

## 伊犁河谷不同植被类型的水土保持效果

郑贵元<sup>1</sup>, 张文太<sup>2\*</sup>, 李建贵<sup>1</sup>, 王飞<sup>3</sup>, 张佩佩<sup>2</sup>, 张少博<sup>1</sup>, 仲亚婷<sup>4</sup>

(1. 新疆农业大学林业研究所, 新疆乌鲁木齐 830000; 2. 新疆农业大学草业与环境科学学院, 新疆乌鲁木齐 830032; 3. 伊犁哈萨克自治州水利局, 新疆伊宁 835000; 4. 新疆农业大学林学与园艺学院, 新疆乌鲁木齐 830000)

**摘要** [目的]分析伊宁市铁厂沟地区多种植被的水土保持效果,为保护伊犁河谷的生态环境及减少水土流失导致的经济损失提供参考植被。[方法]通过实地统计法和烘干法,分析以苹果、杏树、榆树、怪柳、合欢树、黑枸杞、榛子、苜蓿、狗牙根、角果藜组合共16个小区的产流量与产沙量及平均侵蚀模数值。[结果]同等覆盖度下不同林木种类中以苹果小区的侵蚀模数最小;草类植被中以85%角果藜的侵蚀模数最小;85%角果藜的水体保持效果优于30%角果藜的水土保持效果。[结论]在同等覆盖度下最适宜伊宁市水土保持效果的植被是苹果。鉴于高密度角果藜的水土保持效果也较好,可采用苹果树与角果藜搭配栽种的方式来保持当地的水土。

**关键词** 伊犁河谷;植被;水土保持;土壤侵蚀

中图分类号 S157 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)01-0064-03

**Effect of Several Types of Vegetation on Soil and Water Conservation in Ili River Valley**ZHENG Gui-yuan<sup>1</sup>, ZHANG Wen-tai<sup>2\*</sup>, LI Jian-gui<sup>1</sup> et al (1. Research Institute of Forestry, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830000; 2. College of Grassland and Environmental Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830032)

**Abstract** [Objective] To protect eco-environment in Ili River Valley and reduce economic losses caused by soil erosion, soil and water conservation effects of several types of vegetation in Tiechanggou area, Yining City were analyzed. [Method] By field statistical method and drying method, surface flow, sediment yield and average erosion modulus of 16 plots were analyzed by cultivating apple, apricot tree, elm, *Tamarix chinensis*, silk tree, black wolfberry, hazelnut, alfalfa, bermuda grass, *Ceratocarpus arenarius*. [Result] Under the same coverage, the modulus of soil erosion in apple plot was the least; the modulus of erosion by coverage of 85% *Ceratocarpus arenarius* was the least; soil and water conservation effect of 85% *Ceratocarpus arenarius* was better than 30% *Ceratocarpus arenarius*. [Conclusion] Under the same coverage, the most suitable vegetation in Yining is the apple. In view of good conservation effect of high density *Ceratocarpus arenariu*, collocation planting way of apple tree and *Ceratocarpus arenariu* is the optimal mode for soil and water conservation in Yining City.

**Key words** Ili River Valley; Vegetation; Water and soil conservation; Soil erosion

我国是世界上水土流失最严重的国家<sup>[1]</sup>,仅在2000年因水土流失直接导致的经济损失达642.6亿元<sup>[2]</sup>。据相关资料记录,2010年4月26日伊犁河谷遭遇第一次沙尘暴<sup>[3]</sup>。新疆是山地与丘陵、高山雪地等多种地貌形态汇集地。沙尘暴和各种原因导致的土壤侵蚀加剧了新疆生态环境恶化。据刘宝元等<sup>[4]</sup>统计的新疆水力土壤侵蚀面积为87 621 km<sup>2</sup>,水力侵蚀强度属于中等偏强。目前,关于伊犁的植被水土保持效果研究鲜见报道。植被防护可以显著减少土壤侵蚀,防止水土流失<sup>[5]</sup>。国内学者对不同植被的水土保持效果具有一定的共识和研究成果<sup>[6-8]</sup>,因为不同学者的研究对象、区域不同以及选用植被类型不同,所以对不同植被在不同区域的水土保持效果尚未形成统一的水土流失保持效果结论<sup>[9]</sup>。近年来,我国认识到伊犁河谷水土保持的重要性,开始不断增设水土流失专项治理与调查研究项目,如伊宁县在2012和2013年先后得到专项资金治理水土流失<sup>[10]</sup>。笔者研究了不同植被在伊犁河谷的水土保持效果,旨在为当地水土保持治理中选用适宜的植被提供科学依据。

