

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第16期 Vol.33 No.16 **2013**

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 33 卷 第 16 期 2013 年 8 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 物种分布模型理论研究进展..... 李国庆,刘长成,刘玉国,等 (4827)
- 稀土元素对农田生态系统的影响研究进展..... 金姝兰,黄益宗 (4836)
- 藤壶金星幼虫附着变态机制..... 饶小珍,林 岗,许友勤 (4846)
- 群居动物中的共同决策..... 王程亮,王晓卫,齐晓光,等 (4857)

个体与基础生态

- 季风进退和转换对中国褐飞虱迁飞的影响..... 包云轩,黄金颖,谢晓金,等 (4864)
- 两种海星对三种双壳贝类的捕食选择性和摄食率..... 齐占会,王 珺,毛玉泽,等 (4878)
- 新疆巴音布鲁克繁殖期大天鹅的生境选择..... 董 超,张国钢,陆 军,等 (4885)
- 我国特有植物青檀遗传结构的 ISSR 分析..... 李晓红,张 慧,王德元,等 (4892)
- 栽培菊花与菊属-近缘属属间杂种杂交后代耐盐性的遗传分析..... 许莉莉,陈发棣,陈素梅,等 (4902)
- 荒漠区植物光合器官解剖结构对水分利用效率的指示作用..... 张海娜,苏培玺,李善家,等 (4909)
- 水分对番茄不同叶龄叶片光合作用的影响..... 陈凯利,李建明,贺会强,等 (4919)
- 广西猫儿山不同海拔常绿树种和落叶树种光合速率与氮的关系..... 白坤栋,蒋得斌,万贤崇 (4930)
- 施肥对板栗林地土壤 N₂O 通量动态变化的影响..... 张蛟蛟,李永夫,姜培坤,等 (4939)
- 施肥对红壤水稻土团聚体分布及其碳氮含量的影响..... 刘希玉,王忠强,张心昱,等 (4949)

种群、群落和生态系统

- 大兴安岭天然沼泽湿地生态系统碳储量..... 牟长城,王 彪,卢慧翠,等 (4956)
- 基于多时相 Landsat TM 影像的汶川地震灾区河岸带植被覆盖动态监测——以岷江河谷映秀-汶川段
为例..... 许积层,唐 斌,卢 涛 (4966)
- 不同强度火干扰下盘古林场天然落叶松林的空间结构..... 倪宝龙,刘兆刚 (4975)
- 长江中下游湖群大型底栖动物群落结构及影响因素..... 蔡永久,姜加虎,张 路,等 (4985)
- 千岛湖岛屿社鼠的种群年龄结构和性比..... 张 旭,鲍毅新,刘 军,等 (5000)
- 性信息素诱捕下害虫 Logistic 增长及经济阈值数学模型..... 赵志国,荣二花,赵志红,等 (5008)
- 秋末苏南茶园昆虫的群落组成及其趋色性..... 郑颖姘,钮羽群,崔桂玲,等 (5017)
- 北方常见农业土地利用方式对土壤螨群落结构的影响..... 韩雪梅,李丹丹,梁子安,等 (5026)

景观、区域和全球生态

- 基于鸟类边缘种行为的景观连接度研究——空间句法的反规划应用..... 杨天翔,张韦倩,樊正球,等 (5035)
- 西南高山地区土壤异养呼吸时空动态..... 张远东,庞 瑞,顾峰雪,等 (5047)

江苏省土壤有机质变异及其主要影响因素..... 赵明松,张甘霖,李德成,等 (5058)

基于林业清查资料的桂西北植被碳空间分布及其变化特征..... 张明阳,罗为检,刘会玉,等 (5067)

资源与产业生态

基于能值分析方法的都市代谢过程——案例研究 刘耕源,杨志峰,陈 彬 (5078)

基于 PSR 模型的耕地生态安全物元分析评价 张 锐,郑华伟,刘友兆 (5090)

保水剂对煤矸石基质上高羊茅生长及营养吸收的影响 赵陟峰,王冬梅,赵廷宁 (5101)

城乡与社会生态

生态保护价值的距离衰减性——以三江平原湿地为例..... 敖长林,陈瑾婷,焦 扬,等 (5109)

研究简报

广东山区土壤有机碳空间变异的尺度效应..... 姜 春,吴志峰,钱乐祥,等 (5118)

室内养殖雌性松鼠秋季换毛期被毛长度和保温性能变化..... 荆 璞,张 伟,华 彦,等 (5126)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 306 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-08



封面图说: 高寒草甸牦牛群——三江源区位于青藏高原腹地,平均海拔 4200m,是长江、黄河、澜沧江三条大河的发源地,也是全球气候变化最敏感的地区。三江源区高寒草甸植被状况对该区的生态环境、草地资源合理利用和应对全球气候变化具有十分重要的意义。2005 年以来,国家投资 70 多亿元启动三江源生态保护工程。监测显示,近年来,三江源湖泊湿地面积逐步扩大,植被覆盖度得到提高,三江源区高寒草甸的生态恶化趋势得到遏制。图为冒着风雪在三江源高寒草甸上吃草的牦牛群。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201205210753

敖长林, 陈瑾婷, 焦扬, 王静. 生态保护价值的距离衰减性——以三江平原湿地为例. 生态学报, 2013, 33(16): 5109-5117.

Ao C L, Chen J T, Jiao Y, Wang J. The effect of distance on the ecological conservation value: a case study of Sanjiang Plain Wetland. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(16): 5109-5117.

