

181-191

三峡工程的生态环境问题

夏宜琤

X17

(中国科学院水生生物研究所, 武汉430072)

编者按 举世瞩目的长江三峡工程之兴建,已经七届人大五次会议于1992年4月3日审议通过。会议批准将兴建长江三峡工程列入国家经济和社会发展规划,由国务院根据国民经济发展的实际情况和国家财力、物力的可能,选择适当时机组织实施。决议还指出:“对已发现的问题要继续研究,妥善解决”。

由于三峡工程规模巨大,影响深远,从50年代以来,国家组织了有关科技人员进行了大量勘测、科研、设计和论证工作。“六五”、“七五”期间多次组织了数以千计的科技人员对工程的可行性及可能产生的问题,包括对生态环境影响与对策等专题进行了深入研究。“八五”期间也已安排了若干后续课题。为了交流与湖泊科学有关的研究成果和学术观点,贯彻百家争鸣方针,本刊将陆续刊登一些结合三峡工程和其他大型水利工程的有关论文和评述、综述。欢迎有关科学工作者来稿。

提要 对长江三峡工程有关的若干生态环境问题作了比较系统的综述。主要涉及生物多样性,珍稀物种和长江渔业;人、地、粮关系;中游湖泊与湖区环境;河口生态环境以及库区地质环境等。

关键词 长江, 三峡工程 生态与环境

生态环境, 生态系 ✓

“民以食为天”,国以农为本。农业离不开水,而中国的水资源在时空分布上却极不平衡,水多水少终成灾。所以历代朝野无不视水利为安邦治国的大业。长江三峡工程,从孙中山先生在《建国方略》的实业计划中首次提出算起至1992年全国人民代表大会七届五次会议正式审议通过《关于兴建长江三峡工程的决议》止,前后经历了73年。“人生七十古来稀”,一项水利工程,勘测、设计、研究、论证和审议了半个多世纪,古今中外实属罕见。

由于人们的环境意识日益普及与深化,加之全球性的自然生态环境恶化对人类生存条件的威胁越演越烈,兴建大型水利工程对生态与环境产生影响的问题,理所当然地日益受到广泛的关注。长江,源远流长、流域辽阔,干流6300km,横跨我国东西,支流3600余条,沟通大江南北,是得天独厚的“黄金水道”,其安危荣枯牵系着流域亿万人民的命运,关系到国家和民族的兴衰。众所周知,兴建三峡大坝,其综合效益无疑在其它大中型水利工程之上。然而,在长江——世界第三大河,我国第一大江上修建三峡水利枢纽这样超巨型水电工程,对生

本文承蒙刘建康教授、席承藩教授和徐琪教授审阅并提出宝贵的修改意见,朱海虹教授补充鄱阳湖部分有关内容,谨致衷心感谢。

本文于1992年4月14日收到,1992年11月11日改回。

态、环境可能产生的影响,也远非一般工程所能比拟。对三峡工程的生态环境问题的认识,经历了十分漫长曲折、由浅入深的提高过程,由于众多生态、环境学者锲而不舍的艰苦工作和工程技术专家的共同努力,终于能够从全流域大系统的观点出发,将长江及其流域与三峡工程这个庞大而复杂的“自然-人工复合系统”当作整体研究对象,就三峡工程的生态环境问题进行了全面系统的综合研究,取得了丰硕成果,并提供了许多对策,力求趋利避害,使工程充分发挥最佳的综合效益。本文谨根据众多学者多年来的研究成果^[1,2],就长江三峡工程对生态环境的影响的某些主要问题综述如后。

(一)对长江水域生态的影响

1. 对生物多样性的影响

从生态学观点出发,人类进行水资源开发活动所造成的生态环境影响之大莫过于在大江大河上拦腰筑坝和跨流域调水。正常蓄水位、坝顶高程和总库容分别为175m、185m和 $393 \times 10^6 \text{m}^3$ 的三峡工程,除了阻隔作用外,更有明显的调蓄功能,对水域生态的影响之烈,势必超过低水头径流式的葛州坝工程。

长江的水生生物经历了千百万年的演替与发展,适应了东亚季风气候和长江本身的地理、水文及相关的其它理化条件,形成了具有长江特色的区系组成,群落结构和自然生态系统,生存着许多孑遗生物,珍稀和特有生物,物种资源丰富,生物多样性显著,是亚洲乃至全世界重要的天然基因库和淡水渔业基地之一。所以,三峡工程的生态环境问题,首先应重视在生物多样性和种质资源方面可能造成的影响。中国科学院水生生物研究所等单位在长江水生生物的研究上有近半个世纪的工作基础,近20年来结合葛州坝工程和三峡工程又进行了大量的研究与论证工作。

长江鱼类种类的多样性居我国江川之冠。我国800种淡水鱼类有300多种生活在长江,其中除了具有东亚平原地理分布特征的大量鱼类外,既有北方的种类如哲罗鲑、雅罗鱼等,又有西部高寒地区的裂腹鱼类和高原鳅类,长江上游的200余种鱼类中就有百种以上是特有鱼类,绝大多数喜激流环境。大坝建成后,三斗坪以上600km的槽窄、流急的河道变成河谷型水库,香溪河、龙船河、大宁河和乌江等支流的入江河尾也将成为静水库汉,结果约40种长江上游特有鱼类的固有生境受到破坏,它们的生存繁衍必将受到严重的不利影响。为了保护这些物种,减免它们遭到的危害,对策之一是在长江上游经科学考察后选定1—2条合适的支流,今后不作梯级开发,保护其天然生态环境,使那些生存受到威胁的鱼类有个较好的去处,起到鱼类“移民”的效果。这样做,对于部分上游特有鱼类可望得到自然保护的作用。

