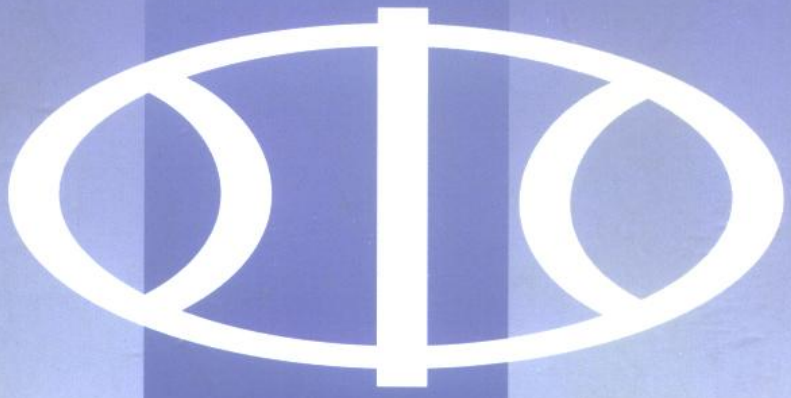
水利科技的世纪曙光

——水利系统首届青年学术交流会优秀论文集

水利部科技司
中国水利学会 编



7

中国科学技术出版社

水利科技的世纪曙光

——水利系统首届青年学术交流会优秀论文集

水利部科技司
中国水利学会 编

中国科学技术出版社
·北京·

图书在版编目（CIP）数据

水利科技的世纪曙光：水利系统首届青年学术交流会优秀论文集/水利部科技司，中国水利学会编. —北京：中国科学技术出版社，1997.8
ISBN 7-5046-2417-9

Ⅰ. 水… Ⅱ. ①水…②中… Ⅲ. 水利工程—文集
Ⅳ. T V-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（97）第 16580 号

ZW75/15

中国科学技术出版社出版
北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码：100081
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国科学院印刷厂印刷
*
开本：787 毫米×1092 毫米 1/16 印张：50.25 字数：1120 千字
1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月第 1 次印刷
印数：1—800 册 定价：100 元

编审人员名单

顾　　问　董哲仁
主　　编　郑连第
副 主 编　赵洁群
审稿负责人

张林祥（水资源）	黄朝忠（减灾防灾）
蔡克疆（水　文）	窦以松（灌溉排水）
潘水波（水力学）	朱永兴（水力发电）
曾庆华（河流动力学）	牛崇桓（水土保持）
朱恩哲（岩土力学）	葛文辉（水利施工）
汪景琦（水工结构）	徐庆和（水利管理）
李纪人（遥感）	李文治（水利经济）
古林涛（计算机）	徐世钧（水利规划）

编　　务　由国文

责任编辑　刘云菁
封面设计　汪　敏
技术设计　王震宇
责任校对　闫世军
责任印制　张建农

出版说明

水利部为实施“科教兴水”的战略决策，激励水利科技界青年人才的成长，给青年提供一个高层次、综合性、大规模的学术舞台，开展了首届青年学术交流会征文活动。

参加这次征文活动的有来自科研、教学岗位的学者，也有长期在设计、施工等基层单位从事专业技术的行家；有已过不惑之年、积累了丰富经验、已成为各单位中坚骨干的中年人，也有二十出头、充满朝气和活力的初生之犊；有数年磨一剑、厚积薄发、首次发表论文的新作者，也有近年来活跃在水利科技论坛、论著颇丰的老作者。征文活动要求作者年龄在45岁以下，一些水平较高的论文，因作者超龄，未能入选；还有一些水平较高的论文，因超出大水利的范围而落选。

从收到的论文来看，其内容基本上面向21世纪，着眼于当前水利科学的难点、热点问题，瞄准国内外水利科学研究和技术管理的前沿，覆盖了水利科学的各个学科。论文的评选由各学科公认的专家组成评审小组，本着尊重水利科学客观标准、坚持原则的态度，从收到的1500篇论文共评选出194篇优秀论文。优秀论文的特点是：论点正确，论据充分、可靠，论证严密、有序，概念准确、清晰，阐述清楚、透彻；多数论文在原有理论基础上有所发展、提高，或在理论与实践的结合上有新的见解、论述，或开拓了在新领域的应用；所述内容在理论上有一定的深度，有作者自己独到的见解；实用性强，体现了论文作者对科技成果向生产力的转化上所付出的努力。

优秀论文包括水资源、水文、水力学、河流动力学、岩土力学、水工结构、遥感与计算机、减灾防灾、灌溉排水、水力发电、水土保持、环境水利、水利施工、水利管理、水利经济等水利基础、水利专业及高新技术等学科。

本论文集在编辑出版过程中做了较大量的、细致的工作，终因论文数量多而论文集的篇幅所限，不得不对论文中的作者简介、公式推导、图表及参考文献从简处理，还望作者予以谅解。

