

穿山甲生态学研究概况*

吴诗宝^{①②} 刘迺发^② 马广智^③ 唐玫^③ 陈海^④ 徐昭荣^⑤

(①湛江师范学院 广东 524048; ②兰州大学生命科学院 兰州 730000; ③华南师范大学生命科学院 广州 510000;
④茂名市林业局 广东 525000; ⑤大雾岭自然保护区 广东 茂名 525000)

摘要: 综述了全球现存 7 种穿山甲生态学研究概况, 目前的研究主要是通过访问法对中国穿山甲 (*Manis pentadactyla*) 的栖息地、活动习性、食性、繁殖习性、打洞习性进行一般性的描述。开普穿山甲 (*M. temminckii*) 主要集中在家域、活动和运动、食谱和觅食行为生态上, 繁殖生态学、种群生态学及栖息地的研究没有涉及。树穿山甲 (*M. tricuspis*) 仅见其家域研究的报道。其它 4 种穿山甲生态学研究未见任何报道。7 种穿山甲的习性相似。今后应当强调从生命的各个层次对其生态学进行比较研究, 以揭示其存在的生态差异。重点应是洞穴生态、觅食生态、行为生态(如家域与活动)、繁殖生态和种群生态。

关键词: 穿山甲; 生态学; 综述

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)02-46-07

A Current Situation of Ecology Study on Pangolins

WU Shi-Bao^{①②} LIU Nai-Fa^② MA Guang-Zhi^③ TANG Mei^③ CHEN Hai^④ XU Zhao-Rong^⑤

(① Zhanjiang Normal College, Guangdong 524048; ② School of Life Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000;
③ South China Normal University, Guangzhou 510000; ④ Maoming Forest Bureau, Guangdong 525000;
⑤ Dawuling Natural Reserve, Maoming, Guangdong 525000, China)

Abstract: This paper summarized the current situation of ecology studies on 7 living species of pangolins in the world, indicating very few studies done. The habitat of Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) and its habits of activity, foraging, breeding and burrowing were described in general only depending on data from interviewing hunters, and few monographic studies were carried out. The ecology studies in Cape pangolin (*M. temminckii*) were mainly focused on its home range, activity, mobility, diet and foraging behavior, and these studies were intensive. However, the studies on Cap pangolin's breeding ecology, population ecology and habitat are still not involved. The known tree pangolin's ecology study was only on its home range. There is no report on ecology study of the other 4 species. The 7 species are similar in habits, to reveal their difference in ecology, in future it should be stressed to make comparing study to their ecology on the different organism level. The focal point of the study should be placed on burrowing ecology, foraging ecology, behavior ecology (such as home range and activity), breeding ecology and population ecology.

* 国家科技部、国家中医药管理局、WWF 资助项目(2001-04), 中国野生动物保护协会资助项目(2002-05);

第一作者介绍 吴诗宝, 男, 博士, 副教授; 研究方向: 脊椎动物资源及保护生物学; E-mail: wushibao@tom.com.

收稿日期: 2003-05-18, 修回日期: 2004-01-20

Key words: Pangolin; Ecology; Review

全球现存穿山甲 (*Manis* spp.) 7 种^[1-5], 即中国穿山甲 (*M. pentadactyla*)、印度穿山甲 (*M. crassicaudata*)、马来穿山甲 (*M. javanica*)、大穿山甲 (*M. gigantea*)、树穿山甲 (*M. tricuspis*)、开普穿山甲 (*M. temminckii*) 和长尾穿山甲 (*M. tetradactyla*), 隶属于哺乳纲 (Mammalia)、鳞甲目 (Pholidota)、穿山甲科 (Manidae)、穿山甲属 (*Manis*)^[1-3]。生活在亚洲 (有中国穿山甲、印度穿山甲和马来穿山甲 3 种) 和非洲 (有大穿山甲、树穿山甲、开普穿山甲和长尾穿山甲 4 种) 的热带和亚热带的森林、茂密灌丛和开阔的大草原地区^[1,2,6,7]。主要以蚂蚁和白蚁为食。我国产 2 种, 即中国穿山甲和印度穿山甲, 前者广布长江以南诸省, 后者仅分布于云南省局部地区^[4,5,8-11]。由于穿山甲具有重要的药用价值而被疯狂猎捕, 加上栖息地的破坏, 已造成全球野生穿山甲种群数量急剧下降^[4,5]。1994 年穿山甲所有种全部被列入 CITES 附录 II (www.cites.org)。穿山甲的研究概况曾有过报道^[12], 但侧重于中医学, 未涉及生态学。

