维普资讯 http://www.cqvip.com

采煤塌陷地区土地生态环境的影响与防治研究*

匡文龙[1] 副教授 邓义芳[2] 高级工程师
(1 湖南科技大学土木工程学院，湘潭 411201 2 中南大学资源与安全工程学院，长沙 410083)

学科分类与代码:620.5020 中图分类号:X915.5 文献标识码:A
基金项目:湖南省自然科学基金资助(06JJ50075)；湖南科技大学博士后基金资助(E50415)。

【摘 要】 以地质学和环境科学为理论基础，以保障煤矿可持续性发展和保护煤矿地质环境为目标，在分析采煤塌陷对土壤资源、土壤构型、土壤水份运移、土壤养分运移4个方面影响的基础上，针对采煤塌陷引起的土壤破坏，探讨有关保护途径，提出在原地土壤中加入一些有益物质或养分，以调节控制和保护土地质量的“原位保护”方法和建立“土壤资源库”，选择合适的地方，采取一定的措施，将尚未受到破坏的土壤资源储存起来，保证土地质量不产生恶化和再利用的“异位保护”方法。

【关键词】 采煤塌陷； 矿山地质灾害； 土地生态环境； 防治； 环境保护； 可持续性发展

Probe into the Soil Environmental Impact of Coal Mining Collapsed Area and Its Prevention and Cure Measures

KUANG Wen-long[1], Assoc. Prof. DENG Yi-fang[2], Senior Engineer
(1 School of Civil Engineering, Hunan University of Science & Technology, Xiangtan 411201, China
2 School of Resources & Safety Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: In order to ensure coalmine sustainable development and the good protection of environment, this paper analyzed the effects of coal mining collapse on the four aspects of soil resources, soil structure, water traveling in soil and nutrients traveling in soil based on the theories of geological and environment science. Directing at the above damage to soil caused by coal mining collapse, some preventive measures were raised as follows: 'Home position protection' can be used to control and protect soil quality by adding some beneficial materials or nutrients in soil; 'Ectopia position protection' can also be used to ensure that soil can be recycled and is not deteriorated by choosing a proper location to establish a soil resource pool in which soil resource is deposited and not destroyed.

Key words: coal mining collapses; mine geological disaster; soil entironment; prevention and cure; environmental protection; sustainable development

0 引 言

我国是煤炭的生产大国，随着大量的煤炭资源从地下采出，所引起的地表塌陷及其环境灾害问题日益突出[1]，特别是随着矿山开采深度的不断加大，深部地压活动将越来越剧烈，因而引起矿震等矿山地质灾害可能性也随之而增加，据煤炭部门的不完全统计，35对矿井累计发生过2 000余次具有破坏性的采掘诱发地震，造成了大面积的地表塌陷和数以百计的人员伤亡[2]。

在施工过程中的安全技术问题也对地表环境产生严重影响，直接诱发了地面塌陷等灾害发生[3]，由于煤炭资源的开发，不可避免地要连续、长期、大量地改变地形、地貌和岩层的构造，破坏其原有的状态，从而影响到矿区地应力的均衡和水均衡，导致了塌陷等矿山地质灾害的不断发生，更直接影响到了

* 文章编号:1003-3033(2007)01-0116-05； 收稿日期:2006-07-28； 修稿日期:2006-12-20

维普资讯 http://www.cqvip.com

矿区的土地生态环境。

据不完全统计,我国每采1万吨煤炭就要有近4亩的耕地被毁坏,造成减产或绝产,一个中型矿井为此付出的赔偿每年达近亿元[4],在诸多的矿山地质灾害问题中,采煤塌陷灾害不仅使矿区地貌景观遭受破坏,还在导致水土流失,使土地日益减少的同时,破坏了人们赖以生存的生态环境,使矿区农民生活陷入贫困或受到严重影响。

1　对土壤资源的影响

采煤塌陷对土壤资源的影响主要包括:

1) 开采塌陷造成地表产生许多裂缝(隙),导致采煤塌陷区土壤水分蒸发增强和养分渗漏流失加剧,引起土地荒漠化、贫瘠化,使土地生产力严重下降;

