

# 基于卫星跟踪的青脚鹬迁徙路线

吴颢林<sup>①</sup> 张强<sup>①</sup> 汪慧琳<sup>②</sup> 张伦然<sup>③</sup>  
车先丽<sup>①</sup> 沈勇<sup>①</sup> 权擎<sup>①\*</sup>

① 广东省科学院动物研究所, 广东省动物保护与资源利用重点实验室 广州 510260;

② 南部战区空军保障部机营处 广州 510007; ③ 空军第二工兵勤务大队质监站 广州 510007

**摘要:** 了解迁徙候鸟的活动区域、迁徙节律和迁徙路线等信息, 是制定候鸟保护策略的关键, 对候鸟保护工作有重要意义。本研究于2020年10月在广东省湛江市雷州湾捕获1只青脚鹬(*Tringa nebularia*), 并为其佩戴了卫星定位追踪器以记录活动信息。本次跟踪监测从2020年10月23日持续到2021年10月16日, 追踪器每6 h返回一次青脚鹬的活动信息, 包括时间、经纬度位置、瞬时速度和瞬时高度。该个体在雷州湾越冬, 于2021年5月15日开始春季迁徙, 途径我国鄱阳湖、渤海湾、呼伦湖等地, 历时28 d, 于6月11日抵达俄罗斯萨哈共和国维柳伊河流域, 行程约5 076 km。2021年7月16日该个体开始秋季迁徙, 途径呼伦湖、渤海湾、长江口等地, 在10月13日到达江西省乐平市, 并在16日失去信号, 秋季迁徙历时89 d, 行程约4 186 km。春季迁徙路线上共有8个停歇地, 秋季迁徙路线上共有5个停歇地, 主要的能量补给地为鄱阳湖区、西拉木伦河、呼伦湖区、渤海湾和长江口。不论是春季还是秋季迁徙, 该青脚鹬主要在夜间飞行, 单次飞行的距离约在88~1 613 km之间, 记录到的瞬时飞行速度范围为73.2~112.6 km/h, 瞬时飞行高度范围在572~2 386 m之间。本研究记录了青脚鹬在一个迁徙周期内基本完整的迁徙路径, 为发现和了解该物种在东亚-澳大利西亚迁徙通道上的迁徙路线和重要停歇地点提供了直接的证据。

**关键词:** 青脚鹬; 迁徙路线; 停歇地; 迁徙日程

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 05-707-07

## Satellite Tracking the Migration of Common Greenshank in China

WU Hao-Lin<sup>①</sup> ZHANG Qiang<sup>①</sup> WANG Hui-Lin<sup>②</sup> ZHANG Lun-Ran<sup>③</sup>  
CHE Xian-Li<sup>①</sup> SHEN Yong<sup>①</sup> QUAN Qing<sup>①\*</sup>

① Guangdong Key Laboratory of Animal Conservation and Resource Utilization, Institute of Zoology, Guangdong Academy of Sciences,

Guangzhou 510260; ② Air Force Support Department of the Southern Theater Command, Guangzhou 510007;

③ Quality Supervision Station of the Second Engineer Service Brigade of the Air Force, Guangzhou 510007, China

**基金项目** 国家自然科学基金项目 (No. 31901224), 科技基础资源调查专项 (No. 2022FY100502), 广东省林业科技创新项目 (No. 2023KJCX029), 广东省动物志编制项目 (No. 202115);

\* 通讯作者, E-mail: quanqing@giz.gd.cn;

