

近 30 年来哀牢山北段土地利用变化研究^{*}

张 慧^{1,2}, 马友鑫¹, 刘文俊¹, 李红梅¹

(1. 中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 昆明 650223;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘要: 利用由 1974, 1987 和 2003 年 3 期遥感影像解译的土地利用图, 以哀牢山北段为研究区, 借助 GIS 技术, 并结合数理统计分析方法, 分析了土地利用的动态变化特征. 结果表明: 1974~2003 年, 哀牢山北段各土地利用类型发生了显著的变化, 有林地、灌木林、荒草地和耕地(主要是水田和旱地)相互之间转化比较激烈. 近 30 年间有林地是该区域的优势地类, 但这种优势正在逐渐减弱, 3 个时期中分别占总面积的 71.67%, 68.11%, 64.76%. 1974~1987 年, 旱地、灌木林、水田表现为增长, 旱地增长较快, 灌木林、水田增长较慢; 荒草地和水体表现为减少. 1987~2003 年, 灌木林、建设用地、荒草地、水田、水体表现为增长, 灌木林、建设用地增长较快, 荒草地、水田、水体增长较缓慢; 旱地逐步萎缩; 水浇地在整个研究时段保持较平衡状态. 通过景观格局分析发现, 总体上景观斑块数量不断增加, 平均斑块面积却不断减少, 景观破碎程度呈增加的趋势, 受到人类的强烈干扰, 景观多样性和均匀度持续增加, 优势度不断下降, 本地区土地利用朝着破碎化、多样化和均匀化的方向发展.

关键词: 土地利用变化; 哀牢山北段; 遥感; GIS

中图分类号: Q 948; TP 79 **文献标识码:** A **文章编号:** 0258-7971(2006)S1-0213-11

随着人口的急剧增长和经济的迅速发展, 人类活动对地球陆地表层系统产生了巨大的影响, 陆地表层系统最重要的变化之一就是土地利用与土地覆盖的变化^[1]. 土地利用/覆盖变化已成为全球环境变化的重要组成部分和气候变化的主要原因, 其研究是地球表层科学研究领域中的一个重要内容, 已成为全球变化研究的前沿和热点^[2~5]. 近年来, 我国对土地利用/覆盖变化的研究取得了很大进展, 不仅从宏观尺度上进行了全国性的土地利用问题的研究^[6, 7], 还对一些典型地区, 包括生态类型区和经济相对发达地区的土地利用现状, 变化及趋势进行了探讨. 但是对哀牢山这样相对欠发达的地区研究较少.

哀牢山脉呈西北向东南走向, 斜贯云南亚热带中部 500 余 km, 是云贵高原、横断山地和青藏高原三大自然地理区域的接合部. 在云南, 是一条天然的滇中高原与滇西纵谷区的地理分界线, 也是云南西暖东寒的气候分界线. 在我国西南低纬高原山地

具有独特地位. 山地使得气候要素重新分配, 水、热、风、光要素随海拔高度的增加而发生显著变化, 具有明显的高度地带性. 再加上坡向、坡度和小地形因子所造成的局地气候和小气候的差异, 使得山地生态气候环境更为错综复杂^[8]. 哀牢山在我国西南山地自然环境的复杂性、生态系统的脆弱性等方面都有典型的代表性, 其土地利用/土地覆被变化的特点也代表了我国云南山地土地资源及利用中所存在的普遍问题. 针对哀牢山, 从 1981 年起, 中国科学院昆明分院生态研究室和云南大学生态地植物研究室及云南省微生物研究所已经对该地进行了较全面的动植物、气候、土壤及土壤微生物的调查和研究, 积累了大量宝贵的科研资料, 但土地利用/覆盖变化研究却相对滞后, 本研究选取哀牢山北段为研究区域, 运用遥感和地理信息系统方法, 并结合统计分析, 分析研究区 1974~2003 年间土地利用的数量变化和空间变化特征, 试图揭示出其土地利用/覆盖的变化规律, 为该区域土地资源

^{*} 收稿日期: 2005-11-12

作者简介: 张 慧(1980-), 女, 硕士生, 主要从事景观生态学方面的研究.

通讯作者: 马友鑫, E-mail: may@xtbg.ac.cn

的可持续利用和生态保护提供研究积累.

1 研究区概况、数据来源及处理方法

1.1 研究区概况 研究区域位于哀牢山北段,景东县、楚雄市、双柏县的交界地区,西坡山麓的景东川河与东坡山麓的礼社江之间.考虑到该地区自然生态系统的变化、也考虑到社会经济上的差异性,同时又是一个功能相对完善、独立、可控的单元^[9],为了尽量保持乡镇边界的完整和资源合理组合的原则,研究的范围除了包括行政边界完全包含在哀牢山山脉范围之内的鄂嘉、西舍路、龙街、太忠、大街、花山 6 个乡镇外,还包括了行政边界部分在哀牢山山脉,另一部分在无量山山脉范围之内的文龙、锦屏、文井、者后 4 个乡镇,即包括部分无量山地区.约北纬 24° 10′ ~ 24° 48′,东经 100° 36′ ~ 101° 24′ 之间,海拔 500~ 3 340 m,总面积约 3 711 km².该地区与西南湿热或干暖季风和东北干冷季风几乎呈垂直相交的 2 个宏观背景坡向- 东北和西南坡地(简称东、西坡)地处西南季风气候区,干湿季分明,11~ 4 月为干季,降水少(此间降水约占

