盐边腹链蛇的补充描述及地理分布更新

马舜[①②] 石胜超[①②] 布点阿依[①②] 冯建益[①②] 江建平[①②*]

① 中国科学院成都生物研究所 成都 610041；② 中国科学院大学 北京 100049

摘要：盐边腹链蛇（*Hebius yanbianensis*）由 Liu 等（2018）依据 1 号标本而命名，后续文献仅报道了四川盐边县和云南永仁县的各 3 号标本信息，其形态特征及分布范围都有待进一步研究。本文基于新鉴定的四川标本 20 号和新采集的云南标本 1 号，结合已有文献报道的标本 7 号，对其遗传分化、形态特征及分布范围进行了补充描述。线粒体 Cyt *b* 基因序列分子系统关系分析结果显示，盐边腹链蛇的云南宾川种群与四川盐边种群在系统发育树上聚为一支，但它们的遗传距离为 1.4%，表明其有一定的遗传分化。盐边腹链蛇不同地理种群的形态特征总体相似，背鳞 19-19-17 行；在以下特征存在变异：其尾长与体长之比的范围为 25.5% ~ 36.2%，腹鳞数为 159 ~ 175 枚，尾下鳞 67 ~ 90 对。其在尾长与全长之比、背鳞行数、腹鳞数、尾下鳞数、背部花纹以及腹链有无与分布在中国的其他 23 种东亚腹链蛇属物种明显区分。盐边腹链蛇已知在其模式产地四川省盐边县以及云南省永仁县分布，本文确定其在四川省米易县、会理市、九龙县以及云南省宾川县亦有分布。研究结果显示，盐边腹链蛇形态特征总体较为稳定，但不同地理种群之间有一定的遗传分化。

关键词：盐边腹链蛇；遗传分化；形态特征；地理分布

中图分类号：Q959 **文献标识码：**A **文章编号：**0250-3263（2023）04-540-14

Supplementary Description on Yanbian Keelback Snake *Hebius yanbainensis* (Serpentes: Natricidae) and Its Updated Geographical Distributions

MA Shun[①②] SHI Sheng-Chao[①②] AYI Bu-Dian[①②]
FENG Jian-Yi[①②] JIANG Jian-Ping[①②*]

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

② *University of Chinese Academy of Science, Beijing* 100049, *China*

Abstract: [Objectives] Yanbian Keelback Snake *Hebius yanbianensis* was described based on one specimen, after then, three specimens from Yanbian County in Sichuan Province and three from Yongren County in Yunnan Province were reported. Owing to the limited information of this species, its genetic differentiation,

基金项目 第二次青藏高原综合科学考察研究项目（No. 2019QZKK05010503，2019QZKK05010203）；

* 通讯作者，E-mail: jiangjp@cib.ac.cn；

第一作者介绍 马舜，男，博士研究生；研究方向：两栖爬行动物系统学；E-mail: mashun21@mails.ucas.ac.cn。

收稿日期：2022-11-29，修回日期：2023-04-20 DOI: 10.13859/j.cjz.202304007

morphological characters, and distribution require to be further studied. **[Methods]** Based on 20 specimens newly identified from Sichuan and one newly collected from Yunnan, together with seven specimens mentioned above (Table 1 and Fig. 1), we constructed Maximum Likelihood (ML) and Bayesian Inference (BI) phylogenetic trees inferred from Cyt *b* gene sequence by IQ-TREE 1.6.12 and MrBayes 3.2.1 respectively, calculated genetic distance by uncorrected *p*-distance in MEGA 11, and conducted morphological measurements and scales counts. **[Results]** The result of molecular phylogenetic analysis inferred from Cyt *b* gene sequence (Table 2) showed that *H. yanbianensis* from Binchuan in Yunnan and Yanbian in Sichuan clustered into one lineage (SHR 99 / UFB 100 / BI 100) (Fig. 2), but the uncorrected *p*-distance of 1.4% was recognized between them, which is much lower than the interspecific *p*-distance between 4.5% - 14.2% of *Hebius* (Table 3), indicating intraspecific genetic differentiation. The morphological characters of specimens from different locations are generally similar, but there are some variations: (1) total length (TaL) 48.2 - 83.6 (+) cm, tail length (TL) 12.3 - 21.4 (+) cm, tail length/total length (TL/TaL) 25.5% - 36.2%; (2) supralabials (SL) usually 8 (7 or 8), infralabials (IL) usually 10 (8 - 11), preoculars (PreO) usually 2 (1 - 3), postoculars (PostO) 3, anterior temporals (aTem) usually 2 (1 or 2); (3) dorsal scales (DSR) 19-19-17, ventral scales (VEN) 159 - 175, subcaudal pairs (SC) 67 - 90; (4) anal 1, divided; (5) maxillary teeth (MT) 23 - 25, the last two distinctly enlarging, without diastema; (6) dark brown or tan on the back, dorsal scales inlaid with bright yellow or red-orange spots or patterns, occasionally individual's coloration composed discontinuity dorsal stripes or faded; (7) milky white or yellow on the venter, occasionally individuals scattering stain spots, on the outer side of the ventral scale each having large black triangle spots composing strong ventrolateral series (Table 4 and Fig. 3 & 4). It can be distinguished from the other 23 *Hebius* species distributed in China by tail length/total length, dorsal scale rows, ventral scales, subcaudals, dorsal patterns, and ventrolateral stripe (Table 5). The geographical distribution of *H. yanbianensis* was found not only at Yanbian and Yongren, but also at Miyi, Huili, and Jiulong in Sichuan and Binchuan in Yunnan (Fig. 1). **[Conclusion]** This study provides external morphological description and conducts molecular systematics of *H. yanbianensis* from different populations, revealing that the morphological characters of *H. yanbianensis* are generally stable, and a certain genetic differentiation exists in different geographic populations.

