

三峡工程是改善长江生态、保护环境的工程

陆佑楣

(中国长江三峡集团公司,湖北宜昌 443002)

[摘要] 逐水而居是人类生存的自然选择,长江和地球上其他江河一样,是人类文明的发祥地和生存繁衍的好居所。长江流域作为一个生态系统,在自然因素和人类活动的影响下正在不断地演变中。由于水土流失、污染以及人类活动等,加剧了次生环境的不平衡,使生态环境变得更加脆弱,缓减和改善这种生态危机已刻不容缓。实践证明,工程措施是人类改善生态环境的有效途径之一。三峡工程防洪库容 221.5 亿 m^3 ,可有效地拦蓄宜昌以上的洪水,保护其下游 1 500 万人口和 150 万 hm^2 田地,并能防止或减缓洞庭湖等长江中游湖泊的淤积萎缩,年均发电量约 900 亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$,可大大减少二氧化碳及有害气体的排放,在总体上,有利于长江流域、全国乃至全球生态和环境的保护。

[关键词] 长江流域;自然生态;生态环境;环境保护

[中图分类号] TV741 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2011)07-0009-05

1 长江流域的自然生态

长江发源于世界屋脊的青藏高原唐古拉山的主峰各拉丹冬雪峰,自西向东,经高原、山地、丘陵、平原、一路跌宕而下浩浩荡荡涌入太平洋。长江干流全长 6 300 余 km ,是中国第一大河,长度仅次于尼罗河和亚马逊河,年水量仅次于亚马逊河和刚果河,为世界第三大河。

长江两岸资源和物产丰富,流域面积 180 万 km^2 ,约占全国总面积的 1/5,居住人口逾 4 亿。

大自然不断地演变,是自然界的客观规律。经过亿万年漫长的地质年代,长江流域的生态也在自然地发生着变化。在自然因素与人类活动的共同影响下,两岸茂密的古森林逐渐减少,长江从干旱的上游高原带来泥沙,不仅堆积出富饶的长江三角洲,也把大量的泥沙沉积于中、下游河床,降低了河道的行洪能力,这已成为当代中国经济和长江流域自身发展所面临的巨大生态难题。长江在流经三峡最后一个河谷西陵峡之后,河势由窄深流急变得宽浅平

缓,从上游带来的大部分泥沙,积年累月地在荆江河段淤积,随着河床不断抬高,致使洪水高出两岸平原 6~17 m ,形成“地上悬河”,号称“鱼米之乡”富饶的江汉平原和洞庭湖区 1 500 万人口和 150 万 hm^2 耕地,长年经受着严重的洪水威胁。历史上,这里曾多次发生大的洪涝灾害,造成两岸人民生命财产的重大损失。从汉初至清末的 2 100 多年中,该地区共发生大小洪灾 214 次,平均每 10 年一次,仅 20 世纪初期就发生了 5 次大的洪灾。

长江三峡以下的荆江河段自古以来就以修建荆江大堤并逐年加高来抵御洪水,新中国诞生后又逐年整修加固。最大安全行洪能力为 60 000 m^3/s ,仅仅能抵御 10 年一遇的洪水,抗洪能力极低。

长期以来,自然界原有的调节作用,遭到洪水破坏,流域原生环境平衡也被改变。中游的洞庭湖是长江调节洪水的重要湖泊。由于长江洪水挟带的大量泥沙,大量从荆江四大分洪口涌入并在湖内淤积,长年的泥沙淤积和人为围垦,使湖泊面积从 1825 年的 6 000 km^2 锐减至 1983 年的 2 700 km^2 ,并以加速度不断递减,大大降低了对荆江的调洪作用,同时也

[收稿日期] 2011-6-15

[作者简介] 陆佑楣(1934—),男,江苏太仓市人,中国工程院院士,主要从事水利水电建设技术和工程管理及能源问题战略研究;

E-mail:lu_youmei@ctgpc.com.cn

使湖区农田面临着日益严重的洪涝灾害的威胁。可以推测,若继续以目前的速度进行淤积,八百里洞庭湖将不断萎缩甚至渐趋消亡,那么它分洪分沙的重任又将落到谁的肩头呢?

