

生态恢复经济学

虞依娜^{1,2}, 彭少麟^{2,*}

(1. 华南农业大学林学院, 广州 510642; 2. 中山大学有害生物控制与资源利用重点实验室, 广州 510275)

摘要:在总结国内外关于生态恢复经济理论研究进展的基础上, 提出了生态恢复经济学的学科含义、地位、特点和研究对象。生态恢复经济学是研究退化生态系统退化过程中的经济损失、退化生态系统恢复期间的成本效益以及恢复过程中的经济价值动态变化的一门交叉性学科。它以人类可持续利用为核心, 研究生态系统退化、恢复和重建过程中生态系统与经济系统之间客观运动规律及其机理的一门科学。生态恢复经济学具有综合性和实践性的特点, 它是生态经济学和恢复生态学的重要分支学科, 在生态经济学理论体系中具有特别重要的地位。

关键词:生态恢复经济学; 学科地位; 学科特点; 学科内容

文章编号: 1000-0933(2009)08-4441-07 中图分类号: F062.2, Q149, X171.4 文献标识码: A

Ecological restoration economics

YU Yi-Na^{1,2}, PENG Shao-Lin^{2,*}

1 College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

2 State Key Laboratory of Biocontrol, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(8): 4441 ~ 4447.

Abstract: Based on the summary of theoretical research progress in ecological restoration economy, as well as previous research in our group, the definition, situation, characters and study object of ecological restoration economy was proposed in current review. Ecological restoration economics is an inter-disciplinary which studies the economic loss during degradation, analyses the cost-effectiveness and evaluates the dynamic changes of economic value during restoration. With sustainable use for human being as the core, this subject focuses on the movement rules between ecosystems and economy systems, as well as the mechanisms in the process of degradation, restoration and regeneration. It's a comprehensive and particle subject. Also, it's an important branch of ecological economics and restoration ecology, holding important position in the theoretical system of ecological economics.

Key Words: ecological restoration economics; subject position; subject characters; subject contents

目前, 国内外的许多自然生态系统被退化生态系统所覆盖, 全球 130 亿 hm^2 土地面积中 15% 已经退化, 我国的退化生态系统约占国土陆地面积的 40%^[1]。面对严重的生态破坏, 如何搞好退化生态系统的恢复, 成为世界各国可持续发展的焦点。早在 20 世纪 30 年代人类就开始了生态恢复实践工作^[2], 实践表明, 一个生态系统的恢复过程是一个或多个价值的价值过程或特征^[3], 也就是说它不仅是一个生态恢复的过程, 也是经济损失、经济投入、价值恢复以及资源开发与管理的社会经济过程, 生态系统恢复与经济价值的联结将有助于生态系统恢复工作的成功。

几十年来, 关于生态系统的经济价值^[4~17]、生态系统经济损失^[18~21]及生态恢复经济价值^[1, 22~41]等研究受到了广泛关注。这些理论研究都是关于某个方面的、零星的, 而完整的、综合的生态恢复经济价值过程的研究

基金项目:国家自然科学基金长期资助项目(30670385); 国家自然科学基金联合资助项目(U0633002)

收稿日期: 2009-05-24; 修订日期: 2009-06-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: lsspsl@mail.sysu.edu.cn (SL Peng)

究尚未涉及。为能够更好地进行生态恢复管理工作和实施生态系统可持续管理,应该建立一门新的学科——生态恢复经济学,从而形成一个系统的生态恢复经济理论框架。

生态恢复经济学是对生态系统退化、恢复和重建进行管理的一门学科,不论贫富国家,建立和发展这门适用的、新型的学科都是迫切之需。生态恢复经济学的建立,可在两个方面为人类知识的发展做出贡献:一是扩展恢复生态科学的内涵,使人们对于生态恢复问题的认识增添了经济分析这个极为重要的视角;二是实现经济科学在比较现实与客观的基础上得到发展,增强经济学对社会现象与人类行为的解释力,为人类进行生态恢复的现实行动提供帮助。

