

基于水土流失防治的云南金沙江流域 土地利用生态安全格局初探

杨子生^{1,3}, Liang Luohui², 王云鹏³

(1. 云南财贸学院国土资源与持续发展研究所, 云南 昆明 650221; 2. The United Nations University, Tokyo 150- 8925, Japan;

3. 云南大学资源环境与地球科学学院, 云南 昆明 650091)

摘 要: 在水土流失严重的云南金沙江流域, 建立基于水土流失防治的土地利用生态安全格局是保住人民生命线的根本举措。水土流失山区土地利用生态安全格局的构建应以允许土壤流失量(即 T 值)为基础, 一方面确保各地块的土壤流失降至最低, 以保持地块的生态安全和可持续利用, 另一方面使区域性的水土流失问题从根本上得到有效控制, 促进区域性土地利用生态系统的安全性和可持续性, 并极大地减轻中下游的泥沙淤积和洪水灾害。另外, 还应因地制宜地推行多样化土地利用、发展多功能农业, 建立斑块镶嵌性与生态多样性的土地利用空间格局。总体而言, 云南金沙江流域土地利用生态安全格局设计应突出三大重点: (1) 以坡地梯田梯地化、建立梯田梯地农业与地埂经济为重点的耕地与园地利用与治理; (2) 以乔灌木结合、多层配置为重点的林地和陡坡退耕地的利用与改造; (3) 着力于地面绿化(而非“空中绿化”)的荒山荒地开发利用。

关键词: 水土流失; 土地利用; 生态安全; 可持续利用; 土壤流失量; 允许土壤流失量; 土地利用生态安全格局

中图分类号: S157. 1

文献标识码: A

安全(security)是一个复杂的体系, 从系统层次上说, 最高层次为人类安全系统, 其下可分为经济安全子系统、社会安全子系统、政治安全子系统、人口安全子系统、生态安全子系统等二级层次的安全系统。生态安全是指人类生存和发展所需的生态环境处于不受或少受破坏与威胁的状态, 亦即生态环境能满足人类的持续生存与发展需求, 而不损害生态环境的潜力^[1,2]。中国是生态破坏较为严重的国家之一, 生态安全态势已制约着国民经济的增长和社会经济的可持续发展。1998 年长江流域之所以出现以“中水量、高水位、大灾害”为基本特征的水灾, 根本上就是该流域大范围的生态严重破坏所致。据国家环保总局(2001)公布的权威调查结果, 目前中国西部每年因生态破坏所造成的直接经济损失达 1 500 亿元, 占当地同期国内生产总值的 13%^[3]。

正如国家环保局前局长曲格平同志指出, 如果生态安全不牢固, 就意味着大片国土失去对国民经济的承载能力, 这与国土的割让一样会给国家造成无法衡量的损失; 生态环境的破坏, 会造成工农业生产能力和人民生活水平的下降, 这与经济危机所带来的损失并无二致^[4]! 因此, 生态安全在整个国家和社会稳定中居于十分重要的地位。

生态环境的破坏, 从根本上看是诸多不合理的土地开发利用活动的结果。在广大山区, 由于长期以来毁林开荒、陡坡垦殖、乱砍滥伐、过度放牧、滥开乱挖矿山等一系列的不合理开发活动, 已导致了一系列生态环境问题, 最主要的是: (1) 森林植被被破坏与生物多样性降低, (2) 水土流失及其与此相关的水旱灾害、土壤薄层化与贫瘠化等土地退化。应当指出, 森林植被减少与水土流失是山区同时存在、同

收稿日期(Received date): 2003- 02- 30; 改回日期(Accepted): 2003- 04- 30。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金资助项目(编号 40061006)。[Supported by the National Natural Science Foundation of China]

作者简介(Biography): 杨子生(1964-), 男(白族), 云南大理人, 理学博士, 教授, 所长。主要从事土地资源与土地利用规划、土壤侵蚀与水土保持、自然灾害与防灾减灾、土地生态学等领域的研究工作, 发表论文 60 余篇、出版专著 8 本, 获省部级科技成果奖 5 项。

[YANG Zi-sheng, born in Dali County, Yunnan Province in 1964, male, the Bai nationality, Doctor degree of Science, Professor. Currently, he serves as Director of Institute of Land & Resources and Sustainable Development, Yunnan University of Finance and Economics. His main research interests focus on fields of land resources and land use planning, soil erosion and conservation, natural disaster and reduction, land ecology. He published some 60 research papers and eight books, and won five provincial and ministerial prizes of achievement in science and technology in 1998 ~ 2002. Tel: 0871- 5031102, 13330531424. E-mail: zshyang1029@hotmail.com]

