基于空间距离效应的青岛市浒苔治理支付意愿研究

李京梅[1,2]，张萌萌[1]

（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：支付意愿的空间属性是影响环境物品估值效度的主要因素之一，忽略对空间距离的考量可能导致最终资源环境物品或服务的货币估值产生偏差。文章以青岛市海域浒苔灾害为研究对象，使用条件价值评估法，构建支付意愿函数模型，测算受访者距青岛市海边的距离，探索浒苔治理支付意愿是否存在距离衰减现象；通过划分不同的距离区，测算不同距离区内公众浒苔治理支付意愿，最终汇总得出浒苔治理带来的经济价值。研究结果显示：公众浒苔治理支付意愿“距离衰减”效应明显，距离海边较近的公众倾向于为治理浒苔支付较高的金额；青岛市浒苔治理总经济价值为 9.84 亿元/a；不考虑距离衰减效应最终导致浒苔治理经济价值的高估达 27.03%。研究结论可为空间尺度上的非市场价值评估提供新的研究思路和科学参考，不仅提高了条件价值评估法估值结果的有效性，也提供了更加精准的青岛市浒苔治理经济价值估值。

关键词：浒苔灾害；条件价值评估法；距离衰减；价值评估

中图分类号：P74；X55　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1005－9857(2024)01－0117－09

A Study on Willingness to Pay for the Management of *Enteromorpha prolifera* in Qingdao Based on Spatial Distance Effect

LI Jingmei[1,2], ZHANG Mengmeng[1]

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

Abstract: The spatial attribute of willingness to pay is one of the main factors affecting the valuation validity of environmental goods, and ignoring the consideration of spatial distance may lead to bias in the monetary valuation of the resource environmental goods or services. This paper takes the *Enteromorpha prolifera* in Qingdao sea area as the research object, uses the contingent valuation method, constructs the willingness-to-pay function model, measures the distance of respondents from Qingdao city seashore, and explores whether there is a distance decay phenomenon in the willingness to pay for *Enteromorpha prolifera* management; this paper measures the public willingness to pay for *Enteromorpha prolifera* management in different distance zones by dividing them into different distance zones, and aggregates them to obtain the total economic value of *Enteromorpha prolifera* management. The results show that: the willing-

收稿日期：2023-04-18；**修订日期**：2023-12-01

基金项目：国家社会科学基金重大项目“海洋生态损害补偿标准与制度设计”(16ZDA049).

作者简介：李京梅，教授，博士，研究方向为海洋资源价值评估、海洋生态补偿

ness to pay for the management of *Enteromorpha prolifera* is obviously distance decay, and the public closer to the seashore tends to pay higher; the total economic value of *Enteromorpha prolifera* management in Qingdao is 984 million yuan/year; disregarding thedistance decay effect will eventually lead to an overestimation of the economic value of *Enteromorpha prolifera* management by up to 27.03%. The findings of the study can provide new research ideas and scientific references for non-market value assessment at the spatial scale, which not only improves the validity of the valuation results of the contingent valuation method, but also provides a more accurate economic value of *Enteromorpha prolifera* management in Qingdao.

Keywords: *Enteromorpha prolifera*, Contingent valuation method, Distance decay, Value evaluation

0 引言

条件价值评估法(Contingent Valuation Method, CVM)通过构建假想市场,以问卷调查的方式直接询问被调查者对生态环境资源改善的支付意愿(Willingness to Pay, WTP)或忍受资源损失的受偿意愿(Willingness to Accept, WTA),对那些无法在市场中表达其价值的资源环境物品或其所提供的服务进行货币估值。近年来,空间属性在非市场价值评估中逐渐得到重视,空间属性与受访者支付行为的相关性越来越被认可。

目前,受访者支付意愿的空间属性分析通常聚焦于"距离衰减"效应上,"距离衰减"效应是指受访者愿意支付的最大支付意愿与距离呈反向变动关系[1-3]。这种反向变动关系之所以存在,一是随着受访者距所研究环境物品越远,其旅行时间和机会成本就会越大[4];二是如若受访者越接近环境物品所在地区,则更有可能掌握关于该地区更为全面的信息,从而表现出较为强烈的支付意愿[5];三是居住在离环境改善地区较近的受访者拥有更加强烈的道德义务感[6];四是替代品的可用性将随着受访者距环境物品的距离增加而提高,即距环境物品越远的受访者可能拥有更多的选择,那么人们对该环境物品所愿意支付的最大支付意愿就越低[2,7-8]。