**第一作者简介** 吴颢林, 男, 硕士; 研究方向: 鸟类生态学; E-mail: 234726684@qq.com.

收稿日期: 2023-12-28, 修回日期: 2024-03-25 DOI: 10.13859/j.cjz.202422331

**Abstract: [Objectives]** Understanding migratory rhythms, routes and habitat preferences of migratory birds is crucial for developing bird conservation strategies and holds significant importance for the conservation of migratory birds. **[Methods]** In this study, a Common Greenshank *Tringa nebularia* was captured in October 2020 in Leizhou Bay, Zhanjiang, Guangdong Province, China, and equipped with a satellite tracking device to record its activity. Starting on October 23, 2020, and continuing until October 16, 2021, this tracking provided activity data of the Common Greenshank every 6 h, including time, location, instantaneous speed, and altitude. The satellite tracking data was used to identify wintering sites, spring migration routes, breeding sites, and autumn migration routes of the Common Greenshank. **[Results]** The Greenshank wintered in Leizhou Bay and began its spring migration on May 15, 2021. It passed through Poyang Lake, Bohai Bay, and Hulun Lake, China, completing the migration to the Viluy River basin in the Sakha Republic, Russia, in 28 d, covering approximately 5 076 km. The autumn migration started on July 16, 2021, passing through locations such as Hulun Lake, Bohai Bay, and the Yangtze River Estuary, reaching Leping City in Jiangxi Province on October 13, and losing signal on October 16. This autumn migration lasted for 89 d, covering approximately 4 186 km (Table 1). During the spring migration, the bird had 8 stopover sites, and during the autumn migration, it had 5 stopover sites. Energy replenishment sites included the Poyang Lake area, Xilamulun River, Hulun Lake, Bohai Bay, and the Yangtze River Estuary (Fig. 1). During both spring and autumn migrations, the Common Greenshank primarily flew at night. Single flight distances range between 88 to 1 613 km (Table 2). The instantaneous flight speeds range from 73.2 to 112.6 km/h, and the instantaneous flight altitudes range from 572 to 2 386 m. **[Conclusion]** This study reveals a nearly complete migratory path of the Common Greenshank throughout a migration cycle, providing direct evidence for discovering and understanding the migratory routes and important stopover sites of this species along the East Asian-Australasian Flyway.

**Key words:** *Tringa nebularia*; Migration route; Stopover site; Migration timing

东亚-澳大利西亚候鸟迁徙通道上迁徙水鸟的种群数量因人类活动在不断下降 (Piersma et al. 2017, Studds et al. 2017)。卫星追踪技术已经广泛运用于监测水鸟的迁徙路径、节律和停歇地选择等方面的研究 (Chan et al. 2019), 对于制定有效的水鸟保护策略至关重要。

青脚鹬 (*Tringa nebularia*) 属于鸻形目鹬科, 繁殖于斯堪的纳维亚半岛至西伯利亚一带, 在非洲、南亚、东南亚以及大洋洲越冬 (van Gils et al. 2020)。该物种分布广泛, 全球种群数量相对稳定, 在 IUCN 物种红色名录 (2021) 和中国生物多样性红色名录 (生态环境部 2023) 中均被列为无危级别。在亚洲, 青脚鹬的越冬地包括我国西藏西南部和长江以南各地, 向南还包括中南半岛和澳大利亚, 其繁殖地则位于北极圈、东西伯利亚、贝加尔湖和黑龙江下游

地区。青脚鹬一般每年 4 至 5 月迁离我国前往繁殖地, 9 至 10 月迁入我国返回越冬地 (赵正阶 2001, 马志军等 2018)。目前针对青脚鹬具体迁徙路线的研究集中于欧洲繁殖种群, 东亚繁殖种群的相关数据比较匮乏。由于青脚鹬分布广泛、种群稳定, 常与其他鸻鹬混群活动和觅食, 针对青脚鹬迁徙路线的研究有助于识别该迁徙通道上的重要候鸟停歇地。

2020 年秋季, 在广东省湛江市雷州湾捕获了 1 只青脚鹬, 并为其佩戴卫星跟踪装置, 跟踪该个体 1 年内越冬、春季迁徙、繁殖和秋季迁徙四个主要阶段。通过卫星跟踪技术, 本研究揭示了东亚-澳大利西亚迁徙通道上青脚鹬的具体迁徙路线、停歇地点和时间日程, 为识别和保护迁徙水鸟的重要迁徙停歇地提供了科学依据。

