原中部含 *Redlichia* cf. *endoi* 的黄绿色页岩底部。湖北地质局三峡地层研究组(1978)再次修改水井沱组定义，将其上限下移至原水井沱组下部灰黑色或黑色页岩夹黑色薄层石灰岩的上界。这样该组层型地点为宜昌石牌村水井沱处，厚度仅为 24m[2]。赵自强等在总结湖北震旦系时指出：黄陵背斜西翼庙河一带，水井沱组在其含 *Sinodiscus* 层位之下尚有一套地层不含三叶虫，即黑色页岩夹薄层灰岩，底部夹硅质层[3]。长阳地区水井沱组的岩性与庙河的相似。在广泛研究了湖北境内水井沱组剖面后，确认原峡东地区水井沱组层型剖面缺失下段地层。缺失部分的岩性特征为黑色页岩夹薄层灰岩及硅质层。因此建立辅助层型，指定湖北长阳计家坡公路边剖面为水井沱组的辅助层型剖面[3]。修定后的水井沱组包含上、下两段，两段界线大致在上段底部黑色页岩夹锅底状灰岩透镜体的底面。本文所研究的化石产于新定义的水井沱组下段底部黑色硅质岩中。

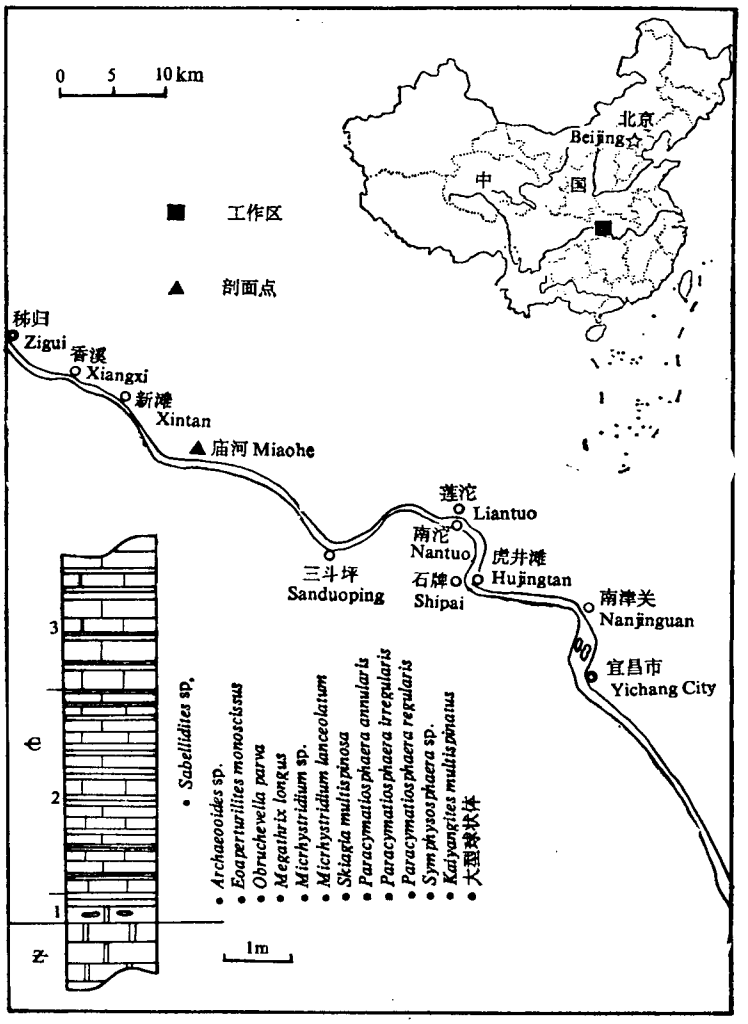

图 1 化石产地及地层剖面图

Fig. 1 Map showing the locality of the microfossils and the stratigraphical column.

