

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2025.06.001

苏胜齐, 彭希文, 邢浩, 等. 中国爬行动物的保护: 问题、挑战与前景 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2025, 47(6): 2-11.

中国爬行动物的保护: 问题、挑战与前景

苏胜齐, 彭希文, 邢浩, 董晟刚

西南大学 水产学院, 重庆 400715

摘要: 中国作为全球生物多样性热点地区之一, 生物多样性丰度位列全球第七。作为生态系统的重要组成部分, 爬行动物在生物多样性维持、生态平衡调控、医学研究及文化传承等方面发挥着关键作用。然而, 受栖息地破碎化、环境污染加剧及非法野生动物贸易等多重胁迫因素影响, 我国爬行动物正面临前所未有的保护压力。为了更有效地保护中国爬行动物, 整理了国内外有关爬行动物保护的研究方法, 分析了当前中国爬行动物保护的现状和存在的问题, 并提出了相应的解决方案, 包括制定和完善相关政策法律, 加强教育和宣传以及推动跨部门交流合作等。研究提供了保护爬行动物栖息地、养殖与人工繁育技术等成功案例, 以期有更多人员参与相关研究。此外, 深入剖析了国际爬行动物保护的先进经验, 期望通过开展国际交流与合作来加强对当前中国爬行动物的保护研究工作。对当前中国爬行动物保护的现状进行了评估, 对未来中国爬行动物的研究和保护工作提出了建议。

关键词: 爬行动物; 现状和问题; 保护; 研究与实践; 国际合作

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A

文章编号: 1673-9868(2025)06-0002-10

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Reptile Conservation in China: Issues, Challenges and Prospects

SU Shengqi, PENG Xiwen, XING Hao, DONG Shenggang

College of Fisheries, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: China holds the seventh global position in reptilian biodiversity. Reptiles play an important role in maintaining biodiversity and ecosystem stability, while also contributing to biomedical applications and cultural heritage. However, conservation efforts face significant challenges from human perturbations. To address these issues, this study systematically reviewed global conservation methodologies and analyzed the current situation and existing problems of reptile protection in China. Importantly, we propose a tripartite solution encompassing: Legislative reinforcement and policy optimization; Public awareness campaigns; Synergistic collaboration between governmental and non-governmental stakeholders. Furthermore, we present successful case studies related to habitat protection and captive breeding programs, dem-

收稿日期: 2024-12-28

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(32370553); 重庆市水产科技创新联盟项目(CQFTIU2022-18); 重庆思沃生态环境科技有限责任公司两栖类调查项目(M2024027)。

作者简介: 苏胜齐, 教授, 博士研究生导师, 主要从事养殖水域生态环境与渔业资源研究。

onstrating practical approaches to engage broader societal participation. The analysis extends to comparative evaluation of international conservation paradigms, advocating for enhanced transnational knowledge exchange and cooperative mechanisms to strengthen the current research on reptile protection in China. In conclusion, this study provides evidence-based strategic recommendations to advance China's reptilian conservation research and management protocols.

Key words: reptile; current situation and question; conservation; research and practice; international cooperation

爬行动物由古两栖类动物进化而来^[1], 是地球上最早出现的能够完全适应陆栖生活的脊椎动物类群^[2]。现存爬行动物主要包括龟鳖目(Testudiformes)、鳄形目(Crocodyliformes)、喙头目(Rhynchocephaliformes) 以及有鳞目(Squamata)中的蜥蜴亚目(Sauria)和蛇亚目(Serpentes)类物种, 它们对于维持生态系统的平衡和稳定具有重要作用^[3]。例如, 鳄鱼类和某些蛇类是顶级捕食者, 对生态系统起着重要的下行调控作用; 一些爬行动物以动物的尸体为食, 如巨蜥类。此外, 在医学和文化领域, 爬行动物也发挥着重要的作用。例如, 蛇毒中含有能够治疗人类疾病的成分。陆小玲^[4]的研究结果表明, 蛇毒血凝酶可有效改善患者咯血症状, 用药安全性高; 在一些文化中, 爬行动物被视为神圣的存在。如蛇杖在中国是中国急救、中华医学会等机构的标志^[5], 保护这些动物也是尊重相应文化的表现。

中国的爬行动物种类丰富且独特, 但因为人类活动带来的影响, 中国爬行动物面临着越来越严重的威胁。根据《中国生物多样性红色名录·脊椎动物(第三卷): 爬行动物(上册)》^[6], 在中国境内生存的 3 目 475 种爬行动物中, 有 145 种受威胁, 占比达到 30.53%(表 1), 甚至高于全球受威胁爬行动物的占比(18.0%)^[6], 体现了中国爬行动物保护工作的紧迫性和必要性。同时, 保护爬行动物也是符合国家生态文明建设的必要举措, 具有潜在的巨大收益。

表 1 中国境内爬行动物濒危等级种数及占爬行动物总种数的比例

濒危等级	种数/种	占爬行动物总种数的比例/%	濒危等级	种数/种	占爬行动物总种数的比例/%
灭绝(EX)	0	0	易危(VU)	68	14.32
野外灭绝(EW)	0	0	近危(NT)	64	13.47
区域灭绝(RE)	2	0.42	无危(LC)	189	39.79
极危(CR)	35	7.37	数据缺乏(DD)	75	15.79
濒危(EN)	42	8.84			

注: 数据源于《中国生物多样性红色名录·脊椎动物(第三卷): 爬行动物(上册)》^[6]。

通过在 Web of Science (<https://webof-science.clarivate.cn/>) 中以“Reptile protection in China”为主题, 选择“China”“Crocodylia”“Lizard”“Snakes”“Testudiformes”为关键词(必须包含“China”), “Article”为文献类型, “2014—2023”为文章发表年份, 以核心合集为数据源进行文献检索, 最后得出 418 篇符合条件的结果(图 1)。进一步分析发现, 10 年间关于中国爬行动物保护研究领域的发文量呈上升趋势, 但发文量最高的一年为 2022 年, 也仅有 77 篇, 相关研究有待加强。