## 1 研究方法

### 1.1 研究对象及跟踪器安装

2020 年 10 月在广东湛江雷州市附城镇北营村附近海滩 (110°10'48" E, 20°54'32" N) 使用网捕法捕捉水鸟。湛江是东亚-澳大利亚迁徙通道上水鸟越冬和停歇的重要节点, 其中雷州湾-东海岛-湛江港一带海岸线曲折, 潮间带宽广, 红树林保存较为完好, 是广东沿海迁徙水鸟的主要聚集地之一 (张敏等 2020)。共架设 3 张雾网, 每张网高 5 m, 长 10 m, 网孔径 2 cm。网的布设方向与海岸线垂直, 布网期间每 10 min 用望远镜观察一次雾网状况, 涨潮时调节雾网, 最底部距水面至少 0.5 m。有鸟类挂网时, 即刻将挂网鸟类取回。最终于 10 月 22 日成功捕获 1 只健康的成年青脚鹬, 体重 132 g, 性别未确定。我们为研究个体安装了背负式卫星跟踪器 (湖南环球信士公司生产, 型号 HQBG0804), 跟踪器重量 4.8 g, 约占该青脚鹬体重的 3.6%, 基本处于跟踪器与被跟踪动物体重比值的经验范围 (Barron et al. 2010), 理论上不会给研究个体造成严重负担。装配完毕后, 将研究个体置于通风透气的纸箱中, 在幽暗的环境静置约 2 h, 经观察无异常表现后在捕获地点放飞。放飞时该研究个体可正常行走和飞行。

### 1.2 数据处理及分析

跟踪设备主要记录以下数据: 时间、经纬度、瞬时速度和高度。采集时间间隔为 6 h, 定位和发报时间为每天的 0:00、6:00、12:00 和 18:00 时。受跟踪器电量波动的影响, 定位时间可能提前或延迟。定位精度可分为 A 至 E 和无效 6 个等级, 误差范围依次为 5 m 以内、5 ~ 10 m、10 ~ 20 m、20 ~ 100 m、100 ~ 2 000 m 和 2 000 m 以上。本研究采用前四个等级 (即误差为 100 m 以内) 的记录作为研究数据。

跟踪始于 2020 年 10 月 23 日 17 时, 2021 年 10 月 16 日 12 时以后跟踪器无法再次记录到正常活动, 推测此时研究个体已经死亡或跟踪

器脱落, 跟踪终止。最终连续跟踪 360 d, 获得研究数据 1 677 条, 其中, A 级精度数据 1 455 条, B 级精度数据 176 条, C 级精度数据 37 条, D 级精度数据 9 条。

结合赵正阶 (2001)、马志军等 (2018) 以及 van Gils 等 (2020) 对青脚鹬越冬区和繁殖区范围的描述, 本研究暂将该青脚鹬冬、春季停留时间最长、迁徙范围最南端的区域作为其越冬地, 将其夏季停留时间最长、迁徙范围最北端的区域作为其繁殖地。

该青脚鹬从越冬地到繁殖地的路径及过程为春季迁徙, 从繁殖地到越冬地的路径及过程为秋季迁徙。在迁徙期间, 将直线距离不超过 30 km 的连续 GPS 位点视为一个停歇地 (stopover sites), 并根据马志军等 (2005) 的研究, 将停歇地划分为补给地 (energy replenishment sites, 逗留时间不低于 36 h) 和休息点 (rest sites, 逗留时间不超过 36 h)。在迁飞过程中, 各个飞行阶段的瞬时速度和高度都由跟踪器记录。然而, 由于跟踪器每 6 h 只记录 1 次坐标, 每个飞行阶段的起始和结束时间无法被准确记录, 因此本研究只采用追踪器记录的瞬时速度作为研究个体的飞行时速, 不根据飞行距离计算平均时速。

