

DABA LAOHUA YU TUIYI

大坝老化与退役

● 彭辉 刘德富 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

大坝老化与退役

彭辉 刘德富 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书在借鉴国外研究与经验的基础上，结合我国的国情，对大坝老化、寿命以及安全、生态等问题开展研究，思考我国应该如何面对现存的已出现安全隐患和已丧失原有功能的大坝的退役问题，从经济角度、生态角度、工程角度合理提出了大坝退役决策判别方法。

本书可供水利水电、环境、经济、社会等相关领域的专业技术研究人员、政府职员、大坝管理人员以及高等院校师生阅读和参考。

图书在版编目（C I P）数据

大坝老化与退役 / 彭辉, 刘德富编著. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2015. 8
ISBN 978-7-5170-3620-3

I. ①大… II. ①彭… ②刘… III. ①大坝—安全—
研究 IV. ①TV698. 2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第211249号

书 名	大坝老化与退役
作 者	彭辉 刘德富 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub. com. cn E - mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 10. 25 印张 190 千字
版 次	2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—1000 册
定 价	48. 00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

过去几十年中，人们已经就大坝对河流的物理、化学和生物特征产生的影响进行了大量研究。许多研究表明：大坝改变了水流运动方式、河流形态、水文条件、溶解氧含量、营养物质含量、泥沙含量以及生物的迁移路径；同时，大坝也可以为某些濒危动物提供生境，为湖泊型鱼类提供了良好的繁殖场所。但总的来说，大坝修建对原有水生态系统会产生影响。迄今为止，世界上 60% 的大江大河已被水坝、运河和引水工程所阻断。由于大坝及其附属水利设施的建设，导致了众多淡水栖息地和物种的丧失，全球因此有 21 条河流及其流域生态严重退化。筑坝的影响以及相关的社会经济压力使人们必须重新审视大坝建造所带来的负面效应，有些国家已经对病坝等具有严重问题的大坝进行拆除，以达到修复河流生态系统的目的。目前，以世界上最早建造大型水坝的美国为代表，拆除那些老化的、毫无经济效益以及有严重安全问题的大坝，恢复自然的、富有生气的河流，已成为一种新的趋势。迄今为止，美国已经拆除了 578 座大坝（绝大多数高度在 15m 以下）。同样，在过去的半个世纪里，大坝在给中国社会带来效益的同时，建坝引起的环境问题也越来越突出，为此国内也有一些人对大坝修建提出了批评，也有极少数人片面而缺乏理性地反对建坝，忽视了中国的国情和建设大坝对中国经济今后相当长一段时间的重要意义。为此，中国的有关政府部门和许多专家学者都意识到我国的水电开发必须科学合理，在保证良好经济效益和生态效益的前提下，有步骤、有计划地开发河流。

本书在借鉴国外经验的基础上，结合我国的国情，对大坝老

化、寿命以及安全、生态等问题开展研究，思考我国应该如何面对现存的已出现安全隐患和已丧失原有功能的大坝的寿命和可持续发展问题。

国际大坝委员会（ICOLD）将大坝安全作为一项重点工作，着手进行大坝各种安全评价与改建。我国大部分大坝兴建于20世纪50—70年代，受当时条件限制，许多工程先天不足，随着工程的逐年老化，加上管理落后，致使许多大坝沦为病坝，给下游人民群众生命财产及城镇、交通干线和工矿企业等设施的安全构成严重威胁，水库大坝安全已成为我国新时期水利领域亟待解决的公共安全问题。由于大坝灾害荷载与结构抗力具有时变不确定性，因此，结构的功能也具有时变不确定性，大坝功能退化对大坝安全性具有重要影响。根据《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020）》，水库大坝在复杂工作条件下功能退化的规律以及其寿命预测与损伤检测、风险决策方法研究属于重点领域及其优先课题中公共安全部分（10）的重大自然灾害监测与防御（62）的范畴，该优先课题重点研究的内容是大坝可持续管理、溃坝、决堤险情等重大自然灾害综合风险分析评估技术。

