

异常枯水期鄱阳湖长江江豚分布风险与保护对策

闵佳玲 余进祥 张瑶瑶 李达明 阙江龙 田镇 饶榕城 梅志刚 戴银根

**DISTRIBUTION RISKS AND PROTECTION COUNTERMEASURES OF YANGTZE FINLESS PORPOISE IN POYANG LAKE DURING ABNORMAL DRY PERIOD**

MIN Jia-Ling, YU Jin-Xiang, ZHANG Yao-Yao, LI Da-Ming, QUE Jiang-Long, TIAN Zhen, RAO Rong-Cheng, MEI Zhi-Gang, DAI Yin-Gen

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.7541/2024.2023.0182>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

枯水期鄱阳湖子湖轮虫休眠卵空间分布特征

SPATIAL DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF ROTIFER RESTING EGGS IN SUB-LAKES OF THE POYANG LAKE WETLAND AREA DURING THE DRY SEASON

水生生物学报. 2018, 42(6): 1232–1239 <https://doi.org/10.7541/2018.151>

长江江豚自然保护区建设管理存在的问题及调整建议

PREDICAMENTS AND ADJUSTMENT SUGGESTIONS FOR CONSTRUCTION AND MANAGEMENT OF YANGTZE FINLESS PORPOISE NATURE RESERVES

水生生物学报. 2020, 44(6): 1360–1368 <https://doi.org/10.7541/2020.156>

长江中下游干流江豚岸线栖息地质量评估

RIVER BANK HABITAT ASSESSMENT OF THE YANGTZE FINLESS PORPOISE IN THE MAIN STEM OF MIDDLE-LOWER YANGTZE RIVER

水生生物学报. 2019, 43(S1): 56–61 <https://doi.org/10.7541/2019.167>

吴城鄱阳湖自然保护区鱼体重金属的富集及安全性评价

HEAVY METAL CONTENT AND SAFETY EVALUATION OF FISHES NATURE RESERVE IN WUCHENG SECTION OF POYANG LAKE, CHINA

水生生物学报. 2017, 41(4): 878–883 <https://doi.org/10.7541/2017.109>

鄱阳湖子湖“玺秋湖”过程中水位变化对浮游动物群落结构的影响

EFFECTS OF WATER LEVEL ON ZOOPLANKTON COMMUNITY DURING “PLATE-SHAPED LAKE ENCLOSED IN AUTUMN” IN A SUB-LAKE OF THE POYANG LAKE

水生生物学报. 2019, 43(2): 402–414 <https://doi.org/10.7541/2019.050>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

doi: 10.7541/2024.2023.0182

## 异常枯水位期鄱阳湖长江江豚分布风险与保护对策

闵佳玲<sup>1</sup> 余进祥<sup>1</sup> 张瑶瑶<sup>2</sup> 李达明<sup>1</sup> 阙江龙<sup>1</sup> 田镇<sup>1</sup>  
饶榕城<sup>1</sup> 梅志刚<sup>2\*</sup> 戴银根<sup>1\*</sup>

(1. 江西省水生生物保护救助中心, 农业农村部鄱阳湖长江江豚保护基地, 南昌 330096; 2. 中国科学院水生生物研究所, 中国科学院水生生物多样性与保护重点实验室, 武汉 430072)

**摘要:** 为研究鄱阳湖异常枯水位对长江江豚(*Neophocaena asiaeorientalis asiaeorientalis*)生存带来的风险, 在2022年丰水位期、枯水位期和极端枯水位期开展了系统的调查。结果显示: 丰水位期长江江豚为全湖分散分布, 主湖区分布多、通江水道少、支流尾间中极少; 枯水位期长江江豚呈现区域性、聚集式分布特点, 并且逐渐向支流的入湖河槽和主湖区北部河槽迁移, 砂坑中逐渐增多, 入江水道也有分布; 异常极枯水位期长江江豚的分布进一步集中, 呈现向主河槽集聚、向支流迁移和滞留砂坑的特点, 且通江水道监测到长江江豚的分布密度为全年最高。随着异常极枯水位的持续, 长江江豚在鄱阳湖分布的范围急剧缩小, 在隔离的小水体分布密集, 考察发现在松门山瓢头南部砂坑水域分布约110头长江江豚, 信江瑞洪大桥下游分布约18头, 赣江扬子洲水域分布约20头。受到航运、垂钓等人类活动干扰, 还面临饵料资源不足等生存风险。文章报道和比较了2022年不同水位时期鄱阳湖长江江豚的数量和分布, 揭示了异常气候情景下的长江江豚分布格局及其适应性, 识别了高风险水域和风险因子, 结合采取的系列救护行动, 提出了异常水位波动时期鄱阳湖长江江豚的保护救护方案。研究结果将为异常水位时期鄱阳湖长江江豚的保护提供新思路, 亦可为长江中下游流域异常气候情境下长江江豚的保护提供科学参考。

**关键词:** 鄱阳湖; 异常枯水位; 栖息地分布; 风险; 保护; 长江江豚

**中图分类号:** Q178.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2024)10-1642-09



鄱阳湖是中国第一大淡水湖, 也是长江干流目前现存的2个通江湖泊之一。它承纳赣江、抚河、信江、饶河和修水五大河流的来水, 经调蓄后由湖口注入长江。在汛期时呈湖相, 水面宽广, 水域面积约4000 km<sup>2</sup>; 在枯水期时呈河相, 水面狭窄, 水域面积约300 km<sup>2</sup>, 呈现“丰水一片, 枯水一线”的典型季节性水文特征<sup>[1]</sup>。

鄱阳湖也是国家一级重点保护野生动物长江江豚重要的栖息地, 2012、2017和2022年流域性的长江江豚生态科学考察结果显示, 鄱阳湖长江江豚的种群数量分别为450、457和492头, 几乎均占长

江江豚现存种群数量的一半<sup>[2-4]</sup>。长江江豚在鄱阳湖的分布呈现显著的季节性特征, 在高水位和中水位时, 呈全湖分散分布, 水深适宜的水域, 基本都有江豚栖息, 但主要分布在松门山以北都昌至老爷庙之间的水域; 在低水位时, 沿主河槽及支流尾间水域呈片段分布, 但主要分布在湖口鞋山附近、都昌老爷庙、永修松门山以北、赣江吴城至饶河口水域、鄱阳龙口和瑞洪三江口等水域<sup>[5]</sup>。水位波动是驱动长江江豚迁移和季节性分布的主要驱动力<sup>[6]</sup>, 对这种典型季节性水位波动的适应是鄱阳湖长江江豚数量维持稳定(或增长)的主要原因之一。

