

水土流失治理及运用韦斯曼(USLE)方程计算研究

——以新疆头屯河为例

周建勤, 朱建雯

(新疆农业大学资源与环境科学学院, 乌鲁木齐 830052)

摘要: 水土流失已对我国危害深远, 与此同时, 随着经济和社会的发展, 人为的侵蚀造成的水土流失也越来越严重。对水土流失作了简要的分析并具体根据新疆头屯河流域运用韦斯曼(USLE)方程分析水土流失, 并根据水土流失的共性和个性针对新疆头屯河提出了相应的水土保持措施。

关键词: 水土流失; 韦斯曼(USLE)方程; 治理建议

中图分类号: S157.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0133-02

Preliminary Study on Soil Erosion and Use of Universal Soil Loss Equation to Quantite Soil Erosion

——A Study Case of the Toutun River

ZHOU Jian-qin, ZHU Jian-wen

(College of Resources and Environment Science, Xinjiang Agriculture University, Urumqi 830052, China)

Abstract: Soil erosion is harmful to the development of our country. Meanwhile, with the development of society and economy, soil erosion caused by human is more serious. The soil erosion in Toutun River of Xinjiang was described and analyzed using Universal Soil Loss Equation. At last, the way and the feasible countermeasures of the soil erosion controlling were raised.

Key words: soil erosion; unversal soil loss equation; advice of management

所谓水土流失是指地表土壤及母质受外力作用发生的多种破坏、移动和堆积过程以及水土损失, 包括水力侵蚀、风力侵蚀和冻融侵蚀等。在全世界, 除了典型的沙漠和永冻的极地外, 如果在下雨期间表土无遮盖物, 那么土地就要受到水的侵蚀, 我国通常称之水土流失, 国外称之土壤侵蚀(包括风蚀)^[1]。

1 水土流失的类型

水土流失的原因在于营力对地表的侵蚀作用, 侵蚀作用的方式由于营力的不同, 必将带来不同的侵蚀类型, 导致不同的水土流失^[4]。并通过外营力的输移搬运, 最终输入河道。其结果不但是地表沃土流失, 而且进入河道的泥沙对河道的运行及水库管理带来诸多不便, 甚至对下游地区的安危带来隐患。一般来说水土流失主要有以下几类型。

1.1 水蚀

由于典型的气候、地域、植被等条件的综合影响, 水流侵蚀具有特殊的表现方式及动力, 引起水蚀的动力不只仅限于降雨及降雨产生的径流作用力, 除此之外现代冰川和季节性积雪常常因为气温升高或炎热的夏季融化, 产生的径流作用于地表, 同样产生侵蚀, 我们称之为冰雪融水侵蚀。

1.2 重力侵蚀

简单的讲就是侵蚀体本身所受的地球引力的合力——重力为主要动力所产生的侵蚀, 通常流域内重力侵蚀较为活跃, 具体表现形式为: 流域内已形成的古老山顶、陡峭的山脊

及深切的峡谷, 重力侵蚀作用较为活跃的地区在中低山区, 其主要在于山体坡陡, 重力地质地貌过程发育, 植被稀少, 地表组成物质松散, 保土能力差等原因。

1.3 风蚀

风蚀是指由于自然风力的作用引起的地表物质搬运, 由于流域内地表破碎, 植被很少, 气温年变化和日变化较大, 风力强劲, 在半干旱气候带, 风力作用强烈。

1.4 人为侵蚀

人类改造自然的不合理行为所引起的侵蚀是现代水土流失的主要组成方式, 特别是随着科技的进步、经济的发展, 人类改造自然的各种活动方式及强度不断增加, 由于不重视生态环境的保护和恢复, 导致不合理行为所造成的水土流失时有发生, 若河流流域中矿藏丰富, 分布广, 质量好, 在经济利益的趋使下不可避免的要进行开采, 在开采的过程中, 由于未及时采取水土保持措施, 开矿堆积的矿渣及松散废弃物, 一遇降水, 被洪水冲走, 输入河道, 并且在采矿的过程, 破坏了原有土壤植被, 造成了水土污染和水土流失。

