

海南红树林的海陆蛙分布与种群密度调查

洪美玲 王力军* 杨炳坤 陈曦 王孝杉 周礼

(海南师范大学生命科学学院 海口 571158)

摘要:为掌握海南红树林中海陆蛙(*Fejervarya cancrivora*)分布和种群数量状况,于2008年4~8月选择12个红树林进行了海陆蛙分布状况调查,同时采用样带法对4个调查地点的海陆蛙生境和种群密度进行了调查。结果表明,海陆蛙只分布于海南东寨港红树林国家级自然保护区、文昌清澜港红树林省级自然保护区、儋州新英港红树林和澄迈五村红树林保护区,这些红树林都具有面积较大($>100\text{ hm}^2$)、植物种类组成丰富和潮汐不能全部淹没红树林底部的共同特征。在红树林、虾塘和滩涂3种生境中,海陆蛙的平均种群密度分别为 (132 ± 71) 只/ hm^2 、 (65 ± 50) 只/ hm^2 和 (37 ± 22) 只/ hm^2 ,且3种生境之间差异显著;整体而言,海南东寨港红树林国家级自然保护区的海陆蛙种群密度最高,其次为文昌清澜港红树林省级自然保护区和儋州新英港红树林,两地之间的海陆蛙种群密度差异不显著($P > 0.05$),而澄迈五村红树林保护区的海陆蛙种群密度最低。分析表明,生境破坏、水污染及非法捕捉是导致海南红树林海陆蛙分布区缩小和种群数量急剧下降的主要因素。

关键词:海陆蛙;红树林;分布;种群密度;致危因素

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)01-23-06

Survey on Distribution and Population Density of Crab-eating Frog (*Fejervarya cancrivora*) in Mangoves, Hainan

HONG Mei-Ling WANG Li-Jun* YANG Bing-Kun CHEN Xi
WANG Xiao-Shan ZHOU Li

(College of Life Sciences, Hainan Normal University, Haikou 571158, China)

Abstract: In order to understand the status of distribution and population density of Crab-eating Frog (*Fejervarya cancrivora*), we made field surveys at 12 sites of mangrove in Hainan from April to August 2008, and measured the population density and habitat by line transects at the four mangroves. The Crab-eating Frog only found in 4 nature reserves, named Hainan Dongzhai Harbor Mangrove National Nature Reserve, Qinglan Harbor Mangrove Provincial Nature Reserve, Wenchang, Xinying Harbor Mangrove, Danzhou, and Wucun Mangrove Nature Reserve, Chengmai. All the four mangroves have larger area ($>100\text{ hm}^2$), rich plant species and exposed bottom at high tide. The average population densities of Crab-eating Frog in mangrove, shrimp pond and intertidal mudflat are 132 ± 71 individuals/ hm^2 , 65 ± 50 individuals/ hm^2 and 37 ± 22 individuals/ hm^2 respectively, and the population densities are significantly different among the three habitats. In the four mangroves, the highest population density occurs at Hainan Dongzhai Harbor Mangrove National Nature Reserve

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 40901261),海南省自然科学基金项目(No. 808149),海南省高等学校科研项目(No. Hjkj2009-41),WWF-China物种保护小额基金项目(No. CN0861.01-1.1.02.02,CN0861.01-SM01);

* 通讯作者, E-mail: wanglijun_haikou@sina.com;

第一作者介绍 洪美玲,女,博士,副教授;研究方向:两栖爬行动物学;E-mail: meilinghong_ecnu@yahoo.com.cn。

收稿日期:2010-09-02,修回日期:2010-10-31

and lowest at Wucun Mangrove Nature Reserve respectively. The population density is not different between Qinglan Harbor Mangrove Provincial Nature Reserve and Xinying Harbor Mangrove ($P > 0.05$). The population decline and distribution region reduction of Crab-eating Frog are mainly caused by habitat destruction, water pollution and illegal harvest.

