

THE PLANTS' ADAPTABILITY TO
ENVIRONMENT OF QUANZHOU
BAY ESTUARY WETLAND

泉州湾河口湿地植物的 环境适应性

吴沿友 刘荣成 著



科学出版社

泉州湾河口湿地植物的环境适应性

**The Plants' Adaptability to Environment
of Quanzhou Bay Estuary Wetland**

吴沿友 刘荣成 著

By Yanyou Wu Rongcheng Liu

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以泉州湾河口湿地为研究对象,系统研究红树林植物对湿地环境的适应性。通过对泉州湾河口湿地土壤淤积特征、盐碱度空间变化、元素及土壤酶时空分布规律、植被变化下生物多样性特征等的研究和分析,揭示泉州湾河口湿地的环境演变规律;通过研究植被与湿地环境的交互影响,阐明泉州湾河口湿地优势植物对环境的适应性;通过研究湿地植物的光合作用和生长特性,揭示泉州湾河口湿地红树林植物的生长对环境的依存性。研究结果为泉州湾河口湿地的生态修复提供理论依据和技术支撑。

本书可作为大专院校和科研单位从事湿地生态学、环境科学及林业科学研究的科研工作者和研究生的参考书,也可作为大学本科生学习生态学、环境生物学的课外材料。

图书在版编目(CIP)数据

泉州湾河口湿地植物的环境适应性/吴沿友,刘荣成著. —北京:科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-030909-9

I. ①泉… II. ①吴…②刘… III. ①沼泽化地-植物-环境-适应性-研究-泉州市-英文 IV. ①Q948.525.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 074261 号

责任编辑:王海光 贺霁青/责任校对:纪振红

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 5 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011 年 5 月第一次印刷 印张: 14 1/4

印数: 1—1 000 字数: 285 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序 一

泉州湾位于我国东南沿海，总面积 136.42km^2 ，湿地面积 131km^2 ，占泉州湾总面积的 96% 。内湾面积 79.51km^2 ， 99% 为滩涂湿地。泉州湾河口湿地位于泉州湾内湾，是晋江和洛阳江的入海口。该湿地的生态环境具有典型性、脆弱性、稀有性及生物多样性等特点，被认为是中国亚热带河口湿地的典型代表，分别被亚洲湿地局、《中国生物多样性保护行动计划》、《中国湿地保护行动计划》列入“亚洲重要湿地”、“中国优先保护生态系统”和“中国重要湿地”名录。2003 年 10 月，该湿地被批准为泉州湾河口湿地省级自然保护区。保护区总面积为 7039.56hm^2 ，主要保护对象是红树林生态系统、湿地水禽、水生生物及栖息地生态系统。

泉州湾河口湿地不仅具有典型生物地理意义和生态意义，而且还具有重要的经济价值和文化旅游价值。由于人为活动的影响及外来物种互花米草的入侵，该湿地生态系统曾经变得极为脆弱，2001 年前，泉州湾红树林植物分布面积仅 15hm^2 。从 2002 年开始，惠安县林业局就开展了泉州湾河口湿地的植被修复工作，截至 2008 年年底，惠安县林业局在洛阳江滩涂湿地上共完成红树林造林面积 420hm^2 ，现在每年计划在此湿地上造林 100hm^2 。

植被修复是把双刃剑，成功的植被修复将会优化生态系统、增加生物多样性，失败的植被修复将会导致生态系统退化、生物多样性逐渐减少甚至丧失。因此，在更大规模的植被修复中，理论指导是植树造林规划和布局所迫切需要的。

生态系统与其环境相互适应，造就了生态系统健康稳定的发展。植物的环境适应性是规划泉州湾河口湿地各种树种种植面积和种植区域所必须考虑的首要问题。2006 年以来，该书作者领导的课题组，以泉州湾河口湿地为研究对象，通过对泉州湾河口湿地土壤淤积特征、盐碱度空间变化、元素及土壤酶时空分布规律、植被变化下生物多样特征等的研究和分析，揭示泉州湾河口湿地的环境演变规律；通过研究植被与湿地环境的交互影响，阐明泉州湾河口湿地优势植物对环境的适应性；通过研究湿地植物的光合作用和生长特性，揭示泉州湾河口湿地红树林植物的生长对环境的依存性。研究结果必将为泉州湾的滨海湿地生态系统的建设和可持续发展提供科技支撑。