2. 对珍稀物种的影响

长江之所以成为我国乃至世界水生生物种质资源的宝库,除了上述鱼类多样性十分丰富之外,尤为可贵的是一些罕见的孑遗、珍稀和濒危物种至今仍生存在长江。其中最珍贵的如白鱀豚。它是鲸目的哺乳动物,世界上仅存的5种淡水豚类中数量最少的一种,属国家一级保护动物,名列“世界濒危物种”。1987年报道为300头,至1990年仅存200头,数量迅速减少,面临灭绝的境地,三峡工程建与不建,都应绝对予以保护。已知半数白鱀集中在武汉至石首附近江段,以江中沙洲下首水域或弯曲河道形成的回水区为栖息、觅食的场所。三峡工程对白鱀豚的生存可能更为不利,直接的影响是“清水”下泄引起河床冲淤调整和水库调蓄后坝下水情的变化,以致部分生境受到破坏或消失。间接影响是使白鱀豚的意外死亡有增无减。

为了挽救白鳍豚免于消亡,已经选定的白鳍豚半自然保护区(湖北省天鹅洲,即长江故道牛轭湖)要加紧建设和进行养护试验,对保护江段(如洪湖市螺山至新滩口)应严格实施保护措施。中国科学院水生生物研究所饲养的雄性白鳍豚“淇淇”,已经创造了人工饲养淡水豚时间较长的世界纪录,但“淇淇”至今未能配对,所以另一项紧迫的工作是加强白鳍豚人工繁殖的研究。白鲟是长江中又一种国家一级保护动物,体长居淡水鱼类之首(最长纪录为7m),现存的两种白鲟科鱼类之一,仅存在于长江。幼鱼在长江中下游生长成熟后,溯江而上至金沙江下游宜宾江段产卵繁殖,呈半洄游特性。葛洲坝阻隔已逾10年,坝下仍未形成一定规模的繁殖群体,从未见到自然繁殖的现象。三峡工程竣工后,靠上游资源补充中下游绝无可能,待到金沙江的梯级开发逐步实施,产卵场将彻底破坏,白鲟也就难逃灭绝的厄运。胭脂鱼也是一种半洄游性大型鱼类,体重可达数十公斤,国家二级保护动物,鲤形目亚口鱼科在亚洲的唯一代表种。其产卵场也在长江上游,现已在葛洲坝坝下江段形成了新的产卵场,但规模甚小,三峡工程将使胭脂鱼的资源量呈下降趋势。胭脂鱼的人工繁殖业已成功,而白鲟的人工繁殖尚待突破。应采取人工放流的办法对这两种珍稀鱼类予以保护。列为国家一级保护动物的中华鲟,是江、海洄游的鱼类,以往需上溯到长江上游产卵繁殖,现已在宜昌附近形成了新的产卵场。三峡工程对中华鲟的影响可能来自两个方面。一是繁殖季节(每年10—11月)正值水库蓄水,宜昌水位下降,江面变窄,于繁殖不利,二是宜昌江段船舶增多,航事频繁,干扰中华鲟性腺发育与产卵所需的生态环境。为了更有效地保护和恢复中华鲟资源,必须强化已有的人工放流工作,每年培育更多的大规格的优质幼鲟放流长江,使资源得以增殖。

3. 对长江流域渔业的影响

三峡工程建成后,三斗坪以上600km的狭长江面将变成宽敞的河谷型人工湖泊,水面由原来 $2.73 \times 10^4 \text{ km}^2$ 江河面积,净增 $6.67 \times 10^4 \text{ km}^2$ 左右。由于流速降低,泥沙沉淀,透明度增加,水文、光照和营养等条件促使水域生产性能提高,为库区大水面渔业生产展示了良好前景。但是从全流域而言,三峡工程对长江鱼类资源和渔业生产可能造成的消极影响仍然存在。三峡工程将较大幅度地减少长江中、下游家鱼鱼苗的来源,并使通江湖泊的鱼类资源受到进一步的危害。长江是我国四大家鱼鱼苗的天然产地和家鱼优质亲鱼的种源地。三峡水库蓄水后,库区8个产卵场(产卵规模占全江24%左右)全遭淹没。宜昌至城陵矶是长江最重要的家鱼繁殖江段,有12个产卵场,规模为全干流的45%以上。每年5至8月为家鱼繁殖期,其中5、6两个月的繁殖量为全年的70—80%。家鱼繁殖需要洪水的涨落过程为先决条件。洪水经水库运行调度后,洪峰受削低平,涨幅减小,就会抑制甚至停顿家鱼产卵过程。同时家鱼繁殖要求水温不得低于 18°C 。据长江水资源保护研究所预测研究结果,三峡水库运行后不会影响鱼类繁殖所需温度。但是一旦有冷水下泄并使鱼类繁殖季节水温低于 18°C ,那么“微不足道”的温度变化将对家鱼的繁殖产生冷害,使产卵过程滞后,鱼苗的质和量均受到损害,于长江的家鱼鱼苗生长和家鱼天然资源的增殖均极为不利。为了保障家鱼的正常繁殖所需的涨水过程,可在水库运行中采用人造洪峰的办法予以补救,如有冷害问题,可考虑建立分层取水装置和进行泄水水温调度来加以避免。

