

海洋公益性行业科研专项（201005009）系列丛书

集约用海区用海布局 优化技术研究及应用

温国义 杨建强 索安宁 编著

JIYUE YONGHAIQU YONGHAI
BUJU YOUHUA JISHU YANJIU JI
YINGYONG



海洋出版社

责任编辑：杨传霞
封面设计：申 彪

海洋公益性行业科研专项（201005009）系列丛书

环渤海区域开发现状和历史评价

霍素霞 陈生涛 徐进勇 杜 明 编著

环渤海集约用海区海洋环境现状（上、下册）

宋文鹏 霍素霞 编著

集约用海区用海布局优化技术研究及应用

温国义 杨建强 索安宁 编著

集约用海对渤海海洋环境影响评估技术研究及应用

张继民 宋文鹏 高 松 于定勇 罗先香 赵 冬 等 编著

ISBN 978-7-5027-9075-2



9 787502 790752 >

定价：66.00元

集约用海区用海布局优化 技术研究及应用

温国义 杨建强 索安宁 编著

海洋出版社

2015 年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

集约用海区用海布局优化技术研究及应用/温国义等编著. —北京: 海洋出版社, 2015. 1

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9075 - 2

I. ①集… II. ①温… III. ①渤海 - 海洋环境 - 环境生态评价 - 研究 IV. ①X145

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 016704 号

责任编辑: 杨传霞

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

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 10.75

字数: 256 千字 定价: 66.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《集约用海区用海布局优化技术研究及应用》

编辑委员会

主 编 温国义 杨建强 索安宁

副主编 刘娜娜 马 芳 吴晓青 张落成 李紫薇

编 委 (按姓氏笔画排序)

王 勇 白 涛 朱天明 刘红梅 刘 剑

刘 莹 杜 明 杨晓峰 宋文鹏 连喜虎

吴晓青 张学州 张 祎 赵 蓓 赵 鹏

都晓岩 徐进勇 黄 娟 商 杰 韩富伟

霍素霞

前 言

当前,环渤海区域性、行业性重大发展战略是我国环渤海沿岸经济发展的重要战略之一。天津滨海新区基本已建成为港口、石化类项目集中区域,集聚布局了天津港、天津临港经济区、天津南港工业区等重要企业;河北省依托曹妃甸循环经济区打造世界级临港工业基地,发展沿海经济带国家战略,集聚了曹妃甸、京唐港等重点开发区域;辽宁省制定了“五点一线”沿海经济带发展战略,大力发展以石化、钢铁、大型装备和造船为重点的临海、临港工业,其中环渤海区发展“五点”中的“三点”,分别为大连长兴岛临港工业区、辽宁(营口)沿海产业基地、辽西锦州湾沿海经济区(包括锦州西海工业区和葫芦岛北港工业区)等重点区域;2011年1月4日,国务院以国函〔2011〕1号文件批复《山东半岛蓝色经济区发展规划》,这是“十二五”开局之年第一个获批的国家发展战略,也是我国第一个以海洋经济为主题的区域发展战略,山东半岛蓝色经济区将形成“一核、两极、三带、三组团”的总体框架,其中“三带”中的“海岸开发保护带”重点打造海州湾北部、董家口、丁字湾、前岛、龙口湾、莱州湾东南岸、潍坊滨海、东营城东海域、滨州海域九个集中集约用海片区,环渤海区占了其中的五席。

目前环渤海区域正在实施辽宁省沿海经济带、天津滨海新区、河北省曹妃甸循环经济区和山东半岛蓝色经济区发展战略,都要进行规划中集约用海、正在建设集约用海和大规模开发集约用海三大类集约用海,这将可能引发海洋环境风险失控,降低环渤海地区产业发展与海洋资源环境的协调性,最终将导致该区域发展的不可持续性。同时有些集约用海采用海岸向海延伸、海湾截弯取直或利用多个人工岛为依托进行建设,这不仅带来了自然岸线缩减、海湾消失、岛屿数量下降、自然景观被破坏等一系列问题,也造成了近岸海域生态环境的破坏、海水动力条件失衡以及海域功能严重受损。因此,开展集约用海区用海布局优化技术研究显得尤为迫切。该项研究能够全面提升集约用海的社会、经济、环境效益,最大限度地减少其对海洋自然岸线、海域功能和海洋生态环境造成的损害,实现科学合理用海。

