

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

早白垩世 *Ruffordia goepperti* 的原位孢子 及与分散孢子的关系

邓胜徽

(石油勘探开发科学研究院, 北京, 100083)

内容提要 海金沙科的 *Ruffordia goepperti* (Dunker) Seward 是世界上早白垩世极为重要的蕨类植物。通过对比发现, *Ruffordia goepperti* 原位孢子的形态和细微纹饰与地层中分散孢子 *Cicatricosisporites australiensis* (Cookson) Potonie 和 *C. minor* (Bolch.) Pocock 一致, 而且大化石与分散孢子的地史、地理分布范围也相同, 因而认为 *R. goepperti* 是 *C. australiensis* 和 *C. minor* 的母体植物, 后者为幼体孢子。本文还讨论了这一发现的意义及 *Cicatricosisporites dorogensis* 的鉴定问题。

关键词 *Ruffordia goepperti* 分散孢子 母体植物 早白垩世

海金沙科植物 *Ruffordia goepperti* (Dunker) Seward 建种百余年来, 先后在欧洲、北美、南极、俄罗斯、日本和中国的很多地区发现, 为世界性分布种, 是早白垩世的标准化石, 在早白垩世植物群和中生代陆相地层研究中非常重要。该种原位孢子以往虽有研究, 但主要是对英国威尔登植物群模式标本^[1~4], 其余研究的材料则多不太完整^[5,6]。该种生殖羽片在我国浙江、河北及辽宁^[7~9]也曾发现, 但未见有关原位孢子的报道。

地层中分散孢子 *Cicatricosisporites* 是晚中生代孢粉植物群的重要类别, 它的出现和繁盛被孢粉学家们视为划分侏罗纪—白垩纪界线的重要标志之一, 在中生代地层对比中也十分重要。然而, 由于该属形态多样, 各人掌握尺度又有所差异, 建种繁多且较混乱。然而, 时代的判定又往往基于种的数目和含量, 这就给有关孢粉和地层研究带来困难, 并影响到地层的划分和对比。*Ruffordia goepperti* 与分散孢子的关系, 有些学者曾做过推断^[2], 但不十分肯定。本文在 *Ruffordia goepperti* 原位孢子研究的基础上论述了与分散孢子的关系及其地层学意义。

1 *Ruffordia goepperti* 原位孢子的特征

对东北地区下白垩统 *Ruffordia goepperti* 2000 余粒原位孢子的光学和扫描电镜观察、统计发现, 该种孢子形态和纹饰变化较大(图版 I-14~25), 不同成熟期的特点不尽相同。主要特点及其变化表现在: ① 形态: 极面观以圆三角形为主, 几无亚圆形, 三边线由下凹到平直或微凸(图版 I-19~25)。赤道面观半圆形(图版 I-17~18); ② 体积: 极面观直径从十几到 60 μm , 极少数达到 65 μm , 30~50 μm 者占 80%; ③ 纹饰: 远极面上肋纹分为三组, 各组分别平行于一边。同组肋纹相互平行, 有时见分叉、中断的现象(图版 I-25), 宽 0.5~2 μm , 局部宽窄有变化, 但间距一般小于肋宽。靠近角顶部, 肋纹汇聚, 有 4~6 条肋纹跨越角顶从远极面折回到近极面, 与近极面上肋纹相遇呈放射状排列, 在角顶部位形成 4~6 个齿状突起。近极面上三组肋纹

注: 本文是国家自然科学基金资助项目(编号 49202017)的研究成果。

本文 1997 年 5 月收到, 12 月改回, 萧品芳编辑。

由三射线分隔并分别平行于孢子的一缘;④射线:三条射线长达边缘或被肋纹覆盖,上隆成脊状或开裂为缝状(图版 I-25);⑤幼年孢子形态:幼年孢子除体积较小外,其外壁更薄,颜色较浅,外形以三边下凹的三角形为主,且易变形,纹饰轻微,射线多为脊状,但肋纹平行于三边(图版 I-14~16)。

