

中国城市居民对青藏高原生态资产的支付意愿 ——以中国27市为例

张锐¹, 刘焱序¹, 赵嵩¹, 傅伯杰^{1,2}

(1. 北京师范大学地理科学学部, 地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875;
2. 中国科学院生态环境研究中心, 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

摘要: 青藏高原作为一个独特的生态—地理单元, 其多种生态系统服务向周边各个区域供给, 这种区域差异有可能引起青藏周边地域居民对其生态系统服务的感知不同, 进一步影响生态管理对策的制定。选取27个城市, 基于13254份网络问卷, 通过支付意愿法探究城市居民对青藏高原生态系统服务感知的区域差异及其原因。结果表明: (1) 不同区域支付金额存在显著差异, *WTP* 从高到底为东北—华北地区、东南沿海地区、西北地区、中部地区和西南地区, 年平均支付金额分别为1185.7元、1021.1元、1012.3元、957.1元和894.7元。(2) 总金额中六项生态系统服务的分配比例依次为水源涵养 > 碳固定 > 土壤保持 > 生物多样性保育 > 污染物净化 > 美学景观, 其中水源涵养和美学景观的比例区域差异小; 土壤保持的比例西南和西北地区较大, 距平值为1.68%和1.87%; 污染物净化沿海地区、西南和中部地区金额分配比例较大, 距平值分别为2.04%、2.20%、2.20%; 碳固定和生物多样性保育不具备显著的区域差异性。(3) 在支付金额的影响程度上, 管理意愿 > 主观认知 > 客观情况; 其中对国家政策响应的积极性与支付金额关联性最大。(4) 生态系统服务类型和城市发展水平对支付金额区域差异起主导因素, 水源涵养和美学景观各个区域的影响因素相似, 一线城市受个人客观情况影响较小; 空间距离仅能影响生物基因保育服务与人均月收入的相互关联。研究结果可以为基于利益相关者生态系统服务需求的青藏高原生态资产价值化与管理提供借鉴。

关键词: 青藏高原; 生态资产; 支付意愿; 影响因素; 区域差异

生态资产是链接自然资源和人类社会的桥梁^[1,2], 一般取自然资本与生态系统服务的交集分别作为存量和流量来定义生态资产^[3]。在当下人与自然环境融合程度加深、人地内生化趋势加剧的形势下, 不仅要注重生态系统服务的价值评估 (Ecosystem Service Value, ESV), 也要兼顾人类对于生态系统服务的感知, 进而达到从人地耦合视角出发指导区域可持续发展的目的^[4,5]。陈述偏好法 (Stated Preference Methods, SPM) 是生态系统服务研究中的重要手段^[6]。其中, 支付意愿法 (Willing to Pay, WTP) 采用问卷调查形式, 将人类对于生态系统服务的感知与其背景信息相联系, 在评估生态系统服务的同时^[6-8], 能够深入到人类行为因素探究层面, 其结果具备良好的服务对象指向性, 有助于对区域

收稿日期: 2019-05-14; 修订日期: 2019-11-03

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项课题 (XDA20020402); 第二次青藏高原综合科学考察研究项目 (2019QZKK0405); 国家自然科学基金项目 (41861134038); 中央高校基本科研业务费专项

作者简介: 张锐 (1991-), 女, 甘肃平凉人, 博士研究生, 研究方向为综合自然地理与景观生态。

E-mail: zhangrui01@bnu.edu.cn

通讯作者: 刘焱序 (1988-), 男, 陕西西安人, 博士, 讲师, 研究方向为综合自然地理学与景观生态。

E-mail: yanxuli@bnu.edu.cn

生态管理政策的制定提供更加直观的指导^[9-11]。

对于复杂生态系统,其各项生态系统服务供给可能遍布不同的地理和经济背景区域,进而由这种区域差异引起人类对生态系统服务感知和管理意愿的差异^[12-17]。相关研究也表明,区域因素会影响生态系统服务的支付意愿或作用机制^[18]。例如:在热带森林资源保护的相关研究中发现,热带国家对于森林资源保护表现出更高的支付意愿^[19];中国石羊河流域生态管理意愿调查表明,民众的支付意愿在上、中、下游表现不同^[13];瑞典两个区域的河流修复意愿调研表明,调查对象的选择权和支付意愿表现出明确的空间变异性^[6,20];在英格兰的洪水防范管理中发现,距离防范区域越近的人表现出越强的支付意愿^[9];此外,基于离散选择实验的部分生态商品选择研究也发现,区域差异会影响人类对于环境产品的价值观念和选择^[18,21-24]。因此,在人类对于生态系统服务感知的研究中,探寻区域因素造成的支付意愿和影响机制偏差,对于生态资产价值化结论的有效性和因地制宜制定生态管理政策十分重要。

青藏高原由于其特殊的地理环境,不仅是全球气候和生态监测的敏感区和先兆区,也为包括我国在内的周边区域提供了重要的水源涵养、土壤保持、生物基因等多种生态系统服务,因此,在全国范围内探究人类对于青藏高原生态系统服务的感知,对泛第三极生态环境保护和可持续发展具有战略指导意义。然而,由于被访者属性、地理距离、经济发展水平等地理特征差异,不同区域的人是否会对青藏高原的生态资产感知有所不同?Logar等^[21]研究表明在使用SPM评估生态资产价值时,空间变异因子是影响公众认知和支付意愿的重要因素,公众的支付意愿会随着区域的经济和地理背景不同而出现一定规律的距离衰减趋势。中国幅员辽阔的地理特征是否会导致青藏高原生态系统服务支付意愿的区域差异?如果有,这将直接影响全国范围内青藏高原生态价值评估结果的区域普适性^[25]。同时,Johnston等^[26]的研究表明感知与情感会影响人类对环境产品的选择和价值标准。考虑到情感—支付—管理之间的关系,区域差异性是否会造成青藏高原WTP支付金额影响因素的异质性值得探究。上述论证对生态管理政策的精细化制定有重要意义。

考虑到中国城市化对生态系统服务的重要需求和城市居民对青藏高原可能的消费及支付能力,本文通过发放网络调查问卷,在全国范围内选取27个城市为研究对象,探究城市居民对青藏高原生态系统服务的支付意愿及其影响因素的区域差异与原因,以期对相关生态系统管理政策提供指引。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 数据获取与问卷设计