该书是一本从微观环境入手研究宏观问题的理论专著，在诸多方面颇有创新。展示的研究成果是对泉州湾河口湿地环境精细剖析所得，对泉州湾湿地修复

乃至其他脆弱环境的修复具有指导价值。它的出版将促进我国在“生物对生态脆弱及地球化学敏感区的环境适应性”方面的研究进一步向微观及多学科交叉方向发展。

唐守正

中国科学院院士

2011年2月

序 二

位于福建泉州的泉州湾河口湿地，因其特殊的地理气候和丰富的生物多样性资源，已成为中国亚热带河口湿地的典型代表，2003年10月，该湿地被批准为省级自然保护区。该湿地曾分布大面积的红树林，由于历年围垦和养殖业的发展，红树林已遭受严重破坏，成片面积不到20hm²。近年来，经过大规模人工栽植桐花树和秋茄，红树林面积已达400hm²。目前，每年国家都要投入大量资金进行该湿地的生态修复和保护区的建设。

国内外已有众多湿地修复的成功事例，也有大量有关生态系统结构、功能及生物多样性的研究工作。但以植物的环境适应性为理论依据指导植被修复的事例还不多见。

该书是第一部研究泉州湾河口湿地植物的环境适应性的专著，它的研究成果不仅可以指导泉州湾河口湿地的生态修复，而且可对其他相似的海岸生态系统的修复起借鉴作用。该书从分析大量珍贵的资料和数据入手，阐明泉州湾河口湿地不同红树林植物对高程、养分、潮汐及盐分的适应；从比较植物在不同环境下的光合特性及生长模式，阐述植物的生长发育对环境的适应性。

植物的环境适应性是生态学研究热点问题。该书是对这个问题研究的一个成功尝试，是湿地生态学研究的一项杰出工作，它在很多方面有所创新。例如，用丰富的实测数据比较植物根型对土壤淤积的影响；通过全面分析盐分动态研究不同植物的脱盐和酸化作用；首次用四参数的 Logistic 方程来表征植物的生长等。除此之外，该书还体现了多学科的交叉，它运用了生态学、植物生理学、土壤学、地球化学、水土保持学、生物数学等学科的知识和技术来研究植物的环境适应性，将对湿地生态学的发展起到较大的推动作用。

该书是理论与实践相结合的产物。我衷心希望该书著者及他们的团队紧跟国际湿地科学的研究前沿和发展趋势，继续开拓创新，争取更大的成果，为我国湿地生态系统的建设提供更多的理论支撑。

刘兴土

中国工程院院士

2011年2月

前 言

泉州湾河口湿地, 由于其所处的地理位置和独特的地貌特征, 决定了其生态环境的典型性、稀有性和脆弱性及广泛的生物多样性, 因此, 被认为是中国亚热带河口湿地的典型代表、“亚洲重要湿地”和“中国优先保护生态系统”。1998年, 惠安县人民政府从该湿地中划出 20hm^2 , 批准为惠安县洛阳江屿头湾红树林小区。2002年2月, 福建省人民政府以屿头湾红树林小区为核心划出 876.9hm^2 , 批准为惠安县洛阳江省级自然保护区。2003年10月, 惠安县洛阳江省级自然保护区被批准扩建为泉州湾河口湿地省级自然保护区, 保护区总面积为 7039.56hm^2 , 主要保护对象是红树林生态系统、湿地水禽、水生生物及栖息地的生态系统。

用红树林恢复湿地生态系统是泉州湾河口湿地自然保护区建设的重要工作。近年来, 惠安县已在泉州湾河口湿地种植了 400 多公顷的红树林植物, 但对于 7039.56hm^2 的泉州湾河口湿地自然保护区来说, 400 多公顷显然不够, 仍需扩大红树林种植面积和规模。继续种植红树林植物, 这就涉及适宜的树种选择和合理的植物配置问题。为了解决这个问题, 我们必须研究湿地植物的环境适应性, 通过分析和评估植物的环境适应性, 选择适生树种, 进行“适地”种植。本书就是基于这个背景下开展工作的, 其研究成果不仅能指导今后泉州湾河口湿地的生态修复, 而且也为泉州湾河口湿地自然保护区的建设提供决策支持, 甚至还可类似地区的生态修复和植物对环境适应性的研究提供借鉴。

