

大鲵的活动习性及其移动距离初探

王丞¹, 蒋万胜², 周强², 李伟³, 张稚诺³, 邓智勇¹, 解宜兴¹, 袁花艳¹, 魏莹¹

(1. 湖南张家界大鲵国家级自然保护区事务中心, 湖南 张家界 427400;
2. 吉首大学, 大鲵资源保护与综合利用湖南省工程实验室/林产化工工程湖南省重点实验室, 湖南 张家界 427000; 3. 张家界武陵源风景名胜区和国家森林公园管理局, 湖南 张家界 427400)

摘要:大鲵(*Andrias davidianus*)是我国特有的珍稀濒危两栖动物, 目前野外种群数量大幅下降, 生存环境退化及丧失问题严峻。为深入了解大鲵活动习性, 利用溯溪回捕与无线电追踪, 对该物种的活动特征进行初步探究。结果表明: ①大鲵迁移直线距离为 182.73 ± 42.9 (SE) m, 无明显远距离迁移现象; ②大鲵夜间活动节律呈单峰型, 活动高峰期在 21:00—23:00; ③大鲵活动区域水深为 5~60 cm, 流速不超过 0.14 m/s, 体长与活动位置的水深、流速呈显著的正相关。初步揭示了大鲵的夜间活动规律与栖息偏好, 为保护区保护与修复大鲵生境提供了必要科学依据。

关键词:大鲵; 湖南张家界大鲵国家级自然保护区; 活动节律; 栖息习性

中图分类号: Q958

文献标识码: A

文章编号: 1674-9944(2024)04-0058-05

Preliminary Investigation into the Activity Patterns and Displacement Distances of the Chinese Giant Salamander (*Andrias davidianus*)

Wang Cheng¹, Jiang Wansheng², Zhou Qiang², Li Wei³, Zhang Zhiruo³, Deng Zhiyong¹, Xie Yixing¹, Yuan Huayan¹, Wei Ying¹

(1. Hunan Zhangjiajie Giant Salamander National Nature Reserve Affairs Center, Zhangjiajie 427400, Hunan, China; 2. Hunan Engineering Laboratory for Chinese Giant Salamander's Resource Protection and Comprehensive Utilization / Key Laboratory of Hunan Forest Products and Chemical Industry Engineering, Jishou University, Zhangjiajie 427000, Hunan, China; 3. Administration Bureau of Wulingyuan Scenic Area and National Forest Park of Zhangjiajie, Zhangjiajie 427400, Hunan, China)

Abstract: The Chinese giant salamander (*Andrias davidianus*), an endemic, rare, and endangered amphibian species in China, is experiencing a severe decline in its wild population due to critical habitat degradation and loss. To gain insight into the activity patterns of this species, stream-walking surveys and radio telemetry were employed in a preliminary investigation of its activity characteristics. The findings suggest that: ① the linear migration distance of *A. davidianus* averaged 182.73 ± 42.9 (SE) m, with no evidence of substantial long-distance migration; ② a unimodal nocturnal activity rhythm was observed, with peak activity occurring between 21:00 and 23:00 hours; ③ the *Andrias davidianus* were active in water depths ranging from 5 to 60 cm and at flow rates not exceeding 0.14 m/s, with a significant positive correlation identified between body length and both water depth and flow rate at the locations of activity. This study offers an initial elucidation of the nocturnal activity patterns and habitat preferences of the Chinese giant salamander (*Andrias davidianus*), providing essential scientific data for the conservation and restoration efforts within protected areas.

收稿日期: 2024-01-17

基金项目: 湖南省林业科技攻关与创新资金项目(编号: XLKY202303)

作者简介: 王丞(1995—), 男, 硕士研究生, 研究方向为生物多样性保护与野生动物生态学。

通讯作者: 魏莹(1983—), 男, 高级工程师, 研究方向为野生动物保护与利用。

Key words: *Andrias davidianus*; Hunan Zhangjiajie Giant Salamander National Nature Reserve; activity rhythms; habitat utilization

1 引言

野生动物的活动习性是根据其所居环境的生存条件、环境因子等综合因素作出的偏好性决策,明晰其活动习性与生境选择,是开展科学保护及栖息地有效管理的前提与基础^[1-2]。两栖类的扩散能力普遍偏低,受温湿度条件制约,其对新生环境适应能力较弱,生活常依赖于湿地与周围林地,具有较强的选择性和偏好性^[3-5]。由于大鲵(*Andrias davidianus*)独特的水生方式和较弱的扩散能力,其对温湿度、水环境、隐蔽等环境因子的依赖性较强,水质要求苛刻且敏感,迫使该物种更易受生境污染、退化、破碎化等影响^[6-7]。因此,研究大鲵的栖息特性及其变化规律,对于大鲵的保护以及生境管理具有至关重要的意义。

