

DOI :10.3880/j.issn.1006-7647.2009.03.020

水库汛限水位动态控制风险分析研究进展

董前进^{1,2},曹广晶²,王先甲³,戴会超²,赵云发²

(1. 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室,湖北 武汉 430072 ; 2. 中国长江三峡工程开发总公司,湖北 宜昌 443002 ; 3. 武汉大学经济与管理学院系统工程研究所,湖北 武汉 430072)

摘要 汛限水位动态控制能在不降低水库防洪标准的条件下提高水库兴利效益和水资源利用率,但由于水文系统广泛存在的不确定性,汛限水位动态控制不可避免地存在风险。在总结国内外汛限水位动态控制风险分析研究进展的基础上,指出水库汛限水位动态控制风险分析研究中存在的问题,并对值得进一步研究的问题进行了讨论。

关键词 水库 汛限水位 动态控制 风险分析 研究进展

中图分类号 :TV697.1+3 **文献标识码** :A **文章编号** :1006-7647(2009)03-0085-05

Research progress on the risk analysis of dynamic control of reservoir water limit level//DONG Qian-jin^{1,2}, CAO Guang-jing², WANG Xian-jia³, DAI Hui-chao², ZHAO Yun-fa² (1. State Key Laboratory of Water Resources and Hydropower Engineering Science, Wuhan University, Wuhan 430072, China ; 2. China Three Gorges Project Corporation, Yichang 443002, China ; 3. School of Economics and Management, Institute of Systems Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract : Dynamic control of the water limit level can lead to economic benefits and improve the water resource utilization ratio with no reduction of the flood control standard. However, because of the wide uncertainty of hydrologic systems, dynamic control of the water limit level inevitably brings risks. On the basis of studies in the domestics and overseas, the existing problems of research on risk analysis of dynamic control of the water limit level are pointed out and the problems worth studying is discussed.

Key words : reservoir ; limit water level ; dynamic control, risk analysis ; research development

提高水库洪水资源利用率的重要手段是实施水库汛限水位动态控制,因此,水库汛限水位动态控制理论与方法的研究成为洪水资源利用研究的热点。水库实施汛限水位动态控制需要利用预报信息,而预报的水文、气象信息存在不确定性,带来了附加风险源,需要进行水库汛限水位动态控制风险分析。这样,汛限水位动态控制本质上是水库风险决策问题。

汛限水位动态控制方案如果没有进行风险分析,那么即使效益巨大,在实践中也很难采用。而且,由于风险度量和评价的方法不同,对风险大小的衡量也不一样,决策者对待风险的态度也会影响风险的处理,最终影响风险决策。目前国内外对汛限水位动态控制风险分析已有一定的研究,对水库汛限水位风险分析研究进行回顾与总结无论是对风险管理还是对承担适度风险的洪水管理均有重要的理论与实践意义。

1 汛限水位动态控制风险分析国内外研究进展

1.1 汛限水位动态控制风险定义

目前,风险还没有一个统一的定义。在风险分析中,通常是对所研究的特定风险事件(或破坏事件)定义风险并提出相应的风险定量表示方法。在水库防洪风险分析中,通常的风险事件有坝前最高水位超过坝顶高程、校核水位,最大泄流量超过下游安全泄量等。这里将坝顶高程、校核水位、安全泄量称为风险控制指标。

汛限水位动态控制风险可定义如下^[1] 选定的汛限水位值 Z_d ,可能遭遇各种量级的洪水,按照批复的调度方式及规则调度洪水,最高水位超过批复的允许最高蓄水位 Z_{m0} 的频率称为所选汛限水位动态控制风险。上述风险定义是狭义风险,即研究与原规划设计发生变化的因素所引起的动态控制风险。

基金项目 国家科技支撑计划(2008BAB29B09) 武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室开放研究基金(2007C017) 中国博士后科学基金(20080440956)

