

河流功能区划理论与实例

赵银军^{1,2}, 丁爱中¹, 潘成忠¹, 许新宜¹, 李原园³, 郦建强³

1. 北京师范大学水科学研究院, 北京 100875
2. 广西师范学院北部湾环境演变与资源利用省部共建教育部重点实验室, 南宁 530001
3. 水利部水利水电规划设计总院, 北京 100120

摘要 河流功能区划是规范和引导河流开发与保护的基础。在对河流功能分类论述的基础上, 阐述了河流功能区划的内涵、区划原则, 构建了河流功能二级区划体系, 划分了 4 类 1 级区 (保护区、保留区、开发利用区和缓冲区) 和 11 类二级区 (饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、水电利用区、内陆航运区、防洪控制区、文化景观娱乐用水区、排污控制区、生态修复区、过渡区), 并给出了河流功能区划指标和区划方法。以黄河干流为例, 进行了河流功能一级区划的尝试, 将黄河干流划分为 21 个一级功能区, 包括 3 个保护区, 2 个保留区, 5 个缓冲区, 11 个开发利用区。结果表明, 提出的河流功能区划体系和方法合理可行, 能规范、引导河流开发与保护, 为河流分区管理提供新的管理工具。

关键词 河流功能; 河流功能区划; 区划方法; 黄河

中图分类号 TV212, X321

文献标志码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2013.16.013

Theory for River Functional Regionalization and A Case Study

ZHAO Yinjun^{1,2}, DING Aizhong¹, PAN Chengzhong¹, XU Xinyi¹, LI Yuanyuan³, LI Jianqiang³

1. College of Water Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China
2. Key Laboratory of Beibu Gulf Environment Change and Resources Use of Ministry of Education, Guangxi Teachers Education University, Nanning 530001, China
3. General Institute of Water Resources and Hydropower Planning and Design, Ministry of Water Resources, Beijing 100120, China

Abstract The river function regionalization is the foundation to regulate and guide the river development and protection. In the context of the river function classification, this paper elaborates on the connotation and the principle of the river function regionalization, constructs a river function regionalization system that includes four regions (protect zone, retention zone, development and utilization zone, and buffer zone) and eleven sub-regions, and gives division indexes and methods. The river function regionalization is used in the main stream of the Yellow River as an example. The Yellow River is divided into 21 primary functions including three protect zones, five buffer zones, eleven development and utilization zones. The results show that the proposed river function regionalization system and methods are rational and feasible, and can regulate and guide the river development and protection as a new management tool.

Keywords river function; river function regionalization; division method; Yellow River

0 引言

河流是地球演化过程中的产物, 是人类文明的发源地, 与人类生命息息相关, 具有各种功能。自 20 世纪 50 年代以来, 随着人口、经济持续增长和科学技术的飞速发展, 人类对河流的开发利用深度和广度也越来越大, 对河流产生了严重

的伤害, 损害了河流的功能, 使河流越来越呈现出其承载能力与迅速增长的人口与经济不相协调的态势^[1]。近年来, 中国部分河道, 特别是城市河道得到大规模整治, 但普遍处于水质改善和景观建设层面, 未能从河流自身出发, 依据河流功能来约束人类活动, 是目前河流治理管理中存在的最大问

收稿日期: 2013-01-28; 修回日期: 2013-03-16

基金项目: 北京师范大学自主科研项目(2009SD-27); 北部湾环境演变与资源利用省部共建教育部重点实验室项目(BBG1109)

作者简介: 赵银军, 副教授, 研究方向为河流功能, 电子邮箱: crpp0104@163.com

题。全国水功能区划实施后,对全国河流管理起到了积极推动作用,但是水功能区划也只考虑了水质目标。针对以上问题,许士国等^[1-6]对河流功能区划进行了探讨,为河流功能区划研究奠定了一定基础,但普遍缺少对河流功能的详细论述与衔接。本文从河流功能出发,提出了河流功能区划体系,对河流功能区划的关键技术进行了探讨,并以黄河干流为例进行了尝试,为不同功能区明确了开发与保护策略,可很好地引导开发方向、规范开发秩序、管制开发强度、调整开发政策,为河流管理提供新的依据。

