

DOI:10.11705/j.issn.1672-643X.2021.03.01

人水关系学的学科体系及发展布局

左其亭^{1,2}

(郑州大学 水利科学与工程学院,河南 郑州 450001; 2. 郑州大学 水科学研究中心,河南 郑州 450001)

摘要:人水关系是人类与自然界关系中最重要的关系之一,也是人类一出现就始终存在且复杂程度不断加深的一类关系。在对人水关系分析总结的基础上,提出了人水关系学的概念和思考,论述了人水关系学的提出背景和重要意义;构建了人水关系学的学科体系框架,阐述了人水关系学的主要内容,包括人水关系学的理论基础、方法论、应用实践;在分析学科发展趋势的基础上,对人水关系学未来全面、系统的研究进行了展望,并从科学研究、学科建设、学术交流与国际合作3个方面对人水关系学的发展进行战略布局。为进一步研究人水关系、丰富人水关系学内容、发展人水关系学学科体系及制定学科发展战略提供参考。

关键词:人水关系;人水系统;人水关系学;学科体系;发展布局

中图分类号:TV213.4 文献标识码:A 文章编号:1672-643X(2021)03-0001-05

Discipline system of human – water relationship and its development layout

ZUO Qiting^{1,2}

(1. School of Water Conservancy Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Center for Water Science Research, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Human – water relationship is one of the most important relationships between human and nature, which has always existed since the emergence of human beings and has become increasingly complex ever since. Based on the analysis and summary of the study on the relationship, we presented the concept and thoughts of human – water relationship discipline, discussed its background and significance, constructed its system framework, and stated its main contents, including theoretical basis, methodology and application practices. Based on the analysis of the development trend of this discipline, its comprehensive and systemic research was prospected, and the strategic layout for the development of the discipline was preformed from three aspects, namely scientific research, discipline construction, and academic communication and international cooperation. This study can provide a reference for the further research of the human – water relationship, the expansion of the contents of this discipline, the development of the discipline system, and the formulation of discipline development strategies.

Key words: human – water relationship; human – water system; human – water relationship discipline; discipline system; development layout

1 研究背景

人水关系(human – water relationship)是指“人”(人文系统)与“水”(水系统)之间复杂的相互作用关系^[1]。人文系统是指以人类为中心,由与人类生存、发展相关的社会发展、经济活动、科技进步等众多因素所构成的系统^[2];水系统是指以水为中心,由水资源、生态环境等因素所构成的系统^[3]。人文系统、水系统本身都是十分复杂的巨系统,二者耦合

形成的人水系统(human – water system)是一个更加复杂的超巨系统^[4]。人水关系极其复杂,涉及面非常广,大到全球尺度人类活动对水系统的影响,小到分子尺度人类某些行为对水分子循环过程的影响;内容涉及到与水有关的方方面面的工作^[5-6]。因此,笔者曾多次在学术报告和论著中提到一句话“所有的水利工作几乎都是为了改善人水关系,但其不一定都是朝着改善的方向发展,有时候可能会事与愿违。”^[3,7]也就是说,人水关系的研究内容非

收稿日期:2021-04-24; 修回日期:2021-05-30

基金项目:国家自然科学基金项目(51279183);国家社会科学基金重大项目(12&ZD215)

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。

常丰富,急需要构建一个完善的学科体系,纳入到学科建设中,不断丰富学科发展内容。

关于人水关系的研究,可以从两方面来总结,一方面是专门针对人水关系的研究,这方面的文献文献不多,系统总结的文献则更少,当然也有一些成果,比如,张盛文从哲学视角对人水关系的研究^[8]。此外,笔者也开展了一些研究,于2007年提出了人水系统概念的定义^[9],于2009年提出人水关系概念的定义^[1],系统研究了人水关系的演变过程^[10]、模拟模型^[9]、影响因素辨识^[11]、和谐关系评估^[12]以及和谐调控^[13]等;另一方面,如果把人水关系的相关内容都纳入其研究成果中,那就有难以枚举的研究文献,比如,人类多种多样的活动(如建坝、农垦、城市建设、调水等)对水系统(如水量、水质)的作用研究^[14-15]、相互作用研究^[16]、各种类型的模拟模型研究^[17]、相关的规划^[18]、管理^[19]、政策制度^[20]等研究。此外,关于人水关系的和谐问题研究成果比较多,如文献[1]、[21]。然而,从目前的文献来看,缺少对人水关系学学科体系的论述,还没有总结提出人水关系学的概念和学科体系构架。本文基于这一认识,总结分析人水关系学的提出背景及概念定义,初步构建人水关系学的学科体系框架,并探讨其研究展望和发展布局。

