



中国湍蛙属新纪录—红河湍蛙

黄镇杨 黄俊恺 刘小龙 艾仁达 杨泽鹏 李杨 罗旭

A New Species Distribution Record of *Amolops* in China—*Amolops compotrix*

Huang Zhenyang, Huang Junkai, Liu Xiaolong, Ai Renda, Yang Zepeng, Li Yang, Luo Xu

引用本文:

黄镇杨, 黄俊恺, 刘小龙, 艾仁达, 杨泽鹏, 李杨, 罗旭. 中国湍蛙属新纪录—红河湍蛙[J]. 西南林业大学学报, 2025, 45(2):206–211. doi: 10.11929/j.swfu.202404062

Huang Zhenyang, Huang Junkai, Liu Xiaolong, Ai Renda, Yang Zepeng, Li Yang, Luo Xu. A New Species Distribution Record of *Amolops* in China—*Amolops compotrix*[J]. *Journal of Southwest Forestry University(Natural Science)*, 2025, 45(2):206–211. doi: 10.11929/j.swfu.202404062

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202404062>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

云南省两栖类新属纪录—越南姬蛙属

Vietnamophryne(Amphibia: Anura: Microhylidae), a Newly Recorded Genus of Frog in Yunnan Province

西南林业大学学报. 2022, 42(4): 155–160 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202108048>

甘肃和青海发现蒙侧褶蛙两栖类新纪录

New Distribution Records of *Pelophylax mongolius* in Gansu and Qinghai Province

西南林业大学学报. 2024, 44(6): 209–214 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202401011>

中国蛱蝶科3种3亚种新记录（鳞翅目：凤蝶总科）

New Records of Nymphalidae from China (Lepidoptera: Papilionoidea): Three Species and Three Subspecies

西南林业大学学报. 2022, 42(6): 169–176 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202108040>

长吻臭蛙的形态及生境描述

Morphology and Ecological Habitat of *Odorrana nasica*

西南林业大学学报. 2022, 42(3): 165–170 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202104001>

云南核桃园天牛科Cerambycidae昆虫种类记述

A Study on Species of Cerambycidae (Coleoptera: Cerambycoidea) from the Walnut in Yunnan

西南林业大学学报. 2020, 40(4): 137–143 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201905017>

广东薄唇蕨属（水龙骨科）一新种——卵叶薄唇蕨

Leptochilus ovatifolius, a New Species of Polypodiaceae from Guangdong

西南林业大学学报. 2023, 43(5): 183–187 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202207021>

中国湍蛙属新纪录—红河湍蛙

黄镇杨¹ 黄俊恺² 刘小龙³ 艾仁达¹ 杨泽鹏⁴ 李 杨⁵ 罗 旭¹

(1. 西南林业大学云南省高校极小种群野生动物保育重点实验室, 云南 昆明 650233; 2. 广西师范大学珍稀濒危动植物生态与环境保护教育部重点实验室, 广西 桂林 541004; 3. 西南大学生命科学学院, 淡水鱼类资源与生殖发育教育部重点实验室, 重庆 400715; 4. 云南省屏边县林业和草原局, 云南 红河 661200; 5. 云南大围山国家级自然保护区管护局, 云南 红河 661300)

摘要: 2023年8月和10月, 在云南省红河哈尼族彝族自治州河口瑶族自治县瑶山乡八角村采集到无尾目蛙科湍蛙属物种成体标本2号。该物种背部皮肤光滑, 大腿后侧有颗粒状皮肤, 整体呈绿色, 有弱背侧褶。从吻尖沿着上眼睑边缘至背侧褶边缘上方有1条狭窄的金色条纹, 沿上唇缘达肩部有1条乳黄色线纹。趾末端膨大成吸盘, 除第4趾蹼达第3关节外, 各趾均为全蹼, 关节下瘤大且圆, 第1趾和第5趾外侧有膜。通过对比, 所采集标本的形态特征与越南甘蒙省发现的 *Amolops compotrix* 的形态特征基本一致。*COI* 基因构建的贝叶斯系统发育树显示该标本与 *A. compotrix* 聚为一支, 且遗传距离约为2%。据此, 确定采集的标本为 *A. compotrix*, 是中国湍蛙属新纪录种, 新拟中文名为“红河湍蛙”。

