

基于政府购买的生态服务供给机制研究

邢光超, 曾贤刚

(中国人民大学环境学院, 北京 100872)

摘要:生态服务是生态系统支撑、供给、调节、文化等功能提供的满足人类需要的福利,合理的制度安排可以提高这种福利水平。基于政府购买的生态服务供给机制,将生态服务供给视为专业性的社会生产活动,从而为分离生产过程与供给过程、引入社会资本、建立竞争机制提供了可能。为保证购买程序的公开、透明,发现生态服务供给的真实成本,应在厘清购买边界、明确购买目标、编制购买预算的前提下,从产出流程将生态服务划分为生态过程、生态产出、生态效益三种类型,并确立以公开招标为主的购买方法体系,同时改革管理模式,引入合同管理。为保障基于政府购买的生态服务供给机制的建立,应建立并完善与之对应的配套制度体系,具体包括:构建集中采购平台、培育生态服务市场主体、规范购买合同设计、构建契约化供给的法律框架等。

关键词:生态服务;政府购买;公开招标**中图分类号:** X196**文献标志码:** A

Research of Ecosystem Service Supply Mechanism Based on Government Purchase

Xing Guangchao, Zeng Xiangang

(School of Environment and Natural Resources, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: Ecosystem services are the benefits to meet human needs, which are provided by the support, supply, regulation and cultural function of the ecosystem, and reasonable institutional arrangements can improve the level of such benefits. With regard to the ecosystem services supply mechanism based on government purchase, the ecosystem services are considered as professional social production activities, making the separation of production process and supplement process, the introduction of social capital and the establishment of a competitive mechanism possible. To ensure the purchase process open and transparent and discover the true cost of ecosystem service supply, the purchase boundaries should be clarified, the purchase goals should be cleared, and the purchase budget should be prepared. Then, from the output flow, the ecosystem services are divided into ecological process, ecological output and ecological benefit. Purchase system is established with priority given to the open tendering and contract management is introduced to reform the current management mode. To guarantee the establishment of the ecosystem service supply mechanism based on government purchase, a matching institution system should be set up and improved, including establishment of a centralized procurement platform, fostering of ecological service market participants, regulation of purchase contract design, and buildup of a legal protection mechanism of contract supply, etc..

Keywords: Ecosystem Service; Government Purchase; Open Tendering**CLC number:** X196

生态服务是生态系统功能的集中体现,是生态系统通过生态过程所传递出来的支撑和保护人类生存与发展的福利。由于人类对生态系统自然再生机制的破坏,生态服务的自然供给已经无

法满足人类需求^[1]。政府主导的生态环境保护和恢复成为了生态服务有效供给的重要补充,具体包括生态建设、禁止与限制开发利用等措施^[2],生态建设是对已破坏环境的恢复与重建,禁止与

收稿日期: 2015-01-08**基金项目:** 国家社会科学基金重大项目(13ZD045)资助**作者简介:** 邢光超(1988-),男,博士研究生。研究方向:环境与资源经济学、可持续发展。E-mail: xingguangchaoxgc@163.com**通信作者:** 曾贤刚(1972-),男,教授、博士生导师。E-mail: zengxg@ruc.edu.cn

限制开发利用是对现有生态环境成果的保护。随着我国生态恢复与重建的推进,“只能保证过程、不能保证结果”的现象^[3],使得政府财政投入效率和生态建设成果的稳定性逐渐受到关注^[4-6]。针对上述问题,国内一些学者提出了“生态购买”的概念^[3-6],并通过生态购买与生态补偿的对比^[7-8],指出生态购买是改革我国生态建设模式的必然选择,也是优化政府行为的需要^[9-10]。现有文献的研究重点在于阐述生态购买实施的必要性及可行性,并且将生态购买限定于生态建设当中进行研究。文章在借鉴现有研究成果的基础上,从生态服务有效供给的角度出发,认为生态购买不仅适用于生态建设,也适用于生态保护和生态成果利用领域,并提出了政府购买生态服务的具体方法和保障措施,以期对我国生态服务供给机制的创新有所启示。