2 水土流失的计算

水土流失经过科学领域很多年的探索, 现在比较成熟的水土流失计算方法是韦斯曼 USLE(universal soil loss)方程, 此计算方法能更好的考虑水土流失若干因素的影响, 它得到了美国水土保持局的确认, 其数学形式为:

* 收稿日期: 2005-11-24

基金项目: 新疆维吾尔自治区土壤重点学科基金

作者简介: 周建勤(1976-), 讲师, 硕士研究生, 主要研究生态环境演变; 通讯作者: 朱建雯(1968-), 副教授, 硕士研究生导师, 主要研究生态环境演变。

$$A = RKLSVP \tag{1}$$
式中: A ——单位面积上水土流失量; K ——土壤因子值; R ——降雨因子值; L ——坡面长度因子值; S ——坡度因子值; P ——耕作管理因子值; C ——水保措施因子值^[5]。

计算土壤侵蚀量地段若非耕作区, 又无任何水保措施, 则两项为植被因子值 V 代替, 根据头模拟数据的实际情况, 又可采用:

$$A = RKLSV \tag{2}$$
$$R = \sum 1.735(1.51n_{pi}/p - 0.8188) \tag{3}$$
式中: P ——降雨总量, p_i ——1~ 12 月的平均降雨量。

本文在计算的过程中以新疆头屯河流域所收集的数据和地图资料为依据。

头屯河流域年平均降水量如表 1, 计算所得不同地段的降雨因子值见表 2。头屯河河段的水土流失量 A 即为河段产沙量, 如表 3^[3]。

借助 CIS 软件 ARC/INFO 的功能, 将头屯河流域 1: 100 000地形图数字化, 生成地面数字高程模型 DEM, 借助立体几何原理求算出 LS 。

$$LS = (L)^{1/2} 100(1.36 + 0.97S + 0.138S^2)$$
式中: L ——的单位为 m, S ——的单位为百分度。
$$V = 18982.63C^{-2.3}$$

其中, V ——的百分度数表示植被覆盖率, 其值见表 4。

表 1 头屯河流域各站年降水量特征值统计表									
测站	测站 高程/m	年平均 降水量	CV		CS/CV	最大年		最小年	
			计算	采用		降水量	年份	降水量	年份
小渠子	2160	534.2	0.19	0.21	2	796.7	1938	334.8	1977
制材厂	1430	364.8	0.21	0.23	2	540.3	1938	211.2	1977
团结队	1230	260.5				320.3	1988	175.6	1986
哈地坡	966	282.3	0.23	0.23	2	424.0	1938	167.6	1956
昌吉	577	184.6	0.23	0.23	2	289.7	1938	131.8	1974

表 2 头屯河不同地段的降雨因子值			
地段名称	制材厂水文站	制材厂水文站	水库实验站到哈地坡
降雨因子值(R)	108.871	60.594	39.782

表 3 头屯河河段产沙量分析统计表					
站名	流域面积	河道长度	年输沙量/ 10^4 t	侵蚀模数/($t \cdot km^{-2}$)	坡度因子值 S
制材厂水文站	840	47.5	29.2	347	0.61
哈地坡水文站	1362	85.7	87.8	562	1.03
制哈之间	722	38.2	58.6	812	1.53

表 4 植被覆盖率与植被因子对照表										
植被覆盖率/%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
植被因子值/ V	95.138	19.319	7.602	3.923	2.348	1.534	1.083	0.796	0.607	0.476