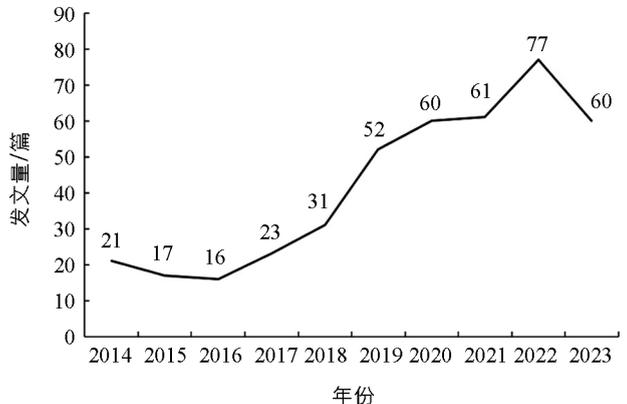


图 1 2014—2023 年中国爬行动物保护研究领域的年度发文量

1 研究方法

目前, 国内已经有一些科研团队从生物学、

生态学和公民科学等不同领域开展爬行动物的保护研究。

(1) 生物学领域。① 基因组学。基因组学技术可以帮助研究人员更好地理解生物种群的遗传结构、遗传变异情况及对环境的适应能力,在爬行动物多样性保护研究中发挥着重要的作用^[7]。蒋珂等^[8]通过对温泉蛇(*Thermophis baileyi*)开展比较基因组学研究,揭示了温泉蛇能够在高海拔环境中抵抗紫外线,以及适应低氧环境和探测温泉生境的分子机制。高通量测序是基因组学研究的重要方法之一,能够对大量核酸分子进行平行序列测定^[9],具有高通量、高分辨率、低成本等优点^[10]。Wu 等^[11]使用高通量测序获得了刘氏石龙子(*Plestiodon liui*)近乎完整的线粒体基因组,为保护濒危爬行动物奠定了基础。Zeng 等^[12]研究了高通量测序在解析鳄蜥(*Shinisaurus crocodilurus*)寄生虫感染中的应用,对保护鳄蜥具有重要意义。② 分子系统学。何静等^[13]利用分子系统学分析,揭示了云南闭壳龟(*Cuora yunnanensis*)进化上独立的遗传谱系特征。③ 生物统计学。张桐玮等^[14]测定了人工繁育鳄蜥与野外鳄蜥的体温与运动能力,使用双因素方差分析对实验数据进行量化衡量,研究建议人工繁育鳄蜥在被放归到野外前增加对其运动能力的训练。

(2) 生态学领域。① 实验生态学。陈斯侃等^[15]研究发现,经人工灌喂饲养后的莽山原矛头蝮(*Protobothrops mangshanensis*)幼蛇生长较快。在研究中采用空调控温等方法对幼蛇进行无冬眠饲养,幼蛇存活率高达 83.33%。② 景观生态学。Liu 等^[16]提出景观扩张指数(Landscape Expansion Index, LEI),为研究中国城市化进程对爬行动物栖息地的影响提供了重要方法。③ 保护生态学。薛莲等^[17]研究了北斗导航无人机在实现动物种群与数量调查等方面的应用,论证了其在爬行动物保护方面的巨大潜力。朱建国等^[18]使用公开的中国脊椎动物(不含海洋鱼类)名录大数据,遴选出更濒危、更有意义且更具代表性的爬行类动物进行保护。《中国动物多样性红色名录——脊椎动物》评估了中国已知脊椎动物的受威胁程度及空间分布差异,分析了其濒临灭绝的原因^[19],对我国爬行动物多样性保护和管理工作起到了促进作用^[20]。由中国科学院牵头建设的中国生物多样性监测与研究网络(Sino BON)、两栖爬行动物监测与研究专项网,对于完善中国生物多样性监测与研究网络,开展更高水平的生物学和生态学研究,切实有效地保护我国丰富的生物多样性资源具有重要意义^[21]。韦锦云等^[22]利用典范对应分析(Canonical Correspondence Analysis, CCA)探究了栖息地特征与蜥蜴群落组成的关联,研究指出,蜥蜴栖息地的沙漠化使其物种多样性下降并出现物种丧失的现象。④ 分子生态学。陈敏等^[23]基于线粒体 DNACOI 序列对黄缘闭壳龟(*Cuora flavomarginata*)群体的遗传多样性等进行比较分析,研究建议根据分化程度将其群体划分为不同的保护单元。

(3) 公民科学。公民科学是借助公众进行无偿数据采集、分析的一种科研方式^[24],可海量收集目标主体的时空动态数据,在生物多样性监测与研究越来越重要^[25-26]。Sung 等^[27]结合实地调查和公民科学等数据,记录了中国香港非本地海龟的种类和分布,为有效管理潜在的入侵海龟提供了重要的数据支持。Chen 等^[28]检索了浙江各类互联网平台的海龟记录,研究发现在浙江海域的海龟记录大部分由渔民发布在短视频平台,该研究进一步证明了公民科学在爬行动物日常监测中的重要性。

同时,国外科研团队在保护生物学领域的一些新研究方法对于我国爬行动物的保护具有重要借鉴意义。Sánchez-Fernández 等^[29]提出了一种零模型方法,目的是探索保护区网络在代表具有不同特征和范围的物种方面的有效性差异,该方法在实践中具有高效性。Johnson 等^[30]研究得出,使用修订后的环境脆弱性评分(Environmental Vulnerability Score, EVS)对墨西哥爬行动物的保护状况进行了更好评估,且方法更具有可预测性。在国内,生境适宜性已经在哺乳动物,如金丝猴^[31]和大熊猫^[32]等物种中得到了应用,但在我国爬行动物中仍有待研究。Mert 等^[33]采用地理信息系统,结合环境变量模拟了两种蜥蜴的适宜生境分布范围,为爬行动物的监测和栖息地保护提供了重要支撑。Esmail 等^[34]通过迭代地平线扫描,使用开放和全球参与的方法对不同来源的问题进行评估排序,为解决野生动植物非法贸易提供了重要方法。在中国,eDNA 宏条形码已经在监测鱼类^[35]、浮游植物^[36]和浮游动物^[37]多样性中得到广泛应用。Van 等^[38]研究验证了 eDNA 宏条形码作为陆地生物监测的强大工具能力。

