

## 卧龙湖湿地环境演化及其成因分析

张福群<sup>1,2,3</sup> 孙丽娜<sup>2</sup> 金成洙<sup>1</sup> 刘冰心<sup>3</sup> 尼庆伟<sup>4</sup>

(1. 东北大学, 辽宁 沈阳 110004; 2. 沈阳大学, 辽宁 沈阳 1130001; 3. 沈阳化工学院, 辽宁 沈阳 110042;  
4. 大连理工大学, 辽宁 大连 116024)

**摘要:**以卧龙湖湿地的基本概况和有关监测资料为基础,对卧龙湖湿地的历史演变规律以及1975~2004年湖水水位观测数据和调查资料进行分析,研究近29年来卧龙湖水位的变化趋势和水位下降的成因。运用水量平衡计算方法,得出气候、水文等自然因素和人为因素是导致近30年来入湖水量减少和水位下降的根本原因。

**关键词:**卧龙湖湿地;环境演化;成因分析;水量平衡计算

湿地是地球上水陆相互作用形成的独特生态系统,是自然界最富生物多样性的生态景观之一,也是人类重要的生存环境。其具有抵御洪水、调节径流、改善气候、控制污染以及美化环境和维护区域生态平衡等其他系统所不能替代的作用<sup>[1]</sup>。

### 1 卧龙湖湿地环境变迁的自然地理背景

卧龙湖是辽宁省最大的内陆湿地,是沈阳北部重要的生态屏障。该湖位于沈阳市北部康平县境内,地理坐标为东经123°17',北纬42°44'。界定保护区面积112 km<sup>2</sup>,水域面积64 km<sup>2</sup>。该地区处于我国干旱-半干旱与湿润-半湿润两种气候、耕地与荒漠两种土壤、森林与草原两种植被的生态过渡带上,其生态系统敏感脆弱,是国家一级生态敏感带。与一般湿地相比,它的生态功能尤为重要。同时,卧龙湖的地理位置很特殊,处于科尔沁沙地的东南缘地带和东南-西北季风区的下风向,并且临近康平县北部残存的风沙口、流动沙丘和固定沙丘,是抵御科尔沁沙地南侵和防风固沙的重要屏障,对于改善辽西北沙化地区的干旱气候、净化环境、补充地下水和调解水生态循环起到重要的作用<sup>[2]</sup>。卧龙湖湿地具有较大的集水区域,减轻了汛期洪水对周边农田、村庄和牧场的压力。

但是,近10年来,湿地水域面积逐年下降,有资料表明,湖区水域面积由1986年的66.5 km<sup>2</sup>变化到2003年的5.1 km<sup>2</sup>,目前基本处于干涸状态。卧龙湖湿地的消失丧失了卧龙湖湿地的生态功能,使阻止科尔沁沙地南侵的天然生态屏障遭到了破坏,严重地影响

了当地和沈阳地区的生态环境,加速了当地干旱少雨多风等不利气候的变化,恶化了区域经济发展的综合环境。

### 2 卧龙湖水面变化情况分析

卧龙湖平均水深只有1.5 m左右,湖底为平坦的“碟”状。基于对1986、1995、2000、2001及2003年的TM卫星影像数据,对该湖的水面面积的变化动态进行了分析,结果见图1。

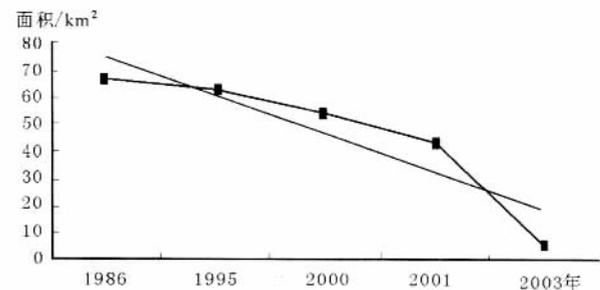


图1 历年卧龙湖面积变化情况

Fig. 1 The area change of Wolong Lake over the years

可以看出,卧龙湖水域面积自1986年和1995年的约65 km<sup>2</sup>减少到2001年的近50 km<sup>2</sup>,15年间减少15 km<sup>2</sup>水域面积,年均减小约1 km<sup>2</sup>;至2003年卧龙湖水域面积仅剩5 km<sup>2</sup>,3年间减少约45 km<sup>2</sup>,水域面积减小速度是前15年的3倍。因此,湖水的水位总的趋势是在下降。

### 3 卧龙湖湿地水量平衡分析

收稿日期: 2006-12-12; 修回日期: 2006-12-22. 李兰英编辑。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)资助项目(2004CB418506), 国家自然科学基金资助项目(20477029), 沈阳市科技局攻关项目(053115-1-01)。

