

云南高黎贡山发现僮湍蛙和察隅湍蛙

于中斌^{①②} 侯绍兵^{①②} 陈天恩^③ 安东^④ 赵海鹏^③
柳青^④ 熊云^⑤ 朱林^⑥ 吴云鹤^{①*} 车静^{①*}

① 遗传资源与进化国家重点实验室和云南省高黎贡山生物多样性与生态安全重点实验室, 中国科学院昆明动物研究所 昆明 650223; ② 中国科学院大学昆明生命科学学院 昆明 650204; ③ 河南大学生命科学学院 开封 475001; ④ 保山学院资源环境学院 保山 678000; ⑤ 高黎贡山国家级自然保护区贡山管护分局 贡山 673500; ⑥ 高黎贡山国家级自然保护区福贡管护分局 福贡 673400

摘要: 2021年4月和5月及7月和8月在云南省高黎贡山开展两栖爬行动物调查过程中, 采集到无尾目(Anura)蛙科(Ranidae)湍蛙属(*Amolops*)标本8号, 通过形态学与分子系统学鉴定为僮湍蛙(*A. deng*)和察隅湍蛙(*A. chayuensis*), 为云南省两栖动物分布新记录种。僮湍蛙雌性体长63.1~68.5 mm ($n=3$), 雄性体长49.3~52.9 mm ($n=3$), 头长大于头宽, 鼓膜明显且纵径大于横径, 掌突三个, 颞褶不显, 背侧褶直达胯部, 后肢前伸贴体时胫跗关节超过吻端, 形态特征与模式标本基本一致; 察隅湍蛙雄性体长44.7 mm和44.8 mm ($n=2$), 具咽侧下外声囊, 颞褶及背侧褶明显, 前后肢均具褐色条纹, 形态特征与模式标本基本一致。基于线粒体16S rRNA基因和COI基因片段进行系统发育分析表明, 僮湍蛙和察隅湍蛙均和其模式产地西藏的序列聚成单系支。此外, 基于16S rRNA计算本次采集的标本与模式产地西藏的序列间遗传距离均较小, 僮湍蛙是0.8%~1.2%, 察隅湍蛙是0.2%。综上, 确定云南高黎贡山采集到的两种湍蛙分别是僮湍蛙和察隅湍蛙。此前记录僮湍蛙仅分布于西藏察隅县和墨脱县, 察隅湍蛙仅分布于西藏察隅县和八宿县, 僮湍蛙在云南省福贡县和贡山县及察隅湍蛙在云南省贡山县的分布为首次记录; 本研究进一步更新了察隅湍蛙分布的海拔范围, 较此前记录(2 000~2 400 m), 海拔低点扩展至1 385 m, 高点扩展至2 884 m, 这提示其有更广阔的生态位。

关键词: 云南省; 高黎贡山; 湍蛙属; 新记录种

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2022) 05-722-10

Amolops deng and *A. chayuensis* Found in Gaoligong Mountain from Yunnan Province

YU Zhong-Bin^{①②} HOU Shao-Bing^{①②} CHEN Tian-En^③ AN Dong^④ ZHAO Hai-Peng^③
LIU Qing^④ XIONG Yun^⑤ ZHU Lin^⑥ WU Yun-He^{①*} CHE Jing^{①*}

基金项目 云南省重点研发计划项目 (No. 202103AC100003), 中国科学院战略性先导科技专项 A (No. XDA19050303), 科技基础资源调查专项 (No. 2021FY100203), 云南省重大科技专项计划项目 (No. 02102AA310055), 生物资源数字化开发应用项目 (No. 202002AA100007), 中国科学院中国生物多样性监测与研究网络项目, 中国西南野生生物种质资源库动物分库 (国家重大科技基础设施专项);

* 通讯作者, E-mail: chej@mail.kiz.ac.cn, wuyunhe@mail.kiz.ac.cn;

第一作者简介 于中斌, 男, 硕士研究生; 研究方向: 两栖动物多样性; E-mail: 1206161140@qq.com.

收稿日期: 2021-12-23, 修回日期: 2022-05-28 DOI: 10.13859/j.cjz.202205008

- ① *State Key Laboratory of Genetic Resources and Evolution & Yunnan Key Laboratory of Biodiversity and Ecological Security of Gaoligong Mountain, Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223*; ② *Kunming College of Life Science, University of the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204*; ③ *School of Life Science, Henan University, Kaifeng 475001*; ④ *Resources and Environment, Baoshan University, Baoshan 678000*; ⑤ *Gongshan Bureau of Gaoligongshan National Nature Reserve, Gongshan 673500*; ⑥ *Fugong Bureau of Gaoligongshan National Nature Reserve, Fugong 673400, China*

