

红壤丘陵区水土流失过程及综合治理技术

李忠佩¹, 张桃林¹, 杨艳生¹, 王兴祥¹, 何园球¹, 曾希柏²

(1. 中国科学院 南京土壤研究所, 江苏 南京 210008; 2. 中国农业科学院 农业自然资源和农业区划研究所, 北京 100081)

摘要: 根据试验结果, 分析了红壤丘陵区水土流失和养分损失的过程和动态变化以及在不同耕作轮作措施下的变异特征, 提出了水土流失区综合治理的技术措施。东南红壤丘陵区水土流失的面积约占土地总面积的 21.5%。水土流失量的年际间差异非常大, 达 18~20 倍, 季节间的变化则主要受降雨分布、植被覆盖及人为活动的影响, 保护性耕作可以明显减少水土流失和养分损失量。采用综合治理技术, 创造合适的水分和养分条件, 是快速恢复水土流失区的植被和土壤肥力的有效措施。

关键词: 红壤丘陵区; 水土流失; 过程; 综合治理技术

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2001)02-0012-06

中图分类号: S157.2

Process and Comprehensively Harnessing Techniques of Soil and Water Loss in Hilly Red Soil Regions

LI Zhong-pei¹, ZHANG Tao-lin¹, YANG Yan-sheng¹, WANG Xing-xiang¹, HE Yuan-qiu¹, ZENG Xi-bai²

(1. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, PRC; 2. Institute of Agricultural Natural Resources and Agricultural Regionalism, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, PRC)

Abstract: With the experimental data, the processes and dynamics of the water, soil and nutrient losses and the effect of the treatments of cultivation and rotation systems were analyzed in hilly red soil regions. The comprehensively harnessing techniques for eroded red soils were proposed. The area of land subjected to soil erosion was 21.5% of the total. The interannual variations of the water loss and soil erosion were largely up to eighteen to twenty-fold, its seasonal changes were mainly influenced by rainfall distribution, vegetation cover and human activity. The application of protected cultivation measures decreased obviously the loss of water, soil and nutrient. The development of the comprehensively harnessing techniques and the establishment of the suitable water and nutrient conditions were the effective measures for the quick rehabilitation of vegetation and soil fertility in eroded soil regions.

Keywords: hilly red soil region; soil and water loss; process; comprehensively harnessing techniques

红壤丘陵区自然条件优越, 水热资源丰富, 年降水量 1 350~1 800 mm, 年均温 17.8℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 5 500℃~5 800℃, 无霜期 290~310 d, 生物的生产潜力巨大^[1]。由于地形和降雨的因素, 水土流失是必然产生的自然现象, 但长期以来对土地的不合理利用和生态环境的恶化, 加剧了水土流失过程, 造成了土壤有机物和养分亏缺、土壤物理结构破坏, 土壤持水能力下降, 土壤生物质量退化, 严重制约了本区生产力的发挥^[2,3]。水土流失区的治理已是摆在人们面前的最紧迫的任务。

红壤区的水土流失具有明显的季节变化特征, 受降雨、地形、植被、土壤性质等的影响, 人为活动通过调节微地形和改变植被覆盖及结构状况减缓或加剧水土流失过程。研究红壤丘陵区水土流失过程和动

态变化以及在不同耕作轮作措施下的变异特征, 提出合理的治理模式和关键技术, 对本区农业和社会经济的持续发展均具有重要的理论和实践意义。

1 红壤丘陵区水土流失的现状和原因

根据编制的土壤侵蚀退化分区图的统计结果, 我国东南红壤丘陵区侵蚀退化土壤面积占总面积的 21.5%, 无明显侵蚀退化土壤面积占 78.5%。而侵蚀退化土壤中, 轻度和中度侵蚀退化面积占 87.1%, 强度退化面积占 0.5%, 土石山区面积占 12.3%。由于自然条件和社会经济发展水平的地域差异, 本区土壤侵蚀退化存在明显的空间分异特征, 强度侵蚀退化主要发生在赣粤闽边区、湘西、桂西等地形破碎、坡度较大、经济相对不发达地区(表 1)。与其它地区相