等重要的 2 个方面,两者既有关联又分别独立存在,亦即:森林植被的减少与破坏,为水土流失提供了一定的条件,但又不是造成水土流失的唯一条件;而水土流失既与森林植被覆盖状况有关,但更取决于人类活动对地表的破坏程度,尤其是耕作与种植方式。这是因为水土流失最主要是发生于坡耕地上,尤其长江中上游地区,坡耕地土壤流失量约占全部土地土壤流失总量的 60% ~ 80% (一些地方甚至超过 90%)^[5~7],而森林植被破坏后形成的、地表未遭破坏的那些土地——疏林地、残次林地、次生灌丛地、荒草地等的水土流失大多并不很严重,其土壤侵蚀强度一般远小于坡耕地。因此,水土流失问题成为山区诸多生态环境问题的核心。我们对云南金沙江流域坡耕地水土流失研究表明,如果顺坡耕作这种利用方式未得到根本改变而继续延续下去,那么 100 a 后该流域现有 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 的 $517\,923.4\text{ hm}^2$ 顺坡耕地(占总耕地的 25.27%)将演变成不能再耕作的石质荒坡地,现有 $> 25^{\circ}$ 的 $210\,106.9\text{ hm}^2$ 顺坡耕地(占总耕地的 10.25%) 在 30 a 后将演变成石质荒坡地而丧失其耕作利用的功能。目前许多山区土层瘠薄,水土流失严重,大量土地石化,可以说,水土流失流走的是我们的血液,流走了人类社会可持续发展的基础,却给我们留下了落后和贫困^[8]。因此,建立山区土地利用生态安全格局,控制水土流失,保护土地生态退化,就是保护山区人民的生命线。鉴此,本文以水土流失突出、土地生态退化严重的云南金沙江流域为例,来探讨水土流失山区土地利用生态安全格局的设计问题。

1 水土流失区土地利用生态安全与可持续土地利用的特殊内涵

可持续发展是当今世界的主题。它是指既能满足当代人的需要又不对子孙后代满足其需求的能力构成危害^[9](WCED, 1987)。具体到可持续土地利用问题,联合国粮农组织(FAO, 1993)提出,可持续土地利用和管理应当做到以下 5 条原则或标准^[10]:保持和提高土地的生产力;降低生产风险;保护资源,避免资源质量退化;经济上可行;为社会所接受。这 5 条原则实际上包括了土地利用可持续性的 3 个基本方面,即生态可持续性、经济可持续性和社会可持续性。其中生态可持续性(Ecological Sustainability)也就意味着生态的安全性(Ecological security)。

这是经济可持续性和社会可持续性的基础和前提条件。通常,土地利用的生态安全性决定着能否可持续利用性。

从水土流失对土地利用所带来的一系列影响和危害可以认为,就水土流失山区而言,上述 FAO 制定的 5 条可持续土地利用评价标准集中体现在评价山区生态安全性的主要指标——水土流失程度上^[11,12]。水土流失问题已被公认为山区土地生态安全与可持续利用的最大障碍和基本制约因素。水土流失程度从根本上决定着山区土地的适宜性和可持续利用性,即山区土地水土流失越严重,其适宜性和可持续性程度均越低,甚至不适宜利用或不能持续利用;相反,若山区土地水土流失轻微,意味着生态是安全的,其适宜性程度则较高,单产水平一般也较高,可长期持续利用。

正由于山区土地的适宜性、生态安全性、可持续利用性与水土流失状况呈显著相关,在分析研究山区土地适宜性与可持续利用时,应当把着重点(或核心)放在其特有的矛盾焦点——水土流失问题上,并将水土流失山区土地利用生态安全与可持续性的特殊内涵确定为:水土流失轻微或能够通过采取治理改造措施控制水土流失,可长期保持足够的有效土层满足农作物和林草植被生长需要,从而维持土地固有的生态功能、可利用性能和长期的持续利用性,产出水平得以保持并可有所提高,为人类社会提供较充足的多样化土地产品。

2 水土流失区土地利用生态安全系统设计的原则

2.1 主导性原则:各个地块土壤流失量小于允许土壤流失量——控制水土流失,避免土地退化

由于评价水土流失山区土地利用生态安全与可持续性的核心性指标应是水土流失程度,因而维持土地利用生态系统安全运行的基本标准应当是各个地块土壤流失量小于允许土壤流失量(soil loss tolerance) (T),这样才能使各个地块长期保持足够的有效土层满足农作物和林草植被生长需要,从而维持土地固有的生态功能、可利用性能和长期的持续利用性。所谓允许土壤流失量,是指在长时间内保持土壤肥力(包括土层厚度)不下降、维持土地生产力基本稳定的前提下所允许的最大土壤流失量,可简称 T 值。土壤受到侵蚀有保证其肥力不下降,必

须在侵蚀的同时生成同等的物质质量,以抵偿流失掉的土壤,亦即成土过程必须与侵蚀过程基本保持平衡。也就是说,当某地块的土壤侵蚀强度小于允许土壤流失量时,土壤侵蚀对永续维持该地块的土壤肥力和土地生产力基本没有影响,土地利用生态系统是安全的、可持续的;反之,如果某地块的土壤侵蚀强度超过了允许土壤流失量,土壤侵蚀将造成该地块土层变薄,土壤肥力和土地生产力下降,土地质量退化,甚至最终导致该地块将丧失固有的生态功能,这时土地利用生态系统无疑是不安全的、不可持续的。

