

# 基于 3S技术的金沙江干热河谷区 LUCC研究 ——以云南省元谋县为例

何锦峰<sup>1</sup>, 苏春江<sup>2</sup>, 舒兰<sup>3</sup>, 杨忠<sup>2</sup>

(1. 重庆交通大学河海学院, 重庆 400074; 2. 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;

3. 重庆交通大学人文学院, 重庆 400074)

**摘要:** 以云南省元谋县为例, 集成 3S 技术, 对多期 Landsat-TM 数据进行土地利用/土地覆被信息提取及建立数据库, 采用单一土地利用/土地覆被动态度和综合土地利用/土地覆被动态度指标, 分析金沙江干热河谷区土地利用/土地覆被结构变化规律, 提出基于生态环境建设的金沙江干热河谷区土地利用优化对策。并结合 DEM 数据分析金沙江干热河谷区土地利用/土地覆被垂直分异及其变化规律, 结果表明: 1. 草地和林地是土地利用/土地覆被的主体, 但林地以疏林地为主, 草地以低、中覆盖度草地为主, 具有相当大的敏感性和脆弱性; 2. 土地利用较为粗放, 如水浇地占耕地、人工草地占草地及城乡建设用地占总用地面积的比例等相对较低; 3. 土地利用/土地覆被结构发生了较快的变化, 耕地、草地、水域、未利用土地面积有所减少, 而林地、城乡建设用地面积增长较快; 4. 低山区和中低山区为以林草地为主, 耕地亦有一定比例的类农林牧交错带, 是干热河谷区生态环境最脆弱的地带。

**关键词:** 3S; 干热河谷; LUCC; 动态度; 垂直分异

**中图分类号:** F301.24 TP79

**文献标识码:** A

土地利用/土地覆被变化 (LUCC) 是目前全球变化研究的主题之一。金沙江干热河谷区属我国西南横断山区干旱河谷区的一部分, 区内高山峡谷地貌发育, 气候炎热干燥, 地形破碎, 水土流失较为严重, 是我国西南地区典型的脆弱生态系统类型之一<sup>[1-3]</sup>。本文以云南省元谋县为案例, 集成应用 3S 技术, 分析金沙江干热河谷区土地利用/土地覆被结构变化、动态度及垂直分异规律, 并探讨其动力机制, 对土地利用优化和生态环境建设具有一定意义。

## 1 研究区概况

元谋县位于云南省北部, 金沙江下游支流龙川

江河谷盆地内, 介于  $101^{\circ}35' \sim 102^{\circ}25' E$ 、 $25^{\circ}25' \sim 26^{\circ}07' N$  间, 土地总面积  $2\,037.85\text{ km}^2$ 。海拔  $899 \sim 2\,835\text{ m}$ , 地势周高中低, 四周为山地, 中部为元谋盆地。区内热量丰富、降水少且季节分配不均, 蒸发量大, 气候干热。据元谋县气象站资料统计, 年均温  $21.9^{\circ}C$ ,  $\geq 10^{\circ}C$  的积温  $8\,003^{\circ}C$ , 年降水量  $615.1\text{ mm}$ , 6~10月 (雨季) 占年降雨量的 90%; 年蒸发量  $3\,911.2\text{ mm}$ , 年均干燥度为 2.8 (Paman 公式)。由于河谷深切, 从谷底到山顶相对高差较大, 从河谷到山顶大致可分为坝区 ( $899 \sim 1\,100\text{ m}$ )、坝周低山区 ( $1\,100 \sim 1\,350\text{ m}$ )、中低山区 ( $1\,350 \sim 1\,600\text{ m}$ )、中高山区 ( $1\,600 \sim 2\,835\text{ m}$ ) 4 个垂直自然带。土壤主要为燥红土、红壤、黄棕壤、棕壤, 部分地区有少量紫

收稿日期 (Received date): 2008-09-01; 改回日期 (Accepted): 2008-11-10.

基金项目 (Foundation item): 国家“十·五”重大科技攻关“干热河谷生态恢复技术与示范”和重庆交通大学科研基金“基于 3S 技术的土地利用/土地覆被变化动态监测研究”项目资助。 [ Supported by China's National Key Technology Research and Development Program in the 10th Five-Year Plan "Technology and Its Demonstration for Ecological Rehabilitation in Jinshajiang Xerothermic Valley" and the Research of Fund of Chongqing Jiaotong University "Study on Monitoring Landuse and Land cover Change with 3S Technologies". ]

作者简介 (Biography): 何锦峰 (1975—), 男, 汉族, 四川广安人, 副教授, 博士, 主要从事 RS & GIS 应用和生态恢复与重建研究, 已发表论文 20 余篇。 [ He Jinfeng (1975—), male, associate professor, Ph.D., research direction: application of remote sensing and geographic information system. E-mail: jinfenghe2001@163.com, Tel: 023-62652718. ]