收稿日期: 2001-01-18

资助项目: 国家“九五”农业重点攻关专题“退化土壤恢复与季节性干旱防御关键技术研究”(96-004-03-12)

作者简介: 李忠佩(1962-), 男(汉族), 广西临桂县, 硕士, 副研究员, 从事土壤生物化学、土壤退化与恢复、土壤质量等方面研究, 发表论文 30 余篇。电话(025)3367364, E-mail: zhpli@mail.issas.ac.cn

比^[4],红壤丘陵区水土流失面积所占的比例并不高,并且近年来有改善的趋势^[5]。但是,由于本区人口密度大,占耕地面积 80%的水田利用水平较高,未来

发展潜力较大和开发重点是丘陵荒地和旱地,而这部分土地正是最易产生水土流失的类型,在开发利用过程中应当十分重视水土流失的防治。

表 1 东南丘陵区土壤侵蚀退化的分区与分布

分区名及编号	亚区名及编号	各亚区内不同侵蚀退化程度分布/%				
		无明显	轻度	中度	强度	石山
0 无明显侵蚀区	O ₁ 浙西皖南山区无明显侵蚀退化区	91.9	7.4	0.7	—	—
	O ₂ 长江沿江和杭嘉湖平原无明显侵蚀退化区	95.5	3.6	0.9	—	—
	O ₃ 珠江三角洲及海滨平原无明显侵蚀退化区	92.0	4.9	3.1	—	—
iv 轻度侵蚀区	iv ₁ 闽浙山区轻度侵蚀退化区	81.5	16.8	1.7	—	—
	iv ₂ 华中西南轻度侵蚀退化区	90.0	8.0	1.9	0.06	0.01
	iv ₃ 海南东部轻度侵蚀退化区	87.4	12.6	—	—	—
⑤ 中度侵蚀区	⑤ ₁ 粤闽沿海中度侵蚀退化区	75.7	4.8	19.5	—	—
	⑤ ₂ 湘赣鄂边区中度侵蚀退化区	69.9	27.4	2.3	0.40	—
	⑤ ₃ 珠江的西江水系中度侵蚀退化区	82.7	8.3	9.0	—	—
	⑤ ₄ 海南西部中度侵蚀退化区	70.2	26.5	3.3	—	—
④ 强度侵蚀区	④ ₁ 赣粤闽边区强度侵蚀退化区	66.1	21.1	12.3	0.50	—
	④ ₂ 湘西强度侵蚀退化区	62.3	16.9	20.8	—	—
	④ ₃ 桂西强度侵蚀退化区	64.2	25.3	4.8	—	5.70
⑤ 强度侵蚀区	⑤ ₄ 洞庭湖西强度侵蚀退化区	59.7	19.7	20.5	0.03	—
	⑤ 桂西土石山强度侵蚀退化区	48.4	14.5	4.0	0.40	32.70
总 计		78.5	13.9	4.8	0.10	2.70

水土流失是自然因素(如地形、降雨、土壤性质等)和人为因素(如植被破坏、土壤开垦等)综合作用的结果,但比较而言,由于人类活动导致生态环境恶化而引起的水土流失所带来的损失更大。(1)地形。地形对水土流失的影响主要表现在坡度和坡长二方面,研究表明^[6],当坡度在 3°以下时,土壤侵蚀一般不明显,坡度在 3°—5°时即发生轻度面蚀,5°—15°时发生中度面蚀,15°—25°时发生强度面蚀,并有少量切沟发生^[7],坡度在 25°以上则土壤侵蚀更为严重;坡长越长,则水流过的距离就越长,且越到坡底,水流就越大,土壤流失就愈严重。红壤丘陵区的地面坡度一般在 3°—7°,因此主要出现的是轻度面蚀。(2)降雨。降雨对水土流失的影响主要表现在降雨量和降雨强度 2 个方面,这种影响也在一定程度上受土壤本身的含水量和吸水容量的影响。在一定条件下,降雨强度愈大,水土流失就愈严重,但降雨强度的影响也在一定程度上受到降雨量的限制,即在同等降雨强度下,降雨量愈大,则水土流失就愈严重^[6]。红壤丘陵区雨量充沛,降雨的季节分布不均,暴雨次数多,特别是旱热同季,地表形成的疏松层,在降雨的时候,极易产生水土流失。(3)土壤性质。土壤性质对水土流失的影响主要表现在某种土壤抵抗雨水冲刷能力的强弱,亦即在一定程度上与土层厚度、土壤吸水容量及降雨时土壤的干湿状况等因素有关。在我国南方红壤地区,由花岗岩发育的红壤和紫色土,它们抵抗

