

## 上川岛至海陵岛海域中华白海豚种群特征初探

李 敏, 王新星, 许友伟, 陈 涛

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业部南海渔业资源开发利用重点实验室,  
农业部南海渔业资源环境科学观测实验站, 广东 广州 510300)

**摘要:** 珠江口中华白海豚 (*Sousa chinensis*) 种群从伶仃洋一直连续分布至上川岛海域。为探究上川岛以西海域是否也有中华白海豚分布, 于2013–2015年采用船基截线法在上川岛至海陵岛海域进行了8个航次的考察。结果显示各个航次均有中华白海豚的目击记录, 考察期共目击到78群次(约623头次), 部分个体有重复目击记录, 证实了该海域常年栖息着一定数量的中华白海豚。海豚的目击分布以下川岛、潯洲岛周围水域, 以及东平港至庙湾角近岸水域较为集中。海豚的平均目击率与珠江东部河口(伶仃洋)和珠江西部河口区处于同一水平, 海豚聚群规模较大并发现有大于30头的超大规模聚群, 整体的年龄组成较为年轻化, 表明上川岛至海陵岛海域是中华白海豚的重要栖息地, 具有较好的保护潜力。

**关键词:** 中华白海豚; 截线调查; 种群分布; 上川岛; 海陵岛

**中图分类号:** P 735

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-0780-(2017)05-0001-07

## Preliminary investigation on characteristics of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in waters between Shangchuan Island and Hailing Island

LI Min, WANG Xinxing, XU Youwei, CHEN Tao

(Key Lab. of South China Sea Fishery Resources Exploitation & Utilization, Ministry of Agriculture; Scientific Observing and Experimental Station of South China Sea Fishery Resources & Environments, Ministry of Agriculture; South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** The Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) of the Pearl River Estuary population are distributed from Lingding Bay to the waters around Shangchuan Island. To find out whether there are *S. chinensis* in the waters to the west of Shangchuan Island, a total of eight vessel-based line-transect surveys was conducted from 2013 to 2015 in the waters between Shangchuan Island and Hailing Island. The humpback dolphins were sighted in each of the surveys and 78 groups with 623 individuals were sighted in total, confirming the year-round occurrence of the dolphins in this area. Most of the sightings were made in the waters near Xiachuan Island, Mangzhou Island and nearshore waters of Dongping harbor and Miaowanjiao. Dolphin encounter rate was similar with those in the Eastern Pearl River Estuary (Lingding Bay) and the Western Pearl River Estuary. The group size of dolphins was larger and the individuals are younger in the survey area than in the adjacent areas, indicating that the waters between Shangchuan Island and Hailing Island is important habitat for *S. chinensis* and has great potential for protection.

**收稿日期:** 2016-11-22; **修回日期:** 2017-02-15

**资助项目:** 中国水产科学研究院基本科研业务费资助项目(2014C01XK01); 农业部财政项目“广东中华白海豚保护行动”; 香港海洋公园保育基金项目(MM02\_1314); 中国水产科学研究院南海水产研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助(2016TS18, 2015TS06); 广东省自然科学基金项目(2014A030310177)

**作者简介:** 李 敏(1984–), 男, 博士, 副研究员, 从事水生野生动物保护研究。E-mail: limin@scsfri.ac.cn

**通信作者:** 陈 涛(1969–), 男, 研究员, 从事水生野生动物保护研究。E-mail: chent@scsfri.ac.cn

**Key words:** Indo-Pacific humpback dolphins; line transect survey; population distribution; Shangchuan Island; Hailing Island

中华白海豚(*Sousa chinensis*), 也称为印度太平洋驼背豚(Indo-Pacific humpback dolphin), 为国家一级保护动物, 在国际自然保护联盟(IUCN)红色名单中被列为近危物种<sup>[1]</sup>, 同时也被濒危野生动植物国际贸易公约(CITES)附录I收录<sup>[2]</sup>。