色土和水稻土分布。海拔 1 600 m 以下植被以稀树灌草丛为主,海拔 1 600 m 以上主要为灌丛草地,也有片状森林分布<sup>[1]</sup>。各自然带的垂直分异进而影响到不同的土地利用/土地覆被方式。区内水土流失严重,地表破碎,沟壑纵横,造成较严重的水土流失和频繁的旱涝灾害等生态环境问题<sup>[3]</sup>。

2 研究方法

土地利用/土地覆被类型划分

中国科学院在“八·五”期间“国家资源环境遥感宏观调查、动态分析与遥感技术前沿的研究”中,将土地利用划分为 6 大类,26 个次一级类型<sup>[4]</sup>。本文对干热河谷区土地利用/土地覆被的分类与编码采用该标准。

数据库建立

综合应用 3S 技术,采用野外调查与室内解译相结合的方法,从多期 Landsat-TM 数据中提取土地

利用/土地覆被信息,建立数据库<sup>[5]</sup>。具体步骤为:(1)采集覆盖全元谋县的 1986 年和 2000 年两期 Landsat-TM 数据,在 Erdas Imagine 软件中采用 TM<sub>4</sub> (Red)、TM<sub>3</sub> (Green)、TM<sub>2</sub> (Blue)的合成方案生成两期 TM 标准假彩色影像;(2)利用几何精度纠正方法将假彩色影像配准到 1:10 万元谋县地形图上;(3)将 1:10 万地形图数字化并编辑后,生成数字高程模型 (DEM, Digital Elevation model),并利用 Arcinfo 中的空间分析 (Spatial Analysis) 模块,生成以 10×10 m 为单元格的 4 个垂直自然带分带的栅格模型 (Grid);(4)选取训练区,通过野外考察,运用 GPS 定位技术,对各种土地利用/土地覆被类型进行采点记录,并从空间分布、形态、色调、纹理等方面分析并建立了不同土地利用/土地覆被类型的 TM 影像解译标志 (表 1);(5)根据判读标志,在 ArcGIS 软件平台上以人机交互解译的方式进行 TM 影像的土地利用/土地覆被信息提取、数字化与编码;(6)野外踏勘,对解译数据进行精度校验,解译

