

海南岛石碌矿区石碌群化石孢粉的新发现

欧阳舒 李再平

(中国科学院南京地质古生物研究所)

长期来,海南石碌铁矿含矿地层,也就是石碌群的地质时代问题一直未能解决。

1976年以来,在前人工作的基础上,中国科学院华南富铁科研队,也作了不少野外调查和室内研究,取得了一些进展。

微体古植物方面,1976年曾作过报道,当时只见到简单、原始的大部分为 $30-40\mu$ 以下、光面圆形或具微弱纹饰的个体,及一些植物碎片,并与大茅群对比,因此,认为石碌群的时代可能属震旦纪—寒武纪。由于这些“古孢子”的时代延续较长,确切时代难以肯定。1978年4月,我们再次赴石碌补采钻孔样,结果在E19线CK714孔的第五层绢云母片岩的一个样品中,获得化石孢粉,从其组合面貌看,时代偏新,很可能是早石炭世晚期。

本文所有样品的实验室处理,由莫春华等同志负责,照相由毛继良、胡尚卿完成。

一、石碌矿区石碌群地层简介

简略地说,石碌群为一套巨厚的类复理式沉积建造,厚达2,000米左右;沉积物以细碎屑岩,泥岩及镁质碳酸盐岩为主,由下而上分为七层(见图1);上覆地层为三棱山组。这套地层组成呈北西西走向展布的石碌复式向斜,复向斜南、北翼为印支二期花岗岩所包围,西与“陀烈群”、东与石炭、二叠系呈断层接触。岩层经受了不同程度的区域变质,其后又经接触变质和动力变质,成为以千枚岩、片岩为主的一套变质岩系。

对于以上地层层序,目前各家的认识基本上是一致的;主要分歧在于六、七层和七层与

稜山组之间的接触关系,即牵涉到石灰顶组的“底砾岩”是否存在,以及“三棱山砾岩”的性质等问题。

本文材料主要是78年4月补采几个钻孔的样品(包括CK714、708、702、728及2孔),以及377采面、344采面东隧道口和三棱山组的一些露头样品,共选择56块样品进行分析,结果在E19线CK714孔的980米处(属石碌群第五层,绢云母片岩),发现了一定数量的化石孢粉;另外从702孔第七层贫铁矿和第六层白云岩的泥质、炭质灰岩夹层中,及708孔第七层的含铁石英细砂岩中,及露头剖面第六层(Hf897)、第七层(Hf69),发现一些极零星的孢粉和管胞;大英山南沟(Hf-502)原植物化石点发现一些管胞。这样,从石碌群第五层至第七层的个别层段,均已发现保存一般欠佳,碳化程度不一(在露头样品中碳化程度较高,特别是管胞和角质层)的微体植物化石。这就为石碌群的时代讨论提供了依据。

二、石碌群孢粉组合及其地质时代

(一) 第五层孢粉组合:

从上述CK714孔第五层发现下列分子:无环三缝孢亚类有:*Leiotriletes* sp., *Gulisporites* sp., *Punctatisporites?* sp., *Cyclogranisporites?* sp., *Apiculatasporites?* sp., 有环三缝孢亚类仅见 *Zonotriletes* gen. et sp., 单缝孢类有 *Laevigatosporites* sp., *Punctatosporites* sp., *Archaeoperisaccus* sp., *Pericutosporites?* sp.; 花粉大类中的具囊类有 *Cordaitina?* sp., *Vitreisporites* sp. 1, *Vitreisporites* sp. 2, 具沟类有 *Cycadopites* sp. 1和

图1 海南石碌矿区地层(含矿地层)柱状图



(主要根据冶金地质934队,海南铁矿资料编绘)

图 1 海南石碌矿区地层(含矿地层)柱状图

Cycadopites sp. 2。

上列成分之所以未鉴定到种,主要原因是孢粉数量不多,保存亦欠理想,特别是个体皆偏小(一般皆小于 48 μ),与已知组合或成分很难比较,勉强定老种或新种,未必对探讨地质时代有何补益,同时,对上覆地层时代已有动、植物化石确定的情况下,使我们有可能作出合理的判断。下面我们从这一孢粉组合所反映的植物群及其组成分子的地质历程(特别是下限),作一分析讨论。

由于沉积环境、保存条件等因素的限制,我们相信,上述孢粉只反映当时母体植物群的一部分,可能包括了蕨类(石松纲 *Archaeopteris*、真蕨纲 (*Laevigatosporites*, *Punctatosporites*)、种子蕨类(一部分三缝孢,可能还有部分

的 *Vitreisporites*)、古松柏类 (*Cordaitina* 及部分的 *Vitreisporites*)、古银杏类 (*Cycadopites*, 苏铁类是典型的中生代植物)等几大类植物。这反映了典型陆生维管束的植物群面貌,与下古生代或其以前的微体植物群大为不同。这里牵涉到两个问题,一是这些大类植物的已知地质历程的下限;一是陆生植物(与陆生维管束植物在概念上有差别)的起源问题。这两个问题是密切相关的。

从已知的大化石材料看,石松纲较可靠的记录,至少可以追溯到早泥盆世;真蕨纲植物最早出现于中泥盆世;所谓“原始裸子植物纲”(Progymnospermopsida)最早见于中泥盆世,但它们的“花粉”大多仍是三缝的,少数显示与单囊花粉有联系 (Beck, 1976); 种子蕨纲在晚泥

盆世或更早已出现, 其中开通目是典型的中生代植物。本文的 *Vitreisporites* 虽一般译为“开通粉”, 归入该属的花粉未必都出自开通目植物, 松柏纲亦可产类似的花粉; 科达类在晚泥盆世已出现; 较可信的松柏纲大化石最早记载于中晚石炭世 (mid-Pennsylvanian) (Frederiksen, 1972); 银杏类植物在我国最早见于中石炭世。因孢粉的确切亲缘关系难以肯定, 不可能具体地分析这个问题, 但从上述对大化石的记载可以看到, 这些大类植物一般未早于泥盆纪或石炭纪, 这就给我们提供了讨论时代的参考。虽然由于植物器官演进速度不同, 保存条件有异, 往往相同植物的器官在地层上出现的先后可能是有矛盾的, 具体地说, 某些植物的孢子花粉出现较叶、茎、干部的化石更早, 当然也可能有相反的情况。

