

文章编号: 1000-5862(2018)03-0236-06

海南红树林资源现状与预警研究

黄小兰^{1,2}, 张 婷¹, 谭人纲³

(1. 江西师范大学地理与环境学院 江西 南昌 330022; 2. 江西师范大学鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室 江西 南昌 330022;
3. 椰树集团有限公司 海南 海口 570101)

摘要: 通过实地考察、抽样样地调查等数据收集整理, 运用马尔可夫模型进行预测分析, 对海南红树林资源进行了较为全面的研究。研究表明: 近 50 年来海南红树林面积锐减, 自 2006 年出台相关计划后红树林面积减少的趋势才稍有好转。对海南红树林资源进行了预测, 发现从 2014 年起未来 10 年内海南红树林遭严重破坏或毁灭性破坏的概率较小, 能够较稳定发展的概率占总体概率的 50% 以上; 且从 2014—2015 年红树林保护管理的情况来看, 预估 2016—2024 年海南省红树林以恢复保护与轻度破坏为主。因此, 有必要进一步引导当地居民科学的生产生活方式, 有条件限制性地对沿海滩涂进行合理利用, 优化和完善海南省红树林湿地保护方案和管理机制。

关键词: 海南; 红树林; 现状; 预警

中图分类号: X 37; P 714 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2018.03.04

0 引言

红树林是我国海岸湿地类型之一^[1], 红树林生境独特, 物种多样, 生态功能明显, 社会效益良好, 具有很高的科研教育、生态保护等价值。海南省红树林生长在沿海一带河口港湾的滩涂上, 目前主要分布在海口、文昌、澄迈、儋州和三亚等 5 市县^[2]。近年来, 由于海南经济的发展, 沿海渔民的一些耕作模式如毁林挖塘、过度养殖、水位控制等造成红树林大批死亡^[3], 面积急剧减少, 现存留的红树林也以残次林或人工防护林为主^[4]。与此同时红树林还面临诸多破坏, 主要包括污染、生物入侵、过度捕捞和采集及堆土等^[5]。针对上述问题, 众多研究机构和专家学者对海南红树林现状和红树林湿地保护情况进行研究^[6-7]。在已有文献的基础上, 本文通过走访调查和模拟预测等方法, 对海南红树林资源现状深入摸底, 分析当前存在的问题并对未来的发展趋势进行预测后提出相应的保护对策。

海南岛经纬度在 19°20'N ~ 20°10'N, 108°21'E ~ 111°03'E 之间, 是我国全部位于热带海岛省份, 四周环海, 是我国红树林分布面积最广、种类最多、

生物多样性最丰富的地区之一。海南岛地势总体呈现中高周低的状态, 长约 290 km, 宽约 180 km, 总面积 3.39 万 km², 环岛拥有海岸线长约 1 528 km, 坐落大小海港 68 个, 为红树林的生长提供了良好的滩涂环境。如图 1 所示, 全岛位于热带季风气候区, 水热同期, 全年温暖, 降雨量大, 主要集中在夏季, 河流众多, 从中心向四周呈放射状流入大海。夏季河流径流量大, 冬季处于枯水状态, 提供了红树生长和繁殖适宜的水热条件。海南红树林湿地多集中在人口集中分布的东部和西部沿海港湾及河流入海口处^[8-9]。

1 研究方法

本文通过数据检索与收集、实地考察、抽样样地调查的方法进行研究。将实地调查和检索收集到的数据进行数理统计分析, 运用马尔可夫预测模型对统计数据预测, 研究海南红树林未来发展的趋势, 以探寻海南红树林资源现状和管理上的问题。

1.1 抽样调查

考察样地分为 2 类, 即有林区和红树林退化消失区。根据相关调查, 海南万宁牛岭红树林湿地是红

收稿日期: 2017-08-27

基金项目: 国家自然科学基金(41561002)资助项目。

作者简介: 黄小兰(1968-), 女, 江西赣州人, 副研究员, 博士, 主要从事水土资源与湿地生态方面的研究。E-mail: huangxia-olanlan@163.com

