

中国水论坛 No.6

Chinese Water Forum
No.6

河流开发、保护与 水资源可持续利用

刘国东 梁川 覃光华 主编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

中国水论坛 No.6

Chinese Water Forum
No.6

河流开发、保护与 水资源可持续利用

刘国东 梁川 覃光华 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为第六届中国水论坛论文集。全书共分五篇,即水资源可持续利用的水文学基础、西部大开发与水资源利用、水环境与生态、水文水资源新方法新技术、其他。本书汇集了全国 200 多位水文学与水资源领域专家、学者对河流开发、保护与水资源可持续利用等问题的认识与探讨,为中国水问题的解决提供了一些方法、思路和措施,对制定国家水资源开发利用的宏观战略与水资源安全对策具有一定的学术价值。

本书适合水文水资源、环境与生态等领域的专家、学者以及相关科研工程人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

河流开发、保护与水资源可持续利用 / 刘国东, 梁川,
覃光华主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2008
ISBN 978 - 7 - 5084 - 4478 - 9

I. 河… II. ①刘…②梁…③覃… III. ①水资源-资源
开发-研究-中国②水资源利用-研究-中国 IV.
TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 035677 号

书 名	河流开发、保护与水资源可持续利用
作 者	刘国东 梁川 覃光华 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@ waterpub. com. cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm × 260mm 16 开本 67.75 印张 2344 千字
版 次	2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷
印 数	001—800 册
定 价	168.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

第六届中国水论坛论文集

《河流开发、保护与水资源可持续利用》

编 委 会

顾 问	丁 晶	夏 军			
主 编	刘国东	梁 川	覃光华		
委 员	马光文	敖天其	林鹏智	王文圣	黄晓荣
	左其亭	王根绪	李俊亭	缪 韧	袁 鹏
	黄川友	贾绍凤	任立良	熊立华	张 翔
	倪福全	殷 彤	宋克超	王 焱	张文江

前言

水是人类社会生存和发展最重要的物质之一，水问题历来是全世界人们高度关注的焦点和热点，特别是随着人口增加和科技水平提高，人类正大规模地改变着地球环境，水资源短缺、水灾害频发、水环境恶化等水问题就变成更为突出的问题。中国是一个贫水国家，也是一个多洪灾的国家。水是当前建设和构建和谐社会最为关键的制约因素之一。因此，中国水问题自然成为举国上下迫切期望尽快解决的重中之重的问題。在这种背景下，中国水问题论坛应运而生。

中国水问题论坛，现简称为中国水论坛，于2003年发起，受到国内外专家学者和工程师们积极响应和大力支持，已成功举办五届学术研讨会。水论坛为中国水问题的探讨提供了一个广阔的平台，展示了水科学领域的新成果，探讨了该领域和相关领域的理论和应用技术，为中国水问题的解决提供了思路、方法和措施。

中国水论坛第六届学术研讨会于2008年10月18~19日在成都召开，由四川大学联合中国科学院成都山地灾害与环境研究所、四川省水利厅、中国水电顾问集团成都勘测设计研究院、国电大渡河流域水电开发有限公司承办，武汉大学、河海大学、北京师范大学、郑州大学、四川省水文水资源勘测局等单位协办。本届水论坛以“河流开发、保护与水资源可持续利用”为主题。在众多专家、学者的支持下，本届论坛收到会议全文和摘要292篇，未提交论文但要求参加会议的有26人。经评阅，本论文集收录223篇论文，作者涉及科研院所、高校、管理机构等60余个单位。

根据论文涉及的内容，本论文集把论文分为五个部分，即水资源可持续利用的水文学基础、西部大开发与水资源利用、水环境与生态、水文水资源新方法新技术、其他。“水资源可持续利用的水文学基础”部分包括产汇流理论、水循环理论、水资源循环经济理论、水资源系统分析理论、水文计算、水文水资源信息理论、地下水开发与利用、PUB (Predictions in Ungauged Basins) 问题等。“西部大开发与水资源利用”部分包括河流梯级水电开发、跨流域调水、环境用水、大型水利工程开发、流域规划与综合管理、水土资源一体化管理、水资源可持续利用理论、山地水文水资源研究等。“水环境与生态”部分包括水环境问题与保护、生态水文学、湿地水文、土地利用/覆被变化对生态安全影响机理、河流与流域健康等。“水文水资源新方法新技术”部分包括水文系统非线性理论与方法、水文水资源不确定性理论、人工神经网络技术、小波分析、混沌理论、分形分维、3S技术、数字水文、分布式水文模型、同位素技术、系统识别技术、系统优化技术(遗传算法、免疫算法、蚁群算法、粒子群算法等)、数值模拟技术等。“其他”部分包括水文化、水道德与法律、面对复杂和变化环境的水战略行动、水利水电工程的其

