

# 宁夏六盘山区早白垩世孢粉组合 及其古植被、古气候的意义

刘 兆 生

(中国科学院南京地质古生物研究所)

1977年,笔者和薛晓章与宁夏地质局第一地质队李景道,在六盘山地区,调查六盘山群。采集的样品中,分析出保存完美的孢子花粉。文中讨论了李洼峡组和乃家河组的孢粉组合特征确定了地层时代,为陕甘宁地区早白垩世地层的划分与对比,提供了古生物证据。

样品的分析处理是由赵鼎、黄凤宝进行的,毛继良摄影,闻美琴清绘图件,宋之琛给予认真的指导,对上述同志的辛勤劳动,笔者深表感谢。

## 一 地 层 概 况

六盘山地区的白垩系仅有下列,命名为六盘山群,南起泾源县新民,北至固原县寺口子,绵延百余公里。自下而上,岩性由粗至细;颜色由紫红、砖红至蓝灰、灰绿,显示由氧化环境变为还原环境,由山麓相-河流相变为湖泊及咸化湖泊相,为过渡型内陆红色建造。按岩性、岩相、沉积旋迴及古生物群特征,六盘山群划分为5个组,总厚3,000—4,000米,各组间均为整合过渡关系,5个组自上而下为:

上覆地层 始新统寺口子组

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

乃家河组(以固原县寺口子剖面为代表,厚620米,含孢粉样号 L28, L37, L39, L71) 内陆湖泊相沉积,由灰、蓝灰、紫红、灰绿色钙质泥岩、泥砂质灰岩、灰岩夹页岩、石膏层组成。

————— 整 合 —————

马东山组(以固原县石砚子剖面为代表,厚404米) 湖相沉积,由蓝灰夹灰黄色泥岩、页岩、泥灰岩互层夹灰岩、鲕状灰岩、油页岩及少量石膏组成。

————— 整 合 —————

李洼峡组(以西吉县火石寨剖面为代表,厚140米,含孢粉样号 L8, L9, L13, L17, L57) 河流-湖泊相沉积,由紫红、灰绿色相间的砂质泥岩、泥岩、页岩、泥质砂岩、泥灰岩、砾岩构成韵律层。

