

围填海

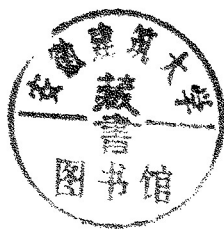
适宜性评估方法与实践

于永海 索安宁 编著



围填海适宜性 评估方法与实践

于永海 索安宁 编著



海洋出版社

2013年·北京

图书在版编目(CIP)数据

围填海适宜性评估方法与实践 / 于永海 索安宁 编著.
— 北京: 海洋出版社, 2013.10

· ISBN 978-7-5027-8682-3

I. ① 围… II. ① 于… ② 索… III. ① 填海造地 — 适宜性评价 — 评估方法 — 中国 IV. ① TU982.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第242289号

责任编辑: 苏 勤

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编: 100081

北京旺都印务有限公司印刷 新华书店经销

2013年10月第1版 2013年10月北京第1次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 12.75

字数: 320千字 定价: 80.00元

发行部: 010-62147016 邮购部: 010-68038093 总编室: 010-62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

参与编写人员名单（按姓氏笔画为序）：

于永海 于东生 丰爱平 王初升
羊天柱 刘大海 许雪峰 许玉甫
李怡群 赵锦霞 黄 杰 黄发明
索安宁 韩 康 曾江宁

—前言—

随着我国沿海地区社会经济的快速发展，有限的土地资源已经成为制约社会发展的主要因素。为了拓展发展空间，沿海各地纷纷把发展的方向转向海洋，围填海成为缓解土地供需矛盾、拓展发展空间的有效途径，但一些地区也出现了围填海规模增长过快、局部海域生态环境破坏严重、减灾防灾能力明显降低等问题，大规模的围填海造地产生的资源环境影响问题引起了社会各界的关注。为了科学评估围填海造地的海洋资源环境适宜性，2007年国家海洋公益性行业科研专项启动了“典型围填海综合评估体系与应用示范研究（200705015）”项目。该项目针对我国各类海岸的资源环境特征，研究构建了基岩海岸、砂质海岸、淤泥质海岸、红树林海岸、海湾、河口以及离岸人工岛等不同类型海岸资源环境下的围填海适宜性评估指标体系与方法，并选取了一些典型的围填海造地项目开展了实践应用。本书是在总结“典型围填海综合评估体系与应用示范研究”项目中围填海适宜性评估理论与实践应用研究工作的基础上形成的，以期为我国不同特征海岸围填海造地适宜性评估工作提供理论方法参考。

全书共分九章，由国家海洋环境监测中心、国家海洋局第一海洋研究所、国家海洋局第二海洋研究所、国家海洋局第三海洋研究所和河北省海洋与水产科学研究院共同完成。具体分工如下：第一章，于永海、索安宁、黄杰；第二章，羊天柱、许雪峰、曾江宁；第三章，丰爱平、刘大海、赵锦霞；第四章，羊天柱、许雪峰、曾江宁；第五章，黄发明、王初升、于东生；第六章，黄发明、王初升、于永海；第七章，羊天柱、许雪峰、曾江宁；第八章，韩康、于永海、索安宁；第九章，李怡群、赵振良、索安宁。全书由于永海、索安宁进行统筹和定稿，黄杰协助。

由于研究的深度和水平有限，再加上不少评估方法尚待实践的进一步检验，不妥之处在所难免，敬请各位同行和广大读者批评指正。

典型围填海综合评估体系与应用示范研究课题组

2013年6月



第一章	围填海适宜性评估概述	1
第一节	围填海及其资源环境影响	1
第二节	我国围填海管理概述	3
第三节	国内外围填海适宜性评估进展	4
第二章	基岩海岸围填海适宜性评估方法与实践	8
第一节	我国基岩海岸分布与围填海现状	8
第二节	基岩海岸围填海适宜性评估方法	10
第三节	舟山市东大塘围填海适宜性评估	24
第四节	洋山港围填海适宜性评估	31
第三章	砂质海岸围填海适宜性评估方法与实践	40
第一节	我国砂质海岸分布与围填海现状	40
第二节	区域砂质海岸围填海适宜性评估方法	44
第三节	建设项目砂质海岸围填海适宜性评估方法	50
第四节	山东省砂质海岸围填海适宜性评估	56
第五节	山东省日照市岚山电厂围填海适宜性评估	62
第六节	砂质海岸围填海适宜性评估建议	70
第四章	淤泥质海岸围填海适宜性评估方法与实践	72
第一节	我国淤泥质海岸分布与围填海现状	72
第二节	淤泥质海岸围填海适宜性评估指标体系	74
第三节	淤泥质海岸围填海适宜性评估方法	83
第四节	温州市龙湾高涂围垦养殖工程适宜性评估	94