2 爬行动物保护的现状和问题

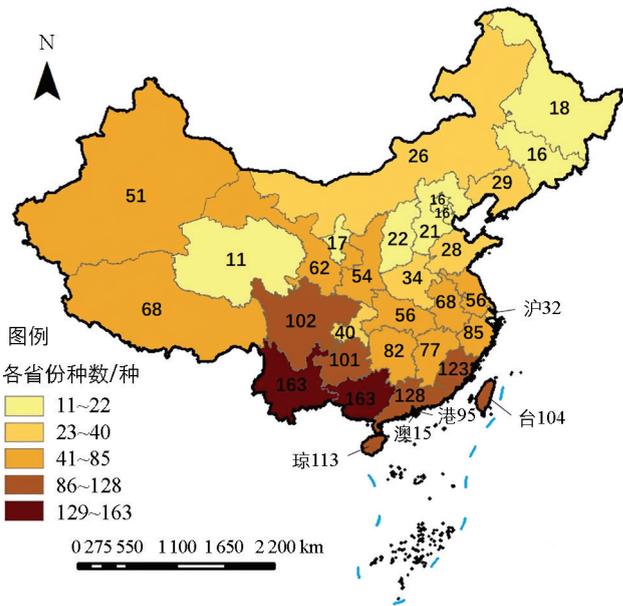
2.1 爬行动物的物种多样性及驱动因素

中国爬行动物物种丰富(图2)。截至2016年,全球爬行动物共有11 940种,而中国爬行动物种数为604种,占世界爬行动物种数的5.06%,居世界第7位^[39]。

云南、广西、广东、福建和海南是中国爬行动物物种最丰富的地区,其原因可归结为:①地理位置。广西和广东等地均为沿海省份,是海龟、海鳄和海蛇等海洋爬行动物的主要分布区。云南地理环境复杂,立体气候突出,其多样化的生境特征为爬行动物提供了丰富的食物资源和栖息地^[40]。②气候条件。这些地区大多为热带或亚热带气候,气候温暖,雨量充沛。温暖的气候有利于爬行动物的生存繁殖,如王锦蛇(*Elaphe carinata*)在28℃下孵出幼体适合度优于24℃^[41],湿润的环境则为它们提供了丰富的水资源和食物。③生态环境。这5个省份拥有丰富的自然生态系统并相互连接,形成了复杂的生态网络,有利于爬行动物的迁徙和繁衍。

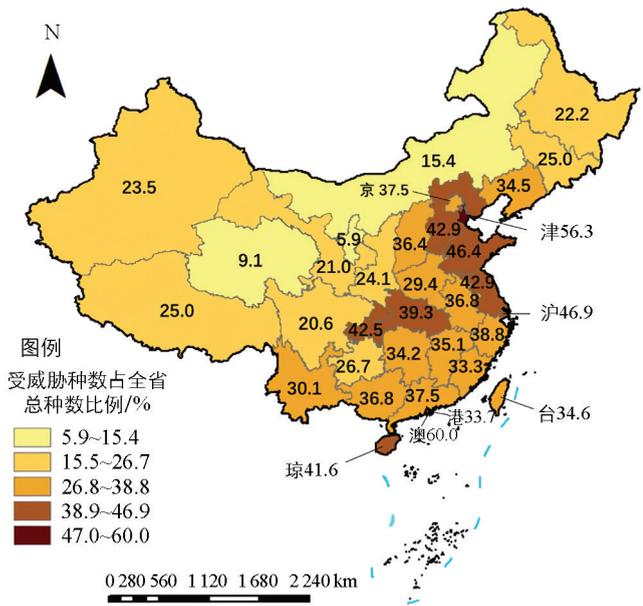
2.2 爬行动物面临的主要问题和威胁

通过对受威胁爬行动物在全省份总物种数的占比进行分析发现(图3),前5名分别是澳门、天津、上海、山东和江苏,其原因可归结为:①城市化进程快。这些地区城市化进程较快,导致原有的自然栖息地被破坏,对爬行动物生存构成威胁。②人口密度较大。人口越稠密,人类活动越频繁,如工业和交通运输等,越会对爬行动物的栖息地造成压力。③环境污染。随着经济的发展,工业排放和废水处理不当等都会导致环境污染,对爬行动物的生存繁殖造成负面影响。④非法野生动物贸易。这5个省份均为中国经济发达的地区,有存在非法野生动物贸易市场的可能性。⑤气候多变。沿海城市受气候变化的影响更为显著,极端气候的增多可能导致爬行动物更容易受到威胁^[21, 39]。费宜玲等^[42]的研究发现,2017—2019年江苏省涉及两栖爬行动物被猎的案件呈逐年上升趋势。在涉案的两栖爬行动物中,76.0%的物种被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》等公约名录。



审图号: GS(2023)2767

图2 中国各省份爬行动物种数(数据截至2016年1月)



审图号: GS(2023)2767

图3 中国各省份爬行动物受威胁种数占全省总种数比例(数据截至2016年1月)

中国的爬行动物保护面临多种威胁。蔡波等^[43]将爬行动物受威胁因素归为人类干扰、自然因素、物种内在因素和不明原因4类,其中人类干扰占主导因素,由此造成的受威胁爬行动物有76种,占受威胁爬行动物总种数的56%(图4)。Jiao等^[44]指出,中国是野生动植物贸易最大的市场之一,对野生动植物及其产

