

广东惠东海龟国家级自然保护区动物多样性调查

劳淇¹, 端金霞², 陈小莲¹, 林芷叶¹, 周璨林¹

(1. 岭南师范学院生命科学与技术学院, 广东 湛江 524048;

2. 广东惠东海龟国家级自然保护区管理局, 广东 惠州 516300)

摘要:了解广东惠东海龟国家级自然保护区动物资源现状,可为保护区建设规划及生态系统维护提供理论参考。采用样线法、红外相机法、市场调查法、悬网捕捞法系统调查了区内的动物种类,分析了多样性指数以及绿海龟(*Chelonia mydas*)与其他物种的关系。结果表明,调查共记录动物116种,其中无脊椎动物55种,包括浮游动物13种、软体动物25种、节肢动物16种;脊椎动物61种,包括鱼类43种、两栖动物1种、爬行动物2种、鸟类12种、兽类3种。保护区内有国家I级重点保护野生动物1种、II级重点保护野生动物4种、“三有”名录物种11种、《IUCN物种红色名录》濒危物种3种、易危物种3种、近危物种3种。保护区Simpson优势度指数为0.96,Shannon-Wiener多样性指数为3.75,Pielou均匀度指数为0.78;本底动物物种资源丰富,各物种分布较为均匀,群落多样性高,动物资源中既包括了绿海龟的食物来源,也存在绿海龟的天敌;在绿海龟濒危的背景下,制定基于物种多样性的海龟保护管理策略成为当务之急。

关键词:绿海龟;生物多样性;资源调查;自然保护区;广东惠东

中图分类号:Q145 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2024)04-0141-07

20世纪50年代以前,每年到广东惠东海龟湾产卵的海龟不计其数;但在60~80年代中期,由于缺乏管理,造成群体性掠夺,导致产卵海龟数量锐减。为拯救海龟资源,广东省于1984年指定惠东县渔政站对上岸产卵海龟进行严格保护,后又将海龟湾划定为自然保护区(夏中荣和林日锦,2020)。由于保护区建立年代久远,本底资源调查数据不全,目前对该保护区的动物资源缺乏全面系统的统计,动物物种组成、分布、濒危等级、保护级别等信息缺乏相关报道。为此,项目组于2021年1月至2022年7月对广东惠东海龟国家级自然保护区的动物多样性进行调查,旨在摸清保护区内动物多样性的本底资源现状,为保护区的建设规划、生态系统维护提供基础数据,为海龟保护提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 保护区概况

惠东海龟国家级自然保护区位于广东省惠东县港口镇大亚湾与红海湾交界处大星山下九莲澳海湾

(22°33'15"~22°33'20"N,114°52'50"~114°54'33"E),陆地及海域总面积约18 km²(图1)。依据《广东省惠东海龟国家级自然保护区管理办法》,按其功能划分为4个核心区、4个缓冲区和4个实验区;外围保护带面积约700 km²,包括海龟保护区向外海延伸8海里所包含的范围,共划分为11个区域。保护区海水、沙滩环境质量良好,沿岸植物以半叶马尾藻(*Sargassum hemiphyllum*)、皱紫菜(*Porphyra crispata*)、海萝(*Gloiopeltis furcata*)等海洋湿地植物为主(叶明彬等,2021),是海龟科(Cheloniidae)动物喜爱的栖息地,每年6~10月都有成批的绿海龟(*Chelonia mydas*)洄游至该地产卵,也是其在中国大陆唯一的洄游产卵场,故被称为海龟湾(陈华灵等,2022);同时还是唯一以国家I级保护动物绿海龟为主的自然保护区(黄文凤,2016)。

