

# 泥石流流域生态经济分区及关键调控措施

## ——以岷江上游干旱河谷区龙洞沟为例

周麟, 谢洪, 王道杰, 王士革, 陈晓清, 游勇

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川成都 610041)

**摘要:** 从生态学的角度, 把泥石流等山地灾害作为生态(自然) - 社会 - 经济复合生态系统中一个特殊的组分——“灾害环境”来看待, 由此对泥石流灾害防治的认识和措施体系也不是片面的、机械的“就灾论灾, 就灾治灾”, 而是认为: 只有通过恢复和重建泥石流流域生态(自然) - 社会 - 经济复合系统的稳定性、协调性和可持续发展方能实现泥石流灾害防治的长期目标, 这较以往对泥石流的认识, 赋予了更多的生态学内涵。将生态、经济功能分区方法用于泥石流流域的研究和治理中, 并对划分的各生态、经济区提出了关键的生态调控措施和产业配置。

**关键词:** 龙洞沟; 泥石流; 生态经济分区; 调控措施; 产业化配置

中图分类号: X171

文献标识码: A

随着国家对环境保护和生态环境建设事业的日益重视, 广大公众的环境意识和生态意识也逐步得以提高。为了实现区域社会、经济和生态的可持续发展, 人们越来越多地将生态、经济分区思想和方法运用于自然资源管理和产业开发<sup>[1-4]</sup>。

为了综合防治某一泥石流沟而对其专门进行生态、经济功能分区, 这种做法目前还未曾见报道。对于泥石流沟, 传统的生物、生态措施做法是: 首先根据泥石流形成、搬运和堆积过程, 将泥石流划分为清水区、形成区、流通区和堆积区, 尔后依据各区段的特点采取一些相应的生物、生态防治措施或方法; 或者基于对泥石流沟的基本判识和危险性分区结果, 提出一些粗线条的生物、生态防治对策和措施, 并且这些措施之间缺乏有机的关联或耦合, 不成系统。总的来说, 传统观点过多地是从地学角度来认识和研究泥石流, 而较少从系统学的观点或者较少将泥石流这一灾种置于生态系统中来认识和研究, 亦即未赋予应有的泥石流发生之生物、生态原因。如此认识、研究的结果, 反映到防治实践中, 很容易产生

重(土木)工程、轻生物(工程)的做法, 其防治体系中也不会充分考虑到泥石流流域社会、经济发展的客观要求, 最终导致泥石流灾害防治目标不能全面实现, 更不能实现泥石流流域社会、经济、生态的可持续发展。

本文从生态学入手, 综合山地环境(在此把泥石流等山地灾害作为一灾害环境看待)、水土保持和流域经济等相关学科或领域知识, 以系统学的观点和原理为指导, 根据流域生态、社会、经济现状及其发展需求, 对龙洞沟(泥石流沟)进行了生态经济分区, 并对各区提出了相应的生物、生态调控措施和产业配置, 希望把泥石流生物工程防治提到应有的高度。

### 1 流域概况

龙洞沟位于岷江上游干旱河谷茂县县城所在地凤仪镇, 岷江左岸。流域面积 14.52 km<sup>2</sup>, 最低海拔 1 547.0 m, 最高海拔 4 081.0 m, 在水平距离 9.15 km 范围内海拔变幅高达 2 534.0 m。与此相适应,

收稿日期(Received date): 2004- 05- 20; 改回日期(Accepted): 2004- 08- 20。

基金项目(Foundation item): 中国科学院创新项目: 岷江上游生态环境极度退化区山地灾害综合防治试验示范(KSCX1- 07- 01- 04)。

[Supported by the item of experiment and demonstration on the comprehensive control of mountain disasters in ecologically, extremely degraded area of The Innovating Project of CAS (KSCX1- 07- 01- 04)]

作者简介(Biography): 周麟(1964- ), 男, 汉族, 甘肃白银人, 硕士, 副研究员, 主要从事恢复生态学、草地生态和山地灾害生物防治研究工作。[Zhou Lin (1964- ), male, Han nationality, from Beiyin City, Gansu Province, master of science, association professor, mainly carrying out the studies on the Restoration Ecology, Grassland Ecology and bio-controlling of mountain disasters.]

