

洪河国家级自然保护区水资源恢复方案设计研究

刘正茂, 刘景瑞, 夏广亮, 赵春辉

(黑龙江农垦勘测设计研究院, 黑龙江 佳木斯 154002)

摘要:分析洪河国家级自然保护区水资源短缺原因,指出水资源恢复的原则为确立保水第一、引水第二的水资源恢复战略;准确计算水资源需求量和补水潜力;解决补水中的污染问题。结合水文计算过程与湿地生态规律,提出了水资源恢复的理论与技术路线,设计了水资源恢复方案,并对方案进行了综合分析论证。

关键词:湿地;水资源;水资源补充方案;洪河国家级自然保护区

中图分类号:TV213.4

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2003)05-0007-04

洪河国家级自然保护区位于黑龙江省三江平原腹地,同江市和抚远县交界处,分布在浓江河中游及其支流沃绿兰河为中心的湿地地带。保护区地理坐标为东经 $133^{\circ}32'05'' \sim 133^{\circ}46'48''$, 北纬 $47^{\circ}42'10'' \sim 47^{\circ}52'17''$, 总面积 251.62 km^2 。该保护区主要保护本区水生、湿生及其陆栖生境共同形成的湿地生态系统,其重点是区内的沼泽和草甸低平地以及东方白鹤等珍稀水禽。于2002年1月被列入世界湿地重要名录,现成为 Ramsar 湿地保护热点地区。近年来,由于人类活动的影响,周边地区大量开垦土地,实行人工截流分洪,堵坝排水,强排改道,使原来天然状态下 $1\,730.22 \text{ km}^2$ 的汇水面积缩小到如今的 251.62 km^2 , 减少汇水面积 $1\,478.60 \text{ km}^2$, 相当于减少多年平均入境水量 $11\,829 \text{ 万 m}^3$ 。测量资料显示,洪河保护区核心区的沃绿兰河奋斗桥断面2002年水位与1957年相比已下降 1.1 m 。据黑龙江省佳木斯地质工程勘察院有关资料,保护区工作站(位于试验区)2002年地下水埋深比1999年同期平均下降了约 1.2 m 。当前,洪河保护区水资源短缺日趋严重,恢复和管理好其水资源已成为了保护区关注的焦点。为了遏制洪河保护区因缺水而日益加剧湿地生态退化的现象,并使其朝好的方向恢复与演替,实现水资源的恢复以及未来洪河保护区管理人员科学调度水资源的目标,同时考虑周边地区农业经济的可持续发展和整个流域的水系统安全,在充分论证的基础上提出科学、可行的补水方案显得十分必要。

1 洪河保护区周边水利工程现状

经现场勘察,与洪河保护区水资源发生直接影响的周边水利工程主要有:浓江—鸭绿河截洪排水总干,洪河农场浓7干,洪河农场新增浓24干,洪河保护区东边界沟前锋农场浓1干,浓江左岸堤防(即鸭绿河堤防),浓江堵口坝。以上水利设施减少了周边地区 $1\,478.60 \text{ km}^2$ 的地表径流汇入洪河保护区,同时起到了疏干保护区地表积水的负作用,使得当前保护区的水资源补充主要依靠自身降水。

2 洪河保护区水资源恢复方案设计的原则

a. 确立保水第一、引水第二的水资源恢复战略。这个战略要求在水资源恢复过程中特别重视洪河自然保护区内自然水源的蓄存,这意味着水资源恢复工程的规划与设计应优先考虑保护区自身水源的蓄存,如填平保护区内的排干或控制排干水往外流,将农田逐渐恢复为湿地、草地和林地;结合浓江中游的地势,利用浓江堵口坝上游的蓄洪区规划成平原水库,蓄积地表径流尤其是汛期的洪水资源^[1];科学论证洪河保护区水资源沿浓江主河道的排泄状况,布置必要工程设施进行可控排泄。补水工程的设计应当成为持续干旱情况下的重要补充措施,它应该是第二位的,应当是保水战略的补充。

b. 准确计算水资源需求量和补水潜力。充分考虑季节变化、降水时空分布和湿地生态过程的特点,

基金项目:UNDP/GEF资助中国政府实施的“中国湿地生物多样性保护与可持续利用”项目第三子项目——洪河国家级自然保护区水资源恢复与管理研究(CPR/98/G32/A/1G/99)