第五章	红树林海岸围填海适宜性评估方法与实践	97
第一节	我国红树林分布与红树林海岸环境特征	97
第二节	红树林海岸围填海适宜性评估方法	101
第三节	防城港红树林海岸围填海适宜性评估	109
第六章	海湾型海岸围填海适宜性评估方法与实践	118
第一节	我国海湾概况及围填海对海湾的影响	118
第二节	海湾型海岸围填海适宜性评估方法	120
第七章	河口型海岸围填海适宜性评估方法与实践	127
第一节	我国河口型海岸分布及围填海现状	127
第二节	河口型海岸围填海适宜性评估指标体系	130
第三节	上海市人工半岛围填海适宜性评估	142
第八章	人工岛建设适宜性评估方法与实践	146
第一节	人工岛概述	146
第二节	人工岛建设适宜性评估指标体系	148
第三节	人工岛建设适宜性评估方法	152
第四节	盘锦船舶工业基地人工岛建设适宜性评估	159
第九章	曹妃甸工业园区围填海海洋环境影响回顾性评估	168
第一节	环境影响回顾性评估综述	168
第二节	曹妃甸围填海工程及其海域资源环境概况	171
第三节	曹妃甸围填海工程附近海域环境变化分析	174
第四节	曹妃甸围填海工程环境影响回顾性评估	187
	参考文献	194

第一章 围填海适宜性评估概述

第一节 围填海及其资源环境影响

围海是指通过筑堤等手段,围割海域进行海洋开发活动的用海方式,包括围海养殖、围海制盐等。填海(或填海造地)是指筑堤围割海域填成土地的海洋开发活动,围填海是围海和填海的总称。围填海是沿海地区缓解土地供求矛盾、扩大社会生存和发展空间的有效手段。许多沿海国家和地区,尤其是陆地资源贫乏的沿海国家都非常重视利用滩涂或海湾造地。荷兰 800 年来填海近千万亩,相当于国土面积的 1/5;日本在过去的 100 年间填海 $12 \times 10^4 \text{ km}^2$,沿海城市约有 1/3 的土地是通过填海获得的;新加坡填海造地 100 多平方千米,世界最大、最壮观的机场之一——樟宜机场,工业区裕廊镇等地都是填海而建;韩国仁川国际机场是围海填沙营造而成的;位于韩国东南端的釜山,能够同时停靠 30 艘超大型集装箱船舶的釜山新港也是填海而建。

我国沿海人口稠密,经济发达,海岸线漫长、海湾众多。改革开放以来,东部沿海地区一直是我国经济增长最活跃、工业化和城市化进程最快的区域。快速的工业化、城镇化对土地资源的大量需求与沿海土地资源相对短缺之间的矛盾成为制约我国沿海地区社会经济持续发展的主要问题。向海洋拓展发展空间,实施围填海工程,缓解人地矛盾,成为沿海城市发展的重要选择之一。为此,21 世纪以来,我国沿海兴起了规模庞大的围填海热潮,出现了曹妃甸工业园区、天津滨海新区、连云港滨海新城、珠海高栏港经济区等大规模围填海造地集中区域。根据国家海洋局《海域使用管理公报》显示,从 1993 年开始实施海域使用权确权登记到 2010 年底,我国累计确权填海造地面积达到 $9.84 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。“十一五”期间,全国累计确权围填海造地面积 $6.72 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

在一定历史时期,围填海确实为土地资源短缺的沿海国家和地区带来了更多的发展机遇,如发展农业、提供大量城市用地、保证港口陆域用地、美化城市等。但随着人类对自然认知能力的提高,一些大规模围填海引发的生态环境问题也不容忽视,如无序无度、缺少科学规划的围填海会带来滨海湿地大量丧失,滨海景观、岸线、港口等海岸资源遭到破坏等,具体如下。

一、围填海导致海岸生态系统退化

滨海盐沼、红树林、河口、海湾等都是重要的湿地生态系统,也是当前围填海最为活跃



的地区,大规模围填海活动致使这些重要的生态系统被占用和破坏,退化严重,生物多样性降低。研究显示,天津滨海湿地一半以上已被改造为生物种群较为单一、生态功能较为低下的人工湿地。近40年来,我国红树林面积由 $4.83 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 锐减到 $1.51 \times 10^4 \text{ hm}^2$,围填海占用是主要原因之一。