## 2 结果

### 2.1 越冬地和繁殖地

自安装跟踪器开始, 该青脚鹬个体在湛江市雷州湾共停留 207 d (2020 年 10 月 23 日至 2021 年 5 月 15 日), 越冬期间的活动位点主要分布于雷州市附城镇南田村以及麻章区东海岛西南角西湾村 (110°09'25" ~ 110°16'12" E, 20°56'35" ~ 21°09'29" N) (图 1c)。基于跟踪器回传数据, 该个体完成春季迁徙后在俄罗斯勒拿河上游支流维柳伊河流域 (119°50'24" ~ 121°25'44" E, 63°05'31" ~ 64°59'46" N) 停留了 36 d (2021 年 6 月 11 日至 7 月 16 日), 此处是其该年迁徙范围的最北端。停留期间, 研究个

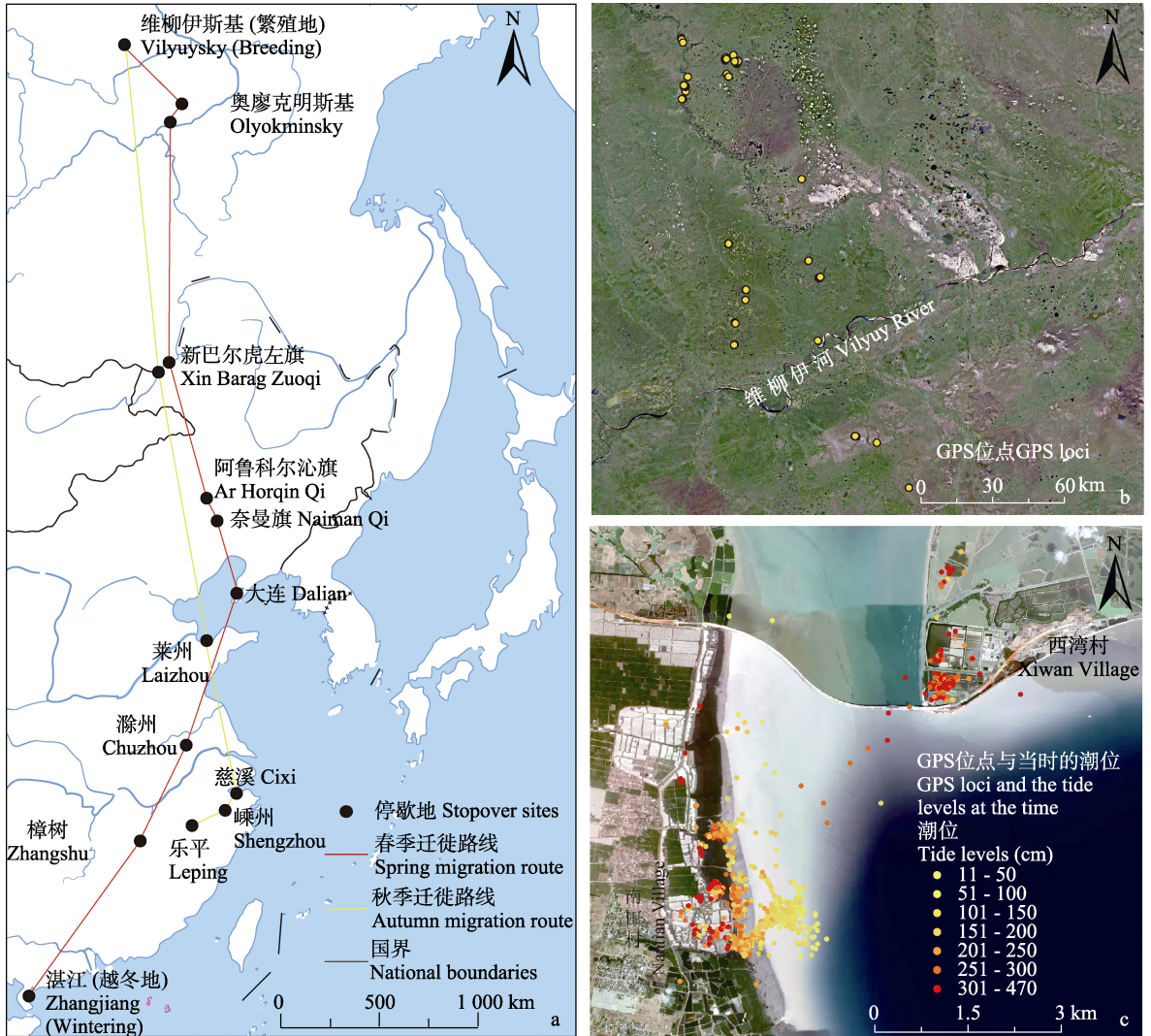


图 1 青脚鹬迁徙路线与繁殖地和越冬地活动位点分布

Fig. 1 The migration routes of the *Tringa nebularia* and its GPS loci distributions in the breeding and wintering areas

a. 青脚鹬迁徙路线; b. 青脚鹬在繁殖地的活动位点; c. 青脚鹬在越冬地的活动位点: 点的位置代表 GPS 追踪器记录的青脚鹬活动位点, 点的颜色代表该记录产生时的潮位。地图审图号为京审字 (2024) G 第 2068 号。

a. The migration routes of the *T. nebularia*; b. The breeding areas and the locations recorded by the GPS tracker; c. The wintering areas and the locations recorded by the GPS tracker. The positions of the