

# 典型岩溶峰丛山区土地利用与水土流失

裴建国, 李庆松

(中国地质科学院 岩溶地质研究所 国土资源部岩溶动力学重点实验室, 广西 桂林 541004)

**摘要:** 以广西马山县加方—古寨地区为例, 在分析自然地理及地质条件的基础上, 分析了土地开发利用现状、土地利用空间的合理调配与岩溶石山区水土流失的治理, 提出了水土流失的治理方法。

**关键词:** 土地利用; 水土流失; 岩溶峰丛山区

**文献标识码:** A      **文章编号:** 1000—288X(2006)02—0094—06      **中图分类号:** P642.25, F301.24

## Land Use and Soil and Water Loss in Typical Karst Mountain Area

PEI Jian-guo, LI Qing-song

(Institute of Karst Geology, CAGS., Karst Dynamics Laboratory, MLR., Guilin 541004, Guangxi Province, China)

**Abstract:** By taking Jiafang-Guzhai area in Mashan County as an example, and studying geographical and geological conditions, present development situation of lands, spatial allocation of land use, and soil and water loss in the karst area are analyzed. Some measures for controlling soil and water loss are suggested.

**Keywords:** land use; soil water and loss; typical karst mountain area

加方—古寨地区位于广西省马山县东部岩溶石山地区, 总面积约 370 km<sup>2</sup>。地貌形态为纯碳酸盐岩组成的岩溶峰林地貌, 且以峰丛洼地为主。峰丛山高坡陡, 洼地与峰顶的高差大, 洼地的分布密度为 2~3 个/km<sup>2</sup>。由于人口的迅速增加, 大面积地砍伐森林, 开垦荒地, 导致水土流失和石漠化严重, 使大面积基岩裸露, 耕地逐年减少, 以及各种各样不适当的人类活动和不合理的土地利用, 加剧了水土流失和石漠化的发展, 进而加重了旱涝灾害的发生。

## 1 自然地理及地质条件

### 1.1 地质条件

研究区处于广西省山字型构造前弧西翼, 大明山背斜的北端, 主要构造线呈北西向。区域性地层自泥盆系中统至三叠系下统均有出露(图 1)。该区出露地层主要有泥盆系中上统和石炭系下中统, 主要岩性为石灰岩, 次为白云岩, 构成了该区的成土母质。

泥盆系中统东岗岭组(D<sub>2</sub>d), 下段为厚层状白云岩、钙质白云岩夹白云质灰岩, 底部有一层含泥质灰岩, 厚约 146 m; 中段以中厚层状灰岩、白云质灰岩为主, 厚约 1 148 m; 上段为中薄层状灰岩、层孔状灰岩, 局部夹白云质灰岩, 在加方一带含燧石条带或团块, 厚约 393 m。上统(D<sub>3</sub>) 下部为厚层状白云岩、白

云质灰岩, 上部为厚层状灰岩, 厚约 696 m。

石炭系下统岩关阶(C<sub>1</sub>y) 以中薄层状灰岩为主, 夹燧石条带及白云岩, 厚为 196 m, 大塘阶(C<sub>1</sub>d) 以中厚层状灰岩为主, 厚为 114~505 m; 中统黄龙组(C<sub>2</sub>h) 为中厚层状灰岩夹少量白云岩, 厚为 46~214 m; 上统(C<sub>3</sub>) 主要为中厚层状、厚层块状灰岩, 厚为 416~529 m。

二叠系下统栖霞组(P<sub>1</sub>q) 和茅口组(P<sub>1</sub>m) 中厚层状灰岩, 上统(P<sub>2</sub>) 硅质岩、页岩、燧石灰岩夹煤层, 三叠系下统(T<sub>1</sub>) 页岩、粉砂质页岩夹薄层状灰岩, 分布于该区的包围。

### 1.2 地形地貌

马山县加方—古寨地区属红水河流域, 位于大明山北端, 处于马山地下河和大龙洞地下河的分水岭地带(图 1)。由于岩溶发育, 地表水系不发育, 而地下河和伏流发育, 山高坡陡, 洼地密布, 地形高差大, 水土流失主要发生在斜坡和洼地底部。