Key words: *Fejervarya cancrivora*; Mangrove; Distribution; Population density; Threatening factors

海陆蛙 (*Fejervarya cancrivora*), 又名食蟹蛙, 隶属蛙科 (Ranidae) 陆蛙属, 生活于沿海红树林潮间带的半咸水或咸水区域。国内分布于广西、海南和台湾, 国外分布于孟加拉、柬埔寨、印度、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、新加坡、泰国和越南等地^[1-2]。由于沿海旅游业及养殖业的开发和利用, 导致红树林大量丧失, 栖息地受到严重的污染, 同时由于沿海居民的乱捕滥猎, 导致海陆蛙种群数量急剧下降^[1]。中国濒危动物红皮书将其列为“易危”种^[1], 中国物种红色名录列为“濒危”种^[3], 2006年12月海南省人民政府将其列为省级重点保护动物。目前, 海陆蛙的研究多集中于渗透压调节等生理适应机制方面, 生态学和保护生物学研究基本处于空白阶段^[4-7]。2008年4~8月, 我们对海南红树林海陆蛙的分布、种群数量和生境类型进行了调查, 并对导致海陆蛙致危的主要因素进行了分析, 旨在为海陆蛙的生态学及保护生物学研究提供基础数据和资料。

1 研究地区自然概况

海南岛位于 $108^{\circ}37' \sim 111^{\circ}03'E, 18^{\circ}10' \sim 20^{\circ}09'N$ 之间, 地处热带北缘, 属热带季风气候, 高温多雨, 为我国水热最丰富的地区, 5~10月为湿季, 11~4月为干季, 年均温度在 $23 \sim 26^{\circ}C$ 之间, 7月平均最高温度多在 $32 \sim 34^{\circ}C$ 之间, 最冷月份平均温度为 $16 \sim 21^{\circ}C$ ^[8]。海南岛四周环海, 具有丰富的海岸线, 红树林是其沿海极为重要的湿地生态系统, 主要分布于沿海一带河口港湾的滩涂上, 海口、文昌、澄迈、临高、儋州、琼海、万宁、陵水、三亚、东方、昌江等市县尚存在一定面积的红树林, 总面积约 $4\,772\text{ hm}^2$, 占全国红树林总面积的 33%。长期以来, 由于不合理开发与人为毁坏, 红树林湿地

面积日益缩小, 使红树林面积从 20 世纪 50 年代的 $10\,000\text{ hm}^2$ 下降到目前不足 $5\,000\text{ hm}^2$, 且多呈次生状态或残林, 甚至荡然无存^[9-10]。

2 研究地点和方法

2.1 调查地点 因海陆蛙主要分布于沿海红树林潮间带附近^[1,11], 故依据海南岛植被图^[12], 选择海南沿海 12 个具有红树林分布的地点进行海陆蛙分布状况调查, 并对有海陆蛙分布的地点进行种群数量和生境类型调查 (图 1)。

2.2 调查方法

2.2.1 海陆蛙分布 2008 年 4~8 月, 应用路线调查法对 12 个红树林分布区域进行海陆蛙分布状况调查。白天走访附近居民, 初步确定所在调查地点是否具有海陆蛙分布, 并对当地红树林设定调查路线, 调查路线设置在红树林边缘的潮浸地带。于夜晚 20:00~22:00 时退潮期间, 通过租船或在红树林边缘行走的方式对全部潮浸地带进行调查, 记录海陆蛙是否分布、生境类型、红树林污染状况和人为干扰类型。

2.2.2 生境类型划分 将海陆蛙的生境分为 3 种类型: (1) 红树林: 完全由红树林植被组成, 包括红树林 5 m 以内的潮浸地带, 本研究样带设置在红树林边缘。(2) 滩涂: 指沿海大潮高潮位与低潮位之间的潮浸地带, 本研究主要指远离红树林 5 m 以上的潮浸地带。(3) 虾塘: 即红树林附近用于养虾的人工水塘, 本研究指虾塘周围的塘坝。

2.2.3 种群密度 对有海陆蛙分布的调查地点, 选取红树林、滩涂、虾塘等 3 个生境类型, 每个生境类型设定 4 个 100 m 的样带, 样带单侧宽度为 2.5 m, 于晚上 20:00~22:00 时退潮期

