

三峡工程的优化

杨力行

(新疆农业大学 乌鲁木齐 830052)

摘要 洪水的随机性,加上人类认识自然规律的局限性,决定了三峡工程的风险不可能完全避免。为此,必须从排沙、防洪、发电等方面对三峡工程予以优化,尽最大努力减轻未来可能出现的风险。

关键词 三峡工程 优化 泥沙 防洪 **中图分类号** TV

防洪为主的三峡工程的多项指标将创世界之最。但是,洪水的随机性决定了三峡工程的风险不可能完全避免,加上人类对自然规律的认识不可能彻底和全面,因而对三峡工程的争论和质疑仍是不可避免的。三峡工程的建设耗资巨大,工程建设基金是从全国公民每用1度电加征4~7厘钱基金税汇集而成,属于用纳税人的钱修水库,当然社会各界公民都有权监督和质疑;而不同观点的争论和质疑,反倒有利于三峡工程的优化和人类与自然的和谐共处。

三峡工程进度已完成2/3,“生米即将煮成熟饭”,但还是有优化的可能。笔者试从排沙、防洪、发电3个方面,来分析三峡工程的优化措施。

一、排沙的潜力和优化

三峡工程立项成功的关键支柱是“三峡关键性防洪作用具有不可替代性”^[1]。但是,三峡工程能否长期运行成功的关键支柱,却是提高水库的排沙效率。不解决好泥沙淤积问题,防洪、发电、航运指标可能都无法达标。可是,现行设计和施工的排沙工程措施的效率并非是最高的,还有巨大的潜力可挖。况且,三峡工程泥沙模型试验结果的不确定性过大,风险也因之过大。例如,重庆河段80年来的淤积量,4家研究机构的结果相差悬殊,最大者是最小值的2.28倍。

因此,对三峡工程泥沙淤积的估测,必须留有足够的余地,并采取必要的措施^[2],以防范因不确定性过大所带来的风险。

排沙的潜力可从以下两方面反映出来。

一是人为抬高侵蚀基面57m(从53m抬高到110m),使“蓄清排浑”的效率极低。

“蓄清排浑”最大的忌讳是侵蚀基面的抬高,这是三门峡工程40年来的改建中一直致力于持续不断地打开导流底孔的根本原因。

设计的三峡工程排沙孔的孔底高程过高,7个排沙孔中75m的5个、90m的2个,比河底高程53m分别高出22m和37m。显然,大坝排沙孔排沙必须待

坝前泥沙淤积高程大于孔底高程才有明显效果。三峡工程泥沙模型试验成果表明:枢纽运行30年后大坝上游5km河底泥沙淤积的平均高程才上升到70m左右,30年后河底泥沙淤积高程才有可能接近75m的排沙孔底高程,50年后淤积高程才达到电站进水口底板110m高程(侵蚀基面),但不影响电厂正常取水^[2];头50年排沙孔不排淤沙。由此可知三峡工程的排沙孔并非是水库的排沙孔,只能称为电站排沙孔;而且50年后,每年只开启1次、仅运行35小时。这种“蓄清排浑”方式的排沙效率是极低的。这就是三峡工程的第一个排沙潜力点。

二是封堵22个导流底孔。三门峡水库靠重新打开封堵的导流底孔,才把水库淤积泥沙冲掉一部分,但是至今仍然无法解决库尾淤积造成的潼关高程无法下降的难题。所以,将来三峡工程封堵导流底孔(孔底高程55m)是一个不利于排沙的措施。这是第二个排沙潜力点。

针对上述两个潜力点,可采取下述两方面的工程措施对排沙予以优化。

1. 利用自然力浆体管道排沙,保持原河床侵蚀基面。

浆体管道输沙是常规使用的成熟技术。用高压水枪射流使淤积沙体液化就可完成泥沙制浆。国际上最长的浆体输送管道已达500多公里。这里的自然力浆体管道排沙与射流挖泥船惟一的区别,是利用加大管道浆体含沙量来消耗库水位产生的高水头能量,即直接利用自然力来完成水库的不间断自动排沙,其运行费低,耗水率亦极低。