1 河流功能

河流功能是河流自然、生态和社会属性的效用体现,是河流系统发挥的有利作用^[7,8]。根据河流属性不同,河流功能可分为自然功能、生态功能和社会功能。三者间相互依存、对立统一。河流自然功能是河流最基本的功能,它决定了河流生态功能 and 河流社会功能。河流社会功能是人类对河流自然功能的一种索求,而河流的生态功能则是河流自然功能所形成的生态效应。在河流功能一级分类的基础上,可细分出 12 个二级功能(图 1^[7,8])。

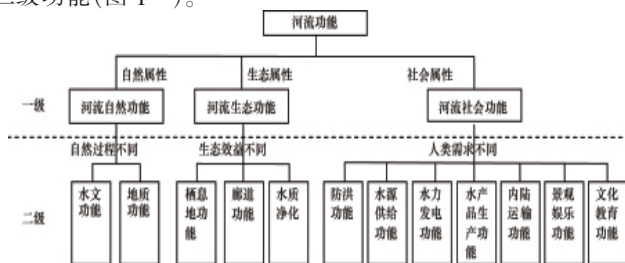


图 1 河流功能分类体系

Fig. 1 Classification of river functions

河流自然功能。根据河流自然过程不同可分为水文功能和地质功能。水文功能是指河流参加全球水文循环过程。地质功能是指河流切割地表岩石层,搬移风化物,通过河水的冲刷、挟带和沉积作用,形成并不断扩大流域内的沟壑水系和支干河道,也相应形成各种规模的冲积平原,并填海成陆^[9]。

河流生态功能。根据河流自然过程产生的生态效益类型不同可分为栖息地功能、廊道功能和水质净化功能。栖息地功能是指为河流生命体提供栖息地。廊道功能是指提供物质、能量和信息循环的通道及载体,具有过滤和屏障作用^[10]。水质净化功能是指河流具有容纳和降解污染物的功能。

河流社会功能。根据人类需求的不同可分为防洪功能、水力发电功能、水源供给功能、水产品生产功能、内陆运输功能、景观娱乐功能和文化教育功能。防洪功能是指为洪水提供出路,延缓洪水对陆域的侵犯。水源供给功能是指为生活、工农业提供淡水资源。水力发电功能是指利用水流势能差为人类提供电能。水产品生产功能是指为人类提供水产品。内陆运输功能是指利用河流航道进行通商通航。景观娱乐功能是指河流具有景观特异性和多样性,能给人以愉悦感。文化教育功能是指河流成为文化的一部分,为教育和科研提供素材、场所和实验场地。

2 河流功能区划基础

2.1 概念内涵

区划是依据设定的目标,利用地理空间存在的空间分异规律,将目标区域划分为不同区域的过程。比较-分类-归纳是科学研究和认识世界最基本的方法,而区划则是比较-分类方法在地学中的一种应用形式^[1]。

河流功能区是依据河流功能状况,考虑水资源开发利用现状和人类需求,划定的具有特定功能的水域。河流功能区是进行河流有序开发、科学规划和管理的河段单元。在河流功能区中除河流主导功能外,还存在其他多种功能。河流功能区未来的利用和规划,必须服从主导功能性质和要求。当其他功能与主导功能冲突时,其他功能服从于主导功能^[2]。

河流功能区划是以河段为单位,依据河流功能空间分异规律,将河流系统划分为不同河流功能区的过程。其目的是依据确定的河流主导功能,规划和限制人类活动,使河流和人类和谐相处,健康持续地为人类经济、社会发展服务,并为河流管理部门提供管理信息与手段。

2.2 区划原则

区划原则决定了区划的整体思路,对整个区划过程具有重要的意义。河流功能区划应在维护河流功能完整的情况下,综合考虑现实与未来自然和人类不同需求,合理规划,使河段功能健康持续地为人类服务。应遵循的主要原则有 5 条。

(1) 人水和谐、可持续发展的原则。根据河流资源环境承载力、区域生态保护要求、开发利用现状和潜力,合理确定河流保护治理、生态恢复和综合利用的总体格局及功能。实现人水和谐,保护河流健康,使河流在充分发挥其社会功能的同时,达到其自然生态功能的良性发展,为河流的可持续利用奠定基础。

