

广东湛江红树林自然保护区及附近海岸 互花米草入侵与红树林保护*

郭欣¹ 潘伟生¹ 陈粤超¹ 张苇¹
何韬¹ 刘一鸣¹ 刘文文² 张宜辉²

(1. 广东湛江红树林国家级自然保护区管理局, 广东 湛江 524000; 2. 厦门大学环境与生态学院, 福建 厦门 361102)

摘要 对广东湛江红树林自然保护区范围内和周边区域的外来植物互花米草 (*Spartina alterniflora*) 的生长分布进行了实地调查。结果显示, 雷州半岛东、西海岸均有互花米草的分布, 总面积达 12.6 hm², 徐闻海安新港码头是互花米草在中国大陆分布的最南端。调查发现, 互花米草和乡土红树植物的生态位重叠, 虽然致密的红树林内未见互花米草的生长分布, 但互花米草比乡土红树植物更耐淹水, 表现为在光滩前沿低潮位仅有互花米草的分布。鉴于互花米草在雷州半岛分布范围广、生境类型多样、扩散增长迅速的现状, 建议对互花米草应采取“早发现, 早清除”的治理措施, 并开展跟踪监测, 及时掌握互花米草的扩散动态。

关键词 互花米草; 红树林; 生物入侵; 雷州半岛; 管护对策

中图分类号: S722.5 文献标识码: A 文章编号: 2096-2053 (2018) 04-0058-06

Invasion of *Spartina alterniflora* and Protection of Mangroves in Guangdong Zhanjiang Mangrove National Nature Reserve and Adjacent Coastal Area

GUO Xin¹ PAN Weisheng¹ CHEN Yuechao¹ ZHANG Wei¹
HE Tao¹ LIU Yiming¹ LIU Wenwen² ZHANG Yihui²

(1. The Administrative Bureau of Zhanjiang Mangrove National Nature Reserve, Zhanjiang, Guangdong 524000, China; 2. College of the Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361102, China)

Abstract The exotic plant of *Spartina alterniflora* was surveyed across the Zhanjiang Mangrove National Nature Reserve and adjacent areas in Leizhou Peninsula. The results showed that *S. alterniflora* was spreading along the east and west coast of Leizhou Peninsula, and covered 12.6 hm² in area. Xingang Harbor in Hai'an, Xuwen was the most southern distribution site of *S. alterniflora* in mainland China. *S. alterniflora* overlapped with the native mangroves along intertidal zones, but no *S. alterniflora* was found in the intact mangroves forest. *S. alterniflora* can growth in the lower elevation in the mudflat than mangrove species, which showed that *S. alterniflora* can tolerance to more inundated habitats. According to the invading condition that *S. alterniflora* had a broad distribution area, occurred in diverse habitats, and a fast spread rate in Leizhou Peninsula, it's suggested that the effective control measures and monitoring of *S. alterniflora* should be taken, to help the protection of mangroves in this Region.

Key words *Spartina alterniflora*; mangroves; biological invasion; Leizhou Peninsula; strategies of management and conservation

* 基金项目: 国家自然科学基金项目 (31770464)。

第一作者: 郭欣 (1984—), 男, 助理工程师, 主要从事红树林保护研究, E-mail: 740076393@qq.com。

通信作者: 张宜辉 (1975—), 男, 副教授, 主要从事滨海湿地群落生态学研究, E-mail: zyh@xmu.edu.cn。

互花米草 (*Spartina alterniflora*) 原产美洲大西洋沿岸及墨西哥湾, 在原产地是最为常见的盐沼植物, 具有重要的生态作用, 不仅可以保滩护堤、拦淤造陆, 而且可以产生大量有机物质, 是海岸带重要的第一生产力的提供者, 也是滨海生物的栖息地、繁育场和饵料基地^[1]。我国于1979年从美国引入互花米草, 经过近40年的扩散和入侵, 互花米草已分布到沿海各省, 其爆发规模远大于世界其他地区^[2-3]。互花米草的迅速蔓延, 给海岸带生物多样性和滩涂养殖业等带来严重影响, 并于2003年被国家环境保护总局列入首批入侵我国的16种外来入侵种名单而受到广泛重视和关注, 成为我国滨海湿地保护和恢复所面临的亟待解决的生态和环境问题之一^[4]。

