

# 贵州花江喀斯特峡谷水土流失状态分析

彭建, 杨明德

(贵州师范大学资源与环境科学系, 贵州 贵阳 550001)

**摘 要:** 选取能较好反映喀斯特峡谷特征的花江峡谷作为研究对象, 采用埋桩、修建沉沙池及充分利用当地沟谷谷坊等手段相结合的方法, 集中讨论了花江喀斯特峡谷水土流失的现状和特点。一方面, 研究区的土壤侵蚀量远小于大多数非喀斯特地区, 但并不是说喀斯特峡谷地区的水土流失不严重, 相反, 这正是水土流失发展到极其严重地步的必然现象; 另一方面, 流域的土壤侵蚀强度还受其内部岩性结构的影响碎屑岩的比重越大, 土壤侵蚀模数也越大。同时, 对不同天然植被条件下的土壤侵蚀监测发现, 通过种草来减轻峡谷地区的土壤侵蚀是一条十分有效的途径。

**关键词:** 贵州花江; 喀斯特峡谷; 水土流失; 现状分析

**中图分类号:** X144

**文章标识码:** A

水土流失是区域生态环境退化的重要表现形式之一<sup>[1]</sup>。长期以来, 不少地学工作者对其进行了大量研究, 但这种研究主要侧重于非喀斯特地区。在涉及到喀斯特环境下的水土流失研究时, 人们常常以非喀斯特地区的标准去衡量它, 并进而得出喀斯特地区水土流失轻微的结论, 淡化了喀斯特环境的脆弱性。由于喀斯特环境是一种特殊的地域综合体, 这种对待方式在很大程度上缺乏科学性。近年来, 有的喀斯特工作者逐渐认识到这种局限性, 并针对喀斯特环境的特殊性, 以一种新的目光去审视这一问题。柴宗新研究了广西喀斯特地区土壤侵蚀, 据广西碳酸盐岩溶蚀的速度, 计算出斯特地区的溶蚀模数为  $218.7 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ , 进而得出广西喀斯特地区土壤允许流失量为  $68 \text{ t/km}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ 。并据此将广西喀斯特地区的土壤侵蚀强度分为 5 级<sup>[2]</sup>。据其分级标准, 广西属中强度侵蚀以上的斯特地区占有喀斯特地区的 80%, 比较准确地反映了喀斯特地区水土流失的严重程度。而按非喀斯特地区的标准, 这些地区的土壤侵蚀强度至多为轻微侵蚀。由于喀斯特具有明显的区域性, 不同的喀斯特地区之间的生态环境上可以有很大的差异。陈晓平研究了云南西畴西部典型喀斯特峰丛山区的土壤侵蚀强度, 并在柴宗新的基础上, 建立了适合于喀斯

特山区的土壤侵蚀强度分级标准<sup>[3]</sup>。

## 1 研究区自然地理概况

研究区位丁贵州西南部、关岭县和贞丰县交接处的北盘江花江段, 归属珠江流域, 北盘江在此切割, 形成了一宽谷套峡的叠置谷, 花江峡谷指包含和峡谷在内的完整谷地(图 1)。研究区出露地层主要为中、上三叠统地层, 有赖石科组、竹杆坡组、瓦窑组、杨柳组、垄头组等, 其中赖石科组和瓦窑组为碎屑岩组, 竹杆坡组为碳酸盐岩夹碎屑岩组, 杨柳组和垄头组为碳酸盐岩组, 质纯层厚。研究区内碳酸盐类岩占 78.45%, 属典型的喀斯特峡谷。地质构造总体上北东翼陡峻, 倾角在  $50^\circ \sim 70^\circ$ , 而南西翼平缓, 倾角多在  $10^\circ \sim 20^\circ$ , 研究区内的峡谷段刚好发育在该向斜上, 这就决定了花江峡谷为一北陡南缓、两翼明显不对称的喀斯特峡谷。

峡谷北侧为一顺构造走向的陡倾的溶蚀坡, 坡顶发育了典型的喀斯特峰丛, 坡脚则与一发育在赖石科组和瓦窑组上的非喀斯特台地相接, 台地起伏和缓, 坡度多在  $15^\circ$  以下, 土层深厚, 研究成果区内的耕地大多集中分布于此, 台地以下则为两壁直立的箱形谷。峡谷南侧为一大缓坡, 坡地上广泛分布着

收稿日期: 2001-07-08; 改回日期: 2001-08-24.

