用工程技术方法和生物技术方法并辅之以

法律、政策、经济等措施改变被破坏土地的土壤性状和环境条件。

2.1 塌陷地复垦模式

矿区地处平原,人均耕地少,多数群众不同意土地被征用,新址选址比较困难。塌陷土地采用一地换一地方式处理,复垦后仍交由原土地所有者耕种。井田范围大,若迁至井田范围以外,一般都需迁出数公里的远距离,被迁村民也不愿远距离搬迁。土地复垦稳沉后部分区域作为搬迁村庄新址,便于群众生产和生活。因此确定“以耕地恢复为主兼顾搬迁用地+水产养殖”作为任楼矿区塌陷区综合治理主导模式。

2.2 塌陷土地复垦的原则

为了提高塌陷地复垦的效益,塌陷地复垦应遵循以下原则:(1) 农业优先,先易后难,生态平衡和保护环境,供需平衡,因地制宜。(2) 便于施工原则。项目治理区占地 25.05 hm²,施工作业面积较大,但如果设计考虑不周或施工组织设计不完善,施工质量和进度同样会受到影响,从而增加施工成本费用。本次设计从便于施工的原则出发,将治理区划分成 3 个区及 2 个亚区进行施工作业,统筹考虑各分区的工程,从而使设计工艺流程有利于现场施工。(3) 土方量搬运最少原则,复垦工程涉及矸石回填,土方剥离等工程,要考虑尽量使二次搬运的土方量最小。(4) 井上下相结合的原则。要根据井下工作面布局和推进情况,及时圈定地面开采沉陷区域,根据治理方案采取相应的措施,及早处理。(5) 近期规划与长远目标相结合的原则。既考虑矿井近期开采对地表沉陷的影响,又要考虑矿井长远发展目标对地表沉陷的影响,避免重复治理。

2.3 塌陷地复垦方案选择

根据任楼矿区的实际情况,塌陷地复垦可采用以下方案。

2.3.1 疏排法土地复垦技术 在地下潜水位较高或平原矿区,地表沉陷区常常积水或永不能自流排出,影响耕种^[3]。地表积水分为 2 种情况:(1) 外河水位标高高于沉陷区地表标高,沉陷区水无法自流排出,此时必须采取充填法复垦或强排法排出沉陷区积水,方能耕种;(2) 外河水位标高低于沉陷区地表标高,沉陷区水可以自流排出,此时可建立适当的疏排系统,通过自排方式排出沉陷区积水。如果地下水位过高,还应挖排沟渠降低地下水位,才能保证作物正常生长。疏排法土地复垦的关键是排水系统的设计。由于水体是一整体,在进行排水系统设计时,应综合考虑全矿井,甚至全矿区的情况,形成综合排水系统。排水系统一般由排水沟、蓄水设施、排水区外的承泄

区和排水枢纽等部分组成。排水沟系按排水范围和作用分为干、支、斗、农 4 级固定沟道;蓄水设施可以是湖泊、坑塘、水库等,排水沟也可兼作蓄水用;承泄区即通常说的外河,排水枢纽指的是排水闸、强排水电站等。

2.3.2 无积水区塌陷地复垦 (1) 煤矸石充填沉陷区^[3]营造基建用地复垦方案。煤炭开采产生大量矸石,煤矸石堆放占用土地资源,污染环境,用煤矸石充填塌陷区,可以实现环境和经济的双重效益。首先将沉陷区的表土熟土剥离,堆放四周,然后充填矸石,待矸石充填到设计水平时,再将熟土覆盖在矸石的上面,作为耕作层^[4]。对于含有毒、有害物质的煤矸石,在复垦时,应作隔离处理,即在塌陷坑预先铺设粘土防水层,防止矸石中有害物质外流。充填矸石在风化、水解、崩解等作用下产生固结沉降,因而充填矸石的标高应考虑矸石的沉陷。一般矸石充填标高 H 采用下式计算:

$$H = H_0 + \Delta h \quad (1)$$

式中: H_0 ——设计充填沉降后的标高(m); Δh ——充填后的沉降量(m)。

由下式确定:

$$\Delta h = \left(\frac{r}{r_0} - 1 \right) h, \Delta h = \left(\frac{e_1}{e_2 + 1} - 1 \right) h \quad (2)$$

