

简论三峡水库的特点

THE FEATURES OF THE THREE GORGES RESERVOIR

陶景良

正在重新进行可行性研究的长江三峡水利枢纽工程,是长江流域规划中的骨干工程,兼有防洪、发电、航运等综合效益。它的建设,必将对我国四个现代化建设,对子孙后代产生深远的影响。在世界第三大河上兴建规模巨大、技术复杂、涉及面广的三峡水利枢纽工程,引起了国内外人士的极大关注。近一两年内,国内外报刊上发表的一些文章,在研究与分析三峡工程的利弊得失时,褒贬不一,众说纷纭。尤其有些人士拿三峡水库与埃及阿斯旺水库笼统地进行比较,得出了一些与三峡水库实际情况不尽符合的结论。究竟如何正确认识三峡工程呢?笔者认为,只有充分认识三峡工程重要的、不可缺少的组成部分——具有数百亿立方米库容的三峡水库的具体特点,才能正确认识三峡工程。本文在简要论述三峡水库特点的同时,尽量也将三峡水库与阿斯旺水库作一番具体的比较,从中可以明显看出两者的显著差异,以期得出一些符合三峡水库以及三峡工程实际情况的结论。

三峡工程同国内外其他大型水利枢纽工程一样,枢纽建筑物由溢流坝段(泄洪建筑物)、非溢流坝段(挡水建筑物)、通航建筑物及水力发电厂(三峡工程为坝后式厂房)组成。然而,三峡工程的拦河大坝建成之后所形成的三峡水库,却有着独特的、与其他大型水库显著不同的特点。这些特点直接影响并决定着水库的寿命、水库对周围生态环境的影响程度、水库的运行方式,以及工程效益的充分发挥;甚至还直接影响与关系到人们对三峡工程利弊得失的正确评价。三峡水库有哪些独

特的、显著的特点呢?简要而言,主要有三个特点。

一、三峡水库是典型的峡谷型水库

三峡水库正常蓄水位为150和180米时,水库长度分别为560和690公里,整个水库都位于高山峡谷或低山峡谷之中,呈细长条带形。

自三斗坪坝址至奉节为长江三峡河段,由碳酸盐岩构成的峡谷和由砂页岩构成的较宽河谷相间分布。峡谷河段两岸峭壁耸立,雄伟险峻,岸坡高度一般为300~500米,直插云霄的巫山十二峰,其高度均在700~1 100米以上,谷底宽200~300米;较宽河谷河段的岸坡高度一般为100~300米,谷底宽500~800米。三峡水库自奉节至重庆库段,位于四川盆地东南部边缘,为三迭系和侏罗系碎屑岩组成的低山丘陵,临江山顶高程由奉节附近的700~800米,渐降至长寿、重庆一带的300~500米,虽然两岸岸坡相对较缓,但谷底宽仍仅为600~1 000米。由于以上特有的库区地形的限制,三峡水库蓄水至正常蓄水位150米或180米时,奉节以东库段的水面宽度一般为800米或900米,奉节以西库段的水面宽度一般为1 200米或1 600米,少数库段最宽为1 700米或2 000米;整个三峡水库没有“大肚子”库段,平均宽度为1 200米或1 600米。正常蓄水位150米时,水库水面面积为626平方公里;180米时,水库水面面积为1 100平方公里。以上数据说明,长达560~690公里的三峡水库是一个典型的峡谷型

陶景良 (Tao Jingliang) 中国水利学会施工专业委员会副秘书长。

水库,这在国内外的大型水库中是很少见的。

埃及阿斯旺水库位于尼罗河下游埃及的南部,大坝为一座高111米的巨型砂石坝(粘土心墙)。它以蓄水为主要目的,尼罗河全年水量均被它拦蓄后,再根据需要排放给下游。阿斯旺高坝使尼罗河在它的南面形成一个长500公里、平均宽度12公里的世界第二大人工湖;其中350公里在埃及境内,称作纳赛尔湖,150公里在苏丹境内,称作努比亚湖。水库水面总面积达6 500平方公里。阿斯旺水库是一个典型的湖泊型水库。