雨水冲刷的能力相对较弱,因而较易导致水土流失;第四纪红色黏土发育的红壤由于易形成疏松表层,故也易发生水土流失;而由板页岩发育的红壤则因其结构较好等原因,相对而言水土流失就较轻。(4)植被破坏。由于植被破坏而引起的水土流失大多是人为造成的,而且也是最严重的。人为因素引起的植被破坏大体上有 2 种方式,一是对植被的过度砍伐,致使植被生长变差甚至最后消失;二是过度开荒导致植被结构改变和生长变差,当然也有自然或半人为因素(如森林火灾)引起的植被破坏。在湖南第四纪红壤不同植被类型下植被生长与水土流失关系的试验结果表明(详见表 2),保持良好的植被结构,对防止水土流失具有重要意义。(5)不合理的土地利用。不合理耕作、作物布局和种植制度也导致或加剧土壤侵蚀。

表 2 不同植被类型下的土壤侵蚀特征 kg/hm²

处 理	径 流 量/ (m ³ ·hm ⁻²)	推 移 质	悬 移 质	总 泥 沙 量	侵蚀模数/ (t·km ⁻²)
CK	141	26 143	7 185	33 328	3 333
乔木+ 牧草	103	22 040	5 014	27 054	2 705
牧 草	55	21 455	2 735	24 190	2 419
灌 木	63	13 223	3 242	16 465	1 647
灌木+ 牧草	74	10 979	3 583	14 562	1 456
茶叶+ 绿肥	10	4 838	499	5 337	534

2 红壤丘陵区水土流失过程

2.1 红壤区水土流失和养分损失过程的特征

2.1.1 水土流失量的年际间变异 水土流失量在年际间的变化非常大,最高和最低的年份相比,径流系数和土壤侵蚀量的差异高达 18~20 倍,这种变化是降雨量及降雨强度分布的不同所致,人为活动(耕作方式和频度)则增加或降低了这种变化的幅度。研究结果表明(图 1),传统耕作(花生-绿肥)和常规耕作方式(玉米+大豆-荞麦-油菜)下,由于地面覆盖较差和增加了土壤翻耕的次数,在降雨量大的年份,则显著增加了径流量和土壤侵蚀量,1995 年的降雨量比 1996 年增加了 42%,但径流量却增加了 199%和 293%,土壤侵蚀量增加了 104%和 257%。采用保护性耕作(免耕覆盖、垄作),径流量和土壤侵蚀量的年际间差异明显减小。