2) 采煤引起土体下沉,增加了土壤密实度,从而使土壤体的孔隙性产生变化,土壤结构性发生变异,导致土壤物理性质恶化,农作物减产;

3) 地下煤层采动后,破坏了原来上覆岩层的自然条件,使斜坡上的岩土表层受力状态发生变化,为寻求新的平衡,岩体将沿滑动面滑动。

塌陷形成过程一般从开始下沉到最终稳定需1~3年,其塌陷最大深度一般为煤层开采深度的0.7~0.8倍,塌陷面积约为煤层开采水平投影面积的1.2倍,塌陷体积约为煤层开采体积的0.6~0.7倍[5]。

改革开放以来,我国矿产开发获得迅猛发展,但大量的开发活动所造成的破坏与污染越来越严重,目前每年平原地区采煤量达2.7亿吨以上,每年造成地面塌陷、沉降面积达4 000 km^2。而采煤塌陷导致的水土流失,地力下降,使许多良田成为废弃地。由于人们认识水平的局限,在矿区开采的工业设计中缺乏严密而具体的复垦计划,因此,在矿山表土剥离时,通常都忽略了需要保存原有地表、亚层土壤的问题;其次,采煤塌陷对水环境的影响也直接影响土壤环境。如干旱矿区的地下水位下降,使土壤变得干燥,土地干裂。塌陷坑和地裂缝扰乱了原来相对稳定的土壤结构,水肥沿倾斜的地面和开裂的裂缝渗漏流失,形成严重的跑水、跑肥、跑土的"三跑田",土壤肥力不断下降。据调查,被破坏的旱地,产量比正常水平低20%~30%,被破坏的水田和水浇地,产量减少在50%以上。

当然,采煤塌陷也有其有利的一面,如煤矿开采后地面变形下沉,有利于降水和地表水的汇集,经简易处理后,塌陷坑的积水在干旱季节可以提供部分灌溉水源;塌陷区在复垦后,积水坑可以被改造成为公园的人造小湖泊等游乐场所。

2　对土壤构型(剖面)的影响

土壤构型(剖面)就是土壤中各土层的垂直序列,即土壤自上而下的垂直切面。土壤构型剖面有自然土壤剖面和人工土壤剖面之分,人工土壤剖面与人类生产、生活息息相关。其中土壤耕作层分布着主要的植物根群,是作物赖以生活的基本土层。土壤构型的好坏,除耕作层深度起主要作用外,还决定于各土层的质地层次组合。如上砂下粘的土壤剖面肥力较高,而上粘下砂的土壤剖面肥力较低。采煤塌陷作用改变了矿区原有土壤剖面中各土层的垂直序列,使土层产生垮落、错动,甚至上下翻转,土壤剖面各土层的质地层次组合发生变异,导致土壤剖面质量急剧降低。

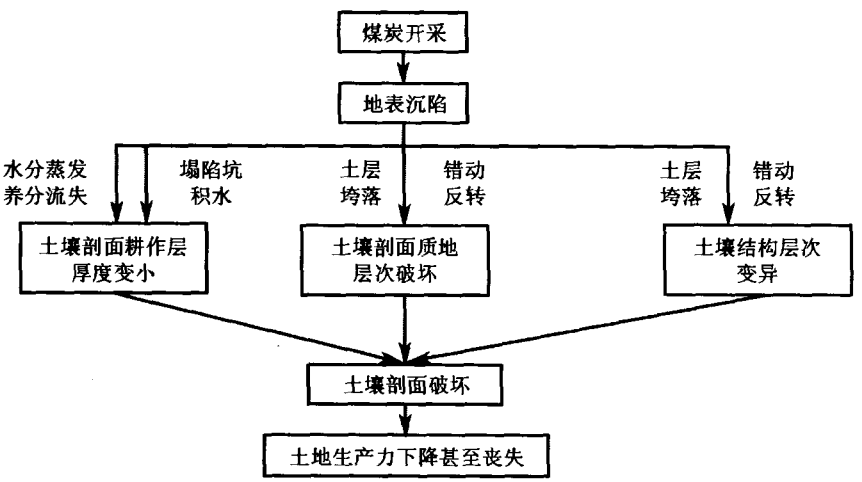


图1　采煤塌陷对土壤剖面的影响效应

维普资讯 http://www.cqvip.com

一般自沉陷盆地边缘至盆地中心,随着塌陷变形逐渐加大,采煤对土壤剖面质地层次的破坏也相应增大。当土壤剖面质地层次发生变异时,土壤结构层次也会相应遭到破坏。原有富含有机质的砂土层常常形成农业土壤最理想的团聚体结构,采煤后,随着土壤质地层次的破坏,土壤剖面下层的块状结构体、柱状结构体土层已经翻转到团聚体土层之上,导致土地生产力严重下降(见图1)。

