

## 珍稀濒危动物商城肥鲵的栖息地选择

姚敏<sup>1</sup>, 赵凯<sup>2</sup>, 花月<sup>1</sup>, 耿磊<sup>1</sup>

(1. 江苏省环境科学研究院, 江苏省环境工程重点实验室, 江苏南京 210036; 2. 南京师范大学地理科学学院, 江苏南京 210023)

**摘要** [目的]为商城肥鲵的保护工作提供理论依据。[方法]通过对覆盖商城肥鲵分布区全境的8条溪流中环境变量和种群状况的调查,分析该种对生境的选择特点。[结果]在周边植被状况较好、宽度5~6 m的溪流中商城肥鲵种群状况相对更好,面积较大、较深的水潭中种群更加健康。尽管最佳生境中成体数量最高,但亚最适生境中的幼体数量远高于最适生境。这说明商城肥鲵存在种内竞争导致幼体迁移的现象,对于物种保护是有利的。[结论]该研究表明对商城肥鲵的保护工作中减少人为干扰和营造良好的植被环境是非常必要的。

**关键词** 商城肥鲵; 栖息地选择; 种群状态; 物种保护

**中图分类号** S931.3; Q958.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)11-03305-04

**The Habitat Selection of *Pachyhynobius shangchengensis*, an Endemic and Endangered Amphibian**  
YAO Min et al (Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Nanjing, Jiangsu 210036)

**Abstract** [Objective] To provide theoretical basis for protection of *Pachyhynobius shangchengensis*. [Method] Through investigating the population ecology of *Pachyhynobius shangchengensis* in eight streams and evaluating its relationship to potential habitat factors, such as vegetation, altitude, stream width, puddle size and water depth. [Result] The results showed that vegetation in good condition and stream width of about 5-6 m is suitable for salamander, altitude, puddle size and water depth are not significant correlated to *Pachyhynobius shangchengensis* population status. [Conclusion] These suggest protection of vegetation on the habitat and reducing human interference are necessary for *Pachyhynobius shangchengensis* protection work.

**Key words** *Pachyhynobius shangchengensis*; Habitat selection; Population status; Species conservation

生境是维持动物正常生命活动所依赖的各种环境资源的总和,自然因素或人工因素导致的生境结构异质性驱动了动物对生境的选择<sup>[1]</sup>。针对野生动物生境选择的研究是动物行为学的主要研究内容之一<sup>[2]</sup>,对于了解该物种的生境需求、种群动态以及对环境变化的适应性等具有重要意义<sup>[3-6]</sup>,在濒危物种保护中具有理论指导价值<sup>[7]</sup>。商城肥鲵是由费梁于1985年在河南省商城县发现的有尾目新种<sup>[8]</sup>,是有尾目最原始的类群<sup>[9-10]</sup>。目前,商城肥鲵已被《中国濒危动物红皮书》列为易危级别,但生境破坏及栖息地丧失<sup>[11]</sup>导致商城肥鲵数量呈下降趋势<sup>[12]</sup>,针对性保护工作亟需开展。笔者在商城肥鲵分布区范围内典型生境中设置调查地点,基于环境因子和种群动态的观测变量间的相关性分析探讨商城肥鲵的生境选择模式,以为商城肥鲵的保护工作提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 调查地点的设置** 根据文献<sup>[13]</sup>中商城肥鲵分布区的范围设置8个调查地点(图1)。调查地点覆盖全部4个商城肥鲵独立分布区<sup>[13]</sup>,且包括人为干扰力度(植被状况)、溪流宽度和海拔高度等生境梯度(表1)。调查时间限定在2011年7月7日~7月16日的9:00~14:00,这几天为连续晴好天气,可排除天气和季节对商城肥鲵生境选择的干扰。每个调查地点各选择1条溪流,溪流的调查范围包括从首次发现商城肥鲵分布区开始向上游持续调查500 m。

