

文章编号: 1674-7054(2016)04-0477-07

# 海南红树林植物资源现状及其保护策略

辛欣<sup>1</sup>, 宋希强<sup>1</sup>, 雷金睿<sup>2</sup>, 方赞山<sup>3</sup>, 孟千万<sup>1</sup>

(1. 海南大学 园艺园林学院, 海口 570228; 2. 海南省林业科学研究所, 海口 571100;

3. 海南省珠峰林业生态研究所, 海口 570012)

**摘要:** 红树林是热带和亚热带海岸带上特有的森林群落, 为极其独特的生态系统。海南红树林植物种类十分丰富, 有红树植物 38 种, 其中真红树植物 26 种, 半红树植物 12 种, 属典型的东方群系。因环境破坏、生境丧失和人为干扰等因素的影响, 多数物种的生存环境已遭到严重破坏, 群落结构日趋简单; 水椰 *Nypa fruticans*、红榄李 *Lumnitzera littorea*、海南海桑 *Sonnerati hainanensis* 等物种已处于濒危状态。笔者由此提出“两个核心 + 四个层面”的恢复手段, 即建立种质资源保育基因库、采取红树林复合种植模式、完善红树林立法体系、加强红树林科研深度、提高遥感技术利用水平以及开展湿地生态旅游等多种保护策略, 为红树林的生态恢复和园林应用提供参考。

**关键词:** 红树林; 濒危植物; 保育; 园林应用

中图分类号: X 37

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2016.04.012

红树林是指自然生长在热带、亚热带的陆地与海洋交界处的海岸潮间带或海潮能到达的河流入海口的植物群落<sup>[1]</sup>, 可抵抗潮汐和洪水冲击, 保护堤岸, 提供木材、食物、药材及化工材料的原料, 塑造旅游城市中的自然和人文特色景观等, 具有很高的生态、经济、景观价值<sup>[2]</sup>。根据生活型将红树林植物分为真红树植物、半红树植物和红树林伴生植物 3 类, 可与其他海洋沼泽植物明显区分开来<sup>[1]</sup>。我国红树林自然分布于海南榆林港(18°9′N)至福建福鼎沙埕湾(27°20′N)之间的海南、广东、广西、福建及台湾、香港、澳门等 7 省区<sup>[3]</sup>。海南作为我国红树林分布的热点地区之一, 包括真红树植物 26 种, 半红树植物 12 种, 伴生植物 41 种。早期对红树林植物资源调查和群落分析结果表明, 1985 年海南红树林植物种类就有 15 科 19 属 29 种, 分布范围广且群落结构较丰富<sup>[4]</sup>。然而垃圾污染、外来物种入侵、海边围塘养殖、港口建设、水上运输等造成的环境破坏对红树林资源造成了巨大的威胁; 再加上长期对红树林资源无序的开发利用, 使我国的红树林, 尤其是海南的红树林面积锐减, 且多个物种处于濒危状态。随着国家把红树林纳入沿海防护林体系建设工程计划中, 海南红树林的保护和管理工作才渐有成效。目前关于海南红树林的现状和保护管理情况缺少较系统全面的资料, 为此, 笔者从海南红树林的地理分布、资源现状、濒危状况以及其利用与保护策略等方面入手, 总结该地区红树林的生境、树种种类、群落结构的特征, 并对濒危红树林植物的现状进行评价, 提出有效的保护策略, 为红树林的造林恢复和园林应用提供参考。

## 1 地理分布

中国红树林断续分布于东南沿海热带和亚热带海岸、港湾、河口湾等受掩护水域, 红树林天然林分布北界为福建省福鼎县, 南界为海南岛南岸<sup>[5]</sup>, 最新数据显示我国红树林的总面积为 24 578 hm<sup>2</sup><sup>[6]</sup>。海南

收稿日期: 2016-09-24

基金项目: 海南大学教育改革研究项目(观赏花卉学慕课建设)(JG00120160529); “园艺学”省级重点学科建设(FZ0220160912)

