



## 加拿大咨询公司编制的三峡工程可行性报告简介(摘要)

1996-12-23 09:30

以世界银行和国际咨询专家组为主要顾问,由中国水电部和加拿大国际开发署聘用加拿大国际工程——扬子江联合公司(以下简称CYJV)编制的《三峡水利枢纽可行性研究报告》有11卷正文和51个附录,内容广泛、篇幅巨大。本文就其主要内容和结论作一简要介绍并稍加评述。

### (一)缘由和研究过程简述

根据三峡工程多年研究的成果和建国30多年来在建设大型水利枢纽工程方面积累的丰富经验,依靠我国自己的技术力量,完全有能力解决有关工程建设的复杂技术问题,完成三峡工程的设计、科研、设备制造安装与施工。但为了从更广的范围内论证三峡工程的技术可行性和经济、财务合理性,中国政府希望委托资深的国际咨询公司独立编制一份符合国际惯例、能为国际金融机构接受的三峡工程可行性研究报告。中国政府的这一愿望得到了加拿大政府的支持,决定赠款聘请国际咨询公司编制这一报告。两国政府就此于1984年11月和1985年10月两次签署了理解备忘录。1986年6月,中国水电部和加拿大国际开发署代表两国政府正式聘用CYJV进行三峡可行性研究工作。

CYJV是由加拿大拉瓦林、SNC和爱克斯三家著名的私营咨询公司和魁北克省水电局、不列颠哥伦比亚省水电局联合组成。这些公司曾进行过加拿大一系列大型水电工程如詹姆斯湾工程、哥伦比亚河上游开发、邱吉尔瀑布水电站等工程的建设,也曾参加一大批国际工程的咨询研究工作,有雄厚的技术力量和从事水电工程建设的丰富经验。为了进行三峡工程可行性研究,CYJV从所属公司调集了上百名专家、工程师、经济学家、环境专家,还从美国专门聘用了若干加方专家不甚熟悉的技术领域如泥砂研究方面的专家。

为了对CYJV的研究工作的方向、任务、工作范围和深度等加强指导,并对其研究成果质量进行审查,成立了以中国水电部代表为主席、世界银行代表为副主席、加拿大国际开发署代表为成员的“指导委员会”。指导委员会还聘任了一个国际咨询专家组,其成员为世界和中国著名的工程设计与施工、泥砂、机电、生态环境、地质与岩石力学、经济财务分析等领域的专家,分别负责各自专业领域内对CYJV的成果进行审查,并向指导委员会提出报告。

根据1988年1月,对CYJV提出的可行性研究报告初稿的审查意见,在中国方面的配合下,CYJV又对移民安置专题进行了补充研究工作,其修改报告初稿在1988年6月召开的第6次指导委员会上得到国际咨询专家组和指导委员会的认可。需要指出的是,CYJV的三峡可行性研究工作是在中国方面以往研究成果基础上进行的。根据两国政府协议,CYJV研究工作的重点,在技术方案上是全面复核中国方面的研究成果,在经济财务分析上则要求CYJV按照国际通用的方法和原则进行独立的分析研究并得出结论。

中国方面除全面提供了三峡工程有关的基本资料和以往研究成果外,还在CYJV专家来中国复核工作中给予密切配合,全面介绍情况和以往成果。中国有数十名专家专程去加拿大配合CYJV的研究工作,除解释以往资料和成果外,也参加了部分研究工作,并对CYJV的成果提出了看法和意见。但也应该指出,虽然CYJV的研究工作基础是中方以往的成果,中国专家也参加CYJV的研究工作,但CYJV编制的三峡可行性研究报告,不是中国以往研究的简单重复和翻版,对涉及工程可行性的每一个重大的技术和经济问题,CYJV都从基本资料的可靠性,论证方法的合理性,研究结论的准确性等方面进行过全面细致的复核,并进行了必要的补充分析和研究,而后独立作出慎重的结论。特别是在经济和财务分析方面,按照国际惯例对工程可行性研究的要求,CYJV的研究深度和广度均比中国1983年和1985年的报告大大前进了一步,对中国国内重编可行性研究报告,也是有较大促进作用的。

