

中国脊椎动物红色名录指数评估

崔 鹏¹ 徐海根^{1*} 吴 军¹ 丁 晖¹ 曹铭昌¹

卢晓强¹ 雍 凡^{1,2} 陈 冰^{1,2}

1 (环境保护部南京环境科学研究所/国家环境保护生物安全重点实验室, 南京 210042)

2 (南京师范大学生命科学学院, 南京 210046)

摘要: 红色名录指数(Red List Index, RLI)是评估物种濒危状况变化趋势的最有效指标, 已经被列为联合国千年发展目标指标之一, 在全球尺度的应用取得了很好的效果。本研究基于多来源的中国脊椎动物濒危等级评估数据, 对兽类、鸟类、两栖类、爬行类和淡水鱼类的濒危状况变化趋势进行了评估。两栖类和爬行类由于在任意两个年度同时被评估的物种数量少, 不符合计算RLI的条件, 未进行指数计算。结果表明: 1996–2008年, 兽类的RLI下降; 1998–2004年, 淡水鱼类的RLI下降; 1988–2012年, 根据Equal-steps方法计算的鸟类RLI略有下降, 但根据Extinction-risk方法计算的RLI先略有上升又呈下降趋势, 总体呈下降趋势。总体看来, 3个类群的RLI变化幅度均较小, 兽类和淡水鱼类的受威胁程度在加剧; 鸟类整体上受威胁程度虽在加剧, 但部分高濒危物种的保护状况一定程度上得到改善。建议全面开展物种濒危状况评估工作, 并根据濒危等级变化制定有效的保护计划。

关键词: 脊椎动物, 濒危物种, 濒危状况, 兽类, 鸟类, 淡水鱼类

Assessing the Red List Index for vertebrate species in China

Peng Cui¹, Haigen Xu^{1*}, Jun Wu¹, Hui Ding¹, Mingchang Cao¹, Xiaoqiang Lu¹, Fan Yong^{1,2}, Bing Chen^{1,2}

1 Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection/ State Environmental Protection Key Laboratory on Biosafety, Ministry of Environmental Protection, Nanjing 210042

2 College of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210046

Abstract: The Red List Index (RLI) is widely recognized as the most authoritative and objective index for assessing the risk of extinction for species. Good results have been achieved in the application of RLI in assessment of the progress of United Nation's Millennium Development Goals at global scale. In this paper, RLI was applied at national scale based on multi-source data from International Union for Conservation of Nature, BirdLife International, Red List Categories in China Red Data Book (1998) and China Species Red List (2004) to evaluate trends in the status of vertebrate species in China. RLI of amphibians and reptiles were not assessed because of a lack of data. From 1996 to 2008, the RLI of China's mammals decreased, so did that of China's freshwater fishes from 1998 to 2004. The RLI of birds calculated using Equal-steps method decreased slightly between 1988 and 2012; however, when RLI was calculated using Extinction-risk method, the index initially increased slightly and then turned downward. Due to habitat degradation and loss, the threat status of mammals and freshwater fishes has been increasing. Overall, the threat status of birds is increasing though there were some improvements in the status of critically endangered species. We suggest that more taxonomic groups should be assessed using Red List guidelines so that calculation of RLI is possible. And on the basis of RLI, governments and decision makers should make more effective conservation plans for endangered species.

Key words: vertebrate, endangerment species, endangered status, mammals, birds, freshwater fishes

收稿日期: 2014-04-18; 接受日期: 2014-09-15

基金项目: 国家科技支撑计划(2012BAC01B01)和国家自然科学基金青年基金(31101651)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: xhg@nies.org

