

王桂芝,李廉水,黄小蓉,等. 条件价值评估法在公众气象效益评估中的应用研究[J]. 气象,2011,37(10):1309-1313.

条件价值评估法在公众气象效益评估中的应用研究^{*}

王桂芝 李廉水 黄小蓉 夏平嵩 李 洁

南京信息工程大学,南京 210044

提 要: 条件价值评价法(CVM)是目前生态(环境)经济学中最重要的和应用最为广泛的公共所有物价值的一种评估方法,对自然资源价值进行量化评估方面具有独特的优势,通过问卷调查反映环境影响下的价值问题,是一种理论化极强的评价方法。现将该方法应用到公共气象服务效益评估建模中,在考虑 CVM 不确定性因素的前提下,对公众气象服务效益进行评估,构建公众气象服务效益评估二分 Logistic 模型,并与传统的自愿付费法进行比较。采用全国抽样问卷调查数据量化结果比较表明,用二分 Logistic 模型对全国公众气象服务效益进行定量评估会更客观。

关键词: 气象服务效益, 条件价值评价法, 自愿付费法, 二分 Logistic 模型

A Study on the Application of Contingent Valuation Method in Public Weather Service

WANG Guizhi LI Lianshui HUANG Xiaorong XIA Pingsong LI Jie

Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

Abstract: Contingent valuation method (CVM) is an important value assessment method that is widely used in ecological (environmental) economics; and it has unique advantages in the quantitative assessment of the value of natural resources. By questionnaire, the CVM reflects the value under the influence of environment, and it is a theory of strong evaluation. This method is used to analyze public weather service. Considering the uncertainty, the effectiveness assessment of public weather service is conducted by establishing dichotomy Logistic model (DLM). Using national sample survey data, we compare it with the method of traditional willingness to pay. The DLM is more objective when using in a quantitative assessment of national public weather service.

Key words: benefit of meteorological service, contingent valuation method (CVM), willingness to pay, dichotomy Logistic model (DLM)

引 言

气象服务是气象部门的劳动者向社会所提供的服务性劳动。这种服务性劳动的产物,主要是由气象信息和气象科技两大类构成。由于气象服务工作的广泛性,气象服务的效益也是多方面的,但主要的是社会效益、经济效益和生态效益三个方面,这三个

方面的效益相互联系,相互转化,构成了气象服务的总体效益或综合效益。气象是一种自然的生产力,是一切生产资源中的基础资源,而气象事业是一项公益性科技服务事业,公众气象服务的信息以公益产品形式向社会提供。各国专家和学者从不同角度对气象服务效益进行分析和评价,但由于其不易确定归属性和最终效益的形成取决于多种因素,因此迄今尚未形成一种国际公认的评价方法和评价模

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY200806017)、气象软科学[2010]第 052 号阶段性成果、江苏省高校哲学社会科学重点研究基地项目及国家自然科学基金资助项目(50578020)共同资助

2010 年 7 月 4 日收稿; 2011 年 5 月 24 日收修定稿

第一作者:王桂芝,主要从事数理统计及应用、试验设计等研究. Email:wgznuist@163.com

式。

条件价值评估法是目前生态(环境)经济学中最重要的和应用最为广泛的公共所有物价值的一种评估方法。它可用于评估环境物品的利用价值和非利用价值,并被认为是可用于环境物品和服务的非利用价值评估的唯一方法。条件价值评估法通过问卷调查反映环境影响下的价值问题,是一种理论化极强的评价方法。本研究将该方法应用到公共气象服务效益评估建模中,并与传统的自愿付费法进行比较。