————— 整 合 —————

和尚铺组(以西吉县火石寨剖面为代表,厚238米) 河流-湖泊相沉积,由紫红色砂质泥岩、细砂岩为主,夹蓝灰色泥页岩及少量泥灰岩、含铜砂岩。

————— 整 合 —————

三桥组(以西吉县火石寨剖面为代表,厚210米) 为山麓相紫红色砾岩夹砂岩沉积。

~~~~~ 不 整 合 ~~~~~

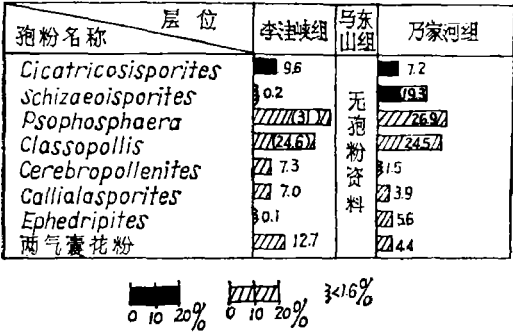
下伏地层 前震旦系海源群

## 二 孢粉组合特征及地质时代

六盘山地区下白垩统颇为发育,分析5个组的样品,由于岩性不佳,未获得连续的孢粉资料,仅李洼峡组、乃家河组有孢子花粉。依种为单位,对每个样品作了统计。为了避免繁琐,只将主要属、类的百分比制成棒状图表(表1),以便探讨孢粉组合的特点变化,及其在地质时代、

表 I. 宁夏六盘山区早白垩世主要孢粉属(或类)  
含量分布图

Content of Early Cretaceous characteristic spore-pollen  
types from Liupanshan, Ningxia.



古植被和古气候上的意义。  
根据统计结果和上图看, 两个组的孢粉尽管不完全相同, 但其组合面貌基本一致(表 II), 所以一并加以叙述。李洼峡组和乃家河组的孢粉组合有如下特征:

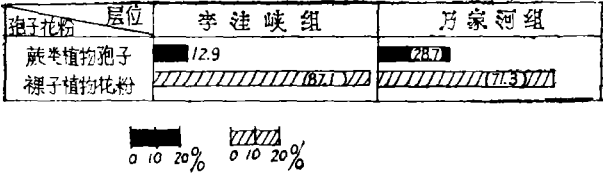
最引人注目的特点, 是裸子植物花粉的含量, 从上到下(除个别样品含量较低外) 占绝对优势(表 III), 李洼峡组占 66.8(87.1)96.2%, 乃家河组占 44.2 (71.3) 87.1%, 蕨类植物孢子居从属地位 (除个别样品含量较高), 李洼峡组占 3.8 (12.9) 33.2%, 乃家河组占 12.9 (28.7) 55.8%。

表 II. 宁夏六盘山区早白垩世孢子花粉统计表  
The statistical table of Early Cretaceous spores and pollen grains from Liupanshan of Ningxia.

| 孢粉名称                                    |  | 层位 | 李洼峡组 | 乃家河组 | 孢粉名称                                |  | 层位 | 李洼峡组 | 乃家河组 |
|---|--|----|------|------|-------------------------------------|--|----|------|------|
| <i>Cyathidites minor</i>                |  |    | 0.5  |      | <i>P. sp.</i>                       |  |    | 10.6 | 6.3  |
| <i>Punctatisporites sp.</i>             |  |    | 0.3  |      | <i>Chasmatosporites sp.</i>         |  |    | 0.1  |      |
| <i>Lygodiumsporites subsimplex</i>      |  |    |      | 2.0  | <i>Araucariacites sp.</i>           |  |    | 0.2  |      |
| <i>Verrucosisporites sp. 1</i>          |  |    | 0.1  |      | <i>Classopollis annulatus</i>       |  |    | 17.1 | 24.0 |
| <i>V. sp. 2</i>                         |  |    | 0.5  |      | <i>C. classoides</i>                |  |    | 7.5  | 0.5  |
| <i>V. sp. 3</i>                         |  |    | 0.1  |      | <i>Perinopollenites sp.</i>         |  |    | 3.4  |      |
| <i>V. sp. 4</i>                         |  |    | 0.1  |      | <i>Cerebropollenites mesozoicus</i> |  |    | 0.7  |      |
| <i>Trilites morleyi</i>                 |  |    | 0.2  |      | <i>C. carlylensis</i>               |  |    | 6.6  | 1.5  |
| <i>Lygodioisporites sp. 1</i>           |  |    | 0.2  |      | <i>Jiaohepollis verus</i>           |  |    | 5.8  | 3.3  |
| <i>L. sp. 2</i>                         |  |    | 0.2  | 0.1  | <i>Callialasporites dampieri</i>    |  |    | 0.2  |      |
| <i>Leptolepidites verrucatus</i>        |  |    | 0.2  |      | <i>C. sp. 1</i>                     |  |    | 0.2  |      |
| <i>L. psarosus</i>                      |  |    |      | 0.1  | <i>C. sp. 2</i>                     |  |    | 0.7  | 0.6  |
| <i>Ischyosporites crateris</i>          |  |    | 0.1  |      | <i>Cycadopites sp.</i>              |  |    | 0.3  | 3.5  |
| <i>Klukisporites pseudoreticulatus</i>  |  |    | 0.2  |      | <i>Ginkgocycadophytus nitidus</i>   |  |    | 0.3  | 0.7  |
| <i>Lycopodiumsporites sp. 1</i>         |  |    | 0.1  |      | <i>Ephedripites sp.</i>             |  |    | 0.1  | 5.6  |
| <i>L. sp. 2</i>                         |  |    | 0.1  |      | <i>Welwitschiapites sp.</i>         |  |    | 0.1  |      |
| <i>Cicatricosisporites mediotriatus</i> |  |    | 8.0  | 4.1  | <i>Pseudopinus textilis</i>         |  |    | 0.8  |      |
| <i>C. augustus</i>                      |  |    |      | 0.4  | <i>Protopicea exilioides</i>        |  |    | 7.1  | 1.5  |