江汉平原和洞庭湖区等人口稠密、经济发达的富饶土地,随时可能遭受严重的洪水灾害的局面,不仅制约着长江流域经济的发展,也成为中国经济发展的世纪之忧。

于1952年修建的荆江分洪工程,曾为长江洪水分担了调蓄容量的重任,然而由于分洪区内长居人口不断增长,即使启用一次就有约40多万人需要就近安置在面积仅19.75 km²的安全区,平均2万人的生存空间不到一平方公里,并且分洪一次必还将使环境恶化,作物毁坏、继发性病毒、各种疫情随时会发生,也将加大洪灾本身的悲剧性。因此,缓减和消除这种生态危机,已成为刻不容缓的历史责任。

2 工程措施是人类改善生态环境的有效途径

无论是从生存还是发展的角度看,治理长江已是一项紧迫的社会责任,这也是开发长江的前提。在人类发展史上已有无数成功地运用工程措施来改善原已失衡的生态、环境的先例。基于这点共识,70余年来,几代政治家和无数中外水利专家、学者、科研人员均为此作出了不懈努力,经过长期的规划勘察和大量的方案设计、科学研究和论证表明,长江三峡工程无疑是完成这一历史责任最有效的途径。

三峡工程坝址距长江的源头约4500 km,距长江的入海口1700多 km,位于闻名于世的瞿塘峡、巫峡和西陵峡三大峡谷的最后一个峡谷——西陵峡河段内。防洪是兴建三峡工程的最主要的目标,长江三峡工程设计正常蓄水位175 m,在上游形成库容为393亿 m³的河道型水库,可调节的防洪库容达221.5亿 m³,能有效地拦截宜昌以上下来的洪水。通过大大削减洪峰流量,使荆江地区的防洪标准,由建坝前的10年一遇,提高到100年一遇;既提高了荆江河段的安全性,也增加了武汉市防洪调度的灵活性。

下游防洪能力的提高,同时能有效地减少下游湖泊的泥沙淤积,延缓洞庭湖的萎缩进程;并对湖区支流洪水进行补偿调节,减轻湖区洪水威胁。由于水库的调节作用,枯水期下泄流量增加,还有助于提高坝下游河道污水稀释化,改善水质,减轻污染,

提高生态需水保障率。

2006年6月三峡大坝全线挡水,三峡工程具备防御百年一遇洪水能力,蓄水以来三峡工程防洪效益已显著发挥。2007年7月底,三峡枢纽成功地实施了一次主动防洪运用,最大入库流量52500 m³/s,通过提前预泄和拦洪控泄等措施,将沙市水位控制在42.97 m,略低于警戒水位,为减轻长江中游防洪压力发挥了重要作用。2010年汛期进行7次防洪运用,拦蓄洪水264.3亿 m³,在70000 m³/s洪峰流量到来时(超过1998年特大洪水流量),最大削减洪峰30000 m³/s,降低沙市站水位约2.5 m,有效缓解了长江中、下游的防洪压力。

为缓解下游水资源季节性短缺的压力,三峡工程新增抗旱补水功能,为此,三峡水库进入初期蓄水阶段后,实施枯水季节生态补水调度,效益显著。2006年冬至2007年春枯水季节为下游补水80天,补水总量超过40亿 m³;2007年冬至2008年枯水季节为下游补水约47亿 m³;2009年补水总量71.64亿 m³,2010年枯水季节对下游实施补水121.9亿 m³。2011年长江中下游汛期推迟到来,降雨量极度偏少,造成了自1954年以来最严重的季节性旱灾,截止到2011年5月底,三峡水库为此向下游补水约200亿 m³,缓解了中下游的旱情。三峡水库枯水季节补水改善了下游水质和航运,改善了下游湿地生态系统需水,起到了河口压减、提高下游工农业及其他生态用水等综合作用。

长江三峡工程作为一项补救长江在自然发育中已经失衡的生态平衡的有效措施,从本质上讲,也是一项伟大而重要的生态工程。三峡工程能使广袤、富庶的江汉平原免受洪水威胁,生态秩序走向良性发展,平原湖区生态达到相对稳定。这无疑对长江中、下游平原的经济发展,乃至全国经济的稳定和持续发展,都有极其重要的意义。

3 三峡工程有利于全球环境保护

越来越多的人清醒地认识到:治理只是一种应急措施,在致力于解决本国或流域生态与环境问题的同时,必需兼顾到全球的利益,以及全人类未来的利益,在当今时代显得尤为重要。

3.1 发电效益

三峡工程最直接的经济效益就是发电,巨大的发电收益,是在防洪之后使这个超级水利工程的兴建成为现实的重要因素之一。三峡电站共有单机

70 万 kW 的机组 32 台,总装机容量 2 250 万 kW(含电源电站),年发电量约 900 亿 kW·h。平衡当代中国高速发展经济与能源短缺的矛盾,清洁的、取之不尽的水电资源无疑是最优的选择。在当代中国,一个不容忽视的现实就是,经济正处于一个高速发展的时期,能源短缺是全国普遍的现象,而在国家的经济重地——经济快速发展的华中、华东地区,每年火电所需巨大数量的燃煤,主要产于北方,北煤南运给运输带来极大的压力。

