亚洲最早的盘舌蟾类化石

王 原 高克勤④
(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044; ④美国自然历史博物馆, 纽约 10024)

摘要 根据一保存完好的骨架, 描述了辽宁西部上侏罗统/下白垩统义县组一新的无尾两栖类: 三燕丽蟾(新属、新种) *Callobatrachus sanyanensis* gen. et sp. nov., 并把它归入盘舌蟾科. 这是中国第1件盘舌蟾类化石及亚洲盘舌蟾类最早的化石记录, 也是世界上仅有的第2种产自中生界的具完整骨架的盘舌蟾类. 盘舌蟾科被普遍认为是一原始的无尾类类群, 亚洲虽有现生代表, 却始终无确定的化石记录. 辽西的新发现将该类群在亚洲的时间分布提前了至少1亿2千万年, 并对这一原始无尾类类群的解剖学以及历史分布提供了十分有价值的研究材料.

关键词 盘舌蟾科 无尾目 晚侏罗世/早白垩世 辽宁西部 分类学及生物地理

辽宁西部上侏罗统/下白垩统湖相沉积物以产出保存完好的脊椎动物化石而著名于世. 最近这里一些惊人的古生物学发现包括: 早期鸟类[1]和带羽毛的恐龙[2], 原始兽类[3]以及其他一些重要的化石[4, 5]. 辽西最近又出土了一个保存完好的无尾类骨架化石, 它是亚洲最早的及第1个确定的化石盘舌蟾类. 本文把该化石鉴定为一新属新种, 并简要讨论了这一新发现的分类学及生物地理学意义.

盘舌蟾科包括一群原始的无尾类, 如著名的产婆蟾(*Alytes*)和铃蟾(*Bombina*). 除了欧洲和北非, 现生盘舌蟾类还广泛分布于东亚、东南亚和中东地区. 但亚洲始终没有该类群确定的化石记录, 仅有一产自戈壁沙漠上白垩统的部分头骨被归入了该科, 但尚有疑问[6]. 因此辽宁新发现的化石代表了亚洲最早的盘舌蟾类, 是亚洲唯一一个与现生盘舌蟾类同域分布的化石种类. 它还是世界上已知第2种具完整骨架的中生代盘舌蟾类. 对这一材料的研究为探讨该类群的早期演化和生物地理历史提供了重要的线索.

1 分类学描述

两栖纲 Class Amphibia Linnaeus, 1758

滑体两栖亚纲 Subclass Lissamphibia Haeckel, 1866

蛙超目 Superorder Salientia Laurenti, 1768

无尾目 Order Anura Rafinesque, 1815

分类学评述. 无尾目包括约4千个现生种, 分属24科300属, 以及50属约100个已知化石种[7, 8]. 分类学家及进化生物学家对它们不寻常的适应和行为, 以及广泛的地理分布十分关注, 而化石则是探讨这一重要脊椎动物类群的生物地理起源和早期演化的主要信息来源. 无尾目最早的代表是两个早侏罗世的属种: 阿根廷 Roca Blanca 组的 *Vieraella herbstii* Reig, 1961 和美国亚利桑那州 Kayenta 组的 *Prosalirus bitis* Shubin and Jenkins, 1995[9, 10].

盘舌蟾科 Discoglossidae G•nther, 1859

最新的一个系统发育分析支持盘舌蟾科的单系性, 科内现生类群的系统发育关系表示为:

Alytes[(*Bombina*+ *Barbourula*)+ *Discoglossus*][1). 盘舌蟾科的骨骼学鉴定特征包括: 耳枕区的前后边缘平行或近平行; 具方轭骨, 其长度至少为翼骨窝长度的40%～ 50%; 无腭骨; 副蝶骨翼整体浅, 或者中间浅、两端扩张; 具副舌骨; 8个荐前椎; 椎体后凹型; 第1和第2荐前椎不愈合; 第2至第4荐前椎具自由肋; 肩胛骨前端被锁骨覆盖; 匙骨分叉; 荐椎具扩展的横突, 并以双骨髁与尾杆骨关节; 尾杆骨近端具横突; 髂骨具背脊和显著的背突; 肱骨髁大, 大于肱骨远端宽的66% ; 胫跗骨和腓跗骨仅在近端和远端愈合[7, 11]1).

丽蟾属(新属) *Callobatrachus* gen. nov.

属名词源. “kallos”(精美的) 和“batrachus”(蛙、蟾) 为希腊文, 合意为“丽蟾”.