Key words: *Hebius yanbianensis*; Genetic differentiation; Morphological characters; Geographical distribution

盐边腹链蛇（*Hebius yanbianensis*）发表时仅基于 1 号采集自四川省盐边县的雄性个体（Liu et al. 2018）。后续研究表明其在云南省也有分布（Zhou et al. 2019，Hou et al. 2021，王凯等 2022）。在该物种发表之后仅报道了四川盐边县的 3 号标本和云南永仁县的 3 号标本，且只记录了少量形态特征，包括背鳞行数、腹鳞、尾下鳞、尾长与体长比的统计范围以及背部与腹部色斑简述（Hou et al. 2021）。目前对该种的基础资料研究尚较缺乏，因此，需要对该物种的形态特征、遗传分化及分布等基础资料进行补充。

2019 年 8 月 29 日，在第二次青藏高原综合科学考察野外调查过程中，在云南宾川县采到东亚腹链蛇 1 号标本，经形态特征比对以及通过线粒体 Cyt *b* 基因进行序列比对与系统关系分析后，鉴定其为盐边腹链蛇（图 1）。此外，经检视中国科学院成都生物研究所两栖爬行动物标本馆馆藏标本的形态后，发现采集自四川会理市、九龙县的原定为棕网腹链蛇

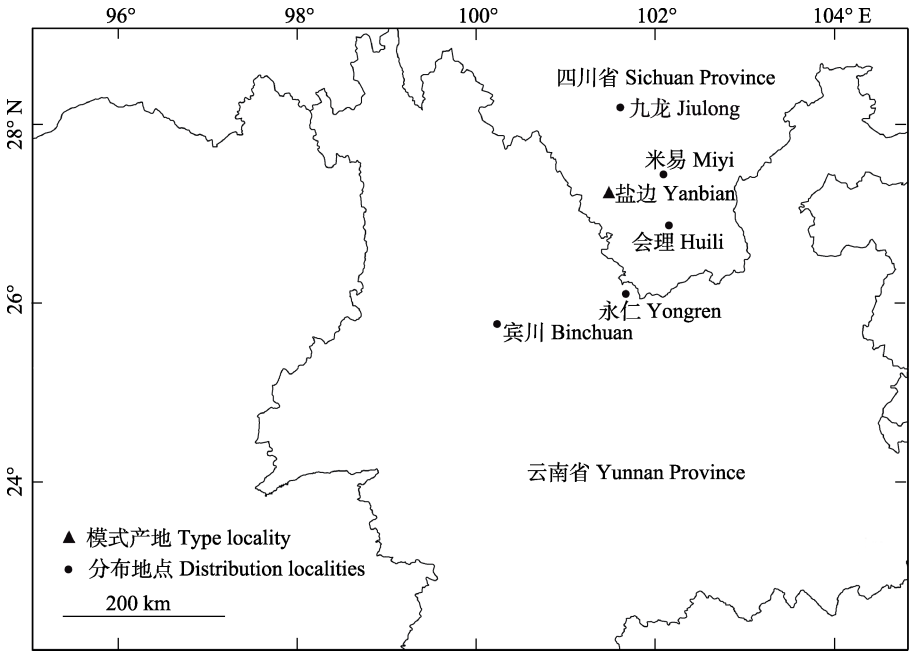

图 1　盐边腹链蛇分布图

Fig. 1　The geographical distribution of *Hebius yanbianensis*

（*H. johannis*）以及四川米易县的原定为八线腹链蛇（*H. octolineatus*）的标本，应修订为盐边腹链蛇。

基于上述标本以及文献资料，本文对盐边腹链蛇的形态特征及分布范围进行了补充描述，并揭示了盐边腹链蛇云南宾川种群与四川盐边种群的遗传分化。

1　材料与方法

1.1　形态特征

1.1.1　标本依据　共采集 1 号标本并查看了 20 号馆藏标本（表 1）。

采集标本：1 号（标本号 CIB5334220120）：由石胜超、冯建益于 2019 年 8 月 29 日采自云南省宾川县鸡足山镇九家湾村（100°20′ E，25°55′ N），保存在中国科学院成都生物研究所。

馆藏标本：20 号，包括四川九龙县 5 号，米易县 13 号，会理市 2 号（表 1）。

1.1.2　文献查阅　共有 7 号标本的信息（表 1）：四川省盐边县 1 号（Liu et al. 2018），四川省盐边县与云南省永仁县各 3 号（Hou et al. 2021）。

1.1.3　形态测量　标本形态测量与鳞片计数参照《中国蛇类》（赵尔宓 2006）。形态测量选取的形态特征如下：肛吻长（snout-vent length，SVL）、尾长（tail length，TaL）、全长（total length，TL）、头长（head length，HL）、头宽（head width，HW）。使用得力 100 cm 刻度尺（No. 8460）测量标本的肛吻长、尾长与全长，测量时精确到 1 mm；使用得力游标卡尺（DL91150）测量标本的头长与头宽，测量时精确到 0.01 mm；同时计算尾长与全长之比（tail length/total length，TL/TaL）。鳞片计数所选取的形态特征如下：腹前鳞（pre-ventral scales, PVEN）、腹鳞（ventral scales，VEN）、尾下鳞（subcaudal pairs，SC）、上唇鳞（supralabials，SL）、下唇鳞（infralabials，IL）、眶前鳞（preoculars，PreO）、眶后鳞（postoculars，PostO）、前颞鳞（anterior temporals，aTem）、肛前鳞（anal，A）、其身体前、中、后段（头后面一个头长距离处、身体中段、泄殖孔前一

表 1　用于本研究的盐边腹链蛇标本

Table 1　Specimens of *Hebius yanbianensis* used in this study

标本编号 Voucher ID	标本采集地 Collection locality	数据来源 References
CIB5334220120	云南宾川 Binchuan, Yunnan	本研究 This study
CIB14320 ~ CIB14323, CIB14325	四川九龙 Jiulong, Sichuan	
CIB8261 ~ CIB8273	四川米易 Miyi, Sichuan	
CIB8331, CIB8332	四川会理 Huili, Sichuan	
YBU 15018	四川盐边 Yanbian, Sichuan	Liu et al. 2018
KIZ040120 ~ KIZ040122	四川盐边 Yanbian, Sichuan	Hou et al. 2021
KIZ011301, KIZ012344, KIZ012345	云南永仁 Yongren, Yunnan	

个头长距离处）的背鳞行数（dorsal scale rows，DSR）及起棱状况。此外，检视了云南宾川县的盐边腹链蛇的上颌齿（maxillary teeth，MT）数量。

1.2　分子系统关系分析

1.2.1　基因组提取与 PCR 扩增测序　使用基因组提取试剂盒（QIAamp DNA Mini Kit，QIAGEN, Hilden, Germany，长生生物技术有限公司）提取标本的肌肉组织总 DNA。使用蛇类通用线粒体 DNA 基因片段 Cyt *b* 引物（Burbrink et al. 2000）扩增 Cyt *b* 基因片段。PCR 反应体系为 25 μl，反应条件：94 ℃预变性 5 min；94 ℃变性 30 s，48 ℃退火 1 min，72 ℃延伸 70 s，共计 36 个循环；最后 72 ℃下终末延伸 10 min。PCR 产物在 4 ℃下短暂保存，随即送往北京擎科生物科技有限公司进行测序。