本文材料来源于问卷调查,2018年4月22日至2018年6月6日在问卷星平台面向全国发放问卷。按照经验法则,在不确定遗漏变量与极端值情况下,样本量至少为分析变量个数的5~15倍,本文涉及15个关键问题,则最少样本量下限为75个样本。从发放问卷中选出满足条件的城市27个,按照中国统计局经济区域分类标准(<http://www.stats.gov.cn/>)划分为东北—华北地区:沈阳(336)、北京(2436)、济南(442)、哈尔滨(189)、长春(156)、石家庄(565);东南沿海地区:上海(1330)、南京(484)、杭州(548)、苏州(271)、广州(1503)、福州(253);西南地区:重庆(366)、成都

(533)、昆明(144)、南宁(244)、贵阳(78);西北地区:西安(466)、兰州(115)、西宁(85)、乌鲁木齐(78)、银川(82);中部地区:郑州(476)、武汉(578)、长沙(321)、南昌(802)、合肥(373)。所有城市共计有效问卷样本13254份。

调查问卷主要内容包括受访者基础社会属性($X1$)、主观认知情况($X2$)、生态管理意愿($X3$)以及支付金额(Y)这四部分,各部分的变量设置与赋值说明见表1,其中,支付金额采用选择支付卡式问题进行,支付总额由题设六个方面生态系统服务(水源涵养、土壤保持、碳固定、污染物净化、生物多样性保育和美学景观)加和得到。由于部分选项被选比例极低,并且被访者反映与相邻选项感知差异不大,在主观认知和管理意愿问题中将填写较少的不了解、不重要、不愿意与较不了解、较不重要、较不愿意选项合并,便于后续关联度计算或参数检验。

表1 问卷量表

Table 1 Quantitative criteria

潜变量	观测变量	代号	说明与赋值
客观情况 $X1$	年龄/岁	$X11$	1=25以下, 2=26~35, 3=36~45, 4=46以上
	教育程度	$X12$	1=小学/初中, 2=高中/中专, 3=本科/大专, 4=研究生及以上
	人均月收入/元	$X13$	1=4000以下, 2=4000~8000, 3=8000~15000, 4=15000以上
主观认知 $X2$	对青藏高原的认知	$X21$	1=非常熟悉, 2=比较熟悉, 3=有一定了解, 4=(较)不了解
	对WTP的认知	$X22$	1=非常熟悉, 2=比较熟悉, 3=有一定了解, 4=(较)不了解
	青藏对本地的重要性	$X23$	1=非常重要, 2=比较重要, 3=一般重要, 4=(较)不重要
管理意愿 $X3$	居住地的支付意愿	$X31$	1=非常愿意, 2=比较愿意, 3=一般愿意, 4=(较)不愿意
	响应国家政策的意愿	$X32$	1=非常愿意, 2=一般愿意, 3=勉强接受, 4=不接受
	支付金额 Y /元		
	水源涵养	$Y1$	1=0, 2=10, 3=20, 4=30, 5=40, 6=50, 7=80, 8=100,
	土壤保持	$Y2$	9=200, 10=300, 11=400, 12=500及以上
	植物资源	$Y3$	
	污染物降解	$Y4$	
	生物基因资源	$Y5$	
	美学价值	$Y6$	

1.2 信度与效度检验

为保证问卷和量表的可靠性,对问卷相关变量进行信度和效度检验。信度验证分别通过Cronbach's Alpha信度系数法和折半信度分析,对应的检验指标为Cronbach's Alpha系数、Spearman-Brown系数和Guttman Split-Half系数。当这三个系数 ≥ 0.70 时说明具有较高信度,在0.35~0.70间为一般信度, ≤ 0.35 为低信度。效度检验通过使用因子分析法进行,基于KMO样本充分性测度和Bartlett球形检验变量效度,检验指标包括KMO值(>0.6 最佳)、所有变量的最小共同度(>0.4 通过)、旋转后累计方差解释率($>50\%$ 通过)、以及Bartlett球形检验 P 值(<0.05 通过)。信度和效度相关检验在SPSS 25.0和R 3.5.3中进行,检验结果见表2。在信度检验中,所有检验系数均没有出现低信度水平,说明数据具有良好的一致性和稳定性;在效度检验中,由于潜变量 $X3$ 经过筛选只保留了两个符合理论基础的观测变量,默认KMO值为0.5。各个变量效度检验值均符合标准,题设和问卷结果可以充分反映研究概念和命题内部结构。

表2 变量信效度检验结果

Table 2 The reliability and validity of the variables

检验指标	信度检验			效度检验			
	Cronbach's Alpha	Spearman-Brown	Guttman Split-Half	KMO	最小共同度	解释率/%	P值
总体	0.923	0.671	0.660	0.948	0.523	74.50	0.000
X1	0.412	0.527	0.501	0.683	0.724	78.30	0.000
X2	0.653	0.496	0.446	0.694	0.463	61.20	0.000
X3	0.516	0.503	0.501	0.500	0.675	68.35	0.000
Y	0.981	0.973	0.947	0.961	0.782	89.42	0.000
理想值	>0.35	>0.35	>0.35	>0.6	>0.4	>50	0.000

1.3 卡方分析

由于问卷量表中的选项属于非连续的分类变量,因此本文使用卡方检验分析支付意愿的影响因素。设推断论述 H_0 为“各个可能因素与支付金额有关”,可以将原始因素和支付按照选项做双向交叉,得到各个选项频数的列联表,在计算理论频率后,可以反向计算得到各个选项的理论频数,进而利用式(1)计算得到表征两个变量关联度的 χ^2 。 χ^2 值越大,说明“该因素与支付金额相关”的可能性越大,即判定两者关联度高。

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \quad (1)$$

式中: n_i 为实际观测次数(次); np_i 为理论观测频数。当有超过20%的理论次数小于5,或至少有一个理论次数小于1时,列联表计算结果与卡方分布偏离较大,通过频数计算 χ^2 值使得估计结果容易受到样本容量影响。对此,Kirchner^[27]在 χ^2 的基础上提出了表示关联强度的关联系数Cramér's V ,公式如下:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(M-1)}} \quad (2)$$

