

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20180918.001

范航清,莫竹承. 广西红树林恢复历史、成效及经验教训[J]. 广西科学,2018,25(4):363-371,387.

FAN H Q,MO Z C. The history, achievements and lessons learnt for mangrove restoration in Guangxi, China[J]. Guangxi Sciences,2018,25(4):363-371,387.

## 广西红树林恢复历史、成效及经验教训<sup>\*</sup>

# The History, Achievements and Lessons Learnt for Mangrove Restoration in Guangxi, China

范航清,莫竹承

FAN Hangqing, MO Zhucheng

(广西科学院广西红树林研究中心,广西红树林保护与利用重点实验室,广西北海 536000)

(Key Lab of Mangrove Conservation and Utilization of Guangxi, Guangxi Mangrove Research Center of Guangxi Academy of Sciences, Beihai, Guangxi, 536000, China)

**摘要:**回顾了广西红树林人工造林历史,通过收集资料和调查评估了广西红树林人工造林成效。结果表明,1980年以前广西有红树林人工林 274.7 hm<sup>2</sup>,1980—2001年新增 818.2 hm<sup>2</sup>。2002—2015年的14年间,广西营造了3 984.5 hm<sup>2</sup>的红树林,成林 1 338.9 hm<sup>2</sup>,保存率为 33.6%,其中乡土红树林和外来无瓣海桑林分别贡献了 73.86%和 26.14%。与此同时,广西红树林天然林比例从 2001年的 86.95%迅速下降到 2015年的 66.82%,年均下降 1.34%。在广西红树林总面积变化不大的情况下,天然林比例的快速下降,反映出 15年间人工林逐渐替代天然林的现象严重。论文总结了广西红树林造林的经验教训,重新评估了宜林滩涂的潜力,将红树林恢复细分为自然恢复、人工修复和重建造林 3 大类。自然恢复、人工修复有利于改善红树林质量,重建造林则重在扩大红树林数量。最后,给出了中越边界困难滩涂乡土红树林重建的成功范例。

**关键词:**红树林 造林历史 造林成效 经验教训 生态恢复分类 中国广西

**中图分类号:**P753 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-9164(2018)04-0363-09

**Abstract:** The history of mangrove plantation in Guangxi of China was briefly reviewed, and its restoration achievements were evaluated through collecting data and field investigations. The results showed that there were 274.7 hm<sup>2</sup> of artificial mangroves in Guangxi before 1980 and it added 818.2 hm<sup>2</sup> in 1980—2001. A total of 3 984.5 hm<sup>2</sup> mangroves were planted in Guangxi during the 14 years from 2002 to 2015, and merely 1 338.9 hm<sup>2</sup> of them survived with a preservation rate of 33.6%. Among them, native mangroves and exotic *Sonneratia apetala* forest contributed 73.86% and 26.14% respectively. At the same time, the ratio of mangroves to natural forests in Guangxi dropped rapidly from 86.95% in 2001 to 66.82% in 2015, with an average annual decline of 1.34%. Under the condition that the total area of mangroves in Guangxi changed little, the rapid decrease in the proportion of natural forests reflected that artificial mangroves had gradually taken the place of the natural forests in Guangxi during the 15 years, this phenomenon was very serious. The paper also summarized the experiences and lessons of mangrove plantation in Guangxi, re-evaluated the potential of habitats suitable for

**收稿日期:**2018-05-25

**作者简介:**范航清(1964—),男,博士,研究员,博士生导师,主要从事红树林等滨海湿地生态系统的保护与合理利用研究, E-mail: fanhq666@126.com.

<sup>\*</sup>科技基础性工作专项子课题“中国滨海湿地资源及其主要生态环境效益综合调查”(2013FY111805)和广西特聘专家科研费(厅发〔2017〕40号)资助。

re-evaluated the potential of habitats suitable for

mangroves, and subdivided restoration into three categories: Natural restoration, artificial remediation and rehabilitation. Natural restoration and artificial restoration are beneficial to improving the quality of mangroves, while the rehabilitation is focused on expanding the number of mangroves. Finally, a successful example of the reconstruction of native mangroves at an unsuitable site of China-Vietnam border is given.

**Key words:** history of mangrove plantation, achievement evaluation, lessons learnt, classification of restoration, Guangxi of China

## 0 引言

广西是我国红树林的重要分布区,广西红树林有林面积 2001 年为 8 374.9  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>;2013 年为 7 328.0  $\text{hm}^2$ <sup>[2-3]</sup>,红树林湿地面积为 8 780.7  $\text{hm}^2$ <sup>[4-5]</sup>。在开展生态恢复建设美丽中国的时代背景下,红树林作为我国人口最密集的东南沿海经济发达区的生态屏障,其强大的生态服务功能<sup>[6]</sup>被赋予民族复兴的内涵,越来越受到各级政府的重视。

“年年造林不见林”虽然有点言过其词,但一直以来是我国生态恢复的一个诟病,其中红树林人工造林的成活率与保存率就是沿海地区普遍关注的一个问题。红树林造林成活率涉及宜林滩涂判定、恢复工程类型、造林技术及抚育管理等一系列环节。为了总体把握我国红树林人工造林情况及存在问题,有必要对历史和经验教训进行小结,而我国目前严重缺乏这方面的工作。本文以广西为例,简要回顾广西红树林造林历史,评估造林成效,总结经验教训。在此基础上,探讨宜林滩涂潜在规模、红树林生态恢复类型划分理论问题,为红树林生态恢复提供指导。

