

獐的警戒行为模式及逃跑起始距离的适应性变化

田鑫鑫^① 陈珉^{①*} 王会^② 裴恩乐^③ 袁晓^③ 沈国平^④ 蔡锋^④ 徐桂林^④

① 华东师范大学生命科学学院 上海 200062; ② 江苏盐城国家级珍禽自然保护区 盐城 224057;

③ 上海市野生动物保护管理站 上海 200023; ④ 松江区野生动物保护管理站 上海 201600

摘要: 为了掌握獐 (*Hydropotes inermis*) 的警戒行为特征并为重引入项目提供管理依据, 以人为干扰源观察獐的警戒反应, 发现其警戒模式包括听 (hear) 或扫视 (scan)、盯视 (stare)、走开 (walk away)、跑开 (run away)、吼叫 (bark) 和压脖 (stretch)。利用逃跑起始距离对上海松江野化圈养 (自主采食) 獐、上海华夏圈养 (人工饲喂) 獐和江苏盐城野生獐警戒性进行比较, 得出人工饲喂獐警戒性最小, 野生獐警戒性最大。野化獐警戒性提高, 表明可通过降低人类活动和种群密度、扩大区域面积等途径野化提高獐警戒性。

关键词: 獐; 警戒模式; 逃跑起始距离

中图分类号: Q958.1 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2012)06-25-06

Vigilance Pattern of Chinese Water Deer and the Adaptation Characteristics Using Flight Initiation Distance as a Metric

TIAN Xin-Xin^① CHEN Min^{①*} WANG Hui^② PEI En-Le^③ YUAN Xiao^③

SHEN Guo-Ping^④ CAI Feng^④ XU Gui-Lin^④

① *School of Life Science, East China Normal University, Shanghai* 200062; ② *Jiangsu Yancheng National Nature Reserve, Yancheng* 224057; ③ *Shanghai Wildlife Conservation and Management Bureau, Shanghai* 200023;

④ *Songjiang Wildlife Conservation and Management Bureau, Shanghai* 201600, China

Abstract: From September, 2010 to August, 2011, we tested the vigilance pattern of the semi-captive Chinese Water Deer (*Hydropotes inermis*) with human simulated predator in Songjiang, Shanghai, and results suggest that Chinese water deer's vigilance pattern includes hearing and scanning, staring and walking away or running away, and sometimes they bark or stretch their necks while staring. Barking in Chinese water deer mainly functions as an anti-predator behavior against predators instead of sending signals to other deer. Stretching may function as a trial to tell the level of threats from a predator or function as a ritualized behavior which indicates the health status of the water deer. We didn't observe aggressive behavior in Chinese water deer. We used flight initiation distance (FID) as a metric to compare the vigilance level of water deer populations of different captive status, including captive, human supplementary water deer in Huaxia, captive, free grazing water deer in Songjiang, and wild water deer in Yancheng Natural Reserve. The results suggest that the vigilance level differs significantly, which means captive water deer decrease their vigilance level compared to their wild counterparts, however human raised water deer could be trained to increased vigilance level. Experiences with human, size of

基金项目 上海市科技兴农重点攻关项目[沪农科攻字(2007)第3-6号];

* 通讯作者, E-mail: mchen@bio.ecnu.edu.cn;

第一作者介绍 田鑫鑫, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: txin.xin@163.com。

收稿日期: 2012-05-15, 修回日期: 2012-09-02

space, population density and the existence of fences may contribute to the difference of FID.

Key words: Chinese Water Deer (*Hydropotes inermis*); Vigilance pattern; Flight initiation distance

动物的警戒行为(或警戒反应)是一种觉察、躲避和抵御天敌的行为,一般认为是动物因感知到危险后产生的恐惧和焦虑引起的,是一种进化适应性行为反应^[1]。有蹄类动物对接近中的威胁源的反应,一般是首先通过视觉或听觉发现威胁源,然后进入警戒状态,在威胁源接近到某一距离时最终逃开,这一距离被称为逃跑起始距离(flight initiation distance, FID)。它是指动物由于捕食者的接近而开始逃跑的距离,在这一距离下,动物被捕食的风险等于离开原地的代价损失^[2]。圈养环境或频繁与人类接触会使野生动物变得驯服并减少对外在变化的机动反应,甚至丧失对天敌的反应并产生对人类行为的适应性^[3]。许多研究认为,人类干扰对于动物是一种捕食风险^[4-5]。在野生动物保护与管理中,警戒行为是一项重要的基础研究,其结果有助于管理方案的制定。其中,逃跑起始距离因其易测得并可进行量化比较^[6],常用于评估动物对威胁的感知程度^[7]和划定人类与动物相遇或接触的缓冲距离^[8-9]。

