

关于三峡电厂日调节调度改善库区支流水质的探讨

Discussion on Three Gorges Powerplant to Modulate More Net-peaks to Improve Water Quality of Tributaries of Reservoir

周建军/ZHOU Jian-jun

清华大学水利系, 北京 100084

Department of Hydraulic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China

[摘要] 通过分析三峡水库初步蓄水以来在支流存在的水环境问题, 提出: 如果三峡电厂按较大规模进行日调节调度, 一些支流和区域出现“水华”的情况就可得到缓解。根据三峡水库不恒定流数学模型模拟计算结果, 若三峡电厂按现有能力最大规模地开展日调节调度, 可在库区形成大范围的“潮汐”作用。库区水位规律性涨落可大量增加支流与干流水体交换, 利于抑制支流“水华”现象的发生。建议三峡电厂进行日调节与支流“水华”控制的调度试验, 寻求通过调度改善库区水环境的途径。三峡工程如果能通过改善调度来调节库区环境状况, 不但对促进三峡水库尽快抬高蓄水位有积极作用, 而且对协调水电工程与库区环境保护的关系也将开辟新的途径。

[关键词] 水质, 调峰, 人工潮汐, 水华, 三峡工程

[中图分类号] TV 737, X 524

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2005)10-0008-05

Abstract : In this paper, measures on the emergence of water blooms in some tributaries of the reservoir of the Three Gorges Project (TGP) are discussed. Heavy load of pollutant from upstream and slow flowage are believed as the main causes. To substantially cut down the load of pollutant for the time being is not feasible and ways from the power plant operation might be considered to improve this situation. By applying an unsteady flow model, the effects of peak modulations on the movement of water in the TGP reservoir are studied. It was found that certain extends of variation in power generation between day and night could induce the whole reservoir to oscillate like a tidal river. The range of such artificial tide can be as high as 55 cm. Such tides could cause considerable exchanges of water between main channel and tributaries, which is helpful to controlling water blooms in the tributaries. The power of TGP is quite sizable and good qualified for large power net modulation. So the author suggests the TGP to carry out some proto type tests to further verify the above-mentioned effects. If it could be approved, a two-win countermeasure for both power net and the water quality of the reservoir might be found.

Key Words: water quality, peak modulation, artificial tide, water bloom, Three Gorges Project

CLC Numbers : TV737, X524

Document Code : A

Article ID : 1000-7857(2005)10-0008-05

1 前言

三峡水库自 2003 年实现 135~139 m 蓄水以来, 在发电和航运等方面已经产生了重大的经济效益和社会效益。现在, 三峡工程建设进展顺利, 从工程本身的角度看, 三峡水库完全有可能提前在 2006 年实现 156 m 蓄水目标; 在 2007 年汛后也有可能进一步提高蓄水位运行, 更大地发挥工程的综合效益。

在三峡工程论证研究阶段, 为妥善处理水库移民和泥沙淤积等方面的问题, 国家决定三峡工程按“分期蓄水”的方案建设。根据当时决定的分期蓄水方案, 三峡工程在 2009 年全部建成后, 达到正常蓄水位的时间没有正式确定。现在, 这已成为三峡工程建设面临的一个重大问题。为了便于三峡工程实施调度, 林秉南等(林秉南、张仁和周建军, 2001)建议在三峡工程实现 156 m 蓄水后, 2007 年起可按分期渐进方式逐步抬高蓄水位, 最终达到 175 m。这一建议得到国务院三峡建设委员会第十次会议的确定(三

峡建设委员会, 2001)。

近年来, 三峡工程的形势和情况发生了较大变化, 工程建设、移民等方面的进度都明显地加快了; 三峡水库上游已开工建设溪洛渡等大型水电工程, 上游水库开始拦沙后可在一定期间内缓解三峡水库在泥沙淤积方面的压力; 另外, 目前国家能源比较紧张, 形势也要求三峡工程提前多发电。所以, 三峡水库提前抬高蓄水位、早日发挥最大综合效益已成为倍受关注的重大问题。但是, 我们同时需要注意到, 在三峡水库初步蓄水后, 库区水体富营养化比较严重, 导致支流出现“水华”等污染现象。一般认为, 三峡水库进一步提高蓄水位后, 环境等问题将更为严重, 这对决定三峡水库在 2007 年以后如何运行将产生重要的影响。

