



流域生态系统服务与 生态补偿

■ 乔旭宁 杨德刚 杨永菊 唐宏 著



科学出版社

流域生态系统服务与生态补偿

乔旭宁 杨德刚 杨永菊 唐 宏 著

教育部人文社会科学研究青年项目(13YJCZH140)

河南省高校科技创新人才支持计划(人文社科类)(教社科[2015]70号)

河南省高等学校哲学社会科学创新团队支持计划(2016-CXTD-04)

科学出版社

北京

内 容 简 介

生态系统服务与生态补偿是生态经济学、地理学及生态学共同关注的核心问题。本书基于地理学研究范式,结合生态经济学研究方法,分析了流域土地利用/覆被变化及与生态系统服务价值的动态关系,初步揭示了流域生态系统服务空间转移的规律性;构建基于生态损益、综合成本及条件价值评估相结合的生态补偿方法体系,计算出流域生态补偿阈值区间;运用情景模拟方法对无补偿、现有补偿和充分补偿条件下的用地类型变化进行模拟分析,发现足额补偿时,流域的生态系统和社会经济系统更趋和谐。研究成果为生态经济学核心命题的研究提供理论支撑,为构建流域生态文明制度体系提供实践依据,也可为地理学的核心命题(人地关系)提供重要的实践领域。

本书所构建的流域生态系统服务与生态补偿方法体系框架,可供流域生态补偿、流域生态安全与生态文明、流域资源评价与管理及流域可持续发展等方面决策者和研究人员参考,也可以作为地理学、生态经济学、土地资源管理等专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

流域生态系统服务与生态补偿/乔旭宁等著. —北京:科学出版社,2016. 11
ISBN 978-7-03-045635-9

I. ①流… II. ①乔… III. ①流域-生态环境-补偿机制-研究 IV. ①X321

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 215582 号

责任编辑:周 炜 / 责任校对:彭 涛
责任印制:张 伟 / 封面设计:蓝正设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 11 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2016 年 11 月第一次印刷 印张:14 1/4

字数:302 000

定价:80.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

生态系统服务与生态补偿是具有紧密联系和因果关系的研究命题,也是当前生态学与地理学共同研究的前沿领域,具有较强的政策导向性与应用性。长期以来,人类对生态系统的服务功能与价值认识不足。随着全球范围的经济工业化和人口城镇化的快速发展,人类对包括水、土、生物、矿产等自然环境和自然资源长期无节制的大规模超量开发,导致自然资源日渐枯竭、环境污染和生态恶化,致使国家和区域可持续发展面临重大威胁。在此背景下,自1972年在瑞典斯德哥尔摩召开的联合国人类与环境会议以来,国外学者就生态系统服务功能与生态补偿开展了大量的理论方法与实证研究,对协调人与自然关系、保护和恢复受损的生态环境以及促进区域可持续发展发挥了重要作用。

中国对生态系统服务功能的研究始于20世纪80年代,比国外晚了10多年;而对生态补偿的实质性研究则起步更晚,自2000年起才有较多的成果问世。但基于中国经济自改革开放以来,长期保持着持续快速增长的态势,导致资源与生态环境问题日益凸显,引起了国家的高度重视。早在90年代初,国家就提出了将节约资源和保护环境作为基本国策。国家“十一五”发展规划纲要提出了“建设资源节约型、环境友好型社会”,以及“保护和修复自然生态”和“建立生态补偿机制”。2010年12月国务院批准发布的《全国主体功能区规划》,根据资源环境承载力、现有开发密度和发展潜力,将全国国土空间划分为优化开发区、重点开发区、限制开发区中的农产品主产区、限制开发区中的重点生态功能区、禁止开发区五类,并“基本形成适应主体功能区要求的法律、法规和政策,完善利益补偿机制”。强调“中央财政要逐年加大对农产品主产区、重点生态功能区特别是中西部重点生态功能区的转移支付力度,增强基本公共服务和生态环境保护能力”。国家“十二五”经济社会发展规划纲要提出,坚持保护优先和自然修复为主,通过构建生态安全屏障,强化各类重点生态功能区的保护与治理措施,从源头上扭转生态环境恶化的趋势;明确了补偿对象、补偿原则、资金来源,并积极探索市场化生态补偿机制。2015年4月25日发布的《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》进一步提出,到2020年“基本形成源头预防、过程控制、责任追究的生态文明体系,在自然资源资产产权和用途管制、生态保护红线、生态补偿、生态环境保护管理体制等关键制度建设取得决定性成果”。并强调,要建立合理补偿的运行机制、完善财政转移支付制度、加大对重点生态功能区的转移支付力度,建立生态受益地区与保护地区间的横向生态保护补偿机制,并通过建立资金补助、产业转移、人才培养、共建园区等