**收稿日期:** 2023-06-09; **修订日期:** 2023-08-14

**基金项目:** 长江江豚保护救助项目; 中国科学院科技服务网络计划区域重点项目; 江西省水利科技计划重点项目(202124ZDKT26)资助 [Supported by the Yangtze Finless Porpoise Conservation and Rescue Project; the Science and Technology Service Network Initiative of Chinese Academy of Science; the Key Projects of Water Conservancy Science and Technology Plan of Jiangxi Province (202124ZDKT26)]

**作者简介:** 闵佳玲(1992—), 女, 硕士研究生; 主要研究方向为长江江豚保护救助。E-mail: mjlm@163.com

**通信作者:** 梅志刚(1986—), 主要研究方向为鲸类保护生物学。E-mail: meizhigang@ihb.ac.cn 戴银根(1968—), 主要研究方向为水生生物保护。E-mail: 1374572927@qq.com \*共同通信作者

2022年, 鄱阳湖异常地在汛期8月中旬开始进入连续枯水位期, 枯水位期较平常年份提前105d<sup>[7]</sup>。且枯水位连创新低, 9月23日打破历史最低水位(7.10 m), 之后持续下降至11月18日达到历史新低水位(6.48 m), 湖体水域面积减少到226 km<sup>2</sup>(11月18日), 星子站极枯水位(小于8 m)持续达7个月之久(2022年8月底至2023年3月), 也是有记录以来的最长枯水年份。异常且持续长久的枯水, 给鄱阳湖的水域生态环境及水生生物资源带来严重影响, 也可能对长江江豚的生存带来巨大威胁。由于水域面积的急剧缩减, 湖区内较多水域连通性下降, 可能导致部分长江江豚来不及游入深水槽, 只能应激性迁入附近水位较深水域, 或被围困小水体和砂坑内, 形成了因地理隔离的分布格局, 可能普遍面临因饵料短缺、干涸而死亡风险。在江西省农业农村厅的组织下, 相关科研单位通力合作, 开展了异常枯水位期鄱阳湖长江江豚的应急救护工作, 取得较好的效果, 保障了鄱阳湖长江江豚的安全。本文报道和比较了2022年不同水位时期鄱阳湖长江江豚的种群数量和分布, 揭示了异常气候情景下的长江江豚分布格局及其适应性, 识别了高风险水域和风险因子, 结合采取的系列救护行动, 提出了异常水位波动时期鄱阳湖长江江豚的保护救护方案。本研究结果将为异常水位时期鄱阳湖长江江豚的保护提供新思路, 亦可为长江中下游流域异常气候情境下长江江豚的保护提供科学参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域和调查时间

本研究区域覆盖鄱阳湖水域长江江豚的全部

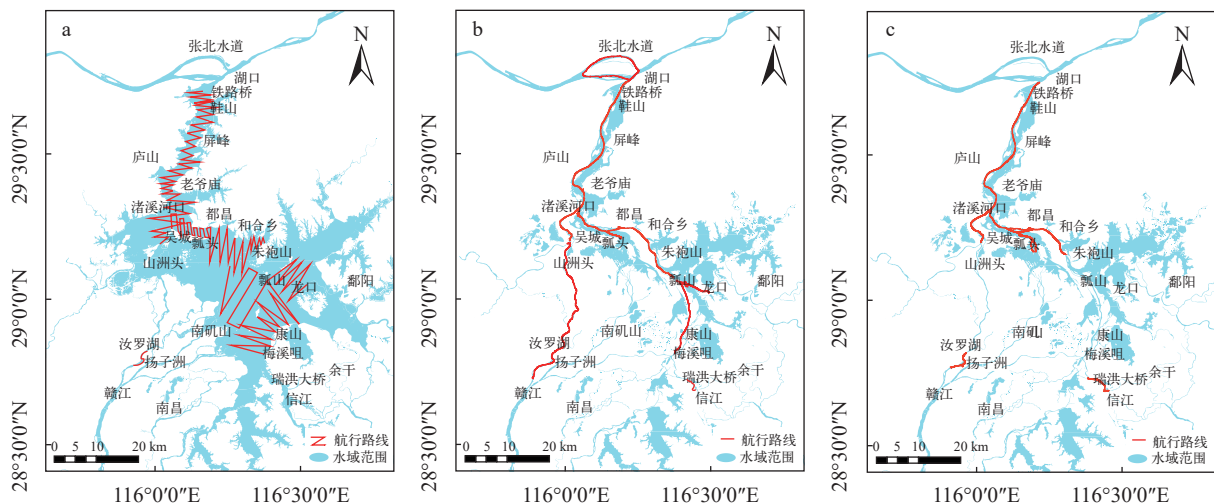


图2 考察路线

Fig. 2 Survey tracks

a. 丰水时期鄱阳湖考察路线; b. 枯水时期鄱阳湖考察路线; c. 极枯水位期鄱阳湖应急考察路线

a. survey track of Poyang Lake during high water level; b. survey track of Poyang Lake during dry water level; c. emergency survey track of Poyang Lake during extremely dry water level

分布区, 包括五河入湖口及主流尾间水域、主湖区和通江水道。

2022年, 在鄱阳湖丰(星子水位大于15 m)、枯(星子水位8—12 m)和极枯(星子水位小于8 m)三种水位条件下, 开展了长江江豚的种群调查, 三次考察星子水位变化区间如图1。由于不同水位时期鄱阳湖的水域面积及环境特征迥异, 采用不同的考察路线。其中丰水位期设计采用“Z”字形路线设计, 分段同步开展考察, 覆盖90%以上水域(图2a); 枯水位期水域变窄, 滩涂显露, 采用沿着河道中心线, 分段同步开展考察, 覆盖100%水域(图2b); 极枯水位期的科考, 亦采用沿着河道中心线, 分段同步开展考察, 但由于部分砂坑水域呈现隔离状态, 科考船无法直接进入, 还采用无人机、岸基观察和调入小型船只等方式, 专门对这些水域开展单独监测, 并辅助开展定点声学监测, 覆盖100%水域(图2c)。

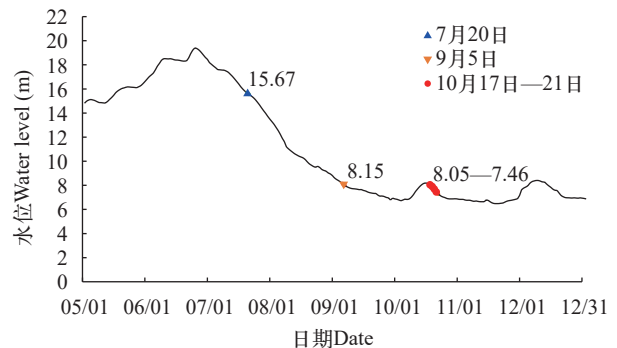


图1 2022年鄱阳湖科考期间水位变化区间

Fig. 1 Water level range during the investigation of Poyang Lake in 2022

## 1.2 考察方案

根据3种水位条件下水文特征,分别采用不同的考察方案。其中丰水位期主要采用目视观察同步监测,辅助拖曳式实时被动声学监测法进行验证;枯水位期采用目视观察同步监测与拖曳式实时被动声学监测法;异常枯水位期采用拖曳式实时被动声学监测法,开展分段考察。

