

目 录

| | |
|----------------------|-----------------|
| 绪言 | (iii) |
| 西南地区的震旦系 | 曹瑞骥、杨万容等 (1) |
| 西南地区的寒武系 | 张文堂、袁克兴等 (39) |
| 西南地区的奥陶系 | 穆恩之、朱兆玲等 (108) |
| 西南地区的志留系 | 葛洽洲、戎嘉余等 (155) |
| 西南地区几个泥盆系基础剖面的论述 | 廖卫华、许汉奎等 (221) |
| 贵州普安、晴隆的上石炭统兼述石炭系的上界 | 吴望始、张遵信等 (250) |
| 西南地区的三叠系 | 陈楚震、黎文本等 (289) |

西南地区的震旦系

曹瑞骥 杨万容 尹磊明 张俊明 李再平 赵文杰

一、前言

西南地区震旦纪地层是指下寒武统含磷组以下,晋宁运动面(即昆阳群及其相当地层顶部的不整合面)以上的一套地层。这套地层变质浅,层序清楚,具有山麓、冰川、泻湖、浅海及火山喷发物等多种类型沉积,富含古藻及微古植物化石,它反映西南地区一定的地史特征。该套地层蕴藏着多种矿产,在祖国社会主义建设中拥有巨大的经济价值。

西南地区震旦纪地层广泛分布于鄂西、湘西、滇东、贵州、四川、陕南等地。本文研究

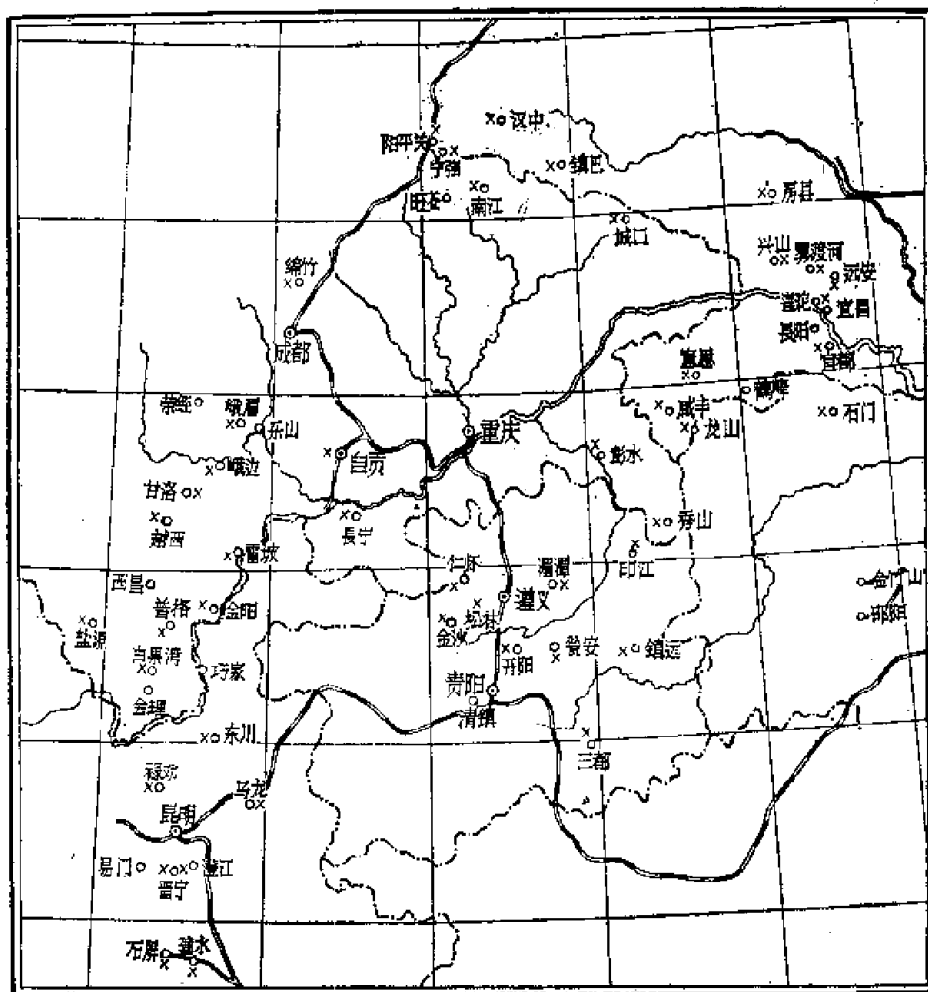


图1 西南地区震旦纪地层剖面位置图

地区仅限于北纬 26° 至 34°，东经 102° 至 111°，而在此范围以外的湘西、黔南等地，尽管地层亦很发育，由于我们没有开展工作，文中暂不作讨论。

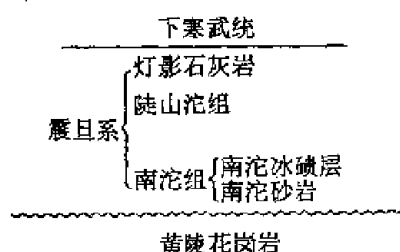
1966 至 1972 年间，本文作者先后在陕南、四川、黔北、鄂西、滇东的一些震旦纪地层出露地区，进行了剖面测制或观察工作（图 1）。采集了一些古藻、微古植物化石及沉积岩标本。在此期间，本文作者还去川、黔、鄂、滇四省石油和地质单位，收集了该区的地质剖面图及地层分析化验资料，吸取了近几年来生产单位有关的工作成果。在 1973—1974 年，我们对上述资料进行了综合分析和整理，对化石进行了鉴定，同时对具有代表性剖面上的沉积岩进行了初步研究。

在野外工作的进程中，四川石油管理局石油研究所始终给予有力的支持和配合，于此表示感谢。

二、研究简史

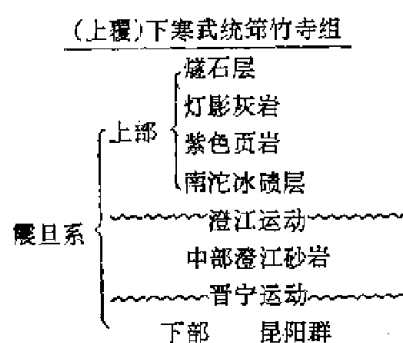
解放前，只有少数地质工作者对我国西南地区震旦纪地层作过调查研究工作。

1924 年，李四光批判了维理士（Willis）等在地层上的错误认识，建立了长江三峡地区的震旦纪地层剖面。他认为：长江三峡区的震旦系是一套连续的，不变质的前寒武纪沉积，其底界具明显的不整合面。上部与含化石的下寒武统是过渡的，推测两者间非常可能存在一间断面。根据沉积特征，李四光将峡区震旦纪地层划分如下：



