

四川永川重庆西蜀鳄 (*Hsisosuchus chungkingensis*) 新材料

李锦玲 吴肖春 李宣民

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所) (四川重庆自然博物馆)

关键词 四川永川 上沙溪庙组 (J₃) 西蜀鳄科

内 容 提 要

本文详细记述了发现于四川省永川县重庆西蜀鳄 (*Hsisosuchus chungkingensis* Young et chow, 1953) 一年轻个体的不完整骨架。新材料证实了西蜀鳄为一具有眶前孔, 带有边缘锯齿的牙齿, 和特殊腭面结构的鳄类。通过与正模的对比, 订正了一些过去的看法, 如该属颅平台的形状并不如最初所认为的那样中间凸出; 上颌骨不组成外鼻孔的边缘; 外鼻孔的位置比正模中所记述的部位要更靠前等。在此基础上修订了该属的特征, 讨论了该属年轻个体和老年个体的区别。

重庆西蜀鳄是杨钟健, 周明镇(1953)在一老年个体的基础上记述的一特殊鳄类。正模 (IVPP V 703——头骨和下颌, 704——部分背腹骨板) 发现于四川重庆上沙溪庙组, 石化程度较深, 骨缝愈合, 一些特征难于分辨。长期以来古生物工作者对这一鳄类抱有极大的兴趣, 但受条件所限研究工作一直停在原有水平。鉴于头骨和下颌所显示的一系列令人迷惑不解的构造特征, 重庆西蜀鳄自确立之初起就被看作是非常特化的一种鳄类。杨钟健等以它为基础建立了一新科——西蜀鳄科。考虑到很难把它归于任何已知的亚目, 他们甚至认为它可以代表一新的亚目。在演化上和西贝鳄类有相近的关系。目前四川省永川县双石桥地区鳄类化石一不完整骨架的发现, 为重庆西蜀鳄的进一步研究提供了新的机遇。新材料(重庆自然博物馆 CNM V 1090) 系六十年代初农民李富贵在修房的过程中, 在侏罗纪灰绿色砂岩中发现的, 随即报告了当地文物主管部门。后经本文作者之一李宣民前往调查, 并将标本带回重庆加以精心修理。它虽然与杨钟健, 周明镇 1953 年记述的重庆西蜀鳄正模有些区别, 但似乎有足够的理由将它们归入同属同种。新材料包括缺失了吻端的头骨及下颌, 部分脊椎, 背, 腹骨板及肩带, 腰带, 肢骨等。本文拟对新材料作较为详尽的解剖描述, 对正模作必要的补充修订。在此基础上重新厘定西蜀鳄的属级特征, 并讨论西蜀鳄年轻个体和老年个体的区别。受篇幅所限该属的系统分类位置将另文专门论述。

正模头骨长度(上颌骨—方骨)26.7 厘米, 横贯方颞骨的宽度 12 厘米。新材料头骨保存长度 14.5 厘米, 横贯方颞骨宽度 7.5 厘米。通过与正模相应部位的对比, (在忽略鳄类异速生长的情况下) 估算出新材料吻端缺失了 1.5 厘米, 这样头骨全长(吻端至两方骨髁

后缘连线) 约为 16 厘米。从新材料小的尺寸及某些骨片间松散的连接看, 这是一个相当年轻的, 甚至可能是一未成年个体。现代扬子鳄的资料证明, 能产卵的年轻个体体长(92.2 厘米) 仅为老年个体体长(180—200 厘米) 的一半左右, 头长约为 56% (丛林玉等, 1984)。假如这些比例也适用于西蜀鳄, 并不考虑个体变异和异速生长的因素, 那么新材料代表了一个年轻成体。

永川新材料除吻端缺失外, 头骨的保存状态极佳, 几乎没有挤压变形。背视显示了原始鳄类的特点, 头骨后部宽, 在眼眶之前突然收缩, 形成窄而长的吻部。依据保存的部分判断, 吻长近于吻后长(两眼眶前缘至颅平台后缘) 的 1.4 倍。而根据保留部分计算, 正模的吻几乎已经达吻后部两倍长。这说明, 该鳄类成年或大个体具有较长的吻。颅平台已基本形成, 虽然确实“不是鳄类的标准形式”(杨钟健, 周明镇, 1953)。与进步的鳄类所具有的稍稍凹入的颅平台不同, 新材料的颅平台由于鳞骨的向后侧方, 顶骨后部向后方倾斜, 而呈一微弱的凸面。眼孔大, 面向侧上方。上颞孔小, 侧颞孔小。眶前孔大, 面向侧方。顶面大部分骨片雕饰发育, 凹坑及纵横的沟和嵴密集, 形态及分布均不规则。只有鼻骨表面的雕饰浅而稀疏, 方骨及方颞骨表面光滑。侧视头骨较高, 顶面呈一自后向前倾斜的面。

新材料前上颌骨缺失, 正模的前上颌骨亦不完整, 因此该属吻端的特征目前仍存在疑问。据杨钟健等(1953)所述, 与其它鳄类不同, 西蜀鳄外鼻孔不仅被前上颌骨和鼻骨所包围, 上颌骨亦参加其边缘。杨等图 7 所示上颌骨与前上颌骨的界线在外鼻孔之下, 如果确实如此的话, 那图 7 所示大的第四齿骨齿所在的部位为前上颌骨之内侧。问题是正模所示的外鼻孔位置相当靠后并与另一侧的分隔很开, 在新材料的相应部位没有外鼻孔的痕迹。且正模外鼻孔边缘不够完整, 很象是上颌骨破碎所造成的。在已知的鳄形类中, 两外鼻孔彼此紧靠或融合为一, 着生在吻部前端。上颌骨决不构成其边缘。笔者亦十分怀疑图 7 所示的上颌骨与前上颌骨的界线。在 *Protosuchus* 中, 大的第四齿骨齿恰恰位于上颌骨及前上颌骨之间的凹缺(见 Crompton and Smith, 1980)。在 *Orthosuchus* 中, 虽然未见大的齿骨齿, 但前上颌骨与上颌骨之间的凹缺存在(见 Nash, 1975), 以此作为依据推测西蜀鳄新材料上加大的第四齿骨齿的位置标示着前上颌骨与上颌骨之间的分界。在正模中加大的第四齿骨齿及齿骨在该齿处明显膨大, 还表明在前上颌骨与上颌骨间很可能存在一凹缺。从保存情况看, 骨片恰恰在此处断裂, 也说明此处为结构上的薄弱环节。由于正模保存的不够完整, 且石化程度极深, 有些特征的显示不够确切, 推测的得以证实还有待于材料的进一步发现。

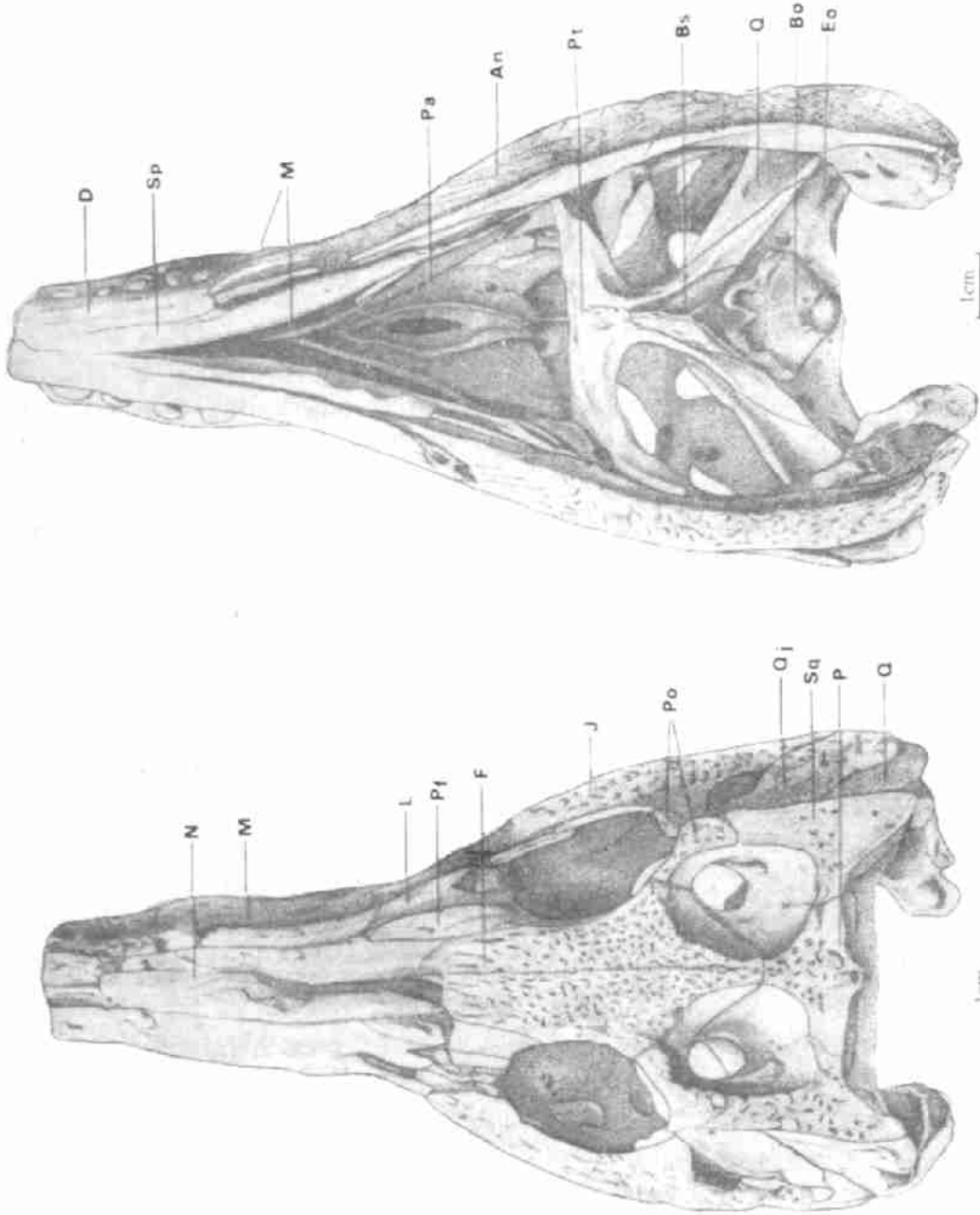
与晚期鳄类不同, 西蜀鳄上颌骨特征原始, 在头骨顶面上只有很窄的出露, 虽然它的出露面积稍大于鼻骨的面积, 它基本是一垂直的骨片, 这与西蜀鳄窄的吻部和相对较宽的鼻骨有关。这一特征在 *Protosuchus* 和 *Orthosuchus* 中表现的更为显著, 头骨顶视鼻骨的面积大于上颌骨的出露面积。基于此点, 西蜀鳄的上颌骨又较后二者为进步。上颌骨与泪骨间有大的眶前孔。它们在孔的周围形成一凹入区。该区骨的表面光滑无雕饰。上颌骨后部与颞骨相接。颞骨并未伸达眶前孔的边缘, 但它构成了凹陷区的后缘——眶前孔同样是鳄类的一原始特征。它已被证实存在于 *Orthosuchus*, *Hemiprotosuchus* (Bonaparte, 1971), *Protosuchus* (Crompton and Smith, 1980) 等及部分中鳄类中, 在另一