### 3.1 影响湖水量变化的因素

卧龙湖的来水量主要由湖面降水 ( $P$ )、地表径流 ( $R_s$ )和地下径流 ( $R_e$ )三部分组成。耗水量主要为湖面蒸发 ( $E_{蒸}$ )损失<sup>[3]</sup>。

#### (1) 降水量 ( $P$ )

卧龙湖流域虽地处内陆,远离海洋,气候控制因素受北部的内蒙古气候影响显著,属干旱大陆性季风气候,主要特点是春季干燥而风大,夏季短暂而少雨,秋季凉爽而温差大,冬季长而寒冷。根据该地区 14 个雨量站 1975~2004 年的多年平均降雨量的观测,降雨量由西北向东南逐渐递增,西北部平均降雨为 350 mm,中部为 400~550 mm,东南部 550~650 mm。卧龙湖地区年平均降雨量为 300~900 mm,降水年际变化大。降水年内分配不均,7~9 月份降水量占全年的 85% 以上;降水量变差系数  $cv$  值一般在 0.15~0.30 之间,年最大与年最小降水量之比为 3 左右。

对该区 30 年降雨量等值线图分析可以看出,自 1975~2004 年该地区降雨量呈缓慢下降趋势,下降速率为 2.5 mm/a。根据卧龙湖地区水文站历年观测资料,采用算术平均法和面积加权法计算卧龙湖多年平均水面降水量为  $5.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,逐年降水量见图 2。

#### (2) 蒸发量 ( $E_{蒸}$ )

湖面蒸发量 ( $E_{蒸}$ )是卧龙湖水量减少的主要因素。根据卧龙湖环湖各站的水面蒸发资料(图 3)湖区春季随着气温较快回升和风速的增大,其蒸发量较快,5 月份达到最大值,月蒸发量占全年总量的 17%,6、7 月份随着气温的继续升高,风速减弱,月蒸发量较 5 月份有所下降,但仍维持较高水平,约占全年总蒸发量的 15% 和 10%。10~12 月份随着气温开始降低,风速减弱,其蒸发量降低较快,平均蒸发量约占全年的 6%。

卧龙湖的蒸发主要集中在 4~9 月份,其蒸发量约占全年的 75% 以上。

根据省有关部门 1975~2004 年观测资料(图 4),该地区平均蒸发量呈上升的趋势,主要是由于当地的气温、风速、饱和大气压以及太阳辐射等因素的变化,使卧龙湖的蒸发量逐年上升,特别是 1986~2003 年期间蒸发量显著增加,平均每年的蒸发水量约  $18 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。

#### (3) 地表入湖径流量 ( $R_s$ )

卧龙湖为低洼平原地区,较为平坦。主要有珍珠山、天龙山、龙背山蜿蜒分布于湖东岸,海拔高度在 76~100 m 之间。卧龙湖补水水源主要靠东、西马莲河,两条河流域面积主要在内蒙古自治区,属季节性河流,洪枯流量悬殊,非汛期地下基流补给河道。新引辽河(引于西辽河)是卧龙湖另一水源。由于上游截流灌溉,目前新引辽河河道内并无河水进入湖内。卧龙湖流域河网分布受降水的影响。河川径流量占总径流量的 80% 以上。

地表径流量中有一部分用于环湖地区的农业灌溉和工业生产及群众的生活用水,所以地表入湖径流中应扣除人类生产活动的用水量。根据辽宁省有关部门的多年统计资料分析计算,卧龙湖流域多年平均径流量 ( $R_s$ )为  $7.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ <sup>[4]</sup>。

#### (4) 地下径流补给量 ( $R_e$ )

卧龙湖入湖地下径流主要受降水、地表水、河床潜流和山前侧向补给等影响,但还与卧龙湖水位的升降有关。由于该地区地表地面平坦开阔,地表植被发育,表层为不连续的亚沙土、亚黏土薄层,故降雨渗透力强,渗透系数约为 0.36。地下侧向补给水量十分可观。计算表明,地下水侧向补给量  $1.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ <sup>[5]</sup>。

