

# 中国浙江发现树蛙属一新种 (两栖纲: 树蛙科)

刘宝权<sup>①</sup> 王聿凡<sup>①\*</sup> 蒋珂<sup>②</sup> 陈宏满<sup>②</sup> 周佳俊<sup>①</sup> 许济南<sup>①</sup> 吴丞昊<sup>①</sup>

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:** 依据形态特征比较和分子系统发育分析, 将采自浙江丽水的树蛙属物种订为一新种——丽水树蛙 *Rhacophorus lishuiensis* Liu, Wang and Jiang, sp. nov.。新种丽水树蛙主要鉴别特征为: 1) 体型较小, 雄性体长 34.2 ~ 35.8 mm, 雌性体长 45.9 mm; 2) 鼓膜直径大于眼径之半; 3) 后肢较短, 胫跗关节前伸贴体达眼后角; 4) 背面光滑, 无明显疣粒; 5) 生活时背面绿色, 无斑或散有稀疏的浅蓝绿色细点; 6) 咽喉部白色, 虹彩黄色; 7) 雄性具单咽下内声囊, 第一指基部具浅黄色婚垫。依据线粒体基因 12S rRNA、tRNA<sup>val</sup> 和 16S rRNA 共 2 038 bp 序列以贝叶斯法构建树蛙属 41 个物种间的系统发育关系, 新种丽水树蛙为一个独立的支系, 并与绿背树蛙 (*R. dorsovirens*) 支系以高支持率形成姐妹群 (后验概率 1.00), 支长较长。

**关键词:** 丽水树蛙; 新种; 浙江省

**中图分类号:** Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2017) 03-361-12

## A New Treefrog Species of the Genus *Rhacophorus* Found in Zhejiang, China (Anura: Rhacophoridae)

LIU Bao-Quan<sup>①</sup> WANG Yu-Fan<sup>①\*</sup> JIANG Ke<sup>②</sup> CHEN Hong-Man<sup>②</sup> ZHOU Jia-Jun<sup>①</sup>  
XU Ji-Nan<sup>①</sup> WU Cheng-Hao<sup>①</sup>

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 described a new species, *Rhacophorus lishuiensis* Liu, Wang and Jiang, sp. nov. (Fig. 2 and 3). Holotype: WYF11032, adult male, collected from Fengyang Forest Station (Fig. 4) in Liandu, Lishui, Zhejiang, China, by LIU Bao-Quan on 8 May 2016 (28°11'51.72"N, 119°49'2.28"E, altitude 1 100 m); allotype: WYF11035, adult female, collected on 2 April 2016; paratypes: 2♂♂ (WYF11033 and WYF11034), same date and locality as holotype; other information of allotype and paratypes same as

**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: zjwyf0711@163.com;

**第一作者介绍** 刘宝权, 男, 高级工程师; 研究方向: 湿地与野生动植物资源调查监测; E-mail: zjhzbq@126.com.

收稿日期: 2016-12-20, 修回日期: 2017-03-09 DOI: 10.13859/j.cjz.201703001

holotype. Measurements are showing in Table 2. The holotype and allotype deposited in Herpetological Museum of Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, and two paratypes deposited in Zhejiang Museum of Natural History. The new species distinguished from the congeners by a combination of the following characters: 1) small body size, snout-vent length (SVL) 34.2 - 35.8 mm in males, and 45.9 mm in female; 2) diameter of tympanum (TD) greater than half diameter of eye (ED); 3) hindlimb relatively short, tibiotarsal articulation reaching the posterior corner of eye when adpressed; 4) dorsal surface smooth, without distinct tubercles; 5) dorsal surface pure green, or scattered pale bluish green small spots; 6) throat white, iris golden yellow; 7) males with an internal single subgular vocal sac, and pale yellow nuptial pad on the base of first finger. In addition, based on 2 038 based pairs (bp) of mitochondrial 12S rRNA, tRNA<sup>val</sup> and 16S rRNA sequences, we constructed phylogenetic relationships using Bayesian inference among 41 species of the genus *Rhacophorus* (Table 1 and Fig. 1). The new species, *R. lishuiensis* formed a distinct lineage, and clustered with the lineage *R. dorsoviridis* display relatively long branch length, with high support value (Bayesian posterior probability 1.00).