| <i>C. densus</i>                        |  |    | 0.6  | 0.9  | <i>Pityosporites divulgatus</i>     |  |    | 1.3  | 1.2  |
| <i>C. dangtuensis</i>                   |  |    | 0.3  |      | <i>P. dividius</i>                  |  |    | 0.8  | 0.8  |
| <i>C. cf. tersus</i>                    |  |    | 0.3  | 0.8  | <i>P. sp. 1</i>                     |  |    | 0.1  | 0.3  |
| <i>C. cf. nanjingensis</i>              |  |    | 0.4  | 0.8  | <i>P. sp. 2</i>                     |  |    | 0.3  |      |
| <i>C. sp.</i>                           |  |    |      | 0.2  | <i>Parvisaccites sp.</i>            |  |    | 0.2  |      |
| <i>Contignisporites cooksonii</i>       |  |    | 0.1  |      | <i>Cedripites cf. parvisaccatus</i> |  |    | 0.6  | 0.1  |
| <i>Schizaeoisporites rotundus</i>       |  |    |      | 2.8  | <i>C. sp.</i>                       |  |    | 0.3  |      |
| <i>S. kulandyensis</i>                  |  |    |      | 10.9 | <i>Protoconiferus funarius</i>      |  |    | 0.1  |      |
| <i>S. evidens</i>                       |  |    |      | 4.4  | <i>Podocarpidites canadensis</i>    |  |    | 0.8  | 0.5  |
| <i>S. cf. praeclarus</i>                |  |    | 0.2  | 1.2  | <i>P. sp.</i>                       |  |    | 0.3  |      |
| Indeterminable spores                   |  |    | 0.1  |      | <i>Dacrycarpites sp.</i>            |  |    | 0.1  |      |
| <i>Psophosphaera microreticulata</i>    |  |    | 20.4 | 20.6 | Bennettitales -pollens              |  |    |      | 0.4  |
|   |  |    |      |      | 蕨类植物孢子                              |  |    | 12.9 | 28.7 |
|   |  |    |      |      | 裸子植物花粉                              |  |    | 87.1 | 71.3 |
|   |  |    |      |      | 统计孢粉粒数                              |  |    | 1045 | 470  |

表 III. 宁夏六盘山区早白垩世孢粉含量分布图

Content of Early Cretaceous spores and pollen grains from Liupanshan, Ningxia.



其次是裸子植物苏铁杉目的无囊花粉 *Psophosphaera* 和掌鳞杉科的花粉 *Classopollis* 含量显著。*Psophosphaera* 在李洼峡组占 3.2(31) 57%，乃家河组占 6(26.9) 55.2%。*Classopollis* 在李洼峡组占 6.2(24.6) 62.5%，乃家河组占 9.2(24.5) 52.2%。另外，麻黄科的花粉 *Ephedripites* 也有一定的含量。

第三个特点是海金沙科和莎草蕨科孢子的含量较高。其一如 *Cicatricosisporites* (计有 6 种)，在李洼峡组占 1.8(9.6) 32.4%，在乃家河组占 1.3(7.2) 11.5%；其二如 *Schizaeoisporites* (计有 4 种)，在李洼峡组含量极低 (0.2%)，在乃家河组含量较高，占 1.5(19.3) 44.9%。

表 IV. 我国一些早白垩世别里亚士期—凡兰今期孢粉组合的重要类群含量对比

Comparison of some Early Cretaceous Berriasian—Valanginian sporo-pollen assemblages in China.

| 百分含量<br>(%)              | 地层 | 地区    |       | 华 南  |      |      |   |  |
|--------------------------|----|-------|-------|------|------|------|---|--|
|                          |    | 华 北   | 1     | 2    | 3    | 4    | 5 |  |
| 孢粉类群                     |    |       | 1     | 2    | 3    | 4    | 5 |  |
| 蕨类植物孢子                   |    | 9.6   | <6.4  | 4.1  | 3.0  | 8.0  |   |  |
| 裸子植物花粉                   |    | 89.9  | >93.6 | 81.4 | 73.2 | 92.0 |   |  |
| 海金沙科具肋纹孢子                |    | 约 2.5 | 少量    | 0.5  | <1.0 | 2.4  |   |  |
| <i>Schizaeoisporites</i> |    |       | 少量    | 1.8  |      |      |   |  |
| <i>Classopollis</i>      |    | 28.6  | 38.2  | 62.7 | 63.5 | 91.4 |   |  |

1. 下新民堡群(原称下惠回堡系)底部, 2. 文明司组, 3. 云台山组, 4. 砖桥组, 5. 白龙组。

两个组合的共同特点,是大量的 *Psophosphaera* 和 *Classopollis*, 少量的 *Cicatricosisporites* 和 *Schizaeoisporites*, 尚未发现可靠的被子植物花粉。

*Classopollis* 是中生代的常见分子,但在侏罗纪和早白垩世较为丰富。在我国的早白垩世地层中也是比较丰富的。从表 IV 看,可以发现一个很有趣的现象;*Classopollis* 的含量在华南几个点早白垩世别里亚士期(Berriasian)—凡兰今期(Valanginian)的孢粉组合中,比华北显著地高,在华南竟高达 38.2—91.4%,华北仅为 28.6%。

