

29届



海峡两岸

“两岸连心·醉美黔山秀水

——2025年海峡两岸水利科技贵州行”系列活动

水利科技交流研讨会

论文摘要集

贵州·贵阳

2025年9月15-16日

主办单位：

中国水利水电科学研究院
台湾大学

承办单位：

贵州省水利科学研究院
贵州大学
贵州省水利学会
中国水利学会海峡两岸水利科技交流工作委员会

协办单位：

美华水利协会
中国水力发电工程学会海外分会
贵州水利水电职业技术学院
贵州省水利水电勘测设计研究院股份有限公司

目 录

——各分议题内摘要按第一作者姓氏首字母排序

A 篇 水工程安全与防灾减灾

利用 NTU-CAFIM 进行实时淹水预报与风险评估——以新北市金山区磺溪流域为例	2
澳门内港挡潮闸超大型闸门设计方案研究	3
JW 生态工法系统运用于都市防洪及水资源就地循环	4
广东某产业园区涉水区域地基变形特征分析与处理技术研究	5
基于流域综合整治的城市洪涝调控体系构建——以阳江市漠阳江出海口综合整治工程为例	6
二维数值模拟在引江济淮江水北送段工程中的应用	7
伊洛河夹滩地区治理对黄河下游的影响分析及对策建议	8
环北部湾广东水资源配置工程水源工程泵房轴线及型式比选	9
某引调水工程深大竖井内衬结构受力计算与分析	10
基于 PFC 方法的不良地质渠道边坡失稳行为细观研究	11
宽深比对复合式粗糙系数之探讨	12
国家智能水网体系构建：技术路径、架构设计与实施战略	13
引江济淮二期颍上泵站深基坑设计	14
浅谈地下水渗流水土压力的计算及应用	15
基于优化卷积神经网络的降雨临近预报和洪水预报	16
不同城乡尺度下之降雨韧性工程解方探讨：以地下贮留与在地滞洪为例	17
中美水库风险管理策略对比研究	18
双北市都市地区土地及建筑开发协助防洪总合治水的作为及成果	19
某水库工程岩体抗剪力学特性及破坏模式研究	20
行蓄洪区旱闸在防御淮河流域较大洪水中的应用分析	21
跨境河流水库应急调度对下游地区洪水风险分析及对策建议	22
山区型渠道滑塌灾害处理对策探讨	23
智慧海绵城市背景下洪涝灾害防治体系构建研究	24
极端降雨下径流管理与韧性防灾策略建构	25
喀斯特区域中小流域多源降水产品驱动分布式水文模型精度研究	26

基于机器学习和数值模型联合的中国东南沿海风暴潮预报研究	27
沿海挡潮闸安全复核评价研究	28
流域预报调度一体化模型框架研究	29
实时淹水预报之应用与警戒信息推播—以新北市中和区、永和区为例	30
都市内涝积水阈值与机率分析—以台北市信义区为例	31
基于数字水利的淮河流域智慧水网建设探究	32
明光市现代水网总体布局与建设规划研究	33
黄河凌情灾害模拟预报研究	34
面向暴雨洪涝多情景灾害的阻断框架研究—以南海区为例	35
基于合作搜索算法的洪水预报框架：在中国不同流域的应用研究	36
黔中平寨水库库首复杂褶皱带强岩溶区勘察与防渗实践	37
新时期“十六字”治水思路背景下的南宁现代水网供水保障体系建设研究	38
变箱变截面连续刚构渡槽技术特点	39
浅谈引江济淮二期工程分水口门的设计	40
长江下游锚地维护性疏浚施工方案优选	41
岩溶地区病险水库多源融合渗漏探测技术应用研究	42
人工智能技术导入河川水位预警评估	43
基于 MIKE21 二维水动力学模块的南四湖湖内行洪通道方案研究	44
滨海城市水浸灾害仿真推演与防控效果分析—以澳门为例	45
道路格栅进水口堵塞对排水入流效应的影响分析	46
雨量站数量及分布对喀斯特中小流域径流模拟精度影响研究—以 TOPMODEL 为例	47
应用深度学习于即时淹水影像判识之研究	48
近 60 年黄渭河高含沙洪水变化特征分析	49
引调水工程顶管穿越施工技术及应用	50
基于 Vague 集的基坑支护方案评价模型及决策	51
基于水网建设的贵州水利高质量发展路径探讨	52
基于情景分析与水动力模型的分洪区防洪工程效益模拟研究	53
岩溶区地下水电法勘探研究热点与技术演进：基于 CiteSpace 的可视化分析	54

极端气候条件下城市供水安全保障提升实例与展望	55
砂质河床上的橡胶坝防渗排水设计研究	56

B 篇 变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系

基于水化学和氢氧同位素的贵阳市花溪区地下水环境研究	58
应用分布式光纤温度传感器探讨调蓄池水份入渗之空间分布	59
都市放流水跨域供灌之可行性研究——以新北市八里污水厂为例	60
应用积温法评估台湾稻作种植生长期预测之试验研究	61
气候变迁与都市化下降雨型态改变对水资源之影响——以台湾北部地区为例	62
施用高密度有机物料对小麦萌发及养分含量的促进作用	63
淮河干流蚌埠闸上枯水期来水量组成特征分析	64
板桥水库水下混凝土防渗面板施工技术研究	65
基于抽水试验的岩溶含水层类型识别与水动力参数确定方法改进	66
基于 MixSIAR 模型和蒸发校正的季节性河流与地下水交互关系量化评估	67
华北平原灌溉对热浪发展影响的时空异质性	68
基于地理探测器的典型干旱区城乡用水差异时空模式和影响因素分析 —— 以宁夏回族自治区为例	69
在多种边界条件下分析刺激源变动对水力参数反算的影响	70
密度驱动条件下饱和介质盐分迁移规律	71
新时期水资源保护与可持续利用的协同分析	72
高原城市昆明大气氮湿沉降水平及变化特征	73
以农田水利设施为基础之微水力发电公民电厂研究	74
基于空间均衡的北京市水资源多目标优化	75
贵阳市花溪区 2022 和 2023 年两个雨季大气降雨化学特征变化和源解析	76
重庆市丰都县南天湖镇农村供水“两手发力”的经验启示	77
浅谈渭史杭灌区现代化改造工程布局思路	78
中国北方分区域生态水文系统演变与科学调控	79
阴山北麓农牧交错带紫花苜蓿用水效率分析及最优灌水策略研究	80
多源回灌补给碳酸盐岩地热储层的水化学数值模拟——以北京雾迷山组 (Jxw) 为例	81

纳管工厂污废水排放公共管线区域仿真评估—以桃园市八德、大溪农产业密集地区为例	82
基于靶向刻蚀—原位沉积构建梯度介孔网络 LDH 插层膜电容流动电极及在矿井水氟污染治理的应用	83
基于自组织映射图 (SOM) 与蒙特卡洛模拟的地下水演化特征及健康风险评估—以阴山北麓荒漠草原塔布河流域为例	84
山东省节水型社会建设经验做法典型问题 and 对策建议	85
淮河流域计划用水管理现状问题分析与建议	86
贵州省喀斯特山区灌区作物耗水遥感解译研究	87
安徽皖北地区粮食高产稳产水利支撑研究	88
1965-2023 年云南省旱涝灾害风险时空演变规律	89
中美内陆核电选址条件的对比分析	90
考虑不同生态保护目标安宁河生态流量研究	91
淮河干流临淮岗洪水控制工程蓄水兴利研究	92
淮河流域近期水资源监测体系建设的技术思路	93
关于中部干旱带生态保护和现代化灌区建设的思考—以宁夏海原县西河灌区为例	94

C 篇 水环境与水生态

黄河典型内流河摩林河河流健康评价研究	96
基于生态脆弱性评估和 MSPA-MCR 模型的流域水生态修复空间优化路径：以太湖湖西区为例	97
大学端与企业端协作之环境治理案例分享	98
煤矿水平衡测试与节水减排系统化整改路径研究	100
贾鲁河尖岗水库坝下至中原西路段母亲河复苏对策分析	101
加强除磷型植生滞留槽于农业非点源污染处理之效能评估	102
喀斯特地区水库生态流量泄放优化研究—以贵州省松柏山水库为例	103
赣南离子型废弃稀土矿生态环境综合治理工程设计与实践	104
宜兰无尾港湿地栖地多样性改善试验之规划刍议	105
农田灌溉渠道改善工程结合小水力发电试验案场规划探讨	106
水利水电工程开发与河流生态修复	107

农业废弃通过重塑土壤孔隙结构增强而不是削弱喀斯特梯田的水文功能	108
基于熵权法的赣抚平原灌区干渠水生态健康研究及应用	109
闭坑煤矿 AMD 与灰岩反应过程模拟研究	110
气候和土壤特性对喀斯特撂荒梯田土壤氮矿化的驱动差异	111
高原湖泊杞麓湖及主要入湖河道水质改善措施探讨	112
基于 SPR 模型的贵州省生态脆弱性时空分布特征	113
河川点源污染对区域性农地土壤盐碱化问题之探讨—以台湾地区中部日南灌区为例	114
三峡工程下游典型分汉型河段冲淤特性和影响因素分析	115
生态保护红线下河道防洪治理工程生态保护措施探讨	116
岩面流条件下苔藓覆盖模式调节喀斯特坡面侵蚀的水动力特性与泥沙粒径选择性	117
生态板桩护岸在城市河道应用分析	118
西丽水库水生态保护与修复成功实践	119
骆马湖三里片区退圩还湖与特色生态建设融合模式探讨	120
山区型河流典型健康问题及修复对策研究	121
吐鲁番盆地坎儿井夏季温湿效应及舒适度研究	122
基于近自然理念的河道内补偿控制阈值研究	123

D 篇 智慧水利与管理

新北市指标型防灾小区推动经验—以淡水区民生里为例	125
基于 Sentinel-1/2 的 2015-2025 年凤亭河水库水体时空变化特征与驱动因素分析	126
数字孪生蓄滞洪区建设关键技术研究及应用	127
检验检测新仪器研制与应用助力水利新质生产力发展	128
探寻湔江堰：中国古代双水源互济灌溉工程的智慧丰碑	129
法治引领新时代黄河流域水利高质量发展的实践路径与创新机制	130
新时期水文化建设的创新路径研究	131
GIS 技术在水文水资源领域中的应用	132
基于 BIM+GIS 的水利工程数字孪生智慧流域体系构建	133
应用当期航照影像与 AI 作物判释于农业作物调查与用水管理	134
水利遗产评价指标体系的构建	135

基于国产大语言模型的水利防汛 AI 助手设计与应用.....	136
浅谈数字孪生淮河蚌埠～浮山段工程 防洪“四预”设计方案	137
一种可扩展的形状记忆合金弹簧驱动微型模块化管道检测机器人.....	138
水面蒸发多尺度监测的模型识别与参数优化.....	139
大藤峡水下构筑物智能检测系统研发与应用	140



水工程安全与防灾减灾
共 55 篇

分类：水工程安全与防灾减灾

利用 NTU-CAFIM 进行实时淹水预报与风险评估 ——以新北市金山区磺溪流域为例

曹博源¹，张仓荣¹，王嘉和²，王嘉瑜³

灾害防救办公室统计指出，近十年大豪雨日次数持续增加，60 分钟雨量破百毫米的事件在北台湾倍增。新北市金山区磺溪流域屡受外洪溢堤与市区内涝冲击，2017 年洪灾更导致磺溪桥断裂及道路坍塌，显示现行防洪与预警机制亟待强化。本研究整合一维河川动力波模块、一维雨水下水道模块 (SWMM) 建置 NTU-CAFIM 台大二维细胞自动机漫地流模式，建构「2D-1D-1D」耦合快速淹水预报平台。系统以 10×10m 网格计算，将雨量站分布、QPESMS 网格、DEM、重要水利设施及雨水下水道系统数值化并建库。预报雨量端串接 QPESMS 雷达预报数据与台洪期间 WRF 定量降雨预报数据，并透过网页或通讯软件进行告知，协助地方与民众进行防减灾工作。而在风险评估方面，融合历史淹水、潜势图与警戒区等危险度指标，产制洪灾风险图，并评估脆弱人口及关键基础设施暴露度等，进而推估其风险结果。整体成果可提供磺溪流域实时预报与全流域淹水风险定量分析，明确指出不同高脆弱人口之高风险区以及交通易受淹水影险之高风险区域。

关键词：磺溪流域，NTU-CAFIM，2D-1D 耦合，实时淹水预报，洪灾风险评估

作者单位

1 台湾大学生物环境系统工程学系

2 台湾大学气候天气灾害研究中心

3 台湾大学生态工程研究中心

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 城市内涝

澳门内港挡潮闸超大型闸门设计方案研究

陈景祥¹

澳门内港挡潮闸位于澳门附近水域的湾仔水道出口，左岸为澳门内港海旁区，右岸为珠海市。内港海旁区所在湾仔水道属珠江河口澳门附近水域，由于内港海旁区地势低洼且沿岸防护标准低，受风暴潮、天文大潮与暴雨的影响，极易发生海水倒灌和积水淹没，洪涝灾害频繁，给当地居民生产、生活带来了严重影响。挡潮闸建成后，可显著提高区域防洪（潮）排涝能力，保障地区经济社会可持续发展。本工程主要功能为挡潮、排涝、航运等综合利用，在满足以上功能的基础上对工程景观有较高的要求。工程主要建筑物包括泄水孔、通航闸、排涝泵站以及船闸。为实现其综合功能泄水孔和通航闸采用大跨度弧形旋转下卧式钢闸门，其中通航闸孔口宽度达 62m，属超大型钢闸门，为国内跨度最大，设计技术难度极高。为保障工程设计方案安全可靠，本文针对通航孔 62m 跨的弧形旋转下卧式钢闸门进行专门研究。主要研究方法：对闸门的主要受力构件进行数值仿真分析，研究闸门主要受力构件的强度、刚度、稳定性，找出薄弱位置，保证结构安全；通过闸门流激振动模型试验研究闸门在不同水位、不同开度下的流激振动情况，取得闸门振动的频率、动位移等物理参数，明确振动类型、性质及其量级等，把握水动力荷载作用下闸门振动程度；采用冲淤模型试验、数值模拟计算以及理论分析相结合的方式进行研究，确定最优冲淤方案。研究结果表明设计方案是安全可靠的，并提出了合理的优化方案和可推广的经验，给类似工程提供重要借鉴。

关键词：挡潮闸，大跨度，钢闸门，旋转下卧式

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾

JW 生态工法系统运用于都市防洪及水资源就地循环

陈瑞文¹

海绵城市是都市因应气候变迁的新颖概念及作法，期使城市在下雨时将雨水完全吸收，并且可以循环再利用，同时解决城市干旱及内涝的问题，是非常吸引人的作法；但却非可轻易达成，例如河南郑州为打造海绵城市投入超过 500 亿人民币，但是却于 2021 年发生严重的「郑州大水」，因此我们一定要做「对的海绵城市」。

雨水积砖是达成海绵城市的重要作法之一，相较于传统的混凝土储水槽具有施工快速、成本低廉、空隙率高的优势。但传统地下贮集渗透工法（雨水积砖等）强度不足的问题因而造成使用范围受限。由于一般雨水积砖的抗压强度仅约为 300kN/m^2 左右，仅可运用于停车场或人行道铺面，运用于高承载等车行道路时仍有极大疑虑。

为解决上述问题特提出「JW 高承载结构型雨水积砖」作为改善方法，「JW 高承载结构型雨水积砖」相较传统雨水积砖的最大特色在于：在 PP 塑料雨水积砖中设置混凝土梁柱结构以提供高强度支撑，抗压强度超过 $1,000\text{kN/m}^2$ 以上，同时兼具混凝土储水槽的强度优势，以及雨水积砖的施工快速、成本低廉、空隙率高的优势。

「JW 高承载结构型雨水积砖」的支撑柱结构如同著名的日本地下神殿滞洪池，其采用混凝土梁柱结构并可视需求加入筋条，达成更高强度，等于用相当简便、价格优惠、施工快速的「JW 高承载结构型雨水积砖工法」，就可以在城市道路为我们的城市打造无数座高强度、高储水率的地下滞洪池，为城市留下珍贵的水资源，达成再循环再利用，且可同时避免城市因洪水而造成的水旱灾情发生与大量生命财产损失。

关键词：JW 生态工法，海绵城市，就地储存，都市防洪，地下滞洪池

作者单位

1 品岱股份有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水工程安全评价

广东某产业园区涉水区域地基变形特征分析与处理技术研究

代健¹，单其宽¹

本研究聚焦某临港产业园区场地平整工程，针对施工期间罗边涌电排站侧填土挤压变形、罗边涌中段淤泥挤出淤塞河涌，以及潭江堤防堤顶裂缝等一系列涉水区域地基变形问题展开深入探究。通过系统剖析工程地质条件，发现场地存在深厚淤泥层，其具有高压缩性、低强度的特性；同时挖掘原设计方案在软基处理方面的缺陷，结合地基变形现象，明晰其发生的内在机制。运用瑞典圆弧法对边坡稳定性进行精确计算，通过力学分析，清晰揭示深厚淤泥层在快速填土荷载作用下的响应规律，明确填土速率与地基变形之间的关联。

基于上述研究，结合工程实际需求，提出一套涵盖应急与永久处理的综合方案。采用格栅式水泥土重力式围护墙，增强土体侧向约束，有效控制挤压变形；运用水泥搅拌桩进行地基处理，改善软土地基承载性能；构建多维度监测系统，实时掌握地基变形动态，为工程安全施工提供数据支撑。该方案经实践验证，有效解决了软土地基变形难题，为类似临港区域软基处理提供了可复制的技术路径。研究表明，合理控制填土速率、针对性进行软基加固及加强施工期监测是避免地基变形的关键措施。

关键词：临港产业园，涉水区域，地基变形，软基处理，稳定性分析，应急处理

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

基于流域综合整治的城市洪涝调控体系构建 ——以阳江市漠阳江出海口综合整治工程为例

代健¹，高慧琴¹

随着城市化进程加速和极端天气频发，城市洪涝灾害已成为威胁社会经济发展的重要问题。广东省阳江市漠阳江出海口作为区域经济活动的核心地带，长期面临洪、涝、潮灾害叠加威胁。本研究以漠阳江出海口为研究对象，深入剖析发现，该区域防洪排涝体系存在诸多短板。防洪方面，现有设施防洪标准远低于抵御极端洪水需求，难以应对高强度降雨和天文大潮的共同作用；排涝系统中，泵站、管网等设施因长期运行老化严重，排水效率大幅下降；河道受泥沙淤积、人为侵占等因素影响，行洪断面缩窄，过水能力显著降低，多重因素交织致使灾害频发。为有效解决上述问题，研究提出一套基于流域综合整治的城市洪涝调控体系。通过实施分流控导工程，科学规划分洪通道，降低主河道行洪压力；对堤防进行达标加固，提升防洪工程抵御洪水的能力；开展涝区整治，升级排涝设施，疏通河道，恢复水域空间；同时融入生态景观提升理念，打造兼具防洪与生态功能的滨水空间。该体系建成后，保护区防洪标准将提升至 100 年一遇，排涝标准提高至 10~20 年一遇，不仅显著增强区域水安全保障能力，还将通过生态修复优化区域生态环境，实现防洪减灾与生态保护的协同发展。

本研究成果为我国沿海地区及类似流域的洪涝灾害治理提供了可借鉴的实践经验与技术路径，对推动城市防洪排涝体系的优化升级具有一定参考价值。

关键词：城市洪涝灾害，流域综合整治，分流控导工程，堤防达标加固，涝区整治，生态景观提升

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 大型调水工程

二维数值模拟在引江济淮江水北送段工程中的应用

邓奥¹, 胡魏耿¹, 黄淦桂¹, 章鹏¹

引江济淮工程由长江下游上段引水, 向淮河中游地区补水, 是一项以城乡供水和发展江淮航运为主, 结合灌溉补水和改善巢湖及淮河水生态环境等综合利用的跨流域、跨省的重大战略性水资源配置工程, 输水线路自南向北划分为: 引江济巢、江淮沟通、江水北送三段, 其中, 江水北送段由沙颍河、西淝河、涡河和怀洪新河 4 条输水线路平行向淮北地区输水, 西淝河线是江水北送工程主要输水干线, 沿线支流较多, 防洪标准均不超过 20 年一遇, 一旦上游发生超标准洪水, 其来水可能会改变西淝河输水河道局部范围内水深、流速等水力要素, 影响输水河道的正常运用。为评估支流发生超标准洪水对输水河道的影响, 采用 MIKE 软件构建西淝河及沿线主要支流的二维水动力学模型, 模拟西淝河沿线 29 条主要支流发生超标准洪水遭遇西淝河正常输水运行工况时洪水演进过程, 分析各支流洪水汇入对输水河道运行影响, 为工程设计提供一定依据, 与物理模型相比, 可节约人力物力成本。

关键词: 引江济淮, 江水北送段, 西淝河, 输水河道, 二维水动力学模型, 超标准洪水, 影响分析

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

伊洛河夹滩地区治理对黄河下游的影响分析及对策建议

端木灵子¹，李振博¹

伊洛河是黄河右岸三门峡以下的重要支流，伊洛河流域是黄河“下大洪水”的重要来源区，对黄河下游洪水威胁影响较大。伊洛河夹滩地区历史上是黄河流域的一个天然滞洪区，发生洪水时易发生自然漫溢，起到了削减黄河下游洪水的显著作用。该地区面积约 134km²，包括伊洛两河交汇处区域、洛河左岸高崖与伊河右岸高崖之间所围区域，总库容约 15 亿 m³。目前黄河下游防洪体系所采用的设计洪水成果均是夹滩地区自然滞洪情况下的数值。

近年来受人类活动影响加剧，该区防洪工程建设发生了较大改变，地方政府修建堤防，一定程度上削弱了夹滩地区滞洪、蓄洪、坦化洪峰的作用。为正确处理好局部与整体的关系，统筹黄河干支流、上下游、左右岸，本文通过调查评估夹滩地区防洪治理情况及存在的问题，拟定夹滩滞洪和不滞洪等不同的比选方案，运用三种计算分析方法，分析伊洛河治理对黄河下游 20、30、50、100、1000 年一遇洪水的影响，并提出解决干支流协调性治理问题的对策建议。

关键词：伊洛河夹滩地区，天然滞洪区，调查评估，比选方案，对黄河下游的影响，对策建议

作者单位

1 黄河勘测规划设计研究院有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 大型调水工程

环北部湾广东水资源配置工程水源工程泵房轴线及型式比选

樊锐¹，张艳¹，符传立¹

引调水工程的取水泵站水源工程，其站址确定后，泵站的轴线和泵房型式选择是泵站设计的重要内容。泵站轴线选择通常要考虑以下因素，如水力条件、地质条件、施工便利性、环境影响、投资等。在进行泵房型式选择时，需要考虑结构安全性、施工难度、成本效益、运营维护的便利性等。本文针对大型引调水工程的水源工程，取水泵站的轴线选择和泵房型式选择问题，以环北部湾广东水资源配置工程为例，拟定了顺河向布置和垂直河向布置的方案，从工程地质条件、征地拆迁、边坡开挖及支护、施工导流、施工场地布置及交通疏导、投资、施工工期等方面，对泵站的轴线进行了比选，得出了泵站轴线的推荐方案，确定了顺河向布置方案是合适的。从技术难度、运行管理方面对埋藏式厂房和半地下式厂房方案进行了比较，推荐了半地下厂房方案。通过方案论证，厘清了超大型引调水工程水源工程取水泵站轴线比选、泵房型式比选的思路，较成功解决了超大型水源泵站的轴线和型式选择问题，可为类似工程提供参考和借鉴。

关键词：环北部湾广东，水源工程，泵房轴线，泵房型式，综合比选

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 大型调水工程

某引调水工程深大竖井内衬结构受力计算与分析

符传立¹，樊锐¹

某引调水工程采用圆形竖井作为盾构始发井，竖井内径 30.0m，高度 87.2m，采用地连墙 + 逆作内衬钢筋混凝土墙的双层筒体结构支护，地连墙墙厚 1.2m，内衬厚 1.0m。由于结构体型庞大，结构受力影响因素多，如何通过简化模型，得到适合工程使用的内衬内力分布。本文针对深大竖井，进行理正深基坑支护结构计算（弹性支点法），并将计算结果转换为内衬所受荷载，进一步计算内衬内力。内衬内力计算采用理正结构工具箱中的平面刚桁架模块进行计算，此时内衬环外部受均布荷载（均布荷载由理正深基坑计算得到的内撑轴力反算）；将内衬环分为两个半圆，两个半圆两端通过固结连接，连接处设置弹簧支座，以此模拟施工中可能产生的结构间滑移。内衬内力计算结果与三维有限元分析结果接近，计算结果能较好地反映内衬的受力。由弯矩分布表可知，理正深基坑支护计算软件 + 平面钢桁架模块（环状结构）受弯计算得到的内衬弯矩，与三维有限元计算得到的弯矩相近。其中，由于分析模型的不同，理正计算中，以内衬外侧受拉为主；三维有限元计算中，以内衬内侧受拉为主。研究结果为相似工程的设计提供了经验参考。

关键词：引调水工程，深大竖井，内衬结构，内力分析

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 大型调水工程

基于 PFC 方法的不良地质渠道边坡失稳行为细观研究

付敬¹，梁家虎²，孙慧¹，喻双林²

渠道是引调水工程的重要组成部分，穿越赋存膨胀土、软岩及软弱层面等不良地质地段的河渠边坡长期稳定性是引调水工程能否正常运行的关键问题之一。引江济淮工程是一项调水兼航运的国家重点水利工程，该工程在引江济巢段、江淮沟通段均超过 100km 的河渠地层中分布有弱、中等膨胀潜势的膨胀土及软岩（具崩解性的粉砂岩和泥岩）且部分河渠开挖深度超过 15m，最大挖深达 46.4m。本文以引江济淮工程不良地质体渠坡为研究对象，综合现场地质勘察和宏观地质分析，采用颗粒离散元方法，基于裂缝扩展理论及流固耦合理论，建立不良地质体渠坡简化模型，从微观角度模拟在不良地质结构面劣化、降雨入渗等诱因作用下，细观分析渠坡颗粒运移，应力调整及颗粒重排等多种行为，揭示渠坡从小变形发展至滑坡失稳的演化规律，探讨坡内裂纹萌生、聚集、扩展至贯通的时效机制，评价不良地质结构渠坡的长期稳定性。以期成果为不良地质渠坡工程稳定性评价提供参考与借鉴，为优化边坡工程防护治理措施提供科学依据和指导意义。

关键词：引江济淮工程，不良地质体，渠道边坡，裂纹扩展，颗粒流，细观分析

作者单位

1 长江水利委员会长江科学院

2 安徽省水利水电勘测设计研究总院有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾

宽深比对复合式粗糙系数之探讨

黄宏斌¹，徐咏秋¹，陈玟君¹

规划整流工程阶段因为工程生态检核作业，考虑到生态保育策略，在栖地营造方面经常采用河床不封底，以及多变化之粗糙材质护岸或生态预铸槽。由于这两类新创护岸尚未公布标准之粗糙系数值提供规划设计采用，因此，本研究拟探讨宽深比对复合式粗糙系数之影响，亦即多少宽深比值之情况下，可以在容许误差下以河床质之粗糙系数代替复合式粗糙系数。

Flintharm&Carling(1992)、Djajadi(2009) 和 Tullis(2012) 以室内水槽试验探讨 16 种经过现场验证之复合式粗糙系数模式，得到其中较佳之 8 种模式：Horton(1933)，Einstein(1934)；Pavlovskii(1931)；Felkel(1960)、Yen1(1991)；Yen3(1991)； U^*1 ；F4；和 Colebatch(1941)。

本研究将这 8 种模式依据其输入参数可以分为湿周参数群、湿周与水力半径参数群，以及面积参数群等三大类。由于边坡坡度会影响水力半径与面积大小，因此，将较为常用之纵横比 1:0(矩形河槽) 和 1:0.5 等两种边坡坡度纳入计算。

经过计算分析，得到下列主要结果：1. 边坡坡度对这 8 种模式之复合式粗糙系数对河床质粗糙系数比值， n/n_B ，对宽深比， B/y ，之关系曲线趋势影响不大。2. 边坡粗糙系数对河床质粗糙系数比值， $n_r=n_w/n_B$ ，等于 1.0 时，表示单一粗糙系数断面， n/n_B 不会随大小改变，都维持 1.0，亦即 B/y 河床质粗糙系数， n_B ，可以代表复合式粗糙系数， n 。3. 当 $n_r>1$ ，亦即边坡粗糙系数大于河床质粗糙系数时， n/n_B 会随由大转小 B/y ，最后趋近于 1.0。4. 相反地，当 $n_r<1$ ，亦即边坡粗糙系数小于河床质粗糙系数时， n/n_B 会随由 B/y 小转大，最后趋近于 1.0。5. 当时， $n_r=3.0$ ， $B/y=30$

(1) 湿周参数群之 $n/(n_B=1.04\sim1.23(z=0);1.05\sim1.25)(z=0.5)$;

(2) 湿周与水力半径参数群之 $n/(n_B=1.09\sim1.15(z=0);1.10\sim1.17)(z=0.5)$;