三峡汛期限制水位145m,到坝下电站时尾水位62m,有83m水头。泥沙浆体的含沙量30%时(相当于810kg/m³),排沙管内流速2m/s,每公里浆体排沙管道需要消耗30m水头,83m水头可以维持2.7km长的浆体管道自动吸沙、排沙。

浆体管道布设在河底,通过导流底孔穿越大坝进行排沙,只需要占用少数导流底孔。坝后排出的高浓度浆体可以利用泄洪深孔流量冲走,也可以用分支管道引出部分泥沙,为建筑市场提供水洗沙。

吸沙头带有一定长度的分支软管,可以上下左

右移动,以便通过调整吸进的含沙量的大小来调整管道内浆体流速;也便于吸走引航道淤积的泥沙。

吸沙头布置在坝前 2km 外垭子冲即五相庙石梁下游 10m 的深潭中。这样既可以防止围堰施工剩余石碴进入管道,还可以利用 10m 的深潭作泥沙淤积调节库和沙体液化制浆库。此外,该处正是船闸引航道的前沿,所以引航道淤积问题自然就迎刃而解了。这样不仅可以节省每年的清淤费,2 113m 的长隔流堤也可以简化为导航浮堤。

若用 3 条 2m 直径的浆体管道,排沙流速 2m/s,浆体含沙量 810kg/m³,单管输沙率 5.08t/s,则 3 管年排沙量可达 4.8 亿 t,即 3.42 亿 m³,比水库年淤积 2.86 亿 m³ 还富余 0.56 亿 m³;而年排沙消耗水量仅仅 6 亿 m³,这足以保证坝前 2km 范围内的引航道、电站前基本无淤积,可以长久持续地把侵蚀基面控制在原河床底高程上。显然,自然力浆体管道排沙将有可能彻底解决三峡水库泥沙淤积的难题。

2. 慎选导流底孔的封堵方式,为便于重新打开留有余地,以此作为排沙的另一种储备性措施。

二、防洪的潜力和优化

三峡工程立项的支柱既然是“三峡关键性防洪作用具有不可替代性”,那么在规划设计、施工和运营中,就应以防洪为主,当发电和航运与防洪发生矛盾时,就应牺牲部分发电和航运的效益,因此,三峡工程的防洪潜力还是很大的。这可以从以下 3 方面考虑。

一是导流底孔的封堵,不仅不利于排沙,更不利于国防的安全。故此我们不仅要考虑自然的洪水灾害,还应当考虑人为的洪水灾害,要有防范的预案。

二是汛期限制水位 6~9 月统一用 145m,没有充分利用洪水的季节规律,仍有潜力。宜昌站 100 多年的年最大洪峰,出现在 6 月份的有 3 年,最大为 57 500m³/s,比多年平均值稍大,而且是出现在 6 月 30 日,因此统一用 145m 作限制水位明显不合理,应当把 6 月份作为汛初时期对待,提高其限制水位;而出现在 9 月份有 20 多年,但是 9 月 10 号以后出现的都小于多年平均值,故应当作为汛末对待。这些都是水库防洪的潜力。

三是非工程措施的潜力没有被利用。水利部水文水利调度中心 1987 年起就为葛洲坝水电站成功地做出了 48 小时河道流量演算入库流量预报,当时,重庆水文总站已有重庆寸滩站 3 天的流量过程预报方案(利用 24 小时降水预报),二者搭接,可以做出三峡 5 天预见期的流量过程预报^[4]。“长委会”水文局也有类似的科研成果,也具有三峡 5 天预见期的流量过程预报能力^[5]。这类非工程措施的科研