## 1 调查评估方法

由于历史数据和信息的不完整,准确评估广西红树林人工造林成效存在很大困难。本文以国家林业局 2002 年公布的调查数据为准<sup>[1]</sup>,统计了 1980 年以前和 1980—2001 年广西人工红树林面积。在广西林业厅专项资助下,2007—2008 年笔者以基层造林档案为基础,统计了 2002—2007 年期间广西红树林造林作业面积,现场核查了保存情况,完成了《广西红树林人工造林成效调查报告》(广西红树林研究中心,2008),成为本文的重要组成部分。2008—2015 年的造林情况由广西壮族自治区野生动植物和自然保护区管理站提供(2017 年)。

2002—2007 年广西造林成效专项调查采用的造林成功标准是:造林一年后成活率 $\geq 60\%$ ,或者造林第 2~4 年保存率 $\geq 40\%$ 。如以保存株数衡量,则是乔木类(无瓣海桑、红海榄、木榄等)第一年要达到每

公顷株数 $\geq 667$ 株,第二年后达到每公顷株数 $\geq 444$ 株;灌木类(白骨壤、桐花树、秋茄等)第一年要达到每公顷株数 $\geq 1\ 500$ 株,第二年后达到每公顷株数 $\geq 1\ 000$ 株。

## 2 广西红树林人工造林历史

广西是我国红树林的重要分布区,具有丰富的红树林恢复造林经验。根据现有的资料,本文将广西红树林造林历史简单概括为 4 个阶段,也基本上反映了我国红树林造林的发展历史。这 4 个阶段分别是:①1980 年以前的自发造林;②1981—2000 年的补救造林;③2001—2012 年的恢复造林;④2013 年以来的生态造林。

### 2.1 自发造林阶段

自发造林阶段指 1980 以前的造林活动。根据民间说法,山口国家级红树林自然保护区马鞍岭核心区的红海榄林是 100 多年前的造林成果。当时,为了保护围垦的一千多亩良田,当地乡绅以稻米进行奖励,发动村民进行种植。可惜,这段传说尚缺少历史考证。1950 年以来沿海村民以及相关部门因生产和生活需要开展了小规模的人工造林活动。例如,1956 年钦州市林业科学研究所种植白骨壤(*Avicennia marina*)饲料林 7  $\text{hm}^2$ ,这是广西历史上有记载的最早的造林活动。钦州市沙井村民(钟应显等)在大食堂年代(1958—1961 年)为了解决烧材问题,从蘆沟港采回种子种植了数十亩的桐花树林(*Aegiceras corniculatum*)。1968 年合浦县林业局在党江镇和西场镇潮滩种植了秋茄(*Kandelia obovata*)、桐花树防护林。20 世纪 70 年代钦州林业科学研究所珍珠港的山心沙滩成功种植了一百多亩的红海榄(*Rhizophora stylosa*)和木榄(*Bruguiera gymnorhiza*)。该片林子 20 世纪 90 年代初已 2 m 多高,红海榄出现了支柱根。自发造林阶段虽然缺少专项经费,造林面积小,但海区自然条件和环境好,人为干扰少,管理成本低,出现了一些成功例子。

### 2.2 补救造林阶段

补救造林阶段为 1981—2000 年。1980—2000

年经济发展是第一要务,时间就是金钱,效率就是生命,人人憧憬一夜暴富。台湾养殖对虾的技术和资本在破坏了东南亚大量的红树林沼泽后,于1984年前后进入我国东部沿海。由于短期暴利,对虾养殖在1988年左右蔓延到广西北部湾。1991—1994年,不仅大量群众进行水产养殖,而且广西沿海的许多党政机关和事业单位也兴起集资养虾的热潮,毁林养殖的报道一时不绝于耳。1999年广西合浦县闸口镇的毁林修塘事件成为那个时代的终结点,中国历史上第一次出现了因为破坏红树林而遭判刑的案例<sup>[7]</sup>。调查表明,1980—2000年,广西有1 464.1 hm<sup>2</sup>红树林被占用,其中95.0%用来修建虾塘<sup>[1]</sup>。在即将跨入21世纪的最后几年里,在全国各地专家,尤其是在广州、深圳、厦门、广西等地专家学者的强烈呼吁下,在国家媒体曝光广西合浦闸口毁林养殖事件的催化下,我国红树林遭受大肆破坏,海岸防护林功能衰退的严峻形势终于引起国家的重视。

### 2.3 恢复造林阶段

恢复造林阶段为2001—2012年。2001年国家林业部启动了全国红树林资源调查,2002年1月2日国家林业部在深圳召开“全国红树林建设工作座谈会”。这次座谈会是我国红树林事业的一个历史性转折,会上厦门大学林鹏教授、中国林业科学研究院热带林业科学研究所的郑松发研究员、广西红树林研究中心的范航清研究员分别代表所在省(区)的专业人员发言。此后,国家财政安排专项资金支持沿海红树林恢复造林,市县林业局、乡镇林业站、林业设计院等单位参与到红树林的设计、造林和管理中,使红树林造林进入了专业化、业务化和规范化程序。例如,2003年7月1日,国家林业局批准在广西建设迄今我国唯一的红树林良种基地“广西北海市红树林良种繁育基地”(林计批字[2003]249号),建设内容包括采种园、种质资源收集区、引种试验区、示范区和良种繁育区建设,总面积414 hm<sup>2</sup>。该基地2004—2008年5年间共生产红树林苗木479.96万株,其中良种苗木占40%。2002年开始,钦州在茅尾海进行了大规模的无瓣海桑造林。