本文在分析三峡水库抬高蓄水位将面临的重大问题和应对方式的基础上, 重点讨论了水库支流的水环境问题。通过分析认为, 三峡水库蓄水以来, 电厂调峰幅度小、库区水位波动幅度太小

收稿日期: 2005-09-08

基金项目: 国家 973 计划(2003CB415203), 国家自然科学基金(N50221903)资助

作者简介: 周建军, 男, 北京海淀区清华园清华大学水利系, 教授, 主要研究方向为水力学及河流动力学;

E-mail: zhoujj@mail.tsinghua.edu.cn

导致支流水体严重滞留是出现“水华”的重要原因。建议三峡工程进行较大幅度调峰试验,积极探求通过电厂调节改善支流水质的途径。

三峡工程是备受关注的重大工程,三峡水库环境保护意义重大。结合库区大范围污染控制措施发挥效益,通过较大幅度的日调节调度来改善和控制支流水华等严重污染现象的出现,不但有利于三峡工程早日抬高蓄水位,更重要的意义在于可为大型水库的环境控制提出一条现实的途径。

2 三峡水库抬高蓄水位将面临的问题

三峡抬高蓄水位将面临的主要问题是移民、泥沙、地质灾害和环境问题。

2.1 移民问题

自三峡工程建设以来,由于国家对移民问题的高度重视和近年国家经济实力的不断提高,移民工作取得了很大成绩,移民迁移进度比预期更快。目前在移民安置工作中还存在诸如移民安置区的产业和长远经济来源等较多亟待解决的问题,需要国家结合水电发展的长远目标,通过调整库区经济政策、支持移民区发展才能解决。目前的移民问题似还不会影响三峡水库蓄水进度,而且,在三峡工程尽快发挥更大效益的条件下,通过带动和支持库区经济发展,只会更加有利于解决当前移民所面临的问题。

2.2 泥沙问题

在三峡水库上游的金沙江已开工建设溪洛渡和向家坝水电工程,这些工程具有较大的库容和拦沙能力。预计这些工程在2013年截流和发电后,可在较长时间内拦截上游来自金沙江的泥沙。同时,从20世纪90年代以来,嘉陵江泥沙数量也有较大幅度的减少。所以,在今后一定的期限内,进入三峡水库的泥沙数量有大量减少的趋势。自2003年三峡水库初步蓄水后,有关方面已开始对水库泥沙淤积情况进行观测,并开始结合泥沙淤积资料对论证期间的泥沙研究成果进行检验。今后,泥沙原型观测和检验还将长期坚持进行下去,这是确定三峡蓄水和长远运行方式的重要依据。在目前入库泥沙数量减少的条件下,只有通过逐步抬高蓄水位,才有利于检验水库淤积及其对库区通航的影响。根据这样的初步认识,笔者等认为,在水库其它条件容许的情况下,三峡工程从2006年汛后起可逐步和渐进地抬高库水位,稳妥地达到设计的工程目标。同时,为了便于在渐进抬高的过程中,结合泥沙淤积等实际情况,实时地对三峡工程的运行方式进行调整,建议将2006-2013年这一期间只定位为试验运行期(林秉南和周建军,2005)。所以,在高度重视水库泥沙问题的同时,泥沙问题可以不作为限制三峡工程提高蓄水位的主要障碍。

2.3 地质灾害问题

在地质灾害处理方面,国家已经给予了大量投入,重点治理了库区的滑坡等地质灾害。但是,由于地质灾害的发生具有较大的随机性,在三峡初期蓄水后,仍然出现了一些局部灾害。对于三峡这样规模的大型水库,蓄水后出现一定的局部滑坡是难以避免的。为了最大限度地减轻地质灾害对库区居民和三峡水库的不利影响,在进一步加强对滑坡等灾害的观测和治理的同时,在水库运行方面采用比较稳妥的方式,逐步和渐进地抬高水位也是必要的。