基金项目: 国家“九五”重点攻关项目(项目编号: 96-920-21-08)资助。

作者简介: 彭建(1975-), 贵州习水人, 贵州师范大学资源与环境科学系, 自然地理学专业硕士研究生, 方向岩溶学, 已发表论文数篇。

email: pengjian\_75@chinaaren.com

高度和坡度均不大的峰丛以及长度在数千米以内的喀斯特干谷。由于属中亚热带低热河谷气候类型, 这里冬春温暖干旱, 夏秋湿热, 热量资源丰富。年均温 18.4℃, 年均极端最高气温为 32.4℃, 年均极端最低气温为 6.6℃, 年均降水量 1 100 mm, 但时空分布不均, 多暴雨, 5~10 月降水量占全年总降水量的 83%, 从谷底(花江大桥)的年均降水量为 1 094 mm, 谷坡(顶坛)为 1 259 mm, 谷肩为 1 438 mm。研究区的土壤以石灰土为主, 土壤结构不良、质地粘重、缺乏团粒结构, pH 值一般在 6.5 以上, 易旱, 吸湿水含量低, 土壤水、肥、气、热不平衡, 且富含钙质, 普遍显示 Ca、Mg、Fe 含量高, 且有典型的石灰土特征。由于人类活动破坏的结果, 研究区内森林覆盖率很低, 除在一些村寨的四周有树林分布, 在一些陡峻的峰丛顶部尚残存有少数灌丛外, 其余大部分地区, 由于长期而强烈的水土流失, 基岩裸露, 石漠化十分严重, 裸岩面积比重达 70% 以上。

## 2 研究方法

考虑到示范区独特的地质、地貌条件, 为了能有效地测量出峡谷两侧的水土流失量, 在花江坡和牛场坡分别采取了打桩和修建沉沙池两种方式。另外, 在花江坡一侧, 当地政府为了减轻水土流失, 在该坡的一部分冲沟里从上游到下游共修建了 10 个谷坊, 对底移的砂砾进行拦截。

花江坡一侧, 出露的岩石除了碳酸盐岩外, 还有相当部分为非喀斯特岩石, 从木工到大石世一带, 主要为上三叠系赖石科组、瓦窑组和竹杆坡组的砂岩、页岩和泥岩, 其上土层相对深厚、肥沃、由于自然条件相对较好, 人类开发利用的历史也较早, 原始的植被早已被破坏殆尽, 现只剩一些稀疏的人工林, 绝大部分土地现已成为耕地。每当雨季来临时, 暴雨洗

刷地表, 大量的泥沙通过冲沟进入北盘江, 水土流失十分严重。而在花江坡的其这结区, 出露的岩石主要为垭头组的碳酸盐岩, 岩性较纯, 酸不溶物含量少, 成土过程缓慢, 成土量也较蛭喀斯特地区少得多, 虽然坡度不如北岸陡峭, 但由于植被人为破坏严重, 长期遭受强烈的水土流失, 现在只有在一些石缝和低洼的地方, 才有土壤分布。

花江坡的水土流失测量主要通过打桩的方式来获取, 1999—03, 我们分别在三个生境不同的地区共埋了 20 多棵木桩, 即: 青杠坡(约 15 棵)、坝山(4 棵)、躲牛洞(8 棵), 三个地区中, 青杠坡的土层最厚, 虽然上有稀疏的青桉林, 但由于缺乏草被, 水土流失十分严重(这在后面的数据中足以反映出来)。坝山是一无树但长有浓密草被的小山丘, 这里共埋有四棵桩, 两两一排, 共两排。躲牛洞事实上是一灰岩岩屑崩塌堆积而成的倒石堆, 其上无树, 有草覆盖, 但不如坝山的浓密, 坡高较陡, 海拔在三地中较高, 该处共埋桩 8 棵, 两两一排共 4 排。

板贵乡政府在板贵坡修建的 9 个谷坊从东向西分布在 4 条沟谷里, 这些谷坊和其拦截的沟谷构成了一些四棱锥或三棱锥体, 坝宽一般在 7 m~12.5 m 间, 坝高 1.5 m~3.20 m。