式中: r ——矸石压实后实际达到的密度; r_0 ——压实前矸石密度; h ——充填厚度; e_1, e_2 ——矸石压实前后空隙比。

(2) 粉煤灰充填覆土造林方案。矿区 1 座 1×10^4 kW 装机容量的燃煤发电厂每年要排放粉煤灰 10 000 t。粉煤灰的堆放占用大量土地,形成粉尘污染。粉煤灰组成结构以沙粒和粉粒为主,含有一定的黏粒,平均孔径为 0.069 mm,不均匀系数为 6.4,结构松散,透气性好,利用粉煤灰充填沉陷区,即可解决电厂的贮灰问题,又可解决沉陷区复垦问题。粉煤灰造林复垦可采用无覆盖复垦或有覆盖复垦^[5]。无覆盖复垦就是在灰场上不覆土直接种植,覆土复垦就是在粉煤灰上覆土再进行种植,一般覆土厚度为 0.3~0.5 m。根据淮北、徐州等地的实践,覆土小于 25 cm 时,产量随覆土的厚度减少而锐减,当覆土厚度大于 25 cm 时,增产效果不明显^[6]。覆土越厚,耗费的人力、财力、物力越多,目前提倡无覆土种植。作为农业用地的覆土厚度,国家及部分省、区制定的覆土厚度见表 3。

表 3 用于农业用地复垦时不同矿山建议的覆土厚度

废弃地 种类	露天矿 排土场	黑色有 色矿山	垃圾回填 凹陷区	有毒物 矿山	无毒物质 回填矿山	含硫高的 酸性碎石	粉煤灰	煤矿新排 矸石
覆土厚度/m	0.4~0.8	0.4~0.6	>0.6	>0.5	>0.5	>0.5	>0.3	>0.5

2.3.3 积水区养殖复垦所采用技术 任楼煤矿区属高潜水位平原矿区,地下开采后地面往往形成积水区域,积水深度最大达到 7 m,要采用充填的方法复垦这些沉陷区存在较大困难,一是充填材料缺乏,二是复垦的费用高^[7]。科学的方法是对这些塌陷区进行综合利用,如发展网箱养鱼,围栏养鱼,蓄洪作灌溉水源^[8]。科学利用水面可以获得较高的经济效益,并不需要为消除积水花费巨大的投资。积水养殖复垦一般采用网箱和围栏养殖鱼、虾、蟹等水生生物。

3 塌陷地复垦总体规划

3.1 塌陷地复垦总体规划

根据开采沉陷下沉预计结果,结合所选用的复垦方案,可以制定如下复垦总体规划:塌陷区两侧可以规划粉煤灰充填造林区。矿区南部,地表破坏程度较轻,土地高差在 3 m 以内,可用推土机推高填低,恢覆土地的种植功能。矿井南部两块积水区水深大于 3 m,可以作为规划期内的水产养殖区,矿井北部一块积水区,水深 3 m 左右,可作为远期规划水产养殖区。

靠近河堤的积水区,塌陷仍在进行,深浅不一,可作为鱼、鸭混养区^[9-11]。

3.2 塌陷地复垦土地利用

截止 2010 年任楼塌陷区新增复垦耕地 48.01 hm²,复垦率达 55.51%,新规划鱼塘 26.73 hm²,在濉河塌陷段规划造林地 5.2 hm²,保护河堤,以防水土流失。土地利用结构如表 4 所示。

表 4 矿区塌陷地目前复垦土地利用结构

项目	河堤 加固	造林地	挖深垫浅复垦区		总计
			耕地	鱼塘	
面积/hm ²	6.55	5.20	48.01	26.73	86.49
占比例/%	7.56	6.02	55.51	30.91	100.00

3.3 塌陷地复垦实例

从现场来看,目前可以对一采区上部忠任公路以北到濉河南堤之间耕地进行复垦。这片地的下沉趋于平稳,地下的煤层在 2 a 前采完,西侧较为平整,东侧有 3 条很明显的断裂带。根据已有的高程点结合矿区开采沉陷预计下沉等值线,得到该片土地的高程