该区的地貌形态为纯碳酸盐岩组成的岩溶峰林地貌, 且以峰丛洼地为主(图 2)。峰丛山高坡陡, 海拔高度多为 600~700 m, 最高加捐岭为 844.8 m。洼地与峰顶的高差为 200~450 m, 洼地的分布密度为 2~3 个/km<sup>2</sup>。洼地的底部高程有向地下河径流方向递降的趋势。

收稿日期: 2005-05-25

资助项目: 地质调查项目(200310400043); 国家自然科学基金资助项目(90202016); 国土资源部重点科技项目(991004); 广西基金项目(9920006) 联合资助

作者简介: 裴建国(1957—), 男(汉族), 内蒙古人, 研究员, 研究方向为水文地质与岩溶环境。电话(0773) 5831236, E-mail pei@mail.karst.ac.cn。

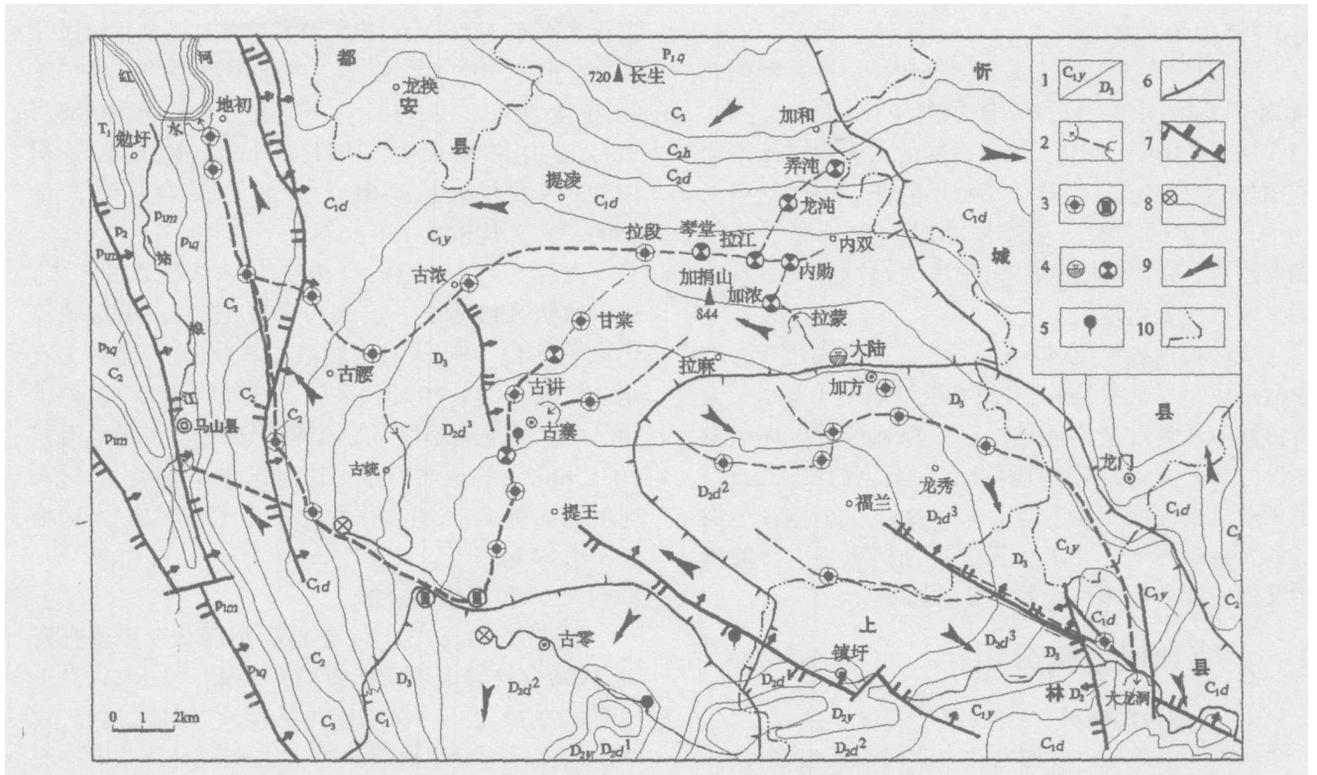


图 1 马山古寨—加方地区岩溶水文地质图

- 1. 地层界线及代号; 2. 地下河及其进出口; 3. 天窗、溶井; 4. 溶潭、落水洞;
- 5. 岩溶泉; 6. 推测地下水分水岭; 7. 断层; 8. 盲谷; 9. 地下水流向; 10. 县界

