

云南省白链蛇和细白环蛇分布记录

张浩宇^{①②#} 王立彦^{③#} 侯绍兵^① 吴云鹤^① 段正攀^③
金银德^③ 左常盛^③ 张永生^③ 王凯^{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 650201; ② 天津农学院水产学院 天津 300384;

③ 云南省铜壁关省级自然保护区 芒市 678499

摘要: 2022 年 6 和 7 月, 于云南省德宏傣族景颇族自治州盈江县和西双版纳傣族自治州勐腊县境内分别采集到蛇类 2 条和 1 条。经分子与形态学鉴定, 德宏州 2 条蛇为白链蛇 [*Lycodon septentrionalis* (Günther, 1875)]; 而西双版纳的 1 条蛇与国内原鉴定为细白环蛇 (*L. subcinctus* Boie, 1827) 的标本为同种, 但与细白环蛇地模标本的分子遗传距离大, 系统关系未解决, 由于形态高度相似, 暂定为细白环蛇 (*L. cf. subcinctus*)。其中, 白链蛇的发现恢复了该种在云南省近期才被移除的分布记录, 而细白环蛇的发现则佐证了早期文献中长期被忽视的存疑记录。本文讨论了白链蛇在云南的分布历史和细白环蛇的分类问题, 并指出未来应加强云南省边境区域的生物多样性调查, 以尽快摸清云南省两栖爬行动物本底资料。

关键词: 被忽视记录; 连续分布; 边境; 跨国分布

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 01-081-14

Provincial Records of *Lycodon septentrionalis* and *L. cf. subcinctus* From Yunnan Province, China

ZHANG Hao-Yu^{①②#} WANG Li-Yan^{③#} HOU Shao-Bing^① WU Yun-He^①
DUAN Zheng-Pan^③ JIN Yin-De^③ ZUO Chang-Sheng^③
ZHANG Yong-Sheng^③ WANG Kai^{①*} CHE Jing^{①*}

① State Key Laboratory of Genetic Resources and Evolution & Yunnan Key Laboratory of Biodiversity and Ecological Conservation of Gaoligong Mountain, Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201; ② College of Fishery, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; ③ Tongbiguan Provincial Nature Reserve, Mangshi 678499, China

基金项目 云南省重大科技专项计划项目 (No. 02102AA310055), 云南省重点研发计划项目 (No. 202103AC100003), 云南省生物资源数字化开发应用项目 (No. 202002AA100007), 科技基础资源调查专项 (No. 2021FY100203), 国家重点研发计划项目 (No. 2022YFC2602500), 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项目 (国家重大科技基础设施专项), 云南省林业和草原局项目 (No. 2022GF258D-10), 遗传资源与进化国家重点实验室开放课题 (No. GREKF18-15);

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

共同第一作者 张浩宇, 男, 本科; 研究方向: 两栖爬行动物学; E-mail: zhanghyxl@outlook.com;

王立彦, 女, 副高级工程师; E-mail: 1751976899@qq.com。

收稿日期: 2023-02-09, 修回日期: 2023-08-23 DOI: 10.13859/j.cjz.202423018

Abstract: [Objectives] Wolf Snakes of the genus *Lycodon* represent a major snake radiation in Asia. While recent studies have made major progress on the taxonomy of the genus, distributions of recognized congeners warrant further revisions. The main objective of the current paper is to assess the taxonomic status of the *Lycodon* populations in western and southern Yunnan Province of China. **[Methods]** During the fieldwork between June and July in 2022, three specimens of snakes were collected from Yunnan, two of which are from Yingjiang County, and a single specimen is from Mengla County. Mitochondrial DNA fragment (Cyt *b*) was targeted and amplified using published primers, and the new results were combined with GenBank data to build the phylogeny of the genus and calculate genetic distances. Additionally, morphological data were collected from newly collected specimens and compared with literature. **[Results]** The two specimens from Yingjiang County were identified as *Lycodon septentrionalis* (Table 1, Fig. 1), which resurrect the removed record of the species from Yunnan. The single specimen from Mengla County was conspecific with the previously identified as “*L. subcinctus*” Boie, 1827 from China, but it showed considerable genetic distances from topotypic *L. subcinctus* from southeast Asia (Table 2), and the phylogenetic relationship with respect to true *L. subcinctus* remains unresolved. Due to the lack of morphological diagnosis, the Mengla specimen was tentatively assigned as *L. cf. subcinctus*, which supported the neglected, questionable record of the species in Yunnan. **[Conclusion]** Based on our discovery, we discuss the distributional history of *L. septentrionalis* in Yunnan, indicating that both *L. chapaensis* and *L. septentrionalis* are found in Yunnan, with the latter species only found in the very southwestern corner of the province. Moreover, we show that the Chinese population of the previously identified “*L. subcinctus*” represents a cryptic species that warrant further integrative studies. Lastly, based on the results, we support the previous biogeographic hypothesis that Southwestern Yunnan is similar to southeastern Tibet zoogeographically, and we suggest that future research direction for herpetological surveys in Yunnan should focus more along the border regions in the south.

