

· 编者按 ·

中国脊椎动物生存现状研究

蒋志刚^{1,2,3*}

1 (中国科学院动物研究所, 北京 100101)

2 (中华人民共和国濒危物种科学委员会, 北京 100101)

3 (中国科学院大学, 北京 100049)

Assessing the surviving status of vertebrates in China

Zhigang Jiang^{1, 2, 3*}

1 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101

2 Endangered Species Scientific Commission of the People's Republic of China, Beijing 100101

3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

《中国脊椎动物红色名录》编研过程中汇集了全国200多位专家的智慧, 覆盖了中国除海洋鱼类外的全部4,357种脊椎动物, 是迄今为止评估对象最广、信息最全、参与专家人数最多的一次中国脊椎动物生存状况评估。《生物多样性》本期的7篇文章论述了中国内陆鱼类(曹亮等, 2016)、两栖类(江建平等, 2016)、爬行动物(蔡波等, 2016)、鸟类(张雁云等, 2016)和哺乳动物(蒋志刚等, 2016b)红色名录的研究方法、发现和科学价值, 以及《中国生物多样性红色名录》的制定过程及其对生物多样性保护的意义(臧春鑫等, 2016), 并第一次以开放获取期刊文献的方式发表了《中国脊椎动物红色名录》(蒋志刚等, 2016a), 以便广大读者查阅检索。

1 脊椎动物的重要性

脊椎动物是生物多样性的的重要组成部分, 是生态系统中能动的、活跃的组成成分。包括鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类在内的脊椎动物是生态系统中的次级消费者或顶级消费者, 构成了生态系统的次级生产, 是生态系统的能流与物质流的重要组成部分。野生脊椎动物不仅是生物群落的构建者, 还是生态系统的传粉者和种子传播者。作为现代人类蛋白质来源的家禽、家畜和家鱼都是由野生

脊椎动物驯化而来, 而且人类驯化野生动物的进程直到今天从来没有终止过。野生脊椎动物是驯化动物和改良家养动物种质的潜在遗传资源。

随着调查和研究的深入, 脊椎动物多样性编目日臻完善(蒋志刚, 2016b, 印刷中)。2016年, 鱼类物种数据库(FishData)报道全球有33,200多种被科学描述的鱼类, 其中14,000多种为淡水鱼类(FishBase, 2016); American Museum of Nature History (2016)记录了全球7,493种两栖动物; 截至2015年8月, 世界爬行动物数据库(Reptile Database)收录了10,272种爬行动物(Uetz & Hošek, 2016); BirdLife International (2016)报道全球有10,426种鸟类; Wilson和Reeder (2005)报道全球有5,436种哺乳动物, 而IUCN(2016)报道全球有5,515种哺乳动物。尽管人们近年来仍发现了一些新种, 但全球脊椎动物物种数增长速率趋缓。

本次红色名录研究重新进行了中国脊椎动物编目, 更新了中国数据。《中国履行生物多样性公约第三次国情报告》报道我国有2,485种陆生脊椎动物, 包括284种两栖类, 376种爬行类, 1,244种鸟类, 581种哺乳类(国家环保总局, 2005)。本次研究表明我国现有2,914种陆生脊椎动物, 包括408种两栖类, 其中特有两栖类272种, 占全球总数的4%; 461种爬

收稿日期: 2016-04-06

基金项目: 环境保护部生物多样性保护专项——中国脊椎动物红色名录项目(Y31Z01)、国家科技部基础性专项(2013FY110300)和国家自然科学基金(31372175)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: jiangzg@ioz.ac.cn

行类, 约占全球总数的4.5%, 其中特有爬行类143种; 1,372种鸟类, 约占全球总数的13%, 其中特有鸟类77种; 673种哺乳类, 约占全球总数的12%, 其中特有哺乳类150种。中国脊椎动物特有种共计642种。此外, 中国还有1,443种内陆鱼类, 约占世界淡水鱼类总数的9.6%。总之, 中国脊椎动物在世界脊椎动物中占有重要地位。