互花米草通常生长在河口、海湾等沿海滩涂的潮间带及受潮汐影响的河滩上, 具有很强的生命力, 生态耐受幅很广, 其可以生存的土壤pH值范围在4.5~8.5之间, 盐度范围在10‰~60‰之间, 还可以忍受每天长达12个小时的水淹^[5]。互花米草也是一种根状茎多年生植物, 其无性系分株经过三、四个月的营养生长之后就可以达到性成熟, 并于秋天开花结实。互花米草主要通过无性繁殖和有性繁殖两种方式进行扩散和传播, 主要的途径有克隆生长、断裂的根状茎繁殖以及种子繁殖等, 其中无性繁殖的主要作用是维持已建立的种群, 而有性繁殖的作用则主要体现在开拓新生境, 实现远距离的扩散^[4]。

雷州半岛是互花米草在中国大陆分布的最南端。据初步调研, 互花米草在2006年前后扩散进入雷州半岛, 并能够通过有性繁殖扩散并占据光滩和稀疏的红树林生境, 对红树林的更新生长造成了影响。为加强对红树林湿地的监测和管理, 本研究通过野外调查, 获得广东湛江红树林国家级自然保护区内互花米草的生长分布状况; 分析互花米草生长分布与环境因子的相关关系, 预测其扩散趋势; 评估不同类型红树林群落对互花米草入侵的抵御能力; 提出雷州半岛互花米草防控措施, 为该区域红树林的保护和管理提供科学依据。

1 研究区概况

广东湛江红树林国家级自然保护区(以下简称保护区)位于广东省西南部的湛江市, 雷州半

岛沿海滩涂上, 跨湛江市境内的徐闻县、雷州市、遂溪县、廉江市, 以及麻章区、坡头区、开发区、霞山区, 总面积20 279 hm², 是我国红树林面积最大、种类较多、分布最集中的滨海湿地类型自然保护区。保护区地处北热带和南亚热带季风气候区, 特殊的地理位置, 适宜的雨热条件, 构成红树林生长和繁衍的理想生境。

2 研究方法

于2013年5月至9月开展实地调查, 调查范围不仅限于保护区划定的范围(总计调查27个保护小区), 还拓展到保护区各小区周边及保护区外围的海岸带。主要通过步行、乘船、望远镜观测等方式进行观测, 并在保护区各保护站人员的配合下, 通过详细咨询当地群众。所选取的调查地点都是在多年巡查和生产活动过程中获得的信息。为获得互花米草随时间的扩散动态, 选择互花米草生长分布的典型区域(雷州附城北家村, “附城—北家至下岚”保护小区内), 在2013—2015年开展3年连续地面和无人机观测。

依照滨海湿地生态监测技术规程(HY/T 080—2005)、红树林生态监测技术规程(HY/T 081—2005), 和《植物群落清查的主要内容、方法和技术规范》开展调查^[6-8], 获得互花米草生长分布现状、分布区环境特征, 以及互花米草生长分布区红树林现状。

3 结果与分析

3.1 保护区及附近海岸互花米草生长分布现状

3.1.1 互花米草空间分布 通过实地踏查, 保护区内有8个保护小区出现互花米草(表1), 占所调查的27个保护小区的29.6%, 占保护区所有68个保护小区的11.8%。其中, 徐闻、雷州、廉江、坡头和东海均有互花米草的生长分布, 而遂溪、麻章和霞山未发现互花米草。在雷州半岛东海岸, 从北到南, 互花米草分布在坡头、东海、雷州、徐闻; 在西海岸, 互花米草仅分布在廉江。在其邻近的沙田半岛, 互花米草广泛分布。另外, 我们在海安新港码头也发现了互花米草, 这是互花米草在中国大陆分布最南端的记录。

互花米草主要分布在光滩上。在有红树林生长分布的区域, 主要沿靠海一侧的滩涂分布, 有的生长在红树林林缘。在红树林生长分布稀疏的

表1 湛江红树林国家级自然保护区各保护小区内互花米草生长状况

Table 1 Growth of *Spartina alterniflora* within small-reserves in Zhanjiang Mangrove National Nature Reserve