作者简介: 辛欣(1991-), 女, 海南大学园艺园林学院 2014 级硕士研究生, E-mail: cicciquee@163.com

通信作者: 孟千万(1978-), 男, 博士, 研究方向: 植物分类学与繁殖生态学, E-mail: 1064740351@qq.com

红树林主要分布在北部的海口、东部的文昌、西部的临高、儋州及南部的三亚、陵水。其中,位于东部海岸的东寨港和清澜港红树林保护区是海南最大的红树林分布区(图 1)。

海南的红树林林地面积从 20 世纪 50 年代开始,经历了急剧减少后缓慢增加的变化过程。1950 年初海南红树林面积曾达到 9 992 hm<sup>2</sup>,约占当时中国红树林总面积的 1/4;1973 年红树林总面积从近万公顷减少到 5 991 hm<sup>2</sup>,其中东寨港和清澜港占海南红树林总面积的 60%<sup>[7]</sup>。1985 年,海南红树林面积已减少至 4 836 hm<sup>2</sup><sup>[4]</sup>。从 1990 至 2013 年,红树林面积开始缓慢增加<sup>[5]</sup>,已由 3 795.5 hm<sup>2</sup> 增加至 4 891.2 hm<sup>2</sup>。

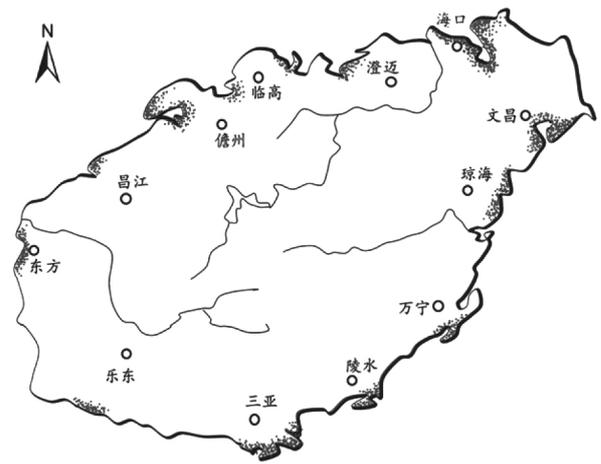


图 1 海南红树林分布图

Fig.1 Distribution of mangroves in Hainan

## 2 物种多样性

海南拥有红树林植物 79 种,占全球红树林植物总数(86 种)的 92%,现有的红树林植物包括红树植物 38 种(表 1),占海南红树林植物区系总数的 49%,其中真红树植物 26 种(包含 2 个杂交种和 2 个引进种)隶属于 11 科 15 属;半红树植物 12 种,隶属于 10 科 12 属。按生活型分类,乔木占比重较大,灌木占少数,仅有 2 种蕨类。天然分布的真红树和半红树植物(36 种)相比其邻近各省份在数量上占了极大的优势,其次分别为广东(19 种)和广西(18 种)。与 1985 年相比,海南各地红树林内少见秋茄 *Kandelia obovata* 散生,红榄李 *L. littorea* 和水芫花 *Pemphis acidula* 的分布也不多见,尤其是红榄李,已成为海南乃至我国和世界上的濒危红树植物<sup>[8]</sup>;新增了拟海桑 *S. gulniga*、无瓣海桑 *S. apetala*、拉关木 *Laguncularia racemosa* 3 种真红树植物。在此期间,东寨港从孟加拉国引进无瓣海桑 *S. apetala*,并试种成功;之后还从澳大利亚引进澳洲白骨壤 *Avicennia marina* var. *australasica*、小花木榄 *Bruguiera parviflora*、红茄冬 *Rhizophora mucronata* 等;从墨西哥引进拉关木 *L. racemosa*、美国大红树 *R. mangle*、萌芽白骨壤 *Aegialitis germinans*、直立柱果木 *Conocarpus erectus*,长势较好<sup>[9]</sup>。真红树植物的增加和个别种的濒危说明了海南的红树林种群正在缓慢恢复,但人为干扰和海岸开发造成的红树林植物种类和种群规模的下降却难以逆转。

