

# 贵州台江早、中寒武世凯里组的疑源类<sup>\*</sup>

尹 磊 明

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

杨 瑞 东

(南京大学地球科学系 南京 210093)

**提要** 产凯里生物群的台江八郎剖面凯里组疑源类组合包含 18 形态属, 20 形态种和 11 未定种, 疑源类化石以无明显附属突起的球形亚类和翼环亚类最多, 网面和棘刺亚类次之, 而梭形亚类和对弧亚类很少。具有明显装饰的疑源类类型 *Michrhystridium*, *Retisphaeridium*, *Goniophaeridium* 仅在第 9 层、第 21—24 层出现。在与国内外同期疑源类对比的基础上, 对下、中寒武统界线进行了划分, 划分的界线与三叶虫划分的界线位置大体一致, 并根据疑源类组合特征, 对沉积环境进行探讨。

**关键词** 疑源类 凯里组 早—中寒武世 贵州

## 1 前言

贵州省台江县早、中寒武世凯里组富含三叶虫、腕足类、水母、棘皮动物、软舌螺等多门类动物化石和宏体碳质膜藻类化石(赵元龙等, 1994)。由于该地层层位与北美布尔吉斯页岩(Burgess Shale)大体相当; 同时按地质时间顺序, 又紧随云南早寒武世“澄江生物群”之后, 因此, 贵州凯里生物群对研究和完善我国寒武纪生物化石记录, 生物地层划分, 乃至讨论和恢复地质历史早期生物演化及不同生物群落的地理分布, 无疑都有重要的实际价值和理论意义。

为了详细、全面地研究和恢复“凯里生物群”的埋葬机理和生态环境, 我们系统收集、研究了贵州省台江县八郎剖面凯里组

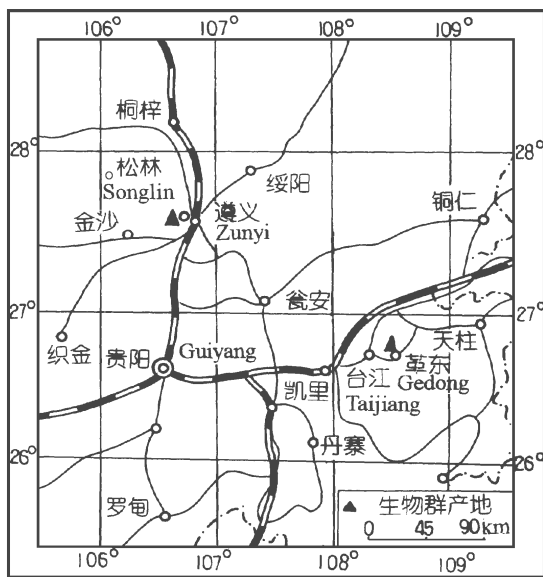


插图 1 研究剖面地理位置图  
Map showing the location of the section

收稿日期: 1999-08-10

(C) 国家攀登专项(95-专-91), 国家自然科学基金项目(49773085)及贵州省科学基金共同资助。 Rights reserved. <http://www.cnki.net>

的疑源类化石。本文记述和讨论了凯里组疑源类化石,它们的时代分布,以及凯里组沉积形成时的古环境。

赵元龙提供样品,黄凤宝、王兰分析处理样品,樊晓羿协助照相,在此表示感谢。

1 台江县二郎剖面凯里组

据寒武纪生物地理分区(卢衍豪等,1982),贵州省台江县位于扬子区与江南区过渡带的西部;该县二郎剖面西距贵阳约 270km。跨早、中寒武世的凯里组是以碳酸盐岩和陆源碎屑岩为特征的浅水陆棚沉积地层序列,厚约 214m,分别与下伏早寒武世清虚洞组和上覆中寒武世甲劳组整合接触,依据岩性和生物化石,凯里组自下而上划分为 30 层,分叙如下:

上覆地层:中寒武世甲劳组,含三叶虫 *Parafuchouia prompta*

———整合———

30. 灰色中厚层含泥质条带生物屑灰岩;产三叶虫	11.11 m
29. 灰色薄层、中厚层细晶灰岩;产三叶虫和腕足类化石	13.05 m
28. 灰色薄层泥质灰岩,间夹页岩;产三叶虫和腕足类化石	18.12 m
27—26. 灰绿色、青灰色中厚层粉砂质泥岩,夹含钙质岩和泥质粉砂岩;产腕足类化石	7.65 m
25—20. 灰色、青灰色中厚层含钙质粉砂质泥岩、钙质泥岩;产三叶虫、水母等化石、棘皮动物、腕足类及多种疑难化石	31.71 m
19. 青灰色,中厚层粉砂质泥岩;产三叶虫、腕足类化石	4.00 m
18. 青灰色,灰绿色中厚层粉砂质泥岩;产三叶虫、腕足类等化石	3.23 m
17. 灰色、青灰色粉砂质泥岩;产三叶虫、腕足类等化石	6.13 m
16—14. 青灰色中厚层粉砂质泥岩,钙质泥岩;产三叶虫等化石	25.55 m
13. 青灰色,灰绿色中厚层粉砂质泥岩;产三叶虫、腕足类、棘皮动物等化石	10.10 m
12—10. 青灰色、灰色中厚层粉砂钙质泥岩、钙质泥岩;产三叶虫、棘皮动物等化石	16.71 m
9. 灰色、青灰色中厚层粉砂质泥岩;产三叶虫、腕足类、刺细胞动物、藻类等化石	4.12 m
8. 灰色薄层页岩、泥岩,夹粉砂质泥岩;含三叶虫、腕足类、海绵骨针等化石	11.01 m
7. 灰色钙质、粉砂质页岩、泥岩;产三叶虫化石	18.40 m
6. 灰色薄层泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、钙质粉砂质泥岩呈韵律互层;产三叶虫等化石	4.51 m
5. 深灰色中厚层白云质泥晶灰岩,夹灰色粉砂质页岩;产三叶虫、海绵骨针等化石	6.55 m
4. 灰黑色中厚—中薄层细晶泥质条带灰岩,夹少量页岩;产三叶虫、腕足类、海绵等化石	3.11 m
3. 灰黑色中厚—中薄层白云质泥晶,含生物碎屑灰岩,夹薄层钙质泥岩;产三叶虫化石	0.33 m
2. 灰色中厚层白云质、钙质泥岩,粉砂质泥岩互层,夹薄层含生物碎屑泥灰岩;产三叶虫化石	7.06 m
1. 灰、深灰色薄层状粉砂质泥灰岩及含粉砂质泥岩	0.94 m