1 政府购买生态服务的必要性

1.1 优化利益相关者行为,提高政府供给绩效

作为典型的基本公共服务,生态服务政府供给绩效评价不仅包括生态建设成果的数量和质量,更应包括生态服务的分配和递送。根据规模报酬理论,组织规模超过临界点之后,会造成交易成本快速上升,产生规模报酬递减。在生态服务供给过程中,政府垄断造成大量精力被自身庞大的行政组织带来的问题所分散,偏离了公众服务的本质。且以指标下达为手段的行政命令式的供给方式,给各级政府部门造成了激励偏差,“只能保证过程,不能保证结果”的现象大量存在。而分配不均、递送不畅带来的地区间、城乡间、群体间的生态服务差异,更加凸显了供给不足的问题。从过程来看,生态服务的供给包括生态产品形成、巩固和转化利用阶段,“一份建设、九分维护”的特点决定了生态服务供给全过程需要不同利益主体的全方位参与。政府、公众、企业和NGO(非政府组织)作为生态服务的利益相关者,应根据各自目标函数进行合理分工。政府作为生态服务供给的元主体,对全体社会组成员具有普遍性,应发挥制度安排、供给内

容选择和政策制定等功能;社会公众,尤其是当地群众的积极参与是生态保护成果巩固和维护的关键;企业在生产和管理方面的优势,更有利于生态服务的生产和利用转化,实现生态效益和经济效益相结合;NGO的公益性、专业性和灵活性对于服务需求的反映和基本服务均等化的实现具有重要帮助。

1.2 打破财政依赖,实现多元化供给

个性化、多层次的生态服务需求对生态服务供给提出了新的要求,也给政府带来了较大的财政压力。一方面,政府资金有限。从国际经验来看,政府不可能承担所有生态服务供给成本。且在我国,政府环保投资更偏好于对经济具有拉动作用的城市环境基础设施建设,而不是直接用于环境治理的工业污染源投资和“三同时”投资;另一方面,竞争性的缺乏导致政府缺乏提高效率与质量的内在动力,活动大多不计成本,政府成本居高不下。因此,需要打破我国生态服务供给财政依赖的现状,将财政投入重点从生产领域转向配套服务领域,发挥财政投资的引导作用,例如税收减免、利率补贴等,激励社会力量参与生态服务的供给。政府购买生态服务是在微观领域对政府作用的补充或替代,并以非正式制度或自制治理制度取代外在制度或强制性制度,形成了多样化的激励模式,为各种内在制度的产生奠定了基础。

1.3 将生态服务价值融入GDP,改变宏观决策

不同层级政府的目标函数也不完全一致,而政府在生态服务供给中的元主体地位决定了政策激励的对象不仅应包括企业、公众和NGO,更应包括各级政府组织。我国的生态功能区和生态脆弱地区大多处于贫困地区,造成这种局面的原因:一是自然资源禀赋的落后造成的经济发展基础的薄弱;二是“限制和禁止利用”造成的发展机会的丧失。如果能将生态服务价值融入GDP,并在生态服务供给机制中融合区域发展、产业培育、就业安置和贫困解决的内容,必将提升政府,特别是地方政府保护生态环境的内在动力,变被动执行上级命令为主动提供生态服务。

政府购买生态服务，是将生态服务供给视作一种需要投入产出经济行为，通过产业资本的进入、生产厂商的竞争，可以有效发现生态服务生产的真实成本，并通过供给与需求的调节，赋予生态服务合理的价格，从而使生态环境真正价值化、货币化，变无价生态为有价生态，变产品生态为商品生态，既承认了生态环境在国家发展中的重要作用，又对政府起到了良好的激励作用。

2 基于政府购买的生态服务供给机制的形成条件

2.1 厘清政策边界，确定作用范围

依据生态保护政策理论依据的不同，可将人类生态保护活动划分为三种类型：政府作为唯一主体的禁止或限制开发利用政策；基于外部性理论，以调节利益相关者关系为目标的经济激励政策；源于Constanza生态系统服务价值评估的生态服务有效供给政策。生态建设、生态补偿和生态购买分别对应以上三种政策类型。不同政策的作用范围也不同，厘清政策边界，不仅有利于政策效用的提升，也有助于政策体系的构建与完善。生态建设是我国持续时间最长的生态保护政策，核心要素是对生态要素的直接投资，行为主体包括政府、企业、个人以及非政府组织等法人或自然人。生态补偿的核心要素是对利益相关者利益关系的调节，从而实现外部性的内部化，政策的直接作用对象是人。作为一项新的生态保护政策，生态购买则以生态服务的有效供给为目的，其核心要素是生态建设和生态补偿的融合，通过购买方式优化利益相关者行为的基础上，对生态要素进行直接投资，其作用范围更偏重于生态建设成果的管理、生态系统的管护和生态资源利用。