牛场坡的水土流失主要通过修建沉沙池来测量, 沉沙池建在顶坛小学旁的一相对封闭的小流域中, 流域集水面积约 0.263 km<sup>2</sup>, 出露岩石全为垭头组碳酸盐岩。沉沙池长 5m、宽 2.5m、高 2.3 m, 其长轴方向和流域一致。

## 3 结果及分析

在研究区的北坡(板贵坡), 由于埋桩的三个地点在地形、地表组成物质上有较大差别, 导致它们在水土流失强度上也有较大不同(表 1)

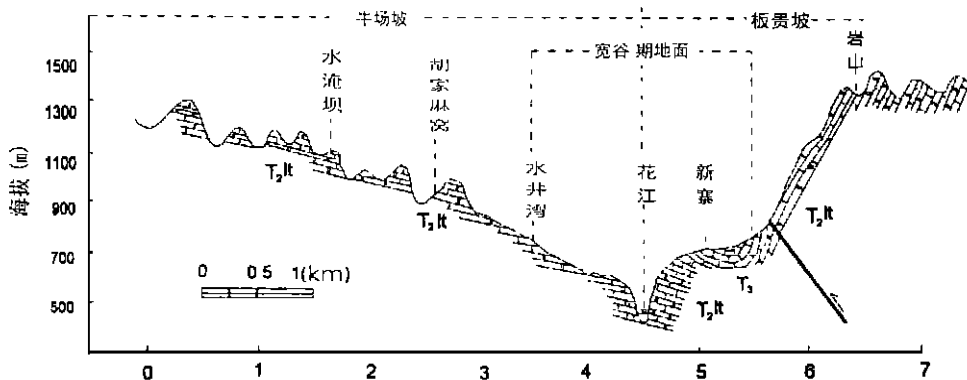


图 1 花江峡谷横剖面图

Fig. 1 the map of cross section of Huajiang karst gorge

表 1 板贵坡水土流失埋桩测量数据表  
Table 1 the survey data of soil erosion in the slope Bangui

位置	编号	净蚀深(cm)	平均净蚀深(cm)	坡度	打桩处生境
躲牛洞	1	0.2	0.77	31°	海拔 862m, 四周有较浓密的草被。
	2	-0.3 <sup>1)</sup>		31°	海拔 862m, 周围有草被。
	3	0		31°	海拔 836m, 四周有草被。
	4	0.7		31°	海拔 836m, 周围 10cm 内无草。
	5	0.7		31°	海拔 825m, 四周有草被。
	6	0.5		31°	海拔 825m, 四周有草被。
	7	1.9		31°	海拔 821m, 四周有草被。
	8	1.4		31°	海拔 821m, 四周有草。
坝山	9	0.3	0.5	24°	海拔 771m, 周围有浓密草被。
	10	-0.1		24°	同上。
	11	0.7		24°	海拔 769m, 周围有较稀疏草被。
青杠坡	12	0.7		19°	青杠林边缘, 位于砂页岩风化土层上, 四周无草。
	13	0.9		19°	同上。
	14	0.4		19°	青杠林中, 砂页岩风化土层上, 有地衣保护草较密。
	15	-7		19°	冲沟底部, 土质同上但相对疏松, 上有较厚柘枝落叶。
	16	1.2		17°	冲沟沟脑, 土层薄, 裸露。
	17	12.6		22°	冲沟出口底部, 沟底裸露, 沟蚀强烈。

1)负号表示堆积, 下同。

三地当中, 以青杠坡的土壤侵蚀最为严重, 尽管这里地形坡度是三地当中最小的, 但最大侵蚀尝试和最大年平均侵蚀尝试都发生于此, 分别为 3.16 cm 和 12.6 cm, 说明这里的水土流失是最强烈的, 这主要是因为该处的土壤是发育在赖石科和瓦窑组的砂岩之上, 土质疏松, 加之森林被砍伐后, 直接暴露在暴雨的冲刷下且沟蚀特别强烈所致。坝山为一小山丘, 埋桩位置在靠近其顶部的坡地上, 坡度虽较青杆坡陡峭, 但附着其上的草被是三地之中最浓密的, 0.5 cm。处于其间的是躲牛洞, 它在地形上为一倒石堆, 虽然平均坡度是陡峭, 但岩石碎屑风化后形成的土壤薄而相对粘重, 加之坡上生长有较好的划被, 水

