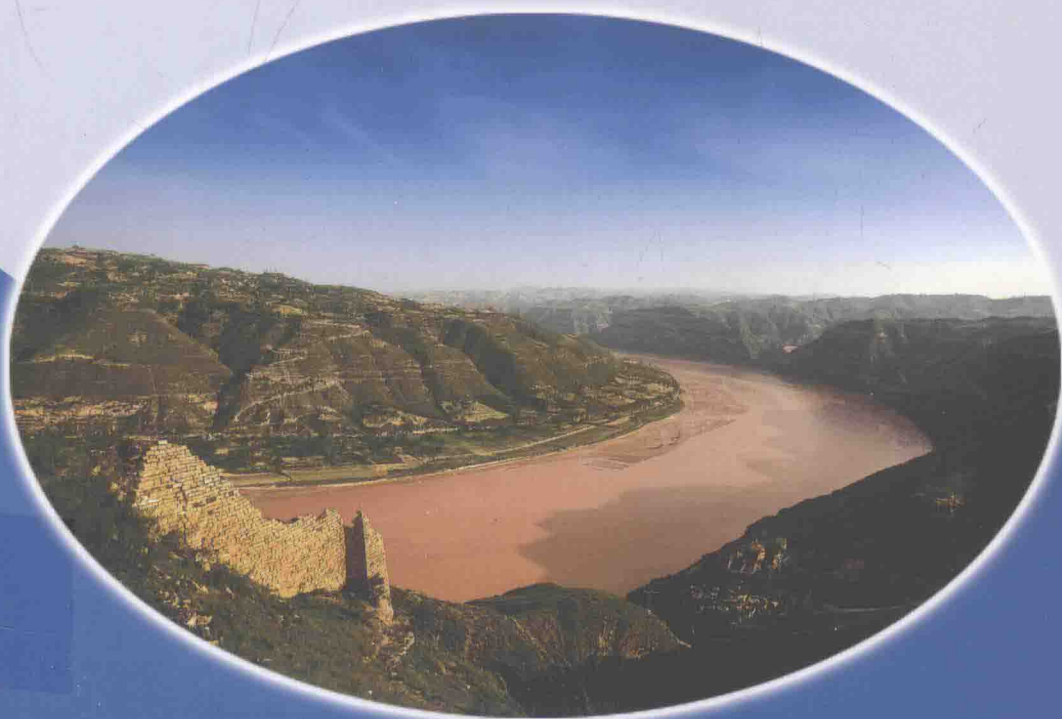


HUANGHE GANZHILIU ZHONGYAO HEDUAN
GONGNENGXING BUDUANLIU ZHIBIAO YANJIU

黄河干支流重要河段 功能性不断流指标研究

黄锦辉 王瑞玲 葛 雷 王新功 冯慧娟 著



黄河干支流重要河段 功能性不断流指标研究

黄锦辉 王瑞玲 葛 雷 王新功 冯慧娟 著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书基于对河流环境功能、社会功能的认识,采用生态生理学、栖息地模拟、情景分析等方法,研究提出了黄河干流重要河段水生生物所需河川径流条件;在分析黄河下游冲淤特性的基础上提出平水期河道减淤优化流量;研究确定了湟水、渭河等黄河重要支流功能性需水组成,采用历史流量法、模型计算结合生态需求,提出黄河主要支流主要控制断面、省界断面和入黄断面满足黄河自然生态功能及社会功能均衡发挥的流量控制指标,为黄河水量精细调度、实现黄河功能性不断流及维持黄河健康生命提供技术支持。

本书可供从事流域水资源及水生态保护、河流生态需水、流域生态环境问题和环境流等研究的科研人员及相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河干支流重要河段功能性不断流指标研究/黄锦辉等
著. —郑州:黄河水利出版社,2016.4
ISBN 978-7-5509-1392-9

I. ①黄… II. ①黄… III. ①黄河-枯水-指标-研究
IV. ①P331.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 060135 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:郑州瑞光印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:20.25

字数:470 千字

印数:1—1 000

版次:2016 年 4 月第 1 版

印次:2016 年 4 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

前 言

黄河水资源短缺及供需矛盾突出的特性,以及黄河水少沙多、河道淤积摆动的自然特点,决定了黄河河道内生态用水配置和管理不同于其他河流。随着流域社会经济的快速发展及对水资源需求的不断增长,以至于进入 20 世纪 90 年代,不堪重负的黄河年年断流,支流入黄水量年年锐减,给自然生态和人类生活带来了极大危害。1999 年国家授权黄委对黄河水量实施统一调度,实现了黄河干流不断流,但是现阶段的黄河不断流只是低水平的不断流,是水文学意义上的不断流,尚达不到功能性不断流的目标要求。2008 年黄委党组提出黄河水量调度要从较低水平不断流转变为实现功能性不断流的目标要求,为实现功能性不断流目标,应深入和系统研究黄河水量调度的功能目标及其过程的量化需求,特别是黄河河道生态系统的演变规律、生物需水机制,以及河流水文变化和生态系统之间的响应关系;研究黄河重要支流功能性需水组成及支流入黄底限流量,保障黄河流域水系径流连续性和恢复生态功能的水文循环过程。

