

# 累积环境影响评价理论体系及其发展趋势

张虎成<sup>1,2</sup>, 闫海鱼<sup>2</sup>, 杨桃萍<sup>1</sup>, 申跃<sup>1</sup>

(1. 中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院, 贵州 贵阳 550081;

2. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:** 累积环境影响是环境影响评价领域研究的热点和发展的必然趋势。本文针对累积环境影响的概念、特征、影响途径、影响分类、评价方法及评价步骤进行详细阐述, 指出目前我国累积环境影响评价面临的主要问题及今后的发展趋势。

**关键词:** 环境工程学; 累积环境影响评价; CEIA 理论体系; 评价方法和步骤; 发展趋势

**中图分类号:** X32      **文献标志码:** B      **文章编号:** 1007-0133(2008)06-0018-04

## 0 引言

近20多年来, 环境影响评价制度(Environmental Impact Assessment, EIA)在协调我国经济发展与环境保护方面发挥了巨大作用<sup>[1]</sup>。随着EIA研究和实践的深入, EIA的概念得到了扩展, EIA的理论、方法体系和管理机制逐渐完善。经过多年的发展, 常规的项目环境影响评价逐渐向涵盖政策、计划、规划和方案的战略影响评价(Strategic Environmental Assessment, SEA)方向和综合考虑累积环境影响(Cumulative Environmental Impact Assessment, CEIA)的方向发展<sup>[2]</sup>。

## 1 累积环境影响评价的理论体系

### 1.1 累积环境影响的概念

累积环境影响的概念(Cumulative Environmental Impacts Assessment, CEIA)最早见于1973年颁布的美国《实施“国家环境政策法”(NEPA)指南》一书上, 并在1978年颁布的《NEPA规定》中被正式提出要求考虑<sup>[3]</sup>。国际上具有代表性的CEIA研究主要集中于美国、加拿大、澳大利亚和荷兰, 尤其是美国、加拿大对CEIA从概念到实践进行了20多年的探讨。该概念的涵义是指“当1个项目与过去、现在和未来可能预见到的项目进行叠加时会对环境产生综合影响或累积影响”, 特别是指“各个项目的单独影响不大, 而综合起来的影响却很大”的现象。

CEIA是系统分析和评估累积环境影响的过程。它考虑区域乃至更大范围内的环境变化, 分析环境的时间和空间上的累积效应。通过对CEIA的研究, 可以在更宽广的时空范围协调发展与环境保护的关系, 将过去、现在和将来的开发活动均包括在

评价范围内, 并从受影响的自然环境、生态系统和社会环境角度进行评价, 注重环境累积影响的加和、协同、拮抗效应研究。将单个项目的环境影响与多个项目的影响共同考虑, 拓展时空, 为合理开发区域各类资源、能源提供更加完整、长远的环境影响信息, 为合理开发区域(流域)自然资源或能源提供更加可靠的信息和依据。

目前, 在我国虽然有许多学者和环境管理人员意识到CEIA的重要性, 并建议开展CEIA的理论与实践研究<sup>[4-5]</sup>, 但至今还没有进行实质性的、系统的CEIA的研究。香港1998年新实施的环评条例考虑到了累积效应, 并要求评估累积性影响, 但CEIA的实践尚处于初步阶段。

### 1.2 累积环境影响的特征

累积环境影响现象常常是由于干扰和协同作用在时间和空间上发生拥挤而造成的。累积环境影响的特征可归纳为以下2个方面:

(1) 时间上拥挤。时间拥挤是指受影响的系统被同一地点的因素以足够的频率重复干扰以至于没有时间恢复。即当2个干扰之间的时间间隔小于环境系统从每个干扰中恢复过来所需的时间时, 就会产生时间上的累积现象。

(2) 空间上拥挤。空间拥挤是指受影响的系统被几个类似的因素、活动或被造成相同影响的不同活动干扰, 干扰的区域有限, 以至于无法消化这些影响, 即当2个干扰之间的空间间距小于疏散每个干扰所需的距离时, 就会产生空间上的累积现象。空间累积在空间上可以是局部的、区域的或全球

