

节水专栏约稿（征稿）函

节约用水贯穿着经济社会发展的全过程，涉及农业、工业、服务业等领域，涉及单位、家庭、个人等用水主体，是所有用水者共同的社会责任。为全面贯彻新发展理念，推进实施国家节水行动、科学谋划和扎实促进新阶段水利高质量发展、全面建设社会主义现代化国家提供有力支撑，《水资源开发与管理》期刊开设节水专栏，旨在提升公众节水意识、培养社会节水风尚、促进节水型社会建设、推进水资源节约保护融入经济社会发展和生态文明建设，现特面向各城市水利（水务）部门，水利科学研究单位的领导、专家、技术人员及高校科研人员征稿（约稿），稿件要求如下：

稿件按照学术论文的写作规范，应有两百字左右的摘要和三至五个关键词，正文部分要包含引言和结语。专栏内容可围绕国家节水行动、节水型社会建设、用水定额管理、节约用水规划、节水评价、节水载体建设、节水技术等内容。

水利乡村振兴专栏约稿（征稿）函

水利乡村振兴是巩固拓展脱贫攻坚成果、推进乡村振兴的水利支撑和保障。为扎实推进《“十四五”巩固拓展水利扶贫成果同乡村振兴水利保障有效衔接规划》的实施，促进脱贫地区水利高质量发展，《水资源开发与管理》期刊拟设水利乡村振兴专栏，展现乡村河湖治理的优质成果和脱贫地区重大水利工程建设经验以供其他脱贫乡村水管理部门参考。

稿件需语句通顺，逻辑关系衔接紧密，有可宣传借鉴的实践意义。按照学术论文的写作规范，应有两百字左右的摘要和三至五个关键词，正文部分有引言和结语，且字数不少于4000。正文内容可围绕农村饮水安全、农田灌排工程建设、乡村防洪减灾、水生态环境治理和保护、乡村供水保障等。

期刊背景

《水资源开发与管理》（月刊）是由中国水利工程协会主管主办、公开发行的科技类学术期刊。国际标准连续出版物号 ISSN 2096-0131，国内统一刊号 CN 10-1326/TV。

投稿方式

请作者登陆杂志社官方网站：<http://www.sljsgl.com/> 注册成功后，点击“水资源开发与管理在线投稿”填写信息并上传稿件。稿件审核后，择优免费刊登。

联系方式

联系人：杨 燕 季雪威

电 话：010-63305216/63305233

地 址：北京市西城区南滨河路 27 号贵都国际中心 B 座 1119 室 邮 编：100055

期刊基本参数：CN 10-1326/TV*2015*m*A4*84*zh*P*¥20.00*14000*14*2022-11

《中国核心期刊（遴选）数据库》收录期刊
《中文科技期刊数据库》收录期刊
《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊
《中国学术期刊网络出版总库》收录期刊
《中国知识资源总库》收录期刊

ISSN 2096-0131
CN 10-1326/TV

2022.11

第8卷

水资源开发与管理

Water Resources Development and Management



水
资
源
开
发
与
管
理

二〇二二年 第八卷 第十一期

Vol. 8 No. 11 2022

ISSN 2096-0131



中国水利工程协会主管

Directed by China Water Engineering Association

中国水利工程协会主办

Sponsored by China Water Engineering Association

依法治企 守法经营

——甘肃省水利水电工程局有限责任公司

甘肃省水利水电工程局有限责任公司始建于1969年，具备水利水电工程施工总承包壹级，建筑工程、公路工程、市政公用工程、机电工程施工总承包贰级，水工金属结构制作与安装工程、水利水电机电安装工程、河湖整治工程、消防设施工程专业承包贰级，输变电工程、起重设备安装工程专业承包叁级，国家能源局审定的承装、承试贰级，承修叁级、测绘甲级、水利水电工程建设监理甲级、水利工程质量检测甲级、建筑工程质量检测甲级等资质。

企业承建项目遍及甘肃、青海、新疆、山西、宁夏、广东、四川、内蒙、陕西等26个省（区），拥有雄厚的综合施工经营能力。承建了甘肃景电提灌、引大入秦、疏勒河流域、南阳渠灌溉、九甸峡枢纽、引洮供水和兰海、兰临、金大、民红高速公路，青海湟水北干、贵德拉西瓦灌溉、金沙峡水电站，新疆萨尔托海水利枢纽、于田吉音水利枢纽、呼图壁齐古水库及阿勒泰阿苇灌区，山西中部引黄，宁夏宁东供水、引洮供水二期配套秦安城乡供水EPC项目、青海海南藏族自治州光伏电站等各类水利水电及其他工程2000余项。

2000年获准质量、环境、职业健康安全认证证书，并在国际认证联盟论坛上被授予管理优秀奖；2014—2021年多次被评为全国水利建设市场主体（施工类）AAA级信用企业；2016年被国家水利部授予“水利安全生产标准化一级单位”，被省工商局授予“守合同、重信誉”企业。

多项工程荣获国家大禹奖；多项施工技术荣获国家和省部级科技进步奖和国家级、省级工法；多个项目获全国总工会、省总工会、省水利工会“工人先锋号”“五一劳动奖”“安康杯”等荣誉；水利工程质量I类、II类成果17项；2项技术被国家知识产权局认定为“实用新型专利”。2人荣获全国劳动模范称号，14人荣获省部级劳动模范称号。

公司依法治企，守法经营，成立企业信用管理部门，不断完善企业管理体系，严格企业内部管理，加强企业教育和培训机制，用规范化管理来规避企业的法律、信用等各项风险。

公司秉承改革创新、和谐发展、内强素质、外树形象的发展理念，以高质量发展为目标，以转型升级为推手，踔厉奋发，勇毅前行。



甘肃引洮供水二期静宁县城乡供水工程EPC蓄水池



新疆吉音水库枢纽工程（混凝土面板堆石坝）

诚信经营 严格自律

——武汉市新洲区水工建筑工程公司

武汉市新洲区水工建筑工程公司成立于1957年，注册资金1.2亿。60余年来公司始终坚持“诚信经营，回报社会”的核心理念，用诚信经营、守法经营与严格自律来发展企业。公司在实现自身经营发展的同时，积极融入地方经济社会发展大局，以精品工程回报社会，承担社会责任，并努力解决社会就业，热心公益慈善事业，走在诚信经营、回报社会的前列。公司连续多年被评为省、市“守合同、重信用”企业，安全先进企业，武汉地区建筑业“AAA”信誉企业，多次荣获“江汉杯”“省文明工地”等国家级荣誉。

企业开展诚信体系建设的主要经验和做法：

一、公司成立了党支部，将党的科学发展观融入到企业经营之中，用理论指导实际工作，在岗位中积极创先争优。党组织的凝聚力和党员的影响力在企业中发挥了不可或缺的重要作用。公司把党的宗旨贯彻到实际中，成立了工会组织，切实保障了全体员工的合法利益，为员工谋福利。

二、公司以德为中心，建立良好的企业形象，从企业的自身实际出发，把诚信文化作为与管理文化、安全文化、经营文化等体系相并列的企业文化子体系来建塑，建立以诚信为基石的核心价值观，指导和规范企业和员工的生产、经营行为。在施工过程中严格执行国家标准和合同条款，使工程验收合格率达100%，并在企业中营造诚信环境，把诚信纳入企业的规章制度，贯穿至生产和宣传中，成为企业全体成员共同遵守的行为规范，构筑和谐、健康的工作氛围。公司在经营中及时足额交纳税款，并严格按照合同规定及时为承包商付款。

三、严格企业内部管理，加强企业教育和培训机制，把工程质量作为企业最基本的诚信要求，保证工程质量达到合格以上标准，交付业主满意的工程。切实加强对所有员工的信用教育，开展员工职业道德教育并定期对员工进行培训学习，使员工牢固树立“诚信为本，操守为重”的从业理念，提高员工的思想素质和技术素质，满足施工技术要求。

在发展中总结经验，在总结中完善诚信建设，带领企业走向更辉煌的未来。



武汉市武湖泵站新建工程进水渠道工程及站区其他工程

水资源开发与管理

Shuiziyuan Kaifa Yu Guanli

(月刊)

2015 年创刊

2022 年第 8 卷第 11 期

总第 82 期

出版日期: 2022 年 11 月 25 日

主管单位 中国水利工程协会

主办单位 中国水利工程协会

主编 安中仁

副主编 任京梅 吴香菊

编辑部主任 杨燕

编辑 季雪威

编辑出版 《水利建设与管理》杂志社有限公司

通信地址 北京市西城区南滨河路 27 号小区 7 号楼 11 层 1116 号(贵都国际中心 B 座 1116 室编 1105)

邮编 100055

网址 <http://www.sljsygl.com>

在线投稿 <http://szy.sljsygl.com/home/login>

联系电话 010-63305220 (发行)

010-63305233 (投稿)

010-63305258 (广告)

印刷单位 北京博海升彩色印刷有限公司

发行范围 公开发行为

国内发行 中国邮政集团公司北京市报刊发行局
本刊发行部

邮发代号 82-389

国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司

国外发行代号 M09525

中国标准连续出版物号 ISSN 2096-0131
CN 10-1326/TV

广告发布登记 京西市监广登字 20170082 号

国内定价 20.00 元



水利建设与管理杂志社官方微信公众账号二维码, 欢迎扫描加关注, 随时检索协会会刊论文发表情况。

目次

CONTENTS 2022年第11期

◆ 水资源管理

- 1 地下水监测井与取水井水位关系研究 孙雪峰 孙春峰 赵云云
6 上海市用水变化特征及水资源保障能力分析 陈燕
12 河北省水资源开发利用存在的问题及建议
张子元 张博雄 周普松

◆ 节水专栏

- 18 天津市 29 个中型灌区节水发展成效及节水潜力分析研究 原鹏飞
25 临泽县域节水型社会达标建设评价与思考 鲍虎章 李明

◆ 水文

- 29 东密水文站水文资料整编复核 陈玮 何照文 吴金海
38 河滩地整治工程对颍河阜阳闸水文站影响分析 陈阿朋

◆ 水生态保护

- 43 深圳市福永河流域系统治理实践及长治久清探索 易升泽
49 曝气生物滤池与高效澄清组合工艺在溢流污水项目中的应用
王莉
56 人类活动对黄山风景区水质的影响 余悦
60 龙潭公园景观水体提高透明度生态养护技术研究
关旭 周浩 何秀芳

◆ 河湖长制专栏

- 66 河湖长制下湖北省湖泊清淤及综合治理路径探析
袁修猛 杜飞 廖炜
72 基于河湖长制背景下的宜黄县河道管护机制探索及实践
周波 湛祖安 危文广

◆ 智慧水利

77 德州市河湖管理中数字河湖建设的实践与思考

苏秀峰 赵春兰 刘秀勇

编 委 会

名誉主任：王 浩

主 任：安中仁

副 主 任：任京梅 董红元

编委会成员（按姓氏笔画排列）

王国庆 王新才 石玉波

杨金春 张文鸽 张淑玲

张新玉 罗益信 姜广田

公益：广告

封一 喀纳斯五彩滩(摄影:云南省摄影家协会 张吉德)

封二 水利诚信单位风采展示(甘肃省水利水电工程局有限责任公司)

封三 水利诚信单位风采展示(武汉市新洲区水工建筑工程公司)

封底 节水专栏约稿(征稿)函;水利乡村振兴专栏约稿(征稿)函

版权声明：本刊刊出的内容，未经本刊许可，不得转载。所有在本刊刊发的文字、图片，本刊拥有网络电子版版权。如果作者有异议，请在来稿时向本刊声明。

◆ Water Resources Management

- 1 Study on the Relationship between Groundwater Level of Monitoring Well and Water Intake Well
SUN Xuefeng, SUN Chunfeng, ZHAO Yunyun
- 6 Analysis of Change Characteristics of Water Consumption and Water Resources Guarantee Capacity in Shanghai
CHEN Yan
- 12 Problems and Suggestions of Water Resources Development and Utilization in Hebei Province
ZHANG Ziyuan, ZHANG Boxiong, ZHOU Pusong

◆ Water-Saving Special Column

- 18 Analysis and Research on the Development Effect and Water-Saving Potential in 29 Medium-Sized Irrigation Areas in Tianjin
YUAN Pengfei
- 25 Evaluation and Considerations on the Standard Construction of Water-Saving Society in Linze County
BAO Huzhang, LI Ming

◆ Hydrology

- 29 Review of Hydrological Data Compilation of Dongmi Hydrological Station
CHEN Wei, HE Zhaowen, WU Jinhai
- 38 Analysis of the Influence of Flood Land Regulation Project on Yinghe Fuyang Hydrological Station
CHEN Apeng

◆ Water Ecological Protection

- 43 Practice of Systematic Treatment and Exploration on Long-Term Governance and Clean of Fuyong River Basin in Shenzhen
YI Shengze
- 49 Application of Combined Process of Biological Aerated Filter and High Efficiency Clarification in Overflow Sewage Project
WANG Li
- 56 Influence of Human Activities on Water Quality in Huangshan Scenic Areas
YU Yue
- 60 Research on Ecological Conservation Technology of Improving Transparency of Longtan Park Landscape Water
GUAN Xu, ZHOU Hao, HE Xiufang

‘ River (Lake) Chief System ’ Special Column

- 66 Analysis of Lake Desilting and Comprehensive Treatment Path under the Hubei Province River and Lake Chief System YUAN Xiumeng, DU Fei, LIAO Wei
- 72 Exploration and Practice of River Management and Conservation Mechanism under the Yihuang County Background of River and Lake Chief System ZHOU Bo, SHEN Zu'an, WEI Wenguang

Hydraulic Intelligence

- 77 Practice and Thought on Digital River and Lake Construction in Dezhou City River and Lake Management SU Xiufeng, ZHAO Chunlan, LIU Xiuyong

地下水监测井与取水井水位关系研究

孙雪峰¹ 孙春峰² 赵云云¹

(1. 河北省水资源研究与水利技术试验推广中心, 河北 石家庄 050061)

2. 石家庄市农林科学研究院, 河北 石家庄 050041)

【摘要】 地下水水位水量双控是治理地下水超采的有效途径, 主要是通过监测井观测地下水位, 当水位达到控制指标时, 以公告、通报等形式对省(市、县)水行政主管部门进行预警和提醒。本文以地下水补给、排泄对水位的影响为基础, 着力分析了年周期地下水升降的变化规律, 厘清了监测井和取水井水位的关系, 提出了满足县域控制水位的单个取水井的预警水位和控制水位, 为县域地下水水位水量双控提供了可操作的技术方案。

【关键词】 地下水; 水位水量双控; 监测井; 取水井; 水位变化

中图分类号: TV211.1+2

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2022)11-001-05

Study on the Relationship between Groundwater Level of Monitoring Well and Water Intake Well

SUN Xuefeng¹, SUN Chunfeng², ZHAO Yunyun¹

(1. Hebei Water Resources Research and Water Conservancy Technology Experimental Promotion Center, Shijiazhuang 050061, China;

2. Shijiazhuang Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050041, China)

Abstract: The dual control of groundwater level and water quantity is an effective way to control groundwater over-exploitation, which is mainly to observe the groundwater level through monitoring wells. When the water level reaches the control target, the provincial (city, county) water administrative departments are given early warning and reminder by means of announcements and notices. Based on the influence of groundwater recharge and discharge on water level, this paper emphatically analyzes the annual cycle change rule of groundwater elevation, clarifies the relationship between the water level of monitoring wells and water intake wells, and puts forward the warning water level and control water level of a single water intake well satisfying the county control water level, which provides an operable technical scheme for the dual control of groundwater level and water quantity in county.

Key words: groundwater; dual control of groundwater level and water quantity; monitoring well; water intake well; variation of water level

地下水水位控制对于水文地质环境的恢复有重要意义, 对因地下水超采引起地下水漏斗、地面沉降等与

地下水水位有关的地质灾害地区尤其重要。从国家层面, 地下水水位数据是通过按照一定原则设立的监测

收稿日期: 2022-06-21

作者简介: 孙雪峰(1965—), 男, 正高级工程师, 学士, 主要从事水资源研究、智慧水利、节水型社会建设等研究工作。

井得到的,其监测数据用来评价某个区域地下水水位动态变化,其中县域地下水水位是否符合水位控制标准和要求是其重要功能。地下水水位的动态变化是地下水补排径流多种因素综合影响的结果。监测井观测的地下水水位(潜水面和压水面)值就是多种因素综合影响的水位。在干旱的平原地区,地下水补给主要靠降雨,排水主要是取水井取水。监测井监测的动态水位实际就是由降雨和取水引起的。一个区域的降雨是随机的、不可控的,但取水井取水行为是人工的、可控的,在实行地下水水位水量双控的情况下,通过控制取水井取水行为改变地下水水位的变化幅度,满足监测井控制水位数据的要求是可行的。在落实县域地下水水位水量双控的具体实践中,研究取水井水位变化与监测井水位的关系,对于县域地下水水位控制,以及县域地下水水位水量双控,非常必要。

1 影响地下水水位变化的因素

地下水水位变化受到补排径流的影响。地下水补给包括当地降雨补充、河道渠道侧渗及灌溉下渗补充,承压水还有层间水补充等。地下水排泄包括取水井取水、潜水蒸发、泉水排泄、层间流动等。

1.1 地下水补给

本文以华北平原地下水超采区为研究对象,研究区域无常年有水河流。根据《地下水开发利用》^[1],北方省份地下水补给主要在年降雨量集中的6—9月(占全年70%~80%),在无大型河流、水源及引河补源复蓄时,可近似认为地下水水位是平行上升的。侧向补排来去相当,可忽略不计。当地下水埋深大于3m以上时,灌溉入渗补给也可以忽略。因此该区域地下水补给主要靠降雨。

降雨补给后的任意一点 X 的水位变化为

$$h_p = H_p - H_0 = \frac{\alpha P}{\mu} \quad (1)$$

式中: h_p 为有效降雨后,地下水水位的升幅, m; H_p 为降雨后潜水面埋深, m; H_0 为初始潜水面埋深, m; μ 为地下水水位变动层的给水度; P 为区域内有效降雨深度, m; α 为降雨入渗系数。

降雨后潜水层水位变化情况见图1。

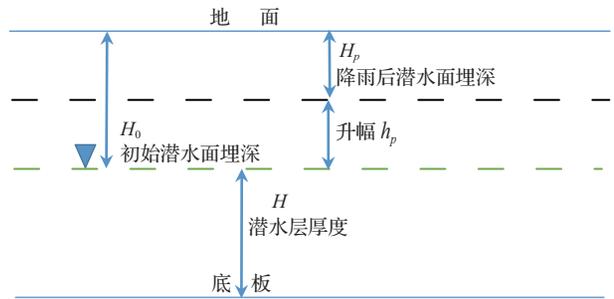


图1 降雨后潜水层水位变化情况

1.2 地下水排泄

根据《地下水开发利用》,当地下水埋深大于3m时,潜水蒸发可以忽略不计,研究区域没有泉水,侧向补排来去相当,可以不计。因此地下水排泄只计算取水井取水。

根据《地下水水文学》^[2],地下水属于非稳定流,不管是承压水和潜水、完整井和非完整井,降深都可以用承压完整井的泰斯公式计算。本文采用承压完整井和潜水完整井水位降深公式。

1.2.1 承压完整井

承压完整井水位降深公式为

$$S_{(x,t)} = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad (2)$$

式中: $S_{(x,t)}$ 为以固定流量抽水时,与抽水孔距离为 x 处,任意时间 t (以抽水开始算起) 的水位降深, m; Q 为固定抽水流量, m^3/d ; T 为含水层的导水系数 ($T=KM$), m^2/d ; $W(u)$ 为井函数; u 为井函数自变量 ($u = \frac{x^2}{4at} = \frac{\mu_s x^2}{4Tt} = \frac{\mu_s x^2}{4KMt}$); a 为导压系数, 又称压力传导系数 ($a = \frac{T}{\mu_s}$), m^2/d ; μ_s 为承压含水层的弹性储水系数, 又称释水系数; K 为含水层渗透系数, m/d ; M 为承压含水层厚度, m。

经过级数展开后,得到

$$S_{(x,t)} = \frac{0.183Q}{T} \lg \frac{2.25at}{x^2} \quad (3)$$

1.2.2 潜水完整井

a. 潜水完整井在降落漏斗的水力坡降小于 $1/4$,

且降深 $S \leq 0.1H$ 时,降深可以用承压水井的式(2)近似计算。计算 S 时,式中承压含水层厚度 M 用潜水层厚度 H 替代, $T = KH$,弹性释水系数 μ_s 换成潜水层给水度 μ 。

b. 当 $0.1 < H, S \leq 0.3H$ 时, M 用浅水层平均厚度代替,实际观测降深为

$$S_0 = S + \frac{S^2}{2H} \quad (4)$$

式中: S_0 为实际观测水位值, m; S 为利用浅水层厚度 H 计算的降深, m; $\frac{S^2}{2H}$ 为降深修正值, m。

1.3 地下水水位的变化过程

水位指的是地下水潜水面的埋深。在一个水位监测周期内,地下水水位的变化由两个引起水位变化的过程决定:一个是灌溉取水及取水后恢复过程;另一个是降雨补给过程。这两个过程是随机的且不连续的,因此水位的变化值由每个过程的水位上升或下降值递推累计得到,一直到期末水位值。用数学方程式表示为

$$\Delta h_{(x,t)} = h_s - S_{i1(x,t)} + h_{i1(x,t)} + h_{j1(x,t)} - S_{i2(x,t)} + h_{i2(x,t)} - S_{i3(x,t)} + h_{i3(x,t)} + h_{j2(x,t)} - S_{i4(x,t)} + h_{i4(x,t)} + h_{j3(x,t)} + \dots - S_{im(x,t)} + h_{im(x,t)} + h_{jn(x,t)} - h_e \quad (5)$$

式中: i 为灌溉取水; j 为降雨; $\Delta h_{(x,t)}$ 为年度周期内水位变化量, m; h_s 为起始水位, m; h_e 为期末水位, m; m 为抽水次数; n 为有效降雨次数; $S_{im(x,t)}$ 为取水引起的任意时点水位降深, m; $h_{im(x,t)}$ 为任意时点水位恢复值, m; $h_{jn(x,t)}$ 为降雨补给引起的水位升幅, m。

1.3.1 降雨补给的水位上升过程

降雨补给在时间上是随机的,在降雨量上是不确定的,但每次降雨之后,引起地下水水位上升的过程基本类似。大于蒸发量的降雨可以产生地下水补给量,地下水水位上升,上升的幅度可用式(1)计算。一般来说降雨在一定范围内是均匀的,这个范围内不同地点水位上升幅度 h_p 是相等的。虽然降雨后水位上升有一个延迟,但最后降雨补给量形成的水位上升达到最高并稳定在这个位置。

1.3.2 灌溉排泄的水位下降与自然恢复过程

a. 灌溉取水井每次取水后的水位变化可用式(3)计算。以取水井为中心,井壁处的降深最大,至影响半径处降深逐渐减少,直至为零。承压完整井取水与地下水水位变化情况见图2。

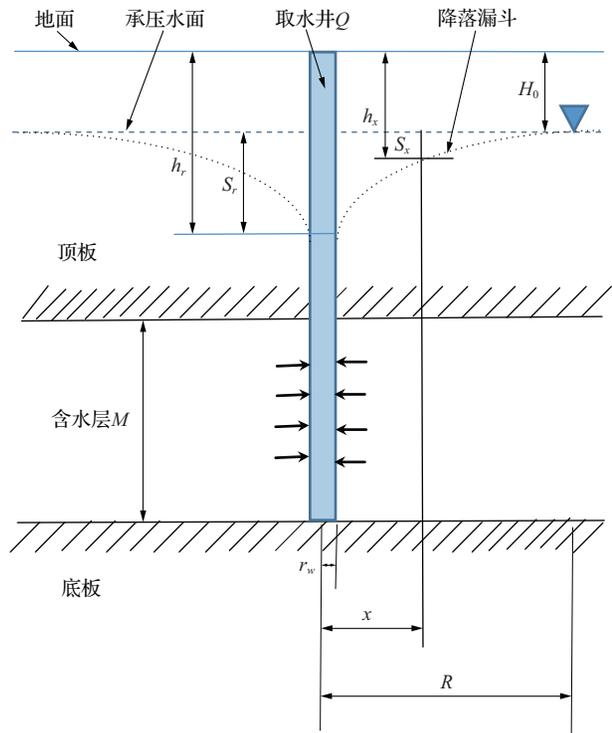


图2 承压完整井取水与地下水水位变化情况

b. 灌溉期之后水位有一个自然恢复期。据《地下水水文学》介绍,恢复期的水位变化理论上与取水水位下降曲线的变化是对应的,不同的是潜水面恢复上升时,式(3)中的给水度用饱和差代替。给水度与饱和差是土壤释放水量和吸水水量的两种特性,在某相关饱和差的研究中陈南祥^[3]得到结论,饱和差与持水度有关,给水度与岩土体含水率有关,通常情况下持水度大于岩土体含水率,所以饱和差一般大于给水度。只有当岩土体含水率达到持水度时,饱和差与给水度才相等。因此,给水度、饱和差、孔隙度三者的关系为

$$\mu \leq S_e < n \quad (6)$$

式中: μ 为给水度; S_e 为饱和差; n 为孔隙度。

按照式(5)画出的地下水水位变化曲线见图3。

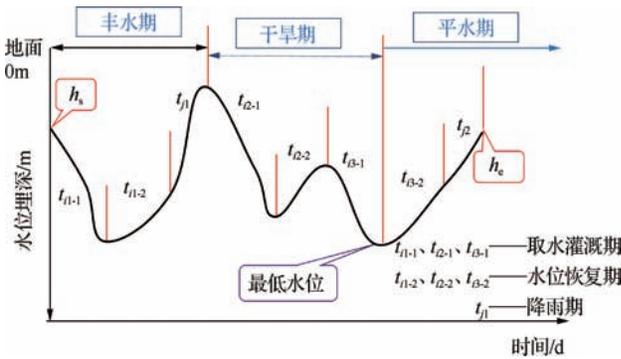


图3 年内x处地下水潜水水位变化示意

假设在起始水位首先开始第一次取水,取水导致的水位降深变化与图2的曲线一致,水位下降用负值表示;取水结束有一个水位恢复期,恢复期水位上升,用正值表示。如果有可以补充地下水的有效降雨,地下水水位整体上升,用正值表示。为了说明降雨量大小对地下水水位的重要性,图中把曲线概化为了丰水、干旱和平水三个时期。如果降雨量大,上升水位大于初始水位,就是丰水期;如果连续两次灌溉后没有降雨,就相当于干旱期;降雨补给量与取水量基本平衡的情况相当于平水期。每个时期至少包含降雨补给和灌溉排泄两种过程中的一种。

2 任意x点水位与取水井控制水位

2.1 任意x点水位

经过合并同类项,式(5)可以变形为

$$\Delta h_{(x,t)} = h_s - \left(\sum_1^m S_{m(x,t)} - \sum_1^m h_{m(x,t)} \right) + \sum_1^n h_{n(x,t)} - h_e \quad (7)$$

式中: $\sum_1^m S_{m(x,t)}$ 为m次抽水降深之和,m; $\sum_1^m h_{m(x,t)}$ 为m次抽水后恢复的水位之和,m; $\sum_1^n h_{n(x,t)}$ 为n次有效降雨水位升高之和,m。

利用式(7)可以计算年度周期内任意时刻任意位置监测井和取水井的水位降深。取水井井壁是水位降深最大的地方,已知监测井至取水井井壁的距离就可以求得监测井的水位降深。已知监测井水位降深控制标准就可以推算取水井的控制水位和取水总量特征值。

2.2 监测井水位与取水井水位的关系

已知监测井的年度降深标准为 S_b , 没有取水,有降雨补充。通过式(7)可推算监测井的年度最大降深 S_m 为

$$S_m = S_b + \frac{\alpha \sum P_n}{\mu} \quad (8)$$

式中: $\sum P_n$ 为年度累计有效降雨量,m;可以分降水年型计算;n为有效降雨次数。

利用式(3)可以得到最大降深条件下的取水流量 Q_m :

$$Q_m = \frac{5.46TS_m}{\lg \frac{2.25at}{x^2}} \quad (9)$$

进一步可以求出井壁 r_w 处的最大水位降深值 h_w :

$$h_w = \frac{\lg \frac{2.25at}{r_w^2}}{\lg \frac{2.25at}{x^2}} S_m \quad (10)$$

由于 $r_w < x$, 井壁处的降深值 h_w 要大于观测井的最大降深值 S_m 。

2.3 取水井水位控制指标的确定

2.3.1 取水井水位降深

对于单独的取水井来说,取水井水位降深包括两部分:一部分为井壁降落水深;另一部分为井中水面与井壁水位的水跃。

2.3.1.1 井壁降落水深

按照图2抽水曲线变化规律,抽水时井壁处下降的水位最深,把取水井井壁半径 r_w 带入式(3)可得到井壁处水位的降落深度为

$$S_{(r_w,t)} = \frac{0.183Q}{T} \lg \frac{2.25at}{r_w^2} \quad (11)$$

2.3.1.2 水跃

在实际工作中,取水井内水位与井壁的水位是不一致的,只有在降深非常小时才相同。当降深较大时,会出现井内动水位与井壁外动水位不一致的情况,这个现象叫水跃^[1],用 Δh 表示。

$$\Delta h = 0.01\beta \sqrt{\frac{QS_w}{KF_{\text{效}}}} \quad (12)$$

式中: β 为经验系数,与滤水管结构有关系,对完整井,网状和砾石滤水管 $\beta = 15 \sim 25$ (平均为20),穿孔、缝隙及金属丝滤水管 $\beta = 6 \sim 8$ (平均为7),对非完整井,可将系数增大1.25~1.5倍,滤水管工作部分长度与含水层厚度之比越大,系数 β 的校正值越大; $F_{\text{效}}$ 为滤水管的有效面积, m^2 ; Q 为抽水量, m^3/d ; K 为渗透系数, m/d 。

2.3.1.3 取水井观测水位

对于取水井来说,观测到的水面水位降深值为井壁降深与水跃之和:

$$S_j = S_w + \Delta h \quad (13)$$

式中: S_j 为取水井水面水位降深, m ; S_w 为取水井井壁降深(取水井半径), m ; Δh 为取水井水跃值, m 。

2.3.2 取水井控制水位

取水井内的水位 H 是初始水位和水面降深之和,即

$$H = S_j + H_{\text{初}} \quad (14)$$

式中: $H_{\text{初}}$ 为最初的潜水面或压水面, m 。

取水井水面水位不低于 H ,就可以满足观测井水位控制指标,即省水行政主管部门下达的水位指标。 H 就是县域取水井的控制水位。如果对应计算的 S_w

是预警水位降深,对应的 H 就是预警水位。

3 结论与讨论

a. 在以观测井地下水水位数据作为考核县域地下水水位控制指标的情况下,由于地下水水位的变化主要由取水井取水引起,通过对取水井水位和取水量的管理,可以满足水行政主管部门考核的要求。

b. 地下水资源丰富地区,可以利用需水强度作为取水井的取水流量,计算最大允许地下水水位降深;在地下水超采区,为保护地下水环境,按照以供定需、供需平衡的原则,以75%降雨水文年型对应的水位为预警水位,50%降雨水文年型对应的水位为控制水位。

c. 本文重点在于解决超采区县域落实地下水水位水量双控的技术问题,超采区大部分没有常年河流补给地下水,所以在地下水补排径流等计算方面进行了简化。

参考文献

- [1] 山东省水利学校,安徽水利电力学校. 地下水开发利用[M]. 北京:水利电力出版社,1982.
- [2] 束龙仓,陶月赞,张元禧. 地下水水文学[M]. 北京:中国水利电力出版社,2016.
- [3] 陈南祥. 给水度与饱和差关系的初步研究[J]. 河海大学学报,1998(4):112-115.
- [4] 崔秋利. 1957—2017年京津冀主要作物水分利用效率及节水潜力分析[J]. 灌溉排水学报,2020,39(2):93-98.
- [5] 尹剑,王会肖,刘海军,等. 不同水文频率下关中灌区农业节水潜力研究[J]. 中国生态农业学报,2014,22(2):246-252.
- [6] 朱永楠,王庆明,任静,等. 南水北调受水区节水指标体系构建及应用[J]. 南水北调与水利科技,2017,15(6):187-195.
- [7] 水利部农村水利司. 全国农田灌溉用水有效利用系数测算分析技术指导细则[R]. 北京:水利部农水司,2015.
- [8] 中华人民共和国水利部. 节水型社会评价指标体系和评价方法:GB/T 28284—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [9] 何淑媛,方国华. 农业节水综合效益评价指标体系构建[J]. 中国农村水利水电,2007(7):44-46,50.
- [10] 林春智. 农业水价综合改革绩效评价研究——基于浙江、江苏、湖北及四川省数据分析[J]. 价格理论与实践,2019(6):69-72.

(上接第24页)

上海市用水变化特征及水资源保障能力分析

陈 燕

(淞际环境规划设计(上海)有限公司,上海 200232)

【摘要】 水资源是城市经济社会健康发展的重要保障。为更好地研究上海市用水需求和保障能力,本文介绍了上海市供用水现状,分析了2013—2019年的用水量变化趋势,立足取用水格局和供水能力保障,通过充分的量化计算,从长江流域干旱、咸潮上溯等水资源量的角度找出了存在的风险。研究结论可为上海市水行政主管部门制定供用水计划、保障水资源供给等提供参考。

【关键词】 用水指标;保障能力;干旱;咸潮;上海市

中图分类号: TV213.4

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-006-06

Analysis of Change Characteristics of Water Consumption and Water Resources Guarantee Capacity in Shanghai

CHEN Yan

(Songji Environmental Planning & Design (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai 200232, China)

Abstract: Water resource is an important guarantee for the healthy development of urban economy and society. In order to better study the water demand and guarantee capacity of Shanghai, this paper introduces the current situation of water supply in Shanghai and analyzes the changing trend of water consumption from 2013 to 2019. Based on the pattern of water consumption and the guarantee capacity of water supply, this paper finds out that the existing risks from the perspective of water resources volume such as drought and saltwater intrusion in the Yangtze River basin through sufficient quantitative calculation. The conclusion can provide reference for water administrative department of Shanghai to make water supply and consumption plan and to guarantee water resources supply.

Key words: water indicators; guarantee capacity; drought; saltwater; Shanghai

水是生命之源、生产之要、生态之基。国务院批准的《上海市城市总体规划(2017—2035年)》明确了基础设施服务3000万人的要求,在此基础上,《上海市供水规划(2017—2035年)》明确全市供水水源地远期供水规模不小于1600万 m^3/d 。其中,长江水源地青草

沙、陈行和东风西沙三座水库供水规模不低于1100万 m^3/d ;黄浦江上游水源地按照500万 m^3/d 控制。另外,还存在一定规模的农业灌溉以及工业自备水量。为更好地分析上海市用水需求和保障能力,本文深入研究了近些年上海市生产、生活、生态等领域用水格

收稿日期: 2022-06-29

作者简介: 陈燕(1978—),女,助理工程师,学士,主要从事水资源、水环境、水生态领域的技术工作。

局、变化特征及水资源情况,从中找出相关问题,为打造具有世界影响力的社会主义现代化国际大都市提供技术支撑。

1 用水情况现状

上海地处长江口,长江流域、太湖流域尾间,境内河网水系受潮汐、气象及上游径流影响较大,河道水流呈往复流状态。目前,上海市除苏州河以南的老市区外,将基本条件类似的地区划分成14个自然片进行综合治理(包括3个敞开片),确立了“以蓄为主,蓄以待排”的治水基本思路,明确了各水利片的治理标准、工程布局 and 工程规模。目前,除3个敞开片外,其余11个水利片外围已经建闸泵控制。至2020年底,全市河道(湖泊)面积共640.931 km²,河湖水面率10.11%。

上海市本地水资源量少,区域水资源与流域来水密切相关。上海市多年平均地表径流量为26.91亿 m³,多年平均过境水资源总量为9299.37亿 m³,过境水资源量远大于本地水资源量,其中,太湖流域来水量114.89亿 m³,长江干流来水量9184.48亿 m³[1]。

1.1 供水体系

目前,上海基本建成黄浦江上游以及长江口青草沙、陈行和东风西沙四大水源地,“两江并举、集中取水、水库供水、一网调度”的水源地格局已经形成,原水供水规模达到1312.5万 m³/d。其中:青草沙水源地供水规模为731万 m³/d,陈行水源地供水规模为206万 m³/d,东风西沙供水规模为24.5万 m³/d,黄浦江上游金泽水源地供水规模为351万 m³/d。为提高供水保障,四座水源地均预留应急供水能力,如青草沙水源地库容可确保68天连续供水。另外,全市大部分水厂建有就地河道应急取水口,总规模为906万 m³/d。

1.2 企业自备水源

企业自备水源包括长江口、黄浦江以及内陆河网水系,取水户主要包括火电企业、一般工业。以长江水为取水水源的火电企业共12家,年取水规模约45.23亿 m³;在黄浦江干流段日取水量超过2万 m³的大中型取水口有12个,年取水规模约13.09亿 m³。

1.3 农业、生态发展

a. 农业发展情况。根据多年的《上海农村统计年鉴》,从农作物播种类型上分析,全市农业种植有粮食作物和经济作物,其中粮食作物主要包括稻谷、小麦和大麦;经济作物主要包括棉花、花生、油菜、菠菜、园林水果、草莓、西甜瓜、西瓜、甘蔗等。从多年的农作物播种面积数据分析,全市播种面积从2007年的40.06万 hm²降至2019年的26.43万 hm²,总体呈下降趋稳态势,各类粮食作物、经济作物的种植面积也基本是同样的变化趋势。

b. 生态绿化发展情况。根据《上海绿化市容行业年鉴》,2009—2017年全市绿化覆盖面积、绿地面积、林地面积三个指标均呈增加趋势,上海市多年绿化指标变化趋势见图1。

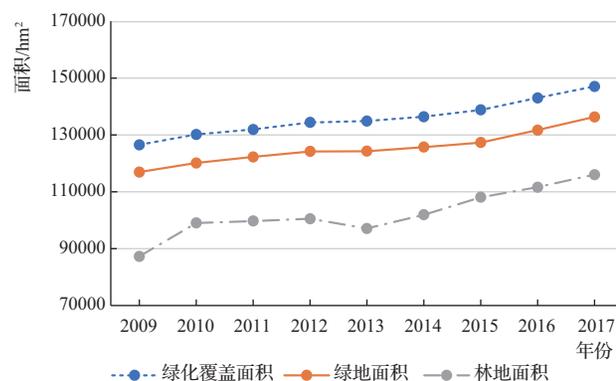


图1 上海市多年绿化指标变化趋势

2 需求趋势分析

2.1 经济指标变化趋势

上海市常住人口总体呈稳中有升趋势,2013—2019年净增12.99万人,年均增长率1.0‰。从城镇化率来看,由2013年的88.3%上升至2019年的90.3%,7年间增加2%。上海市多年常住人口和城镇化率变化趋势见图2。根据国际上公认的城镇化发展阶段[2],城镇化率处于30.0%~70.0%时,为城镇化快速发展期;城镇化率不小于70.0%时,则进入平缓稳定期。2019年底,上海市城镇化率为90.3%,处于城镇化平缓稳定期。按照当年价统计,2013—2019年上海市经济发展较快,GDP年均保持9.9%的增长速度,由2013年的21602亿元增至2019年的38155亿元。

工业增加值年均增长率为 5.0%，由 2013 年的 7237 亿元增至 2019 年的 9671 亿元。上海市多年 GDP 和工业增加值变化趋势见图 3。



图2 上海市多年常住人口和城镇化率变化趋势

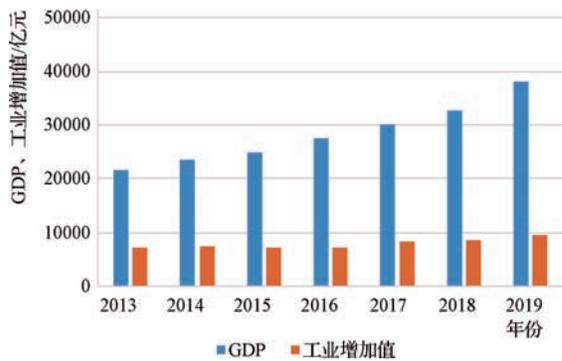


图3 上海市多年GDP和工业增加值变化趋势

2.2 用水量变化趋势

2013 年以来上海市用水总量整体呈稳中有降趋势，尤其是工业用水量呈下降趋势，生活用水量略有下降，上海市多年用水量变化趋势见图 4。从用水结构变化趋势看，农业用水量占用水总量的比重基本不变，生活用水量占用水总量的比重不断提高，工业用水量占比呈下降趋势，上海市多年用水结构变化趋势见图 5。

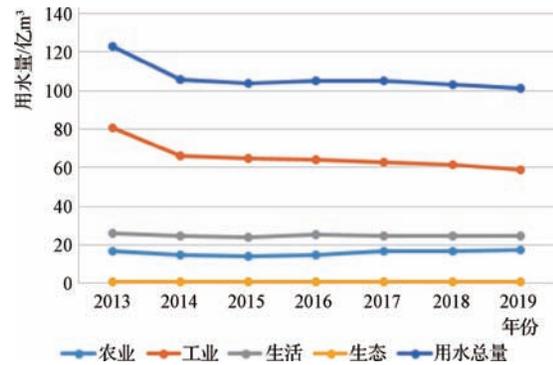
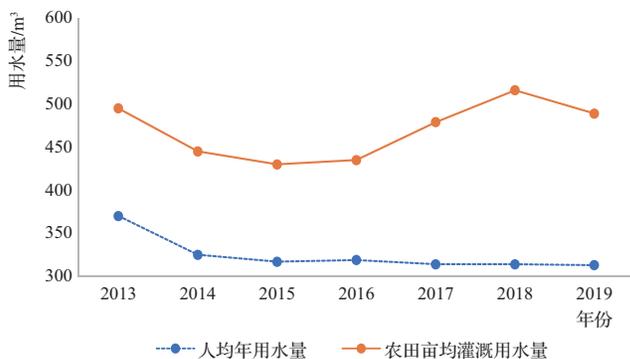


图4 上海市多年用水量变化趋势



图5 上海市多年用水结构变化趋势

2.3 用水指标变化趋势

多年来，随着节水技术的改进以及市民节水意识的增强，上海市用水水平和用水效率均有较大提高。上海市人均综合用水量变化趋势总体为稳中有降。按照 2019 年当年价计算，万元 GDP 用水量和万元工业增加值用水量随着经济的发展、用水效率及水资源管理水平的提高，下降较快。农田灌溉亩均用水量变化不仅与该年份作物生长期的有效降水有关，而且与作物种植结构和灌溉习惯等密切相关。总体来看，上海市农田灌溉亩均用水量呈区间波动变化趋势。上海市多年用水指标变化趋势见图 6。