作者简介 董前进(1979—),男,湖北安陆人,讲师,博士,从事水资源系统工程研究。E-mail :dqjin2004@sohu.com

1.2 国外研究进展

由于国情和水资源紧缺程度不同,水库汛限水位动态控制研究和实施主要集中在国内,国外没有专门进行汛限水位动态控制风险分析研究,但在相关领域研究起步较早、成果较多。1978 年美国总统卡特在对美国水利资源委员会的工作指示中就强调了对水资源工程进行风险分析的必要性和重要性。水库调度中的风险概念和分析方法于 20 世纪 80 年代提出。Loucks 等^[2]通过分析洪水量与防洪库容之间的关系,得出了在一定防洪库容的情况下不同洪水量所造成的损失。Yazicigil 等^[3]对入库洪水与最大库容之间的关系进行分析,认为根据现有典型年设计洪水所计算的水库最高防洪水位,会因所选年不典型而使水库存在相当大的最高防洪水位超出校核洪水位的风险。Anselmo 等^[4]详细介绍了采用水文-水力耦合模型对意大利某洪水易发区进行洪水风险评估的过程。Fernandez 等^[5-6]从重现期和失事风险的定义入手,提出了通用方法,可以适用于彼此相关的年径流系列、水库水位系列等。Clarke^[7]对水位~流量关系曲线的模糊不确定性进行分析,研究由它引起的估计年均洪水的 uncertainty 问题。Sen^[8]以一阶 Markov 过程为工具对具有线性相关结构的水文系列风险进行了计算。

目前国外风险分析研究主要集中在洪水保险、洪泛区管理及风险决策等方面。Bouma 等^[9]研究了对待风险的态度将如何最大程度地影响评估结果,表明对待风险的态度和对风险概念的理解将影响水管理领域决策过程和结果。考虑到经济、水力和水文因素的不确定性,Harris 等^[10]总结了工程的基本水力、水文资料,利用这些资料并综合岩土数据计算了某项目方案的年超越概率和条件非超越概率。Li 等^[11]的研究表明在非稳定条件下随机过程理论是水资源系统风险分析的一个有效工具。Shin 等^[12]利用广义 Logistic 分配模型对大坝和堤防的失事风险进行不确定性分析,利用矩法、最大可能概率法、概率权重矩法得到了失事风险期望值和方差。

1.3 国内研究进展

1.3.1 风险影响因素分析

由于我国水资源时空分布不均、人口众多、水资源短缺等国情,国内对汛限水位的研究较国外多,对汛限水位动态控制风险分析也有相当研究。汛限水位动态控制本质上是水库风险决策问题,其风险分析大多是对防洪风险进行研究。由于影响水库调度的风险源总是客观存在,既有主观因素(决策者的调度经验等),又有客观因素(水文、水力条件等),因此水库的防洪风险难以避免。通常水库的防洪风险因

素可归纳为 3 类^[13-14]:①水文风险因素,是指可能造成水库设计水位等水文数据出现偏差的各种不确定性因素;②水力风险因素,是指可能造成河段水流及渗流形态演变的各种不确定性因素;③工程结构风险因素,是指工程建筑设计、施工和管理过程中存在的各种危及大坝安全的不确定性因素。这些不确定性因素的来源包括 3 个方面^[15]:①自然现象的不确定性(如降雨径流的变化,河流发生洪涝和干枯等自然现象均具有较大的不确定性等);②社会现象的不确定性(如人口变化、经济发展、政策变动、爆发战争等);③人类认识客观世界的局限性(如模型的不确定性、参数的不确定性等)。正是由于这些不确定性因素的存在,包括汛限水位动态控制在内的水资源系统决策不可避免地存在一定风险。曹永强^[16]针对汛限水位动态控制问题风险识别的结果是:量化的风险主要有洪水预报误差、降雨预报量及发生时间误差,以及决策者决策倾向引起的定性误差。