根据 $A = RKLSV$, 则 $K = A/RSLV$ 。即可求算出头屯河上、中、下游三段的土壤因子值 K 分别为 0.104, 0.16, 0.069。

上游土壤侵蚀因子 $K_1 = 0.104$, 因在上游地带植被覆盖率高, 达到 70%, 而且人为活动造成的水土流失较小, 主要受冰雪融水的侵蚀产生的水土流失; 中游的土壤侵蚀因子 $K_2 = 0.16$, 一方面是植被覆盖率低, 山体裸露, 山岩易风化脱落, 易产生水土流失, 另一方面是人为活动造成的水土流失较为严重, 在山区开矿、采石等活动也造成水土流失和水土污染, 故土壤侵蚀因子较大; 下游土壤侵蚀因子 K_3 较小, 因在经过水库的调节后, 一部分的泥沙沉积在库区, 一部分经过下游时沉积于灌区。

从韦斯曼 USLE 方程解算过程可知, 山区地表水土流失量的大小是其降水量, 植被覆盖率、坡度、坡长, 和土壤性状的函数, 即土壤侵蚀是在这些因素等共同作用下发生的, 当

这些因素的强度不同时, 水土流失量随之发生变化。

3 治理头屯河水土流失的建议

头屯河流域的水土流失主要对象是减少河道输沙和入库沙量, 保护河流水库的正常运行, 发挥其功能, 使流域生态环境良性循环, 从我分析的头屯河流域的水土流失情况来看, 主要集中在流域的中游地带, 即对头屯河水库以上至制材厂水文站, 该区的产沙量占流域的 60% ~ 70%, 也是流域内水土保持重点治理区, 对流域的水土保持应作全面的规划和综合治理。

3.1 建立统一的水土保持规划体系

对山区流域的开发建设和环境保护要有一个完善的、统一的规划体系, 通过宣传教育, 认识到土地开发与生态环境保护的重要性。编制《流域水土保持综合治理总体规划》。为整个流域的水土保持作了统一的规划^[2]。

3.2 全面规划, 因地制宜

头屯河发育的上游山区的植被状况较好, 自然条件有利于植被的生长发育, 但在资源开发过程中, 应采取保护性开发措施, 注意维护生态平衡, 使山地环境持续良性发展。对流域以保护生态环境, 维护自然平衡为主。头屯河中游为最主要的水土流失区, 植被生长条件较差, 尤其在绿洲和山前扇缘地带, 因此, 对流域中游地带, 在对山地环境保护的同时, 采取一定的措施, 减轻山地的水土流失。

3.3 突出重点地区的治理

资料来源的头屯河流域中游由于地质构造及岩层特点, 蕴藏丰富的资源, 先后开了煤矿、石灰石矿、页岩矿等, 由于近年来煤的用量剧增, 个体采矿较多, 工艺简单, 乱采滥挖, 使中游地区造成了严重的水土流失。对于采矿企业, 要求编制水土保持方案并实施, 同时缴纳水土保持设施补偿费。对于矿区造成的水土流失应为水土保持规划及治理的重点区^[2]。

3.4 生物治理与工程治理相结合

根据头屯河流域自身的特点及上、中游的水土流失情况表明, 头屯河中游与上游的流域面积相近, 但水土流失的情况却大相径庭, 其中游是水土流失的主要发源区, 一方面与岩层构造、山体破碎有关; 另一方面与植被条件差, 生态环境脆弱密切相关。因此, 必须采取生物措施, 逐步恢复生态系统, 以改善山区环境, 削弱山地侵蚀, 减少松散碎屑物质的来源。具体措施是公路以东, 以生物措施为主。公路以西则以工程措施为主。通过生物、工程措施的实施创造良好的立地条件。

3.5 加强宣传, 统一管理

为改善头屯河流域的生态环境, 水土流失基本得到控制和治理, 人为水土流失得到根治, 流域基本实现山川秀美。在头屯河流域内建立水土保持工作站, 其主要目的是对流域内的水土保持工作加强管理。逐步完善水土保持法律法规体系, 强化监督执法, 通过大力宣传教育, 增强群众的水土保持意识和法制观念, 遏制人为的水土流失, 把水土流失的防治纳入法制化轨道。另外, 加强水土保持的科学研究, 积极开展 3S 应用技术, 探索有效控制和防治水土流失的措施, 增强土地综合生产的能力, 搞好水土保持科学普及和技术推广工作。

