

## 第五章 广西红树林的恢复

天然红树林是红树植物对滩涂、潮汐和海洋生物长期适应后形成的稳定植被，其扩张速度慢，于是人工造林就成为新增红树林面积的主要手段。红树林既然有巨大的生态经济效益，我们为什么不大量种植呢？红树林生长的潮间带滩涂自然条件恶劣，海上造林的难度绝非陆地造林可比，最关键的问题是适合乡土红树林生长的滩涂越来越少，造林成功率越来越低。广西有人工种植红树林的成功经验与失败教训，这些实践在造林地选择与人工创建、造林技术、幼林抚育、政策与策略等方面为今天的蓝色海湾生态建设提供了有益的借鉴。

### 一、红树林滩涂与造林工程类型

#### （一）宜林滩涂与困难滩涂

上文已经提到，红树林有自己的“宅基地”，并不是所有的滩涂都可以生长红树林。郑德璋等 1995 年估算华南沿海红树林宜林地面积约 34000 公顷。2001 年我国红树林资源调查认为全国红树林宜林地为 58848.2 公顷，这一面积与当时国家林业局规划的近期营造红树林 6 万公顷的规模大致相符，也是国家 2017 年提出在 2025 年之前全国新造红树林 48650 公顷的背景。

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、敌害生物等困难因素，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 6000 公顷左右。也就是说，2017 年国家红树林造林规划中的滩涂近 90% 实际为难以种植红树林的困难滩涂。

#### （二）红树林恢复的工程类型

根据滩涂是否已经存在红树林，可以将红树林的人工造林活动分为恢复和重建两大类。恢复是指红树林从稀到密、从单一树种到混交林、从低质量到高质量的量变过程，可进一步分为自然恢复和人工修复(表 5-1)。重建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。大部分情况下，重建的难度远远高于恢复。不同类型的红树林造林工程在技术难度、监测重点、成本核算、效果评价及工程验收等方面都存在巨大的差别。

表 5-1 我国红树林造林工程类型

类型	特点	难度与成本	
自然恢复	现存群落较好，在清除或缓解威胁后群落可自然正向演替的保护活动	很低	
人工修复	次生林改造	在遭受破坏、次生低矮的群落内套种当地演替序列中后期的红树树种，加快群落的正向演替，改善群落外貌	低
	乡土种替代改造林	用乡土红树树种替代外来树种的改造活动	中
	安全造林	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	低
重建造林	宜林滩涂重建	气候带、温度、滩面高程、海岸地貌、底质和水文条件等环境因素都满足红树植物生长的潮间带滩涂新造红树林	低
	困难光滩重建	在不能自然生长红树林的滩涂，通过工程措施创造满足红树林生长的条件，尔后进行的新造林活动	很高
	退塘还林	不考虑养殖，全部或局部清除塘堤，完全恢复潮间带自然地貌特征，对生境进行宜林化改造后的排他性新造林活动	中
	虾塘生态改造与产业提升	对一定比例的虾塘水面进行宜林化生境改造，种植红树植物和耐盐功能性植物，生物吸收、理化处理并综合利用大部分养殖污染物，显著减少污染物外排入海，建立高效可控、产品优质的红树林湿地生态农场人工生态系统	较高
	红树林人工鱼礁	将红树林与大型藻类和人工鱼礁物理构件相结合，在最低低潮线以下的浅海营造红树林人工鱼礁岛群，促进海洋牧场和海洋安全保障建设	很高
其他	上述重建类型以外的特种需求造林活动	—	

## 1. 自然恢复

自然恢复基本上等同于“封山育林”，主要依靠自然界固有的演化规律进行自我生长，是大规模提升我国红树林生态系统质量最理想、成本最低的方法。加强管护，消除人为干扰是自然恢复的关键。自然恢复在一些环境条件良好的海岸可以逐步扩大红树林面积，显著增加红树林生态系统的物种多样性，提升生态服务功能。

## 2. 人工修复

人工修复就是借助一些措施，对已有退化、低矮的群落进行人工干预，加快已有红树林的生长，提高红树林质量的人为活动，包括次生林改造、乡土种替代改造和安全造林。人工修复可促进群落的正向演替或提高群落的生态健康水平。

2001 年全国红树林资源调查数据表明，植株高度小于 1.9 米的群落占中国红树林的 68.8%，达 15147.7 公顷，高度小于 4 米的群落面积达 18841 公顷，对这部分低矮次生林实施大规模修复造林，可迅速提高中国红树林的林分质量和生态价值。我国开展次生