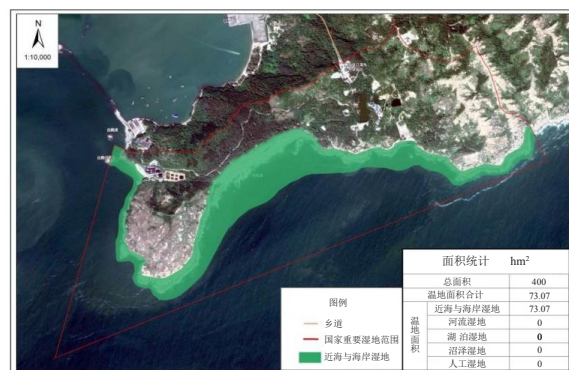


图1 广东惠东海龟国家级自然保护区

Fig.1 Huidong Sea Turtle National Nature Reserve

收稿日期:2022-09-07 修回日期:2023-04-12

基金项目:国家自然科学基金(31760734);岭南师范学院红树林研究院开放课题(YBXM03);广东惠东港口海龟国际重要湿地检测项目。

作者简介:劳淇,2000年生,女,本科在读,专业方向为野生动物保护。
E-mail: lq1030loss@163.com

通信作者:周璨林,1980年生,男,副教授,主要从事野生动物保护研究。
E-mail: zhou_canlin@163.com

1.2 调查方法

1.2.1 样线法 在实地考察前,先利用 GIS 确定 3 个调查样区,并根据样区内的地形预设样线(图 2)。调查采用固定距离样线法,设定样带的宽度(w),分别统计该固定宽度以内($x < w$)和以外($x > w$)的动物数量,采纳样带以内的调查数据,样带以外的数据主要用于参考,以判断设计宽度的合理性。理想的样带宽度一般在森林环境中约为 25 m,在开阔地带约为 50 m,本次调查设定为 25 m。调查时行进速度为 500~1 500 m/h,沿预设样线行进,并在行走过程中观察、记录发现的动物名称、数量、距离样线的距离、地理坐标位置和影像等信息,同时也观察记录动物活动痕迹种类和痕迹数量,并使用 GoPro5 记录调查过程的影像。

根据调查获取的数据,采用条带最大记数法(许龙等,2003)中的密度法计算动物种群密度,计算公式如下:

$$D = \frac{N}{2LW} \quad (1)$$

式中: D 为动物的种群密度, N 为动物总数量, L 为样线总长度, W 为单侧样线宽度。

1.2.2 红外相机法 使用 Suntek H881 红外相机进行拍摄,基于样线法所调查的区域,选择有动物活动痕迹或靠近水源位置架设红外相机,将 6 个红外相机固定于海龟国家级自然保护区核心区的树林内,每个相机间隔约 100 m(图 2)。将相机固定在距离地面 0.5~1.2 m 的树干上,拍摄参数设为全天,拍摄间隔 1 s,每次触发后连续拍摄 3 张照片并录制 10 s 视频,灵敏度调整为“中”。监测时间为 2021 年 1 月至 2022 年 7 月,每 6 个月为所有相机更换一次电池及内存卡,并回收数据,对照片进行筛选。鸟类和兽类的分类参照相关文献(潘清华和王应祥,2007;刘阳和陈水华,2021)。

1.2.3 市场调查法 对惠东县港口镇双月湾市场进行调查,记录市场交易的动物种类、数量、来源及价格情况(调查对象只涉及活体动物)。通过市场价格对比推测各物种的资源状况;通过一段时间内某一物种的市场价格变动情况,推测该时间段内该物种数量的变化情况。在市场调查过程中,对所见动物进行拍照记录,作为后期鉴定和整理依据;同时,通过调查问卷向保护区工作人员以及海龟湾当地居民进一步了解当地动物的情况,以弥补由于调查时间和调查季节局限所导致的不足。

1.2.4 悬网捕捞法 本次调查于 2021 年 5 月在自然保护区水域内设置 11 个站点进行悬网,各站点间间隔 500 m(图 2)。网具总长 10 m,网口宽 6 m,网口高 2 m,网目 20 mm。样品采集和数据分析依据《海洋调查规范》(国家质检总局,2007),对所捕获的水生动物进行拍照记录,并统计各个种类数量(宋超等,2022)。水生动物的分类与鉴定参照相关文献(刘瑞玉,2008;张素萍,2008;孙典荣和陈铮,2013)。

