

基于卫星跟踪的救护猛禽失联案例分析

刘萌萌 闵霄 鲁长虎*

南京林业大学 南京 210037

摘要: 对救护猛禽进行卫星跟踪, 有助于了解猛禽放飞后的生存状况, 评估救护成效。2019 至 2021 年间, 先后为 6 只救护猛禽安装卫星跟踪器。根据获得的卫星跟踪数据分析了个体失联前的活动轨迹以及中途停歇情况等。借助最后的位置信息对失联个体展开实地搜寻, 分析其死亡原因。研究结果显示, 白尾海雕 (*Haliaeetus albicilla*)、红隼 (*Falco tinnunculus*)、苍鹰 1 (*Accipiter gentilis*) 和苍鹰 2 的迁飞距离依次为 159.5 km、150.5 km、292.5 km 和 832.7 km; 越冬时期红隼和 2 只苍鹰都更倾向于选择人类活动比较密集的区域, 如农田、村庄、城市居民区以及城市湿地公园; 放飞猛禽的活动量通常在 100 ~ 500 次/h 之间; 个体最终状态显示, 猎隼 (*F. cherrug*) 因受困和饥饿死亡, 白尾海雕因二次中毒死亡, 日本松雀鹰 (*A. gularis*)、红隼和 2 只苍鹰失联, 原因不详。救护放飞的技术环节存在失误、放飞后遭到非法猎捕、跟踪器对个体产生的负面影响以及设备脱落或故障都可能导致救护猛禽放飞后失联或死亡, 建议规范猛禽救护放飞过程, 慎重选择放飞时间和地点, 提高救护猛禽放飞后的野外生存率。

关键词: 猛禽; 救护; 卫星跟踪; 致死原因

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2022) 04-564-07

Analysis of Missing Cases of Rescued Raptors by Satellite Tracking

LIU Meng-Meng MIN Xiao LU Chang-Hu*

Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China

Abstract: [Objectives] Satellite tracking of rescued raptors is useful to understand the survival conditions of raptors after being released, it could evaluate the effect of rescue, and facilitate the development of scientific rescue work. [Methods] Six raptors of five species were installed with satellite trackers during 2019 to 2021, then lost contact after being released for a period of time (Table 1). The migration routes and habitat types of stopover sites of the rescued raptors were analyzed using the satellite tracking data. Mann-Whitney U-test was used to analyze the differences of resting duration of each individual in different habitats. If possible, the bodies of dead birds were searched based on the locations of the GPS and the cause of death could be analyzed. [Results] The results show that White-tailed Sea Eagle (*Haliaeetus albicilla*), Common Kestrel (*Falco tinnunculus*), Northern Goshawk (*Accipiter gentilis*) 1 and Northern Goshawk 2 had a long-distance

基金项目 江苏省高校优势学科建设工程项目;

* 通讯作者, E-mail: luchanghu@njfu.com.cn;

第一作者介绍 刘萌萌, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态与保护; E-mail: lmm357@126.com。

收稿日期: 2021-10-13, 修回日期: 2022-03-25 DOI: 10.13859/j.cjz.202204009

flight (Fig. 1), with the flight distances of 159.5 km, 150.5 km, 292.5 km and 832.7 km. The Common Kestrel, the Northern Goshawk 1 & 2 were more inclined to select areas with frequent human activities during the wintering period, such as farmland, villages, urban residential areas, and urban wetland parks (Table 2). The frequency of activity of rescued raptors was usually 100 - 500 times/h. The individual may be in a state of stress during the release, and the activity will increase. When there were abnormal situations such as death, the frequency of activity tended to 0 times/h (Fig. 2). Final states of the raptors showed that the Saker Falcon (*F. cherrug*) died due to hunger; the White-tailed Sea Eagle died of secondary poisoning due to prey on the poisoned prey. The causes of others were unclear. **[Conclusion]** The illegal hunting, errors in the process of rescue and release, the negative impact of the tracker and the equipment falling off or failure may lead to missing or death after the release of the raptors. We suggest to standardize the process of rescue and release, carefully choose the time and location of the release, so as to improve the survival rate of the rescue raptors.

