

第31卷 第4期
2012年8月

海洋环境科学
MARINE ENVIRONMENTAL SCIENCE

Vol. 31, No. 4
August 2012

开阔海域围填海规划的水质影响评价方法 ——以福建省湾外围填海为例

张一帆¹, 方秦华^{1,2}, 张珞平^{1,2}, 黄晨龙¹

(1. 厦门大学 环境科学研究中心 福建 厦门 361005; 2. 厦门大学 海洋与海岸带发展研究院 福建 厦门 361005)

摘要: 基于开阔海域围填海的特殊性, 已有的水质影响评价定量方法较难直接应用。本文通过水动力因子分析确定污染物扩散条件, 根据水质现状、围填面积和规划利用方式确定水质压力。基于上述污染物扩散条件和水质压力参数, 以水质影响程度等级作为评价结果, 设计了半定量评价矩阵对福建省湾外围填海规划的10个围填区进行了水质影响评价。评价结果表明: 其中有1个围填区水质影响程度较大, 其余围填区水质影响程度均在中等以下。此外, 水质影响程度评价结果可同时为湾外围填海规划决策者提供相应的决策依据。案例应用表明: 该半定量方法可以推广应用于决策型的、影响机制复杂、不确定性较强的人类活动的水质影响评价。

关键词: 水质影响评价; 围填海; 规划; 开阔海域

中图分类号: X824 文献标识码: A 文章编号: 1007-6336(2012)04-0586-05

Water-quality impact assessment on open-sea reclamation planning ——A case study of Fujian Province, China

ZHANG Yi-fan¹, FANG Qin-hua^{1,2}, ZHANG Luo-ping^{1,2}, HUANG Chen-long¹

(1. Environmental Science Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China; 2. Coastal and Ocean Management Institute, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The marine reclamation is one of the major kinds of coastal projects, which may cause the negative impacts on water quality. Due to the particularity of reclamation in open-sea, the existing quantitative methods of water-quality impact assessment are inapplicable. In this study, an assessing matrix based on the pollutant diffusion condition and water quality pressure was developed to predict the water-quality impacts of 10 reclamation blocks in the planning of reclamation outside bays in Fujian Province. In which, the diffusing condition of pollutants is determined by the hydrodynamic analysis, and the pressure on water quality is determined by the analyzing current water quality, reclamation areas and their functions. The application of this semi-quantitative matrix, the results showed that the water quality impact of one reclamation area is comparative high, while others have lower impacts. These results of different impact degrees of water quality provided a supporting tool for the environmental management decision-making. The successful application in the case study also reveals that the semi-quantitative water-quality impact assessment methodology can be applied to those with the complicated impact mechanism, highly uncertain and decision-supportive anthropogenic impacts.

Key words: water-quality impact assessment; reclamation; planning; open sea area

在《建设项目环境影响评价导则》中, 水质影响评价是重要组成部分。建设项目的评估方法一般针对单一点源建立数学模型, 选择评价因子进行污染物扩散浓度的计算。该方法对于确定的单一项目的水质影响预测应用较为成熟^[1], 但在某一区域中有多个项目同时进行, 较

难适用。针对区域规划的《规划环境影响评价技术导则》于2003年开始实施, 提出的评价指标有水功能区水质达标率、主要水环境污染物年排放量等, 在评价阶段可采用的评价方法有投入产出分析、环境数学模型、层次分析法等方法, 评价需要进行大量数据的定量计算, 以得到准确

收稿日期: 2011-09-09, 修订日期: 2011-11-14

基金项目: 国家海洋公益项目(200905005-06); 2011年度“厦门大学基础创新科研基金”(中央高校基本科研业务费专项资金)项目(2011121008)

作者简介: 张一帆(1986-)男, 江苏扬州人, 硕士研究生, 主要从事环境评价与管理研究, zhangyf6902@sina.com

的评价结果^[2]。此外,基于大尺度人类活动的水质影响的不确定性,人工神经网络、物元分析法、模糊数学法等不确定性方法也被应用于水质影响评价中^[3-5]。但对于点源排放口位置及源强尚不明确,同时耦合非点源污染,水质影响因素复杂的区域规划的水质影响评价,仍没有行之有效的办法。

