

# 贵州高原 6 种掌突蟾形态特征差异分析

沈拓<sup>①</sup> 李仕泽<sup>①②</sup> 刘京<sup>①</sup> 魏刚<sup>③</sup> 穆浪<sup>①</sup> 粟海军<sup>①\*</sup>

① 贵州大学林学院, 贵州大学生物多样性与自然保护研究中心 贵阳 550025;

② 贵州大学动物科学学院 贵阳 550025; ③ 贵阳学院 贵阳 550001

**摘要:** 本文通过形态指标测量, 比较了分布于贵州高原的 6 种掌突蟾属 (*Leptobrachella*) 物种的形态特征差异。结果显示, 头体长比较, 6 种掌突蟾的头体长从大到小依次为赤水掌突蟾 (*L. chishuiensis*)、绥阳掌突蟾 (*L. suiyangensis*)、金沙掌突蟾 (*L. jinshaensis*)、毕节掌突蟾 (*L. bijie*)、武陵掌突蟾 (*L. wulingensis*)、紫腹掌突蟾 (*L. purpuraventra*); 聚类分析显示, 在 6 个物种中, 紫腹掌突蟾与毕节掌突蟾差异最大, 与赤水掌突蟾差异最小; 6 种掌突蟾的差异主要表现在吻长/头体长、鼻间距/头体长、上眼睑宽/头体长、胫宽/头体长、后肢长/头体长和第 4 指长/头体长这 6 项比值性状上, 形态特征判别准确率为 75.0% ~ 100.0%, 综合判别准确率为 90.0%。此外, 本研究还对 6 种掌突蟾的质量特征进行了比较。综合形态测量特征, 本研究初步揭示了贵州高原这 6 种掌突蟾的形态特征差异, 为后续掌突蟾属的分类学及谱系地理学研究提供了一定基础。

**关键词:** 掌突蟾属; 形态特征差异; 贵州高原

中图分类号: Q959 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2022) 01-049-20

## Analysis on Morphological Characteristics of Six Species of *Leptobrachella* in Guizhou Plateau

SHEN Tuo<sup>①</sup> LI Shi-Ze<sup>①②</sup> LIU Jing<sup>①</sup> WEI Gang<sup>③</sup> MU Lang<sup>①</sup> SU Hai-Jun<sup>①\*</sup>

① *College of Forestry, Guizhou University, Biodiversity and Nature Conservation Research Center, Guizhou University,*

*Guiyang 550025, China;* ② *College of Animal Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China;*

③ *Guiyang College, Guiyang 550002, China*

**Abstract: [Objectives]** In order to reveal the differences in the main morphological characteristics of the *Leptobrachella*, it is hoped to provide a reference for the subsequent taxonomy and pedigree geography of *Leptobrachella*. **[Methods]** Apply morphological analysis methods, use the shortest distance method of Euclidean distance for cluster analysis, construct a cluster tree to show the grouping relationship of six species.

**基金项目** 贵州省科技支撑项目 (黔科合支撑[2020]4Y029), 国家自然科学基金项目 (No. 3196099), 贵州省科技厅青年人才成长项目 (黔教合 KY 字[2018]455, 黔教合 KY 字[2018]468), 贵州省基础研究项目 (黔科合基础[2020]1Y083), 贵州省林业科研项目 (黔林科合[2020]13 号);

\* 通讯作者, E-mail: hjsu@gzu.edu.cn;

**第一作者介绍** 沈拓, 男, 硕士研究生; 研究方向: 两栖动物多样性保护; E-mail: 742472622@qq.com。

收稿日期: 2021-05-06, 修回日期: 2021-10-24 DOI: 10.13859/j.cjz.202201006

The stepwise discriminant method is used for discriminant analysis, the trait parameters that contribute greatly to the discrimination are selected, and the discriminant formulas of six species of *Leptobranchella* are established. The morphological characteristic values of the individuals to be determined are respectively substituted into the discriminant formulas, and the formula values are calculated and compared. The largest is the population to which the individual of *Leptobranchella* belongs, so as to verify the ability of each main deformation contribution trait to distinguish species. [Results] The results indicated that: Morphological character Snout-vent length comparison: From large to small, the snout-vent length of the six species of *Leptobranchella* are *L. chishuiensis*, *L. suiyangensis*, *L. jinshaensis*, *L. bijie*, *L. wulingensis* and *L. purpuraventra* (Table 3); Cluster analysis showed that among the 6 species, the difference between the *L. purpuraventra* and the *L. bijie* was the largest, and the *L. purpuraventra* and the *L. chishuiensis* had the smallest difference (Fig. 2); The difference of six species of *Leptobranchella* mainly focused on the ratio of snout length / snout-vent length, internasal distance / snout-vent length, upper eyelid width / snout-vent length, maximal tibia width / snout-vent length, hindlimb length / snout-vent length, fourth finger length / snout-vent length (Fig. 4). The accuracy rate of morphological feature discrimination was 75.0% - 100.0%, and the comprehensive discrimination accuracy rate was 90.0%. In addition, we also compared the quality characteristics of six species of *Leptobranchella* (Table 4), and found that they can also be distinguished by quality characteristics. [Conclusion] This study initially revealed the morphological differences of these six species of *Leptobranchella* in the Guizhou Plateau. It is believed that the *Leptobranchella* in the Guizhou Plateau can be well distinguished by measurable and qualitative traits.

**Key words:** *Leptobranchella*; Morphological differences; Guizhou Plateau

掌突蟾属 (*Leptobranchella*) 隶属于两栖纲 (Amphibian) 无尾目 (Anura) 角蟾科 (Megophryidae), 广泛分布于中国南部、印度东北部、缅甸、泰国、越南和马来西亚等地。目前该属已报道 86 种 (Frost 2021), 中国记录有 30 种 (中国两栖类 2021)。

掌突蟾属物种形态相似性高导致了此前对于该属的物种多样性的低估。近年来, 在传统形态分类的基础上引入了新方法, 如分子生物学和声学等分析方法的引入, 以及野外调查范围的扩大, 大量的掌突蟾属新种被发现和描述 (Frost 2021)。据统计, 在国内有超过 80% 的掌突蟾属新种是 2012 年以后才被发现并描述的 (费梁等 2012, 中国两栖类 2021)。

近年来, 在贵州高原不断有掌突蟾属新种和分布新记录种被报道 (Wang et al. 2019, Li et al. 2020, Luo et al. 2020, Lyu et al. 2020, Wang et al. 2020, Cheng et al. 2021, 刘京等

2021)。目前贵州已记录掌突蟾属物种 12 种, 值得注意的是除以往记录的螯掌突蟾 (*L. pelodytoides*)、峨山掌突蟾 (*L. oshanensis*)、福建掌突蟾 (*L. liui*)、腹斑掌突蟾 (*L. ventripunctata*) 外 (伍律等 1987, 陈继军等 2007, 李光容等 2016), 毕节掌突蟾 (*L. bijie*)、紫腹掌突蟾 (*L. purpuraventra*)、赤水掌突蟾 (*L. chishuiensis*)、水城掌突蟾 (*L. dorsospina*)、武陵掌突蟾 (*L. wulingensis*)、岜沙掌突蟾 (*L. bashaensis*)、绥阳掌突蟾 (*L. suiyangensis*) 和金沙掌突蟾 (*L. jinshaensis*) 这 8 种均为近两年发表的新种, 并且除水城掌突蟾和岜沙掌突蟾外, 其余 6 种之前均被鉴定为峨山掌突蟾 (伍律等 1987)。其中, 紫腹掌突蟾模式产地为贵州省乌箐自然保护区, 目前已知仅分布于贵州省七星关区 (Wang et al. 2019); 毕节掌突蟾模式产地为贵州省湄子山自然保护区, 目前已知分布于贵州省七星关区、四川省画稿溪国家级

自然保护区 (Wang et al. 2019, 王平等 2021); 武陵掌突蟾模式产地为湖南省天子山自然保护区, 目前已知分布于湖南省武陵源区、贵州省江口县、贵州省石阡县 (Qian et al. 2020, 刘京等 2021); 绥阳掌突蟾模式产地为贵州省绥阳县火秋坝自然保护区, 目前仅知分布于贵州省绥阳县 (Luo et al. 2020); 赤水掌突蟾模式产地为贵州省赤水市赤水国家级自然保护区, 目前仅知分布于贵州省赤水市 (Li et al. 2020); 水城掌突蟾模式产地为贵州省水城县玉舍森林公园, 目前已知分布于贵州省水城县 (Wang et al. 2020); 岷沙掌突蟾模式产地为贵州省从江县岷沙自然保护区, 目前已知仅分布于贵州省从江县 (Lyu et al. 2020); 金沙掌突蟾模式产地为贵州省金沙县冷水河自然保护区, 目前仅知分布于贵州省金沙县 (Cheng et al. 2021)。且以上物种的发现均基于分子生物学方法所描述。虽然用分子生物学方法能够准确快速地进行物种鉴定, 但在野外考察过程要迅速鉴别物种还需依靠形态学特征。而毕节掌突蟾、紫腹掌突蟾、赤水掌突蟾、武陵掌突蟾、绥阳掌突蟾和金沙掌突蟾这 6 个种间, 部分物种还存在同域分布的情况, 如毕节掌突蟾和紫腹掌突蟾, 这更增加了野外考察过程中迅速鉴别这几个种