生态保护价值的距离衰减性 ——以三江平原湿地为例

敖长林*, 陈瑾婷, 焦扬, 王静

(东北农业大学 管理科学与工程系, 哈尔滨 150030)

摘要:应用二分化条件价值评估法对三江平原湿地生态保护价值进行定量评价。运用支付意愿函数模型构建双边界二分化 CVM 数据分析模型,应用生存分析中的参数回归模型建立支付意愿影响因素分析模型。建立具有距离变量及个人社会、经济属性变量的支付意愿函数,验证支付意愿具有“距离衰减性”。研究采用以面访调查为主、网上调查为辅的方式,进行支付意愿问卷调查,得出 2010 年三江平原湿地生态保护的人均支付意愿为 134.582 元/a,三江平原湿地的生态保护价值为 33.412 亿元/a。研究结论为政府相关政策的制定提供参考依据。

关键词:条件价值评估法;双边界二分化;距离衰减性;支付意愿

The effect of distance on the ecological conservation value: a case study of Sanjiang Plain Wetland

AO Changlin*, CHEN Jinting, JIAO Yang, WANG Jing

Department of Management Science and Engineering, College of Engineering, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China

Abstract: The Contingent Valuation Method (CVM) is one of the most widely used methods to assess the values of natural resources and environmental goods. Through questionnaires, CVM induces people's preferences and makes an expression of monetization; the induced value of Willingness to Pay (WTP) is based on a hypothetical market. The inducing technique or the questionnaire format used to derive the maximum WTP is an important subject among CVM research. A great variety of questionnaire formats have been developed and applied in practice, among which the Dichotomous Choice CVM is considered one of the most advanced methods nowadays. The open-ended double-bounded Dichotomous Choice questionnaire, which is universally applied in foreign literature, combines the advantages of Dichotomous Choice and open-ended questionnaire. It induces the respondents' true WTP, reduces the deviation of assessment results, and thus makes the statistics results more accurate and reliable. In this study, with the open-ended double-bounded Dichotomous Choice CVM, we looked into the respondents' WTP mainly based on the interview survey and supplemented by the online survey, aiming to evaluate the ecological conservation value of Sanjiang Plain Wetland and the respondents' WTP to protect Sanjiang Plain Wetland ecology, and identify what factors influence their WTP.

It is important to analyze what factors influence WTP in the related empirical studies. Researchers are continually attempting to expend the influential factors reflected by CVM. The spatial distance factor has now been gradually incorporated into the influential mechanism research of WTP in CVM. The respondents' WTP and the distance between respondents and environmental resource that serves as the evaluation object has a negative relationship, that is, the WTP of

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71171044)

收稿日期:2012-05-21; 修订日期:2012-10-26

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: aochanglin@gmail.com

the respondents is relatively lower if they are further away from the evaluation object. This phenomenon is called the "Distance Decay Effect". The distance factor is defined as the straight-line distance between the respondents and evaluation object, and incorporated into the WTP Function Model as an independent variable along with other personal, social and economic attribute variables to verify that the willingness has the characteristic of "distance decay".

The Dichotomous Choice CVM was used to evaluate the ecological conservation value of Sanjiang Plain Wetland. The WTP Function Model was applied to build the Double-bounded Dichotomous Choice CVM Data Analysis Model, and the parameter regression model of survival analysis was used to establish the influential factor analysis model of WTP. The conclusions are shown as follows: (1) in 2010, the WTP to protect Sanjiang Plain Wetland is RMB 134.582 per person, and the total ecological conservation value of Sanjiang Plain Wetland is RMB 3.3412 billion per year; (2) some factors have significant effects on the WTP, such as respondents' gender, age, educational level and personal annual income. The WTP is higher among people with higher education and income, while it is lower with the aggrandizing of age and distance. Besides, the WTP of female is significantly higher than that of male. The findings will provide useful references for government to make related ecological policies.

Key Words: CVM; dichotomous choice; distance decay; willingness to pay

条件价值评估法(CVM)是评估自然资源及环境物品价值最广泛的方法^[1]。CVM基于效用最大化原理,以问卷调查为工具,通过构建假想市场,揭示受访者对某一环境效益改善或资源保护措施的最大支付意愿(WTP),或者对环境或资源质量损失接受的最小补偿意愿(WTA),以此来估计环境效益改善或环境质量损失的经济价值^[2]。CVM理论最初是由美国Ciriacy^[3]提出,Davis^[4]以森林生态价值为对象开始了CVM的评价应用,之后,在世界范围得以展开,目前为止,已有6000例以上的研究案例^[5],由最初对环境物品或服务的休憩娱乐和美学价值的研究,发展到目前已广泛用于生态系统修复(如河流、湿地等)、生物多样性(如野生动植物保护)、文化和艺术(如文化遗产)、公共物品等诸多领域的经济价值评估^[6]。

在条件价值评估研究中,用于导出最大支付意愿的引导技术或问卷格式是CVM研究的重要课题。现已研究出多种问卷格式并应用于实践,其中,二分式CVM目前被认为是CVM研究中最先进的方法。封闭式二分式选择问卷由Bishop^[7]引进CVM研究,在Hanemann^[8]建立了二分式选择与支付意愿之间的函数关系之后得到广泛应用。Mitchell和Carson在实践研究中引入双边界二分式问卷^[9],之后,Hanemann^[10]在研究双边界二分式CVM的统计有效性时,提出多边界多目标的CVM诱导模式。近40年来,随着CVM日益广泛的应用,问卷格式设计、调查和数据统计处理方法等日臻完善。目前国外文献普遍应用的是开放式双边界二元选择诱导支付模式,这种方式综合了二分式和开放式问卷的优点,能够诱导出受访者真正的支付意愿,减少评估结果的偏差,从而使得统计结果更为精确,可靠性更高^[6]。

我国关于CVM的研究起步较晚。由于市场经济发展还不完善,缺乏市场调查的传统,CVM自20世纪90年代末引进我国,虽然经过20多年的评估实践,但是目前该方法还基本处于理论探讨和引进、消化阶段。与国外相比,我国CVM研究的问卷设计是以支付卡为主,近几年才开始应用二分式问卷^[11-12],双边界二分式问卷的研究案例相对较少,其理论研究及应用案例相对欠缺^[13]。

支付意愿的影响因素分析是实证研究中的重要内容。研究人员不断拓展CVM所能反映出的支付意愿影响因素,空间属性距离因素现今已渐渐纳入CVM支付意愿的影响机理研究。1940年,Samuel^[14]提出行为动机与距离具有一定的相关关系,距离会对个人的行为产生影响;1985年,Sutherland和Walsh在估计Flathead Lake水质的非使用价值时,考虑了距离因素的影响,结果表明,距离与非使用价值之间呈负相关^[15];1995年,Hanink在研究中发现个人WTP和受访者与作为评价对象的环境资源之间的距离具有递减关系^[16],即远离保护对象的受访者的WTP相对较低,这一现象称之为“距离衰减效果”;1996年,Loomis利用二分式CVM,探讨了距离对支付意愿价值的影响,在一定程度上验证了WTP的“距离衰减效果”^[17]。目前,空间属性与个人