**1 材料与方**

**1.1 研究区概况** 研究区位于新疆维吾尔自治区伊宁市巴彦岱镇北支干水管站临近的铁厂沟观测站。观测站临近北支干渠,位于北支干水管站临近山坡上,地理坐标是

81°10'44" E, 43°58'53" N。伊宁市年降雨量257.5 mm,年平均气温8.4℃,平均风速2.1~2.5 m/s。观测站地附近多丘陵山坡,山坡多数无植被仅有少数野草生长,且地处少数民族聚集地区多牧民放牧羊群,水土流失量多,土地退化严重<sup>[11-12]</sup>。

**1.2 小区布设** 试验地与铁厂沟观测站处于同一山坡上,在山坡上设20.0 m×5.1 m长方形的栅格栏地为单个径流小区。共有16个小区。植被情况见表1。第13小区黑枸杞种植了30棵树苗外,其余小区林木数都为20棵。林木株行距为219 cm×200 cm。试验小区在斜坡上,斜坡坡度为12°。16个试验小区的基本特征见表1。

**1.3 试验方法**

**1.3.1 径流小区的产流量和产沙量测定。**在所有试验小区坡下都安装了管道,管道下置有大型铁罐,铁罐内放有水桶,用于采集所有小区每次降雨的产流量。在测定单个小区每次降雨的产沙量时,先把水桶内水样搅匀,然后采集1 L水样烘干。产流值是单个小区单次产流总量除以小区面积计算所得,产沙量是以烘干后的1 L水含沙量乘以单个小区单次降雨时水泥混合物质量计算出单个小区的单次降雨产沙量。

**1.3.2 水桶深度与体积的换算。**水桶的深度用量筒测定。使用SPSS和Excel软件计算回归方程: $y = 0.730x - 0.739$ 。式中, $y$ 为水桶内水的体积(产流量),单位L; $x$ 为水桶内水的深度,单位cm。

**1.3.3 降雨量及降雨时间的确定。**降雨量数据来源于伊宁

**基金项目** 国家科技支撑计划项目(2014BAC15B03)。  
**作者简介** 郑贵元(1986—),男,湖南永州人,硕士研究生,研究方向:水土保持。\*通讯作者,副教授,博士,从事水土保持生态修复研究。  
**收稿日期** 2016-10-08

州水利局匹里青河气象站,以实测记录的降雨时间校正。匹里青河气象站距离试验地近,两地相距约 1.5 km。

表 1 试验小区的基本特征

Table 1 Basic features of sample plot

试验地 16 个小区植被种类 Vegetation types in 16 plots	不同土壤利用模式 Different soil utilization model	单个小区植被覆盖率 Vegetation coverage of single plot //%	试验地特征 Feature of sample plot
4 个角果黎区 Four <i>Ceratocarpus arenarius</i> area	地表无扰动	85% 角果黎、70% 角果黎、55% 角果黎、30% 角果黎	单一植被平均高度一致为 8 cm,因不同覆盖率而划分为多个小区
黑枸杞区、苹果区、榛子区、合欢树区、怪柳区、杏树区、苹果+角果黎区、榆树区、黑枸杞区 Area of black wolfberry, apple, hazelnut, silk tree, <i>Tamarix chinensis</i> , Apricot tree, apple + <i>Ceratocarpus arenarius</i> , elm, black wolfberry	地表有扰动	30% 黑枸杞、30% 苹果、30% 榛子、30% 合欢树、30% 怪柳、30% 杏树、30% 苹果+7% 角果黎、30% 榆树、40% 黑枸杞	黑枸杞的平均高度为 30 cm,其他林木的高度为 60 cm
苜蓿区、狗牙根区 Area of alfalfa, bermuda grass	翻耕	80% 苜蓿、23% 狗牙根	土壤翻耕过,苜蓿平均高度为 10 cm,狗牙根的平均高度为 5 cm
裸地区 Bare land	空白对照	100% 裸地区	裸露地无植被无人工处理,土壤表面带有些许碎石,非纯粹土壤地