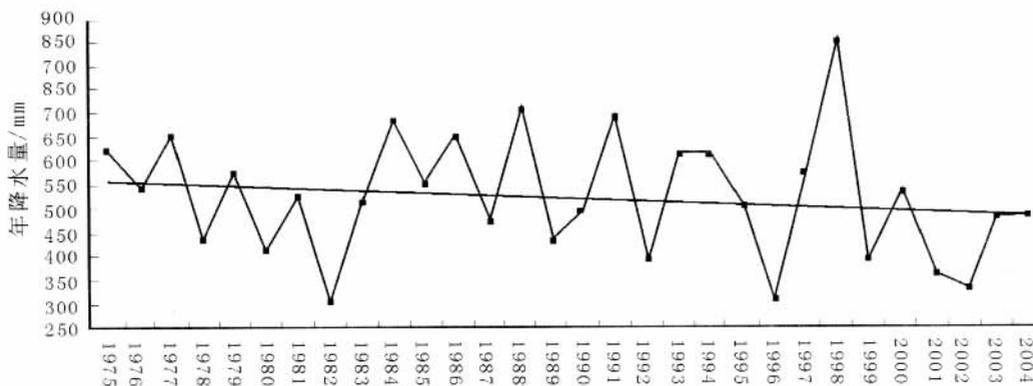


图 2 卧龙湖地区历年降雨曲线图

Fig. 2 Curve of annual precipitation in Wolong Lake area

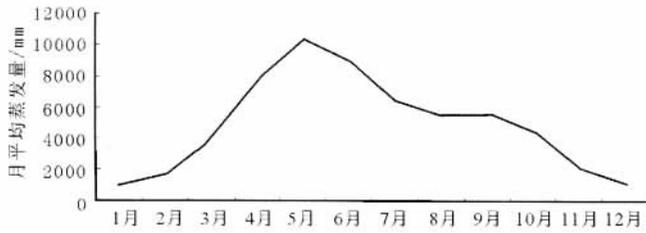


图3 卧龙湖地区月平均蒸发量曲线图

Fig. 3 Curve of average monthly evaporation in Wolong Lake area

### 3.2 卧龙湖水量平衡分析

卧龙湖无河道与外界相连,只设置南闸、北闸两出口为调洪所用,因此可将卧龙湖看作一个封闭的内陆湖泊,其水量平衡关系式为:

$$E_{蒸} - (P + R_s + R_g) = \pm \Delta W$$

式中  $\Delta W$  为湖水储量变量。

经分析,卧龙湖流域多年平均地表径流资源为  $7.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,湖泊降水量  $5.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,地下水入湖补给量为  $1.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,湖体水面蒸发量为  $18.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,卧龙湖每年亏水量约为  $3.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。

### 4 湖水位下降原因探讨

通过上述自然概况简介以及水量平衡的分析可知,卧龙湖水面面积的变化与气候条件和人为的干扰因素具有密切的关系。主要影响因素如下:

#### (1) 气候、水文等环境因素的综合影响

通过对卧龙湖的水量平衡分析可知,气候因素对卧龙湖影响主要表现在两方面:一是直接导致卧龙湖广阔的水面蒸发加大,天然降水减少,使湖水水量入不敷出;二是导致周边地区尤其是流域控制区降雨减少,水泡子数量及储量减少,地下潜流减弱,补给河流径流减少,从而大大影响了卧龙湖入湖水量。

#### (2) 水源的过度利用引起卧龙湖水源补给不足

连接卧龙湖的东、西马莲河是卧龙湖主要的补水渠道,两条河流多水时向河内泄水。由于内蒙古自治区大量弃牧改田,发展高耗水农业,致使东、西马莲河上游地区众多水泡子迅速萎缩,甚至消亡,破坏了沙地水文循环,使地下潜流减少;由于在内蒙古和康平境内,人们均在两条河上建造拦河坝,大量河水被截流用于灌溉,并增加了灌溉的水田,大量消耗水量,从而影响了卧龙湖的入湖水量。

#### (3) 植被的破坏

卧龙湖湖区内人为挖掘沟壑将湖区一分为二,使芦苇和蒲草生长区被隔开,并将大量经济效益较低的蒲草和芦苇大片铲除,改建成农田、养鱼场,水生植物失去了营养源和栖息地,加上人工投放过量的鱼、蟹等,破坏了原有水生植物,蓄水能力急剧下降,加剧了湖水干枯速度。

#### (4) 盲目的旅游开发

卧龙湖湖泊湿地以东、西马莲河为主要水源。自20世纪90年代中期,卧龙湖作为旅游胜地进行开发,在卧龙湖周围修筑环湖公路55 km、环湖堤坝38 km,人为隔断了包括东、西马莲河在内的10余条河流的河水入湖和区域面积汇水区的雨水径流入湖,使卧龙湖失去了主要的补水水源。

#### (5) 养殖业发展加速了卧龙湖水位下降

湖区大量的水产养殖和水田的开发,既消耗了湖水,又破坏了原有滩涂的蓄水保水作用,加快了湖水的蒸发,导致湖水的干枯。

### 5 结论

(1) 卧龙湖水域面积自1986年和1995年的约65 km<sup>2</sup>减少到2001年的近50 km<sup>2</sup>,至2003年卧龙湖水域面积仅剩5 km<sup>2</sup>,湖水的水位总体呈下降的趋势。

