

水利工程对霍林河下游湿地的影响

王国平, 余国营

(中国科学院长春地理研究所, 湿地过程与环境开放实验室, 吉林 长春 130021)

摘 要: 提出水利工程的修建对地处霍林河下游半干旱区域的科尔沁与向海国家级自然保护区湿地带来的负面效应。工程上马后, 如处理不好, 水资源的拦截会减少上游来水, 使沿河湿地得不到充足的地表水补充, 水位下降, 乃至干涸, 进而会影响到该区域内地下水的补给; 对半干旱地区的水边植物群落影响较大, 湿生植被会逐渐演变为旱生植被, 洪水泛滥次数减少也使珍稀水禽孵化的次数和规模降低, 导致数量减少; 该区域高生物产量的洪泛湿地会逐渐萎缩、破碎, 直至大面积丧失, 本已脆弱的生态平衡会遭到严重破坏。针对可能产生的负面效应提出了在霍林河全流域实施统一管理的预防措施。

关键词: 水利工程 ; 湿地 ; 环境影响

中图分类号: X321 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2001)06 – 0471 – 04

Impact of Reservoir Project on Downstream Wetlands of Huolin River

WANG Guo-ping, YU Guo-ying

(Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021 China)

Abstract: This paper presents negative effects of the reservoir project on Keerqin and Xianghai wetlands of State Nature Reserve located at semiarid area of Huolin River downstream. If the project being initiated unreasonably, capacity for holding up of water resource will reduce upstream’s coming water and make no efficient surface – water supplement for wetlands along the river, associating with water level decline and even dry up and affect the groundwater supply. It will also apparently affect the waterside flora located in semiarid area and will make wetlands plants evolve into dryland plants gradually. The decline of flood frequency decreases the incubation times and scale of rare waterfowls, resulting in their number to decrease. High productive flood wetlands in this area will be gradually shrunk, be fractured and until totally lost, the vulnerable ecological balance will be havoc. This paper submits relevant countermeasures for dealing with the possible negative impact with basing on integrate management of full catchment of Huolin River.

Keywords: reservoir project; wetlands; environmental impact

1 区域概况

1. 1 霍林河及白云花水利工程概况

霍林河属松花江流域嫩江水系一级支流,发源于大兴安岭南端,流经内蒙古自治区哲里木盟、兴安盟,进入吉林省通榆县境内开始漫散。漫散后的霍林河没有明显的河道,且向下游水量逐渐递减,断流现象经常发生,只有较大洪水才注入嫩江。霍林河干流全长 590 km,流域面积 2 万 km²。拟建白云花水库位于霍林河中游,地处霍林河由丘陵进入平原地区的分界地带,坝址以上河长 224 km,控制流域面积 9 050 km²,水库设计总库容为 4. 44 亿 m³(霍林河多年平均径流量 3. 4 亿 m³),为

收稿日期: 2001 – 02 – 05

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目“中国典型湿地水陆相互作用过程、资源环境效应及调控”(项目编号: KZCX2 – 302) 与中国科学院湖沼三期项目“松嫩平原霍林河流域沼泽资源环境动态效应与优化管理”(项目编号: ZKHZ – 3 – 06) 共同资助

作者简介: 王国平(1964—),男,中国科学院长春地理研究所副研究员,现攻读博士学位,研究方向为湿地过程与环境。

Ⅱ等大(2)型水利水电枢纽工程。该水库以防洪为主,兼顾灌溉、发电。

1. 2 霍林河下游主要湿地概况

霍林河下游在大地构造上属松辽坳陷的西部沉降带,自中生代以来大幅度下沉,接受有深厚的中生代和新生带沉积,地势低洼形成无尾河,河流到这里失去了河道,河水漫流于沙丘间,水流漫散排泄不畅,形成面积大小不同的众多湖泊洼地沼泽与河滩湿地^[1]。该区域有大面积的芦苇沼泽湿地,垄状沙丘与垄间洼地交错相间排列,呈西北 – 东南方向延伸。多种生物区系与复杂的生态环境相互作用,形成独特的多类型的复合生态景观,沙丘榆林、羊草草原、湖泊水库、芦苇沼泽交错分布。这里分布着两个国家级自然保护区——科尔沁和向海国家级自然保护区,两个保护区均以保护湿地与水禽为重点,后者还是国际重要湿地。