本书共分 8 章。第一章为绪论, 介绍泉州湾河口湿地的特征和国内外对红树林植物环境适应性的研究现状。第二章介绍泉州湾河口湿地土壤淤积特征, 研究泉州湾河口湿地土壤淤积特征和植被对土壤淤积的影响。第三章介绍泉州湾河口湿地土壤的盐度变化特征, 研究泉州湾河口湿地土壤的盐度和 pH 的空间变化, 分析不同植被对土壤盐度和 pH 的影响。第四章介绍泉州湾河口湿地土壤元素的时空分布与植物的环境适应性, 研究植被影响下土壤有效氮、有效磷及铜、锌、铁、锰的时空分布, 探讨泉州湾河口湿地植被的变化与土壤营养元素的相互作用规律。第五章介绍泉州湾河口湿地土壤酶的时空分布与植物的环境适应性, 分析植被影响下土壤酶活性的时空变化, 阐明泉州湾河口湿地植被的变化与土壤酶的相互作用规律。第六章介绍泉州湾河口湿地优势植物的光合特征与环境的适应性, 通过对泉州湾河口湿地优势植物的光合作用及叶绿素荧光参数等进行研究, 阐明优势植物适应海岸河口湿地环境的生理机制。第七章介绍泉州湾河口湿地优

势植物的生长与环境的适应性,通过对泉州湾河口湿地不同区域下优势植物生长发育模式和生物量增长规律的研究,探讨泉州湾河口湿地优势植物的生长对环境的适应性。第八章介绍泉州湾河口湿地植被变化下的底栖动物多样性,研究植被变化对底栖动物多样性的影响,从宏观上探讨泉州湾河口湿地植物对环境的适应性。

本书是近5年作者及其科研团队在泉州湾河口湿地开展的研究工作成果的总结。在研究过程中得到了惠安县林业局、惠安县林业科技推广站以及国家海洋局第三海洋研究所的李荣冠教授、黄雅琴博士等的大力支持和帮助,并得到了福建省林业科学研究院叶功富教授,中国林业科学研究院廖宝文教授、崔丽娟教授、张怀清教授,江苏大学李萍萍教授,厦门大学林光辉教授及福建农林大学兰思仁教授等的热心帮助和悉心指导。对此,我们深表谢意!

本书得到了国家科技支撑计划专题“闽东北与江浙沿海消浪湿地植物多样性林带构建技术与示范”(2009BADB2B04-03)、福建省科技攻关重点项目“泉州湾河口湿地保护和修复技术研究”(2007Y0040)、泉州市重大专项基金资助项目“泉州湾河口湿地红树林生物多样性保育及示范”(2008ZD2-4)、中国科学院“百人计划”项目、环境地球化学国家重点实验室项目及惠安县的重大科技项目等众多项目的资助。正是有了这些项目的资助,才有了本书的出版,在此,我们对上述资助单位和部门表示衷心的感谢!

衷心感谢唐守正院士、刘兴土院士为本书的热情作序和对我们的关心和支持,我们对他们为我国林业生态和湿地生态学做出的巨大贡献表示深深的敬佩。我们还要衷心感谢国家林业局、福建省林业厅、福建省科技厅、江苏大学、中国科学院地球化学研究所、惠安县林业局、惠安县林业科技推广站等众多单位对我们工作的支持。感谢李荣冠教授、黄雅琴博士,课题组的廖群、张娜、赵宽、梁铮、吴运东、鲁珊、张颖等同学提供的部分数据和资料!感谢课题组的付为国研究员、刘莹博士、赵宽博士对本书的整理和校对!

红树林植物适应海岸带湿地环境的机制极其复杂,需要从多方面开展深入细致的研究。我们的研究成果仅仅是抛砖引玉,希望今后有更多的学者和专家从宏观和微观多角度多层次开展高水平的研究,推动我国林业生态学和湿地生态学的发展。

由于著者学术水平有限、时间仓促,不妥和疏漏之处在所难免,恳请读者不吝赐教!

