

贵州榕江发现花坪白环蛇

吴帝豪^{①#} 左智力^{②#} 李茂良^① 贾如菀^①
高宗元^① 任金龙^{①*}

① 中国科学院成都生物研究所 成都 610041; ② 成都野生动物研究所, 成都动物园 成都 610081

摘要: 2023年7月18日, 在贵州省黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇采集到1号雄性成体白环蛇 (*Lycodon*)。通过形态特征比较与基于白环蛇属部分物种的线粒体 Cyt *b* 基因片段的系统发育分析, 确认该蛇属于花坪白环蛇 (*L. cathaya*), 为贵州省蛇类分布新记录种。该标本的发现扩大了对花坪白环蛇已知分布范围的认知。本文补充了花坪白环蛇形态特征的变异范围记录并增加了对其半阴茎形态描述, 同时总结了贵州省白环蛇属的分布与多样性情况, 提出了目前的存疑记录。

关键词: 游蛇科; 分子系统学; 形态学; 白环蛇属; 半阴茎

中图分类号: Q959 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2025) 01-093-12

Lycodon cathaya Found in Rongjiang, Guizhou, China

WU Di-Hao^{①#} ZUO Zhi-Li^{②#} LI Mao-Liang^① JIA Ru-Wan^①
GAO Zong-Yuan^① REN Jin-Long^{①*}

① Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041;

② Chengdu Research Institute of Wildlife, Chengdu Zoo, Chengdu 610081, China

Abstract: *Lycodon cathaya* Wang, Qi, Lyu, Zeng & Wang, 2020 is a wolf snake species originally described based on specimens from Longsheng County, Guilin City, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China. This species has subsequently been reported in Hunan Province, China. Our study aims to confirm the new specimen collected in Guizhou Province, China and to revise the diversity and distribution of *Lycodon* snakes in Guizhou Province. During our field survey on July 18th, 2023, one male adult specimen (CIB 119811) of the genus *Lycodon* was collected in Leli Town, Rongjiang County, Qiandongnan Miao and Dong Autonomous Prefecture, Guizhou Province, China (108°47' E, 26°31' N, 884 m a.s.l.) (Figs. 1, 2, and 5). The genomic DNA of the newly collected specimen was extracted and then amplified using primers for mitochondrial cytochrome *b* gene (Cyt *b*). We added sequences from GenBank to infer a Bayesian phylogenetic tree of the genus *Lycodon* (Appendix 1). The morphological data was measured using the same method from previous studies.

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 32300370, 32200363), 中国科学院战略生物资源能力建设项目 (No. KFJ-BRP-017-65);

* 通讯作者, E-mail: renjl@cib.ac.cn;

共同第一作者 吴帝豪, 男, 研究方向: 两栖爬行动物分类学; E-mail: wudh@cib.ac.cn;

左智力, 男, 高级畜牧师; 研究方向: 野生动物保护与管理; E-mail: 269394674@qq.com.

收稿日期: 2024-04-15, 修回日期: 2024-10-06 DOI: 10.13859/j.cjz.202524083 CSTR: 32109.14.cjz.24083

We also reviewed literatures on the herpetofauna of Guizhou Province to summarize the diversity and distribution of *Lycodon* snakes within the region. The new specimen is nested within the clade of *L. cathaya* with strong support (Bayesian posterior probability, BPP 0.99) (Fig. 4). Morphological comparison also suggests the new specimen to be *L. cathaya* (Figs. 1 - 3, Appendix 2). Combining both morphological evidence and molecular phylogenetic tree inferred from mitochondrial *Cyt b* gene fragments, the new specimen was identified as *L. cathaya*, which represents a new snake record in Guizhou Province, China. Six *Lycodon* species are currently known from Guizhou Province with one problematic record, *L. fasciatus*. In addition, given the existence of the cryptic species formerly classified as *L. fasciatus* in China, comprehensive research on the taxonomic status of *L. fasciatus* from Guizhou Province is needed in future investigation.

Key words: Colubridae; Molecular phylogenetics; Morphology; *Lycodon*; Hemipenis

白环蛇属 (*Lycodon*) 隶属于游蛇科 (Colubridae), 是广泛分布于亚洲和大洋洲的一类中小型陆栖蛇类, 目前已知该属下辖物种 71 种, 是游蛇科物种多样性最高的类群之一, 中国已知分布有 21 种 (Janssen et al. 2020, Wang et al. 2021, Liu et al. 2023, Uetz et al. 2023)。Wang 等 (2020) 依据采集自广西壮

族自治区桂林市龙胜县花坪自然保护区的 2 号标本订立了新种花坪白环蛇 (*L. cathaya*), 自此种原始描述以来, 除广西分布记录以外, 后又记录于湖南省南山国家公园 (刘佳昱等 2024)。2023 年 7 月 18 日, 在贵州省黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇采集到 1 号白环蛇属物种个体 (图 1)。结合形态特征与分子



图 1 采自贵州省黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇的花坪白环蛇 (CIB 119811, 雄性) 生态照

Fig. 1 *Lycodon cathaya* (CIB 119811, adult male) in life, from Leli Town, Rongjiang County, Qiandongnan Miao and Dong Autonomous Prefecture, Guizhou Province

系统发育分析，确认该标本为花坪白环蛇，系贵州省蛇类分布新记录种。本研究报道了贵州产花坪白环蛇包括半阴茎与上颌齿在内的形态特征和其生活环境，同时讨论了贵州省白环蛇属的物种多样性及分布现状。

