

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

湖南泥盆—石炭系界线层孢子组合 及其地层意义

高联达

(中国地质科学院地质研究所, 北京)



本文通过对湖南晚泥盆世和早石炭世早期地层孢子研究, 自下而上建立了5个孢子带, 1). *Retispora lepidophyta*-*Knoxisporites literatus* (I.L.) 带; 2). *Retispora lepidophyta*-*Hymenozonotriletes explanatus* (I.E.) 带; 3). *Retispora lepidophyta*-*Verrucosisporites nitidus* (I.N.) 带; 4). *Vallatisporites verrucosus*-*Aneurospora incohatus* (VI) 带; 5). *Baculatisporites fusticulus*-*Auroraspora macra* (FM) 带。前三个带属泥盆系, 后两个带属石炭系。在湖南中部泥盆、石炭系界线划在邵东组与孟公坳组之间, 湘西北地区划在梯子口组与长阳组之间。湖南晚泥盆世至早石炭世孢子带基本上可与华南和西藏珠穆朗玛峰地区同期孢子带对比, 亦可与西欧、苏联和北美有关孢子带比较。

湖南泥盆—石炭系界线层(界线附近地层, 下同)发育良好, 湘南以浅海碳酸岩沉积为主, 湘中和湘西北地区以浅水碎屑岩和碳酸岩沉积为主。湘中地区泥盆、石炭系界线研究历史悠久, 是我国泥盆、石炭系界线重要研究地区。

泥盆、石炭系界线问题争论已久, 在第9届国际石炭纪地层和地质大会上^①, 国际泥盆、石炭系界线工作组提出以牙形石划分泥盆、石炭系界线的意见, 即以 *Siphonodella praesulcata* 至 *S. sulcata* 的演化系列中, 以 *S. sulcata* 的首次出现作为石炭系的开始。

近年来, 许多孢粉学者与研究牙形石、有孔虫和菊石的学者一起对泥盆—石炭系界线层进行研究, 取得了突破性进展, 建立了系统而又完整的泥盆—石炭系界线层的孢子带, 经西欧、苏联、北美和中国广泛应用证明是行之有效的。

本文大部分样品是笔者于1980年和1981年在湖南进行地质调查时在双峰界岭、涟源雷鸣桥、新化欧家冲、邵东余田桥、桃江吴家坊和澧县三门水库等剖面采集的。此外还有王根贤同志在新化四毛湾(十八毛湾), 新邵马拦边, 邵阳祠堂和益阳牛轭湾系统采集的样品共计300余块, 90%以上均含有丰富的孢子和其它孢型(Palynomorphs)化石, 为研究泥盆—石炭系界线层的孢子提供了丰富的材料。

一、湖南泥盆—石炭系界线层的孢子带

湘中地区锡矿山组为碎屑岩沉积, 在新化锡矿山四毛湾(十八毛湾)和欧家冲、邵阳祠堂、邵东界岭、涟源雷鸣桥和桃江吴家坊等地该组顶部产有丰富的孢子, 以含 *Retispora lepidophyta*

① 1979年在美国召开。

本文1987年10月收到, 1989年8月改回, 萧品芳编辑。

和 *Knoxisporites literatus* 为特征, 称 *Retispora lepidophyta*-*Knoxisporites literatus* (LL) 带, 主要有: *Vallatisporites pusillites*, *Aneurospora greggsii*, *Cymbosporites cyathus*, *Rhabdosporites parvus*, *Corystisporites multipinosus*, *Retispora cassicula*, *Grandispora cornuta*, *Samarisporites concinnus*, *Retusotriletes triangulatus*, *Geminospora* spp. 和 *Discernisporites micromani festus* 等。该孢子带与西欧的 LL 带相似^[1], 该带有部分可能属 LE 带, 时代为晚泥盆世法门阶晚期 (Fa2c—Fa2d)。

湘中新邵马拦边剖面, 晚泥盆世锡矿山组之上为邵东组, 为浅海碎屑岩夹碳酸岩沉积, 下部产丰富的孢子, *Retispora lepidophyta* 继续出现, 但开始出现: *Hymenozonotriletes explanatus*, *Densosporites spitsbergensis*, *Retispora lepidophyta* var. *tener*, *Asperospora acuta*, *Vallatisporites vallatus*, *Grandispora echinata*, *Dibolisporites* sp., *Dictyosporites nigratus*, *Cymbosporites formosus* 和 *Aneurospora involucra*, 称 *Retispora lepidophyta*-*Hymenozonotriletes explanatus* (LE) 带 (表1及图版 I, II)。此外还有少量疑源类 (Acritarchs) 和虫颚 (Scolecodonts) 化石。