水利部公益性行业专项“黄河干支流重要河段功能性不断流指标研究”正是为建立黄河干支流重要断面功能性不断流的流量控制指标体系而开展的,项目研究目标主要为:采用生态生理学、栖息地模拟、情景分析等方法,构建黄河重要河段河流栖息地模型,研究提出干流重要河段水生生物所需河川径流条件;系统分析湟水、渭河、沁河和伊洛河等黄河重要支流生态系统特点及功能性需水组成,采用历史流量法、模型演算结合生态保护目标及水环境功能需求,提出黄河支流主要控制断面、省界断面和入黄断面满足黄河自然生态功能及社会功能均衡发挥的流量控制指标,为黄河水量精细调度、实现黄河功能性不断流及维持黄河健康生命提供技术支持。

项目启动于 2009 年 10 月,项目总负责单位黄河水资源保护科学研究所和协作单位中国水产科学研究院黄河水产研究所、黄河水利科学研究院经过 3 年多的共同努力,全面完成了科研任务。在项目实施过程中,项目组开展了大量的实测和调查工作,获取了海量的基础数据,主要包括四个方面的工作:一是黄河干流主要河段水生生物和鱼类的调查工作,进行了 2010 年、2011 年和 2012 年三年的调查监测,在每年的 4~6 月对黄河干流上游陶乐河段、中游巩义河段、下游利津河段浮游生物、底栖生物、鱼类进行了监测调查;二是河流栖息地的监测工作,2011 年项目组应用 ADCP、高精度 GPS 等技术,对黄河中游巩义河段产卵场及利津河段产卵场地貌形态、流场及水环境要素进行了监测,在此基础上构建了巩义和利津河段鱼类栖息地模型;三是亲鱼产卵及孵化模拟实验,2011 年和 2012 年项目组开展了小脉冲洪水对亲鱼产卵及流速、溶氧、温度等对亲鱼类孵化的影响,为构建鱼类适宜度曲线奠定基础;四是对黄河重要支流湟水、渭河、沁河和伊洛河的入河排污口及功能区水质进行了监测,为进一步认识支流水质变化规律及建立水质和污染源之间响应关系,开展自净水量研究奠定了基础。

本研究主要创新点有以下几个方面:

(1)首次对黄河巩义河段和利津河段水生生物、鱼类及河流栖息地(河流地貌形态、流场和水环境)进行了系统的同步观测,构建了巩义河段和利津河段黄河鲤鱼产卵场的二维水动力学模型,并采用系列流量进行模拟和率定。

(2)首次对黄河鲤鱼的发育繁殖与流速、水温、溶氧等关系进行了实验室模拟,采用野外实测和实验室模拟相结合的方法,创造性地建立了黄河中下游河段黄河鲤鱼繁殖期、生长期及越冬期不同环境因子适宜度曲线,为河流栖息地模型的构建提供了扎实的生物学基础,解决了河流生态需水研究的核心和关键问题。

(3)首次在耦合黄河鲤鱼产卵场的二维水动力学模型和鱼类栖息地适宜度标准曲线的基础上,构建黄河重点河段代表鱼类栖息地模型,系统建立了黄河鲤鱼栖息地状况与河川径流条件之间的定量响应关系。

(4)采用以栖息地模拟法为基础,借鉴整体法的思路,根据鱼类栖息地状况参考目标对基于栖息地法的生态需水进行复核调整,进而提出基于流量恢复法的黄河鲤鱼生态需水过程的研究方法,具有创新性和探索意义。

(5)首次系统开展了湟水、渭河、伊洛河和沁河等重要支流河流生态系统特征研究及生态保护目标识别,并按照上、中、下游分河段进行生态功能定位和功能性需水组成分析,结合生态目标研究提出了重要水文断面的生态需水量。

(6)首次系统开展了湟水、渭河、伊洛河和沁河等重要支流自净需水研究。在对各支流进行水质评价及污染成因分析的基础上,识别河流纳污规律及自净规律,划分计算单元,构建自净水量计算模型,提出达标排放控制情境下的自净水量需求。

综上所述,黄河干支流重要河段功能性不断流指标研究内容丰富,在三年多的研究时间内,不仅构建了黄河干流巩义和利津两个河段的黄河鲤河流栖息地模型,通过模拟试验及现场调查数据分析建立了鱼类适宜度曲线,采用模型模拟计算获得了流量、流速、水位、水深等水文要素和保护鱼类栖息生境之间的响应关系,确定了花园口和利津两断面不同时段鱼类敏感生态需水指标;对于重要支流湟水、渭河、沁河及伊洛河,按照河段自然地理和生态特征及物种分布特点识别了水生态保护目标,明确了各河段功能性需水组成,采用历史流量法并结合主要保护生物生态习性得出支流重要断面生态需水控制指标;同时,在河流水质及污染源调查的基础上,分析河流水质和污染源分布及排放规律的响应关系,建立自净需水模型,提出保障水功能区水质目标所需的水量要求。

黄河干流及支流功能性不断流流量控制指标体系的建立是一项艰巨且复杂的任务,环境流量的控制与管理应逐步动态化,实现水文、水质、物理栖息地及生物因子变化数据的连续性,以及生态水文模型在黄河各个河段的扩展应用和精度提高;另外,黄河特殊的水沙关系、复杂的流域社会经济背景、多变的自然地理及气候条件和严重的水生态问题,使黄河相关研究与其他江河相比面临更大的难度和挑战,有许多问题尚有待进一步探索和研究。