1.3.2 预报调度风险研究

万俊等^[17-18]提出用洪峰预报退水段洪水退水过程代替产汇流预报,来推求预报预泄调洪计算成果。拦蓄退水段的洪水时,考虑下游安全泄量,充分利用水文气象预报信息进行分阶段预泄以防止后继洪水来临前库水位仍较高时造成的风险。此外,还对拦蓄退水段的洪水风险辨识、洪水风险损失描述、洪水风险率推求以及拦蓄水位方案评价进行了系统的研究。姜树海^[19-22]将各种不确定性因素(包括随机初值条件、随机系数和随机作用项等)引入河道水面线的推求过程,建立了计算河道水面线的随机微分方程,进行了河道行洪的风险分析。由于防洪预报调度能增加水库调洪的主动性,增大水库预蓄或预泄的可能性,从而为实现汛限水位的动态控制、缓解水库防洪和兴利的矛盾创造了条件。这样,从水文预报误差的不确定性分析出发,将短期洪水预报精度评定指标转化为入库洪水过程的随机特征值,并引入水库调洪演算随机数学模型,从而实现水文预报风险向预报调度风险的转化,为定量考察预报调度风险率、合理选择动态汛限水位提供了科学的依据。考虑到大坝防洪随机时变特性,将时变效应引入大坝工程老化的研究中,给出了大坝防洪时变风险率的计算公式。冯平等^[23-26,28-32]、赵永军等^[27]考虑多种水文不确定因素,通过概率组合法,用实测资料估算出水库的实际防洪能力,然后与水库的设计防洪标准比较,通过风险效益分析推出合理的汛限水位,并考虑了河道防洪堤坝仅因水流参数出现偏差而失事的概率,指出对于防洪标准较高的河道,

应重视水流参数偏差引起的水流风险,还探讨了暴雨洪水多因素影响下的防洪计算问题,建立了洪灾直接经济损失的评估与预测模型,此外还对岗南水库和东武仕水库的汛限水位调整进行了风险分析,并采用计算 Ditlevsen 界限的方法,给出了串联系统引水工程交叉建筑物的综合水毁风险。黄强等^[33-34]、田峰巍等^[35]、席秋义等^[36-37]指出水库调度中的风险是一种自然的、微观的和可测度(或大多可测度)的风险,并建议用定性与定量相结合的风险分析方法来解决水库调度风险问题。由于影响水库调度规则的众多因素总是存在出现偏差的可能,因而在水库调度中,如何考虑各种误差或偏差,并及时修正、滚动调整决策十分关键。结合黄河干流水库调度,在调度规则的基础上,他们对采用的规则在实施运用中的径流用水预报值、误差修正、风险决策等几个关键问题进行了研究。针对水资源匮乏和汛期水库大量弃水的矛盾,提出汛期通过适时拦蓄洪尾超蓄运用的方式来充分利用洪水资源,并从水文频率分析角度提出了计算超蓄风险率的方法。

王本德等^[38]、徐玉英等^[39]、郑德凤等^[40]在论述水库预蓄效益与风险分析的必要性和主要困难的基础上,提出了一种风险率的计算方法和一种以经济效益与风险率为目标的水库预蓄水位模糊优化控制模型及其求解方法,可供汛期分期抬高汛限水位或实时决策控制预蓄水位时使用。针对那些由于非线性作用或因系统复杂、相关性强而不能用解析方法求解的水文问题, Monte-Carlo 模拟也许是较好的求解方法,但也存在一定的问题。在分析这些问题的基础上,将改进的一次二阶矩法 AFOSM 应用于水库洪水预报子系统的风险分析中,实例研究表明该方法是可行的,但研究中净雨预报误差、洪峰流量预报误差、峰现时间预报误差是作为独立无量纲来处理的。对水库调度系统来说,其风险分析主要是对水库发生超标准洪水的可能性或概率即风险率进行描述。利用流域产汇流模型计算入库洪水,并考虑短期降雨预报信息,将交互式生成技术与动态规划模型相结合来优化水库的调度方案,给出了考虑洪水预报和降雨预报误差的水库防洪与补源优化调度风险率的定义与计算方法。朱元生等^[41-42]、黄振平^[43-44]依据现代防洪的理念,综合考虑水文、水流、工程施工和运行管理等多种不确定因素,全面考虑所有可能发生的事件引发的灾害后果,通过风险因子的分布特性分析及敏感性分析,考虑安全水位和演算误差 2 种因子带来的风险估计问题,建立了防洪效益风险分析模型。在长江中游防洪决策实际问题中,运用风险分析的理论与方法,给出了考虑防洪

