

# 中国两栖动物受威胁现状评估

江建平<sup>1\*</sup> 谢 锋<sup>1</sup> 臧春鑫<sup>2</sup> 蔡 蕾<sup>3</sup> 李 成<sup>1</sup> 王 斌<sup>1</sup>  
李家堂<sup>1</sup> 王 杰<sup>1</sup> 胡军华<sup>1</sup> 王 燕<sup>1</sup> 刘炯宇<sup>1</sup>

1 (中国科学院成都生物研究所, 成都 610041)

2 (中国环境科学研究院, 北京 100012)

3 (中华人民共和国环境保护部自然生态保护司, 北京 100035)

**摘要:** 为了了解我国两栖动物受威胁现状和致危因素, 进而制定相关的保护措施和开展国际合作, 本文依据中国两栖动物野生种群与生境现状, 利用《IUCN物种红色名录濒危等级和标准》(3.1版)和《IUCN物种红色名录标准在国家或地区的应用指南》(4.0版), 对中国已知的408种两栖动物的濒危状况进行了评估, 并编制了《中国两栖动物红色名录》。评估结果表明: 中国两栖动物有1种灭绝, 1种区域灭绝, 受威胁的两栖动物共计176种, 占评估物种总数的43.1%, 明显高于《IUCN濒危物种红色名录》(2015)的物种受威胁率(30.8%)。中国两栖动物特有种272种, 其中48.9%属于受威胁物种。中国两栖动物受威胁比例最高的目是有尾目(63.4%), 明显高于无尾目(39.0%); 受威胁比例最高的科是隐鳃鲑科(Cryptobranchidae) (仅有1种, 100%受威胁), 小鲵科(Hynobiidae) (86.7%)和叉舌蛙科(Dicroglossidae) (78.1%)。有11个省区的受威胁物种数占本省区两栖动物物种总数的30%及以上, 前3位分别是四川(40.8%)、广西(39.2%)和云南(37%)。中国大多数两栖动物物种分布在西南山地和华南地区, 以海拔2,000 m以下区域为主。栖息地退化或丧失、捕捉、环境污染列受威胁两栖动物致危因子的前3位。鉴于中国两栖动物区系的复杂性和独特性, 进一步加强两栖动物资源调查、种群和生境监测及相关科学研究, 仍是今后一段时期开展两栖动物多样性保护和濒危物种拯救行动的关键性基础工作。

**关键词:** 红色名录; 灭绝; 区域灭绝; 极度濒危; 濒危; 易危; 濒危等级; 致危因子; 两栖纲; 中国

## Assessing the threat status of amphibians in China

Jianping Jiang<sup>1\*</sup>, Feng Xie<sup>1</sup>, Chunxin Zang<sup>2</sup>, Lei Cai<sup>3</sup>, Cheng Li<sup>1</sup>, Bin Wang<sup>1</sup>, Jiatang Li<sup>1</sup>, Jie Wang<sup>1</sup>, Junhua Hu<sup>1</sup>, Yan Wang<sup>1</sup>, Jiongyu Liu<sup>1</sup>

1 Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041

2 Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012

3 Department of Nature and Ecological Conservation, Ministry of Environmental Protection, P. R. China, Beijing 100035

**Abstract:** In order to clarify the threat status of Chinese amphibians and the conditions threatening these species, we compiled a red list of amphibians in China based on the IUCN Red List Categories and Criteria (Version 3.1), and Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels (Version 4.0). This red list, which includes details on population and habitat status, rates of population decline, and projected population trends, will facilitate development of protective management agreements for Chinese administrative departments, the Chinese public, and international organizations. We evaluated 408 amphibian species and discovered that 43.1% of the evaluated species, i.e., 176 species, were threatened, which exceeds the net percentage of threatened amphibian species throughout the entire world. One species was classified as “Extinct” and another species was classified as “Regionally Extinct”. There are 272 amphibian species endemic to China, and 48.9% of them were threatened. The tailed amphibian order (Urodela) possessed the highest ratios of threatened species, followed by the tailless amphibian order (Anura). The

收稿日期: 2015-12-10; 接受日期: 2016-05-07

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和国家自然科学基金(NSFC 31471964)

\* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: jiangjp@cib.ac.cn

families with the highest percentages of threatened species were Cryptobranchidae (100% threatened), Hynobiidae (86.7% threatened), and Dicroglossidae (78.1% threatened). In eleven provinces, more than 30% of the local amphibian species were classified as threatened species, with the provinces Sichuan (40.8%), Guangxi (39.2%), and Yunnan (37.0%) having the highest percentage of threatened amphibians. Most of China's amphibians are distributed in southwestern and southern China and below 2,000 m altitude. Habitat degeneration and loss, human capture, and pollution were the three leading threats to amphibians in China. In order to restore endangered amphibian populations and conserve amphibian diversity in China, more population surveys and monitoring projects as well as scientific research on Chinese amphibians are necessary.

**Key words:** Red list; Extinct; Regionally Extinct; Critically Endangered; Endangered; Vulnerable; threat factor; amphibia; China

中国地域辽阔、景观多样, 有世界上最高的山脉和高原、宽阔的河谷平原, 有沙漠、湿地以及世界上最广阔的喀斯特地貌, 同时具有不同温度带的森林、灌丛和草地。在动物地理区划上, 中国跨越了东洋界和古北界, 并且大部分区域被认为是东洋界和古北界的过渡区域(Zhao, 1999)。复杂多样的生境孕育了丰富的生物多样性, 其中独特的地理单元和生态环境构成了独特的陆地生态区(Olson & Dinerstein, 1998; Brooks et al, 2002), 并蕴藏了丰富的特有物种。这样的多样性与特有性在未受冰河作用影响或受其影响小的南方和西南区域表现得尤为突出, 中国仅有的两个全球生物多样性保护热点地区就分布于中国南中部山地和南部热带区域(包括海南省) (Mittermeier et al, 1999; Myers et al, 2000)。

