

文章编号:1001—7380(2022)06—0048—05

基于水上智能监测系统的 南京长江江豚数量和集群调查与分析

彭婷婷,刘 杉*,温芳芳,许 倩

(南京长江江豚省级自然保护区管理站,江苏 南京 210019)

摘要:该文基于可见光和红外相结合的生物感知手段,准确获取了2020—2021年水上智能监测系统的时点数据,分析了南京长江江豚监测数量的年监测总量、月动态变化以及集群数量,讨论了区域内江豚数量变化走势及影响因素,并初步探讨了提升监测精度范围的手段,为长江江豚种群保护工作提供借鉴。

关键词:长江江豚;智能监测;集群;调查;分析;南京

中图分类号:Q178.3;Q958.885.1;Q959.841

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2022.06.009

Population size and aggregation investigation and analysis of the Yangtze finless porpoise in Nanjing, based on intelligent monitoring system

Peng Tingting, Liu Shan*, Wen Fangfang, Xu Qian

(Nanjing Yangtze River Finless porpoise Provincial Nature Reserve management station, Nanjing 210019, China)

Abstract: In this article, with the time point data of the intelligent monitoring system on the water accurately presented from 2020 to 2021, based on the biological sensing technique combining visible light and infrared, the total annual monitoring amount of Yangtze finless porpoises in Nanjing, the monthly dynamic change of the monitoring number, and the number of clusters were analyzed. And the change trend of the number of Yangtze finless porpoises in the region, and the influencing factors were discussed. Furthermore, the means to improve the monitoring accuracy range were preliminarily dealt with, which could provide reference for the protection of Yangtze finless porpoises population.

Key words: Yangtze finless porpoise; Intelligent monitoring; Grouping; Investigation; Analysis; Nanjing

长江江豚为中国特有物种^[1],国家一级重点保护野生动物^[2],是全球唯一的淡水江豚,也是继白鱀豚功能性灭绝后长江里仅存的鲸豚类动物。主要分布于长江中下游干流和与其相通的洞庭湖和鄱阳湖。1991年我国长江江豚数量约2 700头,其中干流约2 550头;2006—2012年长江江豚种群数量急剧下降,其中长江干流中长江江豚数量年下降达到13.73%^[3-4]。2012年长江江豚被列入世界自然保护联盟濒危物种红色名录极危等级^[5],2017年长江江豚生态考察结果显示,长江江豚数量仅剩1 012头,长江干流约445头^[6],其种群数量快速下降的趋势初步得到缓解,然而极度濒危的现状仍然没有改变。2014年经江苏省人民政府批准设立南京长江江豚省级自

然保护区,主要保护对象包括白鱀豚、长江江豚以及其他长江珍稀鱼类等,其中重点保护对象是长江江豚。为科学保护长江江豚,保护区于2019年底建设水上智能监测系统,探索研究江豚种群动态规律,开展江豚物种和其栖息地保护。本文利用保护区2020—2021年水上智能监测系统信息,比较分析2 a来监测结果的差异,探讨变化规律和影响因素。

1 调查范围和方法

1.1 调查范围

南京长江江豚省级自然保护区位于江苏省南京市长江江段,上游与安徽省马鞍山市相邻,下游至南京长江大桥。全长44.8 km,规划总面积86.92 km²,其中核

收稿日期:2022-09-05;修回日期:2022-10-23

作者简介:彭婷婷(1987—),女,江苏江都人,工程师,硕士。主要研究方向:保护区管理和长江江豚保护。E-mail:373546193@qq.com

*通信作者:刘 杉(1981—),男,湖南岳阳人,高级工程师,大学本科毕业。主要研究方向保护区管理和长江江豚保护。E-mail:20207210@qq.com

心区 30.25 km²、缓冲区 23.66 km²、实验区 33.01 km²。本次调查以保护区水上智能监测系统为基础,该系统在保护区水域上、中、下游均匀布设 5 个监测点位(如图 1),覆盖保护区内长江江豚集中分布区域。其中,潜洲水域监测点位于潜洲洲尾和江心洲洲尾,监控区域为船只干扰较低水域,覆盖洲头分流区、洲尾汇流区和边滩洄水区等;大胜关长江大桥(简称大胜关桥)水域

监测点横跨大胜关桥,覆盖开阔水域和绿水湾湿地等较长自然缓坡岸带;新济洲水域监测点位于子母洲头和子汇洲洲尾新洲三组岸边,监测范围覆盖子母洲与新济洲、子汇洲洲岛间区域。以上监测区域主要为自然缓坡岸带区域^[7],以及洲岛间或洲岛一侧沙洲副航道区域,均为江豚重要栖息地^[7-9]。监测点位的布设能满足保护区内江豚监测的基本需要。

