

大洋河河流生态需水研究

郑建平¹, 王 芳²

(1. 河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 中国水利水电科学研究院水资源研究所, 北京 100044)

摘要 从水生生物保护的角度出发, 应用重点关注水生生物敏感期的方法对大洋河进行河流生态需水研究, 即生态需水量在生物保护目标敏感期由水文断面资料、水位流量关系、生物产卵期所需水流条件共同计算确定, 在非生物敏感期采用最小月流量法计算. 应用该方法分别计算大洋河 8~9 月濒危鱼类马苏大麻哈鱼产卵期、4~6 月多种鱼类产卵期、枯水期非生物敏感期所需生态流量, 并根据计算结果建议在对河流开展调水工程时应考虑对生态需水量的影响及对水生生物的保护.

关键词 大洋河; 生态需水; 产卵生境

中图分类号 X171.4

文献标识码 A

文章编号 1000-1980(2006)05-0502-03

美国等国家早在 20 世纪 40 年代就开始对河道内流量进行研究, 并相继提出基于水文和水力学分析的 Tennant 法^[1]、R2-Cross 法^[2]等. 20 世纪 90 年代之后, 随着河流连续统(River Continuum Concept, RCC)^[3]等思想的提出, 河流生态需水理论开始完善, 同时出现了一些新的研究方法, 如南非的 BBM 法^[4]和澳大利亚的整体研究法(Holistic Approach)^[5]更注重对河流生态系统整体的考虑. 近年来, 国内学者也陆续提出了一些计算方法, 从不同角度对河流生态需水量计算进行探讨, 但针对生态系统中明确生物保护目标直接定量河流生态需水量的较少.

本文应用重点关注水生生物敏感期的方法——MFASP 法(Method Focusing on Aquatic Sensitive Period), 从水生生物保护的角度计算了大洋河河流生态需水量.

1 背景概况

大洋河位于辽东半岛东部, 是辽河与鸭绿江之间最大的河流, 多年平均径流量 20.89 亿 m³. 流域内植被较好, 大部分河段为沙砾底质, 且无污染. 流域内目前无大型水坝, 但大连市为解决缺水问题, 规划远期从大洋河干流调水 7 亿 m³, 即“引洋入连”工程.

大洋河水生态系统保护较好, 水生生物丰富, 鱼类有 66 种, 其中洄游性鱼类 6 种, 主要是从黄海上溯到大洋河产卵的短吻银鱼、公鱼、香鱼、日本鳗鲡、暗色东方 和松江鲈鱼, 均为珍稀鱼类^[6]. 河口的潮区是黄渤海域广盐性鱼类容易进入的地区, 也是多种国家级保护鸟类的栖息繁殖地^[7].

大洋河河口距黄海冷水团较近, 且河流生态系统较好, 是目前黄海沿岸放流大麻哈鱼类较理想的河流. 马苏大麻哈鱼原产图们江、绥芬河, 濒危等级为极危(CR), 具有洄游至原出生河流产卵的特性, 1985~1996 年的放流试验证明了大洋河及黄海水域适合大麻哈鱼类的生存^[8].

2 研究方法

河流生态需水量是指为保护河流生态系统结构的完整性和生物多样性所需要的水量或流量, 在年内应随时间、空间和保护目标的不同而变化. 本文采用 MFASP 法, 即基于保证生态系统结构的完整性和生物多样性的目的, 确定生物保护目标及生物敏感期, 采用水文断面资料、水位流量关系、生物产卵期所需水流条件共同计算确定生物敏感期生态需水量, 并在非生物敏感期依据生态适应基本原理, 采用最小月流量法计算生态需水量, 以保证水生生物敏感期所需水量, 同时兼顾非生物敏感期的需求.

2.1 MFASP 法的理论依据

a. 生物保护目标的确定. 河流生态需水量研究的重点在于确定生物保护目标. 生物保护目标的确定原

则上应选择对生态系统稳定起关键作用的物种, 保证关键物种的需求就可以使生态系统保持稳定. 但目前准确界定某个生态系统的关键物种比较困难, 只能优先考虑特有物种、濒危物种、优势物种等, 但同时也要考虑大部分物种的需求.

b. 生物敏感期的确定. 水生生物的产卵期是其生命周期中极为关键、敏感的一个时期. 在水生生物敏感期(产卵期), 满足了重点保护水生生物产卵生境所需的水量, 也就满足了生态系统稳定和物种延续所需的水量, 该水量即生态需水量. 在枯水期和非生物敏感期, 对水流条件的需求相对不很严格, 根据生态适应基本原理, 历史最小流量即可满足河流生态需水量.