1.2.5 浮游生物调查 使用 13 号浮游生物网在船只走航过程中持续拖网并采集样品(图 2)。采集到的浮游生物样品用体积比为 5% 的中性福尔马林溶液固定保存,并对水温、盐度、pH 和溶解氧等环境因子进行同步测定记录。水温使用 CTD 现场测定,盐度、pH 和溶解氧分别使用盐度计法、电位计法和碘量法进行测定(黄彬彬等,2022)。在实验室通过显微镜观察浮游生物样品并鉴定(束蕴芳和韩茂森,1993;张武昌等,2019)。



图 2 广东惠东海龟国家级自然保护区调查点位
Fig.2 Location of the investigation points of Huidong Sea Turtle National Nature Reserve

1.3 数据处理

1.3.1 多样性指数 采用 Simpson 优势度指数(D)、Shannon-Wiener 多样性指数(H')和 Pielou 均匀度指数(J')计算保护区内群落多样性(Shannon, 1948; Pielou, 1966),即 α 多样性:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad (2)$$

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (3)$$

$$J' = H' / \ln S \quad (4)$$

式中: S 为种类数, P_i 为第 i 种数量占总数量的比例。数据分析软件采用 SPSS 22.0。

1.3.2 G-F 指数测度 采用 G-F 指数(Genus-Family Index)公式(蒋志刚和纪力强,1999)计算保护区内动物

科属间的多样性,并通过SPSS 22.0进行T检验,以分析各个纲动物科属间的多样性是否存在显著差异。

(1)G指数(属的多样性):

$$D_G = -\sum_j^p q_j \ln q_j \quad (5)$$

式中: q_j 为名录里某纲 j 属中的物种数占名录里该纲物种总数比值, p 为名录里该纲中包含的属数。

(2)F指数(科的多样性):

$$D_F = \sum_{k=1}^m D_{FK} \quad (6)$$

式中: D_{FK} 为 k 科中的物种多样性, $D_{FK} = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$; p_i 为名录里 k 科 i 属中的物种数占 k 科物种总数的比值, n 为名录里 k 科中的属数, m 为名录里某个纲中包含的科数。

(3)G-F指数:

$$D_{G-F} = 1 - D_G/D_F \quad (7)$$

式中: D_G 为属的物种多样性指数, D_F 为科的物种多样性指数;如果某个纲中所有的科都是单种即 $D_F=0$ 时,则规定该地区的 D_{G-F} 指数为0;调查地区中的非单科种越多,G-F指数越高。

2 结果与分析

2.1 物种组成

2.1.1 无脊椎动物 本次调查在惠东海龟国家级自然保护区共记录无脊椎动物55种,为8纲20目40科43属。

(1)浮游动物 由于该自然保护区的浮游动物资源此前没有历史记载,本次调查采集到的浮游生物种类较少,共记录29种,鉴别出浮游动物10科10属13种。其中,节肢动物门9种,占总数的69.2%,占比最大;其次是原生动物3种;此外,还记录了轮虫动物门、轮虫纲、单巢目、臂尾轮科、臂尾轮属的壶状臂尾轮虫(*Brachionus urceus*)。

(2)棘皮动物 本次调查在自然保护区港口镇海鲜市场发现棘皮动物1种,为海胆纲、海胆目、长海胆科、紫海胆属的紫海胆(*Anthocidaris crassispina*)。

(3)软体动物 通过悬网捕捞法以及市场调查法记录软体动物3纲15目20科21属25种。其中,双壳纲动物8目9科12属12种,占总数的48.0%,占比最大;其次是腹足纲动物5目9科7属11种,占44.0%;此外,还记录头足纲动物2种,占8.0%。