dots represent the bird's locations while the colors of them represents the tide levels when the GPS records were generated. The approval number of map is Jing Shen Zi (2024) G No. 2068.

体曾辗转于多个湖泊, 每个湖泊的停留时间 2 ~ 10 d 不等, 相邻湖泊之间的距离范围为 6 ~ 82 km。

## 2.2 迁徙路线和停歇地

2021 年 5 月 15 日, 研究个体开始春季迁

徙, 离开雷州湾后, 向东北方向飞行, 经过云开大山、罗霄山、鄱阳湖平原、长江下游平原、黄淮平原等地, 5 月 26 日到达渤海海峡; 随后转向西北方向飞行, 穿过辽东湾、西拉木伦河和大兴安岭, 6 月 7 日到达内蒙古呼伦湖附近;

过我国呼伦湖区后进入俄罗斯并一直向北飞行,于6月11日到达俄罗斯萨哈共和国奥廖克明斯基区和维柳伊斯克市维柳伊河附近(图1a)。春季迁徙历时28 d,途径6个休息点和2个补给地,补给地在江西樟树市和内蒙古赤峰市阿鲁科尔沁旗(表1),停歇生境分别为农田和内陆湖泊、湿地。

2021年7月16日,该个体开始秋季迁徙,离开俄罗斯维柳伊河后,仍首先飞往我国呼伦湖区;8月25日离开呼伦湖区向东南方向飞抵莱州市;9月28日离开莱州市后沿海岸飞行经

崇明岛到达杭州湾慈溪市;10月11日离开慈溪市后向西经怀玉山进入鄱阳湖平原;10月13日到达乐平市(图1a),3日后跟踪器返回数据显示无正常活动量。截至10月16日,秋季迁徙历时89 d,经过了1个休息点和4个补给地,在补给地的停歇时间长于春季迁徙(表1)。

### 2.3 迁徙飞行距离、速度和高度

根据停歇地对迁徙路线进行划分,春季迁徙和秋季迁徙共可分为14个飞行阶段(表2)。其中,春季迁徙共记录9个飞行阶段,总行程约5 076 km,单个飞行阶段的最远飞行距离约

