

高山兀鹫繁殖期交配及筑巢行为初步观察

徐国华^{①②} 马 鸣^{①*} 吴道宁^{①②} 刘 垚^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: 高山兀鹫 (*Gyps himalayensis*) 在海拔 2 400 ~ 4 800 m 的悬崖峭壁之上营巢, 行为观测难度较大, 资料匮乏。2013 年至 2015 年, 在天山采用样线调查法、问卷调查法, 寻找到上百个巢穴。通过布设红外自动相机的方法, 对高山兀鹫繁殖期巢内行为进行拍摄, 同时结合焦点动物取样法和瞬时扫描法, 对其交配及巢内行为进行观察和研究。共拍摄 11 万张照片, 选出有效照片 2 150 张。对繁殖期行为进行了描述和定义, 共 7 大类 16 种行为。根据照片逐一对比每种行为, 统计各种行为拍摄张数及所占比例, 其中, 交配 135 张 (6.3%), 筑巢 403 张 (18.7%), 休息 420 张 (19.5%), 警戒 375 张 (17.4%), 保养 335 张 (15.6%), 运动 200 张 (9.3%), 其他 282 张 (13.1%)。照片记录显示, 交配行为从 1 月 16 日持续到 3 月 2 日, 在一天的 8:00 ~ 16:00 时间段内, 除 9:00 ~ 10:00 时没有记录到交配行为外, 其余时间段内都有发生。交配行为次数 (张数) 在 13:00 ~ 14:00 时达到高峰, 与气温同期达到高峰。交配过程持续 8 ~ 15 s。筑巢期间, 巢材由雌雄兀鹫运输, 雌性负责将巢材放入巢中, 整理、铺垫和修缮。筑巢行为在白天有三个高峰期, 分别为 11:00 ~ 12:00 时、13:00 ~ 14:00 时和 15:00 ~ 16:00 时。在每个高峰期后, 往往出现一个短暂的低谷期。冬季食物短缺, 照片显示雕鸮 (*Bubo bubo*)、雪豹 (*Uncia uncia*) 等食肉动物进入巢内, 对兀鹫繁殖造成干扰, 甚至中断繁殖。作为高原健康指示物种, 高山兀鹫生存状况不容乐观, 急需加强保护。

关键词: 高山兀鹫; 红外相机; 行为谱; 交配行为; 筑巢行为; 天山

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2016) 02-183-07

Observation of the Mating and Nesting Behavior of Himalayan Vulture (*Gyps himalayensis*) during the Breeding Period

XU Guo-Hua^{①②} MA Ming^{①*} WU Dao-Ning^{①②} LIU Yao^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: As one of the scavengers of Old World vultures, the Himalayan vulture (*Gyps himalayensis*) is an almost endemic species to China and it is known as the holy eagle for the celestial burial of Tibetan people. The bird prefers to nest on the high cliffs (from 2 400 m to 4 800 m altitude) and it is difficult to study its

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31572292, 31272291, 30970340), 香港观鸟会中国自然保育基金项目 (No. 201202);

* 通讯作者, E-mail: maming@ms.xjb.ac.cn;

第一作者介绍 徐国华, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: 401552133@qq.com。