150米方案的三峡水库的长度与阿斯旺水库相差不多,而平均宽度与水面总面积,后者却是前者的10倍。显而易见,三峡水库与阿斯旺水库是两种完全不同类型的水库。

二、三峡水库是典型的季调节型水库

水库按其调节性能的不同,分为季调节型、年调节型、多年调节型等三种类型。衡量一个水库的调节性能时,一般用水库的总库容与流经坝址处的多年平均年径流量之比值来衡量。

三峡水库坝顶高程为175~185米时,大坝净高为165~175米;正常蓄水位150、160、170、180米时,总库容分别为197亿、262亿、344亿、446亿立方米。这样的坝高与库容,与国内外其他大型水库相比,称其为“高坝大库”是当之无愧的。但与三斗坪坝址处气势不凡、浩荡东去的长江的多年平均年径流量相比,就很难称其为“大库”了。三斗坪坝址处长江多年平均年径流量为4 510亿立方米(宜昌水文站资料),水量十分丰沛,是尼罗河多年平均年径流量的5.37倍,是黄河的6.55倍。长江之大,由此可见。

三峡水库的总库容与年径流量之比,正常蓄水位150米时为1:22.8,160米时为1:17.2,170米时为1:13.1,180米时为1:10.1。因此,正常蓄水位150~180米时,不论选用哪种蓄水位方案,水库对于长江来水只能进行季节性调节,只不过调节性能互有差别罢了。

埃及阿斯旺水库的总库容为1 640亿立方米,而尼罗河在阿斯旺坝址处的多年平均年径流量为720亿立方米。则阿斯旺水库的总库容与年径流量之比为2.28:1。也就是说,阿斯旺水库能够装下尼罗河两年的来水量,因此,阿斯旺水库属于典型的多年调节型水库。

从三峡水库的以上两个特点及其与阿斯旺水库的比较可以明显看出,三峡水库与阿斯旺水库是两种截然不同类型的水库,笼统地拿阿斯旺水库与三峡水库作比较,推理性地认为阿斯旺水库

出现的问题在三峡水库必然会出现,是缺少科学根据的。

三、三峡水库位于我国中部地带,地理位置得天独厚,对充分发挥其巨大的综合效益十分有利

长江全长6 302公里,流域面积约180万平方公里。湖北宜昌以上干流称为上游,长度为4 511公里,集水面积约100万平方公里。其中四川宜宾至宜昌干流长度为1 030公里,又被称为“川江”,中外闻名的长江三峡河段即位于川江末段。三峡河段自四川奉节白帝城至湖北宜昌南津关,长约200公里。自宜昌至江西湖口为中游河段,长约938公里,集水面积68万平方公里。其中从枝江至城陵矶干流又被称为“荆江”,河道蜿蜒曲折,其下段素有“九曲回肠”之称。长江出三峡后,江面突然展宽,水势平缓,泥沙沉积,加之历史上的洪水泛滥,使荆江河段成为高于两岸地面的“悬河”,全靠两岸大坝保护着1 300万人民生命财产的安全。目前,在紧张抢险的情况下,枝江水文站江段的安全泄量为7万立方米/秒,荆江大堤进一步加高加固后,该江段的安全泄量可提高到8万立方米/秒。但是,荆江大堤受地基土质的限制,不可能无限度地加高,在保证堤身与堤基稳定与安全的前提下,只能加高到使安全泄量达到8万立方米/秒。上游来水大于8万立方米/秒时,尚无良好对策,荆江大堤有漫溃的危险。“万里长江,险在荆江”的说法是毫不夸张的。荆江河段有三口分流入洞庭湖,与洞庭湖水系的四水汇合后,再在城陵矶汇入长江干流,河势较为复杂,因此,洞庭湖区也是长江防洪的重点地区。湖口至长江口为下游河段,长约853公里,集水面积12万平方公里。

