

巴音河流域下游湖泊湿地生态需水量研究

董滇红 王全锋 庞 瑞 丛 苹

(规划研究院)

[摘要] 我国西北干旱半干旱地区是水资源短缺和生态环境系统比较脆弱的地区。柴达木盆地地处西北地区,开展该区域生态需水研究,具有典型性和重要意义。以青海柴达木盆地巴音河流域下游尾间湖泊湿地为研究对象,以保护下游生态基本功能为目标,在下游湖泊面积变化分析的基础上,结合闭流湖自身水循环规律,根据高寒干旱半干旱地区湖泊水体蒸发量大、盐湖饱和水汽压较低等特征,分析确立了维持巴音河流域下游湖泊生态基本功能的面积要求,计算了下游湖泊湿地生态需水量。结果表明,维持巴音河流域下游湖泊湿地基本功能的生态需水量为24457.9万 m^3 。通过对巴音河流域下游湖泊湿地生态需水量的研究,为巴音河流域水资源的合理利用及生态环境保护,提供了科学依据。

[关键词] 湖泊湿地 生态需水量 生态环境系统

近百年来,湖泊和湿地由于全球气候变化的影响和人类活动的加剧影响,造成湖泊面积缩小,湿地减少,湖泊总体数量减少,地下水水位普遍下降,导致水体水质变化恶化、湖泊湿地的生态系统退化,已经引起了广泛重视^[1-6],湖泊湿地的生态需水量研究具有很重要的意义。

在我国,许多专家学者对湖泊生态需水进行了深入广泛的研究。其中有贾宝全根据湖泊在绿洲经济的贡献率大小及其与绿洲持续发展情况,采用蒸散量减去降雨量的生态用水点估算法^[7]研究,徐志侠等以维持南四湖湖泊水文和地形子系统功能不出现严重退化为目标,对湖泊最低水位所需生态需水量进行的研究论证^[8],李新虎等以水量平衡理论为基础,针对闭口型湖泊和吞吐型湖泊的特点提出的计算模型和方法^[9],谭晓明从工程建设对下游湖泊可能造成的生态影响角度出发,在长江和洞庭湖水系的水文特性分析基础上对洞庭湖枯水期最低生态需水量^[10]的研究,唐克旺等在考虑影响湖泊动态变化因素基础上,根据湖泊水量平衡对陕北红碱淖湖泊生态需水进行的研究^[11]。

本文以我国西北高寒干旱地区柴达木盆地巴音

河流域下游尾间湖泊和湿地为对象,尝试对高原内陆闭流湖的湖泊面积变化进行分析研究,并对湖泊湿地的生态需水量进行了初步估算。对指导巴音河流域水资源的合理利用及生态环境保护,提供科学依据,具有重要的现实意义。

1 巴音河下游湖泊湿地概况

巴音河流域下游尾间湖泊包括可鲁克湖、托素湖和尕斯库勒湖。如图1所示,可鲁克湖位于柴达木盆地东北部,德令哈市西南约40km处,是柴达木盆地最大的淡水湖。巴音河自可鲁克湖东北部流入,经可鲁克湖天然调节后,由连通河最终流入托素湖。托素湖是典型的内陆咸水湖。尕斯库勒湖位于德令哈市南部,为咸水湖。湖内盛产卤虫。

巴音河下游自一棵树至可鲁克湖,河谷平坦宽阔,形成了面积较大的天然湿地沼泽群,东西最长达35km,南北最宽达10km,其中常年有水的湿地水面40 km^2 ,河岸灌丛面积为110 km^2 ,合计灌丛、草甸复合群落150 km^2 。形成了独特的可鲁克湖—托素湖湖泊生态系统。