然而，大坝综合风险分析评估技术是一项非常复杂的工作，包括技术、经济、社会等诸多方面的因素，因此应该及早开展研究，探索出适应于我国国情的、科学的对策与相应的技术措施。类似人类和动植物一样，水库大坝也有生老病死这样一个客观过程，应得到科学有效的管理，从而构成一个水库大坝规划设计、建设与运行管理、除险加固，乃至降等和报废拆除全过程的管理体系。

我国是世界上拥有水坝最多的国家，几乎所有大小江河的干流或支流上都有密如蛛网的水坝，总数超过万座。水坝形式多样，几乎囊括人类历史已有的所有类型。这些大坝有的成为国内争论的焦点：一方面，人口的极度膨胀和经济欲望对水、电资源的无限渴求；另一方面，来自生态环境的反作用力也在时刻威胁着中国 21

世纪可持续发展。目前许多专家和学者已经意识老坝、病坝潜在的危险性，同时许多专家学者在病坝修复加固上进行了大量研究，为此水利部专门制定了《水库降等与报废管理办法（试行）》，这成为我国目前指导大坝运行管理的纲领性文件。然而，关于大坝降等、退役和报废处理的具体研究成果并未出现，对退役坝进行拆除在我国是一个新生事物，目前国内还未进行这方面的专门研究，同时也没有与之配套的、可操作的实施细则，在开展建坝河流生态环境与定量经济的评价指标体系与评估模型的研究方面也未起步。为此，本书以国外大坝退役特别是美国大坝退役研究理论和实践作为基础，将大坝安全性、经济性、生态性、社会性等指标有机结合起来，重新界定并提出新的病坝概念，使病坝概念突破传统上只考虑安全性而忽略生态性、经济性、社会性的理念，另外，从经济角度、生态角度、工程角度合理提出病坝退役决策步骤并从建坝河流服务价值功能、建坝河流水文特性改变、大坝结构老化、水库泥沙淤积 4 个方面提出了大坝功能退化演变与寿命预测模型。

限于作者水平有限，书中许多研究内容只是一个初步探索阶段，需要更多专家和学者深入探究。大坝退役决策研究是一项复杂的系统工程，需要与多门学科相互合作，同时也需要更多的人逐步关心和理解这一新的研究，这不仅有利于国家的生态保护，而且有利于促进人与自然的和谐发展。值得说明的是：本书作者并不是反对修建大坝，大坝建设对中国的未来发展意义重大，兴建大坝为了“兴利除害”，而对那些已经丧失功能且无法发挥经济社会效益的大坝，特别是中、低坝需要慎重考虑其未来走向。书中提出的计算方法还比较粗略，本书考虑的重点放在定量的因素上，其实与大坝相关的许多因素是非定量的，也是模糊的。作者呼吁我国水利部门尽早建立相应的大坝退役实施指导原则和规程，同时国家政府部门也需要高度关注该问题，及早颁布相应的法律法规。

本书研究得到三峡大学、武汉大学多位教授和领导的支持与关

心，三峡大学“三峡地区地质灾害与生态环境湖北省协同创新中心”对本书的出版给予资助，在此一并衷心感谢！

限于作者水平，书中难免存在疏误之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

2015 年 7 月

前言

第1章 绪论	1
1.1 建坝历史	1
1.2 大坝修建的主要原因	3
1.3 拆坝与建坝之争	3
1.3.1 美国反坝运动由来已久	3
1.3.2 世界上的反坝运动	5
1.3.3 国际上反坝拆坝之声未成主流	10
1.3.4 国际反坝及拆坝运动对我国水电建设的影响和思考	11
1.4 病险坝拆除存在的主要问题	13
1.4.1 我国水库大坝可持续发展与安全管理中的新问题	13
1.4.2 国外大坝拆除存在的问题	16
1.5 本书研究的目的及意义	18
1.5.1 研究目的	18
1.5.2 研究的意义	18
参考文献	19
第2章 大坝降等退役现状分析	20
2.1 大坝降等退役现状	20
2.1.1 美国大坝拆除现状	21
2.1.2 加拿大拆坝现状	34
2.1.3 欧洲拆坝现状	34
2.1.4 日本拆坝现状	35
2.1.5 新兴发展中国家拆坝发展趋势	36
2.2 大坝拆除的主要原因	37
2.2.1 大坝带来的主要问题	37

