

南方水土流失区水资源生态库恢复重建研究

杨艳生, 王明珠
(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要: 根据在我国南方第四纪红黏土侵蚀区进行定点实验资料, 论述了水资源生态库的构成, 水土流失区水资源恢复实施方案, 实施过程, 实施效果及植被恢复对水资源生态库所起的作用等。
关键词: 水资源; 水资源生态库; 恢复重建
中图分类号: X143, S157 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2000)03-0131-03

Study on Restoration of Water-ecological Reservoir in South China

YANG Yan-sheng, WANG Ming-zhu
(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, PRC)

Abstract: On the basis of the experimental data in the fixed field in Quaternary red clay region south China, the authors discuss the composition of water-ecological reservoir, the measures of restoring water-ecological reservoir in eroded region, its implementation process and effect. Meanwhile, the roles in restoring water-ecological reservoir vegetation plays also are set forth.
Key words: water resources; water-ecological reservoir; restoration

我国南方年降雨量大多在 1 500 mm 以上, 但由于雨量的季节性差异, 局部小地形影响, 山丘坡位的不同和土壤侵蚀对地表水分配的影响等, 耕地的季节性干旱, 严重影响着农作物产量; 侵蚀区的土壤缺水, 使植物难于生长, 对植被恢复、对侵蚀退化土壤的恢复重建造成极大障碍。因此南方季节性缺水, 已成为影响经济发展和生态环境改善的重要因素。在南方山丘区有 1/3 以上的土地遭不同程度的侵蚀和水土流失, 其结果造成水土资源和水资源生态库的严重破坏, 从而导致严重水旱灾害和其他自然灾害的频繁发生。为了在水土流失区恢复重建水资源生态库, 开展水土保持, 从 1987 年起, 在中国科学院红壤生态实验站所属的第四纪红黏土侵蚀区, 选取水土流失严重的地域作实验地, 进行为期 10 年的水资源生态库恢复重建研究, 本文是这一研究的总结。

水资源生态库(又称生态水库)是指生态系统中所能储存降水的总容量, 它是一个大系统, 包括地表水系统, 生物水库系统, 土壤水库系统和浅层水系统。

地表水和浅层水易受生物和土壤水库的制约, 如果生物水库和土壤水库干枯, 不管是地表水还是浅层水都将枯竭。所以在水土流失区水资源恢复重建中, 水资源生态库的恢复重建主要指生物水库和土壤水库的恢复重建。

1 恢复重建概况

该实验区为第四纪红黏土浅丘平台边坡水土流失严重地域, 面积约 6.67 hm², 相对高差约 10 m, 地面平均坡度 10~25°, 区内植被覆盖率约为 5%, 植物类型简单, 除散生马尾松外, 少有其它植物生长; 地表沟蚀严重, 土壤发生 A 层和 B 层几乎已被侵蚀, 地表网纹层出露, 地面水土条件非常恶劣。年坡面土壤流失量在 7 000 t/km² 以上。因此, 本区的水资源生态库遭到严重破坏。在坡面上, 地面水库, 浅层地下水库和生物水库都不存在, 土壤水库也十分枯竭, 植被恢复十分困难。这一状况在我国南方水土

* 收稿日期: 2000-06-15
国家攻关 960040312 课题资助研究项目。

流失严重的第四纪红黏土区有代表性。

2 恢复重建设计原则

根据我国南方农业生态系统建设的总体要求提出如下原则:

(1) 统筹规划原则。即在实验地内,把水资源生态库的恢复重建,放到当地生态系统中综合考虑,统筹规划。从农业生产“顶林、腰果、谷田、塘鱼”模式的整体出发,确定实验地恢复作为“顶林”中的一部分,以此作为实验设计的基础。

(2) 水土资源恢复重建原则。在恢复重建区域内最迫切的问题是水土资源恢复重建。在水土资源恢复重建中,水资源生态库建设是搞好水土保持,解决当地农业生产季节性干旱问题、土壤资源恢复重建和生态环境改善的关键环节。

(3) 生物多样性恢复重建原则。水土保持、水土资源恢复重建、农业生产和它们的可持续发展,都必须建立在生物多样性恢复重建的基础之上,没有生物多样性的恢复和重建,就不可能实现稳定和和谐的生态环境,水资源生态库的恢复也不能维持。