(4)节肢动物 通过悬网捕捞法和市场调查法记录节肢动物2目9科11属16种,均属于软甲纲。除虾蛄科、口虾蛄属的口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)属于口足目外,其余15种均属于十足目;其中,美洲螯龙虾(*Homarus americanus*)被世界自然保护联盟(IUCN)濒危物种红色名录评估为近危(NT)。

2.1.2 脊椎动物 本次调查记录脊椎动物5纲23目50科53属61种。

(1)鱼类 通过悬网捕捞法记录鱼类14种,市场调查发现鱼类29种。结合走访调查结果,本次在保护区记录鱼类12目33科37属43种。其中,占比最多的是鲈形目28种,占65.1%;此外,还记录鲉形目4种,鳗鲡目2种,鲑形目2种,仙女鱼目、鮫鱈目、鲤形目、鲾形目、鲱形目、鲱形目、合鳃目各1种。调查记录的鱼类中包括多种濒危、易危和近危物种,其中日本鳗(*Anguilla japonica*)和四指马鲛(*Eleutheronema tetradactylum*)被IUCN濒危物种红色名录评估为濒危(EN),金钱鱼(*Scatophagus argus*)及褐点石斑鱼(*Epinephelus fuscoguttatus*)被IUCN濒危物种红色名录评估为易危(VU),龙头鱼(*Harpadon nehereus*)、康氏马鲛(*Scomberomorus commerson*)被IUCN濒危物种红色名录评估为近危(NT)。

(2)两栖和爬行动物 调查记录两栖动物1种,为滑体亚纲、无尾目、树蛙科、树蛙属、红蹼树蛙(*Rhacophorus rhodopus*);该物种被列入《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》。调查期间记录到爬行动物2种,分别是在保护区内通过样线法记录的有鳞目、眼镜蛇科、眼镜蛇属、中华眼镜蛇(*Naja atra*)以及由村民捡拾后送至海龟保护区的绿海龟(*Chelonia mydas*)。绿海龟被列入《国家重点保护野生动物名录》,被IUCN濒危物种红色名录评估为濒危(EN);中华眼镜蛇被列入《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》,并被IUCN濒危物种红色名录评估为易危(VU)。

(3)鸟类 通过红外相机拍摄照片2 616张,其中有效照片59张,共拍摄记录鸟类11种,另通过样线法记录鸟类1种。12种鸟类为6目10科10属。其中,雀形目6种,占比最多,包括鹌科、鹌属的白头鹌(*Pycnonotus sinensis*)和白喉红臀鹌(*P. aurigaster*),鹑科、鹑属的鹑(*Copsychus saularis*),卷尾科、卷尾属的发冠卷尾(*Dicrurus hottentottus*),绣眼鸟科、绣眼鸟属的暗绿绣眼鸟(*Zosterops japonicus*),画眉科、噪鹛属的黑喉噪鹛(*Garrulax chinensis*);其次是鹑形目的岩鹭(*Egretta sacra*)和白鹭(*E. garzetta*),二者皆属

于鹭科白鹭属。除此之外,还记录鸬形目、鳀鸟科、鳀鸟属的红脚鳀鸟(*Sula sula*), 鸬形目、鸬鹚科、鸬鹚属的褐翅鸬鹚(*Centropus sinensis*), 鸬形目、鸬科、鸬属的蒙古沙鸬(*Charadrius mongolus*)以及鹤形目、秧鸡科、苦恶鸟属的白胸苦恶鸟(*Amaurornis phoenicurus*)。其中,白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、白喉红臀鹎(*P. aurigaster*)、鸬鹚(*Copsychus saularis*)、发冠卷尾(*Dicrurus hottentottus*)、暗绿绣眼鸟(*Zosterops japonicus*)、黑喉噪鹛(*Garrulax chinensis*)、白胸苦恶鸟(*Amaurornis phoenicurus*)、白鹭(*Egretta garzetta*)、蒙古沙鸬(*Charadrius mongolus*)被列入《国家保护的有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》;黑喉噪鹛(*Garrulax chinensis*)、褐翅鸬鹚(*Centropus sinensis*)、岩鹭(*Egretta sacra*)、红脚鳀鸟(*Sula sula*)被列入《国家重点保护野生动物名录》,是国家 II 级保护动物。