他学科。会议期间还就“跨流域水系统与风险管理”这一议题进行了深入的探讨。

本论文集的编辑工作得到了水力学与山区河流开发保护国家重点实验室、武汉大学、郑州大学、北京师范大学、西安理工大学、清华大学、大连理工大学、中山大学、华北水利水电学院、长江水利委员会水文局、黄河水利委员会水文局等专家指导和所有论文作者的协助，中国水利水电出版社为本论文集的出版付出了辛勤劳动，在此一并致谢。

由于时间仓促，编者水平有限，论文集中不妥之处，甚至错误在所难免。欢迎广大读者不吝赐教。

编者

2008年10月20日

目 录

前言

第一篇 水资源可持续利用的水文学基础

跨流域水系统及风险管理研究与展望	夏军 (3)
水文变异诊断系统及其应用研究Ⅲ：北江三水站多尺度径流序列变异 分析	黄德治 谢平 陈广才 肖婵 (10)
水文变异诊断系统及其应用研究Ⅰ：系统结构与诊断原理	谢平 陈广才 雷红富 武方圆 (15)
水文变异诊断系统及其应用研究Ⅱ：无定河流域多要素水文序列 变异分析	陈丽 谢平 雷红富 陈广才 (20)
石洋河流域气温变化与蒸发能力的影响研究	张恒 沈冰 黄领梅 (25)
多因子逐步回归周期分析在中长期水文预报中的应用	薛梅 葛朝霞 宋颖玲 (28)
邯郸市年降水的变化规律研究	喻钰 沈冰 黄领梅 (32)
现代实时洪水预报技术研究	陈春燕 吴晓玲 张丽萍 (38)
湘资沅澧“四水”年洪峰流量序列周期性分析	毛德华 周钢 贺新光 李景保 (43)
启发式分割算法在水文变异分析中的应用	陈广才 谢平 陈丽 唐亚松 (49)
基于 B/S 模式的实时洪水预报系统研究	张洋 果利娟 李杰友 (54)
区间分析在汉江月径流模拟中的应用	张杨 张翔 邱艳霞 刘妮娜 (58)
川西高海拔小流域地区水文计算的分析与应用	徐尧 缪韧 宋莉莉 万佳欣 付静 (62)
南水北调中线供水水文风险的贝叶斯网络模型	翟家齐 左其亭 赵勇 肖伟华 裴源生 (66)
长江上游川江段气温、降水及径流变化趋势分析	王顺久 (72)
海河流域天然径流特征及规律分析	邵骏 袁鹏 王问宇 (77)
新安江模型在预报方案研制中的应用	田奥 (82)
气候变化对水循环影响研究进展	郝振纯 李丽 王加虎 史学丽 王振华 (86)
新疆北部气候变化及其对水资源的影响分析	曹丽青 林振山 葛朝霞 薛梅 (91)
石河子市地下水系统演化规律	吴彬 董新光 周金龙 (95)
贵州近 50 年来的径流过程时空演变特征及驱动因素诊断	杨涛 陈喜 许崇育 张志才 石朋 (104)
中国北方荒漠区降水多时间尺度分析	徐利岗 梁川 汤英 (110)
贡嘎山东坡地区气候变化特性研究	陈建 梁川 (116)
北京市未来日平均气温变化趋势分析	刘浏 徐宗学 (122)
富士川流域不同类型植被对洪水径流影响研究	刘占洲 万育安 崔伟财 尹芳 敖天其 (129)

城市排涝河道设计流量的近似计算	鲁航线 陈兵 (133)
新疆南部气候、水资源变化分析及预测	葛朝霞 曹丽青 薛梅 (136)
黄河径流演变特性分析	吕继强 沈冰 莫淑红 张晓伟 (142)
唐河上游降水—径流特征及人类活动的影响分析	胡珊珊 于静洁 张广英 (145)
气候变化及人类活动对东江流域上游水文情态的影响	陈旺 芮同顺 张永华 李杰友 (149)
一种推求设计洪水过程线的改进方法	邵年华 黄领梅 沈冰 (154)
泉流量衰减过程及其复流条件的物理模拟	季叶飞 束龙仓 赵军 黄币娟 王彬彬 (159)
桂林甄皮岩遗址浸没的水文分析	顾梁 郭纯青 (162)
应用降尺度方法分析气候变化对丹江口入库径流影响	陈华 郭靖 郭生练 张俊 陈桂亚 (169)
径流预测方法的对比分析	曹辉 黄强 (175)
基于 MATLAB C - MEX 及优化工具箱的水文模型参数优选	舒全英 宋星原 罗鹏 (178)
基于生态友好的梯级水库群长期优化调度	杨娜 梅亚东 魏婧 (183)
贡嘎山地区森林与冰川水文特性对比研究	孟玉川 刘国东 李新峰 (188)
西伯利亚指数与华北地区年降水量的相关分析	谢琪 (192)
气候变化对水资源影响的研究与展望	夏军 (197)
南水北调西线调水区与受水区年径流量丰、枯相关性集对分析	殷彤 黄晓荣 (204)
跨流域调水对陆面水分能量过程及区域气候影响的模拟初探	陈锋 谢正辉 吴良炎 (208)
凤凰台风降水的数值检验及新资料的初步应用	周后福 张建军 张志萍 (213)
海河流域干燥度空间分布和时间变化趋势分析	罗玉峰 缴锡云 彭世彰 王卫光 徐俊增 (221)
四川省水文站网现状与发展对策	林伟 冷荣梅 (225)
基于流溪河模型的中小型水库入库洪水模拟初步研究	陈洋波 徐会军 黄锋华 (230)
预泄能力约束法确定汛限水位动态控制域与实时应用研究	王国利 梁国华 王本德 (234)
气候变暖对我国可再生水资源格局的可能影响：多模型分析	沈彦俊 (239)
近 50 余年来黄河源区水循环要素的变化及其对气候变暖 的响应	蓝永超 钟英君 张耀南 赵国辉 畅俊杰 许叶新 马建华 (243)
金沙江流域径流系列变化分析	宋晓波 张琼 (250)
水安全系统研究现状及分析方法	欧源 买玉斌 宋晓波 (255)