作者简介:董滇红(1966),男,陕西省西安市人,高级工程师,从事水资源系统循环研究及水资源利用、规划工作。

2 下游尾间湖泊面积变化及分析

根据青海省气象科学研究所 2007 年遥感监测资料,尕斯的水域面积变化不大,而可鲁克湖和托素湖发生了较大的变化,因此这里只对可鲁克湖和托素湖进行分析。两湖泊面积历年变化见图 2。可鲁克湖的面积在 1989—2001 年间变化不大,在 $54.9 \sim 59.6 \text{ km}^2$ 之间波动。自 2001 年开始,可鲁克湖面积变化幅度比较大,而 2002 年和 2005 年的面积达到 69.1 km^2 与 74.9 km^2 ,超出多年湖面平均面积 60 km^2 ,均与当年降雨量丰沛有关。根据资料显示,1972 年托素湖的面积为 151.7 km^2 ,1990 年为 149.8 km^2 ,从 1972 年到 1990 年,面积萎缩了 1.9 km^2 ,平均每年下降 0.106 km^2 ,湖泊蓄水量减少 0.58 亿 m^3 。从 1990—2000 年,湖泊水域面积从 149.8 km^2 萎缩至 135 km^2 ,面积萎缩了 14.8 km^2 ,平均每年萎缩 1.35 km^2 ,其中 135 km^2 为有资料以来的最低值,近年来萎缩的程度有所增加。2000 年后托素湖面积开始有所回升,到 2006 年底湖泊面积达 139.8 km^2 。总体上分析,从 1972—2006 年,面积萎缩了 11.9 km^2 ,平均每年萎缩 0.35 km^2 。



图 1 巴音河流域图

可鲁克湖和托素湖湖泊面积变化总体上呈现出减小的趋势,可鲁克湖面积变化不明显,托素湖面积变化相对较大。其原因是多方面的:首先,湖泊面积减小是青藏高原湖泊变化的一种普遍现象,近几十年来在全球气候变暖的背景下,青藏高原位于地球气候变化的敏感地区,出现了明显的干暖化^[12]。而位于青藏高原腹地的柴达木盆地气候增温比较显著,气温上升幅度高于青海青藏高原的平均水平,进入 20 世纪 90 年代(1991—2000 年)后升幅最为明显,并达到年代平均气温最高值^[13]。从德令哈

历年(1990—2006 年)降雨量也可以看出,上世纪 90 年代降雨量相比多年平均降雨量 180 mm 呈现出减少趋势。由于巴音河位处高原腹地,山区冰雪融水增加^[14],补水量又有所增加,这对于短时期内水资源循环是有利的,但是由于青藏高原独特的高原地理环境,水资源循环过程中径流散逸的同时蒸发量占据着比较重要的部分,最终导致湖泊水位持续下降,湖泊面积减小。



图 2 可鲁克湖和托素湖面积历年(1989—2006 年)变化图

其次,与该地区同期生产及生活用水不断增加有关。巴音河流域从 20 世纪 50—60 年代开始了大规模的灌区建设,最多时耕地面积达到了 1.33 万 km^2 ,限于当时经济发展、农业科技水平及水利投资规模,造成了一系列生态问题,包括土壤次生盐碱化,水土流失加剧,沙漠化等问题。上世纪 90 年代开始经济发展水平提高,水利建设发展,特别是黑石山水库的修建,巴音河水被水库拦蓄,部分改变了下游湖泊湿地生态需水过程。湖泊面积减小的程度受人类生产、生活影响比较明显。

3 生态需水研究

3.1 计算方法

可鲁克湖和托素湖的高程处于德令哈盆地的最低点,又是闭流湖流域地区,所以不考虑渗漏和地下径流的出湖水量的影响,主要考虑湖泊湿地的蒸发量。根据以上分析,巴音河流域下游尾间湖泊湿地的生态需水量主要考虑补充湖泊湿地水体蒸发的损失量。

根据水量平衡时的生态需水量计算方法,湖泊水体的损失,为湖泊出水总量减去进入湖泊水量。根据上面分析结果,为维持湖泊生态环境系统的基本功能,要求湖泊水量平衡不发生大的变化,设定在

地下水维持动态平衡的条件下,湖泊生态需水量主要是用来维持湖泊水量平衡而消耗于水面蒸发的净损失量,计算公式如下

$$WW = \sum A (E - P) \times 10^3$$

式中 WW 为水面蒸发消耗需水量, m^3/a ; A 为实测蒸发水面面积, m^2 ; E 为相应水面蒸发能力, mm; P 为相应水面上降水量, mm。

3.2 淡水和咸水湖水蒸发量关系

由于盐分的作用,盐湖的实际蒸发能力比淡水小。水资源根据盐度划分,盐度在 0~1‰ 之间为淡水, 5~8‰ 为微咸水湖,大于 30‰ 为盐湖。根据有关资料显示,托素湖盐度为 30‰,托素湖和尕斯库勒湖属于盐湖。水体的蒸发与水的密度关系密切,蒸发率随水的密度的增加而减小^[15]。不同浓度盐水蒸发量都低于淡水蒸发量,随浓度的增高蒸发比逐渐减少,盐水浓度的高低是影响水体蒸发速度最主要的因素^[16]。对于咸水湖及微咸水湖,中科院兰州分院曾于 1989—1990 年的 7—8 月在青海湖南岸下社水