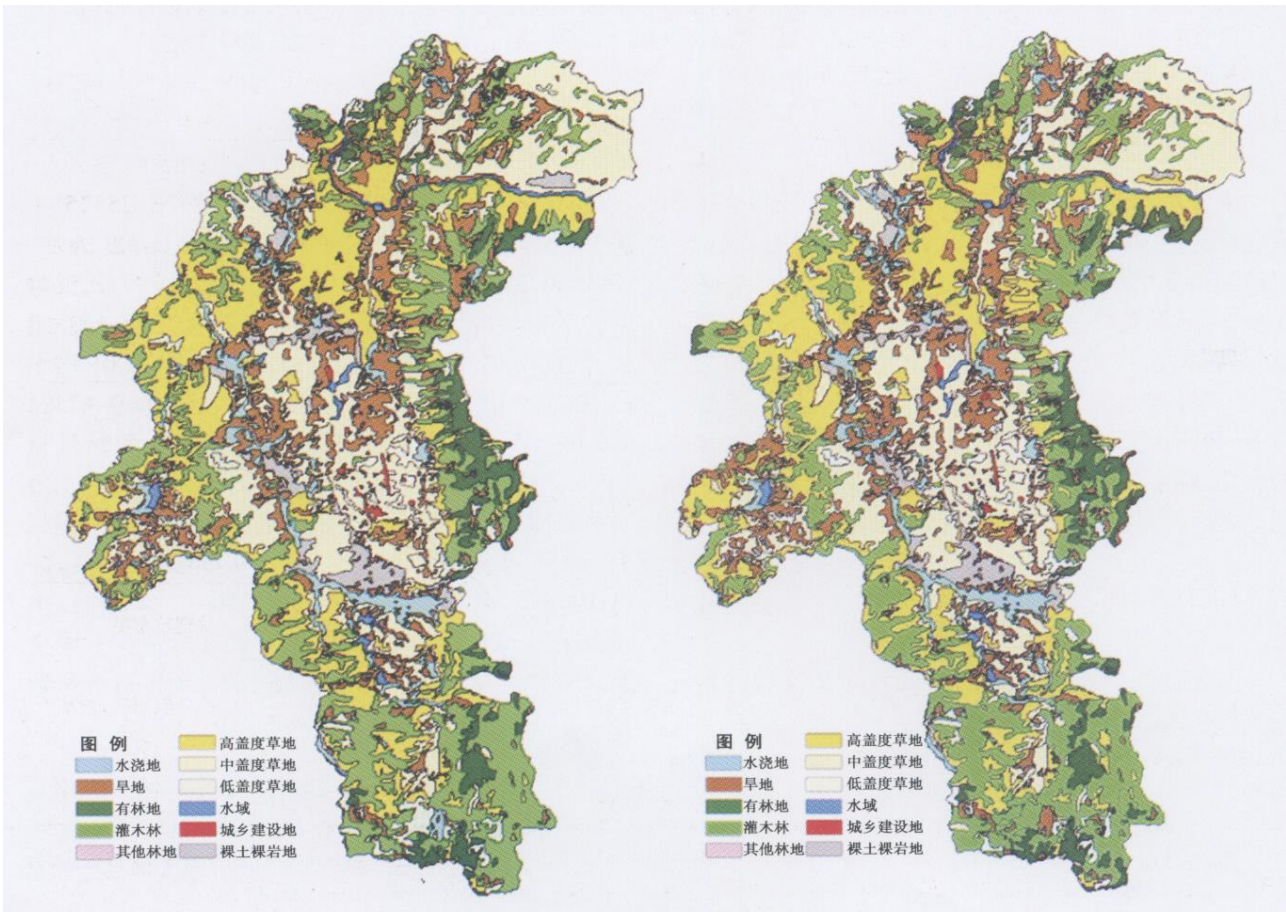


图 1 1986 年和 2000 年元谋县土地利用/土地覆被图

Fig 1 Themap of landuse and land cover in Yuamou County in 1986 and 2000

精度达 97%以上, 满足分析要求; (7)对解译的土地利用 /土地覆被类型图编辑、查错, 生成具有拓扑关系的 1986年、2000年土地利用 /土地覆被图层及 1986~2000 年间土地利用 /土地覆被变化图层 (图 1)。

2.3 土地利用 /土地覆被动态度研究指标

常用的土地利用 /土地覆被动态度指标有单一土地利用 /土地覆被类型动态度和综合土地利用 /土地覆被动态度<sup>[6-8]</sup>。

2.3.1 单一土地利用 /土地覆被类型动态度

单一土地利用 /土地覆被类型动态度系指某研究区一定时间范围内某种土地利用 /土地覆被类型

表 1 元谋县 TM 标准假彩色影像土地利用 /土地覆被解译标志						
Table 1 Interpretation marks of TM standard Pseudo color composition image for landuse and land cover in Yuemou County						
类型 (编码)	亚类	代码	空间分布位置	影 像 特 征		
				形 态	色 调	纹 理
耕地 (1)	水田	11	河流、沟渠两侧或水库下游	条带分布, 界线较清晰	红、暗红色	质地细腻、均匀
	旱地	12	坝周低山区和中低山区山坡及山前带	带状或团块状分布, 较分散, 界线清晰	红、淡红、粉红和淡蓝	质地较粗糙, 纹理不均匀
林地 (2)	有林地	21	盆地周围中高山	片状或带状, 形状不规则, 但与其他地类间边界滑润清晰	鲜红色、暗红色, 色调均一, 色泽鲜艳	纹理都很细腻
	灌木林地	22	盆周低中山和中高山区, 半山区有零星分布	形状不规则, 呈面状或条带状分布	淡红、鲜红、粉红和暗红色	纹理粗糙
	疏林或果园	23	盆地周围低中山和中高山区	分散斑块, 面积较小, 形状不规则	暗红、淡红、和粉红色等, 迹林多为青色	纹理粗糙, 杂乱, 不规则
草地 (3)	高盖度草地	31	低中山区、坝周低山区, 中高山区也有零散分布	形态各异, 既有连片分布, 也有分散斑块, 地类边界明显	暗红为主色调	纹理清晰、颜色较均一
	中盖度草地	32	坝周低山区和低中山区	形态不规则, 总体上呈片状, 中高山区有零星分布	青、灰色为主, 有较多的暗红或淡红色	质地较细腻、颜色斑驳
	低盖度草地	33	坝周低山区阳坡	形态不规则片状或面状	灰色为主, 稍有淡红色	质地较细 纹理清晰, 颜色斑驳
水域 (4)	河渠	41	盆地及山间沟谷内	明显的线状分布, 天然河流较为弯曲, 而人工沟渠较顺直	深兰色、兰色或淡兰色	质地光滑一致, 色调较单一
	水库坑塘	43	坝周低山区和低中山区, 周围有居民地和耕地	形状极不规则斑块状	深兰、兰、淡兰色	质地光滑一致
	滩地	46	河流两侧及河心岛上	不规则条带或片状	现灰、灰白色	颜色较均匀
建设用地 (5)	城镇用地	51	盆地及山区沟谷地台地	几何特征明显, 形状规则, 边界清晰。	青灰色或黑灰色, 亮度较高	纹理较粗糙
	农村居民用地	52	山谷、平地、山坡、塬面及山顶	几何特征明显, 较规则	灰及灰白色。周围一般为耕地, 即为红色或淡红色	纹理较粗糙, 杂乱
	工矿和交通用地	53	城镇和交通较发达的地区	几何特征明显, 呈点状或线状分布, 较平直规则	黑灰、灰和灰白色	质地纹理都较粗糙
未利用土地 (6)	裸土地	65	坝周低山区和中低山区, 多为水土流失形成的裸露地表	形状不规则, 呈条带状, 边界线清晰	亮灰色或淡灰色	质地较细
	裸岩	66	坝周低山区, 严重水土流失地区	形状不规则, 呈团块状	灰黑色, 灰白色	纹理杂乱、不规则

