

黄河治水思想演变及现代治水方略

左其亭^{1,2,3}, 邱曦¹, 马军霞^{1,3}, 张志卓¹

(1. 郑州大学水利与土木工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 郑州大学黄河生态保护与区域协调发展研究院, 河南 郑州 450001; 3. 河南省水循环模拟与水环境保护国际联合实验室, 河南 郑州 450001)

摘要: 黄河治理工作是中华民族生存发展的大事,一部黄河治理史就是一部中华民族发展史。在介绍黄河流域基本概况及发展历史的基础上,分析了当前黄河治理中存在的难点问题;理清了黄河治水的基本历史脉络,总结了黄河治水思想的演变过程及其代表性观点;分别以治理思想和治理目标为主线,系统梳理了黄河现代治水的相关研究进展。结合新时代特点及其对黄河治水的需求,提出了面向新时代需求的黄河现代治水方略,包括治水思想、治水战略和治水布局三方面,并对黄河现代治水研究作了展望。研究成果可为黄河流域治理工作提供参考。

关键词: 治水思想; 治水历史; 现代治水; 治水方略; 黄河流域

中图分类号: TV882.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2023)03-0001-09

Evolution of flood control thought and modern flood control strategy in the Yellow River Basin

ZUO Qiting^{1,2,3}, QIU Xi¹, MA Junxia^{1,3}, ZHANG Zhizhuo¹

(1. School of Water Conservancy and Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. Yellow River Institute for Ecological Protection & Regional Coordination Development, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 3. Henan International Joint Laboratory of Water Cycle Simulation and Environmental Protection, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The governance of the Yellow River is a major event for the survival and development of the Chinese nation, and the history of Yellow River governance embodies the history of the development of the Chinese nation. Based on the introduction of the basic overview and development history of the Yellow River Basin, the difficulties and problems in the current Yellow River governance were analyzed, the basic historical context of the Yellow River flood control was clarified and the evolution process of the Yellow River flood control thought and its representative views were summarized. Furthermore, the research progress of modern flood control of the Yellow River was systematically reviewed centering on governance ideas and objectives. Based on the characteristics of the new era and its demand for flood control of the Yellow River, the modern flood control strategies of the Yellow River that meet the demand of the new era were put forward, including flood control thought, flood control strategies and flood control layout. Finally, the future research directions of the modern flood control research of the Yellow River were proposed from multiple perspectives. The research results can provide some reference for the governance of the Yellow River Basin.

Key words: flood control idea; history of flood control; modern flood control; flood control strategy; the Yellow River Basin

1 研究背景

河流作为人类文明的发源地和影响城市分布的

关键自然因素,对人类生存和发展具有重要支撑作用,提供了诸多生态与经济服务功能。黄河自古被称为“四渎之宗”,即百川之首,千百年来一直孕育

收稿日期:2023-04-14; 修回日期:2023-04-29

基金项目:国家重点研发计划课题(2021YFC3200201);河南省重大公益性科技专项(201300311500);国家自然科学基金项目(52279027)

作者简介:左其亭(1967—),男,河南固始人,博士,教授,博士生导师,主要从事水文学及水资源研究。

着中华儿女,是中华民族重要的生存依托。随着人口加速扩张及城市化进程的加快,黄河流域生态环境不断恶化,河流生态系统功能下降,善淤、善决、善徙状况进一步加剧。在此背景下,深入研究黄河流域治理工作的历史进程、发展现状及未来努力方向,对于改善黄河流域生态环境状况、提升沿黄地区人民群众生活水平具有重要意义。

关于黄河流域治理的研究由来已久,所取得的研究成果丰硕,涉及自然科学、社会科学及交叉科学等多方面,相关研究多集中在流域水资源配置和调控^[1]、水旱灾害防御^[2]、水沙关系调控^[3]等方面。自2019年黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略提出后,流域高质量发展^[4]、环境与发展作用关系^[5]、水资源承载力^[6]等方向的研究得到了进一步拓展。从目前研究来看,对于黄河流域治水历史及思想演变状况的系统研究较少,缺少结合中国新时代特点对黄河流域现代治水方略的研究。因此,有必要在了解黄河流域发展历史的基础上,系统总结黄河治水历史及思想演变,阐述面向新时代需求的现代治水方略。

2 黄河流域概况及发展历史

2.1 黄河流域概况

黄河干流全长5464 km,是我国第二长河,其中内蒙古河口镇和河南桃花峪将黄河分为上、中、下游。黄河流域涉及范围广,总面积约 $79.5 \times 10^4 \text{ km}^2$,流经青海、四川、宁夏、甘肃、内蒙古、山西、陕西、河南、山东九省(区),为沿黄地区乃至天津、河北、胶东半岛等流域外地区的人民生活 and 工业生产提供供水水源。此外,黄河流域内的能源资源储量具有突出优势,涵盖了多个重要的粮食和能源生产基地,在保障中国粮食安全和能源安全方面也具有举足轻重的地位^[7]。

综合考虑黄河流域自然范围、资源利用、经济社会及生态环境状况,可采用5种分区方案(表1),对黄河流域进行划分,分别为黄河流域区、黄河流域涉及县级行政区、黄河干流流经区、黄河流域涉及地级行政区及黄河全行政区^[8]。黄河流域区指黄河全域水系所涉及的流域范围,面积为 $79.5 \times 10^4 \text{ km}^2$,包含8个二级流域区及29个三级流域区。黄河流域涉及县级行政区指所有含黄河流域面积的县级行政单元,面积为 $129.6 \times 10^4 \text{ km}^2$,包含430个县级行政区。黄河干流流经区指黄河干流流经的所有地级行政区,面积为 $142.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,包含44个地级行