收稿日期: 2008-07-26

作者简介: 张虎成(1974—), 男, 山西省太原市人, 博士后, 主要从事环境影响与环境规划方面的研究。

的, 在密度上可以是分散的或集聚的, 在外形上可以是点状的、线状的或面状的。

### 1.3 累积环境影响途径

在累积环境影响的概念框架中主要包括影响源、影响途径和影响效应 3 个部分:

(1) 影响源(原因): 人类的开发活动是产生环境累积影响的主要根源。虽然各类开发活动在数量、类型和时空分布上情况各异, 可将其简单地分为单个开发项目和多个开发项目两大类。

(2) 影响途径(方式): 累积环境影响产生的途径可根据影响源的类型(单个项目或多个项目)和累积的方式(加和作用或交互作用)分为四大类。Peterson 等在 1987 年提出了人类活动产生累积影响的基本途径, 如图 1 所示<sup>[7]</sup>。

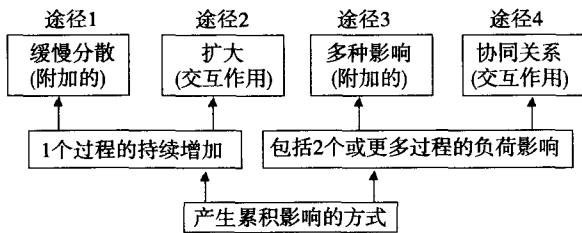


图 1 导致累积影响的基本途径

(3) 影响效应(结果): 影响效应是指开发活动对环境造成的累积效应。累积环境影响相对单一项目在一时间段的环境影响而言具有叠加、协同、时间滞后、边界扩大等效应, 因而是不容忽视的。将过去、现在和将来的其他活动包括在建议活动的评价范围, 是 CEIA 区别于传统环境影响评价的重要特征和关键环节, 也是环境影响评价进一步发展完善的重要趋势<sup>[8]</sup>。

### 1.4 累积环境影响的分类

根据影响的性质, 累积环境影响的分类可分为同一效应影响、补充影响、并列影响和相互作用影响 4 种类型, 如图 2 所示。

由图 2 可知, 根据影响过程 CEIA 的分类归纳起来可划分为以下 2 类:

(1) 过程型直接累积环境影响。如在同一流域水梯级开发中, 上游梯级造成的土地资源的损失数量与下游梯级造成的土地资源损失量的累积影响表现为直接的加和影响。而另有一些项目, 它们产生的环境影响本来互相并不关联, 但是它们以不同的方式降低了整个生态环境系统的功能, 所以认为它们是有关联的。例如目前在某一地区兴建的热电厂, 从厂里排出的冷却水流入附近湖泊使湖泊里的水温上升、含氧量下降, 而同时附近的农业耕作由于使用农药化肥而产生的大量磷负荷也进入该湖

	单独作用影响	联合作用影响	实例
同一影响	A ↓ Y ↓ Z	B ↓ Y ↓ Z Y <sub>直接</sub> ↓ Z <sub>直接</sub>	梯级电站A淹没 梯级电站B淹没 土地数量x 土地数量y ↓ 土地资源受淹x+y ↓ 区域土地资源总量减少
补充影响	A ↓ Y <sub>1</sub> ↓ Z	B ↓ Y <sub>2</sub> ↓ Z Y <sub>1</sub> ↓ Y <sub>2</sub> ↓ Z <sub>直接</sub>	梯级电站A建设 梯级电站B建设 ↓ 植被破坏 人为活动 ↓ 野生动物生境缩小
并列影响		A ↓ Y <sub>1</sub> ↓ Z <sub>间接</sub>	梯级电站A建设 人为活动加剧 ↓ 基础设施改善 污水排放量增加 ↓ 电站所在河段水质恶化
依赖影响	A ↓ Y <sub>1</sub>	B ↓ Y <sub>2</sub> ↓ Z <sub>间接</sub>	梯级电站A建设 梯级电站B建设 ↓ 大坝阻隔 下泄低温水 ↓ 洄游鱼类绝迹