围填海是重要的海岸带工程之一,可以造成明显的水质影响^[6-7]。根据围填区域的不同可分为海湾内围填海和开阔海域围填海。近年来,海湾内围填海的水质影响评价方法取得明显进展^[8-9]。作为开阔海域围填海活动以及区域规划,开阔海域围填海规划的特殊性主要体现在以下方面:①水质影响机制复杂。处于开阔海域的区域围填海规划,由于受到外部环境干扰明显,水质影响因素较多,此外,污染源多为面源,污染排放位置及污染源强难以确定,故开阔海域的围填海不确定性更强,无法根据如水动力等单一因素进行水质影响预测;②难以进行数值模型模拟计算。由于围填区围填后,新形成的污染源通常并非来自单一工程的点源,而可能为面源或多个工程点源的叠加,故难以准确进行污染源强的预测,并且无单一固定排污口,故无法应用一般数学模型,加之在开阔海域,环境容量无法定量模拟,因而无法通过数值模型进行精确的污染物扩散浓度计算;③存在多个围填区域的水质影响累积效应。开阔海域围填海作为区域规划,可能为多个毗邻区域同时围填,会对邻近海区产生水质影响的累积效应,故对于较开阔海域围填海的水质影响,不能仅考虑单一围填区围填后的水质影响,还需考虑累积效应问题。由于上述特征,现有水质评价方法难以适用。

开阔海域围填海规划作为区域海岸带工程规划,属于政府决策,其评价结果应能体现出围填后明确的水质影响程度,并且能据此作为区域规划的决策依据。本文以福建省湾外围填海规划的水质影响为例,提出一种新的半定量方法。

1 福建省湾外围填海概况

福建省地处中国东南沿海,全省土地面积 12.14 万 km²,海域广阔,面积 13.6 万多 km²,超过陆地面积。海岸线长达 3 324 km,仅次于广东省。自 2005 年起,福建省针对海湾内的围填海实施了主要海湾的数模与环境项目研究,经过近两年的分海湾研究和全省总结,所取得的成果已经得到广泛应用,为海湾围填海规划的实施提供了有效的控制和规划管理方案,为福建港口及其他海洋资源合理利用以及海洋生态环境科学保护提供了技术支持,为区域社会经济持续发展提供了保障,取得了显著的环境效益、社会效益和经济效益。随着国务院海西政策的出台,福建省沿海地区对填海造地提出了新的需求,也对海洋生态环境产生了巨大压力。因此,对湾外围填海需求的可行性的初步论证迅速开展,以期能为政府决策提供

依据,最终形成福建省湾外围填海规划,指导围填海活动的有序开展^[10]。在该湾外围填海规划中,福建省共有 13 个围填区拟进行围填,涉及 6 个地市,规划围填面积共计 302.14 km²,围填区分布如图 1 所示,其中宁德市 3 个、福州市 3 个、莆田市 1 个、泉州市 1 个、漳州市 2 个,位于开阔海域的共计 10 个围填区作为本文评价方法的案例研究。

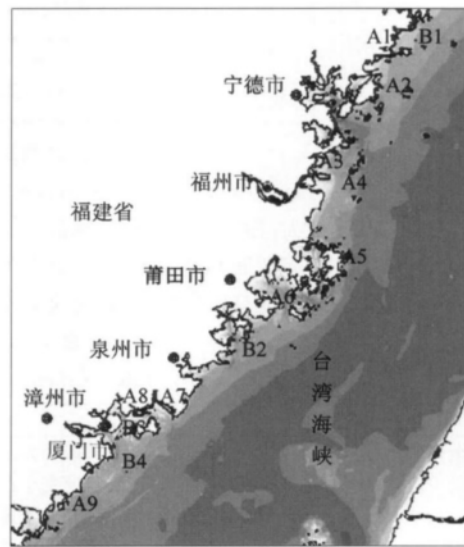


图 1 福建省湾外围填海围填区分布

Fig. 1 Distribution of reclamation blocks outside bays in Fujian province

2 开阔海域围填海水质影响评价方法

2.1 技术路线

针对较开阔海域围填海的特殊性,在传统的定量评价难以直接应用的情况下,半定量方法,即基于对大量基础数据的计算分析通过分值定级得出半定量评价结果,较适合应用于开阔海域围填海的水质影响评价中。在该方法中,最终评价结果为水质影响程度。在开阔海域的人类活动中,污染物扩散条件和水质压力为海域水体未来水质的主要影响因素,故将该两因素作为水质影响等级的评价要素;各评价要素的定性评价结果由相应评价因子决定,其中污染物扩散条件的评价因子选取地形条件和水动力条件;水质压力的评价因子选取围填面积、水质现状及规划利用方式;各评价因子半定量计算结果的确定主要根据基础数据的半定量计算及专家判断法^[11]。整个半定量评价方法构建如图 2 所示。

2.2 评价方法

2.2.1 污染物扩散条件判定

污染物扩散条件与地形条件即海域开阔程度和水动力条件相关,其中水动力条件的主要因素为流速和潮流量。污染物扩散条件与海域开阔程度、潮流量变化和流速变化呈正相关变化,即假设在其他条件不变的情况下,海域越开阔,污染物扩散条件越好;潮流量变大,污染物