点,为使土方量二次搬运最少,要准确计算复垦区挖方量和填方量。应用 CASS 软件,根据 DEM 求出该片土地的填方和挖方量,设计复垦地的高程为 25.036 m,此时挖填土方量达到平衡,节省成本。然后根据塌陷地的实际下沉值很大,考虑到最大程度的利用好每一块塌陷地,作者在复垦时在该块土地东南角设计了 3 个鱼塘的方式最大限度地对耕地加以修复。

4 结论

本文应用自主开发的煤矿开采地表移动的变形预计系统(MMSPS)计算软件对矿井地表沉降现状和动态变化趋势进行了计算预测,掌握了在规划期内的地表沉降动态变化规律,为沉陷区征迁规划研究提供了科学依据。经在采煤沉陷地复垦地的实地应用,证明本文所采用的方法和所获的效益是可行的,同时研究区任楼矿区属于大型现代化矿井,井田范围大,地物复杂,本文研究成果对于该矿井及其它矿井土地复垦征迁规划具有指导意义。

[参 考 文 献]

- [1] 赵长胜,周复旦.任楼煤矿地表塌陷规划应用研究[R].徐州师范大学测绘学院,2010.
- [2] 任楼矿区地质报告[R].皖北煤电集团有限责任公司任楼煤矿,2004.
- [3] 邹友峰,邓喀中,马伟民,等.矿山开采沉陷工程[D].江苏徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [4] 祝启坤,郭娜娜,黄昱清.赤马山铜矿 I 号塌陷区地质灾害综合防治对策研究[J].金属矿山,2010,35(4):153-157.
- [5] 李树志,高均海,鲁叶江,等.平原矿区采煤沉陷地复垦耕地生产力评价[J].矿山测量,2010,30(1):5-9.
- [6] 于丽梅,赵迎春.煤矸石及综合利用[J].煤炭技术,2008,27(11):127-128.
- [7] 张国良.矿区环境与土地复垦[M].徐州:中国矿业大学出版社,1997.
- [8] 张连贵.兖州矿区综放开采地表沉陷规律[J].煤炭科学技术,2010,38(2):89-92.
- [9] 何国清,杨伦,凌赓娣,等.矿山开采沉陷学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [10] 林振山,王国祥.矿区塌陷土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,2005,20(5):790-795.
- [11] 罗爱武.淮北市采煤塌陷区土地复垦研究[J].安徽师范大学学报:自然科学版,2002,25(3):288-289.
- [10] 王皓,傅旭东,孙其诚,等.大尺度流域水文并行计算的方法改进[J].应用基础与工程科学学报,2009,17(S1):1-8.
- [11] 沈志东,陈珉.分布式对象技术在分布式 GIS 方面的应用[J].计算机工程,2003,29(4):62-64.
- [12] Foster I, Kesselman C. The Grid:Blueprint for a New Computing Infrastructure[M]. San Francisco: Morgan Kaufmann Press, 1998.
- [13] 陈先桥,郭庆平.异步分布式并行 SRM 算法[J].武汉理工大学学报:交通科学与工程版,2003,27(5):614-617.
- [14] 姚艺强,高劲松,孟令奎,等.网格环境下缓冲区分析的并行计算[J].地理空间信息,2007,5(1):98-101.
- [15] 易法令,严圣华. GIS 空间数据格式并行转换的调度算法[J].计算机工程,2004,30(23):47-49.
- [16] Wang S W, Armstrong M P. A quadtree approach to domain decomposition for spatial interpolation in grid computing environments [J]. Parallel Computing, 2003,29(10):1481-1504.
- [17] Ranaweera A, Agrawal D P. A scalable task duplication based algorithm for heterogeneous systems[C]// Proc of the ICPP. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2000:445-450.
- [18] 张忠平,刘欣媛.网格环境下静态启发式任务调度算法[J].计算机研究与发展,2008,45(S):21-25.

(上接第 144 页)