

《福建省海湾数模与环境研究》项目系列专著

主 编：刘修德 副主编：李 涛

福建省海湾围填海规划 环境化学与环境容量影响评价

余兴光 马志远 林志兰 等◎编著



科学出版社

www.sciencep.com

中国环境科学出版社
CHINA ENVIRONMENTAL SCIENCE PUBLISHERS
100029 Beijing, China

福建省海峡西岸经济区 环境化学与环境容量影响评价

陈明华 王德明 林建 等 著



中国环境科学出版社
CHINA ENVIRONMENTAL SCIENCE PUBLISHERS

《福建省海湾数模与环境研究》项目系列专著

主 编：刘修德 副主编：李 涛

福建省海湾围填海规划 环境化学与环境容量影响评价

余兴光 马志远 林志兰 等◎编著

Impact Assessment of Reclamation
Planning on Environmental Chemistry
and Capacity in the Bays of
Fujian Province

科 学 出 版 社
北 京

内 容 简 介

本书是一本较系统、全面地论述福建省近岸海域环境质量及环境容量的科学著作。全书共8章,着重从包括海水环境、沉积物环境、生物质量在内的环境化学以及环境容量两大方面入手,分别对全省12个主要海湾和1个河口海区的环境化学和污染源进行了现状及历史回顾性评价,并针对不同围填海设计工况产生的环境影响进行了预测评价。此外,选取典型案例进行了围填前后的环境质量和环境容量变化分析。通过对海湾整体和典型围填海工程点面结合的论述方法,总结出了福建省海湾环境时空变化特征和尚存问题,并从环境容量和环境化学角度进行了围填海方案的优选。

本书可供沿海各级政府部门、环保部门、规划部门、管理部门以及从事海洋化学、海洋环境保护等方面的科技人员、管理人员和中、高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

福建省海湾围填海规划环境化学与环境容量影响评价/余兴光等 编
著. —北京:科学出版社,2008

(《福建省海湾数模与环境研究》项目系列专著)

ISBN 978-7-03-022547-4

I. 福… II. 余… III. 填海造地-区域规划-环境影响-评价-福建省
IV. TU982.257 X820.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第107486号

责任编辑:胡升华 李晓华 卜 新 / 责任校对:朱光光

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:无极书装

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>

北京佳信达艺术印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008年9月第一次印刷 印张:16 插页:4

印数:1—1 800 字数:344 000

定价:70.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《福建省海湾数模与环境研究》项目顾问及指导组

黄小晶 福建省人民政府省长
刘德章 福建省人大常委会副主任

《福建省海湾数模与环境研究》项目专家组

(按姓氏笔画顺序排列)

于福江	马明辉	王义刚	王长海	王 涛	叶燕贻	许卫忆
刘容子	刘 建	李 炎	杨顺良	肖 天	张珞平	周秋麟
施志群	洪华生	郭小刚	黄秀清	梁玉波	程承彪	鲍献文
窦希萍						

《福建省海湾数模与环境研究》项目系列专著编委会

(按科技项目合同书顺序排列)

主 编: 刘修德

副主编: 李 涛

成 员:

刘容子	杨顺良	鲍献文	张珞平	余兴光	乔方利	陈 尚
杨益生	陈 彬	王义刚	张金善	蒋文芳	陈 伟	池 宏
杨圣云	杨永增	潘伟然	万 艳	李荣欣	胡建宇	魏泽勋
叶剑平	柯淑云	王闽生	赖晓暄	张俊安	苏国华	周秋麟
江毓武	许珠华	黄秀清				

《福建省海湾围填海规划环境化学与环境容量影响评价》
编 委 会

主 编 余兴光

副主编 马志远 林志兰

编 委 (按汉语拼音排序)

陈 彬 李 涛 林志兰 马志远

苏国华 王金坑 余兴光 詹兴旺

海，是福建的“半壁江山”。福建省海域面积 13.6 万 km^2 ，比陆地面积大 12%。福建省大陆海岸线总长 3 752km（2007 年新修测），居全国第二位；海岸线曲折率 1:6.21，居全国首位。“渔、港、景、能”等各类海洋资源十分丰富。对于位置临海、发展靠海、优势在海的福建来说，保护好海洋、利用好海洋、开发好海洋具有非凡的意义。

