

广东发现红斑蟾蜍及其分布区扩大

黄忠^① 王昊天^② 齐硕^② 宋晗铭^② 邓振海^③ 李友余^④
莫运明^{①*} 王英永^{②*}

① 广西壮族自治区自然博物馆 南宁 530012; ② 中山大学生态学院/生命科学学院 广州 510275; ③ 广西雅长兰科植物国家级自然保护区 乐业 533200; ④ 广东云开山国家级自然保护区管理局 信宜 525343

摘要: 红斑蟾蜍 (*Bufo rubroventromaculatus*) 是依据在越南中部和北部地区发现的标本描述的蟾蜍属新种, 目前该物种在我国已知仅分布于中越边境地区的广西那坡县和云南麻栗坡县, 在其他地区是否有分布尚不确定。2022 年以来, 在广东信宜大雾岭和广西乐业采集到蟾蜍属物种标本 11 号, 经形态特征比较, 确定所采集的标本与红斑蟾蜍基本一致, 与其模式标本存在以下差异: 头宽大于头长, 犁骨齿有或无, 鼓膜显著, 背部皮肤腺粒平滑、角质刺相对较少, 雄性体型较大。基于线粒体 COI、16S rRNA 和 ND2 联合基因的分子系统发育分析显示, 所用蟾蜍属物种标本聚为单系, 具有较高的支持率, 其中, 广东信宜大雾岭种群与广西乐业种群基于 3 个基因的遗传距离分别为 0.36% (16S rRNA)、2.48% (COI) 和 2.33% (ND2); 基于 ND2 基因, 中国广东信宜大雾岭种群和广西乐业种群与红斑蟾蜍越南种群的遗传距离分别为 2.46% 和 0.86%。综合形态比较和系统发育分析结果, 确定采自广东信宜大雾岭和广西乐业的蟾蜍属物种标本为红斑蟾蜍, 系广东两栖类分布新记录种。这一发现将红斑蟾蜍的已知分布区域由云南东南部和广西西部扩展至广西西北部和广东西部地区, 同时进一步完善了该物种形态描述和生物学特征, 为蟾蜍属的多样性和谱系地理学研究提供了重要信息。

关键词: 蟾蜍属; 分布新记录种; 广东; 广西

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2025) 04-619-10

Bufo rubroventromaculatus Found in Xinyi, Guangdong and Its Range Expansion

HUANG Zhong^① WANG Hao-Tian^② QI Shuo^② SONG Han-Ming^② DENG Zhen-Hai^③
LI You-Yu^④ MO Yun-Ming^{①*} WANG Ying-Yong^{②*}

① Natural History Museum of Guangxi, Nanning 530012; ② School of Ecology / School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275; ③ Administration of Guangxi Yachang Orchid National Nature Reserve, Leye 533200; ④ Administration of Guangdong Yunkaishan National Nature Reserve, Xinyi 525343, China

基金项目 广东林业局自然资源事务管理-生态林业建设专项资金项目“广东省动物志编制”(2021 年), 西南岩溶国家公园(广西)综合科学考察项目野生动物专题 2-两栖爬行类(大石围天坑-三门海天窗片区)(No. LKWT-2023-095);

* 通讯作者, E-mail: moyunming@163.com, wangyy@mail.sysu.edu.cn;

第一作者介绍 黄忠, 男, 工程师; 研究方向: 两栖动物多样性与保护; E-mail: 393589638@qq.com。

收稿日期: 2025-02-20, 修回日期: 2025-05-10 DOI: 10.13859/j.cjz.202525035 CSTR: 32109.14.cjz.25035