中华白海豚历史上在中国东南沿海可能是连续分布的<sup>[3-5]</sup>, 近几十年来由于人类活动及环境变迁等原因导致其栖息地碎片化, 形成了多个隔离的地理种群<sup>[6-7]</sup>。目前已证实和研究较多的有珠江口(包括香港海域)<sup>[8-12]</sup>、湛江海域<sup>[13-15]</sup>、厦门海域<sup>[16-19]</sup>、广西北部湾<sup>[7, 20-21]</sup>及台湾西海岸<sup>[22-25]</sup>等种群。调查研究表明珠江口种群规模最大<sup>[26]</sup>, 截线距离抽样分析(line transect distance sampling)估算其数量在2 500头以上<sup>[10]</sup>。湛江海域长期的监测共识别了492头中华白海豚, 基于照片特征重捕法(mark-recapture analysis)估算种群大小将近1 500头, 为中华白海豚第二大聚集分布海域<sup>[15]</sup>。在厦门海域, 截线抽样分析<sup>[17]</sup>以及特征重捕分析<sup>[7]</sup>均显示此种群的平均大小在100头以下。广西北部湾的中华白海豚可能分散为东边的合浦自然保护区海域和西边的大风江口海域2个聚群, 基于特征重捕分析结果显示总数约398~444头<sup>[21]</sup>。台湾西海岸的中华白海豚最初用截线抽样法估算其个体数近99头<sup>[22]</sup>; 而之后特征重捕法分析显示种群大小较之前估算的更小, 不足80头<sup>[23]</sup>, 被IUCN列入到了极度濒危状态<sup>[25, 27]</sup>。此外, 在福建沿岸(东山、

泉州和宁德等)水域<sup>[28-29]</sup>和海南岛西南海域<sup>[30]</sup>也发现有少量中华白海豚的分布。

已有研究显示珠江口中华白海豚种群分布范围涵盖珠江东部入海口和西部入海口影响的区域<sup>[10-11]</sup>, 即从伶仃洋向西延伸至江门上川岛海域。而中国水产科学研究院南海水产研究所后来进行的探索性考察以及渔民访问调查均提示上川岛以西海域也有中华白海豚的出现, 但未确定是否为季节性迁移的群体。该研究采用船基截线法在上川岛至海陵岛之间的海域进行了一年半时间的考察, 以了解该区域是否存在常年栖息的中华白海豚, 获取该水域中华白海豚的分布、群体结构等种群基线资料, 完善珠江口中华白海豚种群的基础生态信息, 为中华白海豚的保护和规划管理提供可靠的依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查时间与截线设置

于2013年10月至2015年4月共进行了8个航次的海上调查。考察海域和调查截线的设置见图1。调查范围东起江门市上川岛西, 西至阳江市海陵岛东, 北至近岸3~5 m水深处, 南至20 m等深线附近。观察截线设置为南北向、间隔为4 km的平行线。

### 1.2 调查方法

海豚调查采用截线距离抽样法<sup>[31-32]</sup>进行, 为保证观测资料的延续性与可比性, 调查采用与珠

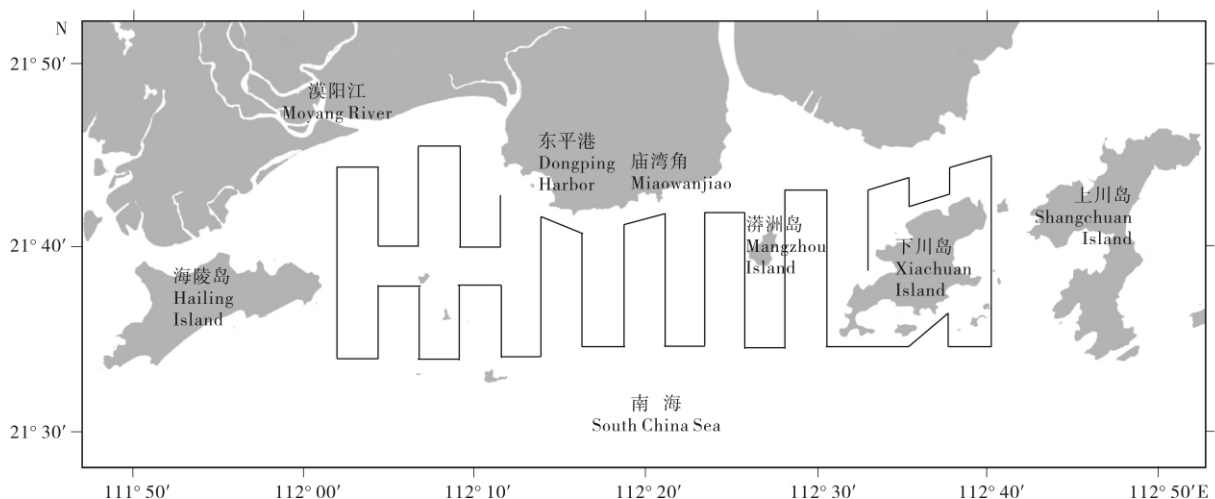


图1 上川岛至海陵岛调查区域及观察截线

Fig. 1 Map of survey area and transect lines in waters between Shangchuan Island and Hailing Island