近年来，随着港口、修造船、电力、石化等临海工业的大规模建设，福建人多地少的矛盾日益突出，向海洋要发展、要空间、要后劲，成为福建沿海地区经济发展的重要战略取向。这一战略取向，导致福建省围填海需求剧增，海洋资源环境保护压力加大。如何科学利用海洋资源、保护海洋环境、促进海洋经济可持续发展，事关长远，牵动大局，成为各级党委、政府领导思考的重大问题。2005 年 1 月，福建省人民政府省长黄小晶在听取全省海洋功能区划修编工作汇报时，针对福建省围填海造地需求与海洋资源环境保护矛盾日益突出的情况，从落实科学发展观和建设海洋经济强省的战略高度出发，高瞻远瞩地提出福建省海洋与渔业局要对全省重点海湾开展数值模拟与环境研究，科学合理地实现和保障福建省海湾优势资源的可持续开发利用，为重点海域海洋经济发展、环境综合整治规划与实施、海洋生态环境保护等方面的政府决策提供服务和技术支撑。

随后，福建省海洋与渔业局认真组织实施，邀请了国内十余家高水平科研机构 and 高校的一大批业内一流专家、学者和科研人员成立了海湾数值模拟与环境研究项目联合研究课题组，福建省内外十余位海洋、数模等学科知名专家组成海湾数值模拟与环境研究项目技术指导与监督管理专家组，通过大量的调研和论证，将研究确立为海湾数值模拟与环境研究项目。两年多来，海湾数值模拟与环境研究项目联合研究课题组在福建省各级政府和各涉海部门的全力配合下，在海湾数值模拟与环境研究项目技术指导与监督管理专家组的具体指导下，集

思广益,群策群力,攻坚克难,精益求精,顺利完成了海湾数值模拟与环境研究项目。2007年4月,海湾数值模拟与环境研究项目通过了中国科学院院士刘瑞玉和中国工程院院士袁业立等专家组成的海湾数值模拟与环境研究项目成果评审验收组的总评审和验收。海湾数值模拟与环境研究项目成果评审验收组对研究成果给予高度评价,认为其中许多方面属国内外首创,研究成果总体达到国际先进水平,可作为政府决策依据,具有向全国推广的价值。这次研究有三个突出特点:一是首次全面、系统、科学地总结福建省海洋资源开发利用和生态环境保护的经验教训,研究规划未来发展方向。二是首次以实施重大科技项目、整合国内一流海洋科技力量的方式开展研究,使福建省科技创新直接服务海洋强省战略和政府科学决策,使海洋科技在关键领域达到国际先进水平。三是突出了“发展主题”、“保障重点”和“因地制宜”的围填海原则,着力协调处理好海洋开发中的海洋自然属性与社会属性、局部与全局、近期和远期的关系。目前,研究成果已广泛应用于省、市两级的涉海规划和环境评价项目,其科学性、实用性在理论和实践上都得到了充分的印证。

为更好地总结研究成果,深入贯彻落实福建省委、省政府建设海洋强省的战略部署,促进海湾资源的可持续利用,加快建设海洋经济强省步伐,为海峡西岸经济区发展与繁荣做出新的、更大的贡献,为福建省各级部门在海洋开发方面的科学决策提供服务,海湾数值模拟与环境研究项目联合研究课题组经认真研究整理,出版了《福建省海湾数模与环境研究》项目系列专著。

海湾数值模拟与环境研究项目得到了福建省各级部门的大力支持和帮助,尤其是福建省海洋与渔业局海湾数模项目办公室(资源环境保护处)有关同志为海湾数值模拟与环境研究项目付出了大量辛勤的劳动,在此特别感谢。

由于海湾数值模拟与环境研究项目中的许多内容在国内外尚属首次发表,没有经验可以借鉴,研究的深度和水平有限,难免有不足之处,敬请大家指正。

海湾数值模拟与环境研究项目

联合研究课题组

2008年7月

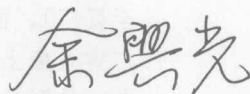
在本书定稿送印前，总觉得还有些话要说。此时，我正在我国雪龙船试航的航程上。我国开展极地考察至2008年已是第25个年头了。2008年7月开展第三次北极考察，6月25~28日雪龙船试航（从上海至厦门），国家海洋局在雪龙船上召开“北极问题研讨会”，这是首次在雪龙船上召开这种研讨会，20多位专家聚集一堂，畅谈我国北极科考，特别是十分关注北极变化对我国的影响问题，如北极气候变化、海冰变化可能对我国产生的影响及应采取的应对策略。现在已是凌晨1点了，雪龙船长达160多米，最大排水量高达2万多吨，是一艘很大的船，大概自己久未在船上生活（1999年参加第16次南极考察时有幸在雪龙船上生活锻炼近半年时间），摇晃着的船总难让人入眠，思绪回到了这两天北极气候变化对中国可能产生的影响等问题上，想到中国经济社会的发展，必须高度重视北极气候变化问题。而我国经济的快速发展，一方面必须走向海洋，利用海洋；另一方面必须高度关注海洋的变化，特别是海岸带的变化。这种变化最明显之处是持续升温的大规模围海造地可能带来的海洋生态环境的一系列变化，而对于气候变化与围海造地所产生的生态后果响应之间的关系，到目前为止鲜有人去研究，但围海造地引发的一系列海洋生态问题却已引起有识之士的高度关注。