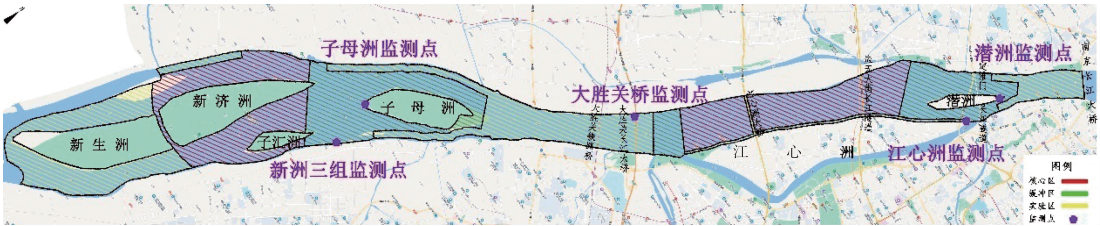


图 1 保护区功能区划和监测点位图

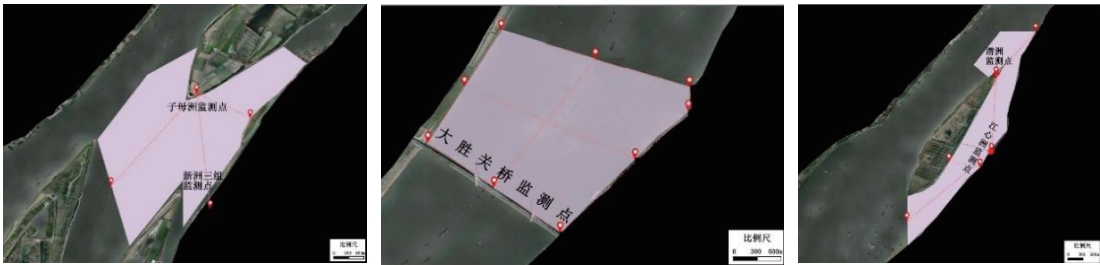


图 2 水上智能监测区域图(a 子母洲、新洲三组岸边;b 大胜关桥;c 潜洲、江心洲点位监测区域)

1.2 监测方法

监测系统采用双光源(红外+可见光)智能监控,以可见光为主,进行江豚的定位、跟踪和拍摄;红外监测设备用于对监测区域的网格划分,结合 AI 识别,精准标注江豚并联动可见光监测设备进行拍摄。5 个监测点中潜洲、新济洲水域 4 个监测点受立地条件限制,各架设 1 基铁塔。大胜关桥点位借助大胜关长江大桥桥身固定监测设备,架设 12 个抓拍枪机(如图 2),实现超大视角江豚抓拍,并采集高质量图像和视频。整个系统覆盖江豚出没的关键水域,监测不受恶劣天气影响。设备的安装和分布情况见表 1。

表 1 监测点位及监测设备布设

监测点位		云台		枪机/套	支撑
		可见光/台	红外-热像/台		
新济洲水域	子母洲	1	1		铁塔
	新洲三组岸边	1	1		铁塔
大胜关桥水域	大胜关桥	1	1	12(1)	支架
潜洲水域	潜洲	1	1		铁塔
	江心洲	1	1		铁塔

1.3 数据传输

采用光纤传输视频信号,被江面阻隔或不具备敷设线缆的地段,采用无线传输。具体传输线路如下:

- 线路 1:潜洲→江心洲→数据中心。
- 线路 2:大胜关桥→数据中心。
- 线路 3:子母洲→新洲三组岸边→数据中心。

2 结果与分析

2.1 年监测量变化

3 片水域数据传输方式不同,设备故障和检修时间不同,对应的监测天数存在差异。因此,分别收集 3 片水域 2020—2021 年日监测数据,并记录设备运行情况,统计监测天数,统计结果见表 2。

对比年监测数据发现,2021 年 3 片水域监测总量较 2020 年增长 483 头次,同比增长 20.65%。在排除设备故障的前提下,仅统计有效监测天数对应的监测量,对比 2020—2021 年各水域监测数据发现,潜洲水域监测到江豚数量减少 68 头次,同比减

少 29.43%;大胜关桥水域监测数增加 563 头次,同比增长 28.28%;新济洲水域监测量减少 12 头次,同比减少 10.26%。3 片水域总监测量的增加一定程度上反映江豚数量的增长,尤其是大胜关桥水域在监测天数减少的前提下,监测量反而增加,更说明江豚数量的增长。此外,潜洲、新济洲水域监测天

