

# 亚热带花岗岩侵蚀红壤的生态退化与恢复技术

谢锦升<sup>1,3</sup>, 杨玉盛<sup>1,2</sup>, 解明曙<sup>3</sup>

(1. 福建农林大学林学院, 福州 350002; 2. 福建师范大学地理科学学院, 福州 350007;

3. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083)

**摘要:** 我国亚热带花岗岩红壤区是水土流失最严重的区域之一。作者认为亚热带花岗岩红壤生态系统的潜在脆弱性是退化的内因, 植被的破坏是诱因, 而频繁的人为干扰最终导致生态系统的不可逆退化。把亚热带山地丘陵花岗岩红壤生态退化过程简化成轻度、中度和严重退化 3 个阶段, 分析了每个阶段的特征。最后总结和提出了亚热带山地丘陵花岗岩红壤侵蚀退化生态系统的生态恢复技术体系。

**关键词:** 花岗岩; 红壤; 侵蚀; 退化; 生态恢复

中图分类号: X 171. 1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0154-03

## Ecological Restoration Technology and Degradation of Eroded Granite Red Soil in Subtropical Regions in China

XIE Jin-sheng<sup>1,3</sup>, YANG Yu-sheng<sup>1,2</sup>, XIE Ming-shu<sup>3</sup>

(1. Forestry College of Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. Geographical Science College of Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China;

3. College of Soil and Water Conservation of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Granite red soil region is one of the most severe regions of soil and water losses in China. It is suggested that the potential fragility of ecosystem is the intrinsic factors of ecosystem degradation in subtropical granite red soil region, and the destruction of vegetation is the inducement, and frequent artificial disturbance finally lead to the irreversible degradation of ecosystem. The process of red soil ecological degradation in subtropical mountainous and hill region was divided into three phases, light degree, medium degree and severe degree, and the characteristic of each phase was analyzed. The technology system of ecological restoration about granite red soil degradation ecosystem in subtropical region was discussed.

**Key words:** granite; red soil; erosion; degradation; ecological restoration

南方亚热带山地丘陵区人口密集, 森林遭到严重破坏, 目前已成为我国仅次于黄土高原的严重流失区及自然生态环境破坏与退化非常严重的区域之一。本区以山地丘陵花岗岩、花岗片麻岩区水土流失最为严重。花岗岩流失区主要分布于福建、浙江、广东、江西等省(区), 据统计, 南方花岗岩区水土流失面积约 19.27 万 km<sup>2</sup>, 占花岗岩总面积的 82.44%, 其中强度流失和剧烈流失面积共占 21.86%, 严重流失区年土壤侵蚀模数高达 1.0~1.35 万 t/km<sup>2</sup>, 侵蚀类型多样, 浅沟、切沟、崩岗沟等均有大量发育, 水土流失破坏了大量的土壤资源和土地资源, 形成大面积的侵蚀退化生态系统, 出现“崩岗侵蚀劣地”、“红色沙漠”、“白沙岗”、“光板地”等景观, 流失的泥沙抬高河床、淤积水库, 淹没农田, 并导致水、涝、沙、旱灾害发生, 造成生态环境不断恶化, 严重影响该区域的可持续发展<sup>[1-9]</sup>。

### 1 亚热带花岗岩红壤生态系统侵蚀退化的原因

#### 1.1 亚热带花岗岩红壤生态系统具有潜在的脆弱性

在人为和自然干扰的压力下, 亚热带山地丘陵花岗岩红壤生态系统的结构与功能易发生演变, 表现出明显的可变性

和脆弱性, 属于生态环境脆弱带之一。这是由于: 第一, 坡度是形成土壤侵蚀的潜在根源之一, 一般情况下, 坡度越大, 土壤侵蚀越严重。亚热带山地丘陵面积所占比重重大, 坡地多, 坡度陡, 重力梯度大, 土壤侵蚀的潜在危险性高。第二, 亚热带地区具有高温多雨, 水热资源丰富, 湿热同季的特点, 许多地区年降雨量在 1500 mm 以上, 降雨集中, 4~9 月份降雨量占全年降雨量的 70%~80%, 雨强大, 从而给土壤侵蚀提供了强大的降雨侵蚀源动力。第三, 湿热同季使该区以花岗岩(包括与花岗岩性质类似的片麻岩、片岩)为主的岩石矿物强烈风化, 形成疏松深厚的风化层, 土壤抗蚀性低。第四, 亚热带花岗岩红壤本身的不少理化特性和所在的环境背景, 是土壤肥力难以保持的障碍因素, 从而使其具有生态脆弱性。如红壤有机质含量低, 转化速度快, 土壤腐殖质品质较差, 土壤腐殖质分子量小, 结构简单, 土壤呈酸性反应(pH 4.5~5.5), 土壤养分蓄持和供应能力低。