2 *Cicatricosisporites* 及其与 *Ruffordia goepperti* 原位孢子的关系

经对比,文献中与 *Ruffordia goepperti* 原位孢子可比的有 *Cicatricosisporites dorogensis* Potonie et Gelletich, *C. australiensis* (Cookson) Potonie 和 *C. minor* (Bolch.) Pocock。其中 *C. dorogensis* 为 *Cicatricosisporites* 属的模式种。该种是 1932 年建立于匈牙利下第三系^[10]。其主要特点是极面观亚圆形,直径较大,59~68 μm ,肋纹宽度较大,且与三边斜交(图版 I-1),不同于 *Ruffordia goepperti* 的孢子。由于该种模式标本材料不理想,描述不够充分,种的涵义不十分明确。后来的研究者将其直接引入中生代后,由于 *Cicatricosisporites* 建属初期,可对比的资料少,其无突具肋纹的属征被当成了 *C. dorogensis* 的种征,造成该种涵义的扩大而致鉴定的混乱。很多差别颇大的标本被误归入其名下,例如, Couper^[2]置于该种名下的英国早白垩世的 3 粒孢子(p1. 17, Figs. 10-13)形态差别就十分显著,显然包括不只一个种。一些与 *Ruffordia goepperti* 的孢子一致的标本也被归入该名下^[11~13]。正如 Rouse^[14]指出的, *Cicatricosisporites dorogensis* 的范围过于广大以致于囊括了一切。Couper^[2]等学者也认为 *Cicatricosisporites dorogensis* 名下不只一种。因此, *Cicatricosisporites dorogensis* 的界线需要重新明确,其亚圆形轮廓和与边缘斜交的肋纹应作为其主要种征。那些与 *Ruffordia goepperti* 孢子相似的早白垩世标本不应再归入其中,该种也不宜用于早白垩世。

Cicatricosisporites australiensis 建立于澳大利亚,归于 *Mohriaspores* 属,模式标本描述也较简单^[15],其极面观(图版 I-13)为三角形、圆三角形,三边微凹到微凸,远极面三组肋纹平行于三边。角顶部位 4~5 条肋纹跨越角顶折回近极面,直径 33~50 μm 。在我国下白垩统常见到^[16,17]。该种无论是形态还是纹饰都与 *Ruffordia goepperti* 原位孢子极为一致。模式标本产于前第三系,时代不很具体。但后来发现的标本几乎都产自下白垩统,与 *R. goepperti* 的时代相当。

笔者认为, *Cicatricosisporites dorogensis* 与 *C. australiensis* 的差别是明显的,但两种的鉴定和名称使用却长期混乱。一些孢粉学家,包括 Cookson 本人都认为两者无明显差别^[15];相反,另一些研究者则认为两者互不相同。如 Dettmann^[18]就指出前者以射线较短、亚圆形轮廓和肋纹排列特点与后者有别。我国孢粉学者在这一问题上意见也不一致。有的认为两者无异而取其一,有的则认为有差别而两名皆用。但是,即便持两个种有差别者对差别之处也各有不同理解。例如,苗淑娟^[11]所示固阳盆地的 *C. dorogensis* (图版 I-5~6)和蒲荣干等^[16]的 *C. australiensis* (图版 I-8~9)无任何不同。本文则认为 *C. dorogensis* 和 *C. australiensis* 互为独立的种,界线可以划分,两者鉴定上的混乱应该澄清。

Cicatricosisporites minor (Bolch.) Pocock 由 Pocock^[19]据 *Mohria minor* Bolch. 改属名而来。其主要特点是体积小,纹饰弱,外壁薄。该名下可能包括不同种,但据资料,归入其中的早白垩世标本绝大多数具肋纹平行于三边的特点,与 *Ruffordia goepperti* 的孢子幼体的特征一致(图版 I-2~4, 14~16),应为 *Ruffordia goepperti* 的幼年孢子。