科尔沁国家级自然保护区位于内蒙古自治区兴安盟科尔沁右翼中旗境内,地理坐标为 N44°51′—45°17′, E121°40′—122°14′。湿地面积为 47 344 hm²。其东部相邻的是位于吉林省通榆县境内的向海国家级自然保护区,地理坐标为 N44°55′— 45°09′, E122°05′—122°31′。湿地面积为 36 100 hm²。区内有霍林河、额穆

泰河,由于蒸发渗漏,在区域内无明显河床,主河道不明显,只在雨季水量丰富时形成季节河流。区内有高等植物 600 多种,沼泽植物以芦苇为优势种,伴生有苔草、香蒲、灯芯草、水葱等。本区因其生态系统的多样性而动物种类亦相应丰富,有鱼类 20 余种、兽类 37 种,鸟类最多为 286 种,其中一类保护动物为 8 种,二类保护动物有 30 余种^[2]。科尔沁 1994 年被列为国家级自然保护区,向海 1989 年被列为国家级自然保护区,并于 1992 年列入《国际重要湿地名录》。该区湿地是鸟类,尤其是珍稀水禽的迁徙、栖息与繁衍基地之一。该区湿地位于松嫩平原西部半干旱地区,处在科尔沁沙地的边缘地带,盐碱地、风沙地交错分布,水资源短缺,该区年平均降水量 383—408 mm,年平均蒸发量 1 945—2 390 mm,远远大于年降雨量,湿地亦面临水源补给的问题,生态系统极其脆弱。该区湿地对于区域水分的调节具有重要意义,也是减轻区域沙化、盐碱化进程的一道天然屏障,对保护东北中部的“黄金玉米带”及区域生态安全具有重要的战略意义。该区湿地是全球鸟类西伯利亚—东亚—澳大利亚迁飞路线的重要驿站,保护珍稀鸟类和半荒漠沙丘植物种质资源,不仅推进我国自然保护进程,而且具有国际意义。

2 水利工程对霍林河下游湿地的影响

在河道上兴建大型水利工程可以在防洪、灌溉、发电等方面带来正面效应,但其带来的负面效应,特别是对生态环境的影响是不能忽视的。对水利工程下游环境造成的影响主要有:支叉堵塞,水位下降将给引水带来困难;破坏了河岸坍塌和滩地淤长间的平衡;部分河漫滩不再上水;如水库长期不泄放较大洪水,将使下游河槽内草木丛生;冲泄质的减少,意味着水中肥分的下降,影响灌溉质量等等^[3]。

在河道上筑坝截水,会深刻地改变河流的水文状况:或导致季节性断流,或改变洪水状况;水质也会有所改变;进而会导致下游区域性水陆生态系统的变换等^[4]。

霍林河流域地处半干旱区域,水资源短缺及时间分布不均这是这一区域的突出特征,也是限制该区社会经济发展和生态环境建设的主要因子。水更是湿地生态系统存在和发挥功能的命脉。因此,白云花水利工程的兴建势必对霍林河下游湿地生态环境带来明显影响,进而影响相邻区域。

2.1 对湿地水文方面的影响

水库蓄水使河川径流在时间上重新分配,使下游河道径流变化幅度有所减小。减弱季节性变化,改变洪、枯水时间,减小年平均径流量和洪水频率^[5]。

湿地水系统是气象、水文、地质、地貌综合作用而形成的,各子系统的水文联系是十分密切的,界面水量交换的活跃性是湿地水系统的重要特征。在自然条件下,湿地水文过程具有明显的周期性,主要受河流水文情势影响。因此,河流与湿地共同构成了区域水文网,二者是有机的整体。水是湿地的命脉,水分条件的特殊性也是湿地界定的最显著和重要的条件之一。水文因素是沼泽湿地形成和发育的先决条件,是沼泽湿地形成、发育的重要环境因素。概括起来,湿地水文重要性体现在以下几个方面:

(1)水文活动不仅能够限制或提高物种的丰富度,而且还促成了独特的物种构成。

(2)流动条件和脉冲淹水期可提高湿地初级生产力,而阻滞条件则常使其下降。

(3)水文通过影响初级生产力、分解作用和粒子态有机物质的输出来控制湿地中有机物质的积累。

(4)水文条件在很大程度上影响着养分循环和养分的有效性。

向海湿地属洪泛沼泽湿地。来水主要是地表径流和大气降水,其中霍林河来水占向海湿地来水量的 55.2%,故霍林河来水状况对于向海湿地生态平衡有着重要意义。向海湿地自然保护区水量平衡见表 1。

由表 1 可见,霍林河来水占向海湿地来水量的 55.2%。科尔沁湿地主要来水也来自霍林河。故霍林河来水状况决定着科尔沁与向海湿地的前途和命运。

湿地的消长与河流水文过程密切相关。白云花水利枢纽工程的修建,水资源的拦截势必减少下游的水资源量,对下游产

表 1 向海湿地自然保护区水量平衡*

Table 1 Water balance of Xianghai wetlands nature reserve			
来水途径	来水量 /10 ⁸ m ³ ·a ⁻¹	耗水途径	耗水量 /10 ⁸ m ³ ·a ⁻¹
降水	0.37	蒸发、蒸腾	1.50
霍林河来水	1.12	下泄	0.25
引洮工程	0.46	下渗补给地下水	0.18
额穆泰河	0.08	农业灌溉及城镇取水	0.13
总计	2.03	总计	2.03

* 邓伟. 松嫩平原西部盐沼开垦对区域水环境系统的影响及调控对策研究,中科院长春地理研究所,1998.

生巨大影响,如处理不好,其后果不堪设想。水库建设后,每年 4—6 月,中上游灌溉用水增加,下游很难得到来水;尤其水库建成初期蓄水阶段,如遇非丰水年,下游断水可持续 1—2 年,沿河湿地得不到充足的水源,水位下降,乃至干涸,可导致科尔沁与向海湿地的大面积丧失,某些湿地会难以恢复。另外,水库的调洪作用会使下游洪泛沼泽湿地受洪水淹没的频率大为减少,许多湿地会长期干涸,将加重该区域的沙化和盐碱化。湿地大面积丧失会促进该区域沙尘暴的产生。

霍林河下游散流已成为该区域内地下水的主要补给源^[6],水由洪泛湿地渗入地下含水层,不仅恢复地下水的供给能力,而且对废物和可溶性污染物产生过滤作用。在半干旱地区,湿地中的水对补给地下水更有特殊意义。白云花水利枢纽工程的修建,首先会影响霍林河下游洪泛湿地的存在,湿地的大面积丧失,进而会影响到该区域内地下水的补给,给区域水文过程带来不利影响。

2.2 对湿地生态方面的影响

湿地是地球上一种独特的生态系统,是“陆地和水体间过渡的客体”。湿地不仅具有削减流量、滞后洪峰、蓄纳洪水、调节气候和水分、保持生物多样性、降解污染等功能,而且对水系统的可持续性更为重要,特别是干旱半干旱地区,湿地对水系统可持续性的保证作用更加突出^[7]。湿地生态系统边界水分