由于物理栖息地监测及模拟需要大量的时间及人力、物力,本研究仅仅选择黄河干流中下游两个河段开展了物理栖息地模拟,主要保护物种黄河鲤栖息地适宜度曲线的建立和适宜度取值范围也有待进一步完善,黄河鲤适宜度曲线建立在大量野外调查和实验室模拟工作基础上,但由于物理环境和生物变化的滞后及复杂性,仍有待建立长期和系统的

生态、水文监测及试验跟踪机制以完善实验数据;流量过程变化特别是脉冲洪水模拟在本研究阶段尚未完全实现,水动力学模型和黄河鲤鱼生长机制及需水机制的耦合还需进一步深入研究。对于重要支流的生态需水及自净需水研究,本研究还尚未真正考虑支流生态保护目标生态需水机制,以及生态系统变化和水文过程的响应关系,以后应选择重点支流逐步开展相关工作;自净需水研究也尚未实现水质、水量及污染源同步输入情景模拟,因此今后在黄河重要支流亟待加强污染物迁移转化规律及水质模型研究。

本研究在历时3年多的研究过程中,得到了众多单位和专家的鼎力支持,中科院生态环境研究中心的陈求稳研究员,李若男、杨青瑞、韩瑞博士在河流栖息地模型构建过程中给予过悉心指导和帮助,黄委水文局河南水文水资源局王庆斋局长,以及西霞院水文站、利津水文站等单位在河流栖息地监测时给予了大力支持和帮助,特此表示衷心的感谢。

由于黄河流域水生态的复杂性,黄河河道地形的多变性,且水生生物研究基础薄弱,历史状况不明确,基础数据资料缺失,给本课题带来了较大的困难与不确定性,因此本书难免存在一些错误与不足之处,敬请专家和各界人士批评指正。

作 者

2015 年 12 月

目 录

前 言

第 1 章 国内外研究现状及研究技术思路	(1)
1.1 国外研究进展	(1)
1.2 国内研究进展	(3)
1.3 黄河研究进展	(4)
1.4 研究目标	(4)
1.5 主要研究内容	(5)
1.6 研究技术路线	(6)
第 2 章 黄河流域概况	(9)
2.1 流域概况	(9)
2.2 黄河水沙特点	(14)
2.3 水质状况	(16)
2.4 河流水生态特征	(18)
2.5 黄河干流功能性需水组成	(30)
2.6 重要支流流域概况	(33)
第 3 章 黄河干流重点河段水生生物调查及生态习性研究	(34)
3.1 黄河干流水生态系统特征	(34)
3.2 黄河水生生物及生境因子监测河段及布点	(35)
3.3 重点河段浮游生物现状及演变规律	(38)
3.4 重点河段鱼类现状及演变规律	(56)
3.5 鱼类产卵场调查	(66)
3.6 代表鱼类生态习性研究	(72)
3.7 小结	(76)
第 4 章 黄河干流重点河段河流栖息地模型及生态需水综合研究	(78)
4.1 黄河鲤栖息地适宜度标准研究	(78)
4.2 黄河重点河段水动力学模型构建及应用	(88)
4.3 黄河重点河段鱼类栖息地模型及栖息地与流量响应关系研究	(113)
4.4 基于栖息地模拟的黄河重点河段鱼类生态需水综合研究	(123)
4.5 小结	(136)
第 5 章 湟水生态需水研究	(138)
5.1 湟水流域概况	(138)
5.2 湟水水污染现状及污染成因分析	(141)
5.3 湟水水生态系统特征及生态保护目标	(146)

5.4	湟水功能性不断流生态需水组成分析	(151)
5.5	生态需水量研究	(153)
5.6	自净需水研究	(156)
5.7	生态需水耦合研究	(163)
5.8	小结	(164)
第6章	渭河生态需水研究	(165)
6.1	渭河流域概况	(165)
6.2	渭河水污染现状及污染成因分析	(168)
6.3	渭河水生态系统特征及生态保护目标	(173)
6.4	渭河功能性不断流生态需水组成分析	(177)
6.5	生态需水量研究	(178)
6.6	自净需水研究	(182)
6.7	景观需水	(189)
6.8	生态需水耦合研究	(189)
6.9	小结	(190)
第7章	沁河生态需水研究	(192)
7.1	沁河流域概况	(192)
7.2	沁河水污染现状及污染成因分析	(195)
7.3	沁河水生态系统特征及生态保护目标	(200)
7.4	沁河功能性不断流生态需水组成分析	(205)
7.5	生态需水量研究	(206)
7.6	自净需水研究	(209)
7.7	景观需水	(215)
7.8	生态需水耦合研究	(215)
7.9	小结	(216)
第8章	伊洛河生态需水研究	(218)
8.1	伊洛河流域概况	(218)
8.2	伊洛河水污染现状及污染成因分析	(222)
8.3	伊洛河水生态系统特征及生态保护目标	(230)
8.4	伊洛河功能性不断流生态需水组成分析	(239)
8.5	生态需水量研究	(241)
8.6	自净需水研究	(245)
8.7	生态需水耦合研究	(251)
8.8	小结	(252)
第9章	洮河、汾河及大汶河生态需水分析	(253)
9.1	洮河生态需水分析	(253)
9.2	汾河生态需水分析	(264)
9.3	大汶河生态需水分析	(267)