### (二)可行性研究报告的主要结论

CYJV编制的三峡工程可行性研究报告的主要结论是:三峡工程技术上是可行的,经济、财务上是合理的,不存在影响工程环境可行性的问题。CYJV推荐的方案是:坝顶高程185m,正常蓄水位160m,防洪限制水位140m,电站装机总容量1675万kW,工程施工总工期18年,第一批机组发电工期12年,工程总投资(包括水库移民投资)以1987年初不变价格计算为246亿元,若包括施工期物价上涨预测投资为398亿元。

可行性研究报告对三峡工程的主要技术和经济问题分析意见和结论概括如下：

1. 三峡工程的设计基本资料，包括地质、水文、泥砂等，资料丰富，质量符合国际标准，足以满足可行性和初步设计的需要。

2. 选择三斗坪坝址是恰当的。地形、地质条件优越，施工建筑材料可就地取材。地区地震活动轻微，水库渗漏问题可以忽略不计，库岸稳定不会影响水库和大坝安全。

3. 经复核认为长办在原设计中建议的永久和临时建筑物总体布局是合理的，主要建筑物选型也是合适的；升船机虽然技术上可行，但不能证实是经济合理的。

4. 三峡工程可于开工11年8个月后第一批机组发电，全部工程18年可完工。工程施工均属常规技术，但有的工程项目的规模和强度已超过中国和世界现有的施工经验水平，需采用现代化的施工管理技术，尽早建立高效率的工程施工管理机构，为保证工期和不突破预算，建议采取国际供货和联合承包施工的方式。

5. 当选用的正常蓄水位低于175m、防洪限制水位低于145m时，三峡工程的泥砂问题是可以处理的。约90%的水库有效库容可长期保留，泥砂问题不致对工程发电和航运产生不利影响。但当正常蓄水位高于175m、防洪限制水位高于145m时，重庆附近的泥砂淤积将急剧增加，其处理的方法和投资尚不明确。

6. CYJV研究的正常蓄水位比较方案，三峡工程需安置移民总人数变幅为55~120万人，其相应投资占工程总投资的30~45%。移民中有50%以上属城镇人口，虽然其规模之大是没有先例的，但最困难的是失去土地后的农业人口的生产和生活的重建问题。按照国际上一般能够接受的移民安置原则和要求，对已进行的移民安置研究和规划进行具体复核和分析后，CYJV认为150m、160m方案的移民安置是可行的；对于正常蓄水位高于160m的方案，现阶段尚不能完全确认其移民安置的可行性。

7. 关于三峡工程的环境影响问题，CYJV认为：与其他比较方案如建设火电站相比，三峡工程的环境影响是不严重的。由于工程的季调节库容仅为年径流量的2.6%，环境影响所及地区经人类几个世纪开发，几乎不存在未经扰动的天然环境。CYJV对自然环境影响复核的主要结论是：工程在环境影响方面是可行的，工程不会产生使环境遭受大的危害；工程所列的环境投资，为减轻影响和创造更好的环境创造了条件。

8. 经济分析表明，三峡工程的主要效益来自防洪和发电，航运也有效益，但与之相比相对较小。经过CYJV推荐方案所作经济分析表明，使工程总投资与总效益相等的等值折现率为15%，远大于中国国内水电工程经济评价所统一采用的10%的折现率。对工程的不确定性分析还表明，未来发电效益的增长趋势超过未来投资可能增长的趋势，亦即将来实际的净效益值将高于现在的计算值。因而修建三峡工程的经济合理性是十分明显的，也是优于其他替代方案的，应尽早动工兴建。

9. 对推荐方案的财务分析成果表明，以测算的1987年中向华中电网售电价5.2分/kW·h为基础，工程的财务收益率可达8.9%。经对优惠条件贷款或商业条件贷款的两种集资方案进行核算，工程均可在完工后数年内偿清全部贷款。上述成果是以工程投资全部由发电偿还为基础计算的，若考虑防洪和航运分摊投资25%，则工程财务收益率可达10.88%。从而说明工程在财务上也是合理可行的，工程的偿还能力高，对国内外投资者均是有吸引力的。