(2) 前瞻性原则。结合河流过程和未来经济社会发展需求,对河流开发、保护应具前瞻性,为后续开发利用留有余地。

(3) 可操作性原则。指标选取既要考虑实际需要,又要考虑指标量化和数据获取的难易程度,且指标个数适当。河流功能区类型清晰,易于划分。河流功能区划易于操作。

(4) 选择性原则。在具有多种功能的区域,当出现某种功能互相不能兼容时,应优先安排河流直接开发利用中资源和环境等条件选择性窄的项目,同时也要注意安排河流依托性开发利用功能以及非河流性配套开发利用功能^[3]。

(5) 协调原则。河流功能区划应与国家主体功能区划、生态功能区划、水功能区划、水利区划、防洪区划等互相衔接与补充。

3 河流功能区划体系

3.1 区划体系

河流功能区划包括两个层次的内容,一是依据河流的一级功能,确定河流系统不同河段管理策略是开发,保护,还是暂时保留;二是针对开发河段,按照功能主导性原则,依据河流二级功能类别,对其进行二级分区。对已建的河流开发项

目,依据工程运行现状,对开发利用方式或程度进行适当调整。基于以上思路,河流功能区按照两级划分,建立河流功能区划体系(图2)。

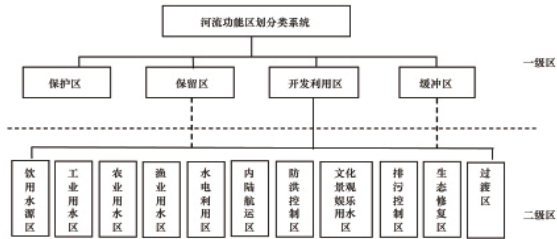


图2 河流功能区划体系

Fig. 2 System of river function regionalization

3.2 一级区

保护区是指维护河流自然功能和生态功能的河段,主要保护国家级自然保护区内的国家濒危动植物等,以及保护河流形态、河流水质等作为河流沿岸地区的生态环境屏障和经济社会发展的后备动力。保护区要实行严格保护,坚决禁止开发,主要以服务于河流的整体生态健康为目的;在不影响河流生态系统安全前提下,可适度进行河流水资源开发,以满足当地居民的基本需求和已开发的水利工程运行效益的需要;严禁新建有悖河流功能区主导功能的水利开发工程,对已建的水利项目需按照功能区划分进行重新调整。

开发利用区是指利用河流社会功能为人类提供经济社会服务的河段,具体有防洪、供水、发电、航运和文化景观娱乐功能等。在注重河流生态环境保护的基础上,实现河流社会功能的有序健康开发。该功能区主要针对现有或规划的水利工程运行及其效益评估,对是否进行功能调整提出建议。同时对于水资源开发利用程度较低的河段,评估河流开发的可行性,并进行河流功能合理定位,为后期河流开发奠定基础。此类功能区的确定必须考虑河流的水资源和水环境承载力,按照国家经济建设发展规划和流域相关规划的总体部署,分析确定不同开发利用区的主要内容和任务。

保留区主要是对目前开发利用水平不高,但因河流功能比较复杂,对规划期内河段是保护还是开发利用存在较大争议的河段。一般考虑是维持该河段的水资源现状,以保护为主。后续视该河段区域国民经济发展的需求,在消除分歧和科学规划基础上进行科学论证,确定该河段的功能属性。如果确定该河段以维护河流自然功能和生态功能为主,则划为保护区;如果确定该河段以河流社会功能为主,则划为开发利用区。

缓冲区是指为协调省际间以及水矛盾突出地区间用水关系,为满足功能区水质要求而划定的河段。主要针对跨省、自治区、直辖市行政区域河段,以及用水矛盾突出的地区之

间河段。后续,随着区域社会经济发展,在充分论证和科学规划基础上,可重新确定缓冲区的河流功能属性。如果确定该河段以河流社会功能为主,则划为开发利用区。

3.3 二级区

在河流一级功能区划的基础上,重点考虑河流社会功能的二级功能,进一步将一级开发利用区再划分为饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、水电利用区、内陆航运区、防洪控制区、文化景观娱乐用水区、排污控制区、生态修复区、过渡区等11个二级区。

