

# 福建龙岩发现寒露林蛙

冯金英<sup>①</sup> 王鹤霖<sup>①</sup> 王臻祺<sup>②</sup> 钟鸿辉<sup>③</sup> 林清贤<sup>①</sup> 周晓平<sup>①\*</sup>

① 厦门大学环境与生态学院, 滨海湿地生态系统教育部重点实验室 厦门 361102; ② 南京林业大学生命科学院 南京 210037;

③ 福建梅花山国家级自然保护区管理局 龙岩 364201

**摘要:** 2024年10月在福建省龙岩市上杭县梅花山国家级自然保护区采集到4号蛙属(*Rana*)物种标本。标本头体长59.74~63.04 mm, 头长大于头宽, 吻端钝尖, 明显超出下唇; 前臂及手长不及体长一半; 后肢长, 前伸贴体时胫跗关节超出吻端; 股部背面具有9或10条整齐细窄黑褐色横纹, 无雄性线, 形态特征与寒露林蛙(*R. hanluica*)基本一致。基于线粒体16S rRNA基因片段进行的系统发育分析结果表明, 此次采集的标本与广西、重庆和湖南的寒露林蛙聚成一支, 未校正的遗传距离为0, 远小于样本与属内其他物种间的最小遗传距离(2.20%)。综合形态特征和系统发育比较分析的结果, 本次采集的样本确定为寒露林蛙, 系福建省两栖动物分布新记录种。

**关键词:** 寒露林蛙; 福建省; 分布新记录种; 线粒体16S rRNA基因

**中图分类号:** Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2025) 06-927-10

## *Rana hanluica* Found in Longyan, Fujian, China

FENG Jin-Ying<sup>①</sup> WANG He-Lin<sup>①</sup> WANG Zhen-Qi<sup>②</sup> ZHONG Hong-Hui<sup>③</sup>  
LIN Qing-Xian<sup>①</sup> ZHOU Xiao-Ping<sup>①\*</sup>

① Key Laboratory of the Coastal and Wetland Ecosystems of Ministry of Education, College of the Environment and Ecology, Xiamen University, Xiamen 361102; ② College of Life Sciences, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037; ③ Administration of Fujian Meihua Mountain National Nature Reserve, Longyan 364201, China

**Abstract:** During a field survey of amphibians in Meihua Mountain National Nature Reserve, Longyan City, Fujian Province in October 2024, four specimens (1 male and three females) of *Rana* were collected. The study aims to accurately identify the species of these specimens through morphological and phylogenetic comparisons, enriching the diversity of amphibians in Fujian Province. Morphological identification was performed by comparing the diagnostic features described in the database of Amphibia China (<http://www.amphibiachina.org/>), as well as by comparing the measurements of 23 morphological indicators. Meanwhile, molecular phylogenetic identification was performed based on mitochondrial 16S ribosomal RNA (16S rRNA) gene fragments. The 16S rRNA gene fragments were amplified with primer pairs of L3975:

**基金项目** 福建梅花山国家级自然保护区管理局课题 (No. 20243160A0266);

\* 通讯作者, E-mail: xpzhou@xmu.edu.cn;

**第一作者介绍** 冯金英, 女, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: fengying3976@163.com.

收稿日期: 2025-01-14, 修回日期: 2025-05-14 DOI: 10.13859/j.cjz.202525007 CSTR: 32109.14.cjz.25007

5'-CGC CTG TTT ACC AAA AAC AT-3' and H4551: 5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC ACG T-3'. Corresponding sequences of 37 species of *Rana* were downloaded from GenBank (Table 1) and *R. luteiventris* and *R. muscosa* were selected as outgroups. DNA sequences were aligned and trimmed by Clustal W and the nucleotide substitution model GTR + I + G was selected based on the Bayesian information criterion (BIC) in MEGA 11. RaxmlGUI 2.0 and MrBayes 3.2.4 were used to build maximum likelihood (ML) and Bayesian inference (BI) phylogenetic trees, respectively. The uncorrected genetic distances within *Rana* were calculated via MEGA 11. The measurements of 23 morphological indicators were shown in Table 2, which indicated that snout-vent length of the collected specimens ranged from 59.74 to 63.04 mm; the head length was longer than the head width, and the snout was blunt pointed, obviously extending beyond the lower lip; the lengths of lower arm and hand were less than half of the body length; the hindlimbs were long, and the tibial tarsal joint extended anteriorly beyond the snout. The characteristics of skin and coloration: dorsal skin smooth, with scattered brown maculations in females; ventral skin smooth, light yellow, throat with scattered red punctate speckles and the posterior femur and its ventral surface with flat tubercles; dorsal and lateral surface olive-yellow in breeding males and reddish brown in breeding females; the dorsal skin on both hindlimbs with 9 or 10 neat and narrow black-brown horizontal stripes, without male lines (Figs. 1, 2). The morphological characteristics are consistent with the diagnosis characteristics of *R. hanluica*. Additionally, our specimens are larger than the topotype and those collected from other localities (Table 3). The new sequences of our specimens were deposited in GenBank with the accession number PQ608565 - PQ608568. The BI and ML phylogenetic trees based on 16S rRNA gene fragments had identical topologies, which showed that our specimens and *R. hanluica* from Guangxi, Chongqing, and Hunan formed a monophyletic clade with the posterior probability of 0.99 and bootstrap support value of 100% (Fig. 3). The uncorrected *p*-distances among them were zero, which were much smaller than the minimum genetic distance (2.20%) between these samples and other *Rana* species. Based on the comprehensive comparisons of morphology and phylogenetics, the collected specimens were identified as *R. hanluica*, a newly record species of amphibian in Fujian Province. This discovery further enriches the geographical distribution information of *R. hanluica* and the diversity of amphibians in Fujian Province.