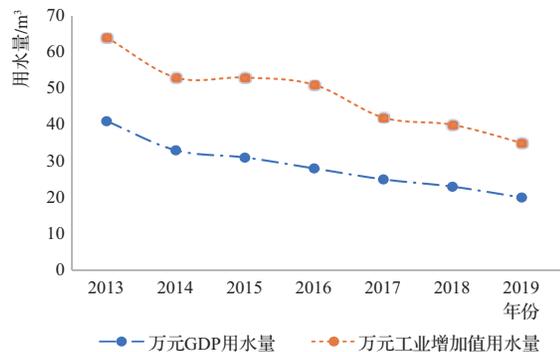


图6 上海市多年用水指标变化趋势

3 上海市取水水量风险分析

3.1 用水保障能力分析

经国务院批复的长江流域、太湖流域相关规划,明确了流域水资源开发利用与保护的总体格局和要求。其中,长江流域水资源开发利用保护的总体布局是“自给自足、上下兼顾、南北调配”;太湖流域规划扩大流域引长江能力,利用太湖调蓄能力,提高太湖向下游及周边地区供水能力,形成以太湖、望虞河、太浦河及新孟河为重点,流域、区域和城市三个层次相协调的配置格局;上海立足自身平原感潮河网特点,制定了各水利片的水资源调度方案,包括引排水方向、闸泵调度控制要求以及调度代表站和水位控制范围等。为进一步完善水资源保障能力,近些年,流域部门以及上海市水务部门陆续印发相关文件,明确了包括黄浦江、淀山湖元荡在内的上海相关重要河湖和水利片的生态水位管控要求。

根据以上梳理分析可知,在常规气候条件下,上海市的取水保障能力是较高的。但如果时空上发生大尺度的特殊气候情况,比如大范围的干旱或者潮流强于径流,需进一步深入研究。

3.2 流域发生旱情

3.2.1 流域旱情历史分析

上海市位于流域下游,流域发生旱情或者来水减少,对上海市的影响会极为明显。长江流域由于地形地貌复杂多变,各区域气候变化较大,每当大气环流系统发生异常时,上游地区的春夏旱持续延长,中下游地区的多雨期出现“枯梅”或“空梅”,使伏旱提前,早期延长,易酿成流域性干旱。

《中国近五百年旱涝分布图集》^[3]分析了1470—1979年500多年来长江流域重旱和极旱情况及影响程度,认为长江流域发生比较严重干旱的频率平均为5.55%,中下游地区受旱机会高于上游地区,其中长江三角洲、干流中下游和洞庭湖地区干旱频率高达9.00%以上,为全流域最高干旱频率区;其次是上游的嘉陵江地区,中心最高干旱频率为7.00%以上。分析认为,长江流域轻旱以上平均约2~3年一次,重旱以上约78年一次。20世纪发生的干旱事件在频率和程度上均比18世纪、19世纪严重,与16世纪、17世纪的干旱多发期相

近。持续性干旱灾害破坏性也最强。陈吉余等^[4]将长江流域旱灾特征总结为:④干旱的季节性:上游地区春夏旱频繁,中下游夏秋旱居多;⑤旱灾的区域性:上游地区干旱频率高于中下游地区,且过程不同步,各自成一体;流域内有若干易旱中心;⑥干旱的周期性及持续性。

3.2.2 上海历史旱情统计分析

根据《上海水旱灾害》^[5],1001—1991年上海区域共发生旱灾109次,其中中等级以上旱灾次数占72%,中等旱灾、大旱灾和特大旱灾分别占旱灾总次数的21%、46%和5%,说明旱灾中,中等级以上旱灾出现次数多。上海历史旱灾年内变化也存在一定的规律性,若出现无雨或少雨,土壤很快蒸发失水,造成旱灾,因此旱情主要出现在夏秋两季。1949年后,上海市发生了受灾程度不同的旱灾,其中最严重的是1978年,为全市大旱,其余均为局部小范围旱灾。

3.2.3 典型旱情分析

1978年是长江流域性极重干旱年,也是太湖流域特大干旱年,是20世纪最早的一年,也是1949年后第一大旱年。重旱区主要分布在长江中下游和淮河流域。长江中下游地区,4月各地降水比常年偏少3~8成,作物关键生长期的7—8月降水偏少4~6成。干旱少雨和高蒸发量使得河川天然径流大幅度减少。大通站来水量比常年同期少4成左右,受灾率最高为江苏、上海。受流域大旱影响,徐六泾以下河段遭受盐水侵袭长达6个月之久,当时的上海吴淞水厂因取水口盐度值超标而持续142天不能取水,咸潮还沿黄浦江上溯,使得沿江7个取水口盐度值长时间超过饮用水标准。由于1949年后加强水利工程建设,全市抗旱能力增强,农业生产未受明显影响。

近几十年来,长三角地区经济社会快速发展,有必要结合现状下垫面以及取用水工况,量化分析若再次发生1978年型旱情的低潮水位情况。本文利用太湖流域河网数值模型计算分析如下。

a. 河湖水系概化。河道断面概化中,县级以上河道基本采用了实测断面,部分县级以下河道采用概化断面。本模型共概化河道总长15100km,河道断面10120个,平均断面密度1.49km/个。太湖流域河网概化见图7。

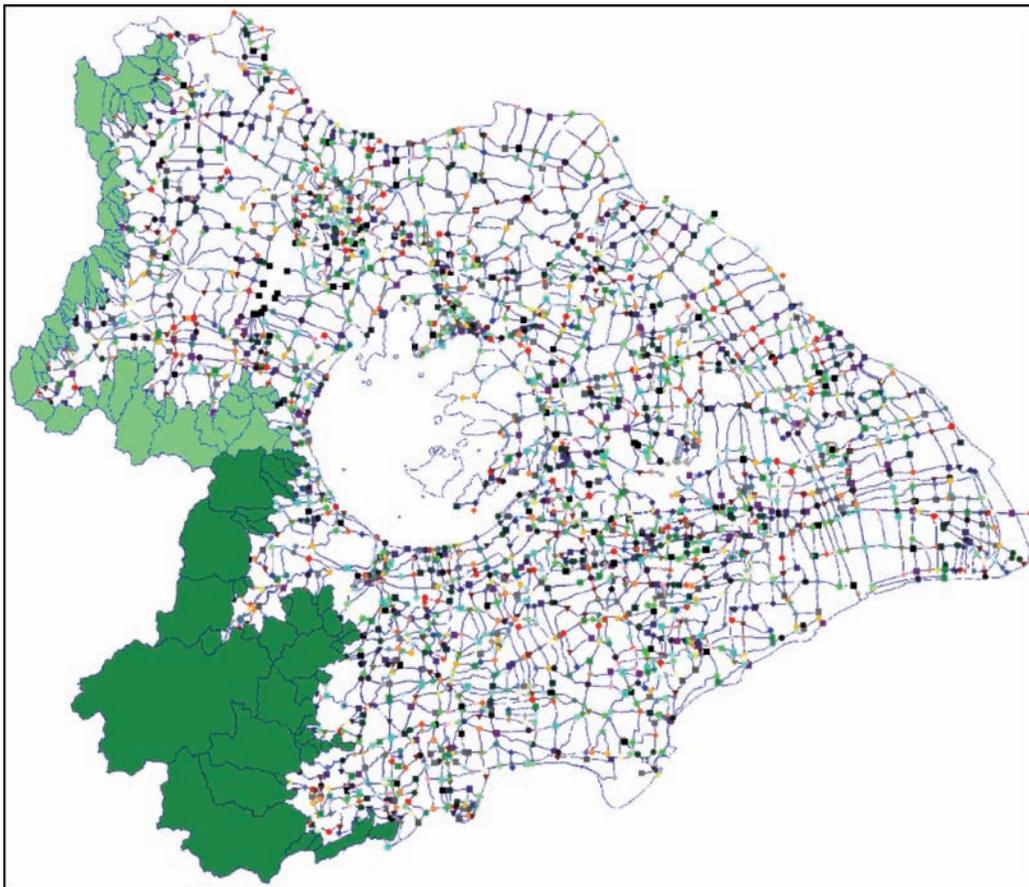


图7 太湖流域河网概化

b. 计算条件设定。潮位边界。采用1978年的实际潮位。由于水位站数目少于太湖流域外排口门数目,无潮位资料的口门根据水位站与口门位置关系,采用拉格朗日三点插值得到。

山丘区流量边界。采用太湖流域第三次水资源调查评价中降雨产流模型计算结果为本次计算提供典型年山丘区流量边界。

下垫面构成。采用太湖流域第三次水资源调查评价成果对模型系统下垫面、本地地表水资源量、现状水资源开发利用进行更新完善后用于计算。

大取水户、排水户。以第三次水资源调查评价水资源开发利用调查成果为基础,分别统计规模以上取水户年取水量,本地水源及沿长江、钱塘江水源取、耗水量。

水利工程调度。各水利工程调度原则基本已采用太湖流域防办工程调度方案工作手册概化。

c. 量化计算结果。根据计算,在1978年型旱情

下,黄浦江松浦大桥断面净泄量有32天低于 $90\text{m}^3/\text{s}$;黄浦江在1—5月、8—9月的低水位均明显偏低(最低水位 2.31m),导致绝大部分水利片存在长时间无法引水的情况(水利片常水位基本在 $2.50\sim 2.80\text{m}$)。1978年型下黄浦江(松浦大桥)低水位变化见图8。

3.3 咸潮上溯

长江口是一个多级分叉的三角洲河口,平面呈喇叭形。长江口年径流量大,径流有明显的洪、枯季变化,5—10月径流量较大,11月至翌年4月较小。由于潮汐作用,大潮期盐度大于小潮期,冬季枯水季节,咸潮上溯,给工农业生产带来不利影响。

长江口咸潮入侵以2013年11月至2014年5月期间最为严重,特别是在2014年2月遭受了北支与南支外海正面咸潮入侵的双面夹击,三次咸潮几乎连在一起,中间仅在2月9—10日出现一个 $5\sim 6\text{h}$ 的氯化物浓度值低于 $250\text{mg}/\text{L}$ 的间隔期,2013年11月至2014年5月东风西沙氯化物-大通流量变化见图9。目前,

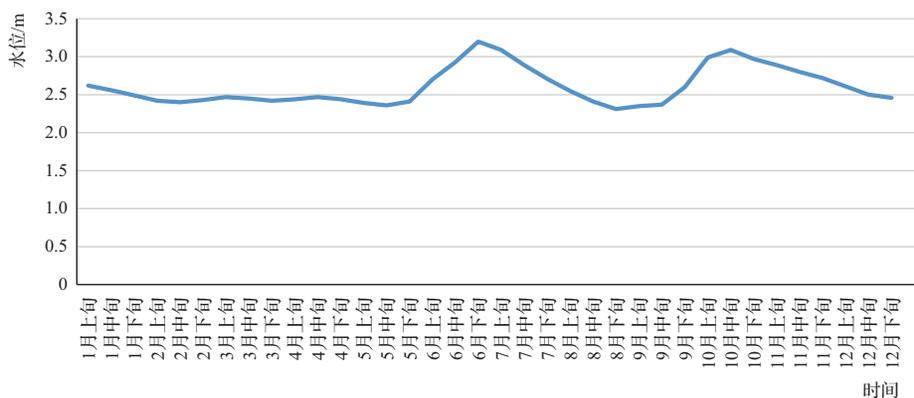


图8 1978年型下黄浦江(松浦大桥)低水位变化

针对长江口咸潮入侵的研究很多,认为长江口咸潮入侵程度与海平面、潮汐、风暴潮和上游来水等因素密切相关^[6-8]。但很多学者认为长江口咸潮上溯与大通流量呈现明显的反相关关系,大通流量越小,长江口受咸

潮入侵影响越大。长江防汛抗旱总指挥部、上海市水务局联合印发的《长江口咸潮应对工作预案》,将长江大通站的流量作为长江口咸潮入侵的指示指标之一。

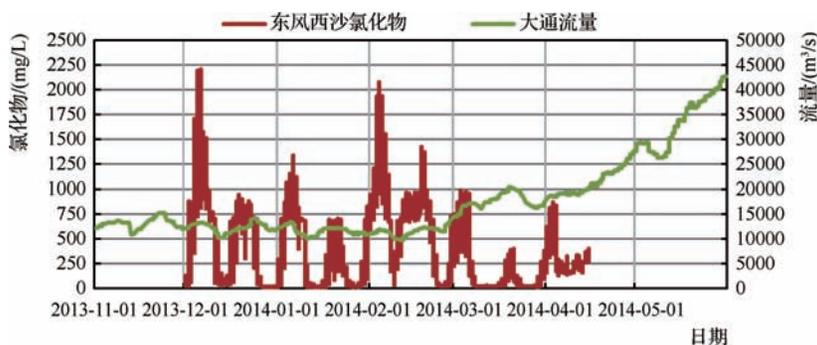


图9 2013年11月至2014年5月东风西沙氯化物-大通流量变化

4 结论与建议

a. 上海市位于长江流域下游,过境水资源量较丰沛,且通过兴建封闭式水源地、构建水利片等工程措施,以及完善调度管理、应急取水等非工程措施,进一步提升了全市取用水安全能力。常规气候条件情况下,全市不会发生较大风险的供水问题。

b. 从水资源量的角度,上海市取用水最大的风险是流域干旱和咸潮上溯。长系列的数据表明,上海市不易发生中等级以上的旱情;但从长历时角度,长江流域发生过较严重的干旱,其中长江口是流域中发生干旱概率最高的区域之一。因此,立足防患于未然,需制定流域层级的干旱防控对策措施。

c. 枯水期长江口咸潮上溯是当前影响上海市取水安全的最重要因素,但咸潮上溯的机理研究尚未形成统一意见,建议进一步深入开展研究。◆

参考文献

- [1] 上海市第三次全国水资源调查评价技术组. 上海市第三次全国水资源调查评价成果报告[R]. 2019.
- [2] 朱建江,邓智团. 城市学概论[M]. 上海:上海社会科学院出版社,2018.
- [3] 中国气象局气象科学研究所. 中国近五百年旱涝分布图集[M]. 北京:地图出版社,1981.
- [4] 陈吉余,何青. 2006年长江特枯水情对上海淡水资源安全的影响[M]. 北京:海洋出版社,2009.
- [5] 上海水旱灾害[M]. 南京:河海大学出版社,1999.
- [6] 李文善,王慧,左常圣,等. 长江口咸潮入侵变化特征及成因分析[J]. 海洋学报,2020,42(7):32-40.
- [7] 陈涇,朱建荣. 长江河口北支新村沙围垦工程对盐水入侵的影响[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),2014(4):163-172.
- [8] 侯成程,朱建荣. 长江河口盐水入侵对大通枯季径流量变化的响应时间[J]. 海洋学报,2013,35(4):29-35.

河北省水资源开发利用存在的问题及建议

张子元 张博雄 周普松

(河北省水土保持工作总站,河北 石家庄 050011)

【摘要】 水资源紧缺已经成为制约河北省经济社会健康发展和生态环境持续改善的主要资源瓶颈之一,合理开发、科学调配有限的水资源是解决河北省水资源安全保障问题的必要路径。本文分析了2010—2021年河北省水资源开发利用情况,结果表明,近10年河北省本地水资源仍呈现持续衰减趋势,地表水、地下水资源量均呈现减少趋势,下降速率分别为1.37亿 m^3/a 和1.34亿 m^3/a ;南水北调工程通水后,供水结构得到优化,地表水和非常规水供水量增加,地下水供水量减少;农业和工业用水量持续下降,生活和生态用水量增加。针对河北省水资源开发利用中存在的问题,提出了针对性的建议,可为新时期河北省经济高质量发展提供科学支撑。

【关键词】 河北省;水资源开发利用;供用水结构;措施建议

中图分类号:TV213

文献标志码:B

文章编号:2096-0131(2022)11-012-06

Problems and Suggestions of Water Resources Development and Utilization in Hebei Province

ZHANG Ziyuan, ZHANG Boxiong, ZHOU Pusong

(Hebei Provincial General Station of Soil and Water Conservation, Shijiazhuang 050011, China)

Abstract: The shortage of water resources has become one of the main resource bottlenecks restricting the healthy development of economy and society and the continuous improvement of ecological environment in Hebei Province. The rational development and scientific deployment of limited water resources is the necessary way to solve the problem of water resources security in Hebei Province. This paper introduces the development and utilization of water resources in Hebei Province from 2010 to 2021. The results show that the local water resources in Hebei Province still show a continuous decline trend in the past 10 years, and the surface water and groundwater resources show a decreasing trend, with the decreasing rates of 137 million m^3/a and 134 million m^3/a respectively. The South-to-North Water Diversion Project has improved the water supply structure, increasing the supply of surface water and unconventional water, and reducing the supply of groundwater. Agricultural and industrial water consumption continue to decline while domestic and ecological water consumption increase. Aiming at the problems existing in the development and utilization of water resources in Hebei Province, this paper puts forward some specific suggestions, which can provide scientific support for the high-quality economic development of Hebei Province in the new era.

Key words: Hebei Province; development and utilization of water resources; water supply structure; measures and suggestions

收稿日期:2022-07-24

作者简介:张子元(1988—),女,工程师,硕士,主要从事水土保持管理与水资源研究工作。

河北省属于严重的资源型缺水地区,人均水资源量不足全国人均的 $1/8$,水资源供需矛盾极为突出^[1]。过去10年是河北省水资源开发利用变化最剧烈的时期,一方面南水北调工程东、中线相继通水,供给侧区域水资源可利用量发生变化;另一方面华北地区地下水超采综合治理行动方案全面启动,需水侧通过调整农业种植面积和结构、淘汰高耗水产业、提升各行业用水效率,减少了区域用水需求^[2-3]。针对河北省水资源开发利用供需侧变化的新情况,有必要系统梳理过去10年在水资源条件、水资源开发利用以及水资源供需结构等方面的演变规律,分析水资源开发利用中存在的问题,并给出合理可行的措施建议。

1 研究区概况及水资源情势

1.1 研究区概况

河北省东临渤海,西靠太行山与山西省为邻,南及东南与河南、山东省相连,北与内蒙古自治区接壤,东北与辽宁省相邻,中嵌北京、天津两市。由于地理气候特点,天然降水时空分布极为不均。全年降水量的80%集中在汛期,地区分布由太行山、燕山迎风坡多雨区分别向西北和东南两侧减少。20世纪80年代以后,受气候变化和人类活动影响,本地水资源量及入境水资源量急剧衰减,区域水资源紧缺情势极为严峻^[4]。

1.2 水资源情势

根据全国第三次水资源调查评价,河北省多年平均水资源量为 176.3 亿 m^3 ,按第七次全国人口普查数据计算,人均水资源量仅为 $237m^3$,不足全国人均水平 $2003m^3$ 的12%,属于极度缺水地区。河北省作为全国十三个粮食主产区之一,以占全国0.62%的水资源、4.70%的耕地面积,贡献了5.67%的粮食,在维持粮食高产的同时,因水资源的过度开发利用也造成了地下水超采、河湖干涸等严重的生态问题。破解水资源供需矛盾,保障经济社会与生态环境的用水协调,是贯彻新发展理念,实现新时期高质量发展的必要条件。

2 水资源开发利用情况及供需分析

2010—2021年河北省水资源量及供用水结构变

化见图1。

从水资源量上看,见图1(a),2010—2021年河北省多年平均地表水资源量和地下水资源量分别为84亿 m^3 和131亿 m^3 ,仅2021年为罕见丰水年份,降水量达790mm,比多年平均值多269.5mm,其余年份地表水、地下水资源量均呈现减少趋势,下降速率分别为1.37亿 m^3/a 和1.34亿 m^3/a 。2010—2020年河北省多年平均降雨量较2000—2009年增加了57mm,水资源总量增加25亿 m^3 (扣除2021年),其中地表水、地下水资源量分别增加了21亿 m^3 和8亿 m^3 ,对缓解水资源不足起到一定作用,但较多年平均水资源量仍然偏少,水资源总量较多年平均水平少48亿 m^3 。

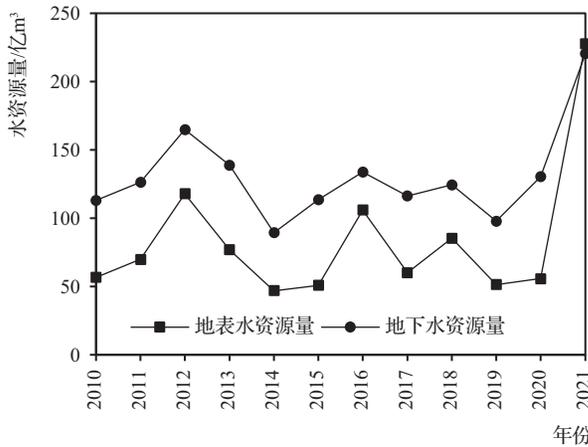
从供水量上看,见图1(b),2010—2021年河北省多年平均供水量为188亿 m^3 ,其中本地地表水、地下水供给量为182亿 m^3 ,多年平均本地水资源量为157亿 m^3 ,水资源开发利用率为116%。在时段内,河北省供水量呈现稳定递减趋势,从2010年的194亿 m^3 减少到2021年的182亿 m^3 ,年均减少约1亿 m^3 。供水量逐年下降说明河北省在水资源消耗总量和强度双控过程中,各项节水措施逐步发挥效果,节水型社会建设成效显著,有效应对了区域水资源供给矛盾。

从供水结构上看,见图1(c),2010—2021年河北省地表水源供给量增加,从2010年的36亿 m^3 增加到2021年的96亿 m^3 ,年均增长约5.0亿 m^3 ,地下水源供给量减少,从2010年的156亿 m^3 减少到2021年的74亿 m^3 ,年均减少约6.8亿 m^3 ;同时再生水及海水淡化水等非常规水源供给量由2亿 m^3 增加到12亿 m^3 ,年均增长约0.8亿 m^3 。供给水源的变化一方面说明河北省水源替代工作稳步推进,尤其是2014年地下水超采综合治理项目实施后,地表水源逐步替代地下水源供给,减轻了地下水开采压力;另一方面再生水、海水淡化水等非常规水源供给持续发力,供给水量不断增加,供水结构不断优化^[5]。

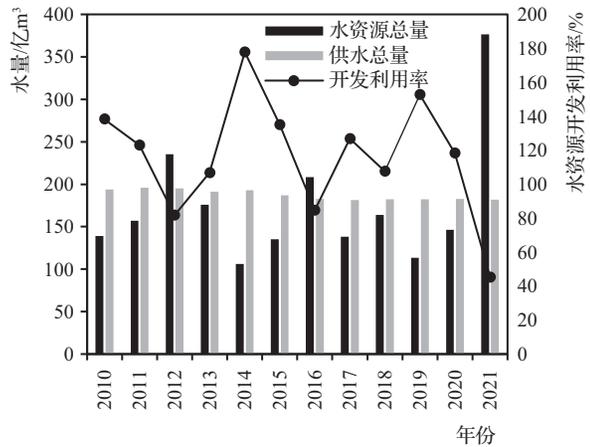
从用水结构上看,见图1(d),不同行业用水量也在发生变化,2021年与2010年相比,农业用水量由147亿 m^3 减至97亿 m^3 ,工业用水量由23亿 m^3 减至18亿 m^3 ,生活用水量由21亿 m^3 增至28亿 m^3 ,生态环

境用水量由3亿 m^3 增至39亿 m^3 。农业和工业用水量持续减少,尤其是农业用水量压减50亿 m^3 ,减少了1/3,说明河北省通过采取控制种植面积、调整种植结构、提高灌溉水利用率等措施后,节水效果明显,说明以上措施是实现地下水采补平衡目标的关键路径。生

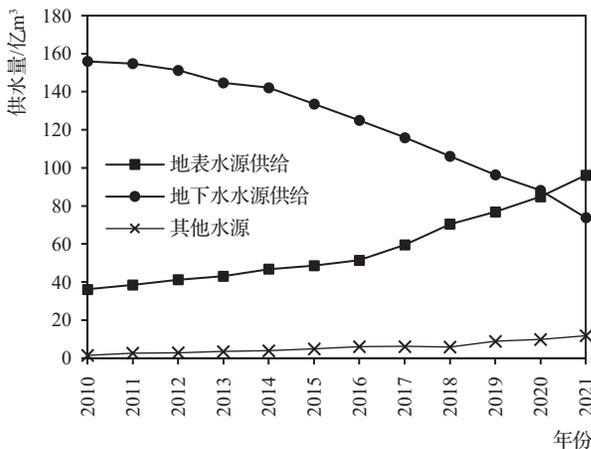
活和生态环境用水量不断增加,人居环境品质和自然生态环境均明显提升,河北省历史上挤占生态用水情况严重,近几年通过生态补水,有效地修复了水生态环境、补充了地下水,滹沱河、大清河627km河道实现全线贯通。



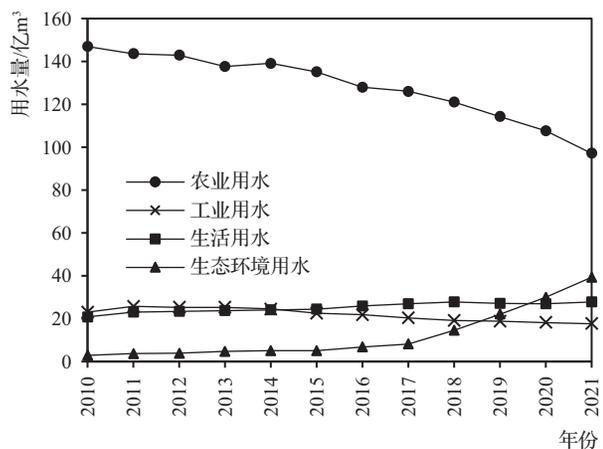
(a) 水资源量变化



(b) 水资源总量及供给量变化



(c) 供水结构变化



(d) 用水结构变化

图1 2010—2021年河北省水资源量及供用水结构变化

综合以上分析,尽管近10年来河北省供水结构不断优化,用水结构不断调整,地下水超采趋势得到遏制,河湖生态环境开始复苏,但河北省资源型缺水的整体态势未发生根本改变,供需水矛盾依然存在,未来仍需结合社会经济发展需求及水资源的分布情况制定科学合理的分配和利用策略,实现水资源的最优利用。

3 水资源开发利用存在问题

3.1 水资源供给紧平衡的态势仍将长期持续

河北省属于典型的资源型缺水地区,人口、经济发

展与水资源的矛盾由来已久,各行业用水需求竞争激烈,长期供给紧平衡态势短期内难以扭转^[6]。南水北调工程东、中线通水后,河北省人均水资源量仍仅为277 m^3 /人,为全国平均水平的1/7,仍处在联合国公认的500 m^3 /人的严重缺水线以下。2020年全国31个省(区、市)用水效率对比见图2。一方面河北省整体的用水效率在全国处于较为先进的水平,2020年河北省人均用水量为245 m^3 ,优于412 m^3 的全局平均水平,在全国31个省(区、市)中排名第9;万元国内生产总值用水量为50.5 m^3 ,在全国排名第13,领先57.2 m^3 的全

国平均水平;农业灌溉水有效利用系数为 0.676,在全国排名第 4,领先全国平均水平 0.565。用水效率领先来源于河北省全力调整农业灌溉面积、压缩高耗水产业用水需求、建设节水型社会等措施,但未来若没有创新的技术突破,现有各项节水措施的边际效应将呈递减趋势,节水潜力面临“天花板”的问题。另一方面,

未来随着城市化发展、雄安新区的人口聚集效应、居民生活水平提高、生态环境的改善等因素,预计河北省的生活用水量和生态环境用水量还会持续增长,对供水侧的压力也将增大^[7]。因此,在现有外调水规模条件下,未来河北省水资源供给紧平衡的态势仍将持续一段时间。

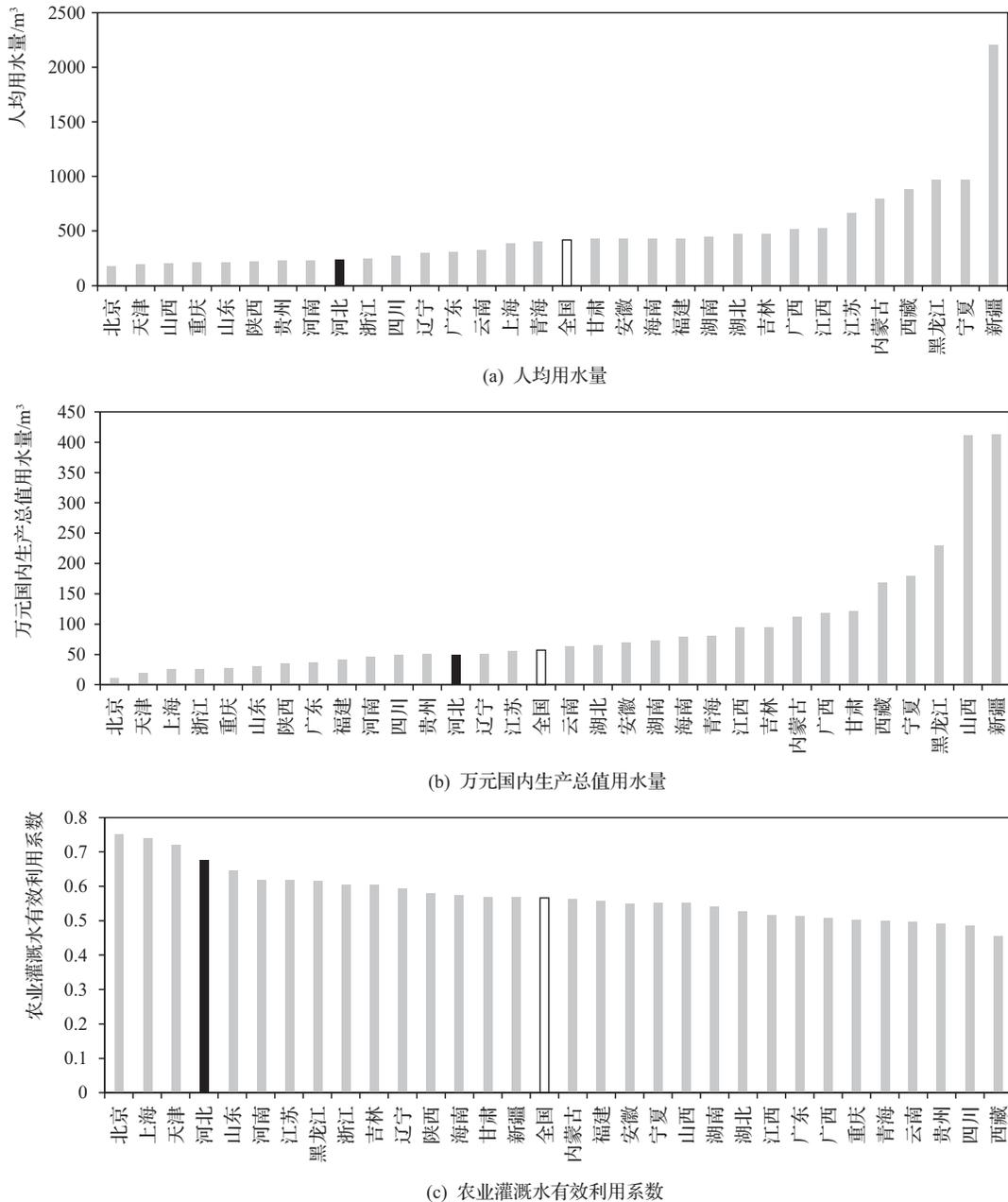


图 2 2020 年全国 31 个省(区、市)用水效率对比

3.2 粮食生产与水资源禀赋不匹配

河北省既是全国的粮食主产区之一,承担粮食生

产任务,同时又是地下水严重超采区,水资源极度紧缺,粮食生产与水资源禀赋不匹配是当前面临的突出

矛盾^[8]。作为粮食大省,虽然近年来大力实施大中型灌区现代化改造,农田灌溉水有效利用系数达到0.676,保持全国领先水平,但是耗水量高的小麦主要分布在冀中南地下水超采区,传统的种植结构和灌溉方式与水资源承载能力严重不匹配^[9]。河北省粮食生产与灌溉水量变化规律见图3。由图3(a)可知,河北省灌溉水量由2010年的135亿m³减少到2020年的97亿m³,在总用水量中的占比由70%下降到53%;粮食播种面积在2016年以前呈增长趋势,2016年以后为

治理地下水超采问题,粮食播种面积不断下降,但粮食总产量不断增加,从2010年的3121万t,增长到2020年的3796万t。截至2021年,全省无地表水可利用的纯井灌区有效灌溉面积为4363万亩,占全省有效灌溉面积的65%,其中位于超采区的有效灌溉面积为3582万亩,灌溉用水量为35亿m³,占总灌溉水量的36%,超采区粮食生产与地下水超采之间的矛盾仍是当前重点需要解决的问题。

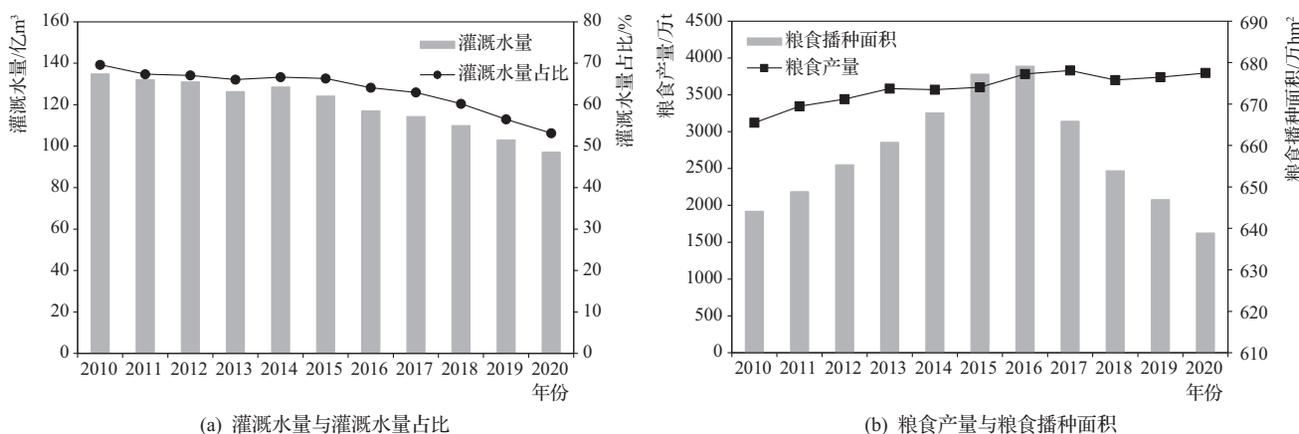


图3 河北省粮食生产与灌溉水量变化规律

3.3 生态环境需水保障问题依旧突出

河北省生态环境用水历史欠账较多,虽然通过地下水超采综合治理、河湖生态补水等措施取得了显著效果,但地下水位回升、河湖生态复苏的目标尚未实现,未来水资源供给需求仍有较大的缺口^[10]。2018年以来,在保障城乡生活和农业灌溉用水的同时,河北省统筹外调水和本地水146亿m³,向74条河道和白洋淀、衡水湖等重点河湖持续实施生态补水,一些多年干涸的河道实现复流^[11]。但值得注意的是,除白洋淀、衡水湖等大型湖泊实施生态补水外,众多小型湖泊仍存在全年或季节性萎缩干涸问题。近些年地下水位回升,截至2021年底,超采区深、浅层地下水位同比回升5.12m和1.87m,但全省浅层地下水平均埋深超过15.00m,距离5.00~6.00m的健康地下水位标准仍有相当大的差距。

4 水资源开发利用建议

a. 坚持节水优先,持续加强节水型社会建设。坚持以水定城、以水定地、以水定人、以水定产方针,根据水资源承载能力,严控水资源开发利用强度,合理确定开发布局规模。提高农业用水效率,在保障粮食安全的前提下,适度压减高耗水作物,特别在冀中南地区增加旱作雨养作物种植,在超采区扩大苜蓿、高粱、谷子、花生等优质高耐旱作物种植比例,加强高标准农田建设,推广管灌、微喷灌、浅埋滴灌等节水技术。通过优化产业结构和工业布局,推进工业节水,逐步依法依规淘汰低水效、高污染落后产能,推广重复利用、高效冷却等通用节水技术和生产工艺。推广节水型城市建设,改造城市老旧供水管网,普及节水器具。

b. 统筹水源调度,提高外调水利用效率。引足用好外调水、充分发挥引江引黄工程效益,优化区域和供

水时段结构,进一步扩大调水量,加大冀中南地区农业和生态用水量。提高南水北调受水区城乡生活用水、工业用水水源置换,完善地表水厂和供水管网体系。持续开展河湖生态补水,多水源联合调度,建立区域生态水网,利用无人机、卫星、遥感、智能视频监控和日常巡查管护,对河湖进行全方位监控。

c. 积极拓展水源,提升非常规水利用规模。大力拦蓄雨洪水,通过空地一体化人工影响天气作业,在冀中南地区人工增雨。科学规划城市内排水防涝、雨水存蓄等设施,建设海绵城市,促进雨水资源化利用。充分利用大中型水库洪水调度和供水调度,动态调整汛限水位,增加调蓄库容。加强再生水开发利用,新建、改建、扩建污水处理设施,提升再生水水质,扩大生态景观、城市绿化、城市环卫、工业生产、居民生活等领域再生水利用比例。

d. 严格监督考核,优化激励和惩罚机制。加强最严格的水资源管理和绩效考核管理制度。在“三条红线”的考核目标下,进一步完善水资源管理体制,建设“天地一体化”监测系统,通过高分影像、遥感技术和地面水土监测技术,不断提升水行政部门的执法效能。优化绩效考核机制,将水资源的利用及保护情况与政府年度考核挂钩,充分发挥考核“指挥棒”作用,进一步提高各地区对水资源的重视和优化配置,确保水资源可持续发展。

5 结 语

河北省水资源短缺问题由来已久,尤其是长期超采地下水引发了一系列生态环境和地质灾害,为实现绿色生态和经济社会的协调发展,河北省在水资源供需两侧持续发力,供水结构不断优化、用水结构持续调整,用水效率在全国处于领先地位,但受限于区域内水

资源条件不足,即使有外调水输入,水资源供需仍将长期处于紧平衡状态。为破解水资源开发利用中存在的突出矛盾,实现水资源可持续利用,必须严格水资源管理,加大节水社会建设,做好地下水超采综合治理工作,实行地下水压采和考核制度,利用水利设施加大引调水和水库蓄水,同时利用好非常规水、调整产业结构等措施以缓解水量饥荒,使生态环境和社会经济实现可持续和谐发展。◆

参考文献

- [1] 赵伟,张晓辉,张文,等. 河北省地表水开发利用现状及优化配置利用研究[J]. 水利规划与设计,2021(12):1-4,26.
- [2] 赵伟,张封. 南水北调中线工程对河北地下水超采综合治理的作用分析[C]//中国水利学会2019学术年会论文集:第二分册. 2019:57-59.
- [3] 于翔,解建仓,姜仁贵,等. 河北省地下水超采治理效果过程化评价[J]. 排灌机械工程学报,2021,39(4):364-371.
- [4] 陆中央. 河北省80年代以来的水资源情势[J]. 海河水利,1993(4):46-50.
- [5] 孙素艳,李云玲,郭东阳,等. 河北省供用水现状及水资源平衡分析[J]. 水利规划与设计,2018(10):62-67.
- [6] 吕长安,郑连生,英若智. 面向21世纪的河北水资源利用战略[J]. 河北水利水电技术,2001(3):19-22.
- [7] 王晓军. 水资源开发利用与保护若干问题的分析[J]. 能源与节能,2021(6):75-76.
- [8] 马素英,贾兆宾,段国芳,等. 加快实施河北省节水农业发展战略的对策建议[J]. 中国水利,2021(5):17-20,30.
- [9] 齐永青,罗建美,高雅,等. 京津冀地区农业生产与水资源利用:历史与适水转型[J]. 中国生态农业学报(中英文),2022,30(5):713-722.
- [10] 石锦丽,王博欣,王靖. 河北省河湖生态水量保障的实践与思索[J]. 水利发展研究,2019,19(1):40-42,81.
- [11] 王磊. 水资源开发利用对地下水环境影响评价若干关键问题的探究[J]. 环境与发展,2020,32(4):36,38.

天津市 29 个中型灌区节水发展成效及节水潜力分析研究

原鹏飞

(天津市水务规划勘测设计有限公司,天津 300204)

【摘要】 本文通过分析天津市 29 个中型灌区节水工程发展、农田灌溉用水量以及农田灌溉水有效利用系数情况,对中型灌区节水发展成效以及节水潜力进行分析研究。结果表明,近年来中型灌区作为天津市主要类型灌区之一,2021 年节水工程面积 5.74 万 hm^2 ,占中型灌区有效灌溉面积的 74.88%,中型灌区节水工程建设仍有发展空间和潜力;2021 年中型灌区灌溉水有效利用系数为 0.6849,与天津市系数综合值 0.7210 相比仍有差距,节水潜力较大。该研究成果对实现天津市精准节水具有重要指导意义。

【关键词】 中型灌区;节水发展成效;节水潜力;天津市

中图分类号: S274

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-018-07

Analysis and Research on the Development Effect and Water-Saving Potential in 29 Medium-Sized Irrigation Areas in Tianjin

YUAN Pengfei

(Tianjin Water Planning Survey and Design Co., Ltd., Tianjin 300204, China)

Abstract: Based on the analysis of the development of water-saving project, irrigation water consumption and effective utilization coefficient of irrigation water in 29 medium-sized irrigation areas in Tianjin, the development effect and water-saving potential of medium-sized irrigation areas are analyzed and studied. The results show that in recent years, the water-saving projects in medium-sized irrigation areas, which are one of the main types of irrigation areas in Tianjin, covers 57,400 hm^2 in 2021, accounting for 74.88% of the effective irrigation area of the medium-sized irrigation areas. There is still room and potential for the construction of water-saving projects in medium-sized irrigation areas. In 2021, the effective utilization coefficient of irrigation water in medium-sized irrigation areas was 0.6849, which was still lower than the comprehensive coefficient value of 0.721 in Tianjin, indicating great water-saving potential. The research results have important guiding significance for realizing precise water-saving in Tianjin.

