



中国社会科学院创新工程学术出版资助项目

中国社会科学院登峰战略优势学科（产业经济学）成果

*Research Tools in Natural Resource and  
Environmental Economics*

# 资源与环境经济学 研究方法

【美】艾米垂吉特·A. 贝特拜耳 (Amitrajeet A. Batabyal)

【荷】皮特·尼基坎普 (Peter Nijkamp) ◎主编

史丹 王俊杰 马翠萍 ◎译



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE



中国社会科学院创新工程学术出版资助项目

中国社会科学院登峰战略优势学科（产业经济学）成果

*Research Tools in Natural Resource and  
Environmental Economics*

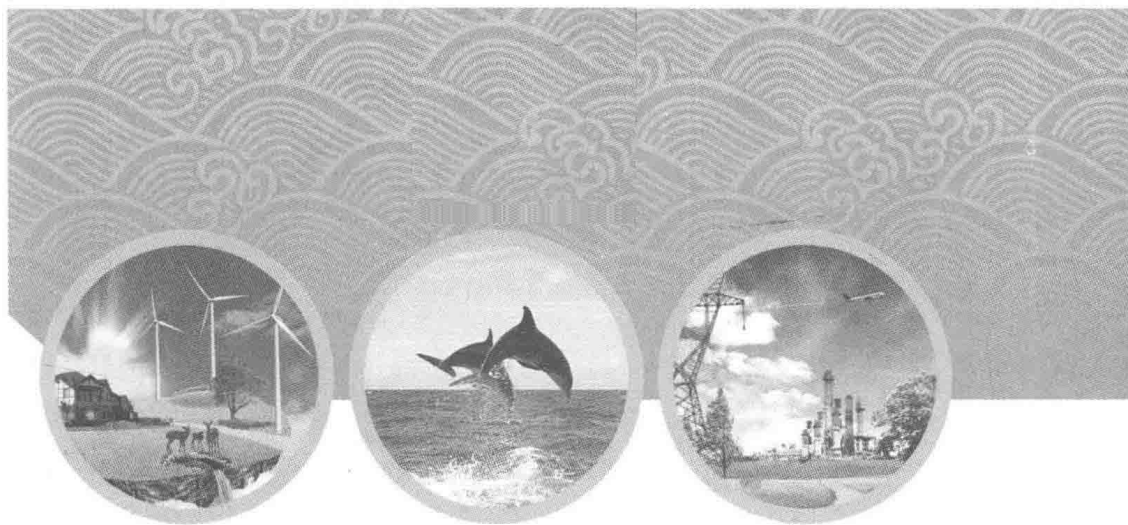
# 资源与环境经济学 研究方法

【美】艾米垂吉特·A. 贝特拜耳（Amitrajeet A. Batabyal）

◎主编

【荷】皮特·尼基坎普（Peter Nijkamp）

史丹 王俊杰 马翠萍 ◎译



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

北京市版权局著作权合同登记：图字：01-2017-6614 号

Research Tools in Natural Resource and Environmental Economics © 2011 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

This book, or parts thereof, may not be reproduced in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system now known or to be invented, without written permission from the Publisher.

Simplified Chinese translation © 2017 by Economy & Management Publishing House arranged with World Scientific Publishing Co. Pte Ltd., Singapore.

All rights reserved.

## 图书在版编目 (CIP) 数据

资源与环境经济学研究方法/[美] 艾米垂吉特·A.贝特拜耳, [荷] 皮特·尼基坎普主编; 史丹, 王俊杰, 马翠萍译. —北京: 经济管理出版社, 2017.9

ISBN 978-7-5096-5254-1

I. ①资… II. ①艾… ②皮… ③史… ④王… ⑤马… III. ①资源经济学—研究方法  
②环境经济学—研究方法 IV. ①F062.1-3 ②X196-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 173401 号

组稿编辑: 申桂萍  
责任编辑: 侯春霞  
责任印制: 司东翔  
责任校对: 张晓燕

出版发行: 经济管理出版社  
(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www. E-mp. com. cn  
电 话: (010) 51915602  
印 刷: 玉田县昊达印刷有限公司  
经 销: 新华书店  
开 本: 720mm × 1000mm/16  
印 张: 25  
字 数: 448 千字  
版 次: 2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷  
书 号: ISBN 978-7-5096-5254-1  
定 价: 98.00 元