从表 V、表 VI 同样可以看出,我国一些早白垩世欧特里期—巴列姆期 (*Classopollis* 在华南几个点的含量为 18.6—46.8%,在华北几个点为 17—24.6%) 和阿普第期 (*Classopollis* 在华南几个点的含量为 14.7—36.1%,在华北几个点占 16.1—24.5%) 孢粉组合, *Classopollis* 的含量也有同样的现象,随着时间的推移,它的含量变化幅度愈来愈小,有逐渐下降的趋势。这似乎与它的母体植物的生态有关,也就是说与当时的沉积环境,气候条件有关。启示了在运用 *Classopollis* 划分对比地层、鉴定时代的时候,只可把它作为一个不可忽视的重要因素,而不能作为一个起决定性作用的因素。

表 V. 我国一些早白垩世欧特里期—巴列姆期孢粉组合的重要类群含量比较

Comparison of some Early Cretaceous Hauterivian—Barremian sporo-pollen assemblages in China.

| 百分含量<br>(%)              | 层位 | 地区   |      | 华 南  |      |      |   |  |
|--------------------------|----|------|------|------|------|------|---|--|
|                          |    | 华 北  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 |  |
| 孢粉类群                     |    |      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5 |  |
| 蕨类植物孢子                   |    | 12.9 | 26.2 | 18.7 | 27.9 | 42.4 |   |  |
| 裸子植物花粉                   |    | 87.1 | 71.2 | 81.3 | 72.1 | 56.5 |   |  |
| 被子植物花粉                   |    |      | 1.4  | 个别   |      | 1.1  |   |  |
| 海金沙科具肋纹孢子                |    | 9.6  | 8.8  | 4.5  | 12.3 |      |   |  |
| <i>Schizaeoisporites</i> |    | 0.2  |      | 3.0  | 3.3  | 38.2 |   |  |
| <i>Classopollis</i>      |    | 24.6 | 17.0 | 18.6 | 46.8 | 约26  |   |  |

1. 李洼峡组(本文), 2. 丘城组, 3. 朱巷组一段, 4. 鄂城县太和早白垩世, 5. 神王山组。

*Cicatricosisporites* 广泛分布于国内外已知的早白垩世地层。如在英国, 苏联的高加索、苏

昌、维留依等地,我国的吉林蛟河、黑龙江鸡西,内蒙古固阳、武川,江苏句容、溧水,安徽庐江,浙江新昌,湖北江汉,湖南汝城,四川梓潼,甘肃酒泉、花海等地的早白垩世组合都含这类肋纹孢。但这类孢子在我国早白垩世别里亚士期—凡兰今期一些组合(表IV)的含量并不高(0.5—2.5%),种类亦贫乏;而在欧特里期—巴列姆期(表V)的含量明显增加(4.5—12.3%),种类亦较丰富;在阿普第期(表VI)含量亦较高(4—17.4%)。

表 VI. 我国一些早白垩世阿普第期孢粉组合的重要类群含量比较

Comparison of some Early Cretaceous Aptian spore-pollen assemblages in China.

| 百分含量<br>(%)<br>孢粉类群     | 地区 |     | 华 南  |      |      |
|-------------------------|----|-----|------|------|------|
|                         | 层位 | 地 区 | 华 北  |      | 5    |
|                         |    |     | 1    | 2    |      |
| 蕨类植物孢子                  |    |     | 28.7 | 41.5 | 28.0 |
| 裸子植物花粉                  |    |     | 71.3 | 58.1 | 71.2 |
| 被子植物花粉                  |    |     |      | 0.4  | <1.0 |
| 海金沙科具肋纹孢子               |    |     | 7.2  | 29.2 | 17.4 |
| <i>Schizaeisporites</i> |    |     | 19.3 |      | 1.3  |
| <i>Classopollis</i>     |    |     | 24.5 | 16.1 | 36.1 |

1. 乃家河组(本文), 2. 下新民堡群(上部), 3. 葛村组, 4. 姑山组, 5. 朱巷组二段。

*Schizaeisporites* 在早白垩世早期含量较少, 在我国一些早白垩世别里亚士期—凡兰今期组合(表IV), 如江苏溧水盆地云台组含量占1.8%, 湖南汝城文明司组的含量很少。在我国一些早白垩世欧特里期—巴列姆期组合(表V), 它的含量有所增加, 如在华南几个点的组合可占3.0—3.3%, 甚至有的达到38.2%, 但在华北地区, 仍然很低, 仅占0.2%左右。它的大量发展, 一般是在早白垩世中、晚期至晚白垩世, 在我国一些早白垩世阿普第期组合(表VI), 它的含量为1.3—19.5%, 在阿普第期至阿尔必期(Albian), 如湖北江汉平原宜昌地区五龙组, 平均达到36%。牟定地区早白垩世晚期至晚

白垩世早期江底河组, 含量竟高达30.7—46.2%。当前组合的几个种, *Schizaeisporites rotundus* 分布于江苏阜宁、建湖上白垩统浦口组, 江苏溧水盆地白垩统下部云台组; *S. kulandensis* 见于苏联下白垩统上部—上白垩统下部, 江苏阜宁和建湖上白垩统浦口组, 湖北宜昌下白垩统上部五龙组; *S. cf. praeclarus* 见于湖北宜昌下白垩统上部五龙组; *S. evidens* 发现于苏联的白垩系, 江苏上白垩统浦口组、湖北宜昌下白垩统上部五龙组。

有关被子植物的起源是一个很复杂的问题, 就目前资料来看, 在早白垩世早期, 只在少数地方有很少的被子植物化石发现。较为可靠的被子植物果化石, 最早发现于美国加利福尼亚州早白垩世欧特里期。总之, 早白垩世时, 被子植物在整个植物群中的种类和数量还是微不足道的, 晚白垩世开始, 被子植物在世界各地突然大量增加。

那么, 被子植物花粉出现和含量高低的情况又如何呢? 一般来说, 早白垩世别里亚士期—凡兰今期的组合中, 无可靠的被子植物花粉。欧特里期—巴列姆期, 被子植物花粉开始出现, 如吉林蛟河乌林组有个别三沟粉出现, 安徽合肥盆地朱巷组一段有个别被子植物花粉出现。阿普第期至阿尔必期组合, 被子植物花粉较为显见, 如安徽当涂姑山组有所发现, 湖北江汉平原宜昌地区五龙组, 含量占3%。但到晚白垩世, 它的含量突然大量增加, 如云南禄丰牟定地区早白垩世晚期至晚白垩世早期江底河组, 达到5—16.6%; 滇南勐腊地区晚白垩世晚期勐野井组, 高达60—71%。

因此, 从当前所研究组合的主要成分看, 笔者认为李洼峡组至乃家河组, 是白垩纪早期沉积的产物。这与其它古生物学者, 从植物、轮藻、介形虫、叶肢介等化石鉴定的时代意见是一致的。