通过大规模的人工造林活动,2013年中国红树林湿地面积为34 472.14 hm<sup>2</sup><sup>[4-5]</sup>,有林面积25 311.8 hm<sup>2</sup><sup>[2-3]</sup>,比2001年的22 024.9 hm<sup>2</sup><sup>[1]</sup>有林面积增加了14.92%,扭转了我国红树林面积持续下降的趋势,成为全球为数极少的红树林面积不减反增的国家<sup>[2]</sup>。这一时期我国的红树林恢复也暴露出一些理念问题,主要表现在:①注重植被恢复,不重视海洋生物多样性和系统功能的恢复;②大规模应用外来速生

红树植物树种造林,引起学术界和环保人士的普遍担忧。

### 2.4 生态造林新阶段

2012年11月党的“十八大”提出生态文明建设,我国红树林造林进入了生态造林新阶段。国家将红树林纳入“十二五”和“十三五”全国湿地保护实施规划;国务院批准实施“南红北柳”(南方红树林、北方圣柳)、“蓝色海湾”国家重大海洋生态工程,《全国沿海防护林体系建设工程规划(2016—2025)》[林规发[2017]38号]提出全国新造红树林4.86×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>的新目标。此外,红树林保护成为中央环保督查的一项重要内容。目前尚没有2013—2017年广西和全国新造林面积权威统计数据。以往我国将红树林恢复简化为单纯的造林和植被恢复,忽视红树林海洋生态系统的整体作用。为了从数量和质量上实现红树林恢复的国家战略目标,学术界提出了我国红树林保育的一般性技术原则<sup>[2]</sup>:红树林造林时应该将单纯的植被恢复提高到红树林湿地生态系统整体功能恢复的高度,把鸟类、底栖生物生境恢复纳入恢复目标,采取以自然恢复为主、人工辅助恢复为辅的策略,在红树林恢复的同时,创造条件恢复经济动物种群,提高周边居民收入。

## 3 广西红树林恢复成效

### 3.1 自然恢复成效

在条件满足的情况下,广西沿海局部海区红树林可以进行自然恢复,增加红树林面积。李春干等<sup>[8]</sup>研究了防城港珍珠潭吉沔尾西堤的红树林自然恢复过程。西堤修建于1969年,海堤建成后堤前滩涂无明显人为干扰,没有进行红树林人工造林。1981年西堤外首次出现了白骨壤斑块,1989—2001年出现了3个新斑块,2013—2015年又新增了2个斑块,红树林面积由1989年的1.62 hm<sup>2</sup>增加至2015年的19.71 hm<sup>2</sup>。

自然恢复除了在一定程度上可缓慢增加红树林面积外,更多的表现为良好的群落长势。近10年来,广西山口国家级红树林生态自然保护区、广西北仑河口国家级自然保护区、钦州茅尾海自治区级红树林自然保护区内的部分红树林,在树高、郁闭度、群落结构等方面明显改善。可惜,由于缺少永久固定样地,其改善程度尚未得到定量评估。

根据广西沿海红树林标桩实地监测,2010年以来广西红树林出现较大面积自然恢复的地区为茅尾海北面的茅岭江和钦江入海口、廉州湾的南流江入海口、英罗港的洗米河口入海口处,其余河口只出现少

量的自然恢复,开阔海岸区红树林的自然恢复能力十分微弱。可见,红树林的自然恢复主要发生在条件良好的河口区域,很少发生在风高浪急的开阔海岸。

### 3.2 人工造林成效

#### 3.2.1 2001年以前广西人工红树林保存情况

全国红树林资源调查数据表明<sup>[1]</sup>,1980年以前广西成功营造了274.7 hm<sup>2</sup>的红树林,1980—2001年成功营造了818.2 hm<sup>2</sup>,合计1 092.9 hm<sup>2</sup>,占2001年广西红树林总面积8 374.9 hm<sup>2</sup>的13.05%(表1)。

表1 2001年以前广西人工红树林保存面积

Table 1 The remaining areas of Guangxi artificial mangroves planted before 2001

岸线 Coastline	保存面积 Remaining areas(hm <sup>2</sup> )						小计 Sub- total (hm <sup>2</sup> )
	1980之前 Before 1980	1980— 1984	1985— 1989	1990— 1994	1995— 2000	2001	
北仑河口 Beilun Estuary					24.2		24.2
珍珠港 Pearl Bay			50.3		16.7		67.0
茅尾海 Maowei Sea		49.6		261.8	137.1		448.5
钦州港 Qingzhou Bay	75.1						75.1
大风江 Dafeng River	49.1						49.1
廉州湾 Lianzhou Bay				24.1	2.3	26.4	
北海东岸 Eastern Beihai				0.7	8.2	8.9	
铁山港 Tieshan Bay				40.7	67.3	108.0	
英罗港 Yingluo Bay				83.2	8.8	92.0	
其他岸线 Other coasts	150.5			33.8	9.4	193.7	
小计 Sub-total	274.7	49.6	50.3	261.8	360.5	96.0	1 092.9

从岸线分布看,茅尾海人工红树林面积最大,达到448.5 hm<sup>2</sup>,是广西营造红树林最成功的区域;从时段上看,1990—2001年期间成功造林718.3 hm<sup>2</sup>,占2001年以前广西人工红树林总面积的65.72%,可见1990年以后广西才开始规模化的红树林人工造林活动。从造林树种看(表2),这一时期累积营造桐

表3 2002—2007年广西红树林造林作业面积

Table 3 The operation areas of Guangxi mangrove plantation implemented during the period from 2002 to 2007