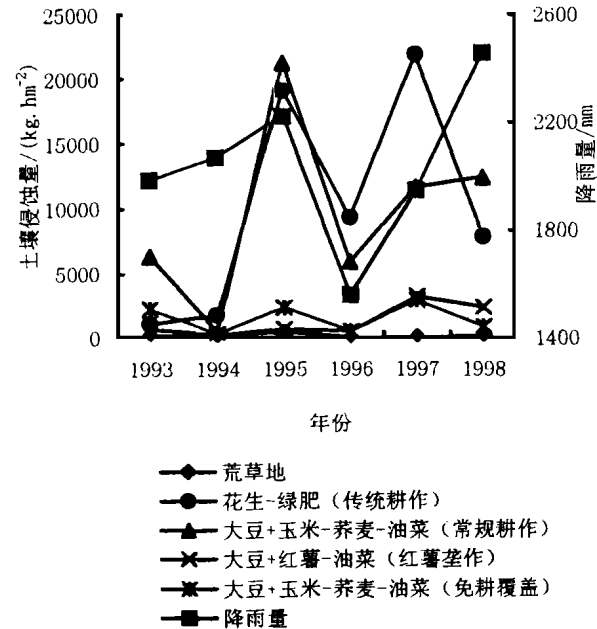


图 1 不同耕作轮作模式下土壤侵蚀量的年际间变化

2.1.2 水土流失的季节变化动态 低丘红壤区 1955—1995 年降雨量统计表明^[8],每年 4—6 月降雨量约占全年的 50%。而此时正是作物收获播种季节,地面覆盖度小,是发生水土流失的危险期,其水土流失量一般也占全年的 50% 以上,在土壤侵蚀量大的年份,其比例更高。如 1995 年 4—6 月份水土流失量占全年的 80%。尤其以过程性大暴雨,对土壤流失影响更大,如 1995 年 4 月 16—17 日,降雨 135.4 mm,传统的花生-绿肥轮作方式下地表径流达 73.4 mm,土壤侵蚀量高达 6 269 kg/hm²,分别占其全年地表径流量的 18%、土壤侵蚀量的 33%(图 2)。

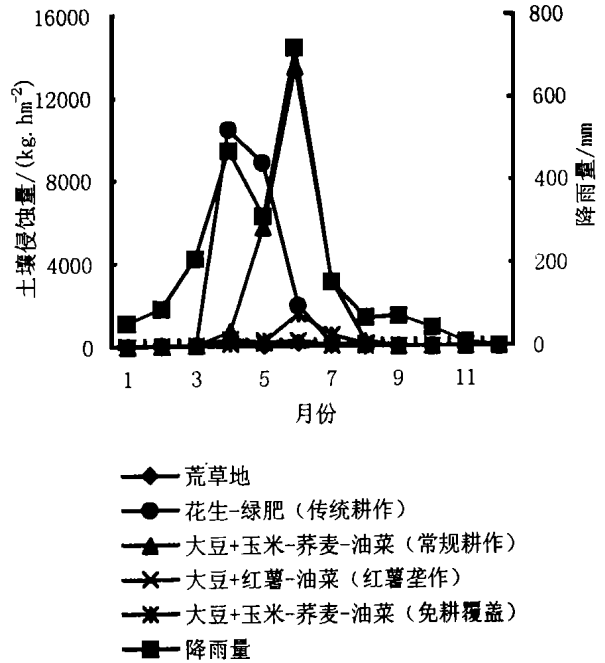


图 2 低丘红壤区土壤侵蚀量的季节变化(1995)

不同利用方式下由于作物生育期和地面覆盖度的差异,其水土流失动态也有所不同,虽然降雨量以 6 月份最高,但此时传统的花生覆盖度较高;最大地表径流和土壤侵蚀量往往发生在 4—5 月份,因为此时正是花生培土时期,土壤疏松,地表覆盖度也不高。而对于大豆玉米常规耕作,4 月份有油菜覆盖,最大水土流失量通常发生在 5—6 月份。

2.1.3 红壤区养分流失的动态 红壤区地表径流和深层渗漏损失的水分占降雨量的 39%~63%,是养分流失的主要途径,养分流失动态与地表径流和深层渗漏过程基本一致。每年降雨天数约 90 d,其中发生径流和渗漏的天数 60 d,主要出现在 4—7 月份,但流失量最多的天数仅为 13~15 d,占年养分流失量的 57%~63%;当日降雨量达到 10~15 mm 时,出现径流和渗漏,养分流失开始发生;降雨量小(<20 mm),降雨时间间隔长时,径流和渗漏液中养分浓度较高,养分主要是在系统内或土壤不同层次间进行重新分配;当降雨量和降雨强度大(>20 mm),降雨时间间隔短时,径流和渗漏液中养分浓度较低,养分则流出系统或进入地下水。