第二篇 西部大开发与水资源利用

在可持续发展条件下大渡河流域部分工程的坝高和坝型选择	刘金煊 (261)
水库库区循环经济运用研究	梁福庆 (267)
石羊河流域经济发展综合实力研究	张晓伟 宋孝玉 张永明 沈清林 (271)
地下水资源管理的新思路	范伟 肖长来 梁秀娟 (275)
灌区水资源高效安全利用国内外发展现状及研究重点	齐学斌 樊向阳 李平 黄仲东 (280)
太湖流域平原河网水资源价值评价研究	赵君 黄振平 朱琰 曹莉莉 (284)
汉江流域水权初始配置模型研究	陈燕飞 王祥三 (289)
云南省水资源可持续承载力研究的 PGESH 模型	张先起 刘慧卿 梁川 黄晓荣 (295)
基于物理—事理—人理方法论的水资源配置研究	姜瑾 黄强 王义民 马永胜 (300)

基于可持续利用的相对丰水区域水资源规划模型研究	张先起 王志良 梁川 黄晓荣	(304)
水资源利用效益综合评价模型	许新宜 杨丽英 王韶伟	(310)
西北干旱区水资源相关问题研究与展望	钱鞠 王鹏 项国圣 王根绪 高前兆	(315)
农村饮水安全水质风险分析与管理	陈宇 倪福全 卢修元 张伟 廖丽娜 付成威	(323)
基于系统动力学的山东省水资源承载力研究	曹永强 黄林显 徐毅 赵娜	(329)
人水和谐量化研究进展及博弈论研究新途径	左其亭	(333)
建设项目水资源论证决策支持系统研究	任化准 倪福全 付成威 曾云 叶剑 刘琨	(337)
区域水资源承载力评价方法探讨	王韶伟 许新宜 贾香香	(341)
淮河流域水资源承载能力研究	胡瑞 左其亭 窦明 张永勇	(347)
气候变化和人类活动对漓江径流的影响分析	朱颖洁 郭纯青	(353)
水管理措施对灌区水分循环影响的模拟研究	代俊峰 崔远来 方荣杰	(358)
水库洪水资源化技术研究	马永胜 黄强 王义民 刘招 姜谨	(362)
水电站建设的区域经济影响分析	董新亮 马光文 张秋菊	(366)
水资源可持续利用的综合评价方法及模型概述	曹芹艳	(370)
河川径流确实在增加吗	徐丽梅 沈彦俊 丁雁鸿	(374)
雅安农村饮水安全健康风险计算与分析	倪福全 任化准 付成威 曾云 徐冰 冯坤	(378)
水权转换中的水资源定价研究	李煜刚 梁川 黄晓荣	(382)
长江上游水电开发存在的问题及对策	范继辉 程根伟	(386)
干旱内陆河流域绿洲灌区约束供水条件下地下水开采模式探究	王水献 钱鞠 董新光	(389)
节能调度下水电站中长期发电计划制定万法研究	李佳 王黎 马光文 黄炜斌	(394)
城市防洪规划方案综合评价的层次集对分析组合模型	范秋映 金菊良 周玉良 唐言明	(398)
基于信息熵的组合权重评价方法在城市防洪方案优选中的应用	赵伟 金菊良 周玉良 吴成国	(403)
王英水库洪水预报调度系统开发及应用	王文凯 宋星原 朱良山	(407)
金沙江龙盘水电站对下游梯级发电补偿效益分配方法研究	王建群 崔瑞香 孟繁皓	(411)
现代水资源配置研究现状及发展趋势	魏婧 梅亚东 杨娜 张代青	(416)
基于出力调整策略的白山水库优化调度图研究	郭富强 郭生练 刘攀 刘心愿	(422)
三峡梯级与清江梯级水库群联合调度补偿机制研究	刘攀 郭生练 郭富强 刘心愿	(426)
西江水系刁江河梯级水电开发取水合理性分析	于映华 郭纯青 邓坤	(432)
水资源生态经济系统可持续利用的熵变分析	董前进 曹广晶 王先甲	(437)
西昌大桥水库入库径流预测及电站优化调度研究	杨雨亭 梁川	(441)
用科学发展观指导怒江流域水电开发	侯保灯 梁川	(448)
西北内陆黑河流域水循环危机性标识与特征	张光辉 费宇红 刘中培	(454)
农村饮水安全参与式管理研究	杨尚川 倪福全	(460)
流域洪水资源利用评价的概念与方法	胡庆芳 王银堂 杨大文	(464)
基于水电站综合耗水率的水库优化调度计算研究	陈尧 马光文 陆涛	(471)
分时电价下梯级水电站日优化调度的实用模型研究	陆涛 马光文 陈尧 张军良	(474)
甘肃省瓜州县需水预测对比研究	龙训建 钱鞠 梁川	(478)
关于水资源市场配置的理论探讨	雷波 姜文来	(483)
解决城市水危机的水足迹和虚拟水理论初步分析	华佳 张林生	(488)