李四光确定的三峡区震旦纪地层的界限和分层标准，为划分中国南方震旦纪地层奠定了基础。

抗战期间，谭锡畴、熊秉信、孙云铸、郭文魁等对云南震旦纪地层作过研究，对滇东震旦纪地层提出以下划分意见（米士，1942）：



此外，本区震旦纪地层工作只有以下零星报道：

1933 年，谭锡畴、李春昱指出四川峨眉山区存在震旦纪地层，命名为洪椿坪层。

1939 年，侯德封等认为，川西北震旦系可分为两层，上部命名为盐井河层，下部命名

为火地垭层,并认为前者与峡区灯影灰岩或峨眉山的洪椿坪层相当,后者可与陡山沱组对比。

1942年,刘之远¹在调查黔北地质矿产时,首次指出黔北有隶属于震旦纪的硅质灰岩存在,命名为新土沟石灰岩。

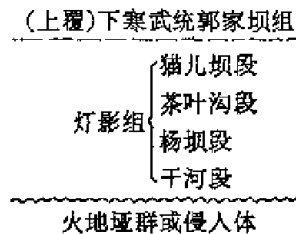
以上这些地层名称,均曾为一些地质工作者所采用。

解放后,在中国共产党和毛主席的英明领导下,随着社会主义经济建设蓬勃发展,区测工作及地质勘探大面积展开,西南地区震旦系专题研究也有不少论著,择重要者有:

刘鸿允、沙庆安等对滇东,黔北和鄂西震旦纪地层进行了专门研究,提出以晋宁运动所标志的不整合面,可作为南方震旦系的底界。同时,根据澄江运动所标志的不整合面,将中国南方震旦系分为上、下两个统,并认为上统三分性颇为明显,即可被分为南沱(冰碛)组、陡山沱组和灯影组。

王曰伦对西南地区震旦纪冰碛层的分布及其在地层上的意义作过阐述,并首次提出中国南、北方震旦系不能相提并论的看法。

1965年,四川省地质局第二区测队指出,川西北和陕南一带下震旦统(相当于陡山沱组和南沱组的地层)缺失,灯影组直接超覆在元古界变质岩或侵入岩体之上,同时根据岩性,将川西北和陕南一带的灯影组细分如下:



此外,许多生产单位,特别是鄂西、四川、贵州石油和地质部门对西南地区震旦纪地层进行了大量的研究工作,均为本区震旦纪地层的划分和对比作出了贡献。

三、震旦系分层与上、下界

(一) 分 层

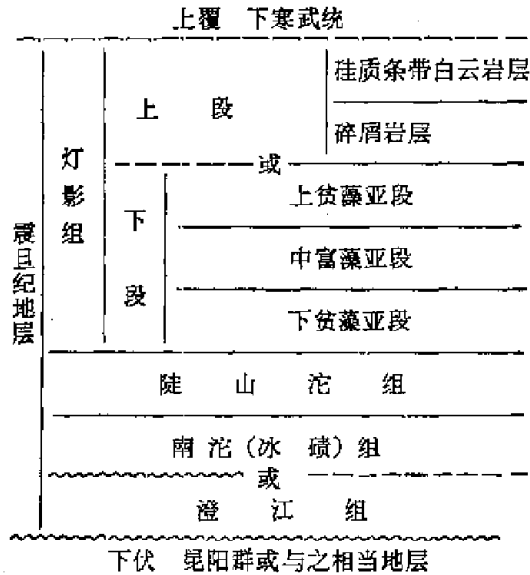
本文提出的西南地区震旦纪地层分层意见,是在前人工作的基础上,从生物地层学观点对某些岩组进行进一步的详细划分(具体分层见下页上部一览表)。

现将本文与前人的分层和命名对比列成沿革表(见第5页)。

在以上分层中,各组、段的古生物组合和沉积特征如下:

1. 古生物组合

在本区震旦纪地层中,常见的化石有微古植物和古藻两大类。前者主要分布在灯影组和陡山沱组,后者只分布在灯影组。这些微体植物、古藻和叠层石的描述及其图版,请参阅中国科学院南京地质古生物研究所集刊第10号中的两篇文章。关于南沱组和澄江



组的古生物组合面貌,因未作详细研究,至今不明。

据西南地区十条剖面中采集的 240 块样品分析结果表明,灯影组和陡山沱组中常见的微古植物化石有以下 26 个属:原始光面球孢属 *Protoleiosphaeridium* Timofeev, 光面球孢属 *Leiosphaeridia* Eisenack, 聚球孢属 *Microconcentrica* Naumova, 多面球孢属 *Polyedrosphaeridium* Timofeev, 小光面球孢属 *Leiominuscula* Naumova, 穴面球孢属 *Trematosphaeridium* Timofeev, 光面厚缘孢属 *Leiomarginata* Naumova, 坑面球孢属 *Orygmatosphaeridium* Timofeev, 粒面厚缘孢属 *Granomarginata* Naumova, 瘤面球孢属 *Lophosphaeridium* Timofeev, 鲛面球孢属 *Trachysphaeridium* Timofeev, 鲛面对弧孢属 *Trachydiacrodium* Timofeev, 古刺球藻属 *Archaeohystrichosphaeridium* Timofeev, 小刺球藻属 *Micrhystridium* Deflandre, 网面无缝孢属 *Reticulatasporites* (Ibrahim) Potoni et Kremp, 拟网面球孢属 *Favososphaeridium* Timofeev, 古盘形孢属 *Archaeodiscina* Naumova, 塔斯曼尼孢属 *Tasmanites* (Neuton 1875) Eisenack, 网球藻属 *Dicryosphaera* Sin et Liu, 三角藻属 *Triangumorpha* Sin et Liu, 拟昆布膜片属 *Laminarites* Sternberg, 拟粘球藻属 *Gloeocapsamorpha* Zalessky, 穴面膜片属 *Brocholaminaria* (gen. nov.), 网状残片属 *Retinarites* (gen. nov.), 拟导管属 *Proto tracheites* Ouyang, Yin et Li, 植物碎片 *Lignum* Sin。

一般说来,灯影组和陡山沱组的微古植物化石有时比较接近,但这些属的某些种,在两个组中还是有所不同的(其中包括这些种的个体大小,形态结构,数量多寡等方面)。往往灯影组中的微古植物属、种较丰富些,有时还出现某些下寒武统中常见的分子,陡山沱组相对单调。但这不是绝对的,灯影组下段上贫藻亚段微古植物就比陡山沱组贫乏。在灯影组上、下段之间和下段中的三个亚段之间,微古植物分子也是有一定差别的,它们在地层上的垂向分布是具有一定规律的。

