

湖南南山国家公园发现花坪角蟾

张志强^① 周琳^① 刘佳昱^② 李辉^②

莫小阳^{②*} 王建军^③ 杨盛东^③

① 中南林业科技大学野生动植物保护研究所 长沙 410004; ② 湖南师范大学生命科学学院脊椎动物学

实验室 410081; ③ 湖南省南山国家公园管理局金童山自然保护区管理处 邵阳 422500

摘要: 2023年6月12日,在湖南省城步县南山国家公园(110°11'42" E, 26°11'54" N)采集到无尾目(Anura)角蟾科(Megophryidae)布角蟾属(*Boulenophrys*)雌性标本1号(标本号NS20230612),现保存于湖南师范大学生命科学学院脊椎动物学实验室。该标本背部皮肤光滑有痣粒,两侧皮肤松弛,有刺疣,背部灰褐色,背中央有深色“X”形斑,与花坪角蟾(*B. mirabilis*)形态鉴别特征一致。基于线粒体16S rRNA和COI基因片段进行的系统发育分析结果显示,该标本与花坪角蟾聚为一支;平均遗传距离为0.28%,远小于布角蟾属物种间的遗传距离。结合形态特征比较与系统发育关系重建,鉴定该标本为角蟾科布角蟾属花坪角蟾,查阅相关文献资料,确认花坪角蟾为湖南省两栖纲分布新记录种。该物种的发现丰富了南山国家公园的两栖爬行动物物种多样性,同时为该物种分类及谱系地理学研究提供了参考资料。

关键词: 花坪角蟾; 南山国家公园; 新记录; 湖南省

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 02-269-07

Boulenophrys mirabilis Found in Nanshan National Park, Hunan, China

ZHANG Zhi-Qiang^① ZHOU Lin^① LIU Jia-Yu^② LI Hui^②

MO Xiao-Yang^{②*} WANG Jian-Jun^③ YANG Sheng-Dong^③

① Institute of Wildlife Conservation, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004;

② Vertebrate Zoology Laboratory, College of Life Science, Hunan Normal University, Changsha 410081; ③ Jintong Mountain

Nature Reserve Management Office of Nanshan National Park Administration of Hunan Province, Shaoyang 422500, China

Abstract: The Asian horned toad genus *Boulenophrys* within the family Megophryidae, is a typical representative for Oriental fauna, spreading throughout southern China, southern and eastern Himalayas,

基金项目 湖南省国家重点野生动植物补助资金项目 (No. 2021-326), 湖南城步苗族自治县生物多样性资源调查项目 (No. 2021-326-430529), 湖南金童山国家级自然保护区2022年中央财政资金补助项目 (No. 2022-34);

* 通讯作者, E-mail: moxiaoyang@hunnu.edu.cn;

第一作者介绍 张志强, 男, 讲师; 研究方向: 野生动植物保护与利用; E-mail: csfuzzq@126.com。

收稿日期: 2023-06-25, 修回日期: 2023-11-18 DOI: 10.13859/j.cjz.202423123

across Indochina to islands of the Sunda Shelf and the Philippines. On June 12, 2022, during the investigation of amphibian and reptile resources in Nanshan National Park of Chengbu County, Hunan Province, a female specimen (Voucher No. NS20230612) of the genus *Boulenophrys*, Megophryidae of Anura was collected (110°11'42" E, 26°11'53" N) and deposited in the Vertebrate Zoology Laboratory, College of Life Science, Hunan Normal University. The specimen was identified by morphological measurements and phylogenetic analysis based on two mitochondrial genes, namely partial 16S ribosomal RNA gene (16S rRNA) and partial cytochrome c oxidase I gene (COI). The 16S rRNA and COI gene sequences of some *Boulenophrys* species were also downloaded from GenBank (Table 1). According to the morphological characteristics, the back of the specimen was smooth with moles, the skin on both sides was loose, the warts were spiny, the back was grayish brown, there were dark "X" spots in the center of the back (Fig. 1). It is consistent with the morphological identification characteristics of *B. mirabilis* collected from Huaping Nature Reserve in Guangxi. The results of phylogenetic analysis based on 16s rRNA and COI gene fragments showed that the collected sample was clustered with *B. mirabilis* in one branch (Fig. 2). Combined the morphological characteristics and the reconstruction of phylogenetic relationship, the collected specimen was identified as *B. mirabilis*, which is a new record of amphibian in Hunan Province. The discovery of this species not only increases the species diversity of amphibians in Nanshan National Park, but also provides a reference for the taxonomy and pedigree geography of this species.

