

云南保山发现洞穴山蛭

杨 情¹, 郑志兰¹, 陈文华², 刘志霄^{1*}

¹吉首大学生命科学学院, 湖南 吉首

²保山学院资源环境学院, 云南 保山

收稿日期: 2026年5月11日; 录用日期: 2026年6月19日; 发布日期: 2026年8月4日

摘 要

2026年4月, 在云南省保山市隆阳区的一个溶洞的洞顶壁采集到一些营陆生生活的真洞穴蛭类标本, 结合形态比对和线粒体 COI 基因的系统发育分析, 将其鉴定为山蛭科中国洞蛭属(*Sinospelaeobdella*)的洞穴山蛭(*Sinospelaeobdella cavatuses*)。在我国, 该种仅记录分布于云南省德宏州的个别溶洞, 本次发现将其分布区向东北扩展至怒山南延余脉, 为研究云南西部洞穴蛭类的起源、扩散与适应性演化提供了新资料。

关键词

洞穴山蛭, 中国洞蛭属, 蛭纲, 云南省, 真洞穴蛭类

The Troglobite *Sinospelaeobdella cavatuses* Discovered in Baoshan, Yunnan Province

Qing Yang¹, Zhilan Zheng¹, Wenhua Chen², Zhixiao Liu^{1*}

¹School of Life Sciences, Jishou University, Jishou Hunan

²School of Resources and Environment, Baoshan College, Baoshan Yunnan

Received: May 11, 2026; accepted: June 19, 2026; published: August 4, 2026

Abstract

In April 2026, some terrestrial troglobite leech specimens were collected from the ceiling of a karstic cave in Longyang District, Baoshan City, Yunnan Province, China. Based on morphological comparison and phylogenetic analysis of mitochondrial COI gene, they were identified as *Sinospelaeobdella cavatuses* (family Haemadipsidae, genus *Sinospelaeobdella*). In China, this species was previously only recorded in a few karstic caves in Dehong Dai and Jingpo Autonomous Prefecture, Yunnan Province. The

*通讯作者。

present finding extends its distribution range eastward to the southern extension of the Nu Shan Mountains, providing new data for studying the geographic origin, dispersal and adaptive evolution of cave leeches in western Yunnan.

Keywords

Sinospelaeobdella cavatuses, *Sinospelaeobdella*, Hirudinea, Yunnan Province, Troglobite Leech

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

溶洞, 亦称喀斯特洞穴(karstic cave), 是地球表层自身演化而形成的地下空间, 洞穴景观与洞穴生物是全球生物多样性不可或缺的组分。洞穴的深处恒黑, 空气的温度、湿度等生态因子也相对稳定, 许多动物经过长期的适应性进化, 衍生出了不同于地面物种的形态、生态、行为与生理特征, 成为真洞穴动物(troglobite) [1]。真洞穴动物是洞穴生物多样性中最令人惊异的部分, 是动物地理分布模式、适应性进化、系统发育, 以及保护遗传学研究的理想材料。

蛭类隶属环节动物门(Annelida)蛭纲(Hirudinea), 全球已记录约 700 余种, 我国已知蛭类约占世界蛭类物种数的 1/6 [2]。依据生境的差异, 将蛭类区分为“水蛭”和“陆蛭”。Sawyer (1986)对陆生蛭类进行系统整理, 并将它们统归为山蛭科(Haemadipsidae), 包括 3 颚类组(trignathous) 5 属和 2 颚类组(duognathous) 12 属[3]。后续的分类修订将 3 颚类组划分为 3 属, 即三颚四环蛭属(*Tritetrabdella*)、山蛭属(*Haemadipsa*) [4] [5]和中国洞蛭属(*Sinospelaeobdella*) [6]。

中国洞蛭属属于真洞穴动物, 目前仅发现 3 种, 即洞穴山蛭(*Sinospelaeobdella cavatuses*)、武陵洞蛭(*S.wulingensis*) [6] [7]和江西洞蛭(*S. jiangxiensis*) [8]。武陵洞蛭是该属的模式种, 目前已知分布于湘西州境内的水牛洞等少数几个溶洞[6]、四川省邻水县的老龙洞[9]、贵州省务川县云丰村的简家沟洞[10]以及广西临桂县会仙镇的燕子洞[11], 江西洞蛭仅分布于江西省赣州市的昌水洞[8], 而洞穴山蛭仅分布于云南西畴德宏自治州境内的个别溶洞[7] [12]。

