

# 中国海兽研究概述

郝玉江<sup>1</sup>\* 王克雄<sup>1</sup>\* 韩家波<sup>2</sup> 郑劲松<sup>1</sup> 先义杰<sup>1</sup> 姚志平<sup>1</sup>  
鹿志创<sup>2</sup> 李海燕<sup>1</sup> 张先锋<sup>1</sup>\*\*

(1 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072) (2 辽宁省海洋水产科学研究院, 大连 116023)

(3 中国科学院研究生院, 北京, 100049) (4 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: 我国对海兽的研究已有 80 多年的历史。为了回顾我国海兽研究的历史, 总结我国海兽研究的进展, 并展望我国海兽研究的未来, 借《兽类学报》创刊 30 周年之际, 作者查阅了大量历史文献, 并结合我们的研究积累, 从鲸类、鳍脚类和其他海兽三个类群分别综述了我国海兽研究的进展。本文重点总结了我国几种代表性海兽的生态学、饲养与繁殖生物学、保护遗传学、声学和保护生物学等研究进展。我们认为, 我国在珍稀濒危淡水豚类的饲养与繁殖生物学、保护生物学和生物声学等方面处于国际前沿地位。对我国海洋沿岸的海兽还缺乏系统研究, 对珍稀濒危海兽的保护实践有待突破。

关键词: 中国; 海兽; 研究

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2011) 01 - 0020 - 17

## Marine mammal researches in China

HAO Yujiang<sup>1</sup>\* , WANG Kexiong<sup>1</sup>\* , HAN Jiabo<sup>2</sup> , ZHENG Jingsong<sup>1</sup> , XIAN Yijie<sup>1</sup> ,  
YAO Zhiping<sup>1</sup> , LU Zhichuang<sup>2</sup> , LI Haiyan<sup>1</sup> , ZHANG Xianfeng<sup>1</sup>\*\*

(1 Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China)

(2 Provincial Academy of Marine Fishery Sciences of Liaoning, Danlian 116023, China)

(3 Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

(4 Laboratory of Biodiversity and Conservation of Aquatic Organisms, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** Researchers in China have studied marine mammals for over 80 years. In recognition of *Acta Theriologica Sinica*'s 30 year anniversary, we have reviewed the history of this research using an extensive published literature as well as our own research and experience, summarized its progress, and discuss future prospects. Marine mammals in this paper are divided into three groups: whales, pinnipeds, and other marine mammals. We have focused on research examining the ecology, rearing and breeding biology, conservation genetic, acoustics, and conservation biology for selected species. Two main points have been drawn from the review. First, Chinese research on marine mammals is at the forefront of some fields including research on rearing and breeding biology, conservation biology, and bio-acoustics of river dolphin or porpoise. The second point, unfortunately, is that there is a lack of systematics studies on marine mammals in Chinese coastal waters. Finally, we expect to see significant breakthroughs and real progress on the protection of endangered species in the near future.

**Key words:** China; Marine mammal; Research

海兽即海洋哺乳动物, 一般包括鲸目 (Cetacea)、鳍脚目 (Pinnipedia)、海牛目 (Sirenia) 的所有动物, 以及食肉目 (Carnivora) 的海獭 (*Enhydra lutris*)、水獭 (*Lutra lutra*) 和北极熊 (*Ursus*

*maritimus*)。生活在河流和湖泊等淡水环境中的鲸类等也被列为海洋哺乳动物。

我国学者正式发表海兽研究的论文见于 1925 年秉志先生对江豚 (*Neophocaena phocaenoides*) 骨

基金项目: 国家自然科学基金重点项目 (30730018); 国家重点基础研究发展计划 (2007CB411600); 国家海洋局海洋公益性行业科技专项 (201105011-3); 香港海洋公园保育基金 (Ocean Park Conservation Foundation)

收稿日期: 2010-12-24; 修回日期: 2011-01-09

作者简介: 郝玉江 (1971-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事水生哺乳动物生理生态学研究。\* 对本文的贡献同等重要。

\*\* 通讯作者, Corresponding author, email: zhangx@ihb.ac.cn

骼系统的研究 (Ping, 1925)。1962 年, 寿振黄等编写的《中国经济动物志·兽类》(寿振黄, 1962) 列出了中国海洋哺乳动物的系统纲目。20 世纪 60 年代以来, 我国的海兽研究逐渐增多, 特别是 1978 年以来, 我国海兽的研究从发现记录逐步发展到分类学、地理分布、形态学、饲养生物学、生态学、生理学、繁殖生物学、声学、保护遗传学和保护生物学等方面。

随着我国经济的快速发展和社会对珍稀濒危物种保护的逐渐重视, 我国学者对白鱃豚 (*Lipotes vexillifer*) 等我国特有珍稀鲸类进行了全面研究, 由此推动了我国海兽研究全面、系统和深入的展开。

## 1 鲸类

### 1.1 白鱃豚

#### 1.1.1 生态学

周开亚等 (1977) 通过调查发现, 1940 ~ 1970 年, 白鱃豚分布于上达宜昌, 下至长江口的整个长江干流及与之相连的洞庭湖及鄱阳湖; 在钱塘江上游也曾有分布。20 世纪 70 年代末以来, 我国先后进行了 50 余次的白鱃豚生态学考察 (陈佩薰等, 1980; 周开亚等, 1983; 华元渝等, 1986; 华元渝等, 1994; 于道平等, 1999; Zhang *et al.*, 2003; Zhao *et al.*, 2008)。这些考察有如下特点: (1) 研究内容日益广泛, 从分布范围扩展到了种群数量及动态、栖息地选择、活动规律等方面; (2) 考察区间日益扩展, 从限于某些江段和湖区扩展到了整个分布范围; (3) 方法更加完善, 从最初的单船考察逐步过渡到多船沿江巡航和多船分段同步考察; 由传统的目视观察过渡到目视与声学相结合的方式 (Akamatsu *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2009); 在采样方式上, 从直接计数过渡到可见系数法 (张先锋等, 1993) 和截线抽样法 (Buckland *et al.*, 2001; Zhao *et al.*, 2008)。综合已有考察资料推测, 上个世纪 90 年代初长江中的白鱃豚已不足 100 头 (陈佩薰和张先锋, 1997), 90 年代末至少还有 13 头 (Zhang *et al.*, 2003), 而 2006 年没有发现任何个体 (Turvey *et al.*, 2007; Zhao *et al.*, 2008)。因此, 目前白鱃豚已濒临灭绝。这意味着近 50 多年来第一种大型脊椎动物的灭绝。从更长的历史时期来看, 这也是自公元 1500 年以来第 4 个消失的哺乳动物的科, 是第一种因人类活动而走向灭绝的鲸类动物 (Turvey *et al.*, 2007)。

#### 1.1.2 饲养与繁殖生物学

1980 年 1 月 12 日中国科学院水生生物研究所 (以下简称水生所) 从洞庭湖城陵矶获得一头雄性白鱃豚, 从此开始了我国饲养白鱃豚的历史。此后, 南京师范大学 (原南京师范学院)、南京水产研究所等单位也先后饲养过白鱃豚, 总共有 6 头, 但仅水生所有 2 头成活时间超过 1 年以上 (刘仁俊等, 2002), 其中雄性白鱃豚“淇淇”在人工饲养环境中生活了近 23 年, 这是我国也是世界上在人工饲养环境中生活时间最长的淡水鲸类动物。陈佩薰等 (1997) 对白鱃豚“淇淇”的饲养进行了全面深入的总结。

白鱃豚的生殖系统与其他鲸类生殖系统的基本结构类似 (Chen *et al.*, 1982; 王克雄和刘仁俊, 1998)。白鱃豚的子宫为不对称的双角子宫, 一般左侧子宫角发达, 每胎一仔 (陈佩薰等, 1997)。雄性的生殖系统完全隐藏在体内, 这是鲸类动物对水生生活的适应。从绝对重量和相对重量上讲, 白鱃豚的睾丸都明显小于长江江豚以及其他淡水鲸类的睾丸, 说明两种鲸类动物尽管生活在同样的环境中, 它们采取的繁殖对策可能存在明显差别 (王克雄和刘仁俊, 1998)。

由于样本的限制, 对于白鱃豚达到性成熟的年龄并不太清楚, 根据有限的资料推测雌性白鱃豚可能在 6 龄左右达到性成熟, 而雄性则可能在 4 龄左右达到性成熟。野外生态观察发现, 白鱃豚的繁殖行为可能具有明显的季节性, 但是对其具体繁殖规律尚不了解。根据水生所对“淇淇”性激素水平的周年监测结果分析, 发现“淇淇”的性行为 and 激素水平存在春秋两个高峰, 其中春季高峰明显 (陈道权等, 2001)。对于白鱃豚孕期的长短也不清楚。水生所根据获得的 4 头胎儿的体长推算白鱃豚的妊娠期可能在 10 ~ 11 个月。陈佩薰等 (1997) 统计在他们所获得的 13 头雌性白鱃豚中仅发现有 4 头怀孕, 群体怀孕率仅为 30%。不过这一结果可能主要受到样本量和样本获得时间的限制。

#### 1.1.3 保护遗传学

刘珊等 (2001) 以及 Yang 等 (2003) 对长江下游镇江附近江段 20 头白鱃豚的 mtDNA 控制区部分片段进行了分析, 结果发现该物种具有非常低的核苷酸多样性和单倍型多样性。许黎美等 (2005) 对 20 世纪 70 ~ 80 年代采自长江中游江段的 21 个福尔马林固定白鱃豚组织标本的 mtDNA 控制区高变区进行分析, 发现所有样品共享同一种线粒体单

倍型。以上研究均表明白鱀豚的 mtDNA 遗传多样性水平非常低。分析可能的原因有：白鱀豚分布区大幅缩小，数量迅速减少，以及种群内不可避免的近交可能导致遗传多样性丢失；白鱀豚种群建群时创立者数量较少而形成的奠基者效应，或者是在较远历史时期所经历的瓶颈效应；标本采集区域的局限性使得部分低频遗传变异检测不到。

Yang 等 (2005) 通过 PCR 扩增和测序的方法对白鱀豚 MHC 基因 DQB 座位第二外显子的遗传变异进行了研究，结果在该区域检测到丰富的等位基因。作者认为白鱀豚具有比已报道的其他鲸类高得多的 MHC 遗传多态性，这种多态性可能是白鱀豚适应长江含高密度病原体环境的结果。Xu 等 (2008) 采用相同的方法对白鱀豚 MHC 基因 DRA 和 MHC-I 座位第二外显子的遗传变异进行了研究，结果发现 DRA 位点序列变异较小，而 MHC-I 位点遗传变异很丰富。进一步的分析发现白鱀豚和长江江豚在 3 个 MHC 位点上具有非常高的相似性，两个物种的部分个体之间甚至在 MHC-I 和 DQB 座位上具有相同的等位基因，而在 DRB 座位上则检测到与鼠海豚科 (Phocoenidae) 和海豚科 (Delphinidae) 其他物种完全相同的等位基因 (Yang *et al.*, 2005; Xu *et al.*, 2007, 2008)。作者认为前者可能是两个物种在长江中面临相似环境压力产生趋同进化的结果，而后者则表明鲸类在该位点上可能存在跨种进化。

由于外部形态和栖息地环境相似，在很长一段时间之内，包括白鱀豚在内的 4 种淡水豚被置于同一个较高的分类单元——淡水豚总科 (Platanistoidea)。Cassens 等 (2000) 基于三个线粒体基因和二核基因的序列变异对 4 种淡水豚进行了系统发育分析，推测淡水豚类是在中新世中期为了逃避海洋生态环境的改变或者避免海豚科物种的出现与竞争，偶然地适应了河流栖息地环境而幸运地保存下来的子遗物种，同时发现淡水豚类并非单系起源。Nikaido 等 (2001) 利用短散布元件 (SINE) 侧翼序列变异来估算主要鲸类类群的分化时间，认为齿鲸类是单系起源的，但淡水豚类为并系起源。其中恒河豚 (*Platanista gangetica*) 最早出现，随后形成白鱀豚、拉河豚 (*Pontoporia blainvillei*) 和亚河豚 (*Inia geoffrensis*)。Yang 等 (2002) 基于线粒体细胞色素 *b* 基因的研究结果则将淡水豚类分为三个支系，即恒河豚、白鱀豚、印河豚和拉河豚，并且支持白鱀豚成为独立的科。此外，Yan 等