多种方式实行补偿。

生态补偿机制按其实质是以保护生态环境、促进人与自然和谐发展为目的,根据生态系统服务价值、生态环境保护成本,综合运用行政和市场手段,调节生态环境保护建设方与受益方之间的利益关系的制度安排及政策。生态补偿既包括对生态系统服务功能、也包括对资源环境保护而进行的激励与补偿,是一项基于社会主义市场经济法则中“破坏者付费”、“污染者付费”原则的环境经济政策。尽管国家自2010年起就陆续出台了一系列生态补偿政策,但目前仍缺乏可操作性的政策体系,因此,进一步落实生态补偿政策,建立科学规范、可操作性强的生态补偿实施细则与方法,已成为从根本上改善生态环境的关键。

作者以地处西北内陆干旱地区的国家级重点生态功能区——新疆塔里木河的主要支流之一的渭干河流域为例(含库车、拜城、新和、沙雅4县),以地理学的实地调研方法为基础,结合生态经济研究方法,以土地利用与土地覆被变化为切入点,综合运用遥感、地理信息系统、数学模型等定量研究方法,揭示了流域生态系统服务功能及空间转移的规律性;基于利益相关者分析方法构建了流域生态补偿方法体系,包括:提出了生态补偿主体及补偿标准,预测了生态补偿的效果,探讨了生态补偿实施的保障体系。这是国内生态补偿研究领域理论与实际结合较好的佳作之一。当然该书也存在一些不足之处,如对生态补偿范围的界定、补偿标准的确定、生态补偿的途径与模式等限于所研究区域的特殊性,其成果的普适性与推广价值都受到一定影响,有待于作者今后在研究类型与区域尺度上进一步拓展、提升。

毛汉英

2015年12月于北京

前 言

人类对自然资源,特别是水资源的不合理利用,加剧了脆弱生态环境的演变过程,影响了流域的生态安全。内陆河最大的问题是上、中、下游的用水矛盾。中国最大的内陆河——塔里木河在人类活动影响下,各支流逐渐与干流失去地表水流联系,加速了生态环境退化过程,已成为中国西部生态问题最严重的区域。流域生态环境的服务功能具有经济外部性,市场机制失灵导致上、中、下游以水资源利用为核心的矛盾及生态恶化已经严重影响了流域的可持续发展。生态系统服务功能的空间转移,使基于划分生态系统类型的功能分析和价值不能反映生态价值的实现过程及空间分异状况,造成政府在进行流域环境与生态系统资源管理时困难重重。生态补偿作为解决上述问题的有效手段,已经在全世界范围内广泛开展。在国内,生态补偿已经成为社会各界广泛关注的热点问题,从中央到地方政府对于建立系统的生态补偿机制和政策框架都具有迫切的需求,2005年12月颁布的《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》、2006年11月颁布的《中共中央关于构建社会主义和谐社会若干重大问题的决定》、2007年10月党的十七大报告及2008年3月第十一届全国人民代表大会第一次会议《政府工作报告》中均指出“要完善生态补偿政策,尽快建立生态补偿机制”。2012年,党的十八大报告指出“要加强生态文明制度建设,建立反映市场供求和资源稀缺程度、体现生态价值和代际补偿的资源有偿使用制度和生态补偿制度”。2013年,党的十八届三中全会再次强调“划定生态保护红线,实行资源有偿使用制度和生态补偿制度”。由于流域生态服务类型的多样性和空间过程的复杂性,生态系统服务的过程和机制尚不清楚,生态补偿仍停留在个案研究水平上,理论探讨和实际应用之间还有较大距离,尤其是如何确定补偿标准及实现受益者补偿问题未能解决。

