

国际大坝拆除现状分析

彭 辉, 刘德富, 田 斌

(三峡大学土木水电学院, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 人类建造水利工程已经有几千年的历史, 工业化以后, 特别是自然界的电被发现以来, 利用水力发电造福人类, 更是一度成为人类文明进步的象征。到了 20 世纪, 水坝建设风起云涌, 世界许多国家建造了大量的水坝和电站, 这极大地推动了 20 世纪全球经济发展和社会进步。然而, 随着大坝的不断建成, 大坝的一些负面效果也日益显现, “水坝之争”这一话题诞生了。正是由于以上原因, 在国外有些国家已经采用大坝拆除的方式进行河流修复。本文通过收集现有国外拆坝经验, 让更多的人意识到水电开发必须科学有效开展, 否则大坝兴建将带来巨大负面效应。

关键词: 大坝拆除; 现状; 河流修复; 河流生态系统

中图分类号: TV631 **文献标识码:** A

The Status Quo Analysis of Dam Removal in the World

PENG Hui, LIU De-fu, TIAN Bin

(College of Civil & Hydroelectric Engineering of Three Gorges University, Yichang 443002)

Abstract The history of constructing water conservancy project has been several thousands of years. After industrialization, especially electricity being discovered in nature, making use of waterpower has been become the symbol of human civilization. Up to 20th century, dams constructing became prosperous and fashionable. Many dams and waterpower plants were built all over the world. As a result, the boom of constructing dams in 20th century greatly impelled the global economic development and social advancement. However, with continually constructing dams, some side effects brought by dams have been increasingly emerged and the disputes about dams have appeared. Based on above-mentioned reasons, in some countries dam removal was chosen as a means of river ecological restoration. Through collection foreign countries dam removal experiences, let more and more people understand that hydropower development should abide by scientific regulations. Otherwise, dam construction will bring us much more side effects.

Key words: dam removal; status quo; river restoration; river ecosystem

0 引言

西方反坝运动由来已久, 但在早期主要是以自然保护区为理由^[1]。到了 20 世纪六七十年代, 西方国家工业化和城市化带来的环境污染日益严重, 政府和民众开始意识到环境污染公害是对人类生存的最严重威胁。1962 年美国人蕾切尔·卡逊女士发表《寂静的春天》一书, 其思想通过现代媒体广为流传。它所播下的种子深深植根于广大的民众中, 促使人们重新思考

人类与自然的关系。这本书尤其对知识分子有着很深的影响, 也是当今美国政界、知识界、科学界许多领袖人物儿时的绿色启蒙读物。人们反思工业化的各种产物对自然环境正面和负面的影响, 联邦和各州围绕环境保护制订颁布了一系列绿色立法, 从土地、野生动植物、鱼类、濒危物种、洁净水, 到文物、大坝安全等, 设立了更严格的环保标准。自此以来, 西方发达国家对工业化、城市化的环境污染治理取得了可观的成效, 但自然环境的完全恢复尚需更多时日, 特别是温室效应等问题还很严峻, 有待寻求良策予以解决。

在这样的大背景下, 大坝是与非的议题很自然又要搬出来讨论。反坝者集合起更多的同盟军, 对大坝水库的生态负面效应应进行抨击^[2-3]。各级政府对涉及大型水坝和水库的工程审查愈加审慎。同时, 建坝者和管坝者也在按照环保法规的要求, 研究大坝和水库在规划、设计、建造、运行中的对自然河流生态

收稿日期: 2009-01-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50679038); 湖北省自然科学基金资助项目(2008CDZ069)。

作者简介: 彭 辉(1976-), 男, 博士, 副教授, 主要从事水工结构工程及工程力学研究。

环境的种种负面影响, 以及应该如何克服或者降低这些影响。如垦务局的科研中心曾就生态指标检测系统、科学设置鱼道、修正放水规程、调节泄流水温、保护濒危珍稀鱼类、监控有害水生生物种、养护恢复湿地等生态题目进行研究, 并在其管理的大坝水库中运用了一些成果。与此同时, 其他发达国家也积极响应美国的治河政策和理念, 把水电开发与环境保护、环境评估密切联系起来。在过去的几十年中^[4-9], 许多已建的大坝因为无法满足相应的环保评价指标, 被逐一拆除, 拆坝数量最多的国家是美国, 其次加拿大, 然后就是欧洲一些国家。

1 美国大坝拆除现状

美国现有大型水坝 6 575 座(30 m 以上), 仅次于中国列世界第二。其科罗拉多河上的胡佛大坝开了世界大型水坝之先河。而现在, 美国也是走在拆坝运动最前列的国家, 不仅拆坝的数量最多, 而且在拆坝产生的影响以及拆坝的技术等方面的研究也居于领先地位。