养分流失主要有液体流失和固体流失 2 种形式,在降雨量较小时以离子态(液体)为主,在降雨量大时,则以土粒(固体)移动即复合态为主。液体流失顺序以盐基元素居前, N 居中, Fe, Al, P, Mn 居后;固体流失顺序为 K>N>P, N 主要富集于 0.005~0.002

mm 粒级中,钾主要富集于 0.05~0.01 mm 粒级中,磷富集粒级不明显。总体来说,K,N 以液体流失为主,P 则以固体流失为主。

养分流失量在自然状况下以地表径流为主,占总流失量的 79.5%~84.6%,深层渗漏只占 15.4%~20.5%;在人工措施下则以渗漏损失为主,占总流失量的 79.6%~80.2%,而地表径流只占 20% 左右。

2.2 不同耕作轮作模式下的水土流失量和养分损失量变化

耕作轮作方式的变化由于改变了地表的植被覆盖状况和土壤的扰动次数,对土壤的理化性质及水文过程产生直接的影响^[9]。在田间条件下,设置不同的耕轮作处理,观测水土流失量的变化。结果表明(表 3),传统的花生—绿肥轮作方式引起较严重的水土流失,例如 1995 年其地表径流达 409.0 mm,土壤侵蚀量达 19 106.0 kg/hm²,比未开垦利用的荒草地增加地表径流 81.2%,土壤侵蚀增加 38.8 倍;而免耕覆盖处理下产生的地表径流和土壤侵蚀量仅分别为常规耕作的 31.7% 和 12.8%;总体来说,增加复种和土壤的翻耕次数,会造成严重的水土流失,采用保护性耕作(免耕覆盖、垄作)能降低径流量和土壤侵蚀量,而采取复合农林利用或林业利用方式地表径流较小,基本没有土壤侵蚀发生。

表 3 不同耕作模式下的水土流失量和养分损失量变化

处 理	年均地	年均土壤	年均径流和渗漏	
	表径流/ mm	侵蚀量/ (kg·hm ⁻²)	损失/(kg·hm ⁻²)	有机质 NPK 总和
CK(荒草地)	87.8	174.0	—	—
花生—绿肥(萝卜菜) (传统耕作)	261.8	10 181.8	260.8	231.0
玉米+大豆—荞麦— 油菜(常规耕作)	281.7	9 685.3	282.5	277.2
大豆+红薯—油菜 (红薯垄作)	83.0	1 306.7	20.2	56.6
玉米+大豆—荞麦— 油菜(免耕覆盖)	100.8	1 559.0	63.0	176.0

注:本表数据根据 1993—1998 年观测结果平均而得。

不同的耕作轮作方式对养分损失量也有明显的影响,常规耕作处理下土壤有机质和养分(N,P,K)的损失量是免耕覆盖及垄作处理下的 4.5~14.0 倍和 1.6~4.9 倍,而荒草地、林业和复合农林措施下,水土流失养分损失基本可以忽略。

总之,水土流失和养分损失的动态变化受植被覆盖、降雨性质和人为活动(施肥、耕作轮作)的影响,采用保护性耕作,进行合理轮作和作物布局,是降低水

土流失和养分损失的重要措施。

3 水土流失对红壤肥力的影响

3.1 水土流失引起红壤养分含量下降

由于富含养分的表土的流失,流失区土壤的养分含量往往较低。对我国红壤地区不同侵蚀程度土壤抽样调查研究表明,侵蚀红壤有机质含量极低,强度侵蚀的土壤有机质含量大多低于 5 g/kg;水解氮含量也不高,中度、强度侵蚀土壤水解氮大多低于 50 mg/kg;速效磷奇缺,大多低于 5 mg/kg,有些侵蚀土壤甚至为痕量;土壤钾素含量相对较丰富,速效钾大多在 50 mg/kg 以上。就水土流失与养分退化关系而言,流失程度越重,土壤有机质和氮素含量就越低;速效磷含量亦常有类似规律;但全钾和速效钾含量并没有显示出此类关系。

