

记四川自贡晚侏罗世的汇东四川鳄

彭光照

(自贡恐龙博物馆 四川自贡 643013)

摘要 详细记述了采自四川自贡上侏罗统上沙溪庙组的原鳄类——汇东四川鳄 (*Sichuanosuchus huidongensis* Peng, 1995), 在此基础上对该种的特征作了补充修订。四川鳄与山东鳄的关系最为密切, 它们很可能代表原鳄类晚期演化的一个独立分支。骨骼特征表明四川鳄是一种适应于水中生活的肉食性动物。

关键词 四川自贡, 晚侏罗世, 上沙溪庙组, 原鳄类

中图法分类号 Q915.864

笔者于1995年简要报道了采自四川省自贡市郊红旗乡大缺口(图1)上侏罗统上沙溪庙组上部紫红色泥岩中的一原鳄类化石材料(ZDM3403), 并将其定名为汇东四川鳄 (*Sichuanosuchus huidongensis* Peng, 1995)。这是在四川盆地晚侏罗世地层中首次发现的原鳄类化石, 也是到目前为止中国所发现的最完整的原鳄类化石。它的发现对于探讨原始鳄形类动物的系统和进化关系具有十分重要的意义, 因此有必要作详细的记述。

补充特征 鼻间棒由前上颌骨构成; 额骨背面眶缘部分向上微微隆起, 形成新月形的眉突; 眶后骨被完全排挤出下颞孔; 齿骨联合部长度小于宽度; 隅骨腹缘横向扩展, 在内、外侧面形成纵脊; 颊齿的端缘锯齿比前、后缘锯齿大。

标本描述 ZDM3403 标本头骨除吻部左侧端和颅底部分骨片破损缺失外, 基本保存完好。但由于受挤压, 头骨略变扁, 部分骨骼有所错位, 下颌与之紧密咬合。

前上颌骨小, 三角形, 侧面微凸, 其上散布少数雕饰, 腹缘略呈弧形, 前端不向下弯曲形成喙嘴。前上颌骨后背支楔于鼻骨和上颌骨之间。前上颌骨不向前扩展, 因而头骨前端的轮廓较圆滑。上颌骨宽大, 构成吻部侧面的大部分。它的侧面

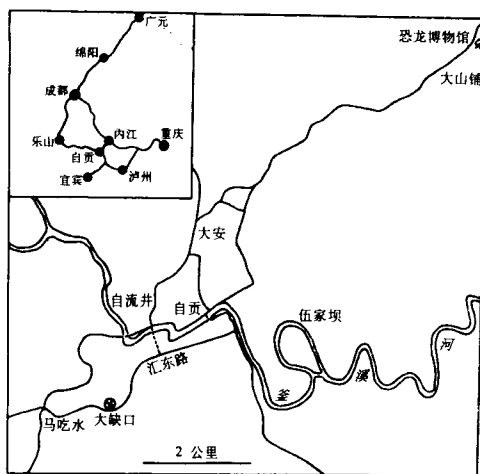


图1 自贡地区地理位置图, 示汇东四川鳄的化石产地(比例尺=2公里)

Fig. 1 Location map of Zigong area, showing the locality at which the specimen of *Sichuanosuchus huidongensis* was collected. Scale bar=2km

上部纵向凹, 雕饰较多, 下部纵向凸, 雕饰稀少, 齿列之上有几个小的滋养孔。上颌骨的腹缘波曲不明显, 后腹突尖削, 延伸至眼眶前部之下方, 与颧骨前突斜向接合。眼前孔位于上颌骨的后背角。在腭面, 上颌骨的腭突由上颌骨前端向后延伸, 几乎达到最后一上颌齿处, 内侧被腭骨和腭中裂所分隔。象杭锦山东鳄 (*Shantungosuchus hangjinensis*, Wu *et al.*, 1994) 一样, 腭突腹面微凹, 前部具少许雕饰, 内侧与腭骨和翼骨相接, 后缘呈倒 V 字形, 构成滴水状的眶下孔的部分内界和侧界。

鼻骨前窄后宽, 侧部与上颌骨和前额骨相接, 但不象 *Protosuchus richardsoni* (Colbert and Mook, 1951; Clark, 1986) 和 UCMP97638 (= ?*Edentosuchus wellesi*, Clark, 1986) 那样鼻骨向下弯折成面区的一部分。鼻骨后端与额骨呈锯齿状缝合, 前端收敛变尖, 楔入前上颌骨之间, 但不参与构成外鼻孔的边缘(图 2B)。这与其它原鳄类不同。泪骨细小, 侧视呈 S 型弯曲。其上端略增厚, 泪骨孔小。泪骨下端楔于颧骨前突和上颌骨后突之间。

表 1 汇东四川鳄头骨和下颌骨测量 (单位: 毫米)

Table 1 Measurements of the skull and mandible of *Sichuanosuchus huidongensis* (in mm)

