

协调水电建设与生态环境关系的国际经验概述与启示

张彬^{1,2}, 田圃德³, 靳丽霞³

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 210098; 2. 水利部财务司, 北京 100053; 3. 水利部综合开发管理中心, 北京 100053)

摘要 概述了一些国际组织、欧美发达国家及发展中国家在协调水电建设与生态环境关系方面采取的有效措施, 认为这些措施对我国有 5 点启示: ① 加强水政监督; ② 建立水电环境认证制度; ③ 探索适应性管理; ④ 重视河流生态修复建设; ⑤ 开展中国特色的水电建设研究。

关键词 水电建设; 生态环境; 水电认证制度; 适应性管理; 河流生态修复

中图分类号 :X143 **文献标识码** :A **文章编号** :1003-9511(2010)04-0049-05

不同社会经济发展阶段和不同工农业生产水平对水电建设有不同的要求。在可持续治水思路的指引下, 我国水电建设目前达到了一个新的历史高峰^[1]。随着人们对生态环境重视程度的提高, 水电建设引发的生态环境问题受到前所未有的关注。经济较为发达的欧美国家自 20 世纪 80 年代开始已就水电建设与生态环境关系开展了大量的研究工作^[2], 认为河流是自然界长期演化形成的生态系统, 水电工程的开发对河流生态系统产生了直接或间接、显性或隐性、短期或长期等多方面的影响, 所以应该采取针对性的保护措施和生态措施来修复河流生态系统。本文拟对国际组织、欧美发达国家和发展中国家协调水电建设与生态环境关系所采取的措施进行介绍和总结, 旨在为我国提供借鉴和启示。

1 协调措施概述

1.1 国际组织采取的协调措施

1.1.1 联合国的环境战略

在 20 世纪 80 年代后期, 联合国决定在技术援助活动的同时要求履行环境程序。如, 1992 年 2 月出版的《UNDP 环境管理和可持续发展手册和指导方针》提出了适用于所有工程的“环境综述”以及针对那些被筛选出来要求进行研究的“环境战略”^[3]。《UNDP 环境管理和可持续发展手册和指导方针》还提出了“环境机会”的概念, 以鉴定人类新的开发活动是否使资源利用价值最大化, 是否有利于可持续发展, 并通过可持续的方式保护这种发展潜力。

1.1.2 世界银行的工作规则

世界银行资助了世界约 3% 的大坝建设, 并在一定程度上参与了约 10% 的大坝建设。1989 年 3 月, 世界银行颁布了一项新的政策, 要求大坝建设达到经济成本最小化的目标, 工程投资方案要保护生态环境, 保证付出的社会代价最小。世界银行要求所有与大坝和水库有关的项目都必须执行该政策。1989 年 10 月, 世界银行发表了《环境评估工作指导》, 规定对所有可能给环境带来重大影响的工程进行环境评估, 要求世界银行工作人员在工程选定阶段对提出贷款申请的项目根据可能引起的负面环境问题对环境等级筛选评级工作, 并按环境问题的性质、重要性和敏感程度将环境等级划分为 A、B、C、D 4 类^[3]。之后, 世界银行对《环境评估工作指导》进行了修订, 扩大了应用范围, 于 1991 年 10 月发布了《环境评估原始丛书》, 用来指导银行项目环境评估工作。《环境评估工作指导》修订本附录 A 中收入了一系列环境评估潜在问题核对项目, 如生物多样性、文化财产、水坝和水库、当地人口、国际航道、非自愿重新安置、自然危险、热带森林、分水线等。

1.1.3 世界大坝委员会的意见

世界大坝委员会依据其成员国对环境有利与不利影响的经验, 以及成员国之间广泛讨论与交换的书面意见, 于 1995 年 1 月正式出版了《大坝与环境论文》。在《水坝与发展——新的决策框架》一书中, 世界大坝委员会提出了对水坝全面、系统的认识, 即水坝为人类的发展作出了重要贡献, 人类从水坝获