另外还有不少置于 *Cicatricosisporites* sp. 或 *Cicatricosisporites* spp.^[17] 名下的标本也应为

Ruffordia goepperti 的孢子。

检查和分析当前我国载有图影的中生代孢粉主要文献资料,大化石 *Ruffordia goepperti*

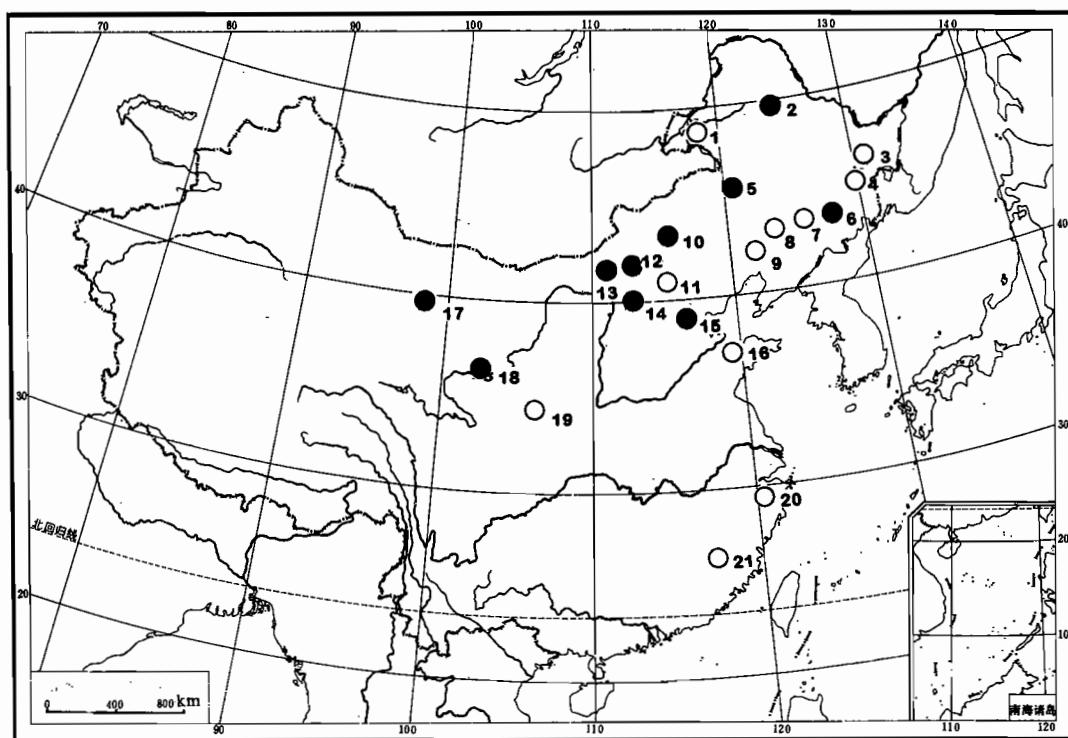


图1 *Ruffordia goepperti* 与 *Cicatricosisporites australiensis* 和 *C. minor* 在我国的分布

Fig. 1 Distributions of *Ruffordia goepperti* and *Cicatricosisporites australiensis* and *C. minor* in China

●—为分散孢子产地;○—为大化石和分散孢子共同出现的产地;1—内蒙古海拉尔地区大磨拐河组、伊敏组(含大化石);2—内蒙古大杨树盆地九峰山组;3—黑龙江东部绥滨地区城子河组(含大化石);4—黑龙江东部鸡西盆地滴道组、城子河组(含大化石)、穆棱组(含大化石)、勃利盆地东山组(含大化石?);5—内蒙古霍林河盆地霍林河组下含煤段;6—吉林蛟河盆地奶子山组、乌林组(含大化石)、磨石砬子组;7—吉林营城、九台沙河子组(含大化石?);8—辽宁铁法盆地小明安碑组(含大化石);9—辽宁阜新盆地沙海组、阜新组(含大化石)、孙家湾组;10—内蒙古二连盆地赛汉塔拉组;11—冀北青石砬组(含大化石);12—内蒙古武川盆地新改河组;13—内蒙古固阳盆地李三沟组、固阳组;14—晋西北左云地区左云组;15—黄骅地区下白垩统;16—山东莱阳盆地莱阳组五、六段(含大化石);17—酒泉盆地地下白垩统;18—甘肃民和盆地地下白垩统;19—陕西徽成盆地化垭组(含大化石);20—浙江东部馆头组(含大化石);21—福建永安板头组(含大化石)