如果以火电来替代三峡工程所提供的清洁、低廉、强劲的、可再生的水电,就意味着平均每年多采掘原煤 5 000 万 t,除排出大量热水、废渣影响环境外,每年将排放约一亿吨形成全球温室效应的二氧化碳,以及造成酸雨的 200 多万 t 二氧化硫,1 万 t 一氧化碳,37 万 t 氮氧化物,还会产生大量的飘尘、降尘等;火电厂及其煤渣弃渣场大规模的占地,将从华东、华中这些本来就人多地少的地区,夺去更多的土地;不仅将使中国在今后承受更大的环境污染的压力,也将对全球环境造成不利的影响。

大气污染这一现代社会的弊病,几乎是促使全球环境恶化的最普遍和严重的形式。有人预言,由于“温室效应”,地球平均气温在 21 世纪将上升 2℃~3℃,燃烧矿物燃料,是造成二氧化碳大量增加的重要结果,而其他污染废气也会随大气环流送向地球上任何地区。生态科学和系统科学告诉我们,事实也反复证明,世界是个整体,生态没有国界,共同

防止生态恶化必须依靠人类横向的联合。为了防止温室效应加剧,世界各国已达成共识,并制定了减少和限制二氧化碳等各类有害气体排放量的原则和办法。我国政府已经制定应对气候变化国家方案,2009 年 11 月,中国政府提出 2020 年我国控制温室气体排放的行动目标为单位国内生产总值(GDP)二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%,表明了我国应对全球气候变化的决心。调整我国能源结构,发展低碳经济模式,是实现我国减排承诺的重要举措。中国是世界上少数几个以煤炭为主要能源的国家之一,煤炭在我国能源结构中占较大份额。加大对水电的开发力度,逐步降低煤炭在我国能源供应中的比例,将有效减少温室气体的排放。

三峡工程利用长江丰富的水量获得巨大的清洁能源,是我国能源规划和电力工业的重要组成部分。三峡电站总装机容量 2 250 万 kW,是世界上装机容量最大的水电站,分别约占 2009 年全国电力和水电装机容量的 2.57% 和 11.4%。三峡电站自 2003 年 7 月首批机组发电以来,至 2010 年底,已累计发电 4 514 亿 kW·h。三峡电能主要送往华中、华东和广东地区共 8 省 2 市。

表 1 为 2003—2010 年,三峡工程逐年发电量以及节约标准煤统计,按照 2005 年我国火电机组平均发电煤耗 370 g/kW·h 计算,三峡工程累计发电量相当于节约标准煤 16 471 万 t,减少二氧化碳排放约 41 036 万 t。

表 1 三峡工程 2003—2010 年发电量以及节约标准煤统计

Table 1 Statistic of power generation and standard coal saving of the Three Gorges Project, from 2003 to 2010 (data source: China Three Gorges Corporation)

年份	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	总计
发电量(亿 kW·h)	86.14	391.57	489.25	492.49	613.08	803.10	794.70	843.70	4 514.03
节约标准煤(万 t)	318.72	1 448.81	1 810.23	1 822.21	2 268.40	2 971.47	2 940.39	3 122.00	16 703.23
减排 CO ₂ (万 t)	783.09	3 559.72	4 447.72	4 477.18	5 573.45	7 300.90	7 224.54	7 670.00	41 036.78

3.2 航运效益

长江航道是沟通我国东、中、西部地区的黄金水道,三峡工程建设之前,长江上游地区,尤其是宜昌至重庆 660 km 的川江航道,位于高山峡谷地段,航道的上、下游落差大、水流急、滩险多、航深浅、航宽不足,通航能力较弱,运输成本较高。

三峡工程建成蓄水运行后,有效地改善了长江上游湖北宜昌至重庆段 660 km 的川江,以及枯水季

节长江中、下游航道的通航环境。配合必要的航道整治,长江中、上游的单向的通过能力,可由原来的不到 1 000 万 t,提高到 5 000 万 t。在提高通航能力的同时,航运安全也得到基本保证,库区长江干线水上交通事故和重大交通事故分别减为蓄水前的 32.9% 和 5.8%,并相应地显著减少了船舶事故造成的水污染。