1 生态恢复经济学的支撑理论

1.1 恢复生态学理论

恢复生态学是研究生态系统退化的过程与原因、退化生态系统恢复的过程与机理、生态恢复与重建的技术与方法的科学^[1]。恢复生态学的基础理论主要是生态系统演替、生态系统的脆弱性、生态恢复参照系、景观理论和方法在生态恢复上的使用、生态系统管理、生态系统服务等^[1]。恢复生态学及其相关的理论对生态恢复经济学的建立和发展具有重要的作用。

1.2 经济学理论

经济学研究的是一个社会如何利用稀缺的资源以生产有价值的物品和劳务,并将它们在不同的人中间进行分配^[42]。经济学的理论基础是价格理论、供求理论、消费者行为理论、生产理论、市场结构理论、国民收入决定论、经济周期理论、经济增长理论、通货膨胀理论等。

1.3 生态经济学理论

生态经济学是综合不同学科的思想,是对目前人类经济系统所产生的问题及其对地球生态系统的影响而研究整个地球生态系统和人类经济亚系统应该如何运行才能达到可持续发展的科学^[43]。生态经济学的理论基础主要是生态学、经济学、系统学和热力学定律以及环境伦理学等。

2 生态恢复经济学的内涵

2.1 生态恢复经济学概念

生态恢复经济学是建立在动态性、发展性和生态性基础上的多种理论有机整合,是恢复生态学和经济学相互交叉、渗透并有机组合所形成的一门生态经济分支学科,是一门跨越自然科学和社会科学的交叉边缘学科。它的学科理论和方法很多来源于恢复生态学、生态经济学和经济学等,研究生态恢复经济问题需要跨学科的交叉和合作。

由于地球资源的有限性与人类与社会发展的极限性,如果人们持续地以不合理的方式开发资源并不断地破坏环境,超过了地球的承载极限,其结果必然是人类社会突然地、不可控制地瓦解^[44]。从生态恢复的研究角度来看,它主要包括两个过程:生态系统的退化和恢复过程。而生态恢复经济学则包括3个过程:生态系统退化的经济损失、生态系统恢复项目的成本费用以及退化生态系统恢复过程中的经济价值。

综上所述得出生态恢复经济学的概念:它是评估退化生态系统退化过程中的经济损失、分析退化生态系统恢复期间的成本效益以及评价恢复过程中的经济价值动态变化的一门交叉性学科。它是以人类可持续发展为核心,研究生态系统退化、恢复和重建过程中生态系统与经济系统之间客观运动规律及其机理的一门科学。

2.2 生态恢复经济学的内容

生态恢复经济学主要关注退化的、受损的或被毁的生态系统及其恢复和重建的经济学问题,其研究内容主要涉及三方面。

2.2.1 生态退化的经济损失评估

生态系统退化过程的经济损失,主要是由于生态系统退化而产生的生态资本减少,以及生态价值(如土壤保持价值、CO₂贮存价值、O₂释放价值、温度调节价值等)降低所造成的生态经济损失,包括直接经济损失和间接经济损失^[20]。

直接经济损失,是生态系统中的生态资源作为生产要素价值的损失,这个价值是由市场所决定的,并可用经济价格计量出来。

间接经济损失,是生态系统中生态资源的非生产要素价值丧失所隐含的经济损失。

2.2.2 生态恢复的经济可行性分析

退化生态系统的恢复过程是漫长的,需要长期的管理投入,同时又有临界阈值^[45]。其次,良好的经济效益是维系恢复的保障,没有经济效益做基础,恢复结果也难以维系,环境可能继续恶化^[46]。因此,需要根据生态恢复的目标和实际需求,估算退化生态系统的损失额,确定生态恢复投资规模、资金来源、投资方式、时空分配、运行规律、恢复效果以及恢复资金投资策略等。

2.2.3 生态恢复过程中的价值评估

退化生态系统经过恢复与重建,能够产生良好的生态效益、经济效益和社会效益。通过改善生态系统的结构和功能、增加生态系统群落的多样性和稳定性、促进退化植被及生境土壤的恢复和发展、改善小气候环境等,产生良好的生态效益,增加直接经济价值和间接经济价值,带动周边社区的协调稳定发展,提高社会效益。

