

水 科 学 前 沿 学 术 丛 书

梯级水库群 洪水资源调控与经济运行

© 郭生练 刘攀 主编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn



主办单位：水利部国际合作与科技司 乔世珊巡视员致辞



主办单位：湖北省科技厅 郑春白副厅长致辞

梯级水库群洪水资源

调控与经济运行学术研讨会



承办单位：武汉大学校长助理、谈广鸣院长致欢迎词



承办单位：清江水电开发公司书记、谭少华教授级高工致欢迎词



特邀专家：水利部副部长、刘宁教授级高工作学术报告



特邀专家：中国水利水电科学研究院、王浩院士作学术报告

梯级水库群洪水资源

调控与经济运行学术研讨会



特邀专家：长江水利委员会、郑守仁院士作学术报告



特邀专家：清华大学、王光谦院士作学术报告



特邀专家：中国三峡集团公司董事长、曹广品教授级高工作学术报告



特邀专家：国家防汛抗旱指挥部办公室副主任、万海斌教授级高工作学术报告

梯级水库群洪水资源

调控与经济运行学术研讨会



特邀专家: 国家自然科学基金水利科学与海洋工程学科主任、李万红教授级高工作学术报告



特邀专家: 中山大学水资源与环境系主任、陈晓宏教授级作学术报告



学术大会主会场



学术大会主会场

梯级水库群洪水资源

调控与经济运行学术研讨会



学术研讨会第一分会场



学术研讨会第二分会场

本书编委会

学术委员会

主 席：陆佑楣 郑守仁 张勇传

副主席：张建云 王光谦

委 员：

刘昌明	张超然	峇 智	王 浩	钟登华	朱尔明
周创兵	王 乘	刘德富	邓 坚	万海斌	匡尚富
钮新强	周惠成	陈晓宏	周建中	马光文	纪昌明
黄 强					

组织委员会

主 席：刘 宁 郭生练 曹广晶

委 员：

陈明忠	郑春白	李万红	王 俊	袁 杰	孙志禹
谭少华	傅旭东	谈广鸣	杨启贵	王万林	张雪桂
王小君	李嗣军	陈桂亚	熊立华		

秘书处：

刘 攀	尹庭伟	魏加华	陈 华	陈润发	雒 征
-----	-----	-----	-----	-----	-----

前 言

中共中央、国务院以 2011 年中共中央“1 号文件”印发《关于加快水利改革发展的决定》，进一步明确水利的战略地位。三峡工程的竣工验收和长江上游大批水电工程建设进度的加快，标志着我国水电工程进入从建设到管理的关键转型期。如何做好建成水库的管理运行工作，实现防洪减灾、经济运行以及可持续发展，是当前水利水电科学面临的首要任务和技术难题。

世界水电之都湖北省宜昌市拥有世界上最大的梯级水电站群、水电开发企业以及水电建设队伍。三峡梯级（三峡—葛洲坝）和清江梯级（水布垭—隔河岩—高坝洲）水库群，构成一个地理位置靠近、处于同一地理气候区、总装机容量约为 2800 万 kW、年均发电量达到 1100 亿 kW·h、世界上最大的巨型混联水电站群。三峡水库是治理长江的骨干工程，肩负着防洪、发电、航运、供水以及生态保护等极为繁重的任务。如此规模庞大的水库群优化调度及经济运行，涉及领域众多、难度巨大，国内外都无先例。

为响应党中央、国务院的号召，更好地研讨和解决水利水电建成后的管理运行问题，由水利部国际合作与科技司、湖北省科技厅主办，武汉大学等单位共同承办的《梯级水库群洪水资源调控与经济运行学术研讨会》于 2011 年 8 月 26~28 日在宜昌顺利召开。来自水利部国际合作与科技司、国家防汛抗旱总指挥部办公室、水利部水文局、国家自然科学基金委员会、湖北省科技厅、中国长江三峡集团公司、湖北清江水电开发有限责任公司、中国水利水电科学院、长江水利委员会、长江勘测规划设计研究院、长江水利委员会水文局、黄河水利科学研究院、珠江水利科学研究院、武汉大学、清华大学、河海大学、中山大学、华中科技大学、西安理工大学、三峡大学等 30 多家单位，共 200 余名专家和代表出席了会议。