头骨最大长度(从吻端至方骨髁后缘连线 The maximum length of the skull)	60.8
头骨最大宽度(眶后棒之后测量 The maximum width of the skull)	36.0
头骨最大高度(头顶至方骨髁下端 The maximum height of the skull)	12.0
吻部长度(两眼眶前缘连线至头骨前端 The length of the snout)	21.6
眼眶最大直径(The maximum diameter of the orbit)	16.0
眶间最小宽度(The minimum width between the orbits)	9.3
上颞孔最大直径(The maximum diameter of the supratemporal fenestra)	11.0
上颞孔最小直径(The minimum diameter of the supratemporal fenestra)	6.0
颞间区最小宽度(The minimum width between the supratemporal fenestrae)	7.8
鳞骨长度(The length of the squamosal)	17.5
鳞骨最大宽度(The maximum width of the squamosal)	12.6
下颌长度(The length of the mandible)	57.0
下颌联合部长度(The length of the mandibular symphysis)	10.7
下颌联合部最大宽度(The maximum width of the mandibular symphysis)	11.8

前额骨窄长, 前部厚, 向后逐渐减薄, 内缘与额骨和鼻骨相接, 侧缘前部与泪骨相接, 后部构成眼眶的前上缘, 在这里被第一眼睑骨所叠盖。额骨背面较平, 但凹坑状雕饰清晰。它的眶间部较窄, 后侧部背面略隆起, 形成不明显的新月形的眉突。

眶后骨位于眼眶与颞孔之间, 构成头骨平台的前侧角。它的背面具雕饰, 后缘与鳞骨缝合, 侧缘后端与鳞骨侧面之腹脊相连。眶后骨的降突短, 横宽, 近乎垂直, 象其它鳄形动物的那样, 与颧骨的上升突内侧相合, 构成眶后棒 (postorbital bar)。

象其它原鳄类一样, 汇东四川鳄的眼眶较大, 眶缘面倾斜, 与水平面之夹角约 40° 。两块相连的薄板状的眼睑骨 (palpebrae) 背面具雕饰, 前一眼睑骨较宽大, 前端叠

盖在前额骨和泪骨上; 后一眼睑骨较小, 后端贴于眶后骨骨体前缘的背面(图 2A, B)。在 *P. richardsoni* 和 *Orthosuchus stormbergi* (Nash, 1968, 1975) 中也存在两块眼睑骨, 但 *O. stormbergi* 的两骨板分别位于眼眶的前背角和后背角, 并不相连(Nash, 1968: figs. 1, 2; 1975: figs. 1, 3)。 *P. richardsoni* 在标本 UCMP A (Clark, 1986) 中两眼睑骨也不相接, 但在标本 AMNH3024(Colbert and Mook, 1951, pls. 11-1, 12-1) 中这两块骨片似乎是相连接的。

