

卫星跟踪猎隼失联案例分析

王述潮^{①②} 马鸣^{①*}

① 中国科学院新疆生态与地理研究所 乌鲁木齐 830011; ② 中国科学院大学 北京 100049

摘要: 猎隼 (*Falco cherrug*) 是迅速濒危中的物种。对近 10 年卫星跟踪的 67 只猎隼进行国籍、性别、信号时长、失联月份统计, 分析其死亡原因、受威胁因素以及年返回率。就其中 2016 年来自俄罗斯和蒙古的 10 只猎隼进行更详细的死因分析, 当发射器不再返回信息时, 前往 GPS 最后位点, 在一定区域内进行拉网式搜索, 并分析周围的环境和动物痕迹, 将找到的尸体进行解剖, 查找死亡原因。结果显示, 这 67 只猎隼中雌鸟有 37 只, 占总数的 55.2%, 雄鸟有 29 只, 另 1 只性别未知。其平均信号时长为 (201 ± 129.94) d ($n = 64$), 小于 200 d 的占 60.9%, 小于 400 d 的占 92.2%。年返回率为 31.4%; 在秋季和初冬季 (8 ~ 12 月) 失联的占 67.2%。而 2016 年跟踪的 10 只猎隼中, 获取 4 只失联猎隼的信息, 1 只在蒙古国被猎杀, 1 只死因不详, 1 只在中国因电击死亡, 1 只在中国因擦碰和饥饿死亡。卫星跟踪数据显示, 猎隼的年返回率明显降低, 表明猎隼的处境不容乐观, 这引发了猛禽研究专家的担忧。

关键词: 猎隼; 失联; 年返回率; 卫星跟踪器 (GSM/GPS); 干扰飞行

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2019) 01-01-07

Analysis of Missing Cases of Saker Falcon (*Falco cherrug*) by Satellite Tracking

WANG Shu-Chao^{①②} MA Ming^{①*}

① *Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011;* ② *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*

Abstract: The Saker Falcon (*Falco cherrug*) has been rapidly becoming endangered in the world. We analyzed the gender, signal duration, and missing month of 67 Saker Falcons tracked by satellites in the past 10 years, and their causes of death, threat factors and loss rates. We performed a more detailed analysis of the causes of death of 10 sakers from Russia and Mongolia during 2016 and 2017. Backpack method was used to fit the transmitters with the weight (17 g to 22 g) less than 3% of sakers' body weight (Fig. 1). When the transmitters no longer returned information, we went to the last locations of the GPS to search for the bodies of died birds in a certain area. We also investigated the animal traces and surrounding environment, and

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31572292, No. 31272291, No. 30470262);

* 通讯作者, E-mail: maming@ms.xjb.ac.cn;

第一作者介绍 王述潮, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail:1017889705@qq.com。

收稿日期: 2018-07-13, 修回日期: 2018-10-29 DOI: 10.13859/j.cjz.201901001

performed an autopsy to analyze the cause of death. As to the 67 sakers, 37 were females (55.2%), 29 were males and one was unknown. The binomial test showed that there was no difference in sex ratio ($P > 0.05$). The average signal duration was 201 ± 129.9 days ($n = 64$); with 39 sakers less than 200 days (accounted for 60.9%), and 59 sakers less than 400 days (accounted for 92.2%) (Fig. 2). The annual return rate was 31.4%; and 45 sakers (accounted for 67.2%) were lost during August to December (Fig. 3). Of the 10 sakers being tracked in 2016, we obtained information on four lost ones, one was hunted in Mongolia, one was unclear, one died of electric shock (Fig. 4) in the west of China, and one died due to collision and hunger (Fig. 5) in China (Table 1). The significant low annual return rate of satellite tracking sakers indicated that the situation of Saker Falcon was not optimistic, causing concerns among the raptor research experts.