编　者

1997年1月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

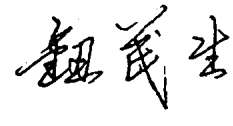
序

江泽民总书记在全国科技大会上的讲话指出："没有强大的科技实力，就没有社会主义的现代化"。无论是实现"两个根本转变"，还是实施科教兴国战略、可持续发展战略，还是坚持"两手抓，两手都要硬"，科学技术的发展都是前提。

水利部根据中央的精神，把1996年定为科技教育年，加大科技教育的工作力度，在科技方面重点抓几件大事。根据目前水利工作面临的重点问题，例如节水、河道清淤、地下工程施工等加紧组织科技攻关；建立科技基金；加强科普工作，举办科技讲座等。根据江总书记提出的"培养造就千百万年轻一代科学技术人才，建设一支跨世纪的宏大的科技队伍"的要求，对培养青年科技人才采取了一系列措施，召开水利系统首届青年学术交流会和表彰10名青年科技英才就是其中重要一项。部科技司和中国水利学会为此在全国水利系统征集青年科技论文，得到空前热烈响应，先后收到论文1500篇，覆盖了水利科学的各个学科，所在地区和部门非常广泛，多数来自科研、生产和教学的第一线。经各方面专家的评审，选出194篇作为这次活动的入选论文。希望这本论文集的出版能对水利青年科技工作者的成长有推动作用，成为建设跨世纪宏大的水利科技队伍的一个里程记录。

在建设有中国特色社会主义的伟大进程中，水利作为国民经济的基础产业责任重大，水利科技工作者特别是青年科技工作者肩负着光荣的历史使命，任重而道远。科技工作者必须讲学习、讲政治、讲正气，努力学习邓小平同志建设有中国特色社会主义理论；科技工作必须始终把经济建设作为主战场，把攻克水利发展中迫切需要解决的关键问题作为主要任务；我们必须吸收世界上一切先进的科学技术成果，积极开拓，勇于创新，丰富和发展我国的水利科学，努力走向世界的前列。今后我们要坚持不懈地采取各种积极措施，加强跨世纪青年学术带头人的培养，努力创造青年优秀人才特别是拔尖人才脱颖而出的环境和条件，使他们在实践中健康成长。

愿青年科技工作者加倍努力，以优异的成绩迎接新世纪的曙光。



目　录

水　资　源

开发汛雨缓解水资源危机的构想 …… 梁述杰（1）
中国城市缺水现状的综合评价 …… 顾颖（7）
水资源永续利用与可持续发展探讨…… 宿华（11）
关于农村供水工程项目优化决策问题的探讨…… 郭勇军（15）
网络方法在流域水资源利用模拟模型研究中的应用…… 薛松贵（20）
非线性多目标大系统规划理论的应用研究…… 刘智森（24）
试论水资源核算及把它纳入国民经济核算体系…… 郭孟卓（28）
青藏高原水资源可持续开发战略初探…… 李文汉　巩同梁（32）
利用非工程措施开发山东省洪水资源探讨…… 宋少文（37）
全球气候变化与中国水资源…… 英爱文（41）
黄河流域农业干旱特征研究…… 钱云平　张美丽　林银萍（45）
跨流域调水工程大系统模拟及决策支持系统的建立…… 石海峰（50）
南水北调西线工程与跨流域规划…… 张文雷　高建青（54）

水　　文

气候变化对汉江和东江流域水文水资源的影响及适应对策研究…… 郭生练（58）
潜水蒸发规律和调控…… 张妙仙（62）
测定 DO 的水样保存时间的探讨…… 李宇安（66）
黄河流域水文站网的效益分析…… 怀奇（70）
可靠性理论在河道洪水预报中的应用…… 章四龙（75）
交互式河流预报淮河原型系统…… 刘金平　潘永新（80）
投影寻踪自回归和多维混合回归模型及其在大河长河段洪水预
报中的应用…… 郑祖国（84）
分层马斯京根流量演算方法…… 翟家瑞（89）
论设计暴雨普适公式…… 刘九玉（92）
天津市渤海沿岸风暴潮特性分析及防御对策…… 段志华（96）
崇左水文站流量测次之检验 …… 杨卫东　阮川平（100）
闽江下游南北港分流比的研究 …… 郑鸣芳（103）
长江口外高桥水域可能最高潮位研究 …… 何金林（107）