本书基于2010年度海洋公益性行业科研专项项目“基于生态系统的环渤海区域开发集约用海研究”(项目编号:201005009)子任务04的研究成果,阐述了集约用海区用海布局优化技术研究及其应用情况,首先,建立了环渤海集约用海空间布局优化评估指标体系;其次,在渤海重点海湾开展示范应用;最后,基于环渤海岸线、围填海现状、生态红线划分、功能区划等情况以及集约用海优化评估结果,提出环渤海“三省一市”集约用海空间布局优化调整方案,为进行集约用海评估与优化业务化应用研究和环渤海区域开发集约用海信息管理及辅助决策应用研究提供技术支撑。

本书各章节的编写分工如下。

第1章，概述，由国家海洋局北海环境监测中心负责完成。

第2章，单个集约用海项目优化评估技术研究及应用，由国家海洋环境监测中心负责，国家海洋局北海环境监测中心参与完成。

第3章，区域集约用海优化评估技术研究及应用，由国家海洋局北海环境监测中心负责，中国科学院烟台海岸带研究所、中国科学院南京地理与湖泊研究所、国家海洋局北海预报中心、中国科学院遥感与数字地球研究所参与，国家海洋局北海环境监测中心负责试点应用。

第4章，集约用海区专题信息提取，由中国科学院遥感与数字地球研究所负责技术研究，国家海洋局北海环境监测中心参与分析。

第5章，环渤海集约用海区优化布局方案，由国家海洋局北海环境监测中心负责技术研究。

各单位编写人员排序如下：

国家海洋局北海分局：杨建强；

国家海洋局北海环境监测中心：温国义、刘娜娜、赵蓓、马芳、宋文鹏、霍素霞、杜明、刘莹、张祎、张学州；

中国科学院烟台海岸带研究所：吴晓青、都晓岩、王勇、刘红梅；

中国科学院南京地理与湖泊研究所：张落成、朱天明、刘剑；

中国科学院遥感与数字地球研究所：李紫薇、徐进勇、杨晓峰；

国家海洋局北海预报中心：黄娟、白涛、商杰、赵鹏、连喜虎；

国家海洋环境监测中心：索安宁、韩富伟。

本书在写作过程中特别感谢国家海洋局北海环境监测中心崔文林主任、孙培艳书记和同事们对此项工作的大力支持，同时也特别感谢项目协作单位提供的帮助，感谢所有参与、关心此项工作的同仁们！

由于时间关系以及笔者对该前沿领域研究认识水平有限，书中的不足和错误，敬请各界人士批评指正。

作者

2014年12月

目 录

第1章 概述	(1)
1.1 研究的必要性	(1)
1.2 主要研究任务	(1)
1.3 研究进展	(2)
1.3.1 围填海研究现状和发展趋势	(2)
1.3.2 土地利用、海岸线卫星遥感监测研究	(2)
1.3.3 景观生态学研究进展	(3)
第2章 单个集约用海项目优化评估技术研究及应用	(4)
2.1 围填海平面设计评价指标筛选原则	(4)
2.2 围填海平面设计主要方式	(5)
2.3 单个集约用海项目的优化评估指标体系构建	(5)
2.3.1 单个集约用海项目的优化评估指标筛选	(5)
2.3.2 围填海平面设计评价模型	(16)
2.4 单个集约用海项目优化评估指标体系应用情况	(19)
2.4.1 龙口湾临港高端制造业聚集区一期(龙口部分)平面设计评价	(19)
2.4.2 长兴岛临港工业区区域建设用海一期规划平面设计评价	(24)
2.4.3 盘锦辽滨沿海经济区区域建设用海规划平面设计评价	(30)
第3章 区域集约用海优化评估技术研究及应用	(38)
3.1 水动力评价指标体系构建	(38)
3.1.1 各指标计算方法	(38)
3.1.2 评价指标选定	(40)
3.1.3 指标评价方法	(40)
3.2 经济效益评价指标体系构建	(43)
3.2.1 集约用海区用海经济效益评价方法	(43)
3.2.2 集约用海区不同工况用海布局比选的经济指标选择	(62)
3.2.3 不同工况用海布局经济指标比选试点应用	(67)
3.3 景观格局分析	(72)
3.3.1 湿地景观格局分析指标提取	(72)
3.3.2 莱州湾湿地信息提取与动态变化	(78)
3.3.3 莱州湾湿地演变的时空特征	(85)
3.3.4 莱州湾(东营市)景观格局优化应用	(101)
3.4 区域集约用海布局优化综合指标体系构建	(120)