学者们的大量实证研究也都为支付意愿与距离有关这一说法提供支持,并在如何根据距离衰减效应获取精准的环境效益值做出了贡献。Sutherland 等[9]基于距离影响支付意愿的假设,建立支付意愿函数模型,得出每个家庭为保护 Flathead 湖水质的支付意愿随受访者距湖泊距离增加而减小。Bateman 等[10]在研究公众改善泰姆河水质支付意愿时,将距离衰减效应纳入支付意愿函数模型中,研究结果表明,不同空间位置上的受访者为改善泰姆河水质所愿意支付的金额存在差异性,验证了支付意愿距离衰减效应的存在。Concu[11]通过设计距离与支付意愿关系的最佳拟合模型,指出遗漏距离变量会使得最终汇总值产生偏差,最终导致资源的错误分配。

国内学者研究空间属性与 WTP 之间的关系较晚。敖长林等[12]在评估三江平原湿地生态保护价值时,引入距离变量,分析受访者距三江平原湿地的距离对保护三江平原支付意愿的影响。模型结果表明,距离三江平原较近的受访者倾向于为保护三江平原湿地支付更高的金额,即受访者支付意愿具有"距离衰减"特征。尚海洋等[13]借助多分类 Logit 模型,对干旱区内陆河流域农户生态补偿支付意愿的空间异质性进行分析,研究结果表明流域农户支付意愿呈现明显的"距离衰减"规律。魏强等[14]使用选择实验法,纳入距离变量,构建随机效应 Logit 模型,评估曹妃甸滨海湿地生态系统支持服务价值。研究结果显示,随着距曹妃甸滨海湿地距离的增加,支持服务价值会呈现逐渐衰减的趋势,该研究结果揭示了支持服务价值的空间演变和区域差异。

目前距离与 WTP 这种反向变动关系已经充分应用在湿地管理、水质改善、垃圾治理以及生态系统服务价值评估等领域中,相关学者就距离是否对

WTP 产生影响进行了充分的检验。并建议在汇总支付意愿时应将距离因素纳入进去，否则会导致最终估值产生偏差。

自 2007 年以来，浒苔连续 16 年在每年的 6—7 月登陆青岛，呈现连续性、大规模暴发态势。浒苔覆盖海面会对海洋生态环境造成严重影响[15]，海洋生物种群结构变化，海洋生物多样性降低[16]。不仅如此，浒苔大规模暴发也严重影响滨海景观[17]，致使滨海休闲项目和海上体验项目无法正常开展，严重干扰了公众旅游观光和水上运动等相关活动，公众的环境福利水平下降[18]。基于我国浒苔灾害连年发生，对沿海经济活动和海洋生态环境造成严重危害的现实背景，国内学者相继开展浒苔损害评估。大多学者使用条件价值评估法或选择实验法(Choice Experiments，CE)研究公众的浒苔灾害治理支付意愿，测算浒苔灾害造成的滨海旅游价值损失等[18-21]，研究结论对制定浒苔治理政策具有现实性的指导意义。

浒苔暴发时会在海面上大面积漂浮，被打捞上来若不及时处理，会在沿岸堆积，破坏滨海景观。海面上漂浮和沿岸堆积的大量浒苔严重影响生活在海边附近地区居民的视觉感官，那些靠近海边地区的居民会更加直观地感受到浒苔腐败后的恶臭气味。因此，在浒苔发生与治理背景下研究公众浒苔治理支付意愿时，有理由作出一个假设，即那些距海边较近地区的人们可能会对浒苔治理愿意支付更多的金额，此时研究距海边不同距离上人们的浒苔治理支付意愿差异就显得十分重要。对青岛市居民浒苔治理支付意愿的距离衰减效应进行可靠估计可防止遗漏变量，并可规范 CVM 汇总个人 WTP 的步骤与程序，有效减小 CVM 的估值结果偏差。

本文选取青岛市海域为研究区域，使用支付卡式条件价值评估法，通过纳入距离变量，构建支付意愿函数模型，研究浒苔治理支付意愿的空间演化路径和衰减模式，揭示青岛市居民浒苔治理支付意愿的影响因素。本文还通过划分距离区进行浒苔治理总支付意愿的汇总，以期获得更加精准的浒苔治理经济价值货币估值，将此结果与传统 WTP 估计模型结果进行比较，进一步验证在 CVM 中引入空间距离的重要性。这可以在 CVM 研究中添加空间维度，为改进 CVM 的估值有效性提供借鉴，可进一步提高 CVM 非市场商品货币估值结果的精确性和有效性。