土流失强度远不及青杆坡严重, 土壤年平均侵蚀深度为 0.77 cm。在板贵坡几个冲沟中的观测分两个阶段进行, 即从 1999—03~2000—04 和 2000—04~10, 这里, 我们主要观测冲沟的输沙模数。第一阶段各冲沟的底移质泥沙一般在 1.145 m<sup>3</sup>~92.5 m<sup>3</sup> 间, 考虑到底移质主要为较粗大的砾石, 按容重为 2 g/cm<sup>3</sup> 计算, 其相应的输沙模数(底移质部分)在 3.18 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>~174.5 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup> 间, 但第二阶段的数据却比第一阶段的要大得多, 底移质泥沙量和输沙模数都比第一阶段增加了数倍(表 2)。分析研究区的降水资料表明, 第一阶段的降水量为 1 035 mm, 第二阶段的为 844 mm, 二者相差不大, 但第二阶段的暴雨频率远大于第一阶段(表 3)。

表 2 板贵坡几条冲沟水土流失量数据表  
Table 2 the survey data of soil erosion of several gullies in the slope of Bangui

冲沟	年份	泥沙体积(m <sup>3</sup> )	坝控面积(km <sup>2</sup> )	输沙模数(t/km <sup>2</sup> ·a) <sup>1)</sup>
1	1999	38.05	0.75	101.5
	2000	52.37		139.7
2	1999	1.145	0.72	3.18
	2000	15.2		42.2
3	1999	10.05	0.98	20.5
	2000	63.9		130.4
4	1999	92.5	1.06	174.5
	2000	431.2		813.6

1)计算对象均为底移质部分。

表 3 顶坛雨季(4~9月)降水资料统计表

Table 3 a statistic table of rainrall data of Dingtan during rainy seasln from April to September

时间	最小暴雨强度 ( mm/d)	最大暴雨强度 ( mm/d)	平均暴雨强度 ( mm/d)	月均暴雨次数 (次/月)
1999— 04~ 1999— 09	50	93	66	0. 67
2000— 04~ 2000— 09	51	94	63. 6	1. 17

此外,从表 2 中不难看出,自冲沟 1~4,土壤输沙模数有增大趋势,这主要是因为在这个序列上,流域内碎屑岩的面积比重逐渐增的缘故,说明流域内不同的岩性别组合对流域的水土流失强度会产生较大影响。

在研究区的牛场坡一侧,顶坛小学旁沉沙池的观测数据表明(表 4),1999—03~2000—04(第一阶段),在其所控制的 0.263 km<sup>2</sup> 的面积上,泥沙沉积物(主要为颗粒细小均匀的细砂、粉砂质)的干重为 0.218 t(由于沉量少,用秤称取获得其湿重,到样带回实验室烘干,根据其干、湿重对比,最后得到实际沉积物的干重);从 2000—01~10(第二段)不足一年的时间内,泥沙沉科学分析物干重为 3.229 t。这与板贵坡相似,也是第二阶段的水土流失量远大于第一阶段,但在绝对数量上小于其对岸的板贵坡。究其株因,主要有两方面:一是流域全由较纯的碳酸盐岩所组成,成土过程缓慢,土层薄,分布不连续,裸岩面积比率高;二是长期的土壤侵蚀,使这里已几近无土可流的地步。

表 4 牛场坡顶坛沉沙池水土流失量数据表

Table 4 the survey data of soil erosion of sand— deposited pool in Dingtan, Liuchang slope

	1999. 3~ 2000. 4	2000. 4~ 10
泥沙量(t)	0. 218	3. 229
流域面积(km <sup>2</sup> )	0. 263	
输沙模数(t/km <sup>2</sup> ·a) <sup>1)</sup>	0. 827	12. 279

1)以上数据的计算对象均为底移质部分

考虑到悬移质部分,如按泥沙输移比 0.5 计算,沉沙池所控流域土壤侵蚀模数第一阶段和第二阶段分别为 1.654 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>和 24.558 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>;板贵坡四条冲沟在第一阶段的土壤侵蚀模数分别为 203 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>、6.36 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>、41 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>和 349 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>,第二阶段分别为 279.4 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>、844 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>、260.8 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>和 16 272 t/km<sup>2</sup>·a<sup>-1</sup>。

