

## 鄱阳湖水位变化对候鸟栖息地的影响\*

刘成林<sup>1</sup>, 谭胤静<sup>2</sup>, 林联盛<sup>3</sup>, 陶海南<sup>3</sup>, 谭晦如<sup>2,3</sup>

(1: 南昌大学建筑工程学院, 南昌 330031)

(2: 江西省科学院生物资源研究所, 南昌 330029)

(3: 江西省山江湖委员会办公室, 江西省遥感信息系统中心, 南昌 330046)

**摘要:** 鄱阳湖越冬候鸟保护最重要的环节是保护栖息地, 候鸟栖息地的面积和空间分布随水位过程而变化. 在分析认定鄱阳湖湿地景观分类中水陆过渡带及其上下摆动区(稀疏草滩区和浅水区)为越冬候鸟主要栖息地的基础上, 选择不同水位的遥感影像资料, 经解译定量分析不同水位水陆过渡带面积及其空间分布, 从而分析不同水位条件对候鸟栖息地的影响. 进而分析研究鄱阳湖国家级自然保护区微地形水位过程候鸟栖息地变化及对候鸟越冬的影响, 提出湖泊湿地候鸟栖息地(水陆过渡带)水位过程的自然变化, 尤其是湖泊湿地微地形水位过程变化是保证候鸟(尤其是水禽)越冬的重要影响因素. 枯水期鄱阳湖水位 14.18m(星子站, 黄海高程)以上时, 水陆过渡带将缩小乃至消失, 鄱阳湖湿地作为越冬候鸟栖息地的功能将丧失.

**关键词:** 鄱阳湖; 水位过程; 候鸟; 栖息地

## The wetland water level process and habitat of migratory birds in Lake Poyang

LIU Chenglin<sup>1</sup>, TAN Yinjing<sup>2</sup>, LIN Liansheng<sup>3</sup>, TAO Hainan<sup>3</sup> & TAN Huiru<sup>2,3</sup>

(1: School of Civil Engineering and Architecture, Nanchang University, Nanchang 330031, P. R. China)

(2: Institute of Biology Resource, Jiangxi Academy of Science, Nanchang 330029, P. R. China)

(3: Center for Remote Sensing of Jiangxi Province, Nanchang 330046, P. R. China)

**Abstract:** The habitat preservation is important for the protection of migratory birds wintering in Lake Poyang, while the bird habitat area and spatial distribution change along with water level processes. This paper analyzed the topography classification of wetland transitional zone of Lake Poyang and fluctuating area in the water and land (sparse marsh areas and shallow water) as wintering habitat for migratory birds. Then we selected remote-sensing image data under different water level and obtained different water surface area of the transitional zone and its spatial distribution, and analyzed various water level conditions influence on the habitat of migratory birds. Through analysis of Lake Poyang National Nature Reserve, under the topography of water level processes, changes in migratory birds and their habitat of migratory birds wintering in the impact of the proposed wetland birds on the lake habitat (land and water transition zone), the natural water level process was important measures for ensuring the migratory birds (especially waterfowl) living through the winter in Lake Poyang.

**Keywords:** Lake Poyang; water level process; migratory birds; habitat

目前长江勘测规划设计研究有限责任公司和江西水利规划设计院正在编制鄱阳湖水利规划, 其中涉及鄱阳湖水利枢纽工程建设. 为此, 江西省政府围绕鄱阳湖水利枢纽工程建设设立六个重大专题开展研究, 其中“鄱阳湖水利枢纽工程对越冬候鸟的影响”专题由李文华、刘兴土院士牵头研究并提出初步结论, 即鄱阳湖水利枢纽工程建设必须遵循鄱阳湖水文节律的自然规律, 以保护具有国际影响的越冬候鸟. 本文正是在这种背景下, 结合在研的国家科技支撑计划项目“鄱阳湖生态保护与资源利用研究”中, 鄱阳湖湿地景观类

\* 国家科技支撑计划项目(2007BAC23B01, 2007BAC23B05)资助. 2010-04-15 收稿; 2010-09-10 收修改稿. 刘成林, 男, 1973年生, 博士, 副研究员; E-mail: liuchl@qq.com.

