

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

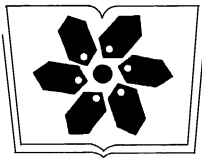
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第10期 Vol.31 No.10 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 10 期

2011 年 5 月 (半月刊)

目 次

大熊猫取食竹笋期间的昼夜活动节律和强度·····	张晋东, Vanessa HULL, 黄金燕, 等 (2655)
高枝假木贼的胎生萌发特性及其生态适应·····	韩建欣, 魏 岩, 严 成, 等 (2662)
准噶尔盆地典型地段植物群落及其与环境因子的关系·····	赵从举, 康慕谊, 雷加强 (2669)
喀斯特山地典型植被恢复过程中表土孢粉与植被的关系·····	郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友, 等 (2678)
青藏高原高寒草甸土壤 CO ₂ 排放对模拟氮沉降的早期响应·····	朱天鸿, 程淑兰, 方华军, 等 (2687)
毛乌素沙地南缘沙漠化临界区域土壤水分和植被空间格局·····	邱开阳, 谢应忠, 许冬梅, 等 (2697)
雪灾后粤北山地常绿阔叶林优势树种幼苗更新动态·····	区余端, 苏志尧, 解丹丹, 等 (2708)
四川盆地四种柏木林分类型的水文效应·····	龚固堂, 陈俊华, 黎燕琼, 等 (2716)
平茬对半干旱黄土丘陵区柠条林地土壤水分的影响·····	李耀林, 郭忠升 (2727)
连栽杉木林林下植被生物量动态格局·····	杨 超, 田大伦, 胡日利, 等 (2737)
近 48a 华北区太阳辐射量时空格局的变化特征·····	杨建堂, 刘 勤, 严昌荣, 等 (2748)
中型景观尺度下杨树人工林林分特征对树干病害发生的影响——以河南省清丰县为例·····	王 静, 崔令军, 梁 军, 等 (2757)
耕作措施对冬小麦田杂草生物多样性及产量的影响·····	田欣欣, 薄存瑶, 李 丽, 等 (2768)
官山保护区白颈长尾雉栖息地适宜性评价·····	陈俊豪, 黄晓凤, 鲁长虎, 等 (2776)
花椒园节肢动物群落特征与气象因子的关系·····	高 鑫, 张晓明, 杨 洁, 等 (2788)
沙漠前沿不同植被恢复模式的生态服务功能差异·····	周志强, 黎 明, 侯建国, 等 (2797)
大豆出苗期和苗期对盐胁迫的响应及耐盐指标评价·····	张海波, 崔继哲, 曹甜甜, 等 (2805)
不同耐盐植物根际土壤盐分的动态变化·····	董利苹, 曹 靖, 李先婷, 等 (2813)
短期 NaCl 胁迫对不同小麦品种幼苗 K ⁺ 吸收和 Na ⁺ 、K ⁺ 积累的影响·····	王晓冬, 王 成, 马智宏, 等 (2822)
套袋微域环境对富士苹果果皮结构的影响·····	郝燕燕, 赵旗峰, 刘群龙, 等 (2831)
畜禽粪便施用对稻麦轮作土壤质量的影响·····	李江涛, 钟晓兰, 赵其国 (2837)
土霉素胁迫下拟南芥基因组 DNA 甲基化的 MSAP 分析·····	杜亚琼, 王子成, 李 霞 (2846)
甲藻孢囊在长山群岛海域表层沉积物中的分布·····	邵魁双, 巩 宁, 杨 青, 等 (2854)
湖南省城市群生态网络构建与优化·····	尹海伟, 孔繁花, 祈 毅, 等 (2863)
基于多智能体与元胞自动机的上海城市扩展动态模拟·····	全 泉, 田光进, 沙默泉 (2875)
城市道路绿化带“微峡谷效应”及其对非机动车道污染物浓度的影响·····	李 萍, 王 松, 王亚英, 等 (2888)
专论与综述	
北冰洋微型浮游生物分布及其多样性·····	郭超颖, 王桂忠, 张 芳, 等 (2897)
种子微生物生态学研究进展·····	邹媛媛, 刘 洋, 王建华, 等 (2906)
条件价值评估的有效性与可靠性改善——理论、方法与应用·····	蔡志坚, 杜丽永, 蒋 瞻 (2915)
问题讨论	
中国生态学期刊现状分析·····	刘天星, 孔红梅, 段 靖 (2924)
研究简报	
四季竹耐盐能力的季节性差异·····	顾大彤, 郭子武, 李迎春, 等 (2932)
新疆乌恰泉地震前后泉水细菌群落的变化·····	杨红梅, 欧提库尔·玛合木提, 曾 军, 等 (2940)
两种猎物对南方小花蝽种群增长的影响及其对二斑叶螨的控害潜能·····	黄增玉, 黄林茂, 黄寿山 (2947)
学术信息与动态	
全球变化下的国际水文学研究进展: 特点与启示——2011 年欧洲地球科学联合会会员大会述评·····	卫 伟, 陈利顶 (2953)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 34 * 2011-05



封面图说: 藏酋猴 (*Macaca thibetana*) 属猴科 (*Cercopithecidae*) 猕猴属 (*Macaca*) 又名四川短尾猴、大青猴, 为我国特有灵长类之一, 被列为国家二级保护野生动物; 近年来, 由于人类活动加剧, 栖息环境恶化, 导致藏酋猴种群数量和分布日趋缩小; 本照片摄于四川卧龙国家级自然保护区 (拍摄时间: 2010 年 3 月)。

彩图提供: 中国科学院生态环境研究中心张晋东博士 E-mail: zhangjd224@163.com

条件价值评估的有效性与其可靠性改善 ——理论、方法与应用

蔡志坚¹, 杜丽永^{1,2}, 蒋 瞻¹

(1. 南京林业大学经济管理学院, 江苏南京 210037; 2. 江阴职业技术学院, 江苏江阴 214405)