江口海豚调查相同的目视观测和操作规程<sup>[6,8,10]</sup>。选择适宜的天气(蒲福海况0~5级,无大雨,能见度不少于1.2 km),使用渔船作为观测船。观测台设于船艏上甲板,目视点离水面约4~5 m。调查船以10~15 km·h<sup>-1</sup>的速度沿预设的截线航行,由2人组成观察小组,通过望远镜和肉眼搜索海面,并记录所有的观测结果(观测时间、位置、航速、海况、能见度和航程等)。观察员每半小时轮换一次以避免疲劳,每个航次至少配置4名观察员。当发现海豚时暂停观测,调查船靠近海豚群,估算海豚个体数、群体组成和行为等,并拍摄不同侧面的海豚照片。记录海豚目击数据(目击时间、位置、航向、目击方向、目测距离、个体数、特色组成和行为等)。位置、航速和航程均由手持GPS获得,航向和目击方向由内置指南针望远镜测得。

1.3 数据处理

1.3.1 目击分布 采用GIS ArcView 绘制海豚目击位置分布图,海豚分布分析使用所有海况下的海豚目击记录(包括截线正式观测和非正式观测)。

1.3.2 目击率 中华白海豚目击率仅使用截线正式观测中、蒲福海况0~3级的目击记录,计算每100 km 观测截线目击的海豚群数和个体数,计算公式如下:

$$E_n = n/L$$
$$E_s = \sum_{i=1}^n S_i/L$$

其中  $E_n$  为群目击率,  $E_s$  为个体目击率,  $n$  为总目击次数,  $S_i$  为第  $i$  群内个体总数,  $L$  为观测截

线总长度(单位为100 km)。

1.3.3 年龄组成 海豚年龄阶段的判别参照JEFFERSON<sup>[8]</sup>和JEFFERSON等<sup>[9]</sup>的研究,依据体型、体色及斑点大致划分为几个类型:体型较小、无斑点深黑灰色的UC期(unspotted calves)和灰色的UJ期(unspotted juveniles)、较多斑点灰黑色的M期(mottled)、斑点灰白色的S期(spotted)、较少斑点白色的SA期(spotted adults)和无斑点白色或粉红色的UA期(unspotted adults)。其中UC和UJ期为1岁以下的幼豚,其余类别对应的年龄阶段互有重叠<sup>[9]</sup>,SA和UA期为成年海豚。统计所有航次目击的各体色类型的个体数和比例。

1.3.4 个体识别 从每航次拍摄照片中筛选出清晰可辨认的背鳍正面照片,根据其缺刻及身体上疤痕、色斑等进行个体识别;再通过对各航次识别的个体照片,确定重复目击个体。

2 结果

2.1 目击分布

各航次时间、观察截线长度和海豚目击情况见表1。8个航次的海上考察截线观测总长度为2 267.3 km,共目击到中华白海豚78群次,约623头次。航次时间覆盖到了各个季度,每个航次均有4~14群次的中华白海豚目击记录。丰水期(4~9月)目击海豚群总计33群次,枯水期(10月~翌年3月)目击总计45群次。目击海豚头次丰水期和枯水期比较接近,分别为318头次和305头次。

表1 上川岛至海陵岛海域中华白海豚调查各航次目击情况

Tab.1 *S. chinensis* sighted in the waters between Shangchuan Island and Hailing Island

航次 month of survey	航距/km length of transect-lines	目击群次 encounter sighting	目击头次 encounter individual
2013. 10	286. 6	8	51
2014. 01	282. 6	10	100
2014. 03	288. 0	14	69
2014. 04	287. 7	6	38
2014. 08	276. 9	13	111
2014. 09	282. 4	4	49
2015. 03	280. 0	13	85
2015. 04	283. 1	10	120
总计 total	2 267. 3	78	623