大鲵隶属两栖纲、有尾目、隐鳃鲵科,曾广泛分布于我国长江、黄河、珠江流域,遍及华中、华南和西南的17个省市^[8],是我国特有的珍稀濒危两栖动物,具有极高的进化独特性,对研究陆生四足类脊椎动物系统演化具有重要的科学价值^[9]。因生境破坏、丧失和破碎化,水环境人工改造、污染,以及偷捕盗猎等影响^[10-12],过去50年里,野生大鲵资源在我国遭受严重破坏,许多地区种群数量急剧下降乃至濒危或灭绝^[10,13]。致使该物种被IUCN列为极度濒危(critically endangered)^[14],是全球濒危两栖类的优先保护对象^[12,15]。

为恢复和利用大鲵资源,20世纪80年代伊始,科研人员着力关注大鲵的人工养殖,并围绕相关产业在病害防治、营养活性成分和产业化利用方面做了大量研究,为开发利用与迁地保护大鲵资源提供了有力保障^[7]。同时,为保护野生大鲵种群,我国建立了53个涉及该物种保护的自然保护区^[16],但在人类活动、气候变化、生境退化的历史成因下,保护区也很难见到大鲵踪迹,对大鲵的行为生态也了解甚少,主要通过水域水生生物、水环境等间接方式评价其生存现状^[17-18]。湖南张家界大鲵国家级自然保护区是我国野生大鲵资源集中分布区与重要产地之一,为初步了解该物种的活动习性,本文在保护区金鞭溪河段对大鲵进行了溯溪回捕与无线电追踪,旨在为保护与修复大鲵生境提供科学依据。

2 研究地概况

湖南张家界大鲵国家级自然保护区是全国第一个也是最大的以大鲵及其栖息地环境为主要保护对象的国家级自然保护区,位于湖南省西北部,地理范围位于109°42′56″—111°16′05″E、27°44′28″—30°00′43″N,总面积14285 hm²。保护区范围均为水域,以河道常水位为界,涉及张家界市76.5%的水域面积。生态区位位于全国32个内陆生物多样性保护优先区—武陵山生物多样性保护优先区内^[19],是长江中游的重要水源地,对区域生物多样性维持和生态环境保护起到重要作用,并在气候调节、水源涵养和土壤治理等方面具较高的生态系统服务价值^[20]。

金鞭溪位于保护区核心区,与张家界国家森林公园相重叠,独具特色的石英砂岩地貌,形成奇特、高耸且险峻的峰林景观,世界罕见(图1)。该区域为亚热带常绿植被多样、丰富,谷涧纵横、清澈,水温常年不高于20℃,全长约7.5 km,既是大鲵重要栖息地与产卵场,也是开展生态旅游、实现人与自然和谐共生的重要示范基地。

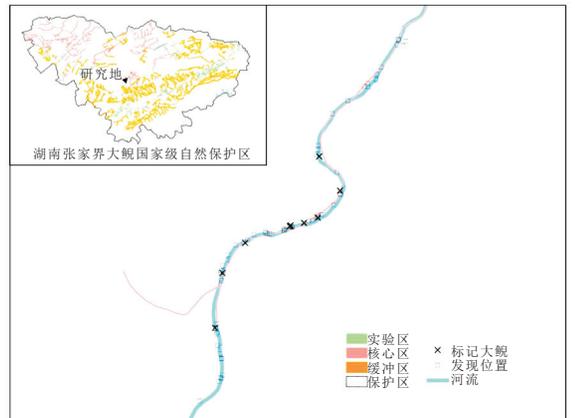


图1 研究地位置示意图

3 材料与方法

本文以溯溪遇见法进行调查,调查期间(4—9月份)每周1次,于18:30—00:30开展,3~5名调查人员沿河流下游向上游方向步行观察,使用强光手电筒(NEXTORCH e52c, 3000流明)扫视河中物种。当沿途观察到大鲵时,使用抄网迅速捕获所见大鲵,并记录其地理位置、头朝向、水深、水体流速

