

长江流域两栖动物物种多样性的大尺度格局

于晓东, 罗天宏, 伍玉明, 周红章*

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要: 根据两栖动物分布依赖于水系的特点, 依据主要水系将长江流域分为 18 个区域, 共记录了两栖动物 145 种, 隶属于 2 目 10 科 30 属, 特有种和受威胁物种分别有 49 和 69 种。除了海拔最高的江源区和金沙江中上游流域外, 两栖动物种类以及受威胁物种种类, 从上游到下游逐渐降低, 特有种比例同样从上游到下游随海拔降低逐渐降低; 分析 $G-F$ 多样性指数发现, G 指数的分布与物种数分布规律相似, F 指数与 $G-F$ 指数相似, 除了江源区、汉江和赣江较低外, 其他区域内比较均匀。利用 Jaccard 物种相似性系数对流域内 18 个区域进行聚类分析, 发现整个流域分成 6 部分: 江源区, 横断山区, 云贵高原, 川西高原东缘、四川盆地和秦巴山区, 洞庭湖水系、鄱阳湖流域和下游流域, 以及赣江流域, 基本反映了长江流域内自然地理环境及我国大陆地势三级台阶变化的特点。

关键词: 两栖动物; 物种多样性; 大尺度格局; 长江流域

中图分类号: Q959.5; Q959.508 文献标识码: A 文章编号: 0254–5853 (2005) 06–0565–015

A Large-Scale Pattern in Species Diversity of Amphibians in the Yangtze River Basin

YU Xiao-dong, LUO Tian-hong, WU Yu-ming, ZHOU Hong-zhang*

(Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: Since the distribution patterns of amphibians are largely determined by the existence of water, we divided the Yangtze River Basin into 18 sub-basins according to the main tributaries. Based on the sub-basins, we synthesized information on amphibian biodiversity in the Yangtze River Basin. We documented 145 species that had been recorded and described from the basin. There are 2 orders, 10 families and 30 genera. Of these, 49 and 69 species are endemic and threatened, respectively. Except two sub-basins at the highest elevation in the basin, the headwater, and the upper and middle of Jinshajiang sub-basin, the other 16 sub-basins show a decreasing tendency in species richness and threatened species richness from the headwater to the estuary. Moreover, the proportion of endemic species decreased gradually from the headwater to the estuary of the basin with a gradient of the elevation. By calculating the $G-F$ diversity index of the 18 sub-basins, the G index was found to reflect the species richness, and F index and $G-F$ index showed similar values among the sub-basins except for three sub-basins of the headwater, Hanjiang and Ganjiang. Based on the species distribution (Jaccard similarity), cluster analysis was used to analyze the similarity of amphibians in 18 sub-basins. The sub-basins were clustered into six groups: (1) the headwater, (2) Hengduan Mountains, (3) Yun-Gui Plateau, (4) Eastern West Sichuan Plateau, Sichuan Basin, and Qinling-Dabashan Mountains, (5) Dongting Lake and its tributaries, Poyang Lake and lower reaches of the basin, and (6) Ganjiang sub-basin. The grouping result reflects to the environmental characteristics of the total basin and three large topographic platforms of the Chinese mainland.

Key words: Amphibians; Species diversity; Large-scale pattern; Yangtze River Basin

长江是中国第一、世界第三长河流, 发源于青藏高原的唐古拉山脉各拉丹冬峰西南侧, 干流流经

* 收稿日期: 2005–05–11; 接受日期: 2005–09–21

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目 (G2000046800); 中国科学院知识创新工程领域前沿项目 (KSCX3-IOZ-01); 国家基础科学人才培养基金 (NSFC-J0030092)

* 通讯作者 (Corresponding author), E-mail: zhouhz@ioz.ac.cn

第一作者简介: 于晓东 (1973–), 男, 助理研究员, 主要从事昆虫学、动物生态学及生物多样性研究。E-mail: yuxd@ioz.ac.cn

青海、西藏、四川、云南、重庆、湖北、湖南、江西、安徽、江苏、上海等 11 省或自治区或直辖市,于崇明岛以东注入东海。长江干流全长 6 300 km,包括 3 000 多条支流和 4 000 多个湖泊,整个流域面积达 1 807 199 km²,约占中国国土面积的 19%。长江流域在地形上东西狭长,直线距离约 3 000 km,南北短促,直线距离约 900 km;地势上西高东低,由高达 5 000 m 以上的青藏高原下降到 20 m 以下的滨海平原,覆盖了中国大陆的三级台阶 (Changjiang Hydrological Committee of Hydrology Ministry, 1999)。长江流域内地貌复杂多样,可概括为高原、山地、丘陵和平原四大类,如此复杂的地势地貌因素不仅影响了水域类型、数量和水面率的分布关系,而且影响了水域环境的气象、水文、水质理化性状等因素,极大地影响了该区域内动物的分布 (Zeng, 1990)。

然而,一直以来,长江流域两栖动物的研究集中在分类和行政区或小流域的区系研究方面 (附录 1),对整个流域物种多样性大尺度格局研究很少。近年来,有些类群,如鱼类,已经开始这方面研究,并取得了好的成绩 (Chen et al, 2002; Fu et al, 2003, 2004),但两栖动物的研究仍然局限在区系和分类水平。基于以上原因,我们综合多年来的文献积累,并参照中国科学院动物研究所标本馆的馆藏标本,重新对长江流域内物种及采集地进行校对和分析,从物种组成、特有种和受威胁物种的分布、物种多样性以及区域相似性分析等几方面研究长江流域两栖动物物种多样性的大尺度格局。本文为长江流域动物多样性大尺度格局系列研究之一 (Yu et al, 2005)。

1 研究方法

1.1 地理分区

长江流域的范围依据水利部长江水利委员会 (1999) 所划定,分为上中下游 3 部分 11 个分支流域。江源至宜昌段为上游,全长 4 300 km,流域面积 100 × 10⁴ km²,地势险要,海拔落差大,包括江源区、金沙江 (包括雅砻江) 和上游主干流流域,以及岷沱江 (包括大渡河)、嘉陵江和乌江等主要支流流域。在自然地理上,江源区流域覆盖了青藏高原东南部波状平原部分;金沙江流域覆盖了横断山区和云贵高原高海拔部分 (云南高原);岷沱江流域覆盖了川西高原和四川盆地;嘉陵江流域覆盖

了秦岭西段南坡和大巴山西段;乌江流域覆盖了云贵高原低海拔部分 (贵州高原),著名的长江三峡就位于宜昌上游段。宜昌至湖口段为长江中游,全长 955 km,流域面积 68 × 10⁴ km²,主干流地势平坦,水流平缓,主要支流包括南岸洞庭湖水系的沅江、湘江和鄱阳湖水系的赣江,以及北岸的汉江;自然地理上覆盖了江南丘陵、秦岭东段南坡和大巴山区东段、部分淮阳山地 (南阳盆地和大别山地区) 和中下游平原低海拔地区。湖口至长江口段为下游段,全长 1 045 km,流域面积 12 × 10⁴ km²,江阔水深,地势平缓,可以进一步分成主干流流域和太湖流域 (长江三角洲)。

由于两栖动物的分布与主要水系和山系密切相关,我们在长江流域水系自然分区 (11 个分支流域) 的基础上,在兼顾主要山系的同时,依据干流、主要支流和湖泊的覆盖范围,将长江流域分为 18 个区域 (图 1)。

1.2 数据来源及分析

本文两栖动物物种分布数据和文献来源于长江流域两栖动物编目数据库,由中国科学院动物研究所伍玉明收集整理 (附录 1 和附录 2)。数据库内的物种分布信息主要以历史文献为基础,对照中国科学院动物研究所的馆藏标本,校对标本的采集地信息,增补物种分布记录;并补充最新发表的物种分布信息及中国物种数据库 (CSIS) 更新的最新数据 (Xie et al, 2004),对有争议的物种进行筛选后汇总。对于数据库内有争议物种,主要参考近期发表的专著和论文 (Zhao et al, 2000; Wang & Xie, 2004; Fei et al, 2005),分 7 种处理情况: (1) 分类地位存在争议,但不影响数据分析结果,收录到数据库内,如凉北齿蟾 (*Oreolalax liangbeiensis*)、普雄齿蟾 (*O. puxiongensis*)、魏氏齿蟾 (*O. weigoldi*)、九龙齿突蟾 (*Scutiger jiulongensis*)、木里齿突蟾 (*S. muliensis*) 和凹耳湍蛙 (*Amolops tormotus*); (2) 分类地位存在争议,影响到数据分析结果,暂不收录到数据库内,如利川铃蟾 (*Bombina lichuanensis*)、卧龙蟾蜍 (*Bufo wolongensis*)、长吻湍蛙 (*A. nasicus*) 和昭觉泛树蛙 (*Polypedates hui*); (3) 分类地位存在争议,已经并入数据库中其他物种,如康定湍蛙 (*A. kangtingensis*) 和凉山湍蛙 (*A. liangshanensis*) 并入到四川湍蛙 (*A. mantzorum*)、文县疣螈 (*Tylototriton wenxiensis*) 并入到细痣疣螈 (*T. asperimus*) (4) 近期