关键词: 湍蛙属; 新纪录种; 红河湍蛙; 云南

中图分类号: S718.62

文献标志码: A

文章编号: 2095-1914(2025)02-0206-06

引文格式: 黄镇杨, 黄俊恺, 刘小龙, 等. 中国湍蛙属新纪录—红河湍蛙 [J]. 西南林业大学学报(自然科学), 2025, 45(2): 206-211. Huang Z Y, Huang J K, Liu X L, et al. A New Species Distribution Record of *Amolops* in China—*Amolops compotrix* [J]. Journal of Southwest Forestry University, 2025, 45(2): 206-211. DOI: [10.11929/j.swfu.202404062](https://doi.org/10.11929/j.swfu.202404062)



A New Species Distribution Record of *Amolops* in China—*Amolops compotrix*

Huang Zhenyang¹, Huang Junkai², Liu Xiaolong³, Ai Renda¹, Yang Zepeng⁴, Li Yang⁵, Luo Xu¹

(1. Key Laboratory of Conserving Wildlife with Small Populations in Yunnan, Southwest Forestry University, Kunming Yunnan 650233, China; 2. Key Laboratory of Ministry of Education on Ecology of Rare and Endangered Species and Environmental Protection, Guangxi Normal University, Guilin Guangxi 541004, China; 3. Key Laboratory of Ministry of Education on Freshwater Fish Reproduction and Development, College of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715, China; 4. Pingbian Forestry and Grassland Administration, Honghe Yunnan 661200, China; 5. Management Bureau of Yunnan Daweishan National Nature Reserve, Honghe Yunnan 661300, China)

Abstract: In August and October 2023, 2 adult specimens (*Amolops*, Ranidae, Anura) were collected from Bajiao Village, Yaoshan Township, Hekou Yao Autonomous County, Honghe Hani and Yi Autonomous Prefecture, Yunnan Province. The dorsal skin is smooth, grainy skin on the back of the thighs, and an overall green color with weak glandular. There is a narrow gold stripe on edge of canthus from tip of snout along margin of upper eyelid continuing above edge of dorsolateral fold, and a white lip stripe from tip of snout to posterior of arm insertion. The toes are enlarged and have sucking discs at the fingertips. All toes are fully webbed except the fourth toe which reaches the third joint. The subarticular tubercles are large and round, and the outer sides of the first and

收稿日期: 2024-04-30; 修回日期: 2024-07-20

基金项目: 云南大围山国家级自然保护区综合科考二期—动物多样性调查项目(2023530103001838)资助。

第1作者: 黄镇杨(1999—), 男, 硕士研究生。研究方向: 动物多样性保护与利用。Email: hzy345169072@163.com。

通信作者: 罗旭(1979—), 男, 教授。研究方向: 鸟类生态、进化与保护。Email: luoxu@swfu.edu.cn。

fifth toes have a fringe. It was found that the morphological characteristics of the collected specimens were basically consistent with those of *Amolops compotrix* found in Gammon Province, Vietnam. The results of Bayesian phylogenetic tree analysis based on COI gene showed that the specimens in this study were clustered with *A. compotrix*, with a genetic distance of 2%. Therefore, the specimen collected was identified as *A. compotrix*, a new record species of *Amolops sinensis*, and the new Chinese name was "红河湍蛙".

