

中国浙江省发现异角蟾属一新种 (两栖纲: 角蟾科)

王聿凡^① 刘宝权^{①*} 蒋珂^② 金伟^① 许济南^① 吴丞昊^①

① 浙江省森林资源监测中心 杭州 310020; ② 中国科学院昆明动物研究所遗传资源与进化国家重点实验室 昆明 650223

摘要: 根据形态特征比较, 浙江丽水所采集的异角蟾标本应属一新种——丽水异角蟾 *Xenophrys lishuiensis* Wang, Liu & Jiang, sp. nov.。正模标本: WYF00164, 雄性成体, 2016年5月20日采于浙江省丽水市莲都区葑垟林场附近 (28°11'51.72"N, 119°49'2.28"E, 海拔 1 100 m); 配模标本: WYF00169, 雌性成体; 副模标本: 12♂♂ (WYF00165 ~ WYF00168, WYF00171 ~ WYF00178), 2♀♀ (WYF00170 和 WYF11011), 均与正模同时、同地采集。正模和配模标本, 以及 8 号副模标本 (WYF00165 ~ WYF00168, WYF00171 ~ WYF00173, WYF11011) 保存于中国科学院成都生物研究所两栖爬行动物标本馆, 其余 6 号副模标本 (WYF00170, WYF00174 ~ WYF00178) 保存于浙江自然博物馆。丽水异角蟾主要鉴别特征为: 1) 体型小, 雄性体长 30.7 ~ 34.7 mm, 雌性体长 36.9 ~ 40.4 mm; 2) 头长略大于头宽; 3) 无犁骨棱, 无犁骨齿; 4) 舌游离端无缺刻; 5) 掌突 2 个; 6) 胫长不及体长之半; 7) 趾间无蹼, 趾侧无缘膜; 8) 背部具“X”形斑块, 或“X”形斑中间断开, 色斑粗, 边缘清晰且镶浅色边; 9) 头背三角形斑与体背斑块不相连; 10) 雄性肩部具不显著的浅色半圆斑; 11) 雄性第一、二指背面具婚垫和极小而密集的婚刺, 第二指婚刺较少。依据线粒体基因 16S rRNA 共 397 bp 序列以贝叶斯法构建异角蟾属 14 个物种间的系统发育关系。包括新种丽水异角蟾在内的 10 个异角蟾属物种, 以高支持率 (后验概率 98%) 形成一个单系 (支系 B), 其中, 该种 3 个个体以高支持率 (后验概率 100%) 形成一个单独的支系, 与其近缘种淡肩异角蟾 (*X. boettgeri*) 之间的遗传距离为 3.9%, 大于同属部分物种间遗传距离。

关键词: 丽水异角蟾; 新种; 浙江省

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2017) 01-19-11

A New Species of the Horn Toad of the Genus *Xenophrys* from Zhejiang, China (Amphibia: Megophryidae)

WANG Yu-Fan^① LIU Bao-Quan^{①*} JIANG Ke^② JIN Wei^① XU Ji-Nan^① WU Cheng-Hao^①

基金项目 国家林业局第二次全国陆生野生动物资源调查项目 (林护发[2011]111 号), 国家科技基础性工作专项 (No. 2011FY120200), 环境保护部南京环境科学研究所基金项目;

* 通讯作者, E-mail: zjhzlbq@126.com;

第一作者简介 王聿凡, 男, 调查员; 研究方向: 两栖爬行动物分类学; E-mail: zjwyf0711@163.com.

收稿日期: 2016-09-18, 修回日期: 2016-12-11 DOI: 10.13859/j.cjz.201701003

文中照片为第一作者拍摄。

① Zhejiang Forest Resource Monitoring Center, Hangzhou 310020; ② State Key Laboratory of Genetic Resources and Evolution, Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China

Abstract: Here we reported a new species, *Xenophrys lishuiensis* Wang, Liu and Jiang, **sp. nov.** (Fig. 1 and 2). Holotype: WYF00164, adult male, collected by WANG Yu-Fan on 20 May 2016 from Fengyang Forest Station and adjacent area in Liandu, Lishui, Zhejiang, China (28°11'51.72"N, 119°49'2.28"E, altitude 1 100 m); allotype: WYF00169, adult female, collected by WANG Yu-Fan from the locality in the same date as holotype; paratypes: 12♂♂ (WYF00165 - WYF00168, WYF00171 - WYF00178), 2♀♀ (WYF00170 and WYF11011), collected in the same date and same locality as holotype, by WANG Yu-Fan. The holotype, allotype and eight of the paratypes (WYF00165 - WYF00168, WYF00171 - WYF00173, WYF11011) were deposited in Herpetological Museum of Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences; the remaining six paratypes (WYF00170, WYF00174 - WYF00178) deposited in Zhejiang Museum of Natural History. The new species distinguished by a combination of the following characters: 1) small body size, snout vent length (SVL) 30.7 - 34.7 mm in males, 36.9 - 40.4 mm in females; 2) head length larger than head width; 3) vomerine ridge and vomerine teeth absent; 4) tongue not notched behind; 5) two metacarpal tubercles present; 6) tibia length less than half snout-vent length; 7) no web and lateral fringe in toes; 8) a "X" shaped botch on dorsal body, or divided medially, the botch thick, the margin distinct and edged with light color; 9) the triangle botch on dorsal head not touched with the botch on dorsal body; 10) males with indistinct semicircular light-colored botch on shoulder; 11) males with nuptial pad on the first and second fingers, covered by dense and small nuptial spines, relatively less on the second finger (Table 2 and 3, Fig. 1 and 2). In addition, based on 397 based pairs (bp) of mitochondrial 16S rRNA sequences, we constructed phylogenetic relationships using Bayesian inference among 14 species of the genus *Xenophrys* (Table 1 and Fig. 3). The new species formed a monophyletic group (Clade B) with high support value (Bayesian posterior probability 98%), three of which formed a distinct lineage with high support value (Bayesian posterior probability 100%), there possesses a 3.9% genetic distance between *X. lishuiensis* and its close relative *X. boettgeri*, which is greater than the one between some other species in the Genus of *Xenophrys* (Table 4).