的难度。基于以上原因, 本研究收集了贵州高原分布的上述 6 种掌突蟾的 40 号标本, 通过测定主要形态指标, 运用多元统计方法, 揭示它们之间的主要形态特征差异, 以期为后续掌突蟾属的分类学及谱系地理学研究提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 标本来源

本研究所收集的 40 号掌突蟾属物种标本 (表 1) 中, 武陵掌突蟾是采自近模式产地, 其余 5 种掌突蟾均采自模式产地 (图 1)。

表 1 掌突蟾属 6 个种群样本数量

Table 1 The size of six populations of *Leptobrachella*

物种 Species	种群 Population	雄性 (ind) Male, n
紫腹掌突蟾 <i>L. purpuraventra</i>	贵州七星关区 Qixingguan District, Guizhou	8
毕节掌突蟾 <i>L. bijie</i>	贵州七星关区 Qixingguan District, Guizhou	3
武陵掌突蟾 <i>L. wulingensis</i>	贵州石阡县 Shiqian County, Guizhou	6
绥阳掌突蟾 <i>L. sui yangensis</i>	贵州绥阳县 Suiyang County, Guizhou	10
赤水掌突蟾 <i>L. chishuiensis</i>	贵州赤水市 Chishui City, Guizhou	8
金沙掌突蟾 <i>L. jinshaensis</i>	贵州金沙县 Jinsha County, Guizhou	5

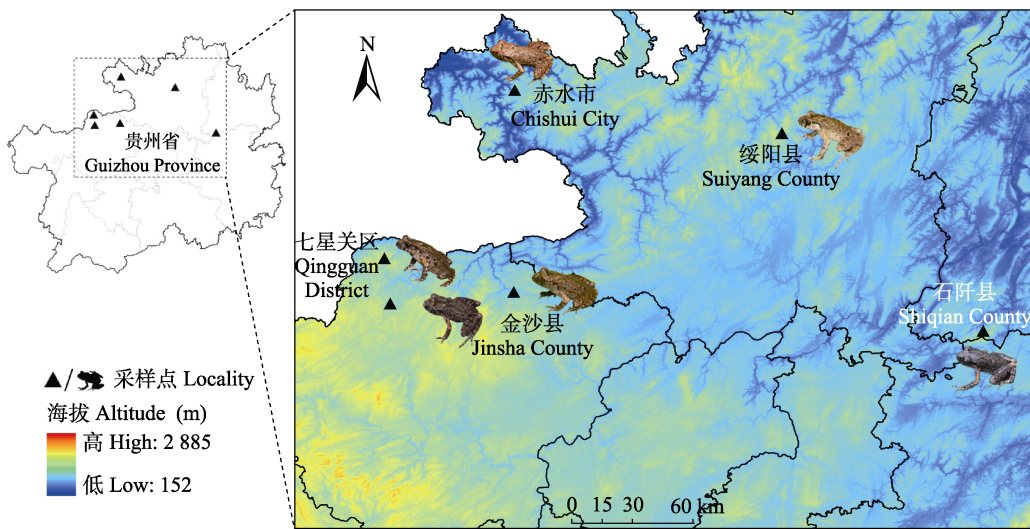


图 1 掌突蟾采样点分布图

Fig. 1 Sampling point distribution of *Leptobrachella*

## 1.2 数据测量

6 种掌突蟾共计 40 号样本, 每只标本测量头体长、头长、头宽、吻长等 29 项可量性状(表 2), 形态测量指标和外部形态描述主要参考《中国两栖动物检索及图解》(费梁等 2005)、Poyarkov 等(2015)以及 Yuan 等(2017)。采用电子数字游标卡尺(温州韦度电子有限公司;

量程 0 ~ 200 mm, 精度 0.01 mm) 进行测量, 测量数据精确到 0.01 mm, 为避免系统误差, 测量均由同一人完成, 每指标测量 3 次取平均值(附录 1)。

## 1.3 数据处理

为消除掌突蟾个体异速生长对形态测量数据所造成的影响, 每个掌突蟾标本除头体长外,

表 2 本研究所测掌突蟾形态性状及定义

Table 2 Measurements and its definitions of morphological traits toward the *Leptobrachella* specimen in this study

性状 Traits	定义 Definitions
头体长 Snout-vent length, SVL	自吻端至体后端的长度 Distance from the tip of the snout to the posterior edge of the vent
头长 Head length, HDL	自吻端至上下颌关节后缘的长度 Distance from the tip of the snout to the articulation of jaw
头宽 Head width, HDW	头两侧之间的最大距离 Greatest width between the left and right articulations of jaw
吻长 Snout length, SL	自吻端至眼前角的长度 Distance from the tip of the snout to the anterior corner of the eye
眼径 Eye diameter, ED	眼前角到眼后角的距离 Distance from the anterior corner to the posterior corner of the eye
眶间距 Interorbital distance, IOD	上眼睑内边缘之间的最小距离 Minimum distance between the inner edges of the upper eyelids
鼻间距 Internasal distance, IND	左右鼻孔内缘之间的距离 Minimum distance between the inner margins of the external nares
上眼睑宽 Upper eyelid width, UEW	上眼睑的最大宽度 Greatest width of the upper eyelid margins measured perpendicular to the anterior-posterior axis
鼻眼距 Nasal-eye length, NEL	鼻孔和前眼角之间的距离 Distance between nostrils and anterior canthus
鼻吻距 Nasal-snout length, NSL	鼻孔和吻端之间的距离 Distance between nostrils and snout
鼓膜径 Maximal tympanum diameter, TYD	最大的直径 Maximal tympanum diameter
鼓眼距 Tympanum-eye distance, TEY	鼓膜前端和眼后缘之间的距离 Distance from anterior edge of tympanum to posterior corner of eye
眼前角间距 Distance between anterior corner of eyes, IFE	两眼前眼角之间的距离 Distance between the anterior corners of the eyes
眼后角间距 Distance between posterior corner of eyes, IAE	两眼后眼角之间的距离 Distance between the back corners of the eyes
手长 Manus length, ML	第三指端到内掌突近端边缘的距离 Distance from tip of third digit to proximal edge of inner palmar tubercle
前臂及手长 Length of low arm and hand, LAL	自肘关节至第三指末端的长度 Distance from the elbow to the distal end of the finger IV
前臂宽 Lower arm width, LW	前臂最粗的直径 Maximum width of the lower arm
股长 Thigh length, THL	肛孔到膝关节 Distance from vent to knee
胫长 Tibia length, TL	胫部两端之间的长度 Distance from knee to tarsus
胫宽 Maximal tibia width, TW	胫部最宽处之间的距离 Maximal tibia width
足长 Foot length, FL	自内跖突的近端至第四趾末端的长度 Distance from tarsus to the tip of the fourth toe
跖足长 Length of foot and tarsus, TFL	自胫跖关节至第四趾末端的长度 Distance from the tibiotarsal articulation to the distal end of the toe IV
后肢长 Hindlimb length, HLL	肛孔到第四趾末端 Distance from tip of fourth toe to vent
股宽 Thigh width, THW	股部最宽的距离 Widest distance of the thigh
肩宽 Shoulder width, SW	肩部最宽的距离 Widest shoulder distance
第 1 指长 First finger length, FIL	第一指基部到指端距离 Distance from the base of the first finger to the end of the finger
第 2 指长 Second finger length, FIIIL	第二指基部到指端距离 Distance from the base of the second finger to the end of the finger
第 3 指长 Third finger length, FIIIL	第三指基部到指端距离 Distance from the base of the third finger to the end of the finger
第 4 指长 Fourth finger length, FIV	第四指基部到指端距离 Distance from the base of the fourth finger to the end of the finger

其余形态特征参数均除以其头体长值乘以 100 予以校正(王景龙等 2019), 共得到 28 项形态比例性状: 头长/头体长 (HDL/SVL)、头宽/头体长 (HDW/SVL)、吻长/头体长 (SL/SVL)、眼眶/头体长 (ED/SVL)、眶间距/头体长 (IOD/SVL)、鼻间距/头体长 (IND/SVL)、上眼睑宽/头体长 (UEW/SVL)、鼻眼距/头体长 (NEL/SVL)、鼻吻距/头体长 (NSL/SVL)、鼓膜径/头体长 (TYD/SVL)、鼓眼距/头体长 (TEY/SVL)、眼前角间距/头体长 (IFE/SVL)、眼后角间距/头体长 (IAE/SVL)、手长/头体长 (ML/SVL)、前臂及手长/头体长 (LAL/SVL)、前臂宽/头体长 (LW/SVL)、股长/头体长 (THL/SVL)、胫长/头体长 (TL/SVL)、胫宽/头体长 (TW/SVL)、足长/头体长 (FL/SVL)、跖足长/头体长 (TFL/SVL)、后肢长/头体长 (HLL/SVL)、股宽/头体长 (THW/SVL)、肩宽/头体长 (SW/SVL)、第 1 指长/头体长 (FIL/SVL)、第 2 指长/头体长 (FIIL/SVL)、第 3 指长/头体长 (FIILL/SVL)、第 4 指长/头体长 (FIV/SVL) (附录 2)。

基于上述 6 物种形态性状值, 运用欧氏距离的最短距离法进行聚类分析, 构建聚类树, 展示 6 物种在形态上的分组关系; 运用逐步判别法进行判别分析, 选出对判别贡献较大的性状参数建立 6 种掌突蟾的判别公式, 将待判定个体的形态特征值分别代入到判别公式中, 计算出公式值并进行比较, 最大者为该掌突蟾个体所归属的群体, 以验证各主要形变贡献性状对于区分物种的能力。分析与制图利用 SPSS 21.0、Origin 2020 等软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 6 种掌突蟾的头体长差异

