

# 公共产品虚拟价值的影响因素分析及核算：以空气污染为例

孙传旺 杨冰玉 袁祥

(厦门大学经济学院中国能源经济研究中心 福建厦门 361005)

**摘要：**广义虚拟经济是指同时满足人的生理需求和心理需求并以心理需求为主导，以及只满足人的心理需求的经济的总和。中国城市化和现代化进程的不断推进，带来的不仅仅是持续高效的经济增长，还有一系列的环境问题，其中空气污染最为严峻和突出。清洁的空气是公共产品，不具有价格，在广义虚拟经济学下呈现出虚拟价值的形态。本文通过深入分析虚拟价值的内涵，构建清洁空气虚拟价值影响因素的理论框架并作出相应假设，最后进行实证分析，得出结论并提出治理空气污染的解决措施。

**关键词：**空气污染；虚拟价值；广义虚拟经济；公共产品

中图分类号：F019

文献标识码：A

文章编号：1674-9448 (2018) 02-038-10

## Factors analysis and estimation of virtual value of public goods: a case study of air pollution

SUN Chuan-Wang YANG Bing-Yu YUAN Xiang

(China Center for Energy Economics and Research, School of Economics, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005, China)

**Abstract:** The generalized virtual economics refer to satisfy both people's physiological needs and psychological needs and psychological needs is dominant, or only to meet the psychological needs of people. The continuous progress of urbanization and modernization in China brings not only sustained and efficient economic growth, but also a series of environmental problems, among which air pollution is the most serious and prominent. Clean air is a public good with no price. It shows the form of virtual value under generalized virtual economics. In this paper, through the analysis of the connotation of virtual

收稿日期：2017-11-21

项目资助：广义虚拟经济专项资助项目 [项目编号：GX2014-1020 (M)]。

作者简介：孙传旺 (1983—)，男，汉族，福建人，副教授，博士生导师，研究方向：能源经济学。

value, we build a clean air virtual value influencing factors of the theoretical framework and make the corresponding assumptions, and carry on some empirical analysis, thereby we also draw conclusions and propose solutions to deal with air pollution finally.

**Key words:** fair pollution, virtual value, generalized virtual economics, public goods

## 一、引言

根据林左鸣(2010)<sup>[1]</sup>的观点,广义虚拟经济是指同时满足人的生理需求和心理需求并以心理需求为主导,以及只满足人的心理需求的经济的总和。林左鸣先生还指出,社会财富的不断积累和丰富促进了社会进步以及文明发展,人们的需求已经不仅仅停留在生理层面,对心理和精神方面也产生了需求。目前,以满足人们心理需求和精神需求为目的,以品牌、服务、体验和文化消费等要素体现“广义”虚拟价值早已渗透到经济活动的所有领域,并对人类社会和生活产生了广泛而深刻的影响。环境物品属于公共物品,也是非市场产品,即无法由市场定价,在广义虚拟经济下呈现虚拟价值的形态。基于以上背景,环境物品等非市场产品虚拟价值的影响因素和核算就成为了广义虚拟经济的一项重要研究内容。

随着中国经济持续高速的发展,城市化和现代化进程的不断加快,环境污染日益严重,其中空气污染<sup>①</sup>问题最为突出。中国环境公报显示,2016年全国338个地级及以上城市中,仅有84个城市环境空气质量达标,占全部城市数的24.9%;254个城市环境空气质量超标,占全部城市数的75.1%。空气污染会带来比较严重的后果。一方面,空气污染不仅会对神经系统、脑功能及认知功能造成损害,还会降低主观幸福感,导致焦虑、抑郁情绪,甚至增加自杀风险<sup>[2]</sup>。无论是短期还是长期暴露于高浓度颗粒物的环境中,均可提高人群中呼吸系统疾病的发病率和死亡率<sup>[3]</sup>。另一方面,空气污染还造成了经济损失。中国是环境污染影响较深的国家,因为环境污染导致过早死亡、劳动时间的损失和相关福利开支增多,空气环境污

染导致中国损失其国内生产总值的10%(世界银行,2016)。

为了解决日益严重的空气污染问题,中国政府已经采取了相应的解决措施表明了治理污染的决心。如积极地调整能源结构,提高能源利用效率,发展可再生能源;颁布并实施了新的《环境保护法》,约束环境污染行为,加强环境污染管理。中国共产党第十九次全国代表大会报告中明确指出:“建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计。必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,坚持节约资源和保护环境的基本国策,像对待生命一样对待生态环境”,“形成绿色发展方式和生活方式,坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路,建设美丽中国,为人民创造良好生产生活环境,为全球生态安全作出贡献”。然而空气污染治理所需资金庞大,仅仅依靠政府的力量难以完成,还需社会公众的支持与积极配合,这无疑会给公众带来经济负担。因此,探究公众对提高空气质量的意愿倾向就显得尤为重要。不仅如此,按照美国经济学家萨缪尔森在《公共支出的纯理论》一文对公共物品的定义,即纯粹的公共产品或劳务是指每个人消费这种物品或劳务不会导致别人对该种产品或劳务的减少,空气污染治理属于纯公共物品,其具有正的外部性。然而清洁的空气属于非市场产品,没有市场价格,因此核算空气质量改善的经济价值十分必要。