## 3 植被群落类型

海南红树植物属东方类群<sup>[2]</sup>,群落类型较复杂,其组成主要以红树科、紫金牛科、棕榈科、马鞭草科和海桑科为主,主要种群落类型有:红海榄群落、正红树群落、角果木群落、木榄群落、海莲群落、白骨壤群落、桐花树群落、海桑群落和水椰群落。有学者认为还包括银叶树群落、榄李群落和木果楝群落<sup>[4]</sup>和海漆群落<sup>[10]</sup>。涂志刚等的调查结果表明,海南红树植物群落主要由红海榄群落、正红树群落、角果木群落、木榄群落、海莲群落、白骨壤群落、桐花树群落、海桑群落和榄李群落等 9 种组成<sup>[11]</sup>。

海南的部分红树林植物群落在不断的演替过程中保留了较完整的序列,但不少群落已出现严重退化,甚至消失。分布最广、面积最大的群落由红海榄群落变为白骨壤群落,红海榄群落次之。红树林群落层次结构逐渐单一且多呈单优林状态。红树林植被中天然红树林较少,多为次生林或者萌生林,且有较多的红树林疏林地。无瓣海桑自引进后,由于其适应性广泛,不仅在广东等地大量成林,在海南也大面积种植,形成了结构单一的大面积人工林,不利于天然红树林的生长。

表 1 海南的真红树植物和半红树植物种类与其邻近地区的比较

Tab. 1 The difference of true mangrove and semi-mangrove species between Hainan and its adjacent areas

科 名	种 名	海南	广西	广东	台湾	香港	澳门	福建
1 卤蕨科 Acrostichaceae	1 卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i>	+	+	+	+	+	+	△
	2 尖叶卤蕨 <i>A. speciosum</i>	+	-	-	-	-	-	-
2 楝科 Meliaceae	3 木果楝 <i>Xylocarpus granatum</i>	+	-	-	-	-	-	-
3 大戟科 Euphorbiaceae	4 海漆 <i>Excoecaria agallocha</i>	+	+	+	+	+	-	△
4 海桑科 Sonneratiaceae	5 杯萼海桑 <i>Sonneratia alba</i>	+	-	-	-	-	-	-
	6 海桑 <i>S. caseolaris</i>	+	-	◇	-	-	-	-
	7 海南海桑 <i>S. hainanensis</i>	+	-	-	-	-	-	-
	8 卵叶海桑 <i>S. ovata</i>	+	-	-	-	-	-	-
	9 拟海桑 <i>S. gulngai*</i>	+	-	-	-	-	-	-
	10 无瓣海桑 <i>S. apetala#</i>	◇	◇	◇	-	-	-	◇
	11 木榄 <i>Bruguiera gymnohiza</i>	+	+	+	△	+	-	+
5 红树科 Rhizophoraceae	12 海莲 <i>B. sexangula</i>	+	-	◇	-	-	-	◇
	13 尖瓣海莲 <i>B. sexangula</i> var. <i>rhympchopetala</i>	+	-	◇	-	-	-	◇
	* 角果木 <i>Ceriops taga</i>	+	△	+	△	-	-	-
	15 秋茄 <i>Kandelia obovata</i>	+	+	+	+	+	+	+
	16 红树 <i>Rhizophora apiculata</i>	+	-	-	-	-	-	-
	17 红海榄 <i>R. stylosa</i>	+	+	+	+	△	-	◇
	6 使君子科 Combretaceae	18 红榄李 <i>Lumnitzera littorea</i>	+	-	-	-	-	-
19 榄李 <i>L. racemosa</i>		+	+	+	+	+	-	◇
20 拉关木 <i>Laguncularia racemosa#</i>		◇	◇	◇	-	-	-	◇
7 紫金牛科 Myrsinaceae	21 桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	+	+	+	-	+	+	+
8 马鞭草科 Verbenaceae	22 白骨壤 <i>Avicennia marina</i>	+	+	+	+	+	+	+
9 爵床科 Acanthaceae	23 小花老鼠簕 <i>Acanthus ebracteatus</i>	+	+	+	-	-	-	-
	24 老鼠簕 <i>A. ilicifolius</i>	+	+	+	-	+	+	+
10 茜草科 Rubiaceae	25 瓶花木 <i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	+	-	-	-	-	-	-
11 棕榈科 Palmae	26 水椰 <i>Nypa fruticans</i>	+	-	-	-	-	-	-
12 梧桐科 Sterculiaceae	27 银叶树 <i>Heritiera littoralis</i>	+	+	+	+	+	-	◇
13 莲叶桐科 Hernandiaceae	28 莲叶桐 <i>Hernandia nymphaeifolia</i>	+	-	-	-	-	-	-
14 豆科 Leguminosae	29 水黄皮 <i>Pongamia pinnata</i>	+	+	+	+	+	-	-
15 锦葵科 Malvaceae	30 黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i>	+	+	+	+	+	-	+
	31 杨叶肖槿 <i>Thespesia populnea</i>	+	+	+	+	+	-	◇
16 千屈菜科 Lythraceae	32 水芫花 <i>Pemphis acidula</i>	+	-	-	+	-	-	-
17 玉蕊科 Barringtoniaceae	33 玉蕊 <i>Barringtonia racemosa</i>	+	-	-	+	-	-	◇
18 夹竹桃科 Apocynaceae	34 海杧果 <i>Cerbera manghas</i>	+	+	+	+	+	+	◇
19 马鞭草科 Verbenaceae	35 苦郎树 <i>Clerodendrum inerme</i>	+	+	+	+	+	+	+
	36 钝叶臭黄荆 <i>Premna obtusifolia</i>	+	+	+	+	-	-	-
20 紫葳科 Bignoniaceae	37 海滨猫尾木 <i>Dolichandrone spathacea</i>	+	-	+	-	-	-	-
21 菊科 Compositae	38 阔苞菊 <i>Pluchea indica</i>	+	+	+	+	+	+	+