1　研究方法与模型构建

1.1　条件价值评估法基本原理

从经济学角度来看，CVM 本质上评估的是希克斯消费剩余。在此，以浒苔治理为例，假定个体的效用 U 是滨海环境状态 X_1 、收入 y 以及其他基本社会属性 s 的函数，可表示成 $U=U(X_1,y,s)$。当实施浒苔治理项目或工程后，使青岛的滨海环境恢复至浒苔发生前的状态，即浒苔完全消失，滨海环境状态得以改善，从 X'_1 改善至 X''_1，即 $X''_1>X'_1$。个人的效用水平相应发生变化，个人效用水平从 U^0 提升至 U^1。此时，个体应做出一定的收入变化以维持总福利水平不变，假设个体为浒苔治理愿意支付的货币数额为 c，则有 $U^1=U(X''_1,y-c,s)\geqslant U^0=U(X'_1,y,s)$，该数额 c 即为个体为浒苔治理而愿意支付的 WTP。良好的滨海环境是公共物品，将个体 WTP 进行汇总即可得到总支付意愿值，该值即为浒苔治理带来的经济价值。

本文使用支付卡式调查问卷询问受访者浒苔治理的支付意愿，受访者在一组有序的投标值中选出其最大支付意愿区间，受访者真实支付意愿 WTP_i 则位于其选择区间的最小投标值 t_{li} 和最大投标值 t_{hi} 之间，即 $t_{li}<\mathrm{WTP}_i<t_{hi}$。受访者真实支付意愿为其选择区间的中点值，即：

$$\mathrm{WTP}_i=\frac{t_{li}+t_{hi}}{2} \tag{1}$$

1.2　距离测算

精准测算受访者距环境物品的距离对后续实证分析具有十分重要的意义。在进行距离测算时，需要对被研究环境物品的形状进行界定。如果从分布形式上看，环境物品呈线状分布，例如河流、山脉等，可将此类环境物品看作一条曲线，通过多项式函数模拟环境物品曲线方程，进而测算一点到此曲线的最短距离[22]。

在浒苔治理情境下计算受访者距青岛市海边

的最短距离时，可以将青岛市海边沿岸近似看成一条曲线。但由于青岛市海边曲线形状较为复杂，求解切线方程的计算量较大，并且利用切线方程计算点到曲线的最短距离时，在曲线上某点存在不可导等特殊情况下并不适用。本文计算受访者到青岛市海边距离时，以青岛市各个区、市管辖的街道办事处或乡镇为基本单元，受访者距青岛市海边距离可以近似看成是所在街道办事处或乡镇行政所在地距青岛市海边的最短距离。其中需要说明的是，平度市和莱西市距青岛海边较远，并与海不相邻，因此本文直接将平度市和莱西市分别作为一个基本单元。本文计算受访者距青岛市海边距离的具体步骤如下。

(1)确定青岛市海边沿岸的几何形状和位置，将青岛市海边的形状离散化，选取曲线上的一些点，将其定义为一组有序目标点，组成一个点序列。

(2)使用百度地图的坐标拾取器功能读取各个街道办事处或乡镇行政所在地的经纬度坐标和有序目标点的经纬度坐标。

(3)计算受访者距点序列中所有目标点的距离，具体计算公式如下：

$$d_i = 2\text{rargsin}\left[\sqrt{\sin^2\left(\frac{\text{lat}_m-\text{lat}_i}{2}\right)+\cos(\text{lat}_m)\cos(\text{lat}_i)\sin^2\left(\frac{\text{lon}_m-\text{lon}_i}{2}\right)}\right] \quad (2)$$

式中：d_i 为第 i 位受访者距青岛市海边的距离；r 为地球半径；lat_i 为第 i 个街道办事处或乡镇行政所在地的纬度；lat_m 为第 m 个目标点的纬度；lon_i 为第 i 个街道办事处或乡镇行政所在地的经度；lon_m 为第 m 个目标点的经度。

(4)计算所选的目标点与受访者之间的距离，选取最小值即为受访者距青岛市海边的最短距离。

通过以上步骤，即可得出每位受访者距青岛市海边的最短距离，该结果可直接运用到后面的模型分析中。

1.3 距离函数模型构建

本文通过加入距离变量，构建支付意愿函数模型，探索受访者浒苔治理支付意愿的最佳空间表现模式和最佳的支付意愿函数模型，验证支付意愿具有距离衰减性。本文借鉴 Bateman 等[10]和 Concu[11]的做法，引入下列两种模型，选取拟合度最优的模型，以期能获得准确的距离衰减表现形式，提高估计结果的准确度，减小模型估算结果偏差。