著者

2010年12月30日

目 录

序一

序二

前言

第一章 绪论	1
第一节 红树林湿地的主要特征	3
第二节 泉州湾河口湿地概况	5
第三节 国内外对红树林植物环境适应性的研究现状	10
第四节 泉州湾河口湿地植物的环境适应性的研究意义	17
参考文献	19
第二章 泉州湾河口湿地土壤淤积特征	28
第一节 泉州湾河口湿地的淤积测量	30
第二节 泉州湾河口湿地土壤淤积的时空分布	31
第三节 泉州湾河口湿地土壤淤积的季节变化	37
第四节 植被对土壤淤积的影响	38
第五节 泉州湾河口湿地沉积物的特征	41
参考文献	46
第三章 泉州湾河口湿地土壤的盐度变化特征	50
第一节 滨海湿地土壤的盐度与湿地生态系统	52
第二节 泉州湾河口湿地土壤的盐度和 pH 的空间变化	54
第三节 植被影响下的土壤盐度和 pH 变化	58
参考文献	64
第四章 泉州湾河口湿地土壤元素的时空分布与植物的环境适应性	67
第一节 土壤氮、磷和重金属对红树林湿地生态系统的影响	69
第二节 植被影响下有效氮、磷的时空分布	72
第三节 植被影响下的土壤有效态铜、锌、铁、锰的时空变化	83
第四节 泉州湾河口湿地土壤氮、磷及金属元素的相关性	96
参考文献	100
第五章 泉州湾河口湿地土壤酶的时空分布与植物的环境适应性	106
第一节 红树林湿地生态系统土壤酶活性的影响因素	109
第二节 泉州湾河口湿地土壤水解酶的分布规律	111

第三节	泉州湾河口湿地土壤氧化酶的时空变化特征	118
第四节	泉州湾河口湿地土壤酶与营养元素的相关性	128
参考文献		132
第六章	泉州湾河口湿地优势植物的光合特征与环境的适应性	137
第一节	红树林植物的叶绿素荧光特性和光合特性	140
第二节	泉州湾河口湿地优势植物叶绿素荧光特性	143
第三节	泉州湾河口湿地优势植物的光合特性	150
参考文献		157
第七章	泉州湾河口湿地优势植物的生长与环境的适应性	160
第一节	泉州湾河口湿地优势植物的生长发育模式	163
第二节	泉州湾河口湿地优势植物生物量的增长	175
第三节	泉州湾河口湿地优势植物的生长与环境的适应性	185
参考文献		187
第八章	泉州湾河口湿地植被变化下的底栖动物多样性	190
第一节	泉州湾湿地动物的多样性	192
第二节	泉州湾河口湿地动物的多样性	194
第三节	红树林湿地与底栖动物的分布	206
参考文献		208
附表		209

Contents

Foreword 1

Foreword 2

Preface

Chapter 1 Introduction	1
Section 1 The main characteristics of mangrove wetland	3
Section 2 Overview of Quanzhou Bay estuary wetland	5
Section 3 The research on the adaptability to environment by mangrove plants at Home and Abroad	10
Section 4 The significance of the studies on the adaptability to environment by plants from Quanzhou Bay estuary wetland	17
References	19
Chapter 2 The characteristics of soil accretion in Quanzhou Bay estuary wetland	28
Section 1 Measurement on the accretion of Quanzhou Bay estuary wetland	30
Section 2 Spatial-temporal distribution of the accretion of Quanzhou Bay estuary wetland	31
Section 3 Seasonal variation of the accretion of Quanzhou Bay estuary wetland	37
Section 4 The effect of vegetation on soil accretion	38
Section 5 The characteristics of the sediment from Quanzhou Bay estuary wetland	41
References	46
Chapter 3 The characteristics of salinity variation in Quanzhou Bay estuary wetland	50
Section 1 Soil salinity of coastal wetlands and wetland ecosystems	52
Section 2 The spatial variation in salinity and pH value of Quanzhou Bay estuary wetland	54
Section 3 The variation of soil salinity and pH value influenced by vegetation	58