Key words: Raptors; Rescue; Satellite tracking; Causes of death

猛禽处于食物链的顶端，对环境变化十分敏感，常作为环境指示生物（Donazar et al. 2016）。由于砍伐森林、围垦、过度放牧等造成的栖息地退化和丧失，非法猎捕，农药、兽药等有机化合物的使用以及全球气候变暖等原因，猛禽的种群数量受到严重影响，研究数据显示，全球 18% 的猛禽濒临灭绝，52% 的猛禽数量正在下降（McClure et al. 2018）。

卫星跟踪技术通常用来研究猛禽的迁徙及活动规律（伍和启等 2008），同时可帮助分析跟踪个体失联或死亡原因。Garcia-Heras 等（2019）对 13 只黑鹞（*Circus maurus*）进行卫星跟踪，研究其迁徙模式和家域面积等，最终有 10 只个体停止返回信号，野外搜寻到 3 只黑鹞的尸体，死亡原因分别为电击、中毒和车辆撞击；王鹏华等（2020）对河北保定救护的 1 只猎隼（*Falco cherrug*）进行卫星跟踪，记录其秋季迁徙路线以及迁徙规律，后发现猎隼在宁夏中卫被电击身亡；王述潮等（2019）借助卫星跟踪器传回的 GPS 位点，搜寻失联猎隼的尸体，查找个体死亡原因，探寻导致猎隼濒危的原因，特别是跟踪装置产生的不利因素。

在 2019 至 2021 年期间，我们对救护放飞的 6 只猛禽个体进行了卫星跟踪，6 只个体均在放飞一段时间后失联。本文根据跟踪器传回的数据，提取 6 只放飞猛禽失联前的运动状态

及个体最后的位置信息等，结合实地勘察结果，分析其死亡原因，进一步探讨猛禽救助过程中存在的一些问题，以期为猛禽救护提供参考意见。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

2019 至 2021 年间放飞后失联的 5 种 6 只猛禽个体隶属 2 目 2 科，其中包括国家 I 级重点保护野生动物白尾海雕（*Haliaeetus albicilla*）和猎隼，其余 4 只个体均为国家 II 级重点保护野生动物。6 只猛禽个体的救护和跟踪情况见表 1。

日本松雀鹰（*Accipiter gularis*）、苍鹰（*A. gentilis*）来自江苏江阴市公安局，为警方在非法偷猎案件中缴获；白尾海雕因中毒被送往南京市红山森林动物园江苏省野生动物救护中心；红隼（*F. tinnunculus*）和猎隼因受伤分别被江苏徐州动物园和无锡动物园（均为市级野生动物救护中心）救助。

1.2 研究方法

被放飞的猛禽均采用卫星跟踪器监测。采用背负式卫星跟踪器（湖南环球信士科技有限公司），型号有 4 种，分别为 HQBG1107（7 g）、HQBG2715S（17 g）、HQBG2512S（14 g）和 HQBG5037S（40 g），跟踪器质量均不超过猛

表 1 猛禽救护和跟踪情况

Table 1 The rescue and tracking information of raptors

物种 Species	成幼 Age	救助时间(年-月-日) Time of rescue (Year-month-date)	救护地点 Position of release	救助原因 Cause of rescue	放飞时间(年-月-日) Time of release (Year-month-date)	放飞地点 Position of release
日本松雀鹰 <i>Accipiter gularis</i>	成体 Adult	2019-11-07	江苏江阴 Jiangyin, Jiangsu	偷猎 Poaching	2019-11-11	南京栖霞山 Qixia Mountain, Nanjing (118°58' E, 32°8' N)
苍鹰 1 <i>A. gentilis</i> 1	亚成 Subadult	2019-10-15				
苍鹰 2 <i>A. gentilis</i> 2	亚成 Subadult					
红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	亚成 Subadult	2020-10-20	江苏徐州 Xuzhou, Jiangsu	受伤 Injury	2020-12-18	徐州动物园 Xuzhou Zoo (117°10' E, 34°14' N)
白尾海雕 <i>Haliaeetus albicilla</i>	亚成 Subadult	2020-12-01	安徽阜阳 Fuyang, Anhui	中毒 Poisoning	2021-01-06	南京六合龙袍湿地 Longpao Wetland, Nanjing (119°0' E, 32°11' N)
猎隼 <i>F. cherrug</i>	成体 Adult	2019-07-28	江苏无锡 Wuxi, Jiangsu	受伤 Injury	2019-10-15	无锡军嶂山 Junzhang Mountain, Wuxi (120°12' E, 31°26' N)

