



1947年 三峡

美国内务部垦务局 编著

王 芳
宋 丹
陈 洪 斌
陆 佑 楣

编译
审译
主审

工程初步规划



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

1947年三峡工程初步规划

◇ 美国内务部垦务局 编著

王 芳 编译

宋 丹 编译

陈洪斌 审译

陆佑楣 主审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为 1947 年美国内务部垦务局对中国长江三峡工程所作的初步规划报告, 记录了他们对三峡工程的所有研究和调查内容, 包括设计历史、水文规划研究与勘测等, 并对规划结论的经济性与科技问题作了探讨, 还对今后研究提出了建议。

这份报告是三峡工程第一次以科学形式在图纸和文件中表达出来, 在漫长的三峡梦中是一个里程碑, 值得所有热爱三峡的人去阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

1947 年三峡工程初步规划/美国内务部垦务局编著; 王芳等编译. - 北京: 中国水利水电出版社, 2003

ISBN 7-5084-1620-1

I. 1… II. ①美… ②王… III. 三峡工程-水利规划 IV. TV212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 064146 号

书 名	1947 年三峡工程初步规划
作 者	美国内务部垦务局 编著
译 者	王芳 宋丹 编译 陈洪斌 审译 陆佑楣 主审
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京华联印刷有限公司
规 格	787mm×1092mm 16 开本 9.25 印张 190 千字 5 插页
版 次	2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—2000 册
定 价	68.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

放在读者面前的是一份 55 年前的技术文献，即美国内务部垦务局为当时中国政府资源委员会所作的长江三峡工程的初步规划报告。

55 年可是一段不短的历时。经过 55 个春秋，即使是当年的极端机密文件恐怕也都可解密而为大众所知了，更不要说是一份工程规划报告，应无神秘可言。那么，在三峡大坝已巍立于长江上空之时，把它翻译出版又是为了什么呢？

这得从长江三峡工程这个项目的特殊性说起。自从 1918 年（距今已 84 年）孙中山先生提出在长江三峡中拦河筑坝，开发其得天独厚的水利资源以来，三峡工程不仅成为几代中国人民的梦想，也引起世界工程界的瞩目（当然也引起无休止的争论），以至不少外国人也做起三峡梦来。其中最认真的恐怕要算美国头号水电和坝工权威、垦务局的总设计师萨凡奇博士（J.L. Savage）了。他在抗战烽火烧遍中国的 1944 年，以 65 岁高龄，乘坐小木船深入三峡考察，直抵峡口（当时宜昌尚为日军侵占）。他声称生死在所不计，三峡一定要去。他完全被三峡的宏伟气势和巨大资源迷住了。他力主在峡谷中建高坝大库，发挥发电、防洪、航运、给水、灌溉、旅游的综合效益。他赞叹三峡的水利资源是中国惟一、世界无双。在他的努力促进下，中美两国政府签订合作协议，由美国

垦务局为中国资源委员会提供一份三峡工程的初步规划，掀起了一股萨凡奇旋风。不论国民政府是否真的想搞此惊世巨业，一切还是按协议进行了。抗战胜利后，垦务局认真地做起规划，数十名中方专家去美培训。可惜好梦不长，1947年陷入内战没顶之沼的国民政府下令结束这一点缀性的工作。一场短梦的仓促收场，不仅中方专家深为沮丧，恐怕美方工程师也是引以为憾的。在散摊子时，垦务局提交了这份报告。这就是事情的前因后果。