各国制定的 T 值明显不同,美国官方机构确定耕地的 T 值为 $12.5 \text{ t/hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$,前苏联定为 $3.4 \sim 10.9 \text{ t/hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ [13]。云南金沙江流域位于中国西南土石山区,水利部将该区域的 T 值确定为 $5.0 \text{ t/hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ [14]。我们认为,鉴于云南金沙江流域山高坡陡、土层较薄、土壤透水性能差、侵蚀程度又很严重的实际特点,将该流域的 T 值确定为 $5.0 \text{ t/hm}^2 \cdot \text{a}^{-1}$ (流失厚度约 0.4 mm/a) 是适宜的。这样,在根据该流域土壤流失方程 [15] 估算出某地块的年均土壤流失量 (即 A 值) 后,即可判断该地块在生态上是否安全。如果某地块的 A 值超过了 T 值,那么为了确保该地块的生态安全和可持续利用,必须要对该地块的利用方式和措施重新进行规划与设计,使其 A 值 $< T$ 值,从而维护该地块的土壤肥力和生产力。这种土地利用生态安全格局设计的理论是针对山区水土流失防治的实际需要而提出的,由于水土流失防治的基本标准是使地块年均土壤流失量值小于允许土壤流失量值,故这种设计可称为基于允许土壤流失量条件下的土地利用生态安全格局设计。其重要意义主要有 2 个方面:一是将各地块的土壤流失降至最低,以保持地块的生态安全和可持续利用;二是通过控制各地块的水土流失,使区域性的水土流失问题从根本上得到有效控制,促进区域性土地利用生态系统的安全性和可持续性。就云南金沙江流域乃至整个长江上游地区而言,如果水土流失问题得到了有效控制,将能极大地减轻长江中下游的泥沙淤积和洪水灾害,促进长江中下游地区土地资源的可持续利用和经济社会的可持续发展。

2.2 必要性原则:因地制宜地推行多样化土地利用、建立多功能农业,建立斑块镶嵌性与生态多样性的土地利用空间格局

多样性 (Diversity) 是当代生态学中的重要概

念。从土地生态学角度来讲,土地生态多样性实际上是指区域土地利用格局中土地生态子系统 (或土地生态类型) 的多样性,在地域空间上表现为异质性 (Heterogeneity),即区域土地生态系统 (总系统或母系统) 中各土地生态子系统 (如农田、林地、草地、城镇、农村聚落、水域等) 呈现不均匀分布性,它往往由多种多样的子系统呈斑块状镶嵌在一起而构成土地利用空间格局,这样的配置方式提高了它的异质性,增强了抗干扰的能力。这种多样性的土地生态子系统呈斑块镶嵌性是土地生态系统或景观尺度上的稳定性方式 [16],在土地利用生态设计与配置上建造一定的镶嵌模式,可使水土流失防治、生态保护与各业生产成为统一体 [17]。这就要求我们在进行土地生态规划设计时,必须注意维持和提高空间异质性与生态多样性。通过土地生态多样性与空间异质性的维持和发展,不仅可促进生态学上强调的物种多样性,而且可体现出土地利用和大农业生产上的多种经营原则。此外,在水土保持措施规划中强调梯田梯地农业与地埂经济结合、乔灌草结合等关键措施,可极大地促进生物多样性的发展和水土保持的综合效益。

实行多样化土地利用、建立多功能农业是当今国际上可持续土地利用的重要思路,它实际上就是我国在 1978 年以来所强调的多种经营原则。多样化的土地利用方式对生态、经济和社会 3 方面的可持续性均有意义 [12,18]。这一利用模式不仅能够保护和发展生物多样性 (尤其生态系统多样性和物种多样性),同时该模式导致的区域土地利用格局复杂性、利用类型多样性和地块破碎性可促进区域尺度生态系统的稳定性及土地生态多样性。在这方面,该利用模式与著名德国生态学家 Haber 教授 (1990) 提出的析分土地利用系统 (DLU) 模式 [19] 中的基本原则是基本一致或很类似的。在贫困、落后的水土流失山区,因地制宜地推行多样化土地利用方式、创建多功能农业,对于水土保持与生态建设、实现可持续土地利用有着特殊的意义和价值。

4 基于水土流失防治的土地利用生态安全系统

针对云南金沙江流域土地生态环境脆弱且生态破坏严重、以水土流失为主体的土地生态退化日益加剧的土地生态基本特点,今后土地可持续利用上

最主要的生态建设措施应以水土流失防治为主,该流域土地生态建设与可持续利用应突出三大重点:

(1) 以坡地梯田梯地化、建立梯田梯地农业与地埂经济为重点的耕地与园地利用与治理;(2) 以乔灌草结合、多层配置为重点的林地和陡坡退耕地的利用与改造;(3) 着力于地面绿化(而非“空中绿化”)的荒山荒地开发利用。总体上,该流域土地利用生态安全系统的构建可以分解为以下 9 个类型的设计:

(1) 梯田梯地:全流域现有面积 $480\,067.4\text{ hm}^2$,土地生态基本安全,保持现有用途不变,注意加强农田水利建设,提高集约经营利用程度,因地制宜地发展间作、混种、套种、复种,提高农业生物多样性和产出率。

(2) 大部分 $< 25^\circ$ 顺坡耕地(包括坡旱地和轮歇地):该流域现有的 $1\,116\,500.0\text{ hm}^2 < 25^\circ$ 坡旱地存在着不同程度的土壤侵蚀, A 值 $> T$ 值,生态呈不安全状态,从长期来看,这种土地利用方式是不可持续的,但为了保证食物基本需求,除 $203\,662.5\text{ hm}^2$ 土壤侵蚀较为严重且目前土层又较薄的 $15^\circ \sim 25^\circ$ 坡旱地外,其余的 $912\,837.5\text{ hm}^2 < 25^\circ$ 以下坡旱地基本上保持耕地用途,但必须逐步实施有效的生态建设措施——主要应是“坡改梯”措施,将“三跑”(即跑土、跑水和跑肥)的坡旱地改造成“三保”(即保土、保水和保肥)的水平梯田梯地,使 A 值 $< T$ 值,在此基础上努力培肥地力,进行农田水利建设,因地制宜地发展间作、混种、套种,提高土地产出率。

(3) $> 25^\circ$ 顺坡耕地及部分土壤侵蚀较为严重且目前土层又较薄的 $15^\circ \sim 25^\circ$ 顺坡耕地:面积共计 $413\,769.4\text{ hm}^2$,包括 $> 25^\circ$ 顺坡耕地 $210\,106.9\text{ hm}^2$ 和土壤侵蚀较为严重且目前土层又较薄的 $15^\circ \sim 25^\circ$ 顺坡耕地 $203\,662.5\text{ hm}^2$,其土壤侵蚀非常严重,土地生态呈显著不安全状态,必须尽快改变这种利用方式,基本措施是退耕还林(草)。在退耕还林过程中,必须要坚持以乔灌草结合、多层配置为重点的有效治理模式,大幅度增加地面植被覆盖率,使土壤侵蚀得到有效控制。不能盲目地只重视营造纯经济林,因为这会使地面处于裸露状态,水土流失得不到控制。许多实践和经验教训已证明^[20, 21],采用以草先行、林灌草结合、经济林复层栽培的方法是增加地面植被覆盖率、保持水土的有效绿化措施,它不仅能达到真正控制水土流失、美化生态环境、维护和发展生物多样性的生态效益,而且能达到发展多种经营、增加群众经济收入、逐步脱贫致富的目标。

(4) 园地:目前云南金沙江流域 $79\,418.1\text{ hm}^2$ 园地(占总园地的 59.08%)属于平缓或梯田型园地,水土流失轻微,生态上是安全的,经济效益亦较高;但有 $55\,017.8\text{ hm}^2$ 园地(占总园地的 40.92%)与顺坡种植的坡耕地类似,属于没有水土保持措施的坡园地,水土流失较为严重,生态上是不安全的,利用效益也较低,对于这些园地必须要进行改造,主要是实施梯地化、复层栽培等措施,建成梯田型园地或增加其地面覆盖率。

(5) 有林地:目前该流域大部分有林地水土流失轻微,但也有部分有林地(尤其是人工纯林地)因其地面覆盖率地甚至缺乏,故有一定程度的水土流失现象。这部分有林地应进行适当改造,增加林下草本植物覆盖度,或将人工经济林地改造成梯田形式,以大幅度控制 A 值。

(6) 非有林地:主要包括灌木林地、疏林地、新造幼林地等。大部分疏林地、新造幼林地和部分覆盖度较低的灌木林地存在着不同程度的土壤侵蚀,形成所谓“远看青山在,近看水土流”的现象,因而土地生态并不安全,需要采取封山育林、飞播种草等措施尽快提高地面植被覆盖率,以有效控制 A 值,并促进生物多样性的发展。