Key words: Neglected record; Continuous distribution; Cross-border distribution; National border

云南省爬行动物多样性位居全国各省份首位,其中蛇类多样性占比最高,截止 2021 年底记录分布有 147 种(王凯等 2022)。在我国,白环蛇属(*Lycodon*)作为游蛇科(Colubridae)中物种多样性较为丰富的类群,目前已记录 22 种(车静等 2020, Janssen 2020, 王凯等 2020, Wang et al. 2021)。而依据更新版名录(王凯等 2022),有 10 种记录于云南,分别是白环蛇-白枕白环蛇复合体(*L. aulicus-capucinus* complex)、沙坝白环蛇(*L. chapaensis*)、双全白环蛇(*L. fasciatus*)、黄链蛇(*L. flavozonatus*)、贡山白环蛇(*L. gongshan*)、老挝白环蛇(*L. laoensis*)、南方链蛇(*L. meridionalis*)、赤链蛇(*L. rufozonatus*)、锯纹白环蛇(*L. serratus*)和东川白环蛇(*L.*

synaptor)。

近期我国白环蛇属的分类研究进展迅速,除新物种(Vogel et al. 2011, 车静等 2020, Wang et al. 2021)、新记录种外(Janssen et al. 2020),也存在同物异名的恢复和已知物种分布范围的厘定。近期 Wang 等(2021)依据背鳞是否起棱及上颌齿数的形态学证据和分子生物学证据将白链蛇沙坝亚种(*L. septentrionalis chapaensis*)提升为有效种沙坝白环蛇(*L. chapaensis*),并依据采集自云南省大理、红河、保山、怒江和文山原记录的“白链蛇”DNA 分子样品和实体标本,认为云南省原记录的“白链蛇”实际均是沙坝白环蛇的误定,因此移除白链蛇在云南省的分布记录。但是,上述研究缺乏滇西南德宏州的白链蛇标本或 DNA

分子材料。由于云南省两栖爬行动物的生物地理区系复杂(王凯等 2022),因此,缺乏标本的滇西南原“白链蛇”记录存疑,需要进一步核实。

白环蛇属中另一广布种,细白环蛇(*L. subcinctus*)在我国云南的分布同样值得研究。自 1827 年被描述以来,该种于东南亚各国和我国南方多地被发现(Uetz et al. 2022)。虽然早在 1992 年,赵尔宓等(1992)就已记录该种分布于我国云南,但当时的研究未提供该记录的具体存证标本信息,而后续研究也均未将细白环蛇收录入云南省爬行动物名录(赵尔宓等 1997, 1999, 赵尔宓 2006, 杨大同等 2008, 高正文等 2016, 2017, 王凯等 2022)。在没有确切凭证标本的情况下,该种在云南省的具体分布至今仍存疑。

2022 年在云南省西南部进行野外科学考察期间,作者分别在德宏州和西双版纳采集到白环蛇属物种 2 条和 1 条,经鉴定分别是白链蛇和细白环蛇,证实了这两种蛇在滇西和滇南地区的分布。

1 材料与方法

标本安乐处死后,用 10%福尔马林固定 24 h,之后清水冲洗,最终保存于 75%酒精溶液中。所有标本均保存于中国科学院昆明动物研究所(Kunming Institute of Zoology, KIZ)。形态量度和测量方法参考 Wang 等(2021)。其中,全长(total length)和尾长(tail length)使用直尺测量,精确到 1 mm;其余量度特征均使用电子游标卡尺(广陆 111N-102-40,量程 0~200 mm,精度 0.01 mm)测量,精确到 0.1 mm,包括头长(head length)、头宽(head width)和眼径(eye diameter)。除上述特征外,还增测一项头高(head depth),即下颌关节处垂直最大高度。

鳞片计数特征包括上唇鳞数(supralabial count)、下唇鳞数(infralabial count)、背鳞行数(dorsal scale row)、腹前鳞数(preventral scale

count)、腹鳞数(ventral count)和尾下鳞数(subcaudal count)。背鳞行数分别在颈后 1 倍头长处、体中段及肛前 1 倍头长处计数。此外,还记录了鳞片质感(起棱与否)和色斑计数特征(背部白环数量、第一个背部白环对应腹鳞数以及尾部白环数量)。

对新采集的白环蛇样品中的 2 条,选取线粒体细胞色素 *b* (Cyt *b*) 基因片段作为遗传标记,参考 Wang 等(2021) DNA 提取、测序引物和 PCR 扩增方法完成 Cyt *b* 基因扩增,新获取序列上传至 GenBank(附录 1)。采用 PAUP v. 4.0 计算未校正遗传距离(uncorrected genetic distance)(Swofford et al. 2003)。参考 Wang 等(2021)自 GenBank 下载白环蛇相关物种 Cyt *b* 基因序列(附录 1),使用 RAxML(Random Axelerated Maximum Likelihood)构建系统演化关系(Stamatakis 2014)。

2 结果

2.1 分子结果

采自云南省盈江县的白环蛇属个体与西藏的白链蛇样品高支持率(100%)聚为一个单系,遗传距离极小,未校正遗传距离仅 0.5%,盈江个体与沙坝白环蛇间遗传距离均大于 5.2%(表 1)。采自云南省西双版纳白环蛇属个体与我国以往鉴定的细白环蛇样品高支持率(100%)聚为一支;虽然该支系与细白环蛇地模以及西鲁白环蛇(*L. sealei*)间的关系未得到解决(图 1),但我国所产细白环蛇与细白环蛇地模间遗传距离均大于 9%(表 2)。

2.2 形态结果

2.2.1 形态鉴定 盈江县 2 号白环蛇属标本(KIZ 039564 和 KIZ 039583)体型大,全长 900 mm 以上;颊鳞不入眶;背鳞中段 17 行;体中段及肛后背鳞中央 7 行明显起棱;背部白环宽度仅约 2 枚鳞长、白环间黑色间隔区域较长(图 2, 3, 表 3)。上述形态特征与最新厘定后的白链蛇鉴别特征(Wang et al. 2021)相符。结合分子结果,确认其为白链蛇。

