

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

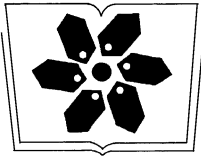
## Acta Ecologica Sinica



第31卷 第23期 Vol.31 No.23 **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 23 期 2011 年 12 月 (半月刊)

## 目 次

不同海拔高度高寒草甸光能利用效率的遥感模拟·····	付 刚,周宇庭,沈振西,等 (6989)
天山雪岭云杉大气花粉含量对气温变化的响应·····	潘燕芳,阎 顺,穆桂金,等 (6999)
春季季风转换期间孟加拉湾的初级生产力·····	刘华雪,柯志新,宋星宇,等 (7007)
降水量对川西北高寒草甸牦牛粪分解速率的影响·····	吴新卫,李国勇,孙书存 (7013)
基于 SOFM 网络对黄土高原森林生态系统的养分循环分类研究·····	陈 凯,刘增文,李 俊,等 (7022)
不同油松种源光合和荧光参数对水分胁迫的响应特征·····	王 琰,陈建文,狄晓艳 (7031)
盐生境下硅对坪用高羊茅生物学特性的影响·····	刘慧霞,郭兴华,郭正刚 (7039)
高温胁迫对不同种源希蒙得木叶片生理特性的影响·····	黄激激,张念念,胡庭兴,等 (7047)
黄土高原水土保持林对土壤水分的影响·····	张建军,李慧敏,徐佳佳 (7056)
青杨雌雄群体沿海拔梯度的分布特征·····	王志峰,胥 晓,李霄峰,等 (7067)
大亚湾西北部春季大型底栖动物群落特征·····	杜飞雁,林 钦,贾晓平,等 (7075)
湛江港湾浮游桡足类群落结构的季节变化和影响因素·····	张才学,龚玉艳,王学锋,等 (7086)
台湾海峡鲈鱼种群遗传结构·····	张丽艳,苏永全,王航俊,等 (7097)
洱海入湖河流苴河下游氮磷季节性变化特征及主要影响因素·····	于 超,储金宇,白晓华,等 (7104)
转基因鱼试验湖泊铜锈环棱螺种群动态及次级生产力·····	熊 晶,谢志才,蒋小明,等 (7112)
河口湿地植物活体-枯落物-土壤的碳氮磷生态化学计量特征·····	王维奇,徐玲琳,曾从盛,等 (7119)
EDTA 对铅锌尾矿改良土壤上玉米生长及铅锌累积特征的影响·····	王红新,胡 锋,许信旺,等 (7125)
不同包膜控释尿素对农田土壤氮挥发的影响·····	卢艳艳,宋付朋 (7133)
垄作栽培对高产田夏玉米光合特性及产量的影响·····	马 丽,李潮海,付 景,等 (7141)
DCD 不同施用时间对小麦生长期 N <sub>2</sub> O 排放的影响·····	纪 洋,余 佳,马 静,等 (7151)
氮肥、钙肥和盐处理在冬小麦融冻胁迫适应中的生理调控作用·····	刘建芳,周瑞莲,赵 梅,等 (7161)
东北有机及常规大豆对环境影响的生命周期评价·····	罗 燕,乔玉辉,吴文良 (7170)
土壤施硒对烤烟生理指标的影响·····	许自成,邵惠芳,孙曙光,等 (7179)
不同种植方式对花生田间小气候效应和产量的影响·····	宋 伟,赵长星,王月福,等 (7188)
西花蓟马的快速冷驯化及其生态学代价·····	李鸿波,史 亮,王建军,等 (7196)
温度对麦长管蚜体色变化的影响·····	邓明明,高欢欢,李 丹,等 (7203)
不同番茄材料对 B 型烟粉虱个体发育和繁殖能力的影响·····	高建昌,郭广君,国艳梅,等 (7211)
基于生态系统受扰动程度评价的白洋淀生态需水研究·····	陈 贺,杨 盈,于世伟,等 (7218)
两种典型养鸡模式的能值分析·····	胡秋红,张力小,王长波 (7227)
四种十八碳脂肪酸抑藻时-效关系分析的数学模型设计·····	何宗祥,张庭廷 (7235)
流沙湾海草床重金属富集特征·····	许战州,朱艾嘉,蔡伟叙,等 (7244)
基于 QuickBird 的城市建筑景观格局梯度分析·····	张培峰,胡远满,熊在平,等 (7251)
景观空间异质性及城市化关联——以江苏省沿江地区为例·····	车前进,曹有挥,于 露,等 (7261)
基于 CVM 的太湖湿地生态功能恢复居民支付能力与支付意愿相关研究·····	于文金,谢 剑,邹欣庆 (7271)
<b>专论与综述</b>	
北冰洋海域微食物环研究进展·····	何剑锋,崔世开,张 芳,等 (7279)
城市绿地的生态环境效应研究进展·····	苏泳娴,黄光庆,陈修治,等 (7287)
城市地表灰尘中重金属的来源、暴露特征及其环境效应·····	方凤满,林跃胜,王海东,等 (7301)
<b>研究简报</b>	
三峡库区杉木马尾松混交林土壤 C、N 空间特征·····	林英华,汪来发,田晓堃,等 (7311)
广州小斑螟发生与环境因子的关系·····	刘文爱,范航清 (7320)



**封面图说:** 黄河的宁夏段属于中国的半荒漠地区,这里气候干燥、降水极少(250mm 以下)、植被缺乏、物理风化强烈、风力作用强劲、其蒸发量超过降水量数十倍。人们从黄河中提水引水灌溉土地,就近形成了荒漠中的绿洲。有水就有生命,有水就有绿色。这种独特的条件形成了人与沙较量的生态关系——不是人逼沙退就是沙逼人退。

**彩图提供:** 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

于文金, 谢剑, 邹欣庆. 基于 CVM 的太湖湿地生态功能恢复居民支付能力与支付意愿相关研究. 生态学报, 2011, 31(23): 7271-7278.

