

doi : 10. 16473 /j. cnki. xblykx1972. 2016. 04. 004

不同性质保护地类型森林景观动态变化趋势*

郭银明^{1,2}, 陶国庆¹, 欧晓昆¹, 张征恺¹, 杨济达¹, 刘敏¹, 张志明¹

(1. 云南大学生态学与地植物学研究所, 云南 昆明 650091;

2. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550081)

摘要: 以梅里雪山(藏传佛教神山)与白马雪山(国家级自然保护区)的森林景观为研究对象,运用遥感卫星影像数据,利用景观指数法定量比较和分析梅里雪山与白马雪山1974-2010年36年间森林景观动态变化特征,评估2个不同性质保护地森林景观的动态变化趋势。结果表明,(1)不论是国家层面的自然保护区还是藏族传统性质的神山保护地,其自然生态系统都得到了有效保护。(2)1974-2010年,梅里雪山森林景观的面积与连接性几乎不变,破碎化程度呈现出轻微的增加之势,而白马雪山森林景观的面积与连接性呈现出先增后减的趋势;破碎化程度呈先减后增的变化趋势。(3)若仅从森林景观的破碎化程度和连接性程度分析,在1974-2010年的36年间梅里雪山的森林景观更为完整。

关键词: 梅里雪山; 白马雪山; 自然保护区; 佛教神山; 景观指数

中图分类号: P 901; Q 948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8246(2016)04-0019-08

Comparative Study of Forest Landscape Changes in Two Different Types of Protected Areas

GUO Yin-ming^{1,2}, TAO Guo-qing¹, OU Xiao-kun¹, ZHANG Zheng-kai¹,
YANG Ji-da¹, LIU Min¹, ZHANG Zhi-ming¹

(1. Institute of Ecology and Geobotany, Yunnan University, Kunming Yunnan 650091, P. R. China; 2. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang Guizhou 550081, P. R. China)

Abstract: Meili Snow Mountain (holy mountains of Tibetan Buddhism) and Baima Snow Mountain (national nature reserve) were selected for case study, and the remote sensing satellite image data was used to quantitative analysis the dynamic changing trend of the forest landscape during the 36 years (1974-2010) in Baima Snow Mountain and Meili Snow Mountain based on landscape index. The dynamic change of forest landscape in the two types of protected area were assessed. The results show that: (1) The ecological system have been protected effectively both in the nature reserve of national level and the protected area of Tibetan holy mountain. (2) The area and connectivity of the forest landscape in Meili Snow Mountain was almost unchanged, while it increased at the beginning and then decreased in Baima Snow Mountain, and the fragmentation of the forest landscape in Meili Snow Mountain was increasing slightly but it decreased at the beginning and then increased in Baima Snow Mountain during 1974-2010. (3) The forest landscape of Meili Snow Mountain was more complete than Baima Snow Mountain in terms of the fragmentation degree and connectivity degree during 1974-2010.

Key words: Meili Snow Mountain; Baima Snow Mountain; nature reserve; holy mountains; landscape metrics

* 收稿日期: 2015-09-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(41361046), 云南大学研究生科研创新基金项目(YNUY201341)。

第一作者简介: 郭银明(1987-), 男, 博士研究生, 主要从事景观动态与植被变化研究。E-mail: yinmingguo1220@163.com

通讯作者简介: 张志明(1976-), 男, 博士, 副教授, 主要从事和参与植被生态学和景观生态学研究。

E-mail: zhiming_zhang76@hotmail.com

生态系统与生境退化导致生物多样性丧失是当前人类面临的重大问题,已引起学者们的高度重视^[1~2]。为了有效地保护生物多样性及自然文化资源,各国建立了大量的不同类型的保护地。中国也建立了各级多种多样的以自然资源保护为主要目的的自然保护地,如自然保护区、风景名胜区、森林公园、湿地公园等保护地,其中以自然保护区的数量最多,发展最快,并以国家级自然保护区最为严格^[3~4]。

自然保护区形成的保护区网络在保护生物多样性和生态系统服务方面取得较好的效果^[5~6],对于单个、独立的保护区而言,有的保护区却没有实现真正的保护效果^[7~8]。基于传统认识而形成的自然圣境也是一种很有效的自然保护地,如神山、圣湖、神林等自然保护地对自然资源的保护具有重要作用^[9]。滇西北地区的藏传佛教对神山的崇拜与敬畏极为典型,神山文化是一种生态文化传统,神山崇拜是藏民最根本、最重要的崇拜习俗^[10~11],是藏民的神圣信仰^[12]。关于梅里雪山与白马雪山的研究主要涉及山神崇拜及其神山文化^[13~15]、生物多样性研究^[16~17]、生态旅游^[18~19]、药用植物^[20]、植被空间格局^[21]、冰川变化^[22~23]、生物多样性保护^[24~25]、生态系统服务^[17]等方面。此外,向红梅等将梅里雪山的植被与其他非神山植被比较^[26],结果表明,神山保护地是一种较为有效的原始性质的生态环境保护地。因此,本文旨在探讨处于相似生境条件下的梅里雪山与白马雪山这两种不同性质的保护地对其自然资源的保护效果,如其对森林景观的保护而言是否会明显不同。