怒山山脉(碧罗雪山)南延余脉位于云南省西部, 是横断山脉的重要组成部分, 也是全球生物多样性热点地区的延伸地带。该区域地质构造复杂, 喀斯特地貌发育良好, 为洞穴动物提供了丰富的栖息环境。本文报道了最近在怒山山脉南延余脉(保山市隆阳区板桥镇)一溶洞中采集到的一种陆生蛭类, 经鉴定为洞穴山蛭(*Sinospelaeobdella cavatuses*)。现将有关情况报道如下。

2. 材料与方法

2.1. 样品采集及形态特征观察

2026 年 4 月, 在我国云南省保山市隆阳区板桥镇(25°15'41.22"N, 99°14'35.60"E)一溶洞的洞顶壁采集到 10 条陆生蛭类标本(简称“保山标本”), 分别编号为 BS2601-BS26010。将活体标本置于矿泉水瓶内带回, 瓶内放少许水, 瓶口用多层纱布封盖以保证瓶内通气和防止蛭体逃出。参考相关文献介绍的方法[9]-[11] [13] [14], 逐滴滴加酒精对标本进行麻醉处理, 对其进行形态学特征观察, 采用数显式游标卡尺(精度 0.01 mm)测量其体长、体宽、头宽和尾吸盘直径。然后, 用固定液(多聚甲醛)处理约半小时。将蛭体取出,

之后吸取 PEG 缓冲液冲洗数次,并用细软毛刷刷去体表粘液,再将其放在体视显微镜(LEICA M205 C)下观测,对蛭体的体色、眼点、吸盘、体表乳突以及两性生殖孔的位置与间隔环数等重要特征进行记录。最后,对其内部结构进行解剖观察。标本保存在吉首大学生命科学学院动物标本室。

2.2. DNA 测序和数据处理

剪取编号为 BS2601 和 BS2602 标本的尾吸盘的肌肉组织保存于无水酒精中,送至擎科生物工程(武汉)股份有限公司,采用 Ezup 柱式动物基因组 DNA 抽提试剂盒(B518251)提取基因组 DNA,使用蛭类通用引物 LCO1490/HCO2198 扩增线粒体 *COI* 基因[15]。扩增 *COI* 基因的 PCR 反应条件: 94℃ 预变性 5 min, 94℃ 变性 30 s, 49℃ 退火 30 s, 72℃ 延伸 1 min, 循环 30 次,最后 72℃ 总延伸 10 min。将扩增后的 PCR 产物经电泳检测、纯化后测序。

2.3. 数据处理

采用 Microsoft Excel 2019 软件对保山标本的外部形态特征数据进行整理和统计分析,计算各测量指标的均值、标准差及变异系数。测序峰图经 DNASTar Lasergene 7.1.0 软件包中的 SeqMan 程序进行拼接、编辑与校正,去除引物序列及低质量片段。将校正后的序列在 NCBI 数据库中运行 BLASTn 程序,进行同源性检索,下载与保山标本亲缘关系较近的蛭类 *COI* 基因序列(包括中国洞蛭属已知种、山蛭科近缘属种及外群种类)进行多序列比对,采用 Clustal W 算法,经 MEGA 12.1 软件手动调整优化。采用最大似然法(Maximum Likelihood, ML)构建分子系统发育树,进化树各分支的置信度采用 Bootstrap 法进行 1000 次重复抽样检验。最后,综合外部形态特征与 mtDNA *COI* 基因的系统发育关系,完成对保山标本的物种鉴定及分类定位。

3. 结果与分析

3.1. 形态特征

保山标本在活体状态下因体内嗦囊中所贮存的宿主血液经透明的体表透射而呈现暗红色至黑褐色(图 1),保存于 95%乙醇后其体表大体上呈现乳白色,体背、腹面未见斑纹或色素沉积(图 2(a))。在静息状态下,其体长为 23.5~41.2 mm,最大体宽 1.5~4.5 mm,头宽 1.9~3.0 mm,尾吸盘直径 3.1~5.3 mm (表 1)。整体上其体形细长,前端略尖,后段渐宽呈钝长圆锥形,末端稍膨大形成尾吸盘。