二、围填海使海域水环境容量下降,加剧海洋环境污染

围填海大量占用海域面积,使海湾纳潮量减少,海洋潮差变小,潮汐的冲刷与交换能力降低,湾内水交换能力变差,近岸海域水环境容量下降,削弱了海水净化纳污能力,导致海水中营养物质增多,海水水质进一步恶化,从而增加引发赤潮的可能。有关研究表明,深圳市经过20年的围海造地,西部伶仃洋海岸地区纳潮量减少20%~30%,深圳湾纳潮量减少15.6%,原先2个潮周期就可使湾内水体循环一遍,现在需要7~8个潮周期。

三、围填海破坏海洋生境,造成生物多样性下降

沿海滩涂是各种鱼类繁衍、大量海洋生物栖息、海鸟等野生动物觅食、珍稀动植物生长的场所,围填海改变这些生物的栖息环境,导致生物种群数量减少甚至濒临灭绝,对海洋生物资源造成了深远的影响。福建省的许多港湾滩涂是重要经济鱼类的产卵场、索饵场。如,三都澳、官井洋等是黄鱼的产卵场;兴化湾、湄洲湾、厦门港等是蓝点马鲛的主要产卵场。由于围填海等许多原因,海湾内海洋生物栖息地的水文和底质等条件发生了变化。

四、围填海导致近岸海岛消失、海岸线急剧缩短

海岛是近海生态系统中的重要组成部分,在维护海洋生态健康、促进海洋经济发展、保障国家权益与安全等方面发挥着重要的作用。围填海活动使众多海岛陆地化而失去了自然的海岛属性。如,温州半岛工程在霓屿岛至洞头本岛的8座岛屿之间修建实体海堤相连,群岛逐步演化为半岛,岛屿生态系统的独立性受到影响。海岸线长度是海岸空间资源的一个基本要素,也是海岸带生态系统的重要支撑。海湾内的围填海活动直接后果就是海湾面积大幅萎缩,岸线经截弯取直后长度大幅度减少。

五、围填海破坏海岸带独特的自然景观

良好的海岸自然景观具有很高的美学价值和经济价值,很多滨海城市也因此而成为热点旅游城市,产生巨大经济效益。围填海破坏了海岸与海底的自然平衡状态及一些珍贵的滨海景观和历史遗迹。围填海后,人工景观取代自然景观,降低了自然景观的美学价值。烟台市沿岸绵延数十千米的原生砂质海岸被称为“千里黄金海岸”,其综合价值巨大,但其间一些围海养殖工程稍弱了这些砂质海岸的综合开发利用价值。

六、围填海改变沿岸水动力条件,造成港口淤积

随着淤泥质滩涂围填海的不断向海推进,起围高程一降再降,堤外新淤面积不断增加,使得港口淤积,潮滩航道变浅、变窄,造成了港航资源的破坏。研究表明,福建铁基湾围垦

工程使得三沙湾内各主要水道的纳潮量重新分配,其中三沙湾航道纳潮量减少,工程实施后三沙湾深水航道平均回淤强度 $1.9 \sim 11.1 \text{ cm/a}$,对湾内的深水航道产生较大影响。

填海造地是一把双刃剑,一方面为沿海地区社会经济发展提供了载体,成为沿海地区产业结构调整促进力量;另一方面,由于填海改变了海域属性,如没有科学的规划与引导,极易引发海域生态和环境灾难,以及海洋空间资源的极大浪费。为此,建立科学的围填海适宜性评估方法体系,通过对围填海项目的科学评估,选取适宜围填的海域位置与围填方式,协调和平衡海洋经济发展与海洋资源环境保护之间的关系,具有重要的意义。

第二节 我国围填海管理概述

2000年以来,随着经济全球化进程的加快,我国进入了工业化、城镇化和国际化深入发展阶段,经济和人口要素向滨海地区集聚趋势进一步显现,围海造地成为沿海地区拓展生产和生活空间的重要途径。为规范围填海活动,国家采取了一系列的管理措施,主要如下。

一、依法管理围填海活动

《中华人民共和国海域使用管理法》对围海造地管理作出了明确的规定,第四条规定:“国家严格管理填海、围海等改变海域自然属性的用海活动。”

二、依据海洋功能区划管理围填海活动

海洋功能区划是依据《中华人民共和国海域使用管理法》和《中华人民共和国海洋环境保护法》确立的海洋管理工作的一项重要制度,是引导和调控海域使用、保护和改善海洋环境的重要依据和手段,也是围填海管理和围填海项目审批的基本依据。自2002年全国海洋功能区划及沿海省市海洋功能区划陆续实施以来,各级海洋行政主管部门依据海洋功能区划加强围填海项目的审批和管理。