WTP 的关系研究还未见报道。

和目前研究现状相比,本文的贡献主要体现在:首先,在二分式条件价值评估法中,引进开放式双边界二元选择诱导模式,应用支付意愿函数模型,估计平均 WTP;其次,将距离变量引入 CVM 支付意愿的影响因素,应用生存分析中的参数回归模型,分析影响因素对 WTP 的影响规律;再次,将评价对象看作一个点,定义受访者与作为评价对象的环境资源的距离,将距离变量作为独立变量纳入支付意愿函数,研究距离对支付意愿的影响规律。以三江平原湿地生态系统为应用对象,采用双边界二分式 CVM,通过问卷调查,对三江平原湿地生态保护价值进行货币化评价,并探讨受访者对三江平原湿地生态保护的支付意愿水平及支付意愿的影响因素,为政府相关政策的制定和决策提供支持。

1 研究方法和分析模型

1.1 开放式双边界二元选择诱导模式

双边界二分式选择问题中,第 1 阶段先为受访者提供一个初始投标值,让其回答“同意”或“不同意”。第 2 阶段的询问依赖于受访者对初始投标值的响应:如果受访者对初始投标值的回答是“同意”,则为其提供一个更高的投标值,否则为其提供一个较低的投标值。易知,受访者的回答会有 4 种可能:“同意-同意”、“同意-不同意”、“不同意-同意”、“不同意-不同意”,分别记为 YY、YN、NY、NN。

开放式双边界二元选择诱导支付模式,综合了二分式和开放式问卷的优点,其设计模式在双边界二分式 CVM 模型的基础上,增加了对受访者第 3 阶段的开放式询问。在第 2 阶段询问选择过程之后,如果受访者对于更高投标值的回答是“同意”(即受访者回答为 YY 时),则要求受访者自行填写其最高的 WTP 金额;如果受访者对于较低投标值的回答是“不同意”(即受访者回答为 NN 时),则要求受访者填写其愿意支付的 WTP 金额。这样,相对于双边界二分式 CVM,更能诱导出受访者真实支付意愿,从而能减少评估结果的偏差,提高 CVM 评价结果的有效性和可靠性。

1.2 支付意愿函数模型

支付意愿函数模型将支付意愿分成可观察和不可观察(误差项)两部分,是 CVM 特有的计算模型^[18],与其他评价方法不能交互使用。假定

$$WTP = WTP^* + \varepsilon \quad (1)$$

式中,WTP 为真实支付意愿,WTP* 为可观测到的支付意愿, ε 为误差项。

如果受访者的真实支付意愿 WTP 大于所提供的投标值 T ,易知,受访者愿意支付,即回答“同意”;反之,则将回答“不同意”。在此,假定 $\varepsilon \sim F(x)$,其均值为 0,方差为 σ^2 ,则受访者回答“同意”的概率可表示为:

$$P[\text{Yes}] = P[WTP > T] = P[\varepsilon > T - WTP^*] = P[\varepsilon/\sigma > (T - WTP^*)/\sigma] = 1 - F\{(T - WTP^*)/\sigma\} \quad (2)$$

式中, $F(\cdot)$ 为任意的分布函数,如标准正态分布、逻辑斯蒂分布、极值分布,与之相对应,WTP 的分布函数一般为对数正态分布、对数逻辑斯蒂分布、威布尔分布。

双边界二分式 CVM 问卷调查中,以 T 代表初始投标值,若受访者对初始投标值的响应是“同意”,则第二次提供的投标值将高于 T ,记为 T^U ;若受访者的响应是“不同意”,则第二次提供的投标值将低于 T ,记为 T^L 。受访者 i 对 T_i 和 T_i^U 都回答“同意”的概率记为 $\pi_{YY}(T_i, T_i^U)$;对 T_i 同意,对 T_i^U 不同意的概率记为 $\pi_{YN}(T_i, T_i^U)$;对 T_i 不同意,对 T_i^L 同意的概率记为 $\pi_{NY}(T_i, T_i^L)$;对 T_i 和 T_i^L 都不同意的概率记为 $\pi_{NN}(T_i, T_i^L)$ 。则有:

$$\pi_{YY}(T_i, T_i^U) = P[T_i \leq WTP_i, T_i^U \leq WTP_i] = P[T_i^U \leq WTP_i] = 1 - F\{(T_i^U - WTP_i^*)/\sigma\} \quad (3)$$

$$\pi_{YN}(T_i, T_i^U) = P[T_i \leq WTP_i < T_i^U] = F\{(T_i^U - WTP_i^*)/\sigma\} - F\{(T_i - WTP_i^*)/\sigma\} \quad (4)$$

$$\pi_{NY}(T_i, T_i^L) = P[T_i^L \leq WTP_i < T_i] = F\{(T_i - WTP_i^*)/\sigma\} - F\{(T_i^L - WTP_i^*)/\sigma\} \quad (5)$$

$$\pi_{NN}(T_i, T_i^L) = P[T_i > WTP_i, T_i^L > WTP_i] = F\{(T_i^L - WTP_i^*)/\sigma\} \quad (6)$$

以 d_i^{YY} 、 d_i^{YN} 、 d_i^{NY} 、 d_i^{NN} 分别表示回答“同意-同意”、“同意-不同意”、“不同意-同意”、“不同意-不同意”的虚拟变量,则样本的对数似然函数为:

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \{ d_i^{YY} \ln \pi_{YY}(T_i, T^U_i) + d_i^{YN} \ln \pi_{YN}(T_i, T^U_i) + d_i^{NY} \ln \pi_{NY}(T_i, T^L_i) + d_i^{NN} \ln \pi_{NN}(T_i, T^L_i) \} \quad (7)$$

1.3 CVM 与距离

地理学第一定律,认为任何事物在空间上都是关联的,距离越近,关联程度越强,距离越远,关联程度越弱;人类行为对所在地区有绝对的影响,此种影响随着距离的加大而递减。

现有 CVM 研究文献,大部分研究并没有包含能衡量影响支付意愿的地理区域变量,即隐含假设——距离因素对支付意愿没有实际影响效果^[19]。这一假设会影响评价对象的总经济价值。具体而言,如果研究中不包含距离因素,且样本限制在很小的地理区域中,那么所得到的评估结果将小于实际价值。