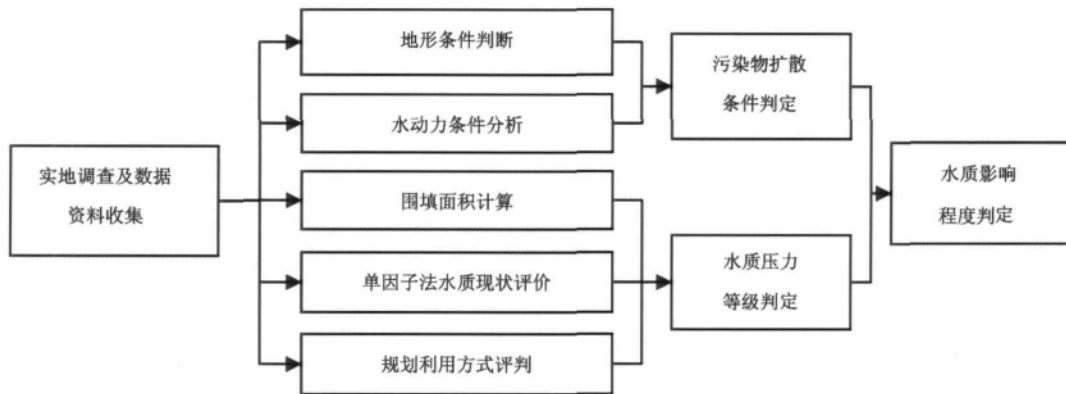


图2 开阔海域围填海水水质影响评价技术路线

Fig. 2 Approach of water-quality impact assessment in reclamation of open-sea area

扩散条件越好;流速变大,污染物扩散条件越好^[12-13]。故参考围填区邻近或敏感断面和特征点的水动力条件变化,并且综合海域开阔程度,可以将围填后污染物扩散条件进行半定量定级,评价分值范围为“0~11”,具体判定标准见表1所示,其中潮通量变化率小于3%、流速变化率小于5%视作潮通量、流速无明显变化。

表1 污染物扩散条件判定标准

Tab. 1 Criteria for diffusing condition of pollutants

海域开阔程度	水动力条件变化	评分值
完全开阔海域	潮通量变大、流速变大或无明显变化	11
	潮通量变大、流速变小;潮通量无明显变化、流速变大或无明显变化	10
	潮通量无明显变化、流速变小;潮通量变小、流速变大	9
	潮通量变小、流速无明显变化或流速变小	8
半开阔海域	潮通量变大、流速变大或无明显变化	7
	潮通量变大、流速变小;潮通量无明显变化、流速变大或无明显变化	6
	潮通量无明显变化、流速变小;潮通量变小、流速变大	5
	潮通量变小、流速无明显变化或流速变小	4
半封闭海域	潮通量变大、流速变大或无明显变化	3
	潮通量变大、流速变小;潮通量无明显变化、流速变大或无明显变化	2
	潮通量无明显变化、流速变小;潮通量变小、流速变大	1
	潮通量变小、流速无明显变化或流速变小	0

2.2.2 水质压力判定

在围填海活动中,未来的水质压力主要与规划利用方式、水质现状、围填面积有关,故水质压力的判定选定这三个判定因子,根据专家判断法依据评分准则对这三个因子打分并结合判定因子权重判定水质压力等级。水质压力评分标准及其判定因子评分标准见表2、表3和表4。其中各判定因子解释如下:

2.2.2.1 围填面积

表2 水质压力判定因子围填面积评分标准

Tab. 2 Criteria for reclamation area

围填面积(km ²)	<10	10~20(20)	20~30(30)	30~40(40)	40以上
评分	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10

注:所有评分范围均包括范围上限,不包括范围下限,下表同。

2.2.2.2 水质现状

中国沿海海岸带区域的水质问题主要是营养盐超标,少数海区会伴有其他因子超标。而在福建湾外围填海规划的水质现状评价中,各围填区块所在海区的水质超标因子一般在3个以内,故较开阔海域的水质压力判定因子水质现状评分标准中,根据超标因子个数划分为5

在较开阔海域围填海中,围填区围填面积一般在40 km²以内,围填面积过大,则围填成本较高。如福建省湾外围填海规划中,全省13个区块仅有2个围填区面积在40 km²以上。故较开阔海域水质压力判定因子围填面积评分标准中,围填面积主要考虑40 km²以内,并且在40 km²以内按照内插值法进行具体评分,40 km²以上视具体情况在10分内打分。