为了探讨水潭大小与商城肥鲵种群分布的关系,分别在石佛寺和窝川2个调查地点,各选择5个水潭,每个水潭内的商城肥鲵记为1个种群,记录种群状况和水潭长度、宽度及深度。

表1 调查地点的自然概况

地点	坐标位置	海拔	溪流宽度	植被类型	优势植	曾遭砍	目前人为干	综合植
		m	m		被树龄//a	伐力度	扰力度	被状况
石佛寺	31°05'31.3" N, 116°09'33.9" E	1 010 ~ 1 130	6	落叶阔叶林	>200	弱	小	优秀
九峰尖	31°31'22.1" N, 115°25'05.1" E	630 ~ 790	6	落叶阔叶林	>200	弱	小	优秀
窝川	31°13'56.5" N, 115°39'47.5" E	900 ~ 995	5	落叶阔叶林	100 ~ 200	强	小	良好
白马尖	31°06'25.1" N, 116°09'54.7" E	1 020 ~ 1 120	9	落叶阔叶林	100 ~ 200	强	小	良好
金刚台	31°42'05.9" N, 115°34'53" E	470 ~ 545	5	落叶阔叶林	31 ~ 99	强	小	较差
明堂山	30°52'20.6" N, 116°04'50.9" E	965 ~ 1 100	8	针阔混交林	31 ~ 99	强	较强	较差
黄河村	31°14'30.8" N, 115°43'50.5" E	771 ~ 855	10	落叶阔叶林	<30	强	强	很差
桃花溪	30°58'13.9" N, 116°03'39.9" E	940 ~ 1 100	9	人工针叶林	<30	强	强	很差

