

学校编码：10384

密级_____

学号：22320120153432

廈門大學

博士学位论文

海湾生态安全评价研究

——以东山湾为例

Ecological Security Assessment of Bay Ecosystem: A Case
Study of Dongshan Bay

杨璐

指导教师姓名：杨圣云 教授

专业名称：海岸带综合管理

论文提交日期：2015年5月

论文答辩时间：2015年5月

2015年5月

海湾生态安全评价研究——以东山湾为例

杨璐

指导教师
杨圣云
教授

厦门大学

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,该学位论文为厦门大学海洋生态系统管理课题组的研究成果,获得厦门大学海洋生态系统管理课题组的经费资助,在厦门大学海洋生态系统管理实验室完成。

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 绪论	1
1.1 研究背景与选题意义.....	1
1.1.1 理论意义.....	1
1.1.2 实践意义.....	2
1.2 研究目的与技术路线.....	3
1.3 研究对象及其特点.....	4
第二章 生态安全研究进展	6
2.1 生态安全理论研究进展.....	6
2.1.1 生态安全的产生与沿革.....	6
2.1.2 生态安全的定义与特点.....	11
2.2 生态安全评价研究进展.....	15
2.2.1 基于生态系统健康、风险及服务评价等相关方法的生态安全评价.....	15
2.2.2 基于 RS、GIS 和景观生态学的生态安全评价.....	16
2.3 现有生态安全研究存在的问题.....	17
2.4 与生态安全相关内容的研究进展.....	18
2.4.1 与生态安全相关的理论研究进展.....	18
2.4.2 生态系统定量评价方法研究进展.....	28
第三章 海湾生态安全评价技术构建	37
3.1 理论框架.....	37
3.1.1 生态系统健康状态.....	37
3.1.2 生态系统敏感性.....	38
3.1.3 生态系统暴露水平.....	38

3.1.4 生态系统适应能力.....	38
3.1.5 生态系统可持续能力.....	38
3.2 评价指标体系构建.....	39
3.2.1 指标体系构建的原则.....	39
3.2.2 指标体系构建的方法.....	40
3.3 评价方法.....	45
3.3.1 综合指数法.....	45
3.3.2 可变-模糊评价法.....	54
3.4 研究时段划分与数据来源.....	57
第四章 研究区域概况	60
4.1 海湾自然环境概况.....	60
4.1.1 地理位置.....	60
4.1.2 气候与气象条件.....	61
4.1.3 海湾地质地貌.....	62
4.1.4 海洋水文特征.....	62
4.1.5 海洋自然灾害.....	64
4.2 海湾周边社会经济概况.....	64
4.2.1 漳州市社会经济概况.....	64
4.2.2 漳浦县社会经济概况.....	65
4.2.3 东山县社会经济概况.....	65
4.2.4 云霄县社会经济概况.....	66
4.2.5 古雷港经济开发区社会经济概况.....	66
4.3 相关空间规划.....	66
4.3.1 海洋功能区划.....	66
4.3.2 海洋环境保护规划.....	68
4.3.3 生态功能区划.....	70
第五章 东山湾生态安全健康状态子系统评价	71
5.1 东山湾生态安全健康状态指标.....	71
5.1.1 生态环境质量.....	71

5.1.2 人类健康与生活质量.....	78
5.2 东山湾生态安全健康状态指标权重.....	81
5.3 东山湾生态安全健康状态评价结果.....	83
5.3.1 综合指数评价结果.....	83
5.3.2 可变-模糊评价结果.....	87
第六章 东山湾生态安全敏感性子系统评价.....	89
6.1 东山湾生态安全敏感性指标.....	89
6.1.1 自然系统的结构与功能.....	89
6.1.2 社会经济结构.....	92
6.2 东山湾生态安全敏感性指标权重.....	93
6.3 东山湾生态安全敏感性评价结果.....	95
6.3.1 综合指数评价结果.....	95
6.3.2 可变-模糊评价结果.....	97
第七章 东山湾生态安全暴露水平子系统评价.....	99
7.1 东山湾生态安全暴露水平指标.....	99
7.1.1 压力.....	99
7.1.2 灾害.....	115
7.1.3 风险.....	116
7.2 东山湾生态安全暴露水平指标权重.....	119
7.3 东山湾生态安全暴露水平评价结果.....	122
7.3.1 综合指数评价结果.....	122
7.3.2 可变-模糊评价结果.....	128
第八章 东山湾生态安全适应能力子系统评价.....	129
8.1 东山湾生态安全适应能力指标.....	129
8.1.1 自然生态系统弹性.....	129
8.1.2 社会响应.....	132
8.2 东山湾生态安全适应能力指标权重.....	145
8.3 东山湾生态安全适应能力评价结果.....	148
8.3.1 综合指数评价结果.....	148