成果,已经过 15 年的考验,完全可以用于三峡防洪预报调度。但是为了安全可靠,最好仅仅只考虑利用 5 天预见期中前 3 天的流量过程预报。

依据上述潜力分析,可采取以下 3 点措施。

1. 随时准备打开导流底孔。

据说长期封堵导流底孔的理由是“长期保留导流底孔,技术上是不可行的”^[3]。这一理由值得质疑,因为三峡工程导流底孔最大工作水头 100m,并非世界之最。美国黄尾坝坝高 160m,泄洪洞水头 150m;加拿大麦卡坝坝高 242m,泄洪洞水头 190.9m,均采用掺气减蚀,实用效果好,都未发生空蚀^[6]。国外的先进经验值得借鉴。

2. 利用洪水的自然规律,分期制订汛期限制水位。

汛初期(6 月份):维持 155m(死水位)作汛初限制水位,比 145m 水位多蓄 56.5 亿 m³ 库容,多 10m 发电水头,以利于多发电。

主汛期(7 月~9 月 10 日):取 136m(航运下限水位)作为主汛期限制水位,可以多赢得 43 亿 m³ 的防洪库容,达到 264.5 亿 m³,以利于防洪。

汛末期(9 月 11~30 日):取死水位 155m 作为汛末限制水位,以利于多发电。汛初和汛末多发电量可以补回主汛期的少发电量。

分期限制水位后在汛期 4 个月内只减少发电量 1.5%。但水库以防洪为主,故这 4 个月的发电损失是值得的、应该的。

在校核洪水情况下(万年一遇再加 10%),原规划设计的(无预报调度)防洪库容(278.5 亿 m³,水位 180.4m)比设计洪水的防洪库容(221.5 亿 m³,水位 175m),仅仅只超蓄 57 亿 m³,水位增加 5.4m 即达到 180.4m,为此坝顶需要加高 5m 到 185m,由此估算需增加移民 50 多万人。

但若分期制订汛期限制水位,利用多赢得的 43 亿 m³ 防洪库容,则超蓄量可以从 57 亿 m³ 减小为 14 亿 m³,超蓄水位 1.4m 仅达到 176.4m,离 180m 还有 3.6m。因此三峡工程坝顶高程从 185m 下降为 180m 是既可能又安全的。

分期制订汛期限制水位的直接效益有 2 方面:一是坝顶高程能够下降 5m,从 185m 降至 180m,可以减少 5m 的坝高的造价;二是可以减少移民 50 多万人,即从 160 多万减为 110 多万人,按现在实际的人均移民费 6~7 万元计,可以节省 300 多亿元。

水库排沙优化方案实施后,水库侵蚀基面保持在原河床底,浆体管道排沙能力超过了水库泥沙淤积速度,泥沙淤积量将大幅度减少,因此就可以长久地运用分期制订汛期限制水位来对付校核洪水。

换一个角度看,如果坚持坝顶 185m 不降,那么从 176.4m 到 184m 有 88 亿 m³ 的库容,可以作为特

殊情况(如上游出现核洪水的同时,下游又遇到特大洪水以致分洪困难)下的分洪区使用。88亿 m^3 库容相当于1.6个荆江分洪区的分洪量,分洪时间5~7天,而且水库内分洪区建设简单,无防洪堤、无抽水站、无移民问题,只有居民新村建设和分洪后的当年补偿问题。当然,这种分洪的机会极为罕见,平均1万年才可能遇到一次。

3. 搞好提前3天的防洪预报调度

长江三峡的大洪水,起涨多为3天以上,这为防洪预报调度创造了有利条件。利用3天预见期就可以提前3天知道三峡洪水的起涨点,从起涨点以前3天就可以加大到30000 m^3/s 预泄量,3天内可以预腾出77亿 m^3 的防洪库容。

汛初和汛末限制水位155米,比原来145m多蓄了56.5亿 m^3 ,如果预报3天后有洪水起涨,利用3天防洪预报调度预腾库容,就可以轻易地回到原来的145m限制水位,能够保证防洪调度的正常实施。3天内水位下降10m,日变幅3.3m,虽对航运有3天的损失,但水库以防洪为主,这3天的损失是值得的、应该的。