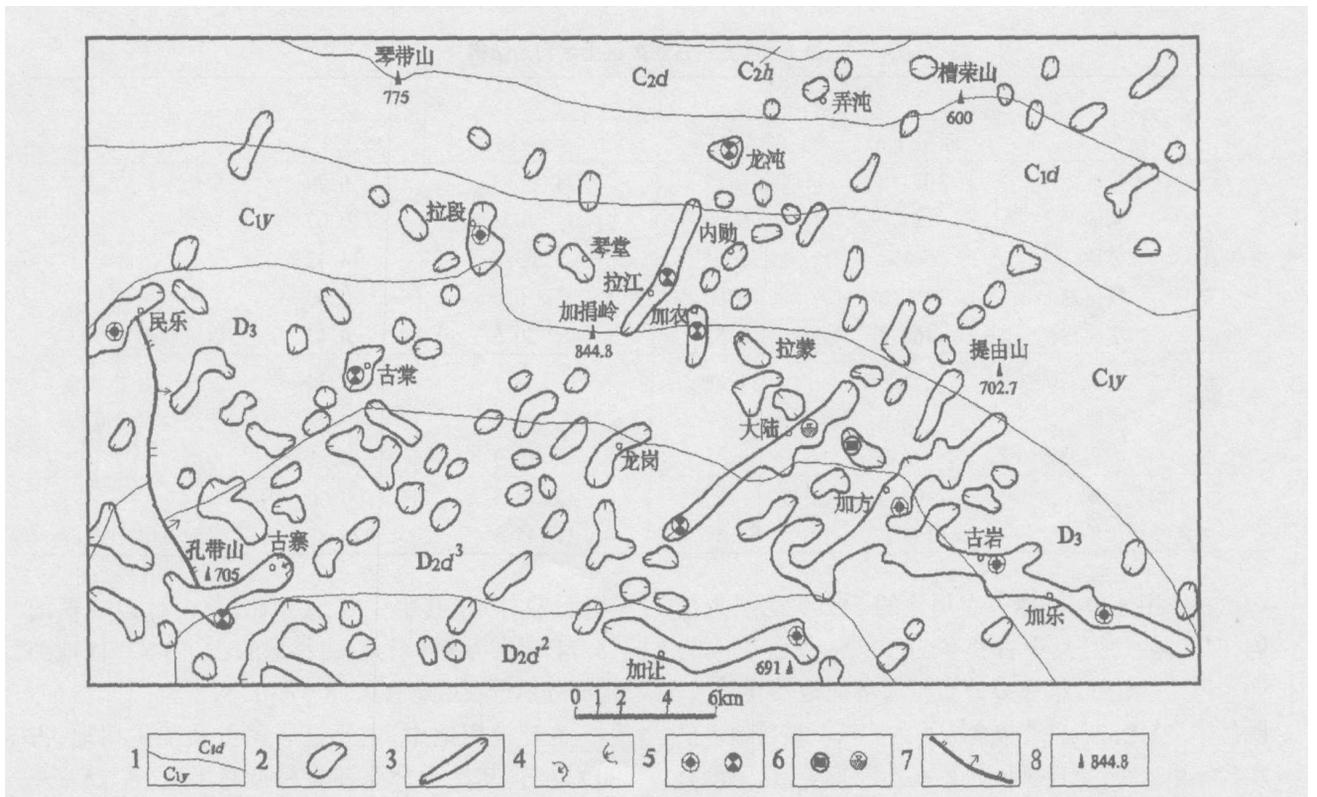


图 2 古寨—加方地区岩溶洼地分布图

- 1. 地层界线及代号; 2. 呈椭圆或圆形状洼地; 3. 槽谷型洼地; 4. 地下河进出口;
- 5. 天窗、消水洞; 6. 溶井、溶潭; 7. 断层; 8. 山峰 数字为海拔高程(m)