清洁的空气属于环境物品,评估环境物品价值通常使用支付意愿调查价值评估法(CVM)。该方法利用效用最大化原理,通过建立一个假设的市场,直接调查受访者对于某种物品或服务的最大支付意愿或受偿意愿,以此得出该物品或服务的价值(Diamond和Hausman,1994)<sup>[4]</sup>。支付

意愿 (willingness to pay, WTP) 是指消费者接受一定数量的消费物品或劳务所愿意支付的金额。通过前文分析, 空气污染治理的支付意愿就是在广义虚拟经济下清洁空气的虚拟价值。林左鸣 (2010)<sup>[1]</sup> 指出, 虚拟价值是凝结或附加在物质商品中以满足人的精神需求和生理需求为目标的价值, 是一种感受价值。按照上述定义, 清洁空气的虚拟价值就是凝结或附加在空气这一非市场产品中以满足人的健康需求和舒适性需求为目标的价值。研究表明, 虚拟价值与收入、年龄等社会人口统计变量和心理因素有关。戴红军等 (2015)<sup>[5]</sup> 基于广义虚拟经济的视角, 研究了环境污染的虚拟价值, 他指出环境虚拟价值的度量离不开人们的主观心理感受, 性别、年龄等内在因素和收入、阶级地位、环境质量等外在因素对人们的主观幸福感都有着不同程度的影响。张明立等 (2011)<sup>[6]</sup> 将广义虚拟经济的相关理论引入到顾客感知价值的研究框架中, 深入分析了功能型和情感型产品的顾客感知价值的维度构成及其对顾客满意、忠诚的影响差异。研究结果表明, 作为顾客感知价值的组成部分, 虚拟价值与满意、忠诚等心理因素之间具有显著的相互影响关系。本文将采用 CVM 方法调查受访者对改善空气的支付意愿, 核算清洁空气的虚拟价值, 并分析验证其影响因素。

如何在满足人们基本生理需求的基础之上, 满足人们更高的精神需求和心理需求, 特别是对良好的居住环境包括清洁空气等的需求, 计算改善空气质量的虚拟价值, 分析影响其虚拟价值的因素, 寻求提升空气质量的主要措施是值得深入研究并为之探讨的重要课题。治理环境污染, 解决环境问题是广义虚拟经济时代下实现绿色发展的必然选择, 符合以“以人为本”为核心的科学发展观的需要, 是实现“建成富强、民主、文明、和谐、美丽的社会主义现代化强国”这一宏伟目标的重要举措。因此, 本文通过深入分析虚拟价值的内涵, 构建清洁空气虚拟价值影响因素的理论框架并作出假设, 最后进行实证分析, 并提出相应的解决措施。

本文从广义虚拟经济的视角探究非市场产品

价值的影响因素, 是对已有文献的补充, 其贡献在于: (1) 采用新方法对现有理论进行进一步探索和检验; (2) 将广义虚拟经济理论融于非市场商品价值的测量中, 对非市场商品的价值进行定量分析, 使研究成果更具说服力; (3) 通过探究清洁空气虚拟价值的影响因素, 可以为如何更好发挥政府的作用、治理空气污染采取更加行之有效的措施提出建议。

## 二、清洁空气虚拟价值影响因素的理论分析

### (一) 收入水平等社会统计变量对虚拟价值的影响

广义虚拟经济现象的产生, 源于社会物质的极大丰富。个人对私人物品的消费和对清洁空气等公共物品的需求, 均会随着收入水平的增加而增加。也就是说, 改善空气质量的支付意愿, 即清洁空气的虚拟价值与个人收入水平之间存在正相关关系<sup>[7][8]</sup>。产生上述关系主要基于以下三点原因: 第一, 无论是凯恩斯的绝对收入假说、杜森贝里的绝对收入假说还是弗里德曼的持久收入假说, 均表明公众消费受到收入水平的影响。而随着收入水平的提高, 已经实现满足基本需求的消费, 对提高环境质量等的心理需求就应运而生, 因此收入水平越高的居民愿意为改善空气质量支付的金额就越高。第二, 收入水平高的居民获取环境知识的途径更多, 分析环境问题的能力更强, 对于周围环境的变化更加敏感。与此同时, 收入水平高者通常能源消耗较大, 资源占有较多, 意味着他们对环境富有更多的责任, 在这种心理的驱使下他们认为清洁空气的虚拟价值应该更高。第三, 根据美国心理学家马斯洛的需求层次论, 人们在最基本的生理需求后, 会去追求精神需求和心理需求等更高层次的需求 (包括生活质量的提高和居住环境的改善)。相对于收入水平比较低的居民而言, 收入水平较高的居民的生理需求已经得到极大地满足, 他们更想要追求高的生活质量和良好的居住环境。在他们看来, 清洁的空气

