

## 贵州喀斯特山区石漠化生态环境背景与生态重建

王金乐<sup>1</sup>, 林昌虎<sup>1,2</sup>, 何腾兵<sup>1</sup>

(1. 贵州大学, 贵阳 550025; 2. 贵州科学院, 贵阳 550001)

**摘要:**贵州省地处中国西南喀斯特中心地区, 是中国石漠化分布面积最大、危害最严重的省份。轻度以上的石漠化面积已达 35 920 km<sup>2</sup>, 占全省土地总面积的 20.39%。由于贵州喀斯特石漠化生态环境背景的特殊性, 其研究对石漠化的生态重建研究有着重要的意义。对此贵州省采取了一系列措施, 但实施过程中尚存在一些问题。在总结前人的研究基础上, 综合考虑贵州喀斯特石漠化生态地质环境背景的特殊性, 提出适宜的生态重建措施。

**关键词:**喀斯特; 生态重建; 生态地质背景

**中图分类号:** X171.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2006)05-0148-03

## Ecological Environment of Rocky Desertification and Ecological Rehabilitation Model in Karst Mountainous Area of Guizhou

WANG Jin-le<sup>1</sup>, LIN Chang-hu<sup>1,2</sup>, HE Teng-bing<sup>1</sup>

(1. Guizhou University, Guiyang 550025; 2. Guizhou Academy of Sciences, Guiyang 550001, China)

**Abstract:** Guizhou Province located in the centre of karst region which is the province with the most broad and serious harmful desertification of China. The area of longitudinal upwards rocky desertification has been up 35 920 km<sup>2</sup>, which is occupied 20.39% of the total area in Guizhou Province. On account of the particularities of the ecological environment of karst mountainous area in Guizhou, the research on desertified ecological rehabilitation model is of great significance. The government takes a series of measures. However, there are still many problems which are found during the process of enforcement. The authors take into the account of the particularities of the ecological environment of karst mountainous area on the basis of summarizing liberal forefathers' research, and put forward proper measures of ecological rehabilitation model.

**Key words:** karst; ecological rehabilitation model; ecological environment

贵州省地处中国西南喀斯特中心地区, 是中国石漠化分布面积最大、危害最严重的省份。随着人口剧增, 人类活动日益频繁, 对土地开发利用的广度和深度都在不断扩展, 生态环境日趋恶化, 水土流失的加剧, 导致石漠化的形成与面积不断扩大。据调查, 贵州省轻度以上石漠化土地面积已达 35 920 km<sup>2</sup> 约占全省土地总面积的 20.39%。全省分布在岩溶地区的县市有 73 个, 其中有 32 个县市的土地石漠化面积大于全省平均水平, 有 14 个县市的土地石漠化面积大于 30%, 有 8 个县市的石漠化状况非常严重, 土地石漠化面积大于 40%<sup>[8]</sup>。石漠化已成为贵州乃至整个西南喀斯特山区生态建设与可持续发展的主要障碍, 并引起国内外的广泛关注。与此同时其综合治理也成了构建长江和珠江上游生态屏障的重要保证, 更是贵州和西南喀斯特山区生存环境与社会经济可持续发展的客观需要, 具有紧迫性和十分重要的现实意义。

### 1 喀斯特土地石漠化的生态地质环境背景

贵州省处于世界上成因最复杂、类型最齐全、分布面积最大的东亚喀斯特中心。特定的生态地质环境背景决定了喀斯特生态环境的脆弱性。生态敏感度高, 环境容量低, 抗干扰能力弱和稳定性差为其主要特征。贵州喀斯特山区地