在潜水位低,年降雨量较小的地区,采煤后的塌陷盆地虽有少量季节性积水,但由于煤层的覆岩冒落带或导水裂缝渗漏,矿区地下水位下降,土壤中产生了大量的垂向裂隙(缝),增加了土壤水的蒸发面积,致使近地表土壤水分不断降低;土壤中许多营养元素沿着裂缝(隙)渗漏,导致近地表土壤养分不断的减少,使采煤沉陷区土壤剖面耕作层厚度减小甚至变为零[6]。

在潜水位较高,年降雨量较大地区,煤炭开采后,地表下沉盆地的中央沉陷水平往往低于矿区潜水位,使塌陷区土地大面积积水受淹或发生盐渍化,从而大大降低了土壤的可耕作性。

3 对土壤水分运移的影响

土壤水分运移是指水分进入土壤,以及它在土体中运动转化直至最后移出土体的全过程。采煤塌陷使矿区的土壤结构性、土壤孔隙性以及土壤含水量发生变异,从而对矿区土壤水分运移产生影响。由于我国各矿区的地质采矿条件、地形地貌、区域气候、地下水位相差较大,因此,煤炭开采对土壤水分运移的影响效应也各不相同[7]。

大气降水或灌溉水在土壤中的入渗能力主要取决于土壤的导水率和水压梯度,其中土壤导水率由土壤结构决定,而水压梯度则决定于降雨或灌溉水量的大小。土壤入渗能力与土壤结构和降水量密切相关:

1) 在非降水期间,由于塌陷区土壤垂向裂隙发育,土壤水分蒸发加强,因而上层土壤的水分亏损(干燥度)必然大于非塌陷区;

2) 当降水量较小时,由于塌陷区土壤尤其是上层土壤含水量较小,降水首先要补充上层土壤的水分亏损,因而塌陷区的入渗深度要小于非塌陷区;

3) 当降水量足够大时,充分补给塌陷区上层土壤的水分亏损,降水入渗深度与岩土体裂隙尤其是与土壤垂向裂隙相关,因而它的入渗深度大于非塌陷区,降水入渗方式也由非塌陷区的活塞式入渗转变为以捷径式入渗为主。

土壤的蒸发强度是由大气蒸发力和土壤导水性质共同决定的,尽管采矿塌陷使岩土体的孔隙性有所降低,但同时也造成了土壤的垂向裂隙(缝)十分发育,土壤内部的水汽可以直接从均一的、较粗直的裂隙(缝)扩散到大气中去,比经过弯曲度极大的土壤孔隙要快得多,该情况不仅因毛细现象使土壤返湿困难,而且加强了风力挟走土壤水分的能力。地表风速愈大土壤裂隙扩散到大气中的水分就越多,使得土壤湿度大幅下降,导致农作物减产。因为:

1) 在煤炭被开采后,在矿区的覆岩冒落带和裂缝(隙)发育处,潜水排泄由以水平径流为主转化为沿冒落带和裂缝垂向渗漏为主,地下水位迅速下降,减弱了包气带表层(上层土壤)与地下水的水力联系;

2) 加之土壤中发育的大量垂向裂隙,增加了土壤水的蒸发面积和蒸发强度,使得包气带整体持水能力减弱,土壤水资源量减小[8]。

4 对土壤养分运移的影响

土壤养分包括:有机质、氮、磷和钾。它们是植物生长的重要因素。在采煤塌陷地区,由于地表形成了许多裂缝和相对的坡地、洼地,因此,土壤中许多营养元素也随着裂隙、地表径流而流入采空区或洼地,造成土壤养分的短缺,使矿区有机质、氮、磷等的含量只有正常植被覆盖区土壤平均值的20% ~ 30%,严重影响了农作物的生长。有关研究结果表明,受采空区影响,土壤养分最短缺的部位是塌陷拐点,这些部位极容易发生漏水漏肥[9]。