的数量变化情况,其表达式为

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中  $K$ : 研究时段内某一土地利用类型动态度,即土地利用类型年变化率;  $U_a$ : 研究期初某一种土地利用类型的数量;  $U_b$ : 研究期末某一种土地利用类型的数量;  $T$ : 研究时段长。

### 2.3.2 综合土地利用动态度

综合土地利用动态度是某一研究样区的各种土地利用/土地覆被类型的转移与变化关系的反映,用公式可表示为

$$LC = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right] \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中  $LU_i$ : 监测起始时间第  $i$  类土地利用类型面积;  $\Delta LU_{i-j}$ : 监测时段内第  $i$  类土地利用类型转为非  $i$  类土地利用类型面积的绝对值;  $T$ : 监测时段长度。

## 统计与分析

### 2.4.1 土地利用/土地覆被结构分析

利用 ArcGIS 统计两期各土地利用/土地覆被类型的面积;再应用公式(1),当  $T$  的时段设定为年时,即可分析土地利用结构及其年变化率;然后,将土地利用/土地覆被类型合并为浇地、旱地、森林、灌木林、疏林或果园、草地、水域、城乡建设用地、裸土裸岩地等 9 种类型,并利用叠加 (Overlay) 工具分析各土地利用类型的转移面积,利用公式(2),当  $T$  的时段设定为年时,即可计算综合土地利用综合年变化率。

### 2.4.2 土地利用/土地覆被垂直分异分析

应用 ArcGIS 的 GRID 模块工具,对元谋县土地利用/土地覆被图谱系列中 1986 和 2000 年土地利用/土地覆被图层与元谋县 DEM 进行叠加分析,得到 2000 年各土地利用/土地覆被类型在不同高度带的分布情况,进而计算土地利用/土地覆被随海拔变化的累计面积表<sup>[9-10]</sup>。

## 3 结论与分析

### 土地利用/土地覆被结构及变化

1986~2000 年元谋县一级及二级土地利用/土地覆被分类结构及其年变化率见表 2。

从表 2 可分析一级及二级土地利用/土地覆被分类结构及其变化。

### 3.1.1 一级分类结构及其变化

受干热河谷区山地系统自然条件限制,元谋县土地利用/覆被结构中,林地和牧草地为主体而耕地、城乡、工矿、居民点建设用地相对较少且分布集中。2000 年,林地和草地面积比例分别为 30.07% 和 52.00%,共计 82.07%;而人类活动影响较大的耕地和城乡建设用地占土地总面积的 9.99% 和 2.73%,共计 12.72%。

土地利用与土地覆被结构变化方面,林地和城乡建设用地面积分别增加 2.08%、66.41%;而耕地、草地、水域和未利用土地的减少率分别为 5.96%、1.26%、2.10%、9.96%。城镇和工矿、交通用地面积在 15 a 间增加了 1.05 倍和 0.80 倍,表明元谋县在城乡建设及工矿、交通方面经历了一个快速发展的时期。

### 3.1.2 二级分类结构及变化

耕地中,旱地面积比例较高,而水浇地面积较少,但水浇地占耕地面积有增加的趋势。这主要是由于灌溉条件的改善导致的。

林地以灌木林地为主,而有林地、其他林地较少。其他林地多为迹地与未成林造林地,而作为林地更新苗圃基地和人工果园比例偏小。有林地无论是面积还是在林地中的比例均有所提高,原因在于本区先后开展了“长防林”、“天然林保护”、“退耕还林(草)”等工程,使有林地有所增加,而灌木林的面积和比例则有所下降。

草地几乎全为天然草场,无人工草场和改良草场。表明本区牧草地资源重利用轻建设。从草地的二级结构看,高覆被度草地资源数量减少而中、低覆被度草地面积比例增大,说明本区草地退化情况较为严重。元谋的草场基本上属于四季放牧型。由于长期超载放牧,加之缺乏必要的物质投入与管理,草场无论是数量还是质量,都出现不同程度的退化。

城乡、工矿及居民地中,2000 年城镇居民点占地 1.61 km<sup>2</sup>,农村居民点 18.16 km<sup>2</sup>,工矿、交通和其他建设用地为 35.96 km<sup>2</sup>,分别占该类用地的 2.89%、32.58%、64.53%。