3.4.1	水动力评价指标等级划分	(120)
3.4.2	经济效益指标等级划分	(120)
3.4.3	景观格局分析指标等级划分	(121)
3.4.4	布局优化综合指标分值计算	(121)
3.4.5	区域集约用海布局优化评估等级划分	(122)
3.5	试点应用情况	(122)
3.5.1	水动力评价指标	(122)
3.5.2	经济效益评价指标	(122)
3.5.3	景观格局分析指标	(123)
第4章	集约用海区专题信息提取	(124)
4.1	监测内容	(124)
4.2	技术要求	(124)
4.3	监测方法	(124)
4.3.1	渤海海岸线和围填海遥感监测	(124)
4.3.2	土地利用状况监测	(127)
4.4	主要分析结果	(130)
4.4.1	海岸线及围填海数据分析结果	(130)
4.4.2	渤海三大湾土地利用数据分析结果	(138)
第5章	环渤海集约用海区优化布局方案	(149)
5.1	渤海海岸线和集约用海区围填海分布情况	(149)
5.1.1	渤海海岸线情况	(149)
5.1.2	渤海集约用海区围填海情况	(149)
5.2	环渤海滨海湿地分布情况	(149)
5.3	渤海生态红线政策制定	(151)
5.3.1	辽宁省(渤海海域)海洋生态红线区	(151)
5.3.2	天津市海洋生态红线区	(152)
5.3.3	河北省海洋生态红线区	(152)
5.3.4	山东省(渤海海域)海洋生态红线区	(154)
5.4	环渤海“三省一市”海洋功能区划批复情况	(156)
5.5	环渤海“三省一市”集约用海布局优化调整方案	(156)
5.5.1	优化调整原则	(156)
5.5.2	布局优化调整区域和方向	(156)
参考文献		(160)

第 1 章 概述

1.1 研究的必要性

基于生态系统的集约用海评估与优化关键技术研究及应用是《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中“区域海洋管理研究”领域重要的任务之一，是《国家“十一五”海洋科学和技术发展规划纲要》中“开展海洋管理研究，促进海洋事业可持续发展”的重要方面。国务院和环渤海“三省一市”地方政府在环渤海海域开发利用活动中都明确要求集中集约用海、优化空间布局，加强资源环境管理、保护海洋生态系统，以达到社会效益、经济效益、生态环境三效益的统一，这就要求集约用海评估与优化关键技术研究要综合考虑海岸带生态影响、环境影响、社会经济影响等多个方面。

环渤海地区是中国北部沿海的黄金海岸，在中国对外开放的沿海发展战略中占有重要地位。通过本项研究，实现对环渤海集约用海区用海布局进行综合分析和评价，建立环渤海集约用海空间布局优化评估指标体系，并进一步提出环渤海“三省一市”集约用海空间布局优化调整方案，为进行集约用海评估与优化业务化应用研究和海洋环境管理、政府规划与决策、相关科研成果提供技术支撑，为国内外类似集约用海区用海布局优化提供示范。因此，本研究不仅是必要的，而且是非常迫切的，具有重要的经济效益和社会效益。

1.2 主要研究任务

针对“规划中、正在建设和已大规模开发”三大类集约用海，筛选并建立集约用海布局优化评估指标体系；进行不同工况用海布局比选研究，提出集约用海布局优化调整体系。

(1) 集约用海布局优化评估指标体系构建

根据集约用海发展特点和环渤海区域条件，从两个方面提出集约用海布局优化评估指标体系：一是从围填海空间强度、岸线长度、海洋过程廊道畅通度、形成人工岛的特征等方面，来阐述并筛选单个集约用海项目优化评估指标；二是从水动力评价、经济效益评价和景观格局分析三个方面，构建区域集约用海优化评估指标体系。