受访距离对环境偏好的影响及重要性^[20-23]:(1)受访距离影响受访者对环境物品的认知程度,距离是具体可测的,而认知程度只能主观评定,考查受访距离变量的影响能更客观地评估环境物品的价值;(2)受访距离影响环境物品使用或替代使用的可能性。

本文将评价对象三江平原湿地看成一个点,将受访者与评价对象之间的距离定义为点与点之间的直线距离,将距离变量引入支付意愿函数,分析距离与受访者 WTP 的关系,试图验证“距离衰减性”效果。在调查问卷第三部分设置了关于受访者居住地的选项,应用问卷数据,在地图中直接测量得到受访者居住地和三江平原湿地间的直线距离,将其定义为距离变量,记为 *dis*。

2 实证设计

2.1 问卷设计与实施

本文以三江平原湿地为研究对象,应用开放式二分式 CVM 问卷数据,评价三江平原湿地生态保护价值。在已有研究基础上^[24-25],经过专家咨询以及预调查确定问卷内容和二分式问卷初始投标值的设定。于 2011 年 4—5 月间进行了预调查,发放问卷 90 份。通过充分模拟真实市场,结合预调查的信息反馈,修正不准确的提问及表达方式。最终问卷的内容包括 3 个部分:

第 1 部分是对三江平原湿地的认识调查,包括对三江平原的了解程度、关心程度、对环境保护和开发现状的态度、近年的旅游次数等信息。

第 2 部分为开放式双边界二分式问卷的支付意愿引导部分,包括支付意愿及抗议支付原因的调查。采用的初始投标值年支付意愿为 1—200 元,初始投标值分别为 1、5、10、20、50、100、200。二分式 CVM 核心问题如图 1 所示。

第 3 部分为受访者社会经济地理属性的调查。

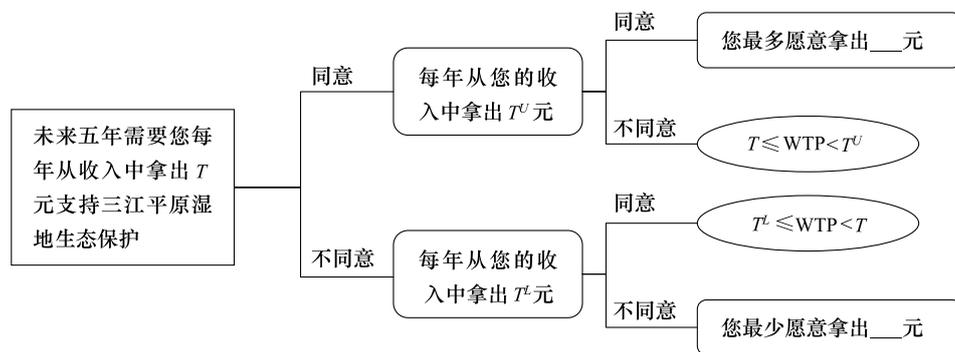


图 1 二分式 CVM 核心问题

Fig. 1 The core issue of dichotomous choice CVM

问卷调查方式中,面访式调查是问卷调查应用的主流方法,而互联网因其可操作性强的特点在环境经济学的偏好研究中也有着越来越多的应用。Henrik^[26]的研究表明面访与互联网调查不存在社会需求偏差。问卷调查以面访调查为主、网上调查为辅,调查范围涉及黑龙江省内各地区,在问卷的总投放量和各地区投放量确定上采用了分层抽样原理,综合参考按比例分配与 Neyman 分配原则,于 2011 年 6 月至 10 月期间,共发放

纸质问卷 1302 份、网上问卷 665 份,分别回收 1003 份以及 194 份,回收率为 77.0%、29.2%,得到有效问卷 927 份,其中抗议问卷(即零支付问卷)326 份,调查问卷的正支付率为 64.8%。问卷的基本统计如表 1 所示。

表 1 双边界二分式支付意愿分布

Table 1 The willingness to pay distribution of double-bounded dichotomous choice CVM

问卷类型 Type	T	T ^U	T ^L	YY		YN		NY		NN		合计 Total		抗议支付 Refuse to pay	有效问卷 Effective responses
				人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%		
				Count	Percentage	Count	Percentage	Count	Percentage	Count	Percentage	Count	Percentage		
A	1	3		91	96.8	3	3.2		0.0		0.0	94	100	39	133
B	5	10	3	80	89.9	5	5.6	3	3.4	1	1.1	89	100	51	140
C	10	20	5	75	84.3	7	7.9	5	5.6	2	2.2	89	100	36	125
D	20	30	10	57	77.0	6	8.1	7	9.5	4	5.4	74	100	37	111
E	50	100	30	57	67.1	11	12.9	11	12.9	6	7.1	85	100	53	138
F	100	200	50	34	44.7	21	27.6	16	21.1	5	6.6	76	100	57	133
G	200	500	100	32	34.0	29	30.9	18	19.1	15	16.0	94	100	53	147
合计 Total				426	70.9	82	13.6	60	10.0	33	5.5	601	100	326	927

YY:同意-同意;YN:同意-不同意;NY:不同意-同意;NN:不同意-不同意

2.2 受访者社会经济属性变量的描述性统计及影响因素的预期作用方向

应用 927 份有效问卷,对受访者的社会经济属性变量进行描述性统计,结果如表 2 所示。

表 2 受访者社会属性变量的统计描述

Table 2 Statistical description of the socio-economic attribute variables of respondents