1 中国穿山甲生态学研究现状

相关研究较少^[13-18]。主要通过访问的方法对其栖息地、活动习性、食性、繁殖习性、打洞习性进行一般性的描述, 没有专题定量分析。尽管不够深入细致, 但为今后进一步地深入研究奠定了基础。

1.1 栖息地与洞穴 中国穿山甲喜爱居住在丘陵山地的树林、灌丛、草芒等生境, 为觅食地下的白蚁而挖洞, 并在洞中居住^[13]。洞道长 0.3 m 至数米, 深 1 ~ 2 m, 夏季住浅洞, 冬季住深洞。打洞深浅的季节性变化与地表下蚁类活动的季节性变化有关。住洞的深浅与它对温度的特别要求有关。冬季住深洞, 因为深洞底部比浅洞的温度高, 且比地表的温度变化小。穿山甲是一种分布在热带和亚热带地区的喜温性

动物, 喜温怕冷。人工饲养条件下观察到它最适宜的温度范围在 18.1 (1 月) ~ 26.9℃ (6 月) 之间*, 且很难适应地表较大的温度变化, 温度管理较难是穿山甲难以人工养活的主要原因之一^[19,20]。每年的 10 月到次年的 3 月, 土壤深层温度高于土壤表层, 土壤越深温度越高^[21], 同时土壤昼夜温度变化随着土壤深度增加逐渐减小, 在 30 ~ 100 cm 深度以下, 土壤温度无昼夜变化^[21,22]。因此, 较深的洞满足了穿山甲越冬的温度需要。中国穿山甲利用居住洞穴的深浅来调整自己适应外界温度的变化, 无疑是在长期进化过程中形成的, 洞穴在穿山甲生活史中必不可少, 甚至有人认为穿山甲无洞不能度日^[13]。因此对穿山甲洞穴的结构、功能、利用、栖息地选择、洞穴内部小气候及洞穴土壤解剖、理化性质等进行深入研究是必要的。

1.2 食物 以蚂蚁和白蚁为食。刘振河等^[13]记录有 6 种: 黑翅土白蚁 (*Odontotermes formosanus*)、黑胸散白蚁 (*Reticulitermes chinensis*)、黄翅大白蚁 (*Macrotermes barneyi*)、家白蚁 (*Coptotermes formosanus*)、举尾蚁 (*Cremastogaster rogenhoferi*)、黑棘蚁 (*Polyrhachis dives*)。史有青^[14]通过对 5 头穿山甲胃的解剖认为穿山甲在夏季主要食黑蚂蚁 (未写拉丁学名), 在冬季主要食黄翅大白蚁和黑翅土白蚁 (均未写拉丁学名), 并对夏秋和冬春季节穿山甲的不同取食方式进行了描述。我国共记录蚂蚁 2 000 种^[23], 白蚁 475 种^[24], 可能穿山甲的食谱中还应当包含更多的蚁种。对穿山甲的食谱仍需进一步深入研究, 如不同性别、不同发育阶段、不同季节的食谱组成变化及觅食行为谱等, 特别是决定穿山甲分布的蚁类, 以及穿山甲对蚁类的选择性及其机制的探讨。亚洲 3 种穿山甲的地理分布仅有非常轻微的重叠^[1], 很可能是蚁类的不同地理分布以及它们对不同蚁类的选择造成的。