对决策者而言，本书的作用在于提供了一种值得重视的科学研究结果，当然其作用仅限于福建省海湾围填海的决策，因为论证对象及范围是很明确的，是有针对性的。而对于更多读者来说，本书提供了这样一种思维方法或者分析认识围海造地带来的环境问题的基本方法，应该说是一种新的理念、创新的评价方法，相信这种评价方法是今后的发展方向之一。之所以这么判断，是因为从一个省的角度，对全省12个海湾和1个河口海区，根据围海造地需求，结合各种可能工况进行深入论证，以把握每个海湾围海造地可能产生的问题，推荐可供选择的方案（工况）或明确不应围填、慎重围填的工况。这种研究

是综合性的、宏观控制性的,因而其结论在海湾开发规划决策中更应受到重视。在一定程度上,这种方法注意到人类活动的叠加影响或累积影响问题,这是单个项目环境影响评价难以做到的。在方法论上,应该认为是对国内目前正在推进中的规划环境影响评价的发展,这种认识可能高了些,但全国此类做法目前还不多见。福建省海洋开发管理领导小组办公室在组织实施方面开了一个好头。

本书从环境化学和环境容量两个方面就海湾围填海规划进行评价。在阅读本书之余,读者如果也阅读本系列专著中的其他6本书,可能有助于比较全面地看待围填海问题。

本书成稿要感谢马志远、林志兰两位副主编,他们付出了艰辛的劳动。感谢詹兴旺、王金坑、陈彬等同志在参加编审中,提出了不少宝贵意见。科学出版社编辑李晓华在审阅本书和编辑过程中,提出许多宝贵意见,对本书的设计制作也进行了精心考量,在此表示谢意。其他提供帮助者在本书文后致谢中一一载明。本书即将付梓,限于水平,难免存在错误和不足,欢迎读者指正。本书出版,如果能对促进我国围填海科学论证的发展,推进海洋资源的可持续利用有所帮助,作者就感到十分欣慰了。



2008年6月28日凌晨于雪龙船

福建省海湾围填海规划环境化学与环境容量影响评价

总序

前言

◆ 第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 主要内容	2
1.3 主要特色	3
1.4 有关说明	4
◆ 第2章 海湾概况	5
2.1 海湾自然环境概况	5
2.1.1 地理位置与区位条件	5
2.1.2 自然环境条件	5
2.1.3 主要海洋资源及开发利用现状	9
2.2 海湾沿岸社会经济基本情况	14
2.2.1 沿海人口与城镇	14
2.2.2 沿海地区经济概况	14
2.3 各主要海湾概况	17
2.3.1 沙埕港	17
2.3.2 三沙湾	18
2.3.3 罗源湾	19
2.3.4 闽江口	20
2.3.5 福清湾及海坛峡	21
2.3.6 兴化湾	22
2.3.7 湄洲湾	23
2.3.8 泉州湾	24
2.3.9 深沪湾	25
2.3.10 厦门湾	25
2.3.11 旧镇湾	26
2.3.12 东山湾	27

2.3.13 诏安湾	28
第3章 环境化学质量现状评价	30
3.1 海湾水环境质量现状评价	30
3.1.1 调查站位与调查内容	30
3.1.2 水环境质量现状评价结果	37
3.1.3 福建重点海湾水环境质量综合评价	69
3.1.4 小结	78
3.2 海湾沉积环境质量现状评价	79
3.2.1 调查站位与调查内容	79
3.2.2 沉积环境质量评价结果	81
3.2.3 福建重点海湾沉积环境质量综合评价	90
3.2.4 小结	95
3.3 生物质量现状评价	95
3.3.1 调查内容与评价标准	95
3.3.2 生物质量现状评价结果	97
3.3.3 福建重点海湾生物质量综合评价	106
3.3.4 小结	115
第4章 海湾环境化学质量历史回顾分析	116
4.1 历史资料分析	116
4.1.1 技术方法	116
4.1.2 评价指标	116
4.2 各湾历史资料分析评价	116
4.2.1 沙埕港	116
4.2.2 三沙湾	117
4.2.3 罗源湾	119
4.2.4 闽江口	121
4.2.5 福清湾及海坛峡	123
4.2.6 兴化湾	124
4.2.7 湄洲湾	127
4.2.8 泉州湾	129
4.2.9 深沪湾	132
4.2.10 厦门湾	133
4.2.11 旧镇湾	142
4.2.12 东山湾	144
4.2.13 诏安湾	147
4.3 重点海湾环境化学历史回顾综合分析	148
4.3.1 水环境化学历史回顾综合分析	148
4.3.2 沉积环境化学历史回顾综合分析	149
4.3.3 生物质量历史回顾综合分析	149