李洼峡组与乃家河组孢粉组合的主要区别, 是 *Schizaeisporites* 的含量乃家河组显示高于李洼峡组。基于这一情况, 二者的时代亦应

有相应的差异。

在李洼峡组, *Cicatricosisporites* 的含量较高, 种类较多, *Schizaeoisporites* 的含量极低, 与上面提到的我国一些早白垩世欧特里期—巴列姆期组合(表 V) 的含量基本一致。说明李洼峡组的时代, 可能是欧特里期—巴列姆期。

笔者认为李洼峡组、丘城组、朱巷组一段、神王山组等是大致相当的层位。

上面曾提到在我国一些别里亚士期—凡兰今期组合(表 IV), *Cicatricosisporites* 的含量很低, 种类亦贫乏。这与李洼峡组的显然不同, 说明李洼峡组时代较新。值得注意的是, 黎文本(1979)认为云合山组的时代可能属于别里亚士期—凡兰今期; 但考虑到 *Cicatricosisporites* 在一些晚侏罗世地层中的记录, 同时在云合山组中, 它和 *Schizaeoisporites* 及 *Jugella* 的含量都还很低, 目前亦不能完全排除这一组合有属晚侏罗世最晚期[第堂期(Tithonian)]的可能性。如果说云合山组有属晚侏罗世晚期的可能性, 那么, 目前亦不能完全排除李洼峡组有属别里亚士期—凡兰今期的可能性, 况且李洼峡组尚未发现被子植物花粉。

乃家河组 *Schizaeoisporites* 的含量明显的高, 种类较丰富, *Cicatricosisporites* 的含量亦较高, 种类亦较多, 这与上面提到在我国一些阿普第期组合(表 VI) 的情况基本一致, 说明二者是同期的产物, 所以乃家河组的时代可能是阿普第期。虽说乃家河组未发现可靠的被子植物花粉, 但发现了个别类似木兰属(*Magnolia*) 的花粉, 笔者鉴定为本内苏铁目的花粉。

从地质角度考虑, 各组之间虽为连续沉积, 但李洼峡组与乃家河组之间还有马东山组(缺乏孢粉资料), 从下到上间隔约 500 多米, 经过一段漫长的地质历程, 所以, 其上沉积的乃家河组的地质时代自然较新。

从表 VI 所列各组合的重要类群看, 笔者认为乃家河组、下新民堡群(上部)、葛村组、姑山组、朱巷组二段等是大致相当的地层。

### 三 孢粉组合反映的古植被、古气候

根据孢粉组合, 再造古植被面貌, 目前尚存在较大困难, 主要是因为化石孢粉与植物化石的亲缘关系了解甚少, 对当时的植被和生态环境, 笔者试作如下推测。

乃家河组是内陆湖泊相沉积, 李洼峡组呈河流—湖泊相沉积。这两组组合反映当时的植被特征是裸子植物十分发达, 少量的真蕨目植物, 缺乏可靠的被子植物。沉积区及其周围地区的山麓地带以森林植物松柏纲为主, 其中以苏铁杉目、掌鳞杉科、松科和罗汉松科等植物的代表占绝对优势。当时中生代很繁盛的银杏目、苏铁目和本内苏铁目的植物已大为减少, 退居次要地位。森林中还伴生着一些石松科、卷柏科、海金沙科、莎草蕨科、桫欏科、水龙骨科、麻黄科和百岁兰科的分子。而在沉积区的湖泊边缘坡地, 则以海金沙科和莎草蕨科为主, 少量的石松科、卷柏科、桫欏科和水龙骨科的代表植物伴生其间。

从而可知, 六盘山地区早白垩世植被与现代当地植被迥然不同。该区的现代植被是属温带草原区, 气候干燥, 属于大陆性的温带气候类型。而早白垩世的植物群则以含有旱生的松柏纲植物为主。尤其是 *Classopollis* 花粉的母体植物掌鳞杉科, 一般认为是在温暖而干旱的气候条件下生长的, *Classopollis* 的含量比较丰富, 说明当时温暖而干旱的气候特征。这显然是因为沉积地区离当时古地中海的距离比较远, 这也可由区内分布的过渡型内陆红色建造, 还有膏盐沉积的存在得到佐证。但该植物群中伴生着一些少量的湿生植物, 包括石松科和卷柏科等的代表, 说明当时干旱的程度并不十分严重。再则, 从表 IV 亦可以看出, 在我国一些早白垩世别里亚士期—凡兰今期组合, *Classopollis* 在华南的含量比在华北的明显高, 从表 V、表 VI 同样可以看出这一现象, 这或许说明当时华北气候的干燥程度没有华南那么严重。

综上所述,六盘山地区早白垩世孢粉植物群所反映的气候属于温暖干燥的亚热带型。这一地区处于瓦赫拉梅耶夫 (Вакрамеєв, 1957) 所划的印度-欧洲植物区内的干旱带内。

## 四 部分孢粉形态描述

### 莱蕨孢属 Genus *Leptolepidites* Couper, 1953

#### 欧掠莱蕨孢 *Leptolepidites psarosus* Norris

(图版 I, 图 27)

1969 *Leptolepidites psarosus* Norris, p. 586, pl. 103, figs. 2—5.

赤道轮廓三角圆形,大小  $54\mu$ 。三缝,射线简单,通常不清楚,长近达赤道。外壁较薄,赤道和远极复以稠密排列的块瘤状纹饰,赤道和靠近赤道的远极块瘤较大,远极面中部的较小,块瘤呈近圆形或多边形,瘤直径  $3.5-15\mu$ ,高  $2-5\mu$ 。近极为颗粒状纹饰,直径  $1.5-2\mu$ 。孢子色深黄。

### 坑穴孢属 Genus *Ischyosporites* Balme, 1957

#### 杯状坑穴孢 *Ischyosporites crateris* Balme

(图版 I, 图 25)

1957 *Ischyosporites crateris* Balme, p. 25, pl. 3, fig. 45, pl. 4, figs. 46, 47.

赤道轮廓三角圆形,大小  $61\mu$ 。三缝,射线长近乎达赤道。外壁厚约  $5\mu$ ,表面复以网状纹饰,网眼形状多数不规则,少数为圆形、椭圆形,网眼直径  $2-7\mu$ ,网脊粗强,粗细不一,形似脑纹,宽为  $3-7\mu$ ,轮廓线强烈波纹状。近极纹饰不发育。孢子色浅棕黄。

### 无突肋纹孢属 Genus *Cicatricosisporites* Potonié et Gelletich, 1933

#### 南京无突肋纹孢 (比较种) (新组合) *Cicatricosisporites* cf. *nanjingensis* (Zhang) Liu, comb. nov.

(图版 I, 图 31)

孢子极面轮廓凸边三角形,角部钝圆,中部微呈凹形,大小  $67\mu$ 。三缝,射线窄细,长达角部。外壁较厚。远极具一组肋纹,条纹与赤道三角形轮廓的一边平行,并逐渐向一角部收拢,而终于大体于另一边平行。近极以射线末端为顶点的三角区内纹饰不发育,三角区外各具约三条大致与赤道平行的肋条,条纹分别于孢子角部收拢,并在角部形成微凹形。条纹比较规则,宽  $3-5\mu$ ,间距约  $1.5\mu$ 。孢子色深黄。

比较 *Anemia nanjingensis* Zhang 1962 (pl. 2, figs. 17a—c.) 的模式标本以射线两边有唇状加厚,突出角外,在角部形成凹形与当前标本有所不同,其它特征基本一致。

### 出名无突肋纹孢 *Cicatricosisporites augustus* Singh

(图版 I, 图 21)

1971 *Cicatricosisporites augustus* Singh, p. 68, pl. 7, figs. 3—11.

孢子极面轮廓三角形,边微凸,角部浑圆,大小  $58\mu$ 。三缝,射线略具薄唇,长约为孢子半径的  $3/4$ 。外壁厚约  $1.5\mu$ ,表面覆以极细的肋纹,由于若干组平行的肋纹排列方向不同,以致形成似细网格状的图案,肋纹宽约  $0.8\mu$ ,间距约  $0.8\mu$ 。近极区似无纹饰。孢子色黄。