水域的利用率较高,水库坑塘、沟渠和水工建筑物等人工水域面积占水域面积的 12.24%,滩地占水域面积的 18.84%。2000 年元谋县有水域面积 38.30 km<sup>2</sup>,其中河渠 26.39 km<sup>2</sup>,水库坑塘 4.69 km<sup>2</sup>,滩地为 7.22 km<sup>2</sup>,分别占水域面积的 68.90%、12.25% 和 18.85%。由于水利工程的实施和建设,

表 2 1986~2000年元谋县土地利用 /土地覆被结构变化  
Table 2 Structural change of landuse and land cover in Yuamou County from 1986 to 2000

代码	土地利用 /土地 覆被类型	1986年面积 ( km <sup>2</sup> )	比例 (% )	2000 年面积 ( km <sup>2</sup> )	比例 (% )	面积变化 ( km <sup>2</sup> )	变化率 (% )	年变化率 (% )
1	耕地	216. 41	10. 62	203. 52	9. 99	−12. 89	− 5. 96	− 0. 43
11	水浇地	78. 43	36. 24	86. 52	42. 51	8. 09	10. 31	0. 74
12	旱地	137. 98	63. 76	117. 00	57. 49	−20. 98	− 15. 21	− 1. 09
2	林地	600. 20	29. 45	612. 68	30. 07	12. 48	2. 08	0. 15
21	有林地	97. 16	16. 19	115. 24	18. 81	18. 08	18. 61	1. 33
22	灌木林	452. 09	75. 32	445. 29	72. 68	−6. 80	− 1. 50	− 0. 11
23	其他林地	50. 95	8. 48	55. 20	9. 01	4. 25	8. 34	0. 60
3	草地	1 073. 11	52. 66	1 059. 62	52. 00	−13. 49	− 1. 26	− 0. 09
31	高盖度草地	455. 42	42. 44	404. 64	38. 19	−50. 78	− 11. 15	− 0. 80
32	中盖度草地	436. 42	40. 67	428. 94	40. 48	−7. 48	− 1. 71	− 0. 12
33	低盖度草地	181. 26	16. 89	226. 04	21. 33	44. 78	24. 70	1. 76
4	水域	39. 12	1. 92	38. 30	1. 88	−0. 82	− 2. 10	− 0. 15
41	河渠	26. 73	68. 32	26. 39	68. 92	−0. 33	− 1. 23	− 0. 09
43	水库坑塘	5. 09	13. 00	4. 69	12. 24	−0. 40	− 7. 86	− 0. 56
46	滩地	7. 31	18. 68	7. 22	18. 84	−0. 09	− 1. 23	− 0. 09
5	城乡工矿居民用地	33. 49	1. 64	55. 73	2. 73	22. 24	66. 41	4. 74
51	城镇用地	0. 79	2. 34	1. 61	2. 89	0. 83	105. 06	7. 50
52	农村居民点	12. 73	38. 00	18. 16	32. 58	5. 43	42. 66	3. 05
53	其他建设用地	19. 98	59. 66	35. 96	64. 53	15. 98	79. 98	5. 71
6	未利用土地	75. 52	3. 71	68. 00	3. 34	−7. 52	− 9. 96	− 0. 71
65	裸土地	66. 7	88. 31	54. 43	80. 05	−12. 26	− 18. 38	− 1. 31
66	裸岩石砾地	1. 29	1. 7	13. 53	19. 89	12. 24	948. 84	67. 77
合 计		2 037. 85	100. 00	2 037. 85	100. 00	0. 00	0. 00	0. 00

河渠与水库坑塘面积有一定增加, 而滩地由于被开发而比例有所降低。

未利用土地的二级结构中, 未利用土地主要由裸土地和裸岩石砾地组成, 2000 年裸土地面积 54. 43 km<sup>2</sup>, 占 80. 05%, 裸岩石砾地面积 13. 53 km<sup>2</sup>, 占 19. 89%。而 1986 年分别为 66. 7 km<sup>2</sup> 和 1. 29 km<sup>2</sup>, 分别占 98. 10% 和 1. 90%。

综合土地利用动态度

1986~2000 年元谋县各土地利用类型主要转移指向及综合土地利用动态度情况见表 3。

1986~2000 年元谋县土地利用 /土地覆被综合利用年变化率为 0. 1582%, 表明土地利用变化较活跃。水浇地与旱地、林地与草地、草地与旱地相互交换程度较高。94. 58% 的水浇地保持稳定, 水浇地的减少去向主要为城乡建设占用; 旱地有 80. 03% 保

持稳定, 去向除变为水浇地外, 还有部分变化林地和城乡建设用地, 这主要是由于本区退耕还林还草等生态工程的实施和建设用地造成的。林地向草地、旱地转移比率较高, 说明一方面退耕还林等生态环境恢复与重建工程见效, 另一方面说明滥砍滥伐、毁林开荒等使林地变为草地和耕地等现象仍然存在; 草地保存较稳定, 保持率为 98. 37%, 但向旱地和未利用土地转移面积较大, 这主要是由于开垦与过牧, 造成草地转变为耕地, 或退化为沙地等难利用土地。未利用土地总量有所减少, 主要是由于被开垦利用为耕地, 但同时部分林地采伐迹地、退化草地和撂荒耕地又成为新的未利用或难利用土地。