### 1.3 降水与水文

研究区属亚热带气候,夏季刮南风,冬季刮偏北风,季风影响明显,年平均降雨量为 1 700 mm 左右,最大达 2 000 mm 以上。该区南侧的大明山多年平均降雨量达 2 350 mm。雨季为每年的 4—9 月,枯季为 10 月—翌年的 3 月。雨季降水量占全年降水量的 80% 左右,降雨量大而集中,强度大,冲刷力强,易蚀的土壤极易发生流失。

该区无地表径流、地下河发育。一方面由于岩溶渗漏造成干旱缺水,另一方面在洪水期由于降水量大而排泄不及常常造成洼地内涝。森林植被破坏引发大量的水土流失,不仅加剧岩溶石漠化的发展,而且由于大量的泥沙在地下河系统中淤积,使岩溶洼地内涝的发生频率增高和危害程度更加严重。内涝的发生又促使植被破坏和水土流失的加剧。

## 2 土地利用结构分析

### 2.1 人口和经济概况

研究区包括马山县加方和古寨两个石山乡,截止 1996 年底,总人口数为 50 282 人,其中城镇人口 4 668 人,人口密度为 139 人/km<sup>2</sup>,人口自然增长率 6‰。

根据 1996 年的统计,加方乡全乡人口为 29 974 人,其中城镇人口 1 841 人,人口密度 145 人/km<sup>2</sup>,城

镇化水平 6.14%,人口自然增长率 6‰。全乡国民经济总产值 3.80 × 10<sup>7</sup> 元,其中农业产值为 1.68 × 10<sup>7</sup> 元,工业产值 2.12 × 10<sup>7</sup> 元。全乡土地面积 20 468.5 hm<sup>2</sup>,其中耕地面积 2 071.8 hm<sup>2</sup>,占土地面积 10.12%,农村人均耕地 0.07 hm<sup>2</sup>,粮食作物产量 3 890.3 t,人均粮食 138 kg/a。

古寨乡 1996 年统计,全乡人口总数 20 308 人,其中城镇人口 2 827 人,人口密度 133 人/km<sup>2</sup>,城镇化水平为 13.9%,人口自然增长率为 6‰。全乡工农业总产值 1.84 × 10<sup>7</sup> 元,乡镇企业年产值 3.60 × 10<sup>5</sup> 元。全乡的土地面积为 15 278.3 hm<sup>2</sup>,其中耕地面积 1 036.8 hm<sup>2</sup>,耕地面积占土地面积的 6.79%,农村人均耕地 0.06 hm<sup>2</sup>,粮食作物总产量 1 467.7 t,人均粮食作物 84 kg/a。

### 2.2 土地利用结构分析

根据加方乡和古寨乡土地利用现状变更调查资料,1996 年 2 乡的农用地面积为 5 949.4 hm<sup>2</sup>,占总土地面积的 17.23%,农用地包括耕地、园地、林地、牧草地、水面;建设用地面积为 727.1 hm<sup>2</sup>,占总土地面积的 2.00%,建设用地包括居民点及工矿用地、交通用地、水利设施用地;未利用土地面积为 29 040.3 hm<sup>2</sup>,占总土地面积的 80.68%,未利用土地包括荒草地、裸土地、裸岩石砾地、田埂(见表 1)。

表 1 加方—古寨地区土地利用结构

项目	加方乡		古寨乡		其它	
	面积/hm <sup>2</sup>	比重/%	面积/hm <sup>2</sup>	比重/%		
农用地	耕地	2 071.8	10.12	1 036.8	6.79	旱地
	园地	11.7	0.06	10.8	0.07	
	林地	561.2	2.74	2 203.8	14.42	
	牧草地	0.0	0.00	0.0	0.00	
	水面	62.8	0.31	20.5	0.13	以坑塘为主
建设用地	居民工矿	344.5	1.68	204.1	1.34	以村庄为主
	交通	75.4	0.37	40.9	0.27	公路及农村道路
	水利设施	46.3	0.23	15.9	0.11	沟渠
土地总面积	20 468.5	100	15 278.3	100.00		
未利用土地	17 294.8	84.49	11 745.5	76.87	岩溶石山	

在农用地中,耕地占农用地的 51.99%,耕地的 94.64% 是旱地,其中古寨乡为 99.27%,加方乡为 90.01%。该区的耕地多分布于岩溶洼地及其斜坡,既易旱又易涝,阻碍着粮食作物的生产。坡耕地多呈块状零星分布,并且耕地面积在不断减少,几乎没有耕地的后备资源可供开发,而建设用地经常占用耕地。林地占农用地的 46.24%,其中古寨乡为 67.97%,加方乡为 20.73%,林地包括有林地、灌木

