海洋新污染物治理政策的公众偏好研究

——基于选择实验法

张胜裕[1]，单菁竹[2]，李京梅[1,2]

（1. 中国海洋大学经济学院 青岛 266100；2. 中国海洋大学海洋发展研究院 青岛 266100）

摘要：海洋新污染物作为影响海洋生态系统健康与公共安全的新兴环境风险，其治理效果在很大程度上取决于公众对相关政策的理解与偏好。为系统识别公众对不同治理路径与政策目标之间的权衡，文章以山东省青岛市为研究案例，基于选择实验法设计政策情景，采用多项式 Logit 模型和随机参数 Logit 模型进行分析，系统评估公众对海洋新污染物治理政策组合的选择倾向，重点考察公众在“源头—过程—末端”全链条治理路径及效率与公平之间的取舍关系。研究结果显示，公众普遍倾向于积极的治理措施，对不同阶段政策的偏好依次为源头管控、末端治理、过程控制，且对公平的重视程度显著高于效率；收入高、家庭人口多和参与过环保活动的公众对海洋新污染物治理的意愿更加强烈。研究结果为构建海洋新污染物治理政策体系提供了重要的微观证据。

关键词：海洋新污染物；治理偏好；公平；效率；选择实验

中图分类号：P74；X55 **文献标志码：**A **文章编号：**1005-9857（2026）04-0120-12

Public Preferences for Marine Emerging Contaminants Governance Policies：Based on a Choice Experiment

ZHANG Shengyu[1]，SHAN Jingzhu[2]，LI Jingmei[1,2]

（1. School of Economics，Ocean University of China，Qingdao 266100，China；
2. Institute of Marine Development，Ocean University of China，Qingdao 266100，China）

Abstract：Marine emerging contaminants pose a new environmental risk to marine ecosystem health and public safety；therefore，the effectiveness of their governance largely depends on the public’s understanding of and preferences for relevant policies．To systematically identify how the public makes trade-offs between different governance pathways and policy objectives，this study utilizes Qingdao，Shandong Province，as a case study and designs policy scenarios based on a choice experiment. Multinomial Logit and Random Parameter Logit models are employed to analyze public preferences for various governance policy combinations. Specifically，the study focuses on public trade-offs along the

收稿日期：2026-04-01；**修订日期：**2026-04-17

基金项目：国家社会科学基金青年项目“‘数智 + 生态银行’实现海洋生态产品价值的机制与路径研究”（25CJY090）.

作者简介：张胜裕，硕士，研究方向为海洋资源环境经济、环境与贸易

通信作者：单菁竹，副教授，博士，研究方向为海洋生态损害评估、资源环境价值评估和海洋经济

full-chain “source-process-end-of-pipe” governance pathway, as well as the balance between efficiency and equity. The results indicate that the public generally prefers proactive governance measures, with preferences for policies at different stages ranking as follows: source control, end-of-pipe treatment, process control. Furthermore, equity is valued significantly more than efficiency. Heterogeneity analysis further reveals that respondents with higher incomes, larger household sizes, and prior participation in environmental protection activities exhibit a stronger willingness to support marine emerging contaminant governance. The findings provide important micro-level evidence for building a policy framework for marine emerging contaminants governance.

Keywords: Marine emerging contaminants; Governance preference; Equity; Efficiency; Choice experiment

0　引言

新污染物是指排放到环境中的具有生物毒性、环境持久性、生物累积性等特征，对生态环境或者人体健康存在较大风险，但尚未纳入管理或者现有管理措施不足的有毒有害化学物质[1-2]。海洋作为全球水循环的主要起点和归宿，不可避免地成为各类污染物的“汇”[3]。国内外大量研究表明，抗生素、内分泌干扰物和微塑料等新污染物广泛存在于海洋环境及海洋生物体内，严重损害海洋生态系统服务功能和涉海产业的可持续发展，并通过食物链传递对人类健康造成长期且难以逆转的潜在威胁[4-7]。2022 年，国务院办公厅印发《新污染物治理行动方案》；党的二十大报告进一步提出要开展新污染物治理；2024 年，《中共中央、国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》再次强调强化新污染物治理，并提出到 2035 年实现新污染物环境风险得到有效管控的目标。公众既是海洋环境治理的直接受益者，也是海洋新污染物风险防控的重要参与者。公众参与海洋新污染物治理有助于提升治理效能，一方面，公众参与能够弥补海洋新污染物监测中信息分散、覆盖面不够广等短板，提高风险发现与信息反馈的效率；另一方面，公众参与有助于强化社会监督、风险沟通与政策协同，推动形成政府、企业与社会多元主体共同参与的海洋新污染物治理格局[8-10]。基于上述背景，本文提出以下 3 个核心问题：在源头、过程和末端的全流程治理路径中，公众更偏好哪一环节？在新污染物治理政策的成本分担与治理效率的权衡中，公众更注重公平还是效率？不同社会经济特征是否会影响公众对新污染物治理的态度？回答上述问题，不仅能为政府优化政策工具组合提供决策参考，也有助于提升政策的社会可接受性，进而促进政策的全面推广。