全球两栖动物种群衰退现象越来越受到关注(Wake, 1991; Alford & Richards, 1999; Houlahan et al, 2000; Kiesecker et al, 2001; Hoffmann et al, 2010), 中国也较早地开始了两栖动物生存状况的评估工作。但由于研究资料的缺乏, 评估的系统性和完整性有待提升。《中国濒危动物红皮书: 两栖类和爬行类》(赵尔宓, 1998)评估了29种两栖动物, 仅占当时我国已知两栖动物物种总数的10%左右。IUCN/SSC于2004年主持完成了全球受威胁两栖动物评估, 人们对两栖动物濒危现状有了较全面系统的了解。此后, 陆续形成了我国两栖动物评估报告, 对321种进行了评估(汪松和解焱, 2004)。由于上次的评估距今已有10余年, 期间新增物种较多, 部分区域生态环境变化明显, 我国两栖动物的生存状况亟待重新评估, 以期为国家制定两栖动物保护策略与实施保护行动计划提供支撑。

近年来, 随着我国在科学研究和保育方面的投

入不断增加, 两栖动物的科学研究取得了长足进展, 其物种多样性获得了系列的新信息, 这为中国两栖动物的再次评估奠定了基础。在环境保护部和中国科学院的组织领导下, 我们收集整理了中国两栖动物种群和生境监测数据, 充实了现有数据库; 采用综合分析和专家评估相结合的方法, 依据中国两栖动物野生种群与生境现状, 综合评价了中国两栖动物生存现状, 对《中国两栖动物红色名录》进行了全面评估与更新。

## 1 方法

### 1.1 评估标准

本次评估的依据是《IUCN物种红色名录濒危等级和标准》(IUCN Red List Categories and Criteria) Version 3.1 (IUCN, 2001)和《IUCN物种红色名录标准在国家或地区的应用指南》(Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels) Version 4.0 (IUCN/SSC Criteria Review Working Group, 2010)。

IUCN物种红色名录濒危等级定义如下, 评估标准请参阅上述文献。

灭绝(EX, Extinct): 如果一个物种的最后一个个体已经死亡, 则该种“灭绝”。

野外灭绝(EW, Extinct in the Wild): 如果一个物种的所有个体仅生活在人工养殖状态下, 则该种“野外灭绝”。

区域灭绝(RE, Regionally Extinct): 如果一个物种在某个区域内的最后一个个体已经死亡, 则该物种已经“区域灭绝”。

极危(CR, Critically Endangered)、濒危(EN, Endangered)和易危(VU, Vulnerable): 这3个等级统称为受威胁等级(Threatened Categories), 从极危

(CR)、濒危(EN)到易危(VU), 灭绝的风险依次降低。

近危(NT, Near Threatened): 当一个物种未达到极危、濒危或易危标准, 但在未来一段时间内, 接近符合或可能符合受威胁等级, 则该种为“近危”。

无危(LC, Least Concern): 当一个物种未达到极危、濒危、易危或近危标准, 则该种为“无危”。广泛分布和个体数量多的物种都属于该等级。

数据缺乏(DD, Data Deficient): 当缺乏足够的信息对某一物种的灭绝风险进行评估时, 则该种属于“数据缺乏”。

未予评估(NE, Not Evaluated): 如果一个分类单元未应用本标准进行评估, 则可将该分类单元列为未予评估。

## 1.2 中国两栖动物编目

最初用于评估的两栖动物名录由项目组江建平和谢锋收集整理, 数据主要来自正式出版的研究论文、调查报告、专著。主要依据有《中国动物志·两栖纲》各卷(费梁等, 2006, 2009a, b)、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》(费梁等, 2012)等, 并查阅其后中国两栖动物调查研究的最新进展, 补充新种和新记录(所有物种更新的截止时间为2014年6月30日), 最终形成用于评估的两栖动物名录。

## 1.3 建立数据库

在确定用于评估的两栖动物名录后, 项目组依据统一格式收集和整理每个物种的相关数据集。数据条目包括: 系统地位、物种照片、地理分布(分布图和分布国家名录, 在国内则列到县或省市)、种群、生境和生态、致危因素、保护措施、利用情况、评估历史及其受威胁等级等。

## 1.4 受威胁等级评定

于2013年10月形成基本数据库后, 项目组人员依据《IUCN红色名录评估标准》形成初步评估意见, 整理成《中国两栖动物红色名录》初评稿, 采用函评的方式向全国有关专家征求意见。收到反馈信息后, 进一步整理和完善每个物种的评估信息。分别于2013年12月25日在哈尔滨师范大学、2014年3月31日在中国科学院成都生物研究所、2014年6月28日在黄山学院举行的中国两栖动物红色名录专家组评估会上, 由专家审阅、更新和修正(参与此项评估工作的专家名单见致谢)。在专题研讨后, 进一步整理和编辑修订信息。整个红色名录数据库的最终审核和编辑由谢锋和江建平于2014年8月完成。

## 2 结果与讨论

本次评估了中国两栖动物408种, 隶属13科82属(见蒋志刚等, 2016), 包括无尾目336种, 有尾目71种, 蚓螈目1种; 其中有272种为中国特有物种, 占现有两栖动物物种总数的66.7%。

### 2.1 受威胁情况

#### 2.1.1 总体受威胁情况

本次红色名录评估结果发现: 中国两栖动物中有灭绝1种, 即滇池蝶螈(*Hypselotriton wolterstorffi*) (何晓瑞, 1998), 区域灭绝1种, 即琉球棘螈(*Echinotriton andersoni*), 在台湾地区灭绝, 但在琉球群岛的冲绳、阿美等岛屿仍存在; 受威胁176种(包括极危13种、濒危46种和易危117种), 占中国两栖动物物种总数的43.1%, 明显高于IUCN红色名录(2015)评估的全球两栖动物受威胁比例(30.8%) (IUCN, 2015); 有近危76种和无危102种, 分别占18.6%和25.0%; 有52种被列为数据缺乏, 占12.7%。数据缺乏物种的比例明显低于全球两栖动物的比例24.8% (IUCN, 2015), 这表明中国两栖动物的认知情况好于世界平均水平。数据缺乏物种可分为3类: (1)没有记载明确产地的古老物种, 如魏氏齿蟾(*Oreolalax weigoldi*); (2)分布区极其狭窄, 交通不便, 物种第一次分类描述以来未再有工作跟进的物种, 如舌突蛙属(*Liurana*)中的多个物种; (3)近几年最新描述的物种, 缺乏相关的种群研究积累, 如浏阳瑶螈(*Yaotriton liuyangensis*)等。但大多数数据缺乏物种的地理分布区狭窄, 且不易发现, 仍有较高的濒危可能性(Bland et al, 2015)。