* 杨鑫文等. 2001, 台湾中国穿山甲研究. 台北市立动物园 2001 年度计划研究报告, 待出版。

1.3 活动 夜间活动。1986年江海声^[15]分别用7 d和12 d的时间对一头成体及一头亚成体进行无线电跟踪观察,结果中国穿山甲夜间活动频繁,傍晚有一个活动高峰,白天宿于洞内,主要在30~50°的山坡上打洞。这是中国穿山甲行为生态学仅有的资料。不同性别、不同年龄阶段个体的季节和日活动节律、家域大小、家域利用时间及变更机制的探讨应是今后该物种行为生态学的重点研究内容之一。

1.4 繁殖 Chao^[16]、吴诗宝^[17]、程地芸等^[18]、刘振河等^[13]分别记录到穿山甲的胎儿或新出生幼仔的情况,并对穿山甲的出生时间、怀孕期、发情交配期、年胎数和胎仔数进行了讨论。现有资料表明穿山甲全年都可发情交配,主要集中在夏秋季,产仔时间为每年的冬春季,每胎1仔,偶2仔,怀孕期68~101 d。由于记录到的样本较少,因此得出的这些繁殖参数精度较低。穿山甲的繁殖生态学,如性成熟与生育年龄、发情行为、求偶交配行为、抚幼行为、各种繁殖参数的修订等也应是今后的研究重点。

种群生态学是生态学重点研究内容之一,但该物种几乎没有涉及,如性比、年龄结构、种群数量与动态及影响种群数量变动的因素等,也应予以特别关注。同时应注意同亚洲其它2种穿山甲做比较生态学研究。

2 开普穿山甲生态学研究现状

主要集中在家域与活动、食谱和觅食行为生态上,较为深入细致,但关于繁殖生态学、种群生态学及栖息地的研究仍处于空白。这无疑应是今后的研究重点,同时也应注意同非洲其它3种穿山甲做比较生态研究,如生态位比较,因非洲4种穿山甲存在同域分布^[25]。

2.1 家域与活动 研究表明^[27]:①开普穿山甲有明显的家域,大小为0.17~11.07 km²,远大于树穿山甲的家域(150~330 m²)^[33]。要进行可靠的家域估计,每头穿山甲必须跟踪85 d以上。Skinner等^[34]记述开普穿山甲的家域大小为1.3~7.9 km²,但Heath等^[27]认为这个结果有一定的局限性,因为Skinner等^[34]没有说明

家域是如何测定的,以及栖息地的概况、穿山甲的数量、年龄、体重和性别、研究时间等信息资料,但这个结果恰好落在Heath等^[27]的研究结果范围内。②家域大小与性别、个体大小有关。成年雌体的家域比成年雄体的小,刚断奶的幼仔(3 kg)家域最小(0.17 km²),5~7 kg的亚成体家域为0.65~5.53 km²,大的成年个体(>7 kg)的家域为5.65~11.07 km²。③个体大的穿山甲比个体小的能利用更多的洞穴。④性别相同的个体家域毗邻,仅有轻微的重叠,而雌雄个体间的家域重叠十分明显。⑤刚断奶的穿山甲在其母亲的家域内建立自己的新家域。⑥穿山甲使用相同的家域至少在几年以上。离开自己的家域是由于某种压力,如:食物短缺或者遇到天敌等。Heath等^[28]也曾观察到一头穿山甲在其家域5 km处放生后的第10 d便再次回到它原来的家域。为了尽快回到原家域,这头穿山甲每天花了比平时更多的运动时间。说明开普穿山甲对家域有较大的依念,也突出了家域对开普穿山甲的重要。对以上结果主要的解释有:①不同性别个体的家域重叠明显与交配有关,是雄性个体进入雌性个体家域内生活造成的。Heath等^[27]曾记录到雌雄穿山甲生活在同一洞穴内,且在有限的时间范围内(可能是发情交配季节)重叠更加明显。②成年雄性个体家域大于成年雌性个体家域也与交配有关。由于雄性穿山甲为交配而进入一头或多头雌性穿山甲的家域,导致雄性个体的家域至少是临时性的增大。③个体大的穿山甲比个体小的家域大,且要挖掘更多的洞是由于大动物要花更多的能量来获取更多的食物^[35,36]。④开普穿山甲的家域比树穿山甲的大,一方面由于开普穿山甲的体重比树穿山甲大;另一方面是由于开普穿山甲生活在生产力较低的干旱或半干旱地区,而树穿山甲生活在生产力较高的雨林栖息地内,降雨量与栖息地的生产力有联系^[37],与猎物的可获得性亦有联系。有研究表明,生活在干旱栖息地内的动物家域比生活在高降雨量栖息地内的家域大^[38]。⑤亚成体的家域可能与其母亲的家域有一种特殊的联系,如果母亲的家域多