还有一个常常被忽视的鱼病问题。长江上游由于生态环境特殊,历来鱼病病原体种类少,流行强度小,大坝建立后,病原体的生存条件反而比中、下游优越。预计将出现两种情况:一是库周地区养殖水体中鱼病流行趋于严重;二是水库本身病原体增多,“疫源地”的作用加

强,病原体随库水下泄,使长江中、下游的通江湖泊和从长江引水的养殖水体中的鱼病流行加剧,对淡水渔业造成新的危害。

总而言之,在长江上拦腰筑坝,既破坏了江河的“连续性”规律,又改变了长江各区段的固有水域生态系统的格局,影响自然深远。在保护生态环境业已列为国策和“牺牲几种鱼没有什么了不起”的偏见已经过时的今天,三峡工程对长江水域生态的影响正越来越受到重视。

(二)对库区陆地生态环境的影响

三峡库区人口密集,每平方公里256人,农业人口占89%,人均耕地约0.07hm²即1亩多,且70%为坡耕地,坡度大于25°的占1/4,有的达40°,土地垦殖率为17.2%(全国为10%)。总之,这里人多地少,过度垦殖,森林覆盖率日益下降,水土流失日趋严重,环境恶化越演越烈,人、地、粮关系紧张,生态失调积重难返,处在一种恶性循环之中。

三峡水库将淹没陆地632km²,其中耕地 2.47×10^4 hm²,柑桔 0.5×10^4 hm²,波及库区19个县(市),含331个乡,140个集镇和657个工矿企业。城乡移民总计80万以上(到2008年竣工时,可能超过110万)。库区目前粮食每公顷产3600—4000kg,人均占有粮食为300kg,和人均粮食400kg左右的小康型和富裕型相比,尚有相当差距,如果把不宜耕种的大于25°的坡地退耕还林,粮食缺口更大。所以三峡工程建与不建,库区的农业形势都十分严峻。建坝后被淹耕地多属地势较平坦的河漫滩地,一、二级阶地和丘陵地,是当地粮食、蔬菜和其他经济作物的高产稳产耕地,剩下的多是坡度在15—25°甚至30°以上的高坡地,土层瘠薄,地力低下,水土流失严重,3倍左右这样的坡耕地的生产力才能抵上一、二级阶地上优质耕地。在库区土地承载能力与移民环境容量方面,中国科学院南京土壤研究所和其他有关部门做了大量的调查研究和分析评估工作。后备土地资源的质与量,是土地承载能力与移民环境容量的重要制约因素。在库区移民可垦土地资源数量上,目前有关部门尚未取得一致的结果。据长江水利委员会提供的资料,库区19个县市共有 67×10^4 hm²,其中移民安置区为 8.2×10^4 hm²。按移民专家组专题论证报告资料,移民安置区内有耕地 28.7×10^4 hm²。而中国科学院南京土壤研究所和北京师范大学环科所测算的结果是整个库区耕地净面积 115×10^4 hm²,可规划宜耕(宜农)地只有 1.97×10^4 hm²。结果相差悬殊难以定论。但总的趋势是,在目前公认三峡库区土地垦殖过度的背景情况下19个县市已耕地资源仍然不堪人口的重负,建坝后大批良田受淹,百万移民的生活生产需要土地,众多企业搬迁需占用土地,人、地、粮矛盾必将更加尖锐。所以要实行移民后靠并安居乐业,任务十分艰巨,在生态环境如此脆弱的地区,指望单凭扩大垦殖解决耕地不足和粮食自足问题,难度之大如履薄冰。为了缓和库区的人、地紧张关系,必需加以特殊扶持和实行综合措施。当然,移民后靠也不单单依赖受淹后所剩的土地,还可以从发展工商业、渔业、交通运输、旅游服务业等多种途径来加以解决。但是,根据我国国情,特别是三峡地区社会经济落后,工业资源贫乏和山高路陡交通不便,移民的土地和粮食得不到保障,农业上不去,其他事业也将困难重重。我国过去常常有些移民问题难于妥善解决,有的移民长期未能安居乐业,已是深刻的教训。三峡工程涉及的移民问题,人数之众,难度之大,绝非国内外其他工程可以比拟,是万万不可掉以轻心的。有关部门正在从移民的生活、生产和优化环境等诸多方面,统一规划,精心试点,务求妥善安置。

(三)对长江中游湖泊与湖区环境影响

湖泊是重要的国土资源。我国的湖泊率和人均淡水占有量均低于世界平均水平。由于天然演变,特别是由于人为影响,湖泊面积正在减少,湖区环境日益恶化。自从60年代以来,我国围湖造田累计不下 $133.3 \times 10^4 \text{hm}^2$,损失的湖面超过了五大湖泊(鄱阳湖、洞庭湖、太湖、洪泽湖和巢湖)面积之总和。如素称“千湖之省”的湖北省,从50年代至今,湖泊数量与面积均减少了 $2/3$ 。 $6.7 \times 10^4 \text{hm}^2$ 水面的洪湖目前只剩下一半,其中半数水面又被水草野藕占领。原为我国第一大淡水湖泊的洞庭湖,由于四水和长江入湖泥沙的淤积(年落淤总量 $1.3 \times 10^8 \text{m}^3$),加之沼泽化日趋严重和长期的围湖造田,已由1825年的 $60 \times 10^4 \text{hm}^2$ 锐减为目前的 $2.14 \times 10^4 \text{hm}^2$,现正以每年递减 $0.33 \times 10^4 \text{hm}^2$ 的速度急剧萎缩。目前我国面积在 100hm^2 以上的湖泊已只有2848个^[4],除一半分布在青藏高原外,1/3在东部平原,其中又长江中下游湖泊最多,而长江中下游的湖区水网平原又是长江流域的重要传统农业和渔业基地,在我国的工、农业生产与资源配置上均具有重要的战略意义。中游湖泊及其湖区环境和长江休戚相关。三峡工程建成后,长江中游的河道状况以及水沙条件的变化将直接或间接改变原有的江湖关系,从而影响到湖泊与湖区的生态环境。对此,中国科学院武汉测地研究所、南京地理与湖泊研究所、南京土壤研究所以及长江水资源保护科研所等都进行了大量的工作。