图 1 重庆西蜀鳄头骨和下颌 (CNM V 1090. A. 头骨顶视; B. 头骨及下颌腹视。

Fig. 1 Skull and lower jaw of *Hsisosuchus chungkingensis* (CNM V 1090) in dorsal (A) and ventral (B) views.

简字说明 Abbreviation:

- An. angular 隅骨; Bo. basioccipital 基枕骨; Bs. basisphenoid 基蝶骨; D. dentary 齿骨; Eo. exoccipital 外枕骨; F. frontal 额骨; J. jugal 颧骨; L. lacrimal 泪骨; M. maxilla 上颌骨; N. nasal 鼻骨; P. parietal 顶骨; Pa. palatine 腭骨; Po. postorbital 眶后骨; Pt. prefrontal 前额骨; Pterygoid 翼骨; Q. quadrate 方骨; Qi. quadratojugal 方颧骨; Sa. surangular 上隅骨; Sp. splenial 夹板骨; Sq. squamosal 鳞骨。



些中鳄类及全部真鳄类中眶前孔消失。但与任何已知的鳄类不同,西蜀鳄上颌骨从前方,腹方,后方环围着眶前孔,泪骨仅占据眶前孔的背缘。这一点倒和楔齿鳄类的 *Dibothrosuchus* 中的情况一致(吴肖春,1986; Wu and Chatterjee, 1993)。上颌骨受颧骨阻隔并未伸达眼眶的前缘。上颌骨的腹缘微显一波状弯曲。在较大上颌齿着生区上颌骨向腹侧和外侧扩张。这一特征在西蜀鳄正模显示的更为清晰。

永川新材料鼻骨前端断失,其余部分大面积出露于吻部顶面。骨片表面具稀疏的纵向拉长的雕饰。与相邻骨片细小密集的凹坑状雕饰明显有别。和 *Orthosuchus* 一样鼻骨后端呈燕尾状插入两前额骨与额骨的前突之间。后部中线两鼻骨间有一纵向的深凹,后部深,向前逐渐变浅,直至消失。正模鼻骨破损严重,后部中央一纵条带纹饰的部分保存(杨钟健等, 1953, 图 6),它与两侧失去了鼻骨的部分高度相等。对正模进一步观察证实,这一纵条骨片是置于一深凹中,如果两侧的骨片恢复起来,那这中央部分低于两侧,所以鼻骨中线上的深凹不仅在年轻个体上存在,在老年个体中也同样存在。

额骨成对。与大而长的眼孔及宽的眶间部相适应,额骨顶视为一相当大的骨片。永川新材料额骨长 45 毫米,眶间部宽 18 毫米。两侧近似椭圆形的眼孔前后长 30 毫米宽 20 毫米。正模眶间最小宽度 36 毫米,为永川新材料的 2 倍,但眼孔大小却与之相近,只是宽一些,其长度 32 毫米,宽度 28 毫米。正模及永川材料的额骨后部都伸达上颧孔的边缘,与单一的顶骨相连;前半部夹于两前额骨之间,前端伸入鼻骨之间的深凹中。在眼孔的内缘额骨两侧向腹内侧延伸,形成一对纵向延伸薄片状的颅前嵴 (*cristae cranii frontales*),嵴的前端与前额骨的下突相接,后端与侧蝶骨相连。两颅前嵴之间为一窄槽,嗅神经束经此槽前伸。

正模前额骨特征不清,永川新材料前额骨顶面细长。其后部占据了眼眶前内侧缘的相当大部分,前端超过了额骨的前端。两前额骨的降支又称额前柱 (*prefrontal pillars*),为一对在眼眶前缘自前额骨背板向下延伸的薄骨板。与现生鳄类不同(见 Iordansky, 1973),它并未伸达翼骨及腭骨。据丛林玉等对现生鳄类头骨的解剖研究(印刷中):扬子鳄的额前柱菲薄而向后外侧隆凸。其末端在幼体(颅长 81 毫米)根本不与腭部相接,成体也只有极小一部分相接。这一特征也许可以作为新材料是一年幼个体的佐证。然而,在大多数原鳄类中,如 *Protosuchus* (Clark, 1986),额前柱短小而不抵达腭部。永川新材料中板状额前柱之后还有一小的矢状突向后内侧延伸。左右矢状突的端点在中线相遇。这一细部结构与现生鳄类额前柱分出的板状突相对应。据丛林玉等对扬子鳄的研究“……突的背缘与背板相续,略呈向外侧凹陷的曲面三角形。此板的背内侧面环抱着前脑的嗅球,前外侧与前支及降支共同范围成一深陷的凹窝,组成鼻腔顶后外侧角处的嗅室 (*olfactory chamber*)”在 *Orthosuchus* 中前额骨有两个下突。外侧的突沿泪骨后缘的内边延伸,短,末端变尖,终止于眶前棒的中部,未伸达上颌骨。内侧的下突即额前柱不完整,它向内及后方延伸。Nash (1975) 推测它可以在中线相遇,也可与骨翼相遇。

西蜀鳄泪骨为一对形态不规则的骨片。它夹于前额骨及颧骨之间。其独特之处在于,与大多数其它鳄类不同,它不是一个面向上方的骨片。因处于吻部顶面向侧面的转折部,泪骨的大部分面向侧面。泪骨主部位于眼眶的前外侧角,向前延伸的部分从上部环围着眶前孔。骨片顶面具不规则雕饰。眶前孔周边骨片下陷,且表面光滑,推测为软组织的

附着处。新材料右侧泪骨完整, 后端位于前额骨额前柱的外侧。眼眶之内泪骨的端面上可见大的泪孔。泪骨后外侧伸出一细长的分支——泪骨后支。它在眼眶腹外缘贴接于颧骨内侧, 其长度 15 毫米, 约为主部长度的五分之三。

顶骨为一形态不规则的骨片。永川新材料顶骨具一显著的中央后突。两侧的上颞孔近似椭圆形, 前后长 20 毫米, 左右宽 15 毫米。正模由于挤压变形, 上颞孔形态不规则, 其大小只能作不精确测量, 长宽均近似 20 毫米。这与眼孔的情况相似, 在西蜀鳄从年轻个体到老年个体的生长过程中, 上颞孔的长度变化不大, 只是宽度略有增加。两上颞孔间顶骨窄, 永川新材料仅 4 毫米, 正模 9 毫米。永川新材料顶骨后部顶面与两侧鳞骨一道向后侧倾斜, 使整体呈一微凸的面, 但它表明西蜀鳄的颅平台已基本形成。西蜀鳄正模被认为是“头上平台稍凸起”, 这主要是由左右眶后骨, 鳞骨破损, 使间颞部高于颅平台两侧所致。如果眶后骨和鳞骨完整地存在, 正模颅平台的形状会与永川材料的十分相似。与现生鳄类不同, 西蜀鳄顶骨后缘未向后延伸。顶视可见后凸的上枕骨及外枕骨。顶骨自窄的颞间顶面, 向两侧下侧方延伸, 构成上颞凹的内侧壁。它在腹侧与侧蝶骨及方骨相连。后部与鳞骨环围着眶颞动脉管孔。