**Key words:** *Rana hanluica*; Fujian Province; New record species; Mitochondrial 16S rRNA gene

梅花山国家级自然保护区位于福建省西南部，地处龙岩市上杭县、连城县与新罗区三县交界地带，为武夷山脉南段和博平岭之间玳瑁山的主体部位，属于中低山貌。梅花山属于中亚热带气候带，温暖湿润，雨量充沛，森林覆盖率高达 93.5%。优越的生态环境孕育了区内丰富的动植物资源（郑辑等 1993）。近年来，梅花山国家级自然保护区内相继发现新种虚竹小鲵（*Hynobius bambusicolus*）（Wang et al. 2023）和福建省分布新记录种广东纤树蛙（*Gracixalus guangdongensis*）（王鹤霖等

2024）等两栖动物，表明对梅花山两栖动物多样性的研究还有待进一步加强。

寒露林蛙（*Rana hanluica*）隶属于无尾目（Anura）蛙科（Ranidae）蛙属，为我国特有种，主要分布在长江以南的丘陵及山地。该种的模式产地在中国湖南省永州双牌阳明山（沈猷慧等 2007）。近年来，陆续在江西齐云山（杨道德等 2008）、广西猫儿山（Yuan et al. 2016）、贵州雷公山（陈继军等 2017）、浙江葑垟林场（金伟等 2017）以及重庆酉阳（朱思瑾等 2018）等地相继发现其分布。至目前为止，福建省仅有长

肢林蛙 (*R. longicrus*) 和武夷林蛙 (*R. wuyiensis*) 两种蛙属物种的分布记录 (郭淳鹏等 2022)。

2024 年 10 月 16 日于福建省龙岩市上杭县梅花山国家级自然保护区采集到 4 号林蛙成体 (1 雄 3 雌), 经形态特征比较及 16S rRNA 序列分析, 鉴定为寒露林蛙, 为福建省两栖动物分布新记录种。本研究提供了福建寒露林蛙的形态特征和分子数据, 为该种的地理分布和生态学研究提供了参考资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 样本采集与保存

4 号林蛙成体 (1 雄 3 雌) 于 2024 年 10 月 15 日采自福建省梅花山国家级自然保护区。采集所有个体的口腔拭子或者约 1 cm 的脚趾保存于无水乙醇中, 用于 DNA 分析。测量活体形态指标后使用 5 g/L 的甲磺酸三卡因 (tricaine methanesulfonate, MS-222) 溶液实施安乐死。确认样本无心跳且反射消失后用 10% (体积分数) 甲醛溶液固定样品, 保存于厦门大学环境与生态学院动物生态与保护生物学实验室, 标本编号为 CEE2024-Anura-Bo-001 ~ CEE2024-Anura-Bo-004。

### 1.2 形态鉴定与测量

由于标本 CEE2024Anura-Ra-004 (雌性) 在带回实验室的途中已经死亡, 因此只测量 3 只 (1 雄 2 雌) 活体标本的形态数据。依据蒋珂等 (2021) 的测量方法, 使用游标卡尺 (德力西 DELIXI, 量程 150 mm, 精度 0.01 mm) 测量头体长、头长、头宽、吻长、鼻间距、眼间距、眼径、鼓膜径、鼓-眼距离、前臂及手长及后肢长等 23 项形态学指标, 并参照“中国两栖类”信息系统 (中国两栖类 2024) 中寒露林蛙的形态描述进行形态鉴定。