6 种掌突蟾相比, 赤水掌突蟾头体长最大, 紫腹掌突蟾头体长最小。6 种掌突蟾头体长值由大到小依次为, 赤水掌突蟾、绥阳掌突蟾、金沙掌突蟾、毕节掌突蟾、武陵掌突蟾、紫腹掌突蟾 (表 3)。

### 2.2 6 种掌突蟾的形态聚类关系

根据呈现的聚类关系图, 紫腹掌突蟾、赤水掌突蟾、武陵掌突蟾归为较近类群, 而绥阳掌突蟾、金沙掌突蟾和毕节掌突蟾则都另为距离较远的单独类群, 尤其是毕节掌突蟾与其他 5 种掌突蟾在形态上差异最大 (图 2)。

### 2.3 6 种掌突蟾的形态特征判别

对掌突蟾的 28 项比例性状数据做相关性分析 (图 3), 结果表明, 足长/头体长与胫长/头体长 (0.76)、鼓膜径/头体长与鼓眼距/头体长 (0.71)、跖足长/头体长与前臂及手长/头体长 (0.70)、后肢长/头体长与前臂及手长/头体长 (0.65)、手长/头体长与前臂及手长/头体长 (0.60) 5 组比例性状存在显著相关性, 其他比例性状之间无显著相关性。说明掌突蟾中, 除存在显著相关性的比例性状外, 其他比例性状是可以用于单独分析的。

对 6 种掌突蟾 28 个校正异速生长后的性状进行逐步判别分析。该分析会筛选出多个指标进入判别式, 每个指标有一个贡献率, 经过对比, 筛选出 6 个对区分各物种有较大贡献率的性状 (图 4), 并建立各物种的判别函数。 $X_1 \sim X_6$  所对应的性状分别为吻长/头体长、鼻间距/头

表 3 6 种掌突蟾头体长比较

Table 3 Range, mean and standard deviation of body length of six species of *Leptobrachella*

	紫腹掌突蟾 <i>L. purpuraventra</i>	武陵掌突蟾 <i>L. wulingensis</i>	毕节掌突蟾 <i>L. bijie</i>	金沙掌突蟾 <i>L. jinshaensis</i>	绥阳掌突蟾 <i>L. suiyangensis</i>	赤水掌突蟾 <i>L. chishuiensis</i>
样本量 (ind) Sample size, <i>n</i>	6	3	5	4	8	6
范围 Range (mm)	27.85 ~ 30.92	28.69 ~ 30.29	29.94 ~ 31.38	28.95 ~ 32.50	30.80 ~ 34.20	27.85 ~ 30.92
平均值 ± 标准差 Mean ± SD (mm)	29.10 ± 1.28	29.31 ± 0.86	30.83 ± 0.57	31.24 ± 1.08	32.33 ± 1.21	29.10 ± 1.28

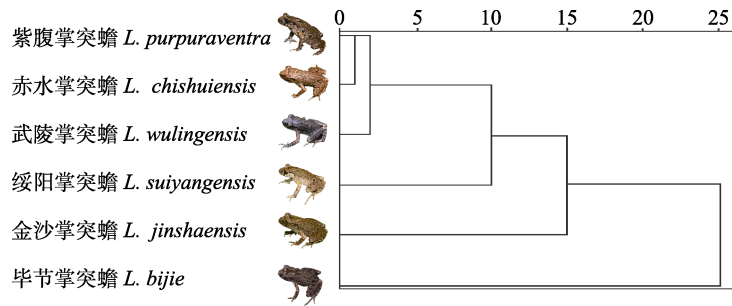


图 2 6 种掌突蟾形态特征聚类分析图

Fig. 2 Cluster dendrogram of six species of *Leptobrachella* based on morphological traits

图中上方标尺的数字表示物种间的形态差异程度。

The numbers on the upper scale in the figure indicate the degree of morphological differences among species.

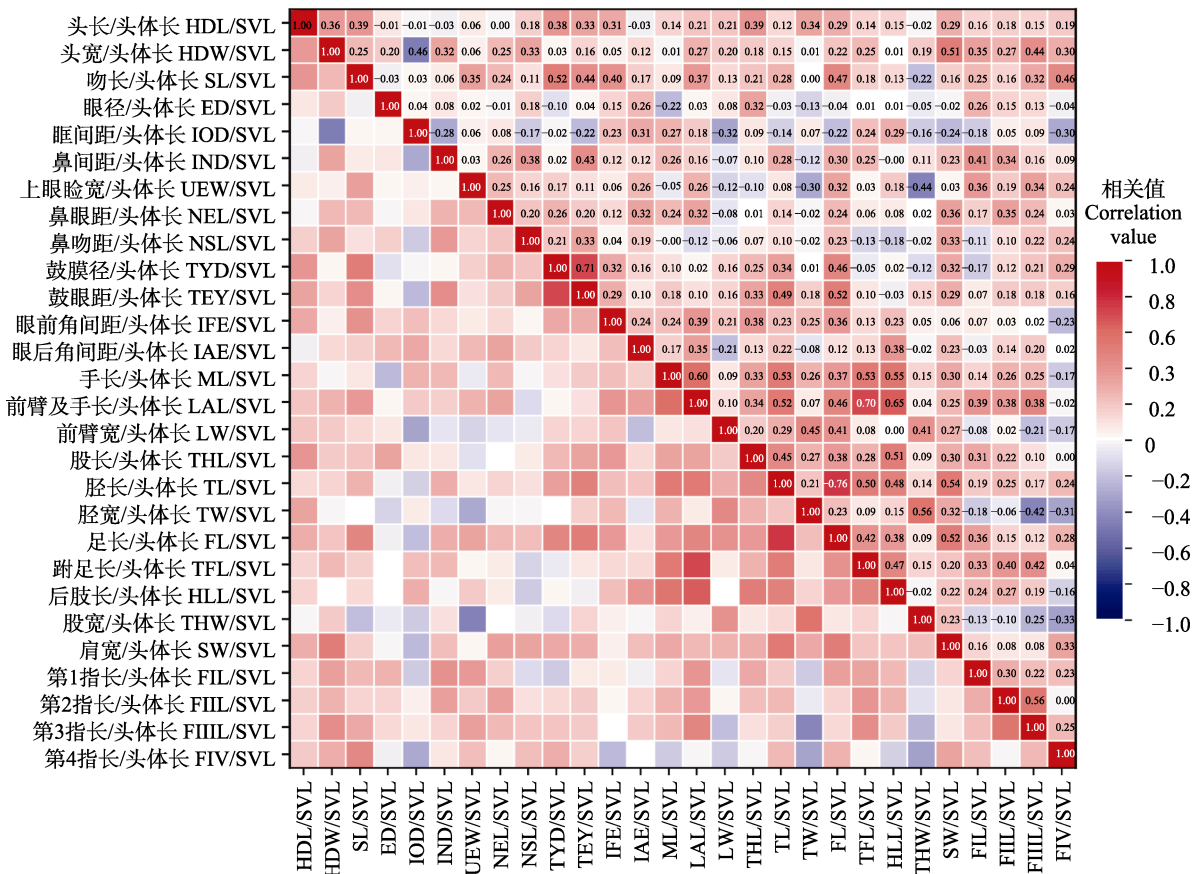


图 3 比例性状间的相关性分析

Fig. 3 Correlation analysis between proportional traits

SVL. Snout-vent length; HDL. Head length; HDW. Head width; SL. Snout length; ED. Eye diameter; IOD. Interorbital distance; IND. Internasal distance; UEW. Upper eyelid width; NEL. Nasal-eye length; NSL. Nasal-snout length; TYD. Maximal tympanum diameter; TEY. Tympanum-eye distance; IFE. Distance between anterior corner of eyes; IAE. Distance between posterior corner of eyes; ML. Manus length; LAL. Length of low arm and hand; LW. Lower arm width; THL. Thigh length; TL. Tibia length; TW. Maximal tibia width; FL. Foot length; TFL. Length of foot and tarsus; HLL. Hindlimb length; THW. Thigh width; SW. Shoulder width; FIL. First finger length; FIIL. Second finger length; FIIL. Third finger length; FIV. Fourth finger length