三、发电的潜力和优化

三峡工程以防洪为主,在不影响防洪的前提下,发电的潜力仍然是巨大的。我国电力网的负荷指数日益降低,正向国际水平接轨,电力网工作条件日益困难。日最小负荷率已由计划经济年代的0.75下降至0.5,即高峰负荷比低谷负荷要大1倍,电网调峰任务日益艰巨。三峡工程本应可以有更多的装机容量来承担电网的调峰任务,但是,葛洲坝水库兼顾航运要求后,只能有0.86亿 m^3 的反调节库容,使三峡电站只能利用限制日调节来调峰,被迫“大材小用”;而且在汛期,为了多发电,更不可能去承担调峰任务,只好由内燃或燃气发电机组承担峰荷,这无疑加大了电能的成本。

解决的办法是在三峡库区修建抽水蓄能电站,这样就可以全年进行无限制性日调节、调峰填谷,这既不会影响原有发电功能,相反汛期还能吸纳大

量弃水电能转换为调峰电能去承担更多的电网调峰任务。

抽水蓄能机组单级可逆最大水头600m,多级可逆最大水头1000m。三峡库区两岸均是高山峡谷、群峰林立,水库岸边最高峰达2000m,若利用峰顶夷平面、或峰间鞍部、或较平缓的小溪流河源河谷,不难修建2000~5000万 m^3 库容的小水库作为上库,并可直接利用三峡水库作为下库。

抽水蓄能电站单位千瓦的造价视地形条件而不同,在2500元~6000元左右。用分期限制水位所节省出来的300多亿元移民费,按每千瓦造价3000元计,在三峡库区即可以建1000万千瓦的抽水蓄能电站。抽水蓄能机组的平均效率是4千瓦小时折合电网上的3千瓦小时电能。在逐步实行峰荷电价高于低谷电价的两部制电价后,抽水蓄能电站将是赢利的。此外,抽水蓄能电站除了调峰填谷功能之外,还可以多带无功负荷,用于调频、调相,并可在紧急事故时备用,能够有效防止电网系统崩溃。这亦是抽水蓄能电站的一大优势。

总之,充分挖掘三峡工程的潜力,充分利用大自然的力量和规律来减少灾害、变害为利,能够使三峡工程事半功倍,能够让三峡工程像都江堰、灵渠那样为人类永续利用,实现人与自然的和谐发展。

参考文献

- [1] 长江水利委员会技术委员会. 长江流域综合利用规划研究. 中国水利水电出版社, 2003. 83 - 106
- [2] 长江水利委员会. 三峡工程泥沙研究. 湖北科学技术出版社, 1997. 96, 154 - 168
- [3] 文伏波等 18 人. 三峡工程应按“一级开发, 一次建成, 分期蓄水, 连续移民”的建设方案全面实施. 科技导报, 2001(2): 1 - 6
- [4] 张瑞芳. 长江三峡洪水预报系统简介. 水利水电技术, 1994(9): 48 - 53
- [5] 葛守西. 现代洪水预报技术. 中国水利水电出版社, 1999. 396 - 401
- [6] 国家自然科学基金委员会. 水利科学. 科学出版社, 1994. 93 - 96 (责任编辑 王宏章)

科技动态

人造最低温度的吉尼斯世界记录

据英国《新科学家》2003年9月20日报道:美国哈佛大学超冷原子中心的物理学家在实验室中用一团微型的钠原子云,创造了人造最低温度的世界记录。研究人员使2500个钠原子冷却到离绝对零度仅5/(10亿)度之内。我们已知道,在宇宙中没有任何天然的物体有如此低的温度。

为了冷却钠原子,科研小组用磁场封闭住钠原子,然后使形成的钠原子气体缓慢地膨胀,终于创造了人造最低温度的吉尼斯世界记录。该小组准备利用这些超冷的原子进行试验,以研究其量子效应,并看看它们是否能用于生产更精确的原子钟。

(刘先曙)