

围填海工程

平面设计评价方法研究

WEITIANHAI GONGCHENG
PINGMIAN SHEJI PINGJIA
FANGFA YANJIU

岳奇著



海洋出版社

围填海工程平面设计 评价方法研究

岳 奇 著

海洋出版社

2018年·北京

图书在版编目(CIP)数据

围填海工程平面设计评价方法研究 / 岳奇著. —北京 :
海洋出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-5210-0097-9

I. ①围… II. ①岳… III. ①填海造地-评估方法-中国
IV. ①TU982.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 083130 号

责任编辑: 闫安 薛菲菲

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

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷

2018年5月第1版 2018年5月北京第1次印刷

开本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 10.25

字数: 196千字 定价: 58.00元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093

总编室: 62114335 编辑室: 62100038

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

从“十一五”期间开始，我国每年的填海面积约为 100 平方千米。填海造地可以有效缓解沿海城市的人口和城市化压力，改善港口的海上基础设施。同时，填海造地是一种对自然生态影响极大的活动，必须科学规划、合理设计。围填海平面设计是针对围填海工程平面空间上的具体呈现方式，对其选址、规模、形态和组合方式等进行综合规划和设计。目前对围填海平面设计领域的研究较少，缺少多学科交叉融合，主要为针对单一问题的研究，缺少系统性梳理和提出全局性、实用性的解决方案。本书针对当前我国围填海选址不合理、规模不得当、形态不科学等问题，综述了国内外围填海平面设计研究现状，分析了国内外围填海平面设计的基本情况，从围填海平面设计包含的主要工作内容出发，设计了一套多指标的评价方法，并在实例中对评价方法进行了验证和应用。

本研究发现，世界围填海主要分布在四个区域——东南亚、波斯湾、欧洲西部及墨西哥湾，其中东南亚围填海主要为几何形态，波斯湾多为仿自然形态，欧洲围填海注意和海岸走势结合，墨西哥湾填海多为“丰”字形。世界围填海有其内在发展规律，围填海规模与经济发展速度正相关，围填海用途和所处的发展阶段密切相关。中国仍处在快速发展时期，中国的围填海总体规模和单体工程平均粒度都居世界首位，填海主要用途是临港工业和城镇建设；中国已经完成的围填海工程，尤其是规模较大的围填海工程，其平面设计方案仍主要以顺岸平推为主。依据围填海平面设计的主要内容及影响因素，本书从围填海选址、规模和形态三个方面建立了综合评价指标体系。在选址方面，设计了宏观选址和微观选址两个方面的评价指标，宏观选址评价指标包括海陆面积比、人口密度、海上交通区位条件、人均国内生产总值、海岸线稀缺度、单位岸线国内生产总值、亲海期望、相应产业增长率、区域海洋灾害等 9 个指标；微观选址评价指标包括海洋水文条件、海洋环境容量、海岸地质类型、生态敏感程度、海洋功能区划符合性、周边开发利用现状等 6 个指标；规模评价设计了填海强度、海域利用效率、岸线利用效率、单位用海系数、绿地率、开发退让比例、道路广场用地比率、水系面

积比例等 8 个指标；形态评价设计了岛岸关系、填海形态、结构形式、岸线形式、生态岸线率、间距系数、水体交换力等 7 个指标。此外，本书采用层次分析法和德尔菲法确定了指标权重和评价标准，还对提出的评价指标体系和方法进行了应用。

本书是作者多年研究成果的总结，更是对国家海洋技术中心在围填海管理技术领域研究成果的再梳理。多年来，在国家海洋局及地方各级海洋管理部门支持下，国家海洋技术中心长期致力于围填海管理的技术支撑工作，尤其是对围填海平面设计的研究较为长期、系统和深入，也期望本书能够为围填海管理工作带来一定支撑作用。本书著作过程中得到天津大学张赫老师研究团队、中国海洋大学于华明老师研究团队的大力支持，同时也得到国家海洋技术中心徐伟、赵梦、张静怡、胡恒等同事的大力支持与无私的帮助，在此一并表示感谢。由于作者对我国围填海平面设计研究的水平和能力有限，书中难免有瑕疵，希望广大读者给予批评和指正。同时欢迎对围填海平面设计有兴趣的读者多做指导与交流。