Key words: medium-sized irrigation area; water-saving development effect; water-saving potential; Tianjin

大力发展节水灌溉,提高农田灌溉水利用效率,是农业可持续发展的重要途径^[1]。近年来,天津市水资源严重短缺,为了缓解水资源紧缺矛盾,尤其是提高农

收稿日期: 2022-07-01

作者简介: 原鹏飞(1983—),男,高级工程师,硕士,主要从事水生态治理方面工作。

业水资源利用效率,天津市政府以及各级主管部门高度重视发展农业节水,相继实施了各项节水灌溉重点项目,因地制宜地推广渠道防渗、喷灌、管灌、滴灌等节水技术,优化作物灌溉制度,节水灌溉工作取得了显著成效,截至2021年底天津市累计发展节水工程面积26.34万 hm^2 ,大力开展节水灌溉工程建设促进了海河流域综合治理和节水型社会建设^[2-3]。天津市中型灌区是指面积为0.07万~2万 hm^2 的灌区,是除大型灌区外规模较大的主要类型灌区,开展中型灌区节水发展成效与节水潜力分析研究,对天津市今后开展高效精准节水灌溉工作,缓解农业水资源严重短缺,推进海河流域农业水资源集约化利用,实现农业水资源可持续利用,提高农业综合生产能力具有重要指导意义^[4]。

1 基本概况

近年来,天津市多数中型灌区在人员、机构、经费、运行、管理、规模等方面不满足水利部“六有原则”要

求,结合灌区实际情况,2021年天津市水务局对现有中型灌区进行了适当调整,减少分布于蓟州区、宁河区、静海区、滨海新区的中型灌区50个,保留原有中型灌区29个;销号的50个中型灌区中有35个转成485个小型灌区,15个(静海1个,宁河2个,滨海12个)没有转化为灌区。

调整后,2021年天津市共有灌区9136处,全部为提水灌溉。灌区有效灌溉面积29.91万 hm^2 ,实际灌溉面积24.52万 hm^2 ,农业毛灌溉用水量83718.24万 m^3 。2021年天津市中型灌区共29处,其中,武清区20处,宝坻区5处,蓟州区3处,静海区1处。中型灌区有效灌溉面积7.67万 hm^2 ,占全市有效灌溉面积的比重为25.64%;实际灌溉面积5.80万 hm^2 ,占全市实际灌溉面积的比重为23.66%;毛灌溉用水量20416.94万 m^3 ,占全市毛灌溉用水量的比重为24.39%。2021年天津市中型灌区情况统计见表1。

表1 2021年天津市中型灌区情况统计

灌区规模/ hm^2	灌区数量/处	有效灌溉面积/ hm^2	占全市有效灌溉面积比重/%	实际灌溉面积/ hm^2	占全市实际灌溉面积比重/%
0.07万~0.33万	22	4.14		3.22	
0.33万~1.00万	6	2.22		2.08	
1.00万~2.00万	1	1.30		0.50	
合计	29	7.67	25.64	5.80	23.66

2 节水发展情况

2.1 节水工程发展情况

2021年天津市节水工程面积为26.34万 hm^2 ,节水面积达到全市有效灌溉面积的88.06%。其中,防渗渠道5.58万 hm^2 ,喷灌0.46万 hm^2 ,微灌0.28万 hm^2 ,低压管灌20.02万 hm^2 。2021年天津市中型灌区节水工程面积为5.74万 hm^2 ,占全市节水工程面积的21.79%,中型灌区节水工程面积占中型灌区有效灌溉面积的74.88%,以低压管道灌溉为主,其中,渠道防渗面积1.48万 hm^2 (占中型有效灌溉面积的19.31%),低压管灌面积4.04万 hm^2 (占中型有效灌溉面积的52.67%),喷灌面积0.17万 hm^2 ,微灌面积0.05万 hm^2 。

可见中型灌区有效灌溉面积仍有25.12%为土渠,可发展节水工程。

2021年22个0.07万~0.33万 hm^2 中型灌区节水工程面积为2.82万 hm^2 ,占同规模中型灌区有效灌溉面积的68.02%,其中,渠道防渗0.54万 hm^2 ,低压管灌2.13万 hm^2 ,喷灌0.12万 hm^2 ,微灌0.03万 hm^2 ;6个0.33万~1.00万 hm^2 中型灌区节水工程面积为1.97万 hm^2 ,占同规模灌区有效灌溉面积的88.30%,其中渠道防渗0.66万 hm^2 ,低压管灌1.25万 hm^2 ,喷灌0.06万 hm^2 ;1个1.00万~2.00万 hm^2 中型灌区节水工程面积为0.96万 hm^2 ,占同规模灌区有效灌溉面积的73.84%,其中,渠道防渗0.28万 hm^2 ,低压管灌0.66万 hm^2 ,微灌0.02万 hm^2 。

可见,0.07万~0.33万hm²灌区有32%有效灌溉面积为土渠,0.33万~1.00万亩灌区有11.7%为土渠,1.00万~2.00万hm²灌区有26.16%为土渠可发

展节水工程,其中22个0.07万~0.33万hm²灌区应是开展节水建设主要方向,见表2。

表2 2021年天津市29个中型灌区节水工程情况

序号	灌区类型	灌区名称	设计灌	有效灌	实际灌	节水工程		防渗渠道		管道输水		喷灌		微灌	
			溉面积/ hm ²	溉面积/ hm ²	溉面积/ hm ²	面积/ hm ²	占有效 灌溉面 积比重/%								
1		陈嘴灌区	2700.00	2561.47	1500.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		汉沽港灌区	2533.33	2251.73	375.15	73.33	3.26	0	0	33.33	1.48	33.33	1.48	6.67	0.30
3		王庆坨灌区	2186.67	1841.67	368.67	214.00	11.62	0	0	0	0.00	43.33	2.35	170.67	9.27
4		东马圈灌区	2066.67	2050.73	1662.43	386.67	18.86	0	0	386.67	18.86	0	0	0	0
5		河北屯灌区	2216.40	2149.73	2149.73	485.27	22.57	0	0	485.27	22.57	0	0	0	0
6		大碱厂灌区	2100.00	2036.40	1871.20	586.67	28.81	0	0	26.67	1.31	560.00	27.50	0	0
7		白古屯灌区	3120.00	1879.33	1879.33	1398.20	74.40	0	0	1398.20	74.40	0	0	0	0
8		城关灌区	2933.33	2101.33	1592.73	1666.67	79.31	0	0	1666.67	79.31	0	0	0	0
9		曹子里灌区	2333.33	2064.00	2064.00	1709.33	82.82	0	0	1709.33	82.82	0	0	0	0
10		王卜庄灌区	1720.00	1720.00	1720.00	1426.80	82.95	831.40	48.34	595.40	34.62	0	0	0	0
11		新安镇灌区	2726.67	2726.67	2726.67	2494.33	91.48	1390.60	51.00	1099.60	40.33	0	0	4.13	0.15
12		大孟庄灌区	2920.00	2909.40	2909.40	2706.67	93.03	0	0	2706.67	93.03	0	0	0	0
13	0.07万 ~ 0.33万 hm ²	上马台灌区	1483.33	1482.20	1444.60	1443.20	97.37	558.33	37.67	884.87	59.70	0	0	0	0
14		中心灌区	1093.33	1090.67	374.67	1066.67	97.80	997.33	91.44	61.33	5.62	0	0	8.00	0.73
15		中旺灌区	2973.73	2973.73	2581.87	2930.00	98.53	250.00	8.41	2480.00	83.40	200.00	6.73	0	0
16		大黄堡灌区	733.33	703.67	703.67	703.67	100	446.33	63.43	257.33	36.57	0	0	0	0
17		蓟州区桑梓镇 红旗灌区	750.00	750.00	750.00	750.00	100	750.00	100	0	0	0	0	0	0
18		蓟州区下窝头 镇台头村至程 子口村灌区	752.00	752.00	666.67	752.00	100	0	0	752.00	100	0	0	0	0
19		蓟州区下仓镇 九王庄村至安 各庄村灌区	939.33	939.33	939.33	939.33	100	0	0	939.33	100	0	0	0	0
20		黄花店灌区	2600.00	2593.27	971.07	2593.27	100	213.27	8.22	2026.67	78.15	333.33	12.85	20.00	0.77
21		石各庄灌区	3248.87	2106.60	1451.72	2766.13	131.31	0	0	2666.67	126.59	0	0	99.47	4.72
22		泗村店灌区	2533.33	1746.67	1459.67	2519.87	144.27	0	0	2519.87	144.27	0	0	0	0
		小计	46663.65	41430.60	32163.11	29612.08	68.02	5437.26	13.12	21263.13	51.32	1169.99	2.82	308.94	0.75
23		豆张庄灌区	3693.00	2040.40	1629.60	806.67	39.53	0	0	806.67	39.53	0	0	0	0
24	0.33万 ~ 1.00万 hm ²	梅厂灌区	3833.33	3570.13	3121.71	2722.00	76.24	0	0	2162.00	60.56	560.00	15.69	0	0
25		河西务灌区	4000.00	3907.53	3907.53	3639.80	93.15	0	0	3639.80	93.15	0	0	0	0
26		大钟灌区	8040.00	8028.67	7519.33	7799.87	97.15	6587.67	82.05	1212.20	15.10	0	0	0	0
27		南蔡村灌区	5094.33	1851.60	1824.93	1828.47	98.75	0	0	1828.47	98.75	0	0	0	0
28		崔黄口灌区	4566.67	2833.80	2757.93	2833.80	100	0	0	2833.80	100	0	0	0	0
		小计	29227.33	22232.13	20761.03	19630.61	88.30	6587.67	29.63	12482.94	56.15	560.00	2.52	0	0
29	1.00万 ~ 2.00万 hm ²	潮南灌区	13313.33	13026.67	5086.67	9618.80	73.84	2786.67	21.39	6646.80	51.02	0	0	185.33	1.42
		合计	89204.318	76689.40	58010.81	58861.49	76.75	14811.60	19.31	41825.60	54.54	1729.99	2.26	494.27	0.64

2.2 农田灌溉用水量情况

2021年天津市灌区单位实际灌溉面积用水量3414.28m³/hm²,中型灌区农业灌溉用水量20416.94万m³,占全市毛灌溉用水量的24.39%,单位实际灌溉面积用水量3519.51m³/hm²。其中22个0.07万~0.33万hm²中型灌区,农业毛灌溉用水量8563.99万m³,单位面积用水量2662m³/hm²;6个0.33万~1.00万hm²中型灌区,农业毛灌溉用水量9745.29万m³,单位面积用水量4694.03m³/hm²;1个1.00万~2.00万hm²中型

灌区,农业毛灌溉用水量2107.65万m³,单位面积用水量4143.48m³/hm²。2021年天津市29个中型灌区农业灌溉用水量见表3。0.07万~0.33万hm²中型灌区单位面积用水量比中型灌区整体3519.51m³/hm²低24.35%;0.33万~1万hm²中型灌区单位面积用水量比中型灌区整体3519.51m³/hm²高33.37%;1万~2万hm²中型灌区单位面积用水量比中型灌区整体3519.51m³/hm²高17.73%。可见,各类型灌区中有9个灌区单位灌溉用水量偏高,应加强灌区田间节水管理。

表3 2021年天津市29个中型灌区农业灌溉用水量

序号	灌区类型	灌区名称	农业灌溉用水量/万m ³			单位面积用水量/ (m ³ /hm ²)
			主水源	辅助水源	小计	
1	0.07万~ 0.33万hm ²	城关灌区	169.10	0	169.10	1061.70
2		东马圈灌区	179.60	0	179.60	1080.30
3		汉沽港灌区	40.59	0	40.59	1082.10
4		蓟州区下仓镇九王庄村至安各庄村灌区	90.96	11.79	102.75	1093.80
5		王庆坨灌区	45.67	0	45.67	1238.85
6		陈嘴灌区	190.68	0	190.68	1270.80
7		黄花店灌区	129.73	0	129.73	1335.90
8		蓟州区下窝头镇台头村至程子口村灌区	97.92	0	97.92	1468.80
9		石各庄灌区	220.78	0	220.78	1520.85
10		中旺灌区	405.20	0	405.20	1569.45
11		泗村店灌区	244.49	0	244.49	1675.05
12		大碱厂灌区	321.67	0	321.67	1719.00
13		蓟州区桑梓镇红旗灌区	79.65	49.42	129.07	1720.95
14		大孟庄灌区	611.23	0	611.23	2100.90
15		河北屯灌区	470.62	0	470.62	2189.25
16		白古屯灌区	648.74	0	648.74	3451.95
17		曹子里灌区	754.80	0	754.80	3657.00
18		上马台灌区	531.04	0	531.04	3676.05
19		中心灌区	147.79	0	147.79	3944.55
20		王卜庄灌区	858.65	0	858.65	4992.15
21		新安镇灌区	1774.80	0	1774.80	6509.10
22		大黄堡灌区	489.07	0	489.07	6950.25
23	0.33万~ 1.00万hm ²	梅厂灌区	772.91	0	772.91	2475.90
24		南蔡村灌区	475.81	0	475.81	2607.30
25		豆张庄灌区	462.59	0	462.59	2838.60
26		崔黄口灌区	819.10	0	819.10	2970.00
27		河西务灌区	1828.64	0	1828.64	4679.85
28		大钟灌区	5386.25	0	5386.25	7163.25
29	1.00万~ 2.00万hm ²	潮南灌区	2107.65	0	2107.65	4143.45
合计			20355.73	61.21	20416.94	3519.51

2.3 灌溉水有效利用系数测算情况

2.3.1 测算方法

a. 样点灌区、典型田块选取。按照样点灌区具有代表性、可行性和相对稳定性等选择原则^[5],确定了4个中型样点灌区,分别是豆张庄灌区、大孟庄灌区、崔

黄口灌区、潮南灌区。每个样点灌区内对于播种面积超过灌区总播种面积10%以上的作物种类,须分别选择典型田块。按照上、下区域有代表性的农渠控制范围,每种需观测的作物至少选择3个典型田块,最终共选择54个典型田块,选择结果见表4。

表4 4个中型样点灌区典型田块数量、面积情况

序号	名称	典型田块数量/个	种植作物及面积/hm ²
1	豆张庄灌区	12	上游:冬小麦面积分别为0.34hm ² 、0.34hm ² 、0.35hm ² ;夏玉米面积分别为0.34hm ² 、0.34hm ² 、0.35hm ² 下游:冬小麦面积分别为0.09hm ² 、0.09hm ² 、0.08hm ² ;夏玉米面积分别为0.09hm ² 、0.09hm ² 、0.08hm ²
2	大孟庄灌区	12	上游:冬小麦面积分别为0.05hm ² 、0.05hm ² 、0.05hm ² ;夏玉米面积分别为0.05hm ² 、0.05hm ² 、0.05hm ² 下游:冬小麦面积分别为0.04hm ² 、0.03hm ² 、0.03hm ² ;夏玉米面积分别为0.04hm ² 、0.03hm ² 、0.03hm ²
3	崔黄口灌区	12	上游:冬小麦面积分别为0.12hm ² 、0.11hm ² 、0.12hm ² ;夏玉米面积分别为0.12hm ² 、0.11hm ² 、0.12hm ² 下游:冬小麦面积分别为0.14hm ² 、0.14hm ² 、0.14hm ² ;夏玉米面积分别为0.14hm ² 、0.14hm ² 、0.14hm ²
4	潮南灌区	18	上游:冬小麦面积分别为0.16hm ² 、0.08hm ² 、0.15hm ² ;夏玉米面积分别为0.16hm ² 、0.08hm ² 、0.15hm ² 下游:冬小麦面积分别为1.08hm ² 、1.08hm ² 、1.08hm ² ;水稻面积分别为1.80hm ² 、1.92hm ² 、2.16hm ² ;夏玉米面积为1.08hm ² 、1.08hm ² 、1.08hm ² ;蔬菜面积为0.07hm ² 、0.07hm ² 、0.07hm ²

b. 样点灌区灌溉水有效利用系数测算。采用日历年(2021年1—12月)对天津市中型样点灌区进行测算分析。在典型田块作物灌水前后分别在20cm、40cm、60cm、80cm土壤深度(蔬菜测定深度为0~40cm),采用TDR土壤剖面水分测量仪直接测定某次典型田块作物计划湿润层内土壤体积含水率,按照《灌溉试验规范》(SL13—2015)规定,计算得出典型田块作物某次单位面积净灌溉用水量,累加各次用水量得出该典型田块不同作物年单位面积净灌溉用水量,再根据灌区内不同作物种类实际灌溉面积,计算得出灌区年净灌溉用水总量;样点灌区毛灌溉用水总量是指灌区全年从水源处取用灌溉的总水量,主要通过直接量测法和以电折水系数法确定;样点灌区灌溉水有效利用系数直接采用灌入田间可被作物吸收利用的水量(净灌溉用水量)与灌区从水源取用的灌溉总水量(毛灌溉用水量)的比值来计算。

c. 中型灌区灌溉水有效利用系数测算。首先,以中型样点灌区测算值为基础,按算术平均法,分别计算得出0.07万~0.33万hm²、0.33万~1万hm²、1万~2万hm²各类型灌区的灌溉水有效利用系数值;然后,

按以上计算得出的各类型灌区年毛灌溉用水量加权平均,得到全市中型灌区的灌溉水有效利用系数值。

2.3.2 测算成果

按照以上测算方法,得出豆张庄灌区、大孟庄灌区、崔黄口灌区、潮南灌区4个样点灌溉水有效利用系数,见表5~表8。按照算术平均法得出1.00万~2.00万hm²、0.33万~1.00万hm²、0.07万~0.33万hm²各类型灌区的灌溉水有效利用系数分别为0.6819、0.6824、0.6874。按照毛灌溉用水量加权平均法,得出天津市中型灌区灌溉水有效利用系数为0.6849,见表9。

表5 武清区豆张庄中型样点灌区灌溉水有效利用系数计算(0.07万~0.33万hm²)

作物名称	灌溉模式	净灌溉用水量分析采用值/(m ³ /hm ²)	播种面积/hm ²	实际灌溉面积/hm ²	净灌溉用水量/万m ³
冬小麦	非充分	2200.35	833.33	833.33	182.86
夏玉米	非充分	734.70	2366.67	1626.67	119.74
合计		1483.35	3200.00	2040.00	302.60
毛灌溉用水量/万m ³				462.59	
灌溉水有效利用系数				0.6541	

表6 武清区大孟庄中型样点灌区灌溉水有效利用系数
计算(0.07万~0.33万hm²)

作物名称	灌溉模式	净灌溉用水量分析采用值/(m ³ /hm ²)	播种面积/hm ²	实际灌溉面积/hm ²	净灌溉用水量/万m ³
冬小麦	非充分	2044.35	1600.00	1600.00	327.11
夏玉米	非充分	722.40	2000.00	1566.67	113.39
合计		1515.45	3600.00	2906.67	440.50
毛灌溉用水量/万m ³			611.23		
灌溉水有效利用系数			0.7207		

表7 武清区崔黄口样点灌区灌溉水有效利用系数计算
(0.33万~1.00万hm²)

作物名称	灌溉模式	净灌溉用水量分析采用值/(m ³ /hm ²)	播种面积/hm ²	实际灌溉面积/hm ²	净灌溉用水量/万m ³
冬小麦	非充分	1975.80	2833.33	2760.00	544.92
夏玉米 (有复种)	非充分	565.35	2833.33	246.67	14.04
合计		2026.65	5666.66	2760.00	558.96
毛灌溉用水量/万m ³			819.10		
灌溉水有效利用系数			0.6824		

表8 宝坻区潮南中型样点灌区灌溉水有效利用系数计算
(1.00万~2.00万hm²)

作物名称	灌溉模式	净灌溉用水量分析采用值/(m ³ /hm ²)	播种面积/hm ²	实际灌溉面积/hm ²	净灌溉用水量/万m ³
水稻	充分	7527.90	800.00	800.00	602.23
冬小麦	非充分	1947.30	4286.67	4286.67	834.77
夏玉米	非充分	0	4746.67	0	0
蔬菜	非充分	3273.90	286.67	286.67	93.85
合计		2848.95	9833.33	5373.34	1530.85
毛灌溉用水量/万m ³			2245.04		
灌溉水有效利用系数			0.6819		

表9 2021中型灌区灌溉水有效利用系数成果

中型灌区规模	2021年		
	个数	毛灌溉用水量/万m ³	灌溉水利用系数
0.07万~0.33万hm ²	22	10255.25	0.6874
0.33万~1.00万hm ²	6	7916.65	0.6824
1.00万~2.00万hm ²	1	2245.04	0.6819
合计	29	20416.94	0.6849

3 节水发展成效与潜力分析

农业节水发展成效与潜力主要表现为节水灌溉面积的增加、单位面积用水量减少、灌溉水利用系数的提高^[6]。天津市近年来全面推进农业节水,持续实施大中型灌区续建配套与节水改造工程,大力发展节水面积,有效提高了天津市农业灌溉水利用系数,特别是2021年天津市中型灌区节水发展成效显著,但仍有节水潜力可挖掘^[7]。

3.1 节水工程发展分析

天津市大力发展中型灌区节水工程面积,已占中型灌区有效灌溉面积的74.88%,中型灌区节水工程覆盖率高于60.00%,但仍低于天津市节水工程覆盖率88.06%,说明中型灌区节水工程建设仍有25.12%的发展空间和潜力,其中0.07万~0.33万hm²灌区有效灌溉面积有32%为土渠,是重点开展节水建设的灌区。

3.2 农田灌溉单位面积用水量分析

中型灌区单位面积用水量3519.51m³/hm²,比天津市单位面积用水量3414.28m³/hm²高3.08%,其中0.33万~1.00万hm²单位面积用水量偏高,为4649.03m³/hm²。这说明中型灌区整体灌溉用水量水平和天津市基本持平,但中型灌区单位面积用水量仍有降低的潜力,应多举措加强高于整体水平的各类型中型灌区的田间节水管理水平。

3.3 灌溉水有效利用系数分析

2021年中型灌区灌溉水有效利用系数为0.6849,与天津市灌溉水有效利用系数综合值0.7210相比还有差距,节水潜力较大。天津市中型灌区2006—2020年灌溉水有效利用系数为0.5700~0.7216,系数整体呈逐步上升趋势,但2021年系数有所降低,与2020年的0.7216比较降低了0.0367(见图2),分析其主要原因为:

a. 2021年中型灌区样本大幅调整、农民灌水管理方式南北区域差异较大。

调整后中型灌区除了静海中旺灌区位于天津市南

部,其余均位于天津市北部。北部蓟州区为浅层地下水灌区,为非压采区,浅层地下水源补给充足。宝坻区、武清区中型灌区均为地表水灌区,水源主要为蓟运河、潮白新河、龙凤河,地表水源相对充足,经实地调查得知北部中型灌区水源相对充足,农民灌水时常有大水漫灌现象,地块间跑水冒水现象,农民节水意识相对南部缺水地区较薄弱^[8],灌溉水有效利用系数在0.6800左右。已销号的南部地区中型灌区(静海区18处、滨海新区12处)地表水源匮乏,为地下水限采区,主要依靠渠系存蓄雨水灌溉,农民灌溉管理严格,不会出现地头间水跑、水泡现象,节水意识较强,灌溉水有效利用系数在0.7000以上。因此,中型灌区大幅调

整,重新布局,销号大部分南部中型灌区,对天津市2021年中型灌区的灌溉水有效利用系数影响很大,造成系数整体有较大降幅。今后保留的北部地区中型灌区应在灌溉定额指导下,加强田间用水管理,挖掘节水空间。

b. 节水工程与投资力度不够。2021年天津市中型灌区新增节水工程面积0.20万 hm^2 ,总投资0.2亿元。新增节水工程主要为高效节水工程(低压管道),增加节水工程面积占中型有效灌溉面积的1.70%,新增少量节水面积不足以抵消重新布局调整带来的系数降低影响,节水工程建设仅缓减了中型灌区农田灌溉水利用系数下降趋势。

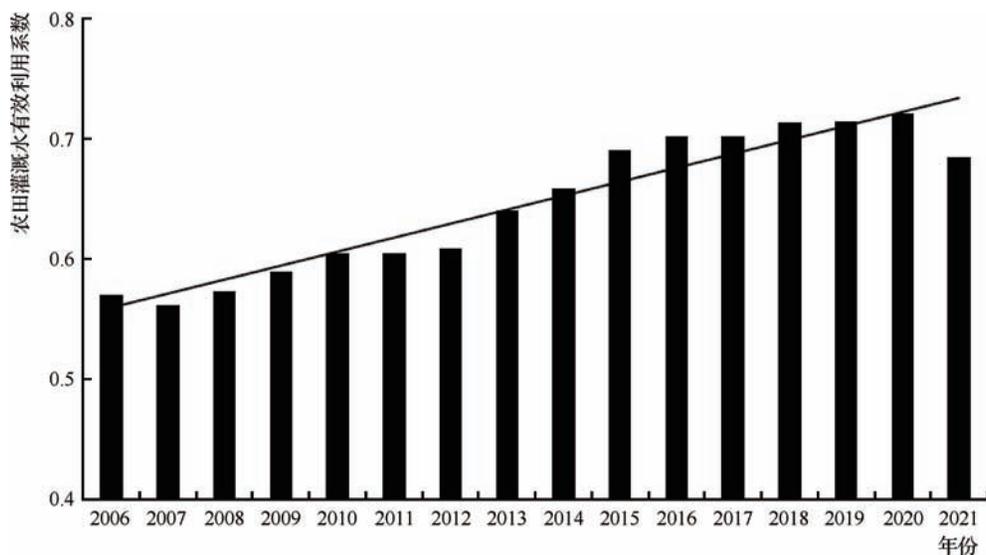


图1 2006—2021 全市中型灌区灌溉水有效利用系数柱状图

4 结 语

中型灌区是天津市除大型灌区外规模较大的主要类型灌区之一。目前中型灌区节水工程建设仍有25.12%的发展空间和潜力,其中22处0.07~0.33万 hm^2 灌区有32%有效灌溉面积为土渠,应重点开展节水建设。中型灌区单位面积用水量有降低的潜力,其中0.33~1.00万 hm^2 灌区单位面积用水量偏高,应重点加强其田间节水管理水平。2021年中型灌区灌溉水有效利用系数为0.6849,与天津市系数综合值0.7210比较,还有较大节水潜力。

建议今后中型灌区节水潜力发展方向为:继续改善和建设22个0.07~0.33万 hm^2 中型灌区节水面积,重点推进0.33~1.00万 hm^2 灌区管理节水和农艺节水,减少0.33~1.00万 hm^2 灌区单位面积灌溉用水量,努力提升中型灌区整体灌溉水有效利用系数,明确重点建设方向对实现天津市精准节水具有重要指导意义。◆

参考文献

[1] 崔永正,刘涛. 黄河流域农业用水效率测度及其节水潜力分析[J]. 节水灌溉,2021(1):100-103.

(下转第5页)

临泽县域节水型社会达标建设 评价与思考

鲍虎章 李明

(临泽县水务局,甘肃 临泽 734200)

【摘要】 开展县域节水型社会达标建设是落实节水优先方针的重要举措,也是保障水安全、促进高质量发展的现实需要。2019年以来,临泽县开展县域节水型社会达标建设工作,建立了科学合理的水资源配置体系和节水管控体系。本文对临泽县域节水型社会建设重点任务和效益进行评价,从高质量发展、经济社会整体、生态安全、深化改革等角度分析县域节水型社会达标建设面临的形势,并据此提出了相应的对策建议,可助力经济社会高质量发展。

【关键词】 节水型社会;达标建设;评价思考;临泽县

中图分类号: TV213.4

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-025-04

Evaluation and Considerations on the Standard Construction of Water-Saving Society in Linze County

BAO Huzhang, LI Ming

(Linze Water Authority, Linze 734200, China)

Abstract: The standard construction of water-saving society in the county is an important measure to carry out the policy of prioritizing water-saving as well as a practical need to ensure water security and promote high-quality development. Since 2019, Linze County has carried out the standard construction of water-saving society and established a scientific and reasonable water resources allocation system and water-saving management and control system. This paper evaluates the key tasks and benefits of the construction of water-saving society in Linze county, analyzes the situation of deepening the standard construction of water-saving society from the perspectives of high-quality development, economic and social overall, ecological security and deepening reform, and puts forward corresponding countermeasures and suggestions, which can help the high-quality development of economy and society.

Key words: water-saving society; standard construction; evaluation and consideration; Linze County

临泽县地处内陆温带干旱荒漠区,水资源时空分布极不均衡,年平均降水量仅117.2mm,主要依赖过境黑河水和双泉湖地下水,多年平均水资源总量5.8396亿 m^3 ,其中:地表水4.0815亿 m^3 ,地下水

1.7581亿 m^3 ,水资源成为制约经济社会发展的关键性因素。2019年以来,临泽县按照水利部开展县域节水型社会达标建设的要求,以《国家节水行动方案》为引领,从政府层面开展了县域节水型社会达标建设,2020

收稿日期: 2022-07-13

作者简介: 鲍虎章(1978—),男,高级工程师,主要从事农田水利水电工程规划设计和建设管理等工作。

年11月临泽县成功入围全国第三批县域节水型社会建设达标县。全县用水总量低于控制目标值,万元工业增加值用水量下降至 32m^3 ,灌溉水有效利用系数达到0.604。

2021年,水利部印发了《县域节水型社会达标建设管理办法》,提出对达标县(区)进行动态管理和定期评估,持续推动县域节水型社会达标建设提质增效。按照水利部《节水型社会评价标准(试行)》,临泽县制定了《县域节水型社会建设绩效评价办法》,对县域节水型社会达标建设绩效进行评价分析,指出了面临的形势,提出了今后工作中需要加强的对策,有利于从源头上把好节水关口,促进县域经济高质量发展与水资源条件相协调。

1 建设情况评价

1.1 节水制度体系进一步健全完善

以制度创新引领县域节水型社会达标建设,先后出台水资源管理控制指标、节水行动实施细则、水资源考核管理办法和计划用水管理、农业水价综合改革等制度措施,对节水管理、用水交易、水价形成、用水总量、节水标准、节水考核等作出了明确规定。严格落实取水许可年审登记、水资源论证和建设项目节水“三同时”等制度,合理制定水价、完善财税优惠政策、推行合同节水管理等,以行之有效的制度保障体系倒逼经济结构优化和产业转型升级^[1]。

1.2 计划用水管理得到有效落实

严格落实总量控制指标,结合全县水资源配置方案及用水实际,制定下发年度计划用水方案,将用水总量指标分解下达各镇(灌区),2021年全县用水总量控制指标为4.06亿 m^3 ,实际用水量为4.02亿 m^3 ,低于用水总量控制指标。强化计划用水和取水许可动态监管,2021年纳入计划用水管理的非居民用水单位134家,纳入取水许可管理的工业企业21家,均已落实计划管理,计划用水管理占比达到100%;审批在建项目用水节水评估报告82份,并开展了论证和节水评价,

14个项目调减许可年取水量300多万 m^3 。

1.3 高效节水灌溉,助推农业增产增效

高标准推进农田水利基础设施建设,改建干支渠165条742km,改造引水口门15座,加固病险水库7座。全面实施农业水价综合改革项目,安装地下水计量设施1694套,建立地下水智能化管理系统1套,灌溉水有效利用系数达到0.604。大力推广膜下滴灌、喷灌、水肥一体化等节水新技术、新产品,截至2021年底,建成以玉米制种、红枣、葡萄、蔬菜为主的节水灌溉面积18700 hm^2 ,节水灌溉工程面积覆盖率达到76.1%,2021年节水4000万 m^3 ,较2019年下降8.3%。

1.4 城市节水降损,助推生态文明建设

加大污水处理和再生水利用等非常规节水技术,建成处理规模1.6万 m^3/d 的城区污水处理厂2座,再生水厂1座,出厂水质达到一级A标准,再生水利用率达到70.0%以上;结合城市新建水源地项目建设,新建供水管道58km,维修和改造城区漏损管网3km,并建立供水管网信息系统和管网漏检制度,2021年城区供水管网漏损率下降到8.4%;推进居民住宅二次供水设施改造,改造850户,更换节水龙头3000套,推广节水马桶等新产品约8000个,节水器具普及率达到85.0%;开展节水载体创建活动,建成节水型企业、节水型学校、节水型单位、节水型居民小区等载体116个,4所学校和6家机关事业单位被命名为全市“节水示范基地”,起到了良好的宣传示范效应。

1.5 工业节水减排,提升水效产能

鼓励高耗水企业转变用水方式,支持30多家企业实施再生水回用和污水处理利用,2021年合计节水约10万 m^3 ,减排废水35万 m^3 ,进一步提升了工业用水效率和重复利用率。对新建工业项目禁止新建水源,全部实行自来水统一供水,对宏鑫矿业、华兴铁合金公司等19家企业开展了节水企业建设工作,开展和命名的节水型企业占到全县规模工业企业的83.0%以上,工业用水计量率达到96.0%。

2 建设效益评价

2.1 从社会效益方面看,节水成为社会公众一项重要的“文明契约”

结合“世界水日”“中国水周”“科技宣传周”等活动,通过制作专题片、展示节水成果、设立咨询台等形式,从政府、企(事)业单位、学校、社会公众等多层面深入开展水法规和节水型社会建设知识宣传活动,全面普及生产生活节水、水源地保护、水土保持等常识,节水意识和理念得到人民群众的普遍认同,提升了社会公众的水忧患意识、水危机意识和水安全意识;积极倡导有利于节水的生产和消费方式,节水新技术、新产品得到了广泛应用,使水资源在人们的生活、生产中产生了更高的社会价值,促进了经济社会可持续发展。

2.2 从经济效益方面看,节水成为拉动经济增长的有效途径

建立农业水价形成机制、精准补贴机制、节水奖励机制和以水资源管理指标限制为前提的节水倒逼机制,将农业用水总量指标细化到各用水户^[2]。积极优化调整农业产业结构,引导农民合作社、家庭农场和种植大户发展高效节水农业,发展以玉米制种为主的高效节水面积 16500hm²,节水率达 50.0% 以上,肥料利用率提高 20.0% ~ 30.0%。强化工业企业技改力度,全县 30 家工业用水企业全部安装计量设施,万元国内生产总值用水量较 2015 年下降 37.2%,高于目标降幅值 2.5 个百分点;规模以上重点用水企业水重复利用率提高到 86.0%,城区供水管网漏损率由 2015 年的 12.0% 下降到 2021 年 8.4%,水资源管控成效显著。

2.3 从生态效益看,节水成为引领绿色发展的新引擎

根据《临泽县水污染防治行动计划》和《地下水超采区治理方案》,开展了黑臭水体治理、地下水超采区治理、梨园河综合治理、河湖“四乱”整治、生态产业发展等,治理河道及农村黑臭水体 100 多 km,整治河湖“四乱”问题 39 个,清理整治占用河道 2.8km,取缔临

时入河排污口 12 处,恢复水域面积 32hm²,全县河湖渠库水环境质量明显改善,水环境容量明显增加,污水处理率达 99.5%,再生水利用率达 76.0%,污泥无害化处置率达 100%,黑河、梨园河水质均达到Ⅲ类优良标准,水功能区水质达标率 100%。

3 节水高质量发展面临的形势

3.1 从高质量发展的角度来看,需水形势面临结构性调整

临泽县现有农田灌溉面积 57.8 万亩,受产业结构、生产方式和经济发展水平的影响,农业用水占全县用水总量的 80%。随着临泽县“强工业”战略的实施,凹凸棒石、绿色食品加工、清洁能源等优势产业集中发力,产业升级带来的用水需求与县域水资源承载力严重不符,呈现工业用水需求与经济增长脱钩的态势。加之随着农村人口向城市聚集和居民生活水平的提高,生活用水定额也将增加,从近年来的数据看,生活需水量仍会持续增加^[3]。

3.2 从经济社会整体的角度来看,水资源短缺形势依然严峻

临泽县属内陆温带干旱荒漠区,降水稀少,气候干燥,蒸发强烈,水资源时空分布不均,主要水源为黑河水系入境径流,蓼泉、新华等灌区无调蓄工程,资源性、工程性、指标性缺水问题并存,水资源集约节约能力较低。通过水资源供需平衡分析,现状供水水源条件下,到 2025 年全县水资源供需差为 -0.1643 亿 m³,供水保证率为 96.0%,水资源短缺成为经济社会高质量发展的关键制约因素。临泽县水资源供需平衡分析指标见表 1。

表 1 临泽县水资源供需平衡分析指标

单位:亿 m³

年份	需水量					可供水量	供需差
	农业	工业	生活	生态	合计		
2021	3.3370	0.0135	0.0749	1.2451	4.6705	4.0600	-0.6105
2025	2.9098	0.0214	0.0851	1.2430	4.2593	4.0950	-0.1643

3.3 从生态安全的角度来看,水生态环境承载力不足

临泽县近年来大力推进水生态文明建设,取得了显著成效。但随着乡村振兴战略的实施和工业经济的快速发展,农村污染物大量增加,工业节水减排能力不足,河道环境流量不足,河湖断流、湿地萎缩、水体污染等问题越来越突出,加之河湖生态空间用途管制落实不到位,河湖、湿地生态功能退化,加剧了水资源短缺局面,水生态环境安全风险长期存在。

3.4 从深化改革的角度来看,水价杠杆机制还不完善

近10年来,临泽县农业水价已调整了3次,但从总体水平看,现行水价仍低于供水成本,无法满足日常运行管理的需求,工程运行和维修管护费用严重不足。计划用水累进加价收费制度不健全,通过价格杠杆提高全社会节水意识、建立符合市场经济要求的水价形成机制的管理体制尚不完善。

4 对策建议

4.1 建立以用水总量和强度双控为核心的管理体系

严格落实“四水四定”的原则,编制经济社会发展规划、城市发展规划和建立重大项目首先考虑水资源条件,根据现有水资源总量合理调整产业结构和生产布局;探索通航产业园区、凹凸棒石产业园区、绿色食品加工园区水资源循环利用模式,开展合同节水管理和水效领跑者行动,提高水资源利用效率。进一步完善水资源管控体系,优化产业布局,调整农业种植结构,加快形成与水资源相适应的产业发展格局。对绿色食品加工、凹凸棒石开采、新能源建设等重点项目开展水资源论证,坚决遏制不合理用水需求。健全完善用水定额管理体系,强化水资源“三条红线”指标管控,严格地下水超采区治理,不断完善最严格的水资源考核制度,做到用制度管水治水^[4]。

4.2 建立与水资源承载力相适应的制度体系

进一步完善节约用水管理、节水考核、水源地安全

保障、水权改革、水价形成等制度,为水资源和节水管理提供有力的法律依据和法制保障。严格取排水许可管理,强化农业、工业、服务业取水许可监督管理,建立重点监控用水单位名录,规范取水许可台账档案管理,严格实施取水许可检查,对超计划用水户实行累进加价征收水资源费。加强节水“三同时”管理,严格论证各项取水,科学核定建设项目取用水量,实行建设项目节水设施审查、验收制度。建立水平衡测试制度,对全县80%以上的用水企业开展水平衡测试。深入推进农业水价综合改革,协同推进水权交易机制、农业水价形成机制、节水奖励机制,发挥价格杠杆的调节作用,促进水资源节约利用^[5]。

4.3 建立促进水资源优化配置的工程体系

积极推进节水工程建设,加快推进小泉湖水库工程和鸚鹄嘴水库清淤项目建设,进一步提高水资源调蓄能力。推进水资源管理信息化建设,实施板桥、鸭暖、新华等灌区续建配套与现代化改造项目,推进水利现代化进程。实施平川、蓼泉等灌区续建配套与节水改造项目和大中型水库库区移民等项目,提高渠系水利用率。大力推动节水产品、节水设备、节水工艺以及节水理念创新,扩大高效节水农业覆盖面积,加大工业企业节水技术改造,合理布局建设污水资源化利用设施,推动规模以上工业企业用水计量监测全覆盖。补齐城区供水管网短板,实施城镇供水管网漏损治理工程。

4.4 建立节水型社会建设宣传教育体系

进入新发展阶段,治水主要矛盾已发生深刻变化,从改变自然、征服自然为主转向调整人的行为、纠正人的错误行为为主,因此需加强节约用水的宣传教育^[6]。临泽县深入开展水情和节水宣传教育,打造以双泉湖湿地公园为中心的节水科普宣传展区,并通过电视、广播、报纸、网络、电子屏、展板等多渠道、多层次向全社会倡导节约用水的文明生活方式,增强社会公众的水忧患意识和水资源节约保护意识,提升公众对节水的认可度和认知度。在专业合作社、 (下转第37页)

东密水文站水文资料整编复核

陈 玮¹ 何照文¹ 吴金海^{1,2}

- (1. 云南秀川水利水电勘察设计有限公司, 云南 昆明 650000;
2. 云南省水利水电勘测设计研究院, 云南 昆明 650000)

【摘要】 水文资料的精度和质量直接关系到区域水资源综合开发及水利工程等工作的决策,相对于国家基本站而言,中型水库设立的水文专用站测验成果普遍存在年测次偏少、年测次不足、高水外延幅度较大等问题。为解决因测验资料精度偏低,而将站点多年测验成果全盘否定的情况,本文以东密水文站为例进行研究。该站年测次不足 50 次,最大外延幅度达到 170.1%,可以代表云南省内一部分中小河流专用站的测验情况。对该站点水文资料的整编情况作全方位复核时发现,其 2011 年和 2012 年资料整编精度尚可,2013 年精度较差不满足使用要求。研究结果说明,站点测次及高水外延结果均不是制约水文资料可用性的关键条件。

【关键词】 东密水文站;水文资料;整编复核

中图分类号: P337

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-029-09

Review of Hydrological Data Compilation of Dongmi Hydrological Station

CHEN Wei¹, HE Zhaowen¹, WU Jinhai^{1,2}

- (1. Yunnan Xiuchuan Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Co., Ltd., Kunming 650000, China;
2. Yunnan Institute of Water and Hydropower Engineering Investigation, Design and Research, Kunming 650000, China)

Abstract: The accuracy and quality of hydrological data are directly related to the decision-making of the comprehensive development of regional water resources and water conservancy projects. Compared with the national basic stations, the hydrological stations set up in medium reservoirs generally have some problems, such as comparatively less annual measurement, insufficient annual measurement and comparatively large range of high water extrapolation. In order to solve the problem that the test results of the site are completely denied due to the low accuracy of the test data, Dongmi Hydrological Station is taken as an example in this paper. The annual measurement frequency of Dongmi Hydrological Station is less than 50 times with a maximum extrapolation of 170.1%, which can basically represent the measurement situation of some special stations for small and medium-sized rivers in Yunnan Province. The comprehensive review of the hydrological data compilation of Dongmi Hydrological Station shows that the accuracy of the data compilation in 2011 and 2012 is satisfactory. However, the accuracy of that in 2013 is poor and could not meet the requirements of use. The results show that neither the station measurement frequency nor the high water extrapolation results are the key conditions restricting the availability of hydrological data.

