

三峡水库蓄水期综合调度需求分析

陈炯宏¹,徐 涛²,李长春²,喻 杉¹,丁 毅¹

(1. 长江勘测规划设计研究有限责任公司,湖北 武汉 430010; 2. 三峡水利枢纽梯级调度通信中心,湖北 宜昌 443000)

摘要:三峡水库蓄水期是水资源综合利用矛盾最为突出的时期,科学分析蓄水期综合利用需求是研究三峡水库蓄水调度方式的先决条件。以 8 月下旬至 11 月下旬作为蓄水研究阶段,从上游水库群蓄水影响、防洪、发电、航运、两湖用水和水生态及水环境等方面,系统分析了三峡水库蓄水期用水需求,为进一步优化三峡水库蓄水调度方案提供技术支持。

关 键 词:蓄水期;综合利用;调度需求;三峡水库

中图法分类号: TV697.1+1 **文献标志码:** A **DOI:**10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.21.001

三峡水库自 2003 年开始初期蓄水,2008 年汛末进行正常蓄水位 175 m 试验性蓄水,目前即将进入正常运行期运用。三峡水库调度运用影响巨大,由于水库汛后蓄水库容将达 221.5 亿 m³,蓄水量大、任务重,蓄水期间下泄流量一般比来量减少较多,加上汛后天然来水量也在逐步下降,水库蓄水与各用水方面的要求之间出现较大矛盾。根据长江经济带建设的新要求,防洪、发电、航运、供水及水生态水环境等各方面对三峡水库蓄水期综合利用有了更高的要求^[1],也使协调各种用水矛盾面临更大的压力。

为了全面发挥三峡水库综合利用效益,并进一步做好三峡水库蓄水工作,较好地协调蓄水期间各方面的调度需求,缓解蓄水期蓄水与上、下游用水矛盾,实现蓄水调度有的放矢,需开展三峡水库蓄水期综合利用需求分析,科学制定三峡水库蓄水期调度方案。

考虑到《三峡水库优化调度方案》相关成果和三峡水库 175 m 试验性蓄水调度实践情况,在实际调度中,根据来水情势及防洪形势,水库可能在 8 月底预蓄部分来水,本文将 8 月下旬至 11 月下旬作为蓄水期研究时段,主要针对该时期各方面的用水需求开展分析。

1 上游水库群蓄水影响

按照《长江流域综合规划》要求(以下简称“长流

规”),长江上游将建一大批库容大、调节能力好的综合利用水库^[2],这些水库的建成运用将对三峡水库的来水过程产生较大影响。这里主要考虑 2015 年前可投入运行的金沙江、雅砻江、岷江及大渡河、嘉陵江、乌江等河流上共计 23 座水库的调蓄影响,所考虑的水库群总蓄水库容为 572.91 亿 m³,总防洪库容 361.92 亿 m³。表 1 统计了长江上游干支流 2015 年前可投入运行的控制性水库的蓄水库容具体分布。

表 1 长江上游干支流控制性水库蓄水库容分布

河流	蓄水库容/ 亿 m ³	所占比例/ %
金沙江中游	19.79	3.5
雅砻江	82.80	14.5
岷江(含大渡河)	46.56	8.1
嘉陵江(含白龙江)	35.77	6.2
乌江	92.86	16.2
溪洛渡+向家坝	73.63	12.9
三峡	221.50	38.7
合计	572.91	100.0

按照水库的综合利用任务,蓄水库容一般由两部分组成,第一部分为死水位至汛期防洪限制水位间的兴利调节库容(以下简称“蓄水库容 I”),另一部分为汛期防洪限制水位至正常蓄水位之间预留的防洪库容(以下简称“蓄水库容 II”)。对于防洪限制水位低于