2 化石产地及地层剖面

本文所研究的化石产自湖北省秭归县庙河以西约 2km 的岩家洞震旦系—寒武系界线剖面(图 1)。该剖面位于长江北岸，现将岩性描述如下。

下寒武统水井沱组

下段

3. 薄至中层黑色灰岩夹少量炭质页岩　　1.19m

2. 黑色薄层炭质灰岩与炭质页岩互层。含蠕虫化石 *Sabellidites* sp. 及肉眼可见炭化程度极高的小壳化石　　2.52m

1. 黑色炭质页岩，底部黑色燧石层含少量硅磷质结核。燧石中含丰富的刺球类：*Micrhystridium* sp., *M. lanceolatum* Yin, *Skiagia multispinosa* sp. nov., *Paracymatiosphaera annularis* Wang, *P. irregularis* Wang, *P. regularis* Wang；球状化石：*Eoaperturilites monoscissus* Yin *Symphysosphaera* sp., *Microcellophycus maculosus* Yin, *Archaeooides* sp.；丝状化石：*Obruchevella parva* Reitlinger, *Megathrix longus* Yin；似牙形石 *Kaiyangites multispinatus* Qian et Ding 及其它黑色球状体　　0.30m

————整　　合————

上震旦统灯影组

灰白色白云岩。

3 微化石组合特征及对比

本文描述的微化石发现在水井沱组下段底部的黑色燧石中。含化石燧石呈层状，单层厚 3—4cm，水平纹层发育。岩石薄片镜下观察，水平纹层由明暗相间的不规则层纹组成，厚薄不一。暗色层二氧化硅基质中富含深褐色至褐黑色有机质团块及条带，含有零星微刺藻 (*Micrhystridium* sp.) 及大型丝状体 (*Megathrix* sp.)。亮层由较厚的硅质组成，含有近球形或不规则形状的黑色包体和浅褐色的有机质团块，其间含有很多刺球藻分子和少量球状及丝状藻类。此外在亮层中还发现似牙形石化石 *Kaiyangites*。初步研究了 9 属 12 种。它们的形态、丰度及个体大小见图 2。这一微化石组合中，刺球藻类以 *Micrhystridium lanceolatum*, *Micrhystrydium* sp. 最为丰富，在一个岩石薄片可见数千个体。*Skiagia multispinosa*, *Paracymatiosphaera annularis*, *P. regularis* 和 *P. irregularis* 相对较少。*Skiagia multispinosa* sp. nov. 为在本区首次发现的新种。特征为膜壳表面具有非常密集的实心刺，刺的顶端向四周扩张呈漏斗状(图版 I，图 5—7)。*Paracymatiosphaera* Wang 属最早由王福星，以湖南石门杨家坪下寒武统，杨家坪组下段底部硅质岩中发现的化石材料建立，所描述的 4 种，除 *Paracymatiosphaera annularis* 产自贵州铜仁牛蹄塘组外，其他 3 种均发现在上述杨家坪组[4]。此次在本区发现了除 *Paracymatiosphaera hunanensis* 外的其他三种。另外该属还在湖北鹤峰白果坪下寒武统底部和云南晋宁王家湾下寒武统渔户村组中谊村段发现[3,5](表 1)。*Symphysosphaera* 为笔者在贵州清镇阿坝寨下寒武统底界附近硅质岩中发现的一个新属。特征是由很多球形个体组成的复杂定形球状群体，群体外有时具明显包封膜，沿球体外侧密集排列表层细胞。表层细胞之内为含暗色胶质腔，胶质沿表层细胞间隙向外放射。内腔胶质中含有数量不等