Key words: *Xenophrys lishuiensis* Wang, Liu and Jiang, **sp. nov.**; New species; Zhejiang

角蟾科 (Megophryidae) 异角蟾属 (*Xenophrys* Günther, 1864) 目前包括 48 个物种, 广泛分布于东南亚、南亚和东亚地区 (Frost 2016), 中国已知 31 种 (Chen et al. 2016), 主要分布于秦岭以南地区。异角蟾属曾被作为角蟾属 (*Megophrys* Kuhl and van Hasselt, 1822) 的异名, 李成和王跃招 (2008) 主要依据形态学证据, 建议将中国的角蟾属物种改订为异角蟾属。依据最近的分子系统发育研究结果, 支持将异角蟾属独立 (Wang et al. 2014, Chen et al. 2016)。近 10 年来, 异角蟾属的物种多样性逐

步被认识, 仅中国就有近 10 个新种相继被报道 (叶昌媛等 2007, 江建平等 2008, 费梁等 2009, Mo et al. 2010, Wang et al. 2012, Li et al. 2014, Wang et al. 2014)。

葑垟林场位于浙江省丽水市莲都区南部山区, 为洞宫山脉、括苍山脉及仙霞岭山脉三大山脉交汇处, 属武夷山系余脉, 植被覆盖率 90% 以上, 为常绿落叶混交林, 山溪纵横。2016 年 5 月, 在“第二次全国陆生野生动物调查”期间, 于葑垟林场附近采集到异角蟾属物种雄性标本 13 号和雌性标本 3 号, 其体型较小,

成体体长均小于 50.0 mm。经形态比较并结合线粒体基因 16S rRNA 序列与形态相近种进行比较分析，该小型异角蟾属物种与同属已知物种均有明显差异，将其订为一新种。

1 材料与方法

1.1 取样

丽水所采集的异角蟾种群（以下简称：丽水种群）成体标本共 16 号，包括雄性 13 号（WYF00164 ~ WYF00168，WYF00171 ~ WYF00178），雌性 3 号（WYF00169、WYF00170 和 WYF11011），均采集于浙江省丽水市莲都区葭垟林场附近。

采取其中 3 号标本（WYF00164、WYF00165 和 WYF11011）的肝组织样本以 95% 乙醇保存，并以 10% 福尔马林溶液固定其整体标本，其余个体直接以 10% 福尔马林溶液固定；整体标本经流水冲洗后，最终以 75% 乙醇保存。

1.2 形态测量与比较

测量标准和形态描述主要依据费梁等（2009），用游标卡尺（广陆 111-101-40）测量成体量度（精确到 0.1 mm）。包括体长（snout-vent length, SVL）、头长（head length, HL）、头宽（head width, HW）、吻长（snout length, SL）、鼻间距（internasal space, INS）、眼间距（interorbital space, IOS）、上眼睑宽（upper eyelid width, UEW）、眼径（diameter of eye, ED）、鼓膜径（diameter of tympanum, TD）、前臂及手长（length of lower arm and hand length, LAHL）、前臂宽（diameter of lower arm, LAD）、股长（股部两端之间的长度，femur [thigh] length, FEL）、手长（hand length, HAL）、胫长（tibia length, TL）、跗足长（length of foot and tarsus, TFL）、足长（foot length, FL）。异角蟾属其余物种的形态特征参考相关文献（费梁等 2005, 2009, Mo et al. 2010, Wang et al. 2012, Li et al. 2014）。

1.3 分子分析

编号为 WYF00164、WYF00165 和

WYF11011 标本的肝组织样品，采用酚-氯仿抽提法提取总 DNA（Sambrook et al. 1989）。PCR 扩增引物参照 Bossuyt 和 Milinkovitch（2000）：16S rRNA-16SAR（5'-CGC CTG TTT AYC AAA AAC AT-3'），16S rRNA-16SBR（5'-CCG GTY TGA ACT CAG ATC AYG T-3'），其中 Y = C/T，扩增 16S rRNA 序列。PCR 反应体系为 25 μ l，94 $^{\circ}$ C 预变性 5 min，随后 94 $^{\circ}$ C 变性 45 s，55 $^{\circ}$ C 退火 45 s，72 $^{\circ}$ C 延伸 45 s，运行 35 个循环后，最终 72 $^{\circ}$ C 后延伸 7 min。新测得的 3 条序列有效长度为 397 bp，提交到 GenBank，WYF00164、WYF00165 和 WYF11011 对应的 GenBank 号分别为 KY113084、KY113085 和 KY021418。其余 18 个物种的序列下载自 GenBank（表 1）。序列比对和编辑，以及部分序列间 *P* 遗传距离采用 MEGA 5（Tamura et al. 2011）。系统发育关系构建采用贝叶斯法（Bayesian inference, BI），运用 MrBayes 3.1.2 软件（Ronquist et al. 2003）。

2 结果

2.1 形态差异

中国已知异角蟾属物种 31 个，其中体型较小（体长小于 50.0 mm）的有 20 种，丽水种群与这 20 个同属种之间的形态比较结果如下。

丽水种群无犁骨棱和犁骨齿，可与粗皮异角蟾（*X. palpebralespinosa*）、凹顶异角蟾（*X. parva*）、大围异角蟾（*X. daweimontis*）、井冈山异角蟾（*X. jinggangensis*）、凸肛异角蟾（*X. pachyproctus*）、张氏异角蟾（*X. zhangii*）相区别，以上 6 种均有犁骨棱和犁骨齿。