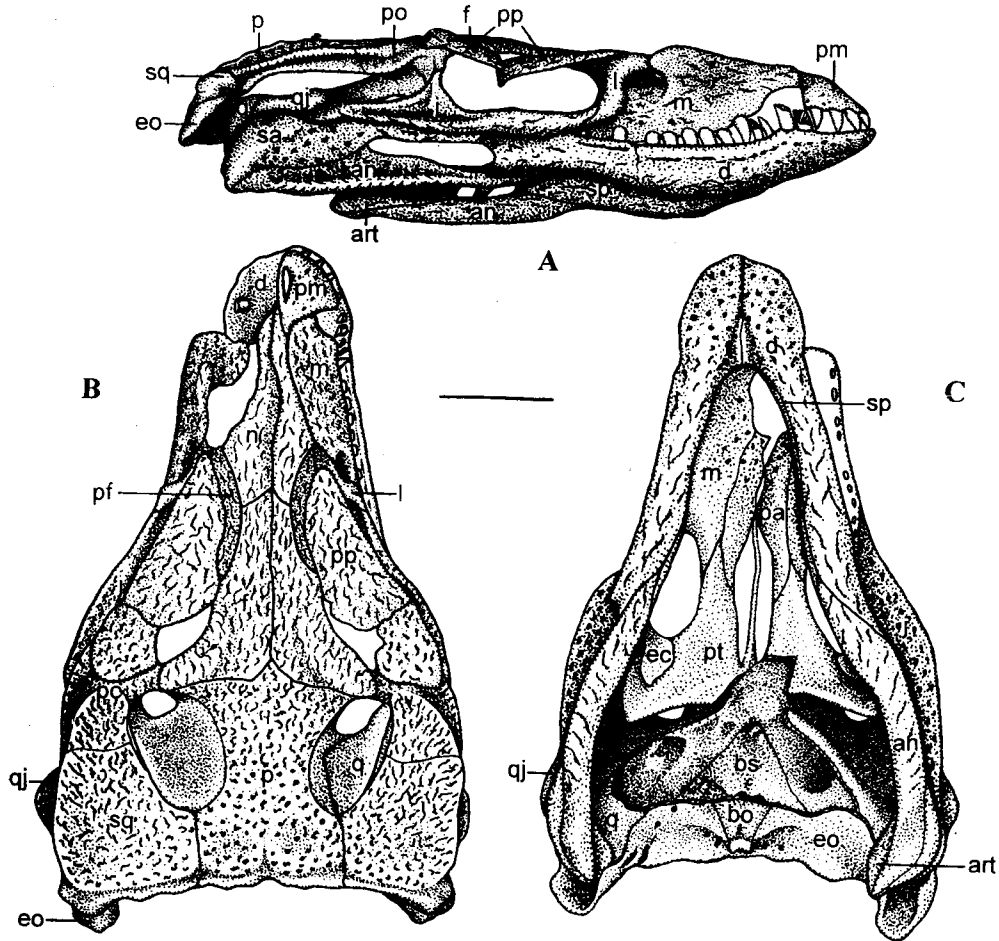


图2 汇东四川鳄头骨和下颌骨(比例尺=1厘米) A. 侧视; B. 顶视; C. 腹视

Fig.2 Skull and mandible of *Sichuanosuchus huidongensis*

A. lateral view, B. dorsal view, C. ventral view, Scale bar=1cm

an, angular 隅骨; art, articular 关节骨; bo, basioccipital 基枕骨; bs, basisphenoid 基蝶骨;
d, dentary 齿骨; ec, ectopterygoid 外翼骨; eo, exoccipital 外枕骨; f, frontal 额骨; j, jugal 颧骨;
l, lacrymal 泪骨; m, maxilla 上颌骨; n, nasal 鼻骨; p, parietal 顶骨; pa, palatine 腭骨;
pm, premaxilla 前上颌骨; pp, palpebral 眼睑骨; po, postorbital 眶后骨; pf, prefrontal 前额骨;
pt, pterygoid 翼骨; q, quadrate 方骨; qj, quadratojugal 方颧骨; sa, surangular 上隅骨;
sp, splenial 夹板骨; sq, squamosal 鳞骨

颧骨前突长, 向前逐渐收敛变尖, 不象在 *Protosuchus* 和 UCMP97638 中那样垂向扩展。颧骨后突拉长, 但不象 *P. richardsoni* 的那样伸达头骨的后端靠近下颌关节处。后突背缘与方颧骨相接, 并围成裂隙状的下颧孔。方颧骨宽大, 形态不规则。其前背突向内上方伸。与眶后骨广泛接触, 并与颧骨的上升突相接, 因而将眶后骨排挤出下颧孔。

方骨构成耳凹(otic recess)之底的大部分。方骨腹部破损, 暴露出内部大的气腔构造。方骨的前内侧支内缘呈锯齿状, 与顶骨缝合, 而外缘则以一笔直、光滑的骨面与鳞骨相接, 前端它占据了颞道(temporal passage)上缘的后外侧部分, 后端它与顶骨共同包围眶颞动脉管孔(foramen arteria temporo-orbitalis), 把鳞骨从孔的边缘排挤出去。这一特征见于 *Edentosuchus tienshanensis* (见李锦玲, 1985)中。

鳞骨位于头骨平台的后侧角, 背视呈四射形。它的背面微凸, 具清晰的雕饰。鳞骨悬于方骨之上, 构成外耳隐窝(resessus oticus externus)的顶板。鳞骨内缘前部与方骨相接, 后部则与顶骨缝合。它在枕面与外枕骨缝合, 缝合线微向侧下方倾斜。愈合的顶骨占据头骨平台中部较大一部分。顶骨前端与额骨缝合, 中央具一前突。顶骨背面微凸, 前半部散布短沟状雕饰, 而后半部密布小坑状雕饰。顶骨两侧的上颧孔较小, 椭圆形, 斜向延伸, 与 *Dianosuchus changchiawaensis* (Young, 1982; Wu and Sues, 1995)的比较相似, 但颞间区较窄。在 *D. changchiawaensis* 中, 颞间区比眶间区还宽。顶骨侧部在上颧窝中向下侧方扩展部分微凹, 无纹饰, 侧缘与方骨相接, 并在上颧窝后部与方骨围成小的眶颞动脉孔。

上枕骨破损, 其形态构造及与周围骨骼的关系不详。外枕骨-后耳骨复合体位于上枕骨和枕骨大孔的侧部, 后面凹, 略呈弧形, 背缘与鳞骨和顶骨相接, 内侧与基枕骨缝合, 并形成枕髁的背侧部。在 *P. richardsoni* 中, 外枕骨不参与形成枕髁。副枕突伸向后下侧方, 前腹面呈凹槽状, 后背面上部被鳞骨后突贴附。副枕突内腹缘与方骨相接, 并围成外侧敞开的颅方管(cranioquadrate canal), 在大多数中鳄类和真鳄类中此管封闭。