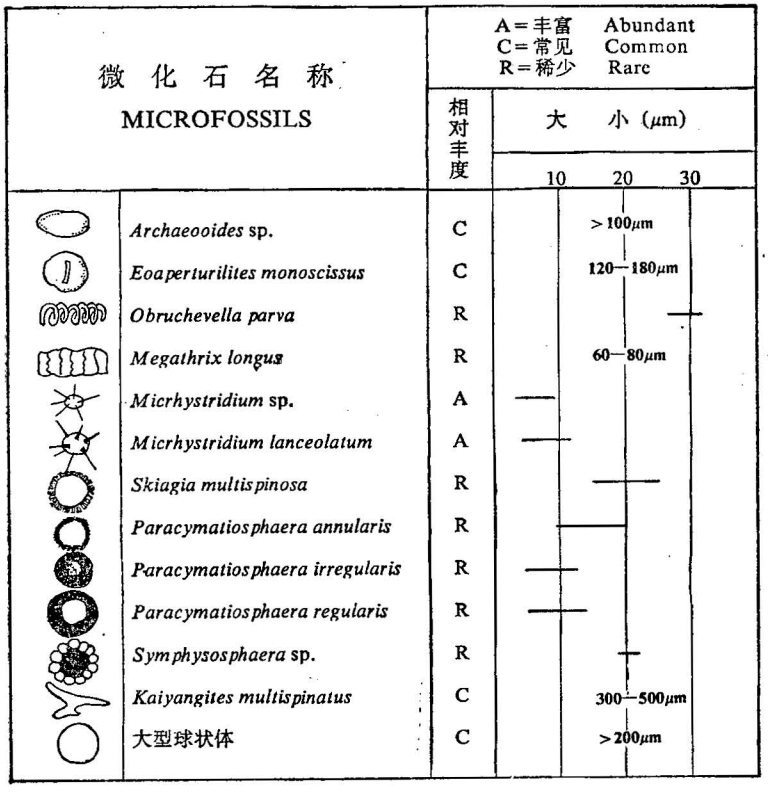

图 2 微体化石形态及相对丰度对比图

Fig. 2 Types and relative abundance of the microfossils found in the black chert

表 1 微化石在国内的地层分布表

Table 1 Distribution of Lower Cambrian microfossil species in China

产地 / 层位 / 微化石名称	本文	湖北 鹤峰 白果坪	湖南 石门 杨家坪	贵州 清镇 阿坝寨	云南 晋宁 王家湾
	水井沱组底	水井沱组底	杨家坪组底	桃子冲组	中谊村段
Micrhystridium sp.	+	+	+	+	+
Micrhystridium lanceolatum	+	+	+	+	
Skiagia multispinosa	+				
Paracymatiosphaera annularis	+	+	+		+
Paracymatiosphaera regularis	+	+	+	+	
Paracymatiosphaera irregularis	+	+	+	?	
Eoaperturilites monoscissus	+				
Symphysosphaera sp.	+			+	
Obruchevella parva	+		?	+	
Megathrix longus	+				
Archaeooides sp.	+				
Kaiyangites multispinatus	+		+	?	

的球形细胞1)。本区水井沱组下段仅发现极少量该属的分子，但群体直径明显小于贵州清镇阿坝寨发现的标本，故做为该属未定种 *Symphysosphaera* sp.丝状藻类中 *Obruchevella parva* 是一种螺旋弯曲的丝状体，常在早寒武世早期出现。该种最初由 E. A. Reitlinger 描述自前苏联西伯利亚尤多姆地层中 (Yudomian, Siberia, Nochtuisk region)[6]。在我国云南晋宁梅树村剖面，下寒武统梅树村组中谊村段也发现该种[7]. 此外笔者在贵州清镇阿坝寨剖面，下寒武统底界附近也发现该种化石。除上述藻类化石外，同一燧石样品中还发现似牙形石 *Kaiyangites multispinatus*，该化石在岩石薄片中呈现基部强烈扩张中空的锥状体形态，由于所切部位不同可见单锥或双锥形态(图版 II，图 1—2)。锥体壁因受到程度不同的炭质浸染，多为深黑色。在高倍镜下，可以看到局部具有层状结构及壁内侧呈现有机质含量较低的薄层(图版 II，图 4—5)。类似化石曾发现在贵州开阳中心牛蹄塘组底部和台江五河留茶坡组顶部[8]，以及湖南石门下寒武统杨家坪组下段[9]。

根据上述主要化石在国内外地层的分布情况分析，笔者初步认为本区水井沱组最底部的这一化石层位，可能相当梅树村阶小壳化石第 2—3 化石组合带，其时代大体可以对比。由于其下伏灯影组白云岩至今未找到无疑问的小壳化石，确切对比还有待今后继续工作。此外，根据岩石特征及所含浮游藻类化石比例较高的特征，推断含化石层位为一潮下低能较深水环境。