2 IUCN濒危物种红色名录溯源

1948年, 刚刚成立的联合国即召开了一次有23个政府、126个国家组织和8个国际组织参加的国际会议, 建立了国际自然保护联盟(International Union for Protection of Nature, IUPN, 后来更名为 International Union for Conservation of Nature, IUCN)。当时, 这个组织没有财政来源、没有长期预算, 甚至没有永久雇员。国际自然保护联盟的第一个重大举措是在1950年建立了“生存服务(Survival Service)”机构即“物种生存委员会”(IUCN Species Survival Commission, IUCN/SSC)的雏形。利用当时筹集的2,500美元, 召集科学家志愿者为全球濒危物种编制评估报告, 要求各国政府保护其境内的濒危物种(Dyke, 2006)。

后来, IUCN/SSC的全球濒危物种评估报告发展为《IUCN濒危物种红色名录》。从最初的仅几位专家评价全球哺乳动物和鸟类的少数代表种类的生存状况, 发展为以IUCN红色名录工作组为核心, 邀请全球有关专家参与评估哺乳类、鸟类、爬行类、两栖类、植物、无脊椎动物、真菌、原生生物的红色名录。IUCN红色名录已从早期的主观评估过渡到不同类群专家依据数据和经验参照IUCN红色名录等级标准进行综合评估, 从仅评估濒危物种, 过渡到对一个地区或一个进化分支的所有物种进行评估(Rodrigues et al, 2006); 从最初不定期出版一本红皮书逐步发展为每年出版数部红色名录巨著, 到现在定期更新的网络版红色名录(IUCN, 2016)。

Mace和Lande (2001)提出了根据物种的种群大小、分布面积、生境破碎程度、生境和种群下降速率来确定一定时间内物种的灭绝概率, 最后确定其濒危等级的思想, 并据此制定了“Mace-Lande物种濒危等级标准”。此后, IUCN物种生存委员会为了得到客观、可重复的评估结果, 召集研讨会对“Mace-Lande物种濒危等级标准”进行了反复修改,

该标准最终成为《IUCN物种红色名录濒危等级和标准》(*Red List Categories and Criteria of Endangered Species*)(Mace et al, 1992, 2008; Mace & Stuart, 1994; Oldfield et al, 1998; IUCN/SSC Criteria Review Working Group, 1999; Gärdenfors et al, 2001; IUCN, 2001; Vié et al, 2009)。在实践中, 该濒危等级标准虽然受到了一些批评, 但已经趋于完善, 在国内外应用较为广泛。

《IUCN濒危物种红色名录》对全球的生物多样性状况进行了评估, 一些国家和地区也组织了国家和地区尺度的红色名录评估(Miller et al, 2007; Ramsar Conservation on Wetlands, 2016), 指导了物种管理和生物多样性保护, 对政府间组织和非政府组织的保护决策以及各国自然法律法规的制定都产生了深远的影响(Rodrigues et al, 2006)。例如, 作为国际重要湿地标准之一的《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》(简称《湿地公约》)即采用了《IUCN物种红色名录濒危等级和标准》(Ramsar Conservation on Wetlands, 2016)。Miller等(2007)通过问卷调查了180个《生物多样性公约》缔约国, 在回收的47份问卷中, 有77%的缔约国制定了国家濒危物种名录, 这些缔约国中有78%应用了《IUCN物种红色名录濒危等级和标准》。他们还发现82%的已制定或将要制定濒危物种红色名录的缔约国将会在保护实践中应用濒危物种名录或IUCN红色名录标准。《IUCN物种红色名录濒危等级和标准》作为物种濒危程度评价的理论体系, 在保护生物学理论研究中产生了重要影响。

3 中国濒危物种红色名录编制过程

中国濒危物种红色名录的研究经历了一个发展的过程。由于缺乏信息, 中国研究人员没有完全依据IUCN物种濒危等级标准进行评估, 而是在信息不充分时尝试依据专家知识系统来简化IUCN标准进行评估。

中国最早编制的物种红色名录是傅立国主编的《中国植物红皮书: 稀有濒危植物(第一册)》(傅立国, 1991)。该书采用了IUCN物种濒危等级标准中的“濒危”、“稀有”和“渐危”3个等级。乐佩琦和陈宜瑜(1998)、赵尔宓(1998)、郑光美和王岐山(1998)以及汪松(1998)分别在《中国濒危动物红皮书》相应卷册参照了1996年版《IUCN濒危物种红色名录》

