

长江流域爬行动物物种多样性大尺度格局研究

于晓东¹ 罗天宏¹ 戴 强² 伍玉明¹ 周红章^{1*}

¹ (中国科学院动物研究所, 北京 100080)

² (中国科学院成都生物研究所, 成都 610041)

摘要: 本文研究了长江流域爬行动物物种多样性的大尺度格局。长江流域内共记录了爬行动物166种, 隶属于3目18科68属, 特有种和濒危物种分别有24种和54种。根据陆生爬行动物分布特点, 依据山系和水系将长江流域分为19个区域, 虽然物种数和 $G-F$ 指数在各区域内变化不大(江源区较低), 但特有种比例从上游到下游随海拔降低逐渐降低; 利用Jaccard物种相似性系数对长江流域内19个区域进行聚类分析, 可以将整个流域分成五部分: 江源区, 横断山区和云南高原区, 四川盆地和秦巴山区, 贵州高原、江南丘陵、两湖平原和长江三角洲, 鄱阳湖平原、长江下游平原和淮阳山地(汉江—大别山), 基本反映了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: 爬行动物, 物种多样性, 大尺度格局, 长江流域

A large-scale pattern in species diversity of reptiles in the Yangtze River Basin

Xiaodong Yu¹, Tianhong Luo¹, Qiang Dai², Yuming Wu¹, Hongzhang Zhou^{1*}

¹ Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080

² Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041

Abstract: We synthesized information on reptile biodiversity in the Yangtze River Basin. We documented 166 species that had been recorded and described from the basin. There are 3 orders, 18 families and 68 genera. Of these, 24 species are endemic and 54 endangered. Since the distribution patterns of terrestrial reptiles are determined by the deep rivers and high mountains to a great extent, we divided the Yangtze River Basin into 19 sub-regions. Except the headwater of the basin, the other 18 sub-regions show similar values in species richness and $G-F$ index. However, the proportion of endemic species decreased gradually from the headwater to the estuary of the basin with the gradient of elevation. Based on the species distribution in 19 sub-regions (Jaccard similarity), cluster analysis was used to analyze the similarity of reptiles in the 19 sub-regions. The 19 sub-regions were clustered into five groups: (1) The headwaters of the basin, (2) Hengduan Mountains and Yunnan Plateau, (3) Sichuan Basin and Qinling-Dabashan Mountains, (4) Guizhou Plateau, Jiangnan hills, the Two-Lake Plain and the delta of the Yangtze River Basin, (5) Poyang Lake Plain, lower reaches of the basin, and Huaiyang Mountains (from Hanjiang River to Dabieshan Mountain). This grouping reflects the environmental characteristics of the total basin and the three large topographic platforms of the Chinese mainland.

Key words: reptile, 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东峰西南侧, 干流流经青海、西藏、四川、云南、重庆、湖北、湖

南、江西、安徽、江苏、上海等11个省(自治区/直辖市), 于崇明岛以东注入东海。长江干流全长6300 km, 包括3000多条支流和4000多个湖泊,

收稿日期: 2005-03-14; 接受日期: 2005-06-30

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)和国家基础科学人才培养基金(NSFC-J0030092)

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

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3000 km, 南北短促, 直线距离约900 km。地势上西高东低, 由海拔5000 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(水利部长江水利委员会, 1999)。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。这种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, 以及水域环境的气象、水文、水质理化性状等因素, 而且极大地影响了该区域内动物的分布(曾详琮, 1990)。

然而一直以来, 长江流域爬行动物的研究集中在分类和区系方面, 对于整个流域物种多样性格局的研究很少。近年来, 鱼类已经开始这方面研究, 并取得了不错的成绩(Chen *et al.*, 2002; Fu *et al.*, 2003, 2004), 为爬行动物物种多样性的大尺度研究提供了借鉴的方法。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, 重新对长江流域内爬行类物种及采集地进行校对和分析, 从物种组成、特有种和濒危物种的分布、物种多样性以及区域相似性等几方面研究长江流域爬行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。

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, 分为上中下游三部分11个分支流域。江源至宜昌段为上游, 全长4300 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和大巴山, 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。宜昌至鄱阳湖湖口段为长江中游, 全长955 km, 流域面积68×10⁴ km², 主干流地势平坦, 水流平缓, 主要支流包括南岸的洞庭湖水

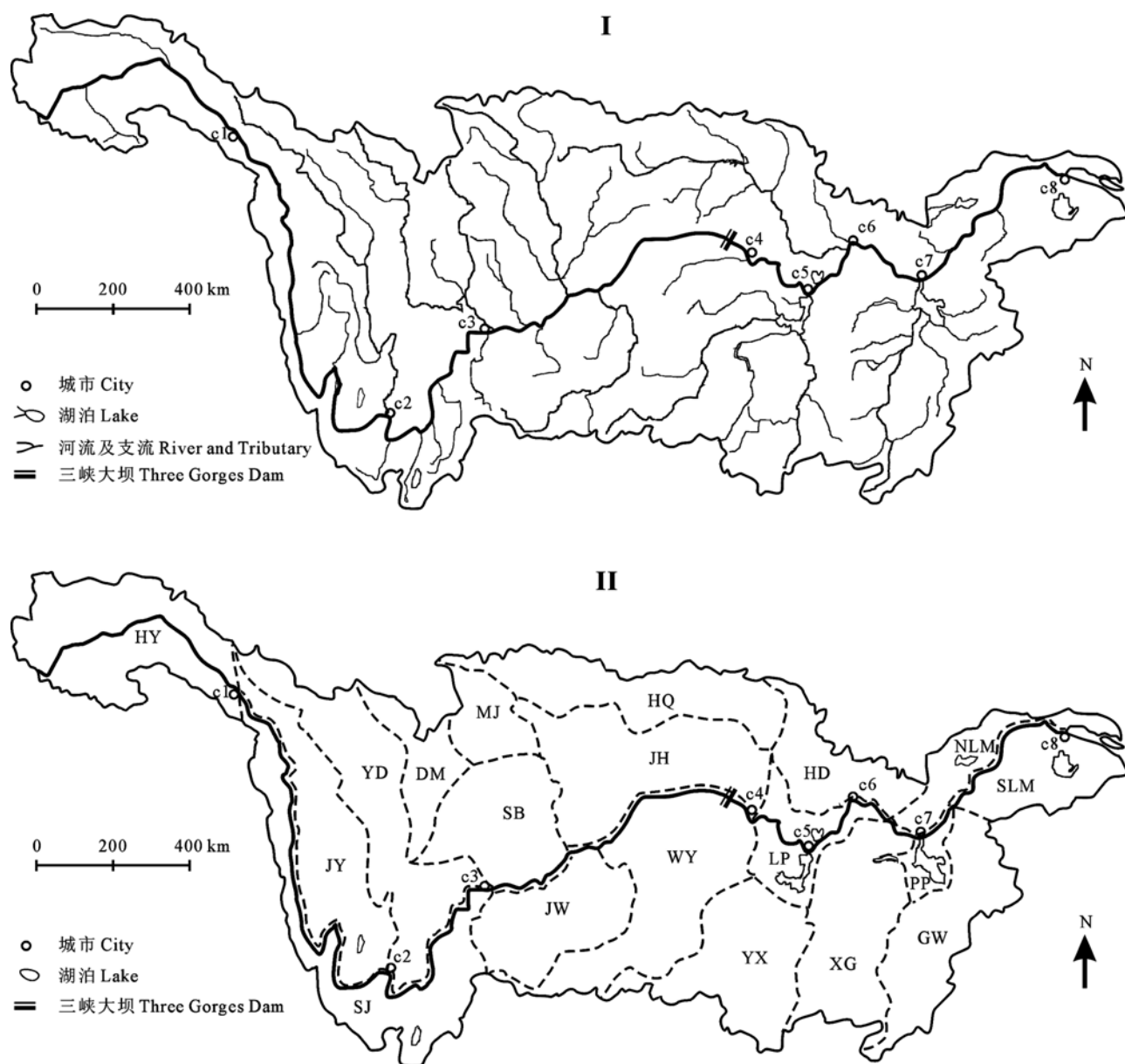
系的沅江、湘江以及鄱阳湖水系的赣江, 以及北岸的汉江。自然地理上覆盖了江南丘陵、淮阳山地(南阳盆地和大别山地区)和中下游低海拔平原地区。鄱阳湖湖口至长江口段为下游段, 流域面积12×10⁴ km², 江阔水深, 地势平缓, 可以进一步分成主干流流域和太湖流域(长江三角洲)。