摘要: CVM 可靠性、有效性改善源于 CVM 范围效应、WTA 与 WTP 之差、引导技术选择、假想偏差、信息效应、策略偏差和次序效应等 7 种偏差和误差的降低。以长江流域南京段生态系统恢复条件价值评估为例, 对 CVM 有效性、可靠性改善的理论和进行了应用, 具体包括: (1) 选用 WTP 而非 WTA 的估值方式; (2) 选用二分式选择法作为问卷的引导技术, 并利用开放式和支付卡式问卷进行二次预调查以获得二分式选择问卷的核心估值; (3) 以图文并茂的方式向受访者介绍调查背景, 并用受访者更熟悉的“长江水质恢复到可游泳水平”替代所要评估的环境物品“长江流域生态系统恢复”; (4) 分析受访者意图以区分抗议性回答和真实零支付; (5) 采用分层随机抽样的方式选取并放发大样本; (6) 调查中采用面对面的方式并培训调查员; (7) 选用切实可行但强制性高的支付工具; (8) 利用中值法而非均值法估计 WTP 分布函数; (9) 选择对数模型而非水平估算模型测算 WTP 值。综合利用上述方法所测得的南京市居民对长江流域生态系统恢复的支付意愿为 270.7 元/(户·a), 此研究结果可为南京市制定“十二五”水价改革方案提供科学依据。

关键词: 条件价值评估; 偏差和误差; 有效性和可靠性改善; 支付意愿

Improving validity and reliability of contingent valuation method through reducing biases and errors: theory, method and application

CAI Zhijian¹, DU Liyong^{1,2}, JIANG Zhan¹

1 College of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China;

2 Jiangyin Vocational and Technical College, Jiangyin 214405, China

Abstract: The criticism of Contingent Valuation Methods (CVM) resolved mainly from two aspects: the validity and the reliability of the results, and the effects of various biases and errors. The recent studies addressed the validity and reliability of CVM result were arising out of different kinds of biases and errors, which included the disparities between WTA (willingness to accept) and WTP (willingness to pay), strategic effect, scope effect, elicitation effect, hypothesis effect, sequencing effect and information effect etc. A set of comprehensive methods to reduce biases and errors was used to evaluate the economic benefits of ecosystem restoration of Yangtze River Basin in Nanjing area in this paper. The nine operating approaches were (i) to apply the WTP format rather than WTA format to elicit the individuals preference in the survey to avoid the biases of income effect, and to substitute effect and endowment effect as well; (ii) to take dichotomous choice questionnaire (DCQ) as a questionnaire-guided methodology to minimize the strategic bias and obtain a powerful goodness-of-fit tests, in addition, to use both open questionnaire and payment-card questionnaire as pre-survey methodologies to provide lower and upper valuation boundary estimates for DCQ survey, and the lower bid was selected almost 100% acceptance while the upper level was almost 100% rejection; (iii) to define the evaluation object of “ecosystem restoration of Yangtze-river Basin” as a familiar, specific and clearly understanding of “water quality improvement”, and to pretest the photographs of swimming in describing the degree of water quality improvement, so the

基金项目: 江苏教育厅“青蓝工程”学术带头人基金项目(2009); 中国博士后科学基金面上资助项目(20100471344); 江苏高校哲学社会科学重点研究基地重大项目(2010JDXM017)

收稿日期: 2010-06-24; **修订日期:** 2011-01-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: janecai69@hotmail.com

part-whole problem (scope bias) would be minimized where respondents have the experience of valuing the good in question; (iv) to focus on individuals' intention rather than attitudes toward their future payment behavior, to analyze the respondents' intention to determine whether their answers really signified zero WTP or made in jest or protest, and to elicit the reasons for yes/no answers for the valuation question; (v) a survey of stratified random sample of 300 used in open questionnaire, the same size in payment-card questionnaire, and a larger sample of 1700 in DCQ questionnaire. All the sample sizes were significant; (vi) The trained investigators undertook the individuals by personal interviews rather than mail survey and telephone interviewing; (vii) to chose tax and higher-water-price as the realistic, plausible, appropriate and forced payment vehicle, and to remind the respondents that their choice would be the base for Nanjing's 12th five-year urban water price reform plan, which could reduce the moral bias significantly; (viii) The distribution function of WTP was made by median-estimation model in stead of mean-estimation model, because the former model had better robustness and underlying the economic implication that the WTP for a good was constringed by income; (ix) to combine double-bounded DCQ rather than single-bounded DCQ, log-log model rather than logic model to estimate the WTP value, because double-bounded DCQ was statistically more efficient than the single-bounded DCQ, and log-log model resulted in higher validity and reliability. The individual WTP elicited in this study was 270.7 ¥ RMB per household per year. The result provides a scientific base for making the Nanjing's 12th five-year urban water price reform plan.

Key Words: contingent valuation method (CVM); bias and error; validity and reliability; willingness to pay (WTP)

条件价值评估法(contingent valuation method, CVM)是生态与环境经济学中较重要、应用较广泛的关于公共物品价值评估的方法,但 CVM 研究过程中存在的各种偏差、误差却引发了对其研究结果有效性与可靠性的争议,同时也促进了基于 CVM 有效性、可靠性改善的各种理论研究和应用。本文以长江流域南京段生态系统恢复条件价值评估为例,从 CVM 偏差、误差分析的角度出发,探索性地利用 CVM 可靠性、有效性改善的理论与方法,以期获得更为科学的研究结果并为全面提高我国 CVM 研究的有效性和可靠性积累经验。

