

重庆黔江发现尾突角蟾

马琦^{①②} 黄静^② 钟鸣^① 万里鹏^② 袁智勇^{②*} 王志坚^{②*}

① 重庆自然博物馆 重庆 400715; ② 西南大学生命科学学院, 三峡库区生态环境与

生物资源省部共建国家重点实验室培育基地 重庆 400715

摘要: 2022年7月在重庆市黔江区武陵山市级自然保护区采集到1号两栖动物标本, 经形态特征比较, 与尾突角蟾 (*Boulenophrys caudoprocta*) 相似; 基于线粒体 16S rRNA 和 COI 基因联合构建布角蟾属 (*Boulenophrys*) 部分物种系统发育树, 此次采集的角蟾标本与尾突角蟾聚为一支, 具有较高的支持率 (1/100, 贝叶斯法/最大似然超快速引导支持分析值); 基于 *p*-distance 估算本次采集的角蟾标本与尾突角蟾湖南模式产地标本间的遗传距离为 0%, 远小于角蟾属物种间的遗传距离 (8.7%~15.9%)。综合形态特征和分子系统发育比较, 确定此次采集到的角蟾标本为无尾目 (Anura) 角蟾科 (Megophryidae) 布角蟾属的尾突角蟾, 系重庆市两栖动物分布新记录种。重庆市尾突角蟾的发现, 进一步扩展了该地区的物种名录, 拓宽了对尾突角蟾分布范围的认知, 为该属区系分类学和系统学提供了新信息, 同时为当地生态系统和物种多样性的研究提供了基础信息, 对制定更加全面和针对性的保护措施有着积极的促进作用。

关键词: 布角蟾属; 黔江区; 武陵山

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2023) 05-780-10

Boulenophrys caudoprocta Found in Qianjiang, Chongqing, China

MA Qi^{①②} HUANG Jing^② ZHONG Ming^① WAN Li-Peng^②
YUAN Zhi-Yong^{②*} WANG Zhi-Jian^{②*}

① Chongqing Museum of Natural History, Chongqing 400715; ② State Key Laboratory Breeding Base of Eco-Environment and Bio-Resource of the Three Gorges Area, School of Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: In July 2022, a Megophryidae specimen was collected during a field investigation in Wuling Mountain Nature Reserve, Qianjiang District, Chongqing Municipality (Fig. 1). The aim of this study is to conduct morphological and phylogenetic analyses to identify the species. Morphological characteristics of the discovered species from Chongqing were comparatively analyzed with those of *Boulenophrys caudoprocta* from Hunan. Phylogenetic analyses were performed by amplifying mitochondrial 16S rRNA and COI genes

基金项目 重庆市国家重点保护陆生野生动物补充调查项目 (No. sxxycq-2021-086);

* 通讯作者, E-mail: wangzj1969@126.com, yuanzhiyongkiz@126.com;

第一作者介绍 马琦, 男, 副研究馆员; 研究方向: 动物学; E-mail: maqiswu@126.com.

收稿日期: 2023-03-14, 修回日期: 2023-05-14 DOI: 10.13859/j.cjz.202305012

and obtaining information on the 16S rRNA and *COI* genes of 22 *Boulenophrys* species from the NCBI GenBank database (Table 1). Corresponding sequences for *Xenophrys glandulosa* and *X. mangshanensis* were also downloaded and used as outgroups. Maximum likelihood phylogenetic tree was constructed using IQ-TREE, and Bayesian tree was constructed using MrBayes 3.2.1. The best-fit model was determined using the Bayesian inference criteria (BIC) computed by ModelFinder. The results of the morphological comparison between Chongqing and Hunan samples appeared to be similar (Fig. 2). The snout vent length of the female species discovered in Qianjiang District (78.2 mm) was slightly longer than that of topotype HNUL 090808dp (77.8 mm), but was slightly shorter than that of the *B. caudoprocta* specimen from Houhe National Nature Reserve (80.5 mm) (Table 2). Genetic analysis based on mitochondrial 16S rRNA and *COI* genes revealed that the *B. caudoprocta* group species in Qianjiang District of Chongqing and the group species from Badagongshan Nature Reserve of Hunan clustered into one branch (Fig. 3). For both 16S rRNA and *COI* gene sequences, the uncorrected *p*-distances between *B. caudoprocta* specimens from Chongqing and Hunan were zero, implying an absence of genetic differentiation between the two populations. (Table 3, 4). The collected *Boulenophrys* specimen was identified as *B. caudoprocta*, which is a new record of amphibian distribution in Chongqing based on thorough morphological and phylogenetic analyses.

