

## 鄱阳湖枯水期延长背景下越冬水鸟群落结构、丰富度及其空间分布格局\*

张娜<sup>1</sup>, 李言阔<sup>1\*\*</sup>, 单继红<sup>2</sup>, 涂小斌<sup>2</sup>, 张育慧<sup>3</sup>, 李跃<sup>4</sup>, 汪凌峰<sup>5</sup>, 应钦<sup>6</sup>

(1: 江西师范大学生命科学学院, 南昌 330022)

(2: 江西省野生动植物保护管理局, 南昌 330038)

(3: 九江市林业局, 九江 332000)

(4: 都昌候鸟省级自然保护区管理局, 九江 332600)

(5: 鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区管理局, 南昌 330033)

(6: 江西农业大学林学院, 南昌 330045)

**摘要:** 鄱阳湖是我国最大的淡水湖,也是具有国际意义的候鸟越冬地. 本研究于2015和2016年越冬期对鄱阳湖越冬水鸟的群落结构、丰富度和空间分布进行了系统的调查,分别记录到水鸟494033和388017只,隶属于6目13科68种. 雁形目和鸕形目鸟类种类最多,其次是鹤形目和鹤形目;从生态型来看,游禽32种,涉禽36种. 雁鸭类相对丰富度最高,是鄱阳湖越冬水鸟的优势类群,其次是鸕形目鸟类,而2015和2016年鹤形目鸟类数量仅占当年总数量的2.6%和1.4%. 在鄱阳湖湿地的不同区域,越冬水鸟种类组成差异较大. 从空间分布来看,越冬水鸟主要集中在鄱阳湖自然保护区、九江湿地和南昌湿地. 开展鄱阳湖越冬水鸟的种群数量调查,摸清越冬水鸟群落结构和种群丰富度现状,对于有针对性地开展越冬水鸟保护具有重要意义.

**关键词:** 鄱阳湖;越冬水鸟;丰富度;多样性;分布

## Community structure, abundance and spatial distribution of water birds wintering in Poyang Lake wetland

ZHANG Na<sup>1</sup>, LI Yankuo<sup>1\*\*</sup>, SHAN Jihong<sup>2</sup>, TU Xiaobin<sup>2</sup>, ZHANG Yuhui<sup>3</sup>, LI Yue<sup>4</sup>, WANG Lingfeng<sup>5</sup> & YING Qin<sup>6</sup>

(1: *College of Life Sciences, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, P.R.China*)

(2: *Jiangxi Wildlife Service, Nanchang 330038, P.R.China*)

(3: *Jiujiang Forestry, Jiujiang 332000, P.R.China*)

(4: *Duchang Provincial Migratory Bird Nature Reserve, Jiujiang 332600, P.R.China*)

(5: *Nanji National Nature Reserve of Poyang Lake, Nanchang 330033, P.R.China*)

(6: *College of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, P.R.China*)

**Abstract:** Poyang Lake is the largest freshwater lake in China and an internationally important wintering ground for water birds. In this study, the water bird community structure, abundance and spatial distribution are systematically investigated. The survey covers the whole area of Poyang Lake and records a total of 68 species of water birds belonging to 13 families from 6 orders. In total, 494033 and 388017 individuals were observed in winter of 2015 and 2016. Water birds of Anseriformes and Charadriiformes were the most abundant in species number, followed by Ciconiiformes and Gruiformes. There were 32 waterfowl species, and 36 shorebirds. As for relative abundance, Anatidae was the most abundant and thus the dominant group, followed by Charadriiformes. While Gruiformes only accounted for about 2.6% and 1.4% in 2015 and 2016. Meanwhile, evident spatial variations of water bird abun-

\* 国家自然科学基金项目(31660618,31460107)和江西省水利厅科技项目(KT201436)联合资助. 2018-02-22 收稿; 2018-06-04 收修改稿. 张娜(1995~),女,硕士研究生; E-mail: 2579164614@qq.com.

\*\* 通信作者; E-mail: liyankuo@126.com.

dance and species composition were found in Poyang Lake. Therefore, it is of great significance to find out the current status of wintering water birds in Poyang Lake for scientific decision-making on water bird conservation.

**Keywords:** Poyang Lake; wintering water birds; abundance; bird diversity; distribution

鄱阳湖地处长江南岸,江西省北部,面积广阔,是我国最大的淡水湖,也是全球重要的水鸟越冬地,在世界生物多样性保护上有着极为重要的意义<sup>[1-2]</sup>. 在鄱阳湖越冬的水鸟最多纪录超过 50 万只,是白鹤(*Grus leucogeranus*)、白头鹤(*G. monacha*)、白枕鹤(*G. vipio*)、东方白鹳(*Ciconia boyciana*)、小天鹅(*Cygnus columbianus*)等珍稀濒危鸟类的重要越冬地,世界上约 99% 的白鹤和 80% 以上的东方白鹳在此越冬<sup>[3]</sup>. 作为全球重要的水鸟越冬地,鄱阳湖湿地生态环境直接关系到区域水鸟的越冬安全,影响着其全球种群的恢复和发展. 因此,开展鄱阳湖越冬水鸟的种群数量调查,摸清越冬水鸟群落结构和种群丰富度现状对于掌握长江流域乃至全球水鸟种群动态具有重要的意义<sup>[4]</sup>.

1980s 以来,鄱阳湖区生物多样性受到越来越多的关注,鸟类物种多样性和群落结构一直是鄱阳湖区生物多样性保护研究的热点. 大量的研究报道了鄱阳湖湿地鸟类多样性<sup>[5-7]</sup>,但是由于鄱阳湖湿地面积大、湖泊众多,导致绝大多数鸟类多样性研究集中在鄱阳湖局部地区,如鄱阳湖国家级自然保护区、鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区、都昌候鸟省级自然保护区<sup>[8-9]</sup>. 小尺度上的鸟类调查虽然能够部分反映鄱阳湖湿地的鸟类群落特征,但是无法揭示整个鄱阳湖湿地的鸟类资源状况,也无法为管理部门从较大的尺度上制定科学的候鸟保护管理对策提供精准的科学依据.

近年来受气候变化和长江上游水利工程的影响,鄱阳湖水位情势发生了明显改变,尤其表现为枯水期提前,冬季水位持续偏低<sup>[10]</sup>,对鄱阳湖湿地的一系列生态过程产生了显著的影响. 有学者对此进行研究发现,自 2003 年三峡大坝蓄水运行后,鄱阳湖全年的月平均水位均低于运行前<sup>[11]</sup>,湿地的过早露出,直接决定了越冬水鸟对食物和栖息地的可获得性,虽然这种可获得性在一定程度上取决于不同水鸟获得食物的能力,但是过低水位造成的岸线长度减少、植物资源的过早萌芽,会严重影响水鸟栖息地的分布,导致越冬水鸟生存质量下降.