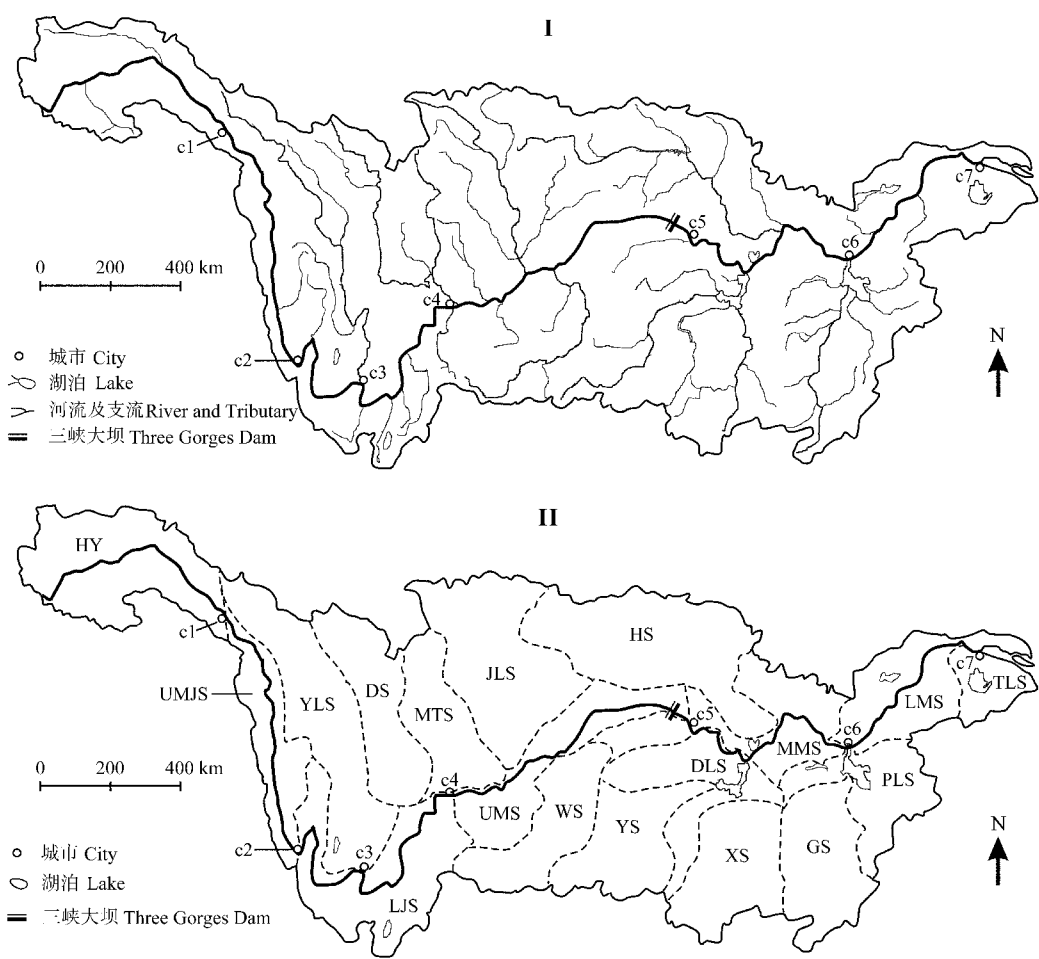


图 1 长江流域略图
Fig. 1 Sketch map of Yangtze River Basin

I：长江流域水系分布；II：本研究两栖动物自然地理分区。
I：River and tributary；II：Geographic regions (sub-basins) for amphibians in this study.

UMJS：金沙江中上游流域（Upper and Middle reaches of Jinshajiang sub-basin）；LJS：金沙江下游流域（Lower reaches of Jinshajiang sub-basin）；HY：江源区（Headwater of Yangtze River Basin）；YLS：雅砻江流域（Yalongjiang sub-basin）；DS：大渡河流域（Daduhe sub-basin）；MTS：岷沱江流域（Mingjiang-Tuojiang sub-basin）；JLS：嘉陵江流域（Jialingjiang sub-basin）；WS：乌江流域（Wujiang sub-basin）；HS：汉江流域（Hanjiang sub-basin）；YS：沅江流域（Yuanjiang sub-basin）；XS：湘江流域（Xiangjiang sub-basin）；DLS：洞庭湖流域（Dongting Lake sub-basin）；PLS：鄱阳湖流域（Poyang Lake sub-basin）；GS：赣江流域（Ganjiang sub-basin）；UMS：上游主干流（Upper mainstream sub-basin）；MMS：中游主干流（Middle mainstream sub-basin）；TLS：太湖流域（Taihu Lake sub-basin）；LMS：下游主干流（Lower mainstream sub-basin）
c1：玉树（Yushu）；c2：石鼓（Shigu）；c3：攀枝花（Panzhihua）；c4：宜宾（Yibin）；c5：宜昌（Yichang）；c6：湖口（Hukou）；c7：江阴（Jiangyin）。

发表文献存在属级变动，但变动不会影响到数据分析，采用目前比较通用的名称，如滇池蝾螈（*Cynops wolterstorffi*）高山倭蛙（*Nanorana parkeri*）棘侧蛙（*Paa shini*）棘胸蛙（*P. spinosa*）双团棘胸蛙（*P. yunnanensis*）黑斑蛙（*Rana nigromaculata*）金线蛙（*R. plancyi*）滇蛙（*R. pleuraden*）隆肛蛙（*R. quadrana*）虎纹蛙（*R. rugulosa*）胫腺蛙（*R. shuchinae*）和黑点树蛙（*Rhacophorus nigropunctatus*）；（5）种名发生变动，

如黑耳蛙（*R. varians*）改为（*R. nigrotympanica*），无斑雨蛙（*Hyla arborea*）改为（*Hyla immaculata*）；（6）分类地位重新厘定，原来 1 种分化为多种，如日本林蛙（*R. japonica*）分化为若干种，在长江流域内有昭觉林蛙（*R. chaochiaoensis*）镇海林蛙（*R. zhenhaiensis*）峨眉林蛙（*R. omeimontis*）以及峰斑蛙（*R. chevronta*）；（7）物种分布存在争议，在长江流域内可能性很小，暂不收录，如潮汕蝾螈（*C. orphicus*）和中亚林蛙（*R.*

asiatica) 。

长江流域内特有种信息主要来源于数据库内物种分布信息（基于已经发表的两栖类专著，附录 1），在此基础上，参照最新发表的文献（Chen，1993；Wang & Xie，2004）和中国物种数据库（Xie et al，2004）。濒危等级则参照最新出版的中国物种红色名录（Wang & Xie，2004），将该名录中定为近危以上等级的物种视为目前急需保护的受威胁物种。

多样性评估采用 $G-F$ 指数（Jiang & Ji，1999）： F 指数（ D_F ）：指科间的多样性。在一个特定科 k ， $D_{Fk} = - \sum_{i=1}^n pi \ln pi$ ，其中 $pi = s_{ki}/S_k$ （ S_k 为长江流域内两栖类 k 科中物种数， s_{ki} 为 k 科 i 属中的物种数）； n 为 k 科中的属数。一个地区的 $D_F = \sum_{k=1}^m D_{Fk}$ ，其中 m 为长江流域内两栖类的科数。

G 指数（ D_G ）：指属间的多样性。 $D_G = - \sum_{j=1}^p qi \ln qi$ ，其中 $qj = sj/S$ （ S 为长江流域内两栖类的物种数， s_j 为两栖类中 j 属中的物种数）； p 为两栖类中属数。

$G-F$ 指数： $D_{G-F} = 1 - D_G/D_F$
 $G-F$ 指数的特征：（1）非单种科越多， $G-F$ 指数越高；（2） $G-F$ 指数是 0~1 的测度。

长江流域内区域间的相似性比较利用聚类分析（Pielou，1984；Ludwig & Reynolds，1988），以区域内物种组成的相异程度和相似程度，对区域进行归类，建立树状图。采用物种种类的有无（0~1 值），利用 Jaccard 相似性系数对 18 个区域进行归类描述，比较整个地区的相似性；物种分布信息见附录 2。分析中先后采用组内联法（within-groups）组间联法（between-groups）最近邻法（nearest neighbor）和最远邻法（furthest neighbor），最远邻法的结果最具有生物学意义，本文最终采用这一分析结

果。聚类分析使用数理统计软件 SPSS（1997）完成。

2 结 果

2.1 物种组成

长江流域共记录两栖动物 145 种，隶属于 2 目 10 科 30 属（附录 1），其中有尾目 23 种，达到了全国本目物种数的一半以上；无尾目 122 种，接近全国本目物种数的一半；但这两目分别仅占世界物种数的 6% 和 4%，比例很低（表 1）。

蛙科和角蟾科分别占物种总数的 33.79% 和 28.28%，是长江流域物种最丰富的类群；蝾螈科、小鲵科、树蛙科和姬蛙科占物种总数 5%~10%，是整个流域比较丰富的类群；树蟾科、蟾蜍科、铃蟾科和隐鳃鲵科各占整个流域物种总数的 5% 以下，比较稀少（图 2）。

2.2 特有种和受威胁物种分布

长江流域特有种有 49 种，占整个流域物种数的 33.79%，比例比较高；整个流域内中国特有种比例达 81.38%，有 118 种，接近这些类群所有中国特有种的一半，而且除了树蛙科外，其他类群在流域内的中国特有种数量分布都达到了这些类群所对应的中国特有种总数的 30% 以上（表 2）。从长江源头（江源区）至长江口，两栖动物长江流域特有种的比例基本上是上游高于中游和下游，随海拔下降而逐渐降低；中国特有种的比例也是上游高于中游和下游，但随海拔的变化下降幅度很小（图 3）。