政区。黄河流域涉及地级行政区在干流流经区基础上将流域自然边界涉及到的全部69个地级行政区包含在内,面积为 $228.2 \times 10^4 \text{ km}^2$;黄河全行政区指流域所涉及的全部9个省级行政区,总面积为 $356.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。依据不同的区域界定规则及研究内容可选取适宜的分区方案,以增强黄河流域相关研究的灵活性和可比性。

表1 黄河流域基本情况一览

研究分区	面积/ 10^4 km^2	涉及范围
黄河流域区	79.5	8个二级流域区、 29个三级流域区
黄河流域涉及县级行政区	129.6	430个县级行政区
黄河干流流经区	142.2	44个地级行政区
黄河流域涉及地级行政区	228.2	69个地级行政区
黄河全行政区	356.9	9个省级行政区

2.2 黄河流域发展历史

黄河演变成为上下游贯通的大河还要追溯到距今10万~1万年间的晚更新世,人类出现后,得益于流域湿润的气候和适宜的雨量,黄河流域成为了中华民族文明重要的发祥地。回顾人类出现以来黄河流域的发展历史,主要可以将其分为4个时期:古代发展萌芽期、古代发展繁荣期、古代向现代转变期及现代发展繁荣期,其发展历史脉络见图1。

(1)古代发展萌芽期(主要指先秦时期)。在自然环境方面:这一时期黄河流域总体气候湿润,温度适宜,植被丰富。大禹时代的治水功绩将黄河改道为流经饶阳地区并经河北平原北部至天津一带入海^[9],这一行道持续了千余年。在人文环境方面:适宜的气候条件孕育了早期农耕文明的发展,黄河流域中下游地区开始出现早期城市群,大量水陆交通路线被开发以便于人们开展经济文化的交流。该时期的水利工程如战国时期引漳十二渠,给当时人们的生活带来了极大改善。

(2)古代发展繁荣期(主要指秦朝到元朝末年)。在自然环境方面:流域气候开始出现冷暖交替现象,总体变冷变干趋势初显。西汉与东汉时期黄河流域各经历了一次较为明显的改道过程,东汉改道后形成的流路后又称古利津流路。在人文环境方面:流域水陆交通网络得到进一步开辟,多条干线的畅通促进了黄河流域城市群的蓬勃发展^[10]。人们开始在黄河下游两岸筑建堤防以稳定生产生活,大量人工运河等水利工程建设也对后世产生了深远影响。

(3)古代向现代转变期(主要指明清至民国时期)。在自然环境方面:总体变冷变干趋势进一步加剧,断流现象时有发生,干支流径流减少。明清时期对黄河河道的改造使流域人为决口向南迁至徐淮流路,在地质作用影响下,黄河进入了不利于大河行水的时期^[9]。在人文环境方面:这一时期商品经济发达,京杭大运河的修复使其沿线商业城市得到蓬勃发展。同时,频繁的黄河泛滥、决口等灾害对黄河中下游城市产生了巨大影响,城市重心东移。

(4)现代发展繁荣期(主要指新中国成立至今)。在自然环境方面:流域自然环境恶化仍在加剧,水少沙多问题突出。黄河在河南铜瓦厢决口改道北流形成的利津流路是现行流路,相对稳定。在人文环境方面:近年来黄河流域上中下游形成了7个现代化城市群,流域发展整体水平不断攀升,大量水利工程的建设也在兴利除害、调配水资源等方面收效显著。在黄河重大国家战略的指引下,流域生态环境与经济社会发展状况得到大幅度改善。

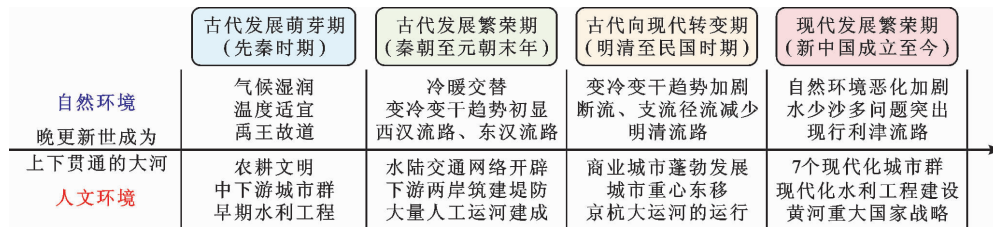


图1 黄河流域发展历史脉络

2.3 黄河治理的难点问题

黄河安澜是中华儿女的千年期盼。1952年10月,毛泽东主席视察黄河时就提出“要把黄河的事情办好”,不仅要充分利用黄河丰富的资源禀赋优势,更要意识到黄河治理过程中的难点。黄河治理的难点问题主要概括为:

(1)人与自然矛盾突出,生态环境十分脆弱。黄河流域植被破坏严重,生态系统失衡,由此导致生物多样性减少、水土流失现象频发、洪涝灾害风险加剧、水污染严重、水环境承载力下降。

(2)泥沙淤积严重,水沙关系不协调。黄土高原地区土质疏松,降水量少且强度大,形成水少沙多的现象,由此引起水沙关系不协调,从而导致河床泥沙淤积,形成“悬河”,加大了干旱和洪水灾害的风险。

(3)水资源供需矛盾突出,水资源承载力严重不足。由于气候及地质特性导致上游水源涵养能力不高,且在供给西北、华北等地区大范围的工农业及生活用水外,还需向远距离外调水,致使用水需求远远超过了水资源的供给能力。