\*\* 通讯作者; E-mail: tanhuiru@mrl.org.cn.

型演替及其驱动力研究的初步成果,即鄱阳湖湿地的水文过程导致湿地生态景观类型处于动态变化之中,这种动态变化,一方面表现为周期性出现的湿地生态景观类型的多样性及其空间分布的变化,另一方面表现为长期演替性的湿地生态景观格局的改变.在此基础上采用不同水位的遥感影像资料和实测水文资料,从鄱阳湖水位变化对越冬候鸟栖息地的影响探讨对越冬候鸟的保护,既是对上述专题研究的呼应和补充,又可供拟议中的鄱阳湖水利枢纽工程及其调度运行设计的参考.

## 1 鄱阳湖水文、湿地概况

### 1.1 湿地水文特征

鄱阳湖是中国第一大淡水湖,是一个季节性吞吐型湖泊.它上承赣、抚、信、饶、修五大河流,下与长江相通,上游来水经湖泊调蓄注入长江.其独特的水文特征使湖泊汛期湖水茫茫一片,呈湖相,枯期水落滩出,呈陆相.一年内水位变化过程:4月进入汛期,7月达最高水位,8-9月略降,由于长江水顶托仍维持较高水位,10月水位稳定下降,11月进入枯水期,至翌年3月,水位年变幅9.79-15.36m.年际间水位变幅更大,湖口水位1963年2月6日为5.9m,1998年7月31日为22.59m,水位差达16.69m.表现为典型的水陆交替出现的湿地景观<sup>[1-2]</sup>.

### 1.2 湿地景观类型

1.2.1 水域 由水域和水生生物组成.分两个层次:浅水区(<50cm)和深水区.植物种群依水的深度呈环带状平行分布在湖水中,浅水处分布挺水植物,较深处分布浮叶植物、沉水植物,表水层(光亮带)含有浮游植物和飘浮植物,以上均为自养生物生产者;主要消费者是鱼类、鸟类、两栖类、爬行类及哺乳动物等脊椎动物.深水层处有机物质和腐屑颗粒不断沉积,其中有大量还原者成分生活.

1.2.2 湖滩草洲 由季节性或常年性的积水洼地、草滩和湿生植物组成.景观表现为稀疏草滩和茂密草滩,初级生产者是草甸植物,但由于季节性淹水,除挺水植物外,形成水生植物群落和湿生植物群落交替消长.消费者主要是牛、猪等家畜和鹅、鸭等家禽,以及鸟类、昆虫、兽类,还有螺、蚌等软体动物,是钉螺的主要繁育场所.

1.2.3 水陆过渡带 由沼泽、泥滩、沙滩组成,上接稀疏草滩,下联浅水水域,随水文过程在上述两者间摆动,形成水陆交替出现、水生植物群落和湿生植物群落交替消长的典型生物生境.水陆过渡带有两种形式:洲滩前缘和碟形洼地.这种因鄱阳湖水文过程造就的浅水-水陆过渡带-稀疏草滩的湿地区域——即是严格定义的湿地.

## 2 鄱阳湖越冬候鸟的栖息地

### 2.1 鄱阳湖的候鸟

自20世纪80年代初世界最大白鹤群在鄱阳湖越冬被发现以来,鄱阳湖及其越冬候鸟便引起国际社会的关注.每到冬天,几万、十几万甚至几十万只候鸟来鄱阳湖越冬,2006年12月中国科学院组织调查水禽数量为52.7万只,2009年2月江西有关部门采用航空调查水禽数量为40.9万只.数百种候鸟中有大量珍稀鸟类,特别是大量珍稀水禽,如白鹤(占世界该种群的95%)、东方白鹳(占该种群的50%)等大型涉禽,鄱阳湖因此被誉为“候鸟天堂、白鹤王国”.江西省政府1983年在鄱阳湖(吴城)设立鄱阳湖湿地自然保护区,1988年国务院批准上升为国家级自然保护区,90年代初我国成为“国际湿地公约”缔约国,鄱阳湖湿地成为我国首批列入“国际重要湿地名录”的湿地.