丽水种群背部有明显而清晰的深褐色“X”形斑，可与短肢异角蟾（*X. brachykolos*）、抱龙异角蟾（*X. baolongensis*）、淡肩异角蟾（*X. boettgeri*）、黑石顶异角蟾（*X. obesa*）相区别，以上 4 种体背部无“X”形斑。其中，淡肩异角蟾背面虽有斑，但为头背部斑纹向后延伸而形成，不呈“X”形，且淡肩角蟾趾侧具缘膜，舌游离端微具缺刻，指关节下瘤显著，雄性仅第

表 1 本研究所用分子样品和序列信息

Table 1 Molecular samples and sequences in this study

物种名 Taxon	采集地 Locality	GenBank 序列号 GenBank accession number
封开异角蟾 1 <i>Xenophrys acuta</i> 1	广东黑石顶保护区 Heishiding Nature Reserve, Guangdong	KJ579118
封开异角蟾 2 <i>X. acuta</i> 2	广东黑石顶保护区 Heishiding Nature Reserve, Guangdong	KJ579119
淡肩异角蟾 1 <i>X. boettgeri</i> 1	福建武夷山 Wuyi Shan, Fujian	KX811814
淡肩异角蟾 2 <i>X. boettgeri</i> 2	江西铜拔山 Tongba Shan, Jiangxi	KJ560380
淡肩异角蟾 3 <i>X. boettgeri</i> 3	江西铜拔山 Tongba Shan, Jiangxi	KJ560381
短肢异角蟾 1 <i>X. brachykolos</i> 1	香港 Hong Kong	KJ560404
短肢异角蟾 2 <i>X. brachykolos</i> 2	香港 Hong Kong	JX867339
陈氏异角蟾 1 <i>X. cheni</i> 1	江西井冈山 Jinggang Shan, Jiangxi	KJ560392
陈氏异角蟾 2 <i>X. cheni</i> 2	江西井冈山 Jinggang Shan, Jiangxi	KJ560393
黄山异角蟾 1 <i>X. huangshanensis</i> 1	安徽黄山 Huang Shan, Anhui	KX811816
黄山异角蟾 2 <i>X. huangshanensis</i> 2	江西婺源 Wuyuan, Jiangxi	KJ560383
黄山异角蟾 3 <i>X. huangshanensis</i> 3	江西婺源 Wuyuan, Jiangxi	KJ560384
井冈山异角蟾 1 <i>X. jinggangensis</i> 1	江西井冈山 Jinggang Shan, Jiangxi	JX867336
井冈山异角蟾 2 <i>X. jinggangensis</i> 2	江西井冈山 Jinggang Shan, Jiangxi	JX867337
挂墩异角蟾 1 <i>X. kuatunensis</i> 1	福建武夷山 Wuyi Shan, Fujian	KJ560376
挂墩异角蟾 2 <i>X. kuatunensis</i> 2	福建武夷山 Wuyi Shan, Fujian	KJ560377
林氏异角蟾 1 <i>X. lini</i> 1	江西井冈山 Jinggang Shan, Jiangxi	KJ560407
林氏异角蟾 2 <i>X. lini</i> 2	江西井冈山 Jinggang Shan, Jiangxi	KJ560408
丽水异角蟾 1 <i>X. lishuiensis</i> sp. nov. 1 (WYF00169)	浙江丽水 Lishui, Zhejiang	KY021418
丽水异角蟾 2 <i>X. lishuiensis</i> sp. nov. 2 (WYF00170)	浙江丽水 Lishui, Zhejiang	KY113084
丽水异角蟾 3 <i>X. lishuiensis</i> sp. nov. 3 (WYF11011)	浙江丽水 Lishui, Zhejiang	KY113085
大异角蟾 <i>X. major</i>	越南永富 Vinh Phu, Vietnam	DQ283374
莽山异角蟾 <i>X. mangshanensis</i>	江西九连山 Jiulian Shan, Jiangxi	KJ560375
小异角蟾 1 <i>X. minor</i> 1	四川峨眉山 Emei Shan, Sichuan	AY561308
小异角蟾 2 <i>X. minor</i> 2	四川老君山 Laojun Shan, Sichuan	KJ560390
小异角蟾 3 <i>X. minor</i> 3	四川青城山 Qingcheng Shan, Sichuan	KX812144
小异角蟾 4 <i>X. minor</i> 4	四川青城山 Qingcheng Shan, Sichuan	KX812145
黑石顶异角蟾 1 <i>X. obesa</i> 1	广东黑石顶保护区 Heishiding Nature Reserve, Guangdong	KJ579122
黑石顶异角蟾 2 <i>X. obesa</i> 2	广东黑石顶保护区 Heishiding Nature Reserve, Guangdong	KJ579121
峨眉异角蟾 1 <i>X. omeimontis</i> 1	四川峨眉山 Emei Shan, Sichuan	AY561307
峨眉异角蟾 2 <i>X. omeimontis</i> 2	四川峨眉山 Emei Shan, Sichuan	EF397242
南江无耳蟾 <i>Atympanophrys nankiangensis</i>	四川南江 Nanjiang, Sichuan	EF397243
坡普短腿蟾 <i>Brachytarsophrys popei</i>	湖南桃源洞 Taoyuandong, Hunan	KM504257
崇安拟髭蟾 <i>Leptobrachium liui</i>	浙江九龙山 Jiulong Shan, Zhejiang	EF544205
安氏掌突蟾 <i>Leptolalax applebyi</i>	越南永富 Kon Tum Province, Vietnam	KR018108
小口拟角蟾 <i>Ophryophryne microstoma</i>	越南河江 Ha Giang, Vietnam	DQ283391