Abstract: *Bufo rubroventromaculatus* is a newly discovered species of the genus *Bufo* from northern and central Vietnam in 2024. Currently, its distribution in China has been recorded only in Napo County, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Malipo County, Yunnan Province—areas along the border between China and Vietnam. Its presence in other regions of China remains uncertain. Since 2022, eight specimens of *Bufo* species have been collected from Dawuling Forestry Station, Xinyi City, Guangdong and three from Guangxi Yachang Orchid National Nature Reserve, Leye County, Guangxi (Fig. 1). The morphological characteristics of these specimens were examined and measured via a digital vernier caliper for preliminary species identification. To further confirm species delimitation, we used MEGA 11, raxmlGUI 1.3, and MrBayes 3.2.4 to construct phylogenetic trees. In addition, uncorrected *p*-distances were calculated in MEGA 11 based on mitochondrial 16S rRNA, *COI*, and *ND2* gene sequences. Morphological comparisons revealed that these specimens matched the diagnostic characteristics of *B. rubroventromaculatus* (Table 2 and Fig. 2). These specimens had the following differences from the type specimens: head width larger than length; vomerine teeth present or absent; tympanum prominent; dorsal skin warts smooth with relatively few keratinized spines; snout-vent length larger than the type series in males. The phylogenetic analysis based on mitochondrial 16S rRNA, *COI*, and *ND2* genes showed that all specimens of *Bufo* species clustered into a monophyletic lineage with a highly support rate (Fig. 1). The genetic distances between the population from Xinyi City, Guangdong and the population from Leye County, Guangxi, China were 0.36% (16S rRNA), 2.48% (*COI*), and 2.33% (*ND2*), respectively, while the genetic distance between these two populations and the Vietnamese population were 2.46% (Guangdong) and 0.86% (Guangxi) based on the *ND2* gene, respectively (Appendices 1 - 3). Taking into account the results of morphological comparison and phylogenetic analysis, we confirmed that the collected specimens belonged to *B. rubroventromaculatus*. This represents a new record of this amphibian species in Guangdong. The discovery expands the known distribution of *B. rubroventromaculatus* from southeastern Yunnan and western Guangxi to northwestern Guangxi and western Guangdong. It provides significant insights into the phylogeography and biogeography of the genus *Bufo*. Moreover, this study refines the morphological description and biological information of *B. rubroventromaculatus*.

Key words: *Bufo*; New record; Guangdong; Guangxi

蟾蜍属 (*Bufo*) 隶属于两栖动物无尾目 (Anura) 蟾蜍科 (Bufonidae), 目前有26种, 其中, 中国有16种 (Frost 2024, 中国两栖类 2024)。蟾蜍属物种通常是大型蟾蜍, 主要分布于欧亚大陆及附近岛屿和日本, 南至北非、中东、缅甸东北部和西部、中国和越南北部 (Orlov et al. 2024)。

Orlov等 (2024) 依据越南中部和北部地区的标本描述了红斑蟾蜍 (*B. rubroventromaculatus*), 在进行系统发育分析时发现其基因序列与我国贵州省江口县的一个标本序列 (GenBank编号 AY936852) 聚为一支, 但没有明确将我国列为

物种分布区, 直到Liu等 (2024) 报道在我国靠近越南北部边境的广西那坡县和云南麻栗坡县发现红斑蟾蜍, 才明确该物种分布范围扩展至中国。

本研究团队在红斑蟾蜍发表后, 对采自广东信宜大雾岭和广西乐业的蟾蜍种群标本进行了重新鉴定, 通过形态比较和基于线粒体基因的分子系统发育分析, 确定这两个地理种群为红斑蟾蜍, 系广东省两栖类分布新记录种。这一发现将红斑蟾蜍在中国境内的已知分布区范围进一步扩大, 为蟾蜍属的物种多样性和谱系地理学研究提供了重要信息。

1 材料与方法

1.1 材料

标本共有 11 号，其中 4 号（4 雌）于 2022 年 5 月采集自广东信宜大雾岭（22°17'11" N，111°13'15" E，海拔 1 638 m），4 号（1 雌 3 雄）于 2023 年 6 月采集自广东信宜大雾岭（22°16'32" N，111°11'42" E，海拔 1 500 m），3 号（3 雌）于 2024 年 5 月采集自广西乐业雅长兰科植物国家级自然保护区（24°44'27" N，106°20'06" E，海拔 1 702 m）。将上述采集个体用 10%的 3-氨基苯甲酸乙酯甲基磺酸盐溶液（渔夫宝 MS-222 鱼用安定剂）安乐死后，剪取个体大腿腹侧肌肉样品置 95%乙醇中，用于分子系统发育研究；标本使用 5%福尔马林溶液固定定型，5 h 后转移至 70%乙醇溶液中保存。标本及肌肉样品保存于广西自然博物馆（Natural History Museum of Guangxi, NHMG）和中山大学（Sun Yat-sen University, SYS）。

1.2 形态鉴定与测量

使用得力 DL91200 游标卡尺(宁波得力工具有限公司，量程 0 ~ 200 mm，精度 ± 0.03 mm)对 11 号标本的形态特征进行测量，精确到 0.1 mm。测量标准及形态特征鉴定均参考费梁等（2005），选取头体长、头长、头宽、吻长、鼻间距、眼间距、眼径、鼓膜径、鼓眼距、手长、前臂长、足长和胫长共 13 个测量指标。

