围填海造地工程施工对海洋水环境的影响研究

——以连云港连云新城围填海项目为例

吴 涛，赵新生，张彦彦

（连云港市海域使用保护动态管理中心 连云港 222001）

摘 要：由于围海造地是在短时间、小尺度范围内改变自然海岸格局的工程，此类工程严重破坏自然系统，给沿海地区生态环境的稳定性、生物多样性和可持续发展带来影响。文章从实际工作的研究范畴出发，探讨围海造地对海洋生物生存环境的影响，为我国围海造地项目的健康进行提供在保护生态环境领域的理论支持。

关 键 词：连云新城；围填海造地；海洋生物

1 绪论

1.1 研究的意义

2006年1月13日，连云港市第十一届人民代表大会第四次会议通过《连云港市国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》。全面贯彻落实科学发展观，紧紧围绕富民强市和全面建设小康社会的总体目标，进一步扩大开放，强力推进改革，继续坚持“以工兴港、以港兴市、以市带农”的发展方针，以港口为依托，加快推进工业化、城市化进程，深入推进沿海经济带和沿东陇海线产业带的建设，以东部城区建设为重点，加快建设国际性海滨城市。

东部城区是连云港市优势最为集中的地区，要加快建设东部城区，以形成“T”字形产业发展廊道，即南北沿海发展轴和东西沿海陇海线产业发展轴。而连云新城的地理位置就位于两轴的交汇点（图1），所以，连云新城的建设与发展将为产业发展提供重要的服务支撑。

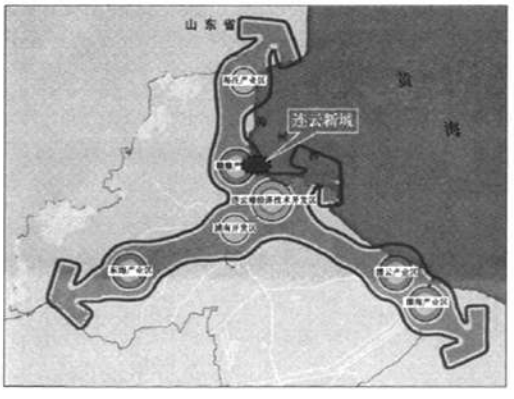

图1 连云港市产业布局

2006年12月31日，国家海洋局批准了连云港市连云新城区域建设用海规划，这标志着连云港市“战略东移，拥抱大海”加快发展海洋经济的战略规划正式实施。之后，按照建设规划确定了连云新城填海造地的设计方案，使围填海造地项目成为建设与发展连云新城的首要任务。

然而，围填海造地项目是永久改变海域的属性，会引发一系列的海洋生态环境问题。尤其对连云新城附近海域的海洋生物生存环境造成破坏性的影响。因此，需要综合考虑围填海技术手段和自然条件等因素，对围填海造地项目的影响进行评价，以确保连云港市的经济与海洋生态环境协调可持续发展。

1.2 研究思路与技术路线

笔者以生态服务理论为基础，结合连云港连云新城的环境特点，依据地理科学的特征，综合考虑各种影响因素，并通过作者的日常工作内容——在线监测、现场调查和遥感观测等，对围填海造地项目实施前后连云新城附近海域内海洋生物生存环境变化情况进行全面的综合分析，为下一步发展规划与管理提供参考依据（图2）。

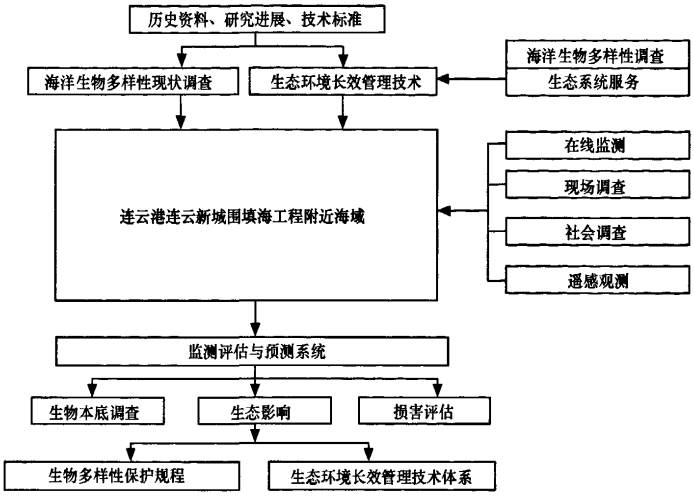

图 2　研究总技术路线

2　连云港连云新城海域概况和开发现状

2.1　连云新城海域概况

连云新城规划用海位于海州湾内侧连云海湾北侧，依托现有海岸线，南起西墅扬水站——西大堤，北至临洪河口。场区东北部位广袤的海域，西南部有临洪河、青口河和安庄河等流入区内，其地貌类型为淤泥质浅滩，水下地形自西南向东北略微倾斜，泥面标高 −4.16～1.43 m。