第 10 章 黄河干流典型冲积河段平水期河槽减淤流量研究	(271)
10.1 黄河干流冲积性河道概况	(271)
10.2 来水来沙特点及河道冲淤特点	(272)
10.3 黄河下游平水期河道冲淤演变分析	(278)
10.4 黄河下游平水期流量优化分析	(289)
第 11 章 黄河干流生态需水耦合及重要支流底限流量研究	(291)
11.1 黄河口三角洲生态需水研究	(291)
11.2 黄河干流主要涉水景观用水分析	(292)
11.3 黄河干流生态需水耦合研究	(301)
11.4 主要支流入黄底限流量研究	(301)
第 12 章 结论及展望	(305)
12.1 研究结论	(305)
12.2 存在问题及研究展望	(308)
参考文献	(310)

第1章 国内外研究现状及研究技术思路

从20世纪70年代开始,黄河下游开始出现断流,到了20世纪90年代,不堪重负的黄河干流年年断流,不仅给沿河城镇居民生活及工农业生产带来了极大危害,而且加剧了河道萎缩,使得黄河下游水环境和生态环境等受到严重威胁。1999年黄委实行黄河水量统一调度,至今黄河已实现连续十多年不断流。2008年时任黄委主任李国英同志提出“现阶段实现的黄河不断流只是较低水平的不断流,尚达不到功能性的目标要求,黄河水量调度要从较低水平不断流转变为实现功能性不断流”。同年,黄委提出要把水资源管理与调度的重点转向实现黄河功能性不断流,保障流域经济社会可持续发展。

河流的主要功能分为完全没有人类干预情况下的功能和人类新开发的功能,即自然功能和社会功能。自然功能包括物质输送功能、能量传递和转换功能、河床塑造功能、自净功能、生态功能;社会功能包括防洪功能、供水功能、发电和航运功能、净化环境功能、景观功能、文化传承功能等。功能性不断流指标研究综合考虑河流的自然功能和社会功能。2002年,倪晋仁首次提出了“黄河功能性断流”的概念,指出“黄河断流”与“黄河功能性断流”的区别,认为断流是指河道水量减至零的特殊情况,是自然表象上的“绝对断流”,功能性断流指河道径流量不能满足河道基本功能最小需水量要求的特定事件,是内在功能性的“相对断流”。

黄河功能性需水主要包括经济用水、输沙用水、生态用水和稀释用水四个方面。黄河功能性不断流的内涵是指根据黄河特性及经济社会发展对水资源的需求,考虑河流整体功能的发挥,从生态功能和社会服务功能和谐统一的角度确定的,指水文断面下泄水量能够满足其下游各项需水的总量和过程。即在确保生活用水的基础上,满足维持主河槽不萎缩需要的输沙用水要求、对入河污染物的稀释用水要求、河道及河口生态系统良性循环需要的水量及其过程要求,最大限度地满足工农业经济发展用水要求,保障黄河及相关地区的供水安全、经济发展用水安全、生态用水和长远防洪安全。刘晓燕在《黄河环境流研究》中提出“在我国,环境流内涵宽泛,包括生态需水、水质需水和输沙需水等”,所以功能性不断流的本质是环境流和社会经济用水的耦合。因此,本研究国内外研究现状主要围绕环境流和生态需水研究进行总结分析。

1.1 国外研究进展

国外尚未有明确的功能性不断流概念的提出,对河流自然功能和生态功能的满足主要体现在保证河流一定的径流量及流量过程要求,环境流概念和研究已经相对比较成熟,不同国家对环境流赋予不同的内涵,根据对环境流量的定位,可以看出国外的环境流研究

本质上综合了河流的功能性研究。例如澳大利亚将环境流定义为“在有竞争性用水需求的河流、湿地和沿海地区,除获取水的社会和经济效益外,在可能的范围内实施水量调配以保证可以维系生态系统健康状况及其效益的水流”,认为“环境流需要对河流和水系具体情况综合考虑,环境流量项目应该包含从保护河流生态到满足工业与人类需求的一系列可能的成果”。2007年《布里斯班宣言》指出“环境流是人类和淡水生态系统健康的根本,是维持人类与其他依赖淡水和河口等生态系统生存的生物所需水流的数量、质量和时间”。综上所述,环境流包括了河流沿线的社会经济、人文景观、自然环境等诸多方面对水的需求,涵盖了河流诸多功能,是一个综合概念。

西方发达国家开展了长期的河流生态监测和科学研究,提出了许多有价值的环境流计算方法和较为成熟的环境流评价方法。国外的研究主要经历了几个阶段,在前期的研究中一般使用最小流量或最适流量,发展到后来生态需水不仅仅指某一流量的,而且包括流量发生的时间、持续时间和发生频率等更多的水文要素,是一种动态需求。

20世纪60年代前属于河道生态环境需水理论的萌芽阶段,主要针对满足河流的航运功能进行研究,缺乏成熟的理论和方法。生态需水的研究最初起源于渔业生态学,20世纪40年代,随着大坝的建设和水资源的开发利用,美国的资源管理部门开始关注水利工程对鱼类资源的影响及污染等问题,美国渔业和野生动物保护组织开始关注河道内流量与水生生物之间的关系,对建坝前后鱼类生长、繁殖及产量与河流的流量问题进行了许多相关的研究,提出河流应保持一定的生态基流量。