退化生态系统在不断恢复期间,生态系统的服务功能将不断发生变化,其经济价值将不断增值。退化生态系统恢复是一个长期的恢复过程,在不同的恢复时期将会产生不同的经济价值;退化生态系统经过长期的恢复,其某些功能的恢复经济价值的发展过程将会在某一个时期达到稳定状态。同时,在恢复期间将产生社会效益,改善周边社区居民生活,促进经济发展。

2.3 生态恢复经济管理流程

恢复生态学的研究对象是在自然或人为干扰下形成的偏离自然状态的退化生态系统。生态恢复的目标包括恢复退化生态系统的结构与功能,其长期目标是通过恢复与保护相结合,实现生态系统的可持续发展。因此生态恢复经济学研究需要从经济学角度出发,以生态恢复理论作为研究基础,来确定生态恢复经济流程(图1)。首先,对退化生态系统进行现状评估,在不同尺度上来考虑对恢复对象的投资需求,估算固定的和动态的管理成本和运行费用;其次,确定优先恢复领域,制定合理的投资结构,把目前无法实现的恢复资金需求,通过时间分解实施;第三,随着社会经济和恢复对象的发展,考虑在扩大恢复范围的要求下所需投资,及时调整恢复对策,提出相应的动态规划和经济对策。最后,还要考虑评估退化生态系统恢复后的经济价值和社会效益。