全球生物多样性正在快速下降(Smith *et al.*, 2003; Green *et al.*, 2005), 中国生物多样性保护情况亦不容乐观, 部分生态系统功能不断退化, 物种濒危程度加剧, 遗传资源不断丧失和流失(中华人民共和国环境保护部, 2010)。为了有效评估全球和区域尺度物种濒危状况变化趋势, 有关机构建立了地球生命指数(Living Planet Index)、红色名录指数(Red List Index, RLI)、野鸟种群变化指数(Wild Bird Index)和野生动物照片指数(Wildlife Picture Index)等多个指数(Butchart *et al.*, 2004; Loh *et al.*, 2005; Gregory & van Strien, 2010; Nichols, 2010)。RLI是依据世界自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)赋予物种的濒危等级在不同时间节点的变化, 来判断某个区域或某个类群的濒危状况变化。目前, 它已经成为评估物种濒危状况变化最有效的指标之一(Butchart *et al.*, 2004, 2005, 2007)。

Butchart等(2004)以全球鸟类为研究对象, 对不同生态类群、不同生境类型和不同生态地理区域的鸟类RLI进行了分析, 结果发现全球鸟类的RLI呈下降趋势, 而且不同生态类群、不同生境类型和不同生态地理区域鸟类的RLI也均呈下降趋势, 表明全球鸟类物种的濒危程度在不断加剧(Butchart *et al.*, 2004)。IUCN已经于2009年发布了RLI在国家和区域尺度的应用指南(Bubb *et al.*, 2009)。Szabo等(2012)在国家尺度对澳大利亚鸟类RLI进行了评估, 发现澳大利亚的鸟类向濒危方向转变的速率要高于全球尺度, 且岛屿鸟类物种的濒危状况比大陆物种更为严重。以往RLI计算主要应用于脊椎动物类群, Lewis和Senior(2011)以蝴蝶作为研究对象计算了RLI, 进一步拓展了RLI的应用范围。1998年, 中国发布了中国濒危动物红皮书(兽类、鸟类、两栖和爬行类以及淡水鱼类)(汪松, 1998; 乐佩琦和陈宜瑜, 1998; 赵尔宓, 1998; 郑光美和王岐山, 1998)。2004年, 中国又发布了中国物种红色名录(汪松和解焱, 2004)。Xu等(2009)基于中国濒危动物红皮书和中国物种红色名录的数据, 对中国兽类、鸟类和淡水鱼类的RLI进行了评估。但该研究中去除了第二次评估中为灭绝(Extinct)的物种和新加入的物种(Newly Added Species), 所以对RLI的计算结果会有一些影响。

当前, 鸟类保护国际(BirdLife International)和

IUCN对全球鸟类物种进行了濒危等级评估, IUCN还对中国其他脊椎动物类群的部分物种进行了评估, 为开展中国脊椎动物RLI评估提供了条件。本文基于多来源的物种濒危等级数据, 对中国的兽类、鸟类、两栖类、爬行类和淡水鱼类的RLI进行计算, 以期为中国脊椎动物濒危物种保护和红色名录评估工作提供参考。

1 数据与方法

1.1 数据来源

RLI评估数据有3个来源: (1) IUCN: The IUCN Red List of Threatened Species数据库(IUCN, 2013); (2) 鸟类保护国际数据库(BirdLife International, 2013); (3) 中国濒危动物红皮书和中国物种红色名录(兽类、鸟类、两栖和爬行类、淡水鱼类)(汪松, 1998; 汪松和解焱, 2004, 2009; 乐佩琦和陈宜瑜, 1998; 赵尔宓, 1998; 郑光美和王岐山, 1998)。对数据进行预处理后, 选择符合条件的数据集进行RLI计算。

1.2 分析方法

1.2.1 不同濒危等级的对应处理

1998年发布的《中国濒危动物红皮书》参考了1994年以前的IUCN濒危等级划分标准, 并结合中国国情制定了划分等级, 增加了稀有(Rare)等级(IUCN, 1993, 1994)。2004年发布的《中国物种红色名录》采用2001年3.1版《IUCN物种红色名录濒危等级和标准》, 并参考2003年《IUCN物种红色名录标准在地区水平的应用指南》(IUCN, 2001, 2003)。两次评估的物种濒危等级不一致, 我们将两次评估的濒危等级进行了一一对应(表1)。在BirdLife International数据中的濒危等级不对应的部分, 参照Butchart等(2004)的方法进行对应。