这一能够提供心理舒适的产品具有更高的虚拟价值，他们愿意为获取清洁空气支付更高的费用。而对收入水平低者来说，基本生存需求的支出已经占据了他们收入的大部分比例，清洁空气的成本太高。综上分析，在收入高者看来，清洁空气的虚拟价值更高，他们的支付意愿更强烈。

然而，在收入水平达到一定程度时，收入水平与支付意愿之间并不是总是存在单纯的线性关系，即可能出现收入水平比较高的居民或许不愿意支付较高的数额，而收入水平比较低的受访者的支付意愿却比较高的结果。一方面，这是因为收入高者可以通过选择更好的居住与工作环境，使自己免受空气污染的影响。而收入低者由于没有能力选择自己的生活环境，更容易暴露在空气受到污染的环境中 (Neidell, 2004)<sup>[9]</sup>。另一方面，公众会选择购买口罩、空气净化器等环保产品使自己少受或者免受不良空气危害，而收入高者更倾向于购买价格比较高的产品，意味着他们收到空气污染的可能性较小，收入低者受到的影响更大。因此，由于已经花费了更多的成本，收入高者对空气质量改善的支付意愿可能会减小 (Sun,2017)<sup>[10]</sup>。

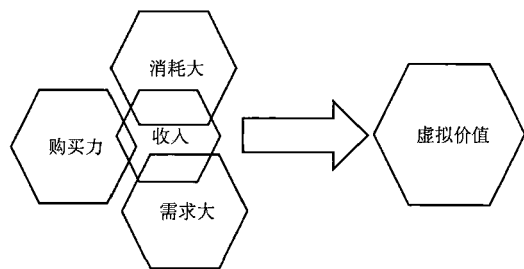


图1 收入水平对虚拟价值的影响

### (二) 社会人口统计变量对虚拟价值的影响

虚拟价值不仅仅受到公众收入水平的影响，还会受到其他社会人口统计因素如性别、年龄、教育程度等等的影响。通常情况下，对女性而言，清洁空气的虚拟价值会更高，这是因为在社会的不断发展和独特的性别、身份、技能等的影响下 (Straughan and Roberts,1999)<sup>[11]</sup>，女性大多扮演的是看护者和照料者的角色，因此她们比男性更富有同情心，更愿意维护与他人的关系，也

会更多地考虑她们的行为所造成的影响 (Hunter, 2004)<sup>[12]</sup>。虚拟价值的大小与个人的受教育程度也有关。一般而言，受教育程度越高的群体为改善空气质量所支付的金额越高，这是因为他们拥有更多与环境有关的知识，更容易理解经济发展与污染治理之间的关系，更加清楚环境污染造成的影响。然而，清洁空气的虚拟价值随着居民的年龄增加而递减。一方面因为年长的居民在家中停留的时间更长，受室外空气污染的影响较小，另一方面又因为年长者大多比较保守，他们对新事物的接受能力相对更差。

以上分析了性别、年龄、教育程度等变量对清洁空气虚拟价值的直接影响，除此之外，这些变量还通过收入水平这一中介变量对虚拟价值产生间接影响。通常情况下，教育程度高的居民收入也比较高，按照上述关于收入水平与虚拟价值之间关系的分析，对于教育程度高的居民而言，清洁空气的虚拟价值就越高。然而，对于女性来说，她们的收入水平通常比男性的要低，因此其对虚拟价值的间接作用与直接作用正好相反。年龄变量的间接作用与直接作用的影响一致，这是因为大部分年老者的收入来源于社会保障的国家再分配体系，其收入通常低于通过工资获得的收入。

### (三) 心理因素对虚拟价值的影响

呼吸是维持人类生存和生产最基本的元素。清洁的空气是提升居民生活质量的重要组成部分，作为一种典型的“舒适性资源”，清洁的空气不仅可满足人们的生理需求，还可以对人的心理、精神等方面提供舒适性价值。人们的生理需求（物质需求）随着社会发展得到满足时，自然就会产生心理需求。在虚拟经济时代，经济的不断发展带动居民生活水平不断上升，人们对于清洁空气的需求偏好日益增加。

责任感、环保意识、认知程度等心理因素也会对清洁空气的虚拟价值产生影响。根据相关研究，环境责任感是指在人们采取的与环境相关的以及为解决环境危机的某种亲环境行为中所表现出的个体责任感。环境责任感强的人通常认为改善空气质量是一种对他人及社会具有正向的、积

