

坡耕地增长对沟谷发育的影响 ——以四川西昌大箐梁子为例

范建容¹, 杨阿强¹, 李勇², 钟祥浩¹, 张建辉¹

(1 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041;

2 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081)

摘要: 为了研究近 50 a来土壤加速侵蚀的状况和原因, 收集了四川西昌大箐梁子 1957年、1979年、2000年航空影像, 应用立体像对获取高程信息生成 DEM, 并利用 DEM 纠正航片获取正射影像。同时, 利用三期正射影像获取土地利用变化和沟谷变化信息, 通过野外调查与验证, 分析了沟谷形成、发育特点及与坡耕地增长的密切关系。研究表明, 西昌大箐梁子沟谷发育, 到 1957年已形成部分稳定或半稳定冲沟, 1970年代后期, 大量草地被开垦为耕地, 且多为坡耕地, 土壤抗蚀能力降低, 土壤侵蚀由此加剧, 沟蚀增强, 人为加速了沟谷侵蚀的发育。

关键词: 沟谷; 耕地; 航空影像; 金沙江下游

中图分类号: S157 TP79

文献标识码: A

金沙江干热河谷是我国西南地区特殊的脆弱生态环境类型区, 冲沟侵蚀是其突出的生态环境问题。冲沟侵蚀导致土地劣化, 造成土地资源严重破坏; 冲沟侵蚀还是金沙江下游泥沙的重要来源。金沙江干热河谷区冲沟侵蚀产沙研究, 不但对保障土地资源的持续利用及区域经济的可持续发展具有现实意义, 而且对减少长江泥沙输入和减轻洪水灾害意义深远。近年在这个地区开展了相应研究^[1-5], 根据作者这几年的考察发现, 坡地开垦对加速冲沟的发生演变有着明显的影响, 进而促进滑坡、崩塌、泥石流等山地灾害的发生。沟谷发育受很多因素影响, 诸如岩性、地质构造、气候、植被覆盖、土地利用等。土地利用对沟谷发育的影响研究已有报道^[4-6]。笔者在土壤侵蚀研究中收集到四川西昌大箐梁子(鹅掌河上游) 1957年、1979年、2000年三个时段的航空影像, 处理分析后发现, 该地区沟谷的发育状况与坡耕地增长关系极为密切。于是进一步对坡耕地时空变化与沟谷发育关系开展研究, 并到实地调查验

证。以此为基础, 本文详细论述了沟谷发育与坡耕地的关系, 为土地资源的合理利用、水土流失、山地灾害的防治与预测预报等方面提供依据。坡耕地在我国西部山区广泛分布, 在耕地中占有相当大的比重, 在实行退耕还林前, 随着山区人口的增长、经济的发展、平坝耕地的减少, 坡耕地面积不断增加, 本研究将进一步促进人们加强坡耕地的控制和坡耕地土壤侵蚀的防治。

1 研究区概况

研究区位于四川西昌大箐梁子鹅掌河上游西岸, N27°42'36", E102°21'20", 平均海拔 2 550 m, 面积 32.08 km²。鹅掌河沿则木河断裂发育, 向北流入邛海, 两侧多为互层的侏罗系砂岩与泥岩, 岩层破碎。大箐梁子年均温 < 13℃, ≥ 10℃ 积温 < 3 600℃, 无霜期 < 210 d, 年降水量约 900 mm, 干湿季分明, 降水集中于 5~10月, 占全年降水量的 90%以

收稿日期 (Received date): 2006-04-15 改回日期 (Accepted): 2006-07-20

基金项目 (Foundation item) 国家自然科学基金西部项目 (90202005) 和中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室开放研究基金资助。 [National Natural Science Foundation of China No. 90202005 Key Laboratory of Mountain Hazards and Surface Process Chinese Academy of Sciences]

作者简介 (Biography): 范建容 (1969-), 女, 汉族, 四川省井研县人, 博士, 副研究员, 主要从事山地土壤侵蚀、荒漠化等生态环境问题的研究和遥感与地理信息系统应用研究。 E-mail: fjrong@imde.ac.cn [Fan Jianrong (1969-), female, Siduan Province of P. R. China, Ph.D., Associate Professor major in technologies of remote sensing, GIS and their applications (soil erosion, desertification)]