本研究以梅里雪山(神山保护地)与白马雪山(自然保护区)为研究对象,定量比较分析这两种不同性质保护地森林景观的动态变化趋势,以期对神山保护地与自然保护区的森林景观的保护及可持续发展提供参考。

1 数据与方法

1.1 研究区概况

梅里雪山位于云南省西北部迪庆藏族自治州德钦县境内,其主峰卡瓦博格峰位列中国八大神山之首^[26]。本研究选取梅里雪山国家公园所规划的范围作为梅里雪山的具体研究区域,地理坐标为 $28^{\circ}20' \sim 28^{\circ}33'N$, $98^{\circ}30' \sim 98^{\circ}52'E$,面积 $96\,128.1\text{hm}^2$,占德钦县总面积的 12.5% 左右^[17]。梅里雪山地区属

高原性寒温带山地季风气候,较典型的气候特征是降雨(降雪),主要集中在海拔 $3\,000\text{m}$ 以上的亚高山和高山地带,属寒温带、亚寒带或寒带气候;在海拔 $2\,700\text{m}$ 以下的地带则少雨干旱,属北亚热带或南温带气候,特别是近澜沧江畔的河谷地带,降雨稀少,植被多为干暖性河谷灌丛^[16]。

白马雪山与梅里雪山相邻,位于德钦县和维西县境内,地理坐标为 $98^{\circ}47' \sim 99^{\circ}21'E$, $27^{\circ}25' \sim 28^{\circ}36'N$ ^[17]。始建于1983年,是以保护滇金丝猴(*Rhinopithecus bieti*)、云豹(*Pardofelis nebulosa*)、雪豹(*Uncia uncia*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)等及其栖息地为主的珍稀动植物野生动物类型的国家级自然保护区^[17-27],面积为 $190\,144\text{hm}^2$ 。1988年晋升为国家级自然保护区,总面积增加到 $281\,640\text{hm}^2$ ^[17]。保护区处于低纬度高海拔地带,干湿季雨量少而集中,气候随海拔的升高而变化,形成河谷温暖干燥、山地严寒的特点;自然景观垂直带明显,从低海拔到高海拔分别分布有干暖河谷灌丛生态系统、中山及亚高山的针阔叶混交林和暖温性针叶林生态系统、亚高山寒温性的针叶林生态系统、亚高山寒温性灌丛生态系统、亚高山寒性草甸生态系统、高山寒冷性草甸生态系统、高山流石滩和高山冻原等不同的生态系统类型;其植被为硬叶常绿阔叶林、温性针叶林、灌丛、草甸4种植被类型^[28]。

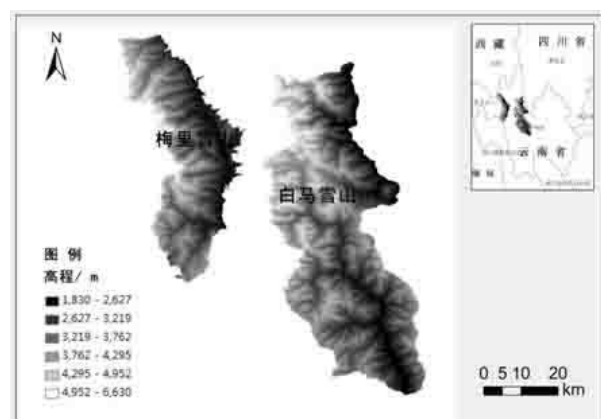


图1 研究区位置图

Fig. 1 Location of the study area

1.2 数据与处理

本研究采用研究区4个时相的遥感影像数据,如表1所示,1:10000的研究区行政图及数字高程模型(DEM)等辅助数据(分辨率 25m)。

表 1 影像数据
Tab. 1 Image data

时间/年·月·日	遥感影像	分辨率/m	梅里雪山	白马雪山
2010·02·11	ALOS	10	2509/5541	3248/7456
2000·11·20	Landsat TM	30	1007/2225	1304/2994
1990·11·20	Landsat TM	30	1134/2302	1473/3092
1974·01·15	MSS	60	1007/2225	1304/2994

在 Erdas Imagine 9.2 上分别对包括研究区的三景原始影像即多波段组合处理, 得到全色波段影像, 将包括部分研究区域的这三景影像进行拼接, 从而得到完整覆盖研究区域的影像。最后用 shapefile 格式的研究区范围图裁剪出具体的研究区域。将不同影像转换成同一投影系统, 即通用墨卡托格网 (Universal Transverse Mercator, UTM) 投影系统, 地球基准面采用 1984 年的全球大地测量系统 (World Geodetic System 1984, WGS84) [29], 对四期影像与 DEM 影像进行重采样 (Re-sampling) 处理, 使其分辨率为 30m [30]。