2.2 MFASP 法的具体实现

a. 对一些特有物种或濒危物种, 相关研究成果较多, 参考濒危动物红皮书等就可以找到可供参考的产卵水流条件(一般指平均水深或平均流速条件). 依据其产卵的水流条件、水文站大断面资料、水位流量关系进行分析计算, 得到满足该水流条件所需的生态流量. 具体而言, 即首先通过程序运算, 得到该水文站断面在各水位下的水面宽、过水面积、平均水深等参数, 对应水位流量关系曲线, 计算得到各流量下的平均流速. 接着计算满足水生生物产卵水流条件(如平均水深)所需要的河流流量, 即为生物敏感期的生态流量. 计算流程见图 1.

b. 对于大部分水生物种, 由于没有具体可参考的产卵水流条件, 为了保护其产卵生境, 依据生态适应的基本原理, 假设原有水生生物已经适应了未受干扰条件下的水流情况, 采用大多物种产卵历史时期河流的最小流量作为该时段的生态流量, 即采用改进的最小月流量法, 将时间范围限制在大部分水生生物产卵的几个月份, 计算该时期最小生态流量. 计算公式为

$$W_b = \frac{T}{n} \sum_{i=1}^n \min(Q_{ij})$$

(1)

式中: W_b ——河流基本生态需水量 μm^3 ; n ——人为干扰小的天然河流的统计年数; Q_{ij} ——第 i 年 第 j 个月的月均流量 $\mu\text{m}^3/\text{s}$; T ——换算系数, 本文取 $31.536 \times 10^6 \text{ s}$; j ——产卵期的月份.

c. 对枯水期非生物敏感期, 同样依据生态适应的基本原理, 选用历史最小流量作为生态流量, 即采用最小月流量法^[9]. 以人为干扰小的天然河流最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流的基本生态需水量, 计算公式同式(1).

3 大洋河生态需水量计算及结果分析

a. 8~9 月是马苏大麻哈鱼的产卵时期, 保证这个时期大洋河的水流条件, 对保护马苏大麻哈鱼意义重大. 根据图们江的研究资料^[10], 马苏大麻哈鱼每年 3~4 月间开始溯河, 8~9 月洪水下泄, 此时成熟个体洄游上溯到图们江支流的上游产卵. 产卵场水深平均 0.5 m, 平均流速 0.7 m/s. 依据马苏大麻哈鱼产卵的平均水深要求, 以枯水年($P=75\%$)代表年 1975 年沙里寨水文站大断面资料、水位流量关系进行分析. 根据计算结果, 达到平均水深 0.5 m 需要 $29.15 \text{ m}^3/\text{s}$ 流量, 占多年平均天然流量 $67.29 \text{ m}^3/\text{s}$ (1956~2000 年)的 43.3%.

b. 鉴于每年的 4~6 月是大洋河内多种鱼类(如池沼公鱼、麦穗鱼、平口鲃、似鲃、鲃、沙塘鳢、褐栉鱼、虎鱼等)的产卵期, 而又缺乏这些物种的参考产卵水流条件的资料. 为了保护鱼类产卵生境, 维持适当流量, 采用最小月流量法的计算公式, 将时间范围限制在 4~6 月, 计算得到该时期大洋河必须维持的最小生态流量为 $15.99 \text{ m}^3/\text{s}$, 占多年平均天然流量的 23.8%.

c. 对枯水期非生物敏感期的生态流量计算, 采用李丽娟等^[9]提出的最小月流量法. 鉴于大洋河大型水利工程较少、受人为干扰小的特点, 根据 1957~2000 年沙里寨水文站径流量资料, 换算得到大洋河最小生态流量为 $6.12 \text{ m}^3/\text{s}$, 占多年平均天然流量的 9.1%.

4 相关建议

建议充分利用一切可利用的资料, 包括鱼类志、动物志、濒危动物红皮书等有记载的生物资料, 以及记载

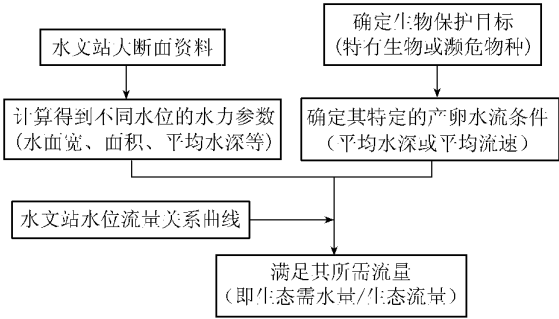


图 1 生物敏感期生态需水量计算示意图
Fig.1 Flow chart for calculation of ecological water requirement of aquatic sensitive period

有水文大断面及历史水位流量关系的水文年鉴等资料.为了更准确地确定生态需水量,需要现场量测或进行试验研究以进一步确定各时期生物保护目标与水流各参数的关系.