1 条件价值评估法的基础理论和应用

条件价值评估法源于西方经济学,它的基本假设是:人们对市场中的各种商品(包括环境商品或服务)均存在消费偏好,不同消费者的商品组合形成不同的效用函数,其效用函数由可观测部分和不可观测的随机部分组成,可表示为 $U(Y, X, Q) + \varepsilon$, 这里 Y 表示收入, X 表示其他社会经济变量, Q 表示当前环境状态, ε 为随机扰动项。当环境状态 Q 发生变化时($Q_0 \rightarrow Q_1$), 假定询价为 A 单位货币支付, 消费者选择或接受这一支付价格的条件为 $U(Y - A, X, Q_1) + \varepsilon_1 \geq U(Y, X, Q_0) + \varepsilon_0$, ε_0 和 ε_1 为具有零均值的独立同分布随机变量。当消费者选择或接受 A 单位货币支付时, A 便是消费者接受环境从 Q_0 状态变化到 Q_1 状态的支付意愿(WTP)或接受意愿(WTA)。虽然个别消费者的 WTP 或 WTA 为随机变量,但总体却呈现某种累计分布函数形式的特征,据此便可测算出环境状态 Q 变化($Q_0 \rightarrow Q_1$)的非使用价值^[1]。

1963 年 CVM 首次应用于环境价值的评估,70 年代开始广泛应用于各种公共物品及相关政策的效益评估^[2],但 1989 年的埃克森诉讼引发了对 CVM 可靠性、有效性的质疑^[3],支持者和反对者之间的“论战”改变了 CVM 研究的重点,从 1991 年开始,大量的 CVM 文献便从实施 CVM 实验并报告内容和结果,向各种偏差分析及结果有效性、可靠性检验方向转变^[4]。

利用 Web of Science 上的文献和分析工具对有关 CVM 偏差及其可靠性、有效性的研究成果进行分析^①,结果如下:1986 年 Web of Science 数据库中首次出现有关 CVM 有效性、可靠性研究的文章^[5],大量的文献发

① 所利用的数据库包括 SCI-EXPANDED、CI、A&HCI 3 个,所有文献的入库时间介于 1975—2010 之间;文献查阅中输入的主题词为(“contingent valuation *” or “willingness *”)AND(“validity *” or “relia *” or “erro *” or “bia *” or “effect *”)

表从 1991 年开始,截止 2010 年 4 月发表的文献数量为 1812 篇,被引频次 26354 次,每篇平均引用次数 14.54,高索引指数(h-index)为 66。在所有文献中,研究论文占 87.8%,研究进程报告占 6.7%,综述类文章占 3.5%。文献的研究主要集中在经济学(34.3%)、环境科学与环境研究(30.2%)和医疗与健康(16.5%)3 大领域,主要研究国家包括美国(53.1%)、英国(12.0%)、澳大利亚(5.5%)、加拿大(5.1%)、德国(4.2%)和瑞士(4.1%),我国学者发表的相关文献 17 篇^①,其中以第一作者或通信作者发表的文章 12 篇,分布于大陆(7)、香港(4)和澳门(2)3 个地区。

2 CVM 偏差及有效性、可靠性改善的理论与方法

围绕 CVM 的质疑主要集中在 2 个方面,一是对 CVM 研究结果的有效性与可靠性缺乏信任,二是 CVM 研究过程中各种偏差和误差的影响。实际上,这是同一个问题的 2 个方面,因为有效性和可靠性就是针对各种可能偏差和误差的系统检验,有效性侧重研究结果的“精度”,可靠性则反映不同研究方法所获结果的“一致性”或“可重复性”。CVM 研究结果有效性与可靠性的改善源于各种偏差和误差的降低。

2.1 WTA 与 WTP 之差与有效性、可靠性改善

理论上 CVM 可通过直接询问人们的支付意愿 WTP(willingness to pay)或接受赔偿意愿 WTA(willingness to accept)来评估环境物品的使用价值和非使用价值,因为 WTA 和 WTP 皆能反映消费者剩余的变化^[6],但实际上对同一物品调查的 WTA 往往高于 WTP,二者之间的差异是导致 CVM 有效性和可靠性受质疑的一个重要原因。为此展开的众多研究结果表明 WTP 与 WTA 之差不可避免,但使用 WTP 法比 WTA 方法更科学、合理,因此,研究中尽可能选用 WTP 法可提高结果的有效性和可靠性。该方法的缺陷是,并非所有的 CVM 研究都可以用 WTP 替代 WTA,如当森林资源的用途从经济林转变成生态公益林时,对森林资源所有者的调查只能询问其 WTA 而非 WTP。

通过缩小 WTA 与 WTP 之差来提高 CVM 有效性和可靠性的理论和方法如下:(1)研究中尽可能选用 WTP 法以减少“收入效应”、“物品替代性”和资源“禀赋效应”导致的偏差^[7-10];(2)调查中提醒受访者考虑交易成本。因为研究表明,个体经常在购买时(即 WTP)容易忽略交易成本而销售时(即 WTA)却考虑交易成本^[11];(3)减少调查过程中发生的缺陷。调查过程中,诸如调查问题设计、受访者选择、受访者在调查过程中缺乏思考时间、支付方式设计等如果选择或设计不当,都可能导致 WTA/WTP 差距扩大,另外,调查过程中如果提高受访者对问卷内容的熟悉度也可促进 WTA 和 WTP 的收敛。

2.2 基于范围效应降低的有效性、可靠性改善

范围效应是影响 CVM 研究结果可靠性的另一主要原因,它体现在 CVM 的调查结果对评估对象的范围或大小不敏感,范围效应包括内嵌效应、数量效应和增加效应等三类效应^[12]。

基于范围效应降低的有效性、可靠性提高方法如下:(1)研究中尽可能剔除道德因素影响,如 Cooper 利用精心设计的调查问卷,从受访者生态意识入手,分析道德、责任等因素对受访者 WTP 决策的影响,从而剔除 WTP 值中所包含的道德成份^[13];(2)完善调查方法,包括:①改善沟通方式,如利用图片或照片展示的方式帮助受访问者理解研究背景,感受评价物品在质或量上存在的差异;②提醒受访者包含待评估物品在内的更大范围物品的存在;③给受访者提供 WTP 修正的机会;④根据研究的需要选择样本。Smith 等研究显示,仅调查方案的完善便可使 CV 评估结果同时满足“统计上显著性”和“经济上可信性”的要求^②^[14]。