被评估为极危的有13种, 分散分布于我国中部和南部。其中的12种中, 有尾类占8种: 即安吉小鲵(*Hynobius amjiensis*)、挂榜山小鲵(*H. guabangshanensis*)、普雄原鲵(*Protohynobius puxiongensis*)、金佛拟小鲵(*Pseudohynobius jinbo*)、辽宁爪鲵(*Onychodactylus zhaoermii*)、新疆北鲵(*Ranodon sibiricus*)、镇海棘螈(*Echinotriton chinhaiensis*)、呈贡蝶螈(*Cynops chenggongensis*); 无尾类占4种: 即凉北齿蟾(*Oreolalax liangbeiensis*)、花齿突蟾(*Scutigera maculatus*)、腹斑掌突蟾(*Paramegophrys ventripunctatus*)、小腺蛙(*Glandirana minima*)。这些物种大部分具有分布区域狭窄的特点, 可以通过建立相应的自然保护区或

保护小区来保护。其中, 镇海棘螈、凉北齿蟾和小腺蛙等都没有被任何自然保护区覆盖, 因此要使其摆脱灭绝风险, 应尽快开展栖息地调查和保护工作。可喜的是, 镇海棘螈的部分栖息地(位于浙江宁波北仑林场中)已开展保护工作。与上述种类不同, 中国大鲵(*Andrias davidianus*)尽管仍有较广的分布范围, 但其种群数量稀少, 且在一些地区逐渐消失(章克家等, 2002; Wang et al, 2004), 野外遇见率极低, 主要存活于隔离的洞穴中。新疆北鲵(国内分布于新疆西部边境2个县的局部地区; 国外广泛分布于哈萨克斯坦东南部)和腹斑掌突蟾(国内分布于云南南部; 国外可能在老挝有分布)未被IUCN列为极危, 但专家们认为其在中国区域符合极危标准, 具有非常高的保护优先性, 因此评估为极危。

与2004年在《IUCN红色名录》(IUCN, 2004)中的分类和濒危现状的评估结果相比, 除原来因数据缺乏没有评估而本次增补评价的物种外, 中国两栖动物红色名录本次共有90种的受威胁水平发生了变化(表1)。其中, 33种是因为区域和全球评价出现的正常差异, 5种是由于分类变动或者新分布地的发现而发生等级变化, 其余52种为真实受威胁水平有变化的物种。在最后一类中, 有33种的受威胁水平进一步提升, 其中除史氏蟾蜍(*Bufo stejnegeri*)分布于东北外, 其他物种广泛分布于中国的东部、中部和南部; 而另外19种的受威胁水平出现了好转, 它们多数分布于台湾、香港等保护较好的地区。

### 2.1.2 中国特有种受威胁情况

在我国现知的两栖动物中, 272种为我国特有, 占中国已知物种的66.7%, 其中有48.9%的物种受威胁, 明显高于我国两栖动物的总体受威胁水平。各濒危等级的特有种数分别是: 灭绝1种、极危11种、濒危39种、易危83种、近危38种、无危56种、数据缺乏44种。特有种的高受威胁程度与它们分布狭窄、更易受环境变化影响有关。

### 2.1.3 不同阶元受威胁情况

(1)目级。有尾目的受威胁率为63.4%, 明显高于无尾目的39.0%。这与全球两栖动物中有尾类受威胁水平高于无尾类的总体趋势相一致(Stuart et al., 2008)。当有尾类种群减少时, 它们需要更长的时间来恢复(Zug et al, 2001)。此外, 中国有尾类物种受威胁水平高于全球平均水平的主要原因可能是由于超过60%的中国有尾类物种为人们利用, 而

全球范围则仅有13%(IUCN, 2004)。

有尾类高的受威胁水平在中国早就有所认识, 1989年公布的《国家重点保护野生动物名录》中的7种两栖动物, 有6种为有尾类, 仅有1种为无尾类。虽然一些物种很早就被列为保护对象, 但其生存状况仍在不断恶化, 中国大鲵就是一个典型的例子(Wang et al, 2004)。中国具有除拉美以外最丰富的有尾类物种, 并且有89.2%的物种和3个属(肥螈属 *Pachytriton*、肥鲵属 *Pachyhynobius* 和原鲵属 *Protohynobius*)为特有, 因此中国负有保护这些有尾类物种的重要使命。

(2)科级。两栖动物不同科间的物种受威胁水平差异较大(表2)。隐鳃鲵科仅有1种, 100%受威胁, 其次为小鲵科和叉舌蛙科, 受威胁水平分别达到86.7%和78.1%。受威胁物种数的比例相对小的科有蟾蜍科、雨蛙科、姬蛙科、树蛙科和鱼螈科; 而几个物种数量少的科受威胁比例高, 它们是铃蟾科、隐鳃鲵科、小鲵科和蝶螈科。

### 2.1.4 省级区域两栖动物的受威胁情况

根据各省市区两栖动物分布情况(表3)可知: 我国两栖动物物种多样性最丰富的前3位是云南(138种)、四川(103种)和广西(97种); 各省的受威胁率统计显示, 受威胁最严重地区的前3位是四川(40.8%)、广西(39.2%)和云南(37%); 而中部和南部的省份也有较高的受威胁水平, 北方省份则较低。一般是特有率高的地区物种受威胁率更高, 然而, 西藏地区物种特有率虽高, 却只有26.4%的受威胁率。值得注意的是, 该地区还有18种数据缺乏, 因此推测在进一步调查和研究后, 该区域物种的濒危程度和保护优先性可能会增大。

### 2.2 受威胁物种在不同生境和海拔的分布

两栖动物受威胁物种具有明显的生境偏好。80%以上的受威胁物种分布在林区, 并且80%以上的受威胁物种分布在流水环境中, 这一特征与世界各地相似(Stuart et al, 2004)。森林物种受威胁程度特别高的原因主要是它们的适应能力差, 中国森林砍伐在1950–2000年的50年中增加了18倍, 天然林只剩30%(Li & Wilcove, 2005)。但最近的生态工程建设如天然林保护工程、退耕还林还草工程等, 明显缓解了这些生境继续丧失和退化的趋势。

中国两栖动物物种海拔分布特征(图1)分析表明: 多数物种分布于海拔2,500 m以下的区域; 随着

表1 中国两栖动物红色名录本次评估与2004年的国际(IUCN, 2004)、国内(汪松和解焱, 2004)评估比较。CR: 极度濒危; EN: 濒危; VU: 易危; NT: 近危; LC: 无危。

Table 1 Comparison of Amphibian Redlist in China from this work and those of world (IUCN, 2004) and national wide (Wang & Xie, 2004) in 2004. CR, Critically Endangered; EN, Endangered; VU, Vulnerable; NT, Near Threatened; LC, Least Concern.