Key words: Saker Falcon, *Falco cherrug*; Lost; Annual return rate; Satellite tracker (GSM/GPS); Interferences

猎隼 (*Falco cherrug*) 隶属于鸟纲隼形目隼科, 是国家 II 级重点保护野生动物和中国濒危动物红皮书物种, 被列入“濒危物种国际贸易公约”(CITES) 附录 II。由于一系列原因, 包括被高压线电击、偷猎、非法贸易、栖息地退化、食物减少、大量使用农药及繁殖成活率低等致使猎隼数量快速减少 (郑光美等 1998, 马鸣等 2007, 吴逸群等 2007, Karyakin et al. 2017)。2012 年, 猎隼在世界自然保护联盟红色名录的等级已由易危 (VU) 重新调整为濒危 (EN) (IUCN 2017)。猎隼保护备受关注, 本文试图探寻猎隼致危因素, 特别是跟踪装置的一些负面影响。

1 数据来源及研究方法

1.1 数据来源

数据来源有两个途径, 一是新疆项目组实地监测获得; 二是与国外猎隼研究人员交换和共享信息。项目组多次在猎隼失踪现场进行搜寻、解剖尸体、分析死亡原因, 并搜集、整理近 10 年国际猎隼组织卫星跟踪的 67 只猎隼资料, 统计其国籍、性别、信号时长、失联月份等。利用 Spss 21.0 进行数据分析, 并对性别比进行二项式检验。

1.2 研究方法

被跟踪的猎隼均采用环志和卫星跟踪器的方法。环志采用带有编码的彩色塑料脚环, 另

外佩戴铝合金脚环 (图 1)。背负式卫星发射器采用的型号有 3 种, 分别是 Logery GPS-UHF-GSM (尺寸 $60 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$, 17 g, Ecotone Telemetry, Inc.)、17 gram Solar Argos/GPS PTT (尺寸 $63 \text{ mm} \times 17.8 \text{ mm} \times 17.2 \text{ mm}$, 17 g, Microwave Telemetry, Inc.) 和 22 gram Solar Argos/GPS PTT (尺寸 $64 \text{ mm} \times 23 \text{ mm} \times 16.5 \text{ mm}$, 22 g, Microwave Telemetry, Inc.), 发射器重量均未超过猎隼体重的 3% (猎隼雄鸟体重 $885 \sim 1\,015 \text{ g}$, 雌鸟体重 $1\,185 \sim 1\,470 \text{ g}$)。在猎隼幼鸟体重不再增加时 (出巢前), 在其背部绑上卫星发射器, 绑带以三根手指能插入发

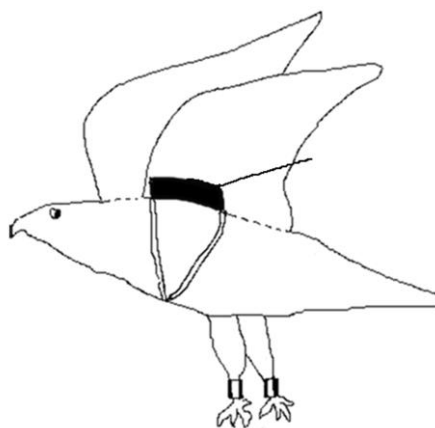


图 1 猎隼背负卫星发射器和佩戴双脚环增加了额外负重

Fig. 1 Satellite transmitter and leg-rings increased extra mass of Saker Falcon

射器底部且绑带不绷紧为宜。卫星发射器采用 GPS 定位，太阳能供电，位点信息采用基站（GSM）发送，通过全球移动通讯系统接收。记录的数据包括位点信息（编号、经度、纬度、海拔）、定位时间、电压、运动航向（轨迹）、运动瞬时速度等。

在寻找猎隼尸体的时候采用拉网式搜索，在失联前 GPS 位点附近一定范围内来回无遗漏地搜索，并调查周围环境、分析各种动物出现的痕迹。找到尸体，就地解剖，分析死亡原因（被猎杀、电击、中毒、碰撞、饥饿等）。

2 结果

2.1 性别统计

在自然情况下，一雌一雄制动物的自然死亡性别比接近 1:1，从而维持正常繁殖，保证野生种群数量。所统计的这 67 只失联的猎隼中有雌鸟 37 只，占总数的 55.2%；雄鸟 29 只；1 只性别未知。用 Spss 21.0 对其性别比进行二项式检验，显示 $P = 0.389 > 0.05$ ，性别比不存在显著差异。

