

# 贵州省岩溶山区生态环境脆弱性 及人为活动的影响

——以息烽县为例

谢 标 杨永岗

(国家环境保护总局南京环境科学研究所·南京市·210042)

**摘 要** 根据对息烽县生态环境现状及人为活动的实际调查结果,分析了贵州省岩溶山区生态环境变化的主要特征以及人为活动的特点,探讨了该区生态环境脆弱性与人为活动的关系。

中图分类号: S157, X24

**关键词:** 岩溶山区 生态环境 人为活动

## Relationship Between Ecological Environmental Fragility and Human Activities in Karst Mountain Areas of Guizhou Province

— A Case Study at Xifeng County

Xie Biao Yang Yonggang

(Nanjing Institute of Environmental Sciences, State Environmental Protection  
Administration, Nanjing, 210042, PRC)

**Abstract** Based on practical monitoring results of ecological environmental background and human activities in Xifeng county, Guizhou province, characteristics of ecological environmental changes and human activities are analyzed. The relationship between ecological environmental fragility and human activities is discussed.

**Keywords** karst mountains; ecological environment; human activities

息烽县地处贵州省中部,属典型的喀斯特山区地貌。近几十年来,由于人为活动的影响,喀斯特森林和土壤植被受到了严重破坏,草场退化,土地石化面积不断扩大,导致社会经济发展与生态环境之间矛盾日趋尖锐,这一系列生态环境变化已引起专家学者的普遍关注<sup>[1~5]</sup>。正确分析该区生态环境脆弱性的特征及人为活动对其的影响,对促进当地生态恢复、实现经济持续发展有积极作用。

息烽县位于北纬  $26^{\circ}51'42''$ ~ $27^{\circ}19'45''$ ,东经  $106^{\circ}27'29''$ ~ $106^{\circ}53'43''$ ,地处贵阳、遵义两市之间,北隔乌江与遵义县、金沙县相望,西南与修文县接壤,东与开阳毗邻。全县东西长 43 km,南北宽 40 km,总面积  $1\,036.37\text{ km}^2$ 。

该县属云贵高原梯状东斜坡三级台阶,最低海拔 609.2 m,东南缘地势较高,海拔 1 500-

1 700 m, 东部南山顶是全县最高点, 海拔 1 749. 6 m, 西南海拔约 1 500 m, 地貌以中山及低中山为主, 溶蚀地貌、剥蚀地貌、侵蚀地貌、堆积地貌及构造地貌均有分布, 构成山地、丘陵和盆地组成的山原地貌, 其中石灰岩区域面积 787. 91 km<sup>2</sup>, 占全县总面积的 76%。县内主要河流有雨淋河、鹿窝河、息烽河、洋水河, 大致平行排列, 自南向北流入乌江。

息烽县在构造上属扬子准地台上扬子褶皱带, 黔中早拱断褶皱带的东部 前震旦系板溪群是区域地台的上层基底。境内岩层除峨嵋山玄武岩外, 岩溶地区岩性有石灰岩、泥灰岩、白云岩、泥质白云岩; 非岩溶地区岩性有紫色页岩、砂页岩和砂岩。地层最大厚度为 5 768 m。

息烽县属北亚热带季风湿润气候, 冬无严寒, 夏无酷暑, 雨量丰富, 干湿季节分明, 水热同季, 对发展农业生产十分有利。同时又具高原性的多变气候特点, 气温不稳定, 雨量分布不均匀, 灾害性天气较多。四季具有春迟、夏短、秋早、冬长的特点, 1 月份平均气温 3. 7℃, 7 月份平均气温 24. 1℃, 8 月份常有短期低温发生, 年太阳辐射量 355. 85~ 385. 19 kJ/cm<sup>2</sup>, 境内降水量 950~ 1 200 mm, 6 月份降雨量最多, 平均为 228. 2 mm, 1 月份降雨量最少, 平均为 21. 4 mm。