树林恢复建设中典型的地区,因此选择牛岭作为抽样调查的样地,并将红树林分布最集中的东寨港、清澜港、三亚湾、亚龙湾、莺歌海、洋浦港与历史上红树

林消失点的万宁小海、东奥、石梅湾杨梅港、陵水港、澄迈湾、昌化港 12 个地方作为实地考察的地点(见图 1)。

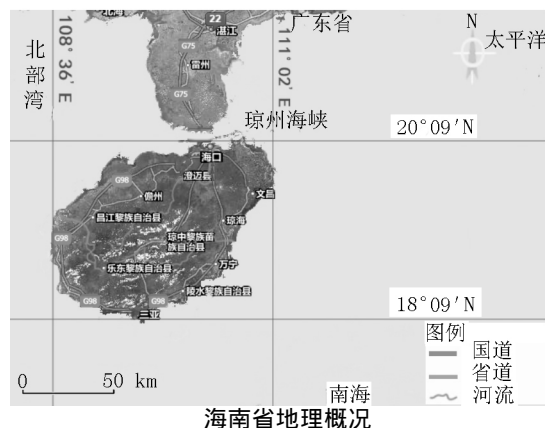


图1 研究区示意图

实地考察方式通过目测的方式进行,徒步穿越林间观察红树的地形和环境及周边生产建设情况,无法通达的地方通过望远镜进行观测,水域较广的则通过机动船和划木船的方式进行,对于无法观测到的地方采用爬树和站在地势高的地方进行。每个考察地林区内以选择 5 点观测为取样点,分别在林区边界适合的方位选取 4 点,林区中间选取 1 点,采取林内考察点的数目不定,直到能观测到整个观测点林区。

抽样调查时间为 2014 年 8 月,用于反映人工红树林种群密度的研究随机样地 1~10 样地位于海南省万宁市日月湾牛岭港近滩区,南北长约 500 m,东西宽约 250 m。布置了 10 个 10 m × 10 m 样方进行抽样调查,然后在每个样方内进行了 5 点取样法,分别在 4 个角和中间位置选取了 5 个 1 m × 1 m 的小样方,数量的估算计算方法为 10 m × 10 m 样方内每个 1 m × 1 m 样方数量,如图 2 所示。



图2 调查样方示意图

1.2 数据计算

1.2.1 密度计算 株数与样地面积的比值,表示某物种数量的密集程度,计算公式为 $p = n/m$,其中 p 为密度, n 为每个样方内植株树目, m 为每一个 10 m × 10 m 样方的面积。

1.2.2 马尔可夫预测法 本次预测采用马尔可夫预测法,是一种根据事件的目前状况来预测其将来

各个时刻(或时期)变动情况的一种预测方法,即 $\pi(1) = \pi(0)p$, $\pi(2) = \pi(1)p = \pi(0)p^2$, \dots , $\pi(k) = \pi(k-1)p = \dots = \pi(0)p^k$,其中 $\pi_i(k)$ 为状态概率,表示在初始($k=0$)状态为已知的条件下,经过 k 次状态转移后,在第 k 时刻处于状态 E_i 的概率; $\pi(0)$ 为初始状态概率向量; p 是状态转移矩阵。

1.2.3 预测计算与分析过程 考虑到马尔可夫预测法的缺点与不足,本文以不考虑 2014 年后无数据情况的人为修复工程下进行预测,同时将 1983—2014 年海南省红树林湿地发展变化的数据及情况按以下状态进行划分:(i) 将全省大部分地区红树林面积得以恢复建设和保护归于“恢复保护”,记为 E_1 ;(ii) 将全省局部地区少部分红树林面积减少归于“轻度破坏”,记为 E_2 ;(iii) 将全省多数地区各地区红树林一定面积减少归于“中度破坏”,记为 E_3 ;(iv) 将全省范围内多数地区红树林大面积减少归为“严重/毁灭破坏”,记为 E_4 。