因此,为了进一步掌握鄱阳湖区水文情势变化下越冬水鸟资源现状,我们分别在 2015 年和 2016 年越冬期对鄱阳湖区越冬水鸟进行了系统调查,旨在摸清鄱阳湖区越冬水鸟资源现状,掌握鄱阳湖湿地生态环境改变背景下越冬水鸟的丰富度、物种多样性以及空间分布,为鄱阳湖区越冬水鸟的保护和管理提供科学依据.

## 1 研究区域概况

鄱阳湖(28°22'~29°45'N, 115°47'~116°45'E)是我国最大的淡水湖泊,流域面积  $16.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,位于长江中下游南岸,江西北部. 该区属亚热带湿润季风型气候,气温季节性变化明显,年平均气温 17.6°C,年降水量 1450~1550 mm. 鄱阳湖湿地分布有丰富的鸟类资源,迄今共记录鸟类 352 种,隶属 17 目 61 科,其中水鸟 6 目 16 科 133 种,占中国水鸟种数的 49%;世界自然保护联盟(IUCN)受胁鸟类 16 种,国家 I 级保护鸟类 9 种,国家 II 级保护鸟类 49 种,包括白鹤、青头潜鸭(*Aythya baeri*)、东方白鹳、中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)等. 在居留型方面,冬候鸟 130 种,留鸟 99 种,夏候鸟 62 种,旅鸟 52 种,迷鸟 9 种. 鄱阳湖区目前共建立以候鸟及湿地生态系统保护为主要保护对象的保护区 18 个,总面积达 2006.18  $\text{km}^2$ ,已经构建了相对完善的鄱阳湖越冬水鸟就地保护网络<sup>[12]</sup>.

鄱阳湖是一个季节性吞吐型湖泊,承接江西五大水系(赣江、抚河、信江、饶河、修水)的来水,同时水位也受到长江来水的影响,长江来水时有倒灌入湖的现象. 水位年变幅达 9.79 m,4 月进入汛期,呈湖相,7 月达最高水位,11 月进入枯水期,持续到翌年 3 月,表现为独特的湿地景观<sup>[13]</sup>. 丰、枯水期的鄱阳湖水域面积、水容积相差极大,“高水是湖,低水似河,丰水一片,枯水一线”是鄱阳湖区的自然地理特征. 但受三峡工程的影响,鄱阳湖水文动态发生改变,自 2010 年以来水位发生了明显的变化,2010—2016 年枯水期提前,水位下降速度增大,同时丰水期水位增高,高水位持续时间增长(图 1),这对鄱阳湖越冬水鸟的栖息生存将产生消极效应.

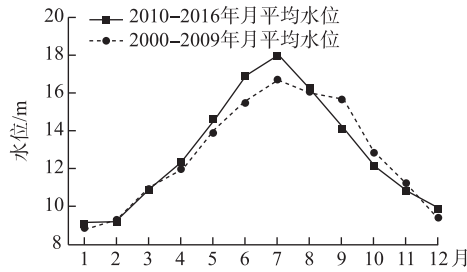


图1 鄱阳湖 2000—2016 年月平均水位

Fig.1 Average water level of Poyang Lake during the period of 2000–2016

## 2 研究方法

### 2.1 水鸟调查

本研究分别于 2015 年 12 月 26 日和 2017 年 1 月 17 日采用样线法开展鄱阳湖越冬水鸟同步调查,均在当天上午 9 点开始,调查区域跨度为整个鄱阳湖区(图 2),包括鄱阳湖区 3 市 13 县(市、区)境内所有主要湖泊(表 1)。根据湖泊的空间分布,将调查地区划分为 5 个片区:鄱阳湖国家级自然保护区、南矶湿地国家级自然保护区、九江市鄱阳湖区湿地(简称九江湿地)、南昌市鄱阳湖区湿地(简称南昌湿地)和上饶市鄱阳湖区湿地(简称上饶湿地)。

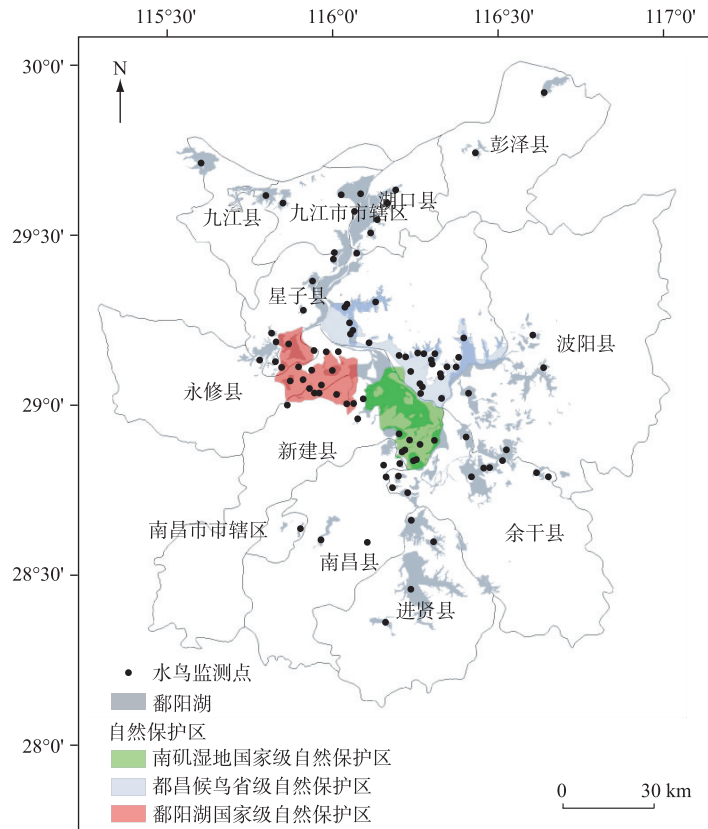


图 2 研究地区和水鸟调查湖泊位置

Fig.2 Study area and the locations of water bird surveys

根据子湖数量,设计了41条样线,每个调查组负责1~3个样线,每组人员至少包括1名专业人员和1名当地野生动物保护管理站的工作人员. 每组配备1台单筒望远镜(20~60)、1台双筒望远镜(8×42)、GPS和相机等工具. 调查主要采用环湖步行或乘船的方式开展,发现水鸟后以单筒望远镜确认鸟种并计数,将无法鉴定的物种归入未识别种类. 在计数时,对数量较小的群体(包括鹤类和鸬鹚目鸟类)采取直接计数法,而对集群较大、数量较多的种类(包括鸿雁、豆雁、灰雁、白额雁和鸬鹚目鸟类等),将大的集群分为20、50或100的小群体分别计数. 在调查中由于距离太远而不能识别的鸟类,则按照生态类群进行统计,例如:“鸭类”、“雁类”、“鸬鹚类”等.

