

闽江流域典型自然保护区森林丧失的时空动态分析

严绍裕¹, 刘爽²

(1. 福建林业职业技术学院, 南平 353000; 2. 福建农林大学林学院, 福州 350002)

摘要: 以闽江流域 5 个典型的国家级自然保护区为研究对象, 基于 ArcGIS 将保护区划分为核心区、缓冲区和参照区 3 种不同区域, 分析各区域 2000—2017 年历年森林丧失动态变化规律。在此基础上, 对 5 个国家级自然保护区核心区的保护效率和缓冲区的森林“泄漏”进行评价。结果表明: (1) 从总体上看, 闽江流域 5 个国家级自然保护区核心区的保护效果理想, 表现为在研究期间核心区的森林丧失率 (0.51%) 远低于缓冲区的森林丧失率 (5.39%) 和参照区的森林丧失率 (7.71%); 缓冲区森林丧失率与参照区森林丧失率比值也均小于 1, 这说明缓冲区未发生森林“泄漏”; 森林丧失率的拐点出现在与自然保护区边界距离 2 km 处。(2) 从时间动态变化上看, 不同区域的森林丧失率呈现随着时间的推移先升后降的趋势, 在 2008 和 2009 年处达到峰值。(3) 从保护区个体及其时间动态变化上看, 5 个自然保护区的缓冲区则存在不同程度的森林“泄漏”现象。其中, 武夷山和闽江源国家级自然保护区的缓冲区森林“泄漏”集中出现在 2008、2009 和 2011 年; 戴云山国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”在 2010—2017 年之间均有出现; 闽江河口湿地国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”集中在 2013—2016 年之间。而汀江源国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”现象比较严重, 几乎在整个研究期间 2001—2017 均有“泄漏”现象发生。

关键词: 自然保护区; 缓冲区; 森林“泄漏”; 闽江流域

中图分类号: S718.5

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2020)06-0949-06

Spatio-temporal dynamics in the forest loss of the typical nature reserves in the Minjiang River Basin

YAN Shaoyu¹, LIU Shuang²

(1. Fujian Forestry Vocational Technical College, Nanping 353000;

2. College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002)

Abstract: Taking five national nature reserves in the Minjiang River Basin as cases, we divided the protected areas into three different zones based on ArcGIS, including the core area, the buffer zone and the reference area, to explore the dynamic changes of forest loss in each zone from 2000 to 2017. On this basis, we further evaluated the protection efficiency of the core areas of the five reserves and the forest “leakage” phenomenon in the buffer zone. The results showed that: (1) In general, the core areas of the five national nature reserves in the Minjiang River Basin were protected effectively, because the forest loss rate in the core areas during the study period (0.51%) were much lower than those in the buffer zones (5.39%) and in the reference areas (7.71%); the ratio of the forest loss rate in the buffer zone to that in the reference zone was less than 1, indicating that there was no forest “leakage” in the buffer zone; the inflection point of the forest loss rate appeared in 2 km away from the boundary of the reserves. (2) From the perspective of time dynamics, the forest loss rates in different regions all showed a trend of rising firstly and then decreasing with time, reaching the peak values in 2008 and 2009. (3) From the perspective of the dynamic changes of the individual and its temporal dynamics in the protected area, there were different levels of forest “leakage” in the buffer zones of the five nature reserves. Of which, the forest “leakage” appeared in the buffer zone of Wuyishan and Minjiangyuan National Nature Reserves in 2008, 2009 and 2011, in the buffer zone of Daiyunshan National Nature Reserve between 2010 and 2017 and in the buffer zone of the Minjiang River Estuary Wetland National Nature Reserve between 2013-2016. The forest “leakage” phenomenon in the buffer zone of the Tingjiangyuan National Nature Reserve was relatively serious, occurring during the entire study period from 2001 to 2017.