模型 1：

$$\text{WTP}_i = \alpha\ \text{dis}_i + \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

模型 2：

$$\text{WTP}_i = \alpha \ln \text{dis}_i + \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

式中：WTP_i 为受访者的支付意愿；dis_i 为第 i 位受访者距青岛市海边的距离；α 为距离变量的系数；X_i 为影响 WTP 的其他属性变量；β_i 为其他属性变量所对应的系数；ε_i 为随机误差项。

2 研究区概况与数据来源

2.1 研究区概况

青岛市地处山东半岛东南部，濒临黄海，海域面积约 1.22 万 km^2，广阔的海域空间及丰富的海洋生物资源为青岛市经济发展提供了良好的基础条件。但 2007 年以来，青岛市浒苔连年暴发，2021 年黄海浒苔的覆盖面积一度高达 2020 年的 9 倍之多。2021 年 7 月 6 日，青岛市管辖海域浒苔分布面积约为 9 290 km^2，覆盖面积约为 490 km^2。浒苔治理是我国海洋生态文明建设的重要内容，在此背景下，开展青岛市公众浒苔治理支付意愿调查，测算浒苔治理总经济价值，可为青岛市开展浒苔治理、制定浒苔治理政策提供有效参考和重要理论依据。

2.2 数据来源

本文采取问卷调查形式收集研究数据。根据预调查过程中受访者反馈信息，对问卷内容进行适当删减与修改，确定最终问卷。此次调查问卷主要包含以下内容。

(1)背景介绍和浒苔认知调查。向受访者介绍浒苔现状、浒苔造成的影响以及开展浒苔治理重要性，帮助受访者更好地了解评估对象和评估目的。询问受访者去海边游玩的次数和受访者对浒苔灾害关注程度等，以获取受访者对浒苔的了解和认知程度。

(2)浒苔治理支付意愿调查。使用支付卡引导方式获取受访者对青岛市浒苔治理的支付意愿，在此提醒受访者设计此问题是希望了解他们的“支付意愿”，不表示他们将真正支付这笔费用，并提醒受访者根据自身真实情况作答，以提高其支付意愿的

真实性。

(3)受访者社会经济特征调查。询问受访者年龄、性别、收入、受教育程度等相关信息。

(4)受访者位置调查。通过询问受访者街道信息、小区位置及距离其最近的公交站或地铁站，以获得受访者位置。

课题组于 2022 年 8—9 月进行正式调研，调查小组主要由中国海洋大学经济学院研究生组成。问卷设计完成之后对调研小组进行先期培训，培训中告知调查人员应对被调查者提出的任何有关支付意愿水平选择及其他问题进行详细解释，以保证问卷调查的有效性。本次调查对象为青岛市居民，采用线下面对面调查和线上发放相结合的方式，为保证调研对象具有代表性，采取随机抽样方式，问卷投放区域覆盖青岛市的 7 区 3 市。最终共发出调查问卷 330 份，回收 309 份，回收率 93.64%，其中剔除无效作答问卷及非青岛市居民作答问卷后，得到有效问卷为 270 份。

2.3　变量选取

本文选取了距离变量及其他社会经济变量，变量的选取及赋值说明如表 1 所示。

表 1　变量解释与说明

Table 1　Variable explanation and description

变量名	变量含义	赋值方法
DIS	距青岛市海边的距离	DIS=距离
MALE	性别	男=1，女=2
INC	年收入/万元	2 以下=1，2～5=2，5～8=3，8～12=4，12～24=5，24 以上=6
AGE	年龄/岁	19 及以下=1，20～29=2，30～39=3，40～49=4，50～59=5，60 及以上=6
EDU	受教育程度	初中及以下=1，高中及中专=2，本科及大专=3，研究生及以上=4
CON	对浒苔的关注程度	非常关注=1，比较关注=2，一般=3，比较不关注=4，非常不关注=5

3　统计分析与结果

3.1　受访者基本特征描述性统计

对受访者社会经济特征进行统计分析，结果显示男性占比 41.85%，女性受访者占比为 58.15%，男女比例基本相当；受访者主要为 18 岁以上人群，其中年龄 19～29 岁的比例最高，为 30.74%，其次为 30～39 岁，占比为 22.96%；36.30%的受访者受教育程度为本科及大专。样本基本包含了青岛市区域内不同层次或水平的群体，分布范围较广，具有较好代表性，符合本文需要，可进行后续研究。