这是一次高规格、高水平的学术研讨会。在众多院士、专家和代表的支持努力下，从多学科交叉、不同的视野深入研讨，会议取得了圆满成功。

论文集收集了特邀专家的大会报告论文，对其他论文分气象水文灾害预警预报技术、水库优化调度与洪水资源调控技术、水电经济运行及市场化运营效益技术、变化环境下的水文水资源模拟技术等方向。通过对梯级水库群洪水资源调控与经济运行实践进行分析和总结，提出流域梯级水库群水资源综合利用的研究思路和发展方向，希望为实现流域水资源开发利用和可持续发展发挥一定的指导作用。

在国家十一五科技支撑计划项目《湖北省区域性巨型水库群经济运行关键技术研究与应用（2009BAC56B00）》的资助下，召开了本次研讨会和出版论文集。中国水利水电出版社的编辑们对此书的出版付出了大量的心血。在此一并致谢。由于编者水平有限，论文集中不妥之处，甚至错误在所难免。欢迎各位读者不吝赐教。

编 者

2011 年 10 月 1 日

目 录

前言

第一篇 特邀报告

长江上游来水变化及梯级联合调度对下游供水影响研究.....	刘宁	2
长江上游分布式二元水循环模拟与调控模型.....	王浩 雷晓辉 蒋云钟	12
三峡—葛洲坝梯级联合调度发电效益后评估.....	郑瑛 王光谦 傅旭东 等	19
三峡工程的科学调度研究与探索.....	曹广晶	29
巨型水库群防洪发电联合优化调度研究与应用.....	郭生练 李雨 陈炯宏	35
三峡工程与长江干支流水库群联合调度问题的探讨.....	郑守仁	43
我国水库(群)优化调度实践.....	邱瑞田 万海斌 黄先龙 等	51
水库洪水预警预报和中长期径流预测方法研究与应用.....	刘志雨 李岩 王金星	56
长江上游干支流控制性水库群综合调度关键技术探讨与思考.....	周建中 张勇传	66
三峡入库洪水辨析.....	闵要武 陈力 王俊	80
梯级水库对河流水文情势和水生境变异的影响研究 ——以东江流域为例...	陈晓宏 陈栋为	86
清江梯级电站联合调度管理的探索.....	王小君	100

第二篇 气象水文灾害预警预报技术

清江流域水情遥测站网优化设计.....	许江松	108
两种填注算法在清江流域的比较研究.....	龙海峰 熊立华 万民	116
三峡水库月径流预测方法比较研究.....	汪芸 陈桂亚 张志强	122
清江流域VIC分布式水文模型研制与应用.....	李雨 郭家力 杨斌	130
长江上游及其子流域乌江流域面雨量计算方法比较分析.....	杨丽 荣艳淑	139
基于地形带的流域空间离散和方法研究.....	吴泰兵 夏达忠 方园皓 等	147
时间尺度变化对IHACRES模型参数和模拟结果的影响分析.....	吴波 郭生练 周研来	153
干旱区典型内陆河流域天然—人工水循环通量比例研究.....	何新林 杨广 李俊峰 等	159
基于投影寻踪回归的湖口水位预测研究.....	李庆航 张琳 肖昌虎	165
长江三峡水库动库容影响分析.....	段唯鑫 陈力	171
基于隶属函数的汉口站年最高水位长期预报方法及应用探讨.....	匡奕煜	176
鄱阳湖流域降水极值指标时空分布变化规律研究.....	雒征 郭家力	183
清江隔河岩水库年径流量变化及成因分析.....	温岩 马安国	191

第三篇 水库优化调度与洪水资源调控技术

三峡水库汛限水位控制运用的防洪风险分析.....	周研来 郭生练 闫宝伟 等	198
--------------------------	---------------	-----