极作用的行为，在道德规范的激发下他们更容易实施这一行为。而这种行为的背后显示的是他们认为清洁空气具有较高价值的心理。环境意识是指人们对环境和环境保护的一个认识水平和认识程度，还包括人们为保护环境而不断调整自身的经济活动和社会行为，协调人与环境、人与自然的相互关系的实践活动的自觉性。由此可以看出，环境意识反映的是人们的一种心理，是对环境的认同感。在这种心理的作用下，人们会有意识地去关注环境变化和生态平衡，并且会自觉地维护生态系统的良性发展，强烈反对任何破坏、污染环境的行为（吕君，2006）<sup>[13]</sup>。因此对于环境意识越强的人来说，清洁空气的虚拟价值越高。在他们看来，治理空气污染有利于促进公众生活质量的提高，有利于实现人类社会的可持续发展。同样的，公众对空气污染的成因、危害等知识了解越多，就越清楚清洁空气的重要性以及治理空气污染的必要性，他们就认为清洁空气的虚拟价值越高。

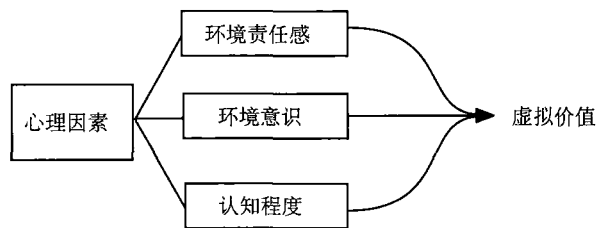


图2 心理因素对虚拟价值的影响分析

另外，心理变量也会间接作用于收入从而对清洁空气的虚拟价值产生影响，这是因为公众在做出是否愿意为空气质量的提高而支付费用这一决策时，会考虑金钱来源，将其划分为常规性收入或者是意外收入。不同的收入来源以及其在总收入中的比重的差异会导致总体收入水平的不确定性和波动性（胡霞，2017）<sup>[14]</sup>。对清洁空气的需求属于心理需求，收入的稳定性和可预期性均会对清洁空气的虚拟价值产生较大影响。但是由

于这一部分内容数据较难获得，因此本文没有进行相关的实证检验。

#### （四）不同变量对虚拟价值的影响路径

收入等社会人口统计变量和心理变量不仅对虚拟价值直接产生影响，他们彼此还相互作用，最终影响清洁空气虚拟价值的高低。根据上述分析，收入水平等社会统计变量及心理因素对清洁空气这一非市场产品的虚拟价值的影响路径如图3所示：

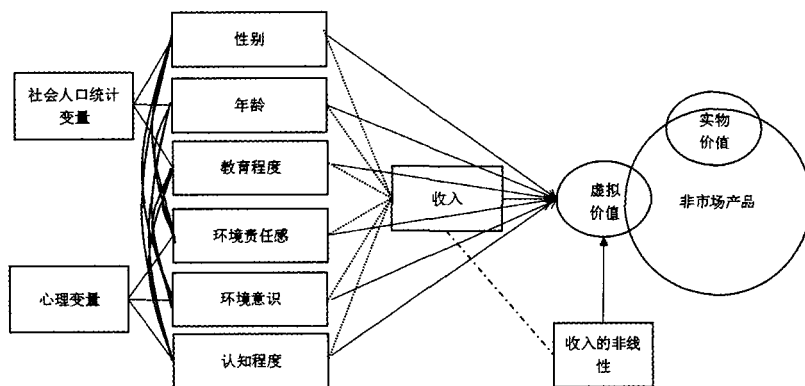


图3 社会统计变量和心理变量对虚拟价值的影响路径

### 三、清洁空气的虚拟价值调查方法及模型选择

根据上文的分析，清洁空气的公众支付意愿即其在广义虚拟经济下的虚拟价值，因此本文通过调查受访者的支付意愿，分析其影响因素以及计算真实支付意愿，从而完成对虚拟价值的相关研究。

#### （一）支付意愿调查法

清洁空气是环境物品，不可交易，没有价格。支付意愿（willingness to pay, WTP）是指消费者接受一定数量的消费物品或劳务所愿意支付的金额，计算清洁空气的价值可以采用支付意愿调查价值评估法（Contingent Valuation Method, CVM）。CVM是一种被广泛用于评估环境物品价值的方法。该方法主要通过调查受访者的主观价值，利用效用最大化原理，建立一个假设的市场，直接调查受访者对于某种物品或服

务的最大支付/受偿意愿,以此得出该物品或服务的价值<sup>[4]</sup>。CVM有几种不同的形式,包括投标博弈法、二分法、开放式和支付卡式。投标博弈法在早期的研究中较常使用,但是投标值的选取存在一定困难。支付卡式具有使问卷调查过程更加容易,受访者反应更快等优点,但是往往会造成范围偏差。二分法询问过程比较繁琐,不容易得出真实的支付意愿。开放式直接询问受访者的支付意愿,虽然存在不确定等问题,但是比二分法,投标博弈法和支付卡式更为准确(Carlson and Stenman,2000)<sup>[15]</sup>。

**(二) 虚拟价值核算模型**

根据 Sun and Yuan(2016)<sup>[16]</sup> 的研究,核算支付意愿可以采用两步样本选择模型。该模型的第一部分是概率模型 (probit model),其通常被用于探究分析受访者有正的 WTP 的概率的多重因素的综合影响。模型的第二部分是区间回归模型 (interval model),用来计算所有真实支付意愿样本的具体水平。