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

树蛙科 (Rhacophoridae) 树蛙属 (*Rhacophorus* Kuhl and van Hasselt, 1822) 包含 90 种, 广泛分布于东南亚、南亚和东亚地区 (Frost 2017, Mo et al. 2016), 其中, 中国已知 32 种 (中国两栖类 2016), 主要分布于秦岭以南地区。华东和东南部地区树蛙属物种很少, 其中浙江省目前仅报道分布 1 种, 即大树蛙 (*R. dennysi* Blanford, 1881), 其在浙江省分布较广, 除舟山市外, 其他各市、县均有分布 (黄美华 1990, 费梁等 2009)。

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 4 和 5 月, 在“第二次全国陆生野生动物调查”期间, 于葑垟林场采集到树蛙属物种雄性标本 3 号和雌性标本 1 号, 其体型较小, 雄性体长 34.2 ~ 35.8 mm, 雌性体长 45.9 mm。经形态比较, 并结合线粒体基因序列与形态相近种进行比较分析, 该树蛙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

采自丽水的树蛙属物种 (以下简称: 丽水种群) 成体标本共 4 号, 包括雄性 3 号 (WYF11032 ~ WYF11034) 和雌性 1 号 (WYF11035), 均采集于浙江省丽水市莲都区葑垟林场。采取肝组织样本以 95% 乙醇保存, 并以 10% 福尔马林溶液固定其整体标本, 回到室内后, 整体标本经流水冲洗, 最终以 75% 乙醇保存。

### 1.2 分子分析

4 号标本的肝组织样品采用酚-氯仿抽提法 (Sambrook et al. 1989) 提取总 DNA。参照 Kocher 等 (1989) 的 L2519 和 16SBR 引物进行 12S rRNA、tRNA<sup>val</sup> 和 16S rRNA 基因片段 PCR 扩增和测序, L2519 (5'-AAA CTG GGA TTA GAT ACC CCA CTA T-3'), 16SBR (5'-CCG GTY TGA ACT CAG ATC AYG T-3'); 内引物 H3296 (5'-GCT AGA CCA TKA TGC AAA AGG TA-3') 和 16SAR (5'-CGC CTG TTT AYC AAA AAC AT-3') (Kocher et al. 1989) 及 2216-WIR (5'-TAA TCA AGA GGC GAT GTT TT-3') (本研究), 其中 K = T/G, Y = C/T。PCR 反应体系为 25  $\mu$ 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 延伸 7 min。

新测获得 4 条序列有效长度约为 1 939 bp，将序列提交到 GenBank（KY653717 ~ KY653720）。树蛙属其他 40 个物种共 76 条序列下载自 GenBank；外群选取 3 个物种：灰螳臂树蛙（*Chiromantis xerampelina*）、斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*）和东马岛蛙（*Spinomantis peraccae*），各 1 条序列，均下载自 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）。系统发育关系运用 MrBayes 3.1.2 软件（Ronquist et al. 2003）构建贝叶斯（Bayesian inference, BI）树。

### 1.3 形态测量与比较

测量标准和形态描述主要依据费梁等（2009），用数显游标卡尺（广陆 111-101-40，精度 0.1 mm）测量成体量度，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, LAHL）、前臂宽（diameter of lower arm, LAD）、手长（hand length, HAL）、股长（股部两端之间的长度, femur [thigh] length, FEL）、胫长（tibia length, TL）、跗足长（length of foot and tarsus, TFL）、足长（foot length, FL）。蹼式描述参考 Savage 等（1997）。除查看的标本（见结果 2.3 节）外，树蛙属其余物种的形态特征参考相关文献（何晓瑞 1999, Ohler et al. 2000, Orlov et al. 2001, Chou et al. 2007, 费梁等 2009, 张君等 2011, 费梁等 2012, Li et al. 2012, Mo et al. 2016）。

## 2 结果

### 2.1 形态差异

中国分布的树蛙属物种中，有以下 26 种的背面底色以绿色为主：诸罗树蛙（*Rhacophorus*

*arvalis* Lue, Lai and Chen, 1995）、橙腹树蛙（*R. aurantiventris* Lue, Lai and Chen, 1994）、缅甸树蛙（*R. burmanus* Andersson, 1939）、经甫树蛙（*R. chenfui* Liu, 1945）、大树蛙、绿背树蛙（*R. dorsoviridis* Bourret, 1937）、蓝面树蛙（*R. duboisi* Ohler, Marquis, Swan and Grosjean, 2000）、宝兴树蛙[*R. dugritei* (David, 1872)]、棕褶树蛙（*R. feae* Boulenger, 1893）、巫溪树蛙（*R. hongchibaensis* Li, Liu, Chen, Wu, Murphy, Zhao, Wang and Zhang, 2012）、胡氏树蛙（*R. hui* Liu, 1945）、洪佛树蛙（*R. hungfuensis* Liu and Hu, 1961）、黑蹼树蛙（*R. kio* Ohler and Delorme, 2006）、白线树蛙（*R. leucofasciatus* Liu and Hu, 1962）、白颌大树蛙（*R. maximus* Günther, 1858）、侏树蛙（*R. minimus* Rao, Wilkinson and Liu, 2006）、台湾树蛙（*R. moltrechti* Boulenger, 1908）、黑点树蛙（*R. nigropunctatus* Liu, Hu and Yang, 1962）、峨眉树蛙[*R. omeimontis* (Stejneger, 1924)]、平龙树蛙（*R. pinglongensis* Mo, Chen, Liao and Zhou, 2016）、翡翠树蛙（*R. prasinatus* Mou, Risch and Lue, 1983）、普洱树蛙[*R. puerensis* (He, 1999)]、台北树蛙（*R. taipeianus* Liang and Wang, 1978）、利川树蛙（*R. wui* Li, Liu, Chen, Wu, Murphy, Zhao, Wang and Zhang, 2012）、瑶山树蛙（*R. yaoshanensis* Liu and Hu, 1962）、鹦哥岭树蛙（*R. yinggelingensis* Chou, Lau and Chan, 2007）。