三峡工程的三斗坪坝址位于风光秀丽的西陵峡中下段,距三峡末端南津关37公里,扼长江上游峡谷河道进入中下游平原宽阔河道的咽喉。坝址以上流域面积约100万平方公里,坝址恰位于川东暴雨区(包括三峡暴雨区)的下游,控制了荆江地区洪水来量的95%以上,汉口以上洪水来量的三分之二。这样优越的地理位置可以使三峡水库充分发挥显著的防洪效益。遇百年一遇洪水时(洪峰流量83 700立方米/秒),可以有效地防止荆江大堤漫溃,并且不使用荆江分洪区;遇千年一遇或超过千年一遇的特大洪水时,三峡水库与荆江大堤、荆江分洪区联合运用,可防止荆江两岸及洞庭湖区发生毁灭性灾害。

我国煤炭储量及水能资源均很丰富,但地区

分布很不均匀,可概括为“南水北煤”。在已探明的煤炭储量中,华北地区占全国的64%,华中四省只占3.4%,华东五省一市只占6.3%。水能资源分布同样很不均匀,京广铁路以西占全国的90%以上。在可能开发的水能资源中,长江流域占全国的53%,宜昌以上占其中的88%;西南的云贵川藏四省区,占全国的67.8%,华中地区占11.9%,华东地区只占2.6%,华北地区只占1.2%。可见我国华东地区的煤炭和水能资源都很贫乏。三峡水电站利用了三斗坪至重庆江段的近百米落差,加之长江丰沛的水量,成为当今世界上最大的水电站。正常蓄水位150~180米时,其装机容量可达1 300~1 872万千瓦,工作容量均在1 000万千瓦以上,年利用小时可达5 000小时左右,年发电量可达677~891亿度。三峡水电站位于我国中心地带,它恰位于我国能源分布“南水北煤”和“西电东送”的交接地带,距北京、上海、广州等大城市均在1 000公里左右,可采用500千伏超高压直流输电线路将强大电力送往这些大城市及华中、华东和川东地区。利用大型水电站担任特大型电网中的调峰电站尤其有利,很适于发挥水火电互济、合理利用能源的作用。三峡水电站每年可节约原煤3 800~5 000万吨,可有效地缓和北煤南运给交通运输,尤其是给铁路运输造成的紧张状况。

长江是我国内河航运大动脉,自宜宾以下至海口全长2 800公里,可以终年通行轮船。重庆至宜昌航道长度660公里,地处低山丘陵和高山峡谷区,地势陡峻,水流湍急,滩险密布,航道弯曲狭窄;虽经三十多年整治,但仍基本处于天然状态,仍有滩险139处,上水绞滩站25处,不能夜航的航段27处,单行航道45处。川江航道的现状,限制了川江航运事业的发展,还增加了货运成本。目前拖轮在川江行驶时,每马力只能拖带1吨左右的货物,且容易发生海损事故,运价为每吨公里2.8分;中游每马力可拖带6~8吨货物,运价为每吨公里1.8分;下游每马力可拖带10~12吨货物,运价每吨公里0.7分。同样一船货,上游的耗费几乎是下游耗费的10倍。上述实际资料有力地说明,要想使川江真正成为“黄金水道”,百舸争流,当务之急是从根本上改善航道条件。川江是我国西南地区与华东、华中地区相联系的通道,发展川江航运对拥有丰富资源和众多人口的西南地区的经济发展具有重大意义。

三斗坪坝址位于已经建成的葛洲坝水库的中段,目前水深大于20米。三峡水库建成后,它与葛洲坝水库一起,使宜昌以上滩险密布的川江得到梯级渠化。深水航道的长度自宜昌算起,正常蓄水位150米方案可到达长寿(585公里),160米方

案可到达重庆(660公里),170米方案可到达重庆以上的碚角(700公里),180米方案可到达江津兰家坨(730公里),使川江的航道条件从根本上得到改善。

三峡水库建成后,还可增加枯水季节下游的流量,使荆江河段的航深增加,可使万吨级船队自汉口直达重庆。

三峡水库上述三个显著的、与众不同的特点,对三峡水库来说,既有有利的一面,也有不利的一面。归纳起来,对三峡水库有利的方面有:

1、峡谷型与季调节型的特点,使三峡水库在每年6~9月渡汛期间,成为典型的河道型水库,十分有利于“束水攻沙、蓄清排浑”,从而可以有效地长期保留水库的防洪与兴利库容,使水库“益寿延年”,长期发挥其巨大的综合效益。

每年6~9月,长江进入汛期,每年汛期,都要来数次洪峰。据实测资料分析,三斗坪坝址处的洪水总量有1/3来自金沙江,来量比较稳定,是坝址处洪水的基础部分;2/3来自宜宾至宜昌之间50万平方公里的暴雨区,是造成长江中下游地区洪水灾害的主要洪水来源。坝址处长江洪水的特点是峰高量大。例如长江历史上罕见的1 870年特大洪水,宜昌站最高洪峰流量达105 000立方米/秒,三天洪量达265亿立方米,七天洪量达537亿立方米。三峡水库的防洪库容与特大洪水时的三天或七天洪量比较,相对较小。因此,三峡水库只能通过滞洪和调洪来削减洪峰,使下泄流量小于或等于下游江段的安全泄量,而无法把全部或大部洪水拦蓄起来。每年汛期到来之前,就要把水库水位泄降至水库最低水位——汛限制水位,以准备承担削减洪峰的任务。渡汛期间,当上游来水小于下游的安全泄量时,来多少水,放走多少水,使水库水位仍维持在汛限制水位;当上游来水大于下游安全泄量时,将大于下游安全泄量的部分滞蓄在水库内,待洪峰消落后,在保证下游安全的前提下,尽快下泄,使水库水位尽快下降至汛限制水位,以迎接下一次洪峰的到来。这样的运行方式,使三峡水库在汛期基本上仍然是一条河;这样的水库,被称为河道型水库。

只削减洪峰而不拦蓄汛期洪水,有效地避免了大量悬移质泥沙淤积在水库内。这被国内外泥沙专家称之为“排浑”。宜昌水文站自1950年到1984年的实测资料表明,长江悬移质泥沙的多年平均年输沙量为5.23亿吨,平均含沙量为1.19公斤/米³。年内分布很不均匀。5~10月的输沙量多年平均占全年的95.7%,其中7~9月的输沙量占全年输沙量的72.9%。由此可见,每年汛期能否把大量泥沙排至下游,对于长期保留水库的防

洪与兴利库容是至关重要的。水利水电科学研究院与长江科学院分别进行的泥沙数学模型的电算结果均表明,采用汛期“排浑”的运用方式,三峡水库初期运用时的排沙量即占年输沙量的34.1%,这在国内外大型水库中是很少见的。电算结果还表明,正常蓄水位150米方案时,水库运用70~80年后可达到冲淤平衡;180米方案时,水库运用约120年后可达到冲淤平衡。所谓冲淤平衡是,冲沙和淤沙的部位可能不尽相同,但上游的来沙量与排至下游的沙量基本上是相等的,使防洪库容与兴利库容得以长期保留。汛后长江水变清了,三峡水库开始蓄水并蓄至正常蓄水位,这叫做“蓄清”。这种汛期“排浑”汛后“蓄清”的运用方式尤其适合于能够束水攻沙的峡谷型水库。而象三门峡、阿斯旺那样的湖泊型水库,即使运用“蓄清排浑”的运用方式,效果远不如峡谷型水库理想。