(3) 面积参数群之 $n/(n_B=1.09(z=0);1.10)(z=0.5)$ 。

关键词：复合式粗糙系数，宽深比，河床质，生态预铸槽，湿周

作者单位

1 台湾大学气候天气灾害研究中心

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 智能水网规划与建设

国家智能水网体系构建：技术路径、架构设计与实施战略

贾学松¹，孙中星¹

本文响应国家水网智能化转型的战略需求，提出以数字孪生高精度建模与智能分析决策为核心驱动力，以多目标协同调度为优化目标的智慧水网建设框架。深入探讨了国家智能水网体系的构建过程，从技术路径、架构设计和实施战略三个维度出发，系统分析了智能水网建设的核心要素与关键环节。通过构建“1+2+N”智能化基础设施体系（即“一网”：工程物联网、智能控制网与智慧调度网三网融合；“两中心”：国家级智慧调度控制中心与工程智能化创新中心；“N 节点”：覆盖多级管理单元的分中心集群），深度融合 BIM+GIS+IoT 技术、深度学习算法及水利专业模型，实现从规划设计、建设施工到运行维护的全生命周期数字化管控。研究创新性地提出了四类核心工程的标准化智能改造路径。实证研究表明，该体系可显著提升防洪减灾的精准度（预报预见期延长 30%）、水资源调配效率（跨流域调水能耗降低 15%）以及水生态保护能力（重点河湖生态补水达标率超过 95%），为全球水网智能化发展提供了技术集成、标准输出、管理创新三位一体的中国式。

关键词：智能水网，数字孪生，智慧调度，水利物联网，全生命周期管理

作者单位

1 淮河水利委员会水文局（信息中心）

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 大型调水工程

引江济淮二期颍上泵站深基坑设计

姜小红¹，杨以亮¹

引江济淮二期颍上泵站基坑具有场区周边环境复杂、周围建筑物多、土层物理力学指标低、建基面下伏承压水层等特点。结合场区实际条件，设计利用现状边坡，施工帷幕后进行坑内抽水，在淤泥层采用钻孔灌注桩+旋喷锚索支护，淤泥层以下采用放坡开挖等方法，充分利用现有空间，解决基坑防渗止水要求高、水平荷载大、支护结构整体安全稳定等问题，降低基坑开挖水位下降对周边建筑物的影响。

颍上泵站基坑工程地质、水文地质条件复杂，基坑工程规模大，深度大，工期紧，工程风险高，基坑施工安全要求高，支护技术难度大。基坑支护包含放坡开挖、软弱土层加固、防渗帷幕、支护结构等多方面。开挖和支护需要解决的主要技术难题有：①承压水层突涌水；②大水平荷载；③支护结构、锚索选型；④支护结构的整体稳定；⑤基坑开挖支护对周边建筑物安全的影响。

根据《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012），对典型支护断面和放坡断面进行计算，结果表明基坑支护结构各项指标符合规范要求，结构安全，基坑支护设计方案可行。

关键词：引江济淮二期，颍上泵站，深基坑支护设计

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 山洪灾害

浅谈地下水渗流水土压力的计算及应用

姜小红¹，杨以亮¹

边坡或者基坑土体中有地下水（存在水头差）形成渗流时，在水土合算时，无需考虑渗透，因为 γ_{sat} 保持不变，渗透力为内力；在水土分算时，应计算渗透力对土压力的影响。饱和无黏性土的水土压力一般采用水土分算，在有渗流情况下和无渗流情况下，孔隙水压力 and 有效应力会发生改变，本文采用类比和等效替代的方法，总结出一套能快速计算孔隙水压力和有效土应力的方法，提出对水“顺流减压，逆流加压”；对土“顺流增压，逆流减压”的计算思路（顺流指总水头自高处指向地处，逆流反之），在实际工程应用中对水土压力的计算能起到事半功倍的作用。在渗流场中，流动的水可以看成穿透在土骨架中的介质，可以把渗透力看成是一种体积力，渗透力的大小跟水力坡降 i 成正比，由于渗流的影响会引起孔隙水压力和有效土应力之间的转换，对水“顺流减压，逆流加压”；对土“顺流增压，逆流减压”，所以在计算渗流层某一点的孔隙水压力时，可以从顺流和逆流两个方向着手，得到的结果是一致的。

关键词：地下水，渗流，孔隙水压力，有效应力，计算及应用

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

基于优化卷积神经网络的降雨临近预报和洪水预报

李磊菁^{1,2}, 李建柱¹, 黎业², 何兴欣², 王永涛²

随着气候变化和极端降雨事件的增多, 准确的降雨临近预报和洪水预报对于防灾减灾具有重要意义。传统的预报方法依赖于物理模型和经验数据, 在降雨和洪水预报时效性方面存在一定的局限性。近年来, 卷积神经网络 (CNN) 在图像处理和识别任务中具有优异表现, 逐渐被应用于气象预报领域。本研究基于 U-Net 模型开展结构优化, 提出一种轻量化高精度的卷积神经网络模型, 应用于流域降雨临近预报任务, 并将降雨预报结果耦合流域水文模型开展洪水预报。为了提高预报精度, 本研究采用了通道和空间注意力机制、残差连接等对网络结构进行优化, 同时采用深度可分离卷积替换传统卷积、减少模型通道数等方式精简模型参数, 实现模型的高效运行。以历史实测雷达回波、降雨和洪水数据开展预报任务, 实验结果表明, 所提出的优化卷积神经网络模型在流域降雨临近预报中能有效延长降雨预见期, 对提升流域洪水预报精度, 延长洪水预见期具有显著优势。该研究可为洪水灾害预报预警系统的建设提供了新的思路和方法。

关键词：深度学习, 降雨临近预报, U-Net, 回波外推, 防洪减灾

作者单位

1 天津大学建筑工程学院

2 贵州省水利科学研究院

分类：水工程安全与防灾减灾

不同城乡尺度下之降雨韧性工程解方探讨：以地下贮留与在地滞洪为例

李岳洋¹，林钰¹，黄哲佑¹

因气候变迁影响使极端降雨事件频度显著增加，城乡地区防洪排水系统面临严峻挑战。为提升整体降雨韧性，都市与非都市区需依据其环境特性与土地利用条件，发展相应工程策略。本研究聚焦于「地下贮留」与「在地滞洪」两种类型对应不同城乡尺度的降雨调适解方，探讨其适用性、规划原则与推动重点。

都会区由于开发密度高、可用空间有限，既有设施不易大幅扩充或更新，采用地下贮留管系统（如地下贮留管或滞洪池）可有效降低短时强降雨所致之径流量峰值，并整合既有排水设施进行调蓄与延迟排放，减缓都市积水风险。以台北市为例，配合都市地层条件、雨水模拟分析与管网整合设计，规划设计敦化北路地下贮留管。

非都会区有相对丰富之农地或开放空间，具备发展在地滞洪策略之潜力。本研究拟建置土地筛选与评估模块化工具，结合地形、土壤、灌溉系统与现况利用数据，选定具备滞洪功能与灾害缓解效益之潜力区位，并进行适宜作物评估，以促进水土并重、农业与防灾双赢的空间利用方式。以高屏地区为范例，进行优先推动区位之筛选，并探讨在地滞洪之蓄积外水机制与成效评估，以建立后续推广与复制的实证基础。

本研究期望透过不同城乡尺度的降雨韧性工程策略整合，提供地方政府与决策单位具体可行的技术路径，强化面对极端气候的调适能力，迈向区域整体水环境治理与永续发展之目标。

关键词：地下贮留，在地滞洪，降雨韧性

1 中兴工程顾问股份有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

中美水库风险管理策略对比研究

林文青¹，王帆¹，张大伟¹，毕吴瑕¹，王玮琦¹，鲁明达¹，祁昕¹

本研究基于美国大坝清单、大坝安全事故数据库及我国分省水库概况及其溃坝数据等相关数据，结合联邦应急管理局等出具的标准说明，对中美水库大坝概况、溃坝事故发生率及原因、水库风险管理方法等进行深入的对比研究，并提出了对我国水库大坝安全管理的相关建议。结果表明，中美水库大坝均以土石坝为主，数量均超过 9 万座，20 世纪 50-70 年代是大坝建设高峰。2010~2020 年，美国大坝出现险情 517 起，最终溃坝 190 起，年均 17.3 座，年平均溃坝率为 0.19‰。2000-2021 年，我国溃坝 99 座，年均 4.5 座，年均溃坝率 0.05‰，远低于世界公认的 0.2‰的溃坝率水平。其中，溃坝率前 5 名省份分别是山西、新疆、甘肃、内蒙古和陕西。两国水库溃坝对比结果显示，暴雨洪水等水文因素是导致大坝事故的最主要原因。从水库管理的角度，自 20 世纪 90 年代末以来，美国一些联邦机构的大坝安全项目已经从基于标准的方法转向了风险管理方法，制定类似于我国水库应急预案的应急行动计划 EAP。目前，美国 75.5% 的潜在高风险大坝、38.8% 的重大潜在风险大坝都制定了 EAP 方案，对溃坝情景洪水淹没及相关责任方进行明确说明。2015 年，我国水利部发布《水库大坝安全管理应急预案编制导则》，当前水库基本均设有应急预案，但在溃坝情景分析方面较为欠缺，很多中小水库应急预案缺乏突发事件分析和洪水风险图等关键技术内容，应急组织体系不清晰，亟需加强。

关键词：水库，大坝安全管理，对策研究

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

分类：水工程安全与防灾减灾

双北市都市地区土地及建筑开发协助防洪总合治水的作为及成果

凌邦晖¹

近年来因在气候变迁带来的冲击与挑战，使原本台湾地区受台风长延时降雨所造成的水灾产生了巨大的变化，强降雨短延时的暴雨成为都市地区主要淹水成因，再加上都市地区因为开发程度高、不透水铺面多，往往多数降雨直接转成径流，使得都市地区淹水灾害更加严重；因此防治内涝成为各级机关极为重视的课题。

台北市及新北市为台湾人口最集中地区，都市发展快速早年为防止淡水河系洪水泛滥以大台北防洪计划筑起高耸堤防及防洪墙防止外水入侵，近年来针对水患治理则提出不同的思维，改变过去由“线”的河川治理到现在以台湾土地规划“面”的治水思维推动径流分担及出流管制，因此台北市公布《下水道自治条例》、新北市颁布《透水保水自治条例》分别以自治条例订定土地开发义务人应配合防洪之责任及规定，包含依据开发面积设置一定量体之贮集滞洪池及允许放流量等之流出抑制设施或透水保水设施，本报告将依两市法规内容及目前执行状况提出说明及比较，同时检讨其预计效益及目前成果。

关键词：下水道自治条例，透水保水自治条例，流出抑制，允许放流量

作者单位

1 台湾省水利技师公会

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 智能水网规划与建设

某水库工程岩体抗剪力学特性及破坏模式研究

刘博¹, 武兴亮¹, 吴及¹, 王银军¹, 杨福波¹, 夏万春¹

水库坝址区的稳定和安全是水利水电工程勘测设计的重点, 其岩体抗剪力学特性是岩土工程勘察的关键。本文以贵州某水库工程坝址区岩体为研究对象, 通过现场原位直剪试验, 研究灰岩与混凝土接触面、灰岩本身和灰岩结构面的抗剪力学特性及破坏模式, 并对三组试验结果进行对比。试验研究表明: 三组试样的剪切应力 - 剪切位移曲线具有明显的阶段性, 主要呈现线弹性、屈服和塑性破坏三个阶段; 各组法向位移 - 剪切位移曲线均呈现出剪缩 - 剪胀 - 平稳现象; 三组试样剪切应力随正应力均呈线性增长, 相同范围正应力条件下的剪切应力, II 组 > I 组 > III 组; 抗剪断峰值强度 φ 、C 值 > 抗剪断屈服强度 φ 、C 值 > 抗剪强度 φ 、C 值, 直剪试验过程中, 黏聚力的劣化作用较为显著; 三组试验剪切破坏模式主要呈现为沿岩体与混凝土的接触面的剪切破坏、岩体本身基质的剪切破坏以及沿结构面的剪切破坏。三组试验对比研究能够更真实地还原各种实际工程情况, 对于水利水电工程勘测设计的参数取值具有重要意义。

关键词: 水利工程, 灰岩, 原位直剪试验, 抗剪力学特性, 混凝土接触面, 结构面, 破坏机理

作者单位

1 贵州省水利水电勘测设计研究院股份有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

行蓄洪区旱闸在防御淮河流域较大洪水中的应用分析

马骋¹，张钧堂¹

2020 年梅雨季，淮河发生流域性较大洪水，淮河干流启用了 8 个行蓄洪区，淮干行蓄洪区现状保庄圩部分保庄圩堤防堤顶高程不足，宽度不够，局部堤防与保庄圩道路相交处一直是缺口，道口处于开放状态，缺乏封闭设施。现状行蓄洪区运用时，保庄圩防洪采用沙袋临时封堵道口的抢险方式，由于道口长度较大，给封堵造成较大难度，临时措施可靠度低，难以消除区内群众受洪水威胁心理恐惧，防汛压力大。作为一种永久挡洪建筑物，旱闸一般布置在城镇人口密集区，堤防与当地交通要道的交汇处，行蓄洪区未启用时移走闸门，闸室可作为交通道路的一部分，保障当地居民出行通畅。行蓄洪区启用时，旱闸作为防洪闸与堤防构建封闭防洪体系，保障保庄圩内人民群众的生命财产安全。由于防洪时需在极短的时间内封闭保庄圩堤防，这就要求旱闸的运行调度必须便捷、迅速、安全。本文将通过广泛的工程调研和资料检索，系统梳理国内旱闸设计研究技术前沿，进行技术研究分析，提出一种新的旱闸型式，着重解决闸门门库布置困难，闸门易漏水、存放不便、临时运输吊装困难，旱闸运行管理程序繁琐等难题，为类似工程的设计提供参考。

关键字：洪水防御，旱闸，行蓄洪区，调度

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

跨境河流水库应急调度对下游地区洪水风险分析及对策建议

穆杰¹，王帆^{1,2}，许惠敏^{1,2}，刘建伟^{1,2}，柴福鑫^{1,2}

近年来，因极端天气频发强发、水库非常规调度以及主权利益冲突等不可抗力等因素影响，跨境河流水库泄洪或径流改变对下游地区造成洪水威胁，导致不同程度的灾害风险。国际法强调国家对其境内水资源的开发主权，但跨境河流的水利工程（如水坝）存在因改变径流或泄洪节奏引发上下游矛盾、导致人为洪灾等问题。本文广泛调研了跨境河流水库应急调度对下游地区的影响，以越南因台风“摩羯”引发的左江跨境河流连锁性洪涝灾害、巴基斯坦杰赫勒姆河和杰纳布河跨境河流上游水库非常规调度引发人为洪峰等事件等为例，从气候变化、国际协作机制、工程调控能力和区域防灾体系方面总结了应对不足，包括气候变化导致极端降雨引发应急泄流、河道水情信息跨境共享机制缺乏、沿程水利工程缺乏调控能力、防洪体系不够完善等。以巴基斯坦跨境河流上游水库为例，收集高精度 DEM 模型数据，构建纯二维水动力模型，结合上游洪水预报分析非常规调度泄流对下游地区的洪水影响，并提出了相应的防控对策建议。本文研究成果对跨境河流水库应急调度或改变径流条件情景下对下游地区的防洪有一定的指导借鉴作用。

关键词：跨境河流水库，应急调度，洪水风险分析，水动力模型，防控建议

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

2 水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心（水旱灾害防御中心）

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 山洪灾害

山区型渠道滑塌灾害处理对策探讨

尼珂¹, 王浩宇¹

山区型渠道在农业灌溉和水资源调配中具有重要作用, 但易受滑塌灾害威胁。文章分析了山区型渠道滑塌灾害的形成机理, 包括地质、地形、降雨、水文、施工质量、植被覆盖及人类活动等因素, 并提出了预防、治理、管理及生态恢复等综合防治对策。通过优化设计、加强地质勘察、植被恢复、排水系统优化及边坡加固等措施, 可有效降低滑塌风险。结合云南省石屏县渠道滑塌案例, 探讨了不同治理方案的优缺点, 并推荐了顶管法改线方案。文章强调, 山区型渠道滑塌灾害的防治需综合考虑技术、经济和环境效益, 形成科学、系统的防治体系, 保障山区水资源安全和生态环境稳定。

关键词：山区型渠道, 滑塌灾害, 形成机理, 防治对策, 案例分析, 生态防护

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 城市内涝

智慧海绵城市背景下洪涝灾害防治体系构建研究

年立强¹

在全球气候变化加剧以及城市化进程快速推进的双重背景下，洪涝灾害的发生频率和影响程度日益加剧，对城市安全、经济发展和居民生活构成了严重威胁。传统城市排水系统在设计理念、建设标准和管理模式上，多侧重于快速排除雨水，对极端降雨的承载能力有限，难以有效应对日益严峻的洪涝挑战。而海绵城市建设为缓解城市内涝、改善城市水环境提供了新的思路和途径，成为当前城市防洪减灾领域的研究热点和实践方向。为此，本文针对智慧海绵城市背景下洪涝灾害防治体系构建展开研究。对洪涝灾害防治体系构建现状展开分析，确定现阶段洪涝灾害防治体系存在洪涝灾害应急方案缺少适用能效、海绵设施建设不完善、灾情信息传递不通畅的不足；为有效解决上述问题，本文从生态空间建设、城市海绵设施建设、洪涝灾害综合防治平台建设、对洪涝灾害的智慧管控加强四方面着手，构建智慧海绵城市背景下洪涝灾害防治体系。该体系充分融合了生态理念与先进技术，具有较强的科学性和实用性，有望显著提升城市应对洪涝灾害的能力，保障城市的安全稳定运行。

关键词：智慧海绵城市，洪涝灾害，防治，海绵设施，生态空间

作者单位

1 中水淮河安徽恒信工程咨询有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾

极端降雨下径流管理与韧性防灾策略建构

阙亦吟¹，林昶壹¹，薛煜达¹，许国强¹

随着气候变迁加剧，极端降雨事件日益频繁，导致水资源的时空分布极度不均。虽年降雨量丰沛，却多集中于短时间内的强降雨，且都市化加速不透水面积扩张，造成地表径流显著增加与淹水风险上升，传统以拓宽水道、疏浚河道与加高堤防等工程导向之治理手段，难已有效面对当前挑战。

为因应土地开发所造成之径流量增加与下游淹水风险，近年来逐步导入多项防洪管理策略，其一「径流分担」系针对气候变迁所增加的降雨量，透过集水区内增设径流分担措施，合理分配地表径流量至各类土地与设施中，由整体区域共同负担径流量，以削减洪峰量、推迟洪峰到达之时间，提升小区的调适能力与韧性，实施措施包括公共设施降挖（如操场、公园低洼化）、雨水贮集再利用、透水铺面、绿色基础建设与在地滞洪等。而「在地滞洪」作为径流分担的手段，于豪雨或台风期间，操作农田放水工，暂时性将农地作为蓄洪空间，削减洪峰流量，降低下游洪灾风险，待洪水退去后，农地可恢复耕作；本研究纳入多项环境及地理指标，筛选出具备高度滞洪潜力的农地作为滞洪空间规划，兼顾防灾与生产双重功能，展现土地韧性利用潜力。

综上所述，由径流分担与在地滞洪等策略，有效从源头管理地表径流，进而减少对河川与排水系统的依赖与治理负担，亦有助于提升小区对极端气候事件之调适能力，朝向韧性水环境迈进。

关键词：极端降雨，径流分担，出流管制，在地滞洪，韧性防灾

作者单位

1 中兴工程顾问股份有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》喀斯特地区水工程与水治理

喀斯特区域中小流域多源降水产品驱动分布式水文模型精度研究

舒远菊¹，周向阳¹，陈百炼²，雷文娟¹，肖桂红¹

资料短缺是山区流域开展水资源开发利用保护面临的重要问题，但高时空分辨率的监测系统多在 2010 年附近建成。基于多源数融合的降水产品具有长序列和高分辨率等优势，将其与水文模型结合是短期内解决上述问题的途径之一。研究以喀斯特区域的典型中小流域为对象，以分布式水文模型 SWAT 为载体，系统评估了观测数据（OBS）及三组降水产品（MSWEP、ERA5、CHM_PRE）在径流模拟中的表现，通过多尺度精度评价分析其模拟能力。为优化降水输入并提升模拟精度，研究引入随机森林（RandomForest，RF）机器学习算法，对降水产品评估中综合表现最优的 CHM_PRE 与 MSWEP 产品进行融合，生成了新的降水数据集（RF_FUSE），将 RF_FUSE 作为 SWAT 模型的输入，评估其径流模拟精度，并与融合前的降水产品（MSWEP、CHM_PRE）进行对比。其结论如下：（1）基于三组降水产品模拟日径流的精度总体较好，但存在显著季节性差异，雨季精度高于非雨季，其中 CHM_PRE 产品在不同月份表现最为稳定，综合性能最优，而 MSWEP 在非雨季表现相对较差。（2）利用随机森林融合生成的优化降水数据 RF_FUSE，其驱动 SWAT 模型模拟径流的精度显著高于融合前降水产品（MSWEP 和 CHM_PRE）的精度。上述结果可为降水产品的优选与融合提供依据，更好地解决山区水文资料短缺问题。

关键词：多源降水融合，机器学习，径流模拟，喀斯特区域，SWAT 模型

作者单位

1 贵州大学

2 贵州省气象局

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

基于机器学习和数值模型联合的中国东南沿海风暴潮 预报研究

覃悦¹，楚栋栋²，假冬冬³，张继才¹

近年来，基于机器学习和数值模型联合的风暴潮预报研究已成为河口海岸防灾减灾研究热点之一。本文聚焦中国东南沿海，选取研究海域六个典型站位（定海、镇海（海）、大戢山、滩浒岛、沙埕和三沙）的台风风暴潮单站增水预报为研究对象，针对风暴潮实测数据样本量少、高重现期样本占比小的问题，基于 FVCOM 水动力学模型，通过模拟历史台风和设计虚拟台风情境，构建了覆盖多种路径和强度、包含较多高增水样本的风暴潮数据库——历史台风子数据库、扰动台风子数据库和极端情境最大风暴潮子数据库——用于机器学习模型训练。在此基础上，构建了基于编码器-解码器结构的 LSTM 风暴潮增水预报模型（E-DLSTM），选取典型台风参数（中心气压、最大风速、移动方向/速度、台风中心经纬度和台风中心到站点的距离）与历史增水序列数据作为输入，实现了对风暴潮增水提前 1~12 小时的多时次连续预报。以四个典型台风风暴潮增水实例为测试样本，其余台风风暴潮实测数据和 FVCOM 模拟数据作为训练集，探索了数据增强对 E-DLSTM 模型性能的增益效果，研究结果表明：融合 FVCOM 模拟数据后，E-DLSTM 风暴潮增水模型对强风暴潮（增水 > 100cm）极值增水低估误差平均减少 34cm，最大减少 102cm；平均精度提升 60.37%，最多提升 91.25%。研究结果可为中国东南沿海极端风暴潮防灾减灾工作提供参考。

关键词：风暴潮增水预报，机器学习，FVCOM，风暴潮数据库，东南沿海

作者单位

1 华东师范大学河口海岸学国家重点实验室

2 长江水利委员会长江科学院

3 南京水利科学研究院港口航道泥沙工程交通行业重点实验室

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水工程安全评价

沿海挡潮闸安全复核评价研究

涂图¹，侯世超²

挡潮闸常建设于沿海地区防潮海堤处，属穿堤建筑物，因具有挡潮、排涝、引水等多重工程任务，使得其安全复核工况复杂多样。当外江侧潮水达到设计潮水位时，挡潮闸执行关闭操作；当内涌侧水位处于最高控制水位以下且高于外江实时潮位时，挡潮闸则实施开启操作，水流方向为内涌流向外江，挡潮闸排涝；当外江水位低于设计潮水位，且高于内涌侧水位时，水流方向为外江流向内涌，挡潮闸引水。因此，在进行挡潮闸安全复核分析时，需结合挡潮闸的运行功能以及运行调度原则进行综合评价。目前，水闸安全评价多针对泄洪闸、节制闸等，挡潮闸因其工程任务的特殊性，与之相关的安全评价研究较少，本研究聚焦于沿海地区某中型挡潮闸，主要针对某中型挡潮闸安全评价中的复核计算分析环节，系统评估了挡潮闸防洪标准、渗流稳定、结构安全、抗震安全等 4 项核心指标。研究结果不仅为当前工程的日常运维管理和针对性除险加固提供了科学依据，其方法论框架还可为同类挡潮闸的安全评价提供技术参考。

关键词：挡潮闸，安全复核，复核工况，评价分级

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

2 广东省水利电力勘测设计研究院有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

流域预报调度一体化模型框架研究

王帆¹，林文青¹

在气候变化和人类活动的双重影响下，实现流域洪水的快速精准预报和水工程调度变得愈发困难。本研究旨在研发一个流域预报调度一体化模型框架，应对复杂水工程嵌套河系的洪水预报调度难题。该模型基于分布式水文模型进行产流和汇流计算，以适应山区、丘陵、山前平原和城市地区在内的复杂下垫面类型。在降雨输入方面，通过降尺度和最邻近算法实现雷达反演降水、卫星反演降水、降雨数值预报数据和地面监测降水数据的多源输入。通过构建通用水工程调度算法，实现水库、水闸和分洪道等水工程的调度计算，以及独立水系的串并联水库联合调度计算。在参数率定方面，将随机森林和优化算法相结合，实现基于下垫面条件的模型参数的自动分配、分布式管理和在线优化率定。模型内核采用跨平台编程语言研发，使用轻量级数据交换文件格式 JSON 进行输入 / 输出数据管理，以支持跨平台运行、并行计算、快速建模以及与系统平台的无缝集成。多个信息系统的应用案例表明，该模型具有较高的预测精度和计算效率。

关键词：预报，调度，水利信息化，优化算法

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

分类：水工程安全与防灾减灾

实时淹水预报之应用与警戒信息推播 ——以新北市中和区、永和区为例

王嘉和¹，王嘉瑜²，游翔麟³，张仓荣⁴

近年来短延时强降雨的淹水事件相当常见，而新北市都市区域的积淹水多为短延时强降雨所造成，以新北市中和区、永和区为例，2023/06/23 中和、永和雨量站 10、20、30、60 分钟雨量分别为 20.5mm 和 18.0mm、40.0mm 和 35.0mm、54.0mm 和 49.0mm、92.5mm 和 86.5mm、2024/09/07 永和雨量站 10、20、30、60 分钟雨量分别为 22.0mm 和 39.5mm、56.0mm 和 82.0mm，此些强降雨于短时间内形成过量之径流量造成排水系统无法负荷，因而发生积淹水现象。而淹水模拟结果可提供防洪防灾工作之参考，可有效降低灾害带来的生命财产损失；因此，本研究以台大细胞自动机快速淹水模式 (NTU-CAFIM) 结合暴雨经理模式 (SWMM) 来建构积淹水预报平台，并考虑道路进水口、连接管与建筑物的排水能力来进行都市快速淹水模拟，有利实时淹水评估以及相关预警讯息发布。同时利用每 10 分钟更新的 QPESUMS 以及 DeepQPF 降雨预报进行淹水预报针对新北市中和、永和区进行积淹水模拟评估，同时结合地表、雨水下水道前一时刻模拟的水体流况进行每 10 分钟预报未来 2 小时积水的实时评估，同时分析新北市中和、永和区易淹水路段积淹水情况，并将其结果于网页平台进行展示与发布各路段实时预报成果，并透过 LINE 实时通讯软件通知相关水利防灾人员。

关键词：即时淹水评估，降雨预报，细胞自动机，雨水下水道，淹水预警

作者单位

1 台湾大学气候天气灾害研究中心

2 台湾大学生态工程研究中心

3 台湾大学生态工程研究中心

4 台湾大学生物环境系统工程学系

分类：水工程安全与防灾减灾

都市内涝积水阈值与机率分析—以台北市信义区为例

王嘉和¹，王嘉瑜²，张仓荣³

近年来全球各地短延时强降雨事件 (Short-Duration Intense Rainfall Events) 频繁发生，韩国 2019 年米塔台风在蔚金郡 (울진) 时雨量达 104.5 毫米、2022 年 6 月梅雨锋面 (06/29) 在忠清南道瑞山市 (서산) 于时雨量达 105.4 毫米、2022 年 0814 暴雨在忠清南道扶余郡 (부여) 时雨量达 110.6 毫米；日本 2020 年 6 月 6 日在埼玉县熊谷测得 10 分钟雨量 55 毫米、6 月 8 日在冲绳县石垣岛测得时雨量 122.5 毫米、2021 年 1102 暴雨在北海道渡岛木古内时雨量达 136.5 毫米 (10 分钟雨量 55 毫米)、2022 年 0804 暴雨新潟县时雨量达 149.0 毫米、2022 年 1014 暴雨东京都青ヶ岛时雨量 145.0 毫米、2022 年南马都台风 (09/18) 宫崎县日雨量 694.5 毫米、2023 年鸳鸯台风 (09/08) 东京都三宅坪田时雨量 123.5 毫米；2021 年 7 月 20 日大陆郑州发生 60 分钟雨量 201.9 毫米，10 分钟 40.8 毫米的降雨、2023 年京津冀特大暴雨 (7 月底) 北京丰台时雨量 111.8 毫米；香港 2023 年海葵台风时雨量 158.1 毫米 (香港天文台)；而台北市于 2015/06/14 (公馆 131.5 毫米)、2018/09/08 (挹翠山庄 138.0 毫米)、2019/07/22 (大安森林公园 136.5 毫米)、2021/06/04 (台湾大学 209.0 毫米、四兽山 137.5 毫米、福州山 130.5 毫米) 均在台北市于 60 分钟雨量内超过 130 毫米，为了确认各短延时 (60 分钟内) 的降雨强度对都市内涝的可能性，本研究利用淹水调查纪录、雨量站观测雨量以及最小行政界里来进行淹水机率评估，并对于过去事件的权重进行修正，以确认各短延时之降雨强度 - 淹水机率，藉此分析信义区各里可能致灾的降雨强度以及关键雨量站，此结果亦可以结合降雨预报进行未来各里降雨淹水警戒的预判，并订定积水雨量阈值。