本书基于地理学研究范式,结合生态经济学研究方法,以塔里木河流域九大水系之一的渭干河流域为例,以遥感影像数据、统计数据及实地调研数据为基础,运用遥感与地理信息系统(GIS)、社会调查、数理统计等多种方法构建流域生态系统服务空间转移模型,研究土地-水-生态系统服务价值关系,研究生态系统服务功能的时空变化及空间转移规律和特征,模拟生态系统服务空间转移及其与影响因素之间的定量关系,分析生态系统服务的域内和域外效应。初步揭示流域生态系统服务空间转移的规律,为生态服务功能价值空间转移定量分析提供方法论,推动生态系统服务研究由静态向动态转变、由价值存量的计算转向其数量和质量的边际变化对人类福祉的影响转变;构建基于利益相关者分析方法的生态补偿主体对象

的确认方法,以及基于生态损益、机会成本和条件价值评估相结合的生态补偿方法体系,计算出流域上、下游间由最高补偿标准、最低标准和参考标准构成的补偿阈值区间,构建成本分担模型,计算下游县对上游机会成本损失的分担数额;运用情景模拟方法对无补偿、现有补偿和充分补偿条件下的用地类型变化进行模拟分析,发现按照参考补偿标准进行足额补偿时,既能保障上游土地利用向有利于生态环境优化的方向发展,又可提高上游居民,尤其是水源涵养区农牧民的收入水平,使流域的生态系统和社会经济系统更趋和谐。本书为生态经济学核心命题的研究提供理论支撑,为构建流域生态文明制度体系提供实践依据,也可为地理学的核心命题(人地关系)研究提供重要的实践领域。

全书共 8 章,具体分工如下:前言由乔旭宁(河南理工大学)撰写,第 1 章由乔旭宁(河南理工大学)和杨德刚(中国科学院新疆生态与地理研究所)撰写,第 2 章由杨永菊(河南理工大学)撰写,第 3、4 章由乔旭宁和唐宏(四川农业大学)撰写,第 5 章由乔旭宁撰写,第 6 章由乔旭宁和杨永菊撰写,第 7 章由杨德刚和乔旭宁撰写,第 8 章由乔旭宁撰写。全书由乔旭宁统稿定稿。

本书在撰写过程中得到了河南理工大学测绘与国土信息工程学院、中国科学院新疆生态与地理研究所各位领导及同仁的热情支持与帮助。恩师毛汉英先生欣然作序,既是鞭策,又是鼓励。硕士研究生张婷、杨娅琳、顾羊羊、詹慧丽等在数据处理与测算方面付出了辛勤的汗水,师弟赵艳楠在第 3 章撰写过程中作出了重要贡献。

由于流域生态系统服务与生态补偿涉及许多理论和实践问题,我们的研究才刚刚开始,所进行的工作还非常不全面,加之资料获取、时间和学术水平等多种因素的限制,书中的一些观点可能存在不妥或疏漏之处,敬请读者批评指正。

目 录

序	
前言	
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 国内外研究进展	2
1.2.1 流域生态系统服务研究	2
1.2.2 流域生态补偿的理论研究	5
1.2.3 流域生态补偿的实践	11
1.2.4 流域生态补偿研究评述	12
1.2.5 流域生态补偿的关键问题	12
1.3 主要研究内容及目标	16
1.3.1 流域水土资源与生态服务功能价值关系	16
1.3.2 界定补偿主体对象	17
1.3.3 确定补偿标准	17
1.3.4 研究目标	17
1.4 技术路线	17
1.4.1 流域生态补偿机制理论框架	17
1.4.2 数据获取与研究方法	19
1.4.3 流域生态补偿机制实证研究	20
1.5 研究创新点	21
1.6 小结	22
第 2 章 流域生态系统服务与生态补偿研究的理论和方法	23
2.1 研究的理论基础	23
2.1.1 外部效应理论	23
2.1.2 公共产品理论	24
2.1.3 生态资本及生态服务功能价值理论	25
2.1.4 水资源价值论	25
2.1.5 人地关系理论与可持续发展理论	27
2.2 生态服务功能价值的计算	28
2.2.1 流域生态服务功能定义	28