一指具婚垫等特征可进一步与丽水种群相区别，丽水种群趾侧无缘膜，舌游离端无缺刻，仅第一、二指有关节下瘤，雄性第一、二指具婚垫。

丽水种群具掌突，后肢前伸贴体时胫跗关节达眼与鼓膜间，可与小异角蟾 (*X. minor*, 无掌突，胫跗关节达眼) 相区别。

丽水种群趾侧无缘膜，可与宾川异角蟾 (*X. binchuanensis*)、巫山异角蟾 (*X. wushanensis*)、陈氏异角蟾 (*X. cheni*)、林氏异角蟾 (*X. lini*) 相区别，以上 4 种趾侧缘膜明显。其中巫山异角蟾雌性趾侧并无缘膜，但两眼间三角形斑与体背部“X”形斑相连，可进一步与丽水种群相区别，丽水种群两眼间三角形斑与体背部“X”形斑不相连。

丽水种群的胫长不及体长之半，可与无量山异角蟾 (*X. wuliangshanensis*, 胫长达到或超过体长之半) 相区别。

丽水种群的头长略大于头宽，雄性第一、二指具婚垫和婚刺，后肢前伸贴体时胫跗关节达眼与鼓膜间，可与封开异角蟾 (*X. acuta*, 头宽略大于头长，雄性仅第一指具婚垫，无婚刺，胫跗关节达眼中部) 相区别。

丽水种群体背和股背疣粒小，鼠蹊部和股后部远端无橘红色，可与棘疣异角蟾 (*X. tubergranulatus*, 体背和股背疣粒大而发达，

鼠蹊部和股后部远端橘红色) 相区别。

丽水种群无犁骨棱，舌游离端无缺刻，可与挂墩异角蟾 (*X. kuatunensis*, 具犁骨棱，舌游离端微具缺刻) 相区别。

丽水种群在形态上与黄山异角蟾 (*X. huangshanensis*) 最接近，但丽水种群体背具清晰的“X”形斑粗，镶浅色边，体背没有由疣粒组成的肤棱 (少数个体小疣粒略成行排列，但不连续，不呈肤棱状)，可与黄山异角蟾 (体背“X”形斑细，或不明显，且不镶浅色边，体背具由疣粒组成的肤棱) 相区别。

丽水种群形态与黄山异角蟾、淡肩异角蟾和挂墩异角蟾较为接近，其形态差异见表 2。

基于上述特征，丽水种群与同属其他种均有稳定而明显的差异，应为一新种。

2.2 新种描述

丽水异角蟾，新种 *Xenophrys lishuiensis* Wang, Liu & Jiang, sp. nov. (图 1, 2)

词源：新种的种加词“*lishuiensis*”，取自本种模式产地浙江省丽水市。

正模标本：WYF00164，雄性成体，2016 年 5 月 20 日由王聿凡采于浙江省丽水市莲都区葑垟林场附近 (28°11'51.72"N, 119°49'2.28"E, 海拔 1 100 m)；

配模标本：WYF00169，雌性成体；

副模标本：12♂♂ (WYF00165 ~ WYF00168，

表 2 丽水异角蟾与 3 个形态相近种比较

Table 2 Morphological comparisons between *Xenophrys lishuiensis* sp. nov. and other three similar species

	丽水异角蟾 <i>X. lishuiensis</i>	黄山异角蟾 <i>X. huangshanensis</i>	淡肩异角蟾 <i>X. boettgeri</i>	挂墩异角蟾 <i>X. kuatunensis</i>
犁骨棱 Vomerine ridge	无 Absent	无 Absent	无 Absent	有 Present
肩部半圆形黄斑 Semicircular light-colored blotch on shoulder	仅雄性有 Present in males	有 Present	有 Present	无 Absent
趾侧缘膜 Lateral frige in toes	无 Absent	无 Absent	有 Present	有 Present
第二指婚刺 Nuptial pad on the second finger	有 Present	有 Present	无 Absent	有 Present
舌游离端缺刻 Tongue notched behind	无 Absent	无 Absent	有 Present	有 Present
背部疣粒组成肤棱 Tubercles formed skin ridges on dorsum	无 Absent	有 Present	无 Absent	无 Absent
背部“X”纹 “X” shaped blotch on dorsum	有 Present	有 Present	无 Absent	有 Present



图 1 丽水异角蟾

Fig. 1 *Xenophrys lishuiensis* sp. nov.

a. 雄性侧面; b. 雄性背面; c. 雌性侧面; d. 雌性腹面。

a. Lateral view of male; b. Dorsal view of male; c. Lateral view of female; d. Ventral view of female.



图 2 丽水异角蟾

Fig. 2 *Xenophrys lishuiensis* sp. nov.

a. 雌性足; b. 雌性手; c. 雄性足; d. 雄性手。 a. Foot of female; b. Hand of female; c. Foot of male; d. Hand of male.