(4)兽类 调查记录哺乳动物 3 种,分别是通过红外相机记录到食肉目、猫科、猫属的家猫,通过样线法记录到啮齿目、鼠科、大鼠属的褐家鼠(*Rattus norvegicus*),通过样线法和动物脚印记录到食肉目、犬科、犬属的家犬。

2.2 物种多样性

2.2.1 多样性指数特征 经本次调查数据整理计算得出广东惠东海龟湾保护区内群落 Simpson 优势度指数为 0.96, Shannon-Wiener 多样性指数为 3.75, Pielou 均匀度指数为 0.78。可见区域内各物种分布较均匀、群落多样性高。

2.2.2 G-F 指数特征 经过数据处理分析,得出海龟湾保护区内无脊椎动物中的棘皮动物($D_G=0, D_F=0$)、软体动物(双壳纲 $D_G=2.481, D_F=1.386$; 腹足纲 $D_G=2.187, D_F=1.531$; 头足纲 $D_G=0, D_F=0$)的 G-F 指数为 0 或负数,说明本次记录的棘皮动物和软体动物多为单科种,科间多样性上升,属间多样性下降。无脊椎动物中,节肢动物($D_G=1.973, D_F=2.890$)的 G-F 指数为 0.330,说明记录的节肢动物科间多样性下降,属间多样性上升。

在脊椎动物中,鱼纲($D_G=3.543, D_F=5.257$)的 G-F 指数为 0.326,说明其科间多样性下降,属间多样性上升;而两栖纲($D_G=0, D_F=0$)、爬行纲($D_G=0.693, D_F=0$)、鸟纲($D_G=1.825, D_F=0$)、哺乳纲($D_G=0.447, D_F=0$)的 G-F 指数均为 0,表明本次记录的物种皆为单科种,科间多样性上升,属间多样性下降。惠东海龟湾保护区动物 G-F 指数见表 1。

表 1 惠东海龟湾保护区动物 G-F 指数

Tab.1 G-indices and F-indices of animals of the Huidong Sea Turtle National Nature Reserve

分类地位		单型科数	单型属数	G 指数	F 指数	G-F 指数
无脊椎动物	棘皮动物门 海胆纲	1	1	0	0	0
	双壳纲	8	12	2.481	1.386	-2.790
	软体动物门 腹足纲	7	7	2.187	1.531	-0.428
	头足纲	2	2	0	0	0
	节肢动物门 软甲纲	7	8	1.973	2.890	0.330
脊椎动物	鱼纲	28	33	3.543	5.257	0.326
	两栖纲	1	1	0	0	0
	脊索动物门 爬行纲	2	2	0.693	0	0
	鸟纲	10	8	1.825	0	0
	哺乳纲	3	3	0.447	0	0

3 讨论

3.1 动物多样性对绿海龟生存和繁殖的影响

海龟是龟鳖目海龟科动物的统称,我国海域共有 2 科 5 属 7 种,均被列入濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)附录 I。广东惠东海龟国家级自然保护区以保护绿海龟及其产卵繁殖地为主,保护区丰富的野生动物资源对绿海龟生存、繁殖有至关重要的作用。

3.1.1 保护区可满足绿海龟的食物需求 绿海龟是杂食性动物,在出生后的 3~5 年偏肉食性(Reich et al, 2007),且食量很大,为其体重的 2%~5%(夏中荣等, 2017)。野生环境下的绿海龟年均体重增长 10~15 kg, 2~4 岁时生长比率最高(唐杉, 2009),充足的食物资源对幼龟的生长至关重要。调查发现的 116 种动物中有 98 种可以作为幼龟的食物,且各物种资源量充足。因此,丰富的物种资源是海龟湾成为雌海龟绝佳产卵地的原因之一。