貌类型复杂、山高坡陡、土被薄而不连续, 加之森林覆盖率低和人为活动的强烈干扰, 土地石漠化的形势日益严峻。

#### 1.1 陡峻破碎的地貌格局

地史上多次造山运动致使贵州省地层褶皱断裂发育, 其主要特征表现为除威宁、赫章一带还保存部分原始高原面外, 大部分地区崎岖破碎, 在连绵起伏的山岭中或山岭之间, 散布着高差 100~200 m 的丘陵, 镶嵌着大小不等而形态各异的峡谷、河谷盆地与岩溶盆地, 各种地貌类型交错分布。由于长期经受强烈的内外营力作用, 贵州高原的地形切割度和地面坡度都比较大。其中水平切割密度, 在西部乌江上游和红水河上游为 11~14 km/100 km<sup>2</sup>, 在东部、东北部沅江上游为 20~30 km/100 km<sup>2</sup>, 全省平均 17 km/100 km<sup>2</sup> 垂直切割深度, 在中部、东北部为 300~500 m/100 km<sup>2</sup>, 在西部、南部和北部一般为 500~700 m/100 km<sup>2</sup>, 个别可达到 1 000 m/100 km<sup>2</sup>。地面坡度小于 10° 的土地占贵州高原土地总面积的 14.24%, 10°~25° 的占 50.69%, 大于 25° 的占 41.07%。贵州高原这种山多平地少的地貌格局, 以及由此而产生的较大的切割度和较大的坡度, 决定了其生态环境的脆弱性与敏感性。在贵州高原降水量较大、暴雨多的情况下产生的强烈外动力作用, 是水土流失的潜在动因。

\* 收稿日期: 2006-05-31

基金项目: 黔省专合字(2005)47 号

作者简介: 王金乐(1983-), 女, 贵州大学在读硕士研究生, 主要从事喀斯特石漠化研究; 通讯作者: 林昌虎。

1.2 碳酸盐岩广泛分布,喀斯特强烈发育

贵州省喀斯特分布面积  $13 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 占土地总面积的 73.6%, 碳酸盐岩的总厚度为 6 200 ~ 11 000 m。从地质年代的晚元古代震旦纪到古生代及新生代的第三纪, 每个地质年代的地层都有不同面积和厚度的碳酸盐岩分布和出露。在各种地貌单元中碳酸盐岩均有分布: 在小起伏山地所占比例最高, 其次是喀斯特山地、梁邱丘陵和喀斯特丘陵, 而在低丘陵、中起伏山地、起伏平原和高丘陵所占比例最低。

1.3 降水充沛、暴雨多、河流落差大

贵州高原属于中亚热带湿润季风气候地区, 降水较丰富。除西北部边缘的威宁、赫章等地年降水量不足 1 000 mm 外, 多数地区为 1 000 ~ 1 300 mm。全省平均径流系数达 0.54, 为水土流失提供了充足的动力。更为重要的是在夏季(5 - 10 月), 全省范围内的大雨、暴雨和短历时高强度的暴雨, 以及连续暴雨都较多。因此, 在 15 ~ 60 的裸露坡地和植被稀疏的坡耕地上, 不论溅蚀、面蚀或细沟侵蚀都很严重。贵州高原的河川都是山区雨源型, 大致以苗岭为分水岭, 分属长江流域和珠江流域; 天然落差大, 以贵州高原最大的河流乌江为例(全长约 1 038 km), 全干流省内天然落差为 2 036 m。其它山区性小河也多有落差大、水流急的特点。贵州高原河川径流的径流深与径流量均较大, 年内分配不均, 洪枯流量倍比达数百至数千, 雨季汛期水土流力强。

1.4 人为加速土壤侵蚀、林地的破坏和变迁

人为加速石漠化过程是一种与脆弱生态地质背景和人类活动相关联的土地退化过程, 可以认为强烈的岩溶化过程是其产生的主要自然原因, 人类对生态的破坏和土地的不合理利用, 是激发石漠化过程的主要人为因素。它主要发生在斜坡、陡坡地带, 包括山区有林地经砍伐退化为灌丛草地, 进一步砍伐退化为荒草坡; 山区有林地经毁林开荒变成坡耕地, 经水土流失石漠化; 坡耕地经水土流失石漠化。