该剖面邵东组上段除 LL 带中的许多种继续出现, 还出现一些新的种, 同时有的种消失。*Retispora lepidophyta* 继续出现, 但含量减少, 一般为总含量 1—3%。第一次出现的种有: *Verrucosisporites nitidus*, *Tumulispora rarituberculata*, *T. variverrucata*, *Hymenozonotriletes varius*, *Dictyotriletes submarginatus*, *Spelaeotriletes obtusus*, *S. resolutus*, *Auroraspora macra*, *Aneurospora incohatus*, *Geminospora* 和 *Cymbosporites* 含量丰富, 占总含量 20% 左右, 有的样品可占总含量 50%, 该带称 *Retispora lepidophyta*-*Verrucosisporites nitidus* (LN) 带, 基本上可与西欧 LN 带比较, 时代为斯特隆阶最晚期 (相当 Tn1a-Tn1b 的下部)^[1]。

新化四毛湾剖面, 邵东组厚 137.2m, 下部出现的孢子主要有: *Retispora lepidophyta*, *R. lepidophyta* var. *tener*, *Vallatisporites pusillites*, *Aneurospora greggsii*, *Grandispora cornuta*, *G. echinata*, *Verrucosisporites depressus*, *Geminospora* spp., 和 *Cymbosporites* spp. 等。邵东组上部除 *Retispora lepidophyta* 和 *Vallatisporites pusillites* 继续出现外, 主要还有: *Retispora lepidophyta* var. *minor*, *Rugospora flexuosa*, *Acinosporites acanthomammillatus*, *Spelaeotriletes crustatus*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Vallatisporites vallatus*, *Tumulispora rarituberculata*, *Densosporites spitsbergensis*, *Stenozonotriletes extensus*, *Rhabdosporites parvus*, *Geminospora* spp., *Grandispora echinata* 和 *Cymbosporites formosus* 等。疑源类和虫颚化石常出现, 但种类和含量少。

新化锡矿山地区, 邵东组下部产较丰富的 *Retispora lepidophyta* 和 *Vallatisporites pusillites* 孢子, 其它有地层意义的种还有: *Cymbosporites decorus*, *Grandispora cornuta*, *G. gracilis*, *G. echinata*, *Hymenozonotriletes commutatus*, *Retusotriletes crassus*, *Archaeozonotriletes devonicus* var. *minor*, *Aneurospora greggsii*, *Geminospora* spp.。邵东组上部除 *Retispora lepidophyta* 和 *Vallatisporites pusillites* 外, 重要的种还有 *Retispora lepidophyta* var. *minor*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Verrucosisporites nitidus*, *Spelaeotriletes crustatus*, *Tumulispora rarituberculata*, *Vallatisporites vallatus*, *V. verrucosus*, *Knoxisporites literatus* 和 *Discernisporites micromani festus* 等。

湘中地区邵东组与上覆孟公坳组为连续沉积, 是浅水碳酸岩夹碎屑岩。新邵马拦边剖面, 孟公坳组厚 168.7m, 下部以产 *Vallatisporites verrucosus* 和 *Aneurospora incohatus* 为特征, 称 *Vallatisporites verrucosus*-*Aneurospora incohatus* (VI) 带, 该带有不少属都是从下伏邵东组上延分子, 但增加了许多新分子, 有: *Punctatisporites irrasus*, *Asperospora acuta*, *Lophozo-*

notriletes curvatus, *L. bellus*, *Crassispora trychera*, *Umbonatisporites distinctus* 和 *Campotriletes prionatus*等。*Tumulispora*和*Densosporites*含量增加, 占总含量的30—40%, 种有*Tumulispora dentata*, *T. rarituberculata*, *T. variverruculata*等。

马拦边剖面孟公坳组上部以含*Baculatisporites fusticulus*和*Auroraspora macra*为特征, 称*Baculatisporites fusticulus-Auroraspora macra* (FM)带, 主要种有: *Crassispora trychera*, *Convolutispora verusta*, *Colatisporites decorus*, *Dibolisporites abstrusus*, *Umbonatisporites distinctus*, ? *Kraeuselisporites kibeicus*, *Waltzispora planiangularata*, *Vallatisporites ciliaris*, *Convolutispora vermiciformis*, *Laevigatisporites vulgaris*等。

在新邵马拦边剖面孟公坳组中部(谭正修等^[2]文中剖面的第34层)有极少量可疑的*Retispora epidophyta*和*Vallatisporites pusillites*。在新化锡矿山剖面, 孟公坳组底部也找到可疑的*Vallatisporites pusillites*, 上述孢子均同典型石炭纪分子在一起, 这种情况是再沉积还是正常形成的还需深入研究。