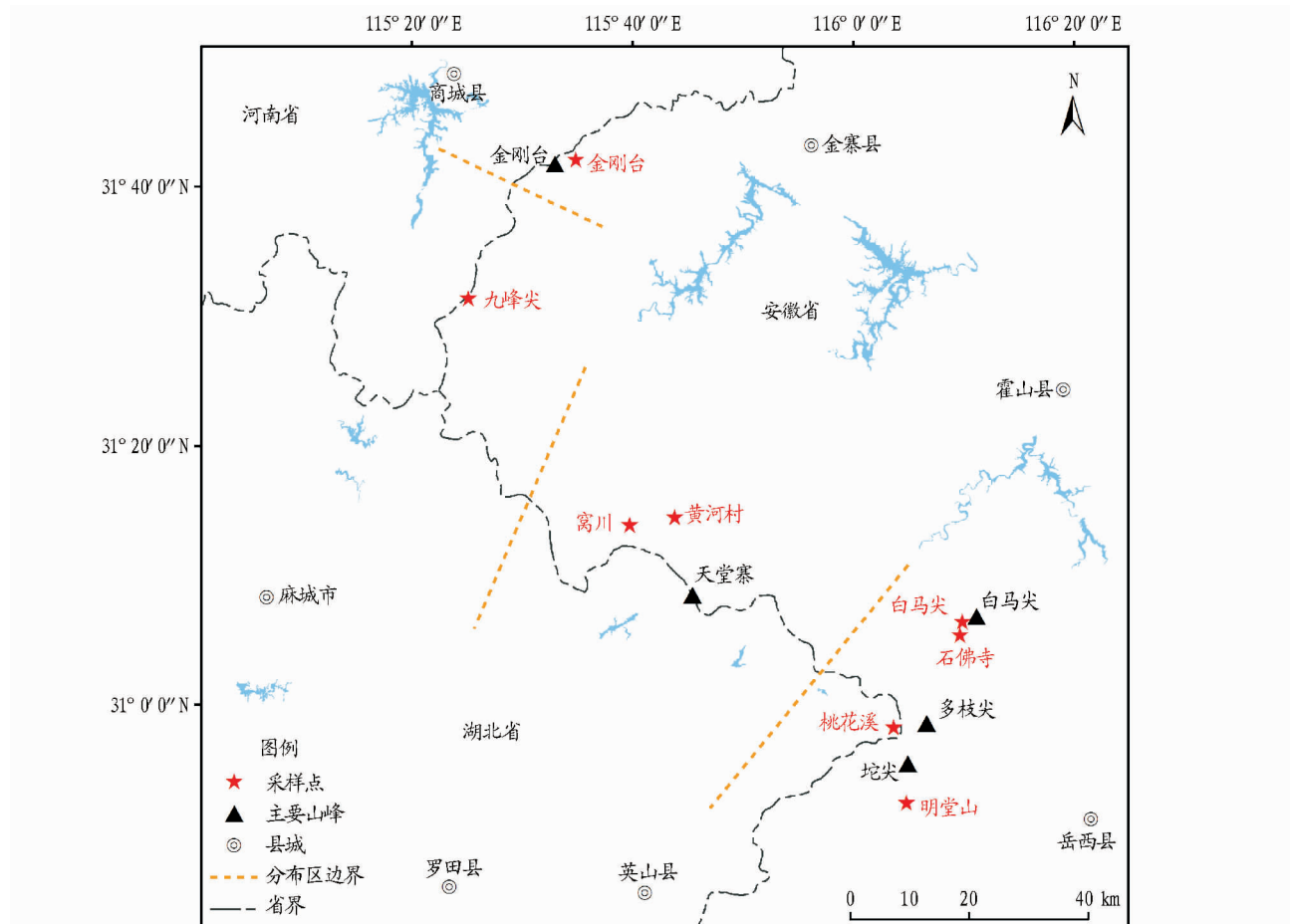
## 1.2 参数测定 调查地点的环境变量包括植被状况、海拔

**作者简介** 姚敏(1980-),女,江苏泰州人,工程师,硕士,从事环境规划、环境影响评价等方面的研究。

**收稿日期** 2014-03-31

及溪流宽度,单个水潭的环境变量包括水潭面积及深度。其中,植被状况的评价参考文献<sup>[14]</sup>的方法,依据植被优势群落不同树龄将植被分成前冠林(<30 a)、年轻林(31~99 a)、成熟林(100~199 a)和天然林(>200 a)4个演替级

别,再结合曾经人为砍伐力度和目前人为干扰力度综合评价出优秀、良好、较差和很差4个等级。



注:商城肥鳉4个独立分布区的边界参考文献[13]。

图1 调查地点的设置

记录每个调查地点的商城肥鳉总数量、成体数量、幼体数量、成体体重和成体体长,并据此计算出老幼比、体重体长比、遇见率和成体遇见率。由于商城肥鳉一般栖息在各溪流的水潭中,遇见率的计算方法为观察到的个体数量除以每个调查的溪流中观察的水潭数量。

### 1.3 数据统计与分析

将各调查地点或水潭的环境变量与种群状况观测指标进行双变量相关性分析,采用 Pearson 相关系数进行双侧显著性检验, $P < 0.01$  为相关性极显著, $P < 0.05$  为相关性显著, $0.05 < P < 0.1$  为临界相关,表示尽管无显著相关,但仍存在一定的联系。将各调查地点种群状况指标进行主成分

分析(Principal component analysis PCA),为排除重复统计,种群状况指标仅选择直接测量的参数。

## 2 结果与分析

**2.1 各调查地点种群状况** 由表2可知,植被状况优秀、良好和较差的调查地点各观测指标均显著高于植被状况很差的黄河村和桃花溪,这2个调查地点仅发现5和2条幼体,未记录任何成体。在植被状况优秀、良好和较差的6个调查地点,除成体数量和幼体数量存在显著差异外,其余观测变量差异均不显著。具体表现为植被状况优秀的石佛寺和九峰尖成体数量和老幼比远高于其他4个调查地点,而幼体数量则远低于这4个调查地点。

表2 各调查地点商城肥鳉的种群状况

调查地点	成体平均体重//g	成体平均体长//cm	成体数量//尾	幼体数量//尾	总数尾	成体体重体长比	总遇见率//%	成体遇见率//%	老幼比
石佛寺	31.82	18.84	19	3	22	1.69	3.67	3.17	6.33
九峰尖	29.40	18.76	11	5	16	1.57	2.67	1.83	2.20
窝川	31.80	18.37	10	19	29	1.73	5.80	2.00	0.53
白马尖	25.99	18.13	8	11	19	1.43	2.11	0.89	0.74
金刚台	30.60	17.50	3	20	23	1.75	4.60	0.60	0.15
明堂山	19.40	17.00	2	13	15	1.14	1.88	0.25	0.15
黄河村	-	-	0	5	5	-	0.50	0	-
桃花溪	-	-	0	2	2	-	0.10	0	-

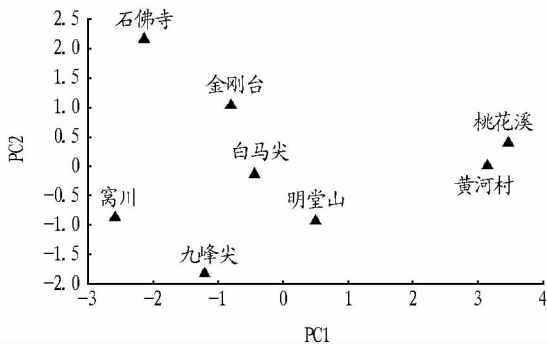


图 2 各调查地点种群状况的 PCA 分析

将各调查地点种群状况各指标作为变量进行 PCA 分析。从图 2 可以看出,4 个轴的特征值分别为 5.11、1.56、0.29 和 0.03,4 个轴对不同调查地点种群状况差异的贡献值分别为 72.9%、22.2%、4.2% 和 0.5%,4 个轴共解释 99.9% 的种群状况差异。植被状况很差的黄河村和桃花溪

