

生态环境需水量研究综述

成换换,饶碧玉

(云南农业大学水利水电与建筑学院,云南 昆明 650201)

摘要 综述国内外生态环境需水量的研究进展,对生态环境需水量计算方法从河道内、河道外、景观娱乐 3 个方面进行了总结,提出了我国目前研究中存在的一些问题,并对未来的研究提出方向。基础理论知识、评价的指标体系与方法、相关污染法规等。

关键词 生态系统 生态环境 需水量

中图分类号 X26 **文献标识码** B **文章编号** 1004-6933(2006)03-0043-04

Review of eco-environmental water demand

CHENG Huan-huan, RAO Bi-yu

(College of Water Conservancy, Hydroelectric Power and Architecture in Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract :Based on the research of eco-environmental water demand in China and abroad, the calculation methods were summarized from three aspects, including inside and outside of river courses and landscaping and amusement function. Existing problems were put forward, and its future study tendencies were presented, including fundamental theories, evaluation indices and pollution control laws.

Key words :ecosystem ;eco-environment ;water demand

21 世纪实现生态环境需水和人类需水的协调配置将是人类追求的目标。生态环境需水理论是在水资源新管理模式指导下产生的,强调以合理保护自然环境为前提,遵循‘必须首先满足基本生态需水’的原则,充分考虑生态环境用水和水资源的永续利用,进行水资源的合理开发,保护水资源和水环境,实现水资源的可持续利用。过去由于忽视水资源与生态环境之间的关系,致使生态环境进一步恶化。在新的水资源管理思维下,人们对生态环境问题越来越重视,为科学解决生态环境问题,开始对生态环境需水理论进行研究,目前主要集中于对生态环境需水量基础理论和计算方法的研究。

1 基础理论的研究进展

在 20 世纪 40 年代,美国渔业与野生动物保护协会为避免河流生态系统退化,规定了维持河流的最小生态流量。1995 年 Gleick^[1]提出了基本生态需水量的概念,即提供一定质量和数量的水给天然生

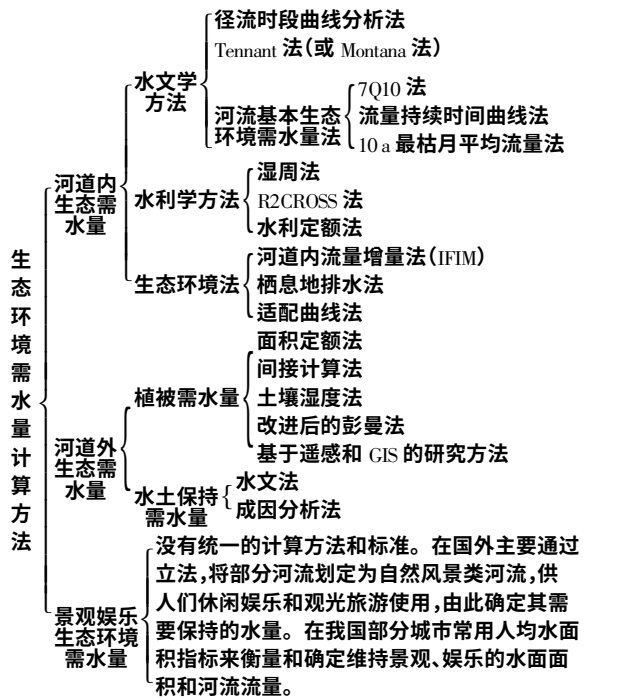
态环境,以求最大程度地保护天然生态系统,保护物种多样性和生态整合性。Falkenmark^[2]将‘绿水’的概念从其他水资源中分离出来,提醒人们注意生态系统对水资源的需求。随后,Rashin 等^[3]也提出了可持续的水利用要求保证足够的水量来保护河流、湖泊和湿地生态系统,人类所使用的作为娱乐、航运和水力的河流和湖泊要保持最小流量。到目前为止,国外主要对河道生态环境需水量研究较多,主要集中在对河道枯水流量、最小可接受流量、生态可接受流量等方面。