新化和桃江地区孟公坳组的孢子组合与新邵马拦边的十分相似, 绝大部分属种相同。

湘西北地区, 晚泥盆世至早石炭世地层主要分布在桑植、石门和澧县地区, 以浅海碎屑岩为主。湘西地区的晚泥盆世地层过去称黄家碛组和写经寺组, 近年来冯少南等^[3]将鄂西和湘西北地区产腕足类*Yunnanella*和*Yunnanellina*的写经寺组上部, 下石炭统长阳组之下的一套碎屑岩沉积命名为梯子口组, 该组以产丰富的植物化石为特征, 主要有: *Hamatophyton verticillatum*, *Lepidodendron kirmeri*, *Leptophloeum rhombicum*和*Cyclostigma kiltorkense*等, 厚20—50m左右。

写经寺组目前尚未发现*Retispora lepidophyta*和*Vallatisporites pusillites*孢子。该组孢子以*Samarisporites*和*Verruciretusispora*为主, 还有: *Verruciretusispora magnifica* var. *magnifica*, *Acanthotriletes similis*, *Rhabdosporites parvus*, *Lophozonotriletes scurrus*, *Grandispora cornuta*, *G. gracilis*和*Ancyrospora* sp. 等, 其时代可能为前斯特隆阶, 大致相当于中、晚法门阶。

梯子口组下段出现较多的*Retispora lepidophyta*, *Vallatisporites pusillites*, 可称*Retispora lepidophyta-Hymenozonotriletes explanatus* (LE)带, 还有*Grandispora cornuta*, *Geminospora* spp., *Knoxisporites literatus*, *Raistrickia spathulata*, *Verruciretusispora magnifica* var. *magnifica*, *Stenozonotriletes extensus medius*, *Spelaeotriletes crustasus*, *Samarisporites spinosus*等(图版I-3)。

梯子口组上段孢子以*Retispora lepidophyta*和*Verrucosisporites nitidus*为特征, 称*Retispora lepidophyta-Verrucosisporites nitidus* (LN)带, 重要的种有: *Apiculiretusispora nitida*, *Raistrickia macrusa*, *Dictyotriletes submarginatus*, *Cymbosporites decorus*, *Geminospora* spp., *Densosporites spitsbergensis*, *Tumulispora rarituberculata*, *Vallatisporites pusillites*, *V. vallatus*, *Retispora lepidophyta* var. *minor*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Rhabdosporites micropaxillns*, *Discernisporites micromani festus*和*Spelaeotriletes resolutus*等。梯子口组的孢子组合基本上可与西欧的LE和LN带比较, 时代为斯特隆阶 (Strunian)。

长阳组位于梯子口组之上, 金陵灰岩之下, 以浅海碎屑岩为主, 夹少量碳酸岩, 厚10m左右, 下部以含*Vallatisporites verrucosus*和*Aneurospora incohatus*为特征, 相当VI带, 上部以*Baculatisporites fusticulus*和*Auroraspora macra*为主, 称FM带。该组主要有: *Crassispora trychera*, *Raistrickia maculosa*, *Vallatisporites vallatus*, *Densosporites spitsbergensis*, *Tumulispora variverruculata*, *Dictyotriletes submarginatus*和*Discernisporites micromani festus*等。

表 1 湖南晚泥盆世和早石炭世主要孢子地层分布

Table 1 Stratigraphical distribution of the Late Devonian and Early Carboniferous Miospore Species in Hunan

—— > % ——— 2-5 % ————— 5-10 % ■■■■■ < 10 %

时 代 (Age)	晚 泥 盆 世 (Late Devonian)			早 石 炭 世 (Early Carboniferous)	
	锡矿山组	邵 东 组		孟公坳组	
		梯子口组		长 阳 组	
种 (Species)	LL Biozone	LE Biozone	LN Biozone	VI Biozone	FM Biozone
<i>Retispora cassicula</i>					
<i>R. lepidophyta</i>					
<i>R. lepidophyta</i> var. <i>minor</i>					
<i>Vallatisporites pusillites</i>					
<i>Grandispora cornuta</i>					
<i>Geminospora</i> spp.					
<i>Cymbosporites</i> spp.					
<i>Gristatisporites echinatus</i>					
<i>Rugospora flexuosa</i>					
<i>Aneurospora greggsii</i>					
<i>Samarisporites concinnus</i>					
<i>Knoxisporites literatus</i>					
<i>Densosporites spitsbergensis</i>					
<i>Retispora lepidophyta</i> var. <i>tener</i>					
<i>Vallatisporites verrucosus</i>					
<i>Asperospora acuta</i>					
<i>Vallatisporites vallatus</i>					
<i>Grandispora echinata</i>					
<i>Hymenozonotriletes explanatus</i>					
<i>Verrucosisporites nitidus</i>					
<i>Tumulispora rarituberculata</i>					
<i>T. variverrucata</i>					
<i>Dictyotriletes submarginatus</i>					
<i>Spelacotriletes resolutus</i>					
<i>S. obtusus</i>					
<i>Auroraspora macra</i>					
<i>Aneurospora inchoatus</i>					
<i>Baculatisporites fusticulus</i>					
<i>Crassispora trychera</i>					
<i>Convolutispora venusta</i>					
<i>Anapiculatisporites delicatus</i>					
<i>Umbonatisporites distinctus</i>					
<i>Camptotriletes prionatus</i>					
<i>Tumulispora dentata</i>					
<i>Lophozonotriletes curvatus</i>					
<i>L. bellus</i>					
<i>Cylatisporites decorus</i>					
<i>Umbonatisporites abstrusus</i>					
? <i>Krauselisporites hibernicus</i>					
<i>Waltzispora palmiangularata</i>					
<i>Vallatisporites ciliaris</i>					