大洋河是重要洄游生物的产卵地.研究表明,大洋河及其河口近岸海域适宜马苏大麻哈鱼人工放流,这对保护该极危物种有重要意义.在对河流实际流量进行调控时,应考虑包括马苏大麻哈鱼在内的鱼类产卵所需的生态需水过程.建议大洋河尽可能从支流调水,给河流生物留一个天然的洄游通道,满足其生存繁衍所需的基本水量需求.

5 结 语

本文从水生生物保护的角度出发,定义河流生态需水量是指为保护河流生态系统结构完整性和生物多样性所需要的水量或流量.在生物保护目标敏感期由水文断面资料、水位流量关系、生物产卵期所需水流条件共同计算确定生态需水量,在非生物敏感期采用最小月流量法计算生态需水量.大洋河及其河口近岸海域适宜马苏大麻哈鱼人工放流,这对保护该极危物种有重要意义.计算得到大洋河8~9月濒危鱼类马苏大麻哈鱼产卵期所需生态流量为 $29.15\text{ m}^3/\text{s}$,4~6月多种鱼类产卵期所需生态流量为 $15.99\text{ m}^3/\text{s}$,枯水期非生物敏感期所需生态流量为 $6.12\text{ m}^3/\text{s}$,分别占多年平均天然流量的43.3%、23.8%和9.1%.建议在对河流开展调水工程时应考虑对生态需水量的影响及对水生生物的保护,给河流生物保留一个天然的洄游通道,同时尽量满足其生存繁衍所需的基本生态需水量.

参考文献:

[1] TENNANT D L. Instream flow regimens for fish ,wildlife ,recreation ,and related environmental resources[J]. Fisheries ,1976 ,1(4) 359-373.

[2] MOSELY M P. The effect of changing discharge on channal morphology and instream uses and in a braide river ,Ohau River ,New Zealand [J]. Water Resources Researches ,1982 ,18 :800-812.

[3] VANNOTE R L ,MINSHALL G W ,CUMMINS K W ,et al. The river continuum concep[J]. Canada Journal of Fisheries and Aquatic Sciences ,1980 ,37 :130-137.

[4] KING J M ,LOW D. Instream flow assessment for regulated rivers in South Africa using the building block methodology[J]. Aquat Ecosyst Health Manag ,1998 ,1(2) :109-124.

[5] ARTHINGTON A H ,KING J M ,O 'KEEFEE J H ,et al. Development of an holistic approach for assessing environmental flow requirements of riverine ecosysten[C]//PIGRAM J J ,HOOPER B P. Proceedings of an international seminar and workshop on water allocation for the environment. Armidale :The Center for Policy Research ,University of New England ,1992 :69-76.

[6] 史为良. 大洋河及其毗邻河流的鱼类区系特征[J]. 水产科学 ,1985 ,4(4) 53-57.

[7] 于砚民,董志刚,曹仁江. 鸭绿江口滨海湿地生物多样性与保护对策[J]. 资源科学 ,1999 ,21(1) 57-62.

[8] 王会芳. 黄海北部水域及大洋河大麻哈鱼类生存条件分析[J]. 水产学杂志 ,2000 ,13(2) 24-31.

[9] 李丽娟,郑红星. 海滦河流域河流系统生态环境需水量计算[J]. 地理学报 ,2000 ,55(4) 496-500.

[10] 赵正阶. 中国东北地区珍稀濒危动物志[M]. 北京 :中国林业出版社 ,1999 :42-44.

Research on ecological water requirement of Dayang River

ZHENG Jian-ping¹ , WANG Fang²

(1. College of Environmental Science and Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;
2. Department of Water Resources , China Institute of Water Resources and Hydropower Research , Beijing 100044 , China)

Abstract :The method focusing on aquatic sensitive period (MFASP) based on aquatic protection is used to study the ecological water requirement of Dayang River. The ecological water requirement of the sensitive period of aquatic targets under protection was determined by the hydrological sectional data , the stage-discharge relationship and the flow condition of the spawning period , and the ecological water requirement of the non-aquatic sensitive period is calculated with the minimum monthly discharge method. The present method is applied to calculating the spawning period of cherry salmon from August to September , a species being in imminent danger , the spawning period of many kinds of fish from April to June , and the ecological discharge for the non-aquatic sensitive period in the low water season. According to the calculated result , it is suggested that the influences on ecological water requirement and aquatic protection should be considered in implementation of water diversion projects.

Key words :Dayang River ; ecological water requirement ; spawning habitat