利用马尔可夫预测方法进行转移概率计算,以此来预测海南未来 10 年红树林发展状态。1983—2014 年海南红树林发展状态变化情况统计见表 1。

根据 1983—2014 年状态转移情况预测未来 10 年发展趋势的计算过程为

$$\begin{aligned} p_{11} &= p(E_1 \rightarrow E_1) = p(E_1/E_1) = 3/10 = 0.3, \\ p_{12} &= p(E_1 \rightarrow E_2) = p(E_2/E_1) = 2/10 = 0.2, \\ p_{13} &= p(E_1 \rightarrow E_3) = p(E_3/E_1) = 4/10 = 0.4, \\ p_{14} &= p(E_1 \rightarrow E_4) = p(E_4/E_1) = 1/10 = 0.1, \\ p_{21} &= p(E_2 \rightarrow E_1) = p(E_1/E_2) = 7/9 \approx 0.7777, \\ p_{22} &= p(E_2 \rightarrow E_2) = p(E_2/E_2) = 1/9 \approx 0.1111, \\ p_{23} &= p(E_2 \rightarrow E_3) = p(E_3/E_2) = 0/9 = 0, \\ p_{24} &= p(E_2 \rightarrow E_4) = p(E_4/E_2) = 1/9 \approx 0.1111, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_{31} &= p(E_3 \rightarrow E_1) = p(E_1/E_3) = 0/7 = 0, \\ p_{32} &= p(E_3 \rightarrow E_2) = p(E_2/E_3) = 4/7 \approx 0.5714, \\ p_{33} &= p(E_3 \rightarrow E_3) = p(E_3/E_3) = 2/7 \approx 0.2857, \\ p_{34} &= p(E_3 \rightarrow E_4) = p(E_4/E_3) = 1/7 \approx 0.1429, \\ p_{41} &= p(E_4 \rightarrow E_1) = p(E_1/E_4) = 0/4 = 0, \\ p_{42} &= p(E_4 \rightarrow E_2) = p(E_2/E_4) = 2/4 = 0.5, \\ p_{43} &= p(E_4 \rightarrow E_3) = p(E_3/E_4) = 1/4 = 0.25, \\ p_{44} &= p(E_4 \rightarrow E_4) = p(E_4/E_4) = 1/4 = 0.25. \end{aligned}$$

表1 海南红树林发展状态转移情况

年份	序号	状态	年份	序号	状态
1983	1	E_1	1999	17	E_2
1984	2	E_2	2000	18	E_1
1985	3	E_1	2001	19	E_2
1986	4	E_3	2002	20	E_1
1987	5	E_2	2003	21	E_1
1988	6	E_4	2004	22	E_3
1989	7	E_2	2005	23	E_2
1990	8	E_1	2006	24	E_1
1991	9	E_3	2007	25	E_4
1992	10	E_3	2008	26	E_4
1993	11	E_4	2009	27	E_3
1994	12	E_2	2010	28	E_3
1995	13	E_2	2011	29	E_2
1996	14	E_1	2012	30	E_1
1997	15	E_1	2013	31	E_1
1998	16	E_3	2014	32	E_1

根据以上得知

$$P = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.1 \\ 0.7777 & 0.1111 & 0 & 0.1111 \\ 0 & 0.5714 & 0.2857 & 0.1429 \\ 0 & 0.5 & 0.25 & 0.25 \end{bmatrix}.$$

根据 2014 初始向量 $\pi(0) = (1 \ 0 \ 0 \ 0)$, 可得

$$\pi_j(k) = \pi(0)P^k = (1 \ 0 \ 0 \ 0) \cdot$$

$$\begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.1 \\ 0.7777 & 0.1111 & 0 & 0.1111 \\ 0 & 0.5714 & 0.2857 & 0.1429 \\ 0 & 0.5 & 0.25 & 0.25 \end{bmatrix}^k.$$