根据中国科学院武汉测地所的研究结果,三峡工程将使湖北四湖“水袋子”地区的生态环境问题日趋严重。长江荆江段河槽比北岸陆地地面高出2m,汛期高出6—13m,长江在此已成为悬河,长江的这段悬河与东荆河之间的河间洼地就是四湖水袋子地区。四湖地区的地下水位在一定程度上受长江水位的高低所制约。三峡水库发挥调蓄作用后,一年之中江水涨落幅度减少,洪水不“洪”,枯水不“枯”,中水位时期持长,通过“长江—承压水层—上覆潜水层”水补给系统,使四湖地区地下水起落受到抑制,滞水时间延长,年复一年,会加重四湖地区土壤的潜育化和沼泽化,约 $13.3 \times 10^4 \text{hm}^2$ 低洼湖田面临威胁,四湖地区原有的涝、渍、虫(血吸虫)等生态环境问题可能加剧。水库运行后,枯水年份新滩口外1至4月份的长江水位将比建库前上升1m左右,同时为了改善航运条件,使万吨船队枯水季节能安全通航,也必须将荆江江段和洪湖江段现有水位提高1至2m,再考虑到新滩口外已有逐年淤高的趋势,两者叠加,将会削弱新滩口闸1—4月份的外排能力,而使洪湖的汛蓄春排时间滞延,不利于四湖地区生态环境的改善和低湖田地下水排降。洞庭湖目前淤积严重,年入湖泥沙总量的82%即 $1.093 \times 10^8 \text{m}^3$ 来自长江,湖面迅速萎缩,正面临消亡,调蓄能力日趋衰弱,使湖区的洪、涝、渍时有发生,而且以邻为壑,加重了荆北的洪灾险情和防洪负担。三峡建坝后,通江三口入湖泥沙量减少,三口三角洲的发育受到抑制,将延缓和阻遏湖泊的消亡过程。这种明显的和逐年积累的有利影响,加之对全湖的综合整治,从长远来看,有可能使洞庭湖“死”而复活,在三峡工程建成后逐步恢复生机。江西鄱阳湖面积 3283.4km^2 (不含军山湖、珠湖和新妙湖等湖汊),流域面积 $16.2 \times 10^4 \text{km}^2$,汇赣、抚、信、修、鄱五河之水,经湖口入长江水量达 $1457 \times 10^8 \text{m}^3$,占大通站长江多年平均径流量($9150 \times 10^8 \text{m}^3$)的15.9%,超过黄、淮、海水量的总和,对长江中下游洪水的蓄、调、排起着十分重要的作用。鄱阳湖水情的基本态势是,每年4—6月五河入湖水量集中,三个月的入湖水量相当于全年的54%,加上湖口的束缚,形成鄱阳湖的高水位期,紧接着7—9月长江大汛,对湖口排江发生顶托甚至倒灌,使湖水位继续居高不下或更为上升,10月至翌年3月,江、河水枯,湖水归槽,迅速泄江。相应地每年4—9月为淤积期,

11—3月为冲刷期。由此可见鄱阳湖的水情与冲淤均受长江与五河的相互作用所制约。中国科学院南京地理与湖泊研究所,通过对长江中游江段水情动态的数值模拟,分析了三峡工程对湖口水位的影响,进而应用数学模型方法,预测了三峡工程对鄱阳湖水位场可能产生的影响。通过个例分析与综合分析得出的结果表明,干季水库增泄 $1000—3000\text{m}^3/\text{s}$ 时,湖口水位增幅约为 $0.6—1.0\text{m}$,湖内影响范围仅限于星子以北水域,至多波及 80km 远的都昌。雨季全湖水位高,比降小,对长江水位变化的反应较干季敏感,所以雨季三峡水库减泄流量 $5000—7000\text{m}^3/\text{s}$ 时,全湖水位将普遍下降约 $0.85—1.6\text{m}$,对鄱阳湖的生态环境产生一系列影响。但是雨季对三峡水库减泄较为敏感这一现象于防洪有利,在提高水情、雨情中期预报精度和水库调度及时得当的前提下,三峡水库的调蓄能力将对鄱阳湖的防洪和减免洪涝灾害发挥有利作用。三峡工程对鄱阳湖冲淤的直接影响一般仅限于湖滩地。但是,如果由于水库清水下泄引起长江河床冲刷所起动的泥沙加剧湖口江段沉积,引起湖口江段洲滩淤高,情况就另当别论了。在这种情形下,入江口断面束窄,进出水路不畅,湖泊的水情与冲淤规律将发生较大的改变,当然会造成更大的影响。