3 生态恢复经济学的学科地位

生态恢复经济学是恢复生态学与生态经济学相结合的综合学科,它是生态经济学的重要分支学科,也是恢复生态学的分支学科,因此它是交叉学科。两学科的

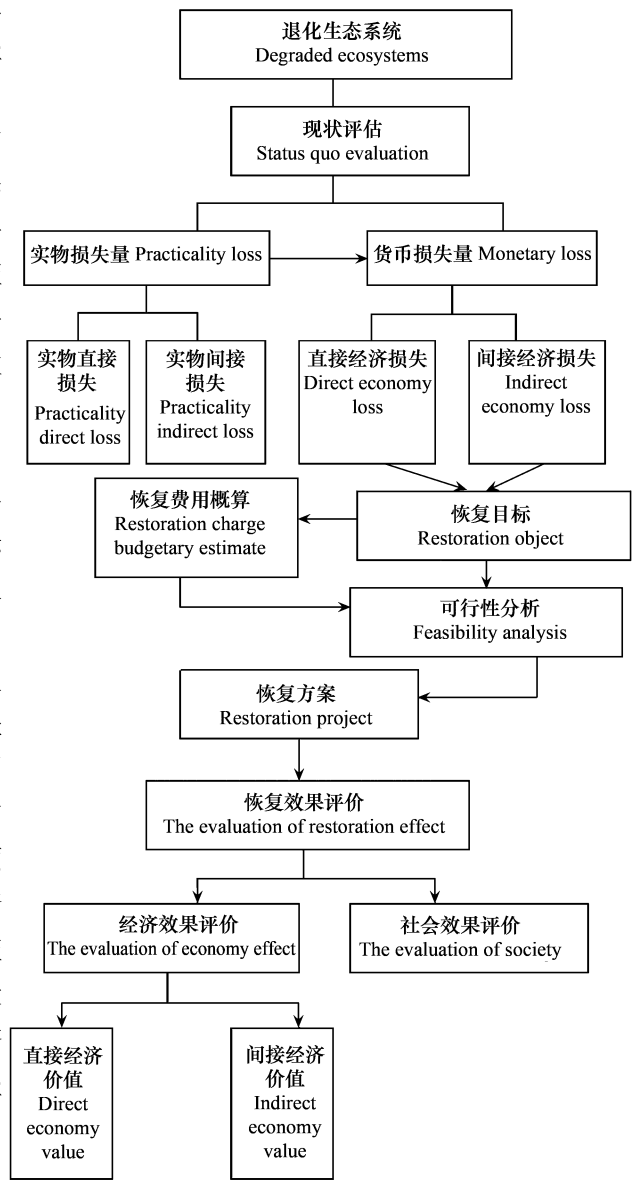


图1 生态恢复经济管理流程图

Fig.1 Economic management flowchart of ecological restoration

比重相当,不可偏倚,否则得不出对生态恢复经济状况科学、高效、合理的分析结论和策略,其相互关系及生态恢复经济学的地位见图2。

虽然生态恢复经济学是两学科的交叉,但又不能把它理解成是恢复生态学和生态经济学或者其他相关学科的简单机械地叠加,而是这些学科经过相互融汇贯通并有机组合形成的一门新兴学科。图2中生态学和经济学交叉形成生态经济学,而生态经济学和恢复生态学交叉形成生态恢复经济学(图2)。

生态恢复经济学在生态经济学的学科体系中属于专门性生态经济学的范畴。因为生态经济学是从宏观和基本理论上研究人类社会经济系统和自然生态系统结合而成的生态经济系统运动基本规律的学科。按其研究对象的不同可分为三大类:专门性生态经济学科、部门性生态经济学科和区域性生态经济学科。生态恢复经济学主要研究专门领域的生态恢复的经济理论问题,可把它归入专门性生态经济学科中(图3)。

4 生态恢复经济学的特点

4.1 综合性

生态恢复经济学所要解决的是关于整个生态系统退化与恢复的经济过程,因此其需要一些相关学科的综合。这些相关学科既包括自然科学,也包括社会科学。其中自然科学有生态学、恢复生态学、林学、工程学、环境学和地理学等;社会科学包括经济学、系统学、伦理学、人口经济学、资源经济学、环境经济学和区域经济学等。因此,生态恢复经济学具有多学科相结合的综合性特征。