交换是非常活跃的,湿地是水资源系统的重要调节器,对流域水量平衡有着重要作用。湿地的持水能力是巨大的,从而使与其相关联的河流水文过程变化平缓。

湿地生态系统的生产者主要有湿生、沼生和水生植物,生活型多种多样,包括浮游植物、浮水植物、沉水植物、挺水植物、灌木乃至森林。湿地生态系统的消费者种类是多种多样的。鸟类,特别是水禽常常构成湿地的重要景观特征,几乎所有的湿地都能为水禽提供丰富的食物和多种多样的繁殖和停歇的栖息地,这些水禽中既有草食性的也有肉食性的,构成湿地生态系统食物链的重要环节。洪泛湿地具有复杂的生态结构,多样性的生境,是迁徙鸟类、鱼类及有关珍稀动物生存、繁衍、栖息的场所。湿地生态系统的稳定性很大程度上取决于其水源的稳定性。水文条件能直接改变湿地的物理化学性质,进而影响到物种组成和丰度、第一性生产力、有机物质的积累和营养循环^[8]。水导致独特的植物组成,限制或增加种的丰度。静水湿地或连续深水湿地的生产力都很低。通常有高能的水流,或有脉冲性水周期的湿地生产力最高(如洪泛湿地)。湿地生态系统的一切生态过程都是以固定的水文格局为基础的,正是由于其系统结构对水文条件的依赖性,湿地生态系统才显得如此脆弱,以致于一旦失去水,其系统面貌便会发生根本性的转变。不同类型的湿地的脆弱性有所差异,高水能湿地(如洪泛湿地)中由于有机质积累很少,只要其水源被截断,其生态系统类型就迅速转变,系统具有明显的脆弱性^[9]。

显然,洪泛湿地具有丰富的生物多样性,但又具有明显的脆弱性,无论是气候变化还是人类活动造成的破坏,都对其产生非常敏感的影响。区域水文过程的变化对湿地生态方面的影响尤为突出。水利设施可能割裂河流—湿地一体的环境结构,其结果是洪泛湿地生态系统的栖息地多样化格局被破坏,各类野生生物的生境被大量压缩,食物链中断,导致生态平衡失调,生物多样性和生物生产力下降以及自然灾害上升等^[10]。

白云花水利枢纽工程水资源的拦截势必减少下游的水资源量,对下游产生巨大影响,如处理不好,使原本水草丰美的沿河湿地因割断了与霍林河水系的联系而疏干,使湿地拦蓄洪水和向地下水补给水分的功能丧失,湿生植被演变为中生或旱生植被,覆盖率降低,地表蒸腾蒸发增加,会人为地加剧本地区的干旱化、盐渍化和风沙化程度。同时,各类野生水禽的生境被大量破坏,食物链中断,导致生态平衡失调,生物多样性和生物生产力下降。

蓄水对所有地区河流的水边植物群落或多或少都有影响,但对半干旱地区的水边植物群落影响尤其大。霍林河一般年份的洪水对下游地区冲洗盐碱、促进芦苇和林草生长、补给地下水、保护湿地、改善生态环境具有重要作用。洪水每年为洪泛沼泽地上的植物浇水、施肥,在洪水间歇性地促进下,植物的生长有很高的产率。上游建坝蓄水以后会直接引起洪泛沼泽地淤泥和养分补给量的减少,使其逐渐贫瘠,加之断流时间增长,水分供应短缺,使湿地干涸,植物体系会逐渐向适应较干旱的植物种群演化。以往向海附近的芦苇湿地,在干旱年份没有水源的情况下,形成大片的碱蓬群落,而在丰水年份,

地面被积水覆盖后,芦苇群落便得以迅速恢复。但上游建坝蓄水后,水淹周期被人为延长,断水时间过长可能导致此种循环不再继续,芦苇沼泽湿地会演变为旱生或有碱蓬生长的盐生草甸,可形成碱蓬盐沼或永久的碱滩,某些湿地会演变为风蚀沙埋的荒漠化河滩^[11]。