獐(*Hydropotes inermis*)是我国Ⅱ级保护野生动物,2009年,IUCN物种红皮书将其列为易危种(vulnerable, VU)。2006年,上海地区启动了以重建可自我维持、自由采食的野生獐种群为目标的重引入项目。目前已建立人工饲养的繁殖种群,并在可控环境中进行野化训练。重引入种群管理和野放时需要掌握该物种的行为特征^[10],了解其对环境的适应性,并评估其野放后避开人类捕杀风险的能力,设置合理缓冲距离减少人类干扰。关于獐的警戒行为研究仅见于张恩迪^[11]在英国惠普斯内德野生动物园(Whipsnade Wild Animal Park)对育幼期母獐的警戒行为研究。由此可知,如何确定獐和人类之间的缓冲距离还需要更多研究数据,因此,我们在松江浦南林地可控环境和江苏盐城国家级珍禽自然保护区中研究了獐的警戒行为,并结合上海浦东新区华夏公园圈养人工饲养獐的

警戒研究报道比较了人工饲养、野化训练及野生环境中獐警戒性的差异。

1 研究地点和对象

野化训练群体的警戒模式及逃跑起始距离的研究地点位于上海市松江区叶榭浦南林地(本文以下简称松江)(30°57'03"N, 121°17'58"E),该地点处于上海市西南,属北亚热带季风气候。研究区域为该林地内用围栏圈出的6.10 hm²的园区,主要乔木有香樟(*Cinnamomum camphora*)、复羽叶栎树(*Koelreuteria paniculata*),灌木有梔子(*Gardenia jasminoides*)、无患子(*Sapindus mukorossi*),草本有猪殃殃(*Galium aparine*)、一年蓬(*Erigeron annuus*)、刺果毛茛(*Ranunculus muricatus*)等。

野生群体逃跑起始距离的研究地点位于江苏盐城国家级珍禽自然保护区(本文以下简称盐城自然保护区)(33°34'15"N, 120°32'41"E)。该地点处于中国东海岸的中部,属北亚热带季风气候。该区域为天然湿地,主要植物物种为芦苇(*Phragmites australis*)、藎草(*Scirpus* sp.)、碱蓬(*Suaeda glaura*)等^[12]。

松江浦南林地的獐在可控环境中自主采食植物,冬季适当补饲,在观察期间(2010年9月至2011年8月)种群数量45~53只,密度为7.38~8.69只/hm²。松江獐种源50%为浙江舟山圈养人工饲养獐,50%为上海浦东新区华夏公园圈养人工饲养獐。盐城自然保护区的野生獐在观察期间(2007年)种群数量约372只,密度为0.019只/hm²^[13]。

2 研究方法

2.1 方法 采用直接观察法观测并记录獐的警戒行为,在不同地区进行了相应调整。2010年9月至2011年8月在松江每半个月选定连续2 d观察。每个观察日的观察时间包括日出0.5 h后3 h,日落0.5 h前3 h,以及中午3 h

(该观察时间段与日出后和日落前两个观察时间段的时间间隔相同,随每日昼长调整具体观察起止时间),每个观察日共观察 9 h。其中,冬季因昼长缩短,每个观察时间段为 2.5 h,因此冬季每个观察日观察 7.5 h。观察者沿固定样线以 0.75 m/步的步幅,约 1 步/s 的速度匀速行走,同时记录獐在发现观察者后的行为,并记录獐的警戒距离(alert distance, AD, 指动物出现警戒行为时人与獐之间的距离)和逃跑起始距离(FID, 指动物离开原地的瞬间人与獐之间的距离)。2007 年 3~5 月在盐城自然保护区调查得到野生条件下獐的 FID 值。调查时根据地形情况平行设置间隔 1~2 km 的样线,沿样线等速前进,发现目标个体后,记录其警戒行为,并采用激光测距仪记录个体与观察者的距离。

在调查中,观察者始终不发声喧哗,身着深色服装,以尽量保证干扰源的干扰强度相似。由于环境特征与獐的外形特征区分不明显等原因,本研究未区分个体,所取得样本量 n 值均为频次。虽然无法区分个体,但是由于采取了沿固定样线匀速行走的方式,且在一次样线行走中尽量不重复记录个体,因此保证了不同个体被观察的总次数是相似的。类似的数据收集方式见于对黑尾鹿(*Odocoileus hemionus*)的研究^[6]。