在 2015 年时 $k=1$, 从 2015—2024 年 k 的取值分别为 $k=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$. 当 $k=1$ 时, $\pi(1)$ 即为 2015 年 E_1, E_2, E_3, E_4 的状态概率, 有

$$\pi(1) = (1 \ 0 \ 0 \ 0) \cdot$$

$$\begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.1 \\ 0.7777 & 0.1111 & 0 & 0.1111 \\ 0 & 0.5714 & 0.2857 & 0.1429 \\ 0 & 0.5 & 0.25 & 0.25 \end{bmatrix} =$$

$$[0.3 \ 0.2 \ 0.4 \ 0.1].$$

同理, 当 $k=2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ 时, 依次类推

可得

$$\begin{aligned} 2016 \text{ 年 } \pi(2) &= [0.2455 \ 0.3608 \ 0.2593 \\ &\quad 0.1344], \\ 2017 \text{ 年 } \pi(3) &= [0.3542 \ 0.3045 \ 0.2059 \\ &\quad 0.1353], \\ 2018 \text{ 年 } \pi(4) &= [0.3451 \ 0.2944 \ 0.2363 \\ &\quad 0.1126], \\ 2019 \text{ 年 } \pi(5) &= [0.3455 \ 0.2534 \ 0.2547 \\ &\quad 0.1401], \\ 2020 \text{ 年 } \pi(6) &= [0.3007 \ 0.3128 \ 0.2460 \\ &\quad 0.1341], \\ 2021 \text{ 年 } \pi(7) &= [0.3435 \ 0.3125 \\ &\quad 0.2066 \ 0.1310], \\ 2022 \text{ 年 } \pi(8) &= [0.3461 \ 0.2870 \ 0.2292 \\ &\quad 0.1313], \\ 2023 \text{ 年 } \pi(9) &= [0.3580 \ 0.2432 \ 0.2577 \\ &\quad 0.1330], \\ 2024 \text{ 年 } \pi(10) &= [0.3165 \ 0.2337 \ 0.2700 \\ &\quad 0.1529]. \end{aligned}$$

2 结果与讨论

2.1 红树林资源现状与趋势

2.1.1 红树资源及滩涂现状 1950—2000 年, 海南岛红树林的总面积一直呈直线减少趋势^[10]. 20 世纪 50 年代中期, 海南岛共有红树林总面积 12 506.00 hm², 到 20 世纪 80 年代中期, 红树林总面积为 5 200.00 hm², 2000 年红树林总面积只有 3 923.22 hm², 仅为 20 世纪 50 年代中期的 31.37%^[11].

全省湿地红树类型多样, 2002 年红树半红树物种为 16 科 44 种, 保护面积达 7 000 多 hm²^[12]. 据 2012 年第 2 次湿地资源调查活动统计半红树、红树记有 35 种, 苦郎树、海芒果等天然半红树类 11 种, 白骨壤、水椰等天然红树记有 24 种.

海南省各县市分布有红树林资源的滩涂面积总计约 9 571.6 hm², 全省现有红树林面积少于滩涂面积的 1/2. 滩涂资源 93.62% 分布于海口市、文昌市、万宁市和三亚市, 其中海口东寨岗和文昌市清澜港滩涂最多, 分别占 60.09%、14.15% 和 12.28%, 总计约占全省滩涂面积的 86.52%^[13]. 而红树林主要生长分布于沿海地区河口港湾潮间带的滩涂上, 海口、文昌、澄迈、儋州、万宁和三亚等 10 个沿海市县的红树林面积占全岛红树林面积的 98.5%. 然而, 近 50 年来海南红树林面积锐减. 自 2006 年出台《海南红树林保护规划(2006—2015)》后, 海南红树