**目视考察法。**在考察期间的同一天,同一时间,各组同步沿设定的路线以8—12 km/h的航速开展科考。每组4—5名监测人员(图3),监测时,3人工作,1人休息,每0.5h依次轮换1人,工作的3名成员面向船行正前方、一字排列负责目视观察,观察前方180°水域范围,左右两名监测人员负责从船纵轴中线至另一侧10°为基准到各自分别90°的区域,中间科考人员为记录员并负责船正前方和左右各10°的区域;记录内容包括发现江豚的位置(GPS定位)、时间、方向(角度)、江豚数量、母子豚数量及附近船舶情况等<sup>[8]</sup>。

**拖曳式实时被动声学考察法。**该方法在历次流域性的长江江豚生态科学考察中得到成功应用,能够较好实现对长江江豚声信号的捕获和识别<sup>[9]</sup>。通过在考察船尾拖曳被动声学设备RPCD监测长江江豚的声呐信号,应用声信号识别算法,实时识别和估算长江江豚种群数量。

## 1.3 数据记录与分析

对收集的目视考察数据,按照观察点位和数量

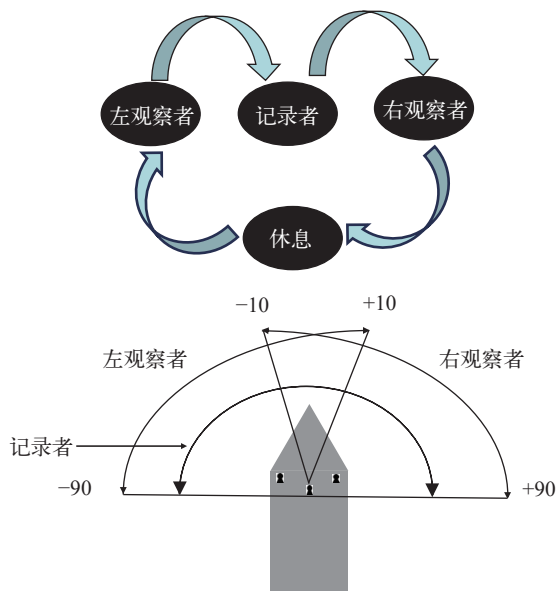


图3 目视考察法

Fig. 3 Observational survey

a. 轮换顺序; b. 观察者负责观察的区域(改自Zhao等<sup>[8]</sup>)

a. Schematic diagram of the position exchange; b. Observational areas of observers (modified from Zhao, *et al.*<sup>[8]</sup>)

信息,进行矢量化。拖曳式被动声学考察数据,采用中国科学院水生生物研究所自主研发的长江江豚实时识别程序,自动识别和估算江豚种群数量及分布<sup>[9]</sup>。江豚位点数据导入ArcGIS软件,绘制地理空间分布图。

按照鄱阳湖的地理环境特征,分段比较不同水域长江江豚的分布密度。分为支流尾闾、余干县(瑞洪梅溪咀)至瓢山、鄱阳县(龙口)至瓢山、渚溪河口至瓢山、吴城镇至庐山市、庐山市至湖口(通江水道)、瓢头砂坑等水域,统计和分类比较长江江豚监测数量,并通过SPSS对数据进行统计学分析。

## 2 结果

### 2.1 长江江豚种群数量考察结果

鄱阳湖丰水位期考察于2022年7月20日开展,星子水位15.67 m,航行里程(单趟)共384.70 km,航行时间39.4h,调查监测水域面积约650 km<sup>2</sup>(表1)。共观察到长江江豚61次,84头,目击率0.22头/km,母子豚率2.4%,最大群体数3头,平均群体规模(1.38±0.44)头;其中,庐山-吴城、渚溪河口-瓢山及瓢头

表1 2022年鄱阳湖丰水位期长江江豚科考结果

Tab. 1 The results of scientific research on Yangtze finless porpoise at the high water level of Poyang Lake in 2022

水域 Water area	江豚群次 Number of group observed	江豚数量 Observation of YFPs	占比 Percentage (%)	母子豚数 Number of mother-calf pairs observed	最大群体 (头) Maximum group size
湖口-庐山 Hukou-Lushan	3	3	3.6	0	1
庐山-吴城 Lushan-Wucheng	23	24	28.6	0	2
渚溪河口-瓢山 Zhuxi Estuary-Piaoshan	18	23	27.4	1	2
瓢山-龙口 Piaoshan-Longkou	1	1	1.2	0	1
瓢山-梅溪咀 Piaoshan-Meixizui	1	1	1.2	0	1
支流尾闾(赣江) End of tributary (Ganjiang River)	6	12	14.3	0	3
支流尾闾(信江) End of tributary (Xinjiang River)	0	0	0.0	0	0
瓢头砂坑 Piaotou sand pit	15	20	23.8	1	3
总数Sum	61	84	100	2	/

砂坑水域江豚占比最高, 分别为28.6%、27.4%和23.8%。

鄱阳湖枯水位期考察于2022年9月5日开展, 星子水位8.15 m, 航行里程(单趟)共317.93 km, 航行时间共31.25h, 监测水域面积约336 km<sup>2</sup>(表2)。共观察到长江江豚309次, 508头, 目击率1.60头/km, 母子豚率7.3%(不包含瓢头砂坑), 最大群体数6头, 平均群体规模(1.78±1.10)头; 其中, 瓢头砂坑、渚溪河口-瓢山及庐山-吴城水域江豚占比最高, 分别为26.6%、23.6%和21.7%。

鄱阳湖异常极枯水位期考察于2022年10月17—20日开展, 10月17日, 星子水位8.05 m, 10月18日, 星子水位7.91 m, 10月19日, 星子水位7.71 m, 10月20日, 星子水位7.46 m。航行里程(单趟)共计237.76 km, 航行时间22.3h, 监测水域面积约256 km<sup>2</sup>(表3)。共观察到长江江豚248次, 454头, 目击率

表2 2022年鄱阳湖枯水位期长江江豚科考结果

Tab. 2 The results of scientific research on Yangtze finless porpoise at the dry water level of Poyang Lake in 2022