2.2.2	流域生态服务功能类型	28
2.2.3	流域生态服务功能价值构成	29
2.2.4	流域生态服务功能定量评价方法	31
2.2.5	流域生态服务功能空间流转	35
2.3	流域生态补偿的理论框架	40
2.3.1	流域生态补偿的依据及意义	40
2.3.2	流域生态补偿的原则	41
2.3.3	流域生态补偿的目标	42
2.3.4	流域生态补偿主体对象的界定	43
2.3.5	补偿标准	48
2.3.6	补偿的模式:政府主导,市场推进	50
2.3.7	补偿阶段及方式的选择	52
2.4	小结	54
第3章	流域土地利用/覆被变化过程	55
3.1	渭干河流域范围及概况	55
3.1.1	自然概况	55
3.1.2	社会经济概况	57
3.2	渭干河流域土地利用/覆被变化过程	59
3.2.1	土地利用/覆被分类	59
3.2.2	渭干河流域土地利用/覆被变化	61
3.2.3	渭干河流域土地净变化速度与变化幅度	75
3.2.4	渭干河土地利用/覆被变化动态	77
3.3	渭干河流域土地利用效益	87
3.3.1	土地利用程度	87
3.3.2	土地利用效益	88
3.3.3	土地利用程度与区域发展相互关系	89
3.4	渭干河流域土地利用/覆被变化的驱动因子分析	90
3.4.1	驱动因子的作用机理	90
3.4.2	土地利用分类与驱动因子指标选取	92
3.4.3	驱动因子分析	93
3.5	小结	97
第4章	流域土地利用/覆被变化与生态系统服务功能	99
4.1	渭干河流域土地利用程度与生态系统服务价值关系	99
4.1.1	数据来源	100
4.1.2	研究方法	100

4.1.3	土地利用程度变化分析	102
4.1.4	生态系统服务价值特征分析	103
4.1.5	土地利用程度与生态系统服务价值的关系	104
4.1.6	结论	106
4.2	流域农田生态系统服务价值及影响因素	107
4.2.1	农田生态系统服务价值评价的指标体系构建及选择	107
4.2.2	农田生态系统服务价值估算的方法	109
4.2.3	数据来源	111
4.2.4	渭干河流域农田生态系统服务价值变化	111
4.2.5	渭干河流域单位面积农田生态系统服务价值变化	113
4.2.6	渭干河流域农田生态系统服务价值变化的影响因子分析	113
4.2.7	结论与讨论	116
4.3	农业用水的生态服务价值与经济价值	117
4.3.1	农业用水效益评价模型	117
4.3.2	耕地资源产出价值评估	119
4.3.3	渭干河流域上游耕地价值、边际效益及弹性的计算	121
4.3.4	农业用水的经济产出与生态产出	122
4.3.5	农业用水边际效益及弹性分析	123
4.3.6	农业用水弹性分析	125
4.3.7	结论与讨论	126
4.4	小结	127
第5章	流域生态补偿主体对象及标准	130
5.1	流域上游生态服务功能分析及价值结构变化	130
5.1.1	上游保护水源产生的生态效益分析	130
5.1.2	上游地区土地利用类型面积变化	131
5.1.3	上游地区土地利用类型转移特征分析	133
5.1.4	上游地区生态服务价值计算及分析	135
5.2	研究区生态补偿主体与对象	144
5.2.1	生态补偿主体与对象的定性分析	144
5.2.2	生态补偿主体与对象的定量评价	146
5.2.3	补偿主体与对象的确定	147
5.3	生态补偿标准的确定	148
5.3.1	生态服务价值损益法	148
5.3.2	机会成本法	153
5.3.3	条件价值评估法	164