上。土壤为山地红棕壤, 地带性植被为亚热带山地针阔混交林, 但受人类活动影响, 多退化为草地和灌木林。研究区耕地面积近 30 a 迅速扩大, 栽培植物为一年一熟的洋芋、荞麦等。

2 研究方法

将三期 (1957 年、1979 年、2000 年) 航空影像, 应用立体像对获取高程信息生成 DEM, 同时, 将航片利用 DEM 进行纠正后获得正射影像, 三期航空影像之间进行配准检查后, 从影像上获取沟谷变化和土地利用信息。并将影像和获得的沟谷变化及土地利用信息进行实地验证, 用全站仪测量并绘制沟谷分布图, 量测沟谷的宽度、长度和深度, 并对地貌、岩性、土壤、植被和农作物栽培情况等自然、社会经济状况进行了调查, 从而分析沟谷形成、发育与土地利用变化的关系。

3 沟谷发育特征

3.1 沟谷类型

研究区目前发育了 12 条沟谷, 其分布见图 1。这些沟谷分别处于细沟、切沟、冲沟发育阶段, 沟谷的深度多大于宽度, 沟壁陡峭, 沟谷正处于快速发展期, 下切强烈, 沟谷向下延伸快于溯源侵蚀。由于研究区土壤发育于坡残积物上, 土层厚 1 m 左右, 再往下即含大量块石, 所以沟底往往起伏不平, 多跌坎。

12 条沟中, 1~7 号为基本稳定或半稳定的冲沟, 8 号为活动冲沟, 9、11、12 为正在发育的切沟, 10 号为细沟, 正处于快速发展阶段。

3.2 新沟迅速形成

从图 1 的沟谷分布图可以看出, 1979 年后, 新沟

迅速形成并快速发展, 新增 4 条沟, 即 9~12 号沟。

3.3 沟长变化

1、4、6、7 号沟为基本稳定的沟 (表 1), 从 1957 年至 2000 年沟长未发生明显变化。2 号和 5 号沟在 1957 年前已发育至坡脚, 且已基本稳定, 其沟长未发生变化。3 号沟溯源侵蚀仍在继续, 1979 年以后溯源侵蚀明显快于 1979 年前, 1957~1979 年 22 a 共增长 4 88 m, 平均 0 22 m/a。1979~2000 年 21 a 延伸 15 62 m, 平均 0 74 m/a。8 号沟从 1957~1979 年溯源侵蚀增长 17 81 m, 平均 0 81 m/a。1979 年后溯源侵蚀加快, 到 2000 年沟头前进了 34 13 m, 平均 1 63 m/a。同时, 也向坡下快速延伸, 下延 149 40 m, 平均 7 11 m/a。可见 8 号沟 1979 年以后的发育以向下的侵蚀延伸为主, 沟头溯源侵蚀为辅, 整条沟的增长速度非常快, 为 8 74 m/a。1979 年到 2000 年, 新增的 4 条沟, 即 9~12 号沟, 总长度达 343 30 m, 它们的增长速度分别为 5 25 m/a、5 35 m/a、1 15 m/a 和 4 58 m/a。