2.2.2 大坝拆除主要原因	45
参考文献	49
第3章 大坝功能退化及降等退役决策步骤	54
3.1 大坝功能退化与病坝关系	54
3.2 病坝的识别	54
3.3 病坝降等拆除决策步骤	56
3.4 决策中需要考虑的重要问题	58
3.5 本章结论	61
参考文献	61
第4章 大坝对河流服务功能影响的价值评估方法	63
4.1 评估思路	64
4.2 建坝河流生态系统服务功能的分类	64
4.3 评估方法与价值计算	65
4.3.1 提供产品功能类	65
4.3.2 支持功能类	67
4.3.3 大坝管理保障功能类	69
4.3.4 调节功能类	69
4.3.5 文化娱乐功能	71
4.4 总评估结果	71
4.5 本章结论	71
参考文献	72
第5章 大坝对发电效益影响的评价研究	73
5.1 概述	73
5.2 河流水文特性改变产生的影响及其评价	75
5.2.1 径流还原方法概述	75
5.2.2 改进的分项调查法理论	76
5.2.3 案例	81
5.3 水库泥沙淤积对电站发电效益的影响及其评价	84
5.3.1 基本方程组	84
5.3.2 方程组简化计算	85
5.3.3 模型的验证	86

5.3.4 水库泥沙淤积量与有效库容的关系	87
5.4 本章结论	94
参考文献	94
第6章 大坝安全可靠性及风险评价	96
6.1 大坝安全风险理论	96
6.2 混凝土重力坝综合安全度研究	99
6.2.1 重力坝系统的特点及基本随机变量	100
6.2.2 抗力与荷载效应随时间变化模型	101
6.3 混凝土大坝综合安全可靠性及研究	109
6.3.1 计算方法	109
6.3.2 案例	110
6.4 本章结论	112
参考文献	114
第7章 大坝经济寿命及决策评判模型研究	116
7.1 评判模型的建立	116
7.1.1 大坝年效益与损失的计算	116
7.1.2 评判模型计算原理	117
7.2 案例	124
7.2.1 工程概况	124
7.2.2 基础资料	127
7.2.3 每年总效益与总损失的计算	128
7.2.4 建坝后效益-损失临界时间 t^* 的计算	134
7.2.5 大坝修复后效益-损失临界时间 t_1^* 的计算	135
7.2.6 大坝修复后再退役分析研究	142
7.3 本章结论	143
参考文献	143
第8章 退役坝拆除方法及拆除后生态研究	144
8.1 退役坝拆除方法研究	144
8.1.1 常用拆除方法	144
8.1.2 拆除方法的选择	146
8.2 退役坝拆除技术	147

8.2.1 拆除过程 147

8.2.2 拆除技术要点 149

8.3 退役坝拆除对河流生态效应的影响 149

8.3.1 退役坝拆除的长期生态效应影响 149

8.3.2 拆坝的短期生态效应影响 151

8.4 退役坝拆除前后的安全监测 151

8.4.1 拆坝前的安全监测 152

8.4.2 拆除后的安全监测 153

8.5 本章结论 153

参考文献 154

绪 论

1.1 建 坝 历 史

美索不达米亚东边扎戈罗斯 (Zagros) 山脉丘陵地区的农民也许是第一批建造水坝的人, 在该地区考古发现了 8000 年前的灌渠^[1]。到了 6500 年以前, 苏美尔人在沿底格里斯河与幼发拉底河下游平原上, 建立起纵横交错的灌溉网络。现存世界上最早的水坝是公元前 3000 年建造的古城佳瓦 (Jawa, 现在约旦境内) 供水系统水坝的一部分。该供水系统包括 200m 宽的溢流堰, 通过这个溢流堰, 水被分配到 10 多个小型的水库中, 这些水库的水坝中间最大的有 4m 多高, 80 多 m 长。此后 400 年, 大约是在修建第一座金字塔的时代, 古埃及的工匠在开罗附近的季节性溪流上修建拦水坝, 这些大坝主要由沙、卵石和岩石堆积而成, 一般高度在 14m 左右, 长度则超过 100m。