WYF00171 ~ WYF00178), 2♀♀ (2WYF00170, WYF11011), 配模及副模标本其他信息同正模。

正模和配模标本, 以及副模标本中的 8 号 (WYF00165 ~ WYF00168, WYF00171 ~ WYF00173, WYF11011) 保存于中国科学院成都生物研究所两栖爬行动物标本馆, 其余 6 号副模标本 (WYF00170, WYF00174 ~ WYF00178) 保存于浙江自然博物馆。

鉴别特征: 新种丽水异角蟾具有以下鉴别特征可与同属其他物种相区别: 1) 体型小, 雄性体长 30.7 ~ 34.7 mm, 雌性体长 36.9 ~ 40.4 mm; 2) 头长略大于头宽; 3) 无犁骨棱和犁骨齿; 4) 舌游离端无缺刻; 5) 掌突 2 个; 6) 胫长不及体长之半; 7) 趾间无蹼, 趾侧无缘膜; 8) 背部具“X”形斑块, 或“X”形斑中间断开, 色斑粗, 边缘清晰且镶浅色边; 9) 头背三角形斑与体背斑块不相连; 10) 雄性肩部具不显著的浅色半圆斑; 11) 雄性第一、二指背具婚垫和极小而密集的婚刺, 第二指婚刺较少。

正模描述: WYF00164, 雄性成体, 体长 32.2 mm。头部扁平, 头长略大于头宽, 吻端突出于下唇; 吻棱明显, 直角状; 颊部垂直; 鼓膜明显, 略小于眼径之半, 无犁骨齿及犁骨棱; 舌卵圆形, 舌根较细, 游离端宽大, 后端无缺刻; 上颌具细密的齿。

前肢较细, 前臂及手长不及体长之半; 指端呈球状; 指长序为 I = II < IV < III; 第一、二指基部关节下瘤较明显, 其余各指无关节下瘤; 内掌突发达, 椭圆形, 外掌突小于内掌突。后肢较短, 前伸贴体时胫跗关节达眼与鼓膜间, 左右跟部仅相遇或不相遇; 足长小于胫长, 胫长小于体长之半; 趾扁平, 趾侧无缘膜; 趾间无蹼, 蹼间具蹼; 第一、二趾基部具不明显的关节下瘤, 其余各趾缺如; 内蹼突小而扁平, 长椭圆形, 无外蹼突。

背面皮肤较光滑, 有稀疏的小疣粒; 上眼睑具小疣粒, 外缘具较明显的肤棱, 与吻棱和颞褶相连, 肤棱接近中间位置 1 个疣粒较突出; 颞褶明显, 呈 125°角从眼后缘至肩部, 后半部

分略粗厚; 肛上方有“V”形肤褶; 腹部皮肤光滑; 股腹面及股后侧布有稀疏的大疣粒; 胸侧具白色胸腺一对; 股后腺明显。

生活时背部棕黄色; 虹膜呈灰白色散有辐射状棕色纹, 瞳孔方形; 两眼间至枕部具三角形斑纹; 肩上方具半圆形浅黄色肩斑; 肩部及背部具“X”形斑纹, 斑纹较粗, 边缘清晰并镶有浅色边, 不与头部三角形斑纹相连; 腹部灰色, 具不规则黑色纹; 下唇缘具左右对称的三对黑色斑; 喉部中央及两侧具三道黑色纵纹, 纵纹具浅黄色边缘; 四肢背侧具深色横纹, 腹面无花纹, 掌突及指、趾关节处为红色。

第二性征: 雄性前臂较粗, 第一、二指有浅灰色婚垫, 婚垫上有黑色婚刺, 婚刺极细小而密集, 第二指婚刺较第一指少; 具单咽下内声囊, 声囊孔橄榄形, 位于口角两侧; 无雄性线。

形态变异: 模式标本系列的量度见表 3。部分雄性体背侧“X”形斑中间断开, 分为 2 个顶点相向的“V”形斑 (WYF00165 和 WYF00166); 少数个体背部“X”形斑两侧具边缘不清晰的不规则网状纹 (WYF00174 和 WYF00176)。雌性标本 (WYF00169, WYF00170, WYF11011) 体色呈红色或红棕色, 眼间三角形斑明显, 背部色斑不清晰。

生物学资料: 丽水异角蟾生活在浙江省丽水市莲都区葑垟林场及附近地区, 成体栖息于海拔 900 ~ 1 200 m 的小型溪流; 繁殖期较长, 为 4 ~ 8 月, 此期夜间均有雄性蹲于溪流附近石头上或杂草丛发出响亮的连续“嘎嘎嘎嘎”鸣声; 蝌蚪聚集于回水湾边缘, 漂浮于水面, 靠漏斗状口过滤食物, 见灯光便迅速潜水钻入石缝。经解剖 5 月 20 日采集的雌性标本 (WYF00170), 腹内具两团成熟卵粒, 卵直径约 3 mm, 约有 110 枚, 输卵管肥大。

分布: 目前仅知分布于模式产地浙江省丽水市。

2.3 分子系统发育分析

在基于 16S rRNA 共 397 bp 序列构建的贝叶斯树 (图 3) 中, 包括新种丽水异角蟾在内

表 3 丽水异角蟾成体量度 (单位: mm)
Table 3 Measurements of adults of *Xenophrys lishuiensis* sp. nov. (in mm)