3.4 区划指标

河流功能区划指标包括功能区划指标和功能控制指标两大类。功能区划指标是功能区划分所依据的定量化描述^[1],是一个指标集,主要包括河流形态(蜿蜒度、连通性、河床稳定指数、横向连通度、水系连通性、河床纵横比降、主槽断面纵横比、河道淤积率、侵蚀长度比),河岸带状况(河岸带宽度、植被结构完整性、河岸植被覆盖率、河岸渠化率),水文特征(多年平均流量、最枯月平均径流量、最枯月平均流量偏离率、平滩流量、河道取水量、水深、泥沙含量、径流系数变化率、河流泥沙比),河流水质环境特征(水质、水功能区达标率、底泥污染指数、内陆河自净能力),水生态特征(标志性物种数量、标志性物种现存率、物种多样性指数、鱼类生物完整性指数、大型底栖动物物种丰富程度、珍稀水生动物存活状况),河流经济社会指标(防洪工程完好率、防洪标准达标率、景观多样性指数、水资源开发利用率、灌溉保证率、饮用水安全保证率、通航保证率、水电资源开发利用率、水功能区水质达标率)等。功能区控制指标是为保证河流功能正常发挥,必须满足一定条件的一组关键指标^[1](表1)。实际工作中,需要根据实际情况,通过聚类、相关性分析等方法,从指标集中筛选合适的指标,并进行冗余度分析和指标论证,确定河流功能区划指标和控制指标。

表1 河流功能区控制指标

Table 1 Key management indexes of river function zoning

序号	一级区	二级区	控制指标
1	保护区		水质类别
2	保留区		水质类别、水资源开发利用率
3	缓冲区		水质类别、水量
4	开发利用区	饮用水源区	用水保证率、水质类别
		工业用水区	
		农业用水区	
		渔业用水区	
		水电利用区	水能资源利用率
		内陆航运区	航道等级
		防洪控制区	防洪标准
		文化景观娱乐用水区	文化景观多样性
		排污控制区	排污总量
		生态修复区	水质类别
		过渡区	水质类别、水量

4 河流功能区划方法

在河流功能区划过程中,针对河流功能区划一级和二级不同情况,采取定性定量结合、经验判定和客观评价结合,对目标河段进行河流功能分析与评估,常见方法有排除法、GIS空间分析法和指标表征法。

(1) 排除法^[1]。通过对河流系统水文、水环境、水生态、地貌以及流域背景调查,结合主观判定,排除河流功能分类体系中不存在的功能。例如,河道比较窄、浅的河段,可以排除河流内陆运输功能等。

(2) GIS空间分析法。应用GIS技术,按照极重要、中等重要、比较重要和不重要4个等级,制作河流一级、二级功能重要性专题地图。综合考虑区域经济特点和生态环境现状,通过专家咨询法为各类河流功能重要性设置调整系数。对调整后的功能重要性专题地图进行空间叠加,确定河流主导功能。

(3) 指标表征法。依据每条河流功能表征指标值,判断目标河段具有的河流功能,并对具有的河流功能排序。

5 黄河功能区划实例

黄河流域干流河道全长5464km,流经9省,部分河段水

资源短缺严重、水旱灾害频发、生态环境脆弱、治理难度大、规划相对滞后,上游水能资源丰富但缺乏综合规划、开发无序。

本文以黄河干流为研究区,进行河流功能一级区划尝试,后续可在一级区划基础上开展黄河二级区划研究。区划以2005年为规划现状水平年,作为开发利用现状分析的基准年;以2020年为近期规划水平年,2030年为远期规划水平年,主要用于保留区的时间界定。采用排除法、GIS空间分析法等,将黄河干流划分成21个一级功能区,包括3个保护区,2个保留区,5个缓冲区,11个开发利用区(表2,图3)。

通过黄河功能区划,明确了哪些河段必须以保护自然生态功能为主,明确了不同河段的开发限制条件和开发强度,区别对待、分类引导,根据不同功能区的定位,提出不同的保护治理和开发利用要求,并据此引导开发方向、规范开发秩序、管制开发强度、调整开发政策,配套实施更有针对性的管理政策,增强政府对公共资源实施统一协调、控制、监督和管理的有效性,从源头扭转黄河水生态环境恶化的趋势,维护河流健康,保障水资源持续利用,促进人水和谐相处。