式中: n 为样本容量(个); M 为列联表中行数和列数中较小者的个数(个)。Cramér's V 指数可以在一定程度避免样本容量对关联度的影响。相关函数在Matlab 2016 b中编写。

根据Cramér's V 值的大小,将关联性分成无关联($V < 0.1$)、弱关联度($0.1 \leq V < 0.2$)、中度关联($0.2 \leq V < 0.4$)、相对强关联($0.4 \leq V < 0.6$)、强关联($0.6 \leq V < 0.8$)和非常强关联($V \geq 0.8$)6个等级,在本文中每个等级分别用对应0~5的6个数字表征,未通过0.05信度水平显著性检验的样本一并归为0等级。

2 结果分析

2.1 调查样本描述性统计与支付意愿

对调查样本的构成进行统计,结果见表3。问卷对象的性别在所有区域基本持平,标准差接近0.5,被访者性别差异小,排除因性别可能引起的支付差异。被访者年龄以 ≤ 35 岁为主,所有区域偏度系数 < 3 ,峰度系数 < 8 ,年龄设置的各个选项均满足非正态标准。教育程度的各区域均值约为3,即受教育程度水平的人均标准以大专或本科为主,所有区域符合正态分布。家庭人均月收入均值在1.24~1.45,对应金额为2000~4000元。

表3 调查样本社会人口特征

Table 3 Socio-demographic characteristics of the respondents

	均值	变异系数	偏度	峰度
性别	A=1.57, B=1.62, C=1.59, D=1.54, E=1.59	A=0.32, B=0.30, C=0.31, D=0.33, E=0.31	A=-0.27, B=-0.50, C=-0.38, D=-0.20, E=-0.38	A=1.07, B=1.25, C=1.12, D=1.10, E=1.17
年龄	A=1.98, B=1.80, C=1.75, D=1.98, E=1.94	A=0.44, B=0.83, C=0.49, D=0.50, E=0.44	A=0.62, B=0.81, C=0.94, D=0.70, E=0.54	A=2.70, B=3.02, C=3.11, D=2.44, E=2.50
教育程度	A=2.92, B=2.93, C=2.85, D=2.95, E=2.64	A=0.23, B=0.19, C=0.21, D=0.22, E=0.31	A=-0.80, B=-1.07, C=-1.33, D=-0.81, E=-0.85	A=4.37, B=6.48, C=6.07, D=4.78, E=2.97
人均月收入	A=1.39, B=1.45, C=1.26, D=1.24, E=1.28	A=0.35, B=0.34, C=0.35, D=0.35, E=0.35	A=0.47, B=0.20, C=1.07, D=1.18, E=0.99	A=1.22, B=1.04, C=2.22, D=2.53, E=2.03

注: A为东北—华北区域, B为东南沿海区域, C为西南区域, D为西北区域, E为中部区域。

在区域差异方面, 东南沿海区域人均月收入最高, 西北区域最低, 分别为1.45和1.24。由此可见, 各个区域样本的统计特征相似, 调查样本基本符合我国现阶段城市居民的特征, 包含不同社会经济属性类型, 具有较好的代表性。

青藏高原生态资产的平均最大支付金额在不同城市和区域存在差异, 结果如图1所示。在市级范围内, 石家庄人均支付金额最高, 为1364.9元, 其次为北京、西宁和合肥, 分别为1267.59元、1250.73元和1200.35元。支付金额南昌最少, 平均支付金额为769.34元。不同区域支付金额存在显著差异 ($|Anova P_{0.05}| = 0.017$), 且 $|Levene's P_{0.05}| = 0.062$; $|Kruskal - Wallis P_{0.05}| = 0.01$), 平均最大支付金额从高到底排序依次为东北—华北地区、东南沿海地区、西北地区、中部地区和西南地区, 平均最大支付金额分别为1185.7元、1021.1元、1012.3元、957.1元和894.7元。

2.2 不同生态系统服务的支付比例区域差异

支付金额在六项生态系统服务中的分配比例有所不同。整体而言, 占总支付金额的

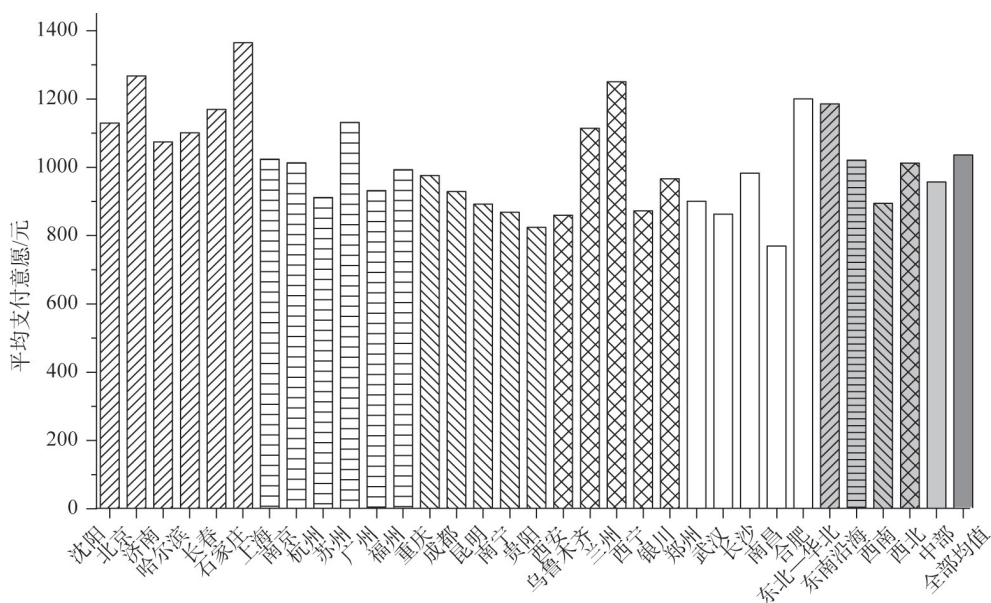


图1 青藏高原的平均支付金额

Fig. 1 The average WTP for the Tibetan Plateau

百分比从高到低依次为：水源涵养、碳固定、土壤保持、生物多样性保育、污染物净化、美学景观，具体如图2所示。对于各个城市，水源涵养在支付总额中所占的比例都分配最高，比例范围在17.4%~18.5%之间，可见青藏高原作为我国长江和黄河的发源地，其水源涵养功能受到了大众重视。与人类生活息息相关的碳固定服务和土壤保持服务支付比例次之，二者的分配比例范围为16.3%~17.6%和16.4%~18.6%。生物多样性保育和污染物降解在各个城市的比例范围分别为15.7%~17.9%和14.3%~16.8%。支付金额比例最低的是美学景观，比例范围在15.1%~16.8%。