属性 Attribute	分类 Category	人数统计 questionnaire number			比例/% Percentage	支付比/% Payment percentage
		愿意支付 Willing to pay	拒绝支付 Non-payment	合计 Total		
性别 Sex	女性 male=0	326	172	498	53.7	65.5
	男性 male=1	275	154	429	46.3	64.1
年龄 Age	<20 age=1	32	13	45	4.9	71.1
	21—30 age=2	233	105	338	36.5	68.9
	31—40 age=3	161	86	247	26.6	65.2
	41—50 age=4	140	92	232	25.0	60.3
	51—60 age=5	27	22	49	5.3	55.1
	≥60 age=6	8	8	16	1.7	50.0
职业 Job	政府或企事业单位负责人 job=1	59	16	75	8.1	78.7
	专业技术人员 job=2	73	38	111	12.0	65.8
	政府或企事业单位员工 job=3	117	61	178	19.2	65.7
	军人 job=4	7	2	9	1.0	77.8
	商业、服务业人员 job=5	69	33	102	11.0	67.6
	农民或工人 job=6	70	74	144	15.5	48.6
	学生 job=7	145	60	205	22.1	70.7
	退休人员 job=8	19	15	34	3.7	55.9
	其他 job=9	42	27	69	7.4	60.9
教育程度 Education	小学以下 edu=1	14	14	28	3.0	50.0
	初中 edu=2	60	67	127	13.7	47.2
	高中(包括中专) edu=3	189	98	287	31.0	65.9
	大学 edu=4	292	131	423	45.6	69.0
年收入(万元) Income	研究生及以上 edu=5	46	16	62	6.7	74.2
	<0.3 income=1	190	102	292	31.5	65.1
	0.3—0.6 income=2	63	46	109	11.8	57.8
	0.6—1.2 income=3	64	49	113	12.2	56.6
	1.2—2.4 income=4	95	69	164	17.7	57.9
	2.4—3.6 income=5	74	32	106	11.4	69.8
	3.6—4.8 income=6	52	16	68	7.3	76.5
	4.8—6 income=7	31	8	39	4.2	79.5
≥6 income=8	32	4	36	3.9	88.9	

通过观察支付比的变化趋势,分析受访者社会经济属性变量对支付意愿的预期作用方向。

(1)性别 尽管已有文献发现女性的生态补偿意愿要显著高于男性^[27],本文基于支付比的描述统计结果并没有发现这一结论,性别的差异对支付率基本没有影响。

(2)年龄 从支付比的变化趋势发现,年龄的影响呈现了负效应。

(3)职业 在各个职业中,政府或企事业单位负责人、军人和学生这 3 个群组的支付比最高,农民或工人这个群组的支付比最低。容易理解,政府或企事业单位负责人和军人这两种职业因其所处的环境,对生态环境问题有较高的认知和客观的评价;而学生群组一方面因接受的教育对社会问题关注较多,对生态环境有一定的认识,另一方面不需要承担经济负担。综上,这 3 个职业群组支付比相应较高。职业是名义变量,不考虑其预期作用方向。

(4)受教育程度 从支付比的变化趋势发现,虽然“小学以下”的群组出现了小反复,但大体上不影响总体趋势,受教育程度的影响基本呈现了正效应。一般来说,拥有良好教育的公民其收入水平也相对较高,购买环境物品的概率较其它群组高。受访者的教育程度越高,对生态环境问题越能进行客观的认知与评价,在相同的价格水平下,教育程度对支付意愿的预期作用方向为正。

(5)收入 本文采用个人平均年收入进行分析,问卷中将受访者的个人平均年收入分成了 8 个等级。由表 2 可见,虽然“三千元以下”收入的群组出现了小反复,但总体而言个人收入水平对支付率的影响呈正相关的趋势。一般情况下,收入水平越高的消费者在同样的价格水平下,购买环境物品的概率越大。“三千元以下”收入的群组因其主要构成是学生,故更多的是受职业因素的影响,这并不与结论相违背。收入因素对支付意愿的预期作用方向为正。

3 实证结果及分析

3.1 平均支付意愿的估计

受访者真正的支付意愿为非负的随机变量,模型变换为如下:

$$\log WTP_i = \mu + \varepsilon_i \tag{8}$$

式中, μ 是一个未知的常数, ε_i 为误差项, $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ 。

由公式(7)及公式(8),可得样本对数似然函数为:

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \left\{ d_i^{YY} \ln \left[1 - \Phi \left(\frac{\log T^U - \mu}{\sigma} \right) \right] + d_i^{YN} \ln \left[\Phi \left(\frac{\log T^U - \mu}{\sigma} \right) - \Phi \left(\frac{\log T - \mu}{\sigma} \right) \right] + d_i^{NY} \ln \left[\Phi \left(\frac{\log T - \mu}{\sigma} \right) - \Phi \left(\frac{\log T^L - \mu}{\sigma} \right) \right] + d_i^{NN} \ln \left[\Phi \left(\frac{\log T^L - \mu}{\sigma} \right) \right] \right\} \tag{9}$$

采用最大对数似然函数法估计得到参数 μ 和 σ 的估计值为: $\hat{\mu} = 5.259, \hat{\sigma} = 1.751$ 。

由此可得 WTP 的生存函数为:

$$S(WTP) = 1 - \Phi \left\{ (\log WTP - 5.259) / 1.751 \right\} \tag{10}$$

WTP 的生存曲线图如图 2 所示。

双边界二分式 CVM 中, WTP 的观测变量是关于个人对于给定投标值是否愿意支付的响应,由此所得到的观测值不是确定的数据,而是反映真实值的区间数据。源于二分式 CVM 数据特性,通过估计 WTP 的生存函数以得到平均支付意愿,本文定义受访者的 WTP 为生存时间。WTP 的生存函数,表示受访者的 WTP 大于投标值 T 的概率,即受访者同意支付 T 的概率,常用 $S(WTP) = P(WTP > T)$ 表示。

平均支付意愿为:

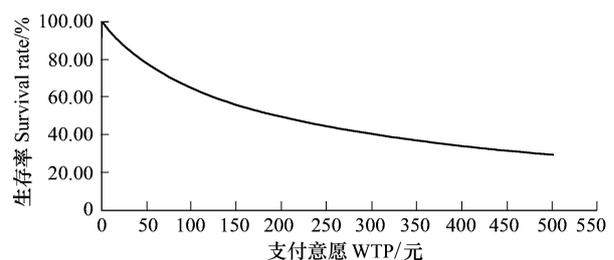


图 2 支付意愿的生存曲线

Fig. 2 The survival curves of willingness to pay

$$WTP_{\text{mean}} = \int_0^{T_{\text{max}}} \left\{ 1 - \Phi \left(\frac{\log WTP - 5.259}{1.751} \right) \right\} dWTP \quad (11)$$

式中, T_{max} 为最大的初始投标值。经济理论指出个人的 WTP 值不可能无穷大,受收入的限制,为满足这一条件,最简单的方法是在最大初始投标值 T_{max} 处对 WTP 的分布进行右截断。