注: 1. 本表仅统计天然分布种类(包括已经灭绝者)和引种驯化后被广泛种植种; 2. “+”表示有自然分布“-”表示无自然分布“△”表示灭绝“◇”表示引种成功“\*”表示杂交种“#”表示成功引种驯化种; 3. 1~27 为真红树植物 28~39 为半红树植物

Note: 1. This table includes statistical natural distribution species, the extinct species and the domestication species widely cultivated; 2. “+” represents the natural distribution, “-” represents no natural distribution, “△” represents extinction, “◇” represents successful introduction, “\*” represents a hybrid species, “#” represents successful introduction and domestication; 3. 1~27 is the true mangrove plants, 28~39 is the semi mangrove plants

表 2 海南红树植物特有种及濒危种保护情况  
Tab. 2 Endemic species and endangered situation of mangrove plants in Hainan

红树植物名录 Mangrove plants	海南特有种 Endemic species in Hainan	省级重点 保护种 Species under pro- vincial pro- tection	国家重点保 护种 Species under State protection		中国稀有濒 危保护种 Endangered species un- der State protection		中国生物多样 性保护行动计 划优先保护种 species under the Biodiversity Protection Ac- tion Plan in Chi- na	中国植 物红皮 书 Red book of Flora in China IUCU	红色名录 Red list plants	
			国家 II级	国家 III级	濒危 II级	渐危 III级			极 危	濒 危
海南海桑 <i>Sonneratia . hainanensis</i>	+	+	+		+		+	+		
拟海桑 <i>S. gulngai</i>		+						+		+
杯萼海桑 <i>S. alba</i>		+								
海桑 <i>S. caseolaris</i>										+
尖瓣海莲 <i>B. sexan- gula var rhympchope- tala</i>		+								
卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i>		+								
尖叶卤蕨 <i>A. specio- sum</i>	+	+								
红榄李 <i>Lumnitzera littorea</i>		+	+		+			+		+
榄李 <i>L. racemosa</i>		+								
水椰 <i>Nypa fruticans</i>		+		+			+			+
瓶花木 <i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>		+								
水芫花 <i>Pemphis acidula</i>		+								
海滨猫尾木 <i>Doli- chandrone spathacea</i>		+								
银叶树 <i>Heritiera lit- toralis</i>		+								
红树 <i>Rhizophora apiculata</i>		+								
木果楝 <i>Xylocarpus granatum</i>										+