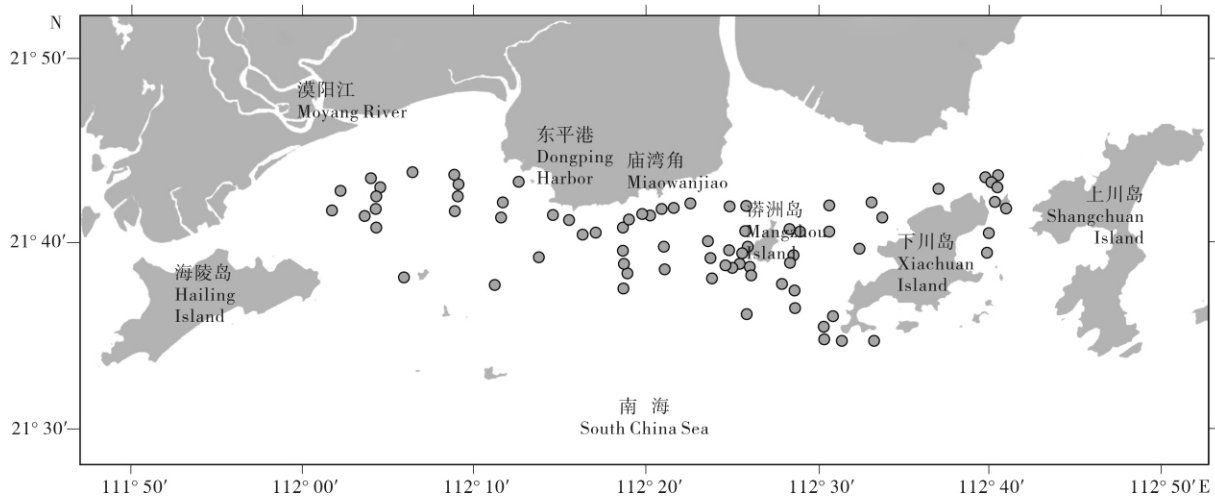


图2 上川岛至海陵岛中华白海豚目击位置

Fig. 2 Sighting locations of *S. chinensis* in waters between Shangchuan Island and Hailing Island

中华白海豚的目击分布见图2。海豚目击位置基本覆盖20 m以内水深的调查区域,多出现于近岸及岛屿周围的水域,尤其是下川岛、潯洲岛周围水域,以及东平港至庙湾角近岸水域的中华白海豚分布较为密集。最南端的截线(近20 m等深线)经过的水域没有目击到中华白海豚。

## 2.2 目击率

考察期内上川岛至海陵岛海域中华白海豚平均目击率为3.1群次·(100 km)<sup>-1</sup>和25.5头次·(100 km)<sup>-1</sup>,群目击率与珠江西部河口<sup>[33]</sup>基本相当,略小于伶仃洋<sup>[34]</sup>;而个体目击率则要略大于后两者(表2)。总体表明上川岛至海陵岛海域的中华白海豚目击密度与珠江口海域处于同一水平。

## 2.3 聚群大小

考察期内上川岛至海陵岛海域目击的中华白海豚聚群大小的变化范围为1~30头,各聚群大小的频数分布见图3。其中以1~6头的聚群居多,占总目击次数的56.4%。10头以上的大聚群共有26次目击,占总目击次数的33%。海豚平均聚群为8.0头(SD=6.8),大于珠江西部河口区<sup>[33]</sup>的6.1头(SD=5.6)和伶仃洋<sup>[34]</sup>的5.2头(SD=3.9),表明这个区域的海豚更趋向于较大的聚群。从海豚目击率的比较也可看出,上川岛至海陵岛海域的群目击率较小而个体目击率较大,也表明了这个海域的海豚聚群是相对大的聚群。另外,在考察期内有2次目击超过30头的超大规模聚群,一次发现于潯洲岛西南海域,另一次发现于庙湾角南海域。

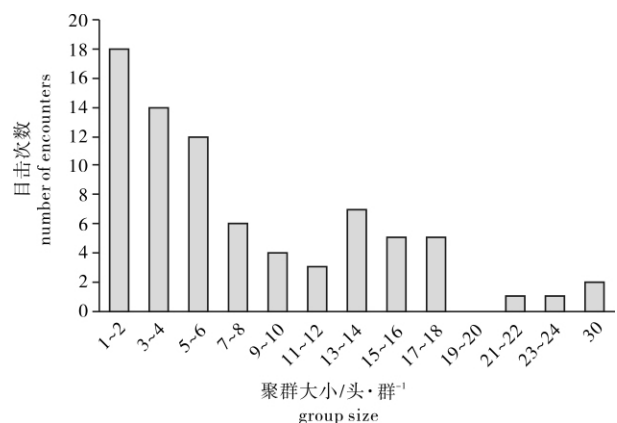


图3 上川岛至海陵岛中华白海豚聚群大小的频数分布

Fig. 3 Frequency of group sizes of *S. chinensis* encountered in the waters between Shangchuan Island and Hailing Island