5.3.4	结论与讨论	178
5.4	小结	179
第6章	流域生态补偿效果分析	181
6.1	上游拜城县土地利用类型变化情景分析	181
6.1.1	马尔可夫模型	181
6.1.2	初始状态矩阵的确定	182
6.1.3	转移概率矩阵的确定	183
6.1.4	模型精度检验	183
6.2	不同补偿水平下土地利用情景模拟	184
6.2.1	无补偿条件下土地利用类型变化	184
6.2.2	现有补偿条件下土地利用类型变化	184
6.2.3	足额补偿条件下流域居民福祉变化	185
6.3	小结	187
第7章	流域生态补偿实施保障体系的构建	188
7.1	水资源产权制度的完善	188
7.2	资金筹集和管理	189
7.2.1	建立多元化的投融资渠道	189
7.2.2	生态补偿资金的有效配置	191
7.3	组织管理体系	191
7.4	法律制度框架	192
7.5	小结	193
第8章	结论与展望	194
8.1	结论	194
8.1.1	建立流域生态补偿机制是当前亟待解决的重大课题	194
8.1.2	流域土地利用/覆被变化时空差异显著,土地利用程度与区域社会 经济发展水平呈正相关	194
8.1.3	流域上游土地、水资源与生态服务功能价值关系极为密切	195
8.1.4	界定了渭干河流域的补偿主体和对象	196
8.1.5	流域生态系统服务价值具有空间流动性和溢出效应	196
8.1.6	确定了最高、最低和参考3种补偿标准	197
8.1.7	不同的补偿情景对土地利用结构产生重大影响,进而影响生态环境 和受偿区域居民的福祉	197
8.1.8	提出了流域生态补偿保障措施	197
8.2	展望	198

8.2.1 生态服务功能演变规律及方法研究	198
8.2.2 生态系统服务功能价值的空间流转过程与机制分析	198
8.2.3 流域水资源利用与生态服务功能价值关系及机制研究	199
8.2.4 补偿标准的确定	199
8.2.5 生态补偿实施的保障措施研究	199
参考文献	200

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景和意义

人类对自然资源,特别是水资源的不合理利用,加剧了脆弱生态环境的演变过程,影响了流域的生态安全(王让会和游先祥,2000)。内陆河最大的问题是上、中、下游的用水矛盾(程国栋等,2006)。中国最大的内陆河——塔里木河在人类活动影响下,各支流逐渐与干流失去地表水流联系;近 50 年来,上、中游的水土资源开发过度用水致使下游 320km 河道断流,加速了生态环境退化过程,已成为中国西部地区最严重的生态灾难区(陈亚宁等,2003)。在石羊河流域,随着经济快速发展和城镇化,中游灌溉规模过大,下游水危机和环境污染日益严重;地下水严重超采导致绿洲中心形成了地下水漏斗,生态难民奔走他乡(程国栋等,2006)。在黑河流域,人工水系正在取代自然水系;中游人工绿洲扩大,下游天然绿洲萎缩,干涸的河道和湖盆成了主要的沙尘源区。水资源的开发利用对我国西北干旱内陆河区的生态环境具有重要的影响,目前水资源不合理利用导致生态问题日趋突出。生态环境的服务功能具有经济外部性,市场机制失灵导致上、中、下游以水资源利用为核心的矛盾及生态恶化已经严重影响了整个流域的可持续发展。

生态补偿已经在全世界范围内广泛开展,这对于促进生态服务市场化、为生态建设筹资、改善生态质量、增强人们的生态保护意识等起到重要作用。在国内,生态补偿已经成为社会各界广泛关注的热点问题,从中央到地方政府对于建立系统的生态补偿机制和政策框架都具有迫切的需求。2005 年 12 月颁布的《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》和 2006 年颁布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》指出,要完善生态补偿政策,尽快建立生态补偿机制。2006 年 3 月,十届全国人大四次会议《政府工作报告》指出,继续实施自然生态保护工程。抓紧建立生态补偿机制。2006 年 11 月颁布的《中共中央关于构建社会主义和谐社会若干重大问题的决定》指出,完善有利于环境保护的产业政策、财税政策、价格政策,建立生态环境评价体系和补偿机制,强化企业和全社会节约资源、保护环境的责任。2007 年 3 月,十届全国人大五次会议《政府工作报告》指出,健全矿产资源有偿使用制度,加快建立生态环境补偿机制。2007 年 10 月,中国共产党第十七次全国代表大会报告指出,实行有利于科学发展观的财税制度,建立健全资源有偿使用制度和生态环境补偿机制。2008 年 3 月,第十一届全国人民代表大会第一次会议《政府工作报告》指出,改革资源税费制度,完善资源有