1.2.2　分子系统关系分析　共有 19 种 24 条 Cyt *b* 序列用于系统发育分析（表 2），其中，草腹链蛇（*Amphiesma stolatum*）与滇西蛇（*Fowlea yunnanensis*）被选作外群。用 MEGA11（Tamura et al. 2021）中的 MUSCLE（Edgar 2004）对 Cyt *b*（1 107 bp）序列进行比对，随后采用未校正距离模型（uncorrected genetic distance，*p*-distance）计算东亚腹链蛇属物种间的遗传距离。采用最大似然法（Maximum Likelihood，ML）和贝叶斯法（Bayesian Inference，BI）进行物种间系统发育关系分析。在最大似然法分析中，通过 Modelfinder（Kalyaanamoorthy et al. 2017）基于贝叶斯信息标准（Bayesian information criterion，BIC）选择最适模型 TIM2 + F + I + G4，使用 IQ-TREE 1.6.12（Nguyen et al. 2015）进行超快自展法分析（ultrafast bootstrap approximation，UFB），重复分析 5 000 次，获得的节点值为超快自展似然值（ultrafast bootstrap approximation，UFB，%），当 UFB 的值不低于 95%时，认为其支持率极高（Hoang et al. 2018）；使用类 SH 最大似然比检验（Shimodaira-Hasegawa-like approximate likelihood ratio test，SH-aLRT）对上述系统关系进行单分支检验，检验重复 1 000 次，节点值为类 SH 最大似然比检验值（Shimodaira-Hasegawa-like approximate likelihood ratio，SHR，%），当 SHR 的值不低于 80%时，认为其支持率极高（Stephane et al. 2010）。在贝叶斯法分析中，通过 CIPRES（Miller et al. 2010）使用 jModelTest 2.1.10（Darriba et al. 2012）基于贝叶斯信息标准（BIC）选择最适模型 GTR + I + G，使用 MrBayes 3.2.1（Ronquist et al. 2012）进行贝叶斯法分析，共计分析 10 000 000 代，每 1 000 代取样一次，最初的 25%样本舍弃，当潜在规模减少因子（potential scale reduction factor，PSRF）不超过 0.005 时结束计算，节点值为贝叶斯后验概率（Bayesian posterior probability，BI，%），当 BI 的值不低于 95%时，认为其支持率极高。

表 2　用于本研究的 Cyt *b* 序列信息及数据来源

Table 2　Information and references for Cyt *b* gene sequences used in this study

物种 Species	标本采集地 Collection localities	标本编号 Voucher ID	Cyt *b* 序列号 GenBank Accession No.	数据来源 References
盐边腹链蛇 *Hebius yanbianensis*	中国云南宾川 Binchuan, Yunnan, China	CIB5334220120	OR215499	本研究 This study
盐边腹链蛇 *H. yanbianensis*	中国四川盐边 Yanbian, Sichuan, China	GP4006	MH532291	Liu et al. 2018
无颞鳞腹链蛇 *H. atemporalis*	越南 Vietnam	ZMMU NAP-07877	OK315813	Deepak et al. 2021
白眉腹链蛇 *H. boulengeri*	中国广东 Guangdong, China	GP1789	KJ685684	Guo et al. 2014
克氏腹链蛇 *H. clerki*	中国云南泸水 Lushui, Yunnan, China	CAS 215036	KJ685666	
棕网腹链蛇 *H. johannis*	中国云南 Yunnan, China	KIZ014484	MZ570479	Hou et al. 2021
卡西腹链蛇 *H. khasiensis*	缅甸克钦邦 Kachin, Myanmar	CAS 221525	KJ685669	Guo et al. 2014
瓦屋山腹链蛇 *H. metusius*	中国四川 Sichuan, China	GP871	KJ685707	
瓦屋山腹链蛇 *H. metusius*	中国四川石棉 Shimian, Sichuan, China	KIZ05178	MZ570480	Hou et al. 2021
腹斑腹链蛇 *H. modestus*	中国云南腾冲 Tengchong, Yunnan, China	KIZ037715	MZ570481	
八线腹链蛇 *H. octolineatus*	中国云南昆明 Kunming, Yunnan, China	CIB SSC1805	OR211603	本研究 This study
八线腹链蛇 *H. octolineatus*	中国云南昆明 Kunming, Yunnan, China	KIZ026445	MZ570484	
八线腹链蛇 *H. octolineatus*	中国云南昆明 Kunming, Yunnan, China	KIZ03204	MZ570483	Hou et al. 2021
八线腹链蛇 *H. octolineatus*	中国云南楚雄 Chuxiong, Yunnan, China	KIZ037734	MZ570482	
丽纹腹链蛇 *H. optatus*	中国贵州 Guizhou, China	GP1885	KJ685687	Guo et al. 2014
桑植腹链蛇 *H. sangzhiensis*	中国湖南桑植 Sangzhi, Hunan, China	SYNU 08070350	MK340763	Zhou et al. 2019
棕黑腹链蛇 *H. sauteri*	中国台湾 Taiwan, China	GP2549	KJ685701	Guo et al. 2014
腾冲腹链蛇 *H. septemlineatus*	中国云南腾冲 Tengchong, Yunnan, China	KIZ037706	MZ570485	Hou et al. 2021
缅北腹链蛇 *H. venningi*	缅甸克钦邦 Kachin, Myanmar	CAS 233206	KJ685670	Guo et al. 2014
维西腹链蛇 *H. weixiensis*	中国云南维西 Weixi, Yunnan, China	KIZ035741	MZ570489	Hou et al. 2021
察隅腹链蛇 *Herpetoreas burbrinki*	中国西藏 Tibet, China	YBU 071128	GQ281781	Guo et al. 2012
墨脱腹链蛇 *Her. tpser*	中国西藏墨脱 Motuo, Tibet, China	KIZ06681	MW111476	Xu et al. 2021
草腹链蛇 *Amphiesma stolatum*	中国广东 Guangdong, China	GP2239	KJ685694	Guo et al. 2014
滇西蛇 *Fowlea yunnanensis*	中国云南景东 Jingdong, Yunnan, China	CIB106884	MT199264	Cheng et al. 2020

2　结果

2.1　遗传距离与系统关系分析

基于线粒体基因 Cyt *b* 序列的比对分析，盐边腹链蛇的云南宾川县种群与四川盐边县种群间的遗传距离为 1.4%（表 3），不同八线腹链蛇种群间的遗传距离为 0 ~ 2.7%，瓦屋山腹链蛇（*H. metusius*）2 个体之间的遗传距离为 1.2%，均远低于本属的种间遗传距离 4.5% ~ 14.2%。这表明盐边腹链蛇、八线腹链蛇与瓦屋山腹链蛇不同种群间的遗传变异均属于种内遗传变异。

基于线粒体基因 Cyt *b* 序列构建的系统关系树（图 2）表明，盐边腹链蛇的云南宾川种群与四川盐边种群聚为一支（支持值分别是 SHR 99 / UFB 100 / BI 100），八线腹链蛇、瓦屋山腹链蛇以及棕网腹链蛇构成一支（支持值分别是 SHR 100 / UFB 100 / BI 100），这两支互为姐妹支系。