人为的毁林开荒是植被丧失的一种重要形式, 而植被是喀斯特自然生态系统的关键成分, 它维系着整个生态系统的环境优劣和水分平衡, 因此植被系统的退化是整个土地系统退化的主要原因, 也是环境退化的重要原因。

土壤遭受侵蚀后土层变薄, 肥力下降, 不仅植被覆盖率降低, 植被类型也相应发生变化。也就是说植被类型的变化间接地反映了土地生产力退化的状况。石漠化从形成初期阶段到演化的后期, 植被类型的演替序列为, 次生乔灌木—灌木林—稀灌草坡—草坡。

表 1 喀斯特土地石漠化现状评价指标体系<sup>[13]</sup>

强度等级	植被覆盖率	岩石裸露率/ %	平均厚度/ cm	植被类型
轻度石漠化	35 ~ 50	> 60	< 5	次生乔灌木
中度石漠化	20 ~ 35	> 70	< 10	中覆盖灌草
强度石漠化	20	> 80	< 15	低覆盖灌丛

由表中我们可以看出由于不同的利用方式, 植被、土壤与地表状况的差异退化过程不一样, 以至于不同地区覆盖的植被类型有异。

1.5 其他促成石漠化形成的背景因素

1.5.1 大气环流决定了贵州省的气候特点

贵州省位于青藏高原隆起的东翼斜坡, 太平洋季风和印度洋季风交汇影响的边缘地带加之低纬度的区位和高海拔的地势, 冷暖空气常在此交汇, 形成静止锋; 雨量充沛的温暖湿润气候为喀斯特发育提供了重要营力。大气环流不仅决定贵州省阴湿多雨的气候特点, 同时还决定各地气候随季节变化的规律性<sup>[5]</sup>。冬季, 中纬度地区上空的西风气流不断东移, 引导地面冷空气南下, 在贵州中部形成静止锋, 从而造成

持续低温阴雨天气。春季, 由于北方冷空气在南移过程中不断变性, 常取东北路径侵入本省, 受到地形阻挡而在湘西和贵州省东北部形成冷气垫, 给西南暖湿气流的爬升提供了有利条件, 常造成中部以东地区阴雨连绵和持续低温天气。夏季 7 月份, 当副热带高压开始北上西伸影响贵州时, 如遇北方冷空气南侵, 或受低层高空切变影响, 气流辐合作用加强, 易发生大到暴雨天气。秋季, 来自北方的冷空气逐渐加强, 南下次数增多, 易造成本省连绵阴雨天气<sup>[6]</sup>。

1.5.2 人口过快增长超过了喀斯特生态环境的承载力

贵州省人口的急剧增长, 已严重超过脆弱喀斯特生态系统的承载能力。1949 年贵州省总人口 1 416.40 万人, 到 1999 年增长到 3 710.06 万人, 人口自然增长率始终高于 14‰, 在全国名列前茅, 人口密度从 1949 年的 80.43 人/  $\text{km}^2$ , 增加到 1999 年的 209.19 人/  $\text{km}^2$ <sup>[7]</sup> 人口的增加造成人地关系失衡、农业生态系统退化、土地质量变异、承载力降低。贵州省是全国惟一没有平原支撑的喀斯特山地省, 人均耕地面积由 1949 年的 0.13  $\text{hm}^2$  锐减到 1999 年的 0.05  $\text{hm}^2$ , 且 80% 属于坡陡贫瘠的低产耕地。人口的严重超载使当地农民被迫毁林开荒, 全省 81.02% 的耕地分布在大于 6° 的坡地上, 其中坡度大于 25° 的耕地为 69.18 万  $\text{hm}^2$ , 占总耕地的 19.8%, 而坡度在 35° 以上的耕地竟有 28.18 万  $\text{hm}^2$ , 占总耕地的 5.74%。新开垦的坡地, 大多在 3 ~ 5 a 内丧失耕种价值, 甚至变为裸岩荒坡。坡耕地比例高是造成贵州省粮食产量低而不稳, 是水土流失和石漠化的主要制约因素。据统计, 1989 年全省共有耕地为 185 万  $\text{hm}^2$ , 其中旱地达 107 万  $\text{hm}^2$ , 占耕地总面积的 58%, 在旱地中大于 25° 的坡耕地为 25 万  $\text{hm}^2$ , 占旱地总面积的 23.8%。

