Water 期刊文章荐读：复旦大学陈莹教授研究团队 - 营养盐失衡下黄河口邻近海域浮游植物群落变化 MDPI Water

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/42287.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

**Water 期刊文章荐读：复旦大学陈莹教授研究团队 -
营养盐失衡下黄河口邻近海域浮游植物群落变化 MDPI Water**。期刊名：Water

期刊主页：https://www.mdpi.com/journal/water

论文标题：Phytoplankton Community Shifts Under Nutrient Imbalance in the Yellow River Estuary and Adjacent Coastal Waters

论文链接：https://www.mdpi.com/2073-4441/18/1/54

文章导读

浮游植物群落的变化对黄河口邻近海域的生态系统与水质管理构成严峻挑战，其中营养盐失衡对群落结构的影响尤为突出。为了更好地理解营养盐失衡下浮游植物群落的变化及其对生态系统的影响，复旦大学环境科学与工程系的陈莹教授及其研究团队，针对28个采样点的浮游植物、营养盐、叶绿素a以及其他环境因子进行了同步分析。研究通过冗余分析 (RDA) 和K均值聚类等方法，揭示了营养盐失衡对浮游植物群落空间分布的关键作用。结果表明，在受黄河淡水输入影响的近岸区域，氮 (DIN) 浓度较高、磷 (PO43-) 浓度较低，导致甲藻类 (如夜光藻、异甲藻) 占主导地位，而在远离河口的外海区域，较为平衡的营养盐比例则促进了硅藻类 (如角管藻) 的生长，营养盐失衡与磷限制很可能是驱动硅藻
甲藻群落结构转变的关键机制。研究还通过多样性指数分析 (如Shannon指数和Chao1指数) 评估了不同区域的浮游植物多样性，为区域生态恢复和水质管理提供了科学依据。该项研究被发表在 Water 期刊上。

研究过程及结果

本研究通过实地调查与实验分析相结合，探讨了黄河口邻近海域浮游植物群落的变化。研究团队于2023年8月在黄河口及其邻近海域开展了为期五天的采样调查，选择了28个采样点，系统采集了浮游植物样品、营养盐 (氮、磷、硅等) 样品、叶绿素a样品并测定了水文环境因子 (如盐度、温度等)。通过冗余分析 (RDA) 和K均值聚类等多种统计方法，研究分析了不同区域浮

游植物群落的空间分布模式及其与环境因子的关系。同时，利用Shannon指数和Chao1指数评估了黄河口邻近海域的浮游植物群落多样性。

环境因子及浮游植物的空间分布

黄河口邻近海域的水文环境因子存在明显空间差异：黄河口冲淡水及其以南的莱州湾为两个明显的低盐区，河口沿岸及冲淡水外围、莱州湾海域的浊度较高。黄河口邻近海域的浮游植物群落以硅藻和甲藻为主，在属水平上角管藻 (Cerataulina) 在黄河口东南部及莱州湾占主导，而角毛藻 (Chaetoceros) 与异甲藻 (Heterodinium) 则在黄河冲淡水影响区更为常见。夜光藻 (Noctiluca) 和海链藻 (Thalassiosira) 在所有区域均出现较高的丰度。