10. 对三峡电站主要供电地区华东和华中电网的电力发展预测和电力系统分析表明，三峡电站的总装机容量1675万kW至2010年仅占整个供电系统的14%弱，届时将全部为电网所消化，即售电线路是没有问题的。经论证，三峡电站向华东电网的最优输电容量约为600万kW，最低投资的输电线路方案是12回500kV交流，或500kV交流与300万kW双回高压直流的混合方案。

### (三) 推荐方案的选择

根据中国政府的要求，指导委员会以及国际咨询专家组制定的“工作范围和任务要求”，CYJV需在其可行性论证报告中，经过独立的分析和论证，提出一个技术上可行、经济上合理的三峡工程推荐方案。CYJV在研究工作过程中，曾比较研究了51个以不同运行水位组合为特征的方案。其比选的范围：正常蓄水位130m~180m，防洪限制水位130m~155m，大坝坝顶高程175m~195m。

推荐方案选择的原则，是以方案折现后的净经济现值最大为基础，再综合考虑非货币指标的社会因素，如移民安置数量和环境影响等因素而确定。在经济比较中，为使所有方案基础一致，一律采用经济价格(影子价格)，并将全部投资和效益以统一折现率(10%)，折算至同一水平年(1987年年中)。

在方案比较中采用筛选法，首先集中于坝顶高程的优选，而后再进行水库运行水位方案的优选。在51个组合方案中，首先筛出13个接近最高净效益的方案，对这些方案进一步作敏感性分析，并对非经济定量的因素一并考虑，在此基础上选定推荐方案。

优选结论：以坝顶高程185m为最优。虽然坝顶高程175m提高到185m工程投资有所增加，但其防洪效益足资抵偿。施工进度分析认为坝顶高程185m不影响总工期和第一批机组发电的工期。若将坝顶高程继续提高到195m，整个发电工期将推迟一年，净效益将损失8.5%(约17亿元)，经济上不合理，故予否定。四个代表性方案的经济总投资、总效益和净效益分别列如表1、表2、表3。主要特征指标对照如表

4。

表1 代表性方案经济投资比较表 (1) (106元)

比较方案	NPL/FCL	(2) 工程	施工	输电线路	(3) 移民	安置	环境影响	维护与管理	总计
150/130	8062	536	2967	175442	12182				
160/140	(6)	8176	610	4045	194	492	13517		
170/145	8291	646	5883	224	536	15499			
180/150	8405	717	7281	536	585	17238			

注(1)均为经济价格,以10%折现率折算至1987年中。

(2)NPL-正常蓄水位 FCL-防洪限制水位

(3)系有无三峡电力系统扩展方案输电投资的增值。

(6)推荐方案。

表2 代表性方案经济效益比较表(1) (106元)

比较方案	NPL/FCL	(2) 防洪效益	(3) 航运效益	(4) 发电效益	(5) 总效益
150/130	4691	724	12777	18192	
160/140	(6)	4685	767	14579	20831
170/145	4715	796	16312	21823	
180/150	4606	826	17873	23305	

注 (1)、(2)、(6)同表1

(3)下游减少的洪灾损失(包括水库超蓄淹没损失在内),按预测的中等经济增长,未计入人员伤亡所需的经济补偿。

(4)有无三峡宜昌至重庆货物与人员运输费用的差值

(5)有无三峡电力系统扩展方案投资差值。

表3 代表性方案净效益现值比较 (1) (106元)

比较方案	NPL/FCL	(2) 总投资	总效益	净效益	益本比
150/130	12182	18192	6011	1.49	
160/140	(6)	13517	20031	6514	1.48
170/145	15499	21823	6324	1.41	
180/150	17238	23305	6066	1.35	