Abstract: [Objectives] During the fieldworks in April-May and July-August 2021, we collected 8 specimens of *Amolops* (Anura: Ranidae) from Gaoligong Mountain, Yunnan Province, China, which were identified as *A. deng* and *A. chayuensis* by comparison of Morphology and Phylogeny. This represents first records of these species in Yunnan Province. **[Methods]** In this study, the morphological characteristics of the specimens we collected were compared and analyzed with the holotype of *A. deng* and *A. chayuensis*, respectively. Based on 16S rRNA gene and COI gene fragments, we used MrBayes-3.1.2 to construct bayesian tree for phylogenetic analysis. Based on 16S rRNA gene fragments, we used *p*-distance in MEGA 7 to calculate the genetic distance between individuals of *Amolops*. All of the new sequences from this study have been uploaded to the NCBI GenBank, the other sequence we used were obtained in NCBI GenBank database (Table 1). **[Results]** The morphological characteristics are consistent between the specimens collected in this study and holotype. *A. deng* has a medium body size (SVL 63.1 to 68.5 mm in adult female, $n = 3$, 49.3 to 52.9 mm in adult male, $n = 3$); head length is larger than the head width; tympanum is obvious, and taller than the length; three metacarpal tubercles; supratympanic fold is not obvious; dorsolateral fold obvious and connect with the crotch; tibiotarsal articulation beyond snout. *A. chayuensis* has a small body size (SVL 44.7 mm and 44.8 mm in male, $n = 2$); males with external subgular vocal sacs; supratympanic fold and dorsolateral fold obviously; arms and legs with brown bands. In addition, the bayesian analyses strongly support the specimens we collected forms a monophyletic clades respectively with each holotype specimens of *A. chayuensis* and *A. deng* from Tibet, China (Fig 3). Based on 16S rRNA, the genetic distance of *A. deng* was 0.8% - 1.2% and *A. chayuensis* was 0.2% between the samples we collected and type locality (Table 3). **[Conclusion]** In summary, the two species of *Amolops* collected in Gaoligong Mountain in Yunnan are determined to be *A. deng* and *A. chayuensis*. Both *A. deng* and *A. chayuensis* are first record of Gongshan and Fugong counties of Yunnan province (Fig. 4). In this study, we further updated the elevation range of the distribution of *A. chayuensis*, from 1 385 m lower to 2 884 m higher than the previous record.

Key words: Yunnan; Gaoligong Mountain; *Amolops*; New record

高黎贡山地处中国西南部云南省西北部，属于中国西南纵向岭谷区，是贯穿南北连接青藏高原与中南半岛的生态桥梁，绵延 600 km，是怒江和伊洛瓦底江的分水岭(李欢萍 2020)。该区域南北跨度大，垂直落差明显，气候类型复杂多样，孕育着丰厚的自然资源，是全球生物多样性热点地区的交汇区域 (Myers et al.

2000, 易浪等 2021)。当前已知该区域分布有湍蛙属 (*Amolops*) 物种 3 种，分别为绿点湍蛙 (*A. viridimaculatus*)、片马湍蛙 (*A. bellulus*) 和金江湍蛙 (*A. jinjiangensis*) (吴介云 1992, Liu et al. 2000, 白冰等 2007, Yang et al. 2019)。

2021 年 4 和 5 月以及 7 和 8 月，中国科学院昆明动物研究所两栖爬行类多样性与进化研

究组在云南省高黎贡山开展野外考察，于贡山县独龙江乡（2号标本）和普拉底乡（5号标本）及福贡县石月亮乡（1号标本）共采集到湍蛙标本8号（表1），通过形态学和分子系统学鉴

定确定为云南省湍蛙属新记录种——僮湍蛙(*A. deng*)和察隅湍蛙(*A. chayuensis*)。本文对二者生境及活跃的季节进行记述，并对分布区域进行讨论，为深入了解二者分布状态及生态习

表1 本研究使用的样品采集地点、标本编号和基因序列号

Table 1 Localities, voucher ID, and GenBank numbers for all samples used in this study