———整合———

下伏地层:早寒武世清虚洞组;深灰、灰黑色中层状白云岩,泥质白云岩,夹灰黑色白云质、碳质页岩;页岩中含大量单板类、腹足类和少量三叶虫化石。

笔者应用常规化石孢粉浸渍提取方法从凯里组的 19 个层段收集到疑源类化石(表 I)。

表 I 贵州台江早、中寒武世凯里组疑源类化石在各样品中的分布  
Distribution of acritarchs in palynologically productive sample from the Early-Middle  
Cambrian Kaili Fm. of Taijiang, Guizhou Province

样品号 (Sample Number)	2	4	5	6	2-9	3-9	6-9	7-9	11	21	31	41	51	61	91	02	12	22	32	42	62	72
疑源类属、种 (Acritarch taxa)	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G	B T G
? <i>Acanthodiacrodium</i> sp.																						◇
<i>Asperatopsophosphaera</i> sp.					○																	
<i>Cristallinium cambriense</i>					○	◇	⊕	○														
<i>Cristallinium dubium</i>					◇	○	⊕															
<i>Cymatiosphaera</i> cf. <i>cristata</i>				◇																		
<i>Cymatiosphaera favosa</i>				◇	⊕		○	○	◇	◇	◇	○	○							○		
<i>Cymatiosphaera</i> sp.				◇																		
<i>Dictyotidium microreticulatum</i>															◇					○		
<i>Dictyotidium priscum</i>																				○		
<i>Dictyotidium</i> sp.							◇															
<i>Fimbriaglomerella membranacea</i>					○																	
<i>Fimbriaglomerella minuta</i>										○												
? <i>Goniosphaeridium</i> sp.																				◇		
<i>Granomarginata prima</i>							○		◇											○		
<i>Granomarginata squamacea</i>																				○		
<i>Leiofusa</i> sp.					◇																	
<i>Leiosphaeridia dehisca</i>					⊕																	
<i>Leiosphaeridia</i> spp.	⊕	○	●	○	●	⊕	●	⊕	○	○	○	○	⊕	◇	○	◇	○	⊕	◇	⊕	○	
<i>Leiovalia tenera</i>																						○
? <i>Liepaina plana</i>													◇									
<i>Lophosphaeridium tentatium</i>										○			◇									
<i>Micrhystridium brevicornum</i>					⊕		◇									⊕						
<i>Micrhystridium pallidum</i>					⊕		◇									⊕						
<i>Micrhystridium</i> sp.					○	◇																
<i>Pterospermella solida</i>					○		⊕			○	◇		⊕			○						
<i>Pterospermella vitrea</i>							◇				⊕											
<i>Retisphaeridium densum</i>											⊕					○						
<i>Retisphaeridium howellii</i>													○									
? <i>Retisphaeridium</i> sp.																				◇		
<i>Synsphaeridium</i> spp.	⊕	○	○		○	○	○	○	○				○							○		
<i>Timofeevia</i> sp.																						◇
Colonial coccoid microfossils	⊕	○			○	⊕	⊕	⊕	⊕	○						⊕						
Filamentous algae					⊕	⊕	○		⊕						◇			○	⊕	●		

图中符号表示疑源类的不同丰度：‘◇’少数；‘○’一般；‘⊕’较多；‘●’很多

2 凯里组疑源类组合及其与已知同期组合的比较

如表 I 所列,凯里组疑源类组合包含 18 形态属,20 形态种(1 比较种)和 11 未定种,以及球形,丝状微体藻类化石。没有发现新的疑源类属,种。从形态分类而言,当前组合以无明显附属突起的球形亚类(*Sphaeromorphitae*),翼环亚类(*Pteromorphitae*)最多;网面亚类(*Hercomorphitae*)和棘刺亚类(*Acanthomorphitae*)次之;另有梭形亚类(*Netromorphitae*)和对弧亚类(*Diacromorphitae*)的少量标本。

从疑源类在凯里组的纵向分布看,第 2 至第 6 层疑源类分异低,几乎皆是无明显装饰的球形类型。从第 9 层,疑源类的数量和类型分异都显著增加,尤其以小刺藻(*Michrhystridium*)的出现为特征。往上,除小刺藻不再出现外,其组合面貌继续至第 15 层没有大的变化。第 16 层第 20 层疑源类又明显衰减,从第 21 层往上,疑源类组合出现网面类型(如 *Dictyotidium*, *Retisphaeridium*),明显棘刺类型(如 *Michrhystridium*, *Goniosphaeridium*, *Timofeevia*)和梭形类型(*Leiovalia*)。同剖面三叶虫 *Xingrenaspis-Oryctocephalus* 化石带底界在第 9 层与第 10 层之间(插图 2;赵元龙等,1994;袁金良等,1997),显然,疑源类组合与动物群变化的地质时期大体相当。

迄今,有关我国早、中寒武世疑源类的研究资料还很贫乏,从四川广元早寒武世地层发现的疑源类(欧阳舒等,1974),形态分异很低;与之比较,仅少数无明显装饰的光面球形藻(如 *Leiosphaeridia* 等)为两组合共有。云南晋宁、澄江早寒武世筇竹寺组、沧浪铺组的疑源类组合(邢裕盛等,1984;Zhang, 1992)含有比较多的棘刺类型,如 *Baltisphaeridium*, *Skiagia*, *Comasphaeridium* 等,它们在凯里组组合中没有出现。而无明显装饰的类型,如光面、网面或具有膜边的标本为两组合共有,且甚为相似。

国外已知早、中寒武世疑源类资料多出自欧洲和北美(Timofeev, 1959;Volkova, 1979, 1990; Hagenfeldt, 1989; Martin *et al.*, 1988; Vanguetaine *et al.*, 1983, Moczydlowska, 1991),如产自加拿大纽芬兰东部中寒武世 Manuels River 组下部的 *Cristallinium cambriense*, *Retisphaeridium howellii* 等(Martin *et al.*, 1988)在凯里组出现。而从整体疑源类组合面貌看,凯里组组合与报道自欧洲的早、中寒武世疑源类组合更为相似。其中如东欧地台早、中寒武世地层(Volkova *et al.*, 1979, 1990),瑞典中-南部和波罗的海凹陷早寒武世地层(Hangenfeldt, 1989),波兰东南部早寒武世地层(Moczydlowska, 1991),原捷克斯洛伐克中寒武世地层(Slavikova, 1968; Fatka, 1989)等常见疑源类形态属,如 *Cristallinium*, *Cymatiosphaera*, *Dictiotidium*, *Fimbrigliomerella*, *Granomarginata*, *Leiovalia*,

