

资源管理

洪水资源利用与管理研究^①

曹永强

(清华大学 水利工程系, 北京 100084)

摘要: 传统的水库调度方法, 只利用洪水的统计信息, 使水库在汛期要时刻预防设计与校核洪水事件的发生, 致使一些水库在汛期弃水而汛后又无水可蓄, 造成洪水资源的极大浪费。为使水库防洪功能与兴利功能尽可能结合起来, 更好地提高洪水资源利用率, 文章分析了洪水资源化的内涵、洪水资源化的必要性和可能性、洪水资源化的实现途径、洪水资源化的风险及其风险管理对策等关键问题, 重点介绍了动态控制汛限水位方法在洪水资源利用中的应用情况。最后结合我国实际情况, 对洪水资源化今后的工作提出建议。

关键词: 洪水资源化; 防洪; 水资源配置; 风险管理

中图分类号: F407.9

文献标识码: A

文章编号: 1006-9399(2004)02-0021-03

1 引言

我国水资源供需形势紧张已成为突出的社会问题。一方面, 水资源总体上匮乏; 另一方面, 在来水时, 为确保河流和大坝安全, 又不得不全力以赴地护送洪水下泄入海, 使大量没有得到充分利用的宝贵水资源白白流失。在社会经济快速发展、防洪形势明显变化的情况下, 必须转变传统的洪水利用与管理理念, 科学地利用与管理洪水资源。

目前我国水资源开发程度已很高, 进一步开发的潜力已经不大。这种需求的压力必然从控制洪水转到洪水管理。“洪水管理”有三个内涵: 一是要适度承担洪水风险, 二是要规范人类行为, 三是洪水资源化。其中洪水资源化是洪水管理的一个重要方面。

洪水资源化是从我国实际情况出发, 按照新的治水思路 and 理念, 转变传统“入海为安”的思想, 统筹防洪减灾和兴利, 综合运用系统论、风险管理、信息技术等现代理论、管理方法、科技手段和工程措施, 实施有效洪水管理, 对洪水资源进行合理配置^[1]。具体而言, 洪水资源化是指在一定的区域经济发展状况及水文特征条件下, 以水资源利用的可持续发展为前提, 以现有水利工程为基础, 通过现代化的水文气象预报和科学管理调度等手段, 在保证水库及下游河道安全的条件下, 在生态环境允许的情况下, 利用水库、湖泊、蓄滞洪区、地下水回补工程等工程措施调蓄洪水, 减少洪水入海量, 以提高洪水资源的利用率。

2 洪水资源化的必要性和可能性分析

2.1 必要性分析

干旱缺水十分严重, 不仅影响农业, 而且影响工

业, 不仅影响农村, 而且影响城市, 不仅影响生产, 而且影响生活, 甚至造成河道断流、湖泊干涸、地面沉降, 已成为国民经济发展和社会进步重要制约因素。

经济社会可持续发展对水的需求是全面的提升, 不仅是量的增加, 更是供水的保证率、均衡性以及符合要求的水质的提高。用传统的思路、办法解决不了我国水资源短缺问题。

目前通过大规模增加新的水利工程来提高洪水资源化利用的水平已不太现实。

2.2 可能性分析

开发利用洪水资源是有潜力的。据统计分析, 全国江河平均每年入海水量约为 16 000 亿 m^3 , 且主要集中在汛期以洪水形式入海^[2]。

经济实力的增强、科学技术的进步、人员素质的提高、治水理念的变化, 使洪水资源化成为可能。

许多大型水库建立了与水情遥测系统紧密结合的洪水调度系统。随着卫星云图和测雨雷达的应用, 中、短期降雨预报手段、方法已有很大提高, 基本达到可利用程度^[3]; “3S”技术可较准确地评价地下水资源和土壤含水量的监测, 不仅可提高降水产流及洪水过程的能力, 而且可以从多角度辅助防洪调度、蓄滞洪区运用和洪水调度, 可全面辅助计算洪水资源化的效益, 使得洪水资源化技术进入信息化时代^[4]。

3 洪水资源化的实现途径

目前洪水资源化的方法主要是坚持点(水库、闸坝)、线(河渠、堤防)、面(蓄滞洪区、田间、地表)兼顾, 工程措施、非工程措施、管理措施并重, 蓄、泄、滞、引、补有机结合, 通过科学调度, 在保证防洪安全的前提下, 充分利用雨洪资源, 达到防洪

收稿日期: 2004-04-30; 作者简介: 曹永强, 男, 博士, 主要从事防洪与水资源利用研究。

①基金项目: 水利部、国家防汛抗旱总指挥部重大科技资助项目(水利部[2002]341号)。

减灾和增加水资源、改善生态环境的目的。

工程措施就是指通过利用水利工程和水保工程将尽可能多的洪水拦蓄起来,延长洪水在陆地的时间,使之赢得更多机会被人们利用或补充地下水。非工程措施指在现有工程基础上,通过科学规划和合理调度,最大限度地拦蓄洪水资源,延长其在陆地的时间,及时满足经济社会及生态环境的需水要求,补充回灌地下水。洪水资源化利用的非工程措施包含了水利工程调度与管理的大多数措施。如水库分期洪水调度技术、洪水预测预报技术、水库预泄与水系河网联调技术、利用地下水回灌工程、发挥洪水的生态调节功能、蓄滞洪区主动运用,还有诸如土地利用规划和工农业城市用水规划,通过天然地形地貌和水土保持规划充分利用雨水资源,实施洪水保险系统和灾害救援系统等。

