

侏罗纪蕨类植物一新属的发现及其意义^{*}

邓胜徽

(中国石油天然气集团公司石油勘探开发科学研究院, 北京 100083)

王士俊

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘要 发现于河南省义马盆地中侏罗统义马组的一个蕨类新属 *Klukiopsis* 以成两排着生于小羽片背面的孢子囊及其顶生而完全的环带和产 800 个以上光面三缝孢子为特点. 与中生代和现生海金沙科对比表明新属应归入海金沙科. 新属对于海金沙科的起源与演化研究有重要意义.

关键词 侏罗纪 海金沙科 新属

最古老的海金沙科(Schizaeaceae)植物曾记载于石炭系, 即 *Serftenbergia*. 但后来对其茎干的解剖研究认为该属不同于现生海金沙科^[1]. 可靠的海金沙科在侏罗纪已经出现, 包括 *Klukia*, *Stachypteris* 和 *Mohriopsis* 等, 但仅有数种. 在早白垩世海金沙科已广泛存在, 主要有 *Ruffordia*, *Schizaeopsis*, *Pelletixia*, *Schizaeangium*, *Schizaeopteris* 和 *Anemia* 等, 而海金沙属 *Lygodium* 化石的最早记录为晚白垩世. 总体而言, 中生代海金沙科植物化石并不多, 总数不超过 20 种, 侏罗纪尤为稀少, 但大多十分重要. 地层中分散的海金沙科孢子在下白垩统大量出现, 以无突肋纹孢 *Cicatricosisporites* 属为代表, 被认为是早白垩世地层划分和时代确定的标准分子.

笔者最近在河南义马盆地侏罗系含煤地层中发现一些保存完美的蕨类化石, 包括数枚生殖羽片. 镜下观察发现其孢子囊着生于生殖小羽片的背面, 排列为两排, 外形球状或桶状, 环带顶生、完全, 与中生代和现生海金沙科一致, 应属海金沙科无疑. 因其孢子囊产多达 800 个以上的孢子, 孢子光面、三缝, 同已知的化石及现代海金沙科各属不同, 故而定为新属.

1 材料与方法

本文研究的材料产自河南省义马露天煤矿义马组. 义马组为一含煤地层, 产丰富的动植物化石. 双壳类研究者认为其时代为早侏罗世^[2], 早期的孢粉研究工作将其归为早中侏罗世^[3]. 植物化石反映了中侏罗世的特点^[4,5]. 当前化石保存于黑色泥岩中, 营养羽片与生殖羽片共同保存, 以生殖羽片为多.

生殖羽片在实体显微镜下观察, 可清楚见到孢子囊单个呈两排状着生于小羽片中脉的两侧, 环带着生于孢子囊的顶部. 从标本上取下带孢子囊的岩块, 用氢氟酸浸解 48 h, 清洗干净

后, 获得带孢子囊的叶膜, 将一部分形态及环带清楚的孢子囊置于载物台上用于作扫描电镜观察, 其余用次氯酸钠或浓硝酸氧化 24 h, 等材料变为褐色时, 清洗后用氨水或稀碱浸解, 即获得原位孢子. 为便于计算孢子产量, 要分离出单个孢子囊, 置于载玻片上浸碱或用解剖针把孢子囊挑破, 把孢子挑散, 置于生物镜下计数. 清洗干净的孢子也置于载物台上, 镀金膜后在扫描电镜下观察.

2 化石描述

蕨类植物门 Pteridophyta

真蕨纲 Filicopsida

海金沙科 Schizaeaceae

似克鲁克蕨属(新属) *Klukiopsis* gen. nov.

属征 蕨叶小型, 至少三次羽状. 营养小羽片叶脉弱, 楔羊齿型. 生殖羽片与营养羽片相似, 生殖小羽片明显退缩. 孢子囊成两排着生于小羽片背面, 每一枚小羽片上有 5 到 6 对孢子囊. 孢子囊近球形或桶形. 环带顶生, 完全, 由单排厚壁细胞组成, 纵向开裂. 远端面(distal plate)是由多个薄壁细胞组成的. 孢子产量多达 800 个以上. 孢子圆三角形, 三缝, 表面近于光滑.

属名 *Klukiopsis* 源于相似的中生代海金沙科化石 *Klukia* 属.

模式种 *Klukiopsis jurassica*.