物种 Species	编号 ID	标本编号 Voucher no.	位点 Locality	16S rRNA	COI	参考文献 Reference	
内群 Ingroup							
僮湍蛙 <i>Amolops deng</i>	1	KIZ 038360	中国云南福贡	ON209572	ON209565	本研究 This study	
	2	KIZ 044976	Fugong, Yunnan, China	ON209573	ON209568		
	3	KIZ 044948		ON209574	ON209566		
	4	KIZ 044950		ON209575	ON209563		
	5	KIZ 044951		ON209576	ON209564		
	6	KIZ 044952		ON209577	ON209567		
	察隅湍蛙 <i>A. chayuensis</i>	7	KIZ 014069	中国西藏察隅	MN953696	MN961396	Wu et al. 2020
		8	KIZ 012703	Zayu, Tibet, China	MN953698	MN961398	
		9	KIZ 014070		MN953697	MN961397	
		10	KIZ 014087	中国西藏墨脱 Motuo, Tibet, China	MN953699	MN961399	
A. <i>cucae</i>	11	KIZ 014116	中国西藏察隅 Zayu, Tibet, China	MN953695	MN961395	本研究 This study	
	12	KIZ 038599	中国云南贡山	ON209578	ON209569		
	13	KIZ 038600	Gongshan, Yunnan, China	ON209579	ON209570		
	14	KIZ 014016	中国西藏墨脱	MN953666	KU243074		Jiang et al. 2016, Wu et al. 2020
	15	KIZ 014022	Motuo, Tibet, China	MN953667	KU243075		
片马湍蛙 <i>A. bellulus</i>	16	AMNH 168727	越南	FJ417144	MN961373	Stuart et al. 2010, Wu et al. 2020	
	17	AMNH 168729	Van Ban, Lao Cai, Vietnam	FJ417145	MN961372		
A. <i>compotrix</i>	18	KIZ YPX9037	中国云南腾冲 Tengchong, Yunnan, China	MN953664	KU243078	Jiang et al. 2016, Wu et al. 2020	
	19	CAS 233991		FJ417127	MN961361		Stuart et al. 2010, Wu et al. 2020
A. <i>vitreus</i>	20	FMNH 256500	老挝甘蒙 Nakai, Khammouan, Laos	FJ417141	MN961366	Gan et al. 2020	
	21	FMNH 258187	老挝丰沙里 Phongsaly, Laos	FJ417164	MN961439		
A. <i>putaoensis</i>	22	GXNU QT20170200	缅甸克钦邦	MT901382	MT901210	Wu et al. 2020	
	23	GXNU W011	Putao, Kachin, Myanmar	MT901383	MT901211		
林芝湍蛙 <i>A. nyingchiensis</i>	24	KIZ 012636	中国西藏米林 Milin, Tibet, China	MN953716	MN961418	Wu et al. 2020	
	25	KIZ 041127	中国四川康定	MN953764	MN961465		
新都桥湍蛙 <i>A. xinduqiao</i>	26	KIZ 041129	Kangding, Sichuan, China	MN953765	MN961466	Wu et al. 2020	
	27	SYNU04116015	中国西藏墨脱	MN953655	MN961352		
A. <i>aniquiaoensis</i>	28	SYNU04116016	Motuo, Tibet, China	MN953656	MN961353	Wu et al. 2020	
	29	SCUM045801HX	中国四川茂县 Maoxian, Sichuan, China	MN953702	MN961405		
外群 Outgroup							
绿点湍蛙 <i>A. viridimaculatus</i>	30	KIZ 048487	中国云南腾冲	MN953731	MN961434	Wu et al. 2020	
	31	KIZ 048488	Tengchong, Yunnan, China	MN953732	MN961435		
背崩湍蛙 <i>A. beibengensis</i>	32	KIZ 016397	中国西藏墨脱 Motuo, Tibet, China	MN953662	MN961359		

性积累基础资料。

形态特征测量依费梁等(2005)，分子系统学鉴定依 Wu 等(2020)。标本保存于中国科学院昆明动物研究所博物馆，相应 DNA 组织样品存放于中国西南野生生物种质资源库动物分库。

1 形态特征及生态习性

1.1 僮湍蛙 (*Amolops deng*)

本研究将云南省福贡县(1号雄性标本)和贡山县(2号雄性标本和3号雌性标本)采集的6号标本鉴定为僮湍蛙，各部位度量数据见表2。僮湍蛙体型中等大小(图1)，雌性体长63.1~68.5 mm，雄性体长49.3~52.9 mm；头长略大于头宽；吻短，吻端钝圆，突出于下颌；吻棱明显；颊部倾斜，略内凹；鼓膜小而明显且纵径大于横径；具上颌齿；舌后缺刻明显；犁骨棱明显，始于内鼻孔内侧，两侧不相遇；无声囊孔。

指长顺序： $I < II < IV < III$ ；指间无蹼或蹼迹；指端具吸盘和边缘沟；指关节下瘤明显，圆形，内侧两指各一个，其余均两个；具指基下瘤；掌突3个，内掌突较大，长椭圆形，外掌突椭圆形，小而不明显，内外掌突之间的掌突最小(图1c)。雄性内掌突与婚垫连为一体。

趾长顺序： $I < II < III < V < IV$ ；趾间满蹼，第IV趾蹼达关节下瘤且缘膜达吸盘；第V趾外侧缘膜始于第二关节下瘤之下；趾关节下瘤明显，内侧两趾各1个，第III趾3个且中间的大而明显，其余各趾均2个；无外蹼突，具内蹼突；无趾基下瘤(图1d)。后肢前伸贴体时胫跗关节超过吻端；左右跟部重叠较多。

头和体背面无疣粒，肩上、鼓膜周围、肛门周围、股后及背侧褶后三分之一处有扁平小疣，大小不一，差异明显；肩前斜上方口角末端具豆状腺；颞褶不显；背侧褶明显，自眼后直达胯部。生活时体背面及四肢背面黄褐色，体背面杂有深褐色或灰黑色斑点，后肢背面具

灰黑色横纹，股部5或6道，胫部3道，跗部亦有横纹；腹部和四肢腹面淡红色，四肢颜色稍深，咽胸部淡黄色，部分个体咽胸部有灰色云状斑；颊部上半部分黑色；上下唇缘灰黑色，吻端不连续；靠近肩部前方有一黑色条状斑块(图1a, b)。

该蛙栖息于海拔1385~1670 m的山间溪流中，溪流较宽，溪水流速缓，常有大而光秃的石块；4和5月份多见其蹲坐于溪中流大石块上，数量多，偶见隐于草丛内小石块上者，7和8月份在同样生境中未见。

1.2 察隅湍蛙 (*Amolops chayensis*)

本研究将采自云南省福贡县的2号雄性标本鉴定为察隅湍蛙，各部位度量数据见表2。察隅湍蛙体型较小(图2)，雄性体长44.7 cm和44.8 mm；头长大于头宽；吻钝圆，略突出于下颌；吻棱明显；颊部近乎垂直，略内凹；雄性具咽侧下外声囊；鼓膜小而明显且纵径小于横径；犁骨齿明显，两短行，位于内鼻孔内侧；舌后缺刻明显；具上颌齿。