(2005) 对白鱀豚进行了线粒体全基因组测序，并结合 GenBank 中 17 种鲸类的线粒体全基因组数据对淡水豚类进行了系统发育分析。发现淡水豚类可以划分为两个完全独立的支系，即恒河豚，及白鱀豚、亚河豚和拉河豚两个系之间无姐妹群关系，从而支持淡水豚的并系起源，但白鱀豚与亚河豚和拉河豚形成姐妹群，并且共同构成海豚总科的姐妹群。

此外，Du 等 (2007) 构建了白鱀豚的 BAC 基因组文库，并通过 PCR 扩增和测序的方法对文库的有效性进行了检验，最终证明该文库可用于基因筛选、物理图谱构建以及基因组测序。在白鱀豚目前可能已经灭绝的情况下，该文库很可能成为今后人类获取该物种遗传信息的唯一来源。

#### 1.1.4 声学

1980 年以来，我国学者围绕白鱀豚的声能力进行了多方面研究，包括该物种发声器官 (鼻囊)、声通道 (额隆等) 和声接收器官 (下颌骨) 的声学特性 (南京工学院无线电工程系水声仿生课题组, 1980; 荆显英等, 1982; Hua *et al.*, 1989); 听觉能力 (冯文慧和梁长林, 1986; 王丁等, 1988; Feng *et al.*, 1989; 肖友英等, 1993); 声音的结构特征及其与行为和环境的关系 (荆显英等, 1981, 1983; 王丁, 1996; 王丁等, 1989, 1999; Wang *et al.*, 1989; Xiao and Jing, 1989; Akamatsu *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 2006) 等。这些研究表明，白鱀豚的发声和声接收器官与常见的小型齿鲸类相似，但却有其自身特点。白鱀豚能发出两类声信号，即高频脉冲信号 (滴答声，峰值频率为 20 ~ 120 kHz) 和低频连续信号 (哨叫声，主频 6 kHz 左右)，前者主要用于探测环境和捕捉食物等，后者主要用于个体间的通讯和情感表达。研究表明，白鱀豚与海豚一样能发出哨叫，这纠正了国际鲸类学界关于淡水豚不发出哨叫声的错误结论 (荆显英等, 1981; 王丁, 1996; 王丁等, 1989, 1999)。白鱀豚哨叫声与其他海豚的差异较大，而同另一种淡水豚——亚河豚的更为相似，这可能是白鱀豚对环境高度适应性的表现 (Wang *et al.*, 2001)。

#### 1.1.5 保护生物学

1986 年 10 月 27 ~ 30 日，首届“淡水豚类生物学和物种保护国际学术讨论会”在武汉召开，会上提出了拯救白鱀豚的三大保护对策，即：建立自然保护区、实行迁地保护和开展人工繁殖

(Chen *et al.*, 1989a)。自 20 世纪 90 年代初以来, 在白鬃豚重要的分布水域, 一系列国家级、省级和市级自然保护区相继建立。1992 年, 国务院批准建立长江天鹅洲白鬃豚国家级自然保护区和长江新螺段白鬃豚国家级自然保护区。2000 年, 安徽省建立了铜陵淡水豚类省级自然保护区并于 2006 年升级为国家级自然保护区。这些保护区在渔业执法、污染控制和动物救护等方面取得了一定的业绩。然而, 由于长江环境在短期内难以得到重大改观, 因此迁地保护变得很有必要。1987~1988 年, 水生所对长江天鹅洲故道水域进行了本底调查, 在论证后, 开展了长江江豚的试养研究(张先锋等, 1995)。初步结果表明, 该水域适合对白鬃豚进行迁地保护。在安徽铜陵淡水豚国家级自然保护区, 也有一个半自然水域用于白鬃豚的迁地保护(董明琨等, 2000)。为更好地对白鬃豚的保护生物学进行研究, 人工饲养和繁殖工作从 20 世纪 80 年代初就已开始进行, 如前所述, “淇淇”在水生所存活近 23 年, 科研人员通过“淇淇”的饲养研究, 获得了大量宝贵资料(Chen *et al.*, 1989b)。1996 年 12 月 25 日, 我国第一个以珍稀水生野生动物保护为目的的基金会——武汉白鬃豚保护基金会正式成立。然而令人遗憾的是, 这些工作仍然无法有效挽救白鬃豚的命运。

## 1.2 江豚

### 1.2.1 分类和分布

王丕烈(1984a)根据中国海域和长江产江豚(*Neophocaena phocaenoides*)背部棘状小结节的分布形状和面积等外部形态特征的显著差异, 认为中国水域的江豚应该分为三个亚种, 即主要分布于南海的指名亚种(*N. p. phocaenoides*); 主要分布于东海和长江的扬子亚种(*N. p. asiaorientalis*); 以及主要分布于黄海和渤海的北方亚种(*N. p. sunameri*)。高安利和周开亚(1995)对中国长江和沿海江豚标本的外形测量指标进行分析, 也将江豚划分为三个亚种: 指名亚种, 北方亚种及长江亚种, 与王丕烈(1984a)三亚种划分的主要区别在于: 将分布于长江中下游干流及与之相通的洞庭湖和鄱阳湖中的江豚单独作为长江亚种, 并认为其是唯一已知的淡水江豚种群。但是, Wang 等(2008)基于形态学特征和遗传学特征, 发现在台湾海峡及其附近海域同时分布着宽背脊和窄背脊两种类群的江豚。虽然这两种形态的江豚不存在地理和空间上的隔离, 但遗传分析表明它们之间存在显

著的生殖隔离。因此认为它们应该属于两个不同的物种, 并建议将宽背脊江豚命名为 *Neophocaena phocaenoides*, 窄背脊江豚命名为 *Neophocaena asiaorientalis*。

### 1.2.2 生态学

江豚种群数量调查方法也是从单纯的单船目视考察逐步发展到可见系数法、无线电跟踪、微型信标跟踪、截线抽样法、声学考察等(张先锋等, 1993; 肖文和张先锋, 2000, 2002; 王克雄等, 2005; Akamatsu *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2009; Kimura *et al.*, 2009)。在开展江豚分布调查工作的同时, 也进行了种群数量及其动态、分布特征、栖息地选择、活动规律等方面的研究(王丕烈, 1984a; 张先锋等, 1993; 杨健和陈佩薰, 1996; 魏卓等, 2002; 于道平等, 2005; 赵修江, 2009; Parsons, 1998a; Barros *et al.*, 2002; Jefferson *et al.*, 2002)。由于江豚偏好在近岸水域活动, 因此它们容易面临人类活动的威胁, 这在长江江豚中表现得尤其明显(王丁等, 1998; Parsons and Wang 1998; Parsons, 1998b)。根据 1984~1991 年的考察资料, 运用可见系数法统计, 估计长江干流中长江江豚种群数量约为 2 500 头(张先锋等, 1993); 2006 年, 水生所组织了长江豚类 7 国联合考察, 采用截线抽样法和声学考察相结合的考察方法, 估计长江干流长江江豚的种群数量为 1 000~1 200 头(Zhao *et al.*, 2008)。再结合洞庭湖和鄱阳湖的考察数据(肖文和张先锋, 2000, 2002; 杨健等, 2000), 估计当时长江江豚约为 1 800 头左右(Zhao *et al.*, 2008)。在干流中, 种群数量每年以 5% 的速率下降, 而且栖息地破碎化现象严重(Zhao *et al.*, 2008)。到目前为止, 在江豚的三个亚种中, 相关的生态学研究工作在长江江豚中开展得较多, 这主要是由于该亚种与白鬃豚的分布范围高度重叠, 而且它们的保护形势正变得日益严峻所致。

### 1.2.3 饲养与繁殖生物学

从上世纪 70 年代起, 包括水生所、南京师范大学等单位以及上海动物园、武汉新世界水族馆等商业旅游机构就开始尝试长江江豚的人工饲养。但是由于当时对长江江豚生活习性、生态学等诸多方面的知识了解很少, 再加上人工饲养设施简陋等诸多原因, 多数江豚在人工饲养环境中存活的时间并不长, 1993 年以前在人工饲养环境中生活时间最长的江豚也仅 18 个月。1996 年水生所从长江中捕

获一雄一雌两头幼年长江江豚，至今这两头江豚已经在人工环境下生活14年，另有一头1999年引入的雌性江豚也在水生所生活了近8年的时间，并于2005年生产一头雄性幼豚，这也是淡水鲸类动物在人工饲养环境中的首次成功繁殖 (Wang *et al.*, 2005)，目前该江豚已经达到性成熟。2004年、2009年又分别从野外引进1雄2雌共3头江豚饲养，均取得成功，标志着长江江豚的人工饲养技术已经基本成熟。另外，自2008年开始，长江天鹅洲国家级白鱀豚自然保护区开始尝试在自然水体中开展网箱饲养江豚的尝试，目前生活在其网箱中2头雄性江豚生长良好，发育正常。

近些年来，国内已有多家水族馆开展过江豚的救护和饲养工作，初步统计目前生活在海洋馆中的海洋江豚已有18头，在蓬莱海洋极地世界饲养有7头、秦皇岛山海关欢乐海洋公园饲养有9头，秦皇岛新奥海底世界饲养有2头，均为北方江豚亚种。此外宁波神风海洋世界也曾多次开展江豚（指名或南方亚种）的救护工作，并尝试饲养，这表明国内对于海洋江豚的救护饲养工作已初见成效。

在江豚饲养过程中，水生所尝试开展了一些长江江豚饲养技术方面的研究，主要包括动物的营养需求、行为观察、疾病防治、水质调控等方面。发现长江江豚的体重和食量在人工饲养环境中随着水体温度变化呈现明显的季节变化规律，这可能体现了对环境温度变化的一种适应，冬季在人工饲养环境中生活的长江江豚日摄食量可以达到其体重的10%左右。江豚的食性较广，捕食鱼的种类主要受不同区域鱼类资源的影响，但是由于江豚只能整个吞食猎物，所以江豚主要选择体形较小的食物，在人工饲养环境一般选择体重100~300g的小鱼饲喂。此外，水生所针对长江江豚的饲养，还对饲养水体氮、磷等营养元素的积累规律进行了研究，并制定了相应的水质控制标准。

长江江豚的性成熟并无明显的体表第二性征变化，所以较难判断其性成熟状况，一般是依据其体长进行推测。性成熟的体长标准是通过收集到的江豚标本性器官的比较解剖研究建立的体长和性成熟的经验关系而确立的 (张先锋, 1992; Gao and Zhou, 1993; Chang and Zhou, 1995)。但是由于不同研究者用于判断性成熟的器官和组织标准上的差异，目前不同研究者所得出的体长标准也不完全一致。Hao等 (2007) 通过对野外捕获的长江江豚血

液性腺激素水平分析，认为雄性长江江豚达到性成熟的体长可能在138cm左右。但是由于不同江豚地理种群生长速度存在差异，这一标准可能并不适用于海洋江豚亚种的判断，例如Gao and Zhou (1993) 通过对黄海江豚和长江下游江豚生长曲线的模拟比较发现，黄海江豚种群的生长速度要快于长江种群。特别是由于不同水域动物的营养和个体差异，仅以体长为标准只能对动物的性成熟状况进行大体判断，对个体性成熟状况的准确判断还需要借助生理学的手段。

Wu等 (2010) 通过B超检测技术对雄性长江江豚的性腺发育进行了研究，发现通过动物性腺体积的大小和超声的回声强度 (Pixel intensity, PI) 即超声图像的像素亮度可以建立起活体动物性成熟判断的标准。他们研究认为雄性长江江豚在性腺体积大于 $150\text{ cm}^3$ ，PI大于60时可以作为判断雄性江豚达到性成熟的标准。他们发现在体长小于133cm的雄性江豚中其性腺体积和PI很小而且季节变化不大，而在体长大于133cm小于142cm的个体中这两项指标在不同季节变化剧烈，而大于142cm的个体其性腺体积和PI均达到最大值，因此他们认为体长小于133cm的江豚可能属于未成熟个体，大于133cm后进入青春期，而体长达到142cm以上才可能达到真正的性成熟。这一研究对于活体个体江豚的性成熟状况的判断提供了更为直接可靠的判断依据。

江豚的繁殖具有明显的季节性，特别是北方亚种和长江亚种的繁殖季节规律非常明显。魏卓等 (2004) 对水生所饲养的一头雄性长江江豚的生殖器伸出行为进行了观察，发现其性行为主要集中在4~10月，存在两个较明显的高峰期，一个是在4~5月，伸出频率较高；另一个是在9~10月，但伸出频率次之。Chen等 (2007) 对饲养于水生所的一头雄性成年江豚的血清睾酮激素水平进行了长期的监测研究，发现雄性江豚激素水平一般从3月开始上升，4月达到高峰，一直持续到8月，9月开始下降，10月会快速降低到最低水平，推测饲养的雄性江豚的繁殖季节可能在4~9月，与行为观察的结果基本一致。对于北方亚种繁殖的季节性规律了解不多，估计与长江江豚比较接近；而南方亚种的繁殖季节性可能不是非常明显，Gao and Zhou (1993) 推算中国南海江豚分娩时间可以从6月延续到次年的3月，分娩高峰在8~12月，同长江江豚和黄渤海江豚存在明显的差异。这种差异可