2.2 数据处理 数据以 Excel 输入、整理,采用 SPSS17.0 进行分析。以 Kolmogorov-Smirnov 检验法检验 FID 变量为非正态分布($P < 0.05$),经过对数转换或算术平方根转换后亦均不呈正态分布,因此采用非参数检验的方法进行比较检验。

3 结果

3.1 獐的警戒行为模式 根据观察,獐的警戒行为模式由听(hear)或扫视(scan)、盯视(stare)、走开(walk away)、跑开(run away)、吼叫(bark)和压脖(stretch)构成(图 1)。压脖行为在本研究定义为:獐发现威胁源后直视威胁源,头部与地面呈垂直的方式向下反复拉伸颈

部。人接近獐时,獐凭借视觉和听觉发现威胁源(人);如果威胁源继续接近,獐则进入盯视状态,直到威胁源和獐之间的距离达到 FID 值,獐逃开;当干扰强度小时,獐走开,当干扰强度大时,獐跑开;獐有时在逃开之前有吼叫或压脖行为。

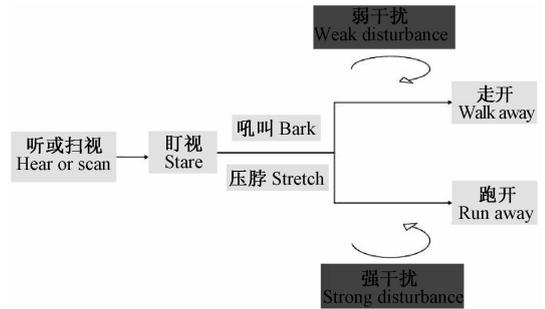


图 1 獐的警戒行为模式

Fig. 1 Vigilance behavior pattern of *Hydropotes inermis*

3.2 獐的警戒距离和逃跑起始距离 松江獐进入警戒状态时,即獐扫描或盯视时与威胁源(人)的距离,即警戒距离(AD),为 $(23.25 \pm 0.55) \text{ m}$ ($n = 502$);獐开始逃开时与威胁源(人)的距离,即逃跑起始距离(FID),为 $(19.36 \pm 0.25) \text{ m}$ ($n = 1\ 670$)。Mann-Whitney U 双样本非参数检验结果表明,二者差异显著($U = 343\ 719.00$, $W = 1\ 739\ 004.00$, $Z = 6.01$, $P < 0.01$)。松江獐的逃跑起始距离 FID 的极大值为 150.00 m。盐城自然保护区獐的 FID 为 $(178.86 \pm 18.29) \text{ m}$ ($n = 44$)。经 Mann-Whitney U 双样本非参数检验比较松江和江苏盐城自然保护区獐的 FID 值,差异极显著($U = 4\ 193.00$, $W = 1\ 399\ 478.00$, $Z = 10.19$, $P < 0.01$)。

4 讨论

4.1 獐的警戒行为模式 本研究发现獐通过听觉和视觉结合来察觉潜在威胁源,当威胁源持续接近时,其反应为走开或跑开,即逃开;未发现獐有攻击行为。人类活动对于獐类似于捕食风险,人与獐的距离越近,獐的警戒性越强。驯鹿(*Rangifer tarandus*)^[14]、黑尾鹿^[6]和麝鹿

(*Dama dama*)^[15]等鹿科动物的研究中发现,应对天敌的方式也是在威胁源接近时最终逃开。在獐的警戒行为中未发现类似麋鹿(*Elaphurus davidianus*)^[16]、羚牛(*Budorcas taxicolor*)^[17]、蒙古野驴(*Equus hemionus hemionus*)^[18]等有蹄动物的顿蹄或攻击行为。獐在发现威胁源时,有时表现出压脖和吼叫行为。

獐对潜在威胁产生警觉后会将头伸直,竖直双耳,并保持该姿势数分钟,在确认威胁源之前头部有扫描动作,耳部有转动动作。獐耳部的转动动作在威胁源靠近时幅度会增大,频次增多,并伴有头部扫描动作;当獐看到威胁源时,头部扫描停止,视线停留在威胁源上,耳部停止转动。因此,推测獐通过听觉和视觉结合起来察觉潜在威胁源。

