

洋派河小流域龙门口水保监测点水土流失因子分析

何建勋, 李学奎

(云南省水文水资源局 楚雄分局, 云南 楚雄 675000)

摘要:以姚安县典型生态修复代表区内洋派河小流域上的龙门口水保监测点近 5 a 来的观测资料为基础, 对干扰荒草地、水土保持林、自然恢复和坡改梯径流小区的水土流失因子进行分析, 进一步研究了在不同植被治理措施情况下的水土流失因子的变化规律。该研究可为以后小流域的水土流失治理提供一定的理论参考。

关键词:水土流失因子; 水土保持; 洋派河; 龙门口监测点

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)02-0052-03

中图分类号: S157

Soil and Water Conservation Factors of Longmengkou Monitoring Sites in Yangpai River Watersheds

HE Jian-xun, LI Xue-kui

(Chuxiong Branch Bureau of Laboratory of Eco-environment, Hydrology and Water Resources Bureau of Yunnan Province, Chuxiong, Yunnan 675000, China)

Abstract: Longmenkou soil and water conservation monitoring site located on the Yangpai River watershed in Yaoan County, which are typical ecological restoration region. Using the observation data in recent 5 years, we analyzed the soil erosion factor of run-off plots located in disturbed grassland, forest of soil and water conservation, natural recovery land and terraced land which is built from slop land to further study the change law of soil erosion factor in different vegetation management measures. This paper provided a theoretical reference to the control of soil erosion in small watershed future planning about measurements of soil and water conservation.

Keywords: factor of soil erosion; soil and water conservation; Yangpai River; Longmenkou monitor site

1 洋派河小流域自然地理概况

1.1 洋派河小流域基本概况

云南省姚安县是长江上游紫色土分布的典型代表区。2001 年姚安县被列为全国水土保持生态修复试点县后, 选择有一定生态自然恢复和人为诱导修复条件, 并有一定水土保持工作经验和群众基础, 幅员面积为 292.89 km² 的区域作为生态修复项目区。

项目区南连牟定, 北接大姚, 东临姚安县适中乡, 西与姚安县太平乡、仁和乡、栋川乡、龙岗乡、光禄镇为界, 地跨东经 101°14'50"—101°30'15" 北纬 25°25'30"—25°35'45"。在项目区选择有观测条件, 开展水土保持生态修复比较早, 措施比较齐全的洋派河小流域为典型代表监测小流域。

1.2 洋派河小流域自然环境条件

洋派河小流域位于姚安县西部, 东连栋川, 南接

关屯连厂和太平乡, 西界官屯乡马游、巴拉蚌, 北邻龙岗乡龙岗村, 幅员面积 49.48 km²。洋派河小流域山体破碎, 山峦起伏, 剥蚀强烈, 属中山中切割地貌。地势南高北低, 下游为洋派河水库, 库容 3.6×10⁴ m³, 承担着姚安县坝区 1/2 以上的农田灌溉任务。洋派河为蜻蛉河姚安县境内的最大支流。

该小流域气候属北亚热带低纬度南亚季风气候, 具有“四季无寒暑, 一雨变成冬”的特点, 四季温和, 空气湿润, 光照充足。夏秋主要受西南和东南暖湿气流的影响。冬春受印度北部干暖气流的控制, 有时还受北方南下冷空气的影响, 年平均气温 13.8℃, 多年平均降雨量 886.9 mm, 全年日照时数为 2 488.8 h。