间,对样带内海陆蛙的种群数量进行调查和统计,每间隔一天进行一次重复调查,并对不同生境的调查顺序进行轮换,以减小由于调查时间

不同而导致种群数量的差异,每个样带重复调查 4 次,记录不同生境样带中的海陆蛙种群数量,同时记录影响海陆蛙生存的各种因素。

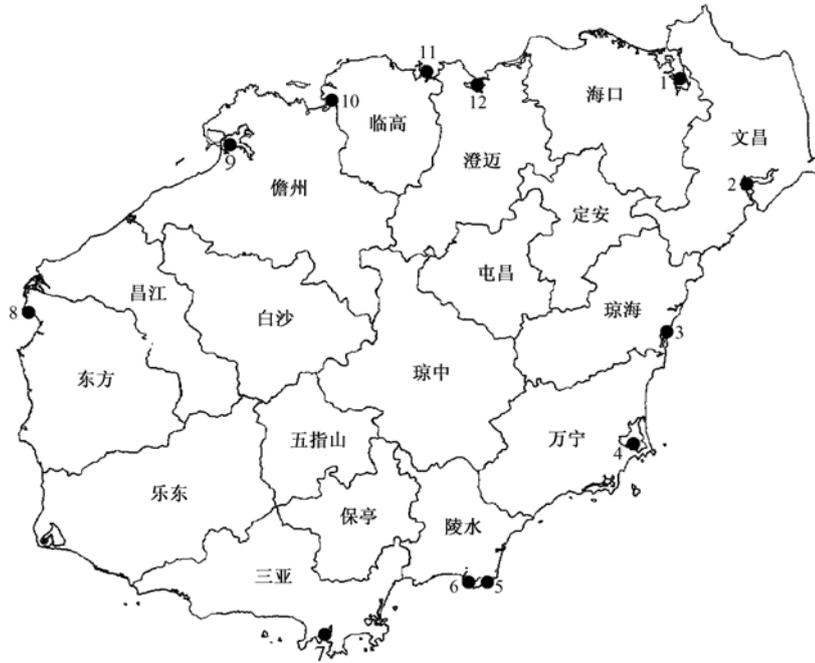


图 1 海陆蛙调查地点示意图

Fig. 1 Survey sites on Crab-eating Frog in Hainan

- 1. 海南东寨港红树林国家级自然保护区; 2. 文昌清澜港红树林省级自然保护区; 3. 琼海排港红树林; 4. 万宁小海红树林; 5. 陵水黎安大墩红树林; 6. 陵水南湾红树林; 7. 三亚三亚河红树林保护区; 8. 东方北黎湾红树林; 9. 儋州新英港红树林; 10. 临高后水湾红树林; 11. 临高马袅红树林; 12. 澄迈五村红树林保护区。

- 1. Hainan Dongzhai Harbor Mangrove National Nature Reserve; 2. Qinglan Harbor Mangrove Provincial Nature Reserve at Wenchang; 3. Paigang Mangrove at Qionghai; 4. Xiaohai Mangrove at Wanning; 5. Lian Dadun Mangrove at Lingshui; 6. Nanwan Mangrove at Lingshui; 7. Sanya River Mangrove Nature Reserve at Sanya; 8. Beili Bay Mangrove at Dongfang; 9. Xinying Mangrove at Danzhou; 10. Houshui Bay Mangrove at Lingao; 11. Maniao Mangrove at Lingao; 12. Wucun Mangrove Nature Reserve at Chengmai.

2.3 数据处理 采用非参数 Mann-Whitney *U* 检验法,对不同调查地点和不同生境中的海陆蛙种群数量进行差异显著性检验,显著水平设置为 $\alpha = 0.05$,所有数据均在 SPSS 13.0 和 Excel 2003 软件操作下完成。

3 结果与分析

3.1 海陆蛙分布区域 在 12 个调查地点,除万宁小海红树林缺失外,其余调查地点红树林依然存在,其中 4 个调查地点具有海陆蛙分布,

它们分别是海南东寨港红树林国家级自然保护区、文昌清澜港红树林省级自然保护区、儋州新英港红树林和澄迈五村红树林保护区,陵水南湾红树林曾记录具有海陆蛙的分布^[13],但本次调查未能在该地点发现海陆蛙(表 1)。调查中发现,有海陆蛙分布的红树林均具有面积较大 ($>100 \text{ hm}^2$)、植物种类组成丰富、涨潮时红树林底部不能被潮水完全淹没的特点,而没有海陆蛙分布的红树林,具有面积小、植物种类组成相对比较简单、涨潮可将红树林底部淹没的特

点,且红树林多呈带状分布,污染现象严重。12个红树林调查地点均存在不同程度的人为干扰,其中水产养殖现象最为突出,尤其是红树林面积小的调查地点,虾塘分布众多,且与红树林连接十分紧密,甚至有些就是在原来红树林生长的位置进行挖塘养殖,因此养殖污染就成了