年降水总量的 8% ~ 17%),日照丰盛;5~ 10 月为雨季,云雨天气频繁,降水丰盛(约占年降水总量的 92% ~ 83%),日照少.东坡(背风坡)相对高差大,坡度较陡,有断裂块山地之特点;山体西坡(迎风坡)则坡度较缓.西坡受来自孟加拉湿层深厚的西南季风的影响,较湿润;东坡受来自北部湾性质相同但势弱的东南季风的影响,且冬季处于东北风迎风面,地面较干冷.因此高大的山体不仅有明显的垂直气候分异,且东西两侧各异.而山体的东西两侧由于地貌类型特征和气候条件的差异,因此其土壤、植被和动物类型的分布也有较大的不同.山区民族主要有哈尼族、彝族、汉族、傣族、壮族、苗族、瑶族、拉祜族等,当地的农作物主要包括水稻、玉米、小麦、大麦、大豆、蚕豆、甘蔗、马铃薯、青稞等.本地区以农业生产为主的土地利用方式对自然植被有着较大的影响.在川河河谷盆地地区,自然植被为南亚热带河谷阔叶林、河谷杂灌丛、河谷草地,在河谷盆地边缘低山分布有思茅松林,除思茅松保留少数幼林外,其余植被均已被破坏.盆地中,低平之冲积地大部分被辟为稻田,阶地、缓坡已被筑成

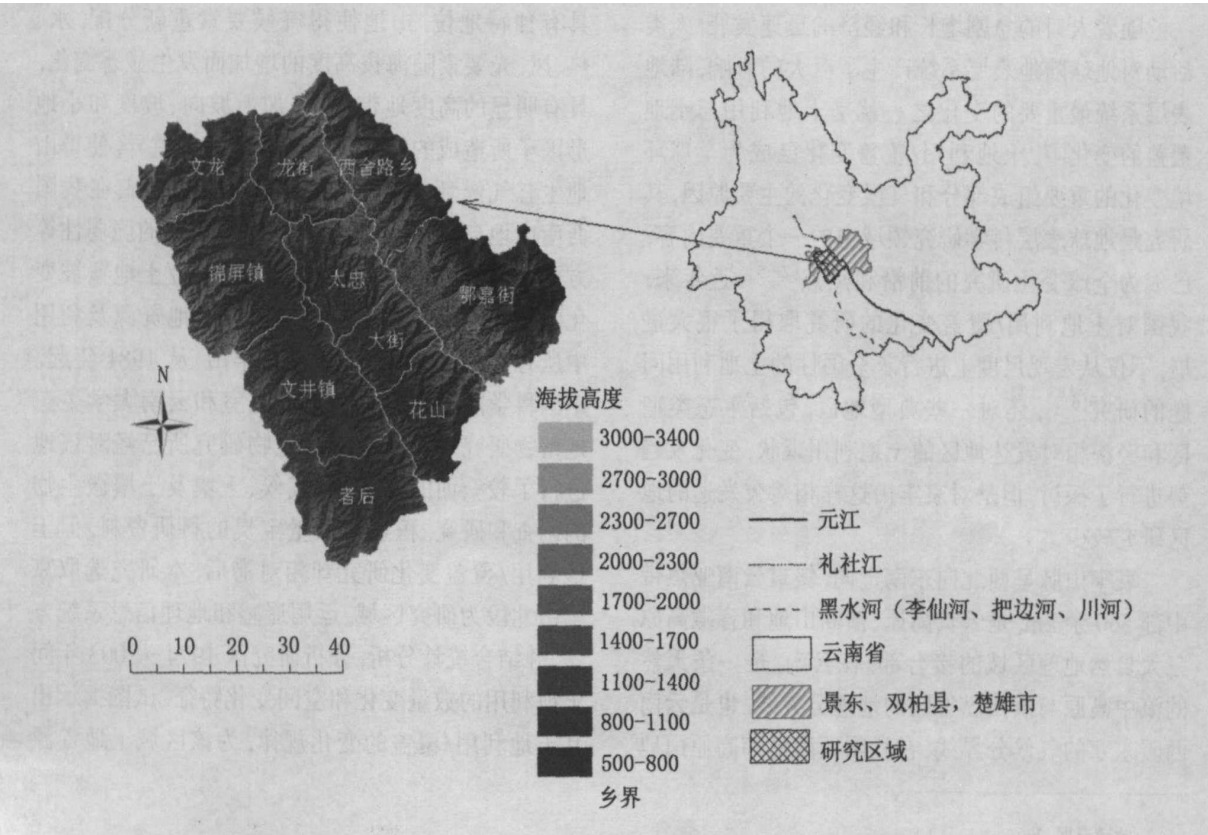


图 1 研究区示意图
Fig. 1 Location of study area

水、旱梯田, 长期耕种的土壤, 表土疏松, 水分易渗透, 可减免表土流失, 而植被毁坏后的荒坡, 表土多流失. 在常绿阔叶林与云南松地段, 坡度稍缓和有水源之斜坡, 已被开垦种植, 土壤理化性质相应发生变化, 在坡度稍陡地段, 由于砍伐森林、烧山、过牧, 土壤侵蚀渐起, 植被大多代之以紫茎泽兰, 土壤性质亦发生改变, 使原有树种渐趋绝灭^[10]. 而以徐家坝地区为中心的古代高原的残留面上, 人类干扰较小, 发育着近 6 000 hm² 林相完整、结构复杂且以云南特有植物种为优势的常绿阔叶林和苔藓矮林, 是哀牢山国家级自然保护区的核心区.

1.2 数据来源与处理方法 本研究所采用的资料包括 1974 年 MSS 影像, 1987 年 TM 影像和 2003 年 ETM 影像(地面分辨率分别为 80, 30, 15 m)、1:5 万地形图、景东县土地利用现状图、景东县森林分布图、西舍路乡林相图以及景东县、双柏县和楚雄市行政区划图. 运用 ERDAS IMAGINE8.7 软件对地形图和影像进行预处理, 完成图像增强、几何精校正等工作. 首先采用 1 次多项式对地形图作几何精校正, 再利用校正好的地形图选取 2 次多项式

校正影像图, 校正后 RMS 小于一个像元, 达到精度要求. 依据全国农业区委员会 1984 年《土地利用现状调查技术规程》, 并考虑研究区域的主要土地利用方式, 影像分辨率和现有的参考资料, 确定该区域的土地利用分类系统(表 1), 然后参考以上的地形图、土地利用图、森林分布图、林相图, 结合野外考察所取 GPS 点, 利用 ERDAS IMAGINE8.7 软件对遥感影像进行监督分类. 将分类后得到的栅格图像进行聚类统计, 邻域、过滤和去除分析等处理后, 在 ArcView 3.3 软件下先转成 Grid, 再转 shapefile 矢量格式. 最后将 shapefile 格式转为 Arc/info 下的 Coverage 格式, 建立图层的面拓扑关系, 用 dissolve 命令融合图层中的斑块, 并将面积小于 0.5 hm² 的碎斑块删除, 得到研究区土地利用的图形和属性数据. 最后通过土地利用图、森林分布图、地形图, 并提取了野外考察 GPS 点中的 143 个作为参考采用对比法对 3 期的分类结果进行精度检验, 得到总体的分类精度分别为 82.6%(1974)、85.3%(1987) 和 87.1%(2003).