林面积减少的趋势稍微好转(见图 3)。

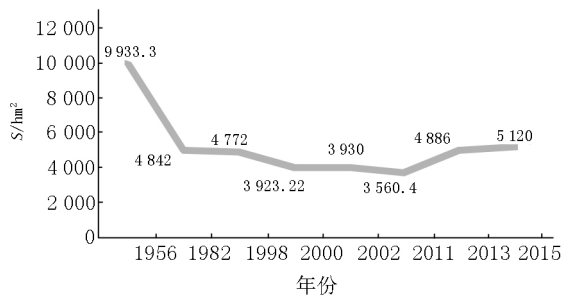


图 3 海南红树林历史变化情况

2.1.2 马尔可夫预测分析结果 调研发现,海南红树林资源现状不容乐观,为此,有必要进行后续的预警研究。根据海南红树林历年面积转变状态的统计情况,采用马尔可夫预测模型来预测海南未来 10 年红树林状态转变,预测结果见表 2。

表 2 海南红树林未来 10 年状态转变概率预测结果

年份	状态	概率	年份	状态	概率
2015	E_1	0.3	2020	E_1	0.307 7
	E_2	0.2		E_2	0.312 8
	E_3	0.4		E_3	0.246 0
	E_4	0.1		E_4	0.134 1
2016	E_1	0.245 5	2021	E_1	0.343 5
	E_2	0.360 8		E_2	0.312 5
	E_3	0.259 3		E_3	0.206 0
	E_4	0.134 4		E_4	0.131 0
2017	E_1	0.354 2	2022	E_1	0.346 1
	E_2	0.304 5		E_2	0.287 0
	E_3	0.205 9		E_3	0.229 2
	E_4	0.135 3		E_4	0.131 3
2018	E_1	0.345 1	2023	E_1	0.358 0
	E_2	0.294 4		E_2	0.243 2
	E_3	0.236 3		E_3	0.257 7
	E_4	0.112 6		E_4	0.133 0
2019	E_1	0.345 5	2024	E_1	0.316 5
	E_2	0.253 4		E_2	0.233 7
	E_3	0.254 7		E_3	0.270 0
	E_4	0.140 1		E_4	0.155 3

由表 2 可知,红树林发展状态转移概率总体呈现 $E_1 > E_2 > E_3 > E_4$,个别年份 E_1 与 E_2 相当,甚至出现 $E_2 > E_1$ 的情况, E_3 多在 0.2 附近跳动, E_4 在 0.1 附近波动。这表明从 2014 年后的未来 10 年内海南红树林遭严重破坏或毁灭性破坏的概率(E_4)较小,能够较稳定发展的概率占总体概率的 50% 以上。2016 年到 2024 年的 8 年内, $E_1 + E_2$ 值在 60% 左右波动, $E_3 + E_4$ 值在 40% 左右波动,总体状态仍然为 $E_1 + E_2 > E_3 + E_4$,即理想状态下恢复保护与轻度破坏是未来海南红树林保护与发展中的主要趋势。

近年来,海南红树林植物种类虽有所增加,但相对于历史上红树林种类而言,人为破坏下的红树林植物种类的消失无法挽回。特别是在 1956—2010 年间,海南省红树林面积减少趋势明显,生存与发展状态着实令人担忧:林区环境遭受严重破坏仍无明显恢复;林区渔业资源种类减少,数量大幅度匮乏;迁徙鸟类数量与种类常年统计缺失,本土鸟类更是消失无踪^[14]。因此,恢复造林增加红树林面积是目前刻不容缓的艰巨任务,必须做到严控对红树林的破坏行为,维护红树林的生态系统,增加红树林的生物多样性。