1.3 分子系统发育研究

使用 Tiangen Genomic DNA Kit 试剂盒[天根生化科技（北京）有限公司]参照其说明书提取 6 份样品（4 份广东信宜和 2 份广西乐业）的基因组 DNA，提取的 DNA 溶液保存于 - 20 °C 备用。因红斑蟾蜍原始描述中仅使用了线粒体 *ND2* 基因（Orlov et al. 2024），为更好地构建蟾蜍属的系统发育树，本研究额外选择了能覆盖更多物种的 16S rRNA 和 *COI* 基因片段，利用 PCR 扩增基因片段，扩增引物及反应条件参照 Orlov 等（2024）和 Qi 等（2023）。PCR 产物由武汉天一辉远生物科技有限公司测序。从 GenBank 数据库下载相关物种的 *COI*、16S rRNA 和 *ND2* 基因序列（表 1）。所有序列在 MEGA 11 软件（Tamura et al. 2021）中使用 Clustal W 算法进行序列比对，采用默认参数。对于缺失的基因序列，统一在比对结果中以缺失数据“-”标记，并在后续采用支持缺失数据处理的系统发育分析方法；比对后的序列在 jModelTest v2 软件中基于赤池信息准则（Akaike information criterion, AIC）标准计算最佳核苷酸替代模型。用 MEGA 11 软件的 *p*-distance 距离模型分别计算各物种间的不同基因片段遗传距离。分别使用 MrBayes 软件和 RaxmlGUI 软件利用串联的 3 个基因序列构建贝叶斯（Bayesian inference, BI）树和最大似然（maximum likelihood, ML）树，建树的参数参考 Qi 等（2023）。

表 1 本研究使用的蟾蜍属物种及外群序列信息
Table 1 Sequences of *Bufo* species and the outgroup used in this study

物种 Species	采集地 Locality	标本号 Voucher	GenBank 登陆号 GenBank accession number		
			16S rRNA	<i>COI</i>	<i>ND2</i>
红斑蟾蜍 <i>Bufo rubroventromaculatus</i>	中国广东信宜 Xinyi, Guangdong, China	SYS a004658*	PV583424	PV583432	PV595132
		SYS a009114*	PV583425	PV583433	PV595133
		SYS a009115*	PV583426	PV583434	PV595134
		SYS a009116*	PV583427	PV583435	PV595135
	中国广西乐业 Leye, Guangxi, China	NHMG 2405028*	PV583428	PV583436	PV595136
		NHMG 2405029*	PV583429	PV583437	PV595137
	中国贵州江口 China	Jiangkou, Guizhou, CIB-ZYC668	/	/	AY936852