2、峡谷型水库对长江河道的自然条件改变不大,因此,可以定性地说,三峡水库对库区生态与环境的影响不会太大。

如前所述,三峡水库呈细长条带形,其一般宽度仅为天然河道宽度的两倍。三峡水库与其他大多数水库相比,还有一个与众不同之处,那就是自坝址算起至水库长度的大约一半左右处,水库的正常蓄水位往往还低于当地曾经遭遇过的特大洪水时的天然洪水水位;也就是说,库区的后半段或后半段,已经有过高于正常蓄水位的经历。例如正常蓄水位150米方案时,水库长度约为560公里,而距坝址231公里的云阳县城,1870年洪水水位曾达150.35米,再往上游各地的洪水水位均高于150米;正常蓄水位180米方案时,水库长度约为690公里,而距坝址536公里的长寿县城,1870年洪水水位曾达185.09米。上述情况在国内外其他水库是相当少见的。因此,可以定性地说,三峡水库无论150米方案或180米方案,对当地气候、成雾条件、陆生植物及珍稀植物、陆生动物及珍稀动物、风光古迹等,都不会有很大的影响。三峡中的“瞿塘雄、巫峡幽、西陵秀”的壮丽风光会依然存在,而且会更加壮丽,变现今的“走马看花”型为“下马观赏”型旅游胜地。

季调节型水库的库水交换频繁,停滞时间较短,故对库水水温及水质的影响很小,对入海营养物质的拦截也很少。

从地理位置来看,三斗坪坝址距长江口远达1791公里,水库下游尚有集雨面积80万平方公里,其间又有汉江、湖南四水、江西四水等大的支流汇入。下游大小支流总的多年平均年径流量尚达4772亿立方米,加之三峡水库在每年10月下旬甚或11月初才开始蓄水,因此,可以定性地说,

在一个水文年度内,无论入海水量与沙量,建库后与建库前变化很小,对长江口及其外围渔场不会有较大影响。枯水期下泄流量比天然流量的增加,能够有效地减少上海市咸水倒灌的机会。

阿斯旺水库坝址距尼罗河三角洲900公里,下游没有任何支流汇入。建库前尼罗河入海年水量330亿立方米;建库后水库下泄年水量虽仍有550亿立方米,但由于埃及有96%的农田依靠尼罗河水灌溉,有97%以上的人口依赖尼罗河水生活,加之下游城市工业用水,下泄库水流经尼罗河三角洲时,已几乎消耗殆尽,流入地中海的河水所剩无几了。阿斯旺水库将尼罗河水每年挟带的1亿吨泥沙全部拦蓄在水库内,使海岸再也得不到尼罗河泥沙的补充,因而发生了海岸被侵蚀后退的现象。

上述情况清楚地说明,三峡水库与阿斯旺水库的情况及其下游的情况是完全不同的,不进行具体的分析就认为阿斯旺水库对河口海岸影响而出现的一些问题三峡水库也一定会出现,显然是不够妥当的,也是缺少科学根据的。

3、由于三峡水库呈狭长条带形,没有“大肚子”库段,故其迁移人口及淹没耕地的数量与湖泊型水库及其他大型水电站比较相对较少。这里可以算两笔帐,第一笔拿三峡水库与已经建成的大型水电站的合计数字作比较;第二笔拿三峡水库与已经建成的两个大水电站作比较。

第一笔帐,三峡水库正常蓄水位150米方案,需要迁移人口33万人(直接受淹人口,不包括二次迁移人口,以下同),淹没耕地14.6万亩;160米方案,迁移人口42.2万人,淹没耕地21.92万亩;170米方案,迁移人口61.18万人,淹没耕地28.43万亩;180米方案,迁移人口73.11万人,淹没耕地39.57万亩。据统计,截至1985年底,全国已经建成的装机容量10万千瓦以上的大型水电站总装机容量为1325万千瓦,共迁移人口100.2万人,共淹没耕地132.3万亩。三峡水库150米方案的总装机容量为1300万千瓦,与全国已经建成的大型水电站的总装机容量相当,然而三峡水库150米方案迁移人口数与淹没耕地亩数相对少多了。

第二笔帐,我国已经建成的浙江省新安江水电站,装机容量66.25万千瓦,水库移民27.4万人,淹没耕地32.6万亩;平均每1万千瓦装机迁移人口4135.8人,淹没耕地4920.8亩。我国已经建成的湖北省丹江口水电站,装机容量90万千瓦,迁移人口32.98万人,淹没耕地39万亩;平均每1万千瓦装机迁移人口3664.4人,淹没耕地4333.3亩。三峡水库150米方案,每1万千瓦迁移人口253.8人,淹没耕地112.3亩;160米方案,每