气候、植被、土壤随之分化为明显的垂直带谱。可概括为:海拔变幅大,垂直地带发育;同属生态过渡区和生态脆弱区;生态环境极度退化、水土流失及山地灾害严重;社会、经济发展落后,但也具有发展区域经济的资源优势。

流域内有两个自然村:龙洞村和回龙村。据 2000-10 调查,总人口 725 人,劳动力 370 人;总耕地面积 108.7 hm<sup>2</sup>,其中,可灌溉水田约 42 hm<sup>2</sup>,坡耕地 66.7 hm<sup>2</sup>,水田大多为果园和菜地,坡耕地主要种植花椒、玉米,少数为雨养型果园。以往,流域内农户的主要经济来源是苹果和花椒。近年来,由于果树品种老化、退化,果品市场竞争能力下降;果树品种单一,市场调节能力差;果树管理和科技投入低;花椒树长期单一种植也出现了较为严重的病害。从而,使流域内农户以往赖以生存的、本就单一的优势产业效益剧减。来自传统畜牧业、林业的收入,在西部生态环境保护和建设背景下,也面临着新的困境。

龙洞沟主沟为一低频率泥石流小流域。以中-大规模和特大规模泥石流为主,中-大规模泥石流活动 30~50 a 一次,大-特大规模泥石流约 50~100 a 一次。支沟泥石流活动较为频繁,如白泥沟等支沟几乎每年都有小规模泥石流活动。据调查,历史上已知的较大泥石流活动有两次,1934 年夏季和 1975-07-22,对城区居民和沟内农户造成重大财产损失。

## 2 流域生态、经济分区

龙洞沟人多耕地少,旱坡地比例高,人-地矛盾尖锐,环境保护和生态建设与农村社会、经济发展矛盾突出,面临着许多困境和压力。因此,对该流域的生态、经济功能分区,大都为生态-经济混合区,纯粹的生态功能区和经济功能区较少。

### 2.1 分区原则和方法

#### 2.1.1 区内同质和区间异质

主要按垂直地带性分异规律,气候、植被、土壤相同或相似者划分为同一小区;差异较大者,则划分为其他小区。

#### 2.1.2 生态、经济功能的一致性

同一小区其生态功能、经济功能或者生态-经济功能相同或相似,其关键调控措施及产业发展方

向也具一致性。

#### 2.1.3 山地灾害作为分区的重要指标

滑坡、泥石流等山地灾害严重是该流域最主要的生态环境问题之一,也是生态环境退化程度的重要表征。在各生态、经济功能小区的划分上,也做到了对不同小区其山地灾害防治措施也不尽相同。

### 2.2 生态、经济分区方案

各生态/经济功能分区的命名法采用“水热条件+地貌类型+生态现状/产业特点和调控方向+区”,以简明地表示出各生态/经济小区的生态环境现状、特点,适宜发展的产业类型和调控方向,即生态/经济功能。生态/经济分区结果见图 1。

#### 2.2.1 暖温带干旱河谷退化灌草丛/果农复合及聚落生态/经济区(I)

海拔 1 800 m 以下,年均温 11.1℃,年降雨量 490.7 mm,植被为岷江上游干旱河谷基带植被类型灌草丛。植物成分主要有白刺花(*Sophora viciifolia*)、川甘亚菊(*Ajania potaninii*)、光果蕈(*Caryopteris incana*)、牛尾蒿(*Artemisia Subdigitata*)及一些耐干旱的草本植物。植被盖度为 15%~35%,土壤类型主要有新积土和褐土。

该区是人类活动干扰最为强烈的生态/经济区。龙洞村的大部分果园、菜地,部分坡耕地及绝大多数居民住于其中,也是阿坝监狱及城区所在区域,是泥石流输移-堆积和防灾的最重要区域。

干旱河谷生态环境的进一步退化,可使干旱带进一步“上提”变宽,向上侵占山地针阔叶混交林带,并影响到亚高山暗叶林的稳定。

#### 2.2.2 温带半干旱低山生态退化及山地灾害/椒农复合及聚落生态/经济区(II)

海拔 1 800~2 100(2 200) m。据中国科学院成都生物研究所大沟生态站(1 826.3 m)观测资料,年均温 9.11℃,年降雨量 885.1 mm。原生的针阔混交林基本已被破坏,现存植被为破碎化、次生的山地落叶阔叶灌木林,主要有辽东栎(*Quercus liaotungensis*)、桦(*Betula*)、榛(*Corylus*)、多种蔷薇(*Rosa*)、悬钩子(*Rubus*)及一些杂类草本,植被盖度为 80%~90%,土壤为棕壤。

区内大部分土地已被开垦为果园和坡耕地,是流域内农林用地最为集中的区域,回龙村居民亦居其中,生态环境现状较差,是滑坡多发地段及泥石流主要形成区。



图 1 龙洞沟生态/经济分区图

Fig 1. Map of ecological / economic zoning to longdong Gully

### 2.2.3 温带半湿润中山次生针阔混交林/林草药复合生态/经济区(III)

海拔 2 100(2 200)~ 2 600 m, 年降雨量 885.1 ~ 1 000 mm, 植被类型与上一生态/经济区相似, 植物成分也很相似, 只是植被现状优于上一区, 植被盖度 85~ 95%, 土壤类型为棕壤。区内已很少有耕地分布, 人类的干扰活动主要为砍柴和放牧。为泥石流形成之清水汇流区。