表 1 哀牢山北段土地利用分类系统

Tab. 1 Land use classification of the northern part of Ailao Mountains

一级类型		二级类型		含 义
代码	名称	代码	名称	
1	耕地	11	水田	有水源保证和灌溉设施, 在一般的年景能正常灌溉, 用以种植水稻等水生作物的耕地.
		12	水浇地	有水源保证和灌溉设施, 在一般年景能正常灌溉以种菜为主的耕地.
		13	旱地	无灌溉设施, 靠天然降水生长作物的耕地.
2	林地	21	有林地	树木郁闭度> 30% 的天然、人工林地.
		22	灌木林	植被覆盖度较低, 主要植被类型为灌木的林地, 包括疏林和矮林地.
3	荒草地			含荒山荒地、草地、高草地. 树林郁闭度< 10%、表层为土质、生长杂草的土地.
4	水域			包含河流、湖泊、水库、坑塘
5	居民点及工矿用地			城乡居民点、国营农场及其以外的工矿交通等用地(简称建设用地)

由于 1974 年的 MSS 影像分辨率较低为 80m, 而且只有四个波段组合, 在影像解译时很难区分出建设用地, 而且建设用地在当时所占比例极小, 所以 1974 年的分类中忽略建设用地.

2 结果与分析

在通过遥感解译完成的 3 期土地利用图的基础上,选取较具代表性的土地利用/覆盖动态变化指数和模型来探讨 3 个时期土地利用变化的规律.用土地利用转移矩阵^[11](包括转移率矩阵^[12]和贡献率矩阵^[13])来分析土地利用的时间变化,用土地利用动态度模型^[14]来分析土地利用变化的速度,用变化趋势状态指数^[15]分析土地利用变化的趋势,用斑块数量、平均斑块面积、景观百分比、形状指数、分离度、多样性、均匀度、优势度指数 8 个景观指数来分析研究区域内土地利用的空间格局动态变化.

2.1 哀牢山北段土地利用变化总体态势 面积变化首先反映在不同类型的总量变化上,通过分析土地利用类型的总量变化,可了解土地利用变化总的态势和土地利用结构的变化^[16].图 2 反映了哀牢山北段地区 1974~2003 年近 30 年土地利用变化的总量变化特征.

1974 年到 2003 年哀牢山北段的土地利用方式在不断地发生变化.总的来看,从 1974 年到 2003 年:①有林地面积在不断减少;②灌木林的面积大幅度增加,③荒草地的面积在 1974~1987 年间呈下降趋势,在 1987~2003 年间又有所回升;④旱地则相反,在 1974~1987 年间大面积增加,在 1987~2003 年又有所下降;⑤水田面积在持续增加;⑥居民点等建设用地面积也有大幅度增加.

并由此可知,有林地,灌木林,荒草地,耕地(主要是水田和旱地)是哀牢山北段的主要土地利用类型.

2.2 哀牢山北段土地利用的时间变化 表 2 为 1974~2003 年哀牢山北段土地利用变化分类面积表.为了更加详细地说明土地利用的转变过程,在 ArcView 操作软件中运用 Tabulate Areas 命令对 3 期影像分类结果图进行两两叠加分析,求出 2 个时段的土地利用类型原始的转移矩阵,并进一步求出反映土地利用类型相互转化定量关系的转移率和贡献率矩阵,得到表 3 和表 4 的结果.

结合表 2 和表 3 可知,1974~1987 年,净变化最大的类型为旱地,面积净增加 40 217 hm²,其增加主要源于有林地(贡献率高达 42.61%,对旱地的现状分布贡献最大)、荒草地和水田;其次是荒草地和有林地,荒草地面积净减少 39 224hm²,主要向有林地(转移率高达 44.23%)、水田和旱地转移.有林地面积净减少 12 398hm²,主要向水田、旱地和荒草地转移.灌木林主要向有林地转移,水浇地主要向旱地和有林地转移,水体则向水田、旱地等转移.

结合表 2 和表 4 可知,1987~2003 年,哀牢山北段净变化最大的类型仍为旱地,面积净减少 27 827 hm²,主要向水田(转移率为 23.99%)、有林地(转移率为 22.77%)、灌木林(转移率为 14.96%)转移.其次是灌木林和有林地,灌木林面积净增 18 609 hm²,其增加主要源于有林地(贡献率为 46.18%)和旱地(贡献率为 32.15%),有林地