禽体重的 3%~5%。安装过程应尽量减少对个体的伤害,避免应激反应。

借助 Tracker Client 平台对个体的活动进行实时监测。根据 GPS 位置、运动量、电池电量情况、传感器温度变化等信息判断跟踪个体状况。在条件允许的情况下,对失联个体展开实地搜寻,或根据跟踪数据信息和卫星影像(失联前活动情况、所处环境类型等),分析其死亡原因。

1.3 数据的获取与处理

跟踪器采用 GPS 定位,收集的数据包括猛禽的位置信息(经纬度和高度)、运动航向和瞬时速度、跟踪器的电压和精度等级、活动量以及跟踪器与猛禽身体接触面温度。卫星跟踪器的数据采集频率一般为 1 次/h,当电压低于 3.7 V 时,可人为将采集频率调整为 3 h 1 次或 6 h 1 次等。活动量表示设备在一个采集周期内所运动的次数。位置定位等级分为 A、B、C、D 和无效 5 个等级,精度依次递减,从 A 等级至 D 等级的定位误差分别是 0~5 m、5~10 m、10~20 m 和 50 m 以上,无效数据是指无法定位。

对救护猛禽的救助时间、放飞时间、放飞地点、失联时间和失联地点等信息进行整理。筛选跟踪器传回的数据,保留位点精度为 A 或 B 两类定位等级的信息,将位点信息导入

ArcGIS 10.8,添加底图,绘制猛禽迁徙路线图。差异性分析在 SPSS 26.0 进行。图表制作使用 Origin 2021。

2 结果

2.1 放飞后活动轨迹

白尾海雕于 2021 年 1 月 7 日离开江苏南京六合区,游荡至南京老山国家森林公园,后向西北飞行,于 1 月 9 日到达安徽明光。红隼于 2020 年 12 月 20 日离开江苏徐州泉山区,向西南飞行至安徽淮北濉溪县,而后再折返,最终于 12 月 25 日到达安徽宿州萧县。于 2019 年 11 月 11 日放飞后,苍鹰 1 在南京栖霞区和六合区之间游荡,后于 2019 年 11 月 22 日离开六合区,最终于 11 月 26 日到达安徽亳州涡阳县;苍鹰 2 因抓捕家鸽再次被居民抓获,于 2019 年 11 月 19 日送至南京市红山森林动物园江苏省野生动物救助中心,后于 2019 年 12 月 16 日 10 时在南京紫金山观景台(118°50' E, 32°04' N)再次放飞,度过越冬期后于 2020 年 4 月 24 日开始春季迁徙,最终于 5 月 3 日到达山东荣成。白尾海雕、红隼、苍鹰 1 和 2 放飞后的活动轨迹见图 1,迁飞距离依次为 159.5 km、150.5 km、292.5 km 和 832.7 km。

