

文章编号: 1001-1498(2010)03-0393-06

梵净山国家级自然保护区植被分布 与黔金丝猴生境选择*

杨海龙¹, 李迪强^{1**}, 朵海瑞¹, 马剑²

(1. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 2. 中央民族大学生命与环境科学学院, 北京 100081)

摘要: 以 2004 年 6 月份的 SPOT 5 遥感影像为基础, 结合野外调查数据, 运用 ERDAS 软件对梵净山自然保护区的植被进行遥感解译, 分辨出 7 种植被类型。然后应用 ARCGIS 软件进行数据合成, 获得保护区各植被类型的分布范围及其他相关信息。对黔金丝猴在各种植被类型中的出现频率进行统计, 结果指出中山常绿、落叶阔叶混交林和低山常绿阔叶林是黔金丝猴主要选择的植被类型。这一结果可为梵净山自然保护区的规划、管理和黔金丝猴的保护提供科学依据。

关键词: 梵净山保护区; 遥感; 植被分布; 黔金丝猴

中图分类号: S759.19

文献标识码: A

Vegetation Distribution in Fanjing Mountain National Nature Reserve and Habitat Selection of Guizhou Golden Monkey

YANG Hai-long¹, LI Di-qiang¹, DUO Hai-rui¹, MA Jian²

(1. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091;

2. College of Life and Environmental Sciences, Minzu University of China, Beijing 100081)

Abstract: Based on SPOT 5 satellite image obtained on June 2004 and field investigation, the vegetation of Fanjing Mountain Nature Reserve was analyzed through processing and correcting the images by using the ERDAS image processing software. 7 types of vegetation were identified. The spatial distribution and other relevant information of each vegetation type were obtained by using ArcGIS. The occurrence frequency of Guizhou Golden Monkey (*Rhinopithecus brelichi*) in each vegetation type indicated that the broadleaf evergreen and deciduous mixed forests, the broadleaf evergreen forests were the main vegetations selected by the monkeys. The results of this research could provide a sound basis for reserve management and planning, preservation of the Guizhou Golden Monkey in this reserve.

Key words: Fanjing Mountain Nature Reserve; remote sensing; vegetation type; Guizhou Golden Monkey (*Rhinopithecus brelichi*)

对于陆地生态系统而言, 自然植被的地理分布是十分重要的环境因子, 其应用需求范围很广^[1-2]。研究全球气候变化、野生动植物保护、人类活动对环

境的胁迫以及各种尺度上的自然灾害对陆地生态系统的影响, 都需要有快速、准确地获取以植被为主体的陆地生态系统相关信息的能力, 传统意义上的植

收稿日期: 2008-04-28

基金项目: 国家科技部基础条件平台建设项目(2005DKA21400), 国家科技支撑计划专题“执行《生物多样性公约》的支撑技术研究”(2007BAC03A08-5)

作者简介: 杨海龙(1982—), 男, 山西忻州人, 博士研究生。

* 致谢: 本研究得到了贵州省梵净山国家级保护区局长杨业勤、副局长杨传东、张维勇, 以及雷孝平和杨伟等人的大力支持, 在此一并致谢!

** 通讯作者: 李迪强, 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所研究员, 首席专家。

被调查显然不能满足这种要求。遥感技术在调查森林资源的空间分布、利用现状、数量动态及森林资源的质量评价等方面具有明显的优势,特别是遥感制图精度高、界线清楚,可节约大量的人力和物力^[3]。同时,遥感技术结合地理信息技术可以满足不同尺度上的植被类型调查的需求,是在宏观尺度上获取植被信息的一种很好的手段^[4],目前在植被分类研究中得到了广泛应用^[5-10]。

