
应
用
技
术

北京市门头沟地区不同水土保持 措施的减水减沙效益

刘 栋

(重庆水利电力职业技术学院, 重庆 402160)

摘 要: [目的] 评价北京市门头沟区水土保持措施的减水减沙效益, 为区域水土保持措施的环境效益评估和土壤侵蚀预报参数选择提供依据。[方法] 根据 2005—2009 年北京市门头沟区龙凤岭水土保持科技示范园内 8 个径流小区的产流产沙数据, 对不同水保措施的蓄水减沙效益进行分析。[结果] 坡长不同的径流小区年径流深和土壤侵蚀模数差异显著; 梯田和树盘都具有很好的水土保持效益, 其减水效益分别达到 77.6% 和 81.0%, 减沙效益分别达到 84.3% 和 77.4%; 梯田和树盘的影响因子分别为 0.17 和 0.23, 玉米、大豆和京白梨的影响因子分别为 0.97, 0.35 和 0.85。[结论] 研究区内工程措施较植物措施具有更好的水土保持效益, 且两者相结合的水土保持效益最佳。

关键词: 径流深; 土壤侵蚀模数; 水土保持措施; 水土保持效益

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)04-0107-04

中图分类号: S157.1

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2015.04.021

Benefits of Runoff and Sediment Reductions of Different Soil and Water Conservation Measures in Mentougou Area of Beijing City

LIU Dong

(Chongqing Water Resources and Electric Engineering College, Chongqing 402160, China)

Abstract: [Objective] The reductions of runoff and sediment by the soil and water conservation measures in Beijing mentougou district were evaluated in order to provide some references for soil erosion prediction and environmental effects evaluation upon soil and water conservation. [Methods] The benefits produced by different measures of soil and water conservation on reducing runoff and sediments were analyzed with the data from runoff plots(2005—2009) in the synthetic science demonstration park of soil and water conservation. [Results] There existed significant differences of runoff depth and soil erosion modulus among the runoff plots with different length; The benefits of terrace and tree disk measure had good effects of soil and water conservation, they reduced runoff about 77.6% and 81.0%, respectively; and reduced sediment about 84.3% and 77.4%, respectively. The biological impacting factors of terrace and tree disk measure were 0.17 and 0.23, respectively; the engineering factors of corn, soybean and developing pear were 0.97, 0.35 and 0.85, respectively. [Conclusion] As compared with biological measures, the benefits of engineering measures behaved better, and the combined benefits of the two measures would be the best in the study area.

Keywords: runoff depth; soil erosion modulus; soil and water conservation measures; benefits of soil and water conservation measures

水土保持措施是北方土石山区治理水土流失的重要手段^[1-4], 树盘措施和梯田措施是山区坡地的重要水土保持措施之一。而通过径流小区研究水土保持措施的减水减沙效益仍是目前重要的方法之一^[5-6]。现阶段对水土保持综合治理的研究较多^[7-8],

并且还有许多学者利用土壤侵蚀模型或者方程来评价工程措施因子和生物措施因子对土壤侵蚀量的影响^[9-12], 但前人往往集中于对防治过程中单一措施对坡面产流产沙的影响, 而对整体措施的水土保持效益研究较少, 并且由于设计尺寸和施工材料的差异, 使

收稿日期: 2014-12-23

修回日期: 2015-01-06

资助项目: 重庆市教育委员会科学技术研究项目“库区坡地绿篱系统保土效益的空间分异规律”(KJ1403602); 重庆市基础与前沿研究计划项目(cstc2014jcyjA20009)

第一作者: 刘栋(1987—), 男(汉族), 甘肃省定西市人, 硕士研究生, 讲师, 主要从事水土保持与土壤侵蚀方面的研究。E-mail: ld5229605@126.com。

得水土保持措施因子的确定和效益评价较为复杂,故尚有许多问题需要进一步探讨。本研究以北京市门头沟区龙凤岭水土保持科技示范园内 8 个径流小区的多年径流深、土壤侵蚀模数观测数据为依据,分析不同类型的水土保持措施的功效益,以期在北京门头沟地区水土保持措施的环境效益评估和土壤侵蚀预报参数选择提供依据,并为水土保持规划和环境治理等提供基础资料。