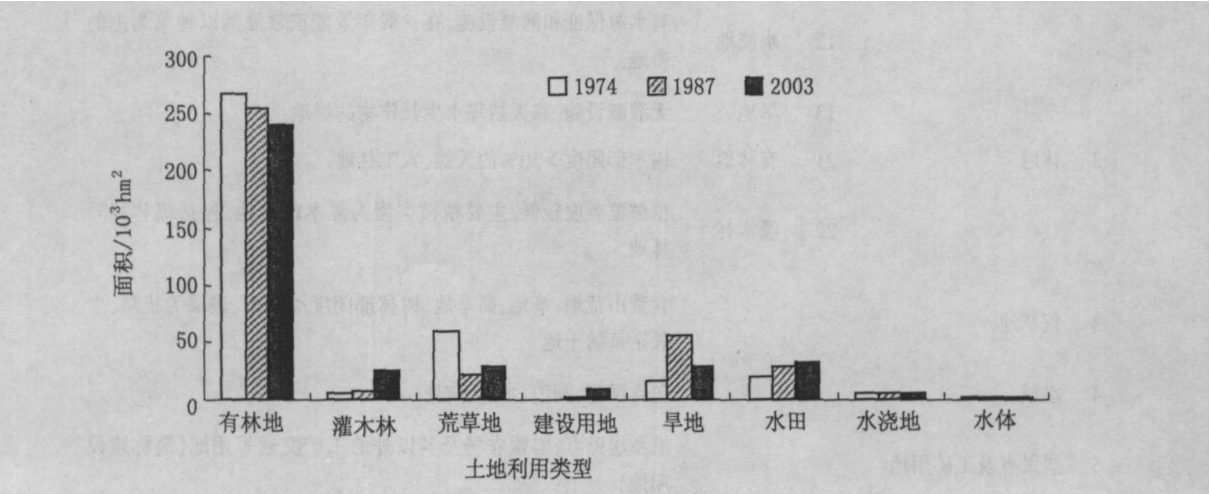


图 2 1974、1987 和 2003 年哀牢山北段土地利用变化

Fig. 2 Chang of land use in the northern part of Ailao Mountains in 1974, 1987 and 2003

表 2 近 30 年哀牢山北段土地利用变化分类面积表(hm²)

Tab.2 The area of classified land use change in in the northern part of Ailao Mountains in recent 30 years (hm²)

土地利用类型	分类面积			净变化面积		
	1974 年	1987 年	2003 年	1974~ 1987 年	1987~ 2003 年	1974~ 2003 年
有林地	266 076	253 678	240 249	− 12 398	− 13 423	− 25 827
灌木林	4 936	7 071	25 680	2 135	18 609	20 743
荒草地	59 922	20 698	29 563	− 39 224	8 864	− 30 359
建设用地	NA	1 350	7 467	1 350	6 117	7 467
旱地	15 700	55 914	28 087	40 217	− 27 827	12 391
水田	18 562	29 409	34 060	10 847	4 651	15 498
水浇地	4 114	44 634	46 434	3 494	1 804	5 294
水体	18 764	11 904	13 220	− 6 860	1 316	− 554

表 3 哀牢山北段 1974~ 1987 年土地利用类型转移矩阵

Tab.3 Land use change matrix of the northern part of Ailao Mountains in 1974—1987

土地利用类型		有林地	灌木林	荒草地	建设用地	旱地	水田	水浇地	水体
有林地	A/hm ²	219 248	5 280	9 670	538	23 593	5 974	1 632	66
	B/ %	82. 42	1. 98	3. 63	0. 20	8. 87	2. 25	0. 61	0. 02
	C/ %	87. 00	75. 35	47. 15	40. 77	42. 61	20. 51	36. 86	5. 50
灌木林	A/hm ²	3 242	152	1 274	9	211	30	1	0
	B/ %	65. 90	3. 08	25. 91	0. 18	4. 29	0. 62	0. 03	0. 00
	C/ %	1. 29	2. 16	6. 21	0. 66	0. 38	0. 10	0. 03	0. 00
荒草地	A/hm ²	264 689	1 045	9 076	538	14 071	8 350	215	76
	B/ %	44. 23	1. 75	15. 17	0. 90	23. 52	13. 95	0. 36	0. 13
	C/ %	10. 50	14. 92	44. 26	40. 73	25. 42	28. 66	4. 84	6. 35
旱地	A/hm ²	1 444	318	275	69	9 048	3 817	628	64
	B/ %	9. 22	2. 03	1. 76	0. 44	57. 77	24. 37	4. 01	0. 41
	C/ %	0. 57	4. 53	1. 34	5. 21	16. 34	13. 10	14. 19	5. 34
水田	A/hm ²	607	65	168	151	6 426	9 768	1 037	322
	B/ %	3. 27	0. 35	0. 91	0. 81	34. 65	52. 67	5. 59	1. 74
	C/ %	0. 24	0. 93	0. 82	11. 39	11. 61	33. 53	23. 42	26. 92
水浇地	A/hm ²	841	145	37	11	1 631	579	857	5
	B/ %	20. 47	3. 53	0. 91	0. 26	39. 73	14. 10	20. 88	0. 12
	C/ %	0. 33	2. 07	0. 18	0. 81	2. 95	1. 99	19. 36	0. 41
水体	A/hm ²	159	3	6	6	384	613	57	665
	B/ %	8. 42	0. 17	0. 31	0. 30	20. 30	32. 38	3. 03	35. 09
	C/ %	0. 06	0. 05	0. 03	0. 44	0. 69	2. 11	1. 30	55. 48

表中行表示 k 时期的 i 种土地利用类型, 列表示 $k + 1$ 时期的 j 种土地利用类型; A 表示 k 时期的土地利用类型转变为 $k + 1$ 时期各种土地利用类型的面积, 即原始土地利用转移矩 A_{ij} ; B_{ij} 表示 k 时期 i 种土地利用类型转变为 $k + 1$ 时期 j 种土地利用类型的比例, 即转移率矩阵; C_{ij} 表示 $k + 1$ 时期的 j 种土地利用类型由 k 时期的 i 种土地利用类型转化而来的比例, 即贡献率矩阵。

的面积净减少 25 827 hm², 主要转移为灌木林和荒草地; 同期, 在各种土地利用类型对建设用地的贡献率中, 有林地对建设用地的贡献率最大, 为 46.05%, 水田和旱地次之, 分别为 26.31% 和

19.65%; 荒草地主要向有林地和旱地转移, 水浇地向有林地、灌木林、水田和旱地等土地利用类型均有转移. 有大约 1/2 的水体保持不变, 其余的则主要向水田转移.