四大家鱼是鄱阳湖主要经济鱼类。在湖内生长育肥的四大家鱼,主要在赣江中、上游产卵,也有至长江产卵。如前所述,三峡工程将大幅度地减少长江中下游家鱼鱼苗来源,加上赣江上游万安电站对产卵场的严重破坏,两者同步反馈到湖区,将产生十分不利的生态循环,即赣江和长江鱼苗减少→返湖育肥的亲鱼减少→洄游产卵规模减少→赣江、长江鱼苗减少,从而加剧湖区四大家鱼资源的衰减。

每年秋冬,鄱阳湖随着水位降落形成由浅水洼地、泥滩和草滩组成的大片湿地,因水生生物丰盛、食物充足,加上适宜的自然条件,而吸引数以万计的珍禽在此栖息越冬。其中有白鹤、白头鹤、白枕鹤、灰鹤、黑鹳、白鹳、小杓鹳、白额雁、小天鹅、白琵鹭、鸳鸯、大鸨、斑嘴鹈鹕等列为我国一、二类保护的世界濒危珍禽,而受到包括英国菲利普亲王等国内外人士的高度关注。这些珍禽主要分布在赣江主支和修水入湖交汇处的三角洲前缘。因此,这里有 224km^2 面积越冬珍禽栖息地划为国家级自然保护区。三峡水库运行后,10月至11月长江下泄流量若减少 $7000、5000、3000\text{m}^3/\text{s}$ 时,珍禽栖息地水位将分别下降 $1.48、0.93、0.40\text{m}$,如果考虑不同水位年,则要大于或小于上述变幅,并使不同高程湿地提前7—15天显露,洼地水面积和容积相应提前减小,使珍禽食物的蓄存量减少,并引起动、植物食物结构的改变。湿地提前显露,人、畜活动增加使珍禽隐避条件变差。以上原因迫使珍禽集中于大洼地,栖息密度增加,抑制水生动物、植物衍生,食物数量减少,生境变差;如遇低水年,可引起珍禽迁往非保护区,分散活动,不利于保护。对此,可修建简易闸坝暂时堵住洼地通向外湖的水道,延缓或滞后洼地水位下降,加强珍禽栖息地管理,限制非珍禽鸟类,以及人工投食等措施可改善三峡工程的不利影响。

中游湖区低位农田土壤沼泽化与潜育化的影响问题,是三峡工程生态环境论证中又一重要而存在争论的问题。中国科学院南京土壤研究所等单位,对长江流域土壤沼泽化、潜育化及其与农作物的关系有长期的研究积累,并就三峡工程的影响进行了分析和评估。长江中游水网平原有农田 $1133\times 10^4\text{hm}^2$ 。长期以来由于湖泊萎缩和人工围垦,垸田和洲滩地比比皆是。它们既是粮棉麻油的生产基地,又是以水(地面水,地下水,降水与土壤水)为制约因子的脆弱生态系统,渍害连绵不断,10年几遇,防不胜防,治之不易。由于存在水库调度、长江水位

变幅和降水等等诸多不确定因素,加之影响的潜在性强,所以三峡工程对这些中游低湖田的影响程度甚难精确量化。南京土壤研究所根据已有的研究结果评估了潜在影响的最大范围:洞庭、四湖、鄂东和鄱阳四大湖区,外加沿江洲滩地,可能受影响的原沼泽型与潜育型水稻土面积约 $66.7 \times 10^4 \text{hm}^2$,由于地下水位抬升滞缓地下水下降导致叠加影响的耕地约 $30.6 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。在长江水位偏高,1—5月降水量大于300—400mm的背景条件下,三峡工程对上述农田的影响是难免的。

关于三峡工程对中游各平原湖区土壤潜育化、沼泽化影响问题,由于学术观点和占有的资料不同等等原因而始终存在着两种不同的意见。长江水资源保护研究所对此也作了详细的研究与分析,在许多方面得出了相反的论证结果。

总之,长江中游湖泊环境正在恶化,湖区千万公顷低位田的农业生产一直受到沼泽化、潜育化的困扰,三峡工程建与不建,这些都是客观事实。三峡工程建成后,对中游湖泊与湖区生态环境,既有显而易见的有利影响(如延缓洞庭湖的消亡等)不容否定,也有不利影响应加以注意,特别是一些长期积累的潜在性危害(如土壤沼泽化、潜育化等)在特定的条件下也可能显示出来,应予以重视,建坝前后都要坚持长期观测和综合治理,有效地防治原有的和工程兴建后可能产生的一些不利影响,以求达到兴利除害的目的。

(四)对河口的影响

一般而言,离水库越远影响越小,所以在以往的评价或论证中,常常认为河口距三峡工程1829km,根本不会受到影响。其实不然。河口是个敏感的生态系统。河口环境取决于河流因子与海洋因子的共同作用和咸淡水交汇的变动。在径流来水来沙条件与潮流两股强劲动力的作用下,使河口冲淤多变,主槽摆动频繁。长江河口历史上是一个潮谷型河口湾,经历了六、七千年发育演变。今日的长江河口,上自安徽省大通(枯水期潮区界),下至水下三角洲前缘(30—50m等深线),全长约700km,是一个水丰、沙富、中潮和分汉的大型中等强度的潮沙河口。现在的河口还在不断外延,海岸以每年50m的速度伸展,口外海滨10m等深线百年来年均延伸约40m。建立三峡水库后,河口来水来沙条件改变,难免对河口发育过程及河口生态、环境产生影响。华东师范大学河口研究所和中国科学院青岛海洋研究所等就河口地区与近海的生态环境影响问题进行了深入的研究。