1.3 径流小区的布设

该监测点共设坡改梯, 封禁管护自然恢复, 干扰荒草地和水土保持林共 4 个小区, 各小区的措施防治情况如表 1 所示。小区集中布设, 水平投影面积为 5

收稿日期: 2008-08-12

修回日期: 2008-12-01

资助项目: 云南水利厅云南省水土流失动态监测与公告项目

作者简介: 何建勋(1976—), 男(汉族), 云南省楚雄市人, 大学专科, 主要从事水土保持监测及对外咨询服务工作。E-mail: 1976hxx@163.com。

m×20 m,小区布设于2002年5月份,观测时段为每年雨季5月1日至10月30日。

小区顺坡设置,垂直投影宽5 m,长20 m。小区用砖墙隔开,埋入地下15 cm,地上隔墙高30 cm。小区上方设排水渠,以防上方来水进入小区。在小区整修过程中,尽量保持小区内的原始状态,埋设隔砖时把沟槽内挖出的土堆在小区外侧,内外侧用土填实,禁止小区外流失的土壤和径流进入。小区下方用水泥抹面修筑集流槽,使径流和泥沙通过集流槽汇入集流池,集流

池为1 m×1 m×1 m。径流泥沙采用3分法观测,2/3排出径流池外,1/3在径流池进行径流量算和泥沙取样。小区左右两边留出至少1 m的小区保护带。

在4个小区的中心位置设立雨量观测站,安装20 cm自计雨量计和20 cm普通雨量器各1台,与小区泥沙、径流同步观测。每次产流后,采用体积法人工量测集流池水面深度,计算产流量。泥沙观测在每次产流后取样,取样方法是把集流槽中的洪水搅匀后,取满3个标准取样容器,用烘干法测定泥沙含量。

表1 径流小区基本情况

小区号	小区类型	坡度/(°)	坡向	小区布设措施	小区内植被调查
1# 小区	干扰荒草地	16.2	阳向	每年冬季铲除草被,并保持干扰状态。	灌木种类有小石积、小铁子、沙针、小叶构子、棠梨、薄叶鼠李等,平均高86 cm,郁闭度14%。草本主要有白茅、龙须草、细柄草、小金茅、扭黄毛、小麻黄等,平均高45 cm,郁闭度82%。
2# 小区	水土保持林	16.7	阳向	水平条整地,黑荆树×车桑子混交林,2002年造林。	黑荆树植苗种植1 m×1.5 m;车桑子散播。黑荆树平均高2.8 m,郁闭度40%;车桑子平均高82 cm,郁闭度65%。另有直干桉、史密斯桉、鼠尾草、过路黄、勿忘我、小金茅等植物种分布,总郁闭度95%。
3# 小区	封育管护自然恢复	16.0	阳向	2002年开始保持全封状态,灌草植被自然恢复。	灌木种类只要有小石积、小铁子、沙针、苦刺、棠梨、多花杭子梢等。2002年停止生长时平均高56 cm,郁闭度18%。2004年停止生长时平均高74 cm,郁闭度26%。草本主要有扭黄毛、荇草、截叶铁扫帚、细柄草、滇獐牙菜、黄背草、小金茅、小龙头、鸭脚草等,总郁闭度75%,林草覆盖度为98%。
4# 小区	坡改梯	14.0	阳向	2002年保持原坡耕地不变,2003年调整为水平梯田。	种植玉米,作物覆盖期为5—10月,作物郁闭度为70%。

1.4 分析资料

本文主要以洋派河小流域龙门口水保监测点的2002—2006年的相关观测资料为代表,来分析在不同的防治措施情况下的水土流失因子特征。

2 水土流失因子特征

2.1 降雨及产流分析

径流小区的产流过程^[1]主要是当坡面上承受的降雨强度超过地面下渗容量,或相对不透水层以上土层达到饱和含水量后,出现一种沿坡面而下的薄层地面水流。其特点主要是在水体沿坡面运动中不断有雨水蒸发到大气和下渗到土壤中,同时它也受到地面粗糙程度的影响。产流量是侵蚀性降雨在坡面产生的地表总径流量的简称,在小区测验中,由于径流与侵蚀泥沙同时出现,因而有浑水径流量和清水径流量之分,前者由观测取得,后者则经浑水取样分析。根据泥沙的含量和泥沙体积,再由浑水径流量中减去泥沙体积得到,该次分析中泥沙容重 γ 取1.20 g/cm³。