(2) 通过对该区的30年等值曲线图分析可以看

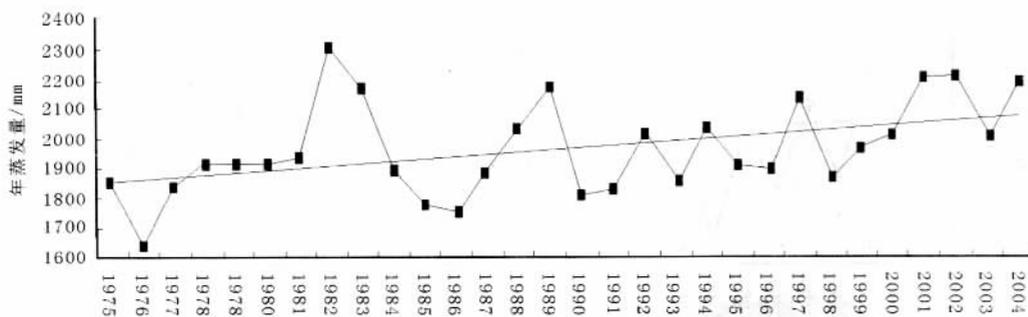


图4 卧龙湖地区年蒸发量变化趋势图

Fig. 4 The changing trend of annual evaporation in Wolong Lake area

出,自 1975~2004 年,该地区降雨量呈缓慢下降趋势,而该地区平均蒸发量却呈上升的趋势,因此,气候、水文等自然因素的影响,导致湖水亏损量累计值保持递增的趋势,也是导致湖水位下降的根本原因。

(3) 卧龙湖流域多年平均地表径流资源为  $7.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,湖泊降水量  $5.8 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,地下水入湖补给量为  $1.7 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,湖体水面蒸发量为  $18.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,卧龙湖每年亏水量约为  $3.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ 。

(4) 人类大量的活动导致卧龙湖周边的生态环境的破坏是湖水位下降另一个主要原因。

#### 参考文献:

- [1] 杨志峰,等. 生态环境需水量理论、方法与实践[M]. 北京: 科学技术出版社, 2003.
- [2] 于得水. 卧龙湖湿地生态系统恢复与保护对策[J]. 中南林业调查规划, 2004, (1).
- [3] 刘昌明. 西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究·生态环境卷[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [4] 燕华云. 青海湖水量平衡分析与水资源优化配置研究[J]. 湖泊科学, 2003(1).
- [5] Vepraskas M J, Huffman R L, Kreiser G S. Hydrologic models for altered landscapes[J]. Geoderma, 2005.

## ENVIRONMENTAL EVOLUTION AND GENETIC ANALYSIS OF THE WOLONG LAKE WETLAND IN LIAONING, CHINA

ZHANG Fu-qun<sup>1,2,3</sup>, SUN Li-na<sup>2</sup>, JIN Cheng-zhu<sup>1</sup>, LIU Bing-xin<sup>3</sup>, NI Qing-wei<sup>4</sup>

(1. Northeastern University, Shenyang 110004, China; 2. Shenyang University, Shenyang 113001, China; 3. Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang 110042, China; 4. Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaonmg Province, China)

**Abstract:** Based on the study on the data from observing and measuring between 1975 and 2004 for the Wolong Lake, the historical evolution of the wetland is analyzed. The water table changing trend of the Wolong Lake in the 29 years and the causes of the drop-off are studies. The water balance in the lake area is calculated according to the fundamental situation and monitoring data of the Wolong Lake wetland and its catchments area. It is proved that the water table drop-off and the water volume reducing in the lake for approximately three decades are resulted from the natural factors and man-induced factors such as climate, hydrology and so on.

**Key words:** the Wolong Lake wetland; environmental evolution; genetic analysis; calculation of water balance

作者简介:张福群(1973—),男,满族,讲师,博士研究生,2004 至今在东北大学资源与土木工程学院矿产普查与勘探专业攻读博士学位,主要研究方向生态环境、地质灾害方面等。

通讯作者:孙丽娜,女,教授, E-mail//zhangfuqun\_11@163.com

(Continued from Page 106)

arsenopyrite contains invisible gold, which cannot be found even by electron microprobe. The invisible Au in arsenopyrite mostly occurs as nanometer fine grains.

**Key word:** gold deposit; arsenopyrite; typomorphic characteristics; nanometet gold; Hunan Province

作者简介:陈明辉(1973—),男,湖南龙山人,工程师,1991年毕业于湖南有色金属工业学校,2002年毕业于湘潭大学,从事矿产地质勘查工作,通信地址:湖南省吉首市乾州新建路1号,邮政编码416007.