4.2 生态恢复经济学的实践性

人类对生态系统资源的过度利用,强烈地干扰甚至破坏了生态系统的平衡,造成全球性生态系统退化。生态恢复经济学实践性特征主要表现在整个生态恢复经济学学科是以社会现实的退化及恢复生态经济系统为研究对象,并以解决实际生态经济问题为主要目的。生态恢复经济学能够评估出直接财政投入以及产生的经济效益,在生态系统退化与恢复过程中为当地的GDP提供参考,增加个人收入等,同时恢复的生态系统将为人类提供旅游游憩、保证当地居民的健康等。

5 生态恢复经济学的研究对象

生态恢复经济学是生态经济学的重要分支学科之一,是研究一个系统的两个方面即生态系统退化的经济过程以及生态系统恢复的经济过程,也就是说生态恢复经济学所研究的是生态系统退化与恢复的经济系统。退化生态系统所恢复和保护生态资源是生态系统对人类的生产和消费具有使用价值的物质和能量,在对各种退化生态系统恢复和保护中又需要利用社会各种社会经济资源,因此,人类在恢复和重建退化生态系统的过程中,都在形成以恢复和重建的生态系统为中心的生态恢复系统。这就形成了生态恢复经济学的研究对象。

6 展望

退化生态系统能否得到恢复,实现可持续发展,取决于恢复目标是否科学合理,即对退化生态系统恢复生态学及其生态学研究是否深入;其次有赖于在恢复实践中能否很好地进行生态系统恢复与经济价值的联结,能否将有限的恢复资金进行科学使用,并对所缺恢复资金进行合理筹措;第三重要的是要考虑恢复期间的变化趋势,其经济价值是如何变化的?本文提出生态恢复经济学学科的概念、内容及特点,希望能为生态恢复经济研究提供参考。