2 人水关系学的提出背景及概念描述

2.1 人水关系学的提出背景及意义

(1)人水关系的研究内容非常丰富,也非常庞杂,需要形成一个相对稳定的研究方向和学科体系。从人水关系的发展历史来看,人类发展的过程也是治水的过程,也是处理人水关系的过程;与水有关的所有工作,几乎都在处理各种各样的人水关系。可以说,人水关系的研究内容丰富而复杂,但目前却分散到很多学科,不利于对其进行系统研究和科学认识,需要在水利工程或管理工程学科下建设一个“人水关系”研究方向,逐步形成一个学科体系。

(2)人水关系研究具有明确的研究对象,具有丰富的理论基础、方法论和应用实践,具备形成学科体系的基本条件。人水系统是人水关系学的研究对象,既包括宏观层面人文系统与水系统之间的复杂系统,也包括微观层面某一种具体人类活动行为与水系统某一参数变化之间形成的系统。针对人水关系的研究,已具有丰富的理论基础,比如,水文学理论、水资源理论、水环境理论、水安全理论、经济学理论、社会学理论、人水和谐论等;同时,也具有一系列

的研究方法,比如,辨识方法、系统分析方法、评估方法、调控方法、优化方法等;也具有广泛的应用实践,比如,城市化建设、水利工程建设、洪旱灾害防治、水政策制定等。一方面,具备了形成学科体系的基本条件;另一方面,统领这些内容,也急需要形成学科体系。

(3)科学指导人水关系研究和应用实践,选择和制定水管理方案和政策制度,需要形成一套更高层面的理论体系。人水关系十分复杂,很难甚至不可能将其关系完全梳理清楚,因此,需要有一套理论方法来开展研究工作^[7]。目前,相关理论方法非常多,分散到很多个学科中,难以一一枚举,常常出现学科之间的“壁垒”,带来不同的理解甚至相反的水治理答案,影响水治理实践。因此,急需要形成一套理论体系,来指导人水关系研究和应用实践。

2.2 人水关系学的概念

关于人水关系的相关研究很多,但真正论述人水关系的文献不多,特别是没有针对人水关系学概念的明确定义和相关论述。当然,可以借鉴与其相关的分析。首先,其研究对象是人水系统,是一个由人文系统与水系统组成的、相互作用关系错综复杂、不同尺度交融的巨系统。其次,其研究方法涉及很多学科,是一个典型的交叉学科。再次,其研究内容丰富,涉及与水有关的方方面面内容,包括机理研究、模型研究、实例研究等;广泛运用水科学理论,比如水文、水资源、水环境、水安全、水经济、水工程、水法律、水信息等,是一个大学科。因此,笔者给出如下定义:人水关系学(human – water relationship discipline)是指,尊重水系统自然规律与经济社会发展规律,借鉴水科学理论和多学科方法,来研究人水系统的作用机理、变化过程、数字模拟、科学调控、政策制度等理论方法的一门交叉学科,并运用这些理论方法为人类科学认识人水关系、应对水问题、制定水策略服务的知识体系。

3 人水关系学的学科体系构架与主要内容

3.1 人水关系学的学科体系框架

一个完善的学科体系至少包括4个要素,即明确的研究对象、相对完善的理论体系、一套方法论和广泛的应用实践。显然,人水关系学具备了4要素,学科体系框架如图1所示。

3.2 人水关系学的理论基础

人水关系学是水文、水资源、水环境、水安全、水

工程、水经济、水法律、水信息、以及社会学、经济学、系统科学等的交叉学科,涉及的这些学科的理论方法多数都可以应用于人水关系的研究,因此,这些理论也是人水关系学的理论基础。此外,还有一些专

门针对人水关系研究提出的理论,比如,人水和谐论^[7]。当然,在未来还需要针对人水关系的研究发展新的理论,比如,人水关系作用过程理论、人水系统理论、人水系统不确定性理论等。