二、国内外比较

泥盆—石炭系界线层的孢子带,已经建立,并广泛应用。最早有G. I. Kedo^[4,5]描述的苏联白俄罗斯晚法门阶和早石炭世杜内阶的孢子,建立了10个孢子带,首次 in 法 门 阶 的 Dankov-Lebedyan 层发现 *Retispora lepidophyta*, 并认为该种仅出现于此层。在此层之上出现个体小,具赤道环的小网孢子 *Retispora lepidophyta minor*, 典型的石炭系厚环具瘤的 *Lophozonotriletes malevkensis* 首次出现在此层。Kedo^[5]在白俄罗斯Pripyat盆地杜内阶底部 Malevka 层发现 *Retispora lepidophyta* 和 *Vallatisporites pusillites* 共生,该层上部主要是石炭纪孢子占优势,但也有少量的 *Retispora lepidophyta* 和 *Vallatisporites pusillites* 孢子。

M. Streel^[6]在比利时法门阶 Evieux 层顶部(相当 Fa2d)发现 *Retispora lepidophyta*, 该孢子在杜内阶的 Tn1b 下部消失。Streel 还用生物统计学方法研究该种在地层中变化规律,证明 *Retispora lepidophyta* 和 *Vallatisporites pusillites* 在划分泥盆、石炭系界线方面有重要意义。鉴于第二届国际石炭纪会议(1935)确定的 *Gattendorfia* 带的首次出现作为石炭系的开始,在比利时该带的位置相当于 Tn1b 的下部,因此保存有 *Retispora lepidophyta* 孢子的沉积均被视为晚泥盆世法门阶或斯特隆阶,该种在杜内阶 Tn1b 上部完全消失。

Streel 等^[6-8]建立了比利时狄南盆地和西德莱茵地区泥盆—石炭系界线层的孢子带,下带称 *Vallatisporites pusillites-Retispora lepidophyta* (PL) 带,相当 Fa2d-Tn1b 的下部,上带称 *Dictyotriletes trivialis-Hymenozonotriletes explanatus* (TE) 带,相当 Tn1b 下部至 Tn2a,泥盆、石炭系界线划在 Tn1b 内部的 PL 带和 TE 带之间,大致相当于 *Gattendorfia subinvoluta* 首次出现的位置。

其后,G. Dolby 等^[9-11]在英国浅水相地层中也找到了与 Streel 在比利时和西德莱茵地区建立的泥盆—石炭系界线层的孢子带相当的孢子带,PL 带相当英国珊瑚,腕足相的前 K 带,并新建 *Verrucosisporites nitidus-Vallatisporites verrucosus* (NV) 带相当珊瑚腕足相 K 带和 Z 带。不久前 K. Higgs^[11]等重新研究了西德莱茵地区泥盆—石炭系界线层,建立与牙形石带和菊石带相吻合的孢子带。在西德莱茵片岩山 Hasselbacatal 剖面, LN 带位于 Hangenberg 页岩的上部,即该剖面第 83 层的 18.5—120cm 之间的位置,石炭系的 VI 带与牙形石 *Siphonodella sulcata* 出现的位置基本是相一致的。

Retispora lepidophyta 是世界性的种,它广泛分布于西欧^[1]、苏联^[4-5]、波兰、加拿大、美国、阿根廷、利比亚和澳大利亚等地^[11-18]。在中国,*Retispora lepidophyta* 的分布也十分广泛,从西藏珠穆朗玛峰^[13,19-21]至江苏^[22],除贵州东南部外,几乎有晚泥盆世沉积的地区均有它的踪迹。据 D. C. McGregor 的研究^[14],该种分布在泥盆纪古赤道以南 70° 至北纬 30° 之间,与 *Vallatisporites pusillites* 有相似的地质和地理分布。