2.4 库区环境问题

三峡水库初步蓄水后,库区水环境状况是社会十分关注的问题。国家在库区环境治理方

面投入了大量资金。三峡水库初步蓄水后,库区总体环境条件是比较好的,但是,由于库区沿岸污染物排放还没有得到根本控制,面源污染控制更困难,库区水体富营养化程度比较高,蓄水后在一些支流出现了“水华”现象。一般认为,蓄水位进一步提高后,库区水流将进一步减缓而增加污染物在水库滞留时间,对支流水体污染控制不利。所以,环境问题可能将是今后提高蓄水位主要面临的需要解决的问题。

对人口密集的三峡库区,解决水库环境问题的根本出路在于控制污染。但是,这是一项非常艰巨的工作,需要一个长期的过程。在目前库区经济水平条件下,短期内要彻底控制污染源是很困难的。在三峡水库上游积极治理污染源的同时,更应该积极寻求在水库调度和运行方面的解决途径。通过有利的调度方式改善三峡库区的环境状况,对积极推动三峡工程提高蓄水位、发挥工程的更大效益具有重要的意义。

3 三峡水库初步蓄水以来的库区水质

三峡水库初步蓄水后,库区(特别是干流)的水质情况是比较好的。根据2004年观测结果(三峡建设委员会办公室、长江水利委员会,2005),按一般评价标准,库区干流朱沱、铜罐驿、寸滩、清溪场、关渡口和沱口等观测断面的水质均符合Ⅱ类或Ⅲ类标准;支流除嘉陵江的北碚断面外,监测的临江门、御临河口、武隆、小江河口、大宁河口和香溪河口等断面水质也符合Ⅱ类或Ⅲ类标准。但是,库区的支流水质却存在一定的问题。这主要体现在富营养化指标方面。根据监测结果,如果包括总磷等富营养化指标,则御临河、小江河、大宁河和香溪河等支流河口监测断面的水质成为Ⅳ类。表1是2004年实测的库区支流富营养化指标分布情况,多数支流已达到了重度富营养化的水平。蓄水以来,库区一些支流多次发生“水华”现象。

表1 三峡库区支流2004年富营养化监测结果

参数	龙溪河	御临河	龙河	小江	汤溪河	磨刀溪	长滩河	梅溪河	大宁河	香溪
总磷(mg/L)	最小值	—	—	0.10	0.01	0.15	0.17	0.09	0.04	0.04
	最大值	—	—	0.12	0.30	0.24	0.23	0.32	0.11	0.12
	均值	0.02	0.11	0.11	0.19	0.18	0.19	0.17	0.08	0.10
总氮(mg/L)	最小值	—	—	0.77	0.98	1.02	1.06	1.10	1.07	0.92
	最大值	—	—	0.96	1.61	1.63	1.44	1.53	1.75	1.75
	均值	2.60	1.90	0.85	1.44	1.45	1.26	1.40	1.60	1.39
叶绿素a (µg/L)	最小值	—	—	3.0	1.3	0.7	0.4	0.4	1.3	1.2
	最大值	—	—	3.0	36.8	42.3	8.9	14.0	10.7	4.6
	均值	0.05	13.7	3.0	13.3	14.8	3.6	5.2	5.8	3.0
藻类密度 (105ind/L)	最小值	—	—	1.61	0.51	0.26	0.59	1.12	1.65	1.07
	最大值	—	—	1.61	11.84	1.47	21.13	8.64	3.42	23.68
	均值	0.00	7.28	1.61	4.88	0.82	8.21	3.88	2.57	8.64

注:①按地表水资源质量标准(SL63-94),总磷超过0.09mg/L,总氮超过1.3mg/L均为重度富营养;②按一般对藻类密度划分方法,藻类密度大于10×10⁵ ind/L为富营养。