属型种. 三燕丽蟾(新属、新种) *Callobatrachus sanyanensis* gen. et sp. nov.

特征. 见属型种(见下).

三燕丽蟾(新属、新种) *Callobatrachus sanyanensis* gen. et sp. nov.

种名词源. ”sanyan”为汉语拼音, 取自辽宁的古地名“三燕”.

正型标本. 保存在一块硅质页岩表面的呈背视的一较完整骨架及骨骼印痕(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所标本编号: IVPP V11525). 骨架照片见封面, 图1为其轮廓图.

地点与层位. 辽宁省北票市四合屯村; 义县组底部(晚侏罗世/早白垩世).

特征. 三燕丽蟾以如下特征组合区别于其他盘舌蟾类: 额顶骨侧边平行; 上颌骨前端以凹缺与前颌骨相关节, 二者上的牙齿沿颊-舌方向扩展; 鳞骨的颧支不与上颌骨接触; 9个荐前椎; 髂骨背脊弱, 无背突; 胫腓骨略长于股骨; 近端跗节长度大于胫腓骨长的二分之一; 胫跗骨和腓跗骨两端不愈合.

描述. 化石为较完整的骨架, 保存在一块火山凝灰质页岩中, 但页岩劈开时部分骨骼破碎丢失. 骨架呈背面观, 包括头骨、头后骨骼以及部分骨骼缺损后留下的印痕. 大部分骨骼保存在原位, 仅腰带及后肢骨骼脱离前部骨架, 稍微移向右后方.

头骨及下颌骨. 头骨短宽, 具圆的吻部. 头骨最大宽度(穿过耳囊) 35 mm, 最大长度(中线处) 28 mm. 所有头部骨骼均无表面坑窝结构(dermal sculptures), 这与锄足蟾及其他一些无尾类不同[12].

前颌骨具细齿, 细齿横向(颊-舌向) 扩展, 因保存原因数目无法确定. 上颌骨也同前颌骨一样具梳状排列的细齿, 齿为基座型齿(pedicellate tooth); 上颌骨前端有一明显的凹缺(notch), 以此与前颌骨的后端相关节; 上颌骨的后端与方轭骨的前外侧相关节. 头骨两侧均保存有方轭骨, 该骨呈弯钩状延向中部, 与翼骨和鳞骨相关节.

鼻骨没有保存. 额顶骨破碎为数片, 无法判断左右额顶骨是否愈合, 及有无额顶孔(frontoparietal fontanelle). 但额顶骨侧边平行, 使其呈不规则的矩形. 鳞骨仅保存在右侧, 与其他无尾类一样, 该骨为“⊥”字形; 鳞骨腹支(ventral ramus) 呈薄板状, 伸向腹方, 与方轭骨接触; 耳支(otic ramus) 与颧支(zygomatic ramus) 几乎等长(2.5 mm), 二者长度为腹支长的一半; 颧支不与上颌骨接触.

耳囊(由前耳骨和外枕骨构成) 破损, 但两侧耳囊均保存. 耳囊的前缘与翼骨的后中支相关节. 每个外枕骨的后内侧具一枕髁与寰椎的前端相关节. 残破的额顶骨部分覆盖耳囊的中部.

1) Clarke B T. Evolutionary relationships of the discoglossoid frogs. Osteological evidence. British Museum (Natural History) and City of London Polytechnic, unpublished Ph. D. Dissertation, 1988, 1～ 431

在耳囊的外侧可见棒状的水平延伸的部分耳柱骨, 它向外延至翼骨基部的下方. 骨化的耳柱骨见于大多数无尾类, 但在北美的尾蟾 (*Ascaphus*) 和新西兰的滑跖蟾类 (leiopelmatids) 中缺失[13].

由于头骨的的背面破损, 一些腭面的骨骼也暴露了它们的背面. 两侧犁骨均破损, 但犁骨的内鼻孔前突 (prechoanal process) 和内鼻孔后突 (postchoanal process) 十分显著, 均向侧方伸展. 未观察到腭骨, 可能如其他盘舌蟾类一样无腭骨. 蝶筛骨残破, 前端呈三角形, 插入到两犁骨之间; 后端被额顶骨残片覆盖. 副蝶骨仅在蝶筛骨后端与额顶骨之间露出一小块背面, 其大部分都压在其他头骨下面而无法观察. 翼骨三射形, 右侧的保存较好. 它的前突伸向上颌骨的中后部, 并与其内侧接触. 后中突约为前突长度的一半, 伸向后内侧与耳囊相连. 连接面向内接近额顶骨的外缘, 向外超过耳囊宽度的三分之二. 翼骨的腹突几与后中突等长, 伸向外后方与方轭骨相关节.