林地、疏林地,其中主要为有林地,占林地面积的 78.74%,次为灌木林地,占林地的 21.21%。园地和水面分别占农用地的 0.38% 和 1.39%。

在建设用地中,主要是居民点及工矿用地,占 80% 左右,其次为公路和农村道路用地,占 15% 左右,水利设施主要是沟渠。

在未利用土地中,主要是裸岩石砾地,也就是较为严重的岩溶石漠化地区,通常被称为岩溶石山,面

积为 26 399.2 hm<sup>2</sup>, 占土地总面积的 80.68% (加方乡占 84.49%, 古寨乡占 76.87%), 占未利用土地的 90.91% (加方乡占 90.03%, 古寨乡占 92.20%); 其次为田埂地, 占未利用土地的 8.80%; 再次为荒草地, 占未利用地的 0.28%; 最少为裸土地, 仅占未利用土地的 0.01%。石漠化现象较严重的岩溶石山地, 地表残破积的土壤少, 土层厚度小, 尤其是地形坡度较陡的地段, 土层更薄, 由于水土流失和石漠化现象严重, 大部分地段已成为光秃秃的石山。

### 3 土地利用与水土流失的关系

#### 3.1 不合理的土地利用引发水土流失

关于水土流失, 应该包括水的流失和土的流失这 2 个方面, 在岩溶石山区水的流失要比土的流失强度大得多。

造成岩溶山区水土流失的原因是多方面的, 其主要原因是岩溶石山区自然环境的脆弱性, 极低的森林覆盖率, 环境承载力差, 降雨时空分布不均。森林植被的严重破坏是造成水土流失的直接原因, 毁林开荒、陡坡开垦是造成水土流失的重要因素, 开矿、采石、修路、建筑等工程活动也是水土流失的主要原因。因此, 不合理的开发利用土地资源极易产生水土流失, 而且还加重了旱涝灾害的发生, 改变了水循环条件, 导致气象水文条件的恶化, 造成一系列的岩溶环境问题。

随着人口的迅速增长, 人地矛盾日益突出, 人们便开始毁林开荒, 扩大耕地面积, 耕地逐渐从洼地的底部向山坡发展, 甚至发展到山顶, 使脆弱的岩溶生态环境遭到破坏。当地的人们又以木柴作为燃料, 加剧了岩溶生态环境的破坏。在 20 世纪 50 年代, 到处是茂密的森林, 覆盖率达 80%~90%, 山坡上和山脚下清泉成群, 洼地中水流成河, 多数洼地都是盛产水稻的良田。由于乱砍乱伐, 植被破坏, 导致森林退化, 水土流失严重, 加剧了岩溶石漠化的发展。目前, 该区森林覆盖率只有 7.73%, 其中古寨乡为 14.42%, 加方乡为 2.74%。森林覆盖率减少, 而石漠化面积不断增加, 全区石漠化面积已达 26 399.2 hm<sup>2</sup>, 占土地总面积的 73.85%, 其中古寨乡 70.88%, 加方乡为 76.07%。从而引发了各种生态环境问题的发生, 成群的山泉断流, 水源枯竭, 洼地中的小溪干枯, 水田变为旱地, 人畜饮水困难, 生态环境恶化, 水旱灾害频繁。如马山县古寨乡古今屯, 在 20 世纪 60 年代以前, 全屯人口 100 人左右, 农田分布于洼地底部, 周围的峰丛山体是茂密的原始森林, 只有小面积且平坦的洼地底部为农田, 山坡上和山脚下表层带或包气带岩

溶泉常年不断, 水量丰富, 在洼地中形成常年不断流的小溪, 当时 80% 以上的农田为水田, 人均水田 0.11 hm<sup>2</sup>。由于人为的大量砍伐森林、毁林开荒、毁林烧柴, 自 20 世纪 60 年代开始, 周围的山体逐渐变成了岩石裸露的石山, 泉水断流, 小溪干枯, 雨水从山顶直泻而下汇流于洼地, 冲蚀且携带着大量泥土直接注入落水洞, 造成目前恶劣的生态环境状况, 洪涝和干旱频繁交替出现。该屯现有人口 200 多人, 人均旱地不足 0.067 hm<sup>2</sup>, 全屯无一分水田, 吃水都非常困难。