4　几个问题的讨论

1. 关于 *Micrhystridium lanceolatum* (Yin, 1985) 出现的层位。*Micrhystridium lanceolatum* 最早由尹磊明描述。化石产自同一地区庙河，样品同样为硅质岩（编号 Hm80-14-2)。原文注明的含化石层位为震旦系陡山沱组(见 Text-fig. 2)[10]。该种的个体数量在岩石薄片中很丰富，在同一样品中其它的属种还有：*Leiosphaeridia*? *aperculia* Yin, *Eoaperturilites monoscissus* Yin, *E. gonostomus* Yin, *Pterospermopsimorpha* cf. *pileiformis* Tim., *Microcellophycus maculosus* Yin 等。此次在庙河自下而上对震旦系至寒武系底界附近的地层进行了系统采样和硅质岩的切片研究。结果未在陡山沱组发现含上述微化石组合的硅质岩层位，而在下寒武统水井沱组最底部的硅质岩中发现非常相似的微化石组合。*Micrhystridium lanceolatum* 形态及丰度与原描述情况完全相同[10,11]，并含共生化石 *Leiosphaeridia*? *operculia*, *Eoaperturilites monoscissus* 及 *Microcellophycus maculosus* 等和原作者稍后发表的同一地区震旦系灯影组样品(Hm-80-14-3) 中，所发现的大型藻丝体 *Megathrix* sp.[12]。根据同一样品所发现的似牙形石 *Kaiyangites multispinatus* 以及共生的少量其他刺球藻属 *Paracymatiosphaera* 和 *Skiagia* 分析，*Micrhystridium lanceolatum* 可能出现在灯影晚期，在早寒武世早期大量出现。

2. 关于 *Kaiyangites* 属分类位置的讨论。本文所描述的 *Kaiyangites multispinatus* 在薄片中表现为强烈扩张的基部，这一特征与 *Fomitchella* 属十分相似[13]。然而分析出的化石体显示基部不呈漏斗状而呈二叶状，其形态及个体大小无疑可归入 *Kaiyangites*

1) 属征及描述见尹崇玉《贵州清镇早寒武世早期藻类化石新资料》植物学报，科学出版社，待刊。

Qian et Yin, 1984。目前庙河所发现的标本均为二齿状，未见三齿标本。值得注意的是在一些保存较好的标本上，可以看到基部边缘的生长线(图版 II，图 3)。另外，在高倍镜下观察，可以看到局部具明显的层状结构，基部空腔可伸达齿的顶端。上述特征说明化石体可能是从基部增长的，因此可能为早期的原牙形石的成员。故本文将该化石做为似牙形石加以描述。

5 化石描述

刺球藻群 Acanthomorphida Downie, Evitt and Sarjeant, 1963

微刺藻属 *Micrhystridium* (Deflandre, 1937) Downie et Sarjeant, 1963

微刺藻(未定种) *Micrhystridium* sp.

(图版 I-1)

描述 膜壳球形或椭球形，壳壁较薄，单层，直径 5.5—10μm (平均 8.5μm，N = 25)，表面微颗粒状，具基部无明显扩张的实心刺，刺长 5—8μm。

产地层位 湖北秭归庙河，下寒武统水井沱组底部。

矛刺微刺藻 *Micrhystridium lanceolatum* L. Yin

(图版 I-2—4)

1985, *Micrhystridium lanceolatum* L. Yin, pp. 238—239, Pl. 2, fig. 3—5, 10, Pl. 4, fig. 9.
1987, *Micrhystridium lanceolatum* L. Yin, Pl. 14, figs. 2—4, 6,10.

描述 膜壳轮廓球形，壳壁单层，深褐色，厚度均一；表面微显粗糙，直径 7.5—12μm (平均 10μm，N = 580)；表面均匀分布简单不分叉的棘刺，刺中空与壳腔相通，基部明显扩张，直径在1—1.5μm之间，刺长变化在 2—12μm 之间。

产地层位 湖北秭归庙河；下寒武统水井沱组底部。

斯开基刺球藻属 *Skiagia* Downie, 1982

多刺斯开基刺球藻(新种) *Skiagia multispinosa* sp. nov.