水　力　学

回复底流流态的研究 …… 陈荣力（111）
一个新紊流模式的应用 …… 马福喜（116）
环境水利工程三维非恒定场的全场模拟 …… 曾平（119）

潮流和波浪作用下的悬沙数学模型 …… 窦希萍　李褆来（123）
流冰非恒定运动及消融模型与数值求解 …… 段杰辉　曾平（127）
波浪作用下异重流运动特性研究 …… 李大山（131）
明渠非恒定渐变流水力学模型在太湖流域河网计算中的应用 …… 李毅　秦忠（135）
蜿蜒型河道弯道最大冲刷深度及断面形态的探讨 …… 徐林波（139）
上下游水位对平底板水闸闸堰出流淹没界限的影响 …… 袁新明　曹邱林（144）
取水塔设计施工新技术的水力学问题试验研究 …… 苑润保（148）
渠系量水建筑物流量公式的逐步图解法 …… 郭宗信（151）
旋涡孔板消能工的初步研究 …… 吴建华（155）

河 流 动 力 学

黄河高含沙洪水模型的相似条件 …… 张红武　江恩惠　赵新建　张清（160）
西藏泥石流灾害成因浅析 …… 王宏　巩同梁（164）
挟沙水流运动的统计理论 …… 胡春宏（169）
岔巴沟流域水沙变化原因分析 …… 齐斌　李鹏　马文进（173）
黄河中游水利水保工程减沙效益评估 …… 徐建华　李雪梅　李世明（178）
用模糊综合评判方法优选引黄供水工程沉沙方案 …… 刘长余　张洪生（181）
澜沧江云南段河流输沙量及其变化规律探讨 …… 黄英（186）
黄河龙潼段近年来冲淤变化规律的研究 …… 杨丽丰（190）

岩 土 力 学

预注浆堵水工艺在穿黄试验洞中应用 …… 章跃林（194）
圆形硐室顶部楔形岩体稳定性的概率评价 …… 吴继敏　周志芳（198）
黄河公伯峡水电站坝址古风化岩体质量综合评价研究 …… 陈亚明　印艳华（203）
软粘土非线性模式的研究 …… 王年香（208）
黄土的破坏理论 …… 邢义川（212）
基于台阵记录统计特性的地震动场模拟 …… 屈铁军　张伯艳（216）
蒲石河抽水蓄能电站地应力与地下厂房设计关系浅析 …… 肖尚斌　张艳君（220）
响水电站引水隧洞外水压力值折减系数的问题探讨 …… 钱金龙　王冬升（224）
膨胀性岩体隧洞的设计与施工 …… 张金凯（227）
用孔压静力触探仪（CPTU）测定软粘土的不排水抗剪强度 …… 施健（231）
拱坝地震响应分析中合理地震动输入模型的研究 …… 王世杰（235）
红色碎屑岩系中泥化夹层组构及强度特性研究 …… 徐国刚（239）
高频浅层地震反射法在浅海工程勘察中的应用 …… 谢蒙　易海强（243）

水 工 结 构

混凝土防渗墙结构计算中的四结点梁单元模型 …… 严文群（247）
ADINA 程序在佛子岭连拱坝复核中的应用 …… 张丹青（253）
塑性混凝土防渗墙的设计与施工 …… 孙万功（259）

弹性抗力结构计算程序 DKJ 开发与应用 …… 张启富 (263)
结构混凝土强度检测技术及水工结构混凝土强度推定方法的探讨 …… 陈理达 (267)
黑龙江上游冰坝特性分析 …… 刘明 胡宏达 王教河 (272)
南盘江天生桥一级水电站水库诱发地震的初步研究 …… 禹建强 (276)
土石坝模型动力试验与有限元动力计算 …… 汤书明 (281)
加筋挡土墙的极限分析方法及离心模型试验验证 …… 章为民 (284)
水工钢筋混凝土结构外加电流阴极保护技术研究与应用……
…… 范卫国 罗德宽 许德智 (288)
土工合成材料老化试验研究 …… 白建颖 沈建强 (292)

遥感与计算机

遥感与 GIS 一体化实用系统及其在洪水灾情分析中的应用 …… 张继群 (296)
遥感与地理信息系统技术在南水北调中线北京段工程地质中的应用 … 张征河 (301)
微机辅助编制土壤侵蚀类型图研究 …… 史志刚 (306)
综合水利地理信息系统 …… 张奇为 曾焱 (311)
全国防汛信息查询系统 3.0 …… 陈岚 张奇为 (315)
客户/服务器应用程序设计中的数据库迁移特性…… 郭学俊 (319)
水闸规划设计的计算机模拟试验选优 …… 杨鼎久 程吉林 (324)
多功能会议支持系统 …… 赵峥 倪伟新 (328)
二维复杂域结构性四边形单元网格自动生成程序 …… 马怀发 (332)
渠道计算机辅助勘测设计系统 …… 李胜 杨朝晖 (336)
CAD 在中小型水工设计中的应用与设想 …… 邓平 (341)
900 系统后处理技术改进与开发 …… 许巧祥 成玉尚 (344)