西双版纳采集的 1 号白环蛇属标本 (KIZ 039729) 无眶前鳞; 肛鳞二分; 前额鳞及颊鳞入眶; 背鳞中段 17 行; 体前段白环大于 4 枚背鳞长、后段无明显白环 (图 4, 表 3)。上述特征符合细白环蛇鉴别特征 (赵尔宓 1998, 赵尔宓 2006, Wang et al. 2021), 与细白环蛇形态

特征吻合。

2.2.2 白链蛇标本形态描述 吻钝圆, 头枕部相对前额较高, 近梯形, 头与颈区分明显; 眼大小适中, 瞳孔圆形; 吻鳞近半圆形; 鼻间鳞 2 枚近五边形; 颊鳞 1 枚, 细长且不入眶; 眶前鳞 1 枚, 眶后鳞 2 枚; 上唇鳞 8 对, 第 3~5

表 1 依据细胞色素 *b* 基因 591 bp 序列计算的白链蛇、沙坝白环蛇及盈江的白环蛇个体的未校正遗传距离矩阵 (%)

Table 1 Uncorrected genetic distance matrix of *Lycodon septentrionalis*, *L. chapaensis*, and the sample of *Lycodon* from Yingjiang County based on 591 bp of Cyt *b* gene (%)

	1	2	3	4	5	6
1 盈江的白环蛇个体 The sample of <i>Lycodon</i> from Yingjiang County, KIZ 039564						
2 白链蛇 <i>L. septentrionalis</i> , CIB 117521	0.5					
3 沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i> , KIZ 06753	6.8	6.3				
4 沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i> , KIZ 27593	6.8	6.3	1.4			
5 沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i> , KIZ 035013	5.8	5.2	1.7	1.4		
6 沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i> , KIZ 038282	5.8	5.2	2.0	1.7	0.3	

表 2 依据细胞色素 *b* 基因 944 bp 序列计算的地模细白环蛇、中国暂定细白环蛇种群及西鲁白环蛇的未校正遗传距离矩阵 (%)

Table 2 Uncorrected genetic distance matrix of topotypic *Lycodon subcinctus*, *L. cf. subcinctus* from China, and *L. sealei* based on 944 bp of Cyt *b* gene (%)

物种 Species	序号 No.	GenBank 号 GenBank accession number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
西鲁白环蛇 <i>L. sealei</i>	1	KC010384																
	2	KC010385	0															
中国暂定细白环蛇 <i>L. cf. subcinctus</i>	3	MK201560	10	10														
	4	OQ743837	9	9	0													
	5	MK201534	10	10	1	1												
	6	KC733203	8	8	1	1	1											
	7	MK201493	10	10	1	1	0	0										
地模/近地模细白环蛇 <i>L. subcinctus</i>	8	KC010382	7	7	10	10	10	10										
	9	MK844536	6	6	9	9	9	10	9	2								
	10	MK844530	7	6	9	9	9	10	9	2	0							
	11	MK844529	6	6	9	9	9	10	9	2	0	0						
	12	MK844531	6	6	9	9	9	10	9	2	0	0	0					
	13	MK844533	6	6	9	9	9	10	9	2	0	0	0	0				
	14	MK844534	6	6	9	9	9	10	9	2	0	0	0	0	0			
	15	MK844535	6	6	9	9	9	10	9	2	0	0	0	0	0	0		
	16	MK844532	6	6	9	9	9	10	9	2	0	0	0	0	0	0	0	