偿使用制度和生态环境补偿机制。2012年,中国共产党第十八次全国代表大会报告中强调,要加强生态文明制度建设,建立反映市场供求和资源稀缺程度、体现生态价值和代际补偿的资源有偿使用制度和生态补偿制度。2013年11月,中国共产党第十八届中央委员会第三次全体会议指出,划定生态保护红线,实行资源有偿使用制度和生态补偿制度。许多地方也在率先试验示范,积极探索相关实践经验,然而生态补偿仍停留在个案研究水平上,理论探讨和实际应用之间还有较大距离,尚未形成一套广泛适用的生态补偿机制,尤其是如何确定补偿标准、生态补偿与地区经济发展的关系、如何实现受益者补偿等问题未能解决,亟须建立多种生态要素、多元主体的流域生态补偿机制,以协调上下游用水矛盾、缩小区域经济差距及改善日益突出的生态环境问题。基于以上现实需求,本书首先涉及流域土地利用/覆被变化与生态系统服务关系,主要有以下4个问题:①流域土地利用/覆被变化的过程与驱动因素是什么?②流域土地利用/覆被变化与生态系统服务功能的关系?价值如何评价?③流域生态系统服务价值是如何实现空间流转的?范围和强度如何测算?④水资源与生态服务价值存在何种关系?在此基础上尝试提出了解决流域生态补偿的5个问题:①流域生态补偿的依据是什么?②补偿主体与补偿对象如何划分?③补偿的标准如何计算?④补偿可能产生何种预期效果?如何衡量生态补偿过程和标准的合理性?⑤采取什么方式和途径实施补偿?

当前,对流域生态系统服务及生态补偿的研究既是热点又是难点,国内的研究仍然处于探索阶段,研究期望通过对国内外研究成果进行梳理并进行总结,构建流域生态系统服务空间流转的方法体系及生态补偿的理论框架,并通过渭干河流域生态补偿的研究,丰富干旱区内陆河流域生态补偿的理论成果,推动全国流域以水资源保护和合理利用为基础的生态补偿进入操作层面,为流域生态补偿的实施提供借鉴,为各级政府管理水资源及制定补偿政策提供科学依据。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 流域生态系统服务研究

生态系统服务是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务(Costanza et al., 1997)。生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用(Daily, 1997)。保持与恢复生态系统服务功能是实现可持续发展的基础,分析与评价生态系统服务功能的价值已成为当前生态经济学研究的热点(Pimentel, 1995)。Costanza等(1997)、Pimentel等(1997)率先对全球生态系统服务功能的价值进行了评价。Turner和Daily(2008)构建了生态系统服务框架(ecosystem service framework, ESF),指出要使ESF更具可操作性,有以下三个方面的挑战:①在决策相关尺度上的具体信息;②在制度设计与执行过程中的实践性的专业技术;③与自然资本保护相对应的

经济激励的成功模式,并以国际上已经实施的实践为例证实如何克服上述挑战。我国的生态系统服务功能及其价值评价工作开始于20世纪80年代,主要集中在森林(李金昌等,1999;赵同谦等,2004;侯元兆和吴水荣,2005)、生物多样性(欧阳志云等,1999)、湿地(Xiong and Wang,2010)及城市(石龙宇等,2010)等生态系统的评价,通过对全球尺度研究成果的进一步修正,得出我国乃至更小尺度的生态系统生态服务价值当量因子表及对应的生态服务功能价值(谢高地等,2003)。由于基础数据获取成本高昂等原因,多数研究在进行价值测算时将一个区域的测算结果直接应用到相似甚至不相关区域,形成潜在的方法陷阱(Plummer,2009),一些经济学家和生态学家开始制定基本导则,以提高生态系统服务价值测算的合理性和精度。目前科学追求的是基于长期和通用法则的探索,而不是短暂的和特定地点的研究,对于生态系统服务价值研究应当构建基于市场法则和科学准则的,并能反映经济学和生态学差异的综合研究范式(Sagoff,2011)。

