

山西煤矿区土地复垦和生态重建工程技术研究

蔡慧敏¹, 吴荣涛², 李晓伟² (1. 河南农业大学, 河南郑州 450002; 2. 河南省国土资源调查规划院, 河南郑州 450016)

摘要 山西是产煤大省, 矿产资源开发已成为山西省国民经济增长的重要手段, 但矿山开采会引发一系列诸如矿区土地破坏、生态退化与环境污染等问题, 这严重制约了矿区社会经济的可持续发展。通过分析山西煤矿区土地的破坏, 提出相应的预防、土地复垦、生态恢复等措施, 并针对山西煤矿区破坏土地进行复垦工程设计。
关键词 土地破坏; 复垦措施; 工程设计
中图分类号 F301.21 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)12-05158-03

Investigation of the Land Redamation Planning and Reconstruction of Land Zology of Mne Area
CAI Hui-min et al (Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002)
Abstract Shanxi Province is rich in coal mine, and coal mining has become an important means of social production and economic development of Shanxi Province. But coal mining also results in a series of problems, such as land destruction, ecological degradation, environmental pollution in mining area and so on, leading to restrict regional sustainable development. In the paper, some corresponding measures on prevention, land reclanation and ecological restoration were proposed based on analyzing the soil erosion's condition of coal-mine area in Shanxi province, and the land reclanation was designed in view of the destruction land of coal-mine area in Shanxi.
Key words Land destruction; Reclanation measure; Engineering design

山西省是我国重要能源重化工基地, 素有“煤碳之乡”的称号。全省煤炭产量、煤炭出口总量均居全国第一。矿藏开采给人类创造了巨大的物质财富, 但同时采矿业却对土地及生态环境也造成了严重的破坏。山西省地处黄土高原, 山多丘陵多, 自然灾害较频繁, 水资源贫乏, 植被稀疏, 生态环境十分脆弱, 水土流失严重, 农业生产条件差。兴旺发达的采矿业虽然给山西带来了较大的经济效益, 但不科学的索取矿藏亦给山西的环境造成了极为严重的危害, 导致脆弱的生态环境恶化、土地生产力下降、水土流失加剧、水资源更加贫乏、地表植被破坏、环境污染严重、矿山灾害频繁发生。预计到2010年, 全国煤炭需求量为25亿t, 山西省的煤炭产量为7亿t; 2020年全国GDP在2000年基础上翻两番时, 全国煤炭需求量将达到28亿t, 山西省的煤炭产量将达到8亿t以上, 在这种煤炭需求高速增长的压力下, 按照目前山西省采煤对土地的破坏状况, 其土地资源和生态资源将不堪承受^[1]。资源的长时期、大规模开采对生态环境造成了极大破坏, 导致水源和环境的恶化、植被和土地的迅速退化以及大面积的水土流失和潜在的土地荒漠化。因此, 加强山西矿区的土地复垦力度、合理制定复垦工程设计是山西省生态环境建设的当务之急^[2]。

1 煤矿区土地破坏分析

由煤矿开采所造成的对土地的破坏贯穿煤矿建设生产全过程, 主要有土地损毁、土地塌陷、土地压占等几种形式。

1.1 土地损毁 对土地的损毁主要发生在煤矿建设期间, 随着井巷开挖、道路、工业场地和辅助设施等工程建设的不断推进, 将扰动和破坏地表植被和耕作层, 使原有地表形态、耕层结构、土壤理化性状发生改变, 以至于彻底改变土地利用方式和土地利用结构, 即使回填、压实表层熟土, 也使土壤密度增大、结构破坏、孔隙及孔隙组成发生变化, 土壤有机质及养分含量下降, 从而使土壤协调水、肥、气、热的能力降低,