颧骨大, 在永川新材料上它长达 7.5 厘米, 前端与上颌骨, 泪骨, 后部与方颧骨相连。在大约中点上, 向上延伸出内外扁平, 向上削尖的三角形颧骨上突。颧骨上突压于眶后骨下突的后侧, 共同组成稍低于头骨表面的眶后棒。眶后棒扁平, 表面无雕饰。颧骨除了参加组成稍下沉的眶后棒这一原始特征外, 有另外几个突出的特点, 一是它的上突在顶端与前伸的方颧骨前背端相遇。这样, 这两个骨片就环围着三角形的侧颞孔。二是颧骨的中部有一明显的纵向折曲, 折曲之上的部分面向侧上方, 折曲之下的部分面向侧下方。颧骨为一沿水平纵轴外凸的骨片。三是颧骨前支不仅与后支的长度几近相等, 它的宽度还略大于后支。正模虽受挤压变形, 这几个特征却清楚地存在。

永川新材料眶后骨小, 顶面夹在额骨后侧突和鳞骨间, 分隔上颞孔和眼孔。眶后骨前缘为自前内侧向后外侧延伸的斜线, 因之颅平台特征原始, 其外侧角近于 145 度。内侧眶后骨与顶骨在额骨后外侧(上颞孔之前内侧)相接。腹面可见侧蝶骨的髁状突 (*capitata process of the laterosphenoid*) 与其相接。永川新材料中眶后骨的下突在颧骨上突的内侧和前侧与其相接, 眶后骨的下突伸至眼孔的腹缘, 以致将颧骨的上突排除出眼眶的后缘。而由于颧骨上突顶端与方颧骨前背端相接, 又将眶后骨排除出侧颞孔的边缘。正模的这一部位骨片稍有破损, 但也清楚地显示了相同的特征——小的侧颞孔为方颧骨和颧骨所包围; 眶后骨下突贴于颧骨上突的前内侧。

鳞骨为一对相当大的骨块, 这否定了原始命名者对西蜀鳄正模所作的“鳞骨应当很小”的推测。像其它鳄类一样, 永川材料鳞骨占据颅平台的后外侧角, 悬于方骨之上, 构成外耳隐窝 (*recessus oticus externus*) 的顶板。它的侧缘加厚, 具附着上耳盖的纵沟。枕面上, 鳞骨与外枕骨相贴接, 从后部封闭外耳隐窝。西蜀鳄鳞骨和西贝鳄 (*Sebecus*, Colbert, 1946) 的一样, 它的后外侧角强烈地向后延伸, 使其顶面呈四射形, 也使颅平台后缘为一对强烈向前凹入的弧形曲线。然而, 西蜀鳄的鳞骨特征在于其后外侧突十分粗壮, 是顶面三分支中最强大的。鳞骨前支与眶后骨相连的骨缝自前外侧向后内侧延伸。在上颞凹内鳞骨与顶骨及前伸的方骨相接, 构成上颞凹的后外侧壁。正模鳞骨顶面破损, 保留

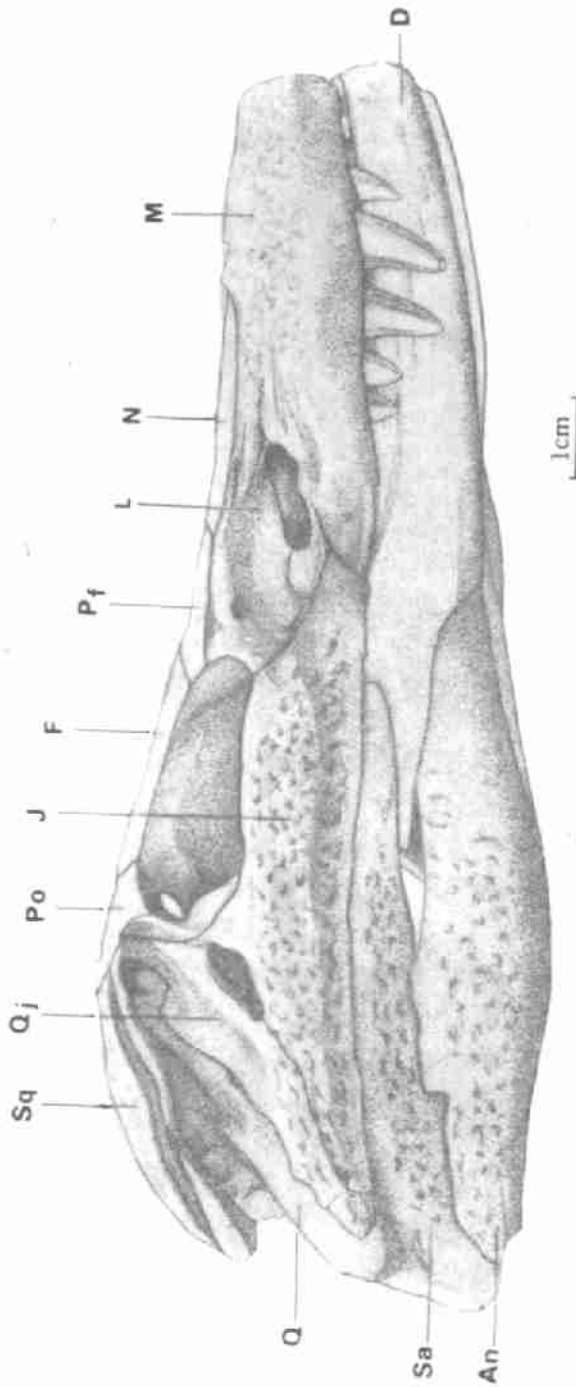


图2 重庆西蜀鳄鱼头骨和下颌 (CNM V 1090) 侧视。简字说明见图1。

Fig. 2. Skull and lower jaw of *Hissosuchus chungkingensis* (CNM V 1090) in lateral view. Abbreviation as in Fig. 1.

部分与永川新材料所显示的特征一致。

西蜀鳄方颞骨是一对相当薄而宽大的骨片, 两侧都有损伤。左侧方颞骨的背面几乎与方骨的背面大小相等。它的前背端不仅与鳞骨, 眶后骨相连, 还与颞骨的上突相连。方颞骨的后端也略有加厚, 但并未形成颌关节髁的一部分。据 Clark (1986) 宽板状的方颞骨前背突, 是鳄型类 (Crocodylomorpha) 的原始特征。

西蜀鳄方骨强烈地向后外侧倾斜。末端的一对骨髁, 其关节面朝向后下方, 外髁大于内髁。两方骨末端连线不仅大大低于枕髁, 在水平位置上也比枕髁靠后。方骨在外耳隐窝之内(后部)与鳞骨相连, 它的前外侧支延伸入上颞孔后向上方翻卷, 组成上颞孔的后缘, 在这一部位再次与鳞骨, 也与眶后骨相连。像其它鳄类一样方骨的前内侧支向前延伸, 贴接在脑颅的外侧, 与侧蝶骨相遇, 环围着三叉神经孔。值得说明的是, 即使永川新材料是一个保存较好的年轻个体, 脑颅部位的骨缝也不是十分清晰的, 而且脑颅两侧暴露的也有差异。目前从骨片大致的延伸方向, 推测翼骨没有进入三叉神经孔的边缘, 也没有前耳骨在这部位出露的明显证据。方骨的翼骨支沿着翼骨的方骨支外侧强烈地前伸, 沿二者的腹面骨缝方骨上有一深沟, 这一特征见于原鳄科的成员 (Clark, 1986)。方骨主体背部为一狭长的, 外形不规则的大孔所穿通, 该孔在正模上同样存在, 只是更为狭长。顶面后部小的气孔未见。

西蜀鳄头骨枕面与其它鳄类的枕面有很大区别, 为一复杂形态的曲面。由于鳞骨向后方延伸, 鳞骨的后外侧角超出了枕面中线上的任何一点——包括枕髁的后端。在横向上枕面是一自两端向前凹入的曲面。而外枕骨的上支向后突出, 形成一水平嵴。它大大超出了其上的上枕骨和下面的基枕骨。在纵向上形成一上下缩入, 而中央突出的曲面。

枕骨大孔横宽。枕髁圆壮而突出, 基枕骨的其余部分——在其它鳄类中称之为基枕骨垂直板的部分, 向前腹方倾斜。该垂直部分的下端(或称前端)呈“W”形, 两侧明显加厚。在与基蝶骨相连的骨缝上, 可见清晰的三角形的中央欧氏管孔和缝隙状的两侧欧氏管孔。