其中 9 种，橙腹树蛙、缅甸树蛙、大树蛙、蓝面树蛙、棕褶树蛙、黑蹼树蛙、白颌大树蛙、峨眉树蛙、翡翠树蛙体型较大，雄性和雌性体长均大于 50.0 mm（Ohler et al. 2000, 费梁等 2009, 2012），可与丽水种群相区别（雄性体长 34.2 ~ 35.8 mm，雌性体长 45.9 mm）。

宝兴树蛙、巫溪树蛙、胡氏树蛙、普洱树蛙、利川树蛙体背具棕色或黑色斑点（何晓瑞 1999, 费梁等 2009, Li et al. 2012），可与丽水种群相区别（体背纯绿色或少量散布浅色斑斑）。

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 No.
安南树蛙 <i>Rhacophorus annamensis</i>	越南 Vietnam	DQ283047
安南树蛙 <i>R. annamensis</i>	越南平福 Bina Phuoc, Vietnam	JX219448
衣笠树蛙 <i>R. arboreus</i>	日本 Japan	AF458142
双斑树蛙 <i>R. bipunctatus</i>	缅甸葡萄 Putao, Myanmar	JX219445
缅甸树蛙 <i>R. burmanus</i>	西藏墨脱 Mâdog, Tibet, China	JX219422
缅甸树蛙 <i>R. burmanus</i>	云南高黎贡山 Mt. Gaoligong, Yunnan, China	EU215537
跟突树蛙 <i>R. calcaneus</i>	越南广南 Quang Nam, Vietnam	DQ283380
经甫树蛙 <i>R. chenfui</i>	四川峨眉山 Mt. Omei, Sichuan, China	EU215534
经甫树蛙 <i>R. chenfui</i>	四川西昌 Xichang, Sichuan, China	EF564537
经甫树蛙 <i>R. chenfui</i>	四川峨眉山 Mt. Omei, Sichuan, China	JX219432
朱杨申树蛙 <i>R. chuyangsinensis</i>	越南林同 Lam Dong, Vietnam	JX219450
朱杨申树蛙 <i>R. chuyangsinensis</i>	越南林同 Lam Dong, Vietnam	JX219451
大树蛙 <i>R. dennysi</i>	广东韶关 Shaoguan, Guangdong, China	EU215545
大树蛙 <i>R. dennysi</i>	湖南 Hunan, China	JX219433
大树蛙 <i>R. dennysi</i>	宠物市场购买 Pet trade	DQ019609
绿背树蛙 <i>R. dorsovireidis</i>	越南沙巴 Sa Pa, Lao Cai, Vietnam	JX219423
绿背树蛙 <i>R. dorsovireidis</i>	云南金平 Jinping, Yunnan	JX219424
绿背树蛙 <i>R. dorsovireidis</i>	云南屏边 Pingbian, Yunnan, China	JX219425
绿背树蛙 <i>R. dorsovireidis</i>	云南屏边 Pingbian, Yunnan, China	JX219426
绿背树蛙 <i>R. dorsovireidis</i>	越南沙巴 Sa Pa, Lao Cai, Vietnam	JX219427
蓝面树蛙 <i>R. duboisi</i>	越南沙巴 Sa Pa, Lao Cai, Vietnam	JX219413
蓝面树蛙 <i>R. duboisi</i>	越南沙巴 Sa Pa, Lao Cai, Vietnam	JX219414
宝兴树蛙 <i>R. dugritei</i>	四川宝兴 Baoxing, Sichuan, China	EU215541
宝兴树蛙 <i>R. dugritei</i>	四川洪雅 Hongya, Sichuan, China	EU215540
宝兴树蛙 <i>R. dugritei</i>	四川 Sichuan, China	LC010584
杜利树蛙 <i>R. dulitensis</i>	马来西亚沙巴 Sabah, Malaysia	AB847123
杜利树蛙 <i>R. dulitensis</i>	马来西亚 Malaysia	JX219434
棕褶树蛙 <i>R. feae</i>	云南屏边 Pingbian, Yunnan, China	EU215544
棕褶树蛙 <i>R. feae</i>	云南屏边 Pingbian, Yunnan, China	EF564546
高氏树蛙 <i>R. gauni</i>	马来西亚沙捞越 Sarawak, Malaysia	AB847124
高氏树蛙 <i>R. gauni</i>	马来西亚沙捞越 Sarawak, Malaysia	JX219456
巫溪树蛙 <i>R. hongchibaensis</i>	重庆巫溪 Wuxi, Chongqing, China	JN688882
胡氏树蛙 <i>R. hui</i>	四川昭觉 Zhaojue, Sichuan, China	JN688878
洪佛树蛙 <i>R. hungfuensis</i>	四川汶川 Wenchuan, Sichuan, China	EU215538
黑蹼树蛙 <i>R. kio</i>	越南义安 Nghe An Province, Vietnam	JQ288096
黑蹼树蛙 <i>R. kio</i>	云南西双版纳 Xishuangbanna, Yunnan, China	EU215532
丽水树蛙 <i>R. lishuiensis</i> sp. nov. (WYF11034)	浙江丽水 Lishui, Zhejiang, China	KY653717
丽水树蛙 <i>R. lishuiensis</i> sp. nov. (WYF11032)	浙江丽水 Lishui, Zhejiang, China	KY653718
丽水树蛙 <i>R. lishuiensis</i> sp. nov. (WYF11033)	浙江丽水 Lishui, Zhejiang, China	KY653719