由于马尔可夫预测法在预测时不考虑环境因子的影响和人为的干预情况,而该状态概率是不固定的,受人为因子影响时其某个时刻的状态及状态概率将发生变化,因此不能将该预测结果作为唯一的判断标准,只能作为红树林保护中的决策参考。从 $E_1 + E_2 > E_3 + E_4$ 的发展状态趋势中,如果海南红树林保护不采取正当有效的措施加以保护管理,海南红树林遭中度、严重破坏的概率依然会在未来存在。其破坏概率甚至可能超过恢复保护的概率,即会出现 $E_3 + E_4 \geq E_1 + E_2$ 的情况,也就意味着海南红树科在遥远的未来将会成为濒危物种,因此需要对海南红树林加以科学有效地管理,有效防止破坏并保护。

2.2 红树林保护及恢复管理现状

2.2.1 红树林保护管理现状 目前海口市红树林仅分布在东寨港周边,但据海南地方志记载,海南省各市县历史上都有红树林分布。1990 年全省各市县红树林都有不同程度的减少,到 2000 年全省各市县红树林面积有所恢复,其中万宁红树林面积恢复了 2.3 hm²,而昌江红树林仍然没有恢复。到 2010 年,全省多个地区红树林面积都有小面积的恢复,但个别地区却恢复较少甚至完全被破坏,如琼海和万宁。

总体上,1990—2010 年海南红树林面积有恢复增长的趋势,虽然仍然存在地域性、间断性的破坏,但经过多年的努力,截至 2011 年海南省已经成立了 10 个红树林自然保护区,此外环岛的其他海岸区的 10 个市县也分布着许多非自然保护区的红树林。这说明 1990—2010 年海南红树林面积增长与红树林自然保护区的建立有着巨大的关系。值得注意的是,1985 年全省红树林总面积有 10 308 hm²^[15],但据 2011 年的统计红树林自然保护区面积大约为 8 3697 hm²,保存红树林面积仅 5 000 多 hm²^[16],也就意味着未归入保护区加以规范化保护与管理的红树林仍然处于被大面积破坏的状态。

目前海南红树林恢复建设与保护管理的经费支

持地区分配悬殊,经费主要用于支持有国家级自然保护区的地区红树林基础设施的建设与林区的维护,而大部分地区经费投入不足,基础设施不完善,个别地区甚至处于放置不管的状态。据海南省林业局数据,海南东寨港国家级自然保护区自建立至2010年,由海南省林业局和原琼山财政局计划拨款共计425万元,海口恢复造林投入资金3.65亿元,包括红树林在内的生态公益林建设补偿标准提高到 $255 \text{元} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,补偿资金额度高达14 745万元^[16],而陵水、东方等地区红树林恢复建设与保护管理缺乏资金支持,与地方红树林恢复建设与保护的基础设施缺乏有重大关系。

2.2.2 恢复造林及退耕还林情况 多年来红树林一直遭受严重的破坏,为了加强对红树林的保护与恢复建设,海南省开展了10年人工扩大红树林种植的规划,2002年海南展开了全省各市县第一轮恢复规划的工作^[17],重点恢复市县为红树林分布最多、遭破坏最严重的海口市、文昌市,而琼海、万宁、东方和临高这4个市县没有恢复规划计划。2006年完成编制《海南省红树林保护规划(2006—2015)》,规划10年内整合海南省现有的自然保护区,加大恢复和造林,到2015年,将海南省红树林保护区整合为1个,整合后保护区面积达 $1\,198.6 \text{ hm}^2$ 。截止2011年,全省完成造林 1.667 万 hm^2 ,完成退塘还林面积 0.127 万 hm^2 ,为全年造林任务 1.333 万 hm^2 的12.5%^[18]。