1 材料与方法

1.1 材料

标本于 2023 年 7 月 18 日 23:29 时采自贵州省黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇（108°47' E, 26°31' N, 海拔 844 m）常绿阔叶林旁公路，提取部分肝组织保存于 95%乙醇中，其余整体采用 10%甲醛溶液进行腹腔注射和浸泡，静置 72 h 固定，固定完成后将标本置于水中冲洗后转移至 75%乙醇溶液中保存，标本保存于中国科学院成都生物研究所两栖爬行动物标本馆（Herpetological Museum, Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, CIB），标本号 CIB 119811。

1.2 形态特征检视与测定

形态特征的度量与描述同 Wang 等（2020）。对标本的眶前鳞、眶后鳞、颊鳞、颊鳞是否入眶、上唇鳞、上唇鳞入眶数、下唇鳞、颌片、下唇鳞接前颌片数、下唇鳞接后颌片数、前颞鳞、后颞鳞、背鳞行数、前腹鳞、腹鳞、肛鳞与尾下鳞进行计数；对体环纹数和尾环纹数进行计数，环纹数量以身体左侧条数为准（Wang et al. 2020）。同时统计头部各鳞片相接情况和背鳞起棱程度。使用精度为 1 mm 的卷尺（宁波得力工具有限公司，量程 0~5 000 mm）测量标本的头体长、全长及尾长。头长、头宽与眼径使用精度 0.01 mm 的游标卡尺（宁波得力工具有限公司，量程 0~200 mm）测量。上颌齿数计数方法依据 Vogel 等（2009）。半阴茎标本制备、测量和描述遵照张服基等（1984）和蒋珂（2010），以新鲜标本制备其左侧半阴茎外翻态标本用于半阴茎形态描述，以原位右侧内收态半阴茎计数半阴茎大牵引肌达尾下鳞数目。外翻态半阴茎利用堆栈拍摄方法拍照，并

使用 Helicon Focus 7.0.2 Pro 软件（Helicon Soft Ltd., 乌克兰哈尔科夫）合成。

1.3 分子系统发育分析

使用商业动物基因组 DNA 快速抽提试剂盒（上海生工生物工程有限公司）提取组织样品的基因组 DNA。选择 H16064（5'-CTT TGG TTT ACA AGA ACA ATG CTT TA-3'）和 L14910（5'-GAC CTG TGA TMT GAA AAC CAY CGT TGT-3'，M 为 A/C，Y 为 C/T）（Burbrink et al. 2000）引物进行 PCR，扩增基因组 DNA 的线粒体细胞色素 *b*（Cyt *b*）基因片段，PCR 扩增程序设置同 Li 等（2022）。扩增产物的质量检测和双端测序由上海生工生物工程有限公司完成。部分物种的 Cyt *b* 基因序列下载自 GenBank（附录 1），选择牙豺林蛇（*Boiga cynodon*）为外群。使用 MEGA X（Kumar et al. 2018）软件进行序列比对和遗传距离（*p*-distance）计算。贝叶斯分析使用 MrBayes 3.2.6（Ronquist et al. 2003）进行，采用 GTR + I + G 进化模型，通过设置 4 个独立的马尔科夫链蒙特卡罗（Markov chain Monte Carlo, MCMC）模拟，起始树设置为随机树，共运行 5 000 000 代，每 100 代取样一次，舍弃前 12 500 代老化（burn-in）样本，贝叶斯后验概率大于 95% 视为强烈支持。

2 结果

2.1 形态描述

新采集标本（CIB 119811，采集号 LJT-GZHN2023078）为成年雄性，体型中等偏大，全长 856.2 mm，尾长 182.9 mm（尾尖轻微缺损），尾长与全长之比 0.21。头长 25.56 mm，头宽 15.02 mm。头宽而扁平，与颈部区分明显。吻端宽而钝，略突出于下颌；吻鳞宽大于高，呈三角形；鼻间鳞 2 枚，略呈椭圆形，宽略大于长；前额鳞较大，2 枚，呈不规则六边形；额鳞较大，1 枚，呈盾牌状；顶鳞 2 枚，呈不规则六边形，组合在一起略呈心形，且是头顶最大的鳞片，长度约为额鳞的 1.5 倍，略宽于

额鳞；眶上鳞 1 枚，呈三角形，长明显大于宽；瞳孔垂直椭圆形，鼻鳞二分；颊鳞 1 枚，长度几与眼径等长，是宽的 2 倍，呈不规则五边形，不入眶，与前额鳞、第 2 和 3 枚上唇鳞相接，不与鼻间鳞相接；眶前鳞 1 枚，长略大于宽，呈不规则五边形，与前额鳞、眶上鳞及第 3 枚上唇鳞相接；眶后鳞 2 枚，呈半椭圆形，下枚比上枚略大；颞鳞左右各两列，2+3 式，前两枚长度几相等，上枚呈梯形，下枚呈不规则六边形，宽度是上枚的 2 倍；后颞鳞 3 枚，从上到下逐渐变大，上 1 枚呈矩形，下 2 枚呈六边形；吻鳞 1 枚，呈三角形，从头背可见；上唇鳞 8 枚，2-3-3 式，鳞片从前向后依次变大，前两枚上唇鳞呈五边形，第 3 枚呈五边形且最高，高度是第 1 枚上唇鳞的 2 倍，4~6 枚上唇鳞呈梯形，渐次增大，5 和 6 枚上唇鳞与眶后鳞相接，且第 6 枚上唇鳞接前颞鳞，第 7 枚上唇鳞最大，宽度是第 2 枚的 2 倍，高度略低于第 2 枚上唇鳞；颏鳞 1 枚，较小，与吻鳞形状相似，向下延伸浅入颌沟；下唇鳞 10 枚，呈梯形，第 1 枚最长，长度是第 2 枚的 2 倍，2~6 枚逐渐变大，第 6 枚为最大者，高度是第 2 枚的 2 倍，最宽处是第 2 枚的 3 倍，第 6 枚下唇鳞往后依次变小，前 5 枚接前颌片，第 5 和 6 枚接后颌片；颌片 2 对，前一对较宽而长。背鳞 17-17-15 行，背鳞变异情况为 $17 \frac{3+4-3(\text{VEN } 125)}{13+14} \rightarrow 13(\text{VEN } 126)$