Key words: Dongmi Hydrological Station; hydrological data; compilation review

收稿日期: 2022-06-28

作者简介: 陈玮(1992—),男,工程师,学士,主要从事水文水资源分析计算工作。

1 测站沿革

东密水文站为水文专用站,是为建设东密水库于2011年由云南省水文水资源局普洱分局设立的,于2014年4月停测,有2011年5月至2013年12月的实测资料,站点控制面积105km²,测验项目包括水位、流量、降水、泥沙。

2 测验及整编情况

2.1 水位

东密水文站建站初期设立了3个水准点,于2011年8月测定高程,经考证水准点基面、水尺零高程无变动,基本水尺设立于基本断面左岸。2011年11月至2012年4月采用直立水尺按8:00、20:00两段制人工观测,其余时间视水情变化加测。根据历年水位资料

分析,水位过程线连续完整,年头年末水位衔接,无漏测峰顶水位,资料可靠。

2.2 流量

流量测验采用流速仪法桥测和涉水施测。高水为桥测,低(枯)水为涉水施测,低水位时测速垂线按水面宽分布4~9根,高水位时测速垂线按水面宽分布5~13根,基本满足《河流流量测验规范》(GB 50179—2015)的施测要求,建站后测次较少,多数采用水面一点法,少数采用常测法(0.6相对水深),2011年采用流速仪法在5—12月共施测15次,2012年采用流速仪法全年施测42次,2013年采用流速仪法全年施测32次,水面系数取经验值0.85,岸边流速系数取经验值0.80;枯期因受下游取水坝影响,测流断面基本位于基准断面上游,采用改正法进行推流。东密水文站流量测验整编情况见表1,测次分布见表2。

表1 东密水文站流量测验整编情况

年份	流速仪测流次数			实测水位变幅		实测流量变幅		年度整编		整编最大流量/ (m ³ /s)
	全年	常测法	水面一点法	最高/m	最低/m	最大/ (m ³ /s)	最小/ (m ³ /s)	方法	高水外延 幅度/%	
2011	15	15		1046.43	1044.36	12.1	0.196	两条临时曲线	170.1	37.5
2012	42	6	36	1046.86	1044.56	59.8	0.085	三条临时曲线	21.1	74.8
2013	32	4	28	1046.11	1044.56	46.8	0.076	一条临时曲线	8.5	49.1

表2 东密水文站逐月流量测次分布情况

单位:次

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
2011					2	5	2	0	3	0	1	2	15
2012	2	2	3	4	4	3	9	3	3	3	3	3	42
2013	3	3	3	3	4	3	7	2	2	0	0	2	32

2.3 泥沙

由于山区河流涨落较快,施测断面平均含沙量(简称“断沙”)确有困难,因此只测单位水样含沙量(简称

“单沙”),未建立单沙与断沙的关系,以单沙代替断沙,用近似法整编。全年测次为89~170次,取样位置为起点距4m处,测次分布见表3。

表3 东密水文站逐月泥沙测次分布情况

单位:次

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
2011	0	0	0	0	0	40	40	16	33	5	1	0	135
2012	0	0	0	0	9	18	37	22	3	0	0	0	89
2013	0	0	0	0	12	19	34	61	29	15	0	0	170

3 整编成果的复核

3.1 水位过程线与流量过程线对比

将东密水文站 2011 年、2012 年和 2013 年水位及流量的瞬时值(最高水位、最低水位和流量)和逐日平均值(逐日平均水位、逐日平均流量)点绘成逐日平均

水位和逐日平均流量过程线(见图 1~图 3)。由图可知,各年逐日平均水位过程线和逐日平均流量过程线对应性较好,涨水与退水、峰与谷趋势均基本一致,具有连续性,且各年逐日平均水位过程线和逐日平均流量过程线均与瞬时值对应较好,三者之间最高、最低值发生时间均一致。

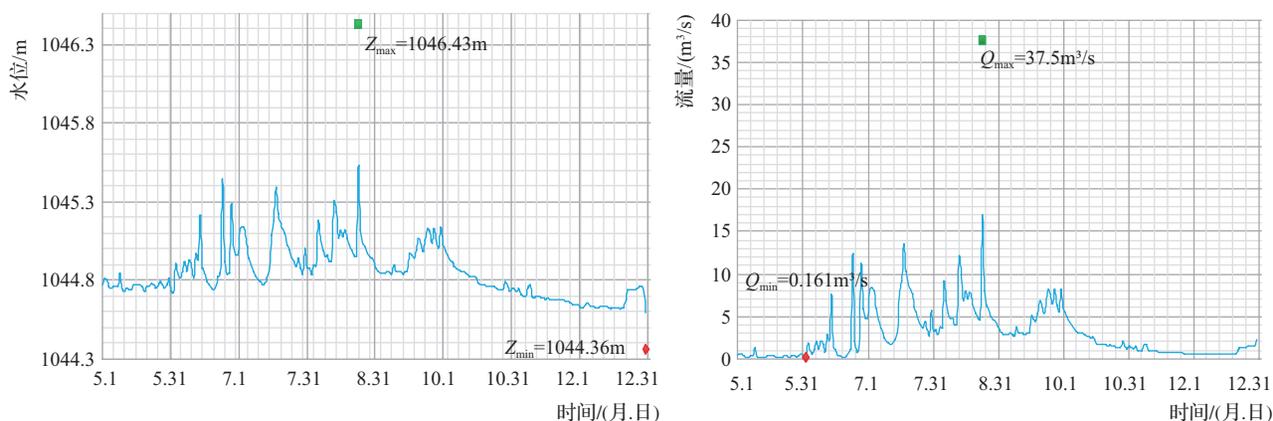


图 1 东密水文站 2011 年逐日平均水位过程线及流量过程线

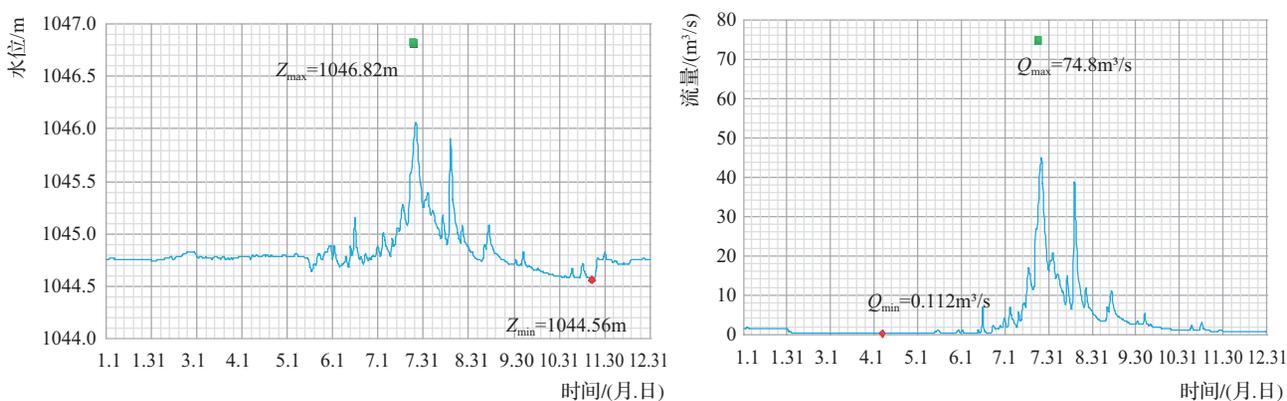


图 2 东密水文站 2012 年逐日平均水位过程线及流量过程线

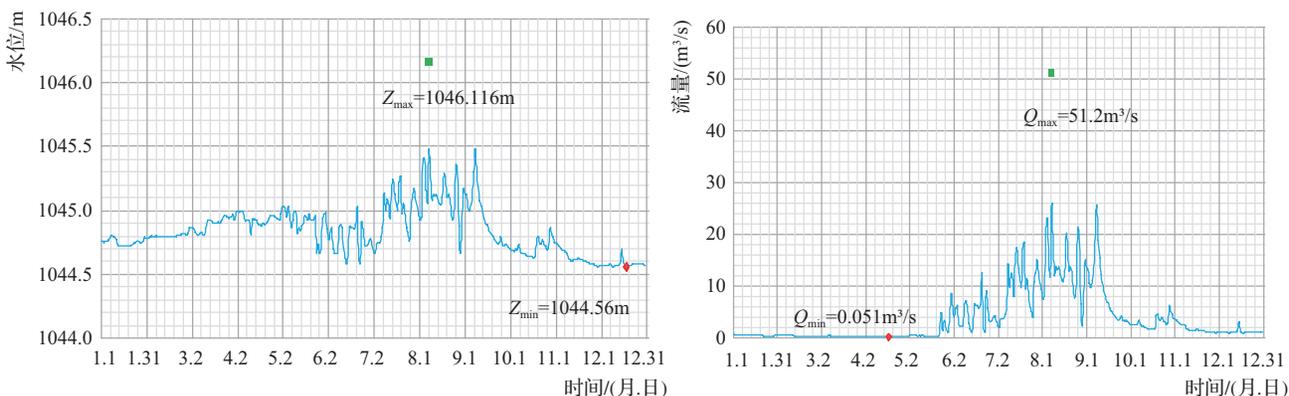


图 3 东密水文站 2013 年逐日平均水位过程线及流量过程线

3.2 断面稳定性及站点整编情况

东密水文站位于南垒河一级支流南咤河中下游段,属滇西南多雨区,具有陡涨陡落的洪水特性。根据东密水文站 2011 年、2012 年及 2013 年 11 月实测大断面数据,点绘不同时期的大断面图(见图 4),发现测流河段的河床有冲刷淤积现象,两岸基本稳定,2011 年

11 月河底高程为 1044.10m,2012 年 11 月河底高程为 1043.98m,2013 年 11 月河底高程为 1043.92m,2011—2012 年河床冲刷下侵约 0.12m,2012—2013 年冲淤变化较微弱,经对比分析(同等水位下过水面积比较),局部区域出现淤积状态。

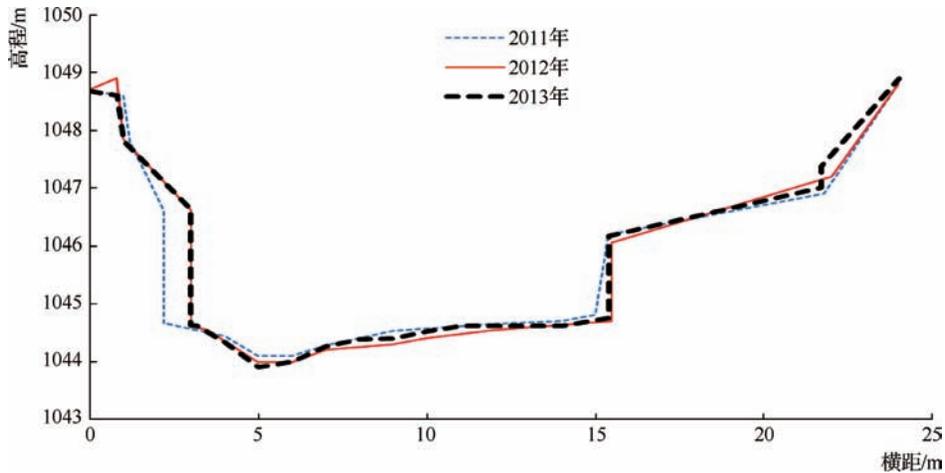


图 4 东密水文站 2011 年、2012 年及 2013 年实测大断面

在点绘东密水文站大断面图的基础上,点绘该站实测期内历年的水位-流量关系曲线(见图 5 ~ 图 7),从各年水位-流量关系曲线来看:

- a. 2011 年水位-流量关系定为两条临时曲线(1 ~ 6 号为 I 线,7 ~ 15 号为 II 线),流量以两条临时曲线推求。
- b. 2012 年水位-流量关系定为三条临时曲线(1 ~ 2 号、19 ~ 22 号为 I 线,13 ~ 18 号为 II 线,23 ~ 38 号为

II 线),流量以三条临时曲线及改正水位法推求。

c. 2013 年水位-流量关系定为一条曲线,流量以临时曲线及改正水位法推求。

将东密水文站 2011—2013 年各年的“水位-流量、面积、流速”关系点距分别套汇,分别生成历年综合的“水位-流量”“水位-面积”和“水位-流速”关系图,见图 8 和图 9。

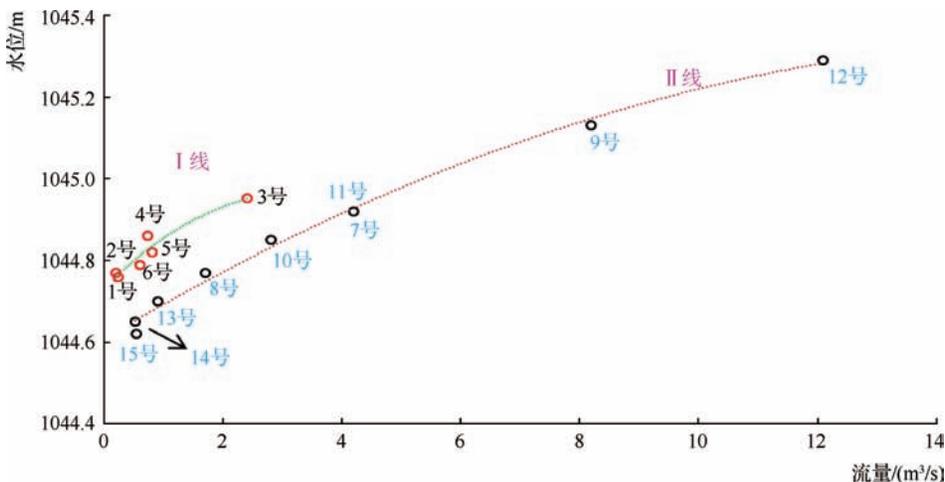


图 5 东密水文站 2011 年实测水位-流量关系

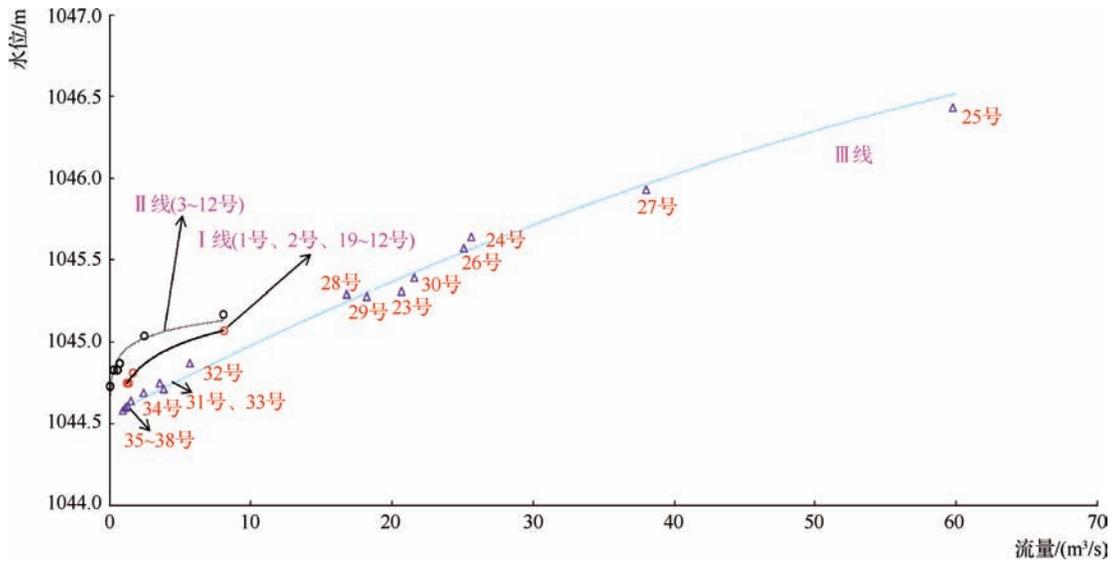


图 6 东密水文站 2012 年实测水位-流量关系

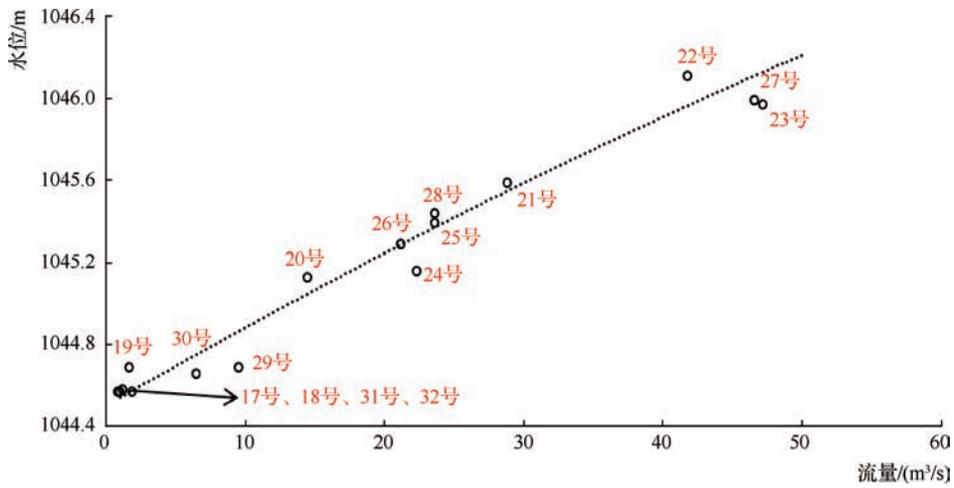


图 7 东密水文站 2013 年实测水位-流量关系

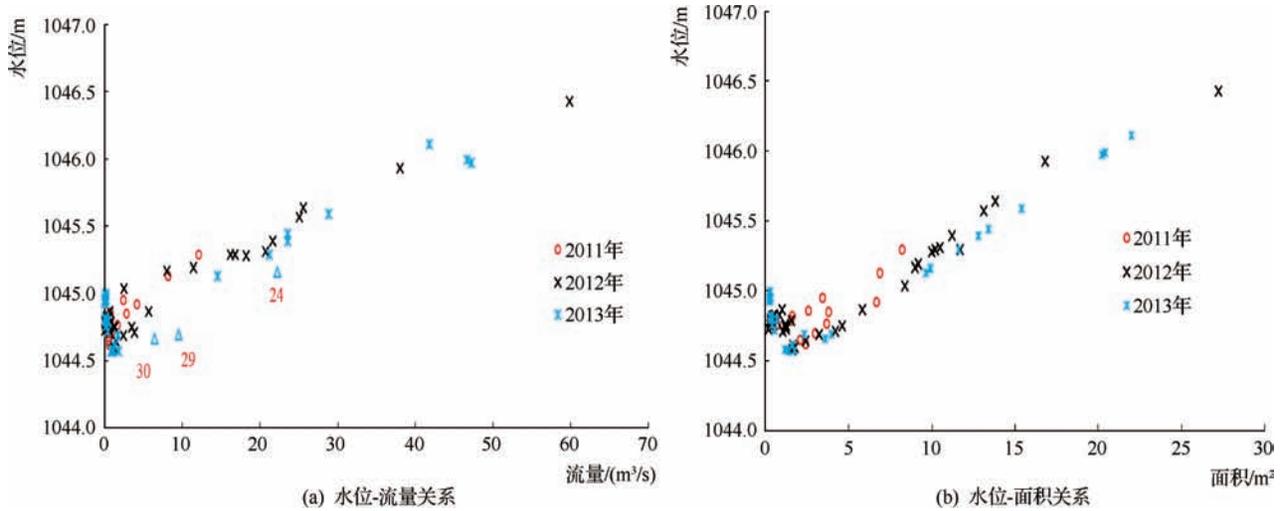


图 8 东密水文站 2011 年、2012 年与 2013 年综合实测水位-流量、水位-面积关系

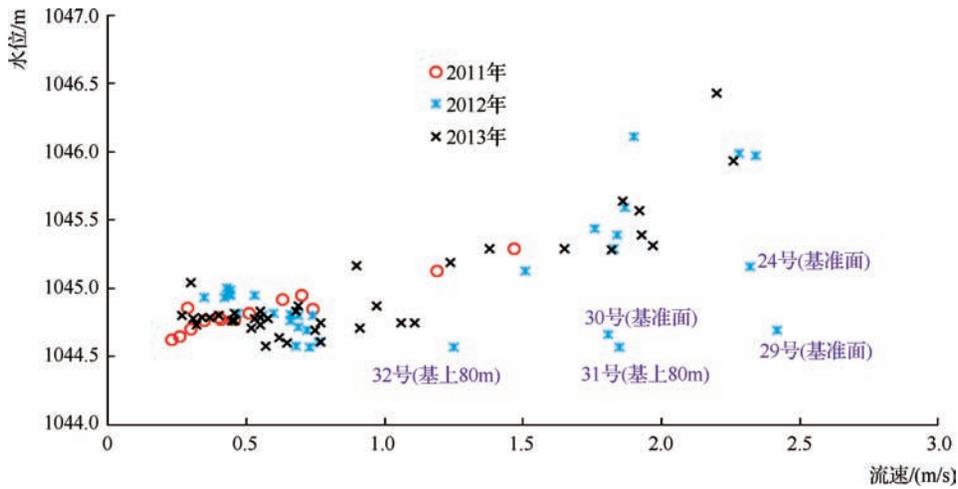


图9 东密水文站 2011 年、2012 年与 2013 年实测水位-流速关系

由图 8 ~ 图 9 可得出如下结论:

a. 东密水文站历年综合水位-流量和水位-面积点距基本是相对应的,两者相同特点在于:低水部分较为散乱,呈现典型的“扫帚状”,而中高水部分相对密集,说明断面冲淤变化主要发生在低水位以下(图 8 中的 1045.50m 以下),断面冲淤的形式表现为“局部冲淤”,低水位时,断面冲淤增减的面积占过流面积较大,随着水位的上升,所占整体面积不断减小,加之高水部分控制较好,从而导致水位-流量关系曲线呈现上部为单一曲线、下部为多条曲线的扫帚状。

以 2011 年及 2012 年做对比检验,分别在其大断面上取低、中、高三个水位,按曼宁公式复核对应水位下的两年流量比值,以此论证不同水位下的流量比值变化趋势与前述分析断面存在局部冲淤变化是否符合,分别取 1044.26m、1044.76m 及 1046.16m 为低、中、高水位,计算其流量比值,结果见表 4。由表 4 可知,在水位由低至高的变化中,流量比在不断增大,与前述分析相符。

表 4 不同水位下流量比值计算

年份	项目	低水位/m	中水位/m	高水位/m
2011	面积/m ²	0.18	2.78	20.52
	湿周/m	2.05	11.94	15.63
2012	面积/m ²	0.39	4.01	20.88
	湿周/m	2.64	12.75	15.45
Q_{2011}/Q_{2012}		0.33	0.57	0.96

b. 一般而言,水位-流量关系的变化趋势与测流断面的变化趋势相符,2012 年较 2011 年水位-流量关系曲线整体右移,两者变化趋势相符;2013 年较 2012 年断面低水部分处于淤积状态,而该水位下的水位-流量关系曲线较前一年整体右移,两者变化趋势完全相反,因此认为 2013 年测流成果偏大。

c. 在原整编资料中,站点中高水位以上是借用“大断面”测量数据来计算水深的(并未采用实测水深),低水位以下采用实测水深,虽不完全符合规范的要求,但因整体河段仅存在局部冲刷,借用也算合理,流量是面积与流速之积,在面积成果计算合理的前提下,流量偏大只可能是由于流速测验成果偏大引起的,从图 9 看,2013 年 24 号、29 号、30 号、31 号、32 号点距偏离适线较远,因其测次较少,在流量整编时未将以上点据做特殊值处理,故导致水位-流量关系线右偏,以其整编出的流量也相应会偏大。

d. 从东密水文站测验整编记录来看,站点历年资料整编方法多是采用临时曲线推流,但各条临时曲线均为单一曲线,根据《水文资料整编规范》(SL/T 247—2020)中对单一水位-流量关系曲线的要求(符号检验、适线检验、偏离数值检验)对东密水文站历年水位-流量关系的定线方式进行合理性检查,按单一曲线法检验并控制各年分析误差均不差过 $\pm 5\%$,经检验分析,东密水文站 2011 年、2012 年水位-流量关系定线合理,2013 年水位-流量关系定线不合理。

3.3 泥沙复核

东密水文站泥沙测验以单沙近似代替断沙测验,起点距为4m,参考东密水文站测站位置河宽,该点距基本处于河岸边,水流流速较慢,泥沙含量较低,与河道实际泥沙含量不符,点绘东密水文站历年逐日水位-

悬移质输沙率过程线(见图10~图11)。由图可知,东密水文站泥沙测验存在漏测现象,历年水位过程线与悬移质含沙量过程线不完全对应,每次洪水的泥沙采样次数未能控制整个洪水过程线,因此泥沙资料可靠性较低,不满足使用要求。

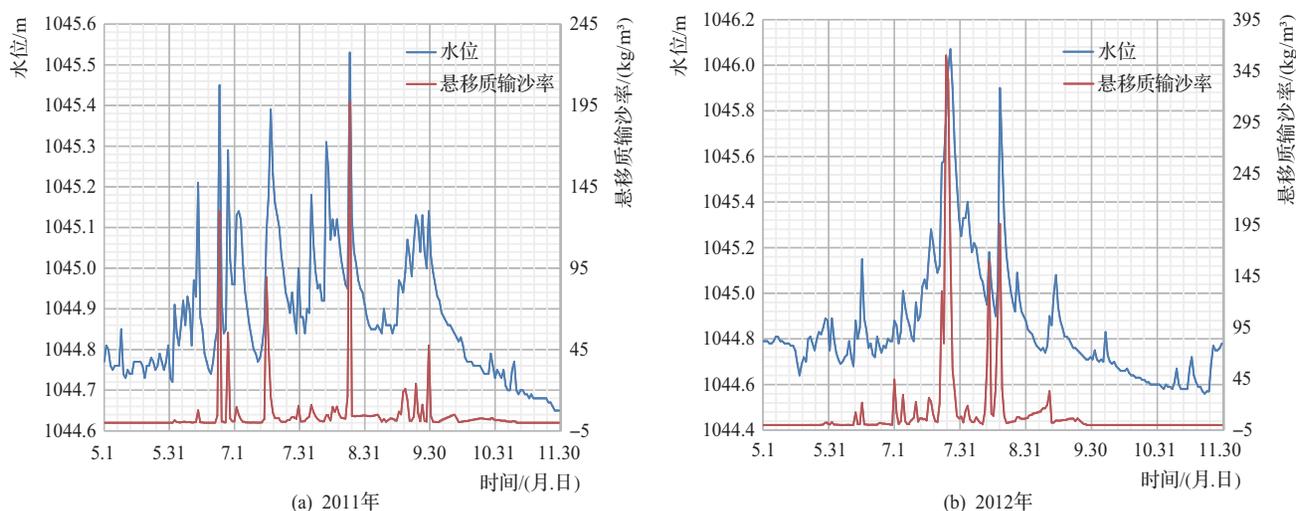


图10 东密水文站2011年、2012年实测水位-悬移质输沙率过程线

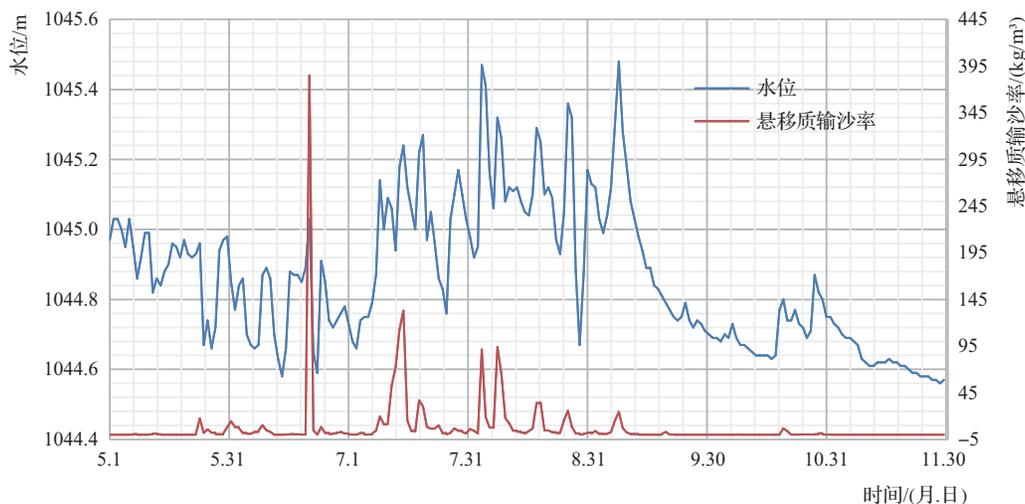


图11 东密水文站2013年实测水位-悬移质输沙率过程线

3.4 降水、径流对照检查

将东密水文站2011年5月至2012年12月经流深与月降水对照(见图12)、将东密水文站与孟连水文站同期月径流深对照(见图13)。由图可知,东密水文站

逐月降水与月径流深虽局部出现突变,但整体峰谷基本对应,东密水文站与孟连水文站同期径流深对应关系较好,两者之间峰、谷变化趋势一致。

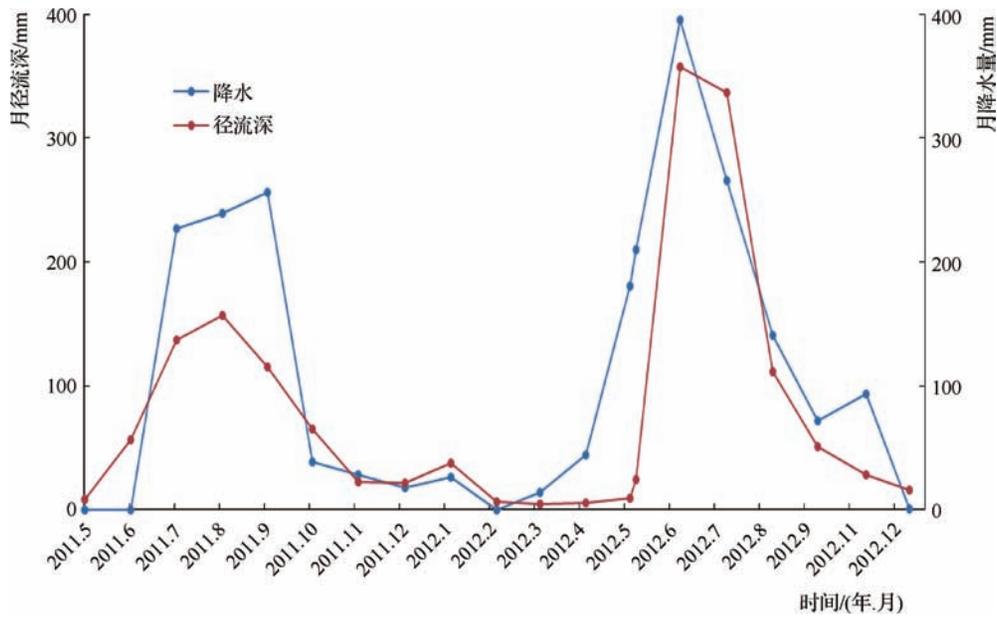


图 12 东密水文站月径流深和月降水量过程对照

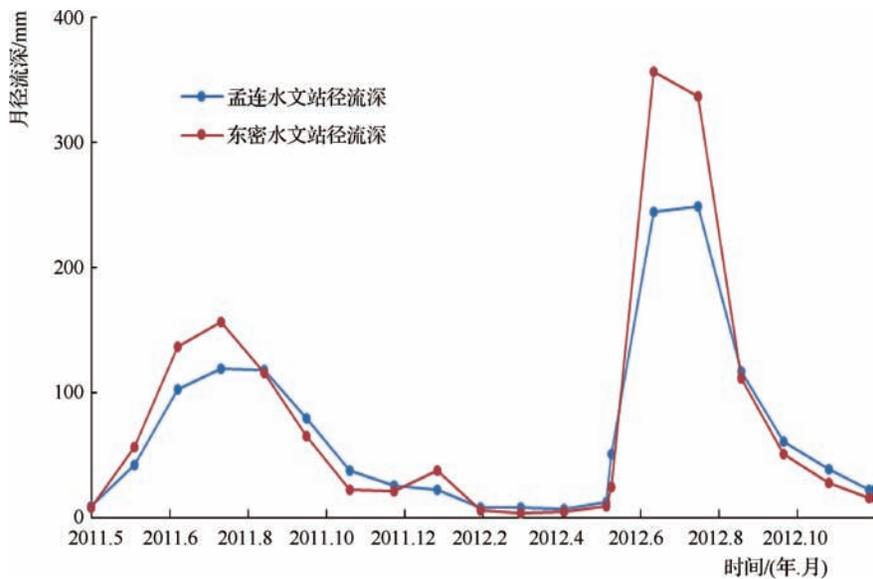


图 13 东密水文站与孟连水文站月径流深过程对照

4 结 论

a. 东密水文站历年水准点、水尺零点高程稳定, 在 2011 年 11 月至 2012 年 4 月(枯水段), 水位观测采用“二段制”, 其余时段根据河道洪水的涨落情况再增加水位观测的次数, 该观测方式是符合规范要求的, 经复核: 观测水位过程线连续, 年头年尾衔接, 无漏测峰顶水位, 资料可靠。

b. 东密水文站历年测流均有采用简测法和常测

法, 历年简测法 67 次, 常测法 22 次, 常测法相对较少, 按《河流流量测验规范》(GB 50179—2015) 应对东密水文站常测法和简测法进行常简分析, 只有累计频率达 75% 以上的误差不超过 $\pm 4\%$, 累计频率达 95% 以上的误差不超过 $\pm 8\%$, 方可认为简测方案成立, 考虑到小流域资料宝贵, 其误差可适当放宽。虽然东密水文站测验资料整编不够规范, 但从历年整编资料来看, 常测法与简测法之间点据结合尚好, 同时常测法测验

时均已实测水深,故暂且认为简测法水面系数(0.85)合理,进一步论证仍需对各站点面上降水-径流深关系进行综合检查,以判断东密水文站是否出现系统偏离。

c. 东密水文站虽枯期测流受基准断面下游 200m 处引水工程影响,但影响甚微,且枯期测流断面基本位于基准断面以上,资料整编时以临时曲线法结合改正法水位推流,经分析认为:2013 年水位-流量关系定线不够合理,低水部分水位-流量关系所反映出的断面变化趋势与大断面变化趋势相反,该年成果不满足使用要求。从另一个角度来看,该年的高水外延幅度恰恰是最低的,由此可见,资料整编成果的合理性与高水外延幅度的大小无必然联系。

d. 东密水文站单沙测验位置距起点距 4m,距离岸边较近,泥沙含量少,不具有代表性,存在沙峰漏测

的情况。

参考文献

- [1] 姜秀娟. 温泉水文站水文资料整编复核[J]. 科技研究, 2014(17):606.
- [2] 刘冬英,陈玺,黄燕,等. 缅甸伊洛瓦底江流域水文资料初步复核评价[J]. 人民长江,2018,49(22):112-117.
- [3] 陈剑霞,黄维东. 黑河黄藏寺水文站水文资料合理性复核分析[J]. 甘肃水利水电,2016,52(9):5-11.
- [4] 姜其贵,曹永强,李培蕾. 水文资料计算与复核研究[J]. 水力发电,2005(1):15-18.
- [5] 白莉东. 浅谈水文资料整编合理性分析[J]. 地下水,2011,33(4):125-126.
- [6] 刘洋,李伟. 流量资料整编成果合理性检查实例分析[J]. 黑龙江水利科技,2012,40(1):71-73.

(上接第 28 页)用水大户、中型灌区和公共机构开展水效领跑者引领行动,形成全社会珍惜水、保护水、节约水的良好氛围。

5 结 语

通过开展县域节水型社会达标建设绩效评价,临泽县实现了用水总量和强度双控目标,水资源优化配置和高效利用节水技术有效推广,水资源水环境保护水平明显提升,节水已成为引领临泽县绿色转型发展的新引擎。临泽县域节水型社会达标建设的实践和经验,可为水资源相对短缺的干旱荒漠区节水型社会建设提供借鉴,也为全国的农业优先型地区提供了可复制的“临泽经验”。

参考文献

- [1] 李明. 临泽县生态节水激活绿色发展新动能[N]. 张掖日报,2020-3-24(2).
- [2] 李吉超. 临泽县实行最严格水资源管理制度的实践与思考[J]. 水利发展研究,2018(4):16-18.
- [3] 王喜峰,马真臻. 双循环格局下我国需水空间形势的研判[J]. 中国水利,2020(21):48-50.
- [4] 董静,李先磊,杨瑶. 江宁区国家级县域节水型社会达标建设实践与思考[J]. 水利发展研究,2020(4):21-23.
- [5] 陈杰. 实施国家节水行动保障江苏高质量发展[N]. 新华日报,2018-3-22(3).
- [6] 段淑艳,周茂飞,沈洪臻. 临沂市莒南县节水型社会建设试点实践与思考[J]. 水资源开发与管理,2021(7):24-27.

河滩地整治工程对颍河阜阳闸水文站影响分析

陈阿朋

(安徽省阜阳水文水资源局,安徽 阜阳 236000)

【摘要】 为提高城市河流堤防防洪标准,修复改善河滩地水生态环境,对颍河阜阳闸水文站管理范围内的左岸滩地进行整治,根据水文监测断面流速、含沙量分布规律和河流特性分析以及工程施工河流的冲刷壅水计算结果,河滩地整治工程对水文站的监测环境、闸上水位、断面流量、沙量和水质监测均有一定的影响,据此提出了相应的水文监测补救措施和建议,以保证水文站资料的连续性以及防汛工作的正常开展。

【关键词】 河滩地整治工程;水文站;影响分析;颍河;阜阳闸

中图分类号: TV85

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-038-05

Analysis of the Influence of Flood Land Regulation Project on Yinghe Fuyang Hydrological Station

CHEN Apeng

(Anhui Fuyang Hydrology and Water Resources Bureau, Fuyang 236000, China)

Abstract: In order to improve the flood control standard of urban river embankment, repair and improve the ecological environment of the flood land, the left flood land within the management scope of Yinghe Fuyang Hydrological Station is regulated. Through the analysis of the flow velocity of the hydrological monitoring section, the distribution law of sediment concentration and the characteristics of the river as well as the calculation results of the erosion backwater of the river in the project construction, it can be concluded that the flood land regulation project has certain influence on the monitoring environment of hydrological station and the monitoring of upper water level of sluice gate, section discharge, sediment quantity and water quality. Accordingly, the corresponding remedial measures and suggestions for hydrological monitoring are put forward, which can ensure the continuity of hydrological station data and the normal development of flood control work.

Key words: flood land regulation project; hydrological station; analysis of influence; Yinghe River; Fuyang Sluice

城市河流是城市生态平衡的重要因素,是城市的绿色生命线,具有防洪排涝、水路运输、供应水源、娱乐、美化环境、保持自然生态等多项功能,对城市生态

建设具有重要意义^[1]。安徽省阜阳市颍河北京路桥至阜阳闸段位于城市中心区域,该段颍河左堤是淮北大堤的组成部分,同时也是阜阳城市防洪堤,属于 I 级堤

收稿日期: 2022-05-24

作者简介: 陈阿朋(1977—),男,工程师,学士,主要从事水文监测管理工作。

防,目前按颍河 20 年一遇、淮河干流 100 年一遇洪水设防。该段堤防 2003 年进行了应急加固,因居住群众众多,为保护群众安全,将防洪墙向西调整约 50m。目前防洪墙留有多个缺口,达不到规定的防洪要求,存在安全隐患。该段左岸滩地有废弃建筑及油罐等阻水设施,河滩区杂草丛生,不仅影响了城市形象,且缩窄了河道行洪断面,也对下游阜阳闸等跨河建筑物形成安全隐患。因此,亟须实施该段堤防建设和河滩区环境整治工程,修复区域水生态环境,保障城市防洪安全,实现阜阳市区颍河优质水资源、健康水生态、宜居水环境、人水和谐的城市河流治理目标^[2]。

1 基本情况

阜阳闸水文站建成于 1958 年 6 月,位于阜阳市三

里湾,为颍河下游控制站,集水面积 35246km²,多年平均径流量 40.06 亿 m³。该站属于国家重要站,一类精度站,主要测验项目有:水位、流量、输沙量、降水量、蒸发量和水质等。设站目的是为防洪、航运、灌溉、供水、水生态等服务。

颍河左岸河滩地整治工程范围为北京路桥至阜阳闸段,长约 1360m,宽约 80~150m,工程内容包括河滩地整治施工绿化和防洪堤加固,开工时间为 2021 年 10 月,计划 2023 年 5 月完工。在此区间内,对岸有阜阳闸水文站闸上自记井,自记井距北京路桥 1110m,距阜阳闸 250m,工程区域与对岸水位井之间的水面宽约 186m。阜阳闸下游有水文站管理房、观测场、测流测沙断面等。工程区域与阜阳闸水文站的位置关系见图 1。

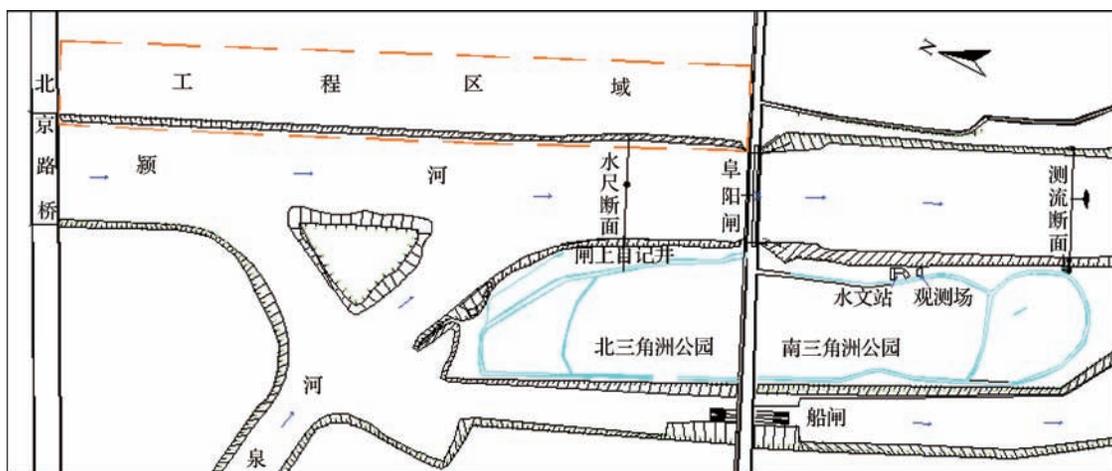


图 1 工程区域与阜阳闸水文站的位置关系

2 评价范围及对象

2.1 评价范围

根据《水文监测环境和设施保护办法》,在水文测站上下游各 20km(平原河网区上下游各 10km)河道管理范围内,新建、改建、扩建工程影响水文监测的,建设单位应当采取相应措施,在征得对该水文测站有管理权限的流域管理机构或者水行政主管部门同意后方可建设^[5]。该工程范围较为明确,区间并无其他工程及设施,且施工期间及建成后由于行洪能力的改变,可能也会对闸下游水文监测产生一定影响,因此选择颍河

北京路桥—阜阳闸下缆道测流断面区间作为本次评价范围。

2.2 评价对象

根据现有站网分布情况,评价范围内涉及的站点仅有阜阳闸水文站。工程建设及运行后,阜阳闸水文站闸上游水位、水质等水文测验项目可能会受到较大影响,因此确定本次评价对象为阜阳闸水文站。

3 洪水影响分析

3.1 断面流速、含沙量分布分析

颍河经不断的治理疏浚,河流断面发生了较大变

化,特别是流经阜阳城区的颍河两岸,堤防坚固,大部分河滩地得到美化绿化,水清岸绿,变成了人水和谐的美丽风景带,是市民休闲锻炼的好去处。阜阳站上水尺断面右岸,由原来的居民区变成了三角洲公园,本次河滩地整治工程位于阜阳站上水尺断面的左岸,横断面属于窄深河道,闸上水位常年保持在 29.00m 左右,一是满足颍河通航的需要,二是为了水生态的需要。闸上水尺断面工程位置见图 2。

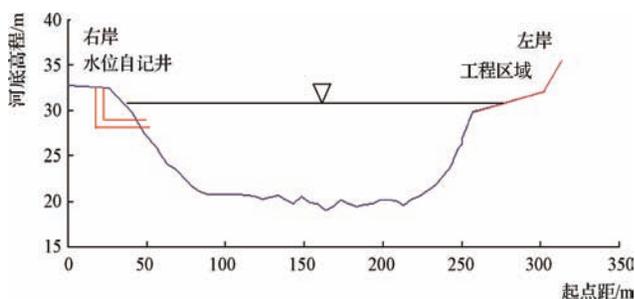


图2 闸上水尺断面工程位置

2021年,受颍河上游郑州等地暴雨洪水影响,颍河发生较大洪水,阜阳闸上最高洪水位 31.98m,闸下游最高洪水位 31.77m,是中华人民共和国成立后颍河继 1975 年和 1965 年之后的第三位洪水位。根据 2021 年最大实测流量、输沙率成果,分析断面流速和含沙量的分布情况,见图 3。分析表明:当颍河发生大洪水时,阜阳闸闸门提出水面,断面最大的流速和含沙量出现在左岸侧,与工程同一侧,施工范围边界与流量、沙量监测断面距离为 0.63 ~ 1.99km,距离较近,施工期间和施工后对河道断面的流速和含沙量分布有一定的影响,需要加大流量和输沙率测次,分析影响的情况。