(惠翌 LS300-A 便携流速仪)、时间等信息。穿戴一次性医用手套,用卷尺、手提电子秤测量捕获个体的体长、体重等身体指标,同时观察记录是否有外伤、出血、霉斑等病症,拍照后原地释放。

为遥测大鲵活动习性,研究挑选了 10 尾大鲵挂载 VHF 无线电发射器进行观察。VHF 无线电发射器(环球信士生产)重约 8 g,电池续航约 180 d,穿孔挂载于大鲵尾部上端,伤口创面小、不影响其正常生存活动,其过程全程消毒。待伤口愈合、完成健康状况检查后释放回该河段。每次溯溪使用手持式无线电接收器(HQAR-VI,R1+)对带标大鲵的位置进行监测,直至发射器电池耗尽。

基于大鲵发现时间,研究使用 activity 包的核密度估计方法(kernel density estimation)描述大鲵的夜间活动规律^[21]。根据捕获大鲵体长体重,以及所在位置的水深、流速、头朝向等变量,研究进行统计和相关性分析(图 2),并建立回归模型,以判断该变量对大鲵活动习性的重要性^[22-23]。变量显著水平为 $P < 0.05$ 。数据处理与可视化过程在 R-4.3.2 中完成(cran.r-project.org)。

4 结果

调查期间共记录并捕获到大鲵 81 次,遥测带

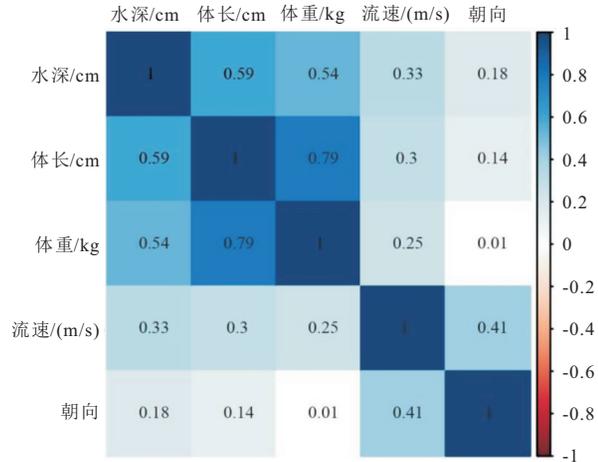


图 2 变量相关性热图

标大鲵迁移直线距离为 182.73 ± 42.9 (SE) m,最近为 30 m,最远为 790 m,无明显远距离迁移现象。出洞大鲵的夜间活动节律呈单峰型,天黑后逐渐增加,活动高峰期在 21:00-23:00,之后逐渐减弱[图 3(a)]。活动区域水深范围为 5~60 cm,流速不超过 0.14 m/s,喜好停留于水浅[平均水深为 20.55 cm,图 3(c)]、流速平缓[平均流速为 0.05 m/s,图 3(d)]的水域,并大概率将头部面向水流,呈现明显的选择偏好[图 3(b)]。相关性分析表明,大鲵的生长量与活动位置的水深、流速具显著相关性(图 1、图 4),具体表现为水深、流速随大鲵体长的增加而升高(图 4)。