作者

2018 年 1 月

目 次

第1章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究思路与主要内容	3
1.3 相关概念界定	5
1.4 国内外研究现状	6
1.5 拟解决的关键问题技术路线	11
第2章 国内外围填海平面设计现状分析	12
2.1 基于 GE 的世界围填海平面设计特征分析	12
2.2 典型国家围填海发展规律分析	17
2.3 我国围填海平面设计现状	22
2.4 我国围填海平面设计存在的问题	29
第3章 基于水循环的围填海平面设计	32
3.1 我国城市规划设计中水系设置	32
3.2 基于水循环的围填海平面设计特点	34
3.3 基于水循环的围填海平面设计的主要考量	37
第4章 围填海平面设计评价的理论基础及方法	43
4.1 围填海平面设计评价的基础理论	43
4.2 围填海平面设计评价原则	47
4.3 多指标评价的主要方法	49
第5章 围填海平面设计评价指标体系的建立	52
5.1 围填海平面设计评价指标体系建立的方法和原则	52
5.2 围填海选址评价指标体系建立	54
5.3 围填海规模评价指标体系建立	69
5.4 围填海平面形态评价指标体系建立	76
5.5 小结	84
第6章 围填海平面设计评价方法的应用	86
6.1 大型围填海平面设计回顾性评价	86
6.2 典型围填海工程平面形态设计与优化——以东营海上新城为例	105

6.3	中国沿海大型围填海工程选址评价与预测	127
6.4	区域建设用海规划集约用海控制指标制定	141
6.5	小结	149
第7章	结 论	151
7.1	主要结论	151
7.2	不足与展望	153
参考文献	154

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景

从 20 世纪开始便有学者提出：21 世纪将是海洋的世纪。围填海自古就是人们开发利用海洋的方式，随着沿海城市经济快速发展、人口膨胀，导致土地紧缺，许多沿海城市开始向海洋拓展发展空间^[1]。21 世纪以来，我国填海造地的规模维持在每年 100 平方千米^[2]。围填海具有正反两方面的作用，一方面填海造地可以有效拓展城市发展空间，缓解沿海城市的人口和城市化压力，增加就业机会，改善沿海基础设施；另一方面填海造地是一种对自然生态影响极大的工程，主要表现为对岸线、泥沙淤积、湿地等自然环境地貌的不当改变造成的泥沙淤积、植被退化、水质恶化等生态环境问题。

大规模的填海造地活动所产生的环境问题已经越来越严重，不仅使填海区域周边环境永久性恶化，而且造成了资源的严重浪费。究其原因，是由于填海行为的粗放和盲目，出于对填海利益的追求，部分用海者单纯追求填海获得的土地面积，忽视填海造成的环境问题；更重要的是，实际管理和实践中也缺乏针对填海工程规划设计的管理方法和科学引导。

为了提高围填海规划设计的科学化水平，必须建立融合物理海洋学、城市规划、景观生态、海洋工程等相关学科的研究思路，从全局的角度建立一套系统性、综合性的围填海选址、规模设计和平面形态设计的评价方法，为优化围填海平面设计方案、科学围填海、发挥围填海最大价值提供参考^[3]。

1.1.1 研究目的

围填海平面设计是一个较新的概念，因近些年来我国围填海规模快速增大，海洋管理部门为提高围填海的科学化设计水平，实施精细化的围填海管理而提出。围填海平面设计是指针对围填海的选址、规模、布局、形态等进行的总体设计。当前，我国沿海城市化、工业化方兴未艾，围填海仍是最重要的海洋开发利用活动，各级海洋管理部门以及社会公众都对围填海高度重视，社会舆论针对围填海的各种报道层出不穷，科学界针对围填海对海洋环境影响的研究也持续推进。