1.2.2 数据处理

根据以下步骤对评估数据进行处理: (1)核对名录, 保留在所有年度均被评估的物种; (2)去除首次评估中被定为绝灭的物种; (3)去除相邻两次评估中均为数据缺乏的物种(对首次评估中评定为数据缺乏, 其余评估中评定为其他濒危等级的物种予以保留); (4)鉴别物种濒危等级的变化是否为真实的变化; (5)根据公式计算RLI。

1.3 红色名录指数

红色名录指数的公式和濒危等级的赋值均参

表1 中国濒危动物红皮书(1998)和中国物种红色名录(2004)物种濒危等级对应
Table 1 Red list categories in China Red Data Book (1998) and China Species Red List (2004)

中国濒危动物红皮书(1998) China Red Data Book (1998)	中国物种红色名录(2004) China Species Red List (2004)
野生绝迹 Extinct in wild (EX)	绝灭 Extinct (EX)
国内绝迹 Extirpated (ET)	野外绝灭 Extinct in Wild (EW)
	地区绝灭 Regionally Extinct (RE)
濒危 Endangered (E)	极危 Critically Endangered (CR)
易危 Vulnerable (V)	濒危 Endangered (EN)
稀有 Rare (R)	易危 Vulnerable (VU)
	近危 Near Threatened (NT)
	无危 Least Concern (LC)
未定 Indeterminate (I)	数据缺乏 Data Deficient (DD)
	不宜评估 Not Applicable (NA)
	未予评估 Not Evaluated (NE)

照Butchart等(2007)。红色名录指数计算公式如下:

$$RLI_t = 1 - \frac{\sum W_{c(t,s)}}{W_{EX} \cdot N}$$

(1)

式中, W_c 为每一等级权重(weight for category c); W_{EX} 为最大等级权重, 即灭绝等级的权重, 如“Equal-steps”方法中则为5; N 为被评估的物种总数, 不包括数据缺乏物种和首次评估中被评为绝灭的物种。为了反映出不同濒危等级的区别, 需为各等级设置权重(W_c)。等级权重设置有多种方法, 最简单易行的就是Equal-steps方法, 从近危到绝灭分别赋值1–5(需关注赋值为0, 近危1, 易危2, 濒危3, 极危4, 野外绝灭和绝灭5)。而要区分出高濒危物种和低濒危物种等级变化的区别, 则可使用Extinction-risk方法(需关注赋值为0, 近危0.0005, 易危0.005, 濒危0.05, 极危0.5, 野外绝灭和绝灭1), 以加大高濒危等级物种的权重。

2 结果

2.1 物种濒危等级变化

兽类采用IUCN数据, 鸟类采用BirdLife International数据, 淡水鱼类采用《中国濒危动物红皮书》和《中国物种红色名录》数据进行RLI计算。两栖和爬行类由于数据不足, 不进行计算。经数据预处理, 兽类有99个物种(占兽类总数的17.07%)、鸟类有1,208个物种(占中国鸟类总数的88.03%), 淡水鱼类有81个物种(占淡水鱼类总数的8.87%)进入最终的指数计算。

兽类在1996–2008年, 物种濒危等级均为向高

濒危等级变化, 有11个兽类物种的濒危等级变高(表2, 图1A)。鸟类在1988–1994年、2004–2008年和2008–2012年, 物种均为向高濒危等级变化(表2, 图1B), 在1994–2000年和2000–2004年存在向高濒危等级和低濒危等级双向变化, 但以向高濒危等级变