本区自然资源丰富, 矿产资源有煤矿、磷矿、硫铁矿、铝矾土等; 水资源除地表水、地下水外, 还蕴藏有丰富的水能资源和地热资源, 天台山北麓的温泉以水温高、水质优良、富含元素氡而著称; 该区域具有多种珍稀植物及药用植物, 野生动物种类也较多。

息烽县辖 10 个乡镇, 具有 18 个民族, 其中汉族比例大, 少数民族主要有苗族 (3. 2%)、布依族 (0. 89%) 及彝族等。据 1994 年统计, 该县总人口约 23 万人, 人口平均密度 221 人 /km<sup>2</sup>, 人均纯收入 690 元。由于受地理条件的影响, 息烽县内土地资源少, 耕地质量差, 岩溶地貌发育, 难利用地多, 生态环境较恶劣, 人口文化素质偏低, 是贵州省的 48 个国家级贫困县之一。

## 1 岩溶山区生态环境脆弱性

岩溶山区生态环境是长期地质内外营力作用的结果。息烽县既具有岩溶山区生态环境的独特性, 又具有整个贵州高原岩溶山区生态环境的普遍特征。

### 1.1 贵州岩溶山区古地理及其演化特征<sup>[7]</sup>

在漫长的地质历史时期, 贵州岩溶山区古地理演化大致可分为 4 个阶段: (1) 前震旦纪时期, 贵州出露最老地层为中元古宙晚期的梵净山群和田堡群, 武陵运动使贵州中元古宙地层褶皱上升成陆, 形成西高东低的古地形。(2) 震旦纪到志留纪时期, 早期 (早震旦世), 晚元古宙末的雪峰运动使贵州部分地区上升成陆, 但并未改变西高东低的古地形; 中期 (晚震旦世—中奥陶世), 自晚震旦世起, 贵州开始出现浅水碳酸盐沉积, 自寒武纪开始, 带壳的原生动物开始大量出现; 晚期 (晚奥陶世—志留纪), 中奥陶世末的都均运动之后, 贵州南部上升成陆, 表现为该期沉积物的粒径逐渐向上变大, 颗粒变粗。(3) 泥盆纪到晚三叠纪中期, 早古生代末的广西运动, 即使华南加里东褶皱带的黔东南地区褶皱成陆, 并和扬子地块拼合成统一陆块, 又使贵州整体上升成陆。(4) 晚三叠世中期以后, 贵州全布隆起成陆, 从而结束了海相沉积史, 开始了陆上沉积的新阶段。

### 1.2 岩溶山区生态环境脆弱性的形成、发展及演变特征

以碳酸盐为物质基础形成的喀斯特生态环境是在特定的地质、地貌、土层、地球化学、植被、气候、水文、人为活动等因子的综合作用下形成的, 并赋予独特内涵<sup>[8,9]</sup>, 息烽县岩溶山区的原始形成属贵州岩溶山区整体的一部分。

#### 1.2.1 区域生态脆弱 地貌景观主要由水动力学、岩性学及地质体构造、气候条件控制<sup>[12]</sup>。

(1) 水动力学控制效应 喀斯特地貌为喀斯特水流所塑造。喀斯特水流具化学动力特性,是全空间地貌应力,可对地质实体(岩石和构造)产生积极的化学和机械作用(如化学侵蚀、化学沉积和机械沉积作用)<sup>[10, 11, 13, 15]</sup>。

化学侵蚀作用:  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$  (开放系统)

化学侵蚀作用:  $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$  (封闭系统)

化学沉积作用:  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

辅助化学反应方程:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

其中开放系统指与大气圈能直接进行气体交换的系统(如地表系统);封闭系统指不能与大气圈直接进行气体交换的系统(如位于水平面以下的地下水与周围地质体构成的系统)

(2) 岩石学与地质体构造控制效应 岩石的风化速率与其本身的矿物组成、空隙结构和强度等性质有关。水的渗透方式和渗透强度与地质体构造有密切联系<sup>[13, 14]</sup>。在喀斯特作用过程中,各种不同成分、结构组分及强度的碳酸岩因溶蚀速度不同,地表水和地下水在岩石中的渗流方式及强度不同,造成当地不同的岩溶地貌景观,如溶蚀地貌、剥蚀地貌、侵蚀地貌、堆积地貌及构造地貌等。

