

阜新矸石山土壤渗透性的研究

高露双, 许 丽, 尹忠东, 樊金拴, 周心澄

(北京林业大学水土保持学院, 教育部水土保持与荒漠化重点实验室 北京 100083)

**摘 要:**选取典型矸石山阜新孙家湾地区, 对阴坡阳坡土壤入渗资料进行分析, 探讨了孙家湾矸石山土壤的渗透特性及规律。结果表明: 相同排矸年限不同坡向土壤渗透速率差异较大, 不同排矸年限间相同坡向土壤渗透速率的差异也十分显著。孙家湾阴坡排矸 30 年以上和排矸 8~ 15 年限的土壤渗透过程符合对数曲线, 相关系数达极显著水平; 植被的覆盖情况影响渗透速率。  
**关键词:**矸石山; 土壤渗透; 相关分析  
**中图分类号:**S157. 1      **文献标识码:**A      **文章编号:**1005-3409(2006)03-0045-02

Study on Soil Permeability of Waste Rock Hill

GAO Lu - shuang, XU Li, YIN Zhong - dong, FAN Jin - shuan, ZHOU Xin - cheng  
( College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University , Beijing 100083, China)

**Abstract:** The soil permeability characteristics of waste rock hill is studied. The results are as follows. Soil permeability rate changed much even in the same stand with different years of waste rock discharging. So it's in different plots. Soil permeability process of the sunless hillside in Sunjiawan followed logarithm curve and the correlation coefficient reached significant level. In addition, the permeability rate was mainly determined by condition of vegetation on the soil.  
**Key words:** waste rock hill; soil permeability; correlation analysis

矿山废弃地的复垦,是人类最为明显、最大规模和最持久的改变地球表面的修复工程。矿业废弃地的生态恢复已为世界各国所普遍关注。矸石山最突出的土壤水文特点是: 结构性差,大孔隙多,毛管孔隙少,土壤保水、保肥能力极差,渗透率较高;虽然不易产生地表径流导致水蚀,但容易产生垂直侵蚀(即养分的淋溶损失和水分的渗漏损失),对植被的生长和土壤导热率产生一定影响。阜新的矿区属于风力水力交互侵蚀区,又矸石堆积坡度达 37°,既提高了坡面水流速度,也增加了土石体的不稳定性,从而加剧了水力侵蚀和重力侵蚀,因此阜新孙家湾矸石山水土流失情况具有一定的复杂性。本文以其为研究对象,对不同排矸年限条件下土壤的入渗性能做初步探索,以期在今后这方面的深入研究提供依据。

1 研究区概况

阜新矿区地处辽宁西北部,坐标位置为东经 121°26',北纬 42°02',年均降水量 539 mm,蒸发量达 1 800 mm,是典型半干旱地区。地带性土壤主要是在各种岩石风化物残积母质上以黄土、红土母质上发育的淋溶褐色土、褐土性土,多分布在丘陵和低山丘陵区,阜新以西分布着棕色森林土,另外该区还有少部分碳酸盐褐土。一般土层较薄在 10~ 30 cm 之间。本区属华北植物区系边缘,华北与蒙古植物区系的过渡地带,分布着中、旱生的草本植物和灌木,如虎榛子(*Ostryopsis davidiana*)等,盖度在 30%~ 50%,旱生植物如荆条(*Vitex chinensis*)、兴安胡枝子(*Lespedeza dahurica*)、多叶隐子草(*Cleistogenes polyphylla*)、大针茅(*Stipa grandis*)等,盖度在 10%~ 50%,耐旱植物如阿尔泰紫苑(*Aster*

*tataricus*)、百里香(*Thymus serpyllum*)、羊草(*Aneurolepidium chinensis*)等盖度极小。

2 研究方法

2.1 入渗测定

采用双环定水头逐次加水法,其中双环仪的内环直径 20 cm,外环直径 30 cm,高 35 cm。渗透面设在 0 cm(表层)处。计算公式如下:(中国科学院南京土壤研究所,1978)

$$V = 10Q_i / ST_i$$

式中: V——渗透速度(mm/min); Q<sub>i</sub>——每次入渗量(ml); S——内环横断面积(cm<sup>2</sup>); T<sub>i</sub>——时间间隔(min)。