各土地利用类型主要转移指向反映了土地利用结构变化机制: (1)耕地面积减少原因主要有: ①水土流失、荒漠化等变成撂荒地; ②城乡居民点、道路

表 3 1986~2000年元谋县土地利用类型转移面积及综合土地利用动态度  
Table 3 Area of landuse type transition and comprehensive landuse dynamic degree in Yuamou County from 1986 to 2000

土地覆被类型	水浇地	旱 地	森 林	灌木林	疏林或果园	草 地	水 域	建设用地	未利用地
水浇地	74.18	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23	3.67	0.00
旱 地	10.82	110.44	7.15	0.00	4.01	0.00	0.16	3.08	2.33
森 林	0.00	0.26	92.47	4.18	0.51	2.43	0.00	0.06	0.12
灌木林	0.00	1.24	7.55	436.19	4.62	1.01	0.00	0.85	0.80
疏林或果园	0.00	0.00	0.00	4.35	45.85	0.22	0.00	0.23	0.30
草 地	0.61	3.38	0.00	0.00	0.02	1 055.61	0.09	12.25	1.15
水 域	0.22	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	37.79	0.39	0.63
建设用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.93	0.56
未利用地	0.68	1.25	8.07	0.57	0.19	0.35	0.04	2.27	62.11
结 果	$\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}=90.28$		$2\sum_{i=1}^n LU_i=4075.70$		T=14	LC=0.1582%			

及工矿建设占有耕地；③生态环境建设占用部分耕地，尤其是旱坡地，如退耕还林工程，要求>25°的坡耕地全部改造为林（草）地；（2）林地面积增加反映了自1986年以来，无论是对现有林地的保护，还是在新林地的营造方面，均取得了很大的成就；（3）草地面积的减少，主要原因在于：①垦殖，人口压力及其造成的粮食生产压力，使人们不断的开垦，部分草地成为耕地；②长期超载放牧，草地退化严重，部分草地退化为不可利用土地；（4）水域面积减少主要是由于水土流失造成的堰塘、水库、湖泊等泥沙沉积，使得水体萎缩，面积减少；（5）城乡居民点、交通及工矿建设用地面积增长很大，原因是人口增长及社会经济发展的需求，人们的居住用地、工矿用地和交通用地面积迅速增长；（6）未利用土地面积有所

减少，主要是由于技术水平的提高，原来的部分未利用土地被开发利用，如被改造为林地、耕地或为居工交用地等。

土地利用 土地覆被垂直分异

元谋县平坝区地势平缓，灌溉条件好，开发程度高，主要用于粮食、蔬菜等地及城镇工矿企业建设；坝周低山区以雨养农业为主，气候干燥，植被稀疏，土地退化及水土流失严重，生态环境最为脆弱、恶劣；中低山区水土流失严重，是仅次于坝周低山区的生态脆弱带；而中高山区山高坡陡，人口稀少，植被覆被率高，水土流失较轻，以发展林、牧、粮业为主。

1986~2000年元谋县各垂直自然带土地利用 / 土地覆被类型面积如表3所示。

表 4 1986~2000年不同海拔土地利用 / 土地覆被类型结构  
Table 4 Landuse and land cover structure change with different elevation in 1986 and 2000 (单位: km<sup>2</sup>)

土地利用 / 土地覆被类型	1985年					2000年				
	合计	899~1 100	1 100~1 350	1 350~1 600	1 600~2 385	合计	899~1 100	1 100~1 350	1 350~1 600	1 600~2 385
水浇地	78.43	49.62	22.81	4.82	1.18	86.52	54.64	24.88	5.09	1.91
旱 地	137.98	42.66	69.23	17.30	8.79	117.00	21.48	74.89	15.59	5.04
有林地	97.16	5.91	11.57	17.49	62.19	115.24	9.55	13.00	18.37	74.32
灌木林	452.09	15.20	145.21	154.75	136.93	445.29	16.27	143.15	143.76	142.11
其他林地	50.95	5.60	8.66	10.19	26.50	55.20	9.23	4.37	27.42	14.18
草 地	1 073.11	14.20	297.89	235.08	525.94	1 059.62	8.93	288.40	231.81	530.48
水 域	39.12	25.49	9.08	2.23	2.32	38.30	27.05	7.30	2.24	1.71
城乡建设地	33.49	20.50	7.70	3.70	1.59	55.73	34.89	12.03	6.00	2.81
未利用地	75.52	10.87	36.56	16.33	11.76	64.95	8.02	40.69	11.60	4.65
合 计	2 037.85	190.05	608.71	461.89	777.20	2 037.85	190.05	608.71	461.89	777.20



