

长江流域水土保持与三峡工程

Water and Soil Conservation in Yangtze River Valley and Three Gorges Project

汪明娜/WANG Ming-na¹, 汪 达/Wang Da², 汪 丹/Wang Dan³

1. 水利部长江水利委员会长江科学院河流研究所, 武汉 430010
2. 水利部长江水利委员会长江水资源保护科学研究所, 武汉 430051
3. 武汉市第三高级中学, 武汉 430050

1. Scientific Research Institute of the Yangtze River, Wuhan 430010, China
2. Resources Protection Scientific Research Institute of the Yangtze River, Wuhan 430051, China
3. Third Wuhan Senior Middle School, Wuhan 430050, China

[摘要] 当前长江流域最严重的生态环境问题就是水土流失造成的山穷水害、湖泊湿地衰减、水旱灾害及生态危机。分析、研究了水土流失概况;论证了水土保持与湖泊湿地之间的消长关系;探讨了三峡水利工程与流域水土保持的有关问题。

[关键词] 水土保持, 长江流域, 水土流失, 可持续发展, 三峡工程 **[中图分类号]** TV741, S157.2

[文献标识码] A **[文章编号]** 1000-7857(2005)10-0022-03

Abstract: Water and soil loss is serious problems in the Yangtze River Valley. It not only brings about many harms to soil, land and water resources, but also seriously hinders the development of agriculture, forestry, and ecological environment. Flood and drought occur frequently and extensively. Analysis on the water and soil loss, the relation between the water and soil conservation with the lakes and wetland, the relation between the Three Gorges Project with the water and soil conservation.

Key Words: water and soil conservation, Yangtze River Valley, water and soil loss, Sustainable development, Three Gorges Project

CLC Numbers: TV741, S157.2

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2005)10-0022-03

1 前言

“黄金水道”长江的上游水体除含有悬移质泥沙外,还有沙砾和卵石推移质(宜昌水文站实测多年平均沙砾输移 874 万 t/a、卵石输移 75.8 万 t/a。)长江含沙量虽然较少,但流量大、水量丰,故输沙量大(4.68 亿 t/a),位居世界第四。三峡工程对待泥沙淤积以“蓄清排浑”(汛后蓄水运用,汛期降低水位运用)为设计主导思想。泥沙问题关系到三峡水库寿命长短及流域生态环境变化。目前,长江流域环境恶化与生态危机已越来越成为制约流域社会与经济发展的决定因素。其主要表现为:大面积山丘、湿地、水系生态恶化;水土流失严重;水、旱灾害频繁。水土流失与湖泊湿地消失已成为长江流域最严重的生态环境问题^[1]。

长江中上游地区因农牧业过度无序开发、森林植被的人为破坏,造成大量水土流失,将农药、化肥、土壤中的营养元素等带入水体,使水体含沙量增大,并导致河床、湖底淤积和航道变浅,降低了湿地的蓄洪能力。如洞庭湖多年(1950-2000 年,不含推移

质部分)平均入湖沙量为 1.67 亿 t,鄱阳湖年均泥沙淤积约为 710 万 t。水库是重要的人工湿地,全国 1/4 以上水库因泥沙淤积而功能锐减。如江西水土流失,给各大河流上游水库造成 1 000 万 m³ 的淤积量,相当于每年消失 1 座中型水库。几十年来,江西主要河流河床平均淤高约为 1 m。说明水土流失危害的严重性。三峡水利工程建成后,如不加紧治理,必然影响到水库的使用寿命^[2]。

2 长江流域水土流失概况

水土流失是人类活动和自然因素的综合效应。人类活动的影响异常强烈,就全国范围而言,据统计:有 70% 的湿地已经受到威胁,40% 的湿地受到严重的威胁。

2.1 研究全流域水土流失形势

长江流域水土保持工作从 1952 年开始,作为基础研究,首先整理全流域河流的泥沙、土壤、植被、地形、地貌、水土保持、调查勘测报告及水文资料(年份系列 15~89 年不等,泥沙资料较少),研究编制成“长江流域土壤侵蚀模数等值线图”。分析对比显