洪水资源化利用目前实践的方法有雨洪利用、水库调度中的调整汛限水位、利用汛期洪水进行流域水量的配置、利用汛期发生洪水的时机从干流引水、跨流域配置洪水资源调蓄洪水、丰水枯用和利用蓄滞洪区主动分洪。

4 动态控制汛限水位方法在洪水资源利用中的应用

水库调度中调整汛限水位是洪水资源化的重要手段。为此,作为解决水库防洪与兴利突出矛盾的一个运行参数——水库汛限水位就成为重点研究的对象。

传统的调度理念,将人们的注意点集中于小概率事件上,时刻防止小概率事件出现,着眼于控制小概率事件所确定的汛限制水位。实际上,目前调度操作中所依据的信息比设计阶段丰富得多,不仅有基于随机理论的统计信息,还有实际监测的确定性信息和基于物理成因理论计算的比较确定性的信息,还有基于上述信息和调度经验分析给决策人提供的模糊性信息。利用运行阶段的各种信息,建立实时控制汛限水位的新理念是非常必要的,是洪水资源化的关键。^[3]

实时控制汛限水位的新理念是从不可能发生事件出发,综合利用现代科学技术提供的一切有用信息,利用弥补措施预防非常事件,安全经济地确定一个动态控制汛限水位的范围。

实时动态控制汛限水位的风险主要来自洪水预报和降雨预报的误差,其次来自决策者的倾向。因此,洪水预报和降雨预报的误差分析是实施汛限水位动态控制的前提条件。

对各级气象台站的各级降雨预报信息进行准确率、漏报率、空报率分析是必要的,但更重要是需分析其误差分布规律、误差影响度及弥补措施。经分析未来 24 小时晴雨预报信息准确率已在 90% 以上,大雨以下量级信息预报误差分布规律明显,气象部门灾害性天气预报服务产品是可利用的,尤其是台风路径预报。近些年来,数值预报模型结合卫星云图跟踪,预报精度已有很大提高。各量级降雨预报信息在实时预报调度中都是可利用的。通过典型水库分析得出:

洪水预报方案达到规范甲级水平是实施预报调度方式的设计、实时动态控制汛限水位的必要条件,但是分析其误差分布规律、误差影响度及弥补措施是充分条件。

水库防洪预报调度方式设计是集随机理论与成因理论为一体的设计方法,比较常规调度设计提高效益的机理明确,是一个可行的、有理论研究价值和前景的方法。但是,应用这一设计方法必须满足一定的基本条件。经过实例分析计算,碧流河水库采用以累积净雨总量控制的预报调度运用方式,可以将汛限水位提高 0.7m,提高洪水资源可利用量约 400 万 m^3 。

水库实时调度中动态控制汛限制水位法是指在设计的汛限水位允许控制的上下限范围内,根据水库流域的天气预报信息(包括短期和趋势预报)、降雨径流预报信息、面临时刻水情信息、工情和灾情信息,在满足水库蓄水、水库泄水能力和防洪兴利要求的前提下,结合洪水预报和短期降雨预报信息,确定预见期内动态控制汛限水位的方法。这是充分利用洪水资源的关键性课题,不仅具有理论价值和经济价值,而且具有现实意义和长远意义。目前常用的方法有预蓄预泄法和模糊推理模式法。

水库动态控制汛限水位的主要风险因子有降雨预报误差、产流预报误差、汇流预报误差和决策者决策失误给汛限水位动态控制带来的风险,为此,首先给出考虑降雨预报、洪水预报和决策者决策水平的汛限水位动态控制风险率定义和计算模型,然后研究水库汛限水位动态控制在承担一定风险后带来的效益,在此基础上建立一个综合评价风险、效益和决策者倾向的“多目标集成权重的群决策模型”,用于确定汛限水位动态控制的满意方案,为决策者提供理论依据和可靠的决策信息,最后提出决策失误后降低风险损失的弥补措施。

5 对洪水资源化的管理模式

有人以为洪水资源化,就是如何让水库拦蓄更多的洪水,提高水库供水保障率。这种思路是仅以满足人的需求为导向,有可能继续加剧生态环境的危机。从一定意义上说,洪水资源化只是手段和基础,洪水资源管理才是洪水资源化的最终目标。

5.1 风险管理对策

从我国的国情出发,必须选择有风险的洪水资源管理模式。只有适度承受一定的风险,才有利于促使人与自然间的关系向良性互动转变^[4]。

洪水资源化利用存在的风险主要有:水库应急泄洪风险、水库调度风险与垮坝风险、动用蓄滞洪区的风险、工程寿命风险、工程结构风险、灌区设施风险、生态风险等。针对以上风险,基于已有研究成果与实践,归纳出如下事前与事后降低风险损失的风险管理对策。