能反映了不同地理纬度,特别是温带水域和热带水域同一物种在生态适应方面的地理变异(郝玉江等,2006)。

Chen 等(1982)估计长江江豚的妊娠期可能为10个月,而姜新发(1998)推算江豚的妊娠期仅为9.4个月,Chang 和 Zhou(1995)推算江豚的妊娠期平均为10.45个月。Kasuya 等(1979)研究日本江豚认为其妊娠期为11个月。Hao 和 Wang(2009)采用粪便激素监测的方法确定了一头雌性豕养江豚怀孕的日期,通过该江豚分娩的时间确认江豚的妊娠期在11.5个月以上,与其他齿鲸类比较接近。长江江豚的分娩时间也相对比较集中,Wei 等(2002)报道天鹅洲故道的新生江豚都发现于4月中旬到下旬。实际上我们在野外观察发现,天鹅洲5、6月也有江豚出生,而白鬃豚馆出生的4头江豚的分娩时间在气温比较高的6~8月。从目前掌握的资料看,长江江豚分娩时间的季节性是比较强的,我们推测动物为提高新生幼体的成活率,适宜水温和食物条件可能是影响江豚繁殖和分娩时间的重要因素。

杨健等(1998)对一头日本江豚的分娩行为进行了详细描述。整个分娩过程历时153 min,而日本鸟羽水族馆记录的一头江豚分娩历时88 min,说明个体之间在分娩时间上差别较大。我们对水生所出生的3头江豚的分娩过程进行了比较,发现在人工饲养环境下这3次分娩的过程非常相似,从胎儿尾鳍露出到胎儿完全娩出的时间基本都在110~115 min,胎盘娩出的时间也比较接近,都在胎儿娩出后435~465 min,这可能代表了江豚顺产的时间和基本过程。

江豚分娩后初次哺乳的时间在不同母豚间甚至同一母豚在不同次分娩中差别很大,这可能主要取决于母豚的经验和紧张状态,而分娩后尽快授乳是新生胎儿成活的关键。因此江豚在人工环境中分娩时应尽可能减少人为干扰,缓解母豚的紧张情绪,提高新生幼豚的成活率。

关于长江江豚哺乳期的报道不多。张先锋(1992)曾报道一例体长96 cm幼豚的捕鱼行为,并在其死后的胃容器中发现有固体食物。根据年龄鉴定,推测该豚6月龄左右,可能刚断奶不久或处于断奶期,因此现在一般认为长江江豚的断奶期可能为0.5龄。先义杰(2010)对水生所白鬃豚馆2005年出生的一头雄性江豚的哺乳行为和母子关系进行了长期的跟踪研究,发现新生江豚在3个月

左右的时间就开始尝试学习捕食小鱼,但是真正的断奶期要到7个月以后,这也支持了张先锋(1992)的野外观察结果。

#### 1.2.4 保护遗传学

杨光和周开亚(1997)对中国水域12头江豚的mtDNA控制区的序列分析,发现中国水域江豚各亚种之间无共有单倍型,认为江豚不同亚种间可能已经出现了显著的遗传分化,且相互之间缺乏基因交流。随后,Yang 等(2002)通过对73个江豚样品的mtDNA控制区部分片段的分析,进一步研究了长江亚种、北方亚种(黄海种群)和指名亚种(南海种群)之间存在个体迁移和基因交流。此外,研究结果也显示在中国水域的3个江豚亚种中,长江亚种的遗传多样性水平最低,但与南海种群基本相当,而黄海种群表现出最高的核苷酸多样性及单倍型多样性,推测其为江豚的起源中心。Yang 等(2003)通过增加样品数量,对中国水域江豚的遗传结构进行了进一步的研究,最终支持 Yang 等(2002)的结论。为了进一步评估长江亚种的遗传资源状况,Zheng 等(2005)分析了长江中下游7个地方群体39头长江江豚的mtDNA控制区全序列,发现其遗传多样性水平确实很低,而下游群体表现出较中游群体更丰富的遗传变异,认为这种遗传分布格局可能反映了长江种群的海洋起源及进化历程。

在核DNA水平上开展江豚保护遗传学研究的工作也有一些报道。He 等(2005)通过RAPD技术检测到长江江豚的遗传多样性很贫乏,并认为如此低的遗传多样性意味着该种群可能经历了遗传多样性的减少。李东明等(2005)采用ISSR分子标记对长江亚种和渤海种群的遗传变异进行了比较分析,发现两个种群的总体遗传多样性水平相对较低,而长江亚种稍高于渤海种群,并且两个种群之间的遗传结构水平较低而基因交流水平较高。Xu 等(2007)通过单链构象多态性(SSCP)和测序的方法对中国水域江豚的主要组织相容性复合体(major histocompatibility complex, MHC)基因的三个位点(DRA、DQB和MHC-I)进行了遗传变异分析,结果发现DRA位点上的遗传变异很少,而DQB和MHC-I位点表现出较丰富的遗传变异,并通过正向选择以保持多态性。Du 等(2010)对长江江豚MHC基因DQB位点进行了遗传变异分析,发现长江亚种具有较两个海洋种群更丰富的等位基

因和遗传多态性,体现出与 mtDNA 遗传变异完全相反的地理分布格局,建议在今后的迁地保护等保护实践中需要考虑到 MHC 基因遗传多样性。Xu 等 (2010) 对中国水域江豚 MHC 基因 DRB 位点进行了遗传变异分析,发现 20 世纪 90 年代之后长江亚种和南海种群在该位点上的遗传多态性显著下降,而长江亚种与黄海种群之间的分化程度则明显增加,并体现出完全不同的淡水环境选择压力。

为了加强对天鹅洲迁地保护江豚群体的保护和管理,对该群体进行了比较全面的种群调查、遗传多样性评估、个体识别及亲子鉴定等保护遗传学研究 (夏军红等 2004, 2005; Xia *et al.* 2005a, 2005b)。发现天鹅洲江豚存在群体数量和有效种群数量偏小、雌雄性比严重失调、遗传多样性水平不高且正在逐渐丧失某些遗传变异等方面的问题。结合 Zheng 等 (2005) 对长江江豚自然种群的遗传学研究结果,该研究组建议从长江下游遗传多样性更丰富的江豚自然种群中引进代表不同遗传变异的个体到天鹅洲保护区中,形成更大的、结构更合理的群体,以保证该迁地保护群体的长期生存和健康发展。

夏军红等 (2005) 以及 Xia 等 (2005a, 2005b) 用其他鲸类的微卫星引物通过跨种扩增的方式对天鹅洲保护区江豚进行个体识别、亲权鉴定及遗传多样性评估等研究。近几年,江豚物种特异性微卫星遗传标记的开发工作取得了突破 (Chen *et al.*, 2008, 2009; Zheng *et al.*, 2008), 它们在物种保护中的应用也先后报道。冯俊伟等 (2009) 采用微卫星分型的方法成功地对两个豢养繁殖长江江豚进行了父权鉴定。Chen 等 (2010) 采用 10 个多态性微卫星遗传标记对中国水域 125 个江豚个体进行了基因分型和遗传变异分析,发现中国水域的江豚具有相对较高的微卫星遗传多态性,3 个种群之间的遗传分化显著,相互之间缺乏甚至没有基因交流,从而建议将它们划分为不同的进化显著单元和管理单元。

#### 1.2.5 声学

我国江豚的声学研究始于 20 世纪 80 年代初,近十多年来取得了较大进展,尤其是在声音的物理特征和声行为等研究领域,而且这些工作主要集中于长江江豚中 (孟凡等, 1981; 王丁, 1996; 王丁等, 1988, 1989, 1999; 王克雄和王丁, 1999; Hua and Zhou, 1992; Goold and Jefferson, 2002; Akamatsu *et al.*, 2005a, 2005b; Li *et al.*, 2005a,

2005b; Li *et al.*, 2006; Akamatsu *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2007a, 2007b; Li *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2009; Kimura *et al.*, 2009)。中国水域的江豚都能发出高频、窄带的超声波脉冲 (滴答声, 峰值频率为 120 ~ 150 kHz 左右), 用于导航、捕食和探索环境等。在野外围网和人工饲养的长江江豚中,有研究者还记录到了低频声 (频率小于 15 kHz), 可能与通讯和情感表达有关。对于长江江豚,另一个引人注目的是,由于该亚种与白鱀豚的分布范围高度重叠,因此二者如何通过发声的不同而避免竞争 (王丁, 1996)。电生理、行为学和形态学等方面的证据表明,长江江豚的听觉能力比白鱀豚更强 (冯文慧和梁长林, 1986; 王丁等, 1988; 肖友芙等, 1993; Popov *et al.*, 2005)。

#### 1.2.6 保护生物学

江豚 1988 年被列为国家二级保护野生动物。1996 年,长江江豚被国际自然保护联盟列为“濒危级” (Baillie and Groombridge, 1996)。由于近年来该亚种的生存状况日益恶化,因此有学者建议将其保护等级提升为国家一级 (刘仁俊等, 1996) 和 IUCN 红皮书“极濒危级” (赵修江, 2009)。由于长江江豚和白鱀豚的分布范围高度重叠且面临着相同的人类活动威胁,因此针对白鱀豚的三大保护措施同样适用于长江江豚。在以前建立的若干白鱀豚原地保护区,目前也一并行使着保护长江江豚的职能。在迁地保护方面,从 20 世纪 90 年代初起,作为白鱀豚迁地保护的前期工作,长江江豚开始被陆续引入石首天鹅洲故道进行试养而且取得了良好效果 (杨健和张先锋, 1995; Wei *et al.*, 2002)。经过近 20 年的发展,到 2007 年年底,已发展成一个包含约 30 个个体的长江江豚迁地保护种群,而且近几年每年都有 3 ~ 4 头幼豚出生。这是目前世界上对一种鲸类动物进行迁地保护获得成功的唯一范例 (Wang, 2009)。这项保护实践进一步丰富和发展了濒危物种迁地保护的理论和技術,为我国乃至世界上其他濒危鲸类或水生哺乳动物的保护提供了有益的借鉴。在天鹅洲故道的示范作用下,各自然保护区对迁地保护越来越重视,各单位都在踊跃地争取建立类似的迁地保护区。例如,从 1992 年开始,安徽铜陵白鱀豚国家级自然保护区陆续引入江豚试养 (蒋文华, 2000)。目前,该水域已成功地建立了一个包含约 11 头个体的迁地保护群体,而且从 2003 年来已经有 6 头幼豚出生 (蒋文华, 2010)。然而,目前的迁地保护区在种群的遗传结

构和性比、水体交换水平和抵抗自然灾害的能力等方面还有待于改善 (Xia *et al.*, 2005b; Wang, 2009; 蒋文华, 2010)。除了原地和迁地保护外, 人工饲养繁殖也取得了一定进展。1996 年, 人工饲养长江江豚在水生所取得了成功; 2005 年, 世界上第一头人工饲养条件下的长江江豚在该所出生 (Wang *et al.*, 2005)。目前, 一个包含有 5 头个体的长江江豚人工饲养繁殖群体已经得到建立。

### 1.3 中华白海豚 (*Sousa chinensis*)

#### 1.3.1 生态学

从 20 世纪 90 年代以来, 中华白海豚在我国海域的分布范围、种群大小、栖息地选择、活动规律及其影响因素、与分布于相同环境的江豚的关系等开始受到广泛关注 (王丕烈和韩家波, 1996; 刘文华和黄宗国, 2000; 杨伯华和邓超冰, 2006; 陈炳耀等, 2007; 王丕烈和韩家波, 2007; 杨世主等, 2008; 张维伦等, 2008; 徐信荣等, 2010; 余欣怡等, 2010; Wüsig and Jefferson, 1990; Parsons, 1998a; Buckland *et al.*, 2001; Jefferson *et al.*, 2002; Barros *et al.*, 2004; Hung and Jefferson, 2004; Wang *et al.*, 2007; Zhou *et al.*, 2007; Chen *et al.*, 2008; Hung, 2008; Chen *et al.*, 2009; Chen *et al.*, 2010; Ross *et al.*, 2010)。在中华白海豚的生态考察中, 许多研究者采用了截线抽样法和照相识别技术。就当前掌握的资料来看, 中华白海豚主要分布在长江口以南各沿海省市 (包括香港、澳门和台湾), 较大的种群分布于北部湾 (约 150 头)、雷州湾 (约 240 头)、珠江口 (约 2 500 头)、厦门沿岸 (约 80 头) 及台湾海峡东部 (约 100 头)。利用这些群体, 研究者获得了关于该物种在活动范围、栖息地利用、摄食习性和社会结构等方面的大量信息。结果显示, 中华白海豚的活动规律受水文、季节和年龄结构等因素的影响, 人类活动是最大的影响因素。