#### 4 特有性及濒危等级

过去 60 多年,海南失去了近 50% 的红树林,且不少红树林物种已经濒危。目前,水椰、红榄李、海南海桑、杯萼海桑、卵叶海桑、拟海桑和木果楝等红树林植物在海南已处于濒危状态(表 3)<sup>[12-14]</sup>。水椰作为子遗植物,在植物分类区系、地理植物学及古植物学的研究方面有重大意义,已被列为国家三级保护植物。海南海桑和尖叶卤蕨作为海南特有种,已被列入省级重点保护名录,其中海南海桑不仅是国家二级重点保护植物,而且在 2010 年被列入中国珍稀濒危二级植物名录中,2013 年则被列入了 IUCN 红色名录,成为极危种。

#### 5 资源保护策略

红树林的保护是建立在气候变化、经济发展和环境治理的相互作用之下的一个极其复杂的、多尺度的恢复治理过程。虽然红树林本身具有很强的抗自然干扰,如热带风暴或海啸的能力,但人为干扰的退化影响往往是不可逆的<sup>[15]</sup>。因此对红树林的恢复发展不应该只是狭义地在其资源保护和对气候环境变化的适应上寻找策略,而应该依据海南当地的需求来科学的规划,制定多中心和多层面的保护策略。对

于海南红树林资源的保护,笔者建议应秉持“生态恢复”的保护理念,以“增加物种多样性”和“丰富群落层次”为核心,在“政策、科研、技术、应用”等多个层面上来采取相应手段,形成兼顾生态效益、经济效益和景观效益的多元化的战略保护方针(图2)。

5.1 增加物种多样性,建立种质资源保育基因库和苗圃基地 东寨港保护区建立了我国首个红树植物引种园<sup>[11]</sup>。经30多年的保育和造林恢复,海南真红树和半红树植物种类已由29种增加至38种;但新增的9种仅有3种为真红树植物,且其中2种为人工造林的外来引进物种。天然分布种虽然较其他邻近地区丰富齐全,但是仍有不少濒临灭绝(表2-3)。因此建立红树林种质资源保育基因库和体系成熟的苗圃基地已迫在眉睫。鉴于红树林植物种类较多,笔者建议,优先建立红榄李、海南海桑等濒危物种的保育基地,其他物种再逐步增加。

5.2 丰富群落层次,优化群落结构 丰富群落层次,优化群落结构是生态恢复的重要手段之一。当前海南人工单一树种造林和已退化的低矮残次林较多,且“白骨壤+桐花树+秋茄”等较稳定群系已逐渐消失<sup>[10]</sup>。盲目利用人工引种来增长红树林面积是目前存在的主要问题<sup>[16]</sup>,这将导致海南南部和北部种类互通,种群差异性减小,红树林群落结构的复杂性和多样性持续下降。笔者建议应选择具适宜气候、底质和水文等环境条件的红树林宜林地,多应用乡土树种,辅以多树种种植,构建群落层次的丰富多样性和稳定性。在日本关东平原矮林的造林恢复中,已证实选用乡土树种造林对增加物种多样性卓有成效<sup>[17]</sup>。此外采取“红树+半红树+伴生种”的多层次复合种植模式,优化群落结构,以避免群落的趋同性,实现红树林的造林恢复从数量上到质量上的转变,以促进红树林的可持续发展。

5.3 实施政策调控,实现依法治理和全民保护 红树林面积自20世纪50年代开始,在经过下降后略有回升,说明海南的保护工作已取得一定成果,红树林正在缓慢恢复。自1980年建立东寨港红树林自然保护区,至今已在海南建立了以红树林为主要保护对象的自然保护区9个,并且制定了红树林保护的相关法律法规,相继颁布了《海南省自然保护区管理条例》《海南省红树林保护规定》等。尽管如此,人为干扰对海南红树林仍造成了难以逆转的破坏,尤其是长期不合理地开发利用滩涂林地,肆意砍伐红树植物,过度捕捞,围田造塘,甚至在红树林滩涂内进行咸水鸭养殖<sup>[18]</sup>。这些行为严重侵占和危害了红树林的生存空间,使红树林的生境受到了不同程度的生活垃圾的污染,导致了红树林生长品质下降,面积锐减,残次林比重增大。创建自然保护区,可以抵消人类活动对环境的影响,是保护红树林等沿海生态系统的的一个重要步骤<sup>[19]</sup>。目前可在现有基础上加设海南红树林自然保护区的创建。同时,加强红树林有关法规建设,使红树林免受进一步破坏,完善立法系统,强化对不法行为的监督和惩罚,执法必严,违法必究,实现依法治理来保护红树林资源。此外,基于群众普遍缺乏参与和保护红树林的积极性,笔者建议可在红树林自然保护区及其附近村落进行教育培训,加强群众的保护意识,引导群众参与其保护事项,形成“创建保护区+立法保护+全民参与”的一体化保护流程。