时代 中侏罗世.

产地 中国河南义马.

侏罗似克鲁克蕨(新属 新种) *Klukiopsis jurassica* gen. et sp. nov.

(图 1(a) ~ (f))

蕨叶至少三次羽状, 小型. 营养羽片与生殖片共同保存, 但未见直接相连. 营养羽叶末次羽轴宽 0.5~ 0.8 mm, 光滑. 末二次羽轴宽约 1.0 mm, 光滑. 末次羽片互生, 长 10 mm, 宽 8 mm 左右. 小羽片下先出, 卵形, 长 3~ 4 mm, 宽 2~ 3 mm, 顶急尖, 边缘浅裂为 3~ 4 个卵形裂片或不裂, 羽片顶部的小羽片一般不分裂, 长 1~ 2 mm, 宽 1~ 1.5 mm. 叶脉弱, 楔羊齿型, 中脉不显.

末二次生殖羽片披针形, 长 30 mm, 宽约 12 mm, 近对生到互生. 末次生殖羽片长 8~ 10 mm, 宽 5~ 8 mm, 最宽在基部. 生殖小羽片退缩, 长约 3 mm, 宽 0.8 mm 左右, 下先出. 孢子囊以较规则的两排状着生于小羽片背面, 在肉眼下可分出个数, 一般每一枚小羽片上有 5 到 6 对孢子囊, 在小羽片顶部往往还有一个, 即每一小羽片上常有 11 或 13 个孢子囊.

孢子囊近球形或桶形, 无囊柄, 直径约 200~ 250 μm . 环带着生于孢子囊的顶部, 完全, 由 13~ 15 厚壁细胞组成, 排成单列. 环带中有 3~ 4 个壁相对较薄的细胞, 为开裂的位置. 在孢子囊顶部, 环带围绕着一个直径约 100 μm , 由多个薄壁细胞组成的远端面.

每一个孢子囊产多达 800 个以上的孢子, 可能超过 1 000 个. 孢子极面观圆三角形, 直径 30~ 40 μm . 三射线直, 隆起, 达孢子边缘的 2/3 处, 长约 10~ 12 μm , 表面近于光滑, 见有极细微的颗粒. 一些未成熟的孢子表面有不规则的褶皱条纹.