3.2 水土流失引起红壤物理肥力下降

由于侵蚀对土壤颗粒的选择性作用及土壤细粒物质(0.01~0.25 mm 粒级)和黏粒的大量流失,土壤物理性质一般会随着侵蚀的加剧而不断恶化。对花岗岩侵蚀退化土壤物理性质的研究表明,随着侵蚀程度的加剧,土壤团聚体破坏,水稳性大团聚体明显减少。同时,土壤总孔隙度、通气孔隙(>0.03 mm 孔径)度以及毛管孔隙(0.03~0.000 2 mm 孔径)度均明显下降,而非活性孔隙(<0.000 2 mm 孔径)所占比例显著增大。此外,伴随着水土流失过程的发展,土壤砂质化过程往往也不断发展。由于可用于贮存土壤有效态水分的毛管孔隙所占比例的下降,因而随着侵蚀程度的加剧,土壤有效水性能,即田间持水量至凋萎含水量之间的土壤水分容量明显下降。对低丘岗地轻度侵蚀红黏土发育红壤水分物理性质的研究结果也表明,侵蚀退化红壤总库容和贮水库容均较高(0~150 cm 土层分别达 793.4 和 495.3 mm),持水性较好,但其有效水库容相当低,0~150 cm 土层只有 188.8 mm,有效水百分含量多在 6%~11%,且主要集中在低吸力段(90 kPa 以下),供水性能差,易出现干旱。加之本区苛刻的气候条件,即降雨季节性分配极不均匀,旱热同季,作物常常受到伏旱秋旱的严重威胁,尽管此时红壤剖面深层具有相当丰富的水分贮量。

3.3 水土流失造成红壤生物肥力的退化

水土流失也造成土壤生物肥力退化,强侵蚀荒地的微生物总量仅为弱侵蚀荒地的 70%,土壤酶活性、固氮强度和呼吸强度也明显下降。而经过 3 a 培肥的红壤旱地,土壤细菌总量比侵蚀荒地增加 27 倍。

4 水土流失区的综合治理技术

从上述分析可见,水土流失导致土壤和养分的大量损失,造成土壤的物理状况不良、持水能力弱、土壤养分含量低、肥力条件差等,此外,水土流失严重的地区往往是经济不发达地区,因此,在实际的治理过程中,必须综合考虑这些特点,采取相应的措施,才能达到预期的效果。

4.1 采用综合技术措施,快速恢复流失区植被和土壤肥力

首先要改变地表流失状况,确保成土速度高于流失速度,或土壤熟化速度高于退化速度;要使暴雨季节植物不致被地表径流冲失和被泥土掩埋;在干旱季节,植物能耐高温干旱期而不枯死;因此,为植物创造生长所必须的水分、养分和环境条件,创造确保土壤肥力能持续保持和种植业可持续发展的经营模式,是技术的关键。

(1) 改变流失区地表状况,防治水土流失。具体措施包括:水平台地开挖,薄土层坡面开挖鱼鳞坑,切沟谷坊,崩岗壁削坡筑阶,陡坡撩壕,竹节沟,沉沙地。

(2) 创造植物生长必须的水分条件。在水土流失区植物恢复中的一个关键问题是土壤水分。由于夏季高温缺水,土壤干燥,使植物难于越夏而枯死。因而必须解决新栽植物的安全越夏问题。土壤有效水含量随侵蚀程度加剧而减少,在同样的地表条件下,含水量少的土壤,其耐旱期缩短。研究表明,在第四纪红黏土区,轻度退化类型 A 层出露土壤的有效水含量,几乎为 C 层出露强度退化土壤的 2 倍。同一土壤不同深度含水量不同,一般土层较深处,土壤有较高含水量,因而其耐旱时间也较长。不同土层深处水分达到凋萎点所需时间各异。以上坡裸地 0—20, 20—40 和 40—60 cm 土层的水分含量为例,降透雨后达到凋萎点水分含量的时间分别约需 3, 10 和 24 d。可见土层较深,土壤耐旱时间较长,如果在绿化植树时采用挖大穴方法,栽植深度在 40—60 cm 时,就可为树苗安全越夏提供保证条件。