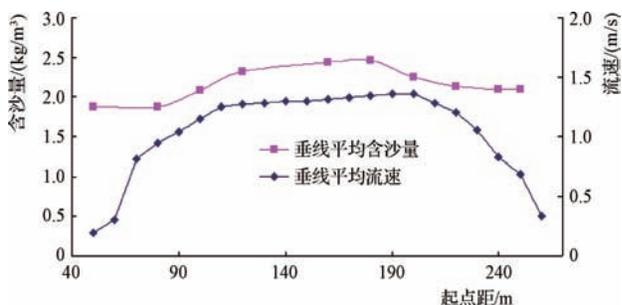


图3 断面流量、含沙量分布

3.2 壅水分析

堤防内滩区面积 14.94 万 m^2 ,设计绿化面积 10.78 万 m^2 ,其中灌木种植面积 5.12 万 m^2 ,地被植物(草坪、花、草等)面积 5.66 万 m^2 ,另有乔木 33 株,稀疏种植于靠近堤防处。河滩区种植草坪、花、草等,在高水时对河道壅水会产生一定影响。地被植物对河道壅水产生的影响主要考虑其对滩区糙率的改变。景观设计对该段滩区地形进行了处理,与填方区域相比,挖方区域更加靠近河道侧。

洪水影响分析中,充分考虑地形变化及绿植占用滩区后对河道横断面的影响,对计算横断面进行了修正。对颍河北京路桥至阜阳闸段设计工况下河道泄洪能力进行计算,下边界水位、河道流量与工程措施实施前保持一致。河道糙率考虑景观措施对左岸滩区糙率的影响,安徽省境内沙颍河阜阳闸以上滩区糙率取值为 0.0275,本次计算考虑到灌木、地被植物等种植后,会增加该段滩地糙率值,因此参考天然河道洪水期有长草滩区糙率选取推荐值,该段滩地糙率取值为 0.0335。100 年一遇工况下工程实施前、后颍河北京路桥至阜阳闸水位对比见表 1。

表1 100年一遇工况下工程实施前、后颍河北京路桥至阜阳闸水位对比 单位:m

计算节点	北京路桥	阜阳闸上	阜阳闸下
工程实施前水位	33.831	33.680	33.380
工程实施后水位	33.829	33.680	33.380
水位变化	-0.002	0	0

经计算,该工程实施后,100 年一遇工况下河道设计洪水位降低 0.002m,未抬高河道水位,对防洪基本没有影响。

3.3 冲刷与淤积分析

河滩地工程包括阻水高滩切除、平台整治工程,工程位于颍河左岸滩面上。该段河流顺直,河床由砂土构成,易冲淤,考虑到河槽底部形态及河道流态基本未发生变化,仅对位于滩面的切滩、整治平台临水侧边坡进行抗冲刷分析。

根据《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》(SL/T 808—2021),平顺护岸冲刷深度计算公式如下:

$$H_s = H_0 \left[\left(\frac{U_{cp}}{U_c} \right)^n - 1 \right] \quad (1)$$

$$U_{cp} = U \frac{2\eta}{1 + \eta} \quad (2)$$

式中: H_s 为局部冲刷深度,m; H_0 为冲刷处的水深,m; U 为近岸垂线平均流速,m/s; U_{cp} 为近岸垂线平均流速,m/s; U_c 为泥沙起动流速,m/s; n 与防护岸坡在平面上的形状有关,取 $n = 1/4 \sim 1/6$,本次取0.20; η 为水流流速分配不均匀系数,根据水流流向与岸坡交角 α 查表取1.0。

依据《堤防工程设计规范》(GB 50286—2013),顺坝及平顺护岸冲刷深度计算结果如下:局部冲刷深度为0.35~0.52m。阻水高滩地切滩后,坡面裸露,据地质勘探报告揭露,切滩面分布有轻粉质壤土层,受水流冲刷,易坍塌滑坡;整治平台迎水侧河势开阔,风浪较大,易对整治平台外坡面产生淘刷破坏。工程设计已考虑30.00m高程(常水位)以下坡面的生态混凝土预制块防护措施,建议结合台(坡)面排水对30.00m高程以上的外坡面进行必要的防护。

4 水文监测影响分析

4.1 对测验环境的影响

根据《水文监测环境和设施保护办法》,水文监测河段周围环境保护范围为:沿河纵向以水文基本监测断面上下游各一定距离为边界,不少于500m,不大于1000m;沿河横向以水文监测过河索两岸固定建筑物外20m为边界,或者根据河道管理范围确定;水文监测设施周围环境保护范围,以监测场地周围30m、其他监测设施周围20m为界。

滩区整治工程不在阜阳闸水文站水文测验河段保护范围内。但由于滩区整治对颍河左岸滩地进行挖方、填方施工等,势必会对颍河水流产生扰动,同时致使河道含沙量增加,可能会进一步加剧了颍河两岸冲

淤变化,对阜阳闸水文站闸上水位井安全产生一定影响。工程建设后增大了闸上游河段的行洪能力,会对阜阳闸水文站闸上水位井测验等产生一定影响,导致已率定的水位-流量关系发生变化。

4.2 对测验设施的影响

阜阳闸水文站水文监测设施,包括水文站站房、观测场、通信设施、水位自记井、缆道房、观测道路等,均分布于颍河南北三角洲公园内。

工程实施过程中,由于水流扰动,对闸上自记水位井进水口结构安全可能造成一定影响。同时,现状附近河段两岸冲刷较为明显,工程建成后,进一步扩大了闸上游河段行洪能力及水流流态的变化,进一步加剧了两岸冲淤变化,使河道含沙量增加,可能会对自记井的安全产生一定影响,导致进水口淤积。

站房位于阜阳闸下约260m处,工程建设和施工仅在阜阳闸上段,不会对其产生直接影响。观测场紧邻站房布置,目前有降水、蒸发观测,工程施工也不会对其产生影响。

4.3 对水文要素监测的影响分析

4.3.1 对水位监测的影响

由壅水计算结果可知,工程建设后,会引起局部河段水位变化,在遭遇100年一遇设计洪水时,工程区间河道设计洪水水位降低0~0.002m。因此,本工程建成后对闸上水位观测会产生一定影响。另外,工程施工会造成自记井进水口附近含沙量增加,导致进水口淤积,施工完成后,河道含沙量恢复正常,这种影响不再存在。

4.3.2 对流量监测的影响

现状流量测验采用走航式声学多普勒流速剖面仪(Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP)和缆道流速仪测流,以流速仪为主。阜阳闸水文站深孔淹孔、浅孔由孔、浅孔深孔、浅孔由堰均用系数线推流,每年按系数线相关因素的高、中、低部各校测2~3次。一般枯水年测流20次左右,丰水年测流80次左右,出现没有定线的流态测次则更多。

工程全部集中在阜阳闸上区间,现状阜阳闸水文站测流断面位于闸下 627m 处,工程建设期间和建成后,对流量监测断面的垂线流速有一定影响,破坏了已率定好的部分流态的流量系数关系。

4.3.3 对降水量、蒸发量观测的影响

工程位于阜阳闸上,不在水文监测设施环境保护范围内,不会对降水量、蒸发量观测产生影响。

4.3.4 对悬移质泥沙测验的影响

阜阳闸水文站历年单断沙关系为 1:1,一般每年测单沙 120 次左右,输沙频次为 6 次左右。工程建设期间以及建成后,对泥沙监测断面的含沙量分布有一定影响,需要重新率定单沙断沙关系,泥沙测验需要增加测次。

4.3.5 对水质监测的影响

阜阳闸水文站所在的水功能区为颍河阜阳排污控制区,目前承担 1 个监测断面(每月一次)的监测任务,位于阜阳颍河闸桥上。项目实施过程中,需要进行局部的开挖、填方等施工,大型机器施工会产生临时性的废油、废土、废渣以及生活污水,可能会对河段水质产生影响。工程施工期和完工后,均应增加水质监测频次。

5 水文监测补救措施及工程设计建议

5.1 水文监测补救措施

工程建设期间及建成后,会对阜阳闸水文站现有的观测项目产生一定影响,需要针对其影响实施补救措施。水文监测补救措施分为工程措施和非工程措施。

a. 工程措施主要有河道两岸护坡、护岸,闸上水位井进水口清淤,新增走航式 ADCP 及配套设施等。

b. 非工程措施主要有分析测站来水、来沙条件和特性变化,预报方案修订,资料分析等。

5.2 河滩地工程设计建议

鉴于传统的河流景观设计仅停留在景观的一般美

学意义上,而忽略了河流的自然性、生态性,使得河流的生态环境质量下降^[3]。在进行河滩地整治设计时,应当重新审视河流这一宝贵资源,勇于探索,敢于创新,以新的理念规划和设计城市河流景观^[4]。满足安全性、自然性、生态性、观赏性、亲水性、文化性六个方面的功能^[5]。工程设计和建设单位应与水利和园林规划部门加强联系和沟通,使颍河左岸河滩地整治工程与三角洲公园整体设计相融合,保证阜阳闸水文站资料的连续性以及防汛工作的正常开展。

6 结语

通过颍河滩区整治工程对阜阳闸水文站水文监测的影响分析,提出了水文监测的影响及补救方案,充实了工程建设可行性论证中的水文部分内容;工程建设对水文站现有的观测方案影响较小;建设期间会造成自记井进水口附近含沙量增加,导致进水口淤积,需增加清淤频次;建议增加 1 套走航式 ADCP 进行流量测验,加强单断沙关系线和流量系数线的率定工作;实时监视河段水质变化。同时,提出了河滩地整治工程在保证城市防洪安全的同时,要借鉴发达地区河流生态建设先进经验,用新的理念规划和设计城市河流景观,给人们提供舒适的休闲娱乐空间,以满足人们精神、文化等多方面的需求。◆

参考文献

- [1] 张明,曹梅英. 浅谈城市河流整治与生态环境保护[J]. 中国水土保持,2002(9):33-34.
- [2] 周亚莉. 城市河流生态修复与景观设计[J]. 中国西部科技,2011(10):52-54.
- [3] 雷国龙,季建国,邸琰茗. 城市河流生态修复技术研究[J]. 水资源开发与管理,2022,8(1):27-33.
- [4] 芮晔,祁凯,顾梅芳. 论生态修复在江阴河流综合整治中的应用[J]. 水资源开发与管理,2017(1):46-51.
- [5] 王薇,李传奇. 城市河流景观设计之探析[J]. 水利学报,2003(8):117-121.

深圳市福永河流域系统治理实践及 长治久清探索

易升泽

(中电建生态环境集团有限公司,广东 深圳 518100)

【摘要】 深圳市黑臭水体数量众多,生态环境问题十分突出。本文以深圳市福永河流域为例,通过对其水质状况、存在的主要问题、整治方案、治理成效等方面进行阐述和分析,总结了我国南方典型城市黑臭水体系统治理的实践经验,以及2019年以来为实现长治久清目标采取的截污纳管、雨污分流、流域统筹、系统治理、生态修复等措施,及其全面消除黑臭水体、水质稳定消除劣V类水体、水质稳步提升的治理成效,其治理实践可为其他类似地区河流水污染治理及长治久清提供参考。

【关键词】 福永河流域;系统治理;水质提升;长治久清

中图分类号: X522

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-043-06

Practice of Systematic Treatment and Exploration on Long-Term Governance and Clean of Fuyong River Basin in Shenzhen

YI Shengze

(PowerChina Eco-Environmental Group Co., Ltd., Shenzhen 518100, China)

Abstract: There are many black and odorous water bodies in Shenzhen, and the ecological environment problem is very prominent. Taking Fuyong River Basin in Shenzhen as an example, this paper expounds and analyzes its water quality status, existing main problems, regulation scheme and treatment effect, and summarizes the practical experience of the management of black and odorous water body system in typical cities in the south of China. It also summarizes the measures taken since 2019 to achieve the goal of long-term governance and clean, such as sewage collection pipe, diversion of rain and sewage water, watershed planning, systematic governance, and ecological restoration, as well as the treatment effect including the overall elimination of black and odorous water bodies, the stable elimination of inferior V water bodies, and the steady improvement of water quality. The treatment practice can provide reference for other similar areas of river water pollution treatment and long-term governance and clean.

Key words: Fuyong River basin; systematic treatment; improvement of water quality; long-term governance and clean

深圳市作为全国面积最小、产业最密集、人口密度最高的超大型城市,人口、经济快速增长而治污滞后,使其河流水环境污染程度非常严重,黑臭水体数量居全国36个重点城市之首,严重影响了深圳居民的生活

收稿日期: 2022-06-21

基金项目: 广东省重点领域研发计划项目(2019B110205005);深圳市科技创新委员会技术攻关面上项目(JSGG20201103094600001)

作者简介: 易升泽(1992—),男,工程师,硕士,主要从事水环境治理、地下水污染修复技术等研究工作。

环境,限制了深圳市经济的可持续发展^[1]。2015年,深圳市提出“三年消除黑涝,五年基本达标,八年让碧水蓝天共同成为深圳亮丽的城市名片”的基本目标^[2]。2018年11月,深圳市要求全市必须在2019年底全面消除黑臭^[3]。经过努力,深圳市于2019年底实现全市域消除黑臭水体,水环境实现历史性、根本性、整体性好转。2020年,深圳市全面巩固提升水污染治理成效,五大河流考核断面平均水质全部达到Ⅳ类及以上^[1]。

本文通过对深圳市宝安区福永河水水质状况、主要水环境治理工程概况、问题剖析、整治方案、治理成效等进行阐述和分析,总结了我国南方典型城市黑臭水体系统治理的实践经验,以及2019年以来为实现长治久清目标采取的措施及其治理成效,可为其他地区的黑臭水体治理及其长治久清提供参考。

1 福永河流域水系及其水质状况

福永河位于深圳市西北部的宝安区,属于珠江口

流域水系,发源于大庙山,由东向西穿过广深高速公路、广深公路、福永街道办事处,中途依次汇入机场北排渠、孖庙涌、虾山涌,穿西海堤岸后汇入珠江口,干流长7.7km,其中暗涵长3.1km,明渠长4.6km,流域面积为23.94km²。福永河共有3条支流,总长4.3km,其中暗涵共计2.7km;33条岔流,总长26.7km,其中暗涵共计24.3km。由于长期的生活污水直排、雨天污水系统溢流、雨污混流入河等原因,福永河流域内水质总体较差,主河道氨氮、透明度等水质指标均处于黑臭水体的标准,其部分支流、岔流水质重度黑臭,排污量约5.0万t/d,严重影响附近居民生活和城市形象。深圳市治水提质指挥部提出:全市必须在2019年底全面消除黑臭水体。为了实现宝安区所辖范围的黑臭水体、排水渠涵、小湖塘库在2019年底基本消除黑臭的目标,实施了宝安区2019年全面消除黑臭水体工程(大空港片区),该工程红线范围内最大的河流流域为福永河流域。福永河流域水系分布见图1。

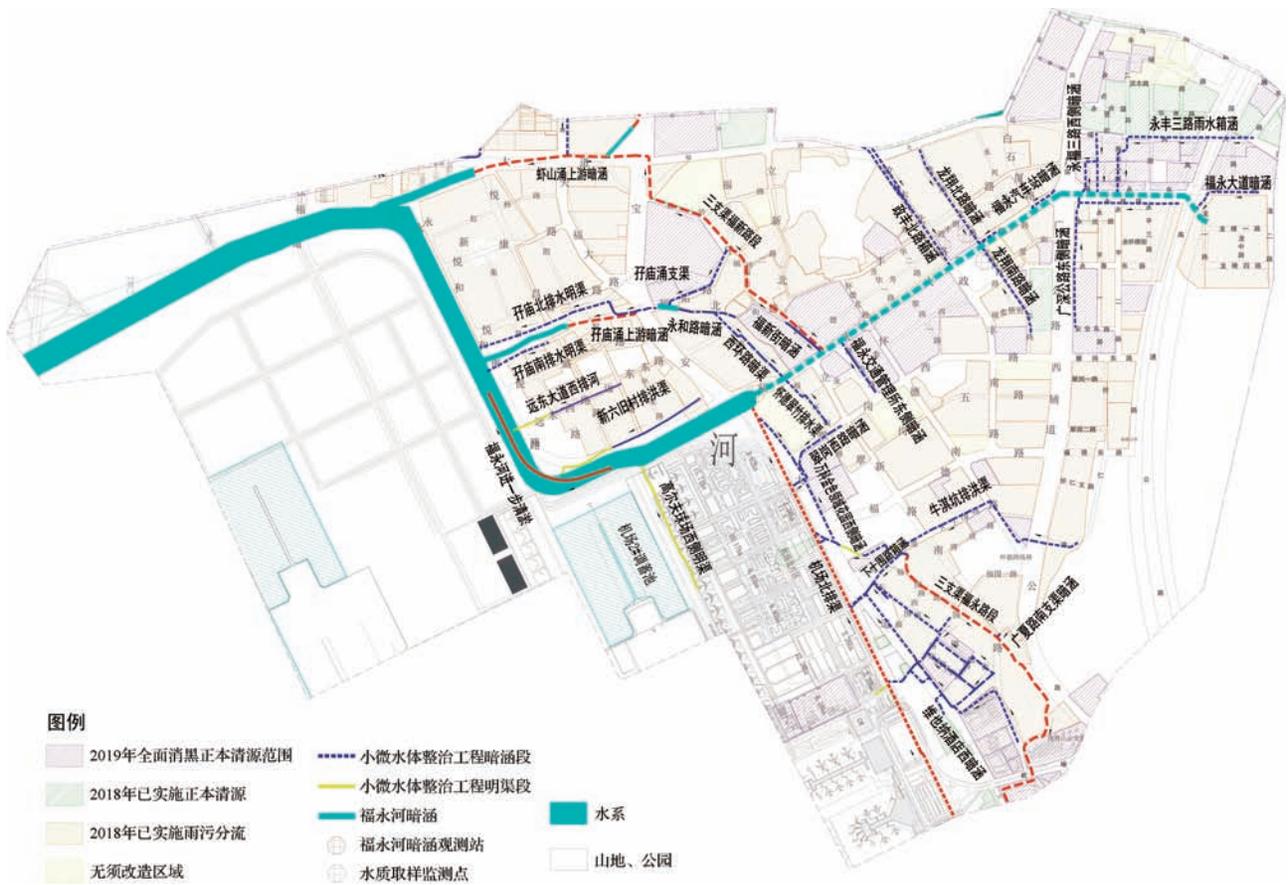


图1 福永河流域水系分布

2 福永河流域主要水环境治理工程简介

2.1 福永河水环境综合整治工程

主要沿福永河右岸建设截污干管、箱涵,将5个人河排污口污水截排接入福洲大道污水干管。该工程于2017年底基本完工。

2.2 福永河暗涵清淤及修复工程

主要对主暗涵内河道全面清淤,清淤长度3090m,淤泥量30303.5m³。对轻微结构性缺陷进行局部修复,对中等和严重结构性缺陷进行分段修复。2018年10月15日完成清淤任务,2018年底前完成暗涵修复工程。

2.3 雨污分流管网工程

主要相关工程有福永街道福永怀德片区、立新水库周边片区及福海街道新和桥头片区雨污分流管网工程。主要涉及对福永河流域内的现状市政道路下污水管道、住宅区的雨污分流及正本清源,工业区室外道路下分流污水管的铺设,共新建、翻建雨污水排水管网约153.5km,完成建筑立管改造约388.2km,完成小区雨污分流共107个。该工程主要工程量已于2018年完成。

2.4 大空港片区正本清源工程

对大空港片区内所有未实行雨污分流、正本清源的排水小区,实施正本清源工程。主要涉及福永河上游区域、机场北排渠周边共29个排水小区的正本清源改造,该工程已于2018年基本完工。

2.5 大空港片区全面消黑工程

2019年2月起,全面统筹“网、源、河”三类工程,对河道暗涵及支岔流进行排口溯源纳污、清淤修复,完善市政管网及小区正本清源工程,开展老旧管网清淤疏浚,全面实现雨污分流、消除黑臭水体。

3 福永河流域主要问题剖析

3.1 外源污染严重

a. 排水口问题。由于福永河流域雨污分流及正本清源尚未全部完成施工建设,部分雨污分流改造不

彻底,部分污水管错接入雨水管,现状渠涵仍存在雨污合流排口和污水直排口,尤其雨季容易出现污水高位溢流入河,导致渠涵水体黑臭。

b. 面源污染严重。福永河流域渠涵大多数位于建成区市政道路下或住宅小区工业区周边,承担的主要任务为区域排水。降雨初期,雨水溶解了空气中的大量酸性气体、汽车尾气、工厂废气等污染性气体,降落地面后,雨水径流冲刷地表,重点面源污染点主要包括垃圾中转站、农贸市场、餐饮及汽修站点,使得前期雨水中含有大量的污染物质,直接排入渠涵,造成初雨面源污染^[4-5]。

c. 老旧管网渗漏严重。老旧管网存在较多结构性、功能性缺陷,渗漏较为严重,加之福永河流域地下水水位较高,渗漏的污水渗入地下水或雨水管道中,最终影响河道水质。

d. 管理、监管力度有待进一步加强。存在工厂偷排漏排、居民就近往雨水算倾倒餐饮残渣、垃圾、废水废液等现象。

3.2 内源污染突出

随着正本清源及“双宜小区”建设等工程的实施,支岔流中点源污染逐渐得到了遏制,由渠涵淤积物和漂浮物导致的内源污染逐渐成了支岔流黑臭的主要原因^[6-7]。福永河流域排查出的渠涵、小湖塘库基本处于无人管养状态,现状底泥淤积严重,有机质含量高,重金属超标,属于渠涵污染的二次污染源,影响了渠涵水质,并且严重影响了河道的防洪能力。

3.3 渠涵结构损坏

部分渠涵存在结构不同程度损坏、管线下穿等情况,比如:暗涵板墙保护层脱落、钢筋外露锈蚀及功能性缺陷等,需进行结构修复、拆除重建、管线迁改。大部分暗涵没有经过管道闭路电视(Closed Circuit Television, CCTV)检测,存在安全隐患。检查井数量较少,无法满足日常检查需求。

3.4 明渠生态受损

福永河流域各明渠段主要存在问题有:水生态、水环境污染严重,生态结构、植物群落单一,功能单一,周边绿化不足。此外,旱季或者较长时间晴天的情况下,

整个流域河道能获得的自然补水量较少。

4 福永河流域黑臭水体整治方案

福永河流域黑臭水体总体治理思路为全流域雨污分流,实施“三全治理”,即:全面截污、雨污分流,全面清淤、修复生态,全面补水、活水保质^[8]。具体治理方法如下。

4.1 控源截污

a. 贯彻执行“全口排查,追本溯源,源头纳污,全程分流”的基本原则,摸清每个排口的位置、水量、水质、大小等基本信息,建立排污口台账,对所有排口寻根溯源,针对各点源进行工程整治,由监督单位复核、验收、销号,并进行常态化巡查以实现动态管理。溯源发现、整治完成排口 1117 个,发现、整治完成点源 1363 个;完成小微水体整治约 30km。

b. 在流域范围内前期已实施的雨污分流及正本清源工程的基础上,对未达到正本清源深度或前期正本清源遗漏的区域进行局部雨污管道完善、立管改造、化粪池整治,布置环保雨水口,共完成正本清源小区 73 个,实现正本清源全覆盖。

c. 依据摸排结果、CCTV 检测成果及管道运管单位提供的数据,完成新建、翻建雨污管网约 127.6km,老旧管网清淤修复约 427km。

d. 针对福永河流域的垃圾中转站、农贸市场、餐饮及汽修站点四类地表垃圾和油污较多的污染点位开展雨污分流整治,特殊点位设置弃流井,将污染负荷较重的初期雨水弃流排入污水管道。共完成重点面源整治约 380 处。

4.2 内源治理

根据福永河测量及勘察资料揭露,现状河底存在 0.4~1.5m 厚污染淤泥,其重金属及其他污染物严重超标,受底泥的二次污染,河道内基本无可生存的动植物。结合河道断面疏浚,将河道淤积的底泥全部清除,翻晒后运至底泥处理厂进行处理,共完成清淤约 13.8 万 m³。对钢筋保护层脱落、表层混凝土侵蚀类的暗涵破损采用环氧树脂砂浆完成加固;对混凝土破损导致钢筋锈蚀严重类的缺陷采用凿除旧混凝土,增设钢筋、

现浇混凝土完成加固;对于暗涵变形严重的进行暗涵翻建。

4.3 生态修复

福永河生态修复采取沿河堤绿化,景观节点、上游小微水体明渠生态修复等工程措施^[9]。其中,小微水体以“生活宜居宝安区,重塑渠道水生态”为主题开展明渠生态修复、景观提升工程。共完成 5 条小微水体的明渠生态修复及福永河干流明渠段的生态修复。

4.4 生态补水

福永河主河道及其支流原已建设 3 个生态补水点,补水水源来自福永污水厂再生水泵站及立新湖水库,补水管长 4.72km,补水总量 8.4 万 m³/d,于 2019 年 3 月投入运行。全面消黑工程实施后,将补水延伸至上游暗涵及部分亟须补水的小微水体中,新建 8 个补水点,新增补水管网约 4.8km,更加合理地分配了补水量,充分利用了再生水资源。

4.5 水情监控系统

为动态掌握水质实时变化情况,在主暗涵及主要支涵建设暗涵观测站以及暗涵支岔流智能监测控制站。对河道暗涵氨氮、COD、pH 值、电导率、透明度 5 项水质特征因子进行常态化实时监控。当检测到水质参数异常的情况时系统将自动示警并记录示警数据,同时通过抓拍的方式记录实时情况并将告警情况通知到管理人员。暗涵支岔流智能监测控制站若监测到水质劣于地表水环境质量标准 V 类,系统自动控制污水流入市政污水管网中;雨季时,系统根据雨量计及电导率数据进行初期雨水截流。在暗涵观测点旁安装的实时河况公示牌能向公众展示暗涵的实时水质和监控视频,让公众参与到治水监督中。福永河流域共设计了 10 个智能监测(观测)站,目前已建成 6 个并投入运行,做到了对水质的精细化管控。

5 福永河流域黑臭水体治理成效

5.1 河道水质稳定达标

通过一系列工程、管理措施的落实,对比全面消黑整治前后第三方的水质监测数据,福永河水质监测取样点的水质已实现氨氮浓度常态化小于 1.5mg/L,溶

解氧浓度常态化大于 4mg/L, 相关水质指标明显好转并且呈现稳步向好的趋势, 表明所采取的系列工程措施、管理措施取得了良好效果。福永河在全面消黑工

程实施前后水质监测数据对比见表 1。福永河干流明渠、暗涵整治前后对比见图 2。

表 1 福永河在全面消黑工程实施前后水质监测数据对比

水质指标		ORP/mV	溶解氧/(mg/L)	透明度/cm	氨氮/(mg/L)	水质类别
全面消黑整治前	2017年10月	93.7	2.72	20	15.51	重度黑臭
	2018年4月	359.5	3.28	34	5.03	劣V
	2018年10月	287.7	3.85	29	8.87	轻度黑臭
全面消黑整治后	2019年4月	352.3	3.37	50	3.82	劣V
	2019年10月	379.3	5.67	44	2.90	劣V
	2020年4月	325.5	7.41	35	1.11	IV
	2020年10月	322.0	4.83	40	1.13	IV
	2021年4月	323.8	5.56	59	1.17	IV
	2021年10月	287.5	4.73	50	1.22	IV

注 上表为第三方水质监测数据月平均值。



(a) 明渠整治前



(b) 明渠整治后



(c) 暗涵整治前



(d) 暗涵整治后

图 2 福永河干流明渠、暗涵整治前后对比

5.2 彻底消除截污总口

福永河上游暗涵出口原来设置的总口闸属于沿河截污构成部分,起到非汛期总口截污作用,保障福永河水质达标,属污水系统管网的重要组成部分。整治后,福永河上游水质达到不黑不臭的目标,昔日福永河水闸截污已成历史,上游暗涵及各支岔流 11 个截污总口已全部消除。

5.3 实现雨污分流全覆盖

通过为期 3 年的全面消黑工程建设,流域内的市政雨污管网全部建设齐全,福永河流域范围内全部 209 个排水小区基本完成了正本清源改造,为污水不入河、雨水不入污水系统奠定了良好的建设基础。

5.4 建立常态化监管机制

宝安区政府已成立专门的水行政执法机构对水污染治理的违法行为进行日常执法管理,委托专业运营公司对新旧管网进行全面维护管理,水环境治理工作由以前的“以建为主”向“建管并重”转变。此外,出现水质恶化问题时,区水务局统筹水行政执法单位、运维单位、街道社区、设计施工单位等,联合对周边餐饮店、洗车店、农贸市场等重点经营单位面源污染实施精准打击,形成联合执法工作机制和集中打击工作模式。2021 年,水质智能监测(观测)站陆续建成,正逐步实现水质的实时监测,相关管理单位可随时掌握暗涵内的水质情况。

6 结 语

在福永河流域系统治理实践中,经历了从 2017 年沿河截污收纳两岸污水、雨污合流水的初级阶段到 2018 年雨污分流、织网成片、正本清源的改进阶段,为消除黑臭打下基础;自 2019 年起,发展为理水梳岸、循水溯源、源头纳污的进阶阶段,实现流域内全面消除黑臭;2020 年深圳市提出推动污水零直排区创建,深化治水工作,进一步实现了稳定消劣;2021 年深圳市再

次提出污水提质增效目标,将雨水从污水系统剥离,至 2021 年底,收纳福永河流域污水的福永污水处理厂进厂污水 BOD 年平均浓度达到 118mg/L,超过目标值 110mg/L,显著降低了雨天污水高位溢流入河现象。至此,福永河流域水质长期监测点主要水质指标已连续两年稳定达到地表Ⅳ类水标准,初步实现了长治久清的目标。在今后的治水工作中,将通过工程措施持续完善雨水分流及河流生态系统,通过强化管理措施提升设施管养和排水管理水平,通过严格执法监管推进面源污染整治,通过深化河湖长制制定切实可行的监督考核管理办法^[10],进一步巩固治水成果,持续保持福永河流域水环境的较高质量状态。◆

参考文献

- [1] 方胜. 深圳:一条条昔日“臭水河”变身鱼跃鸢飞打卡地 [N]. 深圳特区报,2021-04-07.
- [2] 深圳市治水提质指挥部. 深圳市治水提质工作计划(2015—2020 年)[R]. 2015.
- [3] 深圳市治水提质指挥部. 深圳市 2019 年全面消除黑臭水体工作指引[R]. 2018.
- [4] 雷声杨,丁时伟,胡东起. 初雨截留系统在河道水环境综合整治工程中的应用分析:以深圳某河道水环境综合整治工程为例[J]. 广东水利水电,2022(3):64-67.
- [5] 洪忠. 城市初期雨水收集与处理方案研究[J]. 中国农村水利水电,2010(6):41-43.
- [6] 路文典. 茅洲河流域水环境整治底泥污染治理方案及实践[J]. 水资源开发与管理,2021(12):63-76,52.
- [7] 周岩. 茅洲河清淤及底泥处置工程施工方案研究[J]. 陕西水利,2021(2):164-166.
- [8] 麦婉华. 宝安“1338”模式全面推进污水治理[J]. 小康,2020(14):76-79.
- [9] 蒋海飞. 南山区卫城 2 组浜小微水体的水环境改善措施探讨[J]. 水资源开发与管理,2022,8(7):42-46.
- [10] 宝安区水污染治理指挥部. 宝安区 2022 年水污染治理工作方案[R]. 2022.

曝气生物滤池与高效澄清组合工艺 在溢流污水项目中的应用

王莉

(上海宏波工程咨询管理有限公司,上海 201707)

【摘要】 由于污水处理厂处理规模有限,随着城市规模不断扩大,合流制管网存在旱天少量溢流,雨天大量瞬时溢流的问题,对受纳水体河流造成严重污染。本文以宿迁经开区某溢流污水项目为例,采用曝气生物滤池与高效澄清组合工艺,控制点源溢流污染物排放。结果表明,该组合工艺对 COD、NH₃-N、TP 和 SS 具有明显的净化效果,出水水质稳定达到地表水Ⅳ类标准,而且具有安装拆卸方便、占地面积小、运行成本低的特点,可作为溢流污染有效的控制措施,能有效治理河道点源污染,保护河道水环境。

【关键词】 溢流污染控制;曝气生物滤池;高效澄清系统;河道水环境

中图分类号: X703

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-049-07

Application of Combined Process of Biological Aerated Filter and High Efficiency Clarification in Overflow Sewage Project

WANG Li

(Shanghai Hongbo Engineering Consulting Management Co., Ltd., Shanghai 201707, China)

Abstract: Due to the limited treatment scale of sewage treatment plant, with the continuous expansion of the city scale, the confluence system pipe network has a small amount of overflow in dry days and a large amount of instantaneous overflow in rainy days, causing serious pollution to the receiving water body and river. In this paper, taking the overflow sewage project of Suqian economic development area as an example, the combined process of biological aerated filter and high efficiency clarification is adopted to control the discharge of pollutants from point source overflow. The results show that the combined process has obvious purification effect on COD and NH₃-N, TP and SS, with the effluent water quality being stable to achieve the surface level IV standard. It has the characteristics of convenient installation and disassembly, small occupation area and low operation cost. It can be used as an effective control measure for overflow pollution, which can effectively treat the point source pollution of river and protect the river water environment.

Key words: overflow pollution control; biological aerated filter; high-efficient clarification system; river water environment

随着开发区工业企业的日益壮大,生活污水排放量逐步增多,城市管网多数以合流制为主,现有污水处理厂规模有限,无法消纳全部水量,出现雨天初期雨水溢流,旱天生活污水少量溢流现象,造成受纳水体严重

收稿日期: 2022-07-21

作者简介: 王莉(1976—),女,高级工程师,硕士,主要从事水利及水环境工程管理工作。

污染。为了更好地治理河道点源污染现象,保护河道水环境,修复河道水生态,进行水资源开发与利用,水利及环保相关部门提出对溢流污水进行应急净化处理,以降低溢流污染。通常对于溢流污染控制措施包括源头治理、过程控制和末端治理^[1]。由于源头雨污分流改造困难,过程不可控因素众多,末端治理溢流污染是最为有效的手段^[2]。另外,由于现有土地资源紧张,临时占地受限,传统常用污水净化工艺 AAO 和 MBR 等停留时间长,占地面积大,有待寻求一种处理效率高,占地面积小,投资成本低的新工艺,用于解决溢流污染问题^[3]。因此,本文以宿迁经开区某溢流污水项目为例,采用曝气生物滤池与高效澄清组合工艺,控制点源溢流污染物排放,探索该工艺的可行性。

1 工程概况

1.1 基本情况

近年来,宿迁经开区持续招商引资,随着入驻企业增加污水量也激增,现有河西污水处理厂日处理规模 9.22 万 m³/d,接近满负荷运行,考虑到龙恒、天合等重大项目产能持续增加,区内商业地产陆续开发,污水水量还将不断增加,随时有外泄风险。因此,宿迁环保部

门提出在宿迁经开区设置一套应急净化设施,收集管网溢流污水,解决旱天溢流污染问题,待河西污水处理厂扩建完成后,将旱天污水及雨天初期雨水纳入水厂一并处理。

目前旱天溢流污水存在 10000m³/d 的缺口,急需采用临时污水应急处理设施净化后排入受纳水体,防止造成附近河道污染现象。由于土地资源有限,临时应急污水处理设施经批准选择在经开区通湖大道与东吴路北侧的绿化带上,批复总占地面积为 100m × 16m。该项目采用一体化曝气生物滤池和高效澄清组合工艺,处理规模为 10000m³/d,总占地面积为 96m × 14m,包括 1 套预处理模块、8 套一体化曝气生物滤池和 2 套高效组合澄清系统和辅助监测控制系统,出水达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)准IV类水后就近排入河中。

1.2 设计进出水水质要求

该项目管网溢流污水进水原水 COD 为 146 ~ 215mg/L,SS 为 42 ~ 60mg/L、NH₃-N 为 11 ~ 16mg/L、TN 为 18 ~ 28mg/L、TP 为 0.31 ~ 0.59mg/L,出水水质目标为达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)准IV类水,其中总氮出水水质要求为不大于 15mg/L。溢流污水进出水浓度见表 1。

表 1 溢流污水进出水浓度

单位:mg/L

主要指标	COD	SS	NH ₃ -N	TN	TP
进水水质	146 ~ 215	42 ~ 60	11.0 ~ 16.0	18 ~ 28	0.31 ~ 0.59
出水水质(准IV类)	30	10	1.5	15	0.30

1.3 方案比选

溢流污染控制常见技术包括 AO + MBR 膜工艺、AO + 高效沉淀池和曝气生物滤池 + 高效组合澄清系

统等工艺。本文就几种工艺的优缺点、占地面积、运行成本等方面进行综合比较,选取经济可行的工艺方案。工艺方案比选见表 2。

表 2 工艺方案比选

序号	性能参数	AO + MBR 膜工艺	AO + 高效沉淀池	曝气生物滤池 + 高效组合澄清系统
1	优点	抗冲击负荷能力强,出水最稳定	出水稳定性一般	采用生物膜法、化学除磷、高效沉淀技术等工艺,抗冲击负荷能力强,不会污泥膨胀,出水较稳定
2	缺点	污泥浓度高,好氧段易发生污泥膨胀,膜堵、膜衰减极易造成处理量大幅下降。MBR 膜在线清洗无法恢复,需体外清洗,维护难度高。膜化学药剂清洗易产生二次污染	出水稳定性相对较差,污泥浓度中等,好氧段易发生污泥膨胀 ^[4]	需要定期清洗滤料,存在滤料堵塞的风险

续表

序号	性能参数	AO + MBR 膜工艺	AO + 高效沉淀池	曝气生物滤池 + 高效组合澄清系统
3	占地面积	占地中等	占地较大	占地小
4	剩余污泥量	剩余污泥量中等	剩余污泥量多	剩余污泥量少
5	投资运行成本及配套	投资及运行成本高,配套设施复杂	投资成本高,运行成本中等,配套设施简单 ^[5]	投资及运行成本低,配套设施中等

经比较,考虑该项目出水水质要求高,占地面积小等因素,选取占地面积小、投资成本低、运行维护简便的曝气生物滤池 + 高效组合澄清系统工艺。

1.4 工艺流程

首先收集合流制管网溢流污水,通过集水井提升泵进入设有粗细格栅及沉砂池功能的预处理模块,去除进水垃圾和漂浮物,保证后续工艺所需水头。随后污水通过重力流进入曝气生物滤池,曝气生物滤池反应器内装填高比表面积的颗粒填料,以提供微生物膜生长的载体,污水由下向上流过滤料层,在滤料层下部鼓

风曝气,空气与污水同向接触,使污水中的有机物与填料表面生物膜通过生化反应得到降解,填料同时起到物理过滤作用。经过曝气生物滤池净化后的污水进入清水池,其作用是曝气生物滤池中的生物填料提供清洗水源,同时其出水通过提升泵进入高效组合澄清系统,采用后置高效澄清系统不仅可以保证进水碳源充足,使曝气生物滤池实现同步硝化反硝化反应,去除有机物、氨氮和总氮,后续高效澄清系统采用加载沉淀和化学絮凝原理可以进一步降解未去除的有机物、氨氮、总氮等指标,最后出水就近排入河道。工艺流程见图 1^[5-6]。

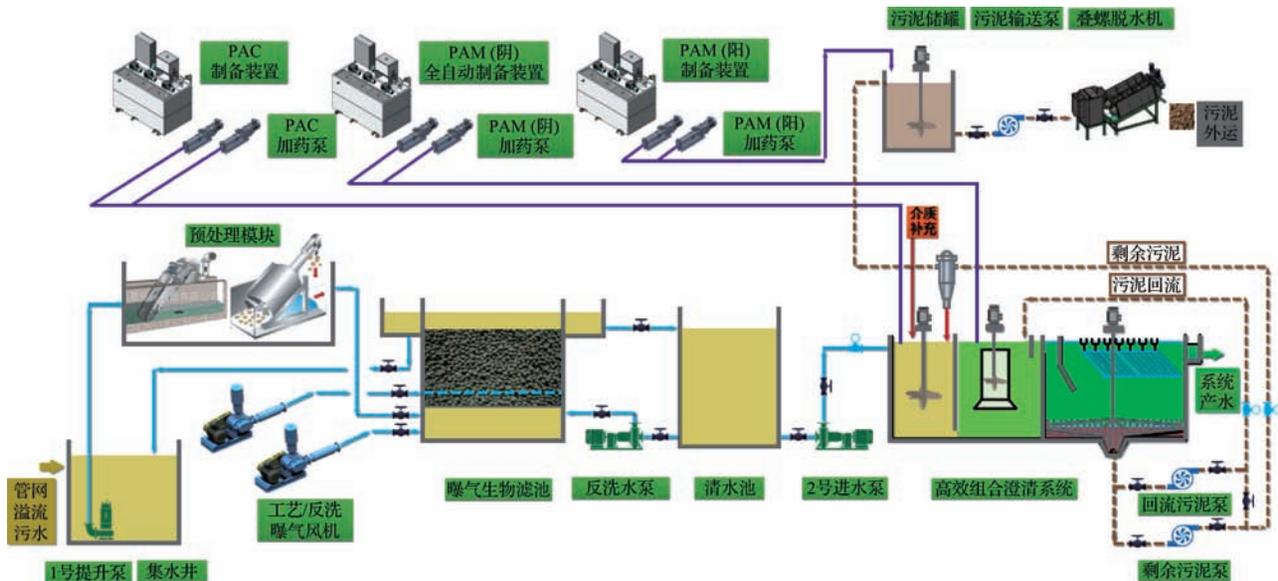


图 1 工艺流程

1.5 工艺设计

该项目设计总占地面积 $96\text{m} \times 14\text{m}$,主要包括预处理模块 1 套,曝气生物滤池 8 套,高效组合澄清系统 2 套。预处理模块主要由提升泵房和粗细格栅组成,主要用于拦截污水中携带的漂浮物、大颗粒悬浮物等。曝气生物滤池和高效组合澄清系统,主要通过生化与

物理化学相结合的方法降解溢流污水中的 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、TP 和 SS 等污染物质。其中 8 套曝气生物滤池和 2 套高效组合澄清系统均采用一体化碳钢防腐模块,单个模块尺寸为 $12\text{m} \times 3\text{m} \times 3.2\text{m}$,布置紧凑,安装方便,大大节约了占地面积。

曝气生物滤池由池体、滤料层、承托层、布水系统、

布气系统、反冲洗系统、出水系统和自控系统组成。曝气生物滤池采用下进式,污水通过配水配气系统经承托、滤料层吸附降解后从上部集水槽流出。根据进入的污水浓度调节曝气风量和反洗频率,实现滤料表面微生物增殖,降解污水中 COD、NH₃-N、TN 等污染物^[7]。

高效组合澄清系统由混凝区、絮凝区、浓缩区、斜板清水分离区、加药系统、污泥回流系统、介质分离装置及污泥脱水系统组成。该工艺将生化未降解的 COD、TP、SS 等进一步去除,通过加砂沉淀快速实现泥水分离,具有高处理量和短停留时间的特点,其占地面积是传统沉淀系统的 1/20。