植被是野生动物生境的重要组成部分,野生动物生境分析需要以植被作为主要的基础生境指示。植被图可以显示一定时期内该地区的植物群落的类型、数量和面积,所以植被分类制图对野生动物的生境研究有重要意义。梵净山是国家一级保护动物、最濒危的灵长类之一黔金丝猴(*Rhinopithecus brelichi* Thomas)的唯一分布区域。以往对梵净山植被的研究较少,周政贤^[11]等人曾对梵净山的森林类型做过较详细的调查,但是没有绘制相应的植被图,周忠发等人^[12]利用3S技术对梵净山保护区森林植被类型的空间分布进行了分析,并将其分为阔叶林、针叶林、草甸、灌丛和竹林等类型,但是其分类尺度较大,类型较为粗放,难以满足对动物生境分析的需求。本文在前人工作的基础上,对梵净山的植被类型进行详细的分类制图,在此基础上分析了黔金丝猴对梵净山不同植被类型的选择差异,以期为深入开展黔金丝猴的种群数量和结构研究及加强保护区的科学管理提供科学依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域概况

梵净山国家级自然保护区位于 $108^{\circ}45'55'' \sim 108^{\circ}48'30''$ E, $27^{\circ}49'50'' \sim 28^{\circ}1'30''$ N之间,处于贵州省东北部的印江、松桃、江口交界地带,是武陵山脉的主峰,山体庞大,地势隆起显著,突兀于我国云贵高原东部向湘西丘陵过渡带上^[13]。由于特殊的地理位置,优越的水热条件,明显的垂直分布,古老的地质、地貌背景及自然发育历史,以及复杂多变的地形,该地区形成了多种多样的生境类型,使这一区域发育了十分独特和有重要保护价值的自然生态系统,成为黔金丝猴目前唯一的生境分布区。根据出土的化石以及地方史志的记载,历史上黔金丝猴的分布远比现代的分布广泛,与贵州相关的10多个省区差不多都有黔金丝猴的化石发现^[13]。根据本研究调查(见图1),现代黔金丝猴的自然分布仅限于梵净山保护区,而且主要集中在岩高坪、牛角洞一带。

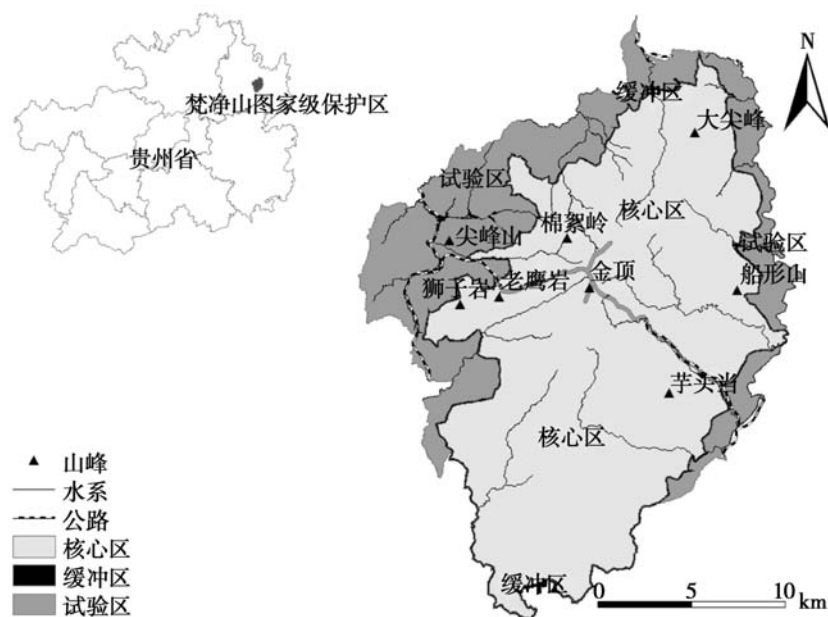


图1 研究区位置

1.2 研究方法

1.2.1 资料准备及预处理 根据研究对象的需要,本文选择的数据源为2004年6月的SPOT影像,空间分辨率为10 m。其他数据包括1:10 000地形图和保护区的林相图、功能区划图等。