水域 Water area	江豚群次 Number of group observed	江豚数量 Observation of YFPs	占比 Percentage (%)	母子豚数 Number of mother-calf pairs observed	最大群体(头) Maximum group size
湖口-庐山 Hukou-Lushan	45	81	15.9	1	3
庐山-吴城 Lushan-Wucheng	47	110	21.7	21	5
渚溪河口-瓢山 Zhuxi Estuary-Piaoshan	74	120	23.6	8	6
瓢山-龙口 Piaoshan-Longkou	0	0	0.0	0	0
瓢山-梅溪咀 Piaoshan Meixizui	0	0	0.0	0	0
支流尾闾(赣江) End of tributary (Ganjiang River)	4	12	2.4	2	4
支流尾闾(信江) End of tributary (Xinjiang River)	4	17	3.3	3	6
瓢头砂坑 Piaotou sand pit	110	135	26.6	—	2
张北水道 Zhangbei Waterway	25	33	6.5	2	5
总数Sum	309	508	100	37	/

注: “—”由于砂坑水域的母子豚数量记录不准确, 因此未统计

Note: “—” Due to inaccurate records of the number of mother-calf pairs in the sand pit water area, it is not counted

表3 2022年鄱阳湖异常极枯水位期长江江豚科考结果

Tab. 3 The results of scientific research on Yangtze finless porpoise at the abnormally extremely dry water level of Poyang Lake in 2022

水域 Water area	江豚群次 Number of group observed	江豚数量 Number of YFPs	占比 Percentage (%)	最大群体(头) Maximum group size
湖口-庐山 Hukou-Lushan	65	71	15.6	6
庐山-吴城 Lushan-Wucheng	28	112	24.7	53
渚溪河口-瓢山 Zhuxi Estuary-Piaoshan	39	94	20.7	13
瓢山-龙口 Piaoshan-Longkou	2	16	3.5	10
瓢山-梅溪咀 Piaoshan Meixizui	0	0	0.0	0
支流尾闾(赣江) End of tributary (Ganjiang River)	22	33	7.3	11
支流尾闾(信江) End of tributary (Xinjiang River)	3	18	4.0	13
瓢头砂坑 Piaotou sand pit	89	110	24.2	25
总数Sum	248	454	100	/

1.91头/km, 最大群体数53头, 平均群体规模(3.58±6.48)头; 其中, 瓢头砂坑、渚溪河口-瓢山和庐山-吴城水域江豚占比最高, 分别为24.2%、20.7%和24.7%。

三次科考结果表明, 丰水位期种群观察数量显著性低于枯水期( $P=0.036$ )和极枯水位期( $P=0.040$ ), 而枯水位期和极枯水位期种群观察数量无显著性差异( $P=0.988$ )。

## 2.2 长江江豚分布模式变动

总体来看, 三次考察中鄱阳湖长江江豚分布水域涉及九江市、南昌市和上饶市(湖口县、濂溪区、庐山市、永修县、都昌县、余干县、东湖区、新建区), 包括鄱阳湖: 湖口-鞋山-屏峰-老爷庙水域-渚溪河口-赣江吴城、渚溪河口-瓢头-都昌水域、都昌-朱袍山-瓢头水域; 赣江: 扬子洲、汝罗湖水域、昌邑山洲头水域; 信江: 瑞洪大桥水域。这也是当前鄱阳湖长江江豚的主要分布区。

丰水位期长江江豚为全湖分散分布(图4), 主湖区分布多、通江水道少、支流尾闾中极少。主要分布水域为吴城-渚溪河口、老爷庙、都昌-瓢头砂坑-和合乡水域, 而湖口-庐山水域、瓢山水域较少观察到江豚, 南矶山水域未观察到江豚。

枯水位期江豚呈现区域性、聚集式分布特点, 并且逐渐向支流的入湖河槽和主湖区北部河槽迁

移,砂坑中逐渐增多,入江水道也有分布。虽然观察到的江豚种群数量明显高于丰水位期,但江豚栖息水域与丰水位期基本一致,主要为屏峰水域、庐山水域、老爷庙-渚溪河口水域、瓢头砂坑水域、和合乡-朱袍山区水域,支流以赣江扬子洲水域、信江瑞洪大桥水域分布较多。

异常极枯水位期鄱阳湖长江江豚的分布又发生新的变化,分布范围扩大,且呈相对集中。一是长江江豚向主河槽集聚,老爷庙至铁路桥的通江水道和长江干流张北水道数量显著增加。二是向支流迁移,如赣江扬子洲段就发现20余头江豚活动;此外,信江瑞洪大桥段也有18余头江豚分布。三是滞留砂坑,考察发现鄱阳湖长江江豚主要分布在瓢头南北砂坑,长江江豚数量约110头(后续应急捕捞迁出过程中发现,实际这个水域分布约200头长江江豚)。

### 3 讨论

#### 3.1 鄱阳湖长江江豚分布范围

鄱阳湖长江江豚种群数量相对稳定<sup>[3]</sup>,但其分布受到季节性水位、水深变化及鱼类资源分布等因素的影响<sup>[5]</sup>。1997—1999年调查结果显示,鄱阳湖长江江豚分布在湖口-龙口一带,并在老爷庙-小矶山集中分布,支流中赣江南北支、抚河及康山有少量江豚<sup>[10]</sup>;2013—2014年枯水位期间,长江江豚主要分布在鞋山-老爷庙、梅溪咀、康山新洲、三山、棠荫及其附近水域<sup>[11]</sup>;2021年枯水位,则主要分布在渚溪河口-吴城、都昌-瓢山,屏峰以北至湖口水域分布较少,支流赣江扬子洲水域、康山水域有少量<sup>[12]</sup>。

本研究的结果显示,长江江豚在湖区全年相对集中分布水域为庐山-吴城水域、渚溪河口-瓢山

水域和瓢头砂坑水域,且瓢头砂坑水域的分布占比相对稳定;随着枯水位的到来,湖口-庐山、瓢山-龙口、信江水域长江江豚分布占比提高,瓢山-梅溪咀水域江豚分布占比下降(图5)。其中,以往长江江豚分布较多的龙口-瓢山-瑞洪梅溪咀水域<sup>[11,12]</sup>2022年监测到江豚较少,而以往无长江江豚分布的信江水域,2022年在瑞洪大桥监测到约18头的群体。赣江吴城段水域存在明显迁入迁出情况,7月丰水位期为长江江豚高分布水域,9月却几乎未监测到江豚,而10月江豚监测数量回升,甚至向上游迁移至山洲头以及汝罗湖水域。因此,与以往相比,2022年在支流中逐渐发现长江江豚,以往未见有长江江豚报道的瓢头砂坑有大量长江江豚聚集,长江江豚分布较少的北部通江水道分布逐渐增多。这极可能与2022年异常干旱下水位下降、生境空间萎缩和生物资源变化等有关。