注(1)、(2)、(6)同表1

表4CYJV推荐方案与国内论证初选方案主要特征指标对照表

主要指标 单位 CYJV推荐方案 国内论证初选方案

初期 后期

(一)水库

正常蓄水位 m 160 156 175

防洪限制水位 m 140 135 145

枯季消落低水位 m 140 140 155

设计洪水位 m 181 175

校核洪水位 m 183 178.25

防洪库容 m<sup>3</sup> 31.0×10<sup>9</sup> 22.15×10<sup>9</sup>

兴利库容 m<sup>3</sup> 11.5×10<sup>9</sup> 8.9×10<sup>9</sup> 16.5×10<sup>9</sup>

调节流量 m<sup>3</sup>/s 5120 5130 5860

保证出力 万kW 360 499

装机容量 万kW 1675 1768 1768

多年平均电量 亿kW·h 762 700 840

改善航道里程 kW 500~600 500~570 570~650

移民安置总人数 万人 72.7 66.61 113.18

淹没耕地 万亩 30 21.61 35.69

(二)大坝型式 混凝土重力坝 混凝土重力坝

坝顶高程 m 185 185

最大坝高 m 175 175

坝顶长度 m 2150 1970

溢流前缘总长 m 567 483

溢流底孔高程 m 85 90

底孔个数与尺寸(宽×高) m 27个7×9 23个7×9 2个6×9

溢流堰顶高程 m 158 156

溢流堰孔数及宽度 m 26×8 22×8

(三)电站型式 坝后式 坝后式

左岸厂房装机 台数及容量 台×万kW 11×76.1 14×68

右岸厂房装机台数、容量 台×万kW 11×76.7 11×68

水轮机额定 出力 万kW 69.5 69

发电机视 在功率 kVA 84.5 75.6

变电站出 线电压 kV 500 500

出线回路 回 12 18

(四)通航建筑物

永久船闸 双线五 级船闸 双线五级船闸

航闸闸室尺寸 m 280×34×5 280×34×5

垂直升船机 无 最大过船吨位3000t

临时通航 导流明渠+临时船闸 导流明渠+临时船闸+升船机

(五)主要工程量

土石开挖 万m<sup>3</sup> 8710 8789

土石填筑 万m<sup>3</sup> 3410 3124

混凝土浇筑 万m<sup>3</sup> 2530 2689

钢筋 万t 29.0 29.01

钢材 万t 21.0 25.74

(六)工期

总工期 年 18 18

首批机组发电 年 12 12

(七)投资 (1987年初不变价) (1986年末不变价)

枢纽工程投资 亿元 161.12 187.67

移民安置投资 亿元 83 110.61

工程总投资 亿元 246 298.28

(八)工程动用总劳力 万人·年 94.2

(四)枢纽布置与建筑物设计

在研究初期, CYJV曾比较将通航建筑物右移尽量靠近河床的方案, 认为有可能减省工程量。但具体研究的结果是开挖工程量虽有较大减省, 而混凝土工程量却大幅度上升, 故在最后方案中维持了原初步设计的船闸线路。

CYJV推荐的枢纽主要建筑物布置, 对国内方案进行较大修改的有如下几点:

1. 选择了更大的水轮发电机组

为了对三峡电站的水轮发电机组尺寸进行合理的选择, CYJV曾来中国对几个主要水轮发电机生产厂家进行访问和调查; 还在加拿大和美、日、法、德等国11个主要的水轮发电机生产厂家进行了技术座谈和协商, 其结论认为: 从目前世界水轮发电机生产制造的发展水平出发, 并考虑运输、安装和运行的可靠性, 三峡电站的发电机最大容量可达80万kW, 水轮机转轮直径可达10.75m。经对三峡水电站安装22台(水轮机转轮直径10.4m, 发电机单机出力76.1万kW)与26台(水轮机转轮直径9.6m, 发电机单机容量64.4万kW)二个方案进行经济比较的结果, 认为采用前者可节约投资约1.82亿元(其中土建费省860万元, 机械设备省4200万元, 电气设备省1.31亿元)。CYJV推荐方案中采用了单机容量76.1万kW, 装机台数22台, 总装机容量167.5万kW的方案。