第一部分:概率模型表示方法如下<sup>[18]</sup>

$$y_i = \mathbf{b}x_i + v_i \tag{1}$$

其中,代表了独立变量的向量空间;是对应向量的估计参数;则代表随机扰动项;代表了不能被直接观测的变量。可以直接观测的变量定义如下:

$$y^* = \begin{cases} 1 & \text{if } y_i > 0 \\ 0 & \text{others} \end{cases} \tag{2}$$

在此基础上,是否为愿意为清洁空气付费可以通过以下计算公式测量:

$$\begin{aligned} \text{Prob}(y^* = 1 | x_i) &= \text{Prob}(y_i > 0 | x_i) = F(x, \beta) \\ &= \phi(x' \beta) = \int_{-\infty}^{x' \beta} \phi(t) dt \end{aligned} \tag{3}$$

在上述公式中,  $\Phi(\bullet)$  代表标准正态分布的累计分布函数 (PMF), 而  $\phi(\bullet)$  则代表正态分布函数 (PDF)。

概率模型的似然对数函数可表达如下形式:

$$L = \prod_{y^*=1} F(\beta x_i) \prod_{y^*=0} [1 - F(\beta x_i)] \tag{4}$$

其中,  $F(\bullet)$  是函数  $v$  的累计分布函数。

第二部分:参照概率模型,区间回归模型假设 WTP 是一系列解释变量的函数。假设其函数如下:

$$WTP = bx_i + \xi_i \tag{5}$$

其中 WTP 代表受访者的真实 WTP 水平,则代表独立的变量的向量,代表相应估计参数的向量,是随机误差项,其服从均值为 0, 方差为的正态分布。可以采取区间回归模型评估受访者的真实支付意愿。区间回归的似然函数可如下所示<sup>[17]</sup>:

$$L = \sum_i \log \left[ \phi \left( \frac{u_i - \beta_1 x_i}{\sigma} \right) - \phi \left( \frac{l_i - \beta_1 x_i}{\sigma} \right) \right] \tag{6}$$

其中,  $u_i$  和  $l_i$  分别代表受访者对于降低空气污染的 WTP 的上界和下界。 $\Phi(\bullet)$  代表标准正态分布的累计密度函数。

最后,整体 WTP 的期望均值可以通过如下的等式得到<sup>[8]</sup>:

$$E(\text{Total WTP}) = \text{Prob}(y_i > 0) \times E(WTP | WTP > 0) \tag{7}$$

## 四、清洁空气虚拟价值的实证分析

### (一) 数据来源

实证分析部分,本文主要参考了 Sun 和 Yuan (2016)<sup>[16]</sup> 的相关研究结果。Sun 和 Yuan 通过使用 2013 年 CPPAQ 的数据,探讨了中国公众关于空气污染的接受度和支付意愿问题,并得出相应结论。“China’s Public Perception of Air Quality” (CPPAQ) 是由厦门大学经济学院中国能源经济研究中心于 2013 年 11 月发起的一项针对空气污染进行的长期性实地调研,调研的频率大致为每年一到两次。CPPAQ 采取的是全国范围内的面对面问卷调查形式。CPPAQ 问卷共分为公众对空气质量问题的看法及意识,支付意愿和被调查者背景三个部分。结合本文的研究内容,笔者认为 CPPAQ 第一部分内容属于对公众心理变量的调查,其中环境责任感用对环境污染的关心程度来测量,环境意识则是公众是否采取环保措施,

认知度则包括对居住环境污染程度的评估和空气污染成因的认识程度。关于受访者背景部分，在前文分析基础之上，又加入了家庭规模这一人口统计变量。

## (二) 结果分析

### 1. 社会人口属性与心理变量的交叉分析

表 1 列出了社会人口属性与环境责任感和污染认知度之间的交叉关系。可以看出，年龄变量并不是影响受访者空气污染认知度的主要人口特征，因为不同年龄段的受访者对空气污染的关心程度及对空气污染成因的了解程度相差并不明显；家庭规模与环境责任感和空气污染认知度之间呈现负相关关系，即随着家庭成员人数的增加，其对空气污染的关心程度与对于空气污染成因的了解就随之减少；收入受访者的环境责任感没有显

著影响，但是结果显示，收入越高的对于空气污染的认知度越高；环境责任感不受受访者的性别影响，但是男性被访者对于空气污染成因的了解要超过女性被访者；受教育程度与被访者的环境责任感和空气污染认知度成正相关关系，即受教育程度越高，其对于空气污染的关心程度与空气污染成因的了解都越多。

### 2. 收入与支付意愿之间的关系分析

根据 Sun 和 Yuan 的研究，Probit 模型的回归结果如表 2 显示。Probit 模型评估受访者具有非零支付意愿的概率，并探究受访者收入水平与其非零支付意愿概率之间的关系。区间回归模型的结果如表 3 所示，区间回归模型评估了那些具备非零支付意愿的受访者的支付意愿。