表 3 植被情况、海拔及溪流宽度与各种群状态的相关系数 ( $n=8$ )

生境指标	成体体重	成体体长	成体数量	幼体数量	总数	成体体重 体长比	遇见率	成体遇 见率	老幼比
植被情况	0.522	0.956 <sup>△△</sup>	0.928 <sup>△△</sup>	0.048	0.681 <sup>*</sup>	0.353	0.574	0.895 <sup>△△</sup>	0.730 <sup>*</sup>
海拔	-0.379	0.093	0.212	-0.307	-0.092	-0.487	-0.255	0.138	0.251
溪流宽度	-0.763 <sup>*</sup>	-0.299	-0.557	-0.532	-0.800 <sup>△</sup>	-0.812 <sup>△</sup>	-0.907 <sup>△△</sup>	-0.656 <sup>*</sup>	-0.302

注: \* 表示临界相关 ( $0.05 < P < 0.1$ );  $\Delta$  表示相关性达到显著水平 ( $P < 0.05$ );  $\Delta\Delta$  表示相关性达到极显著水平 ( $P < 0.01$ )。

表 4 不同水潭中商城肥鲵的种群状态

编号	长度 m	宽度 m	面积 m <sup>2</sup>	深度 m	成体数	幼体数	老幼比	平均成 体体重	平均成 体体长	平均成体体 重体长比
石佛寺 1	2.57	1.25	3.21	0.24	4	0	$\infty$	27.85	18.01	1.54
石佛寺 2	4.80	3.00	14.40	0.62	2	0	$\infty$	31.60	17.25	1.83
石佛寺 3	4.12	3.62	14.91	0.66	5	0	$\infty$	35.72	19.40	1.84
石佛寺 4	1.20	1.11	1.33	0.80	2	0	$\infty$	33.50	19.45	1.72
石佛寺 5	2.16	1.60	3.46	0.38	6	3	2.00	30.73	19.08	1.61
窝川 1	3.22	2.45	7.89	0.78	1	6	0.17	34.40	20.60	1.67
窝川 2	6.23	1.95	12.15	0.86	2	1	2.00	34.00	19.10	1.78
窝川 3	2.31	1.62	3.74	0.46	0	4	0	-	-	-
窝川 4	7.29	3.00	21.87	0.40	6	2	3.00	29.43	20.82	1.41
窝川 5	4.71	2.42	11.40	0.56	1	6	0.17	39.00	20.50	1.90

表 5 水潭大小与商城肥鲵种群状况的相关性分析 ( $n=10$ )

水潭 大小	成体	幼体	老幼比	成体 体重	成体 体长	成体体 重体长 比
水潭面积	0.313	-0.073	0.600	0.098	0.264	-0.019
水潭深度	-0.463	0.002	-0.233	0.614 <sup>*</sup>	0.169	0.583 <sup>*</sup>

注: \* 表示临界相关 ( $0.05 < P < 0.01$ )。

### 3 讨论

野生动物对栖息地的选择是一个极为复杂的过程,包括了一系列多层次的影响因子之间的相互作用<sup>[3]</sup>。动物仅仅在某一地区的存在并不能说明该种群是否可以自我维持或者该生境是否适宜动物生存<sup>[15]</sup>。种群大小、年龄结构以及个体的体长和体重等反映种群状态的指标与具体的栖息地状况联系起来可以反映该生境支持的种群是否为最适种群<sup>[16]</sup>。笔者调查了覆盖商城肥鲵分布区全境的 8 个调查

2 个调查地点种群状况聚在一起,其余几个调查地点之间的种群状况并无明显聚类。

**2.2 调查地点环境因子与种群状况的关系** 各调查地点植被状况、海拔和溪流宽度与各种群状况指标进行相关性分析。由表 3 可知,植被情况与成体体长、成体数量及成体遇见率相关性极显著 ( $P < 0.01$ ),而与总数和老幼比临界相关 ( $0.05 < P < 0.1$ );海拔高度与各观测变量均无显著相关性 ( $P > 0.1$ );溪流宽度与所有种群观测变量均呈负相关,其中溪流宽度与遇见率呈极显著负相关 ( $P < 0.01$ ),与总数和成体体重体长比呈显著负相关 ( $P < 0.05$ ),与成体体重和成体遇见率呈临界负相关。