8.3.2 可变-模糊评价结果	150
第九章 东山湾生态安全可持续能力子系统评价	151
9.1 可持续能力评价方法	151
9.1.1 指标筛选	151
9.1.2 评价等级划分	152
9.2 东山湾生态安全可持续能力评价	154
9.2.1 食品供给服务	154
9.2.2 旅游娱乐服务	155
9.2.3 初级生产服务	158
9.3 东山湾生态安全可持续能力评价结果	159
9.3.1 综合指数评价结果	159
9.3.2 可变模糊评价结果	160
第十章 东山湾生态安全评价结果与讨论	161
10.1 结果与讨论	161
10.1.1 东山湾生态安全评价结果	161
10.1.2 东山湾生态安全评价结果讨论	163
10.2 预测性分析	165
10.3 生态安全管理对策建议	167
10.3.1 管理机制体制建设	167
10.3.2 重点关注内容和重点关注区域	167
第十一章 结论与展望	175
11.1 主要结论	175
11.1.1 理论研究	175
11.1.2 案例分析	175
11.2 创新点与不足	177
11.2.1 创新点	177
11.2.2 不足	178
11.3 研究展望	178

附录.....	181
参考文献.....	188
致谢.....	200

厦门大学博硕士论文摘要库

CONTENTS

Abstract in Chinese	错误!未定义书签。
Abstract in English	错误!未定义书签。
Chapter 1 Introduction	错误!未定义书签。
1.1 Research background and significance	错误!未定义书签。
1.1.1 Theoretical significance	错误!未定义书签。
1.1.2 Practical significance	错误!未定义书签。
1.2 Research objectives and technology roadmap	错误!未定义书签。
1.3 Research object and its characteristics	错误!未定义书签。
Chapter 2 Progress of ecological security research	错误!未定义书签。
2.1 Progress of ecological security theoretical research	错误!未定义书签。
2.1.1 Origin and evolution of ecological security	错误!未定义书签。
2.1.2 Definition and characteristics of ecological security	错误!未定义书签。
2.2 Progress of ecological security assessment	错误!未定义书签。
2.2.1 Ecological security assessment based on the relative ecosystem health, risk and services assessments	错误!未定义书签。
2.2.2 Ecological security assessment based on RS, GIS and Landscape Ecology	错误!未定义书签。
2.3 Existing problems of ecological security research	错误!未定义书签。
2.4 Progress of related researches with ecological security	错误!未定义书签。
2.4.1 Progress of related theoretical researches with ecological security	错误!未定义书签。
2.4.2 Progress of ecosystem quantitative assessment methods	错误!未定义书签。
Chapter 3 Construction of ecological security assessment techniques for	