县(市、区) County	保护小区 Small-reserve	株高范围 Range of plant height /cm	株高 Plant height/ cm	基径 Basal diameter/cm	密度 Density/ shoot · m ⁻²
徐闻 Xuwen	和安—公港 + 水头 + 金鸡	45~135	84.6 ± 12.0	0.5 ± 0.1	269 ± 33
	和安 + 新寮—金鸡 + 佳平 + 和安 + 新丰	40~160	83.7 ± 11.1	0.7 ± 0.1	231 ± 25
	新寮—南湾 + 港六 + 嵩头	38~107	64.9 ± 6.3	0.7 ± 0.1	202 ± 24
	锦和—那板	35~75	53.0 ± 6.5	0.5 ± 0.1	140 ± 15
雷州 Leizhou	附城—北家至下岚 (北家)*	30~138	72.8 ± 18.3	0.9 ± 0.2	256 ± 9
	附城—北家至下岚 (土角)*	34~160	75.1 ± 9.4	0.8 ± 0.2	142 ± 20
廉江 Lianjiang	高桥—红寨 + 德耀	70~165	112.1 ± 14.8	0.6 ± 0.1	205 ± 29
坡头 Potou	乾塘—大仁堂 + 南寨	60~115	83.6 ± 12.5	1.4 ± 0.2	176 ± 16
东海 Donghai	民安—西湾 1	35~150	93.2 ± 5.1	0.8 ± 0.1	168 ± 13

注: *二者属同一个保护小区, 由于面积大, 观测了北家和土角两个地点。表中株高、基径和密度数据为平均值 ± 标准差。

Note: *these two sites belong to the same small-reserves, because the area of this small-reserve is big, we measured the Beijia and Tujiao site. The data of plant height, basal diameter, and density are mean ± standard.

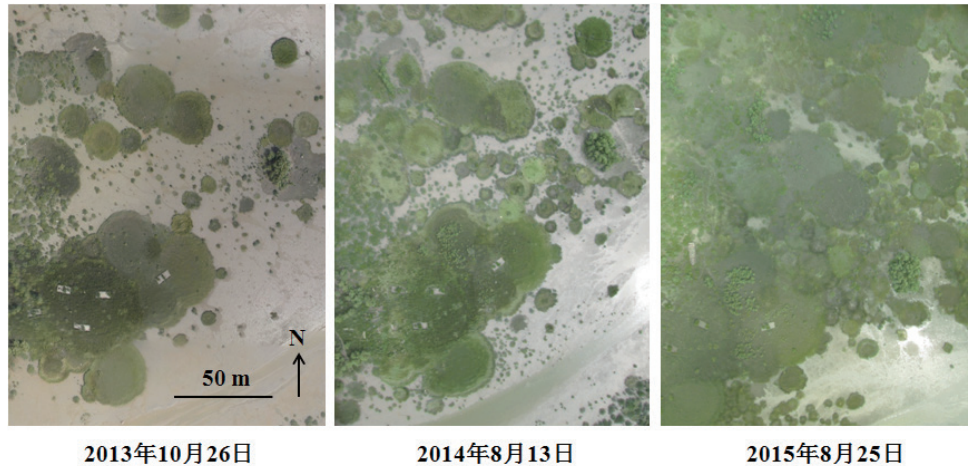
区域, 也有扩散到红树林内的情况。互花米草还可以随潮水扩散到潮沟边和废弃的鱼塘内。无论是淤泥质还是沙质滩涂, 互花米草均有生长分布。从总体上来看, 互花米草主要分布在风浪较小的内湾。综上, 互花米草不仅与红树林的生长分布区重叠, 且其生长的潮位比红树植物的更低。

3.1.2 互花米草分布面积 调查结果显示: 保护区内互花米草的总面积达 125 944 m²。各县区的互花米草的面积大小依次为雷州 (64 438 m²) > 徐闻 (42 084 m²) > 东海 (13 637 m²) > 廉江 (5 485 m²) > 坡头 (300 m²) > 遂溪、麻章、霞山 (0); 以出现互花米草的 8 个保护小区来看, 互花米草的面积大小最大的是雷州的“附城—北家至下岚”保护小区 (64 438 m²)。另外, 徐闻的“和安 + 新寮—金鸡 + 佳平 + 和安 + 新丰”保护小区 (33 905 m²), 东海的“民安—西湾 1”保护小区 (13 637 m²) 也均超过 10 000 m²。在保护区范围之外, 徐闻外罗湾 (519 m²) 和海安新港码头 (405 m²) 的互花米草面积均较小。而广西沙田半岛南端连片的互花米草面积 (200 000 m²) 就超过了雷州半岛现有调查到的互花米草面积的总和。在调