(图版 I-5—7)

正模 图版 I，图 5，薄片号 Ycy-601

描述 膜壳球形，直径 17—25μm (平均 20μm，N = 25)；表面光滑或微颗粒状，密集分布针状细刺，刺顶端向四周扩张；刺长 4—9μm。

种 名	膜壳直径 μm (平均)	刺长占壳径%(平均)	轮廓线上刺数(平均)
Skiagia brevispinosa	24—33(28)	9—14(11)	45—85(65)
Skiagia ciliosa	30—49(40)	15—28(22)	34—46(40)
Skiagia compressa	20—46(33)	29—50(41)	30—60(45)
Skiagia insigne	13—36(25)	20—25(22)	15—25(20)
Skiagia orbiculare	22—35(28)	25—38(30)	30—48(40)
Skiagia ornata	27—43(35)	32—64(53)	32—55(45)
Skiagia scottica	20—34(27)	13—26(20)	56—86(70)
Skiagia multispinosa	17—25(20)	23—36(25)	80—120(100)

比较　新种与该属已知种比较(见表)可以看出，新种个体直径相对较小，刺密集分布，数量多。这些特征可以区别其他种。

产地层位　湖北秭归庙河；下寒武统水井沱组底部。

拟花盘藻属 *Paracymatiosphaera* Wang, 1985

不规则拟花盘藻 *Paracymatiosphaera irregularis* Wang

(图版 I-9)

1985, *Paracymatiosphaera irregularis* Wang, p. 41, Fig. 3, (11) (13).

描述　膜壳球形，表面密集放射状排列不规则网状刺，有时可见外包封膜；膜壳直径 6—12μm (平均 10μm，N = 20)，外径 13—27μm (平均 16.5μm)。

产地层位　湖北秭归庙河；下寒武统水井沱组底部。

规则拟花盘藻 *Paracymatiosphaera regularis* Wang

(图版 I-10—11)

1985, *Paracymatiosphaera regularis* Wang, p. 41, Fig. 3: 5,9,10.

描述　膜壳球形，表面均匀分布放射状排列的刺；膜壳直径 7—13μm(平均10.55μm)，外径 12—25μm (平均 19.5μm，N = 15)。

产地层位　湖北秭归庙河；下寒武统水井沱组底部。

环状拟花盘藻 *Paracymatiosphaera annularis* Wang

(图版 I-8)

1985, *Paracymatiosphaera annularis* Wang, p. 42, Fig. 3: 4.

描述　膜壳球形，表面规则分布放射状短刺；膜壳直径 9—20μm (平均14.5μm，N = 11)，外径 11.5—25μm (平均 18.5μm)。

产地层位　湖北秭归庙河；下寒武统水井沱组底部。

分类位置不明的化石 Microfossils incertae sedis

胶球藻属 *Symphysosphaera* Yin (MS)

模式种：*Symphysosphaera radialis* Yin (MS)

属征　多个球形细胞组成的复杂定形球状群体，群体外侧有时可见明显包封膜；表层细胞单层，细胞壁光滑或微颗粒状。内腔中具有明显暗色胶质，胶质沿表层细胞间隙向外放射，胶质中含数量不等的单个细胞。

分布时代　贵州、湖北；早寒武世早期。

胶球藻(未定种) *Symphysosphaera* sp.

(图版 I-12)

描述　多细胞定形球状群体，表层细胞单层，细胞壁微颗粒状，直径 3.5—6μm；群体直径 18—25μm(N = 2)。中腔胶质褐黑色，可见 2 个与表层细胞大小相似的细胞。

比较 该化石与模式种 *Symphysosphaera radialis* 比较，个体明显小(后者群体直径 60—120μm,表层细胞直径 7—20μm)。

产地层位 湖北秭归庙河;下寒武统水井沱组底部。

似牙形石 Conodont-like fossil

开阳壳属 *Kaiyangites* Qian et Yin, 1984

多刺开阳壳 *Kaiyangites multispinatus* Qian et Ding

1988, *Kaiyangites multispinatus* Qian et Ding, 48 页,图版 3,图 4,5,6.