标本号及性别 No. and sex	地位 Status	体长 SVL	头长 HL	头宽 HW	吻长 SL	鼻间距 INS	眼间距 IOS	上眼 睑宽 UEW	眼眶 ED	鼓膜径 TD	前臂及 手长 LAHL	前臂宽 LAD	手长 HAL	股长 FEL	胫长 TL	跗足长 TFL	足长 FL
WYF00164 ♂	正模 Holotype	32.2	12.2	11.9	3.9	3.4	3.3	3.7	5.3	1.8	14.6	2.9	8.6	14.20	14.20	20.8	13.2
WYF00165 ♂	副模 Paratype	33.8	11.2	10.8	3.9	3.7	3.1	3.5	4.1	1.7	15.7	2.8	8.9	13.40	14.70	20.9	14.3
WYF00166 ♂	副模 Paratype	33.4	11.7	11.7	3.9	4.0	3.4	3.6	5.2	2.4	15.3	2.3	8.4	13.30	14.60	21.8	12.6
WYF00167 ♂	副模 Paratype	32.4	11.5	11.1	3.6	3.8	2.9	3.4	4.7	2.0	16.1	2.4	8.2	14.30	15.30	22.1	13.9
WYF00168 ♂	副模 Paratype	34.3	12.0	10.8	3.7	4.0	2.9	3.8	4.5	2.5	15.3	3.1	7.9	13.60	15.40	21.4	11.7
WYF00171 ♂	副模 Paratype	31.8	11.8	11.2	3.7	3.9	2.9	3.4	4.2	1.8	16.2	3.9	8.3	13.90	15.10	21.2	14.4
WYF00172 ♂	副模 Paratype	30.7	10.9	10.4	3.9	3.5	2.9	3.3	4.0	2.0	15.7	3.5	8.5	13.50	15.60	20.4	12.9
WYF00173 ♂	副模 Paratype	32.9	11.2	11.0	3.9	3.7	3.6	3.3	4.1	1.6	16.4	3.2	9.1	13.60	15.10	21.6	13.0
WYF00174 ♂	副模 Paratype	32.2	11.4	11.0	3.4	3.8	2.9	3.5	5.3	2.2	15.1	3.3	9.0	12.80	14.00	20.1	12.9
WYF00175 ♂	副模 Paratype	31.3	11.0	10.2	3.3	3.5	3.2	3.5	4.8	2.2	15.9	2.9	8.9	14.30	15.20	21.3	13.7
WYF00176 ♂	副模 Paratype	34.7	12.1	11.7	4.0	3.8	3.6	3.6	5.0	2.4	17.4	3.3	9.6	16.00	15.90	23.6	15.2
WYF00177 ♂	副模 Paratype	31.5	10.9	10.8	3.6	3.9	3.3	3.4	4.7	2.3	14.7	2.4	7.9	13.20	13.80	20.6	11.8
WYF00178 ♂	副模 Paratype	31.3	11.5	10.8	3.5	3.6	3.0	3.7	5.2	2.1	14.6	3.0	8.3	14.10	13.90	19.2	11.9
最小值 Min		30.7	10.9	10.2	3.3	3.4	2.9	3.3	4.0	1.6	14.6	2.3	7.9	12.80	13.80	19.2	11.7
最大值 Max		34.7	12.2	11.9	4.0	4.0	3.6	3.8	5.3	2.5	17.4	3.9	9.6	16.00	15.90	23.6	15.2
平均值 Average		32.5	11.5	11.0	3.7	3.7	3.2	3.5	4.7	2.1	15.7	3.0	8.6	13.90	14.80	21.2	13.2
与体长比例 Ratio to snout-vent length (%)		35.4	33.8	11.4	11.4	11.4	9.8	10.8	14.5	6.5	48.3	9.2	26.5	42.80	45.50	65.2	40.6
WYF00169 ♀	配模 Allotype	36.9	12.8	12.1	3.7	3.8	3.2	4.0	5.2	2.5	17.5	2.2	9.6	15.30	15.90	23.4	15.2
WYF00170 ♀	副模 Paratype	38.7	13.2	12.5	3.3	4.2	3.2	4.1	5.6	2.3	16.6	2.7	9.4	16.40	16.20	22.9	14.9
WYF11011 ♀	副模 Paratype	40.4	12.2	12.4	4.4	4.2	3.2	4.0	5.3	2.7	17.5	2.6	8.8	16.00	16.20	23.2	14.2
最小值 Min		36.9	12.8	12.1	3.3	3.8	3.2	4.0	5.2	2.3	16.6	2.2	8.8	15.31	15.91	22.9	14.2
最大值 Max		40.4	13.2	12.5	4.4	4.2	3.2	4.1	5.6	2.7	17.5	2.7	9.6	6.40	6.20	23.4	15.2
平均值 Average		38.7	13.1	12.3	3.8	4.1	3.2	4.0	5.4	2.5	17.2	2.5	9.3	15.90	16.10	23.2	14.8
与体长比例 Ratio to snout-vent length (%)		33.9	31.8	9.8	10.6	8.3	10.3	10.3	14.0	6.5	44.4	6.5	24.0	41.10	41.60	59.9	38.2

SVL, Snout-vent length; HL, Head length; HW, Head width; SL, Snout length; INS, Snout length; IOS, Interorbital space; UEW, Upper eyelid width; ED, Diameter of eye; TD, Diameter of tympanum; LAHL, Length of lower arm and hand length; LAD, Diameter of lower arm; HAL, Hand length; FEL, Femur length; TL, Tibia length; TFL, Length of foot and tarsus; FL, Foot length.

