

四川省雷波县发现紫沙蛇

陈美琦^① 李科^{①②} 赵玺伟^① 郭鹏^① 吴亚勇^{①*}

① 宜宾学院 宜宾 644007; ② 沈阳师范大学 沈阳 110034

摘要: 2020年7月,在四川省凉山彝族自治州雷波县采集到1号蛇类标本,基于形态比较和线粒体细胞色素 *b* (Cyt *b*) 基因序列重建的分子系统关系,确定该标本为屋蛇科 (Lamprophiidae) 紫沙蛇属 (*Psammodynastes*) 的紫沙蛇 (*P. pulverulentus*),系四川省蛇类分布新记录种。基于 Cyt *b* 基因序列计算的遗传距离显示,来自四川、广西、广东、云南、海南、福建、纳米比亚的紫沙蛇个体之间遗传距离为 3.6%~9.9%,差异较大,其种下关系亟待进一步研究和厘定。

关键词: 紫沙蛇; 四川; 分布; 细胞色素 *b* 基因; 屋蛇科

中图分类号: Q959.6 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2021) 04-624-07

A Snake New to Sichuan Province, China: *Psammodynastes pulverulentus*

CHEN Mei-Qi^① LI Ke^{①②} ZHAO Xi-Wei^① GUO Peng^① WU Ya-Yong^{①*}

① *Yibin University, Yibin 64000*; ② *Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China*

Abstract: An unidentified snake was collected at a freshly reclaimed hillside in Qianwanguan Township, Leibo County, Sichuan Province (103°50' E, 28°15' N) during a reptile diversity survey in Sichuan Province in late July 2020. We conducted Bayesian and maximum likelihood phylogenetic analyses basis on a mitochondrial cytochrome *b* (Cyt *b*) DNA sequence to ascertain the phylogenetic position of this specimen (p-distance \geq 3.6%). Furthermore, the newly specimen can be diagnosed as *Psammodynastes pulverulentus* by a combination of pholidosis characters, which is the new snakes fauna in Sichuan Province. On the basis of 17 individuals of *P. pulverulentus* from Sichuan, Guangxi, Guangdong, Yunnan, Hainan and Namibia, we recognize for the first time a complex intraspecific phylogeny of *P. pulverulentus*, and to better solve this issue, more detailed samples and more markers are needed.

Key words: *Psammodynastes pulverulentus*; Sichuan; Distribution; cytochrome *b* gene; Lamprophiidae

2020年7月25日,在四川省凉山彝族自治州千万贯乡(103°50' E, 28°15' N, 700 m, 图1)采集到1号蛇类标本。基于形态特征鉴定该蛇为屋蛇科 (Lamprophiidae) 紫沙蛇属

(*Psammodynastes*) 物种,利用分子方法进一步分析,确定该蛇为紫沙蛇 (*P. pulverulentus*),系四川省蛇类分布新记录种(赵尔宓 2006, Uetz et al. 2020)。

基金项目 四川省科技厅应用基础研究项目 (No. 2020YJ0126), 宜宾学院科研启动项目 (No. 2019QD13);

* 通讯作者, E-mail: cdwyy201101@163.com;

第一作者简介 陈美琦,女,理学学士;研究方向:爬行动物分类学和生态学;E-mail: 714689738@qq.com.

收稿日期: 2020-12-28, 修回日期: 2021-03-24 DOI: 10.13859/j.cjz.202104015



图 1 紫沙蛇栖息地生境（四川省雷波县千万贯乡）

Fig. 1 Habitat of *Psammodynastes pulverulentus* (Qianwanguan township, Leibo County, Southwest Sichuan Province)

1 材料与方法

1.1 样本处理

将采集到的紫沙蛇活体进行安乐死，取肝

组织保存于 85%乙醇溶液中，并存放于 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 超低温冰箱；标本经 10%甲醛溶液定型后转于 80%的乙醇溶液中保存，现存于宜宾学院动物多样性与生态保育宜宾市重点实验室(标本号：YBU20285)。为进一步鉴定该物种，同时对实验室收藏的 10 号紫沙蛇标本进行了形态比较研究，对 12 号紫沙蛇肝组织样品进行了遗传多样性分析（表 1）。