表2的分析结果表明,在雨季刚开始的5月份各径流小区的产流率都相当小,虽然月降雨量已达到99.7 mm,但水土保持林小区及封育管护自然恢复小区却没有产流,只有干扰荒草地小区和坡改梯小区稍有产流。小区的植被郁闭度及林草覆盖度的多少直接影响着产流量的大小,郁闭度及林草覆盖度越大,产生的径流量就越小。从多年平均的情况看,产流量以干扰荒草地小区最大,为10.44 m³,依次为坡改梯小区,封育管护自然恢复小区。产流量最小的是水土保持林小区,为4.46 m³。径流小区的各月产流量与各月降雨量之间也具有一定的相关关系,干扰荒草地小区的相关系数最大,为0.86。坡改梯小区最小,其相关系数为0.69。这表明干扰荒草地小区的产流与月降雨之间具有良好的一致性。

从径流系数及径流模数进行分析,干扰荒草地小区的径流系数及径流模数均大于其它各径流小区,这也说明在干扰荒草地小区的降水大部分已形成径流,而其它径流小区则大部分消耗于植被的蒸散发和土壤的下渗,只有少部分形成了径流。

表 2 龙门口水保监测点各径流小区产流特征 m^3

月份	雨量/mm	1* 小区	2* 小区	3* 小区	4* 小区
5	99.7	0.10	0	0	0.06
6	128.2	2.35	1.35	1.44	1.58
7	171.2	2.96	1.09	0.97	0.97
8	132.0	2.03	0.75	0.80	0.80
9	134.8	2.57	1.19	1.18	1.18
10	49.1	0.42	0.084	0.10	0.10
总计	715.0	10.44	4.46	4.49	4.69
泥沙体积		0.010	0.004	0.004	0.005
清水径流量		10.43	4.456	4.486	4.685
相关系数 r		0.86	0.77	0.71	0.69
径流系数 α		0.15	0.06	0.06	0.07
径流模数/ ($10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$)		104.00	44.60	44.90	46.90

2.2 侵蚀性降雨及降雨侵蚀力特征

侵蚀性降雨是以在坡面裸地上产生土壤侵蚀($\geq 1 \text{ t}/\text{km}^2$)最小降雨强度及其范围内的降雨量,它包含了最小降雨强度和最小降雨量,它是产生地表径流的临界降雨,一般认为,当小区土壤侵蚀量 $\geq 1 \text{ t}/\text{km}^2$ 时,从降雨记录纸中算出最大 10,20,30 min 雨强,以及该次降雨量,再从多年的积累资料中,选取最小强度和相应的降雨量,即为该区域的侵蚀性降雨指标。从龙门口水保监测点的多年观测资料分析来看,该径流区域的侵蚀性降雨临界值的次降雨量为 11 mm(表 3)。

降雨是水蚀的基本动力,降雨的雨滴打击是坡面侵蚀的主要营力,它既粉碎和溅起土粒,又搅动薄层水流,增强冲刷和挟沙能力,即降雨侵蚀力。降雨侵蚀力与降雨量、雨强和下落速度等有关,它并非物理学中“力”的概念,而是降雨侵蚀作用强弱的指标,用 R 表示。现采用 W. H. Wischmeier 经验式(1)来进行 R 值的计算分析^[2]。

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.735 \times \exp(1.5 \times \lg \frac{P_i^2}{P} - 0.8188) \times 0.34392 \quad (1)$$

式中: R ——降雨侵蚀力 $[\text{J} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})]$; P ——年降雨量(mm); P_i ——某月平均降雨量(mm)。

在该次各年降雨侵蚀力分析中, P_i 采用实际观测的月降雨量代替月平均降雨量来进行计算,从多年平均的分析结果来看,龙门口水保监测点径流小区的降雨侵蚀力为 $11.3 [\text{J} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})]$, I_{10} 为 11.0 mm, I_{30} 为 22.0 mm。