描述 化石个体小,最大长度一般在 500μm 左右，由基部和齿组成。具二齿，不等大,主齿狭锥形,细而尖,扩张角较小,一般为 10° 左右,主齿略向后呈弓形均匀弯曲,横切面近圆形,齿中空,基腔通向齿顶。小齿短,一般不超过主齿 1/2。基部呈二叶状,叶片大小不等,向两侧张开,小齿附于小叶片上。小叶片长略大于或等于其宽度。大叶片长度为宽度 2 倍左右。两叶片以 60—80° 角相交,相交处形成一圆突的前后方向伸展的脊,主齿位于脊的前部。叶片边缘可见平行边缘的细纹。

比较 本种可归为 *Kaiyangites multispinatus* Qian et Ding，但须指出的是庙河所发现的标本全部为二齿(N = 40)，未见三齿现象。

产地层位 湖北秭归庙河;下寒武统水井沱组底部。

参 考 文 献

1 张文堂,李积金. 湖北峡东寒武纪及奥陶纪地层. 科学通报,1957,(5): 145—146.

2 湖北地质局三峡地层研究组. 峡东地区震旦纪至二迭纪地层古生物. 北京: 地质出版社,1978. 1—24 页.

3 赵自强,邢裕盛等. 湖北震旦系. 武汉: 中国地质大学出版社,1988. 1—100 页.

4 Wang Fuxing. Middle-Upper Proterozoic and Lowest Phanerozoic microfossil assemblages from SW China and contiquous areas. Precambrian Research, 1985, 29: 33—43.

5 尹崇玉. 云南晋宁王家湾下寒武统渔户村组中谊村段的微化石研究. 地层古生物论文集,1990,23: 131—140.

6 Reitlinger, E. A. Atlas of microscopic organic remains and problematica from ancient rocks of Siberia. Transactions of the Geological Institute of the Academy of Sciences of the U. S. S. R. 1959, 25: 1—63. (in Russian).

7 Song Xueliang. *Obruchevella* from the early Cambrian Meishucun Stage of the Meishucun section, Jinning, Yunnan, China. Geol. Mag., 1984, 121(3): 179—183.

8 钱 逸,尹恭正. 贵州早寒武世早期小壳动物化石的研究. 地层古生物论文集,1984,13: 91—124.

9 丁伟明、钱 逸. 湖南石门杨家坪晚震旦世小壳化石. 微体古生物学报,1988,5(1): 39—55.

10 Yin Leiming. Microfossils of the Doushantuo Formation in the Yangtze Gorge District,Western Hubei. Palaeotologia Cathayana, 1985, 2: 229—249.

11 尹磊明. 长江三峡地区震旦系的微体植物化石. 地层学杂志,1986,10(4): 262—269.

12 Yin Leiming. Microbiotas of latest Precambrian sequences in China. In: Stratigraphy and Palaeontology of Systemic in China. Precambrian-Cambrian Boundary 1. Nanjing, 1987. 415—522.

13 Rozanov, A. Yu. et al. Tomotian Stage and the Cambrian Lower boundary problem. Acad. Sci. USSR, Geol. Inst. Trans., 206. 1969. 1—380 (In Russian).

MICROFOSSILS FROM THE CHERTS OF THE LOWER CAMBRIAN SHUIJINGTUO FORMATION AT MIAOHE, ZIGUI, HUBEI PROVINCE

Yin Chongyu, Yue Zhao, Gao Linzhi

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Ding Qixiu

(Hubei Institute of Geological Sciences, Wuhan)

Abstract

The microfossils described and illustrated in this paper were discovered in the black chert of the lowest part of the lower Cambrian Suijingtuo Formation at Miaohe village, Zigui, Hubei Province. All of the microfossils were observed in the thin-sections of sample 1—891020, which yield 9 genera, 9 species and 3 ndeterminate species(including a new species). Among them *Micrhystridium* sp. and *Micrhystridium lanceolatum* Yin are very common and *Paracymatiophaera regularis* Wang, *Paracymatiosphaera irregularis* Wang, *Paracymatiosphaera annularis* Wand and *Skiagia multispinosa* sp. nov. are relatively rare. A conodont-like fossil *Kaiyangites multispinatus* is associated with the acritarch microfossils. The fossil assemblage provides an important evidence for the definition of the Sinian-Cambrian boundary in this area, and for the correlation with the Sinian-Cambrian boundary strata of the adjacent areas.