查过程中, 我们有发现当年种子萌发后生长的实生苗小斑块, 其斑块直径仅为 10~20 cm 左右; 也有斑块通过无性繁殖扩张, 直径可达 30~40 m, 形成近千平方米的大斑块; 邻近的斑块相互融合, 形成更大的斑块, 本次调查中最大的斑块面积达 8 000 m²。

受多方面条件限制, 本次调查未能涵盖所有 68 个保护小区。在所调查的 27 个保护小区内 (占保护小区总数的 39.7%, 以及占保护小区总面积的 43.0%), 通过步行、乘船、望远镜观测等方式也未能覆盖所有的潮间带范围。但本次调查过程中, 在保护区各保护站人员的配合下, 并通过详细咨询当地群众, 所选取的调查地点都是在多年巡查和生产活动过程中获得的信息, 同时排除了一些未发现互花米草的保护小区, 以及互花米草难以扩散生长的区域 (如遂溪、麻章等地河流上游的保护小区)。因此, 现有的调查结果, 基本上可以体现保护区现有的互花米草生长分布状况。

3.1.3 互花米草生长指标 保护区范围内, 各保护小区互花米草的生长指标为: 株高 30~165 cm, 基径 0.5~1.4 cm, 密度 96~384 株/m² (表 1)。从



注：雷州北家，2013—2015年无人机航拍。Note: Aerial photos taken by unmanned aerial vehicle from 2013 to 2015 at Beijia site in Leizhou.

图1 互花米草扩散动态
Fig.1 Expansion of *Spartina alterniflora*

表2 湛江红树林国家级自然保护区各保护小区内优势红树植物株高

m

Table 2 Plant height of the dominant mangrove species within small-reserves in Zhanjiang Mangrove National Nature Reserve

县(市、区) County	保护小区 Small-reserve	白骨壤 <i>Avicennia marina</i>	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	秋茄 <i>Kandelia obovata</i>	红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i>
徐闻 Xuwen	和安—公港+水头+金鸡	1.0~1.2	1.5~2.0	3.0~4.0		8.0~12.0
	和安+新寮—金鸡+佳平+和安+新丰	0.6~0.8			1.5~2.0	
	新寮—南湾+港六+嵩头	1.0~1.2			1.5~2.0	2.0~3.0
	锦和—那板	0.5~0.8	0.6~0.8	2.0~2.5		4.0~6.0
雷州 Leizhou	附城—北家至下岚(北家)*	1.3~1.5	0.4~0.6	0.8~1.2		8.0~12.0
	附城—北家至下岚(土角)*	0.5~1.2		1.5~2.0		6.0~15.0
廉江 Lianjiang	高桥—红寨+德耀	2.5~3.5	2.5~3.5	4.0~5.0	4.0~5.0	10.0~15.0
坡头 Potou	乾塘—大仁堂+南寨					8.0~12.0
东海 Donghai	民安—西湾1	0.5~1.5	0.6~0.8	1.0~1.2	1.2~1.5	4.0~6.0

注：*二者属同一个保护小区，由于面积大，观测了北家和土角两个地点。

Notes: *these two sites belong to the same small-reserves, because the area of this small-reserve is big, we measured the Beijia and Tujiao site.