专家根据经验所做的对未来降雨的预估以及使专家们的预测信息得以量化并直接参与风险分析的防洪决策风险分析模型,开辟了一条利用防洪专家经验资源的新途径。

1.3.3 综合风险分析

汪新宇等^[45]采用复合泊松模型和可靠性分析方法分别计算防洪体系超标洪水水文风险率和工程结构可靠度,将水文风险和工程结构风险视为相容事件,应用选择概率计算综合风险率,并进行综合风险分析。程卫帅等^[46]根据系统可靠度理论,定义了防洪体系的失事序列,基于失事序列建立了防洪体系系统风险评估模型,以算法形式给出了主要失事序列的通用识别方法,建立防洪体系的主要失事树,并根据防洪体系系统风险评估模型的特点,采用有效的限界措施改进识别算法,提高了识别过程的计算效率。纪昌明等^[47]建立了防洪工程体系的综合评判物元模型,得出以流域(或区域)为单位的防洪工程体系的综合风险评价的定量指标。侯召成^[48]、胡和平等^[49]指出对水库防洪系统来说,不可能精确地估计出所需了解的概率关系,由此应用信息分配方法在不完全数据集的基础上构造计算可能性——概率风险的模型。引入概率风险进行水库防洪系统的风险分析,并以降雨预报的精度分析为例说明该方法的具体应用。谢崇宝等^[50]较全面地分析了水库防洪风险计算中存在的各种不确定性量,探讨了这些不确定性量的分布及其参数的确定方法,着重研究了水力风险计算问题。王才君等^[51]实现了考虑预报信息的动态汛限水位洪水调度模拟,提出了多目标风险指标体系。

2 汛限水位动态控制风险分析研究中存在的问题

由上面的分析可知,目前汛限水位动态控制风险分析研究大多停留在防洪风险研究阶段,仍存在亟待改进之处 ①目前研究多集中在风险率估算上,而对汛限水位动态控制可能造成的风险后果,包括定量评估增加的洪灾损失、对生态环境的影响等所进行的研究探讨还比较缺乏,这应该是汛限水位动态控制在实际应用中更关心的问题。②在汛限水位动态控制的研究中,对其效益的定量评估研究也不够,只有通过准确的投入-产出分析,即定量的风险效益评估,才可能根本解决这一问题。③水库防洪系统考虑单一防洪风险较多,组合风险较少,并且在计算组合风险时对风险变量之间的相关性处理不够合理,多是在独立假设下进行多种风险因素的计算,最终的组合风险是以加权的方式来线性组合,这简

化了风险事物之间的关联性,对风险多属性特征考虑不足。④对决策者主观判断的不确定性考虑不足。⑤虽然对汛限水位动态控制风险规避措施有一定研究^[52-53],但对汛限水位动态控制的事前预警与事后应急处理等风险管理研究仍不足。

水库汛限水位动态控制是对传统调度方式的一种改进,特点是增加了水库调度对水文预报和决策人员主观判断的依赖性,因而使得调度灵活性更强,出现风险事件的概率在一定程度上也提高了。