本文中 $T_{\text{max}} = 200$,由公式(11)得到平均支付意愿 $WTP_{\text{mean}} = 134.582$ 。据第六次全国人口普查的数据公报,2010年黑龙江省总人口为38 312 224人,正支付率为64.8%,将平均支付意愿与地区愿意支付的人口数相乘,即得到总支付意愿为33.412亿元/a。

3.2 支付意愿影响因素模型构建

分析受访者支付意愿的影响因素,以 WTP 为被解释变量,以影响支付意愿的诸因素 X 为解释变量,基于支付意愿函数模型,模型变换为如下:

$$WTP = WTP^* + \varepsilon = X'\beta + \varepsilon \quad (12)$$

从而,可得到 WTP 与影响因素之间的关系模型为:

$$WTP = \beta_1 \text{dis} + \beta_2 \text{male} + \beta_3 \text{edu} + \beta_4 \text{job} + \beta_5 \text{income} + \varepsilon \quad (13)$$

假定 WTP 服从 logistic 分布,应用 New-Raphson 算法,通过最大似然估计计算模型参数的估计值,应用观测值矩阵的逆矩阵来估计参数的标准误。回归结果如表 3 所示。

表 3 支付意愿回归结果
Table 3 WTP regression results

变量 Variable	方程系数 Coefficients	标准误 Standard error	Wald 卡方 Wald chi-square	显著水平 Sig.	95% 置信区间 Confidence interval		变量均值 Variable mean
					下限 Lower bound	上限 Upper Bound	
					截距 Intercept	137.2275	
距离 Dis	-0.1542	0.0042	1362.16	<.0001	-0.1624	-0.146	
男 Male	-27.8663	1.6181	296.58	<.0001	-31.0377	-24.6948	0.48
年龄 Age	-13.3582	0.6536	417.72	<.0001	-14.6392	-12.0772	2.95
教育 Edu	30.3093	0.8525	1264.16	<.0001	28.6385	31.9801	3.39
收入 Income	3.5175	0.6154	32.67	<.0001	2.3113	4.7237	3.24

根据模型计算结果,受访者对三江平原湿地支付意愿的影响因素主要有以下几点:

(1) 距离 dis 是影响受访者支付意愿的主要因素之一,其系数统计检验在 0.0001 的水平上显著,而且系数符号为负值,说明在其他条件不变的情况下,随着受访者与评价对象三江平原湿地的距离的增大,受访者的支付意愿也随之下降,这点符合理论预期。

(2) 受访者性别对支付意愿有显著影响,回归系数在 0.0001 水平上显著,这表明男性受访者的支付意愿显著低于女性受访者。徐大伟等人^[27]在黄河流域生态系统服务的条件价值评估研究中得到女性的生态补偿意愿要显著高于男性,本文得到的结论与其相似,但性别对支付意愿是否具有影响还需要更多的研究予以验证。

(3) 受访者的年龄与支付意愿呈负相关,回归系数检验结果非常显著,这与表 3 中的支付比趋势分析中所得到的结论相同。

(4) 受访者受教育的程度对支付意愿有显著的影响,回归系数在 0.0001 显著水平上高度显著为正,这表明受访者受教育程度越高,其支付意愿水平也随之提高,符合之前的预期符号分析。

(5) 受访者的收入与支付意愿在 0.0001 水平上呈正相关。表明支付意愿水平取决于受访者的支付能力以及他们对环境物品的购买能力,这与实际市场上的消费行为相近,符合经济学的基本原理。与之前的预期符号分析结论相同。

3.3 距离衰减性的实证效果

由 3.2 得到支付意愿回归方程为:

$$WTP = 137.2275 - 0.1542dis - 27.8663male - 13.3582age + 30.3093edu + 3.5175income \quad (14)$$

为考查距离对 WTP 的影响效果,首先消除其他变量对支付意愿 WTP 的影响,取变量 male、age、edu、income 的均值带入公式(14),得到:

$$WTP = 198.5902 - 0.1542dis \quad (15)$$

距离与支付意愿负相关,如图 3 所示。随着距离的增大,支付意愿显著下降,验证了支付意愿具有“距离衰减性”。

4 结论与讨论

本文采用目前国际上广泛应用的开放式双边界二分式 CVM,以面访调查为主、网上问卷调查为辅的方式,在黑龙江省内共发放问卷 1967 份,回收问卷 1197 份,运用支付意愿函数模型及生存分析参数回归模型,研究黑龙江省内居民对三江平原湿地生态保护的支付意愿及影响因素,并由此推算出三江平原湿地的生态保护价值。主要结论如下:

(1)黑龙江省内有效问卷 927 份中,有支付意愿的样本数为 601 个,占 64.8%,样本平均支付水平 134.582 元/a,得到 2010 年黑龙江全省总支付意愿为 34.412 亿元/a,即三江平原湿地 2010 年的非使用价值为 34.412 亿元/a。

(2)运用支付意愿函数模型分析了可能影响居民支付意愿的社会经济因素,采用生存分析中的参数法对回归方程予以估计。结果表明,居民性别、年龄、受教育程度、个人年平均收入等因素对支付意愿均有显著影响,支付意愿随受教育程度和收入水平的提高而增加,随年龄和距离的增大而减少,并且女性的支付意愿显著高于男性。

(3)将距离作为独立变量引入支付意愿函数模型,建立具有距离因素变量及个人社会经济属性变量的支付意愿函数模型,将距离定义为受访者与评价对象之间的直线距离,验证了支付意愿具有“距离衰减性”。

支付意愿具有“距离衰减性”,如何界定空间属性对支付意愿的影响效应是后续研究中应重点考虑的问题。可以预见,基于空间视角的 CVM 评价理论与方法在估算生态保护价值将发挥重要作用,为相关环境政策的费用负担及利益分配提供依据与参考。

致谢:感谢黑龙江省林业厅及洪河国家级自然保护区管理局、三江国家级自然保护区管理局、兴凯湖国家级自然保护区管理局在实地调研中提供的支持与帮助。

References:

- [1] Carson R T, Conaway M B, Hanemann W M. Valuing Oil Spill Prevention: A Case Study of California's Central Coast. Norwell MA: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [2] Zhang Y, Cai Y L. Using Contingent Valuation Method to Value Environmental Resources: A Review. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2005, 41(2): 317-328.
- [3] Ciriracy W. Capital Returns from Soil Conservation Practices. Journal of Farm Economics, 1947, 29: 1181-1196.
- [4] Davis R K. Recreation Planning as an Economic Problem. Natural Resources Journal, 1963, 3: 239-249.
- [5] Carson, R T, Hanemann, W. Contingent Valuation-Handbook of Environment Economics. Elsevier, 2005.
- [6] Qu X E, Li G P. Contingent Valuation Methods: Theoretical Foundations and Research Progress. Statistics and Decision, 2011, 331(7): 156-160.
- [7] Bishop R C, Heberlein T A. Measuring values of extra-market goods: Are indirect methods biased? American Journal of Agricultural Economics, 1981, 66(3): 926-930.
- [8] Hanemann W M. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. American Journal of agricultural Economics, 1984, 66(3): 332-341.