红树林最为主要的污染源。三亚河红树林位于三亚市区附近,随着城市化进程的加快,城市排污成为该红树林所面临的主要污染问题,而万宁小海附近目前已经被大大小小的虾塘所占据,曾经分布该处的海陆蛙也不见其踪迹。

表 1 海南沿海 12 个红树林调查地点概况
Table 1 The mangroves status of 12 survey sites in Hainan

调查地点 Survey sites	红树林面积 ^[9] Size of mangrove (hm ²)	海陆蛙分布状况 Existence of crab-eating frog	污染类型 Pollution type	人为干扰类型 Type of human disturbance
海南东寨港红树林国家级自然保护区 Hainan Dongzhai Harbor Mangrove National Nature Reserve	2 065.00	+	a, b	1, 2, 3
文昌清澜港红树林省级自然保护区 Qinglan Harbor Mangrove Provincial Nature Reserve at Wenchang	1 844.00	+	a, b	1, 2, 3
琼海排港红树林 Paigang Mangrove at Qionghai	1.33	-	a	2
万宁小海红树林 Xiaohai Mangrove at Wanning	0	-	a	2
陵水黎安大墩红树林 Lian Dadun Mangrove at Lingshui	3.33	-	a	2
陵水南湾红树林 Nanwang Mangrove at Lingshui	1.00	-	a	1, 2
三亚三亚河红树林保护区 Sanya River Mangrove Nature Reserve at Sanya	14.00	-	c	1
东方北黎湾红树林 Beili Bay Mangrove at Dongfang	0.67	-	a	2
儋州新英港红树林 Xinying Harbor Mangrove at Danzhou	133.33	+	a	2, 3
临高后水湾红树林 Houshui Bay Mangrove at Lingao	49.93	-	a	2
临高马袅红树林 Maniao Mangrove at Lingao	2.00	-	a	2
澄迈五村红树林保护区 Wucun Mangrove Nature Reserve at Chengmai	100.00	+	a	2

“+”记录,“-”未记录;“a”养殖排污,“b”生活排污,“c”城市排污;“1”旅游,“2”水产养殖,“3”捕鱼。

“+”: Recorded,“-”: Unrecorded;“a”: Aquaculture pollution,“b”: Domestic pollution,“c”: Urban pollution;“1”: Tourism,“2”: Aquaculture,“3”: Fishing.

3.2 海陆蛙种群密度 对海南东寨港红树林国家级自然保护区、文昌清澜港红树林省级自然保护区、儋州新英港红树林、澄迈五村红树林保护区进行了海陆蛙种群密度调查,结果表明:在红树林、虾塘和滩涂 3 种生境中都具有海陆蛙分布,其种群密度分别为(132 ± 71)只/hm²、(65 ± 50)只/hm²和(37 ± 22)只/hm²(n = 64),且红树林生境中海陆蛙种群密度显著高于虾塘生境(P < 0.001, Z = -5.247, n = 64)和滩涂生境(P < 0.001, Z = -7.296, n = 64),而虾塘显著高于滩涂(P = 0.001, Z = -3.333, n = 64)。

从表 2 中可以看出,各调查地点红树林生境中的海陆蛙种群密度均显著高于虾塘和滩涂

2 种生境,除海南东寨港红树林国家级自然保护区虾塘的海陆蛙种群密度显著高于滩涂外(P < 0.001, Z = -4.432, n = 16),其余 3 个调查地点的虾塘和滩涂之间差异不显著。红树林生境中,海南东寨港的海陆蛙种群密度最高,而澄迈五村最低,文昌清澜港和儋州新英港之间差异不显著(P = 0.908, Z = -0.116, n = 16);虾塘生境中,海陆蛙种群密度也表现出红树林的相似性特征,即海南东寨港最高,澄迈五村最低,而文昌清澜港和儋州新英港之间差异不显著(P = 0.406, Z = -0.831, n = 16);滩涂生境中,海南东寨港、文昌清澜港和儋州新英港的海陆蛙种群密度之间差异不显著,而都显著高于

澄迈五村。总体而言,海南东寨港的海陆蛙种群密度分布最高,文昌清澜港和儋州新英港的海陆蛙种群密度基本一致,而澄迈五村的海陆蛙种群密度最低。

表 2 不同调查地点及生境类型中海陆蛙的种群密度($n = 16$)

Table 2 Population density of Crab-eating Frog in different habitats and survey sites