示:① 高侵蚀区有金沙江下游区(M=800~1 500 t/km²·a)、涪江中下游区(M=700~1 700 t/km²·a)、渠江中上游区(M=2 100~2 500 t/km²·a)、嘉陵江上游区(M=1 280~2 000 t/km²·a)、赤水河中上游区(M=800 t/km²·a)、丹江中上游区(M=500~2 500 t/km²·a);② 低侵蚀区有岷、沱、涪江上游区和长江中下游区(M=50~300 t/km²·a);③ 洞庭湖区除本水系(湘、资、沅、澧 4 水)水土流失之外,主要还是受到长江经 4 口(松滋、太平、藕池、调弦,1959 年调弦口建闸封堵,而出口为岳阳城陵矶 1 口)倒灌吞入的水和沙(占淤积沙量的 80% 以上),计算得 M=-3 200 t/km²·a,即年均淤积量约为 2.25 亿 t;④ 鄱阳湖区接纳赣、抚、信、饶、修 5 条江河水来,仅湖口 1 处与长江相通,故不受或少受长江的水沙影响,计算得 M=-390 t/km²·a,即年均淤积量约为 971 万 t^[2-3]。

2.2 全流域水土流失调查

建国后 30 年间,水利部长江水利委员会做过 3 次全流域水土流失调查^[4-8]。

1) 1957 年调查。青、云、贵、陕、川、湘、

收稿日期: 2005-06-19

作者简介: 汪明娜,女,武汉市后九万方长江科学院河流研究所,工程师,从事河流泥沙及环境保护等研究工作;

E-mail: wnaomingna@sohu.com

鄂、赣、皖、苏、浙、桂、甘等 13 省区调查统计表明:水土流失面积为 36.4 万 km²,占流域总面积的 22.4%,年土壤侵蚀量约为 24.5 亿 t,78%发生在荒山荒地。

2) 1985 年调查。水土流失面积增至 56.2 万 km²,占流域总面积的 32.1%,年土壤侵蚀量约为 22.4 亿 t。重点流失区:上游集中在金沙江下游(13.54 万 km²,最大),嘉陵江、沱江、乌江上游,三峡库区等地;中游包括汉江上游,清江、澧水中上游,湘江、资水中游,赣江中上游和大别山南麓诸水系的中上游。

3) 1986 年(遥感)调查。侵蚀面积达 73.94 万 km²,其中水蚀为 56.97 万 km²,占 77%;风蚀(青海和江西北部)为 5.25 万 km²;冻融侵蚀(四川西部、青海、西藏、云南、甘肃)为 11.72 万 km²。都与 1985 年相同。

以上 3 次流域性水土流失调查统计数据说明了以下几点。① 验证了上述“长江流域土壤侵蚀模数等值线图”基本正确。② 长江上游幅员辽阔,自然因素的地域性差别大,水力侵蚀中的面蚀量大面广,发生在荒山荒坡、疏幼林地及坡耕地上,是主要侵蚀类型,沟蚀及重力侵蚀其次。③ 20 世纪 50~80 年代,长江流域各地的水土流失不同程度地存在着加剧的趋势。90 年代以来,经过 10 多年加强治理及葛洲坝工程建成拦沙,到 90 年代末,除少数省区外,基本上遏制了加剧恶化之势,水土流失面积数量较为稳定,但还未见明显好转。