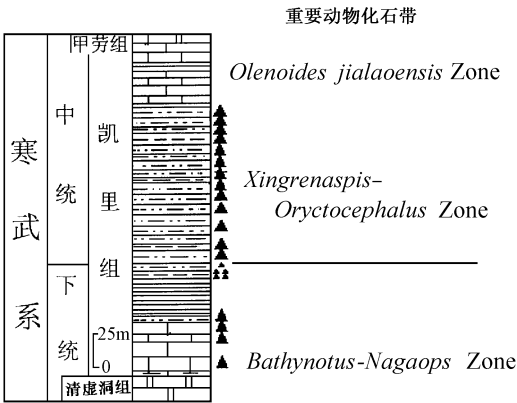


插图 2 疑源类组合与三叶虫化石带之间关系  
The relationship between acritarch assemblages and trilobite zones

*Lophosphaeridium*, *Michystridium*, *Pterospermella*, *Retisphaeridium* 等在凯里组疑源类组合皆有出现。由于不同产地标本保存的差异,以及不同作者在分类、命名上的看法不一,在种级水平上的比较,难于完全一致。但是,一些具有特征形态,且地层时限分布有意义的若干种,如多见于早寒武世地层的 *Cymatiosphaera cristata*, *C. favosa*, *Fimbriaglomerella membranacea*, *Leiosphaeridia dehisca*, *Michystridium brevicornum*, *Pterospermella solida* 和常在中寒武世地层出现的 *Dictyotidium microreticulatum*, *D. priscum*, *Leiovalia tenera*, *Michystridium pallidum*, *Retisphaeridium densum*, *R. howellii* 等在凯里组的不同层位地层也有产出。

Volkava 等(1979)依据某些疑源类类型的首次出现,将东欧地台寒武纪疑源类划分为 6 个组合段。与之比较,当前凯里组从第 2 层至第 8 层的疑源类组合大体相似于东欧地台西部早寒武世 Lontova 组, Talsy 组, Velgale 组的组合面貌;而自第 9 层往上至第 15 层的组合则与东欧地台西部早—中寒武世 Rausve 组和 Kibartu 组的疑源类组合相近似。由于东欧地台寒武纪地层仅产出三叶虫化石碎片和痕迹化石,其地层时代划分尚待进一步确定。

Hagenfeldt (1989)基于对瑞典中、南部,波罗的海凹陷地表和钻井早、中寒武世疑源类化石的研究,将早、中寒武世疑源类分为 3 个非正式组合。其中早寒武世 Holmia B-C 阶的 1 和 2 组合与凯里组第 2 至第 8 层的组合可比较;他所划分的中寒武世早期 Oelandicus 层段的第 3 组合则与凯里组第 9 层往上至第 24 层的疑源类组合相近。Moczydlowska (1991)对波兰东南部早寒武世疑源类生物地层详细研究后,从末元古宇一下寒武统界线往上至 Radzyn 组归结了 5 个疑源类组合带。相比之下,当前凯里组组合的疑源类形态分异较低,诸如棘刺亚类的 *Comasphaeridium*, *Heliosphaeridium*, *Skiagia* 等皆未见于凯里组组合。从整体组合面貌看, Moczydlowska (1991)划分的早寒武世第 3—5 带,即 *Asteridium tornatum*-*Comasphaeridium velvetum* 带, *Skiagia ornata*-*Fimbriaglomerella membranacea* 带和 *Heliosphaeridium dissimulare*-*Skiagia ciliosa* 带与当前凯里组第 2 至第 9 层组合中有很多属、种是共有的。

根据当前凯里组疑源类组合与国内外已知早、中寒武世疑源类组合的比较,凯里组第 9 层以下,划属早寒武世当无疑义,从第 9 层往上至 27 层的疑源类组合面貌与加拿大纽芬兰东部 Manuels 河和 Random 岛中寒武世的第一、第二组合带(Martin and Dean, 1988)可以比较。如一些常见于中寒武世地层的 *Cristallinium cambriense*, *Retisphaeridium howellii*, *Timofeevia* 等在两地组合都出现。根据同剖面凯里组三叶虫化石带,下、中寒武统的界线是划在第 9 层与第 10 层之间(赵元龙等, 1994; 袁金良等, 1997)。应该说明的是,第 9 层虽然出现一些见于国外中寒武世地层的疑源类类型,如 *Cristallinium canbriense*, *C. dubium*, *Michystridium brevicornum*, *M. pallidum* 等,但也包含许多在早、中寒武世穿时分布的类型。很明显,该层位是处于下—中寒武统界线的地层。由于目前国内外已知早、中寒武世疑源类组合资料尚欠丰富,加之很少有多门类动物化石佐证和厘定,因此目前完全依据疑源类化石划分早、中寒武世地层界线尚不成熟。从生态系的发展而言,疑源类组合略早于动物群变化,正反映处于食物链基底的微体浮游植物是生态环境变化的最先生物见证。

3 凯里组疑源类的保存及其与沉积环境的关系

根据岩性、岩相与常见于近岸浅水的底栖藻类和动物多门类生物化石共同产出的特征,可以推测凯里组是沉积、形成于正常波基面之下,风暴波基面之上的浅海区。对当前获得的疑源类化石组合加以分析,整个疑源类组合的形态分异不高,以无明显装饰类型最多;同时,一起保存的还有大量球形,丝状微体藻类,这些特征都表明当时是浅水环境。而从组合包含一定数量形态分异的疑源类类型,以及无明显装饰的球形类型的壳壁较薄等特点加以分析,理当是在波基面之下,海水相对比较平静的浅水环境;而非滨岸、动荡的浅水环境。