市 City	作业面积 Operation areas(hm <sup>2</sup> )							合计 Total (hm <sup>2</sup> )
	无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i>	木榄 <i>Bruguiera gymnorhiza</i>	红海榄 <i>Rhizophora stylosa</i>	秋茄 <i>Kandelia obovata</i>	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i>	白骨壤 <i>Avicennia marina</i>	混交 Mixed	
防城港 Fangchenggang			373.9				410.3	784.3
钦州 Qingzhou	58.0			220.1	46.8		479.2	804.1
北海 Beihai	8.8	14.2	44.1	718.5	2.6	20.8	254.1	1 063.1
合计 Total	66.8	14.2	418.0	938.6	49.4	20.8	1 143.6	2 651.5

花树林518.3 hm<sup>2</sup>,占2001年以前广西人工红树林总面积的48%,为最大的人工林群落类型。其次,白骨壤+桐花树和白骨壤人工群落面积合计达到350.9 hm<sup>2</sup>,为第二大类群。上述3种群落的人工林面积合计占同期广西人工红树林总面积的79.53%。资料表明,2001年以前广西人工营造红树林的树种全部为乡土树种。

#### 3.2.2 2002—2007年造林作业面积及成效

##### (1)造林作业面积

调查结果表明(表3),2002—2007年广西红树林造林作业面积合计为2 651.5 hm<sup>2</sup>。防城港市造林作业面积784.3 hm<sup>2</sup>,其中港口区374.0 hm<sup>2</sup>,造林树种为红海榄;防城区(210.2 hm<sup>2</sup>)和东兴(200.1 hm<sup>2</sup>)为混交造林。钦州市造林作业面积804.1 hm<sup>2</sup>,主要造林树种为无瓣海桑(*Sonneratia apetala*)、桐花树和秋茄。北海市造林作业面积1 063.1 hm<sup>2</sup>,主要造林树种为秋茄、白骨壤、红海榄、桐花树。

表2 2001年前广西各人工红树群落保存面积

Table 2 The remaining areas of various artificial mangrove communities planted in Guangxi before 2001

植物群落 Com- munity	保存面积 Remaining areas(hm <sup>2</sup> )						合计 Total (hm <sup>2</sup> )
	1980年前 Before 1980	1980— 1984	1985— 1989	1990— 1994	1995— 2000	2001	
Av	75.8				39.2	30.0	145.0
Av+Ae	198.9				7.0		205.9
Ka			50.3		18.6	9.4	78.3
Ae		49.6		261.8	190.1	16.8	518.3
Ka+Ae					24.1	8.2	32.3
Rh					81.5	31.6	113.1
合计 Total	274.7	49.6	50.3	261.8	360.5	96.0	1 092.9

注:Av为白骨壤,Ae为桐花树,Ka为秋茄,Rh为红海榄

Note: Av indicates *Avicennia marina*, Ae indicates *Aegiceras corniculatum*, Ka indicates *Kandelia obovata*, Rh indicates *Rhizophora stylosa*

## (2) 人工林保存面积

尽管 2002—2007 年 6 年间广西红树林造林作业面积高达 2 651.5 hm<sup>2</sup>, 但保存下来的只有 59 个斑块, 面积合计 983.9 hm<sup>2</sup>, 分布于广西 14 个沿海乡镇(表 4), 保存率 37.11%。这一时期, 广西沿海 3 市红树林造林保存率分别为防城港市 9.28%、钦州市 77.19%、北海市 27.31%。如果防城港林业部门提供的红海榄造林资料属实, 则红海榄在防城港的造林几乎全军覆没。钦州保存率高与 2002 年开始种植外

来树种无瓣海桑有直接关系, 因为无瓣海桑成活率和保存率都很高。

钦江入海口的康熙岭镇、茅岭江入海口的尖山镇、南流江入海口的党江镇是广西红树林人工造林保存面积最大的 3 个镇, 这 3 个镇的人工林保存面积(686.3 hm<sup>2</sup>) 占广西人工林保存总面积的 70%(表 4)。可见, 河口区比较容易进行红树林人工种植, 是恢复红树林的主要海区。

表 4 2002—2007 年广西人工红树林保存面积

Table 4 The remaining areas of artificial mangroves planted during the period from 2002 to 2007 in Guangxi, China

市 City	乡镇 Town	保存面积 Remaining areas(hm <sup>2</sup> )					小计 Sub-total (hm <sup>2</sup> )	
		2002	2003	2004	2005	2006		2007
防城港 Fangchenggang	江平 Jianping		0.4	18.6	7.1			26.1
	江山 Jiangshan		9.0					9.0
	公车 Gongche						21.4	21.4
	光坡 Guangpo					16.4		16.4
	小计 Sub-total		9.4	18.6	7.1	16.4	21.4	72.8
钦州 Qingzhou	康熙岭 Kanshiling	66.8	24.5	31.2	6.2	296.0	0.0	424.7
	尖山 Jianshan					39.8	103.3	143.1
	东场 Dongchang					26.2		26.2
	那丽 Nali					26.7		26.7
	小计 Sub-total	66.8	24.5	31.2	6.2	388.7	103.3	620.7
北海 Beihai	西场 Xichang				18.3			18.3
	沙岗 Shagang				40.3	22.8	15.2	78.4
	党江 Dangjiang	13.4	1.6	31.3	62.1	9.3		117.7
	白沙 Baisha	5.9						5.9
	山口 Shankou	4.6	12.1	1.2	0.6	19.8	1.8	40.2
	银滩 Yintang					15.4	14.4	29.9
	小计 Sub-total	23.9	13.7	32.5	121.4	67.4	31.4	290.3
	合计 Total	90.7	47.6	82.4	134.6	472.4	156.2	983.9