或等于死水位、防洪库容大于或等于兴利调节库容的水库(如三峡水库、向家坝水库等),其只含蓄水库容Ⅱ。因水库群规模庞大,所需蓄水量大,汛后集中蓄水压力也较大,为协调水库群蓄水次序,在长流规中提出了汛期防洪库容“分段预留,逐步蓄水”的理念。在长流规修编阶段和近年来的梯级水库群联合调度研究中,结合防洪调度研究,对 2015 年前可投入运行的长江上游干支流控制性水库的蓄水时机进行初步安排,见表 2。

表 2 长江上游干支流控制性水库蓄水库容分析

梯级名称	蓄水库容Ⅰ 汛初(5~6月)	蓄水库容Ⅱ				合计
		8月	9月	10月	小计	
梨园		1.73			1.73	1.73
阿海		2.15			2.15	2.15
金安桥	1.88	1.58			1.58	3.46
龙开口		1.26			1.26	1.26
鲁地拉		5.64			5.64	5.64
观音岩	0.13	2.89		2.53	5.42	5.55
锦屏一级	33.10	16.00			16.00	49.10
二滩	24.70	9.00			9.00	33.70
溪洛渡	18.10		46.50		46.50	64.60
向家坝			9.03		9.03	9.030
紫坪铺	6.07			1.67	1.67	7.74
瀑布沟	27.82	3.70		7.30	11.00	38.82
宝珠寺	10.60			2.80	2.80	13.40
亭子口	6.90		10.60		10.60	17.50
草街	2.88		1.99		1.99	4.87
洪家渡	33.61					33.61
东风	4.91					4.91
乌江渡	13.60					13.60
构皮滩	25.52	2.00	2.00		4.00	29.52
思林	1.33		1.84		1.84	3.17
沙沱	0.78		2.09		2.09	2.87
彭水	2.86		2.32		2.32	5.18
三峡			105.78	115.72	221.50	221.50
合计	214.79	45.95	182.15	130.02	358.12	572.91

从表 2 可知,长江上游干支流 2015 年前可投入运行的控制性水库汛初(5~6 月)蓄水库容Ⅰ有 214.79 亿 m³,与上一年水库是否消落到死水位有关,为不定值。该部分库容可在汛初开始拦蓄,并利用汛期来水蓄满。主要问题是若蓄水时来水枯,蓄水过程延长,有可能影响蓄水库容Ⅱ的蓄水,该部分蓄水库容Ⅱ有 358.12 亿 m³,因水库承担有防洪任务,汛前需降至防洪限制水位,故该蓄量为定值。由于三峡水库 9~10 月蓄水总量为 221.5 亿 m³,按 2015 年上游成库水平,上游水库 9~10 月蓄水总量也达到 90.67 亿 m³,也就是说,9~10 月份上游水库与三峡水库同步蓄水库容将达到 90.67 亿 m³。需要说明的是,上游还建有大量的灌溉水库,遇枯水年这些水库也将蓄水,但由于此类

水库大多为二、三级支流或河道外取水,且取水过程不确定,不同年份蓄水量难以量化,目前只能作为对蓄水存在影响因素考虑,需在进一步研究中量化其影响。

根据 1959~2010 年径流资料及上游水库群径流调节计算成果,绘制上游建库后三峡水库多年平均入库流量与天然流量对比见图 1。

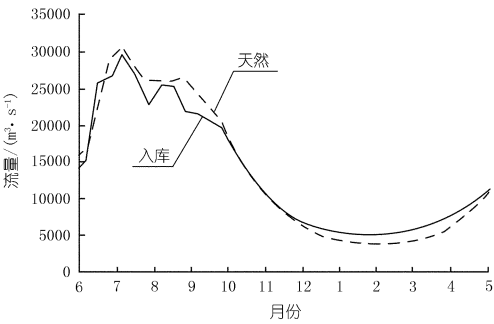


图 1 上游建库后三峡入库流量与天然流量对比

从图 1 可以看出,受长江上游干支流水库群蓄水库容Ⅰ的影响,6,7 月份三峡水库入库流量较天然情况有一定的减少;进入 8 月份以后,随着长江上游干支流梯级水库防洪库容的逐步释放,受蓄水库容Ⅱ的影响,三峡水库 8 月份的入库流量均有大幅减少。此外,由于上游干流溪洛渡水库 7 月份开始承担防洪任务,6 月底水库水位须降至汛期防洪限制水位,因此 6 月下旬三峡水库的入库流量比天然情况有所增加;9 月份溪洛渡和向家坝水库开始蓄水,导致三峡水库的入库流量均有较大幅度减少。因此,上游水库群的建成运用使三峡水库的蓄水难度进一步加大。