爬行动物水栖物种与陆生物种对水系的依赖性有很大差异, 前者分布几乎完全受制于水系, 而后者与大的山系和水系密切相关。鉴于水生物种在长江流域种类较少(见附录1), 我们主要依据陆生爬行动物特点, 研究不同自然地理亚区内爬行动物物种多样性分布格局。在长江流域水系自然分区(11个分支流域)的基础上(水利部长江水利委员会, 1999), 根据主要干流、山脉和湖泊, 将长江流域分为19个地理单元(图1): 长江源头至长江口包括江源区(HY)、金沙江—雅砻江(JY)、雅砻江—大渡河(YD)、金沙江南(SJ)、大渡河—岷江(DM)、四川盆地(SB)、金沙江—乌江(JW)、岷江—嘉陵江(MJ)、嘉陵江—汉江(JH)、汉江—秦岭(HQ)、乌江—沅江(WY)、沅江—湘江(YX)、汉江—大别山(HD)、两湖平原(LP)、湘江—赣江(XG)、赣江—武夷山(GW)、鄱阳湖平原(PP)、下游主干流北(NLM)以及下游主干流南(SLM)(图1)。

1.2 数据来源及分析

本文中爬行类物种分布数据和文献基于长江流域爬行类编目数据库, 由中国科学院动物研究所伍玉明收集整理(附录1)。以已经出版的动物志、专著和区系研究为基础(胡步青等, 1956; 胡淑琴, 1977; 四川省生物研究所两栖爬行动物研究室, 1977; 施白南和赵尔宓, 1980; 伍律等, 1985; 褚新洛, 1989; 李德浩, 1989; 陈壁辉, 1992; 赵尔宓和杨大同, 1997; 赵尔宓, 1998, 2003; 赵尔宓等, 1998, 1999; 张孟闻等, 1998; 张荣祖, 1999), 对照中国科学院动物研究所的馆藏标本, 来校对标本的采集地信息, 对物种分布记录进行增补, 并补充最新发表的物种分布信息(附录1)及中国物种数据库(CSIS)更新的数据(解焱等, 2004), 对于有争议的物种进行筛选后汇总。

对有争议物种采取以下3种方法: (1) 物种分布存在争议, 经专家核实在长江流域内分布的可能性很小, 暂不收录, 如广西拟水龟 (*Mauremys*



HY 江源区 The headwater of Yangtze River Basin

YD 雅砻江—大渡河 Yalongjiang River-Daduhe River

DM 大渡河—岷江 Daduhe River-Minjiang River

SB 四川盆地 Sichuan Basin

JH 嘉陵江—汉江 Jialingjiang River-Hanjiang River

HD 汉江—大别山 Hanjiang River-Dabieshan Mountain

YX 沅江—湘江 Yuanjiang River-Xiangjiang River

LP 两湖平原 The Two-Lake Plain PP 鄱阳湖平原 Poyang Lake Plain

SLM 下游主流南 South to the lower mainstream

c1 玉树 Yushu c2 攀枝花 Panzhihua c3 宜宾 Yibin

c4 宜昌 Yichang c5 岳阳 Yueyang

c6 武汉 Wuhan c7 湖口 Hukou

c8 上海 Shanghai

JY 金沙江—雅砻江 Jinshajiang River-Yalongjiang River

SJ 金沙江南 South to Jinshajiang River

MJ 岷江—嘉陵江 Minjiang River-Jialingjiang River

JW 金沙江—乌江 Jinshajiang River-Wujiang River

HQ 汉江—秦岭 Hanjiang River-Qinling Mountain

WY 乌江—沅江 Wujiang River-Yuanjiang River

XG 湘江—赣江 Xiangjiang River-Ganjiang River

GW 赣江—武夷山 Ganjiang River-Wuyishan Mountain

NLM 下游主流北 North to the lower mainstream

图1 长江流域水系分布(I)和爬行动物自然地理亚区(II)

Fig. 1 Sketch map of the Yangtze River Basin (I, River and tributary; II, Geographic sub-regions)

guangxiensis)、绿背树蜥(*Calotes jerdoni*)、斑飞蜥(*Draco maculates*)、无蹼壁虎(*Gekko swinhonis*)、黑龙江草蜥(*Takydromus amurensis*)、横纹翠青蛇(*Cyclophiops multicinctus*)、白环蛇(*Lycodon aulicus*)、黑领剑蛇(*Sibynophis collaris*)、金环蛇(*Bungarus fasciatus*)以及中介蝮(*Gloydius intermedius*);(2) 不同文献中物种分类地位上存在变化,但不影响物种在长江流域的分布,以动物志为准,如乡城竹叶青蛇(*Trimeresurus xiangchengensis*)和眼镜蛇(*Naja naja*);(3) 物种分布存在争议,经专家核实在长江流域内分布的可能性很大后收录,如宜宾龙蜥(*Japalura grahami*)、粗疣壁虎(*Gekko scabridus*)、福建钝头蛇(*Pareas stanleyi*)、瓦山滑蜥(*Scincella schmidtii*)、挂墩后棱蛇(*Opisthotropis kuatunensis*)以及莽山烙铁头蛇(*Ermia mangshanensis*)。

流域内特有种信息主要来源于数据库内物种分布信息(基于已经发表的动物志和专著),并参照最新发表的文献(汪松和解焱, 2004)和中国物种数据库(CSIS)更新的信息(解焱等, 2004)。濒危等级则参照最新出版的《中国物种红色名录》(汪松和解焱, 2004),将名录中定为近危以上等级的物种视为目前急需保护的濒危动物。

多样性评估采用G-F指数(蒋志刚和纪力强, 1999):

(1) F指数(D_F): 指科间的多样性。在一个特定科k,

$$D_{Fk} = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

其中 $p_i = s_{ki} / S_k$, S_k 为长江流域内爬行类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。

表1 长江流域、中国和世界爬行类物种组成(目级单元)
Table 1 Faunal composition (order) of reptiles in the Yangtze River Basin, in China, and in the world

目 Order	长江流域 Yangtze River Basin	中国* China*	世界* World*
鳄形目 Crocodyliformes	1	3	21
龟鳖目 Testudoformes	18	37	220
有鳞目 Squamata			
蜥蜴亚目 Lacertilia	46	156	3700
蛇亚目 Serpentes	101	203	2400

* 数据引自“中国动物志·爬行纲 (Vol. 1, 2, 3)”
* Data are cited from “Fauna Sinica-Reptilia (Vol. 1, 2, 3)”

一个地区的F指数 $D_F = \sum_{k=1}^m D_{Fk}$

其中m为长江流域内爬行类的科数。

(2) G指数(D_G): 指属间的多样性。

$$D_G = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$$

其中 $q_j = s_j / S$, S 为长江流域内爬行类的物种数, s_j 为爬行类中j属中的物种数, p 为爬行类中属数。

(3) 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。

长江流域分区之间的相似性比较采用聚类分析的方法(Ludwig & Reynolds, 1988),以分区内物种组成的相异程度和相似程度,对生境进行归类,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19个分区进行归类描述,比较整个地区的相似性;物种分布信息见附录1。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,本文采用这一分析方法。聚类分析使用数理统计软件SPSS(1997)完成。

2 结果与分析

2.1 物种组成

长江流域共记录爬行类166种,隶属于3目18科68属(附录1);其中,鳄形目仅1种,数量很少;龟鳖目有18种,接近全国物种总数的一半,接近世界物种总数的10%;有鳞目包括蜥蜴亚目和蛇亚目,前者有46种,接近全国物种数的1/3,占世界种数的1.2%,后者有101种,达到全国种数的一半,占世界种数的4.2%(表1)。

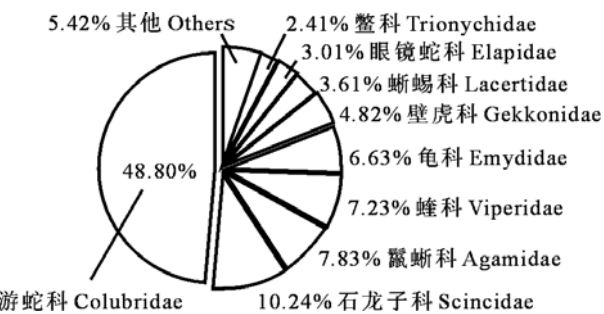


图2 长江流域爬行类物种组成(科级单元)
其他：物种数低于总数2%的科
Fig. 2 Faunal composition (family) of reptiles in the Yangtze River Basin. Others denote the families less than 2% of all species

游蛇科、石龙子科、鬣蜥科、蝰科和龟科的物种数分别占整个长江流域的5%以上，是物种最丰富的类群；壁虎科、蜥蜴科、眼镜蛇科和鳖科分别占整个流域物种数的2%–5%，是比较丰富的类群；平胸龟科、陆龟科、海龟科、蛇蜥科、双足蜥科、盲蛇科、蟒科、闪鳞蛇科和鼉科只有1–2个物种，各占整个流域物种总数的1%以下，比较稀少(图2)。