作者简介:刘正茂(1973—),男,湖南双峰人,工程师,硕士研究生,主要从事水处理、水资源与湿地环境研究。

科学分析水资源需求过程和水资源需求量的动态变化;合理找出水资源恢复目标或最高与最低控制水位阈值,确定水资源在最不利条件下的需求总量;考虑湿地在恢复演替过程中对水资源需求量的增加;计算维持洪河自然保护区当前状态和近似原始状态2个目标层在不同降水年份的水资源动态需求量;详细计算保护区周边来水潜力,为合理的水资源补充工程布局提供科学依据。

c. 解决补水中的污染问题.保护区周边地区汇集的地表径流大部分来自于耕地,而当前各种化肥和农药在农场大规模地使用,导致地表径流受到农药和化肥不同程度的污染.水质分析数据显示,目前洪河保护区及周边地表水体均表现出不同程度的有机污染,耕地排水沟中还表现出农药污染.如果这些污染的水源不断地补充到保护区,将增快保护区湿地水体富营养化的进程,达不到保护区湿地水域生态系统的恢复,进而影响到水禽的栖息和繁衍,无法实现湿地生物多样性保护的目的.所以,应考虑设计湿地过渡处理带,设计1~2个湿地作为引水净化过渡区,使补充水在进入自然保护区之前,流经并在过渡湿地停留一段时间,以完成部分污染物质的净化和泥沙的截留。

3 洪河保护区补水方案设计主要理论与技术路线

a. 洪河保护区水资源的需求过程为动态过程,应充分考虑湿地生态生命活跃期间(4月至10月)对水资源的充分需求。

b. 洪河保护区当前水位在51.2 m左右(根据2002年5月至9月观测值,黄海高程系),1957年丰水年($P=20\%$)水位在52.3 m左右(黄海高程系).结合自然保护区湿地生态在水资源影响下的演替规律、洪河保护区和浓江地形、洪河保护区周边水利工程现状与农业生产状况,以52.3 m水位作为恢复水位的上限,以51.5 m作为最低控制水位。

c. 基于区域降水时空分布特点,为了实现水资源恢复目的,应考虑到保护区在连续干旱期间特别需要水,然而此时区域汇水面积内的来水量同步出现严重短缺;另外在丰水年份,可能出现保护区不缺水,而此时区域汇水面积内的地表径流量又特别大,所以应从资源与生态水利的观念出发,充分利用洪水资源来调剂湿地生态需水.应优先考虑对区域地表径流的蓄积,然后考虑洪河保护区水资源的补充途径.因此,宜将浓江堵口坝上游的蓄洪区规划为平原水库,用此来多年调节洪河保护区对水资源的需求。

d. 通过对浓江流经洪河保护区这一段河流施测

的有关水文横断面资料,并参考以前浓江纵断面测量成果和浓江洪痕测量成果,得知洪河保护区水资源恢复过程.应充分考虑水资源的保持过程.结合保护区的地形地貌及周边农业生产和水利工程现状,宜在浓江流出保护区段下游的适当位置建1个堵口坝,并在坝上配分水闸,用以调节行洪和蓄积水位。

e. 洪河保护区水资源的安全需求不能忽视对水质的要求.因为从浓江上游来的水大多为耕地产生的地表径流.为了有效地进行总氮N、总磷P和农药等污染物质的降解与去除,并截留泥沙、过滤水质,缓减农田退水直接进入自然保护区,很有必要从污水自然净化的角度去完善保护区的水资源补充方案.因此,宜将浓江上游原来的天然河道进行恢复,同时利用浓江堵口坝和浓7干弃土堤,将浓江堵口坝上游的蓄洪区规划为2个连续的人工生物氧化塘,以此来达到水质净化的目的。