5.4 加强对红树林植物的科学研究,为其资源利用和造林恢复提供参考 对海南红树林植物的深入研究多涉及红树林的生态系统、引种造林及其生境内的生物物种变化<sup>[20-22]</sup>等问题,但在红树林植物的药用、半红树植物的特性和应用、红树林湿地生态系统及其景观变化与分析<sup>[23-25]</sup>等问题的研究上,还需进一步深入研究。笔者建议海南红树林植物未来的科学研究重点如下:(1)加深红树林植物的药用研究,红树林植物中具药用功能的有15种隶属于10科,具体药用用途共49种,目前被广泛报道的仅20种<sup>[26]</sup>。因此,应丰富和拓宽红树林民间药用情况,加强药用红树林植物资源的管理和可持续开发利用。(2)加强半红树植物在沿海防护林体系建设中的应用研究及其产物的多样性研究,目前海南对半红树植物的造林技术及其产物的应用研究仍较为欠缺,充分利用半红树林植物资源,可创造一定经济价值,优化、丰富造

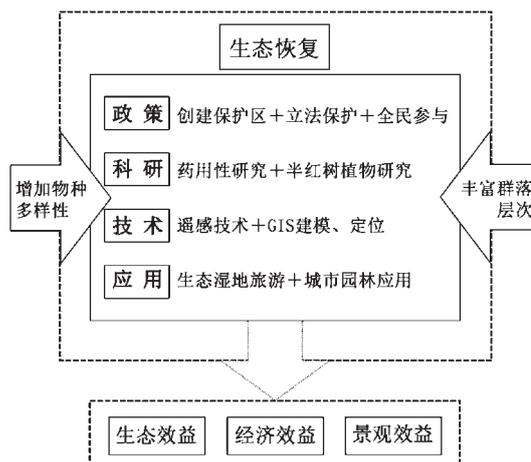


图2 多元化战略保护策略示意图  
Fig.2 Schematic diagram of diversity protection strategy

林恢复中红树林的群落层次,增加物种多样性。

5.5 提高遥感技术应用水平,监测海南红树林的动态变化 我国红树林保护管理缺乏统一理论指导的主要原因之一是缺乏从国家尺度利用遥感技术系统挖掘红树林动态变化过程<sup>[27]</sup>。提高遥感技术应用水平,可以更准确的对海南红树林湿地进行调查与评估,监测种群分布,利用综合信息监测可估算红树林的生物量、群落分层结构、病虫害及其与海平面变化的关系等。同时利用GIS系统建模,加大红树林自然保护区之间的联系,将海南红树林种质资源、分布等数据进行网络共享,不仅利于物种的保护管理,还可利用其进行定点、定位观测,在红树林的不同潮间带进行引种扩种、人工培养的造林研究,从而筛选出适合定点地区滩涂的速生丰产林树种,避免外来物种的入侵,为红树林造林恢复提供参考。

5.6 开展湿地生态旅游规划,提高经济效益 经济利益是促进当地的利益相关者参与红树林恢复和管理的主要因素,红树林可提供多样化的服务、市场,解决周边人们的生计需求问题,这是其资源开发的主要驱动力<sup>[28]</sup>。红树林湿地是处于陆地生态系统与海洋生态系统过渡的一类特殊的湿地生态系统,因其独特的生境、形态特征和生存方式形成了独有的观赏特性。国外很早就认为对红树林湿地进行生态旅游规划是管理和保护红树林、创造红树林经济价值的重要途径之一,也是可持续发展的旅游资源开发利用方式<sup>[29]</sup>。海南拥有大面积的红树林,不仅可以在保护区,如东寨港红树林保护区内大力开展红树林生态旅游项目,也可在红树林的沿海村落内发展红树林乡村旅游规划,还可将红树林景观与别墅和酒店结合起来,联合国外设计师对海南红树湾进行景观改造。这样不仅拉动了当地群众的创收,激励人们去自发维护红树林生态旅游区的可持续发展,而且在宣传红树林保护意识的同时将红树林景观完美的与人类生活生产相结合。