### 3.2.3 2008—2015 年造林面积及其成效

2008—2015 年, 广西林业厅组织实施了防城珍珠港红树林湿地保护与恢复工程建设项目, 获得中央

预算内投资 870 万元、地方财政配套和业主自筹 1 304 万元。2011—2016 年, 钦州茅尾海红树林保护区、涠洲岛鸟类保护区、北海滨海国家湿地公园累计

获得中央财政湿地补助资金 3 010 万元。广西海洋局组织实施了广西北仑河口国家级自然保护区、广西山口国家级红树林生态自然保护区、钦州茅尾海国家海洋公园能力建设与红树林生态修复项目,“十二五”期间累计投入超过 1 亿元,其中一少部分用于红树林的人工恢复。2008—2015 年,全广西红树林造林作业面积接近 1 333 hm<sup>2</sup>,新造红树林 355 hm<sup>2</sup>,保存率 26.63%。此外,通过加强管理,人工修复和自然恢复红树林 368 hm<sup>2</sup>。

表 5 广西红树林人工造林情况汇总

Table 5 Summary of Guangxi artificial mangrove plantation

时期 Period	作业面积 Operation area (hm <sup>2</sup> )	保存面积 Preservation area (hm <sup>2</sup> )	保存率 Preservation rate (%)	资料来源 Data source
1980 以前 Before 1980	/	274.7	/	2002 年全国红树林资源调查 China national surveys on mangrove resources in 2002
1980—2001	/	818.2	/	2002 年全国红树林资源调查 China national surveys on mangrove resources in 2002
2002—2007	2 651.5	983.9	37.11	本文 This paper
2008—2015	1 333.0	355.0	26.63	广西林业厅 2017 年提供 Supplied by Guangxi Forestry Bureau in 2017
合计 Total	3 984.5	2431.8	/	/

## (2) 广西红树林天然林比例

由于缺少 2015 年广西红树林面积数据,本文只能用 2013 年广西红树林面积数据来评估广西红树林天然林的比例。2015 年广西共有人工红树林 2 431.8 hm<sup>2</sup>,占 2013 年广西红树林有林面积(7 328.0 hm<sup>2</sup>)的 33.18%,占广西红树林湿地面积(8 780.7 hm<sup>2</sup>)的 27.69%。前文已表明,2001 年广西人工红树林仅占当时广西有林面积的 13.05%。两者对比发现,2001—2015 年广西红树林天然林比例从 86.95% 迅速下降到 66.82%,年均下降 1.34%。在红树林总面积变化不大的情况下,这一比例的快速下降说明:2001—2015 年的 15 年期间,广西一边毁灭天然林,一边营造人工林的现象严重。例如,为了建设港口、临海工业和滨海新城,钦州市通过调整茅尾海红树林自然保护边界和功能,逐步蚕食红树林天然林,与此同时通过大规模种植无瓣海桑来弥补减少的红树林有林面积。在广西山口国家级红树林生态自然保护区的沙田海岸,2011 年 20 hm<sup>2</sup> 天然白骨壤林一夜之间被砍伐殆尽,林地被围填为码头。中央环保督导组 2016 年 11 月向广西反馈了这些违规行为,要求整改。

## 3.2.4 广西红树林人工造林成效总体评价

### (1) 人工造林保存率

表 5 显示,2002—2015 年的 14 年间,广西红树林人工造林累积作业面积为 3 984.5 hm<sup>2</sup>,保存面积为 1 338.9 hm<sup>2</sup>,保存率 33.6%。2002 年以来,广西红树林人工造林的面积及保存率均趋于下降,这与宜林滩涂少、成活率和保存率低,造林经费不足,基层积极性不高有关。

## 4 广西红树林造林的经验教训

### 4.1 主要经验

#### (1) 潮滩高程是选择宜林潮滩的关键指标

实践证明,在低高程滩涂造林很难获得成功。理论上,平均海面以上的滩涂才是红树林的宜林潮滩,可以借助零星分布的红树林和藤壶、牡蛎等固着动物进行辅助判定。

#### (2) 合理的造林作业设计是造林成功的技术保障

造林作业设计是为完成红树林栽植地块预先编制出的工作方案、计划和绘制的图件,是指导红树林造林施工作业的技术性文件,内容包括造林作业区选择、立地本底科学调查报告、面积测量、内业设计(造林、抚育等),最后形成一套设计文件。设计文件包括作业设计说明书、作业设计总平面图、栽植配置图、辅助工程单项设计图、造林作业区现状调查卡。

#### (3) 造林应注意树种与种源选择

广西中段海岸没有红海榄与木榄天然林,该岸段的温度较低,不利于这两种植物的分布与生长。在不同潮滩进行造林时,应参考当地的生态演替规律选择相应的树种,一般情况下靠岸内滩选择木榄、海漆,中滩选择红海榄与秋茄,外滩选择白骨壤或桐花树。河口盐度较低的区域适宜秋茄、桐花树、老鼠簕等。红

树林树种在长期的遗传进化过程中形成了与当地环境特征相适应的生态种群,就地种源造林是最为安全的策略。合浦山口的秋茄引种到党江造林,其生长就不如本地种源好。

(4)河口及和外围有天然红树林屏障的滩涂造林易成功

河流入海口调节了潮滩盐度,增加潮滩沉积物及养分,有利于红树林的生长发育。当前广西人工红树林保存面积较大的地段均为受河流影响的潮滩,如位于南流江入海口的党江镇木寮、渔江,沙岗镇七星岛等地;钦江、茅岭江注入的茅尾海潮滩,如康熙岭镇横山、团和和长坡等地。红树林屏障能减缓潮汐波能的冲刷、减轻污损生物危害,因此在外围有天然红树林庇护的滩涂、林中空地造林较容易成功。山口红树林自然保护区的丹兜海新村改造造林、交东红树林林中空地的造林均为此类例证。