Key words: *Boulenophrys*; Qianjiang District; Wuling Mountain

角蟾科 (Megophryidae) 是东洋界生物区系的代表性两栖动物类群, 具有极其丰富的物种多样性, 中国的角蟾物种多样性非常丰富, 但仍需要对历史记录和地区名录开展全面系统的厘定工作。角蟾亚科 (Megophryinae) 隶属于无尾目 (Anura) 角蟾科 (Megophryidae), 主要分布于亚洲的热带和亚热带山地森林中, 包括中国南部, 喜马拉雅山南部和东部, 以及横跨中南半岛, 通过马来群岛到华莱士线 (Chen et al. 2017, Qi 2021)。布角蟾属 (*Boulenophrys*) 隶属于角蟾亚科, 基于 Lyu 等 (2023) 对角蟾亚科的重新分类研究, 布角蟾属已认定 65 个物种, 中国已知分布布角蟾属 59 种 (Frost 2023, 中国两栖类 2023)。重庆直辖市共记录布角蟾属 7 种, 包括抱龙角蟾 (*B. baolongensis*)、小角蟾 (*B. minor*)、棘指角蟾 (*B. spinata*)、巫山角蟾 (*B. wushanensis*)、江氏角蟾 (*B. jiangi*)、峨眉角蟾 (*B. omeimontis*) 和淡肩角蟾 (*B. boettgeri*) (胡淑琴等 1960, 刘承钊等 1960, 费梁等 2009, 中国两栖类 2023)。尾突角蟾 (*B. caudoprocta*) 隶属于布角蟾属 (Frost 2023), 为我国特有种 (费梁等

2009, 2012), 其模式产地为湖南省桑植县天平山 (沈猷慧 1994), 目前仅在湖北省五峰土家族自治县和鹤峰县以及湖南省桑植县记载有分布 (费梁 2020), 为濒危级物种 (IUCN 2023, 江建平等 2021)。

作者于 2022 年 7 月 5 日, 在重庆市黔江区武陵山市级自然保护区 (29°16' N, 108°53' E, 海拔 1 579 m) (图 1), 采集到 1 号雌性布角蟾成体标本, 经形态学和分子系统学比较分析, 鉴定为尾突角蟾, 为重庆市两栖类物种分布新记录物种。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

取标本肌肉组织, 保存在无水乙醇中。标本固定后, 浸泡于 75% 的乙醇中, 存放于西南大学生命科学学院生物学标本室 (标本号: SWU 0001417)。

1.2 形态鉴定与测量

标本的外部形态鉴定依据《中国动物志·两栖纲·中卷: 无尾目》(费梁等 2009) 和《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》(费梁等

