

Study on Soil Infiltration Characteristics under Mining Action in Ulanmulun Mine

Guoen ZHANG

Wulanmulun Coal Mine of Shenhua Shendong Coal Group of China, Erdos, Inner Mongolia, 017205

Abstract

The characteristics of soil infiltration are the main index values for evaluating surface water retention, and are the main parameters to measure the stability of surface ecosystem. Mining caused soil infiltration characteristics change, for mining influence on soil infiltration characteristics, Aaron ore selecting experiment working face were ulam in wood, adopt the method of in-situ test to determine the stability of soil seepage rate along with the working face advancing process, obtained the mining action with the change rule of soil seepage rate, the results show that the soil can be self-healing, since the repair cycle is about from the beginning of the collapse in 3 months, five months to collapse back to the original state.

Key Words

Mining, Ecological Environment, Soil, Permeability

DOI:10.18686/mkaqhb.v1i2.598

乌兰木伦矿采动作用下土壤入渗特性研究

张国恩

中国神华神东煤炭集团乌兰木伦煤矿, 内蒙古鄂尔多斯, 017205

摘要

土壤入渗特征是评价地表保水性的主要指标值, 是衡量地表生态系统的稳定性的主要参数。开采导致土壤入渗特征发生改变, 为得到开采对土壤入渗特征的影响, 在乌兰木伦矿选取实验工作面, 采用现场实测的方法测定了随工作面推进过程的土壤稳定渗流速率, 得到了采动作用下土壤渗流速率的变化规律, 研究结果表明, 土壤可进行自修复, 自修复周期约为从塌陷3个月开始, 至塌陷5个月基本恢复到原始状态。

关键词

采动; 生态环境; 土壤; 渗透性

1. 引言

近年来在开采层面, 与环境协调的开采技术的研究得到了加强。特别是钱鸣高院士提出了绿色采矿和科学采矿的概念在国内外采矿界引起了强烈的反响和高度的重视。当前神东地区多个矿区实施了绿色采矿技术示范, 同时也开展了保水采煤技术试验研究。但对于矿井开采后地面生态环境恢复的评价依然存在欠缺。国内也较早地针对采煤塌陷区地表生态环境的变化特征进行了研究。中国地质科学院聂振龙等学者以大柳塔矿区为研究区, 通过野外试验, 出采煤塌陷作用破坏了包气带岩土结构, 弱了包气带表土的持水能力, 气带表部水资源量减少, 物根系吸水率减小时, 低了地表起沙临界风

速, 强了风蚀作用, 化灾害加重, 表生态环境更加脆弱^[1]; 中国煤促会纪万斌分析了采煤塌陷在干旱山区和平原区所引起的生态环境变化特征^[2]; 中国地质大学李惠娣等以大柳塔塌陷区土壤水分调查数据为基础, 析出采矿塌陷引起的土壤水分和养分的变化特征及生态环境变化, 出梁峁阴坡植被稍好, 槐林的生长良好; 而阳坡不宜大面积栽植^[3]。1989年到1998年的10年间, 在过去充填复垦技术的基础上, 发展非充填复垦、生态工程复垦等技术体系, 大地提高了土地复垦率^[4,5]; 人们越来越认识到生态重建的重要性, 是将土地复垦与生态重建有机地结合起来, 复垦出耕地的同时, 改善了区域生态环境质量^[6-8]。

分析基岩含水层与地表含水层受采动影响的及上覆岩层赋水性动态变化规律对于生态环境恢复的评价具有重要意义。

2.采动作用下土壤入渗特征测试

2.1 现场取样

在开采沉陷区,空地、坡上、有植物覆盖区分别布设 3 个样地,其中植物又分为乔、灌、草,每种植物按照生长量分为大、中和小 3 个规格,每种规格四个重复。在对照区,选择沙柳,按照生长量分为大、中和小 3 个规格,每种规格四个重复。取样采用剖面取土法和环刀取土法。