(VEN 为腹鳞数)，通身背鳞光滑不起棱；腹鳞 194 枚；肛鳞单枚；尾下鳞 78 + ? 对（尾尖端略磨损，附录 2）。

生活时头背黑色，头背鳞片表面散布细小疣粒，自眼后至枕部有一宽白横斑，其上方密布黑褐色斑点，横斑略呈向后开口“V”形，并在前端有一细突起达前额鳞前端；头侧眼眶后下有一黑色条纹延伸至口角；头腹面白色，前端黑色，其余部分有零星黑点；体背黑褐色，具 39 个缀有白点的棕褐色环纹，边缘略呈锯齿状，中央略近腹侧有粗大的黑褐色点斑，环纹在头后约两倍头长处开始出现，顶端宽约 2~3

枚背鳞，向两侧逐渐变宽，并在体侧近腹面相连接，前 6 个环纹顶端之间间隔 4~6 枚背鳞，其后环纹顶端之间间隔约 3 枚背鳞；尾背面环纹 15 个，色斑同背部环纹；环纹的最窄宽度约 1~2 枚背鳞，环纹将身体底色分成椭圆棕黑色斑块，沿身体顶端和尾部排成一排椭圆斑块状，椭圆斑块最大宽度为 3~6 枚背鳞之宽；体腹面前段呈乳白色，腹鳞中央具不规则黑斑，黑斑沿身体向后逐渐向腹鳞两侧延伸，至腹鳞几乎呈全黑色；尾腹面黑褐色（图 2）。液浸标本色斑与活体无明显区别。

上颌齿 12 枚，共分为 4 个齿群，5+2+3+2 式。上颌齿第一齿群含较小上颌齿 5 枚，从前向后渐次增大；其后隔以较小齿间隙，齿间隙与第 5 枚上颌齿高度几相等。第二齿群含 2 枚极发达上颌齿，略等大，为所有齿群中最大者；其后隔以较大齿间隙，长度略为第 7 枚上颌齿的 1.5 倍之高。第三齿群具 3 枚略相等上颌齿，其长度略与第 5 枚上颌齿高度相等；其后齿间隙略与第一齿间隙等长。最后 2 枚上颌齿几相等，略高于其前齿群。

半阴茎较小而纤细，呈球茎形，顶端球茎部微发达而膨大，整体几呈棍棒状，不分叉。半阴茎长 19.74 mm，宽 4.84 mm，半阴茎长宽比为 4.1；完全外翻态半阴茎标本近端 1/5 段光滑无刺，系基部裸区；远端 4/5 段具刺或萼褶，表面结构有沟面与无沟面不同。半阴茎有沟面自近端 2/5 处起精沟两侧具细密小刺；无沟面者无刺，表面粗糙，略具纵行褶皱。半阴茎于近端 3/5 段区域形成大而粗壮的钩状硬刺，刺大而略稀疏；远端 2/5 段钩状硬刺逐渐变小而密，远端者刺基部相连而成小刺萼褶，萼褶排列略呈斜行排状，于半阴茎侧面互相连接；半阴茎躯干于此段与末端段处内收而略窄，呈轻微沙漏状。顶面中央无刺，具明显顶端裸区；周围分布许多较稀疏的细小肉质刺与一枚较大且明显的乳突刺。精沟不分叉，向心式达顶端中央处；且在远端 1/5 段处迅速变窄变浅；沟唇不发达，有沟面右下侧有两条不发达纵褶，

