

草被覆盖对坡面细沟发育影响试验研究

王玲玲<sup>1</sup>, 姚文艺<sup>1</sup>, 杨春霞<sup>1</sup>, 杨剑锋<sup>1</sup>, 甄 斌<sup>2</sup>

( 1. 黄河水利委员会黄河水利科学研究院, 郑州 450003; 2. 黄河勘测规划设计有限公司, 郑州 450003)

摘 要: 利用试验土槽和放水冲刷试验方法, 研究了 3 种流量 (3 L/min、5 L/min 和 8 L/min)、3 种覆盖度 (0%、30% 和 80%) 下坡面细沟发育变化过程及特征。结果表明, 覆盖度越大, 细沟的数量、深度、宽度越小。在 3 L/min 流量下, 30% 和 80% 覆盖的坡面基本不产生细沟, 而当流量增到 8 L/min 时, 空白坡面冲刷极为剧烈, 坡面被冲塌。水流形态的变化间接反映了细沟的演变过程。

关键词: 草被覆盖; 细沟发育; 放水冲刷

中图分类号: S157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2007)03-0349-02

Impact of Different Grass Coverage on the  
Rill Transformation Process in the Slope

WANG Ling-ling<sup>1</sup>, YAO Wen-yi<sup>1</sup>, YANG Chun-xia<sup>1</sup>, YANG Jian-feng<sup>1</sup>, ZHEN Bin<sup>2</sup>

( 1. Yellow River Institute of Hydraulic, Yellow River Conservancy Committee, Zhengzhou 450003, China;

2. Yellow River Survey, Design & Planning Co. Ltd., Zhengzhou 450003, China)

**Abstract:** Using the experimental groove, by scouring experiments, the process and characteristics of rill development in the slope under three flux (3 L/min, 5 L/min and 8 L/min), three coverage (0, 30% and 80%) were studied. Results showed that the more grass coverages the less the rill. Under 3 L/min, the sloping surface with 30% and 80% coverage appear little the rill. When the flux reached 8 L/min, the sloping surface with nothing was collapsed. Moreover, the change of current form reflected the transformation process of the rill indirectly.

**Key words:** grass coverage; rill development; scouring experiment

细沟侵蚀是由于降雨侵蚀在坡面上形成细沟侵蚀形态。细沟侵蚀是坡耕地上的主要侵蚀方式。以往对坡面草被减蚀作用的研究开展的较多<sup>[1~6]</sup>。从细沟发育角度出发, 开展坡面草被不同覆盖度侵蚀变化规律研究, 对于正确评价草被减蚀作用, 揭示其减蚀作用机理有着一定的指导意义。

1 试验设计与方法

1.1 试验设计

通过对黄土高原典型小流域坡沟地貌特征的统计, 黄土丘陵区坡面坡度多在 20°左右。并且试验证明, 随着坡度加大, 细沟侵蚀量呈明显增长趋势, 其中 20°为转折点<sup>[7]</sup>。因此, 模型设计中坡度设计为 20°。

1.2 试验方法

试验在长 6 m、宽 3 m、高 0.8 m 的钢槽内进行, 用不透水 PVC 板隔成 3 个小区, 每个小区宽 1 m, 先在冲刷槽下部铺填碎砖石块, 然后在其上面铺填 0.2 m 厚的天然沙, 以保持试验土的透水性状况接近天然坡面, 再在其上部填 0.4~0.5 m 厚的黄土, 试验用土采用郑州邙山附近果园地表层黄土, 其颗粒组成如表 1 所示。上部植入模拟径流冲刷的供水箱后有效坡长 5.0 m。坡面种植黑麦草和苇状茅茅, 并模拟 3 个覆盖度 (0%、30%、80%)。

表 1 供试土样各级粒径组成						%
土壤粒径/mm	1~0.25	0.25~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005~0.001	<0.001
百分比	1.05	35.45	43.4	3.2	6.4	10.5