Key words: *Boulenophrys mirabilis*; Nanshan National Park; New record; Hunan Province

花坪角蟾 (*Boulenophrys mirabilis*) (Lyu et al. 2020) 隶属于两栖纲 (Amphibia) 无尾目 (Anura) 角蟾科 (Megophryidae) 布角蟾属 (Lyu et al. 2023), 该物种模式产地为广西桂林的花坪自然保护区 (Lyu et al. 2020)。中国记录分布的布角蟾属物种 60 种, 在湖南省内记录有短肢角蟾 (*B. brachykolos*)、尾突角蟾 (*B. caudoprocta*)、陈氏角蟾 (*B. cheni*)、井冈山角蟾 (*B. jinggangensis*)、林氏角蟾 (*B. lini*)、幕阜山角蟾 (*B. mufumontana*)、南岭角蟾 (*B. nanlingensis*)、桑植角蟾 (*B. sangzhiensis*)、舜皇角蟾 (*B. shunhuangensis*)、棘疣角蟾 (*B. tubero-granulatus*)、湘南角蟾 (*B. xiangnanensis*)、阳明山角蟾 (*B. yangmingensis*) (高志伟等 2022)、雨神角蟾 (*B. ombrophila*)、九连山角蟾 (*B. jiulianensis*) 和石门台角蟾 (*B. shimentaina*) 15 种 (尚袁凌博等 2023)。2023 年 6 月 12 日, 在湖南省南山国家公园进行两栖爬行动物多样性调查中, 采集到 1 号布角蟾属雌性标本 (图 1), 经形态特征比较和分子系统

发育分析, 鉴定该标本为花坪角蟾, 系湖南省两栖动物分布新记录种。本研究对该物种标本进行了相应形态特征测量, 并对其生境进行描述, 为进一步研究该物种的分类地位及分布情况提供了基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料采集

1 号雌性布角蟾属标本 (标本号 NS20230612) 取部分肌肉组织存放于 95% 乙醇中用于分子实验, 标本固定后浸泡在 75% 乙醇中, 保存于湖南师范大学生命科学学院脊椎动物学实验室。

1.2 形态学测量

依据 Ninh 等 (2022) 与费梁等 (2005) 的测量方法, 使用电子数字游标卡尺 (德力西, 最大量程 150 mm, 精度 0.01 mm) 测量标本形态学特征。测量指标包括头体长、头长、头宽、吻长、鼻间距、眼间距、眼径、鼓膜径、前臂及手长、手长、后肢长、胫长、跗足长和足长。



图 1 湖南南山国家公园花坪角蟾生活照（李辉摄）

Fig. 1 Living individual of *Boulenophrys mirabilis* from Nanshan National Park, Hunan (photo by LI Hui)

a. 侧面观；b. 背面观；c. 腹面观；d. 瞳孔；e. 手腹面观；f. 脚腹面观。
a. Lateral view; b. Dorsal view; c. Ventral view; d. Pupil; e. Ventral view of hand; f. Ventral view of foot.