1　文献综述

当前，与海洋新污染物相关的文献主要聚焦于两个方面。一是自然科学视角下的技术性研究，包括分布特征研究[11]、监测分析技术研究[12]、新污染物处理技术研究[13]、生态风险评估[14]等，这类研究为海洋新污染物的识别与风险量化提供了重要的科学依据；二是社会科学视角下的政策性研究，部分学者对海洋新污染物治理政策展开研究，探索如何通过制度设计、政策工具与多主体协同机制，实现新污染物的有效防控与治理[15-16]。部分学者进一步探究了公众对海洋新污染物治理的政策偏好，King[17]运用条件价值评估法和混合选择模型研究了英国公众对微塑料垃圾治理政策的支付意愿，结果发现，相较于资助长期环境健康影响研究这类预防性政策，公众更愿意为升级废水处理厂过滤系统这一末端治理措施付费；Khedr 等[18]以爱沙尼亚、丹麦等欧洲八国为研究区域，采用选择实验法发现，受访者不仅倾向于通过清除微塑料和宏观塑料垃圾，还偏好通过改进回收标签、押金退款系统和禁用一次性塑料等多种政策工具的组合来改善海洋环境；Borriello[19]对海洋微塑料污染的管理政策偏好进行了研究，以澳大利亚新南威尔士州为研究区域，采用选择实验法发现，公众不仅愿意为减少微塑料产生的源头控制政策缴税，也同样重视培养环保意识等需求侧管理政策的推行；Zhao 等[20]采用选择实验法研究了中国青岛公众对海洋微塑料污

染治理的政策偏好，结果发现，公众最偏好的是专项监测，其次是回收政策，最后是像限塑令这一类的源头治理政策。

上述研究为开展新污染物的研究提供了较强的理论和经验基础，但仍存在部分局限。一是研究议题高度集中于微塑料这一海洋新污染物，并未从整体角度对海洋新污染物展开研究；二是政策视角受限，现有研究多聚焦源头减量与末端清理，缺乏覆盖“源头管控—过程控制—末端治理”的全流程政策框架。基于此，本文运用选择实验法，构建了一个涵盖多种代表性海洋新污染物的综合治理框架，探究以下核心问题：公众在“源头—过程—末端”全流程中差异化的政策偏好及其在效率与公平之间的权衡。研究结果不仅为提升海洋新污染物治理政策的社会可接受性提供决策支持，也有助于揭示公众应对“无形”环境风险的认知与行为逻辑。

2 计量模型

选择实验法是一种基于消费者选择模型[21]与随机效用理论[22-23]的陈述性偏好研究方法。该方法的理论基础是消费者选择模型的核心观点，即商品（包括环境产品）是由多种属性构成的，个体并非从商品整体，而是从这些属性的组合中获得效用。在此基础上，个体从某个备选方案中获得的效用由两部分构成。一部分是可观测的系统性效用，另一部分是研究者无法观测到的随机效用。基于这些理论，选择实验法通过构建一个假设性市场，要求受访者在由不同属性水平构成的备选方案之间进行权衡与选择，从而揭示其偏好。相较于直接询问受访者支付意愿的条件价值评估法，选择实验法通过构建包含多个属性及其水平的选择集，能够识别公众对不同政策属性的边际支付意愿，并可以结合随机参数 Logit 模型（Random Parameters Logit Model，RPL 模型）来评估受访者的偏好异质性。因此，选择实验法适合用于分析公众对海洋新污染物治理政策属性的偏好[24-25]。

基于随机效用理论，在选择实验法中，个体 n 从选择集 T 中的方案 i 中得到的效用可以表示为：

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni} \tag{1}$$

式中：U_{ni} 为选择效用；V_{ni} 为可观测效用；ε_{ni} 为不可观测的随机效用。

依据效用最大化原理，个体 n 从选择集 T 中选择方案 i 的前提是其效用不低于任一其他方案 j 的效用。因此，个体 n 从选择集 T 中选择方案 i 的概率可以表示为：

$$\begin{aligned} P_{ni} &= P(U_{ni} > U_{nj}) \\ &= P(V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj}), \forall i \neq j, i \in T, j \in T \end{aligned} \tag{2}$$

在选择实验法中，多项式 Logit 模型（Multinomial Logit Model，MNL 模型）是最基础的分析模型，能够为后续模型估计提供起点和基准。MNL 模型可以由随机效用模型推导而来。当随机误差项 ε_{nj} 独立同分布且服从Ⅰ型极值分布时，个体 n 从选择集 T 中选择方案 i 的概率可表示为：

$$P_{ni} = \frac{\exp(V_{ni})}{\sum_{j \in T} \exp(V_{nj})} \tag{3}$$

可观测效用 V_{ni} 可以表示为：

$$V_{ni} = \beta_0 \cdot \mathrm{ASC}_i + \beta_{\mathrm{cost}} \cdot \mathrm{COST}_{ni} + \sum_{m=1}^{M} \beta_m X_{nmi} \tag{4}$$

式中：ASC 为备择常数项（Alternative Specific Constant，ASC），代表受访者选择保持现状的基准效用，当受访者选择保持现状选项时，ASC 赋值为 1；选择任一改善方案时，赋值为 0。COST_{ni} 代表年度支付成本属性，其系数 β_{cost} 能够捕捉个体 n 对年度支付成本的敏感度。β_m 为各属性的估计系数，X_{nmi} 为参与调查的个体 n 所选方案的第 m 个属性，M 为属性的总个数。

相较于 MNL 模型，RPL 模型放宽了 MNL 模型中“同质性偏好”的假设，允许模型中的效用系数在个体之间服从某种连续概率分布，从而能够捕捉到个体层面的偏好异质性。可观测效用 V_{ni} 可以表示为：

$$\begin{aligned} V_{ni} = \beta_0 \cdot \mathrm{ASC}_i + \beta_{\mathrm{cost}} \cdot \mathrm{COST}_{ni} + \sum_{m=1}^{M} \beta_m X_{nmi} + \\ \sum_{\kappa=1}^{K} \gamma_\kappa (\mathrm{ASC} \times Z_{n\kappa}) \end{aligned} \tag{5}$$