续表 1

物种 Species	采集地 Locality	标本号 Voucher	GenBank 登陆号 GenBank accession number		
			16S rRNA	COI	ND2
红斑蟾蜍	越南河静 Ha Tinh, Vietnam	IGR 10497	/	/	OR113672
<i>Bufo rubroventromaculatus</i>	越南河江	ZISP:15117	/	/	OR113670
	Ha Giang, Vietnam	ZISP:15118	/	/	OR113671
华西蟾蜍 <i>B. andrewsi</i>	中国云南腾冲 Tengchong, Yunnan, China	SYS a003828	OR096258	OR096117	PV595138
	中国云南丽江 Lijiang, Yunnan, China	KIZ YPX14110	MW023953	/	/
	中国四川绵阳 Mianyang, Sichuan, China	SYS a005394	OR096259	OR096118	PV595139
无棘溪蟾 <i>B. aspinia</i>	中国云南漾濞 Yangbi, Yunnan, China	KIZ 93A011	AF160787	/	/
盘谷蟾蜍 <i>B. bankorensis</i>	中国台湾 Taiwan, China	n/a	AB159589	/	/
		BB098	JN653290	/	/
		BB099	JN653291	/	/
大蟾蜍 <i>B. bufo</i>	法国 France	BB143	JN647131	/	/
	瑞典 Sweden	BB169	JN647146	/	/
	波兰 Poland	BB174	JN647149	/	/
隐耳溪蟾 <i>B. cryptotympanicus</i>	中国广西兴安 Xing'an, Guangxi, China	SYS a006558	OR096260	OR096119	PV595140
	中国广西 Guangxi, China	KIZ 07606	MW023951	/	/
艾氏蟾蜍 <i>B. eichwaldi</i>	阿塞拜疆 Azerbaijan	BB062	JN647240	/	/
		BB084	JN647239	/	/
		BB091	JN647238	/	/
广东溪蟾 <i>B. exiguus</i>	中国广东龙门 Longmen, Guangdong, China	SYS a003605	OR096253	OR096112	PV595141
丽斑蟾蜍 <i>B. formosus</i>	日本北海道 Hokkaido, Japan	n/a	AB159561	/	/
	日本青森 Aomori, Japan	n/a	AB159562	/	/
	日本宫城 Miyagi, Japan	n/a	AB159564	/	/
中华蟾蜍 <i>B. gargarizans</i>	中国四川合江 Hejiang, Sichuan, China	SYS a004929	OR096261	OR096120	PV595142
	日本宫古岛 Miyako Islands, Japan	n/a	AB159588	/	/
日本蟾蜍 <i>B. praetextatus</i>	日本京都 Kyoto, Japan	n/a	AB159579	/	/
	日本兵庫 Hyogo, Japan	n/a	AB159580	/	/
	日本鸟取 Tottori, Japan	n/a	AB159581	/	/
	韩国固城 Goseong, South Korea	NIBRAM 0000100413	JQ815292	JQ844500	/
东北蟾蜍 <i>B. sachalinensis</i>	韩国始兴 Siheung, South Korea	NIBRAM 0000100345	JQ815293	JQ844501	/
	韩国河南 Hanam, South Korea	NIBRAM 0000100330	JQ815294	JQ844502	/
多刺蟾蜍 <i>B. spinosus</i>	法国 France	OBXY19	JN647181	/	/
	西班牙 Spain	BB012	JN647222	/	/
	摩洛哥 Morocco	BB119	JN647215	/	/
史氏蟾蜍 <i>B. stejnegeri</i>	中国辽宁本溪 Benxi, Liaoning, China	SYS a007664	OR096264	OR096124	PV595143
西藏蟾蜍 <i>B. tibetanus</i>	中国西藏波密 Bome, Xizang, China	SYS a006632	OR096265	OR096123	PV595144
	日本奈良 Nara, Japan	BB100	JN653292	/	/
湍蟾蜍 <i>B. torrenticola</i>	日本岐阜 Gifu, Japan	n/a	AB159577	/	/
		n/a	AB159578	/	/
圆疣蟾蜍 <i>B. tuberculatus</i>	中国四川巴塘 Batang, Sichuan, China	KIZ 019288	MW133327	/	/
		KIZ 019290	MW133329	/	/
疣棘溪蟾 <i>B. tuberospinus</i>	中国云南腾冲 Tengchong, Yunnan, China	SYS a003811	OR096267	OR096126	PV595145
	格鲁吉亚 Georgia	KIZ 91A089	AF160788	/	/
多疣蟾蜍 <i>B. verrucosissimus</i>	俄罗斯 Russia	BB059	JN647227	/	/
		BB083	JN647233	/	/
		BB085	JN647234	/	/
司徒蟾蜍 <i>Duttaphrynus stuarti</i>	中国云南贡山 Gongshan, Yunnan, China	SYS a007708	OR096270	OR096129	PV595146

* 为本研究样本, / 表示未获取基因信息, n/a 表示标本信息缺失。

*: samples of this study; /. gene data not available; n/a. voucher information not available.

2 结果

2.1 分子系统发育分析

16S rRNA 序列长 980 bp, *COI* 基因序列长 633 bp, *ND2* 基因序列长 536 bp, 三者共组成 2 149 bp 联合序列。系统发育分析中贝叶斯 (BI) 树和最大似然 (ML) 树的拓扑结构基本一致 (图 1)。本研究所用红斑蟾蜍标本聚为单系, 且具有较高的支持率。由于缺少红斑蟾蜍模式标本的 16S rRNA 和 *COI* 基因片

段, 暂无法判断广东信宜大雾岭与广西乐业两个种群与模式种群在这两个基因上的遗传距离。现有数据表明, 基于 16S rRNA 基因, 广东与广西两个地理种群间的遗传距离为 0.36%, 两地理种群与姊妹种华西蟾蜍 (*B. andrewsi*) 的遗传距离分别为 1.37%和 1.73% (附录 1); 基于 *COI* 基因, 广东与广西两地理种群间的遗传距离为 2.48%, 与华西蟾蜍的遗传距离分别为 6.11%和 6.37% (附录 2); 基于 *ND2* 基因, 我国广东和广西种群与红



图 1 基于线粒体 16S rRNA、*COI* 及 *ND2* 联合基因的蟾蜍属最大似然系统发育树

Fig. 1 Maximum likelihood tree of the genus *Bufo* based on mitochondrial 16S rRNA, *COI*, and *ND2* genes

加粗字体为本文新测序样本, 节点处的数字代表贝叶斯后验概率/自展值支持率, 标尺表示系统发育树支长。
The bold font indicates the new samples used in this study; numbers at nodes represent Bayesian posterior probabilities/maximum likelihood bootstrap support values; scale bar indicates the length of branches in this tree.