另外,凯里组的疑源类标本的颜色大多为黄—橙色,对照 Hayes 等 (1983), Moczydlowska (1991) 关于孢粉有机物质受热,而颜色变化的研究和讨论,可以推测沉积埋葬时的地温在摄氏 30°—100°。同时,应该指出的是,在凯里组的中部层段,如 13 至 22 层,疑源类标本多受黄铁矿挤压或不同程度碳化,表明疑源类在埋葬后随沉积物搬运至较深水的还原环境保存。

4 疑源类属、种描述

当前凯里组疑源类组合几乎皆是已知属、种;一些未定种的标本少,因此,本文选择组合中有地层时限分布意义的属、种加以描述;所有化石标本皆产自贵州省台江县八朗剖面早、中寒武世凯里组。

疑源类 Group Acritarcha Evitt, 1963

线毛藻属 Genus *Cristallinium* Vanguestaine, 1978

模式种 寒武线毛藻 *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguestaine, 1978

寒武线毛藻 *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguestaine, 1978

(图版Ⅲ, 图 11, 12)

1968 *Dictyotidium cambriense* Slavikova, p. 201, pl. 2, figs. 1, 3.  
1978 *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguestaine, p. 270—271.

**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形, 单层壁, 表面光滑或粗糙; 分布四、五边形网饰, 网脊有明显粒刺; 未见脱囊开口, 膜壳直径: 28—32 $\mu\text{m}$ , 网径: 5—10 $\mu\text{m}$ 。

变异线毛藻 *Cristallinuim dubium* Volkova, 1990

(图版Ⅲ, 图 3, 10)

1990 *Cristallinium dubium* Volkova, p. 61, pl. 3, figs. 1—3.

**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形; 表面分布四、五、六边形网, 网眼大小近相等; 沿网脊有粒刺; 在网眼角部稀疏分布短毛发状突起物; 未见脱囊开口。膜壳直径: 25—30 $\mu\text{m}$ ; 网径: 3—8 $\mu\text{m}$ 。

**花边球藻属 Genus *Cymatiosphaera* O. Wetzel ex Deflandre, 1954****模式种** 辐射花边球藻 *Cymatiosphaera radiata* O. Wetzel, 1933**冠毛花边球藻(比较种) *Cymatiosphaera* cf. *cristata* Jankauskas, 1976**

(图版 II, 图 8)

1976 *Cymatiosphaera cristata* Jankauskas, p. 191, pl. 25, figs. 17, 20.**描述** 膜壳轮廓近圆形,壳壁较厚,表面光滑;覆以多角形网,网脊辐射延伸,且相互间有膜状物联接;未见脱囊开口。膜壳直径:18—20 $\mu\text{m}$ ;膜状物在赤道位宽:2—3 $\mu\text{m}$ 。**蜂巢花边球藻 *Cymatiosphaera favosa* Jankauskas, 1976**

(图版 II, 图 7)

1976 *Cymatiosphaera favosa* Jankauskas, p. 190, pl. 25, figs. 7, 13.**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形,壳壁较厚,表面覆以多边至近圆形的网,网脊粗实,且相互间有膜状物联接;未见脱囊开口。膜壳直径:20—22 $\mu\text{m}$ ;膜状物在赤道位宽:3—5 $\mu\text{m}$ 。**网面藻属 Genus *Dictyotidium* (Eisenack) emend. Staplin, 1961****模式种** 网面网面藻 *Dictyotidium dictiotum* (Eisenack) Eisenack, 1955**细网网面藻 *Dictyotidium microreticulatum* Hagenfeldt, 1989**

(图版 IV, 图 13)

1989 *Dictyotidium microreticulatum* Hagenfeldt, p. 198, pl. 1, figs. 10, 11.**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形,单层壁,常具褶皱;表面覆以小的五、六边形网。可能为裂开的脱囊方。膜壳直径:50—55 $\mu\text{m}$ ;网径:1—1.5 $\mu\text{m}$ 。**古老网面藻 *Dictyotidium priscum* Kirjanov and Volkova, 1979**

(图版 IV, 图 14)

1979 *Dictyotidium priscum* Kirjanov and Volkova, in Volkova *et al.*, p. 27, pl. 19, figs. 1—5.**描述** 膜壳轮廓圆形,常具褶皱,表面覆以四、五边形小网,网脊清晰,等宽;脱囊结构不明,膜壳直径:50—53 $\mu\text{m}$ ;网径:1—1.5 $\mu\text{m}$ 。**须毛球藻属 Genus *Fimbriaglomerella* Loeblich and Drugg, 1968****模式种** 分化须毛球藻 *Fimbriaglomerella divisa* Loeblich and Drugg, 1968**薄膜须毛球藻 *Fimbriaglomerella membranacea* (Kirjanov)****Moczydlowska and Vidal, 1988**

(图版 IV, 图 7)

1974 *Cymatiosphaera* ? *membranacea* Kirjanov, p. 121, pl. 7, figs. 2, 3.1988 *Fimbriaglomerella membranacea* Moczydlowska and Vidal, p. 3, pl. 1, figs. 5—9.**描述** 膜壳轮廓圆—椭圆形;双层壳体,内层壳坚实,外层壳膜状,透明;内、外壳体间有细的纤丝物联接。外层壳直径:38—41 $\mu\text{m}$ ;内层壳直径:23—26 $\mu\text{m}$ 。

**微小须毛球藻** *Fimbriaglomerella minuta* (Jankauskas) Moczydlowska and Vidal, 1988

(图版Ⅳ, 图 10)

1979 *Cymatiosphaera minuta* Jankauskas, in Volkova *et al.*, p. 26, pl. 14, figs. 10–12.1988 *Fimbriaglomerella minuta* Moczydlowska and Vidal, p. 4, pl. 2, figs. 8–17.

**描述** 膜壳轮廓近圆形, 双层壳体; 内层壳被膜状外层壳所包裹。由内层壳辐射的纤维状物与外层壳联接。脱囊结构不明。外层壳直径:  $25-28\mu\text{m}$ ; 内层壳直径:  $20-22\mu\text{m}$ 。

**粒面厚缘球藻属** Genus *Granomarginata* Naumova, 1960**模式种** 原始粒面厚缘藻 *Granomarginata prima* Naumova, 1960**原始粒面厚缘藻** *Granomarginata prima* Naumova, 1960

(图版Ⅳ, 图 5, 8)

1960 *Granomarginata prima* Naumova, p. 114, pl. 3, fig. 10.