根据遵义、长阳、雾渡河、莲沱、阳平关等五条剖面的分析,陡山沱组中常见的微古植物属种如下:

原始光面球孢(未定种) *Protoleiosphaeridium* sp., 具皱光面球孢 *Leiosphaeridia effusa*

(Shepeleva) comb. nov., 网状残片(未定种) *Retinarites* sp., *原始古刺球藻 *Archaeohystrichosphaeridium primum* (sp. nov.), *龟形古刺球藻 *A. testudine* (sp. nov.), *椭圆古刺球藻(比较种) *A. cf. oblongum* Timofeev, *奇异古刺球藻 *A. paradoxum* (sp. nov.), 黑色穴面膜片 *Brocholaminaria nigrita*, 拟昆布膜片(未定种) *Laminarites* sp., *管状植物碎片 *Lignum vasculatum* (sp. nov.), 棘棒状植物碎片 *L. spinobaculum* (sp. nov.), *条纹鲛面球孢 *Trachysphaeridium filamentum* (sp. nov.), *具皱鲛面球孢 *T. rugosum* Sin, 鲛面球孢(未定种) *T. sp.*, 瘤面球孢(未定种) *Lophosphaeridium* sp., *旋转小刺藻 *Micrhystridium tornatum* Volkova, 小刺藻(未定种) *M. sp.*, *具粒网面无缝孢 *Reticulatasporites granulatus* (sp. nov.), 光面厚缘孢(未定种) *Leiomarginata* sp., *原始聚球孢(比较种) *Microconcentrica cf. atava*, *简单聚球孢 *M. simplex* Nau.。

以上共 13 个属 21 个种, 其中 8 个属 (*Protoleiosphaeridium*, *Leiosphaeridia*, *Retinarites*, *Archaeohystrichosphaeridium*, *Brocholaminaria*, *Laminarites*, *Trachysphaeridium*, *Lophosphaeridium*), 既是陡山沱组的分子, 也是灯影组中常见的。因此, 仅以微古植物化石的属来划分陡山沱组与灯影组地层是不够的, 而某些种却往往只出现在一定的地层中。上述化石名单中带有 * 号的 6 个属 11 个种只在陡山沱组中出现, 可以视为陡山沱组中特有的微古植物分子。

灯影组下段下贫藻亚段常见的微古植物(根据南江、乐山、遵义、开阳四条剖面): *圆形原始光面球孢 *Protoleiosphaeridium rotundum* (Pichova) comb. nov., 细粒原始光面球孢 *P. conglutinatum* Timofeev, 不规则网状残片 *Retinarites irregularis* (gen. et sp. nov.), *皱面拟昆布膜片 *Laminarites rugosus* (sp. nov.), 光面厚缘孢(未定种) *Leiomarginata* sp., *伸展聚球孢 *Microconcentrica tumidula* (sp. nov.), 膜壁鲛面球孢 *Trachysphaeridium hyalinum* Sin et Liu, *巴甫林鲛面球孢 *T. bavlensis* (Schep) comb. nov., 稠密瘤面球孢 *Lophosphaeridium confertum* (sp. nov.), *坚实网面无缝孢 *Reticulatasporites stabilis* (sp. nov.), *大鲛面对弧孢 *Trachydiacrodium maximum* Timofeev, 光面球孢(未定种) *Leiosphaeridia* sp., *巨型三角藻, *Triangulumorpha gigantea* (sp. nov.), *奇异塔斯曼尼孢 *Tasmanites mirus* (sp. nov.), *大盘形孢? *Archaeodiscina? maxima* (sp. nov.), 拟网面球孢(未定种) *Favosphaeridium* sp., 坑面球孢(未定种) *Orygmatosphaeridium* sp.。共 15 个属 21 个种, 其中有 * 号的 9 个属 9 个种是下贫藻亚段特有的分子。

灯影组下段中富藻亚段常见微古植物(根据南江、乐山、遵义、金沙四条剖面): *小型原始光面球孢 *Protoleiosphaeridium minor* (Shepelev) comb. nov., 丝纹状植物碎片 *Lignum nematoidea* (sp. nov.), 细粒原始光面球孢 *Protoleiosphaeridium conglutinatum* Tim., *简单光面厚缘孢(比较种) *Leiomarginata cf. simplex* Naumova, *泡沫聚球孢 *Microconcentrica incrustata* (Timofeev) comb. nov., *厚缘鲛面球孢 *Trachysphaeridium incrassatum* Sin, *微凸鲛面球孢 *T. gibbosum* (sp. nov.), *稀疏瘤面球孢 *Lophosphaeridium inconfertum* (sp. nov.), 稠密瘤面球孢 *L. confertum* (sp. nov.), 原始粒面厚缘孢 *Granomarginata prima* Naumova, *具穴原始拟导管 *Prototracheites porus*, 拟网面球孢(未定种) *Favosphaeridium* sp., 坑面球孢(未定种) *Orygmatosphaeridium* sp. 等。共 10 个属 13 个种, 其中有 * 号的 6 个属 7 个种为中富藻亚段特有的分子。

灯影组下段上贫藻亚段微古植物极为贫乏, 现仅根据南江杨坝灯影组下段上贫藻亚

段出现的微古植物有以下四属: *多角拟昆布膜片 *Laminarites polygonalis* (sp. nov.), 丝纹状植物碎片 *Lignum nematoidea* Sin, 棘棒状植物碎片 *L. spinobaculum*(sp. nov.), *链状光面厚缘孢 *Leiomarginata desma* (sp. nov.)。其中有*号的2个属2个种是上贫藻亚段特有的分子。

灯影组上段常见微古植物(根据南江、乐山、城口、梁山、钢厂、康家洞等六条剖面):

*链接原始光面球孢 *Protoleiosphaeridium concatervatum* (sp. nov.), 不规则网状残片 *Retinarites irregularis* (sp. nov.), 黑色穴面膜片 *Brocholaminaria nigrita* (sp. nov.), *宽松聚球孢 *Microconcentrica subcoalita* (Timofeev) comb. nov., 膜壁鲛面球孢 *Trachysphaeridium hyalinum* Sin, *中大鲛面球孢 *T. mediale* Ouying, Yin et Li, 原始粒面厚缘孢 *Granomarginata prima* Naumova, 具皱光面球孢 *Leiosphaeridia effusa* (Shepeleva) comb. nov., *拟粘球藻(多种) *Gloeocapsamorpha* spp., 网面无缝孢(未定种) *Reticulatasporites* sp.。其中有*号的4个属4个种为灯影组上段特有的分子。