3 恢复重建设计方案

设计思想是:以自然小流域为单元,建立水资源生态库恢复重建小区,采取恢复重建措施,并进行水土资源恢复重建过程中的恢复重建效果的定期观测;在治理坡面上分上、中、下坡三段定点定期进行土壤水分观测,以确定恢复重建后环境改善对土壤水库容量的影响。在治理小区和治理坡面上,进行相应的生物多样性恢复重建,恢复重建设计分实施区和恢复重建观测及对照区两部分。

治理实施区:就是在近 6.67 hm^2 的区域进行以水土流失治理为先导,实施生态恢复重建的区域。

恢复重建观测及对照区:即在治理实施区内设立封闭观测小区,在恢复重建过程中进行水、土和生物观测:该小区是一条完整的侵蚀沟,因而是一个封闭集水区,其面积 562.5 m^2 。在集水区的末端设有集水池,以收集上方来水和泥沙。在此小区内实施各种水土资源恢复重建措施和在每次降雨以后进行水土流失量的观测。对照小区:与恢复重建观测小区相邻的类似一条小侵蚀沟,面积为 146.3 m^2 ,同样设有集水池,但不采取任何治理措施,使之保持原貌,只作水土流失量的观测,以同恢复重建小区作对照。此外,在特定的坡面上,分上坡、中坡和下坡三段,每5 d、盛夏期每3 d采集土样进行土壤水分测定。

4 恢复重建实施过程

恢复重建实施原则是:布局上统一规划,因地制宜;步骤上工程和生物相结合,治沟同治坡相结合;生物品种选择上乔灌木相结合;据此依如下步骤进行:

(1) 坡面工程改造。由于水土流失造成坡面沟壑纵横,故在实施恢复重建前,必须作统一规划,进行以水土保持为内容的工程改造,包括在坡面上修建水平平台和沟道内修建谷坊等。

(2) 沟坡绿化。一般坡面栽植胡枝子和适合栽植的乔木;陡坡面采用营养穴法栽植;切沟内坡度较陡处砌石谷坊,缓坡处建生物谷坊,并在谷坊内栽植适生植物。

(3) 坡面绿化改造。坡面绿化的头三年,在较好的管理条件下,植物生长良好,但由于生境水土条件差,植物种类单调,种群单一,植物衰老和退化很快,病虫害严重,必须进行植物种群改造。改造的办法是从坡面绿化观察中择优去劣,淘汰劣质品种,并组成乔灌木植物群体。

(4) 组成合理的植物群落。根据坡位和土质的不同,匹配不同的乔灌木群体组合,促成稳定的多层植被的形成。

(5) 水资源生态库恢复重建。通过实现植物品种多样性和植物群落多元化恢复,达到生物多样性恢复,形成稳定良好的生态环境,并实现水资源生态库恢复重建目标。

水资源生态库的恢复重建不同于一般的水土保持,它更强调系统、完整、综合和可持续性。水资源生态库恢复重建是一项系统工程,它在空间上考虑农业的总体地域布局,在时间上考虑大农业乃至整个国民经济的发展,考虑水、土、生物和环境的配合协调,考虑生产发展与生态环境的同步改善。

5 水资源生态库重建效果

水资源生态库从1988年开始,在水土流失严重的侵蚀劣地上恢复重建,到1998年,历时10年后,取得了明显的恢复重建效果。具体表现为:

(1) 植被和生物多样性得到初步恢复。不论是面上治理区,还是恢复重建小区,从1988年起,实施3年后,地面植被覆盖度达到95%以上,6年后实现了乔灌木多层植被覆盖。以坡面上的主要灌木胡枝子的生长为例,在正常情况下,栽植当年可长高1.2 m,每公顷长120 000株,可收割枝叶13 500 kg左

右; 生长两年后, 地表可收干枯叶每公顷 5 745 kg。植物种数有数十种。由乔灌木组成的稳定植物群落主要有: 樟—胡枝子—百喜草, 油桐—胡枝子—假俭草, 刺槐—紫穗槐—垂叶画眉草群落等。

(2) 阻止了坡面土壤流失。在水资源生态库恢复重建小区经 3 年的恢复重建后, 到 1991 年, 恢复小区(1 号小区) 已没有推移质土壤流失, 悬移质中的土壤流失量, 也不足对照小区(2 号小区) 的 1/3; 恢复小区每年的土壤流失量为 74. 12 t/km², 对照小区为 5 336 t/km²(见表 1)。