(3) 气候控制效应 在气温较高且水分含量较多的情况下,岩石风化的强度和速率将增强<sup>[13]</sup>。息烽县属北亚热带季风湿润气候,雨量丰富,水热同季。这一特殊的气候条件有利于岩石的风化作用,从而为喀斯特石化作用提供了基本条件。

### 1.2.2 土壤生态脆弱

(1) 成壤速度慢,土层薄且分布不均 息烽县岩溶区主要由碳酸盐岩类构成,包括各类灰岩、白云岩、白云质灰岩和灰质白云岩等。碳酸盐岩类一般具有 2 个特征:一是可溶性矿物是其主要成分,一般占 90% 以上;二是酸性不溶物含量低,一般小于 10%,甚至不到 1%,正是这种特殊的物质基础决定了息烽县岩溶区特殊的土壤生态环境特征。据贵州省有关部门对 132 个点的测定结果,岩溶地区岩石侵蚀速度为 23.7~118.7 mm/ka,平均 61.68 mm/ka<sup>[1]</sup>。若以 3.9% 的酸性不溶物平均值计算,每 1 000 a 碳酸盐岩侵蚀残余物只有 2.47 mm,即形成 1 m 厚的土层约需  $4 \times 10^5$  a 的时间,这说明岩溶区土壤的形成与其它岩类区相比需更长的地质历史过程。故息烽县土层较薄,且受其地貌脆弱性影响而分布不均。

(2) 特殊物化作用,导致水土流失,土壤肥力下降 岩溶地区特殊的岩石类型及强烈的化学溶蚀作用,造成土层系统的特殊物理构造。首先,碳酸盐岩与土层间无风化过渡层,存在明显软硬界面物理构造,使土层与基岩之间附着力较小,极易造成水土流失。其次,由于长期的化学溶蚀、淋滤作用,使得土层的上部孔隙度较大,质地松软,而下部孔隙度较小,质地较粘,在这种状态下,也极易造成严重水土流失。第三,土壤有机质主要集中分布在土层的上部,尤其是表土层,土层上部一旦受破坏,有机质就会被迅速氧化分解,从而使土壤肥力下降<sup>[1]</sup>。

1.2.3 人为活动的影响 首先,不合理的耕作布局是诱发生态脆弱的一个原因。岩溶区的土地资源受岩溶形态的控制,在山体中上部,土层仅分布于溶隙、裂隙及一些溶坑中,这些部位的土层零星且较薄,通常只适宜种植多年生植物(如各种经济林类)。但在息烽县许多地区,刀耕火种,一窝土种 1~2 株玉米的现象随处可见,这一方面极大地破坏了保土保水的生态系统;另一方面每年的耕作翻土,极大地加速了水土流失。从而导致大面积的土地石漠化和旱涝灾害的频繁发生。同时,随着人口增加,对生活能源的需求量也越来越大。为了获得耕地和燃料而砍伐森林,破坏草场植被,导致水土流失严重,使息烽县区域内生态环境极其敏感、脆弱,最

终出现许多不毛之地,岩溶石化面积不断扩大

## 2 息烽县区域人为活动的基本特征

息烽县的自然背景特点影响该区的社会经济活动。自 1949 年以来,该区一直以种植业为主,辅以畜牧业、林业及渔业等,工业发展程度较低<sup>[6]</sup>。根据调查数据,综合分析了息烽县近

40 a (1949-1990 年)来社会经济活动的基本特点(见图 1)。息烽县人口发展特点始终呈稳定上升趋势(见图 1 曲线 1)。人口的急剧增长造成对资源和环境的压力是很明显的。毁林种田,毁草开荒,导致水土流失及大面积基岩裸露等均与这一段时期人口增长有直接关系。息烽县种植业历史悠久,但由于不合理的农业产业结构,盲目耕地开发导致了一系列不良的生态环境后果(图 1 曲线 2)。该区工业生产起步较晚,但后期发展速度较快。历年工业总产值变化见图 1 曲线 3 从 80 年代初开始工业总产值增长速度较快,1980-1990 年间年均增长率为 11.3%。工业及其它生产发展带来了该区潜在的生态环境压力。畜牧业生产在息烽县农业生产中也有着悠久的发展历史。现

