

学校编码：10384

密级

学号：22620111151418

廈門大學

硕士学位论文

泉州湾红树林和盐沼湿地大型底栖动物
群落生态环境效应研究

**Ecological and environmental effect on
macrofaunal communities in mangrove and
salt marshes in Quanzhou Bay**

郭涛

指导教师姓名：蔡立哲教授

专业名称：环境科学

论文提交日期：2014年3月

论文答辩时间：2014年5月

2014年4月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年月日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

() 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

() 2. 不保密，适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。)

声明人（签名）：

年月日

目录

摘要.....	I
ABSTRACT.....	III
第一章前言	6
1.1 大型底栖动物群落研究进展	6
1.1.1 国外大型底栖动物群落研究进展.....	6
1.1.2 国内潮间带大型底栖动物群落生态研究进展.....	9
1.2 红树林湿地和互花米草盐沼底栖动物群落研究进展	12
1.2.1 红树林生态系统的保护及大型底栖动物群落研究进展.....	12
1.2.2 互花米草入侵生态效果及大型底栖动物群落研究进展.....	18
1.3 泉州湾潮间带大型底栖动物群落生态研究进展	21
1.4 研究意义及技术路线	24
第二章材料与amp;方法	27
2.1 泉州湾潮间带概况和大型底栖动物取样站设置	27
2.1.1 泉州湾洛阳河口红树林湿地概况和取样站设置.....	28
2.1.2 泉州湾白沙潮间带概况和取样站设置.....	28
2.1.3 泉州湾罴埔潮间带概况和取样站设置.....	28
2.2 潮间带大型底栖动物的采集和处理过程、数据统计方法	29
2.3 潮间带大型底栖动物群落结构分析方法	30
2.3.1 群落结构分析.....	30
2.3.2 群落物种多样性单变量分析.....	30
2.3.3 单变量双因素方差分析 (Two-way ANOVA)	31
2.4 潮间带大型底栖动物功能群划分方法	31
2.5 潮间带大型底栖动物群落健康状况评价方法	32
2.5.1 大型底栖动物污染指数.....	32
2.5.2 丰度-生物量比较曲线	33
2.5.3 海洋底栖生物指数和多变量海洋底栖生物指数.....	33
第三章泉州湾红树林和盐沼湿地大型底栖动物群落的种类组成.....	36

3.1 泉州湾三处潮间带的大型底栖动物组成	36
3.1.1 洛阳河口红树林湿地的大型底栖动物组成.....	36
3.1.2 白沙潮间带大型底栖动物群落的种类组成.....	37
3.1.3 罴埔潮间带大型底栖动物群落的种类组成.....	37
3.2 大型底栖动物群落相似性分析	38
3.2.1 洛阳河口红树林湿地大型底栖动物群落聚类 (CLUSTER) 和 MDS 标序.....	38
3.2.2 白沙潮间带大型底栖动物群落聚类 (CLUSTER) 和 MDS 标序	40
3.2.3 罴埔潮间带大型底栖动物群落聚类 (CLUSTER) 和 MDS 标序	41
3.2.4 泉州湾三处潮间带大型底栖动物的群落相似性.....	42
3.3 讨论	43
第四章大型底栖动物的栖息密度和生物量时空变化	46
4.1 大型底栖动物栖息密度的时空分布	46
4.1.1 洛阳河口红树林湿地大型底栖动物的栖息密度.....	46
4.1.2 白沙潮间带大型底栖动物栖息密度的时空分布.....	47
4.1.3 罴埔潮间带大型底栖动物栖息密度的时空分布.....	49
4.2 大型底栖动物生物量的时空分布	51
4.2.1 洛阳河口红树林湿地大型底栖动物生物量的时空分布.....	51
4.2.2 白沙潮间带大型底栖动物生物量的时空分布.....	53
4.2.3 罴埔潮间带大型底栖动物生物量的时空分布.....	54
4.3 讨论	56
4.3.1 泉州湾不同生境大型底栖动物群落比较.....	56
4.3.2 泉州湾三处潮间带大型底栖动物群落比较.....	58
4.3.3 不同海域红树林、互花米草区大型底栖动物群落比较.....	59
第五章泉州湾潮间带大型底栖动物群落的生物指数及其评价	62
5.1 泉州湾潮间带大型底栖动物香农-威纳多样性指数 H'	62
5.2 泉州湾潮间带大型底栖动物丰富度指数 d	63
5.3 泉州湾潮间带大型底栖动物均匀度指数 J	64
5.4 大型底栖动物污染指数 (MPI)	65