采用1:10 000地形图选择地面控制点对遥感影像进行配准和几何校正,控制点选择在图像和地形图上都容易识别定位的明显地物点,如道路、河流的交叉点等,并且控制点在影像图上分布比较均匀。用梵净山保护区边界数据对校正后的遥感影像进行裁切,以获得研究区域的影像。

1.2.2 野外调查与影像初步解译 根据梵净山保护区的地形状况,设置三条从山脚到山顶的调查样线。按照典型性、代表性、全面性的原则^[14]选择样点,用GPS记录其地理位置及所代表的群落类型作为训练样本,在ERDAS IMAGINE 8.6软件的支持下,对SPOT数据进行假彩色合成(R4, G1, B2),在合成的影像上抽取通过野外调查已知群落类型的区域,并对这些已知像元进行分析,得到相应特征参数和判别原则,然后对整个影像进行监督分类,从而初步得到梵净山自然保护区植物群落类型图。

1.2.3 数据合成分析 梵净山保护区覆盖着较大面积的原生性较强的森林,从垂直分布上可以较明确地划分出常绿阔叶林带、常绿落叶阔叶混交林带和亚高山针阔混交林及灌丛草甸带3个植被带。本文根据实际调查情况,将初步分类得到的植物群落类型按照《中国植被》^[15]的分类原则进行合并,结合梵净山保护区2001—2007年的林业勘察样方数据以及保护区林相图对初步解译的分类结果进行全面的修正,然后结合前人的工作^[11-13],按照《中国植被》的分类原则将不同的群落类型进行合并,最终得到梵净山保护区植被分布

图,并统计各种植被类型的面积和斑块数量等信息。

1.2.4 黔金丝猴对不同植被类型的选择分析 在野外调查中,如果遇到黔金丝猴或其活动痕迹,利用手持GPS记录这些点的地理位置。同时,本研究还收集了梵净山国家级自然保护区的巡护数据,其中包括巡护人员每次见到黔金丝猴实体或是其活动痕迹时记录的GPS数据。将这些GPS点数据导入ARCGIS软件,并与通过遥感解译得到的植被分布图进行叠加,最终得到这些点在不同植被类型中的分布情况。然后通过卡方检验分析黔金丝猴对这7种植被类型的利用是否有明显的选择性,如果选择性明显,再利用选择系数和选择指数来判断黔金丝猴对各种植被类型的喜好程度^[16]。其表达式为:

$$W_i = (r_i / p_i) / (r_i / p_i)$$

$$E_i = (W_i - 1 / n) / (W_i + 1 / n)$$

其中 W_i 为选择系数, E_i 为选择指数, i 为植被类型, n 为植被类型总数, p_i 为第 i 种植被类型占区域总面积的比例, r_i 为黔金丝猴在第 i 种植被类型中的活动频率。 E_i 值介于 -1 和 1 之间。 $-0.1 < E_i < 0.1$ 表示黔金丝猴对这种植被的选择是随机的; $E_i < -0.1$ 表示黔金丝猴不喜欢这种植被类型; $E_i > 0.1$ 表示黔金丝猴喜欢这种植被类型。

2 结果与分析

2.1 植被分布现状

最终的解译结果将梵净山的植被划分为7种植被型,分别是低山针叶林、低山常绿阔叶林、低山落叶阔叶林、中山针叶林、中山常绿、落叶阔叶混交林、竹林、高中山灌丛(见图2),对各种植被类型的面积