(2) 用海布局优化调整方案建立

开展集约用海的不同工况用海布局比选。根据不同工况用海布局比选结果，确定用海布局推荐方案。对于处于规划阶段的集约用海，提出用海布局优化评估方案。对于正在建设和已大规模开发的集约用海，需要优化调整时，提出用海布局优化调整方案。

1.3 研究进展

1.3.1 围填海研究现状和发展趋势

世界上土地资源不足的国家,如荷兰、日本、韩国等,都开展过大规模的围填海活动,形成的土地成为这些国家重要的农业区和临海工业集中区。荷兰在围填海方面强调填海区域的生态系统的稳定性,强化海岸作为众多海洋生物栖息地的功能;日本在围填海时非常注重对围填海区域的整体规划和优化平面设计,以保持有序的围填海布局 and 较大的发展空间,并提高岸线资源利用率;韩国在围填海的用海布局设计方面较大程度地体现了公众的参与性,工程建设之前,相关部门向填海工程环境评价的公众发放征询意见表,广泛征求公众的良好意见和建议。

我国对围填海工程平面设计起步较晚,但目前有部分集约用海建设中,用海布局的优化已引起了足够的重视。其中,天津滨海新区确定了“双城双港,相向拓展,一轴两带,南北生态”的总体思路和“一核双港、九区支撑、龙头带动”的发展战略,重点发展港口物流、临海工业、滨海旅游、海洋新兴产业等优势产业,现已初具规模且发展势头强劲。改进围填海工程的平面设计方式,推进围填海工程平面设计的科学论证,开展围填海工程平面设计的比选与优化,最大限度地减少围填海活动对海洋生态环境造成的破坏是未来围填海工程的必然发展趋势。为此,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)。2005年,福建省海洋与渔业局针对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,开展了全省12个海湾和1个河口的数值模拟和环境研究,形成了一系列关于围填海影响评估和规划方面的研究成果,是海洋规划环境影响评价领域的代表性成果,推动了围填海规划环境影响评价的研究发展。

1.3.2 土地利用、海岸线卫星遥感监测研究

目前关于土地利用的遥感解译方法包括计算机自动分类和计算机辅助专家目视判读两种,方法较成熟。但是大范围的土地利用制图多采用专家目视判读的遥感解译方法。由中国科学院遥感与数字地球研究所等多家单位联合完成的20世纪80年代以来全国多期1:10万土地利用数据库是目前在生态环境领域应用最多的数据。虽然关于地区土地利用变化研究的学者及研究成果较多,但以小区域研究成果居多,土地利用制图的时间序列相对较短。而本项目研究20世纪90年代以来渤海周边地区的土地利用状况,研究区域广泛、时间序列长、土地利用制图时间更新频次多。虽然本项目中关于环渤海周边地区的土地利用状况遥感监测内容,与第二次全国土地利用调查的研究区域有重叠部分,但本项目研究时间序列相对较长,制图比例尺为1:10万,而第二次全国土地利用调查目前未有正式结果公布,制图比例尺较大。

目前,利用遥感技术观测海岸线分布的研究已有很多。关于中国海岸线遥感监测的研究多集中于小区域,比如某一沿海省份或某一特殊岸段,且注重做海岸线遥感特征信

息提取的方法研究,缺少大范围和长时间序列的海岸线遥感动态监测研究。

1.3.3 景观生态学研究进展

景观生态学的概念是1939年德国植物学家 Troll 利用航空像片研究东非土地利用问题时提出来的,用来表示对支配一个区域单位的自然—生物综合体的相互关系的分析。Vink (1983) 则强调景观作为生态系统的载体,是一个控制系统。Richard T T Forman 和 Michael Godron (1986) 在合著的《Landscape Ecology》一书中认为:“景观生态学探讨生态系统——如林地、草地、灌丛、走廊和村庄——异质性组合的结构、功能和变化。”作者运用生态学的原理和方法,系统研究了景观研究的空間结构、景观动力学以及景观的异质性原理。美国景观生态学尽管发展比欧洲晚,但其在创造景观生态学的基本理论框架上颇有成绩。美国景观生态学的先驱 Pansereon 就积极提倡地理学和生态学的结合,并对景观生态进行地理学研究。