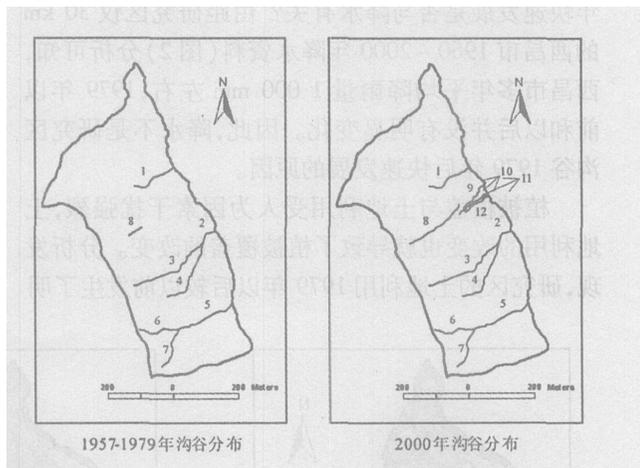


图 1 研究区沟谷分布图

Fig. 1 Gully map of the study area

表 1 1957 年至 2000 年沟长变化及侵蚀速率

Table 1 The change of gully length and the erosion rate from 1957 to 2000

沟段号	沟长度 (m)			侵蚀速率 (m/a)	
	1957 年	1979 年	2000 年	1957~1979 年	1979~2000 年
1	158.20	158.20	158.20	0	0
2	62.30	62.30	62.30	0	0
3	286.63	291.51	307.13	0.22	0.74
4	229.50	229.50	229.50	0	0
5	206.09	206.09	206.09	0	0
6	138.88	138.88	138.88	0	0
7	143.48	143.48	143.48	0	0
8	50.58	68.39	251.92	0.81	8.74
9			110.33	0	5.25
10			112.49	0	5.36
11			24.20	0	1.15
12			96.28	0	4.58
合计	1 275.66	1 298.35	1 840.80	1.03	25.83

3.4 沟谷密度变化

1957~1979年,由于沟谷变化缓慢,沟谷密度变化不大,1957年为 $39.76 \text{ m} / \text{km}^2$,1979年为 $40.47 \text{ m} / \text{km}^2$,增加 $0.71 \text{ m} / \text{km}^2$ 。1979~2000年,由于原有沟的继续发育和新沟的形成与发展,沟谷密度显著增大,达到 $57.38 \text{ m} / \text{km}^2$,较1979年增加 $16.91 \text{ m} / \text{km}^2$ 。

4 坡耕地与沟谷发育

4.1 沟谷发育影响因素分析

沟谷的发育一般与地形、岩性、地质构造、降雨、植被覆盖和土地利用等因素关系密切。但在研究区面积 32.08 km^2 范围内,地面的坡度、坡型、岩性、地质构造等近50 a基本上是一致的,没有明显的变化,因此不是研究区沟谷快速发展的影响因素。

降雨是影响沟谷发育的重要因素,其产生的地表径流是沟谷发育的基本动力。研究区沟谷1979年快速发展是否与降水有关?由距研究区仅30 km的西昌市1960~2000年降水资料(图2)分析可知,西昌市多年平均降雨量1000 mm左右,1979年以前和以后并没有明显变化。因此,降水不是研究区沟谷1979年后快速发展的原因。

植被覆盖与土地利用受人为因素干扰强烈,土地利用的改变也就导致了植被覆盖的改变。分析发现,研究区的土地利用1979年以后较以前发生了明

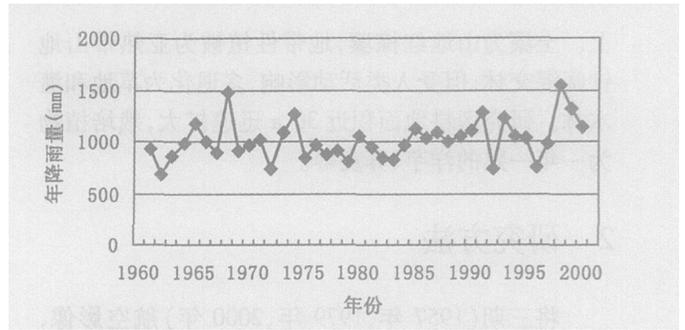


图 2 西昌地区历年降雨变化

Fig 2 The change of annual rainfall in Xichang

显的变化,与沟谷的加速发展关系极为密切。

4.2 坡耕地变化

研究区1957年前以草地为主,到20世纪70年代后期草地被大量开垦成坡耕地,1979年后坡耕地面积大幅度增加(图3),耕地面积由1957年的 6.81 km^2 增加到1979年的 16.10 km^2 (表2)。部分林木被砍伐,致使研究区本来就很少的林地变得更少,而灌丛面积有所增加。