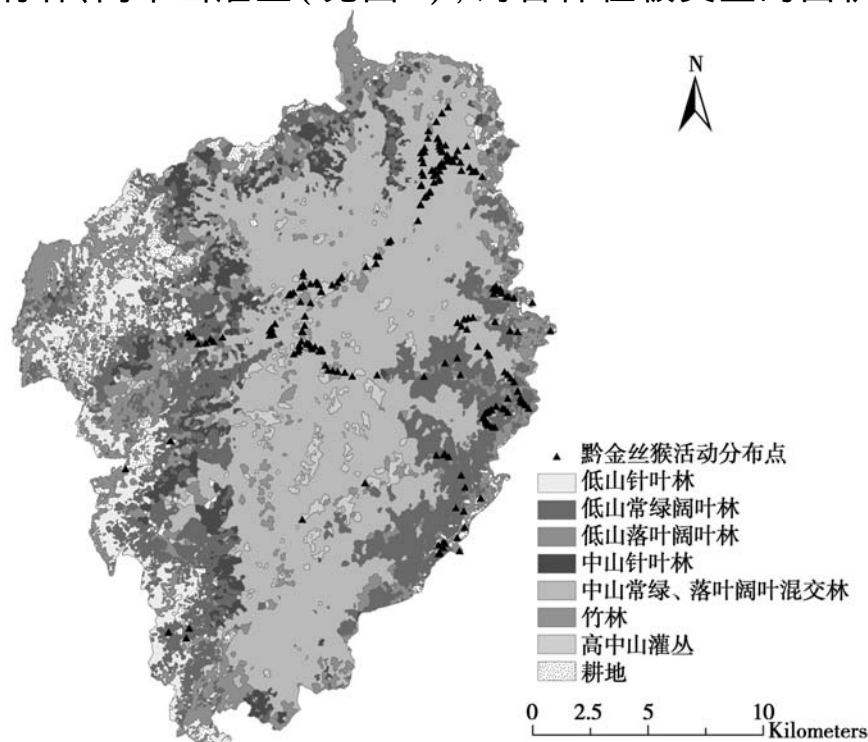


图2 梵净山保护区植被类型分布图

以及斑块数量等信息进行统计(见表1)。其中中山常绿、落叶阔叶混交林的面积最大,约占保护区总面积的46.28%,与低山落叶阔叶林、低山常绿阔叶林一起成为梵净山保护区的主要植被类型。

表1 梵净山保护区植被类型景观信息

植被类型	面积 / km ²	面积比例 / %	斑块数量 / 块	平均斑块面积 / km ²
低山针叶林	31.801 1	7.33	269	0.118 2
低山常绿阔叶林	76.109 2	17.55	437	0.174 2
低山落叶阔叶林	56.815 0	13.10	621	0.091 5
中山针叶林	25.833 3	5.96	174	0.148 5
中山常绿、落叶阔叶混交林	200.700 1	46.28	664	0.302 3
竹林	13.437 0	3.10	221	0.060 7
高中山灌丛	14.966 7	3.45	215	0.069 6
耕地	14.009 1	3.23	247	0.056 7
(合计)	433.671 5	100.00	2 848	0.152 3

2.2 植被类型基本特征

(1) 低山针叶林 该类型镶嵌于海拔1 300 m以下的常绿阔叶林斑块内,主要群落类型包括杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)林、马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)林和红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *chinensis* (Pilger) Florin.)林三种类型。由于受人为活动的干扰和影响,有明显的次生性质,同时也有少量的人工林,所以斑块形状复杂,连通性不高,虽然林内混生的阔叶树中有少部分是黔金丝猴喜食植物,但不利于黔金丝猴活动,故较少见到黔金丝猴分布。