目前,针对围填海平面设计的研究并没有形成相对完整的体系,围填海管理、设计等涉及的各个专业仅从各自角度进行分析,往往关注于填海工程技术或者生态环境损益的专门研究,学科间交叉较少,综合性的研究不深入,尤其是对大型围填海工程如何选址、如何框定规模、如何确定填海工程的总平面形态、如何设置内部水系,以及如何规划布局填海后的内部功能单元等缺少系统深入的研究,综合多学科理念的具有应用价值的研究成果较少,难以为管理部门和填海企业提供具有可操作性及应用价值的建议。

为此,本研究以形成大型围填海平面设计的评价方法为目的,在对世界围填海平面设计综合分析的基础上,提出围填海平面设计的评价指标体系,并提出其具体的应用案例,应用方法对我国典型大型围填海工程平面设计进行评价,为围填海管理提供有关建议^[4]。

1.1.2 理论意义

(1)为落实海洋生态文明建设,实施基于生态文明的围填海管理提供理论和方法支撑。中国共产党第十八次全国代表大会提出生态文明建设和“五个发展”的发展理念,中国对海洋生态文明的重视程度达到了前所未有的高度。进行基于生态文明的海洋综合管理,以及精细化、集约化、科学的围填海和围填海管理是今后海洋管理的发展方向。本研究提出的大型围填海平面设计评价指标及依据评价指标进行的案例分析,可以为围填海的选址、规模控制及形态设计等提供理论和方法参考。

(2)加强围填海领域多学科联系,建立系统的围填海平面设计评价方法体系。围填海平面设计的概念才刚刚提出,管理上、学术上尚没有形成统一的认识,往往将围填海平面设计和围填海的形态规划相混淆,理解其内涵较窄。理论方面,当前针对围填海的研究往往都是独立单一学科的研究,旨在解决某一特定的问题,缺少各个学科专业间的配合和补充。至今围填海平面设计学科的理论体系仍未形成。本研究具有多学科交叉、综合的特征,将从全新的角度对大型围填海工程进行研究,其研究成果将弥补围填海领域各学科联系的不足,解决各独立学科无法涉及的研究问题。

(3)丰富应用海洋学的学科领域。多年来,应用海洋学的研究领域主要是海洋的数值模拟和预报,应用的领域主要是海洋工程的勘察施工和工程可行性设计,应用到海洋综合管理的学科研究成果较少。究其原因,主要是因为应用到海洋管理的研究成果往往需要具备综合性的特点,而当前的应用海洋学研究主要为自然科学研究,将研究成果服务到实际海洋管理的研究较少。本研究注重应用性,以形成可为

管理部门和用海企业服务的研究成果为出发点,可以有效地丰富当前应用海洋学的研究领域。

1.1.3 应用价值

①为丰富海域资源优化配置提供技术手段。长期以来,我国围填海的开发利用采取的主要是外延式粗放化的发展模式,这种模式不仅导致了围填海活动的盲目扩张、土地利用低效、近岸海域空间资源大量流失,也给沿海生态系统带来巨大压力,制约了沿海经济社会的可持续发展。本研究以海域的可持续开发利用为导向,从资源环境、经济、社会等多个角度,探讨影响围填海平面设计的因素,通过多种方法综合确定围填海集约规模控制方法和平面形态优化方法。这在一定程度上丰富了海域资源优化配置的技术手段,对于引导填海新区由粗放向“集约用海”转变具有参考意义。

②为围填海综合回顾性评价提供操作方法。本研究提出的围填海平面设计综合评价方法及其指标体系可以为今后围填海的回顾性评价提供借鉴,为大型围填海的选址提供方法参考。

③为围填海管理提供决策建议。本研究将对围填海工程的集约性、生态性、耦合水循环特点等进行研究,提出平面设计的优化建议,这对于完善我国围填海管理具有一定的现实意义。

④指导围填海工程科学化布置。本研究成果可以直接为我国的围填海工程开发管理应用,为其合理布置填海平面方案、确定填海规模提供参考,为其更容易获得管理部门批准提供参考。