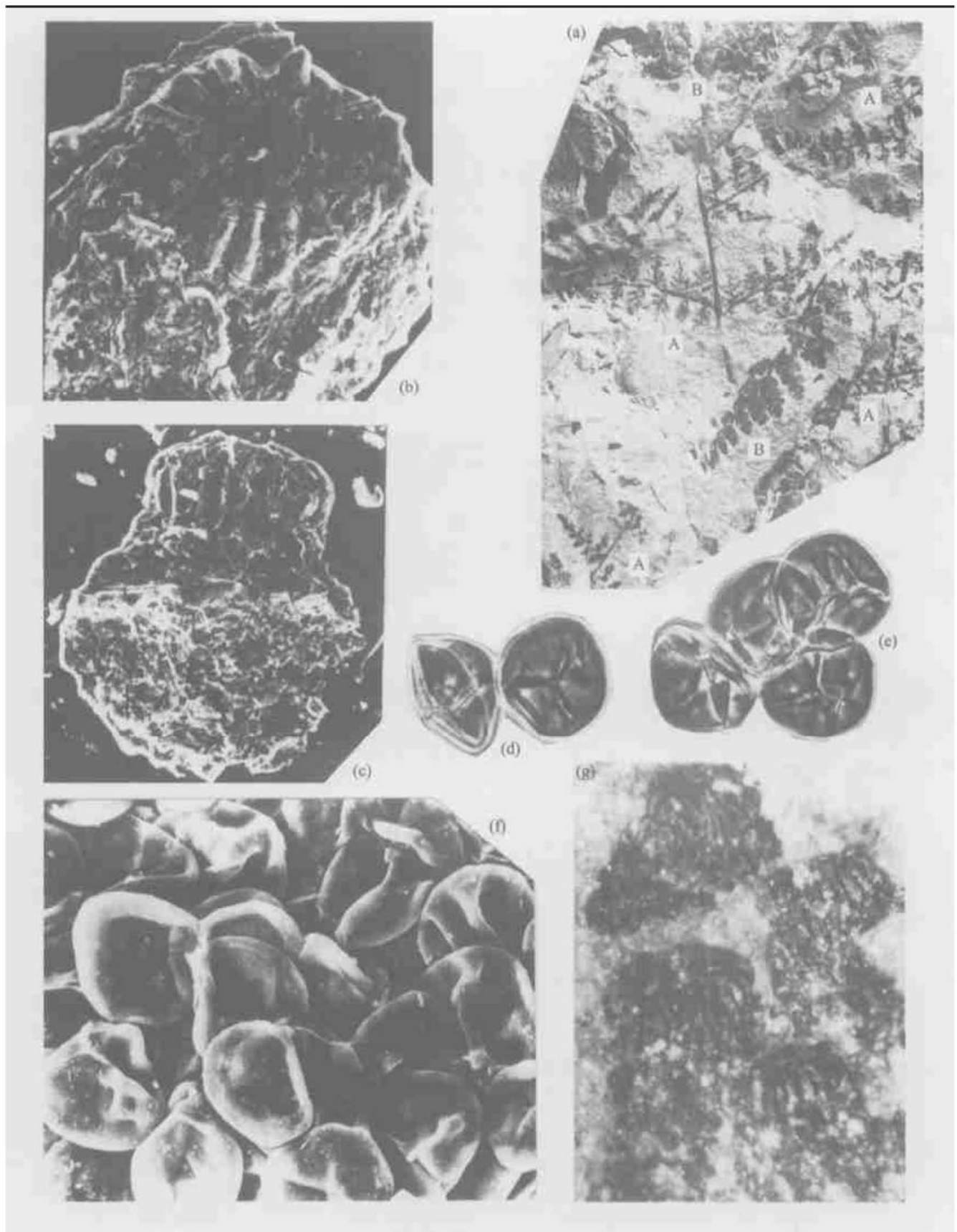


图 1 (a) A 为生殖羽片, B 为营养羽片, 标本号: YM98-303, $\times 1$; (b) 孢子囊顶面观, 示环带及中间的薄壁细胞区, 即远端面, $\times 200$, 扫描电镜照片; (c) 孢子囊侧面观, 示顶生的环带, $\times 150$, 扫描电镜照片; (d), (e) 孢子, $\times 500$, 透射光照片; (f) 孢子群, 扫描电镜照片, $\times 600$; (g) 示孢子囊的排列方式, $\times 10$

3 分类归属讨论

当前标本归入海金沙科的理由有二. 一是其孢子囊单个散生于小羽片的背面, 排成两行, 而不聚合成孢子囊群; 二是其孢子囊的环带顶生, 完全. 这无论与现生海金沙科还是中生代化石海金沙科的特点都是一致的. 因此, 可以肯定当前标本属于海金沙科.

3.1 与海金沙科化石的对比

通过原位繁殖器官证明属于海金沙科的中生代蕨类包括 *Klukia*, *Stachypteris*, *Anemia*, *Mohriopsis*, *Ruffordia*, *Pelletixia*, *Schizaeangium*, *Schizaeopteris*, *Schizaeopsis*, *Scleropteris tibetica*, *Lygodium* 等属种. 当前标本具有这些属种的共同特点, 即孢子囊单个散生, 不聚合成囊群, 而环带顶生, 完全. 其中现生属 *Lygodium* 记录于晚白垩世及以后, 研究详细的实例不多, 其孢子囊着生于小羽片的顶端, 呈穗状. 当前标本与其他各化石属的对比详见表 1. 其中, 与当前标本

