

基于复合生态系统的流域梯级开发 累积环境影响识别*

吴义锋¹ 薛联青² 吕锡武¹

(1. 东南大学环境工程系 南京 210096 2. 河海大学水环学院 南京 210098)

摘要 流域开发系统是资源自然生态系统与经济、环境系统相互关联、相互作用、相互耦合而成的复合生态系统,它不仅涉及众多的经济目标,而且也涉及社会生态和自然生态环境等多种环境因子。本文以流域为基底,从生态环境功能、结构及其适应性方面,分析了流域水资源梯级开发对复合生态系统可持续发展的累积环境影响,探讨并建立了流域梯级开发复合生态系统累积影响的整合指标体系,为分析评价流域可持续发展提供了一定的依据。

关键词 生态系统 整合指标 累积影响 环境因子

1 引言

流域水资源梯级开发系统实质是水资源自然生态系统与经济、环境系统相互关联、相互作用、相互耦合而成的复合生态经济系统,它关联到众多经济目标的同时,也涉及到生态环境多种目标。水利工程与环境的关系主要以兴水利、除水害,协调流域生态关系,改进人们生活质量,维持环境与经济的可持续发展为主要目的。但任何水工程的兴建都是以环境作为基础,流域的梯级开发更是如此,它将会对整个流域的复合生态系统产生较大的直接与间接、有利与不利、单独及累积的环境影响。研究流域复合生态环境对于开发发展的约束,协调经济、社会以及环境效益的统一,达到彼此之间的动态平衡,维持流域经济、环境及生态的可持续发展已成为必然。

2 流域梯级开发环境影响系统

2.1 流域复合生态环境

生态系统是由生命系统和环境系统复合而成的统一整体。任何生态系统都具有自我调节能力即自组织能力。表现在其反馈机制可以使系统内部各生物种群之间,生物种群与无机环境之间保持比较稳定的比例关系,并且当有系统外部干扰时,生态系统可以通过自身

* 基金项目:水文水资源及水利工程学科国家重点实验室,对外开放基金项目(2003400519)。

作者简介:吴义锋,男,博士,安徽省萧县人,研究方向为河湖生态修复与生态水处理技术。

的调节能力作出积极的反应。他的局部或整体的自我调节功能机制一旦受到破坏后,其结构功能退化,物质循环紊乱,能量转化受阻。生态失衡、生态平衡是生态系统进化的基础,是在动态进化中保持平衡的。

流域水利工程梯级开发对环境的影响一般具有时间上的阶段性,各工程之间的相关性、影响范围的地带性、影响的层次性等特点。这主要是由于流域生态系统是一个由物理、化学、生物、社会、经济等因素多层次复合而成的多谱系系统。它是一个开放系统,与外界发生物质、能量与信息交换循环。外界的干扰均会给她带来复杂的影响。流域梯级开发对环境的影响可分解为各区域的环境影响之和,也可分解为在梯级情况下各单项工程产生的环境影响的协同和。

流域本身是一个完整的生态系统,然而流域的水利梯级开发则严重干扰并破坏了这个系统的平衡。随着梯级枢纽工程的兴建,陆生生态变成了水生生态,而这种变化是在短期内完成的。河流梯级开发将破坏原有的河流生态系统,而生态系统的变化是急剧的,新的生态系统可能引起物种资源生境范围的缩小,资源配置的调节及新的生态系统的平衡,需要经历一个过程,这个过程长短,取决于河流原有生态环境的状况、工程规模、社会的干扰及人为控制程度。流域电力梯级开发对资源环境、生态环境影响的累积性,则严重影响了流域的持续协调发展。

2.2 累积环境影响指标体系的建立

对环境指标的研究是随着 20 世纪 50~60 年代环境问题的日益突出而开始的。西方工业化国家饱尝了环境污染对生态、人体健康的危害,因此,当时对于环境指标的研究多集中在环境污染问题上,而且主要集中在地方层次上的大气与水体评价指标上。进入 80 年代末,随污染问题的加剧,荒漠化面积的不断扩大,生物多样性减少及森林面积锐减等环境问题的出现,人们已经认识到单纯的污染指标已经不能满足环境可持续发展的要求。全面系统地研究广义环境指标,建立新的决策指标体系,已显得尤为重要。

2.2.1 指标体系的特点

指标体系是被评价对象系统的结构框架,是对复杂系统的科学描述,是系统层次上的指标。指标体系是由一组相互联系、相互制约、相互补充且存在数量关系的指标构成,而非主观上将一些指标罗列。指标体系应从整体上反映评价对象的价值,建立指标体系应是科学性与实用性、完备性与可操作性、互斥性与有机结合性、绝对指标与相对指标、静态与动态指标的相互结合。流域梯级开发环境影响评价指标体系的建立有以下特点并体现以下原则。