式中：ASC 为备择常数项，代表受访者选择保持现状的基准效用。当受访者选择保持现状选项时，ASC 赋值为 1；选择任一改善方案时，赋值为 0。COST_{ni} 代表年度支付成本属性，其系数 β_{cost} 能够捕

捉个体 n 对年度支付成本的敏感度；β_m为各属性的估计系数；X_{nmi}为参与调查的个体 n 所选方案的第 m 个属性；M 为属性的总个数；$Z_{n\kappa}$为参与调查的个体 n 第κ个社会经济信息特征变量；ASC 与$Z_{n\kappa}$的乘积为备择常数项与社会经济信息特征变量的交互项，其系数γ_κ能够反映社会经济特征变量对个体在“维持现状”与“改善方案”之间取舍的影响。上述属性的系数是随机参数，服从正态分布。在随机参数 Logit 模型中，个体 n 从选择集 T 中选择方案 i 的概率P_{ni}可以表示为：

$$P_{ni}=\int\frac{e^{V_{ni}}}{\sum_{j\in T}e^{V_{nj}}}f(\beta|\Omega)\mathrm{d}\beta \tag{6}$$

式中：$e^{V_{ni}}$为选择方案 i 的效用，$\sum_{j\in T}e^{V_{nj}}$为所有可以选择的方案的效用总和；$f(\beta|\Omega)$为随机参数β的概率密度函数，其中，Ω为分布参数。

公众对于非货币属性的支付意愿为公众愿意为获取所需属性水平而支付的价格溢价。基于线性效用函数的假设，某非货币属性的支付意愿可以表示为：

$$\mathrm{MWTP}=-\frac{\beta_m}{\beta_{\mathrm{cost}}} \tag{7}$$

式中：MWTP 为受访者对属性的边际支付意愿；β_m和β_{cost}分别代表非货币性属性的系数和支付意愿属性的系数。

3　研究方法

3.1　调查区域

本文以胶州湾为研究区域。胶州湾位于中国黄海中部、胶东半岛南岸，地处山东省青岛市境内，是典型的半封闭浅水海湾。其湾口位于团头岛（36°02'36" N，120°16'49" E）—薛家岛脚子石（36°00'53" N，120°17'30" E）之间，口门宽约 3.1 km，呈外窄内宽的扇形结构，南北长约 33.3 km，东西最宽约 27.8 km。将胶州湾选定为海洋新污染物调查区域，主要基于两个方面的原因。一方面，填海造陆削弱了胶州湾的水动力，再加上其半封闭的地理形态，导致水体交换迟缓，使胶州湾成为污染物的天然汇聚区；另一方面，胶州湾被密集的城市、工业与农业区包围，承受着源于主要入海河流及污水处理厂的、可明确溯源的巨大复合污染压力[26]。已有文献表明，胶州湾正面临多种海洋新污染物的严重威胁。一项针对胶州湾的研究证实，该区域贝类微塑料污染为中度，其中，纤维状微塑料是主要形态，在贝类等海洋生物中占比超过 90%[27]。此外，有多种全氟和多氟烷基物质（PFASs）已在本地海产中被检出，其在渔业生物中的总浓度范围为 1.77 ～ 31.09 ng/g（湿重），其中，全氟辛烷磺酸（PFOS）是主要的累积物[28]。同时，与大量污水排放密切相关的新兴污染物，如药品和个人护理品（PPCPs）、内分泌干扰物（EDCs）等，也在胶州湾水体和沉积物中被检出[29]。这些污染物正通过具有重要经济价值的食物网进行传递，对本地关键物种（如菲律宾蛤仔）构成显著的生态胁迫，并对人类健康构成潜在风险，这使得胶州湾成为研究海洋新污染物治理的合适区域[30]。

3.2　实验设计

本文的各政策属性及其水平依据文献、专家建议以及预调查受访者的反馈加以确定，相关属性与水平的示例如表 1 所示。

本文的 3 个政策属性对应治理流程的 3 个环节：源头管控、过程控制与末端治理。属性设置是从政策文件到专家论证再到预调查验证得出：首先，以中国《新污染物治理行动方案》提出的“严格源头管控、强化过程控制和深化末端治理”为框架；其次，通过专家访谈对各环节的政策工具和水平进行可行性与可辨识度评估；最后，结合预调查反馈，对表述与水平进行不断优化，从而将政策措施转化为能被受访者理解并选择比较的属性和水平。源头管控政策是指在生产、加工、使用与进出口等环节实施禁止、限用和重点管控海洋新污染物等措施，以强化对海洋新污染物的源头治理；过程控制政策是指推进清洁生产与绿色制造，减少相关产品在生产过程中海洋新污染物的产生，并对入海排污口及其周边环境开展定期环境监测，严格控制海洋新污染物入海排放；末端治理政策是指加强对废药品、废农药以及废抗生素等生产过程中产生的废物的收

表 1 海洋新污染物治理相关政策属性及其水平

Table 1 Policy attributes and attribute levels for the governance of marine emerging contaminants