4.4 小结	150
第5章 典型围填海环境化学质量变化分析	151
5.1 分析方法与主要指标	151
5.1.1 分析方法	151
5.1.2 评价指标	151
5.2 各海湾典型围填海围填前后环境质量变化分析	151
5.2.1 沙埕港——杨岐垦区	151
5.2.2 三沙湾——大唐火电厂、三源塘和长盛塘围垦	152
5.2.3 罗源湾——白水围垦	154
5.2.4 闽江口——云龙围垦和蝙蝠洲围垦	155
5.2.5 兴化湾——过桥山围垦	155
5.2.6 湄洲湾——南埔围垦	156
5.2.7 泉州湾	157
5.2.8 深沪湾	157
5.2.9 旧镇湾	158
5.2.10 东山湾	158
5.3 围填海活动前后环境质量变化综合分析	159
5.3.1 围填海活动前后水环境质量变化分析	159
5.3.2 围填海活动前后沉积环境质量变化分析	159
5.3.3 围填海活动前后生物质量变化分析	159
5.4 小结	160
第6章 典型围填海环境容量回顾评价	161
6.1 污染源分析	161
6.1.1 各港湾的污染源分析	161
6.1.2 综合评价	166
6.2 围垦前后环境容量变化	170
6.2.1 各海湾典型历史围填海的环境容量变化计算	170
6.2.2 结果综合分析	176
第7章 围填海方案环境化学影响预测评价	178
7.1 环境容量损失预测与评价	178
7.1.1 各海湾不同工况下的环境容量损失计算	178
7.1.2 综合分析	193
7.2 各海湾不同工况下主要污染物分布预测	199
7.2.1 沙埕港	199
7.2.2 三沙湾	200
7.2.3 罗源湾	201
7.2.4 闽江口	201
7.2.5 福清湾及海坛峡	203
7.2.6 兴化湾	204

7.2.7	湄洲湾	204
7.2.8	泉州湾	205
7.2.9	深沪湾	205
7.2.10	厦门湾	205
7.2.11	旧镇湾	206
7.2.12	东山湾	206
7.2.13	诏安湾	206
7.3	各围填海方案对环境化学影响分析	207
7.3.1	围填海方案水环境质量影响分析	207
7.3.2	围填海方案沉积环境质量影响分析	217
7.3.3	围填海方案生物质量影响分析	218
7.4	围填海方案环境化学影响综合分析	218
7.4.1	环境化学影响综合分析	218
7.4.2	环境容量影响预测与围填方案优选	218
7.4.3	小结	219
第8章	结论与建议	220
8.1	环境质量现状评价结论	220
8.1.1	水环境质量	220
8.1.2	沉积环境质量	220
8.1.3	海洋生物质量	221
8.2	回顾评价结论	221
8.2.1	水环境质量	221
8.2.2	沉积环境质量	222
8.2.3	海洋生物质量	223
8.2.4	环境容量	223
8.3	预测评价结论	223
8.3.1	水环境质量	223
8.3.2	沉积环境质量	226
8.3.3	海洋生物质量	226
8.3.4	环境容量	227
8.4	方案优选环境化学指标评估结论	227
8.4.1	可行方案	227
8.4.2	慎重方案	227
8.4.3	不可行方案	229
8.5	结语	229
8.6	致谢	230
资料来源		231
参考文献		232
彩图		