2.2 确定目标，编制预算

斯蒂格利茨^[11]认为政府通过其普遍性和强制性，既可以影响“如何生产”，又可以影响“如何分配”。政府对公众生态服务需求的满足，主要通过生态服务供给目标的设定和调整来实现。当前，生态差距已经成为我国与发达国家的最大

差距之一，供给充足化理应成为我国生态服务供给的首要目标；作为基本的公共服务，均等化同样应作为生态服务供给的目标，包括权利的均等化和义务的均等化，具体表现为城乡均等、地区均等和群体均等。与此同时，生态服务的供给还应实现可持续性。公共财政是符合市场经济条件财政模式，生态服务供给作为公共服务的重要组成部分，需要长期、稳定、可持续的资金支持，理应被纳入公共财政预算。购买边界、资金来源、资金监管是建立生态服务购买预算机制的核心内容。生态购买项目库的建立，应以生态系统管护、生态资源利用和生态建设成果管理为边界，并由具有生态保护事权的部门编制预算；依据《政府向社会力量购买服务的指导意见》的规定，生态购买资金应来源于既有财政预算，依据我国现有生态保护资金设置，应来源于环境保护科目、环保转型基金、为保护生态而发行的国债等；对于生态购买资金的管理和监督，应建立规范的预算编报、资金安排、预算批复等资金使用流程，并实施预算执行监督和资金使用监督。此外，政府购买生态服务以结果为导向，还应对生态购买绩效进行监督和考核。

2.3 生态服务购买方法的选择

学术界将政府购买公共服务的方式划分为：合同承包、凭单、政府补助、公私合作等。我国《政府采购法》则将政府采购方式分为公开招标、邀请招标、竞争性谈判、单一来源采购、询价等，并以公开招标为主。造成以上划分不同的原因在于关注点和购买内容的差异。首先，学术界关注的是公私合作中的制度安排的差异，可将政府购买方式分为合同承包、凭单、政府补助、公私合作等；我国《政府采购法》关注的是购买程序的竞争性，依据竞争性的不同分为公开招标、邀请招标、竞争性谈判、单一来源采购和询价。其次，政府购买公共服务中的购买内容是依赖公共权力和公共资源供给的，满足社会公众需要的有形、无形的公共产品；《政府采购法》中的购买内容是“除货物和工程以外的其他政府采购对象”，即后勤服务^[12]。文章所研究的生态

服务购买方法将参照《政府采购法》，从购买程序的竞争性进行界定。

2.3.1 生态服务分类 当前理论界主要依据生态系统功能划分生态服务，并将生态服务视作生态系统的自然产出成果，不受人类活动的影响^[13-14]。文章则认为人类活动不仅影响生态服务的产出，而且作用越发明显。因此，可从有效供给的角度出发，按产出环节的不同，将生态服务划分为：生态过程、生态产出、生态效益，见图1。

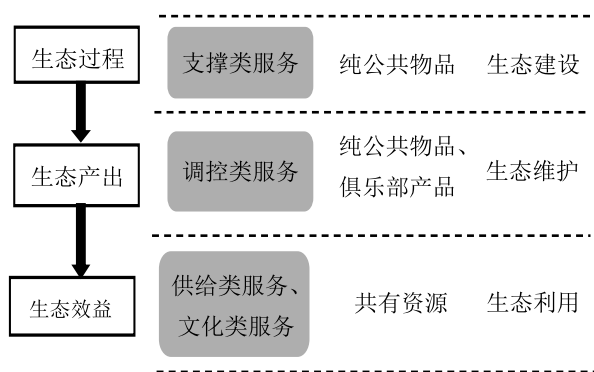


图1 基于产出流程的生态服务分类

生态过程是生态系统中生物体和非生物体的复杂相互作用过程（如光合作用、花粉授粉、土

壤形成等），包括能量交换和物质转移^[15]，位于生态服务生产链的上游，具有支撑功能，属于纯公共物品，有利于生态过程的人类活动主要为生态建设。

生态产出是指生态系统中生物和非生物活动所传递出的效益（如调节气候、疾病控制、废弃物消纳等），具有调控功能，依据受影响的地理范围不同可分为全球性、全国性、区域性、地方性，分别属于纯公共物品和俱乐部产品，有利于生态产出的人类活动表现为生态维护。