在公元前 1000 年的末期, 石头和泥土修建的水坝在地中海地区、中东、中国和中美洲等地出现了。现存的特色最鲜明的是罗马水坝, 迄今为止这些水坝在水利工程方面继续发挥着作用。在西班牙, 一座高 46m 的石坝于 1580 年在阿里坎特 (Alicante) 附近开始兴建, 14 年后竣工, 该水坝在高度及规模上大约保持了 300 年左右的世界纪录。

南亚建造水坝的历史也很悠久。公元前 4 世纪开始, 斯里兰卡各城市便开始修建长长的土堤来蓄水。这些早期的土石坝在公元前 460 年被加高, 有的高度达到 34m, 是当时世界最高的水坝, 这个高度纪录保持了 1000 多年。

将流水的能量转化为机械能的历史几乎与灌溉一样久远。古埃及和苏美尔使用一种称为戽水车 (Noria) 的水轮, 在轮的四周边缘上挂着水桶从河或渠道中戽水。到了公元前 1 世纪, 罗马人用水车来磨谷物。1086 年, 英王威廉一世颁布的土地调查清册 (Domesday Book) 记载, 英国当时有 5624 座水车, 大约每 250 人便有一座。

水车不仅仅用来提水和磨谷物。在中世纪晚期, 它们在大工业中心的德国和意大利北部有着多种用途, 包括为造纸而捣乱破布头、打铁、压制皮革、纺丝线、粉碎矿石和从矿井中抽水。19 世纪工业革命蓬勃发展的英国, 差不多

修建了 200 座高 15m 的水坝，主要是为了蓄水以供不断扩大的城市之用。1900 年，英国的大型水坝数目几乎是全世界其他国家大型水坝的总和。19 世纪的水坝主要是土石坝，其设计基本上根据试错法，直到 1930 年之前，对于泥土与岩石在压力作用下有什么样的力学特性，几乎没有什么科学理论研究依据。19 世纪水坝建设者也几乎没有任何准确的水文气象资料，也没有多少统计工具来分析业已获得的水文数据。其后果可想而知，这个阶段的大坝失事率很高。

法国工程师福内戎 (Benoit Fourneyron) 于 1832 年完善了首台水轮机，极大地提高了水车的效率。自水泥问世以来，建筑业的迅速发展最终促进了 19 世纪后半叶电力工业的迅速发展。世界上第一座水电站建在威斯康新州阿普尔顿 (Appleton) 的一座拦河坝内，于 1882 年开始发电。随后，在意大利和挪威也相继建成了水电大坝。

在以后的几十年间，小型电站纷纷在欧洲、亚洲、北美洲湍急的河流上被修建，成为 20 世纪早期的一大景观。开始于 1931 年兴建的胡佛大坝开创了近代史上真正意义上的大坝修建先河，使得各国在随后几十年的水电开发中，大坝规模不断扩大，装机容量越来越大的巨型电站应运而生，极大地推动了水电能源科学技术的发展。

到 20 世纪 40—60 年代，建设大型水坝几乎成了经济发展和社会进步的 synonym，水坝建设风起云涌，20 世纪 60—70 年代达到顶峰时，全世界几乎每天都有 2~3 座新的水坝投入工作。然而，随着大坝的不断建成，大坝的一些负面效应也日益显现，关于水坝利弊之争诞生了。水坝利弊之争主要针对大型水坝。大型水坝是指水坝高度（从地基处算起）大于或等于 15m，或者坝体高度在 5~15m 之间但其水库总储水量超过 300 万 m^3 。据国际大坝委员会 (ICOLD) 统计的资料，目前全球至少已建成 4.5 万座大型水坝，全世界有一半的河流至少建有一座大型水坝，分布在 140 多个国家，其中我国的大型水坝有 25800 多座。而我国的三峡大坝可谓是“坝中之星”，是目前世界上规模最大的水坝^[2]。