公共气象服务属于公共物品,没有市场价格,具有有用性和福利性,它的外部性和公共物品性质导致对其经济福利进行货币量化存在一定难度。公众从心理上也不愿付费,所以公众在回答付费问题时往往会有所隐藏或保留,理论上说都小于公众真实的支付意愿,但有理由相信其中的间接“支付意愿”更接近于真实支付意愿,最能保守地代表气象服务的真实公众效用。条件价值评价法(contingent valuation method, CVM)属于模拟市场技术的方法,其核心是直接调查询问人们对环境产品的支付愿望,并以支付愿望来表达环境产品的经济价值。CVM 的概念最初由 Cyriacy-Wantrup(1947)^[1]提出,后由美国学者 Davis(1963)^[2]首次应用于研究缅因州林地宿营、狩猎的娱乐价值。西方过去四十余年的应用说明 CVM 在帮助生态环境公共决策方面是一个很有潜力的技术。该方法利用效用最大化原理,通过构建假想市场,获知人们对于非市场物品的支付意愿(willingness to pay, WTP),是迄今唯一能够获知与环境物品有关的全部使用价值,条件价值评估法(CVM)在河流、湖泊、湿地、森林、大气等资源和环境领域进行了大量研究,为人们去评价环境物品或公共物品提供了一个较好的评价方法,是目前应用最广的非使用价值的方法^[3]。该方法在欧美国家得到了广泛应用,其研究案例现已达 2000 例以上^[4-11]。

由于受收入能力、环境问题的认知程度等因素的限制,CVM 方法在发展中国家应用相对较少。我国自 20 世纪 80 年代引入基本概念,90 年代出现实例研究。目前,中国关于 CVM 的理论研究和实证分析还处于探索阶段,近几年出现少量案例研究,但在气象服务效益评估中还没有。CVM 调查支付意愿最关键的是设计好问卷中的核心估值问题,利用问卷方式直接考察受访者在假设性市场里的经济

行为,可克服公共物品无法进行市场交易的限制,使得研究者可以通过各种不同假设情形了解民众对于公共物品的偏好,进而评估公共物品的价值。CVM 核心估值问题有四种设计模式,即投标博弈法(bidding game, BG)、开放式(open-ended, OE)、支付卡(payment card, PC)和二分式选择(dichotomous choice, DC)。文章采用二分 Logistic 模型推断平均 WTP,从而评估各种气象服务的效益。

1 二分法 Logistic 模型估计^[7-11]

当因变量只有“是与否”或“赞成与不赞成”即 0 与 1 两个值时,因为多元线性回归预测的值不能落入 0~1 区间,不能当作概率值解释,所以应该采用二分的 Logistic 回归(binary logistic regression)。

假定个人的间接效用函数为:

$$U = V(q, y, \omega) + \varepsilon \quad (1)$$

其中 q 为气象服务状态; y 为可支配收入,这里可理解为家庭的月平均收入; ω 为受访者的其他社会经济特征; ε 为效用的不可观测部分,通常将其看做随机项,且服从均值为 0 的 Weibull 分布。

询问受访者对于公众气象服务产品的支付意愿,并假设在支付之后,气象服务产品会得到更大的改进,人们会获得更为准确、全面的气象信息。令 q_0 为目前没有改进的气象服务状态, q_1 为得到改进后的气象服务状态,则两种状态下的简介效用函数分别为:

$$U_0 = V(q_0, y, \omega) + \varepsilon_0 \quad (2)$$

$$U_1 = V(q_1, y, \omega) + \varepsilon_1 \quad (3)$$

在二分式问卷中,受访者会根据自身的社会经济条件选择一个愿意支付的范围,取其中位数设置为投标额 BID ,根据费用-效益分析的理论,其选择行为会满足效用最大化,即:

$$V(q_1, y - BID, \omega) + \varepsilon_1 \geq V(q_0, y, \omega) + \varepsilon_0 \quad (4)$$

则受访者愿意付费的概率为:

$$P(\text{接受}) = P[V(q_1, y - BID, \omega) + \varepsilon_1 \geq V(q_0, y, \omega) + \varepsilon_0] \quad (5)$$

相应的回答不愿意付费的概率为 $1 - P$ 。式(5)可转换为:

$$P(\text{接受}) = P[\varepsilon_0 - \varepsilon_1 \leq V(q_1, y - BID, \omega) - V(q_0, y, \omega)] \quad (6)$$