### 1.3 线粒体 16S rRNA 基因序列扩增与分析

采用 DNA 提取试剂盒 (北京全式金生物技术股份有限公司, EasyPure® Genomic DNA Kit) 提取保存于无水乙醇中样本的 DNA, 选

用引物 L3975 (5'-CGC CTG TTT ACC AAA AAC AT-3') 和 H4551 (5'-CCG GTC TGA ACT CAG ATC ACG T-3') 扩增 16S rRNA 基因片段 (Simon et al. 1994)。PCR 扩增反应参数如下: 94 °C 预变性 4 min; 94 °C 变性 30 s, 55 °C 退火 30 s, 72 °C 延伸 90 s, 共 35 个循环; 最后 72 °C 延伸 10 min。扩增产物用 1% (质量分数) 琼脂糖凝胶电泳检测条带是否单一, 符合要求的产物交铂瑞生物 (厦门) 科技有限公司测序。测序结果提交到美国国家生物技术信息中心 (National Center for Biotechnology Information, NCBI) GenBank, 登录号为 PQ608565 ~ PQ608568 (表 1)。

从 GenBank 下载寒露林蛙所在的蛙亚属 (Yuan et al. 2016) 已有物种的 16S rRNA 基因片段序列 (表 1), 并选择与之关系相近的其他亚属中的黄腿山蛙 (*R. muscosa*) 和哥伦比亚斑点蛙 (*R. luteiventris*) 作为外群 (Wu et al. 2021), 结合本次采集样本的序列进行系统发育分析。所有序列在软件 MEGA11 (Tamura et al. 2021) 中采用 Cluster W (Thompson et al. 1994) 进行比对和修剪, 并基于最小化信息标准 (Akaike information criterion, AIC) 选择 GTR + I + G 为最佳核酸替代模型用于后续的系统发生分析。分别采用贝叶斯法 (Bayesian inference of phylogeny, BI) 和最大似然法 (maximum likelihood, ML) 构建系统发生树。最大似然系统发育树构建在软件 RaxmlGUI 2.0 中完成 (Silvestro et al. 2012), 并进行 10 000 次 bootstrap 重抽样分析, 检验各节点置信度。贝叶斯系统发育树构建在 MrBayes 3.2.4 软件 (Ronquist et al. 2003) 中完成, 以随机树为起始树, 在默认热值条件下同时运行 4 条马尔可夫链, 运行  $5 \times 10^7$  代, 每隔 1 000 代抽样一次, 并舍弃 25% 老化树。使用 TreeViewer 查看并优化建树结果。此外, 使用 MEGA11 基于未校正的遗传距离 (uncorrected *p*-distance) 计算成对序列差异。

表 1 本研究所用样品的标本号、采集地和基因序列号

Table 1 Voucher number, locality, and GenBank accession number of specimens used in this study