当今世界上有 24 个国家依靠水电为其提供 90% 以上的能源，如巴西、挪威等国；有 55 个国家依靠水电为其提供 50% 以上的能源，包括加拿大、瑞士、瑞典等国；有 62 个国家依靠水电为其提供 40% 以上的能源，包括南美的大部分国家。全世界水电的发电量占有发电量总和的 19%，水电总装机容量为 728.49GW。发达国家水电的平均开发度已在 60% 以上，其中美国水电资源已开发约 82%，日本约 84%，加拿大约 65%，德国约 73%，法国、挪威、瑞士也均在 80% 以上。

美国有大小坝（坝高 15m 以上）8724 座，水电总装机容量为 75.5GW，年发电量为 300TW·h，另有抽水蓄能电站装机容量 19GW，水库总库容为 135000 亿 m³，位居世界前列。从 19 世纪末以来，美国退役的大坝总数为 578 座。

加拿大有 804 座大坝，其中 596 座大坝以发电为主。

巴西有大坝 634 座，其中专为发电修建的大坝有 240 座。

截至 2012 年年底，我国坝高 30m 以上的大坝共 4700 多座（其中在建坝高 30m 以上大坝有 132 座），与世界各国相比，我国的水电总装机已居世界第一，年水电总发电量居第四，总库容居第三位。

1.2 大坝修建的主要原因

大坝的主要功能有两个^[1]：①蓄水调节径流（包括日、旬、月、年、多年调节），增大枯水期调节流量，减少洪水灾害损失；②提高上游的水平面，使水能够改变流向或提高“水头”（Hydraulic head）。具体水坝功能为^[3]：①为居民和工业供水；②农业灌溉用水；③防洪；④发电；⑤航运；⑥提供宽水域娱乐休闲；⑦养殖。

1.3 拆坝与建坝之争

1.3.1 美国反坝运动由来已久

很多人以前有一个不正确的概念^[4-5]，以为西方的反坝运动兴起于 20 世纪 70 年代。实际上，在美国，反坝运动的历史基本上是伴随现代水坝工程的建设实践而同步书写的。美国自独立战争胜利赢得建国伊始，就揭开了被称为向西运动（western movement）的历史，从阿巴拉契亚山与密西西比河之间的旧西部，到落基山以东的中西部，再到落基山以西至太平洋岸边的远西部，不停地涌浪般地西进。在早期的西部开发中，新移民在农耕生产和矿业开采中利用了丰富的水力资源，自发地修筑了形形色色的各类堰坝（磨坊坝、消防坝、采矿坝、蓄水坝、灌溉坝、航运坝），主要目的为磨玉米、消防、采矿洗选、灌溉、饮水、船运等。至 19 世纪下半叶，当移民拓荒淘金潮席卷到落基山东麓的大平原和远西部的南部地区时，问题出现了。这些干旱的地区年降雨量加融雪量平均尚不及 50.8cm，仅靠老天爷的恩赐无法进行农耕灌溉。移民人口不断增长的城市也需要大量生活用水。同时，在已开发的旧西部和中西部地

区,另一个问题出现了,即沿着溪流江河靠灌溉、取水、交通的便利而逐渐兴盛起来的村镇和城市,人口和财富迅速积聚,却年年受到洪水的威胁。

著名探险家鲍威尔(John Wesley Powell)在《美国干旱地区的土地报告》一书中提出兴修大型水利工程和建立家庭式农庄的主张,得到美国国会和社会各界的赞同。但是,修建大型水利工程需要调集巨大的资源,仅靠社区、地方或私营公司的人力和财力都是远远不够的。因此,联邦政府开始在西部水利工程规划建设中发挥主导作用,从而深深地介入到西部开发,特别是水资源开发和管理事务中,极大地加速了美国西部经济的发展。至1902年,总管西部垦务的联邦政府机构——美国垦务局成立,连同先前1802年成立的陆军工程师团和其后1933年成立的田纳西流域管理局,被称为美国水利水电开发“三剑客”。从此,美国西部开发揭开了崭新的篇章。后人为纪念鲍威尔先生,把美国第三大坝格伦坝所拦成的水库命名为鲍威尔湖。