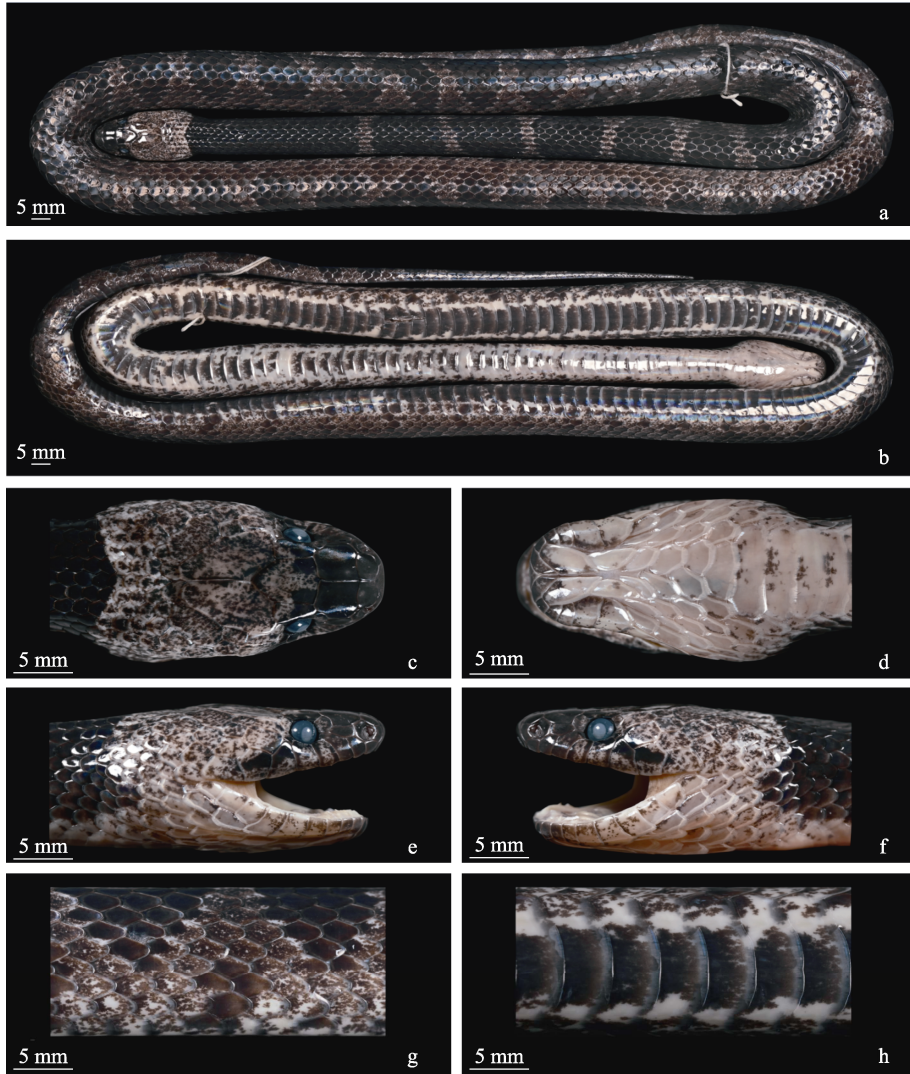


图 2 采自贵州省黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇的花坪白环蛇 (CIB 119811) 标本照

Fig. 2 *Lycodon cathaya* (CIB 119811) in preservation, from Leli Town, Rongjiang County, Qiandongnan Miao and Dong Autonomous Prefecture, Guizhou Province

a. 背面; b. 腹面; c. 头背; d. 头腹; e. 头右侧; f. 头左侧; g. 体侧面; h. 体腹面。

a. Dorsal overview; b. Ventral overview; c. Dorsal head; d. Ventral head; e. Right side head; f. Left side head; g. Lateral close-up; h. Ventral close-up.

达钩状刺区后逐渐消失 (图 3)。内收态半阴茎基于右侧原位半阴茎, 内收态半阴茎达第 10 枚尾下鳞, 阴茎大牵引肌起点位于第 26 枚尾下鳞处。

2.2 分子系统发育分析

本研究测得的白环蛇线粒体 *Cyt b* 基因片

段长 1 077 bp, 基于线粒体 *Cyt b* 基因片段构建的白环蛇属部分物种贝叶斯系统发育树的拓扑结构 (图 4) 与已发表的白环蛇属系统发育关系无明显差异 (Wang et al. 2020)。采集自贵州省黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇的白环蛇属物种标本与产自广西壮族自治区龙胜县花坪



图 3 采自贵州省黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇的花坪白环蛇 (CIB 119811) 半阴茎标本照

Fig. 3 Hemipenis of *Lycodon cathaya* (CIB 119811) from Rongjiang County, Qiandongnan Miao and Dong Autonomous Prefecture, Guizhou Province

a. 有沟面; b. 无沟面; c. 顶面。a. Sulcate side; b. Asulcate side; c. Apical side.

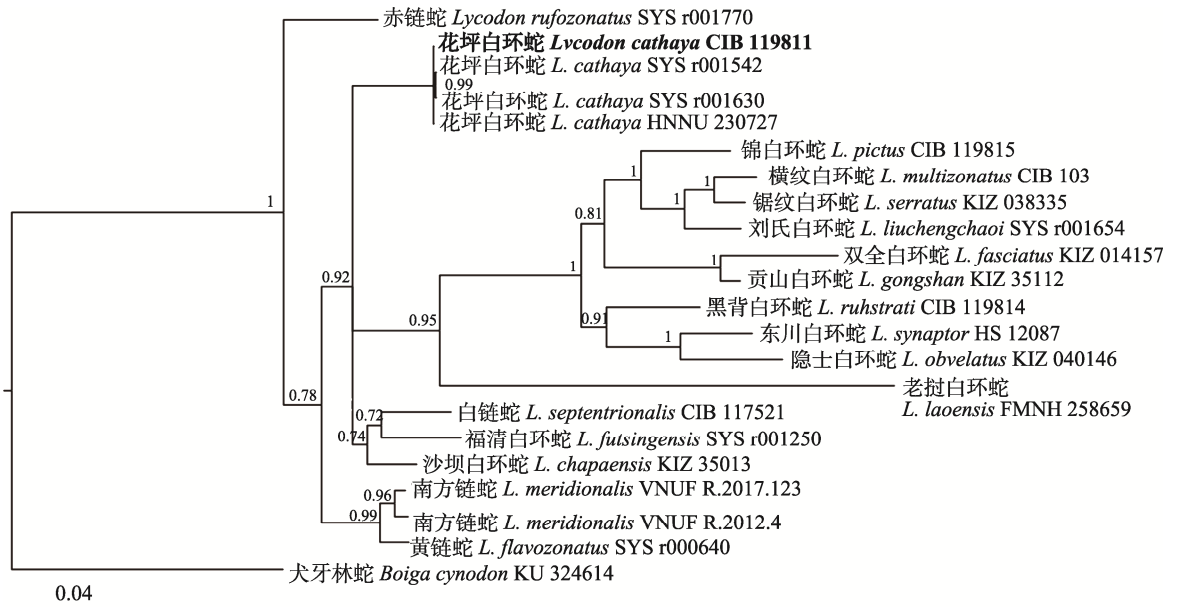


图 4 基于 Cyt b 基因序列构建的白环蛇属部分物种贝叶斯系统发育树

Fig. 4 Bayesian inference tree of part *Lycodon* species based on mitochondrial *Cyt b* gene sequences

节点上的数字表示后验概率; 标尺表示支长; 加粗样本为本研究采集的花坪白环蛇样本。

Numbers beside nodes indicate the posterior probabilities; scale bar under the phylogenetic tree indicates branch length; *L. cathaya* sampled from this study is in bold.