指长顺序： $I < II < IV < III$ ；指间无蹼或蹼迹；指端具吸盘和边缘沟；具指基下瘤；指关节下瘤明显，圆形，内侧两指各一个，其余均两个；掌突2个，外掌突长椭圆形较明显，内掌突椭圆形不显；雄性具婚垫(图2c)。

趾长顺序： $I < II < III < V < IV$ ；趾间满蹼，第IV趾蹼达第一关节下瘤且缘膜达吸盘；趾端具吸盘和边缘沟；无趾基下瘤；无外蹼突，具内蹼突；趾关节下瘤明显，内侧两趾各1个，第III趾3个，其余均2个(图2d)。后肢前伸贴体时胫跗关节略超过鼻孔；左右跟部重叠。

背腹面皮肤光滑，仅肛门周围及前臂前方有扁平疣粒；肛孔周围有粉红色颗粒状分泌物；颞褶明显，从眼后到达肩部上方；背侧褶明显，与颞褶相连向后延伸直达肛前。生活时体背面草绿色，腹面白色，咽胸部及肛门附近橙黄色，个别个体背面有黑色斑点；四肢背面草绿色具



图 1 橙湍蛙 (KIZ 044976, 雌性)

Fig. 1 *Amolops deng* (KIZ 044976, female)

a. 侧面; b. 腹面; c. 手腹面; d. 足腹面。

a. Flank view; b. Ventral view; c. Ventral view of hand; d. Ventral view of foot.



图 2 察隅湍蛙 (KIZ 038600, 雄性)

Fig. 2 *Amolops chayuensis* (KIZ 038600, male)

a. 侧面; b. 腹面; c. 手腹面; d. 足腹面。

a. Flank view; b. Ventral view; c. Ventral view of hand; d. Ventral view of foot.

表 2 云南省高黎贡山采集的僂湍蛙和察隅湍蛙形态量度

Table 2 Measurements on the specimens of *Amolops deng* and *A. chayensis* from Gaoligong Mountain of Yunnan Province

标本号及性别 Voucher No and sex	僂湍蛙 <i>Amolops deng</i>						察隅湍蛙 <i>A. chayensis</i>	
	KIZ 044976 ♀	KIZ 044948 ♀	KIZ 044952 ♀	KIZ 044951 ♂	KIZ 044950 ♂	KIZ 038360 ♂	KIZ 038600 ♂	KIZ 038599 ♂
体长 Snout-vent length, SVL (mm)	68.5	64.0	63.1	49.4	49.3	52.9	44.7	44.8
头长 Head length, HL (mm)	23.6	22.5	22.4	17.3	17.3	18.6	15.6	15.5
头长/体长 HL/SVL (%)	34.5	35.2	35.5	35.1	35.1	35.2	35.0	34.6
头宽 Head width, HW (mm)	22.3	21.8	22.3	16.6	16.6	18.2	13.9	14.1
头宽/体长 HW/SVL (%)	32.6	34.1	35.3	33.7	33.6	34.3	31.2	31.4
吻长 Snout length, SL (mm)	8.8	9.4	8.9	7.4	7.0	7.8	6.2	6.2
吻长/体长 SL/SVL (%)	12.8	14.7	14.1	15.0	14.3	14.7	13.8	13.8
鼻间距 Internasal space, INS (mm)	7.6	7.6	7.5	6.1	5.6	6.8	5.8	5.4
鼻间距/体长 INS/SVL (%)	11.1	11.9	11.9	12.4	11.4	12.8	12.9	12.1
眼间距 Interorbital space, IOS (mm)	5.7	5.8	5.8	4.8	4.8	4.9	4.5	4.3
眼间距/体长 IOS/SVL (%)	8.3	9.1	9.1	9.7	9.7	9.3	10.1	9.7
上眼睑宽 Upper eyelid width, UEW (mm)	5.6	5.3	5.1	3.8	4.0	4.0	3.8	3.7
上眼睑宽/体长 UEW/SVL (%)	8.2	8.3	8.0	7.7	8.0	7.5	8.4	8.3
眼径 Diameter of eye, ED (mm)	7.2	6.7	6.0	5.2	5.2	5.8	5.1	5.1
眼径/体长 ED/SVL (%)	10.5	10.4	9.6	10.6	10.5	10.9	11.4	11.3
鼓膜横径 Diameter of tympanum, TD (mm)	2.9	2.7	2.7	2.3	2.4	2.5	2.2	2.5
鼓膜横径/体长 TD/SVL (%)	4.2	4.3	4.3	4.7	4.8	4.7	4.9	5.5
前臂及手长 Length of lower arm and hand, LAHL (mm)	36.1	33.6	33.5	26.9	26.9	29.1	22.6	22.4
前臂及手长/体长 LAHL/SVL (%)	52.7	52.6	53.0	54.5	54.5	55.0	50.5	50.0
前臂宽 Diameter of lower arm, LAD (mm)	5.7	5.7	5.8	6.4	6.7	6.9	5.4	5.1
前臂宽/体长 LAD/SVL (%)	8.3	8.9	9.2	13.0	13.6	13.0	12.1	11.5
手长 Hand length, HAL (mm)	22.0	19.7	20.1	15.9	16.0	17.4	13.5	13.7
手长/体长 HAL/SVL (%)	32.1	30.8	31.8	32.2	32.5	32.9	30.3	30.6
胫长 Tibia length, TL (mm)	41.9	40.4	41.4	32.5	32.7	35.3	25.9	24.1
胫长/体长 TL/SVL (%)	61.2	63.1	65.6	65.7	66.2	66.7	58.0	53.8
跗足长 Length of tarsus and foot, LFT (mm)	57.8	55.0	53.8	42.1	42.4	46.3	38.0	36.5
跗足长/体长 LFT/SVL (%)	84.4	86.0	85.3	85.2	86.0	87.5	85.1	81.5
足长 Foot length, FL (mm)	39.7	36.1	37.1	28.8	29.2	31.2	25.6	25.0
足长/体长 FL/SVL (%)	58.0	56.4	58.8	58.3	59.1	59.0	57.2	55.8
股长 Femoral length, FML (mm)	39.1	36.6	36.2	29.0	28.7	31.0	23.6	22.8
股长/体长 FML/SVL (%)	57.1	57.2	57.4	58.7	58.1	58.5	52.7	50.9