References	64
Chapter 4 The spatial-temporal distribution of elements in soil of Quanzhou Bay estuary wetland and the plants' adaptability to environment	67
Section 1 The effect of soil nitrogen, phosphorus and heavy elements on mangrove wetland ecosystem	69
Section 2 The spatial-temporal distribution of available nitrogen and phosphorus influenced by vegetation	72
Section 3 The spatial-temporal variation of soil copper, zinc, iron, manganese influenced by vegetation	83
Section 4 The correlation among nitrogen, phosphorus and metal elements in soil from Quanzhou Bay estuary wetland	96
References	100
Chapter 5 The spatial-temporal distribution of soil enzymes in Quanzhou Bay estuary wetland and the plants' adaptability to environment	107
Section 1 The influence factors of soil enzyme activity in mangrove wetland ecosystem	109
Section 2 The distribution of soil hydrolases in Quanzhou Bay estuary wetland	111
Section 3 The characteristics of spatial-temporal variation of oxidases in Quanzhou Bay estuary wetland	118
Section 4 The correlation between soil enzymes and nutrition elements in Quanzhou Bay estuary wetland	128
References	132
Chapter 6 The photosynthetic characteristic of dominant plants in Quanzhou Bay estuary wetland and the plants' adaptability to environment	138
Section 1 Chlorophyll fluorescence and photosynthetic characteristics of mangrove plants	140
Section 2 Chlorophyll fluorescence characteristic of dominant plants in Quanzhou Bay estuary wetland	143
Section 3 The photosynthetic characteristics of dominant plants in Quanzhou Bay estuary wetland	150
References	157

Chapter 7	The growth of dominant plants in Quanzhou Bay estuary wetland and the plants' adaptability to environment	161
Section 1	The growth and development pattern of dominant plants in Quanzhou Bay estuary wetland	163
Section 2	The biomass increase of dominant plants in Quanzhou Bay estuary wetland	175
Section 3	The relationship between the growth of dominant plants in Quanzhou Bay estuary wetland and the plants' adaptability to environment	185
References		187
Chapter 8	The diversity of zoobenthos in Quanzhou Bay estuary wetland under changes of vegetations	191
Section 1	The diversity of wetland fauna in Quanzhou Bay	192
Section 2	The diversity of fauna in Quanzhou Bay estuary wetland	194
Section 3	The distribution of zoobenthos of mangrove wetland	206
References		208
Attached table		209

第一章 绪 论

摘 要

红树林是稀有的木本胎生植物，其赖以生存的红树林湿地是陆地生态系统向海洋生态系统过渡的最后一道“生态屏障”，是连接海岸带的水圈、气圈和岩石圈的重要纽带。作为湿地的优势物种，红树林在红树林湿地生态系统中起着举足轻重的作用。泉州湾湿地总面积 131km²，位于亚热带海洋性季风气候区，共有高等植物 191 种，既反映出我国红树林北缘分布区红树林的原貌，又是中国亚热带河口湿地的代表。本章简要介绍泉州湾河口湿地生态系统的物种多样性、湿地生态系统的主要红树林物种的生长、分布、繁衍特性。

红树林植物生长在海水周期性浸淹、土壤高盐、缺氧等特殊环境中，因此，形成了一套独特的形态结构、生理生化 and 遗传机制来适应其生长环境。本章简要介绍近 30 年来国内外在红树林植物对环境的适应性方面的工作进展。

20 世纪中期，随着沿海地区工业、码头、城市建设的兴起，大量工业和生活污水、石油和含油废水，以及重金属等污染物汇集于河口、海湾区，致使生长其间的红树林群落退化、面积锐减，目前，全国红树林总面积不到历史上红树林资源最高时期的 1/3。红树林遭受破坏地区的海岸使分布其间的植物区系组成也受到严重的破坏，并进而威胁到海洋生物的安全和人类的健康。此外，目前全球变暖、海平面上升，以及日益增加的洪水、风暴、海岸侵蚀和海水倒灌等灾害，正在导致海岸和河口等生态系统的生物多样性丧失，严重影响了社会、经济和生态系统的协调健康发展。红树林植物不仅可以净化污水和修复被有机物及重金属污染的海滨土壤，还具有造淤、防风、消浪及改善气候环境等功能，因而可从多方面减轻人类活动对海岸带的负面影响，维护区域生态系统的稳定。最后，本章还讨论泉州湾河口湿地红树林植物的环境适应性的意义。

Chapter 1 Introduction

Abstract

Mangroves are scarce viviparous woody plants. Mangrove wetland is the last

“ecological barrier” between terrestrial ecosystems and marine ecosystem, and an important connection linking hydrosphere, aerosphere and lithosphere in coast area. The mangrove plants, as the dominant plants in the wetland, play an important role in the mangrove wetland ecosystem. Total area of Quanzhou Bay wetland is 131.0km², located in the subtropical marine monsoon climate zone. There are 191 higher plants in Quanzhou wetland, which reflect the original distribution area along the northern margin of mangrove forests and is a representative of the subtropical wetlands in China. This chapter briefly introduce the growth, distribution, species diversity, and reproduction characteristics of mangrove plants in Quanzhou Bay estuary wetland.