根据南江、乐山、城口、梁山、钢厂、康家洞、遵义、金沙、开阳、长阳、雾渡河、莲沱、阳平关等十三条剖面综合研究, 西南地区晚震旦世陡山沱组和灯影组微古植物垂向分布列表如下:

| 微古植物名称 | 震旦系上统 | | | | 灯影组上段 |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 陡山沱组 | 灯影组下段 | | | |
| | | 下贫藻亚段 | 中富藻亚段 | 上贫藻亚段 | |
| <i>Protoleiosphaeridium concatervatum</i> | | | | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>Retinarites irregularis</i> | | ■■■■■■■■■■ | | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>Brocholaminaria nigrita</i> | ■■■■■■■■■■ | | ■■■■■■■■■■ | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>Microconcentrica subcoalita</i> | | | | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>Trachysphaeridium hyalinum</i> | | ■■■■■■■■■■ | | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>T. mediale</i> | | | | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>Granomarginata prima</i> | | | ■■■■■■■■■■ | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>Leiosphaeridia effusa</i> | ■■■■■■■■■■ | | | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>Gloeocapsamorpha</i> spp. | | | | | ■■■■■■■■■■ |
| <i>Laminarites polygonalis</i> | | | | ■■■■■■■■■■ | |
| <i>Lignum nematoidea</i> | | | ■■■■■■■■■■ | ■■■■■■■■■■ | |
| <i>Lignum spinobaculum</i> | ■■■■■■■■■■ | | | ■■■■■■■■■■ | |
| <i>Leiomarginata desma</i> | | | | ■■■■■■■■■■ | |
| <i>Protoleiosphaeridium conglutinatum</i> | | ■■■■■■■■■■ | ■■■■■■■■■■ | | |
| <i>P. minor</i> | | | ■■■■■■■■■■ | | |
| <i>Leiomarginata cf. simplex</i> | | | ■■■■■■■■■■ | | |
| <i>Microconcentrica incrustata</i> | | | ■■■■■■■■■■ | | |
| <i>Trachysphaeridium incrassatum</i> | | | ■■■■■■■■■■ | | |

| 微古植物名称 | 震旦系上统 | | | | |
|---|------------|------------|------------|-------|-------|
| | 陡山沱组 | 灯影组下段 | | | 灯影组上段 |
| | | 下贫藻亚段 | 中富藻亚段 | 上贫藻亚段 | |
| <i>T. gibbosum</i> | | | ██████████ | | |
| <i>Lophosphaeridium confertum</i> | | ██████████ | ██████████ | | |
| <i>L. inconfertum</i> | | | ██████████ | | |
| <i>Prototracheites porus</i> | | | ██████████ | | |
| <i>Protoleiosphaeridium rotundum</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Laminarites rugosus</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Microconcentrica tumidula</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Trachysphaeridium bavleensis</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Reticulatasporites stabilis</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Trachydiacrodium maximum</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Triangumorpha gigantea</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Archaeodiscina ?maxima</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Tasmanites mirus</i> | | ██████████ | | | |
| <i>Archaeochytrichosphaeridium primum</i> | ██████████ | | | | |
| <i>A. testudine</i> | ██████████ | | | | |
| <i>A. cf. oblongum</i> | ██████████ | | | | |
| <i>A. paradoxum</i> | ██████████ | | | | |
| <i>Lignum vasculatum</i> | ██████████ | | | | |
| <i>Trachysphaeridium filamentum</i> | ██████████ | | | | |
| <i>Michystridium tortatum</i> | ██████████ | | | | |
| <i>Reticulatasporites granulatus</i> | ██████████ | | | | |
| <i>Microconcentrica cf. atava</i> | ██████████ | | | | |
| <i>M. simplex</i> | ██████████ | | | | |
| <i>Trachysphaeridium rugosum</i> | ██████████ | | | | |

根据西南十几个灯影组出露区采集的两千余块藻类化石研究结果表明，古藻在灯影组的分布有如下规律性。

灯影组上段：古藻化石稀少，断续分布蓝绿藻分泌的粘液质和凝块，偶然出现形态不规则的蓝绿藻残体，一般情况下，根据这些化石残体无法鉴定属、种。

灯影组下段上贫藻亚段：出现个体较小，结构简单的藻灰结核。

灯影组下段中富藻亚段：分布大量红藻和蓝绿藻化石。常见的属、种分布顺序如下：

峨眉山丛状线藻 *Phacelofimbria emeishanensis* Tsao et Zhao, 南江放射线藻 *Actinophycus nanjiangensis* Tsao et Zhao, 方胞套管藻 *Manicosiphonia quadricellus* Tsao et Zhao,

竹状套管藻 *M. bambusa* Cao et Zhao, 裂开套管藻 *M. fissilis* Cao et Zhao, 连接套管藻 *M. conserta* Cao et Zhao, 平顶针刺藻 *Acus platyluteus* Tsao et Zhao, 尖锐针刺藻 *A. muricatus* Tsao et Zhao, 花球管藻 *Siphonia flrisglobosa* Tsao et Zhao, 松林管藻 *S. songlinensis* Tsao et Zhao, 同心层针刺藻 *Acus concentricus* Tsao et Zhao, 不规则拟管孔藻 *Para-solenopora irregularis* Tsao et Zhao, 次放射拟管孔藻 *P. subradiata* Tsao et Zhao, 扇形前管孔藻 *Praesolenopora flabella* Tsao et Zhao, 大扇形前管孔藻 *P. magniflabella* Tsao et Zhao, 平谷斑点藻 *Balios pinguensis* Tsao, 紧密斑点藻 *B. conjertus* Tsao et Zhao。该亚段除有上述主要属种外,尚出现丰富的藻灰结核。藻灰结核大小不等,形态极为多样。至今对它们个体大小和形态特征在地层分布上的变化规律,尚不十分清楚。根据南江杨坝和乐山范店乡灯影组出露区的 800 余块藻灰结核切制的薄片统计结果表明,该亚段下部以个体较大的(直径 0.8—1.2 厘米)结构较复杂的双层和多层壁藻灰结核为主,该亚段中、上部以个体相对较小的(直径约 0.5 厘米)结构简单的单层和双层壁藻灰结核为主。但是,例外的情况在其它地区的剖面中屡见。

灯影组下段下贫藻亚段:藻类相对贫乏,有时出现米粒大小的结构简单的藻灰结核,局部地区出现大斑点藻 (*Balios gigas* Tsao et Zhao), 同心层针刺藻 (*Acus concentricus* Tsao et Zhao), 有时出现 *Baicalia* sp., *Boxonia* sp. 等柱状叠层石和球状叠层石。