数增加,但监测量减少。结合保护区岸线监测和科考调查发现该 2 水域江豚出现频繁、数量增长,分析可知,在江豚分布范围扩大数量增长的前提下,该 2 处水域的监测点位布设和监测范围已不能满足实际监测需求。

表 2 监测区域江豚数量统计

时间	潜洲水域		大胜关长江大桥水域		新济洲水域		合计监测数量 /头次
	数量/头次	天数/d	数量/头次	天数/d	数量/头次	天数/d	
2020 年	231	312	1 991	349	117	307	2 339
2021 年	163	328	2 554	338	105	339	2 822

2.2 月监测量动态分析

3 片水域中,大胜关桥水域监测点覆盖整片水域,监测江豚数量最多,其中 2020 年该点位监测量占全年总量的 85.12%,2021 年占全年总量的 90.50%。同时,潜洲、新济洲水域监测存在局限性。因此,为探究长江江豚空间分布的季节性差异^[7],本文选取大胜关桥水域代表性分析监测量的动态变化。按月统计大胜关桥水域监测量,并进行分析。其中, Y 为月监测量(头次), Z 为日均监测量(头次), N_i 为日监测量(头次), n 为月内有效监测天数。

$$Y = \sum_{i=0}^n N_i, Z = Y/n$$

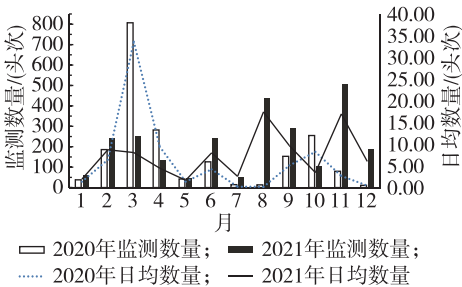


图 3 大胜关桥水域江豚年监测动态

如图 3 所示,2020,2021 年月监测量呈动态变化,每年上半年均出现 2 次波峰,在 3 月(2—3 月)、6 月;下半年峰值出现稍有差异。每月的日均监测量变化趋势同月监测量,但较月监测量相比,不受设备故障影响,可用于年际间月动态的比较。2021 年较 2020 年同期,9 个月日均监测量增长。同一区域监测数量的月变化和年变化,一定程度上反映江豚的迁移习性(旅游行为)。

江豚数量或分布受水文^[10]、水质^[11]、环境噪声^[9]、饵料^[12],以及人类涉水活动^[11]的影响。结合保护区监测结果可知,监测数量上半年动态变化规律较明显,下半年略有差异。2020 年 7—8 月和 2021 年 7 月、10 月出现监测波谷,由于 7—10 月环境不确定性因素较多,包括汛期、干旱、高温等,影响江豚分布范围,增加监测的不确定。2020 年 1,5,12 月和 2021 年 1,5 月出现监测波谷,除和江豚季节性分布有关外,还受涉水活动影响。结合资料查阅和现场调查发现,2019 年 12 月底大胜关桥水域发生沉船事故,4 月拖移沉船,12 月清淤、破拆,相关涉水活动的发生与监测数据谷值出现时间一致,且 2020 年同期日均监测量较 2021 年低。分析认为,涉水活动影响江豚分布。

2.3 集群统计

长江江豚一般三五头结成小群活动,偶见结成数十头的大群^[13-14]。利用 2020—2021 年保护区江段单次拍摄江豚数量,分析区域内江豚的集群性。2020,2021 年江豚集群分布情况见图 4,5。

长江江豚的集中分布情况与食物资源和抚幼、栖息等适宜的环境条件有关。通常整个大群体可分为相对集中的数个亚群体,每个亚群体分别分布在不同水域,并由数个核心群体(家族)组成。2020,2021 年分别收集到 192,2 452 个有效监测数据,统计核心群体为 1—5 头,未见 10 头以上。受单个探头监测范围的限制,3 片水域主要获取单头江豚活动数据,2020 年占各水域江豚监测总量的 66%,66%,79%,2021 年占各水域监测总量的 74%,65%,89%。江豚的集群分布在各水域间无明显差异。