红树林的修复实践已有近 40 年的历史。20 世纪 80 年代，海南东寨港国家级自然保护区对桐花灌丛进行改造，方式是直接在林下插植乔木树种胚轴，树种有木榄、海莲、红海榄和正红树等。1985 年，广东省湛江市林业局在海康县用红海榄改造了大片白骨壤灌丛。1987 年，海南清澜港省级自然保护区对榄李、瓶花木灌丛进行了改造。中国林业科学研究院热带林业研究所在“八五”期间，把无瓣海桑、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试验引进红海榄和木榄改造次生“桐花树+白骨壤”群落，在清除灌木、施肥等抚育环节完善次生红树林改造技术。

利用乡土树种逐步替代无瓣海桑、拉关木等外来速生红树人工林是我国将面临的艰巨任务，因为近 20 年来我国新增红树林中的 80% 为外来速生树种。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。

### 3. 重建造林

在没有红树林的地方人工营造红树林就是重建造林。为了大幅度增加我国红树林的面积，重建造林为必由之路。在重建造林中，退塘还林、困难光滩重建、虾塘生态改造与产业提升、红树林人工鱼礁的技术难度与成本一般是宜林滩涂重建的数倍到十几倍，高的每亩可达 8 万~10 万元，其主要投入不是种植，而是借助海洋工程手段创建宜林滩涂。就广西而言，河口小规模种植红树林的成本目前在每亩 2500~5000 元，开阔海岸至少在每亩 1 万元以上，这还不包括海岸前期整治工程成本。因此，要制定全国统一的红树林生态修复与修复单价、监测与评价、验收等标准，目前存在很大困难。

## 二、广西及我国红树林人工造林历史

广西是我国红树林的重要分布区，具有悠久的红树林造林历史。由于缺少资料，笔者斗胆将广西红树林造林历史简单概括为四个阶段，也基本上反映了我国红树林造林的发展历史。这四个阶段分别是自发造林阶段（1980 年以前）、补救造林阶段（1981~2000 年）、恢复造林阶段（2001~2012 年）、生态造林阶段（2013 年以后）。

### （一）自发造林阶段

自发造林阶段指 1980 年以前的造林活动。据说，山口红树林生态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 70 多公顷良田，当地乡绅以稻米进行奖励，发动村民进行种植。可惜，这种说法尚缺少历史考证。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饲料林 7 公顷，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)为了解决烧柴问题,从簕沟港采回种子种植了数十亩的桐花树林。1968年,合浦县林业局在党江镇和西场镇潮滩种植了秋茄、桐花树防护林。20世纪70年代,钦州市林业科学研究所珍珠港的山心沙滩成功营造了约6.7公顷红海榄、木榄林。该片林子的树木在20世纪90年代初已有2米多高,红海榄出现了支柱根。据2002年全国红树林调查资料统计,1980年以前广西的红树人工林面积为274.7公顷。

自发造林阶段虽然缺少专项经费,造林面积小,可海区环境好,为干扰少,管理成本低,出现了一些成功的例子。

## (二) 补救造林阶段

补救造林阶段为1981~2000年。1981~2000年,经济发展是第一要务,时间就是金钱,效率就是生命,人人都憧憬一夜暴富。台湾养殖对虾的技术和资本在糟蹋东南亚红树林沼泽后,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,集资养虾成为广西沿海地区的时尚,养到就赚到,人人争先恐后,前赴后继。笔者带领的广西红树林研究团队在那时成了不食人间烟火、只会穷爬格子的“迂腐象征”。总之,那是一个毁林修塘的年代,人们无暇过问红树林的未来。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,中国历史上出现了第一个因为破坏红树林而被判刑的案例。

在这一时期,毁林养殖的报道不绝于耳。为了弥补被破坏的红树林,全国也进行了红树林人工造林,但是造的不如毁的多,红树林面积不仅没有增加,反而减少了12923.7公顷。广西在这一时期的红树人工林面积增加了818.2公顷。

## (三) 恢复造林阶段

恢复造林阶段为2001~2012年。在即将跨入21世纪的最后几年里,我国红树林遭受大肆破坏,面临海岸防护林功能衰退的严峻形势。在全国各地专家,尤其是在广东、福建、广西等地专家学者的强烈呼吁下,在中央媒体曝光广西合浦闸口毁林养殖事件的催化下,红树林保护和恢复终于引起国家的重视。