2 结果与分析

2.1 降雨特征 2015 年 4 月 27 日至 6 月 22 日的降雨量呈一个抛物线型。从图 1 可见,6 月 10 日为抛物线的时间顶点。6 月 27 日至 8 月 26 日的降雨趋势为“W”形,这段时间为降雨高峰。9 月 3 日至 9 月 21 日的降雨量呈增大趋势。由此可知,降雨时间主要集中在 6 月 27 日至 8 月 24 日。在 6 月 27 日以前降雨量大致相当,而在 8 月 24 日以后降雨呈增强趋势。

2 mm 的次数为 12,草类区的产流量超过 2 mm 的次数为 5。这表明伊犁河谷林木和林草混合区的产流强度高于草类区。

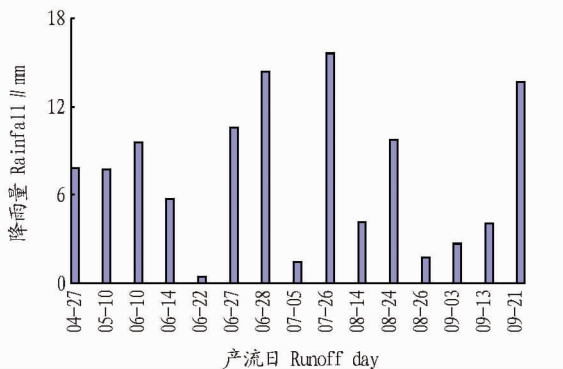


图 1 2015 年 4—9 月产流降雨特征

Fig. 1 Rainfall characteristics from Apr. to Sep. in 2015

2.2 不同植被类型小区的产流量 从图 2 可见,4 月 30% 黑枸杞区的产流量为 0.5 mm,5 月 40% 黑枸杞区的产流量为 0.01 mm,6 月苹果区的产流量 0.37 mm,7 月苹果区的产流量 0.21 mm,8 月苹果区的产流量 0.27 mm,9 月是苹果区的产流量 0.17 mm。总体来看,苹果区的产流量最小。

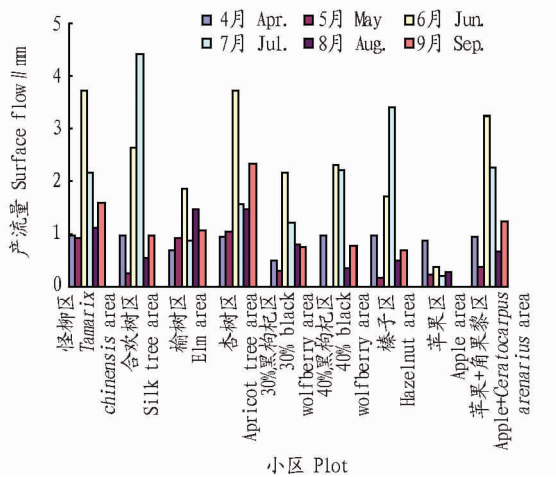


图 2 不同林木和林草混合区的产流量

Fig. 2 Surface flow of different forest and grass mixed areas

从图 3 可见,4—9 月产流量最小的小区依次为 4 月空白对照区(0.45 mm),5 月 80% 苜蓿区(0.12 mm),6 月 85% 角果黎区(1.45 mm),7 月 55% 角果黎区(0.17 mm),8 月 30% 角果黎区(0.28 mm),9 月空白对照区(0.65 mm)。从 4—9 月的总数值看,6—8 月角果黎区的产流量均为最低,但是 85% 角果黎区产流量在这 3 月内,并非每月都是最低值。这可能是由于当地持续干旱导致土壤在降雨时吸收雨水量的饱和度不同而出现产流差异。9 月后草类开始凋落,因此空白对照区的产流量最低。