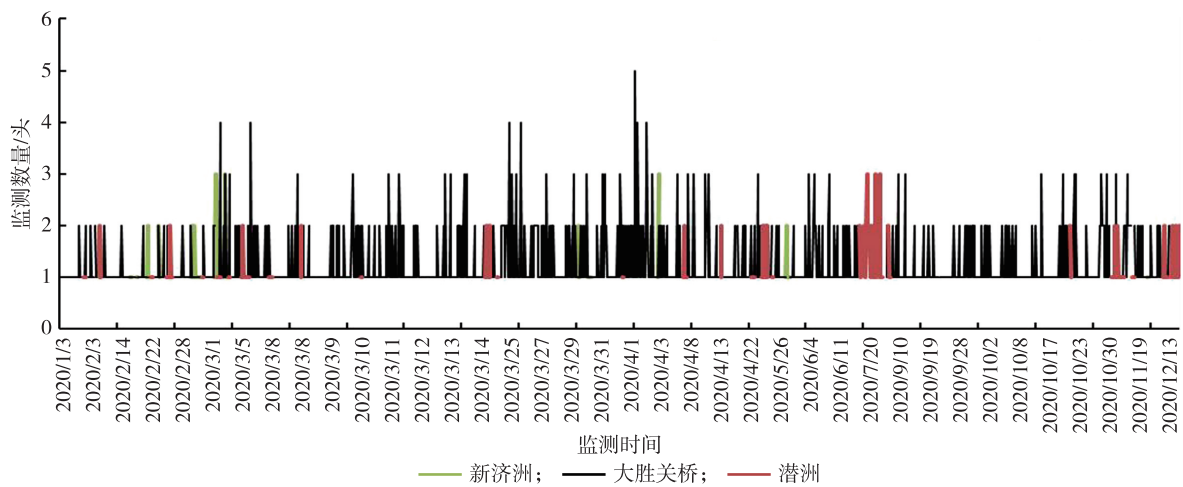


图 4 2020 年长江江豚出现头次统计

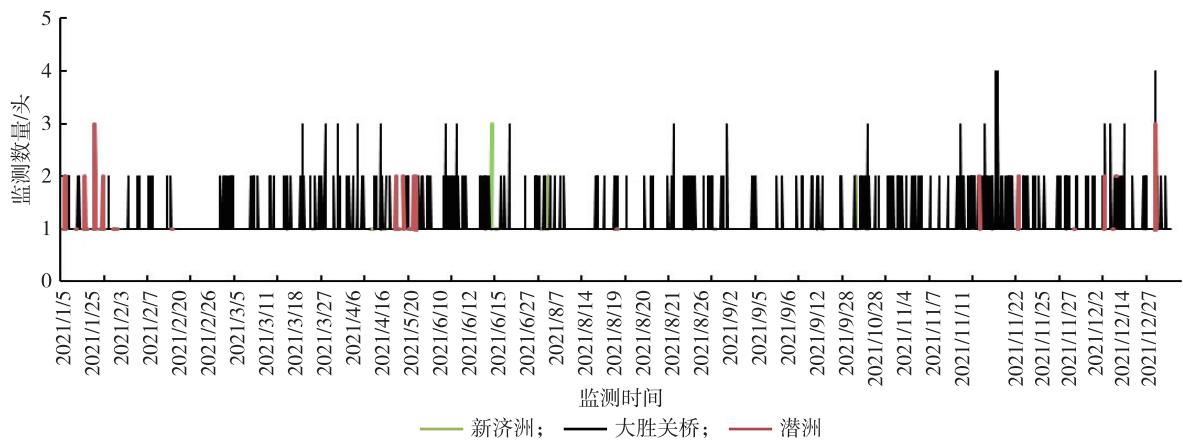


图 5 2021 年长江江豚出现头次统计

表 3 2020 年 3 片水域江豚集群监测统计

集群规模	新济洲			大胜关桥			潜洲		
	次数	头次	占比/%	次数	头次	占比/%	次数	头次	占比/%
1 头	92	92	78.63	1 321	1 321	66.31	158	158	66.11
2 头	8	16	13.68	258	516	25.90	33	66	27.62
3 头	3	9	7.69	42	126	6.33	5	15	6.27
4 头	0	0	0	6	24	1.21	0	0	0
5 头	0	0	0	1	5	0.25	0	0	0

注:占比表示对应集群的江豚数量占某水域江豚总数量的比例。

表 4 2021 年 3 片水域江豚集群监测统计

集群规模	新济洲			大胜关桥			潜洲		
	次数	头次	占比/%	次数	头次	占比/%	次数	头次	占比/%
1 头	94	94	89.52	1 913	1 913	74.90	106	106	65.03
2 头	4	8	7.62	287	574	22.48	22	44	27.00
3 头	1	3	2.86	17	51	2.00	3	9	5.52
4 头	0	0	0	4	16	0.62	1	4	2.45