(2) 低山常绿阔叶林 该类型主要分布于梵净山自然保护区海拔1 300 ~ 1 400 m以下,是亚热带地区典型的地带性植被类型。主要群落类型包括栲树(*Castanopsis fargesii* Franch.)林、米槠(*Castanopsis carlesii* (Hemsl.) Hayata.)林等,常绿阔叶林中的树种较多,组成比较复杂,其中多脉青冈(*Cyclobalanopsis multinervis* Chang et T. Hong)、亮叶水青冈(*Fagus lucida* Rehd. et Wils.)、巴东栎(*Quercus engleriana* Seem.)、西南山茶(*Camellia pitardii* Coh. St.)、中华木荷(*Schima sinensis* (Hemsl.) Airy-Shaw)、山玉兰(*Magnolia delavayi* Franch.)、薔石灰花楸(*Sorbus folgneri* (Schneid.) Rehd.)、黄脉花楸(*Sorbus xanthoneura* Rehd.)、毛背花楸(*Sorbus aronioides* Rehd.)等都是黔金丝猴常采食的植物,该类型面积较大,斑块破碎化程度较小,尤其是分布在山体东侧的斑块,呈片状分布,连接度较高,为黔金丝猴提供了比较理想的生境。

(3) 低山落叶阔叶林 该类型主要分布在海拔

1 000 ~ 1 800 m 的区域, 主要群落类型包括枫杨 (*Pterocarya stenoptera* C. DC.) 林、赤杨叶 (*Alniphyllum fortunei* (Hemsl.) Makino) 林、枫香 (*Liquidambar formosana* Hance) 林和响叶杨 (*Populus adenopoda* Maxim.) 林等。从表 1 可以看出, 该种植被类型被分割的斑块较多, 平均斑块面积较小, 主要是因为该类型在梵净山的分布区是人类活动较为频繁的地区, 在人力和自然力的作用下, 植物群落经常受到影响而发生变化, 导致原有地带性植被消失而出现新的植物群落, 其中除了一些伴生的藤本植物如猕猴桃 (*Actinida chinensis* C. F. Liang)、常春藤 (*Hedera nepalensis* K. Koch var. *sinensis* (Tobl.) Rehd.) 等以外, 可供黔金丝猴采食的植物较少。

(4) 中山针叶林 该类型分布海拔较高, 一般在 1 800 m 以上, 主要的群落类型包括铁杉 (*Tsuga chinensis* (Franch.) Pritz.) 林, 大明松 (*Pinus taiwanensis* Hayata var. *damingshanensis* Cheng et L. K. Fu) 林, 从斑块分布来看, 多分布于接近山脊的北坡, 以烂茶顶、白云寺和锯齿山一带较为集中, 但是斑块连接度不高, 可供黔金丝猴采食的植物种类也较少。

(5) 中山常绿、落叶阔叶混交林 该类型是梵净山保护区分布范围最广的一种植被类型, 从海拔 800 ~ 1 800 m 都有分布, 是我国东部亚热带山地常绿阔叶林向寒温带性针叶林的一种过渡类型, 主要群落类型包括光叶水青冈 (*Fagus lucida* Rehd. et Wils.) 林、贵州青冈 (*Cyclobalanopsis argyrotricha* (A. Camus) Chun et Y. T. Chang) 林、包石栎 (*Lithocarpus cleistocarpus* (Seemen) Rehder et E. H. Wilson) 林等。其组成结构比较复杂, 树种丰富, 同时, 受到的人为干扰较小, 是梵净山其他生物资源最主要的庇护场所。从表 1 可以看出, 该种植被类型斑块较少, 而且比较集中, 成片分布, 平均斑块面积相对较大, 主要建群种多脉青冈、亮叶水青冈、山核桃 (*Annamcarya sinensis* (Dode) Leroy)、水青树 (*Tetracentron sinense* Oliv.) 以及一些伴生树种等, 都是黔金丝猴喜食的植物, 所以该植被类型内黔金丝猴活动最频繁。

(6) 竹林 梵净山竹类较多, 从山脚到山顶都有分布, 海拔 1 400 m 以上通常是一些竹类灌丛, 常见种类有冷箭竹 (*Bashania fangiana* (A. Camus) Keng f. et Wen)、箬叶竹 (*Indocalamus longiauritus* Hand.-Mazz.) 等, 海拔 1 400 m 以下分布的主要类型包括毛竹 (*Phyllostachys edulis* (Carr.) H. de Lehaie) 林、狭叶方竹 (*Chimonobambusa angustifolia* C. D. Chu et C.