2.2 测定方法

本研究采用德国产 HoodIL-2700 自动采集土壤入渗仪测定土壤稳定渗流速率。在不大于 200cm 水头作用下静置一段时间,待出水管口有水溢出后即可开始测定土样的渗透系数。计算方法如式(1):

$$K_s = \frac{\alpha l}{At} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

其中: K_s 为土壤饱和导水率; A 为土样的断面积, cm^2 ; α 为给水管的断面积, cm^2 ; L 为土样的长度, cm ; h 为水势差, cm ; t 为测定时间, s 。

3.采动作用下土壤入渗特征规律研究

3.1 研究区土壤入渗本底值监测

土壤入渗本底值的探测选在未受扰动的工作面,共

开展 9 次实验,获得 8 个有效实验数据,数据结果如图 1 所示:

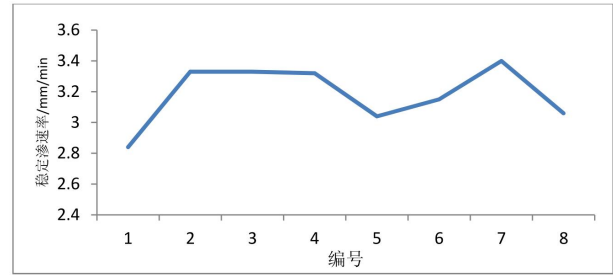


图 1 对照区土壤稳定入渗速率

图中数据表明,对照区的土壤稳定入渗速率的均值为 3.184mm/min,方差为 0.1939,变异系数 $CV=6.1\%$,样点的离散程度非常小,组内差异不明显。

3.2 塌陷初期(动态裂缝区)土壤入渗结果

先前研究表明,动态裂缝超前于工作面开采进度 8-10m 呈现于地表,且动态裂缝具备明显的发育规律以及在其生命周期的五个典型阶段,在工作面开采进度前端,选择一条刚出现的裂缝,分别在裂缝初次开裂、裂缝初次闭合、裂缝二次开裂以及裂缝完全闭合阶段等 4 个阶段的时间节点,开展土壤入渗实验,从而确定裂缝对其影响以及在整个裂缝发育周期过程中周围土壤稳定入渗速率的变化规律。每个阶段,分别进行三个平行实验,共采集 12 个入渗速率数据,利用 SAS 统计分析软件,对 4 个观测时段的数据进行差异性方差分析,分析结果如表 1 所示:

表 1 塌陷初期差异性分析结果

多域组别	平均值 mm/min	方差	统计数	统计组名
A	6.4567±0.30a	0.27	3	裂缝初次开裂
A				
A	6.7667±0.25a	0.192	3	裂缝初次闭合
A				
A	6.9233±0.23a	0.152	3	裂缝再次开裂
A				
A	6.7033±0.23a	0.152	3	裂缝完全闭合

表中显示,裂缝发育周期各阶段时间节点处,裂缝周围的土壤的稳定入渗速率在显著性水平 $\alpha=0.05$ 下,

差异性不显著 ($p>0.05$),说明,在裂缝发育的全过程中,裂缝对土壤入渗的影响持续存在且无明显变化规

律, 而与对照区进行比较, 其平均稳定入渗速率为 6.5mm/min, 明显高于对照区的平均入渗值, 这主要是因为煤炭开采而形成的裂缝破坏了土壤质地的原始构成, 而裂缝完全闭合时, 裂缝对土壤的入渗特性的影响仍继续存在, 土壤质地在地表塌陷时序上的恢复具有滞后性。

3.3 研究区塌陷过程中土壤入渗结果

裂缝闭合后, 研究区域的地表沉降开始步入衰退期, 塌陷对该区域的土壤质地的影响继续存在, 分别在塌陷 3 个月、5 个月的两个时段, 对研究区域的土壤入渗进行了重复监测, 分别获得有效入渗数据 8 个, 共计 16 个土壤稳定入渗速率值, 见图 2 所示。

图中数据统计分析结果表明: 两个塌陷时序上的样本的方差分别为 0.1856 和 0.027, 离散程度不大, 塌陷 3 个月的稳定入渗速率的均值为 3.315mm/min 略大于塌陷 5 个月的样本均值为 3.13mm/min, 单因素方差分析结果显示, 在显著性水平 $\alpha=0.05$ 下, 组间差异