2.2 特有种和濒危物种分布

长江流域特有种有24种，占整个流域物种数的14.46%；而中国特有种比例达到了37.35%，有62种，占有中国特有种的42.47%(表2)。从长江源头(江源区)至长江口，陆生爬行动物长江流域特有种和该区域内中国特有种的比例基本上随海拔下降而逐渐降低(图3)。

长江流域爬行类国家级保护动物只有9种，

以龟鳖目为主，其中一级保护动物3种，包括蟒蛇(*Python molurus*)、扬子鳄(鼈) (*Alligator sinensis*)和鼉(*Pelochelys bibroni*)；二级保护动物6种，包括云南闭壳龟(*Cuora yunnanensis*)、地龟(*Geoemyda spengleri*)、凹甲陆龟(*Manouria impressa*)、蠵龟(*Caretta caretta*)、山瑞鳖(*Palea steindachneri*)和鳖(*Pelodiscus sinensis*) (中华人民共和国野生动物保护法, 1989)。列入《中国物种红色名录》内的濒危动物有54种，占整个长江流域物种数的32.53%，除了蜥蜴亚目外，红皮书内其他类群的物种数都达到了中国对应类群物种数的1/3以上(表2)；其中以游蛇科为主，占总数的42.59%，龟科和蝰科次之，分别占总数的18.52%和9.26%，眼镜蛇科、鳖科和蛇蜥科各有2–3种，其他8科(包括海龟科、陆龟科、平胸龟科、双足蜥科、蟒科、闪鳞蛇科和鼉科)均只有1种(图4)。

2.3 不同区域间多样性的比较

由图5可知，除了长江源头江源区(2种)和金沙江—雅砻江(25种)外，上游其他区域物种数量平均在55种左右，高于中游和下游；整个长江流域以乌江—沅江最多，达到77种，江源区种数最少(图5)。被列入《中国物种红色名录》的濒危动物的分布趋势基本相似，除江源区(1种)和金沙江—雅砻江(6种)数量较低外，上游和中游平均值相近，分别为12种和13种，高于下游地区，为10种左右；整个流域内以金沙江南(SJ)濒危物种数最多，达到18种，江源区种数最少，仅1种(图6)。

从表3发现：不同区域间陆生爬行类的G指数

表2 长江流域及中国爬行类动物特有种及濒危物种数目
Table 2 Number of endemic species, China endemic species, and endangered species of reptiles to 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		濒危物种* Endangered species*	
		长江流域 Yangtze River Basin	中国* China*	长江流域 Yangtze River Basin	中国 China
鳄形目 Crocodiliformes		1	1	1	1
龟鳖目 Testudoformes	4	6	12	16	28
有鳞目 Squamata					
蜥蜴亚目 Lacertilia	10	24	73	4	49
蛇亚目 Serpentes	10	31	60	33	95
总计 Total	24	62	146	54	173

* 数据引自《中国物种红色名录》
* Data are cited from “China Species Red List”

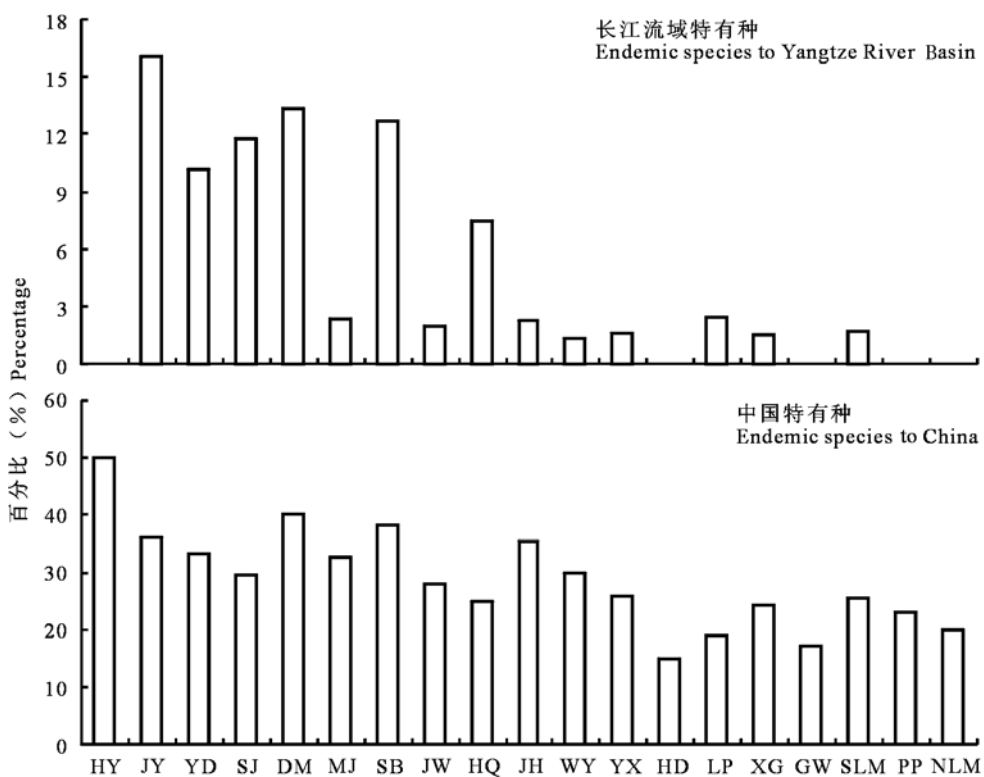


图3 长江流域内陆生爬行类特有种比例(亚区代号同图1)
Fig. 3 Percentage of endemic species of terrestrial reptiles in the Yangtze River Basin. The sub-region codes are the same as those in Fig. 1.

差异较小,除了江源区(0.0679)和金沙江—雅砻江(0.7661)较低外,上游区域 G 指数平均值(1.55)高于中游(1.44)和下游区域(1.18)。但除了汉江—大别山(0.6318)和下游主干流北(0.7657)小于1.0,乌江—沅江(2.1566)大于2.0外,其他区域都在1.0–2.0间,整体差异不大。 F 指数与 G 指数不同,除了江源区、金沙江—雅砻江、汉江—大别山和下游主干流北较低(小于3.0),乌江—沅江较高外(7.3652),其他区域都在3.51–6.17间。 G - F 指数除了江源区(0.8361)较高外,其他区域均在0.66–0.73之间,分布比较均匀。

2.4 区域相似性

基于陆生爬行动物物种分布数据,利用Jaccard物种相似性系数对长江流域内19个区域进行聚类分析,可以发现整个长江流域分成五部分:①仅包括江源区,地理上属于青藏高原东南部波状平原部分;②是金沙江流域,江北包括金沙江—雅砻江—大渡河区域,江南仅包括金沙江南区域,地理上属于横断山区(包括川西高原)和

云南高原部分;③包括长江干流北岸,大渡河—岷江—嘉陵江—汉江区域,地理上属于四川盆地(包括川西高原边缘的山地)、秦岭和大巴山;④包括长江干流南岸,金沙江—乌江—沅江—湘江—赣江—长江口流域的大部分地区,地理上以江南丘陵为主,西部包括了低海拔的贵州高原,东部和北部包括了长江中下游部分地区(两湖平原

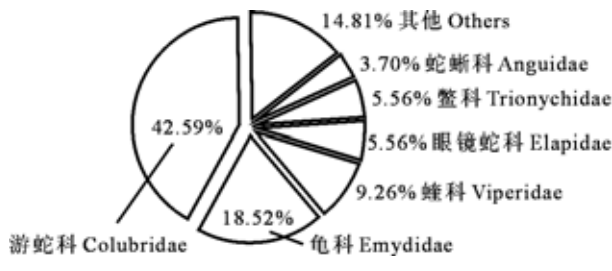


图4 长江流域内爬行类濒危类群比例(科级单元)
Fig. 4 Faunal composition (family) of endangered reptiles in the Yangtze River Basin

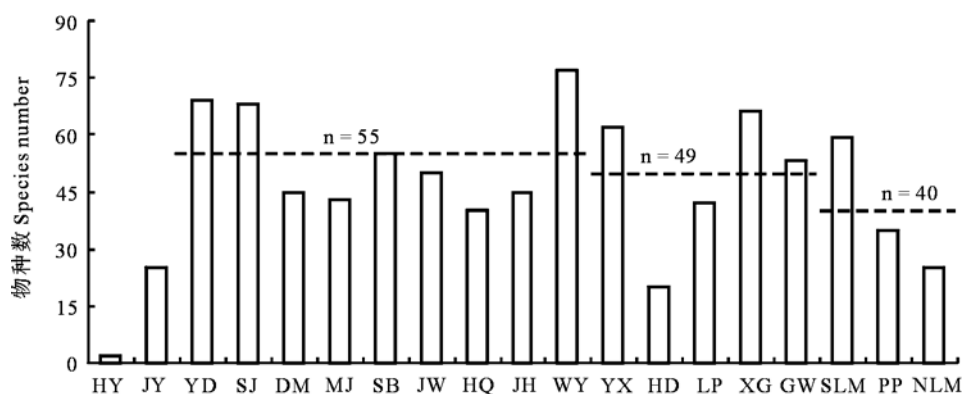


图5 长江流域不同地理区域内陆生爬行动物物种丰富度(亚区代号同图1)

Fig. 5 Species richness of terrestrial reptiles in different regions in the Yangtze River Basin. The sub-region codes are the same as those in Fig. 1.