2 结果分析

2.1 细沟形态变化分析

以往研究表明, 坡面草被覆盖有显著的减水减沙作用。许多专家学者从不同角度研究了草被覆盖下的减水减沙效益, 但涉及坡面草被覆盖与细沟演变过程关系的研究较少。

2.1.1 细沟宽度分析

根据试验数据, 无草被覆盖 (空白)、30% 草被覆盖度和 80% 草被覆盖度在不同放水条件下细沟宽度比较结果, 见图 1。各级宽度分布见图 2。

在 3 L/min 流量冲刷中, 30% 和 80% 覆盖度下基本无细沟产生, 统计结果不明显, 而在 8 L/min 流量冲刷中, 空白坡面的冲刷极为剧烈, 坡面被冲塌。从图可以看出, 不同流量条件下, 有草被覆盖度坡面细沟的各级宽度数量明显小于空白坡面, 且有草被覆盖的细沟宽度大部分分布在 0~5 cm 范围内。

2.1.2 细沟深度分析

根据试验数据, 无草被覆盖、30% 草被覆盖度和 80% 草

\* 收稿日期: 2006-06-22  
基金项目: 水利部创新项目 (编号: SCX2002-08); 黄科院基金 (编号: hfj2003-02)  
作者简介: 王玲玲 (1975-), 女, 河南博爱人, 工程师, 硕士, 主要从事土壤侵蚀与环境治理研究。