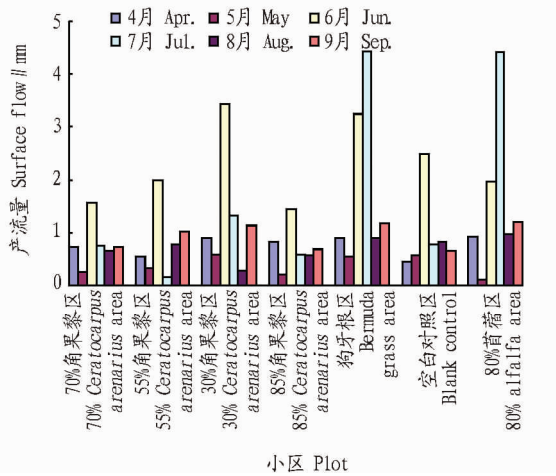


图 3 不同草类区的产流量

Fig. 3 Surface flow of different grass areas

2.3 不同植被类型小区的产沙量 从图 4 可见,4—9 月产沙量最小的小区依次为 4 月 30% 黑枸杞区(0.05 t/km<sup>2</sup>),5 月 40% 黑枸杞区(0.04 t/km<sup>2</sup>),6 月苹果区(0.03 t/km<sup>2</sup>),7

从图 2、3 可见,4—9 月林木和林草混合区的产流量超过

月苹果区(0.02 t/km<sup>2</sup>),8月苹果区(0.02 t/km<sup>2</sup>),9月苹果区(0.01 t/km<sup>2</sup>)。从4—9月不同林木和林草混合区的总数值看,苹果区的产流量在3个月份中为最小,故苹果区的持沙量最好。

从图5可见,4—9月产沙量最小的小区依次为4月空白对照区(0.04 t/km<sup>2</sup>),5月苜蓿区(0.01 t/km<sup>2</sup>),6月85%角果黎区(0.14 t/km<sup>2</sup>),7月55%角果黎区(0.01 t/km<sup>2</sup>),8月30%角果黎区(0.02 t/km<sup>2</sup>),9月空白对照区(0.06 t/km<sup>2</sup>)。从总数值次数看,不同覆盖率的角果黎区比空白对照区最小数值次数多,说明角果黎区的防侵蚀效果最好。