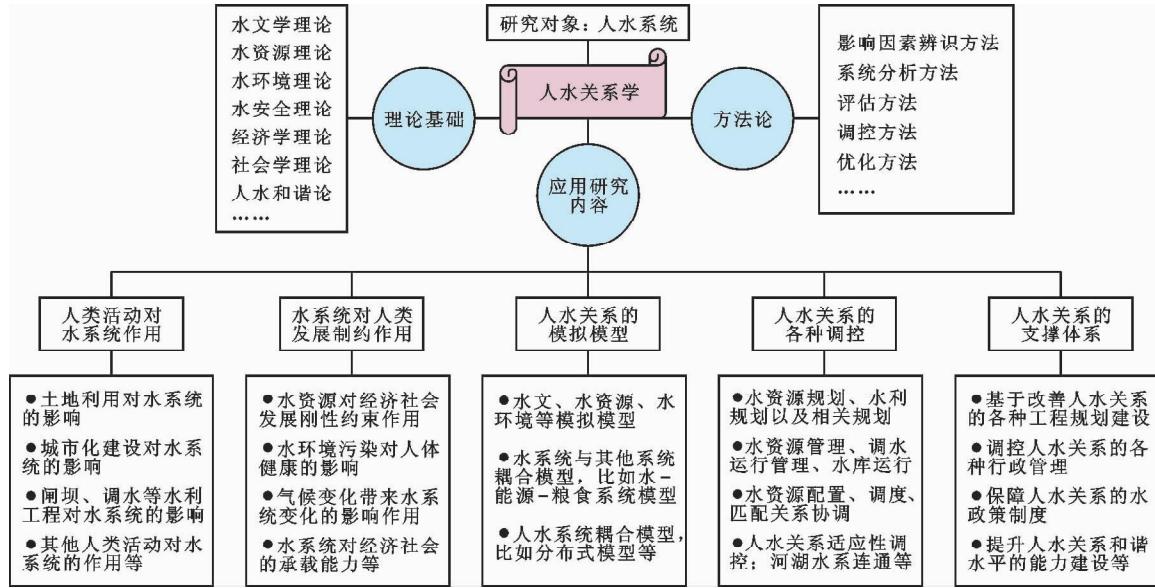


图1 人水关系学的框架

3.3 人水关系学的方法论

同样,水文、水资源、水环境、水安全、水工程、水经济、水法律、水信息、以及社会学、经济学、系统科学等的方法论,多数都可以应用于人水关系的研究,因此,这些方法论也是人水关系学的方法论。此外,还有一些专门针对人水关系研究提出的方法,比如,人水关系辨识方法、和谐评估方法。同样,在未来还需要针对人水关系的研究提出新的方法,比如,人水关系模拟方法、和谐调控方法等。

3.4 人水关系学的应用实践

人水关系学也是一门应用很广泛的学科,下文仅作简单介绍。

(1) 分析人类活动对水系统的作用,评估人类活动的影响。比如,分析土地利用对水系统的影响,城市化建设对水系统的影响,防洪、调水等水利工程对水系统的影响,其他人类活动对水系统的作用等。

(2) 分析水系统对人类发展的制约作用,评估水系统承载能力。比如,分析水资源对经济社会发展的刚性约束作用,水环境污染对人体健康的影响作用,气候变化带来水系统变化的影响作用等。

(3) 建立人水关系的模拟模型,分析人水系统演变趋势。比如,水文、水资源、水环境等模拟模型,水系统与其他系统耦合模型(如水-能源-粮食系统模型),人水系统耦合模型(分布式模型)等。

(4) 研究人水关系调控问题,规划、管理、调度水资源。比如,开展水资源规划、水利规划以及相关规划,水资源管理、调水运行管理、水库运行,水资源配置、调度以及人水关系协调、人水关系适应性调控等。

(5) 构建人水关系的支撑体系,应对水问题、制定水策略。比如,基于改善人水关系的各种工程规划建设,调控人水关系的各种行政管理,保障人水关系的水政策制度,提升人水关系和谐水平的能力建设等。

4 人水关系学研究展望及发展布局

4.1 人水关系学研究展望

(1) 理论研究展望:①广泛融合多学科理论,进一步增强人水关系研究理论基础。涉水学科很多,都自成体系,并拥有一定的理论基础,需要主动吸纳这些理论,不断融合而形成人水关系学的理论基础。比如,融合水循环理论与经济社会理论,深化自然-社会水循环理论;融合水环境学理论与生命健康理论,深化河湖水系健康理论;融合水资源学理论与经济学中价值理论,深化水资源价值理论。②进一步开展针对人水关系的专门理论研究。这方面的研究基础还远远不足,需要加强这方面的研究,比如,人水关系的作用过程理论、人水关系和谐平衡理论、人水和谐理论等。③进一步完善人水关系学的理论体系。人水关系学涉及学科多,研究对象极其复杂,而