1.3 系统发育分析

为进一步验证形态特征比较结果，利用试剂盒（TIANamp Genomic DNA Kit）提取标本部分肌肉组织的总 DNA。使用引物 L3975（5'-GGT CAA CAA ATC ATA AAG AYA TYG G-3'）和 H4551（5'-TAA ACT TCA GGG TGA CCA AAR AAY CA-3'）（Y 代表 C 或 T，R 代表 A 或 G）（Meyer et al. 2005）、Chmf4（5'-TYT CWA CWA AYC AYA AAG AYA TCG G-3'）和 Chmr4（5'-ACY TCR GGR TGR CCR AAR AAT CA-3'）（W 代表 A 或 T）（Wang et al. 2019）分别扩增 16S rRNA 与 COI 基因片段。PCR 扩增条件参考 Lyu 等（2020）。用 Mega 7 的 Clustal W 算法对所获得的序列进行比对（Kumar et al. 2016），比对结果进行人工校正。从 GenBank 下载湖南省分布的布角蟾属物种 16S rRNA 和 COI

序列（表 1），并选取莽山角蟾（*Xenophrys mangshanensis*）和腺角蟾（*X. glandulosa*）作为外群，利用 PhyloSuite 1.2.2 软件构建分子系统发育树，所选用的最适模型为 GTR + I + G，共计分析 5 000 000 代，每 1 000 代取样一次，舍弃最初的 25%。

2 结果

2.1 形态描述

采集到的 1 号标本为雌性，体型较大，头体长 67.51 mm，其余各部位量度数据见表 2。头宽略大于头长，从背面看吻端为圆形，吻棱明显，鼻间距小于眼间距，鼓膜清晰，鼓膜与眼径比值为 0.57，舌小，游离缘圆形，无缺口，无犁骨棱和犁骨齿；手长为头体长的 28.38%，胫长为头体长的 44.41%，指、趾具明显的边缘膜，关节下瘤不明显，手足腹部灰白色，趾间

乳白色；指长顺序为 II < I < IV < III，趾长顺序为 I < II < V < III < IV，后肢修长，左右跟部相遇，后肢贴体前伸时，胫跗关节达眼中部；背部皮肤黑褐色，光滑有痣粒，两侧皮肤松弛，略显红棕色，具刺疣粒，有大而明显的肩腺，背中央有深色“X”斑，两眼间有倒立镂空的褐色三角斑，具金黄色窄缘。浸制标本体侧的红棕色褪去，背部颜色发灰。

2.2 系统发育关系与遗传距离

最终获得 16S rRNA 和 COI 基因片段长度分别为 600 bp 和 669 bp。在 PhyloSuite 1.2.2 软件中进行人工比对、拼接，基于最适模型 GTR + I + G 构建贝叶斯系统发育树。南山国家公园采集的布角蟾属标本与 Lyu 等（2020）所用的花坪角蟾标本相聚形成高支持率单系（图 2），支持率为 100%。基于未矫正遗传距