减灾防灾

桥渡河区洪水水面线设计优化及其理论探索 …… 王旭萍 王宏伟 岳平 (347)
洪涝灾害导致水稻减产预测研究 …… 李永和 (351)
洪水预估系统在防洪减灾中的应用 …… 刘志雨 (354)
水库动态汛限水位过程线研究 …… 孙秀玲 曹升乐 (358)
论模拟抢险演习 …… 刘东康 (362)
广州城市洪涝预报调度模型的研究 …… 张建新 (365)
鄱阳湖洪水灾变度的确定 …… 闵骞 (370)
浙江省城镇洪水风险图的编制与成效 …… 周毅 (374)
厦门市一次人工降雨减灾效益评估 …… 杨文和 王水毅 (378)

灌溉排水

泵站装置效率换算方法的研究 …… 张仁田 张平易 (382)
树状输配水管网的优化设计 …… 周卫平 (388)
引入转动特性的水泵传递矩阵研究 …… 杨建设 (394)

轴流泵出流水力特性研究 …… 仇宝云 (399)
对含沙水流中高扬程离心泵转轮出口流速及出口液流角……
β_2 的计算方法探讨 …… 张士杰 (404)
应用 SUPCON 集散控制系统实现大型泵站的自动控制……
…… 陈虹 唐鸿儒 曹卫 (409)
交流接触器的直流运行 …… 戴振伟 莫岳平 赵贤亮 (413)
喷灌系统稳定运行状态的数学模拟 …… 蔡守华 (416)
固定式喷灌系统改进设计的研究 …… 邹战强 (421)
治理渍害田持续农业生态工程综合关键技术研究 …… 龚金苟 (425)
中国牧区灌溉草业可持续发展方略 …… 何京丽 (429)
北方灌区灌溉方案优化方法研究 …… 高正廉 (433)
用模糊划分评定河北省 1955～1980 年旱情…… 孙荣强 马奕旺 (437)
非饱和土壤中污染物运移随机分析模型 …… 王超 (441)
冬小麦产量与需水量关系的时空综合模型 …… 孙雪峰 刘素娟 (446)
农田墒情及灌水的微机预报研究 …… 马兰忠 (450)
水分胁迫条件下夏玉米动态产量模型的分析与研究 …… 李会昌 (454)
田间土壤水分动态的随机模拟与风险决策 …… 黄冠华 冯绍元 (459)
黄河下游引黄灌区工程老化模糊集合评判及防治对策研究 …… 周振民 张平 (463)
牧区灌溉节水节能技术措施综合评价方法 …… 张文秀 云学峰 (467)
豫东平原冬小麦非充分灌溉决策研究 …… 张治川 (471)
水稻优化灌溉制度的研究 …… 武兰春 王玉敬 (475)
影响 *ETo* 日值计算的主要因素研究 …… 傅骅 (479)
滴灌条件下土壤水分运动规律的研究 …… 刘晓英 王福卿 (483)
吉林省中低产田地质灾害成因分析 …… 苏玉明 (487)
灌溉环状管网优化设计新方法 …… 赵树旗 (490)
农田水利试验水量均衡场（测坑）自动化测控系统的研制 …… 桑保良 (494)
塑料薄膜软管低压输水水力学特性 …… 张瑞强 梁占岐 (498)

水 力 发 电

基于知识的水电站水库群优化补偿调节模型研究……
…… 谢新民 尹明万 罗琳 陈敏建 (502)
径流引水式水电站冰期发电的实验研究 …… 翟赋 雷庆 国志 (506)
无梁岔管新设计 …… 李永祖 (510)
从配变的经济运行区域的划分谈配变的容量选择 …… 温中庆 (512)
实用型 35kV 四合一全集控小型变电所方案举荐 …… 缪则光 (516)
利用灯泡贯流式水轮机特性泄水的研究 …… 游赞培 (518)
水轮发电机组的优化运行 …… 阎树华 (521)
低水头水闸水能应用装置的研制 …… 吴军 谢伟东 (523)
连杆滚轮式水力自控翻板闸门的机理 …… 张伟民 (526)

广西农村电气化县建设若干技术方法与实践 …… 唐山松 (530)

水 土 保 持

城郊型水土保持农业生态经济区 …… 沈波 (533)
大、中型流域水土保持宏观分区方法的探讨 …… 高峰 (538)
建立基金制度是水土保持投资体制改革的突破口 …… 王文善 解新芳 (542)
FARMOD 软件在昕水河子项目经济效益分析中的应用 …… 李美利 (546)
豫西地区坡改梯稳产过渡技术 …… 张军校 徐宏 (549)
晋西黄土丘陵沟壑区小流域庭院蓄水系统探讨 …… 王小平 白迎平 (552)
甘蒙锦鸡儿水保效益及利用价值的研究 …… 王文卿 李普选 朱生金 (555)