被列入《国家重点保护野生动物名录》的两栖动物，我国只有 7 种，都是二级保护动物，长江流域内占 5 种，比例很高，包括大鲵、贵州疣螈、细痣疣螈、大凉疣螈和虎纹蛙（The Law of Wild Animal Protection of People's Republic of China，1989）。此外，被列入《中国物种红色名录》内的受威胁物种（濒危等级在近危以上）有 69 种，占整个长江流

表 1 长江流域两栖类物种组成（目级单元）
Tab. 1 Faunal composition (Order) of amphibians in Yangtze River Basin

目 Order	长江流域 Yangtze River Basin	中国 China ¹	世界 World ²
有尾目 Urodela	23	43	350
无尾目 Anura	122	280	3 500

¹数据根据《中国物种红色名录》（Wang & Xie，2004）修订 [Data are modified from China Species Red List (Wang & Xie，2004)]；² 数据引自《中国的生物多样性：现状及其保护对策》（Chen，1993） [Data are cited from China's Biodiversity: Current Status and Protective Measures (Chen，1993)]。

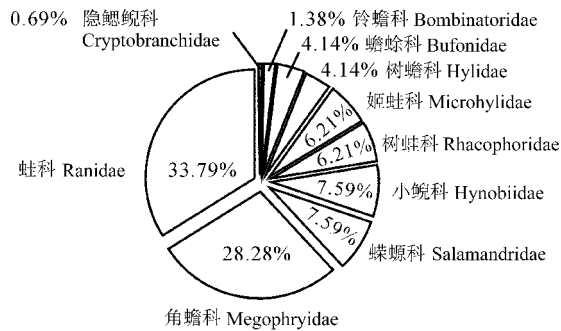


图 2 长江流域两栖动物物种组成 (科级单元)

Fig. 2 Faunal composition (Family) of amphibians in the Yangtze River Basin

表 2 长江流域特有种、中国特有种及受威胁物种的数量

Tab. 2 Number of endemic species , China endemic species and threatened species of amphibians in the Yangtze River Basin

目 Order	长江流域特有种 Endemic species to Yangtze River Basin	中国特有种 Endemic species to China *		受威胁物种 Threatened species *	
		长江流域 Yangtze River Basin		长江流域 Yangtze River Basin	
		中国 China	中国 China	中国 China	中国 China
有尾目 Urodela					
小鲵科 Hynobiidae	6	11	19	8	16
隐鳃鲑科 Cryptobranchidae		1	1	1	1
蝾螈科 Salamandridae	3	11	18	7	16
无尾目 Anura					
铃蟾科 Bombinatoridae	0	2	4	1	3
角蟾科 Megophryidae	27	38	63	26	50
蟾蜍科 Bufonidae	1	4	10	1	6
树蟾科 Hylidae	0	4	5	0	0
姬蛙科 Microhylidae	1	4	7	0	5
蛙科 Ranidae	11	36	81	22	71
树蛙科 Rhacophoridae	0	7	30	3	23
总计 Total	49	118	238	69	191

* 数据根据《中国物种红色名录》(Wang & Xie , 2004) 修订 [Data are modified from China Species Red List (Wang & Xie , 2004)]

游和上游主干流及其支流为物种最丰富地区，平均数量为 48 种；中游和下游流域物种相对较少，平均数量分别为 30 和 27 种，其中鄱阳湖水系的物种数量仅在 20 种以下。长江流域内受威胁物种的分布趋势与所有物种分布规律基本相似，物种丰富度从上游到下游呈下降趋势，且除了江源区和金沙江中上游外，同样可分为 3 个数量段，逐级降低，分别为 21、10 和 8 种（图 5）。比较各区域内物种多样性的 *G* 指数、*F* 指数和 *G-F* 指数，发现：*G* 指数与物种数分布相似，除了江源区和金沙江中上游较低外，其他上游分支流域都较高（大于 1.0），中下游支流沅江和湘江较高（大于 1.0），赣江和鄱阳湖值较低（小于 0.5），其他分支流域都在 0.63 ~ 0.94；*F* 指数与 *G* 指数不同，除了江源区、汉江和赣江较低（小于 3.0），金

域物种数的 47.59%，占《中国物种红色名录》中收录的受威胁物种总数的 1/3 以上；其中以角蟾科和蛙科为主，各占长江流域内受威胁物种总数的 30% 以上，小鲵科和蝾螈科也各占长江流域内受威胁物种总数的 10% 以上，其他 6 科数量很少（表 2）。

2.3 不同区域间的多样性比较

由图 4 可知，在长江流域的 18 个研究区域内，两栖类物种丰富度在整体趋势上，从上游到下游流域逐步降低，除江源区和金沙江中上游数量较低外，可以将其他 16 个区域分为 3 个数量段：金沙江下

沙江下游较高外（接近 10.0），其他分支流域都在 4.29 ~ 8.85；*G-F* 指数同样是江源区、汉江和赣江较低（小于 0.8），其他区域均为 0.80 ~ 0.90，分布比较均匀（表 3）。

2.4 区域相似性

基于两栖动物物种分布数据，利用 Jaccard 物种相似性系数对长江流域内 18 个区域进行聚类分析发现，整个长江流域分成 6 部分（图 6）：①仅包括江源区，覆盖了青藏高原东南部波状平原部分地区；②包括金沙江中上游和雅砻江流域，主要覆盖了横断山区；③包括金沙江下游、上游干流区和乌江等上游流域，地理上主要属于云贵高原；④包括大渡河、岷沱江、嘉陵江、汉江流域和中游干流区，属于主干流上游及中游江北流域，地理上以青藏高原东部低海拔高原（川西高原东缘）、四川盆

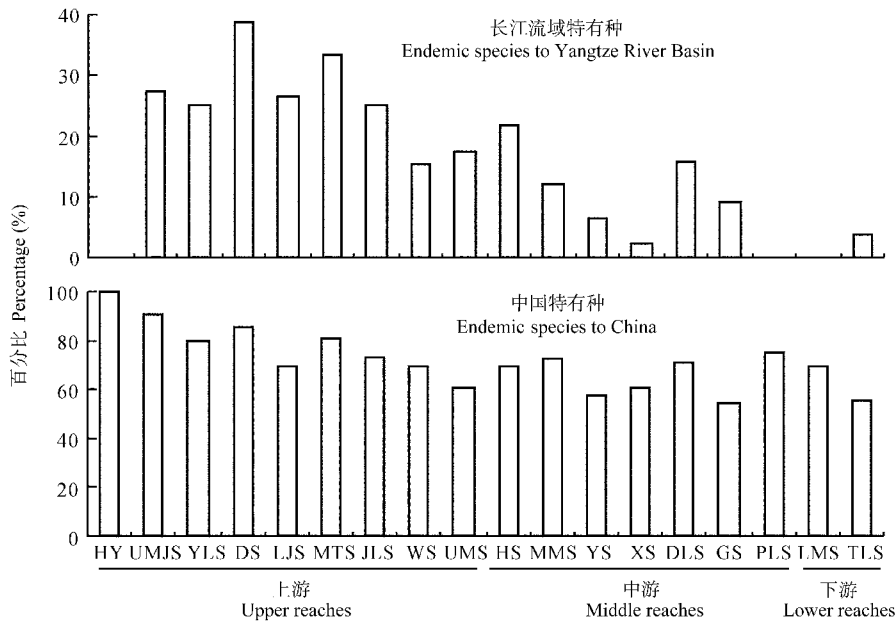


图 3 长江流域 18 个区域内两栖动物特有种比例

Fig. 3 Percentage of endemic species of amphibians in 18 sub-basins of the Yangtze River Basin
区域代号同图 1 (Sub-basin codes are the same as those in Fig. 1)

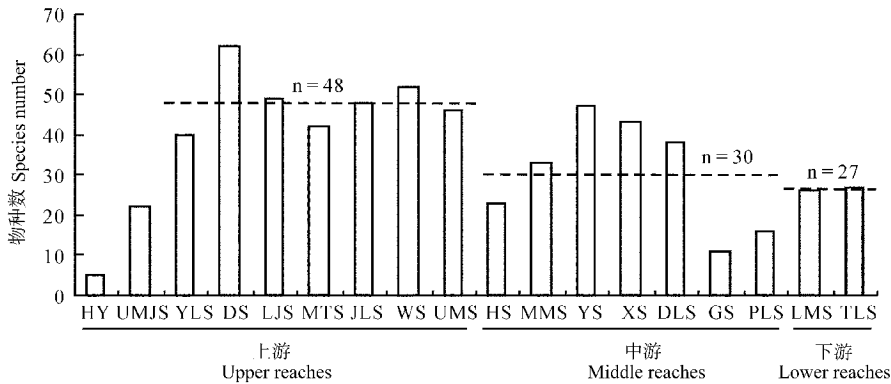


图 4 长江流域 18 个地理区域内两栖动物物种丰富度

Fig. 4 Species richness of amphibians in 18 sub-basins of the Yangtze River Basin
区域代号同图 1 (Sub-basin codes are the same as those in Fig. 1)

地、秦岭和大巴山区为主；⑤包括洞庭湖水系（洞庭湖、沅江和湘江）、鄱阳湖流域和下游流域（下游主干流和太湖流域），地理上属于江南丘陵及长江中下游平原等海拔较低部分；⑥包括赣江流域，地理上属于江南丘陵。这其中，①和②相似性更高，属于我国海拔一级台阶，代表了本流域内海拔最高地区物种组成特点，与上游其他部分相似性很低；③和④相似性更高，代表了以川西高原、云贵高原、四川盆地和秦巴山区等我国中高海拔地区物种组成的特点，包括了长江中上游的大部分中高海拔流域，覆盖了我国海拔二级台阶以及一级台阶向二级台阶过渡的区域；而⑤和⑥相似性更高，包括