关于陆生植物的起源, 以往有过许多分歧和争论 (Chaloner, 1967), 有的认为起源于寒武纪或更早的时代, 另一派认为不会早于志留纪, 目前看来后一种观点是占优势的, 至少, 目前较可信的最老维管束植物的记录 (*Cooksonia*) 是出自晚志留世 (Downtonian), 孢子组合方面则略早些 (下详)。但无论如何, 在晚泥盆世以前出现真正的松柏类或银杏类是难以想像的。

从目前已有的孢粉资料看, 前志留纪还没有公认的陆生植物记载。但在志留纪, 则无论非洲, 如利比亚下志留统 (上部相当 Llandoveryan 有植物孢子 Hoffmeister, 1959); 欧洲, 如英格兰的中志留世温洛克页岩 (Downié, 1963), 威尔斯的晚志留世 (至早泥盆世) (Richardson & Lister, 1969); 苏联西伯利亚中志留世 (Timofeev, 1963); 北美 (Cramer, 1968、1969; Gray & Boucot, 1971; Jenkins, 1971), 非洲北部 (Hoffmeister, 1959; Jardiné & Yapaudjian, 1968), 都有或多或少的三缝孢发现, 它们常被看作是陆生植物起源于志留纪的证据 (虽然三缝孢不是陆生植物所特有, 在苔藓、红藻亦有发现)。但都不如北非利比亚的黎波里的中、晚志留世塔内兹夫特组和阿卡斯斯组 (Richardson & Ioannides, 1973) 的孢子组

合那样丰富多采。该组合出现大约有 12—13 属, 约 50 种孢子, 最大约 85 μ , 最小仅 10 μ , 大多为 20—40 μ , 其最大的孢子比本文的孢子大得多。根据下述的理由, 更可以反证石碌群的孢子之所以普遍较小, 显然主要是受沉积作用选择的结果, 而不是其地质年代较利比亚这个组合老。因利比亚的这一孢子组合中, 无例外地都是三缝孢, 根本没有石碌群中那样的具气囊或具单沟的类型, 也没有单缝孢。所以我们认为石碌群的时代不可能属于志留纪。

早、中泥盆世以裸蕨植物为主, 植物群比较单调, 已知孢子组合虽然属种可能较多, 但反映植物群的分异, 却比晚泥盆世远为逊色。晚泥盆世则是陆生植物大分化的时期, 较原始的鳞木类、楔叶类、真蕨类和种子蕨类等已得到不同程度的发展。异孢植物从中泥盆世开始逐渐分异。泥盆纪孢粉组合的报道很多, 值得注意的是, 其组合中常大量出现的 *Retusotriletes*, *Apiculiretusispora*, *Verrucosiretusispora*, *Emphanisporites*, *Hystricosporites*, *Ancyrospora*, *Nikitinsporites*, *Tholispores*, *Cymbosporites*, *Archaeozonotriletes* 和 *Chelinospora*……等许多代表分子及晚泥盆世常见的 *Raistrickia*, *Densosporites*, *Lophozonotriletes*, *Spelaotriletes* 和 *Hymenozonotriletes* 的某些代表种, 皆未在本组合中出现, 唯一例外是 *Archaeoperisaccus* (关于这个属下面还要讨论)。因而石碌群属于泥盆纪的可能性是很小的。

本组合的蕨类孢子以 *Leiotriletes* 和 *Punctatosporites* 为主, 裸子植物花粉以 *Vitreisporites* 和 *Cycadopites* 为主。四个属孢粉粒数约占总数的 3/4, 其中 *Leiotriletes* 属在志留纪已出现 (Cramer, 1966), 但石碌的标本略接近欧、美中石炭世的 *L. adnatoides* Pot. et. Kr.; *Punctatosporites* 属最早见于早石炭世 (Doubringer & Rauscher, 1966; Luber, 1955), 虽原鉴定用的不是这个属名, 在这以前还未见记载, 石碌的这个属的标本, 比较接近欧、美中石炭世常见的 *P. minutus* Ibr.。具两气囊的花粉 *Vitreisporites* 一般说是从晚二叠世延到中生代, 甚至新生代

(Balme, 1970), 这种情况在一定程度上说明它是一个形态属, 当然不能仅仅据此, 即推论石碌群的时代不早于二叠纪, 因为从整个具囊花粉的演变看, 在早石炭世早期 (Hacquebard, 1957) 或中石炭世早期 (Smith & Butterworth, 1976), 已有分化颇好的两气囊花粉如 *Pityosporites* 的出现, 而这个属中也包括了一些个体较小的单维管束型两气囊分子, 如英国中石炭世报道的 *P. westphalensis* Williams 就是如此, 有的标本长轴仅 39μ (Smith & Butterworth, 同上), 比石碌的标本只稍大一点, 由此可见, *Vitreisporites* 型的花粉出现在早、中石炭世不是不可能的。*Cycadopites* 一般在二叠纪组合中较为显眼, 中生代起着更大的作用, 但与它大致相当的 *Entylissa* 在波兰早石炭世已有记载 (Jachowicz, 1970); 从大化石材料方面看, 石炭纪有其代表类型出现, 是理所当然的。总之, 这四个主要属中的三个属即 *Punctatosporites*, *Vitreisporites* 和 *Cycadopites*, 在前石炭纪尚无记载, 表明石碌群的时代偏新, 并显示具中石炭世色彩, 不大可能属泥盆纪。

组合中另一个值得注意的属是 *Archaeoperisaccus*, 虽然仅有一粒标本, 但属的鉴定基本可靠。该属是石松纲的小孢子, 在北半球许多国家都发现于晚泥盆世早期 (Frasnian), 被视为这一时期的标准分子, 但在我国云南中泥盆世晚期 (Givetian) 地层中已有报道 (卢礼昌等, 1978), 此外, 从山西河曲的下石盒子组也发现过一粒标本 (欧阳舒, 1964), 考虑到华北地台一般缺失泥盆系, 这一标本似乎也不是再沉积的, 如果客观情况果真如此, 那么这个属作为中、晚泥盆世的标志属的价值就减弱了。如果山西的标本是再沉积的, *Archaeoperisaccus* 属的出现即表明不能完全排除石碌群有属于晚泥盆世的可能。石碌的标本以其体积特小, 而区别于上述泥盆纪或二叠纪已知的分子。

