

条件价值法在澳门固体废弃物管理 经济价值评估中的比较研究

金建君, 王志石
(澳门大学科技学院, 澳门)

摘要: 单边界和双边界是二分式条件价值法(CVM)的 2 种主要问题格式。针对澳门固体废弃物管理存在的问题, 应用单边界和双边界二分式条件价值法比较研究了澳门固体废弃物管理方案改善的支付意愿及其总经济价值。结果表明, 80.56% 的居民对新的固体废弃物管理方案存在支付意愿。单边界二分式 CVM 的分析结果表明澳门居民的平均支付意愿为每人每月 14.87 ~24.12 澳门元。双边界二分式 CVM 的结果表明澳门居民的平均支付意愿为每人每月 14.43 ~17.94 澳门元。单边界和双边界二分式 CVM 的评估结果相差不大, 双边界二分式 CVM 的评估结果较为精确。按 2003 年澳门总人口 44.85 万计算, 新的固体废弃物管理方案的年总经济价值约为 7.02×10^7 澳门元。

关键词: 固体废弃物管理; 条件价值法; 中国; 澳门

中图分类号: X196 **文献标识码:** A

澳门特别行政区是世界上人口高密度聚集的地区之一。近 10 年来随着澳门经济和旅游业的发展, 固体废弃物的数量一直在持续增加, 从 1998 年的 22.16 万吨增加到 2003 年的 24.93 万吨, 年平均增长 2.5%, 给澳门的环境带来了巨大压力。澳门的可持续发展迫切需要对产生的固体废弃物进行有效的管理, 而对各种管理方案进行经济价值评估是制定有效管理策略的关键。

由于固体废弃物管理的经济价值具有非市场化的特性, 传统的市场评估方法难以对其经济价值做出准确的评估^[1]。条件价值法 (Contingent Valuation Method, CVM) 是目前国际上用于评估非市场化环境物品经济价值的一种重要方法^[2-8], 其研究方法包括早期的开放式、投标式和近期的二分式(封闭式)格式^[9]。目前, 二分式格式已成为研究环境物品经济价值的首选方法^[6], 它进一步可以分为单边界、双边界和多边界格式。本文应用单边界和双边界二分式条件价值法, 比较研究了澳门固体废弃物

管理方案的经济价值, 为制定有效的废弃物管理策略提供重要的科学依据。

1 CVM 模型

CVM 是利用效用最大化原理, 在假想的市场条件下, 直接调查和询问居民对环境质量改善的支付意愿 (Willingness To Pay, WTP) 或是对环境质量受损的受偿意愿 (Willingness To Accept, WTA), 以 WTP 或 WTA 的方式推导环境物品或环境服务的经济价值, 其中 WTP 是目前国际上应用较多的一种方式^[4]。国外许多经济学家认为, 对于没有市场价格的环境物品, 只有人们的支付意愿才能表达出与它们有关的全部效用^[9]。

CVM 的基本原理是^[2, 6] 假设消费者的间接效用函数取决于市场商品 x , 所衡量的环境物品或服务 q , 消费者的收入状况 y , 消费者的其他社会经济特征 s 以及个人偏好误差和测量误差等一些随机成分, 则消费者的间接效用函数可表示为 $V(x, q,$

* 收稿日期: 2005-07-06, 修回日期: 2006-02-10。

作者简介: 金建君 (1978-), 女, 浙江温岭人, 博士研究生, 主要从事环境与资源经济学研究。E-mail: ya27402@um.ac.mo

y, p, \dots)。如果消费者个人面对一种环境状态 q_0 改进为另一种环境状态 q_1 则 $V_1(x, q_1, y, p, \dots) > V_0(x, q_0, y, p, \dots)$ 而要使这种状态改进得以实现往往需要消费者支付一定的资金。CVM 就是通过问卷调查的方式,揭示消费者的偏好,以推导不同环境状态下消费者的等效用点 $V_1(x, q_1, y - WTP, p, \dots) = V_0(x, q_0, y, p, \dots)$ 通过定量测定 WTP 的分布规律得到环境物品或环境服务的经济价值。

1.1 单边界分析模型

单边界二分类 CVM 得到的是被调查者对某一投标值“愿意”(yes)或“不愿意”(no)的反应。模型分析需要在被调查者回答“愿意”或“不愿意”的可能性与所面对的投标值之间建立函数关系,以推导被调查者的平均支付意愿^[4,7]。被调查者回答“愿意”的可能性可用 Logit 函数形式表示^[9]:

$$P_i(\text{yes}) = \frac{1}{1 + \exp[-A + \sum_k X_k]} \quad (1)$$

式中 $P_i(\text{yes})$ 为被调查者 i 回答“愿意”的概率, A 、 X_k 为估计参数, A 为被调查者 i 面对的投标值, X_k 为被调查者的社会经济特征(如经济收入状况等)。