3 讨论与展望

汛限水位动态控制改变了传统的固定汛限水位调度方法,能在不降低水库防洪标准的条件下提高水资源利用率,因此在我国正处于广泛研究与应用的阶段。中华人民共和国水利部组织进行的12座水库汛限水位动态控制试点工作表明,汛限水位动态控制能在保证水库安全的前提下大幅度提高水库的兴利效益。因此,在加强汛限水位动态控制实践工作的同时,应更重视汛限水位动态控制风险分析研究工作,以促进适度承担风险的洪水管理工作的开展。进一步的汛限水位动态控制风险研究将集中于以下几个方面:①汛限水位动态控制风险分析描述与定量刻画工具的完善。由于不确定性是风险存在的根源,因此,应广泛采用如最大熵原理、随机过程理论等多种理论与方法对包括汛限水位动态控制在内的风险分析进行研究。②汛限水位动态控制风险度量与分析的加强。当前的汛限水位动态控制风险分析研究中对防洪风险率研究较多,应进一步加强对水文预报及人为判断决策风险因素的考虑,并抓住重点,考虑多因素间可能存在的相关性,更科学、合理地进行汛限水位动态控制风险分析。③汛限水位动态控制风险决策支持系统及相应平台的构建。汛限水位动态控制风险分析目前多是对单一水库某一种风险控制指标风险大小的计算,在水库群联合调度、梯级调度日益盛行的今天,应关注对整个防洪系统进行风险分析,特别是综合风险评价与度量方法将是进一步研究的关键,在此基础上建立流域尺度风险决策方法并构建流域尺度的群决策方法与会商平台。④汛限水位动态控制风险管理理论与实践的深入。对汛限水位动态控制风险分析事前预警与事后的应急处理及补偿防范措施等进行研究,并考虑风险收益的分摊问题,以促进风险管理理论与实践的发展。

参考文献:

[1] 王本德,周惠成. 水库汛限水位动态控制理论与方法

其应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社,2006.

[2] LOUCKS D P, STEDINGER J R, HAITH D A. Water resources systems planning and analysis [M]. New Jersey: Prentice-Hall,1981.

[3] YAZICIGIL H, HOUCK M H, TOEBES G H. Daily operation of a multipurpose reservoir systems [J]. Water Resour Res, 1983, 19(3): 727-738.

[4] ANSELMO V, GALEATI G, PALMIREI S, et al. Flood risk assessment using an integrated hydrological and hydraulic modeling approach: a case study [J]. J Hydrol, 1996, 175: 533-554.

[5] FERNANDEZ B, SALES J D. Return period and risk of hydrologic events I: mathematical [J]. J Hydrolo Engr, 1999, 4(4): 297-307.

[6] FERNANDEZ B, SALES J D. Return period and risk of hydrologic events II: applications [J]. J Hydrolo Engr, 1999, 4(4): 308-316.

[7] CLARKE R T. Uncertainty in estimation of mean annual flood due to rating-curve indefiniton [J]. J Hydrol, 1999, 222: 185-190.

[8] SEN Z. Siple risk calculations in dependent hydrological series [J]. Hydrolo Scien, 1999, 44(6): 871-878.

[9] BOUMA J J, FRANCOIS D, TROCH P. Risk assessment and water management [J]. Environmental Modelling & Software, 2005, 20: 141-151.

[10] HARRIS J, FABER B, CARL R. Risk analysis methods for water resources studies [C]//WALTON R. Proceedings of the 2005 World Water and Environmental Resources Congress: Impacts of Global Climate Change. Alaska: ASCE, 2005.

[11] LI Yi, LENCE B. On risk analysis of water resources systems under non-stationary conditions [C]//WALTON R. Proceedings of the 2005 World Water and Environmental Resources Congress: Impacts of Global Climate Change. Alaska: ASCE, 2005.

[12] SHIN H J, JUNG Y H, KIM T, et al. Uncertainty analysis of the risk of failure for generalized logitic distribution [C]//KABBES K C. Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress 2007: Restoring Our Natural Habit. Florida: ASCE, 2007.