属性	水平	属性描述
源头管控政策	有	通过从源头禁止、限制重点管控新污染物的生产、加工、使用和进出口等措施，加强海洋新污染物治理的源头管控
	无	不采取海洋新污染物源头管控措施
过程控制政策	有	加强清洁生产和绿色制造，减少相关产品生产过程中的新污染物；对海洋排污口及其周边环境定期开展环境监测，严格控制新污染物向海洋排放
	无	不采取海洋新污染物过程控制措施
末端治理政策	有	强化废药品、废农药以及抗生素生产过程中产生的废物的收集利用处置，实现海洋新污染物的末端治理
	无	不采取海洋新污染物末端治理措施
政策成本分担计划	污染者付费	产生越多生活污水的家庭支付越多的费用
	按收入水平付费	收入越高的家庭支付越高的费用
	平均付费	所有家庭支付相同的费用
预期治理效果	75%、50%、25%、0%	通过实施新污染物治理政策，青岛市海域内新污染物浓度减少比例
年度支付成本（元 /a）	200、150、100、50、0	每个家庭每年需要支付的费用

集、资源化利用与无害化处置，实现对海洋新污染物的末端治理。上述 3 项政策属性均设两个水平：有该政策与无该政策。

借鉴 Dietz 等[31]提出的环境政策评估框架，本文设置“政策成本分担计划”与“预期治理效果”属性，并将“政策成本分担计划”的 3 个水平解释为：“污染者付费”代表产生越多生活污水的家庭缴费越多；“按收入水平付费”代表收入越高的家庭缴费越多；“平均付费”代表所有家庭等额缴费；“预期治理效果”的水平设定为 0%、25%、50%和 75%。

为量化公众对海洋新污染物治理各项非市场属性的经济价值，本文设定了一个货币成本属性。“年度支付成本”属性的意思是每个家庭每年需要支付的费用。该属性的支付水平设定为 0 元 /a、50 元 /a、100 元 /a、150 元 /a 和 200 元 /a。

基于上述属性和水平，共可生成 $2^3 \times 3 \times 4 \times 5 = 480$ 种可能的组合。为在保证统计效率的同时降低受访者的认知负担，最终生成了 12 个选择集，并将其分为 2 组，每组包含 6 个选择集。这些选择集是基于预调查数据中估算出的参数先验值，通过 Ngene 软件生成的 D 效率贝叶斯实验设计（D-efficient Bayesian experimental design）得到。每位受访者被随机分配到其中一组进行回答。为避免顺序效应偏差，问卷中的分组以及各组内各个选择集的呈现顺序均进行了随机化处理。表 2 展示了一个选择情景的示例。

问卷共分为 5 个部分：第一部分介绍海洋新污染物及其对沿海和海洋环境的主要影响，并说明调查目的；第二部分询问受访者到访海边的频率、是否了解海洋新污染物等一系列关于海洋新污染物的认知情况；第三部分是离散选择实验模块，提供属性和作答规则的详细说明，并给出 6 个选择集供受访者作答；第四部分是关于海洋生态环境的认知等题项；第五部分收集受访者的社会人口学特征。调查问卷的核心是离散选择实验部分。

本文的数据收集于 2025 年 2—5 月，采用线下问卷方式在青岛市市南区、市北区、崂山区、黄岛区和李沧区等地开展。为确保样本的代表性，调查采用分层随机抽样并辅以配额控制：按行政区分层，在每一分层内随机抽取调查点与受访者；配额依据青岛市常住人口在性别、年龄、收入与受教育

表 2　选择集示例

Table 2　An example of a choice set

属性	方案 A	方案 B	方案 C
源头管控政策	有	无	无需额外的政策
过程控制政策	无	无	
末端治理政策	有	有	
政策成本分担计划	按收入水平付费	平均付费	
预期治理效果	海洋新污染物浓度降低 75%	海洋新污染物浓度降低 50%	0%
年度支付成本 /（元・a^{-1}）	150	50	0

程度等的分布设置，使样本结构尽可能与人口总体分布特征一致。调查现场采用不记名、面对面填答的方式进行。在正式发放问卷前，对调研组成员进行了系统培训，内容包括研究目的、问卷解读、数据记录的要求，确保问卷数据的可靠性。同时，开展预调查，以提升问卷的可理解性，细化离散选择实验的属性设置，并据此估计可作为先验的系数，从而提高最终实验设计的效率。正式调查共计发放 400 份问卷，经质量控制剔除无效或异常样本后，最终有效样本为 368 份，作为本文分析样本。

4　结果分析

4.1　样本描述性统计

受访者的社会经济特征如表 3 所示。样本中，女性占 49.18%，男性占 50.82%，性别结构基本平衡；受访者年龄以青年和中年为主，18 ～ 29 岁与 30 ～ 39 岁合计占 72.01%，60 岁及以上的受访者占 17.12%，未对 18 岁以下人群进行调查。在收入与家庭规模方面，受访者的平均年收入接近青岛市整体平均水平；平均家庭人口数为 2.90 人。样本性别比（男性占 50.82%）与全市男性占比（50.58%）几乎完全一致。在年龄方面，样本集中于 18 ～ 59 岁的劳动年龄人口，这与研究多聚焦于社会经济活动主体的常规做法相符，更能反映城市中坚力量的观点与特征。样本的平均家庭人口数（2.90 人）略高于青岛市的整体平均水平 2.55 人，这可能是因为家庭责任较重或社会参与意识较强的群体更倾向于参与调查。总体而言，样本在性别、年龄结构及收入水平上与青岛市总体情况基本吻合。