#### 3.2 水源流失分析

植被是一个重要的生态要素, 它在水分大循环的过程中起着重要的生物小循环作用, 包括能量流和物质流。它具有良好的水文生态效应, 如森林的存在, 使水在地气大循环中增加了生物环节, 形成了大气—土壤—生物之间的小循环, 既起着防御干旱, 减轻旱灾的作用, 又起着防御洪涝发生, 减轻洪涝灾害的功能, 有利于生态环境保护和改善。植被还是一个易变的因素, 如森林的砍伐、草地的垦殖等, 植被的破坏不利于生态环境的良性发展。在裸露型岩溶区, 植被破坏后, 会引起一系列环境问题, 如水土流失和石漠化逐年加重、干旱和洪涝灾害频繁发生等。

根据调查估算, 1958 年以前, 该区到处是茂密的原始森林, 覆盖率从 80%~90%, 降低到目前的 8.58%, 加方乡仅有 2.74%, 森林的砍伐, 使十分脆弱的岩溶生态环境遭到严重破坏, 使原有生态系统失去平衡, 随之便出现了各种环境问题和自然灾害, 土地利用结构发生了翻天覆地的变化。森林的减少, 使其涵养水分和保持水土的功能逐年减小。森林的林冠、枯枝落叶层、腐殖质层和土壤层都具有良好的调节和涵蓄水功能。据邓世宗, 对一次连续大暴雨过程来说, 在 1 hm<sup>2</sup> 林地 1 m 深的土层内, 当含水量饱和时, 常绿阔叶林最大的贮水量为 1 889 m<sup>3</sup>, 杉木林为 1 414 m<sup>3</sup>, 马尾松林为 809 m<sup>3</sup>。林地一方面涵蓄水分, 另一方面又调节径流, 削减洪峰, 起着防止洪涝灾害发生的作用, 林内外变差的比值是 1.94~1.2.59, 表示森林区比林区外草坡调节水量的能力强, 常绿阔叶林比杉木林强。

根据上述分析, 取常绿阔叶林、杉木林、马尾松林的最大贮水量的平均值, 假设裸岩石砾地原始的枯枝落叶层、腐殖质层和土壤层的厚度为 1 m, 初步估算一次连续大暴雨过程, 古寨乡裸岩石砾地原始森林(未破坏前)的贮水量为  $1.48 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。森林破坏后, 石漠化问题严重, 水土保持能力锐减, 使森林的贮水量转化为石山的坡面流并形成洪峰流量, 弃而废之, 并使洪涝灾害呈逐年加重的趋势。

### 3.3 土壤流失状况

在岩溶石山区,一般认为土壤侵蚀面积较大,侵蚀模数较小,但土壤的侵蚀量远远大于土壤的形成量。岩溶区的土层薄且分布不连续,一旦发生土壤流失就很难恢复。一般认为,岩溶地区形成 1 cm 厚的土层,需要 100~150 a,或更长的时间,甚至需要数千年的时间。而森林破坏后的岩溶石漠化严重的地区一年即可侵蚀零点几至数厘米厚的土层,且受地形坡度的影响,坡度越大侵蚀量越大,多数在数千吨,大者可达数  $1.00 \times 10^5 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。广西省水土保持委员会的研究认为,广西省碳酸盐岩的成土速率小于  $78 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,土壤侵蚀允许量不能大于  $100 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,珠江水利委员会根据广西省岩溶地区输沙量的平均值推算认为,岩溶区的侵蚀模数在  $170 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$  左右。与侵蚀允许量相比,侵蚀模数虽小,但侵蚀量