·版权所有 翻印必究·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

# 致 谢

没有几位远在世界各地的研究者的通力合作，本书根本不可能问世。因此，我们首先要感谢本书各章节的贡献者对这项艰巨工作的热忱参与。这本书的主题，即这些贡献者所撰写的高水平章节中的各种研究工具，充分体现了他们的热忱。

贝特拜耳感谢他的妻子斯娃普娜·B.贝特拜耳和女儿桑加娜·S.贝特拜耳在本书漫长孕育过程中给予的支持。此外，他还想感谢罗切斯特理工大学 Gosnell 基金会给予的资金支持。尼基坎普感谢阿姆斯特丹自由大学空间经济学院在本书筹备过程中给予的无与伦比的支持。

艾米垂吉特·A.贝特拜耳 罗切斯特理工大学

皮特·尼基坎普 阿姆斯特丹自由大学

2010年7月

## 贡献者

Sabah Abdullah (巴斯大学经济学院, 英国, E-mail: s.abdullah@bath.ac.uk)

Robert U. Ayres (英士国际商学院经济与政治科学部, 法国, E-mail: robert.ayres@insead.edu)

Amitrajeet A. Batabyal (罗切斯特理工大学经济学院, 美国, E-mail: aabgsh@rit.edu)

Hassan Benckroun (麦克吉尔大学经济学院, 加拿大, E-mail: hassan.benckroun@mcgill.ca)

Todd L. Cherry (阿巴拉契亚州立大学经济学院, 美国, E-mail: cherrytl@appstate.edu)

Kieran P. Donaghy (康奈尔大学城市与区域规划学院, 美国, E-mail: kpd23@cornell.edu)

Finn R. Førsund (奥斯陆大学经济学院, 挪威, E-mail: finn.forsund@econ.uio.no)

Philip E. Graves (科罗拉多大学经济学院, 美国, E-mail: philip.graves@colorado.edu)

Robert P. Haining (剑桥大学地理学院, 英国, E-mail: rph26@cam.ac.uk)

Ray G. Huffaker (佛罗里达大学食品与资源经济学院, 美国, E-mail: rhuffaker@ufl.edu)

Jane Law (滑铁卢大学规划学院, 加拿大, E-mail: j9law@uwaterloo.ca)

Ngo Van Long (麦克吉尔大学经济学院, 加拿大, E-mail: ngo.long@mcgill.ca)

Anil Markandya (巴斯大学经济学院, 英国, E-mail: a.markandya@bath.ac.uk)

Michael McKee (阿巴拉契亚州立大学经济学院, 美国, E-mail: mck-

eemj@appstate.edu)

Gara Villalba Mendez (巴塞罗那自治大学化学工程学院, 西班牙, E-mail: gara.villalba@uab.cat)

Peter Nijkamp (阿姆斯特丹自由大学空间经济学院, 荷兰, E-mail: pnijkamp@feweb.vu.nl)

Paulo A.L.D. Nunes (威尼斯大学经济学院, 意大利, E-mail: pnunes@unive.it)

Charles Perrings (亚利桑那州立大学 ecoSERVICES 小组, 美国, E-mail: charles.perrings@asu.edu)

Silvio Simonit (亚利桑那州立大学 ecoSERVICES 小组, 美国, E-mail: ssimonit@asu.edu)

Ian Sue Wing (波士顿大学地理与环境学院, 美国, E-mail: isw@bu.edu)

Clifford R. Wymer (康奈尔大学城市与区域规划学院, 美国, E-mail: wymer@mail.com)

Anastasios Xepapadeas (雅典经济与商业大学国际与欧洲经济研究学院, 希腊, E-mail: xepapad@aueb.gr)

# 目 录

## 第一部分 引 言

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 第一章 资源与环境经济学研究方法简介                          |     |
| Amitrajeet A. Batabyal, Peter Nijkamp ..... | 003 |

## 第二部分 理论工具

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 第二章 动态分析                                |     |
| Ray G. Huffaker .....                   | 025 |
| 第三章 随机分析：资源与环境经济学建模工具                   |     |
| Anastasios Xepapadeas .....             | 047 |
| 第四章 博弈论：静态与动态博弈                         |     |
| Hassan Bencheekroun, Ngo Van Long ..... | 076 |

## 第三部分 实证与实验工具

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 第五章 经济价值评估方法介绍                                           |     |
| Sabah Abdullah, Anil Markandya, Paulo A.L.D. Nunes ..... | 125 |
| 第六章 特征价格法：统计生命价值、工资补偿和房产价值补偿                             |     |
| Philip E. Graves .....                                   | 161 |