1.2 形态研究

依据 Boie (1827)、赵尔宓等 (1998)、Miller 等 (2016) 测量和描述紫沙蛇的形态特征。形态研究包括长度测量、鳞片计数及色斑描述。使用软尺测量头体长和尾长（精确到 1 mm）。借助解剖镜计数鳞片，若是对称性鳞片，则对左右两侧分别计数。鳞片计数指标共 14 项，包括眶上鳞、眶前鳞、眶后鳞、颊鳞、颞鳞、鼻鳞、鼻间鳞、颌片、上唇鳞、下唇鳞及其

表 1 样本序列信息

Table 1 Information for Cyt *b* sequences used in this study

物种 species	标本号 Voucher No.	采集地 Collection locality	序列号 GenBank No.	来源 References
紫沙蛇 <i>Psammodynastes pulverulentus</i>	YBU20285	四川雷波 Leibo County, Sichuan, China	MW435577	本研究 This study
	YBU14261	云南蒙自 Mengzi, Yunnan, China	MW435584	
	YBU14262	云南蒙自 Mengzi, Yunnan, China	MW435583	
	YBU14285	云南蒙自 Mengzi, Yunnan, China	MW435582	
	YBU091070	广西岑溪 Cenxi, Guangxi, China	MW435589	
	YBU14531	广西贵港 Guigang, Guangxi, China	MW435581	
	YBU15126	广西黄袍山 Huangpao Mountain, Guangxi, China	MW435578	
	GP2111	海南吊罗山 Diaoluo Mountain, Hainan, China	MW435588	
	YBU12014	海南吊罗山 Diaoluo Mountain, Hainan, China	MW435586	
	YBU13053	福建武夷山 Wuyi Mountain, Fujian, China	MW435585	
	GP2124	海南吊罗山 Diaoluo Mountain, Hainan, China	MW435587	
	GP4177	广西大龙山 Dalong Mountain, Guangxi, China	MW435580	
	GP4196	广西黄袍山 Huangpao Mountain, Guangxi, China	MW435579	
	CAS 213503	—	AF471031	Lawson et al. 2005
	SYS r000952	广东黑石顶 Heishiding, Guangdong, China	MK201437	Li et al. 2020
	SYS r001117	广西涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi, China	MK201447	Li et al. 2020
NNV-2008	纳米比亚塞斯方丹 Sesfontein, Namibia	FJ404318	Vidal et al. 2008	
图纹紫沙蛇 <i>P. pictus</i>	FMNH267940	—	KX660507	Figueroa et al. 2016
平头林游蛇 <i>Bufo depressiceps</i>	IRSNB16404	加蓬恩古涅省 Ngounié Prov., Gabon	AY612042	Vidal et al. 2008
莫罗戈罗林游蛇 <i>B. procterae</i>	ZMUCR631315	坦桑尼亚 Tanzania	DQ486353	Kelly et al. 2009

“—”无相关资料。“—” Data unavailable.

切前颌片对数、肛鳞、背鳞、腹鳞和尾下鳞。

1.3 分子鉴定

利用试剂盒 (Omega Bio-tek, Inc., Norcross, GA, USA) 提取 13 号组织样本的总 DNA。用引物 H16064 (5'-CTT TGG TTT ACA AGA ACA ATG CTT TA-3') 和 L14919 (5'-AAC CAC CGT TGT TAT TCA ACT-3') (Burbrink et al. 2000) 扩增线粒体细胞色素 *b* (cytochrome *b*, *Cyt b*) 基因片段。用 Lasergene 15.1 (DNASTAR, Inc.) 软件包的 SeqMan 对所获得的序列进行编辑。利用 Mega7 的 Clustal W 算法对所获得的序列进行比对 (Kumar et al. 2016), 人工对比对结果进行矫正。