关键词：积水雨量阈值，都市内涝，淹水机率，淹水警戒

作者单位

1 台湾大学气候天气灾害研究中心

2 台湾大学生态工程研究中心

3 台湾大学生物环境系统工程学系

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 智能水网规划与建设

基于数字水利的淮河流域智慧水网建设探究

王敬磊¹, 顾雨田¹, 刘琦¹, 王浩¹

数字水利是水利行业基于可持续发展理念的高技术发展战略,是全面提升水事活动效率和效能,实现水治理体系和治理能力现代化的重要举措。《国家水网建设规划纲要》明确要求加快水网智慧发展,加强水网数字化建设、提升水网调度管理智能水平、完善水网监测体系。淮河流域水网上承国家骨干网、下街流域各省级水网,治淮 70 多年来,初步建成信息采集、网络通信、数据建库、综合政务应用、网络安全保障的水利信息化体系,但水网智慧感知能力不足,水利数字化总体水平尚处起步阶段,与建成具有“四预”功能水网智慧化体系存在较大差距。基于淮河流域已有水利信息化基础、数字孪生淮河建设总体框架及实施内容,以“数字化、网络化、智能化”为主线,推进数字孪生水网建设,以算据、算法、算力建设为支撑,以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径,加强数字孪生、大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术与水利业务的深度融合,大力建设数字孪生流域、数字孪生水利工程,全面构建具有“预报、预警、预演、预案”功能的淮河流域现代水网智慧化体系,为全面提升淮河流域水安全保障能力提供强有力的技术支撑,赋能推动新阶段淮河流域水网高质量发展的先进引领力和强劲驱动力,同时加强与国家骨干水网、流域省级水网的协同融合,发挥水网工程的综合效益。

关键词：数字水利，淮河流域，智慧水网

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 智能水网规划与建设

明光市现代水网总体布局与建设规划研究

王敬磊¹, 王浩¹, 梁学旭², 蔡亚运²

2023 年 5 月印发实施的《国家水网建设规划纲要》是当前和今后一个时期国家水网建设的重要指导性文件。加快省、市、县级现代水网建设, 加强国家骨干网、省市县水网之间的衔接, 充分发挥水网工程综合效益, 是推进经济社会和水利高质量发展的重要水安全保障。明光市地处皖东, 南枕江淮分水岭, 是长三角一体化、淮河经济带、“一带一路”建设等国家重大战略的重要参与城市, 立足明光市水情、工情和水网的本底条件和建设基础, 剖析现代水网建设存在主要问题, 围绕明光市国土空间总体格局和省市县三级水网融合有关要求, 统筹全市水安全保障需求, 以提升水安全保障能力为目标, 以供水保障、水旱灾害防御体系为主线, 以淮河、池河等骨干河道为骨架, 以引淮济明、“北水南调”东西双线为脉络, 以林东、石坝、分水岭、燕子湾等重点调蓄水库工程为节点, 以数字化、网络化、智慧化调控为手段, 提出明光市以“两河三引筑纲、八支两线织目、湖库闸站系结”, 统筹水资源配置、防洪排涝、水生态保护、智慧水务, 构建“两河街三湖、北水济南库、四网臻明城”的水网总体布局, 探究现代水网建设规划与重点工程, 以期为明光市加快建设现代水网、促进水务高质量发展提供借鉴。

关键词：现代水网，总体布局，建设规划，水安全

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

2 明光市水务局

分类：水工程安全与防灾减灾=》水旱灾害防治与韧性水利建设

黄河凌情灾害模拟预报研究

王涛¹，郭新蕾¹，潘佳佳¹，陈玉壮¹

黄河凌情成因复杂，主要受河道地形特征、水文气象条件、宁蒙河段倒“U”型弯道、河床频繁的冲刷和摆动等影响。使得黄河凌汛灾害成为我国冬春季节大江大河中最突出、最重大的自然灾害之一。

原有的内蒙古河段冰模拟和预报方法已不能满足当前新的凌情发展需要，亟待建立能反映凌情物理特性变化规律的河段冰情动态发展数学模型。在实测资料基础上，研究了黄河内蒙古河段冰情时空变化规律，以及河道资料不完整、支流流量资料缺乏及冰桥位置的确定等问题。应用一维冰情数学模型模拟凌汛期黄河内蒙古河段冰情发展过程，并对水温、冰盖厚度、冰盖前沿发展和流量的模拟值和实测值进行了对比分析。同时也初步探明冰塞冰坝位置和发生时间。

冰情发展受到水文、气象、水力、人为和河道条件等多因子相互作用的影响，获得各影响因子的权重关系是进一步明晰冰情发展演变规律和提高预报精度的基础。本研究提出了基于 BP-DEMATEL 算法的冰情预报因子敏感性分析模型，应用于黄河内蒙古河段巴彦高勒水文站流凌、初封、封河和开河冰情影响因子的分析中，得到影响冰情演变各因子的权重和不同因子之间的相互耦合关系，明确了冰情预报中关键的影响因子，采用不同权重的因子开展流凌、初封、封河和开河的预报。并定量揭示了初始封冻河段的弯曲系数和河岸缩窄情况，为分析和预测初始封冻位置提供了依据。因为模拟预报研究成果为黄河冰水情采集、防凌会商、凌汛“四预”和防凌减灾业务决策提供科学依据。

关键词：黄河内蒙古河段，凌情，过程模拟，冰情预报，防凌减灾

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 城市内涝

面向暴雨洪涝多情景灾害的阻断框架研究—以南海区为例

文磊¹, 黄晓彤², 马昕玥³, 张孟丹⁴, 熊杰¹, 徐江¹

极端气候变化背景下, 极端暴雨洪涝灾害风险不断增大, 引发了巨大的人员伤亡和经济财产损失。基于此, 本研究以佛山市南海区为研究区, 首先结合致灾因子、孕灾环境和承灾体探究了诱发暴雨洪涝灾害的因素; 然后利用机器学习方法预测了暴雨洪涝灾害风险, 识别并量化关键致灾因子, 以获得阻断洪涝灾害的核心因子; 在此基础上, 通过研发优化关键致灾因子阈值的方法, 以定量分析实施阻断措施后的阻断效果, 进而提出不同暴雨情景下洪涝灾害阻断框架。研究表明: (1) 风险评估模型中极高风险区主要集中在东部地区, 包括大沥镇、桂城街道等, 预测精度平均达 85.65% 以上; (2) 实施阻断措施后需优化阈值的关键致灾因子分别为淹没水深、淹没历时、人口密度和 GDP 密度, 平均贡献率为 17%; (3) 构建的灾害阻断框架阻断效果较好, 在 20 年一遇、50 年一遇和 100 年一遇的情景下, 极高风险区面积分别下降了 1.01%、1.68% 和 2.07%。本研究通过对南海区暴雨洪涝灾害风险的系统研究, 不仅揭示了区域内暴雨洪涝灾害的形成机制和风险分布特征, 还提出了切实可行的灾害阻断框架, 为提高南海区整体防灾减灾能力提供了重要的理论参考和实践指导。

关键词: 暴雨洪涝, 阻断框架, 致灾因子, 南海区

作者单位

1 贵州省水利水电勘测设计研究院股份有限公司

2 中水北方勘测设计研究有限责任公司

3 南京市江宁区水务局

4 江苏省水文水资源勘测局常州分局

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 山洪灾害

基于合作搜索算法的洪水预报框架：在中国不同流域的应用研究

文磊¹，黄晓彤²，马昕玥³，张孟丹⁴，杨荣芳¹，李析男¹

在全球气候变化导致极端降雨事件频发、山洪灾害威胁加剧的背景下，洪水预报对防灾减灾至关重要。本研究提出一种创新的洪水预报框架，将地貌瞬时单位线（GIUH）与新安江模型耦合，并采用合作搜索算法（CSA）优化模型参数，以提升复杂水文条件下的预报精度与效率。研究选取中国六个气候、地形及土壤条件各异的流域（面积 105.3 – 722.0km²），整合数字高程模型（DEM）、土壤质地及土地利用数据，通过 CSA 对新安江模型的 15 个产流与汇流参数进行校准，并与传统 SCE-UA 算法对比。结果表明：1) CSA 展现出卓越的优化效率，平均仅需 16 次迭代即可实现纳什效率系数（NSE）>0.9，较 SCE-UA（2056 次迭代）提升超 100 倍，且在乘坡河等流域实现 NSE>0.9 的高精度模拟；2) 模型在数据稀疏区域表现突出，如雨量站仅 1 个的井头江流域，仍通过 CSA 校准使 NSE 达 0.81，验证了其在观测数据有限场景下的稳健性；3) GIUH 与马斯京根法的集成显著增强了极端降雨事件的径流演算能力，如后会流域洪峰模拟误差（EQP）低至 5.25%，有效捕捉了洪水过程的时空动态。该框架通过物理机制与智能算法的结合，突破了传统模型在参数校准效率和数据适应性上的瓶颈，为数据稀缺地区的洪水预警提供了可行方案。未来研究将扩展多气候区验证数据集，并探索参数区域化技术在无资料流域的应用，进一步推动该框架在全球洪水管理中的业务化实践。

关键词：洪水预报，地貌瞬时单位线（GIUH），合作搜索算法，参数优化，多样化流域

作者单位

1 贵州省水利水电勘测设计研究院股份有限公司

2 中水北方勘测设计研究有限责任公司

3 南京市江宁区水务局

4 江苏省水文水资源勘测局常州分局

分类：水工程安全与防灾减灾 =》喀斯特地区水工程与水治理

黔中平寨水库库首复杂褶皱带强岩溶区勘察与防渗实践

向国兴¹，刘子金¹，武兴亮¹

对在岩溶区建设水库而言，岩溶防渗无疑是非常复杂而又关键的技术难题。黔中平寨水库为 10.89 亿 m³ 的大(1)型水库，库首河床以岩溶峡谷地貌为主，区域性紧闭褶皱三塘向斜和鸡场背斜横穿坝址河床，褶皱构造表现为宽向斜、窄背斜，岩溶非常发育，库首处于复杂褶皱带岩溶强烈发育区，水文地质条件非常复杂。本文通过长期采用综合勘察方法，包括地质测绘、岩溶调查，地震、电法、电磁法等多种地球物理勘探，钻探、硐探、坑槽探等地质勘探，岩土水、原位、水文地质等试验，系统分析了岩溶发育特征，构建地下水位场和三维地质模型，建立岩溶等级与处理强度分区，精准提出岩溶区防渗端点、防渗线路、防渗下限等防渗边界，明确了岩溶处理原则，合理确定综合防渗总体方案和防渗灌浆工艺，针对特殊岩溶研究采用了高水头地下水拦截与引排、高水头大型充砂溶洞等处理技术，建立基于信息反馈的动态实施监控方法，成功处理最大防渗深度 242m、帷幕防渗面积 37 万 m² 的黔中平寨库首复杂褶皱带强岩溶区勘察与防渗，防渗效果良好。

关键词：黔中，平寨水库，复杂褶皱带，强岩溶区，勘察，高水头，防渗实践

作者单位

1 贵州省水利水电勘测设计研究院股份有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 智能水网规划与建设

新时期“十六字”治水思路背景下的南宁现代水网供水保障体系建设研究

肖文博¹，陈艳¹，陈达¹

随着中国经济社会的快速发展，水资源的合理配置和高效利用成为实现可持续发展的关键。南宁市作为广西壮族自治区的首府，中国与东盟国家开放合作的桥头堡，其现代水网供水保障体系建设在保障区域供水安全、促进经济社会高质量发展中扮演着至关重要的角色。新时期，习近平总书记纵观全局，对我国新老水问题形势准确研判，提出了“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的“十六字”治水思路。本文以习近平总书记新时期“十六字”治水思路为指导，分析了南宁市水资源禀赋条件、水利基础设施供水保障体系建设的现状、存在的主要问题，并结合地区发展战略定位与要求，进行了未来地区水资源供需形势分析，研究了南宁市现代水网供水保障体系优化建设策略，提出需求端“一增一减一控一调”、配置链“一补一连一配一备”的总体思路，规划构建“两横四纵，二带三区”南宁市现代水网保障布局体系，旨在为南宁市高质量建设面向东盟开放合作的国际化大都市提供有力的供水安全保障。

关键词：“十六字”治水思路，水网建设，供水保障体系

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 大型调水工程

变箱变截面连续刚构渡槽技术特点

徐江¹，向国兴¹，雷盼¹，汤洪洁²

为满足西南地区调水工程大跨径梁式渡槽的建设需求，采用过水结构与承重结构结合的理念，创造性提出了变箱变截面连续刚构渡槽，并通过对结构设计、施工方案的研究与实践形成了一套技术方法。首先结合渡槽的结构体系、施工方法、受力特性、功能特点，采用杆系有限元法对结构进行了承载能力极限状态、正常使用极限状态设计计算，确定了结构构造尺寸、预应力筋的安全性与合理性；其次，在连续刚构桥挂篮基础上，通过设置上下两箱内模系统与内模走行系统，解决了上下两箱槽身悬臂施工问题，形成了完善的挂篮悬臂浇筑槽身施工方法。工程应用表明，结构的力学变形性能与输水能力符合预期，以贵州省草地坡连续刚构渡槽为例，其充水试验表明，结构的力学变形性能与设计计算相吻合，水荷载引起的最大竖向变形实测值 42.6mm，小于理论值 52.0mm，近跨中截面下缘水荷载引起的正应力实测值为 2.59MPa（拉应力），小于理论值 3.83MPa；贵州省 4 座连续刚构渡槽于 2012 年 3 月开工建设，2015 年初主体工程完工，此后还累计开展了 180 余天的充水试验，并于 2018 年 1 月正式通水，目前结构运行正常；广西红水河渡槽自 2022 年夏季通水以来，结构的力学变形性能与输水能力符合预期。

关键词：调水工程，连续刚构渡槽，充水试验

作者单位

1 贵州省水利水电勘测设计研究院有限公司

2 水利部水利水电规划设计总院

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 大型调水工程

浅谈引江济淮二期工程分水口门的设计

徐杰¹，朱浩岩¹

引江济淮二期工程（水利部分）是引江济淮工程体系有机组成部分，其工程任务是以城乡供水为主，结合灌溉补水和改善巢湖及淮河水生态环境，并为应对区域供水风险和改善区域生态环境创造条件，分为输水干线、骨干供水等两大版块。骨干供水工程包括新建合肥市大官塘和五水厂供水工程、合肥水源工程、庐江水源工程、阜阳市太和界首临泉集中供水工程以及 15 个供水口门工程。

各分水口门工程通过在各水源地取水，通过管道将水输送到各地水厂，总体布置形式顺水流方向大体为取水头部、引水钢管或涵洞、进水池、主泵房、控制阀井、流量计井、管道，但各分水口门工程根据取水水源、地形地质条件，并综合考虑将来运行管理方便程度，具体某些结构型式又不相同，比如穿越堤防部分，如果是重要的一级堤防，不能采取开挖施工的，通过方案比选，就会采取顶管的方式。本文通过深入对比引江济淮二期各分水口门设计的异同点，并进行整体分析，提出供水工程中分水口门具体各建筑物的设计建议。

关键词：分水口门，取水头部，引水钢管，主泵房，阀井

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水工程安全评价

长江下游锚地维护性疏浚施工方案优选

薛伟¹，周婷婷¹，罗成²，全军³

长江下游水域是我国内河水运的重要通道，航道繁忙，船舶流量大，对通行能力和安全性要求极高。锚地作为专门划定的供船舶临时停泊的安全水域，是船舶航行和港口运营中不可或缺的设施，对保障航道畅通具有重要意义。然而锚地建成后的日常淤积会导致锚地内泥面抬高，水深不断减小，直接影响锚地内船舶的锚泊安全，需要定期开展维护性疏浚工作，以恢复锚地设计水深。长江流域存在多种类型的疏浚船舶，如耙吸式挖泥船、绞吸式挖泥船、吸盘式挖泥船等，这些船舶在疏浚能力、施工效率、适用环境等方面各有优劣。锚地维护性疏浚工程量大，且需尽量降低对其日常使用的影响，选择合适的施工方案以及与之匹配的疏浚船舶、疏浚物转运方案对于提高现场施工效率、维持锚地正常使用、降低施工成本具有重要意义。

本文旨在分析长江下游在用锚地的特点和疏浚需求，综合考虑水深、流速、泥沙特性等因素，探讨锚地维护性疏浚施工方案优选的关键因素。通过对比不同类型船舶的性能和适用环境，结合实际案例，为长江下游锚地开展维护性疏浚工作提供科学建议，助力长江航运事业的可持续发展。

关键词：锚地，维护性疏浚，挖泥船，疏浚物转运，效率

作者单位

1 南京水科院瑞迪科技集团有限公司

2 江苏中泰建发集团有限公司

3 长江南京航道处

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 喀斯特地区水工程与水治理

岩溶地区病险水库多源融合渗漏探测技术应用研究

杨刚¹，谭天元¹，张威¹

岩溶地区水库工程普遍面临岩溶渗漏、构造破碎带渗流等复杂地质问题，传统单一探测方法难以满足渗漏通道精细化探测需求。针对岩溶区病险水库渗漏隐患空间定位难、渗流路径刻画精度低等难题，本文提出以地质分析为基础的多源地球物理协同探测技术体系，集成水下机器人喷墨检查、伪随机流场法、高密度电法、瞬变电磁法（TEM）、航空瞬变电磁法（ATEM）、钻孔电磁波 CT、地质雷达及充电法，通过方法组合优化与多维度数据联合解译，构建“水上-水下-地面-空中”一体化探测模式。本文以贵州 3 座典型岩溶水库渗漏探测为实践载体，结合工程地质条件、水文地质特征及渗漏类型差异，动态优化方法组合：利用伪随机流场法配合水下机器人喷墨检查实现库区渗漏入水区域定位；通过无人机航空瞬变电磁法开展坝后及两坝肩渗漏异常区普查；基于高密度电法、瞬变电磁法、地质雷达法及充电法，结合钻孔电磁波 CT 追踪渗流路径空间展布。工程实践表明，该技术体系可有效识别岩溶管道、裂隙密集带及构造破碎带等渗漏隐患，提升渗漏通道定位精度与路径解析能力，为西南岩溶区病险水库渗漏探测与治理提供系统性技术支撑。

关键词：病险水库，渗漏探测，岩溶地质，综合地球物理技术，数据融合

作者单位

1 贵州省水利水电勘测设计研究院股份有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾

人工智能技术导入河川水位预警评估

杨昇学¹，阮香兰²，马家麟²，许斐芳²，王玺钧³，叶克家⁴

利用历史水位与雨量数据结合人工智能技术进行河川水位预警实务应用。人工智能技术优点为快，而准确性需仰赖历史水文数据整理与前处理，藉由水文情境分析预测模式建置，运用于台风期间进行河川水位预警使用，事件后与水文、水理模式结果进行差异性比较。分析流程：

1. 数据数据库整理，建立 AI 模型数据数据库，如流域内之雨量站与水位站之数据库，以利流域数据管理与后续扩充。

2. 利用已建置完成之水文水理模式进行数据分析，包含雨量站降雨后径流至水位站之集流时间。以宜兰河之大礁溪雨量站对噶玛兰桥之水位为例，集流时间约为 2 小时，即宜兰河上游集水区之径流稽延时间约为 2 小时。并利用水文模型建立雨量与雨量之关联。

3. 根据前 2 阶段的资料整理与关联建立，研究以 ANN 为分析工具，此技术已发展相对成熟，为了让雨量数据与水位数据具有空间相关性，在各水位站水位训练过程中，先行对资料进行空间相关处理，藉此减少训练结果之错误，为依照水位站与雨量站，设定完成后在进行 ANN 之使用相关流程。

4. 后续加值应用系透过 API 实时界接雨量站整点雨量数据与未来 1 小时(QPESUM 时雨量)、未来 2-12 小时预报雨量数据即可预测未来集水区内各水位站之水位与流量历线等预报数据。

5. 根据水位预报结果进行各河段之水位预警与可能发生河川水位溢堤河段进行雨量追踪与判断其发生机率，提供实时水情信息汇整与参考。

关键词：河川水位预警，人工智能，河川水位溢堤

作者单位

1 阳明交通大学防灾与水环境研究中心

2 台湾地区水利主管部门水文组

3 阳明交通大学土木工程研究所

4 阳明交通大学防灾与水环境研究中心

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 江河洪水

基于 MIKE21 二维水动力学模块的南四湖湖内行洪通道 方案研究

殷卫国¹

南四湖是我国第六大淡水湖，是沂沭泗河洪水东调南下工程的重要组成部分，亦是南水北调东线工程的调蓄湖泊。南四湖可以描述为三个串联湖泊，即南阳湖、独昭湖、微山湖，三个湖泊之间存在明显高地和卡口，卡口段不仅窄、浅，苇草、鱼塘、湖田等阻水现象突出，湖内行洪呈现东西受阻，南北不畅的特征。为加快洪水下泄速度，1999 年至 2004 年间，在湖内相继开挖了 4 条行洪浅槽，沂沭泗河洪水东调南下续建工程对泄洪槽延长、扩挖。根据实测水文资料，浅槽实施后，南四湖流域遭遇强降雨，湖区水位落差、落平时间较浅槽实施前大幅减小，说明浅槽提高了洪水下泄能力，湖区高水位持续时间缩短，减轻了湖区及滨湖洼地洪涝灾害，同时证明浅槽开挖是打通湖内阻水卡口、清除湖内行洪障碍、降低南四湖水位的有効手段，符合南四湖的总体治理思路。受南四湖特殊的自然地理、洪水特性、工程布局等因素影响，湖内水流形态复杂，流速较缓，防洪压力依然较大，需进一步扩大行洪通道。本文基于 MIKE21 二维水动力学模块，构建南四湖湖区二维水动力学洪水演进模型，在现有浅槽的基础上，结合南水北调东线二期工程输水线路，研拟较优的行洪通道开挖方案，并采用水动力学模型进行验证，保障南四湖防洪安全。

关键词：MIKE21，二维水动力学，南四湖，行洪通道

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 城市内涝

滨海城市水浸灾害仿真推演与防控效果分析—以澳门为例

余晓¹，刘家宏¹，李文²，骆卓然³，梅超¹，陈娟¹，董莉榕⁴

在气候变化背景下，滨海城市受潮位顶托、高度城镇化和高人口密度等叠加影响，水浸灾害频繁发生，水浸灾害管理能力不足、决策分析智能化程度较低等问题突出，开展滨海城市水浸灾害仿真推演等相关研究具有重要的现实意义。本文以澳门为研究区，构建滨海城市水浸灾害仿真推演系统，开展重点工程防控效果的仿真推演分析。本文构建的水浸灾害仿真推演系统具有城市水浸灾害模拟、三维视景推演等功能，通过了“天鸽”台风历史水浸灾害事件的系列测试验证，系统具有较高的模拟精度和准确的可视化呈现能力。对新建挡潮闸、加高围堤等重点工程防控效果的仿真推演分析表明：挡潮闸的修建有效阻挡了闸外潮水，可显著减少澳门半岛西侧水浸灾害的影响，但澳门半岛东北侧部分区域仍然存在水浸现象；在修建挡潮闸的基础上，加高澳门半岛重点区域围堤后，澳门半岛东北部区域仅有零星的积水，最大积水深度不足 10cm，修建挡潮闸、加高围堤的组合能有效缓解澳门半岛水浸灾害的发生。本研究可为滨海城市水浸灾害预防、应对和缓解提供了一个科学化、系统化、可视化的研究平台，以期为滨海城市水浸灾害科学管控提供一定参考和借鉴。

关键词：滨海城市，水浸灾害，数值模拟，仿真推演，澳门

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

2 亚洲仿真控制系统工程（珠海）有限公司

3 华北电力大学

4 澳门科技大学

分类：水工程安全与防灾减灾

道路格栅进水口堵塞对排水入流效应的影响分析

余哲韬¹，徐瑜泽¹，王嘉和²，张仓荣¹

因道路绿化以及夏季常受短延时强降雨侵袭的影响，造成路树落叶、垃圾堵塞市区进水口进而影响排水能力。本研究进行缩尺水工模型实验，并依现行法规，以 1 : 2 缩尺搭建长 7.69m、宽 3.11m、深 0.91m 的试验台，检验 65cmx45cm（试验尺寸：32.5cmx22.5cm）格栅进水口在清水无堵塞、塑料袋（矩形／斜向）及落叶堵塞三种型态下的入流效应。试验流量 0.295~1.235L/s 对应台北市时雨量 30、65、100、130mm/h，共完成 32 组水深、水面宽与入流量等参数量测。结果显示：清水情境之堰流系数为 1.8774，略高于设计参考值，且当流量达 0.906L/s 即出现跨越进水口情形；入流效应随流量增加而降低。矩形堵塞因缩减开口面积致效率有所下降；相同 50% 遮蔽率下，斜向堵塞再降低 7.1%，显示流向偏转不利于入流。落叶堵塞之效率随叶片数增加而降低，但因堆积形态多变，尚难建立统一关系。后续将调整道路纵、横坡度与进水口安装深度等参数进行改进试验，以更贴近实际排水工况并提升模拟精度。本研究量化不同堵塞型态对入流效应的影响，提供道路进水口设计及改善方式之实证基础，以提升都市排水韧性。

关键词：进水口，都市排水，缩尺试验，入流效应，堵塞效应

作者单位

1 台湾大学生物环境系统工程学系

2 台湾大学气候天气灾害研究中心

分类：水工程安全与防灾减灾 =》喀斯特地区水工程与水治理

雨量站数量及分布对喀斯特中小流域径流模拟精度影响研究 ——以 TOPMODEL 为例

曾师婕¹，周向阳¹，陈百炼²

雨量站数量和分布对径流模拟有重要影响，尤其是下垫面条件复杂、站点分布不均匀、山洪灾害频发的西南山区。研究选取易发山洪的典型流域——乌江上游支流独木河流域为对象，基于流域内的降雨和径流观测数据，采用可开展大量随机模拟的半分布式水文模型 TOPMODEL，通过构建包含特征统计量（均值、标准差等）、空间分布指标（最近邻指数 NNI）和信息熵在内的多维度评价体系，定量揭示雨量站数量和分布特征对喀斯特区域典型流域径流模拟精度的影响。结果表明：（1）均值、标准差、变异系数、最小值和最大值均以指数形式变化，极差则呈现出负指数平方形式衰减；（2）相关系数、纳什效率系数 NSE 的最大值相对稳定表明即使雨量站较少，也可通过优化站网分布（NNI 介于 1 到 2 之间）实现较好的模拟精度；（3）信息熵随站点数目的变化趋势和相关系数、NSE 一致，和误差指标的之间的相关性比 NNI 更好。研究结果可为今后流域高精度雨量站网的优化布局提供理论依据。

关键词：径流模拟，雨量站网，最近邻指数，信息熵，TOPMODEL 模型

作者单位

1 贵州大学

2 贵州省气象局

分类：水工程安全与防灾减灾

应用深度学习于即时淹水影像判识之研究

曾元福¹，张明瑞¹，林国峰¹，杨政霖²

受全球气候变迁加剧影响，短延时强降雨之发生频率及强度日渐严重，连带增加淹水灾害发生之可能性，对于城市和地下水道之基础设施构成了严峻挑战，而淹水发生区域及范围定位信息对于防灾治理决策至关重要。传统上，淹水事件多仰赖人力进行通报或于淹水热区建置路淹传感器，然而这些作法缺乏时效性且需考虑装设成本及维护管理，亦仅能提供区域性之监测数据。因此，如何有效且具实时性之淹水检测方法乃为刻不容缓之议题。

本研究基于深度学习模型开发实时淹水影像辨识模式，并透过路口监视器影像作为数据输入，盼以既有广泛布设之 CCTV(closed-circuit television) 取代路淹传感器未能触及之区域及人力监测通报，以达全面性并适用于城市应用。首先，为改善监视器数据画质普遍不佳及镜头固定使画面呈单一性之缺点，本研究以 SuperResolutionGeneralAdversarialNetwork(SR GAN) 作为新颖影像增强作法来提升影像质量。接着，影像辨识模式模块使用 MaskR-CNN 及 DeepLabv3+ 为基础分别建构。最后，研究以实际淹水事件作为模式应用，以评估所开发之模式性能，结果证明此模式可以准确定位、识别淹水发生及其范围，并保有高效检测效率可有效应用。