Yu W J, Xie J, Zou X Q. CVM for Taihu Lake based on ecological functions of wetlands restoration, and ability to pay and willingness to pay studies. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(23): 7271-7278.

# 基于 CVM 的太湖湿地生态功能恢复居民支付能力 与支付意愿相关研究

于文金<sup>1,\*</sup>, 谢 剑<sup>2</sup>, 邹欣庆<sup>3</sup>

(1. 南京信息工程大学气象灾害教育部重点实验室, 南京 210044; 2. 世界银行, 美国纽约 20433;

3. 南京大学海岸与海岛开发教育部重点实验室, 南京 210093)

**摘要:**采用意愿调查价值评估法(CVM)法定量评估湿地生态功能修复保护非使用价值,力图探讨支付能力与支付意愿的相关机理。研究结果显示:(1)支付意愿调研综合置信度为 2.652,处于可信程度较高的范畴,3 个调研区的集中度均呈现不规则偏正态分布,WTP 中位数与平均数重现性良好,中支付区域集中度达 86%,符合经济学原理,说明 WTP 结果可信度较高。(2)公务员、教师、律师、高薪企业工人、部分高收入农民、军人支付意愿较高,两者的相关性高达 0.937 以上。(3)按 CVM 法计算,当地居民对世行工程的平均支付意愿为户均支付 19.19 元/月,产生区域支付差异的原因主要在于不同区域随机被访者职业构成和收入构成存在差异。(4)在估算湿地生态功能恢复项目支付意愿时 CVM 法是可靠的基本方法,支付能力是支付意愿的重要制约因素,中等支付能力者支付金额最高,支付能力与支付意愿之间存在不仅仅是正相关而是复杂的关联性。

**关键词:**太湖;湿地;CVM;支付意愿

## CVM for Taihu Lake based on ecological functions of wetlands restoration, and ability to pay and willingness to pay studies

YU Wenjin<sup>1,\*</sup>, XIE Jian<sup>2</sup>, ZOU Xinqing<sup>3</sup>

1 Key Laboratory of Meteorological Disaster, Ministry of Education, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China

2 The World Bank, N. W., Washington, D. C. 20433, U. S. A

3 Key Laboratory of Coast and Island Development, Ministry of Education, Nanjing University, T, Nanjing University, Nanjing 210093, China

**Abstract:** Lake wetlands are important natural ecosystems with ecological functions and biodiversity. The Contingent Valuation Method (CVM), which is useful for assessing the value of non-market resources, has been used for quantitative assessment of the non-use value of restoring ecological functions of wetlands, and to explore the ability to pay and willingness to pay (WTP) mechanisms. The following results are shown: (1) the confidence level from the comprehensive survey of WTP is 2.652, which demonstrates high credibility; while the distribution obtained is an irregular partial normal distribution, the WTP median and mean are shown to be reproducible, and regional concentration of payment at 86% is consistent with economic principles, indicating high credibility with regard to WTP; (2) social and economic characteristics of the data, such as age, income, wetland identification, and consumption, have good correspondence with WTP (for example, civil servants, teachers, lawyers, high-paying corporate workers, some high-income farmers, and soldiers have a higher WTP with a correlation of greater than 0.937); (3) calculated by CVM, the WTP of the average household for the World Bank project is 19.19 yuan per month; the survey results show that the local population is willing to pay to restore

**基金项目:**世界银行“无锡太湖沿湖地区生态环境综合治理”项目;“973”国家科技支撑项目(2008BAK50B02);国家自然科学基金资助项目(10672052);淮河流域气象开放研究基金(HRM200802);河海灾害实验室开放基金项目(20090024)

收稿日期:2010-10-08; 修订日期:2011-02-14

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yuwj@nuist.edu.cn

ecological functions of the wetlands, and differences in the WTP amount are mainly due to occupation and regional income; (4) the CVM method is useful for estimating the ecological function of wetlands restoration projects. Ability to pay is an important constraint on WTP, and is assumed greater than the respondents WTP. The study found that those with secondary-income are willing to pay the maximum amount, while some of the high-income groups with full capacity to pay had a low WTP, reflecting the level of environmental awareness and education. It is proved that WTP capacity is not only a positive correlation between the rather complex relevance. The order of the regions according to WTP, from high to low, are: the high-tech zone, Hong Town, Qinbo tomb area. The total public WTP amounts to 2.67 billion yuan, which exceeds the principal plus interest of the ten-year World Bank loan, suggesting that the project has good ecological benefits and economic efficiency.

**Key Words:** lake; wetlands; CVM; willingness to pay

湿地是自然界最富生物多样性和重要生态功能的生态系统,湖滨湿地是湿地的重要组成部分,具有涵养水源、蓄洪防旱、降解污染、生态旅游和保持生物多样性等方面具有重要的作用。湖泊湿地资源生态服务功能包括使用价值(use value, UV)和非使用价值(non-use value, NUV)。其中,非使用价值由存在价值(existence value, EV)、遗产价值(heritage value, HV)和选择价值(option value, OV)组成。由于其不存在直接的市场交易,非使用价值的价值量无法用市场价格方法计量,成为长久以来一直困扰人们的难题。条件价值评估法(contingent valuation method, CVM)是目前国际上应用最广泛的自然资源非使用价值评估方法之一,已经从实施 CVM 实验并报告内容和结果,向检验结果的有效性和可靠性方向转变<sup>[1-5]</sup>。2000 年后,我国采用 CVM 对自然资源的非使用价值进行评价的研究案例迅速增加,目前,国内的 CVM 研究集中在对生态系统功能、文化资源、水资源、旅游资源等非使用价值部分的评估,基本处于 CVM 实验、报告实验结果的初级阶段,对于 CVM 模型改进、模型的参数有效性、可靠性的相关研究报道较少<sup>[6-11]</sup>,从研究对象来看,缺乏湖泊湿地功能恢复工程支付意愿和支付能力关联性研究案例。本文利用 CVM 法,评估太湖湿地生态功能价值,并探讨居民对湿地生态恢复工程支付意愿与支付能力的相关机理,为湿地生态价值的定量估算提供科学的例证。