#### 3.2 异常极枯水位期鄱阳湖长江江豚的分布与风险识别

在异常极枯水位下,鄱阳湖长江江豚的分布与以往有较大不同,存在不确定性,给长江江豚的生存及保护管理带来新挑战。近年来,鄱阳湖干旱趋势已成定局<sup>[13,14]</sup>,后续预测,2023年仍有极大可能是干旱年份,当前所面临的风险,随着枯水位期的持续,还将进一步放大和加剧,必须强化鄱阳湖长江江豚的预警和应急管理。

#### 向支流迁移,人类活动干扰和饵料短缺风险加剧

在极枯水位情境下,湖区水域面积急剧缩小,压缩了长江江豚生境空间,湖区大片的浅滩干涸区有大量鱼类搁浅,减少了长江江豚的饵料资源,其被迫向支流尾间迁移,形成片段分布。我们的考察结果显示在信江瑞洪大桥段的约1.5 km长的深水

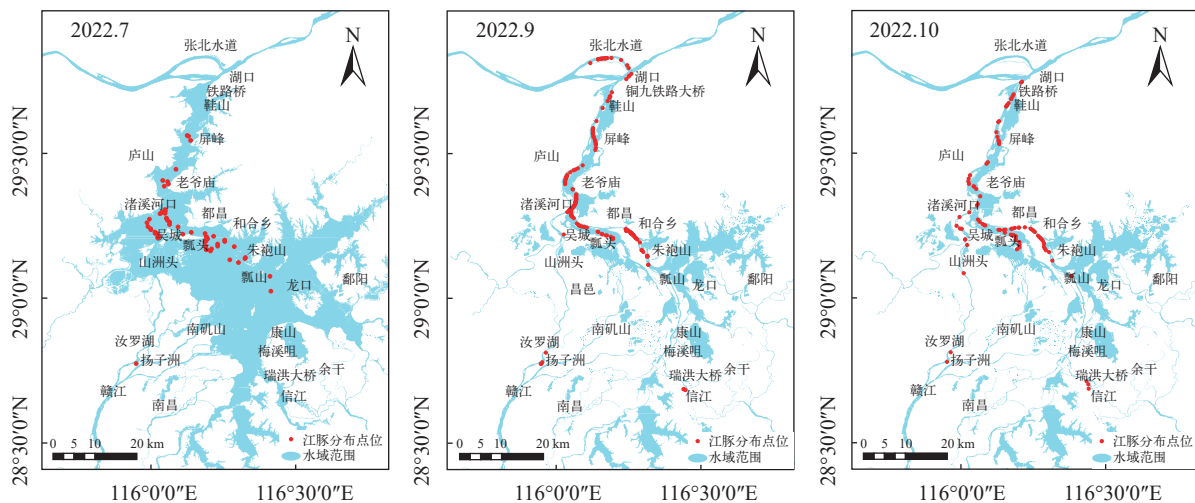


图4 2022年鄱阳湖长江江豚科种群空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of Yangtze finless porpoise in Poyang Lake in 2022

航道水域,分布约18头长江江豚,据当地以往巡护情况未发现长江江豚聚集;在赣江吴城至山洲头甚至到昌邑段,往年无江豚分布<sup>[12]</sup>,极枯水位期间也观察到有长江江豚迁移其中。这些都说明随着湖区水位的持续下降,长江江豚或因空间需求,或因饵料资源驱动,频繁地迁入支流的深水区段。而这些水域普遍面积较小,枯水位期瑞洪大桥段水面宽度仅约248 m,受周边人类活动干扰强度大,随着时间的推移,非法观赏、航运、垂钓、鱼类资源下降对长江江豚造成的生存风险将显著加剧。

**向砂坑(群)聚集,被围困和饵料资源不足风险加剧** 研究表明,江豚喜欢在砂坑水域觅食<sup>[15]</sup>,这类水域鱼类资源丰富。而鄱阳湖有大大小小采砂遗留砂坑(群)约11处(永修瓢头南北砂坑9个,余干康山水域2个),是枯水位时期鄱阳湖长江江豚最主要的分布区<sup>[4]</sup>。但是这些砂坑(群)通常面积不大,连通性不佳,随着水位持续下降,存在与主河槽隔断的风险。根据调查,存在隔断风险的砂坑主要为永修松门山南北砂坑、余干康山水域砂坑、鄱阳龙口新航道砂坑。其中,我们的考察结果显示,在异常极枯水位救助时期,松门山南北砂坑(群)是长江江豚的最主要分布区,集中分布着约110头江豚(实际捕捞迁出过程中发现分布约200头),隔离的风险最高。余干康山水域砂坑和鄱阳龙口新航道砂坑在枯水位考察时没有江豚分布,随着2022年12月份涨水,在极枯水位期考察时又有10余头江豚进入龙口新航道砂坑。随后水位又快速回落,导致其逐渐断开与主河槽连通。江豚喜欢吃凤尾鱼、贝氏餐等适口性、肉质好的小型鱼类<sup>[16,17]</sup>,而困在砂坑后可摄食的饵料资源持续消耗,将增加江豚生存风险。此外,由于持续干旱及极枯水位,这些砂坑

(群)周边的社区民众可以通过步行、机动车辆等方式进入砂坑,大量的垂钓,尤其是非法垂钓等对长江江豚的危害风险较大<sup>[18]</sup>。

**向通江水道聚集,航运、工程阻隔等影响风险增大** 考察结果显示,在老爷庙至铜九铁路大桥的通江水道上集中分布着约70余头长江江豚,显著高于其2021年枯水位期在该水域长江江豚的分布密度<sup>[12]</sup>。与此同时,在长江干流的张北水道,也监测到较多长江江豚。在考察过程中,在鄱阳湖公路大桥水域,亦观察到部分长江江豚穿过桥墩。这些监测结果表明,随着鄱阳湖水域空间的下降,部分长江江豚向通江水道聚集,并进入长江干流。而通江水道在枯水位期和异常极枯水位时期是鄱阳湖主要的通航水域,航运繁忙,导致江豚与货船和渔船碰撞的概率很高<sup>[19]</sup>,带来一系列物理伤害,如螺旋桨致伤,航运带来水下噪音<sup>[20]</sup>还会对依赖声呐系统生存的鲸豚类产生极大干扰<sup>[21,22]</sup>。考察期间,频繁发现江豚乱跃出水面的行为,显示其活动受到了航运的影响。