表1 青脚鹑的停歇地及迁徙日程

Table 1 Stopover sites and dates of migration of *Tringa nebularia*

	停歇地类型 Stopover type	地点 Locations	停歇时长 (d) Stopover duration	停歇日期 (月-日) Stopover date (Month-date)
春季迁徙 Migration in spring	补给地 Energy replenishment site	中国江西樟树 Zhangshu, Jiangxi, China 115°37'01" E, 28°03'22" N	9	5-16 - 5-24
	休息点 Resting site	中国安徽滁州 Chuzhou, Anhui, China 118°13'48" E, 32°33'22" N	1	5-25
		中国辽宁大连 Dalian, Liaoning, China 121°25'44" E, 39°28'44" N	1	5-26
		中国内蒙古奈曼旗 Naiman Qi, Inner Mongolia, China 120°54'25" E, 43°02'24" N	1	5-27
	补给地 Energy replenishment site	中国内蒙古阿鲁科尔沁旗 Ar Horqin Qi, Inner Mongolia, China 120°32'42" E, 44°00'18" N	10	5-28 - 6-06
	休息点 Resting site	中国内蒙古新巴尔虎左旗 Xin Barag Zuoqi, Inner Mongolia, China 118°23'20" E, 49°39'50" N	1	6-07
		俄罗斯萨哈共和国奥廖克明斯基区 Olyokminsky, Republic of Sakha, Russia 122°04'12" E, 60°34'44" N	1	6-08
	俄罗斯萨哈共和国奥廖克明斯基区 Olyokminsky, Republic of Sakha, Russia 122°34'05" E, 61°27'00" N	2	6-09 - 6-10	
秋季迁徙 Migration in autumn	补给地 Energy replenishment site	中国内蒙古新巴尔虎左旗 Xin Barag Zuoqi, Inner Mongolia, China 117°59'17" E, 49°20'02" N	40	7-18 - 8-25
		中国山东莱州 Laizhou, Shandong, China 119°53'49" E, 37°22'34" N	32	8-27 - 9-27
		中国浙江慈溪 Cixi, Zhejiang, China 121°10'33" E, 30°22'44" N	13	9-29 - 10-11
	休息点 Resting site	中国浙江嵊州 Shengzhou, Zhejiang, China 120°51'18" E, 29°36'47" N	1	10-12
	不确定 Uncertain	中国江西乐平 Leping, Jiangxi, China 117°06'47" E, 28°56'38" N		10-13 -

表 2 青脚鹬迁徙各飞行阶段的飞行距离

Table 2 The distance of migration flights of *Tringa nebularia*

		飞行阶段 Flights	距离 Distance (km)
春季迁徙 Migration in spring	中国湛江-樟树 Zhanjiang-Zhangshu, China		920
	中国樟树-滁州 Zhangshu-Chuzhou, China		529
	中国滁州-大连 Chuzhou-Dalian, China		797
	中国大连-奈曼旗 Dalian-Naiman Qi, China		430
	中国奈曼旗-阿鲁科尔沁旗 Naiman Qi-Ar Horqin Qi, China		103
	中国阿鲁科尔沁旗-陈巴尔虎旗 Ar Horqin Qi-Chen Barag Qi, China		656
	中国陈巴尔虎旗-俄罗斯奥廖克明斯基 Chen Barag Qi, China-Olyokminsky, Russia		1 259
	俄罗斯奥廖克明斯基-奥廖克明斯基 Olyokminsky-Olyokminsky, Russia		101
	俄罗斯奥廖克明斯基-维柳伊斯基 Olyokminsky-Vilyuysky, Russia		191
秋季迁徙 Migration in autumn	俄罗斯维柳伊斯基-中国陈巴尔虎旗 Vilyuysky, Russia-Chen Barag Qi, China		1 613
	中国陈巴尔虎旗-莱州 Chen Barag Qi-Laizhou, China		1 334
	中国莱州-慈溪 Laizhou-Cixi, China		780
	中国慈溪-嵊州 Cixi-Shengzhou, China		88
	中国嵊州-乐平 Shengzhou-Leping, China		371

1 259 km。春季迁徙记录的最快瞬时速度为 112.6 km/h，最高瞬时高度为 2 386 m。秋季迁徙共记录 5 个飞行阶段，总行程约 4 186 km，单个飞行阶段的最远飞行距离约 1 613 km，均没有记录到瞬时速度和瞬时高度。迁徙过程中，研究个体的飞行活动集中在夜间，通常在 18:00 时后开始，次日 06:00 时前结束。