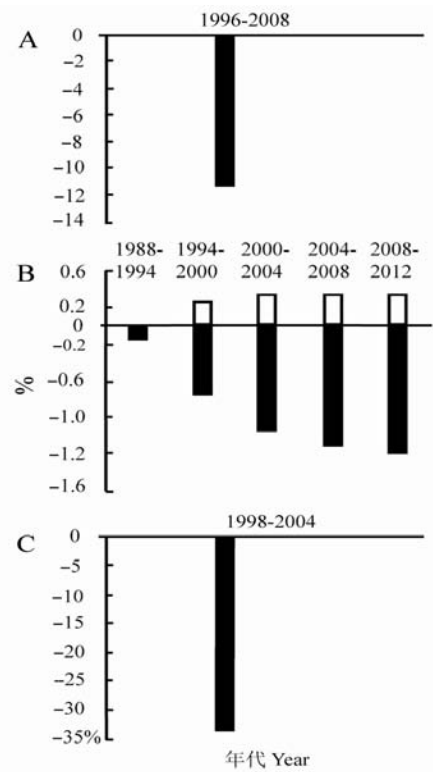


图1 濒危等级变化的物种数占总物种数的累计比例。(A) 兽类; (B) 鸟类; (C) 淡水鱼类。黑色表示受胁物种增加, 白色表示受胁物种减少。
Fig. 1 Cumulative proportion of species undergoing Red List Category changes. (A) Mammals; (B) Birds; (C) Freshwater fishes. Black color presents increased threat, and white color presents decreased threats.

表2 兽类、鸟类、淡水鱼类濒危等级的变化

Table 2 Red list categories of mammals, birds and freshwater fishes

中文名 Chinese name	拉丁名 Latin name	评估起始年份 Start year of period	评估结束年份 End year of period	评估起始年份濒危等级 Category at start of period	评估结束年份濒危等级 Category at end of period
兽类					
白头叶猴	<i>Trachypithecus poliocephalus</i>	1996	2008	EN	CR
黑长臂猿	<i>Nomascus concolor</i>	1996	2008	EN	CR
双峰驼	<i>Camelus bactrianus</i>	1996	2008	EN	CR
林麝	<i>Moschus berezovskii</i>	1996	2008	NT	EN
黑麝	<i>Moschus fuscus</i>	1996	2008	NT	EN
豺	<i>Cuon alpinus</i>	1996	2008	VU	EN
蒙古野驴	<i>Equus hemionus</i>	1996	2008	VU	EN
伊犁鼠兔	<i>Ochotona iliensis</i>	1996	2008	VU	EN
藏羚羊	<i>Pantholops hodgsonii</i>	1996	2008	VU	EN
川金丝猴	<i>Rhinopithecus roxellana</i>	1996	2008	VU	EN
巨松鼠	<i>Ratufa bicolor</i>	1996	2008	LC	NT
鸟类					
青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	1994	2000	VU	EN
青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	2004	2008	EN	CR
朱鹮	<i>Nipponia nippon</i>	1994	2000	CR	EN
黑脸琵鹭	<i>Platalea minor</i>	1994	2000	CR	EN
栗头鳎	<i>Gorsachius goisagi</i>	1988	1994	VU	EN
卷羽鹈鹕	<i>Pelecanus crispus</i>	2000	2004	NT	VU
黄爪隼	<i>Falco naumanni</i>	1994	2000	VU	NT
黄爪隼	<i>Falco naumanni</i>	2000	2004	NT	LC
猎隼	<i>Falco cherrug</i>	2000	2004	LC	VU
猎隼	<i>Falco cherrug</i>	2008	2012	VU	EN
黑兀鹫	<i>Sarcogyps calvus</i>	2000	2004	NT	CR
波斑鸫	<i>Chlamydotis macqueenii</i>	1994	2000	LC	NT
波斑鸫	<i>Chlamydotis macqueenii</i>	2000	2004	NT	VU
白头鹤	<i>Grus monacha</i>	1994	2000	NT	VU
白腰杓鹬	<i>Numenius arquata</i>	1994	2000	LC	NT
勺嘴鹬	<i>Eurynorhynchus pygmeus</i>	1994	2000	VU	EN
勺嘴鹬	<i>Eurynorhynchus pygmeus</i>	2004	2008	EN	CR
遗鸥	<i>Larus relictus</i>	1994	2000	NT	VU
中亚鸽	<i>Columba eversmanni</i>	1988	1994	NT	VU
栗斑腹鸫	<i>Emberiza jankowskii</i>	2000	2004	VU	EN
黄胸鹀	<i>Emberiza aureola</i>	1994	2000	NT	VU
淡水鱼类					
施氏鲟	<i>Acipenser schrencki</i>	1998	2004	VU	EN
达氏鲟	<i>Acipenser dabryanus</i>	1998	2004	VU	EN
中华鲟	<i>Acipenser sinensis</i>	1998	2004	VU	EN
鳊	<i>Huso dauricus</i>	1998	2004	VU	EN
白鲟	<i>Psephurus gladius</i>	1998	2004	EN	CR
黑线鲈	<i>Atrilinea roulei roulei</i>	1998	2004	NT	VU
须鳊	<i>Pogobrama barbatula</i>	1998	2004	NT	VU
海南鲈	<i>Hainania serrata</i>	1998	2004	NT	VU
小似鲴	<i>Xenocyprinoides parvulus</i>	1998	2004	NT	VU
裸腹盲鲃	<i>Typhlobarbus nudiventris</i>	1998	2004	NT	VU