**2.3 水潭大小与种群状况的关系** 在石佛寺与窝川各选择 5 个水潭调查商城肥鲵种群状况表 4。由表 5 可知,水潭尺寸与各种群状况指标均无显著相关性,水潭深度与成体体重和成体体长比临界相关 ( $0.05 < P < 0.1$ )。

地点及 10 个水潭的环境变量与商城肥鲵种群状况的相关性。环境变量包括植被状况、海拔、溪流宽度、水潭面积、深度共 5 个指标,其中植被状况综合了人为干扰力度。

植被状况对有尾目两栖动物种群状况存在关键影响<sup>[17]</sup>。该研究中植被状况也是对商城肥鲵种群状况影响最显著的环境因子。植被状况与种群的体长、成体数量、总数等存在不同程度的显著相关性。此次调查中最大个体亦在植被状况最好的石佛寺发现(体长 22.1 cm,体重 59.8 g,体重体长比 2.71)。植被状况很差的黄河村和桃花溪 2 个调查地点仅有几条幼体被发现。PCA 分析表明,植被状况很差的调查地点种群状况显著不同于其他调查地点,说明植被状况很差时植被状况能成为商城肥鲵种群状况的主要影响因素。尽管植被状况与成体数量呈极显著正相关,但植被状况优秀的石佛寺和九峰尖 2 个调查地点的幼体数量

明显低于植被状况良好和较差的调查地点,老幼比也明显高于其他调查地点。一般认为,较高的老幼比代表成体的低存活率<sup>[18]</sup>,但根据源汇理论(Source-sink theory),生物有可能迫于种内竞争而生活于亚最适生境中(Sub-optimal habitats)<sup>[19]</sup>。据此推测,植被状况较差的地点幼体数量反而更高,可能是由于种内竞争导致幼体迁出的结果。尽管目前商城肥鲵分布区已经完全片段化<sup>[11]</sup>,但在单个分布区内种群仍然是连续分布的<sup>[13]</sup>,幼体迁移到亚最适生境可能帮助了该古老物种的延续<sup>[20]</sup>。综上所述,商城肥鲵与植被环境的相关性非常显著。鉴于大别山区广泛的人为干扰,植被状况实际是人为干扰的结果。因此,针对商城肥鲵的保护工作必须减少人为干扰并营造优良的植被环境。

尽管早期报道中商城肥鲵的分布区海拔较低(380~780 m)<sup>[8]</sup>,但目前已证实该种的分布地点大多在海拔1 000 m以上的溪流中<sup>[12-13]</sup>。该研究结果表明商城肥鲵的种群状况与海拔高度无显著相关性。商城肥鲵南部分布区海拔高度普遍高于1 000 m,而北部分布区海拔高度则大多在800 m以下<sup>[13]</sup>。进化生物学的研究表明,商城肥鲵南部种群在最后一次冰川期经历过一次较大的种群扩张事件<sup>[21]</sup>,以抵抗更新世冰川期频繁的气候变化<sup>[22]</sup>。这说明商城肥鲵的分布状况还与其古老的进化历史相关,进一步证实了该物种生境选择的复杂性。

商城肥鲵栖息地水体的观测指标包括溪流的宽度、水潭面积及深度。溪流宽度与种群状况各观测指标间呈负相关。究其原因,可能包括以下方面:①此次调查中最窄溪流为5~6 m,并未涉及更窄的溪流;②山区溪流具备越靠近低海拔地区溪流越宽的特点,而海拔越低则意味着更多的人为干扰,如靠近村庄、农业生产、堤坝建筑等。此外,较窄的溪流意味着更容易干涸和更接近主峰。因此,该研究结果仅支持宽度5~6 m的溪流相对更宽的溪流更适宜商城肥鲵栖息,并不能支持溪流越窄越适宜商城肥鲵栖息的结论。

水潭面积大小和商城肥鲵种群状况不存在显著相关性,深度也仅与体重和单位长度体重(体重大长比)在临界水平上显著相关( $0.05 < P < 0.1$ )。在野外工作中,较大的水潭面积和水深通常意味着相同的调查方法带来捕获难度的增加,使得较大的水潭里调查的常常只是种群中的一小部分<sup>[23]</sup>。从水潭深度与商城肥鲵体重和单位长度体重微弱的相关性来看,较大的水潭中分布的个体更加健康<sup>[24]</sup>,且捕食成功率和繁殖成功率更高<sup>[25]</sup>。