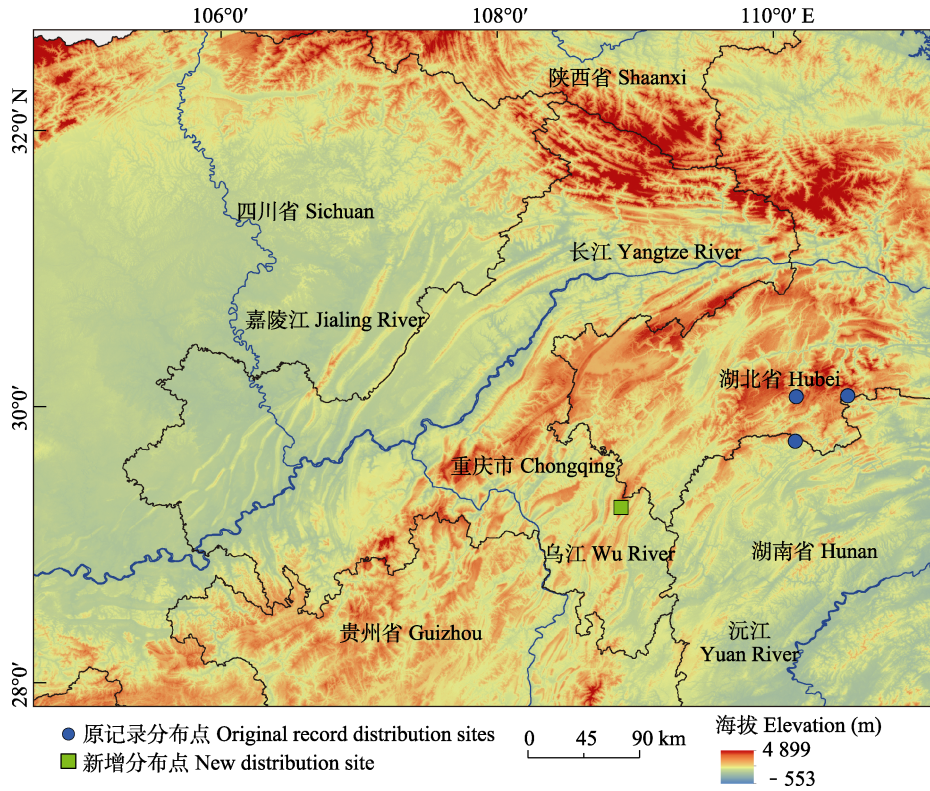


图 1 尾突角蟾分布图

Fig. 1 The distribution localities of *Boulenophrys caudoprocta*

2012)。使用的 SHAHE 牌电子数显游标卡尺(温州三和量具仪器有限公司, 量程 0~200 mm, 精度 0.1 mm) 测量 19 项外形特征量度。

1.3 分子数据及系统发育树构建

使用天根 DNA 提取试剂盒 DP304 (天根生化科技有限公司) 提取总 DNA。基于 Simon 等 (1994), 使用引物 P7 和 P8 扩增 16S rRNA 基因部分片段; 基于 Che 等 (2012), 使用引物 Chmf4 和 Chmr4 扩增 COI 基因部分片段。通过琼脂糖凝胶电泳对 PCR 产物进行检测, 最后送到生工生物工程 (上海) 股份有限公司对产物进行双向测序。所有新获得的序列都已提交至 GenBank。

基于 Wang 等 (2022) 对布角蟾属的系统发育研究, 从 GenBank 下载了重庆记录的 7 种布角蟾和周边省份记录的布角蟾属物种, 根据本文所测的序列数据, 以异角蟾属的腺角蟾 (*Xenophrys glandulosa*) 和莽山角蟾 (*X.*

mangshanensis) 作为外群, 进行系统发育分析 (表 1)。通过 DNASTAR LASERGENE v6 软件包中的 SeqMan 工具手动校对, 将新扩增的双向测序序列合并, 并利用 MEGA 5.0 (Tamura et al. 2011) 中的比对分析删除一些冗余序列。用最大似然法 (maximum likelihood, ML) 和贝叶斯法 (Bayesian inference, BI) 构建系统发育树, 采用 IQ-TREE (Guindon et al. 2010, Nguyen et al. 2015) 和 2 000 超快速自举 (Bui et al. 2013, Hoang et al. 2018) 构建最大似然分子系统进化树, 直至最小相关系数达到 0.99。用 MrBayes 3.2.1 (Ronquist et al. 2012) 构建贝叶斯树, 使用 ModelFinder (Kalyaanamoorthy et al. 2017) 计算最佳替换模型, 本文中计算的最佳模型是 GTR + I + G。在贝叶斯分析中, 使用 4 个马尔可夫链, 运算 1 000 万代, 每 500 代采样一次, 舍弃样本比例为 25%。为了判断运算结果是否收敛, 我们

使用了软件 Tracer v1.5 (Drummond et al. 2007), 并设定有效样本量 (effective sample size, ESS) 值大于 200 为收敛的标准。用 MEGA 5.0 中 *p*-distance 模型计算表 1 中所列布角蟾属物种间的遗传距离。

2 结果

2.1 形态描述

重庆市黔江区采集的角蟾标本, 为成年雌性。体型较大, 体长达到 78.2 mm, 其他部位的量度见表 2。头顶略凹; 背部皮肤较光滑, 散有小的痣粒, 两眼间和身体中部区域痣粒较

少。腹面皮肤光滑。鼓膜较明显, 扁圆形, 斜置。指间无蹼, 趾间微蹼。第一指基部稍膨大。舌后端无缺刻。

头长略大于头宽 (头长与头宽的比例为 1.05), 吻盾形, 吻端圆, 明显突出于下唇, 吻长大于眼径 (吻长与眼径的比例为 1.10), 鼻吻距略小于鼻眼距 (鼻吻距与鼻眼距的比例为 0.83); 吻棱很明显; 鼻间距大于眼间距 (鼻间距与眼间距的比例为 1.30), 眼间距小于上眼睑宽 (眼间距与上眼睑宽的比例为 0.69); 鼻间距略小于上眼睑宽 (鼻间距与上眼睑宽的比例为 0.89); 瞳孔椭圆形, 纵置; 有犁骨齿和犁骨棱。