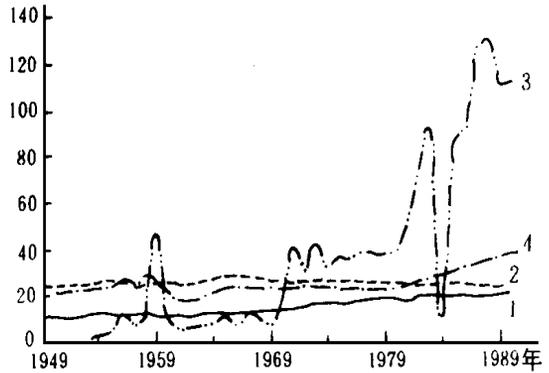


图 1 息烽县人类社会经济活动变化图

1. 人口发展变化历史(单位× 10<sup>4</sup>人)曲线;
2. 耕地总面积变化历史(单位× 667 hm<sup>2</sup>)曲线;
3. 工业总产值变化历史(单位× 10<sup>4</sup>万元)曲线;
4. 大牲畜数量变化历史(单位× 10<sup>3</sup>头)曲线。

以畜群数量变化特征为指标说明其历年发展变化(见图 1 曲线 4)。从图中可看出,大牲畜总数变化呈波动状态,但整体趋势仍上升。牲畜的持续增长直接对草场资源增加压力,而牲畜群本身波动变化是与喀斯特山区生态环境系统较脆弱以及各种自然、社会灾害频繁等因素相联系的。该县渔业生产起步较晚,水面利用较少。全县共有水面 1 719.8 hm<sup>2</sup>,1984 年全县养殖水面 141.4 hm<sup>2</sup>,占全县可养殖水面的 5.2%,全县水产品总产量 89.45 t,产值 10.94 万元,仅占农业总产值的 0.24%。由此可见,息烽县人类社会经济活动总体呈上升趋势,并具有明显的波动性和不稳定性。虽然其绝对强度并非很大,但该区是以碳酸盐岩为地貌特征的喀斯特石山生态环境,其生态环境本来就很脆弱,因此任何人类社会经济活动干扰,都可能使该区生态环境演变复杂化、脆弱化、恶性化。

## 3 人为活动对生态环境的影响

近 40 a 来,息烽县区域内发生了一些明显的生态环境变化,而其中人为因素是引起这些变化的主要原因

(1) 森林是与人类关系密切的自然资源,其面积大小是衡量一个地区生态环境优劣的重要指标<sup>[2]</sup>。息烽县在解放初期,森林覆盖率达 30%,此后由于建设所需木材量大,砍伐过度;人口增长,粮食需求量大,毁林开荒过度,使森林资源严重破坏,覆盖率降至 1984 年的 12.6%。

(2) 草地植被对于山地生态环境系统的保护具有重要意义。毁草开荒、铲草皮等陋习在息烽县许多地区残存,加上放牧不合理,导致草地遭受破坏,面积逐年减少。如 1985-1986 年森

林资源调查以灌木林为主的植被约 4 548.1 hm<sup>2</sup>, 而 1984 年为 8 583.6 hm<sup>2</sup>。

(3) 息烽县位于乌江中游, 是长江流域水土流失严重的县之一, 水土流失面积占总面积的 23.2%, 侵蚀模数为 3 491 t/(km<sup>2</sup>·a), 其中耕地流失面积占耕地总数的 67%<sup>[2]</sup>。其原因是林草覆盖率下降, 人口增长导致垦植率增加, 必然引起水土流失加剧, 其恶果除使土质变劣, 土壤肥力下降外, 一是石漠化, 造成石山、半石山; 二是水利设施遭受破坏, 水塘、水渠淤积或损毁。

