

与三峡工程有关的工程因素

ENGINEERING CONSIDERATIONS RELATED TO THE THREE GORGES PROJECT

颜本琦

三峡工程如能实现,将是本世纪最大的和最具雄心的土木工程。它对中国将产生重大的经济、社会 and 环境影响,也将为发达国家提供巨大的投资机会。因此,这一工程应否上马,在中国国内和海外引起了激烈的争议,就不足为奇了。这样广泛的争论,将有利于逐渐澄清这一工程的利弊和提供有助于决策的大量资料。但是,争论中提出的意见往往不能完全超脱专业偏见,有的是出于东西方之间哲学与优先次序考虑的差异。按理,应把这一工程看成是动态的、错综复杂的和不断变化着的,而不应是一个地区性的、孤立的,和静止的计划。

中华文化的发展往往与它的水资源的开发有密切的联系。历史上中国也严重地遭受到无法控制的洪水危害。很自然,中国人民认为“水利工程(Water Benefit Engineering)”对他们的生存与繁荣是极为重要的,并寄予深切的希望,这远远超过西方文明中的“水力工程(Hydraulic Engineer)”的涵义。因此,在三峡中筑坝,以改善航运,控制洪水,开发电力,以及实现其他公共福利的多目标开发,是多年来中国人民梦寐以求的。1932年宋希尚教授及曹瑞芝先生,在他们任职于扬子江水道整理委员会时,曾提出过建议,在三峡较下的位置,黄陵庙或三峡的出口葛洲坝,分级建坝,利用水力发电。沈怡博士,1935年建议仿效美国田纳西流域开发局(TVA)成立长江流域开发局(YVA)。在第二次世界大战将结束时,美国垦务局的萨凡奇博士应邀为三峡工程的顾问。他勘察了几处可能建坝的坝址,进行了一些钻探。

他建议在三峡较下河段建一座200米高的重力混凝土坝,发电1 500万千瓦。

50年前,设想在三峡建坝,经济上和技术上都是不可行的。时至今日,据我看,这一计划,虽然仍有异议和困难,但在技术上是可行的。显然,三峡工程不致造成重大的全球性的环境影响,有如拟议中的同样规模的亚马逊河建坝计划和从西伯利亚引水到苏联中亚地区,以及拦截部分白岭海峡等工程那样。因此,三峡工程应否上马,主要取决于经济的和政策的考虑。

这一工程的可行性,不仅应从工程及经济效益来考虑,还应对污染、生态、考古、审美、社会及政治的影响进行综合考虑。不仅应作为四川及湖北省内的一个河流—坝—水库体系来考虑。还应考虑其对全球和全国范围的影响,以及它对其他流域开发计划的影响。然而,我的议论将着重于建坝—建库系统的某些工程问题。我深信,参加这一讨论会的罗杰斯、百可适、陈国阶教授,以及其他专家将对非工程问题进行深入讨论。此外,工程的效益在很大程度上决定于各工程方案的投资。显然中国工程师们对三峡工程的水力及其他工程问题的可行性论证已作了大量工作。在不确切知道已经做过哪些研究的情况下,我将论述一些可能是值得考虑的问题。

某些非常规的工程因素

据我个人的了解,在坝址及坝型的选择方面已经做了大量的研究工作。有些人说,现在只有坝高及与此有关的经费及效益尚未确定。果然如

颜本琦 (Ben Chie Yen) 美国伊利诺伊大学土木工程系教授。

此,就只能认为诸如另选坝址筑一高坝,或改为二级坝等其他方案都是次要的,不值得进一步研究的了。否则,还应对其他方案进行研究。迄今,我能看到的上游两个峡谷中可能建坝的坝址的研究材料很少。

显然,在三斗坪坝址的水力、水文、基础结构、发电及输电等各方面已经做了大量的工作,关于太平溪坝址的研究工作稍少一些。对于基岩的物理性质已经做过试验。邻近坝址的地质断层也探测过。根据邻近坝址的历史资料,对洪水的频率及时间系列也作过研究。坝的布置、厂房的安排、水轮机的型号、船闸、溢洪道及冲刷闸,以及坝体的结构应力分析等方面的工作可能已进入初步设计阶段。水库水位150米到200米之间的回水及相应的输沙及淤积计算已经完成或正在进行。对不同的冲沙方案也作过研究。施工期间的导流、输沙与通航方法,以及施工进度正在研究之中。关于这一工程的各专题,已分别在中国各个试验室内进行了试验。换言之,关于坝库设计中的传统研究课题都已经完成了数量极为可观的工作。