表 1 样品信息和 GenBank 登录号

Table 1 Samples used in this study and GenBank accession numbers for sequences

物种 Species	采集地 Locality	GenBank 登录号 GenBank accession number	
		16S rRNA	COI
本研究样本 Specimen of this study	重庆黔江 Qianjiang, Chongqing	OQ727409	OQ727410
安龙角蟾 <i>Boulenophrys anlongensis</i>	贵州安龙 Anlong, Guizhou	MT823184	MT823261
抱龙角蟾 <i>B. baolongensis</i>	重庆抱龙 Baolong, Chongqing	KX811813	KX812093
宾川角蟾 <i>B. binchuanensis</i>	云南鸡足山 Mt Jizu, Yunnan	KX811849	KX812112
炳灵角蟾 <i>B. binlingensis</i>	四川瓦屋山 Mt Wawu, Sichuan	MH406892	MH406354
淡肩角蟾 <i>B. boettgeri</i>	福建武夷山 Mt Wuyi, Fujian	MF667878	MH406247
短肢角蟾 <i>B. brachykolos</i>	香港 Hong Kong	KJ560403	MH406120
赤水角蟾 <i>B. chishuiensis</i>	贵州赤水 Chishui, Guizhou	MN954707	MN928958
江氏角蟾 <i>B. jiangi</i>	贵州宽阔水 Kuankuoshui, Guizhou	MN107743	MN107748
雷山角蟾 <i>B. leishanensis</i>	贵州雷公山 Mt Leigong, Guizhou	MH406673	MH406113
荔波角蟾 <i>B. liboensis</i>	贵州荔波 Libo, Guizhou	MF285253	—
小角蟾 <i>B. minor</i>	四川青城山 Mt Qingcheng, Sichuan	MF667862	MH406194
峨眉角蟾 <i>B. omeimontis</i>	四川峨眉山 Mt Emei, Sichuan	MH406887	MH406349
棘指角蟾 <i>B. spinata</i>	贵州雷公山 Mt Leigong, Guizhou	MH406675	MH406115
巫山角蟾 <i>B. wushanensis</i>	湖北神农架 Shennongjia, Hubei	MH406732	MH406184
尾突角蟾 <i>B. caudoprocta</i>	湖南八大公山 Badagongshan, Hunan	MH406795	MH406257
陈氏角蟾 <i>B. chenii</i>	湖南桃源洞 Taoyuandong, Hunan	KJ560398	MH406098
井冈山角蟾 <i>B. jinggangensis</i>	江西井冈山 Mt Jinggang, Jiangxi	MH406780	MH406239
挂墩角蟾 <i>B. kuatunensis</i>	福建武夷山 Mt Wuyi, Fujian	MF667881	MH406206
林氏角蟾 <i>B. lini</i>	湖南桃源洞 Taoyuandong, Hunan	MF667874	MH406135
南岭角蟾 <i>B. nanlingensis</i>	广东南岭 Nanling, Guangdong	MH406646	MH406082
桑植角蟾 <i>B. sangzhiensis</i>	湖南八大公山 Badagongshan, Hunan	MH406797	MH406259
腺角蟾 <i>Xenophrys glandulosa</i>	云南高黎贡山 Mt Gaoligong, Yunnan	MH406755	MH406214
莽山角蟾 <i>X. mangshanensis</i>	广东三岳山 Mt Sanyue, Guangdong	MH406666	MH406106

表 2 重庆黔江尾突角蟾 1 号雌性成体量度

Table 2 Measurements of female specimen of *Boulenophrys caudoprocta* from Qianjiang, Chongqing

测量指标 Measurement item	测量值 Value (mm)	比例 Ratio (%)	测量指标 Measurement item	测量值 Value (mm)	比例 Ratio (%)
体长 Snout-vent length, SVL	78.2		鼓膜径 Diameter of tympanum, TD	4.5	5.7
头长 Head length, HL	24.1	30.8	前臂及手长 Forearm and hand length, FAHL	38.6	49.3
头宽 Head width, HW	23.0	29.4	手长 Hand length, HAL	22.2	28.4
吻长 Snout length, SL	8.2	10.5	前臂宽 Maximum width of forearm, FAW	6.6	8.4
鼻间距 Internasal distance, IND	7.4	9.4	后肢长 Hind limb length, HLL	123.1	157.5
鼻吻距 Nostril to snout distance, NSL	4.0	5.1	股长 Thigh length, THL	35.8	45.8
鼻眼距 Nostril to eye distance, NEL	4.8	6.1	胫长 Tibia length, TL	38.4	49.1
眼间距 Interorbital distance, IOD	5.7	7.3	跗足长 Length of tarsus and foot, TFL	51.7	66.1
上眼睑宽 Upper eyelid width, UEW	8.3	10.6	足长 Foot length, FTL	37.3	47.7
眼径 Horizontal diameter of eye, ED	7.5	9.6			

比例是每一个测量值与体长的百分比。The ratio is the percentage of each measurement to snout vent length.

前肢细，前臂及手长约为体长之半（前臂及手长与体长的比例为 0.49）；指端扁圆，轻微膨大，略宽于其下的指节，指长顺序为 3、4、1、2，无指关节下瘤，内掌突明显且突出，外掌突小而圆；趾端扁圆，轻微膨大呈球状，趾长的顺序为 IV、III、V、II、I，无趾关节下瘤；内跖突扁圆形，无外跖突；胫长约为体长的一半（胫长与体长的比例为 0.49）；后肢较长，约为体长的 1.5 倍（后肢长与体长的比例为 1.57），贴体前伸时胫跗关节可达眼部。体后端有圆锥形尾突，肛孔位于尾突腹面，背面看不到肛孔；肛孔两侧下方至股后腺前后，有密集的白色疣粒。