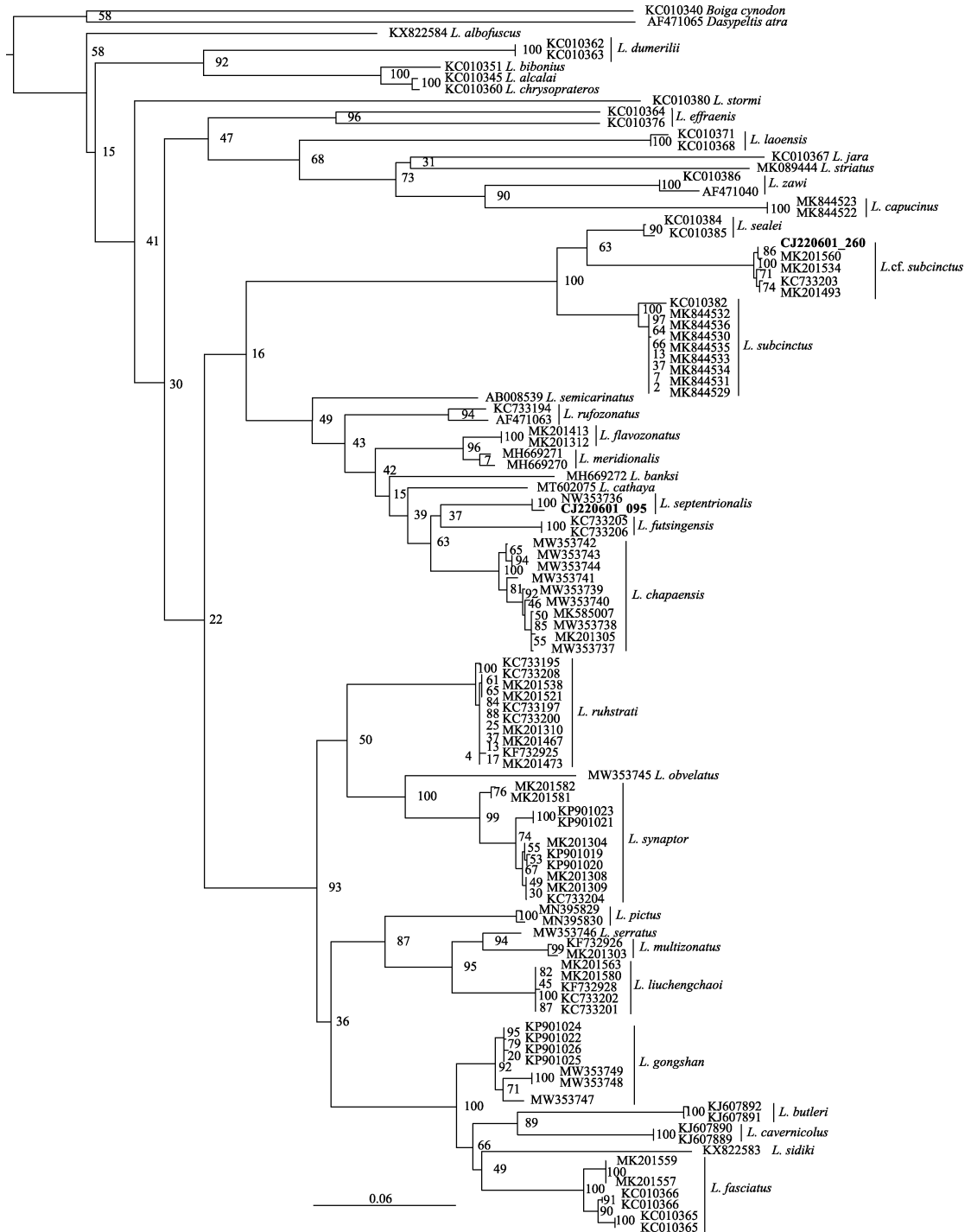


图1 使用细胞色素 *b* 基因片段 (591 bp) 利用最大似然法构建的白环蛇属系统演化关系

Fig. 1 Mitochondrial genealogy of the genus *Lycodon* inferred from 591 bp of Cyt *b* gene using random axelerated maximum likelihood

其中加粗序列为本研究新产生序列；详细信息见附录 1。节点处数字代表该节点最大似然自展支持率。比例尺数字代表遗传距离。

The bolded sequences were newly generated by the present study; see Appendix 1 for details. Nodal numbers are bootstrap supports from maximum likelihood analysis, and the scale bar represents relative genetic divergence.

枚入眶；下唇鳞 10 对，前 5 对切前颌片；前颌片大于后颌片，或二者近似大小。背鳞 17-17-15，鳞片呈长菱形，中央 7 行起棱明显，背部白环在背脊处最窄，约 2 个鳞片长，与腹鳞相接处最宽约 3 ~ 6 个鳞长不等，体前段的白环底部最宽，向后变窄，于尾部几乎与背脊处白环同宽；肛鳞完整。

雌性标本 (KIZ 039583, 图 2, 3), 全长 982 mm, 尾长占全长比例 19.1%; 颞鳞 2 + 3 枚, 第一列与第二列上方的两枚均扩大, 长度之和几乎与顶鳞同长; 枕部隆起的程度明显高于本次采集的雄性标本; 背白环数 23 个, 尾白环数 10 个; 腹鳞对应黑色背鳞处无纯黑鳞片, 但身体后段鳞片黑色占比明显增多; 尾下鳞 83 对; 解剖发现体内怀卵 5 枚。雄性标本 (KIZ 039564, 图 3a ~ e), 全长 1 164 mm, 尾长占全长比例 16.5% (有明显断尾痕迹); 颞鳞 2 + 2 枚, 第一列上方颞鳞扩大并向后延伸几乎与顶鳞同长; 背白环数 22 个, 第 22 环与肛鳞对应, 尾白环数 8 个; 身体后段腹鳞对应黑色背鳞处

有纯黑鳞片; 尾下鳞 63 对; 半阴茎外翻时达第 5 至第 6 对尾下鳞, 基部略细且光滑无刺, 中段 1/3 被小刺, 远端 1/3 为萼区, 整体球状无分叉, 小刺呈乳突状, 顶端具皮褶, 精沟沟唇明显且无刺。

2.2.3 细白环蛇标本形态描述 雌性, 全长 648 mm, 尾长占全长的比例 19.0%; 吻钝圆, 头扁平, 近梯形, 头部前为暗灰色, 头后略呈灰白色, 头与颈区分明显; 眼大小适中, 瞳孔圆形; 吻鳞 1 枚, 呈倒“U”形, 自上向下看几乎不可见; 鼻间鳞 2 枚近五边形, 前额鳞一对下延入眶, 额鳞近五边形; 无眶前鳞, 颊鳞 1 枚向后延伸入眶, 眶后鳞 2 枚; 颞鳞 2 + 2 枚, 皆近平行四边形, 第一列上方一枚细长; 上唇鳞 8 (2-3-3) 对, 下唇鳞 9 对; 前 4 对下唇鳞切前颌片; 背鳞 17-17-15, 背部鳞片呈菱形, 背鳞前段极微弱起棱后段开始至肛门中央几行起棱相对较明显, 尾前段极微弱起棱, 背部白环在背脊处最窄, 约 3 ~ 4 个鳞片长, 与腹鳞交界处最宽约 5 ~ 8 个背鳞长, 前 6 环较为清晰,



图 2 云南省铜壁关白链蛇雌性 (KIZ 039583) 活体

Fig. 2 The female specimen of *Lycodon septentrionalis* (KIZ 039583) collected from Tongbiguan Nature Reserve

a. 背侧面; b. 背鳞特写; c. 头侧面特写; d. 体背面。

a. Dorsolateral overview; b. Close-up view of dorsal scales; c. Close-up view of lateral head; d. Dorsal overview.