三、实施区域用海规划

建立了区域用海规划制度,加强对集中连片围填海的管理。对于连片开发、需要整体围填用于建设或农业开发的海域要编制区域用海规划,实行整体规划、整体论证、整体评审,防止多个围填海项目聚集后对生态环境造成的累积影响,对区域内的建设项目进行整体规划和合理布局,提高海域资源利用效率。经批准的区域用海规划,由市、县级人民政府统一组织实施,规划区内单个用海项目仍应按照规定的程序和审批权限办理用海手续。

四、实行围填海计划管理

国家对围填海审批实施年度计划管理,建设用围填海计划指标和农业用围填海计划指标不得混用。全国围填海年度总量建议和分省方案由国家海洋局提出,经国家发展改革委员会综合平衡后,形成全国围填海计划,按程序纳入国民经济和社会发展年度计划。国土资源主



管部门在编制土地利用年度计划时,统筹考虑围填海计划。海洋主管部门编制围填海计划与土地利用年度计划相互衔接。围填海实行计划管理表明我国合理开发利用海域资源,整顿和规范围填海秩序已迈出了实质性的步伐,围填海新增建设用地纳入了宏观调控体系。

五、强化围填海平面设计管理

2008年初,国家海洋局发布了《关于改进围填海造地工程平面设计的若干意见》(国海管字〔2008〕37号),提出围填海造地工程要注重平面设计和整体布局,同时明确了围填海造地工程平面设计的基本原则和主要方式。其根本目的是转变围填海工程设计的理念,切实改进围填海造地工程的平面设计方式,全面提升围填海造地工程的社会、经济、环境效益,最大限度地减少其对海洋自然海岸线、海域功能和海洋生态环境造成的损失,实现科学合理用海。

六、严格围填海科学论证

为了加强对围填海等严重改变海域自然属性的海域使用活动的管理,1993年颁布的《国家海域使用管理暂行规定》规定了“对于改变海域属性或影响生态环境的开发利用活动,应当严格控制并经科学论证”。围填海作为彻底改变海域自然属性的海域使用行为,所有的围填海项目在批准前都必须开展海域使用论证和海洋环境影响评价。通过海域使用论证,对项目选址、平面设计方案、用海规模和围填方式等进行多方案比选,以加强围填海造地空间布局的平面设计,合理化解了围填海活动引发的海域使用利益冲突,减少围填海对自然海岸线的占用和浪费。经过20年的发展,以围填海评估论证为主体的海域使用论证制度与技术方法体系不断完善。

七、加强围填海活动的监督管理

各级海洋行政主管部门及其所属的海监队伍加强对围填海项目监督检查,同时依托国家海域使用动态监视监测系统,采用卫星遥感、航空遥感和地面监视监测等手段,对围填海项目选址是否符合海洋功能区划、围填海工程进展是否按规划执行、围填海面积是否符合批准指标等围填海活动实行全过程监管,及时发现并制止违法违规围填海活动,同时不断完善与规范填海工程竣工验收工作。

第三节 国内外围填海适宜性评估进展

围填海适宜性评估是围填海管理的重要基础工作,其根本目的是对围填海项目选址的海洋资源环境适宜性进行系统评估,为围填海行政审批提供决策依据和技术支撑。围填海适宜性评估对于合理开发海洋资源、保护海洋生态环境、维护国家海洋权益和促进海洋经济的可持续发展都具有重要的现实意义,因此,国内外都十分重视围填海的海洋资源环境适宜性评估工作。

纵观国内外围填海适宜性评估研究工作,主要从围填海对海洋水沙冲淤环境影响的适宜性评估、围填海对海洋生物生态环境影响的适宜性评估、围填海对海洋环境质量影响的适宜性评估和围填海对海洋灾害风险影响的适宜性评估等方面开展,研究方法主要有现场调查观测、历史资料分析、数值模拟、物理模拟等。

一、围填海的海洋水沙冲淤环境影响适宜性评估

围填海工程改变了岸线形态和近岸地貌,必然引起近岸水动力环境的变化。研究主要集中在预测分析围填海工程后潮流、海流、波浪等海洋水动力条件的变化,通过模型模拟(如利用 ECOM-SED 模式,算子分裂法和“干、湿”点法建立变边界数值模型)和现状水动力调查、海域波浪状况分析等,确定围填海工程对海域水动力环境的主要影响及其后果。同时围填海对水动力环境的影响研究是泥沙和污染物输运研究的基础,杜鹏等(2008)采用 ECOM-SED 模式建立了胶州湾变边界数值模型,预测了前湾填海造地对胶州湾潮、余流、潮波等多个方面的影响,结果表明,围填海工程后,工程区附近海域潮流流速和潮流能通量变化较大。夏海峰和张玮(2008)利用数值模型模拟研究了南汇东滩及浦东国际机场外围围海造地对潮流的影响。陆永军等(2002)以瓯江口温州浅滩围海工程为例,应用二维潮流泥沙数学模型,研究了强潮河口围海工程对水动力环境的影响问题,包括该工程引起的潮量变化、各水道流速变化及长时期的底床变形等。