生态效益是指生态系统以产品或货币传递出的人类福利（木材、食物、旅游等），具有供给功能和文化功能，属于共同资源，有利于生态效益的人类活动表现为生态利用，即生态环境和环境产品的转化和利用。

2.3.2 确立以公开招标为主的购买方法体系 引入竞争机制是政府购买生态服务的根本意义所在，公开招标能够充分保证政府购买程序的竞争性、公开性，理应作为政府购买生态服务的首选，但其具有一定的适用范围，范围之外的情况可以采用其他采购方式购买方法选择见表1。

表1 政府购买方法选择

购买方法类型	购买方法选择标准
公开招标	首选采购方式
邀请招标	供应商范围有限；招标费用占项目总价值过大
竞争性谈判	无供应商投标或无合格标的；不能确定详细规格或具体要求；招标所需时间不能满足用户紧急需要；不能事先计算出价格总额
单一来源采购	只能从唯一供货商处采购；为保持一致性需继续从原供应商处采购
询价	货物规格、标准统一、现货资源充足且价格变化小

生态建设是我国应用时间最长、影响范围最广的生态服务供给方式，通常具有资金投入大、时间跨度长、技术要求低、参与者数量多等特征，且以林草为标的物，验收标准易于确定，可以采用公开招标的方式购买；生态维护的内容是维持生态系统的整体性和可持续性，具有资金投入大、时间跨度长、技术要求低，但行为主体单一（政府为主）、验收标准不易确定等特征。考虑到该类服务的公共性、工作投入量的要求，应以环境NGO为实施主体。由于我国现阶段NGO力量较弱、数量偏少，购买方式应以邀请招标和竞

争性谈判为主，随着NGO的发展壮大，可根据实际情况选择使用公开招标的采购方式；生态利用的内容是生态环境及其产品的有效利用，具有参与者数量多、资金投入小、时间跨度低、技术要求低等特点，是生态服务中最适宜进行市场化运作的“短、平、快”类型，应以企业为主体，在界定生态环境产权的基础上进行公开招标。

2.4 改革管理模式，引入合同管理

契约式的服务提供模式是政府购买公共服务的规范形态，其特点在于“政府承担、定向委托、合同管理、评估兑现”^[16]。相对于传统的科

层官僚制的管理模式，合同管理更有利于政府“精明买主”角色的扮演。①合同管理模式以结果和效益为导向，通过筛选生产者、设定验收标准、确定考核方式、选择支付方式、公布服务供给数量和质量，建立了清晰的项目绩效评估标准体系和企业努力水平评估体系，最大限度的降低了机会主义行为产生的可能性；②在主体的关系上，作为购买方的政府与作为生产方的企业、NGO之间是买卖关系，双方应该是独立、平等的。合同管理模式是当事人自由协商与行政权优先性的有机结合，供给目标的实现方式和内容由政府和生产方协商确定，有利于保障购买双方的独立、平等关系；③传统的管理模式以政府内部监管为主，公众、媒体、第三方独立监管机构无法对政府供给进行有效监管。合同管理模式中，服务项目、服务期限、评估标准、评估方法、各方责任和义务、购买金额、过失（意外）事件的责任及处理都要体现在合同内容中，并且要公开合同信息，不仅提高了买卖双方的自觉性、自律性，也有利于第三方独立监管的介入。

3 基于政府购买的生态服务供给机制的构建

3.1 构建生态服务集中采购平台

集中采购因其具有规模化、专业化以及“监、管、采”分离的优势，被国内外作为政府采购的首选方式，并具有法律效力。生态服务具有集中度高、专业性强、规模效应突出等特点，更适宜实行集中采购。因此，构建政府生态购买制度，首先应设立生态服务集中采购平台。文章将从信息职能、资金职能、实施机制、监督机制等四个方面，阐述生态服务集中采购平台的构建。