2001年,国家林业局启动了全国红树林资源调查,我国第一本红树林科普读物《红树林——海岸环保卫士》成为当年全国红树林资源试点调查技术培训的培训读物。2002年1月2日,国家林业局在深圳召开全国红树林建设工作座谈会(图5-1)。这次座谈会是我国红树林事业的一个历史性转折。会上,厦门大学的林鹏教授、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红树林的设计、造林和管理,使红树林造林步入了专业化、业务化、规范化发展之路。





图 5-1 全国红树林建设工作座谈会现场 (2002 年)

2013 年, 中国红树林湿地面积为 34472.1 公顷, 其中有林面积 25311.9 公顷, 比 2001 年的 22025 公顷有林面积增加了 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之一。2001~2012 年, 广东红树林面积大幅度增加, 福建、海南红树林面积明显扩大, 而广西和浙江红树林面积略微萎缩。这一时期, 我国的红树林恢复暴露出一些理念问题, 主要表现在: 一是注重植被恢复, 不重视海洋生物多样性和系统功能的恢复; 二是大规模应用外来速生红树植物树种造林, 引起环保人士的普遍担忧。

#### (四) 生态造林阶段

2012 年 11 月, 党的十八大提出生态文明建设, 建设美丽中国。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, 其强大的生态功能被赋予了振兴中华民族的新含义, 越来越受到各级政府重视, 我国红树林造林进入了生态造林新阶段。

国家将红树林造林纳入“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、北方怪柳)、“蓝色海湾”国家重大海洋生态工程, “十三五”期间要新造红树林 2500 公顷; 红树林保护成为中央环保督察的一项重要内容; 《全国沿海防护林体系建设工程规划(2016-2025 年)》提出全国新造红树林 48650 公顷的新目标。目前, 尚没有 2013~2017 年广西和全国新造林面积权威统计数据。

长期以来, 我国将红树林恢复简化为单纯的造林和植被恢复, 忽视了红树林作为海洋生态系统的意义。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: 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。具体做法包括以下三方面。

(1) 植被方面: 鼓励利用乡土种新造林, 滩涂高程符合要求的地点利用本地种改造低矮次生林, 对外来红树植物进行乡土种替代改造; 保护珍稀红树植物小种群生境并进行人工繁育和扩种; 遏制互花米草等敌害生物的蔓延。

(2)海洋动物方面：因地制宜地设立插管、小潮沟、庇护坑等辅助设施，增殖林区海洋动物，促进红树林生长，提高生态系统功能。

(3)合理利用方面：在滩涂新造林和次生林改造中推广应用埋管鱼类原位生态养殖技术；发展高效可控的虾塘红树林人工生态系统，生产健康蛋白与滨海功能植物，发展滨海休闲业，减少养殖污染排放，建设红树林湿地生态农场；将红树林、大型藻类和海底人工构筑物相结合，在不能自然生长红树林的浅海构建红树林人工鱼礁岛群，促进海洋牧场建设，保障海岸生态安全。

### 三、广西红树林自然恢复成效

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。李春干等研究了防城港珍珠湾谭吉沥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，1981年首次出现了红树林斑块，此后红树林斑块与面积不断增加，红树林向海扩展。红树林自然恢复的原因可能是在修筑海堤之后堤前滩涂的海水动力改变，上游河流（主要是江平江）携带的泥沙和生物碎屑逐渐沉积，以及西面径流量大的北仑河口的径流携沙在涨潮时经湾口直接运至此，滩涂高程逐渐抬升，为漂来的红树林繁殖体定居创造了条件。红树林形成后，又加速了泥沙沉积，使其不断向海扩展，是一个良性的地质—生物过程。

根据广西沿海红树林标桩实地监测，自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、英罗港的北面洗米河口入海口处，其余河口只出现很少量的自然恢复，开阔海岸区则几乎无红树林的自然恢复现象。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。

### 四、广西红树林人工造林成效

广西红树林人工造林面积及其保存率是社会普遍关注的问题。由于历史数据和信息的不完整，准确评价广西红树林人工造林的成效存在很大困难。在有限资料的基础上，通过核查和科学判断，我们仍能把握广西红树林人工造林的基本脉络（表5-2）。资料显示：①2002~2015年的14年间，广西人工营造了3984.5公顷的红树林，但成林的只有1338.9公顷，成功率（保存率）为33.6%；②2002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。