续表 1

物种名 Taxon	采集地 Locality	GenBank 序列号 GenBank accession No.
丽水树蛙 <i>R. lishuiensis</i> sp. nov. (WYF11035)	浙江丽水 Lishui, Zhejiang, China	KY653720
白颌大树蛙 <i>R. maximus</i>	西藏墨脱 M&atog, Tibet, China	JX219411
白颌大树蛙 <i>R. maximus</i>	越南 Vietnam	HM448032
侏树蛙 <i>R. minimus</i>	广西大瑶山 Mt. Dayao, Guangxi, China	EU215539
侏树蛙 <i>R. minimus</i>	广西金秀 Jinxiu, Guangxi, China	EF564560
台湾树蛙 <i>R. moltrechti</i>	台湾莲花池 Lianhuachi, Taiwan, China	EU215543
台湾树蛙 <i>R. moltrechti</i>	台湾花莲 Hualien, Taiwan, China	DQ468676
山树蛙 <i>R. monticola</i>	印尼苏拉威西 Sulawesi Island, Indonesia	AY326060
黑掌树蛙 <i>R. nigropalmatus</i>	马来西亚 Malaysia	JX219437
黑掌树蛙 <i>R. nigropalmatus</i>	马来西亚 Malaysia	JX219438
黑点树蛙 <i>R. nigropunctatus</i>	贵州威宁 Weining, Guizhou, China	JX219430
黑点树蛙 <i>R. nigropunctatus</i>	贵州威宁 Weining, Guizhou, China	EU215533
黑点树蛙 <i>R. nigropunctatus</i>	云南龙陵 Longling, Yunnan, China	JX219428
黑点树蛙 <i>R. nigropunctatus</i>	云南龙陵 Longling, Yunnan, China	JX219429
峨眉树蛙 <i>R. omeimontis</i>	四川峨眉山 Mt. Omei, Sichuan, China	JX219421
峨眉树蛙 <i>R. omeimontis</i>	四川 Sichuan, China	LC010595
奥氏树蛙 <i>R. orlovi</i>	越南河靖 Ha Tinh, Vietnam	DQ283049
豹纹树蛙 <i>R. pardalis</i>	马来西亚沙捞越 Sarawak, Malaysia	JX219453
豹纹树蛙 <i>R. pardalis</i>	马来西亚沙捞越 Sarawak, Malaysia	JX219454
屏边树蛙 <i>R. pingbianensis</i>	云南屏边 Pingbian, Yunnan, China	EU215536
屏边树蛙 <i>R. pingbianensis</i>	云南金平 Jinping, Yunnan, China	JX219415
平龙树蛙 <i>R. pinglongensis</i>	广西平龙山 Mt. Pinglong, Guangxi, China	KU170683
平龙树蛙 <i>R. pinglongensis</i>	广西平龙山 Mt. Pinglong, Guangxi, China	KU170684
普洱树蛙 <i>R. puerensis</i>	云南普洱 Puer, Yunnan, China	EU215542
普洱树蛙 <i>R. puerensis</i>	越南沙巴 Sa Pa, Lao Cai, Vietnam	JN688891
婆罗黑蹼树蛙 <i>R. reinwardtii</i>	马来西亚 Malaysia	JX219443
红蹼树蛙 <i>R. rhodopus</i>	海南 Hainan, China	EU215529
红蹼树蛙 <i>R. rhodopus</i>	越南 Vietnam	AF458144
红蹼树蛙 <i>R. rhodopus</i>	云南绿春 Lvchun, Yunnan, China	JX219440
红足树蛙 <i>R. rufipes</i>	马来西亚沙捞越 Sarawak, Malaysia	JX219455
舒氏树蛙 <i>R. schlegelii</i>	日本 Japan	AB202078
舒氏树蛙 <i>R. schlegelii</i>	日本广岛 Hiroshima City, Japan	NC007178
棘皮树蛙 <i>R. spinus</i>	云南绿春 Lvchun, Yunnan, China	JX219416
棘皮树蛙 <i>R. spinus</i>	云南绿春 Lvchun, Yunnan, China	JX219417
横纹树蛙 <i>R. translineatus</i>	西藏墨脱 M&atog, Tibet, China	JX219449
疣足树蛙 <i>R. verrucopus</i>	西藏墨脱 M&atog, Tibet, China	JX219436
树蛙属未定种 1 <i>R. sp. 1</i>	云南马关 Maguan, Yunnan, China	JX219435
树蛙属未定种 2 <i>R. sp. 2</i>	云南麻栗坡 Malipo, Yunnan, China	JX219408
树蛙属未定种 2 <i>R. sp. 2</i>	云南麻栗坡 Malipo, Yunnan, China	JX219409
树蛙属未定种 2 <i>R. sp. 2</i>	云南麻栗坡 Malipo, Yunnan, China	JX219410
树蛙属未定种 3 <i>R. sp. 3</i>	马来西亚沙巴 Sabah, Malaysia	JX219452
灰螳臂树蛙 <i>Chiromantis xerampelina</i>	非洲 Africa	AF458132
斑腿泛树蛙 <i>Polypedates megacephalus</i>	中国 China	AF458141
东马岛蛙 <i>Spinomantis peraccae</i>	非洲 Africa	DQ283036