目前的研究刚刚起步,可参照或借鉴的经验少,需要总结的理论还很多,这也符合一个理论从提出到完善的发展规律。

(2) 主要方法研究展望:①进一步促进多学科方法的交叉运用。比如,分析大型水库枢纽工程建设对水生态的影响,需要综合运用水力学、水文学、生态学、环境学的方法;研究水—能源—粮食协同发展方案,需要综合运用水资源学、能源科学、农业经济学、和谐论、系统论等方法。因为人水关系本身的复杂性,多学科方法交叉运用研究还有待加强。②人水关系辨识方法有待进一步研究。一方面,人水关系复杂,不同层级、不同子系统以及不同影响因素需要不断梳理;另一方面,引进或发明新的辨识方法,促进人水关系辨识的不断发展。③人水关系评估方法有待进一步研究。目前的评估方法很多,但针对不同问题的人水关系评估,还需要分别研究具有普适性的评估方法、针对典型问题的评估方法。④人水关系调控方法有待进一步研究。包括人水关系和谐调控模型构建、复杂模型求解与调控方案制定、以及调控软件系统研发等。

(3) 应用研究展望:①进一步研究人类活动对水系统的作用,运用于人类活动的影响评估。目前这方面的研究很多,但因为其本身的复杂性,很难回答部分有争议的人类活动的影响到底如何的问题,比如,河流干流上修建大型水利枢纽。②进一步研究水系统对人类发展的制约作用,运用于水资源承载能力评估。目前这方面的研究比较多,但对水系统的约束作用机理尚不明确,导致这方面的研究进展缓慢。③进一步研究人水关系的模拟模型,运用于人水关系演变趋势的分析和把控。模型研究是一个热点,研究者较多,但其模拟精度和适应性有待提高,现有的模型难以对人水关系演变趋势进行有效把控。④进一步把人水关系调控方法运用于水资源规划、管理、调度实践中。水资源规划、管理、调度是水资源学的主要工作内容,但调控方法的应用还远不足,需要加强这方面的应用研究。⑤进一步研究人水关系的支撑体系,运用于水问题应对、水策略制定。需要从人水系统的全局视角、系统分析和构建其支撑体系,在此基础上更系统、全面地探讨水问题应对及水策略制定。

4.2 人水关系学发展布局

(1) 科学研究。为了推动人水关系学的快速发展,有关部门和机构应积极组织和制定国家或国际人水关系学科学研究计划,布置重点研究课题。比

如:①人水系统全国监测网与大数据建设计划。从人文系统、水系统全方位布设全国监测网,建设大数据中心,以全面掌握人水系统关键参数的数据和变化。②全球变化引起的人水关系演变预测和调控研究计划。包括全球气候变化、高强度人类活动在内的全球变化会引起人水关系持久性、不同幅度、时空格局等特征的变化,为了安全把控人水系统,需要科学预测人水关系演变趋势,并进行有效调控。③水—能源—粮食互馈关系等专项研究计划。人水关系专项研究的具体抓手很多,比如,水—能源—粮食互馈关系研究、水—经济—生态和谐平衡研究、水资源—经济社会发展空间均衡调控研究等,需要设立专项研究计划,来推动相关问题的研究。④城市化、大型工程建设等强人类活动对水系统的影响研究计划。国际社会和学术界对大型工程建设的可行性和影响作用非常关注,这甚至成为一些大型工程不能付诸建设的主要制约因素。这方面的研究还比较薄弱,特别是针对长时间序列和大规模影响作用的研究远远不足。⑤人水关系调控保障国家水安全、粮食安全、能源安全研究计划。水安全、粮食安全、能源安全是国家安全的重要组成部分,也是世界三大安全问题,实际上,三者有一定的联系,其根本的纽带就是人水系统,因此,通过科学调控人水关系来保障国家水安全、粮食安全、能源安全,具有重要意义。

(2) 学科建设。学科建设旨在稳定学科队伍、加快人才培养、建设学科基地,以巩固人水关系学学科地位,支撑其快速发展。具体包括:①构建稳固的高水平学科队伍。包括:培养学术技术带头人,组建创新团队,形成合理的学科梯队;②建设完善的培养体系,加快人才培养。包括:设立相关研究方向和课程,编写高水平课程教材,培养本科、硕士、博士不同级别人才;③建设学科基地,创建研究平台。包括:建设学科发展基地,创建工程技术研究中心,搭建重点实验科研平台。

(3) 学术交流与国际合作。为了推动人水关系学的发展,需要加强相关问题的学术交流,组建学术组织,促进国际合作,创建世界一流学科。具体包括:①组织和参加学术会议,增进学术友谊,建立学术合作关系,共同探讨关键问题;②组建学术组织,形成长期交流与合作机制;③加强国际合作,选派优秀中青年学者到国外交流学习,聘请国外知名学者来中国讲学交流,联合申请科研课题,携手攻克关键技术难题,不断提升国际影响力。