2. 灯影组岩化特征

根据南江、威远、峨边、乐山、遵义五个地区灯影组剖面中 948 块样品化学分析资料研究,可获得以下几点结论:(1)灯影组上段的 CaO、MgO、白云石,普遍低于下段,而酸不溶物质普遍大于下段;(2)灯影组下段的上贫藻亚段的 CaO、MgO 白云石低于中富藻亚段,而酸不溶物高于中富藻亚段;(3)中富藻亚段的物质组分在纵、横向上变化不大。上述五个地区灯影组岩化分析数据平均值列表于下:

在下页表中,各剖面分析的样品数如下:南江杨坝剖面 372 块,乐山范店乡剖面 332 块,峨边金口河剖面 23 块,威远剖面 100 块,遵义松林剖面 121 块。上表岩化分析数据均是采用算术平均值表示。

3. 岩性组合及其特征

关于灯影组的沉积特征将专题讨论,暂不赘述。陡山沱组的沉积在横向上变化较大,常为泥页岩、泥灰岩、灰岩、白云岩、泥质白云岩、白云质泥岩及粉砂岩等。一般地说,陡山沱组为黑色及灰黑色泥页岩,富含碳质,普遍含磷质。南沱组的沉积一般为块状,不显层理的冰碛砾岩。砾石杂乱排列,大小不等,不分选,形状不规则,具次棱角者较多,局部砾石表面留下清晰的擦痕。砾石成分较杂,主要为板岩、千枚岩、石英岩、花岗岩、片麻岩、砂岩等,局部亦有灰岩。胶结物为紫红色灰红色含铁质的粘土、粉砂和细砂。在许多地方,砾岩上部或中部具紫红色粉砂质页岩及砂岩透镜体。局部地区在冰碛砾岩中见凝灰质碎屑物质。许多地方在冰碛岩底部,常分布有黑色碳质泥岩层。澄江组主要为片状、薄层状紫红色粉砂质及粉砂泥质页岩,厚层和块状长石砂岩、砂页岩、凝灰质砂岩、砾岩等,在局部地区见到波痕、交错层、干裂纹等。

灯影组物质组分表

| 分 层 | 物 质 组 分 | | CaO | MgO | 方 解 石 | 白 云 石 | 酸不溶物 |
|-----|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| | 地 区 | | | | | | |
| 上 段 | 南江杨坝 | | 26.28 | 17.60 | 2.86 | 80.96 | 15.18 |
| | 乐山范店乡 | | 25.50 | 18.02 | 0.41 | 82.89 | 19.38 |
| | 峨边金口河 | | 无 分 析 资 料 | | | | |
| | 威 远 | | 25.25 | 15.17 | 7.12 | 69.78 | 19.06 |
| | 遵义松林 | | 缺失或只残存数米 | | | | |
| 下 段 | 上贫藻亚段 | 南江杨坝 | 26.96 | 18.44 | 1.99 | 84.82 | 10.77 |
| | | 乐山范店乡 | 30.38 | 21.29 | 1.00 | 97.83 | 1.52 |
| | | 峨边金口河 | 23.79 | 15.04 | 4.83 | 69.18 | 24.71 |
| | | 威 远 | 29.77 | 20.42 | 2.02 | 93.93 | 3.70 |
| | | 遵义松林 | 29.77 | 21.32 | 0 | 97.97 | 0.77 |
| | 中富藻亚段 | 南江杨坝 | 30.52 | 21.03 | 1.85 | 97.74 | 0.85 |
| | | 乐山范店乡 | 30.44 | 21.13 | 1.45 | 97.20 | 0.68 |
| | | 峨边金口河 | 29.79 | 21.42 | 0 | 98.53 | 0.39 |
| | | 威 远 | 30.07 | 21.17 | 0.68 | 93.38 | 1.04 |
| | | 遵义松林 | 30.01 | 21.24 | 0.39 | 97.70 | 1.02 |
| | 下贫藻亚段 | 南江杨坝 | 29.03 | 20.60 | 0.25 | 94.76 | 3.60 |
| | | 乐山范店乡 | 27.37 | 19.08 | 2.26 | 87.77 | 11.17 |
| | | 峨边金口河 | 29.38 | 21.11 | 0.50 | 97.11 | 0.72 |
| | | 威 远 | 29.11 | 20.34 | 1.06 | 93.56 | 4.64 |
| | | 遵义松林 | 27.55 | 19.04 | 1.52 | 87.58 | 10.06 |

(二) 上 界

在西南地区,寒武系底部较普遍地分布一套含磷地层,在不同地区,它以不同岩性覆盖在灯影组之上。在一些地区,寒武系底部含磷地层与灯影组呈假整合接触。例如,黔北、川南的部分地方,下寒武统牛蹄塘组覆盖在灯影组不同层位之上,寒武系底部较普遍沉积富含铁、锰质的黑色硅质胶磷矿层,这些现象说明在震旦纪结束后,这些地方的地壳一度隆起,并经过一定时期的风化剥蚀过程。根据这些地方灯影组被侵蚀的幅度推测,黔北遵义、金沙和川南长宁、威远等地是当时隆起和遭受剥蚀的中心。但在另一些地方,寒武系与灯影组似乎是连续沉积的,在化石少的具体剖面上较难确定它们的具体界面。例如,鄂西、川中南(乐山、峨眉一带)、滇东等地,在含三叶虫化石的下寒武统之下,灯影组之上,断续分布一层厚0.5至20米或更厚的含磷白云岩层,内产丰富的 *Hyolithes* 化石。在峨眉

山, 将该层命名为麦地坪组。麦地坪组与含三叶虫的下寒武统之间, 因两者岩性差异甚大, 并有时在两者之间具明显的假整合面, 分界清楚。在有些地区, 由于麦地坪组岩性与灯影组十分相似, 它与灯影组似乎呈连续过渡的, 分界较难。但在一些剖面上, 例如乐山范店乡剖面, 麦地坪组与灯影组之间确实存在一显著的自然分界面, 而在此界面下的灯影组中, 至今未发现 *Hyolithes* 化石。据麦地坪组中产出丰富的动物化石看, 暂视其时代隶属早寒武世较合适。但从岩性看, 将相当于麦地坪组的地层归并到灯影组也是可行的。麦地坪组极不稳定, 横向追索, 短距离内常显著变薄或尖灭。在滇东一带, 与麦地坪组相当的地层可能是渔户村组上部的地层。渔户村组下部, 推测可能是西南地区目前已知的最低层位的寒武纪地层。在川西北和陕南一带, 灯影组顶部常分布一层灰岩, 其中至今未发现化石。此层灰岩与早寒武世郭家坝组假整合接触, 两者间常具风化壳沉积, 它与灯影组白云岩是连续过渡的。此层灰岩横向极不稳定, 顺走向追索, 时而尖灭, 时而出现, 我们暂把它划为灯影组。