诸罗树蛙和白线树蛙从上唇至胯部具 1 条白线(费梁等 2009), 可与丽水种群相区别(无白线)。

经甫树蛙、黑点树蛙、洪佛树蛙、侏树蛙、台湾树蛙、平龙树蛙、台北树蛙、瑶山树蛙均具有单咽下外声囊(费梁等 2009, Mo et al. 2016), 可与丽水种群相区别(具单咽下内声囊)。其中, 经甫树蛙、黑点树蛙和洪佛树蛙与丽水种群的外部形态特征较为接近, 但前述 3 种树蛙鼓膜径均小于眼径之半, 而丽水种群鼓膜径大于眼径之半, 可以相区分。

鹦哥岭树蛙和绿背树蛙(Orlov et al. 2001, Chou et al. 2007, 费梁等 2009, 张君等 2011) 与丽水种群形态特征较为相近, 且均为单咽下内声囊, 但鹦哥岭树蛙鼓膜大, 鼓膜径约为眼径 78%, 趾蹼红色, 可与丽水种群相区别(鼓膜径约为眼径 59%, 趾蹼黄色); 而绿背树蛙头长和头宽接近, 或头宽大于头长, 眼上部虹膜橘红色, 近胯部、股外侧、胫跗外侧等部位具椭圆形黑斑, 雄性腹部黄色, 胯部、股和胫腹面等部位红色, 可与丽水种群相区别(头长大于头宽, 虹膜黄色, 近胯部和股外侧无斑, 或具不清晰灰黑色碎斑, 胫跗外侧无斑, 雄性腹部白色, 胯部、股和胫腹面等部位黄色)。

## 2.2 分子系统发育分析

在基于 12S rRNA、tRNA<sup>val</sup> 和 16S rRNA 共 2 038 bp 序列构建的贝叶斯树(图 1)中, 丽水种群与树蛙属其他 40 个物种以高支持率(后验概率 > 0.99) 形成单系, 其支系结构与 Mo 等(2016) 的结果相似。丽水种群的 4 个个体形成 1 个独立支系, 并与来自越南北部(地模) 和云南南部的绿背树蛙支系以高支持率形成姐妹群(后验概率 1.00), 支长较长, 有明显的分化。丽水种群与绿背树蛙组成的支系, 与峨眉树蛙、棘皮树蛙、蓝面树蛙和屏边树蛙组成的支系以及缅甸树蛙支系共同形成一个单系(后验概率 1.00), 而这些物种的声囊类型均为单咽下内声囊。