虽然上述方法可以部份降低范围效应,但无法解决环境物品消费中边际效用递减导致的偏差,即当受访者在消费更多的同类商品时,其效用处于边际下降状态,并导致了受访者支付意愿对“额外的、增加的”同类

① 因为是以“Chin*”作为地址的关键词输入,故不包括台湾地区学者发表的文章

② 应美国海洋与大气管理局(NOAA)邀请,诺贝尔经济学奖得主 Kenneth Arrow 和 Robert Solow 主持“蓝带小组”对 CVM 方法的科学性进行深入探讨,并于 1993 年出版了 CVM 研究报告;该报告认为建立在严格实施和审慎分析基础上的 CVM 研究结果可实现“统计上显著”和“经济上可信”两个目标

物品不敏感^[1]。

2.3 基于引导技术选择的有效性、可靠性改善

对引导技术的合理选用是 CV 研究中有效性、可靠性提高的有效途径之一。开放式问卷法与封闭式问卷法是进行 CVM 调查时采用的两种基本引导技术,关于两种问卷的优劣一直争论不断。开放式问卷直接询问人们对于环境改善的最大 WTP,易于提问,但受访者在回答问题时却有一定的难度,易产生大量的不回答、许多“零”支付、部分过小和过大的 WTP 现象,对待评估对象不熟悉时尤为如此^[15],此外该问卷易于引发策略行为^[16]。封闭式问卷法,也称二分式选择法,更能模拟真实市场,便于受访者回答,也克服了开放式问卷中常见的没有回应的问题^[17],但也存在不少问题,如需进行多次预调查以取得合理的支付意愿以及恰当的投标值间隔信息、复杂的统计处理、存在“胖尾”现象和投标起点值偏差、样本量大等。

二分选择式问卷又分为封闭式单界问卷和封闭式双界问卷,封闭式双界调查目的在于获得更精确的 WTP 分布信息以及更丰富的受访者信息,其估计效率因而也更高^[18],不过也有不同的观点^[19]。因此,单边界或双边界引导技术的最终取舍还需参照 WTP 的标准误以及置信区间的精确度。另外,二分选择式问卷的分布函数既可以设定为对数 logit 分布形式和 Weibull 分布形式^[20],也可以设定为线性 logit 和线性 probit 形式^[17],不同模型的估计结果差异很大。因此,实际使用要考虑调查方法及样本分布对模型的适用性。

2.4 基于假想偏差降低的可靠性、有效性改善

假想偏差是指受访者的 WTP 或与实际支付可能存在的偏差^[21],这种偏差可能是假想市场下的 WTP 远大于人们的实际支付^[22],也可能是 WTP 小于真实的支付意愿^[23]。

减少假想偏差的方法包括:(1)采用更能模拟真实市场的封闭式问卷调查法;(2)问卷中设计强制性的支付方式以解决假想市场背景下由于 WTP 没有支付强制性,导致受访者回应 WTP 值不考虑自身支付能力约束的问题,或解决由于受访者对于 CV 研究中的 WTP 易产生“无须支付”的印象,而激发起“免费搭车”的反应;(3)通过对调查对象的精确描述,特别是尽量选择人们较为熟悉的物品作为研究对象,以解决假想市场下,特别是当人们对调查对象不熟悉时,由于无法确切地表达 WTP 或 WTA,从而导致假想偏差扩大的问题。

2.5 基于信息效应降低的可靠性、有效性改善

信息效应是指由于提供给受访者的信息水平(包括数量和质量)不同导致 CV 研究结果出现的偏差。虽然没有文献对“最佳”信息水平进行界定,但研究普遍认为 CV 调查中的信息应包括两部份:(1)体现评估对象核心价值的信息,即要提高评估对象的“可见性”,可通过图片展示等途径实现;(2)当调查评估对象价值提高时,如评估物品数量增加或质量改善,要在问卷中提供与本评估物品存在替代或互补关系的其他物品的信息,提供其他受访者的 WTP 或 WTA 信息,并提醒受访者其支付存在“收入约束”^[5]。通过上述方法,可有效提高 CV 研究的有效性和可靠性。

2.6 基于策略偏差降低的有效性、可靠性改善

策略偏差是指 CV 调查中受访者为自己目标而有意隐瞒真实 WTP 所产生的偏差。策略偏差有两种表现,一是受访者有意低报 WTP,其目的是希望在公共物品供给中“免费搭车”;二是受访者有意多报 WTP,其目的在于希望增加或改善所评估物品的供给,并且认为未来的物品价格政策不受其所报 WTP 的影响^[24]。如果在调查中采用二分式选择法,选择预算约束性和强制性大的支付方式以降低 WTP 高报的可能,也可打消受访者“免费搭车”的念头以降低 WTP 低报的可能。

2.7 基于次序效应降低的 CVM 有效性、可靠性改善

次序效应是指在针对多个物品评估的研究中,同一物品的 WTP 因为出现次序不同而发生变化。Carson 等认为次序效应可用“替代性”和“收入影响”解释,即受访者决策中可能用较前次序物品的效用替代较后次序物品的效用,因此,次序在前物品的 WTP 值可能很大,受收入约束,次序在后物品的 WTP 值只能很小了^[10]。Boyle 等认为次序效应与受访者对所评估物品的熟悉程度有关,受访者对评估物品越熟悉,其 WTP 估值受次序影响越小^[25]。因此,让受访者增加对评估物品的了解,或提供受访者更改 WTP 的机会都可降低次

序效应的发生,进而达到有效性、可靠性提高的目的。

3 应用:长江流域南京段生态系统恢复条件价值评估

长江流域是我国水资源配置的战略要地,它不仅提供了全国 36.5% 的水资源,还是南水北调东、中、西 3 条线路的水源地,并能提供重要的生态系统服务。近年来,随着经济社会的发展,排入长江的废污水量迅速增加,并导致长江流域生态不断恶化。减少污水排放是恢复长江流域生态系统的措施之一。本研究利用基于有效性、可靠性改善的理论与方法对长江流域生态环境系统恢复价值进行测算,以期为长江流域各城市通过水价改革或征收排污税等渠筹集更多污水处理资金,提高污水集中处理率以缓解长江水质恶化危机提供科学依据。

