

我国环境费效分析方法的特点与应用潜力研究

周琪¹, 许津铭², 刘苗苗^{1*}, 毕军¹

(1. 污染控制与资源化研究国家重点实验室, 南京大学环境学院, 江苏南京 210023; 2. 南京大学大气科学学院, 江苏南京 210023)

【摘要】 为全面分析环境费效分析方法发展现状, 本文在总结国内外研究进展的基础上, 对环境领域费效分析方法的特点进行了系统梳理, 并指出了费效分析方法未来的应用前景。总体来看, 环境费效分析具有内容广泛性、时空异质性、动态变化性并与社会经济发展阶段密切相关的特点。现阶段, 针对环境管理工作, 应尽快建立一套包括传统费效、风险感知、生态补偿等在内的多尺度动态反馈的环境费效评估的标准模型, 并进一步将环境费效分析纳入我国政府决策体系中。

【关键词】 费效分析; 环境管理; 风险评估

【中图分类号】 X321; X196

【文章编号】 1674-6252 (2018) 01-0020-05

【文献标识码】 A

【DOI】 10.16868/j.cnki.1674-6252.2018.01.020

费用效益分析 (cost-benefit analysis, CBA) 通过量化的手段分析不同政策实施的成本和收益, 为政策制定者、执行者以及相关利益群体的决策提供依据, 被广泛应用于发达国家政府部门的计划决策之中, 在不同的环境政策评估中起到了重要的作用。由于涉及多区域、多部门、不同时间跨度、不确定性等复杂问题, 环境政策费效分析具有内容广泛性、时空异质性、动态变化性等多种属性, 并且与社会经济发展阶段密切相关。本文在梳理国内外环境费效研究进展的基础上, 剖析环境费效分析问题的主要特点及发展潜力和发展方向, 为环境管理多目标决策提供研究思路。

1 环境费效分析研究进展

1.1 国内外研究进展

1844年, Jules Dupuit 提出了费效分析和“消费者剩余”的概念, 并指出公共工程的效益包含消费者剩余, 大于公共工程本身产生的直接收入, 应以此作为公共项目的评价标准^[1]。20世纪中上叶, 费用效益分析的思想开始被引入公共工程项目的评价, 从追求项目自身盈利为主要目的转向追求社会效益最大化。随后, 研究对象进一步向公路运输、城市规划和环境质量管理等领域扩展。20世纪70年代, 由于环境公害事件屡屡发生, 费效分析方法开始应用于环境污染控制领域, 用以评价由于环境污染所造成的危害和改善环境质量所产生的效益。

20世纪90年代以来, 美国政府开始注意到环境 and 经济之间的协调关系, 要求环境政策的制定或修改均使用费效分析结果作为主要依据。目前费效分析方法广泛应用于欧美等发达国家的环境政策评估决策之中, 比如, 欧洲2008年开展了对《欧洲垃圾填埋指令》政策的费效分析评估, 美国2011年开展了对《清洁空气法案》成本收益的评价^[2]。费效分析法的正确使用, 推动了环境管理政策的创新, 提高了达到环境质量目标的成本有效性。

目前, 在我国环境管理中尚未严格要求对环境管理决策的成本效益进行评估, 但国内一些研究机构和学者已经开展了一些相关研究。20世纪80年代, 我国开始开展环境破坏的经济损失的计量研究^[3], 研究的对象是企业污染^[4]、流域污染^[5,6]等造成经济损失的估算。20世纪90年代, 我国开始强调对环境污染及生态破坏等社会经济活动的环境影响进行费用效益分析评估^[7,8]。同时关于环境污染对人体健康影响的研究也在我国逐渐起步^[9,10], 环境污染的健康损失量化同样成为环境费效分析的重要环节。而近年来, 随着环境综合整治要求的提高, 环境费效分析的应用逐步扩展到区域污染综合治理方案的优化、环保投资决策、环境政策评价、重大环境污染事故防范和应急预案等领域。比如, 雷宇等2015年采用BenMAP模型, 对国家《大气污染防治行动计划》实施后PM_{2.5}污染变化引起的健康效益进行了评估^[11]。赵晓丽等于2017年在《能源发展战略行动计划