5.7 提高红树林的园林应用水平,塑造特色滨海景观 提高红树林植物的园林应用水平,不仅能应用其独特性营造富有乡土特色和滨海特色的城市景观,还可增加红树林植物在市区的知名度,合理结合宣传可以提高市民的保护意识。目前我国半红树植物已有不少通过引种驯化后,在广东、福建、台湾和海南等地栽培,其中引种驯化和栽培技术比较成熟的几种半红树植物有黄瑾 *H. tiliaceus*、水黄皮 *P. pinnata* 和海芒果 *C. manghas* 等<sup>[30]</sup>,它们多用来做行道树、庭院绿化树种或滨海树种。值得一提的是在未来红树林植物的园林应用上,除了关注其形态特征之外,还需考虑对人体健康安全的影响,如海芒果虽树形优美,是极佳的观花、观果树种,但其果有剧毒,若应用在园林景观中难以避免被幼儿或者好奇的游客误食,造成不必要的伤亡,因此不宜大面积的应用在生活景观中,可栽于公园或苗圃的特定位置以围栏隔离,用于科普教育。

海南红树林植物资源丰富,具有重要的科研价值及潜在的经济价值。在制定并执行合理的保护策略上,对其进行适当地开发利用,不仅可以有效的恢复红树林群落结构,增加红树林林地的物种多样性,完善红树林生态系统,而且还能结合其产物多样性和景观独特性等创造可观的经济价值,促进海南岛经济的发展。

## 参考文献:

- [1] 王文卿,王瑁. 中国红树林[M]. 北京:海洋出版社,2007.
- [2] 林鹏. 中国红树林研究进展[J]. 厦门大学学报(自然科学版),2001,40(2):592-603.
- [3] Luzhen Chen, Wenqing Wang, Yihui Zhang, et al. Recent progresses in mangrove conservation, restoration and research in China[J]. Journal of Plant Ecology, 2010, 2(2): 45-54.
- [4] 林鹏,卢昌义. 海南岛的红树群落[J]. 厦门大学学报(自然科学版),1985(1):508-514.
- [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(4):435-440.
- [6] 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(3):406-414.
- [7] 贾明明. 1973~2013年中国红树林动态变化遥感分析[D]. 长春:中国科学院研究生院(东北地理与农业生态研究所),2014.
- [8] 叶勇,翁劲,卢昌义,等. 红树林生物多样性恢复[J]. 生态学报,2006,26(4):1243-1250.
- [9] 廖宝文,郑松发,陈玉军,等. 海南东寨港几种国外红树植物引种初报[J]. 中南林学院学报,2006,26(3):63-67.
- [10] 谢瑞红. 海南岛红树林资源与生态适宜性区划研究[D]. 儋州:华南热带农业大学,2007.
- [11] 涂志刚,陈晓慧,吴瑞. 海南省红树林自然保护区红树林资源现状[J]. 海洋开发与管理,2015(10):90-99.
- [12] 方彦,谢春平. 海南岛珍稀濒危植物区系研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(4):138-140.