围填海对沉积和泥沙运动影响的研究主要集中在围填海工程对近岸海域沉积速率的影响、对岸滩淤蚀的影响、对淤泥质海岸潮沟的影响等方面。通过对围填区及其附近区域沉积柱状样分析、岸滩动态分析、平面二维潮流数学模型模拟、围填前后对比观测等方法,追踪围填海对泥沙运动和沉积直至海岸地貌的影响。目前,普遍认为在淤涨型岸段进行的围填海,围填之后,引起潮流条件的变化,使得原来相对平衡的海滩剖面遭受破坏,堤外滩地逐渐淤高,形成新的较稳定的岸坡,并继续向海推进,随着回填产生的高含沙浑水逐步扩散、减轻乃至消失,淤积强度将逐渐减弱,岸滩的淤积持续一定时间后重新回归均衡态。弱侵蚀潮滩围填后,堤前低潮滩和堤外低潮滩呈淤积特征,中潮滩仍保持侵蚀。强侵蚀段潮滩围垦后,一般不能改变堤前潮滩的淤蚀状况(陈才俊,1990),岸滩稳定后,仍保持弱侵蚀的状态。海堤的外迁引起潮滩上发育的潮水沟发生变化。随潮滩的淤高增宽,近堤部分逐步萎缩。如果海岸外迁时形成顺岸向的低洼地,如与潮水沟接通,会发育成沿堤向的潮水沟(陈才俊,2001)。徐敏和陆培东(2003)以厦门漳州港招商局中银码头区为例,通过泥沙来源分析和岸滩观测分析,研究了围填对海岸淤高的影响机制和发展过程。孙连成(2003)在对塘沽围填区潮流、泥沙分布特征、悬浮物等观测的基础上,构建了泥沙运移模型,预测围填对周围泥沙环境的影响。

二、围填海对海洋生物生态环境影响适宜性评估

围填海多依赖海岸开展,对近岸海洋生态系统,尤其是滨海湿地具有重要的影响。滨海湿地是重要的湿地类型,也是生产力最高的生态系统之一。围填海将湿地不可逆的转变成为陆地,改变了本底状况。围填海滨海湿地对生物的影响研究包括对海岸植物、底栖生物、鸟类及兽类的影响研究。研究主要基于对海岸生物种类、群落、数量、生物量的调查及空间对比



分析或现状历史对比分析等方法,如通过围垦区和邻近相似自然区的对比或现状调查结果与围垦前调查结果进行对比。

L.Lu 等 (2002) 在 1998—2000 年期间对新加坡 Sungei Punggol 进行了调查,观测分析了海岸围填海对大型底栖生物群落的影响。倪晋仁等 (2003) 应用数学模型对深圳湾不同的填海工程方案可能造成的潮间带面积变化进行了预测,并提出分析填海工程对潮间带湿地生境损失影响的方法,得到了深圳湾填海面积变化与潮间带面积变化的关系;王志勇等 (2004) 利用数学模型的研究成果,结合项目区域海洋生态环境现状,分析了围海造陆工程形成后由于项目本身侵占湿地以及周围海域水文动力条件的改变对生态环境和渔业资源的影响;吴英海等 (2005) 以江苏省苏州太仓港口开发为例,采用泥沙测验和污染物扩散数学模型模拟等方法研究涉水工程所造成水质、河势和水生群落的影响;陈才俊 (1990) 根据有关观测资料初步探讨了围垦所引起的潮滩动物变化;陈彬等 (2004) 采用现场调查资料与历史资料对比的方法,从海岸地貌、水环境质量、海洋生物种类和群落结构等几方面分析了近几十年来福建泉州湾围海工程的环境生态效应;范航清等 (1997) 分析了海堤对广西沿海红树林数量、群落、特征和恢复的影响,表明海堤阻截了红树林滩涂的自然海岸地貌,造成红树林优势种改变,红树林的恢复受到强烈的人为干扰。