3.1.2 天敌对绿海龟产卵繁殖的影响 绿海龟在筑巢时对自身及卵窝的安全具有高度警觉性(陈华灵等, 2021)。海龟科动物的视觉系统对光信号有正趋光性反应,这使幼龟孵出后本能地爬向海洋。但此过程中幼龟十分容易遭遇捕食者的袭击,平均每 100 只幼龟中仅有 1~2 只能存活下来。绿海龟在幼年期是典型的 r-对策者,成年后转变为 K-对策者,因此提高幼龟的存活率对于恢复绿海龟资源至关重要。根据调查得到的多样性指数和 G-F 指数分析,目前海龟湾保护区中具有成为幼龟天敌潜力的动物分布较均匀、群落多样性高,并且这些物种的数量较为稳定,

彼此之间能够相互制约。根据历年的捕获量以及对渔民的调查估计,20世纪40年代前,南海海龟数量在16 800~46 300只,其中绿海龟占87%(王亚民,1993);截止2008年,整个南海的成年绿海龟只剩下不到2 000只(夏中荣等,2008),目前已经处于濒危状态,此时天敌的威胁将有可能对绿海龟种群造成致命打击。

(1)兽类 调查发现,海龟湾保护区有大量的放养家犬和流浪犬,并且在保护区的核心区也发现犬类脚印;此外,红外相机还拍摄到了家猫在核心区活动的照片。猫科动物在野外有偷食鸟蛋的习性,会对海龟卵造成一定的威胁。实地调查发现,保护区的核心区内栽种了成片的露兜树,其叶缘和叶背中脉均有粗壮的锐刺,可以作为围栏阻挡家猫、家犬进入核心区。调查并未在核心区内发现大量兽类踪迹,说明围栏起到了一定的效果。但由于年久失修,露兜树丛已出现部分缺口,且缺口处与发现家猫、家犬的足印处相近,推测家猫、家犬通过缺口进入核心区。

(2)鸟类 调查记录的动物中有18种可能对幼龟造成威胁,鸟类占66.7%,其中海鸥喜掠食龟卵、捕食幼龟,对幼龟的威胁最大。绿海龟上岸产卵在每年的6-9月,孵化时间约为45 d,而越冬候鸟到达保护区的时间约为10月中旬,与幼龟破壳时间重叠。但目前仍然没有有效措施能够避免鸟类对幼龟的威胁。

3.2 海龟湾绿海龟保护对策与建议

3.2.1 加强对产卵场地保护 调查中发现家猫、家犬活动痕迹的地点,应修补防护植物。针对鸟类天敌,可以尝试借鉴农业上的驱鸟方法,如在产卵沙滩周围种植驱鸟草(连鹤娜等,2021)或采用智能音频驱鸟(杨俊等,2022);可以有针对性地对绿海龟产卵繁殖威胁最大的海鸟进行驱逐,从而减小对保护区其他鸟类的伤害。相比于传统的物理驱鸟方法,上述方法对生态系统的影响相对较小,但仍需进行进一步评估再投入使用。

3.2.2 平衡旅游业发展与生态环境保护 近年来广东省惠东海龟国家级自然保护区旅游产业的蓬勃发展带动了当地的旅游经济,对野生动物尤其是绿海龟保护起到了一定的积极作用。在旅游业没有发展起来之前,当地居民主要以捕鱼为生,误捕海龟的现象时有发生。旅游业得到发展后,居民的收入渠道增加,在一定程度上缓解了对海龟的威胁;并且旅游业给海龟湾带来的知名度也起到了一定的宣教效果,增强了人们的保护意识。但海龟在准备产卵时对噪声和光都比较敏感,伴随旅游业发展而来的还