然而,三峡工程不是一般的工程,还必须对一些非常规的工程因素进行考虑。谢定裕教授等在他们的文章(见科技导报1986年第1期“关于长江三峡建造高坝的一些探讨”)中列举了不少有意义的问题。肯尼迪教授(Prof. J.F.Kennedy)将作关于泥沙问题的发言。此外,还有一些其他非常问题值得考虑。例如已经进行的水力分析似乎都是在假设的正常运转条件下进行的。在一些非常情况下,不是正常运转,那就不堪设想了。如果水库中的泥沙几年不能冲刷排出,将会怎样?如果泄洪闸不能部分或全部及时开启,又将怎样?坝体能否承受超荷载,是否应配备警报器?这些非常事件发生的机遇如何?事实上,如果能够确定各种事故和重大事件发生的几率并对其危害作出评价,则非常有助于决策。

几年以前,莫里斯将军(General John Morris),美国陆军工程兵团的前主任工程师,率美国联邦政府的一个小组,到中国对三峡工程进行考察。他所关心的问题之一是,从军事观点考虑,大坝的安全性如何。这一忧虑并非没有根据。非常不幸,这样一种对大坝具有毁灭性的野蛮的行动,在不顾一切的战争中发生了。众所周知,1943年英国轰炸了德国三座40米~70米高坝。英国防止德国可能的反击,如何保护他们的大坝则所知甚少。无论如何有关英国轰炸大坝的工程措施,以及随后美国在这方面的技术进展,对于三峡工程的设计与评价都是很有价值的资料。

当然,谁都希望三峡工程永远不会出事。但

是,一旦出事,将招致多大的危害?葛洲坝幸存的可能性又怎样?洪波可能直达宜昌,宜昌有50万人口,位于坝下游约40公里处一旦出事,有没有有效的报警时间?对于武汉报警时间又是多少?在设计中,为减少危害,采取了什么措施?大坝能否经受住由于边岸坍塌而造成的巨大冲击波的冲击?众所周知,三峡两岸,尤其在西陵峡段,偶尔会有坍塌。1985年6月最近的一次大塌方在坝址上游相距甚近。无疑地,由于塌方而造成的泥沙问题是主要的,而引起的巨大冲击波对于坝的坝身的安全也是严重的问题。

众所周知,坝后的水体会诱发地震。在这方面,中国人有很多经验。我深信对由于水库水位周期性的涨落而引起诱发地震的问题,已经作过周密的研究。由于水库水位涨落而引起的边岸的稳定性问题是否也已予以同样的重视?更为重要的是,水库水位对地下水的影响如何?这样大的水库,受到影响的地下水的范围可能是很大的。目前地下水的情况已充分了解了么?是否有可能建立相似模型来评价地下水的变化?地下水位的升高是否会招致排水不良?地下水位对库水位涨落的敏感程度如何?是否会引起地面下沉的问题?

荆江的洪水问题

中国人民渴望迅速发展经济,达到四个现代化的目标,理所当然地,和绝大多数发展中国家一样,着重于发展电力,以获取效益。与此相反,对西方发达国家,再增加能源,效益是有限的故已不太重视,而提高人民生活水平,保护与改善环境则更重要。非常可能,中国政府将利用外资来建造这一大坝,因此除发电和航运外,广泛地考虑这一工程的利弊是明智的。

大坝上、下游的洪水是一个重要问题。紧邻大坝的下游就是荆江地区和江汉平原。该区域大部分在铜器时代是湖泊(云梦湖)。长久以来经过泥沙淤积而成为肥沃农田。长江流经这一地区有相当长的一段,河床高出两岸地面达2米,被称为“悬河”。这一区域面积仅及美国路易斯安那州1/3,而人口密集,超过1 000万,多于伊里诺伊州开伊罗(密西西比河与俄亥俄河汇流点)以下全密西西比下游流域的人口,多于新英格兰的总人口,与特拉华、马里兰、弗吉尼亚及北卡罗来纳等中大西洋诸州的人口总和相近。在这区域下游的末端为人口400万的武汉市,中国的芝加哥。这一区域的洪水来自汉江与长江。汉江的平均年洪峰流量约为长江的一半。庆幸的是,在自然状态下,长江的汛期一般早于汉江汛期一个多月。而且,在中华

人民共和国建立以后,在汉江上,离荆江地区不远的上游处兴建了大水库——丹江口水库。荆江地区每年仍然受到洪水的威胁。在中国,人们都知道“万里长江,险在荆江”。近年来,这一区段已经有很好的若干里的防洪堤防系统,并有座巨大的分洪建筑。但是从长江淤积下来的泥沙仍然是一个问题。由于原有的堤防质量差,基础弱,要更进一步加固所费甚巨。三峡水库究竟能缓和荆江洪水危害到何程度?是否还有费用较低和更有效的方案?上游有了调节水库,对于整治长江这一区段是否更为有利?为了保护1 000多万居民,免遭若干年一遇的洪水为害,而使上游100万居民由于回水淹没而移居是否合算?