2.3 长江中下游湖泊泥沙淤积与湿地消失

长江流域湖泊(湿地)集中分布在长江中下游平原地区的湖北宜昌到江西湖口,全长约 900 km,拥有:① 四湖(长湖、三湖、白露湖和洪湖)湿地 1995 年约为 2 730 km²(1955 年为 8 258 km²);② 洞庭湖湿地 1995 年为 2 623 km²(黄海基准水位 31.5 m、容积 167 亿 m³;1949 年为 4 350 km²);③ 鄱阳湖湿地 1999 年为 3 872 km²(吴淞基准水位 21.0 m、容积 262 亿 m³;1954 年为 5 053 km²)。以上各湖区面积在约 45 年内由于泥沙淤积及开发消减过半,以至数倍。反观上述长江流域水土流失 3 次调查的数据,洞庭湖、鄱阳湖年均淤积量分别为 2.25 亿 t、970 万 t。这雄辩地验证了长江流域湖泊湿地消失面积大、速度快、损害重。又据 20 世纪 80 年代实测计算资料显示:洞庭湖年均入湖沙量为 1.45 亿 m³(约 2 亿 t/a,1990 年长江葛洲坝工程建成以前的资料),其中 83.5%来自长江;鄱阳湖年均淤积为 710 万 t。这两组不同时期的资料反映出:天然情况下,两大湖的泥沙淤积,与湿地消失密切相关^[10-12]。

2.4 近 15 年来“长治”工程的成效

长江上游水土流失重点防治工程自 1989 年启动,截止 2003 年,实施 15 年,累计投资为 159.29 亿元,治理水土流失为

8.06 万 km²,建设基本农田约为 65 万 hm²,治理区的林草覆盖率由 35%提高到 56%,实施范围由原来的金沙江下游、嘉陵江中下游、陇南陕南地区及三峡库区等 4 大片,扩大到以长江上游为重点和上中游协调推进的 10 省市的 183 个县、市、区。根据《全国水土保持规划纲要》提出的步骤,长江流域的水土保持生态建设分 3 阶段(1989~2000 年、2000~2020 年、2020~2050 年),将历时 50 年。

3 三峡工程与水土保持的关系

三峡工程将于 2009 年建成,它是促进西部大开发和长江流域可持续发展的生态与环境保护工程。

3.1 三峡工程控制以上的地区产沙分析

从 1986 年长江上游 178 个水文站的历年悬移质泥沙测验资料进行区间侵蚀模数的计算显示:模数小、产沙量小的地区,面积很大;模数大、产沙量大的地区,面积很小,显示出自然的金字塔型。详见表 1^[9]。

三峡水库的上游有 7 大干支流(金、岷、沱、嘉、横、赤、乌),而主要来自金沙江(水为 1 430 亿 m³/a、沙为 2.45 亿 t/a)和嘉陵江(水为 701 亿 m³/a、沙为 1.36 亿 t/a)合计多年平均径流量为 2 131 亿 m³/a、输沙量为 3.81 亿 t/a,分别占宜昌水文站的 48.6%和 72.8%。沙量的比率大于流量,成为长江上游的主要产沙河流。从宜昌水文站 1950~1989 年泥沙资料分析,有 8 年为大沙年,而 1954 年流量与沙量为最大。

3.2 三峡工程建成后对有关湖区的影响

三峡水库下泄水流含沙量少,为了恢复饱和,必须长程冲刷、降低水位、减小比

降,以达到新的动态平衡。这一冲淤调整变化过程极缓慢(约 90 年),自上游而向下游发展,恢复范围长(延伸约 1 100 km)。其特点是:① 低、中水位降低幅度大,高水位影响小;② 在江与湖的汇流段其低、中水位降低亦即水流动力因素增大,因此又反而促进了江湖关系的进一步改善与调整,直至稳定状态。

三峡水库防洪库容为 221.5 亿 m³,能有效地控制长江上游的洪水,对中下游平原区特别对荆江地区的防洪起到重要作用。水库运行采用“蓄清排浑”方式,但水库泥沙淤积量仍较大。据估算,运行初期排沙比约为 30%,运行 80 年后排沙比为 85%,水库淤积基本平衡。水库拦蓄了大量泥沙,下泄的沙量减少形成水流挟沙不饱和和流态,即“清水下泄,河床下切”,将引起下游河道水流补偿性的粗化冲刷而扩大河槽,形成冲刷行程长、冲刷深度不大、中低水相对降低多(约为 2 m)的现象,故相同的流量下的水位则将降低。据分析计算,三峡工程下游各地在一定流量下的水位下降值详见表 2。这对中游平原地区防洪、排涝和排渍都有利^[13]。