**水域生境破坏,使种群繁衍、资源补充不足的风险增加** 从汛期就开始呈现的极枯水位,导致鱼类生长空间及时间不足,带来鄱阳湖整体鱼类资源量下降,给长江江豚饵料供应带来潜在风险。而水位进一步下降和长期维持在低水位,伴随着水温下降,长江江豚为维持体温,耗能增加,进一步加剧资源不足的风险。此外,浅水缓流区是长江江豚主要的抚幼、觅食水域<sup>[4,24]</sup>,而长江江豚主要繁殖期是4—9月<sup>[23,24]</sup>,这一时期大面积的浅滩生境的消失,影响繁殖及抚幼,可能对未来几年种群的恢复有影响。大部分湖区干涸,植被提前萌发呈现纤维化,鱼类等无法直接利用,也可能影响草洲淹没后鱼类

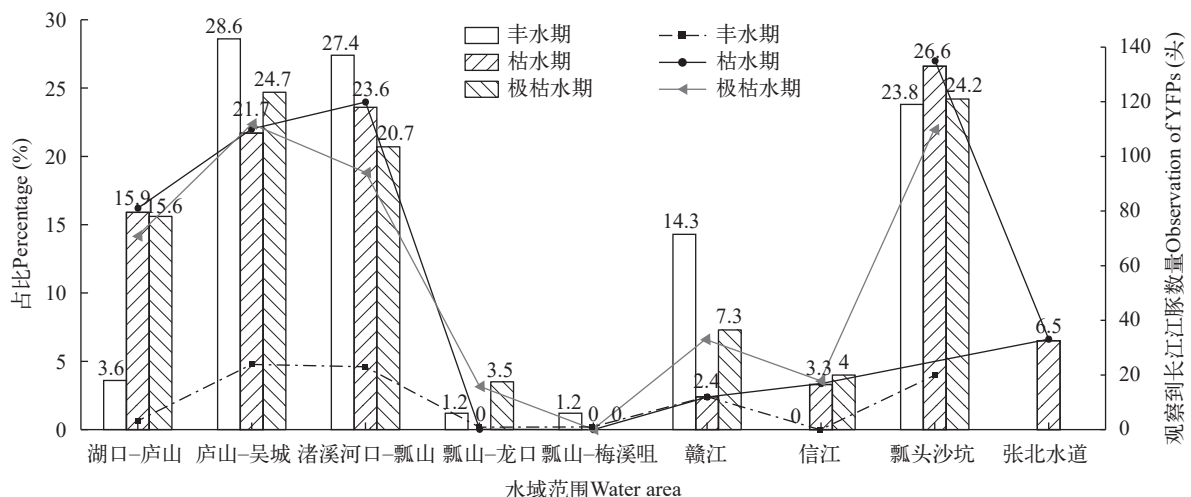


图5 2022年鄱阳湖长江江豚分布水域占比情况

Fig. 5 The proportion of Yangtze finless porpoise distribution in Poyang Lake in 2022

的繁殖<sup>[7]</sup>。最后,车辆等可达性增加,大量人员进入湖区垂钓休闲,造成鱼类资源消耗和水体扰动,还可能误伤长江江豚。

### 3.3 保护及管理建议

#### 采用智慧化监测技术手段,建设预警管理系统

加强监测能力建设,健全监测预警网络。建议采用新智能化监测技术,替代过去靠人海战术监测长江江豚活动的方式,提高保护的科学性和时效性。必须着眼长远,建立鄱阳湖长江江豚智慧监测预警管理系统,根据栖息地选择模型,预测不同水文时期长江江豚的主要栖息地,应用实时被动声学 and 无人机巡航等新手段,开展智能巡护和监测,迅速找到其高密度栖息水域。结合开发人工智能识别和决策支撑程序,识别和预警风险,制定管理对策,实施针对性的保护。

#### 标识高风险区及风险等级,制定保护方案

根据历年来鄱阳湖长江江豚种群监测的结果,结合鄱阳湖水下地形特征,科学识别鄱阳湖长江江豚不同水位时期的高风险区,制定分级、分区域的保护救护方案。特别是在异常情况下,要有两手准备。一是应急救助方案。应明确属地责任、应急物品和设备等物资储备、应急疏浚、驱赶、投饵、迁出、迁入和受伤救助等内容;二是培养专业的本土应急驱赶捕捞队。

#### 修复高风险区生境,管控人类活动

在异常水位下,长江江豚为了生存,往往会应急性选址相对较差的栖息地,此时,一些人类活动会影响江豚生活甚至造成意外伤亡。如航运、违规垂钓和挖砂等人类活动,须加强管控。一要及时修复对江豚造成物理阻隔的生境。如对瓢头南北砂坑清平坑底并连通主河槽,疏通赣江、信江与湖区主河槽肠梗阻段;二要实施应急限航限速管制,最大限度减少极端枯水位期通江水道上航运对江豚的影响。三要在高风险区实施短期禁钓措施,防止误伤江豚;四要限制破坏湖区湿地环境等其他人类活动,如越野、露营等,禁止留下生活垃圾污染环境。

#### 常态化巡护高风险区,明确监护责任

对高风险区开展常态化巡护和监测。常态化巡护要压实属地责任,完善措施,一要落实巡护人职责,做好日常记录;二要明确巡护水域,紧盯易搁浅水域、砂坑等风险水域;三是建立报告制度,遇到致危情况,及时报告并应急处置;四要强化巡护监管,常态化监测要明确监测主体和监测内容,实时提出相关江豚健康状况、数量分布、适口饵料资源量及生存风险等报告。