(4)区域发展不平衡,高质量发展不充分。黄河流域涉及区域广,但局部地区贫困集中,贫富差距较大。同时,沿黄地区发展倚重能源资源密集型产业,创新驱动动力不足,缺乏新兴产业集群,这种较为粗放的发展模式严重阻碍了流域高质量发展进程。

3 黄河治水历史及代表观点

3.1 黄河治水历史概要

黄河孕育了中华儿女,是中华民族的生命河和

母亲河,与此同时,黄河各类水问题复杂严峻,周期性的洪涝灾害和旱灾频发,严重阻碍了黄河流域及其周边地区的健康发展。“黄河宁,天下平”,作为世界公认的最难治理的大河之一,黄河流域的兴利除害在中华民族历朝历代都有着举足轻重的地位,中国的历史在某种程度上就是一部“治黄”史。

远古时期人们生产力低下,且对黄河认识程度不够,更多只能“择丘陵而处之”,被动地躲避黄河洪水等灾害。原始社会时期,人类开始学会采取垒土挡水等主动措施抵御水害。封建社会时期,人们对黄河的认识程度不断深化,在大规模筑建堤防抵御洪水的同时,也采取各类措施疏通河道、调控水沙,但由于对河流整体保护的认识不足,治水工作的重点仍放在与洪水的“对抗”上,且治理措施主要集中在河流下游,缺乏综合性的策略。进入近现代时期,黄河流域的治理重心逐渐从下游向全流域转移,治理方式也从被动变为主动,治理策略的完善和治理方式的丰富切实提升了黄河流域的治理能力,也在一定程度上改变了黄河的面貌。

3.2 黄河治水思想演变及代表观点

随着社会形态的演进,人们对黄河的认识程度逐步深化,治理黄河的思想方法也不断发生演变,为现代治黄提供了重要参考。东汉以前,黄河治理的主要思想是以疏为主、以堵为辅,人们遵循水流的自然规律,所建堤防也大都顺河势而筑,疏于对已建堤防的修缮加固。随后,分流思想逐渐占据主流,一定程度上遏制了愈发严峻的黄河水患,但在具体实践

过程中仍存在不少弊端。明清以后的治河者充分认识到治黄关键在于治沙,由此提出了束水攻沙的思想,极大地改善了黄河下游泥沙淤积问题,然而这一阶段仍忽视了黄河上下游的整体性和协同性。近现代以来,人们开始意识到黄河中上游的水土保持与下游的综合治理具有密不可分的联系,全流域综合治理的思想也就应运而生。面对不断演化的流域状况以及水沙关系不协调等根本症结,勤劳勇敢的中华儿女始终以抵御水患并使流域造福人民为目标,谱写了一部部利用黄河、改造黄河的宏伟历史(图2)。在这一过程中,也形成了一系列具有里程碑意义的治黄代表性观点^[11]:

(1)大禹“疏川导滞”的“天人合一”思想。传说在约4 000多年前,大禹吸取其父鲧“障水法”的失败教训,改“堵”为“疏”,以疏导为主,“疏川导滞”是其主要治水思想。大禹利用水向低处流的自然趋势疏通九河,最终历时13年完成治水大业,其“三过家门而不入”的典故也流传至今。

(2)西汉贾让提出“治河三策”。西汉时期,贾让提出改道、分流、巩固原有堤防的治水三策,以解决当时黄河下游河道已成为“地上悬河”的难题。其三策较为全面地提出了黄河治理的不同方案并进行了论证,首次提出了在黄河下游设置滞洪区的思想,对后世影响深远。

(3)明代潘季驯主张“以堤束水、以水攻沙”。认为水流分散不能带走大量泥沙,黄河含沙量较大,需进行大规模的堤防建设以实现束水,从而提升泄洪排沙能力。潘季驯还创举性地筑建不同种类的堤防,使它们相互配合以维护河流安全。

(4)近代水利学家李仪祉首次提出上中下游全

面治理的主张。认为“中上游不治,下游难安”,只有对全流域进行综合治理才能实现黄河长治久安,逐渐改变了历代治黄只注重下游的观念。

(5)现代水利学家王化云提出“宽河固堤”“蓄水拦沙”“上拦下排”等治河主张。作为新中国成立以后的首任人民治黄机构的负责人,王化云长期致力于黄河治理,其提出的治黄措施为后续黄河相关研究打下了坚实的基础。

(6)国家提出“全流域水资源统一调度”的治水思想。黄河流域水资源相对匮乏,且长期无序开发,缺乏统一调度,导致黄河断流现象时有发生,严重影响人民群众生活。在此背景下,国务院于1987年批准颁布《关于黄河可供水量分配方案的报告》(国办发[1987]61号),综合考虑各地区各产业发展状况对黄河水权进行分配,黄河流域从此进入“统一调度”“以供定需”阶段^[12]。

(7)黄河水利委员会提出“维持河流健康生命,实现人水和谐”的治水方略^[13]。21世纪初,黄河水利委员会提出“维护黄河健康生命”这一新的治河理念,“堤防不决口,河道不断流,污染不超标,河床不抬高”是其重要标准。2013年,《黄河流域综合规划(2012—2030年)》进一步强化了维持河流健康生命的目标及人水和谐的愿景,成为当代黄河流域开发、利用、节约、保护的重要依据。

(8)国家提出“黄河流域生态保护和高质量发展”重大战略。2019年,黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略,提出要协同推进治理与保护,将黄河打造为造福人民的幸福河。这是我国进入高质量发展新阶段的重要战略布局,也是黄河治理史上的一个里程碑^[14]。