斑蟾蜍越南种群的遗传距离分别为 2.46%和 0.86%，我国两地理种群之间的遗传距离为 2.33%，与华西蟾蜍的遗传距离分别为 4.29% 和 4.94%（附录 3）。

2.2 形态描述

经形态测量及检视，广东信宜大雾岭和广西乐业的 11 号标本符合红斑蟾蜍的鉴别特征：体型大；背面皮肤瘰粒平滑相对较少，仅部分瘰粒有角质刺。

体型大，成年雄性头体长 71.8 ~ 79.9 mm ($n = 3$)，成年雌性体长 99.5 ~ 129.3 mm ($n = 8$)，其他测量数据详见表 2。头宽明显大于头长。吻端钝圆，吻长大于眼径；吻棱明显，背略凹陷，颊部略向外侧倾斜；鼻孔近吻端而距眼远；眼中等大小，瞳孔圆或横置椭圆形；头

顶平，光滑无疣；两眼间松果点无；眼间距大于鼻间距；鼓膜显著，为眼径一半；眼与耳后腺相接或近相接；耳后腺大，长椭圆形，约为体长之 1/4 ~ 1/5。犁骨齿有或无；舌长椭圆形，后端钝圆无缺刻。

前肢较粗壮，背面布满小至中等大小瘰粒。前臂及手长约为体长的一半。指端钝圆，指侧具窄缘膜，指间无蹼或蹼迹；指序为II < I < IV < III；指关节下瘤成对或单个，圆形或椭圆形。掌突 2 个，外掌突大而圆，内掌突小，呈椭圆形，外掌突明显大于内掌突。

后肢粗短，背侧面布满大小不一的圆形或椭圆形瘰粒。后肢贴体前伸时胫跗关节达肩部或鼓膜，左、右跟部不相遇。趾端钝圆，趾序为I < II < V < III < IV，第III趾略长于第V趾；

表 2 广东信宜大雾岭与广西乐业红斑蟾蜍标本的形态量度（单位：mm）
Table 2 Morphometric data of *Bufo rubroventromaculatus* specimens from Dawuling, Xinyi, Guangdong and Leye, Guangxi (Unit: mm)

	标本号 Voucher										
	广西乐业 Leye, Guangxi			广东信宜大雾岭 Dawuling, Xinyi, Guangdong							
	NHMG 2405028	NHMG 2405029	NHMG 2405030	NHMG 2022205014	NHMG 2022205015	NHMG 2022205016	NHMG 2022205017	SYS a004658	SYS a009114	SYS a009115	SYS a009116
性别 Sex	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♂
头体长 Snout-vent length	129.3	128.5	123.4	102.8	102.3	124.1	115.6	79.9	71.8	99.5	79.4
头长 Head length	51.4	49.2	46.8	42.5	43.8	51.1	48.3	27.0	26.6	37.1	28.8
头宽 Head width	56.6	56.8	53.4	45.7	46.7	58.3	49.5	33.6	30.9	42.3	32.2
吻长 Snout length	11.9	12.0	11.8	10.7	11.6	13.2	12.5	10.9	10.9	13.5	10.8
鼻间距 Internasal distance	8.4	8.1	7.4	7.1	6.1	7.6	7.8	5.4	5.0	6.6	6.0
眼间距 Interorbital distance	18.4	17.5	17.3	14.1	15.1	19.1	16.6	7.5	7.6	10.1	7.7
眼径 Eye diameter	9.2	9.3	8.9	8.2	7.3	9.7	10.1	6.6	7.3	8.3	7.3
鼓膜径 Tympanum diameter	6.2	6.1	6.1	5.1	5.7	6.8	5.3	3.8	4.5	4.9	4.8
鼓眼距 Tympanum-eye distance	4.3	3.6	3.8	3.8	2.9	4.3	3.6	2.8	2.5	3.7	2.7
手长 Hand length	35.2	36.4	33.6	27.6	29.6	31.8	28.9	22.4	21.3	28.8	21.9
前臂长 Radio-ulna length	34.2	32.3	34.3	27.1	28.3	32.0	29.3	20.1	20.8	26.4	21.6
足长 Foot length	54.1	54.5	54.2	45.7	48.2	53.1	46.8	43.2	38.9	46.3	43.9
胫长 Tibial length	48.3	48.5	48.3	40.3	42.1	46.6	44.3	34.5	31.2	38.2	38.2

趾间具约 1/3 至 1/2 蹼，内侧第Ⅰ、Ⅱ趾的外侧及第五趾内侧之蹼几乎达趾端，第四趾蹼几乎达近端第三关节下瘤，蹼缘缺刻较深；各趾内外侧均具窄缘膜；趾关节下瘤成对。内蹼突高而椭圆，外蹼突小而圆，内蹼突大于外蹼突；无跗褶。