美国垦务局早在 1994 年就宣称: “美国的水库时代已经结束了!” 而实际上从更早的 20 世纪 60 年代以来, 联邦政府就已经限制大坝建设, 并在大坝老化工程的维修和退役上制定了一系列的环保法规。这些法规对大坝的建设和运行提出了严格的环境限制, 并对原许可证已到期的水电工程进行严格审查, 责令其中的部分水电站退役, 并由业主出资拆除大坝。

在美国^[6-9], 一些大坝运行几十年或上百年后, 其经济效益日益衰退, 工程的运行成本及维修费用不断上升, 致使工程的运行难以为继, 而且由于水坝结构的老化, 其安全风险也日益增加。仅据 1994 年的一次勘察就发现, 至少有 1 000 个非联邦政府的水坝仍然是不安全的。国家水坝安全协会的官员估计, 美国大约 30% 的水坝达到了他们的使用年限, 而且美国水坝的平均寿命是 40 年左右(据 Patrick McCully《dam decommissioning》)。在早期^[10-13], 运行的经济性是拆除水坝的主要原因, 而随着时间的推移, 有更多的水坝因破坏沿岸的鱼群回游, 改变沿岸的野生动物栖息地, 并影响流域生态环境而受到批评并被要求拆除, 拆坝运动者对拆坝以后生态环境的恢复也十分关注, 许多学者目前一直致力于大坝拆除后河流生态系统的恢复研究, 并取得了许多有益的成果。美国大坝拆除原因百分比见图 1。

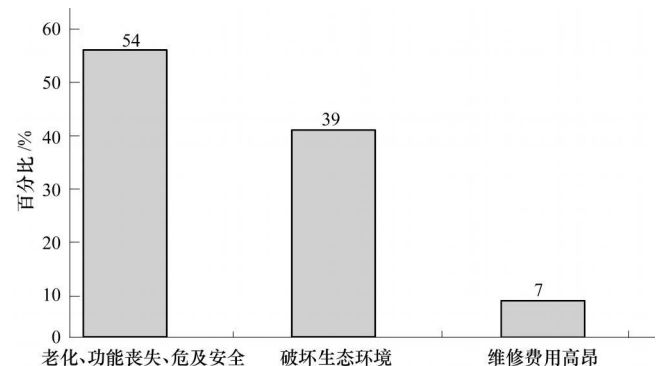


图 1 美国大坝拆除原因百分比

美国大坝拆除历史分为 5 个阶段^[14-19]。

(1) 19 世纪末期至 20 世纪 20 年代。这个时期美国的大坝

主要是以建设中低坝为主(100 m 以下), 其目的是满足日益发展的乡村和城镇工农业发展以及居民供水, 而大坝拆除数量极少。位于 Michigan 州 Mill 峡谷地带 Huron River 上的 Mill Pond Dam, 由 Samuel Dexter(Dexter 镇的创始者)于 1824 年修建, 其最初的目的是为 Dexter 镇居民供水和当地面粉加工厂提供动力能源。该坝高 2.4 m(8 英尺), 长 128 m(420 英尺), 拦蓄水库面积达 370.4 km²。随着工业化进程的推进, 到了 1902 年, Henry Ford 一个闻名世界的汽车制造商为了扩大企业规模, 在距离 Mill Pond Dam 上游不远处修建了一座更新、更高的钢筋混凝土水坝。因此 Mill Pond Dam 在该河流上已经毫无价值, 于是在 1903 年被拆毁。在随后的几年中, Huron River 上的另外几座大坝(Milford dam, Argo dm, Flat Rock dam, Brighton dam)也被相继拆除, 标志着美国大坝拆除的真正开始。

(2) 20 世纪 20 年代至 20 世纪 60 年代。美国高坝、巨坝修建的黄金时期, 一大批 100 m 及 100 m 以上的大坝相继修建(如胡佛坝), 而大坝拆除则走进了低谷阶段, 尽管 20 世纪 40 至 60 年代, 也有一定数量水坝(17 座水坝)被拆除, 但与建坝相比, 在水利界毫无影响, 未得到公众和政府的注意。其主要原因是, 经过两次世界大战, 美国经济需要新的发展机遇, 能源需求不断攀升, 导致电站修建规模和数量急剧增长。这个时期大坝拆除围绕的主题是老坝和无法发挥正常经济效益的大坝, 而环境议题未形成气候。