●—Localities with dispersed spores only; ○—localities with megafossil and dispersed spores; 1—the Damoguaihe Fm. and Yimin Fm. (with megafossil), Hailar district, Inner Mongolia; 2—the Jiufengshan Fm., Dayangshu basin, Inner Mongolia; 3—the Chengzihe Fm. (with megafossil), eastern Heilongjiang; 4—the Didao Fm., Chengzihe Fm. (with megafossil) and Muling Fm. (with megafossil), Jixi basin, Dongshan Fm. ? (with megafossil) of Boli Basin, Heilongjiang; 5—lower part of the Huolinhe Fm., Huolinhe basin, Inner Mongolia; 6—the Naizishan Fm., Wulin Fm. (with megafossil) and Moshilazi Fm., Jiaohe basin, Jilin; 7—Shahezi Fm. (with megafossil?) and Yincheng Fm. (with megafossil), Jiutai, Jilin; 8—the Xiaomin'anbei Fm. (with megafossil), Tiefu basin, Liaoning; 9—the Shahu Fm., Fuxin Fm. (with megafossil) and Shunjiawan Fm., Fuxin basin, Liaoning; 10—the Saihan Tal Fm., Eren basin, Inner Mongolia; 11—the Qingshila Fm. (with megafossil), Hebei; 12—the Xingaihe Fm., Wuchuan basin, Inner Mongolia; 13—the Lisangou Fm. and Guyang Fm., Guyang basin, Inner Mongolia; 14—Zuoyun Fm., Zuoyun District, Shanxi; 15—the Lower Cretaceous, Huanghua, Hebei; 16—the 5 and 6 members of the Laiyang Fm. (with megafossil), Laiyang basin, Shandong; 17—the Lower Cretaceous, Jiuquan basin, Gansu; 18—the Lower Cretaceous, Minhe basin, Gansu; 19—Huaya Fm. (with megafossil), Huicheng basin, Shaanxi; 20—the Guantou Fm. (with megafossil), Zhejiang; 21—bantou Fm. (with megafossil), Yong'an, Fujian

(以下简称大化石)同与其原位孢子相似的分散孢子(以下简称分散孢子)的时空分布是非常接近的(图1)。分散孢子在我国最低出现于内蒙古东部的九峰山组及其相当的地层中,时代可能为早白垩世最早期,但含量较少,分布范围也主要限于温暖潮湿的东北地区北部;以辽西沙海组为代表的早白垩世早期分布范围扩大到整个东北地区,含量有所上升,但大化石 *Ruffordia goepperti* 乃未发现;以辽西阜新组为代表的早白垩世中期沉积,是分散孢子含量峰值的出现层位,也是大化石的产出层位。大化石和分散孢子的分布也都达到最大范围,除了在东北和华北,还在西北和华东产出(图1),而且,大化石丰富的我国东北地区分散孢子含量也最高,常居海金沙科之首。到了早白垩世中晚期,大化石极少报道,而分散孢子也仅少量限于东北的个别地区。如辽西的阜新组上部、孙家湾组,吉林大砬子组、磨石砬子组等。这一共同兴衰的特点进一步证实了前文的结论。此外, *Cicatricosisporites australiensis* 和 *C. minor* 多在一起同时出现,也说明后者与前者及 *Ruffordia goepperti* 关系密切。但需指出,分散孢子在地层中出现比大化石略早一些,分布范围也要略广一些,这是由于孢子远较大化石更易被保存和发现的缘故。