(3) 创造植物生长所必须的养分条件。在水土流失区土壤养分缺乏是普遍现象,尤其在花岗岩区和第四纪红黏土区,土壤速效磷含量几乎为 0,土壤有机质和氮素含量也十分缺乏。在侵蚀劣地绿化过程中,植草种树时,必须施用磷肥,其用量约为 750 kg/hm² 钙镁磷肥。

(4) 筛选耐瘠耐旱的植物品种。由于水土流失区土壤贫瘠,选取耐瘠耐旱的植物品种,以适应恶劣环境,是确保侵蚀区绿化成功的关键措施之一。经过

多年的实践,在第四纪红粘土区筛选了若干耐瘠耐旱的植物品种,如垂叶画眉草、百喜草、香根草、胡枝子、多花木兰、猪屎豆、牛角豆,它们的土壤(0~15 cm)凋萎含水量在 9%~11%,而一般裸露的第四纪网纹红土(C 层)的凋萎点(15 帕)含水量为 15%~17%,所以耐旱性较好。

(5) 技术措施的组装。要实现水土流失区的地面绿化,除考虑上述单项工程、生物和水肥管理等措施以外,还要有治理区域的系统设计和规划,把各项技术措施与实地地形、土质和流失状况相匹配,才能使有关措施获得成功。对面积不大的陡坡面治理,为使其动土面尽量地小,宜首先采用挖营养穴,后栽植草和灌木的实施办法;对瘠薄土层的坡面,首先宜采用开挖鱼鳞坑蓄积土壤的办法,然后再植树种草。对于坡面治理应全面规划,上下兼顾;在植物布局上遵循立体配置的原则;在植物品种搭配上遵循“乔、灌、草相结合,以草灌为主”原则,同时考虑豆科和非豆科,针叶和阔叶配合;在工程措施和生物措施关系上,遵循“生物措施为主,工程措施为辅,以工程保生物,生物护工程”原则;总之应以系统的、综合的、全面的观点,既考虑水土保持、水土资源的恢复重建,又考虑水土资源的保护、开发和利用;既考虑近期,又考虑长远的可持续发展;既考虑生产发展,又考虑生态环境的同步改善;既考虑人类的物质需求,又考虑人与自然的协调;既考虑当代人利益,又考虑自然资源的永续利用。

4.2 协调布局,形成植物群落多元化和生物多样性

实现了地面绿化,只是实现了生物多样性的第一步。当生物多样性恢复以后,侵蚀退化土壤的恢复才能得以实现。恢复生物多样性的技术关键,重要的是因地制宜地恢复植物的种群结构组合。

主要模式如山丘区顶—腰—谷—塘的布局:采用顶部——林草业,腰部——果业,沟谷平地——水稻或粮油作物,池塘——养殖业。在林草业中,山丘坡面以林为主,栽植水保林,用材林,薪炭林或灾害防护林,山丘平缓坡面栽植饲草,饲料;营林区应针阔叶,乔灌草不同植物类型相结合,并形成多层植被结构;果业区应根据果类植株类型,根据喜阴或喜阳植株乔灌草类合理组合,形成多层果类植株结构,以便充分利用太阳光能;水田栽植水稻或稻—稻—油菜,或稻—稻—绿肥,形成一年两熟或一年三熟制;旱地栽植玉米,芝麻,花生、豆类 and 薯类等;池塘发展水面养殖并和非水面养殖相结合,形成养猪—猪粪—沼气—肥料—废水入塘—浮游生物,发展水面养殖,缓解能源的不足;种养结合,相互促进,养猪—肥料—培肥和改

良土壤—提高作物和饲料产量—发展养殖业,成良性循环链。由于生产的发展,生态环境的改善,侵蚀退化土壤肥力和生产力得到恢复。

4.3 注重实效,建立生态经济型治理模式

低丘红壤地区经济不发达,单纯以绿化和改善生态环境为目的的治理措施在实际应用中不如生态经济型的治理模式受欢迎,因为,在人口不断增加的情况下,既要解决人们对物质的需求,又要恢复环境、保持生产的可持续发展,唯有建立生态经济型的治理模式,在解决水土流失问题的同时,解决水土资源的治理、开发和保护,促进生产的发展和生态环境改善的相互协调。当然,生态经济型的治理模式有多种多样,视不同地区的自然条件和经济水平而选择施行。如在花岗岩流失区的宁都县水土保持试验站引种栽植日本蜡漆树约 7 000 株(600~900 株/hm²),3 a 可结出漆籽,年产值可达 7.0×10⁴ 元人民币,年纯收入至少 4.0×10⁴ 元以上,在快速绿化地面,改善生态环境的同时,具有明显的经济效益。