2 系统启动与调试

该项目调试包括曝气生物滤池培菌挂膜启动调试和高效澄清系统加药调试。

曝气生物滤池启动调试主要分为三个阶段:接种挂膜阶段、微生物培养阶段和微生物驯化阶段(见表3)。总调试周期 23d,准备阶段进行滤料曝气清洗后,进入第一阶段:污泥接种挂膜阶段,进水量控制在 1000m³/d,

表3 系统启动与调试内容

阶段	调试周期	进水流量/(m ³ /d)	进水比例	调试内容
准备阶段	1d	3200	32%	联动调试工艺设备,清洗填料,调试好进水阀开度
第一阶段(接种挂膜)	3d	1000	10%	取生化反应池 99% 含水率的剩余污泥,通过预处理模块均匀给 8 座曝气生物滤池接种污泥,按照曝气生物滤池活性污泥量 4000mg/L 接种
第二阶段(微生物培养阶段)	12d	2000	20%	持续进水,进水流量控制在 2000m ³ /d 4d 反冲洗一次,污泥 100% 回流
第三阶段(微生物驯化阶段)	7d	↑1000	↑10%/d	持续进水,每天增加 10% 的设计负荷逐步提高进水流量直至设计满负荷,3d 反冲洗一次,污泥视情况 50% 回流

按照曝气生物滤池活性污泥量 4000mg/L 接种后,进行 72h 闷曝,24h 换水一次;第二阶段:微生物培养阶段,增加进水流量至 2000m³/d,4d 进行一次反洗,同时监测各项水质指标,根据硝化反应计算碳源短期情况,补充碳源至预处理模块,增加微生物量;第三阶段:持续增加进水流量,每日在稳定运行基础上流量增加 10%,调整反洗时间为 3d 一次,同时开启污泥回流,控制在 50%,直到进水流量提升至设计规模,进入稳定运行状态。

高效澄清系统主要通过投加砂介质和絮凝药剂达到快速絮凝沉淀的效果,加砂量为设计流量的 3%,混凝剂投加量平均为 100mg/L,絮凝剂投加量平均为 0.5mg/L,剩余污泥回流比为 15%。

3 调试运行效果

3.1 对污染物去除效果分析

3.1.1 对 COD 的去除效果分析

COD 去除效果见图 2。由图 2 可知,在污泥接种初期,采取低负荷进水闷曝方式挂膜,该阶段以滤料吸附截留为主,有机物有一定下降,随着生物量的增加,COD 去除率明显提升至 30% 左右,为了防止生物膜脱落,控制低溶解氧曝气量,浓度为 4~6mg/L,加速微生物增殖,通过更换原水补充新的营养物质,此阶段 COD 降解速率呈现明显上升趋势,COD 出水达到设计值 30.00mg/L 以下;2022 年 2 月 1 日起进入运行期,进水 COD 浓度为 146.30~214.94mg/L,出水 COD 浓度为 12.30~28.70mg/L,COD 主要在曝气生物滤池中去除,高效澄清系统辅助,该组合工艺对 COD 的平均去除率为 89.11%。

3.1.2 对 NH₃-N 的去除效果分析

NH₃-N 去除效果见图 3。由图 3 可知,正式投入运行后,进水 NH₃-N 浓度为 11.77~15.93mg/L,出水平均浓度为 1.10mg/L,达到设计出水指标,平均去除率为 92.01%。NH₃-N 主要在曝气生物滤池中通过硝化细菌将氮化物转为硝态氮和亚硝态氮。污泥接种初期硝化细菌处于内源呼吸适应期,对氨氮的去除率低于 10.00%,通过控制曝气溶解氧浓度和反洗频率实现硝化细菌增殖,保证水力停留时间大于细菌繁殖时间,

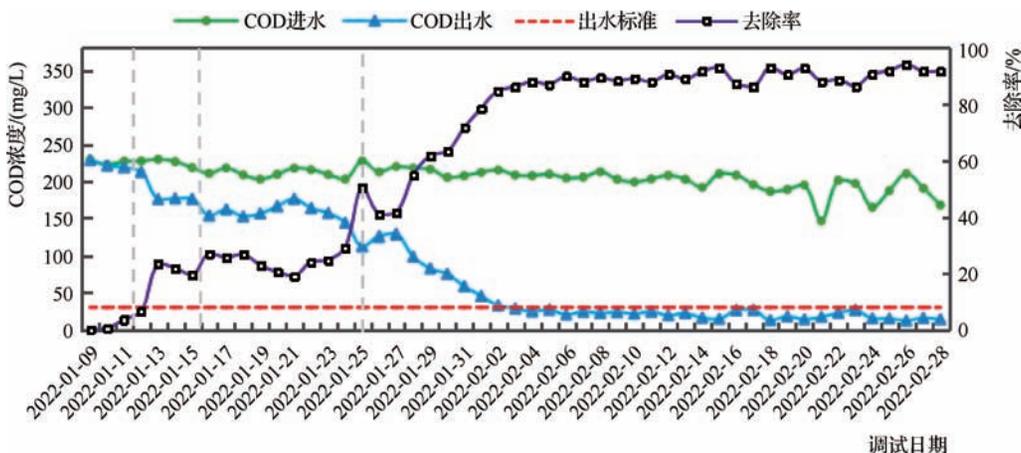
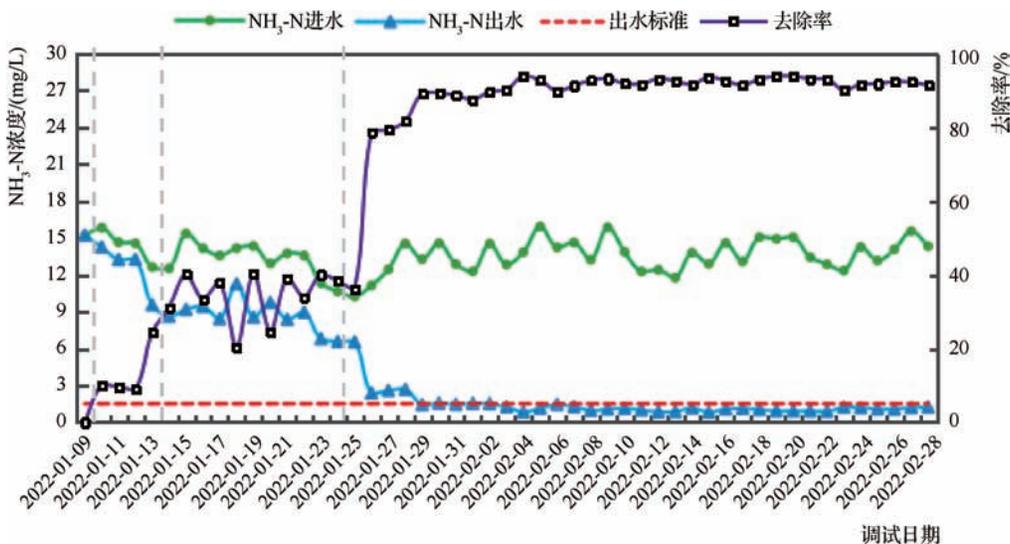


图2 COD去除效果

在微生物培养阶段,进水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度存在一定的波动,通过调节溶解氧和碱度来提高硝化速率,当 pH 值在 8.0 左右时,硝化速率明显提升,去除率从 40.00%

左右提升至 80.00%,微生物镜相出现钟虫、纤毛虫等指示性原生动物,微生物挂膜进入稳定期,出水去除率达到 90.00% 左右^[8]。

图3 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除效果

3.1.3 对 TN 的去除效果分析

TN 去除效果见图 4。由图 4 可知,进水 TN 浓度在 18.00 ~ 27.98mg/L 之间,TN 出水浓度在 7.51 ~ 14.48mg/L 之间,平均去除率为 57.93%。由于进水 BOD_5 与 TN 浓度之比在 3 ~ 4 之间,以硝态氮为电子受体,反硝化速率较慢,调试初期补充红糖增加碳源,间歇性停止曝气,延长水力停留时间,加速反硝化细菌增殖。进入正常运行期溶解氧浓度控制为 4.00mg/L,节约能耗,同时实现同步硝化脱氮。从图 4 可以看出,由

于反硝化细菌对溶解氧较敏感,反应存在一定的波动性,反应速率较低,说明在以硝化为主的曝气生物滤池具有一定的反硝化作用。

3.1.4 对 TP 的去除效果分析

TP 去除效果见图 5。由图 5 可知,进水 TP 浓度为 0.31 ~ 0.56mg/L,出水 TP 最小值达到 0.08mg/L,TP 的最大去除率为 84.91%,最小去除率为 56.41%,平均值为 70.28%。总磷的去除主要通过高效澄清化学除磷作用,调试启动阶段混凝剂硫酸铝投加量为

120.00mg/L,絮凝剂PAM投加量为0.80mg/L,同时控制剩余污泥回流量为30%,随着运行稳定,通过调节

计量频率,降低混凝剂量至100.00mg/L,絮凝剂0.50mg/L,间歇性启动污泥回流泵,回流比为15%。

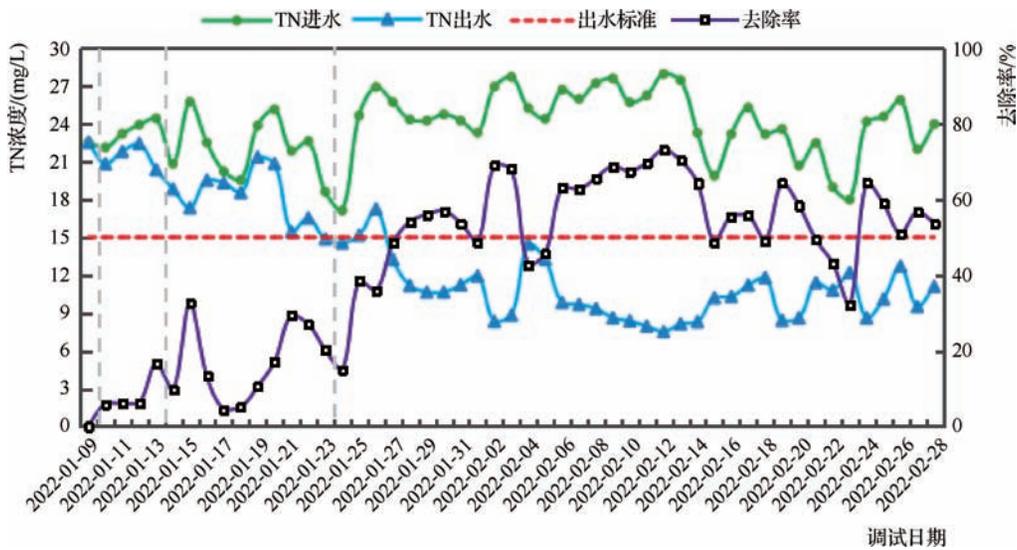


图4 TN去除效果

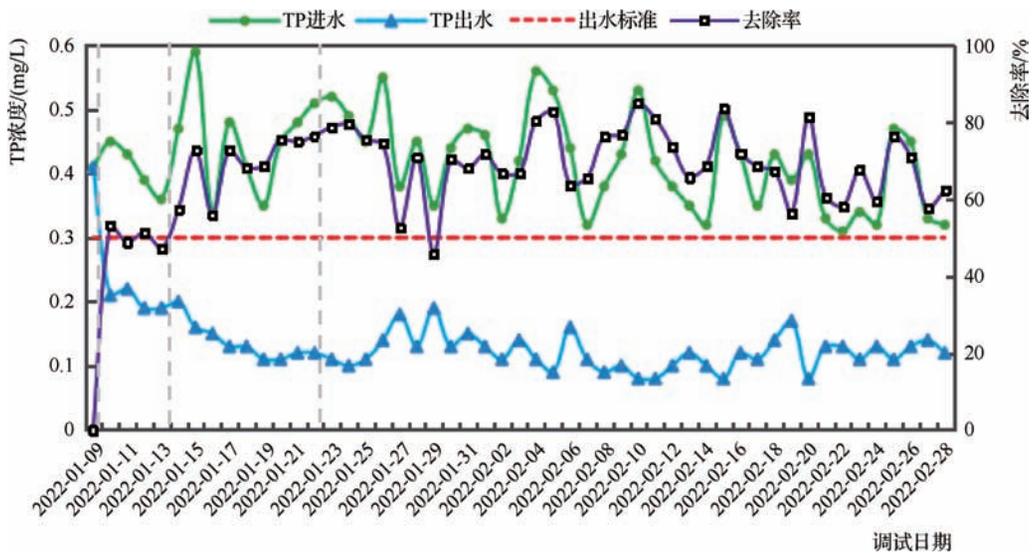


图5 TP去除效果

3.1.5 对SS的去除效果分析

SS去除效果见图6。由图6可知,进水SS浓度在42~60mg/L之间,出水SS浓度在5~7mg/L之间,平均去除率为88.77%。由于进水SS浓度低于60mg/L,相对浓度较低,如高效前置会削减碳源和SS,不利于硝化反硝化反应,故设计采用后置高效去除SS,通过加砂介质及絮凝反应,实现了快速泥水分离,说明高效澄清系统对SS具有较好的去除作用。

3.2 综合效益分析

该项目建设工期1个月,调试23d稳定达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)准IV类水目标(其中总氮出水目标不大于15mg/L),正式投入生产运行,具有建设调试周期短,安装操作方便,运行期成本低的显著优势^[9]。

该工艺运行费用主要包括电费、药剂费、人员工资、日常维修保养费用等,平均运行成本为0.51元/m³。

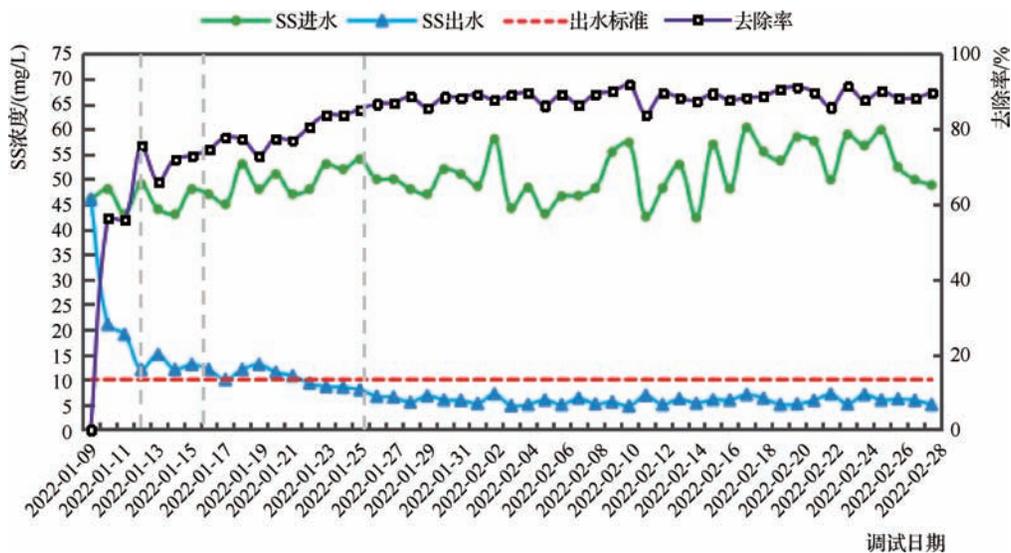


图6 SS去除效果

处理规模为 $10000\text{m}^3/\text{d}$,经测算,年可减少污染排放量 COD 为 608.55t、SS 为 162.53t、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 162.53t、TN 为 162.53t、TP 为 162.53t,大大削减了受纳水体的污染物,保障了水质达标。

4 结 语

a. 曝气生物滤池与高效澄清组合工艺,可作为溢流污染有效的控制措施,治理河道点源污染现象,保护河道水环境,修复河道水生态,进行水资源开发与利用。该组合工艺具有安装拆卸方便,水力停留时间短,处理效率高,较传统的水处理工艺占地面积小的优点,实用性强,在溢流污染控制工程中具有较强的推广价值。

b. 采用曝气生物滤池和高效澄清组合工艺,水质净化效果明显,可快速达到地表水准Ⅳ类水标准,解决溢流污染问题。

c. 通过在调试运行中改变进水流量、控制气水比和反洗频率等参数,得出该项目曝气生物滤池的最佳运行参数水力停留时间为 90min,气水比为 5:1,高效剩余污泥回流比为 15%,在此工况下运行成本为 $0.51\text{元}/\text{m}^3$,在后续运行中,需要进一步研究优化各项控制参数,进一步降低运行成本。◆

参考文献

- [1] 杨雪,车伍,李俊奇,等. 国内外对合流制管道溢流污染的控制与管理[J]. 中国给水排水,2008(16):7-11.
- [2] 王家卓,胡应均,张春洋,等. 对我国合流制排水系统及其溢流污染控制的思考[J]. 环境保护,2018,46(17):14-19.
- [3] 唐磊,车伍,赵杨,等. 合流制溢流污染控制系统决策[J]. 给水排水,2012,48(7):28-34.
- [4] 黄琼,杨凡. 超磁分离与曝气生物滤池组合工艺在黑臭水体治理中的应用[J]. 中国市政工程,2019(4):50-53,116.
- [5] 黄启荣,霍槐槐. 磁絮凝与磁分离技术的应用现状与前景[J]. 给水排水,2010,46(7):150-152.
- [6] 胡天媛,孟令鑫,候红勋,等. 改良曝气生物滤池工艺应急处理雨水调蓄池污水[J]. 工业用水与废水,2020,51(6):25-28.
- [7] 陈康. 曝气生物滤池在城市污水处理工程中的应用[D]. 广州:华南理工大学,2013.
- [8] 刘璐,周秀华,邹康兵,等. 曝气生物滤池在给水处理中的运行效果[J]. 净水技术,2021,40(9):152-157.
- [9] 娄宏伟,邱兵,陈元彩,等. 缺氧-好氧曝气生物滤池工艺深度处理尾水[J]. 环境科学与技术,2018,41(10):75-81.

人类活动对黄山风景区水质的影响

余悦

(黄山风景区管委会园林局,安徽黄山 245899)

【摘要】 水是自然界的基本构成要素之一,是风景区的重要组成部分,水的品质对山岳型风景名胜区良好生态系统的维持起着至关重要的作用。本文以黄山风景区为例,对2021年度景区水质进行实地检测,分析各项理化指标,对比不同季节景区水质的变化情况,研究人类活动在不同时段对水质变化的影响,研究结果可为山岳型风景区水质波动变化提供一定的参考。

【关键词】 黄山风景区;理化指标;水质变化;不同时段;人类活动影响

中图分类号:TV213.4

文献标志码:B

文章编号:2096-0131(2022)11-056-04

Influence of Human Activities on Water Quality in Huangshan Scenic Areas

YU Yue

(Bureau of Parks and Woods of Huangshan Scenic Area Management Committee, Huangshan 245899, China)

Abstract: Water is one of the basic elements of nature, and water quality plays a vital role in maintaining the good ecosystem of mountain scenic areas. It is an important part of scenic areas. In this paper, taking the Huangshan Scenic Area as an example, the water quality of the scenic area in 2021 is tested on the spot, and the physical and chemical indicators are analyzed. The changes of water quality of the scenic area in different seasons are compared, and the influence of human activities on the changes of water quality in different periods is studied. The research results can provide a certain reference for the fluctuation of water quality in mountain scenic areas.

Key words: Huangshan Scenic Area; physical and chemical indicators; water quality change; different period; influence of human activities

黄山风景名胜区位于安徽省黄山市境内,是我国首批国家级重点风景名胜区,同时也是全国文明风景旅游区和国家5A级旅游景区^[1]。黄山风景名胜区已被列入世界文化与自然遗产名录,且于2004年成为世界地质公园^[2]。本文通过对2021年度黄山风景区多个水库水质进行取样调查,分析水质理化指标,探索景区水质在不同季节时段与人类活动的相互关系,为研

究山岳型风景区水质变化与人类活动影响提供一定的参考。

1 研究区概况

黄山风景区属于亚热带湿润季风气候区,雨量充沛,地表水资源丰富^[3],但年均降水不均,降雨主要集中在夏季,约占全年降水量的60%,雨量的集中以及降水强度的增大容易引发各类地质灾害^[4]。而在秋冬

收稿日期:2022-05-24

作者简介:余悦(1991—),女,助理工程师,硕士,主要从事环境监测工作。

季则易出现降水少,水量枯竭的情况,导致生活和生态用水匮乏。因此,为了保证全年景区的用水,在景区周围修建了多个水库,保证了水资源的供给,一定程度上缓解了局部时段用水紧张的局面,为景区良好生态系统的平衡提供了有力的保障。

随着人们用水需求的增加以及景区游客的增多,研究如何保证景区周边水库水环境质量十分重要。因此,本文通过对2021年度黄山风景区周边多个水库的水质进行监测,探究不同时段人类活动对水库水质的影响。

2 研究范围及方法

2.1 研究范围

采样点位:云谷水库、五里桥水库、天海水库、西海水库。

采样时间:第一季度(2021年3月22日);第二季度(2021年6月23日);第三季度(2021年9月23日);第四季度(2021年10月25日)。

2.2 实验内容

水质指标:pH值、水温、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷。

2.3 实验所用仪器

PHBJ-260 便携式 pH 计、-10 ~ 50℃ 水银温度计、JPBJ-608 便携式溶解氧测定仪、HCA-102 标准 COD 消解器、SHP-100 智能生化培养箱、UV-2700 紫外可见分光光度计。

2.4 实验方法

pH 值采用《水质 pH 值的测定 电极法》(HJ 1147—2020)测定;水温采用《水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法》(GB 13195—1991)测定;溶解氧采用《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》(HJ 506—2009)测定;高锰酸盐指数采用《水质 高锰酸盐指数的测定》(GB 11892—1989)测定;化学需氧量采用《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》(HJ 828—2017)测定;五日生化需氧量采用《水质 五日生化需氧量(BOD₅)的测定 稀释与接种法》(HJ 505—2009)测

定;氨氮采用《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 535—2009)测定;总磷采用《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》(GB 11893—1989)测定。

3 结果与分析

为了探究不同时段人类活动对水库水质的影响,分别对云谷水库、五里桥水库、天海水库和西海水库水源在不同季节进行取样测试。通过分析氨氮、水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、总磷、硫化物等指标,研究人类活动与水体水质之间的联系。本研究所涉及水质指标均按照国标进行相应的测试。

水体 pH 值是衡量水体水质变化的重要化学指标之一,水体 pH 值的变化通常能够反映出水生态的变化。有研究表明^[5],水体 pH 值在 6 ~ 9 之间水质处于较好的状态,能够较好地保证水生生态系统的平衡,pH 值低于 6 或者高于 9 将会产生水环境问题,因此,pH 值对水环境有着重大意义。四大水库在不同季节的水体 pH 值变化趋势见图 1。由图 1 可以看出,云谷水库、五里桥水库和西海水库水体 pH 值显示出轻微的变化,表明水体 pH 值比较稳定,水生生态系统平衡发展。而天海水库水体 pH 值虽在一个合理的范围内,但是波动较大,且第一季度水体 pH 值偏低。

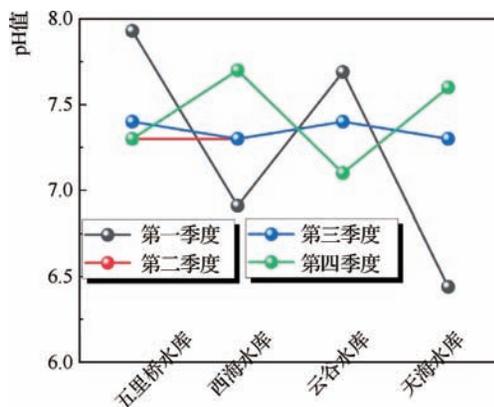


图1 水体 pH 值

水体水温是衡量水中溶解氧含量的重要指标。一般来说,水温越低,溶解氧含量越高^[6]。由图 2 可以看出,第一季度和第四季度水温比较低,水体中溶解氧含

量比较高。而第二季度和第三季度,因为水体温度的升高,导致溶解氧含量有所降低,但是仍处于一个较好

的范围内(不小于6),表明周边环境较好。

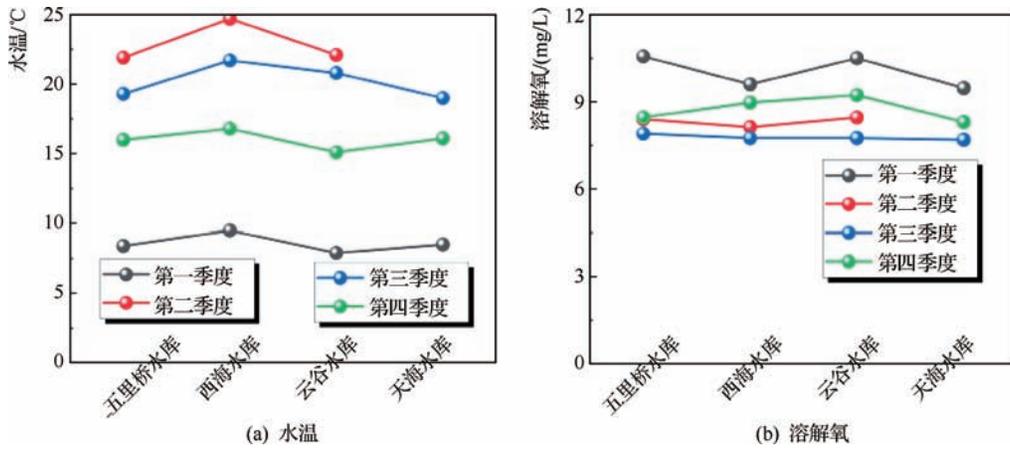


图2 水体水温和溶解氧指标

人类活动对水体中营养元素以及有机物含量会造成比较大的影响^[7],通过水体中高锰酸盐指数和需氧量等指标的测定来评估水体受有机物污染的情况(见图3)。需氧量和高锰酸盐指数越高,表明水体中有机污染物含量越高,污染越严重。同时水体中有机物能够通过水中微生物代谢进行降解,有机物越多,微生物在分解过程中需要的氧气量也越高,导致水体中溶解氧不断降低,水质不断恶化。通过对四大水库在不同季节所采水样进行分析,发现高锰酸盐指数(不大于4)在合理的波动范围内,符合国家I类或者II类水质标准,表明黄山风景名胜区周边水质几乎没有因人为活动的影响而造成水体污染,水生生态系统比较稳定。比较不同点位,发现天海水库水体高锰酸盐指数略高于其他三大水库。

此外,为了进一步确认四大水库在不同季节受有机污染物的影响情况,分别进行了化学需氧量和五日生化需氧量的测试。如图4所示,化学需氧量显示出与高锰酸盐类似的结果。化学需氧量结果满足国家地表水环境质量标准中I类限值(不大于15),水体水质较为稳定,没有受到有机污染物污染。通过进一步比较不同点位,发现天海水库水体化学需氧量指数高于其他水库。天海水库位于黄山风景区游客较多地段,其中景区中宾馆、饭店、公共厕所聚集,人类活动较多,可能会对雨水冲刷流入水库的地表径流产生一定的影响,导致天海水库高锰酸盐指数略有增加。

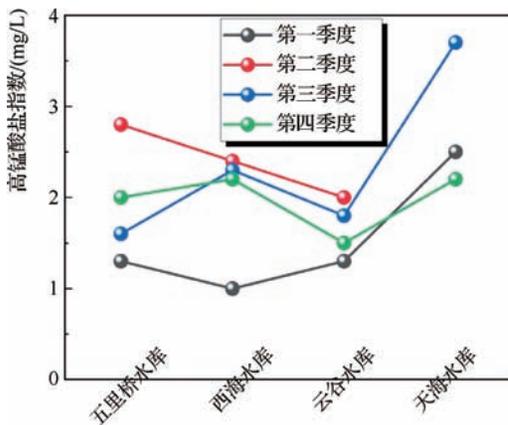


图3 水体高锰酸盐指标

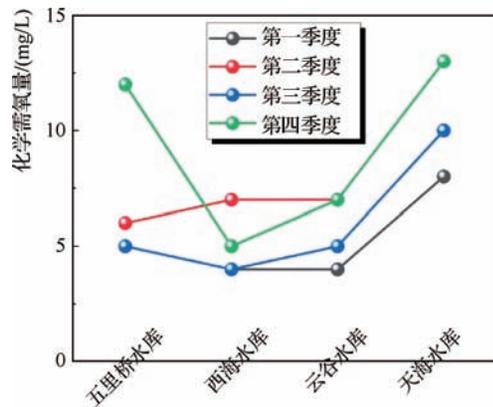


图4 水体化学需氧量指标

通过五日生化需氧量指标的检测,以水体中微生物对有机污染物的降解来评估水体受有机污染的情况。如图5所示,四大水库未超过国家I类水质标准

(不大于3),其中五里桥水库、西海水库和云谷水库在各季度中水质比较稳定,五日生化需氧量比较低,而天海水库与其他水库相比,五日生化需氧量指数明显高于其他水库。

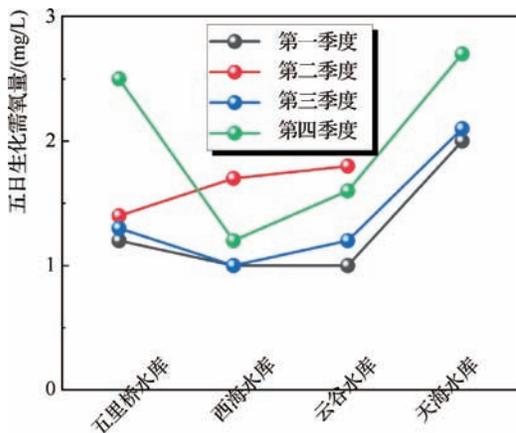


图5 水体五日生化需氧量指标

综合高锰酸盐指数、化学需氧量和五日生化需氧量,发现人类活动对天海水库水质产生了较大影响。由于天海水库靠近游客聚集地,宾馆、饭店、公共厕所聚集,人类活动较多,可能会对雨水冲刷流入水库的地表径流产生一定的影响,致使水库水体中有机污染物含量略高于景区周边其他三大水库。且该水库水流平缓,水体无法得到及时的更新,致使水库因微生物降解导致的溶解氧略低,同时水中的一些厌氧菌快速繁殖、生长,最终导致天海水库虽然总体处于较好的水质状态,但是与周边其他三大水库相比,其高锰酸盐指数、化学需氧量和五日生化需氧量均略高,需要采取一定的处理措施以降低游客的增加对水库水质产生的影响。

水体中氮、磷等元素为水体中藻类的生长提供必要的营养元素,而过多的氮、磷等元素存在于水体中会导致水体富营养化,水生态系统物种分布失衡,破坏水生生态系统的平衡,出现水质恶化的现象,严重威胁着水生生物的生存,造成鱼类、水生植物的大量死亡。因此,对水中氮、磷元素进行氨氮和总磷指标的测定,探究水体中营养元素的含量。

如图6所示,四大水库的氨氮数值均低于国家地表水环境质量标准 I 类限值(不大于0.5),水质处于优良状态。通过对比发现,天海水库的氨氮含量显著

高于其他三大水库。氨氮浓度过高与水体中有机物浓度偏高有直接关系,与上述结论一致。在水体中化学需氧量较高的情况下,硝化菌的降解作用会被抑制,导致水体中厌氧菌处于活跃的状态,使有机氮发生水解转化为氨氮,导致天海水库中氨氮含量较高。游客的集中以及部分受人类活动影响的地表径流随雨水冲刷进入天海水库,对水体中氨氮浓度的增加起主要作用。

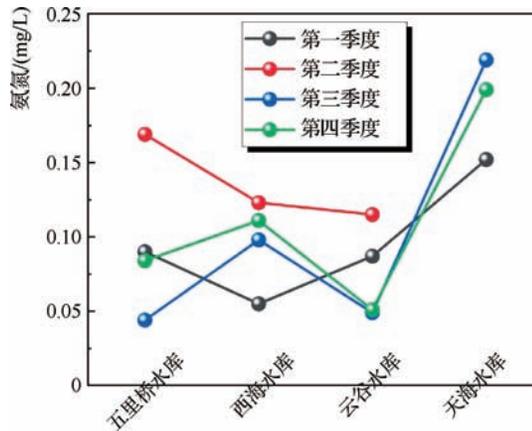


图6 水体氨氮指标

总磷是指水体中磷元素的含量,主要以正磷酸盐、缩合磷酸盐、焦磷酸盐、偏磷酸盐和有机团结合的磷酸盐等形式存在^[7]。其主要来源为生活污水、化肥以及农药等。水体中的磷元素为藻类的生长提供必要的能量,因此,磷元素是衡量水体藻类生长状况的一个指标,也是衡量水体富营养化的一个重要指标。如图7所示,五里桥水库、西海水库、云谷水库和天海水库中总磷指数远低于国家地表水环境质量标准 I 类限值(不大于0.4),表明水质处于优良状态。

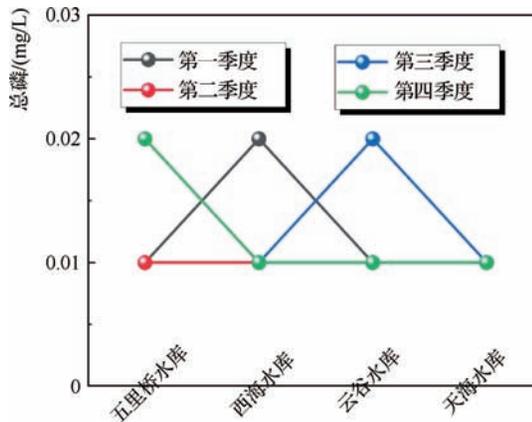


图7 水体总磷指标

(下转第65页)

龙潭公园景观水体提高透明度生态养护技术研究

关旭 周浩 何秀芳

(深圳市广汇源环境水务有限公司,广东深圳 518011)

【摘要】 雨季污染物入湖,水体生态系统被破坏,造成浮游植物大量生长繁殖,水体透明度降低,水质变差。为此,本文对影响龙潭公园水体透明度变化的因素进行了分析,提出了提高水体透明度的生态养护技术。结果表明,降雨和鱼类变化是造成水体透明度下降的主要原因;在非降雨期,通过生物调控措施,控制水体中鱼类数量,可以有效调控水体中生物的种类和数量,从而快速提高水体透明度。

【关键词】 水质;透明度;降雨;生物调控;生态养护

中图分类号: TV213.4

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-060-06

Research on Ecological Conservation Technology of Improving Transparency of Longtan Park Landscape Water

GUAN Xu, ZHOU Hao, HE Xiufang

(Shenzhen Guanghuiyuan Environment & Water Affairs Co., Ltd., Shenzhen 518000, China)

Abstract: In the rainy season, pollutants enter the lake, and the water ecosystem is destroyed, resulting in the growth and reproduction of a large number of phytoplankton, reduced water transparency and deteriorated water quality. Therefore, this paper analyzes the factors affecting the water transparency of Longtan Park, and puts forward the ecological conservation technology to improve the water transparency. The results show that rainfall and fish change are the main reasons for the decrease of water transparency. In the non-rainfall season, biological regulation measures can be used to control the dynamics of fish population in the water body, which can effectively regulate the species and number of organisms in the water body, so as to rapidly improve the transparency of the water body.

Key words: water quality; transparency; rainfall; biological regulation; ecological conservation

1 研究背景

水体透明度是表征水体浑浊程度的重要参数,是反映水体光传输能力的关键生态指标^[1]。它是一个能够较为直观反映水质的常用物理特性指标,也可以作

为评价水体富营养化和水生态健康的重要指标^[2]。一般认为,透明度的大小由水中浮游生物、有机碎屑、泥沙或其他悬浮物的含量所决定。水体悬浮物、浮游藻类越多,水体透明度越低^[3]。水体透明度下降,会直接影响沉水植物以及其他水生生物的生存,从而导致水

收稿日期: 2022-06-15

作者简介: 关旭(1982—),男,高级工程师,学士,主要从事水务设施运行维护管理及技术研究工作。

质恶化,加速水体富营养化趋势的发展,形成水生态系统的恶性循环^[4]。

目前有研究表明,总悬浮固体是影响水体透明度的主要因子,其次是浮游藻类生物量^[2]。张睿婷等^[5]研究表明,水体的透明度主要受水体中悬浮颗粒物和总有机碳含量的直接影响,藻类等内源性生产是悬浮颗粒物和总有机碳的重要来源;水温、氮磷比和风速主要通过调节水体中的总有机碳含量和叶绿素 a 含量对水体透明度产生间接影响。提高水体透明度主要有种植沉水植物^[6-7]、投放大型溞^[8]、源头管控、构建清水廊道等措施。目前,通过生态养护措施提高透明度方面的研究还较为少见。因此,本文以深圳市龙潭公园景观湖水体为例,研究水体水质随季节的变化情况,分析影响水体透明度的因素,并应用生态养护技术提高水体透明度,以为城市景观水体的管养工作提供借鉴。

2 工程概况

2.1 地理位置

龙潭公园位于深圳市龙岗区龙岗中心城长兴南路,建成于 1999 年 8 月,占地面积约 18.0 万 m²。该公园坐落于中心城区,许多大型住宅小区环公园而建。龙潭公园景观湖由两个湖体组成,其中北湖面积约 3.2 万 m²,水深 1.00~2.50m,淤泥层厚 1.00~2.00m;南湖面积约 1.3 万 m²,水深 1.50~5.00m,淤泥层厚 0.50~1.50m。南北湖之间通过管道连通,日常水位低于连通管 0.05~0.15m,降雨期水位上涨,两湖水体相通,水流由北湖流进南湖,再通过南湖东北一侧的溢流口溢出(配强排泵抽水),龙潭公园布局见图 1。2018 年,采用“生态系统构建技术”重建和修复龙潭公园湖泊水生态,构建以沉水植物为主的健康持续的水生态系统,2019 年 3 月工程完工,正式投入运营。此景观水体的管养要求为水体透明度大于 1.50m,常规水质指标满足地表水 IV 类标准。

2.2 水质分析方法

氨氮采用《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 535—2009)测定;总磷(TP)采用《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》(GB 11893—89)测



图 1 龙潭公园景观水体示意图

定;化学需氧量(COD)采用《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》(HJ 828—2017)测定;生化需氧量(BOD)采用《水质 五日生化需氧量(BOD₅)的测定 稀释与接种法》(HJ 505—2009)测定;透明度采用塞氏盘测定。将塞氏盘放入待测水体中,直至恰好看不到塞氏盘白色部分,记录水面处尺子刻度,此即该处水体透明度。溶解氧(DO)利用溶解氧仪现场测定。将探头伸入水下 20cm 处,待数值稳定后溶解氧仪上读数即为水体溶解氧含量。

2.3 气象数据来源

本文使用的降雨量数据来源于深圳市气象局(台)官网 2021 年龙城街道雨量站每日平均降雨量。

3 水质变化及影响分析

3.1 水体水质变化情况

深圳市每年 5 月开始进入雨水期,公园水体水质逐渐变差,龙潭公园水体 2020 年 8—9 月的水质指标见图 2。从图 2 可以看出,雨水期的景观水体 COD 指标无法稳定达到地表水 IV 类标准,浓度在 13~40mg/L 之间波动,氨氮浓度为 0.1~0.8mg/L,总磷浓度为 0.03~0.09mg/L,透明度为 0.40~0.80m。有文献表明^[9],当水体中氮含量大于 0.2~0.3mg/L,磷含量大于 0.01mg/L 时,水体易形成富营养化。因此,该公园

景观水体有富营养化的风险,存在浮游植物暴发的隐患。分析其原因,主要是由于该公园管网改造不彻底,雨水期大量雨污混流水进入湖体,且岸上裸露的黄泥随雨水一同冲刷入湖。雨后泥沙沉降包裹住沉水植物(见图3),抑制了植物的光合作用和呼吸,生态系统被

破坏,无法起到净化水质的作用。另外,游客大量放生鱼类(见图4),使原本的食物链被破坏,湖体生态系统平衡被打破。如此形成恶性循环,当达到适宜浮游植物生长繁殖的条件时,浮游植物大量暴发,水体透明度逐渐降低。

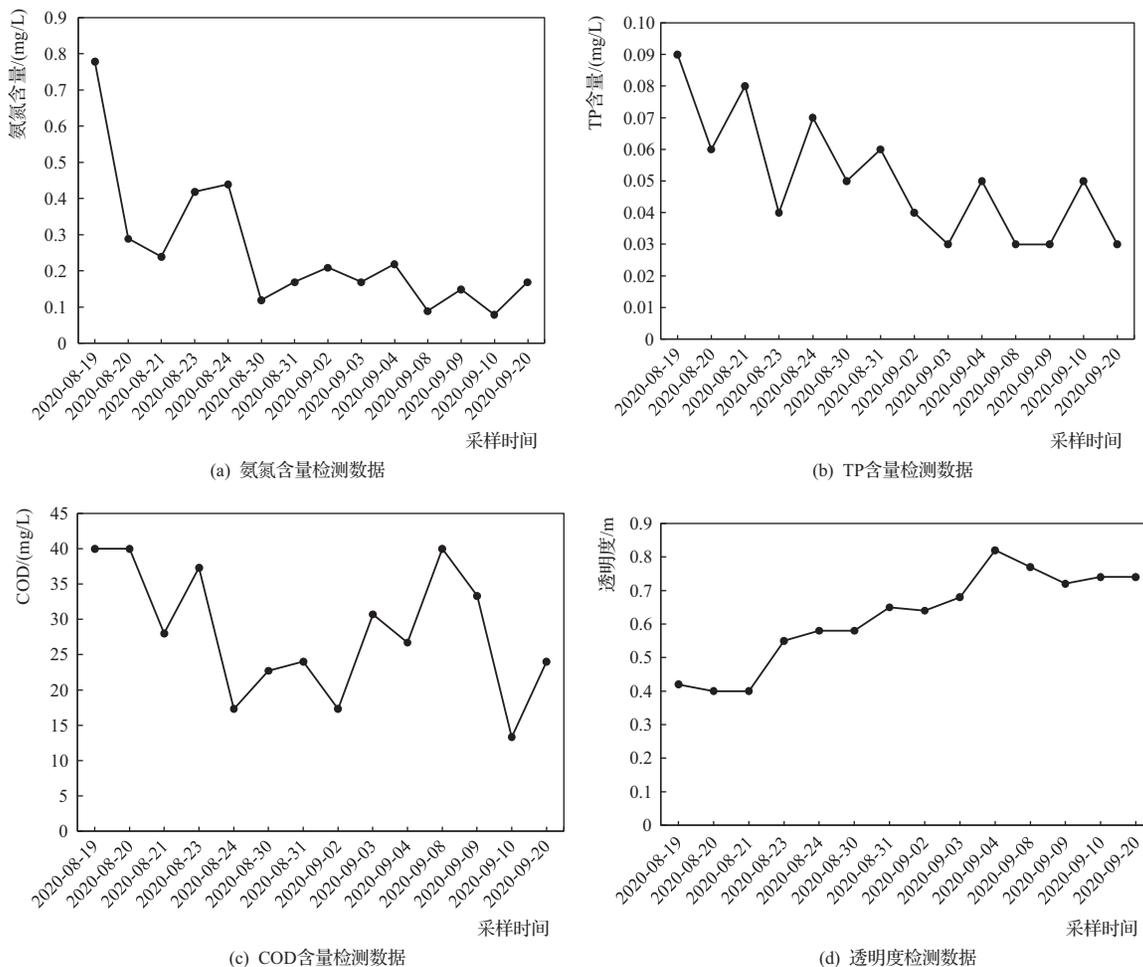


图2 公园水体2020年8—9月部分水质检测数据



图3 黄泥覆盖植被



图4 大量放生鱼类

3.2 影响因素分析

不同水体影响透明度的因素及受到的影响程度可能均不同。针对雨季水体透明度下降的问题,本研究对龙潭公园 2021 年全年度水体的透明度进行了长期跟踪与研究,并分析了影响透明度的内外部因素。