S. Chao) 林等, 主要集中于梵净山东侧山麓地带, 一般是当地居民栽培的人工群落; 故而斑块数量较多, 较分散, 而且低海拔竹林通常人类活动频繁, 高海拔区域的竹林其他野生动物活动较多, 而且食物资源匮乏, 所以在竹林很少发现黔金丝猴的活动痕迹。

(7) 高中山灌丛 该类型在梵净山主要分布于海拔 1 800 m 以上的亚高山顶部和山麓, 并且多为原生性植被类型, 常见群落类型有高山柏 (*Sabina squamata* (Buch.-Hamilt.) Ant) 灌丛、大花黄杨 (*Buxus henryi* Mayr) 灌丛、匍匐栒子 (*Cotoneaster adpressus* Bois) 灌丛等。另外, 还分布有大钟杜鹃 (*Rhododendron ririei* Hemsl. et Wils.)、刺叶冬青 (*Ilex bionitsensis* Hayata)、荚蒾 (*Viburnum betulifolium* Batal.) 等黔金丝猴喜食的植物, 但是斑块比较分散, 不同斑块之间基本没有连接, 故偶尔能见到黔金丝猴活动痕迹。

2.3 黔金丝猴对不同植被类型的选择差异

本研究收集了从 2004 年到 2007 年的 249 个 GPS 样点, 这些样点在不同植被类型内的分布见图 2。卡方检验表明, 黔金丝猴对 7 种植被类型的利用有明显的选择性 ($\chi^2 = 375.831$, $df = 8$, $P < 0.05$)。选择系数和选择指数的计算结果 (见表 2) 表明, 黔金丝猴在中山常绿、落叶阔叶混交林和低山常绿阔叶林内活动的频率较高, 占活动总频率的 80.72%, 选择指数都大于 0.1, 说明这 2 种植被类型提供了较好的隐蔽条件和充足的食物资源, 因而成为黔金丝猴理想的栖息场所; 对中山针叶林、低山落叶阔叶林表现为随机选择; 对低山针叶林、竹林、和高中山灌丛表现为不选择, 说明这几种植被类型的环境条件很难满足黔金丝猴的生存需要, 所以黔金丝猴的活动频率很低, 甚至没有活动痕迹; 耕地中也出现黔金丝猴的活动痕迹, 主要是因为冬季食物匮乏的时候, 黔金丝猴偶尔会到农田中寻找食物。

表 2 黔金丝猴在不同植被类型中的出现频率

植被类型	面积 比例 / % (p_i)	金丝猴活动 出现频率 / % (r_i)	选择 系数 / W_i	选择 指数 / E_i
低山针叶林	7.33	1.2	0.031 2	- 0.600 8
低山常绿阔叶林	17.55	19.68	0.213 5	0.261 5
低山落叶阔叶林	13.10	9.24	0.134 3	0.035 9
中山针叶林	5.96	4.02	0.128 4	0.013 5
中山常绿、落叶阔叶混交林	46.28	61.04	0.251 1	0.335 3
竹林	3.10	1.20	0.081 9	- 0.208 4
高中山灌丛	3.45	1.61	0.088 9	- 0.169 0
耕地	3.23	1.20	0.070 7	- 0.277 2

3 结论与讨论

目前,遥感解译在植被制图方面的应用日益广泛,而且随着人工智能等技术的进一步发展,遥感分类的精度也在不断提高。SPOT 遥感影像由于其较高的空间分辨率,在植被研究中得到广泛应用^[17-19]。本文在对 SPOT 影像进行解译的基础上,对梵净山国家级自然保护区进行了植被制图,得到了研究区植被分布图。分析结果显示,中山常绿、落叶阔叶混交林、低山常绿阔叶林和低山落叶阔叶林是构成研究区植被的主要类型,约占保护区面积的77%。由于梵净山地区地形复杂,起伏较大,某些地形陡峭地区山体阴影对地表植被有一定程度的遮挡,对分类精度有一定影响。