国内生态环境需水问题是近几年刚刚得到关注并开始研究的课题。目前研究目标多集中在水资源供需矛盾突出以及生态环境相对脆弱和问题严重的干旱、半干旱和季节性干旱的半湿润区,且以河流生态系统的需水作为主要研究对象。贺东辰等^[4]对柴达木盆地生态用水量进行了计算研究。王让会等^[5]根据对地下水、土壤水、植物生长与生态环境状况之间的定量关系进行研究,界定合理的生态水位,并对

“四源一干”的生态需水量进行了估算研究。贾保全等^[6-7]以新疆为例,从绿洲对其内、外环境的依赖性出发,将绿洲生态用水分为人工绿洲、荒漠河岸林、河谷林、平地草甸、城市、河湖以及荒漠植被等七大类。邓红星等^[8]从生态系统水分循环的角度,系统地探讨了生态需水的理论内涵,对生态系统水资源配置中容易混淆的概念加以辨析,并分析了它们之间的相互关系。李丽娟等^[9]以海滦河为例研究了河道生态环境需水,综合计算了河流基本生态环境需水量、河流输沙排盐需水量和湖泊洼地生态环境需水。王西琴等^[10]从水污染问题出发,以黄河支流渭河为例,探讨了河道环境需水的内涵,指出河道最小环境需水量是维持河流的最基本环境功能不受破坏,必须在河道内长年流动的最小水量。石伟等^[11]根据黄河特性及黄河生态需水量的研究现状,将维持和保护河流功能的黄河下游生态需水量分为汛期输运水量和非汛期生态基流量,并进行了估算。倪晋仁等^[12]根据河流生态环境需水量的概念,针对黄河河流系统的主要功能,利用 1950 年以来的资料,分析了黄河下游河流各类最小生态环境需水量,并提出了其分析原则和确定阈值。卞戈亚等^[13-14]从南方丘陵地区河流系统的生态需水系统构成出发,总结、修正和补充了生态需水量的计算方法。

2 计算方法的研究

计算方法的研究是生态环境需水量研究中的重要部分^[15-19],现有的主要计算方法如下:



目前国外的河道生态环境需水量计算方法较多,主要集中于河道内外生态环境需水量方面,如河

道内流量增量法、适配曲线法、径流时段曲线分析法、Tennant 法、湿周法、7Q10 法、R2CROSS 法。其中湿周法和 R2CROSS 法都是以一定的假设为前提,利用一些水力参数作为栖息地的质量指标来估算期望的河道内流量,一般多用于保护水生生物栖息地生态需水量的计算中。河道内流量增量法把大量的水文水化学现场数据与选定的水生生物物种在不同生长阶段的生物学信息相结合,进行流量增加的变化对栖息地影响的评价。考虑的主要指标有水的流量、最小水深、水温度、溶解氧、总碱度、浊度、透光度等。河道内流量增量法常用来评价水资源开发建设项目对下游水生栖息地的影响。7Q10 法是采用 90% 保证率最枯 7 d 的平均水量作为河流最小流量设计值,多用于防止河流水质污染的计算。在不考虑特定功能计算生态需水量时,常用 Tennant 法和基于水文分析的径流时段曲线分析法。国内对生态环境需水量计算多关注于干旱地区生态用水和水质条件变化对河流水体生态的影响,迄今没有明确一致的意见和公认的计算方法,我国标准 GB 3839—83《地方水污染排放标准的技术原则和方法》中对 7Q10 法进行了修改,规定一般河流采用近 10 年最枯月平均流量或 90% 保证率最枯月平均流量法。其主要用于污染物允许排放量,在许多大型水利工程建设的环境影响评价中得到应用。

在植被生态需水量^[20-23]的研究中,其计算方法有面积定额法、间接算法、土壤湿度法及改进后的彭曼法等,多以植物耗水量(植被蒸腾量)代替生态需水量。此外基于遥感和 GIS 的研究方法是目前研究的最先进的方法。在对景观、娱乐生态环境需水量研究中,主要集中于城市、湿地和湖泊。湖泊生态环境需水量的计算方法主要有水量平衡法、换水周期法、最小水位法和功能法。城市和湿地生态系统结构组成差异很大,没有统一的计算方法。