图3 云南省铜壁关新采集的白链蛇标本

Fig. 3 Specimens of *Lycodon septentionalis* collected from Tongbiguan Reserve under preservation

a~e. 雄性 KIZ 039564; f~j. 雌性 KIZ 039583. a, f. 整体背面; b, g. 整体腹面; c, h. 头背面; d, i. 头腹面; e. 半阴茎; j. 背鳞特写。
a - e. Male, KIZ 039564; f - j. Female, KIZ 039583. a, f. Dorsal overview; b, g. Ventral overview; c, h. Dorsal head view; d, i. Ventral head view;
e. Hemipenis; j. Dorsal scale close-up.



图4 西双版纳勐腊县采集的细白环蛇 (*Lycodon cf. subcinctus*, KIZ 039729)

Fig. 4 Voucher specimen of *Lycodon cf. subcinctus* (KIZ 039729) collected from Mengla County, Xishuangbanna, Yunnan Province, China

a~f. 活体照; g、h. 标本照。a. 背侧面; b. 头侧面; c. 头背面; d. 背鳞; e. 腹面; f. 头腹面; g. 背面整体; h. 背鳞特写。

a - f. Photos of live specimen; g, h. Photos of preserved specimen. a. Dorsolateral overview in life; b. Lateral head close-up; c. Dorsal head view; d. Dorsal scale close-up; e. Ventral overview; f. Ventral head close-up; g. Dorsal overview under preservation; h. Dorsal scale close-up.

第7环(对应腹鳞127~131)勉强可辨,之后背部及尾部白环缺失或难以辨认;腹鳞207枚,除两侧与黑色背鳞相交处均为白色;肛鳞二分,尾下鳞76对。

结合分子与形态比较结果,确定云南省盈江县所采白环蛇2号标本为白链蛇;而云南省西双版纳所采1号标本与细白环蛇形态一致,初步判断为细白环蛇 (*L. cf. subcinctus*)。

表 3 新采集白链蛇和细白环蛇标本的形态特征

Table 3 Morphological characters of the newly collected specimens of *Lycodon septentrionalis* and *L. cf. subcinctus*

物种 Species	白链蛇 <i>Lycodon septentrionalis</i>		细白环蛇 <i>L. cf. subcinctus</i>
标本号 Voucher number	KIZ 039564	KIZ 039583	KIZ 039729
采集地点 Collected sites	云南省德宏州铜壁关自然保护区 Tongbiguan Nature Reserve, Yunnan		云南省西双版纳勐腊县 Mengla County, Xishuangbanna, Yunnan
采集点坐标 Latitude and longitude	24°37'3" N, 97°35'2" E	24°37'56" N, 97°34'47" E	21°30'38" N, 101°30'36" E
采集点海拔 Altitude (m)	1 154	1 016	839
性别 Sex	♂	♀	♀
全长 Total length (mm)	1 164	982	648
尾长 Tail length (mm)	192 (断尾 Docked)	188	123
头长 Head length (mm)	28.0	19.9	16.8
头宽 Head width (mm)	17.5	14.3	9.1
头高 Head depth (mm)	11.1	9.1	6.3
眼径 Eye diameter (mm)	3.3	2.9	2.4
上唇鳞 Supralabial count	8 (2-3-3)	8 (2-3-3)	8 (2-3-3)
下唇鳞 Infralabial count	10 (5)	10 (5)	9 (4)
颞鳞 Temporal count	2 + 2	2 + 2	2 + 2
腹前鳞 Preventral scale count	2	2	3
腹鳞 Ventral scale count	214	215	208
尾下鳞 Subcaudal count	63	83	76
背鳞 Dorsal scale rows	17-17-15	17-17-15	17-17-15
背部第一白环前缘对应腹鳞数 Number of ventral scale that correspond to the anterior edge of the first white dorsal cross-band	17	16	17
背白环数 Number of white cross-bands on dorsum	22	23	7
尾白环数 Number of white cross-bands on tail	8	10	不清晰 Blurred
背鳞质感 Dorsal body scale texture	起棱 Keeled	起棱 Keeled	起棱 Keeled

形态特征和测量方法参考 Wang 等（2021）。Morphological characters used and their measurement method followed Wang et al. (2021).

3 生态

2 号白链蛇标本均采集于德宏傣族景颇族自治州盈江县铜壁关省级自然保护区，均于夜间雨后采得，发现时均在穿越公路。采集点海拔 1 016 和 1 154 m，为亚热带常绿阔叶林，地面为湿润腐质土，覆有较厚的落叶层，采集点附近均有水塘和小型溪流。同域分布有素贞环蛇（*Bungarus suzhenae*）、黑腹腹链蛇（*Hebius nigriventer*）、卡西腹链蛇（*H. khasiensis*）、紫沙蛇（*Psammodynastes pulverulentus*）、克钦

钝头蛇（*Pareas andersonii*）、绿林蛇（*Boiga cyanea*）和滇西裸指虎（*Cyrtodactylus dianxiensis*）等爬行动物。

细白环蛇标本于夜间采自西双版纳傣族自治州勐腊县境内 G213 国道旁小径，海拔 839 m，环境为亚热带常绿阔叶林，空气湿度及温度都较高。同域分布有滇南竹叶青蛇（*Trimeresurus guoi*）、棕背树蜥（*Calotes emma*）及红唇棘蜥（*Acanthosaura rubrilabris*）等爬行动物。