f. 考虑到洪河保护区湿地生态的恢复与演替,根据有关湿地生态生产力研究成果,认为呈流动状态湿地水的生产力比呈静止状态湿地水的高,因为流动水能带进部分微量元素,同时可排出湿地生态系统中多余的有害物质,增进湿地生态物质平衡.所以,在规划补水方案时,将浓江堵口坝上游的水位与浓江下游堵口坝最低堰水位保持合理的差值,并在现有浓江堵口坝上设1个控制闸,以便通过上下2个分水闸进行水位调节。

4 水文水利计算

4.1 保护区及周边地表汇水面积状况

洪河保护区在天然状态下汇水面积为 1730.22 km^2 (含洪河保护区面积 251.62 km^2).但在当前状况下,由于周边农业开发,新修水利设施(截洪总干、田间排水渠和堵口坝等)阻断了外围集水面积 1478.6 km^2 的地表径流进入保护区,即洪河保护区水资源的补充途径主要依靠自身降水.洪河保护区目前汇水面积为 251.62 km^2 .减少集雨面积的分布为:浓鸭总干(40+700以上)和堵口坝上游(包括浓7干)为 703.85 km^2 ,浓24干和新增24干为 240.10 km^2 ,浓江左岸堤防以北为 149.04 km^2 ,浓鸭总干(25+000~40+700)为 191.40 km^2 ,前锋浓1干为 194.00 km^2 。

4.2 洪河保护区外围最大来水量

研究区域不同降水年频率对应的地表径流深设计值如表1所示。

洪河保护区周边最大来水量计算结果如表2所示。

表1 洪河保护区年径流深设计值

mm

平均值	不同降水频率的径流深设计值								
	1%	2%	5%	10%	50%	75%	80%	90%	95%
80.0	314.4	271.2	214.4	169.6	61.6	31.2	25.6	14.4	8.0

表2 洪河保护区周边最大来水量

区 域	来水面积 /km ²	不同降水频率的来水量/万 m ³								
		1%	2%	5%	10%	50%	75%	80%	90%	95%
浓鸭总干和堵口坝上游	703.85	22 129.0	19 088.4	15 090.5	11 937.3	4 335.7	2 196.0	1 801.9	1 013.5	563.1
浓 24 干和新增 24 干	240.10	7 548.7	6 511.5	5 147.7	4 072.1	1 479.0	749.1	614.7	345.7	192.1
浓 1 干	194.00	6 102.5	5 264.0	4 161.5	3 291.9	1 195.7	605.6	496.9	279.5	155.3
浓江左岸堤防以北	149.04	4 685.8	4 042.0	3 195.4	2 527.7	918.1	465.0	381.5	214.6	119.2
合 计	1 286.99	40 466.0	34 905.9	27 595.1	21 829.0	7 928.5	4 015.7	3 295.0	1 853.3	1 029.7

4.3 洪河保护区水资源动态损失量计算

洪河保护区在不同降水频率下水资源需求量如表3所示。

4.4 洪河保护区水资源静态需求量计算

将洪河保护区作为一个线性水库来看,并做出水位~高程库容曲线(见图1)。

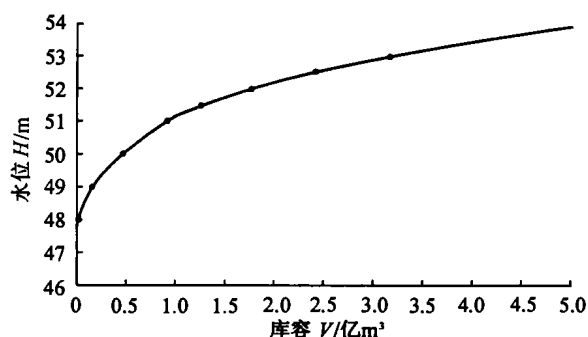


图1 洪河保护区水位~库容曲线

由以上可知,如果将洪河保护区的当前水位 51.2 m 提高到目标水位 52.3 m,则应净补水量 1.1 万 m³。但此部分水资源量可以结合保护区湿地生态演替规律分几年实现。根据有关资料,可以规定在今后 5~10 年,通过补水调节,每年增加水位 0.1~0.2 m 来实现最终恢复目标。