物种 Species	本次评估 This work	2004 IUCN IUCN 2004	2004中国 China 2004
版纳鱼螈 <i>Ichthyophis bannanicus</i> Yang, 1984	NT	LC	NT
东北小鲵 <i>Hynobius (Hynobius) leechii</i> Boulenger, 1887	VU	LC	LC
阿里山小鲵 <i>Hynobius (Makihynobius) arisanensis</i> Maki, 1922	EN	VU	VU
秦巴拟小鲵 <i>Pseudohynobius tsinpaensis</i> (Liu and Hu, 1966)	EN	VU	VU
辽宁爪鲵 <i>Onychodactylus zhaoermii</i> Che, Poyarkov and Yan, 2012	CR	LC	EN
吉林爪鲵 <i>Onychodactylus zhangyapingi</i> Che, Poyarkov, Li and Yan, 2012	VU	LC	EN
新疆北鲵 <i>Ranodon sibiricus</i> Kessler, 1866	CR	EN	CR
龙洞山溪鲵 <i>Batrachuperus londongensis</i> Liu and Tian, 1978	VU	EN	EN
棕黑疣螈 <i>Tylototriton (Tylototriton) verrucosus</i> Anderson, 1871	NT	LC	NT
大凉螈 <i>Liangshantriton taliangensis</i> (Liu, 1950)	VU	NT	VU
尾斑瘰螈 <i>Paramesotriton caudopunctatus</i> (Liu and Hu, 1973)	VU	NT	NT
中国瘰螈 <i>Paramesotriton chinensis</i> (Gray, 1859)	NT	LC	NT
无斑瘰螈 <i>Paramesotriton labiatus</i> (Unterstein, 1930)	VU	LC	LC
蓝尾蝶螈 <i>Cynops cyanurus</i> Fei and Ye, 1993	NT	LC	NT
东方蝶螈 <i>Cynops orientalis</i> (David, 1875)	NT	LC	LC
潮汕蝶螈 <i>Cynops orphicus</i> Risch, 1983	VU	EN	EN
峨眉齿蟾 <i>Oreolalax omeimontis</i> (Liu and Hu, 1960)	VU	EN	VU
秉志齿蟾 <i>Oreolalax pingii</i> (Liu, 1943)	VU	EN	VU
宝兴齿蟾 <i>Oreolalax popei</i> (Liu, 1947)	VU	LC	LC
林芝齿突蟾 <i>Scutiger (Scutiger) nyingchiensis</i> Fei, 1977	NT	LC	NT
锡金齿突蟾 <i>Scutiger (Scutiger) sikimensis</i> (Blyth, 1854)	NT	LC	VU
沙巴拟髭蟾 <i>Leptobrachium chapaense</i> (Bourret, 1937)	NT	LC	NT
雷山髭蟾 <i>Vibrissaphora leishanensis</i> Liu and Hu, 1973	VU	EN	VU
崇安髭蟾 <i>Vibrissaphora liui</i> Pope, 1947	NT	LC	NT
鳖掌突蟾 <i>Paramegophrys pelodytoides</i> (Boulenger, 1893)	VU	LC	VU
宽头短腿蟾 <i>Brachytarsophrys carinensis</i> (Boulenger, 1889)	NT	LC	LC
费氏短腿蟾 <i>Brachytarsophrys feae</i> (Boulenger, 1887)	NT	LC	LC
短肢角蟾 <i>Megophrys brachykolos</i> Inger and Romer, 1961	VU	EN	EN
景东角蟾 <i>Megophrys jingdongensis</i> Fei and Ye, 1983	NT	LC	NT
大角蟾 <i>Megophrys major</i> (Boulenger, 1908)	NT	LC	LC
峨眉角蟾 <i>Megophrys omeimontis</i> Liu, 1950	VU	NT	NT
粗皮角蟾 <i>Megophrys palpebralespinosa</i> Bourret, 1937	VU	LC	NT
凹顶角蟾 <i>Megophrys parva</i> (Boulenger, 1893)	VU	LC	NT
巫山角蟾 <i>Megophrys wushanensis</i> Ye and Fei, 1995	VU	LC	VU
突肛拟角蟾 <i>Ophryophryne pachyproctus</i> Kou, 1985	VU	LC	VU
小口拟角蟾 <i>Ophryophryne microstoma</i> Boulenger, 1903	VU	LC	EN
史氏蟾蜍 <i>Bufo stejnegeri</i> Schmidt, 1931	VU	LC	NT
鳞皮小蟾 <i>Parapelophryne scalpta</i> (Liu and Hu, 1973)	VU	EN	VU
黑龙江林蛙 <i>Rana amurensis</i> Boulenger, 1886	NT	LC	LC
中亚林蛙 <i>Rana asiatica</i> Bedriaga, 1898	NT	LC	LC
峰斑林蛙 <i>Rana chevroni</i> Hu and Ye, 1978	EN	CR	EN
长肢林蛙 <i>Rana longicrus</i> Stejneger, 1898	LC	VU	VU
福建侧褶蛙 <i>Pelophylax fukienensis</i> (Pope, 1929)	NT	LC	NT
胫腺蛙 <i>Liuhurana shuchinae</i> (Liu, 1950)	NT	LC	NT
东北粗皮蛙 <i>Rugosa emeljanovi</i> (Nikolsky, 1913)	VU	LC	LC
威宁趾沟蛙 <i>Pseudorana weiningensis</i> (Liu, Hu and Yang, 1962)	NT	VU	NT

表1 (续) Table 1 (continued)