1.2 研究思路与主要内容

1.2.1 研究思路

本文的研究思路:明确研究对象→发现问题→提出方法→进行方法应用和验证。

首先引出什么是围填海平面设计(第1章第1.3节),回答研究对象“是什么”以及“为什么”要研究;其次通过对世界围填海平面设计的现状进行分析,发现我国围填海平面设计的主要问题(第2章);然后通过对多指标评价理论和方法的研究建立评价的指标体系和模型(第3章与第4章);最后对评价方法进行应用和验证,得出相关结论(第5章与第6章)。

1.2.2 研究内容

本研究以大型围填海为研究对象,给出了围填海平面设计的内涵和外延,总结了国内外围填海平面设计研究现状,指出了我国围填海平面设计存在的问题,综述了国内外围填海平面设计研究进展;运用多指标评价法,依据围填海设计工作的主要内容,将大型围填海工程平面设计评价分为选址、规模和平面形态评价三个部分,分别建立了评价指标体系,运用建立的评价方法和指标体系对我国典型的15个大型围填海工程平面设计进行评价和分析;并以东营海上新城为案例进行典型填海工程的平面设计方案优化分析,对我国未来的围填海布局进行预测和分析,利用建立的指标体系对我国围填海工程集约用海管理提出了指标建议^[5]。主要研究内容包括如下内容。

(1)总结给出围填海平面设计的概念和主要内容,提出围填海平面设计是针对围填海的平面空间上的具体呈现方式,对其选址、规模、形态和组合方式等进行了统一规划和设计,主要包括位置选取、规模设定与形态设计。构建了基于平面设计主要内容的评价方法框架体系。

(2)研究分析国内外围填海平面设计现状。以 Google Earth 为研究工具,对世界围填海进行提取和分析,研究世界围填海的分布、粒度、形态、用途等主要平面设计特征,总结了其内在的区域、形态和发展等方面的规律;研究典型国家的围填海管理和围填海平面设计特点,总结给出世界围填海发展的内在规律;研究分析我国围填海发展历程、管理现状和平面设计现状,总结认为我国仍处在快速发展时期,围填海总体规模和单体工程平均粒度都位居世界首位,填海主要用途是临港工业和城镇建设,已经批准的区域建设用海平面设计方案主要以顺岸平推为主。

(3)构建大型围填海工程平面设计评价方法体系。建立了大型围填海工程选址评价指标体系,将围填海选址评价分为宏观选址评价和微观选址评价两部分,分别选取评价指标,提出量化方法,建立评价模型,并给出评价标准;构建了大型围填海工程规模评价指标体系,提出规模的评价就是填海工程集约性的评价,建立了包括填海强度、海域利用效率、岸线利用效率、单位用海系数、绿地率、开发退让比例、道路广场用地比率等在内的评价指标,利用层次分析法确定了各指标权重,给出了评价模型^[6];构建了大型围填海工程平面形态评价指标体系,建立了岛岸关系、填海形态、结构形式和岸线形式等类型的特征指标,以及生态岸线指数、间距指数和水体交换力等类型的机制指标,确定了各指标的量化方法、权重和评价标准;利用德尔菲法(Delphi Method)给出了3个层次、30个指标的评价权重。

(4)对评价方法进行实际应用。选取了15个具有代表性的围填海工程,利用

建立的多指标评价方法和评价指标体系对其进行综合评价和打分排序,分别给出了15个工程的选址分值、规模分值、形态分值及总分值,并对评价结果进行分析;基于水循环的围填海平面设计理念,利用建立的平面形态评价指标体系,及FVCOM模型对不同工况水交换率的模拟,对东营海上新城提出具体的平面设计方案,并进行数模验证;利用提出的宏观评价指标,对中国49个沿海城市进行填海适宜性评价,并耦合海洋功能区划约束对49个沿海城市填海适宜性进行分等定级;利用提出的集约评价指标,以期为管理部门制定集约用海控制性指标提供指标借鉴。