表 1 用于系统发育分析的各物种相关信息

Table 1 GenBank accession numbers for each species for phylogenetic analysis

物种 Species	标本号 Voucher No.	采集地 Locality	GenBank 登录号 GenBank accession number	
			16S rRNA	COI
本研究样本 This study sample	NS20230612	中国湖南南山国家公园 Nanshan National Park, Hunan, China	OR144350	OR145097
短肢角蟾 <i>Boulenophrys brachykolos</i>	SYS a002258	中国香港 Hong Kong, China	KJ560403	MH406120
尾突角蟾 <i>B. caudoprocta</i>	SYS a004281	中国湖南张家界 Zhangjiajie, Hunan, China	MH406795	MH406257
陈氏角蟾 <i>B. cheni</i>	SYS a002142	中国湖南桃源洞国家级自然保护区 Taoyuandong National Nature Reserve, Hunan, China	KJ560398	MH406098
井冈山角蟾 <i>B. jinggangensis</i>	SYS a004028	中国江西井冈山 Jinggangshan, Jiangxi, China	MH406780	MH406239
林氏角蟾 <i>B. lini</i>	SYS a002381	中国湖南桃源洞国家级自然保护区 Taoyuandong National Nature Reserve, Hunan, China	MF667874	MH406135
幕阜山角蟾 <i>B. mufumontana</i>	SYS a006391	中国湖南幕阜山 Mufushan, Hunan, China	MK524105	MK524136
南岭角蟾 <i>B. nanlingensis</i>	SYS a001959	中国广东南岭国家级自然保护区 Nanling National Nature Reserve, Guangdong, China	MK524111	MK524142
桑植角蟾 <i>B. sangzhiensis</i>	SYS a004306	中国湖南张家界 Zhangjiajie, Hunan, China	MH406797	MH406259
舜皇角蟾 <i>B. shunhuangensis</i>	HNNU18NS01	中国湖南南山国家公园 Nanshan National Park, Hunan, China	MK836023	MK977594
棘疣角蟾 <i>B. tuberogranulatus</i>	SYS a004310	中国湖南八大公山自然保护区 Badagongshan Nature Reserve, Hunan, China	MH406801	MH406263
湘南角蟾 <i>B. xiangnanensis</i>	SYS a002874	中国湖南阳明山 Yangmingshan, Hunan, China	MH406713	MH406165
阳明山角蟾 <i>B. yangmingensis</i>	SYS a002877	中国湖南阳明山 Yangmingshan, Hunan, China	MH406716	MH406168
雨神角蟾 <i>B. ombrophila</i>	SYS a001976	中国广东仁化县 Renhua County, Guangdong, China	MH406650	MH406086
九连山角蟾 <i>B. jiulianensis</i>	SYS a002107	中国广东九连山 Jiulianshan, Guangdong, China	MK524099	MK524130
石门台角蟾 <i>B. shimentaina</i>	SYS a002077	中国广东石门台自然保护区 Shimentai Nature Reserve, Guangdong, China	MH406655	MH406092
淡肩角蟾 <i>B. boettgeri</i>	SYS a004149	中国福建武夷山 Wuyishan, Fujian, China	MF667878	MH406247
挂墩角蟾 <i>B. kuatunensis</i>	SYS a003449	中国福建武夷山 Wuyishan, Fujian, China	MF667881	MH406206
花坪角蟾 <i>B. mirabilis</i>	SYS a002192	中国广西花坪自然保护区 Huaping Nature Reserve, Guangxi, China	MH406669	MH406109
	SYS a002193		MH406670	MH406110
	SYS a002289		MH406681	MH406127
	SYS a002917		MH406724	MH406176
莽山角蟾 <i>Xenophrys mangshanensis</i>	SYS a002177	中国云南高黎贡山 Gaoligongshan, Yunnan, China	MH406666	MH406106
腺角蟾 <i>X. glandulosa</i>	SYS a003758	中国云南高黎贡山 Gaoligongshan, Yunnan, China	MH406755	MH406214

表 2 本研究采集的花坪角蟾标本形态量度（单位：mm）

	本研究标本 This study sample NS20230612 ♀	花坪角蟾 <i>B. mirabilis</i> 模式标本 Holotype (Lyu et al. 2020)
头体长 Snout-vent length, SVL	67.51	61.4
头长 Head length, HDL	21.84	21.4
头宽 Head width, HDW	23.06	21.8
吻长 Snout length, SNL	7.79	7.8
鼻间距 Internasal space, INS	8.08	6.7
眼间距 Interorbital space, IOS	6.84	7.2
眼径 Diameter of eye, ED	7.79	6.7
鼓膜径 Diameter of tympanum, TD	4.46	3.3
前臂及手长 Length of lower arm and hand, LAHL	33.06	—
手长 Hand length, HL	19.16	17.3
后肢长 Hindlimb length or leg length, HLL	97.76	—
胫长 Tibia length, TBL	29.98	28.9
跖足长 Length of the foot and tarsus, LFT	43.35	43.7
足长 Foot length, FTL	28.59	28.9