表 3　受访者特征描述性统计

Table 3　Descriptive statistics of respondent characteristics

变量名称	描述	样本量	样本比例	青岛市整体比例 / 均值
性别	女 =0	181	49.18%	49.04%
	男 =1	187	50.82%	50.96%
年龄	18 岁以下 =1	0	0	79.72%
	18 ～ 29 岁 =2	166	45.11%	
	30 ～ 39 岁 =3	99	26.90%	
	40 ～ 49 岁 =4	27	7.34%	
	50 ～ 59 岁 =5	13	3.53%	
	60 岁以上 =6	63	17.12%	20.28%
受教育程度	初中及以下 =1	49	13.32%	59.91%
	高中及中专 =2	28	7.61%	17.54%
	大专或本科 =3	189	51.35%	22.55%
	研究生及以上 =4	102	27.72%	
收入	2 万元以内 =1	118	32.07%	59 922 元
	2.1 万～ 5 万元 =2	51	13.86%	
	5.1 万～ 8 万元 =3	59	16.03%	
	8.1 万～ 12 万元 =4	71	19.29%	
	12.1 万～ 24 万元 =5	54	14.67%	
	24 万元以上 =6	15	4.08%	
家庭人口数	1 ～ 2 人 =1	13	3.53%	2.55 人
	3 人 =2	137	37.23%	
	4 人 =3	119	32.34%	
	5 人 =4	71	19.29%	
	6 人及以上 =5	28	7.61%	
是否参加过环保活动	是 =1	78	21.20%	
	否 =0	290	78.80%	

注：数据来源于《青岛市第七次全国人口普查公报》（2021 年）以及《2024 年青岛市国民经济和社会发展统计公报》。

这种结构特征使得样本能够较好地代表城市中具备稳定社会经济结构的群体。因此，该样本具有一定的代表性，为本文提供了可靠的数据基础。

4.2 公众偏好分析

本文通过 Stata 18.0 对两类模型进行分析。表 4 展示了受访者的政策偏好和公平与效率权衡的MNL模型和 RPL 模型估计结果。MNL 模型假定所有参数固定，忽略了个体偏好差异，而 RPL 模型Ⅱ引入 ASC 的交叉项来捕捉偏好的异质性，将 ASC 及其交叉项和年度支付成本设为固定参数，将源头管控、过程控制、末端治理、按收入水平付费、污染者付费和预期治理效果设为随机参数，服从正态分布。从模型的拟合优度来看，从 MNL 模型到 RPL 模型Ⅰ再到 RPL 模型Ⅱ，拟合优度依次提升，这表明引入随机参数改善了模型拟合效果，而 RPL 模型Ⅱ的拟合优度在加入个体社会经济特征交互项后进一步优化，说明受访者的异质性偏好具有重要的解释价值。

表 4 多项式 Logit 模型和随机参数 Logit 模型估计结果

Table 4 Results of multinomial logit model and random parameter logit model

变量名称	MNL 模型	RPL 模型Ⅰ		RPL 模型Ⅱ	
	系数	系数	标准误	系数	标准误
ASC	−1.947 0***	−2.029 3***		−0.572 4	
	(0.193 4)	(0.235 6)		(1.379 2)	
年度支付成本	−0.003 0***	−0.005 5***		−0.005 4***	
	(0.000 6)	(0.000 8)		(0.000 8)	
源头管控	0.841 9***	1.030 5***	0.822 4***	1.003 0***	0.792 7***
	(0.078 6)	(0.133 1)	(0.150 8)	(0.130 3)	(0.153 3)
过程控制	0.047 5	0.325 4***	−0.286 4	0.313 1***	−0.205 6
	(0.079 4)	(0.113 4)	(0.223 6)	(0.110 9)	(0.250 7)
末端治理	0.600 4***	0.541 2***	0.537 7***	0.516 9***	0.515 7***
	(0.083 4)	(0.163 1)	(0.163 0)	(0.159 5)	(0.170 9)
按收入水平付费	0.541 8***	0.645 7***	0.800 7***	0.631 5***	0.732 4***
	(0.083 8)	(0.096 5)	(0.148 6)	(0.094 2)	(0.148 7)
污染者付费	1.572 8***	1.616 0***	1.506 2***	1.568 5***	1.424 0***
	(0.089 3)	(0.143 5)	(0.165 0)	(0.138 7)	(0.163 9)
预期治理效果	0.482 5***	0.570 1*	1.966 6***	0.557 2*	1.839 9***
	(0.175 3)	(0.302 8)	(0.281 2)	(0.297 4)	(0.300 5)
ASC × 性别				0.504 9	
				(0.317 6)	
ASC × 年龄				−0.057 9	
				(0.188 2)	
ASC × 受教育程度				0.187 9	
				(0.291 0)	
ASC × 收入水平				−0.173 6*	
				(0.102 1)	

续表 4

变量名称	MNL 模型	RPL 模型Ⅰ		RPL 模型Ⅱ	
	系数	系数	标准误	系数	标准误
ASC × 参加环保活动				−1.079 3** （0.476 8）	
ASC × 家庭人口数				−0.549 3*** （0.184 5）	
观测数	6 624	6 624		6 624	
对数似然值	−3 084.541 4	−1 519.059 5		−1 506.873 0	

注：括号内为标准误，*$p < 0.1$，**$p < 0.05$，***$p < 0.01$。

从 MNL 模型的结果来看，年度支付成本的系数显著为负，除年度支付成本和过程控制外的政策属性系数均显著为正，且污染者付费的系数最大。ASC 项的系数显著为负，反映了受访者对维持现状存在显著的负向偏好，即更倾向于支持对海洋新污染物的积极治理。就治理路径而言，受访者对源头管控和末端治理均表现出显著的正向偏好，然而，过程控制属性的系数不显著。其中，源头管控最受受访者支持，表明受访者更认同以预防为导向的治理逻辑，倾向于通过前端禁限、替代和减量等手段，从根本上降低海洋新污染物进入海洋环境的风险。与此同时，受访者对末端治理的偏好，说明受访者也倾向于选择治理效果直观、结果可感知的末端措施，而对过程控制这类作用机制相对间接、治理效果不易被直接观察的政策认同度相对较低。在效率与公平的政策权衡中，受访者对公平的关注显著高于效率，相较于按收入水平付费，受访者更加偏好“污染者付费”原则。这表明，在海洋新污染物治理中，受访者对成本分担机制的正当性与责任归属尤为敏感，公平性已成为影响政策可接受性的重要因素。特别是在海洋新污染物风险具有隐蔽性、复杂性和高度不确定性的背景下，受访者往往难以对政策效果形成稳定判断，因而更倾向于依据成本分担是否公平来评价政策方案。