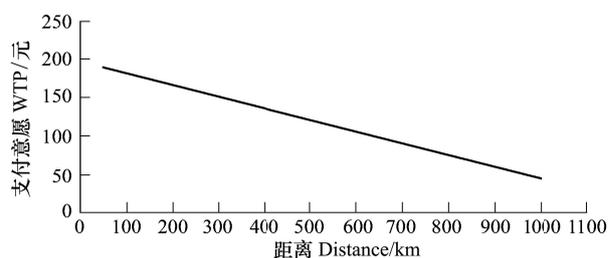


图 3 距离对支付意愿的影响效果

Fig. 3 The effect of distance on willingness to pay

- [9] Mitchell RC, Carson RT. Using surveys to value public goods; the contingent valuation method. Washington, DC: Resource for the Future; 1989.
- [10] Hanemann W M, Loomis J, Kannien B. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economic*, 1991, 73(5): 1255-1263.
- [11] Zhang Z Q, Xu Z M, Cheng G D. Contingent Valuation of the Economic Benefits of Restoring Ecosystem Services of Zhangye Prefecture of Heihe River Basin *. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(6): 885-893.
- [12] Cai C G, Chen G, Qiao X C, Zheng X Y. Comparison of single bound and double bound dichotomous contingent valuation technique—a case of estimate health economic loss by air pollution of Beijing. *China Environmental Science*, 2007, 27(1): 39-43.
- [13] Qu X E, Li G P. The environmental value loss assessment of coal resources development in the Northern Shaanxi. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2012, 26(4): 73-80.
- [14] Samuel A S. Intervening Opportunities; A Theory Relating Mobility and Distance. *American Sociological Review*, 1940, 5(6): 845-867.
- [15] Sutherland, R J. and Walsh, R. Effect of distance on the preservation value of water quality. *Land Economics*, 1985, 61: 281-291.
- [16] Hanink D M. The economic geography in environmental issues; a spatial-analytic approach. *progress in Human Geography*, 1995, 19: 372-387.
- [17] Loomis J B. How large is the extent of the market for public goods; evidence from a nationwide Contingent Valuation survey. *Applied Economics*, 1996, 28: 779-782.
- [18] Cameron, T A, James M D. “Estimating Willingness to Pay from Survey Data; An Alternative Pre-Test-Market Evaluation Procedure.” *Journal of Marketing Research*, 1987, 24(4): 389-395.
- [19] Giovanni B C, Investigating distance effects on environmental values; A choice modelling approach, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2007, 51(2): 175-194.
- [20] Pate J, and Loomis J B. The effect of distance on willingness to pay values; a case study of wetlands and salmon in California. *Ecological Economics*, 1997, 20: 199-207.
- [21] Hanley N, Schlapfer F, and Spurgeon J. Aggregating benefits of environmental improvements; distance-decay functions for use and non-use values. *Journal of Environmental Management*, 2003, 68: 297-304.
- [22] Bateman I J, Lovett A A, Brainard J S. Developing a methodology for benefit transfers using geographical information systems; modeling demand for woodland recreation, *Regional Studies*, 1999, 33, 191-205.
- [23] Jiang Y, Swallow S K, and McGonagle M P. Contest-sensitive benefit transfer using stated choice models; specification and convergent validity for policy analysis, *Environmental and Resource Economics*, 2005, 31, 477-499.
- [24] Ao C L, Li Y J, Feng L, Jiao Y. Evaluating the non-use value of Sanjiang wetland based on contingent valuation method. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(23): 6470-6477.
- [25] Feng L, Ao C L, and Jiao Y. Influencing Factors of the Willingness to Pay for Non-Use Value Evaluation of Sanjiang Wetland. *Mathematics in practice and theory*, 2012, 42(1): 59-67.
- [26] Henrik L, Ståle N. Are Internet surveys an alternative to face-to-face interviews in contingent valuation?. *Ecological Economics*, 2011, 70: 1628-1637
- [27] Xu D W, Liu M Q, Li Y W. Contingent valuation study of ecosystem services in the Yellow River Basin—based WTP estimates of downstream region Zhengzhou section. *Economic Science*, 2007(6): 77-89.

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, 41(2): 317-328.
- [6] 屈小娥, 李国平. 意愿价值评估法:理论基础及研究进展. *统计与决策*, 2011, 331(7): 156-160.
- [11] 张志强, 徐忠民, 程国栋, 等. 黑河流域张掖地区生态系统服务恢复的条件价值评估; *生态学报*; 2002, 22(6): 885-893.
- [12] 蔡春光, 陈功, 乔晓春, 郑晓璞. 单边界、双边界二分式条件评估方法的比较——以北京市空气污染对健康危害问卷调查为例. *中国环境科学*, 2007, 27(1): 39-43.
- [13] 屈小娥, 李国平. 陕北煤炭资源开发中的环境价值损失评估研究. *干旱区资源与环境*, 2012, 26(4): 73-80.
- [24] 敖长林, 李一军, 冯磊, 焦扬. 基于 CVM 的三江平原湿地非使用价值评价. *生态学报*, 2010, (24): 6470-6477.
- [25] 冯磊, 敖长林, 焦扬. 三江平原湿地非使用价值支付意愿的影响因素. *数学的实践与认识*, 2012, 42(1): 59-67.
- [27] 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: 基于下游地区郑州段的 WTP 测算. *经济科学*, 2007(6): 77-89.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33 ,No. 16 Aug. ,2013(Semimonthly)
CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Advances in theoretical issues of species distribution models LI Guoqing, LIU Changcheng, LIU Yuguang, et al (4827)
- A review on rare earth elements in farmland ecosystem JIN Shulan, HUANG Yizong (4836)
- A review on the mechanism of attachment and metamorphosis in barnacle cyprids ... RAO Xiaozhen, LIN Gang, XU Youqin (4846)
- Decision making in group living animals WANG Chengliang, WANG Xiaowei, QI Xiaoguang, et al (4857)