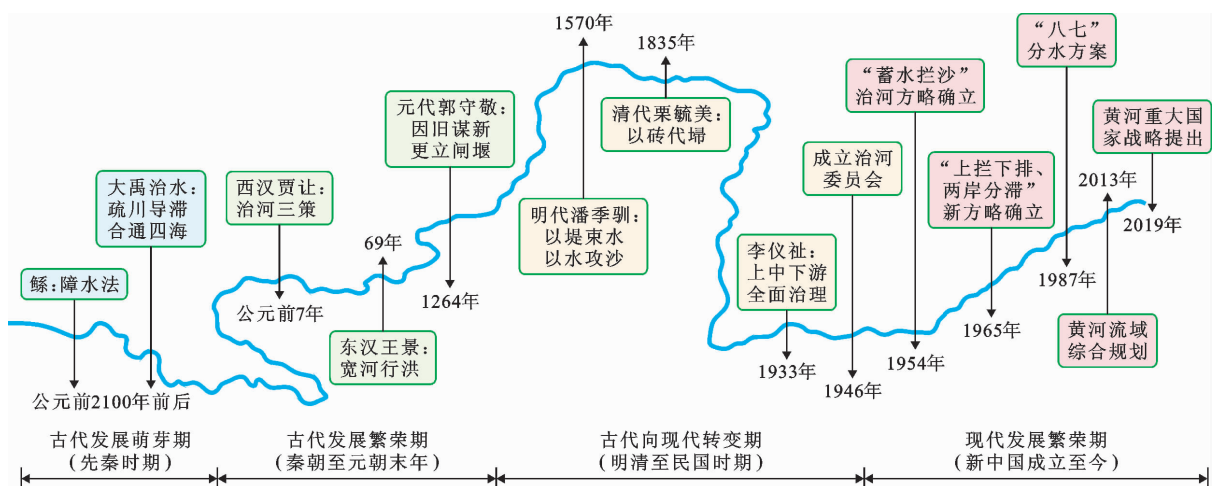


图2 黄河治水历史及代表事件

4 黄河现代治水研究进展及不足之处

4.1 研究综述

对黄河治水的研究涉及范围广,涵盖自然科学、社会科学及两者交叉科学的各方面研究,对治黄工作起到了关键作用。从根本上来讲,黄河现代治水研究内容主要可以分为以治理思想为主线和以治理目标为主线两个方面(图3),在治理思想与治理目标的双向引导下,才能形成针对性更强、更加规范化的黄河流域治水体系。

参考左其亭等^[15-16]对我国水资源管理发展阶段的总结判断,将我国现代治水思想主要概括为^[17]:水资源可持续利用、人水和谐、节水型社会建设、最严格水资源管理制度、水生态文明建设、河长制、水资源税改革、国家水网建设及智慧水利建设。这些也是现代治黄工作的重要指导思想。根据黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略相关内容,凝练出生态环境保护、水沙调控与防洪安全、水资源节约集约利用、流域高质量发展及文化保护与传承五大治理目标。以治理思想和治理目标为主线开展的黄河现代治水相关研究为黄河长治久安提供了重要技术支撑。

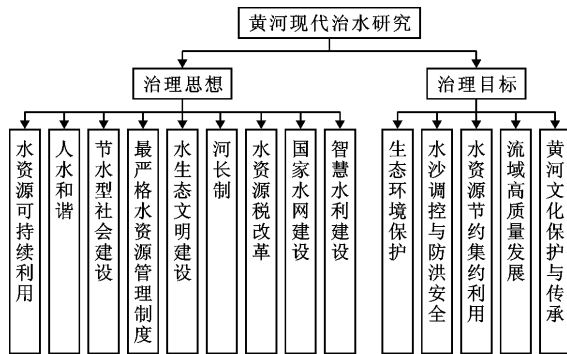


图3 黄河现代治水研究主要内容概览

4.2 以治理思想为主线的相关研究

(1)水资源可持续利用思想。21世纪初,基于黄河流域现状及特点,开展了流域水资源可持续利用对策研究^[18-19]。在此基础上,以黄河流域水资源可持续利用为核心的模型构建^[20]、评价预测^[21]、驱动效应^[22]和路径对策^[23]等方面研究成果丰富,从水资源可持续性角度为黄河治水提供了参考。目前,仍需进一步深化经济社会发展与水资源可持续利用之间关系的量化研究,从而在保障资源可持续的前提下进一步挖掘发展潜力。

(2)人水和谐思想。2005年以来人水和谐思想

一直是我国新时期治水的核心内容之一^[17],较具代表性的是人水和谐的评价指标及量化方法^[24]、黄河流域人水关系和谐调控^[25]、流域生态保护与人水和谐关系^[26-27]的系列研究。未来相关研究需要将人与自然和谐共生思想作为基本遵循,进一步提升量化方法的准确性及科学性。

(3)节水型社会建设。节水型社会建设对于黄河治水具有重要指导意义,当前主要针对缺水背景下的黄河水资源分配^[28]、灌区节水效益^[29]、节水改进措施^[30]等方面开展研究,但如何将节水型社会建设理念融入水安全保障的工作目标中,进一步提升黄河流域治水效率,仍是需要攻克的难点问题。

(4)最严格水资源管理制度。围绕着最严格水资源管理制度产生的多方效益^[31]、结合和谐论理念的水资源管理新思路^[32]及以最严格水资源管理制度为理论基础的水资源优化配置模型^[33]等不同维度开展了深入研究。需要继续加强制度约束,将系统管理的理念融入日常水资源工作中,不断提升综合治理水平。

(5)水生态文明建设。主要围绕着水生态文明建设总体思路设想^[34]、效果分析^[35-36]等方面展开,未来仍需面向水资源可持续利用的目标,积极探索实现经济社会和谐发展、保障生态系统良性循环的优化路径。