表 5-2 广西红树林人工造林成效统计

时间	人工造林作业面积 (公顷)	人工造林保存面积 (公顷)	保存率(%)	资料说明
1980 年以前	—	274.7	—	国家林业局 2002 年公布 资料
1980~2001 年	—	818.2	—	
2002~2007 年	2651.5	983.9	37.11	广西林业厅专项调查
2008~2015 年	1333.0	355.0	26.63	广西林业厅 2017 年提供
合计	3984.5	2431.8	—	

说明：以国家林业局 2002 年公布的调查数据为准，统计了 1980 年以前、1980~2001 年广西红树人工林面积；在广西林业厅专项资助下，广西红树林研究中心以造林档案为基础，通过全岸线实地查证，统计出 2002~2007 年广西红树林人工造林面积、保存面积和保存率。2008~2015 年的造林情况由广西林业厅提供。造林成功标准一般为造林一年后成活率不低于 60%，或者造林后第 2~4 年保存率不低于 40%。

### (一) 2001 年以前广西红树林人工造林面积

2001 年以前，广西红树林人工造林保存面积为 1092.9 公顷，其中 1980 年以前为 274.7 公顷，1980~2001 年为 818.2 公顷（表 5-3）。从红树人工林岸线分布看，茅尾海的造林保存面积最大，达到 448.5 公顷。这一时期桐花树和白骨壤是广西红树林造林最成功的种类（表 5-4）。桐花树人工林面积达 518.3 公顷，占红树人工林面积的 48%；桐花树和白骨壤人工林面积加起来占同期红树人工林面积的比例高达 80%。

表 5-3 2001 年以前广西红树人工林面积统计

单位：公顷

岸线	1980 年前	1980~1984 年	1985~1989 年	1990~1994 年	1995~2000 年	2001 年	小计
北仑河口	0	0	0	0	24.2	0	24.2
珍珠港	0	0	50.3	0	16.7	0	67.0
茅尾海	0	49.6	0	261.8	137.1	0	448.5
钦州港	75.1	0	0	0	0	0	75.1
大风江	49.1	0	0	0	0	0	49.1
廉州湾	0	0	0	0	24.1	2.3	26.4
北海东岸	0	0	0	0	0.7	8.2	8.9
铁山港	0	0	0	0	40.7	67.3	108.0
英罗港	0	0	0	0	83.2	8.8	92.0
其他岸线	150.5	0	0	0	33.8	9.4	193.7
合计	274.7	49.6	50.3	261.8	360.5	96.0	1092.9
	274.7	818.2					1092.9

表 5-4 2001 年以前广西不同类型红树种群人工林面积统计

单位：公顷

群落	1980 年 前	1980~1984 年	1985~1989 年	1990~1994 年	1995~2000 年	2001 年	合计
白骨壤	75.8	0	0	0	392	30.0	145.0
白骨壤+桐花树	198.9	0	0	0	7.0	0	205.9
秋茄	0	0	50.3	0	18.6	9.4	78.3
桐花树	0	49.6	0	261.8	190.1	16.8	518.3
秋茄—桐花树	0	0	0	0	24.1	8.2	32.3
红海榄	0	0	0	0	81.5	31.6	113.1
合计	274.7	49.6	50.3	261.8	360.5	96.0	1092.9

(二) 2002~2007 年广西红树人工林面积

1. 造林作业面积

调查结果表明，全广西 2002~2007 年红树林人工造林作业面积合计 2651.4 公顷。防城港市红树林人工造林作业面积累计 784.2 公顷，其中防城区 210.2 公顷，主要造林树种是秋茄与木榄；港口区 373.9 公顷，造林树种为红海榄；东兴 200.1 公顷，造林树种为桐花树、白骨壤和秋茄。钦州市红树林人工造林作业面积累计 804.1 公顷，主要造林树种为无瓣海桑、桐花树和秋茄。北海市红树林人工造林作业面积累计 1063.1 公顷，主要造林树种为秋茄、红海榄、白骨壤、木榄等（表 5-5、图 5-2）。

表 5-5 2002~2007 年广西红树林造林作业面积

单位：公顷

区域	无瓣海桑	木榄	红海榄	秋茄	桐花树	白骨壤	混交	合计
防城港市	0	0	373.9	0	0	0	410.3	784.2
钦州市	58.0	0	0	220.1	46.8	0	479.2	804.1
北海市	8.8	14.2	44.1	718.5	2.6	20.8	254.1	1063.1
广西	66.8	14.2	418.0	938.6	49.4	20.8	1143.6	2651.4