Key words: *Amolops*; new record species; *Amolops compotrix*; Yunnan

Amolops compotrix (Bain, Stuart and Orlov, 2006) 隶属两栖纲 (Amphibia) 无尾目 (Anura) 蛙科 (Ranidae) 湍蛙属 (*Amolops*)。该物种于 2006 年由 Bain 等^[1]首次报道和描述, 模式产地为老挝中部近南部的甘蒙省。目前, 该物种的分布地点除了模式产地, 在越南中部的昆嵩省以及越南北部的乂安省的 Pù Hoạt 自然保护区^[2]也有分布记录, 但在中国境内未发现分布^[3]。

2023 年 8 月和 10 月, 在云南省大围山国家级自然保护区综合科考中采集到 2 号湍蛙属物种标本, 通过形态比较和分子系统学分析, 鉴定为 *Amolops compotrix*, 是中国两栖动物的新纪录种。介绍了该物种的形态学特征和生境, 为进一步开展该类群的研究积累了资料。

1 材料与方法

1.1 样本采集

2023 年 8 月和 10 月, 调查人组在云南省红河哈尼族彝族自治州河口瑶族自治县瑶山乡八角村 (22°52'37.09"N, 103°43'40.80"E, 海拔 1371 m) 采集到了 2 号湍蛙的标本, 通过观察第二性征和解剖查看性腺确定标本分别为雄性 (SWU 0009491) 和雌性 (SWU 0005476)。将取出的大腿肌肉和脚趾样品储存在 95% 乙醇中, 标本则浸泡在 75% 乙醇中, 并存放于西南大学生命科学学院。

1.2 形态学测量

依据 Bain 等^[1]和费梁等^[4]的测量方法, 使用精确度为 0.1 mm 的游标卡尺测量采集到的标本的形态指标: 包括头体长、头长、头宽、吻长、眼间距、鼻间距、眼径、鼓膜径、鼓膜到眼距离、胫长、足长及股长。同时通过 Bain 等^[1]对 *A. compotrix* 的形态描述与本研究的标本进行形态比较。

1.3 分子系统发育分析

本研究采集了 2 号标本 (SWU 0009491, SWU 0005476) 的肌肉组织 (Yuan31749, Yuan51614), 采用 Thermo Fisher Scientific 公司提供的 DNA 提取试剂盒提取了基因组 DNA。使用 Che 等^[5]发表的线粒体 COI 基因的通用引物进行 PCR 扩增, 引物为 Chmf4 (5'-TYTCWACWAAYCAYAAAGAY ATCGG-3') 和 Chmr4 (5'-ACYTCRGGRTGRCC RAARAATCA-3'), PCR 反应程序为 95 °C 预热 5 min, 之后 94 °C 变性 1 min、46 °C 退火 1 min, 72 °C 延伸 1 min, 进行 35 个循环, 最后在 72 °C 继续延伸 10 min。PCR 产物于 1% 琼脂糖凝胶电泳检测, 产物最后由北京擎科生物科技有限公司测序。使用 LaserGene 7.0 软件包^[6]中的 SeqMan 对测序的序列进行质量检测和人工校对, 并生成一致序列。

对该物种进行分子鉴定, 根据 Wu 等^[7]的研究, 选取 11 条其他湍蛙物种序列, 2 条来自 *A. compotrix* 正模与副模标本的序列, 1 条绿点湍蛙 (*Amolops viridimaculatus*) 的序列作为外群进行系统发育分析, 共 16 条序列 (表 1)。首先使用 MEGA 7^[8]对所有序列进行比对, 然后基于最大似然法 (ML) 和贝叶斯法 (BI) 构建系统发育树。使用 RAxML 8.2.4^[9]构建最大似然树, 基于默认参数, 自展 1000 次估算节点支持率, 使用 MrBayes 3.1.2^[10]进行贝叶斯系统发育分析。根据计算的最优模型, 在默认热值下使用马尔可夫链蒙特卡罗链 (MCMC) 进行 4 次独立运算, 每 1000 代抽样 1 次, 执行 400 万代, 在运行中贝叶斯取样是否达到稳定则通过观察分散频率平均标准偏差是否 < 0.01 来确定。然后使用 Tracer v. 1.5 检查各运行参数值是否收敛 (ESS 值 > 200)。最后, 通过 MEGA 7 中的 *p*-distance 模型计算湍蛙属物种间的遗传距离^[11]。