表 4 哀牢山北段 1987~ 2003 年土地利用类型转移矩阵
Tab.4 Land use change matrix of the northern part of Ailao Mountains in 1987—2003

土地利用类型		有林地	灌木林	荒草地	建设用地	旱地	水田	水浇地	水体
有林地	A/hm ²	210 960	11 854	15 990	3 438	3 707	5 716	919	123
	B/ %	83.48	4.69	6.33	1.36	1.47	2.26	0.36	0.05
	C/ %	87.81	46.18	54.09	46.05	13.20	16.78	19.80	9.32
灌木林	A/hm ²	4 014	1 656	628	18	458	76	50	7
	B/ %	58.12	23.98	9.10	0.26	6.63	1.10	0.72	0.10
	C/ %	1.67	6.45	2.13	0.24	1.63	0.22	1.07	0.52
荒草地	A/hm ²	8 480	1 971	7 028	245	1 362	1 184	27	38
	B/ %	41.70	9.69	34.56	1.21	6.70	5.82	0.13	0.19
	C/ %	3.53	7.68	23.77	3.28	4.85	3.47	0.58	2.86
建设用地	A/hm ²	442	21	219	213	62	333	6	1
	B/ %	34.09	1.65	16.92	16.41	4.76	25.64	0.49	0.05
	C/ %	0.18	0.08	0.74	2.85	0.22	0.98	0.14	0.05
旱地	A/hm ²	12 563	8 253	4 238	1 467	13 748	13 236	1 491	174
	B/ %	22.77	14.96	7.68	2.66	24.92	23.99	2.70	0.32
	C/ %	5.23	32.15	14.34	19.65	48.96	38.86	32.11	13.12
水田	A/hm ²	3 156	1 168	1 359	1 964	7 689	12 306	1 086	321
	B/ %	10.86	4.02	4.68	6.76	26.47	42.36	3.74	1.11
	C/ %	1.31	4.55	4.60	26.31	27.38	36.13	23.39	24.26
水浇地	A/hm ²	623	742	96	63	994	832	1 018	34
	B/ %	14.16	16.85	2.19	1.42	22.58	18.90	23.13	0.77
	C/ %	0.26	2.89	0.33	0.84	3.54	2.44	21.92	2.56
水体	A/hm ²	16	3	2	59	61	379	47	627
	B/ %	1.31	0.24	0.20	4.92	5.10	31.76	3.92	52.56
	C/ %	0.01	0.01	0.01	0.79	0.22	1.11	1.01	47.30

同表 3.

上述分析表明 1974~ 1987 年, 哀牢山北段土地利用变化的主导方向是耕地(包括水田、旱地和水浇地) 面积的扩展, 有林地和荒草地的急剧减少. 这是源于当地的人口和政策. 随着人口的迅速增长, 人们对粮食的需求大量增加, 在哀牢山北段除了西坡山麓的景东川河两岸和东坡山麓的礼社江两岸, 地势比较平缓, 其它均为中山或高山地带, 地

势或陡或缓的坡地, 间或有山间谷地^[17], 这样的地形适于发展粮食种植等农业的土地并不多, 大部分土地适宜发展林业和牧业^[18]. 在哀牢山北段这样一个相对比较贫穷、落后、封闭的山区, 为了满足人口增长的生存需要, 当地群众不得不“向山地要粮”, 不断地毁林毁草开垦, 陡坡垦殖, 扩大耕地面积. 而且当地山区的居民对薪材的需求量较大, 做

饭、取暖、烘烤烟叶、茶叶等生活与生产活动均需要薪柴提供热能^[19], 人口的增长必然导致对薪柴等生活燃料压力的增大, 为了满足对生活燃料的需求, 当地的人们不断地对有限的林地乱砍滥伐, 毁林开荒. 这种“靠山吃山”的生存方式对当地的地表自然植被造成了很大程度的破坏. 而 1987~ 2003 年, 哀牢山北段土地利用变化主导方向是旱地的大幅度减少, 有林地的持续减少, 灌木林、荒草地和水田的增加. 这与国家实施的天然林资源保护与退耕还林还草工程及当地水利灌溉设施的加强有很大关系. 1998 年开始, 天然林保护工程(简称“天保工程”)的方案大部分开始实施. 1999 年末, 国家实施了一项重大的政策性举措——退耕还林还草政策^[20]. 从上面的分析结果已知, 有 22.77% 的旱地转变成了有林地, 14.96% 转变成了灌木林, 这说明天保和退耕还林工程已初见成效. 此外还有 23.99% 的旱地转变成了水田. 1987~ 2003 年, 研究区域内水库面积净增加 177.5 hm², 水利灌溉设施的加强导致了水田面积的扩大.

2.3 哀牢山北段土地利用变化的速度和趋势 表 5 计算结果表明 1974~ 1987 年, 旱地的变化速度最大, 其后依次为荒草地、灌木林、水田、水体、水浇地, 有林地的年变化率最小. 1987~ 2003 年, 土地利用变化的速度略有减慢, 其中变化最快的是建设用地, 其次是灌木林, 其后依次为旱地、荒草地、水

田、水体、有林地, 水浇地的年变化率最小.

总体来看, 哀牢山北段地区近 30 年来土地利用变化速度较快, 尤其是 1974~ 1987 年, 土地利用年变化率高达 1.27%. 具体到各种土地利用类型又存在着很大的差异. 例如, 从 1987 到 2003 年, 建设用地的年变化率最大, 这是区域经济快速增长与城市化加速的重要标志^[21], 建设用地的增长主要来自景东县城的扩展和农村居民点的增加. 而有林地的年变化率相比起来就小得多, 这是因为虽然有林地的总量变化很大, 但是它在土地利用结构中占的面积百分比更大, 这样就造成了有林地的年变化率偏小. 这也反映了该地区的退耕还林还草实施力度还应加强^[22].

在土地利用的变化趋势和状态方面(表 6): ①在第 1 时段(1974~ 1987 年), 旱地呈现稳步增长的态势; 灌木林、水田呈现缓慢增长的态势; 荒草地、水体逐步萎缩; 有林地呈现缓慢减少的态势; 水浇地呈现平衡的态势. ②在第 2 阶段(1987~ 2003 年), 灌木林、建设用地呈现稳步增长的态势; 荒草地、水田、水体呈现缓慢增长的态势; 旱地逐步萎缩; 有林地呈现缓慢减少的态势; 水浇地依然呈现平衡的态势. ③整个研究区域土地利用变化的趋势和状态指数 1974~ 1987 和 1987~ 2003 年分别是 0.49 和 0.50, 类型转换呈现双向的态势, 处于准平衡态势.