表中“*** / 体长”指各形态测量值与体长的比例。

“*** / SVL” in this table means the proportion of each morphometric character to its snout-vent length.

褐色横纹，前臂 3 道，股部和胫部均 4 或 5 道；四肢腹面呈肉色；沿颞褶、背侧褶下方覆盖褐色的条斑，条斑下方浅绿色有浅褐色斑块；颞部黑色；上唇缘灰褐色，吻端不相连（图 2a, b）。

该蛙栖息于海拔 1 385 ~ 2 884 m 的溪流中，夜间伏于溪间光滑石块上或栖身于溪边矮灌丛枝条上与溪边箭竹上；4 和 5 月初在低海拔溪流中可见尾部全部褪去的亚成体，腹部吸盘尚隐约可见，7 和 8 月份可见其成体，未见有雄性个体鸣叫，10 月份在原先发现其分布较多的溪流中未见。

2 分子数据及系统发育树构建

本研究采用苯酚/氯仿抽提法分别提取采集于高黎贡山 8 号湍蛙标本的肝组织的基因组 DNA。使用引物 5'-CGC CTG TTT AYC AAA AAC AT-3' 和 5'-CCG GTY TGA ACT CAG ATC AYG T-3'（其中，Y 表示碱基 C/T）对其 16S rRNA 基因进行扩增（Kocher et al. 1989）；使用引物 5'-TYT CWA CWA AYC AYA AAG AYA TCG G-3' 和 5'-ACY TCR GGR TGR CCR AAR AAT CA-3'（其中，Y 表示碱基 C/T，W 表示碱基 A/T，R 表示碱基 A/G）对其 COI 基因进行扩增（Che et al. 2012）。16S rRNA 基因 PCR 反应参数设置为，95 °C 预热 5 min；95 °C 变性 1 min，53 °C 退火 1 min，72 °C 延伸 1 min，进行 35 个循环；最后 72 °C 延伸 10 min。COI 基因 50 °C 退火 1 min，其他参数与 16S rRNA 基因 PCR 反应设置相同。PCR 产物用 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。得到 16S rRNA 基因的有效片段长度为 533 bp，COI 基因的有效片段长度为 570 bp，序列上传至 GenBank 数据库，序列相关信息见表 1。

僇湍蛙和察隅湍蛙均属于山湍蛙种组 (*A. monticola* group)，背崩湍蛙 (*A. beibengensis*) 和绿点湍蛙 (*A. viridimaculatus*) 为绿点湍蛙种组 (*A. viridimaculatus* group) (Wu et al. 2020)，

本研究以背崩湍蛙和绿点湍蛙作为外类群进行系统发育分析，用 Clustal W 2.0 进行比对 (Thompson et al. 1997)。使用 mrbayes-3.1.2 构建贝叶斯树 (Ronquist et al. 2003)。采集自高黎贡山的这两种湍蛙标本均与其地模标本聚成单系支 (图 3)，支持率达 0.99。使用 MEGA 7 (Kumar et al. 2016) 中的 *p*-distance 计算湍蛙个体间的遗传距离，本次采集的标本与地模式标本的序列之间遗传距离较小，其中，采自高黎贡山的察隅湍蛙与模式产地种群之间的遗传距离为 0.2%，采自高黎贡山的僇湍蛙与模式标本之间的遗传距离为 0.8% ~ 1.2% (表 3)。