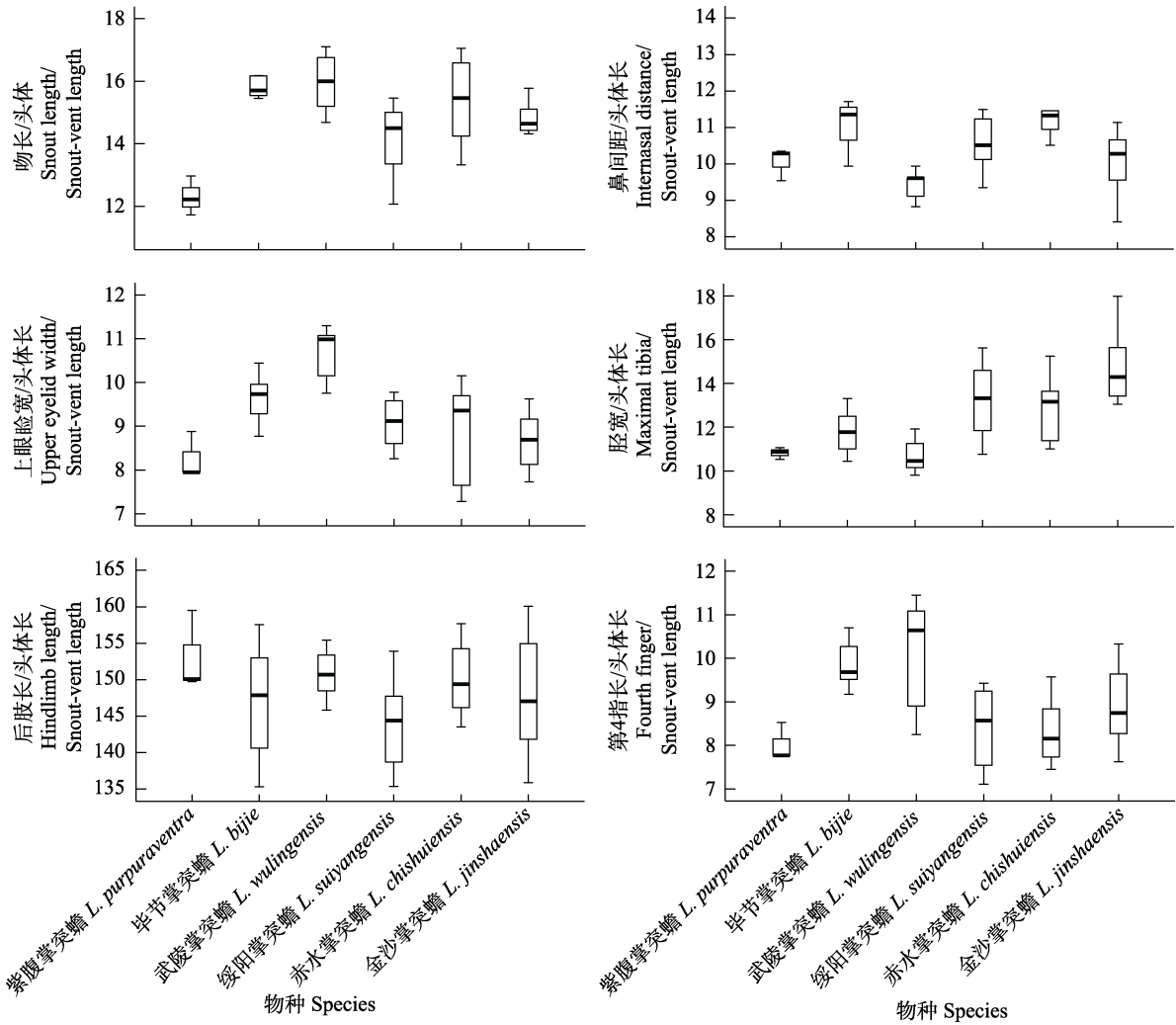


图 4 6 种掌突蟾 6 个主要贡献的比值性状差异

Fig. 4 The difference of the radio characters of six main contributions of six species of *Leptobrachella*

图中纵坐标刻度数据为标准化后的形态比例数据。

The ordinate scale data in the figure is the standardized morphological scale data.

体长、上眼睑宽/头体长、胫宽/头体长、后肢长/头体长、第 4 指长/头体长。

紫腹掌突蟾：

$$Y = 6.204X_1 + 5.324X_2 + 14.844X_3 + 2.391X_4 + 3.162X_5 + 19.102X_6 - 474.423$$

毕节掌突蟾：

$$Y = 4.518X_1 + 3.045X_2 + 13.261X_3 - 0.988X_4 + 3.732X_5 + 18.751X_6 - 455.183$$

武陵掌突蟾：

$$Y = 8.019X_1 + 9.706X_2 + 13.180X_3 + 1.601X_4 + 3.108X_5 + 15.887X_6 - 487.529$$

绥阳掌突蟾：

$$Y = 6.698X_1 + 6.769X_2 + 15.156X_3 + 1.913X_4 + 3.009X_5 + 17.573X_6 - 456.948$$

赤水掌突蟾：

$$Y = 8.072X_1 + 4.886X_2 + 17.441X_3 + 0.291X_4 + 3.253X_5 + 20.181X_6 - 517.845$$

金沙掌突蟾：

$$Y = 7.180X_1 - 3.943X_2 + 22.791X_3 - 2.226X_4 + 3.731X_5 + 24.774X_6 - 555.890$$

判别分析时，将测量数据的校正值分别代入以上 6 个判别方程，所得函数值最大即判别为该物种。判别分析显示，紫腹掌突蟾的判别准确率为 75.0%，绥阳掌突蟾的判别准确率为 80.0%，其余 4 种掌突蟾的判别准确率均达到 100.0%，6 种掌突蟾的综合判别准确率为 90.0%。一般来讲，判别出错的物种应该出现在相近物种间，尤其是聚类关系最相近的物种间的错判。这与图 2 的结果有明显不一致性，可能与判别公式的符合性有关，也可能与样本数不足有关。结果表明，峨山掌突蟾种组中的这 6 个种间在可量性状上存在一定的差异，说明采用判别分析具有较好的效果。吻长、后肢长和胫长这 3 个性状在掌突蟾属物种的可测量性状中具有重要的地位，胫长、后肢长可影响

物种的活动迁移能力，吻长则是物种头体长(吻肛长)的主要影响性状。吻长、后肢长和胫长这 3 个性状，对物种的分类具有关键的指示意义。

### 2.4 6 种掌突蟾的质量性状比较

趾基部有蹼迹可以将金沙掌突蟾(无蹼迹)与其他 5 种掌突蟾进行区分；狭窄的趾侧缘膜可区别绥阳掌突蟾(不明显)；后肢贴体前伸跗关节到达位置可区别于赤水掌突蟾(达鼓膜)和绥阳掌突蟾；体腹部颜色及腹部疣粒状斑点可区别紫腹掌突蟾(腹部灰紫色，灰色斑点)与绥阳掌突蟾(腹部淡黄色，浅棕色斑点)；武陵掌突蟾背部皮肤粗糙及有稀疏的大疣粒可区别于其他 5 种掌突蟾；背侧有明显标记可区分武陵掌突蟾和其他 5 种掌突蟾；腹侧部有黑点区分武陵掌突蟾和其他 5 种掌突蟾(表 4)。

### 种检索表

- 1. 趾间无蹼迹..... 金沙掌突蟾 *L. jinshaensi*  
趾间有明显的蹼迹..... 2
- 2. 趾侧无明显缘膜..... 绥阳掌突蟾 *L. suiyangensis*  
趾侧缘膜显著..... 3
- 3. 后肢贴体前伸跗关节达眼部..... 4  
后肢贴体前伸跗关节未达眼部..... 赤水掌突蟾 *L. chishuiensis*
- 4. 体腹面为灰紫色，胸部和腹侧有灰色斑点..... 紫腹掌突蟾 *L. purpuraventra*  
体腹面为白色或淡黄色，胸部和腹侧有白色或灰白色斑点..... 5
- 5. 背侧无明显标记..... 武陵掌突蟾 *L. wulingensis*  
背侧有明显标记..... 毕节掌突蟾 *L. bijie*

## 3 讨论

近缘种形态差异及其环境适应是现代生物学和分类学的重要研究内容(马玲等 2010)。形态学方法在许多生物的鉴定、研究中仍被普遍使用，短时期内形态学的地位依然无法被其他科学方法所取代(Tautz et al. 2003)。形态学研究通过对生物的各项可量性状进行测量、比对，从而有效鉴别生物种类，厘清种间的形态

差异。通过多元的分析方法可以更准确地反应不同物种之间的形态差异。基于形态学的多元分析方法已广泛应用于鱼类(黄胜等 2020)、昆虫类(张晶晶等 2014)、两栖类(王斌等 2007, 解宜兴等 2019)、爬行类(Chen et al. 2020)和啮齿类动物(Alhajeri 2021)等研究。

掌突蟾属物种分布广，但由于该属物种个体相对较小、扩散能力弱、对生境要求高、地域性强等生物学特性，使得该属不同种群间物

表 4 6 种掌突蟾形态特征比较

Table 4 Comparison of morphological characteristics of six species of *Leptobrachella*

	紫腹掌突蟾 <i>L. purpuraventra</i>	毕节掌突蟾 <i>L. bijie</i>	武陵掌突蟾 <i>L. wulingensis</i>	绥阳掌突蟾 <i>L. sui yangensis</i>	赤水掌突蟾 <i>L. chishuiensis</i>	金沙掌突蟾 <i>L. jinshaensis</i>
分布海拔 Altitude (m)	1 631	1 705	859	1 191	970	985
雄性头体长 (mm)	26.52 ~ 31.92	28.69 ~ 30.29	27.85 ~ 30.92	28.95 ~ 32.50	30.80 ~ 34.20	29.94 ~ 31.38
蹼 Web	有蹼迹 Webbed trace	有蹼迹 Webbed trace	有蹼迹 Webbed trace	有蹼迹 Webbed trace	有蹼迹 Webbed trace	无蹼迹 Without webbed trace
趾侧缘膜 Lateral margin membrane of toe	狭窄 Narrow	狭窄 Narrow	狭窄 Narrow	不明显 Indistinct	狭窄 Narrow	狭窄 Narrow
后肢贴体前伸趾关节到达位置 The hind limb is fitted to the	达眼中部 Reach to the middle eye	达眼中部 Reach to the middle eye	达眼中部 Reach to the middle eye	达眼前端 Reach to the anterior eye	达鼓膜 Reach to the tympanum	达眼中部 Reach to the middle eye
body and the tarsal joint is extended to reach the position						
腹部颜色 Venter colour	灰紫色, 胸部和腹侧有灰色斑点 Grayish purple, with gray spots on the pectoral and ventral	白色, 体腹部灰白色斑点 White, gray white spots on the ventral	体腹部白色, 胸部和腹部前方有疣粒状白色斑点 The venter is white, and there are wart granular white spots in the front of the pectoral and ventral	淡黄色或乳白色, 有纹理或浅棕色斑点 Light yellow or milky white, with texture or light brown spots	白色, 体腹部有灰白色斑点 White, with grayish white spots	白色, 伴有灰白色斑点 White with grayish white spots
背部皮肤 Dorsum skin	粗糙, 有疣粒 Rough, warty	粗糙, 有小疣粒 Rough, with small wart granular	粗糙, 有稀疏的大疣粒 Rough, with sparse large wart granular	粗糙, 无大疣粒 Rough, no large wart granular	粗糙, 有疣粒 Rough, warty	粗糙, 少疣粒 Rough, few wart granular
背侧明显标记 Dorsal obvious mark	有 Yes	有 Yes	无 No	有 Yes	有 Yes	有 Yes
腹侧部黑点 Ventral black spot	有 Yes	有 Yes	小到中等 Small to medium	有 Yes	有 Yes	有 Yes