## 1 研究区及研究方法

### 1.1 研究项目简介

太湖流域位于长江三角洲地区腹地,是长三角地区的重要组成部分。无锡市位于太湖北端,被誉为“太湖明珠”,2009 年全市人口为 464.2 万,地区生产总值 5000 亿元,三大产业结构比为 1.457:641。近年来,在人口集聚,城市扩张,工业经济快速发展的同时,太湖环境问题日益突出,湿地功能退化严重。

“无锡太湖沿湖地区生态环境综合治理项目”是无锡市申请的世界银行生态环境恢复项目,包括长广溪生态湿地修复工程、太湖沿湖生态清淤治理、新区太湖生态湿地修复和鸿山农村生态治理,目的是改善太湖流域的环境质量和重建太湖流域地区的河流和湖泊生态系统。项目主要目的是改善水质和湿地生态功能,可以通过水价支付能力来反映居民对本项目的支付能力。居民生态工程支付意愿为世行项目可行性研究的一部分,其目的是调研公众对环境现状及防洪治污情况的满意程度、公众对洪水危机和水费的形成机制的了解程度、居民特别是弱势群体对湿地生态项目的态度以及其支付意愿,分析项目影响地区居民对环境支付意愿的可能性以及支付能力,通过量化评估项目受益居民对湿地功能改善的支付意愿,客观评价湿地工程的非使用价值,从而体现民众对生态工程项目的认同度和支持力度,为地方政府工程决策和世界银行资金投放决策提供基础数据支撑和建议。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 意愿调查条件价值评估法(CVM)

CVM 法最早出现是由 Ciriacy-Wantrup 提出,他认为,可以使用“直接访问方法”估计自然资源的价值。1963 年, Davis<sup>[12]</sup> 首先将其应用在美国缅因州森林资源规划之研究。CVM 法属于直接评估法,以问卷调查为

工具,把非市场环境资源或服务置于假想市场,由访问者提供假设市场信息,并直接向受访者访问公共财物或环境产品品质改善之支付意愿价格(Will to pay, WTP)。调研方式有多种,根据问卷效果和回收率,本文采用入户访问式调查法。

Hanemann 认为在 CVA 研究中,受访者的支付意愿呈 Logistic 分布<sup>[13]</sup>,仅以投标额  $A$  为解释变量,受访者接受  $A$  的概率为被解释变量,对 Logisti 回归模型结果在区间  $(0, +\infty)$  积分得到 WTP 的期望值(平均值)。具体计算公式为:

$$E(\text{WTP}) = \frac{1}{\beta} \ln(1 + e^\alpha) \quad (1)$$

式中,  $\beta$  为投标数额  $A$  的回归系数,  $\alpha$  为回归常数项, Hanemann 关于 WTP 平均值的计算没有考虑 DC-CVM 研究中经常出现的大量 0WTP。

支付意愿概率模型:本文把受访者支付意愿分成:0、2.5、7.5、15、25、40、80 等 7 个档次,被访谈者在回答时对每个档次的选择态度和取舍意愿强度是不同的,把绝对是、或许是、不确定、或许不、绝对不 5 种态度所对应的支付概率( $C_i$ ) 分别规定为 0.99、0.75、0.5、0.25、0.01。综合概率支付意愿金额计算公式为:

$$p = \sum_{j=1}^n \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 C_i V_{ij} \quad (2)$$

整个区域的平均支付金额计算公式为:

$$\bar{p} = \sum_{j=1}^n \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 C_i V_{ij} \quad (3)$$

### 1.2.2 支付能力 ELES 模型

本文采用扩展线性支出系统-ELES 模型(Extended Linear Expenditure System)来研究居民对湿地生态功能的支付能力(ability to pay, ATP) 定量研究,它是由经济学家 Lluich 提出的一种需求函数模型,其基本形式为<sup>[14]</sup>:

$$p_i q_i = p_i r_i + (I - \sum_{j=1}^n p_j r_j) \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (4)$$

式中,  $i$  为居民生活消费支出的类别,  $n$  为总类别数,根据我国统计口径,一般分食品、衣着、居住、家庭设备用品及服务、交通通讯、文化教育娱乐用品及服务、医疗保健、其它商品及服务 8 类,具体划分时可根据实际情况进行处理;  $q_i$  为消费者对第  $i$  种商品(或服务)的实际需求量;  $r_i$  为消费者对第  $i$  种商品(或服务)的基本需求量( $q_i > r_i > 0$ );  $p_i$  为第  $i$  种商品(或服务)的价格;  $\beta_i$  为消费者对第  $i$  种商品(或服务)的边际消费倾向( $0 < \beta_i < 1$ ;  $\sum \beta_i \leq 1$ );  $I$  为消费者的收入。对于截面数据,  $p_i r_i$  与  $\sum p_j r_j$  均为常数,采用最小二乘法可求得  $\alpha_i$  和  $\beta_i$  的估计值,从而确定出模型参数。

### 1.2.3 最大支付意愿 Probit 模型

模型计算得到的 WTP 与访谈个体社会经济变量的相关性是否符合经济学原理是决定 CVM 有效性的关键之一<sup>[15]</sup>;本文以非零 WTP 为因变量,受访者个人社会经济信息为自变量,采用 Ordered Probit 模型来检验 WTP 有效性和决定 WTP 的决定性因素<sup>[16]</sup>:

$$y_i^* = x_i \beta + \varepsilon_i \quad (5)$$

式中,  $x_i$  是观察到的个体  $i$  与作选择有关的变量;  $\beta$  是想估计的未知参数;  $\varepsilon$  是正态分布的误差项,在估计模型时,为了标准化,其均值需定为零,方差为 1。观测不到  $y^*$ , 只能观测到个体  $i$  的选择  $y_i$ , 即此时模型呈离散型排序。