了长江中下游大部分低海拔地区，代表了江南丘陵和长江中下游平原等我国海拔三级台阶的物种组成特点。

3 讨 论

长江流域内两栖动物物种达到了 145 种，接近全国总数的 45%，特有种的比例接近 34%，是物种极为丰富的地区；而且流域内受威胁物种的比例也达到了全国受威胁物种总数的 36% 以上，所以长江流域在我国两栖动物物种多样性保护以及濒危动物保护中占有重要地位。

从物种种数、受威胁物种种数以及特有种的比

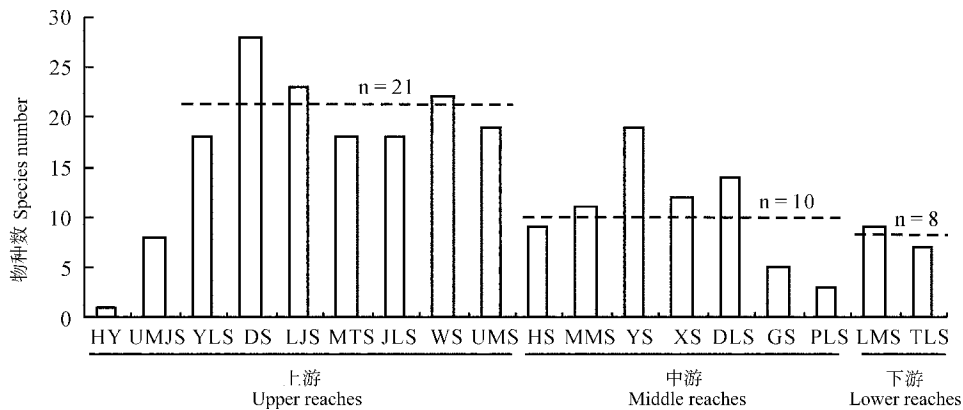


图 5 长江流域 18 个地理区域内两栖动物受威胁物种丰富度

Fig. 5 Species richness of the threatened amphibians in 18 sub-basins of the Yangtze River Basin
区域代号同图 1 (Sub-basin codes are the same as those in Fig. 1)

表 3 长江 18 个地理区域两栖类物种多样性的 G-F 指数

Tab. 3 G-F index of amphibian species in 18 sub-basins of the Yangtze River Basin

分支流域 Sub-basin	G 指数 G-index (D_G)	F 指数 F-index (D_F)	G-F 指数 G-F index (D_{G-F})
江源区 HY	0.162 1	0.304 0	0.466 9
金沙江中上游 UMJS	0.627 2	4.296 8	0.854 0
雅砻江 YLS	1.078 6	5.847 6	0.815 6
大渡河 DS	1.419 7	7.283 0	0.805 1
金沙江下游 LJS	1.283 9	9.908 7	0.870 4
岷沱江 MTS	1.052 0	6.411 0	0.835 9
嘉陵江 JLS	1.188 7	6.989 6	0.829 9
乌江 WS	1.252 4	8.846 0	0.858 4
上游干流 UMS	1.081 3	6.258 4	0.827 2
汉江 HS	0.636 4	2.635 2	0.758 5
中游干流 MMS	0.884 2	6.603 3	0.866 1
沅江 YS	1.129 1	8.619 2	0.869 0
湘江 XS	1.091 7	8.738 8	0.875 1
洞庭湖 DLS	0.937 1	8.351 3	0.887 8
赣江 GS	0.345 3	1.083 7	0.681 4
鄱阳湖 PLS	0.455 9	4.462 6	0.897 8
下游干流 LMS	0.701 0	6.781 4	0.896 6
太湖 TLS	0.706 6	5.751 5	0.877 2

区域代号同图 1 (Sub-basin codes are the same as those in Fig. 1)

例看，除了源头等少数流域外，大多数流域都是从上游到下游随着海拔降低而逐渐降低；而且根据各分支流域内物种分布进行的相似性分析看，除了赣江流域比较特殊外，基本上依照我国阶梯形地势的三级台阶聚类，形成了高原、中高海拔山地或盆地、丘陵和平原等不同特点的栖息地类型。这与各区域内自然地理特征差异密切相关。根据我国的自然地理，长江流域分为青藏区、西南区以及华中区 (Ren & Bao, 1992; Changjiang Hydrological Committee of Hydrology Ministry, 1999)。青藏区在流域内包括江源区和横断山区北部的高山峡谷区域 (金沙江—雅砻江—大渡河—岷江)，属于一级台阶，前

者属于青藏东部高原亚区，寒冷低温；后者属于川西—藏东南亚区，气候温暖半湿润。西南区在流域内包括金沙江南大部分地区和横断山区中部和南部的低海拔地区，属于二级台阶，干湿季节明显。华中区在流域内可再分为江汉、秦岭亚区，江南、南岭亚区和川黔亚区。江汉、秦岭亚区地处暖温带向亚热带的过渡区域，可再细分为属于二级台阶的秦巴山区小区以及属于三级台阶的淮阳山地、长江中下游平原和长江三角洲小区，其中秦巴山区小区与其他小区在气候、植被以及地貌 (形) 因素上差异明显，而且相对于前者，其他小区工农业发达，人为活动频繁，森林覆盖率低。江南、南岭亚区在流

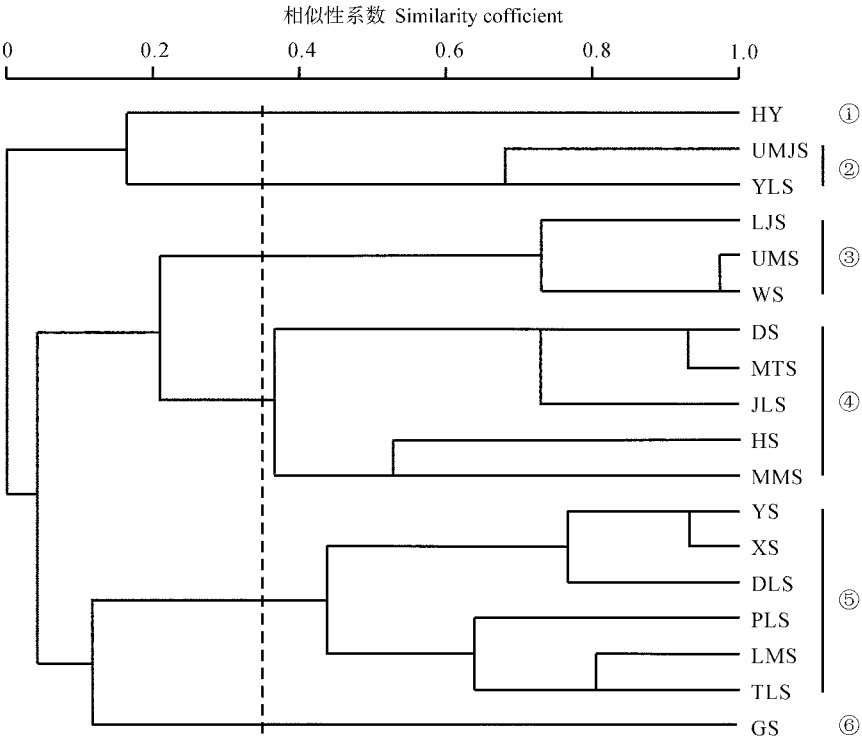


图 6 长江流域 18 个区域内基于两栖动物物种相似性的聚类分析

Fig. 6 Dendrogram of 18 sub-basins based on Jaccard similarity measure of the amphibians distribution in the Yangtze River Basin

区域代号同图 1 (Sub-basin codes are the same as those in Fig. 1)

域内包括了沅江—湘江—赣江—武夷山间的大范围区域以及鄱阳湖平原流域，属于三级台阶，气候温暖多雨。川黔亚区属于我国地势一级台阶向二级台阶的过渡地带，可再细分为四川盆地小区和贵州高原小区。前者在流域内主要包括岷江—嘉陵江和嘉陵江—汉江西部区域，以四川盆地及周围低山山地为主，冬暖、春早，云雾多、日照少，内部地貌差异大；后者在流域内主要包括金沙江—乌江—沅江间的区域，以贵州高原为主，夏无酷暑、冬少严寒、阴雨天多。

因为两栖动物对温度和湿度的依赖性较大，中下游地区的温暖湿润气候是其理想的栖息场所，但由于工农业发达，植被受到很大破坏，尤其是平原和盆地地区，生境片段化严重，影响了两栖动物的栖息和生存，导致物种数量和多样性较低；相反，上游地区在自然景观上具有从河谷亚热带到高山永久冰雪带的垂直分布，且有显著的地区差异和山地自然条件复杂性，植被种类和气候多样化，导致了栖息地的多样化，而且因为以畜牧业为主，生境的保护程度相对较高，为两栖动物的栖息地选择提供了良好的场所，因此，除了源头地区自然环境恶劣