2.2 信号时长

信号时长反映了猎隼的被跟踪时长，根据信号时长分析次年春季返回繁殖地的数量，并

计算返回率。分析其中 64 只（另 3 只信息不全，未做分析）失联猎隼的信号时长（图 2），平均信号时长为 (201 ± 129.94) d。信号时长小于 200 d 的共有 39 只，占总数的 60.9%；信号时长小于 400 d 的有 59 只，占总数的 92.2%。然而，有 2 只信号时长为 5~6 年，甚至更长（仍被跟踪中）。

2.3 失联月份

失联月份反映猎隼在哪个季节更容易受到伤害。分析 67 只失联猎隼的失联月份，45 只在秋季或初冬季（8~12 月）失联，占总数的 67.2%；在 10 月份的失联数达到最大值，为 12 只。7 月（已经佩戴了发射器但还未离巢出窝）和 2 月的失联数量最小，均为 1 只。可见秋和春两个迁徙季节，失联数量呈现两个相应的高峰（图 3）。

2.4 死因分析

2016 年环志和跟踪的 10 只猎隼，截止到 2018 年 3 月有 7 只停止返回信号。在这 7 只中共找到 4 只尸体（表 1）：彩环编号为 D291 的雌性猎隼于 2016 年 9 月 14 日在蒙古被捕杀；彩环编号为 D337 的雄性猎隼于 2016 年 9 月 23 日死于中国境内，死因不详；彩环编号为 D310（图 4）的猎隼迁徙至中国境内时，2016 年 12