(4) 息烽县污染物来源主要为工矿企业、燃料、机动车辆、公共生活设施等的废弃物, 以及农牧业中使用的农药、化肥等。据 1993 年不完全统计, 全县约有 44 家工矿企业排放污染物, 年平均排放工业废气 9.2×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> (标准体积), 产生废弃物共 5.6×10<sup>5</sup> t, 年排放工业废水 1.46×10<sup>6</sup> t<sup>[6]</sup>。总体而言, 河流污染物含量虽未超过标准, 但对生态环境已构成相当大的潜在威胁。随着工农牧各业的发展以及人口的不断增长, 许多废弃物未经处理而直接排放, 环境污染问题必将变得更加突出。

## 4 结 论

贵州省岩溶山区生态环境脆弱性及其演变是自然因素和人为活动综合作用的结果。自然因素是生态环境演变的主导因素, 人为活动影响是生态环境演变的催化和诱导因素。息烽地区喀斯特地貌是在漫长的地质历史演变过程中形成的, 具相对的稳定性和持续性, 影响生态环境整体格局, 而人为活动对生态环境的影响是跳跃、波动的。区域人口增加对生物资源过度掠夺以及缺乏必要的投入, 给本来就很脆弱的生态环境系统带来了更大压力, 使该区小流域生态环境质量退化。随着社会经济的发展, 该区域生态环境将面临新的压力, 生态环境和社会经济发展之间的矛盾也将越来越突出。因而有必要对未来人为活动的方式和强度给予足够重视, 以促进该区生态环境的恢复, 实现当地经济的持续发展。

### 参 考 文 献

- 1 李彬. 中国南方岩溶区环境脆弱性及其经济发展滞后原因浅析. 中国岩溶, 1995, 14(3): 209-214
- 2 苏维词, 杨汉奎. 贵州岩溶山区生态环境脆弱性类型的初步划分. 环境科学研究, 1994, 7(6): 35-40
- 3 林齐维, 等. 贵州农业生态的恶化趋势及其恢复和改善途径. 环保科技, 1993(1): 39-41
- 4 刘邦学. 云贵高原喀斯特山区土地人口承载力研究. 地域研究与开发, 1994, 14(2): 67-70
- 5 杨晓勇. 山区生态环境恶化原因及解决途径. 中国人口、资源与环境, 1994, 4(3): 80-82
- 6 贵州省息烽县地方志编纂委员会. 息烽县志. 贵阳: 贵州人民出版社, 1993
- 7 王立亭. 贵州古地理的演变. 贵州地质, 1994, 11(2): 133-139
- 8 张海源著. 生产实践与生态文明——关于环境问题的哲学思考. 北京: 农业出版社, 1992
- 9 聂跃平. 碳酸岩岩性因素控制下喀斯特发育特征——以黔中南为例. 中国岩溶, 1994, 13(1): 32-33
- 10 张帆, 等. 滇东南石灰岩地区生态环境与圆叶乌桕的开发利用研究. 中国岩溶, 1993, 12(2)
- 11 谭明. 喀斯特水文地貌学——它的历史形成与最新进展. 科学通报, 1995, 38(2): 1921-1923
- 12 Palmer A N. Deep-seated Geochemical Environments in Karst: An introduction. Environmental Geology, 1995(25): 1
- 13 Pulido-Bosch A, Morell I, Andren JM. Hydrogeochemical effects of groundwater mining of the Sierra de Crevillente Aquifer (Alicante, Spain). Environmental Geology, 1995(26): 232-239
- 14 Sherlock E J, Lawrence R W, Poulin R. On the neutralization of acid rock drainage by carbonate and silicate minerals. Environmental Geology, 1995(25): 43-54
- 15 Hughes S P. Two tools for integrating geology into ecosystem studies. Environmental Geology, 1995(26): 245-251
- 16 Hawison Wendy J, Wendlandt Richard F, Sloan E. Dendy. Geo-chemical interactions resulting from carbon dioxide disposal on the seafloor. Applied Geochemistry, 1995, (10): 461-471