表 1 本研究所用物种及序列号

Table 1 Species used in this study and genebank accession number

中文名	拉丁名	地点	GenBank序列号	序列来源
红河湍蛙	<i>Amolops compotrix</i>	老挝：甘蒙省纳凯	MN961366	文献[7]
红河湍蛙	<i>Amolops compotrix</i>	越南：富国省禄邑	MN961367	文献[7]
红河湍蛙	<i>Amolops compotrix</i>	中国：云南河口	PQ047743	本研究
红河湍蛙	<i>Amolops compotrix</i>	中国：云南河口	PQ047744	本研究
印支湍蛙	<i>Amolops cucae</i>	越南：老街省文班	MN961373	文献[7]
文山湍蛙	<i>Amolops wenshanensis</i>	中国：云南西畴	MN961426	文献[7]
片马湍蛙	<i>Amolops bellulus</i>	中国：云南腾冲	MN961361	文献[7]
林芝湍蛙	<i>Amolops nyingchiensis</i>	中国：西藏米林	MN961418	文献[7]
勐养湍蛙	<i>Amolops mengyangensis</i>	越南：老街省沙坝	KR087619	文献[12]
绿湍蛙	<i>Amolops iriodes</i>	越南：河江省维仙	MN961400	文献[7]
孟定湍蛙	<i>Amolops mengdingensis</i>	中国：云南孟定	MK501812	文献[13]
瑶湍蛙	<i>Amolops daorum</i>	中国：云南景东	MN961378	文献[7]
阿尼桥湍蛙	<i>Amolops aniqiaoensis</i>	中国：西藏墨脱	MN961352	文献[7]
葡萄湍蛙	<i>Amolops putaoensis</i>	中国：云南贡山	OP831319	文献[14]
钊琴湍蛙	<i>Amolops chaochin</i>	中国：四川大邑	MZ706971	文献[15]
绿点湍蛙	<i>Amolops viridimaculatus</i>	中国：云南腾冲	MN961434	文献[7]

2 结果与分析

2.1 生境描述

云南省红河哈尼族彝族自治州河口瑶族自治县瑶山乡位于云南省东南部，靠近越南边境且毗邻云南大围山国家级自然保护区，该地区由于受印度洋西南季风及太平洋东南季风的影响，属热带北缘气候的亚热带海洋性气候类型区，具有降水多、气温高和湿度大等特点^[16]。本次采集到的标本发现于海拔 1371 m 的山涧溪流中，采集到的标本与副模标本采集地（越南中部的昆嵩县）海拔 1500 m 相近。采集地溪流湍急，灌丛茂密，主要以常绿阔叶林为主。采集地中与 *A. compotrix* 同域分布的物种还有大角蟾（*Xenophrys major*），长吻臭蛙（*Odorrana nasica*）和小口拟角蟾（*Ophryophryne microstoma*）。

2.2 形态描述

此次新采集到的标本体型修长，为成年雄性和成年雌性，雄性（SWU 0005476）体型较小有声囊，头体长为 42.3 mm，雌性（SWU 0009491）

体型较大，头体长为 67.8 mm。头部狭窄，头长略大于头宽；吻部在背部视图中钝尖，突出于下唇，横截面呈圆形，不凹陷；吻棱分明，鼻孔后轻微收缩；颊部斜而凹陷；吻长大于眼径；鼓膜明显呈棕褐色，直径小于眼睛直径；有颞褶，有犁骨齿，舌后端有缺刻；指端略膨大带有边缘沟，指关节下瘤大且圆，第 3 指盘的宽度约为鼓膜直径的一半，相对指长为 $I < II < IV < III$ ；除第四趾蹼达第 3 关节外，各趾均为全蹼，第 4 趾盘的宽度约等于第 3 指盘的宽度，趾末端膨大成吸盘，趾关节下瘤大且呈黑色，相对趾长为 $I < II < V < III < IV$ 。该标本各个部位度量数据见表 2（其中副模标本来自原始数据）。