2.2　连云新城海域开发利用现状

根据连云港市人民政府文件批复，连云新城用海项目建设总面积2 066.34 hm^2，其中围填海 1 447.49 hm^2，围海 816.85 hm^2。

围填海形成陆域的建设项目包括道路、绿地、公共设施用地以及城市开发用地；围海用海项目包括湿地和水面。具体的分类组成见表 1。

表 1　用海组成

用海性质		用海面积/hm^2
围填海	开发用地	638.49
	道路、绿地、公共设施用地	809.00
湿地、水面		618.85
合计		2 066.34

3　围填海造地对海洋生物生存环境影响评价体系

3.1　指标的选取

3.1.1　区域气候与气体调节

围填海造地使得海水变成陆地，完全改变了海域属性，人为地改变了潮流的运动空间和运动模式，这种水文变化将影响海潮潮位、海水流量、入海河流、地下水水位以及邻近海域水环境等方面，使海湾纳潮量减少，水交换能力变差，水环境容量下降，削弱了海湾纳污净化能力，影响区域水文的变化规律与过程，也影响了水分渗漏和与地下含水层的水分交换。

3.1.2　水文与水分调节

海洋通过海气作用及潮流的运动进行潜热输送，同时通过浮游植物的光合作用吸收二氧化碳、释放以及吸纳其他气体来维持空气的质量；围填海造地使原来海域变成陆地，浮游生物与浮游动物等也随着围填海而消失，改变了该区的生态环境，进而改变区域气候。

3.1.3　海洋生产功能

海洋生物通过同化作用生产有机物的能力称为海洋生产力。这是海洋生态系统的基本功能之一。海洋有机物生产是全球碳循环的重要环节，大量的浮游生物为鱼类以及海洋动物提供大量的饵料，为海洋渔业生产创造了优越条件。

3.2 评价体系的建立

根据上面考虑的各评价要素，建立围填海造地项目海洋生物生存环境影响评价指标体系如图 3 所示。

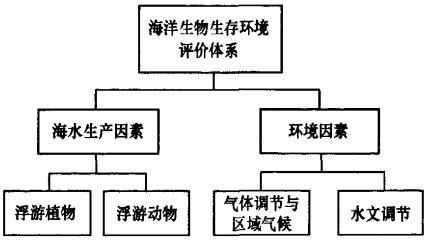

图 3 海洋生物生存环境影响评价体系

4 连云港连云新城围填海对海水渔业养殖影响的综合分析

4.1 连云新城围填海施工方法

围填海采用爆破挤淤抛石堤和塑板排水沙袋堤；围堤内采用吹填淤泥的方法[1]。

(1) 爆破挤淤填石堤施工。采用陆上装药，水上连接导爆索网络，电雷管起爆。

(2) 固结排水抛石堤施工。底层砂被施工前，采用小型挖泥船乘高潮作业开挖施工航道和抛石坑，运砂钵驳船乘潮进入坑卸砂，小型绞吸船吹砂被。

砂袋的铺放固定，采用乘高潮作业，低潮整理固定。

(3) 吹填施工。吹填工艺采用绞吸船直接吹填工艺（简称绞吸工艺），能将挖掘、输送吹泥作业一次连续完成。

4.2 施工对海洋生态环境影响的分析与评价

4.2.1 爆破挤淤对环境因素的影响

爆破挤淤时，浓度大于 10 mg/L 悬浮物影响范围在 2 000 m 以上，浓度大于 100 mg/L 悬浮物影响范围在 850 m 以上。爆破作业后悬浮物经过 8～9 h 沉降、扩散和漂移，对工程附近的环境保护目标会产生直接影响。