## 2.3 新种描述

**丽水树蛙, 新种 *Rhacophorus lishuiensis* Liu, Wang and Jiang, sp. nov.** (图 2 和图 3)

**词源:** 新种以其模式产地葑垟林场所属的丽水市而命名。

**正模标本:** WYF11032, 雄性成体, 2016 年 5 月 8 日刘宝权采于浙江省丽水市莲都区葑垟林场(28°11'51.72"N, 119.°49'2.28"E, 海拔 1 100 m)。

**配模标本:** WYF11035, 雌性成体, 采集时间 2016 年 4 月 2 日, 其他信息同正模。

**副模标本:** WYF11033 和 WYF11034, 雄性成体 2 号, 其他信息同正模。

正模和配模标本保存于中国科学院成都生物研究所两栖爬行动物标本馆, 副模标本保存于浙江自然博物馆。

**鉴别特征:** 体型较小, 雄性体长 34.2 ~ 35.8 mm, 雌性体长 45.9 mm; 鼓膜直径大于眼径之半; 后肢较短, 胫跗关节前伸贴体达眼后角; 背面光滑, 无明显疣粒; 生活时背面绿色, 无斑或散有稀疏的浅蓝绿色细点; 咽喉部白色, 虹彩黄色; 雄性具单咽下内声囊, 第一指基部具浅黄色婚垫。

### 正模标本描述

WYF11032, 雄性成体, 体型较小, 体长 35.8 mm。头长略大于头宽; 吻端较钝, 略突出于下唇; 吻长大于眼径, 吻棱明显; 鼻孔略靠近吻端; 鼻间距略小于眼间距而大于上眼睑宽; 鼓膜圆形, 直径大于眼径之半; 犁骨齿列明显, 宽短, 位于内鼻孔之间; 舌后端缺刻较深。

前肢适中, 前臂及手长约为体长之半; 指端均具吸盘, 第一指吸盘较小, 吸盘均具边缘沟, 背面可见“Y”形迹; 指长顺序为 I < II < IV < III; 指间蹼约为 1/3 蹼, 其中第一、二指间仅为蹼迹, 外侧 3 指的蹼式为: II 1-2 III 2-1 IV; 指侧缘膜窄; 关节下瘤明显; 内掌突较小呈椭圆形, 无外掌突。后肢较短, 前伸贴体时胫跗关节达眼后缘, 左右跟部不相遇; 足长小于胫长, 胫长大于体长之半; 趾端具吸盘和边缘沟, 趾吸盘略小于指吸盘; 趾长序为 I < II <





图2 丽水树蛙, 雌性, 背侧面  
(WYF11035, 朱英摄)

Fig. 2 Female of *Rhacophorus lishuiensis* sp. nov.  
(WYF11035, photo by ZHU Ying)

III < V < IV; 趾间蹼约为半蹼, 蹼式为: I 1-1  
II 0-1 III 0-1 IV 1-0 V; 内蹼突发达, 长椭圆形,

外蹼突不明显。

背部皮肤光滑, 布满均匀而细密的小痣粒; 颞褶明显, 粗细适中, 从眼后斜达肩部后上方, 几乎不弯曲; 咽喉部有较多的扁平小疣粒, 胸腹部、股基部腹面及肛门周围密布较大扁平疣粒; 沿前臂至第四指外侧, 胫跗关节至第五趾外侧, 以及肛门上方具一条明显的肤棱。

生活时, 整个背面纯绿色, 无斑或散有稀疏的浅蓝绿色细点, 会随着栖息生境外界刺激等因素发生显著的明暗变化; 胯部及股后方金黄色, 有连续浅黑色斑, 斑点边缘不清晰或无斑, 黑斑会随着蛙紧张程度不等而出现或消失; 咽喉部白色, 体腹部及四肢腹面为金黄色; 前肢、后肢及肛门上方的肤棱具清晰白色细线; 趾、指背面为绿色, 趾、指腹面、指端、趾端、蹼均为金黄色; 瞳孔黑色横置, 虹彩黄色。浸制标本背面及四肢背面原绿色部分变为墨绿



图3 丽水树蛙雄性背面 (a)、腹面 (b)、手腹面 (c) 和足腹面 (d) (WYF11034, 王聿凡摄)

Fig. 3 *Rhacophorus lishuiensis* sp. nov., male, dorsal view (a), ventral view (b), ventral view of hand (c) and ventral view of foot (d) (WYF11034, photo by WANG Yu-Fan)