三、围填海对海洋环境质量影响适宜性评估

围填海的影响还表现在围填海对整个海岸及近岸海域结构、物质能量流动改变而影响海洋环境质量。研究集中在包括污染物扩散输移模拟等在内的环境质量变化预测。孙长青等 (2002) 利用二维变边界对流—扩散数值模型模拟研究胶州湾围海造地工程对污染物输运及海洋水环境质量的影响。骆晓明 (2006) 采用海湾潮流动力模拟方法,建立了污染物对流扩散的数学模型,用以预测浙江三门湾宁海下洋涂围垦工程的养殖污水排放后的扩散范围及强度大小。裘江海等 (2005) 分析了围涂工程对环境的影响,包括沿海湿地面积变化、生态环境变化、河口围涂对泄洪影响、港口航道影响、环境污染及海域环境容量的影响等几个方面。冯利华等 (2004) 分析了滩涂围垦造成的负面影响,包括超采水量、海水入侵,河口建闸、泄洪不畅,环境污染、生态失衡,湿地减少、物种濒危等。随着遥感、GIS 和数值模型等技术的迅速发展,关于围填海造成的物理环境方面影响的研究日益增多,包括泥沙淤积、岸线变化、潮流特征影响、滩涂空间特征变化等。张华国等 (2005) 利用 1986 年以来 8 个时相的 TM/EIM 遥感资料,利用 GIS 空间分析功能,分析岸线动态变化,围垦淤涨状况及其趋势,表明 1986 年以来杭州湾岸线演化主要是由人工围垦和滩涂养殖引起。

四、围填海资源环境影响适宜性综合评估

关于围填海资源环境影响综合评估的研究还不是很多。综合评估不是将焦点集中于某一因素,而是将围填海相关的多个因素及其重要性进行综合考虑,进而综合分析围填海的生态环境影响与工程适宜性。王艳红等 (2006) 以江苏淤泥质海岸为例,评价了保证滩涂可持续利用的淤泥质海岸围垦速度。李孟国 (2006) 综合运用自然条件分析,悬浮泥沙卫星遥感分析和波浪、潮流、盐度、泥沙数学模型模拟等多种研究手段,对温州浅滩的围填海工程适宜

性进行了综合评价。秦华鹏和倪晋仁（2002）选取了海湾围填海优化评估的指标体系，包括经济效益、水动力学条件、泥沙运动规律、污染物输移、防洪、港口航道、自然保护区 7 个方面的因素，并利用层次分析法确定控制指标权重，从而确定了围填海优化评估的综合方法。郭伟和朱大奎（2005）对深圳围海造地的影响进行了综合分析评价，包括对海岸淤蚀的影响、对水动力的影响、对海洋水环境污染的影响以及对海岸植被的影响，但没有提出综合评估的方法。孟海涛等（2007）尝试使用生态足迹法从宏观层面评价围填海及海岸的可持续性，并以厦门西海域围填海工程为例进行了计算，结果表明围填海工程导致厦门西海域生态赤字。

五、围填海适宜性评估国内外研究进展总结

围填海造成的环境生态影响越来越受到重视，其相关研究也日益增多，并取得了一定的成效。但是，分析当前所做的围填海适宜性评估工作与研究，可以发现，研究中仍存在一些不足：① 在我国，围填海环境生态影响的研究工作区域分布不均衡，浙江、福建、江苏等地区进行了大量研究，而在广西、海南等沿海地区的研究相对薄弱；② 在围填海对物理环境和环境化学的影响研究中，大多采用了定量的研究方法，而围填海对生物的影响研究仍以定性描述为主；③ 研究集中于分析单个围填海工程或从单一学科角度分析研究围填海的生态环境影响，而从宏观层面上研究多个围填海工程的累积或资源环境综合影响则很少；④ 在研究围填海的生物影响中，主要侧重于对生物个体或群落、生物多样性、生物丰富度或对生境面积的影响等常规的生物指标，缺少对海洋生态系统结构—功能分析；⑤ 研究缺少从海域空间资源价值角度探讨围填海影响问题，如海湾、砂质或基岩等海岸类型的不同，其具有的海域空间资源价值取向及其在不同地域空间范围体现的价值优势具有很大的差异性。



第二章 基岩海岸围填海适宜性评估方法与实践

第一节 我国基岩海岸分布与围填海现状

一、我国基岩海岸分布

我国东部多山地丘陵，它们延伸入海，其边缘处顺理成章地便成了基岩海岸。基岩海岸在我国广有分布，在杭州湾以南的华东、华南沿海都能见到它们的雄姿；而在杭州湾以北，则主要集中在山东半岛和辽东半岛沿岸。此外，在我国的第一、第二大岛的台湾岛和海南岛，其基岩海岸更为多见。我国的基岩海岸长度约 5 000 km，约占大陆海岸线总长的 30%。