总体来说,海南省林业退耕项目取得了较好的成效。根据样地1~10的植物群落及周围环境调查,发现红树林恢复建成区的管理问题颇多,1、7、9、10样地植株数量大得惊人,且目测到的大多幼株间距不够1 cm,植株密度远超出国家标准;3、5样地的植株密度与其他样地则小很多,植株数量稀少,风折枯死居多,地面草的覆盖率则呈现几乎全部覆盖;10个样地中,除了2、8样地外,其余样地都以幼年植株居多,平均株高1.5 m以上的数量远远小于幼株数量,属于典型的撒种恢复区。据目测统计的垃圾情况来看,多数为人为丢弃的难降解白色固体垃圾,有牡蛎壳、塑料袋、白色塑料泡沫、瓶子等,其中靠近河流的2、4、6、8样地和有小路穿过的3、5样地统计到的垃圾位数最多。

2.3 红树林保护对策与建议

过去50多年间,海南红树林减少到了3 000多 hm^2 ,面积减少了约50%。红树林减少的主要原因是海岸线进行开发建设和当地居民有“赶潮”和滩涂养

殖的生活与生产方式。自2006年起虽然政府联合环境保护部门采取一系列措施,但红树林面积增多和恢复的趋势仅限于少量地区。通过调查分析发现,海南红树林生态系统破坏严重,像万宁小海、万宁东奥、陵水、澄迈港、昌化港等红树林消失的多数地区已经完全被现代文明所取代,而像万宁石梅湾、陵水新村港等地区红树林湿地也正在被规划建设的沿海房地产慢慢吞噬。这一系列现状表明海南红树林仍然面临严峻的考验,虽然预测表明未来8年内良好发展的状态概率约占60%,但仍然存在中度及重度破坏的可能性为40%,如果不能采取正确的处理方案和合理的权衡方式来解决红树林保护与社会发展之间的矛盾,随着时间的发展,将会产生一系列环境问题和社会矛盾。

对此,海南红树林保护管理及对策应该包含以下几个方面:

1) 加大恢复已经退化的红树林生态系统的力度。恢复扩大红树林区和红树林面积,严格规划海南省沿海市县滩涂地的使用,建立补偿机制来调和退耕还林与居民经济作业之间的矛盾,恢复被非法占用的重点滩涂区,加大裸露滩涂宜林区成林建设,在宜林滩涂和次生林地加大造林和育苗补植红树林。

2) 落实红树林湿地保护区的土地使用权。根据红树林实际情况,明确划分核心区、缓冲区和实验区的界限范围,并设定界线和建立界碑。

3) 整合红树林保护区并加大保护宣传力度。将沿海所有红树林保护区整合为一个大保护区,同时加大红树林保护宣传力度,构建宣传教育培训基地,印发宣传材料,鼓励当地群众和中小學生参与生态造林、义务植树活动,并通过网络与纸媒等多种方式发动社会各阶层对红树林保护工作的支持。

4) 加大红树林基础设施建设、基础设备构建和资金支持。多渠道筹集资金来支持红树林日常管理和建设,完善红树林基础设施,加强红树林科学保护与管理的专业人才团队建设,提高管理水平。对恢复建设区进行科学监控与维护,定期对林区进行考察和监视,及时查缺补漏,去除枯死并补种。

5) 将红树林湿地的管理权全部划给红树林湿地保护部门,取缔一林多权参与的分散管理模式,并落实责任制,确保红树林管理部门在红树林保护与经济发展建设中的绝对参与权和干预权。

6) 严格执法,防止地区领导滥用职权。坚持可持续发展,走生态发展道路,红树林保护中应坚持以保护红树林为核心,慎重对红树林资源利用的经济开发与投资,严格审批,坚决否决高污染、大破坏的开发