本研究鸟类分类体系参考郑光美《中国鸟类分类与分布名录》(第2版)<sup>[14]</sup>. 查阅相关的参考资料<sup>[15-16]</sup>,确定鸟类居留型、生态型和保护级别. 本研究依据《湿地公约》中的定义,将鸬鹚目、鸬鹚目、雁形目、鸬鹚目、鸬鹚目(鸬鹚科、鸬鹚科)和鸬鹚目(鸬鹚科、秧鸡科)划分为水鸟.

表1 调查湖区  
Tab.1 Survey sites

地区	县(区、市)	湖区
鄱阳湖国家级自然保护区	星子县	大湖池、朱市湖、常湖池、象湖、中湖池、大汉湖、董家湖、梅西湖、小滩湖、苍湖、茶湖、蚌湖、沙湖、长湖、寺下湖、邓湖、蚕豆湖、州边湖
南矶湿地国家级自然保护区	新建县	上北甲湖、洞塘湖、下北甲湖、神塘湖、红兴湖、三泥湾、战备湖、白沙湖、常湖、凤尾湖、北深湖、上茶湖、中茶湖、下茶湖、上段湖、曾备湖、男深湖、赣江尾闾、草皮角湖、珠湖、东湖口、太子河道、饭湖、泥湖、神宕湖、人参湖、赣江中支、东江湖
九江湿地	都昌县	马影湖、千字湖、矾山湖、黄金嘴、南溪湖、龙潭湖、输湖、竹筒湖、焦潭湖、石碑湖、新妙湖、大泻池、小泻池、泉阳圩堤、十里湖、沙港、范垄、老爷庙、西湖、泥坑湖、宋家汉、钱公桥湖、泊水湖、高桥湖、下坝湖、花庙湖、火山垅湖、江畔湖、盘湖
	湖口县	皂湖、泊洋湖、南北港湖
	共青城	南湖
	彭泽县	太白湖、芳湖
	瑞昌区	赤湖
	九江县	赛城湖、东湖、赤湖、里湖、谷山湖、团湖
	庐山区	鞋山湖、谷山湖、七里湖
	星子县	梅溪湖、十里湖、蓼花池
南昌湿地	南昌市	瑶湖、三湖
	进贤县	青岚湖、金溪湖、坎下湖、陈家湖、军山湖
上饶湿地	余干县	插旗湖、润溪湖、前湖、康山大堤、大湖口、东湖、林充湖、南山湖、程家池
	鄱阳县	大小莲子湖、汉池湖、大鸣湖、茶湖、企湖

## 2.2 数据分析

利用 Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 优势集中性指数、Peilou 均匀性指数分析鄱阳湖区鸟类群落特征.

鸟类群落多样性采用 Shannon-Wiener 多样性指数计算,公式为:

$$H' = - \sum (P_i) (\log_2 P_i) \quad (1)$$

群落优势度指数采用 Simpson 优势度指数计算,公式为:

$$D = 1 - \sum P_i^2 \quad (2)$$

式中, $H'$ 为多样性指数, $D$ 为 Simpson 优势度指数, $P_i$ 表示物种*i*的个体在所有物种个体总数中的比例.

均匀性的测度采用 Peilou 均匀性指数计算,公式为:

$$J = H' / H_{\max} \quad (3)$$

$$H_{\max} = \log_2 S \quad (4)$$

式中, $J$ 为Pielou均匀性指数, $H_{\max}$ 为多样性的最大值, $S$ 为物种数.

### 3 结果

#### 3.1 水鸟种类组成

2015年和2016年冬季共记录水鸟68种,隶属6目13科(表2).其中,2015年冬季记录水鸟50种,494033只,可识别水鸟419210只,占总数的84.9%,未识别到种的个体74823只,占15.1%;2016年冬季记录63种水鸟,388017只,可识别水鸟数量297251只,占总数的76.6%,未识别个体90766只,占23.4%.未识别水鸟主要是雁鸭类和鸬鹚类物种.在68种水鸟中,绿鹭(*Butorides striatus*)、棉凫(*Nettapus coromandelianus*)、中华秋沙鸭、黑翅长脚鹬(*Himantopus himantopus*)、白腰杓鹬(*Numenius arquata*)仅在2015年冬季有记录;小白鹭(*Egretta intermedia*)、夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)、黑脸琵鹭(*Platalea minor*)、小白额雁(*Anser erythropus*)、黑雁(*Branta bernicla*)、赤膀鸭(*Anas strepera*)、青头潜鸭、普通秋沙鸭(*Mergus merganser*)、斑头秋沙鸭(*Mergellus albellus*)、普通秧鸡(*Rallus aquaticus*)、红脚苦恶鸟(*Amaurornis akool*)、灰头麦鸡(*Vanellus cinereus*)、长嘴剑鸻(*Charadrius placidus*)、环颈鸻(*Charadrius alexandrinus*)、矶鹬(*Actitis hypoleucos*)、红脚鹬(*Tringa totanus*)、林鹬(*T. glareola*)、针尾沙锥(*Gallinago stenura*)、扇尾沙锥(*G. gallinago*)仅在2016年冬季有记录.具体见表2.

从物种组成来看,雁形目和鸬鹚目鸟类种类最多,雁形目鸟类1科25种,主要是雁鸭类物种;鸬鹚目鸟类5科23种,包括反嘴鹬科、鸬鹚科、鹬科、鸥科、燕鸥科.其次是鹤形目鸟类,3科9种,包括鹭科、鹤科、鹮科;鸬鹚目鸟类2科8种,包括鸬鹚科和秧鸡科;鸬鹚目鸟类1科2种,即鸬鹚科;鸬鹚目鸟类1科1种,即鸬鹚科(表2).从生态型看,游禽4目5科32种,包括鸬鹚目、鸬鹚目、雁形目、鸥科、燕鸥科;涉禽类3目8科36种,包括鸬鹚目、鸬鹚目、鸬鹚目(除鸥科、燕鸥科外).

在地理区系构成上,该区鸟类组成具有明显的古北界特征,古北界种类达53种,占总数的77.9%;东洋界种类共7种,占总数的10.3%;广布种8种,占总数的11.8%.在居留型方面,冬候鸟46种,夏候鸟10种,留鸟4种,旅鸟7种,迷鸟1种,分别占水鸟种类的67.6%、14.7%、5.9%、10.3%、1.5%,可见冬季鄱阳湖水鸟群落结构还是以冬候鸟为主(表2).

在68种鸟类中,IUCN受胁鸟类9种,包括极危物种白鹤和青头潜鸭;濒危种东方白鹳、黑脸琵鹭和中华秋沙鸭;易危种白头鹤、白枕鹤、鸿雁(*A. cygnoides*)和小白额雁.国家一级保护鸟类5种,包括东方白鹳、黑鹳(*Ciconia nigra*)、中华秋沙鸭、白头鹤、白鹤;国家二级保护鸟类6种,包括白琵鹭(*Platalea leucorodia*)、黑脸琵鹭、小天鹅(*Cygnus columbianus*)、白额雁(*A. albifrons*)、灰鹤(*G. grus*)、白枕鹤;江西省级保护鸟类29种.属于《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境的协定》的鸟类有48种,属于《中华人民共和国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》的有11种,列入《国家保护的有益的或者具有重要经济价值,科学研究价值的陆生野生动物名录》的有54种(表2).

