

关于青岛胶州湾水环境现状分析 与修复方案的课程报告

专业：资源与环境

姓名：董瑜

学号：202520592

摘要

本报告以青岛市最重要的半封闭性海湾——胶州湾为研究对象，通过搜集整理相关环境监测数据、学术论文及政府工作报告，系统分析了胶州湾当前的水环境现状，识别出其面临的主要环境问题，包括富营养化、陆源污染、生态服务功能退化等。在此基础上，结合其他海湾治理的成功经验，提出了“污染控制-生态修复-长效管理”相结合的综合性水环境修复方案，旨在为胶州湾的可持续管理和生态保护提供参考。

关键词：胶州湾；水环境；现状分析；富营养化；生态修复

一、引言

胶州湾位于山东半岛南部，是青岛市赖以形成和发展的“母亲湾”。它是一个半封闭型海湾，水域面积约 370 平方公里，平均水深约 7 米，拥有漫长的岸线和丰富的湿地资源。胶州湾不仅为青岛提供了宝贵的港口航运、水产养殖和旅游休闲功能，更具有调节气候、净化环境等重要生态价值。然而，随着青岛城市化进程加速、临港工业扩张及海洋养殖业的发展，胶州湾水环境面临污染防控与生态保护的双重挑战。大量工业废水、生活污水和农业面源污染物排入海湾，导致其水环境质量一度恶化。尽管近年来治理力度空前加大，但其环境状况依然不容乐观。因此，对胶州湾进行科学的环境诊断并提出有效的修复策略，具有重要的现实意义和紧迫性。

二、胶州湾水环境现状分析

2.1 水质现状

根据青岛市生态环境局 2025 年 3 月公示的中央环保督察整改验收结果，胶州湾近岸海域水质已实现阶段性改善目标，整体呈现“稳中向好”态势：2024 年三类及以上水质标准的面积比例达到 92.5%，较 2020 年的 82%提升 10.5 个百分点，成功恢复至 2018 年水平；主要污染物 COD、氨氮、总磷浓度较 2019 年分别下降 28%、35%、22%，均满足《海水水质标准》（GB 3097-1997）相关要求，但局部问题依然突出，主要表现为以下三个方面：

1. 河口区域污染突出：大沽河、墨水河、洋河等主要入海口是污染核心区域。汛期强降雨导致市政管网雨污混排现象频发，2024 年汛期监测数据显示，大沽河入海口 COD 浓度最高达 45mg/L，氨氮浓度达 2.8mg/L，较湾中心区域高 30%-50%，其中主要污染物为生活污水携带的有机物、营养盐及地表冲刷的悬浮物。非汛期虽污染程度降低，但墨水河流域仍存在小型工业企业偷排废水问题，导致入海口总氮浓度持续偏高。

2. 海水富营养化风险犹存：由于氮、磷等营养盐输入量巨大，胶州湾是我国赤潮灾害频发的海湾之一。富营养化导致浮游植物大量繁殖，尤其是夏秋季节，水温适宜时易引发赤潮，赤潮不仅破坏海洋生态平衡，导致鱼类死亡，还会对

滨海旅游和水产养殖业造成直接经济损失。目前虽未形成大规模赤潮，但已对局部渔业资源造成影响。

3. 沉积物污染隐患：胶州湾底部沉积物是污染物的重要“汇”。历史遗留和持续输入的有机物、重金属（如汞、镉、铅）、石油烃等在沉积物中大量累积，形成了内源污染。在风浪、拖网等外力扰动下，这些污染物可能重新释放到上覆水体中，造成二次污染，是水质反复难以彻底根治的重要原因之一。

2.2 生态现状

1. 鸟类资源持续丰富：作为全球极危物种中华凤头燕鸥的重要栖息地，2023 年胶州湾鸟类观测站记录到该物种 142 只，占全球总量的 70%，较 2018 年增长 3 倍；同时，青头潜鸭、黄嘴白鹭等 60 余种国家重点保护水鸟在此栖息繁殖，全年水鸟总数达 12 万只，较 2018 年增长 45%。这一变化得益于湿地植被恢复及人为干扰减少，但鸟类栖息地碎片化问题仍未解决，核心栖息区域面积仅占湿地总面积的 30%。