Figure 1. The land leech inhabiting a karstic cave in Baoshan, Yunnan Province
图 1. 栖息在云南保山一个溶洞顶壁上的陆生蛭类

保山标本身体分节特征明显,全身共 27 体节 94 体环,完全体节包含 5 体环。头背有 5 对眼点,分别位于第 2、3、4、5 及 8 体环的两侧呈半圆弧状排列(图 2(b))。眼点的形态存在差异,第 1、2 对眼点呈弧

形，第 1 对最为发达，第 2 对次之，第 3 对开始显著缩小，第 4、5 对退化为细小点状。两性生殖孔均开口于腹面环沟，雌、雄生殖孔分别位于第 35/36 体环和第 33/34 体环(表 1)，两孔相隔 2 环(图 2(c))。肛门开口于正背面第 94 体环与尾吸盘的交界处。在背面与尾吸盘交界处有左右两侧对称的 3 对耳状突，整体呈三角形。解剖观察发现，保山标本的消化系统与生殖系统与洞穴山蛭模式种的描述吻合，无明显差异。

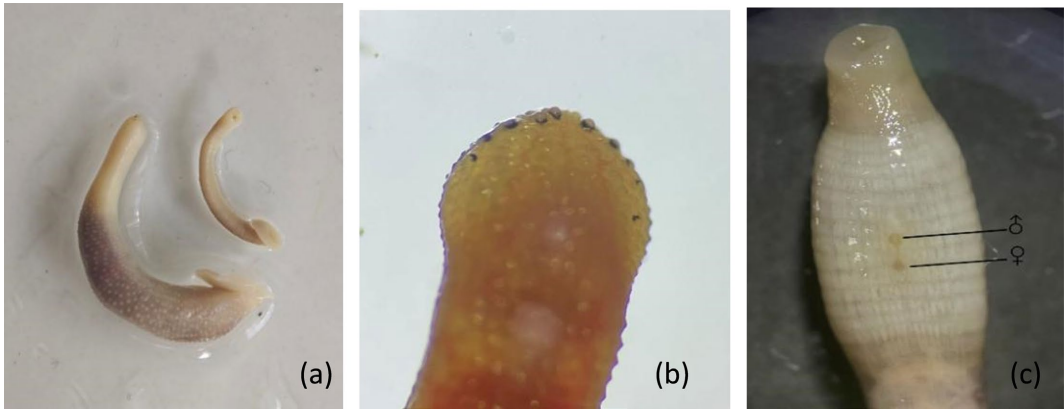


Figure 2. Partial external morphological characteristics of the leech specimens from Baoshan, Yunnan province. (a) Specimens preserved in ethanol; (b) Eyespots on the back of head; (c) Positions of gonopores in the clitellum, ♂ male gonopore, ♀ female gonopore

图 2. 云南保山标本的局部外形特征。(a) 乙醇浸泡后的标本；(b) 头部背面的眼点排列；(c) 环带及雌、雄生殖孔的位置：♂ 雄性生殖孔，♀ 雌性生殖孔

Table 1. Morphological comparison of the Baoshan specimens with three known species of *Sinospelaeobdella*

表 1. 保山标本与中国洞蛭属已知的 3 个物种之间的形态特征比较

项目 Items	武陵洞蛭 <i>S. wulingensis</i> (Huang <i>et al.</i> , 2019; n = 21)	洞穴山蛭 <i>S. cavatuses</i> (杨潼等, 2009; n = 13)	洞穴山蛭 <i>S. cavatuses</i> (泰 国种群, Seesamut <i>et al.</i> , 2023; n =16)	江西洞蛭 <i>S. jiangxiensis</i> (Li <i>et al.</i> , 2025; n = 5)	保山标本 (n = 10)
体长(mm)	15~28	31~44	23.28~32.00	23~29	23.5~41.2
最大体宽 (mm)	3.5~5.4	6.0~8.0	2.21~5.64	3.8~5.7	1.5~4.5
头宽(mm)	1.8~2.8	2.6~3.0	2.21~5.64	2.2~3.4	1.9~3.0
尾吸盘直径 (mm)	4.1~6.7	6.0~7.5	3.18~5.39	3.9~6.0	3.1~5.3
顎的数量	3 片	3 片	3 片	3 片	3 片
眼点的数量	5 对	5 对	5 对	5 对	5 对
眼点的形状	第 1、2、3 对呈弧形，第 2 对最大，第 4、5 对呈点状	第 1、2 对呈弧形，且第 1 对最大，第 3、4、5 对眼点逐渐变小呈点状	同左	第 1、2 对呈弧形，第 2 对最大；第 3、4、5 对眼点逐渐变成小点状，第 4、5 对呈点状且相隔 3 环	第 1、2 对呈弧形，且第 1 对最大，第 3、4、5 对逐渐变小，呈点状
第五对眼点	存在	很小或缺失	同左	存在	存在但较小
眼点的分布情况	分布在第 2、3、4、5、8 体环的两侧，呈半圆弧形排列	分布在第 2、3、4、5、8 环的两侧，呈半圆弧形排列	同左	分布在第 2、3、4、5、8 体环的两侧，呈半圆弧形排列	分布在第 2、3、4、5、8 体环的两侧，呈半圆弧形排列