据陈晓平对喀斯特山区水土流失强度的划分(表 5)<sup>[3]</sup>,对牛场坡而言,即便是侵蚀最强烈的第二阶段,其水土流失也为微度侵蚀。而对板贵坡来说,第一阶段的侵蚀强度较低,冲沟 1 为轻度侵蚀,2 和 3 为微度侵蚀,4 为中度侵蚀;第二阶段侵蚀强度明显增强,冲沟 1、3 为中度侵蚀,冲沟 2 为轻度侵蚀,冲沟 4 达剧侵蚀级别。不难看出,沉沙池控制的小流域的输少模数即便是在第二阶段,也在微度侵蚀的范围内,但这并非说明这里的水土流失不严重或已经减轻,恰恰相反,它正是喀斯特峡谷水土流失发展到后期、生态环境严重恶化的集中表现。

表 5 喀斯特山区土壤侵蚀强度分级

Table 5 the classification of soil erosion intensity of kaest mountain areas

侵蚀程度	土壤侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
微度侵蚀	< 46
轻度侵蚀	46~ 230
中度侵蚀	230~ 460
强度侵蚀	460~ 700
极强度侵蚀	700~ 1300
剧烈侵蚀	> 1300

4 结论

通过对花江喀斯特峡谷水土流失的研究,以及与其他地区的对比,我们得到了以下几点认识:

1. 即便是在坡度陡峻的喀斯特地区,良好的草被覆盖能极大地减轻水土流失量。其效果远远好于林、灌。因此,在喀斯特山区,通过种草来减缓水土流失是一答可物之路。

2. 在其他答件相差不大的情况下,流域内的岩性构成对流域的水土流失强度有明显影响。一般地说,流域内非溶性岩石出露越多,水土流失强度越

大。在碳酸盐岩占优势的流域里,土壤侵蚀量普遍较小,这主要由喀斯特地区的成土特所造成的。

3. 一般认为,南方湿热喀斯特地区水土流失十分严重,但在一些地形陡峭地区(如峡谷地区),观测数据往往表明,土壤侵蚀量和输沙模数都比其他喀斯特地区小得多,从而得出这些地区的水土流失并不严重的论断。事实上,这是水土流失发展到极至,已濒临无土可流、生态环境极其恶化的地步,与之相伴的是高度的石漠化,种石漠化所带来的各种生态环境效应将严重威胁当地居民的生存和社会经济的

可持续发展。种种迹象表明,花江喀斯特峡谷的水土流失已经达到了后期阶段,若再不采取有效的治理措施,其生态环境的改善和恢复将极其困难。

参考文献:

[ 1 ] 杨明德,论喀斯特环境的脆弱性[ J ].云南地理环境研究,1990.2 (1): 21 ~ 29.  
[ 2 ] 柴宗新.试论广西岩溶区土壤侵蚀[ J ].山地研究(现《山地学报》),1989.7(4):255~ 259.  
[ 3 ] 陈晓平.喀斯特山区环境土壤侵蚀特性的分析研究[ J ].土壤侵蚀与水土保持学报,1997.3(4): 31 ~ 36.

On the Present Soil Erosion Situation of  
Huajiang Karst Gorge in Guizhou Province

PENG Jian and YANG Ming-de

(Department of Resource and Environment Science, Guizhou normal university, Guiyang 550001 China)

**Abstract:** karst region is a special kind of region, and dirreent in many aspects of soil erosion compared with non-karst a a. It's well known that Guiahou is a typicai karst province, whose most important geomorphological units are composed of plateau area and gorge area. and pays yts main attention to discussing present situation and reatures of woil erosion of Huajiang gorge, by the means of combination with buying stake, building sanb-deposited pool and making rull use of sediment trapping dam. On the one hand, the amount of soil erosion of the sample area is much less than that of most non-karst areas, but it doesn't mean that the soil erosion of darst gorge is not serious, on the contrary, it is a symbol that soil erosion in these areas is in the serious statwe; on the other hand soil erosion intetsity of a drainage area is inlruenced by its rock structure, the larger the ratio of fragment rock is, the bigger the soil erosion modulus will be, Meanwhile, through monitoring the soil erosion under the condition of different vegetation, it is demonstrated that it's a valid way to alleviate the soil erosion of karst gorge area by planting grassland.

**Key words:** Huajiang of Guiahou; karst gorge; soil erosin; analysis of present situation