5.4.1 洛阳河口红树林湿地大型底栖动物 MPI 指数	65
5.4.2 白沙潮间带大型底栖动物 MPI 指数	66
5.4.3 罴埔潮间带大型底栖动物 MPI 指数	66
5.5 丰度-生物量比较曲线	67
5.6 AMBI 和 M-AMBI 指数及其评价	70
5.6.1 泉州湾洛阳河口红树林湿地大型底栖动物 AMBI 和 M-AMBI 值	70
5.6.2 泉州湾白沙潮间带大型底栖动物 AMBI 值和 M-AMBI 值	70
5.6.3 泉州湾罴埔潮间带大型底栖动物 AMBI 值和 M-AMBI 值	72
5.7 讨论	72
第六章大型底栖动物群落与环境变量关系分析	74
6.1 泉州湾潮间带的理化因子和底质粒径	74
6.2 泉州湾潮间带大型底栖动物与温盐及沉积物粒径的相关性	76
6.2.1 与沉积物理化因子的相关性	76
6.2.2 与沉积物粒径的相关性	79
6.3 泉州湾潮间带大型底栖动物与小型底栖动物的相关性	81
6.4 讨论	81
第七章泉州湾潮间带大型底栖动物功能群组成	84
7.1 功能群的物种组成	84
7.1.1 洛阳河口红树林湿地大型底栖动物功能群的物种组成	84
7.1.2 白沙潮间带大型底栖动物功能群的物种组成	85
7.1.3 罴埔潮间带大型底栖动物功能群的物种组成	86
7.2 功能群栖息密度时空分布	87
7.2.1 洛阳河口红树林湿地大型底栖动物功能群栖息密度的时空分布	87
7.2.2 白沙潮间带大型底栖动物功能群栖息密度的时空分布	88
7.2.3 罴埔潮间带大型底栖动物功能群栖息密度的时空分布	90
7.3 功能群的生物量时空分布	92
7.3.1 洛阳河口红树林湿地大型底栖动物功能群生物量的时空分布	92
7.3.2 白沙潮间带大型底栖动物功能群生物量的时空分布	93

7.3.3 罴埔潮间带大型底栖动物功能群生物量的时空分布.....	94
7.4 讨论	96
第八章论文的创新点、不足与展望	99
8.1 创新点	99
8.2 论文的不足之处	99
8.3 展望	99
参考文献	101
附表 1 泉州湾潮间带大型底栖动物名录	115
参加的课题及发表的文章	122
致谢.....	123

厦门大学博硕士学位论文摘要

Table of contents

Abstract(In Chinese)	错误！未定义书签。
Abstract(In English)	错误！未定义书签。
Chapter 1 Preface	6
1.1 Research progress on macrofaunal community	错误！未定义书签。
1.1.1 Research progress on macrofaunal community in the world	错误！未定义书签。
1.1.2 Research progress on intertidal macrofauna community in China	9
1.2 Research progress on macrofaunal community in mangrove wetland and <i>Spartina alterniflora</i> wetland	错误！未定义书签。 2
1.2.1 Research progress on mangrove protection and macrofaunal community	错误！未定义书签。 2
1.2.2 Research progress on ecology of <i>Spartina alterniflora</i> invasion and macrofaunal community	错误！未定义书签。
1.3 Research progress on macrofaunal community in Quanzhou Bay intertidal zone	错误！未定义书签。
1.4 Significance and technological route in this study ..	错误！未定义书签。 4
Chapter 2 Materials and methods	错误！未定义书签。
2.1 General situation of Quanzhou Bay intertidal reserve 错误！未定义书签。	
2.1.1 Sampling situation of Luoyang estuarine mangrove wetland	错误！未定义书签。
2.1.2 Sampling situation of Baisha intertidal zone	错误！未定义书签。
2.1.3 Sampling situation of Xunpu intertidal zone	错误！未定义书签。
2.2 Sampling, laboratory procedures and mathematical statistic methods ..	错误！未定义书签。
2.3 Methods of statistical analysis	错误！未定义书签。
2.3.1 Analysis methods of macrofaunal community structure	错误！未定义书签。