2 蓄水期调度需求分析

2.1 防洪需求

三峡工程防洪库容 221.5 亿 m³,通过水库调蓄,可把荆江河段的防洪标准由 10 a 一遇提高到 100 a 一遇,遇 1 000 a 一遇或类似 1870 年洪水,配合分洪措施,可保证荆江河道行洪安全。对城陵矶附近地区,一般年份可以基本不分洪,遇特大洪水可大幅度减少分洪量。三峡水库与上游水库群联合调度,能使长江中下游的防洪能力进一步提高,三峡工程能有效缓解中下游地区的防洪压力,发挥巨大的防洪作用。

2009 年国务院批准的《三峡水库优化调度方案》将三峡水库开始蓄水时间提前至 9 月 15 日^[3]。针对三峡水库运用以来多次遭遇上下游均枯的流域性枯水,为有效应对蓄水期间的旱情,在确保防洪安全的前提下,采取以汛期水位上浮运行的方式,在来水相对丰沛的 9 月上旬预存部分水量,即上浮结合汛末蓄水的调度方式。国家防总正式批复的《三峡-葛洲坝水利

枢纽汛期调度运行方案》中明确指出:当预报上游不会发生较大洪水,且沙市、城陵矶水位分别低于 40.3 m 和 30.4 m 时,结合后期 175 m 试验性蓄水需要,9 月 10 日水库运行水位上浮至 150~155 m 控制^[4]。当沙市、城陵矶站水位处在警戒水位,预报三峡上游将来洪水时,三峡水库必须暂停蓄水转而进行防洪调度。

2.2 发电需求

按三峡水库初步设计要求,蓄水期间在兼顾下游航运流量需求的情况下,电站原则上按大于保证出力发电泄放流量,拦蓄其余水量,水库逐步蓄水至正常蓄水位 175 m。若蓄水期间来水较枯无法完成蓄水任务,将对后续的发电产生影响,无法很好的完成发电计划。此外,三峡水库汛期,由防洪限制水位上满负荷发电运行转向汛末蓄水期按保证出力发电运行,会造成蓄水前后电站出力变化较大,不利于电力系统的平稳运行。因此,考虑到保证电站出力平稳过渡和安全运行,研究适当提前蓄水,拉长汛末蓄水时间。

2.3 航运需求

航运调度的任务是保障三峡水利枢纽通航设施的正常运用,以及航运安全和畅通。根据航运部门要求,三峡水利枢纽上游最高通航水位 175.0 m,最低通航水位 144.9 m。下游最高通航水位 73.8 m,一般情况下,下游通航水位不低于 63.0 m。三峡水利枢纽最大通航流量为 56 700 m³/s。三峡通航局可根据三峡入库流量预报或枢纽下泄流量,确定超过最大通航流量的停航时机。葛洲坝航道的设计下游最低通航水位——庙嘴水位应为 39.0 m。三峡水库汛后蓄水运用要兼顾三峡库尾和葛洲坝下游的航道畅通,三峡水库下泄流量总体上应逐渐稳步减少。遇特枯年份,三峡水库要充分合理地使用兴利调节库容,在降低出力时要兼顾葛洲坝下游最低通航水位的要求。