#### 1.3.2 饲养和繁殖生物学

南宁动物园从广西北部湾水域救护一头雄性中华白海豚, 今年估计已经 8 岁左右, 体长 250 cm, 体重 150 kg 多, 已经达到性成熟。该动物园为白海豚建立了专门的饲养池, 并进行了多项表演性训练工作, 目前该豚生长和健康状况良好。针对白海豚繁殖生物学的研究工作还非常少, 因此我们对白海豚繁殖生物学的了解也还非常有限。一般认为白海豚的繁殖期主要集中在春夏之交, 几乎全年都可以见到幼小的白海豚。另外, 尽管从其体色和体长可

以大体判断其性成熟状况, 但是都缺乏生理学的证据, 现在一般认为白海豚在 9~10 岁才能达到性成熟, 它们的妊娠期大约为 11 个月 (Cockcroft, 1989; Jefferson, 2000)。

Brook 等 (2004) 通过超声诊断技术对新加坡海底世界饲养的 3 头雌性白海豚的性周期进行了监测研究, 结合性激素的检测分析, 发现白海豚的平均排卵周期为  $29.9 \pm 2.85$  d (范围在 28~36 d), 其中卵泡期平均为  $14.5 \pm 0.80$  d (范围在 14~16 d), 黄体期平均为  $14.0 \pm 1.41$  d (范围在 12~16 d)。他们还发现在人工饲养环境下白海豚每个月都可以排卵, 说明白海豚在人工环境中可能会全年繁殖, 这与在野外观察到的结果稍有差异, 这可能说明动物的繁殖活动会对不同环境中食物资源的丰欠可能会产生适应性反应 (Brook *et al.*, 2004)。另外, 他们还注意到青年雌性白海豚排卵更加频繁一些, 而老年雌性海豚在一个繁殖期中排卵次数会随着年龄增长明显减少, 这与人工饲养的瓶鼻海豚 (*Tursiops truncatus*) 的观察结果比较一致。但遗憾的是该研究也未能就白海豚妊娠期的长短给出确切答案, 但是他们根据一头在海洋馆出生的小白海豚的怀孕时间推测其妊娠期可能在 11~12 个月之间。

#### 1.3.3 保护遗传学

中华白海豚保护遗传学研究鲜有报道。陈红珊等 (2006) 采用 4 个其他鲸类的微卫星标记通过跨种扩增的方式对珠海和厦门水域 5 个个体进行遗传变异分析, 认为这两个海域白海豚的核基因遗传多样性均不高并且相互之间的遗传差异不大。但该研究中所检测的个体数和微卫星位点数均很少, 尚不能反映这两个水域白海豚的真实遗传多样性。Chen 等 (2008) 采用测序的方法对珠江口和厦门水域搁浅的 12 头中华白海豚的 mtDNA 控制区和细胞色素 *b* 基因 (Cyt *b*) 进行了遗传变异分析, 认为虽然珠江口和厦门水域的中华白海豚整体 mtDNA 遗传多样性较低, 但两个种群之间可能存在基因交流, 并且厦门水域可能存在一种独特的母系世系。Chen 和 Yang (2009) 为中华白海豚分离得到 10 余个物种特异性和多态性微卫星遗传标记。然而, 到目前为止, 这些微卫星标记尚未在中华白海豚的种群遗传学和保护遗传学中得到应用。Xu 等 (2009) 对中国水域 11 头中华白海豚 3 个 MHC 基因座位 (MHC-I, DRA 和 DQB) 的第二外元进行了遗传变异分析, 发现 DRA 座位的遗传变异非常低, 而 DQB 和 MHC-I 座位具有相对较高的遗传变



异并且通过平衡选择维持多态性。

白海豚属在热带大西洋和印度太平洋海域广泛分布并且分类混乱。形态测量数据认为白海豚应该划分为3个种,即东大西洋白海豚 (*S. teuszii*), 西印度太平洋白海豚 (*S. plumbea*) 以及东印度太平洋白海豚 (*S. chinensis*)。但多数分类标准支持白海豚属划分为2个种,即印度太平洋白海豚 (*S. chinensis*) 和大西洋白海豚 (*S. teuszii*)。Frère等 (2008) 利用来自印度太平洋3个种群 (南非、中国香港、澳大利亚), 以及大西洋一个种群 (毛里塔尼亚), 共72个个体的部分mtDNA控制区序列对白海豚属进行系统发育分析。结果发现印度太平洋3个种群的所有个体聚合在一起, 形成单系起源的枝系, 并且南非和中国的种群与大西洋种群聚合, 而澳大利亚种群则被排除在外。进一步的分析结果表明, 中国群体与澳大利亚群体之间的遗传歧异度大于中国群体与南非群体。从而证实澳大利亚水域分布的白海豚不属于印度太平洋白海豚, 而是一个独立的物种。

Lin等 (2010) 收集了澳大利亚、中国、印度以及南非等水域共135头中华白海豚的mtDNA控制区序列, 并对该物种的进化历程和地理系统发育进行了分析。他们的研究认为中华白海豚起源于澳大利亚东部水域, 并在距今802~124万年期间形成目前的分布格局。东南亚白海豚种群在末次冰盛期经历了多次分离、重组以及进一步扩散的发展过程, 期间多次在澳大利亚北部萨胡陆棚区 (Sahul Shelf Area) 进行南北迁移。作者认为, 既然托雷斯海峡 (Torres Strait) 和马六甲海峡 (Malacca Strait) 在过去100万年中的大部分时间几乎裸露, 成为印度和澳大利亚区域白海豚分布的地理屏障, 那么澳大利亚东部、东南亚 (包括中国南海及澳大利亚西部)、以及马六甲海峡以西的白海豚种群可能属于不同的种或亚种。但与此同时, 作者认为白海豚的分类问题还有待利用微卫星、Y染色体关联的遗传标记等进行进一步的研究, 同时, 还需要补充亚洲北部及印度洋沿岸的样品并进行详细的生态调查及形态学研究。

#### 1.3.4 声学

同其他许多海豚一样, 香港海域的中华白海豚能发出宽带高频的滴答声 (频率范围为30~200 kHz)、哨叫声 (频率为1.2~16 kHz) 以及低至600 Hz宽带谐波脉冲 (这和多种船舶的频率相重叠, 因此动物的活动容易受到影响) 等 (Goold

and Jefferson, 2004; Parsons, 2004)。在台湾西部沿海, 林子皓等 (2008) 发现中华白海豚的水下发声类型和特定的水面行为状态类型之间存在着高度的对应关系, 因此可通过声学的方法对中华白海豚的行为生态学进行长期研究。

#### 1.3.5 保护生物学

我国海域中华白海豚的生存状况都不容乐观, 它们的栖息地正遭受日益严重的破坏, 种群数量持续减少。其中, 人类活动干扰是最主要的因素, 包括: 人为杀伤、船只伤害、渔业和水产养殖、海湾围垦、港口建设、水下爆破、军事演习和水体污染等 (Parsons, 2004; 王丕烈和韩家波, 2007; Chen *et al.*, 2008; 2009; Ross *et al.*, 2010; 王先艳等, 2010)。例如, 在20世纪60年代早期, 在厦门港就有36头个体被人为注射杀死; 在一些海区, 汞和DDT等有毒物质大大超标, 这极大地影响了中华白海豚的生存 (Jefferson and Hung, 2004)。

1988年, 我国政府将中华白海豚列为国家一级保护野生动物。2000年, 该物种被国际自然保护联盟列为“近危级” (IUCN, 2000); 然而, 考虑到台湾海峡东部种群所面临的巨大困境, 将该种群列为“极危级”更为恰当 (Wang *et al.*, 2007)。目前, 建立及升级当前的自然保护区、加强对人类活动的管理对保护该物种具有重要意义 (王丕烈和韩家波, 2007)。1996年, 香港特区政府建立了以保护中华白海豚为主的沙洲及龙骨洲海岸公园。1997年, 厦门市建立了中华白海豚省级自然保护区, 颁布了《厦门市中华白海豚保护规定》; 2000年, 该保护区升级为厦门海洋珍稀物种国家级自然保护区, 中华白海豚被列为重要保护物种之一。1999年, 珠江口中华白海豚省级自然保护区成立并于2003年升级为国家级自然保护区。在保护中华白海豚时, 由于部分个体的丧失会对整个种群造成严重后果, 因此, 不但要保护动物的“热点”活动水域, 而且还应该把那些有动物出没以及适合中华白海豚生存的栖息地也包括进来 (Ross *et al.*, 2010)。另外, 由于近岸基础设施建设等会对中华白海豚的生存造成严重影响, 因此很有必要进行环境评价及采取相应的预防措施, 如声学驱赶、设置气泡帷幕、限制船速及严禁倾倒废弃物等 (Jefferson *et al.*, 2009; 许肖梅等, 2010)。在保护生物学研究中, 应优先考虑对种群动态 (存活率、死亡率和年龄结构) 的长期追踪和生命表的制定 (黄祥麟和周莲香, 2010)。

## 1.4 其他鲸类

### 1.4.1 须鲸类

#### 1.4.1.1 小鳁鲸 (*Balaenoptera acutorostrata*)

小鳁鲸是须鲸类中最小的一个种, 曾经在北海黄海广为分布, 是上个世纪 50 年代我国近海捕鲸的主要猎获对象。有几位作者根据捕获的小鳁鲸资料对其作了研究 (王丕烈, 1978a、1982; 贺贤根, 1979)。根据 1955 年以来所获数百头个体的测定, 雌鲸的最大体长 8.60 m, 雄鲸 7.40 或 7.90 m, 仔鲸结束哺乳期开始独立生活时的体长为 4.16 ~ 4.35 m。

小鳁鲸在崇明岛、浙江鄞县、舟山岛、嵊泗列岛的花鸟山、广东惠阳、广西北海市等附近水域也曾有记录 (王丕烈, 1984a)。此外, 祝茜等 (2006) 报道了于山东威海误捕的一头小鳁鲸的生物学测量结果。

#### 1.4.1.2 灰鲸 (*Eschrichtius robustus*)

王丕烈于 20 世纪 50 ~ 60 年代, 收集了灰鲸在中国海域的搁浅、捕捉及观察记录, 70 年代后期对中国鲸类资源进行调查, 确认灰鲸在中国海域的黄海、东海及南海都有分布, 向南可达海南岛东部北纬 20°, 广东省沿岸为其繁殖产仔区 (王丕烈, 1953, 1976, 1978a, 1978b, 1984a, 1984b, 1999)。王丕烈等认为, 虽然 1960 年以后广东沿岸水域未再有关于灰鲸的发现报道, 但 1996 年在黄海辽宁庄河沿岸搁浅 1 头灰鲸, 1997 年同样也在庄河附近发现灰鲸的踪迹, 说明灰鲸仍游至中国水域。但目前灰鲸在中国海域的繁殖产仔场所的情况不得而知, 也从未进行过科学调查。

#### 1.4.1.3 其他须鲸

上个世纪 50 ~ 60 年代在黄海和东海尚有较丰富的长须鲸 (*Balaenoptera physalus*)。捕获的最大雌鲸体长 20.30 m, 雄鲸 18.40 m, 妊娠雌鲸的最小体长 19.35 m, 多于冬季分娩 (王丕烈, 1978)。

在我国大陆海域发现的其他须鲸也有一些报道, 如在黄海北部发现的黑真鲸 (*Eubalaena glacialis*) (施友仁和王秀玉, 1978)。搁浅或被偶捕的布氏鲸 (*Balaenoptera edeni*) 和座头鲸 (*Megaptera novaeangliae*), 前者记录于江苏 (南通博物馆标本) (周开亚, 1986), 福建和广东 (王丕烈和唐瑞荣, 1981); 后者记录于辽宁、山东、福建和广东 (王丕烈, 1984a)。

杨鸿嘉自 1956 年起研究台湾的鲸类, 集多年的调查资料, 记述了在台湾海域发现的灰鲸、座头

鲸、长须鲸、布鲸、塞鲸和小鳁鲸。最常见的是座头鲸。台湾西南部曾有以此为对象的捕鲸业 (杨鸿嘉, 1976)。

### 1.4.2 齿鲸类

除白鬻豚外, 已记录的海洋齿鲸有 20 种, 其中见于中国大陆沿岸及海南岛周围海域的 13 种, 见于台湾沿岸的 17 种。但在台湾省发现的 7 种齿鲸在华南及海南岛海域尚未获得记录。