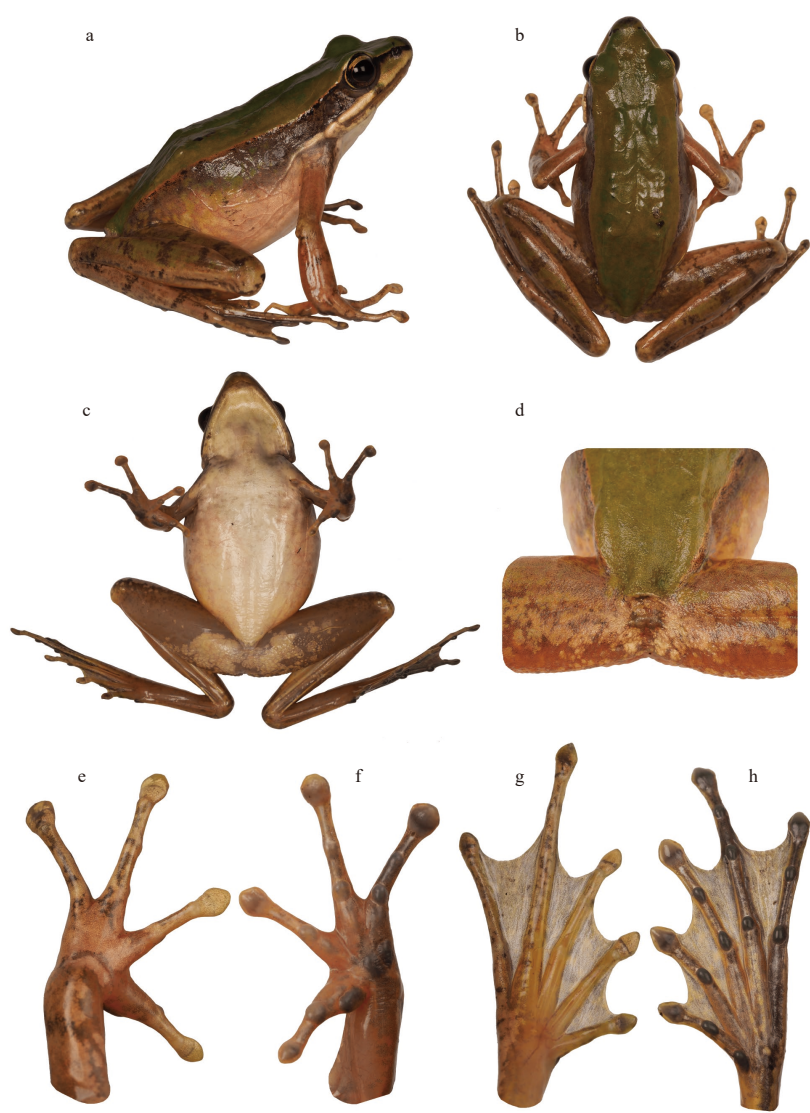
背部皮肤光滑，大腿后侧有颗粒状皮肤，整体呈绿色，有弱背侧褶。从吻尖沿着上眼睑边缘至背侧褶边缘上方有 1 条狭窄的金色条纹，沿上唇缘达肩部有 1 条乳黄色线纹。虹膜上部 1/4 为金色，下部 3/4 为黑色，带有金属橙色斑点。四肢的背面呈褐色或浅褐色，带有狭窄而模糊的深绿色横纹。红河湍蛙具体形态见图 1。

