

# 农村河道生态需水与用水关系指标体系的构建

徐善平

(余姚市陆埠镇水利站,浙江 余姚 315400)

**摘要:**为合理利用及优化配置农村水资源,根据科学性、可行性、整体性、前瞻性等原则,基于自然属性(水文气象、自然地理、时间尺度、河道特征)、社会属性(人口和生活质量、社会经济状况、人类活动)和综合属性(水资源状况、生态环境状况)初步构建了由14个指标构成的农村河道生态环境需水与用水关系指标体系,以揭示生态环境需水和用水的相关关系,进而为水资源优化配置服务。

**关键词:**生态环境需水;农村水资源;评价指标体系;自然属性;社会属性;综合属性

**中图分类号:**TV213.9

**文献标志码:**A

**文章编号:**1006-7647(2013)S1-0007-03

过去在水资源分配利用中几乎单纯考虑工农业用水方面的需求,而较少考虑生态环境用水。即使有些区域考虑了生态环境用水,但生态环境需水量和用水量之间出现明显的不协调,产生生态环境用水量远大于生态环境需水量和生态环境用水量远小于生态环境最小需水量两种极端情况,导致了一系列不利于人类生存和发展的生态环境问题,如大面积水土流失、河道断流、湖泊干涸、湿地萎缩、灌溉水质盐化、森林破坏、草场退化、荒漠化、生物多样性丧失、生态系统功能降低等。自1998年开始,一些专家和学者就开始关注生态环境需水,2003年以来,人们对生态环境需水的关注度急剧提高,生态环境需水研究正成为一个热点问题<sup>[1-3]</sup>。本文基于农村的实际情况,就对水资源配置起重要作用的生态环境需水与用水关系指标体系进行探讨,揭示生态环境需水和用水的相关关系,为进一步构建生态环境需水与用水关系模型奠定基础。

## 1 指标体系的构建原则

- a. 科学性:指标概念明确,具有一定的科学内涵,能够较客观地反映复合系统内部结构关系,并能较好地度量农村河道生态需水与用水关系的联系程度。
- b. 可行性:选择关键性、综合性的指标,使得所建立的指标体系简单明了,有较强的可比性,参数易于获取以及便于计算和分析。
- c. 整体性:提取能全面概括区域生态系统环境系

统结构和功能的本质特征和现状,并可衡量系统中各种生态关系的紧密程度及其整体效应的指标,并通过这些指标去剖析系统整体功能的形成原因和发展变化机制。

d. 前瞻性:既能体现生态需水与用水关系的现实状况,又能科学预测生态需水与用水关系的动态趋势和发展规律,发挥导向作用,保证该指标体系的趋势性和持续性。

## 2 指标体系框架的构建

根据农村河道生态需水与用水的影响因素,并遵循指标体系的构建原则,以自然属性、社会属性和综合属性三大系统构成一级指标<sup>[4-5]</sup>。自然属性是指对农村河道生态需水与用水关系影响的一些自然因子,包括水文气象、自然地理、时间尺度以及河道特征四大类二级指标。社会属性是指对农村河道生态需水与用水关系有影响的一些人为因子,包括人口和生活质量、社会经济状况以及人类活动三大类二级指标。综合属性是指因自然因子和人为因子相结合而对农村河道生态需水与用水关系有影响的一些因子,包括水资源状况和生态环境状况两大类二级指标。上述每个二级指标又由若干个要素构成三级指标,各级指标的集合便构成了河道生态需水与用水关系指标体系框架。

### 2.1 自然属性

a. 水文气象:水文气象主要包含湿度、日照、气温、年降水量、多年平均降水量、蒸发、多年平均年蒸

发能力、潜水蒸发系数、风速、年径流量、径流系数、干旱指数以及径流带等指标,其中径流带是最重要的一个指标。这些指标主要反映气候湿润和干旱的程度以及水资源量的多少,它们对生物特别是植物的生长起着至关重要的作用<sup>[6]</sup>。

**b. 自然地理:**在产流、汇流、产沙、输沙水文过程中的每一环节,地形、地质、地貌等下垫面因素起着重要的作用,不同的地形地貌对生态需水与用水的要求是不同的。主要的影响因子包括:土壤的性质,如土壤的结构情况;岩石水理性质,如水容量、给水度和透水性;河道的地质构造,如地层的褶皱、断层、节理、新构造运动等;这些因子都与河道地下水补给、下渗损失及流域侵蚀有关,进而影响径流及泥沙情势。