品日益增长的需求正在威胁着生物多样性。

如图 5 所示, 2011—2018 年, 相关刑事案件数量总体呈上升趋势。在收缴的野生动物数量上, 虽然在 2012—2014 年因为森林公安专项执法活动的组织开展, 数量存在短暂的下降期, 但在 2014 年后, 又呈上升趋势。2020—2022 年, 中国涉野生动物刑事案件 7 万余起, 收缴的野生动物数量高达 137 万头(只、条)^[45], 这反映了中国对野生动物非法贸易打击力度的加强, 但也同时暴露了野生动物非法贸易的猖獗。

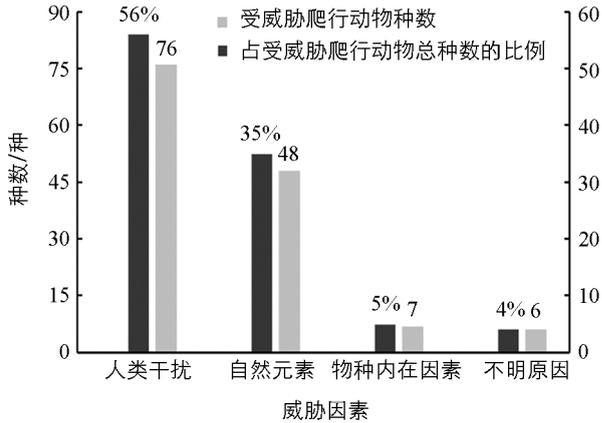


图 4 4 种威胁因素下中国受威胁爬行动物种数及所占受威胁爬行动物总种数的比例

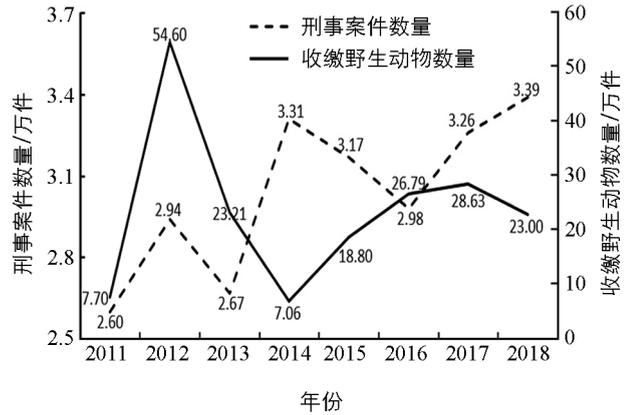


图 5 2011—2018 年由我国森林公安机关侦查的破坏森林和野生动物资源刑事案件分析

3 如何提升公众对爬行动物的保护意识

3.1 社会的认知和关注度

公众对爬行动物认知和关注度的提升, 对爬行动物保护工作具有显著的推动作用。杜芳芝^[46]的研究强调了公众参与对野生动物保护工作的实际效果具有决定性影响。见林军等^[47]论述了提升公众意识在保护野生动物方面的重要性。岳小花^[48]通过对当前中国野生动物保护现状进行分析, 建议持续开展相关教育和宣传, 提升社会公众的认知和关注度, 推动人与保护区野生动物和谐共生。同时期, 国外一些科研团队的研究成果进一步论证了提升公众的认知和关注度在保护爬行动物中的重要性。Ghimire 等^[49]研究了公众对黄巨蜥(*Varanus flavescens*)保护的认知和态度。研究指出, 提高公众对该物种法律地位和重要性的认识是保护该物种及其他受保护物种简单有效的措施。Pandey 等^[50]评估了居民对蛇和被蛇咬伤的态度, 结果表明, 社区和学校等应开展以蛇的自然历史和预防被蛇咬伤等为重点的教育工作。

3.2 政策和法律的支持与完善

爬行动物的保护需要政策和法律的支持, 以确保其在实践中得到推动和落实。李志丹^[51]指出, 只有中国相关政府部门建立健全相关的法律法规, 才能构建起一个完善的人与自然和平共处的地球生物圈。许建苏^[52]强调了要实现人与动物和谐共生, 需要首先完善野生动物保护的法律制度体系。针对中国在野生动物保护的政策法律上存在的问题, 一些科研团队进行了相关研究。Zeng 等^[53]对中国野生动物保护相关法规中“野生动物”的定义提出了具体建议。Feng 等^[54]基于中国野生动物管理政策文件的内容, 结合三维分析框架, 研究结果对中国动物管理政策的制定和完善产生了积极的影响。刘炫麟^[55]对中国野生动物法律保护的体系进行研究, 指出了中国现行野生动物法律保护存在的主要缺陷。这些研究成果对于提高当前中国爬行动物保护的相关政策法规的权威性、适用性和完整性, 提高其执行效率具有深远意义。

4 爬行动物保护研究与实践

4.1 生境的恢复和改善

通过恢复和改善生境, 可以满足爬行动物的生存需求, 并降低其受到的威胁。Zhang 等^[56]强调了栖息地能直接影响野生动物的种群规模和地理分布。张同作等^[57]强调了栖息地的保护和恢复是野生动物

保护的关键途径,保护野生动物栖息地与保护物种本身处于同等重要的位置。同时,国外科研团队的研究也进一步论证了保护栖息地对保护爬行动物的作用。Baecher等^[58]比较了美国高草草原和伍尔西湿地草原保护区的两栖爬行动物群落及相关湿地栖息地,结果表明,高草草原和相关湿地的恢复有利于濒危爬行动物的生存。