年来表现出稳定性,那么亚成体必然从母亲的家域里扩散出去。⑥雄性穿山甲单独做远距离迁移运动,进入雌性穿山甲的家域,可能会发生重要的基因库混合,因而有重要的意义。

Heath 等^[28]还观察到两头成年开普穿山甲在远离它们家域 15 km 处释放,它们既没有回到原来的家域,也没有建立新的家域,说明穿山甲在远离它们家域处释放难以回到原来的家域,并表明穿山甲难以适应新的环境。Jacobsen 等^[29]将获救的 3 头穿山甲中的两头在远离它们的家域处放归野外,结果在释放 10 d 后死亡;第三头放回到它原来的家域,于第 14 d 死亡。据此, Jacobsen 等^[29]认为,只有更多地了解穿山甲的习性,尝试把它们放回原地或邻近地区才是明智的。并强调没收的穿山甲应当到原地放生,但如果放生前体况较差,如长距离运输、饥饿、疾病、强烈刺激等,同样也不可能获得放生成功,此结果与 Heath 等^[28]的研究结果一致。20 世纪 90 年代开始每年有大量的马来穿山甲和印度穿山甲从国外走私到我国,并在我国境内放生^[5]。根据以上分析,这些外来种不可能在我国定居,也就不存在外来种入侵并对本地穿山甲的生存构成威胁。通过对广东省大雾岭、车八岭等 5 个保护区的长期监测,没有任何迹象表明在那里放生的外来穿山甲存活下来并建立了新的种群。

2.2 食谱与觅食行为

2.2.1 觅食行为和觅食小生境

觅食行为分为 9 类^[30]: 取食 (feed)、挖掘 (dig)、搜寻 (search)、行走 (walk)、行走/搜寻 (walk/search)、暂停 (pause)、隐藏 (hidden)、卧休 (rest) 和其它 (other), Richer 等^[30]做了详尽定义,记录到一头夜行性的穿山甲用 42% 的时间行走, 14% 搜寻, 10% 行走/搜寻, 12% 取食, 5% 挖掘, 10% 卧休, 暂停、隐藏和其它行为占 7%。开普穿山甲大部分活动时间用于寻找蚂蚁和白蚁, 只有 15.7% 的时间花在取食上, 平均每次取食时间仅持续 40 s, 一般不超过 1 min^[31]。它们不捕食地面上活动的蚁类, 在记录到的 4 672 次的取食行为中有 99% (4 633 次) 是为了取食地表下蚁