表 1 新属与中生代海金沙科各属的对比

属名	蕨叶	生殖羽片	孢子囊	环带	孢子产量/粒	孢子	时代
<i>Klukiaopsis</i>	小型, 小羽片楔羊齿型, 分裂较少	退缩	着生于小羽片背面, 呈两排状	顶生, 13~15 个细胞, 单排	800 以上, 可达 1 000	圆三角形, 壁薄, 三缝, 近于光滑, 直径约 30~40 μm	现只见于 J_2
<i>Klukia</i>	小型, 小羽片叶膜下延	几不缩退	着生于小羽片背面, 呈两排状	顶生, 单排细胞组成	150~400	圆三角形, 三缝, 块状、瘤状纹饰, 直径约 60 μm	$J_1 \sim K_1$
<i>Stachypteris</i>	小型, 小羽片楔羊齿型	位于羽片顶部	两排, 呈穗状	斜生于外露的部分	约 100	圆三角形, 三缝, 强烈的块状纹饰, 直径 40~80 μm	$J_1 \sim J_3$
<i>Mohriopsis</i>	小型, 小羽片栉羊齿型, 质厚, 叶脉粗强	退缩	着生于小羽片两侧, 数目较少	顶生, 20 余个细胞构成	?	?	J_3
<i>Ruffordia</i>	小型, 小羽片楔羊齿型	退缩	散生于退缩小羽片的背面, 成两排或不成行	顶生, 由 15~25 个细胞组成	100~500	三角形、圆三角形, 三缝, 具肋纹, 直径 30~60 μm	$J_3? \sim K_1$
<i>Schizaeopsis</i>	小型, 扇形, 二歧式分裂	着生于叶顶端, 穗状	?	?	?	三角形, 三缝, 具肋纹, 直径 70~100 μm	K_1
<i>Schizaeangium</i>	?	硅化生殖羽片	线形排列于轴的两侧	顶生, 10~12 个细胞	48~64	亚三角形, 三缝, 具肋纹, 直径约 40~44 μm	$J_3 \sim K_1$
<i>Schizaeopteris</i>	?	硅化生殖羽片	单独, 散生	顶生, 12~14 个细胞	超过 120	三角形, 直径大约 40 μm	K_1
<i>Pelletixia</i>	?	实羽片独立, 退缩	顶生	?	约 120	圆三角形, 三缝, 具肋纹, 直径 28~115 μm	K_1
<i>Anemia</i>	小型, 小羽片栉羊齿型或楔羊齿型	退缩	散生于小羽片背面, 不成行或 2~4 排	顶生, 由 15~20 个细胞组成	128	三角形, 三缝, 具肋纹, 直径 30~50 μm	K_1 及以后
<i>Scleropteris tibetica</i>	小型, 小羽片小、质厚、楔羊齿型	退缩或同裸羽片	着生于小羽片中央脉两侧, 排成两排	顶生, 由 20~24 个细胞组成	?	?	K_1

最接近的是 *Klukia* 及 *Mohriopsis* 属. 这两个属的孢子囊均为桶形或球形, 也都呈两排状着生于小羽片背面. 但 *Klukia* 的孢子囊有表皮毛保护, 而孢子具块状或瘤状等复杂纹饰^[6]. 发现于马达加斯加上侏罗统的 *Mohriopsis*, 其营养羽片, 特别是小羽片形态与当前标本也较相似, 但其叶脉粗强, 叶膜相当厚, 与现代分布于非洲的 *Mohria* (非洲蕨属) 相似, 孢子囊也较稀, 而且孢子特征不明^[7], 不能进一步对比. 与 *Schizaeopsis*, *Ruffordia*, *Pelletixia*, *Schizaeangium* 和 *Schizaeopteris* 等属相比, 最主要的差别是当前标本的孢子为光面三缝孢. 而上述各属的孢子都有十分发育的肋纹纹饰^[8~14]. 此外, 当前标本的营养小羽片不同于 *Ruffordia* 的深裂型^[15], 更不同于 *Schizaeopsis* 的扇形^[8]. *Stachypteris* 的生殖部分着生于羽片的顶部, 形成孢子囊穗, 且孢子具块状纹饰^[6]. 产于西藏早白垩世地层的 *Scleropteris tibetica* 原认为属种子蕨^[16], 后来发现其孢子囊具顶生的环带而改归海金沙科^[17]. 该种小羽片基部下延, 在轴上形成狭翼, 环带细胞数较多, 有 20~24 个, 孢子形态不明.

当前标本孢子囊的孢子产量巨大, 超过 800 粒, 远远多于有记录的中生代海金沙科各已知属.

鉴于同已知海金沙科各属的明显区别, 笔者认为当前标本应为一新的海金沙科植物, 另建新属. 因其孢子囊形态及排列方式与早侏罗世开始出现的 *Klukia* 相似而定名为 *Klukiopsis*.