3.1 基于偏差降低的 CVM 研究方案设计

3.1.1 WTP 方法的选用

由于 CVM 研究中 WTP 法比 WTA 方法更科学、合理,因此本案例研究中用 WTP 来测定评估物品——长江流域南京段生态系统恢复的价值。

3.1.2 引导技术的综合应用

CVM 研究中有关开放式问卷法与封闭式问卷法的优劣、封闭式单界问卷与封闭式双界问卷的精度之争不断,本方案根据不同阶段研究目标的需要综合应用了不同的引导技术,具体如下:(1)为取得合理的支付意愿以及恰当的投标值间隔信息,以便为接下来的二分式选择问卷调查提供有效信息,本研究在正式调查前,分别采用开放式及支付式引导技术进行了两次预调查;(2)基于二分式选择法的优点,正式调查时本研究选择其作为引导技术。由于单边界或双边界引导技术的取舍还需参照最终 WTP 标准误以及置信区间的精确度进行,因此,问卷同时采用这两种引导技术,具体做法是在封闭式单界问卷的基础上,再追加一次询价以获得封闭式双界结果。

3.1.3 核心估值问题设计

核心估值问题设计的关键在于提高其“可见性”及受访者对问题的“熟悉度”并清晰界定物品的范围(包括质量及数量)。对一般受访者而言,“长江流域生态系统恢复”是个很难清晰界定的“环境物品”,由于水质恢复程度基本能反应长江流域生态系统修复水平,特别是当采用图文并茂的方式向受访者描述长江水质恢复的程度时,则令受访者很容易明晰其所购买的“环境物品”为何物,从而降低 CVM 的范围效应和信息效应。因此,调查问卷用“长江水质恢复到可游泳的水平”替代“长江流域生态系统恢复”。

3.1.4 对受访者的身份识别

CVM 研究中,当受访者选择“WTP=0”时,如何辨识此回答是抗议性还是真实零支付影响到最终研究结果的有效性。本研究为解决这一问题,在问卷中先判断受访者是否愿意参加“市场”,即首先询问受访者的态度表决问题:为了改善水质问题,是否愿意支付一定费用,如果回答“是”则说明该受访者属于“市场”一员,其随后的 WTP 值选择即使是零,也认为是非抗议性回答。

3.1.5 强制性支付工具设计

为减少受访者“道德”偏好及“假想市场”的干扰,问卷中设计了 2 种强制性的支付方式可供选择,分别为“纳税”和“提高水价”。

3.1.6 大样本选择

为满足二分式选择法中 WTP 定价范围需预先估定及样本量大的特性,本研究于 2008 年至 2009 年进行了 3 次随机抽样调查,样本量分别为 300、300 和 1700 份。前 2 次为预调查,第 3 次是正式调查。在控制误差不高于 5% 的情况下,第 3 次正式调查回收的有效问卷 1592 份,有效率达 93.6%。

3.1.7 调查员培训

由于前 2 次预调查中发现调查员的调查技巧略显生疏、对项目的理解不够深入、临场反应略显生疏,而这些问题均可能造成“假设偏差”以及“调查者偏差”,严重的话会使虚拟的“交易市场”失去意义^[26]。因此,在

第3次调查之前,本研究从访问技巧、对调查内容与调查方式的熟悉程度以及工作态度等方面内容,对调查人员进行了系统培训。具体实施时,按照南京市行政区划分配小组人员,由参与课题的研究生担任各组组长。在调查员的选择上,考虑到低年级本科生可能缺乏社会沟通经验,调查中主要选用大三以上的本科生作为调查员。

3.2 基于有效性、可靠性改善的模型估计

3.2.1 WTP 中值或均值的选择

从统计学角度看,均值估计受 WTP 分布函数的峰度和偏度的影响很大^[27]。传统估计设定隐含的假设是不存在零或负支付意愿,这意味着实际 WTP 分布函数存在“右偏”现象,导致 WTP 高估。此外,均值估计还会受到右侧“厚尾”问题的困扰。与此相比,中值估计则更为稳健。另外,从经济学角度看,均值估计与 Kaldor-Hicks 的“潜在补偿标准”相符,但是 Kaldor-Hicks 标准存在逻辑不一致性问题并且因为隐含着较为敏感的道德取向而受到批评^[28]。中值 WTP 的理论依据则是“多数投票原理”:如果多数人愿意为某种改变而提供支付意愿的话,就应该支付。尽管投票原理亦被证明不满足帕累托最优效率,不过却具有良好的道德判断含义。最后,个人支付意愿要受到其可支配收入的限制,原则上不应该超过其全部收入,一般来说均值估计则很难满足这一要求^[23]。有鉴于此,本文选取以中值计算进行分析。

3.2.2 单界与双界的选择

在单界模式下,以 logit 模型为例,考虑所有其它变量的影响后,WTP 的中值估算结果为 809.8 元,其 95% 的置信区间为[730,889](表 1 中的模型 1),若不考虑其它控制变量,WTP 估算结果为 802.4 元,其 95% 的置信区间为[724,881](模型 2)。可见是否包含其它控制变量对估计结果影响不大。在双界模式下,logit

表 1 WTP 估算(样本数=1034)

Table 1 WTP estimates(sample size = 1034)