生活时背部棕褐色，上眼睑外缘有帘状肤褶，两眼间的肤棱很细且不明显，与其后的“V”形细肤棱构成倒三角形，倒三角形内颜色呈深棕色；颞褶明显，肩部位置略宽厚；背中部有两条细肤棱交叉形成“X”状；从背侧肩部到胯部各有一条细肤棱；股、胫部背面各有 2 或 3 条横细肤棱；身体两侧棕黄色，上方散布大小不一的疣粒；前臂、指、跗部、趾有明显的黑色宽横纹，前臂和指的黑色宽横纹颜色更深（图 2a）；腹面头胸部皮肤颜色黄棕色，腹部米白色，头胸部、腹部和四肢腹面分散大小不一的明显黑斑，胸侧有一对明显的白色腋腺（图



图 2 重庆市黔江区尾突角蟾

Fig. 2 Views of *Boulenophrys caudoprocta* in life from Qianjiang, Chongqing

a. 侧面观；b. 腹面观。a. Lateral view; b. Ventral view.

2b), 股后腺一对, 白色, 大而明显。

2.2 分子系统发育关系与遗传距离

本研究所用样品的 16S rRNA 和 COI 基因片段, 经比对编辑后联合成一个数据集, 最后得到有效序列长度为 1 090 bp (16S rRNA 长度为 529 bp, COI 为 561 bp)。通过与已发表的尾突角蟾、重庆分布的 7 种布角蟾属物种和周边省份分布的 13 种布角蟾属物种的序列比较, 共 326 个碱基变异位点, 248 个简约信息位点。本文用最适核苷酸替代模型为 GTR + I + G。采用贝叶斯法和最大似然法得到的系统发育树拓扑结构相似, 仅以贝叶斯树为例 (图 3)。本研究中, 重庆市黔江区尾突角蟾种群和湖南省八大公山自然保护区的尾突角蟾聚为一个分支, 支持率较高 (贝叶斯后验概率为 1, 2 000 次重

复的最大似然超快速引导支持分析值为 100)。为了获得更加可靠的结果, 针对 16S rRNA 和 COI 基因长度不同、进化速率和变异率不同的限制, 采用单个基因计算遗传距离。用未校正的 *p*-distance 模型计算重庆和湖南尾突角蟾种群的 16S rRNA 及 COI 基因的遗传距离均为 0, 不存在遗传分化。物种间的遗传距离见表 3 和 4。

2.3 生境描述

本研究尾突角蟾栖息于山间溪水附近的岩石和林地中, 海拔 1 590 m 左右, 该地植被繁茂, 常绿阔叶林环绕, 山间溪流水质清澈见底, 环境潮湿 (图 4)。发现时其未发出鸣叫声。同域分布的两栖动物还有江氏角蟾 (*B. jiangi*) 和棘腹蛙 (*Quasipaa boulengeri*)。

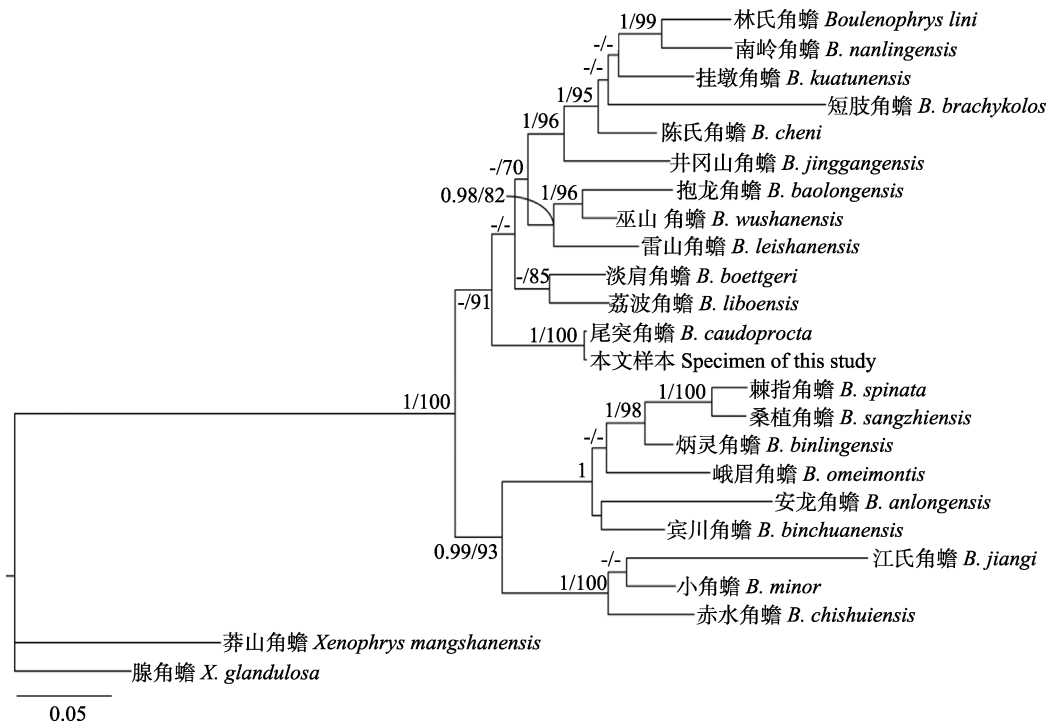


图 3 基于线粒体 16S rRNA 和 COI 基因联合序列构建的布角蟾属贝叶斯树

Fig. 3 Bayesian inference tree for *Boulenophrys* based on concatenated dataset of 16S rRNA and COI gene sequences