档进行评分,具体评分还需结合现状评价中的超标率及超标因子类型采取专家判断法进行打分。

2.2.2.3 规划利用方式

围填海用途一般为水产养殖、城市建设、一般工业及重型工业等类型,在具体规划时可为单一用途,或多种用途混合,故在福建湾外围填海中,规划利用方式分为完全

水产养殖、水产养殖及城市建设和一般工业、城市建设及一般工业、港口和重型工业 4 种类型, 基于这 4 种类型, 再结合实地调查结果, 对其规划利用方式进行评分。

表 3 水质压力判定因子水质现状评分标准

Tab. 3 Criteria for current water-quality

水质情况	评分
无超标因子	0~2
超标因子 1 个	2~4
超标因子 2 个	4~6
超标因子 3 个	6~8
超标因子 3 个以上	8~10

表 4 水质压力判定因子规划利用方式评分标准

Tab. 4 Criteria for planning pattern

规划利用方式	评分
完全水产养殖	0~2
水产养殖及城市建设、一般工业	2~5
城市建设、一般工业	5~8
港口和重型工业	8~10

2.2.2.4 水质压力评分

根据以上各判定因子的评分标准评分后, 依照不同权重对水质压力得分进行计算。在较开阔海域围填海活

表 5 水质影响程度评价标准矩阵

Tab. 5 Assessment matrix for impact degree of water quality

水质压力评分	污染物扩散条件评分					
	10~11	8~9	6~7	4~5	2~3	0~1
0~1	18	18	17	14	11	8
1~3	18	18	15	12	9	6
3~5	18	16	13	10	7	4
5~7	17	14	11	8	5	2
7~9	15	12	9	6	3	0
9~10	13	10	7	4	1	0

注: “0~2”表示影响程度极大, “3~6”表示影响程度较大, “7~12”表示影响程度中等, “13~15”表示影响程度较小, “16~18”表示影响程度极小。

3 案例研究结果

根据上述开阔海域围填海水质影响评价方法, 将其

动中, 由于污染物扩散条件一般较好, 故水质现状和围填海规模对未来水质影响有较大贡献, 规划利用方式占部分贡献, 因而水质现状和围填面积两个判定因子权重定为 0.4, 规划利用方式权重定为 0.2。水质压力评分计算公式见式(1)。

$$R = W_a \cdot R_a + W_q \cdot R_q + W_p \cdot R_p \quad (1)$$

式(1)中: R 为水质压力评分, R_a 为围填面积评分, R_q 为水质现状评分, R_p 为规划利用方式评分, W_a 、 W_q 、 W_p 分别为围填面积、水质现状、规划利用方式三者的权重。

2.2.3 水质影响程度判定

在开阔海域的人类活动, 污染物扩散条件和水质压力为海域水体未来水质的主要影响因素。在围填海规划的评价中, 参考“福建省海湾围填海规划环境影响综合评价”的成果^[14], 将水质影响程度评分满分定为 18 分, 根据污染物扩散条件评分及水质压力等级, 制定水质影响程度判定矩阵判定水质影响程度。基于污染物扩散条件评分和水质压力等级, 便可得到相应水质影响程度评分及等级, 最终评价等级根据评分划分为极大、较大、中等、较小、极小 5 等, 评价矩阵如表 5 所示。

应用于福建湾外圍填海规划案例研究的 10 个围填区块中。该案例各判定因子基础数据及评价结果如表 6 所示。

表 6 福建湾外圍填海规划评价结果

Tab. 6 Assessment result of reclamation planning outside bays in Fujian province

围填区名称	围填面积 (km ²)	围填面积评分	水质超标因子个数	水质超标评分	规划利用方式	规划利用评分	水质压力评分	污染物扩散条件	水质影响评分	水质影响程度
A1	29.21	5.8	5	8.5	水产养殖及城市建设、一般工业	4.5	6.62	8	14	较小
A2	19.53	3.9	3	6.1	城市建设、一般工业	6.4	6.28	4	8	中等
B1	18.45	3.7	5	6.5	水产养殖及城市建设、一般工业	3.5	4.78	8	16	极小
A3	46.92	9.4	2	4.5	水产养殖	1.7	6.24	8	14	较小
A4	28.33	5.7	1	2.5	水产养殖	1.7	3.82	8	16	极小
A5	10.03	2	5	9	城市建设、一般工业	6.1	5.6	0	2	极大
A6	22.02	4.4	2	5.5	城市建设、一般工业	6.7	5.3	4	8	中等
B2	2.86	0.6	3	6.3	城市建设、一般工业	5.7	3.9	10	18	极小
B4	3.0	0.6	3	6.5	港口及重型工业	7.3	4.3	10	18	极小
A9	35.2	7	0	0	水产养殖及城市建设、一般工业	4.8	3.76	4	10	中等