## 第七章 环境评价：具体损害总和的方法

Philip E. Graves ..... 183

## 第八章 跨期优化者的非线性连续时间模型的计量估计

Kieran P. Donaghy, Clifford R. Wymer ..... 190

## 第九章 可计算一般均衡模型：分析经济与环境相互作用

Ian Sue Wing ..... 216

## 第十章 实验方法、自然资源与环境政策

Todd L.Cherry, Michael Mckee ..... 260

# 第四部分 交叉学科工具

## 第十一章 流域生态系统服务的经济学建模：土地利用外部性和湿地调节功能的空间模型

Silvio Simonit, Charles Perrings ..... 289

## 第十二章 地理信息系统模型和空间数据分析

Robert P. Haining, Jane Law ..... 321

## 第十三章 物质平衡模型

Robert U. Ayres, Gara Villalba Méndez ..... 344

## 第十四章 工业生态学：一个环境经济学家的反思

Finn R. Førsund ..... 362



第一部分

# 引言



# 资源与环境经济学研究方法简介

Amitrajeet A. Batabyal<sup>1</sup> Peter Nijkamp<sup>2</sup>

1. 罗切斯特理工大学, aabgsh@rit.edu

2. 阿姆斯特丹自由大学, pnijkamp@feweb.vu.nl

## 第一节 预备知识

经济学家通常认为自然资源要么是可耗竭的<sup>①</sup>, 要么是可再生的。可耗竭的自然资源包括大部分的矿藏, 如煤、铁矿石; 可再生的自然资源通常包括渔业资源、森林、牧场等。由于所有自然资源终究是能够再生的, 因此, 决定一种自然资源是可耗竭还是可再生的核心标准是它相对人类通常的寿命的再生速度。

从现代视角来看, 环境是比自然资源更为一般化的概念。而且, 直到最近, 大部分环境问题基本上都是某类污染问题。因此, 从经济学的视角看, 对环境问题的分析与对外部性问题的研究密切相连, 特别是对外部不经济的研究。然而, 如今对环境的关注已经成了我们每天生活的一部分, 因此, 环境经济学的范围已经超越了污染问题, 包含了诸如收益—成本分析、经济价值评估和博弈分析等一系列研究内容。

除了上述发展外, 自然资源与环境的许多关联学科也取得了长足的发展, 如生态学、地理学、统计学和自然科学。例如, 在生态和资源环境经济学的研究进

---

① 可耗竭的自然资源有时也被称作消耗性或不可再生自然资源。

展方面, Batabyal (2008) 指出, 随着 Gordon (1954) 那篇开创性论文的发表, 生物学家 Hardin (1968)、经济学家 Daly (1968) 和数学家 Clark (1973, 1976) 的研究越来越倾向于这样一个观点, 即经济学家所谓的可再生资源与生态学家通常所说的生态系统事实上是共生的生态—经济系统, 这种系统的演化路径取决于自然界中跨期的和随机的力量, 而这些力量部分是生态的, 部分是经济的。这种观点在过去得到了广泛传播。因此, 当今的自然资源管理事实上都是生态—经济系统管理。

类似地, 自然资源与环境经济学的发展和工程与自然科学的发展导致了一类被称为物质平衡模型和工业生态模型的发展。最后, 自然资源与环境经济学和地理学的发展引领了基于地理信息系统 (GISs) 的模型以及涉及空间数据分析的模型的发展。

在拥有这些众多研究进展的同时, 两个很自然的问题随之而来: 第一, 在模型化和分析他们感兴趣的自然资源与环境相关问题时, 经济学家和其他学者最通用的研究工具是什么? 第二, 除了已有文献中浩如烟海的资料, 学习者如何通过单一的资料熟悉并掌握这些最通用的研究工具? 对这两个问题的回答构成了本书的主旨。现在, 我们转向对这两个问题更详细、更系统的讨论。

在本书第一部分的引言之后是分别由一个或一组专家撰写的十三章内容, 每一章探讨一个具体的、自然资源与环境经济学领域的研究者所广泛运用的工具。为了便于综合, 我们将这十三章分为三个部分。本书第二部分重点关注理论工具, 由三章组成, 分别详细探讨了动态分析 (第二章)、随机分析 (第三章) 和博弈分析 (第四章)。