(7) 牧草地:多数牧草地水土流失较为轻微,但部分地区因草地植被受到破坏,水土流失加重,需要通过限制放牧等措施恢复良好的草本植被,控制水土流失。

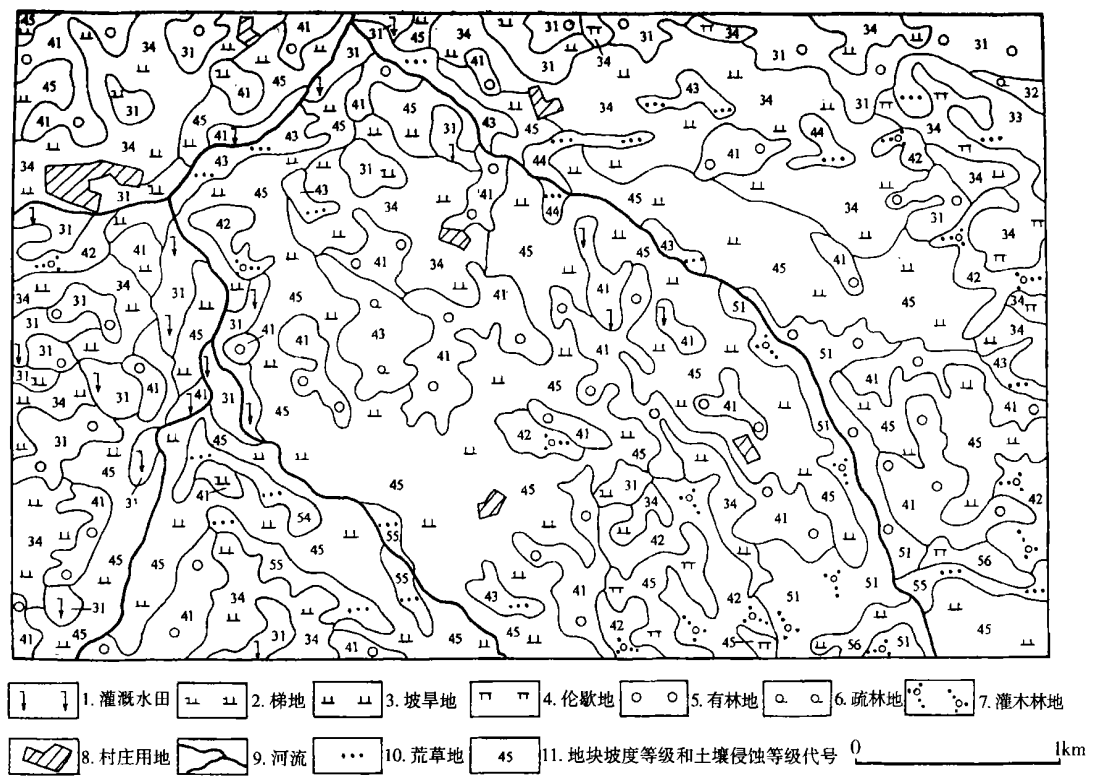
(8) 建设用地:许多地方在城乡居民点建设、交通建设和工矿企业建设中不注意水土保持,人为水土流失现象明显,加重了生态不安全性。今后在开展各类建设工程项目中,一定要按水利部制定的《开发建设项目水土保持方案技术规范》^[22]等有关规定,科学地编制建设项目水土保持方案,制定完善的水土保持配套工程措施,并建设项目同步实施,有效地避免新的人为水土流失发生。

(9) 荒山荒地:大部分荒山荒地水土流失较为严重,生态上呈显著不安全,且生态功能低下,必须采取合理的利用方式加以有效利用,提高土地总体利用率和产出率;同时,需要配合适当的生态建设措施,有效控制水土流失。具体言之,主要是:适宜开垦为耕地的荒山荒地,在开发利用时必须采取“梯地化”措施,建成“三保”型梯田梯地,并注意配套水利设施和培肥地力;适宜开发为园地和林地的荒山荒地,在开发利用时必须采取梯地化、乔灌草多层植

被配置、复层栽培等有效的水土保持措施。

图 1 是云南金沙江下游彝良县海子乡土地利用与土壤侵蚀图(部分), 它可反映出该流域的土地利用状况和土壤侵蚀的严重性及各地类侵蚀的差异性。该图表明, 金沙江下游中山区由于地形坡度较大, 且由于这里人口密度大, 大量坡地被开垦为耕地, 而这些耕地多为没有水土保持设施的坡耕地, 多数地块土壤侵蚀严重。图 2 是该乡按照上述土地利用生态安全系统设计后的土地利用生态安全格局设计图(部分)。对比这 2 个图, 可以看出, 按照上述原理和系统进行设计后, 土地利用格局呈现以下显著变化: (1) 大部分坡耕地(含轮歇地)将被改造成“三保”的梯地, 少部分坡度大、土层薄、侵蚀严重的坡耕地则被改造梯田型园地或有林地, 水土流失将得到根本控制; (2) 大部分灌木林地(含次生灌丛)和

疏林地将被改造为有林地, 少部分次生灌丛地将被改造为梯田型园地; (3) 大部分荒山荒地开发为梯田型园地或有林地(包括经济林、生态林和薪炭林), 少部分自然条件较好的荒山荒地则被开垦为“三保”的梯地; (4) 总体的土地利用格局呈现出由“三保”的梯田、梯地、园地、村庄和地面覆盖率高的有林地和密灌木林地等多样化土地利用类型呈斑块状镶嵌的新型土地利用空间格局, 这一新型格局将使严重的水土流失状况可以得到根本控制, 多样化土地利用和生物多样性得到发展和维护, 区域土地利用生态安全格局得以建立, 土地生态功能可得到发挥, 土地利用将呈现可持续性, 这对改变该区域长期以来土地生态恶化和经济贫穷落后的不良局面、建立生态与经济“双赢”的良好局面具有重大现实意义, 并对减轻长江中下游的洪水威胁具有重要作用。