由表6可见,A5围填区水质影响程度达到极大,从水环境影响角度考虑应予以否定或对围填海方案进行重大修改;3个围填区评价等级为中等,在制定围填海规划时应慎重考虑对水质的影响,必要时对围填海方案进行适当调整;其余6个围填区评价等级为较小或极小,从水环境影响角度可以考虑按原方案实施。

除了最终的半定量评价结果可为规划方案可行性决策提供依据外,还可根据和围填海方案在水质压力和污染物扩散条件方面的评分结果,有针对性地提出水环境影响减缓的管理建议。以A1围填区为例,水质影响程度评为较小,其污染物扩散条件评分为8分,相对较好,但其水质压力评分为6.62分,相对较差,故水质影响产生的原因主要在水质压力上。而水质压力评分中,水质现状评分达到8.5分,证明水质现状较差。故在环境管理建议上,应重点注意对围填后污染的控制和水质现状的改善,即需注意对城镇居民的生活污水的集中控制以及围填后工业废水的深度处理。

4 结 论

本研究基于较开阔海域围填海的特殊性进行方法设计,以半定量评价作为区域决策的评价方法核心,评价结果以影响等级表示,最终构建一套开阔海域围填海的水质影响评价方法。设计的评价方法以福建省湾外10个围填区为应用案例,评价结果中1个围填区水质影响程度达到极大,3个围填区评价等级为中等,其余6个围填区评价等级为较小或极小。案例应用结果明确反映了围填海后所在海域水质受影响的程度,为围填海方案可行性提供了水环境影响方面的依据。此外,在评价过程中若涉及到毗邻围填区围填产生的累积效应问题,可将毗邻的若干围填区同时作为一个评价工况进行评价,选择合适的断面和特征点进行累积效应的研究。

本方法对数据定量要求较低,基本不依赖数值模型,因而易于推广,应用前景广泛。对于具体应用案例,其评价矩阵的设计可作适当调整;对于非开阔海域,其评价因子的选择需另进行研究和确定,但半定量评价模式仍可

应用。相对于传统的单一点源的评价,本法更适用于决策型的、影响机制复杂、不确定性较强的人类活动的水质影响评价,为针对决策的水质环境影响评价提出了一种新的评价思路和方法。

参考文献:

- [1] HJ/T2.3-1993,环境影响评价技术导则——地面水环境[S].
- [2] HJ/T130-2003,规划环境影响评价技术导则[S].
- [3] 梁珊珊,殷健.基于遗传算法的改进神经网络模型在水质评价中的应用[J].上海环境科学,2007,26(4):175-179.
- [4] 何华,初元满,孙江河.物元分析法在环境影响评价中的应用[J].鸡西大学学报,2004,4(2):85-87.
- [5] 张光玉,田晓刚,彭士涛,等.灰色动态层次分析模型在海洋环境影响评价预测开发中的开发及应用[J].海洋环境科学,2010,29(5):683-688.
- [6] 赵迎东,马康,宋新.围填海对海岸带生境的综合生态影响[J].齐鲁渔业,2010,27(8):57-58.
- [7] 谢挺,胡益峰,郭鹏军.舟山海域围填海工程对海洋环境的影响及防治措施与对策[J].海洋环境科学,2009,28(增刊1):105-108.
- [8] 王君陞,张珞平.海湾环境质量评价以及环境容量研究中“本底浓度”确定的探讨[J].海洋环境科学,2009,28(5):522-525.
- [9] 崔江瑞,张珞平.厦门湾环境容量研究中污染物迁移转化模式的确定及其应用[J].环境科学与管理,2009,34(11):10-14.
- [10] 福建省人民政府.福建省人民政府关于科学有序做好填海造地工作的若干意见[Z].福州:福建省人民政府,闽政[2010]11号.
- [11] 狄乾斌,韩增林.大连市围填海活动的影响及对策研究[J].海洋开发与管理,2008,10:122-126.
- [12] 蒋磊明,陈波,邱绍芳.围填海工程对防城港湾及其周边水动力条件环境变化的影响分析[J].广西科学院学报,2009,25(2):116-118.
- [13] 陆荣华.围填海工程对厦门湾水动力环境的累积影响研究[D].厦门:国家海洋局第三研究所,2010.
- [14] 余兴光,马志远,林志兰.福建省海湾围填海规划环境化学与环境容量影响评价[M].北京:科学出版社,2008.