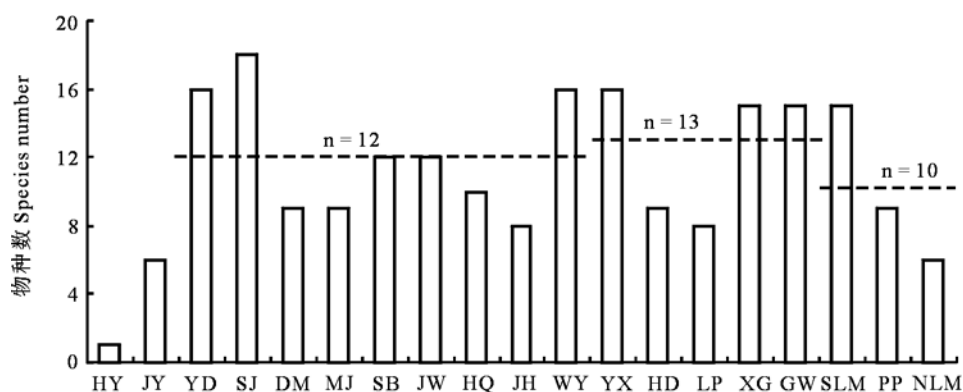


图6 长江流域不同地理区域内陆生濒危爬行动物物种丰富度(亚区代号同图1)

Fig. 6 Endangered terrestrial reptile species richness in different sub-regions in the Yangtze River Basin

和长江三角洲); ⑤包括鄱阳湖平原、下游主干流北流域以及汉江一大别山区域, 地理上属于长江下游平原和淮阳山地低海拔部分(包括南阳盆地和大别山)。由此可见, 自长江源头至长江口, 陆生爬行动物基本上以自然地理环境特点而自然分区, 形成自青藏高原东南波状平原、横断山区、云贵高原、四川盆地、秦巴山区、江南丘陵和长江中下游平原分割的区域(图7)。

3 讨论

长江流域内爬行动物物种达到了166种, 占全国总数的41%以上, 其中长江流域特有种的比例占14.46%, 是物种极为丰富的地区。流域内濒危物种的比例达到了全国濒危物种总数的31%以上。所以长江流域在我国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、濒危物种、*G-F*指数看, 长江流域爬行动物整体上分布比较均匀, 没有随我国阶梯性地势表现出明显的梯度变化。在所划分的19个区域内, 只有江源区、金沙江—雅砻江、汉江一大别山、下游主干流北以及乌江—沅江比较特殊: 前4个区域内物种数和多样性指数较低; 乌江—沅江区域内物种数量最多, 多样性指数也较高。但根据各区域内物种分布进行的相似性分析看, 长江流域爬行类物种基本上依照我国阶梯性地势和自然地理特点聚类, 形成了高原、中高海拔山地或盆地、丘陵和平原等特点鲜明的栖息地类型。

根据我国的自然地理特点, 长江流域横跨了我国阶梯性地势的三级台阶, 分为青藏区、西南区以及华中区三部分(水利部长江水利委员会, 1999; 任美镔和包浩生, 1992)。青藏区在流域内

表3 长江不同分支流域陆生爬行类物种多样性的G-F指数
Table 3 G-F index of terrestrial reptile species in different sub-region of the Yangtze River Basin

分支流域 Sub-region	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	0.0679	0.4142	0.8361
金沙江—雅砻江 JY	0.7661	2.4416	0.6862
雅砻江—大渡河 YD	1.8329	5.7195	0.6795
金沙江南 SJ	1.8343	5.8833	0.6882
大渡河—岷江 DM	1.2808	4.5575	0.7190
岷江—嘉陵江 MJ	1.2791	4.4947	0.7154
四川盆地 SB	1.5667	5.2363	0.7008
金沙江—乌江 JW	1.4977	5.3743	0.7213
汉江—秦岭 HQ	1.1563	3.7978	0.6955
嘉陵江—汉江 JH	1.3114	4.2671	0.6927
乌江—沅江 WY	2.1566	7.3652	0.7072
沅江—湘江 YX	1.7697	5.2636	0.6638
汉江—大别山 HD	0.6318	1.9606	0.6777
两湖平原 LP	1.2869	4.4347	0.7098
湘江—赣江 XG	1.9677	6.1624	0.6807
赣江—武夷山 GW	1.5524	5.1935	0.7011
鄱阳湖平原 PP	1.0679	3.5184	0.6965
下游主流南 SLM	1.6977	5.5222	0.6926
下游主流北 NLM	0.7657	2.7945	0.7260

亚区代号同图 1
The sub-region codes are the same as those in Fig. 1

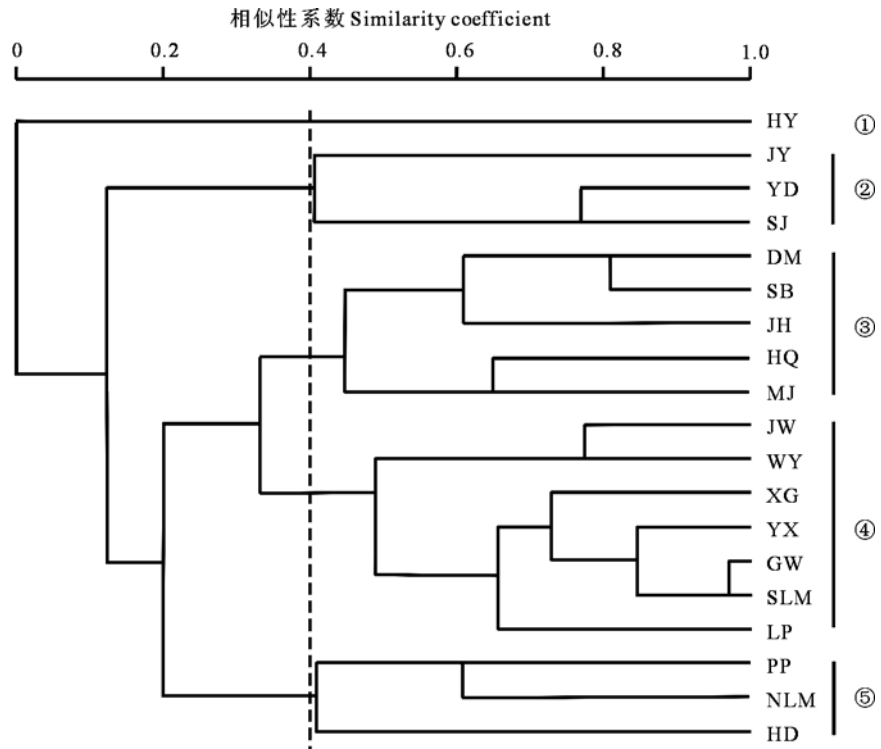


图7 长江流域不同区域内基于陆生爬行动物物种相似性的聚类分析(亚区代号同图1)
Fig. 7 Dendrogram of 19 sub-regions based on Jaccard similarity of the terrestrial reptile distribution. The sub-region codes are the same as those in Fig. 1.

包括江源区和横断山区北部的高山峡谷部分(金沙江—雅砻江—大渡河—岷江),属于阶梯型地势的一级台阶部分,海拔在3000 m以上,前者属于青藏东部高原亚区,是整个流域内海拔最高的地区,寒冷低温,植被稀少;后者属于川西—藏东南亚区,海拔比前者相对较低,气候以温暖半湿润为特征,植被以暗针叶林为主。西南区在流域内仅包括金沙江以南地区(云南高原)和横断山区中部和南部的低海拔地区,地势上属于二级台阶部分,海拔在2000–2500 m左右,受西北环流及青藏高原季风影响深刻,植被以准热带干性常绿阔叶林和针叶林为主。华中区在流域内范围最大,包括了秦巴山区、四川盆地、贵州高原、江南丘陵以及长江中下游平原,地势上覆盖了二级台阶和三级台阶,其中又可再分为江汉、秦岭亚区,江南、南岭亚区和川黔亚区,前者属于凉亚热带气候,后两者属于暖亚热带气候。江汉、秦岭亚区地处暖温带向亚热带的过渡地区,可再分为秦巴山区小区、淮阳山地小区、长江中下游平原小区和长江三角洲小区。秦巴山区小区在本流域内包括秦岭南坡(汉江—秦岭)和大巴山区(嘉陵江—汉江间的东部区域),主要由低山和中山组成,属于二级台阶,海拔一般在1500–2500 m,干湿季分明,植物以凉亚热带山地的常绿、落叶阔叶林为主;淮阳山地小区以低山和丘陵为主,在本流域内仅包括汉江—大别山区(南阳盆地和大别山南坡),属于三级台阶,海拔一般在500 m以下,农作频繁,森林覆盖率低,水土流失严重;长江中下游平原小区指湖北宜昌至江苏镇江之间的长江沿岸地区,在本流域内包括了两湖平原和长江中下游主干流北岸大部分地区和南岸少部分地区(长江口除外),属于三级台阶,海拔多在100 m以下,广泛分布的冲积湖平原是本区地貌的基本特征,农业和渔业发达;长江三角洲小区在本流域内包括长江主干流南岸的大部分区域(太湖流域)及长江口区域,属于三级台阶,海拔一般在3–5 m,植被以亚热带常绿阔叶林为主。江南、南岭亚区在本流域内包括了沅江—湘江—赣江—武夷山间的大范围区域以及鄱阳湖平原流域,除了鄱阳湖平原外,主要为海拔500–1000 m的低山丘陵,属于三级台阶,气候温暖多雨,植被以暖亚热带常绿阔叶林为主。川黔亚区在地貌上表现为