取的利益相当可观,但也付出了不可接受的、且通常是不必要的代价,尤其库区移民、大坝下游的社区居民、纳税人以及自然环境付出了巨大代价^[4]。世界大坝委员会为此项决策框架的执行提供了7个战略性要点:① 获得公众认可;② 全面参与方案评估;③ 重新审视现有水坝;④ 维护河流生态环境,确保人民生计;⑤ 确认权益与共享利益;⑥ 确保履行;⑦ 为了和平、发展和安全而共享河流。

1.2 发达国家采取的协调措施

1.2.1 瑞士的“绿色水电认证”

瑞士水电开发程度高,几乎所有的河流上都建立了水电站,水电站发电量占总电量的60%^[4]。为了减少对生态环境的影响,瑞士联邦环境科学与技术研究所(Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology,以下简称EAWAG)通过多年的研究和实践,于2001年提出了绿色水电认证的技术标准,建立了绿色水电认证的制度。EAWAG的绿色水电认证技术标准从水文特征、河流系统连通性、泥沙与河流形态、景观与生境、生物群落5个方面反映健康河流生态系统的特征,并采取各种管理措施,如最小流量管理、调峰水库管理、泥沙管理、电站设计,以形成环境管理矩阵,实现管理目标。环境管理矩阵表示每一个方面的生态环境目标都可以通过采取相应的管理措施来实现,或者说,每一项管理措施都或多或少地为某一方面的生态环境目标作贡献。对于具体水电站而言,如果要通过绿色水电认证,首先要对其本身造成的生态环境问题进行分析,然后通过综合实施这5个方面的管理措施,将对生态环境造成的不利影响降至最低,以满足绿色水电认证的基本要求。

瑞士的绿色水电认证是为降低水电工程的不利影响而提出的解决方案,它是目前国外水电认证体系中比较典型的代表,核心内容是评估水电工程生态环境保护状况的技术标准。通过建立客观、科学、公正的生态环境认证标准和市场激励机制,瑞士鼓励水电站运行单位采取有效措施,最大限度地减少水电站大坝对生态环境的不利影响。

1.2.2 加拿大的环境保护法规

在加拿大,任何一项新的水电方案提议都需要进行综合性环境评估。1968年通过的《联邦渔业法规》和1986年颁布的《鱼类生境管理法》都做出了“无生态环境损失”的原则性规定。大坝对水生物,特别是对鲑和鳟等洄游鱼类形成了障碍^[5];洄游鱼类需向下游洄游,但没有合适的通道,只得直接游过水轮机或溢洪道,这样就可能造成鱼类的伤亡。为了减轻对鱼群的伤害,加拿大采取了如下补救措

施^[6]:① 新不伦瑞克电力公司在装机672MW的Mactaquac电站设置了鱼道;② 新斯科舍电力公司在黑河系统启用了—个水流隔栅,使下游幼鳗洄游时避开该系统5座电站中的4座;③ BC水电公司在Puntledge坝和装机24MW的电站安装了最先进的拦鱼栅网,使99%洄游的幼鲑和硬头鱈在游经大坝时能幸存下来;④ 魁北克水电公司在Chambly坝启用试验性鳗通道。

1.2.3 美国的“恢复河流”运动

美国在进行了100多年大规模河流开发利用工程建设后,从20世纪50年代开始,逐步把重点从对河流的开发利用转向对河流的保护,河流修复运动日渐兴起。修复河流以减轻大型水坝带来的生态危害有不同的方法,如推行低影响水电认证制度、改变水坝选址、保护重点流域的自然状态、实施水坝开发的替代方案等^[6]。比较有影响的河流修复措施主要有:① 低影响水电认证。低影响水电认证旨在识别和奖励那些采取措施将水电站大坝建设对环境的影响降至最低程度的水电站大坝业主,这些水电站大坝业主能够以“低影响水电”的标志进行市场营销。② 格伦峡谷大坝的适应性管理。格伦峡谷大坝适应性管理的核心内容是:对科罗拉多河流生态系统进行适应性管理,构建适应性管理模型,以揭示实施的政策和进行的实践所可能产生的后果,将问题归纳为可供检验的假设,研究科罗拉多河生态系统与大坝调度之间是否能够产生所期望的响应或联系;不断地进行实验,以检验假设和回答问题,通过对结果进行检测和评估,显示早期预测结果的准确性,将实验中得到的新知识再次运用到内务管理决策和推荐措施中。③ 基西米河的生态修复工程。1976~1983年,科学工作者开展了历时7年的研究,重新评估水利工程对基西米河生态系统的影响,认为水利工程对生物栖息地造成了严重破坏。自1983年开始,对于重建河道生物栖息地进行了规划和评估,提出了恢复基西米河被渠道化河道的规划报告,其工程任务是重建自然河道和恢复自然水文过程,将恢复宽叶林沼泽地、草地和湿地等多种生物栖息地,最终目的是恢复洪泛平原的整个生态系统。