续表

耳状突的数量	3 对	3 对	同左	3 对	3 对
耳状突的形状	较小, 呈三角形, 3 对的大小几乎一样	呈三角形, 第 1 对大而明显, 后 2 对小或几乎不显	同左	呈三角形, 第 1 对大而明显, 后 2 对很小或几乎不显	呈三角形, 第 1 对大而明显, 后 2 对小或几乎不显
生殖孔的位置	♂: 第 33/34 体环 ♀: 第 35/36 体环	♂: 第 33/34 体环 ♀: 第 35/36 体环	同左	♂: 第 33/34 体环; ♀: 第 35/36 体环	♂: 第 33/34 体环 ♀: 第 35/36 体环
辐射肋	78 条左右, 呈放射状	78 条左右, 呈放射状	同左	79~90 条, 呈放射状	78 条左右, 呈放射状
尾吸盘的形状	近圆形	圆盘状	同左	近圆形	圆盘形

3.2. 分子鉴定

分子数据经过处理, 获得 mtDNACOI 基因序列长度 718 bp。NCBI Blast 对比结果显示, 保山标本与洞穴山蛭的相似度最大, 高达 99.71%, 与武陵洞蛭的相似度为 90.38%, 而与江西洞蛭的相似度仅为 89.82%。基于 COI 基因构建的系统发育树(ML 树)显示, 保山标本与分布于云南省德宏州的洞穴山蛭聚为一支, 而武陵洞蛭和江西洞蛭各自独立成支(图 3)。遗传距离分析结果显示, 保山标本与模式产地的洞穴山蛭平均相差 0.75%, 与湘西州的武陵洞蛭相差 9.80%, 与江西洞蛭相差 11.41%(表 2)。综合形态与分子证据, 将保山标本鉴定为洞穴山蛭。

Table 2. The uncorrected pairwise intraspecific and interspecific genetic distances in the *Sinospelaeobdella* based on mtDNA COI gene sequences

表 2. 基于 mtDNA COI 基因序列计算的中国洞蛭属种内及种间的遗传距离

		BS 2601	BS 2602	OQ 707890	OQ 707891	MG 195989	MG 195987	MG 195988	MG 195993	MG 195990	MG 195986	MG 195991	PV 383319	PV 383320
保山标本	BS2601													
	BS2602	0.0000												
<i>S. cavatuses</i>	OQ707890	0.0095	0.0095											
	OQ707891	0.0111	0.0111	0.0016										
	MG195989	0.0016	0.0016	0.0079	0.0095									
	MG195987	0.0016	0.0016	0.0079	0.0095	0.0000								
	MG195988	0.0112	0.0112	0.0079	0.0095	0.0095	0.0095							
	MG195993	0.0160	0.0160	0.0128	0.0144	0.0144	0.0144	0.0176						
	MG195990	0.1032	0.1032	0.0995	0.1013	0.1032	0.1032	0.0996	0.1050					
<i>S. wulingensis</i>	MG195986	0.1032	0.1032	0.0995	0.1013	0.1032	0.1032	0.0996	0.1050	0.0000				
	MG195991	0.1086	0.1086	0.1031	0.1050	0.1068	0.1068	0.1032	0.1086	0.0160	0.0160			
	PV383319	0.1141	0.1141	0.1141	0.1159	0.1141	0.1141	0.1104	0.1159	0.0924	0.0924	0.0888		
<i>S. jiangxiensis</i>	PV383320	0.1141	0.1141	0.1141	0.1159	0.1141	0.1141	0.1104	0.1159	0.0924	0.0924	0.0888	0.0000	