国家级自然保护区和湖南省城步县南山国家公园的花坪白环蛇聚为一支,且得到强烈支持(贝叶斯后验概率 0.99)(图 4)。基于线粒体 *Cyt b* 基因片段计算贵州榕江采集的白环蛇标本与产自广西龙胜花坪和湖南城步的花坪白环蛇标本的遗传距离 (*p*-distance) 均为 0, 无明显遗传分化; 与同属其他物种间的遗传距离 0.08 ~ 0.17, 与外群间的遗传距离为 0.19 (附录 3)。

结合形态比较与分子系统发育分析结果, 将来自贵州黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇的白环蛇属物种标本鉴定为花坪白环蛇, 为贵州省爬行纲蛇亚目一新记录种。

2.3 花坪白环蛇形态特征的修正

分子系统发育分析和形态学证据表明, 本研究于贵州采集的标本为花坪白环蛇。此物种现有文献仅描述了 3 号标本的形态学特征, 因此, 描述贵州标本对完善该种的形态特征亦有贡献。

本研究采集的贵州产白环蛇属物种标本总体与文献给定的花坪白环蛇鉴别特征相符, 如:

(1) 背鳞 17-17-15 行, 通身光滑; (2) 上唇鳞 8 枚, 第 3 ~ 5 枚入眶; (3) 尾下鳞 78 对; (4) 颊鳞 1 枚, 细长, 入眶, 不与鼻间鳞相接; (5) 眶前鳞 1 枚, 不与额鳞相接, 眶上鳞与前额鳞相接, 眶后鳞 2 枚; (6) 前颞鳞 2 枚, 后颞鳞 3 枚; (7) 肛前鳞完整; (8) 尾部有 13 ~ 16 个环纹, 尾背环纹最窄处为 1 ~ 2 枚背鳞宽度, 环纹将底色分成椭圆棕黑色斑块, 沿身体顶端和尾部排成一排斑块; 椭圆斑块最宽处为 3 ~ 6 枚背鳞宽度 (Wang et al. 2020)。但也具有以下差异: (1) 腹鳞 194 枚, 低于原先记载 199 ~ 203 枚; (2) 体背环纹 39 个, 高于原先记载 31 ~ 36 个; (3) 下唇鳞 10 枚, 前 5 枚下唇鳞接前颌片, 多于原先记载的下唇鳞 9 枚, 前 4 枚上唇鳞接前颌片; (4) 头宽与头长之比 0.585, 略低于原先记载 0.627 ~ 0.645 (湖南标本头宽/头长为 0.917, 可能由于该标本为路杀个体, 其头部遭遇轻微碾压导致部分形态发生改变所导致); (5) 尾长与全长之比 0.213, 略

高于原先记载 0.198 ~ 0.201 (Wang et al. 2020, 刘佳昱等 2023)。基于此, 本文对花坪白花蛇的形态特征修正如下。

(1) 背鳞 17-17-15 行, 通身光滑; (2) 上唇鳞 8 枚, 第 3 ~ 5 枚入眶; (3) 下唇鳞 9 或 10 枚, 第 1 ~ 4 枚或 1 ~ 5 枚下唇鳞枚接前颌片, 第 4 和 5 枚或 5 和 6 枚接后颌片; (4) 尾下鳞 77 ~ 78 对; (5) 颊鳞 1 枚, 细长, 入眶, 不与鼻间鳞相接; (6) 眶前鳞 1 枚, 不与额鳞相接, 眶上鳞与前额鳞相接, 眶后鳞 2 枚; (7) 前颞鳞 2 枚, 后颞鳞 3 枚; (8) 肛前鳞完整; (9) 体背环纹 31 ~ 39 个, 尾部有 13 ~ 16 个环纹, 尾背环纹最窄处宽 1 ~ 2 枚背鳞, 环纹将底色分成椭圆棕黑色斑块, 沿身体顶端和尾部排成一排斑块, 椭圆斑块最宽处宽 3 ~ 6 枚背鳞; (10) 头宽与头长之比 0.585 ~ 0.645; (11) 上颌齿 10 ~ 12 枚, 分为 4 个齿群, 4 + 2 + 2 + 2 或 5 + 2 + 3 + 2 式。

2.4 生态与生境

贵州产花坪白环蛇生境为山地丘陵地区, 生境主要植被为常绿阔叶林 (图 5)。生境内同域分布的爬行类有铜蜓蜥 (*Sphenomorphus indicus*)、峨眉草蜥 (*Takydromus intermedius*)、钝尾两头蛇 (*Calamaria septentrionalis*)、黑背白环蛇 (*L. ruhstrati*)、赤链蛇 (*L. rufozonatus*)、黄链蛇 (*L. flavozonatus*)、原矛头蝮 (*Protobothrops mucrosquamatus*)、福建竹叶青蛇 (*Viridovipera stejnegeri*)、乌梢蛇 (*Ptyas dhumnades*)、锈链腹链蛇 (*Hebius craspedogaster*) 和颈棱蛇 (*Pseudoagkistrodon rudis*) 等。

3 讨论

3.1 贵州省“双全白环蛇”记录的质疑

双全白环蛇 (*L. fasciatus*) 是 Anderson (1879) 依据采自中国云南省盈江县蚌西 (Ponsee) 的 1 号性别未知模式标本订立的白环蛇属物种, 由于正模标本可能于第二次世界大战期间遗失, Vogel 等 (2011) 为该种指定了 1 号产自缅甸曼德勒省抹谷



图 5 贵州省黔东南苗族侗族自治州榕江县乐里镇花坪白环蛇生境

Fig. 5 Habitat of *Lycodon cathaya* in Leli Town, Rongjiang County, Qiongdongnan Miao and Dong Autonomous Prefecture, Guizhou Province