收稿日期: 2015-05-07, 修回日期: 2015-12-08 DOI: 10.13859/j.cjz.201602003

breeding behaviors. A lack of basic natural history information of the Himalayan vulture limits our ability to take conservation measures. Therefore, we search about hundred nests by the line survey and questionnaire methods in Tianshan Mts, Xinjiang, China. To monitor the mating and other nest behavior of Himalayan Vulture, we set camera traps near nests during the breeding period from 2013 to 2015. The focal sampling method and instantaneous scanning sampling method were also used. About 110 thousands photos were taken by the cameras and we selected 2 150 valid photos for analysis. Each photo was carefully examined to summarize the percentage of each type of behavior. As many as 16 behaviors under 7 categories were described and defined during the breeding period, including mating (135, 6.3%), nesting (403, 18.7%), resting (420, 19.5%), alerting (375, 17.4%), maintain (335, 15.6%), locomotion (200, 9.3%) and some other behaviors (282, 13.1%). The process of mating behavior lasted 8 - 15 s (Fig. 1). The mating behavior lasted from 16 January to 2 March for these three years and occurred at any time from 8:00 to 16:00 except for 9:00 to 10:00, and it reached the peak at the time from 13:00 - 14:00, with temperature also being the daily summit (Fig. 2). During the nesting period, nesting material was brought both by males and females (Fig. 1), and all nesting materials were arranged by the females. The peaks of nest building behavior occurred at 11:00 - 12:00, 13:00 - 14:00 and 15:00 - 16:00 with each peak followed by a short trough (Fig. 3). Probably due to the food shortage in our study area during the breeding season, other predators were photo trapped to be the vulture nests, such as the eagle owl (*Bubo bubo*) and snow leopard (*Uncia uncia*), which made big disturbance and even failure to their reproduction. We suggest some urgent conservation measures, such as to prevent of being poisoned by diclofenac medicines, to protect the local habitat, should be carried out to ensure the population of this endangered scavenger species living sustainably on the plateau.

Key words: Himalayan vulture (*Gyps himalayensis*); Camera trap; Ethogram; Mating behavior; Nesting behavior; Tianshan Mountains

行为是指动物在一定环境条件下, 为了完成摄食、排遗、体温调节、生存、繁殖以及其他生理需要而以一定姿势完成的一系列动作(蒋志刚 2000)。动物行为研究是揭示动物活动规律, 探索动物与其环境之间的关系, 探讨动物生理调节、适应环境的起点(Banchetti et al. 2003)。建立动物的行为谱是行为学研究的重要内容, 有助于行为的量化, 为动物学研究提供基础资料。

高山兀鹫(*Gyps himalayensis*)亦称喜马拉雅兀鹫或喜山兀鹫, 分布于天山、昆仑山、帕米尔高原、喀喇昆仑山、喜马拉雅山及青藏高原等, 在周边国家比较罕见。作为一种神秘的大型高原猛禽, 除了特殊的食腐习性及古老的“天葬”记录, 人们对其生活史知之甚少。国内外关于高山兀鹫繁殖生态与行为的研究报道

很少(许维枢 1995, 赵正阶 1995, 高玮 2002, Lu et al. 2009, 马鸣等 2015, Campbell 2015), 交配和筑巢行为观察更是空白。2013 ~ 2015年, 在新疆天山开展高山兀鹫繁殖生态调查期间(Ma et al. 2013, 马鸣等 2014), 利用红外相机, 拍摄兀鹫巢内繁殖情况, 记录兀鹫繁殖前期交配行为及其他巢内行为, 以期为高山兀鹫的行为学研究及保护提供参考数据。

1 研究地区及方法

观测区域在天山中部, 包括乌鲁木齐、和硕、和静、乌苏等地, 地理坐标 42°30' ~ 44°30'N, 84°00' ~ 88°00'E。该地区属大陆性中温带干旱、半干旱气候, 冬季严寒漫长, 夏季比较凉爽, 昼夜及四季温差都比较大。山区年降雨量 300 ~ 500 mm, 成为内陆干旱区的一个

“湿岛”。区内流淌着乌鲁木齐河、开都河、伊犁河、奎屯河、头屯河等。研究区内主要植被为天山云杉 (*Picea schrenkiana*)、圆柏 (*Cupressus* spp.)、针茅 (*Stipa capillata*) 等。哺乳动物有狼 (*Canis lupus*)、赤狐 (*Vulpes vulpes*)、雪豹 (*Unica unica*)、灰旱獭 (*Marmota baibacina*)、北山羊 (*Capra ibex*)、马鹿 (*Cervus elaphus*)、狗獾 (*Meles leucurus*)。常见猛禽有金雕 (*Aquila chrysaetos*)、胡兀鹫 (*Gypaetus barbatus*)、黑耳鸢 (*Milvus migrans*) 等。