这份报告由三部分组成：一是垦务局局长 M.W. Straus 先生致中国资源委员会翁文灏主任的函；二是两位垦务局顾问工程师的评述；三是规划报告本文。在评述部分中，顾问工程师 W.C. Beatty 评述了设计历史、水文调查与勘测资料，并对规划结论的经济性与科技问题作了探讨，还提出了今后研究工作的建议。顾问工程师 J.L. Savage 阐述了三峡工程的可行性、建设的意义以及有待继续进行的工作。规划报告本文则分五部分，依次为：①水文；②泥沙；③建筑物设计与估算；④电气设计；⑤机械设计。垦务局是当时美国也是全球技术力量最强大的水电和坝工设计单位，通过他们的努力，三峡工程第一次以科学形式在图纸和文件中表达出来。这在漫长的三峡梦中是一个里程碑。将来编制“三峡工程建设史”时是不可少的档案。阅读这个文献，人们可以了解三峡工程规划的过程，体会到工程建设经历了多少曲折，恐怕读的人都不禁为之慨叹吧。

但译印这份资料并不只为了发思古之幽情。垦务局的技术力量虽然强大，但限于时间、资料、当时的科技水平以及对中国国情认识程度的限制，这份初步规划报告很难说是全面和深入的，与后来的实践相比有巨大的差异：坝址、蓄水位、枢纽总布置、通航、施工方案、机电设计都与今天的三峡工程不同。当年选择的坝址在狭窄的南津关灰岩峡谷中，水库水位 203m，最大坝高达 250m。在左岸开挖 10 条直径 20 余米的隧洞导流，厂房全部设在两岸地下，机组多达 90 台，单机容量 20 万 kW。规划报告中对施工组织设计和

工程的经济可行性论述很少，更不要说牵涉到电力市场、泥沙、移民、通航、环保等深层次问题了。对此我们当然不能苛求垦务局的专家，但对比当初的设想和以后的发展，可以清楚地看出工作是如何逐步推进的，问题是如何暴露与解决的，以及科技与经济发展所起到的巨大作用，也可以认识到建国后长达40年的争吵、研究、论证绝非“虚度年华”，而是使一个“梦幻”化为“现实”必不可少的过程。

包括垦务局在内的美国专家曾为世界水利水电及坝工技术的发展作出不可磨灭的贡献。在20世纪40年代的三峡规划中，他们与中方专家有过良好的合作，传授给中国同行们许多知识和经验，这些中国工程师后来多成为水电建设骨干，中国人民是不会忘记这种合作和友谊的。就是在三峡工程开工后，我们也聘请了包括美国专家的外国工程师承担咨询和监理工作。三峡的主要机电设备是国际招标、由中外企业合作生产的，总之，许多外国朋友都为三峡工程作出有益的贡献。中国工程师还专门去凭吊萨凡奇老人的墓，告慰他三峡工程已在顺利建设。三峡总公司还邀请当年参与垦务局规划工作的老专家座谈忆昔。这份资料历经辗转，最后三峡总公司获得了这份宝贵的历史文献，才得以译印出来。重温这许多历史过程，我们深感到世界上各民族的和谐共处和相互理解与支持是何等重要和有益。尽管现在世界仍不太平，但是，“青山遮不住，毕竟东流去”。我们坚信世界潮流终将按照和平、和谐、友好、合作、发展的方向前进。这是任何人都阻挡不了的。这也是三峡总公司译印这本文献的原因之一吧。

潘家铮

2002年12月2日

于北京

美国内务部垦务局局长

致

中国国家资源委员会主席的函

中国南京中国国家资源委员会翁文灏主席

尊敬的翁先生：

根据 Yun 先生 1947 年 5 月 29 日提出的请求和中国国家资源委员会与垦务局之间签订的、由国务卿在 1947 年 7 月 9 日审阅宣布的临时协议，现在通过贵方在美国的代表，向您提交由垦务局为中国国家资源委员会所做的 6 份长江三峡工程及其附属设施的初步规划报告（封面另加）。

报告中的图纸、分析和其他材料，由总工程师及贵方代表 H. Y. Hsu 先生共同选定。根据贵方选择的顾问工程师 J. L. Savage 先生与 W. C. Beatty 先生的建议，还提交了暂停工作时所做的最新决定和设计的内容。到目前设计阶段，由设计者编写的大量工作文件和替代研究文件将保存在垦务局，以便恢复合同项下的工程时再用。