其他如 *Laevigatosporites*, 在早泥盆世 (Siegenian) 已经偶尔出现 (Moreau-Benoit, A., 1972), 开始较多的存在是在石炭纪; *Punctatis-*

porites, *Cyclogranisporites*, *Apiculatasporites* 等, 在泥盆纪不同时期或多或少地出现, 虽然它们主要是石炭、二叠纪的常见分子; *Gulisporites* 是我国石炭、二叠纪的重要成分, 略类似的分子在中、晚泥盆世也出现。此外, *Cordaitina?* 和 *Pericatosporites?*, 因属的鉴定作了保留, 意义很难说, 从已有的记载看, 这两个属在泥盆纪尚未发现过; 主要是石炭、二叠纪成分, 还有 *Zonotriletes*, 因未鉴定到属, 确切时代不明, 但这类具环孢是在晚泥盆世, 特别是早石炭世才开始多起来的。

从上述分析, 我们可以看到, 石碌群这一组合, 尽管相当贫乏, 但却反映了一个颇为分异的陆地植物群背景, 其时代显然不会早于晚泥盆世的, 至于属晚泥盆世的可能性, 因 *Archaeoperisaccus* 等的存在, 并不能完全排除; 另一方面, 组合中有些属, 特别是 *Punctatosporites*, *Vitreisporites* 和 *Cycadopites* 三个主要属, 在泥盆纪尚未发现过, 是早石炭世或稍晚时代才开始出现的, 此外, 组合中有些种大致可与欧、美中石炭世的种比较, 显示出组合的较新面貌。

综上所述, 并考虑到上覆地层三棱山组的植物化石所推定的时代, 我们认为, 目前将石碌群的时代定为早石炭世晚期, 或可延续到中石炭世早期, 看来是可取的, 但属晚泥盆世的可能性也不能完全排除。

(二) 第六层及第七层 (石灰顶组) 的微体植物化石:

孢粉颇少, 孢子以 *Leiotriletes* 为主, 花粉有 *Cycadopites*, 形态与第五层所见相近, 只是个体要大些; 此外还有零星的裸子植物的具缘纹孔管胞(?)及角质层, 并已炭化成黑色, 看来是原生的。具缘纹孔管胞主要为松柏纲木质部的特征, 虽然所谓原始裸子植物纲的某些成员, 亦具此型管胞 (如 *Protopityales*, 见 Beck, 1976)。从上述少量材料看, 第六、第七层的微体植物组合面貌与第五层基本是一致的, 其地质时代亦应大致相同或略晚。

(三) 三棱山组的微体植物化石及其它动、

植物化石:

仅在三棱山东北方向的大英山南沟植物化石点 Hf 502 (即 P 1431), 见到个别的粒面单缝孢和一些裸子植物管胞(?), 显示出与下伏的石碌群有一定的联系。这一地点产植物化石, 经莫壮观鉴定, 有 *Sphenopteris* cf. *obtusiloba* Brongn., *Sphenopteris* sp., *Mariopteris* sp., *Pecopteris* sp. 和 *Neuropteris* sp., 其时代为石炭纪, 可能为中石炭世, 层位略高于三棱山的三棱山组 (Hf2)。

三棱山的三棱山组 Hf 2 化石点所产植物, 有 *Linopteris*? sp., *Lopinopteris*? sp., *Neuropteris* sp., *Neuropteris*? sp., *Pecopteris* sp., *Mariopteris* sp. 和 *Rhodea* sp., 其时代被定为早石炭世晚期—中石炭世早期。还采获一个可疑的腕足动物化石, 据金玉珩鉴定为? *Schellwienella*, 时代属石炭—二叠纪。这里还有海百合茎 *Cyclocyclicus* sp. 和其它化石碎片。

从这些植物分子看, 三棱山组在两个化石点皆产 *Mariopteris*, 而该属在国内、外下石炭统尚无记载, Hf 2 点的 *Linopteris* 也是这种情况, 虽属的鉴定作了保留。其它几个属从早石炭世已出现如 *Rhodea*, *Lopinopteris*, *Neuropteris* 和 *Pecopteris* 等, 时代分布较长, 均上延至中石炭世, 有的甚至延到二叠纪; 考虑到在下伏石碌群第五层的孢粉组合, 已显示出中石炭世色彩, 那么, 目前将三棱山组暂定为中石炭世似乎也是可以的。

总之, 根据现有的古生物资料, 我们认为石碌群、三棱山组分别代表海南早、中石炭世的沉积。下面简略讨论这一结论导至的地质意义。

关于第六层与第七层(石灰顶组)之间的间断问题, 张文佑 (1977)¹⁾ 提出二者之间“有明显的整合, 第七层底部的砾岩具底砾岩性质, ……看来不是反映一个简短的沉积间断, 而是代表了一个较长时期的剥蚀和侵蚀”, 而且认为“第七层底部砾岩在某些地段很像古冰川沉积”。有的同志认为一至六层和七层及其以上地层, 分别代表不同沉积建造类型的两大层群,

前者为地槽型, 后者为地台型, 二者之间以一个明显的整合面分界 (陈国达等, 1978)¹⁾。但从微体植物化石方面看, 第七层(石灰顶组)基本上承袭了第五层组合的面貌, 二者没有本质的区别, 特别是五层的组合既被定为早石炭世, 则它(包括第六层, 因五与六层之间从未发现什么间断)与石灰顶组之间, 即使有间断, 也是极为短暂的, 其理至明。据此, 我们将第七层(石灰顶组)一并归入石碌群。