2. 增加了溢流坝长度

由于CYJV推荐采用较国内论证更大尺寸的水轮发电机组, 总装机台数由26台减为22台, 电站坝段的前沿长度可相应减少约80m。CYJV在其推荐方案中建议用来增加溢流坝的前沿, 即河床溢流坝段增加4跨, 由原设计的23跨增为27跨。这样就增加了大坝的泄洪能力。CYJV在分析论证中认为, 增加大坝泄洪能力, 其增加的下游防洪效益足可抵偿其土建工程增加的投资。

在这一问题的研究过程中, 我们曾向CYJV的专家们提出, 增加泄洪能力并非一定要采取增加前沿的方式, 例如降低溢流堰高程、利用混凝土导墙等均可达同样目的。CYJV的专家同意我们的观点, 也写入了他们的报告, 但仍认为增加溢流前沿是合适的。笔者分析CYJV这样做主要是为了留有余地。因为CYJV的报告中虽然认为中方可能最大洪水的成果是合理的, 但建议在设计阶段仍需对此问题作进一步的验算, 因为CYJV用极粗略的方法求得的可能最大洪水大于中方的数值, 加方对这一问题仍有疑虑, 故希望

在泄洪能力上留有更多的余地。

### 3. 取消了升船机

CYJV推荐方案中，升船机被取消。CYJV的结论认为，三峡垂直升船机的规模是超世界水平的，但其设计方案都是基于常规技术，故升船机的技术可行性是没有问题的，运行可靠性也是有保证的。但从经济分析的结果看，升船机本身的通过能力有限，对永久性的通航能力帮助不大，就施工期临时通航而言，为施工期数周时间不断航而建设这样一座价格昂贵的升船机是不合理的，完全可以采取转运和储存等其它比较简便而节省的临时措施来代替。

### 4. 其它

CYJV对建筑物设计的其它方面也提出了不少建议，如抬高建筑物建基面，即利用弱风化层作为大坝基础；采用较高的基础物理力学参数，调整厂房电气设备布置等。均可作为中方今后设计研究中的参考。

## (五)施工进度和投资

### 1. 施工进度

CYJV对三峡工程的施工规划和进度进行了全面的复核，其推荐方案所采用的施工导流、施工分期、主要建筑物施工方法、控制性进度和第一批机组发电工期均与国内最近论证意见相同。

CYJV研究认为三峡工程对进度起控制作用的项目是：导流明渠开挖，需29个月；二期围堰施工和基坑抽水，需11个月；溢流坝和左岸厂房坝段的开挖和混凝土浇筑，需45个月；三期碾压混凝土围堰施工，需4个月。CYJV的分析结论认为，工程最为困难的项目是溢流坝段的混凝土浇筑和三期围堰施工，应在施工过程中特别重视并采取有效措施以保证工期。CYJV对工程各期进度进行了推迟工期的风险性分析，其中包括因工程进度拖延和围堰遭遇超标准洪水而漫顶造成的风险，参见表5。整个工程如期完成的保证率为76~87%。

表5 施工进度风险分析成果

项 目 工程按期完成的保证率(不考虑围堰漫顶) 围堰不因超标准洪水漫顶的保证率 工程按期完成的综合保证率

准备工程 0.98 1.00 0.98

I 期工程 0.97 0.92 0.89

II 期工程 0.95 0.97 0.92

III期至完建 0.96 0.98 0.95

累计保证率 0.87 0.88 0.76

CYJV在其可行性报告的施工规划部分强调，虽然工程施工中采用的是常规技术，但有些分项工程规模超过了中国国内和国际已建工程的经验，因此必须及早建立强有力的工程管理机构，采用现代施工管理技术，并建议聘任国际专家参加工程管理。鉴于三峡工程规模巨大，技术也较复杂，CYJV还建议采用分项目发包施工的办法。CYJV报告中提出了60项可进行分标发包合同的项目，其中21项建议采用国际招标，其余39项采用中国国内招标。