色，腹面及指、趾、蹼均变为藕褐色；黑色斑点较清晰。

**第二性征：**雄性体型较小，前臂较粗壮，第一指基部具浅黄色婚垫，具单咽下内声囊，有雄性线。

**形态变异：**模式标本系列的量度见表 2。

**生态描述：**丽水树蛙栖息于海拔 700 ~ 1 100 m 的山区（图 4），4 月上旬进入繁殖高峰，夜间气温 5 ~ 12℃。雄性躲藏于枯萎的茭白（*Zizania latifolia*）基部下，或在松软的泥土中挖掘 5 ~ 7 cm 的扁球形穴室并躲藏于其中；昼夜均有鸣叫，夜间更多，为“咕咕咕……”7 ~ 8 s 连续单音节鸣叫，当人靠近时便停止鸣叫。穴室常隐藏在苔藓下（图 5），离水面不超过 10 cm，开口位于水面下或与水面平齐，与穴室有直径约 3 cm 的通道相连。雌性丽水树蛙多数直接产卵于穴室之中，卵泡直径 8 ~ 10 cm，卵的发育过程中，卵泡随之溶解，孵化后的蝌蚪随着溶解的卵泡或雨水经过通道冲入水中。也发现有极少数卵泡产于枯萎的茭白杆上或直接漂浮水面。同一区域还生活有泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）、弹琴蛙（*Babina adenopleura*）、镇海林蛙（*Rana zhenhaiensis*）、饰纹姬蛙（*Microhyla fissipes*）、小弧斑姬蛙（*M. heymonsii*）、中国雨蛙（*Hyla chinensis*）、三港雨蛙（*H. sanchiangensis*）、斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*）等蛙类。

葑垟林场位于丽水市莲都南部山区，是莲都、青田、云和三县交界处，并是括苍山、洞宫山、仙霞岭三大山脉汇集区域，地理位置特殊，岩性以火山岩为主，少量花岗岩，植被覆盖率达 95%。峡谷山岳地形起伏强烈，海拔约 350 ~ 1 326 m，高差近 1 000 m。较大的高差形成了明显的生物垂直分布带，1 000 m 以下为常绿阔叶林、马尾松（*Pinus massoniana*）针阔混

交林、溪谷落叶混交林，1 000 m 以上为落叶阔叶林、黄山松（*P. taiwanensis*）针阔混交林；葑垟湖高山湿地位于 1 100 m 左右葑垟林场，终年云雾缭绕，水量充沛。南北两侧为葑阳林场，东西两侧平坦开阔，形成总面积约为 3.33 hm<sup>2</sup> 的湿地，此湿地水域就是丽水树蛙的主要繁殖区域。

**分布：**目前仅知分布于模式产地。

**查看标本：**绿背树蛙，云南省屏边县大围山 KIZ09133 ~ KIZ09135（3 号）；经甫树蛙，四川洪雅县炳灵乡 CIB58830 ~ CIB58859（30 号），四川峨眉山 CIB58814 ~ CIB58827、CIB58829（15 号），湖北利川县 CIB58904 ~ CIB58923（20 号）；黑点树蛙，贵州省威宁县 CIB61769 ~ CIB61791（23 号），贵州省雷山县格头 CIB61796 和 CIB61797（2 号），云南省龙陵县 CIB61792 ~ CIB61795（4 号）。

### 3 讨论

我国东部和东南部地区树蛙属物种很少，加上新订种浙江分布的丽水树蛙，目前仅知分布有 4 种。浙江省分布大树蛙和丽水树蛙，相邻的上海仅分布大树蛙，江苏省无树蛙属物种分布，安徽省分布大树蛙和黑点树蛙，江西省和福建省分布大树蛙和经甫树蛙（陈壁辉 1991，费梁等 2009）。大树蛙分布较广、较常见，而黑点树蛙和经甫树蛙均为点状的局域分布，均较少报道，其中黑点树蛙尚有形态描述（陈壁辉 1991），但经甫树蛙，自从被简要报道分布于江西井冈山（宗愉 1985）和福建武夷山（蔡明章 1981），至今没有江西和福建标本的详细描述。鉴于丽水树蛙与经甫树蛙形态较为相似，而丽水树蛙的模式产地葑垟林场属武夷山余脉，与经甫树蛙武夷山种群分布点较接近，因此，两者的分类关系值得进一步研究。



图 4 丽水树蛙生境，浙江省丽水市莲都区葭垟林场，海拔 1 100 m 左右（王聿凡摄）

Fig. 4 Habitat of *Rhacophorus lishuiensis* sp. nov., in Fengyang Forest Station, Liandu, Lishui, Zhejiang, altitude 1 100 m (photo by WANG Yu-Fan)



图 5 丽水树蛙在苔藓下的穴室及藏于其中的卵泡（王聿凡摄）

Fig. 5 The hole and egg-foam of *Rhacophorus lishuiensis* sp. nov. (photo by WANG Yu-Fan)

表 2 丽水树蛙成体量度（单位：mm）  
Table 2 Measurement of adults *Rhacophorus lishuiensis* sp. nov. (in mm)