3.2 与现生海金沙科的对比

现生海金沙科 (*Schizaeaceae*) 有 4 属, 即 *Anemia*, *Mohria*, *Lygodium* 和 *Schizaea*. 不同蕨类学者对其分类还存在不同的认识, 甚至将上述各属提升为独立的 4 个科, 也有人分为 3 个科. 新属与现生海金沙科各属的对比 (表 2) 表明, 新属的环带与现生各属一致, 都为顶生, 完全, 厚壁细胞数也大致相当. 孢子囊与 *Anemia* 和 *Mohria* 属最接近, 形态及着生方式一样, 均有由多

表 2 新属与现生海金沙科的对比表

		<i>Lygodium</i>	<i>Anemia</i>	<i>Mohria</i>	<i>Schizaea</i>	<i>Klukiopsis</i>
生殖羽片及孢子囊分布		穗状, 着生于叶缘	生殖羽片退缩, 位于羽叶基部, 孢子囊着生于中脉的两侧	孢子囊位于叶脉顶端, 生殖羽片不退缩	生殖裂片位于叶片或裂片的顶端, 簇生或羽生	生殖羽片退缩, 孢子囊呈两排着生于小羽片背面
孢子囊	形态及大小/ μm	梨形, 有柄, 短径 550, 长径 1 000	桶状, 无柄, 短径 400, 长径 650	球形, 无柄, 短径约 850	梨形, 无柄, 短径 450, 长径 750	球形, 桶状, 无柄, 直径 200~250
	环带	顶生, 完全, 环带细胞 10 个左右	顶生, 完全, 环带细胞 15 个左右	顶生, 完全, 环带不规则, 约 12 个细胞	顶生, 完全, 环带细胞 14~17 个	顶生, 完全, 环带细胞 13~15 个
	远端面	1 个细胞	直径 100 μm 左右, 多个细胞	多个细胞	1 个细胞	直径 100 μm 左右, 多个细胞
	保护构造	叶膜反折成盖状	裸露或部分有反折叶膜覆盖	叶膜反折覆盖	叶膜反折覆盖	未见
	孢子产量/粒	128~256	128	128~256	较少	超过 800
孢子	形态	四面体形	四面体形	四面体形	两面形	四面体形
	缝线类型	三缝	三缝	三缝	单缝	三缝
	纹饰类型	穴状或瘤状	肋纹纹饰	肋纹纹饰	肋纹纹饰	几无纹饰, 近于光滑
	直径/ μm	41.5~130	72.8~152.8	109.2~148.2	21.7~87.3	30~40

个细胞构成的远端面,而最大区别是后两者孢子具肋纹;与 *Lygodium* 和 *Schizaea* 的不同主要表现在蕨叶的形态和孢子囊着生方式以及后两者孢子囊远端面只由 1 个细胞构成等方面。现生 *Lygodium* 的孢子周壁有发育的瘤状或网状纹饰,但其脱落而显露的外壁往往是光滑的,与新属有些相似。上述对比证明新属应归海金沙科。新属的孢子产量远远超过现生各属,而孢子囊和孢子的体积则要小得多。

4 新属发现的意义

可靠的海金沙科植物最早发现于侏罗纪早期地层,已记录有 *Klukia* 和 *Stachypteris*^[6]。前者孢子囊着生于生殖小羽片的背面,位于中脉的两侧;后者着生于生殖小羽片的顶端,呈穗状,代表了现生海金沙科孢子囊着生的两种方式,表明海金沙科在侏罗纪已有明显的多样性。新属目前只见于河南义马中侏罗统,是否能在更低的层位发现还不清楚。较之于 *Klukia* 和 *Stachypteris* 属,新属的孢子囊着生方式与 *Klukia* 相同。但是,新属明显更为原始。其原始性的主要表现之一是孢子囊没有保护构造,而 *Klukia* 有表皮毛保护孢子囊,这一构造在早白垩世的 *Ruffordia* 和 *Anemia* 中均存在,是一种先进的性状;其二是孢子产量巨大,比有数据记录的海金沙科各已知属均成倍高出;其三是孢子直径较小,不但远远小于现生海金沙科各属,也小于大多中生代属种。因此, *Klukiopsis* 有可能是最原始的海金沙科类型之一,对于该科的起源与演化有重要的价值。