请允许我代表认识到这项工程对中国今后工业和经济的重要性的全体人员，对这么重大的项目必须延迟表示遗憾。

您忠诚的

Michael W. Straus

美国内务部垦务局局长

于 1947 年 8 月 15 日

目 录

序

美国内务部垦务局局长致中国国家资源委员会主席的函

第一章 评述	1
第一节 评述 (一)	1
第二节 评述 (二)	11
第二章 长江三峡工程规划报告	13
第一节 简介	13
第二节 水文	15
第三节 泥沙淤积问题	22
第四节 枢纽布置 (一)	25
第五节 枢纽布置 (二)	34
第六节 枢纽布置 (三)	47
附表一 美国内务部垦务局中国长江三峡大坝施工导流工程造价的初步 估算 (3 号坝址)	64
附表二 美国内务部垦务局中国长江三峡大坝与泄洪闸造价的初步估算 ...	65
附表三 美国内务部垦务局中国长江三峡泄洪设施造价的初步估算	67
附表四 美国内务部垦务局中国长江三峡水电站引水前渠、尾水渠和 尾水洞造价的初步估算	68
附表五 美国内务部垦务局中国长江三峡水电站电厂压力钢管隧洞、 压力钢管、闸门和拦污栅金结的造价的初步估算	69
附表六 美国内务部垦务局中国长江三峡水电站 12 台发电机组所需水力 机械设备造价的初步估算	70
附表七 美国内务部垦务局大型发电机组与长江三峡水电站发电机组的 尺寸与重量比较	72
附表八 中国现正在建设中的长江三峡工程主要指标	73

第一章 评述

第一节 评 述 (一)

(顾问工程师 W.C.Beatty)

一、总则

本初步规划报告记录了迄今完成的研究和调查内容,包括设计历史、水文规划研究与勘察、结论的经济性和自然科学原因及对未来研究的建议。

由垦务局的设计与施工分局各不同分部和部门准备的图纸与设计,在尺寸、高程与设备位置上都有很大不同。每个部门被指定研究和解决他们富有经验的某些问题,并给予了由其他部门所提交的初步图纸。该项工作已经过精心协调,在设计规划时未合并各部门所绘的图纸的修订版本,除非这些修订版影响到分配给该部门的问题。由于局里工作繁忙,采用这种方法节省了大量时间。比如,水轮机部件处理方案图表明,拆卸水轮机部件的检修孔,布置在水轮机和变压器之间与电厂平行的大廊道中;而由电气部门提供的电厂布置图则表明,用来拆卸水轮机转子和变压器的检修孔位于发电机上方的一个房间内。检修孔的位置或变压器的位置,不影响水轮机

部件的操作方法。另外，每个设计阶段所有可行性规划或方案，都能适应不同的坝高、消落水位，以及发电机和水轮机的数量与尺寸。尺寸会有变化，但规划或方案都不会变。很遗憾，由于时间有限，未能提供那些修改过的图纸，那样可能少一些混乱。

由于规划与水文部门及设计方面同时开始工作，故在开始工作前，缺少由水文部门提供的原始数据。

工程的效益是多方面的，所以在评估任何特性时产生的误差都将影响到整个规划和经济方案。例如，若首先考虑发电的重要性，则在冬季会由于水位低而影响通航；若考虑通航优先于发电，则发电量将大大减少。因此，规划时尽力对多方效益进行了合理的评估。

随本报告提供的图纸表明了目前就设计问题而言可行的解决办法。建议未来的设计研究可以沿着这些设计思路再进行详细的设计。

二、进度

由于缺乏精确的现场资料与数据，使设计部门的工作进度受到阻碍并延迟。

工作开始时所提供的等高线图上的高程不精确，其误差达 600~1000 英尺 (183~305m)。直到 1947 年 1 月 28 日，才绘制了准确的等高线图，到 5 月份才取得 Fairchild 航拍图。