的物种等级划分(Baillie et al, 1996), 并根据中国的国情依据专家知识系统和简化的IUCN标准进行评估, 物种濒危等级使用了野生灭绝(Ex)、绝迹(Et)、濒危(E)、易危(V)、稀有(R)和未定(I)等5个等级, 评估了鱼类、两栖爬行类、鸟类和哺乳类物种的濒危等级。

本次“中国脊椎动物红色名录”研究, 是在《中国濒危动物红皮书》各卷册、《中国物种红色名录(第一卷): 红色名录》(汪松和解焱, 2004)、中国陆栖脊椎动物物种濒危等级评估(蒋志刚和罗振华, 2012)的基础之上, 组织全国内陆鱼类、两栖类、爬行类、鸟类与哺乳类专家收集利用现有物种的种群和生境监测数据, 补充现有数据库, 采用综合分析和专家评估相结合的方法, 依据中国内陆鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类野生种群与生境现状, 利用IUCN Red List Categories and Criteria (Version 3.1) (IUCN, 2001)、Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria (Version 8.1) (IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2010) 和 Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels (Version 4.0) (IUCN, 2012)编制了除海洋鱼类之外的《中国脊椎动物红色名录》。这一工作为监测中国生物多样性现状, 开展阶段性IUCN红色名录指数研究提供了数据。

4 中国脊椎动物红色名录评估结果和意义

评估结果显示, 中国脊椎动物灭绝风险高于世界平均水平, 各类群中均发生了物种灭绝与区域灭绝事件, 共有17种脊椎动物已经灭绝(EX)、野外灭绝(EW)或区域灭绝(RE), 包括6种哺乳类、3种鸟类、2种爬行类、2种两栖类和4种内陆鱼类。中国受威胁脊椎动物物种共有932种, 占总数的21.4%。其中两栖类受威胁比率高达43.1%, 远高于全球两栖动物受威胁的平均水平(31%)。另外, 数据缺乏(DD)的脊椎动物种总计941种(21.6%), 由于缺乏研究和野外调查信息, 我们对其生存现状了解甚少。据此推测中国脊椎动物受威胁率的可能上限为43%。

由于不同脊椎动物类群间的生活习性和生境差别较大, 各类群物种受威胁的程度及其分布格局也存在较大的差异。如哺乳动物有15个科的全部物种都受威胁, 而鸟类只有鹈鹕科和犀鸟科的受威胁比率达到100%。又如, 南方各省份爬行动物的受威

胁程度都高, 而受威胁鸟类物种则主要集中在云南省(76种)。在不同水系中的淡水鱼类物种受威胁比例也不相同, 长江上游(79种)和珠江上游(76种)受威胁物种最多, 即便是同一水系的上下游之间, 其物种受威胁程度也不一样。

评估结果还显示, 人类活动、生境丧失和退化以及过度利用是导致脊椎动物物种濒危灭绝的主要原因。人类经济活动改变了土地性质, 导致野生动物生境丧失或破碎化。非法贸易则是珍稀脊椎动物濒危的重要原因。全球环境变化导致的湿地丧失以及水电站和水利设施建设也影响了水鸟、爬行类、两栖类和内陆鱼类的生存, 而水体和土壤污染是致使它们濒危的重要原因。脊椎物种红色名录研究是一项物种生存危机天际线扫描(Jiang & Ma, 2014; 蒋志刚, 2014), 预警了鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类的灭绝风险。

人类活动是当代物种消亡的主要推手。“解铃还需系铃人”, 人类既然能够导致物种消亡, 同样也能够且必须采取措施来避免物种高速消亡(蒋志刚, 2016a)。本次评估结果将可应用于生物多样性保护与管理。评估数据可为政府制定物种保护相关政策和规划, 以及物种就地保护和迁地保护规划布局提供依据。红色名录有助于确定生物多样性保护重点物种, 以及濒危动物保护优先顺序。可依据名录把受威胁物种按照受威胁等级分批纳入野生动物保护名录或调整保护级别, 特别是一些新发现的狭域分布物种和近年来开发利用强度高的物种。在环境影响评价的生态影响因素的分析中, 可依照红色名录确定重点物种, 尽量避免和减少项目建设对受威胁物种的影响。