Zhou 和 Qian (1985) 根据观察的 25 号标本报道, 我国的瓶鼻海豚 (亦称宽吻海豚) 属包括瓶鼻海豚和南瓶鼻海豚 (*Tursiops truncatus aduncus*), 前者为大型种, 后者是小型种。Zhou 和 Qian 指出吉氏瓶鼻海豚 (*T. gilli*) 是分布在东太平洋的大型种, 主要以具较大的齿和下颌髁与本属的其他种相区别。栖息在台湾、澎湖海域的大型种可能与大陆沿岸的一样为 *T. truncatus*。此外, 在江苏省沙洲县发现瓶鼻海豚 (*Tursiops* sp.) 的颅骨化石一件, 可能是全新世中期的 (曹克清, 1978)。

瓶鼻海豚在世界范围内分布很广, 虽然生活于不同水域的种群在形态上存在明显的差异, 但 20 世纪 70 年代之前, 学者们比较一致地支持瓶鼻海豚只有一种。周开亚研究了中国水域瓶鼻海豚的外形和骨骼, 认为在中国海域存在 *T. truncatus* 和 *T. aduncus* 两个物种 (周开亚, 1987)。

## 2 鳍脚类

根据周开亚 (1986), 王丕烈 (1991b, 1996), 祝茜和姜波 (2000) 报道, 中国海域的鳍脚类动物有 5 种, 其中海豹科 3 种: 斑海豹, 髯海豹 (*Erignathus barbatus*) 和环斑海豹 (*Phoca hispida*); 海狮科 2 种, 包括北海狮 (*Eumetopias jubatus*) 和北海狗 (*Callorhinus ursinus*)。其中仅斑海豹在我国辽东湾进行繁殖, 其他都是偶然游到我国沿海的个体 (王丕烈, 1991)。

### 2.1 斑海豹

辽东湾结冰区, 是斑海豹在世界上的 8 个繁殖区中最南端的一个, 也是我国海域唯一的繁殖区。辽东湾繁殖区的斑海豹产仔期同辽东湾结冰期和开冻期关系密切, 较西太平洋北部几个繁殖区早, 一般在 1 月初至 2 月上旬, 哺乳期 1 个月 (王丕烈, 1996)。斑海豹孕期约 11 个月, 繁殖期多成对, 多为 1 仔。中国海域内的斑海豹, 出生时体重 7 ~ 11 kg, 体长 81 ~ 90 cm。性成熟年龄雄兽 3 ~ 4 年, 雌兽 3 ~ 5 年。性成熟的个体体重雄性约 140 kg, 雌性约 120 kg; 体长雄性约 1.8 m, 雌性约 1.6 m 左

右。亲兽与幼仔组成家族群,哺乳期雌海豹凶暴,护幼性极强。斑海豹在冰上产仔,当冰融化之后,幼兽才开始独立在水中生活。繁殖期不集群,仔兽出生后,组成家庭群,哺乳期过后,家庭群结束。繁殖期后,可上百只聚集成群,主食鱼类,兼食甲壳类和乌贼;有迁徙性。

斑海豹主要分布于渤海和黄海,偶见于东海、南海。

董金海和沈峰(1991)利用捕获数据和统计学方法对1930年至1990年间辽东湾斑海豹种群数量进行了估计,认为1940年最高约8000多头,20世纪70年代末种群数量降至2200余头。鹿叔铎等(2002)对烟台海域斑海豹的资源调查情况,估算出烟台海域斑海豹数量约在300~400头左右。

近年没有关于我国海域斑海豹资源总量的报道。王丕烈(1993)对辽东湾双台子河口栖息的斑海豹进行了调查,发现斑海豹数量逐年减少。韩家波等从2002起对该处的斑海豹资源调查发现,栖息地的生态环境遭到破坏,斑海豹数量年变动较大(韩家波等,2005)。范国坤等(2005)对庙岛海域的斑海豹数量进行了调查,发现3~4月份该海域最多有70多头斑海豹栖息。马志强等(2007)对大连虎平岛周围海域的斑海豹资源调查推测斑海豹在该海域不做长时间的停留。

我国20世纪50年代开始斑海豹的人工饲养(张玲,1980),在海水及淡水环境中,都可以成功进行人工饲养并繁殖(滕胜,1974;王者茂,1975;张继忠,1993),目前全国水族馆和动物园中总共饲养着超过230头斑海豹。

韩家波等(2006)、王强(2006)、李响(2007)分别利用mtDNA基因序列对辽东湾斑海豹的遗传多样性和种群遗传结构进行了分析,认为辽东湾斑海豹的遗传多样性水平较低。韩家波等(2007)对mtDNA控制区部分序列进行分析,发现了辽东湾群体区别于日本海及鄂霍次克海群体的重要分子标记,认为辽东湾斑海豹与日本海、鄂霍次克海斑海豹分属于不同的地理种群,或者辽东湾斑海豹同这两个海区斑海豹未发生基因交流或者雌性个体的相互交流。

## 2.2 其他鳍脚类

### 2.2.1 髯海豹

髯海豹属于海豹科,髯海豹属。髯海豹在开阔浮冰上产仔,生殖期为3~5月,以小型底栖无脊椎动物及底栖鱼类为食,分布于北冰洋、北大西

洋、北太平洋等寒带海域。1972年4月在浙江省平阳县沿海捕获1头体长176cm,体重71kg的雄兽。获得了头骨测量数据,该标本现存于上海自然博物馆(王者茂,1990)。

### 2.2.2 环斑海豹

环斑海豹属于海豹科,小头海豹属。环斑海豹在坚冰或流冰上繁殖,通常3~4月份产仔,性成熟年龄雄性7年左右,雌性5~8年,但地区差异很大。食性广,吃各种鱼类、头足类和浮游甲壳类。1982年6月6日在江苏省赣榆沿海捕获1头长1.105m,重43kg的雌兽,并获取了其头骨各部位的测量数据,该标本收藏在南京师范大学生物系(王者茂,1990)。

### 2.2.3 北海狮

北海狮属于海狮科,海狮属。北海狮多集群活动,繁殖季节为5~7月,雄兽生后5~7年,雌兽4~5年达性成熟。食物主要是底栖鱼类和头足类。1966年4月6日,在江苏省启东县吕泗港捕获一头雄性海狮,体长2.85m,标本存青岛海产博物馆,这是北海狮在中国沿岸的首次记录,也是在亚洲侧大陆沿岸最南的记录。1990年7月11日在渤海的辽东湾北部,辽宁省大洼县二界沟捕获一头雄性北海狮,这是北海狮在中国沿岸的又一例记录(王丕烈和韩家波,1995)。

### 2.2.4 北海狗

北海狗属于海狮科,海狗属。北海狗通常多单独游动,生殖季节为6月末至8月初,性成熟年龄雄兽4~5年,雌兽3~4年,以鱼类、头足类、甲壳类等为食。1971年8月29日,在山东省即墨县丰城乡捕获一头雌性北海狗,体长1.22m,体重43kg。这是北海狗在中国沿岸的首次确切记录,也证明北海狗可游来黄海。1988年10月12日在广东省阳江县长浪港渔民网获一头北海狗(根据照片辨认),这是在中国沿岸的第二例记录,也是北海狗在亚洲侧最南的记录(王丕烈和韩家波,1995)。1989年8月8日在江苏省如东县东凌乡两头挂口海滩上又捕获一头雌性北海狗,体长1.4m,体重40kg(王丕烈,1991b),这是在中国大陆沿岸第三例记录,该个体于8月21日死亡于青岛水族馆。

## 3 其他海洋哺乳动物

全世界现存的海牛类仅4种,只有儒艮(*Dugong dugon*)分布到我国沿海。寿振黄(1958)报道了在北部湾采到的标本并有详细描述。我国近海

的儒艮数量很少,分布在广东西部、广西、海南沿岸,台湾南部曾有记录,以北部湾内合浦近岸为主要栖息区,20世纪50年代数量较多,近年已下降(王丕烈,1991b)

值得指出的是,墨西哥赠送给我国的1对西印度海牛(*Trichechus manatus manatus*)在北京动物园生长发育良好。于1979年3月30日第1次交配,妊娠387 d,初生仔兽体长1.2 m,体重34 kg,因溺水未成活。第2次于1981年2月25日交配,妊娠370 d,产雄性仔兽成活,这是世界的第3例(戚静芬,1984)。

目前世界上水獭数量的急剧下降已引起广泛关注。雷伟和李玉春(2008)从水獭的分布、生境选择、食性以及种群动态方面综述了近年来水獭的生态学与保护研究进展,探讨了水獭的保护现状及存在的问题,并结合实际情况提出了对水獭保护的建

议。北极熊生活于北极地区浮冰和岛屿上,及北冰洋相邻大陆的海岸线附近,主要捕食海豹,也捕捉海鸟、鱼类及小型哺乳动物。

#### 4 我国海兽研究展望

我国海兽的研究已经走过了80多年的历程,取得了令人瞩目的成绩,部分研究在国际上已处于前沿地位。这些研究包括白鬻豚饲养生物学研究;我国珍稀特有鲸类保护生物学理论的研究,如保护白鬻豚三大措施的提出,特别是半自然保护概念的尝试和发展;长江江豚迁地保护种群的建立;长江江豚饲养和繁殖生物学研究,如在半自然环境和人工饲养环境中已有多头长江江豚成功出生;淡水豚类声学研究等。

我国的海兽研究在不同学科、不同类群间的发展不均衡。我国的海兽研究与国外发达国家的同类研究,与国内兽类其他类群和领域的研究相比,起步较晚,还存在差距。

首先,我国海域的海兽研究亟待加强。我国海洋鲸类和鳍脚类的研究,除少数物种外,基本上还处在零星描述阶段。无论是海兽的种类、数量和分布,还是生态学和保护,均相对缺乏系统的研究和长期的积累。这与我国的海岸线长度和海域面积不相称的。下一步建议开展系统的海兽资源调查和长期的监测,以对我国海兽资源家底有个全面的了解。建议对一些重点海区和重要种类开展长期的生态学研究,为合理利用我国海洋资源,为保护海洋哺乳动物提供科技支撑。

其次,珍稀濒危海兽的保护实践尚有待突破。尽管我国学者在白鬻豚、长江江豚和中华白海豚等珍稀濒危海兽保护生物学方面开展了积极的探索,有了一些新的认识,甚至取得了一些成绩,但受种种因素的影响,尚未在珍稀濒危海兽保护实践上取得实质性突破。白鬻豚已是“功能性灭绝”,长江江豚的种群数量仍在下降,中华白海豚的前景堪忧。这些都是海兽研究面临的长期而艰巨的挑战。

随着国家对科技投入的加强和对科学研究重视程度的提高,我国海兽研究也像其他科学研究一样,迎来了历史上最好的时机。相信在这个大背景下,我国海兽研究队伍将进一步扩大,研究也将会更加深入和系统。

致谢:王丁研究员对本文提出了宝贵的修改意见,在此致谢。

#### 参考文献:

- Akamatsu T, Teilmann J, Miller L A, Tougaard J, Dietz R, Wang D, Wang K, Siebert U, Naito Y. 2007. Comparison of echolocation behaviour between coastal and riverine porpoises. *Deep-Sea Research II*, **54**: 290 - 297.
- Akamatsu T, Wang D, Nakamura K, Wang K. 1998. Echolocation range of captive and free-ranging baiji (*Lipotes vexillifer*), finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*), and bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *The Journal of the Acoustical Society of America*, **104** (4): 2511 - 2516.
- Akamatsu T, Wang D, Wang K, Li S, Dong S, Zhao X, Barlow J, Stewart B S, Richlen M. 2008. Estimation of the detection probability for Yangtze finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides asi-aorientalis*) with a passive acoustic method. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **123** (6): 4403 - 4411.
- Akamatsu T, Wang D, Wang K, Naito Y. 2005a. Biosonar behaviour of free-ranging porpoises. *Proceedings of the Royal Society B*, **272** (1565): 797 - 801.
- Akamatsu T, Wang D, Wang K. 2005b. Off-axis sonar beam pattern of free-ranging finless porpoises measured by a stereo pulse event data logger. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **117** (5): 3325 - 3330.
- Akamatsu T, Wang D, Wang K, We Z. and Naito, Y. 2002. A passive acoustical survey method of finless porpoises. *Fisheries Science*, **68**, supplement. I, 294 - 297.
- Baillie J, Groombridge B. 1996. 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. Gland (Switzerland): IUCN.
- Barros N B, Jefferson T A, Parsons E C M. 2002. Food habits of finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) in Hong Kong waters. *Raffles Bulletin of Zoology (Supplement)*, **10**: 115 - 123.
- Barros N B, Jefferson T A, Parsons E C M. 2004. Feeding habits of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) stranded in Hong Kong. *Aguania Mammals*, **30** (-1): 179 - 188. <http://www.cnki.net>
- Brook F, Lim E H, Chua F C, Mackay B. 2004. Assessment of the re-