2 喀斯特石漠化的生态重建

2.1 生态重建的概念

土地石漠化是喀斯特地区土地利用与土地覆被变化的最重要环境效应之一, 包括了土壤、植被、地表状况的恶化和生产力的下降。通常, 退化土地若能退出高强度的利用, 经过一定时期的休养生息后土地生态能够自然恢复。退化土地的生态“恢复”是一个自然演替过程, 演替速度慢, 时间过程长, 某些环节还因具有不可逆性而无法恢复。若是通过大规模的社会投入对退化土地进行整治, 使其既能迅速提高土地生产力以满足当地人民生存与发展的需要, 又能维持相对稳定的生态平衡并进入良性循环; 同时对导致土地退化和贫困恶性循环的经济和社会因素加以改造, 其质是可持续发展能力的建设。这种对退化土地及其退化因素的根本改造即生态重建<sup>[4]</sup>。

2.2 生态重建的艰巨性及可能性

2.2.1 治理的艰巨性:

喀斯特环境的总体特征表现为脆弱性大, 环境容量小, 土地承载力低, 抗干扰能力弱。所以, 喀斯特地区石漠化后, 其生态环境更加严酷, 生境的旱生化迅速加剧, 局部阴湿生境消失, 水土流失越发严重, 特别是多次砍伐和火烧后, 根系遭受损伤, 萌芽再生能力降低以至消失, 森林恢复更加困难<sup>[9]</sup>。缺土是治理的最大难题, 因碳酸盐岩风化成土速率慢, 水土流失导致土粒亏损和土壤贫瘠, 极其不利于植物生长; 水分亏缺是治理的另一主要障碍因子。特有的双层结构, 渗透强烈, 常导致地表的非地带性干旱, 水分亏缺表现出明显的时空异质性。缺土、少水和偏碱性的环境特点使生物多样性受到限制。也就是说, 生态“重建”并不等同于简单的生态“恢复”; 生态重建是要人为地努力加速土地系统的良性

演替过程,并突破某些在自然过程中不可逆的关键环节,以尽快提高退化土地生态系统的生产力,实现生态系统的稳定性;而生态恢复基本上是一个自然演替过程,演替速度较慢,时间过程较长,某些环节还因具有不可逆性而难以恢复<sup>[12]</sup>。因此,解决喀斯特土地石漠化问题,必须实施生态重建,即通过对生态和社会经济系统的定向干预,建立一个人与自然互为调适、协同共进的新型人地关系系统<sup>[1,2]</sup>。



图 1 贵州省思南县孙家坝的石漠化景观

## 2.2.2 治理的可能性

中国西南喀斯特山区的水热条件优越,有利于植被的自然恢复。荔波茂兰、施秉云台山等喀斯特原始森林的存在,证明了石山上生长茂密森林的可能性。另一方面,即使是石漠也常有 10%~50% 的不连续土被,有些裂隙中的土层可深达 1 m 以上,而且水分与养分贮量也较为丰富<sup>[3]</sup>。喀斯特地区各类植被群落的土壤中贮存有较为丰富的植物种子,具备植被系统自然恢复的可能性。从表层土壤中植物种子贮存量及种类来看,各种次生植被仍具有正向演替的潜力<sup>[10]</sup>。许多试验表明,在喀斯特山区,实行严格的封山育林,辅以人促更新,从草灌丛、藤刺灌丛、萌生灌丛、疏林、森林,分别需要 8~10 a、6~7 a、7~10 a、8~9 a,共需 30~35 a。