生境 Habitats	海陆蛙种群密度(只/hm ²) Population density of crab-eating frog (ind/hm ²)			
	海南东寨港 Hainan Dongzhai Harbor	文昌清澜港 Qinglan Harbor at Wenchang	儋州新英港 Xinying Harbor at Danzhou	澄迈五村 Wucun at Chengmai
红树林 Mangrove	203 ± 46 ^a	144 ± 44 ^b	145 ± 31 ^b	35 ± 23 ^c
虾塘 Shrimp pond	130 ± 46 ^d	60 ± 24 ^e	53 ± 18 ^e	18 ± 14 ^f
滩涂 Intertidal mudflat	48 ± 25 ^g	45 ± 17 ^g	39 ± 17 ^g	18 ± 14 ^h

同一行或列上标字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

The different superscript in a same row or column means significant difference.

4 讨论

海陆蛙是两栖动物中为数不多的能生存于半咸水环境中的物种^[4,6-7,14],红树林及其附近的淡水水塘和灌木林是海陆蛙的主要生境类型^[15],因而其分布与红树林具有密切的关系^[1,11]。

生境破坏是导致海陆蛙分布区域急剧缩小的主要因素^[1]。近年来,由于经济利益的驱使,红树林及其周边滩涂不合理的开发和利用,乱砍滥伐和非法侵占红树林进行水产养殖的现象仍十分严重,海南红树林受到了严重的破坏和威胁^[9-10,16],也导致在其中生活的海陆蛙受到了严重的影响。红树林及附近滩涂是海南沿海海陆蛙分布的自然生境,而虾塘等人工水产养殖水塘因靠近红树林或隐藏于红树林之中,其环境条件及海陆蛙的食物组成与红树林和滩涂有很高的相似性,也成为海陆蛙的活动生境之一,但其中海陆蛙种群密度明显低于红树林。同时,红树林及周边区域大量存在的水产养殖、家禽和家畜养殖排污也成了红树林的主要污染源,对海陆蛙的生存造成了严重的威胁,红树林周边家禽散放的养殖方式亦对海陆蛙的卵、蝌蚪及幼体的生存造成了严重的威胁^[17-18],目前在海南东寨港红树林国家级自然保护区的罗牛河上游和中游段已很难寻觅到海陆蛙的踪迹。

非法捕捉、贸易和食用也是导致海陆蛙濒

危及种群数量急剧下降的因素^[1,19]。Kusrini 等研究表明,印度尼西亚是东南亚最大的蛙腿贸易输出国,2002 年的蛙腿贸易量为 3 800 t,而海陆蛙占其贸易输出量的 75%^[20],这导致了爪哇岛当地海陆蛙种群数量的急剧下降^[19]。海南沿海 4 个有海陆蛙分布的地点,除澄迈五村因海陆蛙种群数量较低外,其余各地均普遍存在非法捕捉和食用海陆蛙的现象,当地渔民在红树林进行捕鱼或抓蟹时顺带捕捉海陆蛙的现象最为突出,亦有渔民受经济利益的驱使,专门从事海陆蛙非法捕捉和贩卖。最为明显的是,2008 年 4 月至今,作者在海南东寨港红树林国家级自然保护区标记了 274 只海陆蛙个体,目前仅存不到总量的 30%,其中大部分个体都被当地渔民非法捕捉、食用或贩卖。

5 管理建议

5.1 加强管理,防止生境丧失和污染 红树林及其周边滩涂是海陆蛙赖以生存的自然生境,红树林的破坏和消失直接威胁到海陆蛙的生存。由于红树林是水产养殖最为理想的环境之一,非法侵占红树林的现象时有发生,因此加强海陆蛙分布地的红树林管理和保护是防止其生境丧失的有效手段和措施。海南东寨港红树林国家级自然保护区及文昌清澜港红树林省级自然保护区均具有专门的机构和人员进行红树林保护与管理,但在儋州新英港红树林及澄迈五

村红树林保护区还缺乏相关机构和人员。同时,应对红树林及周边地区已存在的水产、家禽和家畜养殖进行有效的管理与监测,防止其污水或污物进入红树林。

5.2 深入开展科学研究 目前,关于海陆蛙的生态学和保护生物学研究几乎处于空白阶段。海陆蛙是两栖动物中为数不多的能栖息于半咸水环境中的物种,是环境质量变化的良好指示物种,对于监测红树林及周边环境质量的变化起着积极的作用。因此急需加强海陆蛙的生态学和保护生物学研究,制定科学、合理的保护对策,防止其生境丧失和种群数量的急剧下降。