2.3.2 Univariate variable analysis of species diversity 错误! 未定义书签。

2.3.3 Two-way analysis of variance (Two-way ANOVA) 错误! 未定义书签。

2.4 Divide of the functional feeding groups of macrofauna错误!未定义书签。

2.5 Evaluation methods of macrofaunal community health错误! 未定义书签。

2.5.1 Macrozoobenthos Pollution Index (MPI) 错误! 未定义书签。

2.5.2 The curve of abundance biomass comparison 错误! 未定义书签。

2.5.3 A Marine Biotic Index and Multivariate- AMBI. 错误! 未定义书签。

Chapter 3 Macrofaunal community of different habitats in mangrove and salt marshes in Quanzhou Bay..... 错误! 未定义书签。

3.1 Composition of macrofauna..... 错误! 未定义书签。

3.1.1 Composition of macrofauna in Luoyang estuarine mangrove wetland 错误! 未定义书签。

3.1.2 Composition of macrofauna in Baisha intertidal zone 错误! 未定义书签。

3.1.3 Composition of macrofauna in Xunpu intertidal zone 错误! 未定义书签。 7

3.2 CLUSTER and MDS ordination analysis of macrofaunal community .. 错误! 未定义书签。 8

3.2.1 CLUSTER and MDS ordination analysis of macrofaunal community in Luoyang estuarine mangrove wetland 38

3.2.2 CLUSTER and MDS ordination analysis of macrofaunal community in Baisha intertidal zone..... 错误! 未定义书签。

3.2.3 CLUSTER and MDS ordination analysis of macrofaunal community in Xunpu intertidal zone..... 错误! 未定义书签。 1

3.2.4 CLUSTER and MDS ordination analysis of macrofaunal community in Quanzhou Bay intertidal zone..... 错误! 未定义书签。 2

3.3 Discussion..... 错误! 未定义书签。 3

Chapter 4 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal density and

biomass.....	错误！未定义书签。 6
4.1 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal density	错误！未定义书签。 6
4.1.1 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal density in Luoyang estuarine mangrove wetland	错误！未定义书签。 6
4.1.2 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal density in Baisha intertidal zone.....	错误！未定义书签。 7
4.1.3 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal density in Xunpu intertidal zone.....	49
4.2 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal biomass	错误！未定义书签。 1
4.2.1 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal biomass in Luoyang estuarine mangrove wetland	错误！未定义书签。 1
4.2.2 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal biomass in Baisha intertidal zone.....	错误！未定义书签。 3
4.2.3 Spacial-temporal distrubition of macrofaunal biomass in Xunpu intertidal zone.....	错误！未定义书签。 4
4.3 Discussion.....	错误！未定义书签。 6
4.3.1 Comparison of macrofaunal community amongdifferent habitats	错误！未定义书签。 6
4.3.2 Comparison of macrofauna community among three intertidal zones	错误！未定义书签。 8
4.3.3 Comparison of macrofauna in different mangrove and <i>Spartina alterniflora</i> wetlands.....	59
Chapter 5 Biological index of macrofaunal in Quanzhou Bay	错误！未定义书签。 2
5.1 Shannon-Wiener diversity index (H') of macrofauna in Quanzhou Bay	错误！未定义书签。 2

5.2 Margalef species abundance index (<i>d</i>) of macrofauna in Quanzhou Bay	错误! 未定义书签。 3
5.3 Pielous species evenness index (<i>J</i>) of macrofauna in Quanzhou Bay	错误! 未定义书签。 4
5.4 Macrozoobenthos Pollution Index(MPI)	错误! 未定义书签。 5
5.4.1 The MPI of macrofauna in Luoyang estuarine mangrove wetland	错误! 未定义书签。 5
5.4.2 The MPI of macrofauna in Baisha intertidal zone	错误! 未定义书签。 6
5.4.3 The MPI of macrofauna in Xunpu intertidal zone	错误! 未定义书签。 6
5.5 Abundance Biomass Comparison	错误! 未定义书签。 7
5.6 AZTI's Marine Biotic Index and multivariate-AMBI	70
5.6.1 The AMBI and M-AMBI of macrofauna in Luoyang estuarine mangrove wetland	错误! 未定义书签。 0
5.6.2 The AMBI and M-AMBI of macrofauna in Baisha intertidal zone	错误! 未定义书签。 0
5.6.3 The AMBI and M-AMBI of macrofauna in Xunpu intertidal zone	错误! 未定义书签。 2
5.7 Discussion	错误! 未定义书签。 2
Chapter 6 The relationship between macrofauna and environment factors	错误! 未定义书签。 4
6.1 Environment factors and sedimental grain size in Quanzhou Bay	错误! 未定义书签。 4
6.2 Pearson correlation between macrofauna and environment factors and sedimental grain size in Quanzhou Bay intertidal	错误! 未定义书签。 6
6.2.1 Pearson correlation between macrofauna and environment factors	错误! 未定义书签。 6
6.2.2 Pearson correlation between macrofauna and grain size	错误! 未定义