由表 3 可知: (1)耕地方面, 坝周低山区增加较大, 水浇地和旱地分别从 22.81 km<sup>2</sup>、69.23 km<sup>2</sup> 增加到 24.88 km<sup>2</sup>、74.89 km<sup>2</sup>。坝周低山区位于坝区与山区的过渡带, 物质能量交换活动频繁, 生态环境较为脆弱, 是农业、畜牧业和林业相互争地的区域, 正是由于耕地的扩展, 压缩了本高度带的林地和牧草地空间, 直接导致本区一系列的生态环境问题, 并威胁了土地的可持续利用; (2)林草地方面, 各自然地带内变化不大, 主要是近年来, 各地造林与采伐、毁林开荒现象并存; (3)水域方面, 坝区水域面积较其他高程带高, 表明坝区具有较好的水资源条件, 而其他高程带在干热的气候下的制约下, 农业生产条件较差; (3)在城乡、工矿、居民用地方面, 绝大部分用地均集中于坝区。坝区建设用地从 20.50 km<sup>2</sup> 增加到 34.89 km<sup>2</sup>, 年均增长率为 4.96%; (4)未利用土地, 坝周低山区由于严重的水土流失造成裸土裸岩地面积有所增加, 使得坝周低山区未利用土地面积增加, 从 36.56 km<sup>2</sup> 增加到 40.69 km<sup>2</sup>, 增加率为 11.30%, 而坝区、低中山区和中高山区面积则有所减少。

土地利用 土地覆被累积分布曲线

按土地在不同高度带的分布面积, 求出不同土地利用类型随海拔的累计面积变化情况 (表 5)。

表 5 2000 年土地利用 / 土地覆被随海拔高度面积比例累积表 (%)

Table 5 Cumulative ratio of landuse and land coverwith different elevation in 2000

土地类型	海拔 (m)			
	≤ 1 100	≤ 1 350	≤ 1 600	≤ 2 385
水浇地	68.93	100.00	100.00	100
旱地	9.81	82.37	95.70	100
有林地	12.62	23.90	39.84	100
灌木林	11.29	47.93	93.01	100
其他林地	29.20	37.58	90.16	100
草地	1.31	52.50	93.82	100
水域	70.63	89.69	95.54	100
城乡建设地	62.61	84.19	94.96	100
未利用土地	12.84	57.63	81.84	100
合计	12.37	55.41	89.99	100

从累积比例表和累积曲线可发现: (1)山地的不同土地覆被类型有不同的海拔选择, 人类影响程度较高的土地利用 / 覆被类型对海拔较为敏感, 趋向

于低海拔河谷地带。土地利用 / 土地覆被类型对高海拔的适应性为: 城乡、工矿及居民用地 < 耕地 < 林地 < 草地; (2)1 350 m 是人类活动重要的分界线, 80% 以上的耕地、水域、城乡、工矿、居民用地地集中在该高程以下; (3)1 600 m 是另一条重要分界线, 全区 90% 左右的土地和 80% 以上的林地和牧草地集中分布在 1 600 m 以下; 而 90% 左右草地和 70% 左右林地分布在海拔 1 100 ~ 1 600 m 间。

4 结论

1. 干热河谷区作为一个山地生态系统, 受自然地理条件和社会经济发展水平的限制, 耕作、居住与建设的土地面积比例相对较低, 而草地和林地是土地利用 / 土地覆被主体, 在土地覆被格局中占有主导地位。但林地以疏林地为主, 草地也以低、中盖度草地为主, 具有相当大的敏感性和脆弱性。

2. 土地二级分类结构中可以看出, 干热河谷区受地形和气候特征限制, 土地利用水平低, 技术含量低, 土地利用方式较为落后, 如水浇地占耕地的比例, 人工草地占草地的比例及建设用地的比例等相对较低。因此, 改进技术水平, 提高土地利用效率是干热河谷区土地开发与利用的重要方向。

3. 土地利用 / 土地覆被结构发生了较快的变化, 耕地、草地、水域面积、未利用土地面积有所减少, 而林地、城乡居民点、交通及工矿建设用地面增长较快。土地利用结构变化规律与机制研究表明, 基于生态环境建设的土地利用优化策略主要包括切实保护耕地, 建设占用耕地必须补偿, 加大水利设施建设力度, 提高水浇地的粮食产量; 加大植树造林和林地改造力度; 发展人工草场, 控制载畜量; 巩固和推进水土保持工程等。

4. 干热河谷区土地利用 / 土地覆被垂直分异明显。坝区热量充足、地势平坦, 以耕地、城乡建设用地为主, 已建成良好的人工农林复合生态系统; 坝周低山区和中低山区主要以草地为主, 耕地利用以旱坡地为主, 土地利用类型交错, 形成农、林、牧综合利用结构, 相互转化频繁, 形成一种类农林牧交错带, 生态环境脆弱, 是干热河谷生态恢复与重建的重点和难点, 建议加大生态环境建设力度; 中高山区以林地为主, 生态环境较好, 建议在生态环境保护的基础上, 大力发展特色中药材、水果、花卉、蔬菜、禽畜等具有山地特色的生态经济产业。