假设虚变量 I_k 代表回答结果“愿意”(如果被调查者的回答结果为“愿意”,则 $I_k = 1$), 公式(1)的对数似然方程可表示为:

$$L = \sum_{k=1}^N I_k \ln P_i(\text{yes}) + (1 - I_k) \ln(1 - P_i(\text{yes})) \quad (2)$$

A 、 X_k 可用最大似然法求得。被调查者的平均支付意愿可表示为^[10]:

$$WTP = -\frac{A}{\sum_k X_k} \quad (3)$$

1.2 双边界分析模型

双边界二分类 CVM 是在单边界二分类 CVM 的基础上发展起来的,它先为被调查者提供一个投标值,让其回答“愿意”或“不愿意”。如果被调查者对第一个问题的回答是“愿意”,则为其提供另一个较高的投标值,否则为其提供另一个较低的投标值。因此,被调查者的回答会有 4 种可能:“愿意—愿意”、“愿意—不愿意”、“不愿意—愿意”、“不愿意—不愿意”。被调查者可能产生的 4 种不同回答结果的概率也可采用 Logit 的函数形式表示^[10]:

$$P_i(\text{YY}) = \frac{1}{1 + \exp(-BID_U + \sum_k X_k)} \quad (4)$$

$$P_i(\text{YN}) = \frac{1}{1 + \exp(-BID_U + \sum_k X_k)} - \frac{1}{1 + \exp(-BID_L + \sum_k X_k)}$$

$$P_i(\text{NY}) = \frac{1}{1 + \exp(-BID_L + \sum_k X_k)} - \frac{1}{1 + \exp(-BID_U + \sum_k X_k)}$$

$$P_i(\text{NN}) = \frac{1}{1 + \exp(-BID_L + \sum_k X_k)}$$

式中 $P_i(\text{YY})$ 、 $P_i(\text{YN})$ 、 $P_i(\text{NY})$ 、 $P_i(\text{NN})$ 分别为被调查者 i 的回答结果为“愿意—愿意”、“愿意—不愿意”、“不愿意—愿意”、“不愿意—不愿意”的概率, BID_U 为初始投标值, BID_L 为第 2 个较高的投标值, BID_L 为第 2 个较低的投标值, A 、 X_k 为待估参数, X_k 为被调查者的社会经济特征。

假设虚变量 I_{YY} 、 I_{YN} 、 I_{NY} 、 I_{NN} 分别表示“愿意—愿意”、“愿意—不愿意”、“不愿意—愿意”、“不愿意—不愿意”的回答结果(如果被调查者的回答结果为“愿意—愿意”,则 $I_{YY} = 1$, 否则 $I_{YY} = 0$; I_{YN} 、 I_{NY} 、 I_{NN} 的定义类似)假设被调查者在回答 2 个问题时的支付意愿不变,公式(4)的对数似然方程可表示为:

$$L^{DB} = \sum_{i=1}^N \ln [I_{YY} P_i(\text{YY}) + I_{YN} P_i(\text{YN}) + I_{NY} P_i(\text{NY}) + I_{NN} P_i(\text{NN})] \quad (5)$$

参数 A 、 X_k 可通过最大似然法求得。被调查者的平均支付意愿为:

$$WTP = -\frac{A}{\sum_k X_k} \quad (6)$$

2 问卷设计与调查

问卷的设计采用专家咨询、小组讨论和预调查 3 个步骤。调查问卷最后由 4 个部分组成:固体废弃物管理基本知识调查;固体废弃物处置方式调查;澳门固体废弃物管理的现状、存在的问题、新的管理方案以及最大支付意愿的引导问题;被调查者的社会经济信息。

新的固体废弃物管理方案主要包括以下内容:

(1) 垃圾分类和回收:居民需要将产生的垃圾分成资源型垃圾(可回收的垃圾)和普通型垃圾,政府免费提供所需设备。

(2) 垃圾收集频率:垃圾为 1 天收集 2 次,收集时间固定(早上和晚上)。

(3) 减小垃圾收集过程中产生的噪音:政府和垃圾清运公司将采取有关措施减小垃圾收集过程中产生的噪音。

实地调查时,调查员先问被调查者是否愿意每人每月支付 10 (20, 30) 澳门元(1.00 澳门元约等于 1.03 元人民币)以使新的固体废弃物管理方案

得以顺利实施。如果被调查者的回答为愿意,则向其提供另一个较高的投标值 20 (30, 60) 澳门元;如果被调查者的回答为不愿意,则向其提供另一个较低的投标值 5 (10, 20) 澳门元。

2004年7~8月间从澳门6个堂(澳门的一种分区方式)中随机抽取了260名澳门居民作为调查对象,调查的方式采用面对面采访。各堂区样本的数量主要根据2003年澳门各堂区的家庭户数按比例分配确定。

3 结果

3.1 样本特性

调查共发放问卷260份,回收260份,除去漏选错选的8份问卷,共得到252份有效问卷。在有效问卷中,有49个被调查者不愿意支持实施新的固体废物管理方案,占19.44%,其中31人不愿意支持的原因是为家庭经济拮据,另外18人为抗议性支付(11人认为固体废物管理的费用应由政府承担,7人喜欢现有的固体废物管理方案);其他203个被调查者表达了不同程度的支付意愿。被调查者的主要社会经济情况如下:男性96人,女性156人;18~39岁的155人,40~65岁的97人;88人有大学或以上学历;家庭平均月总收入为18331.35澳门元。

3.2 模型分析

3.2.1 单边界模型估计结果

本文利用经济计量软件Limdep Nlogit 3.0对调查结果进行了分析。为检验模型的解释能力,本文将被调查者的主要社会经济变量和态度变量纳入模型分析中。模型结果如表1所示。由表1可知,所选的投标值、社会经济变量和态度变量都在1%或5%的水平上显著,表明问卷的设计及模型的选择具有较强的科学性。影响澳门居民支付意愿的因素主要包括投标值的大小、居民的性别、居民受教育水平、居民的固体废物管理态度和家庭月总收入等。投标值的系数为负且在1%的水平上显著表明投标值越高,被调查者回答“愿意”的可能性越低。此外,评估结果表明受教育水平较高的被调查者的支付意愿要高于受教育水平较低的被调查者;认为有必要改善澳门固体废物管理现状的被调查者具有较高的支付意愿;家庭月总收入较高的被调查者的支付意愿要高于家庭月总收入较低的被调查者。由表1的计算结果可知,澳门居民对新的固体废物管理方案的平均支付意愿为每人每月19.50澳门元,其变化范围为14.87~24.12澳门元。

表1 被调查者的平均支付意愿及其影响因素

Table 1 The respondents' mean WTP and its determinants

变量	系数	P-值
常数项	-0.8324	0.1099
投标值	-0.0701	0.0025***
性别(男性=1;女性=0)	0.0598	0.0022***
受教育水平(大学以上=1;其他=0)	0.796	0.0225**
固体废物管理态度(有必要=1;其他=0)	1.0504	0.0024***
未成年子女数	-0.4761	0.0433**
家庭月总收入(4000澳门元)	1.2068	0.0003***
平均支付意愿(澳门元)	19.5003	0.0000***
平均支付意愿95%置信区间(澳门元)	14.87~24.12	

*** 在1%的水平上显著,** 在5%的水平上显著

3.2.2 双边界模型估计结果

同样利用经济计量软件Limdep Nlogit 3.0,并将一些社会经济变量和被调查者的态度变量纳入模型对调查结果进行分析,其结果如表2所示。

表2 被调查者的平均支付意愿及其影响因素

Table 2 The respondents' mean WTP and its determinants

变量	系数	P-值
常数项	0.2508	0.4388
投标值	-0.1449	0.0000***
性别(男性=1;女性=0)	0.6335	0.0129**
受教育水平(大学以上=1;其他=0)	1.1571	0.0000***
固体废物管理态度(有必要=1;其他=0)	1.0402	0.0000***
未成年子女数	-0.2814	0.1078
家庭月总收入(4000澳门元)	0.0615	0.0000***
平均支付意愿(澳门元)	16.1846	0.0000***
平均支付意愿95%置信区间(澳门元)	14.43~17.94	

*** 在1%的水平上显著,** 在5%的水平上显著

由表2可知,所选的投标值、社会经济变量和态度变量对被调查者支付意愿的影响也都在1%或5%的水平上显著。影响澳门居民支付意愿的因素主要包括投标值的大小、居民的性别、居民受教育水平、居民的固体废物管理态度和家庭月总收入等,与单边界二分式CVM的分析结果类似。双边界模型评估的平均支付意愿为每人每月16.18澳门元,其变化范围为14.43~17.94澳门元。