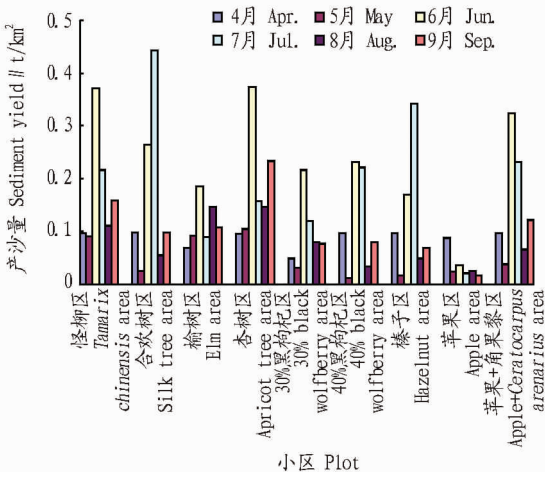


图4 不同林木和林草混合区的产沙量

Fig. 4 Sediment yield of different forest and grass mixed areas

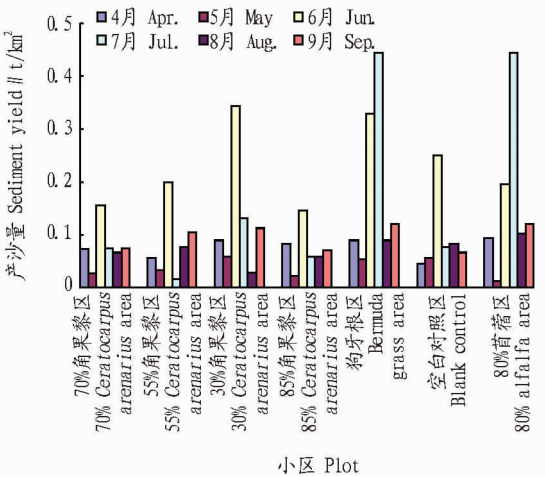


图5 不同草类区的产沙量

Fig. 5 Sediment yield of different grass areas

2.4 不同植被类型小区的平均侵蚀模数 从图6可见,杏树区的平均侵蚀模数最大,达1.11 t/km<sup>2</sup>。怪柳区和合欢树区的侵蚀模数值相近。榛子区和榆树区侵蚀模数值相近。苹果区的平均侵蚀模数最小,0.27 t/km<sup>2</sup>。

从图7可见,狗牙根区的平均侵蚀模数最大,达1.12 t/km<sup>2</sup>,这可能与该区覆盖度低有关。55%角果黎小区、30%角果黎小区、85%角果黎小区、空白对照区的平均侵蚀模数相近,均较低。85%角果黎区的平均侵蚀模数最小,仅0.43 t/km<sup>2</sup>。