下游回水顶托对上游电站电能淹没损失分析.....	李亚莉 王义民 黄强	205
珠江枯水期骨干水库群短期抑咸优化调度研究.....	刘晋 贺新春 范群芳 等	212
基于二层规划模型的水库群调水供水规则研究.....	郭旭宁 胡铁松 吕一兵 等	218
小浪底、西霞院梯级水电站短期优化调度研究.....	白涛 黄强 畅建霞	230
三峡—葛洲坝梯级水利枢纽多目标实时优化调度研究.....	刘攀 李建峰 李华穗	237
基于超定量的汛期分期洪水频率分析.....	李妍清 李天元 陈璐	243
东江中下游河道内生态需水量研究.....	彭涛 陈晓宏 董晓华 等	251
丹江口水库后期规模洪水资源化调度研究初步设想.....	饶光辉 肖昌虎 张利升	259
安康水库汛限水位动态控制运用研究.....	罗启华 郭生练 周研来	265
长江上游与中游后汛期洪水遭遇规律研究.....	李天元 郭家力 李雨	272
长江上游与汉江洪水遭遇规律研究.....	戴明龙	280

第四篇 水电经济运行及市场化运营效益技术

基于可变电价因子的三峡梯级水电站联合调度分解协调方法研究.....	杨侃 郝永怀 周冉 等	289
电力市场环境下水电站水库多目标混沌优化调度研究.....	黄显峰 方国华 戴会超	298
机组负荷分配中动态规划与遗传算法性能比较.....	徐斌 钟平安 张梦然 等	307
基于 SCE-UA 算法的水库兴利优化调度研究.....	胡彩虹 吴泽宁 王艳菊	315
长江上游干支流控制性水库群对下游梯级水电站发电影响分析.....	李书飞 巧萍 李建华	323
三峡电站调峰运用探析.....	张滔滔 胡晓勇	329
清江梯级电站汛期调度水位探讨.....	袁兵	335
清江流域水利地理信息服务基础平台.....	陈华 杨斌 马绍忠 等	340
三峡—葛洲坝梯级枢纽实时优化调度决策支持系统设计与开发.....	刘攀 依俊楠 李建峰	347

第五篇 变化环境下的水文水资源模拟技术

气候变化对清江流域径流变化的影响研究.....	陈华 钟震宇 李雨 等	354
长江上游可利用水资源的时空变化分析.....	姜海燕 荣艳淑	361
长江源区近 50 年气候变化及其对水资源的影响.....	白路遥 荣艳淑	369
应对气候变化的水库适应性管理.....	高婷 廖文根 李 翀 等	376
长江流域降雨气候变化分析.....	李春龙 张方伟 瞿丽	383
2011~2060 年长江上游流域降水变化预估问题的探讨.....	张俊 陈良华 李波 等	389
清江流域预报因子的选择对降雨统计降尺度结果影响分析.....	于坤霞 熊立华 董磊华	402
基于遗传规划的统计降尺度降雨模拟与因子筛选方法.....	张志强 郭生练 汪芸	411
中华鲟历史产卵场繁殖期水文条件分析.....	骆辉煌 李翀 廖文根 等	419

第一篇

特邀報告

长江上游来水变化及梯级联合调度对下游供水影响研究

刘 宁

(中华人民共和国水利部 北京 100053)

摘要: 长江是我国第一大河,流域水资源丰富。受全球气候变化和人类活动的影响,以宜昌站为代表的长江上游河川径流过程发生改变。随着长江上游干支流已建和即将建成的大型水电工程的投入运行,以三峡水库为核心的长江干支流控制性水库群将逐步形成,为流域防洪、发电、航运和供水带来巨大效益。本文在分析长江上游水文变化情势和影响因素的基础上,以三峡—葛洲坝梯级为例,探讨梯级联合调度对中下游供水的影响。

关键词: 长江上游;来水变化;梯级联合调度;供水;三峡—葛洲坝梯级

1 引言

长江是我国第一大河,发源于青藏高原的唐古拉山主峰格拉丹东雪山西南侧,干流全长约 6300km,流域面积约 180 万 km^2 , 占中国大陆总面积的 18.8%。长江流域雨量丰沛,水资源较丰富,流域多年平均年径流量约 9660 亿 m^3 ,流域降雨集中在夏秋季,5~10 月的雨量约占全年降雨量的 70%~90%。