研究区内植被及其生境构成了野生动物的生存环境,不同的植被类型提供了不同的食物资源^[20]、不同的隐蔽条件以及不同的捕食风险,动物对不同类型生境利用的方式对其生存的机会和繁殖成功率带来较大影响^[21]。对野生动物生境植被类型的研究是对其进行生境评价的基础,目前国内对大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca* David) 生境的研究较为详尽,很多学者对大相岭、岷山、秦岭、邛崃山区域的大熊猫生境选择进行了调查,并对其生境质量进行了评价^[22-28]。

梵净山由于地理位置特殊,水热条件优越,相对高差悬殊,造成了森林植被类型、树种组成等明显的垂直带分异,形成了比较明显的三个垂直带,海拔1 300 m以下主要是常绿阔叶林和低山针叶林,海拔1 300 ~ 2 200 m主要是常绿、落叶阔叶混交林和针阔混交林,海拔2 200 m以上主要为寒温性针阔混交林和灌丛。物种组成丰富,结构复杂的阔叶林生态系统尤其是常绿、落叶阔叶混交林不仅为黔金丝猴提供了良好的隐蔽条件,更提供了丰富的食物资源。

本文将黔金丝猴活动痕迹的 GPS 数据与植被类型图进行叠加分析,得出结论:黔金丝猴对植被类型有明显的选择性,由于中山常绿、落叶阔叶混交林和低山常绿阔叶林提供了充足的食物资源和隐蔽条件,同时人类活动较少,人类威胁较小,黔金丝猴在这两种植被类型中的活动频率占活动总频率的80.72%,这两种植被类型分布区成为梵净山保护区黔金丝猴的主要生境。该研究结果为进一步开展黔金丝猴的生境评价提供了依据。

黔金丝猴是我国特有的3种金丝猴中种群数量最少、分布面积最小的一种,由于其生境分布海拔较低,更容易受到人类活动的影响,进而造成其生境面积减小、破碎化程度增加。因此,加强黔金丝猴生境的研究与保护,采取措施保持梵净山地区黔金丝猴的长期生存与繁衍已刻不容缓。

参考文献:

- [1] 秦伟,朱清科,张学霞,等. 植被覆盖度及其测算方法研究进展[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2006, 34(9): 163 - 170
- [2] 朱智良,彭世揆. 大面积遥感植被成图方法的述评[J]. 南京林业大学学报:自然科学版, 2005, 29(5): 1 - 7
- [3] 李俊祥,达良俊,王玉洁,等. 基于 NOAA-AVHRR 数据的中国东部地区植被遥感分类研究[J]. 植物生态学报, 2005, 29(3): 436 - 443
- [4] 陈桂琛,周立华,彭敏,等. 青海省湟水地区森林灌丛植被遥感分析及其主要特征[J]. 西北植物报, 2001, 21(4): 719 - 725
- [5] Townsend P A, Walsh S J. Remote sensing of forested wetlands: Application of multitemporal and multispectral satellite imagery to determine plant community composition and structure in southeastern USA [J]. Plant Ecology, 2001, 157: 129 - 149
- [6] Douglas O Fuller. Tropical forest monitoring and remote sensing: A new era of transparency in forest governance [J]. Singapore Journal of Tropical Geography, 2006, 27(3): 15 - 29
- [7] 章皖秋,李先华,罗庆州,等. 基于 RS、GIS 的天目山自然保护区植被空间分布规律研究[J]. 生态学杂志, 2003, 22(6): 21 - 27
- [8] 胥晓,秦自生,古晓东. 冶勒自然保护区森林植被的遥感分类现状及保护对策[J]. 西北植物学报, 2005, 25(1): 124 - 132
- [9] 阵云浩,李晓兵,史培军,等. 北京海淀区植被覆盖的遥感动态研究[J]. 植物生态学报, 2001, 25(5): 588 - 593
- [10] 余世孝,李勇,王永繁,等. 黑石顶自然保护区植被分类系统与数字植被图[J]. 中山大学学报, 2000, 39(2): 61 - 66
- [11] 周政贤,杨业勤,陈克贤,等. 梵净山研究[M]. 贵阳:贵州人民出版社, 1990: 95 - 252
- [12] 周忠发,秦青春,谢湛明,等. 基于“3S”的梵净山自然保护区植被分布探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2006, 29(3): 4 - 6
- [13] 杨业勤,雷孝平,杨传东. 黔金丝猴的野外生态[M]. 贵阳:贵州林业出版社, 2002: 6 - 18
- [14] 赵敏慧,曾和平,杨树华,等. 基于遥感数据的元江县植被/土地利用类型研究[J]. 云南地理环境研究, 2004, 16(4): 35 - 40
- [15] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京:科学出版社, 1980
- [16] 江红星,楚国忠,钱法文,等. 江苏盐城黑嘴鸥(*Larus saundersi*) 繁殖微生境的选择[J]. 生物多样性, 2002, 10(2): 170 - 174
- [17] 宋怡,马明国. 基于 SPOT EGETATION 数据的中国西北植被覆盖变化分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(1): 89 - 94
- [18] 费鲜芸,张志国,高祥伟. 城市植被制图中 SPOT5 影像融合方法研究[J]. 测绘科学, 2007, 32(4): 98 - 100
- [19] 华朝朗. SPOT5 卫星数据在县级森林资源调查中的应用研究[J]. 林业调查规划, 2005, 30(3): 8 - 12

- [20] Braithwaite L W, Dudzinski M L, Turner J. Studies on the aboreal marsupial fauna of eucalypt forest bring harvested for woodpulp at Eden, N. S. W. . Relationship between the faunadensity, richness and diversity, and measured variables of the habitat[J] . Aust Wildl Res, 1981, 10: 231 - 247
- [21] Abaigar T, Barrio G D, Vericad I R. Habitat preference of wild boar (*Sus scrofa* L. , 1758) in a Mediterranean environment. Indirect evaluation by signs[J] . Mammalia, 1994, 58: 201 - 210
- [22] Yin Kaipu, Xie Yan, Wu Ning. Corridor connecting giant panda habitats from north to south in the Min Mountains, Sichuan, China [J] . Integrative Zoology, 2006, 1: 170 - 178
- [23] Xu Weihua, Ouyang Zhiyun, Vi a Andrés. Designing a conservation plan for protecting the habitat for the giant pandas in the Qionglai Mountain Range, China [J] . Diversity and Distributions, 2006, 12: 610 - 619
- [24] 王学志, 徐卫华, 欧阳志云, 等. 生态位因子分析在大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*) 生境评价中的应用 [J] . 生态学报, 2008, 28 (2) : 822 - 828
- [25] 张文广, 唐中海, 齐敦武, 等. 评估动物栖息地适宜性的两种方法比较: 以大相岭山系大熊猫种群为例 [J] . 生态学杂志, 2006, 25(12) : 1465 - 1469
- [26] 肖 , 欧阳志云, 朱春全. 岷山地区大熊猫生境评价与保护对策研究[J] . 生态学报, 2004, 24 (7) : 1373 - 1379
- [27] 徐卫华, 欧阳志云, 蒋泽银, 等. 大相岭山系大熊猫生境评价与保护对策研究[J] . 生物多样性, 2006, 14(3) : 223 - 231
- [28] 刘雪华, Skidmore A K, Bronsveld M C. 集成的专家系统和神经网络应用于大熊猫生境评价 [J] . 应用生态学报, 2006, 17(3) : 438 - 443