从数据结果上来看，RPL 模型Ⅰ与 MNL 模型估计结果在系数正负、显著性水平及相对大小上基本一致。RPL 模型中过程控制系数转为显著为正，表明该属性并非缺乏影响，而是存在较强的个体偏好异质性；MNL 模型在同质偏好假设下对这种差异识别不足，从而弱化了其统计显著性。总体来看，模型结果具有较好的稳健性。在此基础上，考虑到 RPL 模型能够进一步识别个体偏好的异质性，对 RPL 模型Ⅱ的估计结果展开分析。在 RPL 模型设定中，将 ASC 和年度支付成本变量设为固定参数，将源头管控、过程控制、末端治理、按收入水平付费、污染者付费和预期治理效果设为随机参数，服从正态分布。我们构建了两个模型：模型Ⅰ不包含交互项，用于估计受访者的总体偏好；模型Ⅱ引入 ASC 与社会经济特征以及心理变量的交互项，以评估这些因素对受访者选择行为的影响。从 RPL 模型Ⅰ的结果可以看出，ASC 项的系数显著为负，反映了受访者对维持现状存在显著的负向偏好，即更倾向于支持对海洋新污染物的积极治理。就治理路径而言，受访者对源头管控、过程控制和末端治理均表现出显著的正向偏好，且对源头管控的偏好最为强烈。无论是政策成本分担方案还是预期治理效果，受访者均给予显著正向评价，且对成本分担方案各水平的偏好强度整体高于对预期治理效果的偏好。

在引入 ASC 与社会经济特征的交互项的模型Ⅱ中，ASC 在统计上不再显著，除交互项外，其余属性系数的符号、相对大小和显著性与模型Ⅰ基本一致，结论总体稳健。ASC 不显著说明受访者对维持现状没有系统性的先验偏好或抵制，即在控制所有属性后，选择“维持现状”本身并不具有额外的效用。Adamowicz 等[25]指出，ASC 不显著通常意味着受访者的选择主要由属性水平驱动，而非简单的

现状偏见。就交互结果而言，性别、年龄、受教育程度与 ASC 的交互项系数均不显著，表明这些因素对受访者的治理意愿影响有限。而 ASC 与收入水平、家庭人口数以及是否参加过环保活动的交互项系数均显著为负，三者将受访者分为两个群体：①高收入、家庭人口数多且具有环保活动参与经历的群体可被视为海洋新污染物治理的核心支持者，他们兼具较强的经济支付能力、较高的环境健康风险敏感性与较丰富的环保实践经验，这三方面因素使其更积极地支持政策改变；②低收入、小规模家庭且缺乏环保参与经历的群体则更易保持观望，维持现状的倾向更为突出。从各交互项的系数绝对值来看，环保活动参与经历的影响最大，家庭人口数次之，收入水平影响相对最小。原因可能是环保活动经历能够直接提升个体对环境风险的认知深度与治理紧迫感，进而最大限度地激发政策支持意愿；家庭人口数则通过累积的健康暴露风险和对子女未来环境质量的关切来驱动政策偏好[25,32]；收入水平主要通过增强支付能力来降低政策参与的经济门槛。

4.3 边际支付意愿分析

基于 MNL 模型和 RPL 模型Ⅰ的边际价值估算结果（表 5），本文测算了受访者对海洋新污染物治理各政策属性的边际价值。从结果来看，除了 MNL 模型中的过程控制这一属性的边际价值不显著外，MNL 模型与 RPL 模型Ⅰ在各属性边际价值的正负与相对排序上基本一致，表明估计结果具有稳健性。边际支付意愿以 RPL 模型Ⅰ的估计结果为主进行分析。各属性边际价值均显著为正，表明公众整体上具有积极承担海洋新污染物治理成本的意愿。按 RPL 模型Ⅰ估计，各属性边际价值由高到低依次为：污染者付费［291.68 元 /（户·a）］、源头管控［185.99 元 /（户·a）］、按收入水平付费［116.55 元 /（户·a）］、预期治理效果［102.89 元 /（户·a）］、末端治理［97.68 元 /（户·a）］和过程控制［58.73 元 /（户·a）］。污染者付费的边际价值居于首位，约为过程控制的 5 倍，也显著高于其他属性，这一结果揭示出受访者在公平与效率的政策权衡中，将成本分担的公平性置于优先地位，即强烈倾向于由污染责任主体承担主要治理费用。源头管控的边际价值位居第二位，表明受访者对预防性治理路径具有较高的认同度，更倾向于通过前端禁限与减量措施从根本上阻断新污染物进入海洋环境的风险通道。

表 5 属性边际价值结果

Table 5 Results of implicit price of attribute

属性	MNL 模型	RPL 模型Ⅰ
源头管控	282.182 1***	185.995 5***
	（62.414 3）	（30.706 3）
过程控制	15.917 0	58.726 6***
	（26.379 0）	（19.806 6）
末端治理	201.244 4***	97.677 5***
	（47.237 2）	（28.426 2）
按收入水平付费	181.617 7***	116.545 0***
	（51.762 2）	（22.835 7）
污染者付费	527.191 3***	291.677 9***
	（112.340 8）	（41.373 0）
预期治理效果	161.742 1**	102.893 0*
	（68.409 2）	（57.572 5）
观测数	6 624	6 624