2.4 两湖补水需求

洞庭湖、鄱阳湖是长江中下游两大通江湖泊,湖区来水受水系自身和长江干流的共同影响。三峡水库调蓄对两湖的影响主要发生在蓄水期和供水期,尤其是来水较枯年份的蓄水期。9 月下旬至 10 月底正是两湖地区由汛期向枯期过渡的关键时期,三峡水库蓄水后下泄流量减少,长江干流水位降低,遇来水较枯的年份使两湖枯期提前,应尽可能降低蓄水期对洞庭湖、鄱阳湖区水位影响。在防洪安全的条件下,适当加大 9 月的蓄水任务,在枯水年份可考虑将蓄水时间更为提前。根据计算分析的三峡水库蓄水减少的下泄流量和下游水位,为尽可能使下游逐步过渡到枯水期,除三峡水库蓄水期间按优化调度方案保持一定的下泄流量

外,还需考虑在下游水位尚高的 9 月,三峡等上游水库多拦蓄一定的水量,适当减轻 10 月的蓄水任务,减缓对两湖湖区水位的不利影响。

2.5 水生态和水环境保护需求

长江上游水库群建成运行后,势必对库区和坝下游河段水文情势产生影响,必将改变天然河流的水环境状况,可能会引起一系列水生态和水环境问题(如下游河道生态需水问题、重要湿地补水问题、河口咸潮入侵问题等)。从协调水资源开发利用与生态环境保护的关系出发,提出水生态与环境对蓄水期水库调度需求。

(1) 根据两湖湿地演变趋势及三峡水库与两湖湿地的生态响应规律,为减轻三峡水库蓄水期调度对两湖湿地植被及越冬珍稀鸟类栖息环境的影响,建议三峡水库适度提前蓄水,延长蓄水过程,将 10 月份两湖水位下降幅度控制在 0.5~0.8 m 较为适宜。

(2) 根据长江口咸潮入侵规律研究及大通流量与长江口咸潮入侵响应关系初步分析,三峡水库拦蓄水量占下游大通站水量比重虽然不大,但在蓄水期保证大通站的一定流量对适度控制咸潮入侵有一定积极作用,初步建议蓄水期大通流量不低于 10 000 m³/s^[5]。

(3) 根据长江中下游干流及主要附属湖泊的水生态水文需求,建议在三峡水库蓄水期的 11 月中下旬,控制三峡水库下泄流量满足一定变幅要求,水温在 17℃~20℃ 之间,且持续 1 d 时间满足中华鲟自然繁殖的流量需求。

3 综合利用需求分析

三峡水库是长江综合治理开发的关键性控制工程,应利用水库调节能力合理调配水资源,保障水库上下游饮水安全,改善下游地区枯水时段的供水条件,维系优良生态。三峡水库调度运用充分发挥了防洪、发电、航运等综合利用效益和保证供水安全、水生态安全等作用^[6-7]。针对各方面对三峡水库蓄水期综合利用需求,经分析认为,可分 3 个层次依次满足各方面的用水需求。

(1) 第一层次。防洪是三峡水库的首要任务,在满足防洪的前提下可以逐步满足上下游河道的航运需求。在 9 月中旬至 10 月下旬,根据三峡水库已蓄水量适当对两湖地区补水,且要求达到中下游各站提出的最低生态流量要求和电站出力要求,该层次为三峡水库调度的基本需求,在正常情况下必须满足。为协调蓄水与下游用水需求,蓄水期间水库下泄流量要尽可能兼顾下游生活、生产、生态用水要求。根据来水特性,蓄水期间下泄流量宜逐步减少,蓄水期分时段规定

了下水泄流量要求:① 9 月份蓄水期间,当水库来水流量大于等于 $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,按不小于 $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 下泄;当来水流量大于等于 $8\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 但小于 $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,按来水流量下泄,水库暂停蓄水;当来水流量小于 $8\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,若水库已蓄水,可根据来水情况适当补水至 $8\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 下泄。② 10 月蓄水期间,一般情况下水库下水泄流量按不小于 $8\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 控制,当水库来水流量小于 $8\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时,可按来水流量下泄。11 月份和 12 月份,水库最小下水泄流量按葛洲坝下游庙嘴水位不低于 39.0 m 且三峡电站发电出力不小于保证出力对应的流量控制。