关键词：影像辨识，淹水检测，影像增强，深度学习

作者单位

1 台湾大学水工试验所

2 台湾大学土木工程学系

分类：水工程安全与防灾减灾=》江河洪水

近 60 年黄渭河高含沙洪水变化特征分析

张翠萍¹，陈真¹，李奕宏¹，陈瑞雨²，李小平¹

黄河高含沙洪水具有与一般含沙量洪水不同的输沙特性，高含沙洪水是造成黄河下游河道泥沙淤积的主要原因之一，也造成黄河中游小北干流河段及黄河下游局部河段主槽强烈冲刷、甚至“揭河底”冲刷现象发生，而相对宽浅的河床则发生严重淤积；同时渭河高含沙洪水也造成渭河下游河道强烈淤积、冲刷。为了减少高含沙洪水对河道、水库淤积影响，近年来黄河中下游洪水调度方案指出，黄河北干流河段、泾渭河、北洛河等流域一旦发生强降雨，有可能形成高含沙洪水，应根据三门峡、小浪底水库入库水沙过程，通过科学调度，尽可能减少小浪底库区和下游河道主槽淤积。同时，随着黄河流域经济社会快速发展和气候变化，黄河水沙发生显著变化，潼关站年均输沙量从 1961-2003 年 10.2 亿 t 减少至 2004-2023 年 1.95 亿 t，减少 81%。年输沙量大幅度减小情况下，高含沙洪水有何变化是值得研究的。基于黄河潼关、渭华县水文站实测洪水泥沙资料，分析了 1961-2023 年两站高含沙洪水场次变化特征。结果表明，2004-2023 年与 1961-2003 年相比，洪水次数、洪水量及输沙量减少，潼关、华县年均次数减少 90.5%、75.0%，次平均洪水量减少 29.0%、12.0%、次平均输沙量减少 55.8%、53.3%。

关键词：高含沙洪水，水沙变化，调水调沙，渭河，黄河

作者单位

1 黄河水利委员会黄河水利科学研究院

2 河南省计量测试科学研究院

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 大型调水工程

引调水工程顶管穿越施工技术的应用

张淑芳¹，熊晖¹

在城市核心区或敏感环境中铺设管道时，传统管道铺设技术需经历开挖、铺设、连接、回填等流程，对交通、环境影响大，施工工序繁琐。顶管施工技术的应用在很大程度上解决了传统施工方法的弊端。作为日益成熟的非开挖施工法中最重要的一种施工技术，顶管技术在解决交通繁忙、人口密集、地面建筑物众多、地下管线复杂等问题时凸显其优势，合理利用顶管穿越技术可节约征地拆迁成本，有效避让地下管线，交通影响最小化、降低城市交通拥堵率，避免大面积开挖，减少道路封闭、绿化破坏，近年来顶管技术被广泛应用到油气管道、供水管线、公路铁路过路等各种类型的管道穿越工程中。本文结合引调水工程实例，详细介绍了顶管的布置原则，确定顶管井的尺寸，从顶管布置、顶管顶力估算、后座反力验算、工作井被动土压力复核、顶管施工、控制地面沉降等方面，阐述了顶管穿越施工技术在水利供水工程中的应用，解决了供水管线穿越主干道路的问题，有效控制了顶管安全生产风险。达到减少占地、缩短工期及确保施工安全的目的。可为类似工程提供有益参考。

关键词：引调水工程，顶管穿越，施工技术，布置及应用

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水工程安全评价

基于 Vague 集的基坑支护方案评价模型及决策

张淑芳¹, 俞坚¹

基坑支护方案的选择需综合考虑地质条件、基坑深度、周边环境、施工工期、工程造价等多方面因素，是确保基坑施工安全、减少对周边影响的关键环节。为了实现深基坑多个支护方案的有效评估和优选，建立基于 Vague 集和改进博弈论的组合赋权法的基坑支护评价模型。分析影响方案优选的基本因素，选取安全性、经济性、可靠性、施工便捷性和环境相容性等 5 个准则层，稳定性、造价、工期、施工对环境的影响等 13 个指标建立分层、分级的基坑支护评价指标体系。将 IAHP 法和 Vague 集熵值法确定的主客观权重进行线性变换及最优化组合，得到组合权重，克服了基坑支护方案评价中指标权重的确定过于主观或客观的片面性。充分考虑决策目标中支持、反对和中立三个方面的决策态度，建立优属度矩阵。通过新的 Vague 集决策矩阵，得到各方案与理想方案之间的相对贴近度，从而得出最优方案解。通过 Vague 集评估基坑支护方案的多个属性和维度，充分反映指标因素的隶属度和对立度。最后结合某引水工程实例进行验证，详细说明了该评价模型的应用步骤，评价结果证实了该方法的有效性，为类似工程提供参考。

关键词：Vague 集，基坑支护，方案优选，评价模型

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾=» 智能水网规划与建设

基于水网建设的贵州水利高质量发展路径探讨

赵平¹，向国兴²，杨荣芳²

水是生命之源、生产之要、生态之基，是生命与发展的基石，对工程性缺水和水资源开发难度极大的贵州岩溶山区人民的生存和发展至关重要。贵州在 2010~2020 年间集中建设一批大中型小型水库，水源短板得到加强，工程性缺水得到一定程度缓解，但仍未从根本上解决水安全问题。水利建设从单个水源对应单一片区供水，发展到以水网为统领，多水源对应多受水区的水网规划布局。为满足民众对优质水资源、防洪安全、健康水生态、宜居水环境的需求，本文基于贵州岩溶山区水网构建体系，明确多维度水网架构特点与功能，分析“一核四区”布局及省、市（州）、县三级水网体系，并从优化水资源配置、完善防洪减灾、复苏河湖生态、推进信息智慧管理、深化水利改革 5 个方面研究贵州水利高质量发展的路径。贵州水网建设面临岩溶山区特点，引水、提水等运营成本高，需要高水高用、低水低用，科学优化水资源配置和水网布局；应深化协同机制，创新融资模式，持续为贵州高质量发展筑牢水利根基，实现人水和谐共生的美好愿景。

关键词：贵州水利，水网建设，高质量发展，路径研究

作者单位

1 贵州水利职业技术学院

2 贵州省水利水电勘测设计研究院股份有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾=》江河洪水

基于情景分析与水动力模型的分洪区防洪工程效益模拟研究

赵艳湄¹

蓄滞洪区作为防洪“底牌”，其区域内防洪工程完善程度影响着其能否正常使用，精细化模拟防洪工程对洪水的影响，对分析与评估蓄滞洪区的安全性至关重要。本研究采用情景分析法，根据水循环物理过程，对模型内主要阻水构筑物进行网格剖分，构建精细化一维河道水动力模型、二维地表水动力模型，通过耦合一、二维水动力模型，有效的模拟模型之间发生的水交换，对模型进行率定与验证，结果较好，因此用于模拟与评估典型情景下北京市小清河分洪区内防洪工程减灾效益，并分析结果表明：（1）针对不同洪水情景，对防洪工程修建前后进行洪水演进精细化模拟，通过主要洪水参数对比分析，能有效评估和掌握分洪区内防洪工程的防洪能力；（2）北京市小清河分洪区正在实施的多项防洪工程，将能提高蓄滞洪区启用能力，保障区内居民生命财产安全。研究表明，论文提出的基于情景分析和水动力模型的研究方法，能有效模拟分洪区内不同工况下的洪水演进过程，定量化评估防洪工程减灾效益，对于指导蓄滞洪区防洪工程规划与建设以及蓄滞洪区安全评估具有重要意义。

关键词：情景分析，精细化，水动力模型，防洪，北京

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

分类：水工程安全与防灾减灾=》喀斯特地区水工程与水治理

岩溶区地下水电法勘探研究热点与技术演进：基于 CiteSpace 的可视化分析

赵苑宏¹，曲佳宁¹

岩溶地区因其复杂的地下结构和强烈的地表水-地下水交互作用，地下水资源开发与保护面临严峻挑战。本研究基于 CiteSpace 文献计量工具，系统分析了 2015-2025 年间国内外 "岩溶 + 电法 + 地下水" 领域的 545 篇文献，揭示了电法勘探技术在该领域的研究热点、演进路径及未来趋势。研究发现：（1）技术层面呈现 "三核四阶" 特征：从早期单一视电阻率法（2015-2016）发展为并行电法 - 三维反演技术组合（2017-2019），进而演变为数值模拟与智能解译（2020-2022），最终形成机器学习驱动的时移反演体系（2023-2025）；（2）研究主题形成 "技术 - 对象 - 风险" 三元结构，综合物探成为连接电法技术与岩溶塌陷预警的关键枢纽；（3）国际合作呈现 "中美英" 三极格局，中国与荷兰在华北平原监测、美国与墨西哥在跨境含水层模型方面合作密切。通过突现词分析，未来研究将聚焦三大方向：绿色勘探（无人机电法、非接触式电磁技术）、超深探测（极低频电磁法、跨孔电阻率成像）和智能化融合（AI 反演算法、多物理场联合建模）。典型案例表明，电法技术在贵州毕节石漠化区生态勘探、云南洱源深部溶洞识别中成效显著。本研究为岩溶区水资源精细化管理提供了方法论支撑，并指出多源数据融合与工程转化机制是未来突破重点。

关键词：岩溶地下水，电法勘探，CiteSpace 可视化，技术演进，绿色勘查，人工智能反演

作者单位

1 贵州大学

分类：水工程安全与防灾减灾 =》 水旱灾害防治与韧性水利建设

极端气候条件下城市供水安全保障提升实例与展望

周宇¹， 王文新¹

2019 年，淮河流域出现长时间干旱无雨的天气，佛子岭水库位于淮河支流淠河东源上游，受极端天气影响，水库水位持续下降，低于设计取水水位甚至一度出现接近死水位的情况。水库作为霍山县城市主要供水水源，建设有岸边竖井式取水设施，库水通过重力自流进入水厂，由于水库水位持续降低，出现库水自流流量不足甚至无法自流的情况，对县城约 8 万人的生产生活用水安全造成严重影响。为应对极端气候带来的供水安全问题，笔者参与了水库取水口的改造。针对低水位无法取水的问题，常规的改造思路一般是在库区填筑围堰并对取水竖井进行改造，降低取水竖井底板高程，或是安装浮船泵站适应水位的变化。但上述两种方案均存在一定弊端，一方面施工期水库水位通常较高，水深较大，围堰的实施难度和工程投资很大，同时也会对水源造成一定污染，同时施工期会造成现状取水竖井无法使用、水厂供水中断的问题，另一方面由于取水竖井的位置距离水库大坝的距离仅约 800m，浮船泵站的投资大、管理难度高且一旦固定装置失效可能会撞击大坝造成严重损失。面对存在的制约条件，笔者采取了移动自浮式潜水泵配合固定式输水管的方案，既满足了低水位条件下的取水要求，又能够在不影响现状取水功能的前提下快速安装部署，且操作简单，施工难度低也避免了供水中断和水质污染。面对极端气候频发的现实困难，本文介绍的取水口改造方案是一种设计简单、实施便捷的方案，为同类型的设计工作提供了参考和帮助。

关键词：水安全保障，浮式潜水泵

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水工程安全与防灾减灾=》江河洪水

砂质河床上的橡胶坝防渗排水设计研究

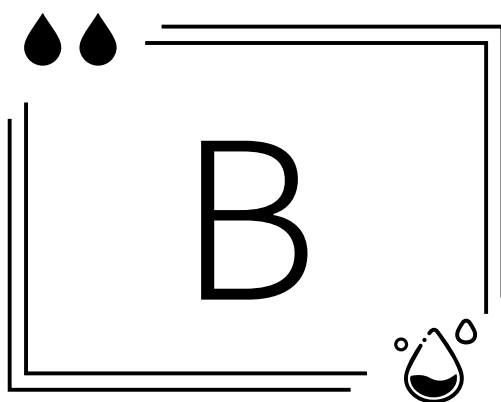
朱浩岩¹，徐杰¹

砂质河床上建橡胶坝的设计重点之一是防渗排水，砂质河床透水性强、粘结力弱，对橡胶坝的稳定性和防渗排水效果影响大。为防止橡胶坝发生渗透破坏，确保工程安全，需要做好防渗排水设计。橡胶坝设计通常遵循防渗与排水相结合的原则，形成可靠的防渗排水体系。本文以五里拐橡胶坝工程为例，对五里拐橡胶坝的防渗排水体系进行研究。五里拐橡胶坝工程坝高是 4.5m，坝底板顶高程是 45.5m，消力池顶高程是 38.5m，蓄水后上下游水位差大，对防渗排水设计的要求高。五里拐橡胶坝的防渗排水体系是：在上游布置防渗设施，以延长渗径，减少底板渗透压力；下游设置排水设施，以安全排出渗透水流，防止产生渗透破坏。五里拐橡胶坝工程的防渗排水重点有：防渗体系的布置、防渗墙形式的选择、防渗墙与各结构的衔接、防渗墙施工工艺、排水设施的布置、渗流监测的设计等。针对以上重点进行设计方案的对比和验证。最后结合施工中遇到的重难点问题和建成后的渗流监测数据，对砂质河床上的橡胶坝设计提出建议。

关键词：橡胶坝，防渗，排水，防渗墙，渗流

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司



变化环境下的“水－能－粮－环境”关系
共 37 篇

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 地下水管理

基于水化学和氢氧同位素的贵阳市花溪区地下水环境研究

伯彦萍¹

贵阳市岩溶地貌发育特征明显，岩溶水是最重要的地下水类型，为了研究贵阳市主城区及其周边地下水环境情况，开展贵阳市花溪区地下水环境研究。根据研究区域内 5 个采样点 (S1、S2、S3、S4、S5) 丰水期和枯水期 11 项化学指标和稳定同位素检测结果，运用数理统计、piper 三线图等方法分析地下水的水化学特征、水环境质量、氢氧同位素及其相互间的特征关系。研究表明，研究区域地下水总体呈现弱酸偏中性，以重碳酸钙型水 (HCO_3^- -MgCa) 为主， Ca^{2+} 为占主要优势的阳离子， HCO_3^- 是平均含量最高的阴离子，水质总体良好，符合Ⅲ类水标准。研究区域地下水季节性差异显著，丰水期和枯水期的水质差异主要体现在 pH 值、TDS、阳离子和阴离子的浓度变化上。丰水期地下水受降雨补给增强，溶解性固体和离子浓度较高；枯水期地下水位下降，水流速度减缓，部分离子浓度降低。采样点 S1 地下水的氢氧同位素值最低代表深部岩溶水，S4 同位素值最高表明可能受到附近人类活动干扰，总体各取样点地下水的氢氧稳定同位素组成相对稳定、离散程度低，表明地下水的补给来源和演化过程具有一定的相似性。本研究结果对于贵阳市地下水保护和开发利用具有一定指导作用。

关键词：地下水，水化学，环境，同位素

作者单位

1 贵州省水利科学研究院

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系

应用分布式光纤温度传感器探讨调蓄池水份入渗之空间分布

陈柏丞¹，林宏儒²，温志超^{3, 4}

传统的温度传感器在持续监测高空间分辨率的土壤温度方面存在限制。本研究应用光纤分布式温度传感器（FiberOpticDistributedTemperatureSensing,FO-DTS），于一个大尺度、水平配置的实验场域中，观测水分在土壤分层温度之空间分布，以突破传统感测技术的局限。本研究透过分析土壤分层中的温度变化，探讨调蓄池中水分入渗的空间分布。研究地点位于台湾中部古坑乡斗六大圳旁的调蓄池，调蓄池面积约为 2 公顷，调蓄池分为沉淀池及入渗池。本研究采用光纤缆线分别环绕沉淀池与入渗池一周，并分别于沉淀池与入渗池中央交错，利用光纤分布式温度传感器以取得调蓄池全面之地温状况，光纤缆线埋设共三层总埋深为 60 公分，第一层将埋于池底浅层 20 公分，第二、第三层每层埋深则间隔 20 公分，观测调蓄池底土壤分层温度。藉由分析地表与地下层之间周期性温度变化的相位延迟，光纤分布式温度传感器系统得以评估水分入渗速率及其对地下水补注的影响。研究结果显示，水分入渗对调蓄池下方的土壤温度具有显著影响，并呈现明显的日周期性变化。土壤温度与深度呈现负相关，显示光纤分布式温度传感器可掌握调蓄池水入渗所产生之热锋传递情形。

关键词：分布式光纤温度传感器，土壤分层温度，入渗量

作者单位

1 云林科技大学环境与安全卫生工程研究所

2 云林科技大学水土资源与防灾科技研究中心

3 云林科技大学环境与安全卫生工程系

4 云林科技大学水土资源与防灾科技研究中心

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系

都市放流水跨域供灌之可行性研究 —以新北市八里污水厂为例

陈丰文¹，陈冠嘉²，王圣玮²，林修德³，谭允维³

在台湾，缺水是每年面临的挑战及难题，如何满足供需平衡是重要的课题，面对气候变迁带来的冲击影响，让水资源供需平衡挑战更为严峻，有鉴于此，本研究着眼于多元水资源的开放，可以增加水资源供应来源，进一步配配合区域调度的措施，以丰济枯，降低缺水地区的缺水风险，有鉴于此，本文以都市生活污水经污水处理厂处理后之放流水作为潜在可再利用水资源，透过专管配置提供远程地区供水使用，本文以全台最大的八里污水厂为供水端，需水端为桃园市灌区的农业用水需求及沿海工业区的工业用水需求为蓄水端，并针对水质要求、需水量及远程区域供水进行综合性之可行性探讨，以 2018-2024 年水量及水质数据初步分析，成果显示八里污水厂日供水量平均 117.06 万吨，水质处理成效之去除率分别为 SS(35.7%)、COD(20.6%)、BOD5(27.3%)、大肠杆菌群(87.8%); 跨域输水方式若以专管方式输水，约可满足桃园沿海灌区之灌溉用水需求约 13,000 公顷，若以明渠道输水则仅能满足 9,100 公顷的水稻田范围；工业区部分，可供应沿海 4 座科技或工业园区之工业用水需求；经综合性评估，以八里污水厂都市放流水惟案例的水质条件是产业再利用的重要门坎、输水距离长达 25 公里是经济效益考虑的因素，落实放流水跨域供应农业及工业使用，水质条件及输水距离的经济成本是主要的决策关键。

关键词：跨域供水，再生水利用，水资源供需

作者单位

1 农业工程研究中心、淡江大学水资源与环境工程学系

2 淡江大学水资源与环境工程学系

3 农业工程研究中心

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系

应用积温法评估台湾稻作种植生长期预测之试验研究

陈丰文¹，陈冠嘉²，卓宇谦³，林修德³，谭允维³

水稻为台湾地区最重要的农作物，田间环境温度是影响作物生长发育最重要的因素之一，温度直接影响作物的生长，随著作物成长阶段的不同，所需累积的温度也不同。由于水稻栽培耗费水量及人力，面对劳动力老龄化的危机，智慧灌溉的推动显得重要，有鉴于此，本研究希望透过积温法 (Growingdegree-days,GDD) 评估水稻的不同生育阶段的进程，作为智能灌溉决策系统的基本依据之一，由于不同稻作品种生长期长度不同，因此若能广泛透过现地试验健全不同稻作品种数据，应有助于应用积温法判断作物生长阶段，非专业的青年农民可透过智能灌溉系统协助田间种植管理，包含于不同生长期提供合适水量 (湛水深)、晒田作业及实施精准施肥。未达成前述目标，本研究属于智能灌溉系统建立之前期基础研究，以台湾北部的桃园水稻田为研究区域，并选定桃园 6 号以及台南 11 号等 2 种常见稻米品种进行种植，并于 2024 年实施第 1 期作及第 2 期作栽培实种，并于田间设置微气象站记录每日温度等基本气象参数；本研究将水稻的基础温度设定为 10°C，结果显示稻米 - 桃园 6 号于第 1 期作及第 2 期作之栽培天数及积温值 GDD 分别为 116 天 (1,844.85°C)、117 天 (1,799.40°C)、稻米 - 台南 11 号于第 1 期作及第 2 期作之栽培天数及积温值 GDD 分别为 116 天 (1,844.85°C)、113 天 (1,758.45°C)，上述成果将结合田间观测作物状特性作为下一阶段不同生长期 GDD 门坎值之建立，期待透过稻作种植验证及门坎值修正，落实智能灌溉系统辅助农业生展之实现。

关键词：跨域供水，再生水利用，水资源供需

作者单位

1 农业工程研究中心、淡江大学水资源与环境工程学系

2 淡江大学水资源与环境工程学系

3 农业工程研究中心

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系

气候变迁与都市化下降雨型态改变对水资源之影响 ——以台湾北部地区为例

陈玟绮¹，王圣玮¹，游景云²，陈丰文³，张仓荣⁴

随着气候变迁影响加剧，间接造成降雨时空分布改变，导致丰枯水期差异扩大，极端气候事件更加频繁，进一步增加水资源调度与管理的复杂性，同时，快速的都市化与土地利用变迁亦改变地表径流与涵养特性，因此水资源管理至关重要，本研究区域选定台湾长期人口高密度且产业集中的北部地区，为了解研究区域未来水资源变化趋势，本研究搜集地表高程、土地利用/覆盖、土质类型及气象等参数，应用 SWAT 模型仿真气候变迁 SSP1-2.6(低排放、可持续发展情境)、SSP5-8.5(高排放、密集使用化石燃料)两种共享社会经济路径(Shared Socioeconomic Pathway, SSP)情境进行分析。研究结果显示降雨量较基期相比永续经济发展情境下(SSP1-2.6)，平均增加 0.8~0.9%，高度经济发展情境下(SSP5-8.5)，约增加 4.5~4.9%，然而，季节性降雨变化更加显著，丰水期永续经济发展及高度经济发展情境下，与基期降雨量 813.9mm 相比分别增加 5.6%、14.5%；枯水期永续经济发展及高度发展情境下降雨量分别减少 5.3%、14.7%，约为 281.6mm、253.7mm，且枯水期延长与高强度降雨事件增加将导致径流时序更为极端，综上所述，气候变迁带来的极端降雨挑战，在高密度都市区的淹水风险随之增加，不仅考验都市排水系统的承载能力，也使防洪安全面临更大挑战，此外，降雨分布不均、都市水资源涵养不足，特别是在高度经济发展情境中，进一步增加长期水资源稳定使用的风险，因此为确保水资源之永续利用与粮食、能源发展稳定，整合多元水源(如再生水、伏流水)与水资源智慧管理有其必要，以降低气候变迁所带来的极端风险。

关键词：气候变迁，水资源管理

作者单位

1 淡江大学水资源及环境工程学系

2 台湾大学土木工程学系

3 农业工程研究中心

4 台湾大学生物环境系统工程学系

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 低碳降碳技术应用

施用高密度有机物料对小麦萌发及养分含量的促进作用

范庭¹

在干旱与半干旱地区，低温与土壤水分不足导致未腐解残留物降低作物出苗率，亟需创新秸秆还田技术以解决这一问题。本研究以切碎小麦秸秆（CWS）制备高密度有机物料（HDOM），设置三种处理：未添加外源物质的 HDOM-W（小麦秸秆 HDOM）、添加 10% 小麦秸秆生物炭的 HDOM-WB 和单质硫的 HDOM-WS，通过田间原位与室内培养试验系统评估 HDOM 对土壤及作物生长的影响。结果表明：与 CWS 相比，HDOM-W 处理未显著降低小麦发芽率；HDOM-WS 处理的小麦生物量、全氮与全磷含量分别提升 137.9%、137.1% 和 141.8%（ $P<0.05$ ）；HDOM-WB 处理的小麦钾含量显著增加 39.7%（ $P<0.05$ ）。因此，施用 HDOM 可改善土壤种床条件、促进作物生长并提高养分含量，最终提升土壤肥力。作物秸秆、林木枝条、农田杂草、废弃木制品等均可作为 HDOM 还田培肥。HDOM 的应用可作为一种创新环保培肥增碳技术，既能解决有机废弃物处置难题，又能实现土壤质量的可持续维持。

关键词：高密度有机材料，秸秆颗粒，硬度，出苗率，腐解率

作者单位

1 水利部牧区水利科学研究所

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 水资源管理

淮河干流蚌埠闸上枯水期来水量组成特征分析

扶清成¹，邬旭东¹，查亮¹

淮河干流蚌埠闸上段是淮南、蚌埠两市城镇生活、农业灌溉以及工业生产的主要取水水源地，随着经济社会的快速发展，该区域取用水量不断增加，水资源供需矛盾日益突出，尤其是遇到干旱年、连续干旱年等特殊枯水期，城镇生活、农业灌溉、工业生产、航运等用水户争水矛盾更加突出。新中国成立以来，淮河流域旱灾较为频繁，1959、1966、1978、1988、1992、1994、1999、2000、2001、2009、2014、2019 等年份发生了较大旱灾，1999 年 1～9 月，蚌埠闸累计断流 107 天，2005 年 6 月，蚌埠闸一度断航，滞留船只达 300 艘之多，滞留时间近 2 个月之久，水资源短缺问题已严重制约了沿岸地区经济社会的持续发展。做好该区域水资源统一调度，尤其是特殊枯水期水量应急调度，既是强化流域统一治理的必然要求，更是以水资源集约利用支撑区域经济社会高质量发展的重要保障。本文采用淮河干流吴家渡、洪汝河班台、沙颍河阜阳、涡河蒙城、史灌河蒋家集、淝河横排头等水文站 1956～2016 年径流资料，对淮河干流蚌埠闸上径流年内分配与年际变化情况进行分析，研究蚌埠闸上枯水期水文特征变化规律；对枯水期、较大干旱年份蚌埠闸上重要支流的入淮水量组成情况进行分析，研究洪汝河、沙颍河等重要支流的入淮水量组成特征，研究成果能够为提升区域水资源优化配置与调度水平，保障区域用水安全提供技术参考。

关键词：淮河干流，蚌埠闸，枯水期，径流，水量组成

作者单位

1 淮河水利委员会水利水电工程技术研究中心

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水库兴利与防洪

板桥水库水下混凝土防渗面板施工技术研究

管宪伟¹, 万文新²

我国的水库大坝大多数修建于 20 世纪 50~70 年代,相当一部分水库大坝属于“三边”或“三无”工程,原勘探、设计施工资料很少或没有,存在工程标准低、施工质量差等问题,加上长期运行过程中管理维护资金投入不足,建筑物老损严重,致使水库大坝面临严峻的安全形势。电力部门对 20 世纪 80 年代末以前投入运行的 96 座大坝的检查工作发现:混凝土坝和土石坝的混凝土建筑物存在较多裂缝的坝数约占总数的 73%;坝基或坝体渗漏量偏大、坝体大量析出钙质的坝数约占 33.3%;可见裂缝和渗漏问题是混凝土坝的主要隐患病害。我国的大型水库多采用混凝土坝,因此针对大型混凝土坝裂缝渗漏问题的除险加固技术研究就显得十分必要。近年来,新一轮病险水库除险加固全面启动,但大坝加固工程往往受水库蓄水影响,尤其是高坝蓄水水深达 30m 以上,填筑围堰干地施工不仅投资高、施工难度大,且受制于料场征地、环保、水保等因素制约,越来越需要在水下直接施工。但水下修复加固技术,特别是在非常规条件下进行水下施工作业,目前涉及到很多问题和技術难点。本文结合板桥水库除险加固工程施工实践,总结防渗板水下混凝土施工工艺,重点介绍水下模板安装、水下不分散混凝土浇筑、结构缝处理等技术措施和施工方案,供类似工程参考。

关键词:板桥水库,防渗板,不分散混凝土,水下浇筑

作者单位

1 淮河水利水电开发有限公司

2 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 地下水管理

基于抽水试验的岩溶含水层类型识别与水动力参数确定方法改进

黄梅¹, 刘埔¹, 刘丹¹, 王杰¹

在岩溶地区, 含水层的非均质性源于裂隙、溶隙和管道等多尺度溶蚀特征之间的多级次耦合作用, 使得含水系统极为复杂。如果不考虑含水层的性质, 直接采用传统方法(如 Theis 配线法、直线图解法、水位恢复法等), 可能会导致求参结果不够精确。因此, 本研究提出了一种新的参数估算方法。该方法的基本流程如下: 首先, 基于现有勘探资料, 通过对比分析抽水试验数据所呈现的诊断曲线(即降深 - 时间数据的导数曲线)和标准曲线(双对数降深曲线)的特征, 识别含水层类型; 进而解译分析含水层性质; 最终选取合适的井流模型进行参数估算。将此方法应用于本研究试验场地后, 结果表明: 观测孔附近存在承压含水层(有越流补给)和非承压含水层, 各观测孔附近含水层的导水系数范围为 $15.4 \sim 554 \text{ m}^2/\text{d}$, 贮水系数范围为 $1 \times 10^{-7} \sim 12.3 \times 10^{-6}$ 。这一现象揭示了场地地下水系统的复杂性, 尤其是非均质特性明显。为验证新方法的可靠性, 进一步对传统方法与新方法的计算结果进行了对比分析。鲁棒性分析表明, 新方法的均方根误差(RMSE)显著低于传统方法, 且置信区间范围更窄。这些结果共同证明了新方法具有更高的可靠性。综上, 在水文地质条件复杂的岩溶地区开展抽水试验时, 先对含水层进行全面的解译分析, 再选取合适的模型进行参数估计, 是更为合理且准确的做法。