采用样线法和问卷调查法,搜索高山兀鹫巢址信息,对 100 多个巢址进行定位和观测。对可接近的兀鹫巢穴,在距巢 6~10 m 处架设红外相机,尽量不干扰兀鹫繁殖的情况下,快速伪装好相机。时间选在 1~9 月之间(繁殖期)。我们采用的自动相机为 GoPro HERO III 和 Bestguarder 系列 (SG-990V),自带 LED 辅助照明,可全天候拍摄照片或录像。使用 8 节 AA 锂电池,待机时间可达 4~6 个月。使用 32G SD 卡 (SanDisk) 存储照片或视频文件,照片存储量可达到上万张。可设置为拍照与录像模式,每次触发拍摄 5 张图片,间隔为 10 s,全天 24 h 开启。每张拍摄照片标记有日期、时间(北京时间)、气温、气压、月相等信息。同时,在尽量不干扰高山兀鹫繁殖的情况下,相距 500~700 m 借助双筒 (Minox BV, 10×42) 或单筒高倍望远镜 (Carl Zeiss, Diascope 85, 20~60 倍可变),在繁殖期内,采用焦点动物取样法和瞬时扫描法对高山兀鹫行为进行观察、记录。对拍摄到的照片进行归纳整理,利用 Microsoft Excel 2010 进行分类与汇总。

2 结果与分析

2.1 繁殖期巢内行为描述

繁殖期是指高山兀鹫从发情至交配、筑巢、产卵、孵化、育雏及雏鸟离巢的时间段。参考行为研究的相关文献,对拍摄的照片进行行为归类,依据每种行为产生的功能、动作或姿态进行分类和描述。繁殖期行为包括交配(交配

前、交配中、交配后)、筑巢(絮巢、理巢)、休息(睡眠、静卧)、警戒(张望、鸣叫、扇翅)、保养(理羽、伸展、排便)、运动(走动、跳动)、其他,共 7 类 16 种。(1) 交配行为:指雄性对雌性表现出亲昵、摩擦、邀配行为,不断碰触雌性身体、颈、头部,雌性对这些动作进行迎合。雄性跳到雌性背上,采取踩背的方式,尾端后倾与雌性交配,在保持平衡的同时,泄殖腔孔对接,交配行为发生,以理羽或休息结束全部动作。(2) 筑巢行为:指亲鸟用喙衔运大量纤细禾草或枝条运输到巢中,并在巢内不断夹起、放下,同时啄动、续垫、整理巢,双爪抓取、压实巢体。(3) 休息行为:指亲鸟于巢中或旁边平台(休息台),将双腿折于体下,身体呈水平姿势,低头,且闭眼趴卧,静止不动。

(4) 警戒行为:指亲鸟站立于巢边,转动头部,向四周观察或观望;当受到惊扰时,抬头、伸颈、张嘴,发出声音;当受到其他捕食者如猛禽进犯时,抖羽、跳动、扇翅、伸颈、驱赶或发出叫声。(5) 保养行为:指站立或低卧,通过头颈部的伸展、转动,用喙梳理自己背部、左右翼、腹部及腿等部位羽毛,同时将一侧或两侧翅膀向外伸展,摊出几秒后再收回。(6) 运动行为:指双腿交替迈步使身体前行,在巢内和休息台(高于巢址)之间来回跳跃式前进、升降,带有扇翅的动作。(7) 其他行为:指一些瞬间行为,难以量化和理解,包括离开巢的一些行为,如外出、凉卵、换孵、盘旋等。

2.2 拍摄照片结果

从 2013 至 2015 年期间,重点选取了 11 个巢进行拍摄。共拍摄到 11 万张照片,剔除重复和无效照片,用于本研究的有效照片为 2 150 张。根据上述 7 类行为,对照片进行分类,各类行为拍摄照片数量分别为:交配 135 张 (6.3%),筑巢 403 张 (18.7%),休息 420 张 (19.5%),警戒 375 张 (17.4%),保养 335 张 (15.6%),运动 200 张 (9.3%),其他 282 张 (13.1%)。结合野外定点观测,12 月中下旬至翌年 4 月是高山兀鹫的营巢期,1 月至 5 月是