### 2.2 鄱阳湖越冬候鸟栖息地分析

2.2.1 越冬候鸟栖息地的基本要求 (1) 食物条件.充足的各种食物能满足不同鸟类越冬栖息的需求.水陆过渡带是鄱阳湖各种生物集中分布区,既有水生植物、湿地植物及其块茎、块根、须根和嫩芽等,又有鱼类、虾蟹类、两栖类、爬行类、昆虫以及螺、蚌等底栖动物等等.(2) 环境条件.浅水、沼泽、泥滩、稀疏草滩等多样的活动空间符合各种候鸟的觅食要求,如鹤、鹳类大型涉禽在浅水区(20cm左右)觅食.(3) 无天敌或人类干扰.水位越低,水陆过渡带离岸(干扰源)越远,反之,则越近.

2.2.2 越冬候鸟栖息地及候鸟分布 (1) 主要栖息地.鄱阳湖水陆过渡带及其摆动区域(浅水区和稀疏草

滩),符合越冬候鸟栖息地的基本要求,因此,是鄱阳湖越冬候鸟的主要栖息地,而适当水位的水陆过渡带是以水禽为主的越冬候鸟的最佳栖息地。

(2) 候鸟分布. 野生动植物保护部门正是选择具备上述条件的区域,在鄱阳湖区建立了保护鸟类及其栖息地的自然保护区 16 个,其中两个为国家级自然保护区,分别是鄱阳湖国家级自然保护区和南矶湿地国家级自然保护区;4 个为省级自然保护区,它们分别是:都昌候鸟保护区,江西青岚湖自然保护区,鄱阳白沙洲自然保护区,余干康山候鸟自然保护区;以及 8 个县级保护区. 国家和省级自然保护区面积 1817 km<sup>2</sup>,占鄱阳湖面积的 44.45%. 这些保护区集中了鄱阳湖约 90% 的冬候鸟,以 2006 年 12 月中国科学院组织调查为例,水禽总数量为 52.7 万只,其分布情况见图 1<sup>①</sup>.

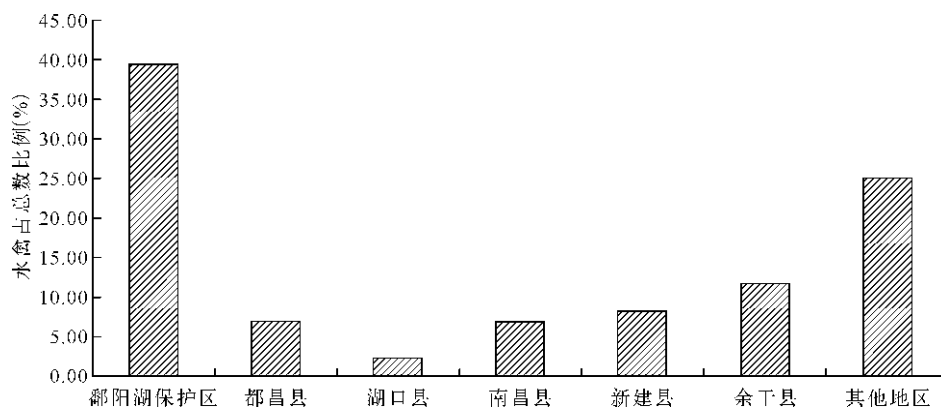


图 1 2006 年环湖调查各区域水禽占总数比例

Fig. 1 The proportion of waterfowl in each surveyed region around Lake Poyang, 2006

### 2.3 鄱阳湖候鸟保护区栖息地状况

多次鸟类航空和实地调查表明,鄱阳湖候鸟最集中的分布区是两个国家级候鸟自然保护区,约占冬候鸟的 60%—80%。

2.3.1 鄱阳湖国家级自然保护区<sup>[3]</sup> 位于江西省北部,鄱阳湖西北角,赣江、修河的交汇处,地跨九江市永修、星子和南昌市新建 3 县. 1988 年国务院批准的鄱阳湖国家级自然保护区总面积约为 224km<sup>2</sup>,后列入“国际重要湿地名录”. 保护区以永修县吴城镇为中心,辖 9 个季节性湖泊(碟形洼地)及其草洲。