1.2.4 德国的治水理念

德国水利工程的建设以保护环境为前提,尽量考虑天然流速流态的控制,采取“退田还河”和还河道以原态的措施,对不符合环境保护要求的工程不予立项建设^[7]。德国在治水观念上发生了重大转变,由过去的单一修建防洪工程以达到防灾减灾目的,转变为包括保护水环境目标在内的多目标综合治理。

对江河进行综合治理,就是统筹考虑工程措施、生态保护和环境治理,如恢复泛区自然状态,提高森林覆盖率,保持水土,减少洪水灾害等。这也是当今整个欧洲在防洪观念上的重大转变和治水的主要特征之一。德国水域保护的长期目标是^[8]:保持或恢复水域的生态平衡;从质量和数量上保证饮用水和其他用水的供应;现在和将来都能确保合乎公共利益的用水需求。政府主要把经费投入到水质监控、废污水处理、无废水或少废水生产工艺等方面。

1.3 发展中国家的协调措施

1.3.1 埃及阿斯旺高坝的环境监测

阿斯旺高坝始建于1964年,完建于1971年,最大坝高111m,坝长3830m,最大设计流量为11000 m³/s^[9]。在阿斯旺高坝兴建的年代,水利工程引起的生态与环境问题尚未引起人们的普遍重视。当大家开始重视水电工程对环境的不利影响后,阿斯旺高坝成为有争论的主要水电工程之一。为此,埃及政府制定了预防措施和环境保护计划,对环境进行监测和控制,并提供动态及时的环境影响解决方案。但大量的研究和监测表明,阿斯旺高坝取得的成绩十分明显,阿斯旺高坝的生态与环境不利影响被夸大了。当然,也有一些问题出乎预料,如尼罗河富含营养的泥沙对水质的影响、大坝泄洪和传统的红砖制造原料减少等。

1.3.2 巴西伊泰普大坝的环境改善措施

伊泰普工程位于巴西和巴拉圭两国界河的巴拉那河上,是两国为了共同的利益而开发的共有水利工程项目。在工程可行性研究阶段、工程实施阶段和工程最初运行的5年内,开展了大量的研究工作以评价工程所造成的环境影响^[10]。1973年由IECO-ELC联合公司完成了《工程生态影响普查》报告,随后又进行了自然和社会方面的调查,目的是了解工程可能产生的影响,为坝区和其他受影响地区的环境保护和改善拟定指导原则。保护和改善环境的主要措施有:①建立水库周边森林保护带;②建立生物保护区,在保护区中开展各种保护生物的活动,如保护和恢复原有森林,让动物重新定居,开展生态研究,进行野生动物管理和环境教育等;③开展动物救护行动,实施了名为“Mymba Kuerá”动物救护计划:制订水库蓄水前、蓄水期和蓄水后的动物救护计划,跟踪库区生态系统的调整情况,收集有关动物物种及其相应密度的资料等;④开展水产养殖;⑤编制库区利用总体规划,以协调库区利用和保护的关系;⑥做好移民安置工作,约4万移民得到了重新安置,其中约87%的移民迁居到工程邻近地区;⑦开展环境教育。

1.3.3 尼泊尔 Kali Gandaki A 水电工程的环境管理机构

尼泊尔 Kali Gandaki A 水电工程位于喜马拉雅山余脉的 Gandaki 河上,2002年8月开始试运行^[11]。为把环境影响评估及其相应的环境改善措施与工程设计和施工结合起来,制定了全面改善环境的方案,包括《环境影响评估》《环境影响评估摘要》《征地、补偿及移民计划》《改善环境管理规划》。根据《环境影响评估》的要求,成立了 Kali Gandaki 环境管理机构,而依照《改善环境管理规划》,Kali Gandaki 环境管理机构得到发展和细化。该机构负责监督工程建设是否符合上述文件有关改善环境的要求,并根据要求,实施具体的改善措施和规划。