3 结论及其意义

综上所述,本文认为 *Cicatricosisporites australiensis* 是 *Ruffordia goepperti* 的孢子,后者为前者的母体植物。*Cicatricosisporites minor* 为 *Ruffordia goepperti* 的孢子幼体,但一些肋纹与边缘斜交者除外。*Cicatricosisporites dorogensis* 与 *C. australiensis* 各为独立的种,两者界线可以划清,原误定的标本需要重新订正。

早白垩世标准化石 *Ruffordia goepperti* 与分散孢子 *Cicatricosisporites australiensis* 等关系的明确,为孢粉地层学家应用 *Cicatricosisporites* 来确认早白垩世地层时代提供了依据。*Cicatricosisporites australiensis* 出现一定含量时为早白垩世早期,出现含量峰值相当于早白垩世中期,开始衰退时则为早白垩世中晚期。这一关系的明确也为进一步研究 *Ruffordia goepperti* 的地理分布、生态特征提供了新的线索。我国孢粉资料表明, *C. australiensis* 和 *C. minor* 主要集中分布于早白垩世聚煤的温暖潮湿地区,少量出现于热带、亚热带,这较大化石更详细而清楚地说明 *Ruffordia goepperti* 虽然能生存于热带潮湿环境,但更适应于温暖潮湿的气候,对湿度的要求比温度可能更严格,这与现代海金沙科植物主要生活于热带、亚热带地区略有不同。

参 考 文 献

- 1 Seward A G. A contribution to our knowledge of Wealden Flora. Quart. Journ. Geol. Soc., 1913, 69: 85~116.
- 2 Couper R A. British Mesozoic microspores and pollen grains. Palaeontographica, 1958, 103B: 75~179.
- 3 Hughes N F, Moody-Stuart J. Description of Schizaeaceous Spores Taken from Early Cretaceous Macrofossils. Palaeontology, 1961, 9: 274~289.
- 4 Watson J. A Revision of the English Wealden Flora. Part 1, Charales-Ginkgoales. Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol., 1969, 17: 209~254.
- 5 Halle T C. On the Sporangia of some Mesozoic ferns. Ark. Bot., 1921, 17: 1~28.
- 6 Красилов В А. Раннемеловая Флора Южного Приморья и ее значение для стратиграфии, Москва: Наука, 1969, 1~264.
- 7 王国平等. 华东地区古生物图册(三),中、新生代分册. 北京:地质出版社, 1982. 231~316页.
- 8 王自强. 华北地区古生物图册(二),中生代分册. 北京:地质出版社, 1984. 223~297页.
- 9 陈芬,孟祥营,任守勤,吴冲龙. 辽宁阜新和铁法盆地早白垩世植物群及含煤地层. 北京:地质出版社, 1982. 1~180页.
- 10 Potonie R, Gelletich J. Über Pteridophyten-Sporen einer eozanen Braunkohle aus Dorog in Ungarn, Sitzungsber. Jhrg. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin, 1932. 517~528.
- 11 苗淑娟. 孢粉. 见:内蒙古固阳含煤盆地中生代地层古生物. 北京:地质出版社, 1982. 161~242页.

- 12 张璐瑾. 黑龙江东部若干地区晚中生代孢粉及其时代讨论. 见:黑龙江东部中、上侏罗统与下白垩统化石(上). 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1983. 51~72页.
- 13 黎文本. 吉林蛟河早白垩世孢粉组合. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊. 1984, 19: 67~125.
- 14 Rouse G E. Plant microfossils from the Burrard Formation of Western British Columbia. *Microfossils*, 1962, 8(2): 187~218.
- 15 Cookson I C. Difference in microspore composition of some samples from a bore at Comaun, South Australia. *Australian Jour. Bot.*, 1953, 1(3): 462~473.
- 16 蒲荣干, 吴洪章. 辽宁西部中生界孢粉组合及其地层意义. 见:辽宁西部中生代地层古生物, 2. 北京:地质出版社, 1985. 121~212页.
- 17 余静贤. 冀北、辽西早白垩世孢粉组合序列. 见:中国东部构造—岩浆演化及成矿规律(二), 中国东部侏罗—白垩纪古生物及地层. 北京:地质出版社, 1989. 21~51页.
- 18 Dettmann M E. Upper Mesozoic microfloras from Southeastern Australia. *Proc. Roy. Soc. Victoria*, 1963, 77(1): 1~148.
- 19 Pocock S A J. Pollen and Spores of the Chlamydospermidae and Schizaeaceae from Upper Mannville Strata of the Saskatchewan area of Saskatchewan. *Grana Palyn.*, 1964, 5(2): 129~209.
- 20 中国科学院北京植物研究所古生物研究室孢粉组. 中国蕨类植物孢子形态. 北京:科学出版社, 1976. 1~414页.