导致物种数量较少外，上游地区在物种数量及多样性程度上较高。

从物种组成的区域相似性看，也反映了各区域所对应的自然地理特点：①仅包括江源区，反映了青藏东部高原亚区特点，本区仅有物种 5 种，该区域内没有特有成分；②仅包括横断山区，反映了青藏高原区的川西—藏东南亚区特点，本区共有物种 44 种，该区域内的特有成分占 18%；③仅包括云贵高原，反映了西南区云南高原亚区以及华中区川黔亚区贵州高原小区特点，本区共有物种 77 种，该区域内的特有成分占 14%；④包括川西高原东缘、四川盆地和秦巴山区，主要反映了长江北岸华中区川黔亚区四川盆地小区和江汉、秦岭亚区的高海拔的秦巴山区小区特点，本区共有物种 88 种，该区域内的特有成分占 25%；⑤包括洞庭湖水系、鄱阳湖流域和下游流域，反映了华中区江南、南岭亚区及江汉、秦岭亚区内低海拔区域（淮阳山地小区、长江中下游平原小区和长江三角洲小区）的特点，本区共有物种 74 种，该区域内的特有成分占 28%；⑥仅包括赣江流域，比较特殊，属于华中区江南、南岭亚区，但在物种组成的相似性分析上与

相邻区域差异较大,本区仅有物种 11 种,该区域内没有特有成分,这可能与武夷山比较特殊的环境或者野外调查不足有关。在上述①至⑥区域中,①物种少,但几乎该区域所有物种都在②分布,说明与②相似性很高,主要反映了我国海拔一级台阶的高海拔区域物种特点;③和④两区域的共有种达到了 49 种,都在物种数的一半以上,因此,这两区的相似性较高,主要反映了我国海拔二级台阶的中高海拔区域物种特点;而⑥物种少,但该区物种均在⑤中分布,说明与后者相似性很高,反映了我国海拔三级台阶低海拔区域物种特点。由此可见,自然地理的亚区界限对于两栖类物种分布影响并不明显,而海拔梯度、小区的自然地理界限以及人为活动对其分布影响比较明显。此外,区域相似性分析的结果也反映了长江作为天然屏障对南北两岸的物种分布的影响,除了源头和干流外,长江流域物种组成特点基本上以长江干流为南北分界线自然分

开,②和④反映了长江北岸的物种特点,而③、⑤和⑥则反映了长江南岸的物种特点。

总之,长江流域两栖动物物种丰富,受威胁动物和特有种比例较高,是重点保护区域,而流域内的自然地理特征决定了两栖动物的物种分布特点。当然,由于各区域内物种调查工作的强度不同以及文献收集可能存在不足也会对我们目前的研究结果造成一定影响,而且从历史文献中得到的数据仅仅是以往的历史分布记录。随着生境变化,两栖动物的分布变化较大,还应对过去的分布地点进行重新调查核实。保护自然环境,增加森林植被覆盖率,减少人为活动对栖息地的压力是保护两栖动物物种多样性的必然途径和基本要求。

致谢:中国科学院成都生物所王跃招研究员、李成副研究员和戴强先生以及两位审稿专家帮助核对了部分物种分类以及分布信息,特此表示感谢。

参考文献:

- Changjiang Hydrological Committee of Hydrology Ministry. 1999. Atlas of the Yangtze River Basin [M]. Beijing: China Map Press, 1-286. [水利部长江水利委员会. 1999. 长江流域地图集. 北京: 中国地图出版社, 1-286.]
- Chen LZ. 1993. China's Biodiversity: Current Status and Protective Measures [M]. Beijing: Science Press, 1-243. [陈灵芝. 1993. 中国的生物多样性: 现状及其保护对策. 北京: 科学出版社, 1-243.]
- Chen Y, Chen Y, He D. 2002. Biodiversity in the Yangtze River fauna and distribution of fishes [J]. *J Ichthyol*, 42: 161-171.
- Fu C, Wu J, Chen J, Wu Q, Lei G. 2003. Freshwater fish biodiversity in the Yangtze River Basin of China: Patterns, threats and conservation [J]. *Biodivers Conserv*, 12: 1649-1685.
- Fu C, Wu J, Wang X, Lei G, Chen J. 2004. Patterns of diversity, altitudinal range and body size among freshwater fishes in the Yangtze River Basin, China [J]. *Global Ecol Biogeogr*, 13: 543-552.
- Jiang ZG, Ji LQ. 1999. Avian mammalian species diversity in nine representative sites in China [J]. *Chin Biodivers*, 7(3): 220-225. [蒋志刚, 纪力强. 1999. 鸟兽物种多样性测度 G-F 指数方法. 生物多样性, 7(3): 220-225.]
- The Law of Wild Animal Protection of People's Republic of China. 1989. List of Wild Animals under National Protection [M]. [中华人民共和国野生动物保护法. 1989. 国家重点保护野生动物名录.]
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. Statistical Ecology [M]. New York: Wiley, 1-337.
- Pielou EC. 1984. The Interpretation of Ecological Data [M]. New York: Wiley, 1-263.
- Ren ME, Bao HS. 1992. Natural Regions of China and Their Exploitation [M]. Beijing: Science Press, 1-483. [任美镔, 包浩生. 1992. 中国自然区域及开发整治. 北京: 科学出版社, 1-483.]
- SPSS Inc. 1997. SPSS Base 7. 5 for Windows User's Guide [M]. Chicago: SPSS Inc, 1-883.
- Yu XD, Luo TH, Dai Q, Wu YM, Zhou HZ. 2005. A large-scale pattern in species diversity of reptiles in the Yangtze River Basin [J]. *Biodivers Sci*, 13(4): 298-314. [于晓东, 罗天宏, 戴强, 伍玉明, 周红章. 2005. 长江流域爬行动物物种多样性大尺度格局研究. 生物多样性, 13(4): 298-314.]
- Zeng XC. 1990. Fishery Resources of the Yangtze River Basin [M]. Beijing: Marine Press, 1-281. [曾详琮. 1990. 长江水系渔业资源. 北京: 海洋出版社, 1-281.]

附录 1 长江流域两栖动物数据所引用文献

Appendix 1 References cited for the records or descriptions of the amphibians in the Yangtze River Basin

- [1] Chen WY, Wang ZB, Wang XZ, Yang YH, Sun QL. 1983. A comparative study of the karyotypes from six species of frogs in Sichuan [J]. *Zool Res*, 4(1): 83-88. [陈文元, 王子波, 王喜忠, 杨玉华, 孙启玲. 1983. 四川六种蛙染色体组型的比较研究. 动物学研究, 4(1): 83-88.]
- [2] Cheng BG. 1998. Chinese giant salamander in Huangshan City, Anhui, now and then [J]. *Sichuan J Zool*, 17(2): 56-57. [程炳功. 1998. 黄山市大鲵资源古今及保护. 四川动物, 17(2): 56-57.]
- [3] Chu XL. 1989. Yunnan Province Annals (Vol. 6.). Yunnan Animal Annals [M]. Kunming: The People's Press of Yunnan. [褚新洛. 1989. 云南省志·卷六·动物志. 昆明: 云南人民出版社.]
- [4] Fang RS. 1985. A new species of *Scutiger* from Shaanxi, China [J]. *Acta Herpetol Sin*, 4(4): 305-307. [方荣盛. 1985. 陕西齿突蟾属一新种. 两栖爬行动物学报, 4(4): 305-307.]
- [5] Fei L. 1999. Atlas of Amphibian of China [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1-432. [费梁. 1999. 中国两栖动物图鉴. 郑州: 河南科学技术出版社, 1-432.]
- [6] Fei L, Ye CY. 1992. Comments on the taxonomy of pelobatid toads of genus *Leptotalax* (*Carpophrys*) with description of a new species [J]. *Acta*