山原和盆地相交错的地表结构,属于一级台阶向二级台阶的过渡地带,多阴雨、少日照,四季明显,属亚热带季风气候。本亚区可再分为四川盆地小区和贵州高原小区。前者在本流域内包括四川盆地底部海拔300–700 m的丘陵与平原以及周围1000–3000 m左右的山地(岷江—嘉陵江和嘉陵江—汉江间的西部区域),冬暖、春早,云雾多、日照少,内部地貌差异大;后者在本流域内包括金沙江—乌江—沅江间的区域,以贵州高原为主,自西向东海拔逐渐降低,夏无酷暑、冬少严寒、阴雨天特别多,季节分配平均,植被以暖亚热带湿性常绿阔叶林为主。因为爬行动物对温度、湿度以及栖息地质量依赖性较大,中下游地区气候温暖,雨量充沛,是爬行动物理想的栖息场所,但中下游地区人类活动频繁,植被受到很大破坏,尤其是平原和盆地地区,生境片断化严重,影响了爬行类的栖息和生存,导致物种数和多样性较低;相反,上游地区在自然景观上具有从河谷亚热带到山顶永久冰雪带的垂直分布,且有显著的地区变性和山地自然条件复杂性,导致了植被种类和气候的多样化,从而形成了多样化的栖息地环境,而且上游以畜牧业为主,生境的保护程度相对较高,也为不同爬行动物物种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较少外,上游地区的物种数较高,同时也能反映阶梯型地势对爬行类分布的影响。

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(图7)。①仅包括江源区(HY),反映了高海拔的青藏东部高原亚区特点;本区只有2个物种分布,其中青海沙蜥(*Phrynocephalus vlangalii*)为本区特有。②包括青藏高原区川西—藏东南亚区的川西高原(JY和YD)和西南区的云南高原(SJ),主要反映了横断山区高山峡谷物种成分,这可能与西南区在长江流域内面积狭小,紧邻川西—藏东南亚区,以云南高原亚区成分为主,缺少滇南的准热带和热带成分有关;本区共有物种90种,特有成分占23%。③包括四川盆地(DM、MJ和SB)和秦巴山区(HQ、JH),反映了江北流域山地和盆地的中山气候特点,说明虽然分属于暖、凉亚热带气候,但相邻的两个小区在植被特点、海拔以及地理特征上相似

性高; 本区共有物种88种, 但特有物种成分很低, 仅占10%。④包括贵州高原(JW和WY)、江南丘陵(YX、XG和GW)、两湖平原(LP)和长江三角洲(SLM), 反映了江南低海拔区域高原、丘陵、湖泊和平原物种分布特点; 本区共有物种123种, 特有成分占28%。⑤包括淮阳山地(HD)、鄱阳湖平原(PP)和长江下游平原(NLM), 主要反映了江北低海拔低地和平原物种分布特点; 本区共有物种53种, 没有特有成分。其中③和④两区的共有种达到了68种, 都在物种数的一半以上, 因此两区的相似性较高; 而⑤物种少, 没有特有成分, 该区物种均在④中分布, 一方面说明两者相似性很高, 同属于低海拔区域物种成分, 反映了相似的气候区特点, 但另一方面也说明⑤区域内栖息地的特异性很差, 这可能与人为活动频繁有关。由此可见, 自然地理的亚区界限对于爬行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。

总之, 长江流域爬行动物物种丰富, 濒危物种和特有种比例较高, 是重点保护区域, 而流域内的自然地理特征决定了爬行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, 也会对我们目前分析结果产生影响; 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, 由于生境变化, 爬行动物的分布变化较大, 最好能对过去的分布地点重新调查核实。但保护自然环境, 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爬行动物物种多样性的必然途径和基本要求。

致谢 两位审稿专家帮助核实了数据来源和物种分布, 特此表示感谢。

参考文献

- Changjiang Hydrological Committee of Hydrology Ministry(水利部长江水利委员会)(1999) *Atlas of the Yangtze River Basin*(长江流域地图集), pp.1–286. China Map Press, Beijing.(in Chinese)
- Chen BH(陈壁辉)(1992) *The Amphibian and Reptilian Fauna of Anhui*(安徽两栖爬行动物志), pp.1–408. Anhui Science & Technology Publishing House, Hefei.(in Chinese)
- Chen Y, Chen Y, He D(2002) Biodiversity in the Yangtze river fauna and distribution of fishes. *Journal of Ichthyology*, **42**, 161–171.
- Chu XL(褚新洛)(1989) *Yunnan Province Annals*(Vol. 6): *Yunnan Animal Annals*(云南省志·卷六·动物志). The People's Press of Yunnan, Kunming.(in Chinese)
- 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. *Biodiversity and Conservation*, **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. *Global Ecology and Biogeography*, **13**, 543–552.
- Herpetological Department, Sichuan Biological Research Institute(四川省生物研究所两栖爬行动物研究室)(1977) A survey of reptiles in Xizang Autonomous Region, with faunal analysis and description of new forms. *Acta Zoologica Sinica*(动物学报), **23**, 64–71.(in Chinese)
- Hu BQ(胡步青), Huang MH(黄美华), He SX(何时新), Wei KJ(魏克俭)(1956) *Serpentes Fauna of Zhejiang*(浙江蛇类志), pp. 1–47. Science Press, Beijing.(in Chinese)
- Hu SC(胡淑琴)(1977) *Amphibia-Reptilia of Xizang*(西藏两栖爬行动物). Science Press, Beijing.(in Chinese)
- Jiang ZG(蒋志刚), Ji LQ(纪力强)(1999) Avian-mammalian species diversity in nine representative sites in China. *Chinese Biodiversity*(生物多样性), **7**, 220–225.(in Chinese with English abstract)
- Li DH(李德浩)(1989) *Qinghai Fauna Economica*(青海经济动物志). Qinghai People's Press, Xining.(in Chinese)
- Ludwig JA, Reynolds JF (1988) *Statistical Ecology*, pp. 1–337. Wiley, New York.
- Ren ME(任美镔), Bao HS(包浩生)(1992) *Natural Regions of China and Their Exploitation*(中国自然区域及开发整治). Science Press, Beijing.(in Chinese)
- Shi BN(施白南), Zhao EM(赵尔宓)(1980) *Sichuan Fauna Economica*(四川资源动物志). Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu.(in Chinese)
- SPSS Inc(1997). *SPSS Base 7.5 for Windows User's Guide*. SPSS Inc, Chicago.
- The Law of Wild Animal Protection of People's Republic of China(中华人民共和国野生动物保护法)(1989) *The List of Wild Animals Under National Protection*(国家重点保护野生动物名录).(in Chinese)
- Wang S(汪松), Xie Y(解焱)(2004) *China Species Red List* (Vol. 1): *Red List*(中国物种红色名录第一卷: 红色名录), pp. 1–224. Higher Education Press, Beijing.(in Chinese)
- Wu L(伍律), Li DJ(李德俊), Liu JC(刘积琛)(1985) *The Reptilian Fauna of Guizhou* (贵州爬行类志), pp.1–436. Guizhou People's Press, Guiyang.(in Chinese)