5 结 论

(1)本文是对人水关系研究的一次系统总结和深化,在前期研究的基础上,提出构建人水关系学的设想,论述了人水关系学的提出背景和重要意义,给出了人水关系学概念的定义,总结提出了人水关系学的学科体系框架。为进一步研究人水关系、构建人水关系学学科体系奠定基础。

(2)从理论研究、方法研究、应用实践3方面,对人水关系学未来发展进行了展望;从科学研究、学科建设、学术交流与国际合作3方面,提出了人水关系学发展的战略布局。为进一步研究人水关系,改善人水关系,走人水和谐之路,指导水利工作、环保工作以及行政管理工作提供参考。

(3)本文提出的人水关系学概念和学科体系框架,是一次初步尝试,是作者的初步思考,可能还存在内容不完善、理由不充分的地方,期待广大读者参与讨论,不断完善和丰富人水关系学的内容和学科体系。

参 考 文 献:

- [1] 左其亭,毛翠翠.人水关系的和谐论研究[J].中国科学院院刊,2012,27(4):469–477.
- [2] SHIN S M, LEE S H, SHIN S K, et al. STPA-based hazard and importance analysis on NPP Safety I&C Systems focusing on human – system interactions[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2021,213:107698.
- [3] 左其亭.和谐论:理论·方法·应用(第二版)[M].北京:科学出版社,2016.
- [4] CHOI S, LEE S O, PARK J. A comprehensive index for stream depletion in coupled human – water systems [J]. Journal of Hydro-environment Research, 2017,16:58 – 70.
- [5] BAO Chao, ZOU Jianjun. Analysis of spatiotemporal changes of the human – water relationship using water resources constraint intensity index in northwest China[J]. Ecological Indicators, 2018,84:119 – 129.
- [6] SANGANYADO E, GWENZI W. Antibiotic resistance in drinking water systems: Occurrence, removal, and human health risks[J]. Science of the Total Environment, 2019, 669:785 – 797.
- [7] 左其亭.人水和谐论及其应用研究总结与展望[J].水利学报,2019,50(1):135 – 144.
- [8] 张盛文.关于人水关系的哲学思考[J].水利发展研究,2012, 12(2):89 – 93.
- [9] 左其亭.人水系统演变模拟的嵌入式系统动力学模型[J].自然资源学报,2007,22(2):268 – 273.
- [10] 左其亭,李可任.河湖水系连通下郑州市人水关系变化分析[J].自然资源学报,2014,29(7):1216 – 1224.
- [11] 左其亭,刘欢,马军霞.人水关系的和谐辨识方法及应用研究[J].水利学报,2016,47(11):1363 – 1370 + 1379.
- [12] ZUO Qiting, LI Wen, ZHAO Heng, et al. A harmony-based approach for assessing and regulating human – water relationships: A case study of Henan Province in China [J]. Water, 2020,13(1):32.
- [13] ZUO Qiting, ZHAO Heng, MAO Cuicui, et al. Quantitative analysis of human – water relationships and harmony-based regulation in the Tarim River Basin [J]. Journal of Hydrologic Engineering, 2015,20(8):05014030.
- [14] ZHOU Xiyan. Spatial explicit management for the water sustainability of coupled human and natural systems [J]. Environmental Pollution, 2019,251:292 – 301.
- [15] NIKKELS M J, KUMAR S, MEINKE H. Adaptive irrigation infrastructure — linking insights from human – water interactions and adaptive pathways[J]. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2019,40:37 – 42.
- [16] 李普林,陈菁,邓鹏,等.江苏省城镇化进程水平与河湖水系连通耦合协调模式研究[J].水资源与水工程学报,2017,28(2):86 – 91.
- [17] LEI Xiaowen, ZHAO Jianshi, WANG Dingbao, et al. A Budyko-type model for human water consumption [J]. Journal of Hydrology, 2018,567:212 – 226.
- [18] PHAN T D, BERTONE E, STEWART R A. Critical review of system dynamics modelling applications for water resources planning and management[J]. Cleaner Environmental Systems, 2021,2:100031.
- [19] BEN – DAOUD M, MAHRAD B E, ELHASSNAOUI I, et al. Integrated water resources management: An indicator framework for water management system assessment in the R’ Dom Sub-basin, Morocco[J]. Environmental Challenges, 2021,3:100062.
- [20] VANHAM D, LEIP A. Sustainable food system policies need to address environmental pressures and impacts: The example of water use and water stress[J]. Science of the Total Environment, 2020,730:139151.
- [21] 杨丹,唐德善,周祎.基于正态云模型的人水和谐度评价[J].水资源与水工程学报,2020,31(3):53 – 58.