上述分子系统学分析结果表明，本次采集自云南宾川的腹链蛇为盐边腹链蛇，其与盐边腹链蛇模式产地的种群存在一定的遗传分化。

2.2　盐边腹链蛇形态特征及描述

盐边腹链蛇 *Hebius yanbianensis* Liu, Zhong, Wang, Liu & Guo, 2018

Amphiesma johannis Boulenger, 1908: Zhao,

表 3　基于 Cyt *b* 基因序列的腹链蛇属部分物种未校正遗传距离（%）

Table 3　Uncorrected *p*-distance (%) for some species of the genus *Hebius* based on Cyt *b* gene sequences

物种 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 盐边腹链蛇 *H. yanbianensis* CIB5334220120																				
2 盐边腹链蛇 *H. yanbianensis* GP4006	1.4																			
3 无颞鳞腹链蛇 *H. atemporalis* ZMMU NAP-07877	11.0	11.2																		
4 白眉腹链蛇 *H. boulengeri* GP1789	11.2	11.3	12.6																	
5 克氏腹链蛇 *H. clerki* CAS 215036	11.8	11.9	12.3	11.2																
6 棕网腹链蛇 *H johannis* KIZ014484	5.9	6.1	11.0	9.8	11.3															
7 卡西腹链蛇 *H. khasiensis* CAS 221525	11.8	12.0	12.0	8.6	11.7	11.3														
8 瓦屋山腹链蛇 *H. metusius* GP871	5.5	5.4	10.6	11.2	12.1	4.7	11.9													
9 瓦屋山腹链蛇 *H. metusius* KIZ05178	5.4	5.6	10.1	10.9	12.1	4.9	11.8	1.2												
10 腹斑腹链蛇 *H. modestus* KIZ037715	14.2	14.3	14.9	14.2	13.4	13.0	14.3	13.9	14.0											
11 八线腹链蛇 *H. octolineatus* CIB SSC1805	6.1	6.3	10.9	11.5	11.9	5.2	12.3	5.1	5.1	13.6										
12 八线腹链蛇 *H. octolineatus* KIZ03204	5.9	6.1	10.5	10.3	11.6	5.3	11.2	4.8	5.0	13.5	0.3									
13 八线腹链蛇 *H. octolineatus* KIZ026445	5.7	5.9	10.4	10.4	11.7	5.2	11.5	4.9	5.1	13.6	0.0	0.3								
14 八线腹链蛇 *H. octolineatus* KIZ037734	6.0	6.1	10.9	10.7	12.0	5.1	11.8	4.5	5.1	13.8	2.7	2.6	2.7							
15 丽纹腹链蛇 *H. optatus* GP1885	11.9	12.4	13.1	13.4	13.4	12.0	13.7	12.3	12.1	15.4	12.5	12.1	11.8	12.4						
16 桑植腹链蛇 *H. sangzhiensis* SYNU 08070350	11.2	11.4	13.6	12.5	13.0	10.9	12.7	12.3	12.0	13.2	11.5	10.8	10.7	10.8	12.0					
17 棕黑腹链蛇 *H. sauteri* GP2549	11.0	11.5	12.1	12.4	12.0	11.0	12.1	10.8	10.5	14.4	11.2	10.8	10.5	11.3	11.4	11.5				
18 腾冲腹链蛇 *H. septemlineatus* KIZ037706	10.2	10.5	11.7	11.8	11.9	10.6	12.4	10.3	10.5	14.6	10.6	10.7	10.6	10.6	12.0	11.0	11.1			
19 缅北腹链蛇 *H. venningi* CAS 233206	10.5	10.5	11.8	12.5	12.0	9.8	12.9	10.1	9.9	13.2	10.7	10.3	10.1	9.8	12.3	12.1	11.8	9.0		
20 维西腹链蛇 *H. weixiensis* KIZ035741	9.5	9.3	10.9	10.9	11.0	10.5	11.8	9.8	10.4	13.8	10.2	10.4	10.2	10.2	11.5	10.4	10.7	5.6	9.2	

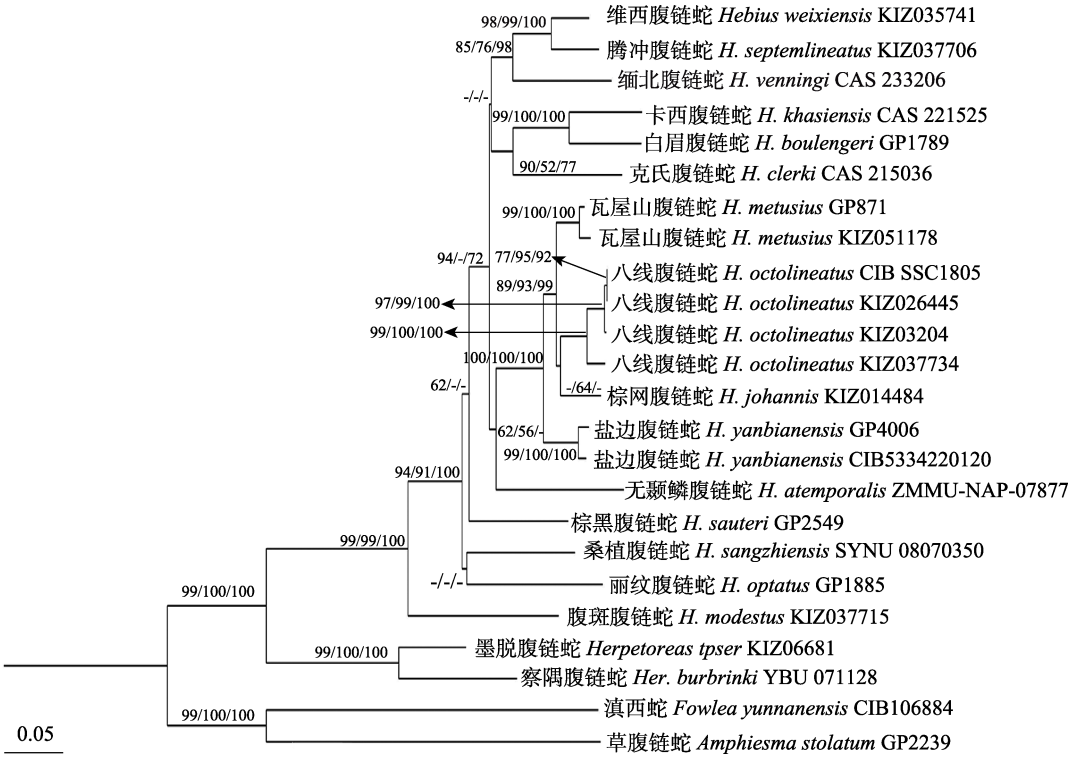

图 2　基于 Cyt *b* 序列（1 107 bp）构建的最大似然法系统关系树

Fig. 2　Maximum Likelihood tree topology based on Cyt *b* gene fragments (1 107 bp)

树的节点值：类 SH 最大似然比检验值（SHR，%）/超快自展似然值（UFB，%）/贝叶斯后验概率（BI，%）。节点值小于 50 的标注为“-”。图中比例尺为系统发育树枝长，表示物种分化差异度。

The tree nodes present the supporting values: Shimodaira-Hasegawa-like approximate likelihood ratio / ultrafast bootstrap approximation / Bayesian posterior probabilities, i.e, SHR / UFB / BI (%). The supporting values lower than 50 are displayed as “-”. The scale is the branch length of ML tree, indicating the differentiation between species.