物种 Species	标本号 Voucher number	采集地 Locality	16S rRNA 基因序列号 GenBank accession number
本研究样本 Samples from this study	CEE2024-Anura-Bo-001 - CEE2024-Anura-Bo-004	中国福建龙岩 Longyan, Fujian, China	PQ608565 - PQ608568
	KIZ GX07112915	中国广西猫儿山 Mt. Mao'er, Guangxi, China	KX269191
寒露林蛙 <i>Rana hanluica</i>	LPSYY2014091704	中国重庆酉阳 Youyang, Chongqing, China	MG461221
	SYNU07100490	中国湖南双牌 Shuangpai, Hunan, China	HQ228158
	SYNU07100427	中国湖南双牌 Shuangpai, Hunan, China	KF204638
长肢林蛙 <i>R. longicrus</i>	NMNS15022	中国台湾苗栗 Miaoli, Taiwan, China	KX269189
徂徕林蛙 <i>R. culaiensis</i>	KIZSD080501	中国山东徂徕山 Mt. Culai, Shandong, China	KX269190
镇海林蛙 <i>R. zhenhaiensis</i>	KIZ 0803271	中国浙江镇海 Zhenhai, Zhejiang, China	KX269218
大别山林蛙 <i>R. dabieshanensis</i>	AHU 2016R001	中国安徽霍山 Huoshan, Anhui, China	MF172963
九岭山林蛙 <i>R. jiulingensis</i>	SYS a005519	中国江西官山 Mt. Guanshan, Jiangxi, China	MT408985
昭觉林蛙 <i>R. chaochiaoensis</i>	SCUM0405170CJ	中国四川昭觉 Zhaojue, Sichuan, China	KX269192
日本林蛙 <i>R. japonica</i>	KIZ-YPX11775	日本千叶 Chiba, Japan	KX269220
明全蛙 <i>R. zhengi</i>	SCUM 0405190CJ	中国四川洪雅 Hongya, Sichuan, China	KX269206
武夷林蛙 <i>R. wuyiensis</i>	CIB WY20201106016	中国福建南平 Nanping, Fujian, China	MZ337980
高原林蛙 <i>R. kukunoris</i>	KIZ CJ06102001	中国青海共和 Gonghe, Qinghai, China	KX269185
中国林蛙 <i>R. chensinensis</i>	KIZ RD05SHX01	中国陕西户县 Huxian, Shaanxi, China	KX269186
东北林蛙 <i>R. dybowskii</i>	MSUZP-IVM-1d	俄罗斯海滨海边疆区 Primorye, Russia	KX269188
梭德氏蛙 <i>R. sauteri</i>	SCUM 0405175CJ	中国台湾高雄 Kaohsiung, Taiwan, China	KX269204
韩国林蛙 <i>R. coreana</i>	MMS 223	韩国 South Korea	KX269202
借母溪林蛙 <i>R. jiemuxiensis</i>	KIZ HUN0708013	中国湖南借母溪 Jiemuxi, Hunan, China	KX269221
峨眉林蛙 <i>R. omeimontis</i>	SCUM 0405196CJ	中国四川洪雅 Hongya, Sichuan, China	KX269193
琉球林蛙 <i>R. kobai</i>	KUHE: 32956	日本奄美大岛 Amami, Japan	AB685778
冲绳林蛙 <i>R. ulma</i>	OKW 135	琉球群岛 Ryukyu Islands	KX269215
对马赤蛙 <i>R. tsushimensis</i>	NAP 04191	日本对马 Tsushima, Japan	KX269181
上野林蛙 <i>R. uenoii</i>	KUHE48371	日本对马 Tsushima, Japan	KX024885
田子蛙 <i>R. tagoi</i>	MSUZP-NPJP-R-08-69	日本东京 Kyoto, Japan	KX269214
北海道林蛙 <i>R. pirica</i>	MSUZP-NPFE-R-08-42	俄罗斯萨哈林斯卡娅省 Sakhalinskaya, Russia	KX269184
比利牛斯林蛙 <i>R. pyrenaica</i>	ZFMK 65447-65448	西班牙马德里 Madrid, Spain	AY147950
高加索林蛙 <i>R. macrocnemis</i>	MSUZP-LFM-12	俄罗斯达赫斯坦 Daghestan, Russia	KX269194
黑龙江林蛙 <i>R. amurensis</i>	MSUZP-SLK-RUS49	俄罗斯托木斯克 Tomskaya, Russia	KX269203
田野蛙 <i>R. arvalis</i>	MSUZP-SLK-MKR21	俄罗斯莫多维亚 Mordovia, Russia	KX269197
流田子蛙 <i>R. sakuraii</i>	KIZJP080104	日本东京 Kyoto, Japan	KX269205
欧洲林蛙 <i>R. temporaria</i>	ZMMU A-4288-1	乌克兰扎卡尔帕特斯卡乌日戈罗德区 Uzhgorod, Zakarpatska, Ukraine	KX269196
休格利蛙 <i>R. iberica</i>	ZMMU A-4292-1	葡萄牙波尔图瓦隆戈周边 Valongo environs, Porto, Portugal	KX269195
捷蛙 <i>R. dalmatina</i>	MSUZP-NPUA-R-21-1	乌克兰扎卡尔帕特斯卡乌日戈罗德区 Uzhgorod, Zakarpatska, Ukraine	KX269198
中亚林蛙 <i>R. asiatica</i>	KIZ-XJ0251	中国新疆 Xinjiang, China	KX269200
拉塔斯蛙 <i>R. latastei</i>	Veith 2003	意大利坎帕尼亚 Campagna, Italy	AY147946
希腊林蛙 <i>R. graeca</i>	ZMMU A-4293-1	黑山共和国尼希奇周边地区 Niksic environs, Montenegro	KX269199
桑植蛙 <i>R. sangzhiensis</i>	CIB SZ2012062102	中国湖南天平山 Tianping Mountain, Hunan, China	MZ338007
越南趾沟蛙 <i>R. johnsi</i>	IEBR.A 4849	越南曹邦省 Cao Bang, Vietnam	MZ338020
桓仁林蛙 <i>R. huanrensis</i>	MMS 231	韩国 South Korea	KX269183
哥伦比亚斑点蛙 <i>R. luteiventris</i>	MVZ 225749	美国华盛顿 Washington, USA	KX269213
黄腿山蛙 <i>R. muscosa</i>	MVZ 149006	美国加利福尼亚 California, USA	AY779195