变量 Variable	Logit			
	(1) 单界 Single-bounded 包含 X Contain X	(2) 单界 Single-bounded 不含 X not-contain X	(3) 双界 Double-bounded 包含 X Contain X	(4) 双界 Double-bounded 不含 X not-contain X
投标值 Bid	-0.175 *** (0.018)	-0.221 *** (0.018)	-0.386 *** (0.018)	-0.379 *** (0.015)
常数项 Constant	0.985 (0.637)	1.772 *** (0.106)	0.286 (0.729)	1.691 *** (0.105)
WTP*	809.8	802.4	463.3	446.7
标准误 Standard error	(48.18)	(47.7)	(3.29)	(3.25)
95% 置信区间 95% Confidence interval	[730,889]	[724,881]	[433,493]	[417,476]
M-R2	0.53	0.33	0.51	0.49
变量 Variable	Log-logit			
	(5) 单界 Single-bounded 包含 X Contain X	(6) 单界 Single-bounded 不含 X not-contain X	(7) 双界 Double-bounded 包含 X Contain X	(8) 双界 Double-bounded 不含 X not-contain X
投标值 Bid	-0.735 *** (0.06)	-0.714 *** (0.061)	-0.386 *** (0.018)	-1.059 *** (0.078)
常数项 Constant	0.138 *** (0.673)	1.257 *** (0.091)	0.286 (0.729)	1.055 *** (0.071)
WTP*	585.0	581.9	279.7	270.7
标准误 Standard error	(14.36)	(14.15)	(4.80)	(4.75)
95% 置信区间 95% Confidence interval	[571,618]	[559,605]	[268,291]	[259,281]
M-R2	0.56	0.40	0.52	0.46

所有包含 X 的模型只报告常数项以及投标值系数;控制变量 X 包括年龄、性别、家庭收入及环境意识等变量

模型的估计结果为模型(3)和模型(4),其中模型(3)考虑了其它控制变量,模型(4)未予考虑,从 WTP 大小看,考虑与否其它变量,对结果影响不大。Hanemann 等^[18]曾指出,单界模式下估计量不仅统计效率较低,而且往往会造成高估。从数值上看,单界估值约为双界估值的 1.7 倍。此外,双界模式下,WTP 的标准误以及 95% 置信区间都要比单界模式下的估计结果更为精确。

3.2.3 对数模型与水平模型的选择

表 1 报告了在不同模型设定下 WTP 的估算结果,发现模型设定的不同会导致估计结果相差很大。由于传统模型的潜在假设是不允许支付意愿为负,故 CVM 调查中零(以及负)支付意愿比例越高,利用线性分布以及 Weibull 分布模型越可能导致对 WTP 的中值造成高估,相比之下,对数 logit 模型偏差更小些^[29]。本研究调查样本中,两次均回答“否”的比例为 15.09%,这个比例与 Bohara 的蒙特卡洛模拟临界值非常接近。有鉴于此,本文认为对数 logit 模型更为可靠。

综上所述,南京市居民对长江流域生态系统恢复的支付意愿为 270.7 元/(户·a)。

4 结论与讨论

本研究对 CVM 有效性、可靠性改善理论与方法的应用最终体现在精心设计的调查方案和审慎的模型选择中,具体做法包括:一是综合利用开放性和封闭性引导技术并在二次预调查的基础上确定二分式问卷的核心估值点,以利于减少调查中由于投标值选择过高、过低或投标值分布不合理导致的偏差;二是在问卷中对受访者进行身份识别以区分“抗议性支付”和“真实零支付”从而减少对支付意愿估计结果的影响;三是设计强制性支付工具以更好地模拟真实市场从而降低受访者的“假想偏差”并减少“道德效应”;四要精心设计所要评估的“环境物品”,文中用“长江水质恢复到可游泳的水平”替代“长江流域生态系统恢复”,目的是提高环境物品的“可见性”和受访者对问题的“熟悉度”并有助于受访者清晰界定物品的范围(包括质量及数量),以此降低 CVM 的范围效应和信息效应;五、持续且基于不同引导技术对同一群体进行调查,这样不仅可以检验 CVM 研究结果的可靠性、有效性,同时,日趋娴熟的调查技术及对相关理论与方法更精准的把握提高了 CVM 的可靠性和有效性,本文所依托的便是这样的“五年期”调查研究方案,从 2005 年开始延续至今。任何有关 CVM 有效性、可靠性提高的理论与方法都有其特定的假设和研究背景,研究过程中具体方法的参照或选用取决于研究项目本身的需要,特别是当这些方法仍然处于争议之中,或方法之间本身就是相互矛盾的,需要特别审慎对待,如 CVM 研究中对各种引导技术的争议,表面上看开放式问卷与封闭式问卷、单边界二分式与双边界二分式似乎是水火不容,其实这些方法是互为补充的,若从提高研究整体有效性和可靠性的角度看,需要对此方法进行整合性的应用。如果脱离研究背景,便无从评价 WTP 中值计算与均值计算、单边界二分式与双边界二分式、WTP 估值对数模型与水平模型等方法孰优孰劣。多年的 CVM 研究还发现,受传统文化因素的影响,我国 CVM 研究中有效性和可靠性受受访者道德、责任因素的困扰甚大。

本研究测算的“南京市居民对长江流域生态系统恢复的支付意愿为 270.7 元/(户·a)”的研究结果可为南京市“十二·五”的水价改革提供科学依据。本文与文献^[17]同属于一个“五年期”CVM 调查方案的研究成果,根据文献^[17]的研究,2005 年南京市居民对长江水质改善的支付意愿是 100.66 元/(户·a),按每户每月用水 15m³计算^①,居民可承受的水价上涨幅度在 0.5 元/m³左右,如果考虑文献^[17]的研究结果是基于支付卡式引导技术所获,而国际上公认此引导技术所获得的 WTP 可能被低估,故居民实际可能承受的水价上涨幅度应可以略高于 0.5 元/m³。实际上,2006 年通过的南京市“十一五”水价改革总体目标是“十一五”期间居民生活用水价格上涨 0.8 元/m³”。基于对文献^[17]的改进与完善的本研究结果也可以成为南京市今后水价改革的依据。需要说明的是,由于家庭收入变量对 CVM 的支付意愿存在影响,受访者在表达其支付意愿时是基于对未来家庭收入的预期不低于过去收入增长的基础之上,所以本研究结果作为未来水价改革依据的前提是南京市居民家庭收入增长至少不低于过去 5a 的增长。还需要说明的是,虽然南京市居民与长江流域生态系统