注:占比表示对应集群的江豚数量占某水域江豚总数量的比例。

3 结论与讨论

南京江段江豚种群稳定,聚集分布在子汇洲(新济洲)、大胜关长江大桥、潜洲水域。调查发现,随着长江大保护和禁渔禁捕的推进,不合理捕捞方式和渔网的减少降低了对江豚的意外伤害,鱼类资源尤其是上层饵料资源逐渐恢复,南京江段生态环境逐步改善,江豚数量增长,分布范围扩大。

长江江豚主要在水下活动,出水时间短、间隔时间长,相较于陆生野生动物的监测难度较大。目前,常用的江豚调查方法为目视观察法(截线抽样法),该方法通过在调查水域内设置样线并航行,肉眼观测、记录视野内江豚数量和距离,利用可见系数估算法等模型估算江豚种群数量。调查需合理选择样线,假定观察中江豚未出现趋近或逃避行为,观察员未疲劳观察、相互不干扰,并需要校正观测距离。由于出江调查活动在船上完成,每次 1—2 d,时间窗口和工作安全受天气状况影响较大,监测不确定因素较多,且单次调查成本偏高。收集的数据能体现调查范围内江豚总量,但难以反映动态变化情况。

本调查使用水上智能监测手段,依托可见光和红外实现江豚的自动监测,获取实时数据并长期保存,并有效利用积累数据研究江豚的动态分布情况。该方法依托的设施设备运行稳定,具有较强的适应恶劣环境的能力,避免了人工观测的不确定性。与目视观察法相比,还具有低误判性、广时段性、全实时性、高安全性等优势,是当前及未来开展江豚监测的有效手段。同时,该方法仍有一定弊端。(1)设备使用寿命有限,为保持监测的稳定性和监测数据的有效性,设备维护和更新成本较高。(2)由于设备单次投入大,难以实现江面尤其是未知活动区域的全覆盖监测。后期可通过逐渐增加监测点位和设备,调整监测视角扩大监测范围,提高监测覆盖度。(3)由于长江江豚体表脂肪层厚且长期生活在水中,体表温度低,夜间红外监测的识别率偏低。可探索在夜间结合被动声学监测等方

法,实现全天候自动监测。

今后,关于长江南京段长江江豚种群研究和保护,可通过扩大监测覆盖面、提升监测综合性和代表性,探讨江豚种群数量和分布特征。进一步实施江豚重要栖息地保护,保护和修复自然缓坡岸带、洲岛间或洲岛一侧沙洲等区域的生境。并联合相关部门开展涉水活动监管,有效减少航运、码头建设、航道整治等活动对长江江豚的生存威胁。

参考文献:

- [1] 余文华,何 锴,陈炳耀,等.中国兽类分类与系统演化研究进展[J].兽类学报,2021,41(5):502-524.
- [2] 国家林草局.国家重点保护野生动物名录.2021-2-5. http://www.forestry.gov.cn/html/main/main_3954/2021022516034-7342521589/file/20210225160401102702964.pdf.
- [3] 杨 光,徐士霞,陈炳耀,等.中国海兽研究进展[J].兽类学报,2018,38(6):572-585.
- [4] 王 丁.保种 最后的拯救[J].人与生物圈,2014(1)1-5.
- [5] 世界自然保护联盟.世界自然保护联盟濒危物种红色名录.2023-2-22. <https://www.iucnredlist.org/species/43205774/45893487>
- [6] 先义杰.2017 年长江江豚生态科学考察[J].人与生物圈,2018(5):27.
- [7] 陈宇维,杨依宁,李 佳,等.基于渔民问卷调查分析航道整治工程对长江江豚分布的影响[J].生物资源,2022,44(3):257-266.
- [8] 章晋秀,陈 懋,韩 毅,等.长江中下游干流江豚岸线栖息地质量评估[J].水生生物学报,2012,36(2):246-254.
- [9] 董首悦,董黎君,李松海,等.江西鄱阳湖湖口水域船舶通行对长江江豚发声行为的影响[J].水生生物学报,2012,36(2):246-254.
- [10] 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:中国博士后生命科学学术论坛论文集[C].全国博士后管委会办公室 浙江大学,2010.
- [11] 章晋秀.岸线开发和采砂活动对长江江豚分布的影响研究[D].北京:中国科学院大学,2020.
- [12] 张晓可,于道平,王慧丽,等.长江安庆段江豚主要栖息地鱼类群落结构[J].生态学报,2016,36(7):1832-1839.
- [13] 魏 卓,王 丁,张先锋,等.长江天鹅洲故道江豚的集群规模及时空分布[J].水生生物学报,2004,28(3):247-252.
- [14] 张先锋,刘仁俊,赵庆中,等.长江中下游江豚种群现状评价[J].兽类学报,1993,13(4):260-270.