## 2.2.3 生态重建主要面临的问题

目前喀斯特地区石漠化综合治理采取的措施主要包括节水工程、坡改梯工程、封山育林、植被重建、培育与推广良种、小流域综合治理、调整农村能源结构、种植生态经济型林(果、药)草等<sup>[12,16]</sup>。这些措施多集中在生物、工程等技术层面但石漠化地区特殊的社会经济环境,使得仅仅从技术层面上着力尚不能根本解决问题。

总的来说,根本性问题在于<sup>[14]</sup>:对石漠化的定义和判别指标体系还没有达成共识,对自然因素和社会因素于石漠化的影响份额如何区分和识别等还没有进行量化的研究;忽视喀斯特环境背景的时空差异性,以致导致治理模式的过分单一;石漠化地区资源开发与生态环境恢复严重脱节,未能从总体上加以系统研究;石漠化地区生态环境资源配置不尽合理,难以调动广大生产者的积极性,致使开发中重受益、轻

保护、生态环境恢复的热情和投入不足;现有治理模式具有较大的局限性。

## 2.3 喀斯特石漠化土地的生态重建途径与模式

从目前贵州省内外总结的生态恢复与重建的主要措施和模式中,根据“适地适用”原则,将生物措施、工程措施、耕作措施、管理措施等农村产业结构的调整和社会经济发展需求相结合,充分发挥当地资源潜力,在进行生态重建的基础上,进行了合理的经济结构和产业布局调配,实现多目标、多层次、多功能的立体生态经济体系,以提高喀斯特山区的自我“造血功能”,走上可持续发展之路<sup>[15]</sup>。

采用的重建模式及模式如下:

(1)根据植物对生态重建的作用<sup>[14]</sup>,利用多层次多物种的人工植物群落结构控制水土流失;利用植物的有机残体和根系穿透力,促进生态系统土壤的发育形成和熟化,改善局部环境,并在水平和垂直空间上形成多格局,多层次,造成生境的多样性,促进生态系统多样性的形成;利用植物群落根系错落交叉的整体网络结构,增加恢复已退化的生态系统。封山育林是简易经济的措施。因封山可达到最大程度地减少人为干扰,为原生植物的恢复提供了适宜生态条件,使生态群落由逆向朝正向演替发展,使破坏的森林生态系统逐步恢复到顶级状态。

(2)以小流域综合治理和生态示范区建设为前提,以水土保持和生态恢复为核心,以产业结构调整和社区参与建设为基础,积极推行小流域综合治理模式、混农林牧业复合型综合治理模式、集水与节水型混农林业发展模式、“林果药粮—猪牛羊—沼(气)”模式(如花江峡谷已成功“花椒—猪—沼气”模式)和农村社区参与式发展模式等生态恢复模式。

(3)在西南喀斯特地区实施了多种生态建设工程,如长江防护林工程、珠江防护林工程、水土保持工程、扶贫工程,以及一些国际援助项目。通过退耕还林、封山育林、坡改梯、砌墙保土、改良土壤、开发岩溶水、种植适生经济作物等措施,在石漠化防治、植被恢复、生态环境综合整治等方面取得了突出成果。各地干部群众积极参与,大胆实践,在石漠化治理方面积累了许多成功的经验,并探索出不同的治理模式:小流域综合治理模式;生态经济型治理模式;封山育林模式;生态农业模式<sup>[11]</sup>。

(4)对林地合理有效地保护和管理,对裸地的恢复及重建<sup>[14]</sup>:

对林地实施合理的管理措施。合理管理林地是林地恢复中不可少的措施,如禁止乱砍滥伐林木,将所有风倒木、枯朽木都留在原地,让其腐烂在林地增加林地有机质等。应把林地的生态作用和采伐结合起来,在充分发挥森林防护作用的同时实现对森林的利用,以实现森林生态功能完美的统一。