### 百岁兰粉属 Genus *Welwitschiapites* Bolchovitina, 1953

#### 百岁兰粉(未定种) *Welwitschiapites* sp. (图版 I, 图 9)

大小  $32 \times 12\mu$ 。花粉侧面轮廓腰子形,两端具囊状突起,囊突同等发达,大小  $5 \times 4\mu$ ,囊突大于半圆形,表面光滑。本体外壁厚约  $1.5\mu$ ,表面细点穴状纹。具萌发沟,宽约  $2\mu$ ,长近达两端的囊状突起。粉粒色黄。

### 原始松柏粉属 Genus *Protoconiferus* Bolchovitina, 1952

花粉粒具有两个略微分化的气囊,气囊从

两个方面包围本体,囊形呈半球形,囊壁细内网纹。具窄细的萌发沟。

**比较** *Walchiites* Bolch. 仅以单气囊,卵圆形的沟区与本属不同; *Vesicaspora* Schemel 为两气囊花粉粒,气囊在赤道附近以一小的膨胀(微扩张的离层)相互连接与当前属相区别。

### 索沟原始松柏粉 *Protoconiferus*

#### *funarius* (Naumova) Bolchovitina

(图版 II, 图 20)

- 1953 *Platysaccus funarius* (Naumova) Bolch., p. 73, pl. 11, figs. 2, 3.  
1956 *Protoconiferus funarius*, Bolchovitina, p. 86, pl. 13, figs. 151 a—c.  
1968 *Dipterella oblatinoides* Iljina, p. 49, pl. 10, figs. 1—3.

花粉粒具两个刚刚分化的气囊,极面轮廓近圆形,大小  $90\mu$ 。本体不明显。气囊从两个方面包围本体,表面细内网状纹饰从体到气囊是渐变过渡的,两者间无明显的界限,但气囊上网纹多少大一些。远极两气囊间具窄细的萌发沟,沟宽约  $1\mu$ 。

### 雪松粉属 Genus *Cedripites* Wodehouse, 1953

#### 始囊雪松粉(比较种) *Cedripites* cf. *parvisaccatus* (Zauer) Krutzsch

(图版 II, 图 22)

花粉粒侧面轮廓宽长圆形,大小  $62 \times 80\mu$ 。本体轮廓亦为宽长圆形,其大小等于整个花粉粒,外壁厚约  $2\mu$ ,表面细内网状纹饰。气囊不发达,很小,大小  $18—23 \times 53 \times 47\mu$ ,囊壁也是细内网状纹饰,网眼比本体上的略大些。具萌发薄壁区。粉粒色黄。

**比较** 本比较种以粉粒轮廓宽长圆形与 *Cedrus parvisaccatus* Zauer 1954 (p. 31, pl. 9, figs. 6—8; pl. 10, figs. 1—8) 的模式种(赤道轮廓宽扁圆形—圆形)略有不同,其它特征颇为相似。

#### 雪松粉(未定种) *Cedripites* sp.

(图版 II, 图 7)

单束型双囊粉,侧面轮廓宽扁圆形,大小  $37 \times 32\mu$ 。本体侧面轮廓宽扁圆形,大小  $37 \times 25\mu$ ,表面饰以细内网状纹饰。气囊强烈偏于远极附着本体两侧,大小  $29 \times 27\mu$ ,囊壁细内网状纹饰。两气囊基近乎靠拢。粉粒色黄。

### 不能鉴定的孢子 Indeterminable spore

(图版 I, 图 23)

赤道轮廓三角圆形,大小  $52\mu$ 。射线不清楚。具赤道环(?),环宽约  $9\mu$ ,表面分布稠密的不规则的块瘤,块瘤通常互相连接,形似脑纹,宽  $2—5\mu$ ,长短不一,间距约  $0.6\mu$ ,轮廓线波纹状。孢子色浅棕黄。

### 参 考 文 献

- 大庆油田开发研究院, 1976: 松辽盆地晚白垩世孢粉组合。科学出版社。  
中国植被编辑委员会编著, 1980: 中国植被。科学出版社。  
宋之琛、李曼英, 1976: 云南禄丰、牟定晚白垩世早期及晚白垩世晚期至早第三纪早期孢粉组合。云南中生代化石, 上册。科学出版社。  
李曼英、宋之琛、李再平, 1978: 江汉平原白垩—第三纪的几个孢粉组合。中国科学院南京地质古生物研究所集刊。9号。  
李星学、周志炎、郭双兴, 1981: 植物界的发展和演化。科学出版社。  
张春彬, 1962: 江苏句容早白垩世孢粉组合。古生物学报, 10卷2期。  
——, 1965: 黑龙江鸡西穆稜组孢子及其地层意义。中国科学院地质古生物研究所集刊, 4号。  
张璐瑾, 1978: 浙江中生界火山碎屑沉积岩中的孢子花粉。古生物学报, 17卷2期。  
徐仁, 1958: 根据孢粉组合推论湖南汝城文明司红色岩系的地质时代。古生物学报, 6卷2期。  
徐仁、周和仪, 1956: 根据孢粉组合推论甘肃酒泉下惠回堡底部的地质时代。古生物学报, 4卷2期。  
——, 1956: 根据孢粉组合推论甘肃酒泉下惠回堡顶部的地质时代。古生物学报, 4卷4期。  
徐仁、江德昕、杨惠秋, 1974: 甘肃酒泉下新民堡群孢粉组合及地质时代。植物学报, 16卷4期。  
斯行健、李星学等, 1963: 中国中生代植物, 中国植物化石(二), 科学出版社。  
黎文本, 1979: 宁芜、庐江地区中生代火山沉积岩系中的孢粉组合。中国科学院铁厂地质学术会议论文选集, 1977, 地层和古生物。科学出版社。  
Couper, R. A., 1953: Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. Palaeontol. Bull. N. Zeal. Geol. Surv., 22.  
——, 1956: British Mesozoic microspores and pollen grains. Palaeontographica. 103.

- Delcourt, A. F., Dettmann, M. E. & Hughes, N. F., 1963: Revision of some Lower Cretaceous microspores from Belgium. -*Palaeontology*. 6(2).
- Dettmann, M. E., 1963: Upper Mesozoic microfloras from South-eastern Australia. -*Proc. Roy. Soc. Vict.* 77(1).
- Filatoff, J., 1975: Jurassic Palynology of the Peath Basin. Western Australia. -*Palaeontographica*. 154(1—4).
- Kemp, E. M., 1970: Aptian and Albian miospores from Southern England. -*Palaeontographica*. 131.
- Norris, G., 1969: Miospores from the Purbeck Beds and marine Upper Jurassic of Southern England. -*Palaeontology*. 12(4).
- Playford, G., 1971: Palynology of Lower Cretaceous (Swan River) strata of Saskatchewan and Manitoba. -*Palaeontology*, 14(4).
- Pocock, S. A. J., 1962: Microfloral analysis and age determination of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the western Canadian Plains. -*Palaeontographica*. 111.