(Mogok, Mandalay, Myanmar) 的雄性成体新模标本(BMNH 1901.4.26.1, BMNH: The Natural History Museum), 该种在中国境内曾被广泛记录于华中、华南和西南地区(赵尔宓 2006)。Wang 等(2021)依据分子系统学和形态学信息将湖南、广东和湖北省记录的“双全白环蛇”订正为刘氏白环蛇(*L. liuchengchaoi*), 将四川攀枝花原记录“双全白环蛇”订立为一新种——隐士白环蛇(*L. obvelatus*), 并提出云南省以外地区所记录的双全白环蛇可能为同属其他物种的误定或隐存种。依据双全白环蛇正模与新模标本及 Wang 等(2021)所描述中国云南产 4 号双全白环蛇的形态特征, 中国贵州兴义和威宁记录的“双全白环蛇”(伍律等 1985)与中国云南、缅甸产双全白环蛇的形态学变异范围在以下方面存在较明显差异: (1) 中国贵州威宁标本下唇鳞 7 或 8 枚, 兴义标本下唇鳞 10 枚, 低于或高于中国云南以及缅甸标本所记

载 9 枚; (2) 中国兴义、威宁标本体背环纹数(21 ~ 32)和尾背环纹数(8 ~ 12)均略低于中国云南及缅甸标本的体背(31 ~ 37)和尾背(11 ~ 17)的变异范围; (3) 中国兴义、威宁标本相对尾长更长, 即尾长与全长之比, 中国兴义和威宁标本 0.232 ~ 0.271, 中国云南和缅甸标本 0.170 ~ 0.213(伍律等 1985, Vogel et al. 2011)。因此, 贵州省所记录“双全白环蛇”是否为双全白环蛇的地理变异种群或其他种的误定, 以及存在隐存种的可能性仍有待后续结合更多样本及分子系统学证据研究确定。

3.2 贵州省白环蛇属物种的多样性与分布

此前文献记载贵州省分布白环蛇属物种 5 种: 赤链蛇、黄链蛇、黑背白环蛇和双全白环蛇(伍律等 1985), 以及锦白环蛇(*L. pictus*)(吴帝豪等 2023)。经贵州实地考察, 赤链蛇与黄链蛇几乎分布贵州全省各地区, 为常见种;

黑白白环蛇记录于贵州黔东南雷山以及黔东北印江和务川(伍律等 1985); 锦白环蛇仅记录于贵州省荔波县茂兰国家级自然保护区(吴帝豪等 2023); 双全白环蛇记录于兴义和威宁(伍律等 1985)。本研究花坪白环蛇发现于贵州省榕江县, 在动物地理区划上与其模式产地广西龙胜花坪以及已知其他分布区湖南省城步县均属于华中区西部高原山地亚区的粤桂闽丘陵平原(张荣祖 2011), 推测该种在相同地理区划内以及邻近的华南区相似生境中可能存在潜在分布区, 在后续调查中可予以关注。本次发现不仅扩展了对花坪白环蛇已知分布范围的认知, 也将贵州省记录的白环蛇属物种数增至 6 种。

致谢 感谢中国科学院成都生物研究所吕可在标本查阅过程中提供的帮助。

参 考 文 献

- Anderson J. 1879. Anatomical and zoological researches: comprising an account of the zoological results of the two expeditions to western Yunnan in 1868 and 1875; and a monograph of the two cetacean genera, *Platanista* and *Orcella*. First volume-text. Second volume-plates. London: Bernard Quaritch.
- Burbink 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.
- 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.
- Kumar S, Stecher G, Li M, et al. 2018. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6): 1547–1549.
- Li M L, Ren J L, Huang J J, et al. 2022. On the validity of *Hebius sauteri maximus* (Malnate, 1962) (Squamata, Natricidae), with the redescription of *H. maximus* comb. nov. and *H. sauteri* (Boulenger, 1909). *Herpetozoa*, 35(8): 265–282.
- Liu S, Hou M, Cai B, et al. 2023. Taxonomic status of *Lycodon subcinctus* sensu lato in China (Serpentes, Colubridae). *Herpetozoa*, 36: 307–316.
- Ronquist F, Huelsenbeck J P. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19(12): 1572–1574.
- Uetz P, Freed P, Hošek J. 2023. The Reptile Database. [DB/OL]. [2024-04-01]. <http://www.reptile-database.org/>.
- Vogel G, David P, Pauwels O S G, et al. 2009. A revision of *Lycodon ruhstrati* (Fischer 1886) auctorum (Squamata Colubridae), with the description of a new species from Thailand and a new subspecies from the Asian mainland. *Tropical Zoology*, 22: 131–182.
- 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 J, Qi S, Lyu Z T, et al. 2020. A new species of the genus *Lycodon* (Serpentes, Colubridae) from Guangxi, China. *ZooKeys*, 954: 85–108.
- 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.
- 蒋珂. 2010. 介绍一种固定蛇类标本外翻半阴茎的制作方法. *四川动物*, 29(1): 122–123, 162.
- 刘佳昱, 李辉, 朱乐强, 等. 2024. 湖南省蛇类新纪录——花坪白环蛇. *野生动物学报*, 45(2): 434–440.
- 吴帝豪, 黄俊杰, 蒋珂, 等. 2023. 贵州省蛇类新纪录——锦白环蛇及半阴茎补充描述. *四川动物*, 42(2): 141–142.
- 伍律, 李德俊, 刘积琛. 1985. 贵州爬行类志. 贵阳: 贵州人民出版社.
- 张服基, 胡淑琴, 赵尔宓. 1984. 我国游蛇亚科 Colubrinae(游蛇科 Colubridae) 半阴茎形态的比较研究与演化关系的讨论. *两栖爬行动物学报*, 3(3): 23–44.
- 张荣祖. 2011. 中国动物地理. 北京: 科学出版社.
- 赵尔宓. 2006. 中国蛇类 上卷. 合肥: 安徽科学技术出版社.