本文的实际计算中,经过模型优化选择,公式 5 演化为:

$$y = [\ln(x_i)]^2 \beta + \varepsilon_i \quad (6)$$

## 2 访谈置信度分析

为了对每一个访谈的结果有个可观的评价,本文设置了访谈者对被访者的态度和访谈环境的评价和记

录,通过访谈者自我的评价,建立起访谈质量置信度体系。被访者对访谈的态度分为了三级,并分别赋参数值:好、一般、差(0.9、0.6、0.3)。公式:

$$I = \sum_{j=1}^n \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 C_{ij} A_{ij} \quad (7)$$

计算可得:支付意愿调研综合置信度为 2.652,根据置信度 5 个等级见表 1,本次调研属于可信程度较高的范畴,调研研究结论可信度较高。

### 3 结果与分析

#### 3.1 访谈对象支付能力界定

根据统计年鉴和统计局资料,相应变量数据带入 ELES 模型公式 4,通过计算修正模型参数,界定无锡当

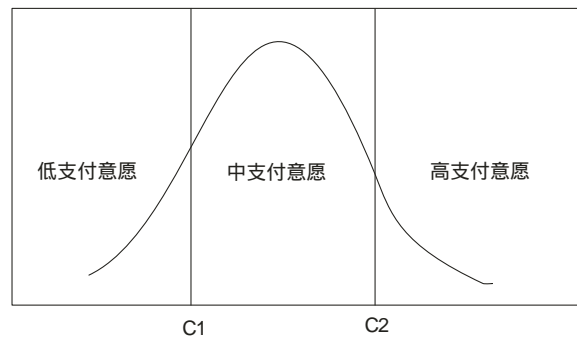


图 1 最大支付意愿的 Ordered Probit 模型

Fig. 1 The maximum willingness to pay for Ordered Probit Model

表 1 可信度与置信指数范畴表

Table 1 Table credibility and confidence index category

置信度指数 Confidence index	0—0.5	0.5—1	1—2.5	2.5—3	3—5
置信等级 Confidence level	完全不可信	基本不可信	基本可信	可信程度较高	完全可信

地居民水价支付能力水平的标准见表 2,项目主要目的是改善水质和湿地生态功能,可以通过水价支付能力来反映居民对本项目的支付能力。研究发现,除子女教育支出与纯收入变量之间的  $\beta$  估计值及医疗保健支出与纯收入变量之间的  $\alpha$  估计值无统计学意义外,其余的生活消费支出与纯收入之间的  $\alpha$  和  $\beta$  估计值均有统计学意义。表明子女教育支出与医疗保健支出为刚性消费,为各类收入家庭的必然消费。其余各项生活消费支出与家庭年人均纯收入之间存在一定的函数关系。计算结果表明:(1)居民年人均纯收入在 4774 元以下时无支付能力,在 4774—12800 元时具有一定支付能力,在 14800 元以上时具有完全支付能力,30000 元以上具有极强支付能力。(2)“有支付能力”和支付能力极强的占 85.47%，“有一定支付能力”的占 15.26%，另外有占 0.27% 被访谈家庭属于“无支付能力”。故而,本文以人均收入 5000、15000、30000 为支付能力界定划分访谈支付人群类型。研究结果显示,无锡属于经济发达区域,人均收入高,无支付能力在被访谈者中只占 0.27% ,84.47% 的访谈者具备完全支付能力。

表 2 当地居民水价支付能力水平界定标准

Table 2 The level of local residents as defined in the standard price to pay ability

人均纯收入/元 Per capita net income	支付能力 Ability to pay	构成比/% Proportions	肯定支付意愿/% Positive willingness to pay
<4774	A(没有支付能力)	0.27	0.0
4775—14800	B(有一定支付能力)	15.26	65.3
>14800	C(有完全支付能力)	84.47	96.7

#### 3.2 支付意愿分析

将变量数据代入公式 1、2,运作模型结果如表 3 所示。分区的支付意愿情况来看,长广溪环太湖湿地恢复工程的户平均支付意愿金额为 16.63 元/月,鸿山镇农村污染综合工程的户平均支付意愿金额为 21.66 元/月,吴墓保护综合治理工程游客人均一次支付意愿金额为 98.98 元/人,项目影响区年支付能力分别是高新区、环太湖为 3326 万/a,鸿山农村污染综合治理工程影响区理论年支付能力为 1299.6 万元,吴墓潜在游客支付意愿金额为 989800 万元(表 3),分区来看,从高到低支付意愿金额分别是:高新区、鸿山镇、秦伯古墓区。如果考虑非影响区潜在支付能力,按照 2009 年无锡市统计年鉴数据,带入公式 3 计算,无锡民众愿意每月为

该项目支付金额 2217.1914 万元人民币,公众每年的意愿支付达每年 26726.29 万元人民币,说明市政府该项决策得到民众广泛的意愿性支持。10a 民众支付意愿总额达到 26.7 亿元人民币,民众支付意愿金额超出了世行贷款本金加利息的总金额,项目在取得生态效益的同时也符合经济效益的目的。同时,该案例通过 CVM 法实现了湿地生态功能这种非使用价值的货币量化,说明 CVM 法是估算湿地生态恢复项目支付意愿可靠的基本方法。

表 3 无锡市调研结果及支付意愿情况表(2008 年数据为基础)

Table 3 Survey results of Wuxi and willingness to pay fact sheet (2008 data)

访问区域 Access area	问卷数(份) Number of copies of the questionnai re	有效问 卷数/份 Number of copies of the valid questionnai re	平均值/元 Average	最小值/元 Minimum	最大值/元 Max	概率集中 区/元 Probability of clusters	影响区 人口/万 Population of area	影响区 支付/ (元/户) Payment of district	影响区年支付 金额/(万元/a) Amount of distict yaers to pay
长广溪、 高新区	200	193	55	5	350	30—70	50	16.63	3326
泰伯古墓	200	195	87	10	800	50—120	1000	98.98	989800
鸿山镇	200	189	75	5	350	50—120	15	21.66	1299.6