美国垦务局成立伊始即利用其技术和财力优势推进“把荒漠变成花园(Make the desert bloom)”的西部梦想计划,修筑蓄水坝和引流坝来储水和引水,修凿运河和导管来输水,著名的工程包括罗斯福坝、洛杉矶输水渠等。而正是在此期间,建坝者和有组织的反坝运动开始了首次激烈的正面交锋,这就是围绕赫奇赫奇峡谷(Hetch hetchy valley)水库计划的争议。

旧金山市计划修建大型远程供水工程,水库选在赫奇赫奇峡谷,而此峡谷恰恰位于风光旖旎的约塞米蒂国家公园内。被誉为“环境保护先知”、世界最早也是当今最大之一的民间自然保护组织“山地俱乐部(Sierra Club)”的缔造者、自然保留主义者约翰·缪尔(John Muir)发起了长达7年之久的抗议活动,获得举国上下的关注和相当广泛的应同,使“山地俱乐部”声名鹊起。坚决支持兴建此工程的是另一位环境保护运动的先驱、进步主义领袖、资源保护主义者、美国首任林务局长吉福德·平肖(Gifford Pinchot)。在最终权衡环境 and 经济利益得失后,美国国会专委会于1913年以43票赞成25票反对通过了赫奇赫奇峡谷水库提案并得到总统批准兴建(工程主体之一奥沙赫里舍大坝于1923年建成,坝高7.92m)。

此后至第二次世界大战之间,是美国建坝的第一个高潮。政治家、金融家、实业家和水利水电专家同心协力,以巨型大坝为特征的多功能水利枢纽建设如火如荼,胡佛坝、大古力坝、邦尼维尔坝、沙斯塔坝都在这一时期建成。这些项目的建设主旨是落实西部水资源计划(如科罗拉多河协议,哥伦比亚大学盆地项目)和西部电气化计划(Electrification of the West)增强西部乃至全美国的经济实力和综合国力。美国反坝人士麦考利在其著作《沉默的河流》中也承认:西部水坝的电力帮助美国打赢了第二次世界大战,大古力坝和邦尼维

尔坝的发电在战时几乎全部用于高耗能的飞机铝和核弹原料铀的生产。

第二次世界大战战后是美国建坝的第二个高潮, 尽管建坝工程依然遭受非议, 遇到的阻力越来越大, 但在这一时期美国建成的水坝数量还是最多, 其中包括一些著名工程, 如格伦坝、奥罗威尔坝 (全美最高, 19.56m, 土石坝)、大古力电站扩建等。有影响的反坝案例也不少。比如在犹他州和科罗拉多州界河上修建回声谷 (Echo Park Canyon) 水库的计划, 因其要侵入国家公园的地界, 众多媒体也站在反坝组织一边。美国国会举行了公开听证, 结果以回声谷建库计划取消、自然保护区守护者取得胜利而告终。不过, 作为替代, 反坝组织同意兴建规模跟胡佛坝相差无几的格伦坝。此后, 又有在大理石谷 (Marble Canyon) 处修建大型水库的技术方案和项目建议。该水库库尾将伸进世界闻名的大峡谷下段, 影响自然景观。反坝联盟掀起了空前的抗议浪潮, 在《纽约时报》《华盛顿邮报》《洛杉矶时报》连续刊登整版抗议广告, 公众信函雪片似的飞入国会山, 后来内务部撤销了该项目计划。

经过第二次世界大战之后, 美国经济发展迫切需要大量的能源, 一大批高坝巨坝在战后得到兴建, 然而水坝之争的话题始终没有停止过, 尽管在过去的几十年中, 有些时候建坝呼声高过反坝呼声, 有时反坝呼声高过建坝呼声, 但直到现在, 美国始终未停止过修建水坝。