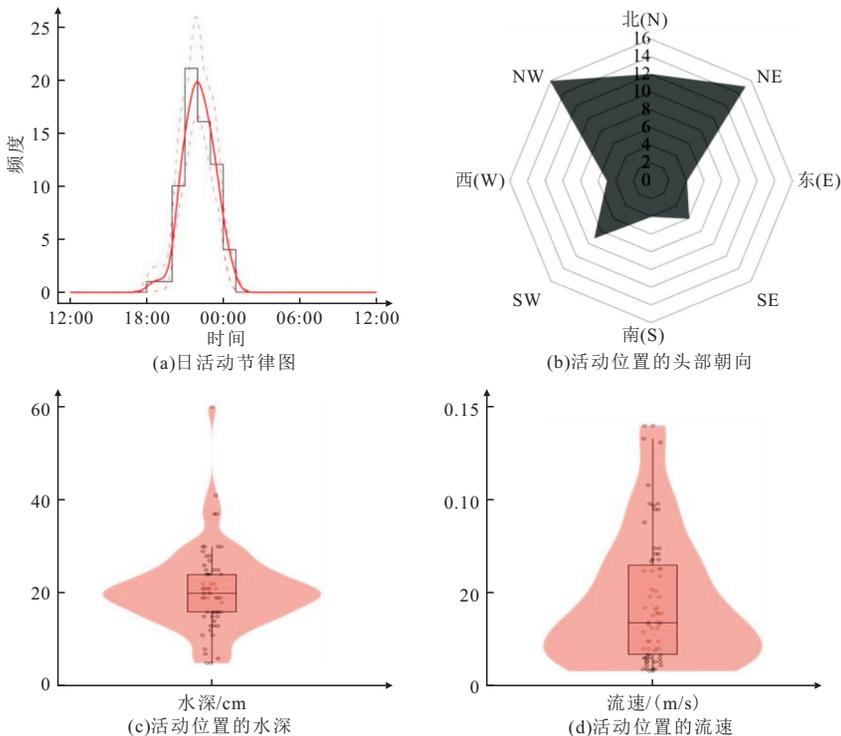


图 3 大鲵的活动特征

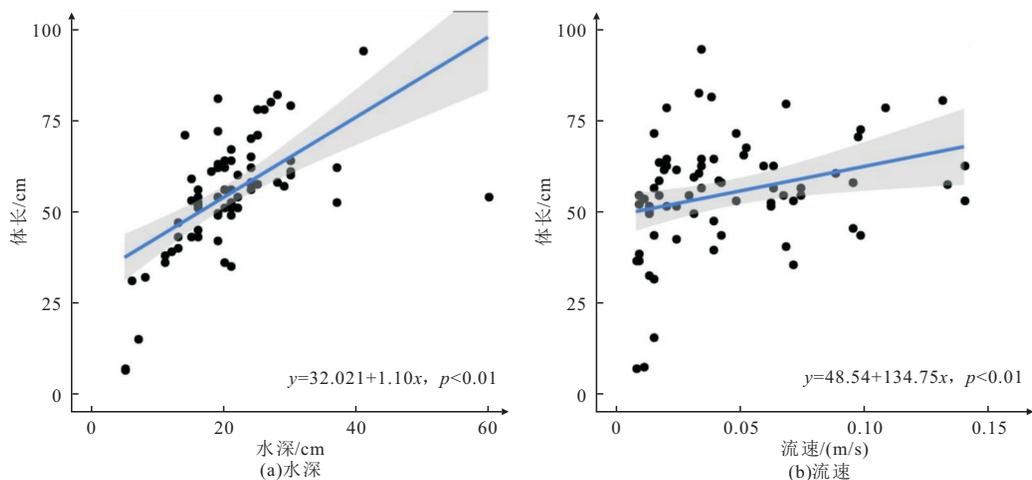


图4 大鲵体长与活动位置水深、流速的关系

5 讨论

野生大鲵种群数量的急剧减少和分布范围的收缩,揭示了大部分两栖有尾类生物生存现状的严峻态势^[8]。由于这些物种对水源、气候、隐蔽等生存条件具有严格的要求,以及其迁移扩散能力较弱,使得它们在新生环境中难以定殖^[4-5]。如种群数量极低的镇海棘螈^[24] (*Echinotriton chinhaiensis*)、猫儿山小鲵 (*Hynobius maoershanensis*)^[25] 因栖息地质量下降和丧失,其分布范围与种群发展岌岌可危。大鲵亦是如此,在覆盖 16 个省 97 个大鲵历史分布点的调查评估中,调查人员历时 3 年也仅在 4 个地点捕获到大鲵^[26],同时原县域分布面积由 528440 km² 减少至现存记录的 85560 km²^[27]。可见,大鲵野外种群现状极不乐观,不仅分布范围严重下降,野外也很难发现其踪影。自 2002 年以来,我国 16 个省(市)的 98 个县域广泛实施了大量的大鲵人工增殖放流活动,但放流实际成效罕有报道^[28]。金鞭溪曾是大鲵重要栖息水域,因旅游开发、水污染、捕捞等人类活动影响,大鲵踪影一度难觅^[17]。经人工增殖放流,金鞭溪已成功形成了大鲵的自然繁殖群体,仅此次调查就捕获到 81 次大鲵,重复回捕较少且记录到了完整的生活史(未发表数据),证实了人工放流作为大鲵野外种群恢复的有效性。因此,科学地将其放流至原有适生环境,能帮助恢复该水域的大鲵野外种群。但需要重点关注的是,大鲵遗传多样性研究揭示其并非一个物种,各地理区存在显著的遗传分化,存在多个隐存种^[29]。建议所有大鲵放流行为应建立健全严格的本地纯种系查证机制,以及放流个体遗传背景筛查,避免杂交与遗传污染问题。