#### 3.2 水鸟丰富度

雁鸭类相对丰富度最高,是鄱阳湖越冬水鸟的优势类群,其次是鸬鹚目鸟类.在2015和2016年,雁鸭类水鸟分别为432378和270103只,各占当年水鸟总数的87.5%和69.6%;鸬鹚目鸟类分别为24713和51675只,各占当年水鸟总数的5.0%和13.3%.再次是鹤形目和鸬鹚目鸟类,2015和2016年冬季鹤形目鸟类分别为14068和19434只,分别占2.8%和5.0%,鸬鹚目鸟类分别为12877和5267只,各占2.6%和1.4%;鸬鹚目和鸬鹚目鸟类相对丰富度最低,其中鸬鹚目鸟类2015年仅2878只,占0.6%,2016年数量增加到4465只,占1.2%;鸬鹚目仅有一个物种,即普通鸬鹚(*Phalacrocorax carbo*),2015年记录到7119只,占1.4%,2016年仅2514只,占0.6%.

雁形目鸟类:雁类在两次调查中个体数量最多,数量分别为261580和217833只,分别占雁形目鸟类总数的60.5%和80.6%.2015年冬季鸿雁、小天鹅和豆雁(*Anser fabalis*)是优势物种,种群数量分别为152918、65882和84002只,各占雁形目鸟类总数的35.4%、15.2%和19.4%.虽然2016年的个体数量与2015年相比差距较大,但所占比例相当,其种群数量分别为86367只、34559只和47853只,各占雁形目鸟类总数的32.0%、12.8%和17.7%.

表 2 2015—2016 年冬季鄱阳湖越冬水鸟物种组成和丰富度\*

Tab.2 The wintering water bird species and abundance in Poyang Lake in winter of 2015 and 2016

	中文名	学名	数量		居留 型	区系 从属	保护 级别	中日	中澳	三有
			2015 年	2016 年						
一、鸬鹚目	PODICIPEDIFORMES									
(一) 鸬鹚科	Podicipedidae									
1	小鸬鹚	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	1824	3050	留	广	Ⅲ			√
2	凤头鸬鹚	<i>Podiceps cristatus</i>	1054	1415	冬	古	Ⅲ	√		√
二、鹈形目	PELECANIFORMES									
(二) 鸬鹚科	Phalacrocoracidae									
3	普通鸬鹚	<i>Phalacrocorax carbo</i>	7119	2514	夏	广	Ⅲ			√
三、鹮形目	CICONIIFORMES									
(三) 鹭科	Ardeidae									
4	苍鹭	<i>Ardea cinerea</i>	1932	4236	留	东	Ⅲ			√
5	白鹭	<i>Egretta garzetta</i>	3423	1595	夏	东	Ⅲ			√
6	中白鹭	<i>Egretta intermedia</i>	0	48	夏	东		√		√
7	夜鹭	<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	52	夏	广		√		√
8	绿鹭	<i>Butorides striata</i>	62	0	夏	广	Ⅲ	√		√
(四) 鹮科	Ciconiidae									
9	东方白鹮	<i>Ciconia boyciana</i>	4976	3880	冬	古	I	√		
10	黑鹮	<i>Ciconia nigra</i>	1	23	冬	古	I	√		
(五) 鸬科	Threskiornithidae									
11	黑脸琵鹭	<i>Platalea minor</i>	0	3	旅	古	II	√		
12	白琵鹭	<i>Platalea leucorodia</i>	3674	9597	冬	古	II	√		
四、雁形目	ANSERIFORMES									
(六) 鸭科	Anatidae									
13	小天鹅	<i>Cygnus columbianus</i>	65882	34559	冬	古	II	√		
14	鸿雁	<i>Anser cygnoides</i>	152918	86367	冬	古	III	√		√
15	豆雁	<i>Anser fabalis</i>	84002	47853	冬	古	III	√		√
16	小白额雁	<i>Anser erythropus</i>	0	637	冬	古	III	√		√
17	白额雁	<i>Anser albifrons</i>	16109	18075	冬	古	II	√		
18	灰雁	<i>Anser anser</i>	2397	6376	冬	古	III			√
19	黑雁	<i>Branta bernicla</i>	0	1	迷	东				√
20	赤麻鸭	<i>Tadorna ferruginea</i>	1985	518	冬	古	III	√		√
21	针尾鸭	<i>Anas acuta</i>	413	1036	冬	古	III	√		√
22	绿翅鸭	<i>Anas crecca</i>	574	4200	冬	古	III	√		√
23	罗纹鸭	<i>Anas falcata</i>	3949	1347	冬	古		√		√
24	绿头鸭	<i>Anas platyrhynchos</i>	10637	1253	冬	古	III	√		√
25	斑嘴鸭	<i>Anas poecilorhyncha</i>	15863	12016	留	古	III			√
26	花脸鸭	<i>Anas formosa</i>	8	76	冬	古	III	√		√
27	赤膀鸭	<i>Anas strepera</i>	0	307	冬	广	III	√		√
28	赤颈鸭	<i>Anas penelope</i>	39	759	冬	古	III	√		√
29	红头潜鸭	<i>Aythya ferina</i>	2507	2557	冬	古	III	√		√
30	青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	0	40	冬	古	III	√		√
31	白眼潜鸭	<i>Aythya nyroca</i>	88	10	冬	古				√
32	翘鼻麻鸭	<i>Tadorna tadorna</i>	56	2	冬	古	III	√		√
33	凤头潜鸭	<i>Aythya fuligula</i>	515	206	冬	古	III	√		√
34	棉凫	<i>Nettapus coromandelianus</i>	30	0	夏	东	III			√
35	普通秋沙鸭	<i>Mergus merganser</i>	0	103	冬	古	III	√		√