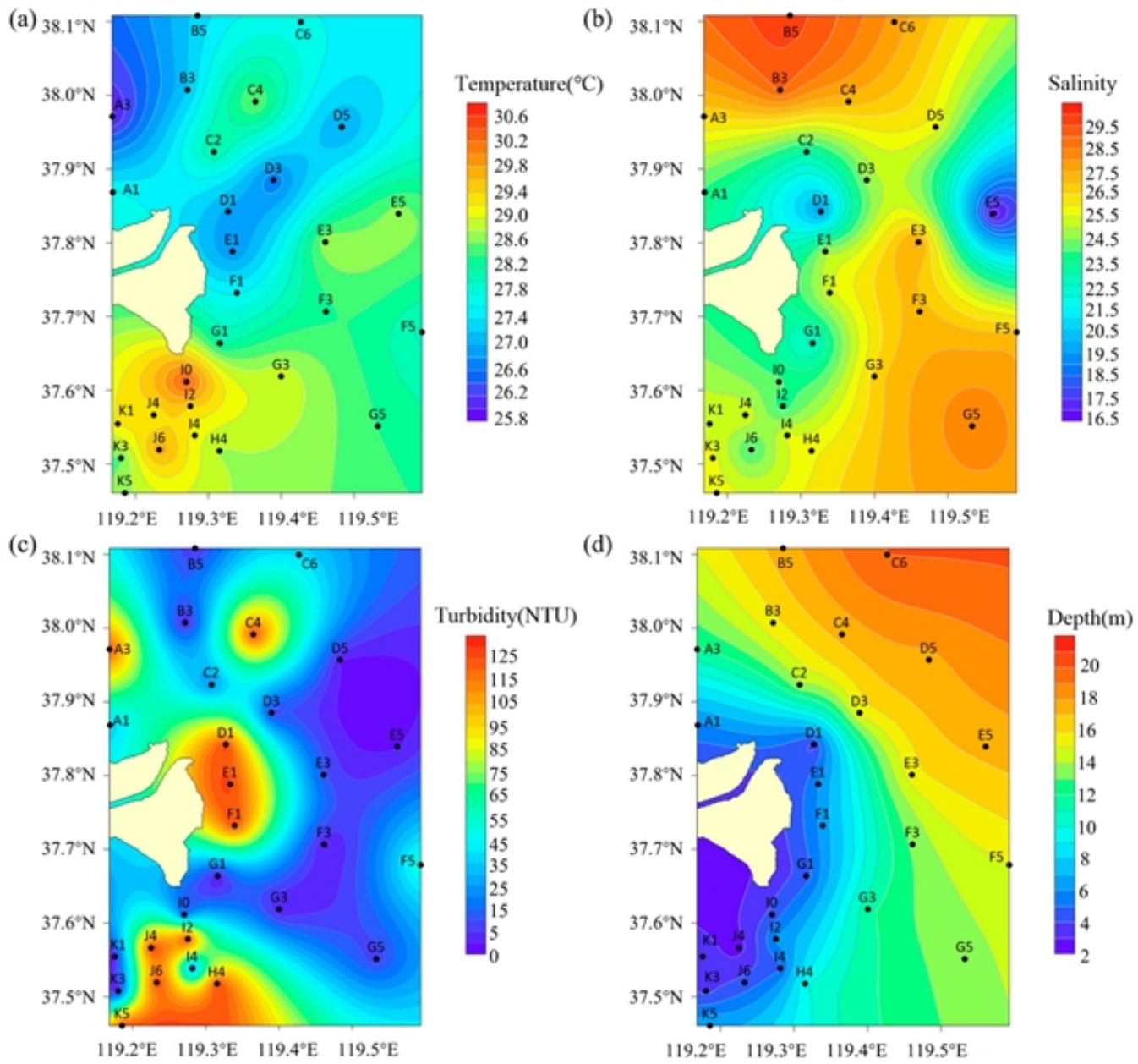


图1：2023年8月14-18日黄河口及邻近海域(a)温度、(b)盐度、(c)浊度、(d)水深分布情况

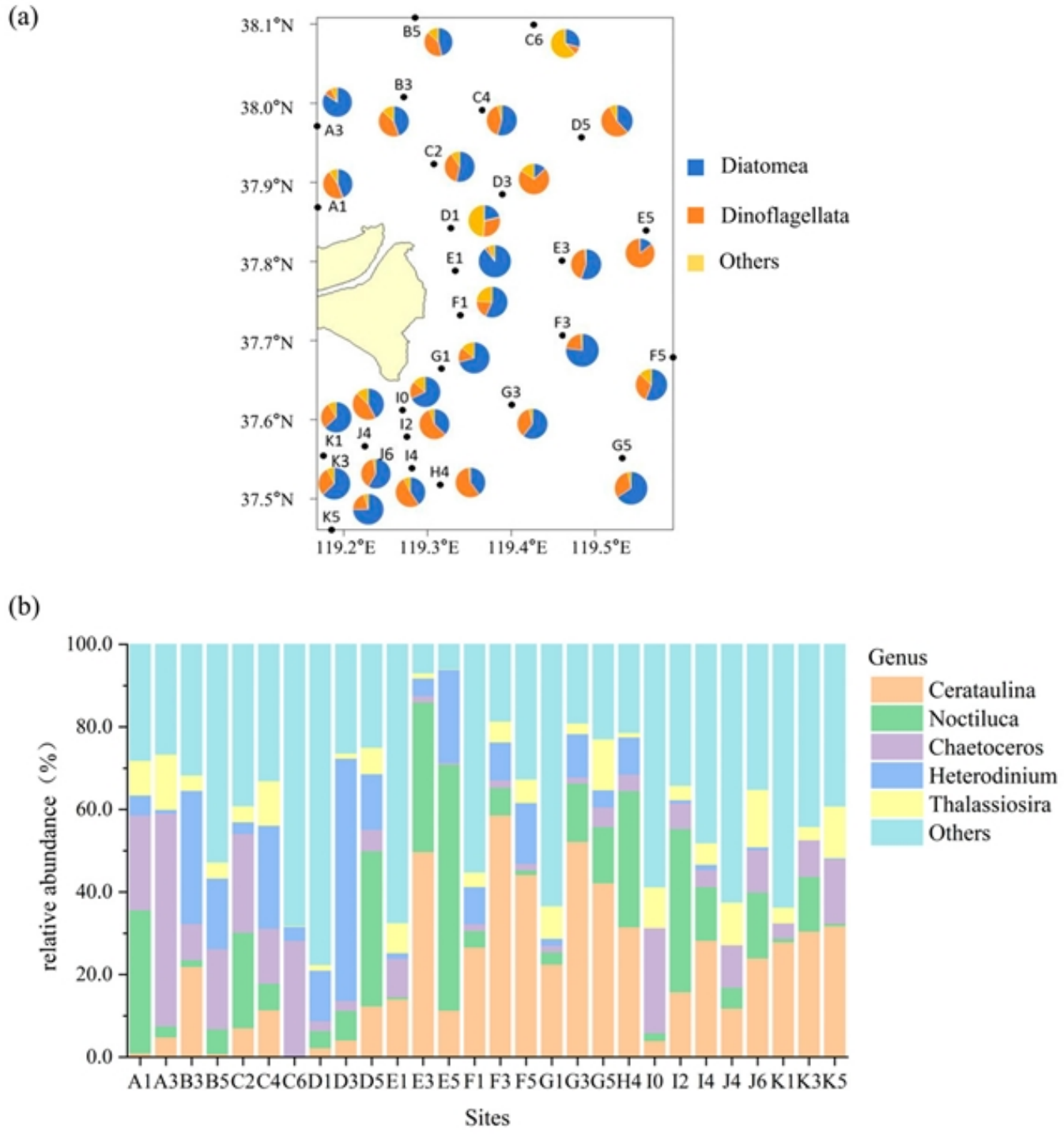


图2：(a)硅藻与甲藻比例饼状图 (b)
2023年8月14-18日黄河口邻近海域属水平上优势浮游植物群落组成

夏季黄河口浮游植物群落多样性

研究得到的Shannon指数2.4、Chao1指数54.3与历史研究数据基本一致，夏季黄河口浮游植物群落的多样性较好且相对稳定。在黄河口以南的近岸站位观测到相对较高的浮游植物多样性，这些站位位于受黄河冲淡水影响显著的浅海近岸区域。与之相反，远离河流影响的远岸站位多样性最低，该区域的营养盐结构、盐度和浊度相对更为稳定。浮游植物多样性的空间分布与叶绿素a浓度