高山兀鹫交配、产卵、孵卵的重要时期, 3~9 月为育雏期。高山兀鹫的交配行为多发生在巢内或者巢旁。

2.3 交配行为的时间分配

高山兀鹫交配前(邀配), 雄性首先表现出交配前的欲交配行为, 不断去触碰雌性身体, 表现出亲昵行为; 其次雌性做出回应, 与雄性碰触、低吟, 互碰双方尾部; 随后, 雌性开始放低身体, 成蜷缩状, 尾部微翘; 雄性做出往雌性背上跳跃的姿势。交配中(踩背、射精), 雄性从背后跳到雌性背上, 时常张开翅膀以保持身体的平衡, 此时雌性身体呈弓形, 头缩, 尾部上翘; 雄性嘴紧挨雌性肩部, 在保持平衡的同时, 雄性尾部下弯, 泄殖腔对接, 交配受精发生, 整个过程持续 8~15 s (图 1)。雄性在保持平衡方面要耗费一定时间; 交配后, 雄性从雌性背上跳下; 雌、雄挺胸、抬头、抖羽、张望、展翅等动作; 雄性较雌性表现兴奋, 双方以理羽、休息、离巢(多半为雄性)结束全部动作。

通过自动相机拍摄, 共记录到 135 次(张)交配行为。照片记录显示, 交配行为从 1 月 16

日持续到 3 月 2 日。在这么长的时间段里, 通过次数统计(时间分配), 除 8:00~9:00 时(北京时间, 下同)没有记录到交配行为外, 其余时间段都有交配发生。交配行为在 13:00~14:00 时达到高峰, 之后递减, 但在 17:00~18:00 时出现一个小高峰(图 2)。

交配期的气温变化对鸟类交配行为影响比较大。通过计算平均值绘制温度曲线, 在 13:00~14:00 时之间达到了最高值, 与交配次数同期达到高峰。因为 1~4 月份, 山间气温低, 兀鹫需要选择一个比较高的温度环境来保证受精的成功率, 同时也是为了降低体能消耗。

2.4 筑巢行为的时间分配

共记录到 403 次(张)筑巢行为(图 3), 雌雄双方共同参与, 巢材运输由雌雄兀鹫共同担任, 雌性兀鹫负责铺垫、整理巢穴。筑巢行为在一天内从 9:00 时一直持续到 17:00 时。期间, 有 3 个高峰期, 分别为 11:00~12:00 时、13:00~14:00 时和 15:00~16:00 时 3 个时间段。在 13:00~14:00 时达到一天的最高峰。这个时间段地表空气温度最高, 空气对流旺盛, 兀鹫可以利用对流减少运输巢材的能量消耗, 增加