注: BS2601 和 BS2602: 云南保山标本; *S. cavatuses*: 洞穴山蛭; *S. wulingensis*: 武陵洞蛭; *S. jiangxiensis*: 江西洞蛭。

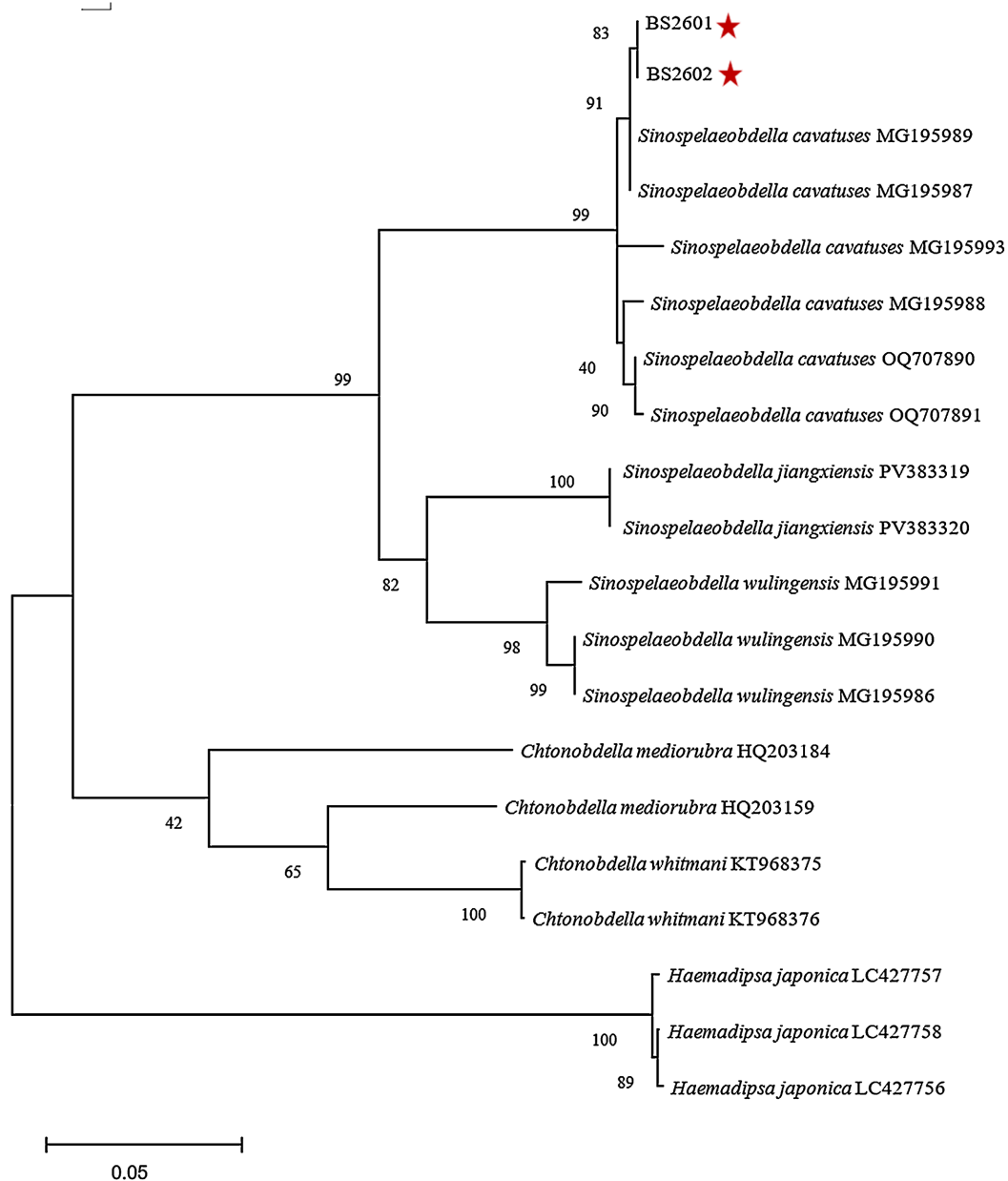


Figure 3. Maximum Likelihood (ML) tree based on the sequences of mitochondrial *COI* gene. The number on the tree indicated bootstrap value; BS2601 and BS2602 are the specimens from Baoshan