之间未表现出明显关联。

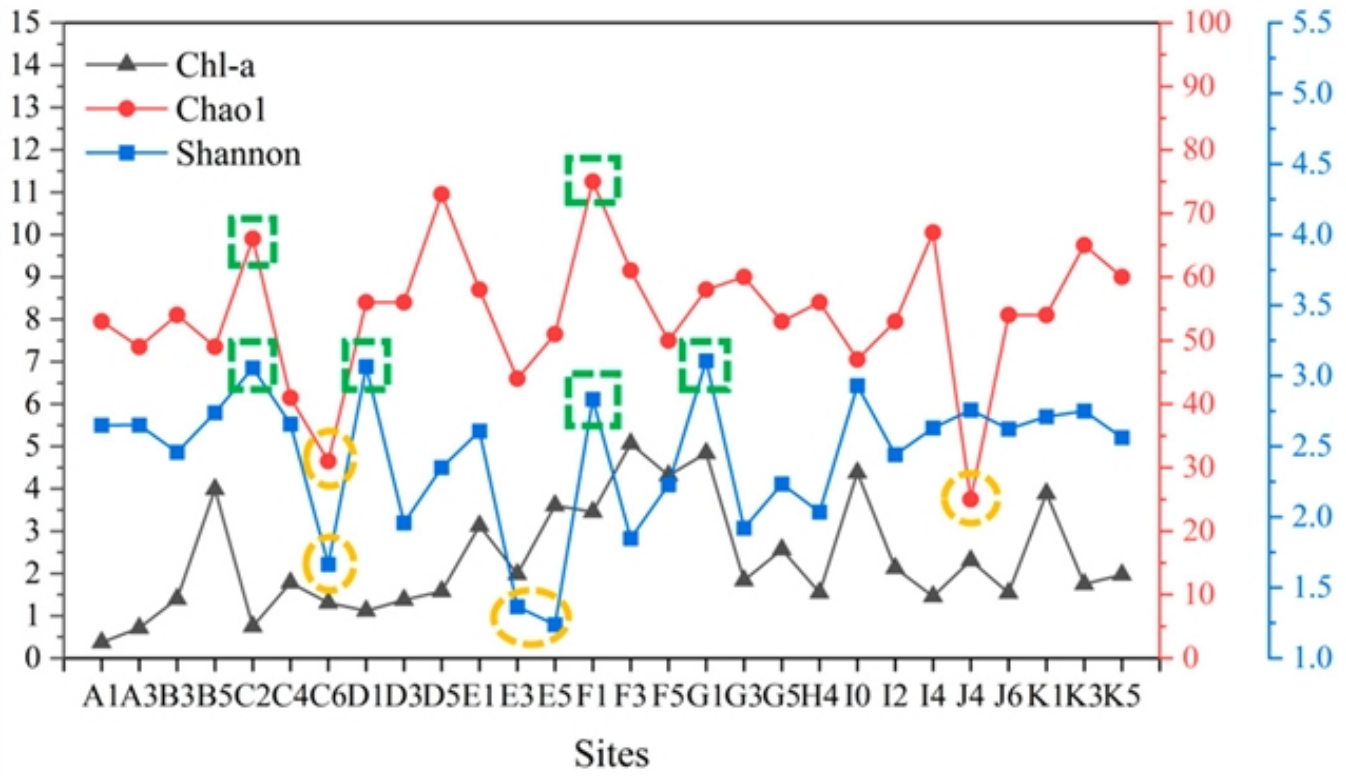


图3：2023年8月14-18日黄河口邻近海域真核浮游植物Chao1和Shannon指数的空间变化。绿色方块表示高值，黄色圆圈表示低值。

硅藻和甲藻空间分异及影响因素

基于硅藻和甲藻的相对丰度，Kmeans聚类算法将黄河口邻近海域划分为两个分区。聚类1区域中的站点主要分布在黄河冲淡水区域及近岸海域，聚类2区域中的站点主要分布于东南部海域及莱州湾海域。根据Mann – Whitney U非参数秩和检验结果，两区域的硅藻/甲藻比例存在显著差异，同时PO43-浓度与DIN/PO43-比值在两区域也呈现显著差异。这表明PO43-及DIN/PO43-比值可能是驱动黄河口近岸水域浮游植物群落组成变化的关键因子。