bay ecosystems.....	错误!未定义书签。
3.1 Theoretical framework.....	错误!未定义书签。
3.1.1 Ecosystem Health Status.....	错误!未定义书签。
3.1.2 Ecosystem Sensitivity	错误!未定义书签。
3.1.3 Ecosystem Exposure	错误!未定义书签。
3.1.4 Ecosystem Adaptive Capacity	错误!未定义书签。
3.1.5 Ecosystem Sustainable Capacity.....	错误!未定义书签。
3.2 Construction of indicator system	错误!未定义书签。
3.2.1 Principals of indicator system construction	错误!未定义书签。
3.2.2 Methods of indicator system construction	40
3.3 Assessment methods	错误!未定义书签。
3.3.1 Comprehensive index method.....	错误!未定义书签。
3.3.2 Variable-fuzzy assessment method	错误!未定义书签。
3.4 Division of the study periods and data sources.....	错误!未定义书签。
Chapter 4 Profile of the study area	60
4.1 Profile of nature environment	60
4.1.1 Location	60
4.1.2 Climatic conditions	错误!未定义书签。
4.1.3 Geological geomorphology and sedimentary environment.....	错误!未定义书签。
4.1.4 Hydrological condition of sea area	错误!未定义书签。
4.1.5 Nature hazards of ocean.....	错误!未定义书签。
4.2 Profile of social-economic development	错误!未定义书签。
4.2.1 Profile of social-economic development of Zhangzhou.....	错误!未定义书签。
4.2.2 Profile of social-economic development of Zhangpu.....	错误!未定义书签。
4.2.3 Profile of social-economic development of Dongshan.....	错误!未定义书签。
4.2.4 Profile of social-economic development of Yunxiao.....	错误!未定义书签。
4.2.5 Profile of social-economic development of Gulei ..	错误!未定义书签。

4.3 Related spatial planning.....	错误!未定义书签。
4.3.1 Marine functional zoning.....	错误!未定义书签。
4.3.2 Marine environment protection planing.....	错误!未定义书签。
4.3.3 Ecological functional zoning	错误!未定义书签。
 Chapter 5 Assessment of Health Status subsystem in ecological security of Dongshan Bay	
5.1 Indicators of Health Status subsystem	71
5.1.1 Ecological and environmental qualities	71
5.1.2 Human health and living quality	错误!未定义书签。
5.2 Indicator weights of Health Status subsystem	81
5.3 Assessment results of Health Status subsystem.....	错误!未定义书签。
5.3.1 Results of comprehensive index method	错误!未定义书签。
5.3.2 Results of variable-fuzzy assessment method.....	错误!未定义书签。
 Chapter 6 Assessment of Sensitivity subsystem in ecological security of Dongshan Bay	
6.1 Indicators of Sensitivity subsystem	错误!未定义书签。
6.1.1 Structure and fuctions of nature system.....	错误!未定义书签。
6.1.2 Structure of social-economic system	错误!未定义书签。
6.2 Indicator weights of Sensitivity subsystem.....	错误!未定义书签。
6.3 Assessment results of Sensitivity subsystem	错误!未定义书签。
6.3.1 Results of comprehensive index method	错误!未定义书签。
6.3.2 Results of variable-fuzzy assessment method.....	错误!未定义书签。
 Chapter 7 Assessment of Exposure subsystem in ecological security of Dongshan Bay.....	
7.1 Indicators of Exposure subsystem	错误!未定义书签。
7.1.1 Pressures	错误!未定义书签。
7.1.2 Hazards	错误!未定义书签。
7.1.3 Risks.....	错误!未定义书签。

7.2 Indicator weights of Exposure subsystem.....	错误!未定义书签。
7.3 Assessment results of Exposure subsystem	错误!未定义书签。
7.3.1 Results of comprehensive index method	错误!未定义书签。
7.3.2 Results of variable-fuzzy assessment method.....	错误!未定义书签。
 Chapter 8 Assessment of Adaptive Capacity subsystem in ecological	
security of Dongshan Bay.....	错误!未定义书签。
8.1 Indicators of Adaptive Capacity subsystem.....	错误!未定义书签。
8.1.1 Natual ecosystem resilience.....	错误!未定义书签。
8.1.2 Social response.....	错误!未定义书签。
8.2 Indicator weights of Adaptive Capacity subsystem.....	错误!未定义书签。
8.3 Assessment results of Adaptive Capacity subsystem.....	错误!未定义书签。
8.3.1 Results of comprehensive index method	错误!未定义书签。
8.3.2 Results of variable-fuzzy assessment method.....	错误!未定义书签。
 Chapter 9 Assessment of Sustainable Capacity subsystem in ecological	
security of Dongshan Bay.....	错误!未定义书签。
9.1 Assessment method of Sustainable Capacity subsystem ..	错误!未定义书签。
9.1.1 Indicator selection.....	错误!未定义书签。
9.1.2 Classification.....	错误!未定义书签。
9.2 Assessment of Sustainable Capacity subsystem	错误!未定义书签。
9.2.1 Food supply service	错误!未定义书签。
9.2.2 Tourist entertainment service	错误!未定义书签。
9.2.3 Primary production service	错误!未定义书签。
9.3 Assessment results of Health Status subsystem	错误!未定义书签。
9.3.1 Results of comprehensive index method	错误!未定义书签。
9.3.2 Results of variable-fuzzy assessment method.....	错误!未定义书签。
 Chapter 10 Results and discusscions of Ecological Security of Dongshan	
Bay	错误!未定义书签。
10.1 Results and discusscions	错误!未定义书签。