流域初始水权分配研究进展与实践需求	王宗志 胡四一 王银堂 (493)
基于 ET 水资源管理的新理念	王中根 夏军 刘昌明 (502)
南水北调后海河流域水资源安全形势分析	贾绍凤 (506)

第三篇 水环境与生态

长株潭地下水水质综合评价	肖俊 (513)
基于 GIS 的太原市浅层孔隙水系统脆弱性评价	黄丽 马滕 郭青海 (517)
基于受水区生态和环境用水安全的调水规模确定方法	张泽中 黄强 齐青青 李彦彬 (521)
湖泊富营养化评价的向量相似度方法及其验证	肖婵 谢平 雷红富 黄德治 (527)
基于属性识别理论的水质综合评价模型研究及应用	张礼兵 金菊良 程吉林 吴开亚 (531)
煤矿区地下水环境问题与保护	孟磊 冯启言 (536)
三峡水库调度对四大家鱼影响区段的分析研究	韩帅 夏自强 周珂 李建 (540)
生物铁—CNM 复合菌处理牛仔布印染废水	聂秋月 谢悦波 宗绪成 (544)
垃圾淋滤液氨氮在滨海含水介质中迁移—转化特征	李海明 王博 贾晓玉 吴锦兰 (548)
小水电工程开发与生态环境保护实践	果利娟 陈乃仲 王云峰 李杰友 (552)
蒲河中下游多种水资源联合运用与水环境改善研究	何俊仕 郭铭 (556)
汶川地震水环境安全及其风险评估、预警与调控研究	张伟 倪福全 卢修元 廖丽娜 付成威 凡剑平 (559)
无资料流域生态需水量计算研究	石钧介 倪福全 付成威 杨敏 李昌文 李林峰 (563)
大型水电工程对河流地貌演化的影响探讨	程根伟 王兆印 (567)
雅安玉溪河生态环境现状及成因分析	钟俊 倪福全 杨敏 杨静 张伟 谭尧升 (571)
长江中下游生态径流分析研究	王霞 夏自强 (576)
非均质含水层分层井流量估算及井水位校正研究	周焱钰 陈喜 唐仲华 (580)
三峡库区梁滩河流域水化学与硝酸盐污染	刘相超 唐常源 吕平毓 夏军 宋献方 (585)
大型水库局部藻华控制技术探讨	黄茁 (589)
漓江上游水源林现状的初步研究	于晓 郭纯青 (592)
川东北—川西输气联络线工程隧道对地下水环境的影响及防治措施研究	金昕 何婧 (596)
河谷孔隙型地下水库调蓄能力分析计算	戴长雷 李治军 (600)
水土保持措施对大理河流域侵蚀产沙趋势影响研究	魏霞 李占斌 鲁克新 亢伟 (605)
基于改进熵权的灰色关联模型在湿地水质综合评价中的应用	侯保灯 李佳蕾 潘妮 梁川 (609)
基于流域的长江上游水文生态系统分区	梁川 刘玉邦 敬娜 (614)
组合赋权法在水质模糊综合评价中的应用	蒋敏 梁川 (621)
河口生态需水研究进展	彭涛 陈晓宏 刘霞 汪丽娜 (626)
GMS 在普光气田污水回注中的应用初探	李新峰 刘国东 王焱 贺亮 陈彩明 金昕 张贞 (630)
若尔盖湿地沙化的气象水文成因分析及其防治对策	刘国东 贺亮 王焱 (635)
模糊数学在地表水水质评价中的运用	朱红玉 杜少少 谷媛媛 王晓燕 (640)
若尔盖湿地地下水变化与沙化的关系	贺亮 刘国东 王焱 (643)
铁路工程建设水土流失预测研究与分析	陈彩明 刘国东 邓跃 余妹萍 (646)