4.2 养殖与人工繁育技术

养殖与人工繁育技术的应用对保护濒危爬行动物具有重要意义。中国现已开展了部分濒危爬行动物的人工繁育工作^[59]。自2003年以来,安徽扬子鳄国家级自然保护区累计实施16次人工繁育扬子鳄(*Alligator sinensis*)野外放归活动,截至2019年,自然孵化幼鳄407条^[60]。圈养繁殖一直被视为保护濒危物种的重要方法。Lobo等^[61]圈养了眼镜王蛇(*Ophiophagus hannah*),雌蛇用竹叶筑巢并产卵后,科研人员成功对卵进行了人工孵化。该研究证明了圈养繁殖在保护眼镜王蛇中的可行性。同时,为保护濒危爬行动物,建立有效的养殖和人工繁育技术方法至关重要。Bradley Shaffer等^[62]论述了基因组学在内的几个数据源,为识别关键基因、量化景观效应和管理濒危物种的圈养繁殖种群提供了新方法。Messenger等^[63]在神农架国家级自然保护区内观察记录了宁陕线形蛇(*Stichophanes ningshaanensis*)的生活史特征,包括繁殖行为和卵的孵化等数据。研究结果为该保护物种提供了有效的人工繁育技术的改进和应用方法。此外,Clulow等^[64]研究了冷冻保存和其他辅助生殖技术(Assisted Reproductive Technology, ART)在保护两栖爬行动物生物多样性以及管理受威胁种群方面所发挥的作用。

当前在中国,除扬子鳄外,养殖与人工繁育技术在其他濒危爬行动物的保护上也取得了一定的成果。2011年4月,70条人工繁育的蟒蛇(*Python bivittatus*)被成功放归野外^[65]。2019年5月和2020年9月,大桂山鳄蜥国家级自然保护区进行两次人工繁育鳄蜥野外放归活动,共计放归鳄蜥35只。截至2022年4月,保护区内共有鳄蜥500多只,野外种群数量显著增长^[66]。

综上所述,通过养殖与人工繁育技术,将人工繁育的爬行动物放归到野外环境中,有助于增加野外种群数量,促进种群恢复。然而,就目前中国濒危爬行动物的实际保护情况而言,养殖与人工繁育技术并未得到广泛应用。一方面,根据相关政策法规(如《中华人民共和国野生动物保护法》《濒危野生动植物种国际贸易公约》),爬行动物的养殖有严格限制。另一方面,爬行动物养殖和繁育的技术门槛较高,养殖者的专业知识大多较为匮乏,成功率较低。因此,我们需要进一步的研究来完善这些技术,以实现更多濒危爬行动物更有效的保护。

4.3 野外监测的组织与实施

野外监测的组织与实施对保护爬行动物而言是一个重要的过程。野外监测具体步骤包括:①制定计划。包括确定要保护的爬行动物的种类、栖息地和生活习性等信息以及监测和保护工作的预算、人员配备和技术支持等因素。②建立监测系统。建立有效的监测系统是野外监测成功实施的关键。例如,可以使用无人机或无线电追踪技术来跟踪爬行动物的移动轨迹,或者设置摄像头捕捉它们的活动情况。任艳琴^[67]总结了红外线相机技术在中国太子山保护区野生动物监测中的应用。通过开展红外线相机野外调查监测能初步反映保护区内所监测区域的生物多样性和种群分布状况,为深入研究保护区野生动物群落、种群数量变化以及动植物之间的关系提供了依据,并为今后有效开展科学监测奠定了基础。

5 爬行动物保护的国际合作与交流

5.1 国际保护经验的借鉴与应用

爬行动物的保护在国际上有许多值得借鉴和应用的案例。Mahoney等^[68]阐述了“北美模式”在保护野生动物中的作用和意义。目前对于濒危鲸类所掌握的信息比瓶鼻海豚(*Tursiops truncatus*)更有限。萨拉索塔海豚研究计划(Sarasota Dolphin Research Program, SDRP)通过将瓶鼻海豚作为鲸类物种的模型,利用其资源协助科学家研究濒危的鲸类物种^[69]。这项计划虽然是在保护海洋哺乳动物中的成功应用,但也对我国保护一些研究和监测资源匮乏的爬行动物具有一定的启示作用。此外,荷兰的野生动物通道,又被称为“绿桥”,可以为野生动物提供安全的通行路径,以减少因交通事故造成的动物死亡。杨韬等^[70]对云南普洱

思茅区路杀爬行动物进行研究, 结果发现, 在 2019—2020 年, 被路杀的爬行动物有 7 科 22 种 100 只, 包括两种国家二级重点保护野生动物。研究进一步论证了修建“绿桥”对保护中国爬行动物的重要性。美国的《濒危物种保护法》不仅局限于保护动物, 而是将整个生态环境包括在内, 植物、菌类和无脊椎动物都被纳入保护范围, 被认为是世界范围内最有效力的物种保护法律之一^[71]。

5.2 跨国保护组织与机构的合作

通过不同国家间信息资源共享等方面的合作, 可以开展更大规模的保护项目, 共同推动爬行动物保护研究工作的发展。陈晶^[72]指出面对野生动物跨国非法贸易, 国际社会应继续深化合作, 加大联合打击力度。李如祎等^[73]强调要加强与政府和国际组织的合作, 在建设全球野生动物保护网络和应对公共卫生事件中会展现显著的成效和潜力。当前, 保护野生动物普遍受到了国际科学家和国际组织等的高度关注, 形成了多个公约^[74]。2020 年 9 月, 国际自然保护地网络(ISZS/IAPA)跨界合作研讨会中指出, 以往科学家层面上开展的跨界保护交流十分丰富, 但在与政府沟通层面上一直很欠缺。建议加强研究人员与所在国家相关政府之间的交流, 呼吁相关政府部门积极支持跨界自然保护地之间的交流合作^[75]。

6 总结与展望

6.1 中国爬行动物的保护现状评估

中国爬行动物的保护现状体现在: ① 生态环境建设。为保护野生动物, 中国正在实施一系列的环境治理措施。如启动三江源生态保护和建设工程, 改善三江源区的生态环境^[76]。② 保护区建设。中国正在积极建设野生动物保护区。武夷山国家级自然保护区内爬行动物种数及数量快速增长, 共记录到爬行动物 63 种^[77]。为保护扬子鳄, 中国建立了扬子鳄国家级自然保护区, 采取了恢复栖息地、人工繁育等措施^[78]。③ 法律定义尚不明确。目前“野生动物”概念内涵本身存在较大争议, 中国刑事立法并未对“野生动物”这一概念涵摄范围进行明确, 导致与野生动物保护相关的刑事罪名在法条以及司法实践上均出现了不同程度的混乱^[79]。④ 法律的监管和惩治力度不足。近年来中国涉野生动物刑事案件和收缴的野生动物数量一直保持在较高的水平, 法律的监管和惩治力度有待加强。同时, 这也反映了公众对爬行动物保护意识淡薄, 需要继续加强教育和宣传, 提高公众对爬行动物的认知和关注度。⑤ 科研力度不强。养殖与人工繁育技术并未在濒危爬行动物中得到广泛应用, 需要进一步加强科学研究, 以实现濒危物种更有效的保护。