在各种水下辐射形式中，声波在海水中的传播最佳，浑浊和含盐的海水中，声波较光波或无线电波衰减要小，常温下纯水中的声速值（1 450 m/s）是空气中声速（340 m/s）的 4.26 倍。由于这一特点，除了爆炸产生较大的声压波直接致死 80 m 距爆炸中心 120 m 以内的洄游鱼外；还会使 150 m 远的鱼迅速出逃。所以，在某一海域长期持续进行水下爆炸，将会起到大范围驱赶洄游鱼类的作用；在养殖区域与禁捕期进行爆炸，可使该海域渔场中的鱼类生息繁殖环境受到破坏、导致在该海域习惯产卵、育幼、索饵的洄游鱼类游迁其他海域，造成作业区域渔业资源的匮乏。

水下爆破还使位于爆破中心附近贝类和其他底栖生物当场毙命，除受强声压致死的外，那些致昏而处于半致死状态的贝类和其他底栖生物，在遭到由爆炸激起的大量泥沙沉降掩埋后，也难逃窒息死亡的命运。所以水下爆破对底栖经济贝类影响巨大。

4.2.2 挖泥对海洋生产功能的影响

(1) 挖泥对周边海域浮游动植物的影响。在挖泥过程中，一部分泥沙与海水混合，形成悬沙含量很高的水团，从而大大增加了水中悬浮物质的含量[2]。从水生生态学角度来看，悬浮物质的增多，会对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，降低了海洋初级生产力，使浮游植物生物量下降（表 2）。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其他营养级上的生物既是消费者也是上一级营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少。那么以这些浮游动物为食的一些鱼类，便会由于饵料的贫乏而导致资源量下降。

其次是对浮游动物的影响。水中悬浮物质含量的增多，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用（表 3）。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在其含量水平达到 300 mg/L 以上时，这种危害特别明显。而在悬浮物质中，又以黏性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。挖泥作用期间，取土区的底栖生物将完全被破坏，取土区附近的游泳生物被驱散。

表2　连云新城围填海工程附近海域浮游植物调查数据对比

调查时间	监测站位	浮游植物平均总生物密度/（个·m^{-3}）	优势种	
			种名	平均生物密度
2005年10月	1#	5.896×10^5	硅藻	2.75×10^5
	2#	5.5×10^5	硅藻	2.18×10^5
	4#	2.72×10^5	柔弱菱形藻	6.80×10^4
	5#	1.332×10^6	甲藻	5.22×10^5
2010年9月	1#	1.45×10^5	硅藻	1.08×10^5
	2#	1.22×10^5	硅藻	0.96×10^5
	4#	0.922×10^5	柔弱菱形藻	2.23×10^4
	5#	0.432×10^6	甲藻	1.97×10^5

表3　连云新城围填海工程附近海域浮游动物调查数据对比

调查时间	监测站位	种类/种	平均总生物密度/（个·m^{-3}）	优势种	
				种名	平均生物密度
2005年10月	1#	4	9.6×10^4	根突拟铃虫	4.62×10^4
	2#	12	2.196×10^5	无节幼虫	7.02×10^4
	4#	11	$2.553\ 2\times10^5$	长腹剑水蚤	7.92×10^4
	5#	6	1.994×10^5	钟状网纹虫	1.8×10^5
2010年9月	1#	3	4.22×10^4	根突拟铃虫	1.62×10^4
	2#	8	0.235×10^5	无节幼虫	2.02×10^4
	4#	6	$0.441\ 2\times10^5$	长腹剑水蚤	2.92×10^4
	5#	3	1.04×10^5	钟状网纹虫	0.43×10^5

（2）挖泥对渔业生产的影响。挖泥造成水中悬浮物质含量过高，使鱼类的鳃腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关的实验数据，悬浮物质的含量水平为80 000 mg/L时，鱼类最多只能存活一天；含量为6 000 mg/L时，最多能存活一周。过高的悬浮物质浓度会使在疏浚作业点中心区域附近的鱼类鳃部严重受损，影响鱼类今后的存活和生长。

4.2.3　陆域吹填对海洋生态环境的影响

（1）直接影响。主要是吹填造陆对被填区域内无逃避能力的物种的直接危害，如底栖生物、潮间带生物、浮游生物、鱼卵仔幼鱼和无脊椎动物等。因为这些动、植物不能主动逃避，同时也使一些生物赖以生存的生态环境部分永久性丧失，破坏其索饵繁殖场所，影响现有种群的生存和随后的恢复，使物种多样性下降[3]。