附录 1 研究所用分子样品信息

Appendix 1 DNA sequences used in this study

物种 Species	标本号 Voucher number	产地 Locality	Cyt <i>b</i> 基因 GenBank 登录号 Cyt <i>b</i> gene GenBank accession number
本研究 This study	CIB 119811	中国贵州榕江乐里 Leli, Rongjiang, Guizhou, China	PQ351747
花坪白环蛇 <i>Lycodon cathaya</i>	SYS r001542	中国广西龙胜花坪	MT602075
	SYS r001630	Huaping, Longsheng, Guangxi, China	MT602076
	HNNU 230727	中国湖南城步 Chengbu, Hunan, China	OR736068
黑背白环蛇 <i>L. ruhstrati</i>	CIB 119814	中国贵州榕江乐里 Leli, Rongjiang, Guizhou, China	PQ351749
横纹白环蛇 <i>L. multizonatus</i>	CIB 103	中国四川泸定 Luding, Sichuan, China	KF732926
锦白环蛇 <i>L. pictus</i>	CIB 119815	中国贵州荔波茂兰 Maolan, Libo, Guizhou, China	PQ351748
赤链蛇 <i>L. rufozonatus</i>	SYS r001770	中国浙江天台山 Tiantaishan, Zhejiang, China	MT625858
白链蛇 <i>L. septentrionalis</i>	CIB 117521	中国西藏林芝墨脱 Motuo, Linzhi, Xizang, China	MW353736
双全白环蛇 <i>L. fasciatus</i>	KIZ 014157	中国云南西双版纳 Xishuangbanna, Yunnan, China	MK201559
福清白环蛇 <i>L. fusingensis</i>	SYS r001250	中国广东惠州南昆山 Nankunshan, Huizhou, Guangdong, China	MT625847
贡山白环蛇 <i>L. gongshan</i>	KIZ 035112	中国云南怒江独龙江 Dulongjiang, Nujiang, Yunnan, China	MW353748
东川白环蛇 <i>L. synaptor</i>	HS12087	中国云南昆明 Kunming, Yunnan, China	MK201308
老挝白环蛇 <i>L. laoensis</i>	FMNH 258659	老挝沙拉湾 Saravan, Laos	KC010368
南方链蛇 <i>L. meridionalis</i>	VNUF R.2017.123	越南清化 Thanh Hoa, Vietnam	MH669270
南方链蛇 <i>L. meridionalis</i>	VNUF R.2012.4	越南北江 Bac Kan, Vietnam	MH669271
黄链蛇 <i>L. flavozonatus</i>	SYS r000640	中国江西黄岗山 Huanggangshan, Jiangxi, China	MK201413
锯纹白环蛇 <i>L. serratus</i>	KIZ 038335	中国云南德钦 Deqin, Yunnan, China	MW353746
隐士白环蛇 <i>L. obvelatus</i>	KIZ 040146	中国四川攀枝花 Panzhihua, Sichuan, China	MW353745
沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i>	KIZ 035013	中国云南怒江泸水 Lushui, Nujiang, Yunnan, China	MW353742
刘氏白环蛇 <i>L. liuchengchaoi</i>	SYS r001654	中国湖北神农架 Shennongjia, Hubei, China	MK201580
犬牙林蛇 <i>Boiga cynodon</i>	KU 324614	菲律宾内格罗斯岛 Negros Island, Philippines	KC010340

CIB. 中国科学院成都生物研究所; FMNH. 菲尔德自然史博物馆; HNNU. 湖南师范大学; HS. 黄松教授个人标本编号; KIZ. 中国科学院昆明动物研究所; KU. 堪萨斯大学; SYS. 中山大学; VNUF. 越南国立林业大学。

CIB. Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences; FMNH. Division of Amphibians and Reptiles, Field Museum of Natural History; HNNU. Hunan Normal University; HS. Personal specimen of Prof. Song Huang; KIZ. Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences; KU. Museum of Natural History, University of Kansas; SYS. Sun Yat-Sen University; VNUF. Vietnam National University of Forestry.

附录 2 各产地花坪白环蛇形态特征的比较

Appendix 2 Morphological comparison of *Lycodon cathaya* from different localities