现有自然保护区对内陆鱼类、两栖类和爬行类受威胁物种的分布区覆盖程度较低, 未能为这些物种提供有效保护。建议针对这些物种的地理分布和种群现状制定并完善自然保护区规划。一方面需要在物种集中分布区建立新自然保护区或保护点, 另一方面需要合理调整原有自然保护区的面积或功能区。濒危物种多、特有物种多的地区应纳入生物多样性保护优先区。对于那些以就地保护方式不足以达到保护目标的物种, 可因地制宜地采取迁地保护的措施, 进行人工繁育, 或保存于国家遗传资源库中。

《中国脊椎动物红色名录》将为开展全国物种

资源本底调查提供科学依据。本次评估中数据缺乏的物种比例很高,表明中国物种资源的本底还不清楚,迫切需要开展物种资源本底调查,摸清其数量、分布和受威胁状况,为生物多样性保护与管理提供科学支撑。红色名录为进一步加强濒危物种基础研究奠定了基础,同时还是开展生物多样性科普教育、提高公众保护意识的重要素材。

《中国脊椎动物红色名录》是中国积极履行《生物多样性公约》的具体行动。2010年《生物多样性公约》第十次缔约方大会通过了《爱知目标》,要求各缔约方完成生物多样性评价、保护和恢复工作。目前,中国是世界上为数不多的、对国内所有脊椎动物开展评估的国家。通过本次红色名录的编制,中国在生物多样性评价方面已经先行一步,使中国在履行《生物多样性公约》方面走在世界各国的前列。