**c. 时间尺度:**时间尺度是反映河道生态需水与用水关系在时间上的变化规律,它可由汛期与非汛期、季节、月、日等指标来度量。

**d. 河道特征:**一条河道可能由河道、通河湖泊(水库)、通河湿地以及河口四部分组成。河道特征指标主要包括河网密度、坡地漫流长度、河流比降、河床下切深度、河道形状指数、河系类型、河谷类型、河流分段、河岸的抗冲性、河相关系、湖泊面积率、湿地面积率、盐度以及河槽糙率等。

## 2.2 社会属性

**a. 人口和生活质量:**主要包括河道岸带人口出生率、人口自然增长率、人口素质、人口健康状况、人口密度、城镇化水平、城镇居民人均收入、农村居民人均收入、人均粮食占有量、人均 GDP 增长率以及人均 GDP 等方面。沿岸带人口的多少和生活质量的高低直接影响到水资源的配置<sup>[7]</sup>。

**b. 社会经济状况:**主要包括农业总产值、工业总产值、国内生产总值、工业投资、农业投资、渔业养殖面积、灌溉农业面积、人均耕地面积以及年耕地减少量等方面。

**c. 人类活动:**人类活动主要指人类对生态环境治理的情况,它由水功能、水土流失治理率、盐碱耕地治理率、自然灾害治理率、废水处理率、固体废物综合利用率、居民节水意识、水上休闲娱乐、居民生态环境意识、洪水调蓄以及污染物的净化情况等指标来度量。其中最重要的是水功能指标,它是指河道的被保护程度,一般分为源头保护区、自然保护区和一般河道三大类,不同的类别生态需水与用水的关系是不同的。

## 2.3 综合属性

**a. 水资源状况:**由水资源总量、人均水资源量、可调水资源量及布局、水资源亩均占有量、地表水开发利用程度、雨水资源化程度、中水利用程度、污水

利用程度、出入境水比例、地表水控制率、地下水开采能力、产水系数、产水模数、生产和生活用水率、水域指数、水价、水利工程投资率以及水资源管理能力等指标来表征。

**b. 生态环境状况:**生态环境状况直接反映目前农村河道生态用水情况,是配置生态用水的一个重要依据,它对农村河道生态需水与用水关系模型的建立起着至关重要的作用。生态环境状况一般由水源涵养能力、森林碎化度指数、土地严重退化指数、开荒指数、航道缩短率、水土流失面积、盐碱耕地面积、自然灾害面积、草地指数、荒漠化指数、水质状况、生物多样性指数、优势种及其变化、生境类型及分布、植被盖度、天然植被率等指标来表征。

## 3 指标的筛选及权重的确定

上述所有指标都会直接或间接影响河道生态需水与用水之间的关系,如果全部考虑,在操作上将不切实际,为此,笔者对所有指标进行科学筛选。筛选的主要方法有频度统计法、理论分析法以及专家咨询法<sup>[8-10]</sup>。频度统计法是对目前有关农村河道生态需水和生态用水等方面的研究报告、论文进行频度统计,选择那些使用频度较高且遵循上述指标体系建立原则的指标;理论分析方法是通过对农村河道生态需水与用水内涵、特征进行综合分析,选择那些重要的特征指标;专家咨询法是在已提出指标体系的基础上,征询有关专家的意见,对指标进行适当调整。

农村河道生态需水与用水关系指标体系的构建,其目的是为构建河道生态需水与用水关系模型,进而为水资源优化配置服务。根据上述筛选的思路和指标构建的原则,筛选如下 14 个指标作为农村河道生态需水与用水关系的指标:径流带、地貌类型、汛期与非汛期、河道形状指数、河流分段、湖泊面积率、湿地面积率、盐度、人口密度、灌溉农业面积、水功能、产水系数、生产和生活用水率以及植被盖度。为了能从总体上直观体现各个指标的权重大小,笔者根据专家咨询结果,将每一级别指标的意见集中度(均值)归一化,在此基础上对各指标进行加权处理,处理结果见表 1。

## 4 结 语

笔者根据农村河道生态需水与用水关系的影响因素,对生态需水与用水关系指标体系进行初步探讨,并基于指标体系的建立原则,经过科学的分析筛选后选择了 14 个评价指标,并对各指标进行加权处理,该指标体系框架的构建对保护农村生态环境,保障农村的供水安全有重要意义。下一步将根据这些