从 GenBank 下载已有的紫沙蛇和图纹紫沙蛇 (*P. pictus*) 紫沙蛇属两个物种的 5 条 *Cyt b* 序列, 选取平头林游蛇 (*Buroma depressiceps*) 和莫罗戈罗林游蛇 (*B. procterae*) 相应序列作

为外群 (Pyron et al. 2013)。利用 MrBayes 3.2.4 (Ronquist et al. 2012) 和 RaxmlGUI 1.3 (Silvestro et al. 2012) 分别构建系统关系树。

用 Mega7 (Kumar et al. 2016) 中的未校正距离模型 (uncorrected genetic distance, *p*-distance) 估算物种间的遗传距离。

2 结果

2.1 形态描述

YBU20285 为雌性成体, 体型中等偏小, 体全长 449 mm (头体长 375 mm + 尾长 74 mm); 头部略呈三角形, 与颈部区分明显, 头背有棕黑色镶边的浅褐“Y”形条纹; 眼较大, 瞳孔直立椭圆形; 背面深褐色, 嵌有平行排列的浅褐色短折线色斑; 腹面黄棕色, 平滑有光泽, 密布紫褐色细点, 两条褐色纵纹从头延伸至尾 (图 2)。眶上鳞 1 枚; 眶前鳞 1 枚;

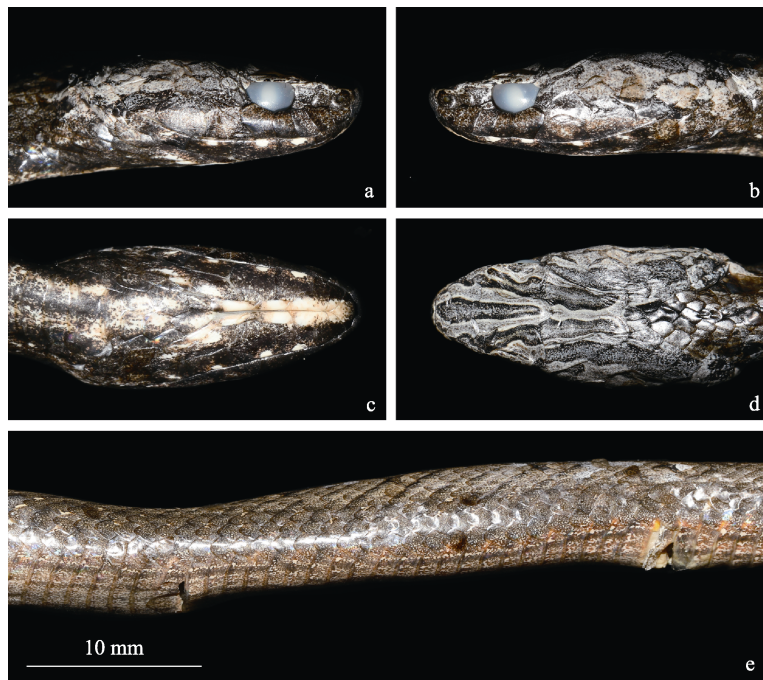


图 2 紫沙蛇标本 (采自四川省雷波县千万贯乡)

Fig. 2 The specimen of *Psammodynastes pulverulentus* (from Qianwanguan township, Leibo County, Southwest Sichuan Province, China)

a. 头部右面观; b. 头部左面观; c. 头部腹面观; d. 头部背面观; e. 体侧中段。

Right lateral (a), left lateral (b), ventral (c) and dorsal (d) views of head and lateral view of mid-body (e).