图 1 高山兀鹫交配(左)与筑巢(右)行为

Fig. 1 Mating (left) and nesting (right) behaviors of Himalayan vulture

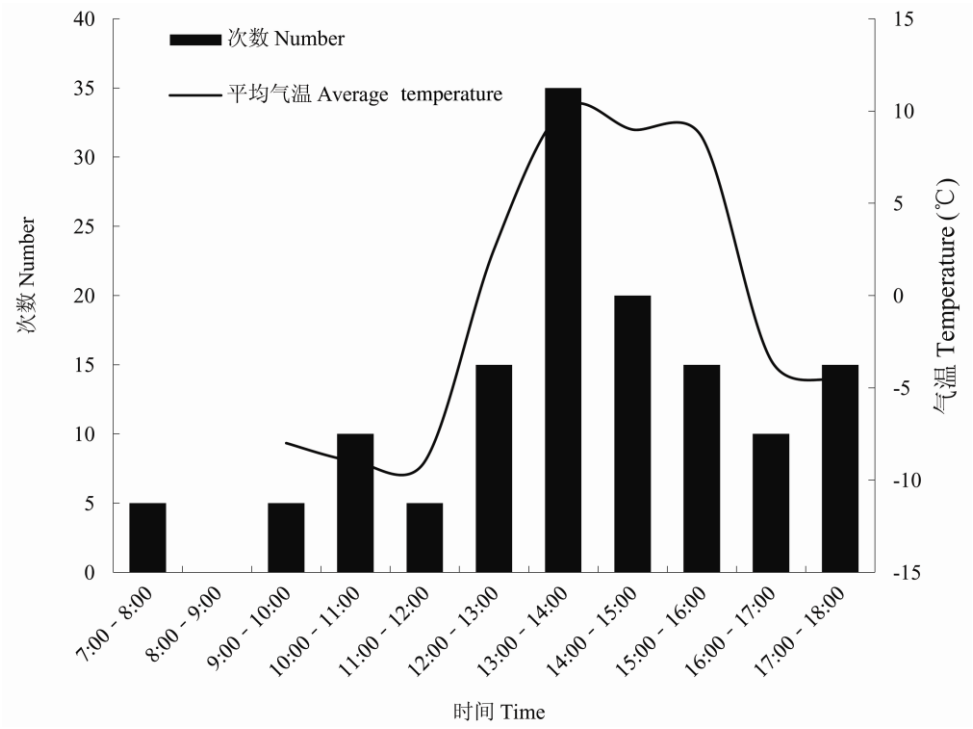


图 2 交配期内交配次数的时间分配及与气温的关系

Fig. 2 Distribution of daily mating behavior and its relations with the temperature in mating period

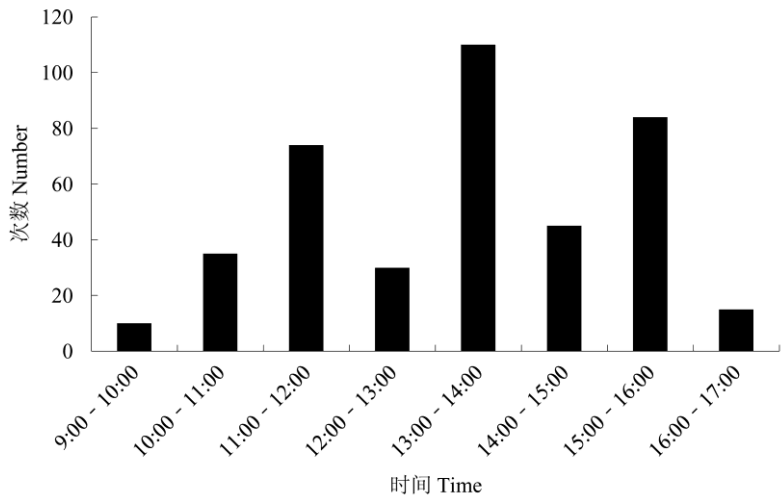


图 3 繁殖期内筑巢次数的时间分配

Fig. 3 Distribution of daily nesting building behavior during the breeding period

筑巢行为的频次（图 3）。在每个高峰期后，往往出现一个短暂的低谷期。这是由于运输巢材、修筑巢穴会消耗大量的体能，需要进行短暂的休息来恢复体力。

3 讨论

行为是动物对环境变化最直接的表达形式。关于交配行为，对大型兽类的研究比较多，

猛禽研究较少,且集中在室内养殖、动物园等(高峰等 2013)。鸟类筑巢和交配行为的研究一直很缺乏,原因在于鸟类交配和筑巢行为短暂、隐蔽,很难观测,对于大型猛禽,更是如此。高山兀鹫分布于高山、高原地区,筑巢于悬崖峭壁上,野外观察困难,特别是一些偏远山区,交通条件差,难以到达。红外相机具有多项优点,它受栖息地环境影响小,省时省力,对动物干扰小,属于无伤害取样。最重要的是可昼夜连续工作,信息存储量大,工作时长,功能多样,对于开展动物行为研究是不错的选择(马鸣等 2006, 李晟等 2014, 肖治术等 2014)。

交配行为是物种繁殖对策的重要组成部分,对动物种群的繁衍和发展具有极其重要的作用(刘振生等 2004)。高山兀鹫交配行为与秃鹫(*Aegypius monachus*)很相似(高峰等 2013)。但在交配时间上,与圈养秃鹫有差异(较短),主要在于圈养秃鹫在交配过程中外界干扰大,警戒行为增多,耗费时间长。虽然高山兀鹫在交配前后也伴随着张望、抬头等警戒行为,但时间相对较短。在交配中,为保持身体的平衡,顺利完成射精,高山兀鹫翅膀经常张开,但时常滑落,消耗一定时间。

本次调查显示高山兀鹫集中于 13:00 ~ 16:00 时进行交配,与南非的胡兀鹫交配行为发生的时间段(6:00 ~ 9:00 时)有明显区别,这可能与南非的胡兀鹫分布海拔低而气温高有关(Brown 1990),但文中作者也说明只要天气有利,气温高,都有交配行为的发生,这与本次调查结果是一致的。天山海拔高,气温变化快,选择一个合适的时间与位置对繁殖和生存很重要。