基金项目: 本研究得到国家重点研发计划“多尺度大气污染防治情景费效模型研究及示范”(2016YFC0207603)、国家自然科学基金重点项目“区域空气质量管理机制创新研究”(71433007)支持。

作者简介: 周琪(1994—), 女, 博士研究生, 主要研究方向为环境健康与风险管理等, E-mail: zhouqi@smail.nju.edu.cn。

* 责任作者: 刘苗苗(1990—), 女, 助理研究员, 主要研究方向为环境风险管理等, E-mail: liumm@nju.edu.cn。

(2014—2020 年)》的背景下,核算了八大主要用能单位以电代煤的经济成本和环境效益^[12]。此外,2016 年国家重点研发计划立项“多尺度大气污染防治情景费效模型研究及示范”项目,成为我国环境费效分析领域的重大实践^[13]。

1.2 费效分析评价方法综述

针对不同的时空维度、评价目标,国内外学者开发了众多费效分析评价方法,如市场价值法、揭示偏好法、

陈述偏好法、影响路径法等。不同方法具有不同的适用性,市场价值法可直接通过市场价格核算效益或经济损失;揭示偏好法考察与环境紧密联系的市场的价格和收益,间接推断环境经济价值;陈述偏好法一般通过问卷调查,直接询问人群的环境偏好(如支付意愿),以此估算环境的经济价值;影响路径法通过建立污染物排放模型、扩散模型、暴露模型等耦合模型组,综合评估环境费用和效益。各方法具体的介绍见表 1。

表 1 环境费效分析主要评估方法

方法	方法要点	适用条件
市场价值法	根据环境质量变化引起的企业成本或利润的变化来评估经济效益或经济损失	成本或收益可通过市场价格计算
揭示偏好法	通过考察人们在与环境联系紧密的市场中所支付的价格或他们获得的利益,间接推断其对环境的偏好,以此估算环境的经济价值	产品或者服务具有环境属性,可衡量使用价值
陈述偏好法	为人们提供一个假想的环境,要求其针对各类问题进行选择,以此估算环境的经济价值	既可衡量使用价值,也可衡量非使用价值
影响路径法	通过建立模型模拟污染物排放浓度的变化,并对其环境费用和效益进行评估	基于物理模型量化现实世界环境费用和效益

在对环境费效分析评估方法进行了系统梳理之外,本文还以大气污染防治成本效益分析为例对环境费用效益分类及评估方法进行了具体的说明,以期对环境费效分析领域的发展提供思路。

费用效益的分类和界定,因影响类型和终端危害的多样性,具有多种分类组合方法。美国将费用划分为“五类”,包括“合规成本、交易成本、政府管理成本、适应成本、分配成本”,而欧盟则将费用简单划分为直接经济成本和间接经济成本^[2]。效益则可被划分为经济效益、社会效益、生态效益、健康效益等。以大气污染防治成本效益评估为例,可考虑社会经济费用效益、公众健康损益、突发大气污染损害评估等因素。

在社会经济费用效益评估方面,针对社会经济费用效益的复杂性,一些机构应用可计算一般均衡(CGE)模型来分析大气污染治理的费用效益,如麻省理工学院开发的 EPPA 模型^[14]、Nordhaus 等开发的 DICE/RICE 模型等^[15,16]。此外,在欧盟得到广泛应用的经济能源环境的一般均衡模型 GEM-E3^[17],在上述费用效益分析的基础上,还考虑对公众的医疗支出降低、环保及相关行业发展基于的评估。耶鲁大学开发的污染排放实验与政策综合评价模型 APEEP^[18]加入了对大气污染排放可能带来的农作物和林业减产、能见度下降、建筑材料损害以及旅游观光损害的评估。