表 2 红河湍蛙成体测量值

Table 2 Measurements of adult *A. compotrix*

鉴别特征	FMNH 256503, ♀, 副模	SWU 0005476, ♂	SWU 0009491, ♀
头体长/mm	56.7	42.3	67.8
头长/mm	20.1	16.8	22.3
头宽/mm	18.2	15.6	22.0
吻长/mm	8.2	7.1	10.7
鼻间距/mm	/	5.1	7.4
眼间距/mm	5.4	4.6	8.4
眼径/mm	6.9	6.0	8.5
鼓膜径/mm	3.1	3.0	3.4
鼓膜到眼距离/mm	1.8	0.9	3.3

续表 2			
鉴别特征	FMNH 256503, ♀, 副模	SWU 0005476, ♂	SWU 0009491, ♀
胫长/mm	35.2	29.1	40.7
足长/mm	26.9	23.6	38.5
股长/mm	26.7	22.9	36.8
第1指长/mm	/	6.0	9.3
第2指长/mm	/	6.4	10.3
第3指长/mm	/	9.9	16.1
第4指长/mm	/	7.4	11.8
第1趾长/mm	/	5.8	8.9
第2趾长/mm	/	9.4	14.0
第3趾长/mm	/	13.9	21.5
第4趾长/mm	/	19.4	29.9
第5趾长/mm	/	13.3	19.5



云南省红河州瑶族县瑶山乡八角村，SWU0009491，雌性；刘小龙摄。

图 1 红河湍蛙形态

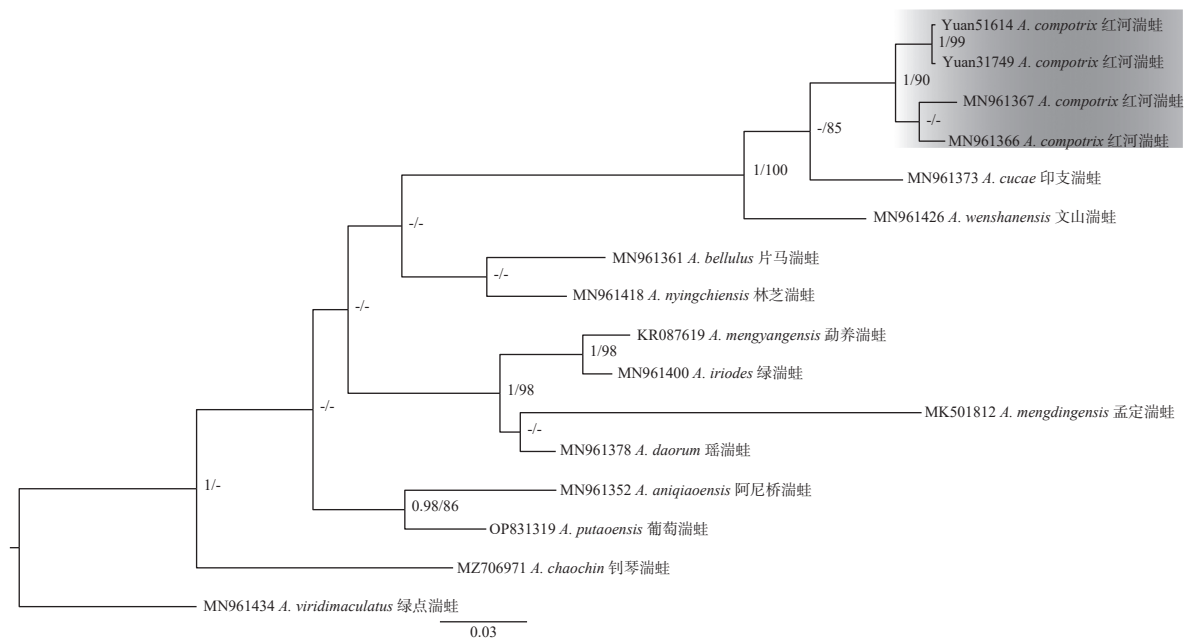
Fig. 1 Morphology of *A. compotrix* (Bajiao Village, Yaoshan Township, Hekou Yao Autonomous County, Honghe Hani and Yi Autonomous Prefecture, Yunnan Province, SWU 0009491, female. Photoed by Liu Xiaolong)