如上所述, 在西南地区寒武系与灯影组接触界面的特征在不同的地区是不一样的。现列举三个实例说明。

1. 贵州金沙岩孔长岩沟灯影组上界实测剖面

早寒武世牛蹄塘组

- | | |
|---------------------------------------|-------|
| 4. 黑色碳质页岩, 含 <i>Trunyella</i> sp. 等化石 | |
| 3. 黑色富含硅质的胶磷矿层, 夹碳质页岩, 含铁、锰质 | 1.1 米 |
| 2. 黑色页岩, 夹薄层胶磷矿透镜体 | 0.8 米 |
| 1. 黑色薄层胶磷矿与薄层褐铁矿互层。胶磷矿中硅质成分高, 性脆 | 1.2 米 |

灯影组

厚层及块状白云岩, 顶部遭受剥蚀的现象显著, 具凹凸不平的起伏面。

2. 湖北宜昌莲沱黄山洞灯影组上界实测剖面

早寒武世水井沱组

黑色页岩, 产东方湖北盘虫 (*Hupeiidiscus orientalis*), 底部具不太显著的间断面, 沉积褐铁矿薄层

麦地坪组

灰白色白云岩, 产 *Hyolithes* 化石, 顶部微具起伏面。底部与灯影组近于连续沉积, 两者间分布一层很不显著的黄褐色的褐铁矿薄膜

0.65 米

或

灯影组

灰白色厚层和块状白云岩, 顶部未观察到遭受剥蚀的现象, 其中至今未发现 *Hyolithes* 化石。

3. 四川南江杨坝观音崖灯影组上界实测剖面

早寒武世郭家坝组

黑色页岩

风化壳沉积, 为多孔的富含氧化铁的粘土及风化未尽之灰岩碎块

1.5 米

灯影组

浅灰色灰岩,顶部具起伏面,横向追索约一华里,变薄而逐步尖灭
薄至中厚层灰色白云岩。

5.7 米

此外,在川西龙门山一带,上泥盆统沙窝子组假整合在灯影组下段中富藻亚段之上,在灯影组顶部起伏不平的侵蚀面上,沉积磷块岩。在川北广元陈家坝,可能为寒武纪的黑色硅质岩假整合在陡山沱组之上。

(三) 下 界

在西南地区震旦纪沉积前夕,一次强烈的地壳运动(晋宁运动)席卷全区,同时伴随着大量的火成岩体的侵入,使前期的沉积(昆阳群,会理群,火地垭群,下板溪群,峨边群等)经受褶皱和变质,形成轻变质岩,变质岩或混合岩。在这次剧烈的构造运动以后,西南地区的地壳趋向相对稳定,在此基础上,西南地区震旦纪地层开始沉积,形成扬子地台的第一个盖层。

由于晋宁运动的影响,西南地区震旦纪地层与下伏地层之间普遍呈现区域性的角度不整合。关于晋宁运动所表现的不整合现象,早有文献记载。现将我们在各地观察到的现象记述如下:

例 1,在晋宁县柳坝塘附近,震旦纪澄江组为暗紫色砂岩,底部为厚达数米的由铁、锰质胶结的底砾岩层,倾向正北,明显地呈角度不整合覆于昆阳群因民组之上(图 2)。紧靠不整合面的下伏因民组为黑色板岩及硅质岩,小褶曲发育,岩层近于直立。澄江组的底砾岩成分杂,多为昆阳群中的石英岩,板岩及其它变质岩。

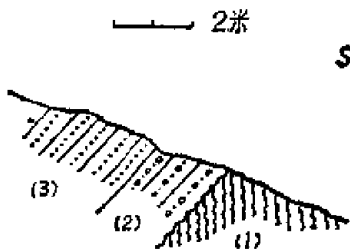


图 2 晋宁柳坝塘澄江组与昆阳群因民组接触关系素描图

- (1) 昆阳群因民组黑色板岩夹硅质岩;
- (2) 铁质胶结的砾岩;
- (3) 暗红色石英长石砂岩夹海绿石砂岩。

例 2,在川西北南江杨坝镇东南约一华里河东岸,晚震旦世灯影组底部为灰白色中层长石、石英砂岩,以角度不整合覆于火地垭群黑色长石板岩之上。前者倾向 129° , 倾角 66° ; 后者倾向 172° , 倾角 53° 。在火地垭群顶部凹凸不平的侵蚀面上,沉积一层厚 1.5 米的砾岩,砾石成分杂,多为火地垭群中的燧石及板岩的碎块。

例 3,在旺苍干河坝,晚震旦世灯影组底部为肉红色长石砂岩,覆盖在石英闪长岩体之上,火成岩体顶部被侵蚀削平。上覆砂岩未见到变质和烘烤现象。测得附近石英闪长岩的同位素年龄值为 9.56 亿年。

此外,在贵州印江梵净山,上板溪群(可能与澄江组相当)呈角度不整合覆于下板溪群之上。在鄂西三峡区,莲沱砂岩(可能相当于澄江组的上部)不整合覆于黄陵杂岩之上。不整合面之下的黄陵杂岩已测定的同位素年龄较大,在三斗坪为 8.6, 9.15, 7 亿年;在美人沱为 7.9, 8.1 亿年。

以上地质现象表明,晋宁运动强度剧烈,岩浆活动频繁,对西南地区的影响甚广,在该区地质发展史上是一期重要的褶皱运动。据上述资料,各地震旦纪地层底部不整合面下的岩浆岩测定的同位素平均年龄值约 8.4 亿年。据报道,云南陡山沱组海绿石的同位素

年龄为 6.4 亿年。如以上资料可靠,则西南地区震旦纪下界的年龄估计约为 7—8 亿年。

四、岩相变化和沉积分区

(一) 地层分布和相变

西南地区震旦纪地层,一般地说,除灯影组的岩相比较稳定外,其它各组在横向上的变化还是相当显著的,现由下向上逐层分析。

澄江组是西南地区震旦纪地层中最先沉积的一个组,它直接超覆在较老的地层或火成岩体之上。鄂西一带的莲沱砂岩、川西南的伍斯大桥群、黔东北的上板溪群,从层序上看可能都是澄江组的同期或接近同期的沉积。澄江组除在四川盆地的峨边、峨眉、乐山、威远、旺苍、南江等地(即文中所称的川中地块)及陕南的南郑梁山缺失外,广泛分布在川中地块周围地区。在鄂西地区,它下部为粗粒含砾石的砂岩,上部以长石砂岩为主,夹有粉砂岩、页岩等,厚 100 米左右。在滇东地区,它主要为山麓堆积或湖、河相沉积,主要为灰紫色含泥砾石的粗砾长石石英砂岩,交错层多见,有时见有波痕、龟裂纹等,局部地区厚度可达 1800 米。在川西一带,岩性较复杂,以甘洛为例,上部为紫红色砂岩,砾状砂岩夹凝灰质砂岩及凝灰质砾岩等,中部为紫色火山杂岩、凝灰质粗砂岩、细砂岩、粉砂岩等,下部为紫色、灰绿色、深灰色火山碎屑岩、凝灰质砾岩、流纹岩、英安斑岩等,厚达 800 米。在川东北和陕南,除绿色的粉砂岩、泥质砂岩外,尚具凝灰质的碎屑岩。

