


丘陵半干旱区沟壑分类及治理开发模式研究

高鹏¹, 刘作新¹, 福俊², 戴武刚²

(1. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 辽宁 沈阳 110016; 2. 辽宁朝阳市水务局, 辽宁 朝阳 122000)

摘 要: 应用沟壑纵剖面信息熵、主成份分析、聚类分析等方法, 将丘陵半干旱区沟壑分为初期“V”型发展沟, 中期“U”发展沟、后期扩展“”型稳定沟三大类。研究建立了乔灌木混交综合防护型; 经济林果立体型; 水井—养殖—林果型; 窖—棚—果(林)型; 沟道大棚—葡萄—食用菌三位一体型等不同类型沟壑治理开发模式, 可为同类地区山地沟壑资源高效治理开发, 实现农业经济可持续发展提供科学决策依据。

关键词: 丘陵半干旱区; 沟壑分类; 治理开发模式

中图分类号: S157

文献标识码: A

我国丘陵半干旱区包括河北省的桑干河, 经官厅水库、北京市北部, 直至山海关, 再向东沿沈山线以北, 到辽宁省的医巫闾山以西及内蒙古东部赤峰市这一地带的山地丘陵, 北西毗邻内蒙古高原和黄土高原, 南、东屏障了华北平原和辽河下游平原, 面积覆盖 10 余万 km^2 。该地以壑纵横, 沟状侵蚀异常严重, 已成为主要土壤侵蚀形式之一, 沟蚀发展的结果, 使大片土地支离破碎, 同时引发了沙尘暴、干旱风、山洪等灾害的频发且发生频度和持续时间逐年增加, 严重制约着该地区经济的发展, 同时对下游平原区的农业、交通、通讯等行业生产造成了巨大损失。因此探讨山地沟壑资源治理开发新技术和典型模式, 恢复和重建该地区生态环境, 促进山区经济可持续发展, 是目前亟待解决的问题。基于此, 结合在这里实施的“国家水土重点治理区大凌河流域治理工程”开展了“丘陵半干旱区沟壑分类及治理开发模式研究。”

1 研究方法及理论依据

1.1 研究总体思路

研究区选在代表丘陵半干旱区的典型区域辽宁省朝阳市, 总体思路见研究程序框图 1。

1.2 沟壑分类研究的理论依据

1. 沟壑纵剖面信息熵分析法

沟壑纵剖面方程

$$h = H(I/L)^N$$

式中 h 、 I 分别为沟壑纵剖面上某点与沟口的高差和水平距离; H 、 L 分别为沟壑源头与沟口之间的高差和水平距离; N 为沟壑纵剖面形态指数。

沟壑纵剖面信息熵

$$H(N) = \ln(1+N) - 1/(1+N)$$

式中, $H(N)$ 与沟壑纵剖面发生发展的关系为: 当 $H(N) < 0.193$ 时, 沟壑侵蚀为回春期或深切侵蚀期; 当 $H(N) = 0.193$ 时, 沟壑侵蚀为过渡期; 当 $H(N) > 0.193$ 时, 沟壑侵蚀为均衡调整期。

2 主成份分析法和聚类分析法

由于影响沟壑侵蚀的因子较多, 利用主成份分析法找出影响其侵蚀发生的主要因子, 忽略次要因子; 采用 Q 型聚类分析法, 据主成份分析确定的影响沟壑侵蚀的主要因子, 对沟壑进行分类。

2 结果与分析

2.1 沟壑侵蚀特点及分类

2.1.1 沟壑侵蚀特点

利用沟壑纵剖面信息熵分析法, 借助沟壑又资源数据管理系统及 1/10 000 小流域地形图对朝阳市典型沟壑进行侵蚀地貌形态计量分析, 该区域沟壑侵蚀特点(见表 1)。

收稿日期: 2001-12-15。

基金项目: 水利部“国家水土保持重点治理区大凌河流域治理工程”(1992~2002)项目的一部分。

作者简介: 高鹏(1967-), 男, 副研究员, 中国科学院沈阳应用生态研究所在读博士, 研究方向为农林复合与节水农业。从事农业节水和高效复合农林果业、水土保持与区域治理、土壤侵蚀规律及其修复、“3S”技术在生态建设中的应用等研究。主持和参加完成省(部)、市科委课题 5 项, 获科技进步奖 4 项, 发表科研论文 20 篇。