3 存在的主要问题

目前,我国对于生态环境需水量的研究才刚刚起步,成果少,对其计算方法的研究也不够深入和完善,和国外相比具有很大的差距。现阶段研究中存在的问题主要有以下几方面。

3.1 名词概念不清

文献^[21—24]中,与生态环境需水量相关的名词还有生态需(用)水量、环境需(用)水量、生态耗水量和生态配水量等多种,这些名词目前还没有公认的定义,中国现有的环境百科等辞书,也没有关于它的解释。

3.2 定量评价生态系统健康状况

生态系统健康^[25-26]是生态系统的综合特性,它具有活力、稳定性和自我调节能力。生态系统健康是生态系统发展的一种状态。在此状态中,地理位置、光照水平、可利用的水分、营养及再生资源都处在适宜或可维持系统生存的水平。到目前为止还存在着许多问题:生态系统的健康评价还只限于定性方面,难以量化;对生态系统受到的干扰,难以确定哪些是人类施与的,哪些是自然施与的,有何不同;由于生态系统的复杂性,生态系统健康很难概括为一些易测定的具体目标,很难找到能准确评估生态系统受损程度的参考点。健康的生态系统具有吸收、化解外来胁迫的能力,但还很难测定。

3.3 生态系统建设目标的合理性分析

就某一流域或区域而言,生态环境保护与改善的目标是有其特殊性的,例如:现有的隐域性植被是否需要保护,保多少;已经干枯或正在萎缩的湖泊要不要恢复,恢复到什么程度;已经降低的地下水位是否需要回补,回补多少等等。要明确这些问题,首先要做好某一流域或区域生态环境建设目标的合理性分析。否则,研究成果只能说明生态环境用水现状,并不能回答为了进一步改善生态环境还需要增加多少需水量。

3.4 研究状况极不均衡

就目前生态环境需水量研究而言,在单项研究中,多侧重于河道,而对湿地、湖泊和城市等研究较少;在综合研究中,多侧重于对单项的研究,而对流域或区域的整体性研究较少。由于缺乏各类系统之间的联系及水在各系统的循环过程,致使研究成果的可操作性很差。

4 研究展望

4.1 基础理论知识的研究

目前,生态环境需水基础理论知识研究严重不足,概念及其内涵存在着许多分歧,评价指标、体系、方法不健全。在今后的研究中,应着重于:①生态环境需水概念界定及其内涵与外延;②生态环境需水的分类;③不同类型生态环境需水的形成机理;④影响生态环境需水的内在与外在因素;⑤生态环境需水评价指标体系;⑥不同类型生态环境需水的计算方法;⑦最小生态环境需水研究等方面,为准确计算生态环境需水量提供可靠的依据。

4.2 评价指标体系及评价方法的研究

生态系统评价包括生态系统价值评价和生态系统健康评价。生态系统健康评价是生态环境需水量计算研究的重要前提。目前其研究应着眼于以下几

方面:①建立生态系统功能紊乱的分类评价方法,以便能够进行诊断、干预及因果关系的比较研究;②设计标准来辨别是否偏离生态系统关键参数变化的正常范围,一方面,为了确保生态系统崩溃过程出现的准确性,另一方面,为了确保诊断生态系统从胁迫下开始恢复的准确性;③环境变化、人类健康、经济社会和公众政策之间相互联系,具有高度的复杂性,在一个高度相互依赖的系统中,这些因素共同决定了环境条件,因此,必须了解这些因素之间的联系。