5.3 加强宣传,提高周边居民保护意识 尽管海陆蛙分布区域的红树林均已被确立为国家级、省级或市县级红树林保护区,海陆蛙也被列为海南省地方重点保护动物,但由于周边居民对红树林生态功能的认识不足和保护意识缺乏,在部分红树林保护区仍存在非法挖塘和非法捕捉海陆蛙的现象,故应加强保护宣传工作。

致谢 海南省林业局苏文拔工程师,海南东寨港红树林国家级自然保护区林卫海、林志军,文昌清澜港红树林省级自然保护区林勇及曾传智站长,儋州新英港符世杰,澄迈五村符升,海南师范大学生命科学学院林彬彬、帅媛媛、李佳、白春红、张杰、王成华和曾旺龙等人在调查中给予了大力的支持和帮助,华南濒危动物研究所龚世平博士帮助润色英文摘要,在此表示衷心的感谢!

参 考 文 献

- [1] 赵尔宓. 中国濒危动物红皮书:两栖类和爬行类. 北京: 科学出版社,1998: 70 - 72.
- [2] 费梁,胡淑琴,叶昌媛,等. 中国动物志:两栖纲 下卷. 北京: 科学出版社,2009: 1305 - 1310.
- [3] 汪松,解焱. 中国物种红色名录:第一卷 红色名录. 北京: 高等教育出版社,2004: 199.
- [4] Gordon M S, Schmidt-Nielsen K, Kelly H M. Osmotic regulation in the crab-eating frog (*Rana cancrivora*). *J Exp Biol*,1961,38: 659 - 678.
- [5] Schmidt-Nielsen K, Lee P. Kidney function in the crab-eating frog (*Rana cancrivora*). *J Exp Biol*,1962,39: 167 - 177.
- [6] Gordon M S, Tucker V A. Osmotic regulation in the tadpoles of the crab-eating frog (*Rana cancrivora*). *J Exp Biol*,1965,42: 437 - 445.
- [7] Dunson W A. Tolerance to high temperature and salinity by tadpoles of Philippine frog,*Rana cancrivora*. *Copeia*,1977, (2): 375 - 378.
- [8] 史海涛. 海南岛两栖动物区系及地理区划. *四川动物*,2002,21(3): 174 - 176.
- [9] 莫燕妮,庚志忠,苏文拔. 海南岛红树林调查报告. *热带林业*,1999,27(1): 19 - 23.
- [10] 莫燕妮,庚志忠,王春晓. 海南岛红树林资源现状及保护对策. *热带林业*,2002,30(1): 46 - 50.
- [11] Leong T M, Chou L M. Larval diversity and development in the Singapore Anura (*Amphibia*). *The Raffles Bulletin of Zoology*,1999,47(1): 81 - 137.
- [12] 海南省测绘局. 海南省地图集. 成都: 成都地图出版社,1996: 33.
- [13] 海南省林业局,华南濒危动物研究所编制. 海南省陆生野生动物资源调查图面材料及统计报表. 2001.
- [14] 巫奇动,关永才. 半淡咸水域蝌蚪的盐度适应与渗透调节. *生物科学(台湾)*,2009,51(2): 25 - 35.
- [15] Chan S H, Colleen G. Frogs of Sungei Buloh Wetland Reserve (*Amphibia*; *Anura*). *Nature in Singapore*,2010, (3): 103 - 116.
- [16] 单家林,郑学勤. 海南岛红树林区系初步研究. *热带林业*,2005,33(3): 8 - 12.
- [17] 黎明,王力军,马文辉,等. 东寨港国家级自然保护区水污染生物检测. *海南师范学院学报:自然科学版*,2004, 17(3): 282 - 285.
- [18] 黎明,王力军,洪美玲,等. 红树林在召唤. *大自然*,2005,(4): 59 - 60.
- [19] Warkentin I G, Bickfold D, Sodhi N, et al. Eating frogs to extinction. *Conservation Biology*, 2009, 23(4): 1056 - 1059.
- [20] Kusriani M D, Alford R A. Indonesia's exports of frogs' legs. *Traffic Bulletin*,2006,21(1): 13 - 24.