(5)谨慎种植无瓣海桑和拉关木外来速生树种

无瓣海桑和拉关木(*Laguncularia racemosa*)是分别从孟加拉和墨西哥引进我国的速生红树植物树种。广西2002年开始在钦州茅尾海大面积种植无瓣海桑,这些年在北海半岛等地少量种植拉关木,其他海岸迄今基本全部为乡土红树林。乡土红树天然林是广西的特色和优势。广西不完全以红树林面积的大小称英雄,还以生态系统质量的优劣论成败,这种前瞻性战略眼光值得肯定。广西在困难滩涂红树林造林中可以慎重使用外来速生树种,但随后应尽可能以乡土树种进行替代造林;在自然保护区内应严禁种植外来种,即便种植也应严控规模,加强监测,制订生态安全预案。

## 4.2 主要教训

(1)广西红树林人工造林进入了攻坚克难新阶段

2002年以来,广西年均人工营造红树林的面积和保存率趋于下降,说明人工造林越来越难,其背后的主要原因有两方面。首先,客观上可营造红树林的宜林滩涂越来越少,人工造林技术难度越来越大。其次,造林成本不断提高,而实际造林经费得不到足额保证,基层积极性不高。

(2)应尊重科学,加强理论和技术指导

红树林是海陆过渡带植被,不是单纯的陆地森林,其恢复难度远远高于陆地造林。长期以来,我们的造林设计缺少起码的科学依据,想当然地判定宜林滩涂,结果导致广西人工红树林的保存率只有33.6%,代价惨重。建议设计机构提供6个月到一年的现场观测与试验结果,阐明设计的科学依据、工程对策和预算依据,提高造林方案和工程设计的质量。

(3)红树林造林经费严重不足

广西红树林造林主要由国债造林项目支持,在相当长的一段时期内每亩造林经费不到400元,只够聘用2个临时工。近年来该状况得到改善,每亩造林经费提升到2500元左右。广西北部湾海岸大型河口少、潮差大、风浪急、土壤贫瘠,造林难度总体上高于我国的东海岸,造林成本应该在每亩0.5万~1万元,困难滩涂则可高达每亩数万元。造林单价过低就不能保证造林和抚育管理的质量,成功率低。

(4)抚育管理不到位

红树林是生态林,由于不以经营用材林为目的,验收评价标准往往不严格,导致经营者忽略抚育管理工作。海边村民赶潮捕捞的渔业活动频繁,如果宣传和保护管理措施不到位,甚至便放任自流,造林结果往往以失败告终。

(5)红树林造林验收时间不科学

长期以来地方主管部门参照园林绿化的行规,不到一年就对红树林造林工程进行验收,于是验收时成活率很高,可几年后不见林子的现象屡屡发生。由于潮间带的特殊环境,一般而言红树新造林当年的成活率比较高,其后很可能不断死亡,群众讲“1年活,2年死,3年死光光”就是生动写照。3年后还能存活的红树林具有较强的稳定性。因此,红树林造林工程的验收期限最好为3年,不到3年的所谓验收充其量为阶段性查证,如此规定还可以降低工程招投标中的腐败风险,确保资金安全。

## 4.3 理论启示

### 4.3.1 宜林滩涂

红树林生长在风平浪静的滩涂,对滩涂地形地貌和自然环境有严格要求<sup>[9]</sup>。1981—1986年全国海岸带和海涂资源综合调查结果认为<sup>[10]</sup>,我国红树林宜林滩涂面积为34195 hm<sup>2</sup>,于是2000年国家林业局计划用10年时间将中国红树林面积从2.2×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>恢复到6×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,这意味着2010年之前要成功新造红树林3.8×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,可截止2013年全国才新增红树林0.33×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,目标完成率仅8.68%<sup>[2]</sup>。2001年全国红树林资源调查认为中国红树林宜林地面积为58848.2 hm<sup>2</sup><sup>[11]</sup>,为此国家林业局2017年提出在2025年之前全国新造红树林4.86×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup><sup>[11]</sup>。

然而,近20年来全国造林经验表明,我们忽视了海岸冲淤、水深、波浪、敌害生物等不利因素,大幅度高估了全国红树林宜林滩涂面积,致使造林失败的例子比比皆是。在征求了各省(区)红树林科研和管理重要专家的意见后,笔者认为目前全国适合红树林乡

土树种生长,且符合海洋功能区划的宜林滩涂只有 6 000 hm<sup>2</sup>左右<sup>[2]</sup>。也就是说,2017 年国家红树林造林规划中的 87.65% 实际为难以直接种植乡土红树林的困难滩涂。如果要完成国家目标,就必须采用外来速生红树植物树种进行大规模的困难立地人工造林。

#### 4.3.2 红树林生态恢复类型

在生态环境成为治国理政方略的今天,“生态恢复”“生态修复”已成为学术界和社会的热点词。如果具体到某个工程,“生态恢复”“生态修复”就过于笼统,内涵不清,技术特征不强,不便于规划和预算。根据滩涂存在红树林与否,笔者已将中国红树林保育工程划分为自然保育、改造保育和重建保育 3 大类,并对它们进行了必要的细分<sup>[2]</sup>。然而,限于篇幅,笔者在前文中没有对这种划分的理由进行充分阐述,本文有必要进行补遗。