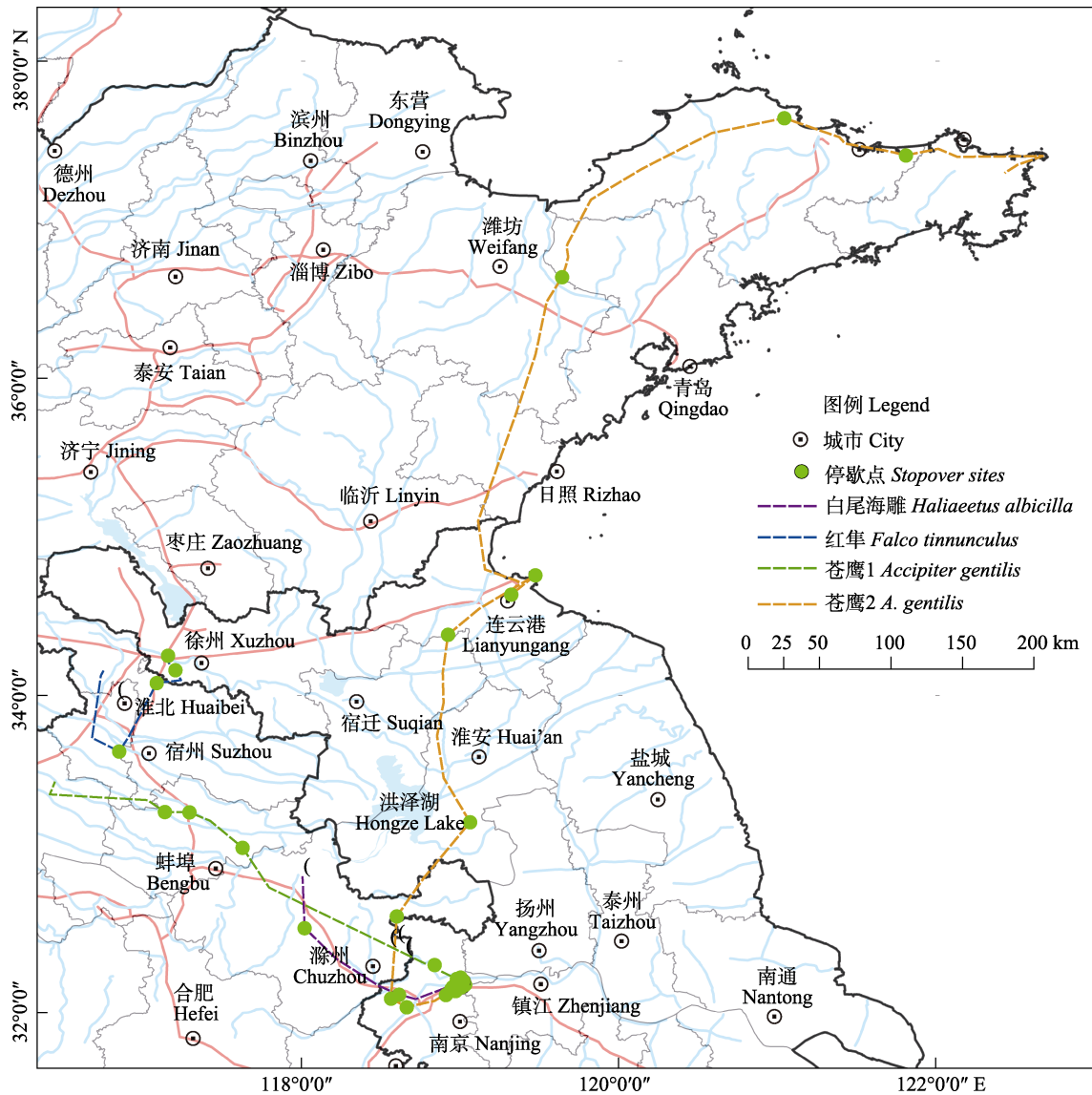


图 1 救助猛禽放飞后的活动轨迹

Fig. 1 The track of the raptors after rescued and released

2.2 中途停歇地

放飞后长距离活动的 4 只猛禽在迁徙途中选择的停歇地生境类型多样, 包括农田、村庄附近、森林、城市居民区以及城市湿地公园(表 2)。苍鹰 1 在农田停歇的次数大于在森林生境停歇的次数, 在农田和森林的停歇时长不存在显著差异。苍鹰 2 越冬时期在南京绿水湾国家城市湿地公园 (118°39' E, 32°02' N) 停歇 2 次, 时长分别为 106 d 20 h 和 17 d; 在南京老

山地区 (118°34' E, 32°05' N) 停歇 1 次, 时长为 47 h; 春季迁徙途中在森林和农田停歇的时长不存在显著差异。

2.3 活动量变化

活动量反应个体活动的频繁程度(图 2)。日本松雀鹰和红隼放飞当天的活动量均大于 800 次/h, 其余个体在 100~300 次/h 之间。苍鹰 1 活动量处于 100~500 次/h 之间; 苍鹰 2 放飞后活动量在 100~300 次/h 之间波动。

表 2 救护猛禽放飞后的中途停歇地

Table 2 The stopover sites of the rescued raptors after released

物种 Species	停歇地 Stopover sites		
	生境类型 Habitat types	停歇次数 Frequency	停歇时长 Duration
红隼 <i>Falco tinnunculus</i>	农田、村庄 Cropland, village	1	15 h
	森林 Forest	1	2 d 21 h
	城市居民区 Urban	2	24 h
苍鹰 1 <i>Accipiter gentilis</i>	农田、村庄 Cropland, village	4	6 d 1 h
	森林 Forest	2	5 d 6 h
	湿地公园 Wetland park	1	4 h
苍鹰 2 <i>A. gentilis</i>	农田、村庄 Cropland, village	4	2 d 16 h
	森林 Forest	5	4 d 20 h
	湿地公园 Wetland park	2	123 d 20 h
白尾海雕 <i>Haliaeetus albicilla</i>	森林 Forest	2	24 h