阻碍作物生长。这一影响是永久的, 不可逆的^[3]。
1.2 土地塌陷、裂缝 由于煤层开采、采空区的出现, 以及回采放顶、放炮震动、地表洪水冲刷或矿坑水流动、矿柱破坏等, 使采空区上覆岩土体破裂, 导致地表移动、变形, 破坏了原来土层的稳定, 引起地面沉陷(塌陷)和地面裂缝, 并且随着开采范围及深度的不断增加, 地下采空区面积也在不断增大, 使得地表产生不同程度的移动变形、沉陷, 甚至诱发土体崩塌和滑坡, 从而改变煤矿区地形、地貌, 崩塌和滑坡在沟谷区表现为压毁土地, 在塬、梁、峁区表现为边坡土体跨塌, 从而损毁塬、梁、峁区土地; 沉陷范围略大于开采范围, 沉陷造成地表形态变化, 因此, 地面建筑物、构筑物、水利、交通、电力等工农业生产设施也会因此而遭受不同程度的破坏; 另外, 采煤活动在地面和地下大幅度地扰动表土和岩层, 使地面植被和土壤受到严重破坏, 地表形态发生裂缝、倾斜、弯曲、滑坡和崩塌, 地面变得松散、裸露, 起伏不平或支离破碎, 土地本身可利用性及其附着物受到破坏, 诱发严重的水、肥、土壤流失, 影响土壤养分、理化性状, 甚至导致土地沙化, 影响农田耕作和农作物的正常生长, 导致农作物减产^[3]。

1.3 土地压占 土地压占是由于煤矿建设及生产过程中产生大量掘进矸石及固体废弃物, 而堆放这些废弃物需要压占部分土地。这些矸石和生产废渣、弃料, 初期可以用于充填荒沟, 随着煤矸石量的逐日增加, 矸石堆一是压占土地, 改变原有自然地形和地理景观, 造成农田生态环境、自然环境的污染; 二是矸石及固废的长期露天堆放, 在炎热烈日下会发生自燃, 释放出大量的二氧化硫和氟化物等有害气体和物质; 三是煤矸石受雨水淋溶会污染沟、河、土壤和地下水, 经风化作用后可能会产生细小颗粒和粉尘, 随风四处飘扬和扩散; 四是矸石山的顺坡排放, 若坡体不稳或防排措施不当, 可造成滑坡等事故, 这些问题可以通过矸石的综合利用、矸石山推平、压实、覆土、绿化、增加植被覆盖率等有效措施来解决^[3-4]。

2 预防控制与复垦措施

按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则, 结合矿区土地破坏方式, 拟采取以下预防与控制措施。

2.1 预防控制措施

2.1.1 施工固废处置措施。设置施工人员的生活垃圾收集点,及时清运到固定垃圾处理场,严禁乱堆乱放;掘进废石、矸石统一运往矸石处理场,集中堆放。

2.1.2 土壤和植被的保护措施。应尽量缩小施工范围,将临时占地面积控制在最低限度,尽可能减少对原有地表植被和土壤的破坏;凡受施工车辆、机械破坏的地方均要进行土地平整、耕翻疏松,并在适当季节补栽植被和作物,尽快恢复原有土地功能;严禁在煤矿区内乱砍滥伐,施工中因建设占用破坏的植被,要及时制定补偿措施;在农田区域施工时,尽量避开农作物生长季节,以减少农业生产损失,施工结束后,要及时清场,并且恢复田埂、农田水利设施等;对熟土的保护,在施工前,应先把表层熟化土壤尽可能推到固定地点集中起来,待施工结束后,覆盖在待复垦区域,以实现资源的充分利用。

2.2 土地复垦措施

2.2.1 塌陷坡地。对坡度变化较大的区域因地就势修建水平梯田和坡度梯田,将每一块梯田统一平整到一个相对高程点,因地制宜进行土地平整,经平整后的土地保证田块水分接受均匀;在坡脚堆放大块石砾以防止水土流失,修建挡土墙,拦截坡面下移泥沙,保护坡脚排水系统^[2]。