2.3.2 南矶湿地国家级自然保护区<sup>[4]</sup> 位于鄱阳湖南部,赣江三角洲前沿地带,在南昌市新建县界内,以新建县南矶山乡为主体,其余为湖滩草洲和水域,区域总面积约 330km<sup>2</sup>. 区内河道纵横,有 22 个季节性天然湖泊,以及湖弯、港汊、沼泽、草洲。

在保护区低水位时,一部分形成洲滩前沿水陆过渡带,一部分形成季节性各自独立的碟形洼地,高水位时,连成一片,汇入茫茫鄱阳湖. 使得保护区内生物资源丰富、湿地类型多样,是鄱阳湖最典型湿地的代表,也是最受国际关注的湿地。

## 3 鄱阳湖不同水位候鸟栖息地遥感调查分析

### 3.1 鄱阳湖越冬候鸟(尤其是珍稀水禽)栖息地遥感调查

选择星子站不同水位 5.99m、7.92m、10.19m、11.01m、11.91m、13.02m、14.18m 七景卫星(TM, 1991—2008 年)遥感影像资料,将湿地景观分水域(深水、浅水)、水陆过渡区(沼泽、泥滩、沙滩)、草滩(稀疏草滩、茂密草滩),经解译,分别量算其面积。

### 3.2 不同水位水陆过渡带(候鸟栖息地)面积和空间分布的变化

根据遥感调查结果,结合候鸟生活习性,分析研究鄱阳湖越冬候鸟最佳栖息生境,及其不同水位栖息地

① 刘观华,曾南京. 鄱阳湖水鸟分布与保护. 长江中下游湿地与候鸟保护战略研讨会,南京,2010.

的空间变化(表1和图2).

3.2.1 数量变化 以水陆过渡带为例,从5.99-14.18m的水位变化过程,其面积由1187.29 km<sup>2</sup>渐次减少为626.57、502.32、502.83、403.01、101.11、18.01 km<sup>2</sup>. 加上浅水区和稀疏草滩面积分别为2311.6、1808.17、1194.14、1267.01、1285.19、1295.26、344.4 km<sup>2</sup>.

表1 不同水位湿地景观类型遥感调查面积统计(km<sup>2</sup>)

Tab.1 Wetlands area on different water level landscape types by remote sensing survey

一级类	二级类	5.99m	7.92m	10.19m	11.01m	11.91m	13.02m	14.18m
水域	深水	550.19	847.30	1396.57	1463.63	1589.87	1720.49	2655.34
	浅水	443.33	773.83	402.21	415.82	389.71	741.64	76.08
	合计	993.53	1621.13	1798.78	1879.45	1979.58	2462.13	2731.42
水陆过渡带	沼泽	650.82	267.68	287.05	281.56	245.74	95.17	0.00
	泥滩	516.57	319.58	208.01	208.44	157.27	0.00	0.00
	沙地	19.90	39.31	7.25	12.83	并入泥滩	5.94	18.01
	合计	1187.29	626.57	502.32	502.83	403.01	101.11	18.01
裸露草洲	稀疏草洲	680.98	407.77	289.61	348.36	492.47	452.51	250.31
	茂密草洲	257.48	461.79	526.55	386.52	242.21	101.98	117.53
	合计	938.47	869.56	816.17	734.89	734.68	554.50	367.83

3.2.2 空间变化 水陆过渡带由远岸向近岸移动的空间分布变化情况见图2,图中黄线勾出者为两个国家级自然保护区.以(吴城)国家级自然保护区为例,当水位从5.99m到水位14.18m时,保护区保护的9个小湖泊逐步与大湖连通而减少,11.01m时有6个,14.18m时仅有4个,即保护区所在地丁家山周围的大湖池、中湖池、常湖和大沙湖.