4 讨论

以往研究均记录我国分布有细白环蛇（赵尔宓等 1992, 1998, 赵尔宓 2006），但上述记录均仅依据形态学数据。近期虽然已发表了我国所分布细白环蛇的分子数据（Li et al. 2020），但相关系统演化分析或未囊括该种国外的样品（Li et al. 2020）、或未囊括国内的样品（Wang et al. 2021）。本研究收录了细白环蛇所有已知分子数据进行分析，发现该种种内遗传分化明显，且种内不同支系间的系统关系有待厘定，极可能存在隐存多样性。然而，目前依据已有形态学数据，并不能将我国种群与东南亚真正的细白环蛇有效区分，可能存在隐存物种。因此，目前暂定我国种群为细白环蛇，待后续研究详细对比模式标本、采用多分子片段系统厘定白环蛇属后，再对其分类进行系统厘定。基于此次报道标本，云南省暂记录有细白环蛇，分布于云南省南部。

早期资料在未讨论白链蛇沙坝亚种（*L. septentrionalis chapaensis*）有效性的情况下，仅记录云南省分布有白链蛇（赵尔宓等 1997, 杨大同等 2008）。近期 Wang 等（2021）恢复白链蛇沙坝亚种并将其提升为有效种沙坝白环蛇；在仅依据滇中、滇南及滇西腾冲和贡山的标本和 DNA 分子数据、未涵盖滇西南德宏州样品的情况下，Wang 等（2021）认为云南省原记录的所有白链蛇均为沙坝白环蛇的误定，因此将白链蛇在云南省的分布移除。本研究填补了 Wang 等（2021）样品和标本覆盖面的空白，确认了早期资料中记录德宏州的白链蛇种群分类鉴定无误。因此，云南省实际同时分布有白链蛇（滇西南德宏州）和沙坝白环蛇（广布于滇西南、滇西、滇中和滇南）。后续研究应重点关注早期文献中可能被遗漏的物种分布记录，结合野外考察对现有存疑记录进行厘定。

滇西南与藏东南在两栖爬行动物的生物地理区系上存在高度的相似性：很多首先仅记录

于藏东南或滇西南其中一个区域的物种，后续在另一区域内亦有发现，如察隅烙铁头（*Ovophis zayuensis*）、喜山颈槽蛇（*Rhabdophis himalayanus*）和缅甸树蛙（*Zhangixalus burmanus*）等（赵尔宓等 1997, 杨大同等 2008, 蒋珂等 2016, 车静等 2020），而本研究在滇西南发现白链蛇再次佐证了该观点。后续研究应充分考虑两区域的物种相似性，以获得更全面的生物地理和物种谱系认识。

以往邻近区域有记录但长期以来未在云南有确定记录的两种白环蛇的发现，表明云南省边境区域的生物多样性依旧需要系统调查。同时，该结果也表明，原仅记录于越南、老挝和缅甸的一些东南亚广布物种，在我国滇东南、滇南、滇西极可能亦有分布。后续研究应加强在边境区域对类似物种的调查力度，以尽快摸清云南省爬行动物本底资料。

致谢 感谢黄显坤、潘元强、付忠雄以及云南铜壁关省级自然保护区和西双版纳国家级自然保护区对野外考察工作的帮助。

参 考 文 献

- Boie F. 1827. Bemerkungen über Merrem's Versuch eines Systems der Amphibien, 1. Lieferung: Ophidier. Isis von Oken, 20: 508–566.
- Günther A. 1875. Second report on collections of Indian Reptiles obtained by the British Museum. Proceedings of the Zoological Society of London, 1875: 224–234.
- Janssen H Y, Ren J L, Li J T, et al. 2020. Range extension and extended diagnosis of *Lycodon pictus*: first country record from China. Revue suisse de Zoologie, 127(2): 413–422.
- 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.
- Stamatakis A. 2014. RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. Bioinformatics, 30(9): 1312–1313.
- Swofford D L, Sullivan J. 2003. Phylogeny inference based on

parsimony and other methods using PAUP* // Bottu G. The Phylogenetic Handbook: A Practical Approach to DNA and Protein Phylogeny. Cambridge: Cambridge University Press, 160–206.

Uetz P, Freed P, Aguilar R, et al. 1995. The Reptile Database. [DB/OL]. [2022-8-22]. <http://www.reptile-database.org>.

Vogel G, Luo J. 2011. A new species of the genus *Lycodon* (Boie, 1826) from the southwestern mountains of China (Squamata: Colubridae). *Zootaxa*, 2807(1): 29–40.

Wang K, Yu Z B, Vogel G, et al. 2021. Contribution to the taxonomy of the genus *Lycodon* H. Boie in Fitzinger, 1827 (Reptilia: Squamata: Colubridae) in China, with description of two new species and resurrection and elevation of *Dinodon septentrionale chapaense* Angel, Bourret, 1933. *Zoological Research*, 42(1): 62–86.

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.

高正文, 孙航. 2016. 云南省生物物种名录 (2016 版). 昆明: 云南科技出版社.

高正文, 孙航. 2017. 云南省生物物种名录 (2017 版). 昆明: 云南科技出版社.

蒋珂, 王凯, 杨军校, 等. 2016. 西藏两栖纲新纪录 2 种及缅甸树蛙描述. *四川动物*, 35(2): 210–216.

王凯, 吕植桐, 王健, 等. 2022. 云南省爬行动物名录和地理区划更新. *生物多样性*, 30(4): 123–153.

王凯, 任金龙, 陈宏满, 等. 2020. 中国两栖、爬行动物更新名录. *生物多样性*, 28(2): 189–218.

杨大同, 饶定齐. 2008. 云南两栖爬行动物. 昆明: 云南出版集团公司和云南科技出版社.