已远超土壤形成量。这只是一个平均值的概念,而广大的岩溶峰丛山区已变成光秃秃的石山,已无土可侵,无土可蚀,目前水土流失主要发生在坡耕地,如贵州省岩溶区水土流失量的 80% 来自旱坡耕地,其它岩溶区的情况也如此,水土流失的主要来源是坡耕地,特别是陡坡耕地。而马山县加方—古寨乡的坡耕地水土流失也非常严重,根据十几个典型洼地的实地调查,1960—2000 年的侵蚀模数平均为  $14\,126 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。其中 1960—1980 年土壤流失深度可达  $0.5 \sim 2 \text{ cm}/\text{a}$ ,侵蚀模数达  $4\,762 \sim 19\,048 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,平均为  $9\,127 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ;1981—2000 年土壤流失深度可达  $1 \sim 4 \text{ cm}/\text{a}$ ,侵蚀模数达  $10\,000 \sim 40\,000 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,平均为  $19\,375 \text{ m}^3/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ;可见后 20 a 的水土流失更为严重。几个典型洼地土壤流失特例见表 2。

表 2 典型洼地土壤流失调查

洼地名称	洼地面积/ $10^4 \text{ m}^2$	1960—1980 年		1981—2000 年	
		土壤流失 厚度/m	侵蚀模数/ $(\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	土壤流失 厚度/m	侵蚀模数/ $(\text{m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$
加方	33.35	—	—	0.25	12 500
加乐	20.00	0.10	4 762	0.35	17 500
加让	20.00	—	—	0.30	15 000
加浓	10.00	0.25	11 905	0.40	20 000
内勋	10.00	—	—	0.25	12 500
龙纯	9.34	0.10	4 762	0.20	10 000
民乐	33.35	0.25	11 905	0.30	15 000
拉段	23.35	0.30	14 286	0.35	17 500
拉江	40.00	0.25	11 905	0.35	17 500
地理下	8.67	0.40	19 048	0.80	40 000
凤凰	6.67	0.40	19 048	0.75	37 500
古讲	20.00	0.25	11 905	0.35	17 500
平均	—	—	9 127	—	19 375

## 4 水土流失的治理

森林、草地等植被是调节自然生态系统的基本因素。森林在保持良好的生态环境、保持生物多样性中有着不可替代的作用以及还具有滞洪削峰功能。森林植被不仅是一个很好的蓄土层,具有涵养水源、拦截降雨、调节和蓄水的强大功能,而且是土壤的防护层,具有防止土壤侵蚀等方面的功能。

加方—古寨地区,乃至广西岩溶石山区,有林地中成熟林较少,中幼年林居多,原生常绿阔叶林很少,次生松杉等针叶林为主,森林覆盖率的减少,随之而来的水土流失加剧,石漠化面积增加,形成了岩石裸露,既缺水又缺土的现状。目前广西岩溶区的土壤侵

蚀模数远大于岩溶区允许的土壤流失量,使得许多岩溶山区已无土壤存在,丧失了土地的生产能力。广西水土流失面积为  $30\,586 \text{ km}^2$ ,其中水土流失比较严重的岩溶区累计面积达  $21\,255 \text{ km}^2$ ,占全区水土流失面积的 69.4%。

森林的退化,森林面积的减少进一步加剧了水土的流失。水土流失、生态环境恶化则是岩溶石漠化地区贫困的根源之一。通过人工造林、封山育林、退耕还林等措施,提高石山森林覆盖率,遵循森林生态规律,杜绝全垦造林,发展立体农业,改善生态环境,以控制水土流失,改善生态环境,减少水灾、旱灾等自然灾害,调整产业结构,增加农民经济收入,从根本上解决石漠化地区的贫困问题。

森林植被的减少是导致水土流失的直接原因,水土流失治理必须加强对现有森林植被的保护,坚持林、农、牧协调发展和山、林、水、田、路综合治理,因地制宜,合理布局,采取植物措施、工程措施和农业技术措施有机的结合,走人口、资源、环境、社会、经济协调发展的道路,通过土地整理,实现岩溶石山区生态重建,使岩溶石山区的国土资源发挥最大的生态效益、经济效益、社会效益、环境效益。水土流失治理是岩溶石山区综合开发治理的重要组成部分,要充分利用岩溶石山区的水土资源、适宜的气候条件和特殊的岩溶地质背景,因地制宜,加速重建岩溶生态环境,以达到控制水土流失和石漠化,提高土地的生产效率。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 袁道先,桂鸿. 岩溶环境学[M]. 重庆:重庆出版社, 1988. 185—227.  
[2] 光耀华. 关于岩溶浸没性内涝灾害初探[J]. 中国地质灾