2.2.2 塌陷裂缝。轻度破坏、土层较厚、裂缝未贯穿土层的耕地,采用填堵法,即将裂缝挖开,填土夯实即可;破坏程度严重、裂缝透穿土层地段的,应用矸石填堵裂缝的孔洞,再用细砂、土填堵;宽裂缝区,按上述方法进行人工或机械回填。为了防止降水随裂缝下渗,可在裂缝边缘起垄,以阻止水流,保证土壤持水量^[2]。

2.2.3 塌陷林地、草地。及时填补裂缝、扶正树体、种植草灌。坡度较缓区,进行土地平整,修建水平沟、水平阶、边缘修建埂等水土保持措施,有效控制降水不沿裂缝下渗,保持水土;陡坡地带,可以考虑修建鱼鳞坑,稍作局部土地平整后,植草种树。另外,根据海拔、坡向、坡度、土壤类型、土层厚度等因素,选择栽种水保林木、经济林木,增加植被覆盖率,并做好抚育、管理工作,加快生态重建。水土流失严重的区域,在沟道内修建谷坊,沟头防护工程,以有效控制水土流失^[5]。

2.3 矸石堆放危害治理 本矿井建设生产期间会产生大量矸石,建设初期拟运至工业场地南面荒沟集中堆放,为确保矸石堆放稳固、安全,不向外部流失、扩散,避免受地表移动变形和塌陷的影响,须采取如下措施: 在排矸场周边应设置导流渠; 设置环境保护图形标志; 运入矸石场内的矸石采取阶梯平台式堆放,并覆土封闭,以增强矸石堆的稳固性; 加强对矸石场的运行管理,禁止危险废物和生活垃圾混入; 地势较低一侧采用挡渣坝、截水沟,堆矸达到设计容积后,挡渣坝以上倾斜部分采用浆砌石护坡工程,斜坡以上覆土、平整、绿化; 开展煤矸石资源化和灭火技术的研究,减少煤矸石自燃、下渗所产生的污染,加强矸石的回收利用,将大部分矸石用于烧砖、制水泥、混凝土和铺路等,而不是长时间堆积^[4,6]。

2.4 生态重建措施

2.4.1 物理化学改良措施。通过施农家肥和化肥来改变土

壤pH 值,改善土壤养分活性,选用适宜于当地种植的作物和优良品种,使用先进的农业技术,实现达产、超产。

2.4.2 生物改良措施。 种植绿肥,即一种可以用作肥料的植物绿色体,多为豆科植物,含有15%~25%的有机质和0.3%~0.6%的氮素,能增加土壤的有机质和有效肥分; 细菌肥料,即通过将土壤中有益微生物制成生物肥料的方式培养和引入微生物,并加入到待复垦土壤中,以提高土壤肥力;

种植牧草,建立人工牧草地,从而改良覆盖土的理化性质以提高土地生产力^[7]。

3 矿区土地复垦工程设计

根据自然条件和社会经济综合发展情况,按照农业现代化的要求,进行土地利用结构的调整,增加有效耕地面积和提高耕地质量,同时兼顾各类用地,形成合理的用地布局。此次土地复垦工程设计主要针对的是塌陷区和矸石堆场的复垦设计。

3.1 塌陷区土地复垦工程设计 工程设计以恢复原地貌为原则,主要包括土地平整及梯田修筑工程、道路工程、绿化工程、农田水利工程等内容。

3.1.1 土地平整工程。根据煤矿区地形地貌以及土地利用方向(宜耕、宜园、宜林、宜草),以尽可能增加有效耕地面积和改善生态环境为煤矿设计的基本原则,制定土地平整方案。

3.1.1.1 宜耕地平整及梯田修筑工程。 塌陷旱作耕地复垦整理之前应将20~30 cm的熟土剥离存放,并加以覆盖,待土地平整后,再均匀覆盖在耕地表面。 由于煤矿区属黄土丘陵区,根据地面坡度不同,不同坡度区实行不同的局部平整方式。平坦区在原有地块基础上平整,不做较大变动;缓坡区因地就势修整为水平梯田,田块集中连片,将每一块梯田统一平整到一个相对高程点,平整完工后的土地保证田块水分接受均匀;土地平整应以地块为单位,采用半挖半填的方式,自上而下进行,填方部位应分层压实,分层厚度为0.3~0.5 m,单元区内土地平整的填挖方尽可能限制在本单元区内部;中坡区,可重点平整坡顶土地,对于原有梯田应尽量在保持原有地块不变的基础上进行平整。 塌陷裂缝和塌陷坑应结合平整土地,就近取土充填,每填0.3~0.5 m夯实一次,夯实土体的干容重达到1.4 t/m³以上。