3.2.1 对中游四湖保护作用

三峡工程能有效地控制长江上游洪水,可使荆江河段防洪标准从现状十年一遇提高到百年一遇,即不启用分洪工程,沙市可不超过设计洪水水位(44.49 m,1980 年改为 45.00 m,吴淞基准面),荆江河段可安全行洪。因此,四湖地区渡汛期得到保护。

水库季调节运用,枯水季(1~5 月)下泄流量大于(约大 1 000~2 000 m³/s)原天然河道泄量,使荆江流量基本保持在 5 000

表 1 长江上游地区土壤侵蚀模数分级统计

多年平均模数 t/km ² ·a	面 积		多年平均输沙量		主要分布地区 河流流域
	万 km ²	占宜昌站%	万 t	占宜昌站%	
<200	42.9	42.6	2 833	5.4	①、②中上游,③上游,④上游,⑤中游,成都平原,普渡河上游
200~500	22.1	22.0	8 036	15.3	①、②中游,③中游,⑤下游,⑥上游,⑦中、下游,⑧中游,⑨中下游,⑩上、中、下游
500~1 000	21.0	20.9	11 151	21.2	②下游,⑤上、下游,⑥、⑦上游,⑧上游,横江,东河,川江
1 000~2 000	9.9	9.9	13 328	25.3	③中游,④上、下游,⑥下游,⑧上游,⑨上游,横江,安宁河,美姑河,黑水河,西溪河,白龙江下游
2 000~3 000	0.2	0.2	610	1.2	小江
>3 000	4.4	4.4	16 642	31.6	①渡口至屏山区间,白龙江中游,西汉水
合计	100.5	100	52 600	100	

注:① 金沙江,② 雅砻江,③ 大渡河,④ 嘉陵江,⑤ 乌江,⑥ 岷江,⑦ 沱江,⑧ 渠江,⑨ 涪江,⑩ 赤水河

表 2 三峡工程下游水文站的水位下降值(当流量 5 000~7 000 m³/s)

项 目	宜 昌	沙 市	新 厂	监 利	螺 山	汉 口
距三峡大坝下游(km)	6.2	153.7	220.9	310.3	426.6	628.2
水位下降值(m)	1.9~2.0	3.0~3.6	3.0~4.2	2.9~3.3	2.1~2.4	0.8~1.1
工程运行期(a)	10	20~30	30~40	40~60	60~70	80~90

注:宜昌水文站是与 1973 年的设计线比较值,其它水文站是与 1981 年水位比较值。

m³/s。由于河床下切,水位仍在原天然河道水位变幅以内;汛后10月份起,水库蓄水,下泄流量比原天然河道泄量小(约小5 000~8 000 m³/s),水位也有降低,利于四湖向长江排除渍涝,因此,水库调度运用不会加剧四湖地区农田潜育化或沼泽化,而有利于降低四湖水水位和农田地下水水位。这使一些地势高的滩地出露,芦苇水草丛生、候鸟群居、生态环境改善,有利于消灭钉螺和防治血吸虫病。

3.2.2 对洞庭湖区的保护作用

三峡工程建成后,江与湖的联通关系将发生重大变化,大坝下游荆江河道发生长距离冲刷和水位降低,分流量加大,因而可减少长江三口分别流入洞庭湖的水和沙量。据长江科学院模型试验,从运用后的第1~10年沙量减少到3 780万t(减少59%);第41~50年减少到3 770万t(城陵矶出湖沙量仅占入湖沙量的1/4左右)。减轻了湖区的洪水威胁,延缓湖体淤积(据估算,水库运用82年后,可减少约40亿m³),改善了湖泊生态,可以延长洞庭湖寿命。水库运行同上节所述,城陵矶水位在汛期前后都对农田湿地的排涝排渍有利^[13]。