图 3. 基于 mtDNA *COI* 基因构建的 ML 树(各分支上的数字表示节点支持率; BS2601 和 BS2602 为保山标本)

4. 讨论

保山标本与该属目前已知的武陵洞蛭、江西洞蛭和洞穴山蛭[6]-[8]相比较,其 27 体节 94 体环、5 对眼点的分布模式,以及雌、雄生殖孔间距 2 体环等特征,与洞穴山蛭的原始描述很吻合。其中,第 1 对眼点最大、第 5 对眼点常退化的特征,可与同属的武陵洞蛭明确区分。同时,构建的系统发育树也显示,保山标本与洞穴山蛭聚为一支。因此,综合分子数据的分析和形态学特征的比较,将保山的洞蛭标本鉴定为洞穴山蛭。

保山标本采集地与洞穴山蛭的模式产地(云南德宏)的直线距离约 118 km,但这两个洞蛭种群之间的

平均遗传距离仅为 0.75%，表明它们之间的基因交流频繁。保山标本采集地与武陵洞蛭模式产地(湘西州水牛洞)的直线距离约 1095 km，这两个洞蛭种群的平均遗传距离相差 9.80%，存在显著的种间分化。保山标本采集地与江西洞蛭采集地[8]的直线距离约为 1495 km，两种群之间的平均遗传距离为 11.41%，系目前已知该属内最高的种间遗传距离。然而，四川邻水老龙洞的武陵洞蛭与贵州遵义简家沟洞武陵洞蛭种群之间的遗传距离达 4.7%，尽管直线距离仅约 230 km，这一异常高的种内分化可能与两地溶洞群的微生境差异有关，提示环境因素在种群分化中的作用不容忽视，但武陵洞蛭是否已分化为不同的亚种或存在隐存种仍有待今后予以深入研究。

从现有遗传距离和地理分布数据来看，保山标本与德宏种群之间 0.75%的低遗传距离，以及两地间约 118 km 的直线距离，提示这两个种群之间可能存在频繁的基因交流，但由于本研究仅基于单个线粒体基因(*COI*)和有限的标本数量，数据较少，尚难以明确判断其分化模式是渐进隔离所致还是单次扩散事件的结果。云南西部复杂的地质构造历史，如怒山山脉的隆升、河流系统的演变，都可能对洞蛭类群的扩散及分布产生重要影响，但具体机制仍有待进一步研究。

近年，在泰国、老挝等地也发现了中国洞蛭属洞穴山蛭的分布[16]。从泰国记录洞穴山蛭的文献来看，洞穴山蛭的分布范围已从中国云南延伸至中南半岛北部，形成了跨中国、老挝、泰国的分布格局。泰国种群与中国云南种群的直线距离为 550 km，遗传距离为 0.95%，而与直线距离更近的老挝种群的遗传距离高达 4.02%，这提示，洞穴山蛭也可能存在隐存种或亚种分化。与泰国种群相比，保山标本的体型更大，更接近模式产地云南德宏种群的形态特征，这也反映出洞穴山蛭在不同地理种群间存在一定的形态变异。在未来的研究中，有必要进一步关注洞穴山蛭不同地理种群之间的基因交流模式，同时结合更广泛的采样与多基因分子数据，厘清中国洞蛭属各物种是否还存在隐存种或亚种分化，从而为理解我国南方和中南半岛洞蛭的分布、起源和扩散路径提供更丰富的资料，并有助于山蛭科及陆生蛭类系统演化的深入研究。

5. 结论及展望

综合形态学比较与 mtDNA *COI* 基因分析，保山标本与洞穴山蛭的亲缘关系最近，而与武陵洞蛭和江西洞蛭的差异明显，因此保山标本应归属于洞穴山蛭。本研究不仅是洞穴山蛭在云南保山的分布新记录，也将该物种的分布向北推移了约 49 km，向东推移了约 120 km，使得保山成为洞穴山蛭分布的新北缘和新东缘。未来可进一步关注洞穴山蛭不同地理种群之间的基因交流模式，以及洞蛭类群(中国洞蛭属各物种)的亚种分化及隐存种的问题，同时可进一步探究该属乃至山蛭科在喀斯特洞穴环境中的起源、扩散及适应性演化的路径及机制。