福建省海湾围填海规划环境化学与环境容量影响评价

图 3-1	福建省海区主要海湾环境化学补充调查站位图（沙埕港、三沙湾）	30
图 3-2	福建省海区主要海湾环境化学补充调查站位图（罗源湾、闽江口、福清湾及海坛峡）	30
图 3-3	福建省海区主要海湾环境化学补充调查站位图（兴化湾、湄洲湾）	30
图 3-4	福建省海区主要海湾环境化学补充调查站位图（泉州湾、深沪湾、厦门湾）	30
图 3-5	福建省海区主要海湾环境化学补充调查站位图（旧镇湾、东山湾、诏安湾）	30
图 3-6	福建省重点海湾水环境 pH 含量变化	70
图 3-7	福建省重点海湾水环境 DO 含量变化	71
图 3-8	福建省重点海湾水环境 COD _{Mn} 含量变化	72
图 3-9	福建省重点海湾水环境无机氮含量变化	73
图 3-10	福建省重点海湾水环境活性磷酸盐含量变化	74
图 3-11	福建省重点海湾水环境石油类含量变化	74
图 3-12	福建省重点海湾水环境砷含量变化	75
图 3-13	福建省重点海湾水环境铜含量变化	75
图 3-14	福建省重点海湾水环境铅含量变化	76
图 3-15	福建省重点海湾水环境锌含量变化	76
图 3-16	福建省重点海湾水环境镉含量变化	77
图 3-17	福建省重点海湾水环境汞含量变化	77
图 3-18	福建省主要海湾水环境质量综合指数（WQI）	78
图 3-19	福建省重点海湾沉积环境有机碳含量变化	91
图 3-20	福建省重点海湾沉积环境硫化物含量变化	91
图 3-21	福建省重点海湾沉积环境石油类含量变化	92
图 3-22	福建省重点海湾沉积环境砷含量变化	92

图 3-23	福建省重点海湾沉积环境铜含量变化	92
图 3-24	福建省重点海湾沉积环境铅含量变化	93
图 3-25	福建省重点海湾沉积环境锌含量变化	93
图 3-26	福建省重点海湾沉积环境镉含量变化	94
图 3-27	福建省重点海湾沉积环境汞含量变化	94
图 3-28	福建省主要海湾沉积环境质量综合指数	95
图 3-29	福建省重点海湾生物质量铜含量变化	106
图 3-30	福建省重点海湾生物质量铅含量变化	107
图 3-31	福建省重点海湾生物质量锌含量变化	108
图 3-32	福建省重点海湾生物质量镉含量变化	109
图 3-33	福建省重点海湾生物质量汞含量变化	110
图 3-34	福建省重点海湾生物质量砷含量变化	111
图 3-35	福建省重点海湾生物质量石油烃含量变化 (秋冬季)	111
图 3-36	福建省重点海湾生物质量六六六含量变化	112
图 3-37	福建省重点海湾生物质量 DDT 含量变化	113
图 3-38	福建省重点海湾生物质量 PCB 含量变化	114
图 3-39	福建省主要港湾生物质量综合指数	114
图 4-1	三沙湾海水环境主要因子年际变化	118
图 4-2	三沙湾潮下带沉积环境主要因子年际变化	118
图 4-3	三沙湾潮间带沉积环境主要因子年际变化	119
图 4-4	闽江口沉积环境主要因子年际变化	122
图 4-5	泉州湾海水质量年际变化	130
图 4-6	泉州湾潮下带沉积环境主要因子年际变化	131
图 4-7	泉州湾潮间带沉积环境主要因子年际变化	131
图 4-8	泉州湾生物质量主要因子年际变化	132
图 4-9	厦门湾西海域海水质量年际变化	134
图 4-10	九龙江河口海区海水质量年际变化	135
图 4-11	厦门湾南部海域海水质量年际变化	136
图 4-12	厦门东部海域海水质量年际变化	137
图 4-13	同安湾海水质量年际变化	138
图 4-14	旧镇湾海水质量年际变化	142
图 4-15	旧镇湾潮下带沉积环境主要因子年际变化	143
图 4-16	旧镇湾潮间带沉积环境主要因子年际变化	143
图 4-17	旧镇湾生物质量主要因子年际变化	144
图 4-18	东山湾海水质量年际变化	145
图 4-19	东山湾潮下带沉积环境主要因子年际变化	145
图 4-20	东山湾潮间带沉积环境主要因子年际变化	146
图 4-21	东山湾生物质量主要因子年际变化	146
图 6-1	各海湾陆源和海上 COD 的排放情况	168

图 6-2	各海湾陆源和海上 TN 排放情况	169
图 6-3	各海湾陆源和海上 TP 排放情况	169
图 6-4	各海湾的污染物排放情况	170
图 7-1	各工况排污条件下水体 COD、石油类、铅、锌质量浓度预测	208
图 7-2	水质敏感点分布图	209
图 7-3	湄洲湾内主要水域水质比较取点位置	213