地下水生态系统服务功能价值评估	荣丽杉 束龙仓 刘佩贵 曹英杰 (650)
基于 SWAT 模型的晋江西溪流域非点源污染初步分析	荣琨 陈兴伟 王林 高杨 林文娇 (654)
西南岩溶区地下水防污性评价方法研究	李立伟 刘小明 郭纯青 (657)
AHP 法在郎川公路建设涉及的草原、湿地生态环境影响和恢复综合评价中的应用	王泽林 刘国东 余株萍 贺亮 (662)
模糊综合法在重庆石堤水库移民后效果评价中的运用	陈正发 叶琰 (667)
玛纳斯河流域潜水溢出带水库群工程的生态环境效应研究	李俊峰 盛东 范文波 何新林 (672)
河道内最小生态环境需水量方法评述	史方方 黄薇 (677)
高寒湿地区域公路路基地下水水循环模拟研究	王焱 刘国东 贺亮 阮红丽 蹇依 (681)
枯落物层的持水截留效应国内研究进展	闵雷雷 于静洁 (686)
输水堤防对河岸湿地水文化学循环的影响	陈永金 刘加珍 陈亚宁 (691)
西南典型山溪性河流梯级开发中河道生态需水量研究	黄晓荣 杨中华 范中海 (696)
流域生态补偿研究进展与存在问题	肖燕 李怀恩 党志良 孙晓丽 史淑娟 (702)
乌梁素海叶绿素 a 分布特征及其与营养元素相关性分析研究	杨志岩 李畅游 张生 梁喜珍 张春媛 (706)
农药污染及在水中的环境化学行为	刘劲松 严家平 (710)
河流系统水质时空格局演化研究	刘丙军 陈晓宏 王兆礼 (714)
Sb - SnO ₂ /Ti 电极对对硝基苯酚溶液电催化氧化研究	杨芬 甘复兴 (720)

第四篇 水文水资源新方法新技术

基于栅格的改进型 TOP 模型在中国两个典型气候条件流域上的对比测试	雍斌 任立良 黄晴 (727)
子流域尺度下土地覆被变化的产流效应分析	高杨 王林 陈兴伟 (732)
基于分类的遥感影像河道水体识别方法	许静 陈兴伟 (736)
HBV 模型的改进及其在韩江流域洪水预报中的应用研究	胡志芳 张利平 李兰 赵英虎 (741)
大型水库影响下的晋江东溪流域分布式水文模拟	林文娇 王林 陈兴伟 (746)
基于“3S”技术的牧区湿地管理信息系统研究与探讨	徐晓民 郭中小 李畅游 苗澍 郝伟罡 彭淑娟 (750)
基于 MODIS 的融雪径流模型融雪参数的确定	穆振侠 姜卉芳 (754)
北方半干旱区土地利用变化的水文响应研究	方秀琴 任立良 李琼芳 袁飞 (758)
SWAT 模型后处理可视化系统的开发及其在三川河流域的应用	罗睿 徐宗学 程磊 (763)
SARIMA 模型在中长期径流预报中的应用	管艳娇 熊立华 盖永岗 (770)
基于分布式水文模拟的干旱评估方法初探	张莉莉 许继军 陈进 (774)
渭河流域 1980 ~ 2000 年土地利用/覆被时空变化及建模分析	程磊 徐宗学 罗睿 米艳娇 (777)
喀斯特流域分布式水文模型研究	张志才 陈喜 余超 欧耿鑫 石朋 (785)
子流域划分层次对 BTOPMC 模型洪水径流模拟的影响研究	崔伟财 万育安 尹芳 刘占洲 敖天其 (789)
DEM 分辨率对分布式水文物理模型 BTOPMC 参数的影响	尹芳 万育安 崔伟财 刘占洲 敖天其 (794)

取样方式与 DEM 空间分辨率对数字流域特征提取的影响

..... 万育安 刘占洲 尹芳 崔伟财 敖天其 (798)

分布式水文模型研究综述 陈建 梁川 (804)

基于 SWAT 模型的潮河流域径流模拟 吴宇丹 徐宗学 占车生 (812)

基于 MODIS 数据和 GIS 的 SRM 融雪径流模型在和田河山区流域

的应用研究 米艳娇 徐宗学 刘兆飞 (817)

分解法在无资料流域的应用研究 李兰 赵维 (824)

基于 DEM 栅格的 BTOPMC 模型与新安江模型在沂河的应用

比较 包红军 王莉莉 李致家 蒋青柏 (828)