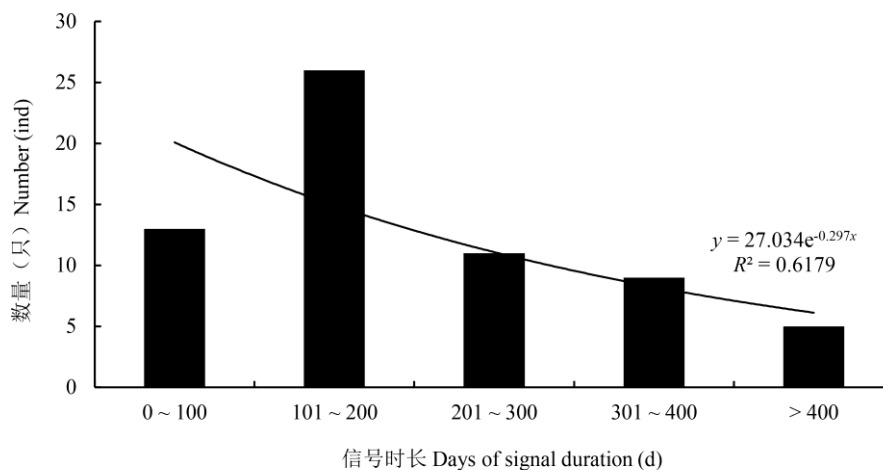


图 2 猎隼发射器传回信号时长

Fig. 2 Signal duration of satellite transmitter

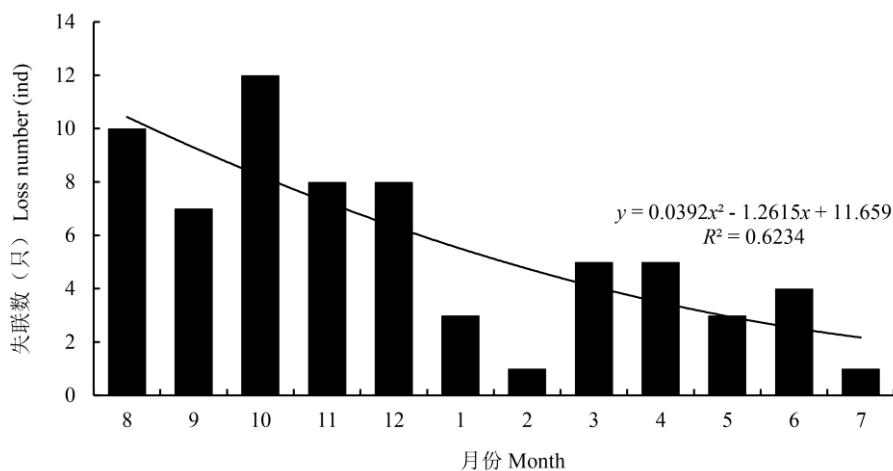


图3 猎隼失联月份

Fig. 3 Loss month of Saker Falcon

表1 被跟踪猎隼失联信息及死因分析

Table 1 The missing information and death cause of the tracked Saker Falcons

彩环编号 Color banding ID	环志地点 Place of banding	年龄(月) Age (month)	性别 Sex	失联位置 Position of loss	失联时间 (年-月-日) Time of loss (Year-month-date)	死因 Cause of death
D291	俄罗斯 Russia	4	♀	蒙古 Mongolia 49 °N, 94 °E	2016-09-14	被猎杀 Hunted
D337	俄罗斯 Russia	4	♂	中国甘肃 Gansu, China 36 °N, 103 °E	2016-09-23	不详 No clear
D310	俄罗斯 Russia	7	♂	中国新疆 Xinjiang, China 45 °N, 86 °E	2016-12-27	电击 Electric shock
D348	俄罗斯 Russia	9	♀	中国新疆 Xinjiang, China 45 °N, 90 °E	2018-03-03	擦碰和饥饿 Rubbing and starvation

月 27 日在新疆的莫索湾附近的一电线杆下 (45 °N, 86 °E) 因电击死亡, 它的右腿缺失, 喙部、体羽、左肩外侧、右腿伤口处都有电击烧焦的痕迹, 左腿下还握有一只沙鼠, 疑似正在吃沙鼠时, 被电击而亡 (Ma et al. 2016)。

2018 年 3 月 2 日, 收到国际猎隼组织的通知, 一只彩环编号为 D348 的猎隼 (图 5) 在卡拉麦里保护区失联, 具体地点为新疆吉木萨尔县中蒙边界地区 (45 °N, 90 °E)。2018 年 3 月 16 日在距离其 GPS 最终标记点以南 70 m 处发现该猎隼的尸体, 其半截身体被沙土掩埋, 卫星追踪器也被埋于沙土中, 不能受到太阳照射致电压太低而停止发出信号, 因而在 3 月 3 日

之后音讯全无。经尸检, 头颅无淤血, 身体没有被电击的痕迹。尸体解剖结果显示, 肠道干净, 胃内容物很少, 脏器无异常, 无中毒迹象。现场有高压线, 发射器上有擦痕, 为轻微碰撞摔落, 失去飞行能力, 导致觅食困难, 挣扎数日, 最后饥饿而亡 (尸体体重为 780 g, 明显低于正常体重)。

3 讨论

猎隼是季候鸟, 夏季在中亚和东欧等地繁殖, 冬季除部分留在繁殖地外, 其余均南下青藏高原、中东、北非等地越冬。据估计, 全球猎隼的总数约为 12 200 ~ 29 800 只 (Dixon



图 4 电击致死的猎隼 (D310)

Fig. 4 Saker Falcon killed by electric shock



图 5 擦碰和饥饿致死的猎隼 (D348)

Fig. 5 Saker Falcon died by rubbing and starvation

2012)。20 世纪 90 年代非法贸易开始在一些国家蔓延，2002 年国际机构 (CITES) 宣布对阿拉伯联合酋长国实施贸易禁令。然而，据 2002 年世界自然保护联盟 (IUCN) 估计，沙特阿拉伯每年捕捉猎隼的数量为 4 000 只，卡塔尔为 1 000 只，巴林、科威特和阿联酋各为 500 ~ 1 000 只，在捕捉过程中约有 5% 死亡。每年捕捉 6 825 ~ 8 400 只，其中绝大多数 (77%) 是亚成体雌性，19% 是成体雌性，3% 是亚成体雄性，1% 是成体雄性，雌雄比例 24 : 1。