(6)河长制。作为保障河流发展质量的重要抓手,河长制的协作机制探求^[37]、对流域水资源保护工作的指导^[38]、制度运行中存在的问题及完善方案^[39]等研究在黄河治理工作中起到了重要作用。但如何在完善河长制配套机制基础上,开展黄河流域河长制实践研究,仍需要进一步探索。

(7)水资源税改革。相关的代表性研究主要有黄河水资源税的法律思考^[40]、水资源税制构建对策分析^[41]、典型地区水资源税改革试点成效研究^[42]等。未来如何充分发挥水资源税的约束作用,将水资源经济效益与生态效益充分结合,以促使黄河治理工作更加切实有效,是研究的重点。

(8)国家水网建设。黄河流域在国家水网建设中起到关键性作用,前期研究主要围绕黄河流域水网构建相关问题^[43]、国家水网建设的主要思路与任务^[44]以及国家水网理论体系研究^[45]等方面。如何将国家水网建设需求与多尺度的水平衡研究相结合,持续推进黄河治理工作及国家水网布局优化,是需要攻克的难题。

(9)智慧水利建设。作为黄河治理工作中的关

键性增量,智慧水利建设研究在智慧黄河建设框架^[46]、黄河流域智能化防汛^[47]及数字孪生黄河的内涵、目标及建设措施^[48]等方面取得了一定进展。但在治理过程中的模拟、感知、服务体系等系统建设方面仍存在较大发展空间。

4.3 以治理目标为主线的相关研究

(1)生态环境保护。作为黄河治理的关键目标,生态环境保护相关研究主要包含黄河流域植被退化趋势研究^[49]、流域产业发展对生态环境的胁迫特征分析^[5]及生态补偿机制探究^[50]等。在充分认识流域生态健康重要性的前提下继续优化和完善治理措施与治理体系是未来研究的重点。

(2)水沙调控与防洪安全。防洪防沙一直是黄河治理的难点问题,代表性研究主要有黄河流域水沙变化规律及治理方略^[51]、中下游防洪体系及风险分析^[52]、极端降雨事件下产水产沙响应^[53]等。未来仍需进一步协调流域局部治理与整体保护之间的关系,不断优化黄河流域水沙关系、减小流域灾害损失。

(3)水资源节约集约利用。相关研究主要体现在节约集约利用理念下的黄河水资源保护立法^[54]、水资源承载力视角下的黄河流域需水预测^[55]、黄河水资源节约集约利用与管理的路径、对策及建议^[56]等方面。如何在保障水安全的前提下推进黄河水资源可持续利用技术的不断优化,提高水资源利用效率,是亟需解决的问题。

(4)流域高质量发展。高质量发展研究在流域治理工作中至关重要,随着黄河重大国家战略的提出,在战略研究框架及涉及的关键科学问题探析^[14]、流域高质量发展水平评价与预测^[57]及流域高质量发展评价指标体系构建^[4]等方面产出了丰富成果。未来仍需进一步发展高质量发展评价体系及定量研究方法,促使高质量发展目标的落地。

(5)黄河文化保护与传承。相关研究包括黄河流域农业文化遗产的类型与现实意义分析^[58]及黄河文化的特征与保护措施探究^[59]等方面。黄河文化源远流长,如何在充分吸收古代人民治黄智慧的同时,使黄河文化在现代社会中焕发出新的生机,是中华民族的共同愿景。

5 新时代黄河治水方略及研究展望

5.1 新时代特点及对黄河治水需求

5.1.1 新时代特点 通过对黄河现代治水以及新时代我国水利事业发展历程的回顾^[60],结合国家对水利行业发展的新要求^[61],分析认为目前水利发展

需要适应的新时代特点主要有:

(1)重视发展质量,面向治水高目标高质量。高质量发展是我国进入全面建设社会主义现代化新阶段的必然要求,也是水利事业发展的必由之路。只有更重视发展质量,才能全面提升水资源、水生态、水安全的综合治理能力,实现由“量”到“质”的飞跃。

(2)重视人水关系,面向人与自然和谐共生。人与自然和谐共生思想是我国新时代发展的重要指导思想,也是建设美丽中国的重要手段,我国提出的中国式现代化也是人与自然和谐共生的现代化^[62]。在水利事业发展的过程中也要坚定走人与自然和谐共生之路。

(3)重视科技创新,面向国家水网和智慧化。科技创新显著提升了人民群众生活水平,也是我国实现社会主义现代化强国目标的重要保障。实现水利事业的蓬勃发展,需面向国家水网建设目标,加强智慧化建设,坚持“水利4.0”战略发展方向^[16]。

5.1.2 新时代黄河治水需求 依据黄河流域目前发展状况及现状治水研究进展,结合对新时代特点的论述,将新时代黄河治水需求总结如下:

(1)提升治理能力,探索高质量发展新道路。在黄河治理过程中,必须摒弃以前相对固化的治理模式,因地制宜地探索出富有地域特色的高质量发展新路子,加强“一盘棋”谋划意识,切实提升治理能力。

(2)遵循治理规律,促进人与自然和谐共生^[63]。在黄河治理过程中,必须加强生态环境忧患意识,在顺应自然、遵循自然规律的前提下开展治理工作,真正形成人与自然和谐共生的黄河治理体系。

(3)丰富治理技术,推动水网和智慧化建设。在黄河治理过程中,坚定走智慧水利道路,不断加强科技创新以丰富治理技术,以现代化的视野与手段提升治理效率,推动水利信息化与国家水网建设进程。