## 2.4 年龄组成

从目击群体的体色组成来看,上川岛至海陵岛海域的海豚包含了从深灰黑色、浅灰色到白色和粉红色的各个类别,即涵盖了从幼年期到成年期的各个年龄组层次。在记录了体色层次的514头次海豚中,幼年和非成年期的海豚在比例上占有绝对的优势(表3)。处于UC和UJ阶段的幼豚有62头次,占总目击个体的12.1%。3个海域中华白海豚年龄组成对比(表3)发现,上川岛至海陵岛海域幼豚目击比例与珠江西部河口(11.0%)相近,高于伶仃洋(7.4%),而成年阶段的SA和UA海豚比例(18.1%)则要低于伶仃洋(34.7%)。

表 2 上川岛至海陵岛海域中华白海豚目击率及与相邻海域的比较

Tab. 2 Encounter rate of *S. chinensis* in waters between Shangchuan Island and Hailing Island with comparison with adjacent areas

调查区域 survey area	群目击率/群次·( 100 km) <sup>-1</sup> sighting encounter rate	个体目击率/头次·( 100 km) <sup>-1</sup> individual encounter rate
上川岛至海陵岛 waters between Shangchuan Island and Hailing Island	3. 1	25. 5
珠江西部河口 <sup>[33]</sup> western Pearl River Estuary	3. 2	21. 3
伶仃洋 <sup>[34]</sup> Lingding Bay	4. 4	20. 4

表 3 上川岛至海陵岛海域中华白海豚年龄阶段组成及与相邻海域的比较

Tab. 3 Age stage composition of *S. chinensis* in waters between Shangchuan Island and Hailing Island with comparison with adjacent areas

调查区域 survey area	年龄阶段 age stage					
	UC	UJ	M	S	SA	UA
上川岛至海陵岛 waters between Shangchuan Island and Hailing Island	3. 5	8. 6	46. 9	22. 9	15. 4	2. 7
珠江西部河口 <sup>[33]</sup> western Pearl River Estuary	3. 0	8. 0	33. 9	14. 6	15. 8	5. 1
伶仃洋 <sup>[34]</sup> Lingding Bay	1. 8	5. 6	40. 2	17. 7	23. 7	11. 0

2.5 个体识别

考察期间共拍摄海豚照片 2 万余张, 筛选出背鳍清晰可辨认照片, 依据其特征共识别出海豚个体 242 头。对比各航次的识别个体, 发现部分重复目击的海豚个体, 重复目击的时间并不局限于特定的航次和季节。例如 M 期个体 MY-02, SA 期个体 MY-09 和 MY-17 在不同时间段均被重复目击到, 个体背鳍照片及拍摄时间见图 4。

3 讨论

栖息于珠江口的中华白海豚种群为目前所知的该物种最大的种群<sup>[26]</sup>, 从伶仃洋一直连续分布至上川岛海域<sup>[10]</sup>。之前的研究对珠江口中华白海豚的分布、数量等种群生态学均做过较为详细的报道<sup>[8-11,32]</sup>, 而未见有对上川岛以西海域中华白海豚的正式研究和报道。该研究对上川岛至海陵岛海域进行了历时一年半的截线考察, 共目击到中华白海豚 78 群次。每个航次均有海豚的目击记录, 丰水期和枯水期海豚目击总群次和头次相差不大, 证实了上川岛至海陵岛海域有常年栖息的中华白海豚分布。另外, 不同时间段的识别个体对比结果显示, 至少有部分个体在一年当中被重复目击, 重复目击