5 补水方案布局

a. 水源部分工程布局。经现场踏勘和工程测量,当前浓鸭截洪总干堤、浓江左岸堤防、浓江堵口坝和新挖的浓 7 干弃土堆,可以作为浓江堵口坝上游的蓄洪区的围堰使用。在浓鸭截洪总干与洪河农场浓 7 干的汇水处布置 1 个橡胶坝;在浓 7 干 5+000 处,沿浓江主河道方向挖开 1 个过水通道,以便蓄洪区当作 2 个生物氧化塘使用。

b. 水资源保留工程布局。根据横断面测量成果,在浓江流出保护区段下游、靠近前锋农场一队的位置修建 1 个蓄水坝,并在坝上建 1 个分水闸,用以调节行洪和蓄积水位。

6 水资源恢复方案可行性综合分析与论证

6.1 从地形地貌分析恢复目标水位的合理性

根据黑龙江农垦勘测设计研究院 2002 年 3 月在浓江中游左岸堤防施测的纵横断面、浓江河道大横断面和洪河保护区地形加密测量成果,借助线性仿真软件 Matlab 生成有关模拟图,并结合 2000 年 7 月和 2001 年 6 月 TM 卫星像片(限于篇幅此处不提供各类图形)分析,得出:

a. 浓江中游段平均坡降约为 1/10 000,且浓江主河道在 3,4 号横断面后才出现明显的河床。洪河国家级自然保护区分布在 4 号横断面以上的浓江右岸,4 号横断面处的平均高程为 49.4 m,1 号横断面靠近浓江堵口坝,平均地面高程约为 51.5 m。由此可知,自浓江堵口坝至 4 号横断面处相差 2 m 左右。

b. 洪河保护区水资源恢复目标水位上限应为 52.3 m(黄海高程系)。根据地形状况,如果 4 号横断面下游不沿浓江横断面布局蓄水工程,则保护区水资源无法保留,目标水位不可能达到。

c. A—B—C 基线(洪河保护区自南至北方向),明显经过 3 处林地,4 处低洼沼泽湿地;地势整体表现出南高北低。自 A 点至 B 点再至 C 点,湿地地面高程从 53.5 m 变为 50.2 m,而林地高程从 54.6 m 变为 52.2 m。

从 1~3 号横断面(自东往西方向进行测量)可知,3 号横断面最低处高程为 52.3 m,1 号横断面最低处高程为 51.5 m。要充分满足保护区湿地水位资

表3 洪河保护区不同降水频率下水资源需求量

万 m³

参考标准	不同降水频率的水资源需求量								
	1%	2%	5%	10%	50%	75%	80%	90%	95%
相对当前状态	-1474.7	-34.4	2046.0	3966.3	9567.4	12 127.9	12 580.8	14 048.2	15 168.5
相对原始状态	343.7	1784.0	3864.4	5784.8	11 385.8	13 946.3	14 399.2	15 866.7	16 986.9

表4 不同降水频率下来水量

万 m³

项 目	不同降水频率的来水量								
	1%	2%	5%	10%	50%	75%	80%	90%	95%
外围汇水径流量	40466.0	34905.9	27595.1	21829.0	7928.5	4015.7	3295.0	1853.3	1029.7
自身降水资源量	7910.9	6823.9	5394.7	4267.5	1550.0	785.1	644.1	362.3	201.3
累 计	48376.9	41729.8	32989.9	26096.5	9478.5	4800.8	3939.2	2215.7	1231.0

表5 不同降水频率水资源动态需求量

万 m³

参考标准	不同降水频率的水资源动态需求量								
	1%	2%	5%	10%	50%	75%	80%	90%	95%
相对当前状态	-1474.7	-34.4	2046.0	3966.3	9567.4	12127.9	12580.8	14048.2	15168.5
相对原始状态	343.7	1784.0	3864.4	5784.8	11385.8	13946.3	14399.2	15866.7	16986.9

源需求,应将水位提高到 52.3 m,保护区东南角处那片低洼湿地才能获得充分的水资源.所以,确定水资源恢复上限为 52.3 m.