(3) 20 世纪 60 年代至 20 世纪 80 年代。大坝拆除运动第一次高潮。随着大坝和其他配套设施的老化, 水电工程的维修和退役已引起各方面重视。环境保护、大坝安全和社会经济一直影响着水电设施的评价。自 20 世纪 60 年代以来, 随着联邦政府一系列环保法规的颁布, 对大坝的建设和运行提出了严格的环境限制, 并对原许可证已到期的水电工程进行严格审查, 责令其中的部分水电站退役, 并由业主出资拆除大坝。基于上述原因, 许多老坝、病坝无法得到新的许可证, 只好依照相关法律文件和程序被迫退役或拆除, 到 1980 年为止, 共计 228 座(有据可查的一共 128 座)。这一阶段大坝拆除主要受到环境保护组织以及相关人士的大力鼓吹, 出现了环境问题决定一切的言论, 认为只要修建大坝, 就会造成巨大环境破坏, 从根本上否定大坝的效益。

(4) 20 世纪 80 年代到 20 世纪末。美国第二次拆坝高潮。在过去的 25 年里, 美国设计和建造的新坝数量大幅度减少(全世界过去十年里修建的水坝减少了一半), 政府机构已将其工作重点从大坝建设转向水资源管理和环境保护。从 1980 年到 2000 年, 一共有 219 座大坝被拆除。尽管所拆大坝中绝大多数坝高在 3 m 以下, 但是这一时期拆除坝高在 15 m 以上的事例也时有发生。位于华盛顿州埃尔瓦河(Elwha River)上的埃尔瓦水坝和格莱斯恩山谷水坝, 分别高 30 m 和 70 m, 建于 20 世纪 20 年代, 曾几乎毁灭了埃尔瓦河的硬头 鲑鱼和鲑鱼的渔业, 而当地的斯科拉拉姆(Elwha Sklallam)部落早在 1855 年就经政府批准获得“永久”享用渔业的权利。当水坝的联邦能源委员会牌照在 20 世纪 70 年代末到期时, 斯科拉拉姆部落和环保人士便发起了拆坝运动。1992 年, 国会终于指示内政部门进行

“完全恢复埃尔瓦河的生态系统和本地洄游性鱼类捕鱼业”的计划,其中包括拆除水坝和处理水坝堆积的1 150万m³的沉积物。并且在1995年,埃尔瓦水坝和格莱斯恩山谷水坝相继被拆除,格莱斯恩山谷水坝是美国目前有据可查的被拆最高混凝土坝。这一时期大坝拆除在吸取以往经验基础上,更客观、公正、合理地面对大坝拆除相关的理论和技术,而这一时期也是美国大坝拆除理论和技术快速发展时期,许多经济学理论被用于大坝拆除,许多新的水体试验方法和探讨泥沙运动规律的数学模型被创造出来,极大地推动了大坝拆除理论的发展。

(5)21世纪拆坝。拆坝的一个重要里程碑发生在2001年10月,威斯康星州的巴拉博河(Baraboo)上的一系列水坝被拆除,115 km长的河流还以原状。这是美国历史上使河流重新恢复自由流淌的最长的一段河段,标志着21世纪美国拆坝理念的飞跃:即在梯级开发河流上要想使河流完全恢复自然流态,唯一可行的方式就是拆除河流上所有的水坝,而不是像以往孤立地进行,同时必须进行认真的评估研究。又例如,威斯康辛州草原河(the Prairie River)上的沃德佩柏水坝被拆除后,被囚禁了近一百年的草原河,终于又开始寻求它的天然流径了。当地居民纷纷打电话给水坝的所有者,表达他们看到河流新景观以及环境的恢复以后的喜悦之情。2007年7月,华盛顿州生态部门发布了环境影响声明报告(EIS)最终版,根据这份报告,拆除康迪特坝并恢复怀特萨蒙河河水的自由流动状态对大麻哈鱼、鲑鱼以及整个河流的生态环境大有好处,规定大坝的拆除工作应于2008年完成,拆除康迪特大坝会使大麻哈鱼和鲑鱼在怀特萨蒙河中分别获得39.6 km(15.3英里)和83.9 km(32.4英里)清凉、洁净、优质的栖息地。鱼类将在大坝拆除后一年得到河流上游的栖息场所,专家预期大坝拆除2年后鱼类将获得河流下游4.8 km(3英里)的产卵地。大麻哈鱼将会再度成为像鱼鹰和秃鹰这样的野生动物的营养丰富的食物来源。