猎隼的另一威胁因素就是电击。中国的“西电东输”对于经济发展可谓是功不可没，但是对于西部的猛禽来说，却是噩梦 (Ma et al. 2016)。猛禽喜欢站立在高处歇息和觅食，特别是电线杆和高压线上，但由于翼展较宽 (平均为 1 250 mm)，在起飞或者降落过程中，容易造成电线短路，被电击身亡。而缚着跟踪器的

猎隼，增加了额外质量，会加大体能消耗，同时带来的不适应，会增加其理羽频次，延长其停留在电线上休息的时间，在一定程度上增加了被电击的风险。在蒙古国研究高压线对猎隼影响发现，在 56 km 长的 15 kV 高压线下，找到 9 具电击死亡的猎隼尸体，电击死亡率为 16 只/100 km；据估计，仅仅在蒙古国每年因电击死亡的数量约为 4 116 只 (Dixon et al. 2017)。而在中国西部电网对猛禽的影响研究中，对 4 条共计 58 km 长的 10 kV 高压线调查过程中，发现 5 只猎隼被电击而死，电击死亡率为 9 只/100 km (梅宇等 2008)。因此在建设国家电网的时候应该充分考虑对猛禽的影响，在电网安全运行的前提下，安装驱鸟部件、人工鸟巢、栖息平台、绝缘防护装置等，加快西部电网改造，彻底改变传统的预防鸟害方法，争取做到只防鸟而不伤害鸟。

卫星跟踪方法在鸟类迁徙研究中越来越普遍，但是在对猎隼卫星跟踪研究时发现了一些问题，其返回率明显低于正常值。对于中等体型的猛禽，成体年存活率为 80% ~ 90%，比如苍鹰 (*Accipiter gentilis*) (Kenward et al. 1999)、普通鵟 (*Buteo buteo*) (Kenward et al. 2000) 和游隼 (*Falco peregrinus*) (Mearns et al. 1984)。由于猎隼具有次年返回同一繁殖地繁殖的习性，于是 Wink 等 (1999) 在用 DNA 指纹图谱分析时，估计哈萨克斯坦野生猎隼的年返回繁殖率为 $82\% \pm 5\%$ 。但是近 10 年卫星跟踪猎隼的年返回率仅为 31.4%，此结果应低于实际值，因为猎隼是较为凶猛中型猛禽，会啄坏发射器或绑绳。此外发射器自身故障，均会失联。Dixon 等 (2016) 用卫星发射器和翼标 (patagial tags) 两种方法对比，显示出卫星跟踪器会降低猎隼的存活率。在蒙古和欧洲一些地方，卫星跟踪猎隼的存活率竟低于 5%，不仅是因为自然原因，而是卫星跟踪技术的滥用 (Bagyura et al. 2012, Rahman et al. 2014)。同时研究表明，卫星发射器还会降低飞行速度 (Irvine et al. 2007)，并影响迁徙行为 (Ristow et al. 2000)，

还会磨损羽毛和皮肤,对其身体造成物理伤害。猎隼是依靠速度捕食的物种,其飞行速度极快,尤其捕食的瞬时速度能达到 322 km/h (Blue Planet Biomes 2006),虽然绝大部分动物携带发射器时有一个通常不超过体重 3%的底限,但对于猎隼,这个比例的附加可能会对其捕猎时的瞬时速度及平衡有很大影响,最终可能造成其捕食率下降。此次调查,被跟踪的猎隼在 2 年内几乎全军覆没,一方面显示了依然存在很大的威胁(如捕捉、电击、中毒、饥饿、碰撞等),另一方面,发射器和脚环对猎隼行为确实有一定影响。在被跟踪的当年亚成鸟就有 60.9% 失踪,特别是在春、秋迁徙季节。也许猎隼对发射器和脚环的适应性较差,在迁徙季节表现较为明显,影响了其飞行,对保护猎隼不利。此外,有些猎隼同时佩戴了一只金属脚环和一只塑料脚环(图 1),在快速飞行或俯冲过程中由于二者重量差异可能会影响平衡,甚至影响捕食行为。从目前的研究现状来看,猎隼的处境依然不容乐观,应当改善保护与研究方式。