2.2.1.1 体现环境可持续发展原则

评价指标体系是定量描述环境—经济交互作用的重要手段。传统的评价指标体系往往只反映外界对环境的压力与环境状况的变化(环境影响),而没有体现开发活动在区域或流域范围一定时间段后对环境系统(整个复合的生态体统)的影响程度,即未能较好地反映开发活动对环境可持续的影响。

传统环境影响评价指标是简单的状态指标,主要描述开发活动造成的环境状况的现状变化,通常是“环境效应(或影响)”指标。但可持续发展指标应不是简单的“状态指标”

而是与某个参照点相对应的一组指标。它描述的是目前或未来状态与参照点之间的“距离”，参照点可视为环境系统（整个生态系统）的“阈值”或目标值。也就是说，通过所建立的指标体系，可对目前开发活动的环境效应通过环境容量或环境承载力进行分析评价，指标体系既能够反映经济开发活动给环境造成的变化和影响，又反映自然生态系统对开发活动的支撑能力。其次，通过建立的评价指标，可进一步进行流域梯级开发活动累积效应的累积影响。

2.2.1.2 体现生态系统的完整性

生态完整性的判定是非污染生态影响评价的基础，只有通过生态完整性的判定，才能从某一方面体现复合生态环境系统的可持续发展状况。流域自然资源的梯级开发必然会影响到区域生态环境的生态完整性，导致该流域或区域的生产能力和稳定状况发生改变。但由于该体系的核心是生物，生物有适应环境变化的功能，由于生物有生产的能力，所以通过生物与环境的相互作用，可以为受到干扰的自然体系提供修复。人类的一切活动都应在生态环境和自然资源的承载能力之内进行，若活动强度过大，造成资源枯竭，生态环境极度恶化，则生存和发展的基础和支持条件都将会丧失殆尽，引起复合系统的崩溃。只有在外界干扰没有超过环境自身的生物修复能力时，该复合生态系统才能够维持自然体系的波动平衡，使环境体系处于弹性可持续发展阶段。

2.2.1.3 体现生态系统的敏感性

生态体系，包括景观和生态系统的稳定和稳定是对立统一的，由于各种生态因素的变化，生态体系处于一种波动的平衡状况。生态体系随时间的变化曲线可用3个参数表示其特征：总趋势（上升、下降或持平）；围绕总趋势的相对波动幅度，可以年变化率表示，按大小分等级；波动的韵律，系指小的波动的周期变化，可分为规律或不规律两种。如果一个小的环境变化就使系统不再围绕中心位置摆动，它具有不稳定性（instability）。有两类不稳定状态：一种是在干扰之后达到新的可预测的波动状态，一种是亚稳定平衡状态。指标应在某种程度上体现这种敏感性。

2.2.1.4 体现指标体系的独立性、综合性及简易性

流域开发活动造成的环境效应涉及社会、经济、环境和生态等多方面的因素，并且是这些系统及其构成要素之间协同作用的结果，需要较多的指标因子来客观描述，不是简单的单项指标所能体现的。但在指标选择时，并非因子越多所反映的环境状况就越真实。指标因子应该反映系统中特定方面的内容，应该根据特定开发活动的内涵及影响，建立一套能具有特定意义的指标体系。同时，体现环境指标的“整合”特性。环境指标的整合（integral）及各种环境指数的构造，应该说是当前环境指标研究领域中的一个重要趋势，其主要目的是克服当前指标体系中指标数目较多（尤其是环境指标项目）的缺陷。

2.2.1.5 体现自然环境和社会环境的动态预测特性

环境影响评价是在环境因子预测、评价的基础上，将工程建成对各环境因子产生的影响（包括自然和社会影响）和改变状况，从总体上进行分析和评价，为比较和选择方案提供科学的依据。水利工程环境的综合影响是一个规模庞大、结构复杂、因素众多、动态变化、边界模糊的大系统。尤其对流域水电的梯级开发自然环境和社 会环境的影响更为复杂多变。根据环境要素的动态变化特性建立流域梯级开发复杂的环境动态变化评估体系，充

分体现所影响的自然环境和社会环境的动态预测特性,是环境可持续经济发展的必要和充分条件。

2.2.2 流域梯级开发复合生态系统环境影响因子的识别与建立

在所研究的流域梯级开发环境影响评价中,虽然指标体系可以帮助我们确定关键问题并能指明系统的总体趋势,但指标的建立应该符合客观情况。在一些情况下,所选择的指标应相对明确,计算简易,指标含义明确。根据以上原则及其开发的环境影响特点,建立如下环境整合指标体系,如图1所示。