2.1.2 沟壑分类结果

据研究区沟壑侵蚀特点, 确定沟壑形态指标(沟长、沟宽、沟壑占地面积)、沟壑土壤蚀指标(年侵蚀量侵蚀模数、沟头前进速度)、地质及地表状况指标

(土层厚度、植被盖度、沟道比降)、降雨及水文状况指标(汇水面积、降水量、径流深)四种类型的量化分类指标。利用主成份分析法和聚类分析法, 借助计算机, 将研究区侵蚀沟壑分为三大类(见表1)。

表1 研究区沟壑侵蚀特点及分类

Table 2 Gully erosin feature and its classification in hilly semi-arid area

| 沟壑类型 | Ⅰ类初期“V”型发展沟 | | Ⅱ类中期“U”型发展沟 | | Ⅲ类后期扩展“√”型稳定沟 | |
|----------------------|-----------------------------------|--------|----------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|
| | 土质“V”型 | 石质“V”型 | 土质“U”型 | 石质“U”型 | 土质“√”型 | 石质“√”型 |
| 数量(条) | 6093 | 1966 | 13123 | 1962 | 7355 | 3678 |
| 面积(km ²) | 160.92 | 308.35 | 1466.7 | 183.24 | 372.30 | 186.15 |
| 比例(%) ¹⁾ | 6.00 | 11.52 | 54.77 | 6.84 | 13.90 | 6.95 |
| 侵蚀特征 | 沟头前进速度大, 以溯源侵蚀为主, 同时兼有下切侵蚀, 侵蚀量较大 | | 以下切侵蚀为主, 同时沟头前进和横向侵蚀仍在发展, 侵蚀量很大。 | | 横向侵蚀为主沟头前进停止; 沟壑已停止, 沟道趋于稳定, 侵蚀量很小。 | |

1)指不同类型沟壑面积占未治理沟壑总面积的比。

2.2 沟壑梯级治理开发模式的建立

2.2.1 指导思想和原则

1. “三维梯级治理开发”指导思想

指在整个沟壑经济区内, 据沟壑分类特点, 对不同类型沟壑, 因沟制宜, 因害设防, 各级治理开发措施在空间的横向与纵向上做到立体配置, 有机结合; 在时间上做取分步实施, 紧密联系, 最终形成完整的沟壑三维梯级治理开发措施体系。即①从沟头到沟口, 在主沟上游和支毛沟修建淤地坝造地工程, 形成“纵向的拦、截、造、蓄、提、引”梯级治理措施体系; ②从沟坡到沟底, 在沟坡面上部修建防护林整地工程, 中部修建果树台田工程, 下部修建标准化水平梯田、保护地大棚等工程, 沟底闸沟造地, 发展节水农业、畜禽养殖工程, 形成“横向的林、果、粮、窖、棚、畜(禽)”梯级开发措施体系; ③从或实施时间上, 春季以实施坡面整地工程为主, 并在沟道中游修筑骨干塘坝; 夏季在实施坡面整地工程同时, 在主沟上游及支、毛沟修建土谷坊或干砌石谷坊; 秋季在坡面治田基础上, 在主沟中游修筑土质塘坝, 并在沟道下游造地; 冬季对主沟及支毛沟修建、完善石谷坊工程, 形成全年按不同时段的上、中、下沟壑梯级治理开发措施体系。

2. “三先三后、五结合五为主”原则

先治毛沟、支沟, 后汉主沟; 先修副坝, 后修主坝; 先上工程, 后上生物。工程、生物措施相结合, 以生物措施为主; 防治性治理与开发性治理相结合, 以开发性治理为主; 乔、灌、草相结合, 以灌木为主; 治

