

# 基于成本效益分析和环境风险评价的决策研究进展

刘永藻 (厦门大学环境与生态学院, 福建厦门 361102)

**摘要** 成本效益分析和环境风险评价同是决策支持方法,并在决策中相互补充,在21世纪的新形势下经济效益和环境风险的权衡变得愈加重要。从成本效益分析确定环境风险评价的指标、成本效益分析确定风险损失和风险可接受水平、环境风险评价确定成本效益分析中的风险三个方面总结了基于成本效益分析和环境风险评价的决策研究进展,并提出研究展望。

**关键词** 成本效益分析;环境风险评价;决策

**中图分类号** S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)32-12690-02

## Research on Application of Environmental Risk Assessment and Cost Benefit Analysis in Decision Making

LIU Yong-hong (College of Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361102)

**Abstract** Cost benefit analysis and environmental risk assessment are methods to support decision making, and complement each other. The tradeoff between economic benefit and environmental risk becomes more important in new situation of 21st century. This study summarizes application of cost benefit analysis and environmental risk assessment in decision making from the following three aspects: applying cost benefit analysis to determine environmental risk assessment index, applying cost benefit analysis to determine the risk loss and risk acceptable level, and quantifying risks in cost benefit analysis by environmental risk assessment. Besides, further studies are introduced.

**Key words** Cost benefit analysis; Environmental risk assessment; Decision making

在环境风险频发、经济发展项目数量骤增的21世纪,能否妥善处理经济发展与环境风险关系到社会的稳定与和谐发展。近几年发生的环境风险大事件,如康菲漏油、青岛石化管道爆炸,给人以警醒——风险与效益、成本是相关的,经济发展的同时需合理规避环境风险,所以决策中经济效益和环境风险的权衡至关重要。成本效益分析(Cost Benefit Analysis, CBA),即费用效益分析是一种有效的决策方法,它从整体角度考虑成本和效益以衡量项目的价值与可行性,并广泛应用于医药卫生、法律法规、电力规划等行业的大型项目决策中。环境风险评价(Environmental Risk Assessment, ERA)是环境影响评价的重要组成部分,同时也是社会经济可持续发展和环境保护的需要,ERA通过较为严格的风险计量模型和定量方法对环境风险的不确定性和危害性进行评估,并以此进行风险管理和决策,包括风险识别、源项分析、事故概率和后果估算、风险表征和风险管理5个阶段。成本效益分析和环境风险评价同是决策支持方法,它们在决策中是相互补充的,对决策研究具有重要作用,但它们的研究都存在一些不足。

笔者通过对文献、资料的总结分析,结合决策中成本效益分析和环境风险评价的具体作用将成本效益和环境风险评价的研究内容划分成3个部分:通过成本效益分析确定环境风险评价的指标;通过成本效益分析确定风险损失和风险可接受水平;通过环境风险评价确定成本效益分析中的风险,从而支持成本效益分析。

### 1 通过成本效益分析确定环境风险评价的指标

风险的重要特征之一是不确定性,因此环境风险评价的结果也具有不确定性,故评价指标的选取需谨慎。在运用成本效益分析对环境风险的损失货币化和贴现时,折现率和折

现期应特殊考虑<sup>[1]</sup>,加上环境效益和风险损失的长远性,所以风险评价指标不宜选取静态指标,而应该选用动态指标。马立强等参照国内外风险评估方法,应用模糊可能性理论,在矿井生产风险等级划分的基础上利用成本效益分析法确定3个风险评估指标——因抗风险所引起的投资追加费用、矿井生产风险产生的灾害后果带来的损失和生产事故所造成的损失,根据这3个指标的结果提出专家建议,供决策者参考<sup>[2]</sup>。