现场或规划部门提供数据资料时，许多平面图、草图和图纸不得已未予采用，但经过分析并证明是稳妥可靠的想法的，基本上都被采用，它们均能满足新的环境条件。

现在可以指出，目前不必调研新的方案，一旦确定大坝和死库容的高程，就可快速进行详细的设计研究。

规划考虑了需解决的重大和异常问题，以及实际解决问题所需

的大量研究和分析工作，我们相信在这些方面已经取得了喜人的进展。

在此阶段停止工作令人很遗憾，我们也很不愿意将工作搁置起来，等待将来去完成。

三、通航

在崎岖不平的多山省份，由于其垂直距离有 500~600 英尺 (152~183m)，对于在水库与低于大坝的河流间通行大型船舶这个问题，存在许多困难。由于水库水位有 74~150 英尺 (22.6~45.7m) 的变化，这使得解决方法更加复杂，它取决于死库容水位以及河流水位变化超过 50 英尺 (15.2m) 等条件。

为得到最可行的解决方案、布局、设计和造价估算，对大量设计方案作了运行分析。这些研究包括：在配有 35000t 吊车或升降机的泊船坞中进行船舶的机械控制，缆车式升船滑道，升船机，及顶部和底部均有闸门深约 600 英尺 (183m) 的承船箱和竖井，可通过向承船箱中充水或放水，使船抬高或降低。这种泊船坞系统有其优点，但不适合这种地形。所有与上述不同的其他方案，都被证明要么不切实际，要么费用超支、水源浪费，或者梯级船闸系统只能处理不到半数的船舶。本阶段研究仅限于梯级船闸系统并考虑了不同类型的船闸。最后结论是，建议使用曾作为巴拿马第三闸门的标本人字门最为切实可行和经济。在初步设计、估算和分析中，船闸考虑用 4~8 个梯级，且 8 个梯级最为经济实用。

对人字门高度的研究表明，其实际高度不应超过 126 英尺 (38m)，最好再低一些。船闸越高，运行越不灵活，由于拖缆的角度关系，会使牵引更困难，维护费用也更高。

使用两个人字门可以解决水库水位变化过大的问题，其中一个闸门在另一个的上面。水库在高水位期间，启动顶部闸门，低水位

时，启动下面一个闸门。水位处于中间时，必须启动两个闸门。虽然采用控制过大的消落水位或低死库容高程的方法是可行的，但仍应尽一切可能避免采取这种方法，水库消落水位应保持在 88 英尺 (27m) 或更小，以便在上游闸门采用高度不超过 126 英尺 (38m) 的闸门，这样做要损失大量发电效益，但可以简化船闸系统的施工并降低造价。图纸审查和船闸造价估算表明，当消落水位为 88 英尺 (27m) 或更小时，对船闸系统有很多好处并且可降低其造价。

人字门操作机构、牵引机、航道与控制闸门的设计已达到了一定程度，实际上这些问题均已解决且令人满意。

对安装问题，已仔细考虑了维护上的简便和快捷，并进行了大量研究。解决方法是在每个船闸系统上使用龙门吊，这种龙门吊在设计上要求它能在倾斜的或直线轨道上移动。8 台电动机啮合到邻近每条轨道的齿条上，给予正向驱动并保证安全。这是一台多用途吊车，首先用来安装所有设备（包括完全装配好的人字门门叶），还可紧急关闭上游闸门上方的叠梁闸门和下游叠梁闸门，同时可用于维修时拆除损坏的闸门门叶，并装上完全装配好的闸门门叶，拆除并更换供水系统中的一个完整闸门，以及船闸上所有的主要设备。另一个很重要的用途是从船闸上吊走受损的船舶。

按照目前的计划，所有人字门均在美国加工和装配，并拖引到大坝上。这样可避免现场装配的许多困难和超支，使相同尺寸的闸门可以互换。现场安装所节省的钱将是吊车造价的许多倍。