道内的蚂蚁和白蚁, 挖掘深度为 (3.8 ± 0.04) cm^[31], 比中国穿山甲的挖掘深度 (一般 1 m 以上)^[13-15] 显著地浅。这可能是因为开普穿山甲的挖掘潜力有限, 它的前肢和爪对挖掘深而坚硬的土壤没有很好的适应性^[31], 或是因为南非地区蚂蚁和白蚁离地表近, 较浅的挖掘便可获得猎物。由于南非地区温度比我国南方地区高, 多数蚂蚁和白蚁通常在近地表处的蚁道内活动。记录到觅食小生境 9 种: 裸地 (bare ground)、草地 (grass)、乔木基部 (base of tree)、灌木基部 (base of shrub)、枯枝落叶 (leaf litter)、倒木/落枝/死树桩 (fallen log/fallen limb/dead stump)、植物根部 (root)、大象粪堆 (dung pile) 及白蚁塚 (termitarium)。50% 以上的取食地点发生在乔木、灌木及倒木基部^[30], 说明它们在穿山甲的生境内是重要的, 而发生在白蚁塚和大象粪堆处的取食地点仅占非常小的比例 (< 7%)^[30]。人们普遍认为开普穿山甲严格夜间活动^[3], 然而 Richer 等^[30]发现一头刚断奶的年幼开普穿山甲却完全在白天进行觅食活动, Coulson^[26]和 Jacobsen 等^[29]也曾观察到类似的现象, 看来开普穿山甲的觅食活动不完全发生在夜间。这可能是温度压力造成的, 因为这头白天觅食的年幼开普穿山甲刚好在 6 月断奶, 此时正是津巴布韦最寒冷的冬季, 白天温度高时外出觅食对它有利^[30]。

2.2.2 食谱组成与猎物选择

开普穿山甲的食谱主要由蚂蚁和白蚁组成, 蚂蚁对食谱的贡献最大。Sweeney 记录到 2 种蚂蚁^[32]; Coulson 记录到 9 种^[26]; Jacobsen 记录到 13 种蚂蚁和 3 种白蚁, 还在一些穿山甲的胃内发现草屑和碎沙石^[29]; Richer 等记录到 7 种 (蚂蚁 6 种, 白蚁 1 种)^[30]; Swart 等^[31]记录到 20 种 (蚂蚁 15 种, 占食谱组成 96.7%; 白蚁 5 种, 占食谱组成 3.3%), 其中 16 种是未曾记录过的, 表明食谱组成存在地理上的差异。有 6 种蚁类 (5 种蚂蚁: 捷蚁 *Anoplolepis custodiens*, 弓背蚁 *Camponotus cinctellus*, 脊红蚁 *Myrmecaria natalensis*, 多刺蚁 *Polyrhachis schistacea*, *Camponotus* sp. *maculatus*-group 和 1 种白蚁: 番椒草白蚁

Hodotermes mossambicus) 占食谱组成的 97.7%^[31], 为开普穿山甲的主要猎物资源。对开普穿山甲食谱作出显著贡献的白蚁是番椒草白蚁。捷蚁在开普穿山甲食谱研究中都被记录到^[26, 29, 30-32], 占食谱组成的 77.3%^[31], 它可能是南非地区开普穿山甲食谱中最重要的猎物, 是影响开普穿山甲分布的关键因子。穿山甲在夏季主要捕食捷蚁(占 72%)、脊红蚁和多刺蚁; 在冬季主要捕食捷蚁(占 83%)、弓背蚁和番椒草白蚁。蚂蚁的卵(E)、幼虫(L)和蛹(P)——ELP 偶尔也被捕食^[31], 但主要发生在夏季, 冬季仅占 1%^[31]。由于 ELP 仅占穿山甲取食次数的 1.9%^[31], 所以对食谱没有显著贡献。没有观察到捕食白蚁的 ELP。开普穿山甲对猎物有明显的选择性。Swart 等记录到的 55 种蚂蚁和白蚁中, 仅有 20 种被食^[31]; Sweeney 也观察到穿山甲回避 20 种可利用的蚂蚁, 主要捕食个体大的^[32]; 在开普穿山甲最重要的 6 种猎物(占穿山甲食谱组成的 97.7%)中, 体长都大于 0.5 cm^[31]。穿山甲为什么几乎不选择体长小于 0.5 cm 的蚂蚁和白蚁, 未见相关解释, 可能与“投入与回报”有关, 捕食个体小的蚁类投入大回报小。通过逐步多元回归分析的方法分析猎物长度、群体密度、进攻性、运动性和蚁巢深度是如何影响穿山甲对猎物选择的, 结果表明猎物的群体密度和个体长度是影响穿山甲作出选择的两个最重要的因子, 猎物的进攻性和运动性对穿山甲的猎物选择没有影响, 但对捕食效率有影响, 蚁巢深度对穿山甲的猎物选择有较小影响^[31]。然而 Swart 等^[31]认为蚁巢的深度对穿山甲的猎物选择有重要影响, 只是在做统计分析时没有完全表现出来, 因为研究者仅仅测量了被穿山甲挖掘过的蚁巢深度, 而没有测量更多的未被穿山甲挖掘过的蚁巢深度。总之, 穿山甲希望选择蚁巢离地面近、群体密度高、个体大的猎物。