湖南晚泥盆世—早石炭世孢子带可与华南和西南地区同期孢子带比较,主要属种相似。湘中地区邵东组和湘西北地区梯子口组的 LE 和 LN 孢子带可与西藏珠穆朗玛峰地区上泥盆统章东组的孢子带比较(章东组的下部称 *Retispora lepidophyta-Hymenozonotriletes explanatus* (LE) 带、上部称 *lepidophyta-Verrucosisporites nitidus* (LN) 带),两者孢子带大部分种均相同,但章东组 *Retispora lepidophyta* 十分丰富,一般占孢子总含量 20—30%,有的样品可达 50%,*Vallatisporites pusillites*, *Hymenozonotriletes explanatus*, *Verrucosisporites nitidus* 也较湖南丰富(表 2)。

湖南晚泥盆世至早石炭世早期 *Densosporites* 和 *Tumulispora* 含量丰富,一般占总含量 20—

表 2 湖南晚泥盆世和早石炭世孢子带与西藏和西欧的孢子带比较表
Table 2 Comparison of the Late Devonian and Early Carboniferous Spore Zones in Hunan
with those in Tibet and Western Europe

时 代	本 文	西 藏	子 带	欧 洲	英 国	阶
		高联达(1988) ⁽¹²⁾	Clayton et al., (1977) ⁽¹⁾	Higgs et al., (1984) ⁽¹³⁾		
早 石 炭 世	<i>Baculatisporites</i> <i>justiculus</i> - <i>Auroraspora macra</i> (FM) 带	<i>Cingulizonates</i> <i>biolatus</i> - <i>Auroraspora macra</i> (BM) 带	<i>Schopfiites claviger</i> - <i>Auroraspora macra</i> (CM) 带	<i>Schopfiites claviger</i> - <i>Auroraspora macra</i> (CM) 带	<i>Schopfiites claviger</i> - <i>Auroraspora macra</i> (CM) 带	杜内阶 (Tournaisian)
	<i>Vallatisporites</i> <i>verrucosus</i> - <i>Aneurospora incohatus</i> (VI) 带	<i>Vallatisporites</i> —— <i>verrucosus</i> - <i>Aneurospora incohatus</i> (VI) 带	<i>Spelaeotriletes</i> <i>pretiosus</i> * <i>Raistrickia clavata</i> (PC) 带	<i>Spelaeotriletes</i> <i>pretiosus</i> - <i>Raistrickia clavata</i> (PC) 带	<i>Spelaeotriletes</i> <i>pretiosus</i> - <i>Raistrickia clavata</i> (PC) 带	
	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Verrucosisporites</i> <i>nitidus</i> (LN) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Verrucosisporites</i> <i>nitidus</i> (LN) 带	<i>Verrucosisporites nitidus</i> - <i>Vallatisporites verrucosus</i> (NV) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Verrucosisporites</i> <i>nitidus</i> (LN) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Verrucosisporites</i> <i>nitidus</i> (LN) 带	
晚 泥 盆 世	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Hymenozonotriletes</i> <i>explanatus</i> (LE) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Hymenozonotriletes</i> <i>explanatus</i> (LE) 带	<i>Vallatisporites pusillites</i> - <i>Retispora lepidophyta</i> (PL) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Hymenozonotriletes</i> <i>explanatus</i> (LE) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Hymenozonotriletes</i> <i>explanatus</i> (LE) 带	斯特隆阶 (Strunian)
	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Knoxisporites</i> <i>litteratus</i> (LL) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Knoxisporites</i> <i>litteratus</i> (LE) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Knoxisporites</i> <i>litteratus</i> (LL) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Knoxisporites</i> <i>litteratus</i> (LE) 带	<i>Retispora lepidophyta</i> - <i>Knoxisporites</i> <i>litteratus</i> (LL) 带	
						法门阶 (Famennian)

30%，在早石炭世早期含量增加，占总含量50%，与贵州东南部地区的相似，西藏珠穆朗玛峰地区和华南其它地区含量极少，一般2—5%左右。与此情况相似的在国外有挪威的斯匹茨卑尔根岛^[2]和苏联白俄罗斯^[4,5]（表2）。

湖南早石炭世早期VI和FM带与西藏珠穆朗玛峰地区VI带和BM带有相似之处，主要差异是西藏珠穆朗玛峰地区亚里组疑源类和虫颚化石丰富，疑源类在有的样品中占总含量40—50%，而湖南中部和西北部疑源类和虫颚化石含量极少，一般2—3%左右。从上述可以证明，西藏珠穆朗玛峰地区早石炭世海水较深，疑源类属种众多，处于较高分异状态^[21]。

三、湖南泥盆、石炭系界线

1979年国际泥盆、石炭系界线工作组建议以牙形石*Siphonodella praesulcata*至*Siphonodella sulcata*的演化系列中，以*S. sulcata*的首次出现作为石炭系的开始。这建议对深水盆地相是适用的，但对浅水相，特别是浅水碎屑岩相地区的泥盆、石炭系划分以及浅水相与深水相对比仍有许多需要解决的问题。