20世纪70年代以来,法国、澳大利亚、南非等国都开展了许多关于鱼类生长繁殖与河流流量关系等方面的研究,主要建立了流量、流速与重点保护鱼类、大型无脊椎动物、大型水生生物之间的关系,提出了河流生态流量的概念,产生了许多计算和评价方法。这些方法思路相似,认为河川径流与水生生物生存状况之间存在着线性关系,在低于某种流量水平时,水生生物将无法生存,而生态需水就是维持鱼类栖息地、产卵地和洄游通道等所需要的流量。生态需水研究的许多计算方法也是在这一时期发展起来,如Tennant法。尤其是1974年美国渔业及野生动物年研发的河道内流量增量法,极大地促进了河道生态需水的研究,目前该方法被西方许多国家应用。在此期间,生态需水的研究主要侧重于考虑河道的物理形态及所关心的鱼类和无脊椎动物等对流量的需求,并没有体现生态系统的完整性。

20世纪90年代后期至21世纪初,人们开始考虑维持河流生态系统甚至流域生态系统完整性的生态流量需求,生态需水的研究对象由过去仅关心的物种及河道物理形态的研究,扩展到为了维持河流生态系统结构和功能完整性所需的水流需求上,这种水流需求包括河流生态系统所涉及的各个方面,如渔业、工农业和居民生活用水等社会经济方面,河道形态维持、观光、景观等河流自然结构方面,以及河流生态系统中鱼类、底栖动物、植物等各个生物类群的生态需水等方面。在此期间,产生了整体分析法、功能分析法等综合方法,该类方法要求研究组由水文、泥沙、地貌、生物、生态等学科专家团队组成,分别从不同

同的角度提出生态环境需水量,然后进行综合平衡和协调,最终提出各个方面均基本满意的径流过程。

目前,有将近 50 个国家开展生态需水量的研究,大概有 200 多种研究方法,这些方面可归为四大类:水文学法、水力学法、栖息地模拟法和整体分析法。其中,栖息地模拟法可预测栖息地如何随水流流量变化而变化,提供了一种非常灵活的估算河流流量的方法,是一种国外应用比较广泛的方法,基本思路是通过建立河川径流与目标生物栖息地之间的关系,探求生态流量。

1.2 国内研究进展

在国内,生态需水的研究也是出于实际需要而产生的,中国的生态需水开始于西北地区水资源综合开发和利用中,由水文水资源学家率先提出,在后来的研究中也是集中在水文和水资源研究领域,其研究大致可分为四个阶段:

(1)20 世纪 70 年代末开始研究探讨河流最小流量问题,主要集中在河流最小流量确定方法的研究方面。

(2)20 世纪 80 年代,针对日益严重的水污染问题,主要集中在宏观战略方面的研究,对如何实施、如何管理处于探索阶段。

(3)20 世纪 90 年代以来,针对断流、水污染等问题,水利部提出在水资源配置中应考虑生态环境用水。国内生态需水研究在这一时期快速发展,杨志峰、崔保山、刘昌明、倪晋仁等许多专家学者在生态需水方面进行了有益的探索性研究。

以上三个阶段生态需水研究基本处于定性分析和宏观定量分析阶段,较少关注河流自身需水规律和需水机制。

(4)最近几年,我国生态需水研究理念、方法及应用实践等进入了一个新的阶段,研究领域开始向生态、生物、河流健康等方面拓展;研究方法由原来的水文学法、水力学法等向栖息地模拟法、整体法等转变;研究目的开始探索为流域综合管理、河流治理开发、河流生态保护等服务。同时,有个显著特点,在这一阶段,国内专家学者开始应用栖息地模拟法研究河流生态需水,开始对水生生物与河川径流之间响应关系进行探索性的研究,并在我国长江、黄河、汉江、漓江等河流的部分河段建立了栖息地模型,陈求稳、郝增超、黄道明、蒋晓辉、班旋等专家学者开展了相关研究,并取得了重要进展。

近期,国内开展了全国河湖健康评估工作,评估体系涵盖了河流的自然功能和社会功能,包括水文水资源、河道物理形态、河流水质、水生生物及社会服务功能等多个角度,是基于河流基本功能的健康评估。

总体上讲,我国生态需水研究主要是借鉴国外的相关研究理论和方法,大多应用传统的水文学、水力学方法,河流生物栖息地法及水生生物需水相关研究尚处于萌芽阶段,而国外恰恰把这个作为确定生态环境需水的重点。同时,国内生态需水的很多基础性研究

课题诸如水分-生态的耦合作用机制、水生生物需水规律、生态目标的科学确定等得不到科学识别和解决,使得相关生态需水研究大多停留在理论上的核算。今后,如何明确河流生态系统保护的目标、明晰河流生态保护与河川流量之间的关系,进而提出有明确生态、生物意义的生态需水计算方法,仍是目前亟待研究的问题。