1.3 研究方法

1.3.1 影像分类

经过野外调查共采集了 2 317 个 GPS 点, 其中梅里雪山 1 068 个, 白马雪山保护区 1 249 个, 将其随机分成训练数据与检验数据 2 部分。通过参考研究区地形图、行政区域图及野外调查数据, 在 IDRISI 软件平台下采用最大似然法进行影像分类。

参考中国土地利用标准 [31] 和 2000 年国家环保总局“中国西部地区生态环境调查”时采用的土地利用/覆盖变化分类系统, 结合研究区土地利用及其典型的山地垂直景观特征, 首先将研究区系统分为森林、积雪、高山流石滩、灌草丛、城建用地与耕地 (包括居民点、道路、裸地及耕地)、水体 6 种初始土地覆盖/利用类型, 本研究主要关注白马雪山与梅里雪山森林景观特征的动态变化, 因而

将影像进行重分类, 最终得到森林与非森林两种景观类型。

1.3.2 分类精度评价

采用混淆矩阵法 (error matrix) 进行精度评估, 将未参与分类的 GPS 点即检验数据结合 Google Earth 高清影像和地形图等对影像分类结果进行精度评价, 用整体精度 (Overall Accuracy) 和 Kappa 指数作为检测分类精度的指标 [32]。

1.3.3 景观指数的选择

景观指数是能够高度浓缩景观格局信息的简单定量指标, 主要用来检测和描述景观空间格局的变化, 反映景观结构组成和空间配置等方面的特征 [33]。结合各景观指数所表示的生态学意义及研究目的, 选取景观类型层次上的景观面积百分比 (PLAND)、平均斑块面积 (MPS)、斑块密度 (PD), 平均斑块最近距离 (MNN) 与斑块粘接度指数 (COHESION) 共 5 个表征景观类型面积、破碎化程度及斑块聚散性方面的景观指数, 各景观指数值通过 Fragstats Version 4.2 软件计算得到, 计算公式参见邬建国 [34]、宋先先 [35]。

2 结果与分析

梅里雪山与白马雪山不同时期影像解译结果如图 2、图 3 所示。

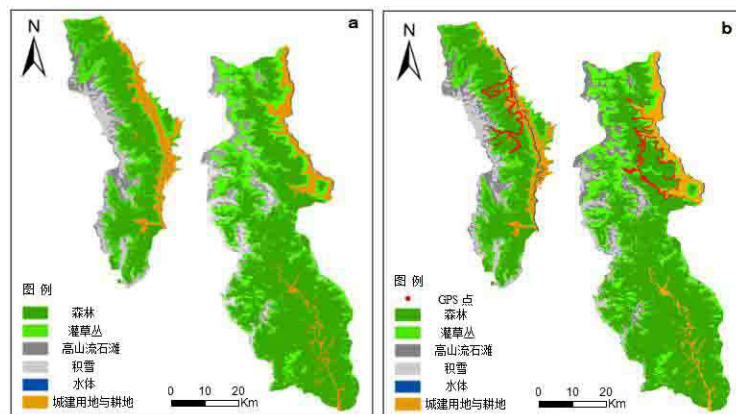


图 2 梅里雪山与白马雪山的影像解译结果

注: a 为研究区 2010 年影像初步分类图; b 为 GPS 检验点位置信息图

Fig. 2 Imagery interpretation map of Meili Snow Mountain and Baima Snow Mountain

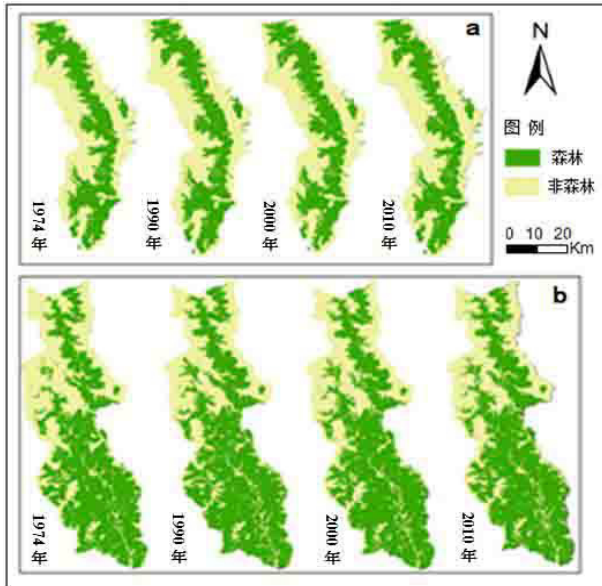


图3 梅里雪山与白马雪山不同时期影像解译结果

注: a 为梅里雪山影像解译结果;
b 为白马雪山影像解译结果

Fig. 3 Imagery interpretation map of Meili Snow Mountain and Baima Snow Mountain in different periods