文站的近湖地区进行了为期两年的蒸发试验。分别对湖水和泉水蒸发进行了观测,结果表明,20 cm 蒸发皿湖水蒸发量比泉水蒸发量约小 15%。这是由于咸水减少了饱和水气压,对水面蒸发有所抑制的原因。为了充分研究湖面咸水蒸发与淡水蒸发的关系,青海省水文局于 1988 年 5 月 1 日—9 月 31 日在青海湖湖中心的海心山设站,进行了为期 5 个月逐日水面蒸发量的量测,青海湖多年平均蒸发量(1965—2002 年)为 930.9 mm,周围附近几个水文站观测到的淡水蒸发量平均为 945.5 mm,所以当咸水湖盐度为 14‰ 时(即青海湖盐度),蒸发率为 98%。又据中科院青海盐湖研究所的实验结果表明,不同浓度的饱和咸水的蒸发量及其与淡水的比蒸发值均随咸水比重的增加而减少,比重为 1.21 时候,比蒸发值为 74%^[17]。根据以上分析,初步估算可鲁克湖、托素湖及尕斯库勒湖的蒸发量分别为 1193.3 mm、954.6 mm、895 mm。可鲁克湖、托素湖和尕斯库勒湖的蒸发量计算结果如下表 1 所示。

表 1 可鲁克湖、托素湖及尕斯库勒湖多年平均月、年蒸发量

单位: mm

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
可鲁克湖	22.7	34.6	74.6	123.2	164.1	163.1	174.5	163.1	124.2	80.9	41.8	26.5	1193.3
托素湖	18.2	27.7	59.7	98.6	131.3	130.5	139.6	130.5	99.3	64.8	33.4	21.2	954.8
尕斯库勒湖	17	25.9	55.9	92.4	123	122.3	130.9	122.3	93.1	60.7	31.4	19.9	894.8

3.3 下游尾间湖泊湿地生态需水量

可鲁克湖、托素湖及周边地区是由周围低山、丘陵和山前冲积扇向可鲁克湖,托素湖为中心平缓倾斜的平原,降水较少,蒸发量大。参考国内有关调查、研究的成果,初步估算柴达木盆地灌木林蒸腾量为 340 mm,河岸灌丛及草甸的植物蒸腾量为 340 mm。

根据蒸发量(1990—2006 年年平均蒸发量)、降雨量资料(1990—2006 年年平均降雨量),根据前述湖泊面积变化分析发现:可鲁克湖没有发生明显萎缩,位于尾间的托素湖面积有较大变化,1972 年该湖水域面积 151.7 km^2 ,2000 年达到有资料以来的最低值 135 km^2 ,2001 年后面积又逐渐回升,至 2006 年面积升至 139.8 km^2 。综合考虑流域国民经济发展、湖泊面积变化的特点以及可鲁克湖与托素湖之间存在补排关系,按照维持巴音河流域下游尾间通

河湿地和湖泊基本功能的面积(下游湿地的河岸灌丛面积为 110 km^2 ,湿地水域面积为 40 km^2 ;可鲁克湖水域面积为 59.6 km^2 ,托素湖水域面积为 135 km^2 ,尕斯库勒湖水域面积为 32.5 km^2)的要求,生态需水量计算如下:河岸灌丛及草甸生态需水量 1660.1 万 m^3 ,湿地生态需水量 4184.1 万 m^3 ,可鲁克湖 5985.1 万 m^3 ,托素湖 10334.4 万 m^3 ,尕斯库勒湖 2294.2 万 m^3 ,总需水量为 24457.9 万 m^3 ,见表 2。巴音河流域下游尾间湖泊湿地历年生态需水量(河岸灌丛及草甸面积固定不变,湖泊水域面积按照历年 1990—2006 年遥感影像成果进行计算)的计算结果见图 3。从上述湖泊面积变化和此计算结果综合分析评价,将 2000 年下游尾间湖泊湿地生态需水量 24457.9 万 m^3 做为维持巴音河流域下游尾间湖泊湿地基本功能的最小生态需水量是合理的。

表2 维持巴音河流域尾间湖泊和湿地的生态需水量

面积:km²,需水量:万 m³

项目	面积(km ²)	蒸发量(mm)	降雨量(mm)	植物蒸腾量(mm)	需水量(万 m ³)
河岸灌丛及草甸	110.0		189.1	340	1660.1
湿地补水	40.0	1235.1	189.1		4184.1
水域					
可鲁克湖	59.6	1193.3	189.1		5985.1
托素湖	135	954.6	189.1		10334.4
尕斯库勒湖	32.5	895	189.1		2294.2
合计					24457.9