- 害与防治学报,1996,7(4):27—34.  
[3] 国家防汛抗旱总指挥部办公室. 水利部南京水文水资源研究所[M]. 中国水旱灾害. 北京:中国水利水电出版社,1997. 231—275.  
[4] 光耀华,项式均. 水库周边岩溶浸没—内涝灾害研究[J]. 中国岩溶,1997,16(1):25—33.  
[5] 裴建国,李庆松. 生态环境破坏对岩溶洼地内涝的影响——以马山古寨乡为例[J]. 中国岩溶,2001,20(4):297—300.  
[6] 林培主编. 土地资源学[M]. 北京:中国农业大学出版社,1996. 20—22.  
[7] 邓世宗. 森林的生态效益与减轻旱涝灾害的对策[A]. 广西自然灾害研究所与对策[C]. 南宁:广西教育出版社, 1992. 27—38.  
[8] 安和平,周家维. 贵州省岩溶山区旱坡耕地现状与陡坡退耕对策[J]. 水土保持通报,2001,21(1):77—80.  
[9] 裴建国. 广西溶洼系统结构特征及其对岩溶内涝的影响[J]. 广西科学,2002,9(3):193—197.

(上接第 90 页)

表 10 草原群落重要值

植物名称	相对频度	相对密度	相对优势度	重要值
赖草	0.0049	0.0820	0.0007	0.8256
拂子茅	0.0048	0.5570	0.0006	0.5624
达乌里胡枝子	0.1010	0.0842	0.2816	0.4668
狗尾草	0.0096	0.2897	0.0026	0.3019
绵蓬	0.0288	0.2434	0.0230	0.2952

从重要值排在前 5 位的植物种来看,3 种群落的优势种都大多为多年生的草原建群种,说明在人们的积极保护和有效治理下,该区的水热条件和生境都有显著改善,适应于该地的地带性植被群落能正常生长发育,且大多数占优势地位的建群种均为草原伴生种,如达乌里胡枝子、莓叶萎陵菜、翻白萎陵菜、赖草等,群落已趋于稳定阶段,在这样的高植被盖度和稳定的群落下,只要人为不再进行破坏,群落的恢复将逐渐呈良性化发展,水土流失现象将会被彻底制止。

## 4 结 论

(1) 吴旗县经过 6 a 退耕还林、封山禁牧,植被恢复效果明显,群落趋于稳定;植被覆盖率得到了普遍提高,由退耕前的 19.23% 提高到目前的 69.76%,在这样的植被盖度下,能够有效地遏制水土流失的发生;年土壤侵蚀模数呈逐年减少趋势,由退耕前的 15 280.2 t/(km<sup>2</sup>·a) 减少到了目前的 5 865.1 t/(km<sup>2</sup>·

a),减少了 9 415.1 t/(km<sup>2</sup>·a);土壤的理化性质得到了明显改善,土壤容重降低,持水能力增强,养分含量增加。

(2) 对于由于人为不合理利用土地造成的生态系统退化,首要的是停止不合理的利用方式,解决人与生态环境的极端矛盾状态,使物种的传播、散布、定居和繁殖等生态过程得以在稳定的环境下进行,植被就能得到恢复,生态环境就能得到改善。

(3) 吴旗县实施退耕还林工程,国家和地方投入大量资金、人力和物力,取得了显著的效益,因此必须保护好退耕还林成果,加大退耕还林后续政策研究,积极发展适于地方经济发展的产业路,解决好农民的后顾之忧。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 吴钦孝,汪有科,等. 黄土高原水土流失区的林草资源和植被建设[J]. 水土保持研究,1994,1(3):2—7.  
[2] 关君蔚. 水土保持原理[M]. 北京林业大学学报,1986. 55—60.  
[4] 吴旗县地方志编纂委员会. 吴旗县志[M]. 西安:三秦出版社,1991. 1—8.  
[5] 向师庆. 灌草丛根系保持土壤资源的研究[J]. 北京林业大学学报,1988,10(4):23—29.  
[6] 侯喜禄,曹清玉,等. 陕北黄土区不同森林类型水土保持效益的研究[J]. 西北林学院学报,1994,9(2):20—24.  
[7] 吴良铭. 封山育林育草的水土保持效益探讨[J]. 福建水土保持,1994(4):52—55.