5 水土流失区治理的效果

中国科学院红壤生态试验站建立的试验小区已经进行了 15 a 的实践表明,采用了综合治理技术措施后,一般经过 3~5 a,就可收到十分明显的效果。

(1) 植被和生物多样性得到初步恢复。不论是面上的治理区,还是恢复重建小区,实施 3 a 后,地面植被覆盖度达到了 95% 以上。以坡面上的主要灌木胡枝子的生长为例,在正常条件下,栽植当年可平均长高 1.2 m,可收割枝叶达 13 500 kg/hm²;生长 2 a 后,地表收干枯叶达 5 750 kg/hm²。植物种类有数十种,由乔灌草组成的稳定植物群落有:樟—胡枝子—百喜草群落,油桐—假俭草—香根草,刺槐—胡枝子—垂叶画眉草群落等等。

(2) 阻止了坡面土壤流失。在恢复重建小区经 3 a 的恢复重建后,治理小区每年的土壤流失量为 74.12 t/km²,仅为对照小区的 1.4%。

(3) 减少地表径流,增加生态水库功能。例如 1997 年,治理小区的径流量仅为对照小区的 26%,说

明生态水库的贮水量增加。

(4) 增加了土壤水库容量。随着植被的恢复使生态环境和土壤的物理性质得到改善,使土壤的持水能力,特别是土壤有效水的吸持能力增加,从而也增加土壤水库中的储水量,4—11 月的表层土壤年平均含水量增加 3%,6—8 月增加 1.3%~2.9%。

(5) 提高土壤肥力(养分)。实施土壤肥力恢复重建措施 5 a 后,不同绿化地与未治理的裸地比较,土壤有机质、全氮等养分含量明显增加。

[参 考 文 献]

- [1] 赵其国,石华,吴志东.红黄壤地区农业资源综合发展战略与对策[M].见:石华主编.红壤生态系统研究(第 1 集).北京:科学出版社,1992.1—13.
- [2] 龚子同,史学正.我国热带亚热带土壤合理利用和土地退化的防治[M].见:石华主编.红壤生态系统研究(第 1 集).北京:科学出版社,1992.14—21.
- [3] 梁音,史学正,史德明.水蚀对生态环境的影响[M].见:赵其国主编.土壤圈物质循环与农业和环境.南京:江苏科学技术出版社,1995.210—218.
- [4] 史德明,杨艳生.土壤侵蚀与土地退化[M].见:中国科学技术协会编.中国土地退化防治研究.北京:中国科学技术出版社,1990.179—184.
- [5] 张桃林主编.中国红壤退化机制与防治[M].北京:中国农业出版社,1999.138.
- [6] 曾希柏,刘国栋.湘南红壤地区水土流失及防治对策[J].中国水土保持,1999(7):22—23.
- [7] Lal R. Restoring land degraded by gully erosion in the tropics[J]. In: Lal R, Stewart B A, eds. Advances in Soil Science. Soil Restoration. Springer-Verlag, 1992: Vol. 17: 123—152.
- [8] 王明珠,张佳宝,赵春生,等.低丘红壤区水资源的时空变异及综合开发利用[M].见:王明珠,张桃林,何园球主编.红壤生态系统研究(第 3 集),北京:中国农业科技出版社,1995.243—282.
- [9] Bouma J. Effect of soil structure, tillage, and aggregation upon soil hydraulic properties[M]. In: Wagenet R J, Bayeye P, Stewart B A, eds. Advances in Soil Science: Interacting processes in Soil Science. Lewis Publishers. 1992. 1—36.