#### 关注高风险区气候变化,预警冬季结冰

异常气候和水位下,要特别关注长江江豚被围困栖息地等封闭水域,这类水域,往往会因为冬季低温,水不流动,造成局部冰冻灾害,导致江豚缺氧伤亡,应做好风险防范预警措施。

### 3.4 2022年鄱阳湖极端枯水位期长江江豚的救护实践

2022年在极端枯水位期开始后,江西省农业农村厅等单位立即组织开展了“极端枯水位期长江江豚的应急救护”,采取了系列的措施,保障了长江江豚的安全。这些实践,对于未来极端枯水情境下长江江豚的保护有借鉴意义。具体来看,包括以下几个步骤:(1)开展了异常水文气候对鄱阳湖水生生物及长江江豚生存影响的专家咨询。这项工作于2022年9月初开展,较好的借助专家经验,识别了可能存在的各项风险,并为后续开展持续的救护行动打下了良好基础。(2)组建了围绕全湖的巡护监测体系。协调九江市、上饶市和南昌市等渔业主管部门,利用渔民协助巡护系统,组建了围绕全湖的极端水位时期长江江豚巡护监测体系,并每日统计各个水域长江江豚的巡护监测结果,及时掌握长江江豚的分布动态。(3)开展了高风险水域的识别和水生生物本底调查。在协助巡护监测结果的基础上,结合开展了覆盖全湖的长江江豚种群监测,进一步明确了长江江豚的主要分布区,识别了高风险水域。并针对高风险水域进行了分级管理。对于风险等级最高的松门山南北砂坑(群),首先安排永修县渔政在砂坑(群)岸边设置了临时管护站,24h值守,管控人类活动。此外,开展了砂坑(群)水域长江江豚及水生生物资源的调查,及时掌握饵料资源的变动情况。(4)协调海事部门,实施了通江水道航运管制。为减小对长江江豚的影响,协调海事部门,严格限制了通江水道船舶航行路线在水道中间及航行速度小于12 km/h,要求所有公务执法船只降低船速,并采用缓启动等。(5)加强了湖区周边的垂钓执法和宣传。严格禁止违法违规垂钓,并通过加大宣传,规劝在长江江豚高密度分布区的垂钓行为。(6)实施了局部小水域的应急饵料资源补充。根据鱼类资源监测的结果,对松门山南北砂坑(群)、信江瑞洪大桥水域等实施了应急饵料补充,确保长江江豚顺利越冬。并组织当地志愿者,开展长期的长江江豚及人类活动监测。(7)组织开展了松门山南北砂坑(群)长江江豚的应急救护行动。首先根据监测结果,制定了分为五级的应急救护预案,包括应急补饵、应急疏浚、应急驱赶、应急捕捞迁出和应急迁地保护。在实施每一项应急救护措施后,立即开展监测和评估,评价保护效果及仍然存在的



风险, 并启动下一阶段的救护行动。最终在松门山南北砂坑(群)实施了111头长江江豚的应急捕捞迁出和2头长江江豚的应急迁地救护。(8)持续开展鄱阳湖长江江豚江湖迁移的监测。根据考察结果, 发现通江水道长江江豚存在一定规模的迁移行为。因此, 在鄱阳湖铜九铁路大桥和公路大桥之间, 采用定点被动声学监测设备, 组建了监测矩阵, 持续开展鄱阳湖长江江豚江湖迁移行为的监测。(作者声明本文符合出版伦理要求)

#### 致谢:

参加2022年极枯水位瓢头砂坑长江江豚应急救护的江西省水生生物保护救助中心、中国科学院水生生物研究所、中国水产科学研究院淡水渔业研究中心、永修县渔政执法大队、都昌县渔政执法大队成员, 以及参加2022年鄱阳湖长江江豚科学考察的江西省水生生物保护救助中心、中国科学院水生生物研究所、九江市农业科学院、江西农业大学、南昌大学、江西师范大学及江西省生态文明促进会队员, 特此致谢。

#### 参考文献:

- [1] Min Q. The research of flood in winter season of the Poyang Lake [J]. *Jiangxi Hydraulic Science & Technology*, 1993, **19**(4): 305-309. [闵赛. 鄱阳湖区冬季水灾考证 [J]. 江西水利科技, 1993, **19**(4): 305-309.]
- [2] Mei Z, Zhang X, Huang S L, et al. The Yangtze finless porpoise: on an accelerating path to extinction [J]. *Biological Conservation*, 2014(172): 117-123.
- [3] Huang J, Mei Z, Chen M, et al. Population survey showing hope for population recovery of the critically endangered Yangtze finless porpoise [J]. *Biological Conservation*, 2020(241): 108315.
- [4] Mei Z G, Hao Y J, Zheng J S, et al. Population status and conservation outlooks of Yangtze finless porpoise in the Lake Poyang [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2021, **33**(5): 1289-1298. [梅志刚, 郝玉江, 郑劲松, 等. 鄱阳湖长江江豚的现状和保护展望 [J]. 湖泊科学, 2021, **33**(5): 1289-1298.]
- [5] Liu X, Hao Y, Liu Z. Predicaments and adjustment suggestions for construction and management of Yangtze Finless Porpoise Nature Reserves [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2022, **44**(6): 1360-1368.
- [6] Zhao X J, Wang D. Distribution Patterns of Yangtze Finless Porpoise in Yangtze River and Its Correlation to Hydrological Characteristics [C]. Office of the National Postdoctoral Management Committee, 2012. [赵修江, 王丁. 长江干流长江江豚分布特征与水文特征相关性探讨 [C]. 全国博士后管委会办公室, 2012.]
- [7] Hu Z P. Extraordinary drought in Poyang Lake in 2022 and countermeasures and suggestions for drought prevention and mitigation [J]. *China Flood & Drought Management*, 2023, **33**(2): 1-6. [胡振鹏. 2022年鄱阳湖特大干旱及防旱减灾对策建议 [J]. 中国防汛抗旱, 2023, **33**(2): 1-6.]
- [8] Zhao X, Barlow J, Taylor B L, et al. Abundance and conservation status of the Yangtze finless porpoise in the Yangtze River, China [J]. *Biological Conservation*, 2008, **141**(12): 3006-3018.
- [9] Li W, Qiu J, Lei P, et al. A real-time passive acoustic monitoring system to detect Yangtze finless porpoise clicks in Ganjiang River, China [J]. *Frontiers in Marine Science*, 2022(9): 883774.
- [10] Liu X, Mei Z, Zhang J, et al. Seasonal Yangtze finless porpoise (*Neophocaena asiaeorientalis asiaeorientalis*) movements in the Poyang Lake, China: implications on flexible management for aquatic animals in fluctuating freshwater ecosystems [J]. *Science of the Total Environment*, 2022(807): 150782.
- [11] Yang J, Xiao W, Kuang X A, et al. Studies on the distribution, population size and the active regularity of *Lipotes vexillifer* and *Neophocaena phocaenoides* in Dongting Lake and Boyang Lake [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2000, **9**(4): 444-450. [杨健, 肖文, 匡新安, 等. 洞庭湖、鄱阳湖白鱘豚和长江江豚的生态学研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2000, **9**(4): 444-450.]
- [12] Liu L, Xu Z Y, Yang X, et al. Population size, distribution and behavioral characteristics of the Yangtze finless porpoise in the low water period of Poyang Lake [J]. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 2016, **40**(3): 276-280. [刘磊, 胥左阳, 杨雪, 等. 枯水期鄱阳湖重点水域长江江豚种群数量、分布及行为特征 [J]. 南昌大学学报(理科版), 2016, **40**(3): 276-280.]
- [13] Que J L, Rao R C, Yang Y, et al. Population and distribution characteristics of Yangtze finless porpoise in Jiangxi waters during dry season [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2023, **47**(10): 1701-1708. [阙蛟龙, 饶榕城, 杨英, 等. 江西水域枯水期长江江豚种群数量和分布特征 [J]. 水生生物学报, 2023, **47**(10): 1701-1708.]
- [14] Min S, Yan M, Liu J. Climatic characteristics of the drought in Lake Poyang catchment [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2013, **25**(1): 65-72. [闵岫, 严蜜, 刘健. 鄱阳湖流域干旱气候特征研究 [J]. 湖泊科学, 2013, **25**(1): 65-72.]
- [15] Qi S H, Zhang X X, Jiang F, et al. Research on the causes for hydrological drought trend in Poyang Lake [J]. *Journal of Natural Resources*, 2019, **34**(1): 168-178. [齐述华, 张秀秀, 江丰, 等. 鄱阳湖水文干旱化发生的机制研究 [J]. 自然资源学报, 2019, **34**(1): 168-178.]
- [16] Yu D P, Wang J, Yang G, et al. Primary analysis on habitat selection of Yangtze finless porpoise in spring in the section between Hukou and Digang [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 2005, **25**(3): 302-306. [于道平, 王江, 杨光, 等. 长江湖口至荻港段江豚春季对生境选择的初步分析 [J]. 兽类学报, 2005, **25**(3): 302-306.]
- [17] Yang B S. Preliminary observations on feeding choice of finless porpoises in semi-nature reserve [J]. *Environmental Protection and Technology*, 2019, **25**(5): 18-21. [杨丙山. 半自然水域中长江江豚食物选择的初步观察 [J]. 环保科技, 2019, **25**(5): 18-21.]
- [18] Kimura S, Akamatsu T, Li S, et al. Seasonal changes in the local distribution of Yangtze finless porpoises related to fish presence [J]. *Marine Mammal Science*, 2012, **28**(2): 308-324.