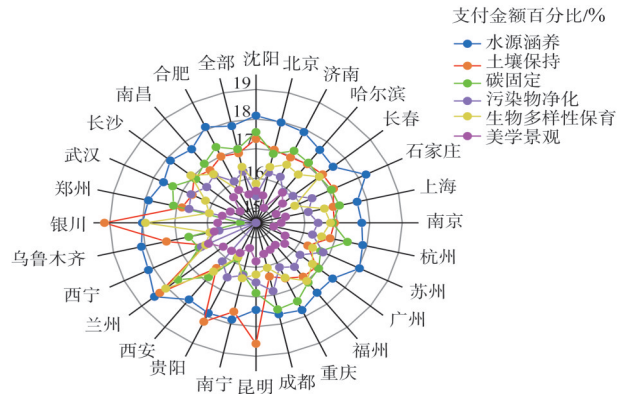


图2 各个资源支付金额的百分比

Fig. 2 The percentage of payment for ecosystem services

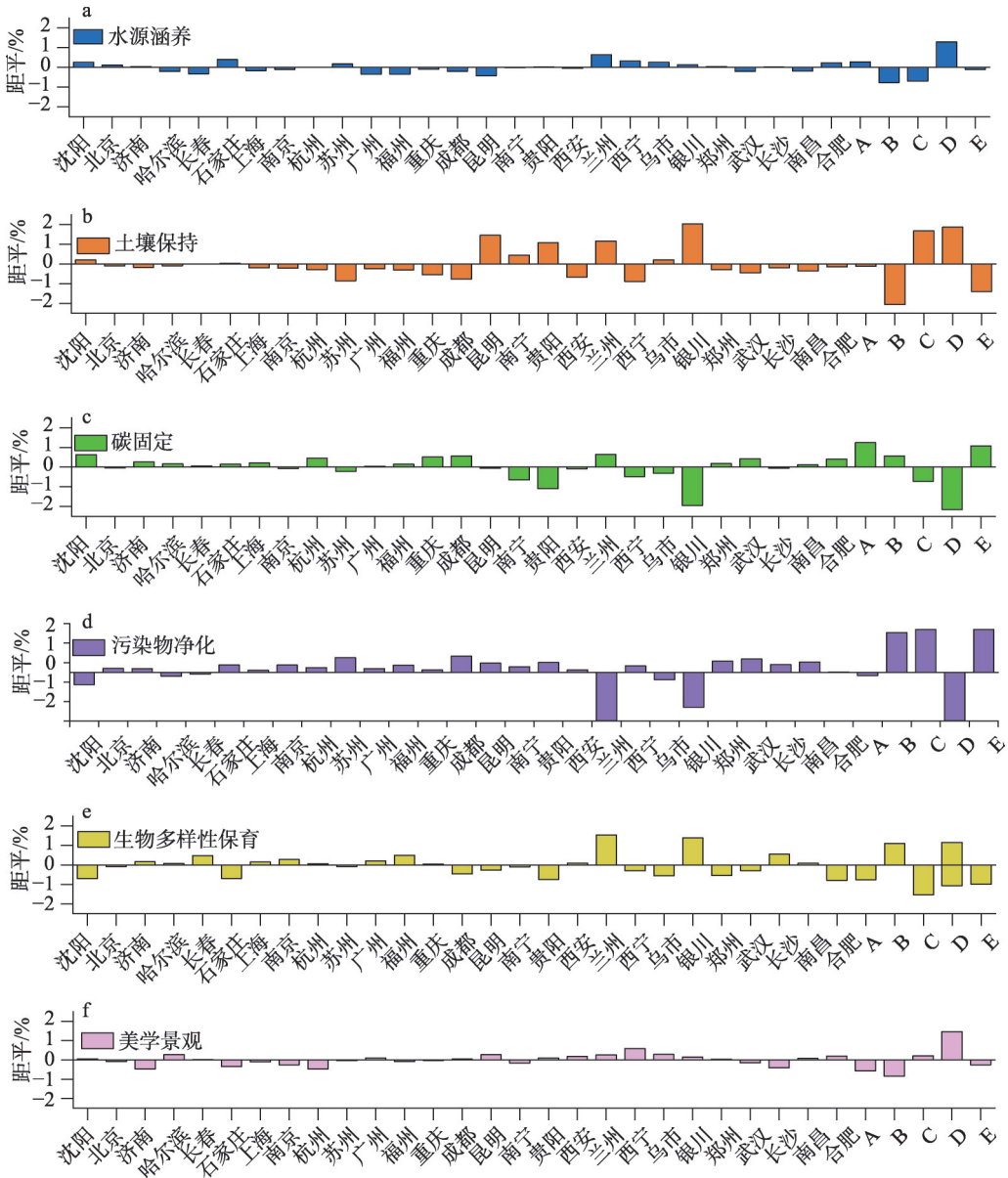
虽然各个城市对六个生态系统服务的支付金额分配排序基本相同，但是相对支付比例大小却存在着一定的区域性差异（图3）。水源涵养和美学景观在各个城市和区域的距离总体平均值的差异都较小，二者分别在 -0.42% ~ 0.64% 和 -0.48% ~ 0.59% 之间，不具备显著差异（ $|Kruskal - Wallis P_{0.05}| = 0.78$ ），这说明对于青藏高原的水源涵养服务和美学景观服务，各个区域的分配意愿基本一致。土壤保持服务则以昆明、贵阳和兰州、银川为代表的西南和西北地区有较高的金额分配比例（ $|Kruskal - Wallis P_{0.05}| = 0.03$ ），距平值分别为1.68%和1.87%；沿海区域和中部地区对土壤保持的分配比例较少（距平值分别为 -2.05% 和 -1.40% ）。碳固定和生物多样性保育在各个区域并没有统计上的显著性差异。污染物净化服务西北地区的支付比例较小（距平值为 -6.28% ），东南沿海、西南地区和中部地区有较高的金额比例（ $|Kruskal - Wallis P_{0.05}| = 0.04$ ），分别高出平均值2.04%、2.20%、2.20%。