综上，采集于高黎贡山的湍蛙分别为僇湍蛙和察隅湍蛙。

3 讨论

云南采集的僇湍蛙与车静等 (2020) 记述的模式标本外部形态基本一致，但形态上仍存在如下差异：雄性个体眼径与体长之比 (10.5% ~ 10.9% vs. 12.0%)、头宽与体长之比 (33.6% ~ 34.3% vs. 34.9%)、足长与体长之比 (58.3% ~ 59.1% vs. 60.6%) 以及跗足长与体长之比 (85.2% ~ 87.5% vs. 89.9%) 均较小；雌性标本 (KIZ 044976) 头宽与体长之比 (32.6% vs. 35.1%)、吻长与体长之比 (12.8% vs. 13.9%) 和胫长与体长之比 (61.2% vs. 64.7%) 均较小；雌性标本 (KIZ 044948) 头宽与体长之比 (34.1% vs. 35.1%) 和胫长与体长之比 (63.1% vs. 64.7%) 较小，跗足长与体长之比 (86.0% vs. 85.0%) 较大；雌性标本 (KIZ 044952) 足长与体长之比 (58.8% vs. 57.2%) 较大；雄性标本 (KIZ 038360) 上眼睑宽与体长之比 (7.5% vs. 8.5%) 较小，胫长与体长之比 (66.7% vs. 65.7%) 较大。云南采集的雄性察隅湍蛙与孙国政等 (2013) 描述的模式标本相比较，体色和外部形态基本一致 (除前臂具 3 道横纹)，体型存在一定差异，头长与体长之比 (34.6% 和 35.0% vs. 31.4%)，吻长与体长之比 (13.8% vs. 15.2%)，鼻间距与体长之比 (12.1% 和

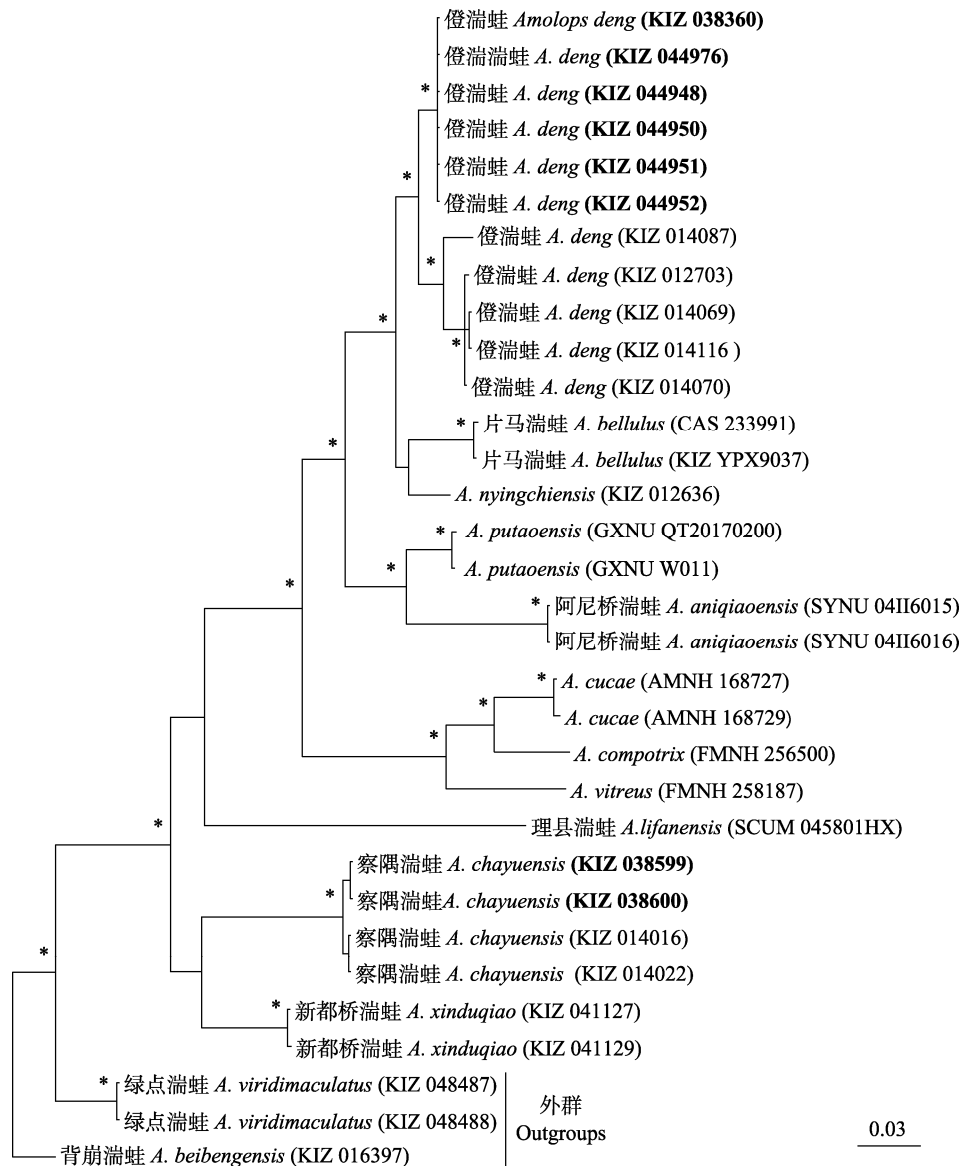


图3 基于线粒体 16S rRNA 和 COI 基因湍蛙属的贝叶斯树

Fig. 3 Bayesian inference tree of *Amolops* based on mitochondrial 16S rRNA and COI genes

图中星号表示节点支持率大于 0.95；本研究序列加粗。

In the figure, asterisks indicate that the support rate of a node is greater than 0.95. The sequence of this study is in bold.