1.3 黄河研究进展

近年来,由于黄河水资源形势严重,我国学者在黄河流域开展了较多的生态需水研究。

黄河河流生态环境需水研究始于对输沙水量的关注,“八五”科技攻关项目“黄河流域水资源合理分配和优化调度研究”,对黄河下游河道汛期和非汛期的输沙用水进行分析;“九五”科技攻关子专题“黄河三门峡以下水环境保护研究”,基于 Tennant 法,提出非汛期河口生态用水应不低于 50 亿 m^3 ;重点治黄专项“黄河干流生态环境需水研究”,基于 Tennant 法,提出了干流 10 个重要水文断面的生态环境流量;“十五”国家科技攻关项目子专题提出了黄河下游部分断面最小、适宜生态流量;“十一五”科技支撑计划重点项目“黄河健康修复关键技术研究”专题七、专题八对黄河中下游鱼类产卵期对流速、水深的要求进行了初步分析,运用改进 Tennant 法,提出了黄河重要断面生态需水,在此基础上运用整体法的思路 and 理念,耦合河道、水环境需水,综合考虑黄河社会功能用水的要求,提出了黄河干流典型断面流量需求;中荷合作项目《黄河河口生态环境需水量研究》首次耦合水动力学模型、地下水模型、生态模型建立了河口湿地重要生境的生态评估系统,提出了基于河口湿地一定保护规模的生态需水量;水利部公益性项目“黄河干流水库对河道水生态系统的影响及生态调度研究”对黄河上游石嘴山河段、黄河下游花园口河段鱼类繁殖习性进行了分析,在此基础上运用栖息地模拟法对以上两个河段鱼类生态需水进行了初步研究。刘晓燕《黄河环境流研究》将环境流界定为“在河流自然功能和社会功能基本均衡或协调发挥的前提下,能够将河流的水沙通道、水环境和水生态维持在良好状态所需要的河川径流条件”。

与国内其他河流相比,黄河生态需水研究,无论是方法上还是实践上,相对比较先进,尤其是近几年,黄河生态需水研究中引入新的理论、思路和方法,如国家“十一五”科技支撑项目、中荷合作项目、水利部公益性项目等,更加强调要在社会-经济-自然复合生态系统中研究河流生态需水问题,也更加重视河流自身生态需水规律。但总体上,黄河生态需水研究仍缺乏水生生物尤其鱼类生态习性的系统研究,已有相关研究成果大多基于文献、经验进行了定性分析,这使得栖息地模型的建立缺乏较好的生物学基础。

1.4 研究目标

开展黄河干流重要河段水生生物调查及河流栖息地监测,采用生态生理学、栖息地模

拟、情景分析等方法,研究提出干流重要河段水生生物所需河川径流条件;在分析黄河下游冲淤特性的基础上提出平水期河道减淤优化流量;研究确定湟水、渭河等黄河重要支流功能性需水组成,采用历史流量法、模型计算结合生态需求,提出黄河主要支流主要控制断面、省界断面和入黄断面满足黄河自然生态功能及社会功能均衡发挥的流量控制指标,为黄河水量精细调度、实现黄河功能性不断流及维持黄河健康生命提供技术支持。

1.5 主要研究内容

(1) 黄河干流及其重要支流功能性需水组成分析。

以黄河水量调度的干流刘家峡以下河段和重要支流为重点研究对象,分析其水沙特性、水环境特点、水资源配置及开发利用背景等,分析黄河生态系统结构组成、功能,以及黄河主要生态保护目标的空间分布与格局,对黄河关键生态单元与保护目标进行识别,揭示河流主要生态目标及其与黄河水资源的关系,研究水资源变化及人工配置的影响,以及与河流生态功能和结构演变的响应关系,阐明相应河段的功能定位及功能性用水组成。

(2) 水生生物生态习性及其对河川径流条件的要求。

黄河干流采用历史资料辅以重点河段断面实地调查监测的方法,明晰黄河干流水生生物现状及其鱼类产卵场等栖息地分布,识别筛选不同河段水生生态系统中指示性物种——主要保护鱼类。选择重点河段巩义河段和利津河段,采用栖息地模拟的方法,重点研究代表性鱼类的生态习性,以及表征鱼类生存状态的因素如种类、数量和栖息地质量对径流条件(包括流量、流速、水位、水深、水质、水温、湿周、洪水频率等要素)的需求,构建河流栖息地模型,确定维持良好水生生物及栖息地不同时段流量指标。

选择重要支流开展水生生物现状及鱼类调查,分析主要鱼类的生态习性,在对历史径流条件及水文要素进行分析的基础上,对满足鱼类生存空间的流量指标进行研究。

(3) 重点支流不同纳污情景下自净需水研究。

河流水环境的改善需要通过污染物的输入控制和保证一定的河川径流条件来实现,本课题重点关注现状排污及污染物达标排放等情景下实现水功能区水质目标对河川径流条件的需求。拟选择黄河重要支流湟水、渭河、沁河、伊洛河等支流,在开展水质及污染源现状调查的基础上,研究流域及区域多因素变化背景下的河流纳污规律和时空特点;揭示流域工业产业布局及资源分布特征下的水污染成因,阐明河流水质和污染源输入的响应关系,分析河流现状的基本自净稀释需水情况及保证程度;研究排污控制情景下实现水环境目标的水量需求,分析主要水功能区的污染物自净规律,研究提出主要控制断面的自净水量控制指标。