对裸地实行生物措施进行恢复及重建。对裸地的生态恢复,有针对性地分阶段进行综合治理和研究。对于早期退化的生态系统的生境治理,我们选择适宜该时期的先锋植物种类。在后期进行多物种的生态系统构建时,更要注意构建种类的选取。

## 参考文献:

- [1] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨[J]. 中国岩溶, 2002, 21(2): 100 - 105.
- [2] 刘燕华, 等. 脆弱生态环境与区域可持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [3] 何腾兵. 贵州喀斯特山区水土流失状况及生态农业建设途径探讨[J]. 水土保持学报, 2000, 14(5): 28 - 34.
- [4] 蔡运龙, 蒙古军. 退化土地的生态重建: 社会工程途径[J]. 地理科学, 1999, 19(3): 198 - 203.

能一蹴而就,也不可能同时铺开,这就必须对全省的水土保持生态环境建设作出长期而全面的规划。由于各地方水土流失的特点互有差异,治理措施互不相同,加上各地方治理水土流失的积极性有高低之分,经济实力有强弱之分,治理工作有难易和深浅之分,因此总体规划要体现“突出重点、兼顾一般、统筹安排”的原则。各地要在全省总体规划的指导下,因地制宜,制定符合本地实际的水土保持规划。经当地政府批准,由人民代表大会通过,以立法的形式确定下来,列入当地经济和社会发展规划,一级做给一级看,一任接着一任干,坚持不懈,力争15年初见成效,30年大见成效。

#### 4.3 巩固治理成果,提高防治质量

巩固治理成果应该从以下几个方面着手:一要加强预防管护和监测监控力度,避免在生产经营和开发利用过程中出现新的水土流失;二要对那些通过治理后效益不高,长期保留价值不大的残次林进行改造,对已退化的果树加以改良提高其品种质量和抗御自然灾害的能力;三要坚持实施科技兴水保的战略,重视科学技术的作用,积极开展新技术特别是水土保持应用技术的研究,大力推广现有实用科技成果,培养水土保持人才,提高水土流失防治的科技含量。

#### 4.4 加强预防保护,促进监督执法

坚持预防为主,保护优先的原则,进一步加大预防保护和监督执法力度。加强对重点工程治理成果的管护,进一步加强水土保持监督执法的法规体系和执法体系建设,加强水土保持预防监测网络建设,定期向社会发布有关水土流失状况的公告。重视水土保持队伍正规化、规范化建设,加大队伍培训力度,建立一支通法律、懂政策、敢抓敢管、能碰硬的执法队伍,提高执法水平。进一步规范执法程序,做到程序合法和权限合法,做到执法必严,违法必究。

#### 4.5 提高全民水土保持意识,促进全社会共同努力防治水土流失

要做好水土保持工作,首要的是加强法制宣传力度,提高广大民众对水土保持工作的认识和支持。《中华人民共和国

水土保持法》的颁布实施为依法防治水土流失提供了法律依据,各行各业都必须依法办事,为治理水土流失,建设秀美山川,实现防灾减灾和可持续发展贡献自己的力量。其次要坚决杜绝“一方治理,多方破坏”,“先破坏,后治理”的现象再度发生。江西省水利厅2004年公布的遥感数据显示,江西全省水土流失面积已由上个世纪80年代末的4.62万km<sup>2</sup>减少到现在的3.35万km<sup>2</sup>,累计治理水土流失面积1.2万km<sup>2</sup><sup>[7]</sup>。由此可见,现在水土流失面积并没有比建国初期的1.1万km<sup>2</sup>减少,相反却增加了2倍多。究其原因,就是“一方治理,多方破坏”,“治理赶不上破坏”的被动局面仍未从根本上扭转。因此,每个部门,每个单位都应严格执行“谁造成水土流失,谁负责控制治理”的规定。对于有可能造成水土流失的开发建设项目,坚决实行同时设计,同时施工,同时投产使用的“三同时”制度,实行规范化管理,消除产生新的水土流失根源。