辽宁省的基岩海岸，主要分布在大洋河口至老鹰嘴和城头山至西子北角等岸段，其中城头山至老铁山角以及长山群岛等近岸岛屿最为普遍。该省基岩海岸的海蚀地貌类型齐全，海蚀崖、海蚀滩、海蚀平台、海蚀洞穴随处可见。

河北省的基岩海岸很少，仅在北部北戴河、秦皇岛、老龙头一带有零星分布。

山东省的基岩海岸主要分布在山东半岛的东部和东南部。由于山地丘陵向海延伸，使得海蚀崖普遍，发育岩滩上散布着碎石和巨砾。尤其是岬角处海蚀特别强烈，岸滩崎岖，岸边冲刷槽发育。海蚀使岸线后退，造成海蚀平台上发育砾石滩，而海蚀柱，则残留于海中。

江苏省的基岩海岸只分布在局部地段，如连云港市的西墅至大板，岸线仅长 30 km。

浙江省的基岩海岸分布在舟山群岛岸线以及镇海角以南的大陆岸线。大陆沿岸的基岩海岸较长，约为 748 km（不含岛屿），占浙江省大陆海岸线的 42%；而舟山群岛的海岸线多数为基岩岸线。浙江沿岸的基岩岬角处海蚀地貌相当发育，海蚀平台宽度大小不一。

福建省的基岩海岸约 621 km（不含岛屿），占福建省大陆海岸线的 20%。在闽江口北，主要分布在南镇至古雷、宫口等半岛的山地丘陵地带；而在闽江口南，则以围头半岛较为广泛。

在广东省，基岩海岸主要分布在珠江三角洲东西两侧。如东侧的大亚湾、大鹏湾，西侧的广海湾至镇海湾和海陵山湾。其中，大亚湾、大明岛湾及香港一带是华南著名的山地港湾基岩海岸。

在广西壮族自治区，基岩海岸主要分布于大风江以西至珍珠港一带，以及北海冠头岭、钦州龙门、白龙半岛和犀牛脚等地。

台湾省和海南省本身就是孤悬于大海之中的岛屿，故以山地丘陵地形为主貌，其基岩海岸遍布全岛沿岸，各类海蚀地貌齐全。

二、基岩海岸特征

基岩海岸主要是因为第四纪冰川后期海平面的上升,海水淹没了沿岸的山谷、河口,经过一定的地质年代,便形成了岬角、港湾相间的曲折岸线。基岩海岸的形态和地质构造有关,如浙江、福建曲折岸线的形成,便受到构造线的控制,在基岩岸线上,因为波浪折射、岬角段波浪能量的辐聚,因此多为侵蚀性质;而波能相对较小的区域,产生岬角岸段侵蚀、港湾岸段堆积的侵蚀-堆积相间的海岸地貌。

基岩海岸的主要特点从平面上看,岸线曲折且曲率大,岬角(凸入海中的尖形陆地)与海湾相间分布,如图2-1所示;岬角向海突出,海湾深入陆地。海湾奇形怪状,数量多,但通常狭小。一般岬角处以侵蚀为主,海湾内以堆积为主。由于波浪和海流的作用,岬角处侵蚀下来的物质和海底坡上的物质被带到海湾内来堆积。基岩海岸的主要特点从垂向上看,由于陆地的山地丘陵被海侵入,使岸边的山峦起伏,奇峰林立,怪石峥嵘,海水直逼崖壁。

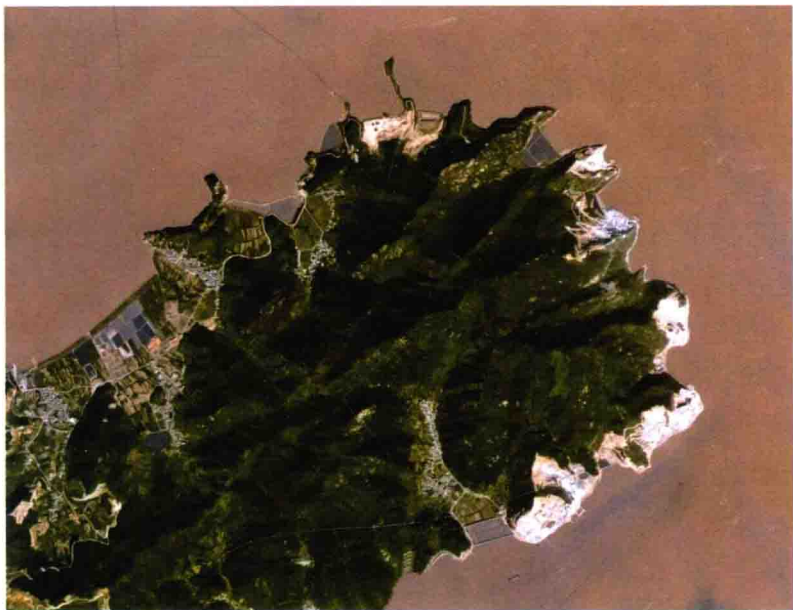


图2-1 基岩岸线形态(宁波穿山半岛)