	雄性 Male				雌性 Female			
	WYF11032 正模 Holotype	WYF11033 副模 Paratype	WYF11034 副模 Paratype	范围 Range	平均值 Average	与体长比 (%) Ratio to SVL	WYF11035 配模 Allotype	与体长比 (%) Ratio to SVL
头体长 Snout-vent length SVL	35.8	35.8	34.2	34.2~35.8	35.3		45.9	
头长 Head length HL	14.9	15.8	15.1	14.9~15.8	15.3	43.3	19.2	41.8
头宽 Head width HW	13.9	13.9	14.7	13.9~14.7	14.1	39.9	17.6	38.2
吻长 Snout length SL	5.9	6.1	5.7	5.7~6.1	5.9	16.7	7.5	16.3
鼻间距 Internasal space INS	3.9	4.3	4.5	3.9~4.5	4.2	11.9	5.1	11.2
眼间距 Interorbital space IOS	3.9	4.4	4.5	3.9~4.5	4.3	12.2	6.0	13.0
上眼睑宽 Upper eyelid width UEW	3.1	3.4	2.6	2.6~3.1	3.0	8.5	3.1	6.8
眼径 Diameter of eye ED	4.5	4.5	4.1	4.1~4.5	4.4	12.5	5.6	12.1
鼓膜径 Diameter of tympanum TD	2.3	3.2	2.3	2.3~3.2	2.6	7.4	2.6	5.7
前臂及手长 Length of lower arm and hand length LAHL	18.1	17.4	18.4	17.4~18.4	18.0	51.0	22.0	47.7
前臂宽 Diameter of lower arm LAD	3.4	3.1	3.0	3.0~3.4	3.2	9.1	3.5	7.6
手长 Hand length HAL	11.3	10.8	10.8	10.8~11.3	11.0	31.2	13.5	29.3
股长 Femur length FEL	15.0	15.7	14.8	14.8~15.7	15.2	43.1	19.5	42.3
胫长 Tibia length TL	14.7	15.2	15.7	14.7~15.7	15.2	43.1	18.6	40.3
跗足长 Length of foot and tarsus TFL	21.2	21.3	22.5	21.2~22.5	21.7	61.5	28.3	61.5
足长 Foot length FL	14.7	15.0	14.7	14.7~15.0	14.8	41.9	19.6	42.7

**致谢** 丽水市莲都区林业局对野外调查工作大力支持; 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金洁琼、颜芳、陈进民等在分子实验和数据分析方面给予诸多帮助; 朱英提供活体照片。对以上同仁谨致谢忱。  
**封面照片** 雌性丽水树蛙, 朱英 2016 年 4 月 2 日摄于浙江丽水。

## 参 考 文 献

- Chou W H, Lau M W N, Chan B P. 2007. A new tree frog of the genus *Rhacophorus* (Anura: Rhacophoridae) from Hainan Island, China. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 55(1): 157–165.
- Frost D R. 2017. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. [DB/OL]. [2017-03-09]. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Kocher T D, Thomas W K, Meyer A, et al. 1989. Dynamics of mitochondrial DNA evolution in animals: Amplification and sequencing with conserved primers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 86(16): 6196–6200.
- Li J T, Liu J, Chen Y Y, et al. 2012. Molecular phylogeny of treefrogs in the *Rhacophorus dugritei* species complex (Anura: Rhacophoridae), with descriptions of two new species. *Zoological Journal of Linnean Society*, 165(1): 143–162.
- Mo Y M, Chen W C, Liao X W, et al. 2016. A new species of the genus *Rhacophorus* (Anura: Rhacophoridae) from southern China. *Asian Herpetological Research*, 7(3): 139–150.
- Ohler A, Marquis O, Swan S R, et al. 2000. Amphibian biodiversity of Hoang Lien Nature Reserve (Lao Cai Province northern Vietnam) with description of two new species. *Herpetozoa*, 13(1/2): 71–87.
- Orlov N L, Lathrop A, Murphy R W, et al. 2001. Frogs of the family Rhacophoridae (Anura: Amphibia) in the northern Hoang Lien Mountains (Mount Fan Si Pan Sa Pa District Lao Cai Province), Vietnam. *Russian Journal of Herpetology*, 8(1): 17–44.
- 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.
- Savage J M, Heyer W R. 1997. Digital webbing formulae for anurans: a refinement. *Herpetological Review*, 28(3): 131.
- 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.
- 蔡明章. 1981. 武夷山自然保护区两栖动物初步调查. *武夷科学*, (1): 129–131.
- 陈壁辉. 1991. 安徽两栖爬行动物志. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1–408.
- 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.
- 何晓瑞. 1999. 云南树蛙科一新种——普洱泛树蛙. *四川动物*, 19(3): 99–100.
- 黄美华. 1990. 浙江动物志: 两栖类 爬行类. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1–306.
- 张君, 蒋珂, 侯勉. 2011. 中国两栖纲树蛙科一新纪录——绿背树蛙. *动物分类学报*, 36 (4): 986–989.
- 中国两栖类. 2017. “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. [2017-03-09]. <http://www.amphibiachina.org/>.
- 宗愉. 1985. 井江西冈山地区两栖与爬行动物调查. *考察与研究*, 5: 167–171.