关于三棱山砾岩的性质, 在石碌群和三棱山组的化石资料表明, 其时代为早石炭世—中石炭世, 那么, 在三棱山的三棱山组底部的砾岩, 就很可能不属于“底砾岩”性质, 至少不可能代表长时间(几个“纪”)间断形成的底砾岩。杨遵仪等 (1977)¹⁾ 曾根据钻孔资料和这层砾岩的特征, 推论其为“层间砾岩”, 三棱山组与石碌群之间为“整合或假整合接触”, 他们并结合沉积环境、区域对比的分析, 也“怀疑石碌群有属较新时期的可能”, 将其时代定为泥盆纪(?)。虽然他们推论的时代意见与本文的略有出入, 但他们的分析是颇有见地的。关于接触关系方面, 我们同意他们的意见。

关于海南岛海西期地槽问题, 陈国达等 (1978) 提到, “如果石碌群的上部经确定包括上古生界在内, 当有这种可能”, 他们并指出, 军营地区的军营群产石炭—二叠纪苔藓虫, 腕足动物等, 并含有中、基性火山岩的变质岩层, 可以作为存在这种可能性的参考。现在既然整个石碌群及其上覆的三棱山组均被归入石炭系, 而石碌群的厚度已达 2,000 米, 同时其它特征如大多数地层韵律明显, 表现出类复理式建造特征, 且遭受不同程度变质, 褶皱相当强烈, 多作紧闭型, 亦不乏火山喷出的物质成分(如两透岩中), 海西末期的花岗岩的广泛存在等等, 都表明在

1) 内刊资料:

张文佑, 1977: 海南富铁矿地质科研会议纪要。

陈国达等, 1978: 海南岛石碌式铁矿的大地构造成矿条件初探。成矿研究, 第 2 期。

杨遵仪等, 1977: 关于石碌矿区地层的划分与对比。广东冶金地质, 第 1 期。

本区海西旋迴的大地构造性质属于地槽型。这将对海南岛的海西构造层中寻找富铁矿有很大的意义(所谓建控)。

石碌群的时代确定为早石炭世,为矿区及其它地区相关地层的对比,提出了新的问题,如它与军营地区的“军营群”、海南岛西北部广泛分布的“陀烈群”(现大部分已划归石炭系)等的关系究竟怎样,以及石碌群与湘、赣、闽、浙、粤等省的石炭系,尤其是与沿海一带的已知石炭纪铁矿(如福建早、中石炭世的马坑铁矿)关系如何,有无成因上的联系,都是值得注意的。

三、关于本文微体化石的可靠性

本文的微体化石,特别是从第五层所得的孢粉,是否可靠,会不会是污染的结果?经过审慎考虑,这种可能性是很小的,理由如下:

(一) 所有样品在正式浸解以前,都经过清洁处理,同时处理的 26 块都是岩芯样,岩石结构致密坚实,未见裂缝。

(二) 第五层以上层位(六、七层和三稜山组)发现的少量孢粉,虽然属相同,但个体较第五层要大,这表明第五层的孢粉不是上伏层位淋滤下来的。

(三) 从第五层孢粉本身特征看,孢粉粒数尚多,然属、种比较单调,显示的时代意义没有明显的混染性,特别是孢粉大小颇为一致,如果是污染的次生组合,就不会是这种情况。

(四) 从岩性看,孢粉是从具深灰色条纹(韵律)的绢云母石英片岩中分离出来的,这种岩石的原岩,应为泥质粉砂岩和粉砂质泥岩,这类岩性含孢粉的可能性通常是较大的。

(五) 在一些层位发现的少量木质部管胞和植物表皮(角质层),皆已碳化成黑色,而孢粉常为棕黄色,一个合理的解释,是管胞等的组成主要为纤维素,比孢粉容易碳化,虽然变质温度条件相同或大致相近,最后影响和色泽却不相同。这种“相辅相成”的关系,见于浅或中等变质地层,反而是“原生”的更可信的表征。

从“污染”这个角度考虑,不外二种可能性

(参见 Wilson, 1964): (1) 再沉积。如果第五层的孢粉是再沉积的(即由老地层经剥蚀、搬运),那反而证明石碌群(至少是第五层)的时代要更年轻,从三稜山组的已知地质时代看,这种可能性显然是不存在的。(2) 老地层“污染”到新时代的孢粉,通常只有两种情况,一种是老地层在地史上有洞穴或喀斯特地貌存在,自然可能充填新时代的沉积,但这一般是碳酸岩地层所特有的(即使有其它类型的洞穴充填,其分布面积也是极其有限的),以此来解释钻孔中的石碌群厚度较大,在矿区分布颇广,韵律清楚的第五层碎屑岩,是无论如何讲不通的;第二种是,低角度逆掩断层的存在,使老地层超覆在新地层之上,但具体对石碌群 714 孔来讲,该钻孔并无此种逆掩断层发现,而且样品是取自第五层、即石碌群内部,岩性与露头剖面所见完全可以对比,与第七层及三稜山组岩性则不同,在露头剖面亦从未发现第五层超覆在第七层或三稜山组之上的情况。所以这种可能性也是不存在的。

综上所述可作几点结论如下:

(1) 本文报道的微体植物化石是原生的,而非污染的。

(2) 根据孢粉组合推论石碌群的时代,很可能属于早石炭世晚期,或可延续到中石炭世早期,但属于晚泥盆世的可能性不能完全排除。

(3) 石灰顶组与石碌群第六层之间,没有大的间断,基本上是连续沉积,以并入石碌群较为妥当。所谓“三稜山砾岩”可能不代表大的沉积间断,很可能属层间砾岩。

(4) 海南岛确有海西期地槽存在。石碌群与内陆石炭系的关系,特别是与沿海已知石炭纪铁矿的关系值得注意。

四、孢子花粉描述

化石孢子大类 *Anteturma Sporites* H. Potonie

无环三缝孢类 *Turma Triletes* (Reinsch) Potonie & Kremp

无环三缝孢亚类 *Subturma Azono-*

triletes Luber

光面或近光面系 **Infraturma Laevigati**
(Bennie & Kidston) Potonie
& Kremp

光面三缝孢属 **Genus Leiotriletes** (Na-
umova) Potonie & Kremp, 1954

光面三缝孢(未定种) **Leiotriletes sp.**

(图版 I, 图 1、2、40、41)