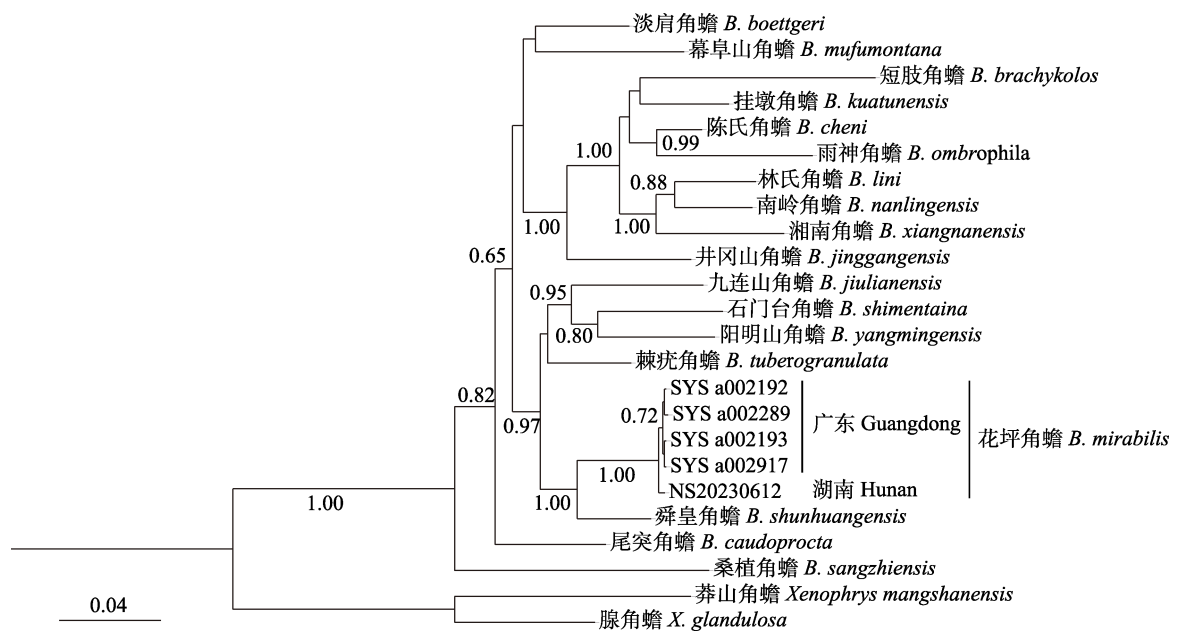


图 2 基于 16S rRNA 与 COI 基因联合序列（1 269 bp）构建的布角蟾属贝叶斯系统发育树

Fig. 2 Bayesian phylogenetic tree for genus *Boulenophrys* based on concatenated dataset of 16S rRNA and COI gene sequences (1 269 bp)

节点附近数字表示贝叶斯后验概率，比例尺表示单位长度的遗传距离为 0.04。
Numbers above each node indicate the Bayesian posterior probability, the scale bar indicates that the uncorrected *P*-distance of 0.04 units in length..

离模型（uncorrected *p*-distance）估算本研究中
所采用的布角蟾属部分物种间的遗传距离（表 3）

为 4.70% ~ 11.73%，平均遗传距离为 8.22%。
此次于南山国家公园采集的花坪角蟾与模式产

表 3 基于 16S rRNA 与 COI 基因联合序列 (1 269 bp) 估算的
布角蟾属及异角蟾属部分物种间未矫正遗传距离 (%)

Table 3 Uncorrected *p*-distance (%) for some *Boulenophrys* and *Xenophrys* species based on concatenated data of
16S rRNA and COI gene sequences (1 269 bp)