根据模型 1 的回归结果，家庭年均收入的估计系数为正，意味着家庭年收入与受访者具有正的 WTP 的概率之间存在显著的正相关关系，即收入高者比那些收入低者更愿意支付提高空气质量的费用。然而，收入平方项前面的估计参数为负，这表明受访者具有正支付意愿的概率随着收入平方的增加而减少，也意味着受访者具有正支付意愿的概率的增量随着收入增加而减少。

在模型 4 中，家庭年收入这一变量前面的估计参数为正，表明受访者是否愿意为空气污染治理付费与其收入水平显著正相关，意味着收入水平高者更愿意承担空气污染治理的成本。然而，与 probit 中的回归结果一致，模型 4 中收入平方这一变量的估计参数亦为负，说明在收入水平达到某个值时，WTP 的增加值会随着收入增加而逐渐减少。

### 3. 社会人口统计学变量与支付意愿的关系

probit 模型的回归结果表明受访者的年龄与家庭成员数与其非零支付意愿之间呈现显著的负相关关系，即那些年长及家庭成员数多的受访者的非零支付意愿的概率更小。区间回归模型的结果表明受访者的年龄与其支付意愿成负相关关系，这与 probit 模型的结论保持一致。家庭规模对于 WTP 总值的影响仍是负相关。与此相反，受教育程度与 WTP 的数值之间存在着正相关关系。

表 1 不同社会人口特征群体的环境责任感和认知度

变量	名称	是否关心空气污染	是否知道空气污染成因
年龄 /Age	25 岁以下	0.804	0.103
	26 ~ 45 岁	0.848	0.098
	46 ~ 60 岁	0.847	0.099
	60 岁以上	0.8	0.18
家庭成员数 /F-size	1-3	0.859	0.105
	4-5	0.847	0.099
	>=6	0.761	0.089
家庭年收入 (万元) /Income	0 ~ 3	0.801	0.08
	3 ~ 5	0.849	0.099
	5 ~ 8	0.848	0.098
	8 ~ 12	0.848	0.099
	>=12	0.832	0.116
性别 /Gender	男 =1	0.855	0.118
	女 =0	0.839	0.077
受教育程度 /Education	高等教育 (大学及以上)=2	0.776	0.080
	中等教育 (高中)=1	0.843	0.091
	其他 =0	0.866	0.107

数据来源: CPPAQ, 厦门大学经济学院中国能源经济研究中心, 2013 年 11 月

表2 概率模型回归分析

Variables	Model1		Model2		Model3	
	Coef	S.E.	Coef	S.E.	Coef	S.E.
Income	.2074	.0623****	.1768	.0629****	.1827	.0630****
Income sq	-.0019	.0008**	-.0016	.0009*	-.0016	.0009*
Location	.4357	.0782****	.4294	.0785****	.4864	.0819****
Protection	.2209	.0895**	.2305	.0898****	.2214	.0901**
Age	-.1109	.0462**	-.0987	.0474**	-.1059	.0477**
F-size	-.0902	.0326****	-.0735	.0337**	-.0717	.0337**
Education			.1053	.0506**	.1092	.0507**
R-understand			.2518	.1379*	.2643	.1391*
Trust					.2088	.0837*
Cons	1.327	.1517****	1.1160	.1784****	1.006	.1837****
Log likelihood	-722.128		-718.060		-714.856	
L.R chi2	53.57		61.71		68.11	

Note : \*P ≤ 0.1 \*\*P ≤ 0.05 \*\*\*P ≤ 0.01 \*\*\*\*P ≤ 0.001  
 参考来源: [16] Chuanwang, Sun., Xiang, Yuan., Meilian, Xu., The public perceptions and willingness to pay: from the perspective of the smog crisis in China [J]. Journal of Cleaner Production, 2016(112): 1635-1644.

表3 区间回归模型结果

Variables	Model4		Model5		Model6	
	Coef	S.E.	Coef	S.E.	Coef	S.E.
Income	8.370	0.7033****	8.2734	.7061****	8.3380	0.7044****
Income sq	-.0715	.0078****	-.0705	.0078****	-.0715	.0078****
Location	6.6719	1.9632****	6.5400	1.9613****	7.7439	1.9878****
Protection	7.5874	2.0866****	8.0040	2.0911****	7.7340	2.0868****
Age	-2.3473	1.0935**	-2.3805	1.0957**	-2.4492	1.0928**
F-size	1.4215	.8286*	1.6491	.8398**	1.7990	.8386**
Education			1.7713	1.2876	2.3029	1.2935*
R-understand			5.6479	2.8637**	5.5164	2.8560*
Trust					6.4016	1.8871****
Cons	16.245	3.7155****	12.405	4.418****	8.119	4.583*
Log likelihood	-7181.3812		-7178.4476		-7172.7097	
L.R chi2	191.54		197.41		208.88	

Note : \*P ≤ 0.1 \*\*P ≤ 0.05 \*\*\*P ≤ 0.01 \*\*\*\*P ≤ 0.001  
 参考来源: [16] Chuanwang, Sun., Xiang, Yuan., Meilian, Xu., The public perceptions and willingness to pay: from the perspective of the smog crisis in China [J]. Journal of Cleaner Production, 2016(112): 1635-1644.