极面轮廓三角形, 三边略平或微内凹, 角部钝圆, 大小 48 (40.8) 33 μ (测 4 粒)。三射线清晰, 几伸达角部, 常开裂, 外侧外壁色较深, 呈弓形堤状结构。外壁一层, 厚约 1.5 μ ±, 表面平滑, 或因次生而微粗糙。浅棕黄—棕色。

当前标本与欧美中石炭世常见的 *L. adnatooides* Pot. & Kr. 略相似, 但后者有时表面具细颗粒。

匙唇孢属 **Genus Gulisporites Imgrund, 1960**
匙唇孢(未定种) **Gulisporites sp.**

(图版 I, 图 3—5)

极面轮廓圆三角形, 三边微凸, 角部钝圆, 大小 28 (24) 22 μ (测 3 粒)。三射线具发达的唇, 几伸达角部, 顶部或多或少膨大、卷起略呈匙状; 外壁一层, 厚约 1 μ , 或具次生(?)的小穴, 表面平滑, 偶具褶皱。棕黄色。

当前孢子与波兰石炭纪 (Namur A-Westfal C) 的一种所谓 *Laevigatosporites minimalis* cf. *pula* Jachowicz (1957, 74 页, 图版 9, 图 1、2) 颇为相似, 后者亦很小 14 (22) 25 μ , 并具较发达的唇。

圆形光面孢属 **Genus Punctatisporites**
(Ibrahim) Potonie & Kremp, 1954

圆形光面孢(?) (未定种) **Punctatispo-
rites? sp.**

(图版 I, 图 6)

极面轮廓近圆形, 大小 22 μ 。三射线不清楚, 外壁厚约 1.5 μ , 表面无纹饰, 但微粗糙。棕

黄色。

凸饰面系 **Infraturma Apiculati** (Bennie &
Kidston) R. Potonie

颗粒面亚系 **Subinfraturma Granulati**
Dybova & Jachowicz

圆形粒面孢属 **Genus Cyclogranisporites**
Potonie & Kremp, 1955

圆形粒面孢(?) (未定种) **Cyclogranispo-
rites? sp.**

(图版 I, 图 7 a、b、8)

极面轮廓圆形, 大小 31—28 μ (测 2 粒)。三射线单细, 长几等于 R, 表面具细颗粒纹饰, 高和直径约 1 μ , 末端尖突或微浑圆, 分布不甚密, 轮廓线略不平整。外壁厚 1—1.5 μ , 具不规则褶皱。棕黄—棕色。

刺面亚系 **Subinfraturma Nodati** Dybova
& Jachowicz

圆形细刺孢属 **Genus Apiculatasporites**
Ibrahim, 1933

圆形细刺孢(?) (未定种) **Apiculatas-
porites? sp.**

(图版 I, 图 9)

极面轮廓近圆形, 大小 28.7 μ 。三射线不明显 (因纹饰与较不规则的褶皱)。外壁一层, 约 1.5 μ , 表面覆以细锥刺状纹饰, 末端尖, 高和直径约 0.5—1 μ , 分布较密, 轮廓线细锯齿状。棕黄色。

带环三缝孢亚类 **Subturma Zonotriletes**
Waltz

带环系 **Infraturma Cingulati** Potonie
& Kremp

具环三缝孢(未定属、种) **Zonotriletes**
gen. et sp.

(图版 I, 图 12)

极面轮廓圆三角形, 大小 33 μ 。三射线不

μ , 约为本体半径的 1/3 以上, 其上无纹饰。外壁薄, 约 1μ 。棕黄—棕色。

单缝孢类 *Turma Monoletes Ibrahim*

无环单缝孢亚类 *Subturma Azonomoletes Luber*

光面单缝孢系 *Infraturma Laevigatomoleti Dybova & Jachowicz*

光面单缝孢属 *Genus Laevigatosporites Ibrahim, 1933*

光面单缝孢(未定种) *Laevigatosporites sp.*

(图版 I, 图 13, 14?)

极面轮廓宽椭圆形, 侧面豆形, 远极面强烈凸出, 大小 $18 \times 15.5\mu$ 。单射线长约 2/3 长轴, 沿裂缝中部有时开裂, 两侧具唇状加厚, 约 2μ , 颜色深。外壁厚约 $1.5\mu \pm$, 表面无纹饰。浅黄—浅棕黄色。

另一标本(图 14), 大小 $21 \times 15\mu$, 因单射线不清楚, 暂保留地归入此种内。

具纹饰单缝孢系 *Infraturma Sculptatomoleti Dybova & Jachowicz*

粒面单缝孢属 *Genus Punctatosporites*

Ibrahim, 1933

粒面单缝孢(未定种) *Punctatosporites sp.*

(图版 I, 图 15—22, 42)

极面轮廓椭圆至宽椭圆形, 侧面肾形或椭圆形, 大小 $31(22)17 \times 18(16)9\mu$ (测 14 粒)。单射线细, 长约 1/2—2/3 长轴之间, 不分叉。外壁一层约 1μ , 表面具颇细密颗粒或内颗粒, 粒径 $\leq 1\mu$ 。轮廓线微凹凸不平。浅棕黄色。

另一标本(图 42), 其它特征与上述一致, 仅个体稍大 $39.8 \times 28\mu$, 暂也归入此种内。

当前标本与欧美中石炭世常见的 *P. minus Ibr.* (Potonié & Kremp, 1956) 颇为相似, 又前者大多略小一些, 我国二叠纪常见的 *P. rygmaus* (Imgr.) 射线长, 颗粒更明显。就 *Punc-*

atosporites 这个属说来, 至迟在早石炭世已出现 (Doubinger et Rauscher, 1966; Luber, 1955)

粒面单缝孢(?) (未定种) *Punctatosporites? sp.*

(图版 I, 图 23)

极面近椭圆形至宽椭圆形, 侧面肾形至椭圆形, 大小 $24 \times 17\mu$ 。单射线细, 长约 2/3 长轴长, 不分叉, 破裂。表面具极细内颗粒状纹饰。轮廓线平整。外壁 $1\mu \pm$ 。浅棕黄色。

具周壁单缝孢系 *Infraturma Perinomoleti Erdtman*

光面周壁单缝孢属 *Genus Pericutosporites Imgrund, 1960*

光面周壁单缝孢(?) (未定种) *Pericutosporites? sp.*

(图版 I, 图 11)