2.3 支付意愿的影响因素分析

基于Cramér's V 指数对支付金额的影响因素进行探究，结果见图4。题设三类影响因素与支付金额之间基本都存在关联性，总体表现为管理意愿>主观认知>客观情况。其中，政策响应积极性（ X_{32} ）与支付金额的关联度最高，各区域的关联等级均达到2或3，两个指标的Cramér's V 指数对应为0.2~0.4和0.4~0.6之间，对本地的支付意愿（ X_{31} ）次之。在主观认知中，青藏对本地的重要性与支付金额关联程度最高，各个区域生态系统服务与之的关联等级基本为2，Cramér's V 指数为0.2~0.4，剩余两个指标关联度在1~2，Cramér's V 指数在0.2~0.4。个人客观情况的三个指标与支付金额的关联性最低，有少数城市无关联度（ $\alpha=0.05$ ），所有区域该影响因素与支付金额的关联以弱相关（等级1）为主，存在少数中度关联（等级2），Cramér's V 指数范围在0~0.4之间。

2.4 支付意愿区域差异原因分析

结合生态系统服务类型，对支付意愿的区域差异原因进行进一步分析，结果如图5所示。不同生态系统服务类型在各个区域的关联度一致性不同，水源涵养和美学景观的



注：A为东北—华北区域，B为东南沿海区域，C为西南区域，D为西北区域，E为中部区域。

图3 各个资源支付金额比例的城市与区域差异

Fig. 3 The difference of payment percentage between the six kinds of ecosystem services

关联度在各个城市和区域之间都差异较小，特别是对于国家环保政策的响应强度(X32)，除郑州、合肥和南京之外的水源涵养关联等级均为3，除长沙、西宁和长春以外的美学景观关联等级均为2。表明对于水源涵养和美学景观，生态系统服务类型的影响远胜于其他区域差异，与其他服务类型相比，两者对于国家环保政策响应强度与其他服务区别度最高、且呈现水源涵养相对强关联、美学景观中度关联的趋势，这种差异可能表明全部城市居民都意识到水资源的重要性，不管客观情况、主观认知或者生态管理意愿的区域差异如何，都会给予较高的支付金额，对于美学价值则反之。

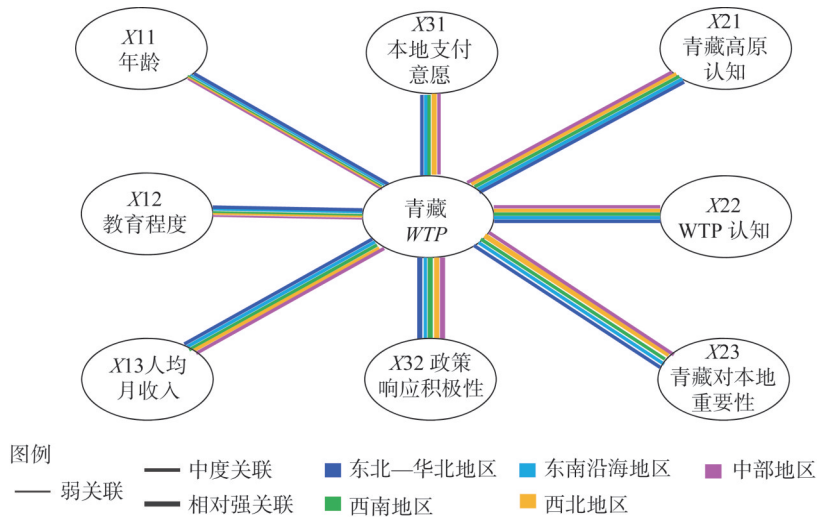


图4 支付金额与影响因素的卡方关联图

Fig. 4 The relationships between payments and indicators

城市发展水平对 *WTP* 影响因素的区域差异具备一定的解释能力，一线城市受个人客观情况影响较小。从城市水平来看，北京、上海、广州三个城市，支付金额（包括支付总额和各生态系统服务支付金额）与个人客观情况（*X1*）的关联等级为0或者1，Cramér's *V* 指数范围为0~0.2，即不存在关联或者只存在弱关联，表明城市发展水平是引起支付意愿关联程度区域差异的原因之一。大城市具有更加多样化的问卷对象，因此支付意愿的决定因素更加复杂，可能导致一线城市的个人客观情况（*X1*）与 *WTP* 关联性较低。

同时，从图6可以看出，每个影响因素在不同城市和地区的关联等级明显不一致，因此进一步探究这种差异是否与空间距离有关。通过生成各个市域的矢量重心，计算到青藏高原的最近欧式距离，将所有城市分成三个等级：远距离城市（>2000 km）、中等距离城市（1000~2000 km）和近距离城市（<1000 km）。从分组中选取哈尔滨（2236 km）、长春（2030 km）作为远距离代表，中等距离的沈阳（1760 km）、合肥（1179 km），近距离的重庆（412 km）、成都（55 km）、西安（390 km）进行对比分析。不同距离的城市 Cramér's *V* 指数都以0.1~0.6为主，距离对于整体关联度的影响并不能够得到体现。进一步计算城市距离与关联度的相关系数，结果如图5所示，其中只有生物多样性支付金额与人均月收入（*X13*）的关联性距离达到显著相关（ $R=-0.5910$ ， $P=0.018$ ），这种负相关意味着距离越近，人均月收入与生物多样性的支付关系越密切。其余各个服务和相关属性的关联性均与距离不存在显著相关关系。