### 2 通过成本效益分析确定风险损失和风险可接受水平

成本效益分析将项目的成本和效益货币化、贴现,并计算净现值和净效益现值,从而为决策和管理提供直观的数据支持。为了弥补环境影响评价的经济意义的不足,《中华人民共和国环境影响评价法》(2002)规定建设项目需进行经济损益分析,史晓新等<sup>[3]</sup>、张彤炬等<sup>[4]</sup>、朱利等<sup>[5]</sup>分别将成本效益分析用于水资源工程、高速公路建设、港口建设等环境影响评价中,这样的评价结果有助于决策者发现成本的变化、选择最优方案、综合考虑各类环境问题。随着风险事件的频繁发生和风险认识的提高,成本效益分析逐渐被运用到风险评价中,研究多集中在风险管理中成本效益分析的应用。理论上,成本效益分析是环境风险评价的技术方法之一,可以确定风险的可接受水平、选择最佳的风险控制方案<sup>[6-8]</sup>。也有学者将其运用到具体的实践案例研究中,Cappabianca等<sup>[9]</sup>、黄新生<sup>[10]</sup>、张爽等<sup>[11]</sup>分别将成本效益分析用于雪崩、轻型平台、海洋溢油的风险管理中,量化不同的风险管理方案和风险控制措施的成本,并确定可接受的风险水平。也有研究通过成本效益分析确定风险损失,如Finney在林业大火风险评价中用成本效益分析将火灾造对人类基础设施影响和生态价值影响的损失货币化<sup>[12]</sup>,Hernandez等用成本效益分析的经济模型分析飓风对墨西哥西北部虾养殖的影响与损失<sup>[13]</sup>。

一些机构也将成本效益分析运用到风险评价中,在这部分研究中值得一提的是由英国海事安全局在1993年国际海

**作者简介** 刘永藻(1989-),女,河南商丘人,硕士研究生,研究方向:风险评价和成本效益分析。

**收稿日期** 2013-10-10

事组织海上安全委员会提出的综合安全评估( Formal Safety Assessment, FSA)。FSA 是一种通过风险分析与费用效益评估,提高海上安全和海洋环境保护程度的规范化、结构化、系统化的分析方法,它主要包括危险识别、风险分析、风险控制方案、对风险控制方案进行成本效益分析、决策建议<sup>[14-17]</sup>。在 FSA 方法中,成本效益分析对各种风险控制方案的成本、效益的量化,从而选择净效益最大的风险控制方案。

### 3 通过环境风险评价确定成本效益分析中的风险

成本效益分析作为有效的环境决策分析方法,即使具有较大不确定性也可提供非常有效的决策支持,但大多数学者仍认为成本效益分析应考虑与风险、风险成本和不确定性相关的因素<sup>[18-21]</sup>,且收益总是与风险相关的,高收益与高风险、高成本是同步的,正确判断风险有助于降低成本,环境风险评价在决策中的运用有助于快速地获得信息和做出正确的决策<sup>[22]</sup>,于是越来越多的学者开始研究如何将环境风险评价运用到成本效益分析中。

目前的研究多是通过风险评价确定成本效益分析中的不确定性,如 Almansa 等将风险评价的方法运用到成本效益分析中,并运用于因农田施肥而富营养化的西班牙 Mar Menor 湖泊中,计算贴现率、水价变化等不确定性下海水淡化装置的成本与效益<sup>[23]</sup>。成本效益分析中环境风险的研究较少,以理论研究为主,实践案例较少。Khadam 等将概率风险评价引入到决策分析框架中确定地下水污染对人体健康的风险大小与危害<sup>[20]</sup>。曹云者等讨论了基于风险的石油烃污染场地管理方法在降低成本、提高效益方面的有效性<sup>[24]</sup>。王春萍认为环境成本效益分析中的环境效益应考虑环境风险的降低<sup>[25]</sup>。此外,风险评价对成本效益分析中经济成本和环境成本的权衡非常重要<sup>[26]</sup>。总之,越来越多的研究表明科学的风险评价结果为成本效益分析和决策提供科学依据<sup>[27-29]</sup>。