被覆盖度在不同放水条件下细沟深度比较结果,见图 3。各 级深度分布见图 4。

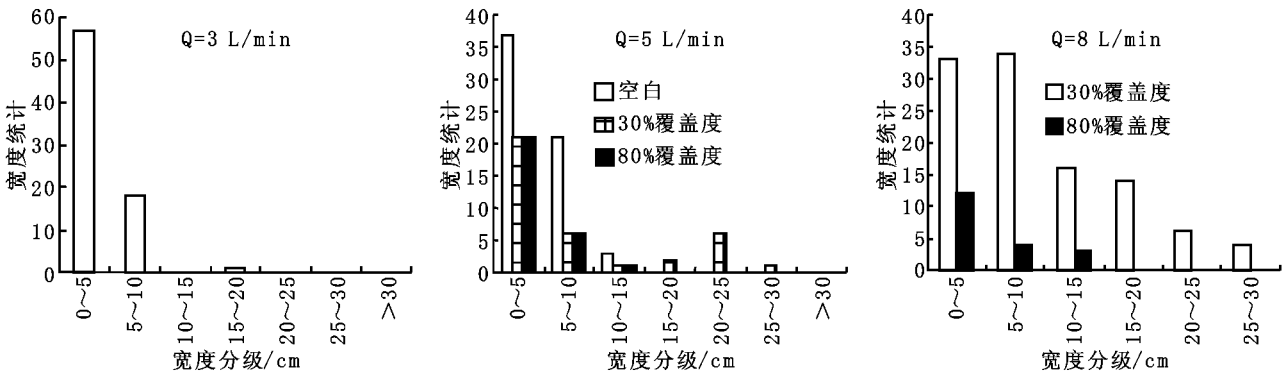


图 1 不同流量、不同草被覆盖度细沟宽度统计图

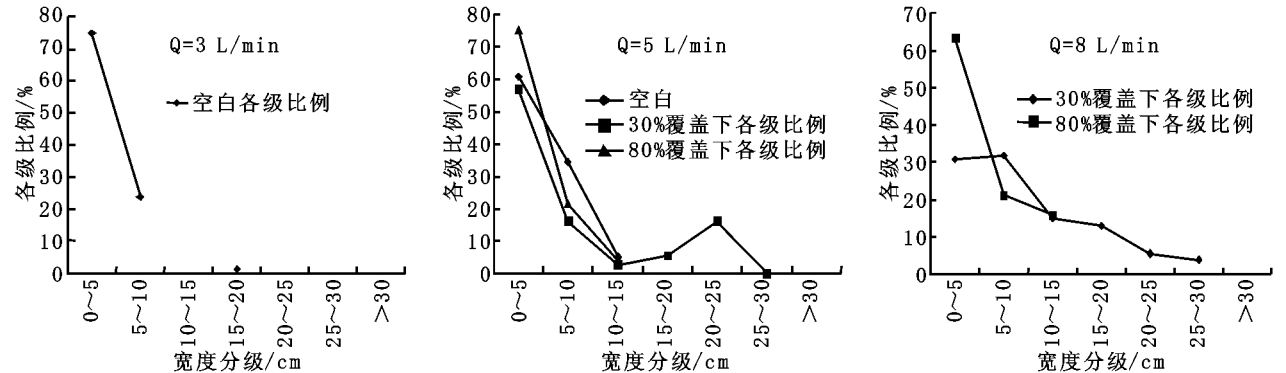


图 2 不同流量、不同草被覆盖度各级宽度分布图

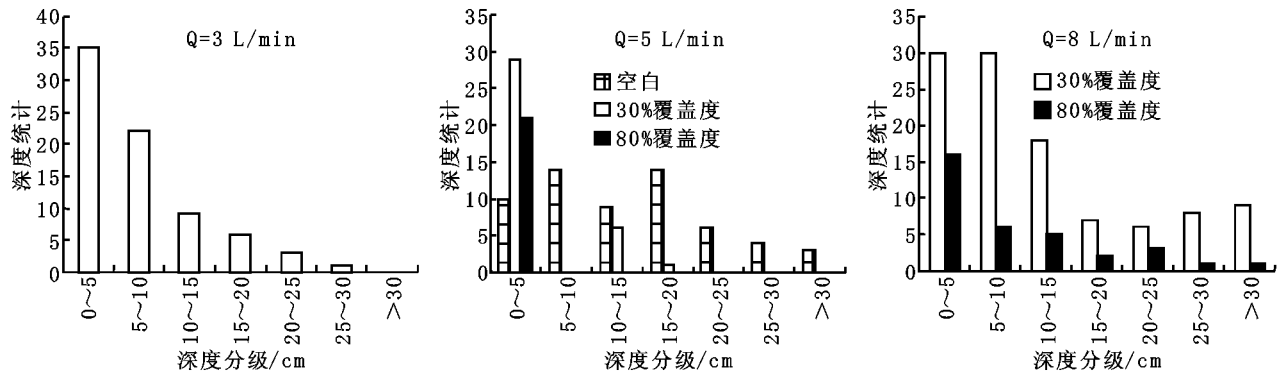


图 3 不同流量、不同草被覆盖度细沟深度统计图

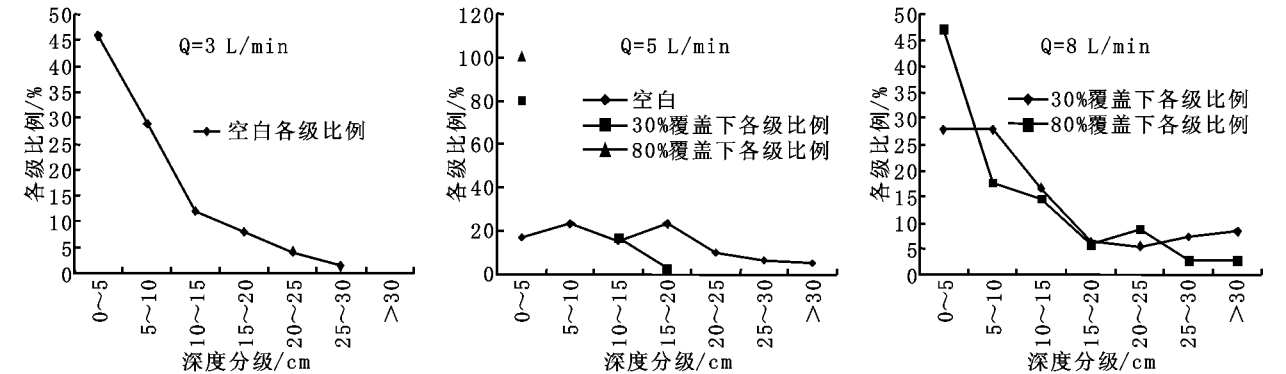


图 4 不同流量、不同草被覆盖度各级深度分布图

放水冲刷试验中,不同草被覆盖度对细沟深度变化有一定影响,一般是覆盖度越高,细沟的数量以及各级细沟的深度都越小。从细沟深度分布图上可以看出,覆盖度越高,细沟深度越浅,深度多分布在 0~5 cm,在 5 L/min 流量下,空白坡面 0~5 cm 级深度仅占 16.67%,而 30%覆盖条件下,细沟深度在 0~5 cm 的占 80.05%左右,80%覆盖条件下,细沟深度全分布在 0~5 cm 内。随着流量的增大,细沟逐渐加深,在 8 L/min 流量下,30%草被覆盖的坡面,细沟的深度在 0~5 cm 的占 27.78%,80%草被覆盖的坡面,细沟的深度在 0~5 cm 的占 47%。草被覆盖条件下,0~5 cm 深度细沟所占的比例迅速减少,这表明,随着流量的增大,草被的抗蚀作用是有一定条件的。

