

# 长江三峡工程

张光斗

(清华大学, 北京 100084)

## The Three Gorges Project in the Yangtze River

(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**[摘要]** 举世瞩目的长江三峡工程是当代世界第一大水利工程。文章就国内外关注的三峡工程建设中有关泥沙淤积、库岸滑坡、诱发地震、枢纽工程技术、工程建设期间的导流与通航、大江截流、生态环境、工程效益等问题做了简明精要的阐述。

**[关键词]** 长江三峡工程; 淤积; 滑坡; 导流与通航

中国长江三峡风景雄伟, 水能资源丰富, 久已闻名于世。一百多年前, 孙中山先生就在《建国大纲》中提出修建三峡工程。后来有许多水利专家前往勘察, 都以工程巨大, 难于修建而作罢。1944年, 美国政府主动向国民党政府提出, 愿意贷款10亿美元, 帮助修建三峡工程, 由美国垦务局进行设计。当时原始资料很少, 而且只考虑发电, 提出的报告很不成熟。1947年国民党军队节节败退, 三峡工程设计匆匆中止。新中国成立后, 党中央十分重视三峡工程, 1958年决定要抓紧三峡工程的勘测、设计、研究, 要综合利用三峡水利资源。长江水利委员会(前长办)协同全国高等学校、科研机构, 进行广博深入的勘测、设计、研究工作, 收集了大量水文、地形、地质资料, 做了许多比较方案设计, 进行了深入的科研工作, 于1983年提出了可行性报告。国务院组织数百名专家论证和审查, 可行性报告几经修改, 1992年国务院批准了三峡工程可行性报告, 将可行性报告送全国人民代表大会。全国人代会通过了可行性报告, 决定修建三峡工程。1992年国务院成立三峡工程建设委员

会, 三建委批准了三峡工程初步设计, 决定于1993年开工。

三峡工程位于长江三峡的三斗坪, 在宜昌上游约40 km。大坝高约180 m, 长约2 km, 中间是溢洪、泄洪坝, 左右两侧为水电站厂房, 左岸设永久船闸, 还有升船机。三峡工程建成后的效益: 防洪上, 保证下游荆江河段100年一遇防洪标准, 来千年一遇洪水时, 加用长江中游分洪区, 仍可保证荆江大堤安全; 发电上, 装机1820万kW, 年发电847亿kW·h, 枯水季调峰, 丰水季担负基荷; 航运上, 万吨船只通过永久船闸, 每年有半年以上可直达重庆, 单向通航量5000万t, 3000t客轮快速通过升船机; 供水上, 增加下游可用水量。工期17年, 投资以1993年物价计为900.9亿元。

### 1 泥沙问题

长江宜昌站年输沙量5.3亿t, 将淤塞三峡水库。水库正常挡水位175 m高程, 总库容393亿 $m^3$ , 死水位145 m高程, 死库容172亿 $m^3$ , 防洪库容221亿 $m^3$ , 蓄水调节库容165亿 $m^3$ 。水库运

**[收稿日期]** 1999-06-11

**[作者简介]** 张光斗(1912-), 男, 江苏常熟市人, 中国工程院、中国科学院院士, 清华大学教授

行方案为：汛期限制水位 145 m 高程，3 年一遇洪水  $56700 \text{ m}^3/\text{s}$  以下不调洪，经泄洪深孔和水电站畅泄，可减少水库泥沙淤积。洪水大时，水库调洪，仍下泄  $56700 \text{ m}^3/\text{s}$ ；汛后冲水库淤积。每年 9 月水库开始蓄水，约两个月到正常蓄水位 175 m 高程。次年汛前库水位降至 155 m 高程，利用蓄水发电。在 155 m 水位，可保持川江航运。到汛期，水位又降至汛限水位，由于当时流量大，仍可保持川江航运。运行 80 多年后，水库达到冲淤平衡，尚有防洪库容 200 亿  $\text{m}^3$ ，蓄水调节库容 152 亿  $\text{m}^3$ ，来 100 年一遇洪水时，仍下泄  $56700 \text{ m}^3/\text{s}$ ，这是荆江河段能够安全通过的洪水。经过大量水库泥沙模型试验和理论分析，表明库水位（175~145 m 高程）消落段，航道能够保持通航，局部淤积可以挖除。重庆港有淤积碍航现象，要采取工程措施进行治理。修建金沙江溪落渡、向家坝水电站后，调水调沙，情况可缓解，这是创新的水库运行方案。