在健康损益评估方面,USEPA 研发了健康效益评估模型 BenMAP^[19],用以评估空气质量改善所带来的人体健康效益和对应的经济价值。该工具在美国及其他国家都得到广泛应用。同时,USEPA 开发了空气污染控制费用效益与达标评估系统 ABaCAS,费用评估模块主要

针对大气污染物减排技术投入和运行的成本,而效益评估模块则重点分析不同情景下的空气质量的提升和公众健康效益的改善。在欧洲也有部分研究利用 ExternE 模型^[20,21]进行空气污染控制的成本效益评估。

在突发大气污染损害评估方面,欧美发达国家对于环境损害评估技术的研究起步较早,美国内政部结合司法实践,提出了针对美国五大湖区域的环境损害评估模型(NRDAM/GLE),同时根据新的技术规范对 NRDAM/CME 模型进行了修订。随后,美国内政部土地管理局和国家公园管理局于 2003 年和 2008 年分别提出了指导开展自然资源损害评估的工作手册。欧盟针对环境损害评估技术颁布了环境责任指令,对初始评估、确定和损害量化、确定和量化增益、确定补充和补偿性修复措施的规模、监测等具体工作的相关程序进行了规定。

2 环境费效分析问题的特点

综合以上对国内外环境费效领域发展情况的总结,可以发现伴随着社会经济水平的提升和公众意识形态的改变,环境费效的内涵得到了不断扩展,主要体现在:评估重点从传统的经济损失评估,发展到经济、生态、人体健康损失等的综合评估;研究问题从单一问题,发展到复杂的多时空尺度、多要素耦合的环境问题;并且环境费效分析工具也在经历着不断发展的过程,组成了复杂的评估工具箱。综上所述,环境费效分析的特点可以概括为以下几点:内容广泛、时空异质、动态变化并与社会经济发展阶段密切相关。

2.1 内容广泛性

环境费效分析方法具有内容广泛性的特点,主要体现在方法的普遍适用性和研究框架及要素的多样性。一方面,环境费效分析通过量化或货币化的手段对人类活动或管理决策造成的环境影响或资源损失进行定量评价,实现将众多复杂问题归一化,因此普遍适用于解决各种环境问题。另一方面,由于研究对象、研究尺度、研究方法的多样性、环境影响的交互性、传递性和时空动态变化性等,环境费效分析框架及框架内各要素复杂多样。

但目前,我国尚未形成统一的环境费效分析评估框架。如何划定完整、系统的研究框架,避免遗漏和重复计算是环境费效分析的核心问题。但评价主体不同的价值取向或利益导向,评价模型不同的理论基础或模型表现,都会造成环境费效分析结果的差异性。研究框架的多样性和变化性也导致不同研究人员、研究部门,难以形成统一的意见,给推广、对接、比较、排序工作带来困难。

2.2 时空异质性

异质性是环境费效分析领域一个重要的问题,包括时间异质性和空间异质性。从空间尺度考虑,由于我国地域广阔,各地区文化背景、发展阶段不同,区域差异性显著。伴随着研究尺度的逐步扩大,在空间维度上的异质性逐步扩大。从时间尺度考虑,气象要素的周期性变化,经济活动的波动上升、大尺度的气候变化等因素都将影响评价结果。

此外,不同利益主体对于长期利益和短期利益具有不同偏好,由此也将引发评价框架或评价标准基于偏好发生变化。我国以五年作为政策执行效果总体评价的重要时间跨度,而由于影响因素的快速变化性和不确定性,短期效应的估算具有较大难度,因此提高在短期尺度上政策效果评估的确定性,对于我国环境管理发展具有重要意义。

在我国的环境管理中,对异质性问题经常采用归一化的处理方法,而这是产生不公平性的关键原因。从学术研究、实际操作的角度,生态补偿是解决不公平问题的典型手段。但补偿的范围划定是否合理,补偿对象与手段的选取是否科学,都需要更多环境费效分析等方法的系统研究与政治手段的介入。此外,伴随着区域联防联控思想的不断深入,如何在多部门合作的前提下处理异质性问题也成为当今研究的热点。