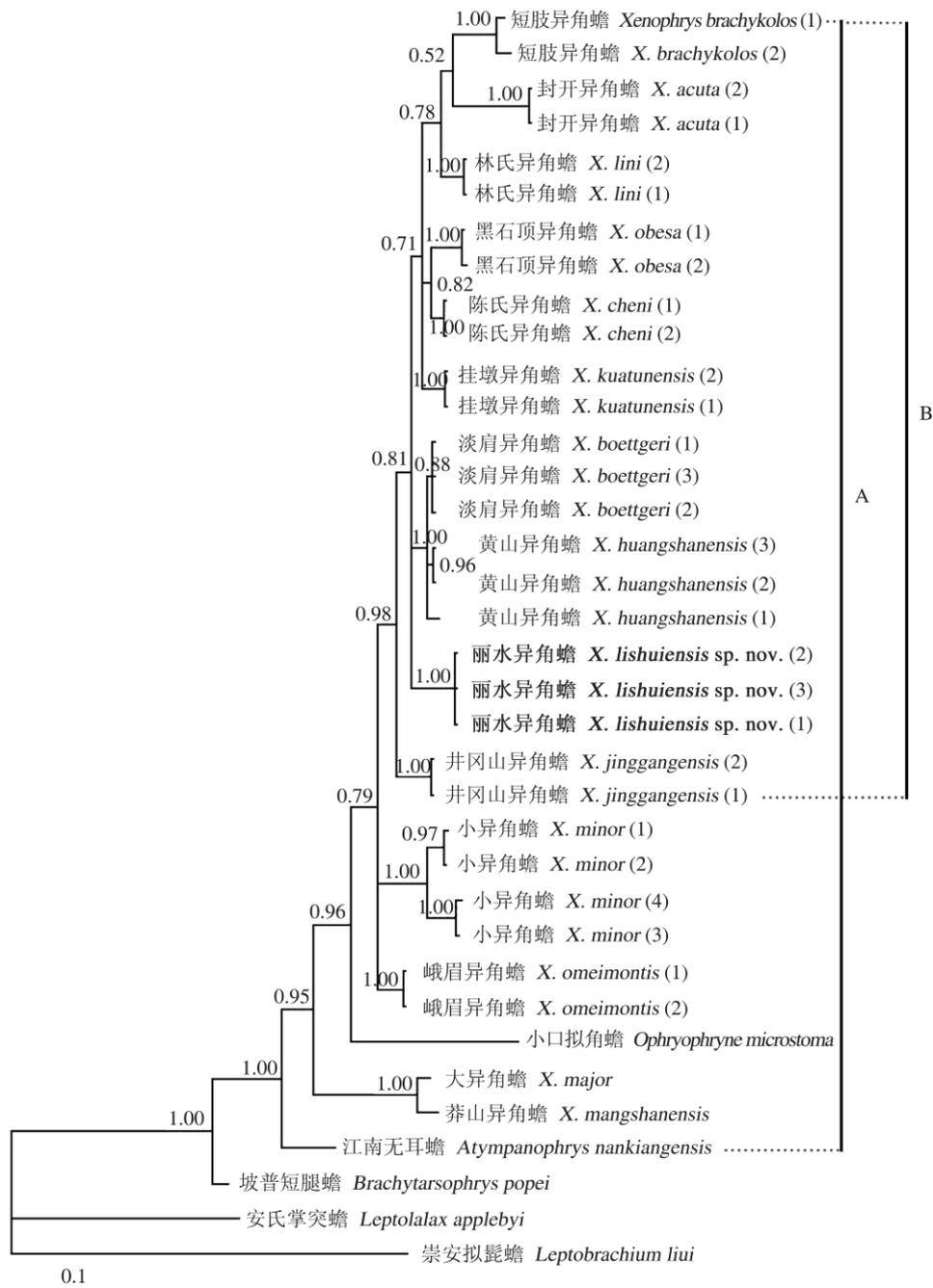


图 3 基于 16S rRNA 397 bp 序列构建的 Bayesian 树

Fig. 3 Bayesian inference tree based on 16S rRNA sequences of 397 bp dataset

分支上方为分歧后验概率。支系 A 表示包括新种丽水异角蟾在内的 16 个物种以高支持率（后验概率 100%）形成单系；支系 B 表示以高支持率（后验概率 98%）形成单系的 10 个物种，均为体长小于 50.0 mm 的小型物种。

Nodal support values are Bayesian posterior probabilities. Clade A means the 16 species of *Xenophrys* including *X. lishuiensis* sp. nov. formed a monophyletic group with high support value (Bayesian posterior probability 100%); Clade B including 10 small-sized species (SVL < 50.0 mm) formed a monophyletic group with high support value (Bayesian posterior probability 98%).

的 16 个物种以高支持率（后验概率 100%）形成单系（支系 A），其中除拟角蟾属的小口拟角蟾（*Ophryophryne microstoma*）外，都曾被归入原“角蟾属 *Megophrys*”（费梁等 2009, 2012），这与 Chen 等（2016）依据线粒体基因构建的系统发育树结果相似（结合核基因数据，其研究结果支持拟角蟾属的有效性）。其中，以高支持率（后验概率 98%）形成单系的支系 B，均为体型较小的种类（体长小于 50.0 mm），丽水异角蟾为单独的支系，且支长较长，没有与支系 B 中任何物种形成姐妹群，但其系统发育位置没有得到解决。支系 A 中，异角蟾属 14 个物种间的遗传距离（*P*-distance）为 0.7% ~ 15.3%，支系 B 中 10 个物种间的遗传距离为 0.7% ~ 9.0%，除黄山异角蟾和淡肩异角蟾间遗传距离较小（0.7%）外，其余各物种间遗传距离为 2.8% ~ 9.0%。丽水异角蟾与淡肩异角蟾间的遗传距离最小，为 3.9%，该遗传距离比部分异角蟾属已知物种间的遗传距离大（表 4）。

3 讨论

浙江省原记录分布有淡肩异角蟾和挂墩异

角蟾（费梁等 2009, 2012）。其中，淡肩异角蟾为浙江省广布种，依据 2014 年 5 月至 2016 年 8 月在浙江省各市的调查，海拔 300 m 以上清澈溪流均有发现。根据调查，丽水异角蟾模式产地莪垌林场附近也有淡肩异角蟾分布，但其分布海拔在 700 m 以下，与丽水异角蟾的分布区（海拔 900 ~ 1 200 m）不重叠。