皮肤粗糙，仅头顶平滑，上眼睑和头侧具小疣粒，背部布满大小不一的圆形、椭圆形瘰粒，瘰粒平滑、角质刺相对少。耳后腺发达且大；背侧褶无；体侧下部瘰粒相对较小，胫部瘰粒大且集中。腹面满布小疣粒。

生活时体背颜色呈黄褐色、棕褐色或深褐色（图 2）；体侧各具一道黑褐色带纹，从眼后一直经体侧至胯部；部分个体自吻端至泄殖孔具极细的浅色脊纹。腹面污黄色或浅灰黄色，胸、腹、股部有小花斑，呈棕红色、灰棕色，其中棕红色斑分布在胸两侧多，灰棕色斑则在胸中部、后部及侧上方，并散布在棕红色花斑之间，咽喉部有少量棕红色斑纹或无；眼虹膜金黄色。

标本保存于 75%酒精溶液，体色呈棕黄色，体侧及腹面黑色斑块依旧清晰可见。



图 2 红斑蟾蜍

Fig. 2 *Bufo rubroventromaculatus*

a ~ d. 采集自广西乐业的 NHMG 2405028（雌性）：a. 生活时背侧面观，b. 标本腹面观，c. 右手腹面观，d. 右足腹面观；e ~ f. 广东信宜大雾岭未采集个体：e. 生活时背侧面观，f. 抱对。

a - d. NHMG 2425028 (female) from Leye, Guangxi: a. Dorsolateral view in life, b. Ventral view of specimen, c. Ventral view of right hand, d. Ventral view of right foot; e - f. Uncaptured individuals from Dawuling, Xinyi, Guangdong: e. Dorsolateral view in life, f. Inguinal amplexus.

第二性征：雄蟾无声囊，繁殖期皮肤松弛而光滑，体色变浅、呈金黄色或橙黄色，背部疣粒变得光滑且无黑色角质刺，第I、II指内侧有密集的黑色婚刺。雌蟾背面瘰粒角质刺均不甚明显。

综合形态比较和系统发育分析，可以确定采自广东信宜大雾岭和广西乐业的蟾蜍标本是红斑蟾蜍。这两地区的红斑蟾蜍标本与 Orlov 等（2024）描述的模式标本存在以下形态特征差异：广东信宜大雾岭和广西乐业的所有标本头宽均大于头长，犁骨齿有或无，鼓膜显著，背面皮肤瘰粒平滑，仅部分瘰粒有角质刺，雄性头体长为 71.8 ~ 79.9 mm；模式标本头长大于头宽，部分个体头宽大于头长，瞳孔横置椭圆形，有犁骨齿，鼓膜隐于皮肤，背面皮肤瘰粒平滑角质刺明显，雄性头体长为 65.5 mm。

2.3 生物学特征

对广西乐业和广东信宜的红斑蟾蜍进行野外观察，该物种主要生活在植被较丰富的阔叶林组成的浓密森林中，栖息地落叶多且厚，土层潮湿，白天主要隐藏在大乔木主根分支处的树坑、枯倒木树洞中或布满落叶的土穴里，黄昏后出洞捕食。食性较广，主要以飞蛾、蚁类、蝗虫、蟋蟀等昆虫为主，同时还捕食蜗牛、蚯蚓及蜘蛛等小动物。广西乐业的红斑蟾蜍繁殖季节在 8 和 9 月份，2024 年 9 月初发现在逻沙乡塘英村后山的山塘和饮用水渠中有成蟾抱对。广东信宜的红斑蟾蜍繁殖季节集中在秋季，曾于 2022 年 9 月下旬在大雾岭自然保护区大田顶水库附近湿地见大量成蟾聚集求偶繁殖。雄蟾前肢抱握在雌蟾的腋胸部或胯部，卵产在静水塘浅水区或水渠被落叶堆积形成的静水区，卵群呈行交错排列于管状卵带内，卵带缠绕在岸边浅水区的水草上。

3 讨论

本研究明确了红斑蟾蜍在我国主要分布在海拔 1 030 ~ 1 780 m 的浓密森林地区，本次发

现的广东和广西种群与模式产地种群存在一定形态变异。Orlov 等（2024）发现，我国贵州江口的一个标本序列（GenBank 编号 AY936852）与红斑蟾蜍模式标本序列聚为一支，但并未将贵州江口列入红斑蟾蜍分布区。在本研究的基础上，本文将贵州列入红斑蟾蜍的分布范围。