注: 图中 A、B 表示开发活动, Y 表示开发活动产生相同的环境影响, Y<sub>1</sub> 和 Y<sub>2</sub> 表示开发活动 A 和 B 各自产生的环境影响, Y<sub>直接</sub> 表示开发活动 A 和 B 产生的直接累积影响, Z 表示各开发活动产生的累积环境影响结果, Z<sub>直接</sub> 和 Z<sub>间接</sub> 表示开发活动产生的直接累积环境影响结果和间接累积环境影响结果。

图 2 累积环境影响的类型及应用实例说明

泊, 这 2 种影响之间本来是没有联系的, 但是它们从不同的方面都影响到湖泊的营养化程度, 所以认为它们之间也存在累积现象。

(2) 诱导型间接累积环境影响。除了过程型直接的累积现象外, 还存在一种由开发项目间接产生或次生的累积现象。这种累积现象的产生主要是由于某些开发项目的出现会刺激和加速其他始料不及的新项目的出现, 该类项目对环境产生的深远影响远大于其直接影响, 例如, 新道路项目的建设将带动周边地区房地产、商业等项目的开发。

### 1.5 累积环境影响评价方法

目前单个项目的环境影响评价指标、评价方法与评价理论已经相对成熟与完备, 对协调环境保护与经济发展关系方面做出了其应有的贡献。但对同一区域内实施多个性质相同或相似的项目对环境造成的加和、协同、放大以及拮抗效应的研究严重不足, 这也是目前造成很多区域“项目做了环评但仍有环境问题产生”的主要原因, 归根结底是由于关注点只针对了单个项目的影响, 没有从整个区域(流域)进行综合考虑, 忽略了多个项目对环境的累积影响。此外, 累积环境影响评价得不到足够重视还有一个主要原因就是缺少恰当的评价方法。根据中华人民共和国《规划环境影响评价技术导则

(试行)》, CEIA 方法主要有: 专家咨询法、核查表法 (checklist)、矩阵法 (matrix)、叠图法 (Map Overlays)、网络法、系统流图法、情景分析法 (Scenario Analysis)、环境数学模型 (Environmental Mathematical Model)、环境承载力分析等, 但这些方法并不能完全解决实际存在的累积影响。尚需对

这些已有的方法进行适当修正或作进一步探索, 针对不同的“累积源”提出不同的方法进行评价, 以满足评价要求。

Smit. B 在 1995 年发表的《累积影响评价方法》比较全面、系统地分析了常被用来进行 CEIA 的方法<sup>[9]</sup>, 见表 1。

表 1 累积环境影响评价分析的方法

类别	主要特征	分析方式	代表性方法
空间分析	时间上的地图空间变化	序列的地理分析	地理信息系统 (GIS)
网络分析	确定系统的基本结构和交互作用	流程图; 网络分析	环境分析; Sorenson 网络
生物地理分析	景观单元的结构与功能分析	区域类型分析	景观分析
交互矩阵	综合加和与交互效应; 确定优先效应	矩阵相乘与集合技术	Argonne 多个项目矩阵; 概要矩阵; 扩展的交互矩阵
模型模拟	模拟环境系统或系统要素的行为	数学模型	森林砍伐模型; A-P 值法
专家咨询	采用专家的经验解决问题	Delphi 法	原因 - 结果图

### 1.6 累积环境影响评价的程序步骤

一些学者和环保工作者针对不同项目的累积环境影响进行了许多尝试与探索, 包括 CEIA 的方法与评价步骤, 但截至目前为止, 我国尚未出台有关 CEIA 的规范。借鉴美国环境质量委员会 1997 年曾给出的 CEIA 的典型步骤, 累积环境影响评价的程序与步骤可以划分为 11 个步骤, 这 11 个步骤在概念上和使用时与传统的环境影响评价步骤有所相似, 见表 2。