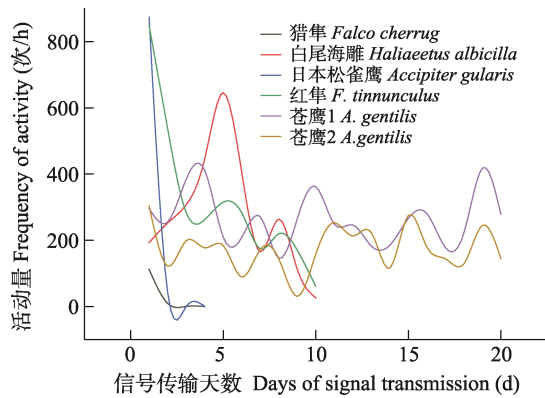


图 2 救助猛禽放飞后的活动量

Fig. 2 The frequency of activity of the rescued raptors after released

2.4 个体最终状态

跟踪的 6 只个体均已停止返回信号，对猎隼、白尾海雕和日本松雀鹰 3 只个体展开实地搜寻，找寻到猎隼和白尾海雕的尸体。

猎隼于 2019 年 10 月 16 日在江苏无锡死亡，根据 GPS 位点展开搜索，尸体被找到时，双足被芦苇缠绕，受困导致无法觅食，最后饥饿死亡。白尾海雕于 2020 年 1 月 13 日在安徽明光死亡，实地勘察找到其尸体，根据尸体状况判断是中毒死亡。

日本松雀鹰于 2019 年 11 月 14 日在江苏南

京失联，红隼于 2020 年 12 月 28 日在安徽宿州失联，苍鹰 1 于 2020 年 5 月 8 日在安徽亳州失联，苍鹰 2 于 2020 年 5 月 11 日在山东荣成失联，4 只个体失联原因均不详。

3 讨论与建议

研究人员在研究背负式跟踪器对中大型猛禽身体状况的影响时发现，跟踪器的背带会导致金雕 (*Aquila chrysaetos*) 被悬挂在树上 (Garcia et al. 2021)。本研究跟踪的日本松雀鹰也可能是被悬挂在树上，且位于沟谷中，无法对其施救，最终死亡；也不排除是由于设备脱落或故障导致个体失联。

卫星跟踪结果显示，猎隼仅在放飞地有局部活动，因受困和饥饿死亡；苍鹰 2 放飞后也因抓捕家鸽被居民再次送往江苏省救护中心，检测结果显示，该个体体脂率低于正常值。Fajardo 等 (2000) 对西班牙康复放飞后的仓鸮 (*Tyto alba*) 进行跟踪研究发现，其死亡的主要原因之一是饥饿。本研究中，导致放飞猛禽受困、饥饿死亡的原因可能是救助放飞过程中存在一些问题操作。放飞猎隼时，工作人员选择将其放入芦苇丛中，可能并不是其适宜的活动生境，从而导致个体受困，最终死亡。猎隼分布于我国新疆、甘肃、青海至华北、东北以

及四川、西藏等西南地区。本研究救助的猎隼很有可能是人工饲养后逃逸个体，可能出现放飞后不适应野外生存的现象。

日本松雀鹰和苍鹰在长江以南地区为冬候鸟，本研究涉及的 3 只个体可能是在秋季迁徙过境时被不法分子猎捕；救助后放飞的红隼疑似被捕杀。此前李一琳等（2020）对 2011 至 2018 年华东地区涉猛禽案件进行调查，结果显示，8 年的案件数量逐年增长，而且涉案猛禽以红隼、雀鹰（*A. nisus*）和苍鹰等中小型猛禽为主，秋冬季节为案件的高发期。可见，非法偷猎仍然是威胁猛禽生存的一个重要因素。