物种 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 花坪角蟾 <i>B. mirabilis</i>																					
2 花坪角蟾 <i>B. mirabilis</i>	0.26																				
3 花坪角蟾 <i>B. mirabilis</i>	0.26	0.00																			
4 花坪角蟾 <i>B. mirabilis</i>	0.34	0.09	0.09																		
5 花坪角蟾 <i>B. mirabilis</i>	0.26	0.00	0.00	0.09																	
6 舜皇角蟾 <i>B. shunhuangensis</i>	4.70	4.79	4.79	4.88	4.79																
7 棘疣角蟾 <i>B. tuberogranulata</i>	5.48	5.57	5.57	5.65	5.57	5.74															
8 淡肩角蟾 <i>B. boettgeri</i>	6.42	6.43	6.43	6.51	6.43	6.68	6.26														
9 石门台角蟾 <i>B. shimentaina</i>	6.71	6.62	6.62	6.71	6.62	6.53	6.19	7.14													
10 尾突角蟾 <i>B. caudoprocta</i>	6.93	6.85	6.85	6.93	6.85	6.51	6.08	6.17	8.00												
11 阳明山角蟾 <i>B. yangmingensis</i>	7.11	7.02	7.02	7.11	7.02	6.51	6.68	7.20	6.19	7.28											
12 陈氏角蟾 <i>B. cheni</i>	7.26	7.36	7.36	7.45	7.36	7.44	6.25	6.93	7.91	7.62	8.22										
13 幕阜山角蟾 <i>B. mufumontana</i>	7.38	7.38	7.38	7.47	7.38	6.86	7.47	6.27	8.19	6.78	6.44	7.98									
14 九岭山角蟾 <i>B. jiulianensis</i>	7.46	7.47	7.47	7.55	7.47	6.34	6.70	5.83	7.07	7.38	6.61	7.97	7.98								
15 井冈山角蟾 <i>B. jinggangensis</i>	7.79	7.71	7.71	7.79	7.71	6.93	7.19	7.46	8.08	7.62	7.62	6.34	8.15	8.24							
16 林氏角蟾 <i>B. lini</i>	7.96	7.97	7.97	7.88	7.97	7.88	7.20	7.53	8.26	8.40	8.57	5.65	8.93	9.52	7.54						
17 挂墩角蟾 <i>B. kuatunensis</i>	8.39	8.40	8.40	8.48	8.40	7.28	7.54	7.53	8.18	8.23	7.80	5.05	8.24	7.63	6.68	5.99					
18 湘南角蟾 <i>B. xiangnanensis</i>	8.48	8.39	8.39	8.48	8.39	8.65	8.39	8.74	8.86	9.08	8.90	6.16	8.67	9.36	7.36	6.08	6.86				
19 南岭角蟾 <i>B. nanlingensis</i>	8.49	8.50	8.50	8.58	8.50	8.15	7.73	7.64	8.62	8.84	8.33	5.49	8.58	9.09	7.21	4.81	6.27	6.35			
20 雨神角蟾 <i>B. ombrophila</i>	8.91	8.83	8.83	8.91	8.83	9.00	8.48	9.18	9.55	9.34	9.08	5.83	9.45	9.79	8.31	7.98	7.20	8.40	7.90		
21 桑植角蟾 <i>B. sangzhiensis</i>	9.33	9.42	9.42	9.50	9.42	8.73	8.56	9.25	10.83	8.99	10.10	9.59	10.56	10.13	10.19	10.45	10.37	10.70	10.39	11.40	
22 短肢角蟾 <i>B. brachykolos</i>	10.16	10.27	10.27	10.19	10.27	8.97	9.08	9.42	9.89	9.93	9.67	8.38	9.78	10.37	9.50	8.99	8.39	8.82	8.92	10.11	11.73

地的花坪角蟾样本间的平均遗传距离为 0.28%，
其中，基于 16S rRNA 基因估算得出南山国家
公园标本与模式产地标本间的平均遗传距离为
0.19%，COI 基因平均遗传距离为 0.40%，均远

小于布角蟾属物种间的遗传距离。因此，分子系统发育分析和遗传距离结果均支持采集于南山国家公园的布角蟾属标本为花坪角蟾。

2.3 生境描述

南山国家公园地处南岭山系最西端，雪峰山脉最南端的八十里大南山和金紫山的交汇之处，整体以山地为主（王璐 2020）。本次调查采集到的标本位于该公园管辖下的金童山国家级自然保护区，其主要以阔叶林为主。标本发现于海拔 709 m 的山脚下，附近植被较丰富，主要有灌木、针阔混交林和较大面积的竹林，另一侧为小面积农田。与其同域分布的两栖类物种有镇海林蛙（*Rana zhenhaiensis*）、三港雨蛙（*Hyla sanchiangensis*）和中华湍蛙（*Amolops sinensis*）。