沟与治坡相结合, 以治沟为主; 治水与改土相结合, 以治为主。

2.2.2 沟壑治理开发措施及典型模式

1. 初期“V”型发展沟: 乔灌草混交综合防护型治理开发模式

模式建造地点: 喀左县八角沟。

措施组装及效益: ①上拦蓄, 在沟头进水凹地修沟头防护埂, 埂高 0.5m, 迎水坡 1:1.5, 北水坡 1:1。②中间挖, 较陡沟坡进行削坡开级、鱼鳞坑整地, 营造防护林。③下堵截, 主沟道出口处建小塘坝, 上游支沟建生物谷坊。④林草封, 沟头、沟边为胡枝子、柠条防护林或金银花、草苜蓿防护; 沟坡是沙棘、刺槐混交林或山杏、刺槐混交林; 沟道为杨树速生林。从沟头到沟口, 从沟坡到沟底形成完整的乔、灌、草混交综合防护型治理开发措施体系。⑤经测算, 该模式实施后, 年均蓄水 1.1 万 m³, 占年径流量的 43.5%, 年拦蓄泥沙 3 995t, 占年泥沙量的 95.9%, 投资回收期为 6a, 单位面积投入 4 455.6 元/hm², 单位面积年效益 4 140.2 元/hm², 投入产出比 1:2.1。

2. 中期“U”型发展沟: 经济林果(杏—枣—葡萄)立体治理开发模式

模式建造地点: 朝阳县乌兰河硕乡红石砬沟。

措施组装及效益: ①沟头穴状整地的沙棘、刺槐防护林; ②沟坡水平阶、鱼鳞坑整地的两杏(山杏、大扁杏)经济林; ③沟底大枣、葡萄经济林; ④主沟道修建浆砌塘坝和谷坊坝, 支沟修建干砌石坝, 沟底中、上部栽植大枣, 沟底下部发展葡萄, 借助主沟道 2 座

塘坝蓄水和 1 500m 长的管灌工程,实现沟坝地水利化,建立拦、截、造、蓄、提、引综合治理发型措施体系。⑤该模式长短效益兼顾,沟壑资源得到合理开发与利用,年均拦蓄地表径流 15 万 m^3 ,蓄水效率 89.3%,年均拦截泥沙 5 000t,保土效率 98%;投资回收期为 5a,单位面积投入 3 990.5 元/ hm^2 ,单位面积年效益 3 380.2 元/ hm^2 ,投入产出比 1:2.8。

3. 中期“U”型发展沟:水井—养殖—林果治理开发模式(或井—猪—果肥水循环开发利用模式)

模式建造地点:建平服富山乡小北沟。

措施组装及效益:①主沟道建塘坝,支沟修土、石谷坊,主沟道中、下部挖水井,容量 100 m^3 ~200 m^3 。②沟坡上部为鱼鳞坑、水平阶整地的山杏—刺槐(或山杏—油松)混交林;沟坡中、下部为台田整地的苹果、梨经济林。③沟底上游为棉槐、刺槐和文冠果沟道防护林,沟底中、下游为桃李间作玉米高产田。④沟坡中下部建养殖场(年存栏 1000 头猪)。该模式利用塘坝和水井集蓄坡面、沟道地表径流,借助水泵提到养殖场,然后再用养殖场用过“肥水”补水增肥灌溉坡面和沟底的果园,实现蓄—提—引—井—猪—果猪肥水循环开发利用。⑤据测算,该模式年均拦蓄地表径流 20 万 m^3 ,蓄水效率 85.7%,年均拦截泥沙 7 500t,保土效率 93%;投资回收期为 4a,单位面积投入 3 690.5 元/ hm^2 ,单位面积年效益 3 580.2 元/ hm^2 ,投入产出比 1:3.2。

4. 后期扩展“V”型稳定沟:窖—棚—果(林)治理开发模式

模式建造地点:凌源市尖山子流域沙金沟。

措施组装及效益:①主沟、支沟修建土、石谷坊。②沟底上游栽植杨树速生丰产林、刺槐防护林;沟底中、下游发展玉米高产田和果园。③沟坡中上部为果树台田整地大枣、苹果经济林;坡下部修建坡地大棚和标准化梯田。④利用该类型沟道特殊地形条建井式水窖 6 个,窖工及泉式水窖各 1 个,发展节水灌溉沟坝系“复合农林业”和“霜期农业”,建立拦—蓄—造—窖—棚—果(林)治理开发模式。⑤该模式借水窖等小型蓄水工程,发展沟坡地蔬菜大棚及果园,极大程度提高最沟坡地资源利用率、出产率。经测算,该模式年均保水量 15.19 万 m^3 ,年均保土量为 0.49 万 t;投资回收期为 3.5a,单位面积投入 3 560.5 元/ hm^2 ,单位面积效益 3 590.2 元/ hm^2 ,投入产出比 1:3.5。