3 结论与讨论

3.1 结论

生态资产是链接自然资源和人类社会的桥梁，生态资产价值化结论的有效性和因地制宜制定生态管理政策十分重要。本文选取具备不同地理区位的12个中国城市，探究了

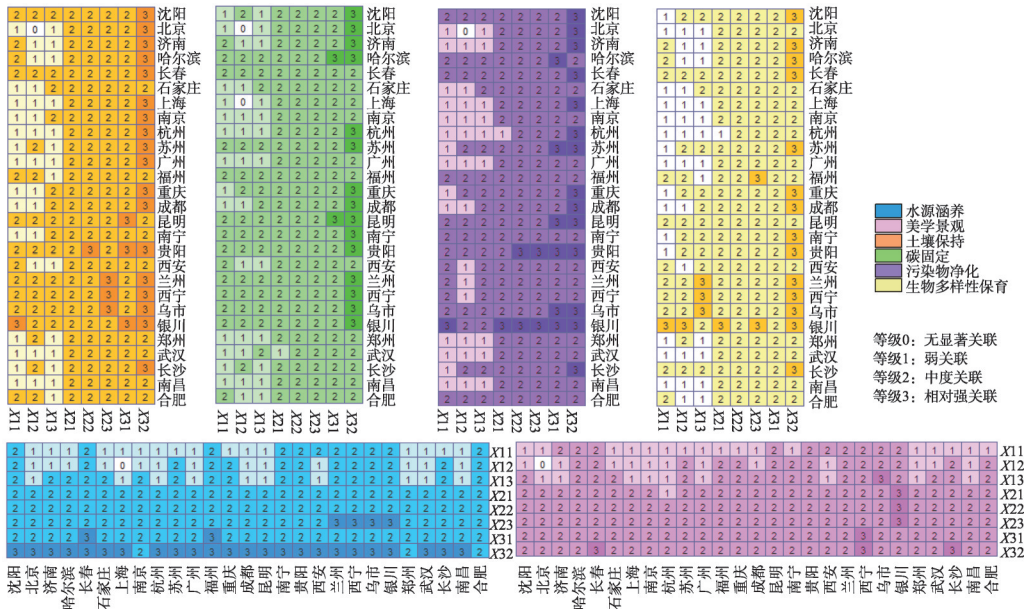


图5 不同生态系统服务的影响因素卡方关联图

Fig. 5 The relationships between payments and indicators in different ecosystem services

青藏高原生态资产价值及其影响因素的区域差异，结果如下：

(1) 青藏高原生态资产的人均支付金额区域性差异明显：从高到底分别为东北—华北地区、东南沿海地区、西北地区、中部地区和西南地区，平均支付金额分别为1185.7元、1021.1元、1012.3元、957.1元和894.7元。

(2) 支付总额在六项生态系统服务中的分配分别为水源涵养>碳固定>土壤保持>生物多样性保育>污染物净化>美学景观。水源涵养和美学景观的比例区域差异小；土壤保持的比例西南和西北地区（距平值分别为1.68%和1.87%）>东部沿海和中部地区（距平值分别为-2.05%和-1.40%）；污染物净化沿海区域、西南和中部地区（距平值分别为2.04%、2.20%、2.20%）>西北地区；碳固定和生物多样性保育不具备显著的区域差异性。

(3) 在支付意愿的影响因素方面，生态管理意与支付金额的关联性（Cramér's *V*值为0.2~0.6）最高，个人主观认知（Cramér's *V*值基本为0.2~0.4）次之，客观情况关联（Cramér's *V*值为0.1~0.4）最低。

(4) 影响因素的关联强度存在区域差异，生态系统服务类型对支付金额区域差异起主导因素，水源涵养和美学景观各个区域的影响因素相似；城市发展水平也是影响关联

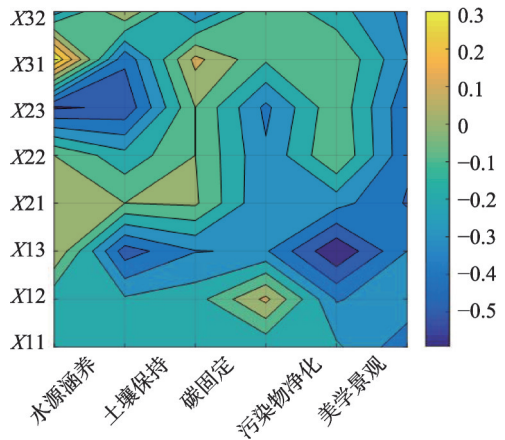


图6 距离与关联度相关系

Fig. 6 Correlation coefficient of distance and the level of Cramér's *V*

度的因素之一,一线城市受个人客观情况影响较小;空间距离仅能影响生物基因保育服务与人均月收入的相互关联。

3.2 讨论

本文通过SPM调查问卷,确定了不同区域青藏高原的平均最大支付意愿。从东北—华北区域、东南沿海区域、西北区域、中部区域和西南区域,平均支付金额分别为1185.7元、1021.1元、1012.3元、957.1元和894.7元,不同区域的支付金额存在差异。Needham等^[10]在洪水防范支付调查中发现下游居民的最大平均支付意愿为46.04欧元/家庭/年,上游的支付金额小于下游,为42.88欧元/家庭/年,支付的区域差异幅度与本文相似。在本文中,从西部内陆到东部沿海的被访者人均月收入量表均值分别为2.03、2.09和2.38,经济能力的增加与支付金额的趋势相同。可见对于内陆—沿海关系,人均月收入的提升有可能会在一定程度上激发支付金额的增加,这种收入水平与支付意愿的关系在热带雨林森林保护的相关研究中也体现。Vincent等^[20]发现,提升中—高发展水平国家的家庭人均月收入1%,他们对于雨林保护的支付金额将会提升约0.26%~0.27%。对于六项生态系统服务,支付金额比例表现为水源涵养>碳固定>土壤保持>生物多样性保育>污染物净化>美学景观,其中水源涵养和美学景观在各个区域和城市都有一致的比例分配观点。青藏高原作为亚洲水塔和多条河流的发源地,其水源涵养受到了统一重视。对于美学景观,笔者前往青藏高原景区展开实地调查发现,有较多被访者表示在生态系统各项调节服务有了较好的保护后,美学景观很大可能会协同改善,因而没有必要专门支付美学景观服务。