船闸的尺寸尚存在一些问题。两个长度已进行设计，较短的一个用来运输万吨级以上的船舶，较长的一个用来运输 610 英尺 (186m) 长、70 英尺 (22m) 宽、吃水深度为 33 英尺 (10m) 的船舶。另外，还有大坝以下通往汉口的河道改善的问题。可以想象得出，在上海与大坝之间，最终航行吃水深度 33 英尺 (10m) 的船舶是可能的。缩短船闸的长度，没有多大节省，减少其吃水深度

和宽度，材料上也不节省。

对不同的船闸布置，编制了许多图纸与相应造价估算。最终图纸上所示的船闸布置为惟一可行的位置，这时 2 号坝址或以下，均令人满意。为避免船舶进出船闸时受损，船闸系统的两端应为静水，因为在三峡湍流中控制船舶是危险的，也不能解决问题。

有人建议，在航道的挖掘完成后，先仅建一个单航道，直到单航道不能满足增多的船只时，再建第二条航道。工程竣工之后，可以使用在施工期间使用过的铁路和卡车公路，暂时应付一下河流上的交通（量）。但我们不建议这样做。

船闸系统运输的吨位将取决于船舶的大小，因为小船占据的空间与吨位不成比例。可以估算，单航道的船闸系统每年可运输 2500 万~3000 万吨位，双航道船闸系统每年为 6000 万~7500 万吨位。

在中国的发展中，具备足够的运输能力是头等大事，因此无通航设施的电力开发价值甚小。可以预料，河道上运输吨位的增长，将与电力应用曲线并行。

四、发电厂

电厂的全部规划和研究基于一种要求，即电厂应设在地下，以防轰炸。

对于 2 号、3 号、4 号和 5 号坝址的不同类型电厂进行了许多研究，绘制了图纸并编写了估算。考虑到 4 号和 5 号坝址不太令人满意，研究仅限于 2 号和 3 号坝址。除这两个方案外，所有其他设计方案均因目前不能实行而未采用。作为今后研究的两个选择方案，为一个串列型和一个六机组组合型。因此决定在 2 号和 3 号坝址上采用这两种型式，并作了估算。经比较它们在造价上尚有少许差别，最后串列型被选作最实用的设计。

对于六机组型式，主要缺点是压力钢管的直径与厚度，使其不

能在现场进行焊接。在串列型设计中，可用 19 英尺（5.8m）直径的压力钢管及在每个钢管入口处的环轮闸门给每台机组供水。该系统已在 Grand Coulee 大坝和 Shasta 大坝上获得令人满意的效果。

研究和估算证明，采用向发电厂供水的引水前渠方法要比采用隧洞方法更节省和可行。这种设计作为进水口与拦污栅令人非常满意，闸门成行布置，使用龙门吊来安装和维护。

发电站尽可能使用导流隧洞作为尾水隧洞，可大量节省开支。

根据大坝与发电站相结合的设计，3 号坝址是最经济和符合需要的。

经过广泛的研究并与水轮机厂方联系，拟采用 275000 马力的水轮机作为最大的运行机组。尽管这种设备其出力已接近 Coulee 电站水轮机的两倍，但其实际大小仍与 Coulee 电站水轮机相同。这样，就有可能在安装该设备时无需分段。调查也表明，可以用足够尺寸的铸块来锻造大轴。

通过对频率为 50Hz 发电机经济尺寸的研究表明，电厂装机单机容量为 175000~200000kW，取决于由死库容水位决定的单机运行条件。（最后）指定发电机单机容量为 200000kW。

吊装转子用的电站厂房吊车的设计研究已完成，采用 2 台吊车和吊梁来吊装。转于重量约 1000t。

串列型电站的最初设计，有一条与电站平行走向的大廊道。除作为进出廊道外，所有变压器与控制室均位于该廊道内。由于目前考虑的相邻房间紧密性不理想，变压器与控制室位于电站上方，用一个带电动车的小出入廊道和操纵尾水管叠梁闸门的吊车来替代，这是最理想的布置。