基枕骨较小, 位于枕骨大孔之下, 构成脑颅的后部底壁和枕髁的大部分。枕髁小, 半圆形, 后面凹, 颈部收缩, 但不十分显著。基枕骨前端略有破损, 但象 *P. richardsoni* 一样, 在其前缘似乎也存在两小的结节。基蝶骨象翼骨和方骨等一样高度气腔化, 它的腹面已破损, 从保存的顶板部分看, 它比基枕骨大, 近三角形, 构成脑颅之底壁。翼骨的后部略微破损。翼骨翼(ptyergoid flange)发达, 且气腔构造发育。它的腹面光滑, 无雕饰, 后端向侧面延伸的脊突标志着内鼻孔开口相当靠后。两翼骨之间有一细长的脊突, 向前伸入腭中裂中。外翼骨内腹部比较宽大, 贴于翼骨翼前侧部之腹面上。它的中部很窄, 而背侧部纵向扩展, 与颧骨相接, 而不与上颌骨接触。腭骨比较窄长, 条带状(图2C), 形态上与 *S. hangjinensis* 的不一样, 但与后者相同的是它不参与构成眶下孔的边界。腭骨腹面具少量坑点状雕饰。

齿骨长, 超过下颌总长度的三分之二, 外表面雕饰较发育。齿骨联合部很短, 但很宽, 长度小于宽度, 这与其它原鳄类不同。此区背面凹, 腹面凸, 大致呈铲状。齿骨后部垂向增宽, 叉形的后缘环围下颌外孔的前缘。夹板骨贴于齿骨内侧, 前端伸至齿骨联合部, 在齿面它可能参与形成下颌联合部。

隅骨纵长, 侧视三角形, 腹视微向外拱曲。它的腹缘横向扩展, 因而在腹缘内、外

侧面形成纵向的棱脊(图 2A, C)。这一特征在其它原鳄类中未见报道。向前, 隅骨逐渐降低, 构成下颌外孔(external mandibular fenestra)之后下界。向后, 隅骨也逐渐降低, 并转向腹面, 收敛变尖, 后端伸达下颌的后端。隅骨 / 上隅骨缝合线由下颌外孔后端缘向后下方斜向延伸, 并转向腹面, 至下颌支的腹缘后端。上隅骨较长大, 背缘微微上拱, 前部与齿骨相接, 后部略变窄, 后端构成关节窝的侧部。

关节骨贴于隅骨和上隅骨后端的内侧。其背面凹, 与上隅骨一起形成宽大的关节窝, 接纳方骨关节髁。象 *S. hangjinensis* 一样, 关节骨的内侧向内扩展, 形成一脊突(图 2C)。此突的背方与脑颅腹外侧关节, 下颌关节窝扩展至该突的背面。

前上颌齿较长大, 齿冠尖锐, 前缘凸, 无锯齿, 后缘直, 具有许多微小的锯齿。由于上、下颌保存略有错位, 右上颌齿列被下颌骨盖住, 左上颌齿保存 9 枚, 但从齿列中的空缺推断, 上颌齿至少有 11 枚。大的第二上颌齿犬齿形, 前缘凸而光滑, 后缘直, 具微小的锯齿。其后的上颌齿基部不收缩, 齿冠较低, 侧扁, 端缘平。镜下观察, 前缘、后缘和端缘均具有微小的锯齿, 但端缘上的锯齿比前缘和后缘的锯齿大, 这与其它原鳄类的不同。

左齿骨上只露出一大的牙齿的基部, 其后的牙齿则被上颌骨和上颌齿列盖住。右齿骨上保存 11 枚牙齿, 但齿列中间有三个较宽的空隙, 据此推测下颌齿为 14 枚。前面两颗大的犬齿形齿骨齿, 齿冠有不同程度的损坏, 断面呈凸镜形。犬齿形齿之后的两齿骨齿比较细小, 其余后部齿骨齿在大小、形态和构造上与颊部的上颌齿差不多。

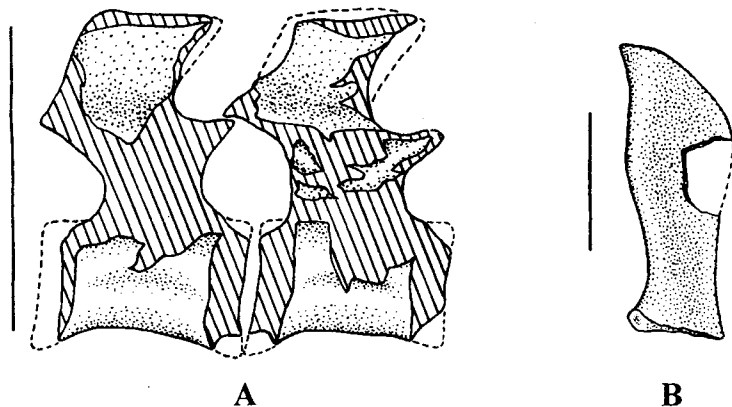


图 3 汇东四川鳄第 22、23 荐前椎右侧视(A)和左肩胛骨内侧视(B) (比例尺=1 厘米)