2.3 动态变化性

环境费效分析还具备动态变化性的特点。动态变化性是一个多尺度的过程,可以看作多种因素干扰的结果。影响费效分析动态变化的因素主要包括约束条件的变化性、时空分布的变化性以及不确定性。

首先,在现实条件的制约下,如环境目标约束、经济效率因素和非经济效率因素等,特定政策往往无法发挥出最大效益。其中,非经济效率因素一般包括可操作性、政治的可接受性、灵活性、公益性、公众的风险接受度等问题,是影响政策在现实世界中执行效果的最重要的因素,却往往最难以被量化。伴随着我国环境标准的逐步严格、经济水平的显著提高、公众对于环境问题认识的日益深化等,环境费效分析评估的约束条件正经历着快速的变化,因此也造成了环境费效分析框架和最优解的动态变化。

其次,受时空异质性、约束条件动态变化性的影响,环境费效分析的结果具有时空动态变化性的特点。环境费效分析的关键问题之一是如何通过全方位的费用效益评估,实现对环境政策措施的时空动态调整优化。环境政策的成本和效益在不同时间尺度、不同时间节点、不同空间尺度、不同地区具有差距,存在特异的函数关系组合。环境政策实施过程中,应根据现实条件灵活、动态地调整优化措施,即通过费用效益的时空动态评估来确定政策措施调整的时间节点和空间节点,使政策措施适用于不同时间段和不同空间尺度区域,同时对优化后的政策措施实施新的费效动态评估,从而形成良性的动态反馈机制,确保环境政策的时效性和先进性。

此外,在环境费效分析的各个环节中,由于影响识别、参数设置、影响评价等方面存在潜在的不确定性,从而造成了成本和效益分析的不确定性。在解决实际问题时,不可忽略对评估结果的不确定性描述,同时也应通过对参数的系统调研、模型优化,尽量控制不确定性在可接受的范围内。最终在特定的环境目标的约束下,选择利益最大化、现实可操作性的最佳平衡。不确定性的引入和控制也使环境费效分析结果处于动态变化中。

2.4 社会经济发展阶段的关联性

环境费效分析问题与社会经济发展阶段密切相关。正如上文所指出的,费效分析中的经济效率因素和非经济效率因素等约束条件的动态变化,影响了环境费效分析框架和最优解的选择。一般研究只考虑经济效率因素的影响,但本文更加关注非经济效率因素反映社会现状的突出能力,尤其是非经济效率因素中的公众风险接受度和环境风险感知水平。厦门人民通过博弈阻止了PX项目在当地的建设,并迫使项目重新选址,就是反映群众风险感知影响环境管理决策的一个经典案例。

随着社会经济的不断发展,人们的生活水平逐步提高,环境问题也在不断加剧和演变,群众的风险感知也随之发生变化。不同风险阶段民众风险感知的差距不仅体现为绝对数值上的差异,也体现为风险感知水平评价标准和评价基准的变化。因此,在开展环境费效分析时,一定要将社会经济发展阶段纳入考量的范畴,每隔5~10年就需要重新系统评估一次,这不仅仅涉及了通货膨胀的问题,还涉及社会价值取向的问题,但往往被

大多数决策者和科研人员忽略。

3 环境费效分析应用潜力及展望

综上, 费效分析可以利用量化或者货币化手段综合考量政策得失, 具有内容广泛性、时空异质性、动态变化性并与社会经济发展阶段密切相关的特点, 应用广泛且充满前景, 受到利益相关者和决策部门的重视。但目前我国尚未将费效分析正式纳入政府决策体系中, 基于对环境费用效益特点的充分考量, 本文建议从如下方面推进我国环境费效评估政策体系的建设:

3.1 尽快建立我国环境费用效益评估框架

环境费效分析问题具有内容广泛性的特点, 表现为普遍适用于评估各种决策问题, 同时研究对象和方法复杂多变, 因此给评估结果的比较、排序、推广等工作带来了困难。所以应尽快建立我国环境费效评估框架, 对广泛内容进行系统总结和准确的规定。

(1) 在系统梳理我国环境现状和环境管理现状的基础上, 准确界定费效分析的研究对象、研究尺度、研究方法等, 提高环境费效分析应用于促进环境政策的评估、排序和优化的能力。

(2) 尽快建立多尺度(国家层面、区域层面、省和城市层面)的环境费效评估模型。考虑到环境费效分析同时具有内容广泛性和时空异质等特点, 同时不同尺度上也具有不同的环境管理目标、环境管理偏好、环境管理体系等。因此, 应该尽快建立我国环境管理体系中各尺度的标准的环境费效评估模型, 并进一步实现不同尺度模型的耦合和联动化。

(3) 尽快出台评估指南和技术规范, 促使环境费效分析常规化, 成为环境管理中的常规程序。应积极借鉴欧美等发达国家环境费效分析运行的机制, 将环境费效分析方法纳入国家政策制定、评估的标准化程序。尽快出台评估指南和技术规范, 形成环境政策事前评估的运行机制, 从而提前发现政策的优缺点, 切实提高政策的实施有效性。

3.2 扩展环境费效评估内涵, 将生态补偿、风险感知纳入评估框架

环境费效分析具有时空异质性的特点, 应将生态补偿机制纳入环境费效评估管理框架, 解决异质性造成的公平性问题。同时环境费效分析也受到民众风险感知水平等非经济效率因素的限制, 并与社会发展阶段密切相关, 影响民众的风险判断和政策倾向, 也应作为政策考量的重要因素纳入环境费效评估框架体系之中。

(1) 应根据环境费效评估结果, 对费效比高的地区给予生态补偿。比如, 一些具有邻避性质的民生工程在建设和运行中, 会对周围生态和人体健康产生一定的负面影响。应通过费效分析的手段, 量化生态补偿的金额, 缓解异质性造成的公平性问题。

(2) 风险感知水平会影响个人对政策的主观判断, 且专家和普通民众通常具有不同的风险感知水平, 因此将公众风险感知纳入费效评估框架, 对于在资源成本约束下, 优先解决公众关心的环境问题具有重要意义。风险感知的引入将进一步影响政策评估的排序结果, 影响环境管理决策。

3.3 形成动态反馈、动态调整的运行机制

环境费效分析问题具有动态变化性、与社会经济发展阶段关联的特点, 应形成动态反馈和动态调整的自我提升机制, 积极适应约束条件、不同社会发展阶段下的价值取向的变化, 确保环境政策的时效性和先进性。

(1) 展开全方位的费效分析评估, 实现对环境政策条件改变的快速动态反馈机制。通过提前建立不同政策条件下对应的响应模型库, 实现对环境政策条件的快速筛选和应用, 以提高环境管理的应急响应能力。

(2) 开展环境费效分析应考虑社会经济、意识形态发展阶段, 形成定期调整分析框架、指南和技术规范的动态调整机制。建议以 5 或 10 年作为环境费效分析框架或指南调整的时间跨度, 积极适应经济效率因素和非经济效率因素等条件的快速变化。