收稿日期: 2020-01-06

基金项目: 国家自然科学基金项目(41201100)资助。

作者简介: 严绍裕, 高级工程师, 教授。E-mail: 1248271393@qq.com

Key words: nature reserve; buffer zone; forest “leakage”; Minjiang River Basin

森林是大部分自然保护区发展的基础，两者共生依靠，唇亡齿寒，自然保护区倘若脱离森林资源的保护，就等于失去一隅屏障，会变得更为脆弱^[1]。1956年中国成立第一个自然保护区之后，自然保护区建设开始得到快速发展，如今自然保护区已被认为是保护生物多样性及其生境的重要手段^[2-4]。1956年广东鼎湖山国家级自然保护区的设立，开辟了中国现代自然保护事业的先河^[5]。1972年，中国加入了联合国教科文组织的“人与生物圈”计划，并当选为理事国。从此，中国通过不断建设自然保护区为全球生物圈保护区网的建立作出了积极的贡献，中国的自然保护区在数量和种类上都取得了巨大的发展。截止到2016年，全国设立各类国家级自然保护区共有447个^[5]。随着法律的约束和政府的管辖力度逐渐加大，自然保护区的状况开始好转，可是新的问题又开始出现，少数人打起了在自然保护区边缘地带进行开采与利用的主意，破坏自然保护区的边缘模糊地带，将森林砍伐从内部储备转移到保护区规定边界以外的无限制区域以及保护区周围，导致自然保护区周边的森林丧失率高于当地背景区域的平均水平，即森林“泄漏”^[8]。据统计，2007年上半年，全国共发生林政案件20.95万起，其中违法运输木材案件占60%；共查处林政案件20.75万起，查处率为99.02%，因林政案件造成林木损失21.7万m³，其中，48.7%因盗伐滥伐林木案件造成，部分案件发生在自然保护区边缘地带，自然保护区边缘地带受到违法分子关注，开始变得岌岌可危^[7]。为了有效地遏制自然保护区内及周边的森林丧失，对人为干扰实施有效地监督管理，作者以闽江流域5个国家级自然保护区为研究对象，基于ArcGIS将保护区划分为核心区、缓冲区和参照区3种不同区域，汇总并分析各区域2000—2017年历年森林丧失动态变化规律。在此基础上，对5个国家级自然保护区核心区的保护效率和缓冲区的森林“泄漏”进行评价，以期为该区域的自然保护和恢复提供科学依据。

1 研究地区概况

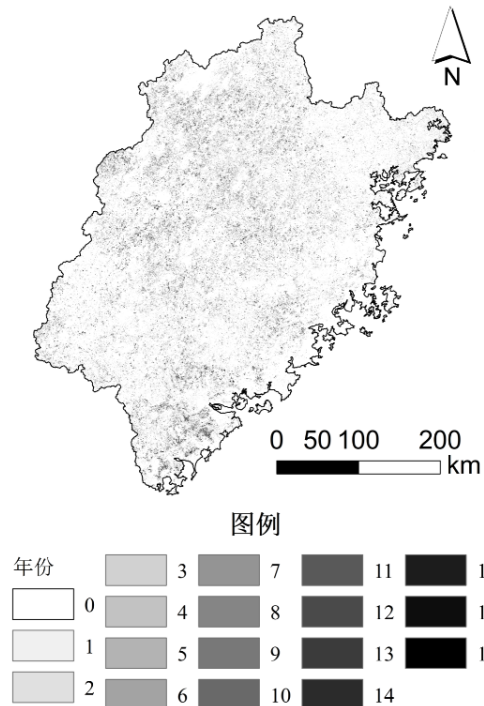
闽江流域位于东经116°23′~119°35′，北纬25°23′之间，地处亚热带，依山靠海，起于武夷山，自西向东流入海洋，气候温和，雨量充足，森林覆盖率达到65.95%，居全国首位。拥有1.15亿亩的森林面积，每年吸收的二氧化碳超过了全省二氧化

碳排放总量的一半，全国六大林区之一。该区域位于亚热带季风气候区，年平均温度为18~20℃，内陆山区地带温度更低，年平均温度为1~16℃，大于10℃的年积温为5000~6500℃，极端最低温为0~5℃。其无霜期大概为270~290d，在其北部与西北部会出现积雪现象。其水流量特点是夏季流量大，冬季流量小，主要降雨集中于4—6月的锋面雨和7—10月的热带气旋雨，年降水量一般在1600~1800mm，沿海地区年降水量趋势最大，向内陆地区逐渐减少。闽江流域中的河流水系为闽江，是福建省最长的河流，长度为541km，源头在武夷山脉杉岭山南麓九县山。其流域年均水量与黄河类似，在全国排名第7名，流域总面积为60992km²，其中在福建省内面积为59922km²，大约覆盖了全省面积的半数。