- [13] 广东省植物研究所编写组. 海南植物志(第一卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1964: 166 – 167.
- [14] 傅立国. 中国珍稀濒危植物 [M]. 上海: 上海教育出版社, 1989.
- [15] Aditya Ghosh, Susanne Schmidt, Thomas Fickert, et al. The Indian Sundarban Mangrove Forests: History, Utilization, Conservation Strategies and Local Perception [J]. *Diversity* 2015, 7(2): 149 – 169.
- [16] 王丽荣, 李贞, 蒲杨婕, 等. 近 50 年海南岛红树林群落的变化及其与环境关系分析——以东寨港、三亚河和青梅港红树林自然保护区为例 [J]. *热带地理* 2010, 30(2): 114 – 120.
- [17] Iida S, Nakashizuka T. Forest fragmentation and its effect on species diversity in sub-urban coppice forests in Japan. [J]. *Forestry Ecology and Management*, 1995, 73(1/2/3): 197 – 210.
- [18] 彭逸生, 周炎武, 陈桂珠. 红树林湿地恢复研究进展 [J]. *生态学报* 2008, 28(2): 786 – 797.
- [19] Luiza Teixeira de Almeida, João Luís Sampaio Olímpio, Ana Flávia Pantaleona, et al. Evaluating ten years of management effectiveness in a mangrove protected area [J]. *Ocean & Coastal Management* 2016, 125: 29 – 37.
- [20] 任健, 阎冰, 洪葵. 海南东寨港红树林不同植被土壤微生物群落结构比较 [J]. *微生物学报* 2012, 52(6): 736 – 743.
- [21] 张莉, 郭志华, 李志勇. 红树林湿地碳储量及碳汇研究进展 [J]. *应用生态学报* 2013, 24(4): 1153 – 1159.
- [22] 戴好富, 梅文莉, 洪葵, 等. 海南 16 种红树植物的肿瘤细胞毒活性筛选 [J]. *中国海洋药物* 2005, 24(6): 44 – 46.
- [23] 牟美蓉, 蒋巧兰, 王文卿. 真红树和半红树植物叶片氯含量及叶性状的比较 [J]. *植物生态学报* 2007, 31(3): 497 – 504.
- [24] 王计平, 邹欣庆, 左平. 基于社区居民调查的海岸带湿地环境质量评价——以海南东寨港红树林自然保护区为例 [J]. *地理科学* 2007, 27(2): 249 – 255.
- [25] 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.
- [26] 杜钦, 韦文猛, 米东清. 京族药用红树林民族植物学知识及现状 [J]. *广西植物* 2016, 36(4): 405 – 412.
- [27] 孙永光, 赵冬至, 郭文永, 等. 红树林生态系统遥感监测研究进展 [J]. *生态学报* 2013, 33(15): 4523 – 4538.
- [28] Denis Worlanyo Aheto, Stephen Kankam, Isaac Okyere, et al. Community-based mangrove forest management: Implications for local livelihoods and coastal resource conservation along the Volta Estuary catchment area of Ghana [J]. *Ocean & Coastal Management* 2016, 127: 43 – 54.
- [29] Jozi S A, Rezaian S. Presentation of strategic management plan in ecotourism development through SWOT [J]. *International Conference on Chemistry and Chemical Engineering* 2010, 8: 358 – 362.
- [30] 李安彦. 广西山口红树林自然保护区红树林群落景观及园林应用研究 [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2009.

## Mangrove Plants Resources and Its Conservation Strategies on Hainan

XIN xin<sup>1</sup>, SONG Xiqiang<sup>1</sup>, LEI Jinrui<sup>2</sup>, FANG Zanshan<sup>3</sup>, MENG Qianwan<sup>1</sup>

(1 College of Horticulture and Landscape Architecture, Hainan University, Haikou, Hainan 570228, China;

2 Hainan Research Institute of Forestry Sciences, Haikou, Hainan 571100, China;

3 Hainan Zhufeng Institute of Forestry Ecology, Haikou, Hainan 570012, China)

**Abstract:** Mangrove is a unique plant community in tropical and sub-tropical coast areas that has multi-ecological benefits. Now there is a total of 38 species of mangrove plants in Hainan, including 26 species of true-mangrove plants and 12 semi-mangrove plants. However, the environmental threats, habitat loss and human disturbance occurred in the mangroves in the last decades, leading to severe damages to the living environment of most of the mangrove species. Community structure in the mangroves tended to become more simple and unstable. Some species, such as *Nypa fruticans*, *Lumnitzera littorea* and *Sonnerati hainanensis*, have been becoming endangered in recent years. A series of suggestions and protection methods are brought forward for the future ecological restoration and landscape application, such as establishing the gene pool for germplasm resource conservation, multiple cropping of the mangrove, improving the legislation system, strengthening research in the mangroves, and promoting the development of remote sensing techniques and the eco-tourism of the wetland.

**Keywords:** Mangrove; endangered plants; conservation; landscape application