4. 心理因素与支付意愿的关系

对心理因素与支付意愿之间关系进行分析的结果表明, 受访者对空气污染的不同主观感知可影响其对于清洁空气的支付意愿。关注空气质量、自我感觉居住地空气污染较为严重的被访者相较于不关注空气质量、自我感觉居住地雾霾不严重的被

访者更愿意承担治理空气污染的成本费用。同时, 对空气污染的了解度越高, 比如知道空气污染形成原因的受访者, 愿意支付的比例及金额明显高于其他人。另外, 虽然公众对于空气污染治理的效果信心程度不高, 但是结果表明, 对空气污染治理效果比较有信心及满意度高的群体, 较之信任度及满意度低的群体具有更高的支付意愿。

而表2中 Probit 回归模型的结果表明对空气污染了解程度高及知道空气污染成因的受访者具有非零支付意愿的概率明显高于其他受访者。同时受访者对空气污染的治理信心与其具有非零支付意愿的概率成明显的正相关关系, 说明公众对治理效果越有信心, WTP 为正的可能性越大。表3中区间回归模型的结果也验证了环境责任感、环境意识和认知程度与支付意愿之间存在正相关关系。

5. 受访者的支付意愿分布

受访者的 WTP 如表5所示 (WTP 是月度值)。大约有 90% 的受访者有正的 WTP, 这表明大多数的受访者愿意为空气质量的提高而支付一定费用。但是表5中的数据显示绝大多数的受访者都给出了一个相对低的 WTP, 这就表明了 WTP 的分布是有偏的。造成上述结果的原因主要有两个。一方面, 在开放式问卷中, 受访者需要自己填写他们心中的 WTP 值。但是对于公共物品比如清洁的空气等, 没有市场价格, 导致受访者在给出 WTP 没有可以参照的数值, 很难给出一个具体的 WTP 值。另一方



表4 不同心理变量的支付意愿(元/年)

变量	名称	比例(%)	支付意愿均值
是否关注 空气质量	关注=1	83.45	379.2
	不关注=0	16.55	299.3
居住地空气 质量自评	空气污染较严重=1	75.51	378.3
	其他=0	24.49	332.8
是否对空气污 染治理成效有信心	有信心=1	30.58	397.9
	无信心=0	69.42	355.2
是否了解空气 污染的成因	了解=1	9.91	396.6
	不了解=0	90.09	363.8

数据来源: CPPAQ, 厦门大学经济学院中国能源经济研究中心, 2013年11月

面, 对于许多收入水平比较低的家庭而言, 相对于生活环境质量的关心, 他们更加关注生活水平的潜在的下降趋势。由于存在对于未来的不确定性, 这些家庭不愿意为改善空气质量支付费用。

表5 受访者的支付意愿分布

支付意愿	频数	频率
0	213	7.76
(0-5]	680	24.78
(5-10]	534	19.46
(10-30]	520	18.95
(30-50]	452	16.48
>=50	345	12.57
总计	2744	100

数据来源: CPPAQ, 厦门大学中国能源经济研究中心, 2013年11月

#### 6. WTP的估计值预测

Sun and Yuan (2016)<sup>[16]</sup> 利用 stata 及 R 等计量分析软件, 运用计量方法得到了 WTP 的整体估计值。结果显示, 具有非零支付意愿的受访者的平均 WTP 为每年 414.1 元。

根据等式(7), 每年的总 WTP 可以按照如下公式计算:

$$E(\text{Total WTP}) = \text{Prob}(y_i > 0) * E(\text{WTP} | \text{WTP} > 0) \\ = 0.924 * 414.1 = 382.6$$

意味着受访者个人(以家庭为整体)对于空气污染治理的平均支付意愿为 382.56 元/年, 即对于受访者而言, 获得一年的清洁空气的虚拟价

值为 382.56 元。

## 五、结论

本文旨在回顾广义虚拟经济学的相关理论的基础之上, 构建研究非市场产品虚拟价值的理论框架, 采用支付意愿调查法探究清洁空气的虚拟价值, 并分析了虚拟价值的影响因素, 最终得到以下结论:

第一、家庭年收入水平对受访者治理空气污染的支付意愿(清洁空气的虚拟价值)具有十分显著的正相关影响。然而, 支付意愿(虚拟价值)的增量随着收入增加而减少。

第二、对其他社会人口因素与支付意愿之间关系的验证发现, 受访者的年龄与家庭成员数与其拥有非零支付意愿之间具备显著的负相关关系, 除此之外, 受教育程度与 WTP 的数值之间也存在正相关关系, 尽管该相关性关系并不显著。