说明: 每个地块(图斑)均用 2 位阿拉伯数字分别表示地形坡度等级和土壤侵蚀等级。地形坡度共分为 6 个等级: 1. $< 3^\circ$; 2. $3^\circ \sim 6^\circ$; 3. $7^\circ \sim 15^\circ$; 4. $16^\circ \sim 25^\circ$; 5. $26^\circ \sim 35^\circ$; 6. $> 35^\circ$ 。侵蚀强度等级共分为 7 个等级: 1. 微度侵蚀, 2. 轻度侵蚀, 3. 中度侵蚀, 4. 强度侵蚀, 5. 极强度侵蚀, 6. 剧烈侵蚀, 7. 极剧烈侵蚀。例如, 某地块(图斑)为“45”, 第一位阿拉伯数字“4”表示该地块的坡度为第四级(即 $16^\circ \sim 25^\circ$); 第二位阿拉伯数字“5”表示该地块的侵蚀强度等级属于第五级(即极强度侵蚀)。

图 1 金沙江下游彝良县海子乡土地利用与土壤侵蚀图(部分)

Fig. 1 Land use and soil erosion map in Haizi township, Yiliang county in the Lower Jinsha River

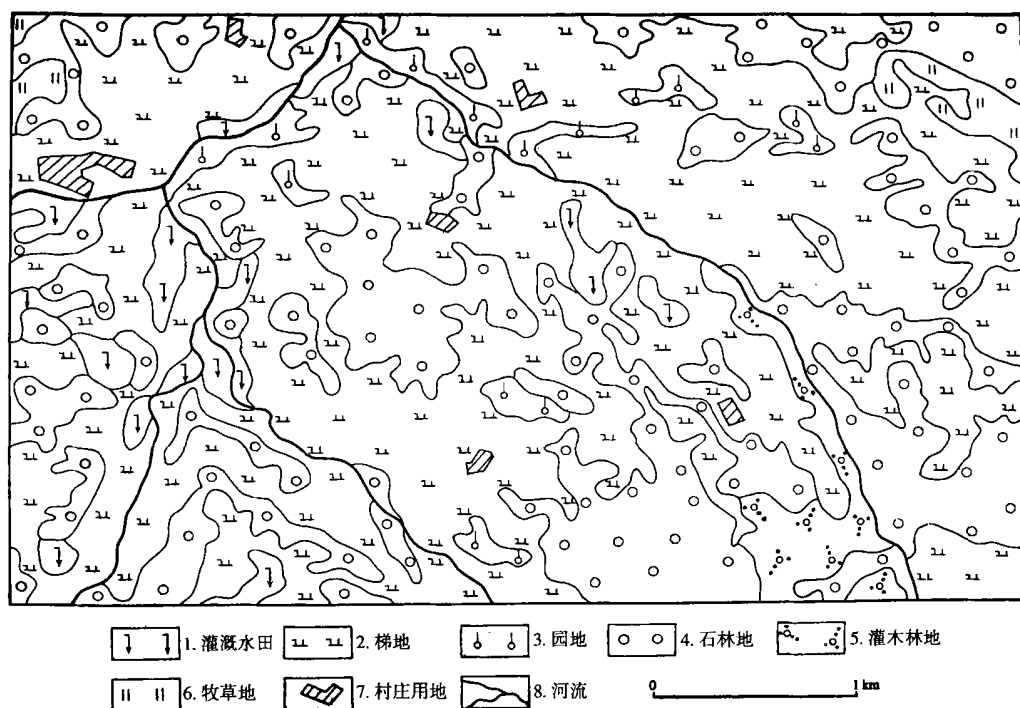


图2 金沙江下游彝良县海子乡土地利用生态安全格局设计图(部分)

Fig. 2 The ecological security pattern of land use in Haizi township, Yiliang county in the Lower Jinsha River

4 结语

1. 水土流失是山区的头号生态环境问题,它流走了可持续发展的基础,却留下了落后和贫困。在水土流失严重的云南金沙江流域,建立基于水土流失防治的土地利用生态安全系统是非常重要的,这直接关系到能否保住我们的生命线。

2. 水土流失山区土地利用生态安全格局的构建应以允许土壤流失量(T 值)为基础,一方面确保各地块的土壤流失降至最低,以保持地块的生态安全和可持续利用,另一方面使区域性的水土流失问题从根本上得到有效控制,促进区域性土地利用生态系统的安全性和可持续性,并极大地减轻中下游的泥沙淤积和洪水灾害。在这种基于允许土壤流失量条件下的土地利用生态安全格局设计中,土壤流失方程具有很大的用处。另外,在山区土地利用生态安全格局设计中,因地制宜地推行多样化土地利用、建立多功能农业、建立斑块镶嵌性与生态多样性的土地利用空间格局是十分必要和重要的。