导致猛禽死亡的另一个原因是农药二次中毒。本研究跟踪的白尾海雕因捕食中毒的山斑鸠（*Streptopelia orientalis*）导致二次中毒，在农田被村民发现并救助，放飞一周后再次中毒死亡。白尾海雕为兼性食腐猛禽，食物资源缺乏时也会捕食家禽和家畜，在一定程度上增加了接触农药、兽药等有毒有机物质的机会，而且作为顶级掠食者，有毒有害物质会在其体内富集。Krone 等（2017）对波罗的海某一海岛上发现的一只死亡的白尾海雕进行死因鉴定和毒理学分析，发现该个体是因为吞食了一只因克百威（杀虫剂）中毒的渡鸦（*Corvus corax*）而导致二次中毒死亡。Hong 等（2018）对我国台湾省农田里发现的 7 只中毒黑鸢（*Milvus migrans*）进行检测，结果在 4 只体内检测出克百威，3 只体内检测出第二代抗凝血灭鼠剂（second-generation anticoagulant rodenticides, SGARs），经过深入调查研究认为是因农民使用农药灭鼠和杀虫导致黑鸢二次中毒。

救护猛禽的身体健康状况关系到其能否在野外获得食物，因此，在猛禽救护过程中，应当将个体送往具有一定救护能力的机构或组织，由专业人员对其展开救护工作；放飞前应当对个体的身体状况进行系统的检查评估，判断是否达到放飞的标准；对于长期人工饲养的个体，应进行野化训练，帮助其适应野外生活；重视对救护人员的专业培训，避免因救护过程

中产生的失误导致猛禽死亡。为了保证猛禽在食物缺乏的季节更好地生存，且避免个体因食物资源缺乏以中毒死亡的动物尸体为食而导致二次中毒，应当选择适宜的放飞地点和季节。此外，为了更准确地判断个体的死亡原因，研究人员应借助卫星跟踪数据实时关注跟踪猛禽的状况，在个体死亡后及时寻找到尸体，在保证尸体新鲜的情况下，对尸体进行解剖，判断死亡原因，如怀疑是中毒死亡应当进行毒理学鉴定，明确致死物的种类，为研究猛禽中毒死亡提供依据。

致谢 感谢南京林业大学博士研究生张曼玉、梁涛、武大伟和硕士研究生韩茜、赵梓羲对本文提出了宝贵的修改意见，感谢南京市红山森林动物园、徐州动物园和无锡动物园的各位工作人员对猛禽救护和放飞工作提供的帮助。

参 考 文 献

- Donázar J A, Cortés-Avizanda A, Fargallo J A, et al. 2016. Roles of raptors in a changing world: from flagships to providers of key ecosystem services. *Ardeola-International Journal of Ornithology*, 63(1): 181–234.
- Fajardo I, Babiloni G, Miranda Y. 2000. Rehabilitated and wild Barn Owls (*Tyto alba*): dispersal, life expectancy and mortality in Spain. *Biological Conservation*, 94(3): 287–295.
- García V, Iglesias-Lebrija J J, Moreno-Opo R. 2021. Null effects of the Garcelon harnessing method and transmitter type on soaring raptors. *IBIS*, 163(3): 899–912.
- García-Heras M S, Arroyo B, Mougeot F, et al. 2019. Migratory patterns and settlement areas revealed by remote sensing in an endangered intra-African migrant, the Black Harrier (*Circus maurus*). *PLoS One*, 14(1): e0210756.
- Hong S Y, Lin H S, Walther B A, et al. 2018. Recent avian poisonings suggest a secondary poisoning crisis of Black Kites during the 1980s in Taiwan. *Journal of Raptor Research*, 52(3): 326–337.
- Krone O, Auls S, Neurath H. 2017. Case report: secondary poisoning in a white-tailed sea eagle caused by carbofuran. *European Journal of Wildlife Research*, 63(6): 91–94.
- McClure C, Westrip J, Johnson J A, et al. 2018. State of the world's

- raptors: distributions, threats, and conservation recommendations. *Biological Conservation*, 227: 390–402.
- 李一琳, 周用武, 蒋敬, 等. 2020. 中国华东区涉猛禽案件的时空规律. *动物学杂志*, 55(3): 323–328.
- 王鹏华, 范俊功, 陈向阳, 等. 2020. 卫星跟踪河北猎隼的秋季迁徙路线. *动物学杂志*, 55(4): 462–467.
- 王述潮, 马鸣. 2019. 卫星跟踪猎隼失联案例分析. *动物学杂志*, 54(1): 1–7.
- 伍和启, 杨晓君, 杨君兴. 2008. 卫星跟踪技术在候鸟迁徙研究中的应用. *动物学研究*, 29(3): 346–352.