书签。	79
6.3 Pearson correlation between macrofauna and meiofauna in Quanzhou Bay intertidal zone	错误！未定义书签。1
6.4 Discussion	错误！未定义书签。1
Chapter 7 Composition of macrofaunal functional groups in Quanzhou Bay	错误！未定义书签。4
7.1 Species composition of functional groups	错误！未定义书签。4
7.1.1 Species composition of functional groups in Luoyang estuarine mangrove wetland.....	错误！未定义书签。4
7.1.2 Species composition of functional groups in Baisha intertidal zone ..	错误！未定义书签。5
7.1.3 Species composition of functional groups in Xunpu intertidal zone ..	错误！未定义书签。6
7.2 Density composition of functional groups	错误！未定义书签。7
7.2.1 Density composition of functional groups in Luoyang estuarine mangrove wetland.....	错误！未定义书签。7
7.2.2 Density composition of functional groups in Baisha intertidal zone	8 错误！未定义书签。
7.2.3 Density composition of functional groups in Xunpu intertidal zone ..	错误！未定义书签。0
7.3 Biomass composition of functional groups	错误！未定义书签。2
7.3.1 Biomass composition of functional groups in Luoyang estuarine mangrove wetland.....	错误！未定义书签。2
7.3.2 Biomass composition of functional groups in Baisha intertidal zone.	错误！未定义书签。3
7.3.3 Biomass composition of functional groups in Xunpu intertidal zone.	错误！未定义书签。4
7.4 Discussion	错误！未定义书签。6
Chapter 8 Innovation, insufficiency and prospection	99

8.1 Innovation	99
8.2 Insufficiency	99
8.3 Prospection	错误！未定义书签。99
Reference	错误！未定义书签。1
Appendix 1 Macrofaunal catalogue in Quanzhou Bay intertidal	错误！未定义书签。5
Task participation and publications	错误！未定义书签。2
Acknowledgement	错误！未定义书签。3

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

红树林和互花米草湿地是滨海潮间带的典型生态系统,底栖动物是潮间带的重要组成部分。对大型底栖动物群落的研究,不仅能够揭示潮间带的生态过程,还能较准确地评估潮间带的生态环境质量现状。虽然我国学者已经对滨海潮间带红树林和盐沼湿地进行了不少大型底栖动物群落研究,但存在着 2 个主要问题:

(1) 对大型底栖动物的鉴定水平参差不齐,研究结果多种多样,甚至结果是相反的。(2) 较少采用不同生境来比较大型底栖动物群落的差异。本研究采用按不同生境对大型底栖动物群落进行取样,且运用各种数理统计方法和生物指数,特别是 M-AMBI 等生物指数,比较和评估泉州湾潮间带红树林和互花米草生境的环境质量现状,研究结果可为潮间带红树林种植、互花米草防治、大型底栖动物资源开发利用提供科学依据。主要研究结果如下:

1. 泉州湾红树林和盐沼湿地定量取样获得大型底栖动物 171 种,其中多毛类、腹足类、双壳类和甲壳类物种数较多,分别有 67 种、21 种、24 种和 46 种。洛阳、白沙和罴埔红树林和盐沼湿地获得的大型底栖动物分别有 57 种、89 种和 101 种,呈现从湾内向湾口递增的趋势。