## 2 库岸滑坡问题

经详细地质调查，三峡水库库岸有若干潜在滑坡，大的可达数百万  $\text{m}^3$ 。离坝址最近的潜在滑坡，远于 26 km，如发生滑坡，激起的冲击波到坝前消减到 2~3 m 高，不影响大坝安全。此外，库岸如发生滑坡，由于水库宽深，不会影响航运，相反的在天然河道，滑坡将堵塞航道。

## 3 水库诱发地震问题

经地质调查和地球物理勘探，在坝址 30 km 范围内，地质是稳定的，没有活动断层。外围活动断层的地质构造，可能产生的水库诱发地震，传播到坝址，地震烈度不超过 6 度，低于设计地震烈度，不影响大坝安全。

## 4 枢纽工程技术问题

三峡枢纽 180 m 高混凝土重力坝和 1820 万 kW 发电厂房，虽工程量大，但都是常规工程，我们有经验。局部地基稳定问题经过处理，能满足安全要求。70 万 kW 水轮发电机组，首批从国外进口，后来由国内自制。较复杂的是两线五级船闸，在岩岸内深挖，最高边坡达 170 m，下部闸室垂直深 60 m，高岩坡稳定性是担心的。经过精心研究

设计、爆破和锚固，现已开挖完成，岩坡可以长期稳定。在施工中有岩块塌落，大部及时锚固。五级船闸的水力学问题也已研究解决。还有 3000 t 客轮的升船机，是世界上最大的，正在设计研究中，并先修 300 t 级升船机作试验。

## 5 施工导流和通航问题

第二、三期工程 12 年，长江洪水大，导流较困难，而且不能断航。一期工程时，在中堡岛右侧后河挖明渠，洪水仍在大江通过。二期工程时，在大江修围堰，以便在基坑内建左大坝和左侧电站，利用右岸明渠来导流和通航，在流量 2 万~3 万  $\text{m}^3/\text{s}$  以上时，用左岸临时船闸通航，流量 4.5 万  $\text{m}^3/\text{s}$  时断航，天然河道情况也是如此。二期工程末，在右岸导流明渠内修碾压混凝土围堰，把库水位抬高到 135 m 高程，挖除大江围堰，用泄洪坝底孔和深孔导流，经永久船闸通航，左电站第一批机组开始发电。水库水位抬高到 135 m 高程的过程，临时船闸和永久船闸都不能通航，将短时期断航，要做好航运分流和重要货物过坝问题。三期工程时，用泄洪坝底孔和深孔导流，永久船闸通航，建成右侧大坝和电站，整个三峡工程建成。

## 6 大江截流问题

大江截流时，水深 60 m，河床有淤沙层厚 20 m，大江截流和修 80 m 高围堰，是世无先例的。经过模型试验研究，在河床淤沙层上抛填砂砾料反滤层，其上抛填石碴料厚 40 m，把水深减到 20 m，可以在枯水期顺利截流，然后在 4 个月内抢修围堰，关键是抢修围堰内 74 m 深的混凝土防渗墙，底部岩基有陡坎，开发了新钻槽机和技术，工程如期完成，围堰不漏水。

## 7 生态环境问题

修建三峡工程对生态环境有利方面为：防止下游土地和城镇淹没，减少火电空气污染，改善局部气候，水库可养鱼等。对生态环境不利方面为：淹没耕地 2 万多公顷，果地 1.3 万多公顷，移民到库边高地，将破坏生态环境，水库静水减弱污水自净能力，恶化水质，影响野生动植物的繁殖等。所以有利有弊，不妨碍修建三峡工程。应该把不利减少

到最低程度，主要是水库移民要植树种草，修建梯田，保护生态环境，不要求粮食自给。做到这些，要花大力气和资金。控制重庆、涪陵、万县等城市排污，进行污水处理，保护水库水质。保护野生动植物，设立保护区。保护生态环境虽有难度，但必须解决也可以解决。至于三峡风景，由于岩岸高近1000 m，而三峡坝只高出原来江面110 m，风景基本依旧，高峡出平湖，更增加了秀丽。