表 5 哀牢山北段土地利用动态度 R_s (1974~ 1987 年、1987~ 2003 年)

Tab. 5 Land use dynamic degree of the northern part of Ailao Mountains in the periods of 1974—1987 and 1987—2003

年 份	$R_s / \%$								R_t
	有林地	灌木林	荒草地	建设用地	旱地	水田	水浇地	水体	
1974~ 1987 年	- 0.36	3.33	- 5.04	NA	19.71	4.50	0.65	- 2.81	1.27
1987~ 2003 年	- 0.33	16.45	2.68	28.33	- 3.11	0.99	0.25	0.70	1.04

表中 R_s 为单一土地利用动态度, R_t 为综合利用动态度

表 6 哀牢山北段土地利用变化趋势状态指数(1974~ 1987 年、1987~ 2003 年)

Tab. 6 The index of trend and state of land use change in the northern part of Ailao Mountains in the periods of 1974—1987 and 1987—2003

年 份	P_s								P_t
	有林地	灌木林	荒草地	建设用地	旱地	水田	水浇地	水体	
1974~ 1987 年	- 0.16	0.18	- 0.63	NA	0.76	0.39	0.05	- 0.41	0.49
1987~ 2003 年	- 0.19	0.62	0.24	0.71	- 0.49	0.12	0.03	0.11	0.50

表中 P_s 为土地利用类型的变化趋势和状态指数, P_t 为区域土地利用变化的整体趋势和状态指数

2.4 哀牢山北段土地利用的空间格局动态变化

从表 7 可以看出, 1974, 1987, 2003 年 3 个年度内, 有林地均是占优势地位的斑块类型(60% 以上). 依据景观生态学理论中景观斑块体- 基质- 廊道模式与基质判别标准^[23], 林地可以确定为景观基质, 其它地类可被看成有林地上的镶嵌体. 总体上景观斑块数量表现为不断增加, 平均斑块面积却不断减少, 景观破碎程度呈增加的趋势. 而各种景观类型的斑块特征变化又存在着明显的差异. 有林地面积比重逐渐减少, 灌木林、建设用地、水田、水浇地面积比重逐渐增加. 荒草地和水体的面积比重都是 1974~ 1987 年减少, 1987~ 2003 年增加. 旱地的面积比重则是 1974~ 1987 年增加, 1987~ 2003 年减少. 有林地的斑块数量逐渐增加, 荒草地的斑块数

量先减后增, 而两者的平均斑块面积却逐渐降低, 表现出破碎化的特征. 建设用地的斑块数量和平均面积都在增加, 表现出空间集中化趋势. 灌木林和水田的斑块数在 1974~ 1987 年增加, 1987~ 2003 年减少, 平均斑块面积在 1974~ 1987 年减少, 1987~ 2003 年增加, 1987~ 2003 年增加, 1987~ 2003 年减少, 平均斑块面积在 1974~ 1987 年减少, 1987~ 2003 年增加. 水体的斑块数在持续增加, 平均斑块面积在 1974~ 1987 年减少, 1987~ 2003 年增加.

从图 3 可以看出灌木林、水田这两种景观类型的形状指数在整个研究时段内都呈现出持续增加的趋势. 这是因为景观类型之间相互转化而使其形状更加复杂化. 水体的形状指数在 3 期景观中都几乎是最大的, 这是因为水体中的河流呈线状的缘

表 7 1974, 1988, 2003 年哀牢山北段土地利用类型斑块特征

Tab. 7 Patchiness of different land use in the northern part of Ailao Mountains in 1974, 1987 and 2003

	年 份	景观百分比/ %	斑块数/ 个	平均斑块面积/ km ²
有林地	1974	71. 67	787	338. 20
	1987	68. 11	1 298	194. 82
	2003	64. 76	1 734	138. 64
灌木林	1974	1. 34	1 595	3. 11
	1987	1. 86	2 490	2. 78
	2003	6. 89	6 723	3. 81
荒草地	1974	16. 13	4 360	13. 74
	1987	5. 48	3 430	5. 94
	2003	7. 98	6 212	4. 77
建设用地	1974	NA	NA	NA
	1987	0. 35	661	1. 94
	2003	2. 02	2 876	2. 61
旱地	1974	4. 24	2 859	5. 50
	1987	14. 85	5 690	9. 69
	2003	7. 56	4 488	6. 25
水田	1974	5. 00	1 452	12. 80
	1987	7. 82	3 972	7. 31
	2003	9. 15	3 136	10. 83
水浇地	1974	1. 10	978	4. 19
	1987	1. 20	1 028	4. 33
	2003	1. 28	1 440	3. 29
水体	1974	0. 52	116	16. 62
	1987	0. 32	336	3. 56
	2003	0. 36	339	3. 95
合计	1974	100. 00	12 147	30. 57
	1987	100. 00	18 905	19. 64
	2003	100. 00	26 948	13. 78

故,但是 1974 年后有了大幅度的下降,体现了人类对其的强烈干扰. 有林地的形状指数在 1974~1987 年表现为减少,原因是受人类活动的影响,部分有林地被水田、旱地、荒草地等其它景观类型所代替,形状变得规则,而 1987~2003 年之间由于天保工程和退耕还林政策的影响,形状指数又有所回升.

从土地利用类型的分离度(表 8)来看,有林地和荒草地的分离度指数均为上升趋势,说明由于人

类活动的影响,有林地和荒草地逐渐转变为其它地类,使两地类斑块趋于分散和破碎. 灌木林的分离度则呈下降趋势,表现出聚集状态. 建设用地受人为影响大,用地分布逐渐走向聚集,分离度有大幅度的下降. 旱地在 1974~1987 年因毁林毁草开荒而逐渐连片发展,分离度有所下降,而在 1987~2003 年间,由于其向水田、有林地、灌木林转化,使斑块趋于分散,所以分离度又开始增加. 水田的分离度则表现为先增后减.