长江洪水一直是影响流域发展的第一要害,历史上记载的 1931 年、1954 年和 1998 年长江全流域大洪水,淹没土地和农田,造成大量人员伤亡,给社会经济发展带来了深重的灾难^[1]。我国政府高度重视防洪工作,建国以来长江干流已初步形成了由河道堤防、三峡控制性工程、部分支流水库、蓄滞洪区、河道整治工程及非工程措施组成的长江防洪体系,流域防洪功能得到极大改善。

近年来,受全球气候变化和人类活动的影响,长江流域水资源问题日渐显现,主要表现:水资源年内分配不均,极端气候、水文频发,导致极端洪水、极度干旱问题凸显;水资源总量较大,但空间上分配不均,随着区域经济不均衡发展导致水资源供需矛盾更加突出。以近 5 年流域旱灾最为典型,2006 年川渝遭遇百年一遇特大伏旱、2010 年西南五省(直辖市)大旱、2011 年长江中下游五省遭遇严重干旱,造成因旱饮水困难、作物受旱,直接经济损失巨大。可以预见,随着国民经济快速发展、城镇化进程加快、人们生活水平的提高和全球气候变化等影响,长江流域供水问题将日益突出。如何利用梯级水库科学调度,提高流域应对诸如干旱等

极端水文、气候事件，是流域管理面临的新课题。本文在分析长江上游水文变化情势和影响因素的基础上，以三峡—葛洲坝梯级为例，探讨梯级联合调度对中下游供水的影响。

2 长江上游水文变化情势

2.1 年降水量变化情势

长江流域气候温和湿润，雨量丰沛，流域多年平均降雨量约 1100mm。长江水利委员会水文局统计分析了 1951~2010 年期间长江上游流域降雨量年际变化情况（图 1），从图中可以看出，近 60 年来，长江上游流域年降水量总体上呈递减趋势，特别是 2000 年以来减少明显，平均每 10 年减少 19.3mm，其中汛期（5~10 月）和秋季（9~11 月）减少最多，分别达到每 10 年减少 15.3mm 和 7.7mm。长江上游大部地区年降水量是呈减少趋势，其中年降水量减少幅度最强的中心位于岷沱江地区，最大平均 10 年减少 79.8mm，减少趋势显著。但金沙江下游西部、嘉陵江的渠江及三峡寸滩—万县区间西部地区呈增加趋势。

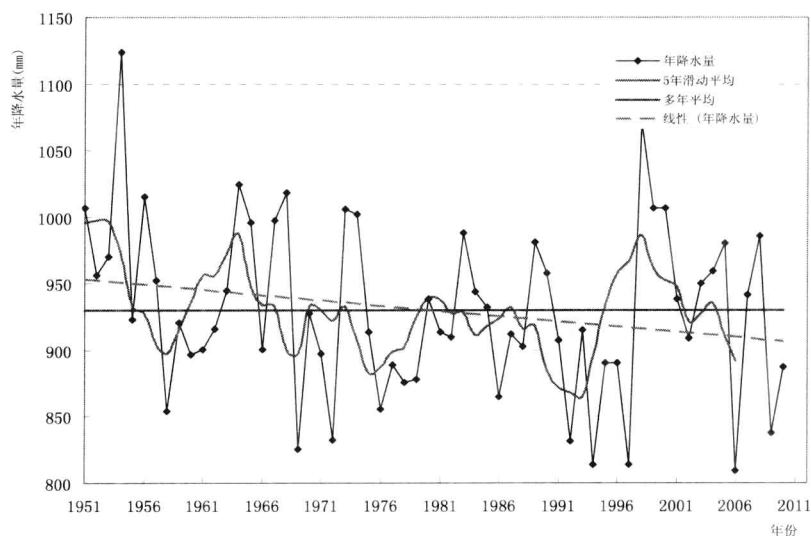


图 1 长江上游流域降水量年际变化示意图

2.2 年径流量变化情势

长江上游是长江水量的主要部分，长江水利委员会水文局提供的上游控制水文站宜昌站的年径流资料表明，宜昌站多年平均径流量 4306 亿 m^3 ，1951~2010 年长江上游年径流量总体上呈减少趋势（图 2），尤其是近 20 年来上游年径流量明显偏少。