眶后鳞 2 枚；鼻鳞完整，鼻孔位于鼻鳞中部；鼻间鳞 2 枚；颊鳞 1 枚，不入眶，与鼻间鳞顶尖相切；颞鳞 6 枚 (1-2-3)，不入眶；上唇鳞 8 枚 (2-3-3)，第 6 枚最大；下唇鳞 8 枚，前 3 对切第一对颌片；颌片 3 对，第 1 对最大，有颌沟；背鳞 17-17-15，平滑无棱，均不扩大，亦不斜行；腹鳞 172 枚；尾下鳞 52 对；肛鳞完整。形态上，该标本与其他地区的紫沙蛇标本无显著差别 (表 2)。因此，形态鉴定，采自四川雷波的此蛇类标本为紫沙蛇。

2.2 分子系统关系

最终获得 Cyt *b* 基因片段长度为 1 020 bp。

基于最适模型 GTR + G 构建的贝叶斯和最大似然系统进化树，结构较为一致 (图 3)。所有紫沙蛇个体形成一个高支持率的单系，贝叶斯后验概率值 (Bayesian posterior probabilities, PP) 为 1.00，最大似然法的自展值 (bootstrap support, BS) 为 100，但种内却由多个分支组成，其中产自四川雷波的个体与国内其他 5 个地区的个体单独聚为一支 (1.00 PP, 100 BS)。基于 Cyt *b* 基因的紫沙蛇个体间的遗传距离为 3.6% ~ 9.9%，四川个体与广西、广东、云南、海南、福建、纳米比亚的个体之间的遗传距离为 3.6% ~ 9.7% (表 3)，表明不同地区紫沙蛇

表 2 紫沙蛇量度及鳞片计数

Table 2 Dimension and Scale Counts of *Psammodynastes pulverulentus*

标本号 Voucher No.	性别 Sex	采集地 Collection locality	SVL	TL	SPO	PrO	PtO	LR	Tmp	NS	INS	CS	SPL	IFL	AA	DS	VS	SC
YBU20285	♀	四川雷波 Leibo County, Sichuan	375	74	1/1	1/1	2/2	1/1	1+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	172	52
YBU14261	♂	云南蒙自 Mengzi, Yunnan	383	93	1/1	1/1	2/2	1/1	1+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	158	52
YBU14262	♀	云南蒙自 Mengzi, Yunnan	390	78	1/1	1/1	2/2	1/1	2+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	160	51
YBU14285	♂	云南蒙自 Mengzi, Yunnan	458	75	1/1	1/1	2/2	1/1	2+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	157	52
YBU091070	♀	广西岑溪 Cenxi, Guangxi	337	84	1/1	1/1	2/2	1/1	1+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	159	51
YBU14531	♀	广西贵港 Guigang, Guangxi	493	107	1/1	1/1	2/2	1/1	2+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	165	55
YBU15126	♀	广西黄袍山 Huangpao Mountain, Guangxi	390	85	1/1	1/1	2/2	1/1	2+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	162	55
YBU17167	♂	广西苍梧 Cangwu, Guangxi	330	88	1/1	1/1	2/2	1/1	3+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	156	55
YBU12014	♀	海南吊罗山 Diaoluo Mountain, Hainan	330	85	1/1	1/1	2/2	1/1	2+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	158	53
YBU13053	♂	福建武夷山 Wuyi Mountain, Fujian	264	81	1/1	1/1	2/2	1/1	2+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	157	59
YBU13106	♂	广东广州 Guangzhou, Guangdong	266	78	1/1	—	—	1/1	2+2+3	1	2	3/3	2-3-3	8 (3)	1	17-17- 15	154	56

“—”无相关资料。“—” Data unavailable.

SVL. 头体长 (mm); TL. 尾长 (mm); SPO. 眶上鳞; PrO. 眶前鳞; PtO. 眶后鳞; LR. 颊鳞; Tmp. 颞鳞; NS. 鼻鳞; INS. 鼻间鳞; CS. 颌片; SPL. 上唇鳞; IFL. 下唇鳞及其切前颌片对数; AA. 肛鳞; DS. 背鳞; VS. 腹鳞; SC. 尾下鳞

SVL. Snout-vent length (mm); TL. Tail length (mm); SPO. Supraocular; PrO. Preocular; PtO. Postocular; LR. Loreal; Tmp. Temporals; NS. Nasal; INS. Internasal; CS. Chin shields; SPL. Supralabial; IFL. Infralabial; AA. Anal; DS. Dorsal scales; VS. Ventral scales; SC. Subcaudal scales