尽管笔者综合考虑了商城肥鲵栖息地植被状况、海拔高度、溪流宽度及水潭大小与种群状况的相关性,但水流速度、温度和pH等水体理化因子以及食物资源和捕食者等对商城肥鲵造成直接影响的环境因子并未考虑,对水体生物和理化因子与商城肥鲵分布格局间相互关系的研究还有待进一步开展。这将有助于全面揭示商城肥鲵种群分布的影

响因素及机制,从而为该物种的保护提供更加全面的理论指导。

## 参考文献

- [1] 颜忠诚,陈永林. 动物的生境选择[J]. 生态学杂志,1998,17(2):43-49.
- [2] 李春旺,蒋志刚,张恩权,等. 保护行为学:正在兴起的保护生物学分支学科[J]. 生物多样性,2007,15(3):312-318.
- [3] 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.
- [4] 杨春花,张和民,周小平,等. 大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)生境选择研究进展[J]. 生态学报,2006,26(10):3442-3453.
- [5] 杨维康,钟文勤. 鸟类栖息地选择研究进展[J]. 干旱区研究,2000,17(3):71-78.
- [6] 张正旺,郑光美. 鸟类栖息地选择研究进展[M]//中国动物学会. 中国动物科学研究. 北京:中国林业出版社,1999:1099.
- [7] 蒋志刚. 动物行为原理与物种保护方法[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [8] 费梁,瞿文元,吴淑辉. 我国小鲵科一新属新种的描述[J]. 动物学研究,1985,6(4):399-403.
- [9] 吴淑辉,吕九全. 商城肥鲵皮肤的组织学观察[J]. 河南师范大学学报:自然科学版,1994,22(3):109-112.
- [10] 赵尔宓,胡其雄. 中国有尾两栖动物的研究[M]. 成都:四川科学技术出版社,1984.
- [11] 王松,鲍方印,戚永跃,等. 鹞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] 蔡三元. 商城肥鲵的生态观察与资源保护[J]. 华中师范大学学报:自然科学版,2001,35(2):203-205.
- [13] 张保卫,史文博,赵凯,等. 商城肥鲵分布区调查与肢体残畸现象初报[M]//刁翔. 两栖爬行动物研究(第12辑). 南京:东南大学出版社,2010:346-351.
- [14] SPIES T A,FRANKLIN J F. The structure of natural young, mature, and old-growth Douglas-fir forests in Oregon and Washington [R]. Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir forests. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-285, Portland, USA. Pacific Northwest Research Station,1991:91-111.
- [15] VAN HORNE B. Density as a misleading indicator of habitat quality[J]. J Wildl Manage,1983,47:893-901.
- [16] STEVENSON R,WOODS W A. Condition indices for conservation:new uses for evolving tools[J]. Integrative and Comparative Biology,2006,46(6):1169-1190.
- [17] WELSH JR H H,POPE K L,WHEELER C A. Using multiple metrics to assess the effects of forest succession on population status:A comparative study of two terrestrial salamanders in the US Pacific Northwest[J]. Biological Conservation,2008,141(4):1149-1160.
- [18] CAUGHLEY G. Interpretation of age ratios[J]. The Journal of Wildlife Management,1974,38:557-562.
- [19] PULLIAM H R. Sources, sinks, and population regulation[J]. American Naturalist,1988,132:652-661.
- [20] KREUZER JR M,HUNTLY N. Habitat-specific demography:evidence for source-sink population structure in a mammal, the pika[J]. Oecologia,2003,134(3):343-349.
- [21] PAN T,WANG H,HU C,et al. Range-wide phylogeography and conservation genetics of a narrowly endemic stream salamander, *Pachyhynobius shangchengensis* (Caudata, Hynobiidae): implications for conservation[J]. Genet Mol Res,2014. [Epub ahead of print]
- [22] HEWITT G. Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B:Biological Sciences,2004,359(1442):183-195.
- [23] HYDE E J,SIMONS T R. Sampling plethodontid salamanders:sources of variability[J]. The Journal of Wildlife Management,2001,65:624-632.
- [24] JAKOB E M,MARSHALL S D,UETZ G W. Estimating fitness:a comparison of body condition indices[J]. Oikos,1996,77(1):61-67.
- [25] JOHNSON M D,ARCATA C. Habitat quality:a brief review for wildlife biologists[J]. Transactions-Western Section of the Wildlife Society,2005,41:31.