##### (1) 自然恢复

自然恢复(Natural restoration)是指无人工干预或极少人工干预前提下,红树林通过自然繁殖和群落演替,从稀到密、从单一树种到混交林、从低质量群落 to 高质量群落的量变过程。大部分情况下,自然恢复可以缓慢增加红树林面积,基本上等同于“封山育林”。自然恢复一般适合于自然条件较好的河口、泻湖、溺谷海岸,是低成本提升物种多样性和生态系统服务功能的最好方式。自然恢复的缺点是耗时长,见效慢。

##### (2) 人工修复

人工修复(Artificial remediation)是借助人工干预手段加快已有次生、残败、低矮红树林生长与进展演替的人为活动,包括次生林改造、乡土种替代改造和安全造林等<sup>[2]</sup>。2001 年全国红树林资源调查数据表明<sup>[1]</sup>,植株高度小于 1.9 m 的群落占中国红树林的 68.8%,面积达 15 147.7 hm<sup>2</sup>;高度小于 4 m 的群落面积达 18 841 hm<sup>2</sup>。在必要时,可以对这部分低矮次生林进行局部的人工修复。我国红树林人工修复的实践已有将近 40 年历史。20 世纪 80 年代,海南东寨港红树林自然保护区直接在桐花树灌丛下插植木榄、海莲(*Brugueira sexangula*)、红海榄和红树(*Rhizophora apiculata*)等胚轴。1985 年,广东湛江市林业局在海康县用红海榄改造了大片白骨壤灌丛。中国林业科学研究院热带林业研究所在“八五”期间,将无瓣海桑、红海榄、木榄和海莲等乔木树种引入桐花树、白骨壤次生林内,进行次生林恢复过程的扰动效应、种间竞争、适宜度等研究。同期,广西红树林研究中心开展利用红海榄和木榄改造次生桐

花树+白骨壤群落试验,从清除灌木、施肥等抚育环节完善次生红树林改造技术。近 20 年来我国新增红树林中的约 80% 为外来速生树种无瓣海桑和拉关木,在一些海岸有必要利用乡土红树植物树种替代部分外来物种,以提高红树林物种多样性和系统的稳定性。对遭受自然和敌害生物严重危害的红树植物群落,在清理或伐除病腐木后进行适当补植的造林活动为安全造林,也是人工修复的一个工程类型。

##### (3) 重建造林

重建造林(Rehabilitation)是指在没有红树林生长的滩涂上新造红树林,是“无中生有”的质变过程。为了大幅度增加我国红树林面积,重建造林成为必由之路。在重建造林中,宜林滩涂上的重建造林成本最低,而困难滩涂重建造林、退塘还林、红树林人工鱼礁等的技术难度与成本一般是宜林滩涂重建造林的数倍到十几倍<sup>[2]</sup>,高的可高达 120 万~150 万元/hm<sup>2</sup>,其主要成本不是来自于传统的种植,而是来自于宜林滩涂条件的人工创建。以广西为例,河口小规模种植红树林的成本目前在 3.75 万~7.5 万元/hm<sup>2</sup>,开阔海岸至少在 15 万元/hm<sup>2</sup>以上,后者还不包括开阔海岸地形地貌整治、宜林滩涂创建及幼林抚育设施配套的成本。为了突出重建造林的难度,在此特别介绍广西北仑河口国界海岸红树林重建造林的成功范例<sup>[12]</sup>。

广西北仑河是中国和越南的界河,中越两国分界线以北仑河主航道中心线为界。近 30 年来我国北仑河口区红树林及其生境遭到严重破坏,导致目前北仑河口的主航道向我国一侧偏移 2 200 m,曾经造成我国固有领土 8.7 km<sup>2</sup>发生了权属争端。20 世纪 90 年代,我国耗费了大量资金实施了北仑河口我国丁字坝促淤造林工程。到 2010 年,北仑河口上游丁字坝促淤和红树林人工恢复的效果较好,可下游由于强烈的潮水冲刷,滩涂土层薄、低洼,基本上没有红树林生长。为了遏制我方水土流失趋势,扭转生态退化趋势,保障我国领土安全和海洋权益,笔者承担了国家发展改革委员会的“广西北仑河口国家级自然保护区生物多样生态恢复工程”项目,在北仑河口下游的入海口进行了困难滩涂的红树林重建造林。

现场测量发现,恢复区滩涂高程最低处比平均海平面还低 30 cm 左右,潮流急,抽砂垫高的土方极易流失,直接种植红树林成功率很低。为此,进行了科学本底调查,开展了红树植物大苗移植实验和盐沼草筛选实验,提出:抛石围界、土工布围栏、抽砂造滩、人造潮沟导流、盐沼草固滩、移植红树大苗、监测抚育的技术路线。从 10 种乡土盐沼植物中筛选出荳苳



(*Cyperus malaccensis*)、短叶茳芏(*Cyperus malaccensis* var. *brevifolius*)、芦苇(*Phragmites australis*)、南水葱(*Scirpus validus* var. *laeviglumis*)、海雀稗(*Paspalum vaginatum*)5种固滩植物。确定红树林移植树种为桐花树和白骨壤, 移苗规格为2~3年生、株高1 m左右的大苗。用专门的移苗器采集红树植物大苗, 船运至恢复区进行种植, 种植的株行距为1 m×1 m。造林后定期监测人为活动、浒苔、污损动物等危害情况, 及时消除威胁因子。通过综合运用海岸整治、物理、生物等措施, 以较低的成本在国界海岸成功营造了近3.4 hm<sup>2</sup>树林。