长江洪水挺进江汉平原,历次冲开南岸四口分别流入洞庭湖,终成复杂的河网化的江湖关系。近50年来,洞庭湖已严重萎缩,不堪重负,汛期只要四水之一“发难”,湖周即发水泛滥。今后有三峡工程护顶,有下荆江裁弯清道增流的支助,洞庭湖承压相对减轻,加上退田还湖、平垸行洪,便可找回其四水蓄水库的本能。

3.2.3 对鄱阳湖区的保护作用

鄱阳湖水位变化受江西省5条江河及长江倒灌来水的影响。湖区暴雨期4~9月,以5~6月几率最大。多年平均进湖沙量(悬移质)为2 104万t/a,其中来自5河1 834万t,占87.2%(赣江1 152万t,信江242万t)。据湖口水文站44年(1955~1998年)资料统计:有37年发生倒灌,其入湖水量为25.6亿m³/a,而以1991年倒灌流量13 600 m³/s为最大。倒灌多出现在5条河汛期过后的7~9月份,湖口水位多在19 m以下。鄱阳湖所有入湖洪峰与长江洪峰基本不会遭遇。由此可见,鄱阳湖不仅对5条河洪水有很大调蓄作用,而且对长江洪水也一样,因此鄱阳湖出流和长江洪水下泄有一定的顶托影响。鄱阳湖汛期高水位长达半年之久^[13]。

三峡工程有效地增大了长江中下游防洪调度的灵活性和可靠性。特大洪水需用分、蓄洪措施时,经水库调蓄后为分、蓄洪区人员撤离赢得了时间,避免伤亡,直接减少中下游平原湖区及鄱阳湖分洪的负担和损失。而当两湖水系发生大洪水时,经调控三峡水库,可减少泄量,错开洪峰以降低湖口水位,利于湖水排江。

4 三峡水库形成后的利弊

4.1 有利影响

三峡工程对各大湖区防洪的巨大利益如上所述。此外,三峡水库面积为1 084 km²,水面平均宽约1 100 m,平均水深约70 m,回水末端抵达重庆市巴县弹子田,距坝址580 km,因此,水库断面窄深,为狭长的条带河道形,属典型的峡谷河道型水库,其本身就是一座宏伟的人工湖泊(湿地)。这对区域性气候起着改善作用,形成库区大气环流系统,增加蒸发,因而耗费了大量热能并影响降水增多,使年平均气温略有升高(0.2℃左右),形成冬暖夏凉,这对库区两岸2 km以内地区及长江三大“火炉”之一的重庆市是有利的。

长江及其周围湖群是以长江中游区域为主的我国生物多样性关键地区之一,也是世界自然基金会确立的233个(其中包括136个陆地生态区、36个淡水生态区和61个海洋生态区)优先保护的生态区之一。该区域作为大量珍稀水禽和洄游鱼类赖以生存的栖息环境,具有独特的、无可替代的生物多样性价值;同时由于处在人类高强度开发区,承受着农业开发及城市化的冲击和大规模水利建设的影响,生态环境十分脆弱,湖泊保护与区域人类活动的矛盾非常突出。

三峡水库水位随洪枯季节调蓄变化,水位变幅达30 m,这对库区生态无益,但对稳定下游水位流量,做出了贡献。荆江干堤上早于20世纪50年代始,即建有万城、观音寺、洪湖等大型排灌站,直接沟通长江(曾考虑引淤固堤)。中下游平原湖区或排或灌、湖水有充有换,促使水生生物生长繁茂,为水体稀释自净、消纳污染提供了有利条件,减免了因水土流失带来的淤积,因此改善和缓解了上述脆弱的生态环境。