1998. Populations of Huili and Jiulong County, Sichuan Province, China

Amphiesma octolineata Boulenger, 1904: Zhao, 1998. Populations of Miyi County, Sichuan Province, China

模式产地：四川省攀枝花市盐边县择木龙村（101°35′ E，27°13′ N）。

描述依据标本：四川省九龙县扎日村 5 雄（CIB14320 ~ CIB14323、CIB14325）、米易市 9 雄 4 雌（雄：CIB8261 ~ CIB8268、CIB8271；雌：CIB8269、CIB8270、CIB8272、CIB8273）、会理市马宗公社 2 雌（CIB8331、CIB8332）、盐边县 4 号标本（YBU15018、KIZ040120 ~ KIZ040122），云南省宾川县 1 雌（CIB5334220120）、永仁县 3 号标本（KIZ011301、KIZ012344、KIZ012345）。

鉴别特征：中小型无毒水游蛇，背鳞 19-19-17 行，腹鳞 159 ~ 175 枚，尾下鳞 67 ~ 90 对。背面黑褐色或棕褐色，在腹鳞外侧各有一个大的黑色三角形斑点，这些斑点连为腹链。

形态描述：体型中小型，体全长 48.2 ~ 83.6（+）cm，肛吻长 35.9 ~ 62.2 cm，尾长 12.3 ~ 21.4（+）cm，尾长与全长之比的范围为 25.5% ~ 36.2%。（+）表示标本断尾，实际数值应大于（+）前的测量数值。

头颈部区分明显，鼻孔位于头部侧面。头

长 12.33 ~ 19.16 mm，头宽 8.70 ~ 16.82 mm。颊鳞 1 枚，偶与前额鳞愈为 1 枚（CIB14321、CIB14325）、或偶与眶前鳞下面一枚鳞片愈为一枚鳞片并入眶（CIB8270 右侧）。眶前鳞多为 2 枚，少有 1 侧（均为右侧）（CIB8261、CIB8265、CIB8270）或两侧（CIB8272、CIB8331）为 1 枚，仅有 1 号两侧眶前鳞为 3 枚（CIB8271）；眶后鳞 3 枚，仅有 2 号两侧眶后鳞为 2 枚（CIB14321、CIB14325）。颞鳞排列形式多样，多为 2 + 1 + 3，其余排列形式有 1 + 3（CIB14320 右侧）、2 + 1（CIB5334220120 右侧）、2 + 2（CIB14320 左侧）、2 + 3（CIB8331、CIB8332、CIB5334220120 左侧）、1 + 1 + 2（YBU15018 左侧、CIB14321 右侧、CIB14325 左侧）、1 + 1 + 1 + 2（YBU15018 右侧）、1 + 1 + 3（CIB14325 右侧、CIB8272）、2 + 1 + 2（CIB14321 左侧、CIB14322）、2 + 1 + 1 + 3（CIB14323）、2 + 2 + 2（CIB8262 左侧）、2 + 2 + 3（CIB8262 右侧、CIB8265 右侧、CIB8266 左侧、CIB8273）、2 + 3 + 3（CIB8265 左侧）。上唇鳞多为 8 枚，其中第 3-5 枚、第 4-5 枚入眶；产自四川九龙的 5 号标本（CIB14320 ~ CIB14323、CIB14325）的上唇鳞均只有 7 枚，其中第 3-4 枚入眶，除此四川米易（CIB8261）的标本左侧的上唇鳞也为 7 枚，其中第 4 枚入眶。下唇鳞两侧多为 10 枚，且第一对下唇鳞均相切，仅有 1 号右侧为 11 枚（CIB8272），有两号两侧均为 11 枚（CIB8265、CIB8266），偶有标本两侧下唇鳞为 9 枚（CIB14321、CIB14322、CIB14325、CIB8261），另有 2 号标本（CIB14320、CIB14323）右侧下唇鳞为 9 枚但左侧下唇鳞为 8 枚。上颌齿 23 ~ 25 枚，最后两枚明显增大且无齿间隙。

背鳞 19-19-17 行：身体前段最外 1 或 2 行光滑，其余起弱棱或通身起弱棱，中间体段偶有起棱；身体中段最外 1 或 2 行光滑或起弱棱，其余起弱棱，中间体段起棱；身体后段最外 1 或 2 行光滑或起弱棱或起棱，其余均起弱棱或起棱。腹前鳞 1 ~ 4 枚，腹鳞 159 ~ 175 枚；尾下鳞 67 ~ 90 对；肛鳞二分（表 4）。

头背无明显黑色色斑，唇部相对头部侧面颜色较浅，唇鳞之间间隙颜色为黑色。背面黑褐色或棕褐色，背鳞镶嵌有亮黄色或红橙色斑点或斑纹，体型较大的标本背部色斑褪去。腹部乳白色或亮黄色，偶有标本腹部散布污色点斑；在腹鳞外侧各有一个大的黑色三角形斑点，这些斑点连为腹链；尾部腹面黑色色斑交错，越靠近尾部末梢其颜色越黑，部分标本几乎全黑（图 3 与图 4）。

3　讨论

盐边腹链蛇不同地理种群之间有一定的遗传分化，且不同个体鳞片及色斑有一定的变异，但鉴别特征总体较为稳定，即中小体型，环体鳞 19-19-17 行，腹鳞 159 ~ 175 枚，尾下鳞 67 ~ 90 对；身体背面黑褐色或棕褐色，在腹鳞外侧各有一个大的黑色三角形斑点，这些斑点连为腹链。其与分布在中国的其余 23 种东亚腹链蛇属物种形态鉴别特征差异明显，主要表现在尾长与全长之比、背鳞行数、腹鳞数、尾下鳞数、背部花纹、腹链有无等特征（表 5）（Inger et al. 1990，Zhou et al. 2019，Hou et al. 2021，Li et al. 2022）。