## 参考文献 (References)

- [1] Liu Yanhua, Li Xiubing. Fragile Eco-environment and Sustainable Development[M]. Beijing: the Commercial Press, 2001[刘燕华, 李秀彬. 脆弱生态环境与可持续发展[M]. 北京: 商务印书馆, 2001]
- [2] Zhang Rongzu. Dry Valley in Hengduan Mountains[M]. Beijing: Chinese Sciences and Technology, 1995[张荣祖, 等. 横断山区干旱河谷[M]. 北京: 科学出版社, 1995]
- [3] Zhang Jianping, Zhuang Ze. The situation of soil erosion and its improvement in Yuamou dry-hot valley[J]. Yunnan Geographic Environment Research, 2001, 13(2): 22~27[张建平, 庄泽. 元谋干热河谷区水土流失现状及治理对策[J]. 云南地理环境研究, 2001, 13(2): 22~27]
- [4] Liu Jiyuan. Macro-scale Survey and Dynamic Study of Natural Resources and Environment of China by Remote Sensing[M]. Beijing: Chinese Sciences and Technology, 1996, 7~15[刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996, 7~15]
- [5] Yan Changzhen. Macro-scale Dynamic Study of Land Resource in Shanxi, Gansu, Ning and Qinghai Province[D]. Lanzhou: Cold and Arid Regions Environment and Engineering Research Institute, 2002[颜长珍. 基于 RS 与 GIS 的陕甘宁青土地资源宏观动态研究[D]. 兰州: 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 2002]
- [6] Wang Xiulan, Bao Yuhai. Study on the methods of land use dynamic change research[J]. Progress in Geography, 1999, 18(1): 81~87[王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81~87]
- [7] Li Xiaojuan, Ying Lianwang, Cui Weihong. Spatio-Temporal data model for land use monitoring[J]. Journal of Remote Sensing, 2002, 6(5): 370~375[李小娟, 尹连旺, 崔伟宏. 土地利用动态监测中的时空数据模型研究[J]. 遥感学报, 2002, 6(5): 370~375]
- [8] Zhu Huiyi, Li Xiubin, He Shujin, et al. Spatio-temporal change of land use in Bohai Rim[J]. Acta Geographica Sinica, 2001, 56(3): 253~260[朱会义, 李秀彬, 何书金, 等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 253~260]
- [9] Liu Jiyuan. Buheaozier. Study on spatial-temporal feature of modern land-use change in China using remote sensing techniques[J]. Quaternary Sciences, 2000, 20(3): 229~239[刘纪远, 布和敖斯. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究——基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229~239]
- [10] Ma Anqing, Chen Dongjing, Wang Jianhua, et al. Landscape pattern and differentiation in Longdong Loess Plateau based on RS and GIS[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2002, 16(3): 56~59[马安青, 陈东景, 王建华, 等. 基于 RS 与 GIS 的陇东黄土高原土地景观格局变化研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 56~59]

# A 3S-Based Study on Landuse and Land Cover Change in the Jinshajiang Xerothermic Valley —— A Case of Yuamou County Yunnan Province

HE Jinfeng<sup>1</sup>, SU Chunjiang<sup>2</sup>, SHU Lan<sup>3</sup>, YANG Zhong<sup>2</sup>

(1. School of River and Ocean Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

2. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China

3. School of Humanities, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

**Abstract:** This article takes Yuamou County Yunnan Province as an example to analyze the land-use and land-cover structural change rule in the Jinshajiang Xerothermic Valley by way of integrated application of 3S technologies. Information extraction from the multi-phase Landsat-TM data of land use and land cover and the establishment of a database and application of single dynamic degree and comprehensive dynamic index of land use and land cover. Then vertical differentiation of land use and land cover was also analyzed in conjunction with DEM Data. The results show that (1) The grassland and woodland is the main part of the land use and land cover, but the woodland featuring sparse woodland and the grassland featuring low and middle coverage have considerable sensitivity and vulnerability. (2) The land use is relatively extensive, and irrigated farmland takes up a relatively low proportion of the farmland, artificial grassland and construction land in town and country. (3) Rapid changes have taken place in land-use and land-cover structure, and farmland, grassland, water body and bareland area have been reduced, but there has been a rapid increase in woodland and construction land in town and country. (4) the agriculture, forestry and pasture interlaced zone consisting mainly of woodland and grassland and some proportion of farmland in the low and middle mountain area is the most fragile part of the ecological environment in the xerothermic valley. Regarding the ecological environmental construction, optimal counter measures are suggested towards the land use in the Jinshajiang Xerothermic Valley.

**Key words:** 3S; xerothermic valley; LUCC; dynamic degree; vertical differentiation