$p=0.078>0.05$, 两组间差异性不显著, 说明, 地表塌陷后期对土壤的稳定入渗速率的影响较小, 可能是因为塌陷时间越长, 地表趋于压实, 土壤的容重、孔隙度以及含水量等指标逐渐恢复。

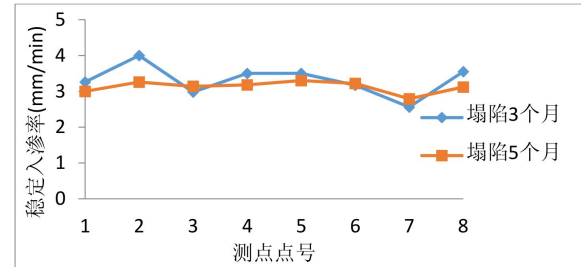


图 2 不同塌陷时序土壤入渗值

3.4 开采过程中土壤入渗变化规律

通过对开采过程中研究区域土壤稳定入渗速率的结果以及对照区的实验数据, 进行综合分析, 分别选取对照区、塌陷初期(动态裂缝)、塌陷 3 个月以及塌陷 5 个月的原始数据的均值作为统计数据, 进行差异性分析, 分析结果如表 2 所示:

表 2 开采过程中差异性分析结果

统计值	未扰动区	动态裂缝区	塌陷 3 个月	塌陷 5 个月
稳定入渗速率	3.175±0.01bc	6.800±0.10a	3.2875±0.03b	3.13±0.05bc

上表中显示, 土壤稳定入渗速率的整体变化规律为: 动态裂缝区>>塌陷 3 个月>未扰动区>塌陷 5 个月, 在显著性水平 $\alpha=0.05$ 下, 动态裂缝区与其他 3 组的差异性显著 ($p<0.05$), 而其他 3 组之间的差异性不显著 ($p>0.05$), 说明, 裂缝是影响土壤稳定入渗速率的主要因素, 其周围土壤水分的散失、土壤孔隙度增大是其主要原因, 塌陷 3 个月、塌陷 5 个月与本底值差异分别为不显著和极不显著, 研究表明, 土壤稳定入渗速率存在明显的“自修复”能力, 自修复周期约为从塌陷 3 个月开始, 至塌陷 5 个月基本恢复到原始状态。

4. 结论

(1) 在裂缝发育的全过程中, 裂缝对土壤入渗的影响持续存在且无明显变化规律, 而与对照区进行比较, 其平均稳定入渗速率为 6.5mm/min, 明显高于对照区的平均入渗值。

(2) 地表塌陷后期对土壤的稳定入渗速率的影响

较小, 可能是因为塌陷时间越长, 地表趋于压实, 土壤的容重、孔隙度以及含水量等指标逐渐恢复。

(3) 土壤稳定入渗速率存在明显的“自修复”能力, 自修复周期约为从塌陷 3 个月开始, 至塌陷 5 个月基本恢复到原始状态。

参考文献

[1] 聂振龙, 光辉, 金河. 采煤塌陷作用对地表生态环境的影响——以神木大柳塔矿区为研究区[J]. 勘察科学技术, 1998(4): 15-20.
 [2] 纪万斌. 我国采煤塌陷生态环境的恢复及开发利用[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1998, 9(sup): 47-51.
 [3] 李惠娣, 杨琦, 振龙, 等. 土壤结构变化对包气带土壤水分参数的影响及环境效应[J]. 水土保持学报, 2002, 16(6): 100-102, 106.
 [4] 陈龙乾. 矿区土地复垦与使用制度改革探讨[J]. 中国煤炭, 1998, 24(6): 12-15.

[5]杜培军,张书毕.矿区土地合理开发与利用研究[J].煤矿环境保护,1998,12(3):11-13.

[6]李富平,夏冬.采矿迹地生态重建模式研究[J].化工矿物与加工,2010(5):25-28.

[7]胡振琪.中国土地复垦与生态重建 20 年:回顾与展望[J].科技导报,2009,27(17): 5-29.

[8]周锦华,胡振琪,高荣久.矿山土地复垦与生态重建技术研究现状与展望[J].金属矿山,2007(10):11-13.