在流域的研究方面,国际环境与发展研究所对全球65个国家的287个生态补偿案例进行了总结和归类,指出流域的生态服务主要包括流域水土保持(保持土壤、肥力)、水流调节、水质提高、景观价值、关键生态功能保护(候鸟中转地、沙化屏障、地下水保持区或其他未知生态系统功能)、碳固定(森林立木)和生物多样性保护(野生动物本息栖息地)等。也有学者将流域生态系统服务划分为废水稀释、水的自然净化、水土流失控制、鱼类和野生动物生境及娱乐休闲5个方面。流域生态系统服务具有“公共物品”的特征,这些生态系统服务通常没有价格,但产生了现存价值、遗赠价值及非使用价值和社会效益,这些价值可运用条件价值评估法(contingent valuation method,CVM),通过调查流域居民的支付意愿(willingness to pay,WTP)来确定生态系统服务功能价值。条件价值评估法由Davis(1963)提出后,在Platte河(Greenley et al.,1982;Loomis et al.,2000)、黑河(张志强等,2002;Xu et al.,2003)、黄河(赵雪雁等,2010)及渭干河(乔旭宁等,2012d)等流域得到广泛应用。一般情况下,支付意愿数额低于实际需要的恢复成本(Xu et al.,2003)。该方法的有效性得到了众多学者的肯定,被美国联邦机构推荐作为成本收益分析及评价自然资源损害(Mitchell and Carson,1989)估值方法,美国内政部将条件价值评估法推荐为测量自然资源和环境存在价值及遗产价值的基本方法。此方法在某些情况下也存在诸如对存在价值和遗赠价值高估等缺陷(Loomis,1996;Brown and Gregory,1999),但可以通过改善调查方法和问卷格式逐渐解决(Loomis and Walsh,1997)。

对流域生态系统服务的测算主要集中在区域内的静态评价上(Wu et al.,2008),忽略了生态系统服务在流域上、下游不同区域间的交互作用。生态系统服务在空间上是流动的,通过一定的介质进行传递(郭中伟和甘雅玲,2003)。生态系统提供的服务是动态的,有些生态服务在域内(on-site)产生并且不会转移,而有些生态服务在域内产生但却会在域外(off-site)发生作用,要实现生态服务的价值首

先必须讨论其在客观上的流向,明确它们的受体,以及各类生态服务在空间上转移的一般规律(de Groot,2002)。生态系统服务功能的空间转移是指一些服务功能可能会通过某些途径在空间上转移到系统之外的具备适当外部条件的地区并产生效能(郭中伟和甘雅玲,2003)。流域生态服务功能转移主要是指位于河流上游的生态系统所提供的涵养水源、调节水量、水质净化等服务功能,以河流为通道,转移至河流的下游,使下游受益,并产生环境外部效应的空间转移现象。生态系统服务功能的空间转移是生态系统服务功能4个值得重视的科学问题之一(郭中伟和甘雅玲,2003)。Brouwer(2000)研究了环境价值转移的现状、前景及其作为决策支持工具的潜在应用价值,认为传统的成本收益分析不能解决问题,并提供了进一步研究的路线和方法。Clive和Spash(2006)认为,环境价值转移需要在科学的信息利用环境下进行研究,传统标准的经济学理论在解决此问题时受到了挑战,他提出了价值转移研究的可替代方法。Austin和Matthew(2006)设计了一个价值转移决策框架,运用GIS方法对美国三个州不同尺度的生态系统服务价值转移进行了研究。杨光梅等(2006)认为,在生态产品贸易的过程中伴随着生产这些产品所必需的其他生态系统服务的“虚拟贸易”,生态产品的输入和输出隐含着生态系统服务的输入与输出。范小杉等(2007)构建了生态资产空间转移评价技术模型并以北京市门头沟区为例对该区域向北京市转移的生态资产进行了评价。乔旭宁等(2011a)对流域生态服务转移特征进行分类并构建了价值转移评价方法,计算出新疆渭干河流域上、下游生态服务的空间转移范围、强度与价值。上述研究为流域生态系统服务空间转移定量评价提供了基础。