2 研究方法

2.1 研究对象的选择

分别选择位于闽江流域上游的福建武夷山国家级自然保护区、福建闽江源国家级自然保护区、福建汀江源国家级自然保护区、中游的福建戴云山国家级自然保护区以及下游的福建闽江河口湿地国家级自然保护区5个国家级自然保护区作为研究对象。

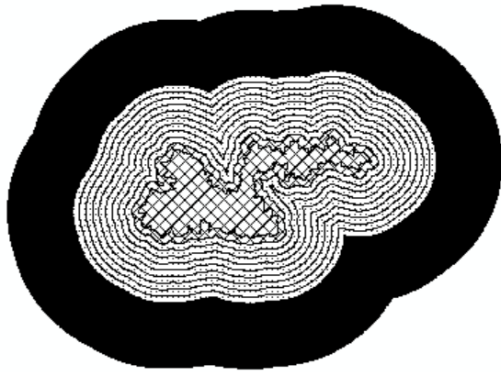


0表示森林未丧失，1~17表示森林丧失的年份2001—2017。

图1 福建省森林丧失年份
Figure 1 Years of forest loss in Fujian

2.2 数据来源

各自然保护区边界从资源环境数据云平台获取, 2000—2017 年期间森林丧失变化数据集来源于 Global Forest Watch 网站上发布了基于 Landsat 系列数据提取的 30 m 分辨率的全球森林变化数据集 (Global Forest Change Dataset) [8]。该数据集森林指的是所有树高 ≥ 5 m 且郁闭度 ≥ 0.2 的天然林或人工林。王昊等 [1] 将该数据集与国家森林清查、ChinaCover、GlobeLand30 等数据集进行比较, 结果表明该森林变化数据集质量可靠。鉴于其可自由获取和高空间分辨率, 利用该数据集作为数据源, 利用 ArcGIS 制作福建省 2000—2017 年历年森林丧失动态矢量数据地图 (图 1)。



注: 网络区域为核心区; 周边环状为缓冲区; 黑色区域为参照区。

Note: Network represents core area; annular represents buffer area; black part represents reference area.

图 2 自然保护区缓冲区的划分 (以戴云山国家级自然保护区为例)

Figure 2 Division of buffer zones in nature reserves (Taking Daiyunshan National Nature Reserve as an example)

2.3 缓冲区的划分

利用 ArcGIS 对 5 个自然保护区进行缓冲区划分: 以保护区核心区边界向外延伸 5 km 的范围确定为缓冲区, 并按 0.5 km 划分为一个缓冲带, 共有 9 个; 再以缓冲区最外环向外延伸 5 km 确定为参照区。以戴云山国家自然保护区为例, 缓冲区划分情况如图 2 所示。

2.4 森林缓冲区“泄漏”的定义

将缓冲区森林“泄漏”定义为: 与保护区、参照区的森林丧失率相比, 缓冲区的森林丧失率较高, 即若缓冲区森林丧失率 $>$ 参照区森林丧失率 $>$ 保护区森林丧失率, 则说明自然保护区存在森林“泄漏”现象。

3 结果与分析

3.1 闽江流域自然保护区森林丧失率总体分析

利用 ArcGIS 面积制表工具对闽江流域自然保护区各区域的森林丧失进行汇总, 得到不同区域的森林丧失率情况。结果 (图 3) 显示, 闽江流域自然保护区内森林丧失率 (0.51%) 远低于缓冲区森林丧失率 (5.39%) 与参照区森林丧失率 (7.71%), 同时缓冲区森林丧失率低于参照区森林丧失率。森林丧失率从自然保护区内部到外部随着与自然保护区边界距离的增加而增加, 在距离保护区边界 2 km 处出现拐点, 具体表现为在 2 km 距离范围内, 缓冲区的森林丧失率随着距离的增加迅速提高, 而在 2 km 距离之后, 森林丧失率曲线趋于平缓。缓冲区森林丧失率与参照区森林丧失率比值都小于 1, 这说明从总体上看, 闽江流域自然保护区的缓冲区未发生森林“泄漏”现象。