**描述** 膜壳轮廓亚圆形, 壳体被疏体海绵状物包裹; 赤道面观, 似为延伸的环边。壳体直径:  $35-38\mu\text{m}$ ; 外延环宽:  $2.5-3\mu\text{m}$ 。

**棘粒面厚缘球藻** *Granomarginata squamea* Volkova, 1968

(图版Ⅳ, 图 17)

1968 *Granomarginata squamea* Volkova, p. 25, pl. 4, figs. 14–19; pl. 10, figs. 4, 5; pl. 11, fig. 11.

**描述** 膜壳椭圆形, 壳壁海绵状疏松, 且向外延伸为密集的线丝状物。在赤道面围绕壳体形成不规则的环。膜壳大小:  $40-45 \times 75-80\mu\text{m}$ 。

**光卵藻属** Genus *Leiovalia* Eisenack, 1965**模式种** 椭圆光卵藻 *Leiovalia ovalis* (Eisenack) Gorka, 1969**薄壁光卵藻** *Leiovalia tenera* Kirjanov, 1974

(图版Ⅲ, 图 15, 17)

1974 *Leiovalia tenera* Kirjanov, p. 124, pl. 7, fig. 11.

**描述** 膜壳椭圆形, 两端凸圆, 壁薄, 表面光滑, 多线脊状褶皱; 未见脱囊开口。膜壳大小:  $45-63 \times 28-32\mu\text{m}$ 。

**利耶帕亚藻属** Genus *Liepaina* Jankauskas, 1979**模式种** 扁平利耶帕亚藻 *Liepaina plana* Jankauskas, 1979**? 扁平利耶帕亚藻 ?** *Liepaina plana* Jankauskas, 1979

(图版Ⅳ, 图 11)

1979 *Liepaina plana* Jankauskas, in Volkova *et al.*, p. 28, pl. 20, figs. 1–6; pl. 21, figs. 1–2.

**描述** 膜壳轮廓近圆形, 辐射分布 8 个扁棒状突起; 突起间有膜状透明物联接。未见脱囊开口。膜壳直径:  $20\mu\text{m}$ ; 突起长:  $4-7\mu\text{m}$ 。



**微刺藻属 Genus *Micrhystridium* (Deflandre) Lister, 1970**

**模式种** 模糊微刺藻 *Micrhystridium inconspicuum* (Deflandre) Deflandre, 1937

**短棘微刺藻 *Micrhystridium brevicornum* Jankauskas, 1976**

(图版Ⅲ, 图 5, 6, 9)

1976 *Micrhystridium brevicornum* Jankauskas, p. 189, pl. 25, figs. 9, 11, 12.

**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形, 单层壁, 多褶皱; 表面覆以短锥针状棘刺; 棘刺基部稍宽, 往远端呈针状尖出。其基部中空, 且与壳腔连通。膜壳直径: 17—19 $\mu\text{m}$ ; 棘刺长: 1.5—3 $\mu\text{m}$ 。

**微弱微刺藻 *Micrhystridium pallidum* Volkova, 1968**

(图版Ⅲ, 图 1, 4)

1968 *Micrhystridium pallidum* Volkova, p. 21, pl. 4, figs. 5—9; pl. 11, fig. 4.

**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形, 单层壁, 较薄, 多皱; 表面覆以密集的锥针刺—毛发状棘刺。膜壳直径: 11—13 $\mu\text{m}$ ; 棘刺长: 1—2.5 $\mu\text{m}$ 。

**翼球藻属 Genus *Pterospermella* Eisenack, 1972**

**模式种** 闪烁翼球藻 *Pterospermella aureolata* (Cookson and Eisenack) Eisenack, 1972

**坚实翼球藻 *Pterospermella solida* (Volkova) Volkova, 1979**

(图版Ⅳ, 图 4, 16)

1979 *Pterospermella solida* Volkova, p. 29, pl. 49, figs. 15, 16.

**描述** 膜壳轮廓近圆形, 壳壁厚, 坚实, 不透光; 在赤道围绕膜壳有宽的环状膜边, 膜边常呈脊状褶皱。膜壳直径: 18—22 $\mu\text{m}$ ; 赤道膜环宽: 12—15 $\mu\text{m}$ 。

**透亮翼球藻 *Pterospermella vitrea* (Volkova) Fensome et al., 1990**

(图版Ⅳ, 图 12)

1974 *Pterospermella vitrea* Volkova, p. 197, pl. 28, figs. 1, 2.

1990 *Pterospermella vitrea* Fensome et al., p. 428.

**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形, 单层壁, 略厚, 表面光滑; 在赤道围绕透亮膜状物, 呈宽的翼环延展; 多褶皱。膜壳直径: 32—35 $\mu\text{m}$ ; 翼膜宽: 10—23 $\mu\text{m}$ 。

**网球藻属 Genus *Retisphaeridium* Staplin et al., 1965**

**模式种** 双裂网球藻 *Retisphaeridium dichamerum* Staplin et al., 1965

**致密网球藻 *Retisphaeridium densum* Paskeviciene, 1979**

(图版Ⅰ, 图 4, 7, 9; 图版Ⅳ, 图 2, 3)

1979 *Retisphaeridium densum* Paskeviciene, in Volkova et al., p. 28, pl. 29, figs. 6, 7.

**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形,单层壁,表面光滑;密集分布四、五边形网,网脊不突出膜壳轮廓线;脱囊开口不明。膜壳直径:28—35 $\mu\text{m}$ ;网脊宽:0.8—1.2 $\mu\text{m}$ ;网径:5—8 $\mu\text{m}$ 。

### 霍韦尼网球藻 *Retisphaeridium howellii* Martin, 1983

(图版IV,图6)

1983 *Retisphaeridium howellii*, Martin, in Martin and Dean, p.361, pl.43.2, figs. 2—3, 5—6, 11—12, 16, 18—19.