[13] DATTA B, HOUCK M H. A stochastic optimization model for real-time operation of reservoir using uncertain forecasts [J]. Water Resour Res, 1984, 20(8): 1039-1046.

[14] YEN B C, TANG W H. Risk-safety factor relation for sewer design [J]. Journal of the Environmental Engineering, 1976, 102(2): 509-516.

[15] 曲兴辉. 基于平原水库的水资源调控模式研究 [D]. 南京: 河海大学, 2005.

[16] 曹永强. 汛限水位动态控制方法研究及其风险分析 [D]. 大连: 大连理工大学, 2003.

[17] 万俊, 陈惠源, 杨小冬, 等. 白盆珠水库汛期蓄水运用风险分析 [J]. 水电能源科学, 2000, 18(1): 25-27.

[18] 万俊, 陈惠源. 考虑预报预泄时白盆珠水库汛期蓄水运用方式研究 [J]. 武汉水利电力大学学报, 2000, 33(1): 10-13.

[19] 姜树海. 随机微分方程在泄洪风险分析中的运用 [J]. 水

- 利学报,1994,25(3) :1-9.
- [20] 姜树海. 基于随机微分方程的河道行洪风险分析[J]. 水利水运科学研究,1995(2) :127-137.
- [21] 姜树海,范子武. 水库防洪预报调度的风险分析[J]. 水利学报,2004,35(11) :102-107.
- [22] 姜树海,范子武. 时变效应对大坝防洪风险率的影响研究[J]. 水利学报,2006,37(4) :425-430.
- [23] 冯平,陈根福,卢永兰,等. 水库联合调度下超汛限蓄水的风险效益分析[J]. 水力发电学报,1995,14(2) :8-16.
- [24] 冯平,陈根福,纪恩福,等. 水库实际防洪能力估算[J]. 天津大学学报,1994,27(5) :603-607.
- [25] 冯平,陈根福,纪恩福,等. 岗南水库超汛限水位蓄水的风险分析[J]. 天津大学学报,1995,28(4) :29-33.
- [26] 冯平,陈根福. 超汛限水位蓄水的风险效益分析[J]. 水利学报,1996,27(6) :29-33.
- [27] 赵永军,冯平,曲兴辉. 河道防洪堤坝水流风险的估算[J]. 河海大学学报:自然科学版,1998,26(3) :71-75.
- [28] 冯平,崔广涛,胡明昱. 暴雨洪水共同作用下的多变量防洪计算问题[J]. 水利学报,2000,31(2) :49-53.
- [29] 冯平,崔广涛,钟昀. 城市洪涝灾害直接经济损失的评估与预测[J]. 水利学报,2001,32(8) :64-68.
- [30] 冯平,韩松,李健. 水库调整汛限水位的风险效益综合分析[J]. 水利学报,2006,37(4) :451-456.
- [31] 冯平,韩松. 提高水库汛限水位的防洪风险分析[J]. 天津大学学报,2007,40(5) :525-529.
- [32] 冯平,王仲珏,刘增明. 长距离输水工程综合水毁风险的估算方法及其应用[J]. 水利学报,2007,38(11) :1388-1392.
- [33] 黄强,沈晋,李文芳,等. 水库调度的风险管理模式[J]. 西安理工大学学报,1998,14(3) :230-235.
- [34] 黄强,苗隆德,王增发. 水库调度中的风险分析及决策方法[J]. 西安理工大学学报,1999,15(4) :6-10.
- [35] 田峰巍,黄强,解建仓. 水库实施调度及风险决策[J]. 水利学报,1998,29(3) :57-62.
- [36] 席秋义,黄强,赵雪花. 石泉水库主汛期拦蓄洪尾超蓄运用的风险分析[J]. 水力发电学报,2004,23(6) :108-110.
- [37] 席秋义,谢小平,黄强,等. 基于 PSO 的水库泄洪风险计算[J]. 系统工程理论与实践,2006,26(9) :129-134.
- [38] 王本德,周惠成,程春田,等. 水库预蓄效益与风险控制模型[J]. 水文,2000,20(1) :14-18.
- [39] 徐玉英,王本德. 水库洪水预报子系统的风险分析[J]. 水文,2001,21(2) :1-4.
- [40] 郑德凤,王本德. 水库防洪与补源优化调度及其风险分析[J]. 水利学报,2005,36(7) :772-779.
- [41] 朱元牲,周全林. 长江三峡工程防洪效益风险分析研究[J]. 水科学进展,1995,6(1) :29-35.
- [42] 朱元牲. 基于风险分析的防洪研究[J]. 河海大学学报:自然科学版,2001,29(4) :1-8.
- [43] 黄振平,朱元牲. 降水预测在防洪决策风险分析中的应用[J]. 河海大学学报:自然科学版,2002,30(3) :7-10.
- [44] 黄振平,沈福新,朱元牲,等. 基于雨洪预报信息的防洪决策风险分析方法研究[J]. 水科学进展,2001,12(4) :499-503.
- [45] 汪新宇,张翔,赖国伟. 防洪体系超标洪水综合风险分析[J]. 水利学报,2004,35(2) :83-87.
- [46] 程卫帅,陈进. 防洪体系系统风险评估模型研究[J]. 水科学进展,2005,16(1) :114-120.
- [47] 纪昌明,李继清,张玉山. 防洪工程体系综合风险评价的物元模型[J]. 华北电力大学学报,2005,32(1) :86-90.
- [48] 侯召成. 水库防洪预报调度模糊集与风险分析理论研究与应用[D]. 大连:大连理工大学,2004.
- [49] 胡和平,曹永强,侯召成. 短期降雨预报精度的模糊风险评价方法研究[J]. 哈尔滨工业大学学报,2005,37(5) :577-580.
- [50] 谢崇宝,袁宏源,郭元裕. 水库防洪全面风险率模型研究[J]. 武汉水利电力大学学报,1997,30(2) :71-74.
- [51] 王才君,郭生练,刘攀,等. 三峡水库动态汛限水位洪水调度风险指标及综合评价模型研究[J]. 水科学进展,2004,15(3) :376-381.
- [52] 刘攀,郭生练,王才君,等. 水库汛限水位实时动态控制模型研究[J]. 水力发电,2005,31(1) :8-11.
- [53] 郭生练,刘攀. 建立水库汛限水位动态控制推进机制的建议[J]. 中国水利,2008(9) :1-3.