#### 1.2 植被破坏是生态系统急剧退化的诱因

中亚热带花岗岩山地丘陵红壤生态系统这种潜在脆弱性在良好植被的覆盖下, 表现出相对稳定性。一旦植被遭到

破坏, 强大降雨侵蚀力直接作用于表层土壤, 必然导致较为严重的水土肥流失, 地力下降。若不及时采取相应的水土保持措施, 控制土壤侵蚀, 土壤生产力可能彻底丧失, 最终导致生态系统的完全破坏; 特别是在处于山地和盆谷平原交接的丘陵地区, 人口相对密集, 人为干扰的频度和强度较山地更大, 脆弱性表现的更加明显。

### 1.3 频繁的人为干扰导致中亚热带山地丘陵生态系统的不可逆退化

中亚热带花岗岩红壤山地丘陵地区往往人口密度较大, 人地矛盾突出, 大面积的坡地被开发利用, 使许多山地丘陵植被为坡耕地、果园、茶园等所替代, 生态系统因此而退化。该区人口主要分布在农村, 而农村的主要燃料是薪材, 需求量大, 除此之外, 新中国成立以后的几次运动带来的破坏加剧了本来就稀缺的森林资源的紧张, 虽然在部分经济基础较好的地区逐渐改煤代柴, 但广大农村靠国家供应商品能源还有困难。农民为解决燃料问题, 使薪材采伐强度超限, 甚至出现铲草皮、挖树根等现象, 不但造成坡地植被彻底破坏, 还加剧了本就严重的水土流失, 丧失了植被恢复所需的土壤肥力和种子库, 造成生态退化极为严重和生态恢复极为困难。同时由于人多耕地少, 且在“以粮为纲”方针的影响下, 多种经营受到制约, 山地资源没有得到充分利用, 山区经济基础薄弱。贫困的农民为了温饱和富裕, 往往把生活的艰辛转嫁给土地, 这是造成生态退化的重要因素。近年来, 开山采矿、采石及基础设施建设规模迅速扩大, 大部分地区不重视环境保护和缺乏统一规划, 对坡地植被造成严重破坏, 加上剥离表土处理不当, 造成严重水土流失, 特别是花岗岩地区, 开山采石范围广, 破坏面大, 是近年来该地区生态退化的重要原因之一。

因此, 亚热带山地丘陵地区的生态系统本身具有潜在的脆弱性, 但在良好的森林植被的保护下, 其脆弱性并不易显现出来。显然, 轻微的干扰可以对生命系统不造成任何影响, 较重的干扰能改变生命系统的正常动态进展, 严重的干扰会造成人类破坏而毁坏生命系统, 使生命系统的性质改变。而当严重的人为干扰破坏了山地植被, 生态系统就发生不可逆的退化, 最终退化成寸草不生的光板地, 此时生态系统的恢复与重建极为困难。

## 2 亚热带山地丘陵侵蚀退化生态系统的退化过程

在自然条件下, 亚热带地区的植被演替过程为: 荒山裸地 稀草荒山坡 草本群落 灌丛群落 针叶林 针阔混交林 地带性常绿阔叶林; 而在人为强度干扰下, 生态系统发生逆向演替, 即生态系统的退化过程。亚热带山地丘陵生态系统的退化过程大体可简单分为三个阶段。

第一阶段, 属轻度退化阶段, 这一阶段生态系统植被覆盖率高, 优势种群衰退, 优势种单一(人工纯林), 泛化种群扩大, 虽然物种丰富度和多样性指数可能没有明显降低, 但物种的组成发生很大变化, 有逐渐趋于旱生的趋势。生态系统的层次(乔木、灌木、草本)结构简单化, 同时以植物为依存的动物种群数量和年龄结构发生不良变化, 食物链缩短, 食物网简单化。由于结构的变化, 导致系统的功能有所衰退, 光能利用率降低, 水土保持与水源涵养功能减弱, 土壤肥力下降, 系统内物质循环(生物循环)速率下降, 系统对外部环境的适应性和自身的稳定性也降低, 易遭病虫害危害<sup>[10]</sup>。处于这一阶

段的退化生态系统主要包括人工营造的针叶林和针阔混交林, 尤以大面积集中连片、多代连栽的针叶人工林为典型。由于该阶段退化较轻, 通过消除人为干扰, 生态系统能较快自然恢复到相对稳定的初始平衡状态。