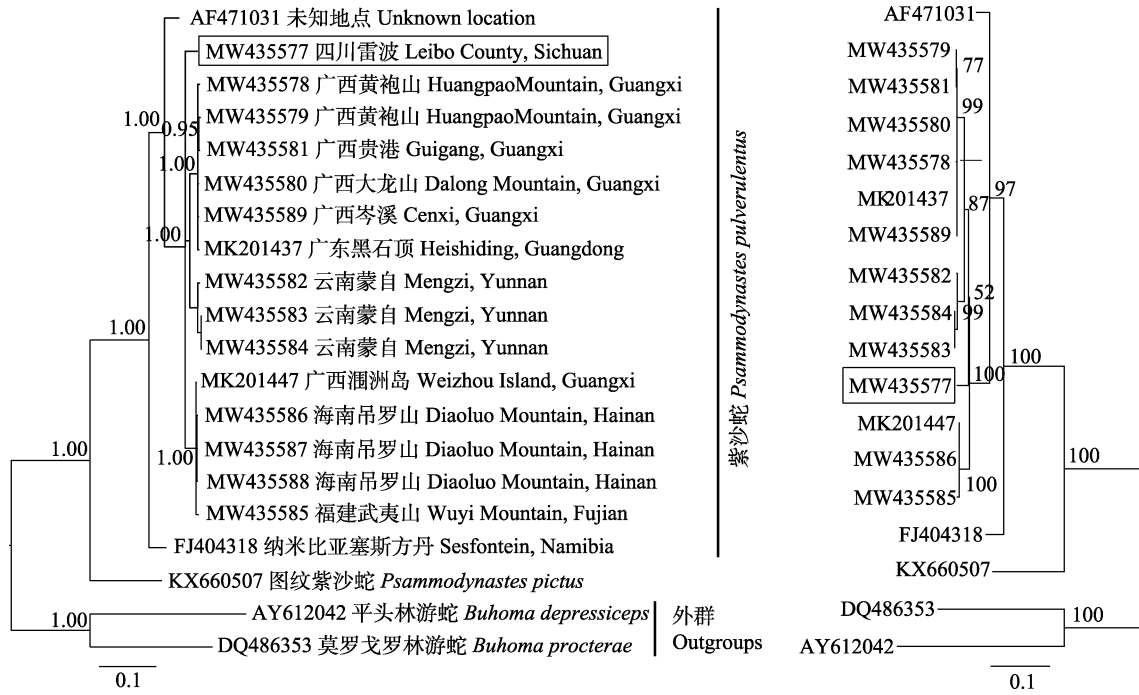


图 3 基于 *Cyt b* 构建的紫沙蛇贝叶斯树 (左) 和最大似然树 (右)

Fig. 3 Bayesian inference (left) and maximum likelihood (right) trees of the *Psammodynastes* based on *Cyt b* gene

图中各节点旁的数字为贝叶斯后验概率值 (左图) 和最大似然法的自展值 (右图), “-”表示自展值小于 50%; 标尺为系统发育树分支长度参考; 黑框内为本研究所使用标本。

Branch support measures are Bayesian posterior probabilities and maximum likelihood bootstrap support respectively. Branch support indices are not given for most intrageneric nodes to preserve clarity. The symbol “-” represents bootstrap value below 50%. Rulers is a reference of the branches length of phylogenetic trees. Sample from Sichuan are shown in black frame.

个体间具有较高度度的遗传分化。

结合形态特征和系统发育关系, 确定采自四川雷波千万贯乡的紫沙蛇属标本 YBU20285 为紫沙蛇, 系四川省蛇类新分布记录种。

3 讨论

紫沙蛇是热带和亚热带地区常见蛇类, 常栖息于植被茂密的平原、低山或住宅区路旁石缝里, 广泛分布于南亚、东南亚国家, 在我国主要分布于福建、海南、广东、广西等华南地区, 以及云南南部地区, 其最北分布记录为湖南长沙。四川的紫沙蛇采集地点距金沙江直线距离约 500 m, 该区域原生植被覆盖率高, 丛生茂盛灌木, 以广泛分布的银合欢 (*Leucaena*