个体同样可以作为证据表明这个海域是中华白海豚常年分布的栖息地。

中华白海豚一般分布于有径流影响的河口浅海域<sup>[6-7]</sup>, 上川岛至海陵岛海域主要有漠阳江、寿长河和那扶河的注入, 形成了咸淡水交汇的区域, 生物多样性水平相对较高, 同时增加了鱼类的丰富度及生物量, 可能提高了白海豚的捕食机会<sup>[8,35]</sup>, 从而成为海豚的觅食场和栖息地。这个海域目击到的中华白海豚分布水深未超出 20 m 等深线, 尤其以近岸和海岛周围浅水区域分布较多。这种分布与珠江口海域<sup>[10,32]</sup>、厦门海域<sup>[36]</sup>、北部湾<sup>[20]</sup>、海南岛西南<sup>[30]</sup>以及其他水域<sup>[37-39]</sup>中华白海豚分布的水深范围一致。

截线抽样考察的海豚目击率可以在一定程度上反映考察水域海豚密度的大小。上川岛至海陵岛海域海豚平均目击率与珠江西部河口海域和伶仃洋海域目击率几乎处于同一水平, 表明这个海域也是中华白海豚的重要栖息地。同时, 这个海域的海豚更趋向于较大的聚群, 2 次超过 30 头超大规模的聚群也是近 10 多年来珠江河口的中华白海豚考查中较为罕见的, 反映出上川岛至海陵岛海域中华白海豚资源现状相对较好。

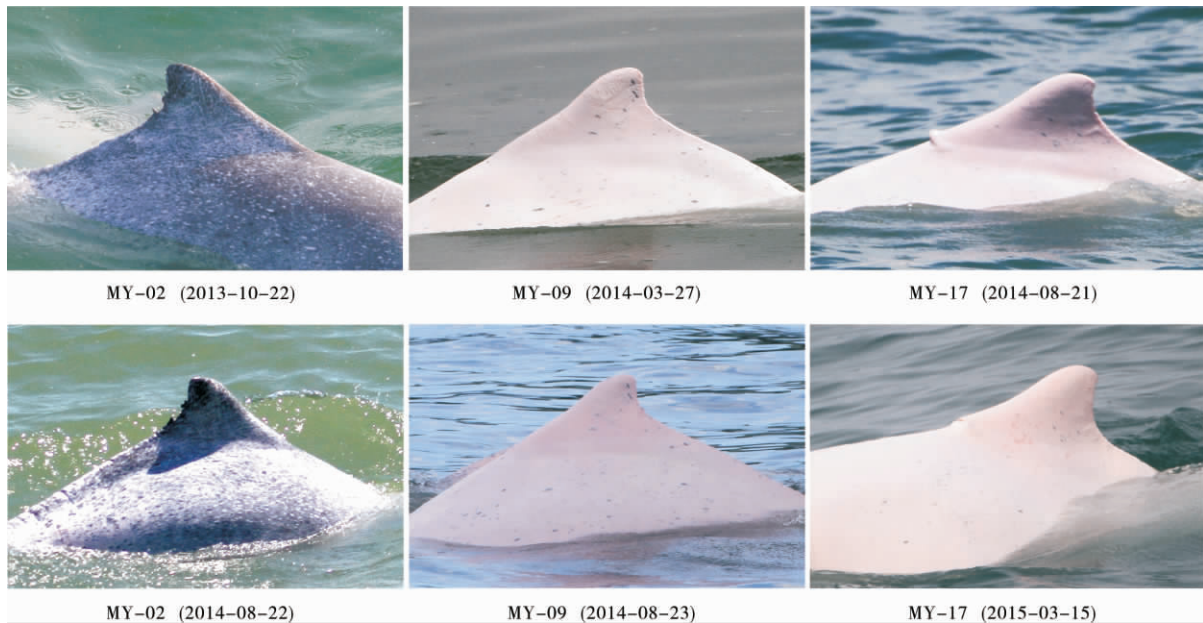


图 4 不同时间段重复目击到的 3 头个体

海豚编号和拍摄时间标注于照片下方

Fig. 4 Three identified individuals of *S. chinensis* sighted at different time

Individual ID and time for photographing were presented below.