第二阶段, 属中度退化阶段。这一阶段是在第一阶段的基础上, 由于人为持续干扰, 植被覆盖率持续下降, 生物多样性下降, 植被以旱生和阳性为主, 层次结构更趋简单, 乔木层不复存在, 只有灌木与草本两个层次或草本一个层次。食物链部分断裂或解环, 种间共生、附生关系大大减弱甚至消失, 动物种群和数量很少。土壤侵蚀程度加重, 有些部分心土或红土层出露, 出现少量切沟侵蚀。生态系统的功能已经大为下降, 植物光能利用率低, 地表的直接辐射增强, 生产力下降极为明显, 生物量大大低于第一阶段; 生物循环减弱而地球化学循环大大增强, 水土保持与水源涵养功能较差, 土壤肥力明显衰退。系统稳定性低, 抗干扰能力弱。此时生态系统要自然恢复到相对稳定的初始平衡状态需要很长的一段时间。处于这一阶段的生态系统主要为灌丛群落和草本群落(含弃耕地、未造林的采伐迹地、火烧迹地等)。

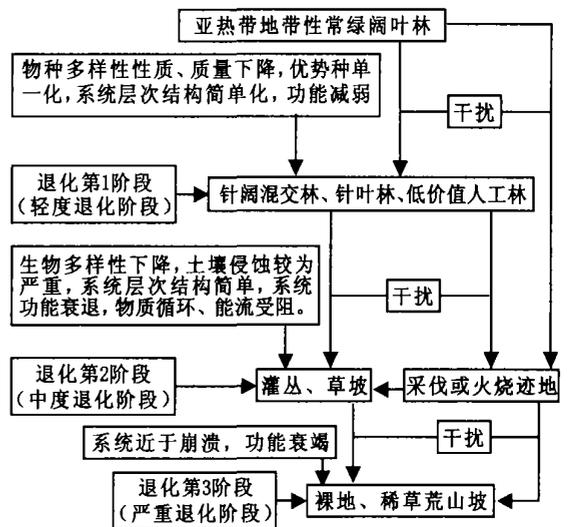


图1 亚热带山地丘陵退化生态系统退化过程

第三阶段, 属严重退化阶段。这一阶段具有以下几个主要特征: (1) 植被退化严重, 植被覆盖几乎完全丧失, 层次结构不复存在, 只零星分布一些耐旱耐贫瘠的旱生广布种, 生物多样性极低, 动物、微生物种群和数量极少, 食物链解体; (2) 土壤侵蚀极其严重, 切沟或崩岗侵蚀严重发展, 形成寸草不生的“光板地”、“红色沙漠”、“白沙岗”等荒漠化状态; (3) 土层浅薄, 土体构型简单, 表层丧失, 心土层和红土层大面积出露, 部分地段出现砂土层和碎屑层, 物理性质恶化, 有机质含量极低, 土壤肥力极为低下; (4) 生态系统功能衰竭, 生境严重恶化, 表现在: 光能利用率极低, 无效能增加, 太阳直接照射地表, 地表温度变幅大, 土壤水分蒸发迅速, 小气候恶化; 生产力和生物量极低; 物质循环主要以地球化学循环为主, 生物循环极弱; 水土保持、水源涵养、调节气候、净化空气、美化环境等功能丧失, 景观破碎, 区域水、旱灾害加剧, 贫困化更加明显。生态系统对外来干扰有一定弹性, 表现出自我调节和恢复能力, 但这种自我调节和恢复能力有一定阈值, 当生态系统的退化超过这个生态退化阈值时, 植被无法得到自然恢复。在自然状态下, 处于这一退化阶段的生态系统已完全丧失恢复到初始平衡状态的能力。

### 3 中亚热带红壤侵蚀退化生态系统恢复技术体系

生态恢复技术是恢复生态学的主要研究内容之一,但目前有关这方面的研究是一个较为薄弱的环节。由于不同退化生态系统存在着地域差异性,干扰类型和强度也不同,生态退化类型、阶段、过程及响应机理也各不相同,生态恢复限制因子也可能不一致。因此,在生态恢复过程中,所选取的关键技术往往会有不同。对于中亚热带侵蚀退化生态系统,根据地形部位和退化阶段,其恢复技术体系大致包括:水土保持技术、土壤恢复技术、植被恢复技术、群落结构调控技术(表 1)。在生态实践中,可以应用上述多种技术的组合。例如,对于上述退化的第 3 阶段,进行植被的恢复时,在充分考虑限