图版说明

1. *Cicatricosisporites dorogensis* Potonie et Gelletich, 约 $\times 330$, 模式标本, 产于匈牙利下第三系; 引自 Potonie & Gelletich^[10].
- 2~4. *Cicatricosisporites minor* (Bolch.) Pocock, 均 $\times 600$. 2~3. 产于阜新盆地阜新组; 引自蒲荣干等^[16]; 4. 产自吉林蛟河下白垩统; 引自张玉龙等, 1976^[20].
- 5~6. *Cicatricosisporites dorogensis* Potonie et Gelletich, 均 $\times 600$. 产于内蒙古固阳盆地固阳组; 引自苗淑娟, 1982^[11].
- 7~12. *Cicatricosisporites australiensis* (Cookson) Potonie, 均 $\times 600$. 7. 产自吉林蛟河下白垩统; 引自张玉龙等, 1976^[20]; 8. 产自阜新盆地沙海组; 9. 产自阜新盆地阜新组; 8、9 均引自蒲荣干等, 1985^[16]; 10~11. 产自内蒙古大杨树盆地九峰山组; 引自蒲荣干等, 1985^[16]; 12. 产自黑龙江鸡西盆地城子河组.
13. *Cicatricosisporites australiensis* (Cookson) Potonie, 约 $\times 600$, 模式标本, 产于澳大利亚前第三系; 引自 Cookson, 1953^[15].
- 14~25. *Ruffordia goepperti* (Dunker) Seward 的原位孢子. 14~16 为幼体, $\times 500$; 17~18. 为侧面观, $\times 500$; 19~24. 示成熟的孢子形态, 均 $\times 680$; 25. 扫描电镜下的形态, $\times 800$. 除 19 产自内蒙古海拉尔盆地伊敏外, 其余均产自辽宁铁法盆地小明安碑组.
26. *Ruffordia goepperti* (Dunker) Seward 的生殖羽片, 产自辽宁铁法盆地地下白垩统小明安碑组.

Relationship Between the Early Cretaceous *Ruffordia goepperti* and Dispersed Spores *Cicatricosisporites*

Deng Shenghui

(Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing, 100083)

Abstract

Comparison of the *in situ* spores of the Early Cretaceous Schizaeaceous fern *Ruffordia goepperti* (Dunk.) Seward with the dispersed spores from the Lower Cretaceous indicates that the spores of *R. goepperti* are identical to *Cicatricosisporites australiensis* (Cookson) Potonie and *C. minor* (Bolch.) Pocock both in the outlines and ornamentation. Besides, the megafossils and the dispersed spores have the similar stratigraphic and geographic distributions. Therefore, *Ruffordia goepperti* is the parent plant of *Cicatricosisporites australiensis* and *C. minor* and the latter one represents the unripe spores. The stratigraphic and paleoecologic significance of this relationship is discussed.

Key words: *Ruffordia goepperti*; dispersed spore; parent plant; Early Cretaceous

作 者 简 介

邓胜徽,男,生于1963年。1985年毕业于合肥工业大学,1991年于中国地质大学地层古生物专业获博士学位。现任石油勘探开发科学研究院高级工程师。通讯地址:100083,北京学院路20号石油勘探开发科学研究院实验中心。