- Xie Y(解焱), Wang S(汪松), He FQ(何芬奇), Zhao EM(赵尔宓) (2004) *China Species Information Service (CSIS)* (中国物种数据库). <http://www.chinabiodiversity.com>
- Zeng XC(曾详琮)(1990) *Fishery Resources of the Yangtze River Basin*(长江水系渔业资源). Marine Press, Beijing.(in Chinese)
- Zhang MW(张孟闻), Zong Y(宗愉), Ma JF(马积藩)(1998) *Fauna Sinica (Reptilia 1): General Accounts of Reptilia, Testudoformes and Crocodiliformes*(中国动物志爬行纲第一卷: 总论, 龟鳖目, 鳄目), pp.1–213. Science Press, Beijing.(in Chinese)
- Zhang RZ(张荣祖)(1999) *Zoogeography of China*(中国动物地理). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Zhao EM(赵尔宓)(1998) *China Red Data Book for Endangered Animals (Vol. 2): Amphibia & Reptilia*(中国濒危动物红皮书第二卷: 两栖类和爬行类). Science Press, Beijing.(in Chinese)
- Zhao EM(赵尔宓)(2003) *The Colour Handbook of the Reptiles of Sichuan*(四川爬行动物原色图鉴). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Zhao EM(赵尔宓), Huang MH(黄美华), Zong Y(宗愉) (1998) *Fauna Sinica (Reptilia 3): Squamata (Serpentes)*(中国动物志爬行纲第三卷: 有鳞目蛇亚目), pp.1–522. Science Press, Beijing.(in Chinese)
- Zhao EM(赵尔宓), Yang DT(杨大同)(1997) *The Series of the Scientific Expedition to the Hengduan Mountains, Qinghai-Xizang Plateau: Amphibians and Reptiles of the Hengduan Mountains Region*(青藏高原横断山区科学考察丛书: 横断山区两栖爬行动物). Science Press, Beijing.(in Chinese)
- Zhao EM(赵尔宓), Zhao KT(赵肯堂), Zhou KY(周开亚) (1999) *Fauna Sinica (Reptilia 2): Squamata (Lacertilia)* (中国动物志爬行纲第二卷: 有鳞目蜥蜴亚目), pp. 1–394. Science Press, Beijing.(in Chinese)

(责任编辑: 费梁 责任编辑: 闫文杰)

附录1 长江流域爬行动物名录及分布

Appendix 1 List and distribution of reptiles in the Yangtze River Basin

物种 Species	HY	JY	YD	SJ	DM	MJ	SB	JW	HQ	JH	WY	YX	HD	LP	XG	GW	SLM	PP	NLM
龟鳖目 Testudoformes																			
平胸龟科 Platysternidae																			
平胸龟 <i>Platysternon megacephalum</i> ^{c, d, [3,10]}								+			+								
龟科 Emydidae																			
大头乌龟 <i>Chinemys megalocephala</i> ^{b, d}															+		+		+
乌龟 <i>C. reevesii</i> ^{c, d, [3,10,13,23]}					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
金头闭壳龟 <i>Cuora aurocapitata</i> ^{b, c, d}																	+		
黄缘闭壳龟 <i>C. flavomarginata</i> ^{c, [2,3,10]}							+					+	+	+	+	+	+		
潘氏闭壳龟 <i>C. pani</i> ^{b, c, d, [19]}							+		+										
云南闭壳龟 <i>C. yunnanensis</i> ^{b, c, d}					+														
地龟 <i>Geoemyda spengleri</i> ^{c, d, [10]}												+							
黄喉拟水龟 <i>Mauremys mutica</i> ^{c, d, [23]}												+		+	+		+	+	+
花龟 <i>Ocadia sinensis</i> ^{c, d}																	+		+
眼斑水龟 <i>Sacalia bealei</i> ^{b, c, d}											+			+			+		
四眼斑水龟 <i>S. quadriocellata</i> ^{c, d}														+	+				
陆龟科 Testudinidae																			
凹甲陆龟 <i>Manouria impressa</i> ^{c, d, [27]}												+							
海龟科 Cheloniidae																			
蠐龟 <i>Caretta caretta</i> ^{c, d}																	+		+
鳖科 Trionychidae																			
山瑞鳖 <i>Palea steindachneri</i> ^{c, d}					+														
鼋 <i>Pelochelys bibroni</i> ^{c, d}																	+		+
斑鼋 <i>P. maculatus</i> ^{a, b, d}																	+		
鳖 <i>Pelodiscus sinensis</i> ^{c, d, [9,10]}			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
鳄形目 Crocodiliformes																			
鼈科 Alligatoridae																			
扬子鳄(鼈) <i>Alligator sinensis</i> ^{b, c, d, [1,17,22]}																	+		+
有鳞目 Squamata																			
蜥蜴科 Agamidae																			
丽棘蜥 <i>Acanthosaura lepidogaster</i>																+			
棕背树蜥 <i>Calotes emma</i>					+														
变色树蜥 <i>C. versicolor</i>												+			+				
裸耳龙蜥 <i>Japalura dymondi</i> ^b		+	+	+															
草绿龙蜥 <i>J. flaviceps</i> ^b		+	+	+	+	+													
宜宾龙蜥 <i>J. grahami</i> ^{a, b}				+															
米仓山龙蜥 <i>J. micangshanensis</i> ^{a, b}									+	+									
丽纹龙蜥 <i>J. splendida</i> ^[9]			+	+		+	+	+	+	+	+								
四川龙蜥 <i>J. szechwanensis</i> ^[25]					+		+				+								

物种 Species		HY	JY	YD	SJ	DM	MJ	SB	JW	HQ	JH	WY	YX	HD	LP	XG	GW	SLM	PP	NLM
昆明龙蜥	<i>J. varcoae</i> ^{a, b, [11]}				+															
云南龙蜥	<i>J. yunnanensis</i>				+															
青海沙蜥	<i>Phrynocephalus vlangalii</i> ^b	+																		
壁虎科 Gekkonidae																				
中国壁虎	<i>Gekko chinensis</i>				+	+														
铅山壁虎	<i>G. hokouensis</i>												+			+	+	+		+
多疣壁虎	<i>G. japonicus</i> ^[9,10]				+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
粗疣壁虎	<i>G. scabridus</i> ^b		+	+	+															
蹼趾壁虎	<i>G. subpalmatus</i> ^b			+		+	+	+	+		+	+						+		
太白壁虎	<i>G. taibaiensis</i> ^{a, b}									+										
原尾蜥虎	<i>Hemidactylus bowringii</i>				+	+														
云南半叶趾虎	<i>Hemiphyllodactylus yunnanensis</i> ^[4,28]				+															
石龙子科 Scincidae																				
光蜥	<i>Ateuchosaurus chinensis</i> ^b															+				
黄纹石龙子	<i>Eumeces capito</i> ^b						+			+	+									
中国石龙子	<i>E. chinensis</i> ^{b, [9,10]}				+				+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
蓝尾石龙子	<i>E. elegans</i> ^[9]			+	+			+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
刘氏石龙子	<i>E. liui</i> ^{a, b}														+			+		
大渡石龙子	<i>E. tunganus</i> ^{a, b}					+		+												
昆明滑蜥	<i>Scincella barbouri</i> ^{a, b, c}				+															
长肢滑蜥	<i>S. doriae</i>		+	+	+	+														
宁波滑蜥	<i>S. modesta</i> ^b						+				+	+			+			+		
山滑蜥	<i>S. monticola</i> ^b			+	+	+		+			+									
康定滑蜥	<i>S. potanini</i> ^{a, b}		+	+		+	+													
南滑蜥	<i>S. reevesii</i>		+	+	+															
瓦山滑蜥	<i>S. schmidtii</i> ^{a, b}				+															
秦岭滑蜥	<i>S. tsinlingensis</i> ^b			+	+		+			+										
股鳞蜓蜥	<i>Sphenomorphus incognitus</i>									+		+								
铜蜓蜥	<i>S. indicus</i> ^[10]		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
海南棱蜥	<i>Tropidophorus hainanus</i>																+			
蜥蜴科 Lacertidae																				
丽斑麻蜥	<i>Eremias argus</i>						+								+					+
峨嵋地蜥	<i>Platyplacopus intermedius</i> ^{a, b}				+	+		+	+			+								
台湾地蜥	<i>P. kuehnei</i> ^b											+								
北草蜥	<i>Takydromus septentrionalis</i>			+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+
南草蜥	<i>T. sexlineatus</i> ^[10]												+		+	+				
白条草蜥	<i>T. wolteri</i>										+						+	+	+	+
双足蜥科 Dibamidae																				

附录1 (续) Appendix 1 (continued)