12.9% vs. 10.6%), 上眼睑宽与体长之比较大 (8.3%和 8.4% vs. 6.6%), 前臂宽与体长之比较大 (11.5%和 12.1% vs. 9.2%); 雄性标本(KIZ 038599) 手长与体长之比较大 (30.6% vs. 29.5%), 胫长与体长之比 (53.8% vs. 59.3%) 和足长与体长之比 (55.8% vs. 57.6%) 较小 (表 2)。

澄湍蛙已有记录仅分布在西藏的察隅县察隅镇和墨脱县背崩乡西让村 (车静等 2020), 本研究新增记录点为云南省福贡县石月亮乡 (27°15'18" N, 98°52'41" E, 1 385 m) 和贡山县普拉底乡 (27°37'33" N, 98°43'13" E, 1 670 m)。察隅湍蛙此前记录仅分布于西藏的

表 3 基于 16S rRNA 基因计算所得湍蛙属 *p*-distance

Table 3 The pairwise uncorrected *p*-distance (%) of 16S rRNA gene between species of *Amolops*

物种 Species	编号 ID	1~6	7	8	9	10	11	12,13	14,15	16	17	18,19	20	21	22,23	24	25	26	27,28	29	30,31
澄湍蛙 <i>A. deng</i>	1~6																				
	7	1.2																			
	8	1.2	0.4																		
	9	1.0	0.2	0.2																	
	10	0.8	1.6	1.6	1.4																
	11	1.2	0.0	0.4	0.2	1.6															
察隅湍蛙 <i>A. chayuensis</i>	12,13	3.6	4.2	4.2	4.0	4.0	4.2														
	14,15	3.8	4.4	4.4	4.2	4.2	4.4	0.2													
<i>A. cucae</i>	16	3.8	4.2	4.6	4.4	4.2	4.2	4.6	4.4												
	17	4.0	4.4	4.8	4.6	4.4	4.4	4.8	4.6	0.2											
片马湍蛙 <i>A. bellulus</i>	18,19	1.8	2.2	1.8	2.0	1.8	2.2	4.4	4.6	4.4	4.6										
<i>A. compotrix</i>	20	3.6	4.4	4.4	4.2	4.0	4.4	4.4	4.2	2.6	2.8	4.6									
<i>A. vitreus</i>	21	4.4	4.8	5.3	5.1	4.8	4.8	4.0	3.8	3.0	3.2	5.1	2.8								
<i>A. putaoensis</i>	22,23	2.0	2.4	2.4	2.2	2.4	2.4	4.0	4.2	4.0	4.2	2.6	4.4	5.3							
林芝湍蛙 <i>A. nyingchiensis</i>	24	1.2	1.6	1.6	1.4	1.2	1.6	4.0	4.2	4.2	4.4	1.0	4.4	4.8	2.0						
新都桥湍蛙 <i>A. xinduqiao</i>	25	3.4	4.2	4.2	4.0	3.8	4.2	1.8	1.6	4.0	4.2	4.2	4.2	4.6	4.2	3.8					
	26	3.2	4.0	4.0	3.8	3.6	4.0	2.0	1.8	4.2	4.4	4.0	4.4	4.8	4.0	3.6	0.2				
阿尼桥湍蛙 <i>A. aniqiaoensis</i>	27,28	3.4	4.0	4.0	3.8	3.8	4.0	4.6	4.8	5.9	6.1	4.8	6.3	6.5	4.2	4.2	5.3	5.5			
理县湍蛙 <i>A. lifanensis</i>	29	4.8	5.7	5.7	5.5	4.8	5.7	4.6	4.6	6.1	6.3	6.1	5.5	5.5	5.5	5.3	5.5	5.3	7.5		
绿点湍蛙 <i>A. viridimaculatus</i>	30,31	4.2	5.1	5.1	4.8	5.1	5.1	3.8	3.6	5.3	5.1	4.6	5.1	5.1	5.5	4.6	3.2	3.4	6.1	6.1	
背崩湍蛙 <i>A. beibengensis</i>	32	4.6	5.5	5.5	5.3	5.5	5.5	4.2	4.0	6.1	5.9	4.8	5.9	5.5	5.9	5.1	4.0	3.8	6.9	5.7	1.2

样品编号对应表 1。Sample ID corresponds to those in table 1.

察隅县（孙国政等 2013）和八宿县（车静等 2020），当前新增记录地点为云南省贡山县独龙江乡（27°15'18" N, 98°52'41" E, 1 385 m）和福贡县石月亮乡（27°50'37" N, 98°27'49" E, 2 884 m）。两物种新增记录地点均分布于高黎贡山（图 4）。

此外，察隅湍蛙记录分布的海拔范围为 2 000~2 400 m（孙国政等 2013，车静等 2020），当前记录分布海拔范围（1 385~2 884 m）较之前记录有明显扩大，提示其有更广阔的生态位。

高黎贡山地处中国西南云南西北部，山高谷深，因交通不便，生物多样性监测工作开展少，其两栖动物多样性状况亟待深入探明。近

年来，随着交通改善，生物多样性调查和研究不断深入，高黎贡山的“生物自然遗产”逐渐被展现，该区域新物种或新分布种不断被发现，诸如独龙江臭蛙（*Odorrana dulongensis*）（Liu et al. 2021）、独龙江灌树蛙（*Raorchestes dulongensis*）（Wu et al. 2021）、滇西琴蛙（*Nidirana occidentalis*）（Lyu et al. 2020）、大绿臭蛙（*O. graminea*）（Yang et al. 2019）等。近年的研究和本研究发现，提示了该区域有着较高的两栖动物多样性，该区域两栖动物多样性此前可能被低估了。因此，未来需要加强对高黎贡山，特别是偏远山区的野外考察，系统揭示该区域的生物多样性。