化石孢子有个体小，含量丰富，分布广泛的特点，在浅水相泥盆、石炭系界线划分中有独特的作用。化石孢子不仅在浅水相区出现，而且也存在于深水相，这对于深水相与浅水相地层对比有重要的作用。

经深入研究，得出泥盆、石炭系界线划在*Retispora lepidophyta*-*Verrucosporites nitidus* (LN) 和*Vallatisporites verrucosus*-*Aneurospora incohatus* (VI) 带之间与以牙形石和菊石划分的界线基本一致的结论。因此泥盆、石炭系界线在邵东组与孟公坳组之间是合适的。从目前研究的孢子材料看，孟公坳组可能有一部分属于泥盆系，但决不可能全部属泥盆系。

参 考 文 献

- [1] Clayton, G., Coquel, R., Doubinger, J., Gueinn, K. J., Loboziak, S., Owens, B. and Streel, M., 1977, Carboniferous miospores of Western Europe; Illustration and zonation. Med. Rijks, Geol. Dienst, Vol. 29, pp. 1—71.
- [2] 谭正修、李寿春、董正常、金玉龙、姜水根、杨云程, 1985, 湖南晚泥盆世和早石炭世地层及生物群。地质出版社。
- [3] 冯少南, 1985, 长江三峡地区泥盆系。长江三峡地区生物地层学(3) 晚古生代部分。地质出版社, 第6—30页。
- [4] Kedo, G. I., 1957, Spores of nadsolveys Devonian deposits of Pripyat depression and their stratigraphical significance. Paleontologia Stratigrafiya RSSR, II, pp. 3—43.
- [5] Kedo, G. I., 1963, Tournaisian spores of Pripyat depression and their stratigraphical value. Paleontologiya i Stratigrafiya BSSR, IV, pp. 3—120.
- [6] Streel, M., 1966, Criteres palynologiques pour une stratigraphie détaillée du Tria dans les bassins ardénno-rhéniens. Annales Société Géologiques, Vol. 89, No. 3, pp. 65—95.
- [7] Streel, M., 1969, Correlations palynologiques entre les sédiments de transition Devonien/Dinantien dans les bassins Ardenno-Rhéniens. C. r. 6^e Cong. Int. Strati. Geol. Carb. Sheffield(1967). Vol. 1, pp. 3—18.
- [8] Paproth, E. and Streel, M., 1970, Correlations biostratigraphiques près de la limite Dévonien/Carbonifère, entre les faciès lithoraux ardennais et les faciès bathyaux rhénans. Cong. Colloques Université Liege, Vol. 55, pp. 365—398.
- [9] Dolby, G. and Neves, R., 1970, Palynology evidence concerning the Devonian-Carboniferous boundary in the Mendips, England. C. r. 6^e Cong. Int. Strati. Geol. Carbon. Sheffield(1967). Vol. 2, pp. 631—646.
- [10] Higgs, K., 1975, Upper Devonian and Lower Carboniferous miospore assemblages from Hook Head, County, Wexford, Ireland. Micropaleontology, Vol. 21, No. 4, pp. 393—419.
- [11] Higgs, K. and Streel, M., 1984, Spore Stratigraphy at the Devonian-Carboniferous boundary in the Northern "Rheinisches Schiefergebirge" Germany. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, Vol. 67, pp. 157—179.
- [12] 高联达, 1988, 西藏聂拉木晚泥盆世至早石炭世孢子带及泥盆—石炭系界线。喜马拉雅岩石圈构造演化 西藏古生物

论文集。第181—214页。

- [13] Higgs, K., McPhilemy, B., Keegan, J. B. and Clayton, G., 1988, New data on stratigraphic and Systematic Palynology of the Tournian rocks of Ireland. Geol. Surv. Ireland, speci. paper. Vol. 7, pp. 1—92.
- [14] McGregor, D. C., 1979, Devonian Miospores of North America. Palynology, Vol. 3, pp. 31—52.
- [15] Sandberg, C., Streel, M. and Scott, R. A., 1972, Comparison between conodont zonation and spore assemblages at the Devonian—Carboniferous boundary in the western and central United State and in Europe. C. r. 6^e Congr. Int. Strati. Geol. Carboniferous Krefeld(1971), Vol. 1, pp. 179—203.
- [16] Azcur, C. H., Cesari, S. N. and Longobucco, M. L., 1981, Las plantas fosiles de la Formacion et Raton(Provincia de San Juan). Ameghiniana. Vol. 18(1—2), pp. 11—28.
- [17] Massa, D. and Mereau-Benoit, A., 1976, Essai de synthèse stratigraphique et palynologique du système Devonien en Libye occidentale. Revue Inst. Fr. Pétrole, Vol. 31, pp. 287—333.
- [18] Playford, P., 1976, Plant microfossils from the Upper Devonian and Lower Carboniferous of the Canning Basin, Western Australia. Palaeontographica, Abt. B. Vol. 158(1—4), pp. 1—71.
- [19] 高联达, 1983, 西藏聂拉木晚泥盆世孢子的发现及其地层意义。青藏高原地质文集(8), 第183—218页。地质出版社。
- [20] Gao Lianda, 1988, Palynostratigraphy at the Devonian—Carboniferous boundary in the Himalayan Region, Xizang(Tibet), China. Devonian of the World, Proceedings of the Second International Symposium on the Devonian System Calgary, Canada, Vol. 3, pp. 159—170.
- [21] 高联达, 1988, 西藏聂拉木晚泥盆世至早石炭世疑源类(Acrotarchs)。喜马拉雅岩石圈构造演化西藏古生物论文集, 第384—428页, 507—512页。
- [22] 欧阳舒、陈永祥, 1987, 江苏句容泥盆—石炭系孢子组合并讨论五通群的时代问题。中国科学院南京地质古生物研究所集刊。第23号, 第1—92页。