表2 (续) Table 2 (continued)

中文名 Chinese name	拉丁名 Latin name	评估起始年份 Start year of period	评估结束年份 End year of period	评估起始年份濒危等级 Category at start of period	评估结束年份濒危等级 Category at end of period
红鳍方口鲃	<i>Cosmochilus cardinalis</i>	1998	2004	NT	VU
袋唇鱼	<i>Balantiocheilus hekouensis</i>	1998	2004	NT	VU
暗色唇鲮	<i>Semilabeo obscurus</i>	1998	2004	NT	VU
华缨鱼	<i>Sinocrossocheilus guizhouensis</i>	1998	2004	NT	VU
缺须盆唇鱼	<i>Placocheilus cryptonemus</i>	1998	2004	NT	VU
长须片唇鲃	<i>Platysmacheilus longibarbatus</i>	1998	2004	NT	VU
塔里木裂腹鱼	<i>Schizothorax biddulphi</i>	1998	2004	EN	CR
鲃鲤	<i>Puntioplites proctozyson</i>	1998	2004	NT	VU
无眼岭鲷	<i>Oreonectes anophthalmus</i>	1998	2004	NT	VU
个旧盲高原鲷	<i>Triplophysa gejiuensis</i>	1998	2004	NT	VU
保亭近腹吸鲷	<i>Plesiomyzon baotingensis</i>	1998	2004	NT	VU
厚唇原吸鲷	<i>Protomyzon pachycheilus</i>	1998	2004	NT	VU
湄南缺鳍鲶	<i>Kryptopterus moorei</i>	1998	2004	NT	VU
长丝鲢	<i>Pangasius sanitwangsei</i>	1998	2004	NT	VU
长丝黑鲮	<i>Gagata dolichonema</i>	1998	2004	NT	VU
短须粒鲮	<i>Akysis brachybarbatus</i>	1998	2004	NT	VU
高体白甲鱼	<i>Onychostoma alticorpus</i>	1998	2004	NT	VU