从受访者的回答情况来看，32.16%的受访者认为浒苔对青岛市海域生态环境造成了严重影响，44.71%的受访者认为浒苔对青岛市海域生态环境比较有影响，反映公众对浒苔损害有基本的认知能力；从关注程度上来看，36.67%的受访者对浒苔治理较为关注，而 10%的受访者对浒苔治理非常关注，表明青岛市居民对浒苔治理具有较高的关注程度；针对受访者的支付意愿回答情况，愿意为治理浒苔支付一定费用的受访者占比 89.63%，对于那些不愿意为浒苔治理支付费用的受访者而言，不愿意进行支付的原因主要为收入水平有限，没有能力支付和治理浒苔是政府的责任，应由政府来支付。

3.2　浒苔治理支付意愿的空间距离效应

本文以受访者浒苔治理支付意愿为因变量，受访者距青岛市海边的距离、性别、年收入、年龄、受教育程度及对浒苔治理的关注程度为自变量，分别对以下 3 种 WTP 模型进行参数估计，模型估计结果如表 2 所示。

表 2　支付意愿函数模型估计结果

Table 2　Willingness-to-pay function model estimation results

变量	不考虑距离衰减效应	考虑距离衰减效应	
		模型 1	模型 2
DIS		−1.855***	
LnDIS			−27.547***
MALE	−12.084	−6.460	−13.206
INC	9.355**	8.000*	8.305*
AGE	8.627	9.448*	9.138*
EDU	−11.001	−8.643	−7.849
CON	−28.064***	−21.024**	−20.595**
常数项	188.791***	177.809***	205.979***
Adjust-R^2	0.064	0.133	0.142

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著。

从表 2 可以看出，受访者距青岛市海边的距离

是影响浒苔治理支付意愿的主要因素之一，且系数符号为负值。说明在其他条件不变的情况下，随着受访者与青岛市海边距离的增大，受访者的支付意愿也随之下降，公众浒苔治理支付意愿在空间上表现出了明显的距离衰减效应。不仅如此，通过比较传统 WTP 模型和考虑距离衰减效应模型的拟合优度，后者拟合度大于前者，说明考虑距离衰减效应模型对受访者支付行为具有更高解释力。比较模型 1 和模型 2 的结果，模型 2 拟合度更大，支付意愿在空间上的表现形式也更加符合模型 2 的假设。

为进一步探讨受访者浒苔治理支付意愿的空间差异，本文进行划分距离区，即将青岛市居民划分入几个距离区中，不同距离区的人们距青岛市海边的距离差异较大，相同距离区内的人们距青岛市海边的距离相差较小。在此，基于上述测算得到的各基本单元距青岛市海边距离数据，将其由小到大进行排序并标号，画出距离与序号的散点图，结果如图 1 所示。

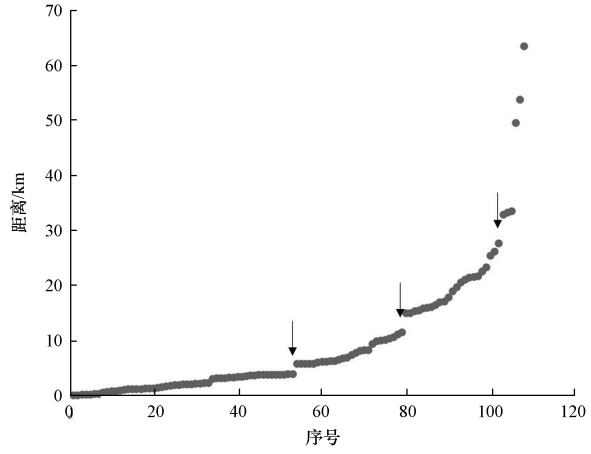

图 1 距离与序号散点

Fig. 1 Distance vs. ordinal number scatter plot

图 1 中，距离随序号呈阶梯式增长，以此图为依据，可将青岛市划分为 4 个区域，分别为 D1、D2、D3、D4。在这 4 个区域内，区域内距离并无较大波动，区域间距离呈现增长态势。其中 D1 区域内居民距青岛市海边的范围在 0～4.1 km；D2 区域内居民距青岛市海边的范围在 6～11.7 km；D3 区域内居民距青岛市海边的距离范围在 15.2～27.8 km；D4 区域内居民距青岛市海边的范围在 33～63.6 km。D1、D2、D3、D4 距离青岛市海边的距离依次增加。

以距离分区结果为基础，将 D1、D2、D3、D4 的样本均值代入模型 2 的估计结果中，可得 D1 区域内样本平均 WTP 最高，为 140.58 元/(人·a)，D2 区域内样本平均 WTP 次之，为 108.11 元/(人·a)，D3 区域内样本平均 WTP 为 76.02 元/(人·a)，D4 区域内样本平均 WTP 为 33.56 元/(人·a)。距离青岛市海边越近的区域内样本平均 WTP 越大，也验证了受访者浒苔治理支付意愿存在距离衰减现象。具体结果如表 3 所示。