### 3.3 支付能力与支付意愿关联性

#### 3.3.1 支付能力和支付意愿分析

支付能力一般以支付金额占家庭年收入的比重进行评价,本文以调研平均理论支付意愿金额,结合支付能力划分界限来界定受访者家庭支付能力。研究发现各区段支付能力为长广溪环太湖湿地恢复工程户平均支付意愿金额为 16.63 元/月,折合年支付意愿 199.56 元/a,占了居民家庭年收入的 0.16%—4.62%;鸿山镇农村环境综合治理工程的户平均支付意愿金额为 21.66 元/月,折合为年则为 259.98 元/a,占了村民家庭年收入的 0.001%—0.91%;从计算的结果看,支付金额占居民家庭年收入的比重均比较低,考虑到计算结果使用了代表收入,因此支付金额占部份低收入家庭的比重将会高于计算值的高限,对其支付压力也会更大,在计算支付意愿能力时采用加权处理使支付能力和支付意愿更接近实事。

表 4 无锡湿地综合治理项目支付能力评价简表

Table 4 Wetland comprehensive treatment project in Wuxi capacity to pay assessment summary table

工程项目 Project	调查对象最低收入/(万元/a) Survey the lowest income		调查对象最高收入/(万元/a) The highest income serve nincomeincome survey		理论年支付意愿金额 Theoretical amount willingness to pay
	收入区间	代表收入 /万元	收入区间	代表收入 /万元	低收入所占本区域 被访谈比例
长广溪环太湖工程	0.5—0.9 万	0.7	10 万以上	10	0.16%—4.62%
鸿山农业综合治理工程	1—2 万	1.5	10 万以上	10	0.001%—0.91%
吴墓环境综合治理工程	1.5—3 万	2	10 万以上	10	—

研究发现,调研区域人均支付能力较高,99.37% 的被访谈者有部分或完全支付能力,由于区域发展不平衡,访谈区的收入高低划分不同(表 4),长广溪、高新区调查对象年最低收入在 0.5—1 万元之间,用 0.7 万元做代表,鸿山镇调查对象最低收入在 1—2 万元之间,取 1.5 万元做代表收入,泰伯墓调查对象最低收入在 1.5—3 万元之间,取 2 万元为代表收入。3 个受访区,受访对象的年最高收入均为 10 万元以上,用 10 万元做代表。计算获得长广溪、高新区的居民年支付意愿金额为 199.56 元,低收入人群所占本区比重为 0.16%—4.62%,鸿山镇居民年支付意愿金额为 259.98 元,低收入人群所占本区比重为 0.001%—0.91%,泰伯墓游客年支付意愿金额为 98.98 元,无低收入人群。

### 3.3.2 支付意愿与支付能力相关性分析

相关性研究发现,职业和收入变量与支付意愿总体成正相关,不同的收入段相关性又呈现差异性,年收入 50000—100000 元的公务员、教师、律师、高薪企业工人、部分高收入农民、军人支付意愿较高,两者的相关性高达 0.937 以上;收入在 100000 元以上的商人、收入在 15000 元以下的工人、失业者、学生、退休者、低收入农民支付意愿较低。<5000 元的低收入层支付意愿最低,主要是支付能力较差所致(表 5)。特别要引起注意的是部分高收入的个体经营者和管理者虽然有较高的收入,但环保和社会责任意识差,需要采取必要的教育和政策引导。

表 5 各类收入和职业人员支付意愿分类表

Table 5 categories of income and willingness to pay for professional staff classification

支付意愿类型 Willingness to pay type	支付能力(元/a) Ability to pay	职业 Professional	教育程度 Education
高支付	A(15000—30000)	教师、公务员、律师、军人、较高职业收入工人、机关、部分农民	大专以上
中等支付	B(5000—15000)	工人、学生、本分个体户	初中、高中
低等支付	C(5000)、A(部分收入在 30000 以上者)	低收入农民、失业者、无业人员、退休者、部分商人	小学及文盲

被访者受教育水平和支付意愿的强弱也有很强的正相关性,受教育水平越高,支付意愿越强,环境意识也越强,同时具有很强的社会责任感,而受教育程度低者的环境意识较弱,基本没有社会参与意识,支付意愿较弱。

支付意愿和年龄也具有较高的相关性。从被访者年龄来看,30—50 岁这一段支付意愿较高,主要是这一年龄段被访者相对收入较高,受过较好的教育。18—25 岁这一年龄段虽然具有良好的教育,但收入较低,支付能力有限。

分区来看,高新区是高薪企业和教育、机关集中地区,被访人员素质较高,环保意识强,收入高,致使该区支付意愿最高。高新区长广溪区是最大的环境治理项目,周围居民和企业直接受惠,且房地产升值最快,市民普遍反应环境对生活 and 物业具有直接关系,优美的环境将提高自己的生活质量和财产升值,故而高额支付意愿比重较大;该区域的支付意愿主要是对项目的认识作用认识较高所致。鸿山镇是农村区域,人均收入普遍高,支付意愿较强,这与以往农民支付意愿低有明显的区别;但是,由于农民的受教育水平低,环保意识较差,加上收入差距较大,支付意愿相差很大。从支付的集中度来看,集中度比较高,图 2 显示,所有调研区的集中度均呈现不规则偏正态分布,即低金额和高金额区均集中度很低,也就是低金额支付甚至零支付意愿的和高支付意愿的人均少,多数人的支付意愿集中于中等金额区域。

综上所述,居民的支付意愿金额的大小与职业、年龄、收入、教育水平、消费水平等变量相关联,相关性最大的是教育水平和中等收入,低收入呈现负相关,表明支付能力对支付意愿具有明显的制约作用,支付意愿和性别没有表现出明显的相关性(表 6)。