1万千瓦迁移人口284.8人,淹没耕地147.9亩;170米方案,每1万千瓦迁移人口362人,淹没耕地168.2亩;180米方案,每1万千瓦迁移人口390.5人,淹没耕地211.4亩。相比之下可以明显看出,三峡水库的迁移人口与淹没耕地的单位指标是相当优越的。

由于水库呈条带形,故涉及的沿江县市也较多,具体到某一个县市来说,迁移人口、淹没耕地占全县市人口与耕地的比例并不是很大。仍以正常蓄水位150米方案为例,水库淹没涉及川鄂两省沿江14个县市,据1984年统计,这14个县市共有土地面积40 102平方公里,其中耕地1 032万亩;共有人口979万人,其中农业人口906万人,人均耕地1.14亩。总的来看,150米方案迁移人口占14个县市总人口的3.37%,淹没耕地占14个县市总耕地面积的1.4%。分县市迁移人口与淹没耕地占全县市人口及耕地面积的百分比见附表。

但对于一个水库来说,三峡水库迁移人口,淹没耕地的数量毕竟还是相当可观的。这仍然应当是三峡水库所带来的不利的一面,笔者坚信,第一我们已经有了迁移近33万水库移民的正反两方面的经验;第二变单纯安置性移民为开发性移民,一定能使库区移民安居乐业,并使库区各类资源得到开发。

三峡水库的上述特点带来的另外一个不利的一面是,峡谷型水库没有开阔库段,使得总库容相对较小,防洪库容也随之相对较小。因此,如前所

述,三峡水库只是一个季调节型水库,其防洪效益也就必然是有一定限度的,不可能把一年内的大部或全部洪水拦蓄在水库内。三峡工程150米方案可行性报告中明确指出:荆江河段及洞庭湖区的防洪任务必须由三峡水库来承担,但又不可能全部由三峡水库来承担,还必须采取加固荆江大堤,管理好荆江两岸的分蓄洪区等综合措施。三种防洪措施在防御特大洪水时缺一不可。只有进行以三峡水库为主体的综合治理,遇特大洪水时,才能确保江汉平原、洞庭湖区及武汉三镇不致遭受毁灭性灾害。客观的、实事求是的说法应当是,三峡水库相对长江超过百年一遇的洪峰及洪量来说,其防洪库容虽然不算大,然而其防洪效益还是相当显著的。

时至今日,距离1954年大洪水已经三十多年了,洪水的间隔已经超过了“一代人”的时间。历史学家和社会心理学家认为,三十年的时间是可以使人们的记忆淡漠的。但愿我们对长江洪水威胁的记忆不要淡漠,千万不要“大意失荆州”

目前,水利电力部正在广泛组织各方面专家分为十个专题对三峡工程进行论证,以便重新提出可行性报告。笔者坚信,中国的科学技术、经济、生态环境等各学科的专家们,发挥自己的聪明才智,在严格的科学基础上,一定能寻求出一个利最大、弊最小的方案来,使三峡工程在防洪、发电、航运方面取得最好的综合效益。

150、180米方案分县市迁移人口占全县人口百分比表

县市名称	全县人口 (万 人)	150米方案		180米方案	
		迁移人口 (人)	占 %	迁移人口 (人)	占 %
宜昌县	54.18	5976	1.10	7350	1.36
秭归县	40.00	52205	13.05	71220	17.81
兴山县	17.74	3848	2.17	16000	9.02
巴东县	45.55	16593	3.64	21480	4.72
巫山县	50.69	35873	7.08	56580	11.16
奉节县	86.12	49721	5.77	66830	7.76
云阳县	111.26	42816	3.85	100100	9.00
开县	129.99	599	0.05	114800	8.83
万县	119.43	23859	2.00	64300	5.38
万县市	27.66	51105	18.48	84800	30.66
忠县	91.42	17495	1.91	51400	5.62
石柱县	42.57	1731	0.41	4800	1.13
丰都县	71.60	19740	2.76	45700	6.38
涪陵市	96.48	8836	0.92	25700	2.66
合计	984.73	330397	3.36	731060	7.42