有大量的人流,因此旅游业又在一定程度上威胁了海龟的繁殖。对于经济发展所带来的正面效应,应该给予鼓励与支持;同时,要进一步加强和规范游客行为及活动范围,确保把人流、噪音以及其他潜在干扰影响因素降到最低。

3.2.3 进一步优化生态效益补偿机制 海龟湾保护区目前已有一定的生态补偿机制,但仍存在一些问题(谢坤锐,2020);如补偿对象对生态补偿的认知受教育程度低的影响明显、补偿对象收入状况在生态补偿方面的受益较少等。因此,海龟湾保护区的生态效益补偿机制还需有针对性地进行进一步优化。

3.2.4 建设数字化和现代化智慧保护区 我国的保护区存在一些普遍问题,如在人工管理模式难以把握监测动态、数据收集与整理效率较低以及政策政令执行相对迟缓等,难以满足科学研究日益增长的需求。目前我国已有部分保护区率先开展了数字化改革,基于大数据云服务环境对图像视频数据、遥感无人机影像、地理信息数据以及生态监测数据开展智能分析,建立了天空地一体化科研监测信息服务体系(束祖飞等,2021)。可以预见的是,智慧保护区的建设将有助于野生动物保护工作及生物多样性监测工作的高效进行,技术变革将可能为我国保护区工作带来质的飞跃。

参考文献

- 陈华灵,叶明彬,李满文,等,2021. 圈养绿海龟的筑巢行为和巢址选择特征[J]. 野生动物学报, 42(4):951-957.
- 陈华灵,叶明彬,谢子强,等,2022. 基于线粒体D-loop区的广东沿岸和三沙海域绿海龟遗传多样性分析[J]. 浙江海洋大学学报(自然科学版), 41(4):349-356.
- 国家质检总局,2007. 海洋调查规范 第6部分:海洋生物调查[S]. 北京:中国标准出版社.
- 黄彬彬,吴风霞,郑淑娴,等,2022. 雷州半岛以东近岸海域浮游动物群落结构与环境因子关系[J]. 广东海洋大学学报, 42(2):53-61.
- 黄文凤,2016. 探秘保护区为海龟倾注的多番努力 保护海龟30年孕育近7万只小生命[J]. 海洋与渔业, (4):50-51.
- 蒋志刚,纪力强,1999. 鸟兽物种多样性测度的G-F指数方法[J]. 生物多样性, 7(3):61-66.
- 连鹤娜,陈泰祥,陈振江,等,2021. 内生真菌醉马草作为机场驱鸟草的潜力分析[J]. 草地学报, 29(8):1649-1657.
- 刘瑞玉,2008. 中国海洋生物名录[M]. 北京:科学出版社.
- 刘阳,陈水华,2021. 中国鸟类观察手册[M]. 长沙:湖南科学技术出版社.
- 潘清华,王应祥,2007. 中国哺乳动物彩色图鉴[M]. 北京:中国林业出版社.