1 研究区概况

1.1 小流域概况

门头沟区位于北京城区正西偏南,地理坐标为 $115^{\circ}25'00''-116^{\circ}10'07''E, 39^{\circ}48'34''-40^{\circ}10'37''N$,东西长 62 km,南北长 34 km,总面积 1 455 km²,其中山区占总面积的 98.5%,属于典型的北方土石山区。全区分属永定河、大清河和北三河 3 个水系,主要隶属于永定河水系。该区属中纬度大陆性季风气候,年平均无霜期 200 d 左右,降水量年际变化大,最多为 970.1 mm,最少为 377.4 mm,年平均降水量约 600 mm。

1.2 径流小区概况

试验径流小区布设在北京市门头沟区龙凤岭水土保持科技示范园内。该示范园地处樱桃沟小流域,紧邻永定河和 109 国道,土质为沙壤土,0—20 cm 土层的饱和含水量为 31.49%。土壤容重约为 1.367 g/cm³,属于沙壤土。本研究选择示范园区内的 8 个径流小区进行试验,具体试验设计情况详见表 1,其中树盘的修建方式为自上至下交错排列,修建密度参考京白梨种植密度,每排修建一到两个树盘,共 5 排,每个树盘规格为 1 m×1 m;梯田修建方式为土坎隔坡梯田,隔坡段长 4 m,平坡段 1 m,梯田分布自上至下为:隔坡段—平坡段—隔坡段—平坡段。资料来源于 2005—2009 年年均径流深和土壤侵蚀模数观测数据。

表 1 试验地各径流小区概况

小区编号	坡度/ (°)	坡长/ m	坡宽/ m	水土保持措施	盖度/ %
1	15	20	5	裸地	0
2	15	20	5	裸地梯田	0
3	15	20	5	裸地树盘	0
4	15	20	5	植物树盘(京白梨)	64.2
5	15	10	5	裸地	0
6	15	10	5	裸地梯田	0
7	15	10	5	坡耕地(玉米)	78.1
8	15	10	5	植物梯田(大豆)	35.6

1.3 小区内降雨特征

在所有降雨中,只有部分降雨发生地表径流,而引起土壤侵蚀,发生真正意义上的土壤流失,这部分降雨称为侵蚀性降雨,本文所研究的降雨特征仅指产流降雨。利用 2005—2009 年北京门头沟区担礼的 23 次侵蚀性降雨观测资料,分析降雨特征(表 2)。本试验区 2005—2009 年年平均降雨侵蚀力为 1 254.23 MJ/(hm²·mm)。

表 2 研究区降雨特征统计表

特征值	样本数	均值	极小值	极大值	和
降雨量/mm	28	32.46	4.66	163.23	908.88
降雨历时/min	28	523.61	13.29	1 476.94	14 661.08

2 结果与分析

2.1 径流小区长度对减沙减水效益的影响

不同长度下的径流小区土壤侵蚀模数和径流深如图 1 所示。由 10 和 20 m 裸地径流小区,10 和 20 m 裸地梯田径流小区对比可知,径流深和土壤侵蚀模数与小区长度相关,10 m 的裸地径流小区的径流深和土壤侵蚀模数分别为为 20 m 裸地径流小区的 74.4%和 63.9%,10 m 的裸地梯田径流小区的径流深和土壤侵蚀模数分别为为 20 m 裸地梯田径流小区的 67.7%和 70.1%。可以发现,相同条件下,径流小区越长径流深越大。这是因为在土壤侵蚀发生的过程中,坡长是十分重要的一个影响因子,侵蚀发生时间以及侵蚀量的大小均与坡长密切相关^[13],因此减短坡面长度可降低集水区以及径流汇集区的面积,减少径流对土壤坡面的冲刷,从而减少坡面的产流产沙。