轮廓宽椭圆形, 大小 $24.3 \times 19.9\mu$ (包括周壁)。本体 $19.9 \times 17.7\mu$, 被一层薄而柔弱、透明的周壁包围, 周壁具褶皱。单射线不清楚。表面微粗糙, 黄色。

古周囊孢属 *Genus Archaeoperisaccus (Naumova) R. Potonie*

古周囊孢(未定种) *Archaeoperisaccus sp.*

(图版 I, 图 10a, b)

轮廓椭圆形, 大小 $28.7 \times 17.7\mu$ 。本体纺锤形, 大小 $19.9 \times 13.2\mu$, 近极中部具一与孢子长轴平行的裂缝, 覆以粗强的脊状隆起, 其中部稍折曲, 伸入“囊”(环)内, 环囊和本体均具极细而均匀的颗粒状纹饰, 粒径约 0.5μ , 轮廓线微波状。棕黄—棕色。

这一孢子, 虽然有点破碎, 但构造尚清晰, 属的鉴定当无问题。由于该属孢子以往主要见于晚泥盆世, 故对石碌群地层时代确定颇有意义。以孢子特小而区别于已知的种。

不能鉴定的孢子类型 1 Indeterminable spore, Type 1

(图版 I, 图 24, 25)

标本保存欠佳, 因破裂和褶皱不能确切描述, 原可能为圆形, 直径 35—37.6 μ 。三射线(?)不清楚。外壁薄 < 1 μ , 表面平滑, 棕黄色。

不能鉴定的孢子类型 2 Indeterminable spore, Type 2

(图版 I, 图 26)

轮廓近圆形, 大小 22.1 μ 。三射线明显, 单细, 长约 2/3 半径长以上。外壁一层, 约 1 μ , 表面具瘤状纹饰, 大小约 1.5 μ ±, 分布稍稀, 瘤间隙宽, 绕边一周约 30 个±。轮廓线明显微波状, 棕—深棕色。

不能鉴定的孢子类型 3 Indeterminable spore, Type 3

(图版 I, 图 44)

孢子(?)轮廓三角形, 局部破裂, 大小约 80 μ , 似具内网状结构(?)。轮廓线微不平整, 标本强烈炭化呈黑色。

化石花粉大类 Anteturma Pollenites R. Potonie

带气囊类 Turma Saccites Erdtman

单气囊亚类 Subturma Monosaccites

(Chitaley) Potonie & Kremp

无射线系 Infraturma Aletesacciti

Leschik

科达粉属 Genus *Cordaitina* Samoilovich, 1953

科达粉(?) (未定种) *Cordaitina?* sp.

(图版 I, 图 27)

标本保存不全, 单气囊(?)花粉, 轮廓宽椭圆形, 大小约 40 × 26 μ 。中部具一“井”字形较透明区, 本体轮廓不清。外壁薄, 约 1 μ , 具褶皱, 未见射线或沟。表面具不很密的细刺或细

颗粒纹饰, 饰粒 < 1 μ 。深棕色。

双囊亚类 Subturma Disaccites Cookson 开通粉属 Genus *Vitreisporites* (Leschik) Jansonius, 1962

开通粉(未定种 1) *Vitreisporites* sp. 1

(图版 I, 图 28, 29a, b)

两气囊花粉, 极面略呈哑铃形或狭卵圆形, 大小 28.7 × 15.5—24.3 × 17.7 μ (测 2 粒)。本体小, 呈椭圆形或扁圆形, 大小 14 × 6—9 × 15.5 μ , 两侧有弧形的气囊着生线, 色较深, 表面无纹饰。气囊大于半圆, 有时包围本体, 但与本体间无明显夹角, 大小 15.5 × 11(17.7 × 9)—13.3 × 15.5(14.4 × 12) μ , 远极基之间的间距很窄。本体和气囊具细内网状结构, 孔径一般 < 1 μ , 网脊细。黄棕—棕黄色。

开通粉(未定种 2) *Vitreisporites* sp. 2

(图版 I, 图 30, 31)

极面观椭圆形, 大小 31 × 17—29 × 22 μ 。本体轮廓圆形至亚圆形, 大小 17.7(20 × 17.7) μ (测 3 粒)。外壁粗糙—细内网状。气囊小于半圆形, 大小 24.3 × 14—17.7 × 13 μ 与本体相交无明显角度, 纹饰为细内网状, 孔径约 1 μ 。黄色。

与前一种区别是气囊相对较小, 远极基间距较宽。

单沟亚类 Subturma Monocolpates Iversen & Troels-Smith

苏铁粉属 Genus *Cycadopites* (Wodehouse) ex Wilson & Webster, 1946

苏铁粉(未定种 1) *Cycadopites* sp. 1

(图版 I, 图 32—37, 43)

轮廓长椭圆形, 两端尖或钝圆, 大小 486(35.6)26.5 × 28(14.5)10 μ (测 6 粒), 具一单沟, 沟常宽, 伸达两端, 沟缘不很清楚。外壁薄约 1 μ , 表面具不规则细颗粒或微粗糙, 常具褶皱。棕黄色。

另一标本(图 43), 形态一致, 仅个体较大达 $66.3 \times 28 \mu$, 棕色, 暂归入此种内。

苏铁粉(未定种 2) *Cycadopites* sp. 2

(图版 I, 图 38、39)

轮廓椭圆形或纺锤形, 两端浑圆或微尖, 大小 $26(22.9)17 \times 22(13.2)8 \mu$ (测 9 粒)。具一单沟, 开裂, 一般伸达两端, 两端较宽圆, 中间较窄, 呈“8”字型, 并具沟缘。外壁约 $1 \mu \pm$, 表面平滑。棕黄色。

裸子植物管胞(?)类型 1 *Tracheid* of *Gymnospermae*(?), Type 1

(图版 I, 图 45)

木质部化石碎片, 长条形, 单行具缘纹孔管胞, 纹孔分布间距约 $26(22)11 \mu$ 不等, 纹孔直径 6.6μ , 孔缘宽约 $1.5 \mu \pm$, 纹孔塞明显, 表面光滑。深棕色。