图中 “/” 前后的数字分别为贝叶斯后验概率和最大似然超快速引导支持 (2 000 次重复) 分析值, 低于 0.95/70 的用符号 “-” 表示。比例尺表示每个位点的 0.05 个核苷酸替换。

Numbers before slashes indicate Bayesian posterior probabilities (displayed > 0.95 values), and numbers after slashes are ultrafast bootstrap support for maximum likelihood (2 000 replicates) analyses (> 70 retained). The scale bar represents 0.05 nucleotide substitutions per site.

表 3 基于 16S rRNA 序列的布角蟾属部分物种间的遗传距离
Table 3 Genetic distances between *Boulenophrys* species based on partial 16S rRNA sequences

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
1 尾突角蟾 <i>Boulenophrys caudoprocta</i>																								
2 尾突角蟾 <i>B. caudoprocta</i>	0.00																							
3 安龙角蟾 <i>B. anlongensis</i>	0.05	0.05																						
4 抱龙角蟾 <i>B. baolongensis</i>	0.02	0.02	0.05																					
5 宾川角蟾 <i>B. binchuanensis</i>	0.04	0.04	0.03	0.04																				
6 炳灵角蟾 <i>B. binlingensis</i>	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02																			
7 淡肩角蟾 <i>B. boettgeri</i>	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03																		
8 短肢角蟾 <i>B. brachykolos</i>	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.04																	
9 赤水角蟾 <i>B. chishuiensis</i>	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06																
10 江氏角蟾 <i>B. jiangi</i>	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08															
11 雷山角蟾 <i>B. leishanensis</i>	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.07														
12 荔波角蟾 <i>B. liboensis</i>	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.08	0.03													
13 小角蟾 <i>B. minor</i>	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.06	0.03	0.08	0.05	0.05												
14 峨眉角蟾 <i>B. omeimonitis</i>	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.04	0.06	0.04	0.09	0.03	0.04	0.05											
15 棘指角蟾 <i>B. spinata</i>	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.03	0.06	0.04	0.09	0.03	0.04	0.05	0.02										
16 巫山角蟾 <i>B. wushanensis</i>	0.03	0.03	0.05	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05	0.08	0.02	0.03	0.06	0.03	0.04									
17 陈氏角蟾 <i>B. cheni</i>	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.08	0.02	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03								
18 井冈山角 <i>B. jinggangensis</i>	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.05	0.05	0.07	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.02	0.02							
19 挂墩角蟾 <i>B. kuatunensis</i>	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.08	0.03	0.02	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03						
20 林氏角蟾 <i>B. lini</i>	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.06	0.09	0.04	0.04	0.06	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03					
21 南岭角蟾 <i>B. nanlingensis</i>	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.03	0.04	0.04	0.03				
22 桑植角蟾 <i>B. sangzhiensis</i>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.04	0.06	0.05	0.09	0.03	0.05	0.06	0.03	0.01	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05			
23 腺角蟾 <i>Xenophrys glandulosa</i>	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.11	0.10	0.13	0.09	0.09	0.10	0.09	0.08	0.09	0.10	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09		
24 莽山角蟾 <i>X. mangshanensis</i>	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.08	0.09	0.11	0.11	0.13	0.09	0.10	0.11	0.09	0.08	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.06

1. 重庆黔江的尾突角蟾; 2. 湖南八大公山的尾突角蟾。1. *B. caudoprocta* from Badagongshan, Hunan.

表 4 基于 COI 基因序列的布角蟾属部分物种间的遗传距离

Table 4 Genetic distances between *Boulenophrys* based on partial COI gene sequences