高山兀鹫的巢址多分布于海拔 2 400 ~ 4 800 m 之间,一年四季气温相对稳定。同时,多数喜欢在向阳的南坡营巢(占 78.6%),而且喜欢在崖壁凹陷处,熔岩洞穴里营巢,这样可以起到防风、避雨、保温的作用(马鸣等 2014)。筑巢以柔软、保温的细禾草(如针茅)为主,

同时夹带少量圆柏、云杉或锦鸡儿(*Caragana* spp.)的枝条。巢内还分布有少量羽毛、骨头、瓷器碎片等(Ma et al. 2014a)。与秃鹫(枝条占多数)、胡兀鹫(动物皮毛占多数)所需巢材存在差异,也因所处生存地表环境有关(蔡其侃 1988, 苏化龙等 2015)。山区风大,加上高山兀鹫体型庞大、比较笨拙,细禾草容易被兀鹫掀出巢外,被风吹走(散)。加上此季节山区寒冷,因此需不断补充巢材。照片显示筑巢 403 次(张)(18.7%),仅次于休息 420 次(张)(19.5%)。一些照片记录显示,雌性高山兀鹫晚上不时对巢内进行修理,聚拢巢材。

鹫类繁殖前期,警惕性很高,关于警戒行为的照片达到 375 张(17.4%),这与其他猛禽例如秃鹫、金雕很相似(赵序茅等 2013)。高山兀鹫对我们布设的红外相机,起初经常张望,到了后期,慢慢习惯。每次交配完后,鹫类都有向四处张望的动作。初春时节,食物短缺(Liu et al. 2013, Ma et al. 2014b),一些动物也时常进到高山兀鹫巢内,干扰高山兀鹫繁殖。首次发现一些大型兽类还时常偷吃兀鹫卵或雏鸟,造成兀鹫繁殖失败。一只雕鸮(*Bubo bubo*)于 4 月 3 日凌晨进入高山兀鹫巢边,与巢中的高山兀鹫对视,导致兀鹫情绪紧张、站立、张翅、驱赶雕鸮。一只成年雪豹分别于 3 月 16 日 23:08 时和 3 月 20 日 6:39 时进入兀鹫巢区,对其繁殖造成影响。可见冬季食物缺乏,位于食物链(金字塔)顶端的猛禽和猛兽关系紧张,相互冲突时有发生。

从 20 世纪 90 年代开始,分布在南亚次大陆的 3 种古老的兀鹫——白背兀鹫(*Gyps indicus*)、细嘴兀鹫(*G. tenuirostris*)和长嘴兀鹫(*G. bengalensis*)遭受到了毁灭性的打击,由于取食了含有抗炎药物——双氯芬酸(diclofenac)牲畜的尸体,引起肾衰竭,导致 98% 以上鹫类的消亡(Prakash et al. 2003, Oaks et al. 2004)。鹫类广泛分布于南亚次大陆及青藏高原地区,双氯芬酸药物的使用对分布在中国的鹫类同样是潜在的威胁。在青藏高原地区

已有中毒死亡案例（苏化龙等 2015）。2013 年 8 月在新疆和硕县野外调查中，发现一只死亡的成年高山兀鹫，无外伤，疑为中毒死亡。同时，栖息地不断丧失，食物短缺，大规模开矿，重金属中毒等依然威胁着鹫类的生存，迫切需要相关部门加以保护。

致谢 感谢赵序茅、山加甫、庭州、买尔旦 吐尔干、李维东、徐峰、刘哲青、才代、王尧天、魏希明、张新民、杨小敏、马尧、陈西亭、巴泰、丁鹏、吴逸群、张同、黄亚慧（鸟网）、阿布力米提 阿布都卡迪尔、蒋迎昕、李波、张桂林、史柱、郑重、吉日格利特、特来、江明毅、朱新胜、孙大欢（新疆观鸟会）、林宣龙、蒋卫、时磊、张浩辉（香港观鸟会）、向文军（喀什观鸟会）、胡宝文、梅宇、陈莹、邢睿等人对野外考察给予的帮助和支持。感谢海鹰教授、段士民先生在鉴定植物标本上提供的帮助。