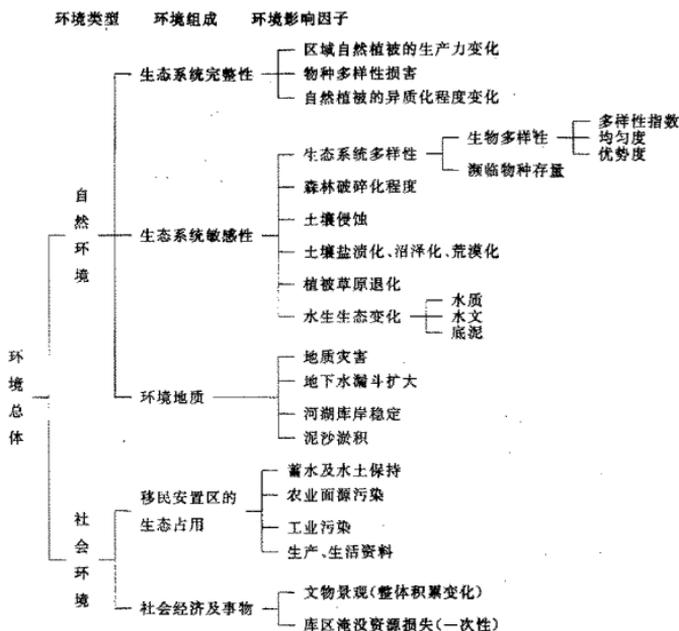


图1 环境整合指标体系

复合生态系统是由多因子(生物因子和非生物因子)组成的多层次的复杂体系和开放系统,其系统内部各因子和系统与外部环境之间有着千丝万缕、密不可分的相互联系和相互作用。通过所建立的指标体系对分析生态系统环境功能与社会、经济发展的关系,明确社会发展对区域生态功能的要求以及功能的可达性,找出限制生态环境功能的主要环境因素和社会经济影响这些功能的主要问题,都具有一定价值。

3 流域复合生态环境的协调持续发展

《中国21世纪议程》在“中国可持续发展的战略与对策”中指出:“中国可持续发展

建立在资源的可持续利用和良好的生态环境基础上。国家保护整个生命支持系统和生态系统的完整性,保护生物多样性;解决水土流失和荒漠化等重大生态环境问题;保护自然资源,保护资源的可持续供给能力,避免侵害脆弱的生态系统……”。任何流域的开发活动都要充分体现资源开发与生态环境的协同性和同步性。人类在开发建设中,利用生态资源和破坏某些生态系统几乎是不可避免的。这种日积月累的消耗和破坏,将最终导致生态系统的全面崩溃,丧失持续利用的可能性。流域开发过程中引起的复合生态环境问题,往往是一种由多级子系统问题组成的多层次、多目标非线性开放性巨系统问题。这些区域或流域性的环境问题,主要是由人类的众多开发活动对环境产生的累积效应或影响造成的,流域梯级开发对环境不仅是单项工程所产生的影响,而是由多项工程产生的时间与空间的累积性影响,这样的累积影响跨越较大的空间和时间尺度,传统的EIA与规划管理方法已不能满足多个项目的累积影响分析。特别是我国流域梯级开发活动的规模和范围大,进入到多个项目开发的阶段,因此实施流域可持续发展战略,以流域环境经济协调发展为基础,建立流域梯级开发可持续发展的指标体系和环境影响的综合评估体系,对保证流域资源、环境、经济的协调持续发展,具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 冯尚友, 刘国全. 水资源持续利用的框架. 水科学进展, 1997, 8 (4)
- 2 国家环境保护局. 中国环境保护 21 世纪议程. 北京: 中国环境科学出版社, 1995
- 3 UNEP. Sustainable water development and management. Water Resources Development, 1989, 5 (4)
- 4 齐实, 孙保平, 孙立达. 持续发展下的流域治理规划模型. 水土保持学报, 1995 (4)
- 5 孙立达. 小流域综合治理的动态监测与效益评价研究进展. 水土保持学报, 1993, 7 (4): 84-95
- 6 Maidment D R. GIS and Hydrologic Modeling—an Assessment of Progress. 3rd International Conference on GIS and Environmental modeling. Santa Fe, New Mexico, 1996, 6: 22-26
- 7 Asian Development Bank, 1988, Guidelines for Integrated Regional Economic-Environmental Development Planning, ADB Environment paper No. 3
- 8 Therivel et al. Strategic Environmental Assessment, Earthscan Publication Ltd., 1992
- 9 Nathaniel C Bantayan. Linking objective and subjective modeling for land-use decision-making. Landscape and Urban Planning, 1998, 43: 35-48
- 10 J S Finan. Transitive calibration of the AHP verbal scale. European Journal of Operational Research, 1999, 112: 367-372
- 11 北京大学中国可持续发展研究中心. 可持续发展之路. 北京: 北京大学出版社, 1995