本文设置了被访者的客观情况、对青藏高原和支付意愿的主观认知以及个人生态管理意愿三个影响因素,所有区域和城市显示这三个影响因素与青藏高原支付意愿存在关联,在其他一些生态系统服务价值化研究中有相似的结论。Nieminen等^[12]研究表明被访者的收入、年龄和文化程度对于海洋水域生态系统服务价值评估有一定影响,收入越高、年龄越小、文化程度越高则支付意愿越高。支付金额影响强度为管理意愿>主观认知>客观情况,即对于生态保护的响应积极性和居住地的支付意愿对青藏高原支付金额有重要影响。Vincent等^[20]在森林保护研究中有同样的发现,对地方政府的环境保护政策响应积极或者对环境保护维持意愿更高的个体支付意愿越高。支付金额与三个影响因素的关联强度存在区域差异,但是空间距离并不是这种差异的主导机制。Nieminen等^[12]的研究中表明距离与支付金额没有关系;但是在基于离散选择实验的部分生态商品消费研究中,研究结论往往表明距离会影响人类对于环境产品的价值评估^[18,21-24],这可能是由于环境产品消费中被访者的选择更具有主动性,距离必须作为消费品选择的考虑因素所致。

此外,本文目的在于探究中国城市居民对于青藏高原生态系统服务的感知,明确区域差异特征和原因。因此,支付意愿法问卷调查仅作为数据收集手段使用,并非真实的支付和市场化。这相比我国其他青藏高原的相关研究^[28,29],在生态系统服务的实物量研究方面有所欠缺。如谢高地等^[30,31]基于Constaza方法,通过生物量对青藏高原天然草地生态系统服务价值进行订正,估算了草地各项生态系统服务每年提供的生态服务价值为2571.78亿元;或者综合Constaza全球生态系统服务价值评估结果与调查问卷,建立了中国陆地生态系统单位面积服务价值表。黄麟等^[32]通过检测青藏高原生态系统和关键服务

的时空变化,科学评估了青藏高原生态工程的生态效应。郝庆等^[33]基于膳食营养当量分析,对西藏的土地承载力进行评价。结合本文主观支付意愿与上述基于土地覆被或生态过程的生态系统服务评估,将有助于更全面、更准确地理解青藏高原的生态资产及其社会效益。

参考文献(References):

- [1] MIGUEL MARTINEZ-PAZ J, BANOS-GONZALEZ I, MARTINEZ-FERNANDEZ J, et al. Assessment of management measures for the conservation of traditional irrigated lands: The case of the Huerta of Murcia (Spain). *Land Use Policy*, 2019, 81: 382-391.
- [2] STICKLER C M, NEPSTAD D C, COE M T, et al. The potential ecological costs and cobenefits of REDD: A critical review and case study from the Amazon region. *Global Change Biology*, 2009, 15(12): 2803-2824.
- [3] 刘焱序,傅伯杰,赵文武,等.生态资产核算与生态系统服务评估:概念交汇与重点方向. *生态学报*, 2018, 38(23): 8267-8276. [LIU Y X, FU B J, ZHAO W W, et al. Ecological asset accounting and ecosystem services evaluation: Concept intersection and key research priorities. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(23): 8267-8276.]
- [4] MATZEK V, WILSON K A, KRAGT M. Mainstreaming of ecosystem services as a rationale for ecological restoration in Australia. *Ecosystem Services*, 2019, 35: 79-86.
- [5] BARBIER E. The policy challenges for green economy and sustainable economic development. *Natural Resources Forum*, 2011, 35(3): 233-245.
- [6] LOGAR I, BROUWER R, PAILLEX A. Do the societal benefits of river restoration outweigh their costs?: A cost-benefit analysis. *Journal of Environmental Management*, 2019, 232: 1075-1085.
- [7] KHAN I, ZHAO M J, KHAN S U. Ecological degradation of an inland river basin and an evaluation of the spatial and distance effect on willingness to pay for its improvement. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, 25(31): 31474-31485.
- [8] REED M S, ALLEN K, ATTLEE A, et al. A place-based approach to payments for ecosystem services. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 2017, 43: 92-106.
- [9] FERREIRA A M, MARQUES J C, SEIXAS S. Integrating marine ecosystem conservation and ecosystems services economic valuation: Implications for coastal zones governance. *Ecological Indicators*, 2017, 77: 114-122.
- [10] NEEDHAM K, HANLEY N. Valuing a managed realignment scheme: What are the drivers of public willingness to pay?. *Ocean & Coastal Management*, 2019, 170: 29-39.
- [11] HANLEY N, BOYCE C, CZAJKOWSKI M, et al. Sad or happy?: The effects of emotions on stated preferences for environmental goods. *Environmental & Resource Economics*, 2017, 68(4): 821-846.
- [12] NIEMINEN E, AHTIAINEN H, LAGERKVIST C-J, et al. The economic benefits of achieving good environmental status in the finnish marine waters of the Baltic Sea. *Marine Policy*, 2019, 99: 181-189.
- [13] HE J, HUANG A P, XU L D. Spatial heterogeneity and transboundary pollution: A contingent valuation (CV) study on the Xijiang River Drainage Basin in South China. *China Economic Review*, 2015, 36: 101-130.
- [14] AREGAY F A, YAO L Y, ZHAO M J. Spatial preference heterogeneity for integrated river basin management: The case of the Shiyang River Basin, China. *Sustainability*, 2016, 8(10): 17-29.
- [15] BROUWER R, BLIEM M, GETZNER M, et al. Valuation and transferability of the non-market benefits of river restoration in the Danube River Basin using a choice experiment. *Ecological Engineering*, 2016, 87: 20-29.
- [16] BROUWER R, BROUWER S, ELEVELD M A, et al. Public willingness to pay for alternative management regimes of remote marine protected areas in the North Sea. *Marine Policy*, 2016, 68: 195-204.
- [17] DE VALCK J, BROECKX S, LIEKENS I, et al. Contrasting collective preferences for outdoor recreation and substitutability of nature areas using hot spot mapping. *Landscape and Urban Planning*, 2016, 151: 64-78.
- [18] LIZIN S, BROUWER R, LIEKENS I, et al. Accounting for substitution and spatial heterogeneity in a labelled choice ex-