开关站位于发电站正上方，并通过装在每台发电机的各个竖井中的油压电缆连接到发电厂。目前这个位置上的开关站不易被轰炸破坏，必须考虑将场地分成广泛散开的若干单元，以避免在遭轰炸

时全部停机。

发电量较小时，为限制早期的投资，建议开挖和施工的工作量要小。发电站扩机、压力钢管隧洞、尾水管和排水隧洞的挖掘应按需要进行，备用机组的进水工程的施工量要保持最小。导流洞关闭之后将被淹没的所有施工工程，需在关闭前结束。

发电站将位于河的两岸，右岸先开发。等到开发目标的初期和最终装机数量确定后，安装这些机组是一件相对容易的事。

根据目前的调查，发电站的问题似乎已经解决。

五、大坝

已对不同坝址进行了研究、布置与分析。新的地形与地质数据表明，4号和5号坝址不够理想，最后调查仅限于2号和3号坝址。由于施工困难，船闸和通航条件不理想，1号坝址不予考虑。现场得到的资料表明，2号和3号坝址地质最佳。

对2号和3号坝址进行了细致的研究，已进行了许多枢纽布置和研究估算。

由于发电站进出水的管道费用受到大坝位置和导流洞的影响，有必要在所有研究中将大坝和发电站作为一个整体加以考虑。2号和3号坝址的大坝、导流工程以及发电站的初步图纸均已绘制好，比较造价估算也已完成。3号坝址的造价较低，与2号坝址相比它有许多优点，所以决定对该坝址作进一步研究。

由于要泄放大量的水，调节洪水的排水工程的确是一个问题。已作了许多规划与估算，但除了装在大坝内的闸门，费用都超支且不实际，除非由于泄洪闸空间有限，必须使用112个直径12英尺(3.66m)的闸门。较低层将在约418英尺(127m)的落差下运行。

对闸门和水流通道都需进行仔细的研究及广泛的实验室试验。初步研究表明，若在全开或全闭位置上使用，这种尺寸的环封或射

流型闸门和水头的操作是令人满意的。

在确定导流洞的尺寸时，对大坝完工后采用这些隧洞作为水轮机尾水管排水隧洞的方案进行了仔细考虑。发电站上方的导流洞直径为 70 英尺 (21.3m)，发电站下面的经修改的 65 英尺 (19.8m) 马蹄形 (O 形) 隧洞可满足上述需要，共需要 10 条导流洞。导流洞上游端的闭合闸门的初步设计研究已完成。

初步的应力计算和设计表明，可采用一个 135 英尺 (41.2m) 宽×56 英尺 (17.1m) 高的弧形闸门。泄洪闸的长度足够安装 7 个闸门。在水库完全满时，为提供足够的结构保护，出水口与泄洪闸的闸门泄洪量将超过 3000000 秒-英尺，泄水闸门可保证对洪水的调节。

有关确定大坝可行高度的研究将会及时完成以便包括在本报告中。621 英尺 (189.3m)、668 英尺 (203.6m)、688 英尺 (209.7m)、708 英尺 (215.8m) 和 728 英尺 (221.9m) 的最大水库水位高度正在考虑中。针对这些水位高度和不同的死库容水位的每一高度，有关大坝、发电站及船闸的造价比较估算均已完成。这些研究将得出总的净收益，并决定经济坝高。考虑到大坝费用的 5/8 用于导流和围堰，这对任何高度的大坝，该费用实际上是不变的，大坝高度对工程总费用的影响相对来说很小。

我们的研究表明，从电力得到的净收益随着大坝高度的增高而快速增加。看来，增加淹没费用及水库实际限制水位是控制性因素。在计算中使用的库区和重庆的淹没费用，或许不太精确，应在中国加以证实。

我们认为建造一个低坝而后再通过增加大坝高度以适应今后的电力需求是不合理的。

粗略的施工规划表明，若采用先进的方法与机械施工，建造大坝的工期需要 8 年。