表 3 各区域平均支付意愿统计

Table 3 Average willingness-to-pay statistics by region

区域	平均 WTP/(元·人$^{-1}$·a^{-1})
D1	140.58
D2	108.11
D3	76.02
D4	33.56

3.3 浒苔治理支付意愿其他影响因素分析

从表 2 模型估计结果可知，受访者收入水平和对浒苔的关注程度对治理浒苔支付意愿有显著影响，而受访者性别、教育程度对支付意愿影响并不显著。其中，受访者收入水平与浒苔治理支付意愿呈正相关，收入越高的受访者对环境物品的实际支付能力越强，越倾向于提供更多支付，与以往绝大多数非市场估值研究结果相符合。另外，受访者对浒苔的关注程度与支付意愿呈正相关，对浒苔灾害表现出越多关注的受访者，更能意识到浒苔灾害带来的严重后果，倾向于选择更高的支付金额。

3.4 浒苔治理经济价值核算

以往的研究范式通过将所有样本的平均支付意愿乘以汇总区域内总人数，进而测算总支付意愿值，但并未考虑到公众支付意愿空间上的差异性，即距环境物品不同远近地区上的人们为改善环境所愿意支付的最大支付意愿不同，这种计算方法可能会导致最后结果出现偏差。因此，本文通过对不同距离区上人们的支付意愿进行加总，最终汇总得到浒苔治理的总经济价值。具体公式为：

$$AWTP=\sum_{n=1}^{n} MWTP_n \times people_n \quad (5)$$

式中：AWTP 为青岛市公众浒苔治理总支付意愿值；n 为划分成了 n 个区域；$MWTP_n$ 为第 n 个区域上的受访者浒苔治理平均支付意愿；$people_n$ 为第 n 个区域内的人口数。

通过将样本均值和区域内对应的人口数代入上式，其中区域内人口采用第 7 次人口普查数据，最终可得浒苔治理经济价值，具体结果见表 4。

表 4　总支付意愿值测算

Table 4　Total willingness-to-pay value measurement

区域	平均 WTP/（元·人$^{-1}$·a^{-1}）	人口数/万人	总支付意愿值/（亿元·a^{-1}）
D1	140.58	352.70	9.84
D2	108.11	235.24	
D3	76.02	205.44	
D4	33.56	231.04	

从表 4 可看出，通过划分距离区汇总得到的浒苔治理总支付意愿值为 9.84 亿元/a，即浒苔治理总经济价值为 9.84 亿元/a。若按照以往的研究范式，即构建不考虑受访者距离因素的支付意愿函数模型，得出受访者浒苔治理的平均支付意愿，将样本均值直接乘以青岛市总人口。最终得到每人每年愿意为浒苔治理支付 121.91 元，青岛市公众的浒苔治理总支付意愿值为 12.50 亿元。因此，传统的不考虑距离衰减模型计算结果会造成汇总值高估，比模型 2 结果高估了 27.03%。

通过查阅之前青岛市浒苔治理非市场价值评估文献，发现以前大多数浒苔治理研究调查区域多集中于市南、市北、崂山和李沧市内 4 个区，而这些区域距海边距离较近，若将这 4 个区的样本均值直接应用于计算整个青岛市公众浒苔治理总支付意愿值，会在一定程度上导致最终的浒苔治理经济价值计算结果偏高。

4　结论与讨论

4.1　结论

正确地认识并处理空间距离因素是提高 CVM 方法有效性的关键步骤。本文选取青岛市海域为研究区域，使用支付卡式 CVM 调查问卷所获数据，构建浒苔治理支付意愿的参数化模型，划分不同的距离区，评估青岛市公众浒苔治理的总支付意愿值，主要结论如下。

（1）本文通过测算受访者距青岛市海边的距离，引入距离变量，构建支付意愿函数模型。模型估计结果显示，距离对受访者浒苔治理支付意愿具有显著负向影响，受访者浒苔治理支付意愿距离衰减效应明显。本文将青岛市分为 4 个距离区，不同距离区上受访者的平均支付意愿存在明显的空间差异，距离青岛市海边较近的受访者倾向于为浒苔治理支付更高的金额。

（2）通过计算 4 个距离区上的公众浒苔治理支付意愿，并对其进行加总，最终可得到青岛市浒苔治理总经济价值为 9.84 亿元/a，该值可为后续建立浒苔生态补偿机制提供技术依据。