- productive cycle of the Indo-Pacific humpback dolphin, *Sousa chinensis*, using ultrasonography. *Aquatic Mammals*, **30** (1): 137–148.
- Buckland S T, Anderson D R, Burnham K P, Laake J L, Borchers D L, Thomas L. 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford: Oxford University Press.
- Cassens I, Vicario S, Waddell V G, Balchowsky H, Belle D V, Wang D, Chen F, Mohan R S L, Simões-Lopes P C, Bastida R, Meyer A, Stanhope M J, Milinkovitch M C. 2000. Independent adaptation to riverine habitats allowed survival of ancient cetacean lineages. *PNAS*, **97** (21): 11343–11347.
- Chang Q, Zhou K Y. 1995. The growth and reproduction of finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides*, in the Yangtze River and Yellow/Bohai Sea. *Journal Nanjing Normal University*, **18** (supp), 114–124.
- Chen B, Zheng D, Yang G, Xu X, Zhou K. 2009. Distribution and conservation of the Indo-Pacific humpback dolphin in China. *Integrative Zoology*, **4** (2): 240–247.
- Chen B, Zheng D, Zhai F, Xu X, Sun P, Wang Q, Yang G. 2008. Abundance, distribution and conservation of Chinese white dolphins (*Sousa chinensis*) in Xiamen, China. *Mammalian Biology*, **73** (2): 156–164.
- Chen L, Bruford M W, Xu S X, Zhou K Y, Yang G. 2010. Microsatellite variation and significant population genetic structure of endangered finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) in Chinese coastal waters and the Yangtze River. *Marine Biology*, **157**: 1453–1462.
- Chen L, Yang G. 2009. A set of polymorphic dinucleotide and tetranucleotide microsatellite markers for the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) and cross-amplification in other cetacean species. *Conservation Genetics*, **10**: 697–700.
- Chen L, Bruford M, Yang G. 2007. Isolation and characterization of microsatellite loci in the finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*). *Molecular Ecology Notes*, **7**: 1129–1131.
- Chen P X, Liu R J, Harrison R J. 1982. Reproduction and reproductive organs in *Neophocaena asiaorientalis* from Yangtze River. *Aquat Mammal*, **9**: 9–16.
- Chen P X, Hua Y Y. 1989a. Distribution, population size and protection of *Lipotes vexillifer*. In: Perrin W, Brownell R, Zhou K, Liu J eds. Biology and Conservation of the River Dolphins. World Conservation Union, Gland, Switzerland. 81–85.
- Chen P X, Liu R J. 1989b. Captive husbandry of the Baiji, *Lipotes vexillifer*. In: Perrin W, Brownell R, Zhou K, Liu J eds. Biology and Conservation of the River Dolphins. World Conservation Union, Gland, Switzerland. 146–149.
- Chen T, Hung S K, Qiu Y, Jia X, Jefferson T A. 2010. Distribution, abundance, and individual movements of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the Pearl River Estuary, China. *Mammalia*, **74** (2): 117–125.
- Cockcroft V G. 1989. Biology of Indopacific humpback dolphins (*Sousa plumbea*) off Natal, South Africa. In: Abstracts of the Eighth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, 13.
- Du B, Zhang X F, Fang S G, Wang D. 2007. Construction and characterization of a *Lipotes vexillifer* genomic DNA BAC library. *Zoological Science*, **24**: 401–407.
- Du H J, Zheng J S, Wu M, Zhao Q Z, Wang D. 2010. High MHC DQB variation and asymmetric allelic distribution in the endangered Yangtze finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*. *Biochem Genet*, **48**: 433–449.
- Feng W, Liang C, Wang J, Wang X, Chen P. 1989. Morphometric and stereoscopic studies of the spiral and vestibular ganglia of the baiji, *Lipotes vexillifer*. *Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission*, **3**: 119–123.
- Frère C H, Hale P T, Porter L, Cockcroft V G, Dalebout M L. 2008. Phylogenetic analysis of mtDNA sequences suggests revision of humpback dolphin (*Sousa* spp.) taxonomy is needed. *Marine and Freshwater Research*, **59**: 259–268.
- Gao A L, Zhou K Y. 1993. Growth and reproduction of three populations of finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides*, in Chinese waters. *Aquat Mammal*, **19**: 3–12.
- Goold J C, Jefferson T A. 2002. Acoustic signals from free-ranging finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) in the waters around Hong Kong. *Raffles Bulletin of Zoology (Supplement)*, **10**: 131–139.
- Goold J C, Jefferson T A. 2004. A note on clicks recorded from free-ranging Indo-Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *Aquatic Mammals*, **30**: 175–178.
- Hao Y J, Chen D Q, Zhao Q Z, Wang D. 2007. Serum concentrations of gonadotropins and steroid hormones of *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis* in middle and lower regions of the Yangtze River. *Theriogenology*, **67** (4): 673–680.
- Hao Y J, Wang D. 2009. Reproduction Research of Yangtze Finless Porpoise (*Neophocaena Phocaenoides Asiaorientalis*). In: Lucas T, Dahnof ed. Animal Reproduction: New Research Developments. NOVA Publishers, 251–267.
- He S P, Wang D, Wang W, Chen D Q, Zhao Q Z, Gong W M. 2005. Genetic diversity in the Yangtze finless porpoise by RAPD analysis. *High Technology Letter*, **11**: 207–210.
- Hua M, Zhou K, Qian Z, Wang Y, Tang T. 1989. Ultrasonic attenuation and sound velocity in the melon of baiji, *Lipotes vexillifer*. *Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission*, **3**: 124–128.
- Hua M, Zhou K. 1992. Statistical measurement of frequency spectrum of echolocation signals of the finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides*. 14th International Congress of Acoustics Proceedings. Volume/Band 4, 14–3. Beijing: China.
- Hung S K, Jefferson T A. 2004. Ranging patterns of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in the Pearl River Estuary, People's Republic of China. *Aquatic Mammals*, **30** (1): 159–174.
- Hung S K Y. 2008. Habitat use of Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis*) in Hongkong. In: Wang D, Wang K, Zheng J, Hao Y, Li S, Li H, Huang Y, et al., eds. Cetacean Research and Conservation across Taiwan Straits. 52.
- IUCN. 2000. 2000 IUCN Red List of Threatened Species. Gland (Switzerland): IUCN.
- Jefferson T A, Hung S K, Law L, Torey M, Tregenza N. 2002. Distribution and abundance of finless porpoises in Hong Kong and adjacent waters of China. *Raffles Bulletin of Zoology (Supplement)*, **10**: 43–55.

- Jefferson T A , Hung S K , Wursig B. 2009. Protecting small cetaceans from coastal development: Impact assessment and mitigation experience in Hong Kong. *Marine Policy* , **33** ( 2 ) : 305 – 311.
- Jefferson T A , Hung S K. 2004. A review of the status of the Indo-Pacific humpback dolphin ( *Sousa chinensis* ) in Chinese waters. *Aquatic Mammals* , **30** ( 1 ) : 149 – 158.
- Jefferson T A. 2000. Population biology of the Indo-Pacific hump-backed dolphin in Hong Kong waters. *Wildlife Monographs* , **144**: 1 – 65.
- Kasuya T , Brownell R L Jr. 1979. Age determination , reproduction and growth of the Franciscana dolphin , *Pontoporia blainvillei*. *Sci Rep Whales Res Inst* , **31**: 45 – 67.
- Kimura S , Akamatsu T , Wang K , Wang D , Li S , Dong S , Arai N. 2009. Comparison of stationary acoustic monitoring and visual observation of finless porpoises. *The Journal of the Acoustical Society of America* , **125** ( 1 ) : 547 – 553.
- Li S , Akamatsu T. , Wang D , Wang K. 2009. Localization and tracking of phonating finless porpoises using towed stereo acoustic data-loggers. *The Journal of the Acoustical Society of America* , **126** ( 1 ) : 468 – 475.
- Li S , Wang D , Wang K , Akamatsu T , Ma Z , Han J. 2007a. Echolocation click sounds from wild inshore finless porpoise ( *Neophocaena phocaenoides sunameri* ) with comparisons to the sonar of riverine *N. p. asiaorientalis*. *The Journal of the Acoustical Society of America* , **121** ( 6 ) : 3938 – 3946.
- Li S , Wang D , Wang K , Xiao J , Akamatsu T. 2007b. The ontogeny of echolocation in a Yangtze finless porpoise ( *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis* ) . *The Journal of the Acoustical Society of America* , **122** ( 2 ) : 715 – 718.
- Li S , Wang D , Wang K , Akamatsu T. 2006. Sonar gain control in echolocating finless porpoises ( *Neophocaena phocaenoides* ) in an open water. *The Journal of the Acoustical Society of America* , **120** ( 4 ) : 1803 – 1806.
- Li S , Wang K , Wang D , Akamatsu T. 2005a. Echolocation signals of the free-ranging Yangtze finless porpoise ( *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis* ) . *The Journal of the Acoustical Society of America* , **117** ( 5 ) : 3288 – 3296.
- Li S , Wang K , Wang D , Akamatsu T. 2005b. Origin of the double- and multi-pulse structure of echolocation signals in Yangtze finless porpoise ( *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis* ) . *The Journal of the Acoustical Society of America* , **118** ( 6 ) : 3934 – 3940.
- Li S , Wang K , Wang D , Dong S , Akamatsu T. 2008. Simultaneous production of low- and high-frequency sounds by neonatal finless porpoises. *The Journal of the Acoustical Society of America* , **124** ( 2 ) : 716 – 718.
- Lin W Z , Zhou R L , Porter L , Chen J L , Wu Y P. 2010. Evolution of *Sousa chinensis*: A scenario based on mitochondrial DNA study. *Molecular Phylogenetics and Evolution* , **57** ( 2 ) : 907 – 11.
- Nikaido M , Kawai K , Cao Y , Harada M , Tomita S , Okada N , Hasegawa M. 2001. Maximum likelihood analysis of the complete mitochondrial genomes of eutherians and a reevaluation of the phylogeny of bats and insectivores , *Journal of Molecular Evolution* **53** , 508 – 516.
- Parsons E C M , Wang J Y. 1998. A review of finless porpoises ( *Neophocaena phocaenoides* ) from the South China Sea. *Marine Biology of the South China Sea* , **3**: 287 – 306.
- Parsons E C M. 1998a. The behaviour of Hong Kong ' s resident cetaceans: The Indo-Pacific hump-back dolphin and the finless porpoise. *Aquatic Mammals* , **24** ( 3 ) : 91 – 106.
- Parsons E C M. 1998b. Strandings of small cetaceans in Hong Kong territorial waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* , **78** ( 3 ) : 1039 – 1042.
- Parsons E C M. 2004. The behavior and ecology of the Indo-Pacific humpback dolphin ( *Sousa chinensis* ) . *Aquatic Mammals* , **30** ( 1 ) : 38 – 55.
- Ping C. 1925. Preliminary observations on the osteology of *Neomeris phocaenoides*. *Contr Biol Lab Sci Soc China* , **1** ( 4 ) : 1 – 37.
- Popov V , Supin A , Wang D , Wang K , Xiao J , Li S. 2005. Evoked-potential audiogram of the Yangtze finless porpoise *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*. *The Journal of the Acoustical Society of America* , **117** ( 5 ) : 2728 – 2731.
- Ross P S , Dungan S Z , Hung S K , Jefferson T A , Macfarquhar C , Perrin W F , Riehl K N , Slooten E , Tsai J , Wang J Y , White B N , Wursig B , Yang S C , Reeves R R. 2010. Averting the baiji syndrome: conserving habitat for critically endangered dolphins in Eastern Taiwan Strait. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* , **20** ( 6 ) : 685 – 694.
- Turvey S T , Pitman R L , Taylor B L , Barlow J , Akamatsu T , Barrett L A , Zhao X , Reeves R R , Stewart B S , Wang K , Wei Z , Zhang X , Pusser L T , Richlen M , Brandon J R , Wang D. 2007. First human-caused extinction of a cetacean species? *Biology Letters* , **3** ( 5 ) : 537 – 540.
- Wang D , Hao Y Y , Wang K X , Zhao Q Z , Chen D Q , Wei Z , Zhang X F. 2005. The first Yangtze finless porpoise successfully born in captivity. *Environmental Science and Pollution Research* , **12** ( 5 ) , 247 – 250.
- Wang D , Lu W , Wang Z. 1989. A preliminary study of the acoustic behavior of *Lipotes vexillifer*. *Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission* , **3**: 137 – 140.
- Wang D. 2009. Population status , threats and conservation of the Yangtze finless porpoise. *Chinese Science Bulletin* , **54** ( 19 ) : 3473 – 3484.
- Wang D , Wursig B , Leatherwood S. 2001. Whistles of boto , *Inia geoffrensis* , and tucuxi , *Sotalia fluviatilis*. *The Journal of the Acoustical Society of America* , **109** ( 1 ) : 407 – 411.
- Wang J Y , Frasier T R , Yang S C , White B N. 2008. Detecting recent speciation events: the case of the finless porpoise ( genus *Neophocaena* ) . *Heredit* , **101**: 145 – 155.
- Wang J , Yang S , Hung S K , Jefferson T A. 2007. Distribution , abundance and conservation status of the eastern Taiwan Strait population of Indo-Pacific humpback dolphins , *Sousa chinensis*. *Mammalia* , **71** ( 4 ) : 157 – 165.
- Wang K , Wang D , Akamatsu T , Fujita K , Shiraki R. 2006. Estimated detection distance of a baiji ' s ( Chinese river dolphin , *Lipotes vexillifer* ) whistles using a passive acoustic survey method. *The Journal of the Acoustical Society of America* , **120** ( 3 ) : 1361 – 1365.
- Wei Z , Wang D , Kuang X , Wang K , Wang X , Xiao J , Zhao Q , Zhang X. 2002. Observations on behavior and ecology of the Yangtze finless porpoise ( *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis* ) group at Tian-E-Zhou Oxbow of the Yangtze River. *Raffles Bulletin of Zoology* ( Supplement ) , **10**: 97 – 103.