2.2.3 蚂蚁和白蚁的活动与利用 夏季各种蚂蚁和白蚁在地表出现的丰度比冬季显著高, 而夜间在地表出现的丰度则比白天显著低^[31]。温度是控制地面上蚂蚁和白蚁活动数量的一个

重要因子^[40]。气温升高, 蚂蚁走出蚁道或蚁巢到地表活动, 地表蚁类数量增加, 由于活动分散, 遭到袭击后可迅速逃跑, 以致穿山甲很难捕获; 气温降低, 地表蚁类数量下降, 各种蚁类便聚集到地下蚁道或蚁巢内, 遭到袭击后很难分散逃脱, 可被穿山甲大量捕食。这就解释了穿山甲为什么多在夜间捕食, 并且总是捕食地表下的猎物。这种捕食对策符合最优化觅食理论。Swart 等^[31]记录到 10 种数量最丰富的蚂蚁, 6 种在白天活动, 4 种在夜间活动。番椒草白蚁则由夏季以白天活动为主转变到冬季以夜间活动为主。不同蚁类在活动时间上的变化, 保证了白天或夜晚活动的穿山甲能在一年任何季节都能够捕捉到猎物, 也是开普穿山甲食谱在季节组成上不同的一个主要原因。食蚁类哺乳动物可能会捕食最易利用的, 而不是尝试选择捕食具有较高营养价值的猎物^[41, 42]。蚂蚁和白蚁能否被开普穿山甲利用, 主要由位于地表下的蚂蚁和白蚁巢的深度以及蚁巢的结构决定, 与猎物的丰度无关, 因为最丰富最常见的猎物未必就是最易被利用的, 如果蚁巢太深或蚁巢的外壳是坚硬的泥土, 那么穿山甲就很难挖出蚁巢内的蚂蚁或白蚁^[31]。捷蚁是开普穿山甲最主要的猎物, 尽管它仅占观察到的各种蚂蚁总数的 5%, 并不是最丰富的蚂蚁, 然而它却占穿山甲食谱组成的 77.3%, 一个重要的原因是其巢的深度正好是开普穿山甲的挖掘能力所能达到的。ELP 的营养价值大, 脂肪含量高^[42], 但它通常广泛分布在地面下 10 ~ 50 cm 之间的蚁巢王室内, 穿山甲很难接近利用(开普穿山甲的最大挖掘深度仅为 10.0 cm^[31]), 以致 ELP 对食谱的贡献极小(1.9%)。猎物的防御能力和运动能力也影响穿山甲对猎物的利用。快速运动的蚂蚁遭到捕食者攻击后便迅速扩散, 聚群密度迅即降低, 以抵制穿山甲捕食^[31]。运动相对较慢的蚂蚁, 如脊红蚁和多刺蚁, 遭到攻击后, 聚群能维持更长时间, 被取食的时间会更长^[31]。多数蚁类遭受捕食者袭击后便作出快速反应, 迅速聚集, 猛烈叮咬捕食者, 从毒腺喷射蚁酸或将其注入伤口, 表现出较强的进攻

性,使穿山甲表现得相当不舒服,从而限制穿山甲捕食,使取食时间缩短。平均每次取食时间为 40 s,多数不超过 1 min。有些蚂蚁,如脊红蚁和多刺蚁则缺乏进攻性,对捕食者的防御性差,因此每次被取食的时间长,分别为 90 s 和 68 s^[31]。