(4) 干支流重要河段景观娱乐及城市取水对河段流量需求。

在黄河干流和几条重要支流开展重要涉水景观的调查,分析景观的功能定位,采用调查、公众参与及模型计算等方法研究其对河流水量、流量、水位、水深、水面的要求。调查

分析保障取水水量安全的河道流量要求。

(5) 黄河干流典型冲积河段平水期河槽减淤流量研究。

以黄河下游为重点,利用实测资料分析各冲积性河道平水期不同流量级条件下沿程冲淤调整特性;通过分析不同流量级水流沿程冲淤变化和水流含沙量的变化,研究各流量级水流挟沙能力大小和输送泥沙的距离,开展流量级大小及不同流量级历时对河道沿程冲淤变化的影响研究;开展基于减小平水期冲积河道淤积的流量优化研究,提出有利于各种河道减淤的优化流量级。

(6) 重要断面流量控制指标耦合研究。

综合考虑重要支流天然径流量对黄河天然径流量的贡献、支流水权配置及其开发利用背景、黄河不同河段健康用水需求,阐明维护黄河健康对主要支流入黄流量和水量的要求。基于目前对黄河河口三角洲生态需水研究成果,充分吸纳国内相关单位对黄河河口生态需水的研究成果,并紧密结合近年来黄河河口生态修复实践,进一步阐明河口三角洲生态健康对入海水量要求。

综合考虑以上各项功能需水,以河流自然功能与社会功能基本均衡发挥为指导思想,考虑水流的自然连续性和水库的调节运行,对黄河不同功能性用水进行耦合分析,提出黄河干流省界断面及重要控制断面、主要支流入黄断面和省界断面在不同来水水平年的流量控制标准。

1.6 研究技术路线

调查分析黄河干流及重要支流的河流生态系统结构与特点,摸清黄河生态系统本底状况,结合黄河水沙特性、水资源环境分析,识别黄河健康主要控制要素、径流的可调控性、水生态和水环境保护目标,研究确定相应河段的功能定位及其功能性用水组成。在以上分析基础上,采用栖息地模拟法分析黄河干支流重要河段水生生物与河川径流的响应关系,研究黄河代表性水生生物生态需水及过程;分析黄河污染成因及黄河主要污染物稀释自净规律,预测不同纳污情景下重要支流维持水质良好的自净需水要求;分析各冲积性河道平水期不同流量级条件下沿程冲淤调整特性,分析不同流量级水流沿程冲淤变化和水流含沙量的变化等,研究平水期黄河下游河槽减淤对流量的要求;分析黄河重要景观及功能定位,研究黄河主要景观的生态用水需求及城市供水对河道流量的要求等。在以上研究的基础上,耦合提出黄河干流省界断面及重要控制断面、主要支流入黄断面和省界断面的流量控制标准。