### 3.3 栖息地变化对候鸟的影响分析

(1) 水位越高水陆过渡带(候鸟栖息地)面积越小,这样鸟类生存空间缩小,水位到13.02m时水陆过渡区缩小,为101.11km<sup>2</sup>,到14.18m时则显著缩小,仅有18.01km<sup>2</sup>,即使加上浅水区和稀疏草滩也仅344.4km<sup>2</sup>.

(2) 水位越高水陆过渡带由远岸向近岸移动,候鸟栖息地越接近人类居住地,成为人类放牧、捕鱼、采摘等的活动地带,候鸟易受到惊扰,人鸟矛盾越剧烈.

(3) 鄱阳湖湖底较平坦,水陆过渡带随着枯水期水位下降而移动,稀疏草滩→沼泽、泥滩→浅水依次转移,不断形成新的食物丰富的候鸟栖息地,是鄱阳湖适于候鸟越冬的根本原因,也是鄱阳湖作为候鸟栖息地优于其它地方之所在.

## 4 鄱阳湖湿地水陆过渡带水位变化与候鸟栖息研究

上面的分析研究表明,鄱阳湖水陆过渡带是越冬候鸟的主要栖息地,水陆过渡带面积和分布随着水位变化而变化,使我们从宏观上了解了鄱阳湖水文过程对越冬候鸟栖息地及越冬候鸟的影响.但实际上,水陆过渡带水文过程的微观变化对候鸟栖息的影响更重要.下面将进一步分析研究鄱阳湖枯水期水位下降过程水陆过渡带水文变化对候鸟栖息的影响.由于两个国家级自然保护区多年的观测资料表明,无论从湿地的典型性,还是从越冬候鸟(尤其是珍稀涉禽)的种类数量,都具有代表性.因此,本文选择这两个保护区进行微观变化研究.

### 4.1 国家级自然保护区微地貌的水位变化

4.1.1 鄱阳湖国家级自然保护区 从地形条件看,9个核心湖区,都有一个极为平坦的湖心区.大汉湖和蚌湖的湖心区高程较低,为10.6-10.9m和11.5-11.9m,其他7个小湖的湖心区高程在12.1-12.9m之间(表2).其中沙湖中心还有一个低于12.0m的低洼区,面积约0.408km<sup>2</sup>.除大汉湖、蚌湖以外,各个小湖在湖心区外缘周边,有一道由滩唇、低丘和天然沙堤组成的封闭外沿,形成一个从湖心到湖沿水由深到浅的碟形盆地.从地质条件看,核心湖区底部和四周多为由颗粒较细的粘、粉粒经多年淤积形成的较厚湖相粘土和沙壤土,既适宜水生植物和鱼虾的生长,又能使碟形洼地在一段时间内维持一定的水位.