由图3可知,白马雪山森林景观在南北段的分布格局差异较大,主要是受到青藏高原强烈抬升的影响导致白马雪山北部也出现大幅度的抬升,同时峡谷不断加深,形成明显的高山峡谷地形;白马雪山北部的山体高大,坡度也较陡峭,森林景观受高山峡谷的影响非常明显,其北部的森林面积较小;

而南部的地形相对平坦,受高山峡谷地形的影响较小,其森林分布范围广,面积较大。而梅里雪山森林景观在南北部分布格局较为相似,即均呈垂直地带性分布,这可能与梅里雪山南北部的地形地貌特点及其气候环境条件等较为相似有关。

梅里雪山与白马雪山四期影像的 Kappa 指数值分别为 0.80、0.82、0.82、0.84 与 0.80、0.81、0.82、0.84,均超过最低允判精度 0.7^[29],可满足进一步分析的要求。不同时期森林景观类型的各景观指数变化情况如图4~图6所示。

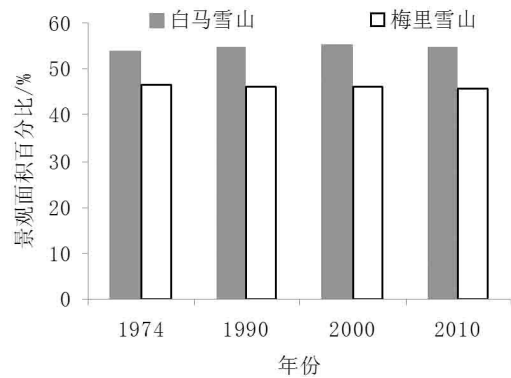


图4 梅里雪山与白马雪山不同时期森林景观类型景观面积百分比

Fig. 4 The percentage of landscape area of forest landscape types in Meili Snow Mountain and Baima Snow Mountain in different periods

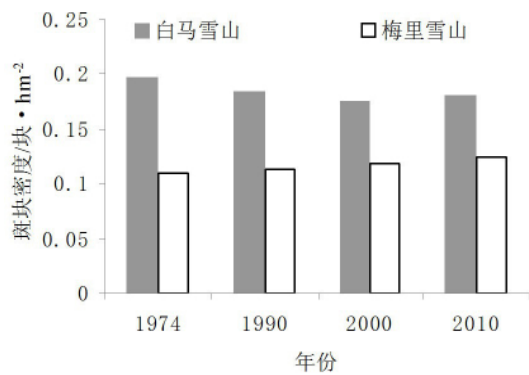
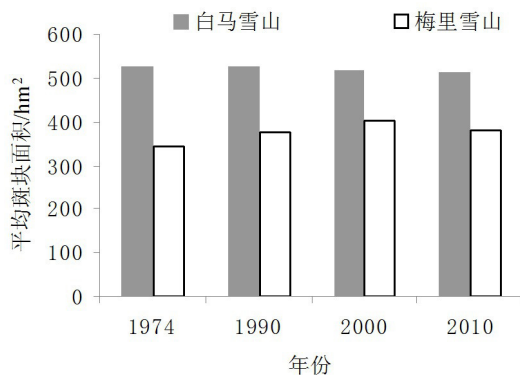


图5 梅里雪山与白马雪山不同时期森林景观类型的平均斑块面积 (a) 与斑块密度 (b)

Fig. 5 The mean patch area (a) and patch density (b) of forest landscape types in Meili Snow Mountain and Baima Snow Mountain in different periods

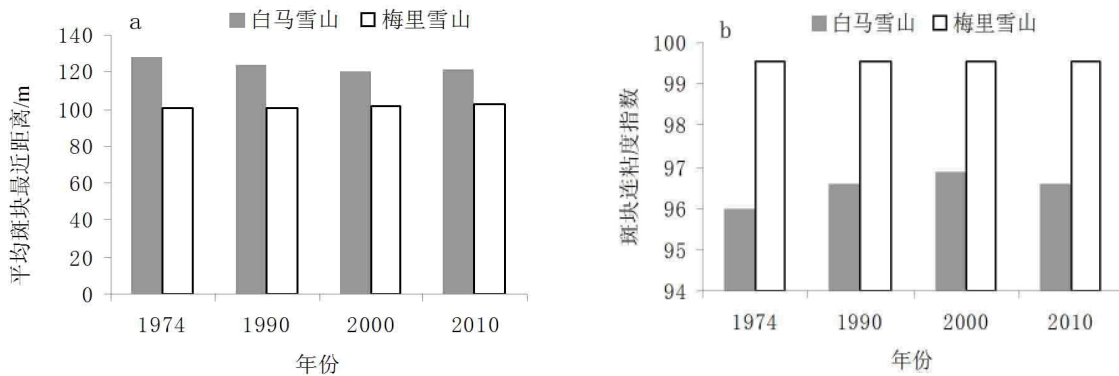


图6 梅里雪山与白马雪山不同时期森林景观类型平均斑块最近距离 (a) 与斑块粘接度 (b)