中华白海豚年龄的确定一般通过牙齿的牙质生长层来确定<sup>[8]</sup>, 在野外测定中华白海豚年龄是很难实现的, 只能根据其体色的变化来大致确定年龄阶段, 而长期的跟踪观测显示体色与年龄并非是完全对应的关系<sup>[9]</sup>。就珠江口的中华白海豚来说, 有的成年海豚一直保持青灰色体色直至老年, 而不褪化为白色。从 M 期开始不同的体色类型间也有年龄重叠现象, 然而依据体色对处于 UC 与 UJ 阶段的海豚年龄的划分是较准确的, 基本为 1 岁以下的幼豚<sup>[9]</sup>。该研究中上川岛至海陵岛海域中华白海豚 UC 与 UJ 阶段幼豚比例要高于伶仃洋海域, 反映出这个海域的海豚组成较之伶仃洋要更加年轻化, 海豚出生率可能相对较高, 具有较好的保护潜力。

上川岛以西海域与珠江口海域水体相通, 没有物理阻隔, 两个区域海豚的目击分布是连续的, 因此从理论上来说这两个区域的海豚应同属于一个种群, 但仍需通过分析重复识别个体的活动范围来确证。今后还需继续深入对上川岛以西海域中华白海豚的海上考察和种群生态研究, 以明确这一区域种群数量和分布边界等信息。

#### 参考文献:

[1] IUCN. The IUCN red list of threatened species. Version 2016.2

[EB/OL]. [2016-10-22]. <http://www.iucnredlist.org/details/20424/0>.

[2] CITES. 2013 CITES appendices [EB/OL]. [2016-10-22]. <http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>.

[3] ZHOU K, LEATHERWOOD S, JEFFERSON T. Records of small cetaceans in Chinese waters: a review [J]. *Asian Mar Biol*, 1995, 12: 119-139.

[4] 王先艳, 妙星, 吴福星, 等. 厦门至珠江口间沿海海域中华白海豚分布的调查研究 [J]. *台湾海峡*, 2012, 31(2): 225-230.

[5] 黄文儿, 温业新, 唐子英. 中华白海豚的初步调查研究 [J]. *复旦大学学报(自然科学版)*, 1978, 1: 105-110.

[6] JEFFERSON T, HUNG S. A review of the status of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) in Chinese waters [J]. *Aquat Mamm*, 2004, 30(1): 149-158.

[7] CHEN B, ZHENG D, YANG G, et al. Distribution and conservation of the Indo-Pacific humpback dolphin in China [J]. *Integr Zool*, 2009, 4(2): 240-247.

[8] JEFFERSON T. Population biology of the Indo-Pacific hump-backed dolphin in Hong Kong waters [J]. *Wildlife Monogr*, 2000, 144: 1-65.

[9] JEFFERSON T, HUNG S, ROBERTSON K, et al. Life history of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) in the Pearl River Estuary, southern China [J]. *Mar Mamm Sci*, 2011, 28(1): 84-104.

[10] CHEN T, HUNG S, QIU Y, et al. Distribution, abundance and individual movements of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the Pearl River Estuary, China [J]. *Mammalia*, 2010, 74(2): 117-125.