4.3 水在整个生态系统中循环过程的研究

地球生态系统是由无数个相互联系的小系统构成的,彼此之间存在着物质、能量和信息的交换和流通。就生态环境需水量研究而言,其最终研究阶段必然是保障自然生态功能在人与自然和谐的前提下,最大程度降低生态环境需水量,增加可利用水量的途径和措施的研究。但目前,生态环境需水量多侧重于单项研究,而且各项之间的计算存在着交叉重复。使在区域需水总量计算中,各项简单相加减所得的结论失去了现实意义。因此,确定水在各生态系统的循环状况、循环机理变得极为重要。

4.4 植被水分关系和生态适应性的研究

就目前水资源短缺和沙漠化日趋严重而言,多侧重于荒漠植物的水分关系与抗旱性的研究^[27]。不同区域、不同生长时段、不同类型的植被,其生态需水量不同,其对缺水的抗性也不同。研究表明,干旱区的某些植被具有水分补偿的能力,即利用冬季低强度降水补偿夏季干旱用水,冬季干旱就以夏季降水来补偿。另外,在干旱区,植被为了适应荒漠环境,具有许多生理结构上的变化。国外学者把荒漠植物分为两类:一类是随水植物,这类植物对干旱具有许多生理上的适应性;另一类是恒水植物,这些植物对干旱有许多适应机制。不同区域、不同生长时段、不同类型的植被水分利用的效率、对水分亏缺响应机制等研究,将为植被建设和恢复提供理论支持。

4.5 建立数据库

一般认为,数据库是按照一定主题汇集起来的资料总和。生态环境需水量数据库的建立将意味着研究跨入了一个新的阶段。在该数据库中,以流域或区域为单元,一方面要收集和积累水文水资源系列数据,另一方面还要对生态系统类型、生物资源及其相关特征的数据进行收集和整理,确保各类生态系统与水资源相对应。同时用水状况的中央数据库与供水数据库要同时建设,并建立水质数据库。

4.6 相关法律法规的研究

法律是一切合法权利得到保障的最有力武器。目前,有关水资源方面的法律法规有《水法》、《防洪法》、

水污染防治法、水土保持法、建设项目水资源论证管理办法等,但还没有涉及生态环境水权相关方面的内容。这使生态水、生活水和生产水发生矛盾,产生冲突,使野生动植物、生物栖息地、景观建设需水就得不到有力保障,使生物多样性受损、生态环境遭受破坏。面对当前的生态环境状况,为缓解其恶化,相关法律法规的研究已变得迫不及待。

参考文献：

[1] GLEIK P H. Water in crisis :paths to sustainable water use[J] . Ecological Application,1998,8(3) :571-579.

[2] FALKENMARK M. Coping with water scarcity under rapid population growth[M] . Pretoria :Conference of SADC Minsters, 1995 :23-24.

[3] RASHIN P D, HANSEN E, MARGOLIS R M. Water and Sustainability :global patterns and long-range problems [J] . Natural Researches Forum. 1996,20(1) :1-15.

[4] 贺东辰,刘维义.柴达木盆地水资源开发潜力分析[J] . 西北水资源与水工程,1998,9(2) :53-57.

[5] 王让会,宋郁东,樊自立.塔里木流域‘四源一干’生态需水量的估算[J] .水土保持学报,2001(3) :19-22.

[6] 贾保全,许英勤.干旱区生态用水的概念和分类[J] .干旱区地理,1998,21(2) :8-12.

[7] 贾保全,慈龙俊.新疆生态用水量的初步估算[J] .生态学报,2000,20(2) :243-250.

[8] 邓红星,刘昌明,丰华丽.生态需水的理论内涵探讨[J] . 水科学进展,2004,15(5) :626-633.

[9] 李丽娟,邓红星.海滦河流域河流系统生态环境需水量计算[J] .地理学报,2000(7) :495-500.

[10] 王西琴,刘昌明.河道最小环境需水量确定方法及其应用研究[J] .环境科学学报,2001,21(5) :543-552.

[11] 石伟,王光谦.黄河下游生态需水量及其估算[J] .地理学报,2002(9) :595-602.

[12] 倪晋仁,金玲,赵业安.黄河下游河流最小生态环境需水量初步研究[J] .水利学报,2002(10) :1-7.