- , 1970: Palynology of the Jurassic sediments of Western Canada. Part I. Terrestrial species. -*Palaeontographica*. 130(1—2 and 3—6).
- Rouse, G. E., 1959: Plant microfossils from Kootenay Coal-Measure Strata of British Columbia. -*Micropaleontology*. 5(3).
- Н. А., Болховитина, 1953: Споро-пыльцевая характеристика меловых отложений центральных областей СССР.-Тр. ИГН АН СССР. (145).
- , 1956: Атлас спор и пыльцы из юрских и нижнемеловых отложений Вилуйской Впадины.-Тр.ГИН АН СССР. (2).
- , 1959: Спорово-Пыльцевые комплексы мезозойских отложений Вилуйской впадины и их значение для стратиграфии.-Тр. ГИН АН СССР. (24).
- , 1961: Ископаемые и современные споры семейства слизевых.-Тр. ГИН АН СССР(40).
- З. И., Вербицкая, 1962: Пальнологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Сучанского коменноугольного бассейна.-Тр. лабор. геол. угля АН СССР. (15).
- В. А., Вахрамеев, 1978 Климаты Северного Полушария в меловом периоде и данные палеоботаники. -Палеонт. журнал, (2).
- А. Ф., Хлонова, 1969: Спорово-пыльцевая характеристика меловых отложений Зей-Бурейнской впадины. Изд-во «Наука» М.
- , 1976: Палинологическая характеристика меловых отложений на р. Кизил (Западная Сибирь).-Тр.ИН. геол. и геоф., СО АН СССР. (312).
- О. П., Ярошенко, 1965: Спорово-Пыльцевые комплексы юрских и нижнемеловых отложений Северного Кавказа и их стратиграфическое значение.-Тр. ГИН АН СССР. (117).

[1981 年 7 月收到]



## EARLY CRETACEOUS SPORO-POLLEN ASSEMBLAGES FROM LIUPANSHAN OF NINGXIA AND THEIR BEARING ON PALEO-VEGETATION AND PALEO-CLIMATOLOGY

Liu Zhao-sheng

(*Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica*)

### Abstract

The Liupanshan group in Liupanshan area of Ningxia, a series of transitional inland red sediments, can be divided into five formations (in ascending order): the Sanqiao, the Heshangpu, the Liwaxia, the Madongshan and the Naijiahe. Among them, only the Liwaxia and the Naijiahe formations have proved to be microfossiliferous.

The spore-pollen assemblages from the Liwaxia and Naijiahe formations are composed of fifty-nine species (or forms) of pollen and spores referred to 32 genera. They are characterized by the dominance of gymnosperm pollen, the common presence of pteridophyte spores and the absence of angiosperm pollen. In contents, the pollen of gymnosperms amounts to 71.3% of the total number of the assemblages, among which *Classopollis* and *Psophosphaera* account for 24.6% and 26.9—31% respectively. The spores of pteridophyta amounting to 12.9—28.7% consist mainly of *Cicatricosisporites* (7.2—9.6%)

and *Schizaeoisporites* (0.2—19.3%). Accordingly, the Liwaxia and Naijiahe formations may be assigned to the Lower Cretaceous in age. However, the assemblage of the Naijiahe Formation is different from that of the Liwaxia Formation in having more *Schizaeoisporites*, totalling 19.3% in the former, while only 0.2% in the latter. Therefore, it would be reasonable to assign the Liwaxia Formation to Hauterivian-Barremian in age and the Naijiahe Formation to Aptian.

The flora reflected by the present spore-pollen assemblages is mainly characterized by a flourish of Coniferopsida, especially Cheirolepidiaceae and Podozamitales, and a small amount of Filicales, such as Lygodiaceae and Schizaeaceae. According to this flora, it may be supposed that during the Early Cretaceous period the climate of the Liupanshan area was of subtropical type under an arid condition.