土壤水遥感定量反演及其主要影响因子分析 简季 杨武年 (832)

基于 BP 网络模型的大桥水库入库径流预测 赵瑜 辛芳芳 梁川 (842)

区域洪水灾情评价的最大信息熵原理—集对分析耦合模型 唐言明 (846)

混合自适应遗传算法在流域水文模型中的应用 王海波 宋星原 (850)

MMGLUE 方法在 SCS 模型中的应用研究 卫晓婧 熊立华 (855)

分形下渗模型在汉江上游月径流模拟中的应用研究 刘妮娜 张翔 罗蔚 张杨 (859)

水文频率线型参数不确定性分析 桑燕芳 王栋 (863)

基于遗传算法率定参数的岩溶水文模型的应用与研究 尚晓三 王栋 (869)

蜂群遗传算法及在水库群优化调度中的应用 白涛 黄强 (874)

基于小波分析理论的水库月径流预报模型研究 李博 王建群 (879)

基于 BP 神经网络的玉门市白杨河水库旬来水量预报 王鹏 钱鞠 项国圣 张小凡 (882)

基于人工神经网络模型的喀斯特流域水文模拟研究 陈才 陈喜 张志才 石朋 魏玲娜 (886)

人工神经网络过拟合问题的研究与应用 章光华 李祚泳 (891)

漓江桂林站年径流时间序列分析研究 周秀平 黄伟军 向红莲 (895)

POA 改进算法在多水库梯级水电站中长期优化调度中的应用 周佳 马光文 张志刚 (898)

自记忆理论研究及其在水文水资源的应用进展 孟德娟 夏军 张利平 (902)

拓广卡拉谢夫梯度准则在呼兰河干流区的应用 肖益民 (908)

基于育种算法的 BP 网络在径流预测中的应用 杨梅 王黎 马光文 杨道辉 (910)

混沌粒子群算法在水库短期优化调度中的应用 黄炜斌 马光文 王和康 李佳 王立明 (914)

基于自适应粒子群算法的梯级水电站中长期优化调度 董新亮 马光文 张秋菊 (918)

基于支持向量回归机的需水量预测模型 宋莉莉 缪韧 (922)

基于模糊聚类算法的径流丰枯特性分析 张军良 马光文 (925)

脉冲响应神经网络理论及其在降雨径流模拟中的应用 安全 梁川 (930)

加速遗传算法及其水电站优化调度中的应用研究 辛芳芳 梁川 (936)

集对分析及其在水资源承载能力评价中的应用 张贞 刘国东 (940)

基于遗传算法优化适线在 P - III 型分布参数估计中的应用研究 王占海 陈元芳 倪夏梅 魏琳 (944)

粒子群优化方法在小浪底水库补偿调度中的运用 王尧 王建群 (950)

基于集对原理的年径流状态预测 王红芳 王文圣 丁晶 (954)

基于 HTS 优化算法的地下水水质 S 型评价模型 汪嘉杨 王文圣 李祚泳 邹长武 (960)

第五篇 其 他

树立治水新理念 再造美好新天府	朱兵 (967)
关于水利院校开展水文化教育的创新实践与思考	程圣东 王瑞生 鲁克新 李占斌 (971)
水文化研究 20 年: 历程、成就和展望	时德青 孔玲 (975)
漓江流域桂东北区水稻节水技术的研究	龙西亭 李新建 方荣杰 (981)
SMS 软件 RMA2 模块固边界的处理研究	陈春燕 汤子扬 张丽萍 (985)
环境伦理视野中的流域开发	黄伟军 (990)
生态水工学在罗扎河综合治理工程中的实践	谢新生 汤巍 王锦叶 (994)
一维水动力学模型在淮河干流的应用	焦丛丛 (999)
山区河流水深与卵石粒径同量级下的糙率分析	乔昌凯 曹淑尤 刘兴年 (1004)
水安全问题浅谈	赵晶 黄强 (1008)
美国土壤侵蚀模型研究综述	陈平安 雷孝章 (1011)
老年人协会在洪湖湿地恢复重建过程中的作用	葛晓东 吴晓荣 (1017)
青藏高原植被恢复途径与办法	付静 刘国东 张贞 徐尧 (1021)
电力市场环境下的水电发电商最优竞价策略研究	张志刚 马光文 周佳 (1025)
坡面薄层水流水动力学特性研究	于朋 雷孝章 (1031)
燃煤电厂工程水土流失预测研究	周蜜 刘国东 张贞 (1036)
嘉陵江小龙中坝堤防工程防洪影响模型试验研究	张文江 吕文翠 黄尔 彭清娥 (1041)
乌梁素海二维流场数值模拟研究	孙晓丽 李怀恩 肖燕 (1045)
引黄灌区沉沙池区农业环境的治理	李庆朝 (1050)
锦屏二级水电站施工导流水工模型试验研究	吕文翠 张文江 彭清娥 葛琪 (1053)
浅论绿色水利支撑体系	姜文来 唐曲 (1058)
110kV、220kV 输变电项目环境影响评价要点	何婧 黄川友 金昕 (1061)
历史时期的地震导致岷、沱江变迁	范念念 (1066)