景观生态学研究在中国起步较晚,中国学者在国内介绍景观生态学始于20世纪80年代初。1981年黄锡畴和刘安国在《地理科学》上分别发表的《德意志联邦共和国生态环境现状及保护》和《捷克斯洛伐克的景观生态研究》,是我国国内正式刊物上首次介绍景观生态学的文献。1989年10月在沈阳召开的第一届全国景观生态学讨论会标志着我国景观生态学的研究掀开了新的篇章,具有划时代的意义。1996年和1997年陈利顶、王宪礼等人分别发表《黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析》和《辽河三角洲湿地的景观格局分析》的论文,将景观生态学理论应用于滨海湿地和人类影响的分析上。

第2章 单个集约用海项目优化 评估技术研究及应用

根据集约用海产业发展特点、区位条件等,目前围填海设计方式主要有人工岛式围填海、多突堤式围填海和区块组团式围填海三种方式。其中的大多数为区块组团式围填海。本研究主要以这三种围填海方式来分析单个集约用海项目的优化评估指标筛选与构建。

2.1 围填海平面设计评价指标筛选原则

为了加强围填海平面设计的管理,本研究在深入研究国内外围填海平面设计的基础上,从围填海用海面积规模与地理位置布局、围填海海岸线长度改变、围填海亲海岸线营造、围填海自然海岸线保护、围填海水域空间保留以及围填海海洋过程畅通等方面筛选了围填海平面设计的评价指标,其指标筛选遵循的原则如下。

(1) 保护自然岸线的原则

自然岸线是海陆长期作用形成的自然海岸形态,具有环境上的稳定性、生态上的多样性和资源上的稀缺性等多重属性。自然岸线一旦遭到破坏,很难恢复和再造,因此,进行围填海造地工程建设,应尽量不用或少用自然岸线,要避免采取截弯取直等严重破坏自然岸线的围填海造地方式。

(2) 延长人工岸线的原则

围填海形成土地的价值主要取决于新形成土地的面积和新形成人工岸线的长度。人工岸线越长,则新形成土地的价值越大。因此,围填海工程的平面设计要尽量增加人工岸线曲折度,延长人工岸线的长度,提高新形成土地的价值。

(3) 提升亲海景观效果的原则

围填海造地工程必然会改变岸线的自然景观,因此,对围填海新形成土地的开发利用,一定要十分注重景观的建设。一般情况下,应在人工岸线向陆一侧留出一定宽度的景观区域,进行必要的绿化和美化,同时要注意营造人与海洋亲近的环境和条件。

(4) 集约、节约用海原则

围填海要充分保护有限的自然岸线,集约、节约现有自然岸线,促进围填海集中布局于一定的岸段,以避免围填海遍地开发,占用和破坏有限的海岸线资源。

(5) 保护海洋生态环境原则

围填海要尽量减少对所在海域海洋环境的影响,尽可能地多预留原有海域空间,保留重要的潮汐通道和生态通道,以改善围填海区域水动力条件,保护海洋生物的洄游通道,减少对海洋生态环境的干扰与破坏。

2.2 围填海平面设计主要方式

改进围填海造地工程平面设计,核心是要由海岸向海延伸式围填海逐步转变为人工岛式围填海和多突堤式围填海,由大面积整体式围填海逐步转变为多区块组团式围填海。平面设计要体现离岸、多区块和曲线的设计思路。主要方式如下。

(1) 人工岛式围填海

采用人工岛式的围填海造地,既可以最大限度地延长新形成土地的人工岸线,又可以不占用和破坏自然岸线。通过桥梁和隧道的方式连接人工岛与陆地,可以获得与延伸式围填海造地同样便利的交通条件。在海域条件适合的地区,应把人工岛式围填海造地作为首选方式。