3.1.1.2 宜园地平整。对于园地,原则上保持其原有地形坡度不变,对于少量受塌陷裂缝或采动滑坡破坏的园地,稍作平整即可。

3.1.1.3 宜林、牧草地平整。丘陵地貌地形起伏较大,不适宜进行大规模的平整,只填堵裂缝和塌陷坑,将土壤改良后,直接种植当地优势的经济林木、果树和适宜草种。

3.1.2 道路工程。山西煤矿区地形起伏较大,耕作区域地势不平坦,仅有少量生产道路,路面高低不平,交通十分不便,根据煤矿区地形地貌,确定煤矿区道路为田间路、生产路两级布设,田间路设计采用泥结碎石路面,生产路设计采用泥土夯实路面,布设方式以纵向为主,横向(水平方向)为辅,具体布设时要做到因势利导,尽量减少工程量。另外,要结合外围已有的交通设施状况及拟保留行政村的分布情况,从方便生产、生活出发,在田块与村庄外围道路之间修建一定

量的贯通路。

3.1.3 绿化工程。该区域水土流失较为严重,因此绿化工程量巨大,主要包括防护林网的建设 and 不宜耕地的还林还草地的绿化工程。复垦区内防护林主要栽种在农田周围,田间道路、生产道路和排水沟两侧,起到护田、护路、护沟和绿化的作用;绿化工程涉及整个煤矿区,在保护好现有林地、草地的基础上,除防护林网外,要在坡度较大地区或适宜栽树的地区大量栽种适宜树种,增加林木覆盖率,组成区域性防护林体系,防护林树种选择当地适宜性强、抗旱、萌发力强、生长快、成活率高的乔灌木品种,其中适宜的乔木主要有杨树、柳树、椿树、油松、侧柏、刺槐等,适宜的灌木主要有沙棘、柠条、黄刺玫、荆条、虎榛子、胡枝子、紫穗槐等。

对不适宜种树的地段,可种植当地适宜的牧草或铺设草皮,改良天然草场,有效防止水土流失、改善生态环境,适宜草种主要有紫花苜蓿、沙打旺等。

3.1.4 农田水利工程。根据煤矿区所处地区为半干旱区,地下水资源贫乏、且埋藏较深的实际,为了确保复垦后煤矿区农业生产有较大改善,拟改变以前没有灌溉设施的耕作条件,采用蓄水窖灌溉。由于该煤矿区地表径流不大,拟采用井式、小容量水窖,设计单水窖容量30 m³,不给每个水窖配备专用抽水设备,而是多个水窖共用一台水泵进行抽水灌溉,水泵采用柴油发电机供电。

水窖的位置应考虑地形、地质、工程量及施工条件等因素,选择在土层深厚、坚实,且工程量小,施工方便处修建。为了防止水窖淤积,在水窖进水口的上游布置沉砂池,使排水沟排出的水量先进入沉砂池,泥砂沉淀后再将清水排入水窖中。沉砂池的具体位置应与井水窖保持一定距离,连接进水管与水窖,沉砂池与进水管连接处设置铅丝网拦污栅,防止杂物流入水窖。进水管应伸进窖内,离窖壁50 cm,管口出水处设铅丝蓬头,防止水流冲坏窖壁。

3.2 矸石及固废堆场土地复垦工程设计 井田开采产生的矸石和固体废弃物的露天堆放不仅压占土地,而且影响矿区生态环境和地理景观,当前的治理方法主要有两个:一是煤矸石的综合利用;二是矸石及固废堆场土地的复垦利用。