河流开发、保护与水资源可持续利用

第一篇

水资源可持续利用的 水文学基础

跨流域水系统及风险管理研究与展望

夏军

(中国科学院地理科学与资源研究所, 陆地水循环及地表过程重点实验室 100101 北京)

摘 要 江河流域大型水利水电工程建设和以跨流域调水为特点的人类活动影响下的陆地水循环变化和水安全问题, 是 21 世纪全球水系统计划 (GWSP) 科学前沿问题和中国北方水资源与环境关注的重点问题。本文以陆地水系统为基本框架, 以跨长江、黄河、海河流域的南水北调中线调水区和北京受水区为典型区域, 讨论陆地水系统方法论和大规模调水工程对陆地水循环影响与水安全研究的问题与展望。

关键词 陆地水循环变化 水安全问题 陆地水系统方法论

1 引言

水循环是联系地球系统“地圈—生物圈—大气圈”的纽带, 受自然变化和人类活动的影响, 决定水资源形成以及与水相关的生态系统与环境演变。由于受全球变化和人类活动的影响, 流域、区域和陆地不同尺度水资源形成、转化过程中的水循环机制变得越来越复杂, 水与气候、水与生态、水与社会、水与经济的矛盾日益突出。以水循环为纽带由它们组成的水系统, 正面临来自环境变化尤其是人类活动深刻影响, 成为 21 世纪国际国内水资源与环境领域重要的研究方向与科学问题。当前和未来的 50 年时间内, 中国的经济社会将处在一个持续发展时期, 面临更多来自跨流域和大尺度水循环科学问题与水资源重大国家需求问题的挑战。

截至 2003 年, 全世界大坝 4.97 万座, 中国修建的大坝就有 2.58 万座。目前, 在我国黄土高原已建淤地坝 11 万多座, 到 2020 年将规划修建 16.3 万座。在建的南水北调工程是迄今为止世界上最大的特大型跨流域调水工程, 东、中、西三条调水线路的规划的调水量达 448 亿 m^3 , 占整个长江径流量的 5%, 是海河径流量的 1.7 倍, 涉及 12 个省份 3 亿多人口。

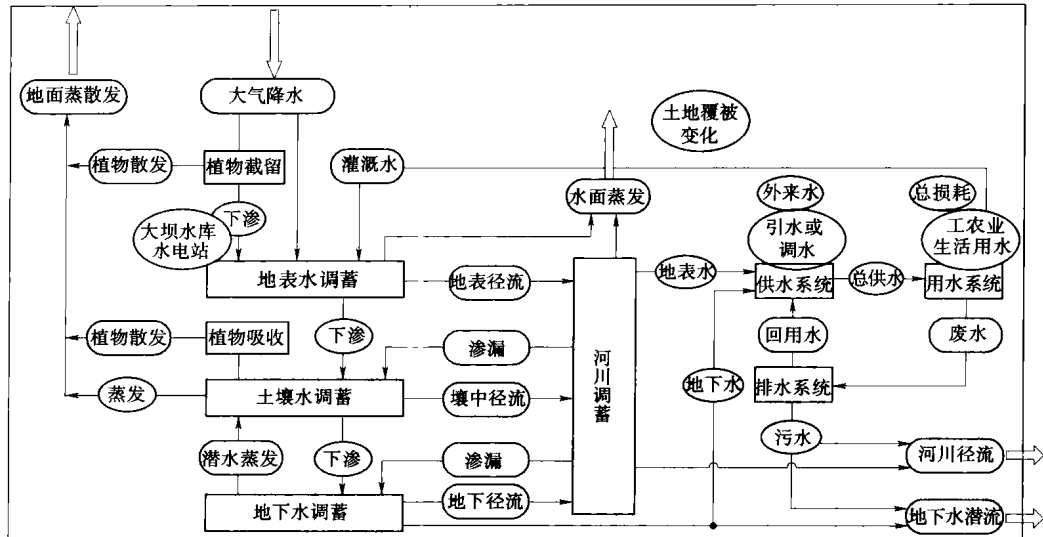
在国际上, 全球变化和大规模水电工程建设和跨流域调水对陆地水系统与水安全影响, 是全球水系统计划 (GWSP) 重点研究的科学问题。GWSP 主席 Vörösmarty et al. (2004) 认为: 各种人为因素以直接或间接方式对全球水系统产生影响, 这些因素包括: 土地利用变化、河道工程措施、灌溉、耗水损失、水生栖息地的消失以及污染。大量证据表明人类在更广泛的领域干扰了水循环的基本特性。由此导致的水资源安全和生态安全的许多后果的机理问题亟待研究, 尤其是发展中国家。Nilsson et al. (2005) 从全球观点研究了大坝对大型河流系统的影响, 结果表明: 超过一半的大型河流系统受到大坝的影响, 与那些没有受到大坝影响的流域相比, 受大坝影响的流域面临着更高的水资源安全 (如灌溉) 压力。