信息职能。生态服务集中采购平台的信息职能首先表现为信息的搜集与发布。即参与政府相关部门的公众生态需求信息汇总，据此通过媒体、网络、报纸等渠道集中发布招标信息，为公开招标的实施奠定基础。随着政府生态购买的发展，生产方（企业、NGO等）的信息搜集也应成为集中采购平台的重要职能，包括资信水平、技术水平、相关经验等，以建立生产方数据库。

资金职能。我国环境保护资金来源主要有：预算支出、政府转移支付、生态税费和各项环保专项基金。资金来源的分散化造成了我国生态保护资金的使用难以形成合力，不符合生态服务生产周期长、风险高，需要持续、稳定投入的要求。生态服务集中采购平台应集中使用各项生态保护资金，推动生态保护从过程向结果、从工程和技术向制度和管理的根本性变革。

实施机制。集中采购平台应具有公共代理、准行政非营利、中介服务等属性。采购流程设计是购买生态服务的主要依据，不同的购买方法应设计不同的采购流程与之对应；相对于普通政府采购，生态服务购买资金量更大、专业性更高，还应加强对采购人员的培训；权责对称是机构平稳、顺利运行的基础。生态服务集中采购平台的作用范围，仅限于对签署合同的供给方进行监督和管理，对于普通的环境违法行为不应具有强制职能。

监督机制。对生态服务集中采购平台的监督，可分为内部监督和外部监督。一是设置不同部门，依照各项采购方法的采购流程进行明确分工、流水作业，使采办、合同审核、最终验收相互分离；二是合理构建评标小组，采用非固定人员评标的方式对采购项目进行评标，并在评标小组中加入相关专家、学者；三是独立第三方的审计机关、监察机关对购买项目的审计监督；四是招标过程中，通过包括购买内容、购买期限、质量标准等信息的发布，接受媒体和社会公众的监督。

3.2 培育生态服务市场参与主体

基于政府购买的生态服务供给机制，其决策过程具有开放性，要求政府、企业、NGO和社会公众等利益相关者积极参与，通过各参与主体的积极互动，共同决策生态服务供给，实现供给内容的多元化、个性化。在我国当前公民社会欠发达、环保领域政府一家独大的背景下，应加快培育生态服务市场各参与主体。

政府。政府的利益诉求是公共优先，即社会公众具有平等的享受生态服务的权利和机会。

在生态服务市场中,政府所要做的是接受生态购买的生态服务供给模式。具体工作有:将生态服务购买纳入政府采购范围,并完善相关法律法规和财政制度体系,为生态服务市场提供制度保障;规范购买流程,提升合同管理能力,建立以公开招标为主体的购买方法体系,降低投机行为发生的可能性。

企业。企业的利益诉求是利润优先。政府项目的长期性、稳定性,以及对社会声誉的追求,是企业参与生态服务供给的动力。而生态服务的不确定性、受益对象的不可替代性、买方的固定性与唯一性,又使企业参与生态服务生产有所顾虑。因此,针对生态服务市场中的企业,政府应设定合理的价格,以确保企业利润,并与之签订长期合同,稳定企业预期。此外,还应该加快完善我国资源产权制度,消除企业后顾之忧。

NGO。NGO在生态服务供给中的优势表现为:更贴近社会公众,对社会公众的生态服务需求更为了解,并能做出弹性反应,满足个性化需求;更为关注弱势群体,畅通生态服务传输机制,实现生态服务的均等化;能够起到良好的教育和带动作用,整合与动员各种社会资源,提升生态服务供给水平。提升NGO参与能力,应改革当前我国社会组织登记管理制度,增加对NGO的财政和政策扶持,将生态服务供给项目,特别是产出类服务,向环境NGO倾斜。

社会公众。社会公众是环境状况的直接感受者,利益诉求为效用优先。保障社会公众的充分参与,是改革我国生态服务供给机制的首要需求。社会公众的参与方式包括:需求反应、效果反馈和舆论监督。政府应加强对社会公众需求信息和项目反馈信息的搜集,及时公布生态服务供给计划、质量标准等信息,接受社会监督。此外,经济效益和生态效益的结合对我国环境保护工作尤为重要,在技术水平许可的条件下,应优先雇佣当地群众,以实现生态效益和经济效益双赢。