物种 Species	本次This work	2004 IUCN IUCN 2004	2004中国 China 2004
长趾纤蛙 <i>Hylarana macrodactyla</i> Günther, 1858	NT	LC	NT
台北纤蛙 <i>Hylarana taipehensis</i> (van Denburgh, 1909)	NT	LC	NT
竖琴蛙 <i>Nidirana psaltes</i> (Kuramoto, 1985)	VU	EN	CR
细刺水蛙 <i>Sylvirana spinulosa</i> (Smith, 1923)	NT	VU	NT
小竹叶蛙 <i>Bamburana exiliversabilis</i> (Fei, Ye and Li, 2001)	NT	LC	NT
竹叶蛙 <i>Bamburana versabilis</i> (Liu and Hu, 1962)	NT	LC	NT
云南臭蛙 <i>Odorrana andersonii</i> (Boulenger, 1882)	VU	LC	VU
筠连臭蛙 <i>Odorrana junlianensis</i> Huang, Fei and Ye, 2001	NT	VU	NT
光雾臭蛙 <i>Odorrana kuangwuensis</i> (Liu and Hu, 1966)	VU	EN	VU
滇南臭蛙 <i>Odorrana tiannanensis</i> (Yang and Li, 1980)	VU	NT	VU
务川臭蛙 <i>Odorrana wuchuanensis</i> (Xu, 1983)	VU	CR	CR
台湾拟湍蛙 <i>Pseudoamolops sauteri</i> (Boulenger, 1909)	VU	EN	NT
沙巴湍蛙 <i>Amolops chapaensis</i> (Bourret, 1937)	VU	NT	VU
棘皮湍蛙 <i>Amolops granulatus</i> (Liu and Hu, 1961)	NT	LC	LC
香港湍蛙 <i>Amolops hongkongensis</i> (Pope and Romer, 1951)	EN	NT	EN
理县湍蛙 <i>Amolops lifanensis</i> (Liu, 1945)	LC	NT	LC
山湍蛙 <i>Amolops monticola</i> (Anderson, 1871)	NT	LC	NT
小湍蛙 <i>Amolops torrentis</i> (Smith, 1923)	LC	VU	LC
海陆蛙 <i>Fejervarya cancrivora</i> (Gravenhorst, 1829)	EN	LC	EN
虎纹蛙 <i>Hoplobatrachus chinensis</i> (Osbeck, 1765)	EN	LC	VU
版纳大头蛙 <i>Limnonectes bannaensis</i> Fei, Ye, Xie and Jiang, 2007	VU	LC	NT
脆皮大头蛙 <i>Limnonectes fragilis</i> (Liu and Hu, 1973)	EN	VU	NT
福建大头蛙 <i>Limnonectes fujianensis</i> Fei and Ye, 1994	NT	LC	LC
布兰福棘蛙 <i>Paa blanfordii</i> (Boulenger, 1882)	VU	LC	VU
波留宁棘蛙 <i>Paa polunini</i> (Smith, 1951)	VU	LC	VU
棘臂蛙 <i>Paa liebigii</i> (Günther, 1860)	VU	LC	VU
棘腹蛙 <i>Quasipaa boulengeri</i> (Günther, 1889)	VU	EN	VU
合江棘蛙 <i>Quasipaa robertingeri</i> (Wu and Zhao, 1995)	VU	EN	VU
尖舌浮蛙 <i>Occidozyga lima</i> (Gravenhorst, 1829)	VU	LC	LC
圆蟾舌蛙 <i>Phrynoglossus martensii</i> Peters, 1867	NT	LC	NT
海南溪树蛙 <i>Buergeria oxycephala</i> (Boulenger, 1899)	NT	VU	NT
黑眼睑纤树蛙 <i>Gracixalus gracilipes</i> (Bourret, 1937)	NT	LC	VU
眼斑刘树蛙 <i>Liuixalus ocellatus</i> (Liu and Hu, 1973)	NT	EN	VU
陇川刘树蛙 <i>Liuixalus longchuanensis</i> (Yang and Li, 1978)	NT	LC	NT
罗默刘树蛙 <i>Liuixalus romeri</i> (Smith, 1953)	VU	EN	VU
红吸盘棱皮树蛙 <i>Theloderma rhododiscus</i> (Liu and Hu, 1962)	VU	NT	VU
诸罗树蛙 <i>Rhacophorus arvalis</i> Lue, Lai and Chen, 1995	VU	EN	EN
宝兴树蛙 <i>Rhacophorus dugritei</i> (David, 1871)	VU	LC	LC
棕褶树蛙 <i>Rhacophorus feae</i> Boulenger, 1893	VU	LC	NT
白颌大树蛙 <i>Rhacophorus maximus</i> Günther, 1858	NT	LC	NT
大姬蛙 <i>Microhyla fowleri</i> Taylor, 1934	NT	LC	NT
德力小姬蛙 <i>Micryletta inornata</i> (Boulenger, 1890)	VU	LC	VU
史氏小姬蛙 <i>Micryletta steinegeri</i> (Boulenger, 1909)	LC	EN	VU
花细狭口蛙 <i>Kalophrynus interlineatus</i> (Blyth, 1855)	NT	LC	NT

海拔的增加, 各海拔区间的物种多样性明显递减; 而在海拔4,000 m以上分布的物种少于10种。受威胁

物种数与此有类似的趋势: 在海拔500–2,000 m内的各海拔区间的受威胁物种数均在50种以上, 为最

表2 中国两栖动物各科受威胁的物种数及其所占百分比  
Table 2 Number and percentage of threatened species in families of amphibians in China

科 Family	物种数 Species	受威胁物种数 Threatened species (%)
隐腮鲩科 Cryptobranchidae	1	1 (100.0)
小鲵科 Hynobiidae	30	26 (86.7)
叉舌蛙科 Dicroglossidae	32	25 (78.1)
铃蟾科 Bombinatoridae	5	3 (60.0)
角蟾科 Megophryidae	88	47 (53.4)
蝾螈科 Salamandridae	40	18 (45.0)
浮蛙科 Occidozygidae	8	3 (37.5)
蟾蜍科 Bufonidae	20	7 (35.0)
树蛙科 Rhacophoridae	59	17 (28.8)
蛙科 Ranidae	100	26 (26.0)
雨蛙科 Hylidae	8	2 (25.0)
姬蛙科 Microhylidae	16	1 (6.3)
鱼螈科 Ichthyophiidae	1	0 (0.0)