参 考 文 献

- Banchetti R, Erra F, Ricci N, et al. 2003. Ethogram of *Aspidisca sedigita*. Canadian Journal of Zoology, 81(1): 14–20.
- Brown C J. 1990. Breeding biology of the Bearded Vulture in southern Africa, Part I: the pre-laying and incubation periods. Ostrich, 61(1/2): 24–32.
- Campbell M. 2015. Vultures: Their Evolution, Ecology and Conservation. Boca Raton: CRC Press.
- Liu C, Huo Z P, Yu X P. 2013. Population and conservation status of the Himalayan Griffon (*Gyps himalayensis*) at the Drigung Thel Monastery, Tibet, China. Chinese Birds, 4(4): 328–331.
- Lu X, Ke D H, Zeng X H, et al. 2009. Status, ecology and conservation of the Himalayan griffon *Gyps himalayensis* (Aves, Accipitridae) in the Tibetan Plateau. Ambio, 38(3): 166–173.
- Ma M, Dao C, Xu G H, et al. 2013. Why are juvenile Himalayan Vultures *Gyps himalayensis* in the Xinjiang Tien Shan still at the nest in October? Birding ASIA. 20: 84–92.
- Ma M, Xu G H, Dao C, et al. 2014a. Breeding cycle and nest structure of Himalayan Griffon in Tien Shan Mountains, China. Raptors Conservation, 28: 29–37.
- Ma M, Zhao X M, Xu G H, et al. 2014b. Raptor conservation and culture in the west of China. Ela Journal, 3(1): 23–29.
- Oaks J L, Gilbert M, Virani M Z, et al. 2004. Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan. Nature, 427(6975): 630–633.
- Prakash V, Pain D J, Cunningham AA, et al. 2003. Catastrophic collapse of Indian white-backed *Gyps bengalensis* and long-billed *Gyps indicus* vulture populations. Biological Conservation, 109(3): 381–390.
- 蔡其佩. 1988. 北京鸟类志. 北京: 北京出版社.
- 高峰, 纪建伟, 田恒玖, 等. 2013. 笼养条件下秃鹫繁殖期的行为日节律及时间分配的观察研究. 湿地科学与管理, 9(1): 65–68.
- 高玮. 2002. 中国隼形目鸟类生态学. 北京: 科学出版社, 1–176.
- 蒋志刚. 2000. 麋鹿行为谱及以 PAE 编码系统. 兽类学报, 20(1): 11–12.
- 李晟, 王大军, 肖治术, 等. 2014. 红外相机技术在我国野生动物研究与保护中的应用与前景. 生物多样性, 22(6): 685–695.
- 刘振生, 李枫, 滕丽微, 等. 2004. 饲养条件下东北虎交配行为的观察. 动物学杂志, 38(1): 49–52.
- 马鸣, 道·才吾加甫, 山加甫, 等. 2014. 高山兀鹫 (*Gyps himalayensis*) 的繁殖行为研究. 野生动物学报, 35(4): 414–419.
- 马鸣, 庭州, 徐国华, 等. 2015. 利用多旋翼微型飞行器监测天山地区高山兀鹫繁殖简报. 动物学杂志, 50(2): 306–310.
- 马鸣, 徐峰, 吴逸群, 等. 2006. 利用自动照相术获得天山雪豹拍摄率与个体数量. 动物学报, 52(4): 788–793.
- 苏化龙, 马强, 王英, 等. 2015. 人类活动对青藏高原原兀鹫繁殖成功率 and 种群现状的影响. 动物学杂志, 50(5): 661–676.
- 肖治术, 李欣海, 广顺. 2014. 红外相机技术在我国野生动物监测研究中的应用. 生物多样性, 22(6): 683–684.
- 许维枢. 1995. 中国猛禽—鹰隼类. 北京: 中国林业出版社, 79–80.
- 赵序茅, 马鸣, 丁鹏, 等. 2013. 金雕巢期行为谱及时间分配. 干旱区地理, 36(6): 1084–1089.
- 赵正阶. 1995. 中国鸟类手册, 非雀形目. 长春: 吉林科学技术出版社.