3.3 规范生态服务合同设计

合同是界定市场中买卖双方权责关系的产

物,具有规范、媒介、激励与治理的作用^[7]。生态服务购买过程中,政府的目标函数包括提高生产效率、满足多元化需求、基本服务均等化等,无论是产品数量、质量,还是生产方努力程度,政府都希望其达到自身期望水平;生产方的目标函数包括稳定的建设项目、可预期的合作前景、良好的社会名誉和地位、社会公益价值等。在目标函数不一致、信息不对称的前提下,规范合同设计成为降低机会主义行为发生的根本途径。

在生态服务购买过程中,政府作为生态服务的最终供给者,首先应确保的是对生产者的行为控制,以期维持较高的过程管理能力。因此,更为关注合同中生产者努力水平评估体系设计,包括评估方法、评估标准、各方责任和义务、项目监管等条款;生产者作为生态服务的卖方,首先应确保的是项目的稳定性和自身受益(包括经济受益、社会受益)。因此,更为关注合同中评估标准体系设计,包括购买金额、服务项目、过失(意外)事件的责任及处理、合同失效等条款。由此可见,完备的合同应该包括正面激励和负面激励两方面内容。正面激励包括经济利益激励和社会效益激励两方面,合同设计除了通过价格设定和支付方式选择保证生产者利润外,也要注重激发其参与环保事业的热情和社会责任感;负面激励是指对生产者行为的监督和检查,以及对违反合同行为的惩罚。此外,生态服务更易受自然因素影响,导致其生产成本和产品质量具有一定的不确定性,在合同细则的制定上应具有更大的灵活性和可调性。

3.4 构建契约化供给的法律框架

相对于政府直接参与生产,公共服务的契约化供给操作流程更复杂、参与主体更广泛。《政府采购法》虽然对政府采购行为做了较为详尽的规范,但与政府购买生态服务有明显差别。一是采购人身身份不同。《政府采购法》中政府是采购对象的直接使用者,考虑到自身效用,更愿意关心采购对象的质量水平;政府购买生态服务的使用者是社会公众,生态服务质量并不直接影响采购人效用,采购过程更易出现寻租行为。二

是主体间关系不同。《政府采购法》中采购的是商品，政府和供应商之间是生产者与消费者的关系；政府购买生态服务则是对自身职能的购买。我国政府职能外包的承担者多为事业单位，是基于行政隶属的上下级关系，更易出现非独立、非竞争性购买。三是生态服务的特殊性。生态服务的一个重要来源是“禁止或限制使用”，相对于其他公共服务而言，更易与经济效益产生冲突。因此，需要尽快构建适用于政府购买生态服务的法律框架。

首先要规范购买流程，以保证购买的公开、透明，包括需求汇总、预算编制、信息发布、选择采购方式、合约订立、评估监督等环节；其次应明确市场参与各方职能、权利义务边界及法律责任。具体来讲：政府负责资金分配和监管，应充分调查公众生态服务需求，以公众选择为购买活动的起点，并将购买资金纳入预算，保证资金供给的稳定性。集中采购平台负责生产者筛选和质量评估，应以竞争性和公开性为标准选择合适的购买方法，并制定生态服务质量评估标准。企业和NGO组织生产，依照政府要求保质保量，在合同约定期限内完成生产任务；最后是监督检查机制。监督检查机制应明确监督主体、监督对象、监督内容、监督方法，特别要规范独