**描述** 膜壳轮廓圆—亚圆形,少数标本挤压变形;单层壁,表面有褶皱形成的多角—角圆形网;网脊窄,不凸出膜壳轮廓。膜壳直径:30—35 $\mu\text{m}$ ;网径:10—15 $\mu\text{m}$ 。

## 参 考 文 献

- 卢衍豪,朱兆玲,钱义元等,1982. 中国寒武纪地层对比表及说明书,北京:科学出版社.
- 邢裕盛,1982. 云南昆明附近震旦纪及早寒武世微体古植物及地质意义.地质学报, **56**(1):42—49.
- 赵元龙,袁金良,黄友庄等,1994. 贵州台江中寒武世凯里动物群,古生物学报, **33**(3):263—271.
- 欧阳舒,尹磊明,李再平,1974. 寒武纪古孢子.见:中国科学院南京地质古生物研究所编著:西部地区地层古生物手册,北京:科学出版社.
- Fedonkin M A, Gnilyovskaya M B *et al.*, 1983. Upper Precambrian and Cambrian palaeontology of the East-European platform, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa. 1—125.
- Hagenfeldt S E, 1989. Middle Cambrian acritarchs from the Baltic Depression and South-Central Sweden, taxonomy and biostratigraphy, Stockholm Contrib. Geol., **41**(1):215—235.
- Hayes J M, Kaplan I R, Wedeking W, 1983. Precambrian organic geochemistry, preservation of the record. In Schopf, J. M. (ed.): *Earth's Earliest biosphere*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 93—134.
- Martin F, Dean W T, 1988. Middle and Upper Cambrian acritarch and trilobite zonation at Manuels River and Random Island, eastern Newfoundland, Geol. Survey of Canada, B381, 1—91.
- Moczydlowska M, 1991. Acritarch biostratigraphy of the Lower Cambrian and the Precambrian-Cambrian Boundary in southeastern Poland, Fossils and Strata, **29**:1—127.
- Slavikova K, 1968. New finds of acritarchs in the Middle Cambrian of the Barrandian (Czechoslovakia); Vestnik Ustredniho Ustavu Geologickeho, **43**:199—205.
- Timofeev B V, 1959. La plus ancienne flore des regions de la Baltique et sa signification stratigraphique; V. N. I. G. R. I., no. 129, Traduction B. R. G. M., no. 4686.
- Vanguetstaine M, Van Looy J, 1983. Acritarchs du Cambrien Moyen de la vallee de Tachedirt (Haut-Atlas, Maroc) dans le cadre d'une nouvelle zonation du Cambrien; Soc. Geol. de Belgique, Annales, **106**:69—85.
- Volkova N A, Kirjanov V V, Piskun L V *et al.*, 1979. Microflora; in Upper Precambrian and Cambrian paleontology of east European platform, B. M. Keller and A. Y. Rosanov (eds.): Academy of Sciences, U. S. S. R., Nauka, 4-38. (in Russian).
- Volkova N A, 1990. Middle and Upper Cambrian acritarchs in the east-European platform, Transaction, **454**:1—88.
- Zhang W L, 1992. Sinian and Early Cambrian floras and biostratigraphy on the South China platform, Palaeontographica, B224:75—119.

# EARLY—MIDDLE CAMBRIAN ACRITARCHS IN THE KAILI FORMATION FROM TAIJIANG COUNTY, GUIZHOU, CHINA

YIN Lei-Ming

(*Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

YANG Rui-Dong

(*Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093*)

**Key words:** Acritarchs, Kaili Formation, Early—Middle Cambrian, Taijiang County, Guizhou Province

## Summary

The Early—Middle Cambrian acritarchs have been extracted from the Kaili Formation at the Balang section in Taijiang County, Guizhou Province, 31 species belonging to 18 genera are described in this paper. Acritarchs of Sphaeromorphitae and Pteromorphitae in the Kaili Formation occur rather frequently, Hercomorphitae and Acanthomorphitae occur in proper order, Netromorphitae and Diacromorphitae are rare. Sphaeromorphic vesicles with distinct processes and polygonal net, such as *Micrhystridium*, *Dictyotidium*, *Retisphaeridium*, *Goniosphaeridium* only occur in No. 9 layer and No. 20—24 layers of the Kaili Formation. In addition, the above horizons contain abundant thin-walled specimens of *Leiosphaeridia*, and it might imply that the shallow marine condition were dominated some times.

In comparison with known acritarch assemblages from Early—Middle Cambrian deposits elsewhere in the world, since more typical Middle Cambrian acritarchs, such as *Cristallinium cambriense*, *C. dubium*, *Micrhystridium brevicornum*, *M. pallidum*, first occur in No. 9 layer of the Kaili Formation, the Lower—Middle Cambrian boundary could be suggested at the base of No. 9 layer of the Kaili Formation. This tentative boundary between Lower and Middle Cambrian, based on the remarkable change of acritarch assemblage, roughly coincides with the boundary drawn from trilobites, i. e. at the base of *Xingrenaspis*-*Oryctocephalus* Zone (Zhao *et al.*, 1994; Yuan *et al.*, 1997).

## 图 版 说 明

本文研究标本皆采自贵州省台江县八郎下、中寒武统凯里组;所有化石皆为光学生物显微镜照相。样品、薄片号,放大倍数和标本座标位置记述顺序以 GTB 15-(3), ×960, F4/40 为例。研究标本保存于中国科学院南京地质古生物研究所。

图 版 I

- 1—3, 5, 13. *Leiosphaeridia* spp.  
1. GTB 15-(3), ×960, F4/40; 2. GTB 13-(2), ×960, K39; 3. GTB 15-(1), ×640, E 1/35;  
5. GTB 13-(3), ×960, R 1/32; 13. GTB 24-(1), ×640, W32.  
4, 7, 9. *Retisphaeridium densum* Paskeviciene, 1979  
4. GTB 13-(2), ×960, M 1/32; 7. GTB 13-(1), ×960, L 47; 9. GTB 13-(1), ×960, 2/36.  
6, 8, 10, 11, 15, 16. *Synsphaeridium* spp.  
6. GTB 9-2-(2), ×960, R 2/41; 8. GTB 9-6-(3), ×960, S 4/44; 10. GTB 9-2-(1), ×960, K44; 11. GTB 9-3-(1), ×960, G 37; 15. GTB 9-6-(3), ×960, Q 3/30; 16. GTB 27-(1), ×960, P 40.  
12, 14. Filamentous algae  
12. GTB 9-2-(2), ×640, X 2/38; 14. GTB 24-(2), ×640, O 38.