- [11] CHEN T, QIU Y, JIA X, et al. Distribution and group dynamics of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the western Pearl River Estuary, China [J]. Mamm Biol, 2011, 76(1): 93-96.
- [12] KARCZMARSKI L, HUANG S, OR C, et al. Chapter Two-humpback dolphins in Hong Kong and the Pearl River Delta: status, threats and conservation challenges [J]. Adv Mar Biol, 2016, 73: 27-64.
- [13] ZHOU K, XU X, TIAN C. Distribution and abundance of Indo-Pacific humpback dolphins in Leizhou Bay, China [J]. New Zeal J Zool, 2007, 34(1): 35-42.
- [14] XU X, ZHANG Z, MA L, et al. Site fidelity and association patterns of Indo-Pacific humpback dolphins off the east coast of Zhanjiang, China [J]. Acta Theriol, 2012, 57(2): 99-109.
- [15] XU X, SONG J, ZHANG Z, et al. The world's second largest population of humpback dolphins in the waters of Zhanjiang deserves the highest conservation priority [J]. Sci Rep, 2015, 5: 8147.
- [16] 刘文华, 黄宗国. 厦门中华白海豚的分布和数量 [J]. 海洋学报, 2000, 22(6): 95-101.
- [17] CHEN B, ZHENG D, ZHAI F, et al. Abundance, distribution and conservation of Chinese white dolphin (*Sousa chinensis*) in Xiamen, China [J]. Mam Biol, 2008, 73(2): 156-164.
- [18] WANG X, WU F, TURVEY S, et al. Social organization and distribution patterns inform conservation management of a threatened Indo-Pacific humpback dolphin population [J]. J Mammal, 2015, 96(5): 964-971.
- [19] CHEN B, ZHENG D, JU J, et al. Range patterns of resident Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*, Osbeck 1765) in Xiamen, China: implications for conservation and management [J]. Zool Stud, 2011, 50(6): 751-762.
- [20] 徐信荣, 陈炳耀, 王炼, 等. 北部湾沙田水域中华白海豚和江豚的同域分布格局及时空变化 [J]. 兽类学报, 2012, 32(4): 325-329.
- [21] CHEN B, XU X, JEFFERSON T, et al. Chapter Five-conservation status of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) in the Northern Beibu Gulf, China [J]. Adv Mar Biol, 2016, 73: 119-139.
- [22] WANG J, YANG S, HUNG S. Distribution, abundance and conservation status of the eastern Taiwan Strait population of Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis* [J]. Mammalia, 2007, 71(4): 157-165.
- [23] WANG J, YANG S, FRUET P, et al. Mark-recapture analyses of the critically endangered eastern Taiwan Strait population of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*): implications for conservation [J]. Bull Mar Sci, 2012, 88(4): 885-902.
- [24] HUANG S, CHANG W, KARCZMARSKI L. Population trend and vulnerability of humpback dolphins *Sousa chinensis* off the west coast of Taiwan [J]. Endanger Species Res, 2014, 26(2): 147-159.
- [25] WANG J, RIEHL K, KLEIN M, et al. Chapter Four-biology and conservation of the Taiwanese humpback dolphin, *Sousa chinensis taiwanensis* [J]. Adv Mar Biol, 2016, 73: 91-117.
- [26] JEFFERSON T, SMITH B. Chapter One-re-assessment of the conservation status of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) using the IUCN red list criteria [J]. Adv Mar Biol, 2016, 73: 1-26.
- [27] ROSS P, DUNGAN S, HUNG S, et al. Averting the baiji syndrome: conserving habitat for critically endangered dolphins in eastern Taiwan Strait [J]. Mar Freshw Ecosyst, 2010, 20(6): 685-694.
- [28] CHEN B, ZHENG D, XU X, et al. The Northernmost distribution of Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) in the world: evidence from preliminary survey in Ningde, China [J]. Pak J Zool, 2012, 44(5): 1209-1214.
- [29] WU F, WANG X, DING X, et al. Distribution pattern of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) along coastal waters of Fujian Province, China [J]. Aquat Mamm, 2014, 40(4): 341-349.
- [30] LI S, LIN M, XU X, et al. First record of the Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) southwest of Hainan Island, China [J]. Mar Biodiversity Rec, 2016, 9(1): 3.
- [31] BUCKLAND S, ANDERSON D, BURNHAM K, et al. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations [M]. Oxford: Oxford University Press, 2001: 432.
- [32] SCHWEDER T. Advanced distance sampling: estimating abundance of biological populations [J]. J Am Stat Assoc, 2007, 102(478): 763-764.
- [33] 陈涛, 邱永松, 贾晓平, 等. 珠江西部河口中华白海豚的分布和季节变化 [J]. 中国水产科学, 2010, 17(5): 1057-1065.
- [34] 陈涛. 港珠澳大桥主体工程施工前中华白海豚监测和渔业资源本底调查报告 [R]. 广州: 中国水产科学研究院南海水产研究所, 2011: 11-23.
- [35] PARRA G, CORKERON P, MARSH H. Population sizes, site fidelity and residence patterns of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins: implications for conservation [J]. Biol Conserv, 2006, 129(2): 167-180.
- [36] 陈炳耀, 翟飞飞, 徐信荣, 等. 厦门水域中华白海豚栖息地选择的初步研究 [J]. 兽类学报, 2007, 27(1): 92-95.
- [37] KARCZMARSKI L, COCKCROFT V, MCLACHLAN A. Habitat use and preferences of Indo-Pacific humpback dolphins *Sousa chinensis* in Algoa Bay, South Africa [J]. Mar Mamm Sci, 2000, 16(1): 65-79.
- [38] KEITH M, PEDDEMORS V, BESTER M, et al. Population characteristics of Indo-Pacific humpback dolphins at Richards Bay, South Africa: implications for incidental capture in shark nets [J]. S Afr J Wild Res, 2002, 32(2): 153-162.
- [39] PREEN A. Distribution, abundance and conservation status of dugongs and dolphins in the southern and western Arabian Gulf [J]. Biol Conserv, 2004, 118(2): 205-218.