(2) 多突堤式围填海

对于因工程建设需要,必须利用岸线向海延伸的围填海造地工程,要推广多突堤式围填海工程平面设计。这种平面设计的围填海工程,既可以最大限度地节约使用自然岸线,也可以最大限度地延长新形成土地的人工岸线。除海域条件不适合的地区外,延伸式围填海造地工程应逐步做到全部采用多突堤式平面设计。

(3) 区块组团式围填海

对于面积较大、用途多样性的围填海造地项目,可以采取区块组团式围填海造地方式,即:根据用途需要,必须利用岸线的部分,采取多突堤式围填海方式,可将不利用岸线的部分,采取人工岛式的围填海方式。将多突堤式围填海和人工岛式围填海合理组合,可以实现上述两种围填海方式的优势互补。

2.3 单个集约用海项目的优化评估指标体系构建

2.3.1 单个集约用海项目的优化评估指标筛选

2.3.1.1 人工岛式围填海平面设计评价指标

(1) 人工岛空间形状评价指标

为了促进人工岛平面设计,尽量延伸岸线长度,营造更多的近海亲水海岸环境,提高人工岛围填形成土地的开发利用价值,保护海洋生态环境,采用人工岛形状指数表征人工岛平面设计的空间复杂程度,人工岛形状指数为人工岛围填海面积与周长的比例,计算方法如下:

$$LSI = \frac{0.25E}{\sqrt{A}} \quad (2.1)$$

式中: LSI 为人工岛形状指数; E 为人工岛围填海岸线总长度; A 为人工岛总面积。当人工岛形状指数 $LSI < 1.0$ 时,表示人工岛平面形状接近于圆形,人工岛岸线较短,临海区域较小;当人工岛形状指数 $LSI = 1.0$ 时,表示人工岛平面形状呈正方形,人工岛岸线增长,临海区域增大;当人工岛形状指数 $LSI > 1.0$ 时,表示人工岛平面形状不规

则或偏离正方形,而且 LSI 值越大,人工岛平面形状越复杂,人工岛海岸线越长,临海区域越大。

为了表征人工岛围填海对海岸线及临海区域的营造程度,本研究将人工岛形状指数划分为 5 个等级:当人工岛形状指数 $LSI \leq 1.0$ 时,为 I 级,说明人工岛平面形状极简单,岸线延伸体现极少,其标准化赋值为 0.2;当人工岛形状指数 $1.0 < LSI \leq 1.2$ 时,为 II 级,人工岛平面形状简单,岸线延伸体现很少,其标准化赋值为 0.4;当人工岛形状指数 $1.2 < LSI \leq 1.5$ 时,为 III 级,人工岛平面形状复杂,岸线延伸得以体现,其标准化赋值为 0.6;当人工岛形状指数 $1.5 < LSI \leq 2.0$ 时,为 IV 级,人工岛平面形状很复杂,岸线延伸较大,其标准化赋值为 0.8;当人工岛形状指数 $LSI > 2.0$ 时,为 V 级,人工岛平面设计极复杂,岸线延伸很大,其标准化赋值为 1.0。具体的人工岛平面形状指数划分等级见表 2.1。

表 2.1 人工岛平面形状指数等级划分与标准化

LSI 值	等级	指标意义	标准化值
$LSI \leq 1.0$	I 级	人工岛平面形状极简单,岸线延伸体现极少	0.2
$1.0 < LSI \leq 1.2$	II 级	人工岛平面形状简单,岸线延伸体现很少	0.4
$1.2 < LSI \leq 1.5$	III 级	人工岛平面形状复杂,岸线延伸得以体现	0.6
$1.5 < LSI \leq 2.0$	IV 级	人工岛平面形状很复杂,岸线延伸较大	0.8
$LSI > 2.0$	V 级	人工岛平面设计极复杂,岸线延伸很大	1.0