结合本文的工作，盐边腹链蛇的已知分布点位有 6 处，可能还有更广泛的分布地，这需要后续更多调查研究而得以揭示。本研究所采集盐边腹链蛇（CIB8331）分布海拔 2 460 m，与之前已知的盐边腹链蛇最高分布海拔 1 974 m（YBU 15018，Liu et al. 2018）相比，其分布海拔提升了近 500 m。动物区系上，盐边腹链蛇为东洋界西南区物种；动物分布型为东洋型喜马拉雅-横断山型横断山区亚型，并再向东伸展至云贵高原附近（张荣祖 2011）。此外，盐边腹链蛇尚未被 2021 年《中国生物多样性红色名录-爬行纲》收录（王跃招等 2021），因此相关研究工作亟需开展，对其生存现状进行评估，分析其保护需求，提出相应的保护对策和措施。

表 4　盐边腹链蛇形态特征

Table 4　Morphological characters of *Hebius yanbianensis*

标本编号 Voucher ID	性别 Sex	肛吻长 SVL (mm)	尾长 TaL (mm)	全长 TL (mm)	尾长与全长之比 TaL/TL (%)	头长 HL (mm)	头宽 HW (mm)	上颌齿 MT	腹鳞 + 前腹鳞 VEN + PVEN	尾下鳞 SC	上唇鳞 SL	下唇鳞 IL	眶前鳞 PreO	眶后鳞 PostO	前颞鳞 aTem	肛前鳞 A	背鳞 DSR
CIB5334220120	♀	35.9	12.3	48.2	25.5	12.33	10.55	23	161 + 3	82	8/8 (2 + 3 + 3)/(3 + 2 + 3)	10/10		3/3	2/2		
CIB14320	♂	62.2	21.4 (+)	83.6 (+)	—	19.16	16.82	—	160 + 3	72 (+)		8/9			2/1		
CIB14321	♂	47.5	17.4	64.9	26.8	14.72	8.70	—	169 + 2	84		9/9	2/2	2/2	2/1		
CIB14322	♂	49.4	19.0	68.4	27.8	15.18	10.12	—	165 + 4	88	7/7 (2 + 2 + 3)/(2 + 2 + 3)			3/3	2/2		
CIB14323	♂	49.8	19.0	68.8	27.6	15.48	10.92	—	160 + 3	77		8/9					
CIB14325	♂	49.0	19.3	68.3	28.3	15.22	10.50	—	166 + 3	87				2/2	1/1		
CIB8261	♂	43.8	16.2	60.0	27.0	14.38	10.80	—	167 + 3	83	7/8 (3 + 1 + 3)/(3 + 2 + 3)	9/9	2/1				
CIB8262	♂	41.6	16.4	58.0	28.3	13.92	13.24	—	165 + 3	86	8/8 (2 + 3 + 3)/(2 + 3 + 3)						
CIB8263	♂	42.2	14.4 (+)	56.6 (+)	—	13.98	12.18	—	166 + 3	70 (+)		10/10					
CIB8264	♂	39.8	14.4	54.2	26.6	13.68	11.32	—	172 + 2	83	8/8 (3 + 2 + 3)/(3 + 2 + 3)						
CIB8265	♂	41.8	15.7	57.5	27.3	13.58	10.84	—	167 + 4	83							
CIB8266	♂	54.0	15.6 (+)	69.6 (+)	—	18.48	14.92	—	165 + 3	64 (+)	8/8 (2 + 3 + 3)/(2 + 3 + 3)	11/11	2/2			二分 Divided	19-19-17
CIB8267	♂	42.8	15.8	58.6	27.0	14.32	11.52	—	164 + 4	84	8/8 (2 + 3 + 3)/(3 + 2 + 3)				2/2		
CIB8268	♂	43.4	8.4 (+)	51.8 (+)	—	14.06	10.26	—	173 + 2	41 (+)	8/8 (3 + 2 + 3)/(3 + 2 + 3)	10/10		3/3			
CIB8269	♀	49.1	18.6	67.7	27.5	17.26	14.12	—	165 + 3	79	8/8 (2 + 3 + 3)/(2 + 3 + 3)						
CIB8270	♀	47.0	16.8 (+)	63.8 (+)	—	15.40	12.56	—	164 + 3	76 (+)	8/8 (2 + 3 + 3)/(2 + 3 + 3)	10/10	2/1				
CIB8271	♂	56.1	8.1 (+)	64.2 (+)	—	15.98	12.90	—	166 + 3	30 (+)	8/8 (3 + 2 + 3)/(2 + 3 + 3)	10/10	3/3				
CIB8272	♀	52.6	20.4	73.0	27.9	16.54	11.34	—	163 + 3	83	8/8 (2 + 3 + 3)/(2 + 3 + 3)	10/11	1/1		1/1		
CIB8273	♀	55.4	19.2 (+)	74.6 (+)	—	18.16	15.56	—	164 + 3	70 (+)		10/10	2/2				
CIB8331	♀	52.0	18.8	70.8	26.6	16.34	13.20	—	159 + 3	79	8/8 (3 + 2 + 3)/(3 + 2 + 3)	10/10	1/1		2/2		
CIB8332	♀	54.8	19.4	74.2	26.1	19.04	13.08	—	162 + 2	78		10/10	2/2				

表中数据来源于本次研究。(+)．标本断尾，实际数值应大于（+）前的测量数值；—．数据无法获取；/．左右数据分别为标本的头部左侧与头部右侧的鳞片计数；上唇鳞一列中（A + B + C）表示形式的意义为：A 为入眶的第一枚上唇鳞之前的上唇鳞数，B 为入眶的上唇鳞数，C 为入眶的最后一枚上唇鳞之后的上唇鳞数；背鳞一列中 A-B-C 表示形式的意义为：A 为身体前端背鳞行数，B 为身体中段背鳞行数，C 为身体后端背鳞行数。

The data in the table is based on this study. (+). Broken tails, the actual numerical value would be larger than the measurement numerical value; —. Data unavailable; (A + B + C) in the column SL: A is the number of supralabials before the 1st supralabial entering the orbit, B is the number of supralabials entering the orbit, C is the number of supralabials after the last supralabial entering the orbit; A-B-C in the column DSR: A is the dorsal scale rows of the anterior body, B is the dorsal scale rows of the middle body, C is the dorsal scale rows of the posterior body.

SVL. Snout-vent length; TaL. Tail length; TL. Total length; TaL/TL. Ratio of tail length and total length; HL. Head length; HW. Head width; MT. Maxillary teeth; VEN + PVEN. Ventral scales + pre-ventral scales; SC. Subcaudals; SL. Supralabials; IL. Infralabials; PreO. Preoculars; PostO. Postoculars; aTem. Anterior temporals; A. Anal; DSR. Dorsal scale rows.

图 3　云南省宾川县盐边腹链蛇（CIB5334220120）

Fig. 3　*Hebius yanbianensis* (CIB5334220120) from Binchuan County, Yunnan Province

a. 身体背面；b. 身体腹面；c. 头背面；d. 头侧面。

a. Dorsal view of body; b. Ventral view of body; c. Dorsal view of head; d. Lateral view of head.