4.2 不利影响

如上述,三峡工程的运行改变了对中下游河道泄流的水沙条件,导致延伸上千 km长的河床冲刷,势必引起局部河段河势发生调整,这对已建的护岸工程的稳定不利。

除了土地和城镇大量淹没(房屋面积为3 479.5万m²)、移民数量巨大(约为84.62万人)损失外,水库水位调幅达30 m,也带来以下一些不利影响。①泥沙在库尾淤积可能影响重庆江段的航道和港区。②重庆沿江地区多为砂岩和页岩相间结构,由于风化和水蚀的影响,建库后,因库尾淤积而抬高水位,可能增加库岸不稳定现象。③水库改变了天然的水流条件,使流速减缓,不利于污染物的扩散自净;加上移民扩大耕地、大兴土木、破坏植被、促成水土流失,加大排污量等,势必加重对库区土地资源及生态环境的压力。④库水位的消长变化会引发渗压力、地应力变化,产生滑坡及泥石流等地质灾害。

5 结论

为充分发挥三峡水库的诸多功能和效益,应以科学发展观及可持续发展目标,深入研究水库调度方略。除正常发电、航运、供水之外,还必须考虑生态环境、水质要求、水生生物用水、冲污排毒等基本的和特殊的要求。对防洪调度方面,除水库常规的单独运转之外,汛期纳入主要支流水库群联合统一调度运转,相支互补,更能发挥错峰、削峰、滞洪、分流及拦沙的共同分担防洪防沙的作用,这对干支流都有益处。

三峡工程对长江中下游河道的冲淤变化,始终是世人关注的焦点问题。虽然在三峡工程规划设计阶段经历了半个世纪的多次慎重研究论证,取得了明确肯定的结论,且重大问题都能采用科学方法予以解决。但是,大江大河的水沙输移运动的不恒定性是由于它的天然边界条件复杂多变,故天然河道的自然性、随机性与模型试验的约束性、局限性两者之间存在着一定的差异。在进行全流域大规模实体模型试验时必须提高模型试验的精确度,尽可能接近自然。另外,原型观测是检验模型试验的试金石,十分可贵而重要。

参考文献(References)

- [1] 长江水利委员会.长江三峡工程技术丛书[M].武汉:湖北科技出版社,1997
- [2] 汪达汉.论长江流域生态危机与生态建设的对策[A].见:中国科学技术文库[C].北京:科学技术文献出版社,1997
- [3] 汪占冕.长江流域侵蚀模数等值线的编制和分析[J].地理学报,1958,(4)
- [4] 长江水利委员会编.长江年鉴[M].武汉:长江年鉴社,1992~2001年卷
- [5] 汪达,汪明娜.长江地带水土资源保护探讨[A].见:张俊彦,侯东昌,刘安民等主编.第八届海峡两岸环境保护研讨会文集[C].新竹:交通大学出版社,2002
- [6] 汪达.森林对生态环境的作用[J].环境科学技术,1988,(1)
- [7] 汪达,汪明娜.长江流域的森林破坏与生态恶化[J].环境保护,1988,(2)
- [8] 汪达.黄河、长江流域环境的演变与森林植被的关系[J].中国水土保持,1988,(10)
- [9] 水利部科技教育司.长江三峡泥沙与航运关键技术研究[M].武汉:武汉工业大学出版社,1993
- [10] 王苏民,窦鸿身.中国湖泊志[M].北京:科学出版社,1998
- [11] 黄进良.洞庭湖湿地的面积变化与演替[J].环境导报,1995,(5)
- [12] 周宏春,王毅,于秀波,等.长江中游退田还湖与可持续发展[M].北京:经济科学出版社,2002
- [13] 三峡工程泥沙专家组.长江三峡工程“九五”泥沙研究结合分析[M].北京:知识产权出版社,2002 (责任编辑 肖庆山)