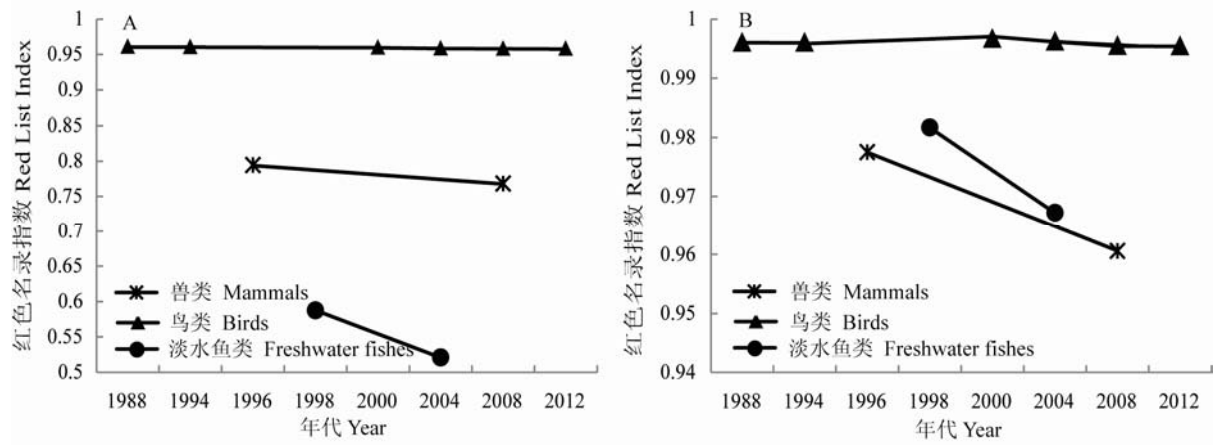


图2 中国脊椎动物(兽类、鸟类和淡水鱼类)红色名录指数。(A) Equal-steps方法; (B) Extinction-risk方法。
Fig. 2 Red List Index of vertebrates in China (mammals, birds and freshwater fishes). (A) Equal-steps approach; (B) Extinction-risk approach.

化为主。朱鹮(*Nipponia nippon*)和黑脸琵鹭(*Platalea minor*)等大型鸟类种群数量有所增加, 濒危等级降低。淡水鱼类在1998–2004年, 物种均为向高濒危等级变化, 有27个物种的濒危程度变高(表2, 图1C)。

2.2 红色名录指数

1996–2008年, 兽类的RLI下降; 1998–2004年, 淡水鱼类的RLI下降; 1988–2012年, 根据Equal-steps方法计算的鸟类RLI略有下降, 但根据Extinction-risk方法计算的RLI先略有上升又呈下降

趋势, 总体呈下降趋势(图2)。总体看来, 3个类群的RLI变化幅度均较小, 兽类和淡水鱼类受威胁程度在加剧; 鸟类整体上受威胁程度虽在加剧, 但高濒危物种的保护状况一定程度上得到改善。

3 讨论

3.1 中国脊椎动物的濒危趋势

本文依据多来源的物种濒危等级数据对中国兽类、鸟类和淡水鱼类RLI进行了评估。除鸟类类

群计算了多个评估年份的RLI外,兽类和淡水鱼类仅计算了两个评估年份的RLI,且纳入计算的物种数量较少,缺乏代表性。但是,分析结果仍可以反映近年来中国脊椎动物的濒危状况变化趋势:中国兽类、鸟类和淡水鱼类的受威胁状况总体趋向恶化,但变化趋势不显著。由于生境破坏和栖息地的萎缩,兽类与淡水鱼类生物多样性丧失进一步加快。

1996–2008年,兽类红色名录指数下降,生物多样性丧失速率加快,主要因为白头叶猴(*Trachypithecus poliocephalus*)、黑长臂猿(*Nomascus concolor*)、川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)等灵长类物种和双峰驼(*Camelus bactrianus*)、蒙古野驴(*Equus hemionus*)和藏羚羊(*Pantholops hodgsonii*)等高原分布物种的种群数量下降。1994–2004年,中国部分珍稀濒危鸟类物种如朱鹮,通过建立保护区等得到了良好的保护,种群数量有所恢复。总体来看,长距离迁徙的湿地鸟类,尤其是沿海湿地鸟类仍然是导致RLI下降的主要物种,如白腰杓鹬(*Numenius arquata*)、勺嘴鹬(*Eurynorhynchus pygmeus*)、遗鸥(*Larus relictus*)、青头潜鸭(*Aythya baeri*)和卷羽鹈鹕(*Pelecanus crispus*)等物种濒危状况持续恶化。黄胸鹀(*Emberiza aureola*)(俗称禾花雀)在20世纪60年代还被认为是危害农业的害鸟,因此在中国被大量捕杀,直接导致这一常见物种数量急剧减少(贾相刚, 1964)。1998–2004年,淡水鱼类红色名录指数下降,生物多样性丧失速率加快。与全球淡水鱼类资源面临的状况一样,中国淡水鱼类资源继续呈现衰退趋势。《全球环境展望5》报告显示,在过去的20年里,淡水鱼类资源的状况出现的前所未有的恶化,渔业商业化以及过度捕鱼是淡水鱼类资源面临的主要威胁(United Nations Environment Programme, 2012)。