赵尔宓. 2006. 中国蛇类. 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.

赵尔宓, 杨大同. 1997. 横断山区两栖爬行动物. 北京: 科学出版社.

赵尔宓, 鹰岩. 1992. 中国两栖爬行动物学. 俄亥俄: 蛇蛙研究会与中国蛇蛙研究会.

附录 1 GenBank 序列号及样品相关信息

Appendix 1 GenBank accession number and associated sample information

物种 Taxon	标本号 Voucher number	采集地 Locality	Cyt b 基因 GenBank 序列号 Cyt b gene GenBank accession number
细白环蛇 <i>Lycodon subcinctus</i>	KIZ 039729	中国云南盈江县 Yingjiang, Yunnan, China	OQ743837
白链蛇 <i>L. septentrionalis</i>	KIZ 039564	中国云南勐腊县 Mengla, Yunnan, China	OQ743838
犬牙林蛇 <i>Boiga cynodon</i>	KU324614	菲律宾西内格罗斯 Negros Occidental, Philippines	KC010340
黑食卵蛇 <i>Dasypeltis atra</i>	CAS 201641	乌干达卡巴莱 Kabale, Uganda	AF471065
沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i>	KIZ 006753	中国云南红河州蒙自 Mengzi, Honghe Prefecture, Yunnan, China	MW353737
	KIZ 049166	中国云南红河州大围山 Daweishan, Honghe Prefecture, Yunnan, China	MW353738
	KIZ 034331	中国云南文山州西畴 Xichou, Wenshan Prefecture, Yunnan, China	MW353739
	KIZ 047084	中国云南普洱景东 Jingdong, Puer, Yunnan, China	MW353740
	KIZ 027593	中国云南保山腾冲 Tengchong, Baoshan, Yunnan, China	MW353741
	KIZ 035013	中国云南怒江州泸水市 Lushui, Nujiang Prefecture, Yunnan, China	MW353742
	KIZ 035113	中国云南怒江州独龙江乡 Dulongjiang, Nujiang Prefecture, Yunnan, China	MW353743
	KIZ 038282	中国云南怒江州福贡县 Fugong, Nujiang Prefecture, Yunnan, China	MW353744
	—	中国云南 Yunnan, China	MK201305

续附录 1

物种 Taxon	标本号 Voucher number	采集地 Locality	Cyt <i>b</i> 基因 GenBank 序列号 Cyt <i>b</i> gene GenBank accession number
隐士白环蛇 <i>L. obvelatus</i>	KIZ 040146	中国四川攀枝花 Panzihua, Sichuan, China	MW353745
棕背白环蛇 <i>L. albofuscus</i>	USMHC 1457	—	KX822584
艾氏白环蛇 <i>L. alcalai</i>	KU327848	菲律宾巴坦省萨布唐 Municipality of Sabtang, Batanes, Philippines	KC010345
班氏白环蛇 <i>L. banksi</i>	VNUF R.2015.20	老挝甘蒙省 Khammouane, Laos	MH669272
太田氏白环蛇 <i>L. bibonius</i>	KU304589	菲律宾卡加延省 Cagayan, Philippines	KC010351
山白环蛇 <i>L. butleri</i>	LSUHC 9137	马来西亚霹靂州 Perak, Malaysia	KJ607891
	LSUHC 8365	—	KJ607892
白枕白环蛇 <i>L. capucinus</i>	MVZ 291703	—	MK844522
	MVZ 291704	—	MK844523
花坪白环蛇 <i>L. cathaya</i>	SYS r001542	中国广西龙胜 Longsheng County, Guangxi, China	MT602075
穴居白环蛇 <i>L. cavernicolus</i>	LSUHC 9985	马来西亚玻璃市 Perlis, Malaysia	KJ607889
	LSUHC 10500	—	KJ607890
沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i>	—	中国云南省 Yunnan, China	MK201305
贾儒白环蛇 <i>L. chrysoprateros</i>	KU 307720	菲律宾卡加延 Cagayan, Philippines	KC010360
杜氏白环蛇 <i>L. dumerilii</i>	PNM7751	—	KC010363
	KU 305168	—	KC010362
扁吻白环蛇 <i>L. effraenis</i>	LSUHC 9670	—	KC010376
	KU 328526	泰国洛神府卡罗姆 Karome, Nakhon Si Thammarat, Thailand	KC010364
双全白环蛇 <i>L. fasciatus</i>	CAS 234875	缅甸钦邦敏达 Mindat, Chin State, Myanmar	KC010365
	CAS 234957	—	KC010366
	SYS r001654	中国云南省西双版纳 Xishuangbanna, Yunnan, China	MK201559
	KIZ 014125	—	MK201557
黄链蛇 <i>L. flavozonatus</i>	SYSr000640	中国江西黄岗山 Huanggangshan, Jiangxi, China	MK201413
	HS15101	中国安徽黄山 Huangshan, Anhui, China	MK201312
福清白环蛇 <i>L. futsingensis</i>	GP2214	中国 China	KC733205
	GP2216	—	KC733206
贡山白环蛇 <i>L. gongshan</i>	—	中国云南大理玉龙雪山自然保护区 Yulong Nature Reserve, Dali, Yunnan, China	MW353747
	KIZ 035112	中国云南怒江州独龙江 Dulongjiang, Nujiang Prefecture, Yunnan, China	MW353748
	KIZ 035114	—	MW353749
	GP3516	中国云南临沧 Lincang, Yunnan, China	KP901022
	GP3546	—	KP901024
	GP3547	—	KP901025
	GP3548	—	KP901026
	—	—	—
挛斑白环蛇 <i>L. jara</i>	CAS 235387	缅甸克钦邦葡萄县 Putao, Kachin, Myanmar	KC010367