综合以上研究成果可以看出,跟踪性研究比较多,原创性成果比较少;生态系统服务的价值评估比较多,服务功能形成机制研究比较少;基于静态模型得出的结论比较多,动态模拟比较少;生态系统本身特征研究比较多,与人类福祉耦合研究比较少。随着我国生态文明建设的深入推进、流域生态补偿制度的逐步建立,生态系统服务的空间转移规律及其对居民福祉的作用机制研究亟待深化,主要表现为:①生态系统服务的价值基础尚未奠定,对其价值的估算尚未形成系统的理论框架。多数研究中,生态系统服务价值量没有与社会经济系统进行实质性整合分析,造成生态补偿政策制定上的困难。②生态系统服务空间转移的内在规律和特点尚不明确,对生态系统服务的空间结构、空间流动及其社会经济效应的区域差异认识不足,大多数研究局限在域内效应研究和价值评估上。③生态系统服务变动与流域居民福祉的作用关系有待做深入量化研究。因此,今后的研究需要深入了解生态系统服务功能的内部机制和演变规律及影响其变化的因素,构建把生态与经济联系在一起的区域动态模型,通过情景分析和动态模型的模拟对生态系统服务功能及其价值变化做出预测与回顾评价,并将生态系统服务价值存量的计算转向其数量和质量的边际变化对人类福利损失的影响(李文华等,2009)。在生态系统服务

与社会福祉关系研究中,人类的选择和行为对生态系统服务局部流动的影响及对其他区域产生溢出效应(Carpenter et al., 2009)、生态系统服务流的变化如何影响福祉及我们应该用什么政策措施去公平有效地管理这些服务是今后重点研究的核心问题(Fisher et al., 2011)。

1.2.2 流域生态补偿的理论研究

1. 生态补偿的相关概念与内涵

生态补偿,在国外一般称为生态服务付费(payment for environmental service, PES)或生态系统服务付费(payment for ecosystem service, PES),目前还没有明确的定义(康慕谊等,2005)。国内外学者从不同的角度和不同的侧重点对生态补偿的含义进行了探讨。国外的 PES 是一个狭义的概念,国际上对生态补偿界定有影响的有两个(靳乐山等,2007)。一是基于生态服务的穷人奖励计划(RUPES)(Noordwijk et al., 2005),认为具备以下 4 个条件的生态环境保护经济手段才是 PES:①现实性,即该机制手段是基于某种现实的因果关系和对机会成本的现实权衡;②自愿性,付费的一方和接受费用的一方在这个机制中所做的是充分知情下的自愿行为;③条件性,付费是有条件的,付费的条件是可以监测的;④有利于穷人,促进资源的公平分配,不致使穷人受损。二是国际林业研究中心(CIFOR)(Wunder, 2005),认为 PES 应该是:①一个自愿的交易行为,不同于传统的命令与控制手段;②购买的对象“生态环境服务”应该有清晰的界定;③至少有一个生态环境服务的购买者和至少一个生态环境服务的提供者;④只有提供了界定的生态环境服务才付费。Cuperus 等(1996)对生态补偿有一个比较典型的定义:在发展中生态功能和质量所造成损害的一种补助,这些补偿的目的是为了提高受损地区的环境质量或用于创建新的具有相似生态功能和环境质量的区域。《环境科学大辞典》曾将自然生态补偿(natural ecological compensation)定义为,生物有机体、种群、群落或生态系统受到干扰时,所表现出来的缓和干扰、调节自身状态使生存得以维持的能力,或者可以看成是生态负荷的还原能力,或是自然生态系统对由于社会、经济活动造成的生态环境破坏所起的缓冲和补偿作用。一般将生态补偿理解为一种资源环境保护的经济手段,将生态补偿机制看成是调动生态建设积极性、促进环境保护的利益驱动机制、激励机制和协调机制。章铮(1995)认为,狭义的生态环境补偿费是为了控制生态破坏而征收的费用,其性质是行为的外部成本,征收的目的是使外部成本内部化。而庄国泰等(1995)将征收生态环境补偿费看成是对自然资源的生态环境价值进行补偿,认为征收生态环境费(税)的核心在于:为损害生态环境而承担费用是一种责任,这种收费的作用在于它提供一种减少对生态环境损害的经济刺激手段。李文华院士认为(孙钰,2006),生态补偿是以保护和可持续利用生态系统服务为目的,以经济手段为主调节相关者利益关系的制度安排。广