参考文献

- American Museum of Nature History (2016) Amphibian Species of the World. <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. (accessed on 2016-03-02).
- Baillie J, Groombridge B, Gärdenfors U, Stattersfield AJ (1996) IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN, Gland.
- Cai B, Li JT, Chen YY, Wang YZ (2016) Exploring the status and causes of China's threatened reptiles through the red list assessment. *Biodiversity Science*, 24, 578–587. (in Chinese with English abstract) [蔡波, 李家堂, 陈跃英, 王跃招 (2016) 通过红色名录评估探讨中国爬行动物受威胁现状及原因. *生物多样性*, 24, 578–587.]
- Cao L, Zhang E, Zang CX, Cao WX (2016) Evaluating the status of China's continental fish and analyzing their causes of endangerment through the red list assessment. *Biodiversity Science*, 24, 598–609. (in Chinese with English abstract) [曹亮, 张鸮, 臧春鑫, 曹文宣 (2016) 通过红色名录评估研究中国内陆鱼类受威胁现状及其成因. *生物多样性*, 24, 598–609.]
- Christie DA, Elliott A, Josep del Hoyo, Fishpool LDC (2016) HBW and Birdlife International Illustrated Checklist of the Birds of the World. Vol. 1: Non-Passerines & Vol. 2: Passerines. Lynx Edicions in association with Birdlife International, Cambridge.
- Dyke FV (2006) *Conservation Biology: Foundations, Concepts, Applications*, 2nd edn. Springer, New York.
- FishBase (2016) FishBase Version 01/2016. <http://www.fishbase.org/search.php>. (accessed on 2016-03-02)
- Fu LK (1992) *The Red Data Book of China's Plants, Vol. 1: Rare and Endangered Species, English Edition*. Science Press, Beijing. [傅立国 (1991) 中国植物红皮书: 稀有濒危植物(第一册). 科学出版社, 北京.]
- Gärdenfors U, Hilton-Taylor C, Mace GM, Rodríguez JP (2001) The application of IUCN Red List Criteria at regional levels. *Conservation Biology*, 15, 1206–1212.
- IUCN (2001) IUCN Red List Categories and Criteria, Version 3.1. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland.
- IUCN (2012) Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels, Version 4.0. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN (2016) IUCN Endangered Species Redlist. <http://www.iucnredlist.org>. (accessed on 2016-04-02)
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee (2010) Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria, Version 8.1. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>. (accessed on 2014-03-01)
- IUCN/SSC Criteria Review Working Group (1999) IUCN Red List Criteria Review Provisional Report: Draft of the Proposed Changes and Recommendations. IUCN, Gland.
- Jiang JP, Xie F, Zang CX, Cai L, Li C, Wang B, Li JT, Wang J, Hu JH, Wang Y, Liu JY (2016) Assessing the threat status of amphibians in China. *Biodiversity Science*, 24, 588–597. (in Chinese with English abstract) [江建平, 谢锋, 臧春鑫, 蔡蕾, 李成, 王斌, 李家堂, 王杰, 胡军华, 王燕, 刘炯宇 (2016) 中国两栖动物受威胁现状评估. *生物多样性*, 24, 588–597.]
- Jiang ZG (2014) Horizon Scanning: a new method for environmental and biodiversity conservation. *Biodiversity Science*, 22, 115–116. (in Chinese) [蒋志刚 (2014) 天际线扫描: 环境与生物多样性保护研究的新方法. *生物多样性*, 22, 115–116.]
- Jiang ZG (2016a) Can species extinction be prevented? *Chinese Science Bulletin*, 61, doi: 10.1360/N972015-01319. [蒋志刚 (2016a) 能否避免物种灭绝? *科学通报*, 61, doi: 10.1360/N972015-01319.]
- Jiang ZG (2016b) How many species are there on the Earth? *Chinese Science Bulletin*, 61, doi: 10.1360/N972015-01320. [蒋志刚 (2016b) 地球上有多少物种? *科学通报*, 61, doi: 10.1360/N972015-01320]
- Jiang ZG, Jiang JP, Wang YZ, Zhang E, Zhang YY, Li LL, Xie F, Cai B, Cao L, Zheng GM, Dong L, Zhang ZW, Ding P, Luo ZH, Ding CQ, Ma ZJ, Tang SH, Cao WX, Li CW, Hu HJ, Ma Y, Wu Y, Wang YX, Zhou KY, Liu SY, Chen YY, Li JT, Feng ZJ, Wang Y, Wang B, Li C, Song XL, Cai L, Zang CX, Zeng Y, Meng ZB, Fang HX, Ping XG (2016a) Red List of China's Vertebrates. *Biodiversity Science*, 24, 500–551. (in Chinese with English abstract) [蒋志刚, 江建平, 王跃招, 张鸮, 张雁云, 李立立, 谢锋, 蔡波, 曹亮, 郑光美, 董路, 张正旺, 丁平, 罗振华, 丁长青, 马志军, 汤宋华, 曹文宣, 李春旺, 胡慧建, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 陈跃英, 李家堂, 冯祚建, 王燕, 王斌, 李成, 宋雪琳, 蔡蕾, 臧春鑫, 曾岩, 孟智斌, 方红霞, 平晓鸽 (2016a) 中国脊椎动物红色名录. *生物多样性*, 24,