令 $\delta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$, F_δ 为随机变量 δ 的累积分布函数,于是式(6)可转换为:

$$P(\delta \leq \Delta V) = F_{\delta}(\Delta V)$$

又因为 ϵ_0, ϵ_1 均服从 Weibull 分布,故 δ 服从 Logistic 分布, $F_{\delta}(\Delta V)$ 具有 Logistic 累积密度函数,于是有 $P(\text{接受}) = F_{\delta}(\Delta V) = \frac{1}{1 + e^{-\Delta V}}$ 。

为研究方便,假定效用函数为线性函数,即: $U = \alpha + \beta S + \epsilon$, 则 $V = \alpha + \beta S$ 。

当气象服务状态发生变化时,效用会随着发生变化,令 $V_0 = \alpha_0 + \beta_0 S, V_1 = \alpha_1 + \beta_1 S + \lambda BID$, 则 $\Delta V = V_1 - V_0 = \alpha' + \beta' S + \lambda BID$, 其中 $\alpha' = \alpha_1 - \alpha_0, \beta' = \beta_1 - \beta_0$, 于是

$$P(\text{接受}) = F_{\delta}(\Delta V) = F_{\delta}(\alpha' + \beta' S + \lambda BID) = \frac{1}{[1 + e^{-(\alpha' + \beta' S + \lambda BID)}]} \quad (7)$$

对上式进行 Logit 转换,可得到:

$$\ln \left[\frac{P(\text{接受})}{1 - P(\text{接受})} \right] = \alpha' + \beta' S + \lambda BID \quad (8)$$

采取平均截断 WTP, 对式(7)以 BID 为自变量进行积分,以问卷中最高投标额 BID 为积分上限,最低投标额为积分下限,即得到:

$$WTP_{\text{mean}} = \int_{BID_{\min}}^{BID_{\max}} \frac{e^{\alpha' + \beta' S + \lambda BID}}{1 + e^{\alpha' + \beta' S + \lambda BID}} = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{1 + e^{\alpha' + \beta' S + \lambda BID_{\max}}}{1 + e^{\alpha' + \beta' S + \lambda BID_{\min}}} \quad (9)$$

2 公众气象服务效益的计算

文章选用二分式设计模式,用支付意愿来衡量公共气象服务效益。研究分析表明居民是否有支付意愿与其自身的社会经济条件以及公共气象服务的状态相关,如:年龄、性别、家庭月平均收入、受教育程度、人们对气象服务的总体满意度等。运用计量分析模型估计这些因素的模型参数,从而判断居民的支付意愿与这些因素的相关程度,得回归模型^[12]: $y = \alpha + \beta S$, 其中, α 是常数项, β 是回归系数, S 表示通过向后回归法进入到模型中的一组变量。以受访者是否愿意对气象服务产品付费作为被解释变量,受访者的社会经济特征等作为解释变量,变量的说明为:

Y: 被解释变量, 受访者是否愿意支付 40 元维持现有的天气预报水平, 1 表示愿意, 0 表示不愿意;

Sex: 受访者性别, 1 表示男性, 0 表示女性。

Age: 受访者年龄, 1 表示 13~17 岁, 2 表示 18~23 岁, 3 表示 24~29 岁, 4 表示 30~39 岁, 5 表示 40~49 岁, 6 表示 50~59 岁。

Education: 受访者的最高学历, 1 表示初中及以下, 2 表示高中, 3 表示中专, 4 表示大专, 5 表示本科, 6 表示硕士研究生, 7 表示博士研究生。

Profession: 受访者职业, 1 表示工人, 2 表示农民, 3 表示事业单位行政人员, 4 表示学生, 5 表示教师, 6 表示干部, 7 表示军警, 8 表示医务人员, 9 表示商业人员, 10 表示个体人员, 11 表示国家公务员, 12 表示离退休人员, 13 表示其他人员。