续表 2

	中文名	学名	数量		居留型	区系从属	保护级别	中日	中澳	三有
			2015年	2016年						
	36 斑头秋沙鸭	<i>Mergus albellus</i>	0	10	冬	古		√		√
	37 中华秋沙鸭	<i>Mergus squamatus</i>	12	0	冬	古	I			
五、鹤形目	GRUIFORMES									
(七) 鹤科	Gruidae									
	38 灰鹤	<i>Grus grus</i>	7290	1554	冬	古	II	√		
	39 白头鹤	<i>Grus monacha</i>	425	280	冬	古	I	√		
	40 白枕鹤	<i>Grus vipio</i>	1844	550	冬	古	II	√		
	41 白鹤	<i>Grus leucogeranus</i>	2564	1149	冬	古	I			
(八) 秧鸡科	Rallidae									
	42 黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>	435	53	夏	广		√		√
	43 白骨顶	<i>Fulica atra</i>	319	1679	冬	古				√
	44 普通秧鸡	<i>Rallus aquaticus</i>	0	1	冬	古		√		√
	45 红脚苦恶鸟	<i>Amaurornis akool</i>	0	1	留	东				√
六、鸻形目	CHARADRIIFORMES									
(九) 反嘴鹬科	Recurvirostridae									
	46 黑翅长脚鹬	<i>Himantopus himantopus</i>	5	0	旅	古		√		√
	47 反嘴鹬	<i>Recurvirostra avosetta</i>	10781	16880	冬	古	III	√		√
(十) 鸻科	Charadriidae									
	48 凤头麦鸡	<i>Vanellus vanellus</i>	314	1052	冬	古	III	√		√
	49 灰头麦鸡	<i>Vanellus cinereus</i>	0	56	夏	东	III			√
	50 长嘴剑鸻	<i>Charadrius placidus</i>	0	1	旅	古				√
	51 金眶鸻	<i>Charadrius dubius</i>	2	6	夏	古			√	√
	52 环颈鸻	<i>Charadrius alexandrinus</i>	0	1	冬	广				√
(十一) 鹬科	Scolopacidae									
	54 白腰杓鹬	<i>Numenius arquata</i>	2	0	冬	古		√	√	√
	54 黑尾塍鹬	<i>Limosa limosa</i>	1120	2520	冬	古		√	√	√
	55 鹤鹬	<i>Tringa erythropus</i>	5397	10486	冬	古		√		√
	56 泽鹬	<i>Tringa stagnatilis</i>	1000	226	旅	古		√	√	√
	57 林鹬	<i>Tringa glareola</i>	0	10	旅	古		√	√	√
	58 矶鹬	<i>Actitis hypoleucos</i>	0	41	冬	古		√	√	√
	59 红脚鹬	<i>Tringa totanus</i>	0	12	冬	古		√	√	√
	60 青脚鹬	<i>Tringa nebularia</i>	343	3447	冬	古		√	√	√
	61 白腰草鹬	<i>Tringa ochropus</i>	2	76	冬	古		√		√
	62 黑腹滨鹬	<i>Calidris alpina</i>	320	1370	冬	古		√	√	√
	63 大杓鹬	<i>Numenius madagascariensis</i>	20	2	旅	古		√	√	√
	64 针尾沙锥	<i>Gallinago stenura</i>	0	23	旅	古				√
	65 扇尾沙锥	<i>Gallinago gallinago</i>	0	23	冬	古		√		√
(十二) 鸥科	Laridae									
	66 银鸥	<i>Larus argentatus</i>	438	64	冬	古	III	√		√
	67 红嘴鸥	<i>Larus ridibundus</i>	4409	10867	冬	古		√		√
(十三) 燕鸥科	Sternidae									
	68 灰翅浮鸥	<i>Chlidonias hybrida</i>	131	100	夏	广				

\* 居留型:留表示留鸟、冬表示冬候鸟、夏表示夏候鸟、旅表示旅鸟;区系:古表示古北界、东表示东洋界、广表示广布种;保护级别:I、II分别表示国家I级、II级保护鸟类,III表示省级保护鸟类;IUCN表示IUCN全球性物种濒危等级;CR表示极危,EN表示濒危,VU表示高危(易危),LC表示低危.候鸟保护协定:中澳表示《中华人民共和国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》,中日表示《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境的协定》;三有表示列入《国家保护的有益的或者有重要经济价值,科学研究价值的陆生野生动物名录》的动物。

鸻形目鸟类:2015年反嘴鹬科鸟类数量最多,占鸻形目鸟类总数量的40.9%;鹬科鸟类次之,占31.1%;其次分别为鸥科鸟类、鹤科鸟类、燕鸥科鸟类,分别占该类群水鸟总数的24.6%、1.2%和0.5%。2016年鹬科鸟类数量最多,占38.6%;反嘴鹬科鸟类次之,占35.7%;其次是鸥科、鹤科和燕鸥科鸟类,分别占23.1%、2.4%和0.2%。反嘴鹬(*Recurvirostra avosetta*)、鹤鹬(*Tringa erythropus*)和红嘴鸥(*Larus ridibundus*)在两次调查中均为优势物种,在2015年其种群数量分别为10781、5397和4409只,各占40.9%、20.5%和16.7%;在2016年其种群数量分别为16880、10486和10867只,各占鸻形目鸟类总数的35.7%、22.2%和23.0%。

鹤形目鸟类:2015年鹭科鸟类数量最多,共5417只,占鹤形目鸟类总数量的38.5%;鹤科鸟类2种即东方白鹤和黑鹤共4977只,占35.4%;鸕科鸟类1种即白琵鹭3674只,占26.1%。2016年鸕科鸟类多达9600只,占49.4%;鹭科鸟类共5931只,与上一年数量相差不大,占30.5%;鹤科鸟类3903只,占20.1%。其中东方白鹤、白鹭(*Egretta garzetta*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)和白琵鹭为优势物种。

鹤形目鸟类:2015年鹤科鸟类4种12123只,占鹤形目鸟类总数量的94.1%,秧鸡科2种754只,占5.9%。其中,灰鹤、白鹤和白枕鹤是优势物种,种群数量分别为7290、2564和1844只,各占鹤形目鸟类总数的56.6%、19.9%和14.3%。与2015年相比,2016年鹤科鸟类4种仅3533只,占67.1%;秧鸡科4种1734只,占32.9%。其中灰鹤、白鹤和白骨顶(*Fulica atra*)是优势物种,种群数量分别为1554、1149和1679只,各占29.5%、21.8%和31.9%。

鸕鹚目和鹬形目鸟类数量两年均最少,其中鸕鹚目鸟类仅小鸕鹚(*Tachybaptus ruficollis*)和凤头鸕鹚(*Podiceps cristatus*),鹬形目鸟类仅有普通鸕鹚。