环 境 水 利

对北京城市建设中水环境保护和利用的建议 …… 谭徐明 (559)
湿式氧化改善工业有机污泥性能的研究 …… 纪峰 (564)
再谈污灌环境影响及污灌标准 …… 李志福 (569)
论扎龙国家级自然保护区水环境对鹤类生境的影响……
…… 王建成 崔凤友 张洪斌 (573)
非点源污染计算的概念性模型 …… 李怀恩 (575)
大型潮汐河网水质动态模拟及应用 …… 陈阳宇 (579)
水库水质预测的灰色随机模型 …… 张祥伟 夏军 (584)

水 利 施 工

双向台阶式基础地基应力计算 …… 范子顺 (588)
泗阳第二抽水站沉井群施工技术 …… 陆国平 黄海田 (592)
岩滩水电站升船机大型框格结构混凝土应用滑模技术获得突破 …… 张振淮 (596)
拱坝左坝基 N_3 和 N_4 风化夹层处理 …… 邱德华 翟洪波 (600)
陈村水电站溢洪道底板的加固研究 …… 骆克斌 汪莲 (603)
土工织物加筋土用于黄河险工砌石坝岸的试验研究 …… 李希宁 (606)
驾部工程施工时埽工导流技术的运用 …… 王有福 (610)
混凝土楔形块护面溢流拦河坝的设计 …… 刘丽英 (613)
浅谈小断面隧洞开挖中塌方防治对策 …… 邓强友 (617)
观音阁水库灌浆隧洞衬砌的有限元分析 …… 冯明珲 刘纯 (620)
潘家口大坝坝基渗流观测资料初步分析 …… 韩正刚 (624)
论汾河水库泄洪隧洞的塌方处理 …… 张润生 (628)
河系导流技术在平原地区的应用 …… 徐有前 (632)
NT 缓凝减水剂的应用研究 …… 唐奇端 (636)
钢丝网水泥反向薄壳闸门安全度及破坏特征的原型试验研究 …… 王维雅 (640)
土工织物软体排护岸工程施工技术 …… 王殿武 (644)
复合防渗层的缺陷渗漏流量 …… 吴景海 (648)

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

混凝土面板无轨滑模技术的特点及新进展 …… 程聚辰　李军 (652)
水泥粉喷桩在加固三河上游拦河坝地基中的应用 …… 徐光华 (656)
高压喷射灌浆技术在堤坝基础加固中的应用 …… 崔双立 (661)
小浪底水利枢纽工程大坝帷幕 GIN 法灌浆试验中稳定浆液
的流动性和稳定性问题浅析 …… 孙克栋 (664)
速凝防水砂浆在高滩地建闸中的应用研究 …… 王锭一　朱颂茜 (668)
观音阁水库碾压混凝土大坝施工期裂缝分析与处理……
…… 王成山　韩义超　孙长江 (673)
中线穿黄孤柏嘴渡槽工程地基土的地震液化评价 … 史明华　王志宏　李清波 (677)
吕荣压水试验与地下洞室涌水量估算 …… 刘荣富 (681)
潜孔锤钻进方法在盐田港抛填土石层工程地质勘察中的应用 … 田野　刘全富 (683)

水 利 管 理

改善工程运行状况充分发挥工程经济效益 …… 李福生　赵建河　高云明 (685)
水库自动启闭取水装置的试验研究 …… 王生力 (689)
多种保证率的优化调度问题初探 …… 吴明官　文继娟　张小平 (694)
海堤外滩地种树效果及对行洪影响 …… 黄本胜　赖冠文 (700)
对提高综合经营项目运行质量的思考 …… 王俊广 (704)
三门峡水库运用及库区治理开发 …… 李松恒 (708)
灌溉水库群优化调度与实时调度研究 …… 雷晓云 (712)
试论水利水电工程建设单位的计划管理 …… 钟鸣辉 (718)
水利水电工程项目后评价理论与方法研究 …… 陈绍军　施国庆　王艳艳 (722)
建立太湖流域社会经济综合实力评估与洪涝灾害典型调查分析模型
是“水利第一”的直观体现 …… 罗尖　何艺 (726)
丹江口水库的饵料生物资源及水体营养状态评价……
…… 韩德举　彭建华　简东　邹清　邬红娟 (730)
Y-11 饲料酵母代替鱼粉饲养鲤鱼种试验 …… 王兆军 (734)
水库化肥养鱼的氮磷施用量及施用比的初步研究 …… 朱爱民　蒋杰 (738)
人工诱导尼罗罗非鱼四倍体的研究 …… 黄道明 (742)
池塘养殖罗氏沼虾浅谈 …… 周志安 (746)
水库移植大银鱼综合研究报告 …… 薛以平 (748)