制因子的基础上,使用恰当的工程和生物措施,如经过整地、施肥、客土等工程措施,在短期内改善土壤环境,打破这些因子限制植被生长的“瓶颈”,然后栽植耐旱耐瘠薄的阳性先锋植物才有可能获得成功。在福建长汀河田,成功恢复先锋植被的几个模式基本采用了工程措施<sup>[1-5]</sup>。这些水土保持工程措施能改善山地恶劣的旱瘠条件,为植物生长创造较为疏松湿润的条件,促进植物的生长。由于土壤较为贫瘠,施肥以改善土壤的肥力状况,是一项极其重要的措施,为初期植被的生长提供了必要的养分。选择适应退化生态系统酸、旱、瘠、热的生境的先锋植被,如马尾松、木荷等乔木树种,胡枝子、赤楠、黄瑞木、岗松等灌木树种和芒萁、等草本植物,才可能实现植被的恢复。

表 1 花岗岩红壤侵蚀退化生态系统恢复技术体系

地形部位	退化阶段	水土保持技术	土壤恢复技术	植被恢复技术	群落结构调控技术
坡面	第 1 阶段	改变不合理的经营管理方式	施肥	封山育林、种子库恢复技术、乡土物种恢复技术	林下植被管理、林分改造技术、择伐、透光抚育
	第 2 阶段	台地、水平沟、挖穴、鱼鳞坑等工程技术;水土保持林、草技术;生物篱笆技术;等高耕作技术;复合农林技术;生态果园技术	施肥、绿肥、深翻、土壤结构熟化技术	封禁、先锋林草引入和恢复技术、种子库恢复技术、乡土物种恢复技术、经济林培育技术	生态位优化配置技术、群落组建技术、林分改造技术
	第 3 阶段	水平梯田、水平沟、撩壕、鱼鳞坑等工程技术;水土保持林草技术;生态果园技术	增施有机肥、绿肥、客土、化学改良技术、聚土改土技术、土壤结构熟化技术	先锋林草引入和恢复技术、乔灌木搭配技术、经济林培育技术	
侵蚀沟	第 3 阶段	沟头防护工程、谷坊、拦沙坝	增施有机肥、绿肥	先锋林草恢复技术、乔灌木搭配技术	
崩岗	第 3 阶段	沟头防护工程、削坡、等高沟埂、谷坊、拦沙坝	增施有机肥、绿肥	先锋林草恢复技术、乔灌木搭配技术	

### 4 小结

由于亚热带山地丘陵和花岗岩红壤的自然特点,决定了生态系统具有潜在的脆弱性,植被破坏导致严重的土壤侵蚀是生态系统急剧退化的诱因,而频繁的人为干扰导致了生态系统不可逆退化。典型花岗岩红壤生态系统的退化是一个复杂而又漫长的渐变过程,经历了轻微、中度和严重退化三个阶段

段。根据地形部位和退化阶段,花岗岩红壤退化生态系统恢复技术体系包括水土保持技术、土壤恢复技术、植被恢复技术、群落结构调控技术。严重退化生态系统的恢复力处于生态退化阈值之下,进行植被的恢复时,应充分考虑植被恢复的限制因子,通过高规格整地、施肥、客土等工程措施,在短期内改善土壤环境,打破这些因子限制植被生长的“瓶颈”,然后栽植耐旱耐瘠薄的阳性先锋植物才有可能获得成功。

参考文献:

[ 1 ] 杨玉盛,等. 严重退化生态系统不同恢复和重建措施的植物多样性与地力差异研究[J]. 生态学报, 1999, 19(4): 490-494.

[ 2 ] 杨玉盛,等. 不同治理模式对严重退化红壤抗蚀性影响的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(2): 32- 37.

[ 3 ] 杨玉盛,等. 退化红壤不同治理模式对土壤肥力影响[J]. 土壤学报, 1998, 35(2): 276- 282.

[ 4 ] 谢锦升,林瑞余,黄荣珍,等. 严重侵蚀红壤不同治理模式 N、P 养分循环的研究[J]. 水土保持学报, 2001, 15(3): 16-19.

[ 5 ] 谢锦升,陈光水,何宗明,等. 退化红壤不同治理模式马尾松生长特点分析[J]. 水土保持通报, 2001, 21(6): 24- 27.

[ 6 ] 余作岳,彭少麟. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究[M]. 广州: 广东科技出版社, 1996.

[ 7 ] 阮伏水,朱鹤建. 福建省花岗岩地区土壤侵蚀与治理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.

[ 8 ] 万勇善,史德明,席承藩. 南方花岗岩侵蚀区土壤退化的研究[J]. 水土保持学报, 1991, 5(3): 80- 87.

[ 9 ] 刘苑秋. 亚热带红壤区生态退化及生态恢复研究综述[J]. 南京林业大学学报. 2000, 24 (增刊): 53- 58.

[ 10 ] 包维楷,陈庆恒. 生态系统退化的过程及其特点[J]. 生态学杂志, 1999, 18(2): 36- 42.