- Wu H P, Hao Y J, Xiong L, Qing Z Z, Dao Q C, Xin A K, Zhang B K, Feng K K, Gong W M, Wang D. 2010. B-Mode ultrasonographic evaluation of the testis in relation to serum testosterone concentration in male Yangtze finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*) during the breeding season. *Theriogenology*, **73**, 383 – 391.
- Wüsig B, Jefferson T A. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. *Reports of the International Whaling Commission* (Special Issue), **12**: 43 – 52.
- Xia J H, Zheng J S, Wang D. 2005a. *Ex situ* conservation status of an endangered Yangtze finless porpoise population (*Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*) as measured from microsatellites and mtDNA diversity. *ICES Journal of Marine Science*, **62** (8): 1711 – 1716.
- Xia J H, Zheng J S, Xu L M, Wang D. 2005b. Parentage determination of an isolated Yangtze finless porpoise population in the Tian-e-Zhou baiji National Natural Reserve based on molecular data. *Progress in Natural Science*, **15** (2): 149 – 156.
- Xiao Y, Jing R. 1989. Underwater acoustic signals of the baiji, *Lipotes vexillifer*. *Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission* (SSC), **3**: 129 – 136.
- Xu S X, Chen B Y, Zhou K Y, Yang G. 2008. High similarity at three MHC loci between the baiji and finless porpoise: Trans-species or convergent evolution?. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **47**: 36 – 44.
- Xu S X, Ren W H, Zhou X M, Zhou K Y, Yang G. 2010. Sequence polymorphism and geographical variation at a positively selected MHC-DRB gene in the finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*): implication for recent differentiation of the Yangtze finless porpoise? *J Mol Evol*, **71**: 6 – 22.
- Xu S X, Sun P, Zhou K Y, Yang G. 2007. Sequence variability at three MHC loci of finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*). *Immunogenetics*, **59**: 581 – 592.
- Xu S X, Zhang P, Li S Z, Zhou K Y, Wei F W, Yang G. 2009. A preliminary analysis of genetic variation at three MHC loci of the Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*). *Acta Theriologica Sinica*, **29** (4): 372 – 381.
- Yan J, Zhou K Y, Yang G. 2005. Molecular phylogenetics of ‘river dolphins’ and the baiji mitochondrial genome. *Mol Phylogenet Evol*, **37**: 743 – 750.
- Yang G, Liu S, Ren W H, et al. 2003. Mitochondrial control region variability of baiji and the Yangtze finless porpoises, two sympatric small cetaceans in the Yangtze River. *Acta Theriologica*, **48**: 469 – 483.
- Yang G, Ren W H, Zhou K Y, Liu S, Ji G Q, Yan J, Wang L M. 2002. Population genetic structure of finless porpoises, *Neophocaena phocaenoides*, in Chinese waters, inferred from mitochondrial control region sequences. *Marine Mammal Science*, **18** (2): 336 – 347.
- Yang G, Yan J, Zhou K Y. 2005. Sequence variation and gene duplication at MHC DQB loci of baiji (*Lipotes vexillifer*), a Chinese river dolphin. *Journal of Heredity*, **96** (4): 310 – 317.
- Yang G, Zhou K Y, Ren W H, et al. 2002. Population genetic structure of finless porpoises, *Neophocaena phocaenoides*, in Chinese waters, inferred from mitochondrial control region sequences. *Marine Mammal Science*, **18** (2): 336 – 347.
- Zhang X, Wang D, Liu R, Wei Z, Hua Y, Wang Y, Chen Z, Wang L. 2003. The Yangtze River dolphin or baiji (*Lipotes vexillifer*): population status and conservation issues in the Yangtze River, China. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **13**: 51 – 64.
- Zhao X, Barlow J, Taylor B L, Pitman R L, Wang K, Wei Z, Stewart B S, Turvey S T, Akamatsu T, Reeves R R, Wang D. 2008. Abundance and conservation status of the Yangtze finless porpoise in the Yangtze River, China. *Biological Conservation*, **141** (2): 3006 – 3018.
- Zheng J S, Liao X L, Tong J G, Du H J, Milinkovitch M C, Wang D. 2008. Development and characterization of polymorphic microsatellite loci in the endangered Yangtze finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*). *Conservation Genetics*, **9** (4): 1007 – 1009.
- Zheng J S, Xia J H, He S P, Wang D. 2005. Population genetic structure of the Yangtze finless porpoise *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*, implications of management and conservation. *Biochem Genetics*, **43**: 307 – 320.
- Zhou K Y, Qian W J. 1985. Distribution of the dolphins of the genus *Tursiops* in the China Seas. *Aquat Mamm*, **1**: 16 – 19.
- Zhou K, Xu X, Tian C. 2007. Distribution and abundance of Indo-Pacific humpback dolphins in Leizhou Bay, China. *New Zealand Journal of Zoology*, **34** (1): 35 – 42.
- 于道平, 王江, 杨光, 章贤. 2005. 长江湖口至荻港段江豚春季对生境选择的初步分析. *兽类学报*, **25** (3): 302 – 306.
- 于道平, 王江. 1999. 铜陵江段白鱀豚生态环境与行为的变化. *浙江海洋学院学报 (自然科学版)*, **18** (3): 227 – 231.
- 马志强, 韩家波, 姜大为, 张伟. 2007. 渤海虎平岛周围海域的斑海豹种群动态初步调查. *水产科学*, **26** (8): 455 – 457.
- 王丁, 张先锋, 刘仁俊. 1998. 中国长江白鱀豚、江豚保护的现状及其未来, 21 世纪长江大型水利工程中的生态与环境保护. 北京: 中国环境科学出版社.
- 王丁, 刘仁俊, 陈佩薰, 王治藩, 卢文祥, 杨叔子. 1989. 白鱀豚的发声及与环境适应的初步研究. *水生生物学报*, **13** (3): 210 – 217.
- 王丁, 王克雄, 赤松友成, 藤田薰. 1999. 白鱀豚哨叫声的研究. *海洋与湖沼*, **30** (4): 349 – 354.
- 王丁, 王克雄, 刘仁俊, 谡刚, 卢文祥. 1988. 白鱀豚听觉灵敏度的研究. *华中理工大学学报*, **16** (3): 55 – 60.
- 王丁. 1996. 长江江豚声信号及其声行为的初步研究. *水生生物学报*, **20** (2): 127 – 133.
- 王克雄, 刘仁俊. 1998. 江豚和白鱀豚雄性生殖系统的解剖学研究. *兽类学报*, **18** (1): 68 – 70.
- 王克雄, 王丁, 赤松友成. 2005. 水生哺乳动物信标跟踪记录技术及其应用. *水生生物学报*, **29** (1): 91 – 96.
- 王克雄, 王丁. 1999. 豢养长江江豚声信号特征和功能. *声学技术*, **18** (4): 9 – 12.
- 王丕烈, 韩家波. 2007. 中国水域中华白海豚种群分布现状与保护. *海洋环境科学*, **26** (5): 484 – 487.
- 王丕烈, 鹿志创. 2009. 中国水域灰鲸种群历史记录和现状分析. *水产科学*, **28** (12): 767 – 771.
- 王丕烈, 唐瑞荣. 1981. 中国东南沿海发现的鲸鲸. *动物学杂志*, **3**: 43 – 46.