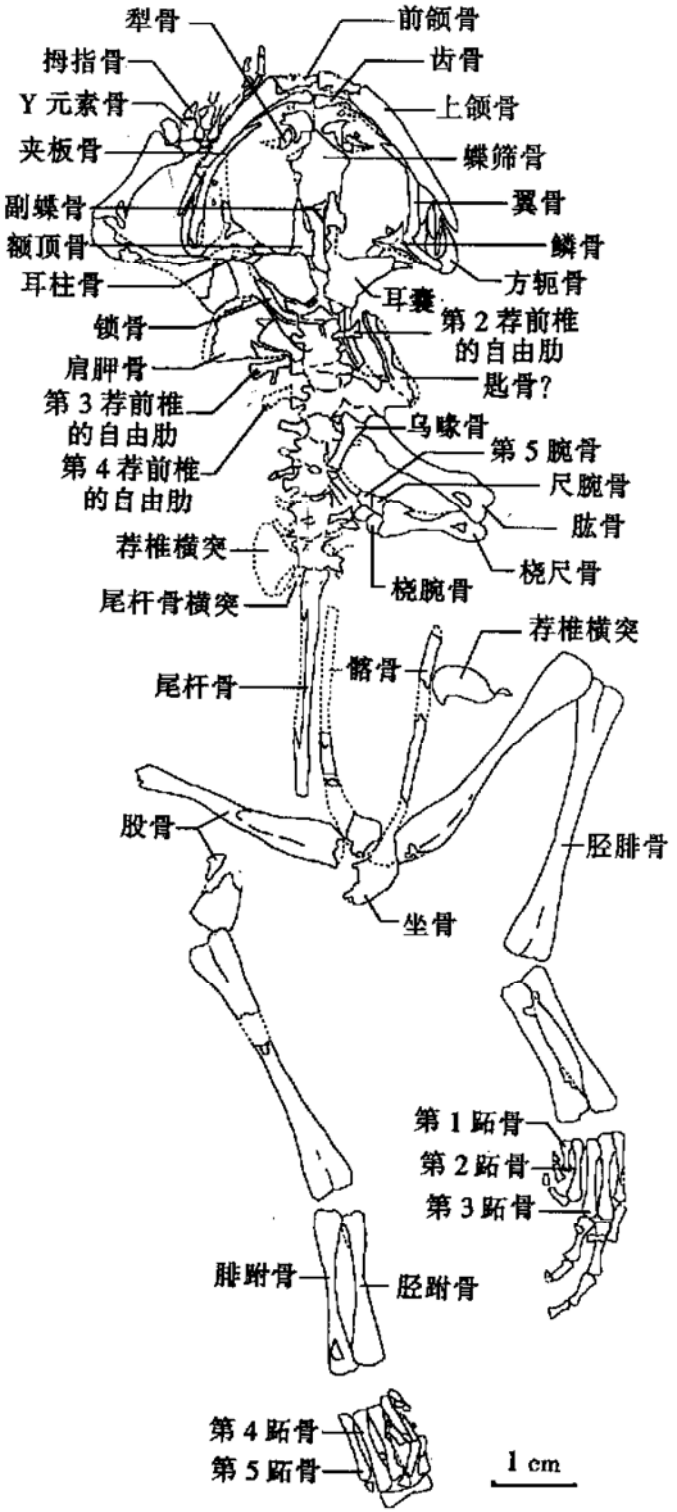

图 1　三燕丽蟾 (新属、新种) *Callobatrachus sanyanensis* gen. et sp. nov. 轮廓图 (虚线表示骨骼印痕)

下颌支大部分被上颌弧覆盖, 但其结合部 (symphysis) 以及齿骨和夹板骨部分暴露在头骨的背视. 齿骨明显无齿, 具一薄的背脊. 夹板骨的前端稍微脱离齿骨, 呈刺状暴露于齿骨的内侧. 上下颌关节位于耳囊的正外侧.