（3）传统 WTP 模型计算出的浒苔治理总支付意愿值高于模型 2 计算结果。在青岛市浒苔发生背景下，不考虑距离变量的 WTP 估计模型会导致最终汇总值的高估高达 27.03%。估值结果表明在条件价值评估法研究中，纳入对受访者距环境物品空间距离的考量可有效提高 CVM 资源环境商品货币估值的科学性，提高评估结果的有效性和精确性。在后续环境商品价值评估时，应充分考虑到受访者距待评估环境商品的距离，并针对距离如何影响受访者支付意愿进行讨论，否则将会导致 CVM 估值结果产生偏差。

4.2　讨论

由于 CVM 具有假想市场的特殊性，评估结果偏差问题一直受到学者们的高度重视。近年来，越来越多的学者把空间因素与 CVM 方法结合，以期提高 CVM 估值结果的准确性。但由于所研究环境商品本身特征、替代品的存在等因素，受访者支付意愿的空间表现模式可能较为复杂。本文虽对浒苔治理支付意愿的距离衰减效应进行了初步探索，但在今后的研究中仍存在以下问题有待进一步完善。

（1）将空间信息进一步整合到非市场估值中的需求可能会持续增加，但是支付意愿的空间表现形

式的复杂性为后续支付意愿汇总计算带来了一定难度,空间估值函数精度也有待提高,如何将地理信息系统(GIS)和 CVM 更加紧密地结合是后续非市场价值评估过程必须突破的一环。

(2)本次研究中发现一些受访者虽然不在青岛市居住,但是仍然选择了较高的浒苔治理支付意愿。在之后的研究中,可在探讨支付意愿的距离效应基础上,进一步探索环境改善效益的空间演化过程,确定环境质量改善的社会福祉效应辐射范围,并据此估计环境物品受益的人群范围,因为这可能与之前选用的行政管辖区范围不重合。

(3)限于调研条件限制,本次共发放调研问卷 330 份,最终得到有效样本 270 份。虽调研样本具有较好的代表性,为后续研究提供了有效可靠的数据支撑,但在未来的研究中可进一步扩大样本量,增强研究结果的科学性。

参考文献(References):

[1] CHO S H, YEN S T, BOWKER J M, et al. Modeling willingness to pay for land conservation easements: treatment of zero and protest bids and application and policy implications[J]. Journal of agricultural and applied economics, 2008, 40(1): 267-285.

[2] JøRGENSEN S L, OLSEN S B, LADENBURG J, et al. Spatially induced disparities in users' and non-users' WTP for water quality improvements-testing the effect of multiple substitutes and distance decay[J]. Ecological Economics, 2013, 92: 58-66.

[3] LEE J. Calculation of total benefit by the contingent valuation method for cost-benefit analysis: focusing on income and distance-decay effects[J]. KDI Journal of Economic Policy, 2014, 36(1): 43-80.

[4] GLENK K, JOHNSTON R J, MEYERHOFF J, et al. Spatial dimensions of stated preference valuation in environmental and resource economics: methods, trends and challenges[J]. Environmental and Resource Economics, 2020, 75: 215-242.

[5] HANLEY N, SCHLäPFER F, SPURGEON J. Aggregating the benefits of environmental improvements: distance-decay functions for use and non-use values[J]. Journal of Environmental Management, 2003, 68(3): 297-304.

[6] ROLFE J, WINDLE J. Distance decay functions for iconic assets: assessing national values to protect the health of the great barrier reef in Australia[J]. Environmental and Resource Economics, 2012, 53: 347-365.

[7] DE VALCK J, ROLFE J. Spatial heterogeneity in stated preference valuation: status, challenges and road ahead[J]. International Review of Environmental and Resource Economics, 2018, 11(4): 355-422.

[8] SCHAAFSMA M, BROUWER R, GILBERT A, et al. Estimation of distance-decay functions to account for substitution and spatial heterogeneity in stated preference research[J]. Land Economics, 2013, 89(3): 514-537.

[9] SUTHERLAND R J, WALSH R G. Effect of distance on the preservation value of water quality[J]. Land Economics, 1985, 61(3): 281-291.

[10] BATEMAN I J, DAY B H, GEORGIOU S, et al. The aggregation of environmental benefit values: welfare measures, distance decay and total WTP[J]. Ecological Economics, 2006, 60(2): 450-460.

[11] CONCU G B. Investigating distance effects on environmental values: a choice modelling approach[J]. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 2007, 51(2): 175-194.