### 4 总结与展望

目前,成本效益分析、风险评价的理论研究和实践应用已经非常成熟,但它们在决策中的同时应用研究相对较少。根据文献总结可知,在环境领域,研究主要集中在气候变化、自然灾害(火灾、溢油、泥石流等)、航海安全、转基因及生物入侵等方面,研究方向主要是运用成本效益分析量化风险损失、通过风险评价确定成本效益分析中的风险大小。在决策框架研究中,成本效益分析常被用于风险管理中风险控制方案的量化与选取,也用来确定风险的可接受水平<sup>[30-31]</sup>。尽管很多学者指出成本效益分析和风险评价在决策中的应用有提高决策科学性、降低风险与成本等重要意义,但是这方面的研究仍欠缺,尤其是实践方面的研究和应用。在其他领域(企业管理、市场经济)研究中,主要是在成本效益分析中考虑风险、不确定性,风险评价的主要目的是为了降低成本。

根据国内外关于成本效益分析和环境风险评价在决策中的研究现状看,目前的研究仍存在一些不足,应从以下方面加强研究。

成本效益分析和环境风险评价共同运用到决策中,有助

于提高决策的可行性,但是目前为止还没有一个合理的、健全的基于环境风险评价和成本效益分析的决策框架,无论是将环境风险评价引入到成本效益分析中还是将成本效益分析用于环境风险评价,都要建立合适的决策框架,并通过实践案例论证决策框架的可行性。另外,成本效益分析因不能有效地表达与风险有关的信息而受到质疑,故在成本效益分析中引入环境风险评价意义重大,这有助于决策者综合考虑所有环境问题,从而源头上控制环境风险,加强这方面内容的理论和实践研究具有深远意义。

与常规环境影响不同,环境风险的发生概率、危害具有不确定性,风险预测的准确度与历史资料统计密切相关,完善的基础资料和数据是检验决策框架可行性的前提条件,所以还应加强基础资料 and 数据的积累。

### 参考文献

- [1] 李素芸. 环境影响经济评价中费用效益分析法应用讨论[J]. 财会月刊, 2011(30): 53-54.
- [2] 马立强, 张东升. 矿井生产风险评估[J]. 江苏煤炭, 2003(4): 19-21.
- [3] 史晓新, 夏军. 论可持续发展与水资源工程环境影响评价[J]. 自然资源学报, 1997, 12(4): 299-306.
- [4] 张彤炬, 傅大放. 公路环境影响评价中方案比选的费用效益分析方法[J]. 公路交通科技, 2007, 24(4): 155-158.
- [5] 朱利, 刘春玲. 基于费用效益分析法的港口建设项目环境影响经济评价[J]. 中国水运(下半月刊), 2010(10): 61-63.
- [6] 韩丽, 曾添文. 生态风险评价的方法与管理简介[J]. 重庆环境科学, 2001, 23(3): 21-23.
- [7] 郭永龙, 刘红涛, 蔡志杰. 论工业建设项目的环境风险及其评价[J]. 地球科学——地质大学学报, 2002, 27(2): 235-240.
- [8] 周平, 蒙古吉. 区域生态风险管理研究进展[J]. 生态学报, 2009, 29(4): 2097-2106.
- [9] CAPPABIANCA F, BARBOLINI M, NATALE L. Snow avalanche risk assessment and mapping: A new method based on a combination of statistical analysis, avalanche dynamics simulation and empirically-based vulnerability relations integrated in a GIS platform[J]. Cold Regions Science and Technology, 2008, 54(3): 193-205.
- [10] 黄新生. 轻型平台在淮海油气田中的开发和应用[J]. 中国海洋平台, 1997(1): 12-20.
- [11] 张爽, 张硕慧, 刘晓丰, 等. 船舶及相关作业造成的海洋油污染之风险评估标准[J]. 大连海事大学学报: 社会科学版, 2012, 11(2): 39-42.
- [12] FINNEY M A. The challenge of quantitative risk analysis for wildland fire[J]. Forest Ecology and Management, 2005, 211(1/2): 97-108.
- [13] HERNANDEZ-LLAMAS A, ZARAIN-HERZBERG M. Bioeconomic modeling and risk analysis of raising shrimp *Litopenaeus vannamei* in floating cages in northwestern Mexico: Assessment of hurricane hazard, stochastic variability of shrimp and feed prices, and zootechnical parameters[J]. Aquaculture, 2011, 314(1/4): 261-268.
- [14] 刘大刚, 郑中义, 吴兆麟. 大风浪中航行船舶风险体系分析[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(2): 100-102.
- [15] KONTOVAS C A, PSARAFITIS H N. Formal safety assessment: a critical review[J]. Marine Technology, 2009, 46(1): 45-59.
- [16] 任玉清, 郑吉祥. 综合安全评估(FSA)在渔船风险控制中的应用[J]. 渔业现代化, 2011, 38(3): 58-61.
- [17] 陈贵学. 青岛港通航综合安全评估研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2012.
- [18] SIMPSON D, WALKER J. Extending cost-benefit analysis for energy investment choices[J]. Energy Policy, 1987, 15(3): 217-227.
- [19] EWUSI-MENSAXH K. Evaluating information systems projects: a perspective on cost-benefit analysis[J]. Information Systems, 1989, 14(3): 205-217.
- [20] KHADAM I M, KALUARACHCHI J J. Multi-criteria decision analysis with probabilistic risk assessment for the management of contaminated ground water[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2003, 23(6): 683-721.