水 利 经 济

深圳市原水价格标准探讨 …… 刘沅 (751)
移民生产生活水平综合评价与监测 …… 施国庆 (755)
开发利用沙棘资源对区域经济发展的意义 …… 李敏　张丽 (759)
补偿水价制商榷 …… 朱景武 (762)
对发展水利经济的认识 …… 何建德 (765)
山西水资源费征收标准研究 …… 畅明琦　贾鲜妮 (769)

安徽省驷马山引江工程灌溉效益经济分析 …… 夏显东　汪劲兰（775）
直接费计算探讨 …… 杨娜（780）
水利建设项目中发电效益的分析与计算 …… 屠晓峰（784）

开发汛雨缓解水资源危机的构想

梁述杰

摘 要 太原市由于长期超采地下水，出现了地下水漏斗区和地面沉降现象，从而加剧了本已存在的水资源危机，现提出了开发汛雨、缓解水危机的建议，其具体途径：(1) 兴建阻滞和拦蓄汛期雨洪的蓄水建筑；(2) 利用现有城建设施加大雨水就地入渗量；(3) 增加源头补给量；(4) 两用井回灌。之后又讨论了水质问题、回灌区域划分问题、政策和观念问题。最后笔者认为：太原市在80年代末和90年代初连续干旱之后，有可能在近几年出现连续丰水期，应抓住机遇，积极开展此研究工作。

关键词 汛雨 缓解 水资源危机

一、问题的提出

太原市是一个严重缺水的城市，由于河道中的地表水资源早已不能满足急剧增长的用水需求，因此而出现了大量超采地下水的状况，根据1985年的统计，全市共有开采水井4998眼（其中：深井1895眼），如按用途分类，计有城市供水井138眼，工业自备井740眼，农业生产用井4120眼，年开采地下水4.79亿m^3，其中城市生活用水0.62亿m^3，工业用水2.38亿m^3，农业用水1.79亿m^3，分别占到地下水开采总量的13%、50%和37%。地下水的过量开采，不仅恶化了水环境，使地下水位漏斗区域日趋扩大，降深日渐增大，胜景冽石寒泉成为历史烟云，而且演变成为一种地质灾害，引起了大面积的地面沉降。沉降量大于100mm的市区面积达108km^2，沉降量大于700mm的市区面积达3.6km^2。然而，情况远未至此为止，据1992年3月9日的《太原日报》报道，目前全市每日超采地下水20万t，城市规划区内仍然日缺水20万t。严酷的现实不仅是摆在决策部门面前的难题，而且也关系到每一位太原市居民的切身利益。因短期内彻底解决太原市水危机尚无良策，所以地下水超采现象势必将继续发展下去，这样的后果有两个方面的危害：一是加剧了太原市的水荒形势，若有大旱，必有大患；二是成为地震诱因，即使偶遇烈度较小的地震，也会因地面沉降不均而造成更大破坏。因而，必须采取多种补救和预防措施，将旱灾、震灾所要带来的损失降低到最小程度。

有关地下水资源超采引起的一系列问题，已经成为近年来水利、地质、城建、环保等部门的热点研究课题，归纳为：开源节流、减少开采。但目前看来，减少开采量是困难的，因开发新水源要涉及到山西全省乃至整个华北水资源全局，一些措施至今尚在规划中，如引黄入并、引滹入并等，关系到社会经济、生活环境、地区协调等众多因素，不是近期内

梁述杰 1954年3月生。1990年毕业于河海大学，学士学位。山西省水文总站，工程师。

可望实现的。在这种情况下，必须寻求减缓超采地下水，恶化水环境的对策。笔者根据太原市的自然特点，建议采取一切可能措施，拦蓄汛期雨洪，加以利用，减少出境水量，就地开源，不仅经济效益可观，而且可为远景调水奠定良好基础。利用汛期多余雨洪，实行太原市水资源的年内调节和多年调节，减少地下水位下降，防止地面沉降，以盈补亏，以丰补欠，把防洪和补充地下水资源结合起来，寓资源利用于灾害防范之中，是雨洪利用的基本思路和根据。

二、可行性分析

1. 降水条件

太原市属于暖温带大陆性季风气候区，降水量无论在年际还是在年内分配上极不平衡。全市多年（1956～1984）平均降水量为485.0mm，在分析时段内，太原市年际间的降水量极值比为1∶3.1，如降水量最小的1972年，平均值仅为229.7mm，而降水量最大的1964年，则达到707.1mm，所以具有年际间的多年调节可能。年内变化也有其特点，因受季风影响很大，大体上与海洋气团进退相关。年内分布呈单峰形，而且多集中于汛期（6～9月），占年降水量均值的70%以上，7、8月份为主要降水月，平均情况下集中了全年降水总量的一半左右，但12月份至次年3月份，却是降水量最少的时期，仅占年降水总量的5%左右，就此意义上讲，又具有年内调节的可能性。