第三部分关注实证与实验工具, 由六章构成。第五章探讨常用的经济价值评估方法; 第六章关注所谓的特征价格法; 第七章对相对新奇的“具体损害总和和方法”做简要的评述; 第八章着重于计量估计和模拟的复杂性; 第九章讨论可计算一般均衡模型的运用; 第十章致力于讨论实验经济学模型。

第四部分的四章试图探讨交叉学科工具。具体地, 第十一章着重于生态—经济系统的建模; 第十二章讨论涉及地理信息系统运用和空间数据分析的模型; 第十三章探讨物质平衡模型; 第十四章对工业生态模型进行探讨。

请注意, 本书第四部分的四章描述的研究工具已经不是第二部分和第三部分所述研究工具意义上的工具了。换言之, 第四部分的这些工具已经不是绝对相互独立的主题了。相反, 这些工具利用了许多前文描述过的数学工具, 并以不同的方式来对自然资源与环境现象进行建模。例如, 第十一章介绍过的那类生态—经

济模型可能正好利用了第二章介绍过的动态分析工具。只是，区别之处以及这种利用的可取之处在于，一种潜在的自然资源，如湿地，是被作为一个共生的生态—经济系统来建模的，这种系统随时间的变化趋势是由生态的和经济的因素共同决定的。

任何一本书都不可能包含每一个可能的研究工具，本书也不例外。我们写作本书的初衷是为了全面地透视现在自然资源与环境经济学中最常用的研究工具。除此之外，我们还想说明以下五点：第一，本书中并没有关于收益—成本分析或多标准决策分析（MCDA）的内容。收益—成本分析已经是一种广为接受的分析方法，几乎应用于所有经济学领域，而不仅是自然资源与环境经济学。因此，许多著述都已经对这种方法做了详细的介绍，如 Boardman 等（2001），故无须赘述。多标准决策分析的确是一个有用的分析工具，但是我们认为，相对本书所讨论的其他工具而言，这是一个较为次要的工具。第二，尽管环境的可持续性和贫困相关问题现如今也引起了许多关注，但是，这些问题还是可以利用本书详细介绍的一个或多个研究工具进行很好的分析。第三，对诸如文化遗产、城市景观设计或生物多样性等似乎较为宽泛的研究问题感兴趣的读者，应该能够通过本书特别是第二部分和第三部分介绍的研究工具对这些问题进行研究探索。第四，涉及资源分布的问题通常本身无须具体的研究工具，大量此类相关问题可以联合使用本书介绍过的几种研究工具，进行有意义的探索。第五，深入理解第三章讨论的随机分析，以及那些作为其他章节主题的研究工具，将不仅非常有助于研究者综合理解气候变化的建模问题，也有助于理解当前公共政策中关于气候变化问题的争论。

有了这五点说明和前文的铺垫，我们现在可以继续探讨本书各章的具体贡献了。

## 第二节 理论工具

### 一、动态分析

理论倾向的资源与环境经济学家使用静态优化工具已经很久了。然而，由于自然资源利用与管理相关问题归根结底天然是跨代的，因此，至少从 Gray

(1914) 和 Hotelling (1931) 开始, 研究者们就已经开始使用动态分析来研究可耗竭自然资源的利用与管理问题。

由 Ray G. Huffaker 撰写的第二章指出, 大部分试图涉及动态分析的初级和高级教科书, 如 Kamien 和 Schwarz (1991)、Leonard 和 Long (1992) 以及 Caputo (2005) 都会将变分法、最优控制理论和动态规划三位一体的方法很好地囊括其中。具体地, 最优控制理论通常在这些教科书中被作为变分法的一般形式来介绍。而且, 由 Bellman (1957) 正式提出的动态规划理论通常被用来说明和揭示在离散时间条件下, 许多动态经济学问题都存在向动态规划递归的结构。

第二章实际上是对两种较少被关注但却非常重要的动态分析问题进行了清晰的阐述。第一个问题是关于动态经济模型均衡的渐近稳定性。这个问题特别重要, 因为尽管许多关于动态分析的教科书都涉及了均衡解 (如最优控制模型的解) 的局部稳定性可以通过线性化均衡解附近的系统动态来识别, 但通常都没能论述当这些线性化模型失灵时, 我们又该采取什么样的分析步骤。

第二个问题是关于其他条件不变时, 潜在模型的一个参数发生变化后, 动态经济模型解的稳定性。为了探讨这一问题, Huffaker 利用 Clark (1976) 那本实至名归的著名教科书《数理生物经济学》中给出的一个非线性渔业模型进行了细致的分析。具体地, 他阐述了分岔分析 (Bifurcation Analysis) 可以被用于描述一个特定经济系统动态如何随某个我们感兴趣的参数的细微扰动而变化。