- periment. *Journal of Environmental Management*, 2016, 181: 289-297.
- [19] DE VALCK J, ROLFE J. Spatial heterogeneity in stated preference valuation: Status, challenges and road ahead. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 2017, 11(4): 355-422.
- [20] VINCENT J R, CARSON R T, DESHAZO J R, et al. Tropical countries may be willing to pay more to protect their forests. *PNAS*, 2014, 111(28): 10113-10118.
- [21] LOGAR I, BROUWER R. Substitution effects and spatial preference heterogeneity in single-site and multiple-site choice experiments. *Land Economics*, 2018, 94(2): 302-322.
- [22] DE VALCK J, LANDUYT D, BROEKX S, et al. Outdoor recreation in various landscapes: Which site characteristics really matter?. *Land Use Policy*, 2017, 65: 186-197.
- [23] VOLLMER D, RYFFEL A N, DJAJA K, et al. Examining demand for urban river rehabilitation in Indonesia: Insights from a spatially explicit discrete choice experiment. *Land Use Policy*, 2016, 57: 514-525.
- [24] SAGEBIEL J, GLENK K, MEYERHOFF J. Spatially explicit demand for afforestation. *Forest Policy and Economics*, 2017, 78: 190-199.
- [25] BAKHTIARI F, JACOBSEN J B, THORSEN B J, et al. Disentangling distance and country effects on the value of conservation across National Borders. *Ecological Economics*, 2018, 147: 11-20.
- [26] JOHNSTON R J, BOYLE K J, ADAMOWICZ W, et al. Contemporary guidance for stated preference studies. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2017, 4(2): 319-405.
- [27] KIRCHNER W K. Designing and conducting survey-research: A comprehensive guide. *Personnel Psychology*, 1993, 46(2): 443-444.
- [28] 张立伟, 傅伯杰, 吕一河, 等. 基于综合指标法的中国生态系统服务保护有效性评价研究. *地理学报*, 2016, 71(5): 766-779. [ZHANG L W, FU B J, LYU Y H, et al. The using of composite indicators to assess the conservational effectiveness of ecosystem services in China. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(5): 766-779.]
- [29] 孙鸿烈, 郑度, 姚檀栋, 等. 青藏高原国家生态安全屏障保护与建设. *地理学报*, 2012, 67(1): 3-12. [SUN H L, ZHENG D, YAO C D, et al. Protection and construction of the national ecological security shelter zone on Tibetan Plateau. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(1): 3-12.]
- [30] 谢高地, 鲁春霞, 肖玉, 等. 青藏高原高寒草地生态系统服务价值评估. *山地学报*, 2003, 21(1): 50-55. [XIE G D, LU C X, XIAO Y, et al. The economic evaluation of grassland ecosystem services in Qinghai-Tibet Plateau. *Journal of Mountain Science*, 2003, 21(1): 50-55.]
- [31] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估. *自然资源学报*, 2003, 18(2): 189-196. [XIE G D, LU C X, LENG Y F, et al. Ecological asset valuation of the Tibetan Plateau. *Journal of Natural Resources*, 2003, 18(2): 189-196.]
- [32] 黄麟, 曹巍, 徐新良, 等. 西藏生态安全屏障保护与建设工程的宏观生态效应. *自然资源学报*, 2018, 33(3): 398-411. [HUANG L, CAO W, XU X L, et al. The ecological effects of ecological security barrier protection and construction project in Tibet Plateau. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(3): 398-411.]
- [33] 郝庆, 封志明, 杨艳昭, 等. 西藏土地资源承载力的现实与未来. *自然资源学报*, 2019, 34(5): 911-920. [HAO Q, FENG Z M, YANG Y Z, et al. Evaluation on land carrying capacity of Tibet based on dietary nutrients: Present and prospects. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(5): 911-920.]

Chinese urban residents' willingness to pay for ecosystem service of the Tibetan Plateau: A case study of 27 cities in China

ZHANG Rui¹, LIU Yan-xu¹, ZHAO Song¹, FU Bo-jie^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, CAS, Beijing 100085, China)

Abstract: As a special ecological and geographical region, the Tibetan Plateau provides various ecosystem services for the surrounding areas. Does the ecosystem service perceive differently from the public who have regional characteristic respectively? Meanwhile, would the regional difference influence the valuation of the Tibetan Plateau and ecological management measures? Based on 13254 questionnaires from 27 cities in China, this paper aims to value the ecosystem service and the drivers of public willingness to pay, and probe into the spatial heterogeneity in the above-mentioned verdict. The results show that: (1) The sorts of average maximum willing payment are: Northeast and North regions (1185.7 yuan/year) > Southeast coastal region (1021.1 yuan/year) > Northwest region (1012.3 yuan/year) > Central region (957.1 yuan/year) > Southwest region (894.7 yuan/year). (2) The allocation proportion sequence of ecosystem services is sorted as water conservation > carbon fixation > soil retention > biodiversity conservation > pollution decomposition > aesthetic existence. The allocation proportion of payment has no spatial heterogeneity in water conservation and aesthetic. The people in Northwest and Southwest regions are willing to pay more in soil retention, while those in Southeast coastal, Southwest and Central regions are willing to pay more compared with North region in pollution decomposition. It is difficult to grasp the spatial heterogeneity in carbon fixation and biodiversity conservation. (3) The drivers of public willingness to pay are ordered as ecosystem management attitudes > subjective indicators > objective indicators. (4) The types of ecosystem services and the level of urban development are the dominant factors for the regional differences of payment amount. The spatial difference has no influence on water conservation and aesthetic existence, and the objective indicators of the first-tier cities link less tighter to the payments than others do. Spatial distance only affected the correlation between biodiversity conservation and per capita monthly income. The findings can enhance the publicity of ecosystem management in the Tibetan Plateau.

Keywords: Tibetan Plateau; pay for ecosystem service; willingness to pay; influencing factor; regional difference