煤矸石的综合利用主要是煤矸石可以制砖、水泥,还可作为耐火材料、陶瓷的生产原料,其综合利用可以变废为宝,既有利于节约用地,减少复垦工程量和工程投资,又有利于保护生态环境。矸石场土地的复垦利用主要是通过整平、碾压、覆土等措施,将其复垦为农用地或绿化造林地,改造后的排矸场极大地改善了生态环境和地理景观。由于建设单位目前的煤矸石综合利用技术条件尚不成熟,因此,治理重点应放在矸石场土地复垦上,鉴于堆场周边均为荒草地,水土流失严重,拟将该区域复垦为林地^[8]。

3.2.1 整地。对矸石山的整治,应将地表变形塌陷对其稳定性的影响一并考虑在内,采用平顶一面坡的堆放模式,直到最后矸石把整个沟都填满,再从旁边两山头取土填平,顶面基本平整,顶面平均坡度小于3°,具体设计如下。

3.2.1.1 顶部整治。平顶部位推平压实,使顶部南北方向坡度小于3°,顶部东西方向略为内倾(倒坡),倾角为1°左右。

3.2.1.2 阶梯参数设计。根据煤矸石坡面高度,将矸石自然

坡面整治为阶梯状坡面,阶面内倾,水平宽度和阶梯间坎坡水平投影宽度均为2.0 m。

3.2.1.3 坡面调整。在修筑坡面阶梯之前,如果原有坡面的自然坡大于设计坡度,将原有自然坡面调整为设计的综合整体坡面,即将上半坡适当削坡,下半坡适当放坡;如果原有坡面自然坡度小于设计坡度便按照原有的坡面进行设计。

3.2.1.4 阶梯修筑。坡面台阶修建应从顶部自上而下,采用半挖半填方式进行,以保持挖、填土方量平衡^[9]。

3.2.2 覆土。排矸场按设计要求的整地工程完成之后,应在整治后的顶部和阶坡表面均匀覆土,覆土厚度为0.5 m。根据高家庄煤矿排矸场的具体情况,覆土土源可在排矸场周围荒山上取土,取土之后亦应采取水土保持和防止滑坡的措施。

3.2.3 植树。覆土后即可植树造林,选择当地优势树种苗木,根据未绿化前的植物调查和渣场特性,沿每一台阶表面的中心线进行植树,树木种类亦可采用当地占优势的针叶、阔叶树或针、阔叶树相间布置,树种选择抗旱、萌发力强、生长快、成活率高的品种;坎坡上种草或铺设草皮,可选择当地优势绿化草种进行种植^[10]。

3.2.4 配套工程。排矸场复垦造林绿化配套工程包括道路、截、排水渠道、挡矸墙和景观设施等。

3.2.4.1 道路。排矸运输路即可作为后期公路。

3.2.4.2 截(排)水渠道。截水渠道沿整治后的排矸场顶部内侧边缘及排矸公路外侧布置;排水渠道沿整治后的排矸场挡矸墙外侧布置。截(排)水渠道采用浆砌片石结构梯形断面。

3.2.4.3 拦渣坝。由于煤矿区为黄土丘陵区,土源丰富,所以本方案确定在沟口筑土坝,土料取自排矸场内部,一方面可增加排矸场的库容,一方面方便筑坝。上游坝坡为1.0 2.0,下游坝坡为1.0 1.5,坝坡表面用浆砌片石护坡。为继续排矸,需在坝上按1 4 的坡度设永久坡面,为防止雨水对坡面的冲刷,表面覆土0.5 m厚,采用植被护坡。

3.2.5 培育管理。由于煤矸石堆块度大,空隙率高,加以地处内陆干旱地区,生态环境较差,因而排矸场复垦造林绿化后的培育管理是造林绿化工程成败的关键之一,因此要特别注意及时浇水,科学管理,及时培土、防病虫害、整枝修剪以及缺苗补栽等。