根据以上分析,影响开普穿山甲捕食效率的因子主要有猎物的可获得性、群体密度、个体大小、进攻防御性和运动性。

3 其它 5 种穿山甲的生态学研究

树穿山甲仅见 Pages 对其家域进行报道^[33],大穿山甲、长尾穿山甲、马来穿山甲和印度穿山甲的生态学研究完全处于空白。树穿山甲的家域为 150 ~ 330 m²,比开普穿山甲家域小,性别相同的个体家域不重叠,性别不同的显著重叠,是雄性穿山甲占有部分雌性穿山甲的家域造成的^[33],与 Heath 等关于开普穿山甲的家域研究结果一致^[27]。

上述分析表明,全球 7 种穿山甲生态学研究开展得较少,仅通过访问的方法对中国穿山甲的栖息地、活动习性、食性、繁殖习性、打洞习性进行了一般性的描述,几乎没有做专题观察和定量分析^[13-18]。开普穿山甲主要集中在家域、活动和运动、食谱和觅食行为生态上,较为深入、细致^[26-32],繁殖生态学、种群生态学及栖息地的研究仍未涉及。树穿山甲仅见其家域研究的报道^[33]。其它 4 种穿山甲未见任何报道。今后应当从生命的各个层次对其生态学进行研究。7 种穿山甲的习性相似,应强调比较生态学研究,以揭示其种间关系。

致谢 感谢 Renee A Richer、刘付轶二位博士提供部分外文文献。

参 考 文 献

- [1] Corbet G B, Hill J E. A World List of Mammalian Species (2nd edition). London: British Museum, 1986.
- [2] Nowak R M. Walker's Mammals of the World. Baltimore, Maryland, USA: The John Hopkins University Press, 1991.
- [3] Wilson D E, Reeder D M. Mammal Species of the World, A Taxonomic and Geographic Reference (2nd edition). Washington: Smithsonian Institution Press, 1993.
- [4] 吴诗宝.世界穿山甲的分类分布及其资源保护现状.见:胡锦涛,吴毅主编.脊椎动物资源及保护.成都:四川科学技术出版社,1998.
- [5] 吴诗宝,马广智,唐玫等.中国穿山甲资源现状及其保护对策.自然资源学报,2002,17(2):174~180.
- [6] Delany M J, Hapold D C D. Ecology of African Mammals. London and New York: Longman, 1979.
- [7] Corbet G B, Hill J E. The Mammals of the Indomalayan Region: A Systematic Review. London: Oxford University Press, 1992.
- [8] 诸葛阳.浙江动物志(兽类).杭州:浙江科学技术出版社,1989.
- [9] 罗蓉.贵州兽类志.贵阳:贵州科学技术出版社,1993.
- [10] 胡锦涛.天府奇兽.成都:四川科学技术出版社,1994.
- [11] 张荣祖.中国动物地理.北京:科学出版社,1999.
- [12] 杨立权,迟程,迟萍.穿山甲的研究概况与展望.云南中医学院学报,1994,17(4):46~50.
- [13] 刘振河,徐龙辉.穿山甲的生活习性及其资源保护问题.动物学杂志,1981,16(1):40~41.
- [14] 史有青.穿山甲的食蚁习性.野生动物,1985,6(6):11~13.
- [15] 江海声.穿山甲活动习性的初步观察.野生动物,1988,9(4):11~13.
- [16] Chao J T. Notes on a newborn Formosan pangolin, *Manis pentadactyla pentadactyla*. J Taiwan Museum, 1993, 46(1): 43~46.
- [17] 吴诗宝.中国穿山甲华南亚种仔兽出生记录.青海师范大学学报(自然科学版),1998(1):40~42.
- [18] 程地芸,李泉森,余再柏等.穿山甲出生时间探讨.资源开发与市场,2000,16(5):287.
- [19] 顾文仪,陶素珍,刘萍.穿山甲饲养方法探索.动物学杂志,1983,18(3):26~27.
- [20] Heath M E, Vanderlip S L. Biology, husbandry, and veterinary care of captive Chinese pangolins (*Manis pentadactyla*). Zoo Biology, 1988, 7: 293~312.
- [21] 李天杰,郑应顺,王云.土壤地理学.北京:高等教育出版社,1983.
- [22] 孙儒泳.动物生态学基本原理(第三版).北京:北京师范大学出版社,2001.
- [23] 吴坚,王常禄.中国蚂蚁.北京:中国林业出版社,1995.
- [24] 李桂祥.中国白蚁及其防治.北京:科学出版社,2002.
- [25] Sodeinde O A, Adedipe S R. Pangolins in south-west Nigeria-current status and prognosis. Oryx, 1994,28(1):43~50.
- [26] Coulson I. The pangolin (*Manis temminckii* Smuts, 1835) in Zimbabwe. Afr J Ecol, 1989,27:149~155.