上海市现约有450km岸线,其中侵蚀岸线占48.44%,淤积岸线占37.94%,其余13.62%处于冲淤平衡的稳定状态。江苏省长江北支岸线100余公里全是侵蚀性质。河口泥沙主要来自长江上游川江。宜昌每年平均输沙量的正式记录为 $5.3 \times 10^8 \text{t}$,入海沙量年平均 $4.68 \times 10^8 \text{t}$ 。输沙量的年内分配非常集中,洪水季节(每年5—10月为汛期,7—8月水量最大)输沙量占全年的87%。长江上游由于水土流失日趋严重,入江泥沙量有上升趋势。三峡水库在洪水期蓄水运行,大量泥沙沉积。下泄的清水具有挟沙能力,使泥沙含量可以从中、下游得到部分补充,但是究竟能够补充到何种程度,至今没有模拟实验或可靠的计算能予以证明,然而三峡水库发挥调蓄功能后入海沙量呈下降趋势是可以预见的。入海泥沙下降最明显的影响将是南汇边滩冲刷后退加剧,上海市侵蚀岸段泥沙不饱和状态加大。上海市有63km险岸,占上海岸线总长的14%,险情常有发生,以往岁修费达950万元。海堤保护范围受淹一次的损失平均150万元/km,工厂企业集中的岸段达2000万元,可见海岸侵蚀带来的经济损失巨大。由于长江来沙减少,杭州湾北岸也会因泥沙不足而使淤积岸段淤积速率减缓,冲刷岸

段冲刷作用加强。崇明东滩的淤积过程也将减弱。总之,三峡工程建成后河口来沙减少给上海市堤岸安全可能带来的影响不可低估。

海水入侵危害工农业生产与人体健康,是河口两岸特别是上海市的一大害。仅宝钢(要求氯化物月平均值为 50mg/L ,峰值不能超过 200mg/L),杨树浦和石洞口电厂,为了水质避咸所耗资金已经数以亿计。1978年冬至1979年夏由于大通流量特枯而发生的一次海水倒灌,据上海44家工厂统计直接经济损失高达1400万元,其它间接损失无法估计。长江氯化物本底值约为 10ppm ,黄浦江为 30ppm 。当水中氯化物含量达到 100ppm 时,对某些疾病患者和水质要求高的工厂企业就已构成不利影响,上海市自来水公司从1964年起确定以 100ppm 作为黄浦海水入侵的标志临界。吴淞既扼黄浦江口,又处宝钢、石洞口电厂等大型企业下游,作为海水入侵的监测和控制点是合适的。以吴淞水域氯化物 100ppm 出现频率为25%作为最低要求,那么大通站的流量应大于 $18000\text{m}^3/\text{s}$ 。大通站流量 $92600(1954)-4620(1979)\text{m}^3/\text{s}$,年均 $29300\text{m}^3/\text{s}$ 。汛期(5—10月)径流量占全年径流量的70—80%,每年7—8月水量最大。11—4月为枯水期(低谷在1月份),半年径流量仅占全年的28.3%。三峡水库设计为每年1—4月增加下泄流量,这无疑有利于减免河口地区海水倒灌的危害。但是水库每年10月蓄水,下泄流量每秒减少数千 m^3 ,就存在使上海市和河口地区出现海水入侵的危险。这种不利影响最严重的情况将发生在枯水年份,即当水库10月份蓄水前大通站处于小流量时尤甚。如果考虑到南水北调又要减少长江入海流量的情况,那么三峡建坝后每年10月减少下泄流量将给河口地区造成海水入侵的后果就更不容轻视。

与海水入侵相关联的另一个问题是河口地区沿江沿海土壤的盐渍化危害。河口现有盐渍化土地 $23.3 \times 10^4\text{hm}^2$,其中南通市 $19.7 \times 10^4\text{hm}^2$,上海市 $3.56 \times 10^4\text{hm}^2$,三峡水库在10月份减少下泄流量的情况下对沿江地下水淡化和土壤脱盐过程均为不利,影响的情势和海水入侵相类似,估计长期的和潜在影响的可能最大范围为 2000km^2 。

河口在长江径流与海流、咸水和淡水相互作用下形成了多变的环境因子和脆弱的生态系统。由于低盐的长江径流冲淡水和以高温高盐为特征的台湾暖流的交汇混合,在河口附近的海域形成一个温、盐梯度大和饵料丰富的水域,适宜多种经济生物生长繁殖,渔业发达。其中以大小黄鱼集中的舟山渔场和嵊泗渔场最为著名,历史上年产量达 $10 \times 10^4\text{t}$ 以上。每年11—12月在嵊山海域还有重要的冬汛带鱼渔场,年产 $30 \times 10^4\text{t}$ 左右,居我国近海渔业之首。此外,河口也是一些降海洄游生物如中华鲟等的重要生境。三峡建坝后,库水蓄泄由人工控制,在一定程度上改变了入海径流的天然状况,影响到黄海水、台湾暖流水和长江冲淡水三水团之间的消长关系,进而影响中心渔场的规模与位置。这种影响有利弊。损益兼而有之。