4 结语

通过土地复垦,耕地经过相应的整理、改良后,质量较复垦前有明显提高,为稳定农业基础,保证粮食安全做出了贡献。土地得到了平整,田、路、林进行了统一规划、配套建设,极大地改善了煤矿区农业生产条件,为农民收入的提高奠定了基础,同时促进了农、林、牧各业的全面发展,增加了农民的就业机会,缓解了社会矛盾,促进了社会稳定,最重要的是通过实施土地复垦的各项措施,煤矿区配套基础设施逐渐完善,搭建了环境质量优良的耕作平台,为煤矿区农业向生态型、持续型农业转变奠定了基础,不仅增强了农业生产的竞争力,而且降低了农民的生产风险^[11]。

农业各个生态系统之间是一个相互依赖、相互制约、相互促进的整体,只有保护各个农业生态系统之间的良性循环

的制约,其中尤为重要是技术条件与经济成本。技术决定循环经济的可能性,成本决定着循环经济的可行性。无论是资源的减量化、再利用,还是回收循环,都必须依赖于比传统工业更为先进的技术。而现实的困境一是人类技术永远不可能飞跃到可以穷尽所有物质,使之全部有效循环的地步;二是技术开发本身需要昂贵的成本,技术应用即循环的过程中也需要不菲的投入,并不符合“成本最低,利润最大”的市场经济原则。这尤其表现在社会层次,废旧电器回收、垃圾分类拣等所花费的精力成本与经济收益之间的不平衡。

因此,在目前社会条件下,循环经济中生态与经济的完全和谐、绝对统一,只能是种理论的乌托邦^[4]。事实上许多行业所需资源的开发成本要大大低于循环利用,于是一些企业和个人为逃避垃圾处理费用,经常偷偷丢弃或掩埋。更为恶劣的是一些发达国家或企业为降低成本,向第三世界国家转移各种工业垃圾的行径。而就我国国情而言,尽管有诸如贵糖集团、鲁北集团、包头国家生态工业示范园区、石河子国家生态工业示范园区等一批企业或生态园区从循环经济中获得经济发展的示范典型,但其成功的特殊背景不容忽视(包括行业特殊性、所在地域、发展时间、社会背景、政府扶持力度等)。并不是任何企业都有条件和能力如上述企业般循环与生产并取,效益与环保双赢。要使大多数企业都能从循环中获得经济收益,并非短期内所能实现。而在社会层次,循环经济的这种不经济性更加明显。因此,如果仅从效率的角度考虑,循环经济制度建立的必要性目前仍值得商榷。

在市场经济下,理性人的唯一动机就是个人利益,任何对个人而言无法获利或获利甚小的事物不会对其产生任何激励,以此为基础的制度对人们的期望不高。循环经济要求的“循环”则是一种基本行为以外的,具有更高道德要求的行为,其功能主要在于增善。而且循环经济下的许多重要活动,利益性不强,缺乏激励,只有依靠人们良知和积极主动,才能保证实现。这充分说明循环经济本质上就是生态伦理

(上接第5160页)

与平衡发展,才能实现一定的效益。可以说,土地复垦过程同时也是实施水土保持方案,进行生态环境整治、保护和建设的过程,是对土地生态系统的改善,有利于促进整个自然生态系统的融洽与协调。煤矿区土地复垦规划编制始终坚持以“改善生态环境”为前提,规划实施过程中,路、沟、田将配设防护林网、农田林网,可缓解风速、涵养水源、促进农田生态系统小气候的重建及改良。这对美化环境、调节气候、减少噪音、净化空气、防风固沙、减少水土流失等都具有重要作用。

土地复垦是一项功在当代,造福后人的工作。是全社会的任务,是一项公益性事业。管理的社会化和公众的积极参与是做好土地复垦工作的有利保障。必须增强保护矿山生态环境的紧迫感、责任感。认真贯彻国家环境保护基本政策,坚持“在保护中开发,在开发中保护”和“以防为主,防治结合”的原则,强化煤矿区环境管理,绝不能走“先破坏后治