6.2 对未来研究和保护工作的建议

结合当前中国在保护爬行动物上取得的成效, 就现今仍存在的不足之处, 对未来的研究和保护工作提出 8 点建议: ① 加强法律保护。制定、完善并实施更严格的法律法规来保护爬行动物。包括明确“野生动物”定义、大力打击非法贸易等。② 加强公众教育。通过各种渠道, 如学校课程和社区活动等, 提高公众对爬行动物的认知和保护意识。③ 加强科学研究。加大对爬行动物的科学研究力度, 掌握它们的生态习性和繁殖行为等信息, 以便更好地制定保护策略。④ 合理利用资源。在不影响爬行动物生存的情况下, 采取可持续的利用方式, 如生态旅游、科普教育等, 增加公众对爬行动物的兴趣和关注。⑤ 加强国际合作。深化与其他国家和国际组织的合作, 形成合力, 共同保护跨境迁徙的爬行动物种群, 打击跨国非法贸易。⑥ 环境修复。恢复和改善受损栖息地, 提高生境质量, 帮助爬行动物的生存繁殖。⑦ 加强技术支持。引入新技术, 同时改进和完善已有的保护技术, 研究其在不同濒危爬行动物中的应用。⑧ 定期监测和评估。定期进行物种数量和分布的监测, 评估保护措施的效果, 及时调整策略。

参考文献:

- [1] 吴志新. 普通动物学 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2015: 244.
- [2] 赵尔宓. 陆地的征服者——爬行动物 [J]. 生物学通报, 1999, 34(4): 5-7.
- [3] 康桐铭, 谢和平, 李文, 等. 广东粤北华南虎省级自然保护区爬行动物多样性与保护 [J]. 林业科技通讯, 2024(3): 63-66.

- [4] 陆小玲. 蛇毒血凝酶治疗肺结核咯血的临床效果及对其肺功能的影响 [J]. 临床合理用药, 2023, 16(20): 61-64.
- [5] 樊荣. 医学的标志——蛇杖 [J]. 中国医学人文, 2015, 1(5): 33-36.
- [6] 王跃招, 蔡波, 李家堂. 中国生物多样性红色名录·脊椎动物(第三卷): 爬行动物(上册) [M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [7] 李律瑄, 李招应. 基因组学技术在生物多样性保护研究应用中面临的挑战及应对策略 [J]. 中阿科技论坛(中英文), 2024(1): 89-93.
- [8] 蒋珂, 李家堂. 高原蛇踪——探索温泉蛇的生存奥秘 [J]. 知识就是力量, 2022(2): 68-71.
- [9] 陈莉, 郑耿东, 周广彪, 等. 高通量测序技术在海关监管中的应用概述 [J]. 质量与安全与检验检测, 2023, 33(6): 61-66.
- [10] 陈辛园, 张景展, 康晓静. 高通量测序技术在卡波西肉瘤研究中的应用进展 [J]. 病毒学报, 2024, 40(3): 652-657.
- [11] WU N, CAI B, CHEN M L, et al. Next-Generation Sequencing Yields a Nearly Complete Mitochondrial Genome of *Plestiodon liui* (Reptilia, Squamata, Scincidae) Endemic to China [J]. Mitochondrial DNA Part B, Resources, 2020, 5(3): 3655-3656.
- [12] ZENG Y R, XIONG Y, YANG C S, et al. Investigation of Parasitic Infection in Crocodile Lizards (*Shinisaurus crocodilurus*) Using High-Throughput Sequencing [J]. Animals, 2022, 12(20): 2726.
- [13] 何静, 周婷, 饶定齐, 等. 云南闭壳龟(*Cuora yunnanensis*)的分子鉴定及进化地位研究 [J]. 科学通报, 2007, 52(17): 2085-2088.
- [14] 张桐玮, 程瑞, 武正军, 等. 人工繁育与野外鳄蜥选择体温和运动能力的比较 [J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2022, 40(6): 215-221.
- [15] 陈斯侃, 杨道德, 杨文彩, 等. 莽山原矛头蝮的人工孵化及幼蛇人工饲养 [J]. 生态学杂志, 2013, 32(11): 3048-3053.
- [16] LIU X P, LI X, CHEN Y M, et al. A New Landscape Index for Quantifying Urban Expansion Using Multi-Temporal Remotely Sensed Data [J]. Landscape Ecology, 2010, 25(5): 671-682.
- [17] 薛莲, 党元晓, 汪兵兵, 等. 北斗导航无人机在动物保护方面的应用 [J]. 绿色科技, 2021, 23(12): 9-10.
- [18] 朱建国, 王林, 任国鹏. 《国家重点保护野生动物名录》调整的评估方法探讨 [J]. 生物多样性, 2023, 31(8): 119-128.
- [19] 李瑛. 世界自然保护联盟(IUCN)的知识产品及其国内适用现状 [J]. 中国土地, 2021(2): 12-16.
- [20] 臧春鑫, 蔡蕾, 李佳琦, 等. 《中国生物多样性红色名录》的制定及其对生物多样性保护的意义 [J]. 生物多样性, 2016, 24(5): 610-614.
- [21] 李成, 谢锋, 车静, 等. 中国关键地区两栖爬行动物多样性监测与研究 [J]. 生物多样性, 2017, 25(3): 246-254.
- [22] 韦锦云, 曾治高, 张晓磊, 等. 栖息地荒漠化对蜥蜴群落组成的影响 [J]. 生态学报, 2019, 39(5): 1680-1687.
- [23] 陈敏, 秦媛, 林业宏, 等. 基于COI基因的浙江省内黄缘闭壳龟遗传多样性研究 [J]. 野生动物学报, 2024, 45(2): 367-377.
- [24] SILVERTOWN J. A New Dawn for Citizen Science [J]. Trends in Ecology and Evolution, 2009, 24(9): 467-471.
- [25] SCHMELLER D S, HENRY P Y, JULLIARD R, et al. Advantages of Volunteer-Based Biodiversity Monitoring in Europe [J]. Conservation Biology, 2009, 23(2): 307-316.
- [26] DICKINSON J L, ZUCKERBERG B, BONTER D N. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits [J]. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 2010, 41: 149-172.
- [27] SUNG Y H, LEE W H, WAI-NENG LAU M, et al. Species List and Distribution of Non-Native Freshwater Turtles in Hong Kong [J]. BioInvasions Records, 2021, 10(4): 960-968.
- [28] CHEN J X, ZHOU J J, LIU B Q. Records and Population Status of Sea Turtles in the Zhejiang Sea Area of China [J]. Biodiversity Science, 2023, 31(6): 23082.
- [29] SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ D, ABELLÁN P. Using Null Models to Identify Under-Represented Species in Protected Areas: A Case Study Using European Amphibians and Reptiles [J]. Biological Conservation, 2015, 184: 290-299.
- [30] JOHNSON J D, MATA-SILVA V, WILSON L D. A Conservation Reassessment of the Central American Herpetofauna Based on the EVS Measure [J]. Amphibian and Reptile Conservation, 2015, 9(2): 1-94.
- [31] ZHANG G M, ZHU A X, HE Y C, et al. Integrating Multi-Source Data for Wildlife Habitat Mapping: A Case Study of the Black-and-White Snub-Nosed Monkey (*Rhinopithecus bieti*) in Yunnan, China [J]. Ecological Indicators, 2020, 118: 106735.