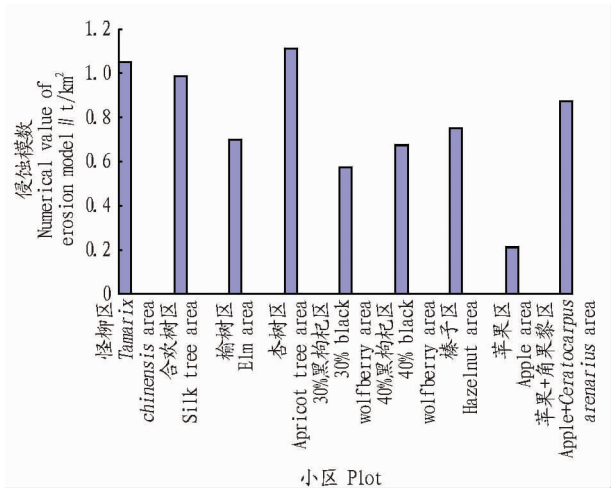


图6 不同林木和林草混合区的平均侵蚀模数

Fig. 6 Average erosion value of different forest and grass mixed areas

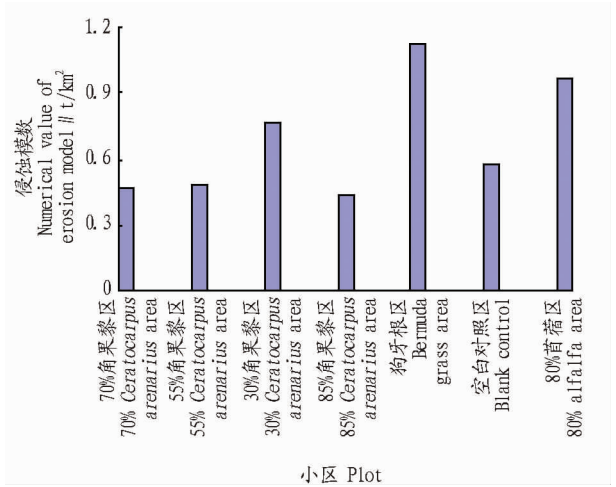


图7 不同草类区的平均侵蚀模数

Fig. 7 Average erosion value of different grass areas

综合分析,狗牙根区和杏树区的年平均侵蚀模数最大且数值接近。85%角果黎区和苹果区的平均侵蚀模数均为最小,对比后发现85%角果黎区的平均侵蚀模数(0.43 t/km<sup>2</sup>)大于苹果区(0.21 t/km<sup>2</sup>)。这与赵护兵等<sup>[13]</sup>和彭绍云等<sup>[14]</sup>的结论不同。高密度草、灌、乔类等植被的水体保持效果并不优于林木的水土保持效果。但与李丽辉等<sup>[9]</sup>的研究结果一致,即伊犁特殊的生态环境导致了这一情况。

### 3 结论与讨论

(1) 该研究表明,多数小区的侵蚀模数较低,只有杏树区和狗牙根区最大,说明这2种林草的水土保持效果相对较差。

(2) 草类植被区中无论产沙量还是产流量均以角果黎区为低。通过对比角果黎区不同覆盖率的产沙量,得出角果黎植被区覆盖率越高越能减少水土流失量。

(3) 同一小区在不同月份的产流量不仅受到植物生长状况的影响,还受生长时期和降雨量的影响,甚至包括降雨时间的影响。在降雨量较大的6和7月,林地类型植被的产流

**3.1 上游及全流域** ①全流域实行截污,针对雨水、污水管网混接的现象及目前仍为合流制的区域,应进行源头雨污分流改造,改造难度较大的节点,可暂时考虑进行旱季污水截流处理。污水经污水干管截流至岗岭污水处理厂,同时为保障远期的处理能力,应提高岗岭污水处理厂的处理能力;②作为流域截污及其他工程保障措施,应不定期对双桥河上游及中游实施生态补水,既可增加河道水量,提高水体流动性,又可增加河道环境容量,促进生态修复,多方面改善水质。

**3.2 中游** ①根据相关规划,双桥河流域属于禁养区,因此可对中游集中式畜禽养殖场进行拆除或迁移;②对于中游局部污染较重及淤积河段进行疏浚,疏浚深度根据具体情况而定;③对全流域特别是中游沿河和河道中堆积的垃圾进行及时清除,并尽快建立实施“村/社区收集、街道转运、市处理”的垃圾收集转运处理制度;④加强中下游排涝泵站的日常管理,实施严格的源头雨污分流改造,确保泵站沟渠不混入污水;⑤在中下游地区选择合适地点建设初期雨水调蓄池、净化池,对城市初期雨水进行调蓄净化,减轻城市地表径流带来的污染负荷;⑥对流域内农村居民生活点特别是中下游地区进行梳理,距城市道路较近的居民点,可考虑将生活污水接入道路污水管网,对无拆迁计划居民点,近期可采取就地处理措施。

**3.3 下游** ①对下游右岸圩区内农田沟渠及塘坝进行清淤,建设塘堰湿地,形成下游农田和主河道之间的过渡带,削减农业面源带来的污染负荷;②加强下游入湖口附近渔民管理,建设渔船集中停泊点,组织渔船迁移。

#### 4 小结

该研究以巢湖主要重污染入湖河流双桥河为研究对象,根据双桥河沿程水质及污染特征提出了实施全流域截污工程、生态补水工程、集中式畜禽养殖拆迁工程、河道疏浚工程、垃圾清除工程、排涝泵站管理、初期雨水调蓄净化、农村生活污水就地处理工程、塘堰湿地工程、渔船迁移工程等一系列水质净化处理技术与工程。通过这些工程的组合实施,将大幅度削减入巢湖河流双桥河的污染负荷,进而促进巢湖水环境的改善和生态系统的恢复。