5. 后斯扩展“V”型稳定沟:沟道大棚—葡萄

—食用菌三位一体治理开发模式

模式建造地点:喀左县羊角沟乡柳树行子沟。

措施组装及效益:①主沟道建塘坝,支沟建谷坊,在沟内建水泥圈井 20 眼、蓄水池 3 座,沟两侧坡面修水槽 1 500m 延长,利用沟道土地浆资源发展大棚葡萄、食用菌和蔬菜。②沟坡台田整地,栽植大枣经济林,建立沟道大棚—葡萄—食用菌三位一体治理开发模式。③该模式高效开发利用沟壑经济区的水土资源,土、水资源利用率分别达到 90%、85%,经测试,该沟壑经济区 2000 年人均收入达到 1 900 元,投资回收期为 3a,单位面积投入 3 450.5 元/ hm^2 ,单位面积年效益 3 580.2 元/ hm^2 ,投入产出比 1:3.6。

3 结语

1. 该研究将丘陵半干旱区沟壑分为初期“V”型发展沟、中期“U”型发展沟和后期扩展“V”型稳定沟三大类,对该地区沟壑进一步治理开发措施的配置和调控及其它地区山地侵蚀沟壑分类具有重要指导意义。

2. 该研究针对该地区不同类型沟壑,坚持“三维梯级治理开发”指导思想和“三先三后、五结合五为主”原则,研究提出了①乔、灌、草混交综合防护性治理开发模式;②经济林果立体治理开发模式;③水井—养殖—林果治理开发模式;④窖—棚—果(林)治理开发模式;⑤沟道大棚—葡萄—食用菌三位一体治理开发模式。这些不峭的沟壑治理开发模式和配置技术,在同类地区具有一定推广价值。

3. 该研究进下论证了山地沟壑治理在水土保持生态环境建设中的重要作用,特别是沟壑水土资源的有效开发利用,是解决基本农田不足,发展集雨节灌、复合农林业的重要途径。因此,在水土保持生态环境建设作为社会可持续发展基础工程的今天,加强对山地沟壑治理与开发,更具有重要的现实意义。

致谢:辽宁省水保所的舒乔生、邹桂霞等同志参加了研究工作。

参考文献:

- [1] 武春龙,李壁成.等.小流域侵蚀地貌演化的计量分析[J].水土保持学报,1977,3(4):55~61.
- [2] 张金福,李喜奎.黑龙江省黑土区沟壑侵蚀的危害及其治理[J].水土保持科技情报,1999,3:52~55.

[3] 李志华, 等. 平顶山市山丘沟壑治理与开发利用研究[R] . 1998, 5: 18~21.


[4] 刘作新. 低山丘陵半旱区农业可持续发展研究[M] . 北京: 科学出版社, 2000.

[5] 严昶升, 等. 燕辽易旱区生态农业的雏形[M] . 沈阳: 辽宁科学出版社, 1988.

Study on the Classification of the Gully and Its Harness and Development Patterns in Hilly Semi-arid Area of China

GAO Peng¹, LIU Zuo-xin¹, DING Fu-jun² and DAI Wu-gang²

(1. *Institute of Applogy, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016 China;*
2. *Waterconservation Bureau of Chaoyang City in Liaoning Province, 122000 China*)

Abstract: According to the investigating and surveying data of the gullies, Using the methods of the information entropy of the gully vertical profile, the main-element analysis and the cluster analysis, thegullies in hilly semi-arid area of China were divided into three types, i. e. the original period“V”form developing gully, the middle period“U”form developing gully and the late period“

Key words: hilly semi-arid area; gully classification; harness and development patterns