平均株高来看，从北到南，呈现降低的趋势。在保护小区范围外，徐闻海安新港码头沙岛上的几丛互花米草较为高大，平均株高达到 119.8 ± 11.9 cm；沙田半岛的互花米草平均株高 (127.9 ± 14.0 cm) 高于雷州半岛所有的样方。

2013—2015年开展3年连续无人机观测结果

见图1。可以看出：在相同的区域 ($19\ 200\ m^2$)，互花米草斑块迅速扩大 (单侧斑块边缘，向外生长速度为 $1.0\sim 2.5\ m/年$)，加上每年新增的斑块，潮间带滩涂逐步被互花米草所占据。3年互花米草的面积依次为 $7\ 132$ 、 $10\ 235$ 和 $15\ 323\ m^2$ ，分别占该区域总面积的 37.1% 、 53.3% 和 79.8% 。

3.2 互花米草生长分布区环境特征

雷州半岛互花米草均生长在潮间带淤泥质和沙质土壤上。淤泥质土壤的含水量较高 (> 30%), 而沙质土壤的含水量相对较低。互花米草耐盐能力强, 现有分布地点的海水盐度和土壤间隙水盐度均在 20‰ 左右, 均适合互花米草的生长。特别是在雷州北家 (通明河河口附近) 和廉江高桥 (洗米河河口), 河流淡水输入的在一定程度上降低了互花米草生长环境中的盐度, 对互花米草的生长更为有利。

3.3 互花米草生长分布区红树林现状

上述保护区范围内, 互花米草生长分布区红树植物的株高见表 2。白骨壤 (*Avicennia marina*) 是雷州半岛分布面积最大的红树植物。在良好的生境中, 白骨壤高达 3.0~4.0 m, 但在逆境中, 其生长高度多在 1.0 m 以下; 桐花树 (*Aegiceras corniculatum*) 和秋茄 (*Kandelia obovata*) 在良好生境和逆境中的株高变化情况和白骨壤相似。人工引种的无瓣海桑 (*Sonneratia apetala*) 株高比乡土红树植物高, 成熟植株通常在 6.0~10.0 m, 最高可达 15 m 以上。

4 结论与讨论

4.1 在保护区, 互花米草的分布呈现以下特点:

(1) 互花米草扩散范围广, 生境类型多样, 数量呈增长趋势: 互花米草生长分布多样的生境类型, 表明其具有较强的适应性。目前在东海岸, 以雷州湾以及新寮内湾为主要分布中心; 在西海岸, 以廉江高桥为分布中心, 将进一步持续向外扩散。而在徐闻外罗湾、海岸新港码头等地其分布密度较低, 处于扩散的早期阶段; (2) 互花米草和乡土红树植物的生态位重叠: 互花米草主要生长于平均海平面至平均高潮位之间的广阔滩面以及河口湾^[5], 而红树林只能占据平均海平面 (或稍上) 与回归潮平均高潮位之间^[9], 因此这两类植被在潮滩上的生态位完全重叠。在沿潮位分布上, 互花米草比乡土红树植物更耐淹水, 表现为在光滩前沿低潮位仅有互花米草的生长分布; (3) 物种特性、干扰和人为活动共同决定互花米草的传播扩散趋势: 物种到达新的生境, 需要经历一定的适应时间, 达到一定的种群密度, 并产生可育的后代, 才可突破传播扩散的瓶颈。在雷州半岛东海岸, 互花米草最早于 2006 年前后通过人工种植

引入, 在短短 2~3 年, 就出现自然扩散。人为引入加快了新的物种的建立; 在西海岸, 互花米草于 1994 年引种到高桥对岸的北界村^[10], 于近年来扩散进入高桥红树林保护区外围滩涂。这些都表明互花米草具有很强的适应和扩散能力。现有的大量滩涂适合互花米草的生长, 是互花米草潜在的分布区域。致密的红树林内未见互花米草的生长分布, 表明红树林可以抵御外来物种的进入。但雷州半岛时有雷雨、台风等灾害性天气的袭击。据档案资料记载, 在雷州半岛地区, 经常有 4~6 级的大风, 每年更有 5 次以上 8~12 级台风、强台风登陆, 台风带来暴雨和海浪冲击海岸, 对红树林的生长和繁衍有很大的影响。此外, 人类活动也会导致红树林退化。据统计 1958—1985 年间, 沿海各县 (市) 对红树林进行了不同程度的砍伐, 围海造田、围塘养殖、采薪等活动强度大, 致使红树林面积不断缩小, 红树林群落逐渐趋向简单。保护区内的红树林由于长期遭受人为破坏, 已没有原生群落, 绝大部分为天然次生林, 且次生成熟林也不多。以上多方面因素共同作用, 将影响互花米草的扩散。