- [27] Heath M E, Coulson I M. Home range size and distribution in a wild population of Cape pangolin, *Manis temminckii* in Northwest Zimbabwe. *Afr J Eco*, 1997, **35**:94 ~ 109.
- [28] Heath M E, Coulson I M. Preliminary studies on relocation of Cape pangolins, *Manis temminckii*. *South Afr J Wildl Res*, 1997, **27**:51 ~ 58.
- [29] Jacobsen N H G, Newbery R E, Dewet M J, *et al.* A contribution of the ecology of the Steppe pangolin, *Manis temminckii* in the Transvaal. *Z Säugetierk*, 1991, **56**:94 ~ 100.
- [30] Richer R A, Coulson I M, Heath M E. Foraging behaviour and ecology of the Cape pangolin (*Manis temminckii*) in north-western Zimbabwe. *Afr J Ecol*, 1997, **35**:361 ~ 369.
- [31] Swart J M, Richardson P R K, Ferguson J W H. Ecological factors affecting the feeding behaviour of pangolins (*Manis temminckii*). *J Zool Lond*, 1998, **247**:281 ~ 292.
- [32] Sweeney R H C. Some notes on the feeding habits of the ground pangolin, *Snnutisa temminckii* (Smuts). *Ann Mag Nat Hist*, 1956, **2**:893 ~ 896.
- [33] Pages E. Etude Eco-ethologique de *Manis tricuspis* par radio-tracking. *Mammalia*, 1975, **39**:613 ~ 641.
- [34] Skinner J D, Smithers R H N. The Mammals of the Southern African Subregion (2nd edition). Pretoria, Transvaal, Republic of South Africa: University of Pretoria Press, 1990.
- [35] Moir C O. Table of equivalent populations of North American mammals. *Am Midl Nat*, 1947, **37**:223 ~ 249.
- [36] McNab B K. Bioenergetics and determination of home range size. *Am Nat*, 1963, **97**:133 ~ 139.
- [37] Lieth H, Whittaker R H. Primary Productivity and the Biosphere. New York: Springer-Verlag, 1975.
- [38] Mares M A, Watson M D, Lacher T J. Home range perturbation in *Tamias striatus*. *Oecologia Berlin*, 1996, **25**:1 ~ 12.
- [39] Kingdon J. East African Mammals. An Atlas of Evolution: I. London & New York: Academic Press, 1971.
- [40] Andersen A N. Species diversity and temporal distribution of ants in the semi-arid mallee region of north-western Victoria. *Aust J Ecol*, 1983, **8**:127 ~ 137.
- [41] Redford K H. Ants and termites as food: pattern of mammalian myrmecophagy. In: Gennoways H H ed. Current Mammalogy, I. New York: Plenum Press, 1987.
- [42] Redford K H. The Mammalian Myrmecophagy: Feeding, Foraging and Food Preference. Massachusetts: Harvard University Press, 1984.