种分化明显,但由于该属物种隐蔽性极强,不易获得标本材料,因此,该属物种的多样性严重被低估(Rowley et al. 2015, Chen et al. 2018)。近年来贵州高原不断有掌突蟾新种被发表(Frost 2021),多数新种都是基于分子差异而被发现,各种间形态差异是否明显此前尚未有报道。

本研究采用传统的形态测量方法,运用聚类分析和判别分析两种多元统计分析方法,对近年来贵州高原新发现的6种掌突蟾,即紫腹掌突蟾、毕节掌突蟾、武陵掌突蟾、绥阳掌突蟾、赤水掌突蟾和金沙掌突蟾,进行形态差异分析。聚类分析结果显示,紫腹掌突蟾、赤水掌突蟾、武陵掌突蟾归为较近类群,而绥阳掌突蟾、金沙掌突蟾和毕节掌突蟾则都另为距离较远的单独类群;毕节掌突蟾与紫腹掌突蟾能很好的区分开,这可能与两个种同域分布有关。判别分析显示,6种掌突蟾之间的形态差异主要集中在吻长/头体长(SL/SVL)、鼻间距/头体长(IND/SVL)、上眼睑宽/头体长(UEW/SVL)、胫宽/头体长(TW/SVL)、后肢长/头体长(HLL/SVL)和第4指长/头体长(FIV/SVL)这6项比例性状上,判别分析的准确率为75.0%~100.0%,综合判别准确率为90.0%,说明6种掌突蟾可量性状之间的差异较大。但聚类分析显示,毕节掌突蟾单独一支,与Cheng等(2021)运用16S rRNA构建的掌突蟾属82种物种的系统发育树中毕节掌突蟾与赤水掌突蟾互为姐妹种这种结构存在差异,这可能与本研究样本量较少有关,也可能是由于本研究仅对6种物种进行了比较有关。分子数据与形态数据之间的一致性并不罕见,这仍是分类学、系统发育学的核心问题之一(Lee et al. 2001)。因此,后续的研究需增加物种种类和标本数量进一步验证。

## 参 考 文 献

- Alhajeri B H. 2021. Cranial variation in allactagine jerboas (*Allactaginae*, *Dipodidae*, *Rodentia*): a geometric morphometric study. *Zoological Research*, 42(2): 182–194.
- Chen J M, Poyarkov N J, Suwannapoom C, et al. 2018. Large-scale phylogenetic analyses provide insights into unrecognized diversity and historical biogeography of Asian leaf-litter frogs, genus *Leptotalax* (Anura: Megophryidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 124: 162–171.
- Chen Z, Yu J P, Vogel G, et al. 2020. A new pit viper of the genus *Trimeresurus* (Lacépède, 1804) (Squamata: Viperidae) from Southwest China. *Zootaxa*, 4768(1): 112–128.
- Cheng Y L, Shi S C, Li J Q, et al. 2021. A new species of the Asian leaf litter toad genus *Leptobranchella* Smith, 1925 (Anura, Megophryidae) from northwest Guizhou Province, China. *ZooKeys*, 1021: 81–107.
- Frost D R. 2021. *Amphibian Species of the World*. Version 6.0. New York: American Museum of Natural History, [EB/OL]. [2021-10-24]. <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.html>.
- Lee, Michael S Y. 2001. Uninformative characters and apparent conflict between molecules and morphology. *Molecular Biology and Evolution*, 18(4): 676–680.
- Li S Z, Liu J, Wei G, et al. 2020. A new species of the Asian leaf litter toad genus *Leptobranchella* (Amphibia, Anura, Megophryidae) from southwest China. *ZooKeys*, 943: 91–118.
- Luo T, Xiao N, Gao K, et al. 2020. A new species of *Leptobranchella* (Anura, Megophryidae) from Guizhou province, China. *ZooKeys*, 923: 115–140.
- Lyu J C, Dai L L, Wei P F, et al. 2020. A new species of genus *Leptobranchella* Smith, 1925 (Anura, Megophryidae) from Guizhou, China. *ZooKeys*, 1008: 139–157.
- Poyarkov N J A, Rowley J J L, Gogoleva S I, et al. 2015. A new species of *Leptotalax* (Anura: Megophryidae) from the western Langbian Plateau, southern Vietnam. *Zootaxa*, 3931(2): 221–252.
- Qian T Y, Xia X, Cao Y, et al. 2020. A new species of *Leptobranchella* (Anura: Megophryidae) Smith, 1925 from Wuling Mountains in Hunan Province, China. *Zootaxa*, 4816(4): 491–526.
- Rowley J J, Stuart B L, Neang T, et al. 2015. A new species of *Leptotalax* (Anura: Megophryidae) from Vietnam and Cambodia. *Zootaxa*, 4039(3): 401–417.
- Tautz D, Arctander P, Minelli A, et al. 2003. A plea for DNA

- taxonomy. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(2): 70–74.
- Wang J, Li Y L, Li Y, et al. 2019. Morphology, molecular genetics, and acoustics reveal two new species of the genus *Leptobranchella* from northwestern Guizhou Province, China (Anura, Megophryidae). *ZooKeys*, 848: 119–154.
- Wang J, Lyu Z T, Qi S, et al. 2020. Two new *Leptobranchella* species (Anura, Megophryidae) from the Yunnan-Guizhou Plateau, southwestern China. *ZooKeys*, 995: 97–125.
- Yuan Z Y, Sun R D, Chen J M, et al. 2017. A new species of the genus *Leptotalax* (Anura: Megophryidae) from Guangxi, China. *Zootaxa*, 4300(4): 551–570.
- 陈继军, 张旋, 杨绍军, 等. 2007. 贵州雷公山自然保护区两栖动物调查报告. *四川动物*, 26(4): 826–830.
- 费梁, 叶昌媛, 江建平. 2005. 中国两栖动物检索及图解. 成都: 四川科学技术出版社, 6–18.
- 费梁, 叶昌媛, 江建平. 2012. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴. 成都: 四川科学技术出版社, 197–204.
- 黄胜, 潘秋芝, 安苗, 等. 2020. 贵州 3 个斑鳃野生种群形态学差异. *水产科学*, 39(3): 350–358.
- 解宜兴, 毛盼, 邓智勇, 等. 2019. 4 个大鲵群体的形态差异与判别分析. *南方农业学报*, 50(12): 2819–2825.
- 李光容, 魏刚, 张海波, 等. 2016. 贵州省两栖动物新纪录——腹斑掌突蟾. *野生生物学报*, 37(2): 178–180.
- 刘京, 李仕泽, 程彦林, 等. 2021. 贵州省两栖动物新纪录种——武陵掌突蟾. *四川动物*, 40(2): 189–195.
- 马玲, 董莹雪, 强胜. 2010. “黄莺花”与一枝黄花及其同属近缘种的形态比较. *植物研究*, 30(5): 594–599.
- 王斌, 江建平, 陈晓虹, 等. 2007. 隆肛蛙属种群形态量度分析. *动物分类学报*, 32(3): 629–636.
- 王景龙, 陈启豪, 陆文泽, 等. 2019. 河南省淮河流域鳊鱼亚科 5 种鱼形态差异分析. *水生生物学报*, 43(1): 123–132.
- 王平, 刘洋, 黄伟, 等. 2021. 四川省两栖类新纪录——毕节掌突蟾. *四川动物*, 40(1): 66–69.
- 伍律, 董谦, 须润华. 1987. 贵州两栖类志. 贵阳: 贵州人民出版社, 38–41.
- 张晶晶, 白义, 王贵虎. 2014. 基于几何形态测量学的几种蜻蜓翅的形态分析. *宁夏大学学报: 自然科学版*, 35(1): 66–70.
- 中国两栖类. 2021. “中国两栖类”信息系统. 中国, 云南省, 昆明: 中国科学院昆明动物研究所. [EB/OL] [2021-10-24]. <http://www.amphibiachina.org/>.