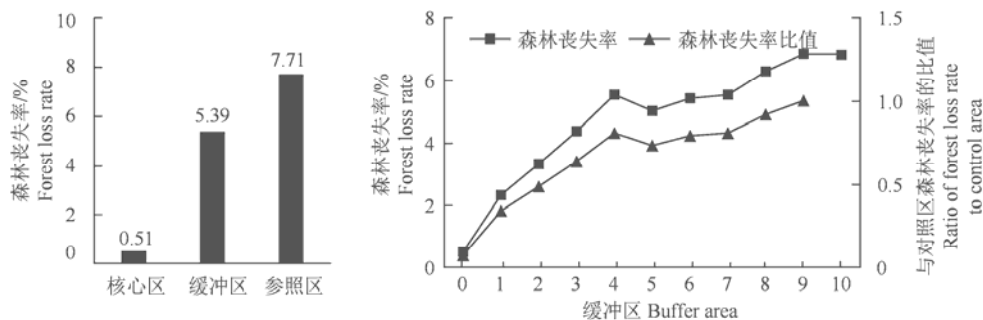


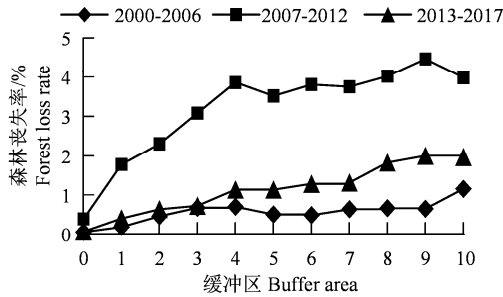
图 3 闽江流域自然保护区森林丧失空间变化规律

Figure 3 Spatial variation of forest loss in Nature Reserves in the Mingjiang River Basin

为了进一步观测闽江流域自然保护区森林丧失的时间动态, 将 2000—2017 年分成 3 个时段: 2000—2006 年、2007—2012 年和 2013—2017 年, 分别汇总这 3 个时段自然保护区各区域的森林丧失情况。结果 (图

4) 表明, 自然保护区内的森林丧失率在 3 个时段皆远低于缓冲区和参照区的森林丧失率, 而缓冲区的森林丧失率在 3 个时段也均低于参照区的森林丧失率。不同时期的森林丧失率随着与保护区边界距离

的变化规律也表现为在 2 km 处出现拐点。从 3 个时段的变化规律上看,保护区各区域的森林丧失率均表现为先大幅上升后大幅下降的趋势,其中第 2 阶段(2007—2012 年)的森林丧失率最高,最高达 4% 以上,而其他 2 个时段均小于 2%。



与参照区森林丧失率的比值看,2007—2012 时段的第 8 环、第 9 环和 2013—2017 时段的缓冲区第 9 环比值均大于 1,存在森林“泄漏”现象,而其他地方比值均小于 1,这说明保护区缓冲区大部分不存在森林“泄漏”现象。

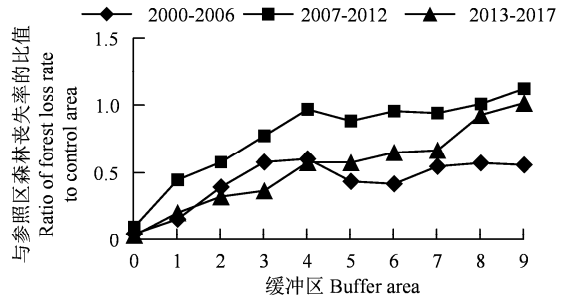


图 4 闽江流域自然保护区森林丧失时间和空间变化规律

Figure 4 Spatial variation of forest loss in Nature Reserves in the Mingjiang River Basin