(2) 第二层次。在满足第一层次且三峡水库仍有余力的情况下,可酌情考虑抑制河口地区的咸潮入侵、两湖湿地等问题,由于使用效果还不明晰,对于具体问题需要做进一步的专题研究,该层次问题需要谨慎考虑。

(3) 第三层次。这里又分为常规子层和应急子层,诸如三峡水库排沙、中华鲟产卵等对三峡水库调度的短期需求都可划分到常规子层,可以在满足第一层次各需求的基础上合理运用,力求将不利影响降到最小;在遭遇诸如特枯水年下游各主要城市严重缺水、下游轮船倾覆、污染物泄漏等流域重大水生态事件时,首先启动紧急预案,分析各用水部门对三峡水库应急调度的需求,对具体问题要具体分析三峡水库的调度作用,科学调度、统筹兼顾。

4 结 语

随着长江上游建成并投入运用的水库数量的增加,汛后蓄水时间的接近使得上、下游水库之间的蓄水

矛盾愈发突出。其中溪洛渡、向家坝水电站作为长江干流的骨干型工程,调蓄能力巨大,对三峡水库综合利用效益的影响很大,尤其在上游各水库相继蓄水期间问题突出,亟需通过水库群联合调度来协调解决。此外,根据近年来泥沙观测数据分析,三峡水库的泥沙淤积状况要好于初设预期,因此进一步优化水库蓄水调度方式也具备了一定的可行性。

考虑到将来上游水库群集中蓄水压力的进一步增加,若要达到三峡水库蓄水预期目标,需重点分析 8 月下旬至 9 月上旬三峡水库来水情况,研究水库后汛期防洪库容释放时机及控制条件,协调蓄水与防洪的关系,缓解三峡水库的蓄水矛盾问题,有利于实现三峡水库综合利用要求,为三峡水库科学调度提供重要的技术支撑。

参考文献:

- [1] 钮新强. 长江经济带发展战略与三峡工程[N/OL]. 中国经济网, 2015-07-28(9)[2015-08-10]. <http://www.district.ce.cn/newarea/roll/201507/28/t20150728-6057756.shtml>.
- [2] 长江水利委员会. 长江流域综合规划[M]. 武汉:长江水利委员会, 2012.
- [3] 国务院. 三峡水库优化调度方案[R]. 北京:国务院, 2009.
- [4] 国家防汛抗旱总指挥部. 关于三峡-葛洲坝水利枢纽 2015 年汛期调度运用方案的批复[R]. 北京:国家防汛抗旱总指挥部, 2015.
- [5] 国家防汛抗旱总指挥部. 长江口咸潮应对工作预案[R]. 北京:国家防汛抗旱总指挥部, 2015.
- [6] 郑守仁. 三峡水库实施中小洪水调度风险分析及对策探讨[J]. 人民长江, 2015, 46(5): 7-12.
- [7] 丁毅, 傅巧萍. 长江上游梯级水库群蓄水方式初步研究[J]. 人民长江, 2013, 44(10): 72-75.

(编辑:李 慧)

Analysis of comprehensive water utilization needs of Three Gorges Reservoir in impoundment period

CHEN Jionghong¹, XU Tao², LI Changchun², YU Shan¹, DING Yi¹

(1. Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China; 2. Three Gorges Cascade Dispatching & Communication Center, Yichang 443000, China)

Abstract: The contradiction of comprehensive utilization of water resources is the most obvious in impoundment period of Three Gorges Reservoir, so to analyze the comprehensive utilization needs of Three Gorges Reservoir in impoundment period scientifically is the key to study its impoundment operation mode. The period from late August to late November is considered as the study period, the water use needs in impoundment period is analyzed systematically in terms of impoundment influence by upstream reservoir group, flood control, power generation, navigation, water use of Dongting Lake and Poyang Lake, water ecology and water environment, to provide technical support for draft of impoundment operation scheme of Three Gorges Reservoir.

Key words: impoundment period; comprehensive utilization; operation needs; Three Gorges Reservoir