### 3.3 水鸟多样性空间分异

鄱阳湖各湿地区域越冬水鸟种类组成差异较大。2015年越冬期鄱阳湖国家级自然保护区水鸟种类最多,为38种;其次是九江市湿地,为36种;南矶湿地自然保护区和南昌湿地分别有24和17种,上饶湿地的水鸟种类最少,为14种。2016年水鸟种类比2015年有所增长。九江市鄱阳湖区水鸟种类最多,为54种;其次是鄱阳湖自然保护区,为51种;南矶湿地保护区和上饶湿地分别有30种和29种,南昌湿地的水鸟种类最少,为21种(表3)。在2015和2016年,鄱阳湖国家级自然保护区内各类群水鸟均有分布,分布最多的为雁鸭类,其次为天鹅、鹤鹬类和鹭类,包括鸿雁、豆雁、鹤鹬、反嘴鹬等;鹤类和鸕类也主要分布在保护区内,其余片区分布很少甚至无分布;九江湿地的优势种群为雁鸭类,虽然2016年数量相比于2015年有所下降,但其仍然是调查区中雁鸭类分布最多的片区,小天鹅、鹤鹬类和鸥类在2016年数量增加,鹤类、鸕类依然很少;南矶湿地自然保护区在2015年分布最多的为鸭类,其次为雁类,2016年雁类最多,鸭类数量骤减,鹭类和鹤鹬类稍有增长;上饶湿地在2015年各类群中天鹅数量最多,为6602只,2016年天鹅、雁鸭类、鹤鹬类均有所增加;南昌湿地在2015年冬季雁鸭类数量还较为可观,但在2016年冬季各类群数量均减少。

表3 2015与2016年冬季鄱阳湖不同地区鸟类多样性指数\*

Tab.3 Bird diversity indices in different areas of Poyang Lake in winter of 2015 and 2016

多样性指数	PY		NJ		JJ		SR		NC	
	2015年	2016年	2015年	2016年	2015年	2016年	2015年	2016年	2015年	2016年
鸟种 S	38	51	24	30	36	54	14	29	17	21
个体数	149362	120633	46942	42302	192468	155969	12258	61736	94653	7377
多样性指数 H'	3.97	3.75	1.98	2.45	2.48	3.35	2.25	2.80	2.00	3.19
均匀度指数 J	0.75	0.66	0.43	0.50	0.48	0.58	0.59	0.58	0.49	0.73
优势度指数 D	0.91	0.89	0.56	0.67	0.71	0.85	0.67	0.77	0.66	0.85

\* PY表示鄱阳湖国家级自然保护区;NJ表示南矶湿地国家级自然保护区;JJ表示九江市鄱阳湖区湿地;SR表示上饶市鄱阳湖区湿地;NC表示南昌市鄱阳湖区湿地。

从水鸟的空间分布来看,越冬水鸟主要集中在鄱阳湖自然保护区、九江湿地和南昌湿地。2015年越冬期九江湿地、鄱阳湖国家级自然保护区和南昌湿地水鸟数量分别为192468、149362和94653只,分别占水鸟总数的38.8%、30.1%和19.1%;南矶湿地自然保护区和上饶湿地水鸟相对数量较少,分别有46942和12258

只,仅占 9.5% 和 2.5%。2016 年越冬水鸟主要集中在九江湿地和鄱阳湖自然保护区,其次是上饶湿地和南矶湿地国家级自然保护区,数量分别为 155969、120633、61736 和 42302 只,占比为 40.2%、31.1%、15.9% 和 10.9%。南昌湿地水鸟最少,仅 7377 只,占 1.9%。

2015 和 2016 年鄱阳湖国家级自然保护区水鸟 Shannon-Wiener 多样性指数均为最高(表 3),分别是 3.97、3.75,南矶湿地国家级自然保护区均为最低,分别是 1.98、2.45。2015 年鄱阳湖国家级自然保护区的 Peilou 均匀性指数最高,为 0.75,2016 年为南昌湿地最高,0.73;南矶湿地国家级自然保护区均为最低,分别为 0.43、0.50。在 Simpson 优势度指数方面,两年冬季均为鄱阳湖国家级自然保护区最高,分别为 0.91 和 0.89,南矶湿地国家级自然保护区均最低,分别为 0.56 和 0.67。

水鸟数量较多的湖泊包括鄱阳湖自然保护区的蚌湖、大湖池、沙湖和大汉湖,都昌县的黄金咀朱袍山区域、大泻池、小泻池、泉阳圩堤外湖、高桥湖,以及南昌湿地的三湖。在这些碟形湖中观察到的所有越冬鸟类个体数量多达上万只,既有数量上万的大群也有数量较少的小群。在各调查区中数量超过 1 万只的记录点分别是九江都昌县的小泻池草洲、泉阳圩堤外湖、黄金咀朱袍山区域、鄱阳湖自然保护区的大汉湖和南昌三湖;此外鄱阳湖自然保护区的象湖、中湖池、董家湖、小滩湖、蚌湖、沙湖等地区也有较多分布,数量基本都达上千只。鹤形目鸟类主要分布在鄱阳湖自然保护区的沙湖、大汉湖、大湖池和南昌湿地等地,例如东方白鹤 2015 年冬季集中分布的地区有南昌湿地和鄱阳湖自然保护区,其中数量最多的观测点是南昌县的三湖,有 1852 只,其次分别为大湖池、大汉湖和沙湖等。鹤形目鸟类包括白鹤、白枕鹤、白头鹤和灰鹤,主要集中在鄱阳湖自然保护区的蚌湖、大汉湖和董家湖,共青城的南湖,都昌县的黄金咀朱袍山区域,例如 2015 年冬季白鹤、灰鹤在大汉湖分别分布有 2104 和 2724 只(表 4)。

表 4 部分越冬水鸟集中分布的湖泊  
Tab.4 Distribution of several species in important lakes

湖泊	白鹤		白头鹤		白枕鹤		灰鹤		小天鹅		鸿雁		东方白鹤		白琵鹭	
	2015 年	2016 年	2015 年	2016 年	2015 年	2016 年	2015 年	2016 年	2015 年	2016 年	2015 年	2016 年	2015 年	2016 年	2015 年	2016 年
象湖	0	17	0	0	0	4	0	35	3010	0	3700	1135	0	23	0	215
大湖池	8	115	26	156	9	26	0	2	0	172	0	191	759	2786	1124	3741
中湖池	120	0	0	0	64	0	169	0	3063	0	3150	0	0	0	0	0
蚌湖	23	3	21	42	726	262	195	42	8	0	2127	900	18	185	448	86
沙湖	0	2	20	3	74	51	47	17	193	0	2410	500	517	171	337	320
大汉湖	2104	6	354	6	831	25	2724	19	12090	0	14200	14230	728	2	0	0
董家湖	154	0	0	12	0	6	0	0	2027	0	1220	0	270	36	0	187
小滩湖	27	0	0	0	0	0	0	0	2950	0	1860	0	0	0	0	0
黄金咀朱袍山区域	0	2	0	0	7	64	69	0	405	706	27416	21056	0	0	0	0
大泻池	0	0	0	0	0	34	0	7	1315	481	55	85	0	0	0	0
小泻池	0	0	0	0	0	0	0	0	150	74	8530	0	0	0	0	0
泉阳圩堤外湖	0	0	0	0	0	0	0	19	6750	457	20028	46	0	0	0	0
高桥湖	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11000	0	0	0	0	0
大小莲子湖	0	6	0	0	0	0	0	132	1821	1074	1030	12170	0	45	0	722
三湖	0	0	0	0	0	0	3000	0	15200	381	50320	785	1852	230	0	0