湿地是水禽赖以生存的重要繁殖地、栖息地、越冬地迁徙途径的“中转站”。河流岸边的洪泛地带是水鸟生长繁殖的最佳内陆场所。因为河流每年给这里补充一些营养物质,并不断增加生命力强的成片的植物,这些河边生境在干旱年份里尤其重要,是为数众多水鸟的安全场所和繁殖基地。许多鸭和鹅主要在低矮的冲击沙洲上筑造巢穴,鹤类在芦苇沼泽地里筑巢,在那里它们可以避免陆生动物的袭击。水生哺乳动物也依靠每年的洪水泛滥来繁殖,使河边生境保持高的生物产率。汛期是水鸟的孵化期,然而,由于上游河流的蓄洪控制,洪泛沼泽地的范围大大地缩小了,补给的水量也减少了,会导致数量减少。洪水泛滥次数减少也使孵化的次数和规模降低。澳大利亚的 Frith 有如下观点:“动物繁殖环境的保持与其说是保留沼泽地以提供一个宁静的环境问题——尽管没有人否认这点也是重要的,还不如说是保障内陆河流一定频率的水位波动问题。这样才能使平原上的沼泽地、死水塘和低洼地不断有水补充,并为那些利用洪水期变动的水位进行繁殖的鸟兽提供适当的繁殖基地”^[15]。不幸的是,河流上游筑坝蓄水的目的与河边湿地生态系统的需要之间的矛盾太尖锐了。洪水的消除或洪泛次数的减少限制了河流与其以前形成的洪泛湿地之间的交换,也就限制了河床的摆动和新沼泽地的形成,更进一步减少了维持河边洪泛湿地生态系统所必需的水量。结果,该区域高生物产量的洪泛湿地会逐渐萎缩、破碎,直至大面积丧失,该区域本已脆弱的生态平衡会遭到严重破坏。

3 减少负面效应的预防措施

为了合理和妥善解决白云花水利枢纽工程修建对霍林河下游湿地的影响问题,必须在全流域统一管理的基础上,注意解决以下几个问题:

(1) 建议流域管理部门先做流域多目标水资源管理规划,在此基础上再讨论该枢纽工程上马的可行性;

(2) 必须切实体现该枢纽工程的任务和原则,“以防洪调蓄为主,兼顾灌溉、发电、养鱼为一体的综合利用水利水电枢纽工程”,以保证放流量;

(3) 白云花水库库容设计较大,灌溉面积设计较大,应在充分调研的基础上,尤其是从流域管理的角度作科学调整;

(4) 由于湿地水文过程十分复杂,再加上以前对该区湿地缺乏深入研究,因此必须加强湿地科研,充分了解湿地内部过程及其在区域生态安全中的作用。根据目前的研究结果,我们认为该工程实施后应该保障霍林河白音胡硕水文站以下 0.9 亿 m³ (90%) 或 1.3 亿 m³ (75%) 水资源供应,才能保证该区湿地自然保护区的安全;

(5) 根据各湿地保护区的实际情况,解决湿地水资源问题必须通过调水、储水及合理用水的途径来实现。如在白云花水

利枢纽工程上马前,加快兴建霍林河分洪入向工程,引霍林河洪水进入向海水库储备;修复引洮入向水利工程,增加洮儿河引水量;在湿地对应的霍林河河道上建叠水坝,增加流入湿地的水量,控制洼地水位,保持水面、泥沙滩、草滩理想的生态结构,达到珍禽与湿地环境之间的和谐统一;霍林河下游散流区沿河以不修堤防为宜,保持湿地与河道的天然水力联系。

上述措施是确保科尔沁与向海湿地生存和健康发展的有效途径。

参考文献:

[1] 郎惠卿,赵魁义,陈克林. 中国湿地植被[M]. 北京:科学出版社, 1999. 273.
[2] 赵魁义,孙广友,扬永兴,等. 中国沼泽志[M]. 北京:科学出版社, 1999. 255 – 261.
[3] 黄秉维,郑 度,赵名茶. 现代自然地理[M]. 北京:科学出版社, 1999. 114 – 115.

(上接第 447 页)

[4] 毛文永. 生态环境影响评价概论[M]. 北京:中国环境科学出版社,1998. 132 – 135.
[5] G. E. 佩茨(英). 蓄水河流对环境的影响[M]. 北京:中国环境科学出版社,1988. 31 – 203.
[6] 宋长春,邓 伟. 吉林西部地下水特征及其与土壤盐渍化的关系[J]. 地理科学,2000,**20**(3):247.
[7] 邓伟,宋新山, 翟金良. 洪泛区湿地保护与水资源可持续利用[J]. 科技导报,2000,**141**(3):58 – 60.
[8] 刘厚田. 湿地生态环境[J]. 生态学杂志,1996,**16**(4):26 – 30.
[9] 王升忠. 湿地的生态性质、定义和分类[A]. 见:湿地国际 – 中国项目办事处. 湿地与水禽保护[C]. 北京:中国林业出版社, 1998. 164 – 169.
[10] 陈宜瑜,常剑波. 长江中下游泛滥平原环境结构改变与湿地丧失[A]. 见:陈宜瑜. 中国湿地研究[C]. 长春:吉林科学技术出版社,1995. 153 – 160.
[11] 吕金福,肖荣寰,介东梅,等. 莫莫格湖泊群近 50 年的环境变化[J]. 地理科学,2000,**20**(3):279 – 283.