## 2 结果

### 2.1 形态描述

测量的3号标本中雄蛙头体长为59.74 mm (图1, 表2), 雌蛙头体长分别为63.04 mm 和62.98 mm (图2, 表2)。头长大于头宽, 吻端钝尖, 明显突出于下唇, 吻棱明显; 鼓膜大, 圆形, 为体长的7.5%左右, 比眼径略小; 虹膜黄色, 瞳孔横置, 虹膜下方具一条黑色纵纹。

四肢较细, 雄蛙前臂较粗; 前臂及手长不及体长一半, 指细长, 指端呈球状, 末端无沟;

指长序为 $I < II < IV < III$ ; 足长小于胫长, 胫长为约为体长的69%; 趾细长, 趾端扁圆形, 末端无沟, 趾长序为 $I < II < III < V < IV$ ; 趾间蹼发达, 约为 $2/3$ 蹼, 蹼式为 $10-0110-11110-11V1-0V$ ; 第I和第V趾外侧均无缘膜; 后肢长, 前伸贴体时胫跗关节超出吻端。

背面皮肤光滑, 雌蛙背面散布褐色斑; 体腹面光滑, 浅黄色, 咽喉部皮肤散布红色小斑点, 股后及其腹面有扁平疣; 两眼间的横斑及颞部的三角形斑均为黑褐色; 四肢背面黑褐色横纹较窄长, 前臂具2或3条不明显横纹, 后肢具9或10条明显深褐色横纹; 生活时背面及

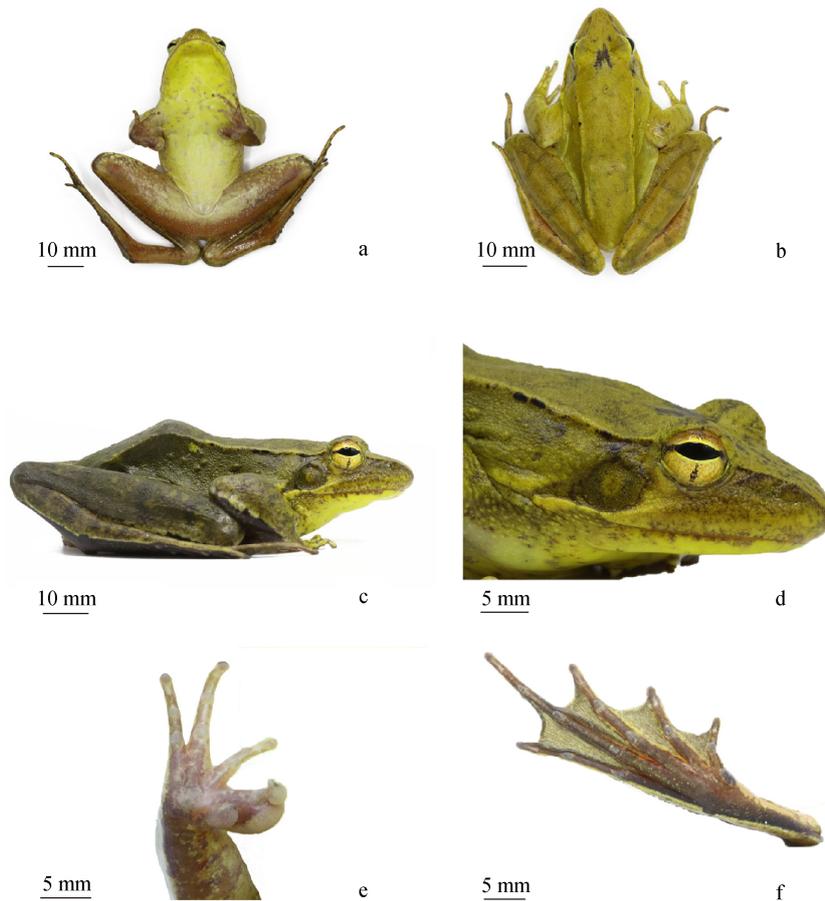


图1 福建龙岩雄性寒露林蛙形态 (CEE2024-Anura-Bo-002)

Fig. 1 Morphology of male *Rana hanluica* (CEE2024-Anura-Bo-002) from Longyan, Fujian

a. 腹面; b. 背面; c. 侧面; d. 示眼睛; e. 手部腹面; f. 足部腹面。

a. Ventral view; b. Dorsal view; c. Lateral view; d. View of eye; e. Ventral view of hand; f. Ventral view of foot.