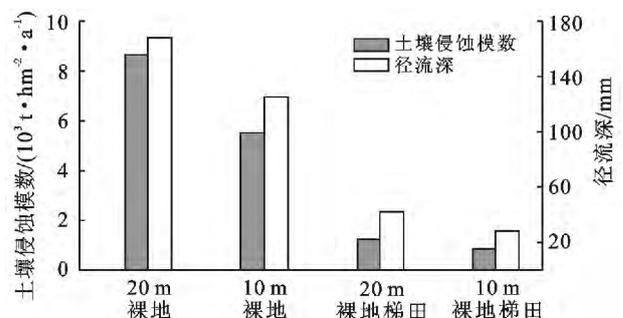


图 1 不同长度径流小区土壤侵蚀模数及径流深

2.2 不同工程措施对减沙减水效益的影响

试验条件下,不同工程措施下的土壤侵蚀模数和径流深如图 2 所示。可以看出 20 m 径流小区条件下,与裸地相比,裸地树盘的减水减沙效益分别是

81.0%和 77.4%。10 m 径流小区条件下,裸地梯田的减水减沙效益分别是 77.6%和 84.3%,通过对比可以发现,试验条件下树盘措施可以最为有效的降低径流小区内径流深,而梯田则可以有效降低小区内的产沙量。这是因为树盘措施改变了原有的坡面形态,形成了集水坑,并且呈品字形排列,避免地表径流的汇集,增加了对径流的拦蓄^[14-15]。而梯田作为有效控制水土流失的工程措施,可以使原有地形变得平整,形成集水平台。与树盘相比梯田一旦溢流易形成明显的溢流口,对下方土壤形成密集的冲刷侵蚀,故其保水能力稍弱于树盘,但是梯田由于其改造地形,形成了集水平台,因而对泥沙有更好的拦蓄作用。

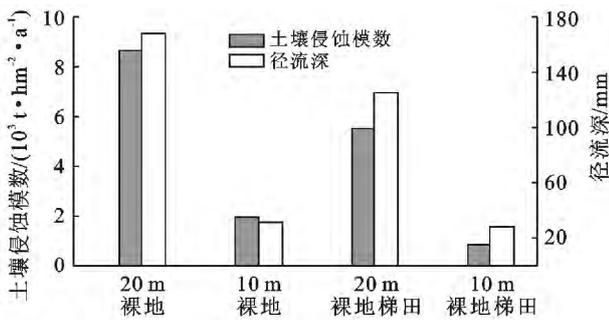


图 2 不同工程措施径流小区土壤侵蚀模数及径流深

2.3 植物措施对减沙减水效益的影响

通过对比 20 m 径流小区内裸地树盘和植物树盘、10 m 径流小区内裸地和坡耕地以及裸地梯田和植物梯田内的径流深和土壤侵蚀模数可知(图 3),植物措施可进一步提高减水减沙效益。与裸地相对比,植物覆盖后,树盘的减水减沙效益进一步提高为 86.9%和 81.0%,梯田的减水减沙效益提高为 84.8%和 94.5%。这是因为植物根系具有固土作用,并且植物的茎、干、叶也可以起到拦截降雨,减小雨滴击溅侵蚀的作用,起到一定的水土保持效果。裸地、树盘和梯田条件下,植物措施的减水减沙效益分别为 5.6%, 3.0%, 31.25%, 15.5%, 32.14%, 65.24%。由图 3 可以看出,梯田上植物措施的减水减沙效益最大,裸地上的效益最小,不同工程措施上的植物措施有着不同的减水减沙效果^[16-17]。但是效果不如工程措施明显,其原因是:虽然植物措施有上述功能,但是工程措施可以直接改变地形,形成了不同层次集水区域,调控功能明显。而且植物盖度、形态对径流泥沙进行调控有着很大影响。因此,植物措施与工程措施相结合的综合性水土保持措施在坡面上有着更好的水土保持效果。