Description of the new species:

Genus *Skiagia* Downie, 1982

Skiagia multispinosa sp. nov.

(Pl. 1, figs. 5—7)

Vesicle spherical or slightly ellipsoidal, diameter 17—25μm (averagely 20μm, n = 25), surface psilate or weakly coarse, with numerous processes which are widened distally to form funnel-shaped terminations, processes 4—9μm long(23—36% of vesicle diameter).

Comparison:

Species	Vesicle diameter (μm)	Process length % of vesicle	Number of processes at periphery
Skiagia brevispinosa	24—33(28)	9—14(11)	45—85(65)
Skiagia ciliosa	30—49(40)	15—28(22)	34—46(40)
Skiagia compressa	20—46(33)	29—50(41)	30—60(45)
Skiagia insigne	13—36(25)	20—25(22)	15—25(20)
Skiagia orbiculare	22—35(28)	25—38(30)	30—48(40)
Skiagia ornata	27—43(35)	32—64(53)	32—55(45)
Skiagia scottica	20—34(27)	13—26(20)	56—86(70)
Skiagia multispinosa	17—25(20)	23—36(25)	80—120(100)

Horizon and locality: Shuijingtuo Formation, Lower Cambrian, at Miaohe village, Zigui, Hubei Province.

Key words: Lower Cambrian, Shuijingtuo Formation, chert, microfossil, the Sinian-Cambrian boundary.

作 者 简 介

尹崇玉，生于1948年5月，1977年1月毕业于北京大学地质系古生物地层专业。1981年12月获中国地质科学院研究生部硕士学位。现为中国地质科学院地质研究所副研究员，从事前寒武纪生物地层学研究。通讯地址：北京阜外百万庄26号，邮政编码100037。

图 版 说 明

全部化石产自湖北秭归庙河，下寒武统水井沱组底部燧石样品中，样品编号：1-891020，全部薄片保存在中国地质科学院地质研究所。括号内为微化石在岩石薄片中位置的纵横作标。

图 版 I

1. *Micrhystridium* sp. 薄片号：Ycy-601 (45.8 × 102.2) × 1667.
2—4. *Micrhystridium lanceolatum* L. Yin，薄片号：Ycy-601 (47.2 × 89.2) (27.5 × 89.3) (23 × 84.3)，×1667.
5—7. *Skiagia multispinosa* sp. nov.，薄片号：Ycy-601 5. 正模 (24×84.7)，6.(25.1×96)，7.(24.5×100)，×1667.
8. *Paracymatiosphaera irregularis* Wang，薄片号：Ycy-605 (28.3 × 102.1)，×1667.
9. *Paracymatiosphaera annularis* Wang，薄片号：Ycy-606 (36.4 × 103.1)，×1667.
10—11. *Paracymatiosphaera regularis* Wang，薄片号：Ycy-605 (19.8 × 97.8)，×1667.
12. *Symphysosphaera* sp.，薄片号：Ycy-603 (32.1 × 88.9)，× 1667.

图 版 II

1—5. *Kaiyangites multispinatus* Qian et Ding，薄片号：Ycy-606 1.(50.1 × 90.8)，× 200，2.(36 × 96.2)，× 200，4.5. (48.5 × 98.4)，× 400，×2000，3. 登记号 91108，分析出的化石全貌。
6. 未定名椭球体，薄片号：Ycy-603 (30.5 × 90.8)，× 180.
7. *Eoaperturilites monoscissus* L. Yin，薄片号：Ycy-603 (29.2 × 96.1)，× 180.
8. *Obruchevella parva* Reitlinger，薄片号：Ycy-607 (21.5 × 94)，× 1050.
9. *Megathrix longus* L. Yin，薄片号：Ycy-646 (50.3 × 85.8)，× 300.