图 版 说 明

图 版 I

除注明外, 均放大500倍。全部标本均保存于中国地质科学院地质研究所。

- 1. *Punctatisporites irrasus* Hacquebard, 1957
新化下石炭统孟公坳组, 80—S—5—3
- 2. *Retusotriletes crassus* Clayton, 1970
新化上泥盆统邵东组下段, 80—S—19—5
- 3. *Retusotriletes planus* Dolby & Neves, 1970
新化孟公坳组, 80—S—6—2.
- 4. *Aneurospora incohatus* (Sullivan) Streel in B. B. S. T., 1974
涟源雷鸣桥邵东组, 80F—Lm—38, 扫描×780.
- 5. *Apiculatisporis* sp.
石门下石炭统长阳组下段, 80G—5—1.
- 6. *Verrucosisporites* cf. *nitidus* (Naumova) Playford, 1964
新化孟公坳组, 80—S—6—6.
- 7. *Verrucosisporites depressus* Winslow, 1962
新化邵东组下段, 80—S—19—1.
- 8—10. *Convolutispora venusta* Hoffmeister, Staplin & Malloy, 1953
新化孟公坳组, 8.80—S—6—5, 9.80—S—6—13, 10.80—S—6—1.
- 11. *Convolutispora vermiciformis* Hughes & Playford, 1961
新化孟公坳组, 80—S—6—7.
- 12. *Pustulatisporites gibberosus* (Hacquebard) Playford, 1964
石门上泥盆统梯子口组, 80—641—5—1
- 13. *Grandispora cornuta* Higgs, 1975
新化邵东组下段, 80—S—19—5.
- 14. *Acinosporites acanthomamillatus* Richardson, 1965

- 新化四毛湾邵东组上段, SS—17—4.
15. *Rugospora flexuosa* (Juschko) Streeck in B. B. S. T., 1974
新化四毛湾邵东组上段, SS—17—4.
 16. *Dictyotrilletes submarginatus* Playford, 1964
石门梯子口组, 80G—4—1.
 17. *Knoxisporites literatus* (Waltz) Playford, 1963
新化孟公坳组, 80—S—6—5.
 18. *Dibolisporites* sp.
涟源雷鸣桥邵东组, 80F—Lm—28, 扫描×1500.
 19. *Anapiculatisporites delicatus* Neves & Ioannides, 1974
新化孟公坳组, 80—S—5—9.
 20. *Densosporites spitsbergensis* Playford, 1963
新化孟公坳组, 80—S—6—7.
 21. *Auroraspora macra* Sullivan, 1968
石门长阳组下部, 80G—5—6.
 22. *Tumulispora varituberculata* (Luber) Potonié, 1966
新化孟公坳组, 80—S—5—3.
 23. *Tumulispora rariverrucata* (Playford) Staplin & Jansz, 1964
石门梯子口组上部, 80G—3—13.
 24. *Crassispora trychra* Neves & Ioannides, 1974
石门长阳组下部, 80G—4—1.
 25. *Grandispora echinata* Hacquebard, 1957
新化邵东组下段, 80—S—18—5.
 26. *Lophozonotriletes* sp.
涟源雷鸣桥邵东组, 80F—Lm—38, 扫描×840.
 27. *Lophozonotriletes* sp.
新化四毛湾邵东组上段, SS—17—4.
 28. *Spelaetriletes crutatus* Higgs, 1975
新化四毛湾邵东组上段, SS—17—4.
 29. *Spelaetriletes resolutus* Higgs, 1975
新邵马栏边邵东组上段, 马牙—16—1