多;其次是在海拔500 m以下和2,000–2,500 m区间。这可能与栖息地面积和异质性有关。但是,不同海拔区域间的受威胁物种比例(即海拔区间内受威胁物种与分布的物种总数之比)相差不大:在海拔1,000–4,000 m的各海拔区间的受威胁物种比例均高于35%,在海拔4,000–4,500 m区间的受威胁物种比例也在20%以上。这表明高海拔因素对两栖动物物种受威胁水平的影响不明显。

2.3 中国两栖动物的致危因素

根据我们的总结,两栖动物致危因素可主要归为6类:栖息地退化或丧失、捕捉、污染、自然灾害与气候变化、物种内在因素以及种间影响。评估发现共有312种受到栖息地退化或丧失的影响,其中176种为受威胁物种,而城市化、土地利用方式改变以及道路管网建设、水电工程建设等是导致栖息地退化的主要因素。112种(占有所有物种的27.5%)受到捕捉利用的影响,导致48种受威胁。污染主要影响静水生境型物种,已影响到78种的生存,其中35种为受威胁类物种;面源污染对生活在农田生境中的物种的影响最明显。两栖动物迁移能力弱,遇到自然灾害发生时几乎不能逃逸;两栖动物皮肤裸露,卵为无羊膜卵,极易受到气候变化引起的紫外线-B辐射增强的损伤,分布于高原和高纬度地区的物种更为突出。因此,自然灾害与气候变化影响几乎所有的两栖动物。两栖动物迁移能力弱、对环境依赖

表3 各省市两栖动物受威胁物种数及其所占百分比  
Table 3 Number and percentage of threatened species of amphibians in each provincial region of China

省市区 Provincial region	物种数 Species	受威胁物种数 Threatened species (%)
四川 Sichuan	103	42 (40.8)
广西 Guangxi	97	38 (39.2)
云南 Yunnan	138	51 (37.0)
湖北 Hubei	50	17 (34.0)
重庆 Chongqing	43	14 (32.6)
甘肃 Gansu	34	11 (32.4)
陕西 Shaanxi	25	8 (32.0)
台湾 Taiwan	38	12 (31.6)
海南 Hainan	42	13 (31.0)
贵州 Guizhou	70	21 (30.0)
湖南 Hunan	70	21 (30.0)
河南 Henan	27	8 (29.6)
辽宁 Liaoning	15	4 (26.7)
西藏 Xizang	53	14 (26.4)
广东 Guangdong	65	15 (23.1)
吉林 Jilin	13	3 (23.1)
青海 Qinghai	9	2 (22.2)
福建 Fujian	50	11 (22.0)
山西 Shanxi	14	3 (21.4)
香港 Hong Kong	24	5 (20.8)
黑龙江 Heilongjiang	11	2 (18.2)
安徽 Anhui	39	7 (17.9)
浙江 Zhejiang	46	8 (17.4)
宁夏 Ningxia	6	1 (16.7)
新疆 Xinjiang	6	1 (16.7)
江西 Jiangxi	50	8 (16.0)
江苏 Jiangsu	23	3 (13.0)
澳门 Macao	9	1 (11.1)
河北 Hebei	10	1 (10.0)
山东 Shandong	11	1 (9.1)
上海 Shanghai	13	0 (0.0)
北京 Beijing	9	0 (0.0)
内蒙古 Nei Mongol	9	0 (0.0)
天津 Tianjin	7	0 (0.0)

性强等内在因素导致很多物种的分布区非常局限,这增大了其受威胁的风险,评估中有217种(占我国已知全部物种的53.2%)均仅分布于某一省市区的很窄的区域,其中有50%以上的为受威胁和灭绝物种(受威胁109种物种、灭绝2种);此外,有66种均仅分布于某两省市区,而且多分布于交界的较窄区域。在种间影响方面,主要是入侵物种和致病性物种的影响(Bai et al, 2010),目前主要发现牛蛙(*Lithobates catesbe-*

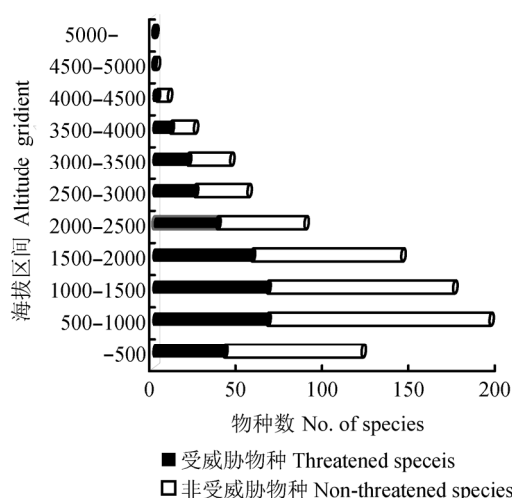


图1 中国两栖动物物种在不同海拔条件下的受威胁情况  
Fig. 1 Threatened amphibians species distributed at different altitudes

iana)等入侵种和壶菌(*Batrachochytrium dendrobatidis*)、蛙病毒(*Ranavirus*)等致病性物种对两栖动物造成感染,并产生了不良影响,但影响程度尚待调查研究。

### 3 中国两栖动物保护建议

#### 3.1 加强规划、管理和监测,促进两栖动物重要栖息地的保护

根据前述,中国两栖动物最普遍的致危因子仍然是栖息地退化或丧失。目前,除大鲵、新疆北鲵外,在中国几乎没有其他的以两栖动物为主要保护对象的自然保护区。近年来,一些地区开始将两栖动物作为重要的保护对象,如海南鹦哥岭国家级自然保护区将鹦哥岭树蛙(*Rhacophorus yinggelingsensis*),福建戴云山国家级自然保护区将戴云湍蛙(*Amolops daiyunensis*)作为目标物种加强了保护。但现行的国家保护网络对很多两栖动物的重点地区和位点都没能完全覆盖(Xie et al, 2007);一些保护区对两栖动物保护的重视也不足,其中最典型的事例就是大量的蝌蚪被用于大鲵饵料而无人过问,这势必难以阻止两栖动物种群的衰减。

因此,特提出以下建议:(1)制定和发布系统的国家性两栖动物保护行动计划,特别是在中国建立一个囊括所有受威胁物种最小生存种群的保护网络。(2)制定管理计划,并在所有的现有对全球水平