图 5-2 广西合浦县西场镇官井海滩人工秋茄林(2007 年 12 月)

## 2. 人工造林保存面积

尽管 2002~2007 年 6 年间广西红树林人工造林作业面积达 2651.4 公顷，但保存下来的只有 983.9 公顷，共有 59 个斑块，分布于 14 个沿海乡镇（表 5-6）。防城港市、钦州市、北海市的红树林造林保存率分别为 9%、77%、27%，全广西为 37%。钦州的保存率高与种植外来红树林植物物种无瓣海桑有很大关系。

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（685.5 公顷）占广西红树林人工林保存总面积的 70%。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 5-6 2002~2007 年广西红树人工林保存面积

单位：公顷

地点		2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	小计
防城港市	江平镇	0	0.4	18.6	7.1	0	0	26.1
	江山乡	0	9.0	0	0	0	0	9.0
	公车镇	0	0	0	0	0	21.4	21.4
	光坡镇	0	0	0	0	16.4	0	16.4
	小计	0	9.4	18.6	7.1	16.4	21.4	72.9
钦州市	康熙岭	66.8	24.5	31.2	6.2	296	0	424.7
	尖山镇	0	0	0	0	39.8	103.3	143.1
	东场镇	0	0	0	0	26.2	0	26.2
	那丽镇	0	0	0	0	26.7	0	26.7
	小计	66.8	24.5	31.2	6.2	388.7	103.3	620.7

地点	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	小计
北海	西场镇	0	0	0	18.3	0	18.3
	沙岗镇	0	0	0	40.3	22.8	78.3
	党江镇	13.4	1.6	31.3	62.1	9.3	117.7
	白沙镇	5.9	0	0	0	0	5.9
	山口镇	4.6	12.1	1.2	0.6	19.8	40.1
	银滩镇	0	0	0	0	15.4	29.8
	小计	23.9	3.7	32.5	121.3	67.3	290.3
合计	90.7	47.6	82.3	134.6	472.4	156.2	983.7

### (三) 2008~2015年广西红树人工林面积

2008~2015年，广西林业部门组织实施了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1304万元。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3010万元。海洋部门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、钦州茅尾海国家级海洋公园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，其中一小部分用于红树林的人工恢复。2008~2015年，全广西红树林人工造林作业面积接近1333公顷，新造红树林保存面积为355公顷，保存率为26.63%。此外，通过加强管理，人工修复和自然恢复了368公顷红树林。

### (四) 广西北仑河口国界海岸红树林重建造林

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方一侧偏移2200米，造成我国固有领土8.7平方公里产生了权属争端，在最后划定边界线时，原本全部属于我国的中间沙被划出了3/4。

20世纪90年代，我国耗费了大量资金实施了北仑河口我方“丁”字坝促淤造林工程，种植了红树林。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，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。为了遏制水土流失，扭转生态退化趋势，保障我国领土安全和海洋权益，探索困难生境红树林恢复技术，广西红树林研究中心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性生态恢复工程”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。

经过测量，发现恢复区滩涂高程最低处比平均海平面低 30 厘米左右，潮流急，抽沙垫高的土方极易流失，直接种植红树林成功率很低。为此，研究人员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。在前期调查研究的基础上，创造性提出抛石围界、土工布围栏、抽沙造滩、人造潮沟导流、盐沼植物固滩、移植红树大苗、监测抚育的技术路线（图 5-3 至图 5-5）。从 10 种盐沼植物中筛选出茳芏、短叶茳芏、芦苇、南水葱、海雀稗 5 种固滩植物。确定红树林移植树种为桐花树和白骨壤，移植规格为二年生至三年生，株高 1 米左右的大苗。用专门的移植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 米×1 米。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。