2 协调措施总结

2.1 水电认证制度

美国的低影响水电认证和瑞士的绿色水电认证的核心内容是一些对水电工程的生态环境保护状况进行评估的技术标准。通过对比可以发现两种标准的分类基本一致,都涵盖了河流生态环境系统的主要因子^[12]。例如,美国的低影响水电认证标准中的鱼道和鱼类保护的内容实际上与瑞士的绿色水电认证标准中的河流系统连通性及生物群落内容相对应,不同的是,美国的绿色水电认证标准把生态环境要素与水电站设计运行的主要内容结合起来,反映了工程要素对生态环境因子的影响,从水电工程生态环境影响机制方面规定了认证的标准,因而标准的内容更加完备。美国的低影响水电认证和瑞士的绿色水电认证在评估方法方面也有所不同,瑞士的绿色水电认证更注重方法的科学性,注重发挥技术专家在评估中的重要作用,而美国的低影响水电认证由于建立了一套相对标准化的评价方法而显得更加规范,保证了评估工作的可操作性。美国的低影响水电认证设计了一套标准化的调查表,进行水电认证的审查人员根据调查表所涉及的内容和步骤进行审查判断,只有满足所有标准的水电站才能通过认证。对于主要的生态环境保护目标,美国的低影响水电认证还设定了优先保护的顺序:濒危生物优先,其次为其他生物、文物资源、景观。美国的低影响水电认证标准与其他生态环境保护法规的衔接比较紧密,如大量引用了联邦或者州政府的相关法案,包括清洁水法案、联邦能源法案、濒危物种法案、电力消费者保护法案、联邦能源监管委员会(FERC)的许可证制度等,有关资源管理部门的意见是判断水电站是否达到认证标准的重要依据。这些法规和意见为美国的低影响水电认证提供了法律和技术基

础,同时也保证了认证程序的规范性。

2.2 适应性管理

在适应性管理理论中,科学家在选择管理措施时所坚持的原则,不是使大多数资源的利用效益更大化,而是寻找一种替代措施合理使用水坝,使下游的资源得到恢复并保持可持续状态。科罗拉多河流的生态系统是接受适应性管理的生态系统,管理的目的是避免和防止因水坝而诱导本地物种灭绝^[13]。当认为一种途径能恢复自然多样性时,就会去尝试该途径,当发现某种方法不能达到所期待的效果时,这种方法就会被终止。当某种管理行为有利于某一特定资源或价值但却不利于其他资源或价值时,那么那些有利于所有资源或价值的管理行为将被优先尝试。当这种有利于所有资源或价值的管理行为不存在时,那么那些有中性影响的或者是能对其他资源不利影响最小化的管理行为将被优先尝试。如果管理措施或管理目的被认为是不适应、不真实的,那么将会对适应性管理行为做出重新评估。

适应性管理一般包括如下几个步骤:成立利益相关者参与的适应性管理队伍;明确需要解决的问题;制定生态修复的目标;建立一个概念性模型,对主要河流生态胁迫因子和不确定因素进行识别;对不同河流修复措施所可能带来的影响进行假设;根据生态修复目标设计工程措施和非工程措施;制定监测计划,预测生态修复效果;开展生态修复项目;实施监测计划,按照生态修复的目标和假设评价生态修复工程;重新对问题、目标、概念性模型、措施和监测计划进行评价和调整。

2.3 河流生态修复

河流生态修复的目标不仅是使水质达标,更重要的是恢复河流生态系统的结构和功能。大量研究结果表明,河流生态修复项目取得了水质得以改善、整个河流生态系统功能得到恢复的明显生态效益。

河流生态系统是不断演进的,这种演进不可逆转,不但河流生态恢复到人类干扰前的状况不可能,而且完全复原到过去某一时段的状态也不可能。几千年来对于河流的开发利用和改造已经形成了自然与人类活动共同作用下新的河流生态系统,这是客观存在的现实,因此,制定河流生态修复的目标应该建立在对河流生态系统动态变化的认识上,应该承认河流被改造的事实,在此基础上采取一定措施谋求改善河流生态系统状况。