## 二、随机分析

现在, 研究者们已经理解清楚, 尽管对自然资源与环境现象的动态分析大部分时候是有用的, 但是做这种分析时, 必须清楚知晓一种基本的威胁, 即“生态—经济系统具有复杂的时间特性和内在的不确定性” (Perrings 等, 1995)。此外, 风险和不确定性<sup>①</sup>是自然资源与环境经济学领域的基本信念。为了更清楚地理解这一点, 可以思考一下可再生自然资源存量的增长或者一种或多种污染物存量的演化。这种增长和演化通常是不确定的。类似地, 为了研究全球变暖或气候变化问题, 我们必须首先尽最大可能地全面考虑温室气体积累面临的各种不确定性。

---

<sup>①</sup> 当环境中某种随机的因素可以用一个累计概率分布函数来描述时, 这种环境就被认为具有风险特征。相应地, 当环境中某种随机的因素不能用任何已知的累计分布函数来描述时, 这种环境就被认为具有不确定性特征。这种基本区别可参见 Knight (1921) 更详细的讨论。

前面章节的论述告诉我们，全面理解和分析风险与不确定性在自然资源与环境经济学领域非常重要。因此，由 Anastasios Xepapadeas 撰写的第三章全面展示了研究者在试图构建和分析关于一种或多种自然资源与（或）环境现象的随机模型时通常会遇到的诸多建模问题。这一章构建在前一章的动态分析基础之上，因为 Xepapadeas 的主旨是展示——正如他自己所声称的——既然代际分析是研究自然资源与环境管理问题最有意思和最恰当的方式，那么，如何将概率工具和方法应用于分析动态问题呢？

为此，第三章首先介绍了概率论的一些一般结论，然后转向讨论随机微积分、随机微分方程和伊藤引理（Ito's Lemma）。其次，本章对随机最优控制理论做了详细的讨论，这部分将着重介绍所谓的汉密尔顿—雅克比—贝尔曼（HJB）方程，这个方程是随机动态优化理论的核心概念。当教学的重点是相对简单的线性二次型和不变相对风险厌恶（CRRA）问题时，结合具体的自然资源与环境问题将会使叙述更加生动。Xepapadeas 通过对不可逆性、选择价值、最优停止规则和非期望效用模型的探讨来结束本章。其中，在对最后一个问题的探讨中明确指出，现在许多目标函数都可以归结为当前文献依然会使用的期望效用的最大化，这尤其可以通过 Hansen 和 Sargent（2001，2007）率先提出的稳健控制模型来分析。在该模型中，研究者将遭遇模型的含糊性问题，特别是模型误设问题。

### 三、博弈分析

博弈论已经成为一种基本的标准理论分析工具，被学者们应用于两个或多个经济行为人之间本质上是策略性的、即时的或多时互动行为的研究。Patrone 等（2008）和 Sumaila 等（2008）指出，研究者们已经开始使用博弈论方法研究诸如国际渔业管理、半干旱的非洲放牧体系中的传统放牧权管理、设计国际环境协议时合作的价值等自然资源与环境问题。

由于博弈论目前被广泛应用于自然资源与环境经济学中各种研究问题的建模和分析，所以，对于注重理论性的学者而言，就非常有必要透彻地理解博弈论可以应用于而且已经应用于自然资源与环境经济学问题建模的方式。这种理解将由 Hassan Bencheikroun 和 Ngo Van Long 在第四章展示。确切地说，他们关于博弈论的叙述将分为静态博弈和动态博弈两个部分。

对静态博弈的论述着重于当今自然资源与环境经济学领域中两个相当有意思的应用领域。第一个应用领域是关于在排污和减排博弈背景下目标截然相反的双方的互动，以及具有某种理想性质的国际环境协议（IEAs）的设计相关问题——

这种协议中，排污和减排都非常重要。本章作者认为，从建模的角度看，通常减排博弈的目标函数是排污博弈目标函数的增量仿射变换。此外，对 IEAs 的讨论表明，从博弈论的视角看，一个国际环境协议的可持续性非常依赖于我们用什么样的稳定性标准来衡量可持续性。