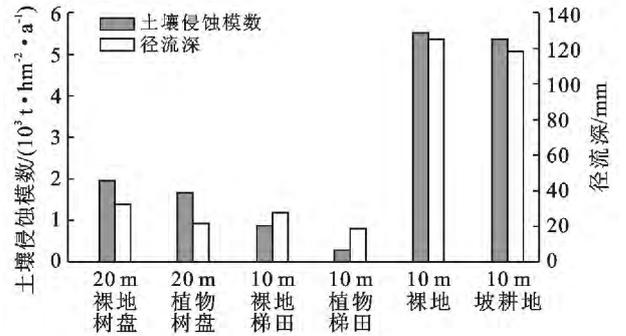


图 3 有无植物措施下径流小区土壤侵蚀模数及径流深

2.4 水土保持措施因子的确定

本研究中以中国土壤流失方程^[18]为模型结构:

$$M=R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot B \cdot E \cdot T$$

式中: M ——年均侵蚀量[t/(hm²·a)]; R ——降雨侵蚀力因子[MJ·mm/(hm²·h·a)]; K ——土壤可蚀性因子[t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)]; L ——坡长因子; S ——坡度因子; B ——生物措施因子; E ——工程措施因子; T ——耕作措施因子。

由方程定义可计算得出径流小区内树盘、梯田的工程措施因子以及大豆和玉米的生物措施因子(表 3)。值得注意的是,生物措施因子通常受工程措施因子影响较大^[19],因此单一的分析研究不同植物物种的生物措施因子意义不大,应与工程措施相结合来进行分析,或仅在无资料时起到参考作用。

表 3 径流小区工程措施因子及生物措施因子

水土保持措施	工程措施		植物措施		
	梯田	树盘	玉米	大豆	京白梨
影响因子	0.17	0.23	0.97	0.35	0.85

3 结论

(1) 坡长对径流小区内单位面积上的产流产沙量有着显著影响,年径流深和土壤侵蚀模数随着坡长的增大而增大。径流小区坡面长度从 10 m 增加到 20 m 后,其他条件不变的情况下,径流深和土壤侵蚀模数分别增加了 34.4%~47.7%和 42.1%~56.6%。

(2) 树盘和梯田都具有十分良好的保水保土效益,减水效益分别达到 81.0%和 77.6%,减沙效益分别达到 77.4%和 84.3%。相比较而言,树盘措施更能起到减水效益,而梯田措施能更好地起到减沙效益。

(3) 与植物措施相比,工程措施具有更好的水土保持功能,但是将二者结合后会具有更高的水土保持效益。并且植物措施受工程措施影响较大,不同工程措施下辅助的植物措施减水减沙效果差异显著。

(4) 本研究条件下,梯田和树盘的多年平均工程措施影响因子分别为 0.17 和 0.23,玉米、大豆和京白梨的植物措施影响因子分别为 0.97,0.35 和 0.85。

[参 考 文 献]