邻近三峡的区域(湖北西部、湖南西部、陕西南部及四川东部)是有名的夏季暴雨区。这一区域对于坝区及荆江地区的洪水究竟起多大作用?在长江干、支流上游筑坝建库调节洪水以后,流经三峡进入荆江的洪水流量将为多少?

新工艺的联合运用

近年来,对于人造的大建筑物,在建筑材料、设计方法、建筑技术各方面都有很大进展。由于出事后可能带来严重后果,可以理解,在其可靠性未得到证实以前,大坝的设计和建造在采用新材料与新技术方面,传统习惯是偏于保守的。尽管如此,在现有情况下三峡工程的主要费用是筑坝及相应的设备。周密安排施工计划与进度,采用新的开挖、隧洞掘进与施工技术,材料与劳力的适当调配,可以大大降低造价。“价值工程学”、系统分析与施工管理技术在三峡工程规划中已否应用?风险分析技术是否为决策提供了有用的资料?在施工期间,将如何充分运用计算机以指导工程的进程?施工自动化程度将如何?各运行系统如何有效地协调?是否要制定一个协调计划(包括人员的培训)并付诸实施?

大坝建成以后,运行方法与制度在可行性研究中也是同样重要的。水库的水量如何调节?船闸与电厂如何发挥最大效益?三峡水库作为长江干(支)流水库与下游湖泊形成的系统中的一个组成部分,如何最有效地发挥其作用?如何建立这一系统的运行控制网络,所需的自动化的程度又如何?这一系统与计划中的跨流域的南水北调又将如何配合?

如何监控大坝的性能与水库的运行情况也应该及早筹划。对于大坝及其基础的反应,应有一个经妥善设计并在施工期间安装好的测验仪器系统。在三峡库区,甚至库区以外,应建立起一套经

妥善设计的水文资料收集系统。如果确定三峡上游紧邻区域对于坝址的洪水确有重大作用,应该建立以计算机为主的实时的洪水调度系统。即使中国有丰富和廉价的劳动力,三峡工程的设计应考虑到当前及未来电子计算机及机械自动化的发展。各类效益中的重点、运行的优先次序,甚至坝一库体系的具体环境都是随着时间而变化的。所以,可行性的研究与设计应该在一个动态的时间框架中加以考虑,对于不同的分析采用不同的合适的时段。由于近代技术的进步,已经能进行变时段的分析。中国工程师在三峡工程中已经采用非定常的流量计算就是实例。在其他方面,是否也已经同样考虑随时间而变化的因素?

总 语

三峡工程将是中国最重要的一项工程,在目前中国有限财力下也可能将是一项严重的负担。先投资于上游水电建设,或者利用中国丰富和廉价的煤矿,建设火力发电厂是否可以减轻财政的负担?推迟这一工程又需要增加多少费用?像古力坝那样分级建筑,技术上是否可能,财政上能否满足要求?是否还有其他有效方案,可以减轻下游的洪水威胁和改善航运?相对于有形的与无形的费用,效益究竟如何?工程不能完成,有多大的风险?如果完成了,大坝失事,或不能发挥正常功能,又将有多大风险?

问题是很多的,要考虑的问题将不胜枚举,恕我已无能一一列举。但是,对于如此巨大的工程,专设一个委员会对于每个能想到的问题深入研究是有益的。诸如决策谱(Decision Tree)或事件谱(Event Tree)分析等决策分析技术可能是有用的。委员会中,将设分支,由不同工程学科和非工程学科的专家们来研究各种问题,而用一个协调计划来综合研究发现的问题与各种方案。如果不进行这样广泛的研究,就没有坚实的基础来进行决策,也难于说服对决策持批评态度的人。希望对是否建筑大坝能够及早作出决定,这是十分可以理解的。上游的移民,随着时间的推移,将更困难和更费钱。随着经济的改善,劳务费用也会增加。但是,在作出决策以前,不进行综合的可行性研究,是不明智的。倘使效益确实明显地占优势,则综合分析不致于拖延很久。或许中国专家们对于上述的许多问题和各种方案已作过深入的研究。我诚挚地希望在不久的将来对于这一工程有一个公正和综合的评价,而一个明智的决策,当然能造福于人民。

(朱鹏程译 晓松校)