外枕骨粗大, 像其他鳄类一样, 西蜀鳄左右外枕骨在枕骨大孔的上方相接, 阻隔了上枕骨进入枕骨大孔。如前所述, 横向上外枕骨自两侧向内前方凹入。在此基础上外枕骨的上支形成一向后方突出的横嵴, 其上方向前收缩, 压接上枕骨和鳞骨的下部。这一横嵴在表面结构和位置上与进步鳄类中分外枕骨为上下两部分的横嵴明显有别, 前者横嵴表面呈圆弧状, 位于外枕骨的上部; 而后的横嵴下缘锐利, 它位于外枕骨上下两部分之间。副枕骨突向两侧的延伸略短于鳞骨(正模鳞骨上部缺失, 这一特征不清)。由于鳞骨的倾斜, 这部的结构与 *Orthosuchus* 的并不完全一致。但与后者相似, 这个部位确实形成一小小的凹缺。Nash(1975) 推测耳膜位于此处。外枕骨上有两对小孔, 上面的一对靠近枕骨大孔, 下面的一对靠近外枕骨下支的边缘。推测上面的为舌下神经孔 (XII), 下面的为内颈动脉孔, 舌咽神经和迷走神经 (IX-X) 可能也通过此孔。和原鳄类的情况一样, 外枕骨的腹外侧部比较宽阔, 显示了进步的性质。

永川新材料上枕骨为一垂直的矩形骨片, 上端在顶面的后缘与顶骨相连, 两侧接鳞骨, 与 *Orthosuchus* 不同, 它没有一个中央纵嵴。后颞孔为上枕骨封闭。正模上枕骨的形态不清, 但后颞孔封闭是同样存在的。

基蝶骨夹在翼骨和基枕骨之间,腹面上只有很窄的三叉形的出露。永川新材料基蝶骨沿腹中线形成一纵嵴,正模中则不明显。与其它鳄类一样,正模中基蝶骨在脑颅腹外侧壁与方骨相接。因保存不佳,该连接在永川材料中不清楚。无基翼突。在脑颅腹前方可见小的基蝶骨吻。

西蜀鳄腭面的结构不同于任何已知的鳄类,显示了非同寻常的特殊性。据杨钟健等(1953)称:“从头骨下部看,其构造与(一般)鳄类大不相同。首先是没有眶下窝(本文中的眶下孔)的痕迹。”这一特征在西蜀鳄的新材料上得到很好的证实。由于新材料代表一年轻个体,骨片之间尚未完全愈合,翼骨前部与腭骨形成的宽阔搭接部彼此分离。即使如此在它们与上颌骨之间也没有丝毫的眶下孔痕迹。

翼骨十分发达且形态特殊。翼骨的主体部分形成横向的嵴,很显著地突出在头骨腹面之下,致使其板状的腭骨支和主体之间形成一深的阶梯。这一特征在新材料和正模中都十分清楚。翼骨两侧与外翼骨相连。左右翼骨愈合,骨缝不清。西蜀鳄正模翼骨翼之前的板状腭骨支浮在腭骨之上,与腭骨形成广泛的搭接。从顶面看向上凹入。西蜀鳄年轻个体翼骨沿中线形成一管状结构,向前方延伸。腹面它出露在内鼻孔之后,管的中央有一清晰的纵嵴将其分成两部分。翼骨的方骨支向两侧后方延伸。

西蜀鳄的腭骨形态也极为特殊。它是一块相当大的骨板。由于眶下孔的缺失腭骨在横向上占据了整个的腭面,它的中央有一梭形的“凹”(按正常方位应称为梭形的拱顶)。“凹”的周围界以明显的骨棱,为内鼻孔的边界。正模“凹”的中央具一中嵴,永川新材料中未见。梭形“凹”(拱顶)的前半部分为梭形的孔所穿透。正模头骨由于自左向右的挤压变形,使梭形凹左侧的侧壁压接在中嵴上,右侧的孔存在。“凹”的前方头骨横向破损,是否还有一个凹很难推测。锄骨的形态也很难确定。但就在破损处的前方可见两上颌骨腭突在中线相交。更前面的结构为下颌所盖,无法查明。但无论在一些原始的初龙类(或槽齿类),还是在原鳄类中内鼻孔都位于上颌骨腭突之后。如在 *Orthosuchus* 中内鼻孔的前缘和侧缘是上颌骨,内侧缘为锄骨,后缘为腭骨(Nash, 1975)。在 *Protosuchus* 中内鼻孔是以腭骨和锄骨为边界的(Crompton and Smith, 1980)。与它们相比西蜀鳄的包围在腭骨之内,其后缘与翼骨相接的内鼻孔位置要落后一些。西蜀鳄的次生腭虽然比大部分的中鳄类更加原始,但较 *Orthosuchus* 和 *Protosuchus* 要进步。

西蜀鳄下颌缝合部长,正模中达第4—5上颌骨齿部。缝合部之后两下颌支以一极小的角度张开,向侧后方延伸,直到翼骨横突一线。然后转为向后方延伸,在其末端又稍向内侧偏转。这样下颌支的后部呈一对弯曲向内的弧形。侧视下颌前部较低,向后逐渐升高,末端又再次降低,使下颌关节的位置相当低。下颌下缘较为平直,没有大的起伏。

永川新材料齿骨之后,隅骨与上隅骨之间有一长17毫米,高3毫米狭长的外下颌孔。这一特征在左右两侧表现得同样自然和明显。西蜀鳄正模隅骨与上隅骨之间仍未完全愈合,但齿骨的向后延伸封闭了该孔。

永川新材料齿骨表面光滑无饰,正模齿骨腹缘有稀疏的凹坑和纵沟,即使如此它与其后部隅骨及上隅骨表面清晰的雕饰形成鲜明的对照。下颌内侧的夹板骨长,且宽大。后端伸达外下颌孔的内侧,向前延伸入下颌缝合部。正模中夹板骨前端抵第2—3上颌骨齿处。关节骨贴于隅骨及上隅骨内侧。右关节骨的腹面破损,可见内部的气腔结构。关节

骨背面形成一对宽大的关节窝, 接纳方骨的一对骨髁。后端的反关节突明显, 腹位, 指向后内侧。一对喙状骨存在。

新材料的左上颌骨带有 8 个牙齿(后面 5 个是完整的), 右上颌骨有 6 个牙齿(4 个是完整的), 由于吻端断失, 完整齿列的数目不详。正模的上颌骨齿列基本完整, 个别的牙齿断失, 但可以从齿列空缺推断其存在。左侧为 10, 右侧为 9。牙齿大小呈现有规律的变化, 由小变大, 再变小。这一变化与上颌骨下缘波状曲线密切相关, 大牙着生于波峰处。牙齿的形态有别于典型的前后对称, 弯曲向内的鳄类牙齿, 而与西贝鳄及 *pristichampsids* (见 Langston, 1975) 的相似, 牙尖弯向后方, 在前后缘上有锯齿状结构。

西蜀鳄正模没有睑骨 (*palpebra*) 保存。新材料中有一完整的左睑骨 (图 3)。该睑骨大小刚好适合眼眶背内侧部。其直的外侧缘也恰好与颅平台外侧缘一致, 构成一向前内侧延伸的直线。很明显, 西蜀鳄和较进步的鳄类一样, 每侧只有一枚大的睑骨。睑骨大致呈半椭圆形。背部强烈隆起, 除外侧缘外, 为坑状, 短条状纹饰覆盖。前内侧缘厚实, 很可能借助结缔组织与眼眶背缘关节。后部较前部为薄。前端相对狭窄并加厚。从腹面看, 加厚的前端具凹陷的关节面。睑骨以此面与前额骨背板外侧缘相对应的面相嵌接。关节面以后, 睑骨腹面呈一光滑的勺状凹面, 与凸出的眼球相对应。

西蜀鳄体表被有厚重的骨质甲板。正模保存了尾部中央部分的一段背, 腹骨板。永川新材料完好地保存了荐前部的背骨板及腹骨板。它们的分布及形态与 *Protosuchus* 的十分相似(见 Colbert 和 Mook, 1951)。西蜀鳄背骨板亦为两列, 基本上呈自然状态保存, 只是在颈部左, 右两列互相分离, 中段由于挤压略有错动。左侧保存了 20 个骨板, 右侧保存了 19 个骨板。和 *Protosuchus* 一样最前部的四对骨板前缘短, 后缘长, 为不规则的四边形。其余骨板呈宽大于长的矩形, 其大小由所在的位置决定。自前向后逐渐加宽。每个骨板在靠近外侧三分之一处有一纵嵴。内侧为横宽的矩形, 外侧较窄, 如果加上被前一骨板遮

盖的部分, 为一前后向略大于横宽的矩形。外侧部分沿嵴下折, 与内侧之间呈一明显的角度。骨板表面布满清晰的凹坑雕饰, 只是在其前缘有一窄的光滑条带, 为两个骨板间的连接面。靠近外侧条带略有加宽, 但没有形成明显的具连接作用的, 常见于原鳄类和大多数“中鳄类”的前外侧突。前一骨板压在后面骨板之上, 呈叠瓦状分布。

腹部骨板的完好程度及骨板间相对位置保存的都不如背部骨板, 少数骨板缺失或错位。整个的腹部骨板呈盾形。纵向上每侧包括 5 列骨板, 其所含骨板数自内向外分别为



图 3 重庆西蜀鳄 (CNM V 1090) 左睑骨背视及腹视
Fig. 3. left palpebra in dorsal and ventral views.