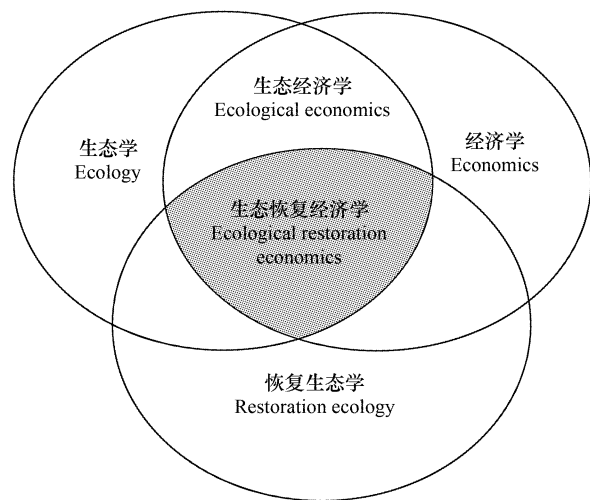


图2 恢复生态学、经济学、生态经济学和生态恢复经济学之间的关系

Fig.2 The connection of restoration ecology, economics, ecological economics and ecological restoration economics

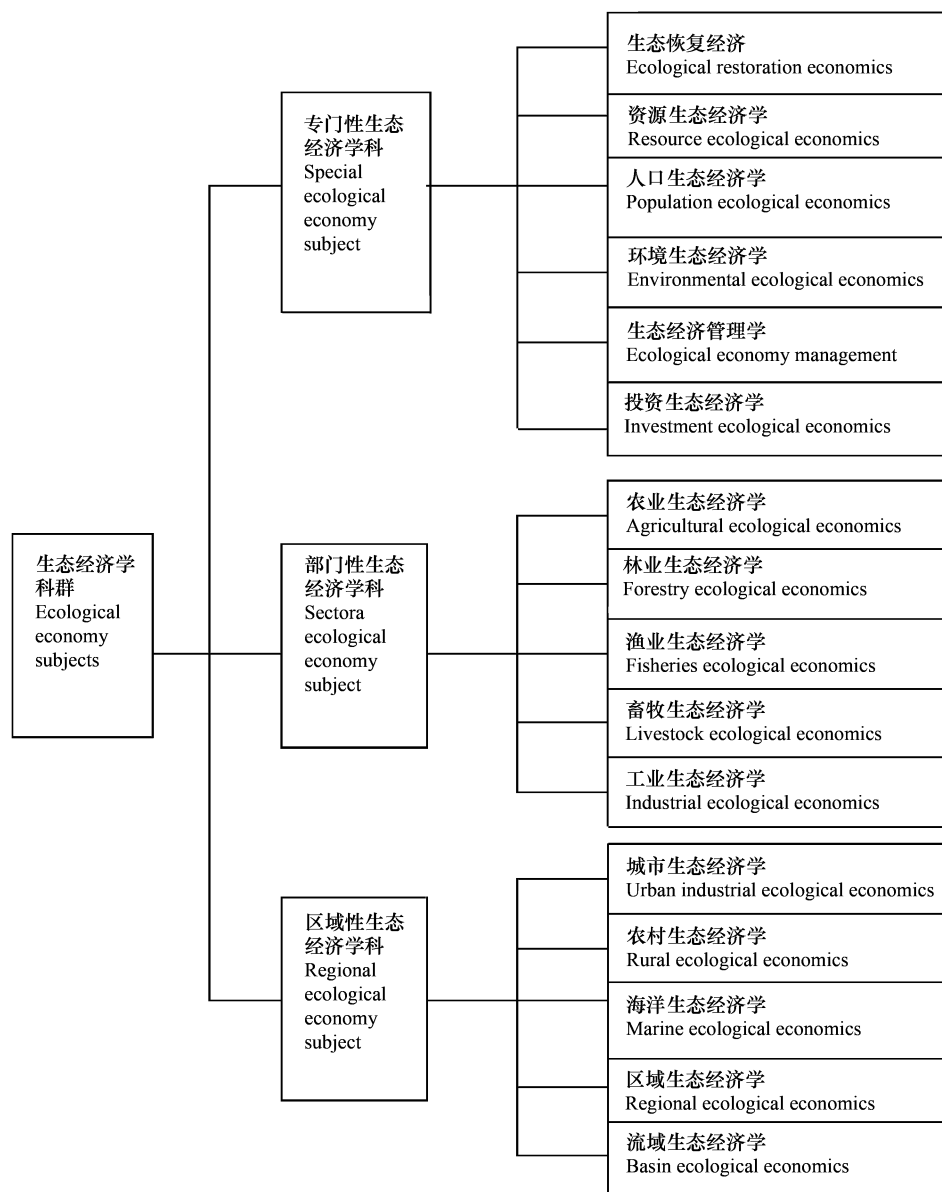


图3 生态经济学学科群的结构框图(修改自^[47])
Fig. 3 The framework of ecological economics subject

References:

- [1] Peng S L. Restoration ecology. Beijing: China Meteorological Press, 2007. 5 — 7.
- [2] Bao W K, Liu Z G, Liu Q. Ecological restoration and rehabilitation: development, researching features and existing major problems. World Science-Technology Research and Development, 2001, 23(1): 44 — 48.
- [3] Dodds W K, Wilson K C, Rehmeier R L, et al. Comparing ecosystem goods and services provided by restored and native lands. Bioscience, 2008, 58 (9): 837 — 845.
- [4] Burger J, Gochfeld M, Greenberg M. Natural resource protection on buffer lands: integrating resource evaluation and economics. Environmental Monitoring and Assessment, 2008, 142(1-3): 1 — 9.
- [5] Chen Z M, Chen G Q, Chen B, et al. Net ecosystem services value of wetland: environmental economic account. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2009, 14(6): 2837 — 2843.
- [6] Costanza R, d Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387 (15) : 253 — 260.