3. 由于不同土地利用类型的经营方式和水土流失状况有别,在设计土地利用生态安全系统时,应当对各类土地利用类型的生态建设方向与措施分别

进行分门别类的具体研究。

总体而言,云南金沙江流域土地利用生态安全格局设计应突出三大重点:

- (1) 以坡地梯田梯地化、建立梯田梯地农业与地埂经济为重点的耕地与园地利用与治理;
- (2) 以乔灌草结合、多层配置为重点的林地和陡坡退耕地的利用与改造;
- (3) 着力于地面绿化(而非“空中绿化”)的荒山荒地开发利用。

参考文献(References):

- [1] Rogers K S. 1999. Ecological security and multinational corporation [J/OL]. <http://www.ecsp.si.edu/ecsp/lib.nsf>, 1999-11-13.
- [2] Zuo Wei, Wang Qiao, Wang Wen-jie, et al.. Study on regional ecological security assessment index and standard. *Geography and Territorial Research*, 2002, 18(1): 67~71. [左伟,王桥,王文杰,等. 区域生态安全评价指标与标准研究[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(1): 67~71.]
- [3] Zou Shengwen. 2001. Direct economic losses of West China caused by ecological damage reaches 1500×108 RMB each year [J/OL]. <http://www.swcc.org.cn>, 2001-12-30. [邹声文. 西部生态破坏每年直接经济损失 1500 亿元[J/OL]. http://www.swcc.org.cn/new/200112_30-2.htm, 2001-12-30]
- [4] Tang Xianwu. 2002. Pay attention to China's ecological security

- [J/OL]. <http://www.swcc.org.cn>, 2002-03-18 [唐先武. 关注中国的生态安全[J/OL]. <http://www.swcc.org.cn/new/20023.18-6.htm>, 2002-03-18]
- [5] Li Wen-hua. Flood of Yantze River and ecological restoration. *Journal of Natural Resources*, 1999, **14** (1): 1~8. [李文华. 长江洪水与生态建设[J]. 自然资源学报, 1999, **14**(1): 1~7.]
- [6] Yang Zi-sheng. Review of study on soil erosion of sloping cultivated land and its sustainable use in the northeast mountain region of Yunnan Province of the Upper Yangtze River. *Journal of Mountain Science*, 1999, **17** (Supplment): 1~5. [杨子生. 长江上游滇东北山区坡耕地水土流失与可持续利用研究简介[J]. 山地学报, 1999, **17**(增刊): 1~5.]
- [7] Yang Zi-sheng, Liang Luohui and Wang Yunpeng. Analysis on main characteristics of soil erosion in Jinsha River Basin of Yunnan Province. *Journal of Mountain Science*, 2002, **20** (Supplement): 10~17. [杨子生, 梁洛辉, 王云鹏. 云南金沙江流域水土流失基本特征分析[J]. 山地学报, 2002, **20**(增刊): 10~17.]
- [8] Qiao Dian-xin. Protect soil and water for protecting our future [N]. *China Water Resources News*, 2003-01-14(2) [乔殿新. 保护水土 保护未来——世行立项鉴定团考察云贵鄂渝水土保持侧记[N]. 中国水利报, 2003-01-14(2).]
- [9] The World Commission on Environment and Development (WCED). Our Common Future [M]. Oxford University Press, 1987. 2~50.
- [10] FAO. FESLM: An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management [R]. World Soil Resources Report, FAO, Rome. 1993. 73.
- [11] Yang Zi-sheng. The application of soil loss equation in cultivated land suitability evaluation based on sustainable use and land use planning in the northeast mountain region of Yunnan Province. *Journal of Mountain Science*, 1999, **17** (Supplment): 36~44. [杨子生. 土壤流失方程在山区耕地可持续利用适宜性评价与土地利用规划中的应用[J]. 山地学报, 1999, **17**(增刊): 36~44.]
- [12] Yang Zi-sheng, Liang Luo-hui. Study on sustainable land use planning with soil and water conservation in Jinsha River Basin of Yunnan Province. *Journal of Mountain Science*, 2002, **20** (Supplment): 18~30. [杨子生, 梁洛辉. 云南金沙江流域水土保持型可持续土地利用规划研究[J]. 山地学报, 2002, **20**(增刊): 18~30.]
- [13] Wang Wan-zhong and Jiao Juying. 1996. Quantitative evaluation on factors influencing soil erosion in China. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1996, **16** (5): 1~19. [王万忠, 焦菊英. 中国的土壤侵蚀因子定量评价研究[J]. 水土保持通报, 1996, **16**(5): 1~19.]
- [14] Ministry of Water Resources of China. SL190-60: Standards for classification and gradation of soil erosion [S]. Beijing: Water Resources & Hydropower Press of China, 1997. 2~26. [水利部. 中华人民共和国行业标准SL190-96: 土壤侵蚀分类分级标准[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997. 2~26.]
- [15] Yang Zi-sheng. Study on Soil Loss Equation in Jinsha River Basin of Yunnan Province. *Journal of Mountain Science*, 2002, **20** (Supplment): 1~9. [杨子生. 云南金沙江流域土壤流失方程研究[J]. 山地学报, 2002, **20**(增刊): 1~9.]
- [16] Tian Han-qin, Pan Shu-fen. Stability of ecological organization and landscape architecture [A]. In: Xiao Duning ed. Landscape Ecology: Theory, Methods and Applications [C]. Beijing: China Forestry Press, 1991. 47~51. [田汉勤, 潘淑芬. 景观组织的稳定性和景观设计[A]. 见: 肖笃宁主编. 景观生态学理论、方法及应用[C]. 北京: 中国林业出版社, 1991. 13~25.]
- [17] Ju Ren and Song Guiqin. Trrying on the inkying patterns of comprehensive arrangement for land use. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1985, **5** (3): 21~24. [巨仁, 宋桂琴. 试论土地综合利用配置的镶嵌模式[J]. 水土保持通报, 1985, **5**(3): 21~24.]
- [18] Yang Zi-sheng and Liang Luohui. Traditional land use for sustainable land use: The case of Yunnan Province, China. In: UNESCO. Encyclopedia of Life Supporting System. 2003.
- [19] Haber W. Using landscape ecology in planning and management. In: Zonneveld I S, Forman R T T eds. Changing Landscape: An Ecological Perspective. New York: Springer-Verlag, 1990. 217~232.
- [20] Liu Hai-feng. A combination of the arbor, the shrub and the grass is the best form for biological measures of soil and water conservation. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1981, **1** (3): 44~46. [刘海峰. 乔灌木结合是水土保持生物措施的最好型式[J]. 水土保持通报, 1981, **1**(3): 44~46.]
- [21] Zhang Shuguang and Zhong Chaozhang. Conserving soil and water with grasses in the lead and in combination of trees with shrubs. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 1991, **11** (2): 8~12. [张淑光, 钟朝章. 以草先行乔灌木结合保持水土[J]. 水土保持通报, 1991, **11**(2): 8~12.]
- [22] Ministry of Water Resources of China. SL204-98: Technical Regulation on Soil and Water Conservation Plan of Development and Construction Projects. Beijing: Water Resources & Hydropower Press of China, 1998. 1~79. [水利部. 中华人民共和国行业标准SL204-98: 开发建设项目水土保持方案技术规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998. 1~79.]