5.2 面向新时代需求的黄河现代治水方略

基于以上对我国水利发展新时代特点及新时代黄河治水需求的深入分析,提出面向新时代需求的黄河现代治水方略,描述如下(图4)。

(1)治水思想。顺应人水和谐关系的水安全保障。在黄河流域生态环境日趋恶化,而频繁的人为干预收效甚微的背景下,治理黄河必须由从前以人为主的对抗斗争型模式转变为顺应自然的和谐共生模式。与此同时,必须对黄河流域作为我国重要生态屏障的地位具有清晰认知,将保障黄河流域水安全放在重要地位,在新时代背景下继续发挥最严格水资源管理制度、河长制、水资源税改革等治水思想

的指导作用,提升流域水灾害防治水平、水资源供给能力及水生态良好状况。坚定贯彻落实顺应人水和谐关系的水安全保障理念,在遵循自然规律的前提下给予适宜强度的人为干预,不断提升黄河流域综合治理水平。

(2)治水战略。黄河流域生态保护和高质量发展。黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略,对于黄河流域发展建设具有举足轻重的作用。该战略的核心任务主要包括五个方面:①加强生态环境保护,落实水生态文明建设;②提升水沙调控与防洪安全水平,保障黄河长治久安;③坚持水资源节约集约利用,推动水资源可持续及节水型社会建设;④实现黄河流域高质量发展^[64];⑤保护、传承、弘扬黄河文化。在以上五大主要目标的指引下,进一步明确发展纲要、确立战略规划的科技实施方案及相关法规体系,有序推进黄河流域生态保

护和高质量发展进程。

(3)治水布局。区域水平衡驱动下国家水网构建。黄河流域水资源时空分布不均现象严重,如何建设集水资源调配、水灾害防治、水生态保护等功能为一体的黄河流域大水网,不断优化黄河流域水平衡状态和生态环境质量以改善人民群众生活,适应国家水网建设进程,是亟需解决的问题与难点。同时,需要充分利用现代化技术方法,以黄河流域为对象,以流域水循环为纽带,将自然过程与人文过程相耦合研发流域模拟系统及科学装置,推动感知、模拟、服务体系共建的黄河模拟器和智慧水利建设^[65],真正将现代信息化技术融入黄河流域的治理工作中来,切实提升治理效率。因此,从长远来看,开展物理水网和虚拟水网驱动的黄河模拟器建设,是黄河治理工作下一个重要目标,更是功在当代、利在千秋的长远布局。

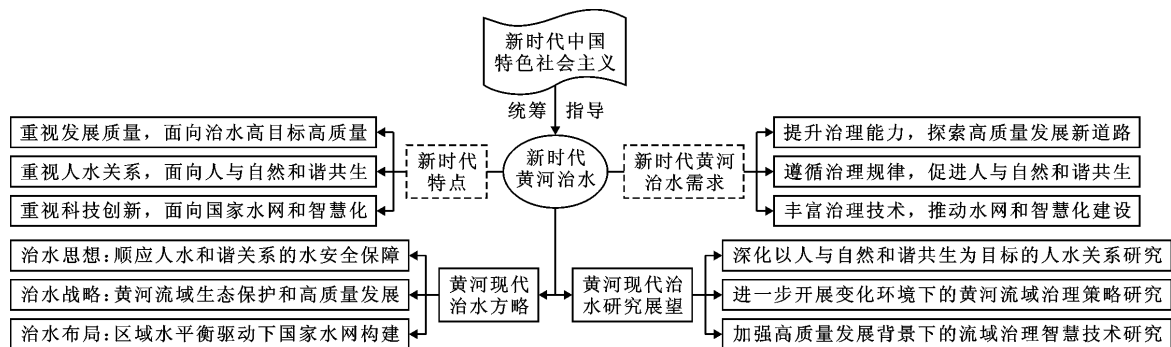


图4 新时代黄河治水特点及治水方略

5.3 黄河现代治水研究展望

(1)深化以人与自然和谐共生为目标的人水关系研究。黄河流域的治理史从某种程度上讲就是人与黄河间关系演变的历史。进入新时代以来人们愈发意识到,只有适应自然规律、避免过度的人为干预、不断寻求与自然和谐共生的途径才应是黄河治理的根本遵循。因此,继续深入人水关系和谐调控研究,在厘清水资源-经济社会-生态环境耦合关系的前提下开展人与自然和谐共生的治水体系及理论方法研究,是未来研究的重点。

(2)进一步开展变化环境下的黄河流域治理策略研究。黄河流域自然灾害频发,气候变化和人类活动加剧了灾害发生的强度,使黄河流域生态环境不断恶化。加强变化环境下的水资源要素演变趋势分析,并以此制定针对性强的水资源规划方案乃至黄河流域治理策略,不断提升流域治理体系在变化环境下的适应性是未来研究的重要方向。

(3)加强高质量发展背景下的流域治理智慧技

术研究。提升黄河流域高质量发展水平是流域治理的需要,更是重大国家战略的必然要求。如何在高质量发展目标约束下,开展与流域治理相关联的水资源智慧化模型构建方法研究,不断提升治理工作中的监测、模拟、评估和预警等服务体系的实用性与信息化水平,是需要攻克的主要技术方向。

6 结论

黄河流域的治理工作是我国高质量迈进社会主义现代化新阶段的关键一步,更是事关中华民族永续发展的重要基石。回顾了黄河治水思想的演变历史并对现代治水方略进行了展望,主要结论如下:

(1)从黄河流域基本概况出发,分4个时期对人类出现以来黄河流域的发展历史进行梳理,并分析了当前黄河流域治理存在的难点问题。

(2)结合黄河治水历史介绍了黄河治水思想的演变过程,梳理了黄河治水8个代表性观点。同时,从治理思想与治理目标两个主线梳理了现代以来黄

河治水的主要研究方向及需要进一步研究的内容。

(3)从新时代的特点及其对黄河治水的需求出发,结合治水思想、治水战略及治水布局三方面提出了面向新时代需求的黄河现代治水方略,并展望了未来黄河治水的研究方向,粗略描绘了黄河治水研究未来的发展蓝图,以期为黄河治理工作乃至流域生态保护和高质量发展提供参考。