第三、对空气污染了解程度越高及知道空气污染成因的受访者具有非零支付意愿的概率明显高于其他群体。环境意识强和对环境污染认知程度高的受访者的支付意愿更高。

## 六、政策建议

结合以上分析结果, 本文基于广义虚拟经济的视角提出关于如何治理空气污染的几点建议:

首先, 合理有效运用资金, 保证环境污染治理效果。根据实证分析结果, 大部分受访者都有改善空气质量的倾向, 都愿意支付一定金钱。然而, 治理效果的好坏影响着公众的支付意愿, 也就影响着清洁空气的虚拟价格, 因此如何采取措施保证资金的有效运用就成为了值得思考的问题。在这种情况下, 政府就应该建立一种公平的机制去利用这一潜在的资金来源。同时, 还应该建立信息披露机制, 公开污染治理细节。

然后, 提高公众的环境保护意识, 引导公众实施环保行为。广义虚拟经济学下, 公众对产品的需求已经不仅仅局限于生理需求, 他们更需要

的是心理需求的满足。心理变量已经成为影响产品价值的重要因素,环境保护意识作为一种心理变量,就成为了环境物品虚拟价值的影响元素之一。公众环保意识越强,他们就越愿意支持空气污染治理政策。因此,采取措施提高公众的环保意识是在广义虚拟经济学下实施环境保护政策的

必然选择。

最后,加大污染治理的宣传力度,普及环境保护知识。公众在采取是否支持环保项目的有关决策时,容易受到其所掌握知识的影响。空气污染知识的缺乏,基于社会接受度的政策制定就可能造成偏差,从而影响政策的效果。

### 注释:

- ① 空气污染是指由于自然过程或者人类活动产生的复杂混合物(包括气体、颗粒物、金属、有机与无机化合物等等)出现在室内或室外的空气中,呈现出足够的浓度,持续足够的时间,并由此危害到人类的舒适、健康、福利或生态环境的一种现象(国际标准化组织,ISO)。

### 参考文献:

- [1] 林左鸣. 广义虚拟经济论要[J]. 上海大学学报(社会科学版),2011,18(05):1-15.
- [2] 吕小康,王丛. 空气污染对认知功能与心理健康的损害[J]. 心理科学进展,2017,25(01):111-120.
- [3] 陈仁杰,阚海东. 雾霾污染与人体健康[J]. 自然杂志,2013,35(05):342-344.
- [4] Diamond P.A., Hausman J.A.. Contingent valuation is some number better than no number [J]. J. Econ Perspect, 1994, 8(4): 45-64.
- [5] 戴红军,孙涛. 区域环境虚拟价值损失的实证研究[J]. 广义虚拟经济研究,2015,6(03):38-44.
- [6] 张明立,任淑霞,许月恒. 广义虚拟经济视角下的顾客感知价值及其对满意、忠诚的影响研究[J]. 广义虚拟经济研究,2011,2(01):65-77.
- [7] Hammitt,J.K., Zhou,Y.. The economic value of air-pollution-related health risks in China: a contingent valuation study [J]. Environmental and Resource Economics, 2006, 33 :399-423.
- [8] Hong Wang, John Mullahy.. Willingness to pay for reducing fatal risk by improving air quality:A contingent valuation study in Chongqing,China[J]. Science of the Total Environment, 2006, 367 :50-57.
- [9] Neidell M J. Air pollution, health, and socio-economic status: The effect of outdoor air quality on childhood asthma[J]. Journal of Health Economics, 2004, 23(6): 1209-1236.
- [10] Sun C, Kahn M E, Zheng S. Self-protection investment exacerbates air pollution exposure inequality in urban China[J]. Ecological Economics, 2017, 131: 468-474.
- [11] Straughan,R.D,Roberts,J.A,Environmental segmentation alternatives:A look at green consumer behavior in the new millennium[J]. Journal of Consumer Marketing, 1999,16(16),558-575
- [12] Hunter L M, Hatch A, Johnson A. Cross-national gender variation in environmental behaviors [J]. Social Science Quarterly, 2004, 85(3): 677-694.
- [13] 吕君,刘丽梅. 环境意识的内涵及其作用[J]. 生态经济,2006,(08):138-141.
- [14] 胡霞. 收入结构对中国城镇居民服务消费的影响分析——基于不同收入阶层视角[J/OL]. 岭南学刊,2017,(03):1-10
- [15] Carson R.T.Contingent valuation : a user' s guide [J]. Environ Sci-Technol, 2000, 34(8):1413-1418.
- [16] Chuanwang. Sun., Xiang, Yuan., Meilian, Xu., The public perceptions and willingness to pay: from the perspective of the smog crisis in China [J]. Journal of Cleaner Production, 2016(112) : 1635-1644.
- [17] Xun, Wu.. Determinants of bribery in Asian firms: evidence from the world business environment survey [J]. Journal of Business Ethics, 2009, 87: 75-88.