参考文献

- [1] Dupuit J. On the Measurement of the Utility of Public Work[M]. Translated from France. In: international Economic Papers. London, 1952.
- [2] 董战峰, 王军峰, 戴爱玉, 李红祥. OECD 国家环境政策费用效益分析实践经验及启示[J]. 环境保护, 2017, 45(2-3): 93-98.
- [3] 周福祥. 关于环境污染经济损失计量方法的探讨[J]. 中国环境管理, 1985(3): 14-16, 22.
- [4] 李根福. 选矿厂及其尾矿场位置对环境造成损失的计算[J]. 国外金属矿选矿, 1986(6): 47-48, 13.
- [5] 唐可诗. 湘江流域环境污染经济损失预测研究[J]. 环境污染防治, 1984(1): 7-10.
- [6] 张耀民. 我国大气污染对农业环境的影响及其经济损失费用的估算[J]. 环境科学, 1986, 7(6): 82-86, 79.
- [7] 汪俊三, 莱信德, 张更生. 中国典型生态区生态破坏经济损失分析和分区[J]. 环境科学, 1996, 17(6): 5-8.
- [8] 徐崇龄. 中国生态资源破坏的经济损失: 1985 年与 1993 年[J]. 生态经济, 1997(4): 1-11.
- [9] 边茂新. 环境污染造成人体健康经济损失计算方法的探讨[J]. 四川环境, 1987, 6(2): 22-25.
- [10] 王经南. 环境污染对人体健康的损失分析[J]. 环境科学与技术, 1988(2): 40-43.
- [11] 雷宇, 薛文博, 张衍桀, 许艳玲. 国家《大气污染防治行动计划》健康效益评估[J]. 中国环境管理, 2015, 7(5): 50-53.
- [12] 赵晓丽, 叶晓妹. 以电代煤的经济与环境效益分析[J]. 中国环境管理, 2017, 9(4): 51-57.
- [13] 毕军, 马宗伟. 多尺度大气污染防治情景费效模型研究及示范[J]. 中国环境管理, 2016, 8(4): 111-112.
- [14] Jacoby H D, Reilly J M, McFarland J R, et al. Technology and technical change in the MIT EPPA model[J]. Energy economics, 2006, 28(5-6): 610-631.

- [15] Nordhaus W D. An optimal transition path for controlling greenhouse gases[J]. *Science*, 1992, 258(5086): 1315-1319.
- [16] Nordhaus W D, Yang Z L. A regional dynamic general-equilibrium model of alternative climate-change strategies[J]. *American Economic Review*, 1996, 86(4): 741-765.
- [17] Vrontisi Z, Abrell J, Neuwahl F, et al. Impact assessment of European Clean Air policies in a CGE framework[R]. Spain: Institute for Prospective and Technological Studies, Joint Research Centre, 2014.
- [18] Muller N Z, Mendelsohn R. The air pollution emission experiments and policy analysis model (APEEP) Technical Appendix[R]. New Haven: Yale University, 2006.
- [19] Voorhees A S, Wang J D, Wang C C, et al. Public health benefits of reducing air pollution in Shanghai: A proof-of-concept methodology with application to BenMAP[J]. *Science of the total Environment*, 2014, 485-486(1): 396-405.
- [20] Jochem P, Doll C, Fichtner W. External costs of electric vehicles[J]. *Transportation Research part D-Transport and Environment*, 2016(42): 60-76.
- [21] Streimikiene D, Alisauskaite-Seskiene I. External costs of electricity generation options in Lithuania[J]. *Renewable Energy*, 2014, 64(2): 215-224.

Characteristics and Application of Environmental Cost-benefit Analysis in China

ZHOU Qi¹, XU Jinming², LIU Miaomiao^{1*}, BI Jun¹

(1. State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Rouse School of the Environment, Nanjing University, Nanjing 210023, China;

2. School of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

Abstract: In order to comprehensive understand the current development status of environmental cost-benefit analysis (short for CBA) in China, this paper summarized the research progress at home and abroad, systematically analyzed the characteristics of environmental CBA and figured out the potential application of this method in the future. On the whole, environmental CBA has the characteristics of extensive content, spatial-temporal heterogeneity, dynamic change and close relationships with socio-economic development state. At the present stage, a standard multiscale environmental CBA framework with dynamic feedback should be established. The framework should take traditional CBA, risk perception, and ecological compensation into consideration. In the future, it is of great importance of incorporating environmental CBA in the decision-making system.

Keywords: cost-benefit analysis; environmental management; risk assessment