造成库区支流“水华”的因素较多。但是,三峡蓄水改变了库区水动力学条件,使水库回水段和支流水流的速度大大减缓,库区支流与干流的交换水量大量减弱,在非汛期支流几乎变成了死水一潭,这对支流水体从富营养化向“水华”方向恶性发展具有加剧的作用。

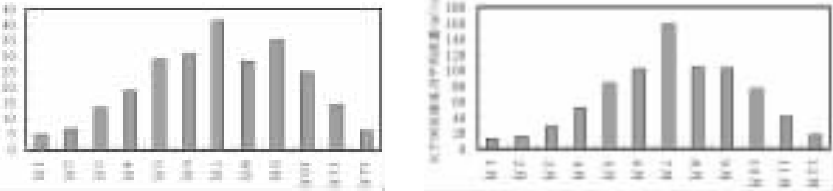


图1 三峡水库库区支流的年内径流分布情况

(注:其中大宁河为巫溪站,资料时间为1972-2000年;沿渡河的资料时间为1961-2000年)

图1是三峡库区大宁河和沿渡河的多年平均月流量分布情况。可见,在每年冬春季,这些支流的自然径流流量都很小。在其它更小的支流,非汛期甚至没有流量。在水位大量抬高的条件下,支流自身的径流很难推动水体流动。而汛期,随着支流降雨和流量的增加,“水华”产生的机会明显降低。

三峡水库自蓄水以来日调节的规模极小。由于库水位低,发电水头有限,加上目前国家的电价政策不能鼓励水电站调峰运行,所以,在目前有约700万kW装机的条件下,三峡水库出力的日变动幅只有100万~150万kW。图2是2003年年末三峡水库典型的2天时间内坝前水位的变化情况,虽然库水位在较长时间内也有较大变幅,但一般条件下坝前水面的日变化幅度只有10cm左右。所以,蓄水后水位大量抬高,在干流水位变化很小的条件下,库区支流流速大量降低,支流与干流间水体交换强度很小,水体紊动强度更小;相应,支流水体透明度明显提高,水体温度和光合作用加强,这是促进支流叶绿素和藻类大量增加的重要条件。

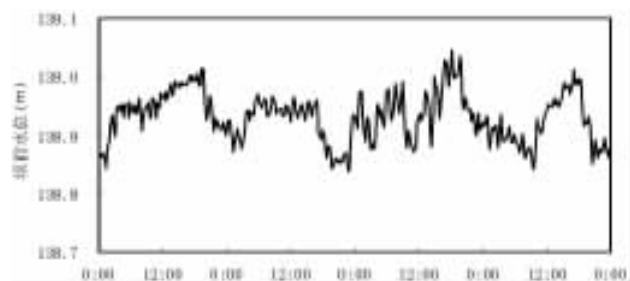


图2 2003年年末三峡坝前水位的波动情况

三峡水库蓄水后,库区主要的水环境问题是富营养化问题。产生这一问题的本质在于库区污染源没有得到根本控制。但是,必须看到支流水流过于缓慢的重要原因由于富营养化促成“水华”。改善支流水质状况,缓解和控制“水华”产生,是库区环境控制的重要任务。可以探讨通过改善调度、加大电厂日调节幅度来改善库区支流环境状况。

水电的重要优势之一在于可以为电网调峰。目前,三峡电厂的装机容量已经超过700万kW。随着三峡工程的进展和水位的提高,装机容量和调节库容将大大增加,三峡可以承担的调峰规模很大。三峡水电站设计装机1820万kW,增加6台地下厂房后发电装机的规模更大。更好地利用三峡电厂进行日调节对改善我国电力结构和质量也具有重要意义。当然,三峡电站日调节需要受长江中下游通航最小流量和三峡与葛洲坝间水库调节库容的限制。即使如此,在三峡按正常设计水位运行后,日调节的可能幅度仍然相当可观。根据初步设计规划,在三峡工程建成后,即使在水库供水期,电厂每天的出力范围仍可在130万~1310万kW之间变化,相应大坝下泄流量的变幅将在1400~14500 m³/s之间变化。入库流量稍大的月份,调节的幅度更大。所以,三峡电厂正常运行后,应该充分利用日调节调度来改善库区支流的水环境状况。