(下转第 354 页)

理技术还不完善。这已引起政府的重视,各级政府已投入大量资金进行研究和防治,今后还会进一步加大力度进行防治。在人类、资源和环境关系日益紧张的情况下,绿色矿业和可持续发展是我国煤炭事业发展的必由之路。

参考文献:

[ 1 ] 纪玉杰. 北京西山石炭—二叠纪煤系变形变质特征与地质灾害[ J ]. 北京地质, 2004, 16(2): 1— 17.

[ 2 ] 何国清, 杨伦, 凌赓娣. 等. 矿山开采沉陷学[ M ]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1994. 1— 300.

[ 3 ] 李军, 贺秀权, 徐洪飞. 山西煤矿开采形成的地质灾害概述[ J ]. 煤, 2000, 9(4): 12— 14.

[ 4 ] 中华人民共和国国土资源部. 中国地质环境公报[ R ]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 2006. 1— 40.

[ 5 ] 董兆祥, 王彦祺, 张明义. 矿区环境地质问题的预测与防治[ M ]. 北京: 地质出版社, 1997, 1— 140.

[ 6 ] 孔宪立, 胡德富. 采空区地表斜坡变形破坏类型及其运动机制[ J ]. 同济大学学报, 1995, 23(3): 247— 251.

[ 7 ] 吕义清. 煤矿开采沉陷诱发的地质灾害特征分析—以太原西山矿区为例[ J ]. 地球科学进展, 2004, 19(增): 254— 257.

[ 8 ] 黄敬军. 江苏矿山生态地质环境问题及防治对策[ J ]. 江苏地质, 2002, 26(4): 216— 220.

[ 9 ] 王新, 王晓明, 王冬辉. 鲁寺村地下水位抬升灾害成因分析[ J ]. 煤田地质与勘探, 2002, 30(2): 40— 42.

[ 10 ] 李凤明. 采矿引发的地质灾害及工程治理实践[ J ]. 煤炭科学技术, 2001, 29(3): 16— 18.

[ 11 ] 虎维岳, 李忠明, 王成绪. 废弃矿山引起的环境地质灾害[ J ]. 煤田地质与勘探, 2002, 30(4): 33— 35.

[ 12 ] 杨本志, 卞正富. 我国东部矿区生态系统退化机理初探[ J ]. 煤矿环境保护, 2000, 14(4): 44— 47.

[ 13 ] 韦京莲, 董桂芝. 北京地质灾害的危害及防治对策[ J ]. 水文地质工程地质, 2001, (3): 33— 34.

[ 14 ] 郭广礼, 王悦汉, 马占国. 煤矿开采沉陷有效控制的新途径[ J ]. 中国矿业大学学报, 2004, 33(2): 150— 153.

[ 15 ] 慎乃齐, 杨建伟, 郑惜平. 基于神经网络的采空塌陷预测[ J ]. 煤田地质与勘探, 2001, 29(3): 42— 44.

[ 16 ] 滕永海, 张俊英. 老采空区地极稳定性评价[ J ]. 煤炭学报, 1997, 22(5): 504— 508.

[ 17 ] 童立元, 刘松玉, 邱钰, 等. 高速公路下伏采空区问题国内外研究现状及进展[ J ]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(7): 1198— 1202.

[ 18 ] 卞正富. 矿区开采沉陷农用地质量空间变化研究[ J ]. 中国矿业大学学报, 2004, 33(2): 213— 218.

[ 19 ] 卞正富, 张国良, 胡喜宽. 矿区水土流失及其控制研究[ J ]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(4): 31— 36.