参考文献:

- [1] XIE Pengxuan, ZHUO La, YANG Xi, et al. Spatial-temporal variations in blue and green water resources, water footprints and water scarcities in a large river basin: a case for the Yellow River basin [J]. *Journal of Hydrology*, 2020, 590(Part 1): 125222.
- [2] WU Pengfei, LIU Dexin, MA Jianhua, et al. Reconstructing the man-made Yellow River flood of Kaifeng City in 1642 AD using documentary sources [J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2019, 41(4): 101289.
- [3] 姚文艺,冉大川,陈江南. 黄河流域近期水沙变化及其趋势预测[J]. *水科学进展*, 2013, 24(5): 607-616.
- [4] 徐辉,师诺,武玲玲,等. 黄河流域高质量发展水平测度及其时空演变[J]. *资源科学*, 2020, 42(1): 115-126.
- [5] 金凤君,马丽,许堞. 黄河流域产业发展对生态环境的胁迫诊断与优化路径识别[J]. *资源科学*, 2020, 42(1): 127-136.
- [6] 左其亭,张志卓,吴滨滨. 基于组合权重 TOPSIS 模型的黄河流域九省区水资源承载力评价[J]. *水资源保护*, 2020, 36(2): 1-7.
- [7] ZUO Qiting, ZHANG Zhizhuo, MA Junxia, et al. Solutions to difficult problems caused by the complexity of human-water relationship in the Yellow River Basin: based on the perspective of human-water relationship discipline [J]. *Water*, 2022, 14(18): 2868.
- [8] 左其亭,吴青松,姜龙,等. 黄河流域多尺度区域界定及其应用选择[J]. *水利水运工程学报*, 2022(5): 12-20.
- [9] 杨玉珍. 黄河的历史变迁及其对中华民族发展的影响刍议[J]. *古地理学报*, 2008, 10(4): 435-438.
- [10] 邹逸麟. 历史时期黄河流域的环境变迁与城市兴衰[J]. *江汉论坛*, 2006(5): 98-105.
- [11] 左其亭. 黄河下游滩区治理的关键问题及协同治理体系构建[J]. *科技导报*, 2020, 38(17): 23-32.
- [12] 陈方舟,王瑞芳. 20世纪以来治黄方略与流域管理体系演变关系研究[J]. *人民黄河*, 2022, 44(5): 61-66.
- [13] 李国英. 黄河治理的终极目标是“维持黄河健康生命”[J]. *人民黄河*, 2004, 26(1): 1-2+46.
- [14] 左其亭. 黄河流域生态保护和高质量发展研究框架[J]. *人民黄河*, 2019, 41(11): 1-6+16.
- [15] 左其亭,马军霞,陶洁. 现代水资源管理新思想及和谐论理念[J]. *资源科学*, 2011, 33(12): 2214-2220.
- [16] 左其亭. 中国水利发展阶段及未来“水利4.0”战略构想[J]. *水电能源科学*, 2015, 33(4): 1-5.
- [17] 左其亭. 水资源可持续利用研究历程及其对我国现代治水的贡献[J]. *地球科学进展*, 2023, 38(1): 1-8.
- [18] 王文楷,刘荷芬,刘爱荣,等. 21世纪黄河水资源可持续利用对策研究[J]. *地域研究与开发*, 2001, 20(2): 62-64+76.
- [19] 赵秉栋,赵庆良,焦士兴,等. 黄河流域水资源可持续利用研究[J]. *水土保持研究*, 2003, 10(4): 102-104.
- [20] 彭少明,黄强,刘涵,等. 黄河流域水资源可持续利用多目标规划模型研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2007, 21(6): 97-102.
- [21] 韩美,杜焕,张翠,等. 黄河三角洲水资源可持续利用评价与预测[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(7): 154-160.
- [22] CHEN Qiyong, ZHU Mengting, ZHANG Chenjun, et al. The driving effect of spatial-temporal difference of water resources carrying capacity in the Yellow River Basin [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2023, 388: 135709.
- [23] 赵莺燕,于法稳. 黄河流域水资源可持续利用:核心、路径及对策[J]. *中国特色社会主义研究*, 2020, 151(1): 52-62.
- [24] 左其亭,张云,林平. 人水和谐评价指标及量化方法研究[J]. *水利学报*, 2008, 39(4): 440-447.
- [25] 左其亭,李佳伟,于磊. 黄河流域人水关系作用机理及和谐调控[J]. *水力发电学报*, 2022, 41(2): 1-8.
- [26] 邹美玲. 人水和谐与黄河生态保护[J]. *环境科学与管理*, 2011, 36(6): 114-116+128.
- [27] 左其亭,李倩文,马军霞. 人水关系学的研究方法及应用前景[J]. *水电能源科学*, 2022, 40(5): 38-41+117.
- [28] 胡继连,葛颜祥. 黄河水资源的分配模式与协调机制——兼论黄河水权市场的建设与管理[J]. *管理世界*, 2004(8): 43-52+60.
- [29] MIAO Qingfeng, SHI Haibin, GONCALVES J M, et al. Field assessment of basin irrigation performance and water saving in Hetao, Yellow River basin: issues to support irrigation systems modernisation [J]. *Biosystems Engineering*, 2015, 136(60): 102-116.
- [30] 李清杰,付永锋,李克飞. 黄河流域节水型社会建设探讨[J]. *人民黄河*, 2013, 35(10): 83-84+87.
- [31] 乔西现. 黄河水资源统一管理调度制度建设与实践[J]. *人民黄河*, 2016, 38(10): 83-87.
- [32] 张志强,左其亭,马军霞. 最严格水资源管理制度的和谐论解读[J]. *南水北调与水利科技*, 2013, 11(6): 133-137.