獐在发现威胁源之后总是直接盯视,与黑尾鹿的行为^[19]相似。黑尾鹿发现威胁源之后也是直接盯视,而白尾鹿(*O. virginianus*)则是在移动中斜视观察者,这两种行为差异与所处的栖息地开阔程度相关,黑尾鹿所在的栖息地相对开阔,不需要移动即可观察到威胁源,而相对密闭环境中的白尾鹿则需要移动才可以观察到威胁源^[19]。獐采取盯视对策也可能与栖息地特征相关。獐喜好的植被高度刚好是其肩高加颈部和头部长度的总和,该植被高度既适宜其隐蔽而又不影响其观察周围的环境^[12],推测这一特征使得獐可以在静止状态观察到威胁源并作出反应,不需要移动。保持静止不动不仅减少能量投资,也减少了獐暴露在环境中的机会,即在不确定威胁源是否已发现自身或者不确定环境中威胁源数量的情况下,减少主动引起威胁源注意的机会。

獐在盯视威胁源时有时会表现出压脖和吼叫行为。捕食者的身体姿势可以透露出其当前的活动状态^[6],例如搜寻猎物(包括准备发动攻击)^[20]、寻找配偶或休息,被捕食者可能能够依据捕食者的身体姿势判断捕食者的危险程度。压脖行为多发生于獐发现干扰源且干扰源呈静止状态时。推测,(1)威胁源(人)静止时,獐可能通过压脖行为试探威胁源的活动状态,

压脖行为可能引起捕食者的行为反应,獐通过捕食者的这一反应判断威胁程度;(2)獐通过压脖行为可向自然天敌透露自身的健康状态。我们推测,在协同进化过程中,对于健康状态较好的獐,其天敌可能会放弃攻击,这既提高了天敌的捕食成功率,也提高了健康獐个体的生存率。獐的警戒吼叫声为重复发声、间隔数秒的“ER ~ ~”。在松江实地观察中,观察到獐的吼叫最多可达连续 83 声。獐的吼叫行为发生在附近其他个体已经离开后,这说明獐的吼叫是针对入侵者的反捕食行为,不是向群体中的其他个体的报警行为^[21],这和麋鹿^[16]、狍(*Capreolus pygargus*)^[22]等鹿科动物的吼叫行为作用相似。獐在吼叫停止后即逃开。

4.2 人为环境对獐警戒性的影响 獐在人持续接近后最终逃开而非主动接近,这表明,人类干扰的作用类似于捕食风险^[4-5]。松江野化獐的逃跑起始距离显著小于盐城自然保护区野生獐的逃跑起始距离,这说明长期圈养(其种源为圈养人工饲喂獐,且该野化训练獐虽为自主采食,但仍为圈养种群)导致獐对人类活动产生了一定的适应性,造成其警戒性降低。有研究表明,动物和人接触的经验类型显著影响动物对接近者的判断,被人类捕杀过的动物对人类保持较高的警戒性,而和人类有过友好接触经验的动物对人类的警戒性较低^[23]。松江野化獐的种源接受过人工补饲,且该野化种群较少受到生活区域外的干扰(有围栏保护)并在冬季接受一定人工补饲,因此和人类的接触经验多为友好接触,从而该野化獐种群对人类接近行为产生了较高的适应性,允许人更近距离地接触。

这种适应性有利于动物在有人类活动的区域存活^[23]。黄腹旱獭(*Marmota flaviventris*)通过调整分配在不同行为(例如觅食和警戒)上的时间来适应不同强度的人类干扰,并且,生活在人类居住区的旱獭能通过缩短对人的容忍距离即警戒距离和逃跑起始距离来适应频繁干扰,即增加了对人类干扰的容忍性^[24]。人类干扰为非致命干扰时,提高对人类干扰的容忍性

有利于提高动物的适合度,逃跑行为不仅耗费动物额外的能量^[25],而且使其失去社群和觅食的机会^[2],从而会降低其适合度^[26]。圈养环境中庇护所的可获得性较小^[27],即使逃开也难以获得庇护所,因此,圈养(松江)獐在人接近时选择较晚逃开,其 FID 显著小于野生(盐城自然保护区)同类。