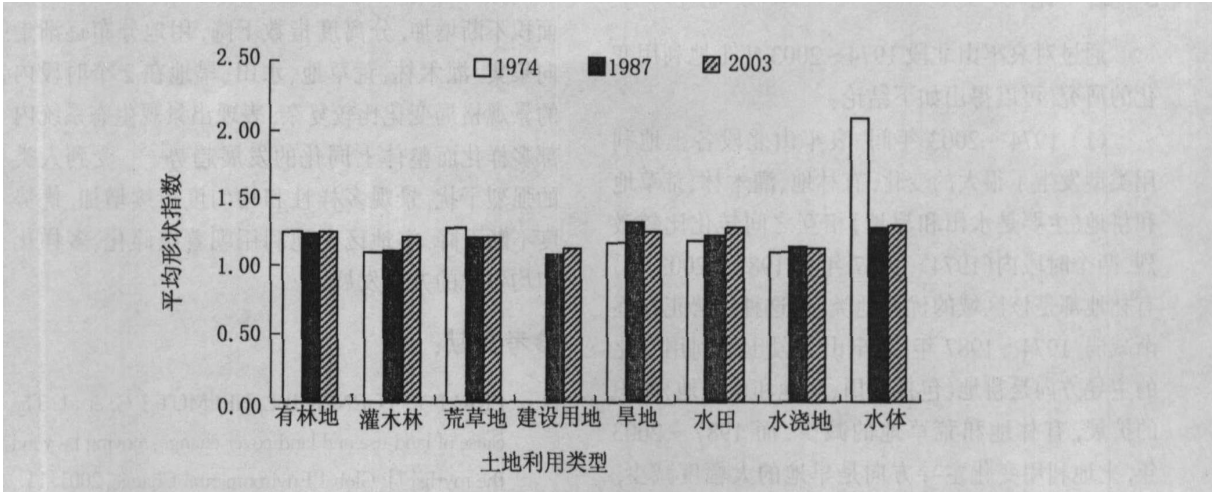


图 3 1974,1987,2003 年各土地利用类型平均形状指数对比

Fig. 3 The mean shape index of different land use and their changes over time

表 8 1974,1987,2003 年土地利用类型分离度指数对比

Tab. 8 Comparison of splitting index of different land use in 1974, 1987 and 2003

土地利用类型	1974 年	1987 年	2003 年
有林地	2.08	2.62	2.96
灌木林	1 664 964.00	922 764.20	320 489.69
荒草地	10 753.86	33 865.76	90 550.80
建设用地	NA	20 490 660.08	1 437 641.49
旱地	283 245.47	9 759.99	96 731.94
水田	7 354.26	11 379.25	2 683.47
水浇地	2 249 629.82	688 391.05	2 077 017.00
水体	1 559 416.36	13 343 724.14	7 831 779.99

从土地利用空间格局的整体特征来看,虽然景观丰富度一致(只是从 1974 年的 7 种类型增加到 1987 和 2003 年的 8 种),但景观多样性持续增加.这说明景观多样性的增加不是由于丰富度的增加所致,而是土地利用类型在面积分布上均匀度增加的结果^[24].表 9 中香农均匀度指数的上升验证了这一

结果.在整个研究时段内,优势度指数从 1.13 下降到 0.84,说明袁牢山北段的景观逐渐从以大斑块、类型较单一的以有林地自然景观为主体的景观格局向小斑块、多种景观类型共同控制的景观格局演变.

表 9 1974, 1987, 2003 年景观多样性对比
Tab.9 Comparison of landscape diversity in 1974, 1987
and 2003

景观指数	1974 年	1987 年	2003 年
香农多样性指数	0. 95	1. 07	1. 24
香农均匀度指数	0. 49	0. 51	0. 59
景观优势度指数	1. 13	1. 01	0. 84

3 结 论

通过对哀牢山北段 1974~ 2003 年土地利用变化的研究,可以得出如下结论:

(1) 1974~ 2003 年间,哀牢山北段各土地利用类型发生了很大的变化,有林地、灌木林、荒草地和耕地(主要是水田和旱地)相互之间转化比较激烈.两个时段内(1974~ 1987 年和 1987~ 2003 年)有林地都是该区域的优势地类,但这种优势正在逐渐减弱.1974~ 1987 年,哀牢山北段土地利用变化的主导方向是耕地(包括水田、旱地和水浇地)面积的扩展,有林地和荒草地的减少.而 1987~ 2003 年,土地利用变化主导方向是旱地的大幅度减少,有林地的持续减少,灌木林、荒草地和水田的增加.这主要与该区域人口的增长、城市化的发展和国家政策的变动有关.

(2) 哀牢山北段地区近 30 年来土地利用变化速度较快,尤其是 1974~ 1987 年,土地利用年变化率高达 1. 27%. 具体到各种土地利用类型和各个时段其变化速度又存在着很大的差异.1974~ 1987 年,旱地的变化速度最大,其后依次为荒草地、灌木林、水田、水体、水浇地,有林地的年变化率最小.1987~ 2003 年,土地利用变化的速度略有减慢,其中变化最快的是建设用地,其次是灌木林,其后依次为旱地、荒草地、水田、水体、有林地,水浇地的年变化率最小.

(3) 近 30 年来哀牢山北段土地利用变化处于准平衡态势;有林地在整个研究时段都呈缓慢减少趋势;灌木林在前一时段(1974~ 1987 年)表现为缓慢增长,后一时段(1987~ 2003 年)则表现为稳步增长的趋势;荒草地在前一时段呈现逐步萎缩的趋势,后一时段呈现缓慢增长的趋势;建设用地呈现稳步增长的趋势;旱地前一时段呈现稳步增长的趋势,后一时段呈现逐渐萎缩的趋势;水田在整个

研究时段呈现缓慢增长的趋势;水浇地在整个研究时段则保持较平衡状态;水体在前一时段表现为逐步萎缩,后一时段表现为缓慢增长.