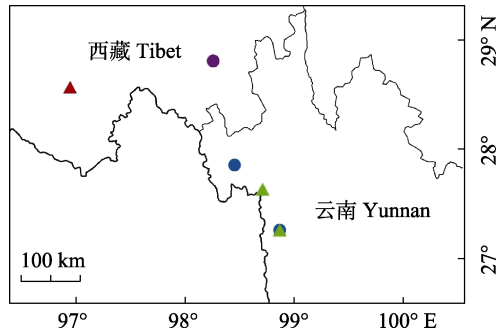


图 4 僂湍蛙和察隅湍蛙采集地点及其模式产地

Fig. 4 New records and type locality of *Amolops deng* and *A. chayensis*

红色三角形表示僂湍蛙模式产地，紫色圆形表示察隅湍蛙模式产地，绿色三角形表示僂湍蛙采样地点，蓝色圆形表示察隅湍蛙采样地点。

The red triangle indicates the type locality of *A. deng*, the purple circle indicates the new records of *A. deng*, the green triangle indicates the type locality of *A. chayensis*, and the blue circle indicates the new records of *A. chayensis*.

参 考 文 献

- Che J, Chen H M, Yang J X, et al. 2012. Universal COI primers for DNA barcoding amphibians. *Molecular Ecology Resources*, 12(2): 247–258.
- Gan Y, Qin T, Ye H L, et al. 2020. A new species of *Amolops* (Anura: Ranidae) from northern Myanmar. *Zoological Research*, 41(6): 734–740.
- Jiang K, Wang K, Yan F, et al. 2016. A new species of the genus *Amolops* (Amphibia: Ranidae) from southeastern Tibet, China. *Zoological Research*, 37(1): 31–40.
- 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): 6192–6200.
- Kumar S, Stecher G, Tamura K, et al. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33(7): 1870–1874.
- Liu W Z, Yang D T, Ferraris C, et al. 2000. *Amolops bellulus*: a new species of stream-breeding frog from western Yunnan, China (Anura: Ranidae). *Copeia*, 2000(2): 536–541.
- Liu X, He Y H, Wang Y, et al. 2021. A new frog species of the genus *Odorrana* (Anura: Ranidae) from Yunnan, China. *Zootaxa*, 4908: 263–275.
- Lyu Z T, Chen Y, Yang J H, et al. 2020. A new species of *Nidirana* from the *N. pleuraden* group (Anura, Ranidae) from western Yunnan, China. *Zootaxa*, 4861: 43–62.
- Myers N, Mittermeier R, Mittermeier C, et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772): 853–885.
- Ronquist F, Huelsenbeck J P. 2003. MrBayes 3: bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19(12): 1572–1574.
- Stuart B L, Bain R H, Phimmachak S, et al. 2010. Phylogenetic systematics of the *Amolops monticola* group (Amphibia: Ranidae), with description of a new species from Northwestern Laos. *Herpetologica*, 66(1): 52–66.
- Thompson J D, Gibson T J, Plewniak F, et al. 1997. The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research*, 25(24): 4876–4882.
- Wu Y H, Liu X, Gao W, et al. 2021. Description of a new species of Bush frog (Anura: Rhacophoridae: *Raorchestes*) from northwestern Yunnan, China. *Zootaxa*, 4941: 239–258.
- Wu Y H, Yan F, Stuart B L, et al. 2020. 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). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 148(2020): 106789.
- Yang J H, Huang X Y, Ye J F, et al. 2019. A report on the herpetofauna of Tengchong Section of Gaoligongshan National Nature Reserve, China. *Journal of Threatened Taxa*, 11(11): 14434–14451.
- 白冰, 周伟, 李伟, 等. 2007. 云南高黎贡山自然保护区赧元片区鱼和两栖爬行动物多样性调查报告. *四川动物*, 26(2): 370–373.
- 车静, 蒋珂, 颜芳, 等. 2020. 西藏两栖爬行动物——多样性与进化. 北京: 科学出版社, 1–803.
- 费梁, 叶昌媛, 江建平, 等. 2005. 中国两栖动物检索及图解. 成都: 四川科学技术出版社.
- 李欢萍. 2020. 高黎贡山国家级自然保护区生态保护措施分析. *现代园艺*, 43(22): 168–169.
- 孙国政, 罗伟雄, 孙鸿雁, 等. 2013. 西藏湍蛙属一新种——察隅湍蛙 (两栖纲: 蛙科). *林业建设*, (5): 14–16.
- 吴介云. 1992. 高黎贡山自然保护区北段两栖爬行动物区系分析. *云南师范大学学报: 自然科学版*, 12(1): 62–68.
- 易浪, 董亚坤, 苗白鸽, 等. 2021. 云南高黎贡山地区蝴蝶群落多样性. *生物多样性*, 29(7): 950–959.