(2) 人工岛距离海岸线远近评价指标

人工岛距离大陆海岸线的远近是表征人工岛对海岸生态环境影响的一个重要指标。一般人工岛距离大陆海岸线越远,其建设对海岸生态环境的影响越小;反之,人工岛距离大陆海岸线越近,对海岸生态环境的影响越大,况且过于靠近大陆海岸线的人工岛,会因水动力不畅,泥沙长期淤积而最终与大陆连为一体,改变人工岛的设计初衷。本研究采用人工岛离岸指数表征人工岛距离大陆岸线的远近距离,人工岛离岸指数为人工岛海岸线距离大陆海岸线的最短距离。人工岛离岸指数计算方法如下:

$$L = H_i \quad (2.2)$$

式中: L 为人工岛离岸指数; H_i 为人工岛距离大陆海岸线的最短距离,单位为米。根据人工岛距离大陆海岸线的距离,将人工岛离岸指数划分为 5 个等级:当 $L \leq 200$ 时,为 I 级,人工岛距离大陆过近,人工岛特征不明显,极易发生淤积,标准化赋值为 0.2;当 $200 < L \leq 500$ 时,为 II 级,人工岛距离大陆较近,较易发生淤积,标准化赋值为 0.4;当 $500 < L \leq 1\,000$ 时,为 III 级,人工岛距离大陆适中,人工岛特征明显,标准化赋值为 0.6;当 $1\,000 < L \leq 2\,000$ 时,为 IV 级,人工岛距离大陆远,人工岛特征很明显,标准化赋值为 0.8;当 $L > 2\,000$,为 V 级,人工岛距离大陆极远,人工岛特征极明显,标准化赋值为 1.0。人工岛离岸指数标准化赋值具体见表 2.2。

表 2.2 人工岛离岸指数等级划分与标准化

离岸指数	等级	指标意义	标准化值
$L \leq 200$	I 级	人工岛距离大陆过近, 人工岛特征不明显, 极易发生淤积	0.2
$200 < L \leq 500$	II 级	人工岛距离大陆较近, 较易发生淤积	0.4
$500 < L \leq 1\,000$	III 级	人工岛距离大陆适中, 人工岛特征明显	0.6
$1\,000 < L \leq 2\,000$	IV 级	人工岛距离大陆远, 人工岛特征很明显	0.8
$L > 2\,000$	V 级	人工岛距离大陆极远, 人工岛特征极明显	1.0

(3) 人工岛建设的亲海岸线营造程度评价指标

为了表征人工岛建设对公众亲海、亲水环境的营造程度, 增加有效亲海、亲水海岸线长度, 促进人工岛平面设计满足公众日益增长的亲海、亲水需求, 采用亲海岸线指数表征人工岛建设对亲海岸线的营造程度。亲海岸线指数为人工岛建设区域新增公众亲海岸线长度与人工岛建设形成海岸线总长度的比值, 其计算公式为:

$$C_z = \frac{L_p}{L_t} \quad (2.3)$$

式中: C_z 为亲海岸线指数; L_p 为人工岛区域内新增公众亲海岸线长度, 这里的公众亲海岸线是指社会公众能够自由到达的海岸线; L_t 为人工岛形成岸线总长度。根据亲海岸线指数大小可划分为 5 个亲海等级: 当 $C_z \leq 0.1$ 时, 为 I 级, 说明人工岛建设营造的亲海岸线比例很低, 不能满足公众的亲海、看海需求, 标准化赋值为 0.2; 当 $0.1 < C_z \leq 0.2$ 时, 为 II 级, 说明人工岛建设营造的亲海岸线比例较低, 限制公众的亲海、看海需求, 标准化赋值为 0.4; 当 $0.2 < C_z \leq 0.3$ 时, 为 III 级, 说明人工岛建设营造的亲海岸线比例高, 可满足公众的亲海、看海需求, 标准化赋值为 0.6; 当 $0.3 < C_z \leq 0.5$ 时, 为 IV 级, 说明人工岛建设营造的亲海岸线比例很高, 可极大地满足公众的亲海、看海需求, 标准化赋值为 0.8; 当 $C_z > 0.5$ 时, 为 V 级, 说明人工岛建设营造的亲海岸线比例极高, 可最大程度地满足公众的亲海、看海需求, 标准化赋值为 1.0。人工岛亲海岸线等级标准化赋值具体见表 2.3。