- [1] 许炯心. 水土保持措施对无定河流域沟道—河道系统泥沙收支平衡的影响[J]. 中国水土保持科学, 2009, 7(4): 7-13.
- [2] 符素华, 段淑怀, 李永贵, 等. 北京山区土地利用对土壤侵蚀的影响[J]. 自然科学进展, 2002, 12(1): 108-112.
- [3] 郑明国, 蔡强国, 王彩峰, 等. 黄土丘陵沟壑区坡面水保措施及植被对流域尺度水沙关系的影响[J]. 水利学报, 2007, 38(1): 47-53.
- [4] 于国强, 李占斌, 张茂省, 等. 水土保持措施对黄土高原小流域重力侵蚀的调控机理研究[J]. 土壤学报, 2012, 49(4): 646-654.
- [5] 符素华, 刘宝元, 路炳军, 等. 官厅水库上游水土保持措施的减水减沙效益[J]. 中国水土保持科学, 2009, 7(2): 18-23.
- [6] 张秋锋. 密云水库石匣小流域水土保持措施效应研究[J]. 广东农业科学, 2013, 40(8): 146-148.
- [7] 符素华, 吴敬东, 段淑怀, 等. 北京密云石匣小流域水土保持措施对土壤侵蚀的影响研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(2): 21-24.
- [8] 张国华, 张展羽. 红壤坡地不同类型梯田的水土保持效应[J]. 水利水电科技进展, 2007, 27(2): 77-84.
- [9] 杨子生. 滇东北山区坡耕地土壤流失方程研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(1): 1-9.
- [10] 黄炎和, 卢程隆, 付勤, 等. 闽东南土壤流失预报研究. 水土保持学报, 1993, 7(4): 13-18.
- [11] 周伏健, 陈明华, 林福兴, 等. 福建省土壤流失预报研究. 水土保持学报, 1995, 9(1): 25-36.
- [12] 张宪奎, 许靖华, 卢秀琴, 等. 黑龙江省土壤流失方程的研究. 水土保持通报, 1992, 12(4): 1-9, 18.
- [13] 孔亚平, 唐克丽. 坡长对侵蚀产沙过程影响的模拟研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(2): 17-20.
- [14] 焦菊英, 王万中. 黄土高原水平梯田质量及水土保持效果的分析[J]. 农业工程学报, 1999, 15(2): 59-63.
- [15] 刘世梁, 王聪, 张希来, 等. 土地整理中不同梯田空间配置的水土保持效应[J]. 水土保持学报, 2012, 25(4): 59-62.
- [16] 王良平, 唐晓春. 粤东山地丘陵区水土流失治理中的植被工程措施研究[J]. 水土保持通报, 1999, 19(2): 15-16.
- [17] 张锦娟, 李钢, 陆芳春, 等. 板栗林地水土保持截水工程措施对土壤特性的影响[J]. 中国水土保持科学, 2013, 11(6): 105-109.
- [18] Liu Baoyuan, Zhang Keli, Xie Yun. An empirical soil loss equation[C]. Beijing: Proceedings 12th International Soil Conservation Organization Conference. Tsinghua University Press, 2002: 2-15.
- [19] 姚文艺, 茹玉英, 康玲玲. 水土保持措施不同配置体系的滞洪减沙效应[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 28-31.

欢迎订阅 2016 年《中国农业科学》中、英文版

《中国农业科学》中、英文版是由农业部主管、中国农业科学院与中国农学会共同主办的综合性学术期刊。主要刊登农牧业基础科学和应用基础科学研究论文、综述、简报等。设有作物遗传育种·种质资源·分子遗传学; 耕作栽培·生理生化·农业信息技术; 植物保护; 土壤肥料·节水灌溉·农业生态环境; 园艺; 贮藏·保鲜·加工; 畜牧·兽医·资源昆虫等栏目。读者对象为国内外农业科研(所)、大专院校的科研、教学与管理人

员。《中国农业科学》中文版为半月刊, 影响因子、总被引频次连续多年居全国农业科技期刊最前列或前列位次。中文版为大 16 开, 每月 1, 16 日出版, 国内外公开发售。每期 208 页, 定价 49.50 元, 全年定价 1188.00 元。国内统一连续出版物号: CN11-1328/S, 国际标准连续出版物号: ISSN 0578-1752, 邮发代号: 2-138, 国外发行代号: BM43。

《中国农业科学》英文版(*Agricultural Sciences in China*, ASA), 2002 年创刊, 月刊, 2012 年更名为《农业科学学报》(*Journal of Integrative Agriculture*, JIA)。2006 年 1 月起与国际著名出版集团 Elsevier 合作, 全文数据在 ScienceDirect 平台面向世界发行。2009 年被 SCI 收录, 2014 年 JCR 影响因子为 0.833。JIA 为大 16 开, 每月 20 日出版, 国内外公开发售。每期 180 页, 国内订价 80.00 元, 全年 960.00 元。国内统一连续出版物号: CN 10-1039/S, 国际标准连续出版物号: ISSN 2095-3119, 邮发代号: 2-851, 国外发行代号: 1591M。

《中国农业科学》中、英文版均可通过全国各地邮局订阅, 也可向编辑部直接订购。

邮编: 100081 联系人: 林鉴非 传真: 010-82106247

电话: 010-82109808, 82106281, 82105098

网址: www.ChinaAgriSci.com; E-mail: zgnykx@mail.caas.cn

地址: 北京中关村南大街 12 号《中国农业科学》编辑部