脊柱. 脊柱具 9 个荐前椎, 一个荐椎及一个尾杆骨. 第 1 和第 2 荐前椎不愈合. 神经弓仅部分保留在前 3 个荐前椎上, 并强烈叠覆. 从第 4 和第 5 荐前椎可以观察出椎体为后凹型 (opisthocoelous). 第 2 至第 4 荐前椎上保存了自由肋或其印痕. 第 7 至第 9 荐前椎的横突前倾, 并稍长于其他横突. 第 2 和第 6 荐前椎的横突稍向前倾. 第 3 和第 5 荐前椎的横突近水平延伸. 第 4 荐前椎的横突稍向后倾.

荐椎破损严重, 但根据保存的骨骼和压痕判断, 横突膨大, 为 Clarke[1)] 所描述的蝶翅型 (but-

1) 见 408 页脚注 1)

terfly-wing type). 左侧横突仅保存为印痕, 其前端与第9荐前椎的横突接触. 右侧横突断裂, 部分断片与腰带一起移向右后方(见图1).

尾杆骨长27 mm, 明显小于荐前椎长度之和(33 mm). 尾杆骨前端具2个小凹, 表明它与荐椎是双髁关节. 尾杆骨前部的左侧可见明显的伸向侧后方的横突的印痕, 该印痕外端被左侧荐椎横突的印痕覆盖. 未见右侧横突. 在尾杆骨横突(又称荐后横突)的内侧有1对脊神经孔.

肩带及前肢. 根据骨架左侧原位保存的弯曲的锁骨和强烈倾斜的乌喙骨判断, 肩带是弧胸型. 肩胛骨远端膨大, 前端被锁骨覆盖(这是盘舌蟾类的鉴定特征[7]). 两侧乌喙骨保存完好, 棒状, 长约7 mm, 两端稍膨大. 锁骨两侧均保存, 呈前凹的长弧形, 后缘有一明显沟槽. 右锁骨的右侧有一长条状的骨片, 推测为右匙骨.

左前肢折向前方, 部分前足被压在吻下. 右前肢后折, 右前足被压在第5至第7荐前椎下. 肱骨(20 mm)明显长于桡尺骨(14 mm), 肱骨上见中等发育的侧脊(crista lateralis). 桡尺骨为一完全愈合的骨头, 其远端略比近端膨大. 肱骨与桡尺骨的长度之和(34 mm)约为体长(94 mm, 吻端至腰带后端的距离)的36 %. 腕关节由中等大小的桡腕骨和尺腕骨、较大的Y元素骨和第5腕骨以及较小的其他3块腕骨(第2至第4腕骨)组成, 排列方式为Fabrezi所归纳的无尾类腕关节的"A型"[14]. 在Y元素骨的远端外侧有一呈三角形的拇指骨(prepollex). 两侧掌骨保存均不完整, 右侧保存较好; 第4掌骨最长(5 mm), 第5掌骨最短(3 mm). 前足指式为?-?-3-3.

腰带及后肢. 腰带脱离脊柱, 移至尾杆骨的右后侧, 但仍与后肢相关节. 髂骨侧扁, 背方具一弱的背脊(dorsal crest). 现生盘舌蟾类中髂骨背突(dorsal protuberance)发育, 但三燕丽蟾无背突, 这反映了它的原始性.

后肢保存较好, 仅左股骨错裂. 后肢骨骼明显细长, 全长大于116 mm. 股骨直而细长(34 mm), 两端膨大; 胫腓骨(35 mm)较股骨略长, 两端具显示胫骨与腓骨愈合的凹沟; 股骨与胫腓骨的长度之和(69 mm)是体长(94 mm)的73 %. 近端跗节长约20 mm, 胫跗骨(19 mm)稍短于腓跗骨(20 mm), 二者两端接触但不愈合, 这与现生盘舌蟾类不同[7]. 同其他盘舌蟾类一样, 跗关节骨化很差, 仅在右足上见拇趾骨(prehallux)的深褐色印痕. 右足保存较完整, 趾式2-2-3-4-3, 第4趾最长.

2 分类学及生物地理学意义

三燕丽蟾与其他盘舌蟾类具有以下共同的特征: 荐前椎后凹型; 神经弓叠覆; 第1和第2荐前椎不愈合; 前端的荐前椎具自由肋; 荐椎具膨大的横突, 并以双骨髁与尾杆骨关节; 尾杆骨近端具横突; 肩带弧胸型; 肩胛骨前端被锁骨覆盖; 无腭骨. 根据前文所述的盘舌蟾科鉴定特征, 应当归入该科无疑.