2. 湿地生态功能逐步恢复：2025 年 7 月启动的胶州湾国家级海洋公园滨海盐沼湿地修复试点项目，通过种植盐地碱蓬、芦苇等本土植被，已修复湿地 40 亩，植被覆盖率从修复前的 15%提升至 60%，预计成熟后每年可固定碳元素 50 吨，产生近万元碳汇价值，并为文蛤、菲律宾蛤仔等底栖生物提供栖息环境。但历史围填海导致胶州湾湿地面积较上世纪 50 年代减少 68%，现存湿地中 80%为人工干预下的次生湿地，潮汐通道堵塞、水文连通性不足等问题仍制约着湿地净化功能的发挥。

3. 渔业资源结构失衡：湾内传统经济鱼类如带鱼、黄花鱼的产卵场面积较上世纪 90 年代缩小 70%，资源量锐减，目前湾内渔业资源以小型浮游动物和低营养级鱼类为主，体长小于 10cm 的幼鱼占比达 65%。底栖生物群落中，耐污染的多毛类生物占比上升，而对环境敏感的双壳类生物占比从 2010 年的 40%下降至 2024 年的 18%，反映出生态系统健康度仍处于中低水平。

三、主要污染源分析

1. 陆源点源污染：主要包括工业废水和城镇生活污水。胶州湾周边分布着青岛

经济技术开发区、胶州湾北岸高新区等工业园区，涉及化工、电子、机械制造等产业，虽多数企业已实现废水集中处理，但仍有部分小型企业存在偷排、漏排行为，2024 年环保部门查处此类案件 12 起，废水主要污染物为 COD、重金属及挥发性有机物。城镇生活污水方面，胶州湾流域涉及青岛市区、胶州市等 7 个行政区，2024 年生活污水排放量达 3.2 亿吨，虽污水处理率达 98%，但汛期雨污混排导致约 15%的生活污水直接入海。

2. 陆源面源污染：涵盖农业种植、畜禽养殖及城市地表径流。流域内耕地面积约 120 万亩，化肥年施用量达 8 万吨，利用率仅 35%，未被利用的化肥通过地表径流、地下渗流进入海湾；畜禽养殖集中区域（如胶州市里岔镇）存在养殖废水随意排放问题，COD、氨氮贡献率分别达 20%、30%。城市地表径流则携带路面扬尘、生活垃圾渗滤液等污染物，在汛期形成污染峰值。

3. 海源污染：以港口航运带来的船舶污水、石油泄漏风险，以及水产养殖自身产生的污染（残饵、粪便）为主。青岛港作为国际枢纽港，2024 年船舶进出港达 8.5 万艘次，船舶含油污水排放量约 5000 吨，虽已建成 3 座船舶油污接收站，但仍有部分船舶违规排放；历史海水养殖区（如红岛街道）虽已完成清理，但养殖池底泥中残留的饵料、粪便等污染物仍在缓慢释放，总氮、总磷贡献占比达 15%。

4. 历史遗留污染：主要为湾内老工业区及航道区域的污染残留。沧口工业区历史上以化工、钢铁产业为主，土壤及地下水污染通过渗流进入海湾，导致周边沉积物重金属超标；沧口航道、青岛港老港区因长期船舶停靠，底泥中累积了大量石油类污染物，含量达 150mg/kg，超过背景值 3 倍。