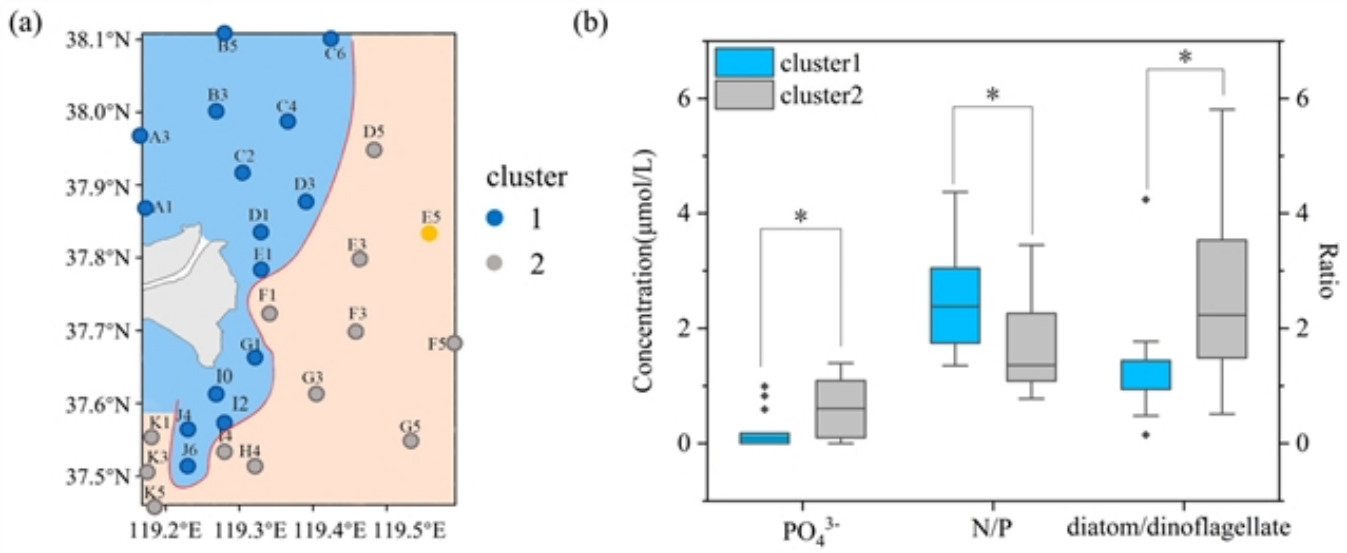


图4：(a) 2023年8月14-18日期间黄河口邻近海域k均值聚类图
(b)PO43-浓度、DIN/PO43-和硅藻/甲藻比例的箱形图。*表示$p < 0.05$具有统计学显著性。子图(a)中的黄色点表示被识别为显著异常的站点。子图(b)中的菱形表示箱形图中的异常值。

优势类群的主要控制因素

RDA分析结果表明，硅藻与盐度、PO43-、温度正相关，甲藻与NO3-、NO2-、NH4+、SiO32-正相关。黄河口磷限制和高氮磷比环境利于甲藻凭借其营养竞争能力和盐度耐受性占据优势；外海盐度适宜、磷相对充足的环境则利于硅藻增殖。角管藻与盐度、叶绿素a、温度及PO43呈正相关，与NO3-和SiO32-呈负相关；角毛藻的向量较短，说明所测环境变量对其空间分布的解释程度较低，这也反映出角毛藻属具有较广的环境适应性；夜光藻与温度、NH4?呈正相关，与盐度呈负相关，这与夜光藻在温带至热带近海广泛分布的特征相符，其种群常在富营养化的近岸、河口及上升流区大量暴发。