1.3 相关概念界定

1.3.1 围填海

本书的研究对象主要针对我国围填海。对于围填海目前尚没有明确的定义,目前的科学研究中通常采用填海、围垦、围海造地、围海造陆等说法相互代替^[7]。我国的海洋行业标准《海域使用分类》(HY/T 123—2009)对围海和填海造地分别进行了明确界定^[8]。填海造地是指筑堤围割海域填成土地,并形成有效岸线的用海方式;围海指通过筑堤或其他手段,以全部或部分闭合形式围割海域进行海洋开发的用海方式^[9]。国家海洋局发布的《关于加强海域使用金征收管理的通知》中,填海造地用海指通过筑堤围割海域,填成能形成有效的岸线土地,完全改变海域自然属性的用海;围海用海指通过圈围海域开展经济活动,部分改变海域自然属性的用海^[10]。

通常意义上,对围填海的理解就是填海造地,即先围海,然后实施填海造陆,这已经成为一种约定俗成的叫法。围填海和填海造地(或是填海造陆),这两种叫法也恰恰反映了围填海两个方面的属性,“围填海”的称呼侧重于对于这类用海的用海方式和开发过程的描述,“填海造地”侧重于对于用海目的的描述。人们之所以将围填海和填海造地两种叫法等同,原因在于,实施填海通常都需要先将海域围割,建造围堰,然后通过吹填、抛石等方式实施造陆,围填海恰恰反映了填海造陆过程中围海和填海的两个阶段。

1.3.2 围填海平面设计

“平面设计”一般出现在美术设计、城市港口规划等领域,“围填海平面设计”是新生事物,目前尚未有明确、统一的定义。根据国内外有关研究,围填海平面设计(Reclamation 2D Design)的释义分为两派,一是将其理解为大“设

计”，指针对围填海工程位置、规模、形状和组合方式等方面进行的综合布局与设计^[11]；二是仅仅将其定义为围填海工程的平面形态设计和内部功能布局。学者杨春等认为“填海区域的平面形态规划就是针对填海土地在二维平面上的表现形式所进行的规划设计”^[11]；索安宁等研究认为“围填海工程平面设计指围填海工程的平面空间布局设计”^[4]。在城市规划领域，曲国庆认为平面形态是“城市用地在平面空间上呈现出的几何形状，并通过位置、面积、形态、功能定位等方面来解释其特征”^[12]。

综合上述分析，本研究认为，围填海平面设计是一个复杂的过程，涉及围填海工程的始末，不应仅考虑其最终呈现的几何形态，还应当考虑其最初的选址、规模核定、功能设计等多方面的内容。因此，围填海平面设计是针对围填海在平面二维空间上的具体呈现形式而进行的总体规划和设计。

围填海平面设计按照设计的维度主要包括三个层面的规划和设计：一是确定填海工程的区位；二是设计核定填海项目的总体粒度和规模；三是规划设计项目的形态、填海区块组合方式等。规模设定包括两个内容：一是围填海工程的总面积确定；二是依据围填海工程所在海域自然地理特征，确定围填海工程的相对规模（比如在海湾中的围填海，其面积相对于整个海湾的面积比例，在某功能区中的围填海，其占整个功能区的面积比例、占用某岸线长度比例等）。形态设计主要是指围填海工程的平面形态方案、几何形态的摆放角度设计等。围填海平面设计的主要内容和考量因素见表 1-1。

表 1-1 围填海平面设计的主要内容

设计内容	考量因素
位置选取	与原海岸的位置关系，离岸距离等
规模设定	围填海工程总规模； 围填海工程对于所处区位的相对规模、粒度
形态设计	围填海工程的形状、摆放角度等
功能布置	填海区内部功能区块的平面布置、水系设计、道路设计等