表 1 治理小区(1) 和对照小区(2) 年土壤流失量对比					
小区号	小区面积/ m ²	径流量/ m ³	径流含沙量/ g · L ⁻¹	悬移质量/ kg	推移质量/ kg 干土
1	562. 5	57. 8	0. 40	41. 69	/
2	146. 3	41. 0	1. 66	147. 87	632. 79

(3) 增加了生物水库贮水量。表 1 中的 1 号小区面积是 2 号小区的 3. 8 倍, 换算成相同面积, 1 号小区的径流量只是 2 号小区的 37%, 而且随着生态库

表 3 6、7、8 三月土壤平均含水量							%		
年份		上 坡			中 坡			下 坡	
土层深度/ cm	2 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	2 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60	2 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 60
1992	17. 2	20. 4	21. 4	18. 2	22. 3	23. 3	19. 9	19. 8	21. 8
1993	17. 2	20. 4	21. 4	18. 2	22. 3	23. 3	19. 9	19. 8	21. 8
1994	17. 8	20. 1	21. 3	18. 9	21. 8	22. 8	19. 8	19. 8	21. 6
1995	19. 4	21. 6	23. 2	19. 8	21. 9	23. 4	21. 2	21. 5	23. 9
1996	18. 6	22. 1	23. 7	21. 1	24. 8	25. 7	21. 5	21. 8	23. 5
1997	18. 5	22. 0	23. 7	21. 1	24. 8	25. 7	21. 5	21. 8	23. 5

(5) 减少土壤流失对土壤水库贮水量的贡献。从 1990 ~ 1997 年对照小区每年每 km² 流失的土壤累计达 89 615. 5 t, 而重建小区仅为 559. 8 t/km²。若土壤容重为 1. 3 g/cm³, 在 8 年时间里, 共流失土壤达 6. 4 cm 厚的土层。这一土层如果不流失, 上、中、下坡土壤年平均含水量为 20% 计, 则每年每平方公里可多贮水 16 637 t。每下 1 mm 的雨水为 1 000 t, 所以流失的土壤相当于少吸收 16. 6 mm 的雨水。相反, 采取了水资源生态库重建措施后, 保留的土壤可多吸收 16 mm 的雨水量。

(6) 地被物对土壤水库贮水量的贡献。以胡枝子为例, 栽植两年后每公顷残留在地上的枯叶重达 5 745 kg, 按枯叶容重 0. 2 g/cm³ 计, 地表枯叶的平均厚度达 3 mm。经测定, 胡枝子干枯叶的吸水量可达其自重的 6. 4 倍。照此计算, 385 kg 干枯叶可吸收 2 m³, 相当于 3 mm 的水量。胡枝子栽植 6 年后, 在无人干扰情况下, 形成 1. 5 cm 后的枯叶层, 其可

恢复年限的增加, 这一比例还将缩小。例如到 1997 年, 1 号小区的径流量仅为 2 号小区的 26%(见表 2), 说明水资源生态库的贮水量在逐年增加。

表 2 治理小区(1) 和对照小区(2) 地表径流量对比					
小区号	小区面积/ m ²	径流量/ m ³	径流含沙量/ g · L ⁻¹	悬移质量/ kg	推移质量/ kg 干土
1	562. 5	115. 6	/	/	/
2	146. 3	117. 0	4. 45	567. 7	1027. 1

(4) 环境改善对增加土壤水库贮水量的贡献。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, 特别是土壤的有效水吸持能力增加, 从而也增加了土壤水库中的贮水量。根据上、中、下坡 6 年每 5 天一次进行的定位土壤水分观测表明, 4 ~ 11 月土壤表层的含水量提高了 3 个百分点; 其中 6、7、8 三个月旱季期间, 平均土壤水分含量, 随着地面植被的恢复和环境的改善, 提高了 1. 3 ~ 2. 9 个百分点(表 3)。

吸持 15 mm 的雨水量, 即相当于每公顷能吸持 150 m³ 以上的水量。

6 水资源生态库恢复重建的现实意义

我国是水资源缺乏的国家。林木砍伐, 水土流失, 生态环境破坏, 更使水资源缺乏雪上加霜。水土流失区水资源生态库恢复重建, 将是水土保持、生态环境建设, 特别是缓解水资源缺乏的重要措施。根据上述讨论, 在采取了科学的恢复重建措施 3 ~ 5 年后:

(1) 地表植被完全恢复并形成乔灌木多层植被结构, 土壤流失可被治理, 生物多样性逐步恢复, 生态环境步入良性循环。

(2) 地表可形成约 1. 5 cm 的枯叶层, 每 km² 可多吸持 15 000 m³ 的水量。长江上游以 30%, 或以

(下转第 141 页)

表 6 不同植被类型土壤化学性质表

地类	有机质/ %	全氮/ %	全磷/ %	全钾/ %	水解性氮/ × 10 ^{- 6}	速效磷/ × 10 ^{- 6}	速效钾/ × 10 ^{- 6}
果 树	1. 465	0. 0411	0. 256	0. 7959	62. 2	13. 3	62. 8
对 照	0. 596	0. 0066	0. 0086	1. 4325	29. 4	2. 8	52. 7
林 地	1. 24	0. 0455	0. 0145	0. 2111	54. 05	19. 2	31. 6
对 照	0. 18	0. 0235	0. 012	0. 0757	20. 75	11. 05	26. 75

5 结 语

(1) 闽东南地区植被重建是水土保持的主要措施。坡地植被重建应做好规划, 在注意营造水土保持林的同时可与坡地开发利用相结合, 进行开发性治理, 通过选择适宜该区生长的林、果、草种类, 可以在较短时间内起到覆盖地表的作用。同时通过经济林果的种植, 发展该区的经济生产。

(2) 植被的重建对于该区的生态环境具有良好的改善作用, 可以有效控制水土流失, 改善土壤物理性状, 提高土壤肥力。应该利用该区自然条件有利植

物生长的优势, 加大植被重建力度, 促进水土流失区的治理。

(3) 坡地植被的重建具有生态、经济和社会三大效益。但植被重建能否成功和取得成效在很大程度上取决于植物种类的选择, 只有选用具有良好水土保持功能和较好经济效益, 并适合当地生长的植物种类, 才能取得好的治理效益。

(4) 生长良好的植物是建立植被和发挥水土保持效益的保证, 因此在建立植被的时候, 必须注意加强管理, 使林、果、草能在侵蚀劣地上快速生长。

参考文献

1 夏焕柏, 等. 蒙坝河小流域综合治理及水保效益研究[J] . 水土保持通报, 1997, 17(4)

2 北京林学院. 土壤学[M] . 北京: 中国林业出版社, 1982

作者简介: 王维明, 男, 1957 年生。毕业于福建林学院林学系。主要从事水土保持植物措施试验研究。现为福建省水土保持试验站副站长、高级农艺师。曾发表论文、译文 10 余篇。

(上接 133 页)

30 万 km² 的水土流失面积计算, 在水资源生态库重建后, 光植物枯叶层对雨水的吸持量即可达 45 亿 m³, 或吸持 15 mm 的雨水量。

(3) 因减少土壤流失而使每年土壤增加对雨水 2 mm, 即 1 000 m³/km² 的吸持量; 30 万 km² 可减少雨水流失的总量为 3 亿 m³。这在雨季减少洪水压力有积极意义。

(4) 因环境改善表层土壤可增加 2% 的持水量。一般每公顷土壤表层以 2 250t 计算, 即可增加 2 m³

持水量, 30 万 km² 共多吸持 30 亿 m³ 的降水。

(5) 由于整个生态库贮水量的增加, 将减少原有地表径流量的 2/ 3 以上。因此, 在水土流失区, 水资源生态库恢复重建以后, 其地表径流量仅为原流失量的 1/ 3。

(6) 对减灾防灾的生态效益。由于水资源生态库的恢复和重建, 必然带来生态环境的改善, 使各种环境容量和水土资源的人口承载力大为增加, 并使各种水旱灾害及其它灾害大大减少。所以, 水资源生态库恢复重建的意义更不可低估。

作者简介: 杨艳生, 男, 研究员, 任中科院红壤生态实验站副站长。主持或参与国家自然科学基金重点课题、攻关课题和一级基金课题多项, 曾获多项地方和国家科技成果奖。专著、编著多部。