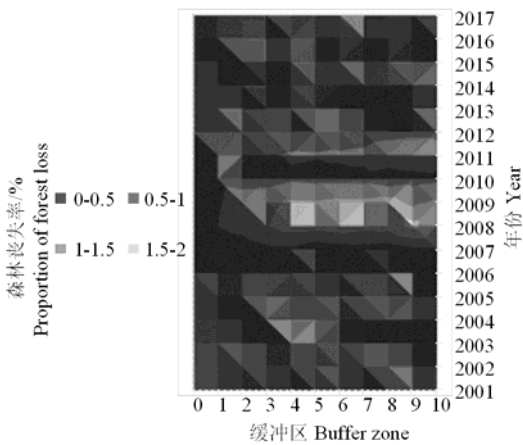


图 5 闽江流域自然保护区历年森林丧失变化趋势

Figure 5 Changes in forest loss over the years in Nature Reserves in the Mingjiang River Basin

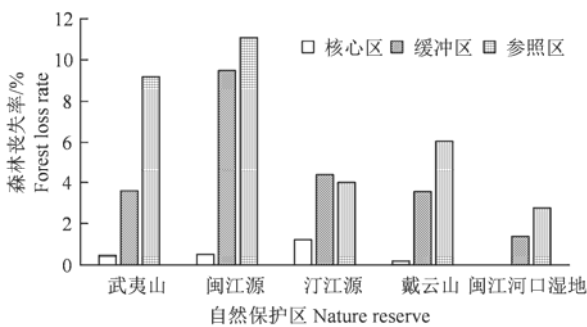


图 6 闽江流域各自然保护区森林丧失空间变化规律

Figure 6 Spatial variation of forest loss in Nature Reserves in the Minjiang River Basin

由图 5 可知,闽江流域自然保护区不同区域历年的森林丧失率介于 0 ~ 2% 之间,第 3 至第 10 环缓冲区在 2008 和 2009 年的森林丧失率较大,均大

于 1%。

3.2 闽江流域自然保护区森林丧失个体分析

由图 6 可知,除了汀江源国家级自然保护区,其他 4 个自然保护区的森林丧失率均呈现核心区<缓冲区<参照区的规律,且核心区的森林丧失率远小于其他 2 个区域。汀江源国家级自然保护区缓冲区的森林丧失率略高于参照区,说明该保护区的缓冲区存在一定程度的森林“泄漏”。

各自然保护区森林丧失率随着时间的变化规律如图 7 所示。武夷山、闽江源和汀江源 3 个闽江上游的国家级自然保护区不同缓冲带的森林丧失率随着时间的推移呈现先上升后下降的规律,在 2008、2009 或 2011 年出现峰值;而戴云山和闽江河口湿地 2 个闽江中下游的国家级自然保护区不同缓冲带的森林丧失率随着时间的推移呈现加剧的趋势。

从各自然保护区不同缓冲区的森林丧失率与对照区的森林丧失率(图 7 中的粗黑曲线)的对比上看,各保护区的缓冲区均存在不同程度的森林“泄漏”现象,在森林丧失率峰值出现的年份,森林“泄漏”现象尤为突出。其中,武夷山和闽江源国家级自然保护区的缓冲区森林“泄漏”集中出现在 2008、2009 和 2011 年,戴云山国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”在 2010—2017 年之间均有出现,闽江河口湿地国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”集中在 2013—2016 年之间,而汀江源国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”现象比较严重,几乎在整个研究期间 2001—2017 均不同程度地出现“泄漏”现象。