4.2 在引入无瓣海桑之前, 雷州半岛分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄, 主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落, 林木平均高度为 1~2 m, 少数为 5~6 m。湛江红树林群落为离散型分布, 分布不连续, 通常位于海湾及河流出海处, 以片段出现。红树群落的外貌简单, 为灌木林或小乔木林。因高度小, 多数林分没有分层现象或分层不明显, 有些树种的树冠的宽度大于高度。引入无瓣海桑之后, 通过大量的人工造林, 无瓣海桑林也成为雷州半岛分布最广的外来红树植物, 林木平均高度可达 10 m 以上。完整的红树林可以抵御互花米草的入侵, 表现为互花米草仅扩散到红树林的林缘而无法进入致密的红树林。

而另一方面, 在低潮位生境, 受淹水胁迫以及附生生物藤壶的影响, 红树植物生长稀疏, 个体瘦弱; 受台风和人为影响, 致密的红树林会出现林窗或破碎化; 虫害也对红树植物的生长造成影响。这些因素, 都导致了红树林易于被互花米草入侵。在雷州半岛, 白骨壤林面积最大, 并且大部分的白骨壤林平均株高低于互花米草, 这也

导致一旦互花米草进入白骨壤林林窗，当互花米草高于白骨壤植株时，将抑制红树植物的生长。

4.3 广东湛江红树林国家级自然保护区是我国红树林面积最大、种类较多、分布最集中的滨海湿地类型自然保护区。湛江红树林绝大部分为天然次生林，已有近百年的历史，保护区位于中国大陆的最南端，接近红树林在北纬分布极限的北部边缘，区内的红树林既代表热带又代表亚热带类型，是我国乃至世界不可多得的典型的湿地生态系统。保护区生态类型独特，野生动植物资源十分丰富，有为数众多的珍稀濒危物种，是一座名符其实的巨大的物种基因库。典型的红树林湿地生态系统以及丰富的生物多样性使得保护区具有极高的保护价值和研究价值。维护这一典型生态系统的稳定和可持续发展责任重大。

根据保护区范围内外来物种互花米草的扩散现状，提出如下建议：（1）早发现早清除：在保护区范围内，对于早期入侵阶段的互花米草，其斑块较小，要及时加以清除。早期清除，投入的人力物力相对较低，可以阻止不可预测的影响；（2）开展区域协调防控：由于潮汐和径流作用，滨海湿地自然保护区是一个开放的生态系统。对于外来种，除了在保护区范围内严禁引进之外，在保护区范围外，也要注意防控外来种，减少人为引入；（3）开展长期监测：对于外来种的防控，必须有针对性地开展和坚持长期的监测，进一步开展深入细致的调查，及时掌握互花米草扩散的数量动态和早期生长的时空动态，并采取有针对

性的防控措施。针对保护区面积大的现状，建议考虑引入无人机技术，可有效提高监测的能力。

参考文献

- [1] 林鹏. 海洋高等植物生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 119-140.
- [2] An S Q, Gu B H, Zhou C F, et al. *Spartina* invasion in China: implications for invasive species management and future research [J]. *Weed Research*, 2007, 47: 183-191.
- [3] Strong D R, Ayres D R. Ecological and Evolutionary Misadventures of *Spartina* [J]. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 2013, 44: 389-410.
- [4] 关道明. 中国滨海湿地米草盐沼生态系统与管理 [M]. 北京: 海洋出版社, 2009: 1-157.
- [5] 王卿, 安树青, 马志军, 等. 入侵植物互花米草——生物学、生态学及管理 [J]. *植物分类学报*, 2006, 44(5): 559-588.
- [6] 国家海洋局. 滨海湿地生态监测技术规程: HY/T 080-2005 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2005: 1-24.
- [7] 国家海洋局. 红树林生态监测技术规程: HY/T 081-2005 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2005: 1-14.
- [8] 方精云, 王襄平, 沈泽昊, 等. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范 [J]. *生物多样性*, 2009, 17(6): 533-548.
- [9] 张乔民, 隋淑珍, 张叶春, 等. 红树林宜林海洋环境指标研究 [J]. *生态学报*, 2001, 21(9): 1427-1437.
- [10] 莫竹承, 范航清, 刘亮. 广西海岸潮间带互花米草调查研究 [J]. *广西科学*, 2010, 17(2): 170-174.