(下转第 12729 页)

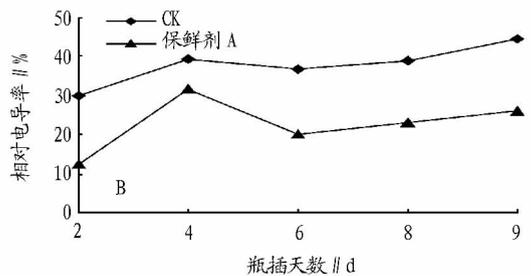
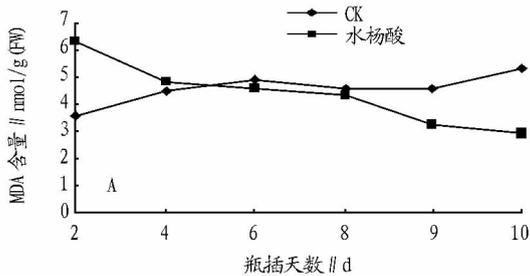


图5 水杨酸对玫瑰切花花瓣中MDA含量和相对电导率的影响

### 3 讨论

玫瑰切花采收后,花枝脱离母体会表现出一系列的生理生化变化。导致切花衰老的原因很多,例如切花在离开母株后失去维持生命活动所需的水分和营养物质,在衰老过程中,产生的乙烯又会加速切花的衰老等<sup>[16]</sup>。为了保持切花水分的代谢,延缓细胞衰老和花瓣萎蔫,可以用保鲜剂延长切花寿命,改善其品质。

通过该研究可以判定,水杨酸对玫瑰切花保鲜及其寿命的延长具有显著的影响。试验结果表明,水杨酸溶液可以通过增加可溶性糖和可溶性蛋白质的含量、提高 POD 和 CAT 的活性、抑制 MDA 的积累以及氧自由基的生成速率和相对电导率的增加,维持切花水分,延长切花寿命。

### 参考文献

- [1] 黄运凤,章玉平,刘武,等. 玫瑰切花保鲜技术研究初报[J]. 广西农业科学,2005,36(4):333-335.
- [2] 何生根,冯常虎. 切花生产与保鲜[M]. 北京:中国农业出版社,2000:84-95,119-121.
- [3] 樊慧敏,赵敏,王建书. 环保型保鲜剂对玫瑰切花保鲜效应[J]. 贵州农业科学,2009,37(9):191-193.
- [4] 刘新. 水杨酸对植物体生理活动的影响[J]. 莱阳农学院学报,1998,15

(4):280-284.