Income: 家庭每月的平均收入, 1 表示 1000 元以下, 2 表示 1001~2000 元, 3 表示 2001~5000 元, 4 表示 5001~10000 元, 5 表示 10001 元以上。

Address: 受访者居住地, 1 表示城市, 2 表示乡村。

Bid1: 支持 40 元计划后愿意支付的额度, 100 及以上, 80 元, 60 元, 50 元, 40 元。

Bid2: 不支持 40 元计划的受访者的支付额, 0 元, 1~10 元, 11~20 元, 21~30 元, 31~39 元。

课题组于 2009 年上半年通过向全国公众随机网上填写问卷及各省气象部门发放“公众气象服务效益调查表”的方式, 全国共发出 48464 份总的问卷, 获得全国有效样本数据 43649 份, 各省发放问卷数量参照各省人口比例。现在运用上述二分的 Logistic 模型计算出公共气象服务效益。

运用 SPSS 统计软件进行数据处理, 主要需要对变量类型的处理。当自变量多于两个类别时, 就需要建立一组虚拟变量来代表类型的归属性质^[13]。这些虚拟变量的取值只具有大于或小于的性质, 可以排列出它们的顺序, 但不能反映出大于或小于的数量或距离, 这就是定序变量。它是变量的一种, 区别同一类别个案中等级次序的变量, 它是比定类变量层次更高的变量, 因此也具有定类变量的特质。

将 Sex-Bid2 设为自变量, 运用 SPSS 统计软件进行二分 Logistic 回归, 通过向后逐步回归法淘汰变量, 根据显著性 T 检验 Step1 淘汰变量职业, Step2 淘汰变量受访者居住地, Step3 得出最终相关的自变量及其系数。进入模型的参数估计结果见表 1。

最终进入模型的变量是性别、年龄、学历、月平均收入等自变量, 这也符合实际情况。家庭月收入系数显著性不强, 但仍可以看出随着家庭月平均收入的增加, 人们的支付意愿会加强; 而随着支付额度的不断增加, 愿意付费的人越来越少。以投标额

表 1 参数估计结果

Table 1 The parameter estimation results

变量	系数	标准差	Wald 检验	显著性水平
Sex	0.121	0.118	1.044	0.307
Age	-0.444	0.053	69.691	0.000
Education	-0.076	0.048	2.502	0.114
Income	-0.073	0.065	1.264	0.211
Bid1	0.019	0.030	30.456	0.000
Bid2	0.066	0.070	92.545	0.000
Constant	0.049	0.372	1.018	0.394

Bid1 的最大值和最小值作为积分的上下限,将上述变量的参数代入式(9)中,得到:

$$WTP_{\text{mean}} = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{1 + e^{\alpha + \beta S + \lambda BID_{\text{max}}}}{1 + e^{\alpha + \beta S + \lambda BID_{\text{min}}}} = \frac{1}{0.019} \times \ln \frac{1 + e^{0.049 + 0.121 \times 1.424 - 0.444 \times 2.77 - 0.072 \times 4.58 - 0.073 \times 2.465 + 0.066 \times 3.4 + 0.019 \times 100}}{1 + e^{0.049 + 0.121 \times 1.424 - 0.444 \times 2.77 - 0.072 \times 4.58 - 0.073 \times 2.465 + 0.066 \times 3.4 + 0.019 \times 100}} = 30.26 \text{ 元}$$

将性别、年龄、学历、收入、和投标额 Bid2 的平均值(1.424, 2.77, 4.85, 2.465, 3.4)代入(Sex, Age, Education, Income, Bid2), 计算得出平均支付意愿为 30.26 元, 全国 132802 万人口, 从而计算得到全国公共气象服务效益为 401.8637 亿元。

表 2 公众自愿付费数据

Table 2 The public willing pay data

付费额/(元/年)	0	5	15	25	35	40	50	60	80	100
城镇居民	14066	6013	2104	345	81	1078	2304	1407	936	905
乡村居民	7067	2853	1071	193	33	592	1147	634	473	347

通过自愿付费法计算公众气象服务效益:

$P=0.97$ (我国电视节目综合人口覆盖率)

$M_1=60667$ 万 $N_1=29239$

$$\sum_{j=1}^{10} C_j B_{1j} = 0 \times 14066 + 5 \times 6013 + 15 \times 2104 + 25 \times 345 + 35 \times 81 + 40 \times 1078 + 50 \times 2304 + 60 \times 1407 + 80 \times 963 + 100 \times 905 = 483365$$

$M_2=72135$ 万 $N_2=14410$

$$\sum_{j=1}^{10} C_j B_{2j} = 0 \times 7067 + 5 \times 2853 + 15 \times 1071 + 25 \times 193 + 35 \times 33 + 40 \times 592 + 50 \times 1147 + 60 \times 634 + 80 \times 473 + 100 \times 347 = 227920$$

$$W_1 = P \left(\frac{M_1}{N_1} \sum_{j=1}^{10} C_j B_{1j} + \frac{M_2}{N_2} \sum_{j=1}^{10} C_j B_{2j} \right) = 0.97 \times \left(\frac{606670000}{29239} \times 483365 + \frac{721350000}{14410} \times 227920 \right) = 2.0795 \times 10^{10} \text{ 元}$$

3 自愿付费法计算

顾名思义,即公众获取天气预报所愿意支付的费用,为了获取这些数据,可在调查问卷中设置如下问题:“公众天气预报是不收取费用,现在为了了解其服务效益,假设需要缴费,您每年愿意缴纳多少?”。通过对调查结果的统计,可以计算出“自愿付费法”下的公众气象服务效益,数学模型^[3]为:

$$W = P \sum_{i=1}^l \frac{M_i}{N_i} \sum_{j=1}^n C_j B_{ij}$$

式中, W 为计算得出的公共气象服务效益; P 为订正系数; M_i 为被调查地区第 i 类公众人数; N_i 为实际回收抽样调查表中第 i 类公众人数; C_j 为第 j 个付费等级的中数; B_{ij} 为被调查者中第 i 类公众中愿意支付第 j 个付费等级的人数。

课题组在全国除港、澳、台以外的所有省、市和设有政府气象主要机构的县开展了“气象服务效益评估”随机抽样问卷调查,全国共发出 48464 份问卷,经过有效的处理得到有效问卷 43649 份,公众愿意付费额调查统计数据见表 2。

即全国公共气象服务效益为 207.95 亿元。

4 结束语

现在我国公共气象服务效益评估常用方法有三种:自愿付费法、节省费用法和影子价格法。由于条件价值评估法与自愿付费法的公众气象服务效益评估所采取的问卷数据是一致的,因此,将这两种方法进行比较更加具有合理性、客观性与正确性。评估中尝试将条件价值评估方法应用于公众气象服务效益评估当中,弥补了在这一领域中的传统的自愿付费法只考虑单一因素对公众气象服务效应影响的不足,为公众气象服务效益评估提供了一种新的更有效方法,同时也为气象服务决策提供了有价值的理论依据。

不考虑 CVM 中不确定性因素的前提下,对公

共气象服务效益进行评估,计算出的全国公共气象服务效益为 207.95 亿元,与文章考虑 CVM 不确定因素后的计算结果 401.86 亿元相比,后者比前者增加。分析可知,不确定性因素对平均支付意愿的计算结果影响很大,尤其是把样本扩展到整体时推导出的总经济价值偏差更大,而总经济价值相差 1.93 倍。研究过程中,应用了二分 Logistic 回归,通过向后逐步回归法探讨了受访者自愿付费金额与其他变量的关系,在 CVM 模型中,性别、年龄、学历、收入、投标额 Bid1 和投标额 Bid2 这些变量通过显著性检验,居住地和职业两个变量系数不通过显著性检验。这表明,CVM 中不确定性因素对平均支付意愿的影响比较大,如不加考虑,将会导致计算结果不精确,甚至存在较大误差。