- 500–551.]
- Jiang ZG, Luo ZH (2012) Assessing species endangerment status: progress in research and an example from China. *Biodiversity Science*, 20, 612–622. (in Chinese with English abstract) [蒋志刚, 罗振华 (2012) 物种受威胁状况评估: 研究进展与中国的案例. *生物多样性*, 20, 612–622.]
- Jiang ZG, Ma KP (2014) Scanning the horizon for nascent environmental hazards. *National Science Review*, 1, 330–333.
- Jiang ZG, Li LL, Luo ZH, Tang SH, Li CW, Hu HJ, Ma Y, Wu Y, Wang YX, Zhou KY, Liu SY, Feng ZJ, Cai L, Zang CX, Zeng Y, Meng ZB, Ping XG, Fang HX (2016b) Evaluating the status of China's mammals and analyzing their causes of endangerment through the red list assessment. *Biodiversity Science*, 24, 552–567. (in Chinese with English abstract) [蒋志刚, 李立立, 罗振华, 汤宋华, 李春旺, 胡慧建, 马勇, 吴毅, 王应祥, 周开亚, 刘少英, 冯祚建, 蔡蕾, 臧春鑫, 曾岩, 孟智斌, 平晓鸽, 方红霞 (2016b) 通过红色名录评估研究中国哺乳动物受威胁现状及其原因. *生物多样性*, 24, 552–567.]
- Mace G, Collar N, Cooke J, Gaston K, Ginsberg J, Leader-Williams N, Maunders M, Milner-Gulland EJ (1992) The development of new criteria for listing species on the IUCN Red List. *Species*, 19, 16–22.
- Mace GM, Collar NJ, Gaston KJ, Hilton-Taylor C, Akçakaya HR, Leader-Williams N, Milner-Gulland EJ, Stuart SN (2008) Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. *Conservation Biology*, 22, 1424–1442.
- Mace GM, Lande R (2001) Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation Biology*, 5, 148–157.
- Mace GM, Stuart SN (1994) Draft IUCN Red List Categories, Version 2.2. *Species*, 21/22, 13–24.
- Miller RM, Rodriguez JP, Aniskowicz-Fowler T, Bambaradeniya C, Boles R, Eaton MA, Gärdenfors U, Keller V, Molur S, Walker S, Pollock C (2007) National threatened species listing based on IUCN Criteria and Regional Guidelines: current status and future perspectives. *Conservation Biology*, 21, 684–696.
- Oldfield S, Lusty C, MacKinnon A (1998) *The World List of Threatened Trees*. World Conservation Press, Cambridge.
- Ramsar Conservation on Wetlands (2016) *The Ramsar Sites Criteria*. <http://www.ramsar.org>. (accessed on 2016-04-05)
- Rodrigues ASL, Pilgrim JD, Lamoreux JF, Hoffmann M, Brooks TM (2006) The value of the IUCN Red List for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 21, 71–76.
- State Environmental Protection Bureau (2005) *The Third Country Report for Implication of Convention of Biological Diversity*. Chinese Environmental Science Press, Beijing. [国家环境保护总局 (2005) 中国履行《生物多样性公约》第三次国家报告. 中国环境科学出版社, 北京.]
- Uetz P, Hošek J (2016) *The Reptile Database*. <http://www.reptile-database.org>. (accessed on 2016-03-02)
- Vié J, Hilton-Taylor C, Pollock CM, Ragle J, Smart J, Stuart SN, Tong R (2009) *The IUCN Red List: A Key Conservation Tool*. IUCN, Cambridge.
- Wang S (1998) *China Red Data Book of Endangered Animals: Mammalia*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [汪松 (1998) 中国濒危动物红皮书: 兽类. 科学出版社, 北京.]
- Wang S, Xie Y (2004) *China Species Red List, Vol. 1: Red List*. Higher Education Press, Beijing. (in Chinese) [汪松, 解焱 (2004) 中国物种红色名录, 第1卷: 红色名录. 高等教育出版社, 北京.]
- Wilson DE, Reeder DM (2005) *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference*, 3rd edn. Johns Hopkins University Press, New York.
- Yue PQ, Chen YY (1998) *China Red Data Book of Endangered Animals: Pisces*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [乐佩琦, 陈宜瑜 (1998) 中国濒危动物红皮书: 鱼类. 科学出版社, 北京.]
- Zang CX, Cai L, Li JQ, Wu XP, Li XG, Li JS (2016) Preparation of the China Biodiversity Red List and its significance for biodiversity conservation within China. *Biodiversity Science*, 24, 610–614. (in Chinese with English abstract) [臧春鑫, 蔡蕾, 李佳琦, 吴晓蕾, 李晓光, 李俊生 (2016) 《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. *生物多样性*, 24, 610–614.]
- Zhang YY, Zhang ZW, Dong L, Ding P, Ding CQ, Ma ZJ, Zheng GM (2016) Assessment of red list of birds in China. *Biodiversity Science*, 24, 568–577. (in Chinese with English abstract) [张雁云, 张正旺, 董路, 丁平, 丁长青, 马志军, 郑光美 (2016) 中国鸟类红色名录评估. *生物多样性*, 24, 568–577.]
- Zhao EM (1998) *China Red Data Book of Endangered Animals: Amphibia and Reptilia*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [赵尔宓 (1998) 中国濒危动物红皮书: 两栖类和爬行类. 科学出版社, 北京.]
- Zheng GM, Wang QS (1998) *China Red Data Book of Endangered Animals: Aves*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [郑光美, 王岐山 (1998) 中国濒危动物红皮书: 鸟类. 科学出版社, 北京.]

(责任编辑: 周玉荣)