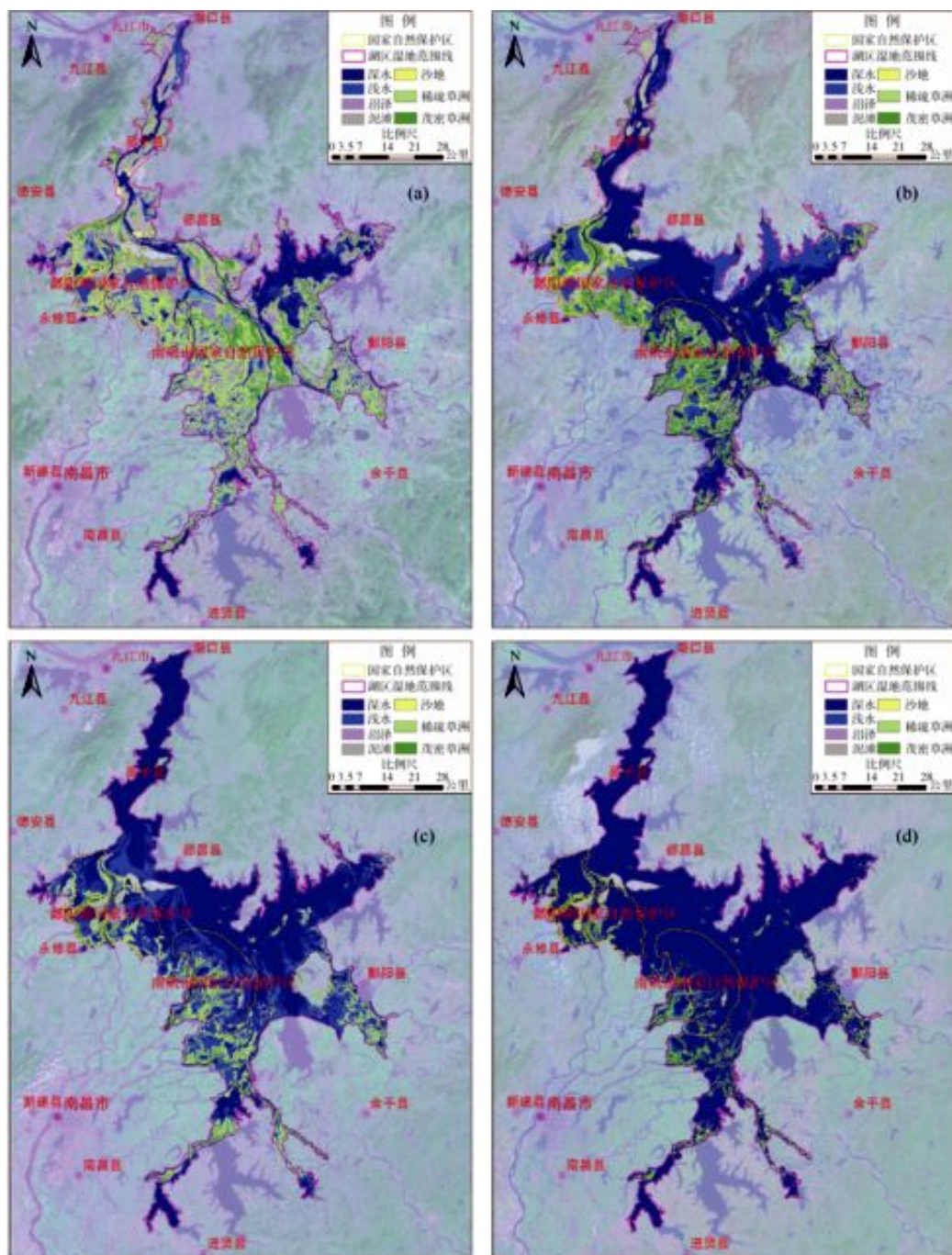


图2 鄱阳湖湿地景观分类图  
 星子水位:黄海(吴淞)高程

Fig. 2 Wetland landscape classification of Lake Poyang

(a) 5.99(7.96)m; (b) 10.19(12.16)m; (c) 11.91(13.88)m; (d) 14.18(16.15)m

表2 鄱阳湖自然保护区地形参数  
Tab.2 Terrain parameter of Lake Poyang Nature Reserve

地形参数	蚌湖*	沙湖	大湖池	中湖池	嫦湖池	象湖	大汉湖	朱市湖	梅西湖	合计
保护区核准面积(km <sup>2</sup> )	73	14	30	6	7	4	85	2	3	224
核心区										
边沿高程(m)	12.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	11.0	13.0	13.0	
面积(km <sup>2</sup> )		5.618	22.028	3.416	2.209	0.867	8.386	0.409	1.067	44.0
中心高程(m)	11.5-11.9	12.1-12.6	12.1-12.9	12.6-12.9	12.3-12.8	12.2-12.7	10.6-10.9	12.1-12.5	12.4-12.8	