2. 聚类 (CLUSTER) 和多维尺度标序 (MDS) 分析结果显示,泉州湾红树林和盐沼湿地从湾内至湾口形成 3 个大型底栖动物群落。洛阳红树林湿地以寡毛类-指海葵-短拟沼螺为大型底栖动物群落的栖息密度优势种,白沙红树林和盐沼湿地以寡鳃齿吻沙蚕-小头虫-短拟沼螺为群落栖息密度优势种,罴埔盐沼湿地以加州中蚓虫-寡鳃齿吻沙蚕-长吻沙蚕为群落栖息密度优势种。

3. 洛阳、白沙和罴埔红树林和盐沼湿地大型底栖动物栖息密度分别为 $870 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $462 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $1628 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-2}$,生物量分别是 $46.10 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、 $25.97 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 $50.00 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 。白沙红树林和盐沼湿地大型底栖动物栖息密度和生物量较低,其中一个原因与养殖废水排放有关,养殖废水排放导致小头虫栖息密度较高而大个体动物较少。

4. 泉州湾罴埔和白沙互花米草生境大型底栖动物群落的物种多样性指数平均值分别是罴埔 3 种、白沙 3 种生境最高的指数平均值,分别为 3.70 和 2.80,

表明泉州湾互花米草生境有利于各种大型底栖动物的栖息。大型底栖动物污染指数 MPI、海洋底栖生物指数 AMBI 和多变量海洋底栖生物指数 M-AMBI 的评价结果表明,泉州湾潮间带绝大多数生境的环境生态质量属于受轻度扰动或无扰动。

5. 泉州湾白沙潮间带沉积物盐度较洛阳河口红树林湿地和罴埔潮间带低,可能与白沙村养殖废水排放有关。泉州湾潮间带大型底栖动物群落参数与绝大多数理化因子、沉积物粒径参数无显著相关。大型底栖动物物种数与小型底栖动物类群数、栖息密度、生物量之间呈显著正相关,但大型底栖动物栖息密度和生物量与小型大型底栖动物类群数、生物量之间没有显著相关。可见,泉州湾潮间带大型底栖动物群落受理化因子影响较小,大型底栖动物与小型底栖动物之间存在着食物链网关系。

6. 泉州湾不同区域潮间带和不同生境的大型底栖动物功能群分布各异。洛阳河口红树林湿地没有浮游生物食者,栖息密度组成上碎屑食者占较高比例,生物量组成上植食者占较高比例。白沙、罴埔不同生境之间功能群的栖息密度组成较复杂,生物量植食者所占比例较高。

关键词: 大型底栖动物; 红树林; 互花米草; 群落结构; 潮间带; 泉州湾

ABSTRACT

The mangrove and *Spartina alterniflora* are two typical ecological wetlands on intertidal zone, while the macrofaunal community is a key part of intertidal ecosystem. Studies on macrofaunal community not only supply the more crucial ecological process of intertidal coast, but also accurately assess ecological and environmental quality of the intertidal zone. Although many studies on macrofauna in intertidal mangrove and salt marshes in China have been done, two key problems have not been solved. (1) Different identification level has been found in many researchers, which got different results, even the opposite. (2) Few studies on comparing macrofaunal communities in different habitats. In this study, the samplings were set depending on different habitats, a variety of mathematical statistics and biological index were used, especially the M-AMBI and so on, for comparing and evaluating the environmental quality of the mangrove and *Spartina alterniflora* wetlands. The results might providing the scientific basis for mangrove planning, *Spartina alterniflora* controlling and utilization of resources. The main results are as follows:

1. One hundred and seventy-one macrofaunal species were identified in mangrove and salt marshes of Quanzhou Bay intertidal zone. Among them, 67 species belonged to Polychaeta, 46 species belonged to Crustacean, 21 species belonged to Gastropoda and 24 species belonged to Bivalvia. There were 57 species of macrofauna in Luoyang estuarine mangrove wetland, 89 species in Baisha intertidal zone and 101 species in Xunpu intertidal zone. The species numbers had an increasing trend from inner bay to outer bay.

2. CLUSTER and MDS analysis showed that there were three macrofaunal communities from inner bay to outer bay. Oligochaeta - *Actinia* sp. - *Assiminea brevicula* were dominant macrofaunal species in Luoyang estuarine mangrove wetland. *Nephtys oligobranchia* - *Capitella capitata* - *Assiminea brevicula* were dominant macrofaunal species in Baisha mangrove wetland and salt marsh. *Mediomastus californiensis* - *Nephtys oligobranchia* - *Glycera chirori* were dominant

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