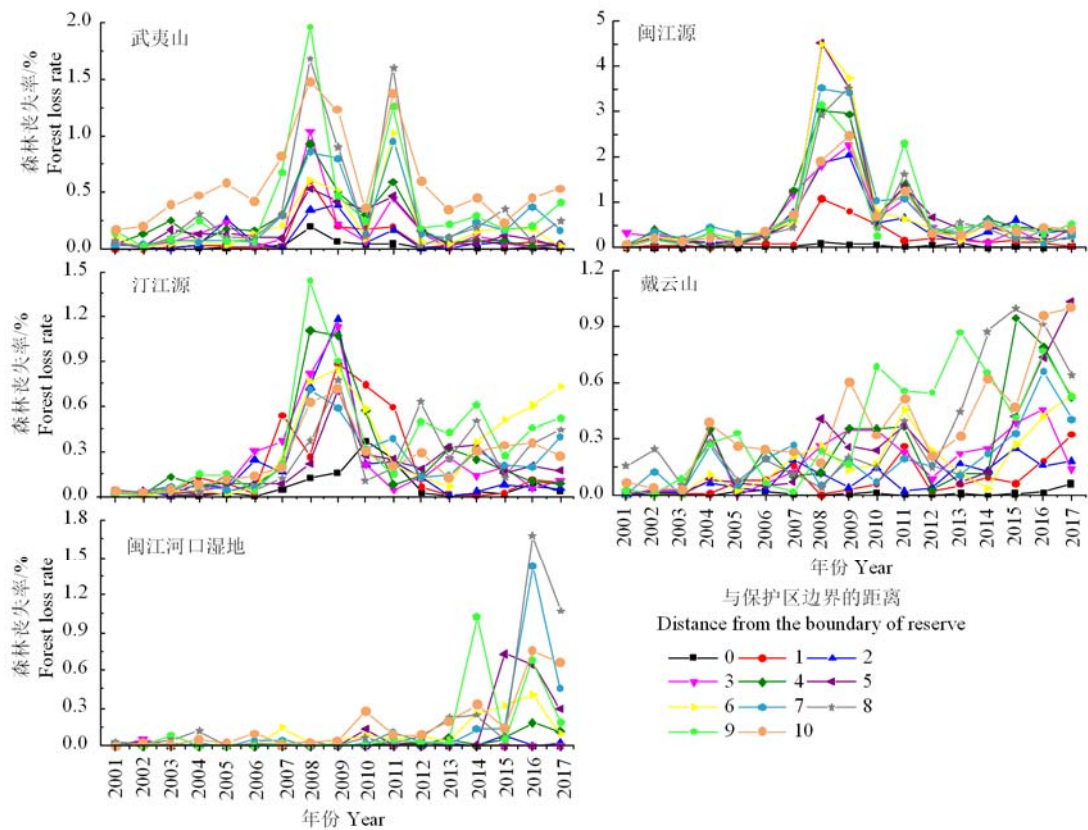


图 7 闽江流域各自然保护区森林丧失时空变化规律

Figure 7 Temporal and spatial variations of forest loss in Nature Reserves in the Minjiang River Basin

4 讨论与结论

借助美国马里兰大学提供的 Global Forest Change Dataset^[8]和资源环境数据云平台获取的各自然保护区边界,以闽江流域 5 个国家级自然保护区为研究对象,基于 ArcGIS 将保护区划分为核心区、缓冲区和参照区 3 种不同区域,并汇总各区域 2000—2017 年历年森林丧失动态变化规律。在此基础上,对 5 个国家级自然保护区核心区的保护效率和缓冲区的森林“泄漏”进行评价。结果表明:从总体上看,闽江流域 5 个国家级自然保护区核心区的保护效果理想,表现为在研究期间核心区森林丧失率 (0.51%) 远低于缓冲区森林丧失率 (5.39%) 与参照区森林丧失率 (7.71%);缓冲区森林丧失率与参照区森林丧失率比值均小于 1,这说明缓冲区未发生森林“泄漏”;森林丧失率的拐点出现在与自然保护区边界距离 2 km 处。从时间变化动态上看,不同区域的森林丧失率呈现随着时间的推移先升后降的趋势,在 2008 和 2009 年处达到峰值。从保护区个体上看,武夷山、闽江源和汀江源 3 个闽江上游的国家级自然保护区不同缓冲带的森林丧失率随着时间的推移呈现先上升后下降的规律,在 2008、

2009 或 2011 年出现峰值;而戴云山和闽江河口湿地 2 个闽江中下游的国家级自然保护区不同缓冲带的森林丧失率随着时间的推移呈现加剧的趋势。同时,研究表明各保护区的缓冲区均存在不同程度的森林“泄漏”现象,在森林丧失率峰值出现的年份森林“泄漏”现象尤为突出。其中武夷山和闽江源国家级自然保护区的缓冲区森林“泄漏”集中出现在 2008、2009 和 2011 年,戴云山国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”在 2010—2017 年之间均有出现,闽江河口湿地国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”集中在 2013—2016 年之间,而汀江源国家级自然保护区缓冲区的森林“泄漏”现象比较严重,几乎在整个研究期间,2001—2017 均不同程度地发生“泄漏”现象。