表 2 累积环境影响评价典型步骤

环境影响评价的成分	累积影响评价的步骤
定义范围	a. 识别伴随拟开发活动的显著的累积影响并确定评价目标; b. 建立分析的地理范围; c. 建立分析的时间框架; d. 识别应受关注的其他影响源、生态系统和社会环境。
描述受影响的环境	a. 描述在范围确定过程中识别的资源、生态系统和人类社会活动的特性以及它们对环境变化的承受能力; b. 描述影响这些资源、生态系统和社会环境因素的特征以及它们与法规阈值间的关系; c. 制定资源、生态系统和社会环境的基线条件状况。
确定环境后果	a. 确定人类活动和资源、生态系统和社会环境之间重要的因果关系; b. 确定重大的和显著的累积影响; c. 改变或增加替代方案以避免、减缓显著的累积影响; d. 监测采用替代技术和环境管理后的累积影响。

由表 2 中 11 个步骤可以看出, 累积环境影响评价大致可以划分为研究范围确定 (包括空间范围与时间范围)、分析累积影响、制定减缓措施、评价采取措施后剩余环境影响的显著性以及后续的监测措施。这些步骤对指导开展累积环境影响评价具有一定的价值, 但更加完备细致的评价步骤尚需开展进一步的深入研究。

## 2 累积环境影响评价面临的主要问题及发展趋势

尽管累积环境影响的效应日益被越来越多的环保工作者和管理者所重视, 且正成为环境科学领域研究的热点问题, 但却面临着一系列的问题需要解决, 主要表现在以下 3 个方面:

(1) 尚未明确针对累积环境影响提出法定要求及相应的技术导则。1997 年 11 月国家环保总局颁布的《非污染生态影响环境影响评价技术导则》对自然资源开发项目等的区域生态环境影响提出了累积环境影响的考虑<sup>[10]</sup>, 但现有的项目层次及区域层次的环境影响评价制度体系尚未明确针对 CEIA 提出法定要求, CEIA 仍缺乏相应的技术导则、明确的评价步骤和文本格式的要求。

(2) 评价的时空范围尚未全面体现累积影响的要求。CEIA 时空范围大的特点对环境背景数据提出了较高的要求, 从时间范围来看, 由于历史环境监测资料积累的时间相对较短, 实践中通常将过去活动的影响包括在环境现状之中, 以环境现状作为评价基线, 没有分析确认过去行动和现在行动分别对累积环境影响的贡献。从空间范围来看, 现时环评报告中规模大的建设项目及区域开发

项目对累积环境影响的考虑范围较少,而 CEIA 则要求空间上应拓展至环境资源不再受到明显影响的范围<sup>[11]</sup>。

(3) 减缓措施偏重于环境污染影响,后续的环境监控及适应性管理有待加强。环境影响评价中总量控制的重心是以达标排放为前提,结合所在区域环境的允许容量或总量控制计划指标加以核定,着眼点较多偏重于环境污染影响,对长远的生态系统、生物资源及社会影响的累积效应关注不够。现时环评报告中大多缺乏长期的生态完整性监测指标及相应的管理方案。后续监控及适应性管理是累积影响减缓措施的重要组成部分,但目前环境影响评价的验收监测范围较窄,缺乏动态的从项目建设到运行各个阶段实际环境影响的跟踪监测及适应性管理方案。

除此之外,笔者认为还有 2 点有待进一步关注:

(1) 对 CEIA 的时空界定没有科学明确的技术要求。由于累积影响主要是人类的开发活动对区域的环境影响在“时间上和空间上发生拥挤”,以至于这些影响无法在有限的时间内和空间内吸收和消化而导致的。不能明确评价累积影响所需划定的时间范围与空间范围可能会得出截然不同的结论。因此,明确 CEIA 所需划定的时间和空间范围必须要有科学明确的界定。