统计资料显示,随着航运条件的改善,三峡枢纽的货物通过量也逐年增加,且增幅逐年增大(表 2)。

2010年三峡枢纽的货物通过量达到8 794万t,与2009年和2002年(三峡枢纽通航前历史最大货运量1 800万t)相比,分别增加了18.5%和388%。

水库蓄水以来,三峡枢纽货运总量超过三峡工程蓄水前葛洲坝船闸通航22年过闸货运量的总和的两倍,有力地促进了长江航运和中西部经济的发展。

表2 三峡工程蓄水通航后货物通过情况统计(单位:万t)

Table 2 statistic of freight volume after inundation of the Three Gorges Project (unit: million t)

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	累计
三峡枢纽货物通过量	4 308	4 393	5 000	6 500	6 847	7 426	8 794	43 268
通航后增加货运量	2 508	2 593	3 200	4 700	5 047	5 626	6 994	30 668
替代公路减排	201	208	256	376	404	450	560	2 455
降低通航能耗减排	14	14	16	21	22	24	30	141

注:数据来源为三峡总公司

与三峡工程修建以前葛洲坝水利枢纽历史最大货运量1 800万t相比,2004至2010年三峡水利枢纽累计增加货运量3.07亿t,运输成本降低35%~37%,单位能耗降低46%。由于水运的能源消耗低于公路运输,三峡水上货运能力的增加,相应地大大减少了公路运输能耗导致的二氧化碳排放。

4 三峡工程促进了区域生态环境的综合治理与保护

4.1 工程生态和环境的系统论证与研究

三峡工程作为一个世界超级工程,无论是作为新生环境组成部分,还是作为原来环境影响的受体,对生态和环境的影响关系都是深远的,无论其方式、程度及发展过程都深受广大生态学家、工程专家密切关注;早在20世纪50年代初就开始了这方面的研究。在工程设计的不同阶段和方案论证过程中,提出了一批工程对生态与环境的影响的相关研究报告和评价报告。

在20世纪50年代,长江流域规划要点和三峡水利枢纽初步设计要点的编制过程中,就对三峡工程水库回水影响、人类活动对河流径流的影响、水库岸坡稳定性、水库诱发地震、水库淹没与移民、泥沙、生物、自然疫源性疾病及地方病等环境影响因素进行了调查与研究。1979年以后,长江流域水资源保护局与40多家大专院校和科研单位合作开展了三峡工程生态与环境的影响的研究和评价。1984年,国家科学技术委员会正式将“长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究”列为三峡工程前期重大科研项目之一。1985年,国家计划委员会和国家科学技术委员会成立了三峡工程生态与环境论证专家组,对正常蓄水位150~180m各方案的环境影响逐

一进行了评价。1986年,国务院三峡工程论证领导小组组织成立了由生态、环境、水利等方面的55名专家组成的长江三峡工程生态与环境专家组,对以往的研究成果,进行了审查和复核,并组织长江流域水资源保护局及中国科学院等有关单位,进行了专题论证和补充研究。1991年12月,中国科学院环境评价部和长江水资源保护科学研究所,共同完成了《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》,并于1992年2月,得到原国家环境保护局的正式批准。

上述一系列的研究论证报告,较完整地对比三峡工程引起的生态环境问题进行了分析论证。

经过长期的观测、分析和认真、科学地进行了评价,结论认为:长江流域局部地区生态与环境有所改善,但有很大部分地区仍有恶化趋势,即使不建三峡工程,也该加快综合治理。兴建三峡工程对生态与环境有利有弊,在建设过程中要采取有效的措施,发扬有利的一面,克服和减少不利的一面,以三峡工程建设为契机,加快该地区的生态环境的综合治理。

中国工程院2009年对上述论证进行了系统的阶段性评估,评估意见认为“生态和环境问题及其影响基本没有超出原论证的预测范围”。

4.2 生态和环境保护措施

《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》将三峡工程环境影响分为局地气候、水质、水温、环境地质、陆生植物和植被、陆生动物、水生生物、库区泥沙淤积和下游河道冲刷、对中游平原湖区的影响、河口环境、水库淹没与移民对环境的影响、人群健康、自然景观和文物古迹、工程施工对环境的影响,以及公众关心的其他环境问题(包括兴建三峡是否加重上游洪灾、物种与栖息地、长江上游水土流失防治和上中游防护林体系建设、溃坝风险分析等)等专题进行

研究并提出相应的对策、资金安排等。上述安排在三峡工程建设过程中得到有效落实。

为减轻三峡库区环境保护的压力,1999 年对移民政策进行了重大调整:一是调整移民方针,由原先的靠后就地安置调整为本地安置与异地安置结合,并鼓励和引导更多的农村移民外迁安置,以缓解库区的环境压力,并为库区经济的长远可持续发展提供有利条件;二是对污染严重、经济效益差、治理无望的小企业不再复建,而是根据国家有关政策进行结构调整,加大关闭和破产力度,以减轻库区水污染防治的压力。