2.2 资料分析

采用了数理统计方法,应用 SPSS 软件对数据进行处理分析。

3 结果与分析

3.1 相同坡向不同排矸年限土壤的入渗速率

从图 1、图 2 看出,入渗的最初 8 min 内,排矸 30 年以上的渗透速率达 17.5 mm/min,而排矸 8~ 15 年的土壤渗透速率只有 13.8 mm/min,前者为后者的 1.27 倍。达稳渗时,排矸 30 年以上和排矸 8~ 15 年的土壤渗透速率分别为 13 mm/min, 8 mm/min,前者更为后者的 1.625 倍。在阳坡地情况是同样的,排矸 30 年以上土壤初渗速率是 11 mm/min,排矸 8~ 15 年的土壤渗透率则为 8 mm/min。因而,排矸年限对土壤

入渗速率有一定影响,排杆年限越多,土壤渗透速率越大。矸石山排杆 30 年以上的土壤中孔隙度大,初渗率高。

且在矸石山阴坡排杆 8~ 15 年的土壤入渗速率呈三个阶段的变化(图 2)。在 0~ 7 min,入渗量变化速率快。经过 10~ 12 min 的入渗量稳步减少的阶段,即进入了稳渗阶段。这与史世斌等对草地的入渗过程研究得出的结论一致。

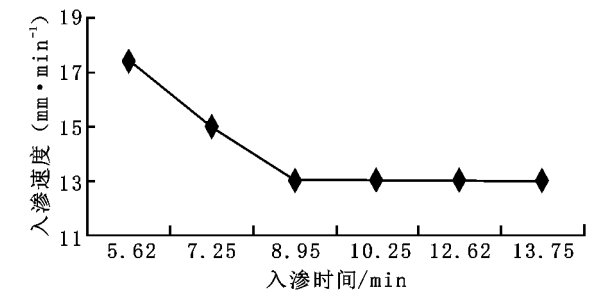


图 1 阴坡排杆 30 年以上地带土壤入渗过程

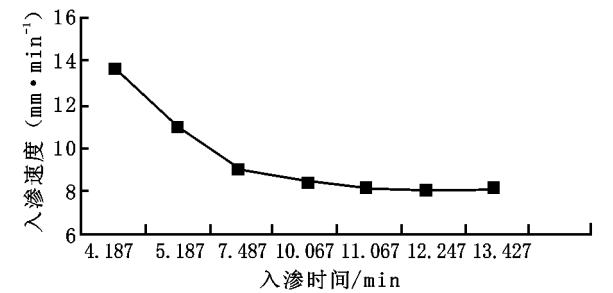


图 2 阴坡排杆 8~ 15 年地带土壤入渗过程

3.2 相同排杆年限不同坡向的土壤入渗速率

在不同坡向,植被的生长情况有所不同,而植物影响着土壤的渗透速率。根据孙家湾植被调查结果,阴坡植被盖度为 30.4% 大于阳坡植被盖度 26%,植物凋落的枯叶覆盖地面,形成保护层,在它们腐烂分化的过程中,可以改善土壤的孔隙状况,有利于水流的分散和入渗,由表 1 知,排杆 30 年以上的阴坡稳渗率为 13 mm/min,而相同排杆年限的阳坡则为 6 mm/min,相同排杆年限不同坡向的土壤稳渗率之间的差值为 7;在排杆 8~ 15 年的阴坡初渗率为 13.8 mm/min。而在阳坡则为 8 mm/min,这说明植被盖度高的阴坡,增大土壤入渗速率。

表 1 相同排杆年限不同坡向土壤初渗率对比表

初渗率/(mm·min <sup>-1</sup> )	阴坡	阳坡	差值
排杆 30 年以上	17.5	11	6.5
排杆 8~ 15 年	13.8	8	5.8

表 2 相同排杆年限不同坡向土壤稳渗率对比表

稳渗率/(mm·min <sup>-1</sup> )	阴坡	阳坡	差值
排杆 30 年以上	13	6	5
排杆 8~ 15 年	8	5	3

参考文献:

[ 1 ] 咸孝文,等. 辽宁省城市水土流失影响因素分析[ J ]. 吉林水利, 2003, 36: 31- 35.