2. 径流条件

太原市河川径流的丰枯基本上与降水量多寡呈对应关系，即：呈现夏雨型分配。但太原市又有一个极为有利的条件，即位于汾河中游区，可充分利用上游（忻州地区的宁武、静乐等）区的来水量。据《太原市河川径流水资源评价》，太原市多年平均（1956～1984）河川径流量为3.081亿m^3，接纳入境水量5.56亿m^3（其中：汾河水库上游入境水量3.51亿m^3），两者相加达8.64亿m^3，而多年（1956～1984）平均出境水量为5.11亿m^3。这些出境水量虽然包含有汾河水库下泄给晋中、吕梁的一部分农业生产用水，但仍有极大的开发前景（主要是汛期多余洪水），如何设法开发利用这些出境水量，解决太原市日趋紧张的水资源紧缺危机，是值得很好研究的一个课题。按1990年状况来考虑供水问题，全太原市年缺水量为1.46亿m^3，仅占出境水量的28.6%，所以说，多余的出境水量是大有潜力可挖的。

3. 入渗补给条件

80年代干旱期间，整个太原市靠超采地下水来维持缺水局面，在连续超采条件下，市内各主要地下水水源地相继出现降落漏斗，且范围不断扩大，降深不断增加，至1984年深层水降落漏斗已经连成一体，面积达298km^2，漏斗中心埋深已达71m，这就使太原市区成为一个幅员广阔、有巨大蓄水能力的土壤空库。而且，分布于盆地区东西的两侧倾斜平原洪积扇群和冲积平原上部，均为粗粒度的沉积物，极有利于增加汛期多余雨洪的地下水入渗补给。

综上所述，笔者认为：充分利用当地自然条件，减缓地下水位下降，开发汛期雨洪资源，不仅是必要的，而且也是可能的。

三、开发汛雨，增加入渗的途径

1. 兴建阻滞和拦蓄汛期多余雨洪的蓄水建筑

一般地说，大气降水水质较好，不需处理即可将之作为初级水源或补充水源加以利用，如喷洒路面、工业冷却、绿地灌溉等城市杂用水。在发生水荒时，还可进一步处理后用于生活补充供水。太原市如能建造以开发汛期雨洪为目的的蓄水池时，建议考虑多目标使用，比如利用足球场、体育场、公园湖泊 小区绿地以及城郊洼地等，平时用于文化活动，汛期即可拦截雨洪，这样做的好处还在于加大地下水入渗补给量的同时，减缓了城市排洪设施的压力，利于防汛。日本近年来采取多种工程措施，可为我们借鉴，大型工程如大阪、沿街道走向建造了长达 1.9km、内径为 10m 的隧道式地下防洪调节池，可蓄水 14 万 m^3，名古屋市在若宫大街下面修筑的地下蓄洪池，长约 316m，宽 41～50m，深约 10m，可容纳洪水 10 万 m^3，小型工程如在楼前屋后马路旁，利用屋顶积水、路面汇水建造渗井、渗沟、渗槽、渗池等，小型多样，因地制宜。此类阻滞和蓄积洪水的工程设施，既控制了汛期多余雨洪径流，减轻城市排水设施压力，又拦截了雨洪径流，将之就地入渗，补给地下水，使遭到强采而破坏的水循环系统得以恢复，起到一举几得的良好作用。当然，采取此类手段，不仅有技术经济上的问题，而且还存在政策问题，因为投资者实际上无利可图，这样，就需要政府的鼓励，如日本东京市于 1982 年出版了《节能设计指南·说明》，该书第 7 章水资源有效利用即强调城市的雨洪利用。

2. 利用现有的城建设施，加大雨水的就地入渗量

据 1985 年统计，太原市城市道路为 473km，面积为 409.6km^2；绿化面积为 3569.5 公顷，覆盖率为 21%；苗圃 5 个，占地 4089 亩；公园 6 个。以上各项相加，其总面积颇为壮观，如果这些面积上的雨水不致全部排走，则入渗量也是十分可观，如能接纳一些客水入渗，更是锦上添花。公园、苗圃等现有绿地，可以发挥其特殊功能，拦雨入渗，净化水质，而且还可以花费很少的投资，改造成良好的入渗场地，接纳居民区和道路上的雨水径流，加大入渗量。笔者在市内看到许多不合理现象，就是太原市区的街心花池绿地一般都高于路面，在解放路、新建路、迎泽大街等处都是这样。街心花池绿地高于路面时，不仅不能接纳道路雨水，使之减少灌溉，而且由于围栏甚低，池内雨水也往外流失，遇有干旱时又不得不大量地采集可供居民生活饮用的洁净自来水进行灌溉，人为地加剧了本已十分紧张的居民生活用水矛盾。北京市水利科学研究所和园林所曾联合开展过高、平、低于路面不同形式草坪的蓄雨入渗试验和常用观赏草种的耐淹试验，结果表明：城区土质入渗能力一般比较好，遇雨强超过每天 150mm 的暴雨时，基本上不积水或积水时间很短，所以，可以接纳一些路面雨水，加大入渗，提高抗旱能力，同时，允许短期淹没植物，提倡多种植较为耐淹的早熟禾、野牛草等 10 余个草种。太原市园林绿化部门应该学习北京经验，降低花池高度，加度围栏，滞蓄汛期雨水径流，其实，这项工作并不需要花费很多的投资，何乐而不为呢？