1.4 国内外研究现状

1.4.1 国外研究现状

国外学者对填海工程的研究主要基于对已填海工程的评估、分析，主要涉及经济投资回报、对海域生态影响等方面。具体研究成果归纳如下。

1. 针对围填海的研究

Lee 等分析了韩国西海岸填海活动,认为围填海对低潮滩的沉积过程具有重大影响^[13]。Kang 研究了韩国灵山河口木浦沿海围填海开发活动,结果发现潮汐壅水减小、潮差扩大^[14]。Guo 等研究表明,围填海开发活动加大了新增土地的盐渍化风险,加重了海岸侵蚀,削弱了海岸防灾减灾能力^[15]。Healy 等研究了围填海开发活动对浮游生物生态系统的影响,结果表明围填海工程减弱了河口、海湾的潮流动力,降低了附近海区浮游植物、浮游动物生物的多样性,引起了优势物种和群落结构的变化,底栖生物在很大程度上也受到了围填海工程的影响^[16]。Sato 等对日本 20 世纪的围填海进行了研究,发现大规模的围填海导致日本海湾消失,河口生态系统被破坏,部分围填海工程导致底栖生物死亡^[17]。

Wu 等研究了新加坡的围填海对河口生物群落的影响,该研究以 Sungei Punggol 河口为例,结果发现大型围填海活动对底栖生物群落系统具有明显影响,临近填海工程,生物种群数量降低^[18]。

国外学者对围填海开发活动对地形地貌和湿地景观的影响研究大多运用遥感技术(3S 技术)和数值模拟的方法,研究内容主要包括围填海开发活动对地形地貌和景观影像的影响。Heuvel 等研究认为,围填海开发活动不仅改变了岸线形态,将岸线人工化,同时由于处于节约成本的考虑,大量围填海采取截弯取直的方式,还导致了海岸线长度的锐减^[19]。

Peng 等对围填海的施工方式进行了研究,认为采取海底取泥吹填的方式对海底地貌和地质环境将产生重大影响和破坏^[20]。

Kondo 对围填海施工吹填区域的选择进行了研究,结果显示,不当的区域选择将可能导致水文环境的变化,进而影响海底地形和海岸侵蚀、冲淤平衡;文章还给出了不当的围填海造成海岛灭世、潟湖沙坝消失等典型案例^[21]。

2. 针对围填海评价指标的研究

联合国经济及社会理事会海洋经济技术处从海岸管理评价角度进行研究,选取岸线分配、开发强度、经济效益作为围填海工程的评价指标^[22]。Ryu 从填海工程对生态影响的角度进行研究,选取底栖生物群落、景观折旧率、经济回报作为评价指标^[23]。Koh 等从填海工程灾难防范措施角度进行研究,选取沉积物组成、岸线折旧作为评价指标^[24]。Lai 等从填海工程对生态影响的角度进行研究,以填海项目区红树林、珊瑚礁总覆盖率作为研究指标^[25]。

随着国外学者对资源环境评价研究的逐步深入,近年来,“时间序列法”^[26]、“系统动力学方法”^[27]、“模糊综合评价方法”^[28]等多种方法被学者们引入到围填海海洋环境评价过程中,并根据研究对象的不同特点,对研究方法进行了有效改进和综合运用^[29],为资源环境的针对性、动态性和准确性等提供了可靠支撑。

1.4.2 国内研究现状

目前国内针对围填海的研究较多,但针对围填海平面设计的专门研究较少,多是关于围海填海经济、技术、生态等方面的评估。近几年来,随着沿海填海工程的发展,围海填海工程的平面形态逐渐得到科研人员的关注,并取得了一些成果。围填海平面形态的研究主要集中在岛岸关系、岛屿形状、岸线形式、投资回报等方面。主要研究成果归纳如下。