[ 2 ] Zhao R H, Liu M G. Silviculture of Semi-arid region[ M ]. Beijing: Press of Beijing Agricultural University, 1995.

[ 3 ] 陶澎. 应用数理统计方法[ M ]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.

[ 4 ] 史世斌,胡珊,康绍忠,等. 内蒙古敖包小流域水土保持种草措施对土壤积水入渗动态的影响[ J ]. 内蒙古水利, 1996, ( 3 ): 14- 18.

[ 5 ] Dao T H, Tillage and winter wheat residue management effects on water infiltration and storage[ J ]. Soil Science Society of America Journal, 1993, 157: 1586 - 1594.

[ 6 ] 王忠科. 植被盖度及地面坡度影响降雨入渗过程的试验研究[ J ]. 河北水利水电技术, 1994, ( 4 ): 63- 64.

3.3 渗透速率与累积时间之间的关系:

利用 SPSS 软件对土壤渗透性和累积时间进行了线性回归分析,得到两者关系的方程与幂指数方程的拟合度最高。具体关系式如下:

阴坡排杆 30 年以上  $y = 13 + 4.5e^{-0.119t}$   
 $R^2 = 0.8943$

阴坡排杆 8~ 15 年  $y = 8 + 5.8e^{-0.127t}$   
 $R^2 = 0.8836$

阳坡排杆 8~ 15 年  $y = 5 + 3e^{-0.3995t}$   
 $R^2 = 0.8943$

式中:  $y$  ——土壤渗透速率;  $t$  ——累积渗透时间。  
此关系符合霍顿公式( Horton ), 并且得到的结果一致。  
霍顿公式( Horton ):

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

式中:  $f$  —— $t$  时刻的入渗率;  $f_c$  ——稳定入渗率;  $f_0$  ——初始入渗率;  $k$  ——经验值

表 3 不同排杆年限不同坡向入渗模型的参数

试验地	Horton 公式			
	$f_0/(mm \cdot min^{-1})$	$f_c/(mm \cdot min^{-1})$	$k$	$r$
阴坡排杆 30 年以上	17.5	13	0.1119	0.9457
阴坡排杆 8~ 15 年	13.8	8	0.1271	0.9399
阳坡排杆 30 年以上	9	6	0.07412	0.1530
阳坡排杆 8~ 15 年	8	5	0.3995	0.8299

注: 当  $n = 8$  时,  $r$  的临界值是  $r_{0.05} = 0.6319$ ,  $r_{0.01} = 0.7646$ ,  $r_{0.001} = 0.8721$

通过上述分析得出: 矸石山土壤渗透速率变化规律为: 土壤入渗速率与累积入渗时间反相关, 即随着累积时间增加, 土壤渗透速率降低, 为负指数幂递减趋势。

4 结 论

- ( 1 ) 排杆年限对土壤渗透率有一定的影响, 在相同坡向条件下, 排杆 30 年以上的土壤渗透速率 > 排杆 8~ 15 年的土壤渗透速率。不同排杆年限地带内矸石分化程度不同, 分化物粒度不同, 造成初渗率的高低不同。
- ( 2 ) 在矸石山阴坡排杆 8~ 15 年的土壤渗透速率呈三个阶段的变化, 即瞬变段、渐变段和平稳段, 在 0~ 7 min, 入渗量变化速率快。经过 10~ 12 min 的入渗量稳步减少的阶段, 即进入了稳渗阶段, 与草地的土壤渗透情况相一致。
- ( 3 ) 坡向对土壤渗透率的变化有一定影响, 相同排杆年限矸石山阴坡土壤渗透速率普遍比阳坡土壤渗透速率大, 相同排杆年限不同坡向的土壤稳渗率之间的差值为 7。
- ( 4 ) 矸石山土壤渗透速率变化规律为: 排杆 30 年以上、排杆 8~ 15 年的土壤均表现出随着累积时间增加, 土壤渗透速率降低, 为负指数幂递减趋势。