### 2.2.4 寒温带亚高山恢复期暗针叶水源涵养林/林药复合生态/经济区(IV)

海拔 2 600~ 3 600(3 800) m。气候寒冷、阴湿, 年平均降雨量 1 000 mm 以上, 土壤水分及大气湿度均较高, 应为地带性亚高山暗针叶林的适宜分布区。但由于过去人类活动的破坏, 目前该地带植被呈暗针叶林、针阔混交林和耐寒灌丛镶嵌分布的

格局。暗针叶树种主要有岷江冷杉(*Abies faxoniana*)、紫果云杉(*Picea purpurea*); 灌木有多种杜鹃(*Rhododendron*); 落叶阔叶树种有桦、槭(*Acer* Spp.)、柳(*Salix* Spp.)等, 植被盖度为 93%。土壤类型为暗棕壤。

该区及上一生态/经济区共同构成流域内最重要的水源涵养林及生态保护屏障。其生态功能重大, 生态地位最高, 对减轻和防治流域山地灾害发挥着巨大的生态功能。

### 2.2.5 亚寒带亚稳定高山草甸/草地畜牧业生态/经济区(V)

海拔 3 600(3 800)~ 4 081 m。实际上, 在亚寒带高山草甸与亚高山暗针叶林之间尚有一个亚高山草甸过渡带, 一般认为这是由亚高山暗针叶林破坏后形成的次生植被, 带有灌丛化的特征。

亚寒带高山草甸, 地表形成盘根错节的致密生草土层, 草地群落结构较为简单, 以高山嵩草(*Kobresia Dyginaea*)为建群种, 优势种有多种嵩草及珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)、委陵菜(*Potentilla*)等。它是岷江上游地区最重要的高山畜牧业基地。

亚寒带高山草甸在海拔高度上与青藏高原的亚高山、高山草甸基本上处于同一水平地带上<sup>[5]</sup>, 在发生学上它与青藏高原腹地的亚高山、高山草甸具有同一性或相似性, 或者说具有高原地带性<sup>[6]</sup>; 在群落外貌、结构和物种组成上也具有高度相似性。但因其所处青藏高原东缘, 远离高原腹地, 水热条件又优于后者, 故有一定的过渡特征。

### 3 生态/经济区调控措施及产业配置

根据以上各生态/经济区之生态环境现状、山地灾害特点、资源背景、功能定位及流域社会、经济发展需求, 对各生态/经济区提出如下生态调控措施和产业配置方案。

#### 3.1 暖温带干旱河谷退化灌草丛/果农复合及聚落生态/经济区

##### 3.1.1 水土保持植树种草和整地工程

区内坡度 $> 15^\circ$ 的较陡荒山荒坡地段, 依具体情况, 宜分别采取鱼鳞坑、坑穴造林种草、竹节沟造林种草和水平阶造林种草; 在干旱阳坡, 先锋物种应以灌草为主。适宜荒山荒坡的乔、灌、草物种有辐射松、岷江柏、侧柏、油松、杨树、刺槐、臭椿、花椒、枣、杏、柠条、紫穗槐、沙打旺、草木樨、小冠花等。

坡度 $< 15^\circ$ 且坡面较为完整的坡耕地宜实行坡改梯, 增加基本农田, 提高单产, 减轻退耕还林还草压力; 同时, 起到保土保水保肥作用, 减少泥石流物质供应量。

##### 3.1.2 种植业结构调整与优化

该区是果树的集中分布区, 目前果树品种过于单一, 老龄、低产果园比例高。首先应对这类果园进行改造, 引入一些名、新、特、优品种, 除苹果外, 可适当增加一些其他小水果品种, 如樱桃、李子、杏等。其次, 要增加果园的科技投入, 提高果园管理水平; 建设立体生态果园, 充分利用果树下的空间实行果-粮、果-草(绿肥、饲草)、果-菜等类型的立体配置。