经济。

4 作为生态伦理规范的循环经济的内涵

伦理规范是对伦理基本原则的具体落实,是在具体生活的不同层面上向人们提出的具体要求。循环经济与“清洁生产”一样,也可作为一种道德规范来规约人们的社会经济行为^[8]。在其规约下的循环经济生产观克服了传统生产观的不足,认为现代社会生产是人们为了提高物质生活和精神生活水平,以一定的生产关系联系起来,在保护生存环境和自然资源的前提下,通过合理地改造自然,创造物质财富和精神财富的过程。其规约下的循环经济产价值观克服了传统经济形态下的产价值观,主张将自然资源使用的有效和无效联系起来,将产值的质和量联系起来综合考察。其规约下的循环经济财富观克服了传统经济形态仅仅只把财富理解为社会财富或国民财富的财富观,坚持认为进入人类生命、生活、生产过程并使这一过程正常进行的一切物质、精神条件都是财富。其规约下的循环经济发展观克服了仅从经济量的增长上谈发展的传统发展观的弊端,主张发展是一个综合的、立体的、全方位的概念,它包含了经济、社会、生态和文化诸方面的进步与和谐发展等内容。

参考文献

[1] 王泽应. 关于生态经济伦理学的几个理论问题[J]. 东南学术,2001(3): 6-12.

[2] 陈静. 循环经济的理论分析及其制度安排[J]. 太原理工大学学报: 社会科学版,2006(1): 33-37.

[3] 叶平. 生态哲学视野中的“循环型经济”[J]. 中国人民大学学报,2006(3): 10-14.

[4] 钱水苗, 巩固. 循环经济的法理分析[J]. 浙江社会科学,2006(3): 89-94.

[5] 钟太洋, 黄贤金, 李璐璐, 等. 区域循环经济发展评价: 方法、指标体系与实证研究[J]. 资源科学,2006,28(2): 154-162.

[6] 张琦. 资源约束下我国循环经济发展战略探讨[J]. 资源科学,2006,28(2): 148-153.

[7] 李金锋. 经济性——煤炭企业发展循环经济的基本前提[J]. 中国煤炭,2006(5): 29-31.

[8] 李培超. 自然的伦理尊严[M]. 南昌: 江西人民出版社,2001: 179-183.

理”的路子。

参考文献

[1] 周连碧. 我国矿区土地复垦与生态重建的研究与实践[J]. 有色金属, 2007(5): 90-94.

[2] 张梁. 我国矿山生态环境恢复治理现状和对策[J]. 中国地质矿产经济,2002(4): 26-29.

[3] 卞正富. 我国煤矿区土地复垦与生态重建研究进展[C]// 中国土地整理与复垦分会, 土地整理与农村发展论文集, 青州,2004: 47-50.

[4] 胡立宏. 煤矸石综合利用初探[J]. 辽宁城乡环境科技,2005(6): 37-38.

[5] 胡少伟, 周跃. 铁矿山土地复垦研究初探[J]. 矿业安全与环保,2004,31(1): 34-37.

[6] 蒋文琼. 绿化造林改善矸石山生态环境效应的研究[D]. 北京: 北京林业大学,2004.

[7] 刘青柏, 刘明国, 刘兴双, 等. 阜新地区矸石山植被的恢复的调查与分析[J]. 沈阳农业大学学报,2003,34(6): 434-437.

[8] 金锋. 煤矿矸石山植被恢复机理研究——以鸡西市滴道矿区和城子河矿区为例[D]. 哈尔滨: 东北林业大学,2004.

[9] 胡振琪, 张光灿, 毕银丽, 等. 煤矸石山刺槐林分生产力及生态效应研究[J]. 生态学报,2002(5): 621-628.

[10] 苏强平. 植被恢复下矸石山土壤改良效益研究[D]. 北京: 北京林业大学,2004.

[11] 王曰鑫. 山西采煤产生的土地破坏及防治对策[J]. 水土保持研究, 2007(10): 377-380,382.