盘舌蟾科(Discoglossidae)同滑跖蟾科(Leiopelmatidae)(= Ascaphidae, 见文献[15])一起被普遍认为是现生无尾类中最原始的类群[7, 15], 因此对盘舌蟾类的研究将对阐明无尾两栖类的演化历史提供重要的帮助. 但由于缺少足够的化石材料, 我们对这一原始类群的早期历史始终了解甚少. 已知的化石记录表明, 盘舌蟾科的最早代表不晚于中侏罗世就已经出现, 然而除了始盘舌蟾(*Eodiscoglossus*), 其他早期的化石材料均十分破碎(见Evans等人[16]和Sanchiz[17]的总结). *Eodiscoglossus* 仅产自西班牙, Sierra del Montsech地区的上侏罗统/下白垩统灰岩中保存了一些十分完整的骨架[15, 18, 19], 另外Las Hoyas地区也有一些未描述的材料[20]. 值得注意的是, 辽西的丽蟾在形态上比始盘舌蟾更原始: 它有9个荐前椎, 具尾杆骨横突, 上颌骨及前颌骨具

齿,无髂骨背突;而且丽蟾的荐椎横突为"蝶翅型",而始盘舌蟾的荐椎横突扩展不明显.这些结构细节为早期盘舌蟾类的解剖学研究提供了新的视野,因此对阐明该类群的演化历史具有重要的意义.

从生物地理学的角度观察,盘舌蟾科的现生和化石种类都主要分布在北半球,这种分布模式与Leiopelmatidae科形成鲜明的对比,后者起源于南半球,并从南半球辐射演化[15].在无尾类的演化历史中,以上2个原始类群的分异是一重要的生物地理事件,尽管至今还不清楚无尾类的起源地在那里[15].过去已知的早期盘舌蟾类化石均分布于欧洲和北美中、晚侏罗世的地层中[16, 21],一个尚未解决的问题是该类群何时进入了亚洲.辽西的这一新发现表明,盘舌蟾类至少在1亿2千万年前[22]就已在亚洲分布.综合来看,中生代的无尾类化石过去主要发现于南、北美洲和欧洲,辽西的新发现(文献[23]与本文)为研究无尾类各主要类群的生物地理历史提供了新的窗口.

致谢 衷心感谢侯连海研究员提供化石材料.感谢刘玉海、王元青和Jim Gardner阅读论文初稿并提供宝贵意见.张杰先生拍摄封面照片.美国自然历史博物馆资助了高克勤博士在中国的工作,美国国家地理协会提供旅费(# 6311-98).本工作为中国科学院资源与生态环境研究重大项目资助项目(批准号:KZ951-B1-410).

参 考 文 献

1 Hou L H, Zhou Z H, Martin L D, et al. A beaked bird from the Jurassic of China. Nature, 1995, 377: 616~618
2 Ji Q, Currie P J, Norell M A, et al. Two feathered dinosaurs from northeastern China. Nature, 1998, 393: 753~761
3 Hu Y M, Wang Y Q, Luo Z X, et al. A new symmetrodont mammal from China and its implications for mammalian evolution. Nature, 1997, 390: 137~142
4 Ji S A. New pterysaurs (Reptilia: Pterosauria) from northeastern China and the geological age problem of *Confuciusornis*. Journal of Vertebrate Paleontology, 1998, 18: 54A
5 高克勤,唐治路,汪筱林. 辽宁晚侏罗世~早白垩世一长颈双弓类爬行动物. 古脊椎动物学报, 1999, 37(1): 1~8
6 Špinar Z V, Tatarinov L P. A new genus and species of discoglossid frog from the Upper Cretaceous of the Gobi desert. Journal of Vertebrate Paleontology, 1986, 6(2): 113~122
7 Duellman W E, Trueb L. Biology of Amphibians. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press, 1986. 1~670
8 Duellman W E. Amphibian species of the world: Additions and corrections. University of Kansas Museum of Natural History Special Publication, 1993, 21: 1~372
9 Shubin N H, Jenkins Jr F A. An Early Jurassic jumping frog. Nature, 1995, 377: 49~52
10 Jenkins Jr F A, Shubin N H. *Prosalirus bitis* and the anuran caudopelvic mechanism. Journal of Vertebrate Paleontology, 1998, 18(3): 495~510
11 Roček Z. Taxonomy and distribution of Tertiary discoglossid (Anura) of the genus *Latonia* v. Meyer, 1843. Geobios, 1994, 27(6): 717~751
12 Trueb L. Bones, frogs, and evolution. In: Vial J L, ed. Evolutionary Biology of the Anurans: Contemporary Research on Major Problems. Columbia: University of Missouri Press, 1973. 65~132
13 Trueb L. Patterns of cranial diversity among the Lissamphibia. In: Hanken J, Hall B K, eds. The Skull. Volume 2: Patterns of Structural and Systematic Diversity. Chicago: University of Chicago Press, 1993, 255~343
14 Fabrezi M. El carpo de los anuros. Alytes, 1992, 10: 1~29
15 Estes R, Reig O A. The early fossil record of frogs: a review of the evidence. In: Vial J L, ed. Evolutionary Biology of the Anurans: Contemporary Research on Major Problems. Columbia: University of Missouri Press, 1973. 11~63
16 Evans S E, Milner A R, Musset F. A discoglossid frog (Amphibia: Anura) from the Middle Jurassic of England. Palaeontology, 1990, 33: 299~311
17 Sanchiz B. Salientia. In: Wellnhofer P, ed. Handbuch der Pal•oherpetologie. Teil 4. M•nchen: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 1998.