将相关变量数据带入公式 6,Probit 模型模拟结果同样显示:受教育程度越高(本科以上学历为代表)选择较高支付意愿的概率也越高(表 7)。低支付能力(A 类)最大支付意愿最低,集中区在 20 元,B 类支付能力最大支付意愿较高,完全支付能力支付意愿最高。但从支付的集中度来看,集中度比较高,除洪山外,其余 3 个调研区的集中度均呈现不规则偏正态分布,即低金额和高金额区均集中度很低,也就是低金额支付甚至零支付意愿的和高支付意愿的人均少,多数人的支付意愿集中于中等金额区域,符合经济学原理,说明本文 WTP 结果可信度较高。同时,研究发现,具有完全支付能力群体中,最高支付金额集中值域从高到低依次为:中等收入者支付、高收入者支付、低收入者支付(图 2),可见,具有完全支付能力的中等收入者表现出较高金额的支付意愿,而高收入者并没有表现出与其收入相对的高支付意愿,表明支付能力是是否正支付意愿的关键制



约因素,同时制约着支付意愿金额的大小,但两者之间的关系不呈现完全的正相关,而是受访谈对象个体的社会经济特性变量的影响呈现出复杂的相关性关系。

表 6 支付意愿金额与其影响因子的相关性

Table 6 And their willingness to pay the amount of the correlation factors

	支付金额 Payment	年龄 Age	职业 Professional	高收入 High-income	中等收入 Middle-income	低等收入 Low-income	教育水平 Leve of education	消费水平 Consumption level
支付金额	1	0.726	0.913	0.842	0.937	-0.815	0.959	0.876
年龄	0.726	1	0.451	0.872	0.914	0.881	0.558	0.637
职业	0.913	0.451	1	0.755	0.836	0.962	0.973	0.828
高收入	0.842	0.872	0.755	1	0.326	0.553	0.878	0.785
中等收入	0.937	0.914	0.836	0.326	1	0.355	0.745	0.874
低等收入	-0.815	0.881	0.962	0.553	0.355	1	-0.847	-0.171
教育水平	0.959	0.558	0.973	0.878	0.745	-0.847	1	0.772
消费水平	0.876	0.637	0.828	0.785	0.874	-0.171	0.772	1

$P=0.05$

表 7 Ordered Probit 模型运行结果

Table 7 Ordered Probit model run results

变量 Variable	Ordered Probit 模型 Ordered Probit Model		
	系数 Coefficient	统计值 Statistics	Sig
年龄	-2.016	-3.021	0.032
职业	0.422	1.219 **	0.001
高收入	0.218	-0.072 *	0.019
中等收入	0.386	1.214 *	0.000
低收入	-0.899	-0.017	0.000
受教育程度	0.718	-2.932 **	0.000
消费水平	0.563	3.517 **	0.210

\*\* 为 0.1 显著水平, \* 为 0.05 显示水平

#### 4 结论与讨论

(1) 计算结果表明当地居民对世行工程的平均支付意愿为户均支付 19.19 元/月;从高到低支付意愿金额分别是:高新区、鸿山镇、秦伯古墓区,在世行贷款期 10a 内,民众支付意愿总额达到 26.7 亿元人民币,超出了世行贷款本金加利息的总金额,表明项目在取得生态效益的同时也符合经济效益的目的。案例通过 CVM 法实现了湿地生态功能这种非使用价值的货币量化,说明 CVM 法是估算湿地生态恢复项目支付意愿可靠的基本方法。

(2) 年收入 50000—100000 元的公务员、教师、律师、高薪企业工人、部分高收入农民、军人支付意愿较高,两者的相关性高达 0.937 以上。被访者受教育水平和支付意愿的强弱成明显正相关,年龄 30—50 岁段支付意愿较高,18—25 段与 60 岁以上段支付能力均较低。支付意愿金额的大小与收入、职业、年龄、教育水平、消费水平等变量相关联,与性别、民族因素相关性较小。

(3) Ordered Probit 模型反映的支付意愿金额集中度来看,3 个调研区的最高支付意愿集中度均呈现不规则偏正态分布,中支付区域集中度达 86%,符合经济学原理,说明本文 WTP 计算效果较好,可信度较高。

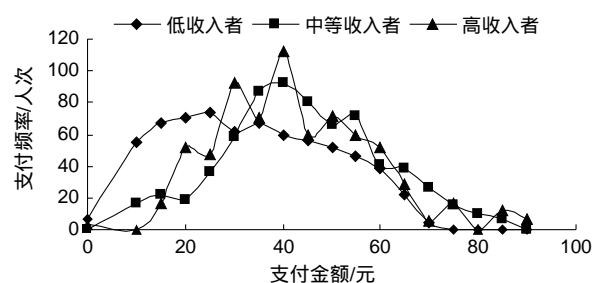


图 2 不同收入者 Probit 模型最大支付意愿集中度

Fig. 2 Probit model with different income concentration greatest willingness to pay

(4) 支付能力是支付意愿的重要制约因素,无支付能力的支付意愿为零或支付金额极低,肯定支付意愿比例低,一定支付能力的访谈者无零支付意愿但支付意愿也较低,支付意愿主要由完全支付能力者组成,具备完全支付能力是被访者支付意愿的前提;同时,研究发现,完全支付能力群体中部分高收入者也出现低支付意愿,这与被访者的生态环境意识和教育程度有关,支付能力对支付意愿的影响受访谈者自身的社会经济特性变量因素干扰。

CVM 法计算支付意愿时均受到样本数量和随机性因素的干扰,如何消除随机因素的干扰,控制调研样本质量,是今后问卷设计和调研中应重点考虑的问题,可以预见,CVM 法在估算生态价值等非价值产品上将发挥重要作用。