## 4 讨论

### 4.1 水鸟资源与物种组成

近年来国内外研究人员在鄱阳湖区开展了大量的水鸟多样性研究,据统计,鄱阳湖区水鸟中冬候鸟最多为 70 种,但本研究在两年调查中仅记录到 46 种,原因可能是:①不同的研究关于鄱阳湖区的定义不同,有些研究将鄱阳湖区定义为湖区 13 县市的范围,既包括了鄱阳湖湿地,也包括了周边的农田和森林,本研究区域限于鄱阳湖湿地范围内,未包括周边的农田生态系统和森林生态系统。②有些水鸟在鄱阳湖区属于偶

见种,只有通过长期的监测才有可能发现;③关于鄱阳湖鸟类物种多样性的最多记录来自文献,有一些曾在鄱阳湖区有分布的鸟类物种已多年未见分布。

通过比较两年的调查结果,发现雁鸭类和鸬鹚类是鄱阳湖越冬水鸟的优势类群,其中鸿雁、小天鹅、豆雁和斑嘴鸭是优势物种,鹤形目和鸬鹚目鸟类比如东方白鹤、白鹤、白枕鹤等物种濒危等级较高,但是相对丰富度较低。可见鄱阳湖虽然是珍稀濒危物种的重要越冬栖息地,但雁鸭类仍是鄱阳湖湿地越冬鸟类中的优势种,这一水鸟群落结构、优势种组成和吴英豪等<sup>[17]</sup>的研究结果一致,但各类群水鸟的数量却存在波动,2015年记录到水鸟495683只,而2016年记录到388017只,水鸟数量的减少主要是由于雁鸭类、鹤类和鸬鹚类数量明显减少,其中雁鸭类减少了近13万只,鹤类数量约是2015年的1/3。考虑的原因可能是:一方面,两年越冬期水位存在差异,导致越冬水鸟栖息地和食物资源的可获得性发生较大变化,从而使得越冬水鸟数量存在较大差异<sup>[11]</sup>;另一方面,近几年来越来越多的水鸟选择在水稻田觅食栖息,例如在鄱阳县大、小莲子湖附近的水稻田有较多灰鹤,金溪湖青岚湖附近的藕塘农田也有较多白鹤、小天鹅和鸬鹚类<sup>[18]</sup>,这个现象表明水鸟对人工湿地的利用开始加剧,水鸟分布更加分散,分布范围不仅是在湖区,附近的农田可能也是其栖息地,这也可能是导致在湖区调查记录的鸟类数量出现减少的原因。

在2015和2016年记录中,鹤类均主要集中在鄱阳湖自然保护区的大汉湖、中湖池、董家湖等,但其数量波动较大,2015年冬季记录有2564只,多数分布在鄱阳湖自然保护区的大汉湖,2016年冬季记录1149只,不同的是其在保护区内多个相邻子湖泊内分布均匀。根据已有的研究报道显示1998年冬季至2010年冬季,鄱阳湖区越冬白鹤种群平均大小为3108只<sup>[19-20]</sup>,这种情况虽不排除重复计数的可能,但总体而言,自然湿地中白鹤的数量近几年来明显减少,藕塘和水稻田中的白鹤数量则急剧增加,这值得进一步研究,管理部门亟待制定并实施有效的保护。

#### 4.2 空间分布

水鸟的聚集分布区相对比较稳定,2015和2016年调查记录的越冬水鸟分布格局没有大的变化,主要集中在鄱阳湖国家级自然保护区的蚌湖、象湖、大湖池、沙湖、蚕豆湖和大汉湖等,九江湿地的黄金咀朱袍山区域、大泻池草洲、小泻池草洲、泉阳圩堤外湖等,南矶湿地的茶湖、战备湖等,这与2011年<sup>[4]</sup>和2012年<sup>[21]</sup>鄱阳湖大型水鸟分布调查结果一致。越冬水鸟栖息的核心区域主要是鄱阳湖国家级自然保护区、九江湿地的都昌自然保护区和南矶湿地自然保护区,雁鸭类、天鹅、鸬鹚类在这3个保护区内均有较多分布,且雁鸭类主要集中在鄱阳湖保护区和九江湿地,鹤形目鹤科和鸬鹚目鸬鹚科集中分布在鄱阳湖自然保护区,其余地区分布很少甚至无分布。

本研究在两个越冬期的调查发现,九江湿地水鸟数量与物种数均最多,但是由于鸿雁和豆雁种群数量巨大,2015年冬季仅这两个物种就占该湿地数量的74.4%,导致九江湿地的水鸟Shannon-Wiener多样性指数值与其他区域相比处于中等水平,同样的情况还发生在上饶湿地。就调查涉及到的两个国家级自然保护区而言,鄱阳湖国家级自然保护区的物种数和水鸟数量位居第一,具有最高的多样性指数和均匀度指数;南矶湿地保护区多样性指数和均匀度指数最低。这可能与候鸟食物资源和栖息地的可获得性有关,鄱阳湖自然保护区的苦草、蓼子草和下江委陵菜等植物地下块茎食物资源丰富,同时丰富的苔草也为雁形目鸟类提供良好的觅食场所,湖泊、岛屿、草洲和滩涂等各种各样的生境为各类群水鸟提供了良好的栖息场所,因此其多样性指数和均匀度指数都较高;南矶湿地相比较而言生境类型较少,距离村庄城市较近,放牧、火烧、捕鱼等人为活动干扰性大,因而导致其多样性指数和均匀度最低。因此,越冬水鸟在鄱阳湖各湿地片区的种类组成和数量分布差异与各湖泊水位的高低、食物的分布、生境特点和人为活动活动强度等密切相关。另外,越冬水鸟由天然湿地向人工湿地的栖息地转移,是否是由于鄱阳湖水位异常造成的适宜生境变化引起的,还有待进一步探究。

#### 5 保护建议

目前鄱阳湖区鸟类保护工作必须面对的问题仍然是社会经济发展与保护之间的矛盾,应当建立适当的机制,对破坏性的渔业生产方式、采砂、过度放牧等人为活动进行整顿,加强教育宣传力度,规范当地群众对资源的利用模式,以减少对鸟类栖息地的威胁。鄱阳湖区虽已建立保护网络体系,但在保护区以外依旧存在

保护空缺,建议加强保护区外的越冬候鸟保护,制定管理方案恢复水鸟栖息地环境,同时鉴于越冬水鸟向藕塘农田等人工湿地分散的现象,也应加强人工湿地的管理保护,实行对鄱阳湖天然湿地和人工湿地环境变化的动态监测,深入研究鄱阳湖气候、植被、水位、食物资源对水鸟种群的影响,以便更加科学完善地制定保护管理策略。