迄今为止^[17-19],美国拆除了578座水坝,但在20世纪初只拆除过极少数小坝。自1980年开始^[20],拆坝数量和被拆坝的高度都有所增加,1980年以来已拆除水坝350座,仅从1995年到2000年就拆除了140座,而1999—2003年几年间一共有168座水坝被拆除,其中1999年拆除19座大坝,2000年拆除6座,2001年拆除22座,2002年拆除63座,2003年拆除58座,可以看出每年拆坝的数量呈上升趋势,尤其是2002、2003年的拆坝数量较之1999—2001年有较大幅度的增长,可见拆坝有愈演愈烈的势头。在过去的10年里,进行退役评价和被拆除水坝的数量一直在稳步增长。据转引自日本国土交通省河川局的报告,美国已经拆除的水坝中坝高有据可查的有478座(其中混凝土坝占47%,土坝32%,木(栅)栏坝17%,其他4%;因老化破损、功能丧失、危及安全的占54%,因破坏生态系统的占39%,维修费用昂贵的占7%)(见图1、图2、图3、图4、图5)。这478座坝中,坝高低于5 m的有308座,5~10 m之间的有109座,10到15 m的有35座,15~20 m的有17座,20~40 m的有6座,40~50 m的只有2座,50 m以上1座,而每座所拆大坝的平均费用为149万美元。由此可以看出,美国所拆的仍以中、小型坝为主,安全性、经济性、生态价值等因素是美国

大坝拆除的首选因素。一方面是因为这些坝修建的年代较久,另一方面拆坝的负面影响及其对策还处在探索阶段,先期以拆中、小坝为主,也有助于为拆大坝积累更多的经验。

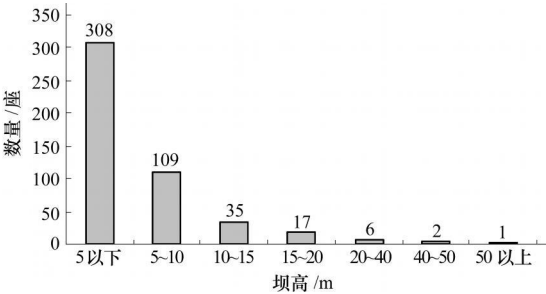


图2 美国已拆大坝坝高分布图

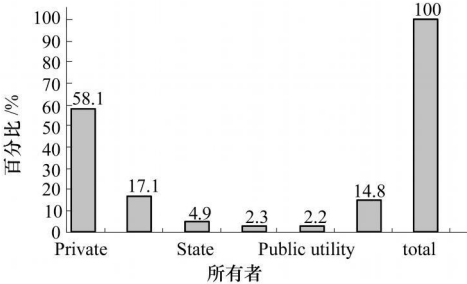


图3 美国所拆大坝所有权分布图

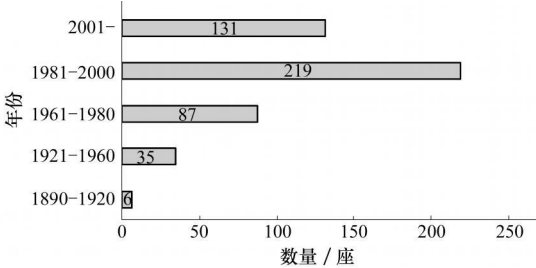


图4 美国大坝拆除主要分布的年代

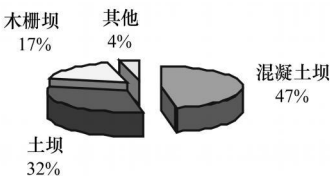


图5 美国已拆大坝按材料分所占百分比

美国的许多水坝拆除后,的确已在河流的生境、自然景观以及水生生物的恢复方面产生了明显的效果^[21-23]。例如,宾夕法尼亚州萨斯奎汉纳(Susquehanna)河流域的40多座小坝被拆除后,河流生态得到了恢复,并使鲱鱼产量大幅度上升,给该州带来每年约3000万美元的收入。威斯康星州的巴拉博河以珍贵的鱼类和其他水生生物资源而闻名,但曾因建造一系列水坝导致了大量鱼种的绝迹。巴拉博河上的沃特沃克斯、佛莫沃伦等水坝拆除后,也恢复了对这些鱼类适宜的急流栖息地河段,生物学家已观察到一些鱼类返回的现象,在原佛莫沃伦水坝的附近,甚至又成为了人们垂钓的场所,并且因为对游客产生的吸引,已给当地的城镇带来了新的发展机会,政府和有关团体已经在制定发展湖滨自然公园的计划。

当然,在拆坝过程中也有反对的呼声,也发生过激烈的争

论。最典型的是拆除俄勒冈州斯内克河(Snake River)上4座大坝^[24](艾斯哈勃坝、下莫努曼特尔坝、小斯坝和下格拉尼特坝)的事件。为恢复濒危的鲑鱼种群和保护环境,当地的环保组织、印地安人和渔业工人要求拆除这4座大坝,并得到俄勒冈州州长的支持。拆坝者对水坝所有者美国陆军工程师团(USACE)提起诉讼,他们称这些大坝提高了水温,增加了水中氮的含量,违反了水质标准,内兹佩尔塞部落和俄勒冈州也参加了诉讼。此举遭到依赖于斯内克河进行驳运、灌溉和发电的农民和其他人的反对,这些人由此发起了“拯救我们的大坝”的运动,并在互联网上请愿、征集签名、举行集会等。僵持不下之时,美国陆军工程师团认为,拆坝的决定必须由国会作出。