\* 蚌湖没有闭合的湖心区。

4.1.2 南矶湿地国家级保护区 地形可划分为三类(表3)<sup>[4]</sup>:(1) 河口三角洲. 南矶自然保护区地域为赣江三角洲的一部分. 形成以扇形展布的三角洲, 前缘(水下)向湖中推进7-8km, 表面较平缓, 水下前缘坡降0.14‰-0.22‰, 组成物质主要为粒度均匀的粉细砂. 各分流河道的泥砂沉积, 形成了一系列的天然堤、沙洲及分流间洼地. 河口三角洲总的形态特征是起伏较小, 微向湖中倾斜, 后缘标高14m左右, 前缘(水下)标高11-12m. (2) 湖湾. 南矶自然保护区所见湖湾为分流间洼地湖湾, 为河口三角洲分流间洼地蓄水而成, 或由河口三角洲前缘天然堤迅速推进, 使局部湖湾封闭隔离形成具有“泻湖”性质的湖湾, 其湖底低于外湖湖底. (3) 湖底平原. 湖底平原系以水下河道为中心发育而成的湖底淤积平原, 自南向北微微倾斜, 东西两侧不对称, 水下河道位置偏东, 底坡西缓而东略陡.

表3 南矶山水下地形要素统计  
Tab.3 Topographic elements of Nanjishan under the water

断面位置	水下河道		湖底标高(m)				纵坡降(‰)		底质
	河床标高(m)	天然堤标高(m)	西侧	坡降(‰)	东侧	坡降(‰)	湖底	河床	
南矶山	8.2	12	11.3-12.4	凹地	10.6-12	向东倾斜 0.25	0.03	0.06	砂泥

#### 4.2 两个保护区水位过程

鄱阳湖国家自然保护区以吴城为中心, 其水文水位过程以吴城水文站水位过程为准; 南矶湿地国家级自然保护区内无水文站, 以离该保护区(20km内)最近的棠荫水位站水位过程为准. 两水文站均用长系列实测水位资料, 吴城站为1953-2006年月平均水位, 棠荫站为1962-2005年月平均水位(图3).

在鄱阳湖越冬的候鸟每年10月开始陆续到来, 翌年4月离开, 每年9月吴城平均水位14.19m, 最高19.74m, 最低9.00m; 棠荫平均水位14.38m, 最高19.74m, 最低10.05m. 吴城保护区湖底高程最低10.6m, 最高12.6m, 碟形洼地边缘13.0m; 南矶湿地湖底高程最低10.6m, 三角洲后缘14.0m. 10月以后水位慢慢下降, 吴城保护区12月降至9.67m(最高12.72m, 最低8.15m); 南矶湿地降至10.43m(最高13.23m, 最低8.16m); 这种情况一直维持到翌年3-4月.

在无人干扰的情况下, 枯水期鄱阳湖水位自然下降, 对于三角洲, 由于三角洲后-前缘高程为14-11m(部分到10m), 水陆过渡带(也就是候鸟栖息地)缓慢下移, 产生新的觅食区, 但到12月水位降至10m, 由于10m以下“水体约束在湖床河道和局部而零星分布的低洼地”<sup>[5]</sup>, 洲滩前缘出现陡水带, 水陆过渡带浅水区消失; 对于碟形洼地, 由于碟形洼地外边缘为13m, 水位下降时其内能维持2-3m水深, 由于渗漏少和冬季水面蒸发量小, 维持时间相当长.

根据两个保护区的长期观察, 碟形洼地水位稳定不退, 或水位下降很慢, 这种情况对雁鸭类等游禽影响较小, 而对重点保护的鹤、鸕类等珍稀涉禽影响很大, 能满足白鹤等珍稀涉禽主要食物(苦草、马来眼子菜及其冬芽等)栖息的空间(水陆过渡带及浅水区)并不大, 这些涉禽只能作短暂的停留, 或根本就不在此栖息. 然而鄱阳湖渔民有一种独特的生产活动习惯, 即所谓“斩秋湖”: 为了便于捕鱼, 到了秋末冬初, 渔民会通过