1979~2000年,土地利用变化主要表现为耕地、有林地、灌木林地面积有所减少,草地面积增大,出现少量裸地。草地增加原因为少许耕地撂荒长草,部分灌木林被人为破坏后变为草地。同时也有部分草地被新开垦为坡耕地,由于冲沟的扩展以及滑坡发育出现少许裸地。

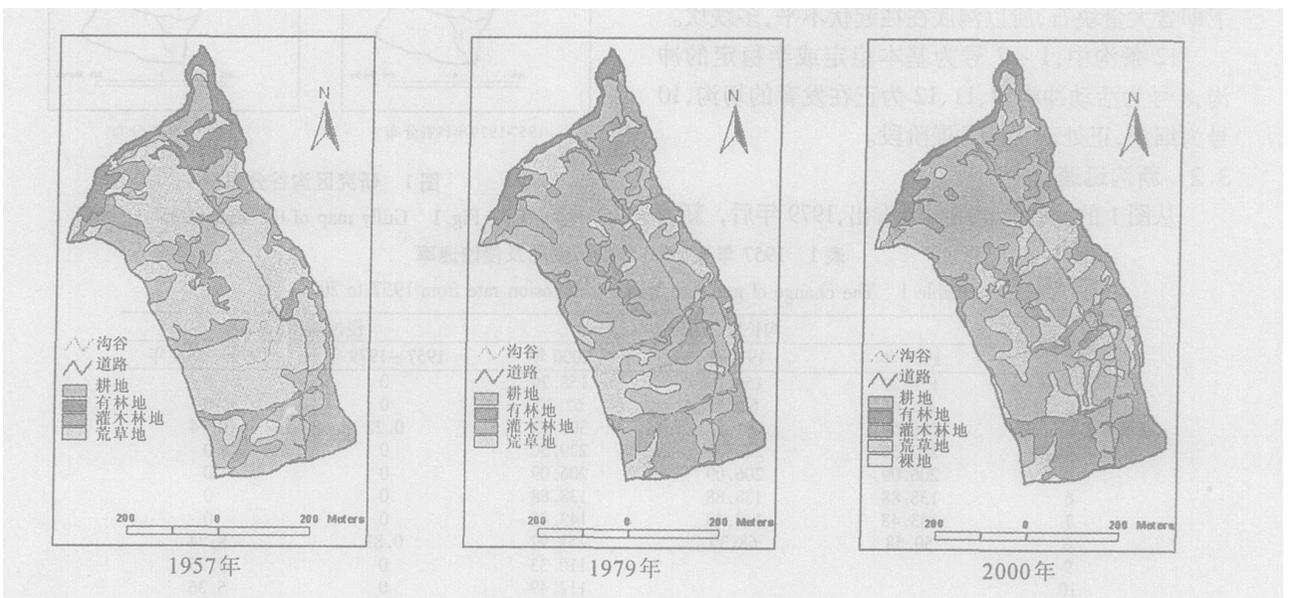


图 3 各期土地利用现状图

Fig. 3. Land use map in different period

表 2 1957年、1979年、2000年土地利用面积 (单位: hm^2)

Table 2 The area of land use in different period

土地利用类型	1957年	1979年	2000年
坡耕地	6.81	16.10	15.50
有林地	2.90	1.23	1.16
灌木林地	5.74	10.04	9.34
草地	16.64	4.71	6.02
裸地			0.06
合计	32.08	32.08	32.08

4.3 沟谷发育与坡耕地关系

依据三期航空影像获取的坡耕地和沟谷发育信息, 分析如下:

1、2、5、6、7号沟, 沟底、沟边、沟沿均有灌木覆盖, 且沟源区多为草地或灌木林地, 植被生长良好, 已处于发育稳定阶段, 因此从 1957~2000年以及至今几十年的时间里未发生明显变化。

3号沟从 1957~2000年期间, 由于刀耕火种, 其沟头土地利用方式为草地、耕地交替变化, 1979年后受人类活动影响更加强烈, 致使沟头溯源侵蚀继续发展, 1979年前沟头前进了 4.88 m, 1979~2000年沟头前进了 15.62 m。