附录 1 6 种掌突蟾形态原始数据 (mm)

Appendix 1 Original morphological data of six species of *Leptobrachella*

物种 Species	紫腹掌突蟾 <i>L. purpuraventra</i>					毕节掌突蟾 <i>L. bijie</i>					绥阳掌突蟾 <i>L. suiyangensis</i>									
	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
性别 Sex	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
体长 Snout-vent length	29.92	26.52	28.08	28.47	27.64	31.92	30.49	27.26	28.69	28.96	30.29	31.32	32.40	31.82	30.92	30.99	30.28	32.50	32.19	31.02
头长 Head length	10.48	10.45	10.10	10.16	10.34	11.02	10.45	10.72	9.56	10.00	9.66	10.78	11.10	11.12	11.08	11.42	9.82	11.06	11.27	10.46
头宽 Head width	9.55	9.00	9.12	9.89	9.49	10.97	10.42	9.62	9.63	9.57	9.73	10.43	11.82	11.24	11.72	10.41	9.42	10.77	10.85	10.62
吻长 Snout length	4.38	3.97	3.31	4.17	4.02	4.57	4.65	4.30	3.72	3.54	3.55	4.40	4.32	3.84	4.62	4.79	4.62	4.34	4.83	4.33
眼径 Eye diameter	3.54	3.60	3.67	2.89	3.17	3.90	3.18	3.27	3.61	3.76	3.72	4.14	4.92	4.52	3.60	3.62	3.42	3.79	4.17	3.42
眶间距 Interorbital distance	3.31	3.23	3.26	2.23	2.96	2.75	2.89	2.08	3.37	3.51	2.63	3.47	3.04	3.30	2.58	3.07	3.62	3.32	3.39	3.41
鼻间距 Internasal distance	3.01	2.23	2.56	3.17	2.93	3.19	3.27	2.86	2.97	2.98	2.89	3.15	3.64	3.64	3.14	3.32	3.48	3.04	3.52	3.20
上眼睑宽 Upper eyelid width	2.88	2.39	2.35	2.20	2.56	2.55	2.52	2.47	2.28	2.30	2.69	2.67	2.94	3.04	2.66	2.97	2.96	3.17	2.79	2.84
鼻眼距 Nasal-eye length	1.96	1.80	1.95	2.14	2.03	2.77	2.04	2.24	2.31	2.01	1.98	2.57	2.72	2.72	2.50	3.02	2.44	2.92	2.27	2.58
鼻吻距 Nasal-snout length	2.19	1.57	1.68	2.23	2.30	2.31	1.72	1.69	1.51	1.41	1.66	1.71	2.96	2.96	2.44	1.73	2.04	1.71	1.95	1.89
鼓膜径 Maximal tympanum diameter	1.51	1.35	1.61	1.83	2.02	2.23	2.56	2.43	1.60	1.59	1.54	2.35	2.16	2.34	2.02	2.42	1.74	1.95	2.07	1.96
鼓眼距 Tympanum-eye distance	1.08	0.91	0.94	1.12	1.47	1.41	1.43	1.64	0.87	0.93	0.99	1.23	1.62	1.48	1.22	1.67	1.18	1.30	1.26	1.33
眼前角间距 Distance between anterior corner of eyes	5.39	4.61	4.95	4.73	4.72	5.25	5.46	5.44	5.38	4.41	4.87	5.41	5.16	5.32	4.82	5.34	5.04	5.26	5.90	5.10
眼后角间距 Distance between posterior corner of eyes	8.27	7.42	8.15	7.83	7.30	8.07	8.37	7.48	7.70	8.23	8.03	8.67	9.12	9.78	8.82	9.45	8.02	8.72	8.96	8.20



续附录 1

物种 Species	赤水掌突鳉 <i>L. chishuiensis</i>										金沙掌突鳉 <i>L. jinshaensis</i>										武陵掌突鳉 <i>L. wulingensis</i>																		
	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
性别 Sex	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
体长 Snout-vent length	32.06	33.00	33.40	11.90	11.70	11.60	11.90	10.80	11.90	30.90	32.70	30.80	31.60	34.20	31.38	31.26	30.8	30.78	29.94	30.32	29.11	27.92	27.85	30.92	28.46	30.32	29.11	27.92	27.85	30.92	28.46	30.32	29.11	27.92	27.85	30.92			
头长 Head length	12.77	11.90	11.10	11.60	10.80	11.90	10.80	11.90	11.40	11.80	12.20	11.80	11.50	12.70	13.66	10.84	10.34	10.06	10.08	9.84	10.51	10.40	10.44	11.00	10.22	9.84	10.34	10.06	10.08	10.22	9.84	10.51	10.40	10.44	11.00				
头宽 Head width	11.92	11.70	11.60	11.90	10.80	11.90	10.80	11.90	11.40	11.80	12.20	11.80	11.50	12.70	13.66	10.84	10.34	10.06	10.08	9.84	10.51	10.40	10.44	11.00	10.22	9.84	10.34	10.06	10.08	10.22	9.84	10.51	10.40	10.44	11.00				
吻长 Snout length	5.00	5.10	5.40	5.00	5.40	5.00	5.00	5.80	4.80	4.80	5.80	4.80	5.00	5.30	5.02	5.24	4.68	4.52	5.12	4.32	4.56	4.26	4.75	4.12	4.72	4.32	4.56	4.26	4.75	4.12	4.72	4.32	4.56	4.26	4.75	4.12			
眼径 Eye diameter	4.23	4.00	4.40	4.40	4.10	4.10	5.00	4.10	4.10	4.10	5.00	4.10	4.20	4.40	3.44	3.36	3.32	3.98	3.64	3.84	3.02	3.64	3.69	3.10	3.42	3.84	3.02	3.64	3.69	3.10	3.42	3.84	3.02	3.64	3.69	3.10			
眶间距 Interorbital distance	3.53	2.80	3.10	3.00	3.10	3.00	3.10	3.00	3.00	3.10	3.10	3.00	2.70	2.70	3.84	3.74	3.26	3.62	3.32	3.84	3.54	3.28	3.44	2.42	3.84	3.54	3.28	3.44	3.12	2.42	3.84	3.54	3.28	3.44	3.12	2.42			
鼻间距 Internasal distance	3.66	3.50	3.80	3.50	3.80	3.50	3.50	3.50	3.60	3.60	3.50	3.60	3.70	3.40	2.86	2.76	2.96	3.06	2.88	3.44	3.06	3.20	3.05	4.12	3.22	3.44	3.06	3.20	3.05	4.12	3.22	3.44	3.06	3.20	3.05	4.12			
上眼睑宽 Upper eyelid width	3.12	3.00	3.30	3.10	3.10	3.00	3.10	3.10	3.00	3.00	3.10	3.00	3.30	3.00	3.06	3.46	3.48	3.38	3.04	2.76	2.12	2.69	2.53	3.14	2.76	2.32	2.12	2.69	2.53	3.14	2.76	2.32	2.12	2.69	2.53	3.14			
鼻眼距 Nasal-eye length	2.84	2.68	3.22	2.44	2.44	2.94	2.42	2.42	2.94	2.42	2.42	2.94	2.32	2.75	2.38	2.86	2.66	2.64	2.24	2.52	2.55	2.65	2.27	2.52	2.52	2.54	2.55	2.65	2.27	2.52	2.52	2.54	2.55	2.65	2.27	2.52			
鼻吻距 Nasal-snout length	2.48	2.13	2.29	1.93	1.98	2.44	1.98	1.98	2.44	2.44	1.98	2.44	2.44	2.59	2.22	1.92	2.26	2.08	1.88	2.22	2.18	2.02	2.06	2.00	2.22	2.18	2.02	2.18	2.06	2.00	2.22	2.18	2.02	2.18	2.06	2.00			
鼓膜径 Maximal tympanum diameter	2.21	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.00	2.00	2.20	2.00	2.60	2.40	2.78	2.68	2.04	1.78	2.22	2.48	2.02	2.07	1.79	1.52	2.48	2.02	2.07	2.02	1.79	1.52	2.48	2.02	2.07	2.02	1.79	1.52			
鼓眼距 Tympanum-eye distance	1.36	1.43	1.50	1.48	1.48	1.16	1.58	1.58	1.16	1.16	1.58	1.16	1.84	1.43	1.46	1.28	0.92	1.04	1.38	1.72	1.42	1.30	1.25	1.44	1.72	1.42	1.30	1.19	1.25	1.44	1.72	1.42	1.30	1.19	1.25	1.44			
眼前角间距 Distance between anterior corner of eyes	5.91	5.61	5.72	5.55	5.82	5.76	5.82	5.82	5.76	5.76	5.82	5.76	5.86	5.71	5.22	4.94	5.52	5.36	5.04	4.88	5.16	5.07	5.09	4.72	5.92	4.88	5.16	5.07	5.09	4.72	5.92	4.88	5.16	5.07	5.09	4.72			
眼后角间距 Distance between posterior corner of eyes	9.34	9.25	9.71	8.80	8.84	8.82	8.84	8.84	8.82	8.82	8.84	8.82	8.42	8.95	8.14	8.96	9.04	8.72	9.02	8.74	7.85	8.02	8.44	8.24	8.72	8.74	7.85	8.02	8.44	8.24	8.72	8.74	7.85	8.02	8.44	8.24			