影响龙潭公园景观水体透明度的外部因素主要为高温天气以及降雨造成的外源营养盐的输入。针对降雨问题,本文分析了北湖 2021 年全年度水体透明度和降雨量之间的关系,见图 5。由图 5 可知,旱季(每年 1—4 月和 11—12 月)北湖水体透明度均能达标(标准

为透明度大于 1.5m);雨季(每年 5—10 月)水体透明度波动较大,最低降至 80cm。总体来说,降雨量对北湖水体透明度影响较大。关于高温问题,深圳市为典型的亚热带气候,自 3 月中下旬,气温就达到 25℃,高温天气可持续至 10 月,同期阳光充足,夏季又为暴雨高发季节,营养盐随地表径流进入景观水体,营造一个适宜藻类繁殖的高温、光照充足、营养盐充足的水体环境,水体易发生水华现象。由此可知,龙潭公园景观水体透明度下降是高温天气和降雨两者共同作用引起的,且该过程是迅速的。

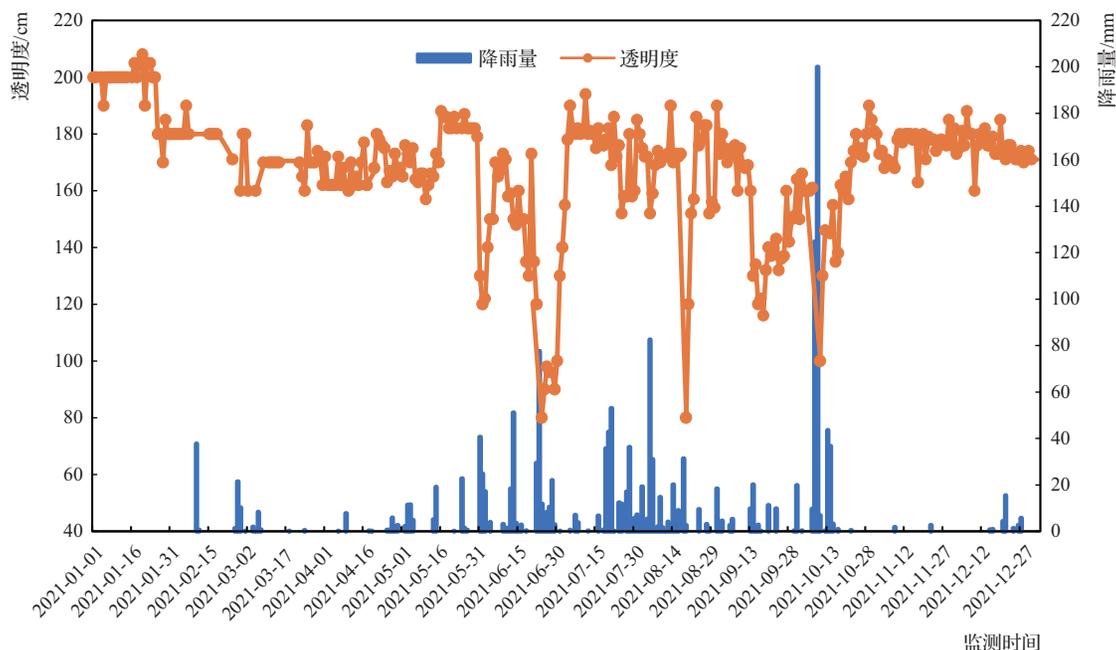


图 5 北湖水体透明度与降雨量的关系

影响龙潭公园景观水体透明度的内部因素主要为鱼类以及沉水植物。龙潭公园景观湖为龙岗区中心景观水体,市民们的放生行为,导致外来的鱼类进入龙潭水体生态系统。由于缺乏天敌,放生鱼类易成为优势鱼种,挤占本土鱼类生存空间,最终导致水体中鱼类品种单一、密度高,龙潭公园景观水体原有的食物网结构受到破坏。鱼类密度的提高增加了对浮游动物的捕食,从而导致浮游动物对浮游藻类摄食的减少,浮游藻类数量增加。同时,过高的鱼类密度,加大了对水体的扰动,水体底泥悬浮严重。沉水植物在水生生态系统中具有重要作用,沉水植物不仅能直接吸收水体中的

氮、磷等营养物质,还能通过遮光控制浮游藻类爆发性增殖,还能够分泌化感物质,抑制藻类生长,且能固定水体中的底泥,使其不易受到鱼类的扰动。

4 生态养护技术应用

针对不同的影响因素,提出切实可行的养护手段,为龙潭水体环境的改善及水体的养护管理提供科学依据。综合考虑外部天气因素和内部生物因素对透明度的影响,采用生态养护手段调控水体生态系统结构,维持透明度在较高水平,具体生态养护措施与透明度的关系见图 6。

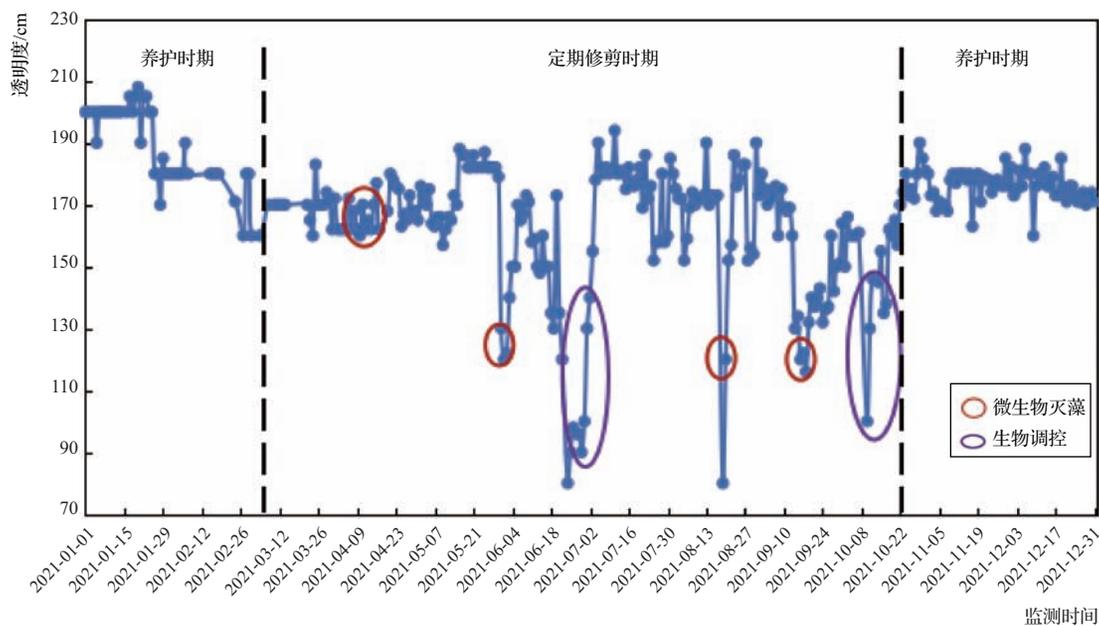


图6 水体透明度变化与生态养护措施的关系

针对降雨和高温引起的藻类大量繁殖,可采用微生物灭藻法进行应急处理。微生物灭藻法通过往水体中投加微生物菌种并驯化使该微生物增殖繁衍,形成相对稳定和平衡的水体微生物菌种环境,使水体中菌种与藻类生物协同生长,共同分解水体中的营养盐和有机物等污染物质,从而抑制藻类生长。该方法已多次成功应用于解决龙潭水体的水华问题。2021年3月下旬,龙潭水体温度升高,达到25~30℃,由图6可知,由于温度适宜,微囊藻迅速繁殖,成为优势种。在此期间,由于龙潭水体给外部水体补水,水位下降了50cm,光照进入水体深层,导致微囊藻暴发^[10-11]。为消除微囊藻,现场管养人员投加了微生物菌剂抑制藻类生长,两日后,水体逐渐恢复清澈。6—10月,深圳市进入雨季,连续的降雨天气时常发生,水体透明度大幅度下降,甚至低至80cm,湖面出现较多死亡水草,湖底水草发黑,叶片缺失。为提高水体透明度,管养人员在连续阴雨天气结束后,投加微生物菌剂,帮助水体透明度快速恢复,效果明显。

针对沉水植物的生长和鱼类种类及密度等影响因素,需要定期收割、更新沉水植物,确保其良好的生存状况,同时定期开展生物调控,控制水体中鱼类的数量,防止水生动物密度过低而使藻类快速繁殖。生物

调控通过调控生物链,增加肉食性鱼类,减少滤食性鱼类来调节浮游动物的结构和种群数量,继而调整生态系统的结构与功能,以达到改良水质的目的。广东地区每年5—8月为鱼类繁殖生长高峰期,龙潭公园于2021年7月以及10月分别进行生物调控以控制鱼类的种群组成及密度。2021年3月开始,每月对沉水植物黑藻进行修剪,收割露出水面部分的茎叶,苦草则保持叶片在水面下20~30cm。

5 结语

本文研究了深圳市龙潭公园景观湖水体水质随季节的变化情况,分析了影响水体透明度的因素。结果表明,雨季龙潭公园景观水体COD指标无法稳定达到地表水IV类标准,浓度在13~40mg/L之间波动,氨氮浓度为0.1~0.8mg/L,总磷浓度为0.03~0.09mg/L,透明度下降至0.4~0.8m。通过分析,影响龙潭公园景观水体透明度的主要因素为外部降雨以及鱼类的种群和密度。针对不同的影响因素,采取切实可行的养护手段,包括微生物灭藻法、定期收割、更新沉水植物、生物调控等,可以有效改善水体中各种生物的数量,从而快速提高水体透明度,有效改善龙潭公园景观水体环境。

在日常养护过程中,可从以下3个方面进行加强:

a. 定期修剪沉水植物。定期修剪可防止沉水植物长势过高,为水体表面藻类提供附着场所;通过收割沉水植物将植物体内吸收的污染物移除水体。另外,定期收割还有助于植物的生长更新。

b. 加强鱼类管控。加强游人鱼类放生活动的管理,严控外来鱼类;防止鱼类密度过高,扰动底泥,使水体透明度下降;防止鱼类过度咬食沉水植物,妨碍植物生长。

c. 加强水体的日常监测。尤其是出现温度骤升,雨后晴天等情况,及时对水体进行藻类监测,了解藻类群落变化,及时采取防治措施,避免藻类暴发的情况发生。◆

参考文献

- [1] 殷子瑶,江涛,杨广普,等. 1986—2017年胶州湾水体透明度时空变化及影响因素研究[J]. 海洋科学,2020,44(4): 21-32.
- [2] 王书航,姜霞,王雯雯,等. 蠡湖水体透明度的时空变化及其影响因素[J]. 环境科学研究,2014,27(7):688-695.
- [3] 田志强,田秉晖,辛丽花,等. 于桥水库秋季浮游植物群落

结构与水质因子的关系[J]. 环境污染与防治,2011,33(5):64-68.

- [4] 马红,李畅游,赵胜男,等. 乌梁素海透明度的时空分布及其与环境因子的关系[J]. 水土保持通报,2016,36(5): 273-277.
- [5] 张睿婷,胡昕欣,金睿,等. 2019年苏州市10处湿地中水体的透明度及其影响因素研究[J]. 湿地科学,2021,19(3): 331-341.
- [6] 张友德,徐欣,戴曹培,等. 沉水植物对景观水体质量影响的研究[J]. 安徽农学通报,2022,28(4):125-127.
- [7] 何起利,洪鑫,全渊康. 清晖河生态修复技术中的沉水植物技术探讨[J]. 水资源开发与管理,2019(11):25-28,19.
- [8] 杨东翰,张立秋,刘永泽,等. 大型蚤投放密度对湖库水体水质改善及底泥污染物影响[J]. 环境工程学报,2021,15(8):2831-2838.
- [9] 任南琪,马放,杨基先. 污染控制微生物学[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2002.
- [10] 陈建中,刘志礼,李晓明,等. 温度、pH值和氮、磷含量对铜绿微囊藻(*Microcystis aeruginosa*)生长的影响[J]. 海洋与湖沼,2010,41(5):714-718.
- [11] 李祥华. 水位下降引起的微弱扰动对浮游藻类生长的影响研究[D]. 重庆:重庆大学,2010.

(上接第59页)

4 结 语

通过对黄山风景区周边的五里桥水库、西海水库、云谷水库和天海水库进行不同季度的水质检测,研究了水质指标与人类活动的相互关系,研究表明:

人类活动对水质产生明显的影响;黄山风景区周边的水质整体向好,大部分指标处于国家地表水环境质量标准Ⅰ类限值,少量指标处于国家地表水环境质量标准Ⅱ类限值;天海水库水质指标因游客的集中略高于其他三大水库。

研究表明,强化对游客聚集地的管理,加强游客行为的引导以及地表径流的污染处理,对于提升山岳型景区水环境质量具有十分重要的现实意义。◆

参考文献

- [1] 彭迅一. 安徽黄山生态旅游营销策略研究[J]. 现代商业,

2021(33):60-62.

- [2] 吴诚. 黄山世界地质公园可视化地貌全景建设的探讨[J]. 安徽科技,2008(9):35-36.
- [3] 程静静. 黄山风景区气候旅游资源分析及开发研究[J]. 黄山学院学报,2010,12(1):42-45.
- [4] 王金莲,胡善风,刘安平,等. 黄山风景区旅游气象灾害防御系统探析——以雷电监测预警系统为例[J]. 地理科学,2014,34(1):60-66.
- [5] WANG J, WAYNE R C. Proton stoichiometric imbalance during algae photosynthetic growth on various nitrogen sources: Toward metabolic pH control [J]. Journal of Applied Phycology,2016,28(1):43-52.
- [6] 唐淑. 黄龙景区人类活动对水环境质量的影响[J]. 水资源开发与管理,2018(4):60-63.
- [7] 杜鹃,王乐宜,周皓媛,等. 农业面源污染时空分布及污染源解析——以安徽怀远县为例[J]. 中国农业大学学报,2021,26(2):139-149.

河湖长制下湖北省湖泊清淤及 综合治理路径探析

袁修猛¹ 杜飞² 廖炜¹

(1. 湖北省水利厅,湖北 武汉 430071;
2. 湖北省水文水资源应急监测中心,湖北 武汉 430051)

【摘要】 清淤及综合治理是提升湖泊调蓄、行洪、供水、生态等功能的有效手段^[1],本文以湖北省为例,对汉江湖、武湖、南湖开展湖泊清淤及综合治理试点过程中存在的部门协作不力、底泥状况不清、资金短缺、淤泥处置难等问题进行分析总结,并对河湖长制背景下助推湖泊清淤及综合治理的思路进行了探析,可为全省乃至全国发挥河湖长制优势,复苏湖泊生态环境提供借鉴。

【关键词】 湖泊;河湖长制;清淤;综合治理;湖北省

中图分类号: F205

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-066-06

Analysis of Lake Desilting and Comprehensive Treatment Path under the Hubei Province River and Lake Chief System

YUAN Xiumeng¹, DU Fei², LIAO Wei¹

(1. Hubei Water Resources Department, Wuhan 430071, China;

2. Hubei Hydrology and Water Resources Emergency Monitoring Center, Wuhan 430051, China)

Abstract: Desilting and comprehensive treatment are effective means to improve the functions of lake storage, flood discharge, water supply and ecology. Taking Hubei Province as an example, this paper analyzes and summarizes such problems as poor departmental collaboration, unclear condition of the sediment, capital shortage and difficulty in silt disposal existed during the process of lake desilting and comprehensive treatment pilot in Diaocha Lake, Wuhu Lake and Nanhu Lake. Aiming at these problems, this paper puts forward the ideas of improving lake desilting and comprehensive treatment under the background of river and lake chief system, which can provide reference for the whole province and even the whole country to play the advantages of river and lake chief system and recover the ecological environment of lakes.

Key words: lake; river and lake chief system; desilting; comprehensive treatment; Hubei Province

湖泊是水资源的重要载体,具有调蓄、供水、灌溉、航运、养殖、调节气候等功能,是生态系统重要的组成部分。湖北素称“千湖之省”,形态各异、大小不等的湖泊星罗棋布于长江、汉江两岸,现有列入湖泊保护名

收稿日期: 2022-07-19

基金项目: 湖北省水利重点科研项目“城市湖泊底泥原位处理对水环境的影响研究”(HBSLKY202205)

作者简介: 袁修猛(1985—),男,工程师,硕士,主要从事湖泊保护与管理、河湖长制等工作。

录的湖泊有 755 个,水面面积 2706.851km²,是我国湖泊最密集的区域之一,这些湖泊对经济社会发展和生态环境保护发挥着重要作用^[2]。中华人民共和国成立之初,湖北省共有大小湖泊 1309 个,水域面积 8503.700km²,因历年泥沙淤积、人工围湖垦殖、填湖造地,对湖泊保护不够,导致湖泊数量锐减、水域萎缩、水体污染和富营养化、生态系统破坏等问题突出。近年来,人民群众对优美湖泊生态环境的需求日益增长,湖泊生态环境问题成为关注的热点,河湖长制的全面推行,为有效解决湖泊问题、复苏湖泊生态提供了重要支撑。

1 湖泊现状

1.1 湖泊分布类型和形态特征

湖北省湖泊主要分布在中东部地区,大致西起枝江,东迄黄梅,北以应城、皂市、钟祥一线的黏土阶地为界,南与湖南洞庭湖相连,介于东经 111°45′~114°16′、北纬 29°26′~31°10′之间,特别是江汉平原和长江两侧,面积较大的湖泊多聚集在这一地区(简称“江汉湖群”),北部地区分布着面积较小的湖泊,而海拔较高的鄂西地区湖泊数量较少^[3]。

湖泊的主要类型:①河成湖:江汉平原原来是水域辽阔的古云梦泽的一部分,后逐渐经长江及其主要支流汉江所挟带的泥沙不断淤积,陆地扩大,水域缩小并

被分割成数以千计的湖泊,如洪湖、长湖等;②牛轭湖:平原地区的河流因水流对河道的冲刷与侵蚀,致使河流越来越弯曲,最后导致河流自然裁弯取直,原来弯曲的河道被废弃,形成所谓的牛轭湖,如石首的菀子湖、天星湖等;③许多人类经济活动产生的坑内湖,如张沉湖、涂镇湖等;④冰川湖:冰川湖大多分布在高山有冰河的地方,当冰河溶化时,因为冰川挖蚀形成的坑和冰山溶化的水堵塞蓄积而成为湖泊,如大九湖^[4]。

湖泊的主要形态特征:①湖水深度不大:江汉湖群多属浅水型湖泊,即使是 10km² 以上的湖泊,中水位时平均水深也仅有 2m 左右;②湖底平坦,岸线不稳:内湖水位稍有升降变化,湖面便发生明显的扩展或缩小;③湖底淤泥深厚,有机质含量高:江汉平原的湖泊大多淤泥厚度为 1~2m,大湖(如洪湖)可达 3m,湖泥有机质含量高,高者可达 5%~6%^[5]。

1.2 湖泊水质状况和营养化状态

2021 年湖北省主要湖泊总体水质为轻度污染,主要污染指标为总磷和化学需氧量。2021 年省控主要湖泊水质状况和营养化状态见表 1。由表 1 可知,24 个省控湖泊中,2 个营养状态级别为中营养,22 个为轻度富营养,水质为Ⅱ~Ⅲ类的水域占 31%,Ⅳ、Ⅴ类水域占 69%,无劣Ⅴ类水域;水质同比下降的有 5 个,好转的有 2 个,水质达标 7 个,达标率仅 29%,水质状况不容乐观^[6]。

表 1 2021 年省控主要湖泊水质状况和营养化状态

序号	湖泊名称	2020 年水质类别	2021 年水质类别	2021 年主要污染物	2021 年营养状态级别	同比变化
1	梁子湖	Ⅲ	Ⅲ	—	中营养	稳定
2	斧头湖	Ⅲ	Ⅲ	—	轻度富营养	稳定
3	后官湖	Ⅳ	Ⅳ	总磷	轻度富营养	稳定
4	鲁湖	Ⅳ	Ⅳ	总磷	轻度富营养	稳定
5	涨渡湖	Ⅳ	Ⅴ	总磷	轻度富营养	下降
6	豹澥湖	—	Ⅳ	总磷	轻度富营养	—
7	东湖	—	Ⅳ	总磷	轻度富营养	—
8	武湖	—	Ⅳ	总磷	轻度富营养	—
9	保安湖	Ⅲ	Ⅳ	总磷	轻度富营养	下降
10	大冶湖	Ⅳ	Ⅲ	—	轻度富营养	好转
11	网湖	Ⅴ	Ⅴ	总磷	轻度富营养	稳定
12	三山湖	—	Ⅳ	总磷、化学需氧量	轻度富营养	—

续表

序号	湖泊名称	2020年水质类别	2021年水质类别	2021年主要污染物	2021年营养状态级别	同比变化
13	洪湖	IV	V	总磷、化学需氧量	轻度富营养	下降
14	长湖	IV	IV	总磷	轻度富营养	稳定
15	崇湖	—	IV	总磷、化学需氧量	轻度富营养	—
16	牛浪湖	—	V	总磷、化学需氧量	轻度富营养	—
17	汈汉湖	III	IV	总磷	轻度富营养	下降
18	东西汉湖	—	IV	总磷、化学需氧量	轻度富营养	—
19	野猪湖	IV	III	—	轻度富营养	好转
20	龙感湖	IV	V	总磷	轻度富营养	下降
21	赤东湖	—	V	总磷	轻度富营养	—
22	西凉湖	III	III	—	轻度富营养	稳定
23	黄盖湖	III	III	—	轻度富营养	稳定
24	大九湖	—	II	—	中营养	—

注 表格数据来源于湖北省生态环境厅。

2 清淤及综合治理存在的问题

2.1 试点实施情况

2020年9月17日,湖北省印发了《关于做好湖泊清淤及综合治理工作的通知》,启动湖泊清淤及综合治

理工作。同年10月,选取汉川市汈汉湖、武汉市武湖、钟祥市南湖大中小3个湖泊作为省级试点(见表2),试点工作推动一年多来,进展缓慢,面临诸多需要克服和解决的困难和问题。

表2 湖北省湖泊清淤及综合治理试点推进情况

湖泊名称	所在位置	水面面积/km ²	清淤前水质	平均淤积厚度/m	主要工程内容			总投资/亿元	主要进展
					工程	清淤面积/km ²	清淤量/万m ³		
汈汉湖	汉川市	48.7	IV	0.90	退垸还湖、水利清淤、水道疏通等工程	6.60	563.0	17.77	可研报告待审
武湖	武汉市	30.6	IV	0.33	退垸还湖、底泥疏浚、港渠整治、岸线治理、水生态修复等工程	5.05	145.0	4.78	正编制可研报告
南湖	钟祥市	11.8	V	1.10	底泥疏浚、进出口港渠整治、湖堤加固及岸线综合治理、湖滨生态廊道、水生态修复等工程	3.93	184.2	7.63	正在实施宫塘清淤实验工程、编制初步设计报告

注 表格数据来源于试点上报及可研报告。

2.2 存在的主要问题

2.2.1 协调机制不畅

湖泊清淤及综合治理工作一般由水利或生态环境部门牵头负责,涉及发展改革委、财政、自然资源等多个部门,“分级、分部门、分地区管理三结合”的现有工作机制呈分散化特点,难以形成工作合力。跨区域的

湖泊,各区域管理主体各自为政、各取所需,地域利益明显;各类管理主体对湖泊清淤目标存在较大差异,当不同的区域、部门存在不同需求而发生矛盾时,没有很好的机制进行协调,致使工作效果大打折扣。另外,有的湖泊清淤范围内还涉及基本农田、耕地、自然保护区等政策限制,需要大量的协调工作才能确保项目顺利

实施。如武汉市武湖地跨黄陂、新洲 2 个行政区,项目范围内存在 1000 多亩基本农田,还是黄颡鱼国家级水产种质资源保护区,该项目因协调难度大严重影响了前期工作的推进。

2.2.2 湖泊“家底”不清

有研究表明,不是每个有底泥污染的湖泊都需要或者可以采用清淤方式来改善水环境,如果决策不当,不仅可能造成资金浪费,还容易造成湖泊生态的破坏。在决定对湖泊开展清淤前,首先要弄清每个湖泊的“家底”,包括湖泊内养殖情况、土地利用方式、环境敏感点等湖区概况,入湖排污口数量、排入水体、污水性质、主要污染物总量等湖域周边污染源情况,湖泊底泥污染物类型、污染物含量、污染物分布及污染层厚度底泥特征,水生动植物种类、数量以及其中的保护种类、特有种类、土著种类等水生生物情况;在对清淤必要性和技术、经济、安全、效益、方案可行性进行充分研究分析的基础上,作出科学决策。目前,湖北省仅有 308 个湖泊的水质监测数据,缺乏湖泊底泥、水生生物等基础资料。

2.2.3 资金来源不足

湖泊清淤及综合治理项目需要大量资金,而目前资金来源主要以政府财政资金为主。对于湖北省来说,一方面,地方政府因疫情影响,财政收入减少,自身财政资金有限;另一方面,投融资渠道不畅,政府主导、企业主体、社会参与的投入机制不完善,争取多方投入不足;此外,生态补偿、生态建设基金、债券、保险、担保政策等投融资模式在综合运用中缺乏政策依据和具体配套措施。以汉江、武湖、南湖 3 个省级试点为例,总清淤面积 14.35 km²,总清淤量 892.12 万 m³,投资分别为 17.77 亿元、4.78 亿元和 7.63 亿元,总投资为 30.18 亿元,资金缺口为 26.80 亿元,占比 89%;3 个项目缺乏明确的投资渠道及资金来源,资金短缺问题直接影响试点推进情况,清淤工作后劲不足。

2.2.4 淤泥处置不易

淤泥的处置与其他固体废弃物类似,都应遵循“减量化、稳定化、无害化、资源化”原则,淤泥要达到安全、

规范处置要求,难度较大,主要问题有:①堆放场地不足,受城市规划、生态红线等限制,淤泥堆放场地不足,一些地方租用场地堆放,存在二次污染和次生灾害隐患;②处置费用偏高,淤泥运输、堆放成本高,规模化处置难度大,如武汉市武湖的淤泥堆放费用为 126 元/m³,规模化处置成本为 151 元/m³,成本较高;③缺乏权威指导,淤泥成分复杂,污染程度差异较大,部分城中湖或工业园区附近郊区湖泊的淤泥重金属含量较高,以传统方式处置存在较大的二次污染隐患^[7]。

3 河湖长制下湖泊清淤及综合治理路径探索

3.1 湖北省河湖长制实施情况

湖北省 2017 年率先全面建立了河湖长制,省、市、县、乡级全面推行河湖长制工作实施方案(意见)全部出台,制定了由《湖北省河湖长会议制度》等 16 项制度组成的制度体系,建立了由各级党委书记任第一总河湖长、政府一把手任总河湖长、分管领导任副总河湖长,党政同责的双总河湖长领导制度,落实省、市、县、乡、村五级河湖长 3.8 万人^[8]。

湖北省 3.8 万名河湖长年均开展巡河巡湖 100 余万人次,带动数以百万计的社会公众参与河湖管护,一大批河湖突出问题得以有效解决。全面消除劣 V 类断面,无新增或反弹黑臭水体,35 个集中式和 1 个备用集中式生活饮用水水源全部达标,长江干流多个市段和通顺河、东湖等河湖水质达近 40 年来最好水平;解决“四乱”问题 1096 个,恢复湖泊水面面积 140.70 km²。

3.2 河湖长制助推湖泊清淤及综合治理的思路

3.2.1 建立“湖长+”机制

a. 以湖长为“领队”,压实各方责任。建立以湖长负责、水利或生态环境牵头、相关部门配合、社会参与的责任体系和综合决策、协同联动机制(湖泊清淤及综合治理联席会议制度),明确各级湖长和相关部门(单位)的职责,制定工作方案,强化保障措施,形成湖长主导、部门齐发力的工作格局。

b. 纳入目标考核,形成工作合力。将清淤工作纳入湖长制工作考核内容,由省级湖长协同相关单位制

定考核标准,对目标任务完成情况进行考核,强化激励问责,促进各级湖长和相关部门(单位)配合协同和工作落实。

c. 整合多方资源,统筹规划实施。湖长组织整合水利、自然资源、生态环境、农业农村、住建、林业等部门资源,编制总体规划,提前谋划项目,建立项目联合审批制度,探索统一规划、统筹实施的湖泊清淤及综合治理模式。

3.2.2 摸清淤泥底数

将湖泊淤泥调查评估作为湖泊清淤及综合治理项目的前置性工作,通过湖泊底泥勘测与污染状况调查,摸清湖区淤积范围、淤积量、污染状况,分析淤积原因,综合水质和生物调查评价结果,湖长组织论证湖泊清淤必要性和可能性,提出针对性治理措施,精准实施有效清淤。湖泊淤泥调查评估路线见图1。

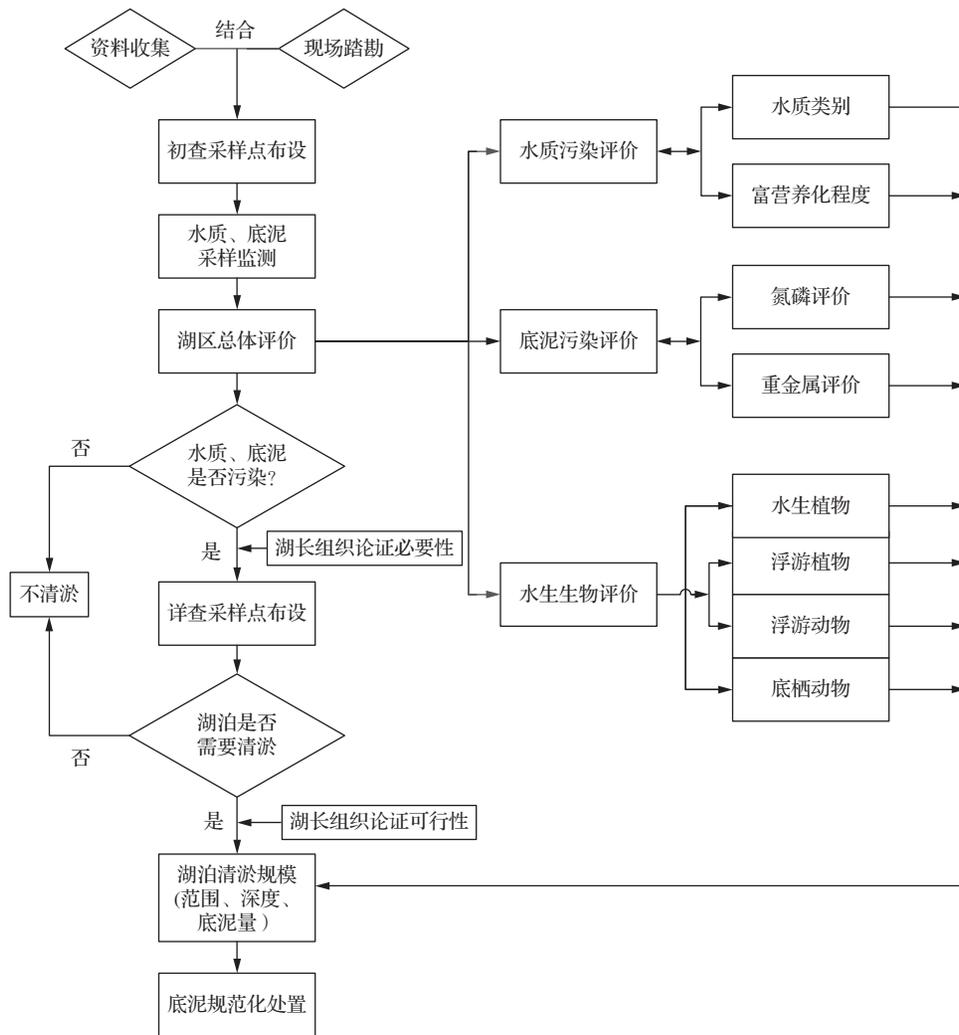


图1 湖泊淤泥调查评估路线

3.2.3 强化实施保障

a. 加强政策保障。针对湖泊清淤及综合治理工作遇到的困难和问题,湖长定期组织各有关部门按照职责出台相关政策,强化政策协同,特别是制定基本农田、其他农用地、建设用地空间置换及资源资产与产权

激励方面政策。

b. 建立稳定多元投入机制。建立政府、企业和社会等多元投入机制,加大政府引导资金的投入,出台清淤资金奖补办法,制定鼓励多元化投资的政策,建立多元化的清淤融资渠道,推广政府与社会资本合作模式,

鼓励引导社会资本参与清淤,对符合条件的可按规定享受环境保护、节能节水等相应税收优惠政策。在核定的债务限额内,支持各地申请债券用于湖泊清淤及综合治理项目,对接“国家绿色发展基金”等国家级基金,用好用活水利发展、生态修复与治理、水污染防治、城市管网及污水处理、现代农业发展、地方政府债券等资金。推动绿色基金、绿色债券、绿色信贷、绿色保险等加大对湖泊清淤及综合治理的投资力度^[9]。

c. 创新建管模式。支持有条件的地方将湖泊清淤、旅游开发、基础设施建设、产业发展等项目捆绑,实行一体化开发、建设与运营,实现相互促进、互利共赢。

3.2.4 科学处置淤泥

a. 加大技术攻关,提供技术支撑。省级湖长组织相关企业、科研机构、高校、社会组织等围绕湖泊清淤勘察、淤泥安全处置开展技术研究,加强淤泥资源综合利用的技术开发、示范推广、重大项目实施、重大技术与装备引进等,为科学清淤提供专业技术指导和技术支撑。

b. 科学制定方案,提高清淤效益。综合考虑环保、经济、安全、综合利用等因素,进行专项设计,科学制定处理方案,合理确定处理规模及处置方式,提高清淤效益^[10-11]。

c. 制定技术标准,发挥引领作用。在总结前期试点经验和相关科研成果的基础上,省级湖长组织制定湖泊清淤及综合治理工作指导意见、标准和项目实施技术指南,指导全省工作^[12]。

4 结 语

湖泊清淤及综合治理是庞大的系统工程,涉及水利、生态环境、发改、财政、自然资源、住建、农业农村、科技、经信、林业等多个政府部门和社会方方面面,要求高、范围广、任务重、技术复杂。湖北省启动湖泊清

淤及综合治理试点工作以来,遇到了协调机制不畅、底泥状况不清、资金不足、淤泥处置不易等难题。推行河湖长制为破解难题提供了重要契机,通过“湖长+”的统筹模式,搭建工作平台,出台相应配套政策,建立科学有效的协商协作机制,加大清淤技术和设备研发,拓宽融资渠道,创新建管模式,充分调动社会积极性,可以提高湖泊清淤及综合治理成效,不断恢复和改善湖泊生态环境。◆

参考文献

- [1] 湖北省人民政府办公厅. 关于做好湖泊清淤及综合治理工作的通知[R]. 2020.
- [2] 李斐,陈蕾,邓瑞. 湖北省湖泊管理制度机制建设对策[J]. 中国水利,2019(8):14-17.
- [3] 于海龙. 近40年来湖北省湖泊演变及其驱动因素分析[D]. 武汉:华中师范大学,2016.
- [4] 湖北省水利厅. 湖北省湖泊志[M]. 武汉:湖北科学技术出版社,2014.
- [5] 刘章勇. 江汉平原滞滞地生态恢复与开发利用技术研究[D]. 北京:中国农业大学,2004.
- [6] 湖北省人民政府. 2021年度湖泊保护与管理白皮书[R]. 2022.
- [7] 马东春,唐摇影,王凤春,等. 政府主导模式下清淤难题破解探析——以浙江省为例[J]. 中国水利,2019(5):3-5,29.
- [8] 湖北省委办公厅,省政府办公厅. 关于全面推行河湖长制的实施意见[R]. 2017.
- [9] 国务院办公厅. 关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见[R]. 2021.
- [10] 陈永喜,彭瑜,陈健. 环保清淤及淤泥处理实用技术方案研究[J]. 水资源开发与管理,2017(4):23-26.
- [11] 杨继尧,苏良平. 浅述河道湿式生态清淤工艺优化[J]. 水资源开发与管理,2019(2):50-53,46.
- [12] 姜颖. 淤泥快速固化处置技术在河湖库塘清淤中的应用[J]. 浙江水利水电学院学报,2017,29(3):60-63.

基于河湖长制背景下的宜黄县河道管护机制探索及实践

周波 谌祖安 危文广

(江西省鄱阳湖水利枢纽建设办公室,江西 南昌 330009)

【摘要】 为解决河湖长制背景下乡村河湖管护经费投入大、执法监管难、群众参与少和自我管理粗放性、低效率等问题,本文以江西省抚州市宜黄县为例,对其“以河养河”河道管护机制进行分析总结,探讨社会力量参与的“以河养河”管护模式,并针对宜黄县“以河养河”管护模式中存在的问题提出相应的对策建议,以期在河湖长制背景下的江西省乡村河道管护探索出一条新路子。

【关键词】 以河养河;承包;市场竞争;水生态价值

中图分类号: F205

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-072-05

Exploration and Practice of River Management and Conservation Mechanism under the Yihuang County Background of River and Lake Chief System

ZHOU Bo, SHEN Zu'an, WEI Wenguang

(Construction Office of Poyang Lake Water Control Project of Jiangxi Province, Nanchang 330009, China)

Abstract: In order to solve the problems of large investment in rural river and lake management and conservation, difficult law enforcement and supervision, little public participation, extensive and inefficient self-management under the background of river and lake chief system, taking Yihuang County, Fuzhou City, Jiangxi Province as an example, this paper analyzes and summarizes the river management and conservation mechanism of “cultivating rivers by rivers”, explores the management and conservation mode of “cultivating rivers by rivers” with the participation of social forces, and puts forward corresponding countermeasures and suggestions in view of the problems existing in the management and conservation mode of “cultivating rivers by rivers” in Yihuang County, expecting to explore a new way for rural river management and conservation in Jiangxi Province under the background of river and lake chief system.