## 8 水库移民问题

要移水库淹没区居民84.6万人，到工程建成时移民将达110万人。实行开发性移民，要安置好移民生活，有所改善，并帮助移民创造生产条件，经过20年艰苦奋斗，就会富裕起来。多数移民后退至高地，一部分移到外地。迄今移民是满意的。

新中国成立后，由于要建三峡工程，不向库区投资建设，也不鼓励建设，人民生活十分艰苦。社会上没有反对修建三峡工程的，只有人主张缓修。而库区人民呼吁“若要富，修水库”，是欢迎修三峡工程的，如再缓建，继续艰苦下去，不能忍受了。为了库区人民，现在三峡工程条件已成熟，所以应该早修。

## 9 投资和效益问题

三峡工程静态投资按1993年物价为900.9亿元，工程完成时动态投资约2000余亿元，目前国家是有此财力的。三峡工程投资来源有：国家贷款，国有电站电价每千瓦时加0.75分钱，葛洲坝水电站电费收入，2003年三峡水电站发电后的电费收入等。迄今投资是到位的。

关于效益，预计在三峡工程建成后十年内，总的工程投资本息，包括工程费和移民费，都能用电费收入偿还，防洪、航运等没有分摊投资。而三峡工程的防洪、发电、航运等效益是长期的，还有巨大的社会效益。由上可见，三峡工程的效益是很大的，即使投资稍有增加，偿还年限稍有延长，也是十分经济合理的。

三峡工程于1993年开工，修右岸导流明渠、混凝土纵向围堰、临时船闸，开挖左厂房1至6号机组基础和永久船闸。1997年一期工程如期完成。

截流前验收评定工程质量总体上良好，满足设计要求，工程投资控制在概算范围内，建议可以截流，得到国务院三峡工程建设委员会批准。1997年11月大江截流成功，抢修围堰。二期工程开始，1998年5月1日临时船闸如期通航，大江围堰和混凝土防渗墙在汛前基本修成，导流明渠和大江围堰经受了汛期8次洪峰的考验，安然无恙。接着把大江基坑抽干，开挖坝基；继续开挖左厂房7至14号机组基础，浇筑混凝土；浇筑左岸坝段混凝土；继续开挖永久船闸岩基，开始浇筑混凝土。十分重要的是，准备混凝土骨料采石场、砂石料生产厂、混凝土拌和楼系统、混凝土制冷系统、混凝土运输系统、混凝土浇筑机械设备等，都是大型、现代化的。

到1999年5月，大江基坑岩基开挖完毕，质量良好，已全面开始浇筑混凝土。左厂房1至6号机组混凝土已浇筑到尾水管顶高程。左岸大坝有个别坝段已到坝顶。永久船闸岩基已开挖完毕，开始浇筑混凝土。重要的是采石场和砂石料生产厂基本就绪，正在扩充。混凝土拌和楼系统和制冷系统已基本完成，要调试。混凝土运输系统和浇筑机械设备在6月底可准备好。二期工程共浇筑混凝土1800万 $m^3$ ，集中在1999—2001三年内，浇筑强度大，年400万~500万 $m^3$ ，月40万~50万 $m^3$ ，持续时间长，建筑物结构复杂，施工机械设备现代化，超世界水平。要求在2003年首批机组发电和永久船闸通航，任务很重，难度很大。必须集中力量，运用聪明才智，努力奋斗。要重视质量，进度服从于质量，有信心做好工程。三期工程2003年开始，在右岸导流明渠内修筑混凝土围堰，然后浇筑右侧大坝和右厂房，安装机组，在2009年全部工程完成。这是光荣任务，我们有信心来做好这世界第一大水利工程。

国内外有些人不理解为什么修建三峡工程，认为无必要，甚至以为无益的。这是因为不了解实际情况，不知道三峡工程对我国的重要性。美国政府以关心我国库区生态环境和库区人民福利为由，反对三峡工程，一反新中国成立前主动帮助国民党政府要修建三峡工程的做法，值得我们深思。