表 2 福建龙岩梅花山寒露林蛙的度量 (单位: mm)

Table 2 Measurements of *Rana hanluica* specimens from Meihua Mountain, Longyan, Fujian (Unit: mm)

形态指标 Morphological indexes	标本编号 Specimen number		
	CEE2024-Anura-Bo-001 (♀)	CEE2024-Anura-Bo-002 (♂)	CEE2024-Anura-Bo-003 (♀)
眼径 Diameter of eye	6.69	7.19	5.86
第I指长 First finger length	4.40	3.63	5.26
第二指长 Second finger length	5.15	4.75	5.29
第三指长 Third finger length	8.39	8.05	9.25
第四指长 Fourth finger length	7.02	6.94	7.14
足长 Foot length	37.49	39.93	35.64
头长 Head length	22.56	20.62	22.63
头宽 Head width	21.02	20.71	22.16
后肢长 Hindlimb length	128.75	124.26	123.16
吻长 Snout length	9.58	8.83	9.81
鼻间距 Internasal space	4.00	4.16	4.10
眼间距 Interorbital space	4.75	4.33	4.42
前臂及手长 Length of lower arm and hand	25.85	27.68	27.60
前臂宽 Diameter of lower arm	5.08	7.40	5.03
眼鼻距 Nasal-eye distance	4.36	3.79	4.62
手长 Hand length	15.09	15.06	15.59
头体长 Snout-vent length	63.04	59.74	62.98
鼓膜径 Diameter of tympanum	5.18	4.04	4.69
鼓眼径 Tympanum-eye distance	1.35	1.38	1.63
跗足长 Length of foot and tarsus	57.46	57.24	54.81
大腿长 Thigh length	37.67	38.86	40.04
胫长 Tibia length	42.90	41.85	43.49
胫骨宽 Maximal tibia width	7.67	8.40	8.51

体侧颜色变异大, 雄蛙标本在暗环境下为墨绿色, 亮环境下变为绿豆黄色, 雌蛙标本野外抱对期间为红棕色, 抱对结束后为黄棕色。

第二性征: 雄蛙 (标本编号 CEE2024-Anura-Bo-002) 的婚垫分为 4 团, 第一指远端指节上的两团婚垫最小, 在内侧相连; 第一指基部的婚垫最大且发达, 内掌突上者次之, 两者不相连 (图 1e); 婚垫偏灰色, 其上密布白色刺粒; 无声囊及声囊孔, 无雄性线。

综上, 本次采集的标本形态特征与寒露林蛙模式标本的形态鉴定特征 (沈猷慧等 2007) 基本相符。

## 2.2 形态数据比较

将本研究采集的标本与模式产地的寒露林蛙标本 (沈猷慧等 2007) 形态特征进行比较 (表 3), 前者头宽与头体长之比、胫长与头体长之比、后肢长与头体长之比均大于后者; 雄蛙头长与头体长之比小于后者, 雌蛙反之; 雄蛙前臂及手长与头体长之比大于后者, 雌蛙两个个体中一个大于后者, 另一个则小于后者。相较于其他分布地的寒露林蛙, 本研究标本的体型大于贵州标本 (陈继军等 2017), 和湖南 (沈猷慧等 2007) 及浙江 (金伟等 2017) 的标本体型相近, 且后肢长与头体长之比最大。

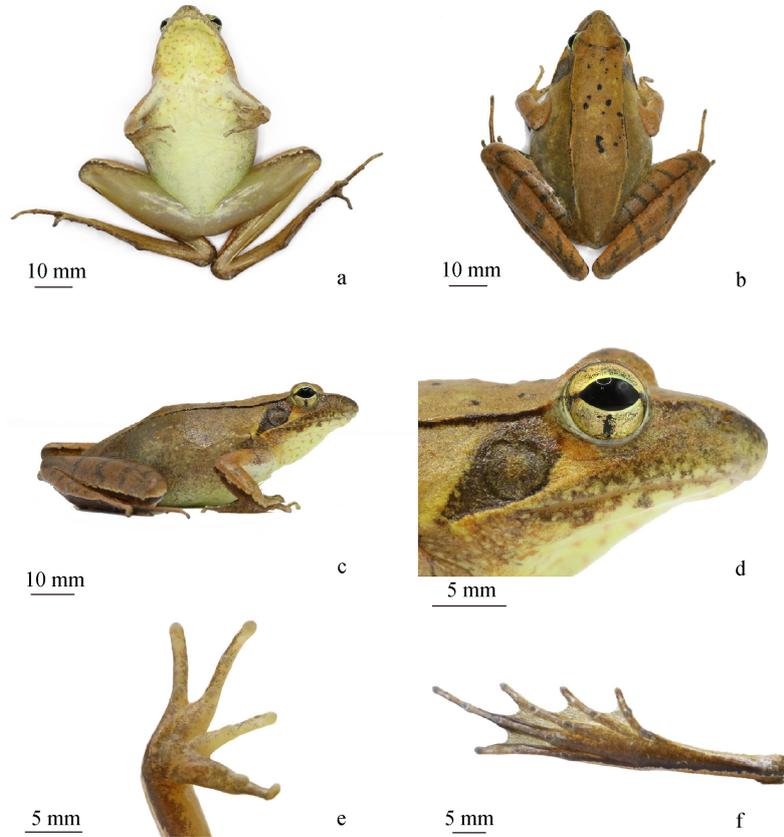


图 2 福建龙岩雌性寒露林蛙形态 (CEE2024-Anura-Bo-003)