图 版 II

- 1, 3. *Leiosphaeridia dehisca* Paskeviciene, 1979  
1. GTB 9-2-(3), ×960, W1/47; 3. GTB 9-2-(2), ×960, G 4/46.  
2, 10. *Leiosphaeridia* spp.  
2. 被黄铁矿挤压 (Compressed by pyrites): GTB 9-2-(1), ×960, M 4/33;  
10. GTB 9-2-(3), ×640, S 2/32.  
4—6. *Asperatopsophosphaera* sp.  
4. GTB 9-2-(3), ×960, S 4/38; 5. GTB 9-2-(2), ×960, T 2/34;  
6. GTB 9-2-(2), ×960, H 4/40.  
7. *Cymatiosphaera favosa* Jankauskas, 1976  
GTB 9-2-(2), ×960, K 37.  
8. *Cymatiosphaera* cf. *cristata* Jankauskas, 1976  
GTB 9-2-(3), ×1600, S 2/35.  
9. *Cymatiosphaera* sp.  
GTB 9-2-(3), ×640, P 30.  
11, 12. Colonial coccoid microfossils  
11. GTB 9-2-(1), ×640, K 2/34; 12. GTB 9-2-(3), ×640, J 39.

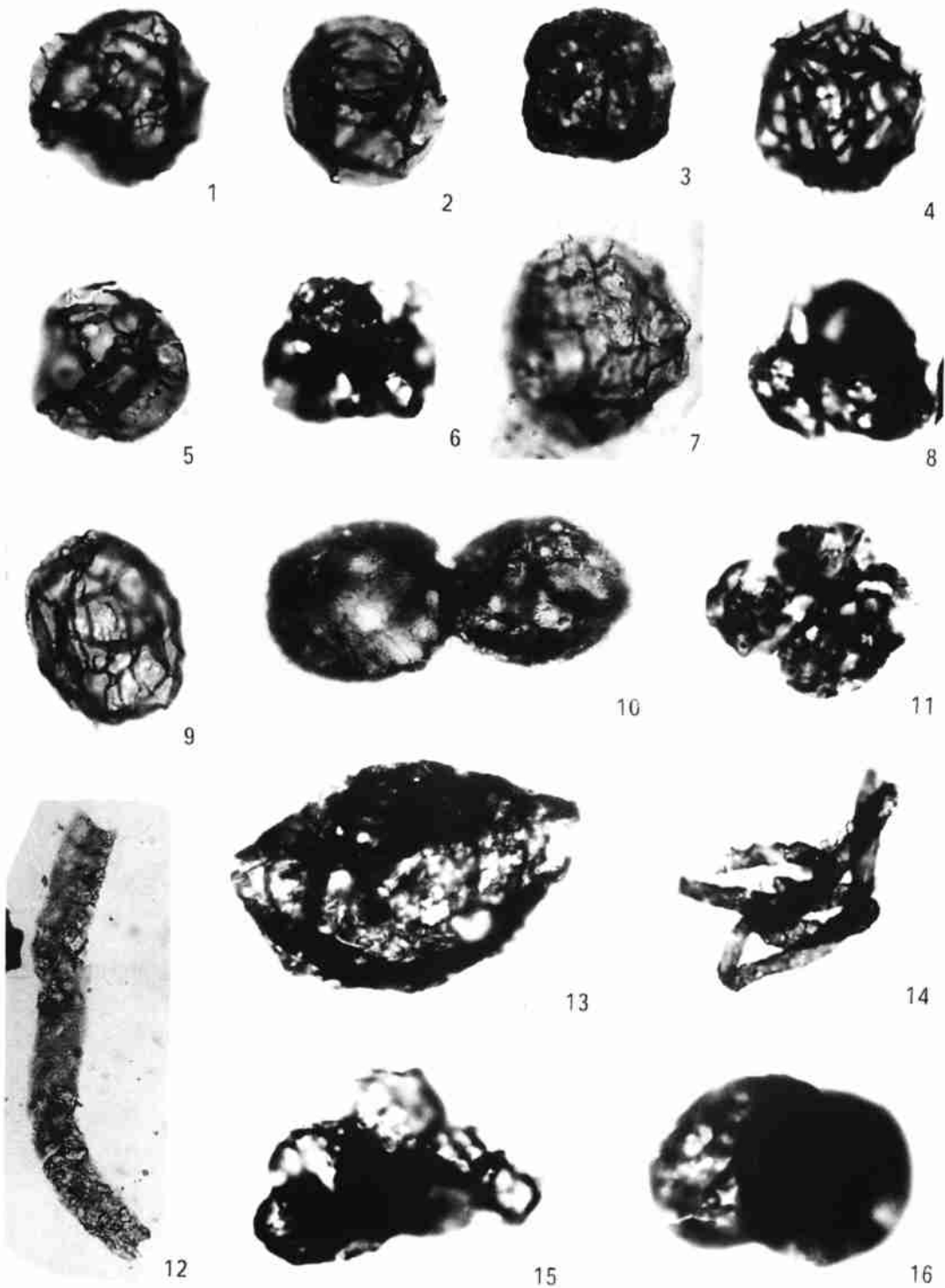
图 版 III

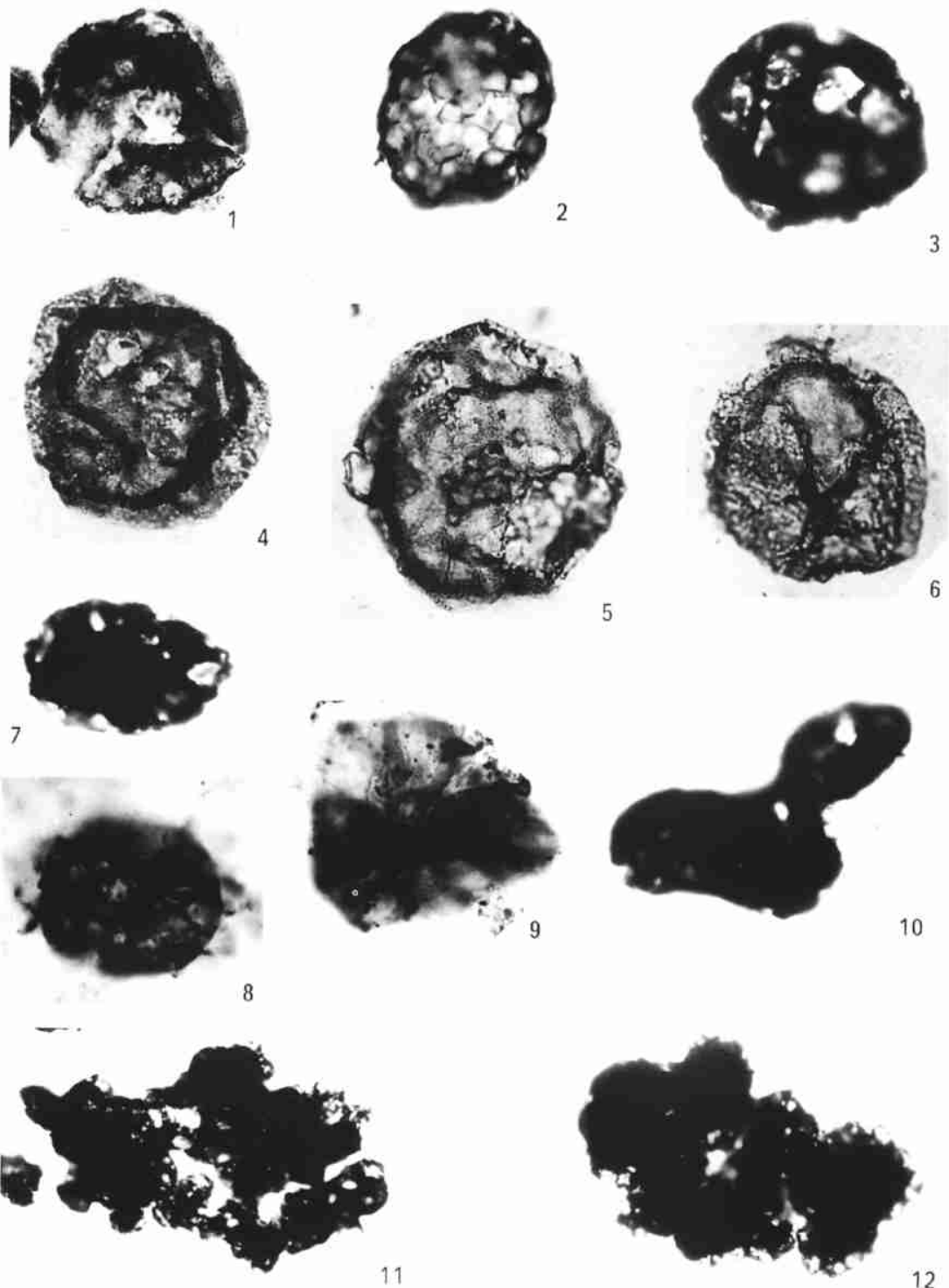
- 1, 4. *Micrhystridium pallidum* Volkova, 1968  
1. GTB 9-2-(2), ×1600, O 1/40; 4. GTB 9-2-(3), ×960, H 2/35.  
2, 13. *Micrhystridium* sp.  
2. GTB 9-2-(1), ×1600, M 47; 13. GTB 9-2-(2), ×1600, O 38.  
3, 10. *Cristallinium dubium* Volkova, 1990  
3. GTB 9-6-(1), ×960, N32; 10. GTB 9-6-(3), ×960, L 40.  
5, 6, 9. *Micrhystridium brevicornum* Jankauskas, 1976  
5. GTB 9-2-(2), ×1600, V 2/36; 6. GTB 9-2-(2), ×1600, Q 3/40;  
9. GTB 9-2-(3), ×1600, M 4/43.  
7. ? *Acanthodiacrodium* sp.  
GTB 27-(1), ×640, K 1/41.  
8. *Dictyotidium* sp.  
GTB 9-6-(3), ×960, T 47.  
11, 12. *Cristallinium cambriense* (Slavikova) Vanguetaine, 1978

11. GTB 9-6-(2),  $\times 960$ , V 3/38; 12. GTB 9-2-(2),  $\times 960$ , P 1/40.
14. *Leiofusa* sp.  
GTB 9-2-(3),  $\times 960$ , U 4/40.
- 15, 17. *Leiovalia tenera* Kirjanov, 1974  