2.3 系统发育分析

本研究获得 2 条有效片段长度为分别为 588 bp 和 586 bp 的序列，将序列上传至 GenBank 数据

库，登录号分别为 PQ047743 和 PQ047744。在云南省红河哈尼彝族自治州河口瑶族自治县瑶山乡八角村所采的红河湍蛙标本与 *A. compotrix* 标本相

聚为一支（图 2），此外，遗传距离通过计算分析显示，2 个样本与越南 *A. compotrix* 的样本的遗传距离约为 2%（表 3）。



“—”表示贝叶斯后验概率（BPP<0.95）和自举支持（BS<70%）的低支持率；标尺代表每个位点 0.03 个核苷酸置换。

图 2 基于 *COI* 基因构建的部分湍蛙属贝叶斯树
Fig. 2 Bayesian inference tree of *Amolops* based on *COI* sequences

表 3 山湍蛙种组 *COI* 基因序列的未校正成对遗传距离表

物种	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 红河湍蛙（云南河口）												
2 红河湍蛙	0.02											
3 印支湍蛙	0.06	0.06										
4 文山湍蛙	0.07	0.08	0.08									
5 片马湍蛙	0.13	0.13	0.13	0.14								
6 林芝湍蛙	0.12	0.13	0.12	0.13	0.06							
7 勐养湍蛙	0.15	0.15	0.15	0.15	0.12	0.11						
8 孟定湍蛙	0.18	0.19	0.18	0.18	0.14	0.15	0.14					
9 绿湍蛙	0.14	0.15	0.14	0.14	0.11	0.11	0.02	0.14				
10 瑶湍蛙	0.13	0.14	0.13	0.14	0.10	0.09	0.05	0.11	0.05			
11 阿尼桥湍蛙	0.15	0.15	0.15	0.14	0.12	0.11	0.11	0.16	0.11	0.10		
12 钊琴湍蛙	0.15	0.17	0.16	0.15	0.13	0.12	0.13	0.15	0.13	0.12	0.13	
13 葡萄湍蛙	0.15	0.15	0.12	0.13	0.10	0.09	0.11	0.16	0.11	0.11	0.07	0.11

注：横表头中的数字1~12对应第1列的相应物种。

3 结论与讨论

本研究新采集的两号湍蛙属物种标本形态学特征符合 *A. compotrix* 的鉴定特征：雄性与雌性的相对鼓膜直径相等；头长大于头宽；吻端钝尖；指尖膨大具边缘沟；第 1 指短于第 2 指，指 II、

指 III 前侧皮肤无缘膜；有弱背侧褶，从上眼睑后角延伸至近肛孔，上半身皮肤光滑。此外，系统发育的分析结果显示新采集的 2 号标本与 *A. compotrix* 的模式标本聚为一支，且遗传距离仅为 2%，支持本研究新采集的标本为 *A. compotrix*。与海拔高度相近的副模标本（4 只雄性，2 只雌

性)相比,新采集的雌性标本的所有形态特征大小上都远大于 *A. compotrix* 的副模标本,而新采集的雄性标本除了头体长、足长以及鼓膜至眼的距离以外,其余形态特征的大小也大于副模式标本。这种差异可能是不同地理区域的种群之间的差异,但需要对更大的样本容量的种群进行更深入的研究,才能得出正确的结论。基于以上结果,认为新采集的2号标本为 *A. compotrix*,为该物种在中国的分布新纪录。由于该物种目前在中国境内只在云南省红河哈尼族彝族自治州有发现分布,将该物种的中文名定为“红河湍蛙”。