土壤有机质常作为划分土壤肥力高低的指标,而采煤塌陷对土壤有机质的破坏作用,可使有机质含量下降30%左右,而土壤肥力的下降导致了农作物减产10% ~40%。煤炭开采后,采空区上方地表大面积塌陷,使地下水位发生变异,地表产生大量的裂缝、裂隙,土壤中水分、养分大量流失,导致矿区土壤环境恶化,土壤质量下降[10—11]。

采煤塌陷对土壤质量的影响效应模式如图2所示。

维普资讯 http://www.cqvip.com

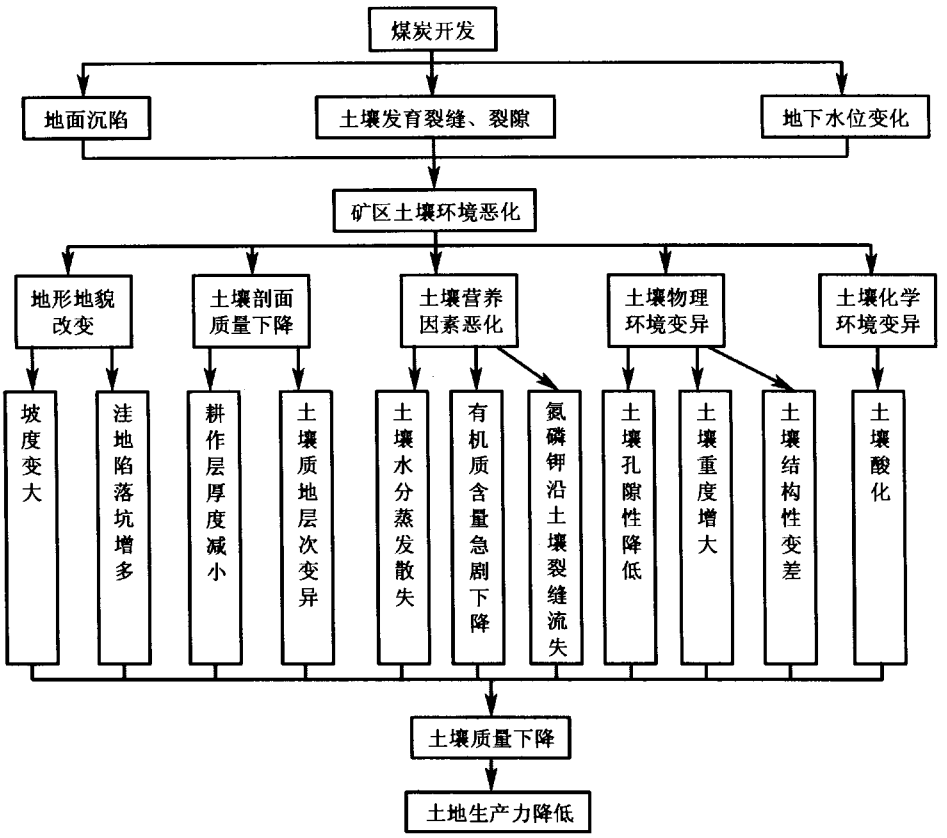


图2　采煤塌陷对土壤质量的影响效应模式

5　有关保护途径

我国是个矿业大国,又是最大的发展中国家,多年粗放式的矿业开发,导致了大部分矿山地质环境形势的严峻,部分矿区呈现出加速恶化的势态;尤其是改革开放以来,社会经济的快速增长对煤炭资源的需求更是与日俱增,市场经济对国有矿山企业带来了很大冲击,致使部分矿山只注重追求经济效益,而安全和环保意识淡化,加之开采技术及生产设备的相对落后,使得开采环境明显恶化,矿山地质灾害问题日趋严重,潜在的致灾隐患不断增多,针对采煤塌陷引起的土壤破坏,我国学者、企业都力求对被破坏土壤进行保护与修复。现今的保护途径主要有"原位保护"和"异位保护"两种。