- [32] YANG H B, HUANG Q Y, ZHANG J D, et al. Range-Wide Assessment of the Impact of China's Nature Reserves on Giant Panda Habitat Quality [J]. *Science of The Total Environment*, 2021, 769: 145081.
- [33] MERT A, KIRAC A. GIS as a Tool to Map Habitat Suitability for Two Lizard Species Using Environmental Factors [J]. *Frensenius Environmental Bulletin*, 2019, 28(2): 1330-1336.
- [34] ESMAIL N, WINTLE B C, T SAS-ROLFES M, et al. Emerging Illegal Wildlife Trade Issues: A Global Horizon Scan [J]. *Conservation Letters*, 2020, 13(4): e12715.
- [35] 周严, 童璐, 胡文静, 等. 淡水鱼类环境 DNA 宏条形码引物的筛选及其在千岛湖的应用 [J]. *湖泊科学*, 2024, 36(1): 187-199.
- [36] 母亚雯, 杨江华, 张丽娟, 等. 浮游藻类环境 DNA 宏条形码监测引物的比较与验证 [J]. *中国环境监测*, 2024, 40(2): 167-176.
- [37] 冯芸芝, 孙栋, 邵倩文, 等. DNA 宏条形码技术在海洋浮游动物多样性和生态学中的应用 [J]. *生态学报*, 2022, 42(21): 8544-8554.
- [38] VAN DER HEYDE M, BUNCE M, WARDELL-JOHNSON G, et al. Testing Multiple Substrates for Terrestrial Biodiversity Monitoring Using Environmental DNA Metabarcoding [J]. *Molecular Ecology Resources*, 2020, 20(3): 1-14.
- [39] 李成, 江建平, 谢峰, 等. 中国两栖爬行动物多样性监测进展与展望 [J]. *生物多样性*, 2023, 31(12): 1-13.
- [40] 杨文仙, 李石华, 彭双云, 等. 顾及地形起伏的 InVEST 模型的生物多样性重要区识别——以云南省为例 [J]. *应用生态学报*, 2021, 32(12): 4339-4348.
- [41] 黄芳, 周进, 樊天骐, 等. 孵化温度对王锦蛇胚胎代谢和幼体适合度的影响 [J]. *动物学杂志*, 2017, 52(4): 628-637.
- [42] 费宜玲, 侯森林, 唐松泽. 近三年江苏省非法被猎两栖爬行动物分析 [J]. *南京林业大学学报(自然科学版)*, 2021, 45(2): 225-230.
- [43] 蔡波, 李家堂, 陈跃英, 等. 通过红色名录评估探讨中国爬行动物受威胁现状及原因 [J]. *生物多样性*, 2016, 24(5): 578-587.
- [44] JIAO Y B, LEE T M. The Global Magnitude and Implications of Legal and Illegal Wildlife Trade in China [J]. *Oryx*, 2022, 56(3): 404-411.
- [45] 中国政府网. 公安机关持续 3 年开展专项行动保护野生动物 [EB/OL]. (2023-02-25) [2024-02-01]. https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/25/content_5743259.htm.
- [46] 杜芳芝. 野生动物保护中的公众参与研究 [J]. *林业勘查设计*, 2017, 46(3): 70-71.
- [47] 见林军, 陈学婷. 岐山县野生动物保护存在的问题及管理对策 [J]. *现代农业科技*, 2020(6): 203.
- [48] 岳小花. 完善社区共管机制助力野生动物保护 [J]. *环境经济*, 2021(16): 62-65.
- [49] GHIMIRE H R, PHUYAL S, SHAH K B. Protected Species Outside the Protected Areas: People's Attitude, Threats and Conservation of the Yellow Monitor (*Varanus Flavescens*) in the Far-Western Lowlands of Nepal [J]. *Journal for Nature Conservation*, 2014, 22(6): 497-503.
- [50] PANDEY D P, SUBEDI PANDEY G, DEVKOTA K, et al. Public Perceptions of Snakes and Snakebite Management: Implications for Conservation and Human Health in Southern Nepal [J]. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2016, 12(1): 22.
- [51] 李志丹. 论我国野生动物资源的法律保护 [J]. *河南农业*, 2016(11): 136.
- [52] 许建苏. 野生动物保护实践中的问题与制度完善 [J]. *法制博览*, 2022(22): 123-125.
- [53] ZENG Y, PING X G, WEI F W. A Conceptual Framework and Definitions for the Term "Wild Animal" [J]. *Biodiversity Science*, 2020, 28(5): 541-549.
- [54] FENG L, CAI Q Y, BAI Y, et al. China's Wildlife Management Policy Framework: Preferences, Coordination and Optimization [J]. *Land*, 2021, 10(9): 909.
- [55] 刘炫麟. 我国野生动物法律保护的体系、缺陷与完善路径 [J]. *法学杂志*, 2021, 42(8): 123-135.
- [56] ZHANG B, WU B X, YANG D D, et al. Habitat Association in the Critically Endangered Mangshan Pit Viper (*Protobothrops mangshanensis*), a Species Endemic to China [J]. *PeerJ*, 2020, 8: e9439.
- [57] 张同作, 江峰, 张婧捷, 等. 三江源国家公园野生动物保护与管理对策 [J]. *兽类学报*, 2023, 43(2): 192-205.
- [58] BAECHER J A, VOGRINC P N, GUZY J C, et al. Herpetofaunal Communities in Restored and Unrestored Remnant Tallgrass Prairie and Associated Wetlands in Northwest Arkansas, USA [J]. *Wetlands*, 2018, 38(1): 157-168.