降雨侵蚀力与侵蚀模数(2005 年因泥沙观测误差较大剔除)的相关系数为 0.99,两者间具有很好的相关关系。

表 3 龙门口水保监测点径流小区侵蚀性降雨与降雨侵蚀力特征

年份	$I_{10}/$ mm	$I_{30}/$ mm	$R/$ ($\text{J} \cdot \text{mm} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)	侵蚀模数/ ($\text{t} \cdot \text{km}^{-2}$)
2002	16.9	39.8	15.10	779
2003	10.0	22.2	10.70	255
2004	8.8	13.5	10.30	224
2005	9.3	20.9	7.16	—
2006	10.1	13.8	9.77	105
年平均	11.0	22.0	11.30	341

注: I_{10} , I_{30} 分别代表最大 10,30 min 雨强; R 为降雨侵蚀力。

2.3 各径流小区抗冲性分析

土壤抗冲性^[3]是指土壤抵抗降雨对其机械破坏、冲刷推动下移的能力。它取决于土粒间胶结状况及其结构体易破坏离散的程度及地面覆被情况,受土壤质地、有机质含量、土壤密度等因素的影响较大。用单位面积径流深冲刷土壤的数量表示,单位为每 1 mm 径流深在 1 m^2 上冲刷的土重,单位为 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{mm})$ 。该指标值越大,土壤抗冲性越小;反之抗冲性越大(表 4)。采用(2)式来进行土壤的抗冲性分析。

$$K_w = \frac{W}{A \times H} \quad (2)$$

式中: K_w ——抗冲系数 $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{mm})]$; A ——径流小区面积(m^2); H ——次降雨径流深(mm), W ——次降雨产生的土壤侵蚀量(kg)。

从计算结果可知,干扰荒草地小区的植被郁闭度及覆盖度为最小的情况,其土壤的抗冲性指标 K_w 为最大,且该小区的土壤侵蚀模数也是最大,为 $116 \text{ t}/\text{km}^2$;而随着植被郁闭度及覆盖度的增加,土壤抗冲性指标 K_w 也随之减小,即其土壤的抗冲性也就随之变大。封育管护自然恢复小区的 K_w 为最小,说明该小区的土壤抗冲性能为最好,它能很好地抵御降雨对其土壤的强力冲刷。

表 4 龙门口水保监测点各径流小区土壤抗冲性特征

小区编号	1* 小区	2* 小区	3* 小区	4* 小区
防治措施	干扰 荒草地	水土 保持林	封育管护 自然恢复	坡改梯
侵蚀模数	116.00	50.50	43.70	65.10
K_w	0.160	0.071	0.061	0.091

注: K_w 为冲刷强度,单位为 $\text{g}/(\text{mm} \cdot \text{m}^2)$; 侵蚀模数单位为 t/km^2 。

(下转第 61 页)

(3) 要坚定不移地服务于社会管理和公共事业。各水土保持监测机构应开展水土流失动态监测,发布公报;加强对市场监测行为的监督管理;在水土流失司法案件中,开展技术鉴定服务,提出权威的、高水平的鉴定报告,维护公民、法人和其它组织的合法权益。

(4) 要坚定不移地服务于社会公益事业。水土保持监测机构在行政事业单位中属于公益性事业单位,根据法律法规所赋予的职责,其主要精力和工作内容应围绕国家和地方水土保持事业的发展,开展社会公益性的相关工作。

3.4 落实经费,保障水土保持监测工作正常开展

在全国各地,水土保持监测机构大都没有专门的水土保持监测专项经费,很难开展水土流失的基础性监测工作。国家应将监测网络运行费纳入财政预算,保障监测网络良好运行。水土保持生态建设项目,要足额列支水土保持监测专项经费,保障监测工作落到实处。依法督促开发建设单位,按照水土保持方案足额落实水土保持监测费用,专款专用。水土保持监测机构要发挥技术优势,增强服务意识,主动承担多方面的监测任务,多渠道增加监测预报的资金投入。