为切实做好三峡工程相关区域的环境保护工作,促进长江流域生态环境综合治理,国家组织实施了一系列规划和建设项目,主要包括《三峡库区及其上游水污染防治规划(2001—2010 年)》、《三峡库区地质灾害防治总体规划》、三峡水库周边绿化带建设工程规划、长江中上游防护林体系建设、长江上中游地区天然林资源保护工程和长江上游水土保持重点防治工程等。

为长期、系统地观察三峡工程影响区域的生态与环境状况变化,并为三峡库区及长江流域的生态与环境建设提供科学依据,1996 年,国家组建了跨地区、跨部门、多学科、多层次的三峡工程生态与环境监测系统,该监测系统在工程进入不同阶段后,按生态与环境保护重点不同进行了适应性的调整。从

1996 年开始,每年 6 月 5 日,原国家环境保护局(现环境保护部)向国内外发布《长江三峡工程生态与环境监测公报》,系统反映监测系统的前一年度的监测成果和三峡工程影响区域的生态与环境状况。

5 结语

长江三峡工程是有效改善长江生态失衡的工程,在运行过程中坚持科学、求实的态度,及时正确处理可能发生的生态环境问题,通过优化水库调度,充分发挥三峡工程的生态环境效益。

三峡工程仅仅是改善长江流域生态失衡状况的工程措施之一,因此,在客观地分析和评估三峡工程对生态、环境影响利弊的同时,要从根本上改变长江流域生态失衡、环境的恶化,应在流域综合规划的基础上,系统的开展综合治理与保护,包括大规模地开展植树造林、进行水土保持,继续进行干支流的梯级开发提供清洁能源,治理流域内城镇污染源、工业污染和农业面源污染,系统地开展水生生态保护,对经济发展和生态环境规划进行统筹安排等。只要经过几代中国人的努力,长江流域的生态与环境将得到根本性的改善,这条中国第一大河、世界第三大河也将更好地造福人类。

致谢:三峡工程 2003 年 6 月蓄水以来的有关监测资料及统计数据由三峡集团公司陈永柏教授级高级工程师提供,特此感谢!

Three Gorges Project: a project for ecological improvement and environmental protection in Yangtze River Basin

Lu Youmei

(China Three Gorges Corporation, Yichang, Hubei 443002, China)

[Abstract] Seeking water and earning their livelihoods is the natural selection of human beings. Like other rivers on the earth, the Yangtze River is the birthplace of human civilization and survival. As an ecosystem, the Yangtze River Basin is evolving under the influences of natural factors and human activities. Because of soil erosion, pollution and human activities, the imbalance of secondary environment is exacerbated and the ecological environment has become more vulnerable. It is urgent to mitigate and prevent the ecological crisis. The practice has proved that implementation of engineering measures is an effective way to improve the ecological environment. The Three Gorges Project (TGP) has a flood control storage capacity of 22.15 billion m^3 , effectively storing the flood

water upstream of Yichang, and protects 15 million people and 1.5 million hm² farmland. Furthermore, the project can prevent or slow down the sedimentation and shrinkage of the lakes in the middle Yangtze River such as Dongting Lake; with an average annual power generation of about 90 billion kW·h, it can significantly reduce CO₂ and harmful gas emission. In general, the construction of TGP is conducive to the ecological and environmental protection in the Yangtze River Basin and China, even the world.

[**Key words**] Yangtze River Basin; natural ecology; ecological environment; environmental protection

(上接 8 页)

The demonstration, decision process and practice of Three Gorges Project

Pan Jiazheng

(State Grid Corporation of China, Beijing 100761, China)

[**Abstract**] The world – famous Three Gorges Project (TGP) is the largest hydropower station in the world and also the largest water resources and hydropower project constructed in China. The impoundment of Three Gorges Reservoir reached the design water level of 175 m for the first time on October 26, 2010, which marked that the various functions such as flood control, power generation and navigation of TGP can meet the design requirements. It took nearly 100 years from conception, demonstration, design, construction and operation to final completion of TGP. How was the conception of TGP proposed? What a role it should be? What are different opinions existed? How was the project demonstrated? What was the conclusion of demonstration? Those are the issues that many people care about but do not quite understand. A compendious introduction is made in memory of the achievement of the century dream.

[**Key words**] Three Gorges Project; demonstration and decision process