### 3 讨论

本研究只包含 1 只青脚鹬个体，但展示了东亚-澳大利西亚迁徙通道上该个体在单个迁徙周期内较为详尽完整的卫星追踪数据，涵盖了越冬、春季迁徙、繁殖和秋季迁徙四个阶段，为进一步了解青脚鹬的迁徙路线和节律，识别迁徙水鸟的关键停歇地点提供了基础数据。

春季迁徙时间短，补给地少，停留期短；秋季迁徙时间长，补给地多，停留期延长，是许多候鸟的共同迁徙节律特点 (Nilsson et al. 2013)。为了在繁殖地获得更长的繁殖时间和更优质的资源，与秋季迁徙相比，多数涉禽、鸥类、燕类和鸣禽会加快春季迁徙的速度。本研究中青脚鹬的迁徙周期大致符合上述特点，春季迁徙用时 28 d，约为秋季迁徙用时 (89 d)

的 1/3。同时，无论春季迁徙还是秋季迁徙，其更倾向在夜间飞行。该规律亦与大部分中小型候鸟一致，夜间迁徙可能有助于其平衡能量消耗和补充、降低水分代谢以及躲避天敌 (Delingat et al. 2006, Alerstam 2009)。

青脚鹬通常于 4 月底至 6 月中旬繁殖，一般雄鸟提前到达繁殖地筑巢，雌雄共同孵卵，窝卵数 4 枚左右，2 或 3 d 产 1 枚卵，孵卵期 22 ~ 26 d，育雏期 25 ~ 31 d，其中一方（通常为雌性）可能会在幼鸟初飞前离开 (赵正阶 2001, 马志军等 2018, van Gils et al. 2020)。本研究个体于 5 月中旬开始春季迁徙，6 月中旬抵达俄罗斯维柳伊河流域，该地在青脚鹬的东亚传统繁殖区内。跟踪记录显示，该个体在此区域停留了 36 d，并在多个地点辗转，每个地点的停留时间均短于 15 d，难以满足孵卵和育雏的时间需求。随后，研究个体在我国呼伦湖东北侧海拉尔河的一处河滩 (117°59'17" E, 49°20'06" N) 停留了约 40 d (7 月 18 日至 8 月 25 日)，且活动位点集中在半径约 250 m 的区域内，似有在此处繁殖的迹象。乌力吉等 (2016) 和特喜铁 (2022) 在呼伦湖区的鸟类调查监测中，亦认为青脚鹬在该区域主要为夏候鸟。综

上所述, 虽暂无青脚鹬在呼伦湖区域繁殖的确切记录, 但我们认为呼伦湖区可能也是青脚鹬的繁殖地之一, 未来需要进一步监测和研究。

鸟类迁徙时需要消耗大量的能量, 因此不同物种采用不同的迁徙策略分配飞行和停歇的时间, 进行能量补充。迁徙策略可分为轻跳式 (hop)、蹦跳式 (skip) 和跳跃式 (jump) 三种, 三种策略依次减少了停歇地数量, 增加了停歇地之间的距离, 但鸟类在停歇地会更多地补充能量 (Piersma 1987)。本研究中, 青脚鹬的迁徙策略可能混合了轻跳式和蹦跳式。在迁徙期间, 研究个体的持续飞行时间通常不足 12 h, 大部分飞行阶段的飞行距离在 100 ~ 1 000 km 之间, 最长的单次飞行距离约 1 600 km, 有较多的补给地和休息点, 说明青脚鹬在迁徙过程中需要频繁地休息和觅食。春季迁徙期间, 该研究个体约 70% 的时间停留于补给地, 秋季迁徙期间在补给地的停留时间更长, 这意味着补给地对于青脚鹬顺利完成迁徙十分重要。春季迁徙的补给地为鄱阳湖和西拉木伦河流域, 秋季迁徙的补给地则包括呼伦湖、渤海湾和长江口。其中鄱阳湖、呼伦湖和渤海湾是两次迁徙路线的共有节点, 对青脚鹬等水鸟的迁徙有重要的意义。