设立保护区是保护生物多样性的主要措施^[9],评估保护区的保护成效有助于提升自然保护区的管理水平。王昊等^[1]研究了 2000—2013 年间 407 个国家级保护区内森林面积的变化,结果表明保护区内森林面积净减率低于全国森林净减率 2.07%;Joppa 等^[10]评估了全球 147 个国家的自然保护区森林丧失率,其中 109 个国家的自然保护区在减缓森林丧失等方面有显著成效。森林“泄漏”现象在自然保

保护区周边邻近区域显著增加,而保护区内部森林受到的干扰较小^[11],不同的研究发现自然保护区的“泄漏”并非都是负效应,也有可能存在正效应^[12]。本研究结果表明闽江流域自然保护区的森林保护效果理想,且缓冲区的森林“泄漏”没有证据表明是普遍存在的,只有个别缓冲带在个别时间段出现森林“泄漏”,这取决于很多因素:(1)森林火灾隐患严重,防火队伍建设不足;(2)保护管理工作难度大,公众保护意识教育力度不足;(3)科技含量不高,缺乏完善的监测体系和数据管理体系,“泄漏”现象的出现也证明了监管的不足。因此,倘若不加以重视,随着森林砍伐和周边地区的土地利用变化导致“泄漏”,自然保护区会变得越来越孤立,导致生物多样性受到影响。

最后,本研究建议自然保护区周边具有良好森林覆盖的可以适当增加保护区的有效面积,从而加强保护自然保护区与周围环境之间的生态;加强保护区宣传教育,建立社区共管委员会,签订共管协议、发展替代经济,鼓励生态种养殖、完善保护区管理机制;加强基础设施建设、通过改善社会福利,保护当地安全和提供经济利益维持当地人民的生计等多种方法。除此之外,政府需意识到缓冲区的重要性,将缓冲区在法律上宣布为保护区保护工作中,不能将保护意识局限在保护区中。

参考文献:

[1] 王昊,吕植,顾垒,等.基于Global Forest Watch观察2000-2013年间中国森林变化[J].生物多样性,2015,

23(5): 575-582.

- [2] 祝萍,黄麟,肖桐,等.中国典型自然保护区生境状况时空变化特征[J].地理学报,2018,73(1): 92-103.
- [3] ANDAM K S, FERRARO P J, PFAFF A, et al. Measuring the effectiveness of protected area networks in reducing deforestation[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2008, 105(42): 16089-16094.
- [4] REN G P, YOUNG S S, WANG L, et al. Effectiveness of China's national forest protection program and nature reserves[J]. Conserv Biol, 2015, 29(5): 1368-1377.
- [5] 潘竟虎,徐柏翠.中国国家级自然保护地的空间分布特征与可达性[J].长江流域资源与环境,2018,27(2): 353-362.
- [6] LUI G V, COOMES D A. Tropical nature reserves are losing their buffer zones, but leakage is not to blame[J]. Environ Res, 2016, 147: 580-589.
- [7] 徐网谷,秦卫华,刘晓曼,等.中国国家级自然保护区人类活动分布现状[J].生态与农村环境学报,2015,31(6): 802-807.
- [8] HANSEN M C, POTAPOV P V, MOORE R, et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change[J]. Science, 2013, 342(6160): 850-853.
- [9] JOPPA L N, LOARIE S R, PIMM S L. On the protection of "protected areas"[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2008, 105(18): 6673-6678.
- [10] JOPPA L N, PFAFF A. Global protected area impacts[J]. Proc R Soc B, 2011, 278(1712): 1633-1638.
- [11] 王伟,辛利娟,杜金鸿,等.自然保护地保护成效评估:进展与展望[J].生物多样性,2016,24(10): 1177-1188.
- [12] WANG W, PECHACEK P, ZHANG M X, et al. Effectiveness of nature reserve system for conserving tropical forests: a statistical evaluation of Hainan island, China[J]. PLoS One, 2013, 8(2): e57561.