**致谢:**南京信息工程大学研究生闫永刚、郝玲参加调研并进行了数据录入、数据库建立的工作,南京信息工程大学大气科学学院 2003 级海洋系同学参加了问卷调研,无锡世行办提供了相关资料并在调研中给予大力帮助,在此一并致谢。

#### References:

- [ 1 ] Davis R K. Recreation planning as an economic problem. *Natural Resources Journal*, 1963, (3): 239-249.
- [ 2 ] Arrow K, Solow R, Portrey P R, Leamer E E, Radner R, Schuman H. Report of the NOAA Panel on contingent valuation. *Federal Register*, 1993, 58(10): 4602-4614.
- [ 3 ] Hanemann W M. Valuing the environment through contingent valuation. *Journal of Economic Perspectives*, 1994, 8(4): 19-43.
- [ 4 ] Willis K G, Garrod G D. An individual travel-cost method of evaluating forest recreation. *Journal of Agricultural Economics*, 1991, 42(1): 33-42.
- [ 5 ] Garrod G, Willis K G. *Economic Valuation of the Environment: Methods and Case Studies*. Cheltenham, UK; Edward Elgar, 1999.
- [ 6 ] Chen J, Chen D, Chu L L, Chen X. Quantitative analysis on payment ability of urban households of water use. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2007, 38(8): 1016-1020.
- [ 7 ] Li Z N. *Econometrics-Methods and Applications*. Beijing: Tsinghua University Press, 2002: 112-122.
- [ 8 ] Zhang Y, Cai Y L. Using Contingent Valuation Method to value environmental resources: a review. *Acta Scientiarum Naturalium University Pekinensis(Natural Science Edition)*, 2005, 41(2): 317-328.
- [ 9 ] Zheng H X, Zhang L B, Tu Q. Analysis of the people's willingness to pay for environmental services compensation and its influencing factors in the Jinhua River Basin. *Resources Science*, 2010, 32(4): 761-767.
- [ 10 ] Yu W J, Zou X Q, Zhu D K. Ecological environmental engineering residents willingness to pay for quality control of CVM. *Arid Land Geography*, 2009, 32(6): 978-983.
- [ 11 ] Wang F Z, Zhou Z X, Zheng Z M. Evaluation on non-use values of typical lake wetlands in Wuhan. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(12): 3261-3269.
- [ 12 ] Chen D, Chen J, Chen X, Chu L L. Quantitative method for farmers' bearing capacity for irrigation water price. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2009, 40(12): 1524-1530.
- [ 13 ] Venkatachalam L. The contingent valuation method: a review. *Environmental Impact Assessment Review*, 2004, 24(1): 89-124.
- [ 14 ] Carso R T, Flores N E, Meade N F. Contingent valuation: controversies and evidence. *Environmental and Resource Economics*, 2001, 19(2): 173-210.
- [ 15 ] Park S, Martin A. A novel assessment tool for reusability of wastes. *Journal of Hazardous Materials*, 2007, 139(3): 575-583.
- [ 16 ] Yilmaz S, Bulut Z. Analysis of user's characteristics of three different playgrounds in districts with different socioeconomical conditions. *Building and Environment*, 2007, 42(10): 3455-3460.

#### 参考文献:

- [ 6 ] 陈菁, 陈丹, 褚琳琳, 陈祥. 基于 ELES 模型的城镇居民生活用水水价支付能力研究——以北京市为例. *水利学报*, 2007, 38(8): 1016-1020.
- [ 7 ] 李子奈. *计量经济学——方法和应用*. 北京: 清华大学出版社, 2002: 112-122.
- [ 8 ] 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, 41(2): 317-328.
- [ 9 ] 郑海霞, 张陆彪, 涂勤. 金华江流域生态服务补偿支付意愿及其影响因素分析. *资源科学*, 2010, 32(4): 761-767.
- [ 10 ] 于文金, 邹欣庆, 朱大奎. 生态环境治理工程居民支付意愿 CVM 质量控制研究. *干旱区地理*, 2009, 32(6): 978-983
- [ 11 ] 王凤珍, 周志翔, 郑忠明. 武汉市典型城市湖泊湿地资源非使用价值评价. *生态学报* 2010, 30(12): 3261-3269
- [ 12 ] 陈丹, 陈菁, 陈祥, 褚琳琳. 基于支付能力和支付意愿的农民灌溉水价承受能力研究. *水利学报*, 2009, 40(12): 1524-1530.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 23 December, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Satellite-based modelling light use efficiency of alpine meadow along an altitudinal gradient ..... FU Gang, ZHOU Yuting, SHEN Zhenxi, et al (6989)

Changes in the concentrations of airborne *Picea schrenkiana* pollen in response to temperature changes in the Tianshan Mountain area ..... PAN Yanfang, YAN Shun, MU Guijin, et al (6999)

Primary production in the Bay of Bengal during spring intermonsoon period ..... LIU Huaxue, KE Zhixin, SONG Xingyu, et al (7007)

Effect of rainfall regimes on the decomposition rate of yak dung in an alpine meadow of northwest Sichuan Province, China ..... WU Xinwei, LI Guoyong, SUN Shucun (7013)

SOFM-based nutrient cycling classification of forest ecosystems in the Loess Plateau ..... CHEN Kai, LIU Zengwen, LI Jun, et al (7022)

Characterization of the responses of photosynthetic and chlorophyll fluorescence parameters to water stress in seedlings of six provenances of Chinese Pine (*Pinus tabulaeformis* Carr.) ..... WANG Yan, CHEN Jianwen, et al (7031)

Effect of silicon supply on Tall Fescue (*Festuca arundinacea*) growth under the salinization conditions ..... LIU Huixia, GUO Xinghua, GUO Zhenggang (7039)

Effects of high-temperature stress on physiological characteristics of leaves of *Simmondsia Chinensis* seedlings from different provenances ..... HUANG Weiwei, ZHANG Niannian, HU Tingxing, et al (7047)

Soil moisture dynamics of water and soil conservation forest on the Loess Plateau ..... ZHANG Jianjun, LI Huimin, XU Jiajia (7056)

The distribution of male and female *Populus cathayana* populations along an altitudinal gradient ..... WANG Zhifeng, XU Xiao, LI Xiaofeng, et al (7067)

Analysis on the characteristics of macrobenthic community in the North-west Daya Bay of South China Bay in spring ..... DU Feiyan, LIN Qin, JIA Xiaoping, et al (7075)

