

采煤塌陷对沙柳根系损伤机理研究

蒙 仲 举¹, 任 晓 萌², 陈 晓 燕³, 高 永¹

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古气象科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010019;
3. 内蒙古社会科学院, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘 要:以地处毛乌素沙地东南缘的补连塔煤矿为研究对象,以沙柳为试材,采用野外观测手段,分析了风沙区的采煤塌陷在不同部位对沙柳根系的损伤,以期揭示风沙区采煤塌陷对植物根系的损伤机理。结果表明:在塌陷地随着坡度的增加,塌陷对根系的损伤越来越大。裂缝宽度、错位和裂缝与植物的距离是影响根系损伤程度的主要因素。在各个部位的裂缝中,对细小根系的损伤最大。

关键词:风沙区;采煤塌陷;沙柳;根系;裂缝

中图分类号:S 792.12 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)01-0066-03

地处黄河中游晋陕蒙地区的神府-东胜矿区,是我国目前已探明的煤炭储量最丰富的地区,煤炭储量占全国储量的 13%^[1]。该矿区的开发建设对我国优质动力煤的稳定供应和国民经济的健康发展具有重要意义,但矿区地处黄土高原与毛乌素沙地两大结构系统之间的生态环境脆弱地带,采矿对当地生态环境的影响非常敏感。近几年来随着采矿规模的扩大,许多地方发生塌陷、滑坡等灾害,水、土资源流失严重,使本已十分脆弱的生态环境进一步恶化;塌陷还引起裂缝处植物位移,根系严重损伤,将根系拉断,植株撕裂,甚至致使植物死亡。若不采取切实可行的保护措施,势必会制约矿区的可持续发展^[2-3]。现以地处毛乌素沙地东南缘的补连塔煤矿为研究对象,通过测定和分析试验区不同部位沙柳根系的损伤情况,揭示风沙区采煤塌陷对植物根系的损伤机理,以期为地处干旱和半干旱风沙区的矿区土地复垦提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

补连塔矿区位于毛乌素沙地东南缘,属中温带半干旱气候,干旱少雨多风沙。多年平均降水量约 400 mm,降水多集中在 7~9 月^[4],矿区内土壤类型主要为风沙土,土壤疏松,抗蚀力差,易遭受流水侵蚀和风蚀;矿区内地质条件复杂,基岩上覆有古风沙、风积沙等,形成夹层现象。

第一作者简介:蒙仲举(1980-),男,博士,讲师,研究方向为水土保持与荒漠化防治。E-mail:mengzhongju@126.com。

责任作者:高永(1962-),男,教授,博士生导师,研究方向为荒漠化防治。E-mail:13948815709@163.com。

基金项目:内蒙古自治区自然科学基金资助项目(2013MS0613)。

收稿日期:2013-09-09

1.2 研究对象

主要地貌类型为波状沙地,沙丘起伏,相对高差 10~40 m;水资源贫乏,植被稀疏,沙生植物占优势,主要植物种有沙柳(*Salix psammophila*)、小叶杨(*Populus simonii* Carr)、羊柴(*Hedysarum laeve*)、油蒿(*Artemisia ordosica* Krasch)、沙竹(*Psammochloa villosa*)、虫实(*Corispermum mongolicum*)和沙米(*Agriophyllum squarrosum*)等。

1.3 研究方法

在塌陷地的坡顶、坡中、坡底和丘间低地的裂缝上分别选择 3 个样地,每个样地上取宽 0.5 m,高以错位为准并分别测定裂缝宽度、错位深和根系的损伤数量、粗度等数据。选取样地裂缝间有沙柳的地段作为样点,分别在样点的 2 条裂缝上挖宽 0.5 m、深 1 m 的剖面,观测剖面内根系的损伤数量、粗度裂缝的宽度、错位大小及沙柳与裂缝的距离等指标。

1.4 数据分析

试验数据采用数理统计软件 SAS 8.2 进行分析处理。

2 结果与分析

2.1 矿区坡位塌陷类型调查

地面塌陷问题是煤炭开采过程中不可避免的现象,并将伴随整个开采过程,随着开采规模、范围的扩大而扩大^[5]。目前,试验区塌陷大体可分为以下 2 种类型(表 1)。

多级塌陷:以坡顶和坡中为代表,地面组成物质为风积沙,流动性强,塌陷使地面形成大量裂缝,裂缝方向大体一致,间隔较均匀,平均裂缝宽度 20~50 cm,裂缝两侧形成上下错位,相差 20 cm 以上;且裂缝分支较多,分支平均裂缝宽度 14~22 cm,平均错位 13~22 cm。

一级塌陷:以坡底和丘间低地为代表,地面为平缓波状沙地,地表已有黑结皮形成,风蚀和风积均比较轻

微,平均裂缝宽度 3~9 cm,裂缝上下错位较小,仅为 2~11 cm,裂缝无分支。

表 1 矿区坡位塌陷类型调查

塌陷类型	坡位	平均裂缝 宽度/cm	平均错位 /cm	分支 /条	分支裂缝 宽度/cm	分支错位 /cm
多级塌陷	坡顶	49	38	15	22	22
	坡中	20	23	8	14	13
一级塌陷	坡底	9	11	0	—	—
	丘间低地	3	2	0	—	—