表 2.3 人工岛亲海岸线等级划分与标准化

C_z 值	等级	指标意义	标准化值
$C_z \leq 0.1$	I 级	亲海岸线比例很低	0.2
$0.1 < C_z \leq 0.2$	II 级	亲海岸线比例较低	0.4
$0.2 < C_z \leq 0.3$	III 级	亲海岸线比例高	0.6
$0.3 < C_z \leq 0.5$	IV 级	亲海岸线比例很高	0.8
$C_z > 0.5$	V 级	亲海岸线比例极高	1.0

(4) 人工岛临岸区域面积比例评价指标

为了控制人工岛建设规模过大产生的海洋生态环境累积影响, 同时提高人工岛建设形成土地的临岸效果, 避免大面积、大片块的人工岛建设对海洋生态环境过程带来的巨

大影响,采用临岸区域指数表征人工岛平面设计中邻近海岸线区域面积比例的大小。临岸区域指数为人工岛海岸线 100 m 范围内的岛上土地面积与人工岛建设形成土地总面积的比例。计算方法如下:

$$A_c = \frac{S_{100}}{S_0} \quad (2.4)$$

式中: A_c 为临岸区域指数; S_{100} 为人工岛海岸线 100 m 范围内的土地面积 (hm^2); S_0 为人工岛形成土地总面积 (hm^2)。

临岸区域指数可以划分为 5 个等级:当临岸区域指数 $A_c \leq 0.1$ 时,为 I 级,说明人工岛面积在 1 000 hm^2 以上,单个人工岛面积规模过大,且人工岛空间形状很紧凑,海岸线延伸长度很有限,临岸区域比例很低,标准化赋值为 0.2;当临岸区域指数 $0.1 < A_c \leq 0.2$ 时,为 II 级,说明单个人工岛面积规模较大,且人工岛空间形状较紧凑,海岸线延伸长度有限,临岸区域比例较低,标准化赋值为 0.4;当临岸区域指数 $0.2 < A_c \leq 0.3$ 时,为 III 级,说明单个人工岛面积规模大,人工岛空间形状趋于复杂,海岸线得到一定延伸,临岸区域比例低,标准化赋值为 0.6;当临岸区域指数 $0.3 < A_c \leq 0.5$ 时,为 IV 级,说明人工岛面积规模适中,或人工岛空间形状较复杂,临岸区域较丰富,标准化赋值为 0.8;当临岸区域指数 $A_c > 0.5$ 时,为 V 级,说明单个人工岛面积规模较小,或人工岛空间形状很复杂,临岸区域极丰富,标准化赋值为 1.0。人工岛临岸区域指数标准化赋值见表 2.4。

表 2.4 人工岛临岸区域指数等级划分与标准化

A_c 值	等级	指标意义	标准化值
$A_c \leq 0.1$	I 级	单个人工岛面积规模过大,临岸区域比例很低	0.2
$0.1 < A_c \leq 0.2$	II 级	单个人工岛面积规模较大,临岸区域比例较低	0.4
$0.2 < A_c \leq 0.3$	III 级	单个人工岛面积规模大,临岸区域比例低	0.6
$0.3 < A_c \leq 0.5$	IV 级	单个人工岛面积规模适中,临岸区域较丰富	0.8
$A_c > 0.5$	V 级	单个人工岛面积规模较小,临岸区域极丰富	1.0

(5) 水域景观营造程度评价指标

为了在人工岛规划范围内保留充足的水域面积,提高人工岛形成土地的亲水、亲海环境,增强人工岛区域的水域景观效果,采用水域景观指数表征人工岛规划用海范围内水域景观营造程度。水域景观指数为人工岛规划用海范围内水域预留面积占人工岛规划范围总面积的比例。计算公式如下:

$$A_w = \frac{S_w}{S_0} \quad (2.5)$$

式中: A_w 为水域景观指数; S_w 为人工岛规划范围内水域预留面积 (hm^2); S_0 为人工岛规划范围总面积 (hm^2)。

根据人工岛用海范围内水域景观指数大小,将水域景观指数划分为 5 个等级:当 $A_w \leq 0.05$ 时,为 I 级,说明水域面积预留很少,亲海水域贫乏,标准化赋值为 0.2;当