注：括号内为标准误，*$p < 0.1$，**$p < 0.05$，***$p < 0.01$。

5 结论与建议

5.1 研究结论

基于青岛胶州湾地区的 368 位受访者的调查数据，运用 MNL 模型和 RPL 模型探究公众对海洋新污染物治理政策属性的偏好及其对成本分担机制与治理效率之间的权衡，得出以下结论：①受访者在治理路径的选择上，优先偏好“源头管控”政策，其次是“末端治理”政策，最后是“过程控制”政策；受访者在成本分担机制和效率的权衡中，对“污染者付费”机制的偏好显著高于“按收入水平付费”机制和“预期治理效果”机制。其中，受访者对“污染者付费”的偏好最高，对“过程控制”的偏好最低。②受访者的社会经济特征对其治理方案选择具有显著影响：收入水平较低、家庭规模较小以及缺乏海洋环保活动经历的群体，维持现状的倾向更为突出，政策接受度相对偏低。

需要指出的是，本文虽以胶州湾为案例区域，但其核心发现对其他沿海城市具有一定的借鉴与推广价值。一方面，胶州湾作为典型的半封闭海湾，面临的多源复合污染压力在长三角（如杭州湾、长江口）、粤港澳大湾区（如珠江口）等经济发达、人口密集的沿海区域普遍存在，这些区域同样承受着工业排放、城市污水和农业面源污染等多重污染输入，公众对海洋新污染物治理的政策偏好可能呈现相似的规律；另一方面，本文揭示的源头管控优先偏好和污染者付费公平性诉求具有较强的普适性，可为其他沿海城市在制定海洋新污染物治理政策时提供参考框架。当然，不同区域在经济发展水平、产业结构、公众环境认知等方面存在差异，未来研究可进一步在多个沿海城市开展比较研究，以检验本文结论的外部效度并拓展其适用边界。

5.2　政策建议

基于上述研究结论，本文提出如下政策建议。

（1）应将“源头管控”置于政策工具的核心地位，并为其提供更强的法律与财政支持。公众对预防性原则的高度认同和强烈的支付意愿，为推行更为严格的源头禁限用措施、化学品名录动态更新以及绿色替代技术研发提供了社会基础。政策制定者应抓住这一社会共识，将治理关口前移，将有限的公共资源优先配置于最具预防效能的源头治理环节。

（2）构建以“污染者付费”为基石的成本分担机制是确保政策具有社会可接受性的关键。本文研究结果显示，相较于海洋新污染物治理的效果，公众更加重视更为公平的成本分担方案。明确且公平的成本分担机制有助于保障政策的可持续性，缓解公共财政的压力，提高政策的执行效率。因此，有关海洋新污染物治理的成本分担设计，应将公平性作为首要考量，明确污染者的经济责任。

（3）应采取分层、精准的差异化策略。鉴于不同社会群体的核心关切不同，政策沟通应有所侧重。对大多数民众，需强调治理带来的实际效益；而对部分群体，则需着重解释成本分担的公平性与透明度。此外，针对低收入、小规模家庭等倾向于维持现状的群体，应设计配套的经济补偿或费用减免等措施，以降低政策推行的阻力，确保治理的有效进行。

（4）在强有力的源头管控政策影响下，公众对过程控制的偏好在一定程度上被弱化；同时，随着整体治理水平的提升，末端治理的边际减排成本持续上升，过程控制在降低治理总成本、预防流程风险方面的必要性愈发凸显。形成从源头减量到过程降低强度再到末端兜底的框架，清晰划分三者职能边界；发布典型海洋新污染物的单位减排成本对比数据，直观对比末端边际成本上升的劣势与过程控制的优势，避免对源头管控与末端治理的过度依赖。

参考文献（References）：

[1] WANG Fang，XIANG Leilei，LEUNG K SZE-YIN，et al. Emerging contaminants：a One Health perspective[J]. The Innovation，2024，5(4)：100612.

[2] LI Xingyu，SHEN Xiaojing，JIANG Weiwei，et al. Comprehensive review of emerging contaminants：detection technologies，environmental impact，and management strategies[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety，2024，278：116420.

[3] WILLIS K A，SERRA-GONÇALVES C，RICHARDSON K，et al. Cleaner seas：reducing marine pollution[J]. Reviews in Fish Biology and Fisheries，2022，32(1)：145-160.

[4] MAGHSODIAN Z，SANATI A M，MASHIFANA T，et al. Occurrence and distribution of antibiotics in the water，sediment，and biota of freshwater and marine environments：a review[J]. Antibiotics，2022，11(11)：1461.

[5] CUNHA S C，MENEZES-SOUSA D，MELLO F V，et al. Survey on endocrine-disrupting chemicals in seafood：occurrence and distribution[J]. Environmental Research，2022，210：112886.

[6] CARBERY M，O’CONNOR W，PALANISAMI T. Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health[J]. Environment International，2018，115：400-409.

[7] 揭晓蒙，王文涛，咎飞翔，等. 我国海洋环境典型新污染物的分布及生态效应[J]. 海洋环境科学，2024，43(6)：825-840.

JIE Xiaomeng，WANG Wentao，ZAN Feixiang，et al. Distribution and ecological effects of typical emerging pollutants in marine environment of China[J]. Marine Environmental Science，2024，43(6)：825-840.