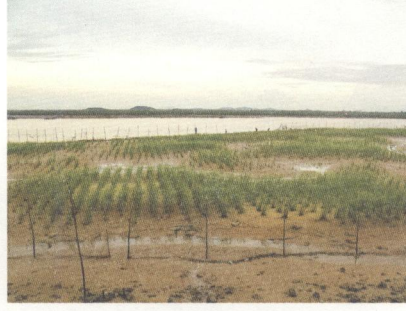


图 5-3 北仑河口入海口困难滩涂的红树林盐沼恢复工程





1.2011年9月（移植初）



2.2012年8月



3.2013年5月



4.2014年5月



5.2016年9月



6.2018年1月（大量红树林幼苗出现在盐沼恢复区域内）



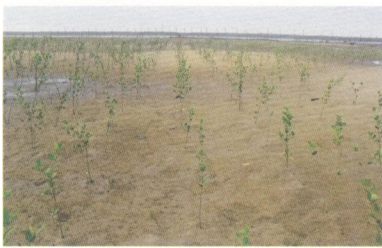
7.2018年4月（全景）

图 5-4 北仑河口特种修复工程之盐沼移植





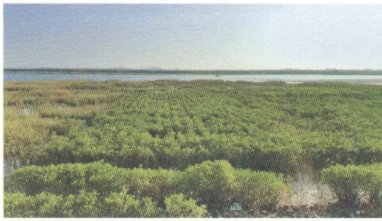
1. 2010年



2. 2011年



3. 2013年



4. 2016年



5. 2018年

图 5-5 北仑河口特种修复工程之红树林大苗移植

通过综合采取海岸整治、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 公顷红树林。2010~2018 年的结果显示，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。该项工程的另外一个意义在于杜绝外来树种，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。

## 五、广西红树林造林主要经验与问题建议

### （一）主要成功经验

（1）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。

(2) 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选择秋茄、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，有些生态种群遗传品质优良，具有广幅的生态适应性，但有的种群只适宜其自然生长的生境。在未进行种源选择试验研究之前，就地种源造林是较为安全的策略。山口的秋茄引入到党江造林后，其生长就不如乡土种源好。

(3) 谨慎引种速生树种无瓣海桑和拉关木。

无瓣海桑和拉关木是我国华南沿海重要的红树林速生林造林树种。无瓣海桑树形高大，2002年开始引种到钦州市茅尾海并获得成功，六年生无瓣海桑林平均高7.3~8.1米。拉关木目前仅在北海半岛等地少量种植。在困难滩涂红树林造林中应慎重使用外来速生树种，尔后进行乡土树种替代，但在自然保护区范围内应该严禁种植外来树种，即便种植也应严格控制规模，加强监测，制订生态安全预案。

乡土红树天然林是广西的特色，是维护地带性生物多样性的根本。广西应在保持自己原生态优势的前提下积极扩种红树林，千方百计地增加红树林面积，但一定要避免外来速生树种入侵乡土红树林的生态陷阱。换一个说法，即广西不能只以红树林面积的大小称英雄，而要以生态系统质量的优劣论成败，要有战略前瞻。这一战略符合广西沿海河口少、泥沙滩涂、土壤贫瘠、立地潮差大的自然环境特征。

(4) 河流入海口的潮滩造林易成功。

河流入海口调节了潮滩盐度，增加了潮滩沉积物及养分，有利于红树林的生长发育。当前广西红树人工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、渔江及沙岗镇七星岛潮滩成功营建了大面积的秋茄人工林。钦江、茅岭江注入的茅尾海潮滩，如康熙岭镇横山、团和、长坡潮滩，如今保存了大面积的无瓣海桑人工林。

(5) 外围有天然红树林屏障的滩涂造林较易成功。

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、北仑河口保护区石角引种红海榄、交东红树林林中空地的造林均为此类例证。

(6) 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、牡蛎等同着动物进行辅助判定。

### (二) 存在问题与建议

#### (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点：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1/3，代价惨重。北仑河口的成功实践说明了前期观测和试验的重要性。今后的红树林造林设计不能仅仅依托有造林设计资质的机构，有经验的高校和科研院所应该介入。建议设计机构提供6个月到1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，每亩造林经费大多不到400元，只够聘用2个工日的临时工。近年来，这样的状况得到改善，每亩造林经费提升到2500元左右。广西海岸河口少，造林难度高于我国的东海岸，未来的造林成本很可能达到每亩0.5万~1万元，困难滩涂则每亩可能高达数万元。造林单价过低难以保证造林和抚育管理的质量，成功率低，浪费人力财力。

#### (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，甚至放任自流，造林往往以失败告终。

#### (5) 红树林造林验收时间不科学。

有的地方参照园林绿化行规，不到一年就对红树林造林工程进行验收，虽然验收时成活率很高，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“一年活，二年死，三年死光光”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，才可以称得上造林成功。因此，红树林造林工程的验收期限最好为3年，不到3年的验收最多作为阶段性查证。如此规定还可以降低工程招投标中的腐败风险。