- [7] Liu Y, Guo H C, Yu Y J, *et al.* Ecological-economic modeling as a tool for watershed management: a case study of Lake Qionghai watershed, China. *Limnologica*, 2008, 38(2): 89 — 104.
- [8] Millennium Ecosystem Assessment (MA). Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Beijing: China Environment Science Press, 2005. 60 — 69.
- [9] Pimental D, Wilson C, Mc Culum A. Economic and environmental benefits of biodiversity. *Bioscience*, 1997, 47 (11) : 747 — 757.
- [10] Sutton P C, Constanza R. Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation. *Ecological Economics*, 2002, 41 : 509 — 527.
- [11] Tundisi J G, Matsumura-Tundisi T. Biodiversity in the Neotropics: ecological, economic and social values. *Brazilian Journal of Biology*, 2008, 68 (4): 913 — 915 : Suppl. S.
- [12] Chen Z X, Zhang X S. The value of ecosystems services in China. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(1): 17 — 22.
- [13] Dai X Y, Yu H W, Dong M. On value realization of ecological service. Beijing: Science Press, 2005.
- [14] Li J C. Natural resource accounting for sustainable development. Beijing: Marine Press, 1991.
- [15] Li W H, Ouyang Z Y, Zhao J Z. Research of ecosystem services function. Beijing: China Meteorology Press, 2002.
- [16] Xu Z M, Zhang Z Q, Cheng G D. Review of ecological economics. *Advances in Earth Science*, 2000, 15 (6): 688 — 694.
- [17] Zhao J, Yang K. Valuation of ecosystem services: characteristics, issues and prospects. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(1): 346 — 356.
- [18] Bonniex F. Economic assessment of market and non-market damages of oil spills. *Ecological Damage Caused by Oil Spills: Economic Assessments and Compensations*, *Oceanis: Serie De Documents Oceanographiques*, 2008, 32 (3-4): 321 — 350.
- [19] Meade N. Conducting cooperative natural resource damage assessments: a case study of the Chalk Point oil spill. *Ecological Damage Caused by Oil Spills: Economic Assessments and Compensations*, *Oceanis: Serie De Documents Oceanographiques*, 2008, 32(3-4): 393 — 408.
- [20] Xu X L. The case and theory study of calculation of the economic loss of environment resources destruction. Beijing: China Environmental Sciences Press, 1998. 31.
- [21] Xu Z M, Cheng G D, Wang G X. A study on the estimation of economic loss from ecological deterioration take Zhangye Prefecture as an example. *Advance in Earth Sciences*, 1999, 14(5): 498 — 504.
- [22] Cairns Jr J. Setting ecological restoration goals for technical feasibility and scientific validity. *Ecological Engineering*, 2000, 15 : 171 — 180.
- [23] Crossman N D, Bryan B A. Identifying cost-effective hotspots for restoring natural capital and enhancing landscape multifunctionality. *Ecological Economics*, 2009, 68(3): 654 — 668.
- [24] Dorrough J, Vesk P A, Moll J. Integrating ecological uncertainty and farm-scale economics when planning restoration. *Journal of Applied Ecology*, 2008, 45(1): 288 — 295.
- [25] Gutrich J J, Hitzhusen F J. Assessing the substitutability of mitigation wetlands for natural sites: estimating restoration lag costs of wetland mitigation. *Ecological Economics*, 2004, 48 : 409 — 424.
- [26] Kennedy K L. The center for plant conservation: twenty years of recovering America's Vanishing Flora. *Conference on Saving Biological Diversity: Balancing Protection of Endangered Species and Ecosystems*, 2008, 47 — 58.
- [27] Kolka R K, Nelson E A, Trettin C C. Conceptual assessment framework for forested wetland restoration: the Pen Branch experience. *Ecological Engineering*, 2000, 15 : S17 — S21.
- [28] Kreuter U P, Harris H G, Matlock M D, *et al.* Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. *Ecological Economics*, 2001, 39 : 333 — 346.
- [29] Rozas L P, Caldwell P, Minello T J. The fishery value of salt marsh restoration projects. *Coast Research*, 2005, 40 : 37 — 50.
- [30] Maron M, Cockfield G. Managing trade-offs in landscape restoration and revegetation projects. *Ecological Applications*, 2008, 18 (8): 2041 — 2049.
- [31] Mitani Y, Shoji Y, Kuriyama K. Estimating economic values of vegetation restoration with choice experiments: a case study of an endangered species in Lake Kasumigaura, Japan. *Landscape and Ecological Engineering*, 2008, 4(2): 103 — 113.
- [32] Tong C F, Feaginb R, Lu J J, *et al.* Ecosystem service values and restoration in the urban Sanyang wetland of Wenzhou, China. *Ecological Engineering*, 2007, 29 : 249 — 258.
- [33] Seedang S, Fernald A G, Adams R M, *et al.* Economic analysis of water temperature reduction practices in a large river floodplain: An exploratory study of the Willamette River, Oregon. *River Research and Applications*, 2008, 24 (7): 941 — 959.
- [34] Weber C, Woolsey S, Peter A. A strategy to assess river restoration success. *Archives Des Sciences*, 2006, 59(2-3): 251 — 256.
- [35] Wei J B, Xiao D N, Zeng H. Sustainable development of an agricultural system under ecological restoration based on Emergy analysis: A case study in northeastern China. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2008, 15(2): 103 — 112.
- [36] Zedler J B, Callaway J C. Evaluating the progress of engineered tidal wetlands. *Ecological Engineering*, 2000, 15 : 211 — 225.