从澄江组的岩相变化可以看出,在澄江期,川西龙门山断裂带和康滇地轴北端的地壳活动仍然处于相对活跃阶段,火山喷发相当剧烈,沉积大量火山熔岩和火山喷发物质。该区澄江期的沉积与滇东凹陷、黔北和鄂西等地相比是别具一格的。陕南、川西、滇东玉溪一带以及黔东北等地是澄江期的几个主要沉积中心。如陕南宁强一带澄江组厚度大于 700 米,川西汉源和西昌地区厚达 2500 米,滇东凹陷一般均在几百米以上,玉溪厚达 1800 米,黔东北梵净山一带厚达 1200 米。这说明地处宁强凹陷东侧的汉南古陆,处于滇东凹陷西侧的康滇地轴及东侧的江南古陆,当时可能继续上升,是大量碎屑物质供给区。但在峡区,澄江组沉积较薄,一般仅达百余米,可能由于离江南古陆较远,沉积供给区的黄陵地块面积较小所致。一般地说,由隆起区边缘向外,亦有厚度变薄粒度变细的趋势。例如,从康滇隆起向东,禄劝的澄江组为 1842 米,而澄江只有 600 多米,再向东更显著变薄。禄劝、玉溪以中—粗粒长石、石英砂岩为主,澄江一带则以细粒长石、石英砂岩为主,夹有页岩,而马龙一带,页岩沉积显著增多。同样,由江南古陆往西或往北,亦有类似的变化。

澄江期结束,南沱期开始,川中地块,江南古陆和近南北向的康滇地轴依然隆起,同时在地质史上少有的严寒,侵袭整个古陆,冰川遍布各地。在中国南方离古陆较近的广大凹陷区,带来了成分混杂的大陆冰川堆积。在江南古陆的西侧和北侧,康滇地轴中段的东侧、川中地块的东侧和南侧均发育冰碛岩层。在川中地块的东北侧,即川东城口一带,发育比较典型的冰水沉积,即巨大的砾石被蓝色的粘土和粉砂质粘土胶结。在川中地块西北侧和西侧,至今未发现可靠的冰川沉积,同期沉积主要为石英砂岩夹灰绿色千枚岩、板状石英砂岩、紫色粉砂岩及泥岩等。

南沱组冰碛岩层的厚度在滇东、黔北和三峡一带,一般不超过 100 米。在川东一带,

南沱组的冰水沉积厚达数百米。在川西和陕南一带，南沱组的碎屑岩沉积厚度一般超过数百米。

以上事实看出，南沱组的沉积岩相主要围绕川中地块发生显著的变化。在地块的南—东南侧，主要为典型的冰川堆积，地块的东北侧主要发育冰水沉积，而地块的西—西北侧主要为山麓堆积，沉积较厚的碎屑岩。由此可见，川中地块的隆起，可能影响其东南和西北两侧的古气候，从而控制南沱组的沉积特征。看来当时地块西北侧的气温显然要比地块东南侧的广大地区要高得多，没有形成广泛分布的大陆冰川。

南沱期结束后，西南区逐步接受海侵，开始进入陡山沱期。陡山沱期是海生微古植物相对繁盛的时期，同时是形成磷矿的重要成矿期。

陡山沱组的分布仍然承袭了下伏南沱组的分布范围，在四川的峨眉、乐山、威远、南江、旺苍及陕南的梁山等地仍然缺失此组的沉积。从陡山沱组的一般沉积特征看，火山物质除个别地区外，很少发现，富含有机质的黑色泥岩和碳酸盐类大大增加，这反映当时地壳活动较以前相对稳定，气候由严寒转为温暖，同时说明经过澄江期，南沱期的物理风化，隆起区可能已趋于平缓，而陡山沱期则以化学风化为主。

陡山沱组的岩相变化与当时所处的古地理位置密切相关。在秦岭南坡，即陕南宁强一带，主要沉积厚度较大的碎屑岩，上部开始沉积泥质较重的白云岩，这说明该地是离古陆较近的凹陷区。在川西甘洛一带，亦以碎屑沉积为主，这可能该地接近川中地块和康滇地轴，物质来源供给充分所致。在川中地块的西南会理至普格一带，砂质减少，白云岩增多，它显示出离古陆稍远的微弱凹陷区的沉积。在滇东、鄂西和黔北广大范围内，以沉积黑色页岩为主，碳酸盐岩次之，并沉积有磷、锰、黄铁矿等指相矿物。这些均表明是还原条件下的沉积物。值得指出的是，在贵州印江梵净山地区，在澄江期和南沱期，表现为明显的沉降区，但进入陡山沱期后，地壳开始回返，可能该区成为水下隆起区，只沉积薄薄的页岩层。

灯影期的海侵在陡山沱期的海侵基础上进一步扩大，达到了海侵的高潮。长期遭受剥蚀的川中地块，也广泛接受了海侵。一般地说，在灯影期整个西南地区是一片广阔而稳定的浅海。在早灯影期，即下贫藻亚段沉积期间，西南局部地区（如川南长宁）一度成为封闭的泻湖，沉积巨厚的岩盐。在鄂西三峡区、湘西、黔东北等地，灯影组的硅质含量比其它地区偏高。这可能代表这些地区接近浅海的边缘区。经过澄江期—陡山沱期的长期剥蚀，江南古陆、康滇地轴、秦岭地轴可能趋于相对平缓，气候也更加温暖，化学风化取代了物理风化，致使灯影组多半为碳酸岩建造。由于气候适宜，海水纯洁，阳光充足，给生物发展提供了良好环境。在四川、陕南和黔北的大部分地区，藻类空前繁盛，飘浮的蓝藻，底栖的红藻大量繁殖，直接参与了灯影组的碳酸盐沉积，藻灰结核遍布各地，红藻在不少地方形成礁体；微体古植物化石也较丰富；与藻类发育可能有关系的岩石结构极为多样化。但是，鄂西、滇东、黔东北等地，藻类化石繁盛程度则远不及上述地区，虽然蓝藻及藻灰结核也有分布，但底栖的红藻化石大量减少或绝迹，岩石结构类型亦较单调。