红河湍蛙最早被发现于老挝甘蒙省以及越南昆嵩县,之后在越南北部的乂安省的 Pù Hoạt 自然保护区^[2]被报道过。越南的 *A. compotrix* 副模本在9月(越南)和11月(老挝)被观察到在进行抱对,10月8日至12日在越南乂安省采集的样本被发现在小溪中间的岩石上交配。本次在云南省红河哈尼族彝族自治州河口瑶族自治县瑶山乡采集的雌性样本侧面可见红色皮下血管,有完整发育良好的卵巢,可推测其繁殖时间为9—11月。红河湍蛙在云南省红河哈尼族彝族自治州河口瑶族自治县的首次发现,不仅为我国的湍蛙属增加了一个物种新记录,同时也进一步丰富了云南省的生物多样性。

致谢: 感谢西南林业大学段玉宝副教授的精心指导和支持,向宋艳芳、贺艳红、李先琦3位同学以及河口瑶族自治县大围山自然保护区工作人员的辛勤付出表示诚挚的谢意。

[参 考 文 献]

- [1] Bain R H, Stuart B L, Orlov N L. Three new indochinese species of cascade frogs (*Amphibia*: Ranidae) allied to *Rana archotaphus* [J]. *Copeia*, 2006, 2006(1): 43–59.
- [2] Nguyen T Q, Luong A M, Nguyen H Q, et al. New records of amphibians (Anura: Megophryidae, Ranidae) from Dien Bien Province, Vietnam[J]. *Herpetology Notes*, 2019, 12: 375–387.
- [3] 中国科学院昆明动物研究所. 中国两栖类 [EB/OL]. (2023–12–20) [2024–02–20]. <http://www.amphibiachina.org/>.
- [4] 费梁, 叶昌媛, 江建平, 等. 中国两栖动物检索及图解 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2005: 6–18.
- [5] Che J, Chen H M, Yang J X, et al. Universal COI primers for DNA barcoding amphibians [J]. *Molecular Ecology Resources*, 2012, 12(2): 247–258.
- [6] Burland T G. DNASTAR's Lasergene sequence analysis software [J]. *Methods in Molecular Biology*, 2000, 132: 71–91.
- [7] Wu Y H, Yan F, Stuart B L, et al. A combined approach of mitochondrial DNA and anchored nuclear phylogenomics sheds light on unrecognized diversity, phylogeny, and historical biogeography of the torrent frogs, genus *Amolops* (Anura: Ranidae) [J]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2020, 148: 106789.
- [8] Kumar S, Stecher G, Tamura K. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets [J]. *Molecular Biology and Evolution*, 2016, 33(7): 1870–1874.
- [9] Stamatakis A. RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies [J]. *Bioinformatics*, 2014, 30(9): 1312–1313.
- [10] Ronquist F, Teslenko M, van der Mark P, et al. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space [J]. *Systematic Biology*, 2012, 61(3): 539–542.
- [11] Kimura M. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences [J]. *Journal of Molecular Evolution*, 1980, 16(2): 111–120.
- [12] Grosjean S, Ohler A, Chuaynkern Y, et al. Improving biodiversity assessment of anuran amphibians using DNA barcoding of tadpoles. Case studies from Southeast Asia [J]. *Comptes Rendus Biologies*, 2015, 338(5): 351–361.
- [13] Yu G H, Wu Z J, Yang J X. A new species of the *Amolops monticola* group (Anura: Ranidae) from southwestern Yunnan, China[J]. *Zootaxa*, 2019, 4577(3): 548–560.
- [14] Zhang Y P, Liu X L, Stuart B L, et al. *Amolops putaoensis* Gan, Qin, Lwin, Li, Quan, Liu & Yu, 2020, a newly recorded torrent frog for China [J]. *Herpetozoa*, 2022, 35: 231–237.
- [15] Jiang K, Ren J L, Lyu Z T, et al. Taxonomic revision of *Amolops chunganensis* (pope, 1929) (*Amphibia*: Anura) and description of a new species from southwestern China, with discussion on *Amolops monticola* group and assignment of species groups of the genus *Amolops* [J]. *Zoological Research*, 2021, 42(5): 574–591.
- [16] 杨丽琼. 云南屏边大围山自然保护区蕨类植物区系研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2004.

(责任编辑 张 坤)