亲缘关系不明管胞(?)类型 2 *Tracheid*(?) of unknown affinity, Type 2

(图版 I, 图 46、47)

木质部管胞碎片, 轮廓不规则长方形, 其上具纵横两组肋条, 梯纹(横肋)间距大致相等, 宽约 2.5μ , 间距约 4μ , 与梯纹大致垂直还具纵纹数条, 色较深, 宽约 5μ , 间距 $6-8 \mu$ 不等。黄棕一棕黑色。

亲缘关系不明之角质层类型 1 *Cuticle* of unknown affinity, Type 1

(图版 I, 图 48、49)

角质层碳化程度很深(黑色), 性脆易碎, 表皮细胞纵行排列, 壁强烈弯曲作细齿状紧密交错, 细胞长矩形, 有时二者之间具某种短细胞降解后的空隙, 气孔器成单行纵向排列, 保卫细胞不下陷, 上下相邻的气孔器共有极副卫细胞。(参照图 2)。

从表皮细胞壁形态及气孔器特征看, 当前示本与古生代科达目, 或某些具弯曲壁的种子

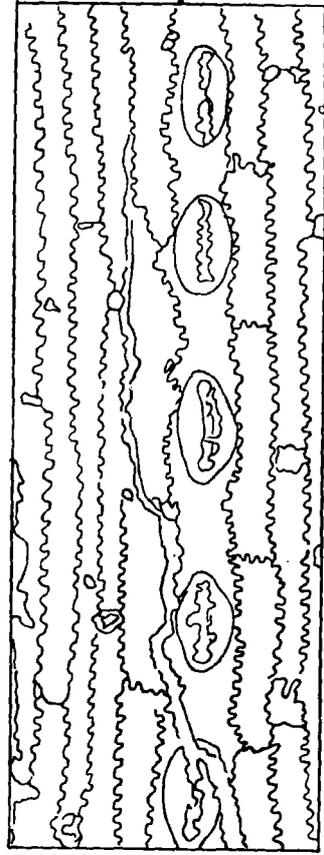


图 2 示表皮细胞及气孔器排列之大致形态, 标本号: Hf 897

蕨(如 *Neuropteris*, *Cyclopteris*)、松柏纲或中生代的苏铁、本内苏铁目的表皮、气孔器皆不相同, 故亲缘关系难以肯定。现代单子叶植物中(如禾本科的某些属种)的表皮具略相似的形态, 但其保卫细胞两侧之副卫细胞在两极相交处凹陷。我们将一些草本植物表皮用与本文处理化石孢粉同样的方法浸解, 结果其颜色皆为黄一棕黄色, 并未变成黑色; 故亦难以肯定是否为污染的结果。暂记于此, 备以后参考。

主要参考文献

- 中国科学院南京地质古生物研究所: 北京植物研究所〈中国古生代植物〉编写小组, 1974: 中国植物化石第一册, 中国古生代植物。中国各门类化石。科学出版社。
卢礼昌, 欧阳舒, 1978: 云南沾益龙华山泥盆纪大孢子。古生物学报, 第 17 卷, 第 1 期。
欧阳舒, 1964: 山西河曲下石盒子组孢子花粉的初步研究。古

生物学报, 第 12 卷, 第 3 期。

- Chaloner, W. G., 1967: Spores and land-plant evolution. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 1, 83—93.
- Cramer, F. H., 1968: Palynologic microfossils of the Middle Maplewood Shale in New York. *Rev. Micropal.*, 11(2), 61—70.
- Doubinger, J. et Bauscher, R., 1966: Spores du Viséen marin de Bourbach-le-Haut dans les Vosges du Sud. *Pollen et Spores*, 8(2), 361—405.
- Dybova, S. et Jachowicz, A., 1957: Microspores of the Upper Silurian Coal Measures. *Inst. Geol. Prace*, 23, 1—328.
- Gray, J. et Boucot, A. J., 1971: Early Silurian spore tetrads from New York. Earliest New World evidence for vascular plants, *Science*, 173, 4000, 918—921.
- Hacquebard, P. A., 1957: Plant spores in coal from the Horton Group (Mississippian) of Nova Scotia. *Micropaleontology*, 3(4), 301—324.
- Hoffmeister, W. S., 1959: Lower Silurian plant spores from Libya. *Ibid.* 5(3), 331—334.

- Jachowicz, A., 1970: Tournaisian and Upper Viséan microfloras of the Swiety Krezysz Mountains (Central Poland), their stratigraphical and palaeogeographical value. 6th Congr. Intern. Strat. et Geol. Carb. *Compte Rendu*, 3, 983—989.
- Potonié, R. und Kremp, G., 1955: Die Sporae dispersae des Ruhrkarbons usw. Teil. I. *Palaeontographica*, 98, 1—186.
- Smith, A. H. V. et Butterworth, M. A., 1967: Microspores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. *Special Papers in Palaeontology*, 1, 1—324.
- Richardson, J. B. et Ioannides, N., 1973: Silurian palynomorphs from the Tanezzuft and Acaeus Formation, Tripolitania, North Africa. *Micropaleontology*, 19(3), 257—307.
- Wilson, L. R., 1964: Recycling, stratigraphic leakage, and faulty techniques in palynology. *Grana Palynologica*, 5(3), 425—436.

[1979年3月24日收到]

DISCOVERY OF FOSSIL POLLEN AND SPORES FROM THE SHILU GROUP OF HAINAN ISLAND

Ouyang Shu Li Zai-ping

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Abstract

The Shilu area in southwestern Hainan Island is well-known for its productive high-grade iron ores. The geological age of the iron-formation (i.e. the Shilu Group) has, however, long been a subject of dispute. Different ages ranging from Precambrian to Triassic were previously postulated for this unit, but none of them has gained general acceptance due to absence of any fossil evidence.