"原位保护"是指在原地土壤中加入一些有益物质或养分,以调节控制和保护土地质量,这些技术主要有:

1)物理处理,即挖松紧实的土层、对种子进行特殊处理以及向土壤中增加冰川冻土类矿物及大块石灰石改善土壤物理结构;

2)化学处理,即添加营养物,通过施加氮、磷和钾肥等来改善土壤;

3)去除有害物质,在破坏的土壤上种植自然演替种,例如:印度芥菜是修复 Zn、Cd 污染土壤比较有潜力的植物;

4)针对采煤后土壤的具体情况,引入新物种以求最快地恢复土壤质量。

"异位保护"是指在经济技术上采用原位保护不可行,必须采取异位进行保护的方式。其技术核心是建立"土壤资源库",即选择合适的地方,采取一定的措施,将尚未受到破坏的土壤资源储存起来,保证土地质量不产生恶化和再利用。这种方式将是今后的研究重点和提高塌陷区土壤质量的途径。

6　结　论

采煤塌陷地质灾害对矿区土地生态环境的影响主要体现在以下几个方面:

1)对土壤资源的影响:采煤塌陷造成地表产生许多裂缝(隙),导致塌陷区土壤耕作层厚度减小,使土壤原有质量受到影响,引起土地荒漠化、贫瘠化,土地生产力严重下降。

2)对土壤构型剖面的影响:采煤塌陷作用改变

维普资讯 http://www.cqvip.com

了矿区原有土壤剖面中各土层的垂直序列,引起各土层的质地层次组合发生变异,导致土壤剖面质量急剧降低。

3) 对土壤水分运移的影响:采煤塌陷产生的裂缝、裂隙,导致土壤中的水分大量流失,特别是在非降水期间,使得土壤水分蒸发加强,水分亏损较大。

4) 对土壤养分运移的影响:采煤塌陷作用使塌陷区土壤中的有机质含量下降30%左右,从而导致农作物减产10%~40%。

有关保护措施有:

首先是原位保护:在原地土壤中加入一些有益物质或养分,以调节控制和保护土地质量。

其次是异位保护:建立"土壤资源库",选择合适的地方,采取一定的措施,将尚未受到破坏的土壤资源储存起来,保证土地质量不产生恶化和再利用。

7 致 谢

笔者在湖南科技大学博士基金和湖南省自然科学基金项目的研究过程中,得到了学校党委书记肖国安教授和土木工程学院院长钟新谷教授的许多帮助,并由学校书记办公经费和学院学科建设经费联合资助出版了有关专著,特此表示衷心感谢!

参 考 文 献

[1] 郭文兵,邓喀中,邹友峰. 岩层与地表移动控制技术的研究现状及展望[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(1):6~11

[2] 谷新建. 冒落型矿震成因机理的研究[J]. 中国安全科学学报, 2002,12(2):60~64

[3] 霍玉华,许兆义,白明洲. 广州地铁鹭江站施工安全技术体系研究[J]. 中国安全科学学报, 2004,14(11):79~83

[4] 赵德深,范学理,刘文生. 采煤区覆岩与地表沉陷控制技术研究及展望[J]. 中国安全科学学报, 1998, 8(3):51~54

[5] 方创琳. 采煤塌陷地的综合开发与协调发展[J]. 中国人口与资源与环境,2000(2):66~71

[6] 葛维琦. 中国煤矿采空区塌陷灾害治理对策[J]. 中国能源,2004,26(10):27~30

[7] 殷如新,赵晓红,何欣等. 湘潭市矿山生态环境现状与保护对策[J]. 中国地质灾害与防治学报,2004,15(1):86~89

[8] 黄铭洪,骆永明. 矿区土地修复与生态恢复[J]. 土壤学报,2003,40(2):161~169

[9] 李树志,胡锦华,张怀新等. 矿区生态破坏防治技术[M]. 北京:煤炭工业出版社,1998:64~143

[10] 郭广新,陈高峰. 采煤塌陷地农作物损失补偿计算方法探析[J]. 煤炭科技,2004(3):18~19

[11] 陈龙乾. 煤矿塌陷区土地复垦中的技术经济分析[J]. 煤矿环境保护,1997,11(3):11~12