① 源于南京市自来水公司对全市住户自来水使用量统计后的一个结果,并体现在南京市“十一·五”水价改革方案中。

恢复直接相关的支出主要是包含在自来水价格^①中的污水处理费,即理论上,南京市居民对长江流域生态系统恢复的支付意愿应用来支付自来水价格中的间污水处理费,但由于受访者无法确切知道自来水的价格构成及涨价部分在各价格构成成份之的分配比例,且他们更认同“自来水的涨价部分应全部或大部分用于污水处理”的观念,因此,南京市居民对长江流域生态系统恢复的支付意愿实际上指的是受访者所愿意承受的水价上涨部分而非水价中的排污费上涨部分。

致谢:感谢南京林业大学阮宏华教授及中国林业科学院吴水荣博士对本文写作的帮助。

References:

- [1] Hanemann W M. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*, 1984, 66(2):332-341.
- [2] Zhang Y, Cai Y L. Using contingent valuation method to value environmental resources: a review. *Acta Scientiarum Naturalism, Universitatis Pekinensis*, 2005, 41(2):317-328.
- [3] Hausman J A. *Contingent Valuation: a Critical Assessment*. New York: North Holland, 1993.
- [4] Desvousges W H, Hudson S P, Ruby M C. Evaluating CV performance: separating the light from the heat // Bjornstad D J, Kahn J R. *The Contingent Valuation of Environmental Resources-Methodological Issues and Research Needs*. Cheltenham. UK: Brookfield, US: Edward Elgar, 1996:117-144.
- [5] Herberlein T A, Bishop R C. Assessing the validity of contingent valuation: 3 field experiments. *Science of the Total Environment*, 1986, 56(3):99-107.
- [6] Bateman I J, Turner R K. *Valuation of environment, methods and techniques: the contingent valuation method* // Kerry T R. *Sustainable Environmental Economics and Management: Principles and Practice*. London: Belhaven Press, 1993: 120-191.
- [7] Willig R D. Consumer's surplus without apology. *American Economic Review*, 1976, 66(4):589-597.
- [8] Shogren J F, Shin S Y, Hayes D J, Kliebenstein J B. Resolving differences in willingness to pay and willingness to accept. *American Economic Review*, 1994, 84(1):255-269.
- [9] Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: an analysis of decisions under risk. *Econometrica*, 1979, 47(2):263-291.
- [10] Brookshire D S, Coursey D L. Measuring the value of a public good: an empirical comparison of elicitation procedures. *American Economic Review*, 1987, 77(3):554-566.
- [11] Brown T C, Gregory R. Why the WTA-WTP disparity matters. *Ecological Economics*, 1999, 28(5):323-35.
- [12] Baron J. Biases in the quantitative measurement of values for public decision. *Psychological Bulletin*, 1997, 122(1):72-88.
- [13] Philip C, Gregory L P, Ian J B. The structure of motivation for contingent values: a case study of lake water quality improvement. *Ecological Economics*, 2004, 50(1):69-82.
- [14] Smith V K, Osborne L L. Do contingent valuation estimates pass a 'scope' test? a meta-analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1996, 31(5):287-301.
- [15] Carson, R T, Hanemann, W M. Contingent valuation // Karl G M, Vincent J. *Handbook of Environmental Economics*. Amsterdam: North Holland, 2005:297-310.
- [16] Hanemann, W M. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*, 1984, 66(6):332-341.
- [17] Cai Z J, Zhang W W. Contingent valuation of Yangtze River water quality improvement structured by payment card questionnaires. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2006, 30(2):27-32.
- [18] Hanemann M, Kanninen, B. The statistical analysis of discrete-response CV data // Bateman I, Willis K. *Valuing Environmental Preferences*. New York: Oxford University Press, 1999:302-441.
- [19] McLeod D M. Willingness-to-pay estimates using the double-bounded dichotomous-choice contingent valuation format: a test for validity and precision in a bayesian framework. *Land Economics*, 1999, 75(1):115-125.
- [20] Bishop R C, Heberlein T A. Measuring values of extra market goods. *American Journal of Agricultural Economics*, 1979, 61(3):926-930.
- [21] Neill H R, Cummings R G, Gandeton P T, Harrison G W, McGuckin T. Hypothetical surveys and real economic commitments. *Land Economics*,

① 南京市自来水价格由供水价格、城市附加、污水处理费、省专项费和水资源费这 5 部分构成,2009 年污水处理费为 1.0 元/m³,约占水价的 37%。

1994, 70(1):145-154.

- [22] Seip K, Strand J. Willingness to pay for environmental goods in Norway: a contingent valuation study with real payment. *Environmental and Resource Economics*, 1992, 67(2):91-106.
- [23] Bishop R C, Heberlein T A. Measuring values of extra-market goods: are indirect measures biased?. *American Journal of Agricultural Economics*, 1979, 61(7):926-930.
- [24] Mitchell R C, Carson R T. Using surveys to value public goods: the contingent valuation method. Washington, DC: Resource for the Future, 1989:307-315.
- [25] Boyle K J, Welsh M P, Bishop R C. The role of question order and respondent experience in contingent valuation studies. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1993, 95(1):80-90.
- [26] Mitchell R C, Carson R T. Using Surveys to Value Public Goods: the Contingent Valuation Method. Baltimore, M D: Johns Hopkins University Press, 1989:377-401.
- [27] Stavig G R, Jean D G. Comparing the mean and median as measure of tendency. *International Statistical Review*, 1977, 45(1):63-70.
- [28] Little L M. A Critique of Welfare Economics. New York, NY: Oxford University Press, 1957:97-105.
- [29] Bohara A K, Kerkvliet J, Berrens R. Addressing negative willingness to pay in dichotomous choice contingent valuation. *Environmental and Resource Economics*, 2001, 20(3):173-195.