表 1 河道生态需水与用水关系指标体系

目标层	准则层	指标层	权重	含 义
自然属性	水文现象	径流带	0.086	反映河道生态需水与用水关系和水文气象的联系
	自然地理	地貌类型	0.055	反映河道生态需水与用水关系在空间尺度上的变化规律
	时间尺度	汛期与非汛期	0.099	反映河道生态需水与用水关系在时间尺度上的变化规律
	河道特征	河道形状指数	0.076	反映河流对河道生态需水与用水关系的影响程度
		河流分段	0.068	反映河道生态需水与用水关系的空间变化
		湖泊面积率	0.075	反映湖泊对河道生态需水与用水关系的影响程度
		湿地面积率	0.065	反映湿地对河道生态需水与用水关系的影响程度
	盐度	0.042	反映河口特征	
社会属性	人口和生活质量	人口密度	0.079	反映人为因素对河道生态需水与用水关系的影响程度
	社会经济状况	灌溉农业面积	0.073	反映社会经济状况
	人类活动	水功能	0.081	反映人类活动河道生态需水与用水关系的影响程度
综合属性	水资源状况	产水系数	0.072	反映水资源利用程度对河道生态需水与用水关系的影响
		生产和生活用水率	0.073	反映河道生态需水与用水的接近程度
	生态环境状况	植被盖度	0.056	反映流域内植被生长状况

指标建立河道生态需水与用水的函数关系,以便为农村水资源优化配置服务。

参考文献:

[1] 杨志峰,崔保山,刘静玲,等. 生态环境需水量理论、方法与实践[M]. 北京:科学出版社,2003.  
 [2] 崔保山,赵翔,杨志峰. 基于生态水文学原理的湖泊最小生态需水量计算[J]. 生态学报,2005,25(7):1788-1795.  
 [3] 宋兰兰,陆桂华. 生态环境需水研究综述[J]. 水利水电科技进展,2004,24(3):57-61  
 [4] 赵翔,崔保山,杨志峰. 白洋淀最低生态水位研究[J]. 生态学报,2005,25(5):1033-1040.

[5] 宋刚福,洗冰. 基于水功能区划的河流生态环境需水量计算研究[J]. 西安理工大学学报,2012,28(1):49-55.  
 [6] 何沛云,吴江,赵翔. 余姚市双溪口水库生态调度研究[J]. 中国农村水利水电,2011(7):52-54.  
 [7] 金晓媚,胡光成. 黑河下游额济纳地区植被变化规律及最小需水量的估算[J]. 水利水电科技进展,2010,30(1):30-34.  
 [8] 罗小勇,邱凉,涂建峰. 长江流域生态环境需水量研究[J]. 人民长江,2011,42(18):77-80.  
 [9] 冯宝平,张展羽,陈守伦. 生态环境需水量计算方法研究现状[J]. 水利水电科技进展,2004,24(6):59-62.  
 [10] 赵丹,邵东国,刘丙军. 西北灌区水资源优化配置模型研究[J]. 水利水电科技进展,2004,24(4):5-7.

(收稿日期:2012-12-03 编辑:骆超)

(上接第2页)

供给潜力,区域供水能力提升至 191.1 万 m<sup>3</sup>/d,可保障区域经济社会发展对水资源的需求。

b. 提升区域水资源应急保障能力。通过水库群联网联调,创建了“多水源联合调度、多管道联网供水、多水源互为备用”的应急调度工程基础条件,实现多水源、多管道取水,较大程度提升了区域供水应急保障能力,能有效应对极端气候条件和突发水事件。

c. 发挥水库防洪、生态和农业灌溉等综合效益。水库群联网联调的实施,部分防洪压力较大的水库可在汛期高水位期间加大供水,腾出更多库容进行调蓄滞洪,缓解水库自身及下游区间防洪压力,充分发挥水库防洪效益<sup>[4]</sup>;同时水库群联网联调加大了对径流的调节能力,可进一步提高下游生态及农业灌溉供水保证率。

3 结 语

针对宁波市面临的水资源短缺及时空分配不均等矛盾,分析了宁波市水库群联网联调的必要性,结合宁波市中心城区现状供水格局,探讨水库群联网

联调的可能性,提出了西线水库群联网联调、东线水库群联网联调和东西线联网连通 3 个工程方案,计算分析认为水库群联网联调的实施,可有效缓解水资源时空分配不均,实现洪水资源化,提升区域供水能力和水资源应急保障能力,提高区域生态、农业灌溉供水保证率,缓解水库自身及下游区间防洪压力,可大力推进宁波市水资源合理配置和高效利用体系的构建。

参考文献:

[1] 陈雷. 关于几个重大水利问题的思考:在全国水利规划计划工作会议上的讲话[J]. 中国水利,2010(4):1-7.  
 [2] 宁波市水利现代化规划[R]. 宁波:宁波市水利局,2012.  
 [3] 金德钢,郑振浩. 宁波市平原河网水资源调配方案[J]. 河海大学学报:自然科学版,2010,38(增刊2):185-188.  
 [4] 刘冀,王丽学. 水库群防洪联合调度研究现状与展望[J]. 水电能源科学,2004(6):30-32.

(收稿日期:2012-11-05 编辑:骆超)