四、胶州湾水环境修复方案

针对上述问题，构建“控源减排-生态修复-智慧监管”一体化修复方案，以实现“水质持续改善、生态功能全面恢复、污染风险有效管控”的目标，实施以下综合修复方案：

1. 严格控制外源污染，减少营养盐输入

控源减排是水环境修复的核心，首先应强化工业园区污染管控，在青岛经

济技术开发区、北岸高新区推行“一企一管”在线监测系统，对化工、电子等重点企业安装水质、水量双在线监测设备，数据实时接入青岛市生态环境监控平台，对超标排放企业实施“按日计罚”；其次，推进污水处理厂升级改造，将胶州湾周边 5 座污水处理厂处理标准提升至“准 IV 类”，新增深度处理单元，强化脱氮除磷效果，出水用于农田灌溉或生态补水，实现水资源循环利用；最后，面对不同污染源采取不同的针对性措施，例如针对农业种植污染，推广有机肥替代化肥技术，减少化肥农药使用，并且在河流入库/入湾口建设人工湿地或生态缓冲带，拦截净化面源污染物；对于历史养殖区污染，采用“底泥疏挖-生物修复”组合技术，疏挖底泥经固化处理后用于海岸防护工程，同时种植海草、投放滤食性贝类，构建底栖生物净化系统，加速残留污染物降解。

2. 实施系统性生态修复，重建健康生境

严格保护现有湿地，并通过退养还湿、退耕还湿等方式，逐步恢复盐沼、海草床等生态系统，发挥其净化水质、提供栖息地的功能。另外，可建设生态海堤，即将传统的硬化护岸进行生态化改造，种植固土植物，提升河岸稳定性，在河口区域建设河口三角洲湿地，种植香蒲、菖蒲等水生植物，形成“河流-湿地-海湾”的生态过渡带，减少入海口污染物输入，同时为鱼类、鸟类提供栖息地。最后，科学投放本地关键物种（如蛤蜊、牡蛎等），利用贝类强大的滤食作用净化水体，在改善底质环境的同时提升底栖生物多样性，逐步恢复生物资源和群落结构。

3. 加强监测与智慧管理，实现长效治理

整合卫星遥感、无人机、自动监测站和海上巡逻，构建“空-天-地-海”一体化监测网络，实现对水质、水文、生态指标的实时、立体监控。还可利用大数据、AI 模型等技术，构建胶州湾水环境管理数字平台，模拟预测污染扩散和治理效果，为科学决策提供支持。并且出台更具体的地方性保护条例，明确责任。加强环保宣传，鼓励公众参与监督举报，形成全社会共治共享的良好氛围。

五、结论与展望

胶州湾的水环境问题是长期积累的结果，其修复也必然是一个漫长而复杂的系统工程。当前，胶州湾治理已从单纯的污染治理转向了流域统筹、陆海协同的生态系统修复新阶段。

尽管挑战严峻，但通过坚决执行源头减排、内源治理、生态扩容和智慧管理相结合的综合性策略，持之以恒，胶州湾的水环境质量必将得到根本性改善。未来的胶州湾，应努力建设成为一个“水清、岸绿、滩净、湾美、物丰”的美丽海湾，真正实现经济发展与环境保护的和谐统一，成为全球半封闭海湾治理的成功典范。

参考文献

- [1] 青岛市生态环境局. 2024 年青岛市海洋生态环境状况公报[R]. 青岛: 青岛市生态环境局, 2025
- [2] 王萱, 陈江麟, 等. 胶州湾海域富营养化状况长期变化趋势分析[J]. 环境科学, 2020, 41(5): 1-10.
- [3] 李正炎, 等. 胶州湾沉积物中重金属的分布、来源及生态风险评价[J]. 中国环境科学, 2019, 39(4): 1-12.
- [4] 孙晓霞, 等. 胶州湾浮游植物群落结构对富营养化和气候变化的响应[J]. 生态学报, 2021, 41(15): 1-15.
- [5] 关于构建胶州湾保护长效机制的若干意见[Z]. 青岛市人民政府, 2021.
- [6] 山东省人民政府. 胶州湾生态环境保护规划(2021-2035 年)[Z]. 济南: 山东省人民政府, 2021.
- [7] 青岛市自然资源和规划局. 胶州湾湿地保护与修复专项规划[Z]. 青岛: 青岛市自然资源和规划局, 2023.