[12] 敖长林, 陈瑾婷, 焦扬, 等. 生态保护价值的距离衰减性:以三江平原湿地为例[J]. 生态学报, 2013, 33(16): 5109-5117.
AO Changlin, CHEN Jinting, JIAO Yang, et al. The effect of distance on the ecological conservation value: a case study of Sanjiang Plain Wetland[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(16): 5109-5117.

[13] 尚海洋, 寇莹, 宋妮妮, 等. 干旱区内陆河流域农户生态补偿支付意愿的空间异质性分析:以石羊河为例[J]. 冰川冻土, 2020, 42(4): 1376-1383.
SHANG Haiyang, KOU Ying, SONG Nini, et al. Spatial heterogeneity analysis of farmers' willingness to pay ecological compensation in arid inland river basin: take Shiyang River basin as an example[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2020, 42(4): 1376-1383.

[14] 魏强, 席增雷, 苏寒云, 等. 曹妃甸滨海湿地生态系统支持服务价值空间分异研究[J]. 地理科学, 2021, 41(5): 890-899.
WEI Qiang, XI Zenglei, SU Hanyun, et al. Spatial differentiation of supporting service value of coastal wetland ecosystem in the Caofeidian District of Tangshan in Hebei Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(5): 890-899.

[15] 刘桂梅, 李海, 王辉, 等. 我国海洋绿潮生态动力学研究进展[J]. 地球科学进展, 2010, 25(2): 147-153.
LIU Guimei, LI Hai, WANG Hui, et al. A review on the ecological dynamics studies of Green tide in China[J]. Advances in Earth Sci-

ence，2010，25(2)：147－153.

[16] 宋秀凯，张秀珍，刘爱英，等. 浒苔过量繁殖后海区环境因子与浮游植物群落演替规律研究[J]. 安全与环境学报，2011，11(2)：150－157.
SONG Xiukai，ZHANG Xiuzhen，LIU Aiying，et al. Relationship between phytoplankton community succession and environmental factors after *Enteromorpha prolifra* bloom[J]. Journal of Safety and Environmrnt. 2011，11(2)：150－157.

[17] 刘佳，张洪香，张俊飞，等. 浒苔绿潮灾害对青岛滨海旅游业影响研究[J]. 海洋湖沼通报，2017 (3)：130－136.
LIU Jia，ZHANG Hongxiang，ZHANG Junfei，et al. Study on the effect of green tide disaster in Qingdao coastal Tourism[J]. Transactions of Oceanology and Limnology，2017，(3)：130－136.

[18] 刘佳，刘宁. 浒苔绿潮影响下滨海旅游环境价值损失及影响因素：以青岛市海水浴场为例[J]. 资源科学，2018，40(2)：392－403.
LIU Jia，LIU Ning. Evaluating the environmental value loss of coastal tourism and influencing factors under the influence of *Enteromorpha prolifera* disasters at the bathing beaches in Qingdao[J]. Resources Science，2018，40(2)：392－403.

[19] 雷亮，李京梅. 浒苔对胶州湾海域休闲娱乐功能的损害评估[J]. 海洋开发与管理，2016，33(9)：65－69.
LEI Liang，LI Jingmei. An assessment of *Enteromorpha's* damage to Jiaozhou Bay's ecosystem service in recreation[J]. Ocean Development and Management，2016，33(9)：65－69.

[20] 单菁竹，李京梅，林雨霏，等. 改进选择实验法在居民浒苔治理意愿评估中的应用[J]. 资源科学，2018，40(10)：1943－1953.
SHAN Jingzhu，LI Jingmei，LIN Yufei，et al. Application of the choice experiment to the evaluation of willingness to manage *Enteromorpha prolifera* disasters from the perspective of attribute cut-offs[J]. Resources Science，2018，40(10)：1943－1953.

[21] 许志华，李淑琴，李京梅，等. 陈述偏好中的政策与支付结果性效应研究[J]. 中央财经大学学报，2021 (3)：88－101.
XU Zhihua，LI Shuqin，LI Jingmei，et al. The research on the effects of policy and payment consequentiality on the stated preferences [J]. Journal of Central University of Finance & Economics，2021 (3)：88－101.

[22] 敖长林，高丹，毛碧琦，等. 空间尺度下公众对环境保护的支付意愿度量方法及实证研究[J]. 资源科学，2015，37(11)：2288－2298.
AO Changlin，GAO Dan，MAO Biqi，et al. Methods for measuring public willingess to pay for enviromental conservation and empirical research under spatial scale[J]. Resources Science，2015，37(11)：2288－2298.