8号沟为活动冲沟, 1957~1979年溯源侵蚀较强, 沟头前进 17.81m, 侵蚀速率 0.81 m/a。1970年代后期由于在沟头和沟下段草地被开垦为坡耕地后, 侵蚀加剧, 下切发展加速。该沟延伸至一横坡修建的简易公路时, 路基作为该沟的侵蚀基准, 由于路基的稳定, 该沟停止前进。2005年调查时, 冲沟侧蚀与下切仍在继续。

9~12号沟为 1979年后新发育的沟, 其所处位置原为草地, 1970年代后期开垦为坡耕地, 加之径流汇集作用, 新沟迅速形成并发育, 到 1990年代后期, 由于沟谷的发育, 坡耕地遭到破坏, 致使土地不宜耕种而又沦为荒地, 这 4条沟至今仍处于发育阶段。

总的来看, 研究区沟谷总长度的增长是与坡耕地面积增长成正相关的, 并具有时间滞后的特点 (图 4)。

耕地, 特别是坡耕地抗侵蚀力弱, 是沟谷加速发展的主要原因。研究表明, 耕地的较粗 (2~0.2 mm) 团聚体明显较林草地少, 团聚体愈少, 土壤抗蚀性愈弱^[7]。观测表明, 小流域土壤流失主要发生在裸地和坡耕地, 以裸地土壤流失为基数, 坡耕地土壤流失为裸地的 100.11%, 而灌草地和松栎混交

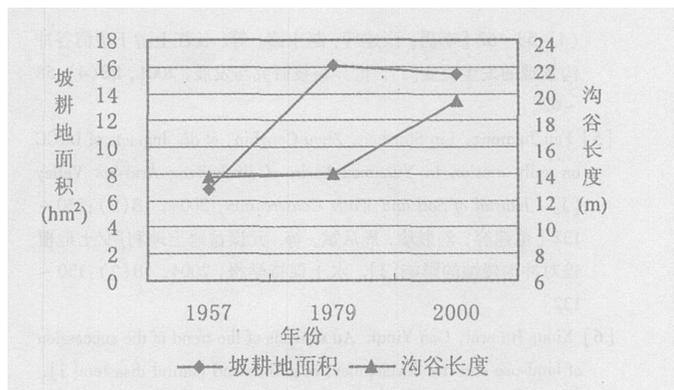


图 4 坡耕地与沟谷长度增长关系图

Fig. 4 The relation between slope farmland and the length of gullies

林土壤流失仅为裸地的 28.95% 和 4.4%^[8]。耕地退耕还林后, 侵蚀量可减少 90% 以上^[9]。可见, 四川西昌大箐梁子坡耕地面积扩大是沟谷加速发展的主要原因。同一块土地上土地利用方式的改变与沟谷的形成、发展关系极为密切。土地利用方式改变不仅造成地表植被覆盖类型、覆盖度的变化, 而且还造成地表土壤结构、抗蚀性的改变。特别是当林地、草地改变为坡耕地后, 不仅地表植被覆盖度减小, 覆盖时间缩短, 拦蓄降水能力降低; 而且由于犁耕使原来树(草)根盘结紧实、抗蚀性强的土壤改变成了疏松的、抗蚀性差的土壤, 土壤侵蚀由此加剧, 沟蚀增强, 人为加速了沟谷侵蚀的发育。

参考文献 (References)

- [1] Chai Zongxin, Fan Jianrong, Liu Shuzhen. Analysis on development characteristics and process of gully in Yuanmou basin on lower reaches of Jinsha River [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2001, 21(4): 339~343 [柴宗新, 范建容, 刘淑珍. 金沙江下游元谋盆地冲沟发育特征和过程分析 [J]. 地理科学, 2001, 21(4): 339~343]
- [2] Wang Xiaodan, Fan Jianrong, Chai Zongxin, et al. Fractal study on Bending of Gullies Head in Yuanmou basin lower reaches of Jinsha River [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2001, 15(5): 65~67 [王小丹, 范建容, 柴宗新, 等. 金沙江下游元谋盆地冲沟沟头弯曲度的分形研究 [J]. 水土保持学报, 2001, 15(5): 65~67]
- [3] Chai Zongxin, Fan Jianrong. Study on the restoration of vegetation in Arid hot Valleys along the Jinsha River [J]. *Journal of Mountain Science*, 2001, 19(4): 381~384 [柴宗新, 范建容. 金沙江干热河谷植被恢复的思考 [J]. 山地学报, 2001, 19(4): 381~384]
- [4] Li Yong, Zhang Jianhui, Zhang Yongtao, et al. Past Gully development in the Warm Dry Valley of Xichang SW - China [J]. *Journal of Yunnan Normal University (Natural Sciences Edition)*, 2001, 23