leucocephala) 为乔木优势物种。同域分布有丽纹龙蜥 (*Diploderma splendidum*)、蓝尾石龙子 (*Eumeces elegans*) 和黑眉锦蛇 (*Elaphe taeniura*) 等爬行类物种。该蛇被发现时蜷缩在新开垦耕地中芭蕉树 (*Musa basjoo*) 下的泥石上。此次在四川雷波县发现紫沙蛇进一步丰富了该物种的地理分布信息。金沙江作为天然地理屏障阻隔了四川与云南接壤, 而雷波县与紫沙蛇最近分布区云南省隔江相邻, 推测在云南北部地区也有该物种的分布, 其实际分布范围可能更大。

紫沙蛇是 Boie (1827) 依据印度尼西亚标本描述命名为 *Psammophis pulverulentus*, 并将其置于瘦蛇科 (*Dendrelaphidae*); 随后 Günther

表 3 基于 Cyt b 基因的不同地区紫沙蛇个体间的遗传距离
Table 3 Pairwise uncorrected genetic distance (p-distance) for Cyt b gene fragments among *Psemmodynastes pulverulentus* examined in this study

序列号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1 四川雷波 Leibo County, Sichuan MW435577	-																
2 广西岑溪 Cenxi, Guangxi MW435589	0.038																
3 海南吊罗山 Diaolu Mountain, Hainan MW435588	0.037	0.035															
4 海南吊罗山 Diaolu Mountain, Hainan MW435587	0.037	0.035	0.000														
5 海南吊罗山 Diaolu Mountain, Hainan MW435586	0.037	0.035	0.000	0.000													
6 福建武夷山 Wuyi Mountain, Fujian MW435585	0.038	0.038	0.005	0.005	0.005												
7 云南蒙自 Mengzi, Yunnan MW435582	0.036	0.025	0.039	0.039	0.039	0.042											
8 云南蒙自 Mengzi, Yunnan MW435584	0.038	0.028	0.042	0.042	0.042	0.046	0.007										
9 云南蒙自 Mengzi, Yunnan MW435583	0.038	0.028	0.042	0.042	0.042	0.046	0.007	0.000									
10 广西贵港 Guigang, Guangxi MW435581	0.039	0.001	0.034	0.034	0.034	0.037	0.026	0.030	0.030								
11 广西大龙山 Dalong Mountain, Guangxi MW435580	0.038	0.000	0.035	0.035	0.035	0.038	0.025	0.029	0.029	0.001							
12 广西黄袍山 Huangpao Mountain, Guangxi MW435578	0.038	0.002	0.037	0.037	0.037	0.041	0.028	0.031	0.031	0.003	0.002						
13 广西黄袍山 Huangpao Mountain, Guangxi MW435579	0.040	0.002	0.035	0.035	0.035	0.038	0.028	0.031	0.031	0.001	0.002	0.004					
14 广西涠洲岛 Weizhou Island, Guangxi MK201447	0.038	0.035	0.002	0.002	0.002	0.007	0.046	0.050	0.050	0.033	0.035	0.036	0.033				
15 广东灵石 Heishiding, Guangdong MK201437	0.036	0.000	0.036	0.036	0.036	0.042	0.029	0.032	0.032	0.002	0.000	0.002	0.002	0.035			
16 未知地区 Unknown AF471031	0.069	0.069	0.071	0.071	0.071	0.071	0.064	0.070	0.070	0.071	0.069	0.069	0.072	0.071	0.073		
17 纳米比亚塞斯方丹 Sesfontein, Namibia FJ404318	0.097	0.089	0.099	0.099	0.099	0.096	0.088	0.094	0.094	0.090	0.089	0.088	0.092	0.090	0.086	0.070	-