- [37] Qi Y, Yu Y N, Peng S L. Ecosystem services and ecological valuation of the forest-fruit-grass-fish ecosystem in hilly region, Heshan, Guangdong, China. *Ecology and Environment*, 2007, 16 (2): 584—591.
- [38] Xu Z M, Zhang Z Q, Cheng G D, *et al.* Measuring the total economic value of restoring Ejina Banner's ecosystem services. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 157(1):107—116.
- [39] Xu Z M, Zhang Z Q, Long A H, *et al.* Comparison and application of different contingent valuation methods in measuring total economic value of restoring Ejina Banner's ecosystem services. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23 (9): 1841—1850.
- [40] Yang L C, Lu H F, Liu X L, *et al.* Assessment on the ecological economic value of vegetation restoration in Xiaoliang. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(7):1423—1429.
- [41] Yu Y N, Yang L C, Ye Y H, *et al.* Dynamic characteristics on the economic value of soil conservation in the process of the tropical vegetation restoration in Xiaoliang. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(3):997—1004.
- [42] [http://en.wikipedia.org/wiki/Principles_of_Economics_\(Marshall\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Principles_of_Economics_(Marshall)) Marshall A.
- [43] Tang J R. *Ecological economics*. Beijing: Chemical Industry Press, 2005. 27.
- [44] Wang X, Luo J C. The development of circle economy: the only way to rebuild ecological environment in the west of China. *Forestry Economy*, 2005, 24:33—34.
- [45] Hobbs R J, Norton D A. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 1996, 4(2): 93—110.
- [46] Ji Z P, Su Y Q, Liu J J. Elementary study on ecological restoration and support system in Loess Plateau. *Journal of Northwest Forestry University*, 2005, 20 (4): 9—13.
- [47] Ma C D. *Resource ecological economics*. Jinan: Shandong Peoples Press, 1995. 18

参考文献:

- [1] 彭少麟. 恢复生态学. 北京: 气象出版社, 2007, P5—7.
- [2] 包维楷, 刘照光, 刘庆. 生态恢复重建研究与发展现状及存在的主要问题. *世界科技研究与发展*, 2001, 23(1):44—48.
- [8] 千年生态系统评估. 生态系统与人类福祉-生物多样性综合报告. 北京: 中国环境科学出版社, 2005, 60—69.
- [12] 陈仲新, 张新时. 中国生态系统效益的价值. *科学通报*, 2000, 45(1):17—21.
- [13] 戴星翼, 俞厚木, 董梅. 生态服务的价值实现. 北京: 科学出版社, 2005.
- [14] 李金昌. 资源核算论. 北京: 海洋出版社, 1991.
- [15] 李文华, 欧阳志云, 赵景柱. 生态系统服务功能研究. 北京: 气象出版社, 2002.
- [16] 徐中民, 张志强, 程国栋. 当代生态经济的综合研究综述. *地球科学进展*, 2000, 15 (6):688—694.
- [17] 赵军, 杨凯. 生态系统服务价值评估研究进展. *生态学报*, 2007, 27(1):346—356.
- [20] 徐嵩龄. 中国环境破坏的经济损失计量实例与理论研究. 北京: 中国环境科学出版社, 1998, P31.
- [21] 徐中民, 程国栋, 王根绪. 生态环境损失价值计算初步研究——以张掖地区为例. *地球科学进展*, 1999, 14(5):498—504.
- [37] 戚英, 虞依娜, 彭少麟. 广东鹤山林-果-草-鱼复合生态系统服务功能价值评估. *生态环境*, 2007, 16 (2): 584—591.
- [38] 徐中民, 张志强, 程国栋, 等. 额济纳旗生态系统恢复的总经济价值评估. *地理学报*, 2002, 157(1):107—116.
- [39] 徐中民, 张志强, 龙爱华, 等. 额济纳旗生态系统服务恢复价值评估方法的比较与应用. *生态学报*, 2003, 23 (9): 1841—1850.
- [40] 杨柳春, 陆宏芳, 刘小玲, 等. 小良植被生态恢复的生态经济价值评估. *生态学报*, 2003, 23(7):1423—1429.
- [41] 虞依娜, 杨柳春, 叶有华, 等. 小良热带植被生态恢复过程土壤保持的经济价值动态特征. *生态学报*, 2007, 27(3):997—1004.
- [43] 唐建荣. *生态经济学*. 北京: 化学工业出版社, 2005, P27.
- [44] 王信, 罗剑朝. 发展循环经济是西部地区生态环境重建的必由之路. *绿色中国*, 2005, 24:33—34.
- [46] 季志平, 苏印泉, 刘建军. 黄土高原的生态恢复与支撑体系初探. *西北林学院学报*, 2005, 20 (4): 9—13.
- [47] 马传栋. *资源生态经济学*. 济南: 山东人民出版社, 1995. 18.