项目 坚持生态效益为主导 三大效益协调统一原则。

3 参考文献

- [1] 邱霓,徐颂军,邱彭华,等.南沙湿地公园红树林物种多样性与空间分布格局[J].生态环境学报,2017,26(1):27-35.
- [2] 吴瑞,王道儒.东寨港国家级自然保护区现状与管理对策研究[J].海洋开发与管理,2013,30(8):73-76.
- [3] 但新球,廖宝文,吴照柏,等.中国红树林湿地资源、保护现状和主要威胁[J].生态环境学报,2016,25(7):1237-1243.
- [4] 陶列平,黄世满.海南省三亚地区红树林植物资源与群落类型的研究[J].海南大学学报:自然科学版,2004,22(1):70-74.
- [5] 廖宝文,张乔民.中国红树林的分布、面积和树种组成[J].湿地科学,2014,12(4):435-440.
- [6] 黄星,辛琨,李秀珍,等.基于斑块的东寨港红树林湿地景观格局变化及其驱动力[J].应用生态学报,2015,26(5):1510-1518.
- [7] 吴瑞,陈晓慧,陈丹丹,等.海南省新英湾红树林资源现状调查分析[J].热带农业科学,2016,36(8):35-37.
- [8] 涂志刚,陈晓慧.海南岛海岸带滨海湿地资源现状与保护对策[J].湿地资源与管理,2014,10(3):49-51.
- [9] Zhang Yaoling, Du Jingzhou, Peng Bo, et al. Chemical and spectroscopic characterization of dissolved humic substances in mangrove-fringed estuary in the eastern coast of Hainan Island, China [J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2013, 31(2):454-463.
- [10] 吴培强,张杰,马毅,等.近20a来我国红树林资源变化遥感监测与分析[J].海洋科学进展,2013,31(3):406-413.
- [11] 何海军,温家声,张锦炜,等.海南红树林湿地生态系统服务价值评估[J].生态经济,2015,292(4):145-149.
- [12] 丁冬静,廖宝文,管伟,等.东寨港红树林自然保护区滨海湿地生态系统服务价值评估[J].生态科学,2016,35(6):182-190.
- [13] 郝清玉,刘强,钟琼芯,等.海南省重点退耕还林区5年植被恢复调查与分析[J].防护林科技,2009(5):5-8.
- [14] Zhang Guogang, Liang Wei, Liu Dongping, et al. Species abundance and conservation of coastal wintering waterbirds in Hainan Island, China [J]. Chinese Birds, 2010, 1(3):204-210.
- [15] Yao Yifeng, Subir B, Kumudranjan N, et al. A comparative study of mangrove floras in China and India [J]. Forest Eco Systems, 2011, 13(3):173-182.
- [16] 海南省林业厅.2011年工作总结及2012年工作计划[R].海口:海南省林业厅,2011.
- [17] 海南林业局.海南省义务植树和国土绿化工作情况[R].海口:海南省林业厅,2011.
- [18] 海南省林业厅.海南省林业基本情况[R].海口:海南省林业厅,2012.

The Studies on Current Status and Pre-Warning Mechanism of Mangroves in Hainan

HUANG Xiaolan^{1,2}, ZHANG Ting¹, TAN Rengang³

(1. College of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China; 2. Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Ministry of Education, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China; 3. Coconut Palm Group Company Limited, Haikou Hainan 570101, China)

Abstract: The data is collected through field trips and sampling plot survey, and Markov model is used to predictive parsing. The study shows that the area of mangroves in Hainan has declined sharply in the last 50 years, and the trend of mangrove area reduction has improved slightly since the related plan was introduced in 2006. The mangrove resources are predicted in Hainan, and it is found that the probability of serious destruction or destructive destruction of mangroves in Hainan in the next 10 years will be relatively small since 2014, the probability of stable development accounts for more than half of the total probability. From the perspective of mangrove conservation management in 2014 and 2015, it is predicted that mangrove forest in Hainan province will mainly be restored to protect and slight damage in 2016 to 2024. Therefore, it is necessary to guide the scientific production and life style of the local residents, and make reasonable use of the coastal tidal flats, and optimize and perfect the protection plan and management mechanism of the mangrove wetland in Hainan province.

Key words: Hainan; mangroves; current status; pre-warning mechanism

(责任编辑: 刘显亮)