Fig. 6 The nearest neighbor distance of mean patch (a) and plaque adhesion degree (b) of forest landscape types in Meili Snow Mountain and Baima Snow Mountain in different periods

2.1 森林景观类型面积的变化

PLAND 是某种景观类型的面积在整个景观的总面积中所占的比例。由图 4 可知, 在 1974 - 1990 年、1990 - 2000 年和 2000 - 2010 年这 3 个研究时段内, 梅里雪山森林景观的 PLAND 值分别降低 0.60%、0.71% 和 0.9%; 而白马雪山在前两个时段内分别增加 1.79%、1.31%, 而后一时段内则降低 1.15%。

2.2 森林景观类型破碎化的变化

本研究选取 MPS 与 PD 来定量测定森林景观的破碎化程度。由图 5 可知, 梅里雪山森林景观类型的 MPS 在 3 个研究时段内呈现出轻微的降低之势, 即在 1974 - 1990 年、1990 - 2000 年及 2000 - 2010 年 3 个时段内分别降低 5.07hm^2 (0.96%)、 7.07hm^2 (1.35%) 及 8.77hm^2 (1.70%); 而白马雪山森林景观类型的 MPS 在 3 个研究时段内呈现出先增后减的变化趋势, 即 1974 - 1990 年与 1990 - 2000 年这两个时段内分别增加 35.89hm^2 (10.50%) 与 25.65hm^2 (7.72%), 而 2000 - 2010 年白马雪山森林景观的 MPS 降低了 25.65hm^2 (6.31%)。

由图 5 可知, 在 1974 - 2010 年间, 梅里雪山森林景观的斑块密度 (PD) 呈现出轻微的增加之势; 而白马雪山森林景观的斑块密度则呈现出先减后增的趋势, 即 1974 - 1990 年与 1990 - 2000 年这两个时段内均有所降低, 而在 2000 - 2010 年则均有所增加。

2.3 森林景观类型连接性的变化

平均斑块最近距离 (MNN) 被广泛用来量化斑块隔离度, MNN 越大表示该类斑块间的连通度越低, 即破碎化程度越高^[17 24-25]。由图 6 可知,

梅里雪山森林景观类型的 MNN 在 1974 年、1990 年、2000 年、2010 年这 4 个年份时期几乎不变; 而白马雪山森林景观类型的 MNN 在 4 个年份时期呈现出先减后增的变化趋势, 即 1974 - 1990 年与 1990 - 2000 年这两个时段内有所降低, 而 2000 - 2010 年则有所增加。

斑块粘接指数 (COHESION) 可衡量景观自然连接程度, 其值越大斑块连接度越高。由图 6 可知, 梅里雪山森林景观类型的 COHESION 在 1974 年、1990 年、2000 年、2010 年这 4 个年份时期的变化极小, 其值均保持在 99.37 以上; 而白马雪山森林景观类型的 COHESION 在这 4 个年份时期则呈现出先增后减的变化趋势, 即 1974 - 1990 年与 1990 - 2000 年这两个时段内有所增加, 2000 - 2010 年则有所降低。

由图 4 ~ 图 6 中表征景观类型面积、破碎化程度及斑块聚散性的各景观指数的变化共同表明, 梅里雪山森林景观的面积与连接性在 1974 - 2010 年 36 年间几乎不变, 但其破碎化程度呈现出轻微增加的趋势。这主要是因为神山文化是藏民的传统文化与信仰, 藏民对神山极其崇拜, 且梅里雪山是中国的“神山之神”。因此, 梅里雪山的森林景观一直受到当地藏民的保护, 长期以来其人为干扰活动均较少。然而, 随着旅游业的快速发展, 梅里雪山的森林景观也不可避免地遭到一定程度的干扰甚至破坏。白马雪山森林景观的面积与连接性在 1974 - 1990 年与 1990 - 2000 年 26 年间呈增加的趋势, 其破碎化呈降低趋势, 而在 2000 - 2010 年 10 年间其森林景观的面积与连接性均有所降低, 破碎化程度呈现出增加的趋势。这主要是因为建立保护区

以前,部分白马雪山地区是当地百姓自有林,其受到的人工干扰较大,而1983年即建立保护区后,保护区内的人为干扰活动得到一定的控制,其森林景观得到一定的保护。但近十几年,由于214国道的多次改建,导致保护区破碎化程度增加。