### 2. 投资估算

CYJV可行性报告将三峡工程投资划分为三个部分：枢纽工程投资，移民安置投资 and 环境影响减免措施的投资。枢纽工程投资总数为161.1亿元，移民投资83.4亿元，环境投资为上述两项投资的2%，为4.8亿元。

CYJV枢纽工程投资的估算是以1987年初财务价格为基础的；未考虑物价上涨和施工期利息。其计算方法是按国外通用的承包商编制投标书时估算投资的方法进行的，即按推荐方案的工程数量、施工进度和施工规划所确定的施工方法，分项计算开挖、填筑、混凝土浇筑、基础灌浆、基础清理等的单价，求得分项工程的直接费和间接费，并按工程分项工程量的不确定性和其它因素拟定不可预见费用。CYJV计算的枢纽工程投资汇总于表6。

表6 CYJV推荐方案枢纽工程投资总表

项 目 国内资金 引进外资 总投资

导流工程 680, 562, 188 367, 883, 007 1, 048, 445, 195

大坝土建 1, 875, 191, 357 549, 418, 003 2, 424, 609, 360

大坝机电设备 598, 445, 787 598, 445, 787

电站土建 644, 397, 289 131, 201, 570 775, 598, 859

电站机电设备 3, 451, 617, 286 929, 662, 449 4, 381, 279, 735

航运建筑物土建 1, 071, 860, 376 292, 816, 025 1, 364, 676, 401

航运建筑物机电设备 328, 788, 061 328, 788, 061

其它永久设施 721, 087, 500 721, 087, 500

临时工程土建 1, 125, 647, 604 5, 678, 027, 1, 131, 325, 631

临时工程机电设备 184, 480, 748 184, 480, 248



CYJV在其可行性报告中，对中国提出的开发性移民方针和一系列的具体政策建议给予很高的评价，认为应该通过立法程序给予法律保证，并将成为胜利地实施三峡工程移民安置工作的重要手段。

此外，CYJV特别强调应建立从中央到地方集中统一、强有力的专门机构，负责移民规划和具体实施，认为仅依靠地方政府进行移民规划和实施将难于保证移民安置的进度、质量和预算。

笔者认为，三峡工程移民安置任务艰巨，其可行性研究不仅涉及很多具体的科学技术和社会经济问题，还与国家的社会政治制度和各项政策措施，库区人民的思想意识有密切的关系。由于加拿大政治制度与我国社会主义制度有本质的差别，加拿大专家在研究这一问题时将比国内专家的研究论证更为困难，从而存在不同的看法是正常的。但CYJV专家在这一专题研究中的科学精神，认真负责的态度和深入细致的工作方法是值得称赞的，他们在研究过程中提出的很多建议和意见，已经对国内的论证工作起了积极的促进作用，也对国内编制新的可行性研究报告有重要的参考价值。

#### (八) 环境影响评价

CYJV的环境评价中，对修建三峡工程带来的效益和环境影响，与不建三峡工程采用其它替代方案求得相应的效益及其带来的环境影响进行了比较和分析，其结论认为：就中下游防洪而言，尚无其它现实可行能求得同等效益的方案。

在进行的三峡工程环境影响具体评价过程中，CYJV对环境影响的主要方面，如自然环境影响的水文、气候、地质、地貌、泥沙、水质、水生和陆生生物；社会经济环境影响的水库淹没和移民安置、人体健康和疾病、景观、文化古迹等逐个进行了分析和评价。并按工程施工期、水库充水期、工程运行期对库区、坝区及下游自然和社会环境的影响分别进行了分析，提出各个时期应采取的相应减免和改善环境影响的措施和建议。CYJV提出应在工程投资中列入总数为4.8亿元的环境影响减免措施的投资（占整个工程投资2%）。

需要指出的是，CYJV和世界银行的环境专家，在其环境评价的工作中并反映在其可行性报告中，都特别强调要重视三峡工程对若干珍稀和濒危动物如西伯利亚白鹤、中华鲟、扬子鲟、白鳍豚等栖息地的影响。尽管中方已经提供了很多资料，说明其影响并不大而且已有解决的措施，但报告仍建议今后要继续进行补充研究工作并采取相应的保护措施。