6.2 从保护区水资源需求量分析其可行性

a. 从动态需水量分析.天然状态下,按多年平均径流深 80 mm 计算,洪河保护区地表径流汇水量为 13 841.76 万 m³,其中包括保护区产流量 2012.96 万 m³.维持洪河保护区当前状态的平均动态需水量为 9 568 万 m³;恢复到近似原始状态的平均动态需水量为 11 995 万 m³.结合在洪河保护区下游布局的水资源保留工程,相应增加水面约 8 km²,则此段平均动态需水量为 524 万 m³.由此可见,在天然状态下洪河保护区水资源动态需求能从区域地表径流补充得到满足.

b. 从静态需水量分析.当洪河保护区水位从当前的 51.2 m(以洪河保护区核心区奋斗桥处沃绿兰河水位计)增高到 52.3 m(1957 年 5 年一遇丰水年水位)时,根据保护区目前水位 51.2 m,查阅洪河保护区水位库容曲线,得到洪河保护区目前水资源蓄存量为 10 800 万 m³;如果以 1957 年水位 52.3 m 对应的库容 21 800 万 m³ 作为恢复目标上限,则保护区静态需水量为 11 000 万 m³;如果结合在洪河保护区下游布局的水资源保留工程,当水位控制在 52.3 m 时,则相应增加水面约 8 km²,则此段平均静态需水量为 2 480 万 m³.由此可见,保护区平均水资源静态需水量为 13 480 万 m³.此部分水资源需求量,根据湿地生态演替规律,可以在今后 5~10 年,随着湿地生态的恢复及其自身水资源调节功能的增强,以及人为控制每年增加 0.1~0.2 m 水位来实现.

6.3 从降水频率与来水量潜力分析方案的可行性

如按本方案布局水资源恢复工程后,能汇入保护区的地表径流面积将达到 1 286.99 km²,多年平均产流量将达 10 288 万 m³;再加上保护区自身降水量(多年平均为 2 013 万 m³),保护区多年平均来水量将达 12 301 万 m³.在平水年水资源动态需求量达

9 567.4 万 m³,从理论计算上可以满足保护区水资源的需求.结合不同降水频率下来水量及不同降水频率下洪河保护区水资源动态需求分析(详见表 4 和表 5),可知在平水年或偏枯年洪河保护区的水资源量不能满足需求.

由此可知,应充分利用丰水年的洪水资源来调节保护区水资源的供应.本方案已设计 1 个平原水库,充分利用浓江上游来水特别是丰水期的洪水资源来调节保护区的需水,方案是科学合理的.

7 结 论

a. 本方案从理论层、技术层和工艺实施层上对洪河保护区水资源恢复方案进行了分析与探讨,且在最大程度上保证了水质的净化.

b. 湿地水资源恢复方案的设计,应严格遵循湿地生态演替规律,分析水资源需求过程,并详细科学地计算水资源需求量.

c. 由于洪河保护区周边为国营农场,为了实现保护区水资源的安全补给,必须充分利用洪水资源为保护区补水,同时充分考虑到水质污染情况,设计过渡带来净化水质,实现保护区水域生态系统恢复目标,才有可能最终达到湿地生物多样性保护与可持续利用.

参考文献:

- [1] 刘景瑞.三江平原资源与生态水利的实施探讨[J].水利水电科技进展,2002,22(6):27~29.

(收稿日期:2002-12-25 编辑:傅伟群)