Fig.3 The 22th and 23th presacral vertebrae of *Sichuanosuchus huidongensis* in right view(A) and the left scapula in medial view(B) Scale bar = 1cm

头后连续保存 23 个荐前脊椎。根据椎体和肋骨的情况判断前部 9 个为颈椎, 其余为背椎。颈椎椎体长约 4 毫米, 两端膨大显著, 腹中脊较明显, 但侧凹不显著, 椎弓横突很发育。第 22、23 脊椎为接近荐部的背椎, 椎体长 6.5 毫米, 双凹型, 两端膨大显著, 无腹中脊, 侧凹不明显。神经弓高, 神经孔大, 前、后关节突长, 薄板状的神神经棘低, 但较宽, 向前上方斜伸(图 3A), 顶端略为增厚, 顶面与背骨板的腹面贴合。

ZDM3403 还保存了十多个前后关联的中后部尾椎。椎体小,长6-7毫米,侧凹较明显,神经弓很低,神经棘低矮,向椎体后上方斜伸,前关节突发育,而后关节突不明显。

肋骨总的情况与一般鳄形类的相似。颈肋为双头肋,近端横宽,并向前伸出一尖突;肋干短,向后逐渐收缩变细,远端与后一肋骨之前突相接。背肋较颈肋粗,近端略扩宽,骨干较长。在中后部尾椎腹侧可见几个保存较好的脉弧,长约3毫米,侧面形似斧头状,关节头略显膨大,骨干小,远端纵向急剧增宽并减薄。

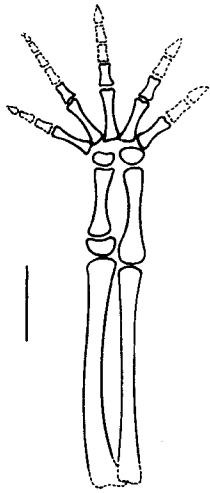


图4 汇东四川鳄左前肢和左脚复原(比例尺=1厘米)

Fig. 4 Reconstruction of the left forelimb and manus of *Sichuanosuchus huadongensis*

Scale bar=1 cm

ZDM3403 前肢保存有左肩胛骨、左肱骨、尺骨、桡骨的大部分和左前足部分骨骼。肩胛骨形态呈刀刃状(图3B),与 *O. stormbergi* 的比较相似,上端薄,横向扩展并向后延长,收敛成一锐角。向下则变窄,但增厚,下端扩展,构成肩臼的上半部和乌喙骨的关节面。肱骨仅保存11毫米长的远端部分,但从保存的印痕看,其长度超过3厘米。肱骨的骨干微弯。远端膨大显著,内髁略比外髁小,后髁间沟宽缓,无前髁间沟。

尺骨近端缺失,根据保存的印痕测量,其长度为31毫米。尺骨肘突比较发育,骨干微弯并适度扭转,远端稍微扩展,后髁间沟特别明显。桡骨近端也缺失,根据印模测量其长度为30毫米。象 *O. stormbergi* (Nash, 1975: fig. 14) 一样,腕骨有5块(图4)。豆腕骨扁豆形,介于尺骨和尺侧腕骨之间。桡侧腕骨长13毫米,相对而言比其它原鳄类的长。桡侧腕骨近端膨大显著,端面呈肾形,与桡骨和尺骨相关节。尺侧腕骨长10毫米,骨干略比桡侧腕骨的细。远侧腕骨1+c较大,扁豆形。远侧腕骨3+4较小,扁圆形。

掌骨 I 粗短,长5毫米,近端比远端扩展显著。掌骨 IV 长7毫米,骨干较细。掌骨 II、III 未完全暴露,掌骨 V 压在掌骨 III、IV 之下,仅能观察到部分骨干。

后肢保存有13毫米长的右股骨远端、18毫米长的右胫骨近端、7.5毫米长的右腓骨近端和左脚部分骨骼。股骨的远端横向扩展显著,外髁略大于内髁,前、后髁间沟明显。胫骨近端扩展显著,端面近三角形,前外侧有一不甚明显的胫骨嵴。腓骨近端稍微膨大,关节面呈椭圆形。腓骨骨干较细,外侧面比内侧面凸,断面约呈三角形。

距骨不规则,宽5毫米,厚3毫米。其背面中部有一斜向延伸的脊,脊的两侧凹,分别与胫骨和跟骨关节。跟骨略比距骨小,形态不规则,背面凹,与腓骨关节。蹠部保存蹠骨 II、III、IV。所有蹠骨均比较细长,最长的蹠骨 III 达21毫米。趾骨保存4节。趾骨 II₁ 长7.7毫米,近端和远端膨大显著,近端关节面凹,约呈三角形。趾骨 III₁ 略比趾骨 II₁ 长,骨干直。趾骨 IV₁ 长7毫米,骨干较细。趾骨 IV₂ 略短于趾骨 IV₁。