主要研究技术路线见图 1-1 和图 1-2。

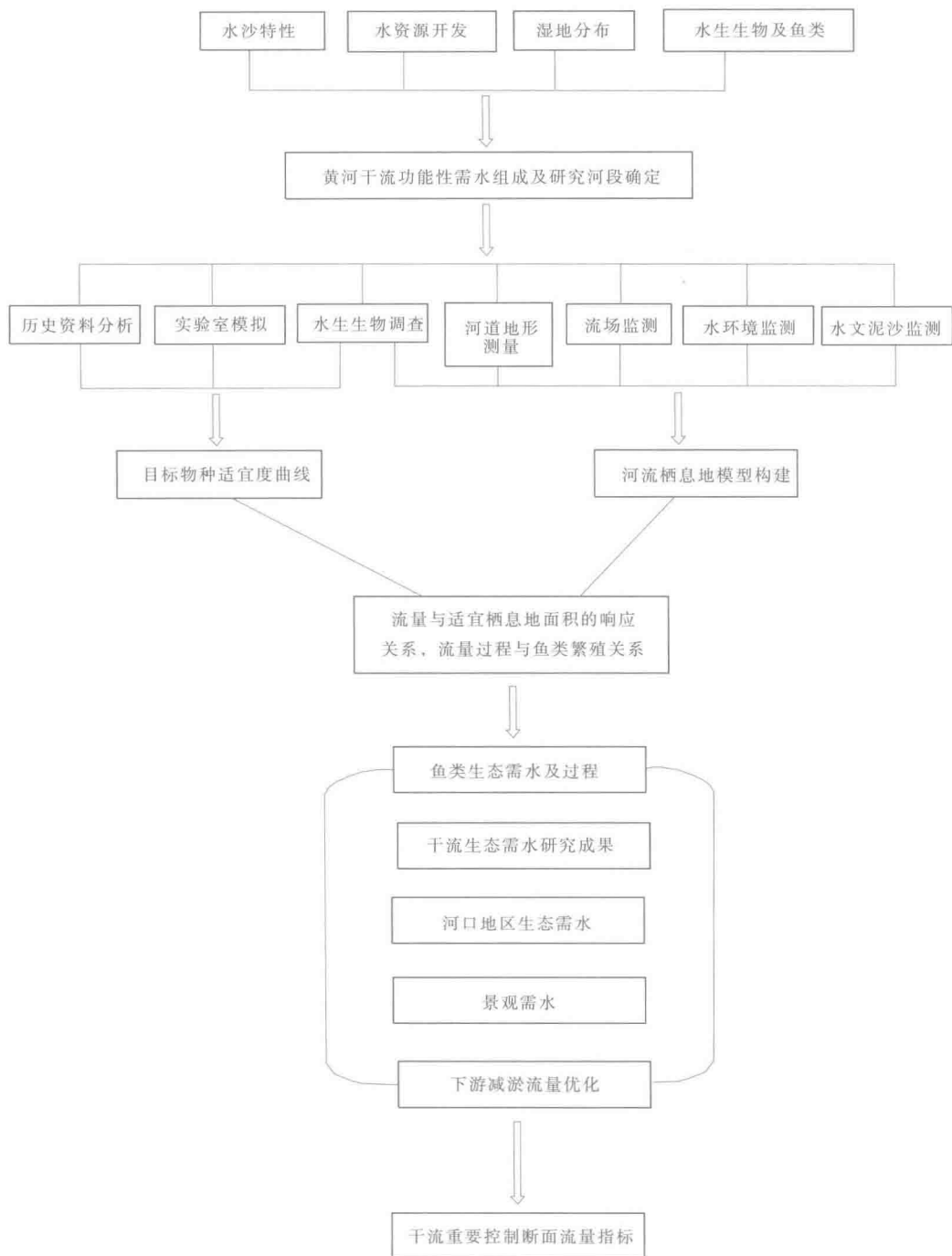


图 1-1 黄河干流水生生物需水研究技术思路

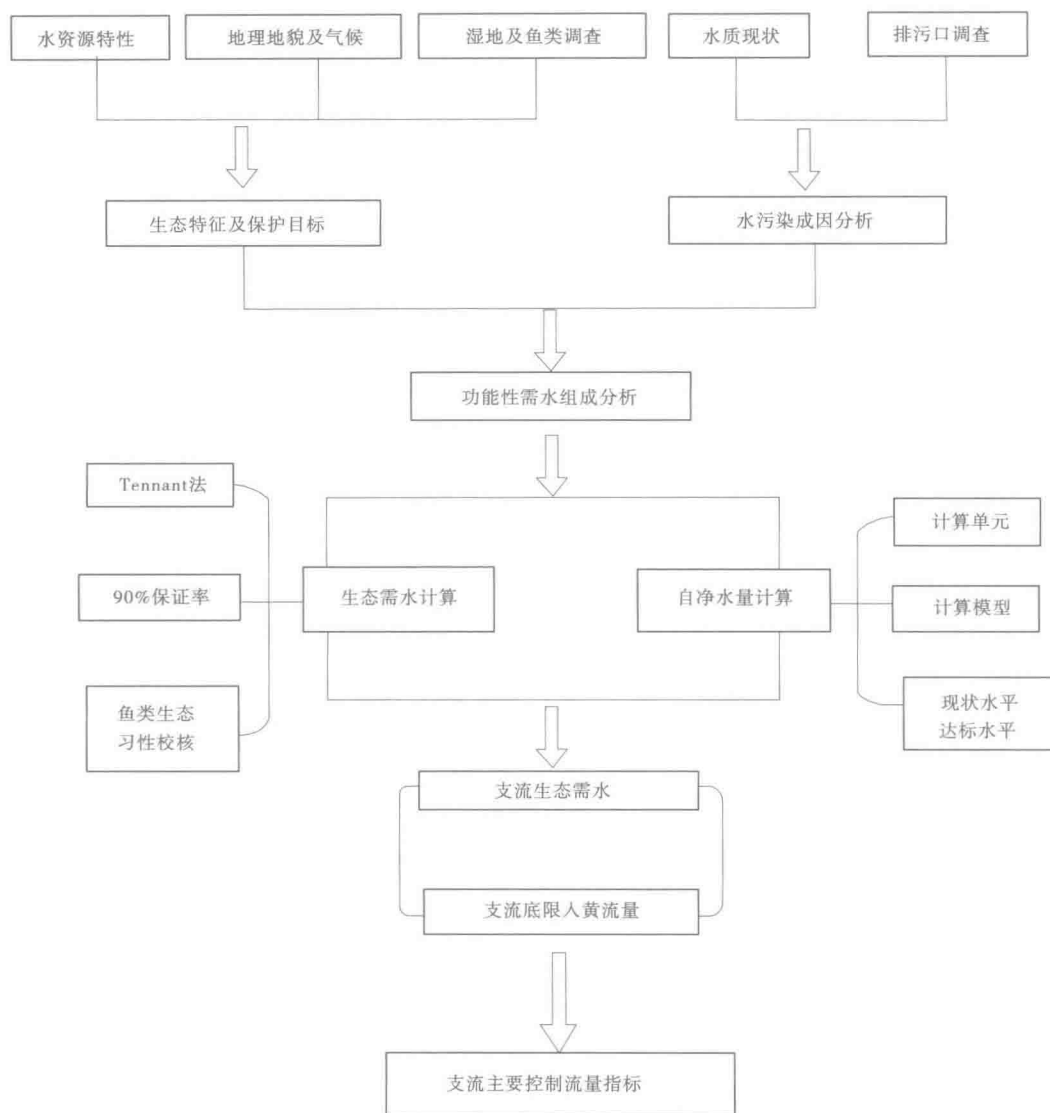


图 1-2 重要支流生态需水研究技术思路