Autecology & Fundamentals

- Influence of monsoon's advancing, retreating and conversion on migrations of *Nilaparvata lugens* (Stål) in China
..... BAO Yunxuan, HUANG Jinying, XIE Xiaojin, et al (4864)
- Prey selection and feeding rate of sea stars *Asterias amurensis* and *Asterina pectinifera* on three bivalves
..... QI Zhanhui, WANG Jun, MAO Yuze, et al (4878)
- Habitat selection of Whooper Swan at Bayanbulak in Xinjiang of China DONG Chao, ZHANG Guogang, LU Jun, et al (4885)
- The genetic structure of endemic plant *Pteroceltis tatarinowii* by ISSR markers
..... LI Xiaohong, ZHANG Hui, WANG Deyuan, et al (4892)
- Genetic analysis of salt tolerance of F₁ progenies between chrysanthemum and the intergeneric hybrid of chrysanthemum and
crossostephium XU Lili, CHEN Fadi, CHEN Sumei, et al (4902)
- Indicative effect of the anatomical structure of plant photosynthetic organ on WUE in desert region
..... ZHANG Haina, SU Peixi, LI Shanxia, et al (4909)
- Effects of water on photosynthesis in different age of tomato leaves CHEN Kaili, LI Jianming, HE Huiqiang, et al (4919)
- Photosynthesis-nitrogen relationship in evergreen and deciduous tree species at different altitudes on Mao'er Mountain, Guangxi
..... BAI Kundong, JIANG Debing, WAN Xianchong (4930)
- Effect of fertilization on the dynamic of soil N₂O fluxes in Chinese chestnut stands
..... ZHANG Jiaojiao, LI Yongfu, JIANG Peikun, et al (4939)
- Effects of long-term fertilization on aggregate dynamics and organic carbon and total nitrogen contents in a reddish paddy soil
..... LIU Xiyu, WANG Zhongqiang, ZHANG Xinyu, et al (4949)

Population, Community and Ecosystem

- Carbon storage of natural wetland ecosystem in Daxing'anling of China MU Changcheng, WANG Biao, LU Huicui, et al (4956)
- Monitoring the riparian vegetation cover after the Wenchuan earthquake along the Minjiang River valley based on multi-temporal
Landsat TM images; a case study of the Yingxiu-Wenchuan section XU Jiceng, TANG Bin, LU Tao (4966)
- A dynamic analysis of spatial distribution pattern of *Larix gmelinii* natural forest in Pangu farm under varying intensity of fire
disturbance NI Baolong, LIU Zhaogang (4975)
- Structure of macrozoobenthos in lakes along the Yangtze River and relationships with environmental characteristics
..... CAI Yongjiu, JIANG Jiahu, ZHANG Lu, et al (4985)
- The research on the age structure and sex ratio of *Niviventer confucianus* in Thousand Island Lake
..... ZHANG Xu, BAO Yixin, LIU Jun, et al (5000)
- Mathematical model of insect Logistic increasing and economic threshold based on sex pheromone trap
..... ZHAO Zhiguo, RONG Erhua, ZHAO Zhihong, et al (5008)
- Community composition and phototaxis of insects in tea plantations in Southern Jiangshu Province during late fall
..... ZHENG Yingcha, NIU Yuqun, CUI Guiling, et al (5017)
- Effect of agricultural land use types on soil mite communities in north China
..... HAN Xuemei, LI Dandan, LIANG Zian, et al (5026)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Exploring the space syntax under negative planning; a case study of landscape connectivity based on the behaviors of avian edge
species YANG Tianxiang, ZHANG Weiqian, FAN Zhengqiu, et al (5035)
- Temporal-spatial variation of heterotrophic respiration in alpine area of southwestern China
..... ZHANG Yuandong, PANG Rui, GU Fengxue, et al (5047)

- Variability of soil organic matter and its main factors in Jiangsu Province ZHAO Mingsong, ZHANG Ganlin, LI Decheng, et al (5058)
- Spatial distribution and change of vegetation carbon in Northwest Guangxi, China on the basis of vegetation inventory data ZHANG Mingyang, LUO Weijian, LIU Huiyu, et al (5067)
- Resource and Industrial Ecology**
- Urban metabolism process based on emergy synthesis; a case study of Beijing LIU Gengyuan, YANG Zhifeng, CHEN Bin (5078)
- Evaluation on cultivated land ecological security based on the PSR model and matter element analysis ZHANG Rui, ZHENG Huawei, LIU Youzhao (5090)
- The effect of super absorbent polymer on the growth and nutrition absorption of *Festuca arundinacea* L. on an improved gangue matrix ZHAO Zhifeng, WANG Dongmei, ZHAO Tingning (5101)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- The effect of distance on the ecological conservation value; a case study of Sanjiang Plain Wetland AO Changlin, CHEN Jinting, JIAO Yang, et al (5109)
- Research Notes**
- Scaling effect on spatial variation of soil organic carbon in mountainous areas of Guangdong Province JIANG Chun, WU Zhifeng, QIAN Lexiang, et al (5118)
- The changes of hair length and pelage thermal insulation in captive female squirrel, *Sciurus vulgarize manchuricus*, during autumn molting period JING Pu, ZHANG Wei, HUA Yan, et al (5126)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于1981年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大16开本,300页,国内定价90元/册,全年定价2160元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路18号 电话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 王克林 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33卷 第16期 (2013年8月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 16 (August, 2013)

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

主编 王如松
主管 中国科学技术协会
主办 中国生态学学会
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

出版 科学出版社
地址:北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

印刷 北京北林印刷厂
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@espg.net

订购 全国各地邮局
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

广告经营 京海工商广字第8013号
许可证

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

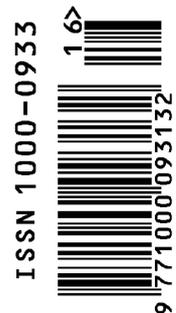
Editor-in-chief WANG Rusong
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China

Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel: (010)64034563
E-mail: journal@espg.net

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China



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 90.00 元