2.2 不同坡位塌陷下不同径级沙柳根系的损伤类型调查

塌陷引起了地面产生裂缝,出现错位,从而会对植物的根系产生损伤。根系被扯断(扯断)是塌陷对根系损伤最严重的一种;根皮产生裂痕(皮裂)是根的表皮产生裂痕,而根的木质部和韧皮部并没有受到损伤;根系扭曲(扭曲)是根的形态发生了左右扭动^[6]。从图 1 可以看出,从坡顶到丘间低地,沙柳根系分布表现为坡顶和坡中的根系直径较大,而坡底和丘间低地主要以细根(直径<0.1 cm)分布为主;坡顶和坡中裂缝中的各径级根系,损伤类型主要是根系被扯断,占根系损伤类型的 75%,其次是根系扭曲占 20%,只有少数产生皮裂,占根系损伤类型的 5%。坡底和丘间低地可以看到的根系明显减少,只有细根被扯断。

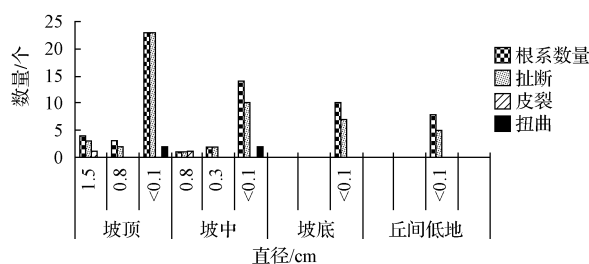


图 1 不同坡位塌陷下不同径级沙柳根系的损伤状况

2.3 坡顶沙柳不同径级根系的损伤率

地表在形成裂缝过程中,其力量大于植物根系拉力,把植物根系拉断,植株撕裂,造成机械损伤。在根系距裂缝距离为 30 cm,塌陷错位 35 cm,裂缝宽 35 cm 情况下,坡顶不同径级根系的损伤率结果见图 2,从图 2 可以看出,随着根系直径的增加,根系损伤率逐渐降低,这可能与塌陷过程中细根的根系拉力小,抵抗能力差有

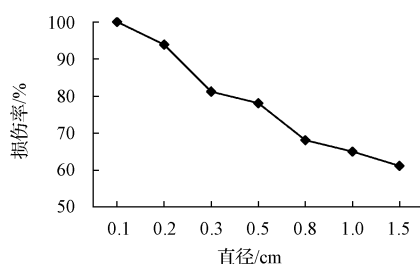


图 2 坡顶不同径级根系的损伤率变化曲线

关;且损伤率下降趋势随着根系直径增加逐渐变缓,当根系直径达到或大于 0.8 cm 时,损伤率变化较小。

2.4 根系距裂缝不同水平距离的损伤率变化

塌陷可以引起裂缝处植物位移,根系严重损伤,将根系拉断,植株撕裂,严重致使植物死亡^[7]。当错位 35 cm、裂缝宽度 30 cm 时,根据实测资料,绘制出 0.2 cm 根系距裂缝不同水平距离的损伤率变化曲线。从图 3 可以看出,根系距塌陷裂缝的水平距离(株裂距)对根系损伤率有明显的影响,即损伤率随着株裂距的增加而降低,试验证明,株裂距与根系的损伤率存在着较好的线性关系。

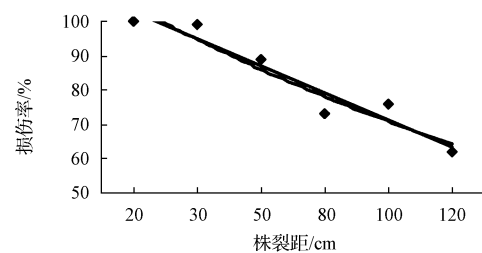


图 3 不同株裂距根系损伤率的变化

2.5 根系损伤主导因素分析

采煤塌陷对植物根系造成影响归根结底是因为地面产生裂缝,出现错位,沙岩层破坏,风积沙流动性强,下泻进入巷道,由于根系的支撑作用,植物体下降速度与风积沙下降速度不同,导致植物与流沙产生相对位置变化,植物根系被扯段、根皮产生裂痕、根系扭曲和根被拉出土壤^[7]。表 2 回归方程显示,裂缝回归方程的斜率和截距最大,其次是错位,株裂距最小,说明 3 种因素对根系损伤的重要程度依次为裂缝宽、错位大小和株裂距。

表 2 不同因素根系损伤的回归方程

影响因素	回归方程	adj-sq	显著性
错位	$y=0.893-0.163x$	0.971	0.0001
裂缝	$y=0.977-0.205x$	0.979	0.0001
株裂距	$y=0.873-0.075x$	0.931	0.0003