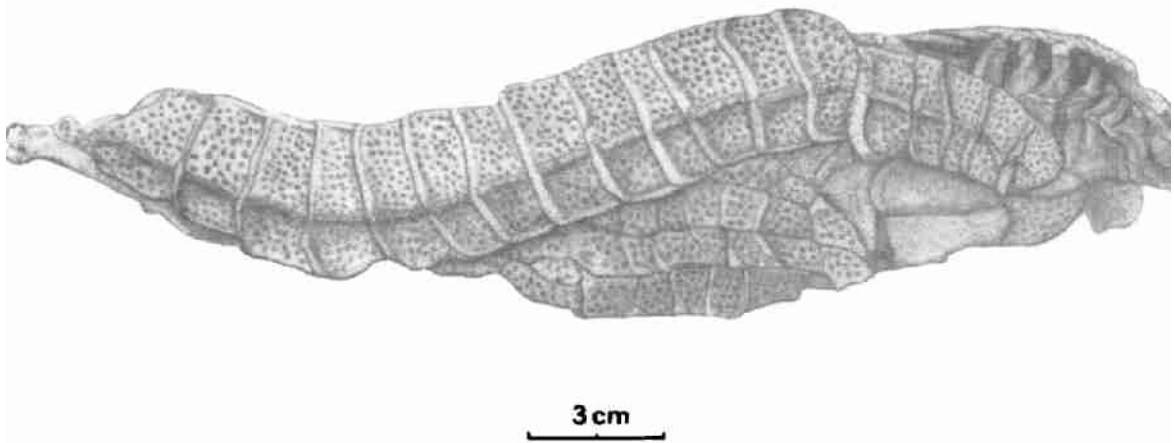


图4 重庆西蜀鳄 (CNM V 1090) 背部骨板和腹部骨板右侧视图

Fig. 4. dorsal and ventral osteoderms of *Hissosuchus chungkingensis* (CNM V 1090) in lateral view.

12, (12), 10, 7, 5。腹骨板小于背骨板,一般为四边形,边缘骨板形态不规则,其外缘为弧形。骨板表面的凹坑雕饰比背骨板更深,也更清晰。前缘不具光滑的连接面。

西蜀鳄尾部骨板如杨钟健等(1953)记述,背、腹骨板相连,呈前大后小,左右封闭的鞘状。背板两列,每一骨板为近似的矩形,宽大于长,外侧部分下折,但与荐前骨板不同,折曲部不形成明显的棱脊。腹骨板4列,受挤压错动。每一骨板为较小的矩形,宽大于长,但长宽之比小于背板。尾部骨板表面亦具凹坑雕饰。

永川材料绝大部分的荐前椎都保存下来,但它们被封在背骨板和腹骨板之间。只有前面六节颈椎和靠近荐部的六节荐前椎不完全地暴露。一般来说鳄类每一对背骨板都与一节脊椎相对应。左列背骨板保存了20个骨板。环椎及环椎骨板一道缺失,同时并没有骨板盖在枢椎上。保存的第一个骨板盖在第三颈椎上。而保存的第一与第二骨板间又有很大的空隙。这样左侧前端就缺失了三个骨板。后端最后一节脊椎也无骨板与其对应。总和起来左侧少了4枚骨板。由此推算,保存的这段脊椎包括全部荐前椎,恰恰是24节(当然环椎没有保存)。这与 *Protosuchus* 及现生鳄类的情况完全一致。

永川材料保存的第一节颈椎有一宽阔的形态特殊的神经棘。据此推测它是枢椎。枢椎椎体短,侧扁,前关节突不明显,椎体两侧凹入,腹面形成不显著的中棱。*Protosuchus* 的环椎及枢椎情况不明。*Orthosuchus* 的枢椎椎体较长,粗壮,后端形成一下突(hypapophysis)。从形态看与西蜀鳄的枢椎有很大差异。西蜀鳄的第3颈椎椎体略长于枢椎,腹中棱发育。和 *Protosuchus* 一样棱的中部较窄。前后加宽,与颈肋相连的关节面位于椎体前缘。其余的几节颈椎不完全暴露,仅可见到腹面的中棱和上部较高的神经棘。后部只暴露了最后几节荐前椎的腹面。椎体较长,腹面光滑无棱。和 *Protosuchus* 一样,这几节脊椎椎体的后面略大于前面。

永川材料的肩带保存了肩胛骨和乌喙骨,它们形态与 *Orthosuchus* 的十分相似。与后者相同,西蜀鳄中也未见胸骨及间锁骨的痕迹。Nash (1975) 推测 *Orthosuchus* 的胸

骨及间锁骨在生活时为软骨。西蜀鳄的一对乌喙骨单独保存, 而左肩胛骨暴露于体侧, 右肩胛骨的中部为背骨板所遮盖。

肩胛骨高, 它的上端扩展, 向下逐渐变窄。其前缘向内折, 形成一清晰的弧形面。肩胛骨下部再度扩展, 且向内弯曲。其上下部的宽度均大于 *Protosuchus* 和 *Orthosuchus* 的相应部位。虽然总体上肩胛骨呈一向外凸出的弧形骨片, 但局部来看肩胛骨下部为一外凸内凹的面。它的后缘加厚, 形成肩关节窝的上部, 下缘的后部加厚, 以与乌喙骨相接。除了上部及下部极度扩展外, 西蜀鳄肩胛骨以其竖直的形态区别与 *Protosuchus* 和 *Orthosuchus* 的肩胛骨。西蜀鳄肩胛骨上部 (scapular blade) 后缘几近直立, 它并未超出肩臼。而 *Protosuchus*, *Orthosuchus* 肩胛骨后缘明显地向后倾斜, 其最顶端在肩臼之后。

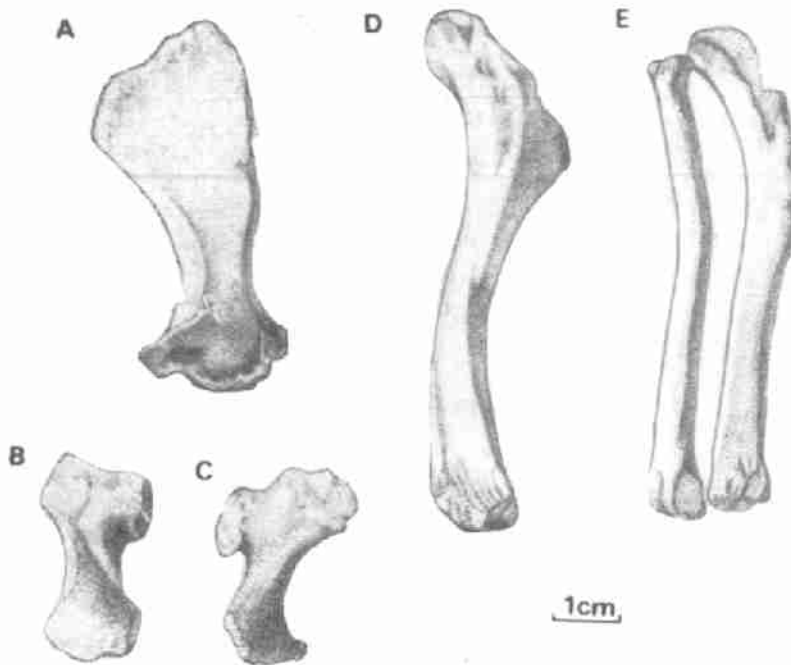


图 5 重庆西蜀鳄 (CNM V1090) A. 左肩胛骨侧视; B. 左乌喙骨侧视; C. 右乌喙骨侧视; D. 右肱骨前视; E. 右桡骨、尺骨后视。

Fig. 5. *Hsisosuchus chungkingensis* (CNM V 1090). A. left scapular in lateral view; B. left coracoid in lateral view; C. right coracoid in lateral view; D. right humerus in anterior view; E. right radius and ulna in posterior view.