关键词: 抽水试验, 水动力参数, 诊断曲线, 岩溶含水层类型识别

作者单位

1 贵州大学资源与环境工程学院

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 水资源管理

基于 MixSIAR 模型和蒸发校正的季节性河流与地下水交互 关系量化评估

金婧¹, 刘铁军¹, 廖梓龙¹, 王明新¹, 王子河¹

对于干旱半干旱区, 强烈的蒸发影响着水体中 δD - $\delta^{18}O$ 分馏平衡, 忽视蒸发分馏势必会对水体交互量化评估产生影响。本研究以塔布河和区域地下水为研究对象, 耦合同位素和水文地球化学方法, 以 2022 年 5 月、2023 年 5 月和 9 月三期数据为基础, 分析蒸发作用对水体 δD - $\delta^{18}O$ 的影响程度, 考虑蒸发校正, 利用 MixSIAR 模型量化水体转化作用。结果表明: 河水 and 地下水的水化学演化受水岩作用控制, 同时也受蒸发作用影响。河水 and 地下水水化学指标在时间和空间尺度上相似性, 说明河水 and 地下水之间存在密切的水力联系。河水 d-excess 为 $-6.96 \sim -3.48\text{‰}$, 而地下水 d-excess 为 $+5.93 \sim +6.13\text{‰}$, 且河水 d-excess 的变异系数高达 3.31, 说明蒸发对河水 δD 和 $\delta^{18}O$ 影响更强烈。基于瑞利方程反向推导进行蒸发校正, 确定河水 $\delta^{18}O$ 和 δD 初始值分别为 -10.05‰ 和 -55.64‰ , 进而确定河水补给来源中 63.8% 来自地下水, 36.3% 来自降水; 而地下水则 55.3% 来自冰雪融水, 44.7% 来自夏季降雨入渗。研究成果可为区域水资源可持续发展、河湖复苏提供科学支撑。

关键词：塔布河流域，氕剩余，瑞利方程，蒸发校正，MixSIAR 模型

作者单位

1 水利部牧区水利科学研究所

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水资源管理

华北平原灌溉对热浪发展影响的时空异质性

李庆鑫¹, 张宝忠¹, 王雅琦¹, 魏征¹

受气候条件及灌溉水平变化影响, 灌溉效应也发生着时空变化。已有研究证实, AMO 和 PDO 于 1996 年的相位转换造成华北平原极端高温频率上升、降雨量下降等气候变化。近年来华北地区骤发性干旱频率显著增加, 增暖背景下土壤进一步放大了陆 - 气作用的干燥状态。同时, 1995 年后, 随着灌溉扩张放缓及节水灌溉技术的发展, 灌溉冷温效应有所减弱。综合影响下, 灌溉对高温热浪发展的影响也变得难以量化。本研究基于全球网格气象观测及灌溉再分析数据, 划分气候变化及灌溉活动演变时期, 采用时空维多元线性回归贡献分析方法, 将灌溉的气候效应从气候系统内部变率等众多综合强迫中分离, 量化在华北平原干旱程度加剧、灌溉扩张速度放缓的背景下, 灌溉对当地高温热浪发展趋势影响。结果表明, 尽管灌溉对华北平原热浪的影响较弱, 但也表现出明显的时空变化。受气候变化影响, 1996 年后华北平原整体干旱程度上升, 且在西南部更为剧烈, 陆气耦合强度北部及沿海减弱内陆增强趋势, 改变了已有的蒸散发限制状态, 造成当地灌溉抑制作用重心由北向西南偏移。

关键词：灌溉影响, 热浪, 时空异质性, 陆气耦合, 气候变化

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水资源管理

基于地理探测器的典型干旱区城乡用水差异时空模式和影响 因素分析 — 以宁夏回族自治区为例

李妍¹, 杨晓华¹

干旱区水资源短缺与城乡用水矛盾已成为制约区域可持续发展的重要挑战。宁夏回族自治区作为中国西北典型干旱区与生态脆弱区，其城乡用水效率与分配机制长期受自然本底约束与人类活动双重影响。然而，现有研究多聚焦单一尺度用水特征，缺乏对自然 - 社会经济因子交互作用的系统性解析，难以支撑精细化水资源管理决策。本研究以宁夏回族自治区为典型研究区，基于水资源统计数据、社会经济数据、自然生态、遥感等多源数据，从用水特征和用水效率两个维度分析了 2012-2022 年宁夏回族自治区的城乡用水差异及其时空特征，进一步结合城市用水特征与乡村用水特征量化城乡用水差异。运用地理探测器模型，系统揭示城乡用水时空分异规律及其驱动机制。通过空间分层异质性检验与因子探测，重点解析降水、蒸发等自然要素与产业结构、人口密度等人文要素对城乡用水差异的独立及协同作用机制，最终基于上述结论提出优化城乡产业布局、建立动态用水配额机制等策略，以促进干旱区人水关系协调。研究结果深化了自然 - 人文耦合视角下干旱区人水关系研究范式，为优化城乡用水配额、制定差异化管控政策提供科学依据，助力区域水资源公平性与可持续性协同提升和黄河流域生态保护与高质量发展国家战略的实施。

关键词：区域水资源管理，城乡用水差异，时空特征，影响因素

作者单位

1 北京师范大学

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系

在多种边界条件下分析刺激源变动对水力参数反算的影响

李咏志¹，林宏儒²，温志超^{3, 4}

水力断层扫描 (Hydraulic Tomography, HT) 已成功应用在检定受压含水层之异质性水文地质参数分布，而水文地质参数的分布可用来描绘含水层水力特性，例如透水率 (T)、蓄水系数 (S)、水力传导率 (K) 和比储率 (Ss)。

本研究在自然梯度的情境下，设定不同的边界条件，于实验室砂箱填土并进行抽水试验得到泄降数据，得到这些水文地质参数后，再以不同组合方式将数据结合进行反算，并加以验证。与现地抽水试验相比，砂箱抽水试验的优势在于边界条件已知且可控。砂箱的左边及右边的定水头边界中，假设三种边界条件的情形：Case1. 完全定水头边界、Case2. 部分定水头（上边及下边位置）及部分不透水边界（中间位置）、Case3. 部分定水头（中间位置）及部分不透水边界（上边及下边位置）进行循序抽水试验。将其中一种边界条件的数据提取出来，添加刺激源条件，再与未受刺激源改变的数据进行反算验证。

本研究进行数值试验，试验的数据使用 VSAFT2 仿真并使用 VSAFT2 反算模型进行分析。在 45 组抽水试验数据中，选取单数井的数据投入 VSAFT2 反算模型中进行反算，并以双数井所得的监测数据作为验证组，并计算数值试验模拟真实参数分布场与推估参数分布场的误差以及相关性、每次反算的参数分布场之间的误差及相关性。

关键词：VSAFT2，砂箱抽水试验，边界条件，异质性，水力特性

作者单位

1 云林科技大学环境与安全卫生工程研究所

2 云林科技大学水土资源与防灾科技研究中心

3 云林科技大学环境与安全卫生工程系

4 云林科技大学水土资源与防灾科技研究中心

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 地下水管理

密度驱动条件下饱和介质盐分迁移规律

刘娜^{1,2}, 黄权中^{1,3}, 陈宏泽¹, 李佩云¹, 黄冠华^{1,3}

为探究一维饱和介质中考虑密度驱动条件下的盐分迁移规律, 在室内开展了从土柱顶端释放 NaCl 盐溶液的密度驱动下盐分迁移试验, 结果表明: 浓度为 100 g/L 的盐溶液从顶部释放后仅 720 min 土柱底部浓度即达到最大值; 土柱顶部释放的盐分浓度越高密度驱动效果越明显, 迁移到土柱底部 (深度 70 ~ 100 cm) 的盐分含量占比越高; 释放盐分浓度为 6、12、40、60、100、150 g/L 时底部盐分含量占比分别为 33.3%、36.7%、38.0%、40.0%、40.2%、47.1%。为对比密度驱动和浓度弥散作用下的盐分迁移规律差异, 开展了从土柱底部释放高浓度盐溶液的反向弥散试验, 结果表明: 试验期内密度驱动对盐分迁移的影响效果远大于浓度弥散作用, 试验进行 30 d 后弥散作用仅对土柱底部 20 cm 范围内的浓度分布产生影响; 底部释放盐分浓度越高, 向上的弥散通量越大, 但对浓度的重分布影响不明显, 浓度为 6、40、60、100 g/L 的 NaCl 溶液试验进行 15 d 后土柱底部 20 cm 范围内含盐量占比依次增大, 分别为 37.5%、62.4%、72.7%、82.7%。该研究量化分析了在密度驱动和弥散作用下盐分的迁移规律, 可为干旱灌区盐分平衡规律的研究提供一定的理论依据。

关键词：盐分，饱和，机理，密度驱动，饱和介质，盐分迁移，对流 - 弥散

作者单位

1 中国农业大学水利与土木工程学院

2 水利部牧区水利科学研究所

3 中国 - 以色列国际农业研究培训中心

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水资源管理

新时期水资源保护与可持续利用的协同分析

刘治华¹, 王博¹

中国作为世界第二大经济体，在工业化与城镇化高速推进的新时期下，正面临着严峻的水资源挑战。我国水资源总量虽达 2.8 万亿立方米，但人均占有量仅为世界平均水平的 1/4，且呈现“南丰北缺”的空间配置，这种空间与时间上的分布不均，进一步加剧了水资源短缺问题。伴随着中国经济的快速发展，生产、生活、生态所需的水资源的需求不断增加，工业发展和城市发展导致水资源分配竞争加剧，许多地区出现地下水位下降和河流干涸的现象，可能进一步导致国家水资源短缺，对人类社会的发展造成极为不利的影响。因此现阶段迫切需要解决水资源浪费和污染问题，并不断加强对水资源的保护，实现水资源的可持续。本篇文章对水资源的保护和可持续利用进行详细的介绍，分析经济发展过程中存在的问题，以及促进水资源保护和可持续利用的有效措施，实现用水效率从量变到质变的跃升，进一步促进国民经济和社会的可持续发展，建设资源与环境合理利用的社会，为中国高质量发展提供关键支撑。

关键词：水资源保护，可持续利用，方法分析

作者单位

1 黄河水土保持绥德治理监督局

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 水资源管理

高原城市昆明大气氮湿沉降水平及变化特征

刘子轩¹, 毛世骏¹, 曾杰¹, 吴起鑫¹, 马青¹, 刘杨丹姝¹, 王鲲鹏¹, 葛馨¹

降雨相关的氮沉降因其多种生态环境效应对地表产生重要影响而越来越受到人们的关注。然而，高原城市地区氮湿沉降的组成、历史变化和来源的观测仍然较为缺乏，影响氮沉降生态环境效应的全面、准确评估。本研究观测了云南省昆明市城市系统 2022 年 6 月至 2023 年 5 月降雨期间的日尺度雨水样品中的氨态氮 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、硝态氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 和溶解有机氮 (DON) 浓度，计算了 DON 浓度和各形态氮的沉降通量，分析了它们的月季变化及变化机制。结果表明，雨水中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 DON 的含量分别为 0.46、0.45 和 0.88 mg N L⁻¹，溶解总氮 (DTN) 的湿沉降通量为 14.20 kg N ha⁻¹ yr⁻¹，接近西南地区的平均水平， $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 DON 分别占 DTN 沉降通量的 26.0%、24.8% 和 49.2%。氮浓度（最高的是 11 月，降雨量最少）和氮湿沉降通量（最高的是 8 月，降雨量最多）在本研究中均有显著变化，反映了降水的稀释效应，降雨量和空气污染物含量与氮湿沉降通量存在显著正相关性。此外，化学计量方法表明，农业和非农业因素共同控制着氮湿沉降。昆明市历史大气含氮污染物排放数据与氮湿沉降通量的相关性揭示当地人类活动和跨界污染物是影响高原城市昆明氮湿沉降的主要因素。研究结果为高原城市地区氮湿沉降提供了有益的观测数据，同时对高原城市氮污染评价和人为氮排放管理也有一定的帮助。

关键词：氮湿沉降，硝态氮，氨态氮，有机氮，变化及来源

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系

以农田水利设施为基础之微水力发电公民电厂研究

刘宏仁¹，丁澈士²，徐年盛³

为响应净零碳排与推动农村能源自主，本研究聚焦于微水力发电于农田水利系统中的应用，并以「公民电厂」为导入模式，探索台湾农村绿能发展的新契机。研究首先搜集国际水力公民电厂案例，归纳其在小区参与、趸购电价、技术导入等成功要素，进而盘点台湾具潜力之农田水利场域，评估其技术可行性与在地应用潜力。

本研究依装置容量规模，提出三类推动模式：A.1kW 以下重视教育展示，B.1~10kW 强调自发自用，C.10~100kW 则推动小区型公民电厂。除技术层面外，研究亦深化小区参与机制，建构评估流程与操作指引，促进能源转型。成果显示，台湾小水力具推广潜力，惟须强化奖励制度、技术支持及地方共识，方能促成永续水利与在地绿能整合，研究成果提供两岸推动低碳农村与分布式再生能源系统之有力参考。

关键词：微水力发电，公民电厂，推动模式

作者单位

1 台湾大学水工试验所

2 屏东科技大学土木工程系

3 台湾大学土木工程系

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水资源管理

基于空间均衡的北京市水资源多目标优化

卢昱¹, 杨晓华¹

社会经济的快速发展引发水资源过度开发、水资源需求激增以及水资源负荷失衡等问题，由于水资源的空间分布不均衡，水短缺已成为可持续发展的主要障碍，而气候变化的影响和频繁的极端天气正在加剧这一趋势。针对北京市水资源时空分布不均与多维目标协同优化的科学难题，本研究基于北京市水资源系统现状，构建了“评价 - 预测 - 优化 - 决策”一体化研究框架，以在不同用水部门之间合理分配可利用水资源。首先，基于“水 - 社会 - 经济 - 自然”复合系统指标体系，评估了北京市辖区水资源负荷的空间均衡性，进而构建空间均衡优化调控模型。通过长短期记忆模型预测北京市未来的水资源供需情况，在此基础上，采用多目标优化方法，综合考虑水资源的短缺程度、经济效益、环境影响以及空间均衡目标，平衡不同目标之间的权衡关系，找到最优水资源配置方案。最后，基于上述研究结果与实际情况，提出科学合理的水资源管理决策方案，为北京市水资源的可持续利用和多维目标的协同优化提供了理论支持和实践指导。

关键词：用水结构，时空异质性，驱动因素，北京市

作者单位

1 北京师范大学

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 水资源管理

贵阳市花溪区 2022 和 2023 年两个雨季大气降雨化学特征变化和源解析

毛世骏¹, 刘子轩¹, 曾杰², 吴起鑫², 葛馨³

为了解贵阳市花溪区两个雨季大气降雨化学特征变化和来源, 本研究采集 2022 年和 2023 年两个雨季 (6-8 月) 贵阳市花溪区大气降水样品, 结合同时期大气污染物数据, 分析样品中 pH、电导率和阴阳离子的变化。结果发现主要离子包括 SO_{42-} 、 NO_3- 、 Ca_2+ 和 NH_4+ , 阴离子当量浓度顺序排列为 $\text{SO}_{42-} > \text{NO}_3- > \text{F-} > \text{Cl-}$, 而阳离子当量浓度在 2022 年雨季为 $\text{Ca}_2+ > \text{NH}_4+ > \text{Mg}_2+ > \text{Na+} > \text{K+}$, 在 2023 年雨季为 $\text{NH}_4+ > \text{Ca}_2+ > \text{Mg}_2+ > \text{Na+} > \text{K+}$ 。此外, 雨季降雨量是影响雨水离子浓度的主要因素, 而空气污染物也发挥了不可忽视的作用, 并且干旱日数的积累也会通过后续降雨改变特定雨水离子浓度 (如钙和镁)。通过化学计量分析和正定矩阵因子分解法进行源解析表明: 人为来源 (包括城市废物的挥发和燃烧排放) 突出表现在雨水 NH_4+ (30.3%)、 NO_3- (68.6%) 和 SO_{42-} (50.8%)。大气尘埃和颗粒物是雨水 Ca_2+ (50.4%) 和 Mg_2+ (43.7%) 的主要贡献者, 也是 SO_{42-} (49.2%)、 NO_3- (22.3%) 和 K+ (19.3%) 的重要贡献者。海洋输入是 Cl- (56%)、 Na+ (77.7%) 和 Mg_2+ (33.1%) 的主要来源。

关键词: 大气降水, 雨季, 化学特征, 源解析, 贵阳市花溪区

作者单位

1 贵州大学北阿拉巴马国际工程技术学院

2 贵州大学喀斯特地质资源与环境教育部重点实验室

3 贵州大学资源与环境工程学院

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 饮用水安全

重庆市丰都县南天湖镇农村供水“两手发力”的经验启示

孙波扬¹，白丽群¹，张琦¹

本文以重庆市丰都县南天湖镇为研究对象，聚焦其解决农村“饮水难”问题、推进农村供水高质量发展的创新实践——“两手发力”模式。针对该镇地处喀斯特地貌、水源匮乏、传统分散供水保证率低、水质差等难题，南天湖镇通过组建村集体共同出资的非营利性平台公司（碧波自来水公司），整合优化水源与管网资源，构建规模化、一体化供水体系。核心经验做法包括：一是引导市场主体培育，成立村集体供水公司，实现专业化、市场化运营，政府角色由实施主体转变为监管者；二是资源整合优化布局，科学配置水源，改造升级管网，大幅提升集中供水覆盖率（由 30% 增至 90%）；三是积极开拓供水市场，在保障居民用水基础上，拓展工商业用水，消纳产能，实现公司良性发展；四是结合公益岗位助力管护，降低运营成本，提升财政资金使用效率。研究表明，南天湖镇“两手发力”模式的核心启示在于：积极培育市场主体是基础，通过村集体企业实现市场从无到有；政府购买服务是关键保障，通过委托管理、支付费用等方式提供稳定市场需求并支持企业运行；同时，推动城乡供水同质化仍需持续探索，解决水质保障、漏损控制、水价机制、成本控制等深层次问题。该模式为类似地区破解农村供水难题、吸引社会资本参与、实现农村供水可持续高质量发展提供了有益借鉴。

关键词：两手发力，农村供水，人饮安全

作者单位

1 水利部发展研究中心

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 智慧灌区

浅谈淠史杭灌区现代化改造工程布局思路

万文新¹，张钧堂¹

面对气候变化、水资源短缺与农业现代化需求，传统灌区亟需通过系统性改造提升综合效能，大型灌区规划改造布局更需要统筹水资源高效利用、生态保护、现代农业发展和智慧化管理。应构建“水源 - 输配 - 田间 - 排水”完整水循环体系，根据地形地貌、作物结构、水资源条件进行差异化布局，与国土空间规划、生态保护规划等进行有效衔接，并与近期改造与远期发展协调统一。淠史杭灌区是中国最大的灌区之一，是以防洪、灌溉为主，兼有发电、供水、生态等综合功能的大型水利工程体系，面临工程老化、水资源利用率下降及生态功能弱化等问题。本文以淠史杭灌区为研究对象，针对灌区存在的渠道建设标准低、灌区骨干渠道末端渠道供水能力不足、渠系建筑物建设标准不统一、运行管理设施配套不足等问题，考虑工程建设必要性，结合灌区功能定位、发展目标、治理思路和建设任务，在水资源平衡分析的基础上，提出以灌区水资源优化配置为核心，提高灌区灌溉保证率和城乡供水保证程度率，完善从水源到田间完整的灌排体系，深化农业水价综合改革和投融资机制改革确保投资效益发挥等改造措施。对灌区现代化改造布局原则和内容进行了论述，为类似灌区工程改造提供参考。

关键词：大型灌区，水资源高效利用，现代化改造，数字孪生

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 地下水管理

中国北方分区域生态水文系统演变与科学调控

汪勇¹，赵勇¹，陈敏建¹

地下水对中国北方经济社会和生态环境具有重要的保障和调节作用，关于地下水对生态的支撑作用、关键阈值及科学调控是生态水文学研究的难点。本文通过比较水文、机理推导、计算实证等方法，解析了北方分区域水文循环与生态效应，揭示了干旱 - 半干旱 - 半湿润区地下水与生态响应关系，量化了地下水在不同区域中对植被支撑作用，推导了面向不同生态保护目标的地下水临界条件，提出了地下水位 - 水量双控管理方案。以河西走廊、宁夏引黄灌区、西辽河平原和海河平原为案例，开展了计算和调控研究。主要结果：①随着年降水量的递减，地下水对植被生态的支撑作用逐渐增强，地下水是干旱区植被支撑最关键的水分要素；②河西走廊平原区次生盐渍化和植被退化地下水临界埋深分别为 1.2~1.8m 和 6~13m，关键是保障出山口径流与地下水的补给平衡，维持绿洲 - 过渡带 - 荒漠生态圈层结构的稳定；③宁夏引黄灌区植被、湖泊和次生盐渍化地下水临界埋深分别为 2-3m、1.8-2.5m 和 1.8-2.4m，关键是平衡节水与生态的关系，合理确定节水强度；④西辽河平原草地植被退化和入渗补给地下水临界埋深分别为 2~3m 和 7~8m，关键是控制灌区发展，维持合理农牧比例；⑤海河平原区维持稳定降水 - 产流关系和入渗补给地下水临界埋深分别为 2~5m 和 12~16m，关键是维持降水 - 产流关系。成果对提高地下水对生态系统作用的认识，科学管理地下水、因地制宜开展生态修复等具有重要作用。

关键词：中国北方，生态水文，地下水，临界埋深，生态修复

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 地下水管理

阴山北麓农牧交错带紫花苜蓿用水效率分析及最优灌水策略研究

王国帅¹

阴山北麓农牧交错带是我国北方重要的畜牧业生产区，紫花苜蓿是该地区主要的牧草作物。针对当地地下水资源限额管理、苜蓿耗水特征和最优用水策略不清，本研究通过 2 年原位观测试验，利用 DSSAT 模型对紫花苜蓿的土壤水分、产量等参数进行了模拟，结果表明：紫花苜蓿土壤含水量、叶面积指数、产量的 ARE、nRMSE、R² 值在 3.82% ~ 5.57%，4.81% ~ 8.06%，0.86 ~ 0.93 间变化，参数精度满足率定与验证要求，模型可应用于本研究；紫花苜蓿耗水量为 395.6mm ~ 421.8mm，分枝期和现蕾期为用水关键期为总耗水量的 30 ~ 31% 和 31 ~ 33%，耗水强度平均为 2.97 ~ 3.04mm/d 和 4.23 ~ 4.97mm/d；WUE 变化为 11.74 ~ 14.39kg/hm²·mm，IWUE 变化为 7.12 ~ 9.31kg/hm²·mm，水分生产效率较高，灌溉贡献了水分生产力的 49.48 ~ 64.70%，与雨养紫花苜蓿产量相比，地下水灌溉使紫花苜蓿产量提升 17.87 ~ 34.72%；以产量最高为目标，水平年和枯水年推荐紫花苜蓿灌水量为 200mm 和 240mm；以地下水资源利用率最高为目标，水平年和枯水年推荐灌水量分别为 160mm 和 192mm。研究结果以期为阴山北麓农牧交错带合理利用地下水和科学提高紫花苜蓿产量提供科技支持。

关键词：阴山北麓农牧交错带，地下水滴灌，紫花苜蓿，DSSAT 模型，水分利用效率，最优灌水策略

作者单位

1 水利部牧区水利科学研究所

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 地下水管理

多源回灌补给碳酸盐岩地热储层的水化学数值模拟 ——以北京雾迷山组 (Jxw) 为例

王杰¹

本研究选取北京地区广泛开发的深部碳酸盐岩地热储层为研究对象，运用有限元与 PHREEQC 耦合模拟技术，系统探究北运河地表水、温蕴河地下水及处理后生活污水 3 种水源补给时的水化学演化过程，旨在揭示地热储层对不同补给水源的响应机制。结果表明：在 480m³/d、720m³/d、960m³/d 的回灌梯度下，回注井周边化学场强度及 TDS 浓度随回灌量增加呈递增趋势，而温度对化学场的影响不显著。溶质运移方面，自回灌井向储层内部存在径向井流溶质输送“位移”效应，呈现补给水向储层原生水过渡的特征，此过程主要受对流弥散作用主导。对比回灌后近井区与原热储层的水质差异，按幅度从小到大依次为北运河地表水、温蕴河地下水、处理后生活污水。分析显示，这与补给水源中 Mg²⁺、Ca²⁺、HCO₃⁻及 SO₄²⁻含量和原储层的差异程度相关：差异越大，水岩作用下的方解石沉淀与白云石溶解量越显著。据此，实际工程中采用不同水源补给时，需综合评估水源水质（如离子组成）及回灌量等因素，为地热资源的可持续发展提供科学依据。

关键词：雾迷山组，FEM+PHREEQC，回灌，水文地球化学，影响范围

作者单位

1 贵州大学资源与环境工程学院

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系

纳管工厂污废水排放公共管线区域仿真评估 ——以桃园市八德、大溪农产业密集地区为例

王泰盛¹，谢儒震¹

随着都市化与工业发展，未登记的工厂聚集地逐渐形成，尤其在一些人口与工厂较密集的区域，这些未经妥善管理的污废水排放问题逐渐成为地方环境与农业发展的重要挑战，亟待地方政府优先处理。然这些区域内可能存在污染程度不一的工厂，特别是污染风险较高的工厂，更需要优先关注与妥善处理。因此，本研究探讨农地工厂排放废污水之课题及改善策略，并就邻近区域排水系统之工厂布设专管，以及邻近区域排水系统之工厂布设公共排水管线等措施，提出优先顺位评估建议，并遴选工厂密集地区进行模拟操作，进而研拟县市政府协助工厂废污水排放之作业方式。此外，透过一些常见且容易影响灌溉水质的污染指标，如酸碱度、导电度、氨氮、氯盐、硫酸盐、残余碳酸钠、钠吸着率等不同水质检测项目数据，以了解农业密集区域之工厂污废水排放水质变化状况，做为稽查作业与改善措施依据。为评估密集（群聚）工厂之所需排放量，本研究拟先以生活污水作为排放量需求进行粗估，并依工厂面积推估工厂人数，再以人均生活污水乘以推估人数，初步估算特定区域范围之密集工厂基础所需排放量。再依水利主管部门「用水计划书件内容及格式」之单位用水量计算参考，依废污水集水范围内之特定工厂行业别，以各行业工业类用水量规划建议值 CMD，进行推估污废水集水范围内之排水量。以八德、大溪之农产业密集地区（下称本区域）为例，本区域内事业污废水排水量约 848.4178CMD（公吨 / 每天）。本研究系根据工厂之用水量规划建议值推估规划本区域基本主管设施之尺寸与经费，可大致掌握距离范围内之施設公共管线成本，以利后续本区域预算经费之分配与运用规划。本区域因周边有若干规模较大之工厂，设有自有之专用排水管线，后续若依实际个案设施条件，则部分工厂排水除排入区域排水外，若地形高程、管道衔接工程，且既有管线排水容量尚有余裕等相关条件可配合，并取得排水许可，则可就近接管排入邻近污水下水道、既有大型排水管线，或介接邻近之可用排水管线至污水处理场与区域排水系统，达成更完善且环保的区域污废水管理目标。

关键词：区域水资源系统，破管，浊度，缺水，调度

作者单位

1 农业工程研究中心

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 废污水处理与回用水

基于靶向刻蚀—原位沉积构建梯度介孔网络 LDH 插层赝电容 流动电极及在矿井水氟污染治理的应用

王星天¹

黄河流域煤矿区矿井水氟污染治理面临高盐抑制吸附效率与复杂组分干扰选择性的双重技术瓶颈。针对传统赝电容流动电极技术因选择性差、离子扩散动力学迟滞及容量衰减等问题导致的除氟效率受限，本研究通过双金属氢氧化物（LDH）基插层赝电容材料的制备，结合“空位缺陷调控工程 - 等离子体靶向刻蚀 - 电化学沉积梯度介孔”的协同表面重构策略，构建了丰富的贯通材料表面与层间的介孔通道，形成具有选择性梯度介孔网络的 LDH 插层赝电容电极材料。通过解析氟离子在梯度介孔网络中的选择性吸附路径及其与快速反应动力学的协同作用，揭示了插层存储与赝电容吸附的双耦合协同存储机制，突破了流动电极在选择性吸附速率与容量稳定性间的矛盾。进一步搭建的流动电极除氟反应器对流动电极材料深度除氟性能进行验证，推动高氟矿井水处理技术向高效低耗方向跃迁。研究成果将为黄河流域高氟矿井水的再生利用提供新的解决方案，对区域生态保护与水资源可持续管理具有重要意义。