[8] VASANTHA RAMAN N，DUBEY A，MILLAR E，et al. Monitoring contaminants of emerging concern in aquatic systems through the lens of citizen science[J]. Science of the Total Environment，2023，874：162527.

[9] DAI Mingxiao. How to enhance public participation in environmental governance? evidence from China[J]. Sustainability，2024，16(8)：3154.

[10] 龚虹波. 海洋环境治理研究综述[J]. 浙江社会科学，2018(1)：102-111.
GONG Hongbo. A review on marine environmental governance[J]. Zhejiang Social Sciences，2018(1)：102-111.

[11] SPATARO F，RAUSEO J，PESCATORE T，et al. Tracing emerging contaminants in the Arctic cryosphere：insights from Spitsbergen (Svalbard Archipelago)[J]. Journal of Hazardous Materials，2025，499：140051.

[12] KALAMBATE P K，MANE S，UPADHYAY S S，et al. Advances in electrochemical sensors for monitoring of emerging soil contaminants：innovations，challenges，and environmental impact[J]. TrAC Trends in Analytical Chemistry，2026，194：118503.

[13] LIU Yan，HE Miao，ZHAO Luyao，et al. Nanocellulose functional materials for advanced adsorption and removal of emerging contaminants：green strategies and analytical perspectives[J]. TrAC Trends in Analytical Chemistry，2025，192：118424.

[14] PEI Shasha，LI Binghua，WANG Boxin，et al. Distribution and ecological risk assessment of pharmaceuticals and personal care products in sediments of North Canal，China[J]. Water，2022，14(13)：1999.

[15] 马莹，李想，骆永明. 加强我国新污染物的环境控制技术与管理政策研究[J]. 中国科学院院刊，2025，40(1)：181-192.
MA Ying，LI Xiang，LUO Yongming. Strengthen research on environmental control technologies and management policies for emerging contaminants in China[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences，2025，40(1)：181-192.

[16] 张翰林. 环境时刻：我国新污染物治理的挑战与进路[J]. 探索与争鸣，2025(5)：168-176.
ZHANG Hanlin. Environmental moment：challenges and approaches to the governance of new pollutants in China[J]. Exploration and Free Views，2025(5)：168-176.

[17] KING P. Willingness-to-pay for precautionary control of microplastics，a comparison of hybrid choice models[J]. Journal of Environmental Economics and Policy，2023，12(4)：379-402.

[18] KHEDR S，REHDANZ K，BROUWER R，et al. Public preferences for marine plastic litter management across Europe[J]. Ecological Economics，2023，204：107609.

[19] BORRIELLO A，ROSE J M. The issue of microplastic in the oceans：preferences and willingness to pay to tackle the issue in Australia[J]. Marine Policy，2022，135：104875.

[20] ZHAO Yanan，LI Jingmei. Public risk perception and treatment preferences for marine microplastic pollution：choice experiments and the latent class model[J]. Journal for Nature Conservation，2025，86：126924.

[21] LANCASTER K J. A new approach to consumer theory[J]. Journal of Political Economy，1966，74(2)：132-157.

[22] LUCE R D，DAVIDSON D，SUPPES P，et al. Decision making：an experimental approach[J]. The Journal of Philosophy，1959，56(4)：173.

[23] MCFADDEN D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior[M]//ZAREMBKA P. Frontiers in Econometrics. New York：Academic Press，1972：105-142.

[24] HANLEY N，WRIGHT R E，ADAMOWICZ V. Using choice experiments to value the environment[J]. Environmental and Resource Economics，1998，11(3)：413-428.

[25] ADAMOWICZ W，BOXALL P，WILLIAMS M，et al. Stated preference approaches for measuring passive use values：choice experiments and contingent valuation[J]. American Journal of Agricultural Economics，1998，80(1)：64-75.

[26] 戴爱泉，郝菁，陈亚男，等. 环胶州湾流域总氮总量控制指标体系研究[J]. 海洋科学进展，2019，37(2)：342-354.
DAI Aiquan，HAO Jing，CHEN Yanan，et al. Total load control index system of total nitrogen in Jiaozhou Bay[J]. Advances in Marine Science，2019，37(2)：342-354.

[27] ZHANG Kangning，LIANG Junhua，LIU Tao，et al. Abundance and characteristics of microplastics in shellfish from Jiaozhou Bay，China[J]. Journal of Oceanology and Limnology，2022，40(1)：163-172.

[28] HAN Tongzhu，GAO Liyuan，CHEN Junhui，et al. Spatiotemporal variations，sources and health risk assessment of perfluoroalkyl substances in a temperate bay adjacent to metropolis，North China[J]. Environmental Pollution，2020，265：

115011.

[29] LU Shuang，LIN Chunye，LEI Kai，et al. Endocrine-disrupting chemicals in a typical urbanized bay of Yellow Sea，China：distribution，risk assessment，and identification of priority pollutants[J]. Environmental Pollution，2021，287：117588.

[30] MENG Liujiang，ZHENG Shan，ZHAO Yongfang，et al. Seasonal microplastic ingestion by carnivorous chaetognaths in Jiaozhou Bay，China：field evidence revealing microplastic trophic transfer[J]. Journal of Hazardous Materials，2024，478：135532.

[31] DIETZ S，ATKINSON G. The equity-efficiency trade-off in environmental policy：evidence from stated preferences[J]. Land Economics，2010，86(3)：423-443.

[32] DARDANONI V，GUERRIERO C. Young people’s willingness to pay for environmental protection[J]. Ecological Economics，2021，179：106853.