3.2 中国脊椎动物红色名录评估存在的问题

计算RLI的类群应该具备以下的条件,即该类群的所有物种或接近所有物种都进行了受威胁等级的评估。如果类群中的部分物种未进行受威胁等级的评估,那么就降低结果的可信度(Baillie *et al.*, 2008)。Quayle等(2007)计算了加拿大British Columbia省鸟类的RLI,认为在计算某个类群在某个国家的RLI时,如果该类群仅有部分物种进行了评估,那么计算的结果将会有偏差,不具有代表性。本研究中兽类和淡水鱼类两个类群即仅对部分

物种进行了评估,研究结果不能全面代表中国兽类和淡水鱼类的濒危状况变化趋势。本研究中鸟类的全部物种都进行了评估。因此累计濒危变化比例仅不到2%,而兽类和淡水鱼类累计濒危变化比例都超过10%,但由于仅对该类群的部分物种进行了评估,所以不能代表真实的状况。在淡水鱼类中,部分物种没有准确的种群数量和分布数据,濒危等级的评估结果仅依据原始描述,且评估依据基本相同,但在不同时期评估的濒危等级不一致,这严重影响了RLI指数结果的可靠性。

3.3 中国脊椎动物保护的有关建议

计算中国脊椎动物红色名录指数只是一种尝试,旨在使红色名录指数计算方法在地区上得以应用,并希望为国家生物多样性保护提供参考。由于数据的不足,结果不可避免地存在偏差。建议政府部门为主导,定期开展生物多样性调查,建立全国生物多样性监测网络,全面、持续、规范地对物种生存现状进行调查、监测和评估,从而掌握生物多样性长期变化趋势,为生物多样性保护提供指导。

建议继续加强灵长类保护,通过就地和迁地保护双重手段,进行黑长臂猿等物种的种群复壮。通过增殖放流、休渔禁渔等措施,继续加大淡水鱼类资源保护力度。加强沿海滩涂湿地保护,严控填海造地等重大开发建设活动,并制定濒危物种种群恢复计划,以保护沿海鸟类。

致谢: 感谢Stuart H. M. Butchart先生(RLI指数的原创作者)对兽类、鸟类和鱼类RLI评估工作的建议和帮助。

参考文献

- Baillie JE, Collen B, Amin R, Akcakaya HR, Butchart SHM, Brummitt N, Meagher TR, Ram M, Hilton-Taylor C, Mace GM (2008) Toward monitoring global biodiversity. *Conservation Letters*, **1**, 18–26.
- BirdLife International (2013) *Data Zone: Species*. <http://www.birdlife.org/datazone/species/search>. (accessed 2013-11-3).
- Bubb PJ, Butchart SHM, Collen B, Dublin H, Kapos V, Pollock C, Stuart SN, Vié J-C (2009) *IUCN Red List Index: Guidance for National and Regional Use*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Butchart SHM, Akcakaya HR, Chanson J, Baillie JE, Collen B, Quader S, Turner WR, Amin R, Stuart SN, Hilton-Taylor C (2007) Improvements to the red list index. *PLoS ONE*, **2**, e140.
- Butchart SHM, Stattersfield AJ, Baillie J, Bennun LA, Stuart