关键词：苦咸水，高盐，流动电极电容去离子，插层，赝电容

作者单位

1 水利部牧区水利科学研究所

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 地下水管理

基于自组织映射图 (SOM) 与蒙特卡洛模拟的地下水演化特征及健康风险评估—以阴山北麓荒漠草原塔布河流域为例

王子河¹, 廖梓龙¹, 金婧¹, 张晶¹, 王明新¹, 张鑫建¹

阴山北麓荒漠草原作为我国北方重要的生态屏障和农牧交错区, 其地下水资源的可持续利用对于区域生态安全和社会经济发展至关重要。地下水是该区域唯一的饮用水源。然而, 受复杂的地质条件、气候变化及人类活动影响, 该区域地下水系统表现出显著的空间异质性。系统地进行地下水水化学演化特征分析及健康风险评估, 对区域地下水资源的科学管理与保护具有重要意义。本研究以阴山北麓荒漠草原塔布河流域为典型研究区, 基于 2022 年至 2024 年期间采集 110 组地下水样品, 综合运用自组织映射图 (SOM) 与蒙特卡洛模拟方法, 对地下水化学成分进行分类与可视化及健康风险评估。结果表明, 该地区地下水存在硝酸根离子 (NO_3^-)、氟离子 (F^-) 和总溶解固体 (TDS) 异常偏高, 地下水中的硝酸根离子主要来源于粪肥, 高浓度的总溶解固体与灌溉密切相关, 而氟离子的富集则主要受自然地质因素控制, 包括碱性条件、竞争吸附、含氟矿物的溶解以及阳离子交换。健康风险评估结果显示分别有 98.9%、92.0% 和 80.5% 的地下水样本超过了儿童、成年女性和成年男性总非致癌风险的允许限值。研究成果为区域地下水资源的可持续利用提供了新的视角和方法论支持, 也为类似地区的地下水管理提供了有益的参考和借鉴。

关键词：阴山北麓荒漠草原, 地下水, 自组织映射图 (SOM), 熵权水质指数 (EWQI), 地下水质量评估, 健康风险评估

作者单位

1 水利部牧区水利科学研究所 / 中国水利水电科学研究院
内蒙古阴山北麓草原生态水文国家野外科学观测研究站

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 水资源管理

山东省节水型社会建设经验做法典型问题 and 对策建议

邬旭东¹, 查亮¹, 徐杰², 扶清成¹

建设节水型社会是适应我国水资源紧缺严峻形势、推进经济社会高质量发展的必然要求。山东省作为经济大省、农业大省、人口大省，山东水资源总量仅占全国的 1%，多年平均人均水资源占有量 298m³，不到全国的 1/6，按照国际公认标准，属于极度缺水地区；山东省水资源开发利用程度较高，水资源供需矛盾突出，大力持续推进节水型社会建设是破解利用有限水资源支撑经济社会高质量发展难题的必由之路。文章以山东省第一～第六批成功创建为节水型社会建设达标县（区）为研究基础，开展深入分析，总结出加强组织领导、严格定额管理、树立节水典型、强化科技支撑、加强宣传教育等经验做法，分析提出再生水利用率不高、农业用水计量精细化程度不足、节水评价制度落实有待加强等典型问题，进而有针对性提出加强非常规水利用、完善农业灌溉用水监测计量体系、规范开展节水评价等对策建议，为山东省有力高效持续推进节水型社会建设提供借鉴参考。

关键词：节水型社会，经验做法，典型问题，对策建议

作者单位

1 淮河水利委员会水利水电工程技术研究中心

2 水利部淮河水利委员会

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水资源管理

淮河流域计划用水管理现状问题分析与建议

邬旭东¹, 查亮¹, 徐杰², 扶清成¹

随着经济社会快速发展,淮河流域各省工业和服务业用水单位数量逐渐增多,用水需求日渐高涨,流域水资源供需矛盾日益突出。由于农业用水、生活用水的特殊性,其计划用水管理受外界因素干扰较大,因此对用水量达到一定规模的工业、服务业用水单位实行计划用水管理是缓解淮河流域水资源短缺的有效措施。文章依据安徽、江苏、山东三省年用水量 1 万 m^3 及以上工业和服务业用水单位计划用水管理情况和计划用水管理日常监督检查情况,分析提出淮河流域计划用水管理过程中存在计划用水管理对象底数不清、各地区公共供水管网内用水单位计划用水管理体制不顺畅、计划用水管理用水量规模认定存在差异、超计划用水累进加价理解不同等问题,进而提出加强部门间计划用水管理信息共享、理顺计划用水管理体制、合理制定纳入计划用水管理用水量规模、定义超计划用水累进加价制度等对策建议,可为淮河流域进一步规范计划用水管理工作提供借鉴参考。

关键词：淮河流域,计划用水管理,存在问题,对策建议

作者单位

1 淮河水利委员会水利水电工程技术研究中心

2 水利部淮河水利委员会

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 水资源管理

贵州省喀斯特山区灌区作物耗水遥感解译研究

吴海宽¹，李长江¹，彭芸¹

为精准把握贵州省喀斯特山区灌区作物耗水规律，促进水资源高效利用和保障农业可持续发展。本研究基于 2021~2023 年 NASA 官方数据分发平台遥感影像等数据，主要包括基于地表能量平衡 (SEBS) 的遥感蒸散数据、Sentinel-2 影像以及气象、地形、土壤等多种辅助数据。对这些数据进行了严格且细致的预处理操作，包括辐射定标、大气校正、几何校正、图像融合、图像镶嵌与裁剪、去云及阴影处理等操作，并创新性采用通量分解法解译作物耗水量，通过典型气象站点蒸发数据对解译结果进行验证和分析。结果显示：在时间分布上，贵州喀斯特山区灌区作物耗水呈现明显的季节变化规律，夏季耗水达到峰值，冬季耗水量维持在较低水平，不同年份的作物耗水受降水、气温等气象因素影响存在一定差异；在空间分布上，南边和东边部分地区耗水值最大，超过 900mm，低值区主要集中在城市地区，大都小于 450mm，不同地形地貌和土地利用类型对作物耗水的空间分布也有重要影响；通过验证，观测值和建模结果的相关性均较高，作物耗水遥感解译结果具有较高的准确性和可靠性。为贵州灌区农业水资源合理管理提供科学依据，有力推动农业可持续发展。

关键字：喀斯特山区，灌区，作物耗水，遥感解译

作者单位

1 贵州省水利科学研究院

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水资源管理

安徽皖北地区粮食高产稳产水利支撑研究

肖建峰¹，詹同涛¹

粮食是关系国计民生的重要商品，保障国家粮食安全始终是治国安邦的头等大事。安徽皖北地区是我国重要的粮食生产核心区，作为全国为数不多的粮食净调出地区，皖北地区为稳定长三角地区粮食安全、乃至为稳定全国粮食安全做出了重要贡献。本文在皖北地区耕地利用、粮食生产现状调查的基础上，结合安徽省分配至该地区的粮食增产任务，分析了皖北地区粮食生产对保障区域乃至全国粮食安全的作用。皖北地区现状耕地利用率较高、粮食增产任务重，未来粮食生产压力较大，促进粮食高产稳产是完成皖北地区粮食生产任务亟待解决的重大课题。本文从区域水资源及时空分布、防洪减灾体系、河流水系分布、跨流域调水工程等方面分析了皖北地区粮食生产面临的不利条件与有利形势，并据此从提升防洪除涝能力、强化抗旱减灾能力、建设“引蓄结合、河湖库塘井互济”灌溉体系、发展适应性农业、健全基层水利服务体系等方面，研究提出了保障皖北地区粮食高产稳产的水利支撑对策建议。

关键词：粮食生产，水利条件，皖北地区，高产稳产，水利支撑，对策

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 水资源管理

1965-2023 年云南省旱涝灾害风险时空演变规律

杨安¹, 李道西¹, 魏征², 王雅琦², 郭竞阳², 李庆鑫²

针对云南省旱涝灾害频发的问题, 本文基于云南省内 118 个气象站点数据, 采用标准化降水蒸散指数 (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, SPEI) 和信息扩散方法, 系统分析了 1965—2023 年云南省农业干旱的时空演变规律。结果表明 SPEI 指数在 1998 年发生了显著转折: 1965—1998 年 SPEI 呈上升趋势 ($0.0043/a$), 1999—2023 年则转为下降 ($-0.0092/a$), 具体而言, 春季干旱加剧 ($-0.0488/a$), 夏季持续干旱化, 秋季由湿润转向干旱, 冬季湿润化趋势增强。空间分布上, 云南省整体呈干旱化趋势, 其中西部、西南部和中部为干旱核心区; 1998 年后, 干旱高危险区由东部向西部转移, 而洪涝高危险区则稳定于北部及西北部。进一步分析发现干旱高危险区东西反转与降水格局演变密切相关。1965—1998 年东部降水减少加剧了干旱风险, 而 1999—2023 年西部降水显著下降导致危险区西移, 洪涝危险区稳定性则受地形与极端降水协同作用影响。

关键词：标准化降水蒸散指数，旱涝灾害，危险区识别，时空演变

作者单位

1 华北水利水电大学

2 中国水利水电科学研究院

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水资源管理

中美内陆核电选址条件的对比分析

杨春花¹，余姚果¹

随着内陆电力缺口逐渐增大，且成常态化，内陆核电重启的呼声再起。长江是我国经济社会发展的重要命脉，水安全保障是支撑长江经济带发展等国家战略的重要基础。因丰富的水资源，长江流域内前期规划内陆核电众多，内陆核电规划建设引起的长江流域水安全问题值得重视。本文从水资源安全与保护的角度对比分析了中、美内陆核电空间布局、取排水条件、周围人口分布，结果显示：与美国在建及运行内陆核电机组占比高达 78.72% 相比，我国在建及运行核电站均为滨海核电站；与美国内陆核电站相比，我国长江流域规划内陆核电站大部分取排水条件较好，少量支流上所承载的核电容量较大；与美国内陆核电周边人口密度底、周边取用水户大部分取用地下水、所在流域河湖关系简单明细且水利工程不多相比，长江流域规划核电周边人口分布较为密集且多以地表水为生产生活取用水水源，影响范围内备用水源难以解决，同时长江流域内江湖关系复杂且建有万座水库及多个大型跨流域调水工程，这些值得有关部门在长江流域内陆核电规划布局时重点关注。

关键词：内陆核电，水资源安全，取排水，人口分布，水资源管理

作者单位

1 长江水利委员会长江科学院

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 水资源管理

考虑不同生态保护目标安宁河生态流量研究

曾德军¹

对于河流而言，将水生态系统的结构、功能和生态过程维持在一定水平所需要的水量，称为生态环境需水。河流的生态环境需水可以细分为众多需水过程，对应着生态系统不同层次和方面的需求。目前依据河流实际，确定保障其水生态系统结构、功能和过程不发生退化的基本水量需求，在水资源管理上更具实际意义。目前国内外生态流量的计算方法主要分为 4 类，水文学法、水力参数法、栖息地模拟法及整体分析法]。其中水文学法是利用历史径流资料确定生态流量的一种方法，是目前使用最广泛的计算方法。河道生态保护目标的确定是计算河道生态流量的前提，河道生态保护目标包括基本目标和给定目标。基本目标是维持河湖基本生态环境功能的需水量及过程，涉及河湖基本形态需水、生物基本栖息地需水和基本自净功能需水。给定目标是按照保护河湖生态环境功能的实际需要。根据安宁河的实际情况，分别从维持河流基本形态、维持水生生物适宜环境、维持河流基本自净能力 3 个基本目标和泥沙冲淤平衡的特殊保护目标，分别计算生态流量。泥沙冲淤平衡的特殊保护目标生态流量的计算值由于资料限制，仅作为参考。最终采用 3 个基本目标生态流量计算结果的外包值作为安宁河基本生态流量，通过与 Tennant 法进行比较，各计算断面的基本生态流量均能得到较好的满足，可为河流管理者提供参考。

关键词：安宁河，生态保护目标，生态流量，Tennant 法

作者单位

1 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水库兴利与防洪

淮河干流临淮岗洪水控制工程蓄水兴利研究

詹同涛¹，肖建峰¹

临淮岗洪水控制工程系淮河中游干流关键性防洪工程，按防御百年一遇洪水标准设计，常规工况下工程处于“闲置”状态。临淮岗洪水控制工程通过主、副坝体系形成蓄水单元，在平槽水位基础上提升 2m 即可形成亿级蓄水库容，具备显著的水资源调控潜力。针对区域水资源供需矛盾突出问题，本研究探索临淮岗洪水控制工程由单一防洪功能向水资源综合利用功能延伸的实施路径。基于区域水资源供需态势分析，提出通过临淮岗洪水控制工程蓄水调控缓解临淮岗坝上沿淮淮北地区缺水问题的技术方案。临淮岗洪水控制工程长期蓄水将改变工程原设计使用工况，会对现有主坝、副坝及其构筑物、穿堤建筑物、排涝工程等构成一定不利影响，针对工程蓄水可能带来的不利影响，本文拟定 6 个蓄水位方案，系统比选了各方案综合效益，提出了不利影响的消减措施，推荐了经济合理、技术可行的蓄水方案。本文系统研究了大型防洪工程功能拓展的实施路径，可为同类型水利工程综合利用提供决策支持。

关键词：淮河干流，防洪工程，综合利用，蓄水，水安全

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：变化环境下的“水 - 能 - 粮 - 环境”关系 =》 水资源管理

淮河流域近期水资源监测体系建设的技术思路

张志刚¹，夏冬¹，戴丽纳¹

淮河流域多年平均水资源总量为 928 亿 m³，约占全国的 3.3%，人均和亩均水资源量仅占全国平均的 1/5 多，属于水资源短缺地区，且流域经济工业化和人口城镇化进展加速进一步加大了对水资源的需求，不少地区出现了水资源负荷超载现象。新发展阶段，在统筹社会经济发展和水安全保障的形势和要求下，必须落实水资源刚性约束制度，实现水资源的节约集约高效利用。水资源监测体系是落实水资源刚性约束制度的重要基础支撑，目前，淮河流域尚未建设完善的水资源监测体系，水量分配考核断面在线监测率仅 50%，生态流量管控断面在线监测率仅 54%，淮河区 9 条母亲河 13 个生态流量控制断面流量在线监测率不到 40%，24 条入淮干支流中 19 条支流河口监测断面无流量监测设施或在线监测能力不足，流域取水量计量率仅为 65%，且数据采集传输系统不完备、归集共享平台未建成，不能为精打细算用好水资源、从严从细管好水资源提供数据决策支持。本文基于水资源监测体系建设的全量程技术要求和在水资源监测对象、监测因素、服务对象的场景分析，研究分析淮河已开展水量分配和生态流量管控的重要河湖断面流量监测设施现状与技术水平，并深入研究重要用水户取用水监测计量状况，提出迫切需新建或改造的断面流量设施和用水计量设备，在此基础上，基于“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”原则提出近期淮河流域监测体系建设的数据共享及归集平台技术路线和方案。

关键词：淮河，水资源，检测体系建设，思考

作者单位

1 淮河水利委员会水文局（信息中心）

分类：变化环境下的“水-能-粮-环境”关系 =》 智慧灌区

关于中部干旱带生态保护和现代化灌区建设的思考 ——以宁夏海原县西河灌区为例

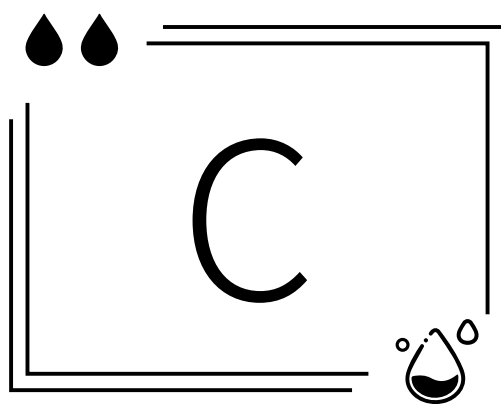
周飞¹，刘啸¹，刘创¹

宁夏地处我国西北内陆干旱地区，长期以来得益于黄河水灌溉，造就了沃野千里的“塞上江南”。海原县地处宁夏中部干旱带，是典型的干旱山区，受当地经济发展、地形条件等因素制约，县域内部分地区缺乏引黄灌溉条件，水资源供需矛盾突出，只能依靠超采地下水进行灌溉，出现河道干枯、山泉断流等生态环境问题。西河灌区是海原县地下水灌溉的典型代表，现有灌溉面积 8.84 万亩，新发展灌溉面积 3.16 万亩，2021 年以来通过政府和社会资本合作、深化农业水价综合改革、数字孪生水利“三轮驱动”，加快构建现代化灌区，在助力区域生态保护和高质量发展方面取得积极进展，为干旱地区新改造现代化灌区提供了可借鉴的模式经验。本文基于宁夏中部干旱带特殊的自然地理条件，以海原县西河灌区为例，剖析了生态保护和现代化灌区建设实践案例，从创新投融资方式、深化农业水价综合改革、发展数字孪生灌区等三方面，总结提出助力现代化灌区建设的主要经验做法，提出了激发灌区市场主体活力、完善灌区农业水价形成机制、加快推进数字孪生灌区建设等相关政策建议。

关键词：中部干旱带，现代化灌区，水价改革，生态保护，数字孪生

作者单位

1 水利部发展研究中心



水环境与水生态
共 27 篇

分类：水环境与水生态 =》 河流湖泊水环境保护

黄河典型内流河摩林河河流健康评价研究

白乐¹

保障河流健康是幸福河湖的基础。因此，科学有效地评价河流健康状况，恢复和维持健康河流生态系统，促进水资源高效利用，保障高水平安全，促进高质量发展已成为流域机构和专家学者们的共识。为准确评价黄河典型内流河摩林河健康状况，从河流、水文、生物和社会服务等 4 个方面选取岸线自然状况、水质优劣程度、鱼类保有指数和公众满意度等 15 个指标，构建了摩林河健康河湖评价指标体系。利用熵权—层次分析法对河流健康评价指标体系进行组合赋权。最后，采用多层次模糊综合评价模型进行健康状况评估。结果表明：摩林河整体处于健康状态。违规开发利用水域岸线、水体自净能力及水资源开发利用率等方面相对较好。制约摩林河健康状况最主要是鱼类保有指数和大型底栖无脊椎动物生物完整性指数等因素，其次是水质优劣程度，建议丰富鱼类保有量和保护生物多样性，加强水质监测与保护。

关键词：河流健康，指标体系，权重，摩林河，黄河内流区

作者单位

1 黄河水利委员会黄河水利科学研究院

分类：水环境与水生态 =》 河流湖泊水环境保护

基于生态脆弱性评估和 MSPA-MCR 模型的流域水生态修复 空间优化路径：以太湖湖西区为例

陈能成¹，余泱悦¹，王鹏勇²

水生态环境治理面临陆域污染排放和水体自净化能力失衡的系统性挑战，传统单要素治理模式因忽视“水文-生物-社会”系统的时空交互特征，易导致生态修复工程与区域可持续发展目标产生空间错配。本研究耦合生态脆弱性评估与生态景观图论理论，构建了以“空间识别-格局优化-分区管控”为核心的水生态修复空间优化技术框架。以太湖流域湖西区为实证对象，遴选自然环境因子（降雨时空异质性、土壤侵蚀强度、水网密度）与社会经济因子（土地利用强度、面源污染负荷、经济活动热度），通过 AHP-熵权组合赋权法构建自然-经济双维度生态脆弱性评估体系，揭示研究区脆弱性空间分异规律，解析自然条件与社会胁迫的耦合驱动机制，明确生态脆弱性空间分级。基于源-汇景观理论和最小累积阻力模型（MCR），识别“核心水域斑块-关键河流廊道（跨市）-次级河流廊道-水系毛细网络（乡镇）”的水生态空间格局，综合生态脆弱性空间分级结果，提出研究区水生态修复总体格局、修复功能分区、优先级和分级管控方案。本研究方法突破了分割式水环境治理模式，创新性地融合了社会经济因子与生态网络分析，有利于提高水生态修复工程与市县-村庄等多级国土空间规划的适配度，为流域尺度“水-岸-城-乡”水生态环境协同治理提供量化决策工具。

关键字：水生态修复，生态脆弱性评估，自然-经济双维度评估，最小累计阻力模型，太湖湖西区

作者单位

1 长江设计集团

2 江苏星鸿建设有限公司

分类：水环境与水生态

大学端与企业端协作之环境治理案例分享

陈湘媛¹，叶慈青²，刘怡汝³

台湾偏乡地区因为长期居于经济弱势、人口严重外流与资源分配不均，连带也造成聚落的传统文化式微，甚至危及小区内中小学校的生存。因此，偏乡的翻转与发展成为近年公部门亟思解决的课题，亦拟透过大学的专业，扶持小区发展微型企业或协助在地产业创新，使陷入存续困境的中小学成为偏乡的信息站或创业基地，藉产业收益回馈以支持学校永续经营。从历年的田野调查资料可知，新竹县新埔镇亦面临产业迟滞、人口外流、传统文化式微、水域污染的困境，本次所分享的案例即在介绍台湾地区中华大学身为桃竹苗地区之在地大学，如何提供专业协助，并结合企业的 ESG 策略，善尽企业之社会责任。

新埔镇过去以茶产业闻名，境内坡地几乎种满了茶树，在 2001 年时茶园面积仍有 520 公顷，占全新竹县茶园面积 33.15%，然而随着茶产业的没落、青壮人口流失，超过九成茶园荒置，曾经的运茶古道已因时代变迁荒废。根据 2023 年的统计资料，新埔镇仅剩 20.1 公顷茶园，传统产业与技艺传承亦同样面临冲击。有鉴于此，本校尝试对新埔的产业及休闲观光潜力进行资源盘点与规划研究，并以新北小区为示范点，从访谈在地居民了解当地的过往产业历史、人文生态特性与小区的愿景，建立小区耆老生命故事轨迹的记忆地图、日常生活中民俗植物的应用，进而研讨小区朝绿色产业发展的可行性，希望藉由地方创生吸引年轻人回流，为达到此目标，人才培育是本研究的重点之一，透过开设共创课程培育校内人才，并争取企业资源至中小学开设特色课程，以小区返乡青年为对象进行校外人才培育，让返乡创业的年轻人除了本身的产业外，同时成为中小学特色课程的讲师，一则开启了他们的「协杠人生」，可协助营销小区的产业与人文、生态，再则以在地人执行特色课程，更可延续推动里山共创核心理念。在场域环境方面，为因应茶产业没落、茶园弃耕与人力短缺，乃争取企业支持闲置茶果园山林复育、涵养水源，推动造林减碳及以树养老策略，让老茶农得以安心在

作者单位

1 台湾中华大学土木工程学系

2 台湾中华大学土木工程学系

3 台湾中华大学建筑与都市计划学系

地养老，同时响应零碳政策；至于部分曾参与奖励造林计划的场域，因栽植密度过大造成徒长与病虫害侵袭，则采以适度疏伐并将废弃茎叶打造为小区特色产品，办理小区工作坊或企业员工活动、鼓励企业绿色采购，创造产业的附加经济效益。

关键词：偏乡小区，客家聚落，大学社会责任（USR），企业社会责任（CSR），创新模式

分类：水环境与水生态 =》 水环境生态监测（野外台站）

煤矿水平衡测试与节水减排系统化整改路径研究

杜雪^{1, 2}, 朱凡^{1, 2}

我国煤炭资源与水资源分布不均，许多大型煤炭基地位于干旱或半干旱地区，一些地区的采煤活动影响了水源涵养和地表水系，井下开采破坏地下水系，大量水资源流失，区域生态水资源平衡遭到破坏。水平衡测试通过实测和计算，分析煤矿用水的水量平衡关系，帮助发现用水过程中的浪费环节，并提出针对性的节水措施。针对曹家滩煤矿（2500 万 t/a）产能核增后的实际用水情况，通过《企业水平衡测试通则》（GB/T12452-2022）开展三级水平衡测试，系统量化全流程数据，诊断发现的关键问题，提出整改方案。工程措施包括整改供水系统，优化生活饮用水管道，充分利用矿井水，并启用中水回用管道，建设绿化用水管网，提高污水利用率。非工程措施包括建立健全水务管理体系，严格执行取水许可管理要求，按时报送取水情况和计划，推进用水考核制度落实，完善突发水污染事件应急处理和应急预案，增强职工节水意识，推行节约用水。本研究总结了煤矿水平衡测试与节水减排系统化整改的研究进展，重点探讨了水平衡测试方法、关键指标、节水减排技术及系统化整改措施，旨在为煤矿水资源的高效利用和节水减排工作提供理论支持和实践指导案例。

关键词：水资源管理，煤矿，水平衡测试，节水减排

作者单位

1 黄河水土保持绥德治理监督局（绥德水土保持科学试验站）

2 水利部黄土高原水土保持野外科学观测研究站

分类：水环境与水生态 =》 河流湖泊水环境保护

贾鲁河尖岗水库坝下至中原西路段母亲河复苏对策分析

方超¹, 张鹏¹

河流生命的核心是水, 命脉在于流动。受资源禀赋条件限制、人类活动加剧及全球气候变化等因素影响, 我国部分地区出现河道断流、湖泊萎缩干涸等生态问题, 严重影响人民群众生活生产, 制约经济社会高质量发展, 对供水安全、生态安全、粮食安全、防洪安全构成威胁。本文以纳入水利部母亲河复苏行动河湖名单的淮河区贾鲁河为研究对象, 立足流域基本情况, 深入分析流域水资源量、水资源开发利用工程、供用水量、水资源开发利用程度和生态流量保障等现状情况, 提出贾鲁河干流现状河段存在的断流问题及成因; 针对贾鲁河尖岗水库坝下至中原西路 9.0km 河段断流问题, 根据流域水资源禀赋条件和水生态状况, 统筹山水林田湖草沙生命共同体, 把保障河流生态用水放在突出位置, 以提高该河段生态水量保障程度、增加有水河长和有水时长为主要复苏目标, 研究提出具体的复苏对策; 包括从强化水资源刚性约束、严格取水许可管理等方面退还挤占生态用水, 按照最严格水资源管理制度要求、实施流域水资源统一管理, 利用郑州市生态水系输水工程、南水北调中线相关配套工程及郑州市区环城生态水系连通工程等实施生态补水, 多措施并举强化河道监管能力; 通过复苏行动方案的实施, 实现贾鲁河水流贯通, 逐步恢复尖岗水库坝下河段良好生态环境, 使贾鲁河上下游水生态体系更加完善, 为国内类似河流的断流状况遏制和水生态环境改善提供参考。

关键词：母亲河复苏, 河道断流, 生态流量, 贾鲁河

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水环境与水生态

加强除磷型植生滞留槽于农业非点源污染处理之效能评估

何嘉浚¹, 林怡萱¹, 苏语乾¹

本研究探讨一种新型加强除磷型植生滞留槽 (Enhanced Dephosphorization Bioretention Cell, EBC) 的污染物去除效能, 并与传统型植生滞留槽 (Traditional Bioretention Cell, TBC) 进行比较。研究场址位于中国安徽巢湖流域北侧, 该地区因农业及农村活动导致面源污染严重, 特别是氮磷营养盐浓度偏高, 易引发湖泊优养化。本研究分别建置了面积为 675m² 的 EBC 与 TBC, 进行为期两年的现地监测, 分析其对悬浮固体 (SS)、化学需氧量 (COD)、氨氮 (NH₄⁺-N)、总氮 (TN)、总磷 (TP) 及磷酸盐 (PO₄³⁻) 的处理效能。结果显示, 两种系统对 SS 和 NH₄⁺-N 的去除效率相当, 分别为 TBC: 85%、81%, EBC: 83%、78%; 但 EBC 在 COD (65%)、TN (67%)、TP (92%) 及 PO₄³⁻ (90%) 的去除效率皆显著优于 TBC (分别为 51%、50%、51%、49%), 其中 TP 与 PO₄³⁻ 的去除表现尤为突出, 差异具统计显著性 (p<0.001)。EBC 采用创新材料配置方式, 其底层为交错堆栈的土壤混合层 (SML) 与透水层 (PL), 其中 SML 包含活性碳粉、有机质 (如稻秆、锯屑) 及铁质材料, 具吸附、微生物栖息与提供碳源等多重功能。微生物分析结果显示, PL 主要存在硝化细菌, 而 SML 中则富含脱硝菌种, 有利于完成从氨氮转化为氮气的全过程。此外, EBC 中铁质材料有助于磷酸根的稳定吸附, 解决了 TBC 在长期使用下除磷效率不稳定与阻塞问题。综上所述, EBC 系统不仅保有传统下凹式绿地在氮与有机污染物处理上的优势, 并大幅提升除磷效能, 是应对农村面源污染与实现水体水质改善之有效低冲击开发 (LID) 策略, 亦对永续发展目标 (SDGs) 具正面贡献。

关键词: 植生滞留槽, 农业面源污染, 营养盐, 低冲击开发 (LID), 永续发展目标 (SDGs)