为此,国会在西北地区安排了15次公众听证会,听取公众对联邦4H(即水电、栖息地、孵化场和捕捞)计划的意见。赞成拆坝者认为大坝是鲑鱼的杀手,反对拆坝者认为大坝是华盛顿州东部地区的生命线,毁掉这些坝就是挖掉了这个州的心脏。1999年2月19日,在华盛顿举行“拯救我们的大坝”的集会上有3000名群众参加,并得到一些政治家的支持,爱达荷州、蒙大拿州和华盛顿州的州长一直反对拆坝。在上述听证会上,代表西北部的国会议员也反对拆坝。拆坝问题一时成了社会关注的焦点,其争论甚至影响到2000年的选举。1999年2月24日,克林顿总统和国务秘书巴比特,也因为斯内克河和哥伦比亚河的水坝拆除计划而受到质询。

2001年,争论终于有了结果,美国联邦法院裁决美国陆军工程师团在斯内克河上的4座水坝的运行违反了《净水条例》(Clean Water Act)。波特兰地方法院责令美国陆军工程师团在60天内拿出方案来降低水库水温,保护河水质量,以免鲑鱼和硬鳞鱼遭受威胁和危害。在执行这一裁决中,美国陆军工程师团将花费数百万美元改造水坝及保护华盛顿州东部的濒危鲑鱼。按照该师团考虑的拆坝方案,大坝附近的土工建筑物将被拆除,大坝不再使用,使华盛顿州东部225 km的斯内克河恢复自然流动状态,这4座坝成为是美国迄今拟拆除的最大水坝。

美国大坝拆除并不是盲目追求河流生态效益而牺牲水坝经济效益为目的^[25-27]。之所以大坝拆除在美国发展的如此迅速,与美国现行的大坝管理体系密不可分。大坝不是一劳永逸的建筑物,美国对那些早期建设的坝的安全及退役问题给予了高度的关注,建立了拆坝许可证制度,并已经编写出有关《导则》^[28-30],用于科学地指导大坝退役的评价工作,不仅有技术方面的,还考虑了有关环境生态、社会经济方面的因素,同时更加关注坝的拆除过程中的相关技术问题,重视大坝拆除过程中的安全,减少坝拆除后对周围生态环境、社会经济发展的影响,真正立足于可持续发展的目标。

2 加拿大拆坝现状

加拿大仅在不列颠哥伦比亚省就有超过2000座的水坝^[31],其中大约有300座已失去原有的功能,或只有微小的效益,但却造成很大的环境生态问题。不列颠哥伦比亚省政府2000年2月28日宣布拆除建成于1956年希尔多西亚(Theod-

osia)水坝,并和水坝所有者达成一项恢复这条河流生机的协议。该水坝截取了希尔多西亚河70%的水流进入包威尔水力发电厂。现在,河水将被重新导回希尔多西亚河。在水坝建造前,这条河曾栖息了粉红鲑鱼、大麻哈鲑和银大麻哈鲑等许多珍贵鱼种。而据1999年的估计显示,粉红鲑鱼的族群已完全消失,而银大麻哈鲑和大麻哈鲑仅剩数百尾至数千尾。作为多年来致力于推动拆坝的主要力量的希尔多西亚联盟,对省政府的决定作出了这样的评论:“希尔多西亚水坝的拆除为未来更多大坝的拆除树立了一个先例。这是至今本省水坝拆除工程中规模最大的,这次的协议通过适应性管理来恢复河流生态的方法,对本省提供了一次进步的示范,也将对本区这条主要的鲑鱼河流的整治贡献良多。”芬利森坝是一座5 m高的混凝土重力坝,位于阿尔贡金帕克以西的大东河上,当初兴建该坝的目的是为安大略省中北部的伐木业服务,从未打算用来防洪、发电、供水或娱乐。因而,随着该地区伐木业的衰落,芬利森坝已经显得没有任何作用了,由于这个原因,1999年该坝被安大略省自然资源部(OMNR)列入可能退役的候选对象,于2000年7月2日至9月15日被拆除。而加拿大目前所拆的大坝,主要原因在于恢复河流生态系统及大坝功能丧失为主要目的。截止2005年,加拿大共拆除20多座水坝。