#### (九) 经济分析

按照国外惯例，工程经济分析是可行性研究的关键，CYJV编制的可行性研究报告中约有一半篇幅论及经济问题。报告第2卷论及工程投资，报告第7、8、10卷分别论述工程防洪、航运和发电效益，报告第11卷论及工程对地区的经济影响，第3卷则是综合的经济和财务分析。

##### 1. 原则和方法

CYJV进行经济分析的原则和基础是：

(1) 全面考察工程的全部投入和产出，包括工程直接和间接的投资和效益，并全部按经济价格（影子价格）计算，即工程的投资和效益均不以现行价格而用更反映实际价值的经济价格计算，从而能够消除现行价格扭曲不能反映其实际价值的影响。CYJV经济分析中采用的经济价格，是在世界银行的参与下，与中国有关部门和专家反复协商后确定的。

(2) 在分析比较时，所有投资和效益均采用10%的折现率，折现为1987年中的现值，从而能较准确地反映投资和效益的时间效应，使所有的比较方案能在同一基础上进行比选。10%的折现率是国家计委规定国内通用的，推荐方案的经济合理性不仅用折现后的净效益值表示，亦可用净效益为零（即投资与效益相等）时的折现率（或称经济收益率）表示。

(3) 工程经济分析的计算期为62年，其中前12年只有投入无产出，工程开始受益后计算50年。

(4) 美元对人民币的汇率采用3.7元，这是我国法定的汇率，并按汇率6元进行敏感性分析。

##### 2. 工程投资和效益的计算

工程效益也是按同样原则，计算了以下三个方面。

(1) 工程防洪效益。三峡工程的防洪效益是按有无三峡工程中游地区在遭遇洪水造成淹没损失的多年平均值之间的差值进行计算的。CYJV采用按洪水频率计算成果算得年平均淹没实物指标。单位面积（或人员）遭受淹没损失的经济价值，是根据中方提供的分洪区实际调查资料，CYJV并按其专家到现场的调查作了调整，计算中考虑了受淹区未来的经济发展，最后成果按中等发展预测水平计算。由于CYJV推荐方案允许水库超蓄，在防洪效益计算中也计入了因水库超蓄造成的淹没（与天然情况比较）。CYJV报告第7卷详细说明了防洪效益计算的原则、方法和具体成果。但报告指出，由于难于计算人员伤亡的经济价值，防洪效益中未计入因减少人员伤亡应予补偿的价值。

(2) 发电效益。为了计算三峡工程的发电效益，CYJV进行了华东、华中两个电力系统扩展方案的研究，比较了几个可供选择的方案，并分别计算其投资。结论认为，若不修三峡，以修建一批水、火电站相结合的替代方案最为经济。经济比较中，即以投资最小的水、火电站混合方案（其发电容量及电量均与三峡工程等效）与三峡工程投资的差值作为三峡工程的发电效益。

(3) 航运效益。航运效益计算中，CYJV未进行替代方案的研究，报告以修建三峡工程后，水运运

费的节约作为三峡工程的航运效益。在计算中，水运量是按CYJV认为是比较乐观的发展速度确定的，但比国内预测的运量低得多。

CYJV计算的三峡工程代表性方案的效益参见表2。

### 3. 三峡工程经济合理性评价

为了进行不同蓄水位方案比较，CYJV经济评价是以折现后的净效益值(即全部效益和投资之间的差值)为比选标准的，其结果参见本文第3节和表3。按照一般标准，以规定的折现率，净效益值大于0的方案经济上都是合理的，净效益值越大，方案的合理性越高。根据CYJV经济分析的结果，三峡工程正常蓄水位150m~180m的方案经济上均是合理的，但CYJV推荐方案的净效益值最大。