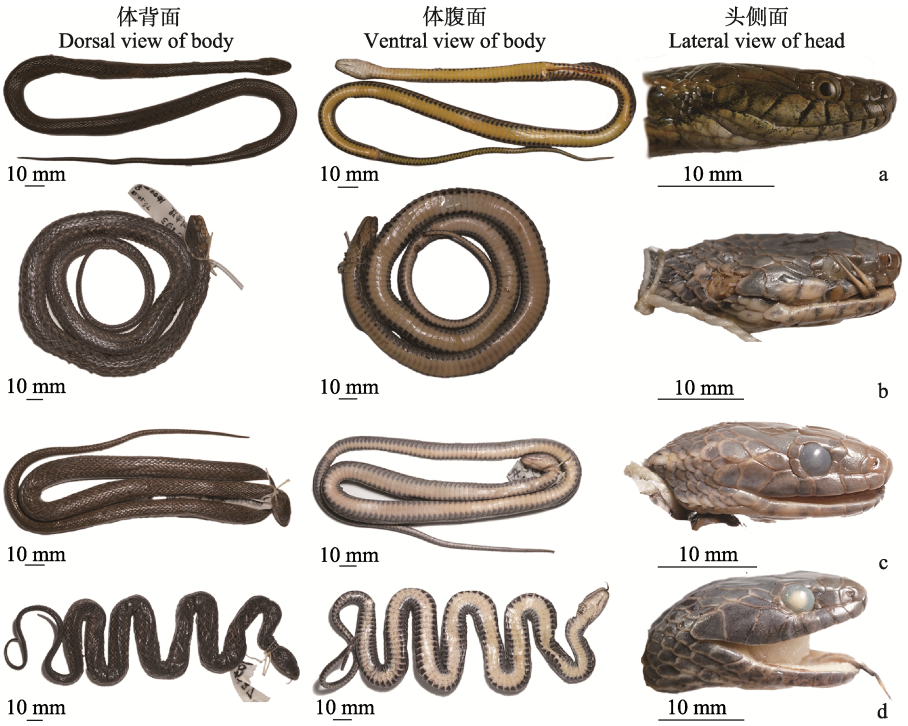

图 4　不同分布地区盐边腹链蛇

Fig. 4　*Hebius yanbianensis* from different location

a. 云南省宾川县（CIB5334220120）；b. 四川省会理市（CIB8256）；c. 四川省九龙县（CIB14321）；d. 四川省米易县（CIB8270）。

a. Binchuan County, Yunnan Province (CIB5334220120); b. Huili City, Sichuan Province (CIB8256); c. Jiulong County, Sichuan Province (CIB14321); d. Miyi County, Sichuan Province (CIB8270).

表 5　盐边腹链蛇与分布在中国的其他 23 种东亚腹链蛇属物种形态比对表

Table 5　Morphological comparisons of *Hebius yanbianensis* with other 23 *Hebius* species distributed in China

物种 Species	尾长与全长之比 Tail length/total length (%)	背鳞行数 Dorsal scale rows	腹鳞数 Ventral scales	尾下鳞数 Subcaudals	背部花纹 Dorsal pattern	腹链有无 Ventrolateral stripe	数据来源 Reference
盐边腹链蛇 *H. yanbianensis*	25.5 ~ 36.2	19-19-17	159 ~ 175	67 ~ 90	背鳞镶嵌有亮黄色或红橙色斑点或斑纹，体型较大的标本背部色斑褪去 Bright yellow or red orange blotches or grains on dorsum, relatively large samples' patterns faded	有腹链 Yes	本研究 This study, Hou et al. 2021
无颞鳞腹链蛇 *H. atemporalis*	26.5 ~ 31.7	**17-17-17**	132 ~ 150	61 ~ 78	**背部每侧有一条白色条纹** **One white dorsolateral stripe on each side**		Hou et al. 2021
黑带腹链蛇 *H. bitaeniatus*	/	19-19-17	160 ~ 172	83 ~ 92	**背部每侧有一条灰黄色条纹** **One white grey yellow dorsolateral stripe on each side**		
白眉腹链蛇 *H. boulengeri*	27.0 ~ 32.0	19-19-17	**139 ~ 156**	**93 ~ 113**	**背部每侧有一条褐灰色条纹** **One brown grey dorsolateral stripe on each side**		
沙坝腹链蛇 *H. chapaensis*	28.0 ~ 29.6	**17-17-17**	159 ~ 177	**90 ~ 114**	背部每侧有一条不延续的浅色条纹 One discontinuity light-colored stripe on each side	**无腹链 No**	
克氏腹链蛇 *H. clerki*	26.2 ~ 32.5	19-19-17	162 ~ 173	**85 ~ 108**	**背部每侧有一条棕色或棕褐色条纹** **One brown or brown grey dorsolateral stripe on each side**		
绣链腹链蛇 *H. craspedogaster*	27.9 ~ 31.1	19-19-17	132 ~ 172	69 ~ 101	**背部每侧有一条淡黄色条纹** **One light yellow dorsolateral stripe on each side**	有腹链 Yes	
火纹腹链蛇 *H. igneus*	29.7 ~ 33.1	19-19-17	159 ~ 169	**115 ~ 129**	**背部每侧有一条淡黄色条纹** **One light yellow dorsolateral stripe on each side**	**无腹链 No**	
棕网腹链蛇 *H. johannis*	**18.9 ~ 23.1**	19-19-17	156 ~ 170	85 ~ 89	**背部每侧有一条亮黄色条纹** **One bright yellow dorsolateral stripe on each side**	有腹链 Yes	Boulenger 1908
卡西腹链蛇 *H. khasiensis*	31.7	19-19-17	**146 ~ 155**	72 ~ 106	**背部每侧有一条灰黄色条纹** **One grey yellow dorsolateral stripe on each side**		Hou et al. 2021
泪纹腹链蛇 *H. lacrima*	30.1	19-19-17	**147**	89	无条纹 None dorsolateral stripes		
华西腹链蛇 *H. maximus*	23.3 ~ 33.2	**17-17-17**	**132 ~ 143**	64 ~ 92	无条纹，有一系列的橙色斑点 None stripes, marked with a series of orange stripes		Li et al. 2022
瓦屋山腹链蛇 *H. metusius*	24.9 ~ 28.9	19-19-17	159 ~ 173	72 ~ 92	**背部每侧由黑色方斑构成不连续的条纹** **A bold pattern of alternating rows of black squares on each side**		Inger et al. 1990
台北腹链蛇 *H. miyajima*	32.4 ~ 33.7	19-19-17	**141 ~ 152**	87 ~ 92	**背部每侧有三条条纹，分别为黄色、黑色、红色条纹** **Three dorsolateral stripes on each side, one yellow, one black, one red**		Hou et al. 2021
腹斑腹链蛇 *H. modestus*	28.8 ~ 32.6	19-19-17	157 ~ 165	**89 ~ 102**	**背部每侧有一条黄色条纹** **One yellow dorsolateral stripe on each side**	**无腹链** **No**	
黑腹腹链蛇 *H. nigriventer*	29.1 ~ 36.6	**（17-19）-17-17**	155 ~ 168	**105 ~ 143**	**背部每侧有一条条纹** **One dorsolateral stripe on each side**		