3 欧洲拆坝现状

挪威电力的99.9%来自水电^[32,33],但现在已经立法禁建水坝。法国因水坝建设造成5条主要河流中鲑鱼绝迹,现在也立法禁建水坝,并开始拆坝。法国最具代表性的罗纳河是一条被充分开发的河流,河流在法国境内552 km,在河段上修建了十几座电站和水坝,为了不影响河流生态系统,法国政府在20世纪90年代终止该河流上电站使用,使这些电站和水坝退役并被拆除。瑞典能源政策规定,宁可培育柳树能源林,也不能在四大河流上发展水电站。拉脱维亚制定专门法律,为保护渔业资源、国家公园和自然景观,已取消两座水坝的建设。莱茵河流域国家也提出要让莱茵河重新自然化。欧洲各国拆坝首选的原因在于恢复河流生态系统,保护河流无形和有形的价值。

4 日本拆坝现状

在日本,随着二次大战以后经济的急速成长,水坝几乎遍布每一个角落。目前全日本的水库达2734座,除了少数流量较少的河流外,几乎找不到无坝的河流。民众长期以来也一直在进行投诉,更有人士尖锐地指出,以水利开发作为建造水库的目的,在日本早已失去其正当性,其治水方面功能也出现破绽,而今尚存的水利建设新计划,唯一存在的目的,坦白说只是为了满足产业界和官界的利益输送需求。水库开发的主要经费来自于民众所缴的税金,因此无论如何虚掷这笔钱,对于推动水库建设的行政单位与营造业者来说,根本是无关痛痒的事。

另外,日本自从1970年代以来,石油危机带动产业的转型,使工业用水需求的成长陷入停顿;生活用水也因人口增长趋缓和节水型设备的推广而停止增长;此外,产业结构的变化影响到农业的形态,灌溉用水也趋减少;再加上政府沉重的财

政赤字负担, 以上这些背景都促使政府进行政策的调整。

首先是水库开发计划陆续出现终止的情形。2001年6月21日国土交通省发表了一份关于公共事业改革的文件, 提出“冻结有关大型水库工程建设计划的新的勘测项目”。据2002年8月1日的《朝日新闻》报道, 已面临计划终止的水库有92座。

此外, 水坝报废的计划也开始进行, 其中政府对九州熊本县荒瀬水库报废的决定, 被称为是对“河道水泥化政策”的一次突破。2000年10月新选出的长野县知事田中康夫, 更是一上任便下令冻结8处计划兴建中的水库, 并于2001年2月发表“摆脱水库宣言”, 从而在日本朝野造成极大震撼。由于田中此举明显抵触了以老旧势力为主的议会而被逼退, 但他却在2002年9月1日的改选中, 获得压倒性胜利, 以超过对手一倍有余的票数击败由议会支持的候选人, 其民意所向可见一斑。2003年, 日本熊本市市长对外宣布, 位于Kumagawa河上的Arase水电站大坝将在7年后拆除。Arase水电站1954年开始投入发电, 其电力生产将一直持续到2010年3月31日。熊本市政府将向日本中央政府申请在该日期后尽早拆除大坝。原因是水电站生产的电力不足该市年用电量的1%, 但更换电站发电机和水闸又需要大约5000万美元, 经济上极不合算。因此在Arase水电站运行许可证2004年3月到期时, 熊本市政府向日本国土、基础设施及交通部只申请7年的许可运行期, 而不是通常的30年运行期。此外, 拆坝费用估计也需要3920万美元。日本在拆坝发展过程中首先考虑经济合理性及维修费用等问题, 这与日本国家的发展指导思想密切相关, 而生态方面考虑较少。

5 新兴发展中国家拆坝发展趋势

有观点认为拆坝目前主要是发达国家的事, 它们的水坝大都已进入病险期, 而且水力资源开发程度已很高, 和发达国家面临的问题截然不同。不过, 话似乎也不能简单地这么说。仅以中国为例^[3,4], 目前全国平均水电开发率已接近22%的世界水能平均开发率。而中国东部目前的水电开发率已达70%以上, 远高于世界平均开发率, 西部目前的开发率虽然只有7.5%, 但因西部是中国极其重要的生态功能区和生态屏障, 从可持续发展的角度来看, 这一地区的水电开发到什么程度为宜还是一个问題。而世界上不少发展中国家因为环境和社会问题, 已经转变了对水电大坝简单的支持态度。

在非洲^[3,5], 2001年10月, 加纳政府宣布搁置伏尔塔河上的布尔水坝工程。该工程将会淹没部分国家公园的土地, 破坏河马的栖息地, 移民安置2600人, 并影响另外数千人的生活; 在乌干达的维多利亚尼罗河上, 富有争议性的布扎加里水库被制止, 拯救了世界著名的布扎加里瀑布。

在韩国, 2000年6月5日, 当时的韩国总统金大中曾宣布, 为了保护东江流域的生态系统和20种濒危的生物以及首次发现的7种动植物, 政府正在取消江原道的永越水坝工程计划, 并将把东江流域设计成一个“对自然友善的文化与观光区”, 为当地居民开创工作与其他经济效益。金大中还说, 在进行深入的商议之后, 政府确保水源短缺与防洪问题会获得解决。