The effects of season and environmental factors on community structure of planktonic copepods in Zhanjiang Bay, China ..... ZHANG Caixue, GONG Yuyan, WANG Xuefeng, et al (7086)

Population genetic structure of *Pneumatophorus japonicus* in the Taiwan Strait ..... ZHANG Liyan, SU Yongquan, WANG Hangjun, et al (7097)

Seasonal variation of nitrogen and phosphorus in Miju River and Lake Erhai and influencing factors ..... YU Chao, CHU Jinyu, BAI Xiaohua, et al (7104)

Population dynamics and production of *Bellamyia aeruginosa* (Reeve) (Mollusca: Viviparidae) in artificial lake for transgenic fish, Wuhan ..... XIONG Jing, XIE Zhicai, JIANG Xiaoming, et al (7112)

Carbon, nitrogen and phosphorus ecological stoichiometric ratios among live plant-litter-soil systems in estuarine wetland ..... WANG Weiqi, XU Linglin, ZENG Congsheng, et al (7119)

Effects of EDTA on growth and lead-zinc accumulation in maize seedlings grown in amendment substrates containing lead-zinc tailings and soil ..... WANG Hongxin, HU Feng, XU Xinwang, et al (7125)

Effects of different coated controlled-release urea on soil ammonia volatilization in farmland ..... LU Yanyan, SONG Fupeng (7133)

Effects of ridge planting on the photosynthetic characteristics and yield of summer maize in high-yield field ..... MA Li, LI Chaohai, FU Jing, et al (7141)

Effect of timing of DCD application on nitrous oxide emission during wheat growing period ..... JI Yang, YU Jia, MA Jing, et al (7151)

The role of the fertilizing with nitrogen, calcium and sodium chloride in winter wheat leaves adaptation to freezing-thaw stress ..... LIU Jianfang, ZHOU Ruilian, ZHAO Mei, et al (7161)

Environment impact assessment of organic and conventional soybean production with LCA method in China Northeast Plain ..... LUO Yan, QIAO Yuhui, WU Wenliang (7170)

Effects of selenium added to soil on physiological indexes in flue-cured tobacco ..... XU Zicheng, SHAO Huifang, SUN Shuguang, et al (7179)

Influence of different planting patterns on field microclimate effect and yield of peanut (*Arachis hypogea* L.) ..... SONG Wei, ZHAO Changxing, WANG Yuefu, et al (7188)

Rapid cold hardening of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its ecological cost ..... LI Hongbo, SHI Liang, WANG Jianjun, et al (7196)

- Effects of temperature on body color in *Sitobion avenae* (F.) ..... DENG Mingming, GAO Huanhuan, LI Dan, et al (7203)
- Development and reproduction of *Bemisia tabaci* biotype B on wild and cultivated tomato accessions .....  
 ..... GAO Jianchang, GUO Guangjun, GUO Yanmei, et al (7211)
- Study on ecological water demand based on assessment of ecosystem disturbance degree in the Baiyangdian Wetland .....  
 ..... CHEN He, YANG Ying, YU Shiwei, et al (7218)
- Emergy-based analysis of two chicken farming systems; a perspective of organic production model in China .....  
 ..... HU Qihong, ZHANG Lixiao, WANG Changbo (7227)
- Mathematical model design of time-effect relationship analysis about the inhibition of four eighteen-carbon fatty acids on toxic  
*Microcystis aeruginosa* ..... HE Zongxiang, ZHANG Tingting (7235)
- Enrichment of heavy metals in the seagrass bed of Liusha Bay ..... XU Zhanzhou, ZHU Aijia, CAI Weixu, et al (7244)
- A gradient analysis of urban architecture landscape pattern based on QuickBird imagery .....  
 ..... ZHANG Peifeng, HU Yuanman, XIONG Zaiping, et al (7251)
- Landscape spatial heterogeneity is associated with urbanization; an example from Yangtze River in Jiangsu Province .....  
 ..... CHE Qianjin, CAO Youhui, YU Lu, et al (7261)
- CVM for Taihu Lake based on ecological functions of wetlands restoration, and ability to pay and willingness to pay studies .....  
 ..... YU Wenjin, XIE Jian, ZOU Xinqing (7271)
- Review and Monograph**
- Progress in research on the marine microbial loop in the Arctic Ocean ..... HE Jianfeng, CUI Shikai, ZHANG Fang, et al (7279)
- Research progress in the eco-environmental effects of urban green spaces .....  
 ..... SU Yongxian, HUANG Guangqing, CHEN Xiuzhi, et al (7287)
- Source, exposure characteristics and its environmental effect of heavy metals in urban surface dust .....  
 ..... FANG Fengman, LIN Yuesheng, WANG Haidong, et al (7301)
- Scientific Note**
- Spatial structures of soilcarbon and nitrogen of China fir and Masson pine mixed forest in the Three Gorger Reservoir Areas .....  
 ..... LIN Yinghua, WANG Laifa, TIAN Xiaokun, et al (7311)
- The relationship between *Oligochroa cantonella* Caradja and environmental factors ..... LIU Wenai, FAN Hangqing (7320)

# 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 23 期 (2011 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 23 2011

<b>编 辑</b>	《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	<b>Edited by</b>	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
<b>主 编</b>	冯宗炜	<b>Editor-in-chief</b>	FENG Zong-Wei
<b>主 管</b>	中国科学技术协会	<b>Supervised by</b>	China Association for Science and Technology
<b>主 办</b>	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	<b>Sponsored by</b>	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
<b>出 版</b>	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	<b>Published by</b>	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
<b>印 刷</b>	北京北林印刷厂	<b>Printed by</b>	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
<b>发 行</b>	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@espg.net	<b>Distributed by</b>	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@espg.net
<b>订 购</b>	全国各地邮局	<b>Domestic</b>	All Local Post Offices in China
<b>国外发行</b>	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	<b>Foreign</b>	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
<b>广告经营 许可证</b>	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