Orlov 等（2024）认为，红斑蟾蜍与中华蟾蜍复合体内其他物种的区别在于瘰粒上的角质棘更平滑、体侧带纹更宽且红色部分更鲜明、腹部具有不规则红色斑块、鼓膜被皮肤覆盖等方面。鉴于中华蟾蜍复合体分布广泛，色斑变异幅度大（费梁等 2012），且采集自广西乐业雅长自然保护区和广东信宜大雾岭的红斑蟾蜍也与模式标本的特征存在差异，因此本研究认为，以上特征并不能区别红斑蟾蜍与中华蟾蜍复合体中的其他物种。本研究在 Liu 等（2024）对国内分布的红斑蟾蜍描述的基础上，进一步进行了更详细的描述，并扩展了对该物种在我国分布区域的认知，增加了生物学特征描述，但在中越边境带和华南地区复杂的地理环境中，分布于高海拔地区的红斑蟾蜍的扩散方式和适应性行为目前尚未清楚，需在以后进一步调查研究。

致谢 王健、曾昭驰、吕植桐、陈鸿辉和黄本泽在野外工作中给予了支持和帮助，刘晋晖提供红斑蟾蜍抱对照片，在此谨致谢忱。

参 考 文 献

- Frost D. 2024. Amphibian species of the world: an online reference. Version 6.1. [DB/OL]. [2024-12-30]. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.
- Liu S, Hou M, Mo M Z, et al. 2024. First confirmed record of *Bufo rubroventromaculatus* Orlov, Ananjeva, Ermakov, Lukonina, Ninh & Nguyen, 2024 (Anura, Bufonidae) from China, with supplementary description of this species. Biodiversity Data Journal, 12: e134392.
- Orlov N L, Ananjeva N B, Ermakov O A, et al. 2024. A new record of *Bufo gargarizans* complex (Bufonidae, Anura) from Truong Son

Mounts, Ha Tinh and Ha Giang Provinces, Vietnam based on molecular evidence with a description of a new species. Diversity, 16(7): 361.

Qi S, Lyu Z T, Song H M, et al. 2023. A new species of stream-living toad (Anura: Bufonidae: *Bufo*) from Guangdong, China. Vertebrate Zoology, 73: 677–689.

Tamura K, Stecher G, Kumar S. 2021. MEGA11: Molecular evolutionary genetics analysis version 11. Molecular Biology and Evolution, 38(7): 3022–3027.

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, 1–342.

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, 1–306.

中国两栖类. 2024. “中国两栖类”信息系统. 中国, 云南, 昆明: 中国科学院昆明动物研究所. [DB/OL]. [2024-12-30]. <http://www.amphibiachina.org/>

附录 1 基于 16S rRNA 基因序列估算的蟾蜍属部分物种间平均未校正遗传距离

Appendix 1 Mean uncorrected *p*-distance calculated based on 16S rRNA gene sequences amongst species of the genus *Bufo* (%)

物种 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1 红斑蟾蜍 <i>B. rubroventromaculatus</i> (广东种群 Guangdong population)	0.00																		
2 红斑蟾蜍 <i>B. rubroventromaculatus</i> (广西种群 Guangxi population)	0.36	0.24																	
3 华西蟾蜍 <i>B. andrewsi</i>	1.37	1.73	0.32																
4 无棘溪蟾 <i>B. aspinia</i>	6.75	7.11	6.18	—															
5 盘谷蟾蜍 <i>B. bankorensis</i>	2.89	3.25	2.89	6.83	0.32														
6 大蟾蜍 <i>B. bufo</i>	6.02	6.39	5.94	7.95	5.38	—													
7 隐耳溪蟾 <i>B. cryptotympanicus</i>	5.90	6.27	5.18	6.14	4.86	5.42	0.24												
8 艾氏蟾蜍 <i>B. eichwaldi</i>	5.78	5.90	5.70	7.47	5.62	2.41	4.94	—											
9 广东溪蟾 <i>B. exiguus</i>	5.30	5.66	5.62	9.16	4.58	6.99	7.11	6.99	—										
10 丽斑蟾蜍 <i>B. formosus</i>	4.26	4.62	3.78	8.35	3.27	7.23	6.47	6.99	4.82	0.80									
11 中华蟾蜍 <i>B. gargarizans</i>	3.25	3.61	3.25	7.35	0.84	5.90	5.54	6.14	4.94	3.73	1.20								
12 日本蟾蜍 <i>B. praetextatus</i>	3.86	4.22	3.29	7.71	4.58	6.02	6.39	6.75	6.27	3.78	4.58	—							
13 东北蟾蜍 <i>B. sachalinensis</i>	3.13	3.49	3.05	6.51	2.73	5.78	6.14	6.02	6.51	4.82	3.25	5.06	—						
14 多刺蟾蜍 <i>B. spinosus</i>	7.39	7.75	6.83	8.27	6.61	4.26	6.87	3.94	8.67	7.52	7.35	7.07	7.15	1.93					
15 史氏蟾蜍 <i>B. stejnegeri</i>	2.89	3.25	2.57	7.23	4.10	6.02	6.63	6.75	5.54	4.26	4.46	3.13	3.86	7.79	—				
16 西藏蟾蜍 <i>B. tibetanus</i>	3.37	3.73	3.37	7.23	0.96	5.54	5.66	5.78	4.58	3.86	1.33	5.06	3.37	6.51	4.58	—			
17 湍蟾蜍 <i>B. torrenticola</i>	4.98	5.34	4.66	8.59	5.54	6.67	7.99	7.39	6.18	4.26	5.86	3.53	5.86	7.23	4.74	6.10	0.32		
18 圆疣蟾蜍 <i>B. tuberculatus</i>	3.37	3.73	3.37	6.75	0.96	5.54	5.66	5.78	4.58	3.86	1.33	5.06	3.37	6.51	4.58	0.48	6.10	—	
19 疣棘溪蟾 <i>B. tuberospinus</i>	6.75	7.11	6.18	4.82	6.91	7.23	5.18	6.75	7.71	7.55	7.59	7.71	6.99	8.03	6.99	7.23	7.95	7.23	—
20 多疣蟾蜍 <i>B. verrucosissimus</i>	6.02	6.39	5.94	7.71	5.38	0.72	5.66	2.17	6.99	7.23	5.90	6.02	5.78	4.02	5.54	5.54	6.18	5.54	6.99