#### 4.6 要提高科技含量,把防治水土流失与人民群众脱贫致富紧密结合起来

重视和加强科研与生产相结合新机制的建设,充分发挥科研人员的技术优势。一是紧密结合当前水土保持工作实践,针对水土保持工作中的一些难点,如崩岗的治理、水土保持优良植物的选育、水土流失监测技术和手段进行应用研究。二是选准科研课题主攻方面,在新世纪江西水土保持生态建设的发展战略问题、南方水土保持不同侵蚀区综合治理优化模式、适应于我省或南方水土流失预报的参数或模型等方面要有重大进展,为生产实践服务。三是抓好现有水土保持科技成果及新技术、新成果的推广应用。“南方花岗岩剧烈侵蚀区治理模式研究”成果、“猪-沼-果”工程的推广力度要进一步加大,要加强新技术、新成果的应用,提高水土流失综合治理成效。四是加强科技队伍的建设、培训工作,积极引进和吸引水土保持科技人才,加强水土保持的科研协作与交流。五是加强水土保持信息化建设,以信息化促进水土保持生态建设现代化。

#### 参考文献:

- [1] 江西省统计局. 江西统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2001.
- [2] 左长清. 江西省水土保持工作现状与战略措施[J]. 江西水利科技,1999,25(4):199-203.
- [3] 张连俊,褚贵发. 浅议林地产生侵蚀的原因及防治对策[J]. 水土保持科技情报,2005,(2):47-48.
- [4] 管日顺. 江西水土流失对防洪的影响及防治对策[J]. 中国水土保持,2001,(10):21-22.
- [5] 赵安,周方鑫. 对江西省水土保持工作的今后努力方向的设想[J]. 上饶师范学院学报,1998,18(3):66-69.
- [6] 丁在天,刘萍. 水土流失现状与对策[J]. 吉林水利,2005,(9):58-59.
- [7] 郭远明. 江西水土流失治理面积突破1.2万平方公里[EB/OL]. 新华网,2004-11-20.

#### (上接第150页)

- [5] 许炳南,张弼洲,黄继用,等. 贵州春旱、夏旱、倒春寒、秋风的规律、成因及其预报研究[M]. 北京:气象出版社,1997.
- [6] 张殿发,王世杰,周德全,等. 土地石漠化的生态地质环境背景及其驱动机制——以贵州省喀斯特山区为例[J]. 农村生态环境,2002,18(1):6-10.
- [7] 《贵州五十年》编委会. 贵州五十年(1949-1999)[M]. 北京:中国统计出版社,1999.
- [8] 袁春,周常萍,童立强. 贵州土地石漠化的形成原因及其治理对策[J]. 现代地质,2003,17(2):181-185.
- [9] 屠玉林. 岩溶生态环境异质性特征分析[J]. 贵州科学,1997,15(3):176-181.
- [10] 蔡运龙. 中国西南喀斯特山区的生态重建与农林牧发展:研究现状与趋势[J]. 资源科学,1999,21(5):37-41.
- [11] 王世杰. 喀斯特石漠化——中国西南最严重的生态地质环境问题[J]. 矿物岩石地球化学通报,2003,22(2):120-126.
- [12] 苏维词. 中国西南岩溶山区石漠化的现状成因及治理的优化模式[J]. 水土保持学报,2002,16(2):29-32.
- [13] 李瑞玲,王世杰,熊康宁,等. 喀斯特石漠化评价指标体系探讨——以贵州省为例[J]. 热带地理,2004,24(2):145-149.
- [14] 王世杰. 喀斯特石漠化——中国西南最严重的生态地质环境问题[J]. 矿物岩石地球化学通报,2003,22(2):120-125.
- [15] 梅再美,熊康宁. 贵州喀斯特山区生态重建的基本模式及其环境效益[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版),2000,18(4):9-17.
- [16] 蔡运龙. 中国西南岩溶石山贫困地区的生态重建[J]. 地球科学进展,1996,11(6):602-606.