目前, 当地种植的玉米品种也较为老化, 单产较低, 生育期长。据中科院成都生物所试验, 可用玉米

4088、黄早4和玉米340品种替换老品种, 单产可提高18%。

##### 3.1.3 调整畜(禽)种结构, 改粗放放牧型为高效集约舍饲型

在实施生态保护政策后, 流域内已严禁自然放牧。对此, 宜采取如下对策: 一、降低年末存栏数, 提高畜禽出栏率和商品率; 二、改传统粗放型养殖为集约高效舍饲养殖, 饲草来源通过退耕种草, 果-草间套作和人工草地建设解决; 三、调整畜(禽)种结构, 引入优良品种。适当提高猪、鸡、鸭比例, 减少马、骡数量, 发展舍饲养羊、养肉牛、奶牛。流域内种草养羊生态示范户丁全忠, 2002年多方筹措资金近13.0万元, 修建舍饲棚, 购进波尔山羊, 实行种草养羊。至2003年底, 已回收8.5万元, 现存栏波尔纯种和波杂30多只, 已成为流域内促进生态环境保护与建设, 实行产业结构调整, 推动流域社会、经济发展的科技示范户。

#### 3.2 温带低山半干旱生态退化及山地灾害/椒农复合及聚落生态/经济区

##### 3.2.1 水土保持植树种草及生物谷坊

该区内也有较多的荒山荒坡, 宜采取与上一区相似的措施进行治理。区内白泥沟和黑泥沟为两条小型泥石流支沟, 在沟道内宜修建若干级生物谷坊, 建设沟头防护林和沟岸防护林。可有效控制支沟的进一步发育并减少主沟泥石流物质供应量。

##### 3.2.2 退耕还林、还草

坡度大于 $25^\circ$ 的陡坡耕地应实行退耕还林还草。土层薄、肥力差的陡坡地, 应以种草为主, 如紫花苜蓿、红豆草、沙打旺、草木樨、苇状羊茅、鸭茅、菊苣等。土层、肥力中等者, 实行退耕还林, 树种选择上一区中推荐的树种。土层较厚、肥力较高的陡坡地现多为花椒园, 因花椒园的水保效果较差, 应对老、病花椒树疏伐后, 混交一部分水保树种, 形成水保-经济混合林, 做到生态、经济效益兼顾。

##### 3.2.3 疏残林抚育

区内零星块状分布的杨树林, 长期无人管理、抚育, 病虫害较为严重, 应进行防治; 除此之外, 对已死亡的杨树应择伐后混交针叶树种如辐射松、岷江柏、油松、落叶松等, 一则可以减少病虫害, 二则可提高林地的生态效益。

##### 3.2.4 种植业及养殖业结构调整与优化

该区种植业及养殖业比重较上一区低, 但其调整与优化措施与上区一致, 可参照执行。

### 3.3 温带半湿润中山次生性针阔混交林/林药复合生态/经济区

#### 3.3.1 隔坡造林种药

隔坡造林种药就是沿等高线砍伐清理 2~3 m 宽度的灌丛带作为造林带,相间保留 2~3 m 宽的灌丛带,形成“斑马”图形,造林带与灌丛带相间配置。在保留灌丛带内抚育辽东栎萌条,促进其生长,并栽种药用植物薯蓣、大黄、党参等。主要混交方式有油松+桦木—保留灌丛+薯蓣,华山松+辽东栎—保留灌丛+薯蓣,落叶松+桦木(辽东栎)—保留灌丛+薯蓣,油松(华山松)+槭树(辽东栎)—保留灌丛+薯蓣,连香树+油松(落叶松)—保留灌丛+大黄(党参)。

#### 3.3.2 人工草地建设

该区内的坪地有约 16.0 hm<sup>2</sup> 较为平坦的土地,原为集体放牧场,现已部分被开垦后弃荒。对于这 16.0 hm<sup>2</sup> 土地,宜统一规划建立人工草地。人工草种选择,混播比例都需要做一些前期试验工作,试验成功后,便可实施。建设人工草地可极大的缓解禁牧后草—畜矛盾,甚至还可鼓励农户发展家庭牧场。

#### 3.3.3 现有林封禁、抚育

首先对区内天然分布的针阔混交林进行严格封禁,禁止放牧,砍柴;其次加强幼树抚育管理。

### 3.4 寒温带亚高山恢复期暗针叶水源涵养林/林药复合生态/经济区

该区地带性植被为亚高山暗针叶林,目前其生态环境及其植被都处于进展演替恢复期,因此以封禁和抚育为主,利用为辅,管理、抚育措施主要包括:

1. 与“天保工程”、“生态环境建设项目”相配合,对针叶疏林、林间空地补植云杉、冷杉。
2. 加强封禁区的巡视等管护工作,对幼林进行重点抚育,严防火灾。
3. 在统一规划组织下,可有序地允许农户在林下点种药用植物黄芪、党参、大黄和羌活等。