- SN, Akçakaya HR, Hilton-Taylor C, Mace GM (2005) Using Red List Indices to measure progress towards the 2010 target and beyond. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **360**, 255–268.
- Butchart SHM, Stattersfield AJ, Bennun LA, Shutes SM, Akçakaya HR, Baillie JE, Stuart SN, Hilton-Taylor C, Mace GM (2004) Measuring global trends in the status of biodiversity: red list indices for birds. *PLoS Biology*, **2**, e383.
- Green RE, Balmford A, Crane PR, Mace GM, Reynolds JD, Turner RK (2005) A framework for improved monitoring of biodiversity: responses to the World Summit on Sustainable Development. *Conservation Biology*, **19**, 56–65.
- Gregory RD, van Strien A (2010) Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithological Science*, **9**, 3–22.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (1993) *Draft IUCN Red List Categories*. IUCN, Gland, Switzerland.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (1994) *IUCN Red List Categories. Prepared by the IUCN Species Survival*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2001) *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2003) *Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2013) *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2*. <http://www.iucnredlist.org>. (accessed 2013-11-21).
- Jia XG (贾相刚) (1964) Preliminary investigation on the harm of *Emberiza aureola* in agriculture. *Chinese Journal of Zoology* (动物学杂志), (1), 17–18. (in Chinese)
- Lewis OT, Senior MJ (2011) Assessing conservation status and trends for the world's butterflies: the Sampled Red List Index approach. *Journal of Insect Conservation*, **15**, 121–128.
- Loh J, Green RE, Ricketts T, Lamoreux J, Jenkins M, Kapos V, Randers J (2005) The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **360**, 289–295.
- Ministry of Environmental Protection, PRC (中华人民共和国环境保护部) (2010) *China National Biodiversity Conservation Strategy and Action Plan* (中国生物多样性保护战略与行动计划). China Environmental Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Nichols JD (2010) The wildlife picture index, monitoring and conservation. *Animal Conservation*, **13**, 344–346.
- Quayle JF, Ramsay LR, Fraser DF (2007) Trend in the status of breeding bird fauna in British Columbia, Canada, based on the IUCN Red List Index method. *Conservation Biology*, **21**, 1241–1247.
- Smith R, Muir RD, Walpole MJ, Balmford A, Leader-Williams N (2003) Governance and the loss of biodiversity. *Nature*, **426**, 67–70.
- Szabo JK, Butchart SH, Possingham HP, Garnett ST (2012) Adapting global biodiversity indicators to the national scale: A Red List Index for Australian birds. *Biological Conservation*, **148**, 61–68.
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2012) *The Fifth Global Environment Outlook*. <http://www.unep.org/chinese/geo/#>. (accessed on 1 February 2014)
- Wang S (汪松) (1998) *China Red Data Book of Endangered Animals: Mammalia* (中国濒危动物红皮书: 兽类). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Wang S (汪松), Xie Y (解焱) (2004) *China Species Red List (Vol. I), Red List* (中国物种红色名录第一卷: 红色名录). Higher Education Press, Beijing. (in Chinese)
- Wang S (汪松), Xie Y (解焱) (2009) *China Species Red List (Vol. II), Vertebrates Part 1 and 2* (中国物种红色名录(第二卷: 脊椎动物上册、下册)). Higher Education Press, Beijing. (in Chinese)
- Xu HG, Tang XP, Liu JY, Ding H, Wu J, Zhang M, Yang QW, Cai L, Zhao HJ, Liu Y (2009) China's progress toward the significant reduction of the rate of biodiversity loss. *BioScience*, **59**, 843–852.
- Yue PQ (乐佩琦), Chen YY (陈宜瑜) (1998) *China Red Data Book of Endangered Animals: Pisces* (中国濒危动物红皮书: 鱼类). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Zhao EM (赵尔宓) (1998) *China Red Data Book of Endangered Animals: Amphibia and Reptilia* (中国濒危动物红皮书: 两栖类和爬行类). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Zheng GM (郑光美), Wang QS (王岐山) (1998) *China Red Data Book of Endangered Animals: Aves* (中国濒危动物红皮书: 鸟类). Science Press, Beijing. (in Chinese)

(责任编辑: 蒋志刚 责任编辑: 时意专)