- 王丕烈, 韩家波. 1995. 辽东湾发现的北海狮及海狮科动物在中国沿岸的分布. 水产科学, 12 (2): 20-22.
- 王丕烈, 韩家波. 1996. 西江与长江口发现的中华白海豚及其资源分布现状. 水产科学, 15 (4): 3-8.
- 王丕烈, 鹿志创. 2009. 中国水域灰鲸种群历史记录和现状分析. 水产科学, 28 (12): 767-771.
- 王丕烈, 王者茂. 1990. 斑海豹在辽东湾换毛地的发现及其换毛序. 海洋渔业, 12 (2): 68-70.
- 王丕烈. 1953. 我国的鲸族资源. 生物学通报, 5: 170-179.
- 王丕烈. 1976. 我国的近海捕鲸业. 水产科技, 4: 14-31.
- 王丕烈. 1978a. 黄海须鲸类的研究. 动物学报, 24 (3): 269-277.
- 王丕烈. 1978b. 我国近海捕鲸业追记. 水产科技, 2: 14-16.
- 王丕烈. 1982. 黄海小须鲸生殖习性的研究. 海洋与湖沼, 13 (4): 338-345.
- 王丕烈. 1984a. 中国近海鲸类的分布. 动物学杂志, 6: 52-56.
- 王丕烈. 1984b. 灰鲸在中国近海的分布. 兽类学报, 4 (1): 21-26.
- 王丕烈. 1991a. 台湾的鲸类及其资源保护. 水产科学, 10 (4): 24-28.
- 王丕烈. 1991b. 中国海洋哺乳动物区系. 海洋学报, 13 (3): 387-392.
- 王丕烈. 1993. 渤海斑海豹资源现状和保护. 水产科学, 12 (1): 4-7.
- 王丕烈. 1996. 中国海兽图鉴. 沈阳: 辽宁科学技术出版社. 40-45.
- 王丕烈. 1999. 中国鲸类. 香港: 海洋企业有限公司, 324.
- 王强. 2006. 利用线粒体 DNA 序列分析辽东湾斑海豹的种群遗传结构. 大连: 辽宁师范大学硕士学位论文.
- 王先艳, 闫晨曦, 祝茜. 2010. 厦门—珠江口之间水域中华白海豚种群分布及历史衰减进程探讨. 见: 南京师范大学, 中国海域中华白海豚种群间关系和保护国际研讨会, 30.
- 王者茂. 1975. 海豚和鳍脚类的运输、饲养及其生物学. 水产科技情报, 4: 6-10.
- 王者茂. 1990. 中国沿海斑海豹的生长与头骨变化关系. 海洋湖沼通报, 3: 65-70.
- 冯俊伟, 郑劲松, 周钊, 林刚, 王丁, 郑邦友, 蒋文华. 2009. 微卫星分型法应用于蒙养繁殖长江江豚的父权鉴定. 现代生物医学进展, 9 (21): 4015-4020.
- 冯文慧, 梁长林. 1986. 白鬻豚和中国江豚的听觉系统—耳蜗膜的研究. 科学通报, 11: 862-864.
- 华元渝, 项澄生, 董明利, 章贤, 陈年根, 徐新民. 1994. 长江江豚的交配行为和摄食行为的研究. 长江流域资源与环境, 3 (2): 141-146.
- 华元渝, 张国成, 赵庆中, 陈佩薰. 1986. 白鬻豚栖息活动区及其群体活动的初步研究. 环境科学与技术, 35: 2-5.
- 许黎美, 万秋红, 王丁. 2005. 福尔马林固定白鬻豚标本 DNA 提取及其遗传多样性的初步研究. 水生生物学报, 29 (3): 272-278.
- 许肖梅, 张仑溟, 魏翀. 2010. 厦门海域中华白海豚声学保护技术研究. 见: 南京师范大学, 中国海域中华白海豚种群间关系和保护国际研讨会. 31.
- 李东明, 林刚, 郑劲松, 夏军红, 胡成钰, 王丁. 2005. 两个不同江豚群体 ISSR 遗传多样性初步分析. 南昌大学学报, 29 (6): 546-550.
- 李响. 2007. 基于线粒体 DNA 探究辽东湾斑海豹的遗传多样性. 济南, 山东大学硕士学位论文.
- 刘仁俊, 王克雄, 赵庆中. 2002. 中国鲸类动物的人工饲养. 兽类学报, 22 (2): 130-135.
- 刘仁俊, 张先锋, 王丁, 杨健. 1996. 再论白鬻豚和江豚的保护. 长江流域资源与环境, 5 (3): 220-225.
- 刘珊, 杨光, 季国庆, 周开亚. 2001. 白鬻豚种群遗传多样性分析: mtDNA 证据. 生物多样性 (香港), 3: 92-95.
- 刘文华, 黄宗国. 2000. 厦门中华白海豚的分布和数量. 海洋学报, 22 (6): 95-105.
- 先义杰. 2010. 幼年长江江豚的行为发展. 武汉, 中国科学院水生生物研究所博士论文.
- 陈炳耀, 翟飞飞, 徐信荣, 杨光. 2007. 厦门水域中华白海豚栖息地选择的初步研究. 兽类学报, 27 (1): 92-95.
- 陈道权, 王克雄, 龚伟明, 王丁, 刘仁俊. 2001. 白鬻豚“淇淇”性自慰行为周期的研究. 水生生物学报, 25 (5): 467-473.
- 陈红珊, 陈裕隆, 杨金玲, 吴玉萍. 2006. 应用微卫星标记分析中华白海豚遗传多样性. 中山大学学报 (医学科学版), 27: 66-67.
- 陈佩薰, 刘沛霖, 刘仁俊, 林克杰, Pilleri G. 1980. 长江中游 (武汉—岳阳江段) 豚类的分布、生态、行为和保护. 海洋与湖沼, 11 (1): 73-84.
- 陈佩薰, 刘仁俊, 王丁, 张先锋. 1997. 白鬻豚生物学及饲养与保护. 北京: 科学出版社.
- 陈佩薰, 张先锋. 1997. 白鬻豚种群生态学. 见: 陈佩薰, 刘仁俊, 王丁, 张先锋主编. 白鬻豚生物学及饲养与保护. 北京: 科学出版社, 118-152.
- 陈万青. 1978. 鲸与捕鲸. 北京: 科学出版社, 11.
- 寿振黄等. 1958. 东北兽类调查报告. 北京: 科学出版社.
- 寿振黄主编. 1962. 中国经济动物志·兽类. 北京: 科学出版社.
- 孟凡, 王振先, 李武. 1981. 胆鼻海豚、江豚捕捉、运输、饲养和声学实验. 动物学杂志, 4: 26-29.
- 肖文, 张先锋. 2000. 截线抽样法用于鄱阳湖江豚种群数量研究初报. 生物多样性, 8 (1): 106-111.
- 肖文, 张先锋. 2002. 鄱阳湖及其支流长江江豚种群数量及分布. 兽类学报, 22 (1): 7-14.
- 肖友英, 王丁, 王克雄. 1993. 白鬻豚听阈值的进一步研究. 海洋学报, 15 (1): 125-128.
- 余欣怡, 林子皓, 张维伦, 黄祥麟, 周莲香. 2010. 利用标记——再捕捉法估计台湾海峡之中华白海豚族群数量. 见: 南京师范大学, 中国海域中华白海豚种群间关系和保护国际研讨会. 34.
- 张继忠. 1993. 斑海豹的淡水饲养与繁殖研究. 海洋湖沼通报, 1: 71-77.
- 张玲. 1980. 海豹饲养管理简介. 动物学杂志, 4: 43-44.
- 张维伦, 林子皓, 林建洲, 周莲香. 2008. 台湾西岸中华白海豚 (*Sousa chinensis*) 的族群量估计. 见: 王丁, 王克雄, 郑劲松, 郝玉江, 李松海, 李海燕, 黄亚东等主编. 海峡两岸鲸类研究和保护研讨会. 55.
- 张先锋. 1992. 江豚的年龄鉴定、生长与生殖的研究. 水生生物学报, 16 (4): 289-298.
- 张先锋, 刘仁俊, 赵庆中, 张国成, 魏卓, 王小强, 杨健. 1993. 长江中下游江豚种群现状评价. 兽类学报, 13 (4): 260-270.
- 张先锋, 魏卓, 王小强, 杨健, 陈佩薰. 1995. 建立长江天鹅洲自



- 然保护区的可行性研究. 水生生物学报, **19** (2): 110-123.
- 范国坤, 韩家波, 黄继成, 马志强. 2005. 庙岛群岛海域斑海豹的分布与保护. 水产科学, **24** (3): 16-18.
- 林子皓, 余欣怡, 林建洲, 周莲香. 2008. 利用中华白海豚声音类型以推测其群体之行为状态. 见: 王丁, 王克雄, 郑劲松, 郝玉江, 李松海, 李海燕, 黄亚东主编. 海峡两岸鲸类研究和保护研讨会. 46.
- 贺贤根. 1979. 北黄海小鳊鲸调查报告. 动物学杂志, **3**: 11-14.
- 姜新发. 1998. 长江江豚精巢发育和组织学特征的研究. 水生生物学报, **22** (4): 341-345.
- 荆英英, 肖友芙, 景荣才. 1983. 白鬻豚的回声定位信号. 海洋学报, **5** (1): 11-18.
- 荆英英, 肖友芙, 景荣才. 1981. 白鬻豚的声信号及其行为. 中国科学, **2**: 233-239.
- 荆英英, 肖友芙, 景荣才. 1982. 白鬻豚额隆的声信号. 声学学报, **7** (1): 14-22.
- 杨伯华, 邓超冰. 2006. 北部湾沿海的中华白海豚. 中国水产, **10**: 70-72.
- 杨光, 周开亚. 1997. 中国水域江豚种群遗传变异的研究. 动物学学报, **43** (4): 411-419.
- 杨鸿嘉. 1976. 台湾产鲸类之研究. 台湾省立博物馆, **19**: 131-178.
- 杨健, 陈佩薰. 1996. 湖北天鹅洲故道江豚的活动与行为. 水生生物学报, **20** (1): 32-40.
- 杨健, 肖文, 匡新安, 魏卓, 刘仁俊. 2000. 洞庭湖, 鄱阳湖白鬻豚和长江江豚的生态学研究. 长江流域资源与环境, **9** (4): 444-450.
- 杨健, 张先锋, 堀由纪子, 藤本朝海. 1998. 江豚的分娩及相关行为观察. 海洋与湖沼, **29** (1): 41-46.
- 杨健, 张先锋. 1995. 湖北天鹅洲故道试养江豚生活习性的初步观察. 兽类学报, **15** (4): 254-258.
- 杨世主, 王愈超, 洪家耀, Thomas A. Jefferson. 2008. 台湾海峡东侧中华白海豚族群之保育. 见: 王丁, 王克雄, 郑劲松, 郝玉江, 李松海, 李海燕, 黄亚东主编. 海峡两岸鲸类研究和保护研讨会. 32.
- 周开亚, 李悦民, 西脇昌治, 片冈照男. 1982. 长江下游南京至贵池段白鬻豚的观察. 兽类学报, **2** (2): 253-254.
- 周开亚, 钱伟娟, 李悦民. 1977. 白鬻豚的分布调查. 动物学学报, **23** (1): 72-79.
- 周开亚. 1986. 中国沿岸漫游的环海豹及其他鳍脚类. 兽类学报, **6** (2): 107-113.
- 周开亚. 1987. 中国近海的两种宽吻海豚. 兽类学报, **7** (4): 246-254.
- 周莲香. 1994. 台湾鲸类图鉴. 台湾海洋生物博物馆. 107.
- 赵修江. 2009. 河流系统鲸豚类种群数量调查方法探索及其应用研究. 武汉, 中国科学院武汉水生生物研究所博士学位论文. 1-189.
- 郝玉江, 王丁, 张先锋. 2006. 长江江豚繁殖生物学研究概述. 兽类学报, **26** (2): 191-200.
- 南京工学院无线电工程系水生仿生课题组, 1980. 生物透声窗——白鬻豚额隆声学特性测量. 南京工学院学报, **2**: 121-126.
- 徐信荣, 张振华, 马立革, 杨光, 周开亚. 2010. 湛江东部沿海中华白海豚的地点忠诚性和联合格局. 见: 南京师范大学, 中国海域中华白海豚种群间关系和保护国际研讨会. 29.
- 施友仁, 王秀玉. 1978. 黄海北部稀见鲸种——黑露脊鲸. 水产科技情报, **4**: 12-13.
- 祝茜, 姜波. 2000. 中国海洋哺乳动物的种类, 分布及其保护对策. 海洋科学, **24** (9): 35-39.
- 祝茜, 马牧, 李响, 赖鹏翔. 2006. 小鳊鲸的一些生物学测量数据. 海洋科学, **30** (2): 94-97.
- 曹克清. 1978. 野生麋鹿绝灭时间初探. 动物学报, **3**: 289-291.
- 高安利, 周开亚. 1995. 中国水域江豚外形的地理变异和江豚的三亚种. 兽类学报, **15** (2): 81-92.
- 董金海, 沈峰. 1991. 辽东湾斑海豹历史种群数量的估计. 海洋科学, **3**: 26-31.
- 董明玥, 于道平, 梁太芹, 王渊. 2000. 建立铜陵淡水豚自然保护区考察研究. 安徽大学学报(自然科学版), **24** (4): 98-105.
- 黄祥麟, 周莲香. 2010. 中华白海豚 (*Sousa chinensis*) 台湾种群的存续力分析. 见: 南京师范大学, 中国海域中华白海豚种群间关系和保护国际研讨会. 33.
- 韩家波, 赫崇波, 王强, 马志强, 徐晓红. 2006. 辽东湾斑海豹线粒体 ND4、tRNAArg、ND4L 和 ND3 基因序列分析. 水产科学, **25** (10): 500-504.
- 韩家波, 赫崇波, 王效敏, 王强, 马志强. 2007. 辽东湾斑海豹线粒体苏氨酸和脯氨酸及控制区部分序列分析. 水产科学, **26** (2): 74-78.
- 韩家波, 王炜, 马志强. 2005. 辽东湾北部双台子河口的斑海豹. 海洋环境科学, **24** (1): 51-53.
- 蒋文华. 2000. 半自然条件下群体江豚的养护与行为观察. 安徽大学学报(自然科学版), **24** (4): 106-111.
- 蒋文华. 2010. 长江江豚迁地保护概述. 安徽大学学报(自然科学版), **34** (4): 104-108.
- 雷伟, 李玉春. 2008. 水獭的研究与保护现状. 动物学杂志, **25** (1): 47-51.
- 鹿叔铎, 柳卓君, 宗绪斌. 2002. 关于烟台海域斑海豹资源的调查. 中国渔业经济, **4**: 34-35.
- 戚静芬. 1984. 西印度海牛在人工饲养下的繁殖. 兽类学报, **1**: 27-33.
- 滕胜. 1974. 人工饲养海豹繁殖初步成功. 动物学杂志, **1**: 23-26.
- 夏军红, 郑劲松, 王丁. 2005. 用微卫星指纹识别天鹅洲保护区长江江豚个体. 动物学报, **51** (1): 142-148.
- 夏军红, 郑劲松, 魏卓, 赵庆中, 王丁. 2004. 天鹅洲保护区长江江豚 AFLP 遗传多样性分析. 高技术通讯, **14** (7): 25-28.
- 魏卓, 王丁, 张先锋, 王克雄, 陈道权, 赵庆中, 匡新安, 龚伟民, 王小强. 2004. 豢养长江江豚性行为的观察. 兽类学报, **24** (2): 98-102.
- 魏卓, 王丁, 张先锋, 赵庆中, 王克雄, 匡新安. 2002. 长江八里江江豚种群数量、行为及其活动规律与保护. 长江流域资源与环境, **11** (5): 427-432.