图版 II

1. *Tumulispora rarituberculata* (Luber) Potonié, 1966
石门长阳组下部, 81G—4—1.
2. *Cristatisporites echinatus* Playford, 1963
涟源雷鸣桥邵东组, 80F—Lm—38, 扫描×1500.
3. *Samarisporites inaequus* (McGregor) Owens, 1971
石门梯子口组, 80—641—15.
4. *Samarisporites concinnus* Owens, 1971
石门梯子口组下部, 81G—2—3.
5. *Geminispora nanus* (Naumova) Gao, 1983
新化四毛湾邵东组下段, SS—6—1.
6. *Cymbosporites formosus* (Naumova) Gao, 1983
涟源雷鸣桥邵东组, 80F—Lm—38, 扫描×1500.
7. *Hymenozonotriletes explanatus* (Luber) Kudo, 1963
新化四毛湾邵东组上段, SS—17—6.
8. *Aneurospora greggsii* (McGregor) Streeck in B. B. S. T., 1974
涟源雷鸣桥邵东组, 80F—Lm38, 扫描×1020.

9. *Retispora lepidophyta* (Kedo) Playford var. *tener* Kedo & Golubtsov, 1971
新化四毛湾邵东组下段, SS—3—3.
- 10—12. *Retispora lepidophyta* (Kedo) Palyford, 1976
新化四毛湾邵东组, 10, SS—19—1, 11, SS—4—1, 12, SS—17—2.
13. *Discernisporites micromanifestus* (Hacquebard) Sabry & Neves, 1971
石门梯子口组, 80—641—5.
- 14—15. *Vallatisporites pusillites* (Kedo) Dolby & Neves, 1970
14. 新化四毛湾邵东组上段, SS—17—6.
15. 石门梯子口组下部, 80G—2—9.
- 16—17. *Vallatisporites vallatus* Hacquebard, 1957
16. 石门梯子口组上部, 80G—3—2.
17. 涟源雷鸣桥邵东组, 80F—Lm—38, 扫描×720.
18. *Vallatisporites verrucosus* Hacquebard, 1957
新化四毛湾邵东组上段, SS—17—1
19. *Hymenozonotriletes commutatus* Naumova, 1953
新化四毛湾邵东组上段, SS—17—6.
20. *Grandispora cornuta* Higgs, 1975
新化邵东组下段, 80—S—19—5.
21. *Perotriletes* sp.
石门长阳组下部, 80G—5—1.
22. *Vallatisporites* cf. *pusillites* (Kedo) Dolby and Neves, 1970
新化锡矿山孟公坳组, 欧—孟—1—1

MIOspore ZONES IN THE DEVONIAN-CARBONIFEROUS BOUNDARY BEDS IN HUNAN AND THEIR STRATIGRAPHICAL SIGNIFICANCE

Gao Lianda

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences)

Abstract

The Upper Devonian and Lower Carboniferous shallow marine carbonate and clastic deposits are well developed in central and northwestern Hunan, containing very rich miospores. According to their stratigraphical distribution, five assemblage zones may be established, with three zones in the Upper Devonian and two zones in the Lower Carboniferous; they are in ascending order as follows:

1. *Retispora lepidophyta*-*Knoxisporites literatus* (LL) Biozone
2. *Retispora lepidophyta*-*Hymenozonotriletes explanatus* (LE) Biozone
3. *Retispora lepidophyta*-*Verrucosisporites nitidus* (LN) Biozone
4. *Vallatisporites verrucosus*-*Aneurospora incohatus* (VI) Biozone
5. *Baculatisporites fusticulus*-*Auroraspora macra* (FM) Biozone

The spore zones in the Devonian-Carboniferous boundary beds are comparable

with the LE, LN and VI zones of Western Europe (Clayton et al., 1977).

The Devonian—Carboniferous boundary that was defined during the Carboniferous Congress at Heerlen 1935 at the first appearance of *Gättendorfia subinvoluta* approximates the boundary between the Tnla and Tnlb. In 1979, the International Working Group recommended an operational definition of this boundary; at the first appearance of the conodont *Siphonodella sulcata* within the evolution lineage of *Siphonodella*. The position of appearance of the *Vallatisporites verrucosus*—*Aneurospora incohatus* (VI) Zone is coincident with that of *Siphonodella sulcata*. Thus the boundary between the *Retispora lepidophyta*—*Verrucosisporites nitidus* (LN) Biozone and the *Vallatisporites verrucosus*—*Aneurospora incohatus* (VI) Biozone is precisely the Devonian—Carboniferous boundary. According to the spore zones, the boundary in Hunan should be placed between the Menggong'ao Formation and Shaodong Formation or between the Tizikou Formation and Changyang Formation.

作 者 简 介

高联达, 1933年生, 1953年毕业于地质部西南地质干部学校大专班。多年来一直从事晚古生代地层和孢粉学研究工作。现任中国地质科学院地质研究所副研究员。国际地质科学联合会石炭纪分会正式委员。