- [59] 魏辅文, 杜卫国, 詹祥江, 等. 中国典型脆弱生态修复与保护研究: 珍稀动物濒危机制及保护技术 [J]. 兽类学报, 2016, 36(4): 469-475.
- [60] 本刊摘编. 扬子鳄野外种群不断壮大 [J]. 安徽林业科技, 2020, 46(5): 64.
- [61] LOBO J V, SREEPADA K S. Successful Captive Breeding of King Cobra *Ophiophagus Hannah* (Cantor, 1836) at Pilikula Biological Park, Mangaluru, India [J]. Russian Journal of Herpetology, 2018, 25(1): 71.
- [62] BRADLEY SHAFFER H, GIDIŞ M, MCCARTNEY-MELSTAD E, et al. Conservation Genetics and Genomics of Amphibians and Reptiles [J]. Annual Review of Animal Biosciences, 2015, 3: 113-138.
- [63] MESSENGER K R, WANG Y. Notes on the Natural History and Morphology of the Ningshan Lined Snake (*Stichophanes Ningshaanensis* Yuen, 1983; Ophidia: Colubridae) and Its Distribution in the Shennongjia National Nature Reserve, China [J]. Amphibian and Reptile Conservation, 2015, 9(2): 111-119.
- [64] CLULOW J, CLULOW S. Cryopreservation and Other Assisted Reproductive Technologies for the Conservation of Threatened Amphibians and Reptiles: Bringing the ARTs up to Speed [J]. Reproduction, Fertility and Development, 2016, 28(8): 1116-1132.
- [65] 郑北鹰. 人工繁育蟒蛇首次放归 [N]. 光明日报, 2011-04-08(10).
- [66] 骆怡, 杨小琴. 人工繁育 野外放归 [N]. 广西日报, 2022-04-27(26).
- [67] 任艳琴. 红外线相机技术在太子山保护区野生动物监测中的应用分析 [J]. 甘肃林业, 2022(2): 38-40.
- [68] MAHONEY S P, GEIST V. A. Comparison of the North American Model to Other Conservation Approaches [J]. Wildlife Management and Conservation, 2019(1): 148-155.
- [69] GULLAND F M D. How to Work on a Non-Endangered Species and Contribute to Cetacean Conservation: An Example by the Sarasota Dolphin Research Program [J]. Frontiers in Marine Science, 2021, 8: 648957.
- [70] 杨韬, 章文艳, 戴蓉, 等. 云南省普洱市思茅区路杀爬行动物研究 [J]. 生态学报, 2022, 42(7): 2648-2656.
- [71] EBERHARD E K, WILCOVE D S, DOBSON A P. Too Few, too Late; U. S. Endangered Species Act Undermined by Inaction and Inadequate Funding [J]. PLoS One, 2022, 17(10): e0275322.
- [72] 陈晶. 经济全球化趋势下我国濒危野生动物走私形势研判与对策思考 [J]. 海关与经贸研究, 2016, 37(6): 92-99.
- [73] 李如祎, 周卫平. 新冠肺炎疫情背景下野生动物保护非营利组织的挑战与发展 [J]. 学会, 2024(2): 36-42.
- [74] 耿国彪. 保护野生动植物 维护全球命运共同体 [J]. 绿色中国, 2020(6): 26-37.
- [75] 国际自然保护地网络. 自然保护地跨界区域合作交流会在长白山举行 [EB/OL]. (2021-01-11) [2024-02-08]. http://iapa.globalzoology.org.cn/page2020?article_id=175.
- [76] 徐君, 陈蕴. 三江源生态保护与环境治理研究——以青海省曲麻莱县野生动物保护为中心 [J]. 民族研究, 2021(6): 27-40, 135.
- [77] 程松林, 袁荣斌, 徐新宇, 等. 江西武夷山国家级自然保护区脊椎动物资源调查编目(II): 爬行纲 [J]. 南方林业科学, 2023, 51(2): 75-78.
- [78] MAQSOOD I, RONG K. Existing Status and Resurgence Strategies for Chinese Alligator (*Alligator Sinensis*) [J]. Pakistan Journal of Zoology, 2019, 51(3): 1169-1177.
- [79] 杨帆. 论刑法上“野生动物”概念之偏离与修正 [J]. 湖北警官学院学报, 2024, 37(1): 138-148.

责任编辑 包颖