立第三方监督、媒体监督和社会监督的方式、方法，构建内部监督和外部监督机制相结合的监督体系。

参考文献

- [1]郑 华, 欧阳志云, 赵同谦, 等. 人类活动对生态系统服务功能的影响[J]. 自然资源学报, 2003, 18(1): 118-126.
- [2]王立群, 王秋菊. 我国生态购买的研究进展与展望[J]. 北京林业大学学报: 社会科学版, 2009 (4):129-133.
- [3]延军平, 严 艳. 陕甘宁边区生态购买设计与操作途径[J]. 地理学报, 2002, 57(3): 343-353.
- [4]聂 强. 退耕还林后期阶段的合作生产博弈[J]. 中国农业大学学报: 社会科学版, 2006 (2): 79-84.
- [5]易福金, 徐晋涛, 徐志刚. 退耕还林经济影响再分析[J]. 中国农村经济, 2006(10): 28-36.
- [6]延军平, 徐小玲, 刘晓琼, 等. 基于生态购买的西部经济与生态良性互动发展模式研究[J]. 陕西师范大学学报: 哲学社会科学版, 2006, 35(4): 96-101.
- [7]吴学灿, 洪尚群, 吴晓青. 生态补偿与生态购买[J]. 环境科学与技术, 2006, 29(1): 113-114.
- [8]朱洪革. 基于自然资本投资观的林业长线及短线投资分析[J]. 林业经济问题, 2007, 27(2): 112-116.
- [9]杨巧红. 西部生态环境建设的前沿问题研究[M]. 中国西部经济发展报告. 北京: 社会科学文献出版社出版, 2005.
- [10]蒋天文. 政府生态购买: 一个解决生态环境的经济方案[J]. 财政研究, 2002(9): 41-44.
- [11]约瑟夫·斯蒂格利茨. 政府为什么干预经济[M]. 北京: 中国物资出版社, 1998.
- [12]苏 明, 贾西津, 孙 洁, 等. 中国政府购买公共服务研究[J]. 财政研究, 2010 (1): 9-17.
- [13]MA MEA. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis[M]. Washington, D.C.: World Resources Institute, 2005.
- [14]Wallace KJ. Classification of ecosystem services: Problems and solutions[J]. Biological Conservation, 2007, 139(3-4):235-246.
- [15]Tirri R, Lehtonen J, Lemmetyinen R, et al. Elsevier's dictionary of biology[M]. Amsterdam: Elsevier Science, 1998.
- [16]财政部科研所课题组. 政府购买公共服务的理论与边界分析[J]. 财政研究, 2014(3):2-11.
- [17]刘戒骄. 公用事业: 竞争, 民营与监管[M]. 北京: 经济管理出版社, 2007.
- [4]余长林, 操芳芳, 李 鑫, 等. 纳米BiOI的稳定性、结构及光催化性能研究[J]. 有色金属科学与工程, 2011, 2(4):86-91.
- [5]王燕琴, 瞿 梦, 冯红武, 等. 卤氧化铋光催化剂的研究进展[J]. 化工进展, 2014, 33(3):660-667.
- [6]Wang W D, Huang F Q, Lin X Q. Visible-light-responsive photocatalysts xBiOBr-(1-x)BiOI[J]. Catalysis Communications, 2008, 9(1):8-12.
- [7]魏平玉, 杨青林, 郭 林. 卤氧化铋化合物光催化剂[J]. 化学进展, 2009, 21(9):1734-1741.
- [8]陈 超, 宋立民. 可见光响应的铋系光催化剂研究进展[J]. 天津工业大学学报, 2011, 30(5):54-58.
- [9]施小靖. 卤氧化铋纳米结构微球的制备及其光催化性能[D]. 开封: 河南大学, 2013.
- [10]Zhang X, Ai Z H, Jia F L, et al. Generalized one-pot synthesis, characterization, and photocatalytic activity of hierarchical BiOX(X=Cl, Br, I) Nanoplate Microspheres[J]. J Phys Chem C, 2008, 112(3):747-753.
- [11]Dong Fan, Sun Yanjuan, Fu Min, et al. Room temperature synthesis and highly enhanced visible light photocatalytic activity of porous BiOI/BiOCl composites nanoplates microflowers[J]. Journal of hazardous Materials, 2012, 219-220:26-34.

(上接第82页)

高于紫外光。在可见光照射下，体系pH=5.5时，甲基橙初始浓度为20 mg/L，BiOI投加量为0.20 g/L时，甲基橙的综合降解效果最好，210 min光降解率可达80%。

(3) BiOI在可见光下降解直接黑、甲基紫、刚果红也具有良好的效果，说明BiOI对于一些难降解染料有一定的应用前景。

参考文献

- [1]Wang Yunan, Deng Kejian, Zhang Lizhi. Visible light photocatalysis of BiOI and its photocatalytic activity enhancement by in situ ionic liquid modification[J]. J Phys Chem C, 2011, 115(29):14300-14308.
- [2]孙晓君, 蔡伟民, 井立强, 等. 二氧化钛半导体光催化技术研究进展[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2001, 33(4):534-540.
- [3]崔赞璐, 曹长春, 左金星. 纳米TiO₂光催化剂的改性研究[J]. 水科学与工程技术, 2011, (4):76-78.