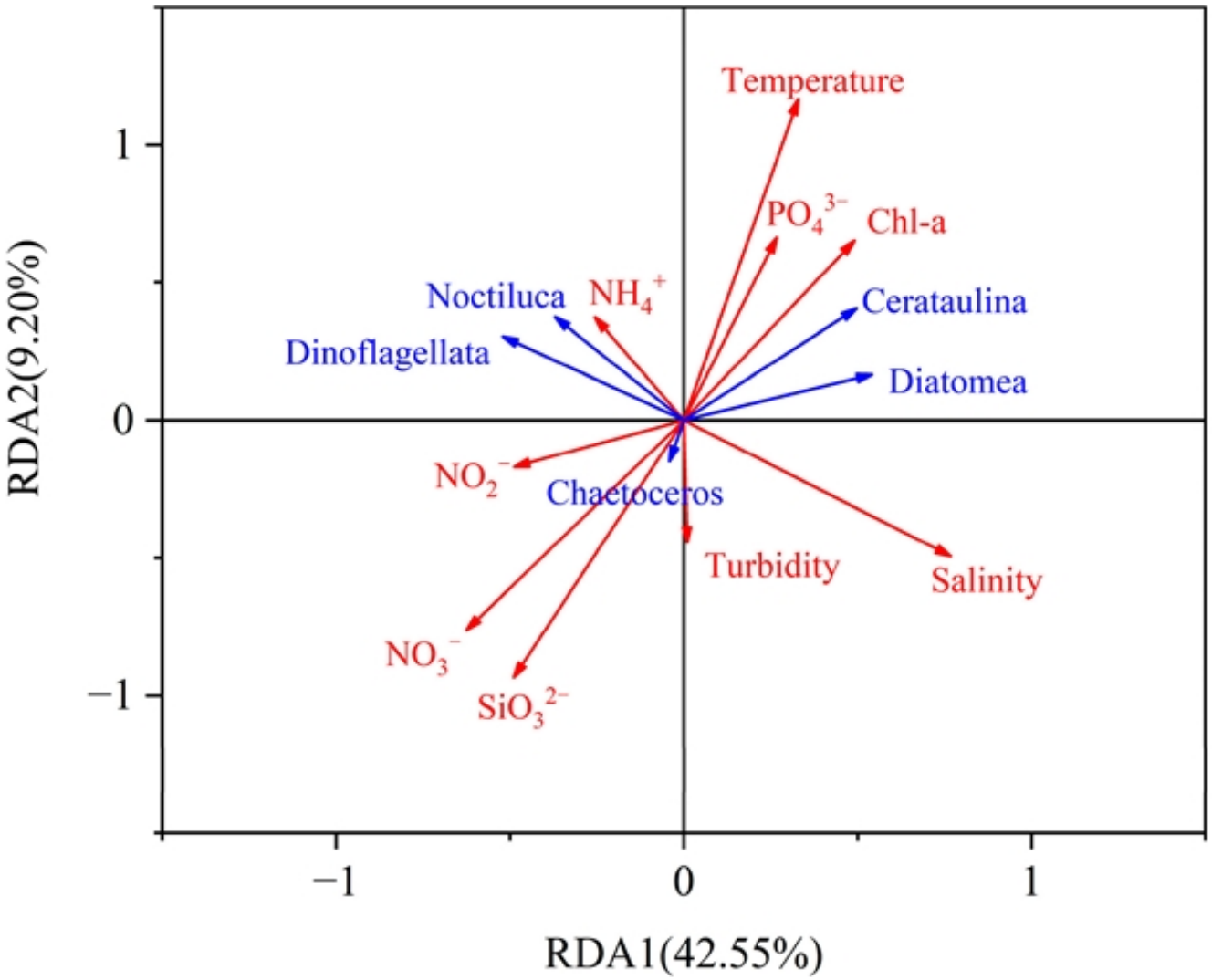


图5：2023年8月14-18日黄河口及邻近海域浮游植物优势类群和环境变量的RDA双标图

研究总结

本研究通过黄河口2023年8月航次28个站位的空间对比及统计学分析，探讨了影响硅藻/甲藻比例的环境因素。K均值聚类分析将研究区划分为两个生态区域：营养盐结构相对均衡、硅藻占优的远岸区，以及DIN/PO43-失衡、甲藻占优的近岸区。RDA分析结果表明，PO43-与盐度和硅藻呈正相关，而NNO3-、NO2-、NH4+和SiO32-与甲藻正相关，揭示了营养盐失衡与磷限制很可能是驱动硅藻 甲藻群落结构转变的关键机制。从生态管理角度，研究建议控制DIN在~20 μM以下并对PO43-浓度及DIN/PO43-比值进行常规监测，有助于富营养化防控与藻华风险评估。

研究展望

未来的研究可以通过长期监测和海洋遥感等技术，进一步分析浮游植物群落随季节变化的长期趋势。同时，考虑更多环境因子 (如光照、水动力等) 对浮游植物的影响，并结合数值模拟模型，对黄河口近海的生态效应进行进一步的研究。这些研究将为区域水质管理和生态保护提供更全面的支持。

原文出自 Water 期刊

Li, Y.; Zhao, M.; Ren, H.; Zhang, D.; Yan, K.; Guo, Z.; Chen, Y. Phytoplankton Community Shifts Under Nutrient Imbalance in the Yellow River Estuary and Adjacent Coastal Waters. Water 2026, 18, 54.

https://www.mdpi.com/2073-4441/18/1/54

Water期刊介绍

主编：Jean-Luc PROBST, University of Toulouse, France

Water 期刊于2009年创刊，是一个国际性、跨学科的同行评审开放获取半月刊。发表论文主题涵盖水科学的所有方面，包括水资源领域相关的科学、技术、管理和治理等原创性研究论文和综述论文。

2025 Impact Factor 3.5 2025 CiteScore 6.7 Time to First Decision 17.7 Days Acceptance to Publication 2.8 Days

来源：Water

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发