1~ 275

18 Hecht M K. The morphology of *Eodiscoglossus*, a complete Jurassic frog. American Museum Novitates, 1970, 2424: 1~ 17

19 Vergnaud-Grazzini C, Wenz S. Les discoglossid•s du Jurassique sup•rieur du Montsech (Province de L•rida, Espagne). Annales de Pal•ontologie (Vertebr•s), 1975, 61(1): 19~ 36

20 Evans S E, McGowan G, Milner A R, et al. Amphibians. In: II International Symposium on Lithographic Limestones, Field Trip Guide Book, 1995, 51~ 53

21 Evans S E, Milner A R. Frogs and salamanders from the Upper Jurassic Morrison Formation (Quarry Nine, Como Bluff) of North America. Journal of Vertebrate Paleontology, 1993, 13(1): 24~ 30

22 Swisher C C, Wang Y Q, Wang X L et al. $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating of the Lower Yixian Fm, Liaoning Province, northeastern China. Chinese Science Bulletin, 1998, 43 (Supp): 125

23 姬书安, 季 强. 中国首次发现的中生代蛙类化石(两栖纲: 无尾目). 中国地质, 1998, 250: 39~ 42

(1999_01_13 收稿)

鄂西早侏罗世一种马通科植物生殖器官的微细构造及原位孢子特征

王永栋 梅盛吴

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

摘要 马通科植物化石 *Phlebopteris*(异脉蕨属)在我国中生代地层中分布较广, 但对其生殖器官构造研究甚少. 根据光学显微镜和扫描电子显微镜的观察结果, 首次描述和报道鄂西早侏罗世香溪组一种马通科植物——水龙骨型异脉蕨(*Phlebopteris polypodioides* Brongniart)的生殖器官微细构造, 揭示其孢子囊群、孢子囊、环带细节以及原位孢子特征, 与有关分散孢子化石和现生马通科孢子进行比较与讨论.

关键词 **马通科 *Phlebopteris* 原位孢子 早侏罗世 湖北**

马通科(Matoniaceae)隶属于薄囊蕨亚纲的真蕨目(Filicales), 是中生代常见的植物化石, 约有8个属, 而其现存植物只有2属, 分布于热带的马来半岛. *Phlebopteris*(异脉蕨属)是马通科已知最古老的化石代表, 始现于晚三叠世[1~ 3], 侏罗纪时曾广布于南、北半球. 在中国, *Phlebopteris* 的营养叶化石广泛发现于四川、云南、湖北、湖南、青海、内蒙古和吉林等地的中生代地层中. 长期以来, 我国对马通科化石的生殖器官研究得不多, 有些印痕材料尽管保存有部分生殖羽片, 但孢子囊群构造的细节不明, 也未发现其原位孢子. 最近, 在华南长江三峡东部地区早侏罗世地层中, 采获了保存完好的一种马通科化石——*Phlebopteris polypodioides* Brongniart(水龙骨型异脉蕨), 为研究其生殖器官的微细构造和原位孢子提供了有价值的信息.

1 材料与方法

标本产于湖北秭归下侏罗统香溪组上部的含煤碎屑岩中. *Phlebopteris polypodioides* Brongniart 的营养叶与生殖叶均保存为压型标本, 叶柄与分裂成掌状的羽片相互连生在一起. 实验