全世界早、中侏罗世海金沙科植物化石发现不多,主要分布于热带的欧洲-中国区,而在温带的西伯利亚区极少^[18]。义马植物群以蕨类、银杏类为主^[4,5],同青海柴达木盆地大煤沟组植物群^[19]和北京西山门头沟植物群^[20]可以对比,同属中国北方植物地理区的 *Coniopteris-Phoenicopsis* 植物群^[21],位于西伯利亚植物地理区的南缘。在中国北方侏罗纪植物地理区,关于海金沙科的报道极少,新属的发现对于研究早期海金沙科的特点和分布有重要意义。

致谢 感谢中国科学院植物研究所张宪春博士的帮助。

参 考 文 献

- 1 Jennings J R, Eggert D A. Preliminary report on permineralized *Serftenbergia* from the Chester Series of Illinois. *Rev Palaeobot Palynol*, 1977, 24: 221~ 225
- 2 陈金华,张伯乐. 河南义马组珠蚌化石——兼论华南、华北早中侏罗世珠蚌类生物群对比. *古生物学报*, 1997, 36(3): 321~ 333
- 3 张璐瑾. 南省渑池县义马含煤岩组中的孢粉组合及其意义. *古生物学报*, 1965, 13(1): 160~ 181
- 4 Zhou Zhiyan, Zhang Bole. A middle Jurassic *Ginkgo* with ovale-bearing organs from Henan, China. *Palaeontographica, Abt B*, 1989, 211: 113~ 133
- 5 曾 勇,沈树忠,范炳恒. 豫西义马组植物群研究. 南昌:江西科学技术出版社,1995. 1~ 92
- 6 Harris T M. The Yorkshire Jurassic Flora. I. Thallophyta——Pteridopyta. London: British Museum (Nat Hist), 1961. 1~ 212
- 7 Appert O. Die Pteridophyten aus dem Oberen Jura des Manamana in Suedwest-Madagaskar. *Schweiz Palaeontol Abh*, 1973, 94: 1~ 62
- 8 Berry E W. Systematic palaeontology of the Lower Cretaceous deposits of Maryland, Lower Cretaceous. *Maryland Geol Surv, Maryland*, 1911, 214~ 508
- 9 Hughes N F, Moody-Stuart J. Description of Schizaeaceaeous spores taken from Early Cretaceous macrofossils. *Palaeontology*, 1961, 9:

274~ 289

- 10 Wateson J. A revision of the English Wealden flora. I. Charales-Ginkgoales. Bull British Mus Nat Hist Geol, 1969, 17: 207~ 254
- 11 邓胜徽. 辽宁铁法盆地早白垩世植物群中的真蕨植物新材料及其原位孢子. 地球科学, 1992, 17(7): 7~ 14
- 12 Skog J E. The Lower Cretaceous ferns in the genus *Anemia* (Schizaeaceae). Potomac Group of Virginia, and relationships within the genus. Review of Palaeobotany and Palynology, 1992, 70: 279~ 295
- 13 Stopes M C, Fuji K. Studies on the structure and affinities of Cretaceous plants. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser B, 1910, 201: 1~ 90
- 14 Bohra D R, Shama B D. Petrified Schizaeaceous Sporangia from the Jurassic of Rejmahal Hills, India. Ameghiniana, 1978, 15: 321~ 326
- 15 Seward A D. Catalogue of the Mesozoic Plants in the Department of Geology British Museum, The Wealden Flora Pt. I, Thallophyta. British Mus Nat Hist, London, 1894. 1~ 179
- 16 段淑英, 陈 晔, 耿国仓. 西藏拉萨早白垩世植物化石. 植物学报, 1977, 19(2): 114~ 119
- 17 周志炎, 刘秀英. 藏东早白垩世一种海金沙科化石——西藏硬蕨. 科学通报, 1986, 31(5): 369~ 371
- 18 Бахрамеев В А. 侏罗-白垩纪全球植物群及气候. 孙 革, 张志诚, 郑少林译. 南京: 南京大学出版社, 1990. 1~ 169
- 19 李佩娟, 何元良, 吴向午, 等. 青海柴达木盆地东北缘早、中侏罗世地层及植物群. 南京: 南京大学出版社, 1988. 1~ 231
- 20 陈 芬, 窦亚伟, 黄其胜. 北京西山侏罗纪植物群. 北京: 地质出版社, 1984. 1~ 136
- 21 吴舜卿. 试论中国晚三叠世和早、中侏罗世的植物群及其地理分区. 见: 中国古生物地理区系. 北京: 科学出版社, 1983. 121~ 130