续表 5

物种 Species	尾长与全长之比 Tail length/total length (%)	背鳞行数 Dorsal scale rows	腹鳞数 Ventral scales	尾下鳞数 Subcaudals	背部花纹 Dorsal pattern	腹链有无 Ventrolateral stripe	数据来源 Reference
八线腹链蛇 *H. octolineatus*	**20.7 ~ 25.9**	19-19-17	**150 ~ 154**	70 ~ 80	**背部每侧有四条条纹，分别为两条黄色和两条灰黑色条纹** **Four dorsolateral stripes on each side, two yellow and two greyish-black**	有腹链 Yes	本研究 This study, Hou et al. 2021
丽纹腹链蛇 *H. optatus*	31.7	19-19-17	156 ~ 169	**95 ~ 112**	无条纹 None dorsolateral stripes	**无腹链 No**	Hou et al. 2021
坡普腹链蛇 *H. popei*	30.1 ~ 32.4	19-19-17	**130 ~ 142**	66 ~ 88	背部每侧有一条不连续的浅色条纹· One discontinuity light-colored dorsolateral stripe	有腹链 Yes	
桑植腹链蛇 *H. sangzhiensis*	**25.1**	19-19-17	160 ~ 164	82	**背部每侧有一条条纹，密布大的黑棕色斑点** **One dorsolateral stripe on each side, with dense large black brown blotches on dorsum**		Zhou et al. 2019
棕黑腹链蛇 *H. sauteri*	25.2 ~ 32.7	**17-17-17**	**116 ~ 133**	69 ~ 84	背部每侧有一条嵌有一系列橙色斑点的红棕色条纹 One reddish-brown lateral stripe with series of orange spots		Li et al. 2022
腾冲腹链蛇 *H. septemlineatus*	24.7 ~ 27.4	19-19-17	164 ~ 175	80 ~ 96	**背部每侧有四条条纹，分别为两条黄色和两条黑色条纹** **Four dorsolateral stripes on each side, two yellow and two black**		Hou et al. 2021
东亚腹链蛇 *H. vibakari*	/	19-19-17	**147 ~ 154**	**55 ~ 66**	无条纹 None dorsolateral stripes		
维西腹链蛇 *H. weixiensis*	**23.5 ~ 25.6**	19-19-17	**171 ~ 182**	74 ~ 88	无条纹或条纹不明显. None dorsolateral stripes or indistinct	**无腹链 No**	

加粗数据表示与盐边腹链蛇相比有区别的特征，“/”代表形态特征信息缺乏。

Bold data indicates the distinct morphological characters compared to *H. yanbianensis*. “/”. morphological characters are lacking.

标本检视是分类学、生物地理学以及保护生物学等若干学科的基础工作。根据分类系统的发展和更新，对已有标本进行核查和分类地位订正可以及时更新相关工作的第一手资料。相对于盐边腹链蛇，棕网腹链蛇的尾较短、背部中央橄榄绿色且每侧各有一条黄色条纹（Boulenger 1908），八线腹链蛇尾也较短、腹鳞偏少且背部每侧分别有 2 条黄色与灰黑色的花纹（Hou et al. 2021），但在本次检查过程中，发现大量盐边腹链蛇被记录为棕网腹链蛇或八线腹链蛇，且被后续文献所引用（赵尔宓等 1998，蔡波等 2017），本研究对这些记录进行了核查与修订。因此，后续研究需要根据最新研究进展对过往标本进行厘定，并将数据成果及时发表或共享，为有关分析研究工作提供更新的数据。

致谢 野外调查得到云南省林业和草原局许可（No. [2019]825）。感谢大理大学黄志旁在调查中提供帮助。感谢中国科学院成都生物研究所两栖爬行动物标本馆在查阅馆藏标本方面给予的支持和帮助。

参 考 文 献

Boulenger G. A. 1908. Description of a new snake from Yunnan. Annals and Magazine of Natural History, 2(9): 244.

Darriba D, Taboada G L, Doallo R, et al. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. Nature Methods, 9(8): 772.

Edgar R C. 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. Nucleic Acids Research, 32(5): 1792–1797.

Hoang D T, Chernomor O, Haeseler A V, et al. 2018. UFBoot2: improving the ultrafast bootstrap approximation. Molecular Biology and Evolution, 35(2): 518–522.

Hou S B, Yuan Z Y, Wei P F, et al. 2021. Molecular phylogeny and morphological comparisions of the genus *Hebius* Thompson, 1913 (Reptilia: Squamata: Colubridae) uncover a new taxon from Yunnan Province, China, and support revalidation of *Hebius septemlineatus* (Schmidt, 1925). Zoological Research, 42(5): 620–625.

Inger R F, Zhao E M, Shaffer H B, et al. 1990. Report on a collection of amphibians and reptiles from Sichuan, China. Fieldiana: Zoology, 58: 1–24.

Kalyaanamoorthy S, Minh B Q, Wong T K F, et al. 2017. ModelFinder: fast model selection for accurate phylogenetic estimates. Nature Methods, 14(6): 587–589.

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: 265–282

Liu Q, Zhong G H, Wang P, et al. 2018. A new species of the genus *Hebius* (Squamata: Colubridae) from Sichuan, China. Zootaxa, 4483(2): 385–394.

Miller M A, Pfeiffer W, Schwartz T. 2010. Creating the CIPRES science gateway for inference of large phylogenetic trees. [C/OL] [2022-08-31]. https://doi.org/10.1109/GCE.2010.5676129.

Nguyen L T, Schmidt H A, Haeseler A V, et al. 2015. IQ-TREE: a fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum likelihood phylogenies. Molecular Biology and Evolution, 32(1): 268–274.

Ronquist F, Teslenko M, Van D M 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.

Stephane G, Jean-franc O D, Vincent L, et al. 2010. New algorithms and methods to estimate Maximum-Likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. Systematic Biology, 59(3): 307–321.

Tamura K, Stecher G, Kumar S. 2021. MEGA11: molecular evolutionary genetics analysis version 11. Molecular Biology and Evolution, 38(7): 3022–3027.

Zhou Z Y, Sun Z Y, Qi S, et al. 2019. A new species of the genus *Hebius* (Squamata: Colubridae: Natricinae) from Hunan Province, China. Zootaxa, 4674(1): 68–82.

蔡波, 吕可, 李家堂, 等. 2017. 四川省两栖爬行动物分布名录