3.5 进一步加强水土保持监测能力建设

(1) 加强水土保持监测人才培养与队伍建设,革新监测人才管理体制和用人机制,优化人才结构,重点培养骨干人才,形成一支人员数量充足,结构合理,技术精湛,精神奋发的专业化监测队伍。(2) 加强水土保持监测技术能力建设,包括标准体系、质量控制体系、数据共享机制、典型样区图标等,提升说明水土

流失状况的能力。(3) 应用新设备、新技术,应用3S技术^[3],引进新设备,使手记、处理、分析数据现代化,提升新技术在水土保持监测中应用研究能力。

3.6 加强水土保持监测数据的质量监督与管理

水土保持监测数据质量是水土保持监测工作的生命线,为了实现先进的水土保持监测预报体系建设目标,必须全面加强水土保持监测数据的质量监督与管理。(1) 建立完善的水土保持监测质量体系,构建质量体系框架,形成完整的质量管理体系。(2) 建立质量管理评价体系,量化评价指标,确定评价手段与方法以及评价工作的实施方式,明确评价结果的判定方法。(3) 完善质量管理制度和监督机制,制定水土保持监测质量管理规定,水土保持监测技术人员持证上岗考核制度,水土保持监测人员持证上岗考核实施细则,水土保持监测网络质量管理办法等。(4) 完善质量管理技术体系,建立技术规范,研究监测点的布设,样品采集,监测数据诊断及数据有效性评估与处理,监测信息综合分析等全程质量控制技术,开发远距离适时监控技术、数据误差诊断与合理性分析等自动监测质量管理技术方法。

[参 考 文 献]

- [1] 曾大林. 关于水土保持监测体系建设的思考[J]. 中国水土保持, 2008(2): 1-2.
- [2] 姜德文. 大力推进水土保持监测工作, 为落实科学发展观提供支撑[J]. 中国水土保持, 2008(4): 6-8.
- [3] 赵永军. 开发建设项目水土保持方案编制技术[M]. 北京: 中国大地出版社, 2007: 209-308.

(上接第54页)

3 结论

(1) 不同的植被覆盖情况,其降雨与产流的关系也大不一致。在坡度变化不大(本次分析为 $14.0^{\circ} \sim 16.7^{\circ}$)时,人工干扰荒草地及坡改梯防治措施的产流率要比种植水土保持林及人工封育管护自然恢复的防治措施的大。

采取人工封育管护自然恢复的防治措施的产流率为最小,而降雨及产流量两者间的相关程度是人工干扰荒草地小区为最好。

(2) 该径流区域内侵蚀性降雨临界值的次降雨量为10 mm,多年平均的降雨侵蚀力为 $11.3 [J \cdot mm / (hm^2 \cdot h)]$, I_{10} 为11.0 mm, I_{30} 为22.0 mm。降雨侵蚀力指标与土壤侵蚀量之间成正相关,且其相关系数达0.99,相关程度比较好,可成为以后水土流失预测预报中的重要因子。

(3) 土壤的抗冲性,由不同的地表情况所决定,随着覆被郁闭度及覆盖度的增加,土壤抗冲性系数 K_w 也随之减小。土壤的抗冲性能就越好,越能很好的抵御降雨对其土壤的强力冲刷;本次分析结果中,人工封育管护自然恢复小区的土壤抗冲性要比其它小区好。本次分析结果由于受观测年限的限制,各分析指标的具体数值,有待在以后长期的资料累积中进一步完善,仅提供参考。

[参 考 文 献]

- [1] 芮孝芳. 径流形成原理[M]. 南京: 河海大学出版社, 1991.
- [2] 刘震. 水土保持监测技术[M]. 北京: 中国大地出版社, 2004.
- [3] 水利部水土保持监测中心. 水土保持监测技术指标体系[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006.