(1858) 以该种为模式种建立了紫沙蛇属 (*Psammodynastes*), 目前该属下辖两个物种, 即紫沙蛇和图纹紫沙蛇 (Uetz et al. 2020)。之后基于形态学研究, 大多数学者将其置于游蛇科 (Colubridae) 之中 (赵尔宓等 1998)。基于分子系统关系, Pyron 等 (2011) 发现, 紫沙蛇与游蛇科其他类群关系甚远, 从而将其置于屋蛇科 (Lamprophiidae) 之中。赵尔宓 (1995) 依据紫沙蛇腹鳞和尾下鳞的差异, 将分布于我国台湾省的紫沙蛇描述为不同亚种, 即台湾亚种 *P. p. papenfussi*, 目前仅分布于我国台湾。此次在四川雷波发现的紫沙蛇个体与我国大陆其他地区的个体形态上无显著差别, 但基于本研究及此前研究结果显示, 紫沙蛇不同地区个体之间存在较高的遗传距离, 可能是由于地理隔离阻断了种群之间的基因交流 (Vidal et al. 2008, Li et al. 2020)。由于紫沙蛇形态的高度保守性 (Miller et al. 2016), 所存在的这些分子差异是否暗示种下存在隐含物种, 尚需要在有更多标本、更综合性的研究的基础之上进一步判定。

参 考 文 献

- Boie F. 1827. Bemerkungen über Merrem's Versuch eines Systems der Amphibien, Iste Lieferung: Ophidier. *The Journal of the Asiatic Society of Bengal*, 20(9): 508–566.
- Burbrink F T, Lawson R, Slowinski J B. 2000. Mitochondrial DNA phylogeography of the polytypic North American rat snake (*Elaphe obsoleta*): a critique of the subspecies concept. *Evolution*, 54(6): 2107–2118.
- Figuroa A, McKelvy A D, Grismer L L, et al. 2016. A species-level phylogeny of extant snakes with description of a new Colubrid subfamily and genus. *PLoS One*, 11(9): e0161070.
- Günther A. 1858. *Catalogue of the Colubrine Snakes in the Collection of the British Museum*. London: British Museum (Natural History), xvi + 281 pp.
- Kelly C M R, Barker N P, Villet M H, et al. 2009. Phylogeny, biogeography and classification of the snake superfamily Elapoidea: a rapid radiation in the late Eocene. *Cladistics*, 25(1): 38–63.
- 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.
- Lawson R, Slowinski J B, Crother B I, et al. 2005. Phylogeny of the Colubroidea (Serpentes): new evidence from mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37(2): 581–601.
- Li J N, Liang D, Wang Y Y, et al. 2020. A large-scale systematic framework of Chinese snakes based on a unified multilocus marker system. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 148: 106807.
- Miller A H, Zug G R. 2016. Morphology and biology of the Asian Common Mockviper, *Psammodynastes pulverulentus* (Boie, 1827) (Serpentes: Lamprophiidae): a focus on Burmese populations. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 129(1): 173–194.
- Pyron R A, Burbrink F T, Wiens J J. 2013. A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizards and snakes. *BMC Evolutionary Biology*, 13(1): 1–54.
- Pyron R A, Wiens J J. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61(2): 543–583.
- Ronquist F, Teslenko M, van Der Mark P, et al. 2012. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic biology*, 61(3): 539–542.
- Silvestro D, Michalak I. 2012. raxmlGUI: a graphical front-end for RAxML. *Organisms Diversity & Evolution*, 12(4): 335–337.
- Uetz P, Freed P, Hošek J. 2020. The Reptile Database. [DB/OL]. [2019-04-24]. <http://www.reptile-database.org>.
- Vidal N, Branch W R, Pauwels O S G, et al. 2008. Dissecting the major African snake radiation: a molecular phylogeny of the Lamprophiidae Fitzinger (Serpentes, Caenophidia). *Zootaxa*, 1945(1): 51–66.
- 赵尔宓. 1995. 我国几种蛇的种下分类. *四川动物*, 14(3): 107–112.
- 赵尔宓. 2006. 中国蛇类 (上). 合肥: 安徽科学技术出版社.
- 赵尔宓, 黄美华, 宗愉. 1998. 中国动物志: 爬行纲 第三卷 有鳞目 蛇亚目. 北京: 科学出版社.