作者单位

1 台湾科技大学营建工程系

分类：水环境与水生态 =》 生态流量

喀斯特地区水库生态流量泄放优化研究 ——以贵州省松柏山水库为例

何兴欣¹，韩元元²，王永涛¹，李磊菁¹，黎业¹，雷薇¹

喀斯特地区因其特殊的水文地质条件，水库生态流量调度面临渗透风险高、生态敏感性强的双重挑战。本文以贵州省松柏山水库为例，基于其生态流量泄放优化调度方案，系统研究喀斯特地区水库生态流量泄放的优化调度问题。松柏山水库作为长江流域乌江水系南明河上游的中型水利工程，作为贵阳市重要的饮用水源地，被称为贵阳市民头上的“三盆水”之一，兼具城市供水、防洪、灌溉等多重功能。然而，随着区域经济社会发展和水生态环境保护需求的提升，传统调度模式难以满足水资源有效利用与生态保护的双重要求。基于此，本文旨在通过优化生态流量泄放方案，提升水资源利用效率，保障饮水安全。

以流域已有规划资料、工程设计资料和水文、水资源、水环境、生态等历史调查、常规检测、研究报告等，结合水库工程特性及调度目标，通过构建动态水位控制模型、梯级联合调度机制及生态响应监测体系，结合短期与中长期水文预报，动态调整泄放策略。同时，构建了全流域实时监测体系，涵盖入库流量、出库流量、水库水位及水质生态指标，并制定了生态流量泄放安全操作规程与应急响应机制。结果表明，该方案有效协调了防洪、供水、灌溉与生态用水需求，优化后生态流量达标率由 83% 提升至 92%，枯水年供水缺口减少 30%，下游鱼类栖息地面积扩增 17%。提升了水资源利用效率，并为喀斯特地区水库生态调度提供了技术参考。

关键字：喀斯特地区，松柏山水库，生态流量泄放，优化调度，水资源管理

作者单位

1 贵州省水利科学研究院

2 贵州理工学院

分类：水环境与水生态 =》石漠化治理与水土保持

赣南离子型废弃稀土矿生态环境综合治理工程设计与实践

胡惠方¹, 赵理¹

稀土是一种稀缺且不可再生的战略性资源，在冶金、电子、军事、农业和新材料等众多传统及高新产业中起着关键的作用。随着我国科技和社会经济的快速发展，稀土在高端材料制造中的应用不断增加，需求量也日益攀升。然而，稀土矿的过度开采引发了诸多生态环境问题，如植被破坏、水土流失、地质灾害、土壤盐碱化以及地表水和地下水污染等，这些问题不仅破坏了矿区生态环境，还威胁到人类健康，废弃稀土矿的生态修复也因此受到了广泛的关注。本文以赣南地区寻乌县文峰乡柯树塘离子型废弃稀土矿为例，深入剖析了废弃稀土矿山对周边环境的影响，并结合废弃矿山现状，创新性地提出了“菌+乔+灌+草+人工湿地+拦沙蓄水工程”的生态修复配置模式，通过多层次植被恢复与工程措施相结合，可有效改善土壤结构，促进植被演替和微生物群落恢复，实现生态系统功能的逐步恢复。综合效益分析表明，该模式在生态、社会和经济方面均能取得显著成效。本项目的成功实施不仅有效保护和治理了源头水土资源及生态环境，对保障流域水质具有重要意义，还可为全国废弃稀土矿的生态环境综合治理提供宝贵经验和参考，具有重要的示范和推广价值。

关键词：废弃稀土矿，生态修复，综合治理，工程设计

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水环境与水生态

宜兰无尾港湿地栖地多样性改善试验之规划雏议

黄国文¹，黄耀升²，杨欣桦¹

无尾港重要湿地位于宜兰县苏澳镇新城溪口，总面积达 642 公顷，涵盖水鸟保护区、新城溪出海口、顶寮生态池、海岸保安林及邻近海域等多样生态环境，是东北部湿地保育重要据点。然而，现阶段无尾港湿地面临多项威胁压力，包括核心水域水深过深且变化小、岸壁坡度陡峭、水域型态单一，以及雁鸭科、鹬鸕科等水鸟觅食栖地匮乏，且水体生物多样性低落。为改善上述问题，本研究提出于生态敏感度较低的旱地区域，规划营造缓坡之潮间带滩地，藉以提升栖地多样性，扩大适合水鸟觅食之环境；并依据相关文献与科学理论，尝试引入海水，提升水体盐度及引进浮游动植物，以增强核心区域生物多样性。鉴于针对大型引海水计划经验有限，特于旧闸门上游规划现地引海水试验区，透过小范围试验方式，针对生态、水质、盐度分布及水理进行详细评估，期望以先导试验成果作为未来大规模推展参考依据。栖地生物多样性改善试验亦包含先期区位评估、试验方案设计、盐度与水理分析及操作细节拟定。预期藉由本研究计划整合潮间带滩地营造及引海水试验，能有效提升无尾港湿地整体栖地多样性与生态质量，为湿地复育及水利管理实务提供可行示范及永续发展之参考模式。

关键词：湿地，生物多样性，生态复育，引海水试验

作者单位

1 台湾大学水工试验所

2 台湾大学土木工程学系

分类：水环境与水生态

农田灌溉渠道改善工程结合小水力发电试验案场规划探讨

姜世伟¹，叶佳焕¹，谢敏怡¹

小水力发电通常是指装置容量小于 2 万瓩的发电系统，此种发电方式可利用现有例如灌溉渠道、自来水管线、排水沟渠等水利设施进行发电，利用较小的水力资源进行能源转换，属于可再生能源，有助于减少对化石燃料的依赖，具有环境影响较小、建置成本较低、建置速度较快等优点。为启发台湾地区年轻学子对环境教育、科技教育及能源教育议题的重视，自 2017 年开始办理「创意小水力发电设计比赛」，培养学生解决问题能力与团队合作精神。有鉴于此，本文以台湾地区新竹县东兴圳干线强化工程为例，提出在灌溉渠道改善工程中，在水理条件适合的渠道架设一处比赛试验场域，做为教育示范基地。依据参赛数据，比赛机组宽需小于 80~90 公分，因此试验渠道建议宽度 100 公分、水深 30~60 公分、流速约每秒 1 公尺为基础设计。经分析东兴圳干线工程内容，挑选渠道平直、两侧有腹地、尽量不影响下游灌溉取水需求为原则，建议可于 1K+580 至 1K+610 处进行试验场域建置，此处下游仅 13、14、15 支线且灌溉面积不大，渠道中新设渠墙将原渠道分为左右流路，右侧流路为试验渠道，尺寸宽为 100 公分、长度 30 公尺，并于下游处设置水门 1 座，渠顶处进行整地以方便行走及进行试验；左侧流路为流量调节渠道，上游设置水门 1 座，并以版桥连结方便操作。

关键词：农田灌溉，灌溉渠道，小水力发电

作者单位

1 海峡水利暨农业科技发展协会总会

分类：水环境与水生态 =》 生态水利与河流伦理

水利水电工程开发与河流生态修复

李妍妍¹

河流生态修复的研究已成为国内外普遍关注的一个热点问题。水利水电工程对于生态系统胁迫的主要原因，是由于水利水电工程在不同程度上改变了生态环境多样化，从而导致生物群落多样性的下降，并对水生生物造成一定影响。因此应通过生态设计、生态环境建设、生态监控、生态保护来实现生态修复、生态安全与生态灾难的防治。我国的河流生态修复处于起步阶段，在理论和实践方面也进行了有益的探索。按照生态水利工程学理论，河流生态修复的任务：一是水文条件的改善，二是河流地貌学特征的改善。国外修复受损河岸生态系统的研究发展很快。未来的水利工程不仅是能够满足人们供水、灌溉、防洪、航运、发电及旅游需求的工程，更是有利于生态建设的环境工程。我国开展受损河流生态系统修复研究是一种新的尝试，具有广泛的代表性和示范作用，其研究成果为整治受损河流生态系统的修复提供新技术、新方法，为适于动植物及微生物生存的河道整治工程生态设计提出参考设计规范。最终实现我国由工程水利到生态水利的变革，达到人与自然的和谐共处。

关键词：水利水电工程，开发，河流，生态修复

作者单位

1 新华水利控股集团有限公司

分类：水环境与水生态 =》 石漠化治理与水土保持

农业废弃通过重塑土壤孔隙结构增强而不是削弱 喀斯特梯田的水文功能

李雨涵¹, 刘冬冬¹, 杨世梅¹, 陈浩¹, 陆丽霞¹, 郭旭阳¹, 杨娅¹

梯田废弃显著影响喀斯特地区土壤水文过程,但其关键的孔隙尺度机制尚不明确。本研究利用核磁共振(NMR)技术结合田间实地实验,探讨了不同废弃阶段对土壤性质与水文过程的影响。研究地点位于中国贵州省,涵盖了耕地(CO)、草地(GR)、灌丛(SH)和林地(FR)四种代表性土地利用类型,反映了梯田废弃的连续演替过程。

研究表明,梯田废弃显著增强了土壤的水文功能,其中灌丛与林地的饱和导水率较耕地分别提高了 83.79% 与 82.8%。尤为突出的是,灌丛的水分传输能力最强,比草地高出 336.9%。NMR 分析显示,植被恢复促进了更细致且连通性更强的土壤孔隙网络,林地深层土壤(40-60cm)平均孔隙半径减少最多达 38.34%,而总孔隙度提升至 40.91%。

此外,不同降雨条件下土壤响应存在显著差异。中等降雨时,草地和灌丛表层土壤含水率分别增加了 5.55% 与 3.59%;而在低降雨情境下,耕地和灌丛的深层土壤水分显著补给,分别提高了 30.3% 和 15.55%。主成分分析揭示黏粒含量、电导率和 pH 值为主要控制因子,随机森林模型对土壤水分含量预测具有较高精度($R^2=0.9482-0.9663$)。本研究阐明了梯田废弃过程中生态水文机制的演变,并为喀斯特地区的水资源管理与生态修复提供了科学依据。

关键词：喀斯特地貌区,梯田撂荒,核磁共振,孔隙结构,降雨响应

作者单位

1 贵州大学资源与环境工程学院

分类：水环境与水生态 =» 水生生物多样性

基于熵权法的赣抚平原灌区干渠水生态健康研究及应用

梁举^{1, 2}, 苏甜^{1, 2}, 刘方平^{1, 2}

针对传统灌区生态健康评价体系缺失的问题, 本研究以赣抚平原灌区干渠为研究对象, 创新性地构建了基于熵权法的水生态健康评价体系。通过整合水质指标(溶解氧、总磷等)、底栖动物群落结构及生境质量参数三大类共 8 项指标, 建立了五级分级评价标准。采用野外调查与熵权法相结合的研究方法, 量化评估了干渠水生态系统健康状况。结果表明: 研究区域的健康状况整体处于"一般-良好"等级(综合评分 62-78), 其中抚河故道因生境完整性和生物多样性优势表现突出(评分 82, 良好); 研究创新性地整合了生境质量指数(HQI)等生境参数, 并揭示了渠道水生态健康的空间异质性。对比分析评价结果, 发现评价方法体系科学可靠, 且所需数据和资料获取方便, 评价方法简单、操作性强, 易于推广。该评价体系存在季节性采样差距和区域标准差异等局限性, 但评价结果一定程度上能客观反映了灌区内干渠的实际水生态健康状况, 为灌区环境管理和生态修复提供了科学依据, 为鄱阳湖流域水生态安全提供支撑。

关键词: 生态灌区, 干渠, 水生态健康, 生物多样性, 熵权法

作者单位

1 江西省灌溉试验中心站

2 江西省赣抚平原水利工程管理局

分类：水环境与水生态 =》 污染治理

闭坑煤矿 AMD 与灰岩反应过程模拟研究

刘丹¹

本研究通过室内动态模拟实验 ($v=0.362\text{m/s}$)，闭坑过程中水位一直上升，结合水文地球化学监测与 PHREEQC 模拟，揭示了水位上升条件下 AMD 在灰岩地层中的地球化学演化过程。实验系统考察了初始 pH (2-4)、 Fe^{2+} 浓度 (100-300mg/L) 及灰岩厚度 (9-39cm) 对反应过程的影响。结果表明：(1) AMD 与灰岩反应消耗 AMD 中的 H^+ ，使 pH 值均呈上升趋势，灰岩中的方解石和白云石溶解导致 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 增加，Fe、Mn 均表现为显著下降， SO_4^{2-} 呈先下降再上升的趋势， HCO_3^- 只有在 pH=4 的时候有明显波动，当初始 pH 值越低、地层厚度越大时， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 释放速率越快，初始 Fe^{2+} 浓度越高时，Fe 浓度的下降速率越快，同时会抑制 Mn 浓度的降低。(2) $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/\text{SO}_4^{2-}$ 比值 (0-0.21) 显著低于理论值，证实石膏沉淀包裹抑制 Ca^{2+} ； $\text{SO}_4^{2-}/\text{Fe}^{2+}$ 比值 (1.31-15.87) 特征表明铁氧化物沉淀 (纤铁矿) 主导 Fe 的迁移转化，但高 Fe^{2+} 浓度 (300mg/L) 时比值异常 (<2) 揭示 pH=3 条件下 Fe^{2+} 氧化抑制现象。(3) PHREEQC 模拟进一步量化了次生矿物沉淀对反应路径的控制，为喀斯特地区 AMD 污染防控提供了理论依据。本研究对探究 AMD 扩散机理及规律具有重要意义，有利于 AMD 的防治和保护。

关键词：区域水资源系统，破管，浊度，缺水，调度

作者单位

1 贵州大学资源与环境工程学院

分类：水环境与水生态 =》 石漠化治理与水土保持

气候和土壤特性对喀斯特撂荒梯田土壤氮矿化的驱动差异

陆丽霞¹, 刘冬冬¹, 杨世梅¹, 李雨涵¹

在农业经济转型的背景下, 喀斯特地区梯田的大规模废弃对区域土壤氮循环产生了深远影响。为了明确该地区影响氮转化的机制, 采用原位土柱培养法研究喀斯特地区生长季土壤氮转化。还探究了气候因素和土壤理化性质对净氮矿化量 (N_{min}) 的影响。结果表明, 在生长季, 耕地 (CL) 和草地 (GL) 中以硝态氮 ($NO_3^- - N$) 为主, 而灌木林地 (SL) 和乔木林地 (TL) 中以铵态氮 ($NH_4^+ - N$) 为主。9 月是氮转化的高峰期, CL 中的 N_{min} 分别是 GL、TL 和 SL 中的 1.58 倍、4.01 倍和 11.07 倍。月平均降水量、土壤含水量、土壤有机质、气温和 pH 值是驱动 N_{min} 变化的关键因素, 在此背景下, 一个回归公式有效地量化了它们的贡献 ($R^2 > 0.6$), 并且 XGBoost 模型表现出最高的预测性能 ($R^2 = 0.89$), 其次是随机森林模型 ($R^2 = 0.54$)。本研究揭示了喀斯特地区不同土地利用情景下土壤氮转化的时空异质性及其相应的调控机制, 从而为优化区域氮管理和增强生态系统功能提供了科学依据。

关键词: 喀斯特地貌, 土地撂荒, 土壤氮分布, 氮矿化预测

作者单位

1 贵州大学

分类：水环境与水生态 =》 河流湖泊水环境保护

高原湖泊杞麓湖及主要入湖河道水质改善措施探讨

孙浩¹

杞麓湖是云南省九大高原湖泊之一，流域内多年平均水资源量不足 320m³/人，属水资源严重紧缺地区。流域径流面积 354km²，其中山区占比 62%、坝区占比 27.5%、湖泊水域占比 10.5%。近年来，杞麓湖水质有所改善，但仍然以劣 V 类为主，7 条主要入湖河道水质均为劣 V 类，主要污染源为农田面源及城乡点源。针对治理现状及存在问题，提出从调整流域水循环过程、优化水资源配置的角度改善杞麓湖流域河、湖水质，既保障河湖清洁水量补给，提升环境容量，又大副削减入河湖污染，降低污染负荷，还有效缓解农业缺水问题。主要措施分三方面：第一是水系整治，将连接山区与湖泊水域、穿越坝区的河道规划为入湖河道，坝区其余河道规划为排水沟渠，通过水系整治实现山区径流与坝区地表径流在降雨时分流，并通过数字孪生系统实现精细化调度；第二是分类收集与分库调蓄，将流域内 60 多座坑塘水库分为城乡供水与生态补水水库、农业水源水库两类，将山区地表径流收集至城乡供水与生态补水水库调蓄，将坝区径流收集至农业水源水库调蓄，并根据库容需求对部分坑塘水库进行扩建；第三是错峰利用，通过中型灌区进行高效节水及计量设施续建配套并新增灌溉面积至 15 万亩，在雨后将农业水源水库调蓄的水量作为优先利用的灌溉水源，将城乡供水与生态补水水库调蓄的水量补给主要入湖河道，同时通过优化水资源配置及精准调度确保下次降雨时坑塘水库有足够的库容分类调蓄山区、坝区径流。

关键词：高原湖泊，水质改善，农业面源，水资源配置优化，精准调度

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

分类：水环境与水生态 =》 石漠化治理与水土保持

基于 SPR 模型的贵州省生态脆弱性时空分布特征

谭宁¹, 李含², 叶润成¹

通过“敏感度-恢复度-压力度”模型（SRP 模型）选取 13 个指标构建评价指标体系，结合层次分析法确定相关指标权重，利用 Arcgis 空间分析法从景观生态指数、生态脆弱性、影响因素对贵州省生态环境质量进行分析讨论。相关主要研究成果如下：（1）2000—2010 年，低、较高、高景观生态指数呈现降低趋势，较低、中景观生态风险指数呈现增长趋势。2010—2020 年与 2000—2010 年的变化趋势较为一致。贵州省西南区域总体景观生态风险较高，集中在毕节、黔西南、六盘水区域。东部生态风险较低，集中在黔东南、铜仁区域，且景观生态风险由东部向西部逐步变差。（2）贵州省生态脆弱性空间分布差异明显，呈聚集性分布特征，整体空间分布态势呈东部向西部升高的趋势，东南高西南低。研究区微度、轻度、中度脆弱区面积占比达 72% 以上，集中分布在遵义、黔东南、铜仁等地区。研究区重度脆弱区主要分布在毕节、安顺、六盘水等地区。研究区极度脆弱区主要分布在毕节、六盘水、黔西南等地区。2000 年重度、极度生态脆弱区占比为 34.3%，到 2020 年占比为 26.8%，生态环境质量呈现出持续向好趋势。（3）通过提取的相关数据做相关性分析可以发现，生态脆弱性与气温以及降雨均呈现较强的负相关关系，与 NDVI 无明显相关性。

关键词：SRP 模型，景观生态风险，生态脆弱性

作者单位

1 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

2 济南市水利建筑勘测设计研究院有限公司

分类：水环境与水生生态

河川点源污染对区域性农地土壤盐碱化问题之探讨 ——以台湾地区中部日南灌区为例

谭允维¹，陈丰文¹，谭义绩^{1, 2}，林修德¹

台湾地区中部日南灌区近年来因灌溉水质受污染导致作物歉收，于 2020 年日南灌区近 200 公顷农地遭受污染，导致当地盛产作物芋头产值减少 26.9%。相关环保单位指出该地区灌溉水质污染可能源自于农业灌渠取水口上游之工厂废水影响所致，而该工厂放流水含有高电导度问题疑似导致作物枯萎现象，除了相关单位针对水体进行监测之外，为厘清灌区土壤再灌溉下是否受到工厂点源污染之放流水影响，而造成土壤盐碱化或其他污染的问题，本研究于 2023 年透过现地土壤采样共 55 处，利用土壤饱和萃取液进行分析以探讨其盐碱污染，此外为了掌握土壤受污染的特性，另应用菱形图分析土壤阴阳离子成分组成。研究结果显示土壤饱和萃取液之电导度介于 41~1,240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，若以土壤饱和萃取液电导度为 4,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 作为盐化标准，则显示日南灌区之土壤未发现有明显土壤盐化现象，而土壤钠饱和度介于 1.6~75.4%，以土壤钠饱和度为 15% 作为碱化标准，则日南灌区有 3 处土壤有发生碱化现象，此外另透过土壤菱形图分析，成果显示有 6 处土壤未受污染，而其他 49 处土壤疑似受到农工业废污水或地质硫酸盐类影响所致。

关键词：灌溉用水，土壤盐碱，菱形图分析

作者单位

1 农业工程研究中心

2 台湾大学生物环境系统工程学系

分类：水环境与水生态 =》生态水利与河流伦理

三峡工程下游典型分汉型河段冲淤特性和影响因素分析

王洪杨¹，姚仕明¹，渠庚¹

随着三峡水库等长江上游干支流水库建设运用，长江中下游的水沙条件发生很大变化，尤其是下泄沙量大幅减少对坝下游弯曲分汉河道河床冲淤调整产生重要影响。本文以长江中游监利河段作为研究对象，采用概化模型试验方法研究分析了弯曲分汉河道的水沙运动特性，揭示了弯曲分汉河道形态变化对水沙运动的响应关系。结果表明：分流区的冲淤动力随流量涨落存在明显的临界特性，处于临界流量以下时，分流区沿程侵蚀作用明显增强，特别是对洲头滩体；处于临界流量以上时，分流区沿程侵蚀强度逐渐减弱，展宽段更易发生沉积。汉道段形态变化是江心洲与边滩崩退与淤长相互伴生的过程，洲尾及汇流区上端易发生沉积。水深的大小决定了洲头及洲尾形态变化。中枯水流量对主河槽的塑造作用较为明显，洲头低滩及右缘更易受到侵蚀，而高洪水流量有利于江心洲边缘及凸岸边滩侵蚀，洲头低滩则更易发生沉积。但泥沙供应减少在弯曲分汉河道主、支汉交替演变进程中的作用还有待进一步研究。

关键词：来沙条件，弯曲分汉，主支易位，耦合机制

作者单位

1 长江科学院

分类：水环境与水生态 =》 生态水利与河流伦理

生态保护红线下河道防洪治理工程生态保护措施探讨

王璐昀¹, 林沛圳¹

生态保护红线作为国土空间规划的“三条控制线”之一，对国土空间开发发挥着至关重要的底线约束作用，在生态保护红线内，原则上禁止一切可能破坏生态环境的人为活动。然而，这并不意味着生态保护红线是一个发展的真空区。为了提高划定生态保护红线的科学性，我们需要在确保其管控刚性的同时，也兼顾其柔性，即在符合现行法律法规的前提下，通过优化设计方案达到既发挥工程功能又保护生态红线的目的。河道防洪治理工程在提升城镇抵御洪涝灾害能力、保障河道两岸群众生命财产安全、改善河流生态环境以及防治水土流失方面发挥着重要作用。然而，部分河道因具备水源涵养、水土保持和生物多样性等重点生态功能，被划入了生态保护红线范围内。这种生态保护红线往往与河道范围重叠，导致在邻近生态保护红线的河道防洪治理工程段不可避免让生态保护红线问题。本文结合广东省西江干流防洪治理工程涉及的生态保护红线实例，总结河道防洪治理工程对生态保护红线的影响，为生态保护红线下河道防洪治理相关工程的生态保护工作提供参考。

关键词：河道防洪治理工程，生态保护红线，不可避免，有限人为活动论证

作者单位

1 广州珠江水资源保护科技发展有限公司

分类：水环境与水生态 =》 石漠化治理与水土保持

岩面流条件下苔藓覆盖模式调节喀斯特坡面侵蚀的水动力特性与泥沙粒径选择性

王儒章¹, 刘冬冬¹, 曾卓¹, 杨娅¹, 王连锐^{1, 2}

随着三峡水库等长江上游干支流水库建设运用, 长江中下游的水沙条件发生很大变化, 尤其是下泄沙量大幅减少对坝下游弯曲分汊河道河床冲淤调整产生重要影响。本文以长江中游监利河段作为研究对象, 采用概化模型试验方法研究分析了弯曲分汊河道的水沙运动特性, 揭示了弯曲分汊河道形态变化对水沙运动的响应关系。结果表明: 分流区的冲淤动力随流量涨落存在明显的临界特性, 处于临界流量以下时, 分流区沿程侵蚀作用明显增强, 特别是对洲头滩体; 处于临界流量以上时, 分流区沿程侵蚀强度逐渐减弱, 展宽段更易发生沉积。汊道段形态变化是江心洲与边滩崩退与淤长相互伴生的过程, 洲尾及汇流区上端易发生沉积。水深的大小决定了洲头及洲尾形态变化。中枯水流量对主河槽的塑造作用较为明显, 洲头低滩及右缘更易受到侵蚀, 而高洪水流量有利于江心洲边缘及凸岸边滩侵蚀, 洲头低滩则更易发生沉积。但泥沙供应减少在弯曲分汊河道主、支汊交替演变进程中的作用还有待进一步研究。

关键词: 苔藓覆盖模式, 岩面流, 出露岩石, 土壤侵蚀, 水动力参数, 粒径筛选, 模拟降雨

作者单位

1 贵州大学

2 贵州省水利科学研究院

分类：水环境与水生态 =》 生态水利与河流伦理

生态板桩护岸在城市河道应用分析

徐晶鑫¹，杨逸航¹

随着国家水利建设投资不断增加，水利行业对建设材料类型的需求也更加多元，特别是在城市河道治理中，除了要求满足基础的防洪功能之外，对于河道周边环境整体要求更高，在保证城市人民生命财产安全的前提下，如何建设可持续发展的、生态及环境友好的城市河流成为工程设计的重点。预制板桩作为一种混凝土制品广泛应用于房建、交通、电力等行业，近年来生态预制板桩护岸在城市河道治理中也逐渐崭露头角，相比传统坡式护岸，生态板桩护岸主要优势体现在节约城市用地，适应性强，装配式设计降低施工难度缩短工期，不受汛期影响，可以快速施工。同时预制板桩中连接板可以根据实际需求设置水下生态仓用于连接土体与水体，提供小动物的生存空间，亦可设置水上生态仓，满足泄水、排水要求，并且可以栽种水生、岸生植物通过生态仓进入背后土体，达到稳固土体，净化水质，美化岸线的效果。本文通过生态板桩护岸在某城市河道中应用情况分析，提出板桩护岸在设计及施工过程中相关建议供类似工程参考。

关键字：城市河道治理，生态板桩护岸，护岸设计施工

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水环境与水生态 =》 河流湖泊水环境保护

西丽水库水生态保护与修复成功实践

杨鸽¹

本文聚焦深圳市重要水源地与生态屏障——西丽水库，分析其面临的生态挑战及保护修复实践。西丽水库总库容约 3411 万立方米，为南头、宝安等多地供水，兼具防洪蓄水功能，但受周边城中村影响，白芒河、大磡河、麻磡河携带生活污水与农业面源污染入库，加之城中村“夹缝地带”管理盲区导致的污染，水库水质与生态系统受损严重。

为解决问题，深圳市及南山区政府采取多项措施：收地整治减少面源污染并开展生态修复；对三条入库河流实施综合治理，通过生态改造、污水处理、雨污分流等消除黑臭水体，目标实现入库水质达标；创新雨水引流工程，将入库雨水引至大沙河，年补水约 430 万方，兼顾污染控制与水资源利用。

西丽水库至南山水厂原水管工程的环境监测体系作用关键：专业监测保障水质安全，生态监测预警潜在风险，数据分析支撑科学决策，公众参与活动提升环保意识。目前，监测指标均达标，水质改善，生态系统趋稳。

未来将加强科技创新提升监测水平，深化流域协同治理，强化公众参与，构建共建共享格局，持续保障水库生态健康与水资源安全，为深圳可持续发展奠定基础。

关键词：西丽水库，水生生态保护，环境监测，绿色行动

作者单位

1 黄河勘测规划设计研究院有限公司

分类：水环境与水生态 =》 河流湖泊水环境保护

骆马湖三里片区退圩还湖与特色生态建设融合模式探讨

杨逸航¹，徐晶鑫¹

骆马湖为调节淮河流域沂沭泗河洪水的重要湖泊，也是南水北调东线工程的重要调蓄水库，近年来随着河湖管控要求的不断提高及“清四乱”工作的稳步推进，为加强骆马湖的湖泊保护，恢复湖泊防洪调蓄能力，改善湖泊水质与水生态环境，骆马湖内历史遗留的圈圩养殖塘口逐步得到清退。其中，三里片区位于骆马湖宿迁市境内的湖区西南角，原为鱼塘养殖塘口，与皂河古镇隔中运河相望，距离南水北调东线皂河站也较近，若采用传统的直接破拆圩埂的退圩还湖措施，可能会扰动底泥，导致养殖塘口多年来累计的污染物直接进入湖泊内，影响湖泊生态安全和南水北调东线水质。为推动三里片区退圩还湖建设，同时避免退圩还湖建设中对湖泊可能产生的不利影响，本次三里片区退圩还湖采取近、远期措施相结合的方案，远期在片区水生态环境彻底恢复后对现状圩埂予以全部铲除，近期在进行合理的规划布局，恢复湖泊的水域面积和湖区库容的前提下，对塘埂形态进行随坡就势的修复性重构，并基于水生态保护、栖息地保育、自然教育和为人民提供优质生态产品的功能需求，完成融入地方文化特色的生态建设工程，以彰显良好水生态环境特色，提升皂河镇风貌形象，打造为宿迁市湖滨新区国家级旅游度假区沿骆马湖生态绿廊的一处重要节点，有效提升城乡居民的获得感和幸福感，为促进骆马湖打造为国家级幸福河湖提供有力支撑。