Mangrove forests, grown under a special environment of periodic water submergence, soil salinity, oxygen deficiency, has gradually evolved morphological, physiological and biochemical and genetic mechanisms to acclimate to its growth environment. This chapter briefly introduces the last 30 years' research progress of the mangrove plants' adaptability to environment, at home and abroad.

In the mid-20th century, industrial development, port and urban construction lead to large amount of discharge of industrial and domestic sewage, oil and oily waste water and heavy metal contamination pouring into estuaries and bays. Large areas of mangrove were destroyed consequently. The total area of mangrove was less than 1/3 of the maximum historic level. The decrease of mangrove greatly impacts the community of flora and fauna, and endangers marine life and human health. In addition, the social, economic and ecological systems, as well as biodiversity were seriously impaired by global warming, sea level arising, flood increasing, storms, coastal erosion and seawater intrusion, etc. Mangrove plants will not only purify the sewage and repair soil which was polluted by organic matter and heavy metal, but also can promote soil accretion, weaken winds, attenuate waves, and improve the climate and environment. So the mangroves can counteract the negative impact by human activity in tidal zone, and maintain the regional ecosystems stability. Finally, the chapter also discusses that the significance of the studies on the adaptability to environment by plants from Quanzhou Bay estuary wetland.

第一节 红树林湿地的主要特征

湿地是指天然或人工、长期或暂时的沼泽地、泥炭地,带有淡水、咸淡水或咸水的水域,包括低潮位下不超过 6m 的海域。海岸带属湿地范畴,它是水圈、气圈、岩石圈与生物圈相互作用、能量相互转换最强烈的区域。海陆气生的相互耦合作用、全球变化及人类活动的扰动,导致海岸带生态环境脆弱,使之成为灾害频发的敏感地带。

全球海岸线约 4.4×10^5 km,有丰富的海岸带和滩涂资源、港口和海运资源、旅游与观光资源、水与矿产资源及生物等。在距离海岸线 60km 的范围内聚集了世界约 1/3 以上的人口。因此,海岸带又是人口最稠密,经济、社会活动最活跃的地带,各种环境变化与灾害对沿海地区生命和财产的潜在危害极大。红树林湿地生态系统是连接海岸带的水圈、气圈和岩石圈的重要纽带,而红树林在该湿地生态系统中起着举足轻重的作用。

红树林是指生长在热带、亚热带海岸或河口区潮间带的木本植物群落。红树林中生长的木本植物被称为红树林植物,而生长的草本或藤本植物,则被称为红树林伴生植物。全球红树林大致分布于南北回归线之间,可达 32°N 和 44°S ,以马来半岛最为繁茂,其群落由高度 30m 或更高的森林到不足 1m 的丛林组成。在我国,红树林主要分布于海南、广东、广西、福建、台湾、香港及澳门沿海,人工引种向北最远可延伸至浙江的乐清湾(林鹏, 2001; 黄镇国和张伟强, 2002)。

红树林湿地是陆地生态系统向海洋生态系统过渡的最后一道“生态屏障”,无论是对陆地还是对海洋,都具有极其重要的生态功能,被誉为“海上森林”、“地球之肾”和“天然养殖场”。它既可以通过网罗碎屑的方式促进土壤的淤积,抵抗潮汐和洪水的冲击,保护堤岸;也可以过滤陆地径流和内陆带出的有机物质和污染物;还可以为许多海洋动物(包括渔业、水产生物)提供栖息和觅食的理想生境,为近海生产力提供有机碎屑的主要生产者;除此之外,红树林湿地不仅能为人类提供木材、薪炭、食物、药材和其他化工原料等,而且还能为人类提供休闲、旅游和教育场所(Kathiresan and Bingham, 2001; 方宝新和但新球, 2001; 林鹏, 2003; 林鹏等, 2005; 邵长伦等, 2009)。