## 6 参考文献

- [ 1 ] Xia SX, Liu GH, Yu XB *et al.* Assessment of wintering waterfowl habitat in Poyang Lake. *J Lake Sci*, 2015, **27**(4): 719-726. DOI: 10.18307/2015.0421. [夏少霞, 刘观华, 于秀波等. 鄱阳湖越冬水鸟栖息地评价. 湖泊科学, 2015, **27**(4): 719-726.]
- [ 2 ] Cui P, Xia SX, Liu GH *et al.* Changes of overwintering waterfowl population in Poyang Lake. *Sichuan Journal of Zoology*, 2013, **32**(2): 292-296. [崔鹏, 夏少霞, 刘观华等. 鄱阳湖越冬水鸟种群变化动态. 四川动物, 2013, **32**(2): 292-296.]
- [ 3 ] Ji WT, Zeng NJ, Wang YB *et al.* Analysis on the waterbirds community survey of Poyang Lake in winter. *Geographic Information Sciences*, 2007, **13**: 51-64.
- [ 4 ] Zhu Q, Zhan YH, Liu GH *et al.* Survey on the number and distribution of waterfowls in Poyang Lake in winter of 2011. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, 2012, (3): 1-9. [朱奇, 詹耀煌, 刘观华等. 2011年冬鄱阳湖水鸟数量与分布调查. 江西林业科技, 2012, (3): 1-9.]
- [ 5 ] Tu XB, Ma JH, Song YZ *et al.* Poyang Lake in winter wintering waterfowl resources and protection measures. *Chinese Journal of Wildlife*, 2000, (4): 6-7. [涂晓斌, 马建华, 宋玉赞等. 鄱阳湖越冬水禽资源现状及保护对策. 野生动物, 2000, (4): 6-7.]
- [ 6 ] Ji WT, Wu JD, Yi WS *et al.* Poyang Lake National Nature Reserve wading investigation report. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, 2001, (2): 29-31. [纪伟涛, 吴建东, 易武生等. 鄱阳湖国家级自然保护区涉禽调查报告. 江西林业科技, 2001, (2): 29-31.]
- [ 7 ] Guo YR. Characteristics and ecological protection strategies of overwintering migratory bird population in Poyang Lake wetland [Dissertation]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2005. [郭英荣. 鄱阳湖湿地越冬候鸟群落特征与生态保护对策[学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2005.]
- [ 8 ] Zhong YX, Xiao JC. Study on the biodiversity conservation in Poyang Lake Nature Reserve. Inland Lakes and Poyang Lake Conference on Sustainable Development, 2005. [钟业喜, 肖加超. 鄱阳湖自然保护区生物多样性保护研究. 内陆湖泊暨鄱阳湖可持续发展研讨会, 2005.]
- [ 9 ] Huang P, Ouyang S, Ruan LZ *et al.* Biodiversity of summer bird community in Nanji Mountain Wetland Nature Reserve. *Journal of Nanchang University: Nature Science*, 2009, **33**(6): 585-590. [黄鹏, 欧阳珊, 阮禄章等. 南矶山湿地自然保护区夏季鸟类群落生物多样性. 南昌大学学报: 理科版, 2009, **33**(6): 585-590.]
- [ 10 ] Zhang Q, Li L, Wang YG *et al.* Has the Three-Gorges Dam made the Poyang Lake wetlands wetter and drier? *Geophysical Research Letters*, 2012, **39**(20): L20402.1-L20402.7.
- [ 11 ] Jia YF. Study on the effect of water level fluctuation on wintering cranes and other waterbirds in Poyang Lake [Dissertation]. Beijing: Beijing Forestry University, 2013. [贾亦飞. 水位波动对鄱阳湖越冬白鹤及其他水鸟的影响研究[学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2013.]
- [ 12 ] Huang Y, Li YK, Ji WT *et al.* Analysis of bird diversity and conservation status in Poyang Lake. *Wetland Science*, 2016, **14**(3): 311-327. [黄燕, 李言阔, 纪伟涛等. 鄱阳湖区鸟类多样性及保护现状分析. 湿地科学, 2016, **14**(3): 311-327.]
- [ 13 ] Shan JH. Analysis of bird diversity and endangered bird population in Poyang Lake and their protection vacancies [Dissertation]. Harbin: Northeast Forestry University, 2013. [单继红. 鄱阳湖鸟类多样性、濒危鸟类种群动态及其保护空缺分析[学位论文]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013.]
- [ 14 ] Zheng GM ed. Chinese birds classification and distribution directory: Second edition. Beijing: Science Press, 2011. [郑光美. 中国鸟类分类与分布名录: 第2版. 北京: 科学出版社, 2011.]
- [ 15 ] Wang S ed. Red bird of China endangered species of birds. Beijing: Science Press, 1998. [汪松. 中国濒危动物红皮书 鸟类. 北京: 科学出版社, 1998.]

- [16] Mayenne J, Phillips K, Finch eds. *China bird field manual*. Changsha: Hunan Education Press, 2000. [约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬奇. 中国鸟类野外手册. 长沙: 湖南教育出版社, 2000.]
- [17] Wu YB, Ji WT eds. *Jiangxi Poyang Lake National Nature Reserve*. Beijing: China Forestry Publishing House, 2002. [吴英豪, 纪伟涛. 江西鄱阳湖国家自然保护区研究. 北京: 中国林业出版社, 2002.]
- [18] Shao MQ, Zhang CM, Dai NH *et al.* Time distribution and behavioral rhythm of overwintering Little Swans in Zhangtang habitat in Poyang Lake reclamation area. *Chinese Journal of Ecology*, 2018, 37(3): 817-822. [邵明勤, 张聪敏, 戴年华等. 越冬小天鹅在鄱阳湖围垦区藕塘生境的时间分配与行为节律. 生态学杂志, 2018, 37(3): 817-822.]
- [19] Shan JH, Ma JZ, Li YK *et al.* Population and distribution of overwintering crane in Poyang Lake area in recent ten years. *Zoological Research*, 2012, 33(4): 355-361. [单继红, 马建章, 李言阔等. 近十年来鄱阳湖区越冬白鹤种群数量与分布. 动物学研究, 2012, 33(4): 355-361.]
- [20] Li FS, Wu JD, Harris J *et al.* Number and distribution of wintering cranes in Poyang Lake in China in winter 2011-2012. *Chinese Birds*, 2012, 3(3): 180-190. [李凤山, 吴建东, James HARRIS 等. 2011-2012 年冬季中国鄱阳湖越冬鹤类的数量和分布. 中国鸟类, 2012, 3(3): 180-190.]
- [21] Liu GH, Jin JF, Li FS *et al.* Number and distribution of large wintering waterfowl in Poyang Lake in winter of 2012. *South China Forestry Science*, 2014, (1): 39-43. [刘观华, 金杰锋, 李凤山等. 2012 年冬季鄱阳湖大型越冬水鸟数量与分布. 南方林业科学, 2014, (1): 39-43.]