连云新城吹填面积为1 447.49万m^2。吹填区的底栖生物量为27.07 g/m^2，吹填造陆直接底栖生物损失约391.8 t。

（2）间接影响。吹填施工期间的围堤、吹填溢流所引起的水体中悬浮物浓度增加，减弱了光的穿透作用，悬浮物在水流和重力的作用下，在吹填区附近扩散、沉降，造成泥沙沉积在底基上，改变海底沉积物，间接影响整个水域生态系统结构和功能的变化（表4）。连云新城围填海工程对外侧宋庄滩涂养殖区以及赣新浅滩养殖区影响明显，陆域工程形成后发生泥沙淤积的范围主要集中在陆域形成工程外围堤正前方及两侧一定范围内，回淤量在围堤前沿最大，并逐渐向外海递减。泥沙回淤强度加大的区域由于地形短期内变化较大，泥沙回淤严重，将无法开展养殖活动。

表 4 连云新城围填海工程附底栖生物调查数据对比

监测时间	监测站位	平均总栖息密度 / (个·m⁻²)	平均总生物量 / (g·m⁻²)	栖息密度优势种		生物量优势种	
				种名	平均栖息密度 / (个·m⁻²)	种名	平均生物量 / (g·m⁻²)
2006 年 8 月	1#	320	83.33	红带织纹螺	133.33	明细白樱蛤	90.72
	2#	120	49.33	红线黎明蟹	40.00	西施舌	54.86
	4#	1 053.3	31.2	红带织纹螺	653.33	红带织纹螺	60.26
	17#	400	46.13	红带织纹螺	133.33	棘刺锚参	44.22
	20#	733.33	65.33	胶州湾角贝	200.00	胶州湾角贝	21.63
2010 年 6 月	1#	56	14.58	红带织纹螺	22.22	明细白樱蛤	22.43
	2#	8	3.29	红线黎明蟹	6.00	西施舌	11.29
	4#	234	6.93	红带织纹螺	64.45	红带织纹螺	8.08
	17#	28	3.23	红带织纹螺	17.40	棘刺锚参	14.65
	20#	112	9.98	胶州湾角贝	9.00	胶州湾角贝	3.89

5 结论与建议

5.1 总结

围填海造地对连云新城海岸带的生境动能影响显著，它改变了连云新城海岸带生态环境的自然属性，使得沿岸生物栖息地破坏严重，这对生物资源影响巨大，生物种类数量和代表鱼类数量也急剧下降，并影响到对污染物的输送以及对海域的流通量、水位和流速等水动力条件，使物理自净能力削弱。因此，如何在有效利用海洋空间资源基础上，以最小的生态环境影响为代价，科学规划、合理控制围填海造地项目，这是一个需要摆在战略高度上的问题。

5.2 建议

5.2.1 做好围填海区域发展规划

在海域管理指导思想上，要深化对保护和开发的认识。对全国海域资源环境自然条件、社会经济发展需求、围填海现状与生态环境效益的综合评估，确定海岸基本功能、开发利用方向和保护要求。

(1) 区域政府要进行宏观调控，调整区域产业结构，依据地域资源特点，合理布局产业，按照区域自然特点制定相适应的环境规划和政策；

(2) 在用海规划的基础上，应进一步细化围填海区域内部的规划设计，合理布局，统筹安排，分期施工。

(3) 海洋行政主管部门和市政府，在项目实施前后应协调好规划用海与周边利益相关者的用海矛盾问题，做好用海区域渔民的再就业安置工作，以避免产生用海利益纠纷。

5.2.2 进一步提高围填海项目的平面设计水平

围填海造地工程的平面设计和布局应遵循以集约、节约使用海域空间资源和环境资源为目标，以占用岸线尺度、新增岸线尺度、岸线曲折度、岸滩海洋生态环境和生物多样性、水流交换、环境容量、占用岸线和海域的经济效益指标，进行工程选址、平面设计与整体布局的多方案比选和优化，最大限度地保护原有海岸地形地貌的原始性和多样性，维护天然岸线和海域资源的最佳效益。避免采用裁弯取直、岛礁连接、平行推进等平面设计与总体布置。积极推动由海岸延伸式围填海造地向人工岛式围填海造地转变，由大面积整体围填海造地式向功能分离和多区块组合围填海造地式转变[4]。