2.4 加强监测

埃及的阿斯旺高坝水库建成后,开展了大量的监测工作,用监测数据回应专业和非专业人士对阿斯旺高坝产生环境影响的预测和担心,为制定相应

对策措施提供了准确依据。利用30多年的水库运行资料对阿斯旺高坝产生的影响进行评价,结果表明,过去对高坝产生生态与环境影响的问题,如河床冲刷、水库温度分层和水质下降等,有些被夸大了,但可以肯定,这一大型开发工程所产生的不利影响并非来自建坝者的失误,大坝设计的目标是大坝结构安全,以最低的成本取得水资源利用效益最大化,何况对埃及而言,没有高坝的替代方案,而且除阿斯旺外没有其他兴建高坝的合适坝址,可见问题在于如何使大坝产生的不利影响最小化。

巴西依泰普工程十分重视生态与环境的监测和保护,尤其重视水库建成后水库周边的生态安全问题,所采取的减少水库不利影响的措施也比较有效,如库区加大植树造林力度,提高森林覆盖率;在库区建设水库周边森林保护带,形成水库周边的过渡带和安全防护带;水库蓄水期间采取动物救护计划,建设生物保留地和保护区等。另外,依泰普工程建成后,及时制定总体利用规划,以协调库区资源利用和保护的做法也值得借鉴。

2.5 建立水电工程环境管理机构

尼泊尔 Kali Gandaki A 水电工程建立环境管理机构是一个创新。该机构由外籍环境科学家和专家委员会提供支持和监督,指出环境方面存在的主要问题并提供有价值的建议。而由经验丰富的专家及时对环境管理机构的工作进行总结,也推动了环境管理机构成员技术和能力的提高。在水电工程施工现场建立这样的机构对保持良好环境起到了积极的作用,同时也为尼泊尔水电工程专业人员提高技术和专业水平提供了宝贵的机会。环境管理机构与专家监督相结合模式中产生的技术能力培养效应已经扩展到该工程以外。随着工程的进展,环境管理机构从外籍管理专家那里得到了更多的自主权,机构成员也掌握了大量适用于国内基础设施建设的专业技术。该机构解散后,很多机构成员进一步深造,或是在尼泊尔国家电力局的环境部门身居要职,这种技术能力的转移将使尼泊尔受益多年。

3 对我国的借鉴与启示

通过上述的概述与分析总结,可为我国的水电建设与生态环境保护提供以下借鉴和启示。

3.1 加强水政监督

我国已经加大了对水电开发工程的监管力度,并明确表示,不是技术、经济上可开发的水能资源都要开发,而是在不影响生态环境的条件下,通过政府的统一监管实现资源市场配置的水能资源才能适度开发。但我国以前对生态环境问题认识不足,在规

划设计过程中生态环境保护标准不高,在水电站的运行管理过程中对河流的生态环境保护没有强制性要求、明确的指导标准和激励机制,水电企业一般以追求经济效益为主,因此,可效仿巴西、埃及、加拿大、尼泊尔等国在协调水电建设与生态环境关系方面取得的成功经验,建立健全监督体制,加强水政监督。

3.2 建立水电环境认证制度

虽然我国的水利水电工程建设技术水平已经很高,但是关于水利水电工程的生态环境保护标准还很欠缺,相关的标准只有 SL45—92《江河流域规划环境影响评价规范》和 HJ/T88—2003《环境影响评价技术导则——水利水电工程》。这两个标准主要规定了水利水电工程环境影响评价的内容、方法和要求,属于原则性和基础性的技术规范,因此还需要补充一系列专业标准,才能为水电工程规划、设计、施工和运行管理过程中落实生态环境保护措施提供具体的依据。发达国家在绿色水电认证方面的标准和管理经验可以为我国提供有益的借鉴。根据发达国家的经验,评估标准和管理机制是水电环境认证的两方面,这也是我国需要逐步解决的问题。