4 通过日调节改善支流水质的原理

目前三峡库区干流水质状况较好,而支流和库湾却具备了出现“水华”的富营养化条件并出现了“水华”现象,笔者认为可探讨用增加三峡电厂日调节的办法来解决这一问题。

由于电网在一天内负荷需求会发生变化,故参与调峰的水电站的运行也要发生变化。如果将三峡电厂放置在电网尖峰位置,则三峡发电下泄的流量在日夜之间将发生很大变化。另一方面,电网对电厂出力要求在一定时段内每天又具有一定的稳定性。所以,承担日调节后,三峡电厂日调节昼夜之间发电和下泄流量具

有相对稳定的周期性变化,这种周期变化可在库区形成较大范围、具有固定周期的波动,出现类似“潮汐”的作用,使支流变成“感潮河段”。一方面,“潮汐”带动支流水体流动,增加水流掺混机会;同时,更重要的是日夜之间的规律性水面起伏将导致支流和干流发生大量的水体交换。电厂日调节对于支流“水华”的作用见图3所示。

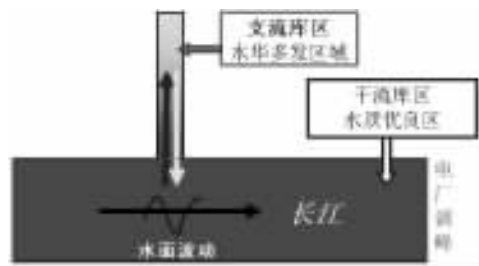


图3 三峡电厂日调节对支流的作用示意图

电厂日调节在库区产生的“潮汐”有利于控制支流“水华”的产生,主要体现在以下几个方面:①减少富营养水体在支流特定环境下的滞留时间;②干流水位较深、水体相对混浊、具有较大流速和掺混条件,有利于抑制藻类生长;③干支流水体交换,干流较大的环境容量,有利于稀释已在支流生长的藻类密度,防止藻类腐烂而形成“水华”。

5 三峡电厂日调节的作用分析

利用明渠不恒定流数学模型计算研究日调节对三峡水库支流水动力学条件的影响,采用的一维水动力学模型的范围和边界条件见图4所示。模型在干流上游从寸滩断面起,在支流乌江从武隆开始,下游到葛洲坝坝前;包括了三峡和葛洲坝2个枢纽,三峡和葛洲坝枢纽根据调度要求施加的影响可以在模型中体现。模型可以比较准确地模拟日调节对三峡和两坝间库区水动力学状态的影响,日调节对宜昌以下通航的影响也可在计算中得到反映。



图4 一维水动力学模型的范围示意图

本模型是一个全库的水动力学模型,包括了水库区间和小江、大宁河等大小18条主要支流和两坝间的支流黄柏河的作用。在模型中,支流按河岸水库模拟(乌江按断面模拟)。所有支流库容大小完全根据库区地形资料分别计算出库容曲线。这是目前模拟三峡水库不恒定水动力学条件最完整的模型。考虑到非汛期支流径流很小,本模型可以相当准确地模拟干支流水流交换的情况。

计算时结合三峡蓄水初期的情况,假设三峡电厂日调节过程如图5所示,其中最大出力700万kW,航运基荷按110万kW计。葛洲坝水库库面在调节中的变化范围介于63~66.5m之间,葛洲坝坝前最小下泄流量为4300 m³/s,最大下泄流量为7000 m³/s。三峡水库入库流量为5630 m³/s,三峡水库的平均坝前水位为139.3m。