5.2.3 强化海岸带保护与规划工作

海岸保护与利用规划作为海洋功能区划的深化，应做实、做细，并进行动态管理。最大限度地减少浪费和提高海洋资源的利用价值，保护海洋生态环境，推动我国沿海地区社会、经济和环境和谐发展的目的。(下转第 73 页)

根据灾害的强度和破坏损失程度，将自然灾害分为特大灾害、大灾害、中灾害和小灾害等不同等级，根据城市减灾能力，分级响应，落实各部门的职责，建立顺畅的联动机制，提高减灾水平。

(3) 建立健全信息化系统，提高预报和预警系统的技术能力，实现对灾害及时、准确、全方位的管理，为灾害的预警，灾害预报，灾害的有效处置以及灾后的恢复等各个阶段的工作做好充分准备。

(4) 加强对海洋环境的管理和生态修复，减少对海洋环境的污染，从而有效地降低海洋灾害风险。

(5) 灾害风险管理成效的最根本就是来自公众的力量，加大公众宣传教育，激发公众共同参与灾害管理的积极性，普及减灾防灾知识，提高公众的自救抗灾能力是根本。

目前，我国对城市灾害风险管理正处于战略理念转变的重要阶段，我们需要加快防灾减灾管理的研究进程，在实践中不断探索出一条适宜本土的应急灾害风险管理模式，推动灾害风险管理工作走上可持续发展的道路。

参考文献

[1] 洪华生，薛雄志．厦门海岸带综合管理十年回眸[M]．厦门：厦门大学出版社，2006.

[2] 王绍玉，冯百侠．城市灾害应急与管理[M]．重庆：重庆出版社，2005.

[3] 佚名．应急预案“练”中取胜[J]．中国减灾，2009(6)：9－10.

[4] 滕五晓．城市灾害应急预案基本要素探讨[J]．城市综合减灾，2006(1)：11－17.

[5] 姚国章．日本灾害管理体系：研究与借鉴[M]．北京：北京大学出版社，2009.

[6] 宋凯．应急机制是综合国国力的组成部分[N]．中国财经报，2008－06－05.

[7] 向立云．我国洪水风险区管理探讨[J]．水利发展研究，2002(9)：26－28.

[8] 胡华．厦门不会遭遇大海啸且厦门有三大潜在风险区[N]．厦门晚报，2009－05－28.

[9] 张继权，冈田宪夫，多多纳裕一．综合自然灾害风险管理[J]．城市与减灾，2005(2)：2－5.

(上接第 30 页)海岸保护与利用规划的具体措施中，应体现对围填海的管理政策要求，把围填海工程平面设计的基本原则和要求体现在基本功能岸段的管理措施中，成为各级部门审批围填海的共同依据。

5.2.4 加强海洋生物资源的日常监测管理

通过对渔业资源与渔业水质监测，掌握海洋生物生存环境和鱼类资源的变动情况，为围填海工程科学、合理的进行提供基础数据，并有针对性地提出后续生态修复措施。此外，围填海工程应该尽量避开重要经济鱼类的产卵场，施工时间最好选择在冬季，尤其应该避开 5 月和 6 月，这段时间是一些重要经济鱼类的产卵期。

5.2.5 尽快完善海洋生态补偿机制

围填海项目对海洋生物生存环境的保护按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损坏谁修复”的原则，根据影响评价的结果，把损害补偿经费列入工程投资预算，营运期对海洋生物资源的损害补偿经费可以分阶段列入项目运行成本预算，占用渔业水域对海洋生物资源的损害补偿一次性落实补偿经费[5]。同时选择技术先进、经济合理、便于实施、保护和改善环境效果好的方案，以建立完善的生态补偿机制。

参考文献

[1] 王静，徐敏．连云港市连岛度假区填海工程宗海估价[J]．海洋开发与管理，2006，23(3)：47－49.

[2] 彭本荣，洪华生，陈伟琪，等．填海造地生态损害评估：理论、方法及应用研究[J]．自然资源学报，2005，20(5)：714－726.

[3] 刘育，龚凤梅，夏北成．关注填海造陆的生态危害[J]．环境科学动态，2003(4)：25－27.

[4] 考察团．日本围填海管理的启示与思考[J]．海洋开发与管理，2007，24(6)：3－8.

[5] 刘霜，张继民，唐伟．浅议我国填海工程海域使用管理中亟须引入生态补偿机制[J]．海洋开发与管理，2008，25(11)：35－37.