4.3 獐野化种群的管理 重引入的动物最终将被释放到野外,而目前人类活动范围的扩大使得动物难以避免和人类活动接触。无论是娱乐活动还是偷猎事件,都会改变动物的警戒水平^[28]。警戒程度过高时,动物花费过多时间和精力用于警戒,其进行觅食和繁殖等活动的机会因此减少;警戒程度过低,动物被捕食的风险则增大。虽然野化已取得一定成效,但是目前对人类活动警戒性过低仍然是上海市獐重引入项目面临的主要问题之一,与盐城自然保护区野生獐相比,松江野化训练獐的警戒性仍然较低,需要进一步野化。

松江野化獐的逃跑起始距离大于其种源华夏圈养獐的逃跑起始距离(4.20 ± 2.82) m^[29],这说明野化已取得一定成效,且说明可通过人工干预提高獐的警戒性。松江野化獐的种源是华夏人工饲养獐。从华夏到松江,獐的生存环境变化主要在以下方面:人类活动强度降低,区域面积扩大,种群密度降低。首先,华夏獐完全依靠人工饲养,獐和人接触的频率较高,且该接触经验是友好的。而獐到松江之后,其主要依靠自主采食,和人类的接触经验减少。在松江出生的个体则极少与人接触。友好接触经验的减少使得松江獐逐渐恢复对人的警戒性。其次,华夏人工饲养环境面积(0.54 hm^2)^[29]比松江野化圈养地的面积(6.10 hm^2)小,且华夏人工饲养环境植被相对单一并人工化,主要有孝顺竹(*Banbusa multiplex*)、白车轴草(*Trifolium repens*)、桃(*Amygdalus persica*)等。生存空间较小造成动物发现人时人已经进入其 FID 之内。已有研究表明,动物发现威胁源时,动物和威胁源的距离(即 AD)影响动物的逃跑起始距离,即逃跑起始距离随警戒距离增大而增大^[6]。

松江的活动区域较大,獐可较早发现靠近中的威胁源,从而警戒距离增大,逃跑起始距离也相应增大。再次,华夏獐种群密度为 37.04 只/hm^2 ^[29],高种群密度的活动空间使动物被迫选择降低警戒程度,减少因其他个体逃开而诱发的警戒行为,以减少在警戒行为中投入的时间和能量。松江獐种群密度为 $7.38 \sim 8.69 \text{ 只/hm}^2$,相对较低的种群密度使得獐的警戒行为较少受到群体内其他个体的干扰。因此,在松江后续的野化训练中以及在选择新的野化区域时,建议从上述三个方面改善獐的生存环境,以逐步恢复獐的自然警戒水平。

松江野化獐在与人的距离为 (23.25 ± 0.55) m 时虽未走开或跑开,但已对人产生警戒,因此建议在松江圈养园区人应保持与獐 23.75 m 以上的距离,以减少獐对人类活动的警戒机会,从而降低獐对人类活动适应的机会。另外观察到松江獐的逃跑起始距离极大值为 150.00 m ,这提示在特殊条件下对于某些敏感个体来说, 150.00 m 的距离即可对其正常活动产生影响。另外,该值与盐城自然保护区野生獐的逃跑起始距离 [$(178.86 \pm 18.29) \text{ m}$] 在一个数量级,这提示野化训练中的獐可能与野生獐有相似的警戒能力,但由于圈养空间较小而被迫降低了逃跑起始距离,因此在将该种群獐释放到野外环境中后,应重新评估逃跑起始距离,用于划定缓冲区。

致谢 感谢张恩迪教授对文章写作的指导,感谢华东师范大学生命科学学院杨乃乙、蒋天一及何鑫对数据处理的建议,感谢华东师范大学生命科学学院滕丽薇、苏铁、彭燕燕、熊振寰、余晓俊、景龙龙、李建及宋本惠等同学在野外的协助,感谢松江区野生动物保护管理站金新良师傅的配合。

参 考 文 献

- [1] Roberts G. Why individual vigilance declines as group size increases. *Animal Behaviour*, 1996, 51(5): 1077 - 1086.
- [2] Ydenberg R C, Dill L M. The economics of fleeing from predators. *Advances in the Study of Behavior*, 1986, 16:

- 229 - 249.
- [3] Price E O. Behavioral development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science*, 1999, 65(3): 245 - 271.
- [4] Lima S, Dill L M. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 1990, 68(4): 619 - 640.
- [5] Frid A, Dill L M. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology*, 2002, 6(1): 11 - 26.
- [6] Stankowich T, Coss R G. Effects of predator behavior and proximity on risk assessment by Columbian black-tailed deer. *Behavioral Ecology*, 2005, 17(2): 246 - 254.
- [7] Stankowich T, Blumstein D. Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society: B*, 2005, 272(1581): 2627 - 2634.
- [8] Rodgers J A J, Smith H T. Buffer zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from human disturbance in Florida. *Wildlife Society Bulletin*, 1997, 25(1): 139 - 145.
- [9] Blumstein D T, Anthony L L, Harcourt R, et al. Testing a key assumption of wildlife buffer zones: is flight initiation distance a species-specific trait? *Biological Conservation*, 2003, 110(1): 97 - 100.
- [10] IUCN. Guidelines for Reintroductions. Gland/Cambridge: IUCN (World Conservation Union), 1998: 7 - 10.
- [11] 张恩迪. 半自然条件下初生獐的卧躺行为和母獐警戒性研究. *兽类学报*, 1999, 19(3): 227 - 230.
- [12] 张恩迪, 滕丽薇, 吴咏蓓. 江苏盐城保护区獐的栖息地选择. *兽类学报*, 2006, 26(1): 49 - 53.
- [13] 陈珉, 张恩迪, 杨乃乙, 等. 江苏省盐城滨海湿地獐的春季种群数量与分布. *湿地科学*, 2009, 7(1): 1 - 4.
- [14] Reimers E, Colman J E. Reindeer and caribou (*Rangifer tarandus*) response towards human activities. *Rangifer*, 2006, 26(2): 55 - 71.
- [15] Recarte J M, Vincent J P, Hewison A J M. Flight responses of park fallow deer to the human observer. *Behavioural Processes*, 1998, 44(1): 65 - 72.
- [16] 李春旺, 蒋志刚, 汤永华. 散放麋鹿的警戒行为模式、警戒距离及其季节差异. *动物学报*, 2006, 52(5): 942 - 947.
- [17] 曾治高, 宋延龄. 羚牛防御行为的观察. *兽类学报*, 1998, 18(1): 8 - 14.
- [18] 毕俊怀, 胡德夫, 丁英, 等. 蒙古野驴的警戒防御行为. *兽类学报*, 2008, 28(1): 28 - 32.
- [19] Lingle S, Wilson W F. Detection and avoidance of predators in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) and mule deer (*O. hemionus*). *Ethology*, 2001, 107(2): 125 - 147.
- [20] Helfman G S, Winkelman D L. Threat sensitivity in bicolor damselfish: effects of sociality and body size. *Ethology*, 1997, 103(5): 369 - 383.
- [21] Long A M, Moore N P, Hayden T J. Vocalizations in red deer (*Cervus elaphus*), sika deer (*Cervus nippon*) and red × sika hybrids. *Journal of Zoology*, 1998, 244(1): 123 - 134.
- [22] Reby D, Cargnelutti B, Hewison A J M. Contexts and possible functions of barking in roe deer. *Animal Behaviour*, 1999, 57(5): 1121 - 1128.
- [23] Lehrer E W, Schooley R L, Whittington J K. Survival and antipredator behavior of woodchucks (*Marmota monax*) along an urban-agricultural gradient. *Canadian Journal of Zoology*, 2012, 90(1): 12 - 21.
- [24] Li C W, Monclús R, Maul T L, et al. Quantifying human disturbance on antipredator behavior and flush initiation distance in yellow-bellied marmots. *Applied Animal Behaviour Science*, 2011, 129(2/4): 146 - 152.
- [25] Eason P K, Sherman P T, Rankin O, et al. Factors affecting flight initiation distance in American robins. *Journal of Wildlife Management*, 2006, 70(6): 1796 - 1800.
- [26] Kohler S L, McPeck M A. Predation risk and the foraging behavior of competing stream insects. *Ecology*, 1989, 70(6): 1811 - 1825.
- [27] Cooper W E Jr. Risk factors affecting escape behavior in the desert iguana, *Dipsosaurus dorsalis*: speed and directness of predator approach, degree of cover, direction of turning by a predator, and temperature. *Canadian Journal of Zoology*, 2003, 81(6): 979 - 984.
- [28] Jayakody S, Sibbald A M, Gordon I J, et al. Red deer *Cervus elaphus* vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. *Wildlife Biology*, 2008, 14(1): 81 - 91.
- [29] 马飞雁. 上海浦东新区獐重引入试点獐 (*Hydropotes inermis*) 的种群特征与行为学研究. 上海: 华东师范大学硕士学位论文. 2009: 13 - 48.