Fig. 2 Morphology of female *Rana hanluica* (CEE2024-Anura-Bo-003) from Longyan, Fujian

a. 腹面; b. 背面; c. 侧面; d. 示眼睛; e. 手部腹面; f. 足部腹面。

a. Ventral view; b. Dorsal view; c. Lateral view; d. View of eye; e. Ventral view of hand; f. Ventral view of foot.

表 3 寒露林蛙福建、浙江、湖南及贵州种群形态测量数据

Table 3 Morphometric measurements of *Rana hanluica* in Fujian, Zhejiang, Hunan, and Guizhou

形态特征 Morphological traits	福建 Fujian 本研究 This study		浙江 Zhejiang 金伟等 2017	湖南 Hunan 沈猷慧等 2007		贵州 Guizhou 陈继军等 2017		
	1♂	♀ (n=2)	1♂	♂ (n=16)	♀ (n=8)	1♂	1♀	
头体长 Snout-vent length (mm)	59.74	63.04	62.98	60.00	55.74 ± 3.71	64.38 ± 5.27	44.06	49.06
头长 Head length (mm)	20.62	22.56	22.63	22.90	20.02 ± 1.13	22.36 ± 1.70	15.64	18.08
与头体长之比 Ratio to snout-vent length (%)	34.51	35.79	35.93	38.20	35.94	34.74	35.50	36.85
头宽 Head width (mm)	20.71	21.02	22.16	20.99	18.07 ± 0.74	19.75 ± 1.15	13.83	14.57
与头体长之比 Ratio to snout-vent length (%)	34.66	33.34	35.19	34.90	32.43	30.68	31.39	29.70
前臂及手长 Length of lower arm and hand (mm)	27.68	25.85	27.60	25.90	24.19 ± 1.58	27.68 ± 2.24	23.10	26.48
与头体长之比 Ratio to snout-vent length (%)	46.33	41.01	43.82	43.10	43.43	42.99	52.43	53.97
胫长 Tibia length (mm)	41.85	42.90	43.49	37.40	35.95 ± 2.51	41.58 ± 3.03	28.52	30.65
与头体长之比 Ratio to snout-vent length (%)	70.05	68.05	69.05	62.40	64.50	64.58	64.73	62.47
后肢长 Hindlimb length (mm)	124.26	128.75	123.16	/	108.17 ± 8.92	125.18 ± 8.96	82.62	83.81
与头体长之比 Ratio to snout-vent length (%)	208.00	204.24	195.55	/	194.17	194.44	187.52	170.83



间的未校正的遗传距离均为 0。蛙属其他物种中徂徕林蛙 (*R. culaiensis*)、镇海林蛙 (*R. zhenhaiensis*) 和峨眉林蛙 (*R. omeimontis*) 与本次所采样本的遗传距离最小, 均为 2.20%。综合形态特征和系统发育比较分析的结果, 本次采集于福建龙岩的蛙属样本为寒露林蛙。

### 3 生态描述

本次寒露林蛙标本采集地位于福建省龙岩市上杭县梅花山自然保护区海拔 1 200 m 左右林下溪流边的潮湿落叶堆中。发现时间为二十四节气寒露的 7 d 后, 寒露林蛙正在抱对繁殖。与之同域共栖的两栖动物还有黑眶蟾蜍 (*Duttaphrynus melanostictus*)。

### 4 讨论

本次采自福建龙岩的寒露林蛙标本形态特征与模式标本描述(沈猷慧等 2007)基本一致, 但形态测量值上存在些许差异。与贵州分布的寒露林蛙相比(陈继军等 2017), 本次采集的样本体型较大, 且后肢长与头体长之比最大。此外本次采集的样本指长序为 I < II < IV < III, 与《中国动物志》(费梁等 2009)上记载的寒露林蛙指长序为 II < I < IV < III 不同。这些形态上的差异可能是地理种群变异的结果, 也可能是因为本研究测量的是活体数据, 而其他研究中, 如湖南模式标本(沈猷慧等 2007)和浙江标本(金伟等 2017)测量的是浸制标本数据。