活动节律是探究野生动物与环境互动关系的关键基础,合理规划活动时段,不仅对保障生存至关重要,还将有益于深入了解其生存策略^[2]。大鲵昼伏夜出,昼间喜藏匿于河道的石缝、石洞或暗河内,夜间会出洞活动。同梁刚等^[30]、于虎虎等^[31] 观察相似,夜间出洞活动呈单峰型,入夜后大鲵活动增加,凌晨时段逐渐减弱[图 3(a)]。但光照强度、噪声、温度等环境因素会明显影响大鲵出洞的活动规律,强光、高噪或低温不仅能降低大鲵出洞概率,还会影响其出进洞时间^[30-32]。光照与温度作为环境周期性变化的基本属性,是野生动物活动选择的关键因素,这是在长期进化过程中形成的内源性生存适应^[2,9]。而噪声等干扰因素是个体对周围环境安全性的感知,需在权衡利弊的基础上,作出最优的活动行为决策^[2,32]。因此,大鲵在决定离开藏身地时,会根据外部环境条件和变化作出最佳适应选择,以维持生存。

大鲵对环境的水质、水深、流速、植被特征等都有一定的选择性,作为机敏的“伏击者”,静止不动是其生存常态。通过对野放大鲵进行无线电追踪,发现其每日移动范围为 9~15 m,表现明显的定居特性^[33-34]。相关无线电追踪研究发现,大鲵迁移直线距离分别为 227.2±70.5 m^[33]、166.75±63.57 m^[34],与本次调查发现的 182.73±42.9 m 相似,均揭示了大鲵的活动范围相对狭窄,扩散能力有限。鉴于大鲵的惰性特质,其移动驻留地点的选择则颇为重要。本文发现大鲵在出洞后倾向于停留在水浅、流速缓慢的水域(图 3)。由于大鲵为两栖动物,出水换气是其生存必需,较浅的水深能降低其在吸氧过程中的能量消耗,养殖大鲵的池深设计(通常控制在 20~50 cm)亦体现了这一关键选择^[35]。野

外观察发现,大鲵倾向于栖息在水流缓慢水域,并偏好将头部朝向水流,推测这可能与捕食策略密切相关,常见于营水生的有尾类^[6,35-37]。如商城肥鲵(*Pachyhynbius shangchengsis*)喜逆着水流静卧于缓水区底部,伺机捕捉顺水而下的水生动物^[37]。因此,认为大鲵在缓水区域不仅能够更容易捕获水生生物,同时也有助于静卧和维持其身体平衡。

参考文献:

- [1]魏辅文,冯祚建,王祖望. 野生动物对生境选择的研究概况[J]. 动物学杂志, 1998, 33(4): 48-52.
- [2]尚玉昌. 动物行为学[M]. 2版. 北京: 北京大学出版社, 2014.
- [3]张晓翠, 敬凯. 两栖类的繁殖迁徙研究概述[J]. 四川动物, 2014, 33(6): 943-953.
- [4]谢锋, 刘惠宁, Simon N Stuart, 等. 中国两栖动物保护需求综述[J]. 中国科学 C 辑: 生命科学, 2006, 36(6): 570-581.
- [5]谢汉宾, 张伟, 李贲, 等. 两栖类栖息地的构建技术及效果评估[J]. 应用生态学报, 2018, 29(8): 2771-2777.
- [6]陶峰勇, 王小明, 章克家. 大鲵栖息地环境的初步研究[J]. 四川动物, 2004, 23(2): 83-87.
- [7]蒋万胜, 兰香英, 王金秀, 等. 中国大鲵种质资源保护与利用研究进展[J]. 水产学报, 2022, 46(4): 683-705.
- [8]章克家, 王小明, 吴巍, 等. 大鲵保护生物学及其研究进展[J]. 生物多样性, 2002, 10(3): 291-297.
- [9]费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 等. 中国动物志—两栖纲上卷[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 242-254.
- [10]Gao K Q, Shubin N H. Earliest known crown-group salamanders[J]. Nature, 2003, 422: 424-428.
- [11]Wang X M, Zhang K J, Wang Z H, et al. The decline of the Chinese giant salamander *Andrias davidianus* and implications for its conservation[J]. Oryx, 2004, 38(2): 197-202.
- [12]Lu C Q, Chai J, Murphy R W, et al. Giant salamanders: Farmed yet endangered[J]. Science, 2020, 367(6481): 989.
- [13]Chen S, Cunningham A A, Wei G, et al. Determining threatened species distributions in the face of limited data: Spatial conservation prioritization for the Chinese giant salamander (*Andrias davidianus*) [J]. Ecology and Evolution, 2018, 8(6): 3098-3108.
- [14]Liang G, Geng B R, Zhao E M. *Andrias davidianus*. The IUCN red list of threatened species 2004[EB/OL]. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T1272A3375181.en>.
- [15]Isaac N J B, Redding D W, Meredith H M, et al. Phylogenetically-informed priorities for amphibian conservation[J]. PLoS One, 2012, 7(8): e43912.
- [16]梁志强, 张书环, 王崇瑞, 等. 大鲵资源现状与保护建议[J]. 淡水渔业, 2013, 43(10): 13-17.
- [17]罗庆华, 童芳, 陶水秀, 等. 旅游干扰对张家界大鲵生境及水质的影响[J]. 应用生态学报, 2019, 30(6): 2101-2108.
- [18]王崇瑞, 梁志强, 索纹纹, 等. 湖南张家界大鲵栖息地大型无脊椎动物组成及其与环境因子的关系[J]. 应用生态学报, 2017, 28(9): 3032-3040.
- [19]环境保护部. 中国生物多样性保护战略与行动计划: 2011—2030[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- [20]郭荣中, 申海建, 杨敏华. 澧水流域生态系统服务价值与生态补偿策略[J]. 环境科学研究, 2016, 29(5): 774-782.
- [21]Ridout M S, Linkie M. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data[J]. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 2009, 14(3): 322-337.
- [22]Burnham K P, Adnerson D R. Model selection and multiple model inference: a practical informationtheoretical approach [M]. 2nd ed. New York: Springer, 2002.
- [23]张杰. R 语言数据可视化之美: 专业图表绘制指南[M]. 2版. 北京: 电子工业出版社, 2019.
- [24]李婷婷, 朱锡红, 吴光年, 等. 镇海棘螈产卵场微生境选择[J]. 生物多样性, 2023, 31(1): 207-217.
- [25]黄华苑, 卜荣平, 谢海, 等. 猫儿山小鲵(*Hynobius maoyershanensis*)繁殖期生境选择[J]. 生态学报, 2019, 39(17): 6443-6451.
- [26]Turvey S T, Chen S, Tapley B, et al. Imminent extinction in the wild of the world's largest amphibian[J]. Current Biology: CB, 2018, 28(10): R592-R594.
- [27]Zhao T, Zhang W Y, Zhou J, et al. Niche divergence of evolutionarily significant units with implications for repopulation programs of the world's largest amphibians[J]. The Science of the Total Environment, 2020, 738: 140269.
- [28]Shu G C, Liu P, Zhao T, et al. Disordered translocation is hastening local extinction of the Chinese giant salamander[J]. Asian Herpetological Research, 2021, 12(3): 271-279.
- [29]Yan F, Lü J C, Zhang B L, et al. The Chinese giant salamander exemplifies the hidden extinction of cryptic species[J]. Current Biology: CB, 2018, 28(10): R590-R592.
- [30]梁刚, 吴峰. 中国大鲵的活动节律及繁殖行为描记[J]. 动物学杂志, 2010, 45(1): 77-82.
- [31]于虎虎, 梁刚, 刘巧巧, 等. 中国大鲵繁殖前期夜间活动节律及其与环境因子的关系[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2013, 41(3): 56-61.
- [32]付磊. 旅游噪音对中国大鲵活动节律的影响[D]. 吉首: 吉首大学, 2021.
- [33]Zhang L, Zhao H, Willard S, et al. Spatial distribution and seasonal movement patterns of reintroduced Chinese giant salamanders[J]. BMC Zoology, 2019, 4(1): 7.
- [34]Zhao C L, Feng J Y, Sun Z J, et al. Intraspecific variation in microhabitat selection in reintroduced Chinese giant salamanders[J]. Current Zoology, 2023, 69(2): 121-127.
- [35]刘孝华. 大鲵的生物学特性与人工养殖技术[J]. 江苏农业科学, 2009, 37(4): 284-286.
- [36]王利民, 陈钰伟. 尾斑瘰螈夏季生活习性[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2000, 18(2): 21-22.
- [37]王松, 鲍方印, 戚永跃, 等. 鹤落坪自然保护区商城肥鲵的资源分布及生境选择[J]. 氨基酸和生物资源, 2009, 31(1): 4-7, 12.