第二个应用领域是关于利用网络理论确定寡头排污者能够在何种程度上进行减排技术研发方面的合作。Benchekroun 和 Long 指出，当两个污染企业（国家）之间存在策略互动时，如果企业（国家）间的污染税率差异很小，则企业（国家）间的研发合作就会发生。相反，当这种差异超过某个门槛值后，就不会出现国家间的研发合作，即使类似的合作已经出现在了单个国家内部的许多污染企业之间。

第四章是对动态博弈的探讨，其中，首先对开环纳什均衡和反馈纳什均衡的区别做了清晰的论述。其次，本章阐述了动态博弈能够和已经以何种方式应用于现有文献对于可耗竭和可再生资源的开发利用以及污染企业间的行为互动。作为总结，本章的两位作者恰到好处地特别关注了一个经常被误解的概念，即动态博弈中斯塔克伯格均衡的本质。他们指出，对动态斯塔克伯格领导模型有多种见解，因此，每种见解都需要仔细辨别。然而，从本章我们学习到，即便有这些区别，通常来说，也不可能识别出一个反馈斯塔克伯格均衡，因为跟随者的行为是对领导者采取的可能决策规则集的一个最优反应。于是，从这个意义上来说，斯塔克伯格均衡是“全局性的”。

## 第三节 实证与实验工具

### 一、经济价值评估

经济价值评估很久以来就被用于各种商品和服务的价值评估。当这些商品和服务在市场中进行交易时，价值评估的任务就相对直截了当。在自然资源与环境范畴，一些商品，如一种矿物的产出，显然是市场商品，因此为这类商品确定一个价值并不为难。但是，许多环境产品特别是服务，并不在任何市场进行交易，尽管这当然并不意味着这些商品和服务没有价值，但这确实意味着确定此类商品和服务的价值是一项复杂的任务。

Krutilla (1967) 在影响深远的《环境保护的反思》一文中建议我们特别关注与自然环境发展相关联的不可逆性, 他称之为“自然风景奇观”的价值可能将逐渐提升, 且某些特定的自然现象也可能会具有存在价值。这些以及 Hanemann (1992, 1994)、Portney (1994) 的见解, 开始指引自然资源与环境经济学家们严肃地对待经济价值评估这项艰巨的任务。

因此, 自然资源与环境经济学领域的学术期刊现在充满了各种类型的经济价值评估研究。这种事态使得对经济价值评估感兴趣的学者们有必要全面理解那些常常被用于潜在价值评估研究的工具。由 Sabah Abdullah、Anil Markandya 和 Paulo Nunes 撰写的第五章对当前用于经济价值评估的方法做了清晰的说明。他们首先着重介绍了经济价值评估的一般方法, 并区分了使用价值和非使用价值, 对不同类型的市场价值评估进行了分类。此外, 在指出显示性偏好和陈述性偏好的差异之后, 他们进一步对非市场价值评估的常规方法进行了探讨。

值得注意的是, 第五章的几位作者提供了一种详细的、按部就班的方法, 使得对经济价值评估研究感兴趣的研究者们能够很容易地模仿。此外, 本章也对经济价值评估这一主题进行了展望, 并指出了未来可能遇到的挑战。细读这一章, 我们会发现, 如果经济价值评估在概念上和经验上都是严格的和完备的, 那么, 研究者将不得不面对三个挑战。首先, 必须采取措施提高调查的反馈率 (Response Rate), 并处理许多文献已经确认的各种各样的偏误, 从而提高一项经济评估的有效性和可靠性。其次, 为了使一项经济价值评估真正有用, 研究者必须使用边际价值或增量价值, 而不是总价值。最后, 对于收益转换, 学者们必须十分明确地确定, 在何种程度上, 一处场景或一项服务的价值可以转换成另一处场景或另一项服务的价值。

## 二、特征价格方法

特征价格方法是一种价值评估的显示性偏好方法。具体而言, 这种价值评估方法使用替代市场 (Surrogate Market) 来对诸如环境质量等进行估价。住房市场是环境价值评估中特征价格法最常见的应用领域。在住房市场中, 特征价格方法依赖于消费者在做出住房选择决策时提供的信息。我们都知道, 经济主体从居住在宜人的房子和地理位置中获得效用, 因此, 当对土地和住房的需求增加时, 住房的价格就会上涨。除了确定环境设施的价值之外, 特征价格方法还可以被用于估计经济主体对“好”工作的偏好溢价。特征价格方法的应用可追溯到 20 世纪 60 年代, Ridker (1967)、Ridker 和 Henning (1967) 最先用实证研究表明空气污