(4) 1974~ 2003 年哀牢山北段的土地利用空间格局发生着显著的变化.总体上景观斑块数量表现为不断增加,平均斑块面积却不断减少,景观破碎程度呈增加的趋势,而各种景观类型的变化又存在着明显的差异.有林地的斑块个数增加,平均斑块面积减小,分离度指数上升,表现出破碎化的特征.建设用地受人为影响大,斑块数量和平均斑块面积不断增加,分离度指数下降,用地分布逐渐走向聚集.灌木林、荒草地、水田、旱地在 2 个时段内的景观格局变化比较复杂,表现出景观生态系统内部多样化而整体上同化的发展趋势^[25].受到人类的强烈干扰,景观多样性和均匀度持续增加,优势度不断下降,本地区土地利用朝着破碎化、多样化和均匀化的方向发展.

参考文献:

[1] ERIC F L, TURNER B L, HELMUT J G, et al. The cause of land use and land cover change: moving beyond the myths[J]. Global Environmental Change, 2001, 11.

[2] 陈百明, 刘新卫, 杨红. LUCC 研究的最新进展评述[J]. 地理科学进展, 2003, 21(1): 22-29.

[3] 樊杰, 许豫东, 邵阳. 土地利用变化研究的人文地理视角与新命题[J]. 地理科学进展, 2003, 22(1): 1-10.

[4] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-557.

[5] 李秀彬. 土地利用变化的解释[J]. 地理科学进展, 2002, 21(3): 195-203.

[6] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 1-12.

[7] 香宝. 20 世纪 90 年代中国东西部土地利用变化时空特征分析[J]. 地球信息科学, 2005, 7(1): 28-37.

[8] 马友鑫, 张克映, 刘玉洪. 哀牢山地农业气候资源利用及其与我国东部的分异[J]. 自然资源学报, 1994, 9(3): 231-238.

[9] 许建初, 张佩芳, 王雨华. 云南澜沧江流域土地利用和覆盖变化[J]. 云南植物研究, 2003, 25(2): 145-154.

[10] 吴征镒, 曲仲湘, 姜汉侨. 云南哀牢山森林生态系统研究[M]. 昆明: 云南科技出版社, 1987.

[11] 史培军, 宫鹏, 李晓兵, 等. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[12] 刘文俊, 马友鑫, 胡华斌, 等. 滇南热带雨林区土地利用与土地覆盖变化研究——以西双版纳勐仑地区为例[J]. 山地学报, 2005, 23(1): 71- 79.

[13] 饶胜, 方精云, 崔海亭, 等. 近 10 年鄱阳湖区土地利用格局的时空变化[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(5): 421- 426.

[14] 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.

[15] 马明国, 王雪梅, 角援梅, 等. 基于 RS 与 GIS 的干旱区绿洲景观格局变化研究[J]. 中国沙漠, 2003, 23(1): 53- 58.

[16] 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.

[17] 刘玉洪, 张克映, 马友鑫, 等. 哀牢山山地农作物物候期和产量随高度与坡向的分布特征[J]. 中国农业气象, 1996, 17(6): 5- 11.

[18] 贺一梅, 杨子生, 李云辉, 等. 金沙江上游高原山区近 40 年来土地利用与土壤侵蚀动态变化及土地利用生态安全格局研究——以云南省宁蒗彝族自治县为例[C] // 倪绍祥, 刘彦随, 杨子生. 中国土地资源态势与持续利用研究. 昆明: 云南科技出版社, 2004.

[19] 赵联华. 哀牢山自然保护区周边社区发展探讨[J]. 林业调查规划, 2005, 增刊: 218- 219.

[20] 赵俊臣, 许建初, 齐康. 中国云南省天然林资源保护与退耕还林还草工程社区调研报告[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2001.

[21] 杨述河, 甘红, 阎海利. 榆林市土地资源类型转换及优化利用研究[C] // 倪绍祥, 刘彦随, 杨子生. 中国土地资源态势与持续利用研究. 昆明: 云南科技出版社, 2004.

[22] 李宏, 邓良基, 张世熔, 等. 川西盆周山地土地利用/覆被变化特征、机制与对策研究——以雅安市天全县为例[J]. 土壤, 2005, 37(2): 169- 175.

[23] FORMAN RTT, GODRON M. Landscape Ecology [M]. New York: John Wney and Sons Ltd, 1986.

[24] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.

[25] 万荣荣, 杨桂山. 太湖流域土地利用与景观格局演变研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(3): 475- 480.

The analysis of the land use changes from 1974 to 2003
in the Northern Part of the Ailao Mountains based on RS and GIS

ZHANG Hui^{1, 2}, MA You-xin¹, LIU Wen-jun¹, LI Hong-mei¹

(1. Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Science, Kunming 650223, China;
2. School of Graduate, Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China)

Abstract: Based on land use maps interpreted from remote sensing image of 1974, 1987 and 2003, as well as GIS technology combining with the method of mathematical statistics, taking the northern part of the Ailao Mountains as the case study area, the characteristics of dynamic change of land use were analyzed in this paper. The results were as follows: from 1974 to 2003, a notable change of land use occurred in northern part of the Ailao Mountains. The conversions among forest, shrub, grassland and cultivated land (including paddy field and dry land mainly) were drastic comparatively. During the past 30 years, the forest types were the main dominants in the area, but the dominance was gradually weakened. In the first half (1974—1987) of the study period, there was a increase in dry land, shrub and paddy field area. Compared with shrub and paddy field area, dry land area increased faster. Grassland and body of water area decreased. In the other half (1987—2003), shrub, built-up, grassland, paddy field and body of water area kept an increased trend while shrub, built-up area grew rapidly. Dry land area shrunk stage by stage. Irrigable land area kept a balanceable state in 1974—2003. The analysis of the landscape pattern indicated that the number of patches increased continuously, meanwhile, the mean area of each patch decreased, and the degree of fragmentation of landscape increased. Influenced by human activities, landscape diversity index and evenness index increased, while landscape dominance index decreased. The pattern of land use developed towards fragmentation, diversity and evenness.

Key words: land use change; the northern part of the Ailao Mountains; RS; GIS