3.3 探索适应性管理

美国很多科学家认为,鱼是修复自然环境的,不能把水电开发建立在损害自然生态上,对于一些考虑不够周详的水电开发造成的生态损伤要积极进行修复,对自然修复不能实现生态自愈或者需要较长时间才能修复的,应当引入人工生态修复手段,还可采取生态保存、生态补救等措施。我国可以借鉴这些适应性管理思路,但适应性管理是一门艰深的学问,需要不断探索。

3.4 重视河流生态修复建设

西方国家在河流生态修复方面已经有 20 多年的历史,他们的经验值得借鉴,特别是他们河流管理的理念和河流生态建设的工程技术,值得我国认真研究。但是,借鉴不等于照搬,因为我国与西方国家经济发展阶段不同,水资源开发程度也不同,我国用于环境建设的财力与西方国家相比差距也很大。现阶段我国河流生态修复建设的重点在生物栖息地的建设和河流自然水文条件的改善。对大量新建水电工程,要改进工程的规划、设计理念和施工技术,使水电工程在满足社会需求的同时,尽量减少对河流生态系统的破坏,避免走“先破坏,后补偿”的老路。

3.5 开展中国特色的水电建设研究

在瑞士、美国等国的电力市场,由于输电网是开放的,供电公司(包括拥有配电网的配电公司和无配

电网的电力零售商)和最终电力用户可以自由选择发电商,可以自愿选择购买绿色电力发电商提供的绿色电力,以支持绿色电力的发展,为环境保护做贡献。在中国可能还无法做到这一点,但随着改革开放的深入,在国际金融组织对我国水利水电项目贷款快速增长的情况下,我国水电工程的规划、设计和建设在环境影响评价、环境保护等方面需要与国际接轨。同时,随着我国建设项目环境保护条例的颁布和实施,水电开发工作也必须与经济社会要求相适应,因此,应开展基于可持续发展的水利水电环境影响评价及环境保护管理模式研究等工作:考虑环境的费用和效益问题,并将其量化用货币形式表示,以便将其纳入更为广泛的工程经济分析中;把环境因素作为大坝工程方案比选的重要因素;在梯级规划时,研究拟建大坝群所产生的叠加和反馈环境影响;注重工程对生态系统产生影响的问题;对已建大坝的环境状态进行调查,并处理遗留问题。

参考文献:

- [1] 潘家铮. 中国水利建设的成就、问题和展望[J]. 中国工程科学, 2002, 4(2): 42-51.
- [2] 刘宁. 对建设人与自然和谐水工程的认识[J]. 前沿, 2007(4): 13-17.
- [3] 黄真理. 国内外大型水电工程生态环境监测与保护[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(2): 101-108.
- [4] 孙宗凤. 国外生态水利研究状况分析与点评[J]. 水利水电技术, 2003, 34(11): 21-23.
- [5] 李世涌, 洪艳, 华彦玲. 水电开发的生态负外部性问题研究[J]. 开发研究, 2008(3): 49-54.
- [6] ZALEWSKI M. Ecohydrology: the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources[J]. Ecological Engineering, 2000(16): 50-58.
- [7] 朱鸿飞, 魏金石. 德国和荷兰的环境保护与治理: 莱茵河流域考察报告[J]. 北方经济, 1994(4): 46-47.
- [8] 匡少涛, 孔慕兰, 汪自力. 德国水利工程管理的几点启示[J]. 人民黄河, 2004, 26(10): 40-42.
- [9] 胡晓阳. “生态水利”建设为构建和谐社会服务[J]. 西北水电, 2005(2): 1-3.
- [10] 郑守仁. 我国水能资源开发利用及环境与生态保护问题探讨[J]. 中国工程科学, 2006, 8(6): 1-5.
- [11] 张超然. 特大型水电工程建设和运行面临的主要科技问题[J]. 水利学报, 2007(S1): 12-19.
- [12] 胡庆和. 水电项目开发可持续发展措施探悉[J]. 生态经济, 2006(3): 48-51.
- [13] 肖建红. 水坝对河流生态系统服务功能影响及其评价研究[D]. 南京: 河海大学, 2007.

(收稿日期: 2010-03-05 编辑: 彭桃英)