ZDM3403 荐前部背面连续保存21对大的四边形的骨板,第22、23荐前椎背面只保存左侧背板。此外,在荐前部左侧还保存一些横宽的腹面骨板碎片。背板的形态和构造与 *O. stormbergi*、*P. richardsoni* 的基本相似。成对的背板呈叠瓦状排列,每一对骨板对应于一个脊椎。与环椎对应的一对骨板很小,往后骨板逐渐增大,最大的骨板长7.5毫米,宽12毫米。所有骨板背面微凸,暴露部分饰有较规则的坑点状或短沟状纹饰。

比较和讨论 Peng (1995) 对汇东四川鳄的系统位置作了简要讨论, 并把它与国外所发现的相关属种作了比较, 但未与中国所发现的原鳄类进行详细比较。相对而言, 在原鳄类中, 四川鳄同山东晚侏罗世和鄂尔多斯早白垩世地层中发现的山东鳄关系比较密切 (Peng, 1995; Wu and Sues, 1995), 它们很可能代表原鳄类晚期演化的一个独立分支。它们共有以下特征: 侧视前上颌骨 / 上颌骨部分比其余头骨部分短, 颧骨腹缘侧向扩展成一凸板, 翼骨气腔发育, 腭骨不参与构成眶下孔的边界, 隅骨后部转向腹面等。它们的区别是: 前者的吻部比后者的短, 上颌骨后突较长, 颧骨后突长, 而且侧向扩展, 鳞骨腹面无后者所具有的支持板和脊状构造, 腭骨窄长形而不是叶状, 腭部腹面雕饰不如后者的发育, 齿骨联合部短, 联合线直, 两侧基本对称。

未记述的 IVPP 10594 是四川盆地发现的另一原鳄类头骨标本 (Wu and Sues, 1995)。其时代为早白垩世? 具体产地不详。Wu and Sues (1995) 把它归在四川鳄属中。吴肖春 (私人通讯) 认为它可能代表四川鳄的另一个类型。IVPP 10594 的以下特征可与汇东四川鳄相区别: 第一上颌齿犬齿形, 下颌只有一个犬齿形齿, 且占据第三齿位置, 额骨愈合, 腹视齿骨沿整个联合线呈沟状, 齿骨在犬齿形齿之后明显收缩。

云南禄丰盆地下侏罗统下禄丰组红层中发现了几个原鳄类动物。甲板小鳄 (*Microchampsia scutata* Young, 1951) 是杨钟健根据部分身躯骨骼和甲板材料所订立的。由于标本缺乏明显的鉴定特征, 对于甲板小鳄的有效性一直存在争议 (Wu and Sues, 1995)。许氏扁颌鳄 (*Platyognathus hsui* Young, 1944) 以保存不全的头骨和下颌骨所代表。它同四川鳄一样, 下颌具有两个犬齿形齿, 但是这两个犬齿形齿占据齿列的第 5、6 齿位置, 而且第六齿骨齿横切面呈多边形, 而不是凸镜形 (Young, 1944; Wu and Sues, 1995), 与四川鳄明显不同。Simmons (1965) 记述了禄丰早侏罗世的另一原鳄类标本 (CUP 2083)。他把该标本归在 *P. hsui* 中, 但 Wu and Sues (1995) 认为 CUP 2083 代表一个不同的类型。它的下颌联合部较长, 牙齿齿冠尖锐, 下颌上只有一颗大的犬齿形齿。这些特征可与四川鳄区别开来。

张家洼滇鳄 (*Dianosuchus changchiawaensis* Young, 1982) 是禄丰下禄丰组中发现的另一原鳄类。它的下颌联合部短, 椭圆形的上颧孔斜向延伸, 似与四川鳄相似, 但它的颧间区较宽, 颧孔之后的部分长, 下颌无犬齿形齿, 且牙齿边缘无锯齿, 明显与四川鳄不一样。

ZDM 3403 标本的头骨长 6 厘米, 荐前部脊柱长约 12 厘米。根据 *Protosuchus richardsoni* (Colbert and Mook, 1951) 和 *Orthosuchus stormbergi* (Nash, 1975) 身体各部分的比率推算, 该动物体长约 40 厘米, 是一个小型的鳄形类动物。虽然它已显示出了成年个体一些特征, 如顶骨完全愈合成一块骨头, 头部骨骼外表面的纹饰发育良好等, 但是它的额骨未完全愈合, 头顶平台较宽, 上颧窝小, 且呈椭圆形, 眼眶较大, 眶前区较短, 荐前部脊椎的椎体与神经弓之间的缝合线清晰等特征表明它是一个幼年个体。