— 表示数据未获得。— indicates data not available.

附录 2 基于 *COI* 基因序列估算的蟾蜍属部分物种间平均未校正遗传距离

Appendix 2 Mean uncorrected *p*-distance calculated based on *COI* gene sequences amongst species of the genus *Bufo* (%)

物种 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 红斑蟾蜍 <i>B. rubroventromaculatus</i> (广东种群 Guangdong population)	0.00								
2 红斑蟾蜍 <i>B. rubroventromaculatus</i> (广西种群 Guangxi population)	2.48	0.34							
3 华西蟾蜍 <i>B. andrewsi</i>	6.11	6.37	1.51						
4 隐耳溪蟾 <i>B. cryptotympanicus</i>	10.05	11.39	11.64	—					
5 广东溪蟾 <i>B. exiguus</i>	11.73	11.56	11.64	13.07	—				
6 中华蟾蜍 <i>B. gargarizans</i>	9.55	9.88	10.64	14.24	14.07	—			
7 东北蟾蜍 <i>B. sachalinensis</i>	7.98	7.87	8.07	12.12	13.40	6.98	0.78		
8 史氏蟾蜍 <i>B. stejnegeri</i>	10.22	10.72	9.72	13.40	14.57	10.72	10.11	—	
9 西藏蟾蜍 <i>B. tibetanus</i>	9.88	9.88	10.97	14.41	14.41	2.01	7.54	11.06	—
10 疣棘溪蟾 <i>B. tuberospinus</i>	11.73	12.40	12.14	10.72	12.56	14.57	11.84	13.74	15.24

— 表示数据未获得。 — indicates data not available.

附录 3 基于 *ND2* 基因序列估算的蟾蜍属部分物种间平均未校正遗传距离 (%)

Appendix 3 Mean uncorrected *p*-distance calculated based on data of *ND2* gene sequences amongst species of the genus *Bufo* (%)

物种 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 红斑蟾蜍 <i>B. rubroventromaculatus</i> (中国广东种群 Guangdong, China population)	0.00								
2 红斑蟾蜍 <i>B. rubroventromaculatus</i> (中国广西种群 Guangxi, China population)	2.33	0.56							
3 红斑蟾蜍 <i>B. rubroventromaculatus</i> (越南种群 Vietnam population)	2.46	0.86	1.00						
4 华西蟾蜍 <i>B. andrewsi</i>	4.94	4.29	4.43	1.49					
5 隐耳溪蟾 <i>B. cryptotympanicus</i>	8.77	9.51	9.33	9.89	—				
6 广东溪蟾 <i>B. exiguus</i>	10.45	10.26	10.35	11.01	11.57	—			
7 中华蟾蜍 <i>B. gargarizans</i>	5.78	4.76	5.04	4.94	10.45	10.82	—		
8 史氏蟾蜍 <i>B. stejnegeri</i>	7.46	6.81	7.18	7.93	10.63	10.63	8.58	—	
9 西藏蟾蜍 <i>B. tibetanus</i>	5.41	4.38	4.66	4.57	10.07	10.63	1.12	8.21	—
10 疣棘溪蟾 <i>B. tuberospinus</i>	10.07	9.14	9.61	10.26	7.46	13.06	10.07	10.82	9.89

— 表示数据未获得。 — indicates data not available.