3 结论

该试验结果表明,塌陷对根系的损伤类型主要有根系被扯断、根皮产生裂痕、根系扭曲和根被拉出土壤。其中在各个裂缝中被扯断的根系最多。根系损伤的主导因素是裂缝宽度,其次是错位大小,第三是裂缝与根系的距离,距离越大,根系损伤越小。

在调查范围内,坡顶的裂缝最多,平均裂缝宽度最大,可以达到 49 cm,一级裂缝分支最多,错位最大,平均错位达到 22 cm,未发生错位的裂缝很少;坡中的裂缝宽和错位相对减少,平均有 14 cm 和 13 cm,分支也比较多;坡脚和丘间低地的裂缝宽和错位很小,无分支。从坡顶到丘间低地,坡顶和坡中的植物根系损伤最大,坡脚和丘间低地的根系损伤最小。不管在哪个部位,细小根系(< 0.1 cm)的损伤最为严重。

模拟淹水对黄山栎树幼苗的光合特性及 部分抗氧化保护酶活性的影响

童丽丽¹, 王哲宇², 吴世光¹, 金静娟¹, 许晓岗²

(1. 金陵科技学院 园艺学院, 江苏 南京 210038; 2 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

摘 要:以黄山栎树 1 a 生幼苗为试材, 研究了人工模拟淹水胁迫对其生长、光合特性及部分抗氧化保护酶活性的影响。结果表明: 经过 35 d 的淹水处理, 淹水组的黄山栎树幼苗全部死亡, 叶片也全部脱落, 淹水处理的黄山栎树幼苗的生长及光合作用均受到较大的抑制; 黄山栎树幼苗的相对电导率随叶片淹水处理时间的增加而升高, 可溶性蛋白质含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性和过氧化物酶(POD)活性均随淹水处理时间的增加总体呈下降趋势。因此认为, 黄山栎树并无良好的抗涝能力, 属于不耐水湿植物。

关键词:黄山栎树; 模拟淹水; 光合作用; 抗氧化保护酶活性

中图分类号:Q 945 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)01-0068-04

黄山栎树(*Koelreuteria integrifolia* Merr.) 属无患子科栎树属落叶乔木, 又名全缘叶栎树, 株高 15~20 m,

树冠广卵形。夏末秋初鲜黄色花朵洒满树冠, 深秋季节酷似串串灯笼的红色蒴果与鲜黄色秋叶交相辉映, 宜作亚热带地区的庭荫树、行道树及园景树^[1]。由于亚热带地区多雨水, 容易形成涝害, 所以很有必要对黄山栎树的抗涝性进行研究。

第一作者简介:童丽丽(1970-), 女, 博士, 教授, 研究方向为园林植物应用。E-mail: 2636449184@qq.com.

基金项目:金陵科技学院重点学科建设资助项目(0834 风景园林学); 江苏省科技厅科研资助项目(SBE201270594)。

收稿日期:2013-09-23

目前对栎树的研究较多, 如美国学者 Steponkus^[2]、McConnell^[3]和 Santamour 等^[4]曾对栎树(*K. paniculata*) 根系致死温度、根结线虫抗性及其生长调节剂和抗蒸腾剂

参考文献

- [1] 周文凤. 晋陕蒙接壤区水土保持的忧思[J]. 中国水土保持, 1993(2): 6-10.
- [2] 杨选民, 丁长印. 神府东胜矿区生态环境问题及对策[J]. 煤矿环境保护, 2000, 14(1): 69.
- [3] 侯庆春, 汪有科, 杨光, 等. 神府-东胜煤田开发区建设对植被影响的调查[J]. 水土保持研究, 1994, 1(4): 128.
- [4] 康世勇, 高春明. 东胜矿区沙漠化土地治理技术[J]. 煤矿环境保护,

- 1999, 1(2): 40-43.
- [5] 杨明莉, 徐龙君, 鲜学福. 煤炭开采中的环境保护途径[J]. 煤炭学报, 2003(2): 56.
- [6] 康世勇, 郝峙. 神府东胜煤田自然环境特点与矿区生态环境保护[J]. 煤矿环境保护, 1999, 13(4): 16-20.
- [7] 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.

Study on Damage Mechanism of Roots of *Salix psammophila* by Mining Subsidence

MENG Zhong-ju¹, REN Xiao-meng², CHEN Xiao-yan³, GAO Yong¹

(1. College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019; 2. Inner Mongolia Meteorological Sciences Institute, Hohhot, Inner Mongolia 010019; 3. Inner Mongolia Social Sciences Academy, Hohhot, Inner Mongolia 010010)

Abstract: With Bulianta coal located in Muus Desert in the southeast margin as research object, taking *Salix psammophila* as test material, the damage on roots of *Salix psammophila* in sand mining subsidence areas were analyzed through field observation methods, in order to reveal plant roots damage mechanism in sandy area by mining subsidence. The results showed that with subsidence slope increasing, the root damaged more serious. Crack width, dislocation and distance between plant roots and crack were main factors affecting root damage. In various parts of the cracks, the damages to the tiny roots were the strongest.

Key words: sandblown wind area; mining and collapse; *Salix psammophila*; root system; crack