基金项目

国家自然科学基金资助项目，项目名称：中国及邻近区域陆生吸血性山蛭科动物的整合分类学研究(32160241, 32560119)。

致 谢

研究过程中，得到保山大青树户外运动有限责任公司董亚坤博士，以及吉首大学生命科学学院张佑祥副教授、黄兴龙博士，以及唐艳、胡慧等同学的支持和帮助，谨致谢忱。

参考文献

- [1] 刘志霄. 洞穴生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2021.

- [2] 刘英奎, 白义, 乔宁, 等. 中国蛭类分类研究进展[J/OL]. 中国科技论文在线, 2011. <http://www.paper.edu.cn/releasepaper/content/201103-415>, 2026-04-22.
- [3] Sawyer, R.T. (1986) *Leech Biology and Behaviour*. Oxford University Press/Clarendon Press.
- [4] Apakupakul, K., Siddall, M.E. and Bureson, E.M. (1999) Higher Level Relationships of Leeches (Annelida: Clitellata: Euhirudinea) Based on Morphology and Gene Sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **12**, 350-359. <https://doi.org/10.1006/mpev.1999.0639>
- [5] Borda, E., Ocegüera-Figueroa, A. and Siddall, M.E. (2008) On the Classification, Evolution and Biogeography of Terrestrial Haemadipsoid Leeches (Hirudinida: Arhynchobdellida: Hirudiniformes). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **46**, 142-154. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.09.006>
- [6] Huang, T., Liu, Z., Gong, X., Wu, T., Liu, H., Deng, J., *et al.* (2019) Vampire in the Darkness: A New Genus and Species of Land Leech Exclusively Bloodsucking Cave-Dwelling Bats from China (Hirudinda: Arhynchobdellida: Haemadipsidae). *Zootaxa*, **4560**, 257-272. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4560.2.2>
- [7] 杨潼, 莫潇, 王德斌. 洞穴吸血陆蛭一新种在中国云南省西陲的发现[J]. 动物分类学报, 2009, 34(1): 125-129.
- [8] Li, T.Y., Liu, Y.H., Zhang, C., Gu, H., Cheng, Z., Peng, J., *et al.* (2025) A New Species of *Sinospelaeobdella* from China: *Sinospelaeobdella jiangxiensis* sp. n. (Hirudinda, Arhynchobdellida, Haemadipsidae). *Animals*, **15**, Article No. 1079. <https://doi.org/10.3390/ani15081079>
- [9] 任伯淞, 黄太福, 伍丽艳, 等. 四川省邻水县发现武陵洞蛭[J]. 四川动物, 2020, 39(6): 679-683.
- [10] 吴清姐, 黄太福, 兰香英, 等. 贵州省首次发现武陵洞蛭[J]. 世界生态学, 2023, 12(1): 94-100.
- [11] 廖金屏, 陈美如, 向海洋, 殷梓涵, 向冬琴, 刘志霄, 沈利娜. 广西临桂县首次发现武陵洞蛭[J]. 世界生态学, 2024, 13(4): 499-505.
- [12] 郭云胶, 李粒, 杨荣杰. 洞穴山蛭生物学习性观察研究[J]. 中国科技教育, 2010(7): 61-63.
- [13] 丁鲁民. 吸血蛭类的采集、保存及制片方法[J]. 口岸卫生控制, 2004(4): 14-15.
- [14] 杨潼. 中国动物志(环节动物门·蛭纲) [M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [15] Folmer, O., Back, M., Hoeh, W., *et al.* (1994) DNA Primers for Amplification of Mitochondrial Cytochrome C Oxidase Subunit I from Diverse Metazoan Invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, **3**, 294-299.
- [16] Seesamut, T., Chanabun, R., Likhitrakarn, N., Siriut, W., Srisonchai, R., Pholyotha, A., *et al.* (2023) First Record of a Cavernous Land Leech *Sinospelaeobdella cavatuses* (Hirudinda: Haemadipsidae) from Thailand. *Tropical Natural History*, No. 7, 213-220. <https://doi.org/10.58837/tnh.23.7.257416>