四川鳄的齿列异齿型, 上下齿列都存在大的犬齿形齿, 颊部牙齿侧扁, 边缘具锯齿, 这些特征说明它是肉食性动物。从标本保存的尺骨、桡骨和腕骨来看, 汇东四川鳄的前肢比较细长, 说明它是四足行走的 (图 5)。然而, 象其它原鳄类一样, 它具有次生腭。其翼骨腹面的脊状构造表明内鼻孔的位置相当靠后, 只不过内鼻孔的底壁为软组织而不是骨骼。这些特征说明汇东四川鳄象现代鳄类一样, 大部分时间呆在水中。

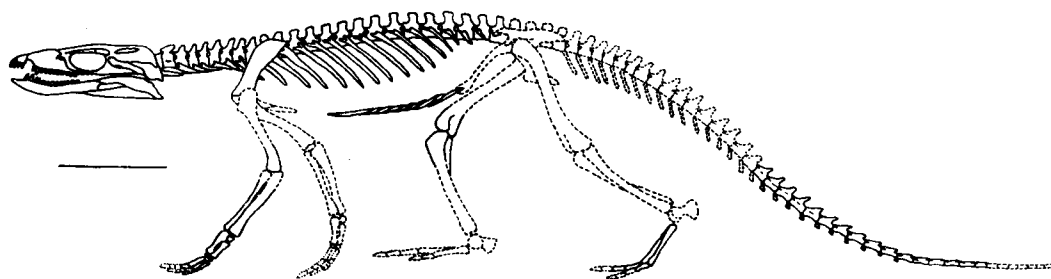


图5 汇东四川鳄骨架复原图(比例尺=4厘米)

Fig.5 Restoration of the skeleton of *Sichuanosuchus huidongensis* in standing pose Scale bar=4cm

致谢 本文在写作过程中得到中科院古脊椎动物与古人类研究所李锦玲、董枝明、王元青、吕君昌等先生的热情帮助；自贡恐龙博物馆黄大喜先生收集并提供标本；在加拿大 Royal Ontario Museum 作博士后研究的吴肖春博士对标本研究提出了许多宝贵意见并审阅了论文手稿；古脊椎动物与古人类研究所张杰先生制作图版，在此一并致谢。

参 考 文 献

- 李锦玲, 1985. 新疆吐鲁番群天山贫齿鳄的再研究. 古脊椎动物学报, 23 (3): 196—206
- 杨钟健, 1951. 禄丰蜥龙动物群. 中国古生物志, 新丙种第 10 号. 北京: 科学出版社, 1—96
- 杨钟健, 1982. 云南禄丰—化石原始鳄类. 杨钟健文集. 北京: 科学出版社, 26—28
- Clark J A, 1986. Phylogenetic relationships of the crocodylomorph archosaurs. Ph. D. dissertation. University of Chicago, Chicago, 1—556
- Colbert E H, Mook C C. 1951. The ancestral crocodylian *Protosuchus*. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 97(3): 143—182
- Nash D, 1968. A crocodile from the Upper Triassic of Lesotho. *J. Zool., Lond.*, 156: 163—179
- Nash D, 1975. The morphology and relationships of a crocodylian, *Orthosuchus strombergi*, from the Upper Triassic of Lesotho. *Ann. S. Afr. Mus.*, 67(7): 227—329
- Peng G Z, 1995. A new protosuchian from the Late Jurassic of Sichuan, China. In: Sun Ailing, Wang Yuanqing eds. Sixth Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota, Short Papers. Beijing: China Ocean Press. 63—68
- Simmons D J. 1965. The non-therapsid reptiles of the Lufeng Basin, Yunnan, China. *Field. Geol.*, 15: 1—93
- Wu X C, Brinkmann D B, Lü J C, 1994. A new species of *Shantungosuchus* from the Lower Cretaceous of Inner Mongolia (China), with comments on *S. chahsiensis* Young, 1961 and the phylogenetic position of the genus. *J. Vert. Paleont.*, 14(2): 210—229
- Wu X C, Sues H-D. 1995. Protosuchians (Archosauria: Crocodyliformes) from China. In: Sun Ailing, Wang Yuanqing eds. Sixth Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota, Short Papers. Beijing: China Ocean Press. 57—62
- Young C C, 1944. On a supposed new pseudosuchian from Upper Triassic saurischian-bearing Red Beds of Lufeng, Yunnan, China. *Amer. Mus. Novit.*, 1264: 1—4

LATE JURASSIC PROTOSUCHIAN *SICHUANOSUCHUS*
HUIDONGENSIS
(ARCHOSAURIA: CROCODYLIFORMES) FROM
ZIGONG, SICHUAN, CHINA

PENG Guangzhao

(Zigong Dinosaur Museum Zigong Sichuan 643013)

Key words Zigong, Sichuan, Shangshaximiao Formation, Late Jurassic, Protosuchian

Summary

Peng (1995) briefly reported a specimen (ZDM3403) of *Sichuanosuchus huidongensis* Peng, 1995, a protosuchian from the purplish-red mudstone of the Late Jurassic Shangshaximiao Formation at Daquekou, the suburb of Zigong City. This material is the first occurrence of the protosuchian from the Late Jurassic in Sichuan Basin and the most well-preserved protosuchian fossil ever found in China. The present paper is a detailed description of it.