### 3.5 亚寒带亚稳定高山草甸/草地畜牧业生态/经济区

亚寒带高山草甸应实行利用与保护相结合,防止谁家各户对草地资源的无序利用和抢牧现象。应

采取如下管理措施: 1. 推行并落实草地承包责任制,建立完善的草地责、权、利制度,贯彻“谁承包,谁保护、谁利用;谁破坏,谁负责”的原则。为便于集约经营,最好将草地承包给几个养殖大户。 2. 对退化草地进行草地改良:如划破草皮、补播、去除毒草、病虫害、鼠害防治等。 3. 实行划区轮牧,以草定畜,禁止超载过牧。 4. 提高秋冬季节家畜出栏率,商品率。

目前,虽然流域内高山草甸人为活动影响较小,但必须认识到,高山草甸所处环境条件严酷,系统稳定性较差,生态敏感性强,在诸多方面与干旱河谷基带一样都具有生态脆弱性,仅是在发生学上各自分属两个截然不同的脆弱生态系统而已。若该地带人类过度干扰,会退化为高寒草原、高寒荒漠,甚至还会向下“挤压”亚高山针叶林带。

#### 参考文献(References):

- [1] Huang Xingwen, Chen Baiming. Theory and application of layout plant for regional ecology assets in China[J]. *Journal of Ecology*, 1999, 19(5): 602~ 606. [黄兴文,陈百明.中国生态资产区划的经济与应用[J].生态学报,1999,19(5):602~606.]
- [2] Zhang Zhongxin, Zhang Xinshi. Valuation of ecosystem in China [J]. *Bulletin of Science*, 2000, 45(1): 17~ 22. [张仲新,张新时.中国生态系统的价值[J].科学通报,2000,45(1):17~22.]
- [3] Ouyang Zhiyun, Wang Xiaoke, Miao Hong. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological+economic value[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 607~ 613. [欧阳志云,王效科,苗鸿.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报,1999,19(5):607~613.]
- [4] Xie Gaodi, Lu Chunxia, Xiao Yu, et al. The economic evaluation of grassland ecosystems services in Qing-Tibet Plateau[J]. *Journal of Mountain Science*, 2003, 21(1): 50~ 55. [谢高地,鲁春霞,肖玉,等.青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估[J].山地学报,2002,21(1):50~55.]
- [5] Liu ShuZhou, Zhou lin, Qiu Chongshan, et al. Studies on Grassland Degradation and Desertification of Naqu Prefecture in Tibet Autonomous Region[M]. Lhasa: Tibet people's press, 1999. [刘淑珍,周麟,仇崇善,等.西藏自治区那曲地区草地退化、沙化研究[M].拉萨.西藏人民出版社,1999.]
- [6] Editorial Board of Researches on Vegetation Ecology. Researches on Vegetation Ecology [M]. Beijing: Science Press, 1994: 100~ 111. [植被生态学研究编辑部.植被生态学研究[M].北京:科学出版社,1994.100~111.]

# Ecological and Economic Zoning of Debris-flow Basin and Regulating Measures

—A Case Study of Longdong Gully on the Upper Reach of Minjiang River

ZHOU Lin, XIE Hong, WANG Daojie, WANG Shige, CHENG Xiaoqing, YOU Yong

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China*)

**Abstract:** From the view point of ecological, debris flow is taken as a kind of disastrous environment, which is one of elements of ecological (nature)– social– economic system. Hence, It is only by restoring and rehabilitating the stability, harmony and sustainable development of the complex ecosystem, but not by using one-sided understanding and mechanical countermeasures, that the aim of debris flow prevention can come true. Compared with the current understanding of debris flow and its prevention measures, this paper emphasizes ecological ideas. Method of ecological-economic zoning is applied to a debris flow basin which is divided into 5 eco-economic zones: (1) warm temperate belt, arid valley degraded shrub-haddock/fruit-crop complex and local resident eco-economic zone, (2) temperate belt, low mountain, semi-arid degraded ecology and mountain hazards/*Zanthoxylum*-crop complex and local resident eco-economic zone, (3) temperate belt, semi-humid middle mountain, secondary needle-broad leaved mixed forest/forest-Chinese medicinal herbs complex eco-economic zone, (4) cold temperate restoring sub-alpine needle-leaved conserving water forest/forest-Chinese medicinal herbs complex eco-economic zone, and (5) sub-cold belt, sub-stable alpine meadow/grassland animal husbandry eco-economic zone. At last, regulating measures are put forwards for each zone, including Agriculture Forestry, Pratacuturae and engineering, etc. .

**Key word:** Longdong Gully; debris flow; eco-economic zoning; regulating measures; optimal industry deployment