受威胁物种有重要意义的保护区加以实施,以维持这些物种的生存种群;对一些极危但又没有保护区覆盖的物种,如镇海棘螈和小腺蛙等开展紧急的迁地保护工作,如实施人工繁育计划,并筹建自然保护区或保护小区。(3)建立国家级两栖动物定点而长期的保护监测网络,该网络应涵盖各类生境、重点保护对象以及各种致危因素。

#### 3.2 加强对资源的可持续利用管理

在中国,人们对两栖动物的食用需求可能已远远超过了其野外种群的数量,这意味着特定物种的商业化养殖在未来将是满足需求的唯一途径。近年来,少数物种的人工养殖已取得成功,并有较大生产的生产规模,如中国林蛙(*Rana chensinensis*)、大鲵、棘胸蛙等(李鹤鸣和王菊凤, 1995)。各级政府和部门也组织开展了一些养殖物种(如大鲵、中国林蛙、棘胸蛙等)的增殖放流。但长久以来,由于野生动物的捕捉可以获得高额的回报,对大多数两栖动物的违法滥捕的处罚力度也相对较小,野外捕捉压力很难以控制。在中国传统的两栖动物利用中如何达到物种保护和需求供给间的平衡,仍有大量的工作要做,单一的措施不可能解决过度捕捉的问题。同时在部分地区政府介导的无序增殖放流问题比较突出,具有较高的遗传污染风险。因此,建议开展下列的联合行动:(1)教育并引导人们不要利用受威胁两栖动物野生种群;(2)加大执法力度,阻止对濒危两栖动物的过度捕捉与利用;(3)建立科学管理程序,确保可持续地捕捉非受威胁物种的野外种群;(4)强化对商品化养殖的严格许可证制度,确保交易的养殖动物都来自养殖场的繁殖群体;(5)注重提升增殖放流的质量,避免对自然种群的疾病传播、遗传污染等。

#### 3.3 加强科学研究

高效的保护建立在高质量的科学研究基础上。在中国,作为两栖动物全面保护工作的一部分,需要加强开展如下科学研究工作:

(1)深入而持续开展以认识和发现两栖动物物种多样性为目的的野外调查和分类研究。这是适时更新我国两栖动物红色名录的基础工作之一。

(2)加强对物种受威胁机制的研究,尤其是特殊致危因子(如全球气候变化、过度捕捉、疾病、污染和外来物种等)及其致危过程和机制的研究。

(3)系统开展受威胁物种的生物学研究和监测,



特别是两栖动物变态和繁殖等重要生命过程,以便掌握它们的生物学特点,从而提高保护措施的有效性。

### 3.4 建立高效的保护、研究和管理人才队伍

(1)加强培训交流,促进协调配合,在环保、农业、林业、海关等管理系统建立一支精湛的管理、监测和维护队伍。

(2)加强整合,搭建平台,在教育、科研、动物园协会、博物馆系统等机构中建立一支高水平的科学研究和公众教育队伍。

致谢:红色名录的编研是一项系统工程。在这一过程中,我们得到环境保护部和中国科学院的指导。我们在此感谢陈宜瑜先生、金鉴明先生、郑光美先生、张亚平先生和曹文宣先生的悉心指导和帮助。我们还感谢柏成寿先生和蒋志刚先生对本工作的关心和帮助。在本研究中还征求了以下国内外专家(按姓氏拼音字母为序)的意见:车静、陈晓虹、陈苍松、崔建国、戴建华、费梁、耿宝荣、龚大杰、龚世平、郭鹏、黄松、计翔、李丕鹏、梁刚、廖春林、刘惠宁、吕顺清、莫运明、饶定齐、沈猷慧、时磊、史海涛、田应州、汪继超、王秀玲、王英荣、魏刚、吴华、吴孝兵、肖向红、熊荣川、杨道德、叶昌媛、曾晓茂、张保卫、赵文阁、郑渝池、周文豪、Kanto Nishikawa。我们感谢IUCN的Jennifer Luedtke女士给予IUCN红色名录评定标准的讲解和培训。在此谨致衷心感谢。

### 参考文献

- Alford RA, Richards SJ (1999) Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30, 133–165.
- Bai C, Garner T, Li Y (2010) First evidence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in China: discovery of chytridiomycosis in introduced American bullfrogs and native amphibians in the Yunnan Province, China. *EcoHealth*, 7, 127–134.
- Bland LM, Collen B, Orme CD, Bielby J (2015) Predicting the conservation status of data-deficient species. *Conservation Biology*, 29, 250–259.
- Brooks TM, Mittermeier RA, da Fonseca GAB, Gerlach J, Hoffmann M, Lamoreux JF, Mittermeier CG, Pilgrim JD, Rodrigues ASL (2002) Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology*, 16, 909–923.
- Fei L, Hu SQ, Ye CY, Huang YZ (2006) *Fauna Sinica (Amphibia 1): General Accounts of Amphibia, Gymnophiona and Urodela*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 黄永昭 (2006) 中国动物志·两栖纲, 第一卷: 总论, 蚓螈目, 有尾目. 科学出版社, 北京.]
- Fei L, Hu SQ, Ye CY, Huang YZ (2009a) *Fauna Sinica (Amphibia 2): Anura*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 黄永昭 (2009a) 中国动物志·两栖纲, 第二卷: 无尾目. 科学出版社, 北京.]
- Fei L, Hu SQ, Ye CY, Huang YZ (2009b) *Fauna Sinica (Amphibia 3): Anura, Ranidae*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 黄永昭 (2009b) 中国动物志·两栖纲, 第二卷: 无尾目, 蛙科. 科学出版社, 北京.]
- Fei L, Ye CY, Jiang JP (2012) *Colored Atlas of Chinese Amphibians and Their Distributions*. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu. (in Chinese) [费梁, 叶昌媛, 江建平 (2012) 中国两栖动物及其分布彩色图鉴. 四川科学技术出版社, 成都.]
- He XR (1998) *Cynops wolterstorffi*, an analysis of the factors caused its extinction. *Sichuan Journal of Zoology*, 17(2), 58–60. (in Chinese with English abstract) [何晓瑞 (1998) 滇池蝾螈 *Cynops wolterstorffi* 绝灭因素分析. 四川动物, 17(2), 58–60.]
- Hoffmann M, Hilton-Taylor C, Angulo A, Böhm M, Brooks TM, Butchart SH, Carpenter KE, Chanson J, Collen B, Cox NA, Darwall WR, Dulvy NK, Harrison LR, Katariya V, Pollock CM, Quader S, Richman NI, Rodrigues AS, Tognelli MF, Vié JC, Aguiar JM, Allen DJ, Allen GR, Amori G, Ananjeva NB, Andreone F, Andrew P, Aquino Ortiz AL, Baillie JE, Baldi R, Bell BD, Biju SD, Bird JP, Black-Decima P, Blanc JJ, Bolaños F, Bolivar-G W, Burfield IJ, Burton JA, Capper DR, Castro F, Catullo G, Cavanagh RD, Channing A, Chao NL, Chenery AM, Chiozza F, Clausnitzer V, Collar NJ, Collett LC, Collette BB, Cortez Fernandez CF, Craig MT, Crosby MJ, Cumberlidge N, Cuttelod A, Derocher AE, Diesmos AC, Donaldson JS, Duckworth JW, Dutson G, Dutta SK, Emslie RH, Farjon A, Fowler S, Freyhof J, Garshelis DL, Gerlach J, Gower DJ, Grant TD, Hammerson GA, Harris RB, Heaney LR, Hedges SB, Hero JM, Hughes B, Hussain SA, Icochea MJ, Inger RF, Ishii N, Iskandar DT, Jenkins RK, Kaneko Y, Kottelat M, Kovacs KM, Kuzmin SL, La Marca E, Lamoreux JF, Lau MW, Lavilla EO, Leus K, Lewison RL, Lichtenstein G, Livingstone SR, Lukoschek V, Mallon DP, McGowan PJ, McIvor A, Moehlman PD, Molur S, Muñoz Alonso A, Musick JA, Nowell K, Nussbaum RA, Olech W, Orlov NL, Papenfuss TJ, Parra-Olea G, Perrin WF, Polidoro BA, Pourkazemi M, Racey PA, Ragle JS, Ram M, Rathbun G, Reynolds RP, Rhodin AG, Richards SJ, Rodríguez LO,