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1 尾突角蟾 <i>Boulenophrys caudoprocta</i>																							
2 尾突角蟾 <i>B. caudoprocta</i>	0.00																						
3 安龙角蟾 <i>B. anlongensis</i>	0.15	0.15																					
4 抱龙角蟾 <i>B. baolongensis</i>	0.11	0.11	0.16																				
5 宾川角蟾 <i>B. binchuanensis</i>	0.12	0.12	0.11	0.14																			
6 炳灵角蟾 <i>B. binlingensis</i>	0.12	0.12	0.10	0.13	0.07																		
7 淡肩角蟾 <i>B. boettgeri</i>	0.09	0.09	0.16	0.11	0.13	0.13																	
8 短肢角蟾 <i>B. brachykotos</i>	0.13	0.13	0.16	0.14	0.16	0.14	0.13																
9 赤水角蟾 <i>B. chishuiensis</i>	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.15															
10 江氏角蟾 <i>B. jiangi</i>	0.13	0.13	0.15	0.15	0.13	0.12	0.15	0.14	0.09														
11 雷山角蟾 <i>B. leishanensis</i>	0.09	0.09	0.16	0.09	0.14	0.13	0.11	0.14	0.14	0.14													
12 小角蟾 <i>B. minor</i>	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.07	0.08	0.13												
13 峨眉角蟾 <i>B. omeimontis</i>	0.13	0.13	0.14	0.14	0.09	0.08	0.16	0.18	0.14	0.14	0.13	0.12											
14 棘指角蟾 <i>B. spinata</i>	0.15	0.15	0.14	0.16	0.09	0.08	0.16	0.17	0.16	0.14	0.16	0.14	0.11										
15 巫山角蟾 <i>B. wushanensis</i>	0.09	0.09	0.14	0.06	0.12	0.11	0.09	0.13	0.13	0.13	0.07	0.11	0.13	0.14									
16 陈氏角蟾 <i>B. cheni</i>	0.10	0.10	0.15	0.11	0.13	0.13	0.10	0.12	0.15	0.15	0.11	0.13	0.15	0.15	0.09								
17 井冈山角 <i>B. jinggangensis</i>	0.11	0.11	0.16	0.12	0.14	0.14	0.11	0.13	0.16	0.15	0.11	0.14	0.14	0.16	0.09	0.09							
18 挂墩角蟾 <i>B. kuatunensis</i>	0.12	0.12	0.16	0.12	0.14	0.14	0.11	0.13	0.15	0.14	0.10	0.14	0.16	0.16	0.09	0.08	0.09						
19 林氏角蟾 <i>B. lini</i>	0.11	0.11	0.16	0.12	0.14	0.14	0.11	0.13	0.17	0.16	0.12	0.16	0.15	0.15	0.09	0.08	0.11	0.08					
20 南岭角蟾 <i>B. nanningensis</i>	0.11	0.11	0.17	0.11	0.15	0.13	0.11	0.12	0.17	0.15	0.11	0.14	0.16	0.16	0.09	0.07	0.09	0.08					
21 桑植角蟾 <i>B. sangzhiensis</i>	0.13	0.13	0.12	0.15	0.09	0.07	0.14	0.16	0.15	0.13	0.14	0.13	0.10	0.04	0.13	0.14	0.15	0.15	0.14				
22 腺角蟾 <i>Xenophrys glandulosa</i>	0.16	0.16	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.18	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.18	0.17	0.16	0.18	0.18	0.18
23 莽山角蟾 <i>X. mangshanensis</i>	0.16	0.16	0.19	0.18	0.17	0.17	0.18	0.19	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.18	0.17	0.16	0.18	0.18	0.16	0.17	0.18	0.17	0.18

1. 重庆黔江的尾突角蟾； 2. 湖南八大公山的尾突角蟾。 1. *B. caudoprocta* from Qianjiang, Chongqing; 2. *B. caudoprocta* from Badagongshan, Hunan.



图 4 重庆市黔江区尾突角蟾生境

Fig. 4 Habitats of *Boulenophrys caudoprocta* in Qianjiang District, Chongqing

3 讨论

重庆的尾突角蟾体长略大于地模标本（标本编号：HNUL 090808dp，体长 77.8 mm，沈猷慧等 2013），略小于湖北后河国家级自然保护区的雌性标本（标本编号：HBWF03008，体长 80.5 mm，戴宗兴等 2011）。通过观察性腺发育情况，该标本是成熟雌性，尚未产卵，卵黄色，卵大，卵径 2.4 mm 左右，根据性腺发育推断，尾突角蟾的繁殖期可能在 7 月上旬左右。基于沈猷慧等（2013）对尾突角蟾繁殖期的研究，可推测其繁殖期可能在 7 月上旬至 8 月中旬左右。

尾突角蟾为中国特有种（费梁等 2012），目前已知的记录地点有湖北省五峰土家族自治县、鹤峰县和湖南省桑植县（戴宗兴等 2011，沈猷慧等 2013）。本次尾突角蟾发现地黔江区位于重庆东南部，属于武陵山区腹地，重庆分布点与湖北省五峰土家族自治县分布点的直线距离最远（约 182 km），和湖南省桑植县天平山分布点的直线距离最近（约 133 km）。尾突角蟾模式产地和已知分布点都属于武陵山区东段，重庆发现尾突角蟾，扩大了对其分布范围的认知，武陵山区西段是否有尾突角蟾的分布，