夏昕等(2021)利用最大熵(MaxEnt)生态位模型预测寒露林蛙的潜在适宜生境区, 结果表明当前气候条件下, 福建省东北部属于寒露林蛙的潜在高适宜生境区, 而福建西南部则属于低适生区或不适生区。此次在福建西南部的梅花山国家级自然保护区发现寒露林蛙的分布, 进一步扩大了对寒露林蛙地理分布范围的认知, 也丰富了福建省两栖动物的多样性。近几十年来, 全球变暖对全球生物多样性及其地理分布产生了重要影响, 而对环境敏感的两栖动物首当其冲。第二次全球两栖动物评估发

现, 世界范围内两栖动物的状况持续恶化, 受胁物种比例持续上升(Luedtke et al. 2023)。寒露林蛙是我国的特有种, 虽然 IUCN 红色名录中将其濒危等级列为无危, 但在未来气候变化情境下, 寒露林蛙的适宜生境将会进一步缩小(夏昕等 2021)。因此, 仍需要更多关注寒露林蛙的生存现状。

### 参 考 文 献

- Luedtke J A, Chanson J, Neam K, et al. 2023. Ongoing declines for the world's amphibians in the face of emerging threats. *Nature*, 622(7982): 308–314.
- Ronquist F, Huelsenbeck J P. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19(12): 1572–1574.
- Silvestro D, Michalak I. 2012. raxmlGUI: a graphical front-end for RAxML. *Organisms Diversity & Evolution*, 12(4): 335–337.
- 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, Stecher G, Kumar S. 2021. MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7): 3022–3027.
- Thompson J D, Higgins D G, Gibson T J. 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22(22): 4673–4680.
- Wang Z Q, Othman S N, Qiu Z X, et al. 2023. An isolated and deeply divergent *Hynobius* species from Fujian, China. *Animals*, 13(10): 1661.
- Wu Y Q, Shi S C, Zhang H G, et al. 2021. A new species of the genus *Rana* sensu lato Linnaeus, 1758 (Anura, Ranidae) from Wuyi Mountain, Fujian Province, China. *ZooKeys*, 1065: 101–124.
- Yuan Z Y, Zhou W W, Chen X, et al. 2016. Spatiotemporal diversification of the true frogs (genus *Rana*): a historical framework for a widely studied group of model organisms.

- Systematic Biology, 65(5): 824–842.
- 陈继军, 古定豪, 侯德华, 等. 2017. 贵州发现寒露林蛙. 动物学杂志, 52(1): 155–157.
- 费梁, 胡淑琴, 叶昌媛, 等. 2009. 中国动物志: 两栖纲(下卷): 无尾目. 北京: 科学出版社, 959–1847.
- 郭淳鹏, 钟茂君, 汪晓意, 等. 2022. 福建省两栖、爬行动物更新名录. 生物多样性, 30(8): 166–175.
- 金伟, 王聿凡, 蒋珂, 等. 2017. 浙江省发现两栖纲寒露林蛙(无尾目: 蛙科). 动物学杂志, 52(6): 1048–1052.
- 蒋珂, 李家堂. 2021. 无尾两栖类成体标本的外部形态测量方法. Bio-101, e1010675.
- 沈猷慧, 江建平, 杨道德. 2007. 中国林蛙属(无尾目: 蛙科)一新种——寒露林蛙 *Rana hanluica* sp. nov. 动物学报, 53(3): 481–488.
- 王鹤霖, 王臻琪, 林清贤, 等. 2024. 福建省两栖动物新记录种——广东纤树蛙. 厦门大学学报: 自然科学版, 64(5): 910–916.
- 夏昕, 李媛, 杨道德, 等. 2021. 气候变化下寒露林蛙在中国的潜在地理分布. 应用生态学报, 32(12): 4307–4314.
- 杨道德, 刘松, 费冬波, 等. 2008. 江西齐云山自然保护区两栖爬行动物资源调查与区系分析. 动物学杂志, 43(6): 68–76.
- 郑辑, 蔡明章, 石溥. 1993. 福建省梅花山两栖爬行动物调查及区系分析. 武夷科学, 9(0): 70–75.
- 中国两栖类. 2024. “中国两栖类”信息系统. 中国, 云南省, 昆明市: 中国科学院昆明动物研究所. [DB/OL]. [2024-10-23]. <http://www.amphibiachina.org/>.
- 朱思瑾, 张细林, 张爽, 等. 2018. 重庆酉阳分布寒露林蛙的分子鉴定. 自然科学, 6(1): 1–8.