在泰国, 目前的拆坝表现为一种很特殊的方式, 它不是立即拆除所有大坝硬件, 而是完全开放水闸, 放弃水坝的设计功能, 让河水和鱼儿自由流动, 尽量恢复河流的自然生境。最典型的是1994年6月建成的帕满(Pak Mun)水坝, 它位于泰国东部满河与湄公河的交汇地带, 毗连老挝。该流域有四五十种独特的鱼类品种, 并因其秀丽的自然风光吸引了不少游客。自从水坝建成后, 这些鱼类已在帕满一带消失, 沿河居民的生活也受到严重影响, 被迫搬迁的村民也未得到应有的赔偿。村民连同环保组织和有关专家在7年间进行了各种活动, 要求拆去水坝。终于使政府同意在2001年开放帕满水坝的八道水闸。

在泰国的拉斯沙来(Rasi Salai), 由于水坝位于天然盐矿之上, 使得水库的水不能作为灌溉之用, 水库也淹没了当地居民赖以维生的淡水沼泽森林。使得15000多人失去农地, 而且其中超过六成的人没得到补偿。经过居民数个月的抗争, 终于使政府在2000年7月下令水坝闸门开启两年, 政府也同时开始研究开放水闸对于渔业和人民生活的作作用。

中国作为世界上拥有大坝最多的国家, 目前还没有见诸于报道的拆坝计划和行动。与此相反, 我国的水电开发和大坝兴建正形成一股前所未有的热潮。但是, 国际上关于水坝问题的争论与反思, 以及中国水电建设中不适当的开发目标和开发方式给生态环境和社会生活带来的严重影响, 已引起了国内公众、社团和政府等许多方面人士的关注与重视。尤其是近几年来, 随着环保意识的增强和可持续发展理念的推广, 对于水坝问题, 从观念到行动, 国内实际上也正面临一个转折时期的到来。

6 结 语

从目前的情况来看, 发达国家拆除水坝的运动虽然有恢复河流生态的考虑, 但是更多是由于安全、经济、生态等原因, 拆除的绝大多数是小型坝, 寿命超过使用年限、功能已经丧失或本身就是病险的坝, 这些坝维护费用高昂, 拆除是最经济的选择。总体来看, 世界范围内的水坝建设还将持续几十年时间, 趋势是从开发率接近饱和的发达国家转向开发潜力大的发展中国家, 特别是电力需求高速增长的亚洲、南美洲和非洲的发展中国家, 但是随着人们对水坝伴随的生态环境问题的关注, 水坝建设也面临着越来越大的社会阻力。□

参考文献:

- [1] S M Rashad, M A Ismail. Environmental impact assessment of hydro-power in Egypt [J]. Applied Energy, 2000(65): 285—302.
- [2] Martin W Doyle, Emily H Stanley, Cailin H. Orr, Andrew R. Selle, Suresh A. Sethi, Jon M. Harbor. Stream ecosystem response to small dam removal: Lessons from the Heartland [J]. Geomorphology, 2005(71): 227—244.
- [3] A Palmieri, F Shah, A. Dinar. Economics of Reservoir Sedimentation and Sustainable Management of Dams [J]. Journal of Environmental Management, 2001(61): 149—163.
- [4] David D. Hart, N. Lemay Poff. A Special Section on Dam Removal and River Restoration [J]. BioScience, August 2002, (52)