续附录 1

物种 Species	赤水掌突蟾 <i>L. chishuiensis</i>						金沙掌突蟾 <i>L. jinshaensis</i>						武陵掌突蟾 <i>L. wulingensis</i>						
	8.74	8.05	8.32	7.88	7.62	8.12	7.22	8.09	7.86	8.02	8.06	7.56	7.26	7.64	8.12	6.97	7.18	7.67	8.14
手长 Manus length	16.55	15.30	16.30	14.90	15.40	15.50	14.70	16.30	13.94	15.44	14.78	15.22	14.72	13.74	14.14	13.54	13.77	14.44	15.10
前臂及手长 Length of low arm and hand	2.57	3.10	2.80	2.60	3.10	3.00	2.90	3.30	2.08	2.58	2.28	2.32	2.24	2.32	1.78	2.23	2.44	2.45	2.06
前臂宽 Lower arm width	14.92	15.20	17.10	13.90	15.30	14.20	13.70	15.30	14.62	13.32	13.32	12.12	13.08	13.54	13.22	13.06	13.23	13.20	13.10
股长 Thigh length	14.89	15.50	16.80	15.30	15.50	15.20	14.90	16.00	13.88	15.08	14.08	15.06	14.52	13.92	14.34	13.37	13.17	13.39	14.52
胫长 Tibia length	3.90	4.20	3.80	3.40	3.60	4.10	3.30	4.20	3.74	3.52	3.02	3.22	3.04	3.74	3.34	4.44	3.68	3.80	3.52
胫宽 Maximal tibia width	14.10	15.30	15.90	14.40	14.70	15.10	15.00	16.30	13.54	14.94	13.54	14.04	13.28	13.54	12.48	12.61	12.03	12.83	13.72
足长 Foot length	22.44	22.20	22.10	21.10	22.30	21.20	20.90	22.20	20.04	22.2	18.86	21.48	19.94	19.14	20.14	19.07	19.37	20.16	21.58
跗足长 Length of foot and tarsus	50.51	49.17	52.44	45.91	45.34	45.32	42.76	48.76	45.76	46.42	47.24	47.84	45.12	43.22	43.52	42.76	43.07	43.91	45.20
后肢长 Hindlimb length	5.68	5.35	5.63	5.36	4.64	4.96	4.78	6.22	3.74	4.38	3.74	4.42	4.72	4.92	4.36	5.77	4.52	4.93	4.90
股宽 Thigh width	11.96	11.40	12.40	10.79	10.68	11.56	10.12	12.19	10.52	11.54	10.24	10.26	10.48	9.62	9.22	10.37	9.50	10.32	11.20
肩宽 Shoulder width	3.03	3.30	3.80	3.00	3.60	3.60	3.20	3.40	2.76	2.54	2.72	2.74	2.76	2.22	2.24	2.16	2.59	2.87	3.82
第 1 指长 First finger length	2.93	3.00	3.00	2.80	3.40	3.10	2.80	3.00	2.78	3.12	2.58	2.96	2.84	2.42	2.92	2.32	4.87	2.82	3.42
第 2 指长 Second finger length	5.53	4.90	5.00	5.10	5.50	5.00	5.00	5.60	5.22	5.74	5.16	5.48	5.48	4.82	4.92	4.19	5.12	4.98	5.64
第 3 指长 Third finger length	3.10	3.20	3.50	2.90	3.50	3.10	2.90	3.30	3.34	3.58	2.54	2.74	3.32	2.12	2.68	2.49	2.16	2.16	2.96
第 4 指长 Fourth finger length																			

附录 2 6 种掌突蟾形态比例数据  
Appendix 2 Morphological proportion data of six species of *Leptobranchella*

物种 Species	紫腹掌突蟾 <i>L. purpuraventra</i>						毕节掌突蟾 <i>L. bijie</i>						绥阳掌突蟾 <i>L. suiyangensis</i>					
	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
性别 Sex	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
头长/头体长 Head length/Snout-vent length	35.03	39.40	35.97	35.69	37.41	34.52	34.27	39.33	33.32	34.53	31.89	34.42	34.26	34.95	35.83	36.85	32.43	34.03
头宽/头体长 Head width/Snout-vent length	31.92	33.94	32.48	34.74	34.33	34.37	34.18	35.29	33.57	33.05	32.12	33.30	36.48	35.32	37.90	33.59	31.11	33.14
吻长/头体长 Snout length/Snout-vent length	14.64	14.97	11.79	14.65	14.54	14.32	15.25	15.77	12.97	12.22	11.72	14.05	13.33	12.07	14.94	15.46	15.26	13.35
眼径/头体长 Eye diameter/Snout-vent length	11.83	13.57	13.07	10.15	11.47	12.22	10.43	12.00	12.58	12.98	12.28	13.22	15.19	14.20	11.64	11.68	11.29	11.66
眶间距/头体长 Interorbital distance/Snout-vent length	11.06	12.18	11.61	7.83	10.71	8.62	9.48	7.63	11.75	12.12	8.68	11.08	9.38	10.37	8.34	9.91	11.96	10.22
鼻间距/头体长 Internasal distance/Snout-vent length	10.06	8.41	9.12	11.13	10.60	9.99	10.72	10.49	10.35	10.29	9.54	10.06	11.23	11.44	10.16	10.71	11.49	9.35
上眼睑宽/头体长 Upper eyelid width/Snout-vent length	9.63	9.01	8.37	7.73	9.26	7.99	8.27	9.06	7.95	7.94	8.88	8.52	9.07	9.55	8.60	9.58	9.78	9.75
鼻眼距/头体长 Nasal-eye length/Snout-vent length	6.55	6.79	6.94	7.52	7.34	8.68	6.69	8.22	8.05	6.94	6.54	8.21	8.40	8.55	8.09	9.75	8.06	8.98
鼻吻距/头体长 Nasal-snout length/Snout-vent length	7.32	5.92	5.98	7.83	8.32	7.24	5.64	6.20	5.26	4.87	5.48	5.46	9.14	9.30	7.89	5.58	6.74	5.26
鼓膜径/头体长 Maximal tympanum diameter/Snout-vent length	5.05	5.09	5.73	6.43	7.31	6.99	8.40	8.91	5.58	5.49	5.08	7.50	6.67	7.35	6.53	7.81	5.75	6.00
鼓眼距/头体长 Tympanum-eye distance/Snout-vent length	3.61	3.43	3.35	3.93	5.32	4.42	4.69	6.02	3.03	3.21	3.27	3.93	5.00	4.65	3.95	5.39	3.90	4.00

续附录 2

物种 Species	紫腹掌突蟾 <i>L. purpuraventra</i>			毕节掌突蟾 <i>L. bijie</i>			绥阳掌突蟾 <i>L. suiyangensis</i>														
眼前角间距/头体长 Distance between anterior corner of eyes/Snout-vent length	18.01	17.38	17.63	16.61	17.08	16.45	17.91	19.96	18.75	15.23	16.08	17.27	15.93	16.72	15.59	17.23	16.64	16.18	18.33	16.44	19.17
眼后角间距/头体长 Distance between posterior corner of eyes/Snout-vent length	27.64	27.98	29.02	27.50	26.41	25.28	27.45	27.44	26.84	28.42	26.51	27.68	28.15	30.74	28.53	30.49	26.49	26.83	27.83	26.43	27.67
手长/头体长 Manus length/Snout-vent length	23.70	24.47	24.96	25.50	28.40	25.44	25.39	27.37	24.78	26.62	24.43	25.06	25.12	23.44	23.29	26.91	26.82	22.83	25.44	26.37	27.88
前臂及手长/头体长 Length of low arm and hand/Snout-vent length	47.13	47.59	46.37	46.05	49.78	44.36	45.36	49.67	48.66	47.79	46.22	46.36	45.74	43.18	44.63	51.53	44.72	43.85	47.37	49.32	49.81
前臂宽/头体长 Lower arm width/Snout-vent length	7.92	9.50	8.16	10.47	10.89	9.34	8.17	10.90	6.69	8.29	8.48	10.98	6.98	8.30	8.28	8.74	8.45	8.89	10.03	9.99	8.53
股长/头体长 Thigh length/Snout-vent length	43.72	48.38	44.44	39.94	47.94	43.95	45.69	50.37	44.79	46.37	45.53	44.09	45.74	45.63	41.14	43.59	42.14	37.97	43.52	47.10	44.87
胫长/头体长 Tibia length/Snout-vent length	44.92	47.06	44.48	49.28	53.47	47.21	50.34	52.64	45.70	49.14	46.02	43.93	46.60	47.89	43.79	51.53	45.97	42.18	45.08	47.94	47.88
胫宽/头体长 Maximal tibia width/Snout-vent length	13.47	17.99	14.53	13.38	14.83	14.07	13.05	16.43	10.53	10.88	11.06	10.76	11.85	12.95	11.06	15.62	14.60	13.42	14.66	14.15	13.23
足长/头体长 Foot length/Snout-vent length	41.34	42.95	43.02	46.05	49.31	43.30	44.41	51.54	43.15	43.51	40.57	41.12	42.72	45.00	40.82	47.43	46.63	39.69	44.02	45.52	42.76
跗足长/头体长 Length of foot and tarsus/Snout-vent length	64.74	66.55	67.98	66.21	71.49	64.13	67.40	67.20	69.61	70.23	64.18	63.47	65.06	63.61	65.39	67.80	66.45	61.78	66.54	71.89	68.26
后肢长/头体长 Hindlimb length/Snout-vent length	142.21	154.45	147.72	141.45	155.46	135.90	146.34	160.09	150.09	159.50	149.75	144.41	144.38	139.03	137.19	153.92	147.72	135.38	147.93	146.20	138.72
股宽/头体长 Thigh width/Snout-vent length	17.95	15.54	19.30	17.25	18.02	18.77	16.27	20.18	14.46	19.27	15.85	15.10	16.85	17.91	19.15	18.55	17.34	18.83	19.70	20.73	18.69