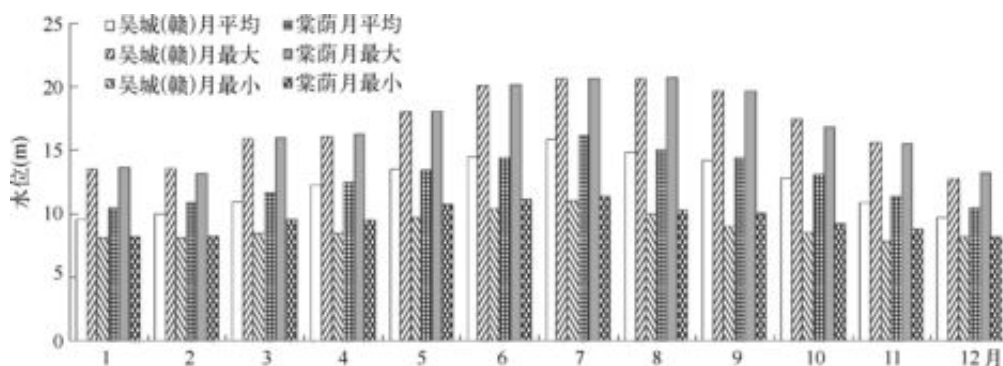


图3 吴城站(赣江)、棠荫站 1953-2006 年月平均、最大、最小水位

Fig. 3 The water level (monthly average, maximum and minimum) of Wucheng Station(Gan River) and Tangying Station(1953-2006)

挖排水沟自流放水,出水口装鱼笼捕鱼,同时渐渐降低洼地水位。水位降不下去时,就加深排水沟,直至洼地水基本排干,以便“竭泽而渔”。这样在一段时间,无意之中降低了碟形洼地水位,候鸟又回到这些碟形洼地栖息觅食,直到洼地水基本排干,又迫使鹤、鹳等候鸟飞走,去寻找新的栖息地。保护区长期观察的结果表明:如果没有人类活动的影响,使洼地水位逐渐降低,不断形成新的食物充足的水陆过渡带,就不能长时间维持适于候鸟(尤其是鹤、鹳等)越冬的最佳栖息条件(生境)。

保护区的管理人员从鄱阳湖渔民“斩秋湖”的生产活动中发现一条重要规律:即无论碟形洼地长期积水或很快将积水放干,都不利于候鸟栖息,只有使碟形洼地水位逐渐降低,才有利于大型珍稀涉禽栖息。根据上述宝贵经验,保护区近些年,在各级政府的支持下,基本解决了与渔民的矛盾,将保护区内的湖泊管理权收归国有,当汛期过后保护区各小湖泊出露,保护区管理人员视洼地水情和鸟情,排放洼地中的水,逐渐降低水位以利候鸟栖息觅食,这已成为保护区必须的工作。

致谢:江西省水利规划设计院熊大衍研究员在论文写作过程中给予了指导并提供水文资料,谨此表示衷心感谢。

## 5 参考文献

- [1] 鄱阳湖研究编委会. 鄱阳湖研究. 上海:上海科技出版社,1988:18-20.
- [2] 王晓鸿,樊哲文,谭晦如. 鄱阳湖湿地生态系统评估. 北京:科学出版社,2004:32-35,45-48.
- [3] 吴英豪,纪伟涛. 江西鄱阳湖国家级自然保护区研究. 北京:中国林业出版社,2002:21-24.
- [4] 刘信中,樊三宝,胡斌华. 江西南矶山湿地自然保护区综合科学考察. 北京:中国林业出版社,2006:25-29.
- [5] 朱海宏,张本. 鄱阳湖. 安徽:中国科学技术大学出版社,1997:7-9.
- [6] 胡振鹏,葛刚,刘成林等. 鄱阳湖湿地植物生态系统结构及湖水位对其影响研究. 长江流域资源与环境,2010,19(6):598-605.
- [7] 葛刚,纪伟涛,刘成林等. 鄱阳湖水利枢纽工程与湿地生态保护. 长江流域资源与环境,2010,19(6):606-612.
- [8] 闵骞,谭国良,金叶文. 鄱阳湖生态系统主要问题与调控对策. 中国水利,2009,(11):44-47.