表2 黄河干流一级功能区划
Table 2 Function regionalization of the mainstream Yellow River in first level

编号	功能区名称	一级功能区类型	功能排序	位置	长度/km
1	黄河玛多源头水保护区	保护区	河流自然功能	源头至黄河沿水文站	270
2	黄河沿玛曲自然保护区	保护区	河流生态、自然功能	黄河沿水文站至玛曲	912
3	玛曲龙羊峡保留区	保留区	河流水电功能	黄河青甘川保留区	505
4	黄河青海开发利用区	开发利用区	水电、灌溉	龙羊峡坝址至清水河入口	228
5	黄河青甘缓冲区	缓冲区		清水河入口至朱家大湾	42
6	黄河甘肃开发利用区1	开发利用区	水资源供给、水电	朱家大湾至西柳沟	135
7	黄河甘肃开发利用区2	开发利用区	景观娱乐、水电、供水	西柳沟至五佛寺	289
8	黄河甘宁缓冲区	缓冲区		五佛寺至下河沿	101
9	黄河宁夏开发利用区	开发利用区	水电、排污、农业用水	下河沿至五堆子	269
10	黄河宁蒙缓冲区1	缓冲区		五堆子至石嘴山	49
11	黄河宁蒙缓冲区2	缓冲区		石嘴山至三道坎铁路桥	32
12	黄河内蒙古开发利用区	开发利用区	水资源供给和排污	三道坎铁路桥至头道拐水文站	630
13	黄河托克托缓冲区	缓冲区		头道拐水文站至喇嘛湾	41
14	黄河万家寨调水水源保护区	保护区	河流生态、自然功能	喇嘛湾至万家寨大坝	73
15	黄河晋陕开发利用区	开发利用区	供水、排污、景观娱乐	万家寨大坝至龙门水文站	621
16	黄河三门峡水库开发利用区	开发利用区	生态修复、工业用水	龙门水文站到三门峡大坝	240
17	黄河小浪底水库开发利用区	开发利用区	水力发电	三门峡大坝至小浪底大坝	131
18	黄河河南开发利用区	开发利用区	水资源供给和排污	小浪底大坝至东坝头	246
19	黄河豫鲁开发利用区	开发利用区	供水	东坝头至张庄闸	234
20	黄河山东开发利用区	开发利用区	供水	张庄闸至西河口	374
21	黄河河口保留区	保留区		西河口至入海口	41