(1) 加强防洪调度和工程管理。洪水的发生具有可预见性与可调控性。通过历史洪水的调查与分析,人们可掌握洪水现象的各种统计特性与变化规律;利

用现代化的计算机仿真模拟手段，可以预测在流域孕灾环境与防洪工程能力变化条件下，不同量级洪水可能形成的淹没范围、水深、流速以及淹没持续时间等，评估洪涝灾害的损失；利用现代化的监测手段和计算方法，人们可以对即将发生的洪涝进行实时预报，根据洪水的预测、预报结果，可以科学地制定防洪工程规划与调度方案，约束洪水的泛滥范围，控制洪峰流量和水位，降低淹没的水深以及缩短淹没的历时等，从而达到降低风险损失的目的。

(2) 提高工程质量和改进施工技术，减小工程结构风险。事前要严格水库管理、提高工程质量、加强大坝监测、消除病险水库是防止垮坝风险的重要手段。

(3) 事前加强信息化建设。信息的及时、精确获知是降低风险损失的重要手段。

(4) 建立蓄滞洪区的洪水保险机制和风险补偿机制。由于洪水资源化工作，增加了蓄滞洪区的受灾风险，因此应该对蓄滞洪区进行风险补偿，其补偿机制应和洪水保险机制共同建立，补偿资金应由洪水资源的收益补贴。

(5) 加强信息化建设，及时获知水情、雨情、工情等信息。事前各级防汛部门应根据当地的自然地理、水文资料、社会经济发展情况进行洪水风险研究，建立全面可靠的洪水风险图。风险图中除标明各频率洪水淹没范围、重要设施、物质分布外，还需标明抢险避难的步骤、路线、方法等内容，以便更科学化、规范化地指导防洪抢险、救灾工作。

(6) 风险事件发生后利用必要的工程措施。如土坝可动用校核洪水位与防渗体高程间的富余库容、混凝土坝可利用校核洪水位与坝顶高程间的富余库容、临时加子埝或加子堤、或炸副坝加大泄流等，防止溃坝事件发生。

(7) 改进调水调沙技术，实现水沙污的统一调度。

(8) 研究制定水利工程风险调度的政策措施，促进洪水资源的充分利用。

5.2 对洪水资源化工作的建议

洪水资源化是一个既涉及技术上的可行、经济的合理，又涉及生态环境的容许和防洪安全保障问题的复杂系统工程。随着洪水治理观念的改变和新技术、新方法在水利学科中的应用，洪水资源化的理论研究与应用实践将会进入一个新的阶段。为此，对洪水资源化今后的工作提出如下建议：

(1) 进一步深化对洪水资源化的认识，既要认识到洪水资源化有利的一面和有利因素，也要认识到洪水资源化的不利因素和可能造成的影响，积极进行实践探索同时要大力加强基础理论的研究。

(2) 要实事求是、尊重科学，确保工程安全和防洪安全，同时要建立风险共担、利益共享、损失补偿的洪水资源风险管理机制。

(3) 在充分开发、利用、配置小洪水的基础上，重点研究中等洪水、较大洪水的资源化，合理调蓄、配置洪水资源，利用洪水排污、回补地下水、增加洼淀湿地，恢复、改善生态环境。发生大洪水、特大洪水的地区必须确保防洪安全，洪水过境地区可考虑引用洪水资源。

参考文献：

[1] 清华大学，水利部海河水利委员会．海河流域洪水资源化潜力研究．科研报告，2003，12
[2] 国家防汛抗旱总指挥部办公室课题调研组．洪水资源化调研报告．水利部网站，2004，3
[3] 邱瑞田，王本德，周惠成．水库汛期限制水位控制理论与观念的更新探讨．水科学进展，2004，(1)．
[4] 程晓陶．论有中国特色的洪水风险管理．水利发展研究，2001，(4)．

STUDY ON FLOODWATER UTILIZATION AND MANAGEMENT

CAO Yong-qiang

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

Abstract Only statistical flood information is employed in the traditional control of the limited elevation of a reservoir in the flood season. In the case, the reservoir is controlled at a relatively low elevation in order to prevent from its design flood every moment during the whole flood season. In this way, many reservoirs, especially in northern part of China, have to spill lot of surplus water when floods occur, while there is little inflow to those reservoirs after the flood season when they are allowed to store water to a relatively high elevation. To combine effectively flood control and benefits of reservoirs and use the flood resource adequately and fully, several key factors of floodwater utilization, such as meaning, necessity and feasibility, realization means, risk and risk management countermeasure, especial the method of dynamic control limited elevation of reservoirs in flood season are analyzed. Combing with the current situation of the cities short of water, concrete measures and suggestions on floodwater utilization in the future are proposed.

Key words: floodwater utilization; flood control; water resource collocating; risk management