(五)对库区环境地质的影响

库区的环境地质问题也是三峡工程的生态环境影响论证的重要内容。水利部和国家地震局的有关单位,中国科学院的成都山地灾害研究所,武汉力学所和武汉测地所等,都进行了大量工作。长江三峡地区跨越川东平行岭谷和鄂西山地两大地貌单元,是历来滑坡泥石流和岸崩的多发地区。库区河谷大小岩崩、滑坡共计214处,累计体积达 $13 \times 10^8\text{m}^3$,其中大型和特大型的计36处,总体积为 $7.5 \times 10^8\text{m}^3$ 。两千年来,两岸滑坡不断,岸崩四起,严重的有40多处,累计100多起,堵江断流不乏其例。新滩、链子崖、秭归香溪镇、马东大坪、黄腊、左右沱、巫山水竹园、奉节白衣庵和云阳鸡扒子等有代表性的大型古滑坡和崩岩不下20处。最近20年

来,三峡江段的滑坡岩崩又处于新的活跃时期。如1982年鸡扒子等有代表性的大型古滑坡复活断航之后,1985年6月12日新滩滑坡,3000×10⁴m³泥石下滑,200×10⁴m³进入长江,涌浪高及54m,摧毁建筑物和船只,9人丧生。两年之后的1987年7月16日,秭归县白沙乡土风岩——马家坝古滑坡复活,公路、桥梁、广播、邮电设施以及乡镇工厂和大片农田村舍等毁于一旦。1987年9月1日,巫溪县发生岩崩,95人死亡。岩崩与滑坡都是突发性强、破坏力大的环境地质灾害,一旦发生,无法抵御。以新滩为例,有的部门曾作出结论,排除了滑坡的可能性,并预报即或滑坡也不危及新滩镇。可是后来却突然发生大型滑坡,好在湖北省西陵峡岩崩调查工作队坚持监测,准确预报,居民转移及时,才将灾情降低到最低水平。三峡建坝蓄水后,库区被淹岸坡范围加大,高位水流洗刷作用加剧,动力水压和浸泡软化作用加强,必然会促进两岸岩崩、滑坡的活动,或引发古滑坡、岩崩滑坡体的复活,或加速正在活动之中的岩崩滑坡解体,使库区这些连绵不断的地质灾害更趋频繁。

三峡工程兴建需搬迁沿江许多的县市城镇,几十万至上百万的人口需要易地移居。大兴土木、开荒垦殖等人类活动必将在短时期内迅猛加剧,这也是触发山地灾害的重要原因之一。水库蓄水影响和人类活动的加强,两者叠加,将使库区地质灾害的成灾频率与强度增加,这是修建三峡不能不考虑的一个生态环境问题。如果新址选择不当,还难免出现搬迁一遇灾一再搬迁一再遇灾的被动局面。这种情况不是没有先例。据历史记载,秭归县曾因滑坡而三易其城,官民遭灾惨重。后移至现址,1986年秭归城又发生四处滑坡,真是屡搬屡灾,乐土难寻。这种情况促使人们在城镇搬迁选址时要慎之又慎。

由于坝址三斗坪附近两岸不存在大的滑坡和岩崩体,而新滩滑坡和链子崖危岩距大坝27km,根据模拟试验与计算,涌浪到三斗坪已衰减到1—1.5m。所以估计未来的滑坡岩崩一般情况下都不致危及大坝本身的安全。然而,由于新滩滑坡与链子崖是隔江相望,这一带又是天然构造地震和水库诱发地震可能出现的地段,加上也是鄂西暴雨区域。如若天有不测风云,一旦地震(5.5级)与暴雨同时发生,其叠加后果是否对大坝施工期间的围堰设施,或者对建成的大坝本身的安全构成威胁,这种万一的情况在设计施工过程中必然应加以预防。

据有关部门反复调查研究,三斗坪缺乏孕育和发生强地震的地质结构环境,属于弱震区。但是诱发地震却是人们常常关注的一个问题。水库诱发地震取决于水渗透储积环境,水负荷应力压强和诱震的地质结构。三峡库区虽然没有发现强震的地质结构,但具备诱发地震的条件。据现有资料,出现诱震的地段一是庙河至香溪一线,二是牛口—巴东信陵镇附近,强度估计为5.5级,发生6级以上诱发地震的可能性不大,但也不是绝对没有。三峡水库发生水库诱发地震再诱发葛洲坝水库地震,则对宜昌市构成一定威胁。

总之,三峡水库建成后,库区本已十分恶劣的环境地质状况可能进一步恶化;岩崩、滑坡、泥石流和诱发地震等可能对库区人民生活 and 工农业生产继续造成危害。在目前人类还不能完全做到人定胜天的情况下,多种灾害如果同时发生,其叠加后果尤应重视。

(六)其它

三峡工程对生态、环境的影响,因子众多,情况十分复杂。除了以上谈的几个问题外,其它方面也都一一进行过比较深入的研究。

在人体健康方面,库区现在是四川钉螺和湖北钉螺互不往来的绝缘地带。建坝后,库湾港汊增多,造成钉螺孳生的小环境,川鄂钉螺会不会联成一片,使血吸虫病在库区流行,值得

进一步研究和预防。水库蓄水后,水库中沉积物中的汞等重属和放射性污染将会增加。水体的环境容量也应视为一种重要的资源,三峡水库建成运行后,水的流速降低,环境容量也随之减少,库区尤其是重庆市附近水域的污染程度将比目前更为严重。库区沿岸污染带将日益加宽。

兴建三峡工程对荆江河段的防洪无疑将起到十分重要的作用。百年一遇的洪水,荆江可不必分洪。百年以至千年一遇的洪水,利用水库的超蓄能力,也可力争不动用荆江分洪,防洪作用之大无可非议。然而这主要是对川江洪水而言,或者说是大坝以上来水而言。若是汉江流域,湘资沅澧的洞庭湖水系和鄱阳湖水系,分别暴雨成灾,尤其是几处的洪水同时叠加和顶托,则大坝的防洪作用将受到限制而爱莫能助了。所以说三峡工程的防洪作用也是有条件的。另外,建坝后,库尾及其附近地区水位上升,洪涝灾害当会加剧。由于蓄洪,特别是由于超蓄在库周地区将引起临时淹没,也会造成损失。