运用 CVM 对公共气象服务效益进行评估在我国尚处于探索阶段,由于不同的 CVM 研究采用不同的调查模式,使调查结果产生一定的差异^[14],因此应通过大量的对比研究并结合我国的实际情况,对调查模式进行选择,统一 CVM 的调查模式。

公共气象服务事关人民生命财产安全、经济社会可持续发展,事关全面贯彻落实科学发展观,事关构建社会主义和谐社会,事关全面建设小康社会目标的实现。笔者认为 CVM 评估模型应根据问卷的模式和时间不同做相应的修正,采用修正评估模型对全国公众气象服务效益进行定量评估会更客观。

参考文献

- [1] Ciriacy-Wantrup S V. Capital returns from soil-conservation-practices[J]. *Journal of Farm Economics*, 1947, 29: 1181-1196.
- [2] Davis R K. Recreation planting as an economic problem[J]. *Natural Resources Journal*, 1963, (3):239-249.
- [3] Carson R T. Contingent valuation: A user's guide[J]. *Environmental Sciences and Technology*, 2000, 34:1413-1418.
- [4] Carson R T, Flores N E, Meade N F. Contingent valuation: Controversies and evidence[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2001, 19:173-210.
- [5] Du Y P. Economic analysis of water quality improvement in East Lake, Wuhan an empirical application of contingent valuation method[J]. *Ecological Economy*, 1996, 6:15-20.
- [6] Xue D Y. Valuation on non-use values of biodiversity by contingent valuation method in Changbai Mountain Biosphere Reserve in China[J]. *China Environmental Science*, 2000, 20(2):141-145.
- [7] 张明军,孙美平,姚晓军,等. 不确定性影响下的平均支付意愿参数估计[J]. *生态学报*, 2007, 27(9):3852-3859.
- [8] 刘亚萍,李罡. 运用 WTP 值与 WTA 值对游憩旅游资源非使用价值的货币估计[J]. *资源科学*, 2008(3):431-439.
- [9] 徐大伟,刘民权,李亚伟. 黄河流域生态系统服务的条件价值评估研究[J]. *经济科学*, 2007(6):77-89.
- [10] 张翼飞,刘宇辉. 城市景观河流生态修复的产出研究及有效性可靠性检验[J]. *中国地质大学学报(社会科学版)*, 2007, 7(2):39-44.
- [11] 刘治国,李国平. 陕北地区非再生能源资源开发的环境破坏损失价值评估[J]. *统计研究*, 2006, 3:61-66.
- [12] 喻闻,李宁辉. 伊犁地区野果林恢复的非市场价值评估[J]. *农业经济问题*, 2007:180-186.
- [13] 王济川,郭志刚. *Logistic 回归模型-方法与应用*[M]. 北京:高等教育出版社, 2001:98-110.
- [14] 赵军,杨凯. 自然资源福利计算的参数模型与表征尺度:理论与应用比较[J]. *自然资源学报*, 2004, 19(6):795-803.
- [15] 张志强,范建峰,虎陈霞,等. 兰州市改善大气环境质量的总经济价值评估[J]. *干旱区资源与环境*, 2004, 19(3):28-32.
- [16] 张茵,蔡运龙. 条件估值法评估环境资源价值的研究进展[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2005, 41(2):317-328.
- [17] 阮桂海. *数据统计与分析-SPSS 应用教程*[M]. 北京:北京大学出版社, 2006:159-165.
- [18] 宗雪,崔国发,袁婧. 基于条件价值法的大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)存在价值评估[J]. *生态学报*, 2008, 28(5):2090-2098.
- [19] 姚秀萍,吕明辉,范晓青,等. 我国气象服务效益评估业务的现状与展望[J]. *气象*, 2010, 36(7):62-68.
- [20] 刘杰,许小峰,罗慧. 气象条件影响我国农业经济产出的计量经济分析[J]. *气象*, 2010, 36(10):46-51.
- [21] 翟蕾,黄勇,胡雯,等. 一次积层混合云降水过程增雨条件分析[J]. *气象*, 2010, 36(11):59-67.