3 讨论

系统发育分析结果显示，采集于南山国家公园的标本与产自模式产地桂林花坪自然保护区的花坪角蟾聚为一个高支持率单系，平均遗传距离为 0.28%，故鉴定为同一物种。形态特征上，本次采集标本与花坪角蟾模式标本描述（Lyu et al. 2020）基本一致，但在形态测量值上存在一定的差异——采集于南山国家公园的雌性标本头体长为 67.51 mm，略小于新种描述中雌性标本头体长最小值 68.5 mm，跗足长与头体长的比值为 64.21%，小于新种描述中的 71%。湖南南山国家公园与花坪角蟾的模式产地花坪自然保护区直线距离为 75 km，同一物种之间形态上的差异可能是由远距离的地理隔离所导致的。且本次调查只发现 1 号雌性标本，并未采集到处于繁殖期花坪角蟾的成熟卵粒。

中国南部的布角蟾属物种多样性较高，而湖南省内关于该属的报道只占其中较少部分，根据《湖南动物志 两栖纲》（沈猷慧等 2014）记载，湖南省内分布有另外两种布角蟾属物种：淡肩角蟾（*B. boettgeri*）和挂墩角蟾（*B. kuatunensis*），但随着对角蟾科系统分类的深入

研究，有学者认为这两种角蟾在湖南省的分布存有争议（高志伟等 2022），需要科研人员进一步深入调查。本次调查发现的花坪角蟾，丰富了南山国家公园的生物多样性，并为进一步探讨该物种的分类地位及分布情况提供了基础研究资料。

参 考 文 献

- Kumar S, Stecher G, Tamura K. 2016. MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33(7): 1870–1874.
- Lyu Z T, Li Y Q, Zeng Z C, et al. 2020. Four new species of Asian horned toads (*Anura*, Megophryidae, *Megophrys*) from Southern China. *ZooKeys*, 942: 105–140.
- Lyu Z T, Qi S, Wang J, et al. 2023. Generic classification of Asian horned toads (*Anura*: Megophryidae: Megophryinae) and monograph of Chinese species. *Zoological Research*, 44(2): 380–450.
- Meyer C P, Geller J B, Paulay G. 2005. Fine scale endemism on coral reefs: archipelagic differentiation in turbinid gastropods. *Evolution*, 59(1): 113–125.
- Ninh H T, Nguyen T T, Nguyen H Q, et al. 2022. A new species of mossy frog (*Anura*: Rhacophoridae) from Northeastern Vietnam. *European Journal of Taxonomy*, 794: 72–90.
- Wang J, Lyu Z T, Liu Z Y, et al. 2019. Description of six new species of the subgenus *Panophrys* within the genus *Megophrys* (*Anura*, Megophryidae) from southeastern China based on molecular and morphological data. *ZooKeys*, 851: 113–164.
- 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, 6–18.
- 高志伟, 钱天宇, 江建平, 等. 2022. 湖南省两栖、爬行动物物种多样性及其地理分布. *生物多样性*, 30(2): 101–115.
- 尚袁凌博, 罗堯, 钱天宇, 等. 2023. 湖南莽山布角蟾属 (*Boulenophrys*) 物种分类讨论兼记省新记录三种. *生命科学* 研究, [J/OL]. [2023-04-27]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1266.Q.20230426.1648.001.html>.
- 沈猷慧, 杨道德, 莫小阳, 等. 2014. 湖南动物志: 两栖纲. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1–347.
- 王璐. 2020. 湖南南山国家公园鸟类及兽类多样性研究. 长沙: 湖南师范大学硕士学位论文.