性地对污染元素进行治理。

清洁区为其它一些区域。主要是这些区域不含污染工业或工业发展相对落后,土壤主要有害元素积累为施用化肥和农药,本区为生产绿色食品基地最清洁区。本县无重度污染区域。

本文以 GIS 技术为依托,把国家土壤环境质量标准引入到绿色食品基地土壤环境质量现状评价中,评价方法可行,评价结果符合实际。GIS 把污染数据和空间位置放在一起,使提供的各污染级别区域更直观、形象,评价效率大为提高。

参考文献:

[1] 黄国锋,吴启堂. 绿色食品产地土壤环境质量现状评价标准的修正[J]. 农业环境保护, 2000, **19**(2): 123 – 125.
[2] 尹 君. 地理信息系统在土地多宜性评价中的应用[J]. 河北农业大学学报, 1998, **21**(1): 83 – 88.

(3) 功能微生物的发现及其生长繁殖规律的研究。

参考文献:

[1] Chris Frazar. The Bioremediation and Phytoremediation of Pesticide – contaminated Sites, August 2000. U. S. EPA Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office, Washington D. C. http://www.clu_in.org.
[2] 马文漪,杨柳燕. 环境微生物工程[M]. 南京:南京大学出版社, 1998. 250 – 267.
[3] A Citizen’s Guide to Bioremediation, EPA, U. S. <http://www.epa.gov>.
[4] Simplot J. R. 1996. Technology View: The SABRE Process. June 2, 2000 <http://www.simplot.com/sabre/overview2.html>.
[5] U. S. Patent 5, 660, 612 Bernier, Roger L etc. Compost Decontamination of DDT contaminated Soil, August, 1997. <http://www.GetThePatent.com>.
[6] W. R. Grace & Co. 1999, Grace Daramend Bioremediation Technology: Pesticides/Herbicides. August, 2000. <http://www.daramend.com/pestherb.htm>.
[7] U. S. Patent 5, 908, 774 Shaw Erdward. A Remediation of Pesticide – contaminated Soil, June 1. 1999. <http://www.GetThePatent.com>.

图 1 抚宁县绿色食品基地土壤环境质量分级
Figure 1 The grading map of soil environmental quality for production base of green food in Funing
影响,主要污染元素为 Cd、Pb、Zn。本区可作为绿色食品生产基地,但应注意土壤中个别元素的污染,针对

(上接第 470 页)

上述是农药污染土壤常用的生物修复技术,还有一些技术,如生物过滤、生物滴滤塔、生物通风等也可用于农药污染土壤的生物修复。美国和墨西哥边界一处被蝇毒磷污染的土壤拟采用生物过滤技术进行修复,小试结果表明,蝇毒磷能降解 50% 左右。L. G. Torres 等人采用密封生物滤塔技术(packaging biofilter)降解 2, 4 – D 和 DDT, 168 h 后, DDT 的去除率为 58% – 99%, 2, 4 – D 的去除率大于 98%。有人做过生物滴滤塔小试处理蝇毒磷, 7 – 10 d 后, 蝇毒磷的浓度从 1 200 mg · L⁻¹ 降低到 0. 1 mg · L⁻¹。

2 结语

生物修复技术具有处理率高、修复彻底、费用低廉等优点,是处理农药污染土壤的理想选择。但它还仍然处于发展阶段,是一项尚不十分成熟的技术。笔者认为,农药污染土壤的生物修复技术今后的研究将朝以下方向发展:

- (1) 开发能利用多种修复技术复合的综合工艺。
- (2) 理论研究和实际应用相结合,注重反应机理、反应动力学的研究。