- (4): 58~62 [李勇, 张建辉, 赵永涛, 等. 长江上游干暖河谷冲沟景观的发生演变[J]. 世界科技研究与发展, 2001 23(4): 58~62]
- [5] Fan Jianrong, Liu Shuzhen, Zhou Congbin, *et al.* Impacts of LUCC on gully erosion in Yuamou basin of Jinshajiang Arid hot Valley [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2004 18(2): 130~132 [范建容, 刘淑珍, 周从斌, 等. 元谋盆地土地利用 土地覆盖对冲沟侵蚀的影响[J]. 水土保持学报, 2004 18(2): 130~132]
- [6] Xiong Ruowei, Gao Yinqi. An analysis of the trend of the succession of land use and the development of gullies and natural disasters[J]. *Journal of Yunnan Normal University (Natural Sciences Edition)*, 1994 14(4): 80~88 [熊若蔚, 高荫歧. 土地利用演替与冲沟、山地自然灾害发展趋势分析[J]. 云南师范大学学报 1994 14(4): 80~88]
- [7] Liu Gangcai, Fan Jianrong, Zhang Jianhui, *et al.* The influence of varied land use on soil properties in hilly area of Sichuan, China [J]. *Journal of Mountain Science*, 2005 23(2): 209~212 [刘刚才, 范建容, 张建辉, 等. 四川盆地紫色丘陵区土地利用类型对土壤理化性质的影响[J]. 山地学报, 2005 23(2): 209~212]
- [8] Gao Zhongqi, Zhang Hongjiang, Shi Yuhu, *et al.* Amount of soil loss under different land use type in Granite Area of Three Gorges of Yangtze River [J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2004 2(4): 26~29 [高中琪, 张洪江, 史玉虎, 等. 长江三峡花岗岩区不同地类土壤流失量研究[J]. 中国水土保持科学, 2004 2(4): 26~29]
- [9] Ni Jüpai, Fu Tao, Li Ruikuo, *et al.* Supplying Geographical Information System ARC/INFO to predict soil erosion of watershed [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2001, 15(4): 29~33 [倪九派, 傅涛, 李瑞雪, 等. 应用 Arc/info预测芋子沟小流域土壤侵蚀量研究[J]. 水土保持学报, 2001 15(4): 29~33]

Study on the Responses of Gully Develop to Plough Land Changes — Taking Daqingliangzi of Xichang in Sichuan Province as Examples

FAN Jianrong¹, YANG Aqiang¹, LI Yong², ZHONG Xianghao¹, ZHANG Jianhui¹

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China;

2 Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract Gully erosion is one of the serious ecological and environmental issues in the lower reaches of Jinsha river. Because of gully erosion land resources was destroyed and sediment in the river was increased. In order to protect land resources and decrease sediment from this area, it is necessary to discuss causations of rapid development of gully erosion. Land use types have been changed in the last 50 years at Daqingliangzi of Xichang in Sichuan province. Aerial photos of this area in 1957, 1979 and 2000 are obtained. DEM is generated from these aerial photos. Orthophotos are made with the DEM and photos. Then the information of land use and gully in three period are obtained from these orthophotos. It is analysed the consanguineous relation between gully and land use. It is showed that some gullies had formed before 1957 and they had been steady or near steady. But many sidehill grassland were dig up to plough land in 70s of twenty century, the soil erosion resistant ability was receded. Soil erosion, especially gully erosion, was intensified. Some old gullies expand fast. Some new gullies formed rapidly. Land resources are destroyed.

Key words gully; plough land; Aerial photograph; the lower reaches of Jinsha River