(收稿日期:2008-08-21 编辑:骆超)

· 简讯 ·

河海大学召开工程岩石力学与应用国际学术研讨会

由国际岩石力学学会教育分会、中国岩石力学与工程学会环境岩土工程分会及江苏省岩土力学与工程学会共同发起,河海大学岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室承办的工程岩石力学与应用国际学术研讨会于2009年5月11~12日在南京河海大学召开。国际岩石力学学会主席、英国皇家工程院院士哈得孙教授,国际岩石力学学会澳洲区副主席美亚斯博士,英国帝国理工学院哈里森博士,国际岩石力学学会测试方法分会主席尤洛斯教授,国际岩石力学学会教育分会主席、北京科技大学蔡美峰教授出席了会议。中国岩石力学与工程学会环境岩土工程分会理事长、河海大学岩土工程研究所所长刘汉龙教授,副所长朱俊高教授、余湘娟教授,岩石力学专家阮怀宁教授等相关专业的教师与研究生参加了研讨会。会议期间,哈得孙院士、美亚斯博士、哈里森博士、尤洛斯教授和蔡美峰教授分别作了专题报告,河海大学岩土工程研究所王媛教授、王伟博士、郭海庆副教授、赵仲辉副教授也分别作了学术交流报告。

(本刊编辑部供稿)