乌喙骨小, 尤其是与现生鳄类的乌喙骨比较起来。长度仅为肩胛骨长度的二分之一。相对小的乌喙骨在鳄形动物 (crocodyliforms) 中是原始性质 (Benton and Clark, 1988; Wu et al., in press)。它上部的宽度大大地小于肩胛骨下部的宽度, 这主要是由肩胛骨下部的扩张所造成的。乌喙骨上部后端加厚, 组成肩关节窝下部。西蜀鳄乌喙骨的最大特征是无乌喙骨孔。

西蜀鳄的肱骨极富特色。无论是与原鳄类的一些属, 还是与现生鳄类比较起来, 它都

更加长和纤细。近端上翘,而远端下弯,整体上略呈“S”形弯曲,同时上下两端沿纵轴稍作扭曲。近端的关节头极为扩展,顶端加厚形成圆弧状的面,与肩关节窝相接。三角肌嵴及胸肌嵴发育。肱骨骨干细长,横断面近于圆形,远端的一对骨髁明显,远端宽度小于近端。特别值得一提的是永川材料肱骨三角肌嵴的位置相对靠下,三角肌嵴以上的部分与以下的部分之比为 0.39。而在 *Orthosuchus*, 山东鳄 (*Shantungosuchus*, 杨钟健, 1961) 和

表 1

	肱骨长/头长* humerus length skull length	肱骨三角肌嵴之上/之下
		length above the attachment of deltoid muscle length below the attachment of deltoid muscle
<i>Hsisosuchus</i>	7.9/16=0.494	0.39
<i>Orthosuchus</i>	4.6/9.7=0.474	0.24
<i>Shantungosuchus</i>	3.0/5.2=0.577	0.23
<i>Alligator mississippiensis</i>	9.2/17.5=0.526	0.31 (RTMP: T105)
	12.3/25.8=0.477	0.35 (RTMP: 84.183.2)

* 吻端至两方骨髁后缘连线

RTMP: Royal Tyrrell Museum of Palaeontology, Drumheller, Alberta, Canada.

密西西比短吻鳄中,这一比例要小得多(见表1)。三角肌嵴靠上的位置表明前肢运动动力臂的缩短和运动速度的加快。从极为侧扁,而带有边缘锯齿的牙齿来看,重庆西蜀鳄无疑是肉食性很强的动物,如在陆上生活,应有高

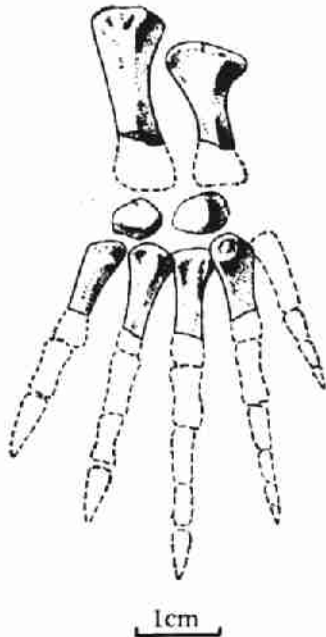


图6 重庆西蜀鳄 (CNM V 1090)左腕骨和掌骨背视。

fig. 6 left carpals and metacarpals of *Hsisosuchus chungkingensis* (CNM V 1090) in dorsal view.

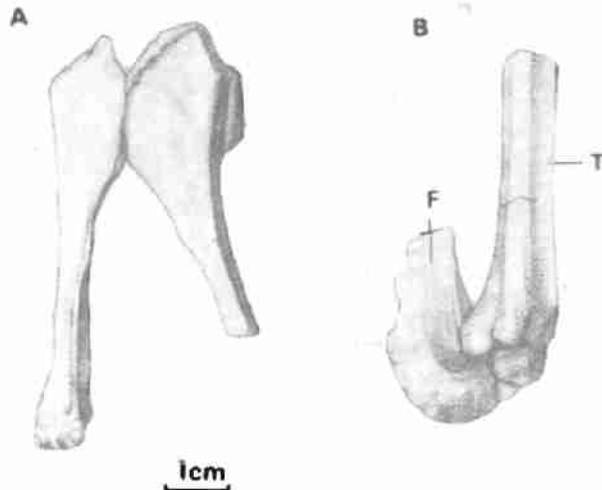


图7 重庆西蜀鳄 (CNM V 1090)A左右耻骨腹视; B不完整的股骨及胫骨

Fig. 7 *Hsisosuchus chungkingensis* (CNM V 1090) A. left and right pubis in ventral view; B. incomplete femur and tibia.

的运动速度以保证强的捕食能力。而永川材料三角肌嵴位置靠下,也许反映西蜀鳄幼体阶段主要营水中生活。

和肱骨一样,永川材料的尺骨,桡骨也长而纤细,它们略短于肱骨达 70 毫米。尺骨保存的不完整,近端略有破损,关节面不清,骨体长而扁。纵向上也稍作“S”形弯曲。远端相对较粗,横断面为不规则的三角形。尺骨近端为卵形凹面,远端稍微扩张。

在对永川材料进行修理的过程中,还发现了前足的部分骨块。它们包括左侧的桡腕骨和尺腕骨近端,压接在一起的卵圆形豆状骨和 I—V 掌骨的近端。另有四块小骨可按其大小排列,两节较大的互相关节保存在一起,最粗大的一节与左第 III 掌骨相象,推测这四块小骨代表右前足的第 III 指,掌骨及前面的三节指骨。

永川材料腰带部分只有一对耻骨保存。耻骨骨干细长。近端有两个骨髁,远端扩展为平的骨板,左右耻骨在中线相接。这与 Colbert 等 1951 年记述的 *Protosuchus* 的耻骨十分相似。后肢仅保存了一股骨远端及胫骨的近端。

重庆西蜀鳄确实是一种特化的鳄类。永川新材料的发现修正了该属的一些特征,外颌平台的形状并不像最初所认为的那样中间凸出,上颌骨似乎也不组成外鼻孔的边缘,如鼻孔的位置比正模中所记述的部位要更靠前等。同时永川材料也为该属所具有的一些独特性质提供了进一步的依据。据此重庆西蜀鳄的一般特征可归结如下:

一个中等大小的鳄类,吻窄而伸长。鼻骨后背中央形成一纵向深凹。上颌牙弓具一个波曲。有眶前孔,该孔只为上颌骨和泪骨环围。大的颧骨具一明显的纵向折曲。稍许下沉于头骨表面的眶后棒扁平,表面不具雕饰。眶后骨下突伸长将颧骨上突排除出眼眶后缘。鳞骨具强大的后外侧突。颅方管部分封闭。腭面无眶下孔。横嵴状的翼骨主体与其腭支形成一显著的阶梯。内鼻孔梭形,成体的内鼻孔分隔。枕部后颧孔封闭,两外枕骨在枕骨大孔之上形成一显著的横向粗隆。下颌联合长,夹板骨参与形成。下颌外孔窄长,在成体中完全封闭。反关节突相对细弱,指向腹内侧。牙齿侧扁,前后缘具细密的锯齿。乌喙骨几乎为肩胛骨长度的一半。乌喙骨孔缺失。躯体和尾部为骨质甲板包裹。背部有两纵列骨板,骨板不具前外侧关节突。

重庆西蜀鳄有下列特有的裔征 (autapomorphies)—— 一种的特征—— 区别于已知其它所有的鳄形类动物 (crocodyliforms): (1) 鼻骨后部沿背中线形成一深凹纵沟; (2) 上颌骨形成眶前孔的前,后和腹缘; (3) 眶后骨下突沿颧骨上突前内侧向下延伸至眼眶腹缘,阻隔后者进入眼眶后缘; (4) 鳞骨后外侧突异常强大(大于其它各支); (5) 眶下孔完全闭合; (6) 翼骨主体形成一横贯腭面的显著隆嵴,致使与其腭支之间形成一明显的阶梯; (7) 内鼻孔梭形,其周缘呈嵴状; (8) 两外枕骨在枕骨大孔之上形成一向后凸出的横向粗隆; (9) 缺失乌喙孔。

除以上 9 个特有裔征之外,颧骨上突和方颧骨前背端在小的侧颧孔前缘相接,排除眶后骨下突进入侧颧孔,也可能是重庆西蜀鳄特有的性质,然而,这一特征在一些化石种类中因保存不佳不能肯定其有无,有待今后的发现来证实。

如前所述,西蜀鳄正模与永川材料大小不同,分别代表着发育过程的不同阶段,它们之间在局部形态上的差异除了极少数是由保存时挤压变形所造成的之外,绝大部分可以解释为个体发育过程中的年龄变异。这些特征包括:

1 上颌骨边缘波曲随年龄增大而逐步加强,波峰顶端牙齿最大,波谷牙齿小。这一特征与现生的扬子鳄相似(丛林玉等, 1984)。上颌骨(及齿骨)边缘波曲未见于其它原始鳄类,它是鳄类的一个进步性。

2 西蜀鳄在年轻个体向老年个体的发育过程中,眼孔及上颞孔的长度变化不大,但孔的宽度明显加大,眶间部及间颞部宽度亦加大(见表 2)。在这特征上,西蜀鳄似乎有别于扬子鳄,后者的眶间宽度增加,但眼眶的形状按长宽比几乎无甚变化。

表 2

	Orbital		Supratemporal fenestra		Interorbital region	Intertemporal region
	length	width	length	width	width	width
永川材料 CNM V 1090	30 mm	20 mm	20 mm	15 mm	18 mm	4 mm
正模 Holotype	32 mm	28 mm	20 mm	20 mm	36mm	9 mm