致谢 感谢新疆观鸟会及徐捷等在野外寻找猎隼尸体时提供的帮助。特别感谢 Mys Prommer (匈牙利)、Elvira Nikolenko、Igor Karyakin (俄罗斯)、Nyambayar Batbayar、Batmunkh Davaasuren (蒙古)、Andrew Dixon (英)等为我们提供猎隼跟踪信息和一些建议。

参 考 文 献

- Bagyura J, Szitta T, Haraszthy L, et al. 2012. Results of the Saker Falcon (*Falco cherrug*) conservation programme in Hungary between 1980 - 2010. *Aquila*, 119: 105–110.
- Blue Planet Biomes (May, 2006). [DB/OL]. [2018-10-20] http://www.blueplanetbiomes.org/saker_falcon.htm.
- Dixon A. 2012. Conservation of the Saker Falcon (*Falco cherrug*) and the use of hybrids for falconry. *Aquila*, 119: 9–19.
- Dixon A, Ragyov D, Purevochir G, et al. 2016. Evidence for deleterious effects of harness-mounted satellite transmitters on Saker Falcons *Falco cherrug*. *Bird Study*, 63(1): 96–106.
- Dixon A, Rahman M L, Galtbalt B, et al. 2017. Avian electrocution rates associated with density of active small mammal holes and power-pole mitigation: implications for the conservation of Threatened raptors in Mongolia. *Journal for Nature Conservation*, 36: 14–19.
- Irvine R J, Leckie F, Redpath S M. 2007. Cost of carrying radio transmitters: a test with racing pigeons *Columba Livia*. *Wildlife Biology*, 13(3): 238–243.
- IUCN. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. [DB/OL] [2017-04-27]. www.iucnredlist.org.
- Karyakin I V, Zinevich L S, Rozhkova D N, et al. 2017. The first results of the project on restoration of genetic diversity of the Saker Falcon populations in the Altai-Sayan Region, Russia. *Raptors Conservation*, 35: 176–192.
- Kenward R E, Marcstrm V, Karlbom M. 1999. Demographic estimates from radio-tagging: models of age-specific survival and breeding in the goshawk. *Journal of Animal Ecology*, 68(5): 1020–1033.
- Kenward R E, Walls S S, Hodder K H, et al. 2000. The prevalence of non-breeders in raptor populations: evidence from rings, radio-tags and transect surveys. *Oikos*, 91(2): 271–279.
- Ma M, Xu J, Mys P. 2016. An electrocution case of Saker Falcon with transmitter tag in Xinjiang, west of China. *Newsletter of China Ornithological Society*, 25(2): 12–13, 44–45.
- Mearns R, Newton I. 1984. Turnover and dispersal in a Peregrine *Falco peregrinus* population. *Ibis*, 126(3): 347–355.
- Rahman M L, Purev-Ochir G, Etheridge M, et al. 2014. The potential use of artificial nests for the management and sustainable utilization of Saker Falcons (*Falco cherrug*). *Journal of Ornithology*, 155(3): 649–656.
- Ristow D, Berthold P, Hashmi D, et al. 2000. Satellite tracking of Cory's Shearwater migration. *Condor*, 102(3): 696–699.
- Wink M, Staudter H, Bragin Y, et al. 1999. The use of DNA fingerprinting to estimate annual survival rates in the Saker Falcon (*Falco cherrug*). *Journal Fur Ornithologie*, 140(4): 481–489.

- 马鸣, 梅宇, Eugene Potapov, 等. 2007. 中国西部地区猎隼 (*Falco cherrug*) 繁殖生物学与保护. 干旱区地理, 30(5): 654-659.
- 梅宇, 马鸣, Andrew Dixon, 等. 2008. 中国西部电网电击猛禽致死事故调查. 动物学杂志, 43(4): 114-117.
- 吴逸群, 马鸣, 刘迺发, 等. 2007. 新疆准噶尔盆地东缘猎隼的繁殖生态. 动物学研究, 28(4): 362-366.
- 郑光美, 王岐山. 1998. 中国濒危动物红皮书: 鸟类. 北京: 科学出版社.