3 结论与讨论

3.1 结论

本研究通过对1974-2010年36年间梅里雪山与白马雪山森林景观的动态变化特征进行比较和分析,得到以下主要结论。

(1) 不论是国家层面的自然保护区还是藏族传统性质的神山保护地,两个区域的自然生态系统都得到了有效保护。

(2) 在1974-2010年间,梅里雪山森林景观的面积与连接性几乎不变,而白马雪山森林景观的面积与连接性呈现出先增后减的趋势;梅里雪山森林景观的破碎化程度呈现出轻微的增加之势,而白马雪山则呈现出先减后增的变化趋势。

(3) 在1974-2010年的36年间,若仅从森林景观的破碎化程度和连接性程度分析,梅里雪山的森林景观更为完整。

3.2 讨论

本研究主要选取景观类型层次上表征景观类型面积、破碎化程度及斑块聚散性方面的景观指数,定量比较分析白马雪山与梅里雪山森林景观在面积、破碎化程度及聚散性方面的动态变化特征,从景观类型层面上初步评估两种不同性质的保护地的森林景观的变化趋势。

从景观面积百分比(PLAND)可知,白马雪山森林景观的面积百分比明显高于梅里雪山,这主要是因为白马雪山范围内干暖河谷灌丛与积雪所占比例均较少,而梅里雪山范围干暖河谷灌丛与积雪所占的比例较大。

总体来看,梅里雪山森林景观的面积与连接性在1974-2010年间几乎不变,而白马雪山森林景观的面积与连接性在1974-1990年与1990-2000年间呈增加的趋势,而在2000-2010年间则有所降低;梅里雪山森林景观的破碎化程度呈现出轻微增加的趋势,白马雪山森林景观的破碎化在1974-1990年与1990-2000年间呈降低的趋势,而在2000-2010年间则有所增加。

本研究所选取的各景观指数变化情况表明,梅里雪山森林景观的破碎化程度低于白马雪山,连接性高于白马雪山。这主要是因为神山崇拜是滇西北藏民的神圣信仰,藏民忌讳在神山砍伐树木、捕杀动物等^[13],梅里雪山是藏区的“神山之神”^[26],在藏民心中具有不可替代的地位^[12]。此外,梅里雪山神山保护地是参与合作型管理,与当地社区利益联系紧密,是以社区为主的自发性的保护行为,具有成本低,面积广、社区参与度高等优点^[26,36],其受到的人为干扰活动小,整个森林景观较稳定,成为藏区名副其实的自然保护地。

研究表明,神山保护地的物种数量及均匀度均高于非神山森林群落,且群落结构更合理,植被及森林生态系统更完好,物种多样性更高^[26,37-38],神山区域对于保护当地森林具有重要作用^[11,39]。Brandt J S等对中国西南地区的神圣的保护地区、禁止砍伐区与自然保护区对原始森林覆盖率的保护效果进行对比分析,研究表明,自然保护区对森林覆盖率没有影响,而禁止砍伐区对大部分森林景观的保护具有积极的作用,主要是由于禁止砍伐区位于神圣的保护地区内,于是禁止砍伐区便得到更好的保护^[40]。本研究结果与前人相关研究结果相似。可以这样认为,如果梅里雪山地区不是藏民族传统的神山圣地,其以森林为主的自然生态系统将不会得到目前这种有效的保护。

1983年白马雪山自然保护区建立后,保护区内的人为干扰活动得到一定的控制,其森林景观得到一定的保护,导致其森林景观的破碎化程度在1974-1990年与1990-2000年两个时段内呈降低之势,连接性呈增加之势。研究发现,自然保护区是保护典型生态系统及降低生境丧失的有效措施^[6,41-42],本研究与前人相关研究结果相似。

与梅里雪山相比,白马雪山受到的人为干扰活动相对较大,如214国道穿过白马雪山自然保护区,道路周边人为活动频繁,尤其是近十几年来白马雪山保护区内的214国道经过多次改建,214国道经过区域的森林生态系统遭到不同程度的干扰与破坏,对其森林景观内部结构的影响非常明显。

此外,“村村通”公路政策的实施加剧了土地开发利用与森林景观保护间的矛盾,这也是导致2000-2010年间梅里雪山与白马雪山森林景观面积与连接性有所降低、破碎化程度增加的原因之一(图7)。