1. 关于围填海的研究

许多国内学者对围填海开发活动对海洋资源的影响进行了研究。如于定勇等基于 PSR (Pressure-State-Response) 模型构建了围填海对海洋资源影响的评价体系,针对福建海湾填海工程进行了案例分析^[30]。于永海等建立了海岸围填海适宜性定量评估的指标方法体系,并采用德尔菲法筛选确定评价指标,采用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 确定指标权重^[31]。胡聪建立了围填海对海洋资源影响评价的指标体系,将围填海开发活动影响的海洋资源分为港口航道资源、旅游资源、渔业资源、空间资源和其他资源,构建了基于 DPSIR (Driving Force-Pressure-State-Impact-Response) 框架理论的围填海开发活动对海洋资源影响框架体系^[32]。

王伟伟等通过围填海活动和临海工业两个方面对海岸带开发活动产生的环境效应影响做了趋势性分析,并根据搜集的 2005—2008 年的水质监测数据对大连湾海域进行了海洋自然环境质量评价,评价海岸带开发活动对大连湾海域产生的影响^[33]。

朱高儒等结合近年来有关围填海的研究进展,详细分析了填海造陆对土地、水文、生态及气候、原材料源地等多方面的环境效应及其关联,结果发现:①围填海造陆对环境的负效应在种类上多于正效应;②围填海造陆的影响范围遍及从海到陆的整个海岸带区域;③围填海造陆效应具有从短期扰动事件到长期生态和物理过程的宽域时间尺度;④围填海造陆各个效应之间存在着很强的关联和促进机制。^[34]

刘述锡等分析了围填海对海洋生态系统的影响,构建了包括生物效应、生态系统功能效应和环境效应三个方面的围填海生态环境效应评价指标体系^[35]。

李杨帆等以具有重要典型意义的沿海高度城市化及快速城市扩张地区港湾湿地为例,采取多学科交叉集成的研究途径,探索填海造地对港湾湿地景观格局及沉积环境的影响^[36]。

李京梅等针对填海造地的生态环境损失,以福建某个填海造地工程为例,对补偿标准的计算进行实证分析,得出该项填海造地工程的外部生态成本^[37]。

彭本荣建立了一系列生态—经济模型,用于评估填海造地生态损害的价值以

及被围填的海域作为生产要素的价值,并用所建立的模型对厦门填海造地所建立的生态—经济模型进行经验估算,为制定填海造地规划和控制填海造地的经济手段提供强有力的科技支撑^[38]。

谢挺等根据舟山海域近几年海洋自然环境质量及发展趋势,通过连续几年监测站位的布设以及对监测数据统计,分析阐述了围填海工程快速发展对舟山海域海洋自然环境所带来的影响^[39]。

王静等以江苏省辐射沙脊海域如东近岸浅滩围填海为例,运用多目标决策理论与方法,综合考虑围填海对动力泥沙环境、海洋生态环境、资源综合开发和社会经济影响,建立了围填海适宜规模评价指标体系,构建了适宜围填海规模评价决策模型^[40]。

孟海涛等采用生态足迹方法,对围填海工程造成的生态承载力的累积性变化做了量化分析,为综合评估海湾围填海工程的生态效应提供了一种全新的视角^[41]。

王学昌等以胶州湾为例,应用分步杂交方法建立了胶州湾变边界潮流数值模型,并对其进行了模拟计算,重现了该海域的潮流分布规律。另外,根据几个围填海方案,还分别进行了预测计算,从而得到了各个方案分别实施时对潮流、水位、流通量等水动力因素带来的影响^[42]。

刘仲军等建立了天津海域平面二维水动力数学模型,使用有限差分的ADI(Alternating Direction Implicit)方法对模型进行离散,分别模拟了南港工业区围填海工程前后天津海域的潮流场,通过对比工程前后的潮流特征,分析了南港工业区建设对整个天津海域的影响范围及影响程度^[43]。

陈彬等采用现场调查资料与历史资料对比的方法,从海岸和海底地貌、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效应,结果表明,围海工程促进了海滩的淤浅,减小了内湾的纳潮量和环境容量,使得泉州湾内湾水质恶化,最终导致围海工程附近海区生物种类多样性普遍降低,优势种和群落结构发生改变^[44]。