The Shilu Group, a Flysch-like formation, is composed mainly of elastics and carbonate rocks, especially dolomites, metamorphosed into a greenstone facies, attaining a thickness of about 2,000 m in the iron mine. It may be divided in ascending order into seven beds (I—VII), the sixth being the main iron formation. The Shilu Group is overlain by the Shanling-

shan Formation where occur poorly preserved fossil plants as identified to be *Linopteris?* sp., *Neuropteris* sp., *Neuropteris?* sp., *Pecopteris* sp., *Mariopteris* sp. and *Rhodea?* sp., etc. These fossils suggest an age of late Early Carboniferous-early Middle Carboniferous. The contact relation between the Shilu Group and the Shanlingshan Formation is still in dispute.

Over 200 samples collected from both outcrops and bore-holes have been prepared for palynological investigation but most of them proved to be barren of microfossils. The present paper is intended to report the first discovery of some fossil spores and pollen grains from a core sample in sericite-schist of Bed V of this Group and to discuss the geological age in question. In the rather poor assem-

blage, pteridophytic spores consists mainly of *Leiotriletes* and *Punctatosporites*, and gymnospermous pollen chiefly of *Vitreisporites* and *Cycadopites*. Other elements, such as *Gulisporites* sp., *Punctatisporites?* sp., *Cyclogranisporites?* sp., *Apiculatasporites?* sp., *Zonotriletes* gen. et sp., *Laevigatosporites* sp., *Pericutosporites?* sp. and *Archaeoperisaccus* sp. are occasionally present. All the specimens are uniformly small in diameter (48a). This information together with the relevant petrographic and tectonic features as well as the careful procedures in maceration exclude the possibility that the microfossils are contaminated. In addition, a few spores, cuticles and tracheids(?) are also found from Bed

VII and the overlying Shanlingshan Formation. Taken as a whole, the assemblage of the Shilu Group has the aspect of a late Paleozoic microflora. In view of the fact that the age of the plant-bearing Shanlingshan Formation has been settled ($C_1^2-C_2^1$), the Shilu Group is therefore assigned to the late Early Carboniferous, although a possible late Devonian or especially early Middle Carboniferous age can not be excluded, judging from the palynological evidence alone. From the age determination given above, the inevitable inference is that the deposition between the Shilu Group and Shanlingshan Formation was continuous, or that the interruption, if any, was small.

图 版 说 明

除注明倍数者外,所有标本皆放大 600 倍。图 1—39, 标本产自石碌群第五层。图 40—49, 产自上覆层位。薄片保存在中国科学院南京地质古生物研究所。

图 版 I

- 1、2. 光面三缝孢(未定种) *Leiotriletes* sp.
1. 标本号: 980(2); 2. 标本号: 980(23)。
- 3—5. 匙唇孢(未定种) *Gulisporites* sp.
3. 标本号: 980(19); 4. 标本号: 980(14); 5. 标本号: 980(30)。
6. 圆形光面孢(?) (未定种) *Punctatisporites?* sp.
标本号: 980(5)。
- 7a、b、8. 圆形粒面孢(?) (未定种) *Cyclogranisporites?* sp.
7a、b. 标本号: 980(7); 8. 标本号: 980(15)。
9. 圆形细刺孢(?) (未定种) *Apiculatasporites?* sp.
标本号: 980(10)。
- 10a、b. 古周囊孢(未定种) *Archaeoperisaccus* sp.
10a、b. 标本号: 980(18)。
11. 光面周壁单缝孢(?) (未定种) *Pericutosporites?* sp.
标本号: 980(24)。
12. 具环三缝孢(未定属、种) *Zonotriletes* gen. et sp.
标本号: 980(14)。
13. 光面单缝孢(未定种) *Laevigatosporites* sp.
标本号: 980(24)。
14. 光面单缝孢(?) (未定种) *Laevigatosporites?* sp.
标本号: 980(25)。
- 15—22. 粒面单缝孢(未定种) *Punctatosporites* sp.
15、17、20. 标本号: 980(活); 16. 标本号: 980(9); 18. 标本号: 980(12); 19. 标本号: 980(11); 21. 标本号: 980(19); 22. 标本号: 980(15)。
23. 粒面单缝孢(?) (未定种) *Punctatosporites?* sp.
标本号: 980(15)。
24. 不能鉴定孢子类型 1 Indeterminable spore, Type 1
标本号: 980(12); 25. 标本号: 980(12)。
26. 不能鉴定孢子类型 2 Indeterminable spore, Type 2 标本号: 980(18)。
27. 科达粉(?) (未定种) *Cordaitina?* sp.
标本号: 980(23)。
- 28、29a、b. 开通粉(未定种 1) *Vitreisporites* sp. 1
28、29a、b. 标本号: 980(23)。
- 30、31. 开通粉(未定种 2) *Vitreisporites* sp. 2
30. 标本号: 980(8); 31. 标本号: 980(29)。
- 32—37. 苏铁粉(未定种 1) *Cycadopites* sp. 1
32. 标本号: 980(13); 33. 标本号: 980(21); 34. 标本号: 980(27); 35. 标本号: 980(26); 36. 标本号: 980(19); 37. 标本号: 980(28)。
- 38、39. 苏铁粉(未定种 2) *Cycadopites* sp. 2
38. 标本号: 980(25); 39. 标本号: 980(24)。
- 40、41. 光面三缝孢(未定种) *Leiotriletes* sp.
40. 标本号: 708 孔-73M(活); 41. 标本号: 702 孔-75M(活)。均产于石碌群第七层(原石灰顶组)。
42. 粒面单缝孢(未定种) *Punctatosporites* sp.
大英山南沟, 三稜山组, 标本号: Hf 502。
43. 苏铁粉(未定种 1) *Cycadopites* sp. 1
石碌群第六层, 标本号: 702 孔-243M(活)。
44. 不能鉴定的孢子类型 3 Indeterminable spore, Type 3
石碌群第七层(原石灰顶组), 标本号: Hf 69(6)×500。
45. 裸子植物管胞(?) 类型 1 Tracheid of Gymnospermae(?), Type 1
大英山南沟, 三稜山组, 标本号: Hf 502。
- 46、47. 表皮梯纹导管, 亲缘关系不明管胞(?) 类型 2 Tracheid(?) of unknown affinity, Type 2
大英山南沟, 三稜山组, 标本号: Hf 502。
- 48、49. 亲缘关系不明之角质层类型 1 Cuticle of unknown affinity, Type 1
石碌群第六层, 标本号: Hf 897。