基岩海岸一般地势陡峭,深水逼岸,岸线曲折,岸滩狭窄,堆积物多砾石、粗砂,海床还往往覆盖有淤泥、粉砂,其中部分来自岩石的风化剥蚀,但主要来自邻近河流的输沙。基岩海岸一般比较稳定。

基岩海岸由于沿岸水深条件优越,掩护条件好,水下地形稳定,多拥有优良的港址,奇特壮观的海蚀地貌景观和湾澳间的砂(砾)质滩地,也为发展旅游业提供了条件。因此,基岩海岸围填海要首先考虑对港口和旅游资源的合理利用和保护,建立港口资源与旅游资源价值评估体系。

三、基岩海岸围填海现状

基岩海岸基质稳定,海岸带岩体轮廓分明,线条强劲,气势磅礴,不仅具有阳刚之美,



而且具有变幻无穷的神韵,多被开发为重要的自然风景旅游区,如青岛市石老人国家旅游度假区,大连市滨海国家地质公园,台湾野柳村旅游度假区,汕头海角石林等。基岩海岸泥沙淤积小,底质稳定,近岸水深,是许多港口、码头、海洋工程优良的建设区域,目前已经建设成的葫芦岛港,大连新港、旅顺港等都是在基岩海岸建设的港口。

目前,我国基岩海岸围填海主要存在以下问题。

(1) 由于近年来开发规模过大,使得基岩岸段的围垦水深越来越深,就舟山群岛而言,为了争取更多的城市发展空间,几乎所有目前在建的围填海项目的堤前水深都在 0 m 高程以下,有些甚至达到了 $-7 \sim -8$ m。使得工程本身的难度加大,围堤的安全性也受到一定影响。如舟山六横岛中远船务基地的围填海项目、岱山江南山围填海项目,都发生了围堤前沿海底滑坡导致堤坝坍塌的事故。

(2) 部分区域不合理开发带来严峻的生态环境压力。基岩岸段一般海岸线曲折,水动力环境和生物环境相对比较复杂,近岸海域营养盐丰富,生物多样性丰富。但由于围填海项目一般对小海湾进行围垦,而围堤前沿水深又较深,使得潮间带生物的生存空间减小。对小海湾内的生物生存空间、海洋生物多样性等可能产生较大影响,且较难逆转。海岸线形态的改变,使得海水的水动力作用不断减弱,近海岸地带水域分层,水底缺氧严重,同时滩涂床面底质的变化,大量底栖生物死亡,水域自净能力减弱,水质日益恶化,赤潮发生的频率和强度不断增加。因此,基岩岸段的围垦势必对生物生存环境造成不利影响。

(3) 基岩岸段的围填海使得海岸线的长度缩短,可开发的岸线资源减少。由于围填海项目一般对小海湾进行围垦,且基岩岸段的围垦前沿水深一般较深,而为了减少投资,围垦堤坝轴线一般采用最短直线,因此使得海岸线缩短。

(4) 大面积基岩海岸的围填海工程破坏了良好的滨海景观。城市滨海景观带是指城市临海的、海陆相互作用而产生的、具有一定景观价值的特定区域。滨海地带独特的风貌,始终具有强大的观赏吸引力。为此,几乎所有滨海城市均建有滨海观光大道,作为对外展示城市形象的窗口。游览活动大多集中于这一特定狭长的地带内。一般将这一特定狭长地带称之为“城市滨海景观带”。在基岩岸段实施围填海势必影响滨海景观,甚至对景观造成不可恢复的破坏,因此在基岩海岸的围填海项目中,应遵循“在保护中开发,在开发中保护”的可持续发展原则,合理有效利用资源。

第二节 基岩海岸围填海适宜性评估方法

一、基岩海岸围填海适宜性评估指标筛选

基岩海岸资源主要有港口航道资源、渔业资源、海洋能资源、海水资源、矿产资源等,如图 2-2 所示,其可开发利用的功能一般有:风景旅游功能、临港产业功能、渔业养殖功能、交通运输功能、海洋能发电功能、排污倾倒功能等。基岩海岸的主导功能一般为以上各类功能中的一种或若干种,因此对各项指标进行评定时,必须先确定所研究的基岩海岸的主导功