中国的水电工程建设高潮引起世界的注目, 同时也面临诸多来自国际国内对大规模人类活动影响及未知后果的担忧。2006 年 8 月, 世界知名 Sciences 杂志发表专文, 报告中国南水北调工程实施中所迫切需要研究的水安全与生态安全的许多风险和未知后果问题的激烈讨论。

客观上, 随着区域和全球社会经济的发展, 人类活动尤其是大规模跨流域调水, 正在深刻地改变大尺度水循环与水资源变化。1960 年以来, 全球范围内, 人类对地表径流人工控制能力增长了 3 倍多; 水库蓄水量达到湖泊和河流的 3~6 倍, 利用了近一半的可利用水资源。水资源利用每 10 年增加 20%, 15%~35% 地区出现过度利用, 在 21 世纪水资源问题将成为制约全球社会经济发展最主要的因素。

我国由于地处地球环境变化最激烈的季风区, 导致水资源和生态环境复杂而易变, 对外界变化的响应和承受能力敏感而脆弱; 同时, 由于我国高速度的经济发展和高人口数量, 人类活动对环境的扰动尤为突出, 导致我国正面临世界上最为严重的水资源安全问题, 已构成我国经济与社会可持续发展的严重障碍。在人类活动和气候变化共同作用的挑战下, 我国水系统的变化格局和趋势如何? 变化规律和影响机制是什么? 如何

从保障水系统的良性循环来支撑水资源的可持续利用？如此诸多问题的解决不仅仅要研究人类活动影响所涉及的直观范围，还要站在更大的水循环尺度上和从国家宏观管理层面上，来分析和研究人类活动与水系统的相互作用关系，探索我国水系统变化规律与影响机制，以保障国家水安全、粮食安全、能源安全、生态安全，促进经济社会可持续发展（图1）。



- ▲ 陆地水系统是一个复杂大系统，如何认识其影响与反馈机制？
- ▲ 大型水电工程（水库）改变水流、增加蒸发，对不同尺度水系统影响如何？
- ▲ 大型调水工程改变水分布格局，对不同空间尺度水系统影响如何？
- ▲ 水系统变化又会对自然-社会有哪些反馈？水系统对环境变化的适应能力与调控？

图1 国民经济建设与陆地水系统关系示意图

2 关键科学问题

目前，尽管国家在实施南水北调工程论证中已经开展了工程环境影响评价工作和有关的研究。但是，在已经决定工程上马和开始工程实施和管理中，将面临更多来自科学基础和国家需求迫切需要研究回答的问题：如此大规模的水电工程建设将在哪些方面改变了陆地区域和流域的水循环？它们对中国陆地水系统和生态与环境正在产生或将产生什么样的直接和长期潜在的影响？如何在发挥水利水电工程经济效益的同时，最有效地维系陆地水系统健康和与水相关的生态、环境与资源安全？

关键是要研究回答：

- (1) 大规模人类活动（大型水电工程建设和跨流域调水工程）和气候变化迭加下对跨流域水系统影响和变化的量级。
- (2) 大型水电工程和跨流域调水工程实施与陆地水系统变化的相互作用与反馈机理。
- (3) 中国大规模调水实施后陆地水系统的适应能力及调控机制。

如何开展上述关键问题研究是当前国内外关注的热点和难点问题。中国科学院三期知识创新正在支持该风险的研究。基本思路是：将以中国陆地水系统为基本框架，以跨长江、黄河、海河流域的南水北调中线调水区 and 北京受水区为典型区域，从系统论的角度出发，深入剖析陆地水循环及其与气候、生态、社会各部分的相互作用机制和演变机理，将全球水系统（GWS）这一新理念引入到中国陆地水系统与水资源安全研究中，重点探讨中国陆地尺度水循环的变化、反馈、作用、影响与可调控的内在机理。通过针对气候变化影响、基于定量遥感和陆面过程模型的陆地水系统耗水区域时空分布的准确揭示、水工程和水资源利用为特点的人类活动对中国陆地水系统的影响，建立陆地水系统综合模拟预测分析系统，创建中国陆地水系统理论与方法体系。该理论和方法体系将为研究中国陆地尺度水系统变化的内在规律、从根本上破解水资源危机的成因提供理论基础；为解决国家的水电能源开发、水资源安全保障和生态环境保护的协调发展的水资源瓶颈问