CYJV也计算了推荐方案的经济收益率(即总投资与总效益相等时的折现率)，为15%，远大于国内规定的折现率10%，三峡工程的经济合理性是十分明显的。

### 4. 推荐方案的敏感性分析

由于三峡工程总工期长达18年，开始受益也将在第12年，因而对工程投资和效益某些不确定性在未来的变化将对工程的经济可行性产生影响，故CYJV从工程效益、工程投资和工期，以及计算基本参数等计算中的不确定性进行了敏感性分析，其主要成果列如表7。

敏感性分析结果表明，工程投资变化1%，将使工程净效益变化2%；但若工期拖延一年，将使净效益降低20%。

### 5. 推荐方案的风险分析

为了确定各不确定性因素对工程经济合理性的综合影响，CYJV还进行了风险分析。风险分析需从技术上和经济上对各项不确定因素可能出现的机率进行判断，而后进行综合分析，其主要成果列如表8。

CYJV的风险分析结果表明，以10%的折现率为基础，投资与效益相等即净效益为0或负值的或然率仅10%，而净效益的变化范围很大，从-80亿元~+270亿元。将各项不确定性综合考虑，预期净效益值可达71.3亿元，比经济分析中采用的数值65.14亿元高9.5%。说明未来的实际经济效益将高于报告分析的结果。

表7 工程经济敏感性分析主要成果表

分析项目 对工程净效益的影响

航运效益 按世行预测低运量增长

按CYJV预测高运量增长 -4.8%

+10.6%

防洪效益 按世行预测低经济增长

按CYJV预测高经济增长 -19.4%

+19.4%

发电效益 煤价+20%

火电站投资+20%

其它水电站投资 +20%

电力系统负荷-5% +14.1%

+14.8%

+13%

-15.9%

投资和工期 枢纽工程投资+10%

移民投资+10%

工期延长一年 -12.6%

-6.2%

-22.5%

美元汇率6元/美元

折现率8%

折现率12%

+32.1%

+118.4%

-59.4%

表8 风险分析成果表(单位106元、均以10%折现至1987年中)

分析项目 基本方案 风险分析预期值

技术 变化(%) 技术+经济 变化(%)

投资

枢纽工程 8176 7879 -3.6 8672 6.1

移民安置 4045 4435 9.6 4330 19.4

输电线路、维 护运行管理 1102 1122 1.8 1215 10.3

环境减免措施 194 194 0.0 194 0.0

小计 13517 13630 0.8 14911 10.3

效益

发电 14579 16081 10.3 16725 14.7

防洪 4685 4633 -1.1 4522 -3.5

航运 767 843 9.9 794 3.5

小计 20031 21557 7.6 22041 10.1

净效益合计 6514 7927 21.6 7130 9.5

#### (十)财务分析

分析方法分为两类，一是标准的财务分析，即以财务收益率为衡量的方法，另一种是结合不同筹资方案计算工程的财务偿还能力。

##### 1. 标准财务分析

该分析中的三峡工程总投入，即为以不变财务价格计算的工程总投资，收入仅计算发电收入，基本方案电价5.2分/kW·h，财务收益率8.95%。

##### 2. 不同筹资方案的工程财务分析

CYJV共作了两个方案，一个称为“优惠贷款”方案，另一个称为“商业贷款”方案。二个筹资方案的分析结果是，“优惠贷款”工程累计负债可达401亿元，若工程收入全部用于还债，至工程完工后三年可偿清全部债务。“商业贷款方案”累计最高债务可达522亿元，全部收入用于还债时，工程建成后5年可偿清全部债务。

(本文系中国三峡总公司副总经理王家柱1988年11月撰写的文章的摘要，旨在回顾这段历史)

关闭窗口

[联系我们](#)

[集团邮箱](#)

[网站地图](#)

中国长江三峡工程开发总公司版权所有 ©2002 All rights reserved 未经书面授权严禁刊用本网站资料。若经授权刊用，请注明信息来源。

地址:湖北省宜昌市建设路1号 总机:0717-6276666 传真:0717-6270088 本网热线:0717-6762797 E-MAIL:webmaster@ctgpc.com.cn

中国长江三峡工程开发总公司主办 中国三峡总公司新闻宣传中心/信息中心制作维护 鄂ICP备05010722号