续附录 1

物种 Taxon	标本号 Voucher number	采集地 Locality	Cyt <i>b</i> 基因 GenBank 序列号 Cyt <i>b</i> gene GenBank accession number
老挝白环蛇 <i>L. laoensis</i>	KU 328529	泰国洛神府卡罗姆 Karome, Nakhon Si Thammarat, Thailand	KC010371
	FMNH 258659	老挝沙拉湾 Salavan, Laos	KC010368
刘氏白环蛇 <i>L. liuchengchaoi</i>	GP 2094	中国广东南岭 Nanling, Guangdong, China	KC733201
	GP 2097	中国广东车八岭 Chebaling, Guangdong, China	KC733202
	JK 201704	中国陕西宁陕 Ningshan, Shaanxi, China	MK201563
	SYS r001654	中国湖北神农架 Shennongjia, Hubei, China	MK201580
	DL 14315	—	KF732928
南方链蛇 <i>L. meridionalis</i>	VNUF R.2017.123	越南清化 Thanh Hoa, Vietnam	MH669270
	VNUF R.2012.4	越南北干 Bac Kan, Vietnam	MH669271
	KIZ 01623	中国四川泸定 Luding, Sichuan, China	KF732926
横纹白环蛇 <i>L. multizonatus</i>	HS 11252	中国云南三家寨 Sanjiazhai, Yunnan, China	MK201303
沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i>	VNUF R. 2017.23	越南清化 Thanh Hoa, Vietnam	MK585007
锦白环蛇 <i>L. pictus</i>	ZFMK93746	越南高平 Cao Bang, Vietnam	MN395829
	ZFMK93747	—	MN395830
赤链蛇 <i>L. rufozonatus</i>	LSUMZ 44977	—	AF471063
	GP133	中国四川通江 Tongjiang, Sichuan, China	KC733194
黑背白环蛇 <i>L. ruhstrati</i>	GP2243	中国广东乳源瑶 Ruyuan Yao, Guangdong, China	KC733208
	GP2049	中国广东车八岭 Chebaling, Guangdong, China	KC733200
	GP991	中国广西恭城 Gongcheng, Guangxi, China	KC733197
	GP285	中国四川筠连 Junlian, Sichuan, China	KC733195
	SYSr001631	中国广西黄平 Huangping, Guangxi, China	MK201538
	SYSr001555	中国广西杨梅坳 Yangmeiao, Guangxi, China	MK201521
	SYSr001309	中国江西九连山 Jiulianshan, Jiangxi, China	MK201473
	SYSr001275	中国福建将石 Jiangshi, Fujian, China	MK201467
	HS12069	中国广东车八岭 Chebaling, Guangdong, China	MK201310
	DL12678	—	KF732925
西鲁白环蛇 <i>L. sealei</i>	KU327571	菲律宾巴拉望 Palawan, Philippines	KC010384
	KU309447	—	KC010385
半棱鳞链蛇 <i>L. semicarinatus</i>	—	琉球群岛 Ryukyu Archipelago	AB008539
白链蛇 <i>L. septentrionalis</i>	CIB 117521	中国西藏林芝墨脱 Medog, Nyingchi, Tibet, China	MW353736
锯纹白环蛇 <i>L. serratus</i>	KIZ 038335	中国云南德钦 Deqin, Yunnan, China	MW353746
希氏白环蛇 <i>L. sidiki</i>	MZB.Ophi.5980	—	KX822583
斯氏白环蛇 <i>L. stormi</i>	JAM7487	—	KC010380
侧纹白环蛇 <i>L. striatus</i>	FBRC_DNA205	—	MK089444

续附录 1

物种 Taxon	标本号 Voucher number	采集地 Locality	Cyt <i>b</i> 基因 GenBank 序列号 Cyt <i>b</i> gene GenBank accession number
细白环蛇 <i>L. subcinctus</i>	MVZ291678	印度尼西亚 Indonesia	MK844529
	MVZ291679		MK844530
	MVZ291680		MK844531
	MVZ291681		MK844532
	MVZ291682		MK844533
	MVZ291683		MK844534
	MVZ291684		MK844535
	MVZ291685		MK844536
东川白环蛇 <i>L. synaptor</i>	LSUHC5016	马来西亚彭亨 Pahang, West Malaysia	KC010382
	GP2188	中国云南 Yunnan, China	KC733204
	SYS r001800	中国广东大雾岭 Dawuling, Guangdong, China	MK201581
	SYS r001775	中国广西大容山 Darongshan, Guangxi, China	MK201582
	HS11006	中国云南蒙自 Mengzi, Yunnan, China	MK201304
	HS12087	中国云南昆明 Kunming, Yunnan, China	MK201308
	HS13002	中国云南红河 Honghe, Yunnan, China	MK201309
	GP3270	中国云南大围山 Daweishan, Yunnan, China	KP901019
	GP3288	中国云南马鞍山 Maandi, Yunnan, China	KP901020
	GP3515	中国云南临沧 Lincang, Yunnan, China	KP901021
	GP3545	中国云南 Yunnan, China	KP901023
	CAS 239944	缅甸若干邦皎漂 Kyaukpyu, Rakhine State, Myanmar	KC010386
	CAS 210323	缅甸实皆塔贝克赛 Thabakesay, Saging, Myanmar	AF471040

此次新产生序列号为粗体，表中“—”表示信息不可用或无法定位。
The newly generated sequences are in bold, “—” indicates that information is not available or could not be located.