Key words: cultivating rivers by rivers; contracting; market competition; ecological value of water

为解决乡村河道管护经费投入大、执法监管难、群众参与少和自我管理粗放性、低效率等问题,我国多个地区探索了市场化运作模式,引入社会力量,采用“以河养河”的河道管护模式,在实际应用中成效显著。傅

张俊等^[1]介绍了浙江丽水章村乡“以渔养河”的河道管护模式,引入市场竞争机制,将河道日常保洁与管理工作职责落实给承包者,承包者通过在河道内养殖鱼类等获得收益,达到“以河养河”的长效管理目的。王

收稿日期: 2022-07-12

作者简介: 周波(1990—),男,工程师,硕士,主要从事水利信息化、河湖长制及河湖管理等工作。

之义等^[2]介绍了江苏省高邮市“以林养河”的河道管护模式,即认真测算河道淤积的土方量,通过机械化施工,加固圩堤达标后,适度划定河道两岸农田有偿流转使用进行林木经营,置换资金实现河道长效管理的目标。赵志勇等^[3]围绕泰安市柴汶河“河长制”落实情况,探索了“以地养河”的河长制管理新路子,以柴汶河两岸土地为依托,打造产业经济带,有效破解了河道建设管理投入模式单一、社会参与度低等问题。章本林等^[4]以海安县河道资源和优惠政策为依托,鼓励群众在承包河道水面进行养殖(种植)的同时负责所承包河道的日常管护保洁,相关主管部门加强技术指导、严格考核奖惩,从而落实河道日常管护保洁责任,达到“以河养河”目标。李香云等^[5]以浙江丽水为例,探讨了社会力量参与农村河道管护模式,通过“以河护河”共赢机制,实现农村河道管护长效管理目标。邱俊^[6]以沈阳市为例,将农村河道管护模式与社会力量参与相结合,为实现长效管理目标建立“以河护河”共赢机制。

江西省水系发达,河网密布,据江西省第一次水利普查公报,江西省境内流域面积50km²及以上的河流有967条,其中流域面积100km²及以上的河流有490条^[7]。为推进江西省河湖管理,江西省率先在全国实施河湖长制,健全落实区域和流域相结合的省、市、县、乡、村五级河湖长组织体系,9名省级河(湖)长、116名市级河(湖)长、983名县级河(湖)长、6970名乡级河(湖)长、17287名村级河(湖)长共同织就覆盖了所有水域的责任网。坚持问题导向,以清洁河湖水质、清除河湖违建、清理违法行为为重点,持续推进“清河行动”,累计排查解决影响河湖健康突出问题万余个。结合城乡环卫一体化,全省在河湖管护的“最后一公里”落实巡查员、保洁员、专管员共9.42万人。各地还通过设立民间河长、企业河长、认领河长、党员河长、“河小青”志愿者等方式,充实社会力量投入到河湖管理保护治理中,实现河湖管护链条全覆盖^[8]。虽然河湖长制的实施使得江西省河湖面貌得到较大改善,水环境质量逐年提升,但在河湖管护的“最后一公里”中依然

存在一些问题,如管护经费不足,基层河湖管护队伍缺乏固定渠道的经费投入,主要靠整合堤防安全管理员、农村保洁员经费和乡级财政补贴,地方财政压力大。据此,本文通过对抚州市宜黄县“以河养河”河道管护机制进行分析总结,探讨社会力量参与的“以河养河”管护模式,以期在河湖长制背景下的江西省乡村河道管护探索出一条新路子。

1 河湖管护模式

1.1 基本定义

“以河养河”河道管护模式,即充分挖掘河道及其管理范围内的资源,增强水域养殖、河道两岸种植、休闲旅游等效益,根据河道自然条件或者以小流域、行政区域为单元合理划分承包河段,综合考虑河道长度、自然条件及资源效益等因素估算经济产出,最终确定合理承包价以吸引社会力量参与。河道使用权人采用招投标的方式将河道经营权承包给参与者(法人或自然人),并通过签订合同进一步明确各自的责权利。合同期内,承包方获得河道及其管理范围内的经营权,在获取收益的同时也要履行河道保洁、日常养护等义务。政府部门要全过程监管,做好政策宣传、解释、帮扶等工作,从而形成集河道保洁养护、河道资源利用、社会力量参与、政府监管与服务于一体的河道管护机制,最终达到清水长流、降管护成本的长效管理目标。

1.2 主要制度

“以河养河”河道管护模式一般需要以下5个主要制度支撑^[9]:

a. 河道综合管理制度。明确各承包河段的基本情况,包括地理位置、河道长度及条数、主要产品、承包方及承包价等情况,以及农业、林业、水利等行业部门共同参与的综合管理要求。

b. 巡查制度。明确巡查方式及内容,建立健全河道等水域的巡查制度,依法依规开展监督执法活动。

c. 河道管理村规民约。按照现行的国家和地方法律法规以及有关政策规定和要求,建立经村民代表大会讨论通过的河道管理村规民约,明确河道经营管

理的各类鼓励和禁止行为。

d. 承包方案。制定各利益参与方认可及可持续的承包方案。

e. 承包合同。明确承包的关键内容,包括承包范围、年限、租金、付款方式以及各方的责权利和违约责任。

1.3 操作流程

社会力量参与的“以河养河”河道管护模式操作流程,主要包括所有权、管理权、经营权3个层面的7个流程,即建立管理体制机制、开展资源普查和定价、制定实施方案参考模板、委托主体形成共识性的实施方案、发布招标公告、确定中标人、签订合同,见图1。

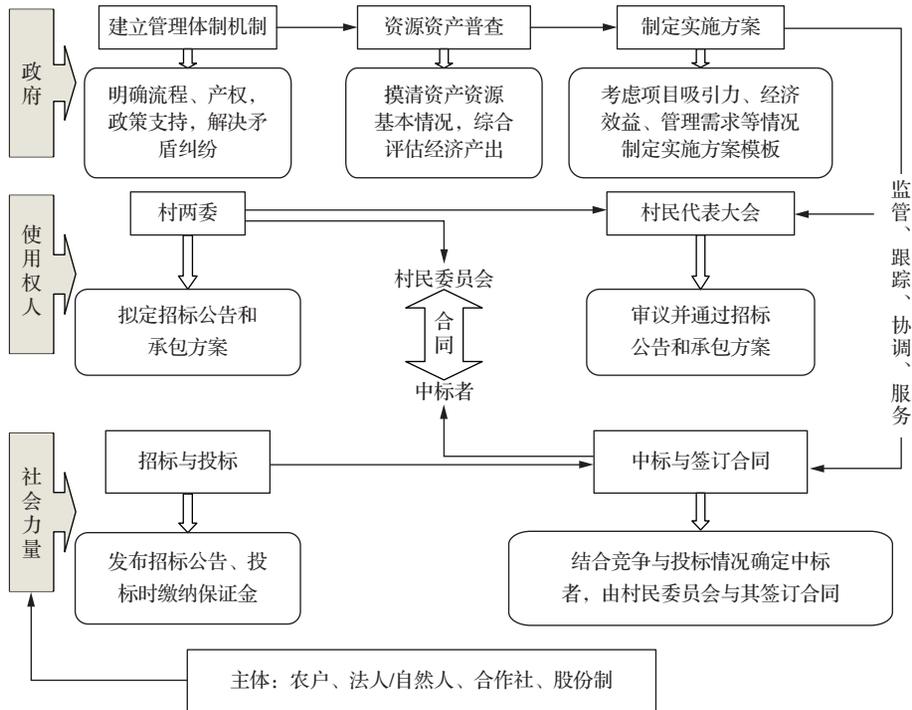


图1 “以河养河”河道管护模式操作流程

1.4 影响因素

虽然“以河养河”河道管护模式理论清晰,但对于社会力量参与乡村河道的管理,目前法律法规、政策规定以及资金支持等方面尚不健全,实际操作中无疑会遇到一系列的问题,尤其是影响社会力量参与的积极性以及经营持续性的问题。如在经营过程中受各种因素的影响造成承包方经济受损严重,因人工投料及强势经营恶化河道水质等问题。对于这种情况,政府部门处理问题的态度和解决问题的效率就显得尤为重要。因此,这一河道管护模式的稳定推进,既要调查资源与效益情况、界定产权边界等,也要了解当地社会心理和河道传统利用习惯,以及在承包合同中明确参与各方的权责利等边界条件,事先做好预见性的各种问

题处理方案,消除不利影响因素。

2 实例分析

2.1 概况

抚州市宜黄县属于典型的山区县,境内水系发达,河流众多,大小河流216条,其中流域面积10km²及以上的河流46条。全县紧紧围绕“防洪保安全、优质水资源、健康水生态、宜居水环境、先进水文化、绿色水经济”的幸福河湖目标,按照“党政同责”的要求,建立健全区域与流域相结合的河湖长制组织体系,共落实县级河长7名,乡级河长124名,村级河长113名,强力推进河湖长制。宜黄县在充分发挥河湖长制平台作用的同时发现乡村河道依然存在管护不到位等问题,如纳入

河湖长制的 46 条河流涉及全县 12 个乡镇、113 个行政村,县、乡、村三级河长均由县、乡、村三级干部兼任,他们既要开展河湖长制工作,还要承担繁重的经济发展、社会稳定和乡村振兴等工作,容易出现河湖管护不到位的情况。为解决河湖长制实施过程中存在的问题,宜黄县积极探索推进河道经营管理权改革试点工作。

2.2 主要做法

a. 推行三权分立,依法开展确权。积极推行河道所有权、管理权和经营权等“三权”分立的权责划分模式。

一是精准甄别。在明晰河道所有权归国家的前提下,将河道资源管理权的归属进行分类,依据不同的归属类别明确相应的管理主体,县城规划区范围内河道管理权由县水利局行使;其他河道由所在乡(镇)、村协助县水利局行使河道管理权,其中,行政村配合乡(镇)开展工作。

二是依法确权。在确认河道经营权方面,当地乡(镇)政府采取竞标的形式把河道承包给集体或个人。承包方通过与发包方签订承包合同,取得河道资源承包经营权,并由县政府颁发经营权证。根据实际情况,承包方可以是本地村民、村集体、群众组织或股份合作经营者,还可以通过招商引资引进外地客商。对于一些存在边界划分争议的河道,县水利局作为牵头单位,组织乡、村干部和村民代表协商确定,并签订边界确认书。

三是规范经营。承包方在确保生活、生产、农业用水及防洪需要的前提下,依法享有所承包河道的自主经营权,但所经营的项目需向该条河道管理权方提出申请报备,经河道管理权方同意后方可实施经营,其中,涉及河道开发建设的项目要报县水利局批准。承包方在合法经营过程中,要依法履行所经营河道保洁、养护、渔业及砂石资源保护、水生态环境保护等责任,发现超出承包方经营管理权限的人和事,承包方必须及时上报当地乡(镇)政府进行协商处理。

b. 创新机制体制,规范河权管理。紧紧抓住河权管理中的难点堵点,突出体制机制创新,着力保障河权

改革规范有序推进。

一是建立准入与退出机制。按照政府主导、多方参与的原则,采用竞标方式,承包方通过公开公正公平竞争获得河道经营权。首先,召开村民代表大会,拟定河道承包方案,张贴竞标公告,通过竞价确定承包方。随后,发包方与承包方签订河道经营权承包合同,约定各自应遵守的条文,明确双方的权利与义务。因河道资源承载能力有限,过度或者不当开发利用均会对水生态环境产生重大影响,故承包经营期限原则上不超过 10 年,具体由发包方、承包方、村民代表商定。同时,定期对河道的水生态环境等指标进行检测评价,对承包期间不合格的承包方予以强制退出。

二是探索权益流转机制。在合同有效期内,允许承包方将河道经营权进行抵押贷款。承包方在不违反国家法律、行政法规相关规定的前提下,经管理方批准同意后,可以采取转包、转让、出租等方式实现承包经营权的流转,承包经营权流转后,仍按原承包经营合同的约定行使权利和承担义务。如宜黄县梨溪镇将辖区内 48.6km 的河道划分为 6 个承包段,竞拍总价 55.5 万元,竞拍所得的 80% 返还给各村。2020 年 8 月,承包方获得全省首张河道经营权证后,根据县里出台的相关政策,向银行成功抵押贷款 30 万元,真正实现资源变资金。

三是健全长效管护机制。充分发挥河湖长制平台作用,厘清县、乡、村三级河长在河权改革中的职责。对于本辖区内已实施经营权承包的河道,乡、村级河长要强化监管,及时化解承包方与周边村民之间产生的矛盾纠纷,引导承包方履行承包义务;要宣传普及相关政策,抓好政策落地实施,如周边土地流转在相同条件下的优先权政策。县级河长要积极调度督导县级各有关部门落实承包方的激励和监管措施,如银行要探索利用河道经营权证进行抵押贷款、保险公司要探索实施河道经营设施开展保险业务、水利部门申报河道治理项目时要优先将已发包的河道纳入申报范围、生态环境部门要对已发包的河道加密水质监测等。

c. 分类开发经营,释放改革红利。注重坚持因地

制宜、因段施策原则,将立地条件作为河道分类开发的着力点,积极探索河权改革“变现”方式。

一是开发农村休闲旅游。对于周边资源较为丰富、经营开发价值较高的河段,通过拓展投资渠道、加强基础设施建设等措施,大力实施“水旅融合”,积极开发农村休闲旅游项目。如宜黄县桃陂镇歌坪村依托江西省水生态文明村、江西省村镇类生态文明示范基地、江西省水利风景区等金字招牌,将该村5km歌坪河段承包给经营户,通过引入游船画舫,完善水上娱乐等功能设施,逐步打造成了一个集休闲、养生、度假于一体的美丽农村生态旅游示范点。2020年该示范点接待游客15万人次,创造旅游综合收入1690万元。

二是发展水产养殖。对立地条件一般、短期内难以获益的河段,在承包期、承包资金上进行适当调控,鼓励并引导承包方率先开展河道治理,加强对河道的保洁维护,提升河道水质。在此基础上,免费为承包方提供养殖技术指导,指导承包方大力发展石斑鱼等经济价值较高的水产养殖产品。

三是打造田园综合体。结合河道水质、地势、沿岸风景及农耕等实际情况,积极引导承包方规划河道综合开发方向,打造生态农业、绿色产业、观光休闲的田园综合体。如宜黄县梨溪镇河道的承包方打造了一个河面开展生态竹排漂流观光、野钓等休闲活动,河岸周边养殖石斑鱼,种植三叶青、丹参、铁皮石斛、藏红花等中药材,周边土地流转种植葡萄、猕猴桃、草莓等经济作物的田园综合体。

3 对策建议

宜黄县“以河养河”河权改革,为河湖管理“最后一公里”探索出了一个适合当地的管护模式,但也存在一些不足,需要在河权改革试点到全面铺开过程中逐渐完善。

3.1 巩固河道资源增值基础,促进“以河养河”模式发展

现在的水利工程主要考虑防洪、灌溉、发电、通航等功能,河道形态断面多为顺直、规整,忽视了河道自

然状态的景观效益,弱化了河道经济功能。从河道管护长效性和资产可经营性角度来看,工程设计既要考虑防洪、灌溉、生态等功能^[10],也要考虑直接的经济功能;既要与景观、人文、文化等方面相融合,也要区别于城市河道,突出乡村特色,最大限度地发挥河道资源的经济价值。巩固河道资源增值基础,提高河道经济价值,才能更好地吸引社会力量参与,“以河养河”模式才有可持续性。

3.2 建立健全管护体制机制,保障社会力量权益

从实践来看,没有有效的保障社会力量权益的政策法规是制约“以河养河”管护模式推广应用的关键因素。为了进一步推广河权改革,宜黄县要制定出台税收、投资、激励、河权流转、监管等方面的政策法规,以完善的政策法规体系吸引社会力量参与。此外,还要不断地建立健全河道综合管理体制和监管与实施机制,整合河道各项资源,增加其经济产出,在保障社会参与者权益的同时满足公众对优质水资源、健康水生态及宜居水环境的需求^[11]。

3.3 发动村民自治,实现河道资源利益共享

为进一步提高村规民约的可操作性,宜黄县要充分发挥村民自治能力,及时修订完善村规民约。同时,可以采取利益捆绑的形式,鼓励村民入股参与河道管护工作,激发村民参与河道管护主动性,实现共治共享的目标。

4 结语

宜黄县结合实际情况,充分发挥河湖长制平台作用,挖掘河道资源,积极探索河权改革试点工作,既实现了河道管护,又增加了村镇集体经济,同时减轻了河道管护政府投入,为当地河湖“最后一公里”的长效管理找到了一条可行的路子。但各地自然条件、经济发展水平及人文环境等都存在差异,在实现产权明晰、效益评估、政策保障以及利益共享等基础上,各地应结合本地河湖长制实施情况,积极探索符合当地实际、科学合理、可持续发展的河道管护模式。◆

(下转第84页)

德州市河湖管理中数字河湖建设的 实践与思考

苏秀峰 赵春兰 刘秀勇

(山东省德州市水利局, 山东 德州 253014)

【摘要】 为全面提升河湖智慧管护水平,推动河湖长制提质增效,数字河湖建设十分必要。本文以德州市为例,分析了德州市建设数字河湖的必要性,且详细介绍了其数字河湖的建设情况,并对德州市数字河湖建设的创新做法和成效进行了归纳总结,据此提出了三方面夯实基础、四架构迭代升级、五模型把握前沿、六重点强化应用的发展方略,以期为其他省市河湖管理中数字河湖建设提供参考。

【关键词】 河湖管理;数字河湖;实践;研究;德州市

中图分类号: TV213.4

文献标志码: B

文章编号: 2096-0131(2022)11-077-08

Practice and Thought on Digital River and Lake Construction in Dezhou City River and Lake Management

SU Xiufeng, ZHAO Chunlan, LIU Xiuyong

(Shandong Dezhou Water Conservancy Bureau, Dezhou 253014, China)

Abstract: In order to comprehensively improve the level of intelligent management and protection of rivers and lakes and promote the quality and efficiency of the river and lake chief system, it is necessary to construct digital rivers and lakes. Taking Dezhou as an example, this paper analyzes the necessity of digital river and lake construction, introduces in detail the construction situation of digital rivers and lakes, and also summarizes the innovative practices and achievements of digital river and lake construction in Dezhou. On this basis, this paper proposes the development strategy of three aspects to consolidate the foundation, four framework iterative upgrading, five models to grasp the frontier, and six key points to strengthen the application, so as to provide reference for the construction of digital rivers and lakes in other provinces and cities.

Key words: river and lake management; digital rivers and lakes; practice; research; Dezhou City

德州市属海河流域南系,是京津南部、山东北部重要的生态功能区,全市控制土地面积 10356km²,辖二区二市七县,2021 年末总人口 574.8 万。全市多年平均年降水量为 563.8mm,多年平均降水入渗补给量为

86704 万 m³,多年平均天然年径流量为 4294 万 m³,多年平均年水资源总量为 137129 万 m³。境内有徒骇河、马颊河、德惠新河 3 条骨干河道,被黄河、漳卫南运河南北包围。德州市流域面积在 300km² 以上的一级支

收稿日期: 2022-07-12

作者简介: 苏秀峰(1974—),男,正高级工程师,学士,主要从事水利管理、大数据、智慧水利等工作。

流有13条,100~300km²的主要支流有43条,30~100km²的支流有96条。有各类水闸235座,流域面积300km²以上的骨干水网总长度873.00km,年调蓄雨洪资源能力近6.0亿m³。大中型水库21座,总蓄水能力3.3亿m³。两处省级大型灌区,分别为潘庄引黄灌区,渠首设计引水流量100m³/s,总干渠79.30km,设计灌溉面积33.4万hm²,有效灌溉面积23.8万hm²;李家岸引黄灌区,渠首设计引水流量100m³/s,总干渠95.91km,设计灌溉面积21.4万hm²,有效灌溉面积15.4万hm²。全市设立各级河长7374名、湖长197名,注册河湖管理员近4000名,明确河湖警长2179名。

建设数字河湖,是贯彻党中央、国务院建设数字孪生流域重大决策部署的明确要求,是适应现代信息技术发展形势的必然要求,是强化河湖现代化治理管理的迫切要求。德州市水资源时空分布不均,与经济社会发展布局不相匹配,水资源承载能力和调配能力不足,部分河道和地区洪涝水宣泄不畅,河湖萎缩严重,水环境恶化。积极推进数字河湖建设,加快构建适应德州市城乡融合发展的数字河湖治理体系,充分发挥数字化对河湖管理的驱动、赋能、加持作用,消除河湖长治理的盲区,打破传统管护的壁垒,打造开放性、共享化、全民式的河湖管护新模式^[1],逐步实现从支撑保障到驱动引领、从被动响应到主动应对、从数据可读 to 智能可视的转变,做到河湖管护工作的高效性、便捷性、长效性、实时性,对于优化配置水资源,增强抗御水灾害能力,持续改善水生态环境^[2],着力保障全市供水安全、防洪安全、粮食安全、生态安全,支撑经济社会可持续发展具有重要意义。

1 德州市建设数字河湖的必要性

1.1 助力实现河湖智慧管理一体化

德州市河湖分布面广、线长、量大,传统人工治理模式较为低效、智能技术手段应用不足、涉河湖资源融合共享不畅、缺乏长效运营保障机制,为消除当前河湖治理的难点、痛点,构建智能高效的智慧管理体系,需

建设数字河湖,依托物联网、数字孪生、AI视觉分析、云计算和大数据技术,融合国家水利部河湖健康评价体系,构建全面感知、数据分析、网络安全、智慧监管四维一体平台^[3],河湖信息经摄像头采集、大数据分析、APP推送,使全市各级河湖长和8万基层干部群众可以数字化‘履职’,释放大量的人力、财力、物力和精力。通过系统思维共建共治共享,将“治水”变成“智水”,做到问题实时发现、趋势智能研判、施策精准科学,实现全天24小时大面积、高精度、长时效、常态化监管^[4],能够全面提升河湖水域的现代化管治水平。

1.2 助力实现河湖水网布局一体化

德州市人均水资源量211m³,仅为全省平均水平的61%、全国平均水平的10%。一般年份至少缺水15亿m³,平均每年因旱受灾的耕地面积达18万多hm²,水资源短缺尤其工程性缺水(人均占有河湖蓄水量仅有19m³)成为德州市可持续发展的重要掣肘。用数字技术赋能河湖管理,一河湖一档一策信息化,全部摸清水资源取、供、输、用、排各环节底数,构建多水源联合调度水资源体系和多水源的区域综合水价体系,推进河湖管理全面升级、调蓄能力全面提升,水资源配置全面优化,有效破解工农业抢水、输水损失、河湖供水时效等问题,实现了节水优先,实现了引黄水、长江水与当地地表水之间的相互调配,还可最大程度地利用过境水和再生水,形成五水统一调度,最大限度地提高水系流动性、连通性^[5],提升了特枯水年、连续枯水年以及突发水污染事件的应对能力,提高了区域的水资源承载能力,保障了粮食安全、生态安全和发展安全。

1.3 助力实现河湖集蓄排调控一体化

为推进河长制,建设美丽河湖,德州市2018年底进行了全市河湖普查,截至2018年12月,德州市河湖60%的基础设施老化,不能正常发挥作用;65%配套工程不完善,险工24处;70%的河道淤积严重,25%的村庄和耕地无法用上黄河水;骨干河道平均淤深2m以上,加之近年来因城镇和公路建设,区域排水行洪体系被打乱,防洪能力降低30%~50%,除涝能力降低

20%~40%。伴随数字技术的发展进步,长期以来困扰河湖整治的难点、堵点将逐渐被数字技术所消弭和破解,各流域干流间通过河道相互调度,在极大地提高了防洪能力的同时也增加了河湖调蓄容积。不同河流域洪涝灾害同时发生时,通过合理的调度,蓄滞洪水、错峰下泄;一流域发生洪涝灾害相邻流域无洪涝时,通过数字技术伺机调水,一河有洪,多河支援,变害为利,增强抵御水旱灾害能力,保障人民生命财产安全,发挥巨大的防洪效益。如2021年漳卫河系发生大洪水,德州市通过沙杨河、跃丰河、漳马河向马颊河伺机调洪,大大减轻了漳卫河行洪压力。

1.4 助力实现河湖水域岸线管控一体化

为推进饮水安全工作和城乡供水一体化进程,德州市2019年7月进行了水源水质(含浅层和深层地下水)普查,德州市深层地下水含氟量高,不符合饮用水标准的区域占全市面积的78.2%;浅层地下水苦咸,不符合饮用水标准的区域占全市面积的83.8%。全市4条主要河流水质综合评价结果均超V类水,地表水已到了“有河皆干、有水皆污”的程度。通过对水质、水量、取水方便程度、供水水源保证率等因素进行综合分析估算,农村饮水不安全人数比例为73.6%,饮用苦咸水、高氟水、污染水和远距离运水、买水的现象较普遍。在数字河湖建设过程中,充分利用大数据、遥感、视频监控等技术手段,坚持日常监管与集中整治相结合,推进疑似问题智能识别、预警预判,对侵占河湖问题早发现、早制止、早处置,提高河湖监管的信息化、智能化水平。利用“水利一张图”及河湖遥感本底数据库^[6],及时将河湖管理范围划定成果、岸线规划分区成果、涉河建设项目审批信息上图入库,实现动态监管。幸福河湖有效增加了生态水量补给,增强了水体流动,促进了水循环,提高了河湖水位,有效补充了地下水。同时,河湖水体通过长距离流动,加快了水体交换速度,增强了河流自身的环境容量^[6],提高了对污染物的吸收、分解和水源涵养能力,提升了水体自净能力,有效遏制了湖库富营养状态恶化趋势。

1.5 助力实现城乡智慧水务一体化

德州市水资源供需缺口主要靠引黄弥补,但是由于近年来黄河限引、限流,全市当地水资源开发利用程度整体已达80%以上,许多企业过量超采地下水,使许多中心城区和县级城镇区成为超采区或严重超采区,由此造成地下水漏斗、地面沉陷等一系列地质环境问题,漏斗总面积已达4000km²。建设数字河湖,推进城乡智慧水务一体化,利用人工智能、大数据建模、数字孪生等新技术,创新业务模式,发掘数据价值,提升智能控制和智能决策水平,突破行政区域界限的束缚,有效解决了资源制约、水资源紧张、水安全环境以及水资源可持续发展等问题,实现了更透彻的感知、更主动的服务、更科学的决策、更智能的控制^[7]。以此为基础,及时开展河湖主槽、滩地、垃圾、障碍物、违章建筑清理任务,妥善解决河湖内因工程施工、过流条件不好区域的阻水问题,全面推进区域供水、防洪、生态、环境等多领域综合整治,年均可利用河湖拦蓄雨水5亿m³,补充地下水4亿m³,地下水开采量减少1700万m³,漏斗面积缩小200km²,营造出良好的水环境和健康宜居环境,吸引更多的优质资源,带动土地资源价值提升,为德州市国民经济高质量发展储备宝贵的战略资源,提供坚强的水利支撑。

2 德州市数字河湖建设情况

2.1 思路和主要内容

近年来,德州市数字河湖建设围绕管河湖、管事、管人,以“信息可查、现场可视、指令可达、运行可控、精准可靠”为目标,以“数据整合、监管留痕、预警自动、隐患闭环”为重点,明晰方向、持续发力、纵深推进,投资近千万元,建成数字河湖管理平台、河湖长APP和巡河湖APP,以及水位监测站约3000处、流量监测站约1200处、水域岸线监测点约1600处、断面水质监测站800处、水土保持监测站约400处,收集涉河湖信息26类近千万条,形成了18个专题图层,天、空、地、人立体化河湖监管网络趋于完善,初步达到了层级互连、横向兼容、要素齐全、高效联动,实现了市、县、乡、村四级

河湖管理“一张图”^[8],提升了河湖监管的广度、精度和效能。

2.2 创新实践

2.2.1 在高位推动中规划布局

在山东省率先建立市、县、乡、村四级河湖长体系,德州市高起点推动传统管理模式转型,将数字河湖建设纳入对县、市、区经济社会发展综合考核,部署实施六大任务,对21项具体工作进行明确分工,在信息采集方面完善雨水情预警预报系统和视频会商系统升级改造,在系统应用方面实行重点河湖工程图斑精细化管理、新建生产建设项目天地一体化监管,在资金投入方面持续加大财政资金投入,构建智能高效数字河湖平台和网络,实现河、湖、库、沟、渠管护全覆盖,着力提升河湖基础信息收集、感知、处理、决策辅助、社会化应用等方面的智慧化水平。持续深化“十四五”规划,依托德州市地形图,对市内所有河湖进行了梳理,对河湖长度、水域面积、容积等基本参数进行了数字化管理。

2.2.2 在水网建设中试点推广

在山东省率先整建制开工“两工程一体系”,每个县、市、区试点推进一条数字河湖,率先投用数字河湖平台,全年完成一条河道、一座水库、一座水闸和一个县域平台“四个一”试点建设任务。通过重点河湖工程图斑精细化管理、生产建设项目天地一体化监管系统,探索整合现有河湖业务系统,构建综合信息平台,筑牢水生态安全底线,提升防洪、供水、饮水等安全保障能力。

2.2.3 在主题巡查中靶向发力

数据多跑路,巡河湖少跑腿。德州市在全省首先开展河湖主题巡查活动,建立电子巡河、快速上报、留痕管理、闭环跟踪的数字巡河湖平台,提供了高效、直观、精准、智能化的技术支持。各级河湖长制办公室按照“五巡、五有”标准,结合各季度河湖管护不同侧重点,靶向整治河湖问题,深化清违整治,相继开展河畅、水清、岸绿、景美、人和五大主题巡查,依次抓好河湖绿化、防汛备汛、美丽河湖建设、污染治理等目标任务,提高巡河湖效率、保证数据真实,杜绝了走过场、看亮点、

留痕不留心。

2.2.4 在专项行动中动真碰硬

心中有“数”、手中有“术”。从河湖整体性和流域系统性出发,建立动态跟踪管理平台,实时量化统计与分析评价现场巡河发现的重点、难点、热点问题。平台每天定时在河湖长制工作群推送问题台账、巡河次数、事件次数等,同步进行任务的派发和追踪,有效解决河湖长巡查效率不高、反馈问题缺乏有效跟踪、缺乏有效监督考核手段等方面的问题,做到问题不解决不放过、隐患不消除不销号。

2.2.5 在科技惠民中绘就美丽

数字治理,科技惠民。德州市各级各部门牢固树立数据意识,强化数据思维,运用互联网、大数据、云计算、人工智能等技术,构建全域河湖湿地生态数字一张图,进行自然资源、流域监管、生物多样性、环境保护、生态巡护等综合监管,提升水生态的智慧化管理、全域生态评价、决策数据支撑,全面提升创建幸福美丽河湖的科学性、时效性、精准性,树立了数字河湖应用新典范。

2.2.6 在共享共治中全民护水

以“数字”提效率,以“算力”增功力。坚持开门治水,着力打造社会各界问水、护水、管水、建言献策数智通道,引导鼓励社会各界广泛参与。全市选聘民间(义务)河湖长1056名,建立志愿服务队、义务护河湖队30个,队员969人,及时发现、上报河湖情况,解决问题。将以往的手工填报、人工统计转变为量化考核、动态统计,不断加强对河湖长制的考核评估,提高考核的公平性与效率。各级河湖长通过手机,轻点按钮,就能开启巡查路线,自动上传轨迹、巡查信息,便捷高效,从烦琐的河湖巡查中解放出来。各界护水人群登录“全民护水”平台,可以通过问题上报、巡河护水、建议点评、经验分享等方式参与治水。6300多处河湖长制电子公示牌和健康码,动态展播河道信息、污染情况、河湖长职责、治理目标、监督电话、通知公告和预警信息等内容。

2.2.7 在创新探索中常态长效

贴近实际、有效管用、创新完善,建成市河湖数据融合平台,定时更新信息,系统分析比对,绘成电子地图,实时展示态势。“河长制+乡村振兴”模式被评为“全国基层治水十大经验”,即对河滩进行整理规划,引导群众种植油菜花等观赏性经济作物,既美化了河道、加强了管理,又带动了群众增收致富。数字河湖实时掌握各监控点位半径1.5~5.0km范围内的情况,具备实时预览及录像回放、抓拍、变倍等功能,将传统人力巡查转变为24小时实时监测预警,形成天上看、地上查、河上巡、网上管立体化监管格局,实现河湖管理全覆盖、没盲区、无死角。在山东省率先创立“河长+警长+网格员”模式,将公安干警与社区网格员吸纳到日常巡河工作中,为河湖管控提供有力法律保障,实现了河湖管理制度化、专项整治网格化、水质保护法制化、综合治水一体化^[9]。河湖联通、消滞活水,雨污分流、清源活水,污染治理、正本治水的“三水共治”经验被“山东政务信息”以专报形式在山东省进行推广。“三长”(河长、警长、网格长)联动、“三员”(巡河员、保洁员、网格员)保证、“三理”(清理、治理、管理)相融的“三个三”机制确保河湖问题不反弹。

2.3 成效

2.3.1 实现了河湖水域岸线、管理线、保护线的划定和数字化落图

为河湖水域保护、利用、管理提供了更加合理可靠的基础。市级河湖长既挂帅又出征,带头到基层一线调研,协调解决重大问题,推动数字河湖落地、生根、见实效,已形成党政负责、河长带头、部门协作、社会参与的数字河湖监管体系。

2.3.2 实现了河道问题的可记录、可追溯、可监督

各级河湖长有名有实、名副其实,坚持真巡、真查、真办,开展巡河湖调研,7374名河湖长年均线上巡河湖3.8万次,发现和解决各类问题70余项。经过河长主治、源头重治、工程整治、依法严治、各界共治,德州市河湖管理已步入规范化、常态化和长效化轨道。

2.3.3 实现了河湖清违清障问题动态清零

近3年开展“清河”等专项行动16次,铁腕重拳整治河湖乱象,拆除违章建筑1.6万 m^3 ,治理河湖岸线2.5万 km ,解决了一大批矛盾尖锐、治理难度大的历史顽疾问题,乱占乱建、乱围乱堵、乱采乱挖、乱倒乱排现象基本消除,河湖清违清障做到了动态清零,水质隐患排查进行了台账管理,全市河湖面貌发生根本性改观,打造了全省标杆样板。委托第三方对全市河湖进行暗访督查,共排查河湖问题295项,全部按时整改到位。在水利部1轮、省级4轮暗访督查中,德州市河湖取得“零问题”的良好成绩。

2.3.4 实现了多水源智慧化联调联配

持续实施潘庄、李家岸灌区节水改造和南水北调续建配套工程,衬砌疏浚河道渠系2158 km ,新建改造建筑物2032座,实现了黄河水、长江水、雨洪水、再生水等多水源联调联配,灌溉水有效利用系数达到0.6370。

2.3.5 实现了水旱灾害防御科学应对

聚焦超标准洪水防御,压实各类防汛责任制,做好监测预警,成功应对摩羯、利奇马等台风袭击以及有气象记录以来极端干旱天气。2022年5月19日,德州市按照河南郑州“7·20”特大暴雨雨型,通过数字河湖系统对全市防洪预案各环节的适配性、指挥调度的时效性和处置措施的可靠性,进行了超标准洪水下水情预报、工程调度、物资调运、会商研判、群众转移、决策指挥等内容的模拟推演检验。

2.3.6 实现了美丽示范河湖争创目标

各县、市、区实现了河湖健康一屏掌控,公众反馈一键收集,一河多长联合护水,不断规范沿河沿湖绿色生态廊道建设,优化廊道周边的生态、生活、生产空间格局,因地制宜建设亲水生态岸线,打造滨水生态空间、绿色游憩走廊。马颊河“一轴、三区、四星”的清水走廊基本建成,两岸“百里林果、万亩花海”初具规模,“乡村振兴有产业,观光旅游有路线,文化传承有轴线”的生态文化产业带成效初显。齐河县黄河国际生态城等一大批项目形成旅游产业集群。德州市2020

年和2021年成功创建省级美丽示范河湖28条,数量上在山东省排名第一。

2.3.7 实现了河湖管护模式创新

在全省率先创立了“河长+警长+网格员”监管模式、率先建立河湖长数字化“履职”机制、率先开展了线上河湖主题巡查活动、率先实现了河湖清违清障问题动态清零,省级美丽示范河湖数量全省第一、水环境达标考核全省第一、城乡供水一体化率全省第一,“河长制+乡村振兴”模式被评为“全国基层治水十大经验”。

2.3.8 实现了河湖长制迭代升级

在数字河湖的赋能加持下,河湖长制从建机立制、责任到人、搭建四梁八柱的1.0版本,升级到重拳治乱、清存量遏增量、改善河湖面貌的2.0版本。目前已进入全面强化、标本兼治、打造幸福河湖的3.0版本,河湖一张图总览全域、河湖长履职协同闭环、考核评价客观公平、系统治理全面高效、公众参与广泛踊跃,初步实现了从“有能有为”向“有实有效”的转变。

2.3.9 实现了盈水丰粮

全市河湖巡查全闭环、全链条、全覆盖,实现24小时“云监管”,所有河湖不失管、不脱管、不漏管,为经济社会发展提供了安全水资源、良好水生态、宜居水环境。德州市用山东省4.8%的水资源量,灌溉了全省8.2%的耕地面积,生产了全省17.0%的粮食,成为全国首个“亩产过吨粮、总产过百亿斤”的地级市,已实现18年连丰。

3 思考与建议

面对河湖治理新要求、生态修复新目标和数字孪生流域新标准,需要遵循分工明确、数据共享、业务协同的思路,增强系统观念,聚力工作重点,构建泛在可及、实时传递、动态跟踪、智慧便捷、业务融合、高效协同的数字河湖新体系,在更广范围、更宽领域、更深层次、更高水平上支撑河道综合整治与修复、流域水资源节约与生态用水配置、水源涵养与生态建设、水环境治理与保护,推动河湖长制从“有名有责”到“有实有效”

加速转变,全面提升河湖智慧管护的支撑力、保障力和服务力。

3.1 三方面夯实基础

a. 数据和运用。建立统一标准,打破“数据壁垒”,实现全市河湖全域、全流程、全周期数据一“云”汇聚^[10]。开展数据治理,实现河湖全要素和治理全过程的数字化映射、智能化模拟,提升预报、预警、预演、预案工程调度和辅助决策的能力。

b. 风险和安全。统一身份认证、统一密码服务、统一使用权限,用“底线思维”筑牢安全防护体系,实现智能预警、主动防御^[11]、高效处置,保障系统安全运行,确保网络及数据的完整性、保密性和可用性。

c. 发展和人才。人才是数字河湖推进的核心和动力,决定着数字河湖的发展速度和质量。以能力建设为核心,以高层次和复合型人才的引进、选拔、培养为重点,培育一批既懂河湖业务又熟悉数字技术的工匠和人才。

3.2 四架构迭代升级

a. 感知。构建覆盖所有河湖,包含水质、水量、水位、水面、水文、水生态、水源地、水功能区、水域岸线、水土保持、雨情、工情、墒情、灾情、气象、地下水以及社会经济信息在内的空、天、地、网一体化实时感知体系^[12],为推动河湖“一图治理”提供基础、准确、可靠的数据源。

b. 网络。采用SA或NSA架构和5G/2.4G/5.8G多模信号,适应数字河湖业务动态变化,破解资源孤岛、业务孤岛、数据孤岛、监管孤岛,完善天、空、地、人立体化监管,打通数据传输“大动脉”。

c. 大脑。全数据集中、全业务智能、全社会协同,集数据、仿真、服务、调度、控制和指挥于一体,整合各类基础计算、存储、网络、机房环境等资源,建成河湖云、数据资源池、信息资源平台、应用支撑平台和智慧使能平台(一云一池三平台)。

d. 服务。电子化整合、统一化管理、可视化展现,实现计算、存储、网络等资源的弹性分配。构筑基于标

准的应用使能和应用支撑,推动各类业务的智慧化运行、精细化管理。

3.3 五模型把握前沿

a. 河湖三维场景模型。构建基于精准地形和水位的河湖数字底板,为每条河流、每座湖(库)实时数字画像、精准赋图^[13],为河湖天上看、云端管、地上查、智慧治^[11]奠定基础。

b. 水量平衡调度模型。采用数字孪生技术建立一个与现实河湖水情相对应的数字模拟体,利用河湖蓄量平衡原理建立“同步控制自适应平衡”调度控制模型。

c. 洪水实时演进模型。防控不留死角、预警不留盲区、响应适度合理,建立洪水四维动态演进和实时淹没范围动态仿真模型,精细化实现历史洪水、频率洪水、设定洪水和实时洪水的预报、预警、预演、预案功能。

d. 灾害应急抢险模型。与公安系统“天网工程”有机整合,汇集河湖水情和工程险情预警监测平台前端实时水位、实时流速、实时信息,全面覆盖、突出重点、合理配置,构建雨水情、河湖工程实时监测预报预警模拟系统,实现事前、事中、事后全链条、全领域监管^[14]。

e. 业务协同管理模型。构筑包括建设、运维、数据资源在内的多方协同管理评估体系,优化项目建设内容和建设进度安排,统筹推进河湖各业务应用系统集成建设、互联互通、协同联动。

3.4 六重点强化应用

a. 数据开放法治化。及时回应公民、法人和其他组织需求,水量、水位、水质、流量、泥沙等河湖数据,除法律、法规和国家规定不予开放的以外,应在政府认可的公共平台依法开放。

b. 水域管护图表化。利用水域保护规划修编最新成果,开发水域保护及河湖工程查询、管理系统,将河湖水域范围与“天地图”进行数字化匹配。

c. 输水运行全息化。面向河湖输水调水业务全

要素构建数据底板^[15],在数字空间对河湖实体和建设、运行、管理活动等方面进行全息智慧化模拟,搭建涵盖输水调水业务全链条、可成长体系。

d. 监测预警精准化。采用松耦合的分层架构和多源资料融合的短时临近预报预警技术,将专业监测设备与物联网和通信技术集成^[16],构建集河湖监测、分析、预报、预警和应急服务于一体的信息化、智能化和可视化平台^[17],达到能用、管用、好用、实用的实战效果。

e. 系统建管市场化。纳入新基建专项,探索建立财政、工程、社会共同参与的多元化、多渠道投入机制,分层、分类、分级加快推动设施、设备、体系建设。

f. 河湖长考评多维化。将各类河湖相关事件标签化流转处理,对水资源及水域岸线开发利用、污染物排放、水质监测、河湖长履职全过程留痕监管^[18],巡河湖轨迹、预警信息、问题处理—云处理、一屏总览、一键上传^[19],督导各级河湖长主动担当实干,真正做到守河有责、担责、尽责。

4 结 语

数字河湖具有高创新性、强渗透性、广覆盖性。通过数字河湖建设,德州市河湖面貌彻底改观,水资源管控明显加强,生态环境持续复苏。下一步,德州市数字河湖建设将坚持统筹管好“盛水的河湖”和“河湖里的水”,聚焦人、盯紧事、突出智,进一步深挖潜能、扩展功能、提升效能,加快丰实河湖势、事、土、视、匙5个专题模块,持续提升全面感知力、深度分析力、科学决策力和精准执行力,尽早建成感知能力强大、问题发现及时、事件流转高效、部门协同顺畅、系统治理有力、考核评价客观的云网融合体系,跃能升级管理精细化、决策科学化、调度协同化、服务社会化水平。预计2022年,打造山东省第一个整建制农村供水管理服务到户的地级市;2023年,将全市所有河湖全部打造为美丽幸福河湖;2030年,全面完成流域、区域骨干河道堤防治理,重要河湖水功能区水质达标率提高到93.3%,城市集中式饮用水水质优于Ⅲ类比例达到100%。逐步

将德州市河湖打造为流动的河湖、绿色的河湖、清洁的河湖、安全的河湖、美丽的河湖、健康的河湖、幸福的河湖,让全市河湖水量丰起来、水质好起来、风光美起来,为水常清、产业兴、百姓富的新时代美好画卷增色添彩。◆

参考文献

[1] 张涛,黄锐,王妍.智慧视角下的永定河综合治理与生态修复顶层设计[J].水资源开发与管理,2020(9):55-61.

[2] 祖雷鸣.加强河湖水域岸线空间管控 保障河道行洪通畅和河湖功能完好[J].中国水利,2022(7):3-5.

[3] 江有成.浅析玛纳斯河河谷水源地水资源监控及优化调度系统[J].水资源开发与管理,2020(9):62-67.

[4] 杨明悦,宁忠瑞.知识图谱在黄河宁夏段健康诊断与智能管理系统中的应用研究[J].水资源开发与管理,2020(10):46-52.

[5] 蔡阳,崔倩.河湖遥感“四查”机制建立及其应用实践[J].水利信息化,2020(1):10-14.

[6] 黄祚继,王春林,吴美琴.安徽省河长制决策支持系统建设特色与亮点[J].水资源开发与管理,2020(11):62-69.

[7] 张小稳,刘国庆,范子武.动态洪水风险图在无锡市城区防洪中的应用研究[J].水资源开发与管理,2019(5):10-17.

[8] 王镡,赵红莉,曹引,等.河湖生态复苏的立体监测体系构建探讨[J].中国水利,2022(7):53-56.

[9] 邢友华,江龙,秦小群.莱芜市河长制湖长制管理信息系统建设及应用分析[J].水资源开发与管理,2019(5):64-67.

[10] 朱菲.辽宁省河长制信息化建设分析与研究[J].水资源开发与管理,2019(9):58-62.

[11] 王贵作,王一文,孟祥龙,等.加强河湖信息化建设 提升河湖管理水平[J].水利发展研究,2016(10):14-17.

[12] 刘桂荣,朱志祥,宋林蕊,等.河湖长制信息化体系架构研究[J].智能城市,2021(7):14-15.

[13] 李永健.全面推行河长制的困境与未来出路[J].华北水利水电大学学报,2019(1):34-38.

[14] 王晓刚,王竑,李云,等.我国河湖健康评价实践与探索[J].中国水利,2021(23):25-27.

[15] 邢方亮,王天奕,王磊,等.河湖水生态信息监测智能无人船的应用研究[J].广东水利水电,2021(2):16-20.

[16] 王妍,杨朴.北京市河长制信息系统设计与研发[J].中国水利,2018(18):46-49.

[17] 刘志峰.山东省全面实行河长制的工作构想[J].中国水利,2017(4):37-39.

[18] 颜培胜,张旭,李强.河湖水域岸线监管平台应用研究[J].中国水利,2021(20):30-33.

[19] 王伟,吕涛.探讨贵州省河长制工作的四个“点”[J].水资源开发与管理,2019(2):28-33.

(上接第76页)

参考文献

[1] 傅张俊,何沪彬.丽水市“河权改革”探索[J].水资源开发与管理,2019(4):67-69,66.

[2] 王之义,张有松,黄长权.高邮市“以河养河”三种模式解析[J].江苏水利,2006(9):24-26.

[3] 赵志勇,曹晨旭,陈振斌.泰安市创新柴汶河“河长制”管理模式[J].价值工程,2018,37(33):35-36.

[4] 章本林,徐浚.海安县实施“以河养河”河道管护机制探析[J].江苏水利,2016(7):40-43.

[5] 李香云,吴浓娣,罗琳,等.社会力量参与农村河道管护的“以河养河”模式研究[J].中国农村水利水电,2020(3):87-90.

[6] 邱俊.基于农村河道的“以河养河”管护模式探究[J].黑龙江水利科技,2021(10):210-213.

[7] 江西省水利厅,江西省统计局.江西省第一次水利普查公报[R].2013.

[8] 周波,张桂春,周瑶.江西省建设幸福河湖的成效及经验启示[J].水利发展研究,2022,22(2):35-39.

[9] 孙金标.基于社会力量参与的以河护河管护模式研究[J].地下水,2021(2):247-254.

[10] 王英华,王玉强,秦鹏.浅析新农村河道生态护岸型式及选用[J].中国农村水利水电,2010(3):2-4.

[11] 向敏,马海良,姜明栋.河长制下农村水环境治理长效保障机制研究[J].水资源开发与管理,2018(11):4-7,17.