物种 Species	HY	JY	YD	SJ	DM	MJ	SB	JW	HQ	JH	WY	YX	HD	LP	XG	GW	SLM	PP	NLM
白尾双足蜥 <i>Dibamus bourreti</i> ^c															+				
蛇蜥科 Anguidae																			
细脆蛇 <i>Ophisaurus gracilis</i> ^c			+	+															
脆蛇 <i>O. harti</i> ^c			+	+	+		+	+			+					+	+		
盲蛇科 Typhlopidae																			
钩盲蛇 <i>Ramphotyphlops braminus</i> ^[9]							+			+					+	+	+	+	
蟒科 Boidae																			
蟒蛇 <i>Python molurus</i> ^{c, [26]}						+													
闪鳞蛇科 Xenopeltidae																			
海南闪鳞蛇 <i>Xenopeltis hainanensis</i> ^c															+	+			
游蛇科 Colubridae																			
青脊蛇 <i>Achalinus ater</i> ^b												+							
井冈山脊蛇 <i>A. jinggangensis</i> ^{a, b, c}															+				
美姑脊蛇 <i>A. meiguensis</i> ^{a, b, [7]}			+		+		+												
棕脊蛇 <i>A. rufescens</i>								+	+						+				
黑脊蛇 <i>A. spinalis</i> ^[9,10]			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
绿瘦蛇 <i>Ahaetulla prasina</i>												+	+						
无颞鳞腹链蛇 <i>Amphiesma atemporalis</i>				+								+							
白眉腹链蛇 <i>A. boulengeri</i> ^b												+	+		+				
锈链腹链蛇 <i>A. craspedogaster</i> ^{b, [9,10]}			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
棕网腹链蛇 <i>A. johannis</i> ^{a, b}	+	+	+				+												
瓦屋山腹链蛇 <i>A. metusia</i> ^{a, c}							+												
腹斑腹链蛇 <i>A. modesta</i>			+	+															
八线腹链蛇 <i>A. octolineata</i> ^b	+	+	+	+			+	+		+	+								
丽纹腹链蛇 <i>A. optata</i> ^[25]							+	+				+	+						
坡普腹链蛇 <i>A. popei</i> ^b												+			+				
棕黑腹链蛇 <i>A. sauteri</i>			+		+		+	+		+	+	+				+	+		
草腹链蛇 <i>A. stolata</i>									+		+	+	+	+	+	+	+	+	
绞花林蛇 <i>Boiga kraepelini</i> ^{b, [14]}						+	+	+			+	+			+	+	+	+	
繁花林蛇 <i>B. multomaculata</i>															+	+	+		
尖尾两头蛇 <i>Calamaria pavementata</i>			+		+	+	+					+							
钝尾两头蛇 <i>C. septentrionalis</i>			+	+								+	+	+	+	+	+	+	+
黄脊游蛇 <i>Coluber spinalis</i>									+				+				+		
翠青蛇 <i>Cyclophiops major</i> ^[15]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
黄链蛇 <i>Dinodon flavozonatum</i>							+	+			+	+			+	+	+	+	
赤链蛇 <i>D. rufozonatum</i> ^[6,10,15]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
赤峰锦蛇 <i>Elaphe anomala</i> ^c									+			+	+				+		
双斑锦蛇 <i>E. bimaculata</i> ^b			+		+		+		+	+		+				+	+	+	+

附录1 (续) Appendix 1 (continued)

物种 Species	HY	JY	YD	SJ	DM	MJ	SB	JW	HQ	JH	WY	YX	HD	LP	XG	GW	SLM	PP	NLM
王锦蛇 <i>E. carinata</i> ^{c, [6,9]}		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
白条锦蛇 <i>E. dione</i> ^[13]			+		+	+							+				+		+
灰腹绿锦蛇 <i>E. frenata</i> ^{c, [24]}			+	+				+	+		+	+				+	+		
玉斑锦蛇 <i>E. mandarina</i> ^{c, [13]}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	
横斑锦蛇 <i>E. perlacea</i> ^{a, b, c}			+		+		+												
紫灰锦蛇 <i>E. porphyracea</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	
绿锦蛇 <i>E. prasina</i> ^c			+	+															
红点锦蛇 <i>E. rufodorsata</i>										+		+	+		+	+	+	+	+
黑眉锦蛇 <i>E. taeniura</i> ^{c, [10,13]}	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
中国水蛇 <i>Enhydris chinensis</i> ^{c, d, [9]}											+	+	+			+	+		
铅色水蛇 <i>E. plumbea</i> ^{c, d}																+	+		
双全白环蛇 <i>Lycodon fasciatus</i> ^[14]			+	+		+		+	+										
黑背白环蛇 <i>L. ruhstrati</i> ^[6,14]			+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+		
颈棱蛇 <i>Macropisthodon rudis</i> ^b	+	+	+					+			+	+			+	+	+		
中国小头蛇 <i>Oligodon chinensis</i> ^[10]			+	+								+	+		+	+	+	+	+
紫棕小头蛇 <i>O. cinereus</i>											+								
台湾小头蛇 <i>O. formosanus</i>												+		+		+	+	+	
昆明小头蛇 <i>O. kunmingensis</i> ^{a, b, c, [12]}				+															
圆斑小头蛇 <i>O. lacroixi</i> ^c				+															
龙胜小头蛇 <i>O. lungshenensis</i> ^{b, c}								+			+								
横纹小头蛇 <i>O. multizonatum</i> ^{b, c}					+	+													
宁陕小头蛇 <i>O. ningshanensis</i> ^{a, b, c}									+										
饰纹小头蛇 <i>O. ornatus</i> ^{c, [24]}			+	+							+	+			+	+	+		
横纹后棱蛇 <i>Opisthotropis balteata</i>															+				
挂墩后棱蛇 <i>O. kuatunensis</i>												+							
侧条后棱蛇 <i>O. lateralis</i>								+				+							
山溪后棱蛇 <i>O. latouchii</i>											+	+			+		+		
平鳞钝头蛇 <i>Pareas boulengeri</i> ^[6]			+		+	+	+	+		+	+				+			+	
钝头蛇 <i>P. chinensis</i> ^[16]			+	+	+		+	+		+	+	+			+		+	+	+
缅甸钝头蛇 <i>P. hamptoni</i> ^c											+								
福建钝头蛇 <i>P. stanleyi</i> ^b							+				+				+				
颈斑蛇 <i>Plagiopholis blakewayi</i> ^[24]			+	+															
福建颈斑蛇 <i>P. styani</i> ^{c, [14]}					+	+	+					+		+		+	+		
紫沙蛇 <i>Psammodynastes pulverulentus</i>				+							+	+		+	+	+			
横纹斜鳞蛇 <i>Pseudoxenodon bambusicola</i>											+			+	+				
崇安斜鳞蛇 <i>P. karlschmidtii</i>								+			+				+				
斜鳞蛇 <i>P. macrops</i> ^[9]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+					
花尾斜鳞蛇 <i>P. stejnegeri</i> ^c			+				+	+			+						+	+	+

附录1 (续) Appendix 1 (continued)

物种 Species	HY	JY	YD	SJ	DM	MJ	SB	JW	HQ	JH	WY	YX	HD	LP	XG	GW	SLM	PP	NLM
灰鼠蛇 <i>Ptyas korros</i> ^c								+			+	+		+	+	+	+	+	
滑鼠蛇 <i>P. mucosus</i> ^{c, [9]}		+		+			+			+	+	+	+		+	+	+		+
缅甸颈槽蛇 <i>Rhabdophis leonardi</i>			+	+	+					+									
黑纹颈槽蛇 <i>R. nigrocinctus</i> ^c				+															
颈槽蛇 <i>R. nuchalis</i> ^[8,9]			+		+	+	+	+	+	+	+								
九龙颈槽蛇 <i>R. pentasupralabialis</i> ^{a, b}	+	+	+	+			+												
红脖颈槽蛇 <i>R. subminiatus</i>	+	+	+									+							
虎斑颈槽蛇 <i>R. tigrinus</i> ^[9,10,15]			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
尖喙蛇 <i>Rhynchophis boulengeri</i> ^c													+						
黑头剑蛇 <i>Sibynophis chinensis</i> ^[6,9,10]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		
环纹华游蛇 <i>Sinonatrix aequifasciata</i> ^b												+	+		+				
赤链华游蛇 <i>S. annularis</i> ^b										+		+		+	+	+	+	+	+
华游蛇 <i>S. percarinata</i> ^[9,10]			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
渔游蛇 <i>Xenochrophis piscator</i> ^[10]										+	+	+		+	+	+	+	+	
乌梢蛇 <i>Zaocys dhumnades</i> ^{b, c, [6,10,15]}			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
黑线乌梢蛇 <i>Z. nigromarginatus</i> ^c	+	+	+																
眼镜蛇科 Elapidae																			
银环蛇 <i>Bungarus multicinctus</i> ^{c, [10]}								+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
福建丽纹蛇 <i>Calliophis kelloggi</i> ^[4]							+				+				+	+	+		
丽纹蛇 <i>C. maccllellandi</i> ^[5]					+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+
眼镜蛇 <i>Naja naja</i> ^c			+	+							+	+			+	+	+	+	+
眼镜王蛇 <i>Ophiophagus hannah</i> ^{c, [24]}			+	+							+					+			
蝰科 Viperidae																			
白头蝰 <i>Azemiops feae</i> ^c			+	+	+	+	+	+	+		+				+		+		
尖吻蝰 <i>Deinagkistrodon acutus</i> ^{c, [9,10]}			+				+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
莽山烙铁头蛇 <i>Ermia mangshanensis</i> ^{a, b, c}												+							
短尾蝰 <i>Gloydus brevicaudus</i> ^{c, [18]}			+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
高原蝰 <i>G. strauchii</i> ^{c, [18,21]}	+	+	+	+	+	+			+										
山烙铁头蛇 <i>Ovophis monticola</i> ^[5,10]			+	+	+	+	+	+	+		+			+	+		+		
菜花原矛头蝰 <i>Protobothrops jerdonii</i> ^[9,13,20]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+				
原矛头蝰 <i>P. mucrosquamatus</i>			+		+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+		
白唇竹叶青蛇 <i>Trimeresurus albolabris</i>				+											+				
竹叶青蛇 <i>T. stejnegeri</i>		+	+			+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	
乡城竹叶青蛇 <i>T. xiangchengensis</i> ^{a, b}		+	+	+															
云南竹叶青蛇 <i>T. yunnanensis</i>			+	+															
小计 Total *	2	25	70	71	46	44	57	51	42	47	80	66	21	46	70	56	69	37	31