3 永川材料内鼻孔梭形,无中嵴,正模中发育一中嵴,将其分成两半,很可能这一中嵴在幼体和年轻个体中以软骨形式存在,化石中没有保留。

4 下颌外孔从存在到消失。在永川材料中下颌外孔狭窄,正模中隅骨与上隅骨间留下一极窄的缝隙,但孔的封闭是由齿骨的向后延伸,贴于这一窄隙的内所完成的。

5 西蜀鳄大个体或老年个体具有较长的吻部。依据保存的部分判断永川材料的吻部稍许长于吻后部,而正模的吻长几达吻后长的两倍。

作者谨向提供化石材料的重庆自然博物馆和对化石进行精心修理的张宏先生致以衷心的感谢。同时,感谢为本文绘制插图的杨明婉女士和制作图版的张杰先生。

(1993年9月2日收稿)

参 考 文 献

- 丛林玉,侯连海,吴肖春,1984: 扬子鳄 (*Alligator sinensis* Fauvel) 颅在局部解剖学上的年龄变化。两栖爬行动物学报,4,201—262。
- ,——,——,扬子鳄解剖。(印刷中)
- 杨钟健,周明镇,1953: 四川中生代爬行类动物的新发现。古生物学报,1(3)87—109。
- ,1961: 山东莒县一新鳄。古脊椎动物与古人类,6—10。
- 吴肖春,1986: 记裂头鳄 (*Dibothrosuchus*) 一新种。古脊椎动物学报,24(1),43—62。
- Benton, M.J. and J.M. Clark, 1988: Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia. 259—338. In: M.J. Benton(ed.), *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods*. Volume 1: Amphibians, Reptiles, Birds. Systematic Association Special Volume 35 A. Clarendon Press, Oxford.
- Berg, D.E., 1966: Die Krokodile, insbesondere *Asiatosuchus* und aff. *Sebecus*? aus dem Eozan von Messel bei Darmstadt/Hessen. *Abh. Hwss. Landesamt. Bodenforsch., Wiesbaden*, 52, 105p.
- Bonaparte, J.F. 1971: Los Tetrapodos del sector superior de La Formacion Los Colorados, La Rioja, Argentina. *Opera Lilloana* (Fund. Miguel Lillo), 22, 1—183
- Buffetaut, E., 1979: Revision der Crocodylia (Reptilia) aus den Gosau-schichten (Oder-Kreide) von Osterreich. *Beitr. palaont. Osterreich, Wien*, 6, 89—105.
- Buffetaut, E., 1982: Radiation evolutive, paleoecologie et biogeographie des crocodiliens mesosuchi-

- ens. *Mem. Soc. Geol. France* (n.s.) **142**. Soc. Geol. France [Paris, 88p
- Clark, J.M., 1986: Phylogenetic relationships of the crocodylomorph archosaurs. Unpublished Ph. D. Dissertation, University of Chicago, Chicago, 556p.
- Colbert, E.H., 1946: *Sebecus*, representative of a peculiar suborder of fossil Crocodylia from Patagonia. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, **87**(4), 223—270.
- , and C.C. Mook, 1951: The ancestral crocodylian *Protosuchus*. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, **97**(3), 149—182.
- Crompton, A.W. and K.K. Smith, 1980: A new genus and species of crocodylian from the Kayenta formation (Late Triassic?) of Northern Arizona. 193—217. In: L.L. Jacobs(ed.), *Aspects of Vertebrates History*. Museum of Northern Arizona Press.
- Iordansky, N.N., 1973: The skull of the Crocodylia. 201—262. In: C. Gans(ed.), *Biology of the Reptilia* Vol.4.
- Kuhn, O., 1968: Die vorzeitlichen Krokodile. Oeben, Krailling bei Munchen, 124p.
- Langston, W., 1956: The Sebecosuchia: cosmopolitan crocodylians? *Am. J. Sci., New Haven*, **254**, 605—614.
- , 1975: Ziphodont crocodyles *Pristichampsus vorax* (Troxell), new combination from the Eocene of North America. *Fieldiana Geol.*, **33**(16), 291—314.
- Nash, D.S., 1975: The morphology and relationships of a crocodylian. *Orthosuchus stormbergi*, from the Upper Triassic of Lesotho. *Ann. S. Afr. Mus.*, **67**(7), 227—329.
- Wu, Xiao-Chun and S. Chatterjee, 1993: *Dibothrosuchus elaphros*, a crocodylomorph from the Lower Jurassic of China and the phylogeny of the Sphenosuchia. *J. Vert. Paleont.*, **13**(1), 58—89.
- , D.B. Brinkman and J.-C. Lü, A new species of *Shantungosuchus* from the Lower Cretaceous of Inner Mongolia, northern China, with comments on *S. chuhsienensis* Young, 1961 and the phylogenetic position of the genus. *J. Vert. Paleont.* (in press)

NEW MATERIAL OF *HSISOSUCHUS CHUNGKINGENSIS* FROM SICHUAN, CHINA

Li Jinling Wu Xiaochun Li Xuanmin
(Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica) *(Chongqing Natural History Museum)*

Key words Sichuan Yongchuan; Shangshaximiao Formation(J); Hsisosuchidae

Summary

Hsisosuchus chungkingensis was described by Young and Chow (1953) on the basis of a cranium and some caudal osteoderms of an old individual from the Late Jurassic Shangshaximiao Formation, near Chongqing (Chungking) city, Sichuan province, China. A new family, the Hsisosuchidae, was then erected for this species on the basis of a number of peculiar features, such as the closure of the suborbital fenestra, the closure of the external mandibular fenestra and the presence of a pronounced transverse ridge of the pterygoid across the palate. *H. chungkingensis* is as yet a poorly known taxa, because certain aspects of the cranial anatomy are obscured by extensive fusions among elements and the lack of its postcranium.

A new specimen of *Hsisosuchus chungkingensis*, including the cranium and most

of the postcranium, was collected by one of us (X.-M. Li) in early 1960s from the Jurassic sandstone of the Sangqiao area, Yongchuan county, about 60 km southwest of Chongqing. This specimen probably represents a young adult or a subadult, as indicated by its small size (less than 2/3 length of the type, based on the skull proportion) and open sutures between palatal elements. In the present paper we will redescribe *H. chungkingensis* in detail based on both the type and newly discovered specimens in order to clarify anatomical uncertainties, establish a suite of diagnostic features and discuss age variations of certain aspects between the type and new specimens.

The close affinity of *Hsisosuchus chungkingensis* to the Sebecidae suggested by Young and Chow on the basis of the tooth morphology and later supported by others such as Langston(1956), Berg(1966), Kuhn (1968) has been challenged by Buffetaut (1979, 1982). A cladistic analysis on the phylogenetic relationship of *H. chungkingensis* within the Crocodyliformes (Clark, 1986) will be discussed in a following paper.

The new material used in this study is housed in Chongqing Natural Museum (CNM V1090), Sichuan, China.

Description

The skull of *Hsisosuchus chungkingensis* resembles that of protosuchians in having a narrow snout and a suddenly broadened postorbital portion (Fig.1). The snout is slightly longer than the postorbital region of the skull (from the anterior margins of the orbits to the posterior edges of the cranial table) in new specimen (CNM V1090), but is twice as long as the postorbital region in the type (IVPP V703). This indicates that the snout becomes relatively long with growth. The cranial table is fundamentally similar to that of later crocodyliforms, although it has a slightly convex dorsal surface.

The nature of the premaxilla is uncertain. It is missing in new specimen and badly damaged in the type.

The large maxilla is almost vertical in position. It has one sinusoidal wave along the dental margin, which is stronger in the type (Young and Chow, 1953: Fig.7) than in the new specimen (Fig. 2). The maxilla forms the anterior, ventral and posterior borders of the antorbital fenestra, which is fairly large and oval in outline. Although the relationship of the maxilla to the premaxilla is obscured by poor preservation, the fourth caniniform dentary tooth and the bulge of the dentary at the level of the caniniform teeth in the type suggest that a notch between the maxilla and premaxilla may be present in *Hsisosuchus chungkingensis*, as it is in most protosuchians. Young and Chow (1953) considered that the maxilla largely enclosed the external naris. This is not true in the new specimen, in which no mark for an opening exists in the corresponding area. The reexamination of the type throw doubt upon the identification of the naris [and the premaxilla/maxilla suture in figure 7 of Young and Chow (1953). The "external naris" of the type is an artifact caused by breakage. It is widely separated from its fellow on the other side and well posteriorly positioned, unlike the situation of any known crocody-

liforms, in which the naris is terminal in position, closely positioned to its opposite and is not bordered by the maxilla.

The anterior end of the nasal is lost. Its posterior end is tapered and inserts between the frontal and prefrontal. A groove-like depression is present in the posterior half between two nasals in the new specimen. This longitudinal depression appears to be present in the type, although the nasals are incomplete.

The paired frontals wedge anteriorly between the nasals and contribute a small part posteriorly to the supratemporal fossae. The interorbital width of the frontals is 36 mm in the type, being twice that of the new specimen (18mm). The orbital length is similar in the new specimen (30mm) and type (32mm), but orbital width differs, being 20 mm in the former and 28 mm in the latter.