图6是在图5要求的日调节条件下,葛洲坝水库的主要水动力学情况。葛洲坝水库的水位和下泄流量变幅基本控制在计算要求的范围内,而三峡水库的下泄流量变化很大,最小流量只有

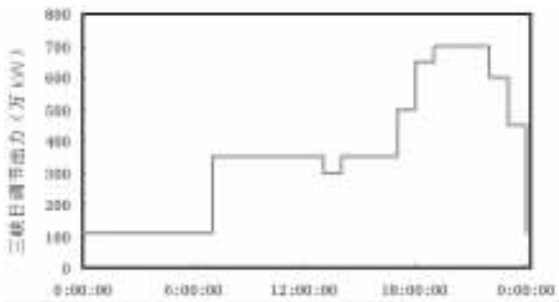


图5 计算假设的日调节过程
(注:最大出力700万kW,航运基荷110万kW)

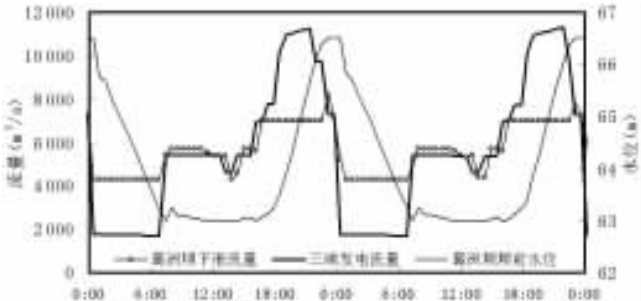


图6 三峡和葛洲坝水库在日调节过程中的状态变化

1 700 m³/s,而最大流量达到11 300 m³/s。葛洲坝坝前水位的最大变率大约为0.5 m/h。

上述条件完全满足现阶段两坝间和三峡下游的通航条件。三峡蓄水位提高后,由于调节库容增加,日最小下泄流量还可提高到4 700 m³/s。

在上述调节条件下,三峡水库从坝前到涪陵(乌江口)整个回水范围都出现了较大幅度的水面波动。图7是库区回水以下所有支流出口点的水面波动情况。在日调节的作用下,库区每天出现

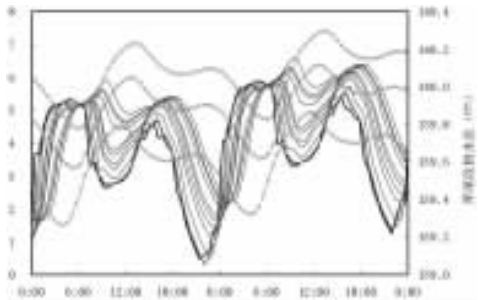


图7 日调节过程中三峡库区各个支流出口点水位波动情况
(注:图中包括坝前水位及小江、磨刀溪、梅溪河、大宁河、沿渡河、香溪、龙河、汤溪河、长滩河、大溪河、官渡河、清港河和九湾河口的水位)

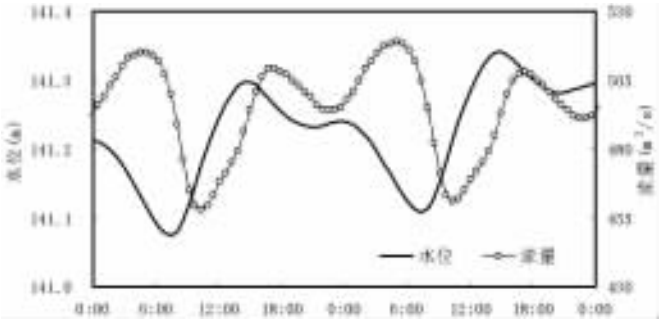


图8 日调节过程中乌江河口水位和流量波动情况

了2次不完整的半日“潮汐”现象。近坝段(包括坝前)的日最大水位变幅达到0.5~0.55 m,库区中段的水面波动幅度达到0.35 m,乌江口的水位波动幅度在0.2 m左右。乌江口的流量过程也受波动影响而发生周期性的起伏(图8)。