目前世界上的红树林植物有 24 科 30 属 86 种(含变种)(Kathiresan and Bingham, 2001; 缪绅裕, 1993)。我国的红树林植物迄今共发现 42 种,其中真红树 12 科 16 属 27 种和 1 个变种,半红树 11 科 13 属 14 种,另约有 27 种红树林伴生植物(陈桂葵和陈桂珠, 1998; 林鹏, 2001)。主要树种有桐花树(*Aegiceras corniculatum*)、秋茄(*Kandelia candel*)、白骨壤(*Avicennia marina*)、老鼠簕(*Acanthus ilicifolius*)、木榄(*Bruguiera gymnorrhiza*)、海桑(*Son-*

neratia caseolaris)、海莲 (*Bruguiera sexangula*)、角果木 (*Ceriops tagal*)、红树 (*Rhizophora apiculata*)、海漆 (*Excoecaria agallocha*)、木果楝 (*Xylocarpus granatum*)、榄李 (*Lumnitzera racemosa*)、红海榄 (*Rhizophora stylosa*) 等。

我国红树林的群系大致分为 8 个类型,即海莲-木榄群系、正红树-角果木群系、红海榄群系、秋茄树-桐花树群系、桐花树群系、白骨壤-桐花树群系、海桑群系和水椰群系。其中,海莲-木榄群系主要分布于海南的清澜港、潭门港、东寨港,广东的雷州半岛,台湾西南沿海;正红树-角果木群系主要分布于海南的清澜港、东寨港和新英港,台湾南部沿海;红海榄群系主要分布于海南、广东的雷州半岛、广西钦州、台湾南部沿海;秋茄树-桐花树群系主要分布于海南、广东、广西、福建、台湾沿海滩涂;桐花树群系主要分布于海南、广东、广西、福建沿海滩涂;白骨壤-桐花树群系则在海南、广东、广西、福建、台湾沿海较为常见;海桑群系,主要分布于海南的清澜港和东寨港;水椰群系主要分布于海南港北港、杨梅港、乌石港、清澜港(方宝新和但新球,2001;林鹏,2001)。

红树林植物由于长期生活在受周期性潮汐影响、风浪大、辐射强、土壤松软、含氧量低和盐度高的滩涂环境,自身进化形成了一套独特的繁殖、形态结构及生理和遗传适应机制(于晓玲等,2009)。某些红树林植物演化成特殊的胎生繁殖方式,即胚轴在母体萌发后,脱离并掉落土壤成为新的植株,可避免种子在淤泥中萌发而氧气供给不足的情况。高度发达和特化的根系及特殊的茎叶结构,为红树林植物生长在高盐分、被海水淹没的松软淤泥中创造了条件。为了适应淤泥中缺氧的特点,某些红树林植物根系特化为笋状根、指状根、膝根及气生呼吸根等,这些根系均具有粗大的气孔,内部有海绵状的通气组织,可贮藏空气,保证红树林植物被海水淹没后能进行气体交换。为了适应淤泥不稳定的特点,某些红树林植物根系特化为板状根、支柱根和缆状根等,这些根系能固定和支持植物,使其牢牢地固定在泥滩上。为了适应环境中干旱、盐浸的特点,某些红树林植物树皮富含单宁等物质,可抗盐渍和海水腐蚀;而且其叶片硬、肥厚、革质化、叶面气孔下陷,可有效减少水分蒸腾,缓解根系的压力;有些红树林植物茎上特化出特殊的泌盐系统,使红树林植物可以长期生长在海水里(林益明和林鹏,2001)。

经历了 20 世纪 50~70 年代的围海造田、80 年代的毁林造塘养鱼虾和 90 年代兴起的码头、道路等城市建设,中国红树林遭到了巨大的破坏。至 1994 年全国红树林总面积不到 $1.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$,还不到历史上红树林资源最高时期的 1/3(黄桂林,1996;林鹏,2003;林鹏等,2005)。近 10 年来,红树林的生态功能逐渐被认识,红树林的保护和管理开始受到重视。红树林保护区的建立对红树林资源和生态系统恢复起到了明显的作用。目前中国已建立了 30 多个国家及地方