此外, 卫星定位记录和遥感影像显示, 在越冬地时, 青脚鹬主要在红树林附近的滩涂和鱼塘活动, 但甚少进入红树林, 迁徙时则主要停留在沿海滩涂、内陆湖泊和农田等生境中。这些生境如果由于人为干扰发生退化或丧失, 可能改变候鸟的能量补给水平和迁徙路线, 最终降低其繁殖成功率和种群数量 (Wang et al. 2018)。维持越冬地、繁殖地和迁徙停歇地的生境面积和质量, 是保持候鸟种群数量稳定的关键。

## 参 考 文 献

- Alerstam T. 2009. Flight by night or day? Optimal daily timing of bird migration. *Journal of Theoretical Biology*, 258(4): 530–536.
- Barron D G, Brawn J D, Weatherhead P J. 2010. Meta-analysis of transmitter effects on avian behaviour and ecology. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(2): 180–187.
- Chan Y C, Tibbitts T L, Lok T, et al. 2019. Filling knowledge gaps in a threatened shorebird flyway through satellite tracking. *Journal of Applied Ecology*, 56(10): 2305–2315.
- Delingat J, Dierschke V, Schmaljohann H, et al. 2006. Daily stopovers as optimal migration strategy in a long-distance migrating passerine: the Northern Wheatear *Oenanthe oenanthe*. *Ardea*, 94(3): 593–605.
- IUCN. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. [DB/OL]. [2024-02-01]. <https://www.iucnredlist.org>.
- Nilsson C, Klaassen R H G, Alerstam T. 2013. Differences in speed and duration of bird migration between spring and autumn. *The American Naturalist*, 181(6): 837–845.
- Piersma T. 1987. Hop, skip, or jump? constraints on migration of arctic waders by feeding, fattening, and flight speed. *Limosa*, 60: 185–191.
- Piersma T, Chan Y C, Mu T, et al. 2017. Loss of habitat leads to loss of birds: reflections on the Jiangsu, China, coastal development plans. *Wader Study*, 124(2): 93–98.
- Studds C E, Kendall B E, Murray N J, et al. 2017. Rapid population decline in migratory shorebirds relying on Yellow Sea tidal mudflats as stopover sites. *Nature Communications*, 8: 14895.
- van Gils J, Wiersma P, Kirwan G M. 2020. Common Greenshank (*Tringa nebularia*), version 1.0. // del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, et al. *Birds of the World*. Ithaca, NY, USA: Cornell Lab of Ornithology.
- Wang X D, Kuang F L, Tan K, et al. 2018. Population trends, threats, and conservation recommendations for waterbirds in China. *Avian Research*, 9(1): 14.
- 生态环境部. 2023. 关于发布《中国生物多样性红色名录—脊椎动物卷 (2020)》和《中国生物多样性红色名录—高等植物卷 (2020)》的公告. [EB/OL]. [2024-2-1]. [https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202305/t20230522\\_1030745.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk01/202305/t20230522_1030745.html).
- 马志军, 陈水华. 2018. 中国海洋与湿地鸟类. 长沙: 湖南科学技术出版社.
- 马志军, 李博, 陈家宽. 2005. 迁徙鸟类对中途停歇地的利用及迁徙对策. *生态学报*, 25(6): 1404–1412.
- 特喜铁, 谢宾. 2022. 2017 年内蒙古呼伦湖国家级自然保护区非雀形目鸟类组成和多样性. *湿地科学*, 20(4): 483–489.
- 乌力吉, 刘松涛, 窦华山, 等. 2016. 克鲁伦河两岸鸟类资源调查初报. *四川动物*, 35(4): 609–615.
- 张敏, 车先丽, 彭逸生, 等. 2020. 广东雷州湾和汕头沿海湿地越冬水鸟多样性. *生态与农村环境学报*, 36(5): 553–559.
- 赵正阶. 2001. 中国鸟类志: 非雀形目. 上卷. 长春: 吉林科学技术出版社.