	贵州榕江乐里 Leli, Rongjiang, Guizhou 本研究 This study	广西龙胜花坪 Huaping, Longsheng, Guangxi Wang et al. 2020	湖南城步 Chengbu, Hunan 刘佳昱等 2023	
	CIB 119811 (♂)	SYS r001542 (♂)	SYS r001630 (♂)	HNNU 230727 (♀)
头体长 Snout-vent length, SVL (mm)	673.3	451.4	730.1	522.9
尾长 Tail length, TaL (mm)	182.9	111.1	180.5	136.1
全长 Total length, ToL (mm)	856.2	562.5	910.6	676.4
尾长/全长 TaL/ToL (mm)	0.213	0.198	0.198	0.201
头长 Head length, HL (mm)	25.6	17.2	23.3	14.5
头宽 Head width, HW (mm)	15.0	11.1	14.6	13.3
头宽/头长 HW/HL	0.585	0.643	0.627	0.917
眼径 Eye horizontal diameter, ED (mm)	2.6	2.2	3.0	2.3
背鳞行数 Dorsal scale rows, DSR	17-17-15	17-17-15	17-17-15	17-17-15
上唇鳞 Supralabial, SPL	8	8	8	8
上唇鳞入眶数 Numbers of supralabials in contact with the eye, SPL-E	3	3	3	3
下唇鳞 Infralabial, IFL	10	9	9	9
下唇鳞与前颌片相切数 Numbers of infralabials in contact with the anterior chin shield, IFL-aCS	第 1 至第 5 1st - 5th	第 1 至第 4 1st - 4th	第 1 至第 4 1st - 4th	第 1 至第 4 1st - 4th
下唇鳞与后颌片相切数 Number of infralabials in contact with the posterior chin shield, IFL-pCS	第 5 至第 6 5th - 6th	第 4 至第 5 4th - 5th	第 4 至第 5 4th - 5th	第 4 至第 5 4th - 5th
颌片 Chin-shield, CS	2	2	2	2
眶前鳞 Preocular, PrO	1	1	1	1
眶后鳞 Postocular, PtO	2	2	2	2
颊鳞 Loreal, LoR	1	1	1	1
颊鳞是否入眶 Loreal in contact with the eye or not, L-E	否 No	否 No	否 No	否 No
前颞鳞 Anterior temporal, aTMP	2	2	2	2
后颞鳞 Posterior temporal, pTMP	3	3	3	3
前腹鳞 Preventral scales, PrV	2	2	2	2
肛鳞 Precloacal plate, PrC	完整 Entire	完整 Entire	完整 Entire	完整 Entire
腹鳞 Ventral scales, V	194	199	200	203
尾下鳞 Subcaudals, SC	78	78	78	77
体背环纹 Snout-vent bands, S-V bands	39	35	31	36
尾背环纹 Tail bands, TaL bands	15	16	13	16
上颌齿 The number of maxillary teeth, MT	12	10	10	—

“—” 表示数据缺失。“—” indicates missing data.

附录 3 本研究涉及的白环蛇属物种间及外群基于线粒体 *Cyt b* 基因片段计算的未校正遗传距离

Appendix 3 Uncorrected *p*-distance between *Lycodon* species and outgroup referred in this study based on mitochondrial *Cyt b* gene sequences

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1 花坪白环蛇 (本研究)																						
<i>Lycodon cathaya</i> CIB 119811 (This study)																						
2 花坪白环蛇 <i>L. cathaya</i> SYS r001542	0.00																					
3 花坪白环蛇 <i>L. cathaya</i> SYS r001630	0.00	0.00																				
4 花坪白环蛇 <i>L. cathaya</i> HNNU 230727	0.00	0.00	0.00																			
5 黑背白环蛇 <i>L. rubrastrai</i> CIB 119814	0.15	0.15	0.15	0.15																		
6 横纹白环蛇 <i>L. multizonatus</i> CIB 103	0.16	0.16	0.16	0.16	0.11																	
7 扁白环蛇 <i>L. pictus</i> CIB 119815	0.15	0.15	0.15	0.15	0.11	0.09																
8 赤链蛇 <i>L. nufozonatus</i> SYS r001770	0.10	0.10	0.10	0.10	0.14	0.15	0.15															
9 白链蛇 <i>L. septentrionalis</i> CIB 117521	0.09	0.09	0.09	0.09	0.15	0.17	0.15	0.10														
10 双全白环蛇 <i>L. fasciatus</i> KIZ 014157	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16													
11 福清白环蛇 <i>L. fuisingensis</i> SYS r001250	0.09	0.09	0.09	0.09	0.16	0.16	0.15	0.10	0.07	0.14												
12 贡山白环蛇 <i>L. gongshan</i> KIZ 35112	0.16	0.17	0.17	0.17	0.11	0.12	0.12	0.17	0.17	0.06	0.16											
13 东川白环蛇 <i>L. synaptor</i> HS 12087	0.15	0.15	0.15	0.15	0.11	0.14	0.12	0.13	0.14	0.13	0.14	0.12										
14 老挝白环蛇 <i>L. laoensis</i> FMNH: 258659	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.17	0.19	0.19									
15 南方链蛇 <i>L. meridionalis</i> VNUF R.2017.123	0.09	0.09	0.09	0.09	0.15	0.16	0.15	0.09	0.09	0.13	0.09	0.17	0.16	0.17								
16 南方链蛇 <i>L. meridionalis</i> VNUF R.2012.4	0.09	0.09	0.09	0.09	0.15	0.15	0.15	0.09	0.09	0.14	0.10	0.17	0.16	0.17	0.01							
17 黄链蛇 <i>L. flavozonatus</i> SYS r000640	0.09	0.09	0.09	0.09	0.13	0.14	0.14	0.09	0.10	0.15	0.09	0.13	0.16	0.16	0.03	0.03						
18 锯齿白环蛇 <i>L. serratus</i> KIZ 038335	0.17	0.17	0.17	0.17	0.11	0.04	0.09	0.17	0.17	0.11	0.16	0.12	0.14	0.21	0.16	0.16	0.15					
19 隐士白环蛇 <i>L. obvelatus</i> KIZ 040146	0.16	0.17	0.17	0.16	0.11	0.13	0.13	0.15	0.18	0.15	0.17	0.14	0.09	0.21	0.17	0.17	0.16	0.13				
20 沙坝白环蛇 <i>L. chapaensis</i> KIZ 35013	0.08	0.08	0.08	0.08	0.15	0.16	0.15	0.10	0.06	0.14	0.07	0.16	0.13	0.18	0.08	0.08	0.07	0.17	0.17			
21 刘氏白环蛇 <i>L. liuchengchaoi</i> SYS r001654	0.15	0.15	0.15	0.15	0.11	0.06	0.08	0.16	0.15	0.10	0.13	0.09	0.13	0.19	0.15	0.15	0.06	0.13	0.14			
22 犬牙林蛇 <i>Boiga cynodon</i> KU 324614	0.19	0.20	0.20	0.20	0.21	0.22	0.22	0.19	0.19	0.23	0.21	0.21	0.22	0.22	0.20	0.19	0.21	0.22	0.23	0.19	0.22	