灯影期海侵进一步扩大，不仅漫及整个川中地块，而且向西从康滇地轴中段至云南华坪一带或更西的一些地方，也被灯影期的海水所淹没。这说明一直以上升为主的康滇地轴，在灯影组沉积期间全部或中段部分地区，与川中地块一样开始沉降，接受沉积。

(二) 分区特征

按照沉积情况及古生物特征,结合大地构造及古地理面貌,我国西南地区的震旦纪地层可进一步分为六个小区,即川中地块区,黔中隆起区,陕南-川西凹陷区,鄂西-黔东北凹陷区,滇东凹陷区,大巴山凹陷区等(图3)。各区特征如下:

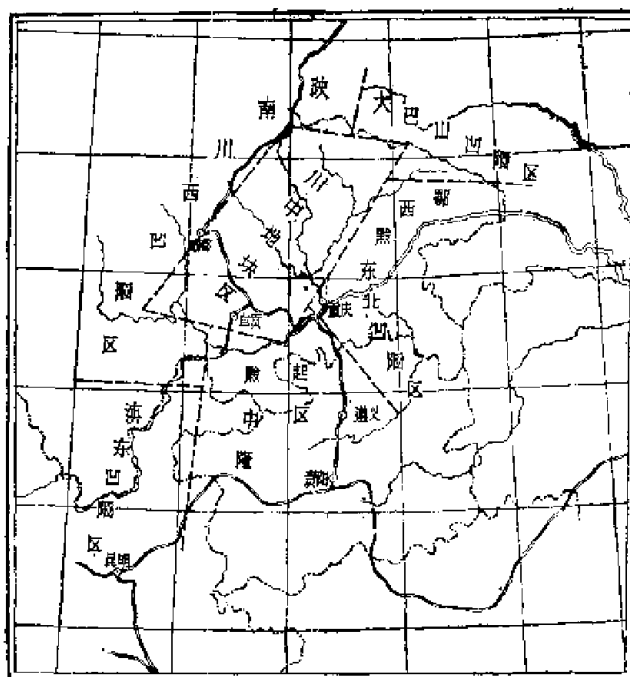


图3 西南地区震旦纪沉积分区示意图

1. 川中地块区

范围包括华蓥山以西,龙门山以东,南至岷边,北至米苍山一菱形地区。本区基底主要由强磁性结晶岩系组成。在澄江期、南沱期和陡山沱期,本区一直处于隆起阶段,遭受侵蚀,无沉积。灯影期,海侵在整个西南区进一步扩大,川中地块从南向北开始逐步接受沉积。灯影组为川中地块的第一个盖层。川中地块的灯影组与邻近地区比较,具有三个明显特点:(1)厚度较大,稳定,均在900至1000米左右。沉积后未受到明显的剥蚀。(2)白云岩相对较纯,岩石结构多样,晶洞发育。(3)藻类化石极为丰富,局部地方的个别层段,红藻构成似礁状体。中富藻亚段近底部,较稳定地分布多层蚕豆大小的多层壁藻灰结核。藻类属、种较多。据南江杨坝、乐山范店乡、峨眉山、威远四地的研究,灯影组常见的藻类化石分布顺序如下。

中富藻亚段主要属、种有 *Phacelofimbria emeishanensis* Tsao et Zhao, *Actinophycus nanjiangensis* Tsao et Zhao, *Manicosiphonia quadricellus* Tsao et Zhao, *M. fissilis* Cao et Zhao, *M. conserta* Cao et Zhao, *Acus muricatus* Tsao et Zhao, *Parasolenopora subradiata* Tsao et Zhao, *Acus concentricus* Tsao et Zhao, *Balios pinguensis* Tsao, *B. confertus* Tsao et Zhao。

下贫藻亚段出现的属、种有 *Praechroococcus* sp., *Balios gigas* Tsao et Zhao.

本区灯影组的微古植物化石,据南江杨坝和乐山范店乡两地的研究,主要属、种在地层上的分布如下表所示:

| 属 种 名 称 | 层 段 | | 灯 影 组 下 段 | | | | | | 灯影组 上段 | |
|---|-----|--|-----------|----|-------|----|-------|----|-----------|----|
| | 产 地 | | 下贫藻亚段 | | 中富藻亚段 | | 上贫藻亚段 | | 南江 | 乐山 |
| | | | 南江 | 乐山 | 南江 | 乐山 | 南江 | 乐山 | | |
| <i>Protoleiosphaeridium conglutinatum</i> | | | | | × | | | | | |
| <i>P. minor</i> | | | | | | × | | | | |
| <i>P. sp.</i> | | | | × | | | | | | × |
| <i>Retinarites irregularis</i> | | | | | | | | | | × |
| <i>R. sp.</i> | | | | | | × | | | | |
| <i>Archaeohystrichosphaeridium</i> sp. | | | | | | × | | | | × |
| <i>Brocholaminaria nigrita</i> | | | | | | × | | | | × |
| <i>Laminarites polygonalis</i> | | | | | | | | × | | |
| <i>Lignum nematoideu</i> | | | | | | | | × | | |
| <i>L. spinobaculum</i> | | | | | | | | × | | |
| <i>Leiomarginata cf. simplex</i> | | | | | × | × | | | | |
| <i>Microconcentrica incrustata</i> | | | | | | | | | | × |
| <i>M. tumidula</i> | | | | × | | | | | | |
| <i>Trachysphaeridium hyalinum</i> | | | | × | | | | | | |
| <i>T. gibbosum</i> | | | | | | | | | | × |
| <i>T. incrassatum</i> | | | | | | | | | | × |
| <i>T. baolensis</i> | | | | × | | | | | | |
| <i>Lophosphaeridium incorferium</i> | | | | | | | | | | × |
| <i>Granomarginata cf. prima</i> | | | | | | | | | | × |
| <i>Leiomarginata desma</i> | | | | | | | | × | | |
| <i>L. sp.</i> | | | | × | × | × | | | | |
| <i>Trachydiacrodium maximum</i> | | | | × | | | | | | |
| <i>Leiosphaeridia</i> sp. | | | | × | | | | | | |
| <i>Triangumorpha gigantea</i> | | | | × | | | | | | |
| <i>Prototracheites porus</i> | | | | | | | | | | × |

2. 黔中隆起区

范围包括黔北的金沙、遵义、开阳至川南长宁、珙县一带。本区地处川中地块东南缘