邓小文等以生态学相关理论为指导,提出了一种综合生物工程技术、土壤工程技术和咸水淡化技术的生态系统重建方法,并将其应用在天津滨海地区围海新造地中^[45]。

2. 关于围填海平面设计的研究

在针对围填海平面设计研究方面,索安宁等探讨了围填海工程平面设计评价方法^[4];刘淑芬等探讨了区域用海中平面设计的外延和内涵^[46];徐伟等对宁波镇海泥螺山北侧区域建设用海的平面设计方案进行了探讨^[47]。于青松等从海域评估角度进行研究,主要选取区位条件、自然因素、社会经济因素、防灾减灾作为评估指标^[48]。夏东兴等从海岸带地貌环境及其演化进行研究,其中主要研究了岸线的确定、交通网络体系等指标^[49]。王新风从耦合水体流动循环体系围海造陆成本计算角度进行研究,以围海造陆经济效应、成陆面积、滨水价值岸线的

创造、平面形式、生态系统保护、工程技术可实施性、水体清洁程度等指标为研究对象^[50]。霍军从海域承载力的影响因素和评估指标体系两方面进行研究,建立了海域承载力评估指标体系,其中选取资源压力指标、环境压力指标、人口压力指标、经济压力指标作为主要研究对象^[51]。于永海从围填海管理方法角度进行研究,筛选并构建了围填海适宜性评价的指标体系,其中选取上年度围填海规模、围填海资源承载力、固定资产投资、海岸线长度、海洋经济产值占国内生产总值比重、单位岸线海洋经济产值、经济增长速率、城市化水平、海洋经济产值、沿海地区人口密度、人均耕地面积、土地平均价格、新增建设用地为主要研究指标^[52]。郭子坚从港口规划与布置角度进行研究,主要对港口布置的基本形式、环境容量进行了研究^[53]。陈影从人工岛工程通航安全影响角度进行研究,其中人工岛的形状和规划布置、选址为其重点研究对象^[54]。郑志慧从滨海城市填海新区空间形态角度进行研究,主要研究对象为不同岸线形态的亲水性^[55]。杨焱从潮滩围垦适宜规模角度进行研究、评价,其以围填海面积、经济效益、围填区经济效益、岛岸关系、流速变化、影响养殖区面积等评价因子为研究指标^[56]。肖劲奔从海岸带开发利用强度角度进行研究,以历史灾害活动程度、未来灾害发展程度、评估区承灾敏感度、评估区减灾能力作为研究指标^[57]。索安宁等从围填海工程平面设计角度进行研究,采用围填海强度指数、围填海岸线冗亏指数、围填海亲海岸线指数、自然海岸线利用率、水域容积率作为评价指标^[4]。贾凯从填海造地的岸线控制角度进行研究,选取滩涂面积比率、底栖生物量、可利用岸线比率、保护区面积比率、劣三类海水比率、超一类底质比率,海水侵入面积、海岸侵蚀状况、围填海面积比率、人均国内生产总值等指标作为研究对象^[58]。张路诗从围填海空间规划角度进行研究,选取位置布局、岸线形态、结构形式、围填海内部交通组织方式作为评价指标^[59]。杨春从定性和定量的方面分别对填海区域平面特征要素进行研究与讨论,提出了填海平面形态规划设计与合理布局的基本原则和具体方法^[60]。岳奇从世界围填海分布及平面设计角度进行研究,主要选取了填海方式、粒度、平面形态、岸线关系、用途等指标作为评价指标^[61]。

综上所述,围填海平面设计的国内外研究现状主要集中于围填海的海洋环境影响,但在真正涉及围填海平面空间规划的形态学规律、规划方法和方案优选评价等方面鲜有涉足。围填海平面设计已有的研究中存在以下不足。

第一,缺乏对围填海平面设计的系统性研究,尤其是对围填海平面结构形式的系统分类、评估;

第二,缺乏对围填海平面设计全球角度的规律总结和现状分析;

第三,缺乏对于围填海平面设计评价方法的系统研究。本书将重点针对这些问题做出研究。