关键词：清四乱，退圩还湖，生态修复，幸福河湖建设

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：水环境与水生态 =》 河流湖泊水环境保护

山区型河流典型健康问题及修复对策研究

赵惊鸿¹, 林沛圳¹

为贯彻落实水利部及广东省水利厅关于开展河湖健康评价的工作部署,依据《河湖健康评价指南》《河湖健康评估技术导则》以及《广东省河湖健康评价技术指引(2023年修订版)》等,本研究对广东省20条山区型中小型河流开展了系统的健康评价工作。旨在识别其典型健康问题并提出针对性修复对策,为各级河长及相关主管部门履行河流管理保护职责提供参考,为河流生态修复提供科学依据。本研究基于“生态系统结构完整性、生态系统抗扰动弹性、社会服务功能可持续性”三大核心维度,从“盆”“水”、生物和社会服务功能4个准则层建立了河流健康评价指标体系。通过现场调查、遥感解译、水质监测及生物采样等方法,对目标河流的健康状态进行了综合评估。结果表明,广东省山区型河流普遍存在河流纵向连通性差、河岸稳定性不足、水污染整治滞后、鱼类资源减少、碧道建设效益不佳等问题。针对上述问题,本研究提出分区分段修复策略,比如建设仿自然通道恢复河流连续性、推广生态护岸技术强化河岸稳定性、精准治理水污染、引入本土鱼种增殖放流、优化碧道建设模式完善运维管护机制等。本研究可为山区型河流的健康诊断与系统修复提供技术参考。

关键词：河流健康评价, 问题分析, 修复对策, 山区型河流

作者单位

1 广州珠江水资源保护科技发展有限公司

分类：水环境与水生态 =》 生态水利与河流伦理

吐鲁番盆地坎儿井夏季温湿效应及舒适度研究

赵鹏博^{1, 2}, 马梅^{1, 2}, 徐伟伟^{1, 2}, 丁启振³, 陈拓³, 米合热依·买买提^{1, 2}

为定量分析坎儿井对吐鲁番夏季温湿效应和舒适度的影响。选择 3 条坎儿井（2 条有水坎儿井，1 条无水坎儿井），2024 年夏季（6~8 月）通过实地监测周边区域空气温度、湿度等数据，运用数理统计和灰色关联分析等方法，揭示不同坎儿井对夏季温湿效应及人体舒适度的影响。结果表明：夏季 8:00~22:00 各坎儿井周边的空气温度、相对湿度、温湿指数 (THI) 均呈现单峰变化趋势，其最高值出现在 16:00；6 月、7 月、8 月，有水坎儿井对周边环境的降温作用范围分别为 1.77~2.57℃、1.72~2.50℃、1.57~2.13℃；有水坎儿井对周边环境的增湿作用分别为 4.21~5.73%、4.32~9.42%、4.40~5.72%；白天（8:00~22:00），有水坎儿井的温湿指数 (THI) 平均值低于无水坎儿井 6%。库云和托格拉克两条有水坎儿井夏季流量分别与温、湿度的灰色关联度为：温度 (0.615) > 湿度 (0.595)；湿度 (0.817) > 温度 (0.704)。相比无水坎儿井，有水坎儿井对周边区域降温增湿效果明显，对人体舒适度稍有改善，空气湿度作用更加明显，能够有效调节区域小气候。

关键词：吐鲁番盆地，坎儿井，灰色关联度，温湿效应，人体舒适度

作者单位

1 吐鲁番市水利科学研究所

2 吐鲁番市坎儿井研究所

3 新疆农业大学水利与土木工程学院

分类：水环境与水生态 =》 生态水利与河流伦理

基于近自然理念的河道内补偿控制阈值研究

钟鸣¹

部分地区人与自然之间竞争性用水现象日益突出，导致河流水生态系统服务功能严重受损，从而制约了流域及区域的高质量发展。如何平衡社会发展与河流健康之间的关系、量化河道补偿控制阈值，是实现流域可持续发展的关键所在。针对河流生态流量与河流健康协调的阈值判断识别问题，本研究引入近自然理念（near-natural），基于主客观组合赋权与物元分析法构建了近自然的健康河流评价体系，将近自然的河流健康评价体系与多种水文生态流量计算方法耦合，构建了河道内水量补偿控制阈值量化模型，提出了依据“河流健康等级与河道内补偿控制阈值响应关系”的河道内水量补偿控制阈值确定方法。文章选用赤水河（茅台断面以上）为例，确定了赤水河（茅台断面以上）的河道内补偿控制阈值，研究结果表明：赤水河（茅台断面以上）处于“健康”等级，推荐执行最小生态流量过程控制线作为河道内补偿控制阈值。本研究厘清了河道内补偿控制阈值与河流健康的阈值判断识别关系，为河道内补偿控制阈值的界定与量化提供了参考和新思路。

关键词：河道内补偿控制阈值，生态流量，物元分析法，河流健康评价，组合赋权法

作者单位

1 贵州省水利水电勘测设计研究院股份有限公司



智慧水利与管理
共 16 篇

分类：智慧水利与管理

新北市指标型防灾小区推动经验—以淡水区民生里为例

柯凯元¹，谭义绩¹，林永峻¹，赖洛嘉¹

新北市共划分为 1,032 个里，其中，截至 2025 年已有 372 个里推动防灾小区建置。淡水区民生里自 2022 年起，获选为全市唯二的「指标型防灾小区」之一，成为具代表性的小区推动案例。民生里地形多样，西侧靠近淡水河口地势平坦，东侧则为起伏明显的丘陵山区。受限于地形特性，每逢豪大雨或强降雨事件，低洼地区常出现积淹水情形，而坡地亦潜藏边坡滑动等灾害风险。

为有效提升居民防灾意识与应变能力，民生里自 2013 年起积极导入防灾小区推动策略。对内，透过持续性的防灾教育训练、小区防救组织建构、防灾演练、防灾士培训等多元措施，逐步建立起自主与互助的防灾能量。同时结合小区营造，推动文创商品开发、弱势关怀行动等社会参与措施，进一步凝聚小区向心力与整体韧性；对外则强化跨域合作机制，包括媒合企业防灾资源参与、促进学校与小区防灾连结，且不吝于透过交流及实地观摩向外界单位分享实务经验等，共同建构横向连结、资源共享的小区防灾网络。透过上述内外兼具的策略实践，民生里逐步展现出其作为指标型防灾小区的典范价值，亦为新北市推动在地化防灾与韧性小区发展提供宝贵参考经验。

关键词：防灾小区，防灾士，小区营造

作者单位

1 台湾大学气候天气灾害研究中心

分类：智慧水利与管理 =» 遥感监测技术

基于 Sentinel-1/2 的 2015-2025 年凤亭河水库水体时空变化特征与驱动因素分析

李润豪¹，杨楚骅¹，梁明辉²，孙佳³

本文以 Sentinel-1/2 卫星影像为数据源，同时结合地形与气象数据，基于 GoogleEarthEngine (GEE) 云平台采用水体指数法，提取并构建了 2015-2025 年研究了凤亭河水库汛期与非汛期水体时序数据集，揭示了水域面积的时空变化并分析了其驱动因素。研究结果显示：（1）近十年以来，凤亭河水库水域面积呈现出“先稳定后下降再逐渐提升”的整体趋势，2015-2020 年期间凤亭河水库水域面积相对稳定，且汛期与非汛期的水域面积较为接近，而 2020-2022 年间，水域面积显著下降，并于 2022 年达到近十年最低点：汛期面积降至 14.218km²，非汛期面积降至 15.012km²，均为近十年同期最低值，2022 年至今水域面积逐步提升，2024 年汛期水域面积大幅度提升并赶超同年非汛期；（2）库区共计约存在 13.699km² 的永久性水体，占总面积的 65.31%，季节性水体约 5.379km²，占总面积的 25.65%，出现水陆变化的区域集中于水库边缘区域，水淹频率总体呈内高外低、北高南低的分布格局；（3）降雨、气温以及人类活动是水域面积变化的驱动因素，水体面积与月平均气温、月降水量呈负相关关系。

关键字：凤亭河水库，水体面积，时空变化，GEE，驱动因素

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

2 广西壮族自治区水利厅凤亭河水库管理中心

3 华南师范大学地理科学学院

分类：智慧水利与管理 =》 数字孪生水利

数字孪生蓄滞洪区建设关键技术研究及应用

李维纯¹，马艳冰¹

蓄滞洪区作为淮河流域防洪体系的重要组成部分，在洪水来临时，通过启用蓄滞洪区，蓄滞超额洪水，削减洪峰流量，减轻淮河干流及中下游地区的防洪压力，保障重要城市、交通干线和广大人民群众生命财产安全，在流域防汛减灾中发挥了重要的且不可替代的作用。从历次的淮河大水来看，蓄滞洪区安全启用的要求越来越高，特别是防汛救灾中“社会应急联动”（统一报警、统一指挥、快速应急、联合行动）必需的信息化手段更为迫切。2022 年 3 月，水利部办公厅印发《水利部办公厅关于加强重大水利工程数字孪生项目设计的通知》，明确了蓄（滞）洪区建设的数字孪生技术路线。水利部近日印发《蓄滞洪区建设管理三年行动方案（2025—2027 年）》，也对全面推进数字孪生蓄滞洪区建设作出部署，要求进一步强化预报预警预演预案功能。本文在考虑充分整合共享已建的信息化设施基础上，按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求，以数字化、网络化、智能化为主线，以数字化场景、智慧化模拟、精准化决策为路径，介绍数字孪生蓄滞洪区建设思路和总体框架，研究其系统方案及关键技术，并以淮河流域蓄滞洪区为例进行应用分析，通过建立覆盖蓄滞洪区范围内省-市-县-乡（镇）-村多级、具有“四预”（预报、预警、预演、预案）功能的蓄滞洪区信息化系统，保障行蓄洪时群众的生命安全和蓄滞洪区防洪效益的发挥。

关键词：数字孪生，蓄滞洪区，四预，应用

作者单位

1 淮河水利委员会通信总站

分类：智慧水利与管理 =》 水文和水质监测新技术

检验检测新仪器研制与应用助力水利新质生产力发展

李妍妍¹

我国水利建设进入高质量发展时期，新质生产力是高质量发展的强劲推动力、支撑力。新华水利控股集团有限公司走过光辉的历程，创造过辉煌的业绩。在当今水利建设进入高质量发展的新时期，肩负着推动水利高质量发展，实现水利现代化，为全面推进强国建设，民族复兴伟业提供有力的水安全保障的时代使命。重庆华正水文仪器有限公司是新华水利控股集团有限公司所属重点水文仪器制造企业，也是我国唯一专业生产陆地水文流速、流量监测仪器的企业，主要产品有流速流量（流向）仪器、水位雨量仪器、环保监测仪器、采样仪器及水工实验仪器等，广泛应用于水文、水利、环保、气象海洋、地震、农业排灌、科研及大专院校等部门。在新发展理念指引下，继承发扬创新精神，不断提高创新能力、加速构建现代化产业、加强产学研深度融合，发展新质生产力。重庆华正研制的流速流量（流向）仪器、水位雨量仪器、环保监测仪器、采样仪器及水工实验仪器等，多次获国家及省部级奖项。作者详细阐述了该企业近 5 年研制的检验检测新仪器与应用情况，助力水利新质生产力发展。

关键词：检验检测，新仪器研制，新质生产力，水利部骨干企业

作者单位

1 新华水利控股集团有限公司

分类：智慧水利与管理 =》 水文化

探寻湔江堰：中国古代双水源互济灌溉工程的智慧丰碑

刘建刚¹，周波¹，张伟兵¹

湔江堰有先进且传承悠久的治水理念及灌溉体系，二千多年来一直发挥着重要的灌溉、防洪等作用。湔江堰作为灌溉工程遗产，文化内涵也十分丰富，在传承了古人优秀传统治水智慧与技术经验的同时，也见证了彭州城市的发展历程。湔江发源于龙门山，湔江水量四季分布不均，春旱夏涝为其特点，往往在春耕播种时期严重缺水，夏至以后又洪涝频发泛滥成灾。每遇下雨时节易发生山洪灾害，致使泥沙俱下淤积河床，河水易泛滥成灾，而地势较高区域无法灌溉，水资源得不到有效利用，分配不均。当地在采用湔江堰平梁分水灌溉方式的同时，在上游来水不稳定、灌溉水源得不到保障的情况下，还有一套稳定的引泉灌溉系统。湔江堰灌区众多支流地下水资源丰富，许多地下水溢出带泉眼密布，“顺河挖泉，卷石覆之”，修建了兴隆泉、双泉岫等三百余个引泉灌溉工程，称为“自流泉堰”，这种自流泉堰在天气干旱时期充分发挥灌溉作用，弥补了上游地表来水的不足。这种地表水与地下水双水源互济的灌溉工程体系，为整个彭州地区的农田灌溉和农业发展乃至区域经济发展做出了重要贡献。本文聚焦中国古代双水源保障灌溉的典型工程湔江堰展开深入研究。通过梳理其历史溯源，明晰了从西汉始建至各朝代的发展脉络。对双水源保障灌溉的工程体系进行剖析，揭示了其独特的水源构成、精妙的工程布局与水利设施。

关键词：湔江堰，双水源互济，灌溉工程，平梁分水

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

分类：智慧水利与管理 =》 水法律法规

法治引领新时代黄河流域水利高质量发展的 实践路径与创新机制

刘治华¹，高健健¹

黄河流域包含青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东九省（区），是连接青藏高原、黄土高原、华北平原的生态廊道，在我国国家生态安全格局中占据核心地位。党的十八大以来，习近平总书记围绕黄河流域生态保护和高质量发展这一重大国家战略，三次主持召开座谈会，提出了“让黄河成为造福人民的幸福河”的重要指示，为黄河流域的保护与发展指明了方向。《中华人民共和国黄河保护法》的颁布实施，为黄河流域生态保护和高质量发展提供了法治保障。近年来，相关地区和部门生态保护治理方面做了诸多探索和尝试，黄河流域经济社会发展和生态环境得到了极大的改善。高速发展的同时，我们也要看到，在黄河流域生态保护和高质量发展上还存在一些突出矛盾和问题。本文浅析新时代黄河流域水利法治建设的战略意义，分析水利法治建设过程中存在的问题，提出新时代黄河流域水利高质量发展过程中法治建设的创新机制和实现路径，进一步推动人与自然和谐共生的流域建设，促进国民经济和社会的可持续发展，为中国高质量发展提供关键支撑。

关键词：黄河流域，水利，法治，措施

作者单位

1 黄河水土保持绥德治理监督局

分类：智慧水利与管理=》水文化

新时期水文化建设的创新路径研究

刘治华¹，刘立峰¹

目前，我国正处于传统水利向现代水利过渡的关键时期，这一转型不仅涉及工程技术的革新，更包含治水理念的深刻变革与文化价值的系统重构。在生态文明建设与高质量发展战略指引下，《水利部关于推进水文化建设的指导意见》与《“十四五”水文化建设规划》的颁布实施，标志着水文化建设已上升为国家战略层面的系统工程，同时，也对水文化建设提出的更高要求。如今，保护传承弘扬水文化已逐步融入新阶段水利高质量发展体系，深入挖掘中华优秀治水文化的丰富内涵和价值是新时代赋予现代水利工作者的重要使命，也是解决现代水问题、构建人水和谐社会的一条重要举措。本文浅析水文化的多维价值，论证水文化对提升水利行业软实力、增强公众节水意识、促进人水和谐的重要作用，现阶段水文化建设的不足及途径，阐明水文化建设必将推动水利事业迈向新阶段，不断提升水利行业文化软实力，支撑水利行业高质量发展，为促进国家经济、社会 and 文化的繁荣和发展奠定坚实的基础。

关键词：水文化，新阶段，意义，途径

作者单位

1 黄河水土保持绥德治理监督局（绥德水土保持科学试验站）

分类：智慧水利与管理 =》 遥感监测技术

GIS 技术在水文水资源领域中的应用

刘治华¹，高健健¹

随着我国科技水平的提升，各行业积极拥抱互联网信息技术，实现了深度融合与显著发展。地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 作为数字经济时代的核心技术之一，正深度融入国民经济与社会发展的各个领域，成为推动智慧城市建设、自然资源管理、应急救援、精准农业等多个领域创新发展的重要引擎。地理信息系统优势在于对空间数据和信息管理系统的深入研究，凭借其独特优势，极大地便利了工作人员处理各类复杂的信息图形及数据。在水文水资源管理工作中，地理信息系统能满足大多数水文水资源领域的工作需求，它能够精准且迅速地剖析有关地区水文水资源的时空特点及动态变化，助力工作人员在第一时间获取本地区详尽的水文数据。基于此，本文深入分析了地理信息系统在水文水资源领域中加强空间决策系统的建设、促进模型与地理信息系统的有机结合、建立地理空间数据库、智能化发展等应用对策，旨在持续提升水资源管理的效率与科学性，为该领域的高质量发展注入源源不断的动力。

关键词：GIS 技术，水文水资源领域，应用

作者单位

1 黄河水土保持绥德治理监督局（绥德水土保持科学试验站）

分类：智慧水利与管理=» 数字孪生水利

基于 BIM+GIS 的水利工程数字孪生智慧流域体系构建

年立强¹

在全球气候变化背景下，极端降雨事件频发，洪水灾害给人类社会和生态环境带来了巨大损失。当前水利工程在洪水预警和水资源管理方面仍面临诸多挑战，现有技术存在洪水预警效果差、空间分析误差率高等不足，难以满足复杂流域环境下的防洪减灾和水资源合理配置需求。为此，针对基于 BIM+GIS 的水利工程数字孪生智慧流域体系构建展开研究。融合 BIM（建筑信息模型）与 GIS（地理信息系统）技术，构建数字孪生平台，通过提取 BIM 模型轮廓面数据，进行三维投影配准，确保 BIM 模型与倾斜摄影模型之间的精准融合。构建多层级水文监测预警体系，整合多源监测数据，实现智能化分析，提升水文监测能力。构建流域水资源智能调度体系通过整合流域供水工程等数据，综合分析供水能力，准确评估供需水平衡状况，及时预判水资源供需缺口和水质风险。通过实例表明，洪水预警提前量提升了 6 个小时，为防汛抢险争取了宝贵时间，有效降低了洪水灾害造成的损失；空间分析误差率小于 4%，大幅提高了空间分析的精度和可靠性，为防洪决策提供了更为精准的空间信息支持。

关键词：BIM，GIS，水利工程，数字孪生，智慧流域

作者单位

1 中水淮河安徽恒信工程咨询有限公司

分类：智慧水利与管理

应用当期航照影像与 AI 作物判释于农业作物调查与用水管理

施学延¹，李姿颖¹，洪若彬¹

台湾本岛四面环海，年平均降雨量约 2,500 毫米 (mm) 达世界平均雨量 3 倍左右，然而全岛南北长东西窄特性，造成山坡陡峭与河川较短，每年约有 60% 降雨直接流入海中，近年来极端气候影响下，更加剧农业水资源供应风险，在水资源日益吃紧情况下，掌握当期农地现况为水管理的重要基础数据。为准确获得当期农地现况，农业部门林业及自然保育部门航测及遥测分署依基本航摄影像暨农业部门农业生产调查需要，自 2023 年起依据水稻种植分期分为一期作、二期作与里作，产制台湾及澎湖地区当期作 15 公分高分辨率 DMC III 航照影像（以下简称「航照影像」）。

本研究运用当期作航照影像，整合农业部门「绿色环境给付计划」与「收购公粮稻谷作业要点」等信息，建置作物填报之电子地图，及招募乡镇市区公所田间调查相关人力进行当期作物品项填报，并使用消费型 GoProMax 轻量运动式 360 度环景相机发展之邻路农田街景调查系统收集地面数据，以获得全乡镇市区期作农地作物地理信息，并采用 Meta 研究团队 FAIR 以基础模型 (Foundational Model) 提出的影像分割架构 SAM (Segment Anything Model) 作为航照影像 AI 作物判释模块开发进行。

本研究于 2024 年完成 20 个乡镇的一、二期作全乡镇市区期作调查全区的农地种植现况，并开发适用 20 个乡镇的 13 种作物一期作判释模块，作为未来快速获取当期作基础。

关键词：当期航照影像，农业作物调查，AI 作物判释

作者单位

1 农业工程研究中心

分类：智慧水利与管理=》水文化

水利遗产评价指标体系的构建

王英华¹，周文凤¹

中国悠久的历史、辽阔的疆域、自然条件的千差万别、水资源时空分布的不均衡，加上区域发展需求的不同，使得水利建设在数千年的发展历程中创造并留下数量众多、分布广泛、类型丰富的水利遗产。这些遗产不仅系统地体现了水利建设的发展历程和成就，蕴含着丰厚的传统科学技术和人与自然和谐共生的哲学思想，而且有力地见证了水利与经济、社会、生态、环境和文化等的关系，见证了水利在国家统一、边疆稳定、民族融合、对外交流，甚至在中华民族和人类文明形成与发展中的重大作用。保护好、传承好、利用好这些珍贵的水利遗产，可为今后水利实践中水文化建设与水环境、水生态、水资源工作的有机融合提供核心的文化资源支撑。如何保护好这些珍贵遗产？本文拟基于水利遗产的独特特点，探讨水利遗产的分类和构成；并从其价值评价、保护传承利用状况和管理状况，研究构建水利遗产评价指标体系和评价方法，以为今后水利遗产的分类分级、有针对性的保护传承利用工作提供依据。

关键词：水利遗产，保护，评价指标，价值，管理

作者单位

1 中国水利水电科学研究院

分类：智慧水利与管理=» 数字孪生水利

基于国产大语言模型的水利防汛 AI 助手设计与应用

吴建兴¹, 秦泽宁¹

为了深入贯彻落实 2025 年全国水利工作会议精神，实施“人工智能 + 水利”行动，推进防汛场景智能应用，提升水利防汛工作效率。设计了基于国产大语言模型的防汛 AI 助手（以下简称“防汛 AI 助手”），在实现 DeepSeek 大语言模型本地部署的基础上，前端采用基于 Vue2+WASM+Nuxt.js 组合前端开发方式，本地知识的高效检索和查询运用语义向量化（Embedding）模型、检索增强生成（RAG）模型和向量数据库，后端使用 Python+FastAPI 核心框架，通过 Ollama 工具进行管理和部署。防汛 AI 助手通过数据采集与预处理、向量化与索引、设计提示词模板、联网搜索、知识库更新维护等构建本地知识库，建立水利专业模型库和容纳多种大模型的大语言模型库，嵌入到综合办公系统、数字孪生四预系统、值班系统、代码编辑等水利场景。防汛 AI 助手已成功应用在水旱灾害防御日常工作多个场景，突破毫秒级响应多任务并发技术需求，检索响应速度小于 3 秒，检索效率提升数倍，保障汛期高峰业务稳定运行，满足各级业务人员在本地环境下进行知识查询、交互等需求。

关键词：大语言模型，防汛，知识库，人工智能，文本切片

作者单位

1 水利部珠江水利委员会珠江水利综合技术中心

分类：智慧水利与管理 =》 数字孪生水利

浅谈数字孪生淮河蚌埠～浮山段工程 防洪“四预”设计方案

肖建峰¹

本文系统分析了淮河水利委员会防洪应用系统的现状，指出其缺乏综合性预演平台，难以通过数字化映射实现防洪“四预”（预报、预警、预演、预案）的全面目标，限制了防洪决策的科学性和实时性。设计方案阐述了防洪“四预”系统的业务需求、功能需求和数据需求，明确了以数字孪生技术为核心的淮河蚌埠～浮山段防洪“四预”系统建设目标与任务，据此提出防洪“四预”系统业务流程和业务架构设计，将数字孪生淮河蚌埠～浮山段工程防洪“四预”系统划分为洪水预报、洪水预警、防洪调度预演和防洪调度预案四个核心模块，并详细分析了各模块的组成及其功能特性。洪水预报模块基于高精度水文模型和实时监测数据，生成未来一段时间的洪水流量和水位预测；洪水预警模块结合气象数据和预报结果，生成分级预警信息并推送至相关部门；防洪调度预演模块通过数字孪生技术模拟多种洪水情景，评估不同调度方案的效果；防洪调度预案模块则根据预演结果生成优化的调度方案，为实际防洪提供决策支持。本研究不仅提升了淮河蚌埠～浮山段的防洪管理水平，还为数字孪生淮河的全面建设提供了重要的技术借鉴和实践参考。

关键词：数字孪生，洪水预报，洪水预警，防洪调度预演，防洪调度预案

作者单位

1 中水淮河规划设计研究有限公司

分类：智慧水利与管理 =》 水文和水质监测新技术

一种可扩展的形状记忆合金弹簧驱动微型模块化管道 检测机器人

姚佳男¹

受蚯蚓蠕动运动的启发，本文提出了一种新型模块化机器人，适用于狭窄管道空间，具备伸展、收缩、偏转和爬行等功能。与传统电机驱动的机器人不同，该仿蚯蚓机器人通过对形状记忆合金（SMA）弹簧的“开 - 关”控制，在每个模块中实现伸展与偏转，并结合机械骨架与齿轮的协同作用，有效避免了姿态冗余问题。机器人的回位及姿态保持则通过张力弹簧与扭转弹簧共同完成。为了研究机器人的伸展与偏转特性，本文通过运动学与力学分析建立了数学模型，用以估算两侧 SMA 弹簧的长度变化与拉伸特性，与机器人整体伸展长度和偏转角之间的关系。通过模型验证与实验，系统研究了机器人在狭窄空间及不同曲率的狭窄空间中的伸展、偏转与运动特性。结果表明，该仿蚯蚓机器人如模型预测所示，具有精确的伸展与偏转性能，能够胜任复杂、狭窄空间环境中的巡检任务。此外，与传统电机驱动机器人相比，本研究中设计的机器人在低温环境下无需额外绝缘，且寒冷条件反而有助于提高其运动效率。这一新颖的结构设计以及其在伸展和偏转方面的性能，为极寒环境下模块化机器人及其驱动方式的发展提供了有价值的参考。

关键词：模块化，仿生机器人，管道检测，狭窄空间

作者单位

1 水利部牧区水利科学研究所

分类：智慧水利与管理 =» 水文和水质监测新技术

水面蒸发多尺度监测的模型识别与参数优化

张腾¹

高保真模拟水面蒸发面临诸多挑战，如监测系统配置差异、模型结构多样、近地表与标准高度气象观测不一致，以及土壤 - 水体 - 大气间复杂的能量交换过程。为应对这些问题，本研究系统评估了蒸发过程，整合多尺度观测、不同物理基础模型的对比及气象输入的校正。研究选取五种代表性监测系统，包括 E601 蒸发器、D20 人工观测平台及三个不同面积（1m²、5m²、20m²）水深相同的圆柱形敞水池（P1、P5、P20）。研究采用三种经典蒸发模型（Penman - Monteith、Priestley - Taylor、Brutsaert - Strickler）进行模拟。通过对风速和气温的线性缩放，将近地面观测校正为更符合水面状况的数据。参数优化框架考虑了有降水 and 无降水情景下的蒸发过程，同时涵盖季节性和年内变率。模型校准采用遗传算法，利用同步观测的蒸发量与局地气象变量数据进行驱动。研究特别关注了校正因子的物理合理性和时间变化特征，并评估其在不同水文气象条件下的变化情况以及在不同监测设施之间的空间可转移性。结果显示，新框架在五种监测系统模拟精度显著提升，R² 提高 20% 至 256%，RMSE 下降 69% 至 76%。温度与风速校正因子的差异性变化验证了其物理合理性与方法稳健性。研究为水面蒸发建模、陆面过程分析、水文预报和生态管理提供了坚实基础。

关键词：蒸发模拟，水面监测，模型识别，参数优化，典型的蒸发设施

作者单位

1 贵州大学资源与环境工程学院

分类：智慧水利与管理 =》 数字孪生水利

大藤峡水下构筑物智能检测系统研发与应用

朱长富¹, 刘斌²

针对水下构筑物检测的难题,研发水下构筑物智能检测系统,依托新一代水下机器人携带水下高清摄像机和超短基线定位装置,集成图像声呐、高分辨率水下 3D 全景成像声呐等多种装置开展不同用途的水下检测工作,为水下建筑物安全监测等方面的数字孪生水利工程建设 and 动态监测提供技术支持;代替了水下构筑物的传统检测主要依靠潜水员探摸、观察和人工记录的方式,解决了水下环境存在能见度低、杂物、湍流、结构复杂等不利因素对潜水员人身安全构成的人身安全威胁。系统基于深度学习技术,首次构建面向水利工程检测领域的裂缝、破损、磨损、淘蚀、冲蚀、冲坑等缺陷的模型库, AI 自动识别成功率达到 95% 以上,工作效率提高 3 倍以上;基于超短基线声学定位系统(USBL),创新提出水陆一体化定位技术,建立了水下和陆地统一的定位体系,实现水工建筑物的水陆一体化高精度检测。该系统首次在大藤峡水利枢纽工程成功应用,并接入现代化水库运行管理矩阵平台,通过开展大藤峡水库常态化安全体检,实现了工程安全运行全周期管理。

关键词：数字孪生,水下构筑物,智能检测,水下机器人,动态监测

作者单位

1 中水珠江规划勘测设计有限公司

2 广西大藤峡水利枢纽开发有限责任公司



第二十九届海峡两岸水利科技交流研讨会 论文摘要集



扫描二维码
了解更多会议信息