3.3 结果比较

对单边界和双边界二分式 CVM 得到的结果进行比较发现,运用单边界二分式 CVM 得出的平均支付意愿为每人每月 19.50 澳门元,其变化范围在 14.87 ~24.12 澳门元之间;双边界二分式 CVM 得出的平均支付意愿为每人每月 16.18 澳门元,其变化范围为 14.43 ~17.94 澳门元。二者的估计结果相差不大,但双边界二分式 CVM 得出的平均支付意愿有较窄的置信区间,比单边界二分式 CVM 更能逼近被调查者真实的支付意愿,这与其他研究者的结论是一致的^[5,10]。如果将双边界二分式 CVM 计算的平均支付意愿乘以 2003 年澳门的总人口 44.85 万,同时考虑 19.44% 的零支付率,可以得到所评估的固体废物管理方案的年总经济价值约为 7.02×10^7 澳门元。

4 结论

本文针对目前澳门固体废物管理存在的问题,应用单边界和双边界二分式 CVM 对澳门固体废物管理方案的总经济价值进行了评估。结果表明,80.56% 的澳门居民对新的固体废物管理方案存在支付意愿。单边界和双边界二分式 CVM 估计的平均支付意愿相差不大,但双边界二分式 CVM 得出的支付意愿有较窄的置信区间,比单边界二分式 CVM 更能逼近被调查者真实的支付意愿。根据双边界二分式 CVM 的估计结果,所评估的固体废物管理方案的年总经济价值约为 7.02×10^7 澳门元。影响澳门居民支付意愿的因素主要包括投标值的大小、居民的固体废物管理态度、受教育水平和家庭月总收入等。

参考文献(References):

- 黑河流域张掖地区生态系统服务恢复的条件价值评估[J]. 生态学报, 2002, 22(6): 885-893.]
- [3] Mitchell R C, Carson R T. Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method[M]. Washington DC: Resources for the Future, 1989.
- [4] Zhang Zhiqiang, Xu Zhongmin, Cheng Guodong. The updated development and application of Contingent Valuation Method (CVM) [J]. Advances in Earth Science, 2003, 18(3): 454-463. [张志强, 徐中民, 程国栋. 条件价值评估法的发展与应用[J]. 地球科学进展, 2003, 18(3): 454-463.]
- [5] Xu Zhongmin, Zhang Zhiqiang, Long Aihua, et al. Comparison and application of different contingent valuation methods in measuring total economic value of restoring Ejina Banner's ecosystem service [J]. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(9): 1841-1850. [徐中民, 张志强, 龙爱华, 等. 额济纳旗生态系统服务恢复价值评估方法的比较与应用[J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1841-1850.]
- [6] Xu Zhongmin, Zhang Zhiqiang, Cheng Guodong, et al. Measuring the total economic value of restoring Ejina Banner's ecosystem services [J]. Acta Geographica Sinica, 2002, 57(1): 107-116. [徐中民, 张志强, 程国栋, 等. 额济纳旗生态系统恢复的总经济价值评估[J]. 地理学报, 2002, 57(1): 107-116.]
- [7] Chen Dongling, Xu Zhongmin, Cheng Guodong, et al. Willingness to pay for the restoration of the ecosystem in Ejina Qi, Inner Mongolia, China [J]. Journal of Lanzhou University (Natural Sciences), 2003, 39(3): 69-72. [陈东景, 徐中民, 程国栋, 等. 恢复额济纳旗生态环境的支付意愿研究[J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2003, 39(3): 69-72.]
- [8] Zhang Zhiqiang, Xu Zhongmin, Long Aihua, et al. Measuring the economic value of restoring ecosystem services in Zhangye city of Heihe river basin—Comparison and application of continuous and discrete contingent valuation survey [J]. Journal of Natural Resources, 2004, 19(2): 230-238. [张志强, 徐中民, 龙爱华, 等. 黑河流域张掖市生态系统服务恢复价值评估研究——连续型和离散型条件价值评估方法的比较应用[J]. 自然资源学报, 2004, 19(2): 230-238.]
- [9] Li Ying, Bai Mo, Yang Kaishong, et al. Study on residents' willingness to pay for improving air quality in Beijing [J]. Urban Environment & Urban Ecology, 2001, 14(5): 6-8. [李莹, 白墨, 杨开忠, 等. 居民为改善北京市大气环境质量的支付意愿研究[J]. 城市环境与城市生态, 2001, 14(5): 6-8.]
- [10] Hanemann W M, Loomis J, Kanninen B. Statistical efficiency of double bounded dichotomous choice contingent valuation [J]. American Journal of Agricultural Economics, 1991, 73: 1255-1263.
- [1] Kwabena A Anaman, Rashidah M Jair. Contingent valuation of solid waste collection services for rural households in Brunei Darussalam [J]. The Singapore Economic Review, 2000, 45(2): 223-240.
- [2] Zhang Zhiqiang, Xu Zhongmin, Cheng Guodong, et al. Contingent valuation of the economic benefits of restoring ecosystem services of Zhangye prefecture of Heihe river basin [J]. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(6): 885-893. [张志强, 徐中民, 程国栋, 等.]