- Ron SR, Rondinini C, Rylands AB, Sadovy de Mitcheson Y, Sanciangco JC, Sanders KL, Santos-Barrera G, Schipper J, Self-Sullivan C, Shi Y, Shoemaker A, Short FT, Sillero-Zubiri C, Silvano DL, Smith KG, Smith AT, Snoeks J, Stattersfield AJ, Symes AJ, Taber AB, Talukdar BK, Temple HJ, Timmins R, Tobias JA, Tsytsulina K, Tweddle D, Ubeda C, Valenti SV, van Dijk PP, Veiga LM, Veloso A, Wege DC, Wilkinson M, Williamson EA, Xie F, Young BE, Akçakaya HR, Bennun L, Blackburn TM, Boitani L, Dublin HT, da Fonseca GA, Gascon C, Lacher TE Jr, Mace GM, Mainka SA, McNeely JA, Mittermeier RA, Reid GM, Rodriguez JP, Rosenberg AA, Samways MJ, Smart J, Stein BA, Stuart SN (2010) The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science*, 330, 1503–1509.
- Houlahan JE, Findlay CS, Schmidt BR, Meyer AH, Kuzmin SL (2000) Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404, 752–755.
- IUCN (2004) Conservation International, and NatureServe. Global Amphibian Assessment. <http://www.globalamphibians.org>. (accessed 2004-10-15).
- IUCN (2015) The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/>. (accessed 2015-4-1).
- IUCN (2001) IUCN Red List Categories and Criteria (ver. 3.1). <http://www.iucn.org/themes/ssc/redlist/rlcategories2000.html> (accessed 2002-3-1).
- IUCN/SSC Criteria Review Working Group (2010) Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels. Version 4.0. IUCN, Cambridge.
- 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, 张鹏, 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.]
- Kiesecker JM, Blaustein AR, Belden LK (2001) Complex causes of amphibian population decline. *Nature*, 410, 681–684.
- Li HM, Wang JF (1995) Ecology of Economic Anurans and Breeding Technology. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese) [李鹤鸣, 王菊凤 (1995) 经济蛙类生态学及养殖工程. 中国林业出版社, 北京.]
- Li Y, Wilcove DS (2005) Threats to vertebrate species in China and the United States. *BioScience*, 55, 147–153.
- Mittermeier RA, Gil PR, Hoffman M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, de Fonseca GAB, Seligmann PA, Ford H (1999) Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX/Conservation International, Mexico City.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853–858.
- Olson DM, Dinerstein E (1998) The Global 200: a representational approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology*, 12, 502–515.
- Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Chanson JS, Young BE, Rodrigues ASL, Fischman DL, Waller RW (2004) Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306, 1783–1786.
- Stuart SN, Hoffmann M, Chanson JS, Cox NA, Berridge RJ, Ramani P, Young BE (2008) Threatened Amphibians of the World. Lynx Edicions, Barcelona, Spain; IUCN, Gland, Switzerland; and Conservation International, Arlington, Virginia, USA.
- Wake DB (1991) Declining amphibian populations. *Science*, 253, 860.
- 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, 第一卷: 红色名录. 高等教育出版社, 北京.]
- Wang XM, Zhang KJ, Wang ZH, Ding YZ, Wu W, Huang S (2004) The decline of the Chinese giant salamander *Andrias davidianus* and implications for its conservation. *Oryx*, 38, 197–202.
- Xie F, Lau MWN, Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Fischman DL (2007) Conservation needs of amphibians in China: a review. *Sciences in China C: Life Sciences*, 50, 265–272.
- Zhang KJ, Wang XM, Wu W, Wang ZH, Huang S (2002) Advances in conservation biology of Chinese giant salamander. *Biodiversity Science*, 10, 291–297. (in Chinese with English abstract) [章克家, 王小明, 吴巍, 王正寰, 黄松 (2002) 大鲵保护生物学及其研究进展. 生物多样性, 10, 291–297.]
- Zhao EM (1998) China Red Data Book of Endangered Animals: Amphibia & 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.]
- Zhao EM (1999) Distribution patterns of amphibians in temperate eastern Asia. In: Patterns of Distribution of Amphibians—A Global Perspective (ed. Duellman WE), pp. 421–443. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Zug GR, Vitt LJ, Caldwell JP (2001) Herpetology, 2nd edn. Academic Press, New York.

(责任编辑: 蒋志刚 责任编辑: 时意专)