8年来的结果显示, 人工营造的红树林生长良好, 保存率高达80%, 有效抵御了海岸侵蚀, 稳定了岸滩, 成为我国不利用外来树种, 只凭借乡土种在困难滩涂重建红树林的成功范例(图1)。该工程的另外一个意义在于杜绝外来种, 避免在国界引种外来树种可能引发的国际纠纷, 确保跨界海区的生物与生态安全。



图1 广西北仑河口中越边界困难滩涂乡土红树林的重建

Fig. 1 The endemic mangroves successfully rehabilitated at an unsuitable site in Beilun Estuary of Guangxi, bordering Vietnam

## 致谢

2007年10月到2008年2月, 刘文爱、曹庆先、李蕾鲜、何斌源、何琴飞、张秀国、李森等参加了《广西红树林人工造林成效调查》项目的野外查证工作。广西自治区林业局保护站及沿海各基层林业部门提供了历年来红树林人工造林情况报告。在此一并感谢。

## 参考文献:

- [1] 国家林业局森林资源管理司. 中国红树林资源调查报告[R]. 2002.  
Forest Resources Management Division, State Forestry Administration. Investigation report on national mangrove information[R]. 2002.
- [2] 范航清, 王文卿. 中国红树林保育的若干重要问题[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2017, 56(3): 323-330.  
FAN H Q, WANG W Q. Some thematic issues for mangrove conservation in China[J]. Journal of Xiamen University: Natural Science, 2017, 56(3): 323-330.
- [3] 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.  
LIAO B W, ZHANG Q M. Area, distribution and species composition of mangroves in China[J]. Wetland Science, 2014, 12(4): 435-440.
- [4] 国家林业局. 中国湿地资源简况: 第二次全国湿地资源调查[R]. 2013.  
State Forestry Administration. The brief wetland resource in China; The second national survey of wetland resources[R]. 2013.
- [5] 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.  
DAN X Q, LIAO B W, WU Z B, et al. Resources, conservation status and main threats of mangrove wetlands in China[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2016, 25(7): 1237-1243.
- [6] COSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.
- [7] 中国人与生物圈国家委员会, 广西壮族自治区海洋局. 多方参与的经验及展望: 广西山口红树林世界生物圈保护区的十年[M]. 北京: 海洋出版社, 2011.  
Lessons learnt and prospects of multi-participations: The one decade of Shankou Mangrove Biosphere Reserve, Guangxi, China[M]. Beijing: China Ocean Press, 2011.
- [8] 李春干, 周梅. 修筑海堤后光滩上红树林的形成与空间扩展——以广西珍珠港谭吉万尾西堤为例[J]. 湿地科学, 2017, 15(1): 1-9.  
LI C G, ZHOU M. Establishment and expanding of mangrove forest after construction of the seawall: A case study of Tahji-Wanwei Seawall in Pear Bay, Guangxi[J]. Wetland Science, 2017, 15(1): 1-9.

(下转第 387 页 Continue on page 387)

- YE F, HUANG C M, LI H H. Breeding population of Chinese egret in Fangcheng of Guangxi province[J]. Chinese Journal of Zoology, 2003, 38(5): 99-102.
- [10] 蒋国芳. 山口红树林区昆虫种类组成及其季节变动的初步分析[J]. 广西科学院学报, 1997(2): 12-18.  
JIANG G F. A preliminary analysis of species composition and its seasonal fluctuation of insects in Shankou mangrove area [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 1997(2): 12-18.
- [11] 蒋国芳, 周志权. 英罗港红树林昆虫群落及其多样性的研究[J]. 应用生态学报, 2000, 11(1): 95-98.  
JIANG G F, ZHOU Z Q. Insect community and its diversity in mangrove forest at Yingluo Bay of Guangxi [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2000, 11(1): 95-98.
- [12] 蒋国芳, 周志权. 钦州港红树林昆虫群落及其多样性初步研究[J]. 广西科学院学报, 1999, 12(3/4): 50-53.  
JIANG G F, ZHOU Z Q. A preliminary study on the insect community and its diversity in mangrove of Qinzhou Bay[J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 1999, 12(3/4): 50-53.

(责任编辑: 陆 雁)

(上接第 371 页 Continue from page 371)

- [9] 廖宝文, 李玫, 陈玉军, 等. 中国红树林恢复与重建技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2010: 33-53.  
LIAO B W, LI M, CHEN Y J, et al. Techniques on restoration and reconstruction of mangrove ecosystem in China[M]. Beijing: Science Press, 2010: 33-53.
- [10] 郑德璋, 郑松发, 廖宝文, 等. 红树林湿地的利用及其保护和造林[J]. 林业科学研究, 1995, 8(3): 322-328.  
ZHENG D Z, ZHENG S F, LIAO B W, et al. The utilization, protection and afforestation on mangrove wetland[J]. Forest research, 1995, 8(3): 322-328.
- [11] 国家林业局. 全国沿海防护林体系建设工程规划 (2016—2025)[林规发[2017]38号][Z]. 2017.  
State Forestry Administration. Planning of national coastal shelterbelt system construction (2016—2025) [Lin Gui Fa[2017] No. 38][Z]. 2017.
- [12] 范航清, 王欣, 何斌源, 等. 人工生境创立与红树林重建 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2014.  
FAN H Q, WANG X, HE B Y, et al. Artificial habitat establishment and mangrove rehabilitation[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2014.

(责任编辑: 陆 雁)