- [5] 李金枝,罗红,彭诚. 含 GA<sub>3</sub> 的预处理液对百合切花衰老的影响[C]//中国植物生理学会第九次全国会议论文摘要汇编. 贵阳,2004:1-44.
- [6] ELGAR H J, WOLF A B, BIELEFELD R L. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure[J]. Postharvest Biology and Technology, 1999, 16:257-267.
- [7] 李如亮. 生物化学实验[M]. 武汉大学出版社,1998:2-8,57-58.
- [8] 汤章城. 现代植物生理学实验指南[M]. 上海:上海科学出版社,1999:127-128,305-306,308-309,314-315.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:164-169.
- [10] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,2003:123-124,268-270.
- [11] 乔爱民,谢黎飞,盛爱武. ZnCl<sub>2</sub> 对瓶插玫瑰切花保鲜作用的初步研究[J]. 仲恺农业技术学院学报,2000,13(1):10-14.
- [12] 苏军,叶文. 含抗坏血酸保鲜剂对小苍兰切花几个衰老指标的影响[J]. 上海农业学报,1997,13(4):80-82.
- [13] HALEVY A H, MAYAK S. Senescence and post-harvest physiology of cut flowers[J]. Part Hort Rev, 1979, 1:204-236.
- [14] 范美华,董芳琴. 水杨酸对玫瑰切花保鲜的效应[J]. 江苏农业科学,2008(2):13-19.
- [15] 范美华,王健鑫,石戈,等. 水杨酸和6-BA对非洲菊切花保鲜的研究[J]. 北方园艺,2008(8):117-120.
- [16] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 4版. 北京:高等教育出版社,2001:180-181,280-281.

(上接第12691页)

- [21] JONES-LEE M, AVEN T. The role of social cost-benefit analysis in societal decision-making under large uncertainties with application to robbery at a cash depot[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2009, 94(12):1954-1961.
- [22] FARROW S. Using Risk Assessment, Benefit-Cost Analysis, and Real Options to Implement a Precautionary Principle[J]. Risk Analysis, 2004, 24(3):727-735.
- [23] ALMANS A C, MARTINEZ-PAZ J M. What weight should be assigned to future environmental impacts Aprobabilistic cost benefit analysis using recent advances on discounting[J]. Science of the Total Environment, 2011, 409(7):1305-1314.
- [24] 曹云者,施烈焰,李丽和,等. 石油烃污染场地环境风险评价与风险管理[J]. 生态毒理学报,2007,2(3):265-272.
- [25] 王春萍. 环境费用效益分析法在环境绩效审计中的应用[J]. 财会通讯,2007(2):61-62.

- [26] BUTT TE, LOCKLEY E, ODUYEMI KO. Risk assessment of landfill disposal sites - State of the art[J]. Waste Management, 2008, 28(6):952-964.
- [27] 张建荣. 对区域环境风险评价的探讨[J]. 中国环境管理,1997(6):39-40.
- [28] BARNARD R C. A new approach to risk assessment integrating scientific evaluation and economic assessment of costs and benefits[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 1996, 24(2):121-125.
- [29] RICCI P F. Environmental and health risk assessment and management: principles and practices[M]. Springer, 2006.
- [30] SERRA JA, DOMENECH E, ESCRICHE I, et al. Risk assessment and critical control points from the production[J]. International Journal of Food Microbiology, 1999, 46:9-26.
- [31] 刘正江,王逢辰,夏国忠. 综合安全评估(FSA)回顾、发展及对策[C]//第五届海洋船舶驾驶专业委员会. 1995-2009航海技术论文选集(第1集). 中国航海学会,2010.