10.1.1 Results of Ecological Security of Dongshan Bay.	错误!未定义书签。
10.1.2 Discussions of Ecological Security of Dongshan Bay	错误!未定义书签。
10.2 Prediction analysis	错误!未定义书签。
10.3 Suggesions for ecological security management.....	错误!未定义书签。
10.3.1 Construction management mechanism	错误!未定义书签。
10.3.2 Key factors and regions	错误!未定义书签。
Chapter 11 Conclusions and prospects	错误!未定义书签。
11.1 Conclusions	错误!未定义书签。
11.1.1 Theoretical study	错误!未定义书签。
11.1.2 Case study	错误!未定义书签。
11.2 Innovations and questions	错误!未定义书签。
11.2.1 Innovations	错误!未定义书签。
11.2.2 Questions	错误!未定义书签。
11.3 Prospects	错误!未定义书签。
Appendices.....	错误!未定义书签。
References.....	错误!未定义书签。
Ackowlegements.....	200

摘要

海湾生态系统作为人口密集、人类活动十分频繁的区域，极易受到高强度人类活动的影响，海湾自然生态系统健康与服务、人类健康和生活质量受到的威胁不断加剧，这直接关系到人类的生存与发展。随着海湾生态安全问题日益凸显，如何科学地评价海湾生态安全水平，制定有效的生态安全管理措施，对于实现海湾资源的可持续利用具有重要意义。

目前国内外针对生态安全的研究较少，并未形成相对成熟的理论基础和评价技术。本文在总结国内外生态系统健康、生态风险、生态脆弱性和生态系统服务等一系列与生态安全相关内容研究成果的基础上，讨论了海湾生态安全定义、内涵以及生态安全的组成要素，尝试构建一套适用于海湾生态系统的生态安全评价技术，并以东山湾生态系统为案例进行研究。主要结论如下：

(1) 生态安全是指在一定时间和空间范围内，特定生态系统对于人类活动和全球变化所带来的压力和灾害的应对能力能够维持生态系统健康的状态和生态系统服务的可持续供给，并对潜在风险具有一定的抵抗力，从而既能满足维持人类与系统内其他生物的生存与健康的需求，又能实现社会-经济-自然复合生态系统可持续发展目标的一种状态。

本研究认为，一个状态健康、服务完善的生态系统是生态安全的基础，可持续性维护生态安全的最高目标，生态风险和生态脆弱性分别作为外源因子和内源因子对生态安全构成威胁，生态系统适应力在暴露源向作为受体的、具有敏感性特点的生态系统施加作用的过程中起到了良好的缓冲作用。据此进一步提炼出生态安全的内涵要素，即健康状态、敏感性、暴露水平、适应能力和可持续能力。

(2) 论文构建了生态安全理论框架 (Ecological Security Framework, ESF)，在此基础上针对海湾生态安全的特点，构建了一套海湾生态安全评价指标体系，分别从健康状态、敏感性、暴露水平、适应能力和可持续能力等 5 个子系统对生态安全进行综合评价。

(3) 采用综合指数法和可变-模糊评价法相结合，以东山湾生态系统为例，开展了不同时期（回顾阶段 I：2000 年以前、回顾阶段 II：2005~2007 年、现状阶段：2011~2014 年）的海湾生态安全评价研究。评价结果表明，东山湾生态安

全水平有所下降,已由回顾阶段的“(较)满意安全水平”下降至现状阶段的“(轻度)预警安全水平”。

(4) 生态安全健康状态子系统评价结果表明,东山湾生态系统健康状态在回顾阶段和现状阶段基本维持稳定的水平,均属于“健康状态良好”。其中,生态环境质量略有下降;人类健康与生活质量得到显著提高。