#### 参考文献

- [1] PEI H P, WANG Y. Eutrophication research of West Lake, Hangzhou, China: Modeling under uncertainty[J]. *Water research*, 2003, 37(2): 416-428.
- [2] GUO L. Doing battle with the green monster of Taihu Lake[J]. *Science*, 2007, 317(5842): 1166.
- [3] JIN X C, XU Q J, HUANG C Z. Current status and future tendency of lake eutrophication in China[J]. *Science in china series C: Life sciences*, 2005, 48(2): 948-954.
- [4] DODDS W K. Eutrophication and trophic state in rivers and streams[J]. *Limnology and oceanography*, 2006, 51(1): 671-680.
- [5] 安徽省规划编制领导小组. 巢湖流域综合防治规划(2001-2015)[R]. 2001.
- [6] JIANG Y J, HE W, LIU W X, et al. The seasonal and spatial variations of phytoplankton community and their correlation with environmental factors in a large eutrophic Chinese lake (Lake Chaohu) [J]. *Ecological indicators*, 2014, 40: 58-67.
- [7] SHANG G P, SHANG J C. Causes and control countermeasures of eutrophication in Chaohu Lake, China[J]. *Chinese geographical science*, 2005, 15(4): 348-354.
- [8] 司马小峰, 朱文涛, 方涛. 疏浚对巢湖双桥河水环境容量的影响[J]. *环境工程学报*, 2012, 6(7): 2207-2214.
- [9] 合肥市人民政府. 合肥市水污染防治目标责任书(2016-2020).
- [10] 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): 30-35.
- [11] 高智慧, 陈顺伟. 亚热带岩质海岸不同类型植被的水土保持效益[J]. *土壤侵蚀与水土保持学报*, 1998, 4(2): 23-28.
- [12] 胡江波. 不同植被恢复模式的水土保持效果及土壤水肥生态效应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007: 26-59.
- [13] 宫渊波, 张君, 陈林武, 等. 嘉陵江上游不同植被类型小流域典型降雨产流特征分析[J]. *水土保持学报*, 2010, 24(2): 35-39.
- [14] 李丽辉, 龙岳林. 不同植被类型水土保持功能研究进展[J]. *湖南农业科学*, 2007(5): 90-92.
- [15] 何丽琨. 新疆伊宁县水土保持工作存在的问题与措施分析[J]. *黑龙江水利科技*, 2013, 41(11): 230-232.
- [16] 陈顺礼. 新疆水土流失现状及变化趋势分析[J]. *中国水土保持科学*, 2013, 11(S1): 93-97.
- [17] 蒲春铃, 余慧容, 李晓龙, 等. 新疆绿洲环境友好型土地利用模式探析: 以伊宁市为例[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(33): 19046-19049, 19065.
- [18] 赵护兵, 刘国彬, 曹清玉. 黄土丘陵沟壑区不同植被类型的水土保持功能及养分流失效应[J]. *中国水土保持科学*, 2008, 6(2): 43-48.
- [19] 彭绍云, 顾祝军, 修平. 南方红壤试验小区乔灌草多年水土保持效应比较[J]. *水土保持研究*, 2013, 20(1): 25-29.

(上接第66页)

量最大值明显高于草地的最大值,变化幅度也较大,且林地植被在9月也存在产流量变化幅度大的情况。

(4)该试验结果表明,在不同生长期不同植被的水土保持效果并不完全一致,鉴于生长期植被尚未生长发育完全,因此主要参考数值应以6月以后的数值为主。综合对比产流量、产沙量以及年平均侵蚀模数等数据,发现苹果区的水土保持效果最优。

#### 参考文献

- [1] 郑粉莉, 王占礼, 杨勤科. 我国土壤侵蚀科学研究回顾和展望[J]. *自然杂志*, 2008, 30(1): 12-16.
- [2] 朱高洪, 毛锋. 我国水土流失影响辨识与直接经济损失评估[J]. *中国水土保持*, 2007(8): 4-7.
- [3] 罗志鑫. 伊犁河流域水土流失对地区经济与环境的影响[J]. *东北水力水电*, 2014(4): 40-42.
- [4] 刘宝元, 郭索彦, 李智广, 等. 中国水力侵蚀抽样调查[J]. *中国水土保持*, 2013(10): 26-34.