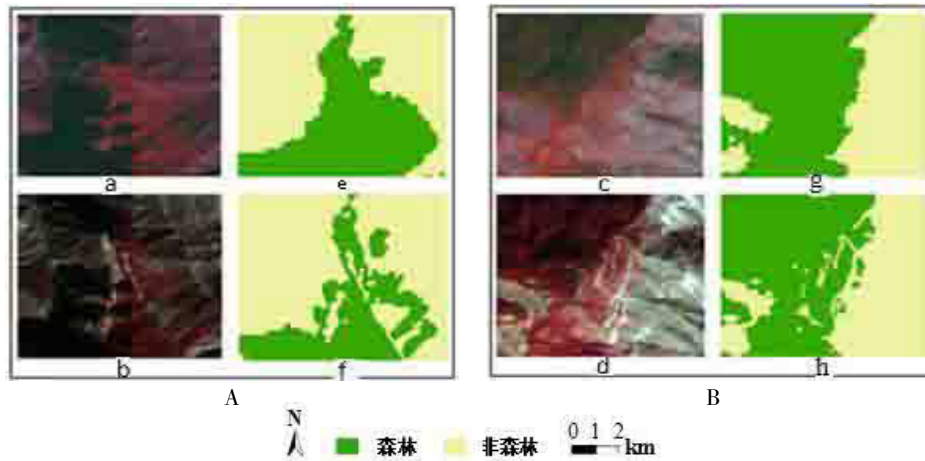


图7 梅里雪山与白马雪山局部影像图和影像解译图

注: A中 a、b 为 2000 年与 2010 年梅里雪山的局部影像图, e、f 为影像解译图;

B中 c、d 为 2000 年与 2010 年白马雪山的局部影像图, g、h 为影像解译图

Fig. 7 The local image and the results of image interpretation map in Meili Snow Mountain and Baima Snow Mountain in 2000 and 2010

近十几年来,旅游业发展迅速,为满足人口的不断增加以及旅游业发展的需要而大量建房^[18~19,43],建房需材量较大,一般为两层土木结构的传统建筑结构和建筑方式,且8-10年需全面更换木材,建筑用材浪费严重^[17,27],这也可能是导致研究区近年来森林景观破碎化程度增加的原因之一。

旅游业的快速发展使得梅里雪山与白马雪山森林景观的保护工作面临着更大的压力,若不增强环保意识及保护力度,基于当地居民传统认识而形成的神山保护地及其他优秀文化传统中固有的环保观念可能会弱化,相关部门在后续的保护工作中应予以重视。

参考文献:

[1] Sieber A, Kuemmerle T, Prishchepov A V, *et al.* Land-sat-based mapping of post-soviet land-use change to assess the effectiveness of the Oksky and Mordovsky protected areas in European Russia [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2013, 133: 38-51.

[2] Cordeiro N J, Borghesio L, Joho M P, *et al.* Forest fragmentation in an African biodiversity hotspot impacts mixed-species bird flocks [J]. *Biological Conservation* 2014 42: 1-11.

[3] Abrahams L S, Griffin W M, Matthews H S. Assessment of policies to reduce core forest fragmentation from Marcellus shale development in Pennsylvania [J]. *Ecological Indicators*, 2015 52: 153-160.

[4] Liu C, Li J, Pechacek P. Current trends of ecotourism in China's nature reserves: A review of the Chinese literature [J]. *Tourism Management Perspectives* 2013 7: 16-24.

[5] Schmitz M F, Matos D G G, De Aranzabal I, *et al.* Effects of a protected area on land-use dynamics and socio-economic development of local populations [J]. *Biological Conservation* 2012 149(1): 122-135.

[6] Van Den Hoek J, Ozdogan M, Burnicki A, *et al.* Evaluating forest policy implementation effectiveness with a cross-scale remote sensing analysis in a priority conservation area of Southwest China [J]. *Applied Geography* 2014 47: 177-189.

[7] Porter-Bolland L, Ellis E A, Guariguata M R, *et al.* Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics [J]. *Forest Ecology and Management* 2012 268: 6-17.

[8] Barber C P, Cochrane M A, Souza Jr C, *et al.* Dynamic performance assessment of protected areas [J]. *Biological Conservation* 2012 149(1): 6-14.

[9] Wang W, Pechacek P, Zhang M, *et al.* Effectiveness of nature reserve system for conserving tropical forests: A statistical evaluation of Hainan Island, China [J]. *Plos one* 2013 8(2): 1-6.

[10] 魏强. 论藏族山神崇拜习俗 [J]. *中央民族大学学报* 2010 37(6): 113-118.

[11] Daye D D, Healey J R. Impacts of land-use change on sacred forests at the landscape scale [J]. *Global Ecology and Conservation* 2015 3: 1-10.

[12] Allendorf T D, Brandt J S, Yang J M. Local perceptions of Tibetan village sacred forests in northwest Yunnan [J]. *Biological Conservation* 2014 169: 303-310.