4 结 语

新疆地处干旱半干旱地区, 生态环境极为脆弱, 一旦破坏则很难恢复。水土流失的治理工作难度大于西北其它地区, 所以更应强调水土流失的预防工作。与全国一样, 水土保持以经济效益为中心, 带动社会效益和生态效益, 是水土

(mm/min), t ——降雨历时 (min), t_1 ——通量控制时间 (min), t_i ——剖面控制时间 (min), a, b ——常数。

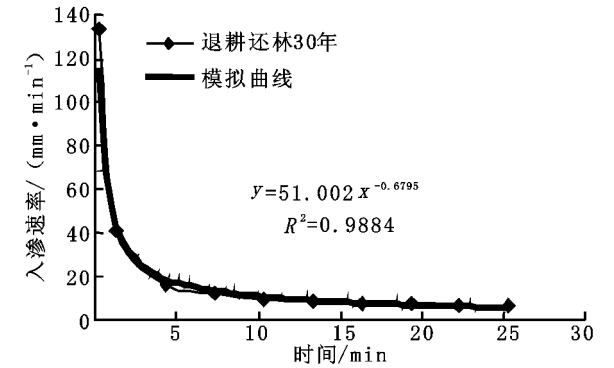


图 7 退耕 30 年土壤入渗率与时间的关系

根据剖面控制阶段计算的土壤渗透速率拟合的渗透方程及渗透速率和时间的相关系数 r 列于表 5。渗透方程中常数 a 表征通量控制时间, a 值越大, 表示通量控制时间越长。退耕 20, 30 年的土壤 a 值较大, 而退耕 15 年的土壤 a 值较小。 a 值的大小与实测的开始产流时间 t_i 基本吻合。常数 b 表征入渗曲线下降的快慢程度, b 值越大, 渗透速度下降越快。农耕地的 b 值较大, 为 0.828; 其余由大到小依次为退耕还林 30 年(0.679 5)、25 年(0.583 6)、10 年(0.545 5)、20 年(0.424 1)、5 年(0.328 6)、15 年(0.072 4)。

3 讨论与结论

- (1) 林分能有效地影响土壤的物理性状, 改善土壤结构, 增加土壤的非毛管孔隙度, 提高土壤的入渗性能。
- 试验研究表明, 不同退耕年限土壤的物理性状如总孔隙度、土壤容重、毛管孔隙度、非毛管孔隙度、毛管孔隙/非毛管孔隙、最大持水量、毛管持水量、最小持水量与土壤的稳渗速率随着退耕年限的延长而逐渐增大。
- (2) 不同退耕年限土壤的渗透性能存在差异, 同样渗水量退耕还林(华北落叶松) 20 年的土壤渗透深度最大, 达 540

参考文献:

[1] 朱显谟. 再论黄土高原国土整治“28 字方略”[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1995, 1(1): 4- 11.

[2] 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.

[3] 侯喜禄, 白岗栓, 等. 刺槐、柠条、沙棘林土壤入渗及抗冲性对比试验[J]. 水土保持学报, 1995, 9(3): 90- 95.

[4] 杨吉华, 张永涛, 高祥伟, 等. 封山育林提高森林蓄水保土效益的研究[J]. 水土保持研究, 2001, 8(3): 2- 5.

[5] 王礼先. 水土保持学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.

[6] 吕喜玺, 等. 用人工模拟降雨研究南方低丘土壤的渗透[J]. 水土保持学报, 1995, 9(3): 2- 8.

[7] 于东升, 史学正. 用 Guelph 法研究南方低丘缓坡地不同坡位土壤渗透性[J]. 水土保持通报, 2002, 22(1): 6- 9.

[8] 王国梁, 刘国彬, 周生路. 黄土丘陵沟壑区小流域植被恢复对土壤稳定入渗的影响[J]. 自然资源学报, 2003, 18(5): 529- 535.