(2) CEIA 的技术方法研究有待进一步加强。目前各类文献中所阐述的 CEIA 评价方法众多,大多数为传统的 EIA 评价方法,这些方法中没有一种是被大家所公认的通行方法,且在 CEIA 的应用中显然具有一定的局限性,评价方法选用不当和采用数据精度不够均会造成评价结论的失误或偏差。

综上所述,今后 CEIA 的发展趋势必然从立法上、行政管理上及技术手段上得到加强。在立法方面随着环境影响评价的发展 CEIA 必将以法律或规范的形式进行明文规定;行政管理方面也将被更多的环境管理部门所认可,提出相关累积影响的评价要求,更多的开展 CEIA 的实践;在技术手段上更加科学先进的评价方法将被采用,如系统动力学模拟法<sup>[12]</sup>、模糊系统分析法,幕景分析法<sup>[13-14]</sup>、遥感解译等,这些发展趋势也必将促进各个学科的相互交叉、相互渗透,共同发展。

### 3 结束语

累积环境影响研究正成为环境科学领域研究的一个新热点。开展 CEIA 已经成为环境影响评价理

论体系中不可忽视的重要部分。从较大时空尺度考虑多个项目对环境可能造成的不良影响及累积影响,有利于从区域整体上预防或减缓累积环境效应,制定科学的预防措施和后续的监测计划,以保证区域综合环境质量。但目前该领域的研究仍处于起步阶段,其理论与实践还有待于发展和完善。深入开展累积环境影响评价必将进一步完善和丰富我国的环境影响评价理论体系。

(本文受贵州省科学基金项目资助,项目编号:黔科合 J 字 [2008] 2107 号)

#### 参考文献:

- [1] 彭应登,王华东. 战略环境评价与项目环境影响评价[J]. 中国环境科学,1995,15(6):453.
- [2] 马蔚纯,林健枝. 战略环境评价(SEA)及其研究进展[J]. 环境科学,2000,21(5):107-112.
- [3] The Council Oil Environmental Quality (CEQ), considering cumulative effects under the national environmental policy act [Z]. New York: CEQ, 1997.
- [4] 毛文锋,吴仁海. 建议在我国开展 CIA 的理论与实践研究[J]. 环境科学研究,1998,11(5):8-11.
- [5] 李巍,王淑华,王华东. 累积环境影响评价研究[J]. 环境污染治理技术与设备,1995,3(6):71-76.
- [6] 杨凯,林健枝. CIA:中国内地与香港的问题与实践探讨[J]. 环境科学,2001,22(1):120-125.
- [7] Perterson. E. B, Y. H. Chan, N. M. Perterson, et. al., Cumulative effects assessment in Canada: An agenda for action and research[M], Canadian Environmental Assessment Research Council, hull, Quebec:63pp, 1987.
- [8] 彭应登,王华东. 累积影响研究及其意义[J]. 环境科学,1997,18(1):86-88.
- [9] Smit B, Spaling H, Methods for cumulative effects assessment [J], Environmental Impact Assessment Review, 1995, 15:81-106.
- [10] 国家环保总局. HJ/T 19—1997,环境影响评价技术导则—非污染生态影响[S]. 1997.
- [11] 林逢春,陆雍森. 浅析区域环境影响评价与累积效应分析[J]. 环境保护. 1999(2):22-24.
- [12] 吴贻名,张礼兵,万飏. 系统动力学在累积环境影响评价中的应用研究[J]. 武汉水利电力大学学报,2000,33(1):70-73.
- [13] 林逢春,陆雍森. 幕景分析法在 CIA 中的实例应用研究[J]. 上海环境科学,2001,20(6):288-293.
- [14] D. J. Moschandreas, S. Karuchit, Scenario-model-parameter: a new method of cumulative risk uncertainty analysis [J], Environment International, 2002, 28:247-261.