(5) 生态安全敏感性子系统评价结果表明,东山湾生态系统敏感性显著增加,由回顾阶段 I 的“敏感性较低”增至回顾阶段 II 的“敏感性中等”水平,又进一步恶化至现状阶段“敏感性较高”的水平。其中,珊瑚群落、滩涂湿地指标已降至等级“劣”,情况不容乐观。

(6) 生态安全暴露水平子系统评价结果表明,东山湾生态系统暴露水平由回顾阶段的“较低”增加至现状阶段的“中等”,说明近 10 年左右的时间里,东山湾生态系统受到的胁迫有较明显的增加。其中,压力源主要来自工业和港口航运业的发展,以及随之带来的围填海、污染物排放等压力;风险源则主要来自海上溢油和危险化学品泄漏;灾害源主要来自生物入侵。

(7) 生态安全适应能力子系统评价结果表明,东山湾生态系统适应能力由回顾阶段 I 的“适应能力较低”逐渐上升,目前处于“适应能力中等”的水平。期间发生了生态系统自身弹性的下降和社会响应能力的提升。其中,生态系统自身弹性下降主要体现在自然岸线和水动力条件退化;在社会响应能力上,政策、法律和规划以及生物多样性保护能力均较理想,但在管理机制建设和经费投入等方面仍需加强。

(8) 生态安全可持续能力子系统评价结果表明,东山湾生态系统的服务供给维持在“可持续能力良好”的水平。其中,旅游娱乐服务具有较大开发利用潜力;食品供给服务已达到其最大利用限度;初级生产服务水平下降。

(9) 根据评价结果和预测性分析,识别出东山湾生态安全管理应关注的重点内容(如珊瑚覆盖率、滩涂面积等)和重点区域(如列屿附近区域、古雷半岛西侧区域等)。据此提出生态安全管理对策建议,如加强管理体制建设,提高综合协调能力;采用适应性管理策略;建立长效的公众参与机制;保护漳江口红树林等重要生境,提高生态系统弹性;加强重点关注区域内对重点关注内容的监测和评价;加强应急机制建设,有效应对突发环境事件等。

关键词: 海湾生态系统; 生态安全; 综合指数法; 可变-模糊评价法; 东山湾

Abstract

As a densely populated area with frequent human activities, bay ecosystems are vulnerable to high intensity of human activities. The health and services of natural bay ecosystems, as along with the human health and life quality, are facing growing threats which have deep impacts on human survival and development. As ecological security issues of bay ecosystems become increasingly prominent, it is of great significance to assess the ecological security level and develop effective management measures for bay ecosystems in the pursuit of sustainable use of resources.

There are few researches on ecological security at home or abroad to date, neither exist relatively mature theoretical foundation and evaluation techniques. Based on a series of review on related researches targeting ecological security (e.g. ecosystem health, ecological risk, ecological vulnerability and ecosystem services), a novel set of assessment technology was proposed for ecological security of bay ecosystems. Furthermore, the newly established technology was applied in Dongshan Bay (Fujian, China) as a case study, and the main conclusions are:

(1) Ecological security was defined as the coping capacity a certain ecosystem has, when exposed to pressures and hazards caused by human activities and global changes, of maintaining the ecosystem health and the sustainable supply of ecosystem services, and providing certain extent of resistance to potential risks. Thus, the ecosystem could not only meet the needs of sustaining the survival and health of human and other organisms, but also be able to realize the sustainable development of a compound social-economic-natural system.

An ecosystem in healthy status and with integrated services is considered as the basis of ecological security; sustainability is the ultimate goal in maintaining ecological security; ecological risk and ecological vulnerability are the exogenous and endogenous threatening factors to ecological security, and adaptive capacity plays a good cushioning role when the exposure sources act upon the passive sensitive ecosystem. We hereby extract the elements of ecological security: health status, sensitivity, exposure, adaptive capacity and sustainable capacity.

(2) An ecological security framework (ESF) was erected accordingly. On this basis, an indicator system of ecological security assessment for bay ecosystems was

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts 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.