- [19] Wang D. Population status, threats and conservation of the Yangtze finless porpoise [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2009, **54**(19): 3473-3484.
- [20] Dong L, Wang D, Wang K, *et al.* Yangtze finless porpoises along the main channel of Poyang Lake, China: implications for conservation [J]. *Marine Mammal Science*, 2015, **31**(2): 612-628.
- [21] Xiao J. Change detection of hydro-acoustic environment for Yangtze finless porpoise using remote sensing in Poyang Lake [D]. Wuhan: Wuhan University, 2008.
- [22] Li S, Wang D, Wang K, *et al.* The ontogeny of echolocation in a Yangtze finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis*) [J]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2007, **122**(2): 715-718.
- [23] Li S, Wu H, Xu Y, *et al.* Mid- to high-frequency noise from high-speed boats and its potential impacts on humpback dolphins [J]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2015, **138**(2): 942-952.
- [24] Liu X, Hao Y J, Liu Z L, *et al.* Predicaments and adjustment suggestions for construction and management of Yangtze Finless Porpoise Nature Reserves [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2020, **44**(6): 1360-1368. [刘馨, 郝玉江, 刘增力, 等. 长江江豚自然保护区建设管理存在的问题及调整建议 [J]. *水生生物学报*, 2020, **44**(6): 1360-1368.]
- [25] Zhao X J. Exploration and application of investigation method of cetacean population in river system [D]. Wuhan: Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, 2009. [赵修江. 河流系统鲸豚类种群数量调查方法探索及其应用研究 [D]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 2009.]
- [26] Xiong Y H, Zhang X Q. Population size, distribution and activities of the Yangtze finless porpoise in the Yangtze Xinluo Baiji National Nature Reserve, Hubei [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2011, **20**(2): 143-149. [熊远辉, 张新桥. 长江湖北新螺江段长江江豚数量、分布和活动的研究 [J]. *长江流域资源与环境*, 2011, **20**(2): 143-149.]

## DISTRIBUTION RISKS AND PROTECTION COUNTERMEASURES OF YANGTZE FINLESS PORPOISE IN POYANG LAKE DURING ABNORMAL DRY PERIOD

MIN Jia-Ling<sup>1</sup>, YU Jin-Xiang<sup>1</sup>, ZHANG Yao-Yao<sup>2</sup>, LI Da-Ming<sup>1</sup>, QUE Jiang-Long<sup>1</sup>, TIAN Zhen<sup>1</sup>, RAO Rong-Cheng<sup>1</sup>, MEI Zhi-Gang<sup>2</sup> and DAI Yin-Gen<sup>1</sup>

(1. Aquatic Conservation and Rescue Center of Jiangxi Province, Poyang Lake Yangtze Finless Porpoise Conservation Base of Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Nanchang 330096, China; 2. Key Laboratory of Aquatic Biodiversity and Conservation of the Chinese Academy of Sciences, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** To study the risks of abnormal dry water levels in Poyang Lake to the survival of Yangtze finless porpoise (*Neophocaena asiaeorientalis asiaeorientalis*, YFPs), we conducted systematic surveys at high, low, and extremely low water level in 2022. The results showed that, at high water level, YFPs exhibited a widespread distribution across the entire lake, predominantly congregating in the central expanse and showing lesser presence in the river channels and tributaries. At low water level, the distribution of YFPs became more localized and concentrated. They gradually entered the tributaries inlet channels and the northern channels of the main lake, displaying an increased affinity for sand pits and inlet channels. The distribution of YFPs were further concentrated during the period of extremely low water levels, showing accumulation toward the main trough, migration into the tributaries, and retention in the sand pits. Notably, the density of YFPs in the river channel reached its annual peak during this phase. The distribution of YFPs in Poyang Lake decreased sharply as the water level decreased, and YFPs is densely isolated in small water spaces. The investigation found that there are approximately 110 YFPs in the sand pit water area south of Piaotou in Songmen Mountain, approximately 18 YFPs downstream of the Xinjiang Ruihong Bridge, and about 20 YFPs in the Yangzizhou of the Ganjiang River. The YFPs is disturbed by human activities such as shipping and fishing, and also faces survival risks such as insufficient bait resources. This study not only presents the population abundance and distribution of YFPs in Poyang Lake across varying water levels in 2022 but also offers comparative insights into the distribution patterns of YFPs under abnormal climate scenarios. Additionally, it delves into their adaptive capacity and identify high-risk areas and risk factors. Combined with the series of rescue actions, the protection and rescue plan of YFPs in Poyang Lake during the period of abnormal water level was proposed. The results would propose new insights into the conservation of YFPs in Poyang Lake under abnormal water levels and provide scientific references for the conservation of YFPs under abnormal climate conditions in the middle and lower reaches of the Yangtze River.

**Key words:** Poyang Lake; Extremely dry period; Habitat distribution; Risk; Protection; Yangtze finless porpoise