1.3.2 世界上的反坝运动

而在国际上其他国家和地区, 从 20 世纪 30 年代开始, 也有许多学者和研究人员一直在收集大量关于水坝造成危害的数据^[1], 这些数据表明, 水坝以及与之相关联的灌溉系统, 发电系统对流域、文化、国民经济将产生极大破坏。而且越来越多的数据表明大坝在很大程度上并没有履行其原来设计所期望的目标, 在很多情况下, 建造大坝总是超出预算范围, 超出预算的资金不得不从其他更有发展潜力的行业抽调。水库有淤积的倾向, 这一点早已有人预测到, 而水电站所提供的电要比预期计划的少得多。如果灌溉系统的管理一旦遭到破坏, 因无充足的水源, 轻则导致许多农民的土地无法发挥原有的作用, 重则造成土地荒芜。而事实上, 大坝在其发展过程中给人们带来的利益也是毋庸置疑, 正是由于上述原因, 水坝之争在国际上愈演愈烈。

水坝与埃及的金字塔不同^[6], 它们并非永恒。1954 年, 印度的第一任总理尼赫鲁在旁遮普的赫加爾运河开通典礼上, 面对运河及巴克拉大坝的建筑工地, 以异常亢奋且激动的口吻, 以一种民族主义和宗教虔诚的方式赞叹说: “这是多么壮观、多么宏伟的工程啊! 只有那些具有信念和勇气的人民才能承担如此的工程! 它已经成为国家意志的象征, 象征着这个国家正在迈向力量、

决断和勇气的时代!”然而仅仅过了4年,尼赫鲁这位印度巨型水坝之父便对这些“现代的神圣庙堂”产生了另外的想法。他说:“我一直在思考我们正在遭受着‘畸形庞大之病’的折磨”“我们想表明我们能够建成大坝并且能够成就大事业,但是,为表明我们能够成就大事业而且拥有大事业和完成大任务的思想,根本就不是一种良好的世界观。”

人类建造水利工程已经有几千年的历史^[1]。工业化以后,特别是自然界的电被发现以后,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。目前针对大坝问题有两大阵营分别持支持和反对态度。这两大阵营在各大报纸杂志以及不同的会议上经过多次对话、讨论后仍然不能达成共识,而水资源维持、生物多样性保护和能源短缺以及经济发展之间的矛盾是建坝之争的焦点问题。

支持建坝方的观点:水坝建设的作用不是单一的,除了防洪、灌溉、航运、旅游、水产养殖等之外,最主要是供水和发电。通过建坝蓄水,达到控制洪水并将其转化为可利用的水资源是现代水坝的重要作用之一。纵观历史,从中国的都江堰工程到古罗马的城市供水系统,通过修渠建坝成功地控制洪水和利用水资源已经成为人类几千年文明史的重要组成部分。世界上任何一个发达国家,如果没有特殊环境形成的天然水资源充足保证,无一例外地必须依靠水坝蓄水来解决其水资源供应问题。而如今随着各国经济的发展和人口增长,社会对水的需求量十分巨大,全球水资源短缺日益紧张,而大型蓄水水库的建设是解决水资源短缺的有力措施之一。

反对建坝方的观点:河流是有生命的,蕴藏着丰富的自然历史和人文历史。人类文明大都诞生于大河两岸,而文明的衰落也大多与河流的消失息息相关。因修建水坝(库)所引起的移民、泥沙淤积、生物多样性减少、土地文物淹没、下游水文条件改变、河流物理、化学效应的改变等一系列问题受到越来越多的批评和质疑。

20世纪60年代以来,反对建坝人士的呼声日渐增高,这是因为越来越多的人意识到大坝所具备的一些功能可以通过其他替代工程项目加以弥补。例如,对于易受干旱袭击地区的供水,可以通过迅捷、廉价和具有同等功效的其他可替代供水方案加以解决,有些则可以采用传统技术(如挖掘暗沟、地下渠等),也可以采用现代新方法(滴灌、地膜覆盖技术等),也可以将传统方法与新方法相结合。有些情况下,通过提高供水的效率和利用率可以极大地提高水的作用而无需修建过多水坝。与此同理,许多国家在节约能源和提高效率方面