注: a: 长江流域特有种; b: 中国特有种; c: 濒危物种(引自《中国物种红色名录》); d: 水栖物种; *由于爬行动物水栖物种与陆生物种对水系依赖性有很大差异, 所以主要依据陆生爬行类特点的自然地理亚区对水生物种分布只有参考价值; 方括号内数字代表物种分布记录文献来源。

Note: a, endemic species to Yangtze River Basin; b, endemic species to China; c, endangered species (cited from "China Species Red List"); d, aquatic species; * Because the habitat distribution of terrestrial and aquatic reptiles are significantly different, the distribution data for the aquatic species based on the sub-regions of terrestrial species characteristics here are only partly comparable to the terrestrial species distribution; The figure in the square bracket represents the reference recording the information of the species distribution.

- [1] Chen BH(陈壁辉), Hua ZH(花兆合), Li BH(李炳华)(1985) *Alligator sinensis*(扬子鳄), pp.1–185. Anhui Science & Technology Publishing House, Hefei.(in Chinese)
- [2] Chen BH(陈壁辉)(1979) Ecological data of the turtle *Cuora flavomarginata*. *Chinese Journal of Zoology*(动物学杂志), **14**(1), 22–24.(in Chinese)
- [3] Deng XJ(邓学建), Ye YY(叶贻云)(1998) Reptile fauna and zoogeographical division in Hunan Province. *Sichuan Journal of Zoology*(四川动物), **17**(2), 91–95.(in Chinese)
- [4] Deng XJ(邓学建), Ye YY(叶贻云), Yang DD(杨道德)(1998) Two reptile records new to Hunan Province. *Sichuan Journal of Zoology*(四川动物), **17**(2), 53.(in Chinese)
- [5] Feng XY(冯孝义)(1986) Two new records of venomous snakes from Gansu. *Acta Herpetologica Sinica*(两栖爬行动物学报), **5**(2), 158.(in Chinese)
- [6] Gao ZF(高正发)(1989) Fauna and ecological distribution of amphibians and reptiles in Anxian County. *Sichuan Journal of Zoology*(四川动物), **8**(4), 40.(in Chinese)
- [7] Gao ZF(高正发)(1991) Discovery of *Achalinus meiguensis* in Anxian County, Sichuan. *Sichuan Journal of Zoology*(四川动物), **10**, 33.(in Chinese)
- [8] Gu XH(顾星和)(1987) Discovery of *Rhabdophis nuchalis*(Boulenger) in Pingwu County in Sichuan. *Sichuan Journal of Zoology*(四川动物), **6**(3), 38.(in Chinese)
- [9] Herpetological Department, Sichuan Institute of Biology(四川生物所两栖爬行室)(1976) A survey of reptiles in western Hubei Province. *Materials for Herpetological Research, Chengdu: Sichuan Institute of Biology*(两栖爬行动物研究资料 成都: 四川省生物研究所), **3**, 49–53.(in Chinese)
- [10] Herpetological Department, Sichuan Institute of Biology(四川生物所两栖爬行室)(1976) Preliminary list of reptiles of Hunan Province and their geographical distribution. *Materials for Herpetological Research, Chengdu: Sichuan Institute of Biology*(两栖爬行动物研究资料 成都: 四川省生物研究所), **3**, 54–60.(in Chinese)
- [11] Hu SC(胡淑琴), Zhao EM(赵尔宓), Liu CC(刘承钊)(1973) A survey of amphibians and reptiles in Kweichow Province, including a herpetofaunal analysis. *Acta Zoologica Sinica*(动物学报), **19**, 149–178.(in Chinese)
- [12] Kou ZT(寇治通), Wu JY(吴介云)(1993) A new species of *Oligodon* from Yunnan(Serpentes: Colubridae). *Acta Zootaxonomica Sinica* (动物分类学报), **18**, 379–381.(in Chinese)
- [13] Li C(李成), Li SQ(李胜全), Wang YZ(王跃招)(2000) β diversity and origin of herpetological fauna from southern Gansu Province, China. *Zoological Research*(动物学研究), **21**, 330–333.(in Chinese)
- [14] Luo J(罗健), Gao HY(高红英), Zhou YY(周元媛)(2004) Species diversity and protection of reptiles in Chongqing Municipality. *Sichuan Journal of Zoology*(四川动物), **23**(3), 249–256.
- [15] Nie LW(聂刘旺), Guo CW(郭超文), Wu XB(吴孝兵)(1995) The LDH isozyme page analysis of four tissues of five species in Colubridae. *Zoological Research*(动物学研究), **16**, 31–36.(in Chinese)
- [16] Rao DQ(饶定齐), Yang DT(杨大同)(1992) Phylogenetic systematics of Pareinae(Serpents) of southeastern Asia and adjacent islands with relationship between it and the geology changes. *Acta Zoologica Sinica*(动物学报), **38**, 139–150.(in Chinese)
- [17] Ross JP(1992) *Crocodile Conservation Action*. IUCN, Gland, Switzerland.
- [18] Shen X(沈曦), Zhou KY(周开亚), Wang YQ(王义权)(1999) RAPD analysis of pit-vipers of the genus *Agkistrodon* in China. *Acta Zoologica Sinica*(动物学报), **45**, 40–48.(in Chinese)
- [19] Song MT(宋鸣涛)(1984) A new species of the turtle genus *Cuora*(Testudiformes: Testudinidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*(动物分类学报), **9**, 330–332.(in Chinese)
- [20] Song MT(宋鸣涛)(1985) Reproductive data of *Trimeresurus jerdonii*. *La Animala Mondo*(动物世界), **2**(3–4), 257–258.(in Chinese)
- [21] Song MT(宋鸣涛), Chen FG(陈服官)(1985) A new subspecies of pit-viper in Qin-Ling, Shaanxi, China. *La Animala Mondo*(动物世界), **2**(2), 99–103.(in Chinese)
- [22] Wang RP(汪仁平)(1998) The current status of *Alligator sinensis* Fauvel and its conservation. *Sichuan Journal of Zoology*(四川动物), **17**(2), 79–80.(in Chinese)
- [23] Wang YH(王银华), Yang JS(杨建生), Chen BH(陈壁辉)(1988) Variations of horny shields on the *Mauremys mutica* and *Chinemys reevesii*. *Sichuan Journal of Zoology*(四川动物), **7**(2), 13–14.(in Chinese)
- [24] Zhao EM(赵尔宓), Liu XB(刘晓波), Kang SH(康绍和)(1986) Five snake species new to Sichuan. *Acta Herpetologica Sinica*(两栖爬行动物学报), **5**(2), 157.(in Chinese)
- [25] Zhao EM(赵尔宓), Hu SC(胡淑琴)(1966) Three new species of reptiles from Szechwan. *Acta Zootaxonomica Sinica*(动物分类学报), **3**, 158–166.(in Chinese)
- [26] Zhao EM(赵尔宓)(1987) The distribution of *Python molurus bivittatus* Schlegel over Sichuan Province being reconfirmed. *Acta Herpetologica Sinica*(两栖爬行动物学报), **6**(3), 78.(in Chinese)
- [27] Zhao XB(赵秀璧)(1986) *Geochlone impressa*(Günther) discovered from Shaoyang, Hunan. *Acta Herpetologica Sinica*(两栖爬行动物学报), **5**(4), 313.(in Chinese)
- [28] Zhou KY(周开亚), Liu YZ(刘月珍), Yang GP(杨光平)(1981) Three new subspecies of *Hemiphyllodactylus yunnanensis*(Boulenger) from China (Lacertiformes: Gekkonidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*(动物分类学报), **6**, 202–210.(in Chinese)