在库区水位起伏变化的作用下,各个支流的水体和干流发生周期性交换。图9和图10分别是模型计算给出的139 m回水区域以下比较大的小江、大宁河等以及比较小的龙河等支流进出流量的过程。进出支流流量大小决定于支流的大小和河口处水位波动的大小。比如,较大的香溪,因靠近三峡大坝,水位波动幅度较大,进出支流的最大流量分别达到700 m³/s和500 m³/s左右,1次进或出交换的水量达到500万~600万m³;大宁河的进出流量幅度也与其相当。相对较小的沿渡河,进出流量也分别达到300 m³/s和200 m³/s。将其与图1大宁河和沿渡河汛期平均流量相比,日调节产生的交换流量规模已经达到这些河流汛期最大月平均自然径流量的4~5倍,而且上述交换是可以逐日频繁发生的。

根据三峡蓄水后2003年和2004年实测的“水华”发生情况看,监测到的“水华”发生的最晚时间在6月份前后。在汛期支流降雨和径流稍大条件下,由于支流水体的顶冲作用,发生“水华”的几率大大减小。所以,由此可以初步推断,如果日调节可以产生上述规模的干支流水量交换,抑制支流发生“水华”的可能性应该是较大的。

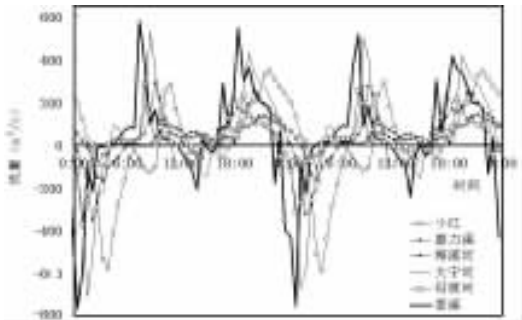


图9 日调节过程中库区较大支流与干流的流量交换情况
(注:图中“+”为流出支流;“-”为流入支流)

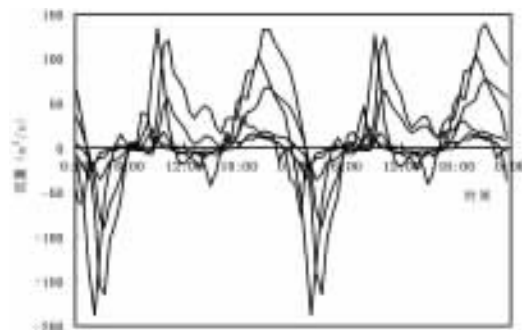


图10 日调节过程中库区较小支流与干流流量交换情况
(注:图中“+”为流出支流,“-”为流入支流;支流包括龙河、汤溪河、长滩河、大溪河、官渡河、清港河和九湾河)

6 结语

三峡工程将于2006年汛后蓄水到156 m,2007年将具备蓄水到正常水位175 m的工程条件。积极推动三峡工程稳妥、渐进地抬高蓄水位,发挥其最佳综合效益,是今后三峡工程建设的重要任务。根据当前情况分析,笔者认为,移民与泥沙问题不会成为蓄水位提高的主要障碍;解决地质灾害问题在需要积极治理的同时还可用渐进抬高水位的方式。根据三峡初步蓄水后库区的水质监测结果,库区水环境质量总体上是比较好的。但由于水库富营养指标较高,2年多以来库区支流常发生“水华”现象,造成支流

三峡工程的地质勘察研究与地质灾害防治

Geological Investigation of Three Gorges Project and Control of Geological Hazards in Its Reservoir Area

刘广润/LIU Guang-run¹, 徐开祥/XU Kai-xiang²

1. 华中科技大学, 武汉 430074

2. 三峡库区地质灾害防治指挥部, 湖北宜昌 443000

1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

2. Commanding Office of Geological Hazards Control in Three Gorges Reservoir Area, Yichang 443000, Hubei Province, China

[摘要] 长江三峡水利枢纽工程的规模、效益巨大,地质条件比较复杂。地质工作在坝址选择,坝区重大地质、地震问题研究和库区地质灾害防治中发挥了重要作用。根据多年来三峡工程地质勘察研究和三峡库区地质灾害防治工作的实践,分阶段阐明了三峡工程地质勘察的主要成果和三峡水库移民区地质灾害防治工作的基本做法及主要经验。