[ 20 ] 司双印, 张运备, 马敬杰, 等. 采煤塌陷区生态地质环境恢复治理与可持续发展问题的探讨[ J ]. 地质灾害与环境保护, 2004, 15(3): 11— 16.

[ 21 ] 肖兴田, 王志宏. 煤炭资源开发对土地破坏及土地复垦之研究[ J ]. 露天开采技术, 2001, (4): 31— 34.

[ 22 ] 郭广礼, 张国信, 刘丙方. 地面荷载对地下采空区的临界扰动深度及其影响[ J ]. 矿山压力与顶板管理, 2004, (1): 72— 74.

[ 23 ] 郭广礼, 邓喀中, 张连贵, 等. 综采放顶煤地表移动规律特殊性[ J ]. 中国矿业大学学报, 1999, 28(4): 375— 378.

[ 24 ] 曹建军, 郭广礼, 刘永娟. 干旱和半干旱荒漠矿区环境问题与治理对策[ J ]. 能源环境保护, 2003, 17(4): 6— 9.

(上接第 350 页)

2.2 水流形态

坡面开始形成薄层水流, 当有细沟产生的时候, 此时股流与薄层水流共生, 逐渐发展为上半部坡面以薄层水流为主, 下半部汇入细沟中形成股流, 当细沟发育明显时, 径流全部汇入细沟, 此时流速加大, 产生径流的时间减少。不同覆盖条件下径流产生时间见表 2。

表 2 不同流量级和不同覆盖度下径流产生时间			
放水流量/ (L·min <sup>-1</sup> )	覆盖度 / %	径流达到 沟口时间	放结束 后延时
3	空白	2' 5"	1' 10"
	空白	1' 48"	1'
5	30~ 40	1' 57"	25"
	70~ 80	1' 40"	55"
8	30~ 40	45"	49"
	70~ 80	1' 22"	56"

由表可以看出, 光面易产生细沟侵蚀, 而有草被覆盖则

不易产生细沟侵蚀, 有草被覆盖的坡面, 产生径流的时间明显大于空白坡面。由细沟形态分析中可知, 空白坡面产生细沟无论从数量、深度、宽度上来讲, 明显大于有草被覆盖的坡面, 使得流量集中, 流速加大, 产流时间小。放水结束后, 有草被覆盖的坡面径流延时短, 说明草被覆盖能增加入渗, 使地表径流转化为壤中流。这也是坡面草被减水作用的机理之一。

3 小 结

(1) 放水冲刷试验中, 一般是覆盖度越高, 细沟的数量、深度、宽度越小, 且小流量情况下, 细沟的深度和宽度多分布在 0~ 5 cm。

(2) 随着流量的加大, 有草被覆盖的坡面上细沟的深度和宽度迅速加大, 说明草被的抗蚀作用是有一定条件的。

因此在坡面治理过程中, 完全依靠坡面种草来防治水土流失是不够的, 应配合工程措施进行综合治理。

参考文献:

[ 1 ] 罗伟祥, 白立强, 宋西德, 等. 不同覆盖度林地和草地的径流量与冲刷量[ J ]. 水土保持学报, 1990, 4(1): 20— 34.

[ 2 ] 侯喜禄, 曹清玉. 陕北黄土丘陵沟壑区植被减沙效益研究[ J ]. 水土保持通报, 1990, 10(2): 33— 40.

[ 3 ] 李勇, 徐晓琴, 朱显谟, 等. 黄土高原植物根系强化土壤渗透力的有效性[ J ]. 科学通报, 1992, 37(4): 366— 369.

[ 4 ] 李勇, 朱显谟, 田积莹. 黄土高原植物根系提高土壤抗冲性的有效性[ J ]. 科学通报, 1991, 36(12): 935— 938.

[ 5 ] 李勇, 徐晓琴, 朱显谟, 等. 黄土高原植物根系提高土壤抗冲下机制初步研究[ J ]. 中国科学( B 辑), 1992, 35(3): 254— 259.

[ 6 ] 刘国彬. 黄土高原草地土壤抗冲性及其机理研究[ J ]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(1): 93— 96.

[ 7 ] 唐克丽, 等. 中国水土保持[ M ]. 北京: 科学出版社, 2004.