- Zool Sin*, **38** (3): 245–253. [费 梁, 叶昌媛. 1992. 中国锄足蟾科掌突蟾属的分类探讨暨一新种描述 (Amphibia: Pelobatidae). 动物学报, **38** (3): 245–253.]
- [7] Fei L, Ye CY. 2001. The Colour Handbook of the Amphibians of Sichuan [M]. Beijing: China Forestry Publishing House. [费 梁, 叶昌媛. 2001. 四川两栖类原色图鉴. 北京: 中国林业出版社.]
- [8] Fei L, Ye CY, Chen SW. 1986. Polymorphism in some pelobatid toads of the genus *Scutiger* [J]. *Acta Zool Sin*, **32** (2): 168–179. [费 梁, 叶昌媛, 陈素文. 1986. 齿突蟾属某些种的多态现象. 动物学报, **32** (2): 168–179.]
- [9] Fei L, Ye CY, Yang RS. 1984. A new species and a subspecies of the genus *Tylototriton* (Caudata: Salamandridae) [J]. *Acta Zool Sin*, **30** (1): 85–91. [费 梁, 叶昌媛, 杨戎生. 1984. 疣螈属一新种和一新亚种 (蝶螈目, 蝶螈科). 动物学报, **30** (1): 85–91.]
- [10] Fei L, Ye CY, Jiang JP, Xie F, Huang YZ. 2005. An Illustrated Key to Chinese Amphibians [M]. Chengdu: Sichuan Publishing House of Science and Technology. [费 梁, 叶昌媛, 江建平, 谢 锋, 黄永昭. 2005. 中国两栖动物检索及图解. 成都: 四川科学技术出版社.]
- [11] Gao ZF. 1989. Fauna and ecological distribution of amphibians and reptiles in Anxian County [J]. *Sichuan J Zool*, **8** (4): 10. [高正发. 1989. 安县两栖爬行动物的区系与生态分布. 四川动物, **8** (4): 10.]
- [12] Herpetological Department, Sichuan Biological Research Institute. 1977. A survey of amphibians in Xizang [J]. *Acta Zool Sin*, **23** (1): 54–63. [四川省生物研究所两栖爬行动物研究室. 1977. 西藏两栖动物初步调查报告. 动物学报, **23** (1): 54–63.]
- [13] Herpetological Department, Sichuan Institute of Biology, Sichuan Medical College. 1976. Amphibian Fauna of Sichuan [J]. *Materials for Herpetological Research (Chengdu: Sichuan Institute of Biology)*, **3**: 1–17. [四川生物研究所, 四川医学院. 1976. 四川两栖动物区系. 两栖爬行动物研究资料 (成都: 四川省生物研究所), **3**: 1–17.]
- [14] Herpetological Department, Sichuan Institute of Biology. 1976. A survey of amphibians in western Hubei Province [J]. *Materials for Herpetological Research (Chengdu: Sichuan Institute of Biology)*, **3**: 18–23. [四川生物所两栖爬行室. 1976. 湖北西部两栖动物初步调查报告. 两栖爬行动物研究资料 (成都: 四川省生物研究所), **3**: 18–23.]
- [15] Hu SC, Zhao EM. 1973. A survey of Amphibian and reptiles in Kweichow Province including a herpetofaunal analysis [J]. *Acta Zool Sin*, **19** (2): 149–178. [胡淑琴, 赵尔宓. 1973. 贵州省两栖爬行动物调查及区系分析. 动物学报, **19** (2): 149–178.]
- [16] Hu SC. 1977. Amphibia-Reptilia of Xizang [M]. Beijing: Science Press. [胡淑琴. 1977. 西藏两栖爬行动物. 北京: 科学出版社.]
- [17] Huang YZ, Fei L. 1981. Two new species of amphibians from Xizang [J]. *Acta Zootax Sin*, **6** (2): 211–215. [黄永昭, 费 梁. 1981. 西藏两栖动物二新种. 动物分类学报, **6** (2): 211–215.]
- [18] Li C, Li SQ, Wang YZ. 2000. β diversity and origin of herpetological fauna from southern Gansu Province, China [J]. *Zool Res*, **21** (4): 330–333. [李 成, 李胜全, 王跃招. 2000. 陇南两栖爬行动物区系 β 多样性及其起源. 动物学研究, **21** (4): 330–333.]
- [19] Li DH. 1989. Qinghai Fauna Economica [M]. Xining: Qinghai People's Press. [李德浩. 1989. 青海经济动物志. 西宁: 青海人民出版社.]
- [20] Li SM, Yang DT. 1985. The description of a new subspecies *Hyla annectanus gongshanensis* from Yunnan [J]. *Zool Res*, **6** (1): 23–28. [利思敏, 杨大同. 1985. 华西雨蛙一新亚种描述. 动物学研究, **6** (1): 23–28.]
- [21] Li SS, Hu JS. 1994. The study on the karyotypes and Ag-NORs of three sympatrically *Paa* frogs in Yunnan Province [J]. *Acta Zool Sin*, **40** (3): 317–323. [李树深, 胡健生. 1994. 云南三种同域分布的棘蛙 (蛙科 Ranidae: 无尾目 Anura) 的核型和银带研究. 动物学报, **40** (3): 317–323.]
- [22] Li SS, Hu JS. 1996. The study on the karyotypes, C-Banding and Ag-NORs of four *Paa* species in China (Amphibia: Anura) [J]. *Zool Res*, **17** (1): 84–88. [李树深, 胡健生. 1996. 中国四种棘蛙的核型 C-带和 Ag-NORs 研究. 动物学研究, **17** (1): 84–88.]
- [23] Li SS, Fei L, Ye CY. 1991. Cytogenetic study on three *Oreolalax* pelobatides from Yunnan [J]. *Acta Zool Sin*, **37** (2): 216–223. [李树深, 费 梁, 叶昌媛. 1991. 云南三种齿蟾的细胞遗传学研究 (锄足蟾科 Pelobatidae, 无尾目 Anura). 动物学报, **37** (2): 216–223.]
- [24] Li SS, Wang YX, Li CY, Wang RF, Liu GZ. 1981. A comparative investigation of the karyotypes from four amphibian species [J]. *Zool Res*, **2** (1): 17–22. [李树深, 王应祥, 李崇云, 王蕊芳, 刘光佐. 1981. 四种无尾两栖类染色体组型的比较研究. 动物学研究, **2** (1): 17–22.]
- [25] Li YT, Wu ZK. 1991. LDH isozyme comparative studies of various tissues in four species of amphibians [J]. *Zool Res*, **12** (2): 193–198. [李永通, 吴至康. 1991. 贵州北部四种两栖类乳酸脱氢酶同工酶的比较研究. 动物学研究, **12** (2): 193–198.]
- [26] Liu CC, Hu SC. 1961. Tailless Amphibians of China [M]. Beijing: Science Press, 1–364. [刘承钊, 胡淑琴. 1961. 中国无尾两栖类. 北京: 科学出版社, 1–364.]
- [27] Liu CC, Hu SC, Fei L. 1979. Five new pelobatid toads from China [J]. *Acta Zootax Sin*, **4** (1): 83–92. [刘承钊, 胡淑琴, 费 梁. 1979. 中国锄足蟾科五个新种. 动物分类学报, **4** (1): 83–92.]
- [28] Liu CC, Hu SC, Yang FH. 1962. Preliminary report of Amphibia from western Kweichow [J]. *Acta Zool Sin*, **14** (3): 381–392. [刘承钊, 胡淑琴, 杨抚华. 1962. 贵州西部两栖类初步调查报告. 动物学报, **14** (3): 381–392.]
- [29] Liu CC, Hu SC, Tian WS, Wu GF. 1978. Four new species of amphibians from Sichuan and Guangxi [J]. *Materials for Herpetological Research (Chengdu: Sichuan Institute of Biology)*, **4**: 18–19. [刘承钊, 胡淑琴, 田婉淑, 吴贵夫. 1978. 四川、广西两栖动物四新种. 两栖爬行动物研究资料 (成都: 四川省生物研究所), **4**: 18–19.]
- [30] Shen YH. 1986. A new ranid species (*Rana sangzhiensis*) from Hunan [J]. *Acta Herpetol Sin*, **5** (4): 290–294. [沈猷惠. 1986. 蛙属一新种——桑植蛙. 两栖爬行动物学报, **5** (4): 290–294.]
- [31] Shen YH, Deng XJ, Wang B. 2004. A new hynobiid species *Hynobius guabangshanensis* from Hunan Province, China (Amphibia: Hynobiidae) [J]. *Acta Zool Sin*, **50** (2): 209–215. [沈猷惠, 邓学建, 王 斌. 2004. 湘中西部小鲵属一新种——挂榜山小鲵 (两栖纲: 小鲵科). 动物学报, **50** (2): 209–215.]
- [32] Shi BN, Zhao EM. 1980. Sichuan Fauna Economica [M]. Chengdu: Sichuan Publishing House of Science and Technology, 1–153. [施白南, 赵尔宓. 1980. 四川资源动物志. 成都: 四川科技出版社, 1–153.]
- [33] Tian YZ, Gu XM, Sun AQ. 2000. A new species of *Megophrys* in China (Amphibia: Pelobatidae) [J]. *Acta Zootax Sin*, **25** (4): 462–466. [田应洲, 谷晓明, 孙爱群. 2000. 中国角蟾属一新种 (两栖纲: 锄足蟾科). 动物分类学报, **25** (4): 2–466.]
- [34] Tian YZ, Gu XM, Sun AQ, Li S. 1998. A new species of *Pseudohynobius guizhouensis* (Caudata: Hyniidae) — *Pseudohynobius shuichengensis* sp. nov [J]. *J Liupanshui Teach College*, **10** (4): 7–13. [田应洲, 谷晓明, 孙爱群, 李 松. 1998. 贵州省拟小鲵属 (有尾目: 小鲵科) 一新种——水城拟小鲵. 六盘水师专学报, **10** (4): 7–13.]
- [35] Wang S, Xie Y. 2004. China Species Red List. Vol. 1: Red List [M]. Beijing: Higher Education Press, 1–224. [汪 松, 解 焱. 2004. 中国物种红色名录第一卷: 红色名录. 北京: 高等教育出版社, 1–224.]
- [36] Wei G, Chen FG, Xu N. 1991. New subspecies of *Rana chensinensis* from China [J]. *Acta Zootax Sin*, **16** (3): 375–382. [魏 刚, 陈服官, 徐 宁. 1991. 中国林蛙新亚种研究. 动物分类学报, **16** (3): 375–382.]

[37] Wu GF , Zeng XM . 1994 . Karyotypical differentiation of *Polypedates dugritei* , with description of a superspecies [J] . *Sichuan J Zool* , **13** (4) : 156 – 160 . [吴贯夫 , 曾晓茂 . 1994 . 杜氏泛树蛙的核型分化兼记一超种 . *四川动物* , **13** (4) : 156 – 160 .]

[38] Wu L , Dong Q , Xu RH . 1986 . The Amphibian-Fauna of Guizhou [M] . Guiyang : Guizhou People’s Press , 1 – 192 . [伍 律 , 董 谦 , 须润华 . 1986 . 贵州两栖类志 . 贵阳 : 贵州人民出版社 , 1 – 192 .]

[39] Xie F , Ye CY , Fei L , Jiang JP , Zeng XM , Matsui M . 1999 . Taxonomical studies on brown frogs (*Rana*) from Northeastern China [J] . *Acta Zootax Sin* , **24** (2) : 224 – 231 . [谢 锋 , 叶昌媛 , 费 梁 , 江建平 , 曾晓茂 , Matsui M . 1999 . 中国东北地区林蛙属物种的分类学研究 . *动物分类学报* , **24** (2) : 224 – 231 .]