A Comparative Study of Economic Valuation of Solid Waste Management in Macao Using CVM

JIN Jian-jun, WANG Zhi-shi

(Faculty of Science and Technology, University of Macau Macao, China)

Abstract: This paper presents results from a single-bounded and double-bounded Contingent Valuation Method (CVM) study that aimed to examine Macao residents' willingness to Pay (WTP) to support an improved solid waste management program. A random sample survey of 260 respondents in Macao was conducted face-to-face during the summer in 2004. About 80.56% stated that they would be willing to pay for this improved solid waste management program. The mean WTP of Macao public for this improved solid waste management program derived from single-bounded CVM was between 14.87MOP and 24.12MOP. The double-bounded CVM revealed that the mean WTP was about 16.82 MOP per person per month, which was between 14.43 ~17.94MOP. The study results show that the double-bounded CVM can decrease the variance of the WTP estimate. Based on the estimation results of double-bounded CVM, the annual aggregate value of this improved solid waste management program was about 7.02×10^7 MOP. The survey results revealed that the determinants of the WTP of Macao public for this improved solid waste management program were people's awareness on solid waste management, education level and total household income. These results provide support for the hypothesis that CVM can be successfully used in Macao.

Key words: Solid waste management; Contingent Valuation Method; Macao.

檣

《地球科学进展》开辟“973项目研究进展”专栏的公告

1997年6月4日,原国家科技领导小组第三次会议决定要制定和实施“国家重点基础研究发展规划”,随后由科技部组织实施了国家重点基础研究发展计划(亦称“973”)。其战略目标是加强原始性创新,在更深的层面和更广泛的领域解决国家经济与社会发展中的重大科学问题,以提高我国自主创新能力和解决重大问题的能力,为国家未来发展提供科学支撑。

自1998年起至2005年,已先后批准了232个项目,分为农业、能源、信息、资源环境、人口与健康 and 材料六大领域,以及综合交叉与前沿,其中资源环境领域有36项,此外,其他方面含有资源环境和全球变化范畴的项目约有21项,合计达57项,占总项目的24.57%。

为了更好地宣传、交流我国“973”原创性项目的研究成果,提升这些项目的科学价值,《地球科学进展》编辑部经研究决定,开辟“973项目研究进展”专栏,定期或不定期地刊登“973”项目中有关资源环境和全球变化方面的最新研究成果和进展,报道体裁不限,文章主要围绕以下几方面内容撰写:

(1)对已结题的项目,主要围绕该项目取得的研究成果及其应用价值、发展前景、与国际水平的差距等内容。

(2)对正在进行的项目,主要就项目研究的现状、进展、新成果及发展前景等内容。

(3)对刚申请批准的项目,围绕该项目研究的目的、意义、关键科学问题及其要达到的目标等内容。

凡是无项目首席科学家署名的来稿,最好经首席科学家的同意和认可,并签署意见。撰写的文章要求客观、公正、实事求是,内容完整,数据翔实,应有必要的文献、英文文摘等内容。具体格式要求参阅《地球科学进展》的投稿须知。

专栏负责人 林海教授 联系方式 linhai@mail.nsf.gov.cn linh@igsrr.ac.cn

编辑部地址 兰州市天水中路8号 730000 邮箱 adearth@lzb.ac.cn

投稿时请注明“973项目研究进展”栏目,经审核达到发表要求的稿件将尽快刊出,同时免收审稿费,酌收一定的版面费并致稿酬,并免费赠送全年期刊一套(1~12期)。欢迎从事“973”项目研究的科学家、学者赐稿。谢谢对我们工作的支持和帮助。

二 六年四月