长江三峡是我国十大名胜风景区之一,也是闻名遐迩的世界奇观,素以险峻挺拔雄伟奇特的峡谷胜景而饮誉世界,建坝后虽然可以出现一个高峡出平湖的新景观,但峡谷绝景将有所淡化。三峡地区是巴楚文化的故乡,中华民族文明发祥地之一。从石器时代开始至今五千多年的大量文物古迹,价值连城。如著名的大溪文化遗址,战国至唐宋的古墓群,东汉至明清的张飞庙、石宝寨以及古栈道、崖棺葬等等,在沿江两岸形成了历史文化长廊。建坝后,许多文物古迹,如记录长江水文历史的水下碑林涪陵“石鱼”,云阳张飞庙,丰都东岳殿、秭归屈原祠等,都被淹没。以三峡库区湖北段为例,这里是楚文化的发源地之一,也是巴楚文化的交汇处,据湖北省文化厅等部门调查,地上地下共发现文物古迹221处,其中遗址107处,古墓葬55处,古建筑27处,古石刻26处,纪念性建筑6处。其中许多将永远淹没在水下,有少部分可能搬迁挽救,但是要付出非常大的代价。

综上所述,三峡工程的生态、环境问题是一个极其重要而又十分复杂的问题。环境是由众多相互联系又相互制约的因子组成的综合体。生态系统并非生物与其环境的简单加合,而是包括人在内形形色色的各个营养级的生物同千变万化的生物与非生物环境因素之间通过能流、物质循环和信息反馈而相互作用、相互制约和自行调节的复杂系统。这种相互作用的有机联系在时空上处于经常的变化与运动之中。任何孤立、片面和静止地看待生态环境问题,都可能导致以偏概全的失误。长江及其流域是一个具有内在联系的大系统。这个恢宏的自然系统是经历了千百万年的天然演变的积累和长期人类活动的影响而成的历史产物,是因其整体性而保持其相对的稳定性。在长江干流上兴建超巨型水利枢纽,必然牵一发而动全身,对库区上下乃至整个流域的环境与生态产生广泛而深刻的影响。这种影响有些显而易见,有的是长期才能显露的,有的却是潜在而又十分重要的,建坝前后都要坚持长期观测与研究。有些问题一时难以取得一致意见,也是无可非议的正常现象。

我国的水利事业有着光辉的历史。夏禹治水、李冰的都江堰和秦始皇时代的引湘入漓,都不愧为水利工程的楷模而流芳百世。最近40年来我国又先后修建了86000多座水库,这些都是世界水利史上的丰碑,三峡工程的建成,无疑更是我国水利史上的新的里程碑。三峡工程生态环境问题所受到的充分重视,其科学论证之严谨和周密,在我国水利史上都是前所未有的。今后在施工建设过程中,在工程竣工运行后,还需连续不断地对其生态环境问题进行科学研究,并施以相应的对策,目的就在于更好地发挥工程的综合效益,使三峡工程及其生

态环境问题的研究与对策同步跨入世界领先水平。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组.《长江三峡工程对生态与环境的影响及对策研究》,北京,科学出版社,1988.
- [2] 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组.《长江三峡工程对生态环境的影响及对策论文集》,北京,科学出版社,1987.
- [3] 刘建康、曹文宣.长江流域的鱼类资源及其保护对策.长江流域资源与环境,1992,1(1),17-23.
- [4] 中国科学院南京地理与湖泊研究所.中国湖泊概论,北京,科学出版社,1989,1-12.
- [5] 王海云.葛洲坝工程对宜昌城市及库区水文地质、地下水环境的影响与评价.中国环境科学,1992,12(4),285-291.

THE EFFECT OF THE PROPOSED THREE-GORGES PROJECT OF CHANGJIANG RIVER ON ECOLOGY AND ENVIRONMENT

Xia Yicheng

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

Abstract

The impacts of the Three-Gorge Project are summarized in this paper from the viewpoint of the whole river basin and system ecology. Among the impacts on aquatic ecosystem and fishery of the Changjiang River basin, emphasis is placed on the survival of certain precious and rare species, such as the indigenous River Dolphin, *Lipotes vexillifer*. Impacts on terrestrial ecosystem include the ecological changes of the inundated, agricultural land, and the carrying capacity of the land for the resettled population in the upper reaches of the river, and changes of the environment of lowland district and lowlying rice fields in the middle and lower reaches. Impacts on the surrounding geology and safety of the reservoir area include mud-rock flow, land slide and earthquake. Impacts on estuarine ecology involves increasing salination of water and soil, erosion of coastline, and the security of Shanghai city. The impacts on the cultural landscape of the Three-Gorge area are also highlighted.

Through the overall and systematic analysis, the conclusion is drawn that there are both advantageous and disadvantageous aspects in the effects of the Three-Gorge Project on ecology and environment, but the disadvantageous effects are by far the greater. In order to promote what is beneficial and to reduce what is harmful, a large amount of funds has to be invested and a series of remedial measures must be taken. Further survey and studies on some of the long-term impacts which are difficult to be foreseen at present should be carried out.

Key words Changjiang River, Three-Gorge Project, ecology and environment