[40] Xie Y , Wang S , He FQ , Zhao EM . 2004 . CSIS . China Species Information Service [DB/OL] . [http : //www . chinabiodiversity . com](http://www.chinabiodiversity.com) . [解 焱 , 汪 松 , 何芬奇 , 赵尔宓 . CSIS . 中国物种数据库 . [http : //www . chinabiodiversity . com](http://www.chinabiodiversity.com) .]

[41] Yan AH . 1988 . Preliminary observation of reproductive habits of *Kaloula borealis* in Yangzhou [J] . *Sichuan J Zool* , **7** (2) : 27 – 28 . [晏安厚 . 1988 . 扬州地区北方狭口蛙繁殖习惯的初步观察 . *四川动物* , **7** (2) : 27 – 28 .]

[42] Yang DD , Shen YH . 1993 . Studies on the breeding ecology of *Cynops orientalis* [J] . *Zool Res* , **14** (3) : 215 – 220 . [杨道德 , 沈猷慧 . 1993 . 东方蝾螈繁殖生态的研究 . *动物学研究* , **14** (3) : 215 – 220 .]

[43] Yang DT . 1991 . The Amphibia-Fauna of Yunnan [M] . Beijing : China Forestry Publishing House , 1 – 259 . [杨大同 . 1991 . 云南两栖类志 . 北京 : 中国林业出版社 , 1 – 259 .]

[44] Ye CY , Fei L . 1982 . The distribution characteristics of amphibians in Hubei Province , including description of a new frog [J] . *Acta Zool Sin* , **28** (3) : 293 – 301 . [叶昌媛 , 费 梁 . 1982 . 湖北省两栖动物地理分布特点 , 包括一新种 . *动物学报* , **28** (3) : 293 – 301 .]

[45] Ye CY , Fei L . 1993 . Geographic distribution of polymorphic variations of skin structure of six species of amphibians in Qinghai-Xizang Plateau [J] . *Acta Zool Sin* , **39** (4) : 443 – 436 . [叶昌媛 , 费 梁 . 1993 . 青藏高原六种两栖动物皮肤结构多态性变体的地理分布 . *动物学报* , **39** (4) : 443 – 436 .]

[46] Ye CY , Fei L , Hu SC . 1993 . Rare and Economic Amphibians of China [M] . Chengdu : Sichuan Science and Technology Press . [叶昌媛 , 费 梁 , 胡淑琴 . 1993 . 中国珍稀及经济两栖动物 . 成都 : 四川科技出版社 .]

[47] Zhao EM , Adler K . 1993 . Herpetology of China [M] . Ohio , Oxford : Society for the Study of Amphibians and Reptiles and Chinese Society for the Study of Amphibians and Reptiles .

[48] Zhao EM , Yang DT . 1997 . The Series of the Scientific Expedition to the Hengduan Mountains , Qinghai-Xizang Plateau : Amphibians and Reptiles of the Hengduan Mountains Region [M] . Beijing : Science Press , 1 – 303 . [赵尔宓 , 杨大同 . 1997 . 青藏高原横断山区科学考察丛书 : 横断山区两栖爬行动物 . 北京 : 科学出版社 , 1 – 303 .]

[49] Zhao EM . 1998 . China Red Data Book for Endangered Animals . Vol . 2 . Amphibia & Reptilia [M] . Beijing : Science Press . [赵尔宓 . 1998 . 中国濒危动物红皮书第二卷 : 两栖类和爬行动物 . 北京 : 科学出版社 .]

[50] Zhao EM , Chang HW , Zhao H , Adler K . 2000 . Revised Checklist of Chinese Amphibia & Reptilia [J] . *Sichuan J Zool* , **19** (3) : 196 – 207 . [赵尔宓 , 张学文 , 赵 惠 , 鹰 岩 . 2000 . 中国两栖纲和爬行纲动物校正名录 . *四川动物* , **19** (3) : 196 – 207 .]

附表 2 长江流域两栖动物名录及分布

Appendix 2 List and distribution of the amphibians in the Yangtze River Basin

物种 Species	HY	UMJS	YLS	DS	LJS	MTS	JLS	WS	UMS	HS	MMS	YS	XS	DLS	GS	PLS	LMS	TLS
有尾目 Urodela																		
小鲵科 Hynobiidae																		
龙洞山溪鲵 <i>Batrachuperus longdongensis</i> ^{a , b , c}				+														
山溪鲵 <i>B. pinchonii</i> ^{b , c}	+	+	+		+	+	+			+		+						
西藏山溪鲵 <i>B. stibetanus</i> ^{b , c}		+	+	+		+	+											
盐源山溪鲵 <i>B. yenyuanensis</i> ^{a , b , c}				+														
安吉小鲵 <i>Hynobius amjiensis</i> ^{a , b , c}																		+
中国小鲵 <i>H. chinensis</i> ^c											+							
挂榜山小鲵 <i>H. guabangshanensis</i> ^{a , b}													+					
商城肥鲵 <i>Pachyhynobius shangchengensis</i> ^{b , c}											+							
水城拟小鲵 <i>P. shuichengensis</i> ^{a , b}								+										
秦巴拟小鲵 <i>P. tsinpaensis</i> ^{a , b , c}							+	+		+	+			+				
巫山北鲵 <i>Ranodon shihi</i> ^{b , c}				+			+		+	+	+							
隐鳃鲵科 Cryptobranchidae																		
大鲵 <i>Andrias davidianus</i> ^{b , c}	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

(续下表)

(接上表)

物种 Species	HY	UMJS	YLS	DS	LJS	MTS	JLS	WS	UMS	HS	MMS	YS	XS	DLS	GS	PLS	LMS	TLS
蝾螈科 Salamandridae																		
呈贡蝾螈 <i>Cynops chenggonensis</i> ^{a, b}					+													
蓝尾蝾螈 <i>C. cyanurus</i> ^{b, c}					+			+										
东方蝾螈 <i>C. orientalis</i> ^b											+		+	+		+	+	+
滇池蝾螈 <i>C. wolterstorffi</i> ^{a, b, c}					+													
黑斑肥螈 <i>Pachytriton brevipes</i> ^b													+		+	+		
无斑肥螈 <i>Pachytriton labiatus</i> ^b						+				+	+	+		+	+	+		
尾斑瘰螈 <i>Paramesotriton caudopunctatus</i> ^{b, c}						+				+	+							
中国瘰螈 <i>P. n. chinensis</i> ^{b, c}												+					+	
细痣疣螈 <i>T. asperrimus</i> ^{b, c}							+	+	+			+	+	+			+	
贵州疣螈 <i>T. kweichowensis</i> ^{b, c}				+			+	+										
大凉疣螈 <i>T. taliangensis</i> ^{a, b, c}			+	+	+	+												
无尾目 Anura																		
铃蟾科 Bombinatoridae																		
大蹼铃蟾 <i>Bombina maxima</i> ^b			+	+	+				+									
微蹼铃蟾 <i>B. microdeladigitora</i> ^{b, c}						+					+							
角蟾科 Megophryidae																		
宽头短腿蟾 <i>Brachytarsophrys carinensis</i>			+		+				+			+	+		+			
峨山掌突蟾 <i>Leptolalax oshanensis</i> ^b				+			+	+	+		+	+						
螢掌突蟾 <i>L. pelodytoides</i> ^c			+		+		+			+								
淡肩角蟾 <i>Megophrys boettgeri</i> ^b				+														+
短肢角蟾 <i>M. brachykolos</i> ^{b, c}			+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+				
尾突角蟾 <i>M. caudoprocta</i> ^{a, b}														+				
挂墩角蟾 <i>Megophrys kuatunensis</i> ^b																		+
白颌大角蟾 <i>Megophrys lateralis</i>					+													
南江角蟾 <i>M. nankiangensis</i> ^{a, b, c}							+											
峨眉角蟾 <i>M. omeimontis</i> ^{a, b, c}				+	+				+					+				
沙坪角蟾 <i>M. shapingensis</i> ^{a, b}			+	+	+	+												
水城角蟾 <i>M. shuichengensis</i> ^{a, b, c}								+										
棘指角蟾 <i>M. spinata</i> ^b					+			+	+			+	+	+				
川北齿蟾 <i>Oreolalax chuanbeiensis</i> ^{a, b, c}						+	+											
凉北齿蟾 <i>O. liangbeiensis</i> ^{a, b, c}				+														
利川齿蟾 <i>O. lichuanensis</i> ^{a, b, c}				+				+	+		+							
大齿蟾 <i>O. major</i> ^{a, b, c}				+	+	+	+											

(续下表)

(接上表)