- [33] 张运凤,郭威,徐建新,等. 基于最严格水资源管理制度的大功引黄灌区的水资源优化配置[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版),2015,36(3):28-32.
- [34] 司毅铭. 黄河流域水生态文明建设的探索与实践[J]. 中国水利,2013,729(15):60-62.
- [35] 张国兴,王涵. 基于PSR模型的黄河流域中心城市水生态文明建设评价[J]. 生态经济,2022,38(2):211-216+222.
- [36] 刘海娇,黄继文,仕玉治,等. 黄河下游典型城市水生态文明评价[J]. 人民黄河,2013,35(12):64-67.
- [37] 王雪梅. 协同治理视角下的河长制研究——以黄河东营段为例[D]. 济南:山东大学,2020.
- [38] 李康. 基于河长制的黄河流域水资源保护工作研究[D]. 郑州:华北水利水电大学,2018.
- [39] 王雅琪,赵珂. 黄河流域治理体系中河长制的适配与完善[J]. 环境保护,2020,48(18):56-60.
- [40] 董黎光. 关于征收黄河水资源税的法律思考[J]. 人民黄河,2002,24(11):22-24.
- [41] 聂蕾. 构建我国水资源税制的思考与对策[D]. 南昌:南昌大学,2007.
- [42] 赵志尚,马红梅,边晓南. 水资源税改革试点成效与问题分析——以山东德州为例[J]. 地方财政研究,2021(7):47-55.
- [43] 张金良. 构建黄河流域水网的思考[J]. 水资源保护,2022,38(4):1-5.
- [44] 郭旭宁,何君,张海滨,等. 关于构建国家水网体系的若干考虑[J]. 中国水利,2019(15):1-4.
- [45] 左其亭,郭佳航,李倩文,等. 借鉴南水北调工程经验构建国家水网理论体系[J]. 中国水利,2021(11):22-24+21.
- [46] 张金良,张永永,霍建伟,等. 智慧黄河建设框架与思考[J]. 中国水利,2021(22):71-74.
- [47] 魏向阳,祝杰,朱玉坤,等. 黄河流域防汛智能化探讨[J]. 中国防汛抗旱,2022,32(3):41-46+72.
- [48] 李文学,寇怀忠. 关于建设数字孪生黄河的思考[J]. 中国防汛抗旱,2022,32(2):27-31.
- [49] 袁丽华,蒋卫国,申文明,等. 2000—2010年黄河流域植被覆盖的时空变化[J]. 生态学报,2013,33(24):7798-7806.
- [50] ZHOU Zixuan, SUN Xinrui, ZHANG Xuantao, et al. Inter-regional ecological compensation in the Yellow River Basin based on the value of ecosystem services[J]. Journal of Environmental Management, 2022, 322: 116073.
- [51] 胡春宏. 黄河水沙变化与治理方略研究[J]. 水力发电学报,2016,35(10):1-11.
- [52] 吴泽宁,胡彩虹,王玉玉,等. 黄河中下游水库汛限水位与防洪体系风险分析[J]. 水利学报,2006,37(6):641-648.
- [53] XU Zan, ZHANG Shanghong, YANG Xiyan. Water and sediment yield response to extreme rainfall events in a complex large river basin: a case study of the Yellow River Basin, China[J]. Journal of Hydrology, 2021, 597(2): 126183.
- [54] 向往,秦鹏. 节约集约利用理念在黄河水资源保护立法中的应用探析[J]. 环境保护,2020,48(Z1):47-49.
- [55] GUO Lishuo, ZHU Wenbin, WEI Jiaying, et al. Water demand forecasting and countermeasures across the Yellow River basin: analysis from the perspective of water resources carrying capacity[J]. Journal of Hydrology: Regional Studies, 2022, 42: 101148.
- [56] 刘同凯,贾明敏,马平召. 强化刚性约束下的黄河水资源节约集约利用与管理研究[J]. 人民黄河,2021,43(8):70-73+121.
- [57] JIANG Long, ZUO Qiting, MA Junxia, et al. Evaluation and prediction of the level of high-quality development: a case study of the Yellow River Basin, China[J]. Ecological Indicators, 2021, 129: 107994.
- [58] 闵庆文,刘某承,杨伦. 黄河流域农业文化遗产的类型、价值与保护[J]. 民主与科学,2018(6):26-28.
- [59] 杨越,李瑶,陈玲. 讲好“黄河故事”:黄河文化保护的创新思路[J]. 中国人口·资源与环境,2020,30(12):8-16.
- [60] 左其亭. 新时代中国特色水利发展方略初论[J]. 中国水利,2019(12):3-6+15.
- [61] 左其亭,邱曦,钟涛. “双碳”目标下我国水利发展新征程[J]. 中国水利,2021(22):29-33.
- [62] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗[N]. 人民日报,2022-10-26(1).
- [63] 左其亭,邱曦,符运友,等. 人与自然和谐共生的灌区水利现代化建设框架及实践探索[J]. 人民黄河,2022,44(9):30-35+45.
- [64] 习近平. 在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J]. 中国水利,2019(20):1-3.
- [65] 夏军,占车生,曾思栋,等. 长江模拟器的理论方法与实践探索[J]. 水利学报,2022,53(5):505-514.