A Preliminary Approach to the Ecological Security Patterns of Land Use for Controlling Soil Erosion in Jinsha River Basin of Yunnan Province

YANG Zi-sheng^{1,3}, LIANG Luo-hui², and WANG Yun-peng³

(1. *Institute of Land & Resources and Sustainable Development, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221 China*; 2. *The United Nations University, Tokyo 150-8925 Japan*; 3. *School of Resources Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091 China*)

Abstract: The severe soil erosion has been generally regarded as a major cause of land degradation in mountain areas. Soil erosion always undermines the foundation of sustainable development, leaving only backwardness and poverty. In this sense, it is fundamental to establish an ecological security pattern of land use for controlling soil erosion in Jinsha River Basin of Yunnan Province with serious soil erosion so as to protect the people's life and properties.

In mountain areas with soil erosion, the ecological security patterns of land use should be established on the basis of soil loss tolerance (Value T). This could ensure that the soil loss amount of each land-use parcel is reduced to the lowest possible level so as to sustain the ecological security and sustainability of land use. On the other hand, this could help to bring regional soil erosion under fundamental control so as to promote the ecological security and sustainability of regional land-use system, and greatly reduce the sediment accumulation and floods in the middle and lower reaches of Yangtze River. Soil loss equation plays an important role in designing the ecological security patterns of land use that is based on soil loss tolerance. It is also necessary to advocate diversified land use and multi-function agriculture and adjust them to the local conditions so as to establish a land use pattern characterized by inlaying patches and ecological diversity.

Because of the difference between various land-use types in terms of land use management and soil erosion situation, both the direction and measures of ecological improvement of each of the land-use types should be put into different categories and respectively studied based on this classification in designing the ecological security patterns of land use. Generally speaking, the following three principles should be followed in improving the ecological security and sustainability of land-use in Jinsha River Basin of Yunnan Province:

1) transform sloping fields into terraced fields, and establish a cultivated land and garden utilization and management mechanism focused on terraced field-centered agriculture and using borders of terraced fields for development of economy;

2) transform sloping fields with high gradients into forests with the combination of trees, shrubs and grasses or cultivating multi-layer vegetation;

3) place the emphasis on ground afforestation rather than the so-called aerial afforestation in developing wastelands.

Key words: soil erosion; land use; ecological security; sustainable use; soil loss amount (Value A); soil loss tolerance (Value T); ecological security patterns of land use