- 束蕴芳,韩茂森,1993. 中国海洋浮游生物图谱[M]. 北京:海洋出版社出版.
- 束祖飞,何文通,李健,等,2021. 广东车八岭国家级自然保护区生物多样性综合监测信息服务平台[J]. 数据与计算发展前沿, 3(6):127-141.
- 宋超,胡丽娟,赵峰,等,2022. 长江口海上风电场水域鱼类群落结构特征及其与环境因子的关系[J]. 中国水产科学, 29(3):469-482.
- 孙典荣,陈铮,2013. 南海鱼类检索[M]. 北京:海洋出版社.
- 唐杉,2009. 我国南海热带珊瑚礁岛屿生物多样性研究[D]. 北京:中国科学技术大学.
- 王亚民,1993. 我国南海海龟资源的调查与保护研究现状与展望[J]. 生态学杂志, 12(6):60-61.
- 夏中荣,古河祥,李丕鹏,2008. 全球海龟资源和保护概况[J]. 野生动物, 29(6):312-316.
- 夏中荣,林日锦,王少锋,等,2017. 影响海龟人工繁殖的七大因素[J]. 海洋与渔业, (12):70-71.
- 夏中荣,林日锦,2020. 海龟资源及保护区历史回顾[J]. 海洋与渔业, (7):76-77.
- 谢坤锐,2020. 广东惠东海龟国家级自然保护区生态补偿制度优化研究[D]. 兰州:兰州大学.
- 许龙,张正旺,丁长青,2003. 样线法在鸟类数量调查中的运用[J]. 生态学杂志, 22(5):127-130.
- 杨俊,赵强,李智勇,等,2022. 鉴于鸟类物种差异的输电线塔智能音频驱鸟设备[J]. 仪器仪表与分析监测, (1):1-6.
- 叶明彬,陈华灵,观玉安,等,2021. 惠东幼年绿海龟的洄游规律及觅食地选择[J]. 动物学杂志, 56(4):522-534.
- 张素萍,2008. 中国海洋贝类图鉴[M]. 北京:海洋出版社.
- 张武昌,陶振诚,赵苑,等,2019. 中国海浮游虎足类图谱[M]. 北京:科学出版社.
- Pielou E C, 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections[J]. Journal of Theoretical Biology, 13:131-144.
- Reich K J, Bjorndal K A, Bolten A B, 2007. The 'lost years' of green turtles: using stable isotopes to study cryptic life stages[J]. Biology Letters, 3(6):712-714.
- Shannon C E, 1948. A mathematical theory of communication part 1: discrete noiseless systems[J]. The Bell System Technical Journal, 27(3):379-423.

(责任编辑 万月华)

Investigation of Animal Diversity in Huidong Sea Turtle National Nature Reserve, Guangdong Province

LAO Qi¹, DUAN Jin-xia², CHEN Xiao-lian¹, LIN Zhi-ye¹, ZHOU Can-lin¹

(1. School of Life Science and Technology, Lingnan Normal University, Zhanjiang 524048, P.R. China;
2. Huidong Sea Turtle National Reserve Management Bureau, Huidong 516300, P. R. China)

Abstract: Currently, there is a lack of comprehensive and systematic statistics on animal resources in the Huidong Sea Turtle National Nature Reserve. In this study, we investigated animal diversity in the reserve, aiming to understand the current condition of animal resources and provide a baseline for construction planning and ecosystem maintenance of the protected area. From January 2021 to July 2022, an animal investigation was conducted in the area using line-intercept, camera traps, market surveys and suspended net fishing. A total of 116 animal species were recorded, including 55 invertebrates and 61 vertebrates. The invertebrates included 13 zooplankton species, 25 mollusks and 16 arthropods, and the vertebrates included 43 fish species, 1 amphibian, 2 reptiles, 12 birds and 3 mammals. Also in the investigated area, there was a single national level I key protected wild animal, four national level II key protected wild animals, 11 animal species listed in the national protected terrestrial wildlife with important ecological, economic and scientific values, three endangered species, three vulnerable species, and three near-threatened species from the IUCN Red List of Threatened Species. The Simpson dominance, Shannon-Wiener diversity and Pielou evenness indices of animals in the reserve were 0.96, 3.75 and 0.78, respectively, indicating that the distribution of the animal species was even and community diversity high in the reserve. The rich animal species resources in the Huidong Sea Turtle National Nature Reserve have maintained the ecological balance of the nature reserve, which not only provided sufficient food for the green turtles (*Chelonia mydas*), but also included the predators of the green turtles. However, against a background of the endangered green turtle, it is urgent to formulate a turtle protection and management strategy based on biodiversity.

Key words: *Chelonia mydas*; biodiversity; resource investigation; nature reserve; Huidong County of Guangdong Province