Additional diagnosis Internasial bar formed by premaxilla; a faint crescent crest on dorsal surface of frontal along posterodorsal corner of orbit; postorbital completely excluded from infratemporal fenestra; length of symphysis less than its width; ventral edge of angular expanded transversely to form longitudinal medial and lateral ridges; denticles in tip edge of cheek teeth larger than those in anterior and posterior edges.

Remarks Close phylogenetic relationships of *S. huidongensis* and *Shantungosuchus* from the Late Jurassic and Early Cretaceous of the northern China are indicated by the following synapomorphies: premaxilla /maxilla portion shorter than the rest part of skull in lateral view, jugal with ventral shelf, pterygoid largely hollowed, palatine excluded from suborbital fenestra, posterior part of angular shifted to ventral surface of mandibular ramus. They probably represent a late evolutionary branch of protosuchians. *S. huidongensis* differs from *Shantungosuchus* in the snout relatively short, posterior process of maxilla elongated, posterior process of jugal long and expanded laterally, ventral surface of squamosal smooth, lacking supporting lamina and fine ridged laminae, palatine strap-like, sculpturing on ventral surface of palate region unless developed, symphysis relatively short, symphyisial suture straight, mandibular rami symmetrically contributed to symphysis.

An additional undescribed specimen IVPP 10594 from the ?Lower Cretaceous at an unrecorded locality in Sichuan Basin was referred to the genus *Sichuanosuchus* (Wu and Sues, 1995), but is unconspecific with *S. huidongensis* (Wu, pers. comm.). It differs from *S. huidongensis* in having one caniniform maxillary tooth, two dentary teeth anterior to lower caniniform tooth, frontals fused, dentaries grooved along the entire length of symphyisial

suture in ventral view, and distinctly constricted behind the lower caniniform tooth.

Several protosuchian taxa have been discovered from the Dark Red Beds of the Lower Lufeng Formation (Early Jurassic) of the Lufeng Basin, Yunnan. The validity of *Microchampsia scutata* Young, 1951 is questionable (Wu and Sues, 1995). *Platyognathus hsui* Young, 1944 is similar to *S. huidongensis* in having two enlarged caniniform dentary teeth. But in the former, the caniniform teeth occupy positions 5 and 6, and the dentary tooth 6 is polygonal, rather than lens-shaped, in transverse section. Another specimen CUP 2083 described as *P. hsui* by Simmons (1965) probably represents a different taxon (Wu and Sues, 1995). It differs from the *S. huidongensis* in the elongated symphysis, sharp crowns of the cheek teeth and one enlarged caniniform dentary tooth.

Dianosuchus changchiawaensis Young, 1982 is similar to *S. huidongensis* in short symphysis and oval-shaped supratemporal fenestrae diverged anteriorly. But in *D. changchiawaensis*, the supratemporal fenestrae are widely separated, the portion of the skull behind the supratemporal fenestra is largely elongated, there are no caniniform teeth in the dentary, and the cutting edges of the teeth are unserrated.

On the proportions of the bodies of *Protosuchus richardsoni* and *Orthosuchus stormbergi*, the estimated body length of ZDM3403 was about 40 centimetres. Although it shows some adult features, the separated frontals, broad cranial table, small and oval-shaped supratemporal fenestra, large orbit, shorter preorbital region, and clear neurocentral suture of the presacrals indicate that it is a juvenile individual.

The dentition of *S. huidongensis* is heterodont. The compressed and serrated teeth and the presence of enlarged caniniform teeth in the maxilla and dentary are the undeniable indications of carnivorous adaptation. The long, slender forelimb bones indicate that *S. huidongensis* was quadrupedal. However, the secondary palate is developed as in other crocodyliforms. The ridging on the pterygoid indicates that the functional choanae opened well back. It is evident that *Sichuanosuchus* spent much of its time in water, as do living crocodiles.

图版说明(Explanations of Plates)

图版 I (Plate I)

汇东四川鳄 *Sichuanosuchus huidongensis* Peng, 1995

1. 骨架背视 Dorsal view of the skeleton (ZDM3403, $\times 4/5$);
2. 骨架外模及左肩胛骨和左前肢骨骼背视 Dorsal view of the skeleton in external mould and the left scapula and forelimb bones (ZDM3403, $\times 4/5$)

图版 II (Plate II)

汇东四川鳄 *Sichuanosuchus huidongensis* Peng, 1995

1. 头骨和下颌骨右侧视 Right lateral view of the skull and mandible (ZDM3403, $\times 2$);
2. 头骨和下颌骨顶视 Dorsal view of the skull and mandible (ZDM3403, $\times 2$);
3. 头骨和下颌骨腹视 Ventral view of the skull and mandible (ZDM3403, $\times 2$)



1



2



1



2



3