[13] 卞戈亚.南方地区河流系统生态需水量系统组成分析[J] .水利与建筑工程学报,2003(12) :18-21.

[14] 卞戈亚,周明耀,朱春光.南方丘陵地区河流系统生态需水量的计算[J] .扬州大学学报 :自然科学版,2004(5) :74-78.

[15] 王根绪.干旱内陆流域生态需水量及其估算[J] .中国沙漠,2002(6) :129-131.

[16] 刘小勇.黄河下游河道输沙用水量研究[J] .应用基础与工程科学学报,2002(9) :253-262.

[17] 姜德娟,王会肖,李丽娟.生态环境需水量分类及计算方法综述[J] .地理科学进展,2003(7) :369-378.

[18] 许新宜,杨志峰.试论生态环境需水量[J] .中国水利,2003(3A) :12-15.

[19] 严登华,何岩,邓伟.东辽河流域坡面系统生态需水研究[J] .地理学报,2002(11) :685-692.

[20] 张远,杨志峰.黄淮海地区林地最小生态需水量研究[J] .水土保持学报,2002(6) :72-75.

[21] 崔树彬.关于生态环境需水量若干问题的探讨[J] .中国水利,2001(8) :71-75.

[22] 丰华丽,王超,李剑超.干旱区流域生态需水量估算原则分析[J] .环境科学与技术,2002(1) :31-33.

[23] 张远,杨志峰.林地生态需水量计算方法与应用[J] .应用生态学报,2002(12) :1566-1570.

[24] 马艳霞,许武德.关于生态环境需水量的探讨[J] .东北水利水电,2003(10) :50-52.

[25] 沈文君,沈佐锐,王小艺.生态系统健康理论与评价方法探析[J] .中国农业学报,2004(1) :159-161.

[26] 张宏锋,利卫红,陈亚鹏.生态系统健康评价研究方法与进展[J] .干旱区研究,2003(12) :330-335.

[27] 黄子琛.荒漠植物的水分关系与抗旱性[J] .甘肃林业科技,1992,14(2) :1-7.

(收稿日期 2004-11-07 编辑 舒 建)

(上接第 29 页)

参考文献：

[1] YAGER R R. Fuzzysets, probabilities and decision [J] . Journal of Cybematics,1980(10) :1-18.

[2] 贺仲雄.模糊数学及其应用[M] .天津 :天津科学技术出版社,1983 :190-215.

[3] KACPRZYK J. Multistage fuzzy control :a model-based approach to fuzzy control and decision making [M] . Wiley :Chichester, 1997.

[4] 金相灿,屠清瑛.湖泊富营养化调查规范[M] .北京 :中国环境科学出版社,1990 :286-302.

(收稿日期 2004-10-16 编辑 舒 建)

(上接第 35 页)

[4] 白清俊.流域土壤侵蚀预报模型的回顾与展望[J] .人民黄河,1999,21(4) :18-21.

[5] WILLAMS J R. Sediment-yield prediction with universal equation, using runoff energy factor [C] //Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yield and Sources. Washington :USDA,ARS-S-40,1975 :244-252.

[6] 高蕴珏,许有朋.SCS 遥感水文模型在曹娥江流域应用研究[J] .南京大学学报 :自然科学,1992,28(1) :150-159.

[7] 田家怡,高奎江,窦洪云,等.小清河流域暴雨与渤海莱州湾近海突发性污染风险评价的研究[J] .海洋环境科学,1993,13(3) :59-68.

[8] 赵章元,孔令辉.渤海海域环境现状及保护对策[J] .环境科学研究,2000,13(2) :23-27.

[9] 单志欣,郑振虎.渤海莱州湾的富营养化及其研究[J] .海洋湖沼通报,2000(2) :41-46.

[10] KIRKBY M J, MORGAN R P C. 土壤侵蚀[M] .王礼先,吴斌,洪惜英,译.北京 :水利水电出版社,1985.

(收稿日期 2004-11-09 编辑 舒 建)