- [13]李晓丽. 浅谈藏族的山神崇拜及其文化内涵[J]. 中央民族大学学报 2012, 39(5): 69-72.
- [14]戴建红. 德钦县旅游资源开发中的突出矛盾及对策[J]. 云南财经大学学报 2009, 24(5): 83-85.
- [15]李宏伟, 赵元藩. 白马雪山国家级自然保护区植物多样性[J]. 广西植物 2007, 27(1): 71-76.
- [16]欧晓昆, 张志明, 王崇云, 等. 梅里雪山植被研究[M]. 北京: 科学出版社 2006.
- [17]陈龙, 谢高地, 张昌顺, 等. 白马雪山国家级自然保护区典型森林生态系统服务[J]. 生态学杂志 2011, 30(8): 1781-1785.
- [18]王丽丽, 李磊. 梅里雪山雨崩藏族村旅游扶贫模式研究[J]. 重庆科技学院学报 2010(22): 77-79.
- [19]沈丽君, 杨桂华. 梅里雪山雨崩村生态旅游商品开发研究[J]. 云南地理环境研究 2010, 22(5): 57-61.
- [20]马建忠, 高富, 韩明跃. 梅里雪山地区的藏药植物种类资源及其保护研究[J]. 西部林业科学 2010, 39(1): 57-61.
- [21]张志明, 王文礼, 欧晓昆, 等. 梅里雪山植被空间格局与环境因子关系分析[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2009, 31(3): 311-315.
- [22]郑本兴, 赵希涛, 李铁松, 等. 梅里雪山明永冰川的特征与变化[J]. 冰川冻土 1999, 21(2): 145-150.
- [23]张威, 毕伟力, 李永化, 等. 白马雪山冰川槽谷发育的形态特征及其影响因素探讨[J]. 第四纪研究 2013, 33(3): 479-489.
- [24]艾菊红. 宗教圣境与生物多样性保护[J]. 民族学刊 2013, 4(2): 69-78.
- [25]李眉慧, 王瑞华, 王坤, 等. 白马雪山国家级自然保护区生物多样性评价[J]. 林业科技情报 2015, 47(2): 20-21.
- [26]向红梅, 张劲峰, 许慧敏, 等. 香格里拉县藏族神山与非神山植被比较研究[J]. 西部林业科学 2008, 37(2): 47-50.
- [27]周莉, 吴成亮, 侯波, 等. 云南省白马雪山国家级自然保护区的土地权属与有效保护关系的实证分析[J]. 西北林学院学报 2010, 25(2): 225-228.
- [28]杨沛芳, 旺丁. 白马雪山自然保护区北部曲宗贡金妞河流域植被类型调查研究[J]. 林业调查规划 2013, 38(4): 101-106.
- [29]杨济达, 欧晓昆, 芮靖雯, 等. 基于 CA-Markov 和 Geomod 模型橡胶林变化预测比较[J]. 山地学报 2014, 32(3): 267-276.
- [30]Baskent E Z, Jordan G A. Characterizing spatial structure of forest landscapes [J]. Canadian Journal of Forest Research 2011, 25(11): 1830-1849.
- [31]吴传均, 郭焕成. 中国土地利用[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 25-36.
- [32]Foody, G. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices [J]. Photogrammetric Record, 2010, 25(130): 204-205.
- [33]游巍斌, 何东进, 黄德华, 等. 武夷山风景名胜区景观格局演变与驱动机制[J]. 山地学报 2011, 29(6): 677-687.
- [34]邬建国. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [35]宋先先, 王得祥, 赵鹏祥, 等. 天华山自然保护区景观格局现状及分析[J]. 西北林学院学报 2011, 26(4): 75-79.
- [36]尹仑, 薛达元. 藏族神山信仰与全球气候变化——以云南省德钦县红坡村为例[J]. 云南民族大学学报 2013, 30(3): 47-51.
- [37]Brandt J S, Wood E M, Pidgeon A M *et al.* Sacred forests are keystone structures for forest bird conservation in southwest China's Himalayan mountains [J]. Biological Conservation, 2013, 166: 34-42.
- [38]邹莉, 谢宗强, 欧晓昆. 云南省香格里拉大峡谷藏族神山在自然保护中的意义[J]. 生物多样性 2005, 13(1): 51-57.
- [39]Salick J, Amend A, Anderson D *et al.* Tibetan sacred sites conserve old growth trees and cover in the eastern Himalayas [J]. Biodiversity and Conservation 2007, 16(3): 693-706.
- [40]Brandt J S, Butsic V, Schwab B *et al.* The relative effectiveness of protected areas a logging ban and sacred areas for old-growth forest protection in southwest China [J]. Biological Conservation 2015, 181: 1-8.
- [41]Geldmann J, Barnes M, Coad L *et al.* Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines [J]. Biological Conservation 2013, 161: 230-238.
- [42]Green J M H, Larrosa C, Burgess N D *et al.* Deforestation in an African biodiversity hotspot: Extent, variation and the effectiveness of protected areas [J]. Biological Conservation, 2013, 164: 62-72.
- [43]刘雄, 熊辉. 梅里雨崩生态旅游开发的 SWOT 分析与对策研究[J]. 宜宾科技 2008(3): 21-24.