续附录 2

物种 Species	紫腹掌突蟾 <i>L. purpuraventra</i>					毕节掌突蟾 <i>L. bijie</i>					绥阳掌突蟾 <i>L. suiyangensis</i>										
	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂				
肩宽/头体长 Shoulder width/Snout-vent length	31.65	34.77	33.08	35.72	37.84	38.88	36.37	36.54	33.08	33.60	31.86	33.97	34.51	40.10	33.31	38.01	33.32	31.51	34.54	32.59	34.54
第1指长/头体长 First finger length/Snout-vent length	8.19	8.41	8.16	5.48	8.25	8.77	8.10	9.35	9.27	10.32	8.48	7.54	8.52	7.73	7.76	9.33	10.47	7.72	8.48	8.16	9.40
第2指长/头体长 Second finger length/Snout-vent length	7.55	8.11	7.66	8.61	10.38	7.93	7.74	10.82	8.78	9.53	8.98	8.46	10.00	8.93	9.83	9.81	9.02	7.85	8.45	8.96	9.67
第3指长/头体长 Third finger length/Snout-vent length	14.54	14.82	13.71	15.00	16.21	15.63	14.92	16.69	15.93	16.40	14.76	15.55	18.21	15.15	17.14	14.39	13.31	14.09	15.84	16.96	17.13
第4指长/头体长 Fourth finger length/Snout-vent length	9.06	8.18	7.62	10.33	8.36	9.12	10.17	8.44	7.77	8.53	7.76	7.31	9.38	9.43	9.25	8.62	8.52	7.11	8.33	7.54	8.98

物种 Species	赤水掌突蟾 <i>L. chishuiensis</i>					金沙掌突蟾 <i>L. jinshaensis</i>					武陵掌突蟾 <i>L. wulingensis</i>										
	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
性别 Sex	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂	♂
头长/头体长 Head length/Snout-vent length	39.83	36.06	33.23	38.51	37.31	38.31	36.39	37.13	43.53	34.68	33.57	32.68	33.67	35.91	32.45	36.10	37.25	37.49	35.58	37.49	35.58
头宽/头体长 Head width/Snout-vent length	37.18	35.45	34.73	34.95	36.39	37.01	33.54	35.09	32.44	33.33	33.83	33.53	34.60	32.40	29.88	35.04	34.63	37.13	36.93	37.13	36.93
吻长/头体长 Snout length/Snout-vent length	15.60	15.45	16.17	16.18	17.74	15.58	15.82	15.50	16.00	16.76	15.19	14.68	17.10	16.58	14.25	15.66	15.26	17.06	13.32	17.06	13.32
眼径/头体长 Eye diameter/Snout-vent length	13.19	12.12	13.17	13.27	15.29	13.31	13.29	12.87	10.96	10.75	10.78	12.93	12.16	12.02	12.66	10.37	13.04	13.25	10.03	13.25	10.03
眶间距/头体长 Interorbital distance/Snout-vent length	11.01	8.48	9.28	9.71	9.48	9.74	8.54	7.89	12.24	11.96	10.58	11.76	11.09	13.49	11.68	11.27	12.32	11.20	7.83	11.20	7.83
鼻间距/头体长 Internasal distance/Snout-vent length	11.42	10.61	11.38	11.33	10.70	11.69	11.71	9.94	9.11	8.83	9.61	9.94	9.62	11.31	11.35	10.51	11.46	10.95	13.32	10.95	13.32

## 续附录 2

物种 Species	赤水掌突蟾 <i>L. chishuiensis</i>			金沙掌突蟾 <i>L. jinshaensis</i>			武陵掌突蟾 <i>L. wulingensis</i>												
上眼睑宽/头体长 Upper eyelid width/Snout-vent length	9.73	9.09	9.88	10.03	9.48	9.74	10.44	8.77	9.75	11.07	11.30	10.98	10.15	9.70	7.65	7.28	9.63	9.08	10.16
鼻眼距/头体长 Nasal-eye length/Snout-vent length	8.86	8.12	9.64	7.90	7.40	9.55	7.34	8.04	7.58	9.15	8.64	8.58	7.48	8.85	8.38	8.76	9.49	8.15	8.15
鼻吻距/头体长 Nasal-snout length/Snout-vent length	7.74	6.45	6.86	6.25	6.06	7.92	7.72	7.57	7.07	6.14	7.34	6.76	6.28	7.80	7.19	6.94	6.98	7.40	6.47
鼓膜径/头体长 Maximal tympanum diameter/Snout-vent length	6.89	6.67	6.59	7.12	6.73	6.49	8.23	7.02	8.86	8.57	6.62	5.78	7.41	8.71	6.66	7.11	7.34	6.43	4.92
鼓眼距/头体长 Tympanum-eye distance/Snout-vent length	4.24	4.33	4.49	4.79	4.83	3.77	5.82	4.18	4.65	4.09	2.99	3.38	4.61	6.04	4.68	4.47	4.26	4.49	4.66
眼前角间距/头体长 Distance between anterior corner of eyes/Snout-vent length	18.43	17.00	17.13	17.96	17.80	18.70	18.54	16.70	16.63	15.80	17.92	17.41	16.83	20.80	16.09	17.73	18.16	18.28	15.27
眼后角间距/头体长 Distance between posterior corner of eyes/Snout-vent length	29.13	28.03	29.07	28.48	27.03	28.64	26.65	26.17	25.94	28.66	29.35	28.33	30.13	30.64	28.83	26.97	28.72	30.31	26.65
手长/头体长 Manus length/Snout-vent length	27.26	24.39	24.91	25.50	23.30	26.36	22.85	23.65	25.05	25.66	26.17	24.56	24.25	26.84	26.78	23.94	25.72	27.54	26.33
前臂及手长/头体长 Length of low arm and hand/Snout-vent length	51.62	46.36	48.80	48.22	47.09	50.32	46.52	47.66	44.42	49.39	47.99	49.45	49.16	48.28	46.64	46.51	49.32	51.85	48.84
前臂宽/头体长 Lower arm width/Snout-vent length	8.02	9.39	8.38	8.41	9.48	9.74	9.18	9.65	6.63	8.25	7.40	7.54	7.48	8.15	5.87	7.66	8.74	8.80	6.66
股长/头体长 Thigh length/Snout-vent length	46.54	46.06	51.20	44.98	46.79	46.10	43.35	44.74	46.59	42.61	43.25	39.38	43.69	47.58	43.60	44.86	47.39	47.40	42.37

续附录 2

物种 Species	赤水掌突鳊 <i>L. chishuiensis</i>					金沙掌突鳊 <i>L. jinshaensis</i>					武陵掌突鳊 <i>L. wulingensis</i>								
	胫长/头体长 Tibia length/Snout-vent length	46.44	46.97	50.30	49.51	47.40	49.35	47.15	46.78	44.23	48.24	45.71	48.93	48.50	48.91	47.30	45.93	47.17	48.08
胫宽/头体长 Maximal tibia width/Snout-vent length	12.16	12.73	11.38	11.00	11.01	13.31	10.44	12.28	11.92	11.26	9.81	10.46	10.15	13.14	11.02	15.25	13.18	13.64	11.38
足长/头体长 Foot length/Snout-vent length	43.98	46.36	47.60	46.60	44.95	49.03	47.47	47.66	43.15	47.79	43.96	45.61	44.36	47.58	41.16	43.32	43.09	46.07	44.37
跗足长/头体长 Length of foot and tarsus/Snout-vent length	69.99	67.27	66.17	68.28	68.20	68.83	66.14	64.91	63.86	71.02	61.23	69.79	66.60	67.25	66.42	65.51	69.38	72.39	69.79
后肢长/头体长 Hindlimb length/Snout-vent length	157.55	149.00	157.01	148.58	138.65	147.14	135.32	142.57	145.83	148.50	153.38	155.43	150.70	151.86	143.54	146.89	154.26	157.67	146.18
股宽/头体长 Thigh width/Snout-vent length	17.72	16.21	16.86	17.35	14.19	16.10	15.13	18.19	11.92	14.01	12.14	14.36	15.76	17.29	14.38	19.82	16.19	17.70	15.85
肩宽/头体长 Shoulder width/Snout-vent length	37.31	34.55	37.13	34.92	32.66	37.53	32.03	35.64	33.52	36.92	33.25	33.33	35.00	33.80	30.41	35.62	34.03	37.06	36.22
第 1 指长/头体长 First finger length/Snout-vent length	9.45	10.00	11.38	9.71	11.01	11.69	10.13	9.94	8.80	8.13	8.83	8.90	9.22	7.80	7.39	7.42	9.28	10.31	12.35
第 2 指长/头体长 Second finger length/Snout-vent length	9.14	9.09	8.98	9.06	10.40	10.06	8.86	8.77	8.86	9.98	8.38	9.62	9.49	8.50	9.63	7.97	17.44	10.13	11.06
第 3 指长/头体长 Third finger length/Snout-vent length	17.25	14.85	14.97	16.50	16.82	16.23	15.82	16.37	16.63	18.36	16.75	17.80	18.30	16.94	16.23	14.39	18.34	17.88	18.24
第 4 指长/头体长 Fourth finger length/Snout-vent length	9.67	9.70	10.48	9.39	10.70	10.06	9.18	9.65	10.64	11.45	8.25	8.90	11.09	7.45	8.84	8.55	7.74	7.76	9.57