道路设施方面，现在有许多城市都在人行步道上铺设了透水方砖，步道以下设置回填砂砾料的渗沟、渗井等，可减低暴雨径流的流速、流量、延长时滞。据测算，采用此种措施后，汛雨利用率可达 35%～40%。公路建设方面，如美国在加利福尼亚、内华达、新墨西哥等地采用透水性路面技术（透水性沥青路面、混凝土透水路面）减少暴雨期间的流量

和高峰流速，延长时滞，防止河堤冲刷，并且通过渗透，补给地下水。采用该项技术铺设的路面，物理性能好，适宜采用传统敷设方法铺装，并且由于采用该项技术后不再建造雨水管沟，还具有成本低的好处。

如果以上措施实现后，可望在太原市城区 73km² 的面积上开发可观的雨水资源。

3. 增加源头补给量

太原市的平面是一个略呈不规则的三角形。东、西、北三面环山，全市地势北高南低，并且从东、西两侧分别向中部倾斜，市境内中南部为在断陷盆地基础上形成的，且是北窄南宽的汾河冲积平原。东、西两侧有冲、洪积扇连接山区，盆地区浅层孔隙水运动方向与地形变化方向基本一致，即从盆地的东、西、北三个方向向中心汇集，水力坡度初为0.2%～0.8%，而后以 0.03%～0.05%的坡度自上游向盆地下游移动，区内除漏斗区（即西张、北营、吴家堡地区）由于开采浅层孔隙水改变了地下水的运动方向外，其它地区浅层孔隙水的运动方向基本不变，因而具有补给地下水漏斗区的水力条件。另外，由于太原盆地是一断陷盆地，基岩以断裂带与洪积扇后缘接触，而洪积扇顶部又由砾石、卵石、漂砾石组成，为地表水的渗漏提供了良好条件，如凤峪沟洪积扇后缘沟口的生产井，距断裂带不足百米，水位埋深 50m 左右，在 1984 年 9 月抽水过程中，因降雨山洪顺流而下，仅半小时后，三眼生产井水位等幅上升 4cm，可见地表水渗漏补给之快。这种补给状况在西边山断裂带顶部是普遍存在的，汾河干流的渗漏补给则更为显著，水文和地质部门均做过多次专门分析试验。汾河干流的渗漏对于兰村水源地以及整个太原市区的地下水均有着非常显著的影响作用，太原市现有水库 28 座，总库容量达 7.85 亿 m³，如何调度运行这些库容，充分利用好如上所述的水文、地质和水力条件，并将现有的 14000 余处水利工程设施的潜在效应充分地挖掘出来，加大源头补给量，减少地下水位的不稳定变幅，是很有研究头的。除了在上游区加强水土保持、种草植树涵养水源外，笔者建议：组织专家进行研究，论证在汾河干流、一坝大渠以及南、北沙河等一些支流和防洪干渠上建筑一些低坝、滚水坝，拦截大汛后期雨洪回灌入渗，防洪设施也可以利用堰闸拦截确认无虞的雨洪，入渗补给地下水。

4. 两用井回灌

在太原市漏斗区内，管井报废现象较多，建议将这些已报废的井视作回灌井，引雨水回灌。也可选择一些生产井，进行“抽水—回灌”试验，汛前抽水用于生产、汛期引水回灌，不仅可以补给地下水，而且可以在抽水生产发挥效益的同时，又可洗井，使其具有采补自如、盈亏相济功能。一方面对地下水进行调控，另一方面又可充分利用当地的自然雨水资源。为防止回灌井的淤堵，可以借鉴国外经验，将入渗池和回灌井结合起来，视入渗池为回灌井的天然土壤过滤设施。作法是在入渗池表土 1.5m 深处铺设多孔波纹塑料管，然后与入渗池末端的水泥管相联，水经土壤过滤自流注入回灌井。这种水平入渗和垂直渗入相结合的作法，既防止了回灌井的淤积，又可将回灌能力提高 127%，美国加利福尼亚州夫勒斯诺市（Freno）采用这种新型的、称为“Leaky Aeres”的地下水回灌系统，10 年间（1971～1980）该系统的地下水回灌总量达 1338 万 m³，其年回灌量占该市年用水总量的1/5。

四、几个问题的讨论

利用汛雨回灌补源是缓和太原市水危机的可行途径，处理得当，确实可以减轻旱灾和

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com