15. GTB 27-(3),  $\times 640$ ,  $\times 36$ ; 17. GTB 27-(2),  $\times 640$ , U 36.
16. *Synsphaeridium* spp.  
GTB 11-(1),  $\times 640$ , L 41.
18. ? *Retisphaeridium* sp.  
GTB 24-(2),  $\times 960$ , W 36.

## 图 版 IV

1. *Lophosphaeridium tentatium* Volkova, 1968  
GTB 12-(3),  $\times 1400$ , P 40.
- 2, 3. *Retisphaeridium densum* Paskeviciene, 1979  
2. GTB 12-(1),  $\times 690$ , J 1/39; 3. GTB 24-(1),  $\times 690$ , O 3/45.
- 4, 16. *Pterospermella solida* (Volkova) Volkova, 1979  
3. GTB 9-6-(1),  $\times 690$ , J 3/34; 16. GTB 9-2-(2),  $\times 690$ , R 40.
- 5, 8. *Granomarginata prima* Naumova, 1960  
4. GTB 9-6-(1),  $\times 690$ , J 34; 8. GTB 24-(3),  $\times 690$ , U 3/40.
6. *Retisphaeridium howellii* Martin, 1983  
GTB 15-(3),  $\times 690$ , U 1/42.
7. *Fimbriaglomerella membranacea* (Kirjanov) Moczydlowska and Vidal, 1988  
GTB 9-2-(3),  $\times 690$ , H 1/36.
9. *Michystridium pallidum* Volkova, 1968  
GTB 12-(1),  $\times 1400$ , L 1/38.
10. *Fimbriaglomerella minuta* (Jankauskas) Moczydlowska and Vidal, 1988  
GTB 12-(3),  $\times 690$ , D 1/41.
11. ? *Liepaina plana* Jankauskas, 1979  
GTB 15-(3),  $\times 690$ , M 54.
12. *Pterospermella vitrea* (Volkova) Fensome *et al.*, 1990  
GTB 15-(3),  $\times 690$ , R 2/52.
13. *Dictyotidium microreticulatum* Hagenfeldt, 1989  
GTB 24-(2),  $\times 690$ , J 1/32.
14. *Dictyotidium priscum*  
GTB 24-(3),  $\times 690$ , V 38.
15. ? *Goniosphaeridium* sp.  
GTB 24-(1),  $\times 690$ , X 2/36.
17. *Granomarginata squgmacea* Volkova, 1968  
GTB 24-(1),  $\times 690$ , G 3/34.





Guizhou, China

Plate III