浙江省原记录的挂墩异角蟾，可能在形态鉴定上与丽水异角蟾有混淆。费梁等（2009）在《中国动物志》曾指出，福建武夷山（模式产地）的挂墩异角蟾犁骨棱细弱，呈“\ /”形，而浙江者无（犁骨棱）。而本研究中的丽水异角蟾无犁骨棱的特征，正与之相吻合，并且丽水异角蟾体背的斑纹较粗，也与挂墩异角蟾类似。此外，挂墩角蟾在浙江省记录分布于临安、江山、泰顺、遂昌、龙泉（费梁等 2009），其中，遂昌和龙泉为洞宫山脉，江山为仙霞岭山脉，与莪垌林场所处山脉交汇。因此，浙江省原记录的挂墩异角蟾，可能与丽水异角蟾有混淆，其具体分类地位和分布情况有待进一步研究。建议在浙江省原记录有挂墩角蟾分布的地区开展更全面的调查工作，并仔细核对标本，以确

表 4 基于线粒体基因 16Sr RNA 397 bp 序列的异角蟾属 14 个物种间 *P*-distance 遗传距离 (%)

Table 4 Uncorrected pairwise distances (*P*-distance) (in %) with 14 species in *Xenophrys* based on mitochondrial 16S rRNA sequences (397 bp)

物种 Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 黑石顶异角蟾 <i>X. obesa</i>													
2 陈氏异角蟾 <i>X. cheni</i>	3.2												
3 挂墩异角蟾 <i>X. kuatunensis</i>	4.6	2.8											
4 淡肩异角蟾 <i>X. boettgeri</i>	5.2	3.4	3.6										
5 黄山异角蟾 <i>X. huangshanensis</i>	5.4	3.5	3.8	0.7									
6 林氏异角蟾 <i>X. lini</i>	5.2	3.9	4.2	4.7	4.9								
7 井冈山异角蟾 <i>X. jinggangensis</i>	6.7	3.6	5.0	4.4	4.6	5.0							
8 丽水异角蟾 <i>X. lishuiensis</i>	5.8	5.0	4.7	3.9	4.6	6.3	6.3						
9 短肢异角蟾 <i>X. brachykolos</i>	8.1	5.7	5.3	6.7	6.6	5.4	6.8	7.3					
10 封开异角蟾 <i>X. acuta</i>	8.9	8.4	8.7	7.5	7.5	7.5	7.8	9.0	8.5				
11 小异角蟾 <i>X. minor</i>	9.6	7.4	7.4	6.2	6.8	8.9	7.9	7.8	9.5	11.0			
12 峨眉异角蟾 <i>X. omeimontis</i>	6.4	4.4	5.0	5.0	5.2	5.5	5.6	5.8	7.3	9.4	7.4		
13 大异角蟾 <i>X. major</i>	13.4	13.2	11.9	12.5	13.2	13.4	13.5	11.3	15.0	15.3	14.6	11.3	
14 莽山异角蟾 <i>X. mangshanensis</i>	13.4	12.5	11.3	11.9	12.6	12.8	13.5	11.0	14.4	15.3	14.2	11.8	2.3

定挂墩异角蟾和丽水异角蟾的分布情况。

致谢 丽水市莲都区林业局对野外调查工作大力支持; 周佳俊、刘小云、刘富国等共同参与野外调查; 中国科学院昆明动物研究所陈进民、金洁琼、颜芳和陈宏满等在分子实验和数据分析方面给予诸多帮助。对以上同仁谨致谢忱。

参 考 文 献

- Bossuyt F, Milinkovitch M C. 2000. Convergent adaptive radiations in Madagascan and Asian ranid frogs reveal covariation between larval and adult traits. *The Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(12): 6585–6590.
- Chen J M, Zhou W W, Poyarkov N A, et al. 2016. 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.
- Frost D R. 2016. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 6.0. [DB/OL]. [2016-09-10]. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Li Y L, Jin M J, Zhao J, et al. 2014. Description of two new species of the genus *Megophrys* (Amphibia: Anura: Megophryidae) from Heishiding Nature Reserve, Fengkai, Guangdong, China, based on molecular and morphological data. *Zootaxa*, 3795(4): 449–471.
- Mo X Y, Shen Y H, Li H H, et al. 2010. A new species of *Megophrys* (Amphibia: Anura: Megophryidae) from the northwestern Hunan Province, China. *Current Zoology*, 56(4): 432–436.
- Ronquist F, Huelsenbeck J P. 2003. MRBAYES 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19(12): 1572–1574.
- Sambrook J, Fritsch E, Maniatis T. 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 2nd ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- 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 Y Y, Zhang T D, Zhao J, et al. 2012. Description of a new species of the genus *Xenophrys* Günther, 1864 (Amphibia: Anura: Megophryidae) from Mount Jinggang, China, based on molecular and morphological data. *Zootaxa*, 3546: 53–67.
- Wang Y Y, Zhao J, Yang J H, et al. 2014. Morphology, molecular genetics, and bioacoustics support two new sympatric *Xenophrys* toads (Amphibia: Anura: Megophryidae) in Southeast China. *PLoS One*, 9 (4): e93075.
- 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, 黄永昭, 等. 2005. 中国两栖动物检索及图解. 成都: 四川科学技术出版社, 1–340.
- 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.
- 江建平, 叶昌媛, 费梁. 2008. 中国湖南角蟾科一新种——桑植角蟾. *动物学研究*, 29(2): 219–222.
- 李成, 王跃招. 2008. 关于中国角蟾属物种属称订正的建议(无尾目, 角蟾科). *动物分类学报*, 33(1): 104–106.
- 叶昌媛, 费梁, 谢锋. 2007. 我国角蟾科(Megophryidae)一新种——抱龙角蟾(两栖纲: 无尾目). *两栖爬行动物学研究*, 11: 38–41.