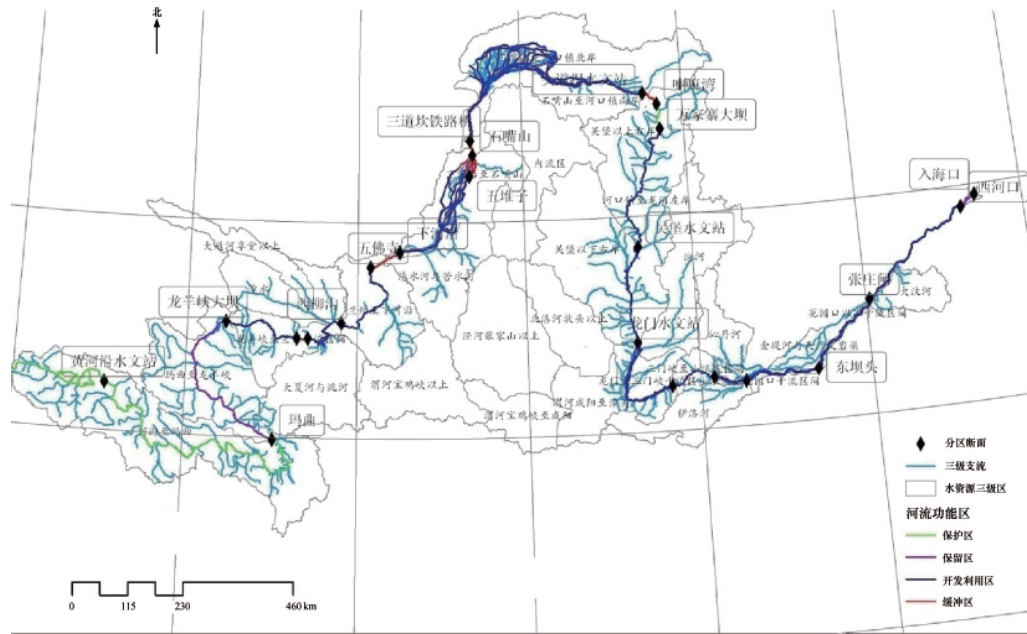


图3 黄河干流一级功能区划

Fig. 3 Function regionalization of the mainstream Yellow River in first level

6 结论

(1) 把河流功能分为自然功能、生态功能、社会功能 3 个一级功能和水文功能、地质功能、栖息地功能、廊道功能、水质净化功能、防洪功能、水源供给功能、水力发电功能、水产品生产功能、内陆运输功能、景观娱乐功能、文化教育功能 12 个二级功能。

(2) 依据河流功能空间分异规律,建立河流功能区划二级体系,包括保护区、保留区、开发利用区和缓冲区 4 个一级区以及饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、水电利用区、内陆航运区、防洪控制区、文化景观娱乐用水区、排污控制区、生态修复区、过渡区等 11 个二级区。

(3) 以区划原则为指导,采用排除法、GIS 空间分析法、指标表征法等确定功能区主导功能,识别河流功能区类型。

参考文献 (References)

[1] 吴永祥, 王高旭, 伍永年, 等. 河流功能区划方法及实例研究 [J]. 水科学进展, 2011, 22(6): 741-749.
Wu Yongxiang, Wang Gaoxu, Wu Yongnian, et al. Advances in Water Science, 2011, 22(6): 741-749.

[2] 袁弘任, 沈福新, 魏开涓. 河流功能区划初步探讨 [J]. 水资源保护, 2011, 27(5): 13-16, 20.
Yuan Hongren, Shen Fuxin, Wei Kaimei. Water Resources Protection, 2011, 27(5): 13-16, 20.

[3] 王飞, 占车生, 潘成忠, 等. 河流功能区划理论方法研究 [J]. 中国农村水利水电, 2009(2): 33-36.
Wang Fei, Zhan Chesheng, Pan Chengzhong, et al. China Rural Water

and Hydropower, 2009(2): 33-36.

[4] 许士国, 石瑞花, 赵倩. 河流功能区划研究 [J]. 中国科学 E 辑: 技术科学, 2009, 39(9): 1521-1528.
Xu Shiguo, Shi Ruihua, Zhao Qian. Science in China, Series E: Technological Sciences, 2009, 39(9): 1521-1528.

[5] 吴永祥, 王高旭, 丰华丽, 等. 区域层面河湖功能区划研究——以太湖流域为例[J]. 水利水运工程学报, 2011(3): 18-26.
Wu Yongxiang, Wang Gaoxu, Feng Huali, et al. Hydro-science and Engineering, 2011(3): 18-26.

[6] 石瑞花. 河流功能区划与河道治理模式研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.
Shi Ruihua. Dalian: Dalian University of Technology, 2008.

[7] 赵银军, 丁爱中, 沈福新, 等. 河流功能理论初探 [J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2013, 49(1): 68-74.
Zhao Yinjun, Ding Aizhong, Shen Fuxin, et al. Journal of Beijing Normal University: Natural Science Edition, 2013, 49(1): 68-74.

[8] 赵银军, 魏开涓, 丁爱中. 河流功能及其河流生态服务系统功能对比研究[J]. 水电能源科学, 2013, 31(1): 72-75.
Zhao Yinjun, Wei Kaimei, Ding Aizhong. Water Resources and Power, 2013, 31(1): 72-75.

[9] 钱正英, 陈家琦, 冯杰. 人与河流和谐发展 [J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2006, 34(1): 1-5.
Qian Zhengying, Chen Jiaqi, Feng Jie. Journal of Hohai University: Natural Sciences Edition, 2006, 34(1): 1-5.

[10] 彭静, 董哲仁, 李翀. 河流生态功能综合评价的层次决策分析方法[J]. 水资源保护, 2008, 24(1): 45-48.
Peng Jing, Dong Zheren, Li Chong. Water Resources Protection, 2008, 24(1): 45-48.

(责任编辑 王媛媛)