# 图 版 说 明

标本均保存在中国科学院南京地质古生物研究所。除注明放大倍数外,其余照片均放大 600 倍

## 图 版 I

1. *Cyathidites minor* Couper  
玻片号 L8(2); 西吉县火石寨; 下白垩统李洼峡组 (K<sub>1</sub>L)。
- 2—4. *Schizaeosporites kulindyensis* (Bolch.) Sung et Zheng  
2. 玻片号 L39(9); 固原县寺口子; 下白垩统乃家河组 (K<sub>1</sub>N)。3. 玻片号 L39(5); 产地层位同上。4. 玻片号 L39(8); 产地层位同上。
- 5—7. *Schizaeosporites evidens* (Bolch.) Sung et Zheng  
5. 玻片号 L39(6); 产地层位同上。6. 玻片号 L39(5); 产地层位同上。7. 玻片号 L39(7); 产地层位同上。
8. *Schizaeosporites rotundus* Sung et Zheng  
玻片号 L39(7); 产地层位同上。
9. *Welwitschiapites* sp.  
玻片号 L8(5); 西吉县火石寨; 下白垩统李洼峡组 (K<sub>1</sub>L)。
- 10, 11. *Schizaeosporites* cf. *praeclarus* (Chlonova) Sung et Zheng  
10. 玻片号 L13(6); 产地层位同上。11. 玻片号 L37(2); 固原县寺口子; 下白垩统乃家河组 (K<sub>1</sub>N)。
12. *Klukisporites pseudoreticulatus* Couper  
玻片号 L13(2); 西吉县火石寨; 下白垩统李洼峡组 (K<sub>1</sub>L)。
13. *Cicatricosisporites dangtuensis* Li  
玻片号 L8(3); 产地层位同上。
- 14, 15. *Ephedripites* sp.  
14. 玻片号 L39(2); 固原县寺口子; 下白垩统乃家河组 (K<sub>1</sub>N)。15. 玻片号 L39(3); 产地层位同上。
- 16—18. *Cicatricosisporites densus* Li  
16, 17. 玻片号 L17(4); 西吉县火石寨; 下白垩统李洼峡组 (K<sub>1</sub>L)。18. 玻片号 L8(3); 产地层位同上。
- 19, 20. *Cicatricosisporites mediostriatus* (Bolch.) Pocock  
19. 玻片号 L17(5); 产地层位同上。20. 玻片号 L17(4); 产地层位同上。
21. *Cicatricosisporites augustus* Singh  
玻片号 L39(4); 固原县寺口子; 下白垩统乃家河组 (K<sub>1</sub>N)。
22. *Contignisporites cooksonii* (Balme) Dettmann  
玻片号 L17(4); 西吉县火石寨; 下白垩统李洼峡组 (K<sub>1</sub>L)。
23. Indeterminable spore  
玻片号 L57(1); 产地层位同上。
24. *Lygodiosporites* sp. 1  
玻片号 L13(6); 产地层位同上。
25. *Ischyosporites crateris* Balme  
玻片号 L57(1); 产地层位同上。
26. *Lygodiosporites* sp. 2  
玻片号 L57(5); 产地层位同上。
27. *Leptolepidites psarosus* Norris  
玻片号 L71(10); 固原县寺口子; 下白垩统乃家河组 (K<sub>1</sub>N)。
28. *Lygodiumsporites subsimplex* (Naumova) Chang  
玻片号 L71(10); 产地层位同上。
29. *Trilites morleyi* Couper

玻片号 L13(6); 西吉县火石寨; 下白垩统李洼峡组 (K<sub>1</sub>L)。

30. *Cicatricosisporites* cf. *tersus* (Kara-Murza) Ye  
玻片号 L17(6); 产地层位同上。
31. *Cicatricosisporites* cf. *nanjingensis* (Zhang) Liu, comb. nov.  
玻片号 L57(1); 产地层位同上。

## 图 版 II

1. *Cycadopites* sp.  
玻片号 L13(1); 产地层位同上。
2. *Ginkgocycadophytus nitidus* (Balme) de Jersey  
玻片号 L39(9); 固原县寺口子; 下白垩统乃家河组 (K<sub>1</sub>N)。
3. *Classopollis annulatus* (Verbitzkaja) Li  
玻片号 L8(5); 西吉县火石寨; 下白垩统李洼峡组 (K<sub>1</sub>L)。
4. *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock et Jansonius  
玻片号 L9(6); 产地层位同上。
5. *Cerebropollenites carlylensis* Pocock  
玻片号 L8(4); 产地层位同上。
6. *Perinopollenites* sp.  
玻片号 L8(4); 产地层位同上。
7. *Cedripites* sp.  
玻片号 L8(1); 产地层位同上。
8. *Psophosphaera microreticulata* Li, Sung et Li  
×300; 玻片号 L17(5); 产地层位同上。
9. *Protopicea exilioides* (Bolch.) Pocock  
×300; 玻片号 L17(3); 产地层位同上。
10. *Podocarpidites* sp.  
玻片号 L9(8); 产地层位同上。
11. *Dacrycarpites* sp.  
×300; 玻片号 L17(3); 产地层位同上。
- 12, 13. *Pityosporites divulgatus* (Bolch.) Pocock  
12. 玻片号 L8(5); 产地层位同上。13. 玻片号 L8(6); 产地层位同上。
14. *Bennettitales* -pollen  
玻片号 L71(10); 固原县寺口子; 下白垩统乃家河组 (K<sub>1</sub>N)。
- 15, 16. *Podocarpidites canadensis* Pocock  
15. 玻片号 L9(7); 西吉县火石寨; 下白垩统李洼峡组 (K<sub>1</sub>L)。16. 玻片号 L13(7); 产地层位同上。
17. *Pityosporites dividius* (Bolch.) Liu  
玻片号 L8(9); 产地层位同上。
18. *Jiaohepollis verus* Li  
玻片号 L17(1); 产地层位同上。
19. *Parvisaccites* sp.  
玻片号 L13(7); 产地层位同上。
20. *Protoconiferus funarius* (Naumova) Bolch.  
玻片号 L8(5); 产地层位同上。
21. *Pseudopinus textilis* Bolch.  
玻片号 L8(6); 产地层位同上。
22. *Cedripites* cf. *parvisaccatus* (Zauer) Krutzsch  
玻片号 L9(9); 产地层位同上。