[关键词] 三峡工程,地质勘察研究,地质灾害防治

[中图分类号] TV741, P624, X4

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2005)10-0012-05

Abstract : The Three Gorges Water Conservancy Project has a tremendous scale and benefit, its geological conditions are more complicate. The geological investigation played a significant role in the selection of the dam site, the research on major problems of geology and earthquake, and the control of geological hazards. This paper expounds main achievements of geologic investigation and elementary experiences in the control of geological hazards based on the practical work in tens of years.

Key Words : Three Gorges Project, geologic investigation, control of geological hazards

CLC Numbers : TV741, P624, X4

Document Code : A

Article ID : 1000-7857(2005)10-0012-05

收稿日期: 2005-07-28

作者简介: 刘广润,男,中国工程院院士,湖北武汉市珞瑜路 1037 号华中科技大学教授,三峡库区地质灾害防治专家组组长,主要从事工程地质与环境地质研究; E-mail: liugr@tom.com

水质恶化。这是当前三峡库区最重要的环境问题,也是影响三峡提高蓄水位的关键问题之一。

治理三峡库区水环境的根本出路在于严格控制水库上游和周边的污染源,对此国家已予以了大量投入。但是,三峡库区处于人口稠密地区,有重庆等大城市,沿岸工农业生产又具有很大规模,要在短期内完全控制污染排放有很大的难度。所以,着眼于依靠改善调度来改善库区(特别是支流)水质是一个值得探讨的途径。

目前,由于水库水位低、调节库容和装机容量小,加上电价政策不能起到鼓励水电调峰的作用,三峡电站 2 年来日调节幅度很小,非汛期库区水位日变幅也很小。这是造成支流长期成为类似静止水体的重要原因。笔者认为,这也是支流和库湾较多发生“水华”的动力学原因。从水库不恒定流数学模型的模拟结果看,如果在三峡现有机组和下游通航要求的条件下最大规模地实施调峰调度,则水库回水范围内将形成较大幅度的“潮汐”现象,增加干支流水体交换量,使支流水循环状况得到改善。三峡进一步提高蓄水位后,日调节能力更大。这对抑制支流“水华”将产生积极的作用。

三峡工程具有很大的调节库容和装机容量。枯水期电厂大量参与调峰,既有利于改善供电质量,又利于改善水库的水环境状况。我国长期采用政府确定不变的水电价格,不利于发挥水电的优势。水电更多地参与电网调峰,对减小煤电等调峰造成的能源

浪费也有重要作用,对保护环境与提高能源效率都有利。因此,特提出以下 2 点建议。

1) 三峡工程在目前 139 m 水位期间相机展开较大幅度的日调节运行试验,进一步落实电厂调峰对抑制支流“水华”等方面的作用。

2) 国家应针对水电制定合理的峰谷电价政策,积极鼓励水电调峰。

参考文献 (References)

- [1] 林秉南,张仁,周建军. 对于三峡工程分期蓄水实施方案的讨论和建议. 2001-01
- [2] 国务院三峡工程建设委员会. 第十次全体会议纪要. 2001-06-13
- [3] Lin B, R Zhang, D Dai, Y Tan. Sediment research for the Three Gorges Project on the Yangtze River since 1993. Proceeding of the Ninth International Symposium on River Sedimentation [C]. Oct. 18-21, 2004, Yichang, China. Tsinghua University Press, Vol. I, 29-37
- [4] 林秉南,周建军. 2007 年抬高三峡水库水位运行问题. 2005-02-10
- [5] 国务院三峡建设委员会办公室,长江水利委员会. 长江三峡工程生态与环境监测系统水文水质同步监测年报(2004). 2005-03

(责任编辑 李慧政)