参考文献:

- [2] 张茵,蔡运龙. 条件估值法评估环境资源价值的研究进展. *北京大学学报:自然科学版*, 2005, 43(2):317-328.
- [17] 蔡志坚,张巍巍. 基于支付卡式问卷的长江水质恢复条件价值评估. *南京林业大学学报:自然科学版*, 2006, 30(2):27-32.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 10 May, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Circadian activity pattern of giant pandas during the bamboo growing season	ZHANG Jindong, Vanessa HULL, HUANG Jinyan, et al (2655)
The vivipary characteristic of <i>Anabasis elatior</i> and its ecological adaptation	HAN Jianxin, WEI Yan, YAN Cheng, et al (2662)
Relationships between plant community characteristics and environmental factors in the typical profiles from Dzungaria Basin	ZHAO Congju, KANG Muyi, LEI Jiaqiang (2669)
The relationship between pollen assemblage in topsoil and vegetation in karst mountain during different restoration period of typical vegetation community	HAO Xiudong, OUYANG Xuhong, XIE Shiyong, et al (2678)
Early responses of soil CO ₂ emission to simulating atmospheric nitrogen deposition in an alpine meadow on the Qinghai Tibetan Plateau	ZHU Tianhong, CHENG Shulan, FANG Huajun, et al (2687)
Spatial pattern of soil moisture and vegetation attributes along the critical area of desertification in Southern Mu Us Sandy Land	QIU Kaiyang, XIE Yingzhong, XU Dongmei, et al (2697)
Dynamics of dominant tree seedlings in montane evergreen broadleaved forest following a snow disaster in North Guangdong	OU Yudian, SU Zhiyao, XIE Dandan, et al (2708)
A comparative analysis of the hydrological effects of the four cypress stand types in Sichuan Basin	GONG Gutang, CHEN Junhua, LI Yanqiong, et al (2716)
Effect of cutting management on soil moisture in semi-arid Loess Hilly region	LI Yaolin, GUO Zhongsheng (2727)
Dynamics of understory vegetation biomass in successive rotations of Chinese fir (<i>Cunninghamia lanceolata</i>) plantations	YANG Chao, TIAN Dalun, HU Yueli, et al (2737)
Spatial and temporal variation of solar radiation in recent 48 years in North China	YANG Jianying, LIU Qin, YAN Changrong, et al (2748)
Impact of stand features of short-rotation poplar plantations on canker disease incidence at a mesoscale landscape: a case study in Qingfeng County, Henan Province, China	WANG Jing, CUI Lingjun, LIANG Jun, et al (2757)
Effects of different soil tillage systems on weed biodiversity and wheat yield in winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) field	TIAN Xinxin, BO Cunyao, LI Li, et al (2768)
Habitat suitability evaluation of Elliot's pheasant (<i>Syrnaticus ellioti</i>) in Guanshan Nature Reserve	CHEN Junhao, HUANG Xiaofeng, LU Changhu, et al (2776)
Relationships between arthropod community characteristic and meteorological factors in <i>Zanthoxylum bungeanum</i> gardens	GAO Xin, ZHANG Xiaoming, YANG Jie, et al (2788)
The differences of ecosystem services between vegetation restoration models at desert front	ZHOU Zhiqiang, LI Ming, HOU Jianguo, et al (2797)
Response to salt stresses and assessment of salt tolerability of soybean varieties in emergence and seedling stages	ZHANG Haibo, CUI Jizhe, CAO Tiantian, et al (2805)
Dynamic change of salt contents in rhizosphere soil of salt-tolerant plants	DONG Liping, CAO Jing, LI Xianting, et al (2813)
Effect of short-term salt stress on the absorption of K ⁺ and accumulation of Na ⁺ , K ⁺ in seedlings of different wheat varieties	WANG Xiaodong, WANG Cheng, MA Zhihong, et al (2822)
Effects of the micro-environment inside fruit bags on the structure of fruit peel in 'Fuji' apple	HAO Yanyan, ZHAO Qifeng, LIU Qunlong, et al (2831)
Enhancement of soil quality in a rice-wheat rotation after long-term application of poultry litter and livestock manure	LI Jiangtao, ZHONG Xiaolan, ZHAO Qiguo (2837)
MSAP analysis of DNA methylation in <i>Arabidopsis</i> (<i>Arabidopsis thaliana</i>) under Oxytetracycline Stress	DU Yaqiong, WANG Zicheng, LI Xia (2846)
Distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments from Changshan Archipelago in the North Yellow Sea	SHAO Kuishuang, GONG Ning, YANG Qing, et al (2854)
Developing and optimizing ecological networks in urban agglomeration of Hunan Province, China	YIN Haiwei, KONG Fanhua, QI Yi, et al (2863)
Dynamic simulation of Shanghai urban expansion based on multi-agent system and cellular automata models	QUAN Quan, TIAN Guangjin, SHA Moquan (2875)
"Micro-canyon effect" of city road green belt and its effect on the pollutant concentration above roads for non-motorized vehicles	LI Ping, WANG Song, WANG Yaying, et al (2888)
Review and Monograph	
The abundance and diversity of nanoplankton in Arctic Ocean	GUO Chaoying, WANG Guizhong, ZHANG Fang, et al (2897)
Advances in plant seed-associated microbial ecology	ZOU Yuanyuan, LIU Yang, WANG Jianhua, et al (2906)
Improving validity and reliability of contingent valuation method through reducing biases and errors: theory, method and application	CAI Zhijian, DU Liyong, JIANG Zhan (2915)
Discussion	
The analysis of Chinese ecological academic journals	LIU Tianxing, KONG Hongmei, DUAN Jing (2924)
Scientific Note	
Seasonal variations in salt tolerance of <i>Oligostachyum lubricum</i>	GU Daxing, GUO Ziwu, LI Yingchun, et al (2932)
Variation of a spring bacterial community from Wuqia Sinter in Xinjiang during the pre- and post-earthquake period	YANG Hongmei, OTKUR Mahmut, ZENG Jun, et al (2940)
Comparison of the effect of two prey species on the population growth of <i>Orius similis</i> Zheng and the implications for the control of <i>Tetranychus urticae</i> Koch	HUANG Zengyu, HUANG Linmao, HUANG Shoushan (2947)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 10 期 (2011 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 10 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元