- 8; 653—655.
- [5] Martin W. Doyle, Jon M. Harbor. Toward Policies and Decision—Making for Dam Removal[J]. Environmental Management, 2003, (31)4: 453—465.
 - [6] N. Leroy Poff, David D. Hart. How Dams Vary and Why It Matters for the Emerging Science of Dam Removal[J]. BioScience, 2002, (52)8: 659—667.
 - [7] Ed Whitelaw, Ed Macmullan. A Framework for Estimating the Costs and Benefits of Dam Removal[J]. BioScience, 2002, (52)8: 724—730.
 - [8] Stan Gregory, Hiram Li, Judy Li. The Conceptual Basis for Ecological Responses to Dam Removal[J]. BioScience, 2002, (52)8: 713—723.
 - [9] Bruce Babbitt. What Goes Up, May Come Down[J]. BioScience, 2002, (52)8: 656—658.
 - [10] Margaret B. Bowman. Legal Perspectives on Dam Removal[J]. BioScience, 2002, (52)8: 739—747.
 - [11] Emily, H. Stanley, Martin W. Doyle. A Geomorphic Perspective on Nutrient Retention Following Dam Removal[J]. BioScience, 2002, (52)8: 693—701.
 - [12] David, D. Hart, Thomas E. Johnson, etc. Dam Removal: Challenges and Opportunities for Ecological Research and River Restoration[J]. BioScience, 2002, (52)8: 669—680.
 - [13] Jim Pizzuto. Effects of Dam Removal on River Form and Process[J]. BioScience, 2002, (52)8: 683—691.
 - [14] Patrick B. Shafroth, Jonathan M. Friedman, Gregor T. Auble, etc. Potential Responses of Riparian Vegetation to Dam Removal[J]. BioScience, 2002, (52)8: 703—712.
 - [15] Same Johnson, Briane Graber. Enlisting the Social Sciences in Decisions about Dam Removal[J]. BioScience, 2002, (52)8: 731—738.
 - [16] Jo Beth Mullens. An Examination of Dam Removal in New England[P]. 2004: 51—60.
 - [17] Michigan Department of Natural Resources. DAM REMOVAL GUIDELINES FOR OWNERS[EB/OL]. <http://www.michigan.gov/deqglmd>.
 - [18] American Rivers. DAMS SLATED FOR REMOVAL IN 2005 AND DAMS REMOVED FROM 1999—2004[R]. Bringing Life to Rivers, 2005: 1—35.
 - [19] Bednarek. Undamming Rivers: The Ecology of Dam Removal; A Summary of Benefits and Impacts[J]. Environmental Management, 2001, 27(6): 803—814.
 - [20] 杨小庆. 美国拆坝情况简析[J]. 中国水利, 2004(13): 15—20.
 - [21] Bednarek. The Ecology of Dam Removal: A review of the short— and long— term ecological benefits and impacts of dam removal[R]. American Rivers, summer, 1998: 1—18.
 - [22] American Rivers. DAM REMOVAL COSTS[R]. Bringing Life to Rivers, 2005: 36—39.
 - [23] The Aspen Institute. Dam Removal: A New Option for a New Century[R]. published by the Aspen Institute; 2002: 1—66.
 - [24] 王亚华. 反坝, 还是建坝? ——国际反坝运动反思与我国公共政策调整[J]. 中国软科学, 2005(8): 33—39.
 - [25] American Rivers. PAYING FOR DAM REMOVAL A Guide to Selected Funding Sources[R]. Published by American rivers, 2000, 1: 25.
 - [26] Elizabeth H. W. Riggs. CASE STUDIES IN RIVER RESTORATION THROUGH DAM REMOVAL[R]. Huron River Watershed Council, 2003: 1—40.
 - [27] Jong-Seok Lee. Uncertainty Analysis in Dam Safety Risk Assessment[D]. Utah State University, 2002: 20—60.
 - [28] Charles Gowan, Kurt Stephenson, Leonard Shabman. The role of ecosystem valuation in environmental decision making: Hydropower relicensing and dam removal on the Elwha River[J]. Ecological Economics, 2006, 56: 508—523.
 - [29] Fang Cheng. SEDIMENT TRANSPORT AND CHANNEL ADJUSTMENTS ASSOCIATED WITH DAM REMOVAL[D]. Ohio State University, 2005: 1—40.
 - [30] 郭 军. 浅谈美国退役坝的管理与我国水库大坝安全管理面对的新问题[J]. 中国水利, 2006, (11).
 - [31] C. R. 唐纳利. 加拿大芬利森坝的拆除[J]. 水利水电快报, 2006, 2(27)4: 12—15.
 - [32] 水利电力科技. 美国《大坝及水电设施退役导则》简介[J], 2006, 3(32)1: 42—45.
 - [33] 王正旭. 美国水电站退役与大坝拆除[J]. 水利水电科技进展, 2002, 12(22)6: 61—63.
 - [34] 沈崇刚. 中国大坝建设现状及发展[J]. 中国电力, 1999, (32)12: 12—19.
 - [35] 范 晓, 易 水. 反水坝运动在世界[EB/OL]. <http://post.baidu.com/f?kz=130509615>.

(上接第 129 页)

(3) 材料变异系数的变化会对坝体稳定可靠指标产生较大的影响, 因此控制好施工质量, 降低材料的变异系数是提高可靠指标的一条重要途径。□

参考文献:

- [1] 祁庆和. 水工建筑物[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998: 50—53.
- [2] 熊铁华, 常晓林. 基于响应面的三维随机有限元法在大型结构可

靠度分析中的应用[J]. 武汉大学学报(工学版), 2005, (1): 38—41.

- [3] 张 伟. 结构可靠性理论与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [4] 吴世伟, 张思俊, 余 强. 坝上游水位变化规律及统计量[J]. 华东水利学院学报, 1984, (4).
- [5] 郭怀专, 黄东军. 重力坝抗滑稳定可靠度分析的数值方法[J]. 水利水电技术, 1988, (10).
- [6] SL319-2005. 混凝土重力坝设计规范[S].