还需进一步调查。

致谢 衷心感谢中国科学院成都生物研究所江建平研究员、谢锋研究员和王斌副研究员给予的指导和帮助。

参 考 文 献

- Bui Q M, Nguyen M A T, von Haeseler A, 2013. Ultrafast approximation for phylogenetic bootstrap. *Molecular Biology and Evolution*, 30(5): 1188–1195.
- Che J, Chen H M, Yang J X, et al. 2012. Universal COI primers for DNA barcoding amphibians. *Molecular Ecology Resources*, 12(2): 247–258.
- Chen J M, Zhou W W, Poyarkov N A, et al. 2017. A novel multilocus phylogenetic estimation reveals unrecognized diversity in Asian horned toads, genus *Megophrys sensu lato* (Anura: Megophryidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 106: 28–43.
- Drummond A J, Rambaut A. 2007. BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. *BMC Evolutionary Biology*, 7(8): 214.
- Frost D R. 2023. *Amphibian Species of the World: An Online Reference*. Version 6.1. New York, USA: American Museum of Natural History. [EB/OL]. [2023-03-07]. <https://amphibiansoftheworld.org>.

- amnh.org/.
- Guindon S, Dufayard J F, Lefort V, et al. 2010. New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. *Systematic Biology*, 59(3): 307–321.
- Hoang D T, Chernomor O, von Haeseler A, et al. 2018. UFBoot2: Improving the ultrafast bootstrap approximation. *Molecular Biology and Evolution*, 35(2): 518–522.
- IUCN. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. [EB/OL]. [2023-03-07]. <https://www.iucnredlist.org/>.
- Kalyaanamoorthy S, Bui Q M, Wong T K F, et al. 2017. ModelFinder: Fast model selection for accurate phylogenetic estimates. *Nature Methods*, 14(6): 587–589.
- Lyu Z T, Qi S, Wang J, et al. 2023. Generic classification of Asian Horned Toads (Anura: Megophryidae: Megophryinae) and monograph of Chinese species. *Zoological Research*, 44(2): 380–450.
- Nguyen L T, Schmidt H A, von Haeseler A, et al. 2015. IQ-TREE: A fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum-likelihood phylogenies. *Molecular Biology and Evolution*, 32(1): 268–274.
- Qi S, Lyu Z T, Wang J, et al. 2021. Three new species of the genus *Boulenophrys* (Anura, Megophryidae) from southern China. *Zootaxa*, 5072(5): 401–438.
- Ronquist F, Teslenko M, van der Mark P, et al. 2012. MrBayes 3.2: Efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology*, 61(3): 539–542.
- Simon C, Frati F, Beckenbach A, et al. 1994. Evolution, weighting and phylogenetic utility of mitochondrial gene sequences and a compilation of conserved polymerase chain reaction primers. *Annals of the Entomological Society of America*, 87(6): 651–701.
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, et al. 2011. MEGA5: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28(10): 2731–2739.
- Wang J, Zeng Z C, Lyu Z T, et al. 2022. Description of three new *Boulenophrys* species from eastern Guangdong, China, emphasizing the urgency of ecological conservation in this region (Anura, Megophryidae). *Zootaxa*, 5099(1): 91–119.
- 戴宗兴, 刘爱民, 杜建峰, 等. 2011. 湖北省两栖动物新纪录——尾突角蟾. *动物学杂志*, 46(2): 142–143.
- 费梁. 2020. 中国两栖动物图鉴(野外版). 郑州: 河南科学技术出版社, 1–837.
- 费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 等. 2009. 中国动物志·两栖纲·中卷: 无尾目. 北京: 科学出版社, 1–957.
- 费梁, 叶昌媛, 江建平. 2012. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴. 成都: 四川科学技术出版社, 1–619.
- 胡淑琴, 杨抚华. 1960. 金佛山两栖类动物初步调查报告. *动物学杂志*, 4(6): 256–263.
- 江建平, 谢锋, 李成, 等. 2021. 中国生物多样性红色名录: 脊椎动物 第四卷 两栖动物(上册). 北京: 科学出版社, 1–413.
- 刘承钊, 胡淑琴, 杨抚华. 1960. 四川巫山两栖类初步调查报告. *动物学报*, 12(2): 278–292.
- 沈猷慧. 1994. 中国角蟾属(无尾目: 锄足蟾科)一新种//中国动物学会. 中国动物学会成立 60 周年纪念论文集. 北京: 中国科学技术出版社, 603–606.
- 沈猷慧, 谷祺, 廖春林. 2013. 尾突角蟾 *Megophrys caudoprocta* (两栖纲, 角蟾科) 的进一步记述. *动物学杂志*, 48(3): 351–356.
- 中国两栖类. 2023. “中国两栖类”信息系统. 中国, 云南省, 昆明: 中国科学院昆明动物研究所. [EB/OL]. [2023-03-07]. <http://www.amphibiachina.org/>.