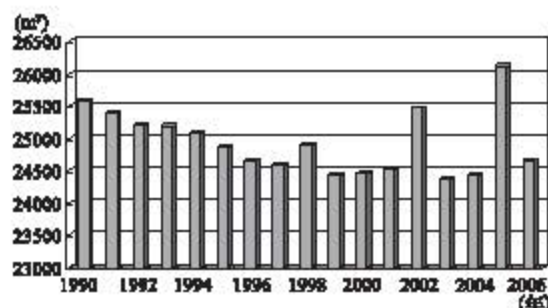


图3 巴音河流域尾间湖泊和湿地历年生态需水量(1990—2006年)

4 结语

(1)巴音河流域下游尾间湖泊托素湖的面积1972—1990年,面积萎缩了1.9 km²,平均每年下降0.106 km²。从1990—2000年,湖泊水域面积从149.8 km²萎缩至135 km²,面积萎缩了14.8 km²,平均每年萎缩1.35 km²。近年来萎缩的程度有所增加。在全球气候异常的背景下,除了局部水资源循环等自然条件的影响在一段时期内造成了湖泊萎缩的原因之外,经济发展、水资源的开发利用增加是影响湖泊面积减小的重要因素。

(2)巴音河流域下游湖泊的基本生态需水量主要考虑补充湖泊水体蒸发的水量损失量。可鲁克湖为淡水湖,托素湖和尕斯库勒湖属于盐湖,按照淡水蒸发量低于淡水蒸发量机理估算了可鲁克湖,托素湖和尕斯库勒湖的水体蒸发量。

(3)从湖泊面积变化和历年生态需水量计算结果综合分析评价,将2000年下游尾间湖泊和湿地生态需水量24457.9万 m³做为维持巴音河流域下游湖泊湿地基本功能的最小生态需水量。为今后全面系统地研究巴音河流域的生态需水问题,对高寒干旱半干旱地区生态环境系统的保护,合理配置水资源,都是十分必要的。

参考文献

- [1] 李世杰,李万春,夏威岚,等. 青藏高原现代湖泊变化的考察初步报告[J]. 湖泊科学,1998,10(4):95-96.
- [2] 索伯强. 气候变化对亚洲内陆湖泊影响研究 过去,现在与未来. 中国科学院南京地理与湖泊研究所(博士论文),1993.
- [3] 杨川德,邵新媛. 亚洲中部湖泊近期变化[M]. 北京:气象出版社,1993.
- [4] 徐志侠,王浩,唐克旺,等. 吞吐型湖泊最小生态需水研究[J]. 资源科学,2005,27(3):140-143.
- [5] 马荣华,杨桂山,段洪涛,等. 中国湖泊的数量、面积与空间分布[J]. 中国科学:地球科学,2011,41(3):394-401.
- [6] 杨桂山,马荣华,张路,等. 中国湖泊现状及面临的重大问题与保护策略[J]. 湖泊科学,2010,22(6):799-810.
- [7] 贾宝全,慈龙骏. 新疆生态用水量的初步估算[J]. 生态学报,2000,20(2):243-250.
- [8] 徐志侠,王浩,董增川,等. 南四湖湖区最小生态需水研究[J]. 水利学报,2006,37(7):784-788.
- [9] 李新虎,宋郁东,李岳坦. 湖泊最小生态需水探讨[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(2):114-117.
- [10] 谭晓明. 浅析洞庭湖区最小生态需水量[J]. 人民长江,2009,40(14):30-37.
- [11] 唐克旺,王浩,刘畅. 陕北红碱淖湖泊变化和生态需水初步研究[J]. 自然资源学报,2003,18(3):304-309.
- [12] 李世杰,李万春,夏威岚. 青藏高原现代湖泊变化与考察初步报告[J]. 湖泊科学,1998,10(4):95-96.
- [13] 汪青春,张国胜,李林,等. 柴达木盆地近40年气候变化及其对农业影响的研究[J]. 干旱气象,2004,22(4):29-33.
- [14] 刘燕华. 柴达木盆地水资源合理利用与生态环境保护[M]. 北京:科学出版社,2000. 13-37.
- [15] 洪嘉雄,卢瑞芝. 我国北方四大盐海区卤水蒸发计算及其分布[J]. 地理研究,1988,7(2):17-26.
- [16] 李万春,李世杰,魏培民,等. 高原咸水湖水水面蒸发估算 以兹格塘错为例[J]. 湖泊科学,2001,13(3):227-232.
- [17] 于升松,刘兴起,谭红兵,等. 茶卡盐湖水文、水化学及资源开发研究[J]. 盐湖研究,2005,13(3):10-16.