The prefrontal is a narrow and long plate in dorsal view. The prefrontal pillar is well-preserved in the new specimen. It does not reach to the palate, as it does in protosuchians (Clark, 1986) and juveniles of *Alligator sinensis* (Cong et al., 1984), but it bears a small sagittal process that extends posteromedially and meets its counterpart at the midline.

The lacrimal forms the anterior border of the orbit and the dorsal border of the antorbital fenestra. The lacrimal foramen is marked on the orbital wall of the bone in the new specimen. The elongate posterolateral process of the lacrimal runs posteriorly against the jugal along the ventral edge of the orbit.

The unpaired parietal has a distinct posteromedian process. This bone does not expand posteriorly to overhang the occiput, except for the posteromedian process. Thus the occiput is visible in dorsal view. The narrow intertemporal region of the parietal is 4 mm wide in the new specimen and 9 mm wide in the type. Similar to the situation of the orbit, the supratemporal fenestra has a same length (20 mm) in the new and type specimens, but a different width, being 15 mm in the former and 20 mm in the latter.

The jugal has a posterior process almost equal to its anterior process in both length and width. Its short ascending process is flat, triangular in configuration. It contacts the anterodorsal process of the quadratojugal dorsally. This separates the postorbital from the infratemporal fenestra.

The dorsal portion of the postorbital meets the parietal posterolateral to the frontal. It has a rounded anterolateral corner, unlike the typical angular corner of late crocodyliforms. The elongate descending process of the postorbital extends along the anterior side of the postorbital bar to the ventral edge of the orbit and separates the ascending process of the jugal from the orbit. The unsculpted postorbital bar is slightly sunken beneath the bone surface.

The squamosal is a large rather than small bone as described by Young and Chow (1953). Its posterolateral process is extraordinarily large. As a result, the bone is triradiate in outline in dorsal view and the posterior margin of the cranial table is bow-shaped. The thick lateral margin of the squamosal suspends above the recessus oticus externus and bears a longitudinal groove for the attachment of the ear flap.

The thin, large quadratojugal is almost as broad as the quadrate in dorsal view. Its anterodorsal process contacts not only the squamosal and postorbital, but also the ascending process of the jugal. The small infratemporal fenestra is bordered

only by the quadratojugal and jugal. The posterior end of the quadratojugal is slightly thickened, but does not appear to be the part of the jaw articular condyle.

The major body of the quadrate inclines backwards, downwards and outwards, and has a distinct distal portion and a gently curved posterior edge. An elongate fenestra is present on the dorsal surface of the bone. As in other crocodyliforms, the quadrate meets the laterosphenoid on the lateral surface of the braincase. Its pterygoid process expands anteriorly and sutures with the quadrate process of the pterygoid. A deep groove on the quadrate is present along the quadrate/pterygoid suture.

The occipital surface of *Hsisosuchus chungkingensis* differs from all other crocodyliforms in having a strong transverse ridge in the dorsal portion. This ridge extends along a level dorsal to the foramen magnum. The paroccipital process of the exoccipital extends laterally to a lesser degree than the squamosal, but this is equivocal in the type because of damage. The ventral portion of the exoccipital is comparatively broad. It bears two foramina: the upper one probably serves for the exit of cranial nerve XII, and the lower one probably for the internal carotid artery and cranial nerves IX-X. The posttemporal fenestra is closed by the supraoccipital. The occipital condyle is entirely formed by the basioccipital. The ventral plate of the basioccipital is oblique in orientation, showing more in ventral view than in occipital view. Three foramina for the eustachian tube are located at the basioccipital/basisphenoid suture. The exposed portion of the basisphenoid on the ventral surface is small and triangular in outline.

The palate is characterized by the following features: the suborbital fenestra is closed; the pterygoid forms a stout transverse ridge, resulting in a deep step between its main body and its palatal process; and the choana is surrounded by a distinct ridge. The palatal process of the pterygoid is tube-like in the new specimen, but is plate-like in the type. It is extensively overlapped ventrally by the palatine. The broad palatines meet along the midline anterior to the choana. The shuttle-shaped choana between the palatine and pterygoid is divided by a bony lamina in the type but not in the new specimen.

The lower jaws are well preserved, but are still occluded with the skull in both the type and new specimen. The symphysis of the lower jaws, with the participation of the splenial, is long and reaches to the level of the fourth-fifth maxillary teeth. The narrow, triangular external mandibular fenestra is present in the new specimen (Fig.2), but is closed by the posterior extension of the dentary in the type. The dorsal margin of the surangular is slightly convex in the type. The moderately-developed retroarticular process is ventrally positioned and is ventromedially directed.

The premaxillary teeth are not preserved in either the type or new specimens and the dentary teeth are covered by the upper jaws. The maxillary dentition consists of ten teeth on the left and nine on the right in the type, as indicated by alveoli and teeth preserved. The size of teeth changes with the marginal wave of the maxilla-the largest ones are in the crest and the smallest in the trough.

The left palpebra is preserved in the new specimen (Fig.3). Its size suggests that *Hsisosuchus chungkingensis* only has one palpebral ossification.

Much of the postcranial skeleton is preserved in the new specimen. The articulated presacral vertebrae consist of the axis and the following twenty-two, but most of them are enclosed by osteoderms. The scapular differs from that of *Protosuchus* and *Orthosuchus* in that its posterior edge does not extend beyond the glenoid (Fig. 5A). The coracoid lacks a coracoid foramen and is about half length of the scapular (Fig. 5B). The shaft of the humerus is more or less S-shaped (Fig. 5D). Its delto-pectoral process is more ventrally positioned than in *Orthosuchus*, *Shantungosuchus* (Wu et al., in press) and *Alligator mississippiensis* (table 1). The radius and ulna are not significantly different from those of other crocodyliforms (Fig. 5E). The hind limb is represented by an incomplete femur and tibia (Fig. 7B). A pair of pubis is morphologically similar to that of *Protosuchus* (Colbert and Mook, 1951) (Fig. 7A).

Both dorsal and ventral osteoderms are well-developed. The morphology of the dorsal osteoderms is comparable to those of protosuchians and many non-eusuchians, except for the lack of an anterolateral process. The ventral osteoderms resemble those of living alligator in configuration and arrangement.

It is evident from this study that *Hsisosuchus chungkingensis* is unique in many aspects within the Crocodyliformes. A suite of autapomorphies are recognized for the species: (1) presence of an elongate posteromedian depression between nasals; (2) maxilla forming anterior, ventral and posterior borders of antorbital fenestra; (3) ascending process of jugal excluded from orbit by descending process of the postorbital; (4) posterolateral process of squamosal extraordinary large; (5) suborbital fenestra closed; (6) presence of a strong transverse ridge on ventral surface of pterygoid, resulting in a deep step-like structure between palatal process and main body of bone; (7) elliptical choana elongate and surrounded by a distinct ridge; (8) exoccipital forming a pronounced transverse ridge above foramen magnum; and (9) absence of coracoid foramen.

The new and type specimens represent two growth stages. The following changes in the type probably reflect ontogenetic variations in the species: (1) marginal wave becoming strong; (2) orbit becoming wide; (3) choana divided; (4) external mandibular fenestra closed; and (5) snout becoming relatively long.

Acknowledgment We would like to record our thanks to Chongqing Natural Museum for providing the excellent specimen, and to Dr. Donald Brinkman of Royal Tyrrell Museum for correcting the manuscript. Wu Xiaochun, who finished part of the study during his postdoctoral research in the University of Calgary, Alberta, wishes to thank the Royal Tyrrell Museum for offering all facilities. The figures are drawn by Yang Mingwan and the plates are photographed by Zhang Jie.

图版说明 (Explanations of Plates)**图版 I (Plate I)**

重庆西蜀鳄 (CNM V 1090) 头骨顶视($\times 9.5/10$)腹视($\times 1$)。

Skull of *Hsisosuchus chungkingensis* in dorsal ($\times 9.5/10$) and ventral ($\times 1$) views.

图版 II (Plate II)

重庆西蜀鳄 (CNM V 1090) 背部及腹部骨板左侧视(上),右侧视(下),($\times 1$)。

Dorsal and ventral osteoderms of *Hsisosuchus chungkingensis* in left (upper) and right (lower) views.

图版 III (Plate III)

重庆西蜀鳄 (CNM V 1090) A. 头骨和下颌右侧视 ($\times 9.5/10$); B. 左睑骨顶视($\times 1$); C. 左鸟喙骨侧视 ($\times 1$); D. 右肱骨前视($\times 1$); E. 股骨远端及胫骨近端($\times 1$); F. 右桡骨, 尺骨后视($\times 1$)。

Hsisosuchus chungkingensis A. Skull and lower jaw in right view; B. left palpebra in dorsal view; C. left coracoid in lateral view; D. right humerus in anterior view; E. the distal end of femur and proximal end of tibia; F. right radius and ulna in posterior view.