[9] 卞相玲, 等. 几种林分土壤入渗性能的研究[J]. 山东林业科技, 2003, (6): 15- 16.

(上接第 134 页)

保持规划的指导思想, 而对于新疆而言, “以水定地”也是水土保持生物措施布局的一个重要原则^[6]。新疆气候条件差, 酷暑严寒, 许多优良的经济树种草种在一般年份可以正常生长, 但在特别寒冷年份, 会受到毁灭性的冻伤, 在选择经济林

参考文献:

[1] 李卫红, 等. 天山头屯河水沙情势变化分析[J]. 干旱区地理, 1994, 8(2): 12- 16.

[2] 张开采. 头屯河水库的泥沙淤积问题[J]. 新疆水利, 1989, 5(4): 21- 25.

[3] 陈利华. 影响土壤侵蚀因子分析[J]. 水土保持科技情报, 1987, 1(3): 28- 30.

[4] 谈明洪, 王军艳. 关于水土流失的几个问题[J]. 国土与自然资源研究, 2001, 8(3): 32- 44.

[5] 中国科学院新疆地理研究所. 天山山体演化[M]. 北京: 科学出版社, 1986.

[6] 杨艳生. 数值分析和土壤侵蚀研究[M]. 南京: 东南大学出版社, 2000.

mm, 所用时间 31.67 min 左右, 且渗透速度最快 17.05 mm/min; 渗透最慢的耕地(油菜)仅 1.5 mm/min, 且渗透深度为 51 mm, 渗透深度最小。其余植被的土壤渗透速率和渗透深度介于二者之间。说明退耕还林使土壤物理性质发生变化, 由于植物根系的作用使土壤水稳性团聚体的形成、土壤孔隙度和土壤有机质含量等土壤理化特性不断改善。土壤沙砾和石砾相对减少, 分散率降低, 团聚度提高, 土壤有机质含量提高, 水稳性团聚体数量增加, 结构体破坏率降低, 土壤孔隙度增大, 持水量增加, 渗透性增强。

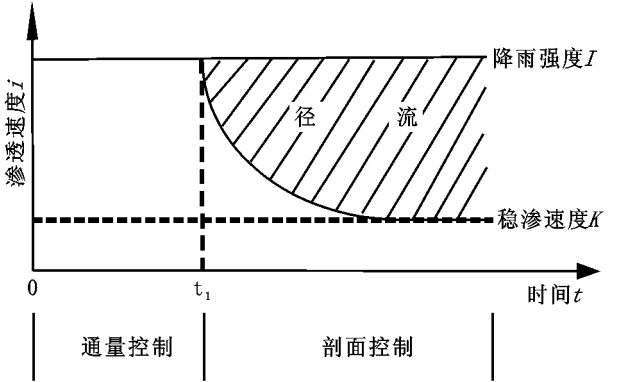


图 8 入渗速率与时间的关系

(3) 不同退耕年限土壤的入渗特征与渗透速率。在本试验条件下, 不同退耕年限土壤的入渗特性有较大差异。就入渗率而言, 退耕还林(华北落叶松) 20 年的最初入渗率(前 2 min 内平均入渗率)间最大。随着入渗的进行, 由于犁底层土壤较紧实, 农耕地的土壤入渗率迅速下降, 入渗 10 min 时, 降幅为 79.83%。且农耕地较早达到稳定入渗。说明退耕还林后土壤的渗透性能得到了改善, 从而提高了土壤的保水性能。入渗 10~ 20 min 期间, 不同退耕年限土壤入渗率约下降了 25%。至 20 min 时, 不同退耕年限土壤基本达到稳定入渗。对入渗过程的拟合结果表明, 不同退耕还林土壤入渗率随时间的变化具有明显的幂函数关系。

树种或农民承包荒山中, 应当特别注意这些问题。河流附近工矿矿业比较发达的水土保持工作, 不能仅看经济效益, 更应强调生态效益和环境效益。