物种 Species	HY	UMJS	YLS	DS	LJS	MTS	JLS	WS	UMS	HS	MMS	YS	XS	DLS	GS	PLS	LMS	TLS
密点齿蟾 <i>O. multipunctatus</i> ^{a, b, c}				+		+	+			+								
峨眉齿蟾 <i>O. omeimontis</i> ^{a, b, c}				+		+												
秉志齿蟾 <i>O. pingii</i> ^{a, b, c}				+	+													
宝兴齿蟾 <i>O. popei</i> ^{a, b}				+		+	+			+								
普雄齿蟾 <i>O. puxiongensis</i> ^{a, b, c}				+														
红点齿蟾 <i>O. rhodostigmatus</i> ^{a, b, c}								+	+		+				+			
疣刺齿蟾 <i>O. rugosus</i> ^{b, c}		+	+	+	+													
无蹼齿蟾 <i>O. schmidtii</i> ^{a, b, c}			+	+		+												
魏氏齿蟾 <i>O. weigoldi</i> ^{a, b}				+														
乡城齿蟾 <i>O. xiangchengensis</i> ^{a, b}		+	+															
西藏齿突蟾 <i>Scutiger boulengeri</i> ^b	+	+	+	+			+											
金顶齿突蟾 <i>S. chintingensis</i> ^{a, b, c}				+		+												
胸腺齿突蟾 <i>S. glandulatus</i> ^b		+	+	+		+	+											
九龙齿突蟾 <i>S. jiulongensis</i> ^{a, b, c}			+															
花齿突蟾 <i>S. maculatus</i> ^{a, b, c}		+	+	+		+	+											
刺胸齿突蟾 <i>S. mammatus</i> ^b	+	+	+	+		+	+											
木里齿突蟾 <i>S. muliensis</i> ^{a, b, c}			+															
宁陕齿突蟾 <i>S. ningshanensis</i> ^{a, b, c}										+								
平武齿突蟾 <i>S. pingwuensis</i> ^{a, b, c}							+											
皱纹齿突蟾 <i>S. ruginosus</i> ^{a, b, c}				+														
圆疣齿突蟾 <i>S. tuberculatus</i> ^{b, c}			+	+	+													
峨眉髭蟾 <i>Vibrissaphora boringii</i> ^{a, b, c}		+	+	+	+	+		+	+			+		+	+			
雷山髭蟾 <i>V. leishanensis</i> ^{a, b, c}												+						
崇安髭蟾 <i>V. liui</i> ^{b, c}														+	+	+		
蟾蜍科 Bufonidae																		
华西蟾蜍 <i>Bufo andrewsi</i> ^b		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
中华蟾蜍 <i>B. gargarizans</i>				+		+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
黑眶蟾蜍 <i>B. melanostictus</i>			+		+			+	+			+	+					
岷山蟾蜍 <i>B. minshanicus</i> ^b				+		+	+											
西藏蟾蜍 <i>B. tibetanus</i> ^b		+	+	+														
圆疣蟾蜍 <i>B. tuberculatus</i> ^{a, b, c}		+																
树蟾科 Hylidae																		
华西树蟾 <i>Hyla annectans</i>		+	+	+	+	+		+	+			+			+			
无斑树蟾 <i>H. immaculata</i>			+		+			+	+		+	+		+				+
中国树蟾 <i>H. chinensis</i> ^b													+				+	+
三港树蟾 <i>H. sanchiangensis</i> ^b												+	+	+		+	+	
华南树蟾 <i>H. simplex</i> ^b													+					
秦岭树蟾 <i>H. tsinlingensis</i> ^b							+			+	+						+	
蛙科 Ranidae																		

(续下表)

(接上表)

物种 Species	HY	UMJS	YLS	DS	LJS	MTS	JLS	WS	UMS	HS	MMS	YS	XS	DLS	GS	PLS	LMS	TLS
崇安湍蛙 <i>Amolops chunganensis</i>				+		+	+		+	+		+	+	+				
棘皮湍蛙 <i>A. granulosis</i> ^{a, b}				+		+	+			+				+				
理县湍蛙 <i>A. lifanensis</i> ^{a, b}						+												
棕点湍蛙 <i>A. loloensis</i> ^{a, b, c}			+	+	+													
四川湍蛙 <i>A. mantzorum</i> ^b		+	+	+		+	+											
华南湍蛙 <i>A. ricketti</i>				+	+			+	+		+	+	+	+	+			+
凹耳湍蛙 <i>A. tormotus</i> ^{b, c}																	+	
武夷湍蛙 <i>A. wuyiensis</i> ^b																+	+	
高山倭蛙 <i>Nanorana parkeri</i>		+																
倭蛙 <i>N. pleskei</i> ^b	+		+	+		+	+											
腹斑倭蛙 <i>N. ventripunctata</i> ^{a, b}		+																
无声囊棘蛙 <i>Paa liui</i> ^b			+															
合江棘蛙 <i>P. robertingeri</i> ^{a, b, c}									+									
棘侧蛙 <i>P. shini</i> ^{b, c}								+				+	+					
棘胸蛙 <i>P. spinosa</i> ^c								+	+			+	+			+	+	+
双团棘胸蛙 <i>P. yunnanensis</i> ^c			+		+			+	+			+						
弹琴蛙 <i>Rana adenopleura</i> ^b								+				+	+	+		+	+	+
云南臭蛙 <i>R. andersonii</i> ^c					+			+	+									
棘腹蛙 <i>R. boulengeri</i> ^{b, c}				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
昭觉林蛙 <i>R. chaochiaoensis</i> ^b		+	+	+	+			+	+									
中国林蛙 <i>R. chensinensis</i> ^b	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+							
峰斑蛙 <i>R. chevronata</i> ^{a, b, c}				+														
仙姑弹琴蛙 <i>R. dauchina</i> ^{a, b}				+	+			+	+									
无指盘臭蛙 <i>R. grahami</i> ^{b, c}		+	+	+	+	+		+	+					+				
沼蛙 <i>R. guentheri</i>				+	+	+	+	+	+		+	+	+	+				
合江臭蛙 <i>R. hejiangensis</i> ^{a, b, c}									+									
光雾臭蛙 <i>R. kuangwuensis</i> ^{a, b, c}							+											
阔褶蛙 <i>R. latouchii</i> ^b												+	+	+		+	+	+
泽蛙 <i>R. limnocharis</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
大绿臭蛙 <i>R. livida</i>							+		+	+		+	+	+	+	+	+	
龙胜臭蛙 <i>R. lungshengensis</i> ^{b, c}								+				+						
绿臭蛙 <i>R. margaratae</i> ^b				+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				
黑斑蛙 <i>R. nigromaculata</i> ^c			+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+			+	+
黑耳蛙 <i>R. nigrotympanica</i> ^b													+					
黑带蛙 <i>R. nigrovittata</i>							+											
峨眉林蛙 <i>R. omeimontis</i> ^{a, b}				+	+	+	+	+	+		+	+						
金线蛙 <i>R. plancyi</i> ^b									+	+	+	+	+	+		+	+	+
滇蛙 <i>R. pleuraden</i> ^b			+		+			+	+									

(续下表)

（接上表）

物种 Species	HY	UMJS	YLS	DS	LJS	MTS	JLS	WS	UMS	HS	MMS	YS	XS	DLS	GS	PLS	LMS	TLS
隆肛蛙						+	+		+	+	+	+		+			+	
<i>R. quadrana</i> ^{b, c}																		
虎纹蛙 <i>R. rugulosa</i> ^c							+				+	+	+	+			+	+
桑植蛙 <i>R. sangzhiensis</i> ^b														+				
花臭蛙 <i>R. schmackeri</i> ^b			+		+	+	+	+		+	+	+	+				+	
胫腺蛙						+												
<i>R. shuchinae</i> ^{a, b, c}		+																
台北蛙 <i>R. taipehensis</i> ^c												+						
天台蛙																	+	+
<i>R. tientaiensis</i> ^{b, c}																		
竹叶蛙												+				+		+
<i>R. versabilis</i> ^{b, c}																		
威宁蛙			+	+	+			+	+									
<i>R. weiningensis</i> ^{b, c}																		
务川臭蛙								+										
<i>R. wuchuanensis</i> ^{b, c}																		
镇海林蛙											+	+	+	+	+	+	+	+
<i>R. zhenhaiensis</i> ^b																		
树蛙科 Rhacophoridae																		
金秀小树蛙 <i>Philautus jinxiuensis</i> ^{b, c}													+					
经南泛树蛙 <i>Polypedates chenfui</i> ^b				+			+	+	+		+	+		+				
大泛树蛙 <i>Polypedates dennysi</i> ^b												+	+	+		+	+	+
宝兴泛树蛙 <i>Polypedates dugritei</i> ^b		+	+	+	+	+		+			+							
洪佛泛树蛙 <i>Polypedates hungfuiensis</i> ^{b, c}						+												
斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megacephalus</i>				+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+		+
无声囊泛树蛙 <i>Polypedates mutus</i>								+						+				
峨眉泛树蛙 <i>Polypedates omeimontis</i> ^b				+	+	+	+	+			+							
黑点树蛙 <i>Rhacophorus nigropunctatus</i> ^{b, c}					+			+				+		+			+	
姬蛙科 Microhylidae																		
云南小狭口蛙 <i>Calluella yunnanensis</i> ^b			+		+			+										
北方狭口蛙 <i>Kaloula borealis</i>							+			+						+	+	
四川狭口蛙				+	+	+	+											
<i>K. rugifera</i> ^{a, b}																		
多疣狭口蛙 <i>K. verrucosa</i> ^b		+	+	+	+													
粗皮姬蛙 <i>Microhyla butleri</i>					+		+	+	+		+	+	+					
小弧斑姬蛙 <i>M. heymonsi</i>								+	+			+	+	+		+	+	+
合征姬蛙 <i>M. mixtura</i> ^b							+	+		+	+						+	
饰纹姬蛙 <i>M. ornata</i>				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
花姬蛙 <i>M. pulchra</i>							+						+					

区域代号同图 1（Sub-basin codes are the same as those in Fig. 1）
^a长江流域特有种（Endemic species to Yangtze River Basin）^b中国特有种（Endemic species to China），^c受威胁物种（Threatened species）